بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

زیست‌شناسی (۳)

رشتهٔ علوم تجربی

پایهٔ دوازدهم

دورهٔ دوم متوسطه

www.mrzist.org

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

www.mrzist.org

فهرست

فصل ۱- مولکول‌های اطلاعاتی ۱

نوکلئیک اسیدها

همانندسازی دِنا

پروتئین ها

فصل ۲- جریان اطلاعات در یاخته ۲۱

رونویسی

به سوی پروتئین

تنظیم بیان ژن

فصل ۳- انتقال اطلاعات در نسل‌ها ۳۷

مفاهیم پایه

انواع صفات

فصل ۴- تغییر در اطلاعات وراثتی ۴۷

تغییر در مادهٔ وراثتی جانداران

تغییر در جمعیت ها

تغییر در گونه ها

فصل ۵- از ماده به انرژی ۶۳

تأمین انرژی

اکسایش بیشتر

زیستن مستقل از اکسیژن

فصل ۶- از انرژی به ماده ۷۷

فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

واکنش های فتوسنتزی

فتوسنتز در شرایط دشوار

فصل ۷- فناوری های نوین زیستی ۹۱

زیست فناوری و مهندسی ژنتیک

فناوری مهندسی پروتئین و بافت

کاربردهای زیست فناوری

فصل ۸- رفتارهای جانوران ۱۰۷

اساس رفتار

انتخاب طبیعی و رفتار

ارتباط و زندگی گروهی

www.mrzist.org

مقدمه

کتاب زیست شناسی۳ سومین کتاب زیست شناسی دورهٔ دوم متوسطه است که برای پایهٔ دوازدهم رشتهٔ علوم تجربی تألیف و چاپ شده است. این کتاب ادامه اجرای برنامهٔ ۱۲ ساله حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی در موضوع زیست شناسی است که از دورهٔ ابتدایی آغاز و در سه سال اوّل متوسطه در قالب کتاب‌های علوم تجربی ادامه یافت و با کتاب زیست ۱ پایه دهم به دوره دوم متوسطه رسید.

برنامه زیست شناسی براساس راهنمای برنامه حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی و منطبق با برنامهٔ درسی ملّی تدوین شده است. اهداف این برنامه مطابق با برنامهٔ درسی ملّی در سه عرصهٔ ارتباطی انسان یعنی ارتباط با خود، خلق و خلقت، مبتنی بر ارتباط با خدا، تعریف شده و در جهت تقویت پنج عنصر (تفکر و تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق) پیش می‌رود. بر این اساس مهم ترین شایستگی‌های مدنظر حوزه علوم تجربی که درس زیست‌شناسی تلاش می‌کند در دانش آموز تحقق یابددر زیر فهرست شده‌اند. انتظار می رود دانش آموز بتواند:

- نظام مندی طبیعت را براساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده های طبیعی به‌عنوان آیات الهی کشف و گزارش کند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب ایده یا ابزار ارائه دهد / به کار گیرد.
- با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط باخود و دیگران در موقعیت های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب کند / گزارش کند / به کار گیرد.
- با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به کارگیری این علم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده)، تحلیل و محدودیت ها و توانمندی های علوم تجربی را در حل این مسائل گزارش کند.
- با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی،بتواند ایده‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت های علمی ارائه دهد و در این فعالیت ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کند.

این کتاب در ادامه زیست شناسی ۱و۲ تألیف شده و زمینه اصلی آن تغییر، پایداری و زمان است. در این ارتباط سازوکارهای مولکولی در ارتباط با کسب ماده و انرژی، سازوکارهای انتقال صفات از نسلی به نسل دیگر و سازوکارهای تغییر گونه ها و رفتارهای جانوران در گذر زمان مطالعه می شوند.

دانش آموزان با مطالعه این کتاب همچنین با فرایندها و ساختارهایی آشنا می شوند که با وجود تنوع

www.mrzist.org

در دنیای زنده از اصول ثابتی پیروی می کنند. کتاب ابتدا به معرفی سازوکارهای مولکولی ذخیره و انتقال اطلاعات در یاخته می پردازد، به دنبال آن چگونگی جریان اطلاعات در یاخته و نسل ها و در آخر در مورد تغییر در اطلاعات مباحثی را مطرح می کند.

بخش دیگری از کتاب به شارش انرژی در موجودات زنده می پردازد که در آن دانش آموزان با دو مبحث از ماده به انرژی (تنفس سلولی) و از انرژی به ماده (فتوسنتز) آشنا خواهند شد.

در قسمتی از کتاب به فناوری های نوین زیستی به ویژه مهندسی ژنتیک، مهندسی بافت و پروتئین پرداخته شده است و ضمن اشاره به پایه های زیست فناوری در مورد استفاده از این فناوری ها مباحثی مطرح شده است. در انتهای کتاب بخشی به رفتارهای جانوران در موقعیت های مختلف و سازوکارهای مربوط به آنها اختصاص یافته است.

مفاهیم اساسی در این کتاب با توجه به بازخوردهای حاصل از آموزش های قبلی، اصلاح و متناسب با یافته های جدید در علم زیست شناسی، به روز شده اند.

انتخاب و سازماندهی محتوا در این کتاب مانند کتاب زیست شناسی ۱و ۲ بر اساس آموخته های دانش آموزان در متوسطه اول بوده است. در ارائه محتوا، اولویت با آنهایی است که دانش آموز در زندگی با آنها مواجه می شود. همچنین بر اساس تجربیات به دست آمده از آموزش مفاهیم زیست شناسی، سعی شده تا حد امکان از محتواهای صرفاً دانشی پرهیز شود.

دربیشتر قسمت های کتاب بحث با طرح سؤالاتی شروع می شود. هدف از این روش درگیرکردن دانش آموز با مبحث، بارش فکری و تا حدی مفهوم سازی توسط خود دانش آموز است.

در کتاب نمونه هایی از تاریخ تحولات علمی مانند کشف ساختار دِنا، سازوکارهای کسب و تبدیل انرژی، سازوکارهای زیست فناوری و روش های استفاده از آن، و شناخت رفتارهای جانوری آورده شده تا دانش آموزان علاوه بر آنکه علم را به عنوان محصول کار دانشمندان می شناسند، به فرایند تولید علم نیز توجه کنند.

آموزش این کتاب مستلزم به کارگیری ظرفیت دانش آموزان در کلاس درس و مشارکت هر چه بیشتر آنها در امر یادگیری است. معلم در این جایگاه نقش تسهیل گر آموزش و نه انتقال دهنده دانش را ایفا می کند.

www.mrzist.org

سخنی با همکاران ارجمند

در تألیف این کتاب چند نکته مدنظر مؤلفان و شورای تألیف بوده که لازم است مورد توجه دبیران و اولیای محترم نیز قرار گیرد.

سعی شده حجم کتاب با ساعت اختصاص یافته به آن (۴ ساعت در هفته) متناسب باشد و با توجه به برگزاری امتحانات نهایی و کنکور در انتهای این سال تحصیلی، حجم و چگالی مطالب کتاب به گونه‌ای در نظر گرفته شده که دانش آموزان فرصت بیشتری داشته باشند تا کتاب های قبلی را مرور و برای شرکت در این آزمون ها آمادگی پیدا کنند.

با توجه به بازخوردهای دریافت شده از آموزش مباحث زیست شناسی در سال های قبل در کلاس های تقویتی و کنکور که اهداف اصلی کتاب را به فراموشی سپرده و کلاس به سمت حل مسائل عددی و محاسباتی هدایت می شد در این کتاب ممنوعیت هایی در خصوص برگزاری آزمون ها مطرح شده است، به این صورت که طراحی سؤالات عددی و محاسباتی از محتوای فصل های این کتاب در همه آزمون ها منع شده و لازم است همه دبیران، دانش آموزان و اولیای محترمشان و همچنین سازمان سنجش آموزش کشور این نکته مهم را مد نظر قرار دهند تا از فشارهای روانی به دانش آموزان و والدین آنها در خصوص آزمون ها کاسته شود.

درمقایسه این کتاب با کتاب‌های قبلی به دلایلی بعضی مطالب حذف شده است مثل آغازیان، باکتری‌ها و قارچ ها که بیشتر برای دانش آموزان حالت حفظی داشته و در کنکور و امتحانات نهایی چالش هایی را ایجاد می کرده است. دانش آموزان و دبیران گرامی در مورد محتواهای حذف شده دقت نمایند که این مطالب در سرفصل های کتاب حاضر نیست و در آزمون‌ها هم ارزشیابی نمی‌شوند. معیار کنکور و آزمون های آموزش و پرورش فقط محتوای کتاب درسی است.

در برنامه جدید زیست شناسی به‌ویژه دوره متوسطه (زیست شناسی ۱و۲و۳) به هر بحث یک‌بار پرداخته شده است و حد نهایی آن بر اساس آنچه در کتاب درسی آمده، تعیین می شود. بنابراین همکاران محترم از افزودن مطالب غیرضروری به درس و ارزشیابی از آنها اجتناب نمایند.

گروه زیست شناسی دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطهٔ نظری

مطالب «بیشتر بدانید» و «پاورقی‌ها» در این کتاب، صرفاً جنبه آگاهی‌بخشی دارد و نباید در ارزشیابی، آزمون ها و کنکور مورد پرسش قرار گیرد.

www.mrzist.org

فصل ۱

مولکول های اطلاعاتی

یکی از پرسش‌هایی که یافتن جوابی برای آن بیش از پنجاه سال طول کشید، این بود که ژن چیست و از چه ساخته شده است؟

پاسخ این سؤال، به ظاهر شاید ساده باشد ولی برای رسیدن به آن، پژوهش‌ها و آزمایش‌های زیادی انجام شد که در حال حاضر هم ادامه دارد.

در این فصل مطالب در قالب زنجیره‌ای از آزمایش‌ها توضیح داده می‌شود که نتایج آنها آگاهی ما را از ژن و مولکول‌های مرتبط به آن یعنی دِنا (DNA)، رِنا (RNA) و پروتئین بیشتر می‌کند. آشنا شدن با ساختار این مولکول‌ها مقدمه‌ای است برای فهم بهتر فصل‌های دیگر این کتاب. همچنین، در کنار این مباحث با سازوکار مولکولی و چگونگی ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی آشنا می‌شویم.

طرح سؤالات عددی و محاسباتی از مباحث این فصل در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

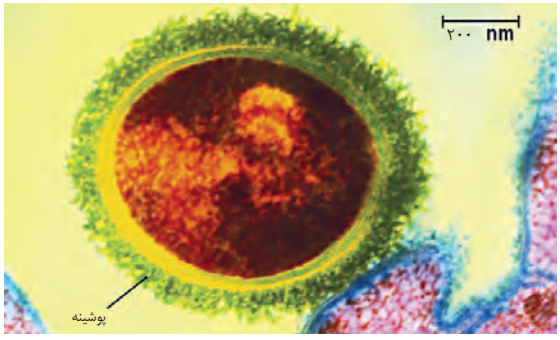
www.mrzist.org

گفتار ۱ نوکلئیک اسیدها

هریک از یاخته‌های بدن ما ویژگی‌هایی مانند شکل و اندازه دارند. این ویژگی‌ها تحت فرمان هسته هستند. دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم از یاخته‌ای به یاخته دیگر و در حین تولید مثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. اطلاعات و دستورالعمل فعالیت‌های یاخته در چه قسمتی از هسته ذخیره می‌شود؟ قبلاً آموختیم که فام‌تن‌ها در هسته قرار دارند و در ساختار آنها دِنا و پروتئین مشارکت می‌کنند. کدام‌یک از این دو ماده، ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی است؟

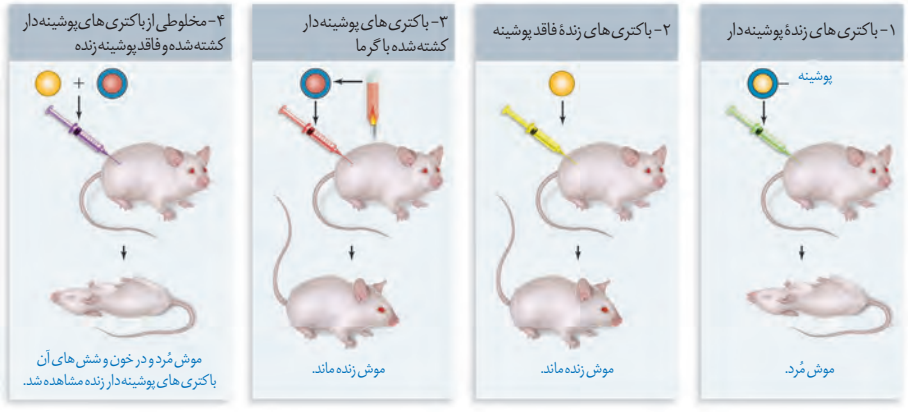
پاسخ این سؤال مشخص شده است. این ماده دِنا است که به‌عنوان مادهٔ ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی عمل می‌کند. امّا دانشمندان چگونه به این پاسخ رسیده‌اند؟

اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گریفیت[۱] به‌دست آمد. او سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند. در آن زمان تصور می‌شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا[۲] است. گریفیت با دو نوع از این باکتری، آزمایش‌هایی را روی موش‌ها انجام داد. نوع بیماری‌زای آن که پوشینه‌دار (کپسول‌دار) است در موش‌ها سبب سینه پهلو می‌شود ولی نوع بدون پوشینه آن موش‌ها را بیمار نمی‌کند (شکل ۱).



شکل ۱ــ باکتری پوشینه‌دار

آزمایش‌ها و نتایج کار گریفیت را در شکل ۲ ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲ــ آزمایشات گریفیت و نتایج آن

۱ــ Fredrick Griffith

۲ــ *Streptococcus Pneumoniae*

بیشتر بدانید

دانشمندی سوئیسی به نام میشر[۱] در سال ۱۸۶۹ نوکلئیک اسیدها را کشف کرد. او ترکیبات سفید رنگی را از هسته گویچه‌های سفید انسان و اسپرم ماهی استخراج کرد که نسبت نیتروژن و فسفات در این ترکیبات با نسبت آن در ترکیبات حاصل از بخش‌های دیگر یاخته متفاوت بود. همین باعث شد که میشر این ترکیب زیستی را به عنوان ترکیب جدیدی معرفی کند. او این ماده را نوکلئیک‌اسید (اسید هسته‌ای) نامید؛ چون از هسته (Nucleus) استخراج شده بود و خاصیت اسیدی ضعیفی هم داشت.

۱ـ Friedrich Miescher

www.mrzist.org

گریفیت مشاهده کرد تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آنها می‌شود؛ درحالی‌که تزریق باکتری‌های بدون پوشینه به موش‌های مشابه، باعث بروز علائم بیماری نمی‌شود. او در آزمایش دیگری باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما را به موش‌ها تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. گریفیت نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست. سپس مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما و زندهٔ بدون پوشینه را به موش‌ها تزریق کرد؛ برخلاف انتظار، موش‌ها مُردند! او در بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، تعداد زیادی باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده کرد. مسلماً باکتری‌های مرده، زنده نشده‌اند بلکه تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار شده‌اند.

از نتایج این آزمایش‌ها مشخص شد که مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

بیشتر بدانید

گریفیت در سال ۱۹۲۸ نشان داد که خصوصیات یک باکتری به باکتری دیگر قابل انتقال است.

عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دِنا است

عامل مؤثر در انتقال این صفت تا حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت همچنان ناشناخته ماند. تا اینکه نتایج کارهای دانشمندی به نام ایوری[۱] و همکارانش عامل مؤثر در آن را مشخص کرد. آنها ابتدا از عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند. به نظر شما چگونه این کار انجام شد؟

آنها سپس باقی‌ماندهٔ محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد؛ پس می‌توان نتیجه گرفت که پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند.

بیشتر بدانید

ایوری و همکارانش برای اولین بار در سال ۱۹۴۴ نشان دادند که دِنا، مادهٔ ژنتیک است.

در آزمایش دیگری عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ[۲]) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به‌صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هریک از لایه‌ها به‌صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دِنا وجود دارد انجام می‌شود.

نتایج این آزمایش‌ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دِنا است. به عبارت ساده‌تر، دِنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج به‌دست آمده مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.

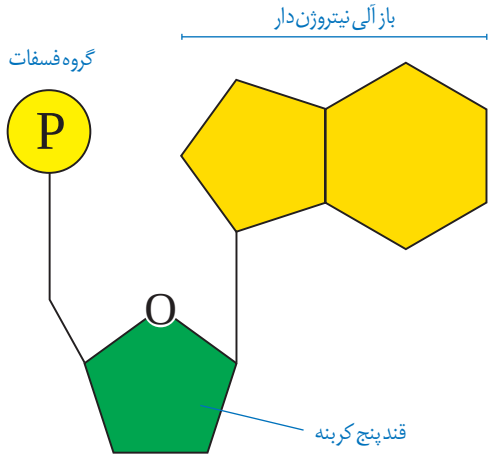
در آزمایش‌های دیگری عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب‌کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها، نوکلئیک اسیدها) را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همهٔ ظروف انتقال صورت می‌گیرد به‌جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کننده دِنا است.

۱_ Oswald Avery

۲_ Centrifuge

www.mrzist.org

ساختار نوکلئیک اسیدها



شکل ۳ــ اجزای یک نوکلئوتید

نوکلئیک اسیدها که شامل **دئوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید** (دِنا) و **ریبونوکلئیک‌اسید** (رِنا) هستند، همگی بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به‌نام **نوکلئوتید** هستند. با توجه به شکل ۳ هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن‌دار و یک تا سه گروه فسفات.

قند پنج کربنه در دِنا، **دئوکسی‌ریبوز** و در رِنا، **ریبوز** است. دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد. **باز آلی نیتروژن‌دار** می‌تواند **پورین** باشد که ساختار دو حلقه‌ای دارد؛ شامل آدنین (A) و گوانین (G) یا می‌تواند **پیریمیدین** باشد که ساختار تک‌حلقه‌ای دارد؛ شامل تیمین (T) سیتوزین (C) و یوراسیل (U). در دِنا باز یوراسیل شرکت ندارد و به‌جای آن تیمین وجود دارد و در رِنا به‌جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد.

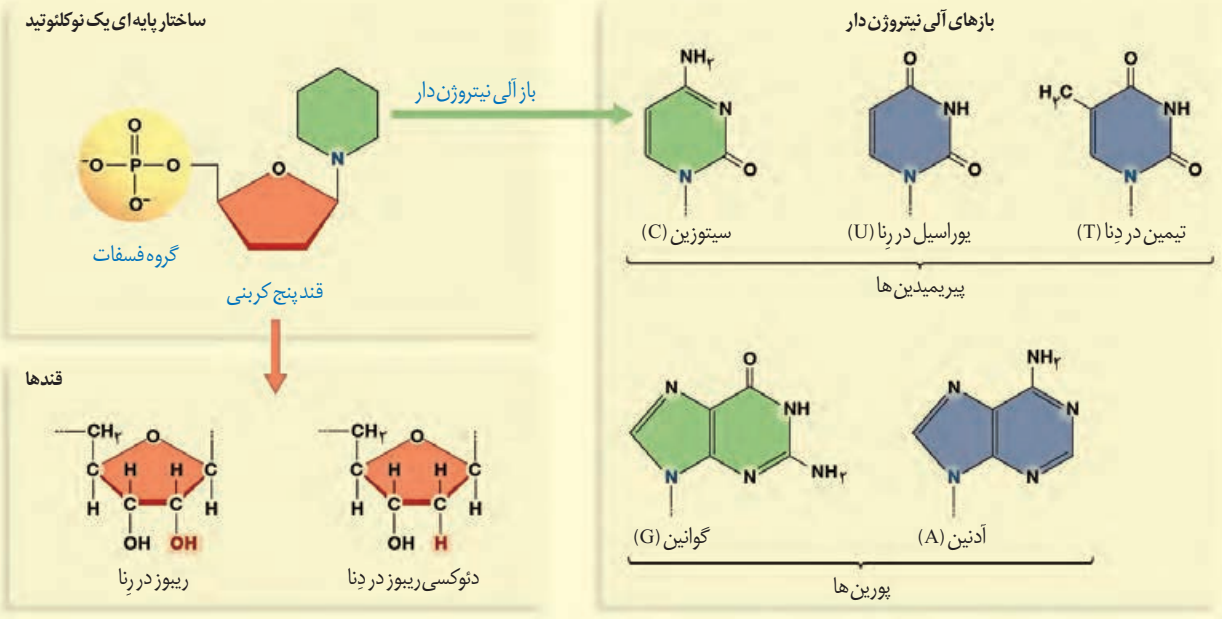
برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می‌شوند (شکل ۳).

نوکلوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه‌های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند.

نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام **فسفودی‌استر** به هم متصل می‌شوند و **رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی** را می‌سازند. در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود (شکل ۵). رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می‌سازند، مثل رنا، یا به‌صورت دوتایی مقابل هم قرار می‌گیرند و نوکلئیک اسیدهایی مثل دِنا را می‌سازند.

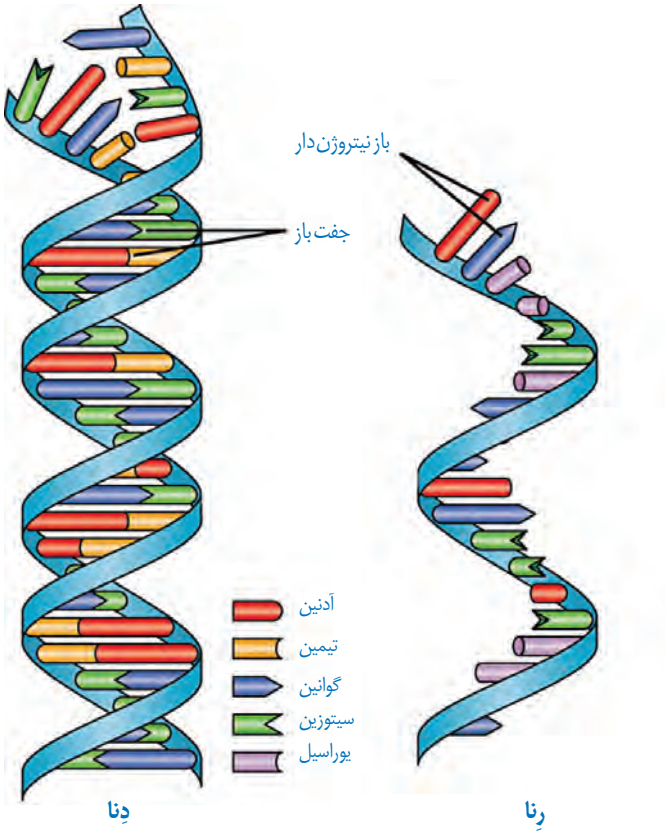
بیشتر بدانید

انواع بازهای آلی نیتروژن‌دار و پنتوزها



www.mrzist.org

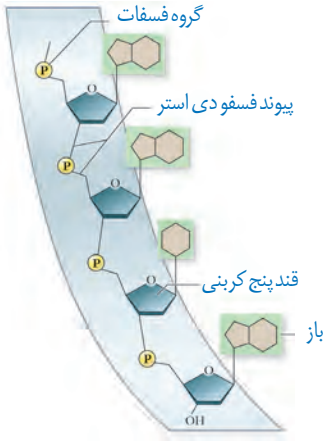
بنابراین مولکول های دِنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول های رِنا از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می‌شوند (شکل ۴).



شکل ۴ــ دنای دورشته‌ای و رنای تک‌رشته‌ای

دو انتهای رشته‌های پلی نوکلئوتید نیز می‌توانند با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید **حلقوی** را ایجاد کنند؛ برای مثال دِنا در باکتری‌ها به‌صورت حلقوی است.

در نوکلئیک اسیدهای **خطی** گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشتهٔ دِنا و رِنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارد (شکل ۵).



شکل ۵ ــ بخشی از رشته نوکلئیک اسید

تلاش برای کشف ساختار مولکولی دِنا

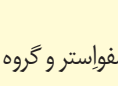
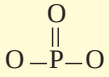
در ابتدا تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دِنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند. بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول‌های دِنا از هر جانداری که به‌دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد.

امّا مشاهدات و تحقیقات چارگاف[۱] روی دِناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دِنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.

۱ــ Erwin Chargaff

بیشتر بدانید

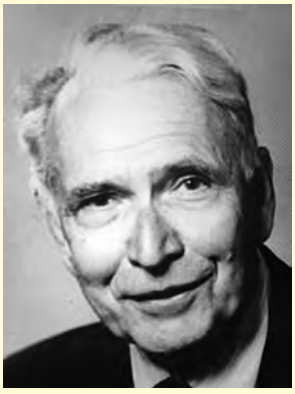
فسفودی استر

در درس شیمی با اِسترها آشنا شدید که دارای گروه عاملی هستند این گروه عاملی در ساختار برخی مواد سازندهٔ بدن موجودات زنده از جمله نوکلئیک اسیدها وجود دارد. با این توصیف گروه عاملی  فسفواستر و گروه عاملی  فسفودی‌اِستر نامیده می‌شوند که در زیست‌شناسی آن را پیوند فسفودی‌اِستر می‌خوانند.

www.mrzist.org

بیشتر بدانید

چارگاف در سال ۱۹۵۰ نشان داد که در دِنای جانداران گوناگون A=T و G=C است.



بیشتر بدانید

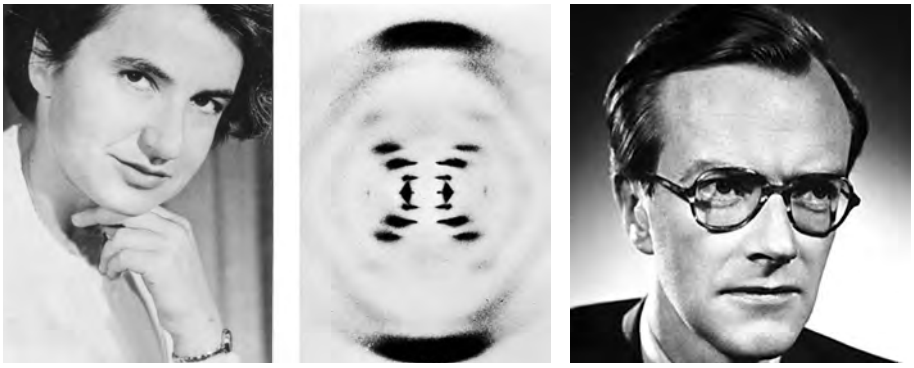
برخی از نتایج آزمایش‌های چارگاف (درصد)

گونه	A	T	G	C	$\frac{A+G}{T+C}$	$\frac{A+T}{G+C}$
انسان	۳۱/۰	۳۱/۵	۱۹/۱	۱۸/۴	۱/۰۰	۱/۶۶
مگس سرکه	۲۷/۳	۲۷/۶	۲۲/۵	۲۲/۶	۰/۹۹	۱/۲۲
ذرت	۲۵/۶	۲۵/۳	۲۴/۵	۲۴/۶	۱/۰۰	۱/۰۴

اختلاف کم درصدها به دلیل خطاهای آزمایش است.

استفاده از پرتو ایکس برای تهیهٔ تصویر از دِنا

ویلکینز[۱] و فرانکلین[۲] با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دِنا تصاویری تهیه کردند (شکل ۶). با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دِنا نتایجی را به‌دست آوردند از جمله اینکه دِنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند.



ویلکینز — فرانکلین

شکل ۶ــ تصویر تهیه شده با پرتو ایکس ازمولکول دِنا توسط ویلکینز و فرانکلین

مدل مولکولی دِنا

واتسون[۳] و کریک[۴] با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته‌های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش‌های امروزی مورد تأیید قرار گرفته‌اند.

شکل ۷ــ واتسون و کریک و مدل پیشنهادی آنها برای دِنا

۱ــ Maurice Wilkins
۲ــ Rosalind Franklin
۳ــ James Watson
۴ــ Francis Crick

www.mrzist.org

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

هر مولکول دِنا در حقیقت از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ‌خورده مقایسه می‌شود. ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر، و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است (شکل ۸).

پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دِنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. این پیوندها بین جفت بازها به‌صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند. آدنین (A) با تیمین (T) روبه‌روی هم قرار می‌گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می‌شوند. به این جفت بازها **بازهای مکمل** می‌گویند. بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.

قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می‌شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دوحلقه‌ای قرار می‌گیردو باعث پایداری مولکول دنا می‌شود.

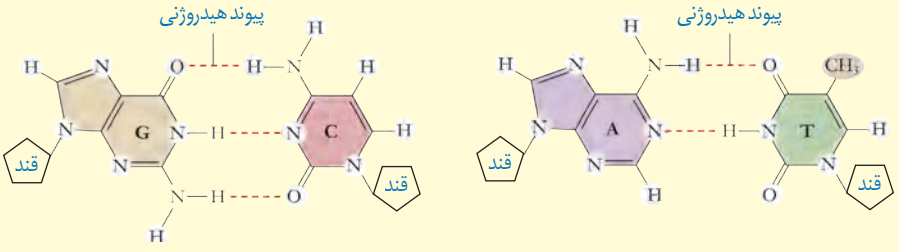
نتیجهٔ دیگرِ جفت شدن بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشتهٔ یک مولکول دِنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر را هم مشخص کند؛ مثلاً اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشتهٔ مکمل آن باید TACG باشد.

اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها به مولکول دِنا حالت پایدارتری می‌دهد. در عین حال، دو رشته دِنا در موقع نیاز هم می‌توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.

شکل ۸ــ مدل مارپیچ دو رشته‌ای دِنا

بیشتر بدانید

بازهای مکمل و پیوندهای هیدروژنی بین آنها



www.mrzist.org

بیشتر بدانید

تاریخ علم

سال ۱۸۶۹م: میشر در عصارهٔ یاخته‌ها به وجود اسیدهای هسته‌ای (نوکلئیک اسیدها) پی‌برد.

سال ۱۹۲۸م: گریفیت نشان داد که خصوصیات یک باکتری به باکتری دیگر قابل انتقال است.

سال ۱۹۴۴م: ایوری و همکارانش برای اولین بار نشان دادند که دِنا، مادهٔ ژنتیک است.

سال ۱۹۵۰م: چارگاف نشان داد که در دِنای جانداران گوناگون تعداد T مساوی تعداد A و تعداد C مساوی تعداد G است.

سال ۱۹۵۲م: فرانکلین و ویلکینز نشان دادند که دِنا ساختار مارپیچی و چندرشته‌ای دارد.

سال ۱۹۵۳م: واتسون و کریک مدل مارپیچ دورشته‌ای را برای دِنا ارائه کردند.

رِنا و انواع آن

گفتیم که نوع دیگری از نوکلئیک‌اسیدها، رِنا است. مولکول رِنا تک‌رشته‌ای است و از روی بخشی از یکی از رشته‌های دِنا ساخته می‌شود. رِناها نقش‌های متعددی دارند که به بعضی از آنها اشاره می‌کنیم:

رِنای پیک (mRNA[1]): اطلاعات را از دِنا به رِناتَن‌ها می‌رساند. رِناتَن با استفاده از اطلاعات رِنای پیک، پروتئین‌سازی می‌کند که در فصل بعد با آن آشنا خواهید شد.

رِنای ناقل (tRNA[2]): آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت رِناتَن‌ها می‌برد.

رِنای رِناتَنی (rRNA[3]): در ساختار رِناتَن‌ها علاوه بر پروتئین، رِنای رِناتَنی نیز شرکت دارد.

علاوه بر این نقش‌ها، رِناها نقش آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن نیز دارند.

ژن چیست؟

در طی این گفتار با ساختار دِنا آشنا شدید. طبق آزمایش‌های ایوری و همکارانش، اطلاعات وراثتی در دِنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده‌اند. ژن بخشی از مولکول دِنا است که بیان آن می‌تواند به تولید رِنا یا پلی‌پپتید بینجامد. اینکه رِنا چگونه دستورالعمل‌های دِنا را اجرا می‌کند، در فصل‌های آینده با آن آشنا خواهید شد.

دخالت نوکلئوتیدها در واکنش‌های سوخت‌وسازی[4]

نوکلئوتیدها علاوه برشرکت در ساختار دِنا و رِنا نقش‌های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند. برای مثال نوکلئوتید آدنین‌دار ATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت‌های مختلف از آن استفاده می‌کند.

همچنین نوکلئوتیدها در ساختار مولکول‌هایی وارد می‌شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای نقش حامل الکترون را بر عهده دارند. با این مولکول‌ها در فصل‌های آینده آشنا خواهید شد.

۱ـ messenger RNA
۲ـ transfer RNA
۳ـ ribosomal RNA
۴ـ Metabolism

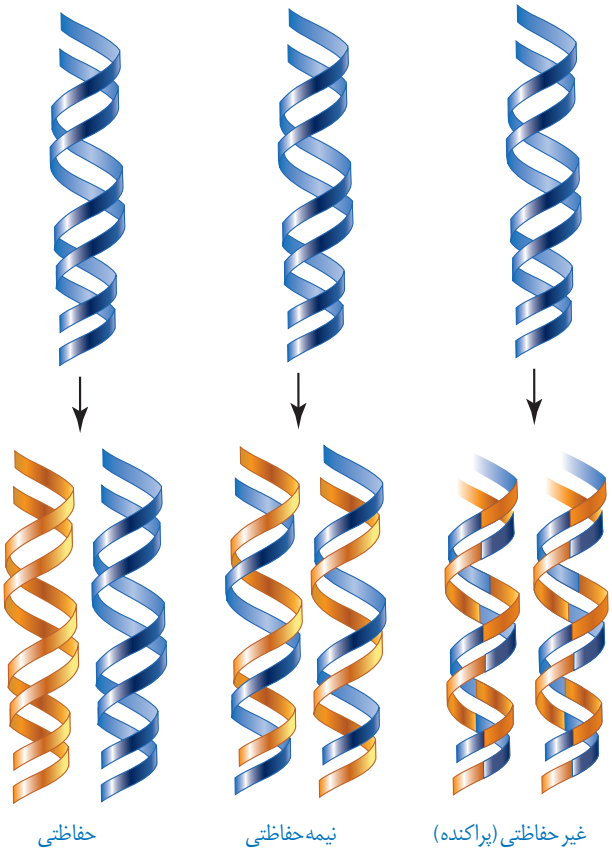
www.mrzist.org

گفتار ۲ همانندسازی دِنا

با توجه به اینکه دِنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است، این پرسش مطرح می‌شود که هنگام تقسیم یاخته، این اطلاعات، چگونه بدون کم وکاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می‌رسند؟

این کار با همانندسازی دِنا انجام می‌شود. به ساخته شدن مولکول دِنای جدید از روی دِنای قدیمی **همانندسازی**[۱] می‌گویند.

با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطهٔ مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دِنا قابل توضیح است؛ گرچه طرح‌های مختلفی برای همانندسازی دِنا پیشنهاد شده بود (شکل ۹).



شکل ۹ـ طرح‌های مختلف برای همانندسازی

۱ـ همانندسازی حفاظتی: در این طرح هر دو رشتهٔ دِنای قبلی (اولیه) به‌صورت دست نخورده باقی مانده، وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌شوند، دو رشته دِنای جدید هم وارد یاختهٔ دیگر می‌شوند. چون دِنای اولیه به‌صورت دست نخورده در یکی از یاخته‌ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می‌گویند.

۲ـ همانندسازی نیمه‌حفاظتی: در این طرح در هر یاخته یکی از دو رشته دِنا مربوط به دِنای اولیه است و رشتهٔ دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر یاختهٔ حاصل، فقط یکی از دو رشته دِنای قبلی وجود دارد، به آن نیمه‌حفاظتی می‌گویند.

۳ـ همانندسازی غیرحفاظتی (پراکنده): در این طرح هر کدام از دِناهای حاصل، قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید را به‌صورت پراکنده در خود دارند.

کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

مزلسون[۲] و استال[۳] با به‌کارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را به‌دست آوردند. آنها فرضیه‌های متعدد ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند تا بتوانند به پاسخ قانع‌کننده‌ای برسند. برای شروع کار، آنها باید بتوانند رشته‌های دِنای نوساز را از رشته‌های قدیمی تشخیص دهند. آنها با این هدف دِنا را با استفاده از نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (^{15}N) دارند، نشانه‌گذاری کردند.

۱ـ Replication
۲ـ Meselson
۳ـ Stahl

www.mrzist.org

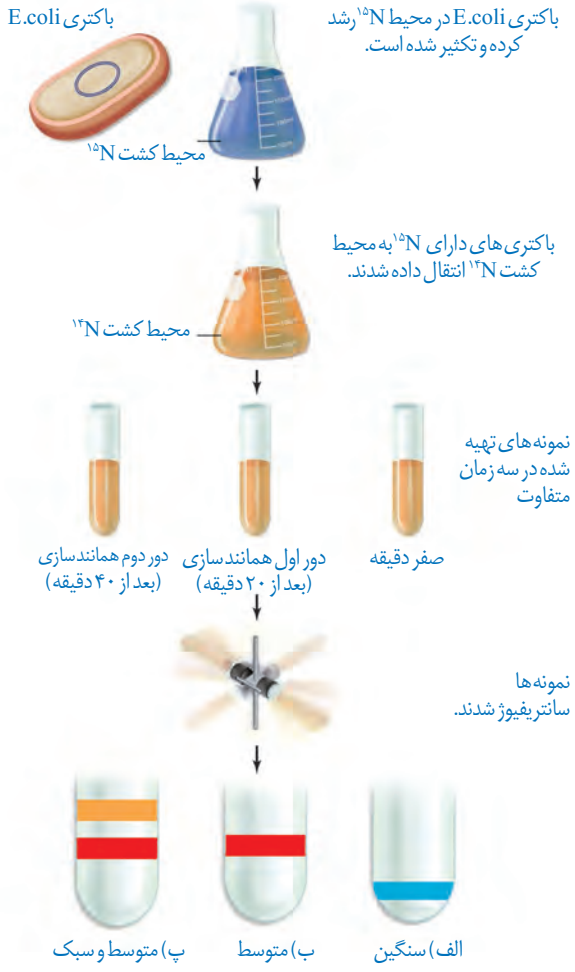
دِناهایی که با ^{15}N ساخته می‌شوند نسبت به دِنای معمولی که در نوکلئوتیدهای خود ^{14}N دارد چگالی بیشتری دارند. بنابراین، به‌وسیلهٔ گریزانهٔ با سرعت بسیار بالا[1] می‌توان آنها را از هم جدا کرد.

آنها ابتدا باکتری‌ها را در محیط دارای ^{15}N کشت دادند. ^{15}N در ساختار بازهای آلی نیتروژن‌دار که در ساخت دِنای باکتری شرکت می‌کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری‌هایی تولید شدند که دِنای سنگین‌تری نسبت به باکتری‌های اولیه داشتند.

سپس این باکتری‌ها را به محیط کشت دارای ^{14}N منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتری‌ها حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد در فواصل ۲۰ دقیقه‌ای باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

برای سنجش چگالی دِناها در هر فاصلهٔ زمانی، دِنای باکتری‌را استخراج و در شیبی از محلول سزیم‌کلرید با غلظت‌های متفاوت و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند؛ در نتیجه مواد بر اساس چگالی در بخش‌های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند. مراحل آزمایش مزلسون و استال و نتایج آن را در شکل ۱۰ می‌بینید.

همان‌طور که مشاهده می‌کنید نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دِنا، نیمه حفاظتی است.



شکل ۱۰ــ آزمایش‌های مزلسون و استال و نتایج به‌دست آمده:
الف) دِنای باکتری‌های اولیه پس از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند چون هر دو رشته دِنای آنها ^{15}N و چگالی سنگینی داشت.
ب) دِنای باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی ^{14}N (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن، نواری در میانه لوله تشکیل دادند. پس دِنای آنها چگالی متوسط داشت.
پ) دِنای باکتری‌های حاصل از دور دوم همانندسازی (بعد از ۴۰ دقیقه) پس از گریز دادن دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند. پس نیمی از آنها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند. چرا؟

۱ــ Ultracentrifuge

www.mrzist.org

با مشخص شدن اینکه همانندسازی به‌صورت نیمه‌حفاظتی انجام می‌شود، سؤال دیگری مطرح شد: دو رشته دِنا چگونه از یکدیگر باز می‌شوند؟ آیا هر دو رشته کاملاً از یکدیگر جدا می‌شوند و سپس همانندسازی انجام می‌شود یا جدا شدن دو رشته تدریجی و همراه با آن همانندسازی انجام می‌شود؟

تحقیقات نشان داده است در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود دو رشته از هم باز می‌شوند. بقیه قسمت‌ها بسته هستند و به تدریج باز می‌شوند.

عوامل و مراحل همانندسازی

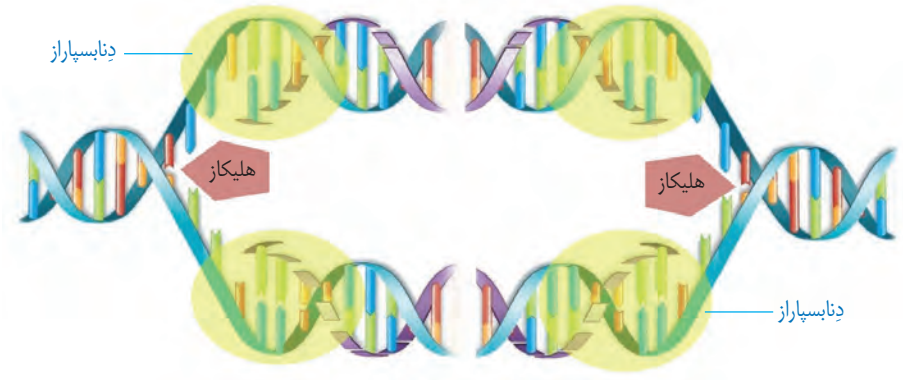
در همانندسازی عوامل متعددی مؤثرند که مهم‌ترین آنها به شرح زیر است:

ـ مولکول دِنا به عنوان الگو

ـ واحدهای سازندهٔ دِنا که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفاته هستند که در لحظهٔ اتصال به رشته پلی‌نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می‌دهند.

ـ آنزیم‌های لازم برای همانندسازی که ضمن بازکردن دو رشته نوکلئوتیدها را به‌صورت مکمل روبه‌روی هم قرار می‌دهد و با پیوند فسفودی‌استر به هم وصل می‌کند.

مراحل همانندسازی: قبل از همانندسازی دِنا باید پیچ‌وتاب فامینه، باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود. این کارها با کمک آنزیم‌هایی انجام می‌شود. سپس آنزیم **هلیکاز**[1] مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می‌کند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ـ همانندسازی دِنا

به نظر شما برای باز شدن دو رشته دِنا آنزیم هلیکاز چه پیوندهایی را از هم باز می‌کند؟

انواع دیگری از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند تا یک رشته دِنا در مقابل رشته الگو ساخته شود. یکی از مهم‌ترین آنها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می‌کند **دِنابسپاراز**[2] (DNA پلی‌مِراز) است. با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود؛ به آن **همانندسازی دو جهتی** نیز می‌گویند.

بیشتر بدانید

گریزانهٔ هم‌چگال

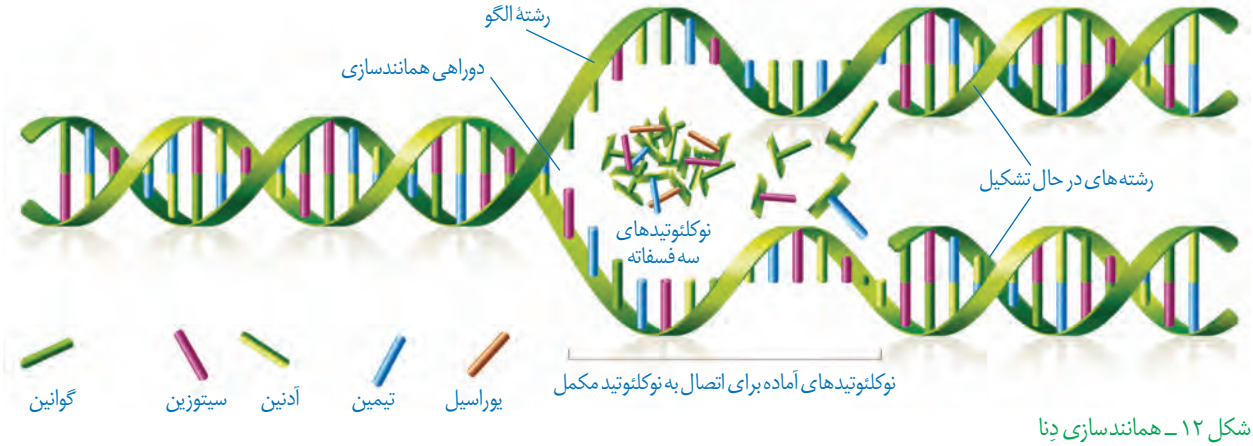
برای جداکردن ذره‌هایی با چگالی متفاوت و تعیین چگالی آنها از روشی به نام گریزانهٔ هم‌چگال استفاده می‌شود. در این روش محلولی از نمک یک فلز سنگین مثل سزیم کلرید را در لوله آزمایش قرار می‌دهند. غلظت این ماده و چگالی آن به طور یکنواخت از پایین به بالای لوله کم می‌شود و به اصطلاح شیب پیوسته‌ای از غلظت‌های مختلف نمک در آن وجود دارد.

با ورود مولکول های مد نظر در این محلول و حرکت آنها حین سانتریفیوژ، براساس چگالی خود در نقطه ای متوقف می شوند. چون ذره ها با چگالی یکسان در یک منطقه تجمع می‌یابند، نوارهایی را تشکیل می دهند که به آسانی قابل تشخیص اند. با مشخص شدن چگالی محلول درهرنقطه ازلوله، می توان چگالی ذره های مورد آزمایش را معلوم کرد.

۱ـ Helicase
۲ـ DNA Polymerase

www.mrzist.org

دوراهی همانندسازی: در شکل ۱۱ می‌بینید در محلی که دو رشتهٔ دِنا از هم جدا می‌شوند، دو ساختار Y مانند به‌وجود می‌آید که به هریک از آنها دوراهی همانندسازی می‌گویند. در فاصلهٔ بین این دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده‌اند. همچنین پیوندهای فسفودی‌استر جدیدی در حال تشکیل هستند. دِنابسپاراز نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می‌کند. اضافه شدن یک نوکلئوتید به نوع بازی بستگی دارد که در نوکلئوتید رشته الگو قرار دارد. هر نوکلئوتید باید با نوکلئوتید روی رشته الگو مکمل باشد. هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه‌فسفاته به انتهای رشته پلی‌نوکلئوتید دو تا از فسفات‌های آن از مولکول جدا می‌شوند و نوکلئوتید به‌صورت تک‌فسفاته به رشته متصل می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ ــ همانندسازی دِنا

فعالیت‌های آنزیم دِنابسپاراز

همانندسازی دِنا با دقت زیادی انجام می‌شود؛ این دقت تاحدود زیادی مربوط به رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگرچه آنزیم دِنابسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می‌دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می‌گیرد؛ بنابراین آنزیم دِنابسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتید را بررسی می‌کند که رابطهٔ آن درست است یا اشتباه؟ اگر اشتباه باشد آن را برداشته و نوکلئوتید درست را به‌جای آن قرار می‌دهد. برای حذف نوکلئوتید نادرست باید بتواند پیوند فسفودی‌استر را بشکند و نوکلئوتید نادرست را از دِنا جدا کند. توانایی بریدن دِنا را فعالیت **نوکلئازی** گویند که در آن پیوند فسفودی استر می‌شکند. بنابراین آنزیم دِنابسپاراز، هم فعالیت **بسپارازی** (پلیمرازی) دارد که در آن پیوند فسفودی استر را تشکیل می‌دهد و هم فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفودی استر را برای رفع اشتباه می‌شکند. فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز را که باعث رفع اشتباه‌ها در همانندسازی می‌شود، **ویرایش** می‌گویند.

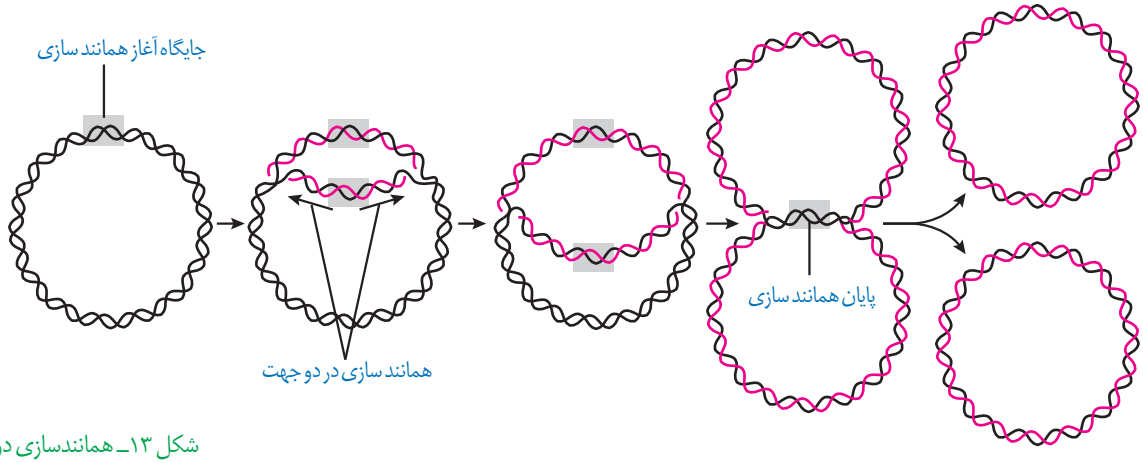
همانند سازی در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها

در پروکاریوت‌ها که شامل همهٔ باکتری‌ها می‌شوند، مولکول‌های وراثتی در غشا محصور نشده

www.mrzist.org

و فام‌تن اصلی دارای یک مولکول دِنای حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است. پروکاریوت‌ها علاوه بر دِنای اصلی ممکن است مولکول‌هایی از دِنایی دیگر به نام **دیسَک (پلازمید)** داشته باشند. اطلاعات این مولکول‌ها می‌تواند ویژگی‌های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر **پادزیست (آنتی بیوتیک)ها**.

اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دِنای خود دارند. در این جایگاه دو رشته دِنا از هم باز می‌شوند. همانند یوکاریوت‌ها، همانندسازی دوجهتی در باکتری‌ها نیز وجود دارد؛ یعنی از یک نقطه همانندسازی شروع و در دو جهت ادامه می‌یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد (شکل ۱۳).



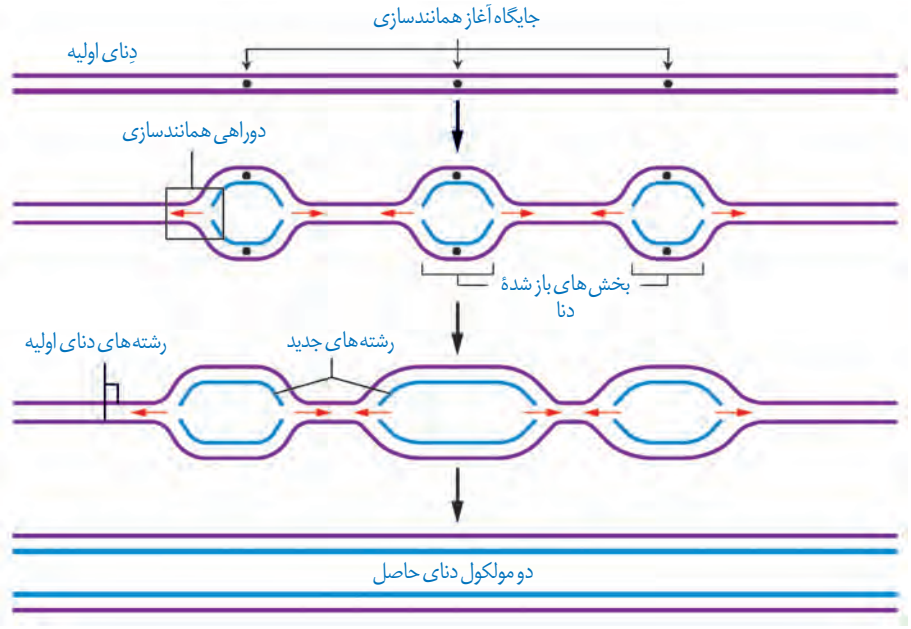
شکل ۱۳ــ همانندسازی دو جهتی دِنا در پروکاریوت‌ها با یک نقطهٔ آغاز

در یوکاریوت‌ها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران را شامل می‌شوند دِنا در هر فام‌تن به‌صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آنها هیستون‌ها هستند همراه آن قرار دارند. بیشتر دِنا درون هسته قرار دارد که به آن **دِنایِ هسته‌ای** می‌گویند. در یوکاریوت‌ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دِنا وجود دارد که به آن **دِنای سیتوپلاسمی** می‌گویند. این نوع از دِنا که حالت حلقوی دارد در راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست) دیده می‌شود.

همانندسازی در یوکاریوت‌ها بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت‌ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دِنا و قرار داشتن در چندین فام‌تن است که هر کدام از آنها چندین برابر دِنای باکتری هستند. بنابراین اگر فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام‌تن داشته باشند مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازم است. به همین علت در یوکاریوت‌ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام‌تن انجام می‌شود (شکل ۱۴).

تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی در یوکاریوت‌ها حتی می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (مرحله تشکیل بلاستوسیست) سرعت تقسیم زیاد و تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام‌ها، سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز کم می‌شوند.

www.mrzist.org



شکل ۱۴ ــ همانندسازی در یوکاریوت‌ها

www.mrzist.org

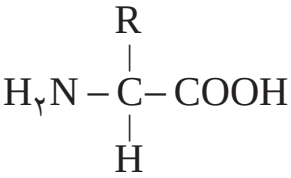
گفتار ۳ پروتئین‌ها

علاوه بر دِنا و رِنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند مولکول‌های دیگری نیز هستند که به انجام فرایندهای مختلف یاخته‌ای کمک می‌کنند. از جملهٔ این مولکول‌ها پروتئین‌ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند.

ساختار آمینواسیدها

پروتئین‌ها بَسپارهایی از آمینواسیدها هستند. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آنها را مشخص می‌کند. آمینواسیدها همان‌طور که از نامشان برمی‌آید یک **گروه آمین ($-NH_2$)** و یک گروه اسیدی **کربوکسیل ($-COOH$)** دارند. همان‌طور که در شکل ۱۵ می‌بینید گروه آمین و کربوکسیل به همراه یک هیدروژن و گروه R همگی به یک کربن مرکزی متصل‌اند و چهار ظرفیت آن را پر می‌کنند. گروه R در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.

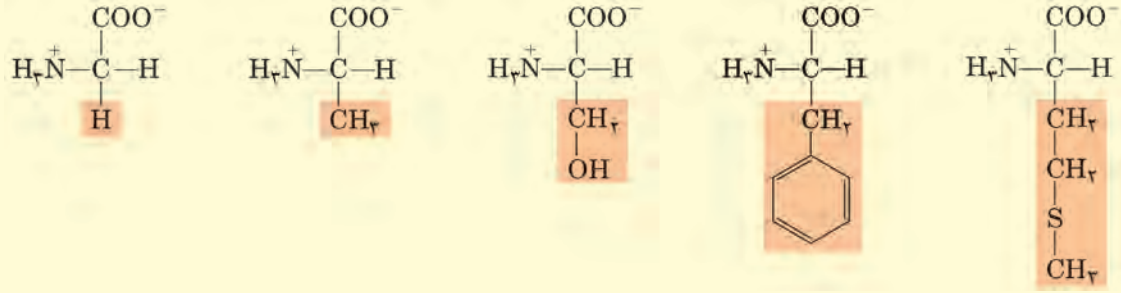
هرآمینواسید می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.



شکل ۱۵ــ ساختار عمومی یک آمینواسید

بیشتر بدانید

نمونه‌هایی از آمینواسیدها را در زیر می‌بینید که به دلیل تفاوت در R ویژگی‌های متفاوت دارند.



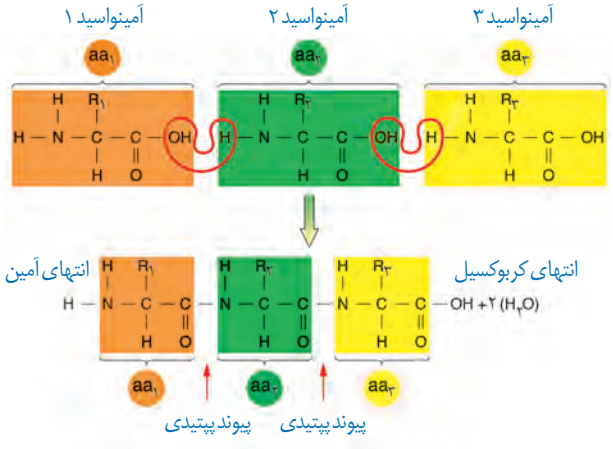
گلایسین (Gly) آلانین (Ala) سرین (Ser) فنیل آلانین (Phe) متیونین (Met)

پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می‌کند

آمینواسیدهای مختلف با حضور آنزیم، واکنش **سنتزآبدهی** را انجام می‌دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید دیگر پیوند اشتراکی ایجاد می‌کند. این پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را **پیوند پپتیدی** می‌گویند. شکل ۱۶ الگوی ساده‌ای از چگونگی تشکیل این پیوند را نشان می‌دهد.

www.mrzist.org

وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره‌ای از آمینواسیدها به نام **پلی‌پپتید** تشکیل می‌شود. پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی‌پپتیدها ساخته شده‌اند. هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از روش‌های شیمیایی، آمینواسیدها را جدا و آنها را شناسایی می‌کنند. اگرچه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آنها در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌روند.

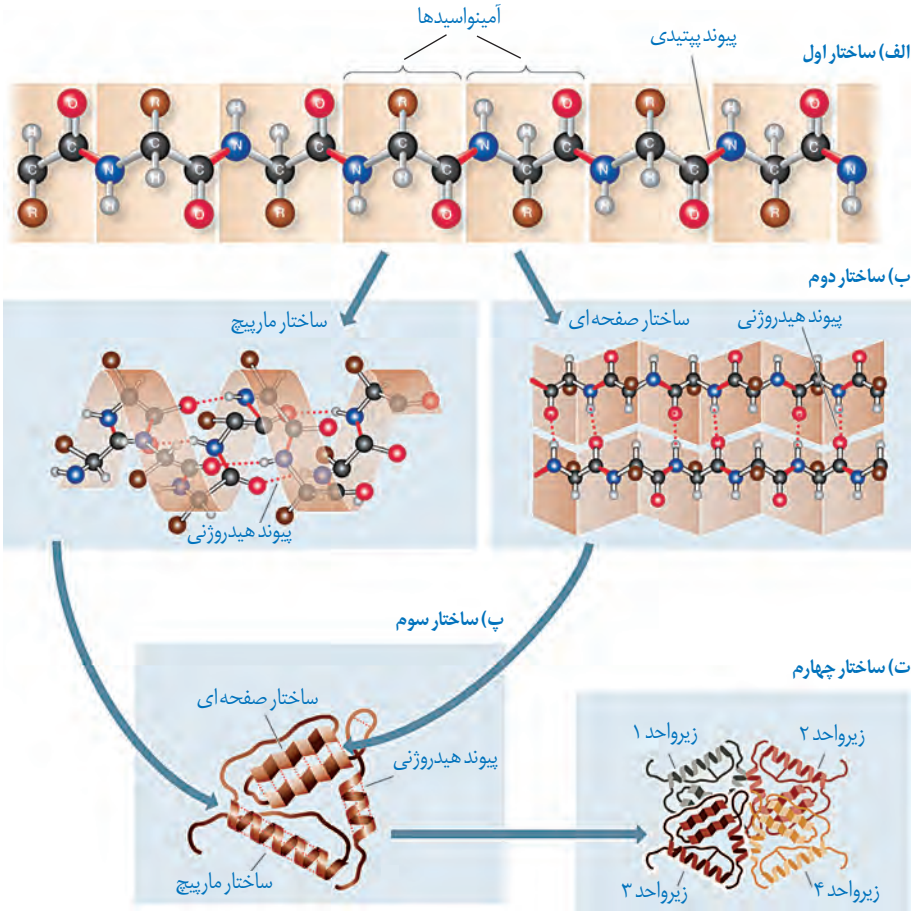


شکل ۱۶ــ تشکیل پیوند پپتیدی

سطوح مختلف ساختاری در پروتئین‌ها

شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می‌کند. یکی از راه‌های پی‌بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس است. با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش‌های دیگر، محققین به ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها پی‌می‌برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می‌توانند مشخص کنند. اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود. آیا به یاد می‌آورید میوگلوبین در بدن چه نقشی دارد؟ این پروتئین از یک رشتهٔ پلی‌پپتید تشکیل شده است.

ساختار پروتئین‌ها در چهار سطح بررسی می‌شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ــ ساختار پروتئین‌ها در چهار ساختار بررسی می‌شود.

www.mrzist.org

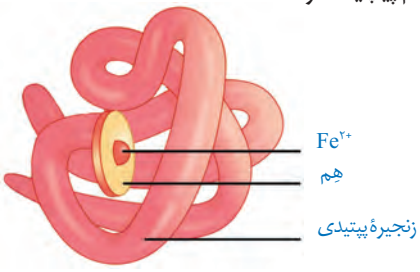
ساختار اول پروتئین ـ توالی آمینواسیدها: نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کنند. ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می‌گیرد و خطی است. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است. تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد. با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین‌ها وجود ندارد پروتئین‌های حاصل می‌توانند بسیار متنوع باشند. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارند (شکل ۱۷ـ الف).

ساختـــار دوم ـ الگـوهایی از پیـــوندهای هیـدروژنی: بین بخش‌هایی از زنجیره پلی‌پپتیدی می‌تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود. این پیوندها منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین‌ها هستندکه به چند صورت دیده می‌شوند. دو نمونه معروف آنها ساختار مارپیچ و ساختار صفحه‌ای است (شکل ۱۷ـ ب).

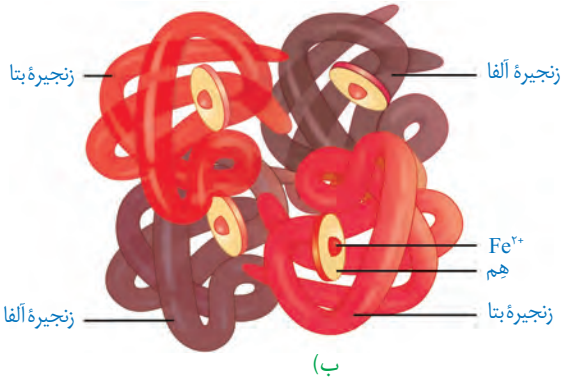
ساختار سوم ـ تاخورده و متصل به هم: در ساختار سوم، تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل‌های متفاوتی در می‌آیند. تشکیل این ساختار در اثر برهم‌کنش‌های آب‌گریز است؛ به این صورت که گروه‌های R آمینواسیدهایی که آب‌گریزند، به یکدیگر نزدیک می‌شوند تا در معرض آب نباشند. سپس با تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می‌شود. مجموعهٔ این نیروها قسمت‌های مختلف پروتئین را به‌صورت به‌هم پیچیده در کنار هم نگه می‌دارند (شکل ۱۷ـ پ). بنابراین با وجود این نیروها پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارند. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می‌تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد. میوگلوبین نمونه‌ای از پروتئین‌ها با ساختار سوم است (شکل ۱۸ـ الف).

ساختار چهارم ـ آرایش زیرواحدها: بعضی پروتئین‌ها ساختار چهارم دارند، این ساختار هنگامی شکل می‌گیرد که دو یا چند زنجیره پلی‌پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. در این ساختار هریک از زنجیره‌ها نقشی کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارند. نحوهٔ آرایش این زیرواحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود (شکل ۱۷ـ ت).

هموگلوبین از چهار زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است. دو زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است. هر نوع زنجیره، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارند. در ساختار دوم به شکل مارپیچ درمی‌آیند. در ساختار سوم هریک از زنجیره‌ها به‌صورت یک زیرواحد، تاخورده و شکل خاصی پیدا می‌کند. در نهایت در ساختار چهارم، این چهار زیرواحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می‌دهند (شکل ۱۸ـ ب).



الف)



ب)

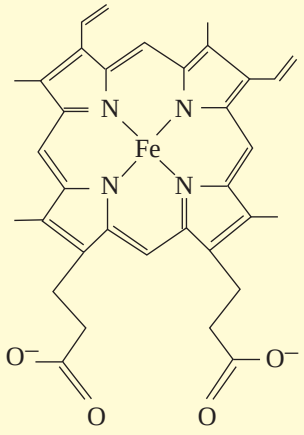
شکل ۱۸
الف) میوگلوبین با ساختارسوم
ب) هموگلوبین با ساختار چهارم

www.mrzist.org

فعّالیت ۱ با استفاده از دو یا چند مفتول فلزی ساختار دوم، سوم و چهارم پروتئین‌ها را مدل‌سازی کنید.

بیشتر بدانید

هِم (Heme) ترکیبی آهن‌دار و غیر پروتئینی است و در ساختار پروتئین‌هایی مانند هموگلوبین و میوگلوبین وجود دارد. هم انواع متفاوتی دارد، فرمول شیمیایی رایج‌ترین آن $C_{34}H_{32}N_4O_4Fe$ است. هر زنجیره هموگلوبین، یک گروه هم دارد که با داشتن اتم آهن می‌تواند به یک مولکول اکسیژن متصل شود؛ بنابراین مولکول هموگلوبین ظرفیت حمل چهار اکسیژن را دارد.



نقش پروتئین‌ها

پروتئین‌ها متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند. پروتئین‌ها در فرایندها و فعالیت‌های متفاوتی شرکت دارند از جمله **فعالیت آنزیمی** که در آن به‌صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می‌کنند.

بعضی دیگر از پروتئین‌ها به‌صورت گیرنده‌هایی در سطح یاخته‌ها قرار دارند؛ مثلاً گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها نمونه‌ای از این پروتئین‌ها هستند.

برخی پروتئین‌ها مثل هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می‌کنند. پمپ سدیم ـ پتاسیم نیز که با آن آشنا هستید، پروتئینی است که در غشا وجود دارد. این پمپ یون‌های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه‌جا می‌کند و فعالیت آنزیمی هم دارد. آیا محل‌های فعالیت و نقش آنزیمی این پمپ را به یاد دارید؟ کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می‌شود. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

انقباض ماهیچه‌ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است. از دیگر پروتئین‌ها می‌توان به هورمون‌ها اشاره کرد. بیشتر هورمون‌ها از جمله اکسی‌توسین و انسولین که پیام‌های بین یاخته‌ای را در بدن جانوران ردوبدل می‌کنند تا تنظیم‌های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند. همچنین پروتئین‌هایی مثل مهارکننده‌ها که بعداً با آنها آشنا خواهید شد، نقش‌های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن‌ها بر عهده دارند.

آنزیم‌ها

واکنش‌های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می‌گیرند که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را انرژی فعال‌سازی گویند. انجام واکنش‌ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت‌وساز مطرح می‌شوند همین‌طور هستند. این واکنش‌ها با حضور آنزیم انجام می‌شوند. آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول‌ها را افزایش و انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهد. همچنین با این کار سرعت واکنش‌هایی را که در بدن موجود زنده انجام‌شدنی هستند زیاد می‌کند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت‌وساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود. آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می‌کنند ولی آنزیم‌های

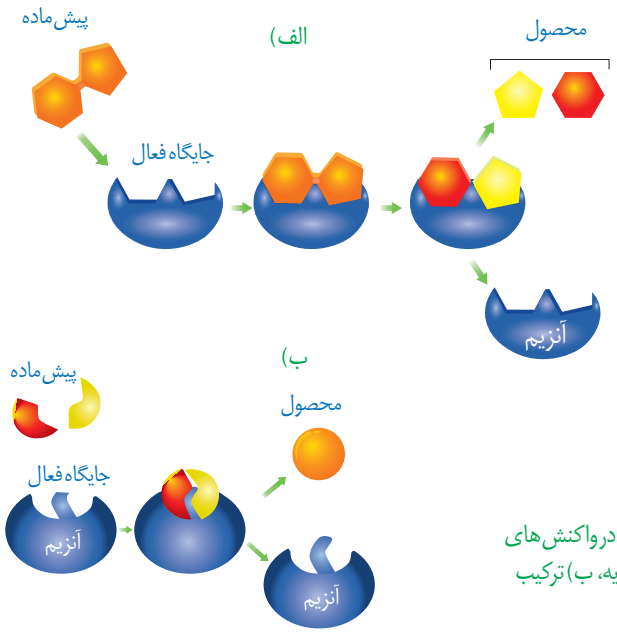
www.mrzist.org

مؤثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز و همانندسازی درون یاخته فعالیت می‌کنند. البته گروهی از آنزیم‌ها مثل پمپ سدیم ـ پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می‌دهند.

ساختار آنزیم‌ها

بیشتر آنزیم‌ها پروتئینی هستند. آنزیم‌ها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال**[1] دارند. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که **پیش‌ماده**[2] در آن قرار می‌گیرد. ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می‌کند، پیش‌ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند، **فراورده**[3] یا محصول خوانده می‌شوند (شکل ۱۹).

بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند. به مواد آلی که به آنزیم کمک می‌کنند **کوآنزیم**[4] می‌گویند. وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می‌تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می‌شوند.



شکل ۱۹ـ طرز عمل آنزیم در واکنش‌های سوخت‌وسازی الف) تجزیه، ب) ترکیب

۱ـ Active site
۲ـ Substrate
۳ـ Product
۴ـ Coenzyme

www.mrzist.org

عملکرد اختصاصی آنزیم‌ها

هر آنزیم روی یک یا چند پیش‌ماده خاص مؤثر است. بنابراین گفته می‌شود که آنزیم‌ها عمل اختصاصی دارند. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.

اگرچه آنزیم‌ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آنها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند. آیا می‌توانید مثالی از این نوع آنزیم‌ها بیاورید؟

آنزیم‌ها در همه واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می‌کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می‌کنند امّا در پایان واکنش‌ها دست‌نخورده باقی می‌مانند تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کند. به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آنها از بین می‌روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم‌های جدید می‌شود.

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم‌ها

عوامل متعددی از جمله pH، دما، غلظت آنزیم و پیش‌ماده بر سرعت فعالیت آنزیم‌ها تأثیر می‌گذارند.

pH محیط: pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است؛ مثلاً pH خون حدود ۷/۴ است. البته pH بعضی بخش‌ها خارج از این محدوده هستند. یکی از این موارد، pH ترشحات معده است که حدود ۲ می‌باشد.

هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می‌گویند؛ مثلاً pH بهینه پپسین حدود ۲ است در حالی که آنزیم‌هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می‌شوند pH بهینه حدود ۸ دارند. تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین می‌تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش‌ماده از بین برود، در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می‌کند.

دما: آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم‌ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند. آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت فعال برگردند.

غلظت آنزیم و پیش‌ماده: مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش‌ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فراورده در واحد زمان افزایش می‌یابد. افزایش غلظت پیش‌ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می‌تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می‌یابد که تمامی جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها با پیش‌ماده اشغال شوند. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می‌شود.

بیشتر بدانید

باکتری‌های مقاوم به گرما

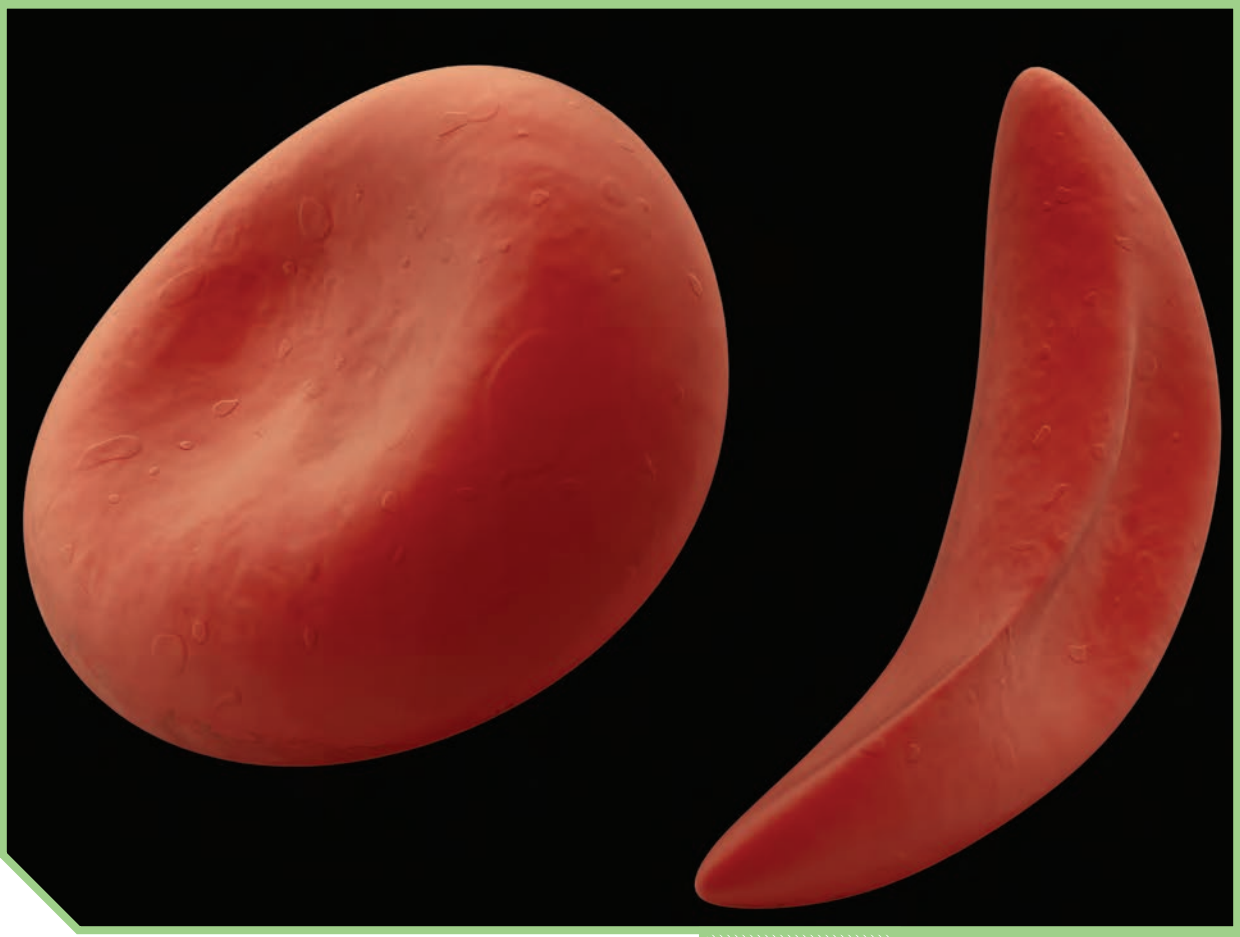
بعضی باکتری‌ها در چشمه‌های آب گرم زندگی می‌کنند. آنزیم‌های این باکتری‌ها در دمای حدود ۸۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین فعالیت را دارند. دِنای آنها هم درصد زیادی باز G و C دارد تا با سه پیوند هیدروژنی استحکام و ثبات بیشتری داشته باشد.

فعّالیت ۲

الف) گفته می‌شود تب بالا خطرناک است، بین این مسئله و فعالیت آنزیم‌ها چه ارتباطی می‌بینید؟

ب) با توجه به تأثیر متفاوت دمای کم و زیاد روی آنزیم‌ها، از این ویژگی آنزیم‌ها در آزمایشگاه‌ها چگونه می‌توان استفاده کرد؟

www.mrzist.org



فصل ۲

جریان اطلاعات در یاخته

تصویر بالا دو گویچه قرمز را نشان می‌دهد. گویچهٔ سمت راست مربوط به شخصی است که دچار نوعی بیماری ارثی به نام **کم‌خونی داسی‌شکل**[۱] است. علت این بیماری نوعی تغییر ژنی است که باعث می‌شود پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر شود که نتیجه آن تغییر شکل گویچه قرمز از حالت گرد به داسی‌شکل است. این تغییر ژنی، بسیار جزئی است و در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید دنا در افراد بیمار تغییر یافته است. همچنین این بیماری به نوعی، رابطهٔ بین ژن و پروتئین را نشان می‌دهد. به‌نظر شما اطلاعات ژن‌ها چگونه در این یاخته‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد؟ آیا این اطلاعات در سایر یاخته‌ها نیز وجود دارد؟ چرا بعضی ژن‌ها مانند ژن سازنده هموگلوبین فقط در گویچه‌های قرمز بروز می‌کنند و مثلاً در یاخته‌های بافت پوششی پوست بروز نمی‌کنند؟ این موارد نمونهٔ پرسش‌هایی هستند که در این فصل به آنها پاسخ داده می‌شود.

طرح سؤالات عددی و محاسباتی از مباحث این فصل در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

۱ـ Sickle cell anemia

www.mrzist.org

گفتار ۱ رونویسی

در فصل گذشته دیدید که واحد سازندهٔ مولکول دنا، نوکلئوتید است ولی پلی‌پپتیدها از آمینواسید تشکیل شده‌اند. چون دستورالعمل ساخت پلی‌پپتیدها در مولکول دنا قرار دارد، پس باید بین نوکلئوتیدهای ژن و آمینواسیدهای پلی‌پپتید، ارتباطی وجود داشته باشد.

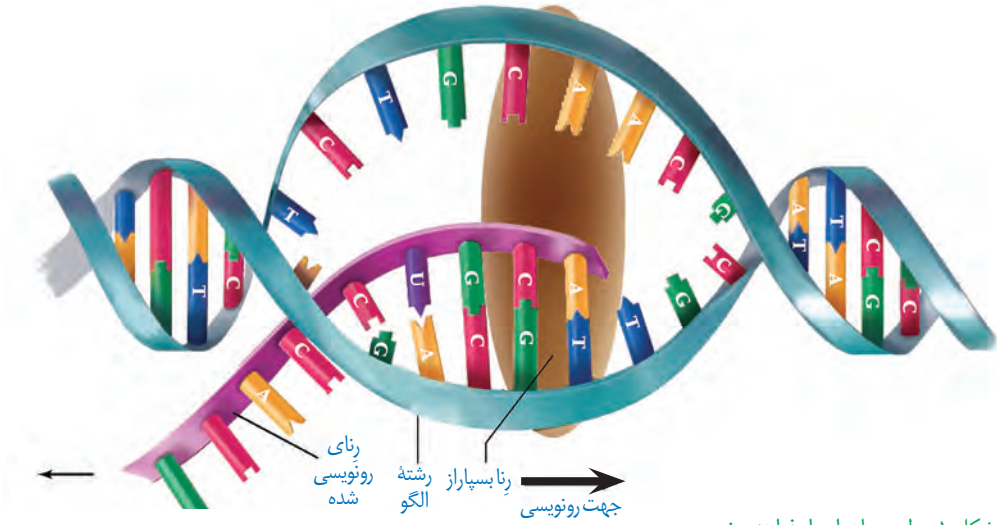
دنا چگونه نوع آمینواسیدهای پلی‌پپتید را تعیین می‌کند؟

آموختید که در مولکول دنا، ۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که فقط در نوع بازهای آلی تفاوت دارند. درحالی‌که پلی‌پپتیدها از ۲۰ نوع آمینواسید تشکیل شده‌اند. پس از پژوهش‌هایی مشخص شد که هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای دنا، بیانگر نوعی آمینواسید است. با ۴ نوع نوکلئوتید به‌کار رفته در دنا، ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌شود که می‌توانند رمز ساخت پلی‌پپتیدهایی با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشند؛ به هر یک از این توالی‌های سه نوکلئوتیدی در دنا **رمز** می‌گویند.

نقش مولکول رنا به عنوان میانجی

می‌دانید که پلی‌پپتیدها بر اساس اطلاعات دنا و توسط رِناتَن‌ها در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند. در یاخته‌های دارای هسته، چون رِناتَن‌ها درون هسته حضور ندارند، فرایند ساخت پلی‌پپتید در آن انجام نمی‌شود. با توجه به اینکه اطلاعات دنا برای ساخت پلی‌پپتید ضروری است و دنا هم از هسته خارج نمی‌شود، این سؤال پیش می‌آید که دستورات ساخت پلی‌پپتید چگونه به بیرون هسته منتقل می‌شود؟

پاسخ در مولکول رنا است. همان‌طور که دیدید انواعی از رنا در یاخته وجود دارند که در پروتئین‌سازی نقش دارند. این رناها از روی مولکول دنا ساخته می‌شوند. به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا، **رونویسی**[۱] گفته می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱ــ طرح ساده‌ای از فرایند رونویسی

۱ــ Transcription

www.mrzist.org

اساس رونویسی شبیه همانندسازی است. در این فرایند نیز با توجه به نوکلئوتیدهای رشته دنا، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیره رنا قرار می‌گیرد و به هم متصل می‌شوند. برخلاف همانندسازی که در هر چرخهٔ یاخته‌ای یک‌بار انجام می‌شود، رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخه بارها انجام شود و چندین رشته رنا ساخته شود. آیا می‌توانید تفاوت‌های دیگری برای این دو فرایند بیان کنید؟

آنزیم‌های ویژه‌ای رونویسی را تسهیل می‌کنند

در یاخته انواعی از رنا ساخته می‌شود. عمل رونویسی از دنا به کمک آنزیم‌ها انجام می‌شود. این آنزیم‌ها را، تحت عنوان کلی **رِنابسپاراز**[۱] نام‌گذاری می‌کنند.

در پروکاریوت‌ها یک نوع رنابسپاراز وظیفهٔ ساخت انواع رنا را بر عهده دارد. در یوکاریوت‌ها، انواعی از رنابسپاراز، ساخت رناهای مختلف را انجام می‌دهند؛ مثلاً رنای پیک توسط رنابسپاراز ۲، رنای ناقل توسط رنابسپاراز ۳ و رنای رِناتَنی توسط رنابسپاراز ۱ ساخته می‌شود.

مراحل رونویسی

رونویسی فرایندی پیوسته است ولی برای سادگی موضوع، آن را به سه مرحلهٔ **آغاز**، **طویل شدن** و **پایان** تقسیم می‌کنند. در این مراحل، آنزیم رنابسپاراز، عمل رونویسی را از بخشی از یک رشته دنا انجام می‌دهد.

مرحله آغاز[۲]: در این مرحله، رنابسپاراز به مولکول دنا متصل می‌شود و دو رشتهٔ آن را از هم باز می‌کند. به نظر شما برای باز شدن دو رشته کدام پیوندها در این ناحیه شکسته می‌شوند؟ برای اینکه رونویسی ژن از محل صحیح خود شروع شود توالی‌های نوکلئوتیدی ویژه‌ای در دنا وجود دارد که رنابسپاراز آن را شناسایی می‌کند. به این توالی‌ها، **راه‌انداز**[۳] گفته می‌شود. راه انداز موجب می‌شود رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به‌طور دقیق پیدا و رونویسی را از آنجا آغاز کند. در این حالت بخش کوچکی از مولکول دنا باز و زنجیره کوتاهی از رنا ساخته می‌شود (شکل ۲ــ الف). نحوهٔ عمل رنابسپاراز به این صورت است که آنزیم با توجه به نوع نوکلئوتید رشته الگوی دنا، نوکلئوتید مکمل را در برابر آن قرار می‌دهد و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی رشته رنا متصل می‌کند. در رونویسی، نوکلئوتید یوراسیل‌دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین‌دار دنا قرار می‌گیرد.

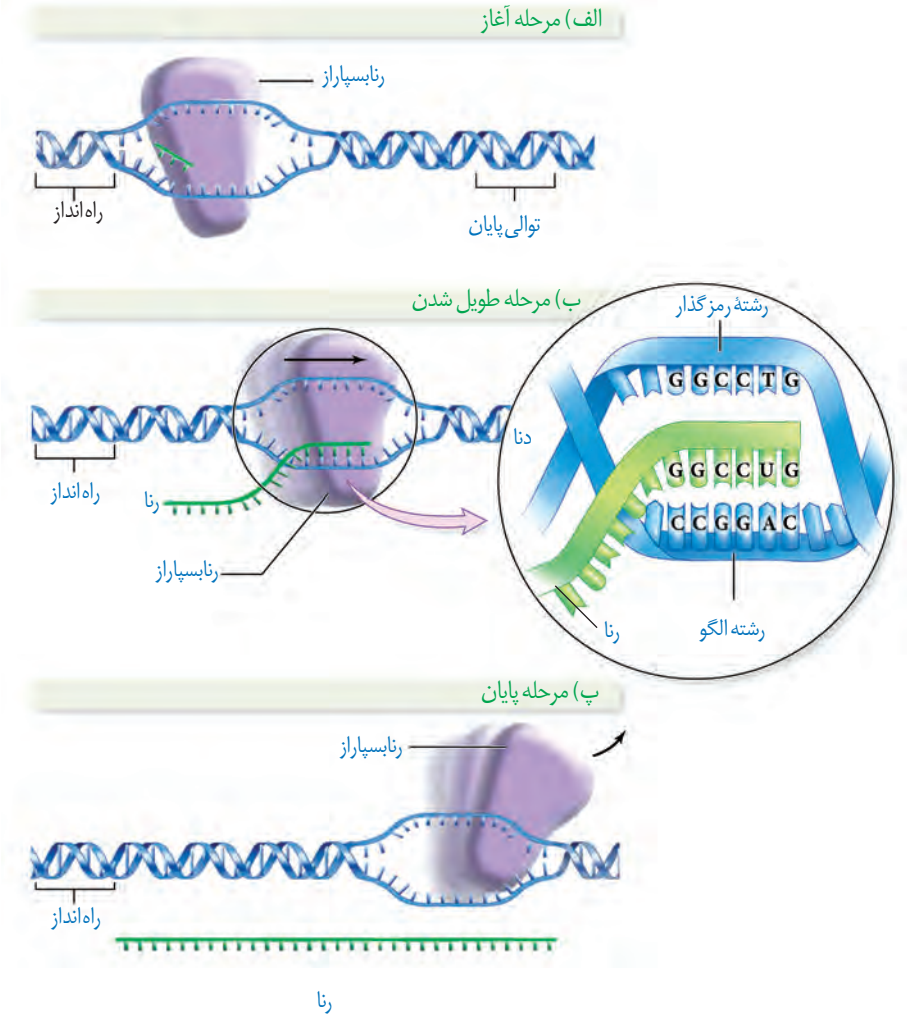
مرحله طویل شدن[۴]: در این مرحله رنابسپاراز ساخت رنا را ادامه می‌دهد که در نتیجهٔ آن، رنا طویل می‌شود. همچنان که مولکول رنابسپاراز به پیش می‌رود، دو رشته دنا در جلوی آن باز و در چندین نوکلئوتید عقب‌تر، رنا از دنا جدا می‌شود و دو رشتهٔ دنا مجدداً به هم می‌پیوندند (شکل ۲ــ ب).

مرحله پایان[۵]: در دنا توالی‌های ویژه‌ای وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز

۱ــ RNA Polymerase
۲ــ Initiation
۳ــ Promoter
۴ــ Elongation
۵ــ Termination

www.mrzist.org

می‌شوند. در این محل‌ها، آنزیم از مولکول دنا و رنای تازه ساخت جدا و دو رشتهٔ دنا به هم متصل می‌شوند(شکل ۲ــ پ).



شکل ۲ــ مراحل مختلف رونویسی

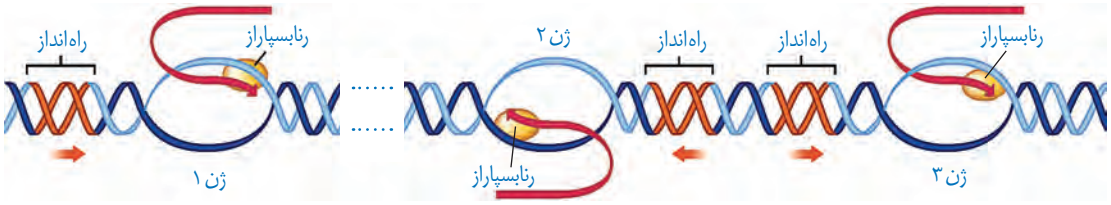
فقط یکی از دو رشتهٔ دنا در هر ژن رونویسی می‌شود

همان‌طور که گفته شد، ژن بخشی از مولکول دنای دو رشته‌ای است ولی رونویسی از روی هردو رشته یک ژن انجام نمی‌شود. به نظر شما اگر از روی دو رشتهٔ یک ژن رونویسی انجام می‌شد، محصولات این دو رشتهٔ مکمل نسبت به هم چگونه می‌شدند؟ مسلماً رنا و پلی‌پپتید ساخته‌شده از روی دو رشتهٔ مکمل دنا بسیار متفاوت می‌شدند. بنابراین برای هر ژن خاص، یکی از دو رشته رونویسی می‌شود. به بخشی از رشته دنا که مکمل رشته رنای رونویسی شده است **رشته الگو**[۱] می‌گویند (شکل۲ــ الف). به رشته مکمل همین بخش در مولکول دنا، **رشتهٔ رمزگذار** گفته می‌شود، زیرا توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنایی است که از روی رشته الگوی آن ساخته می‌شود. به نظر شما رشته رنا با رشته رمزگذار چه تفاوت‌هایی می‌تواند داشته باشد؟ پاسخ در نوکلئوتیدهای مورد استفاده است؛ مثلاً به‌جای نوکلئوتید تیمین‌دار در دنا، نوکلئوتید یوراسیل‌دار در رنا قرار دارد.

۱ــ Template

www.mrzist.org

رشتهٔ مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن‌های دیگر یکسان یا متفاوت باشد (شکل ۳).



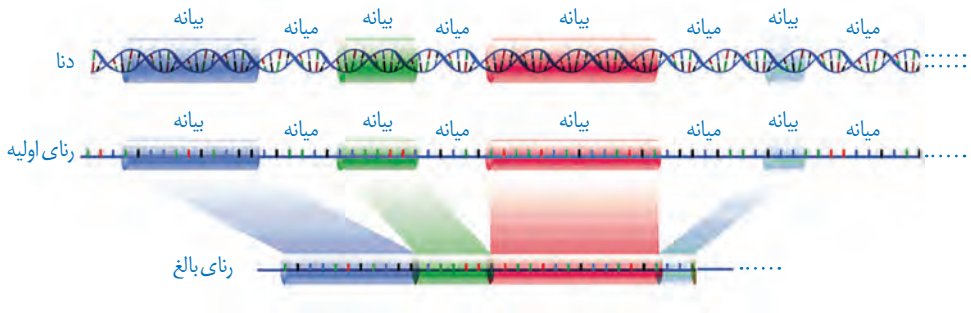
شکل ۳ــ همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، فقط یکی از دو رشته هر ژن رونویسی می‌شود.

رناهای ساخته شده دچار تغییر می‌شوند

در چند دهه گذشته، پژوهشگران دریافتند که در یاخته‌های یوکاریوتی، رنای ساخته شده در رونویسی با رنایی که در سیتوپلاسم وجود دارد تفاوت‌هایی دارد. بعدها مشخص شد که این مولکول‌ها برای انجام کارهای خود دستخوش تغییراتی می‌شوند.

تغییرات رنای پیک

رنای پیک ممکن است دستخوش تغییراتی در حین رونویسی و یا پس از آن شود. یکی از این تغییرات حذف بخش‌هایی از مولکول رنای پیک است. در بعضی ژن‌ها، توالی‌های معینی از رنای ساخته شده، جدا و حذف می‌شود و سایر بخش‌ها به هم متصل می‌شوند و یک رنای پیک یکپارچه می‌سازند. به این فرایند **پیرایش**[۱] گفته می‌شود (شکل ۴).



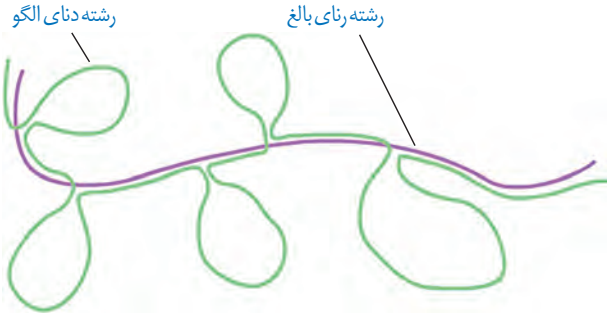
شکل ۴ــ پیرایش در بخشی از رنای یک ژن

این فرایند هنگامی آشکار شد که دانشمندان یک رنای پیک درون سیتوپلاسم را با رشتهٔ الگوی ژن آن در دنا مجاورت دادند. آنها دریافتند که بخش‌هایی از دنای الگو با رنای رونویسی شده، دو رشته مکمل را تشکیل می‌دهند ولی بخش‌هایی نیز فاقد مکمل باقی می‌مانند. این بخش‌ها به‌صورت حلقه‌هایی بیرون از مولکول دو رشته‌ای قرار می‌گیرند. به این نواحی که درمولکول دنا وجود دارد ولی رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده **میانه (اینترون)**[۲] می‌گویند. به سایر بخش‌های مولکول

۱ــ Splicing

۲ــ Intron

www.mrzist.org

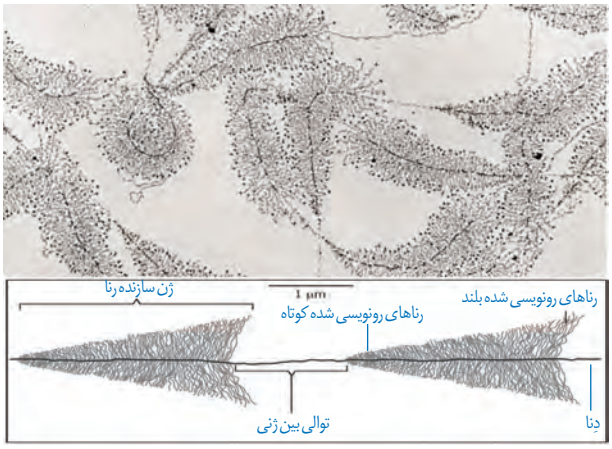


شکل ۵ــ طرح ساده‌ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن.
به نظر شما حلقه‌های سبز میانه هستند یا بیانه؟

دنا، که رونوشت آنها حذف نمی‌شوند **بیانه (اگزون)**[۱] گفته می‌شود (شکل۵). در واقع رنای رونویسی شده از رشته الگو، در ابتدا دارای رونوشت‌های میانهٔ دنا است. به این رنا، **رنای نابالغ** یا **اولیه**[۲] گفته می‌شود. با حذف این رونوشت‌ها از رنای اولیه و پیوستن بخش‌های باقی‌مانده به هم، **رنای بالغ**[۳] ساخته می‌شود.

شدت و میزان رونویسی

به‌طور کلی میزان رونویسی یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فراورده‌های آن بستگی دارد. بعضی ژن‌ها، مانند ژن‌های سازنده رنای رِناتَنی در یاخته‌های تازه تقسیم شده بسیار فعال‌اند؛ زیرا باید تعداد زیادی از این نوع رِنا را بسازند. در این نوع ژن‌ها، هم‌زمان تعداد زیادی رنابسپاراز از ژن رونویسی می‌کنند. به این دلیل که در هر زمان، رنابسپارازها در مراحل مختلفی از رونویسی هستند، در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازه رناهای ساخته شده متفاوت دیده می‌شود. در این تصاویر رناها از اندازهٔ کوتاه به بلند دیده می‌شود (شکل۶). با توجه به شکل آیا می‌توانید جهت رونویسی هر ژن را مشخص کنید؟



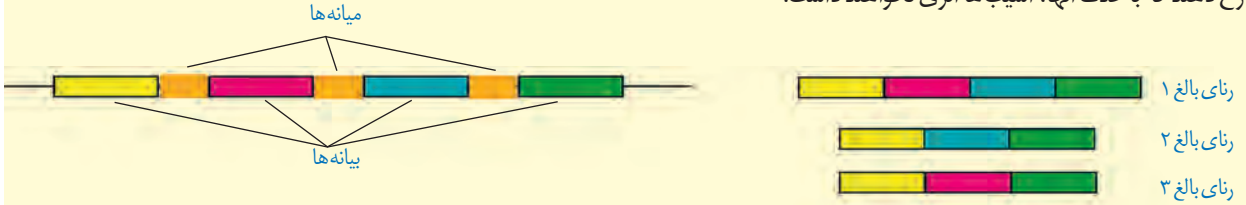
شکل ۶ ــ ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن

بیشتر بدانید

نقش زیستی میانه‌ها و بیانه‌ها

اندازهٔ میانه‌ها ممکن است بخش عمده‌ای از رنای اولیه را تشکیل دهد که در رنای بالغ حذف می‌شود. با توجه به اینکه یاخته برای رونویسی میانه‌ها انرژی زیادی صرف می‌کند، این سؤال پیش می‌آید که نقش زیستی این اجزا در یاخته چیست؟

به نظر می‌رسد یکی از نقش‌های میانه، تنظیم رونویسی و در نتیجه تعداد رونوشت‌ها است. با افزایش تعداد و اندازه میانه‌ها، رونویسی از ژن‌ها بیشتر طول می‌کشد و در نتیجه محصول کمتری تولید می‌شود. نقش دیگر میانه‌ها، ایجاد تنوع در محصول است که نتیجهٔ پیرایش متفاوت رنای پیک است. با اینکه در بعضی ژن‌ها چسبیدن رونوشت‌های بیانه یک ژن، به‌طور منظم و یکنواخت انجام می‌شود، در بعضی دیگر از ژن‌ها، چسبیدن رونوشت‌های بیانه به‌صورت تصادفی انجام می‌شود (شکل زیر). پیرایش‌های متفاوت از یک ژن منجر به ساخته شدن رناهای مختلف می‌شود که می‌تواند پلی‌پپتیدهای متفاوتی را ایجاد کند. در پیرایش حتی ممکن است بخش‌های بیانه یک رونوشت به بخش‌هایی از بیانه‌های رونوشت دیگر متصل شود و برگونا گونی محصول اضافه کند. نقش دیگری که برای میانه‌ها در نظر می‌گیرند، کاهش آسیب‌های مؤثر به دِنا است زیرا برخی آسیب‌ها ممکن است در محل میانه‌ها رخ دهند که با حذف آنها، آسیب‌ها اثری نخواهند داشت.



پیرایش‌های متفاوت یک ژن: با کنار هم قرار گیری متفاوت بیانه‌ها، ترکیب‌های متفاوتی حاصل می‌شود.

۱ــ Exon
۲ــ Precursor mRNA (Pre-mRNA)
۳ــ Mature messenger RNA

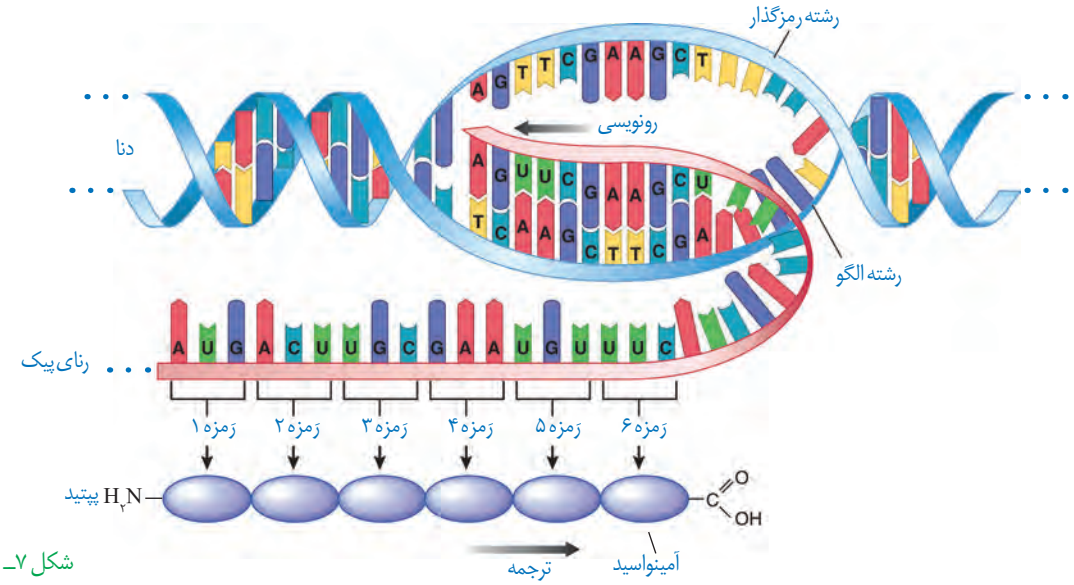
www.mrzist.org

گفتار ۲ به سوی پروتئین

پلی پپتیدها از مهم‌ترین فراورده‌های ژن‌ها هستند. پروتئین‌ها اعمال مختلفی را در بدن انجام می‌دهند که پیش از این با برخی از آنها آشنا شده‌اید. اینکه چگونه ژن‌ها و پروتئین‌های حاصل از آن، صفات را ایجاد می‌کنند در آینده مورد بحث قرار می‌گیرند. در این گفتار به نحوهٔ تبدیل اطلاعات وراثتیِ رنا، به پروتئین می‌پردازیم.

تبدیل زبان نوکلئیک‌اسیدی رنا به زبان پلی پپتیدی

دانستید که در فرایند رونویسی از روی توالی‌های دنا، رنا ساخته می‌شود که هر دو از نوکلئوتید تشکیل شده‌اند. ولی در ساختار پلی‌پپتیدها، آمینواسید وجود دارد. به ساخته شدن پلی‌پپتید از روی اطلاعات رنای پیک، **ترجمه**[۱] می‌گویند. طرح ساده‌ای از ژن تا پلی‌پپتید را در شکل زیر مشاهده می‌کنید (شکل ۷).



شکل ۷ــ طرح ساده‌ای از تشکیل شدن پلی‌پپتید

توالی‌های ۳ نوکلئوتیدی رنای پیک تعیین می‌کند که کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی‌پپتید قرار بگیرد. به این توالی‌ها، **رمزه** (کُدون)[۲] گفته می‌شود. در یاخته ۶۴ نوع رَمزه وجود دارد. نکته قابل توجه این است که رَمزه آمینواسیدها در جانداران یکسان‌اند. به نظر شما این موضوع بیانگر چه واقعیتی است؟

رَمزه‌های **UAA**، **UGA** و **UAG** هیچ آمینواسیدی را رمز نمی‌کنند که به آنها **رَمزهٔ پایان** می‌گویند، زیرا حضور این رَمزه‌ها در رنای پیک موجب پایان یافتن عمل ترجمه می‌شود. **رَمزهٔ آغاز** یا **AUG** رَمزه‌ای است که ترجمه از آن آغاز می‌شود. این رَمزه، معرف آمینواسید متیونین نیز است.

۱ــ Translation

۲ــ Codon

www.mrzist.org

بیشتر بدانید

انواع رَمزه و آمینواسیدهای مربوط به آنها

طرح پرسش از این جدول در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

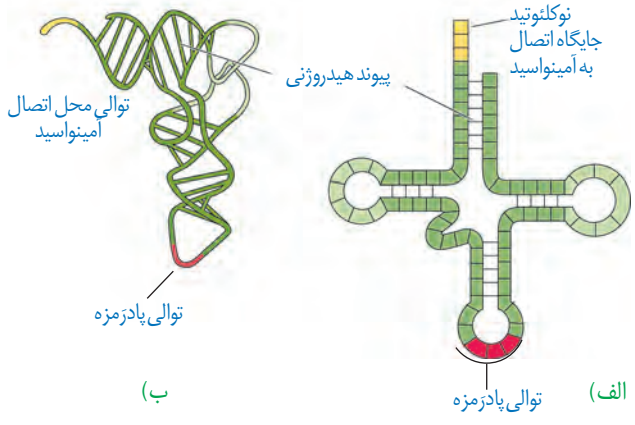
حرف اول	حرف دوم U	حرف سوم	حرف دوم C	حرف سوم	حرف دوم A	حرف سوم	حرف دوم G	حرف سوم
U	UUU, UUC: فنیل آلانین	U C A G	UCU, UCC, UCA, UCG: سرین	U C A G	UAU, UAC: تیروزین	U C	UGU, UGC: سیستئین	U C
	UUA, UUG: لوسین				UAA, UAG: رَمزه پایان	A G	UGA: رَمزه پایان	A
							UGG: تریپتوفان	G
C	CUU, CUC, CUA, CUG: لوسین	U C A G	CCU, CCC, CCA, CCG: پرولین	U C A G	CAU, CAC: هیستیدین	U C	CGU, CGC, CGA, CGG: آرژنین	U C A G
					CAA, CAG: گلوتامین	A G		
A	AUU, AUC, AUA: ایزولوسین	U C A	ACU, ACC, ACA, ACG: ترئونین	U C A G	AAU, AAC: آسپاراژین	U C	AGU, AGC: سرین	U C
	AUG: (متیونین) رَمزه آغاز	G			AAA, AAG: لیزین	A G	AGA, AGG: آرژنین	A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG: والین	U C A G	GCU, GCC, GCA, GCG: آلانین	U C A G	GAU, GAC: آسپارتیک اسید	U C	GGU, GGC, GGA, GGG: گلیسین	U C A G
					GAA, GAG: گلوتامیک اسید	A G		

عوامل لازم در ترجمه

ترجمه نیازمند عوامل مختلفی است. ترجمه را می‌توان به یک فرایند آشپزی از روی کتاب آن تشبیه کرد. براساس دستورالعمل این کتاب، مواد اولیه به مقدار و ترتیب خاصی استفاده و غذای خاصی درست می‌شود. در ترجمه هم براساس رَمزه‌های رنای پیک، پلی‌پپتید خاصی ساخته می‌شود. مواد اولیه مصرفی در ترجمه، آمینواسیدها هستند. رِناتَن‌ها و رناهای ناقل از دیگر عوامل لازم در ترجمه هستند. انرژی لازم برای تهیه پلی‌پپتید هم از مولکول‌های پر انرژی مانند ATP به‌دست می‌آید.

ساختار رنای ناقل

رنای ناقل پس از رونویسی دچار تغییراتی می‌شود. در ساختار نهایی رنای ناقل، نوکلئوتیدهای مکمل می‌توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند. به همین علت رنای تک رشته‌ای، روی خود تا می‌خورد (شکل ۸ ــ الف). رنای ناقل تاخوردگی‌های مجددی پیدا می‌کند که ساختار سه‌بعدی را



شکل ۸ ــ رنای ناقل
الف) تاخوردگی اولیه
ب) ساختار سه بعدی

www.mrzist.org

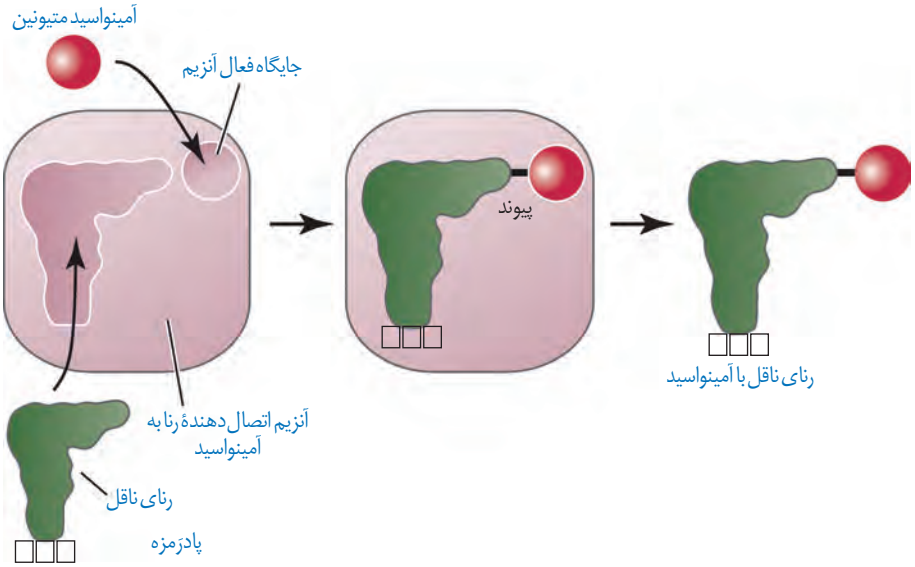
به‌وجود می‌آورد. در این ساختار یک بخش محل اتصال آمینواسید و دیگری توالی ۳ نوکلئوتیدی به نام **پادرمزه (آنتی کدون)**[۱] است (شکل ۸). به نظر شما علت این نام‌گذاری چیست؟ هنگام ترجمه، این توالی با توالی رَمزه مکمل خود پیوند هیدروژنی مناسب برقرار می‌کند.

در همه رناهای ناقل، به جز در ناحیه پادرَمزه‌ای، انواع توالی‌های مشابهی وجود دارند. انتظار این است که به تعداد انواع رَمزه‌ها، پادرَمزه وجود داشته باشد ولی تعداد انواع پادرَمزه‌ها کمتر از رَمزه‌ها است؛ مثلاً برای رَمزه‌های پایان، رنای ناقل وجود ندارد.

نحوهٔ عمل رنای ناقل: همان‌طور که گفته شد، آمینواسید به رنای ناقل متصل می‌شود. حال پرسش این است که آیا هر نوع آمینواسید به هر نوع رنای ناقل می‌تواند متصل شود؟ اهمیت بخش پادرَمزه‌ای در این اتصال چیست؟

در واقع در یاخته‌ها، آنزیم‌های ویژه‌ای وجود دارند که براساس نوع توالی پادرَمزه، آمینواسید مناسب را به رنای ناقل متصل می‌کنند؛ یعنی آنزیم با تشخیص پادرَمزه در رنای ناقل، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می‌کند. این فرایند نیازمند انرژی است (شکل ۹).

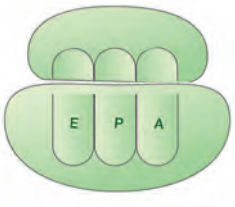
حال بر اساس آنچه تاکنون دربارهٔ رَمزه‌ها خوانده‌اید آیا می‌توانید حدس بزنید رنای ناقل با چه توالی پادرَمزه‌ای می‌تواند به آمینواسید متیونین متصل شود؟



شکل ۹ــ نحوهٔ پیوستن آمینواسید به رنای ناقل مربوط به خود توسط آنزیم ویژه آن

ساختار رِناتَن

دانستید که رِناتَن در ساخت پلی‌پپتید نقش دارد. رِناتَن‌ها از دو زیرواحد تشکیل شده‌اند (شکل ۱۰). هر زیرواحد نیز از رنا و پروتئین تشکیل شده است. به یاد می‌آورید که رنای رِناتَنی به‌وسیله کدام رنابسپارازها ساخته می‌شود؟ در یاخته، پروتئین‌های رِناتَنی ساخته شده و رنای مربوط به آنها در کنار هم قرار گرفته و زیرواحد کوچک و بزرگ رِناتَن را می‌سازد. رِناتَن در ساختار کامل، سه جایگاه به نام P، A و E دارد که با آنها در ادامه آشنا خواهیم شد.



شکل ۱۰ــ ترتیب قرارگیری زیرواحدهای رِناتَن

۱ــ Anticodon

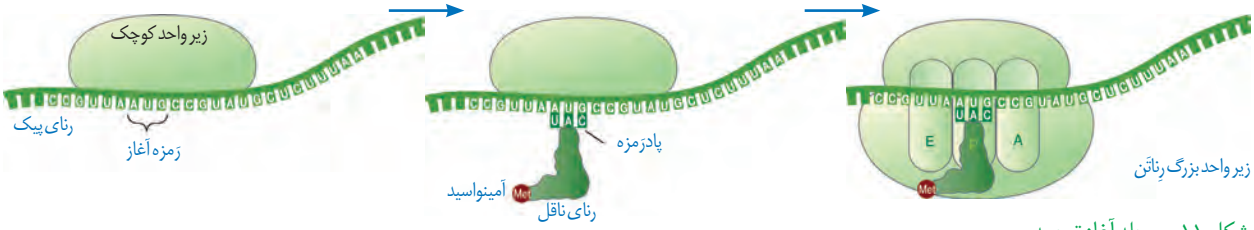
www.mrzist.org

مراحل ترجمه

ترجمه نیز فرایندی پیوسته است که برای سادگی در یادگیری آن را به سه مرحلهٔ **آغاز**، **طویل شدن** و **پایان** تقسیم می کنند.

مرحله آغاز: در این مرحله بخش‌هایی از رنای پیک، زیرواحد کوچک رِناتَن را به‌سوی رَمزهٔ آغاز، هدایت می کند. سپس در این محل رنای ناقلی که مکمل رَمزه آغاز است به آن متصل می‌شود. با افزوده شدن زیرواحد بزرگ رِناتَن به این مجموعه، ساختار رِناتَن کامل می‌شود.

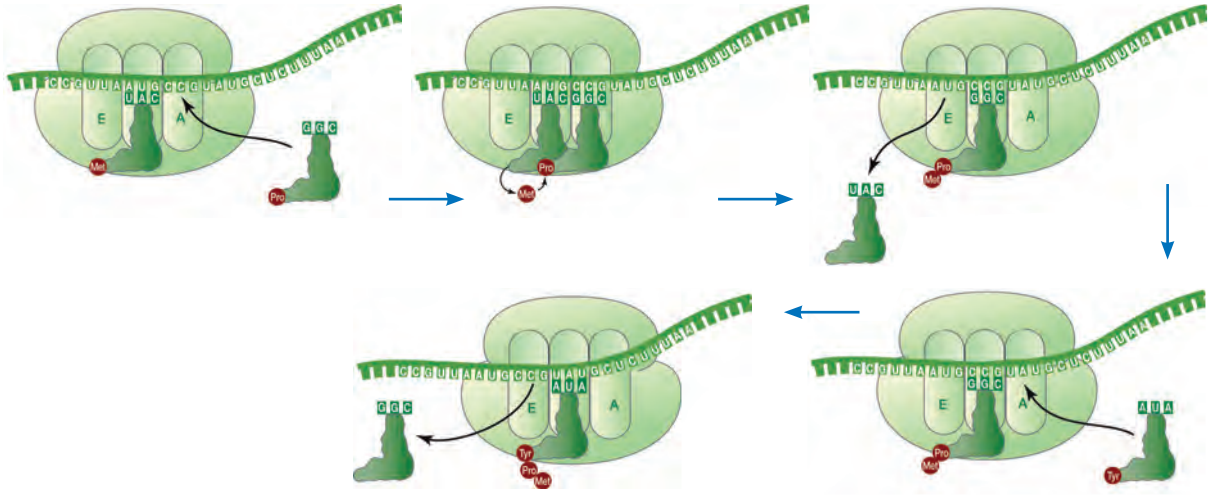
در این مرحله جایگاه P در رِناتَن، محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینواسید است. این جایگاه در ابتدا توسط رنای ناقل متیونین اشغال می‌شود. جایگاه A محل قرارگیری رنای ناقل بعدی و آمینواسید متصل به آن خواهد بود. پیوند پپتیدی در جایگاه A برقرار می‌شود. جایگاه E محل خروج رنای ناقل بدون آمینواسید است. در مرحله آغاز فقط جایگاه P پر می‌شود و جایگاه A و E خالی می‌ماند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ــ مرحله آغاز ترجمه

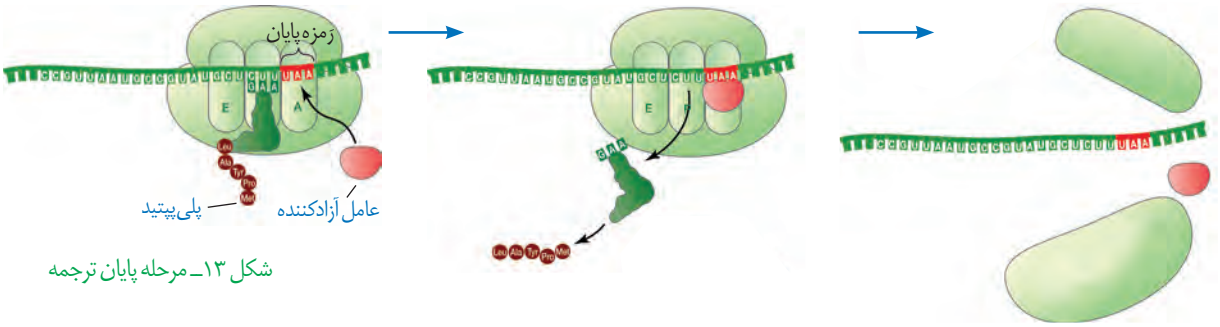
مرحلهٔ طویل شدن: در این مرحله ممکن است رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه A رِناتَن شوند ولی فقط رنایی که مکمل رَمزهٔ جایگاه A است، استقرار پیدا می کند؛ در غیر این صورت جایگاه را ترک می کند. سپس آمینواسیدِ جایگاهP از رنای ناقل خود جدا می‌شود و با آمینواسید جایگاه A پیوند بر قرار می کند. آیا می‌دانید پیوند حاصل چه نام دارد؟ پس از آن رِناتَن به اندازهٔ یک رَمزه به سوی رَمزه پایان پیش می‌رود. در این موقع رنای ناقل که حامل رشته پپتیدی در حال ساخت است در جایگاه P قرار می‌گیرد (علت نام‌گذاری جایگاهP) و جایگاه A خالی می‌شود تا پذیرای رنای ناقل بعدی باشد. رنای ناقل بدون آمینواسید نیز در جایگاه E قرار می‌گیرد و سپس از این جایگاه خارج می‌شود. این فرایند بارها تکرار می‌شود و طول زنجیرهٔ آمینواسیدی بیشتر می‌شود تا رِناتَن به یکی از رَمزه‌های پایان برسد (شکل ۱۲).

شکل ۱۲ــ مرحله طویل شدن ترجمه



www.mrzist.org

مرحلهٔ پایان: با ورود یکی از رَمزه‌های پایان ترجمه در جایگاه A، چون رنای ناقل مکمل آن وجود ندارد، این جایگاه توسط پروتئین‌هایی به نام عوامل آزادکننده[1] اشغال می‌شود. عوامل آزادکننده باعث جدا شدن پلی‌پپتید از آخرین رنای ناقل می‌شوند؛ همچنین باعث جدا شدن زیرواحدهای رِناتَن از هم و آزاد شدن رنای پیک می‌شوند. زیرواحدهای رِناتَن‌ها می‌توانند مجدداً این مراحل را تکرار کنند تا چندین نسخه از یک پلی‌پپتید ساخته شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ــ مرحله پایان ترجمه

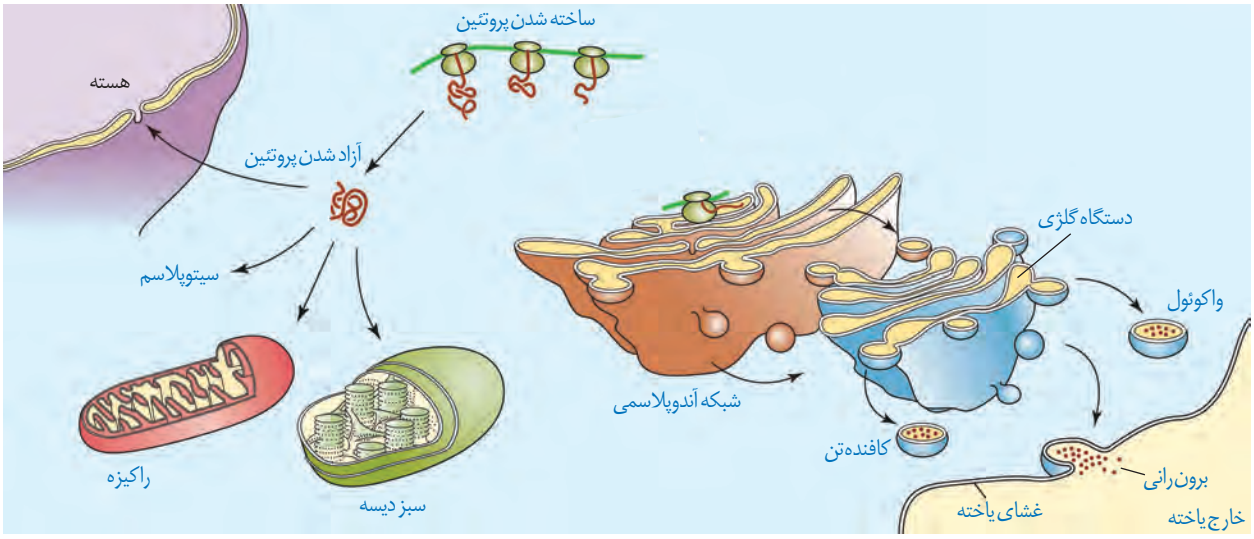
محل پروتئین‌سازی و سرنوشت آنها

پروتئین‌ها در بخش‌های مختلفی از یاخته ساخته می‌شوند. به‌طور کلی پروتئین‌سازی در هر بخشی از یاخته که رِناتَن‌ها حضور داشته باشند می‌تواند انجام شود.

همان‌طور که در شکل ۱۴ می‌بینید، پروتئین‌های ساخته شده در سیتوپلاسم سرنوشت‌های مختلفی پیدا می‌کنند. بعضی از این پروتئین‌ها به شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی می‌روند و ممکن است برای ترشح به خارج رفته یا به بخش‌هایی مثل واکوئول (کُریچه) و کافنده‌تن بروند. بعضی پروتئین‌ها نیز در سیتوپلاسم می‌مانند و یا اینکه به راکیزه‌ها، هسته و یا دیسه‌ها می‌روند. در هر یک از این موارد براساس مقصدی که پروتئین باید برود، توالی‌های آمینواسیدی در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می‌کند (شکل ۱۴).

طرح سؤال از توالی‌های رمزه، پادرمزه و آمینواسیدهای مربوط به آنها در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

شکل ۱۴ــ سرنوشت پروتئین‌های ساخته‌شده در سیتوپلاسم



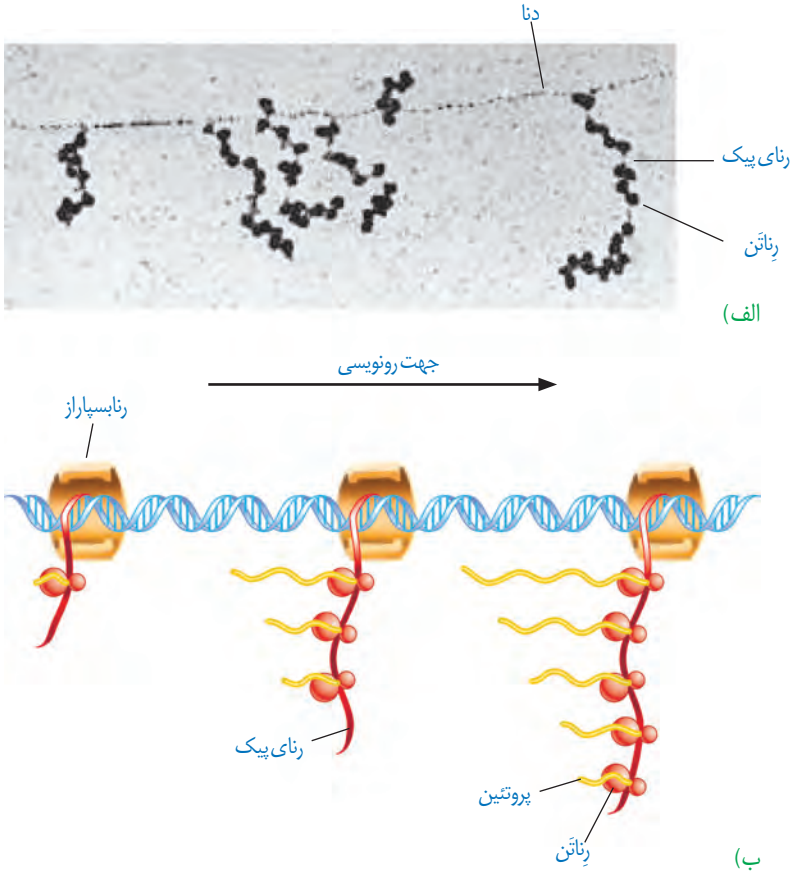
۱ــ Release Factors

www.mrzist.org

سرعت و مقدار پروتئین‌سازی

به‌طور کلی سرعت و مقدار پروتئین‌سازی در یاخته‌ها بسته به نیاز تنظیم می‌شود. در پروکاریوت‌ها پروتئین‌سازی حتی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود؛ زیرا طول عمر رنای پیک در این یاخته‌ها کم است. برای پروتئین‌هایی که به مقدار بیشتری مورد نیازند، ساخت پروتئین‌ها، به‌طور هم‌زمان و پشت سر هم توسط مجموعه‌ای از رِناتَن‌ها انجام می‌شود تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته‌شود (شکل ۱۵). در این مجموعه، رِناتَن‌ها مانند دانه‌های تسبیح و رنای پیک شبیه نخی است که از درون این دانه‌ها می‌گذرد. همکاری جمعی رِناتَن‌ها به پروتئین‌سازی سرعت بیشتری می‌دهد.

تجمع رِناتَن‌ها در یاخته‌های یوکاریوتی نیز دیده می‌شوند. البته در این یاخته‌ها سازوکارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب وجود دارد. بنابراین، فرصت بیشتری برای پروتئین‌سازی هست. در مجموع، این عوامل موجب طولانی‌تر شدن عمر رنای پیک پیش از تجزیه می‌شود.



شکل ۱۵ــ الف) تصویر میکروسکوپی مجموعهٔ رِناتَن‌ها
ب) طرحی ساده از رناتن‌هایی که چند رنای در حال رونویسی را ترجمه می‌کنند.

فعّالیت ۱

الف) چه رابطه‌ای بین طول عمر رنای پیک یاخته‌ها با میزان پروتئین‌سازی آنها برقرار است؟
ب) رونویسی و ترجمه در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها را با هم مقایسه کنید.

www.mrzist.org

گفتار ۳ تنظیم بیان ژن

در سال گذشته آموختید که همه یاخته‌های پیکری بدن از تقسیم رِشتمان (میتوز) یاخته تخم منشأ می‌گیرند. یاخته‌های حاصل، از نظر فام‌تنی و ژن‌ها یکسان‌اند. با این حال در ادامهٔ تقسیمات و رشد جنین، یاخته‌های متفاوتی ایجاد می‌شوند که اعمال مختلفی انجام می‌دهند؛ مثلاً یاخته‌های عصبی و ماهیچه‌ای بدن یک فرد، ژن‌های یکسانی دارند ولی دارای عملکرد و شکل متفاوتی هستند. حال این سؤال مطرح می‌شود که چگونه ممکن است یاخته‌هایی با ژن‌های یکسان تا این حد متفاوت باشند؟ پاسخ این است که در هر یاخته تنها تعدادی از ژن‌ها فعال و سایر ژن‌ها غیر فعال هستند. هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می‌گوییم آن ژن بیان شده و به‌اصطلاح روشن است و ژنی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرد خاموش و به‌اصطلاح بیان نشده است. مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته‌های مختلف یک جاندار ممکن است فرق داشته باشد و حتی در یک یاخته هم بسته به نیاز متفاوت باشد. به فرایندهایی که تعیین می‌کنند در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن‌ها بیان شوند و یا بیان نشوند، فرایندهای **تنظیم بیان ژن**[۱] می‌گویند. تنظیم بیان ژن فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارند. تنظیم بیان ژن موجب می‌شود تا جاندار به تغییرات پاسخ دهد؛ مثلاً در گیاه، نور می‌تواند باعث فعال شدن ژن سازندهٔ آنزیمی شود که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نبود نور این ژن بیان نمی‌شود. همچنین تنظیم بیان ژن می‌تواند موجب ایجاد یاخته‌های مختلفی از یک یاخته شود. یاخته‌های متفاوتی که از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان ایجاد می‌شوند، مثالی مناسب در این مورد هستند. در مورد این یاخته‌ها در کتاب دهم مطالبی را فرا گرفتید. آیا می‌توانید برخی یاخته‌های حاصل از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان را نام ببرید؟

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها

محصول ژن، رنا و پروتئین است. بنابراین، تغییر در فعالیت ژن‌ها، بر ساخت این محصولات نیز اثر می‌گذارد. تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها می‌تواند در هر یک از مراحل ساخت رنا و پروتئین تأثیر بگذارد ولی به‌طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحلهٔ رونویسی انجام می‌شود. در مواردی هم ممکن است یاخته با تغییر در پایداری (طول عمر) رنا یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.

تنظیم رونویسی در پروکاریوت‌ها

در این نوع تنظیم عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه‌انداز کمک و یا مانع حرکت رنا بسپاراز می‌شوند. در نتیجه، رونویسی ژن تسهیل یا ممانعت می‌شود؛ مثلاً با اتصال پروتئین‌های خاصی به بخشی از دنا که سر راه رنابسپاراز است، از انجام رونویسی جلوگیری می‌شود. نمونهٔ این نوع تنظیم، در نوعی باکتری به نام **اشرشیا کلای**[۲] شناخته شده است. قند مصرفی ترجیحی این باکتری گلوکز است.

بیشتر بدانید

در باکتری‌ها ژن‌هایی که محصولات آنها چند فرایند مرتبط به هم را اداره می‌کند در واحدهایی به نام اُپران[۱] قرار گرفته‌اند و بیان یا عدم بیان آنها به‌طور هماهنگ انجام می‌شود. برای مثال برای جذب و تجزیه لاکتوز در باکتری اشرشیاکلای، ۳ آنزیم مورد نیاز است که ژن‌های سازندهٔ آنها در کنار هم قرار دارند و توسط یک بخش تنظیمی اداره می‌شوند. به مجموعهٔ این ژن‌ها و بخش تنظیمی آن اُپران گفته می‌شود. مثال دیگر، ژن‌های مسئول ساخت آمینواسید تریپتوفان است. ۵ ژن در ساخت این آمینواسید دخالت دارند که در یک اُپران قرار دارند.

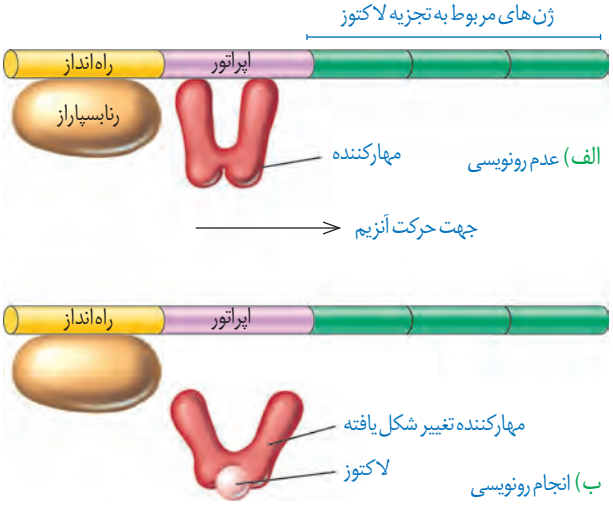
۱_ Operons

۱- Regulation of gene expression

۲_ *Escherichia coli*

www.mrzist.org

مراحل تجزیهٔ قند گلوکز در یاخته را در فصول بعد خواهید آموخت. اگر گلوکز در محیط باکتری وجود نداشته باشد ولی قند دیگری به نام **لاکتوز**[۱] در اختیار باکتری قرار بگیرد، باکتری می‌تواند از این قند استفاده کند. این قند متفاوت از گلوکز بوده است و آنزیم‌های لازم برای مصرف آن نیز متفاوت است. بنابراین وقتی لاکتوز در محیط وجود دارد باکتری باید آنزیم‌های تجزیه‌کننده آن را بسازد و در نبود یا کاهش لاکتوز نیز ساخت آنزیم‌های تجزیه کننده آن متوقف یا کاهش پیدا کند. حال این پرسش پیش می‌آید که باکتری چگونه می‌تواند حضور لاکتوز را در محیط تشخیص دهد و آنزیم‌های تجزیه کننده آن را بسازد؟ ژن‌هایی که این آنزیم‌ها را می‌سازند چگونه روشن و یا خاموش می‌شوند؟ در پروکاریوت‌ها بیان ژن به دو صورت منفی و مثبت تنظیم می‌شود.



شکل ۱۶ــ الف) عدم رونویسی ژن‌ها در غیاب لاکتوز ب) رونویسی ژن‌ها در حضور لاکتوز

تنظیم منفی رونویسی: در گفتار ۱ آموختید که رونویسی با چسبیدن رناسپاراز به راه‌انداز مربوط به ژن شروع می‌شود. حال اگر مانعی بر سر راه رناسپاراز وجود داشته باشد، رونویسی انجام نمی‌شود. به این نوع تنظیم، تنظیم منفی رونویسی گفته می‌شود. مانع پیش روی رناسپاراز نوعی پروتئین به نام **مهارکننده**[۲] است. این پروتئین به توالی خاصی از دنا به‌نام **اپراتور**[۳] متصل می‌شود و جلوی حرکت رناسپاراز را می‌گیرد (شکل ۱۶ــ الف). لاکتوز موجود در محیط به باکتری وارد می‌شود و با اتصال به مهارکننده، شکل آن را تغییر می‌دهد. تغییر شکل مهارکننده، آن را از اپراتور جدا می‌کند و نیز مانع از اتصال آن به اپراتور می‌شود. با برداشته شدن مانع سر راه، رناسپاراز می‌تواند رونویسی ژن‌ها را انجام دهد (شکل ۱۶ــ ب). محصولات این ژن‌ها تجزیه لاکتوز را ممکن می‌کند.

تنظیم مثبت رونویسی: در این نوع تنظیم، پروتئین‌های خاصی به رناسپاراز کمک می‌کنند تا بتواند به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند. مثال این نوع تنظیم نیز در باکتری اشرشیاکلای وجود دارد. مشخص شده که اگر در محیط باکتری، قند **مالتوز**[۴] وجود داشته باشد، درون باکتری آنزیم‌هایی ساخته می‌شوند که در تجزیهٔ آن دخالت دارند. در عدم حضور مالتوز این آنزیم‌ها ساخته نمی‌شوند چون باکتری نیازی به آنها ندارد.

تنظیم رونویسی در مورد این ژن‌ها به‌صورت مثبت انجام می‌شود. در حضور قند مالتوز، انواعی از پروتئین به نام **فعال کننده**[۵] وجود دارند که به توالی‌های خاصی از دنا متصل می‌شوند. به این توالی‌ها **جایگاه اتصال فعال کننده**[۶] گفته می‌شود. (شکل ۱۷ــ الف) در حضور مالتوز در محیط، پروتئین فعال کننده به جایگاه خود متصل می‌شود و پس از اتصال به رناسپاراز کمک می‌کند تا به راه‌انداز متصل

۱ــ Lactose
۲ــ Repressor
۳ــ Operator
۴ــ Maltors
۵ــ Activator
۶ــ Activator Binding Site

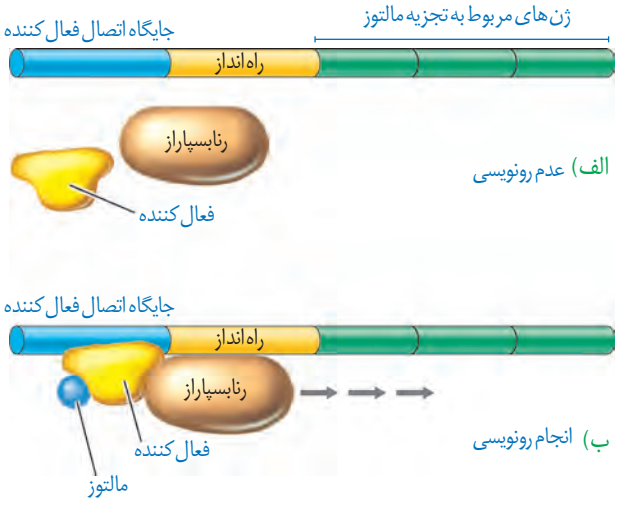
بیشتر بدانید

تنظیم منفی در پروکاریوت به دو صورت **القایی**[۱] و **مهاری**[۲] انجام می‌شود. در حالت القایی، حضور یک ماده موجب بیان ژن‌ها می‌شود. تنظیم بیان ژن در حضور لاکتوز مثالی از تنظیم منفی از نوع القایی است. در حالت مهاری، حضور یک ماده موجب خاموش شدن ژن و عدم بیان آنها می‌شود. مثال این نوع تنظیم در مورد آمینواسید **تریپتوفان** دیده می‌شود. در باکتری اشرشیاکلای با حضور تریپتوفان، ژن‌هایی که در ساخت آن دخالت دارند خاموش می‌شوند. وقتی تریپتوفان در محیط نیست، این ژن‌ها روشن می‌شوند تا آنزیم‌های سازندهٔ تریپتوفان ساخته شوند.

۱ــ Inducer
۲ــ Repressor

www.mrzist.org

شود و رونویسی را شروع کند. چه عاملی سبب می‌شود که فعال کننده به جایگاه خود بچسبد؟ این عامل مالتوز است. اتصال مالتوز به فعال کننده باعث پیوستن آن به جایگاه اتصال شده و رونویسی شروع می‌شود (شکل ۱۷ــ ب).

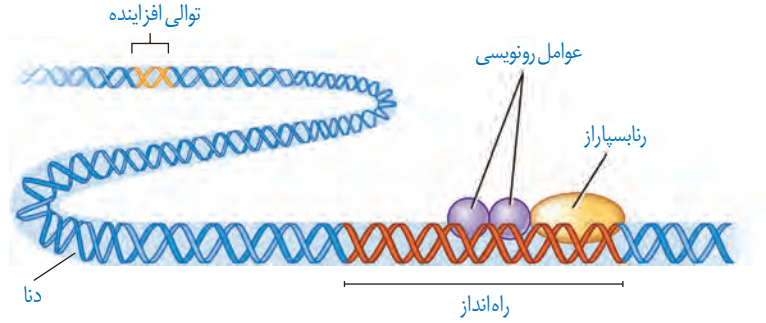


شکل ۱۷ــ تنظیم مثبت رونویسی ژن‌های مؤثر در تجزیه مالتوز

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها

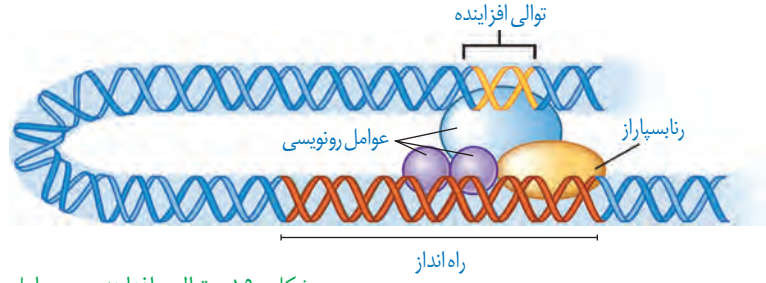
تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست و می‌تواند در مراحل بیشتری انجام شود. یاخته‌های یوکاریوتی به‌وسیلهٔ غشاها به بخش‌های مختلفی تقسیم شده‌اند. بنابراین، برای آنکه یاخته نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد، آن ماده باید به طریقی از غشاها عبور کند و ژن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. در یاخته‌های یوکاریوتی، بیشتر ژن‌ها در هسته و برخی در راکیزه‌ها و دیسه‌ها قرار دارند. در هر یک از این محل‌ها، یاخته می‌تواند بر بیان ژن نظارت داشته باشد. بنابراین تنظیم بیان ژن می‌تواند در مراحل متعددی انجام شود.

تنظیم بیان ژن در مرحلهٔ رونویسی: در یوکاریوت‌ها نیز مانند پروکاریوت‌ها، رونویسی با پیوستن رنابسپاراز به راه‌انداز آغاز می‌شود. در یوکاریوت‌ها رنابسپاراز نمی‌تواند به تنهایی راه‌انداز را شناسایی کند و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین‌هایی به‌نام **عوامل رونویسی**[1] هستند. گروهی از این پروتئین‌ها با اتصال به نواحی خاصی از راه‌انداز، رنابسپاراز را به محل راه‌انداز هدایت می‌کند، چون تمایل پیوستن این پروتئین‌ها به راه‌انداز در اثر عواملی تغییر می‌کنند، مقدار رونویسی ژن آن هم تغییر می‌کند (شکل ۱۸).



شکل ۱۸ــ تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها

در یوکاریوت‌ها ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخش‌های خاصی از دنا به نام **توالی افزاینده**[2] متصل شوند. با پیوستن این پروتئین‌ها به توالی افزاینده و با ایجاد خمیدگی در دنا، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می‌گیرند. کنار هم قرارگیری این عوامل، سرعت رونویسی را افزایش می‌دهند. توالی‌های افزاینده متفاوت از راه‌انداز هستند و ممکن است در فاصلهٔ دوری از ژن قرار داشته باشند. اتصال این پروتئین‌ها بر سرعت و مقدار رونویسی ژن مؤثر است (شکل ۱۹).



شکل ۱۹ــ توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن

۱ــ Transcription Factors
۲ــ Enhancer

www.mrzist.org

تنظیم بیان ژن در مراحل غیررونویسی: در یوکاریوت‌ها تنظیم بیان ژن می‌تواند پیش از رونویسی یا پس از آن هم انجام شود. اتصال بعضی رناهای کوچک مکمل به رنای پیک مثالی از تنظیم بیان ژن پس از رونویسی است. با اتصال این رناها، از کار رِناتَن جلوگیری می‌شود. در نتیجه، عمل ترجمه متوقف و رنای ساخته شده پس از مدتی تجزیه می‌شود.

روش تنظیم دیگر در سطح فام‌تنی است. به‌طور معمول بخش‌های فشرده فام‌تن کمتر در دسترس رنابسپارازها قرار می‌گیرند بنابراین یاخته می‌تواند با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم کند. به نظر شما این تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی است یا پس از آن؟

از روش‌های دیگر تنظیم بیان ژن طول عمر رنای پیک است. افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می‌شود. این فرایندها در میزان پروتئین‌سازی مؤثر خواهند بود. شیوه‌های دیگری نیز در تنظیم بیان ژن مؤثرند که نحوه عمل بسیاری از آنها ناشناخته است.

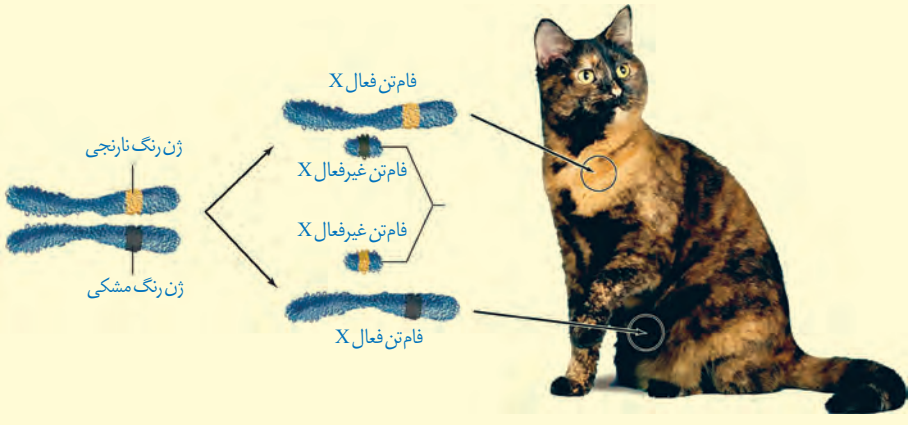
بیشتر بدانید

بعضی ژن‌ها در یاخته‌ها به‌طور دائم بیان می‌شوند. ژن‌های سازنده اجزای رِناتَن از این جمله‌اند. این ژن‌ها رنای رِناتَن و پروتئین‌های آن را می‌سازند. با توجه به نیاز یاخته‌های درحال تقسیم به تعداد زیادی رِناتَن، این ژن‌ها به‌طور دائم روشن هستند.

بیشتر بدانید

بیان ژن به روش‌های مختلفی ممکن است کاهش یا افزایش یابد. یکی از این روش‌ها افزایش تعداد ژن‌هایی است که به محصولات آنها به مقدار زیادی نیاز است. در این موارد ممکن است یاخته چندین کپی از یک ژن داشته باشد. در نتیجه رونویسی از تعداد بیشتری ژن انجام شود. این حالت موجب ساخت محصول بیشتر در زمان کمتر می‌شود. نمونهٔ این ژن‌ها، ژن‌های سازندهٔ رنای رِناتَنی است. نوعی از این رنای رِناتَنی هزاران ژن در یک یاخته دوزیست دارد.

روش دیگر فعال یا غیرفعال کردن برخی فام‌تن‌ها مانند فام‌تن X در انسان است. چون در یاخته‌های پیکری زن، دو نسخه از فام‌تن X و در مرد یک نسخه وجود دارد، برای بیان متعادل در دو جنس، یکی از فام‌تن‌های X در یاخته‌های زن غیرفعال می‌شود تا ژن‌های آن بیان نشوند. در اثر این فرایند ژن‌های فام‌تن X در زن و مرد، به یک نسبت بیان می‌شود. مثالی از بیان ژن‌های روی فام‌تن X و اثرات آن بر صفات را در تصویر زیر مشاهده می‌کنید. در یاخته‌ها، یکی از فام‌تن‌های X به‌صورت تصادفی غیرفعال می‌شوند.



www.mrzist.org

فصل ۳

انتقال اطلاعات در نسل‌ها

شباهت بین فرزندان و والدین، گویای آن است که ویژگی‌های والدین به‌نحوی به فرزندان منتقل می‌شود. همچنین می‌دانیم که در تولیدمثل جنسی ارتباط بین نسل‌ها را گامت‌ها برقرار می‌کنند و ویژگی‌های هریک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در دِنای موجود در گامت‌ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می‌شود.

پیش از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان، آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسطی از آنهاست. مثلاً اگر یکی از والدین بلندقد و دیگری کوتاه‌قد باشد، فرزند آنان قدی متوسط خواهد داشت. اما مشاهدات متعدد نشان داد که این تصور درست نیست.

در اواخر قرن نوزدهم، زمانی که هنوز ساختار و عمل دِنا و ژن‌ها معلوم نبود، دانشمندی به‌نام **گریگور مندل**[۱] توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند. به کمک این قوانین، می‌شد صفات فرزندان را پیش‌بینی کرد. با توجه به شناخت شما از ساختار و عمل دِنا، در این فصل با مفاهیم پایه وراثت به زبان امروزی آشنا می‌شویم.

۱- Gregor Mendel

طرح سؤالات عددی و محاسباتی از مباحث این فصل در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

www.mrzist.org

گفتار ۱ مفاهیم پایه

هر یک از ما ویژگی‌هایی داریم که ما را با آنها می‌شناسند. بعضی از این ویژگی‌ها را از والدین خود دریافت کرده‌ایم؛ مثل رنگ چشم، رنگ مو یا گروه خونی. ویژگی‌هایی را هم می‌شناسیم که ارثی نیستند؛ مثل تیره‌شدن رنگ پوست که به علت قرارگرفتن در معرض آفتاب ایجاد شده است.

در علم ژن‌شناسی، ویژگی‌های ارثی جانداران را **صفت** می‌نامند (شکل ۱). **ژن‌شناسی**، شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.

شکل ۱ــ هر یک از افراد جمعیت، ویژگی هایی دارد که ممکن است این ویژگی‌ها به نسل بعد منتقل شوند.

هر یک از صفاتی که نام بردیم به شکل‌های مختلفی دیده می‌شوند. مثلاً رنگ چشم ممکن است به رنگ مشکی، قهوه‌ای، سبز یا آبی باشد. یا حالت مو ممکن است به شکل صاف، موج‌دار یا فر دیده شود. به انواع مختلف یک صفت، **شکل**‌های آن صفت می‌گویند.

گروه‌های خونی

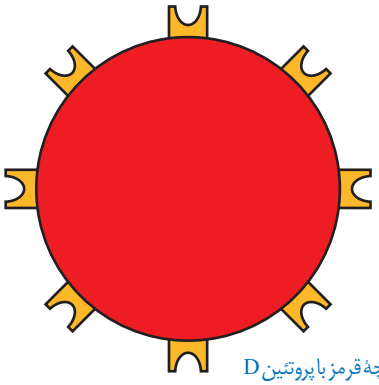
آیا شما گروه خونی خود را می‌دانید؟ آیا می‌دانید منظور از گروه خونی مثلاً A^+ چیست؟ وقتی می‌گویند گروه خونی شخصی A^+ است در واقع «دو» گروه خونی را برای او مشخص کرده‌اند. یکی گروه خونی معروف به **ABO** و دیگری گروه خونی ای به نام **Rh**. در ادامه این دو گروه خونی را بررسی می‌کنیم. توضیح Rh ساده‌تر است و با آن آغاز می‌کنیم.

گروه خونی Rh: گروه خونی Rh بر اساس بودن یا نبودن پروتئینی است که در غشای گویچه‌های قرمز جای دارد و پروتئین D نامیده می‌شود. اگر این پروتئین وجود داشته باشد، گروه خونی Rh مثبت است و اگر وجود نداشته باشد گروه خونی Rh منفی خواهد شد (شکل ۲).

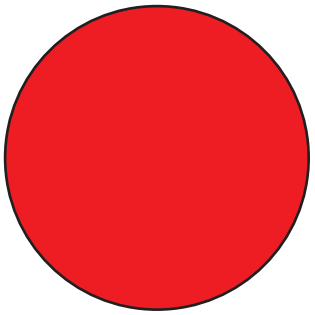
بیشتر بدانید

Rh برگرفته از نام میمونی به نام رزوس (Rhesus) است. این گروه خونی ابتدا در این میمون کشف و Rh نامیده شد.

www.mrzist.org



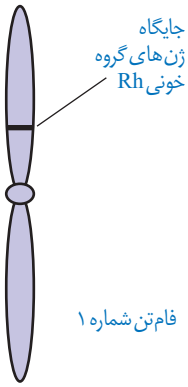
گویچهٔ قرمز با پروتئین D



گویچهٔ قرمز بدون پروتئین D

شکل ۲ـ مبنای گروه خونی Rh
پروتئین D

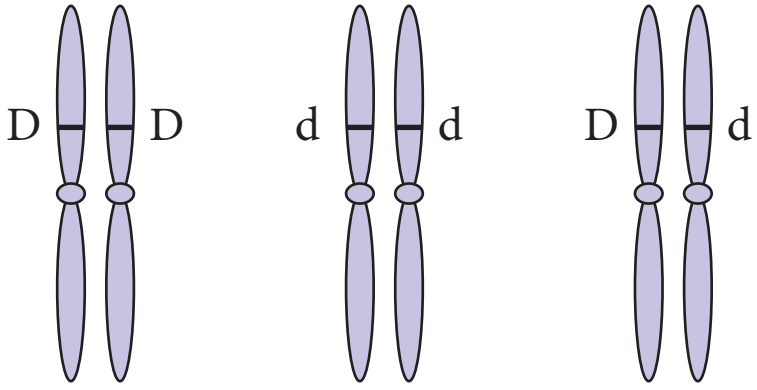
بود و نبود پروتئین D به نوعی ژن بستگی دارد. دو ژن در ارتباط با این پروتئین، در میان مردم دیده می‌شود. ژنی که می تواند پروتئین D را بسازد و ژنی که نمی‌تواند پروتئین D را بسازد. این دو ژن را به ترتیب **D** و **d** می نامیم.



شکل ۳ـ جایگاه ژن‌های Rh

D و d جایگاه یکسانی در فام‌تن شمارهٔ ۱ دارند. توجه داشته باشید که هر فام‌تن شماره ۱ در این جایگاه ژن D یا d را دارد و نه هر دو را. به این جایگاه از فام‌تن شماره ۱، **جایگاه ژن‌های Rh** می گویند (شکل ۳).

D و d که شکل‌های مختلف صفت Rh را تعیین می کنند و هر دو جایگاه ژنی یکسانی دارند؛ **دِگَرهٔ (الل)** هم هستند. از آنجا که هر یک از ما دو فام‌تن ۱ داریم، پس دو دگره هم برای Rh داریم. بنابراین ممکن است هر دو فام‌تن شمارهٔ ۱، D یا هر دو d را داشته باشند. در این صورت می گویند فرد برای این صفت **خالص** است. اما اگر یک فام‌تن D و دیگری d را داشته باشد می‌گویند فرد برای این صفت، **ناخالص** است (شکل ۴).



خالص　　خالص　　ناخالص

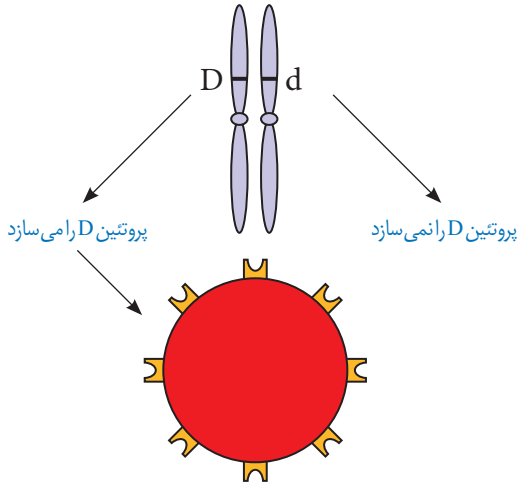
شکل ۴ـ ژن‌نمودهای خالص و ناخالص

گروه خونی فردی که DD است، مثبت و گروه خونی فرد dd، منفی است. اما گروه خونی فردی که Dd است؛ چگونه می شود؟ برای پاسخ به این سؤال باید رابطهٔ بین این دو دگره را دانست.

مشاهدات نشان می‌دهند که افراد ناخالص، گروه خونی مثبت را خواهند داشت. بنابراین اگر دو دگرهٔ D و d کنار هم قرار بگیرند، این دگره D است که بروز می کند. در چنین حالتی گفته می‌شود که دگره D **بارز** و دگرهٔ d **نهفته** است و بین دگره‌ها رابطهٔ **بارز و نهفتگی** برقرار است. طبق قرارداد، دگره بارز را با حرف بزرگ و دگرهٔ نهفته را با حرف کوچک آن نشان می‌دهیم.

www.mrzist.org

توضیح علت رابطهٔ بارز و نهفتگی دگره‌های گروه خونی Rh کار آسانی است. داشتن تنها یک دگره D کافی است تا در غشای گویچه‌های قرمز پروتئین D مشاهده شود به همین علت، گروه خونی فردی که برای این صفت ناخالص است، مثبت خواهد شد (شکل ۵).



شکل ۵ ــ توضیح رابطهٔ بارز و نهفتگی بین دگره‌های گروه خونی Rh

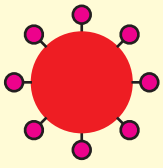
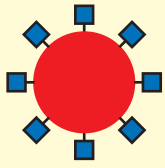
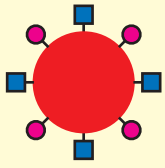
ترکیب دگره‌ها را در فرد، **ژن‌نمود** (ژنوتیپ) و شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت را **رخ‌نمود** (فنوتیپ) می‌نامیم. جدول ۱ انواع ژن‌نمود و رخ‌نمود را درمورد این گروه خونی نشان می دهد.

ژن‌نمود	رخ‌نمود
DD	گروه خونی +
Dd	گروه خونی+
dd	گروه خونی -

جدول ۱ ــ انواع ژن‌نمود و رخ‌نمود گروه خونی Rh

نوع دیگری از رابطهٔ بین دگره‌ها را در صفت گروه خونی ABO می‌توانیم ببینیم.

گروه خونی ABO: در گروه خونی ABO خون به چهار گروه A، B، AB و O گروه‌بندی می‌شود. این گروه‌بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است (شکل ۶).

	گروه خونی A	گروه خونی B	گروه خونی AB	گروه خونی O
گویچه قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچه قرمز	A	B	A و B	هیچ‌کدام

شکل ۶ ــ مبنای گروه خونی ABO

برای گروه خونی ABO چه دگره‌هایی وجود دارد؟ اضافه شدن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گلبول قرمز، یک واکنش آنزیمی است. دو نوع آنزیم وجود دارد. یکی آنزیم A، که کربوهیدرات A را به

www.mrzist.org

غشا اضافه می‌کند و دیگری آنزیم B، که کربوهیدرات B را اضافه می‌کند. اگر هیچ یک از این دو آنزیم وجود نداشته باشند، آن‌گاه هیچ کربوهیدراتی اضافه نخواهد شد. بنابراین برای این صفت، سه دگره وجود دارد. دگره‌ای که آنزیم A را می‌سازد، دگره‌ای که آنزیم B را می‌سازد و دگره‌ای که هیچ آنزیمی نمی‌سازد. جایگاه ژن‌های گروه خونی ABO در فام‌تن شمارهٔ ۹ است.

برای سادگی، این سه دگره را به ترتیب A، B و O می‌نامیم. در اینجا تشخیص رخ‌نمود برای ژن‌نمودهای خالص AA، BB یا OO آسان است: گروه خونی به‌ترتیب A، B یا O می‌شود. اما، رخ‌نمود ژن‌نمودهای ناخالص چیست؟ رابطهٔ بارز و نهفتگی بین دگره‌ها چگونه است؟

ژن‌نمودهای ناخالص برای این دگره‌ها عبارت‌اند از AO، BO و AB. آیا می‌توانید حدس بزنید گروه خونی فردی که AO است چیست؟ دگره A آنزیم A را می‌سازد اما دگره O هیچ آنزیمی نمی‌سازد. پس گروه خونی این فرد A خواهد شد. به همین علت گفته می‌شود A نسبت به O بارز است. همین استدلال را می‌توان برای ژن‌نمود BO به‌کار برد. دگره B نیز نسبت به دگره O بارز است. در ژن‌نمود AB هر دو آنزیم ساخته می‌شوند و به همین علت گلبول قرمز هر دو کربوهیدرات A و B را خواهد داشت. در اینجا رابطه بین دگره A و B، از نوع بارز و نهفتگی نیست. چنین رابطه‌ای را **هم‌توانی** می‌نامیم و می‌گوییم دگره‌های A و B نسبت به یکدیگر **هم‌توان** هستند. در هم‌توانی، اثر دگره‌ها، همراه با هم ظاهر می‌شود.

ژن‌شناسان دگره‌های A، B و O را به ترتیب با I^A، I^B و i نشان می‌دهند. این نوع نام‌گذاری به روشنی نشان می‌دهد که دگره I^A و I^B نسبت به یکدیگر هم‌توان اما نسبت به i بارزند.

بارزیت ناقص

تا اینجا با دو نوع رابطهٔ دگره‌ای آشنا شدیم: یکی بارز و نهفتگی و دیگری هم‌توانی. رابطهٔ دیگری نیز بین دگره‌ها برقرار است و آن موقعی است که صفت در حالت ناخالص، به صورت حد واسط حالت‌های خالص مشاهده می‌شود. این بار مثالی از گیاهان بیاوریم. رنگ گل میمونی مثال خوبی است (شکل ۷).

دو دگره برای رنگ گل میمونی وجود دارد که یکی قرمز و دیگری سفید است. این دو را به ترتیب با R و W نشان می‌دهیم. در حالت RR رنگ گل، قرمز و در حالت WW رنگ گل، سفید است. رنگ گل RW چگونه است؟ این گل، صورتی است. رنگ صورتی، حالت حدواسط قرمز و سفید است. در این حالت گفته می‌شود که **رابطهٔ بارزیت ناقص** برقرار است.

گل قرمز　　گل صورتی　　گل سفید

شکل ۷ــ گل میمونی

www.mrzist.org

گفتار ۲ انواع صفات

به یاد دارید که فام‌تن‌ها به دو دستهٔ غیرجنسی و جنسی تقسیم می‌شوند. فام‌تن‌های جنسی انسان X و Y هستند. صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از فام‌تن‌های غیرجنسی قرار داشته باشد **صفت مستقل از جنس** و صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از دو فام‌تن جنسی قرار داشته باشد **وابسته به جنس** می‌گویند.

وراثت صفات مستقل از جنس

صفات مستقل از جنس چگونه به ارث می‌رسند؟ Rh یک صفت مستقل از جنس است. اگر پدر و مادری هر دو ژن‌نمود Dd داشته باشند، چه ژن‌نمود یا ژن‌نمودهایی برای فرزندان آنها مورد انتظار است؟

می‌دانیم هر یک از پدر و مادر، از هر جفت فام‌تن همتا تنها یکی را از طریق گامت‌ها به نسل بعد منتقل می‌کنند. در این مثال، هم پدر و هم مادر از نظر Rh دو نوع گامت تولید می‌کنند: یکی گامتی که D دارد و دیگری گامتی که d دارد. ژن‌نمود فرزندان به این بستگی دارد که کدام گامت‌ها با یکدیگر لقاح پیدا کنند. ژن‌نمود فرزندان را می‌توان با روشی به نام **مربع پانت** به‌دست آورد. پانت[۱] نام دانشمندی است که این روش را پیشنهاد کرده است.

در روش مربع پانت، گامت‌های والدین را به‌طور جداگانه در سطر و ستون یک جدول می‌نویسیم و بعد خانه‌های جدول را با کنار هم قرار دادن گامت‌های سطر و ستون متناظر هم پر می‌کنیم (جدول ۲).

گامت‌ها	D	d
D	DD	Dd
d	dD	dd

جدول ۲ــ مربع پانت

باید توجه داشت که ژن‌نمودهای Dd و dD یکسان‌اند. بنابراین هر فرزندی که متولد می‌شود می‌تواند یکی از ژن‌نمودهای DD، Dd و dd را داشته باشد.

فعّالیت ۱

پدری گروه خونی O و مادری گروه خونی AB دارد.
چه ژن‌نمود و رخ‌نمودهایی برای فرزندان آنان پیش‌بینی می‌کنید؟

۱- Reginald Pannet

www.mrzist.org

صفت وابسته به X

گاهی ژنِ صفتی که بررسی می‌شود در فام‌تن X قرار دارد. به چنین صفاتی، صفت **وابسته به X**[1] می‌گویند. هموفیلی، یک بیماری وابسته به X و نهفته است یا به عبارتی دیگر، دگرهٔ این بیماری که روی فام‌تن **X** قرار دارد نهفته است. در این بیماری، فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود. شایع‌ترین نوع هموفیلی به فقدان عامل انعقادی VIII (هشت) مربوط است.

دگرهٔ بیماری هموفیلی را h می‌نامیم؛ دگرهٔ سالمِ ژن، H نامیده می‌شود. برای آنکه نشان دهیم این صفت وابسته به X است، دگره‌ها را به صورت بالانویس X می‌نویسیم: X^H و X^h.

جدول ۳ انواع ژن‌نمودها و رخ‌نمودها را برای هموفیلی نشان می‌دهد. دقت کنید که در فام‌تن Y جایگاهی برای دگره‌های هموفیلی وجود ندارد.

رخ‌نمود	زن	مرد	
سالم	X^HX^H	X^HY	ژن‌نمود
سالم	X^HX^h	—	
هموفیل	X^hX^h	X^hY	

جدول ۳ــ انواع ژن‌نمودها و رخ‌نمودها برای هموفیلی

فرد با ژن نمود X^HX^h که سالم است؛ **ناقل** نامیده می‌شود؛ زیرا می‌تواند ژن بیماری را به نسل بعد منتقل کند.

برای پیش‌بینی ژن‌نمودها و رخ‌نمودهای صفات وابسته به X در نسل‌های بعد، می‌توان همچنان از مربع پانت استفاده کرد. به مثال زیر توجه کنید.

مثال: مردی هموفیل قصد دارد با زنی ازدواج کند که سالم است و ناقل هم نیست. زن می‌خواهد بداند آیا ممکن است فرزند حاصل از این ازدواج، هموفیل باشد؟

ژن‌نمود مرد هموفیل X^hY و گامت‌هایی که تولید می‌کند X^h و Y است. ژن‌نمود زن سالم X^HX^H است و برای این صفت فقط یک نوع گامت، یعنی X^H تولید می‌کند. ژن‌نمودها و رخ‌نمودهای نسل‌های بعد را می‌توان به کمک مربع پانت یافت.

گامت‌ها	X^h	Y
X^H	X^HX^h دختر ناقل	X^HY پسر سالم

جدول ۴ــ ژن‌نمودو رخ‌نمود نسل بعد

بنابراین براساس جدول شمارهٔ ۴، فرزندان حاصل از این ازدواج هموفیل نخواهند بود.

فعّالیت ۲

مردی سالم قصد دارد با زنی هموفیل ازدواج کند. چه ژن‌نمود و رخ‌نمودهایی برای فرزندان آنان پیش‌بینی می‌کنید؟

۱- X - linked

www.mrzist.org

صفات پیوسته و گسسته

اندازهٔ قد شما چقدر است؟ اگر از هم‌کلاسی‌های خود اندازهٔ قدشان را بپرسید، اعداد گوناگونی را خواهید شنید. اندازه قد صفتی **پیوسته** است. آیا می‌توان گفت که Rh هم چنین است؟ در میان انسان‌ها، صفت Rh تنها به دو شکل مثبت و منفی دیده می‌شود؛ بنابراین Rh صفتی **گسسته** است.

صفات تک جایگاهی و چند جایگاهی

صفاتی که تا اینجا بررسی کردیم، صفاتی هستند که یک جایگاه ژن در فام‌تن دارند. برای مثال، دگره صفت گروه‌های خونی ABO یک جایگاه مشخص از فام‌تن ۹ را به خود اختصاص داده‌اند. چنین صفاتی را **تک جایگاهی** می‌نامیم.

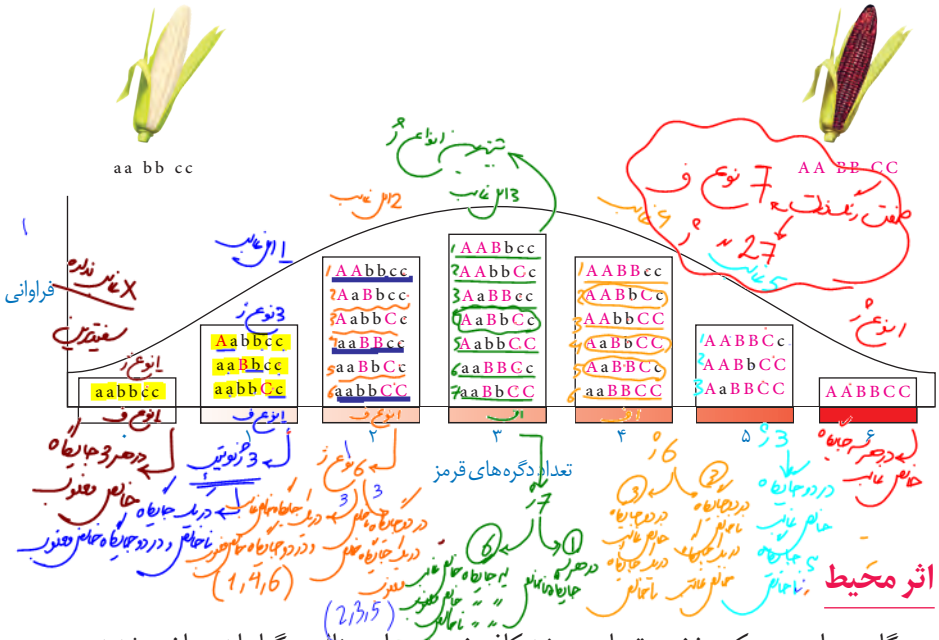
در مقابل، صفاتی هستند که در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد. رنگ نوعی ذرت مثالی از صفات **چند جایگاهی** است. رنگ این ذرت طیفی از سفید تا قرمز است (شکل ۸).

شکل ۸ــ رنگ‌های متفاوت ذرت

صفت رنگ در این نوع ذرت صفتی با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره دارند.برای نشان دادن ژن‌ها در این سه جایگاه، از حروف بزرگ و کوچک A، B و C استفاده می‌کنیم. برحسب نوع ترکیب دگره‌ها، رنگ‌های مختلفی ایجاد می‌شود. دگره‌های بارز، رنگ قرمز و دگره‌های نهفته رنگ سفید را به‌وجود می‌آورند. بنابراین رخ‌نمودهای دو آستانهٔ طیف، یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژن‌نمودهای AABBCC و aabbcc را دارند. در رخ‌نمودهای ناخالص، هرچه تعداد دگره‌های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ قرمز بیشتر است.

www.mrzist.org

چنان که می‌بینیم صفات چند جایگاهی رخ‌نمودهای پیوسته‌ای دارند. یعنی افراد جمعیت این ذرت، در مجموع طیف پیوسته‌ای بین سفید و قرمز را به نمایش می‌گذارند. به همین علت، نمودار توزیع فراوانی این رخ‌نمودها شبیه زنگوله است.



شکل ۹ــ چگونگی تعیین رنگ در ذرت

اثر محیط

گاهی برای بروز یک رخ‌نمود تنها وجود ژن کافی نیست. برای مثال در گیاهان، ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن، به نور هم نیاز دارد.

محیط انسان، شامل عوامل متعددی است. تغذیه و ورزش عواملی محیطی‌اند که می‌توانند بر ظهور رخ‌نمود اثر بگذارند. به‌عنوان مثال، قد انسان به تغذیه و ورزش هم بستگی دارد. بنابراین نمی‌توان تنها از روی ژن‌ها، علت اندازه قد یک نفر را توضیح داد.

مهار بیماری‌های ژنتیک

گرچه نمی‌توان بیماری‌های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد معدود) اما گاهی می‌توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری‌های ژنی را مهار کرد. مثال این موضوع، بیماری فنیل‌کتونوری (PKU) است. در این بیماری آنزیمی که آمینواسید فنیل‌آلانین را می‌تواند تجزیه کند وجود ندارد. تجمع فنیل‌آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می‌شود. در این بیماری، مغز آسیب می‌بیند. خوشبختانه می‌توان از بروز این بیماری جلوگیری کرد. اما چگونه؟ علت این بیماری، تغذیه از پروتئین‌های حاوی فنیل‌آلانین است. پس با تغذیه نکردن از خوراکی‌هایی که فنیل‌آلانین دارند، می‌توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.

فنیل کتونوری یک بیماری نهفته است. وقتی نوزاد متولد می‌شود، علائم آشکاری ندارد. در عین حال، تغذیه نوزاد مبتلا به فنیل کتونوری با شیر مادر (که حاوی فنیل‌آلانین است) به آسیب یاخته‌های مغزی او می‌انجامد. به همین علت، نوزادان را در بدو تولد از نظر ابتلای احتمالی به این بیماری، با انجام آزمایش

www.mrzist.org

خون بررسی می‌کنند. در صورت ابتلا، نوزاد با شیرخشک‌هایی که فاقد فنیل‌آلانین است تغذیه می‌شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم‌های بدون (یا کم) فنیل‌آلانین استفاده می‌شود (شکل ۱۰).

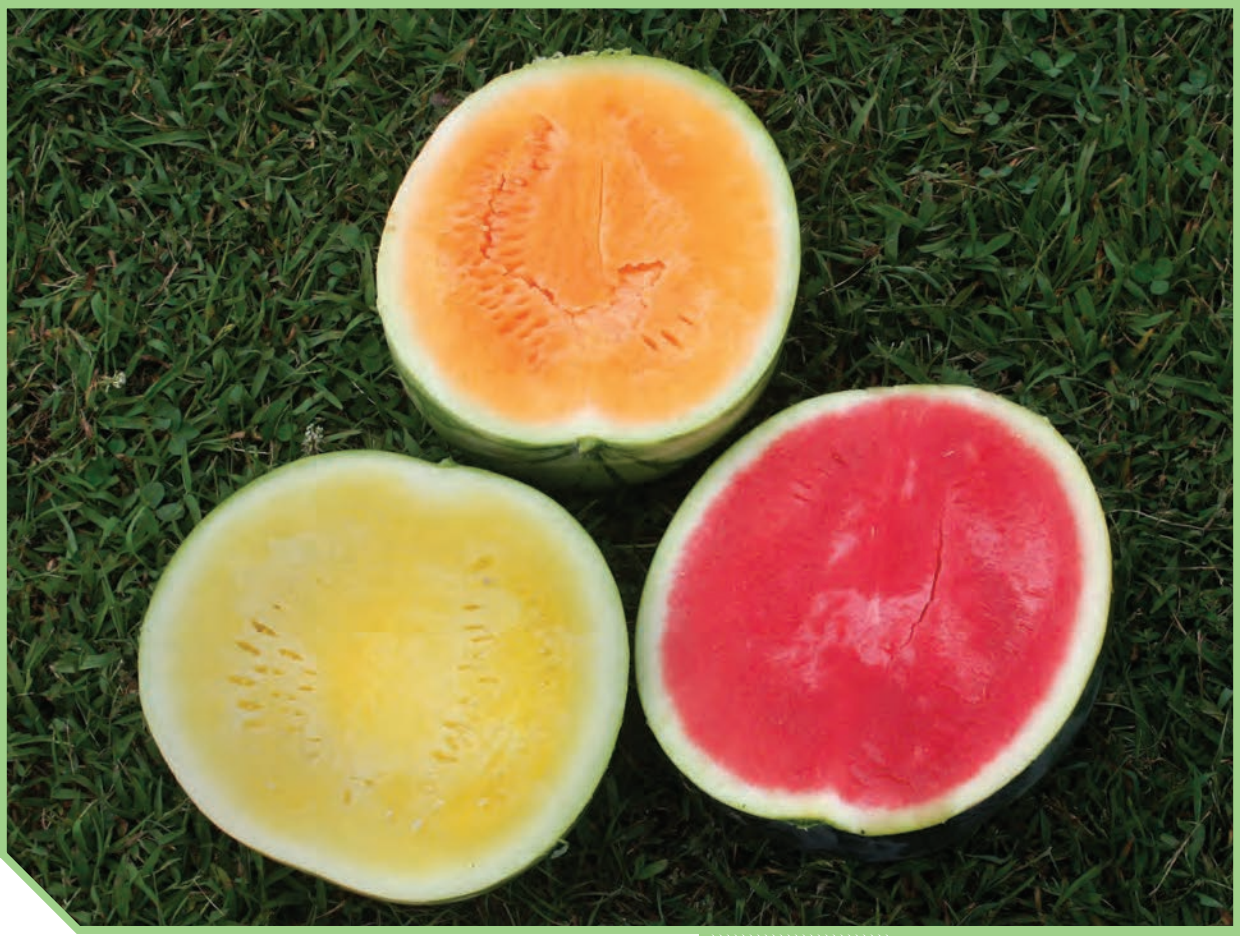
شکل ۱۰ــ خون‌گیری از نوزاد برای انجام آزمایش‌های بدو تولد

بیشتر بدانید

غذاهای مناسب و نامناسب برای بیماران PKU در شکل زیر نشان داده شده‌اند.

غذاهایی که فنیل آلانین کم دارند	غذاهایی که فنیل آلانین زیاد دارند
انواعی از میوه‌ها و سبزیجات نان و شیرینی‌های مخصوص	گوشت / ماهی شیر / لبنیات لوبیا / آجیل و حبوبات تخم‌مرغ نان گندم غذاهای غنی از پروتئین

www.mrzist.org



فصل ۴

تغییر در اطلاعات وراثتی

پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های مادهٔ وراثتی است اما در عین حال، مادهٔ وراثتی به‌طور محدود تغییرپذیر است. این تغییرپذیری باعث ایجاد گوناگونی می‌شود و چنان که خواهیم دید توان بقای جمعیت‌ها را در شرایط متغیر محیط افزایش می‌دهد و زمینهٔ تغییر گونه‌ها را فراهم می‌کند. در این فصل با انواع تغییرات مادهٔ وراثتی و اثرات آن بر فرد، جمعیت و گونه آشنا خواهیم شد.

طرح سؤال‌های محاسباتی و طرح سؤال از توالی‌های رمز، رمزه و آمینواسیدهای مربوط به آنها در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

www.mrzist.org

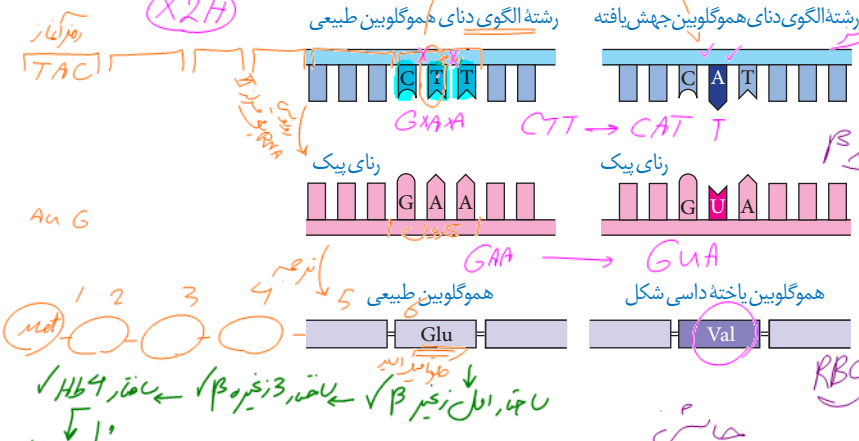
گفتار ۱ تغییر در مادهٔ وراثتی جانداران

تغییرپذیری مادهٔ وراثتی پیامدهای مختلفی دارد. تغییر، ممکن است «مفید»، «مضر» یا «خنثی» باشد. تغییر در مادهٔ وراثتی چگونه رخ می‌دهد و چه چیزی پیامد آن را تعیین می‌کند؟ در ادامهٔ به این سؤالات پاسخ خواهیم داد.

جهش

در فصل ۲ با کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی شکل آشنا شدیم و دیدیم که علت این بیماری، تغییر شکل در مولکول‌های هموگلوبین است. علت این تغییر شکل چیست؟ دانشمندان با مقایسهٔ آمینواسیدهای هموگلوبین‌های سالم و تغییر شکل یافته، دریافتند که این دو هموگلوبین فقط در ششمین آمینواسید از زنجیرهٔ بتا متفاوت‌اند.

مقایسهٔ ژن‌های زنجیرهٔ بتای هموگلوبین در بیماران و افراد سالم نشان می‌دهد که در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، نوکلئوتید A به جای T قرار گرفته است (شکل ۱). شگفتا که تغییر در یک نوکلئوتید از میلیون‌ها نوکلئوتید انسان، می‌تواند پیامدی این‌چنین وخیم را به دنبال داشته باشد. تغییر ماندگار در نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی را **جهش** می‌نامند.



شکل ۱ــ مقایسهٔ ژن‌های هموگلوبین در افراد سالم و بیمار. در این شکل فقط بخشی از ژن نشان داده شده است.
Glu: گلوتامیک اسید
Val: والین

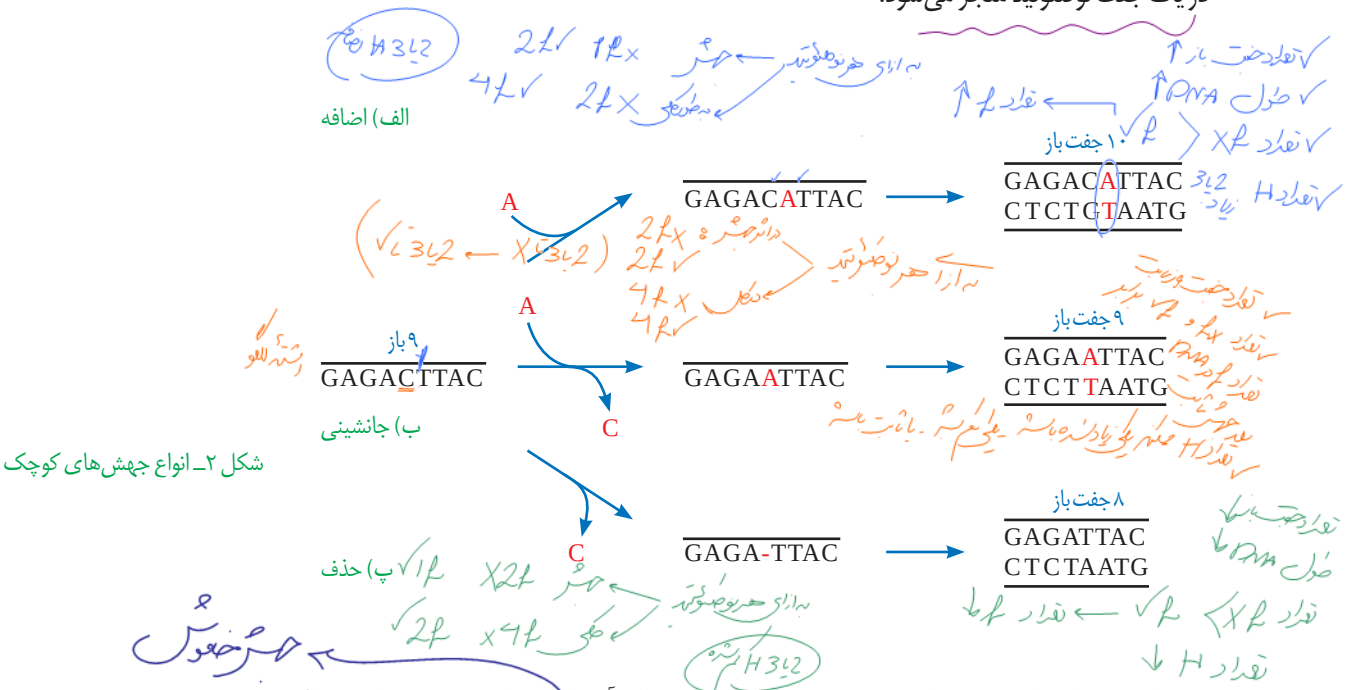
انواع جهش

در مثال بالا دیدیم که جهش در یک نوکلئوتید رخ داده است، اما جهش می‌تواند در اندازهٔ بسیار وسیع‌تری هم رخ دهد. گاهی جهش آن‌قدر وسیع است که حتی ساختار یا تعداد فام‌تن را تغییر می‌دهد. بر همین اساس، جهش‌ها را به دو گروه کوچک و بزرگ تقسیم می‌کنند.

جهش‌های کوچک: این جهش‌ها یک یا چند نوکلئوتید را در برمی‌گیرند. انواع جهش‌های کوچک در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. مثال یاخته‌های داسی شکل، نمونه‌ای از جهش کوچک است. در اینجا یک نوکلئوتید، جانشین نوکلئوتید دیگری شده است. این نوع جهش را **جانشینی** می‌نامند. از آن‌جایی که این جهش سبب تغییر در نوع آمینواسید در زنجیره پلی‌پپتیدی شده است؛ این نوع جهش جانشینی را **جهش دگر معنا** می‌نامند. به علت وجود رابطهٔ مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشتهٔ دنا،

www.mrzist.org

نوکلئوتید مقابل آن را در رشتهٔ دیگر تغییر می‌دهد به همین علت، جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.



شکل ۲ــ انواع جهش‌های کوچک

نباید تصور کرد که جهش جانشینی همیشه باعث تغییر در توالی آمینواسیدها می‌شود. می‌دانید چرا؟ پاسخ این است که گاهی جهش، رمز یک آمینواسید را به رمز دیگری برای همان آمینواسید تبدیل می‌کند. این نوع جهش تأثیری بر توالی آمینواسیدها نخواهد گذاشت. چنین جهشی را **جهش خاموش** می‌نامند. این امکان وجود دارد که جهش جانشینی رمز یک آمینواسید را به رمز پایان ترجمه تبدیل کند که در این صورت پلی‌پپتید حاصل از آن، کوتاه خواهد شد به این جهش، **جهش بی‌معنا** می‌گویند(شکل ۳).

جهش‌های **اضافه** و **حذف**، انواع دیگر جهش‌های کوچک‌اند. در این جهش‌ها به ترتیب یک یا چند نوکلئوتید اضافه یا حذف می‌شود. نتیجهٔ این جهش‌ها چیست؟ می‌دانیم که رمز دنا به‌صورت دسته‌های سه‌تایی از نوکلئوتیدها خوانده می‌شود. اگر نوکلئوتیدی اضافه یا حذف شود ممکن است پیامد وخیمی داشته باشد. برای درک بهتر موضوع، به این مثال توجه کنید. جملهٔ «این سیب سرخ است» را که با کلمات سه حرفی نوشته شده است، به‌صورت زیر در نظر بگیرید:

ا ی ن / س ی ب / س ر خ / ا س ت

اگر یک حرف به جایی درون این جمله اضافه شود چگونه خوانده می‌شود؟ قرار است این جمله را همچنان به‌صورت کلمات سه حرفی بخوانیم:

ا ی ن / ر س ی / ب س ر / خ ا س / ت

می‌بینیم که جمله معنای خود را از دست می‌دهد. جهش‌های از نوع اضافه و حذف را که باعث چنین تغییری در خواندن می‌شوند، جهش **تغییر چارچوب خواندن** می‌نامند. در شکل ۳، تأثیر این جهش بر توالی یک پروتئین فرضی نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۳ می‌بینید، جهش‌های اضافه و حذف، الزاماً به تغییر چارچوب خواندن نمی‌انجامند.

www.mrzist.org

شکل ۳ــ تأثیر جهش بر پروتئین

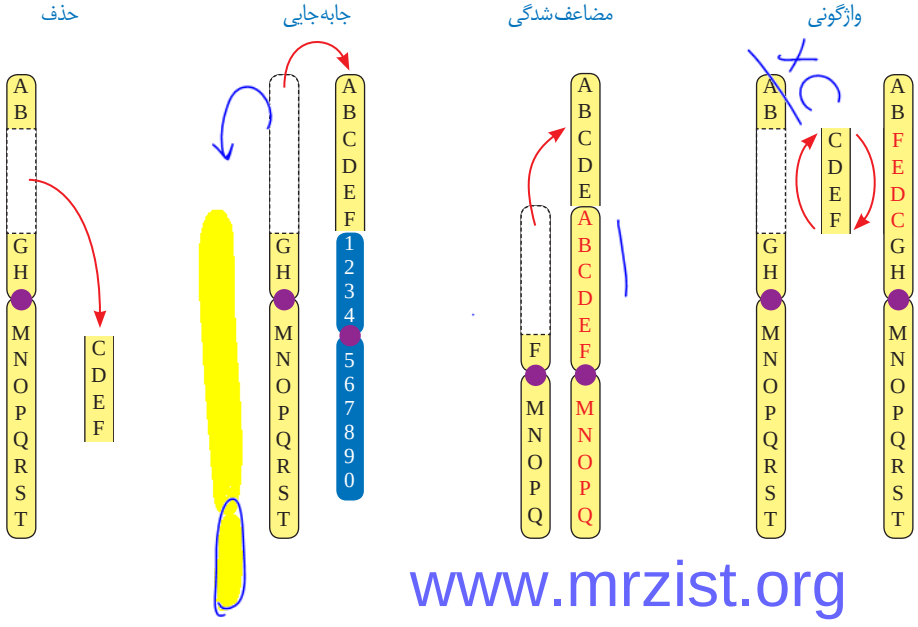
فعالیت ۱

الف) در چه صورت طول یک رشتهٔ پلی پپتیدی ممکن است افزایش یابد؟
ب) اگر تعداد نوکلئوتیدهای اضافه یا حذف شده مضربی از سه باشد، چه پیامدی مورد انتظار است؟

جهش‌های بزرگ (ناهنجاری‌های فام‌تنی): جهش ممکن است در مقیاس وسیع‌تری رخ دهد تا جایی که به **ناهنجاری‌های فام‌تنی** منجر شود. زیست‌شناسان با مشاهدهٔ کاریوتیپ می‌توانند از وجود چنین ناهنجاری‌هایی آگاه شوند.

در سال گذشته با نشانگان داون آشنا شدید. می‌دانید که مبتلایان به این بیماری یک فام‌تن ۲۱ اضافی دارند. تغییر در تعداد فام‌تن‌ها را **ناهنجاری عددی** در فام‌تن‌ها می‌نامند.

نوع دیگری از ناهنجاری فام‌تنی، **ناهنجاری ساختاری** است. انواع این جهش‌ها در شکل ۴ نشان داده شده‌اند.



شکل ۴ــ انواع ناهنجاری‌های ساختاری در فام‌تن‌ها

www.mrzist.org

همان‌طور که در شکل می‌بینید، ممکن است قسمتی از فام‌تن از دست برود که به آن **حذف** می‌گویند. جهش‌های فام‌تنی حذفی غالباً باعث مرگ می‌شوند. **جابه‌جایی**، نوع دیگری از ناهنجاری فام‌تنی است که در آن قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن غیرهمتا (یا حتی بخش دیگری از همان فام‌تن منتقل می‌شود. اگر قسمتی از یک فام‌تن به فام‌تن همتا جابه‌جا شود، آن‌گاه در فام‌تن همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می‌شود. به این جهش، **مضاعف‌شدگی** می‌گویند. نوع دیگری از ناهنجاری‌های فام‌تنی، **واژگونی** است که در آن جهت قرارگیری قسمتی از یک فام‌تن در جای خود معکوس می‌شود.

پیامدهای جهش

تأثیر جهش به عوامل مختلفی بستگی دارد. یکی از این عوامل، محل وقوع جهش در **ژنگان (ژنوم)** است. ژنگان به کل محتوای مادهٔ وراثتی گفته می‌شود و برابر است با مجموع محتوای مادهٔ وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی. طبق قرارداد، ژنگان هسته‌ای را معادل مجموعه‌ای شامل یک نسخه از هریک از انواع فام‌تن‌ها در نظر می‌گیرند. ژنگان هسته‌ای انسان شامل ۲۲ فام‌تن غیرجنسی و فام‌تن‌های جنسی X و Y است. دنای راکیزه، ژنگان سیتوپلاسمی را در ژنگان انسان تشکیل می‌دهد.

ژن‌ها فقط بخشی از ژنگان‌اند. ممکن است جهش در توالی‌های بین ژنی رخ دهد. در این صورت بر توالی محصول ژن، اثری نخواهد گذاشت. اگر جهش درون ژن رخ دهد، آن‌گاه پیامدهای آن مختلف خواهد بود. انزیمی را در نظر بگیرید که در ژن آن جهش جانشینی رخ داده و رمز یک آمینواسید را به آمینواسید دیگری تبدیل کرده است. آیا این جهش باعث تغییر در عملکرد آنزیم خواهد شد؟ پاسخ این سؤال به محل وقوع تغییر در آنزیم بستگی دارد. اگر جهش باعث تغییر در جایگاه فعال آنزیم شود، آن‌گاه احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است. اما اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ دهد، به‌طوری که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد انزیم کم یا حتی صفر است.

گاهی جهش در یکی از توالی‌های تنظیمی رخ می‌دهد، مثلا در راه‌انداز یا افزاینده. این جهش بر توالی پروتئین اثری نخواهد داشت بلکه بر «مقدار» آن تأثیر می‌گذارد. جهش در راه‌انداز، ممکن است آن را به راه‌اندازی قوی‌تر یا ضعیف‌تر تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از ژن، محصول آن را نیز بیشتر یا کمتر کند.

علت جهش

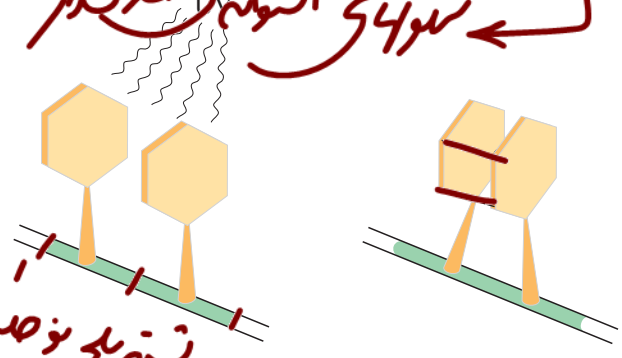
گرچه سازوکارهای دقیقی برای اطمینان از صحت همانندسازی دنا وجود دارد اما با وجود اینها، گاهی در همانندسازی خطاهایی رخ می‌دهد که باعث جهش می‌شوند.

جهش، تحت اثر **عوامل جهش‌زا** هم رخ می‌دهد. عوامل جهش‌زا را می‌توان به دو دستهٔ فیزیکی و شیمیایی تقسیم کرد. پرتو فرابنفش یکی از عوامل جهش‌زای فیزیکی است. این پرتو، که در نور خورشید وجود دارد، باعث تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم در دنا می‌شود که به آن **دوپار (دیمر) تیمین** می‌گویند (شکل ۵). دوپار تیمین با ایجاد اختلال در عملکرد آنزیم دنا بسپاراز، همانندسازی دنا را با مشکل مواجه می‌کند. از مواد شیمیایی جهش‌زا می‌توان به بنزوپیرن اشاره کرد که در دود سیگار وجود

www.mrzist.org

دارد و جهشی ایجاد می‌کند که به سرطان منجر می‌شود.

جهش ارثی یا اکتسابی است. جهش ارثی از یک یا هر دو والد به فرزند می‌رسد. این جهش در گامت‌ها وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند. در این صورت همهٔ یاخته‌های حاصل از آن تخم، دارای آن جهش‌اند. جهش اکتسابی از محیط کسب می‌شود. مثلاً سیگار کشیدن می‌تواند باعث ایجاد جهش در یاخته‌های دستگاه تنفس شود.



شکل ۵ــ تشکیل دوپار تیمین

سبک زندگی و تغذیه سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند. ورزش و وزن مناسب، از عوامل مهم در حفظ سلامت‌اند. در سال‌های قبل دیدید که غذاهای گیاهی که پاد اکسنده و الیاف دارند در پیشگیری از سرطان مؤثرند. در عین حال، شیوهٔ فراوری و پخت غذا بر سلامت آن اثر می‌گذارد. تحقیقات نشان داده است در مناطقی که مصرف غذاهای نمک‌سود یا دودی شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری دارد. همچنین، ارتباط بعضی از سرطان‌ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است. گزارش‌های متعددی در دست است که نشان می‌دهد ترکیبات نیتریت‌دار مانند سدیم نیتریت، که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس به آنها اضافه می‌شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان‌زایی دارند. بنابراین مصرف زیاد چنین موادغذایی از عوامل ایجاد سرطان است.

www.mrzist.org

گفتار ۲ تغییر در جمعیت‌ها

بعد از کشف پادزیست (آنتی‌بیوتیک)ها در نیمه قرن گذشته، آدمی به یکی از کارآمدترین ابزارهای دفاعی در برابر باکتری‌های بیماری‌زا مجهز شد و توانست در نبرد با آنها پیروز شود. با این وجود، مدتی است که از گوشه و کنار دنیا خبر می‌رسد باکتری‌ها نسبت به پادزیست‌ها مقاوم شده‌اند. گرچه دانشمندان با طراحی داروهای جدید، برتری انسان را در این نبرد همچنان حفظ کرده‌اند اما در عین حال، روند مقاوم شدن باکتری‌ها آدمی را سخت نگران کرده است. مقاوم شدن باکتری‌ها نسبت به داروها، یکی از مثال‌هایی است که نشان می‌دهد «موجودات زنده می‌توانند در گذر زمان تغییر کنند». این تغییر چگونه رخ می‌دهد؟

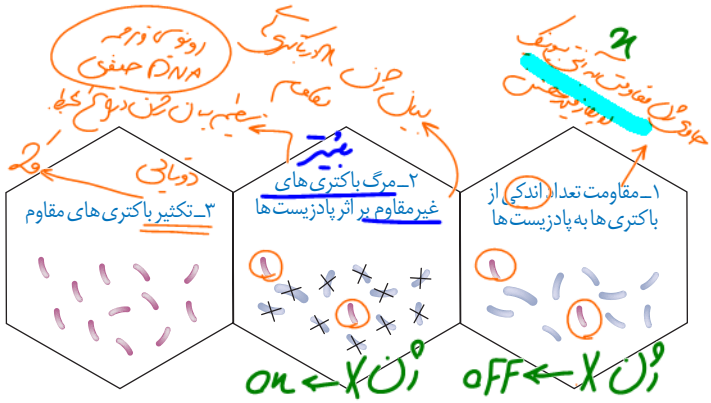
تغییر در گذر زمان

به انسان‌های اطراف خود نگاه کنید. همهٔ انسان‌ها ویژگی های مشترکی دارند که باعث می‌شود آنان را در گروهی به نام «انسان‌ها» قرار دهیم. در عین حال، در میان انسان‌ها «تفاوت‌های فردی» نیز وجود دارد که باعث شناخت آنها از یکدیگر می‌شود. تفاوت‌های فردی منحصر به انسان نیست. در میان افراد گونه‌های دیگر هم تفاوت‌های فردی مشاهده می‌شود.

تفاوت‌های فردی چگونه می‌تواند در پایداری گونه مؤثر باشد؟ این سؤال را با ذکر مثالی پاسخ می‌دهیم. فرض کنید در نوعی از جانوران، افراد تحمل متفاوتی نسبت به سرما دارند؛ یعنی بعضی‌ها می‌توانند سرما را تحمل کنند. اگر سرمای شدیدی رخ دهد، آنان که سرما را تحمل می‌کنند شانس بیشتری برای زنده ماندن دارند. بنابراین، این افراد، بیشتر از دیگران تولیدمثل می‌کنند و در نتیجه صفت تحمل سرما، بیش از گذشته، به نسل بعد منتقل می‌شود. اگر سرما همچنان ادامه یابد، باز هم آنها که سرما را تحمل می‌کنند، شانس بیشتری برای تولیدمثل و انتقال صفت به نسل‌های بعد را خواهند داشت. بنابراین، بعد از مدتی با جمعیتی روبه‌رو خواهیم شد که در آن، تعداد افرادی که سرما را تحمل می‌کنند در مقایسه با جمعیت اول، بیشتر است و این یعنی تغییر در جمعیت.

مثال ساده‌ای که در بالا عنوان شد، نشان می‌دهد که برای تغییر، شرایطی لازم است. یکی از این شرایط، وجود تفاوت‌های فردی است. وقتی تفاوت فردی هست، این سؤال پیش می‌آید که کدام تفاوت‌ها بهترند. در مثال ما، آنها که سرما را تحمل می‌کردند، در مقایسه با بقیه، شانس بیشتری برای زنده ماندن داشتند. با کمی دقت متوجه می‌شویم که این «بهتر» بودن یک صفت همیشگی نیست؛ بلکه شرایط محیط تعیین کنندهٔ صفات بهتر است. اگر هوا به جای سرد شدن گرم می‌شد، آن گاه افراد دیگری شانس زنده ماندن داشتند. بنابراین، زیست‌شناسان از واژهٔ «صفت بهتر» استفاده نمی‌کنند بلکه به جای آن می‌گویند «صفت سازگارتر با محیط». به روشنی دیده می‌شود این، «محیط» است که تعیین می‌کند کدام صفات با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شوند. این فرایند را که در آن افراد سازگارتر با محیط انتخاب می‌شوند، یعنی آنهایی که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند، **انتخاب طبیعی** می‌نامند.

www.mrzist.org



شکل ۶ـ چگونگی مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست

انتخاب طبیعی می‌تواند علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها را نیز توضیح دهد (شکل ۶). در این مثال باکتری‌های غیرمقاوم از بین می‌روند و باکتری‌های مقاوم تکثیر می‌شوند و به‌تدریج همه جمعیت را به خود اختصاص می‌دهند؛ در نتیجه جمعیت از غیرمقاوم به مقاوم تغییر می‌یابد.

وقتی از تفاوت‌های فردی سخن می‌گوییم در واقع در حال بررسی جمعیتی از افراد هستیم نه یک فرد. انتخاب طبیعی «جمعیت» را تغییر می‌دهد نه «فرد» را. جمعیت، به افرادی گفته می‌شود که به یک گونه تعلق دارند و در یک زمان و مکان زندگی می‌کنند.

بیشتر بدانید

ابوریحان بیرونی، در کتاب تحقیق ماللهند، نخستین دانشمندی است که تغییر گونه‌ها را توصیف می‌کند. چالرز داروین (Charles Robert Darwin) و آلفرد والاس (AlfredRusselWallace) مستقل از یکدیگر سازوکار انتخاب طبیعی را برای تغییر گونه‌ها ارائه کردند.

خزانهٔ ژن

قبل از کشف مفاهیم پایهٔ ژنتیک، زیست‌شناسان جمعیت را بر اساس صفات ظاهری توصیف می‌کردند. مثل گوناگونی رنگ بدن در یک جمعیت جانوری یا گوناگونی رنگ گلبرگ در یک جمعیت گیاهی. با شناخت ژن‌ها، این امکان فراهم شد که زیست‌شناسان، جمعیت را بر اساس ژن‌های آن توصیف کنند. مجموع همهٔ دگره‌های موجود در همهٔ جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را **خزانهٔ ژن** آن جمعیت می‌نامند.

تعادل در جمعیت

اگر در جمعیتی، فراوانی نسبی دگره‌ها یا ژن‌نمودها از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد، آن‌گاه می‌گویند جمعیت **در حال تعادل ژنی** است. تا وقتی جمعیت در حال تعادل است، تغییر در آن، مورد انتظار نیست. اگر جمعیت از تعادل خارج شود، روند تغییر را در پیش گرفته است. عوامل زیر باعث می‌شوند جمعیت از حال تعادل خارج شود.

الف) جهش: یک باکتری را در نظر بگیرید که هر ۲۰ دقیقه تقسیم می‌شود. اگر جهش رخ دهد، آن‌گاه دگره‌های جدیدی ایجاد می شوند که این یعنی تغییر در فراوانی نسبی دگره‌ها. جهش، با افزودن دگره‌های جدید، خزانهٔ ژن را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد. بسیاری از جهش‌ها تأثیری فوری بر رخ‌نمود ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند. اما با تغییر شرایط محیط ممکن است دگرهٔ جدید، سازگارتر از دگره یا دگره‌های قبلی عمل کند.

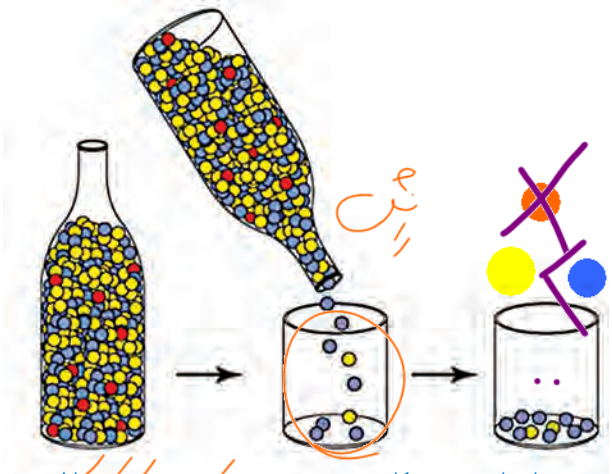
ب) رانش دگره‌ای: فرض کنید گله‌ای شامل ۱۰۰ گوسفند در حال عبور از ارتفاعات است. حین عبور، تعدادی گوسفند به پایین سقوط می‌کنند و می‌میرند. اگر این گوسفندان زاده‌ای نداشته باشند، شانس انتقال ژن‌های خود به نسل بعد را از دست داده‌اند. به فرایندی که باعث تغییر فراوانی دگره‌ای بر

www.mrzist.org

اثر رویدادهای تصادفی می‌شود، **رانش دگره‌ای** می‌گویند. رانش دگره‌ای گرچه فراوانی دگره‌ها را تغییر می‌دهد اما برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی‌انجامد.

به مثال دیگری توجه کنید. گاهی در حوادثی نظیر سیل، زلزله، آتش‌سوزی و نظایر آن، تعداد آنهایی که می‌میرند ممکن است بیش از آنهایی باشند که زنده می‌مانند. بنابراین فقط بخشی از دگره‌های جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی‌مانده خواهد رسید و جمعیت آینده از همین دگره‌های برجای مانده تشکیل خواهند شد (شکل ۷). در این صورت نیز فراوانی دگره‌ها تغییر می‌کند اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آنها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.

هرچه اندازهٔ یک جمعیت کوچک‌تر باشد، رانش دگره‌ای اثر بیشتری دارد. به همین علت، برای آنکه جمعیتی در تعادل باشد، باید اندازهٔ بزرگی داشته باشد. منظور از اندازهٔ جمعیت، تعداد افراد آن است.



شکل ۷ــ کاهش شدید در اندازه جمعیت باعث تغییر فراوانی‌های دگره‌ای می‌شود.

پ) شارش ژن: وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می‌کنند، در واقع تعدادی از دگره‌های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می‌کنند و سبب تغییر در فراوانی نسبی دگره‌های هر دو جمعیت می‌شود. به این پدیده، **شارش ژن** می‌گویند. اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به‌طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانهٔ ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود.

ت) آمیزش غیرتصادفی: برای آنکه جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش‌ها در آن تصادفی باشند. آمیزش تصادفی آمیزشی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد. اگر آمیزش‌ها به رخ‌نمود یا ژن‌نمود بستگی داشته باشد دیگر تصادفی نیست و فراوانی نسبی ژن‌نمودها را تغییر می‌دهد. برای مثال، جانوران جفت خود را بر اساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری «انتخاب» می‌کنند (فصل ۸).

ث) انتخاب طبیعی: انتخاب طبیعی فراوانی دگره‌ها را در خزانهٔ ژنی تغییر می‌دهد. انتخاب طبیعی افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد. به این ترتیب، خزانهٔ ژن نسل آینده دستخوش تغییر می‌شود. در مثال ابتدای این گفتار، دیدیم که چگونه در نتیجهٔ انتخاب طبیعی، بعضی از باکتری‌ها نسبت به تغییر شرایط (حضور پادزیست‌ها) سازش پیدا کرده‌اند.

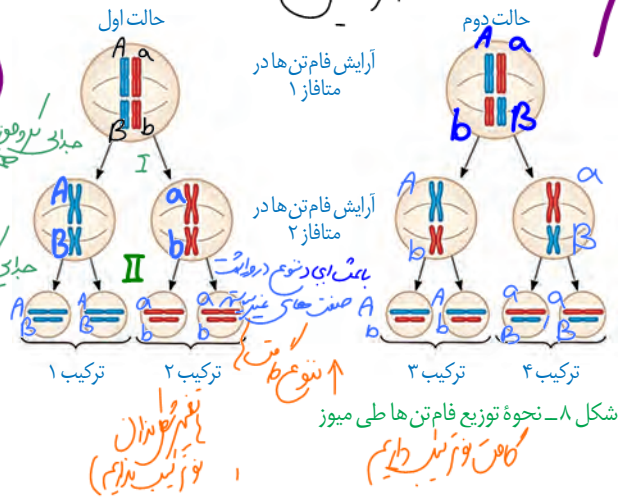
تداوم گوناگونی در جمعیت‌ها

دانستیم که نتیجهٔ انتخاب طبیعی سازگاری بیشتر جمعیت با محیط است. با انتخاب شدن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، دیدیم که گوناگونی در میان افراد یک جمعیت، توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می‌برد. از این‌رو به سازوکارهایی نیاز است که با وجود انتخاب طبیعی، گوناگونی تداوم داشته باشد. در ادامه، این سازوکارها را بررسی می‌کنیم.

الف) گوناگونی دگره‌ای در گامت‌ها: در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق گامت‌هایی که می‌سازد، نیمی از فام‌تن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند. اینکه هر گامت کدام‌یک از فام‌تن‌ها را منتقل می‌کند به آرایش

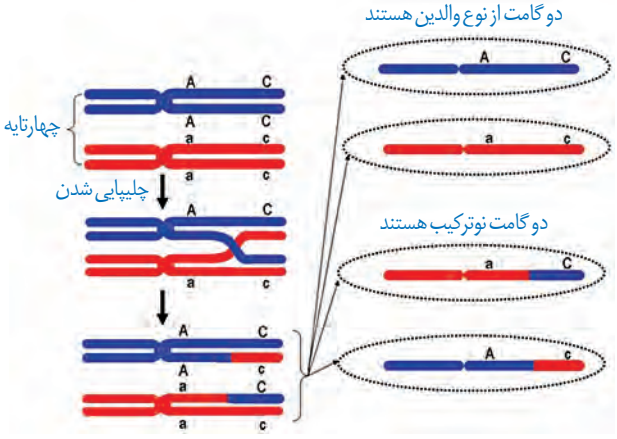
www.mrzist.org

چهارتایه‌ها (تتراداها) در میوز ۱ بستگی دارد. در متافاز میوز ۱ فام‌تن‌ها با آرایش‌های مختلفی ممکن است در سطح میانی یاخته قرار گیرند که به ایجاد گامت‌های مختلف می‌انجامد. در شکل ۸ نحوهٔ توزیع فام‌تن‌ها طی میوز نشان داده شده است.



شکل ۸ــ نحوهٔ توزیع فام‌تن‌ها طی میوز

پ) نوترکیبی: در میوز ۱، هنگام جفت شدن فام‌تن‌های همتا و ایجاد چهارتایه، ممکن است قطعه‌ای از فام‌تن بین فامینک‌های غیرخواهری مبادله شود. این پدیده را **چلیپایی شدن (کراسینگ اور)** می‌گویند. اگر قطعات مبادله شده حاوی دگره‌های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از دگره‌ها در این دو فامینک به‌وجود می‌آید و به آنها فامینک‌های **نوترکیب** می‌گویند. از میان گامت‌ها، آنهایی که فامینک‌های نوترکیب را دریافت می‌کنند **گامت نوترکیب** نامیده می‌شوند (شکل ۹).



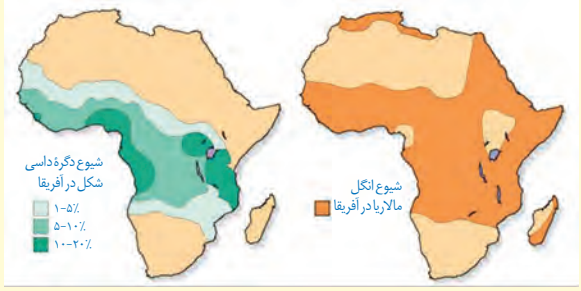
شکل ۹ــ نوترکیبی بر اثر چلیپایی شدن

پ) اهمیت ناخالص‌ها: اهمیت ناخالص‌ها در تداوم گوناگونی را می‌توان به‌وسیلهٔ بیماری کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی‌شکل نیز نشان داد. افراد مبتلا به بیماری گویچه‌های قرمز داسی‌شکل ژن‌نمود Hb^SHb^S دارند و در سنین پایین معمولاً می‌میرند. ژن‌نمود ناخالص‌ها Hb^AHb^S است و وضع بهتری دارند. گویچه‌های قرمز آنها فقط هنگامی داسی شکل می‌شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد.

ژن‌شناسان با مطالعهٔ توزیع این بیماری در جهان دریافته‌اند که فراوانی دگرهٔ Hb^S در مناطقی که مالاریا شایع است، بسیار بیشتر از سایر مناطق است. بیماری مالاریا به‌وسیلهٔ نوعی انگل تک یاخته‌ای ایجاد می‌شود که بخشی از چرخهٔ زندگی خود را در گویچه‌های قرمز می‌گذراند. افرادی که گویچه سالم دارند، یعنی Hb^AHb^A هستند، در معرض خطر ابتلا به مالاریا قرار دارند. این انگل نمی‌تواند در افراد Hb^AHb^S سبب بیماری شود، پس افراد Hb^AHb^S در برابر مالاریا مقاوم‌اند. بنابراین، وجود دگرهٔ Hb^S در این منطقه باعث بقای جمعیت می‌شود؛ حال آنکه این دگره در سایر مناطق، دگرهٔ مناسبی نیست. این مثال، مثال خوبی است که نشان می‌دهد شرایط محیط، تعیین‌کنندهٔ صفتی است که حفظ می‌شود.

بیشتر بدانید

نقشهٔ پراکنش جغرافیایی انگل مالاریا و بیماری کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی در آفریقا.



www.mrzist.org

گفتار ۳ تغییر در گونه‌ها

گونه‌های بسیاری روی کرهٔ زمین زندگی می‌کنند. آیا این گونه‌ها از گذشته‌های دور هم وجود داشته‌اند؟ یا اینکه در طول زمان پدید آمده‌اند؟

شواهد تغییر گونه‌ها

شواهدی وجود دارند که نشان می‌دهند گونه‌ها در طول زمان تغییر کرده‌اند. در ادامه به این شواهد می‌پردازیم.

الف) سنگواره‌ها: در سال‌های قبل، با انواع سنگواره‌ها و نحوهٔ تشکیل آنها آشنا شده‌اید. به یاد دارید که سنگواره عبارت بود از بقایای یک جاندار یا آثاری از جانداری که در گذشته دور زندگی می‌کرده است. سنگواره معمولاً حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران (مثل استخوان‌ها یا اسکلت خارجی) است. گاهی ممکن است کل یک جاندار سنگواره شده باشد مثل ماموت‌های منجمد شده‌ای که همهٔ قسمت‌های بدن آنها، حتی پوست و مو، حفظ شده‌اند یا حشراتی که در رزین‌های گیاهان به دام افتاده‌اند.

سنگواره‌ها اطلاعات فراوانی به ما می‌دهند. **دیرینه‌شناسان**، که به مطالعهٔ سنگواره‌ها می‌پردازند، دریافته‌اند که در گذشته جاندارانی زندگی می‌کرده‌اند که امروز دیگر نیستند، مثل دایناسورها. در مقابل، جاندارانی هم هستند که امروز زندگی می‌کنند، اما در گذشته زندگی نمی‌کرده‌اند مثل گل لاله یا گربه. در این میان، گونه‌هایی هم هستند که از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی کرده‌اند مثل درخت گیسو. سنگواره‌ای نشان می‌دهند که این درخت در ۱۷۰ میلیون سال پیش هم وجود داشته است (شکل ۱۰).

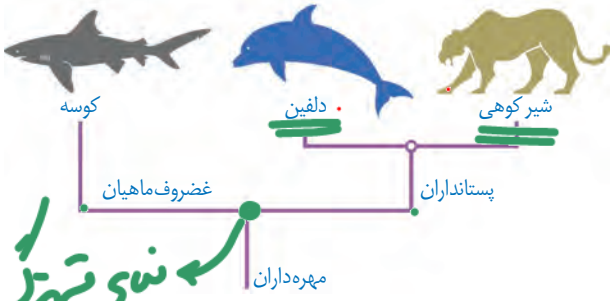
شکل ۱۰ــ برگ درخت گیسو و سنگوارهٔ آن

دیرینه‌شناسان توانسته‌اند عمر یک سنگواره را تعیین کنند. آنان اکنون می‌دانند که در هر زمان، چه جاندارانی وجود داشته‌اند. در مجموع، سنگواره‌ها نشان می‌دهند که در زمان‌های مختلف، زندگی به شکل‌های مختلفی جریان داشته است.

www.mrzist.org

ب) تشریح مقایسه‌ای: در تشریح مقایسه‌ای اجزای یکی از جانداران گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شود. این مقایسه نشان می‌دهد که ساختار بدنی بعضی گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است. مقایسهٔ اندام حرکتی جلویی در مهره‌داران مختلف، از طرح ساختاری یکسان حکایت دارد. اندام‌هایی را که طرح ساختاری آنها یکسان است، حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند، «اندام‌ها یا ساختارهای **همتا**» می‌نامند. دست انسان، بال پرنده، بالهٔ دلفین و دست گربه مثال‌هایی از اندام‌های همتا هستند.

علت وجود ساختارهای همتا در گونه‌های متفاوت چیست؟ زیست‌شناسان بر این باورند که این گونه‌ها، نیای مشترکی دارند یعنی اینکه در گذشته از گونهٔ مشترکی مشتق شده‌اند (شکل ۱۱)، به همین علت این شباهت‌ها میان آنها دیده می‌شود. گونه‌هایی را که نیای مشترکی دارند **گونه‌های خویشاوند** می‌گویند.



شکل ۱۱ــ نیای مشترک و گونه‌های خویشاوند. از خویشاوندی موجودات زنده در رده‌بندی هم استفاده می‌شود. دلفین با شیر کوهی خویشاوندی نزدیک‌تری دارد تا با کوسه. بنابراین دلفین و شیر کوهی در یک گروه قرار می‌گیرند.

زیست‌شناسان از ساختارهای همتا برای رده‌بندی جانداران استفاده می‌کنند و جانداران خویشاوند را در یک گروه قرار می‌دهند.

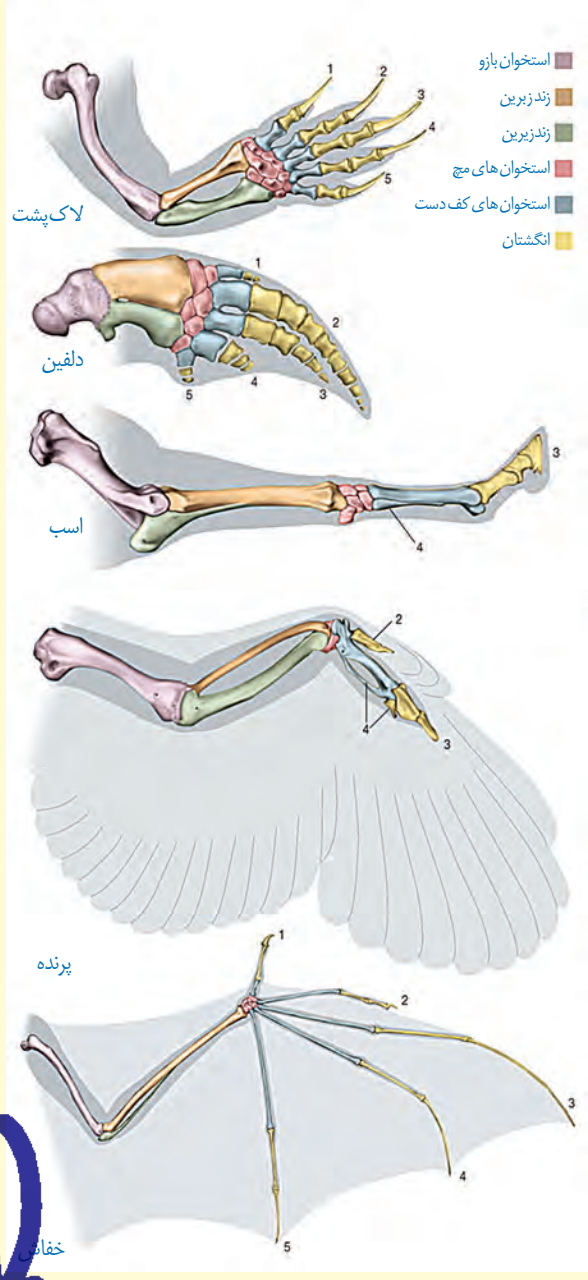
ساختارهایی را که کار یکسان اما طرح ساختاری متفاوت دارند، **ساختارهای آنالوگ** می‌نامند. بال کبوتر و بال پروانه آنالوگ‌اند چون هر دو برای پرواز کردن‌اند (کار یکسان) گرچه ساختارهای متفاوتی دارند. این ساختارها نشان می‌دهند که برای پاسخ به یک نیاز، جانداران به روش‌های مختلفی سازش پیدا کرده‌اند.

تشریح مقایسه‌ای علاوه بر آشکارکردن خویشاوندی گونه‌ها، اطلاعات دیگری را نیز فراهم می‌کند. وقتی گونه‌های مختلف را

بیشتر بدانید

ساختارهای همتا

طرح ساختاری یکسان در اندام حرکتی جلویی بعضی از مهره‌داران



www.mrzist.org

شکل ۱۲ــ بقایای پا در مار پیتون

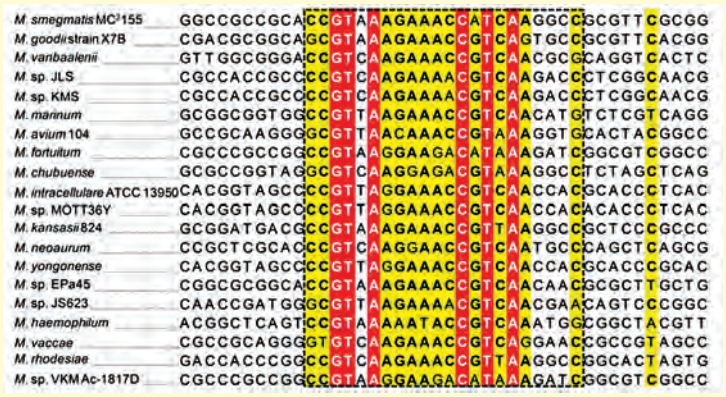
مقایسه می‌کنیم، گاهی به ساختارهایی برمی‌خوریم که در یک عده بسیار کارآمد هستند اما در عدهٔ دیگر، کوچک یا ساده شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند. این ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف شده را ساختارهای **وستیجیال** (به معنی ردپا) می‌نامیم. مار پیتون با اینکه پا ندارد اما بقایای پا در لگن آن به‌صورت وستیجیال موجود است و این حاکی از وجود رابطه‌ای میان آن و دیگر مهره‌داران است (شکل ۱۲).

در واقع ساختارهای وستیجیال ردپای «تغییر گونه‌ها» هستند. شواهد متعددی در دست است که نشان می‌دهد مارها از تغییر یافتن سوسمارها پدید آمده‌اند.

پ) مطالعات مولکولی: مقایسه گونه‌ها را می‌توان در تراز ژنگان هم انجام داد. از این مقایسه اطلاعات ارزشمندی به دست می‌آید. مثلاً اینکه کدام ژن‌ها در بین گونه‌ها مشترک‌اند و کدام ژن‌ها ویژگی‌های خاص یک گونه را باعث می‌شوند. همچنین، زیست‌شناسان از مقایسه بین دنای جانداران مختلف برای تشخیص خویشاوندی آنها استفاده می‌کنند. هرچه بین دنای دو جاندار شباهت بیشتری وجود داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند. همچنین می‌توان به تاریخچهٔ تغییر آنها پی برد. توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند **توالی‌های حفظ شده** می‌نامند.

بیشتر بدانید

توالی‌های حفظ شده در ژن یکی از پروتئین‌های باکتریایی. در بخش‌های قرمز، توالی‌ها کاملاً حفظ شده‌اند اما در بخش‌های زرد، کمتر حفظ شده‌اند. زیست‌شناسان در برخورد با ساختار یا توالی‌های حفظ شده از خود می‌پرسند این ساختار یا توالی چه اهمیت ویژه‌ای داشته است که همچنان حفظ شده و تغییر نکرده است؟ مثلاً چرا همهٔ غشاهای یاخته‌ای از دو لایهٔ فسفولیپید تشکیل شده‌اند؟ به این ترتیب، زیست‌شناسان امروزی فقط به توصیف دنیای زنده بسنده نمی‌کنند بلکه با نگرشی چراجویانه به تجزیه و تحلیل آن نیز می‌پردازند.



www.mrzist.org

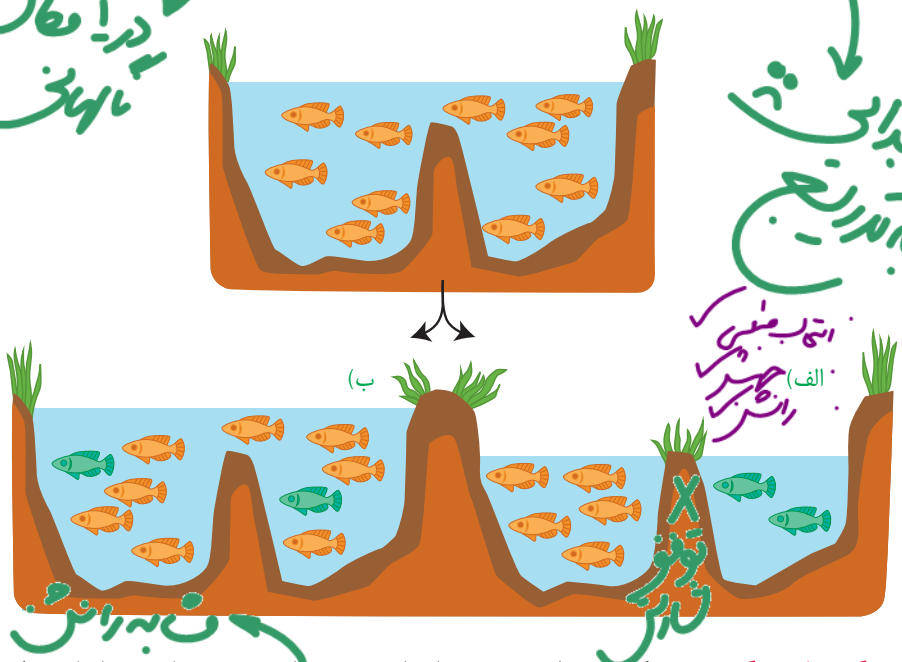
گونه‌زایی

تعاریف مختلفی برای گونه وجود دارد که هر کدام در محدودهٔ مشخصی کارآمدند. یکی از تعاریف رایج برای گونه، تعریفی است که ارنست مایر ارائه کرده است و برای جانداران کاربرد دارد که تولیدمثل جنسی دارند: «گونه در زیست‌شناسی به جاندارانی گفته می‌شود که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های زیستا و زایا به‌وجود آورند ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت‌آمیز داشته باشند».

زیستا در تعریف بالا، به جاندارانی گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد. همچنین، منظور از آمیزش موفقیت‌آمیز، آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیستا و زایا منجر شود.

اگر میان افراد یک گونه جدایی تولیدمثلی رخ دهد، آن‌گاه خزانه ژنی آنها از یکدیگر جدا و احتمال تشکیل گونهٔ جدید فراهم می‌شود. منظور از جدایی تولیدمثلی، عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند.

به‌طور کلی سازوکارهایی را که باعث ایجاد گونه‌ای جدید می‌شوند، به دو گروه تقسیم می‌کنند: گونه‌زایی **دگرمیهنی** که در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد و گونه‌زایی **هم‌میهنی** که در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد. در شکل ۱۳ این دو نوع گونه‌زایی با هم مقایسه شده‌اند.



شکل ۱۳ــ الف) گونه‌زایی دگرمیهنی و ب) هم‌میهنی

گونه‌زایی دگرمیهنی: گاهی بر اثر وقوع رخدادهای زمین‌شناختی و سدهای جغرافیایی، یک جمعیت، به دو قسمت جداگانه تقسیم می‌شود. مثلا در نتیجه پدیده کوه‌زایی، ممکن است در یک منطقه مثلاً کوه، دره و یا دریاچه ایجاد شود و یک جمعیت را به دو قسمت تقسیم کند.

این سدهای جغرافیایی، ارتباط دو قسمت را ــ که قبلاً به یک جمعیت تعلق داشتند ــ قطع می‌کنند و بین آنها دیگر شارش ژن صورت نمی‌گیرد. بر اثر وقوع پدیده‌هایی همچون جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی، به‌تدریج دو جمعیت یاد شده با یکدیگر متفاوت می‌شوند. از آنجا که شارش ژن میان آنها وجود ندارد، این تفاوت بیشتر و بیشتر می‌شود تا جایی که حتی اگر این دو جمعیت کنار هم باشند، آمیزشی بین آنها رخ نخواهد داد (مثلاً زمان تولیدمثل آنها فرق کند)؛ بنابراین می‌توان آنها را دو گونه مجزا به شمار آورد.

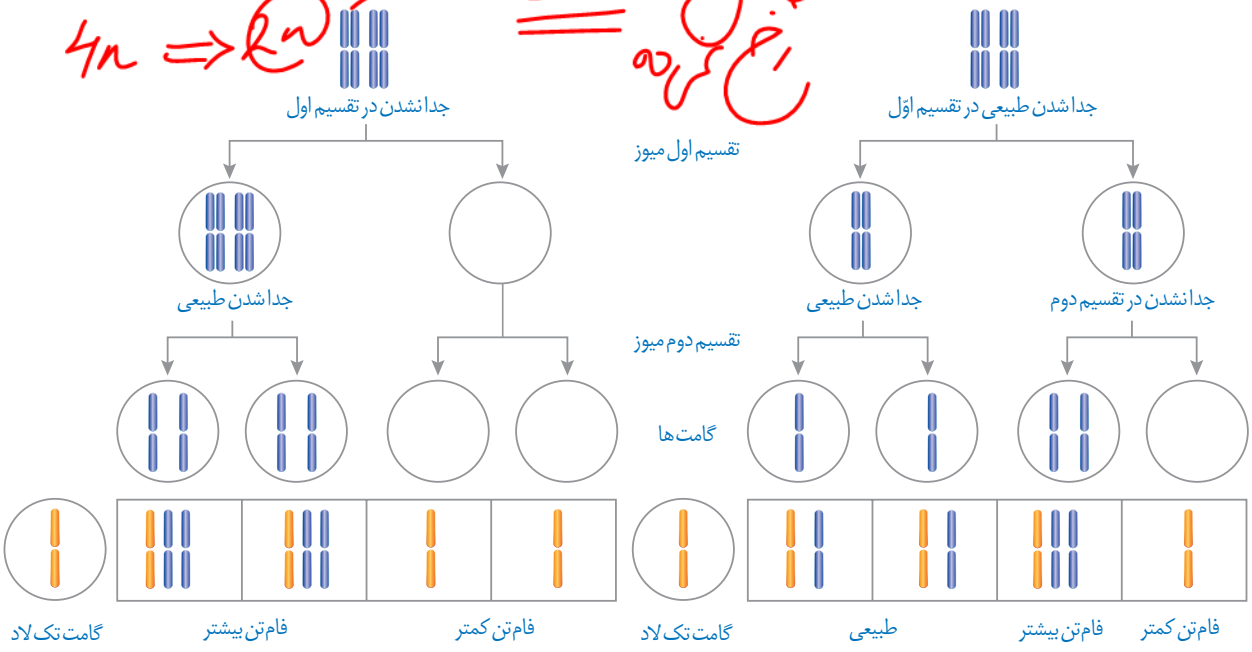
www.mrzist.org

اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است کوچک باشد، آن‌وقت اثر رانش ژن را نیز باید در نظر گرفت که خود بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می‌افزاید.

گونه‌زایی هم‌میهنی: گاهی بین جمعیت‌هایی که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد و در نتیجه، گونه جدیدی حاصل می‌شود. این نوع گونه‌زایی را **گونه‌زایی هم‌میهنی** می‌نامند. در گونه‌زایی هم‌میهنی، برخلاف گونه‌زایی دگرمیهنی، جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

پیدایش گیاهان **چندلادی (پلی‌پلوییدی)**، مثال خوبی از گونه‌زایی هم‌میهنی است. چندلادی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که زیستا و زایا هستند اما نمی‌توانند در نتیجهٔ آمیزش با افراد گونهٔ نیایی خود، زاده‌های زیستا و زایا پدید آورند و بنابراین گونه‌ای جدید به شمار می‌روند.

گیاهان چندلادی بر اثر خطای میوزی ایجاد می‌شوند. می‌دانیم که جدانشدن فام‌تن‌ها در میوز به تشکیل گامت‌هایی با عدد فام‌تنی غیرطبیعی منجر می‌شود و اگر این گامت‌ها با گامت طبیعی لقاح کنند تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴ــ نتیجهٔ آمیزش گامت‌های حاصل از خطای میوزی با گامت سالم

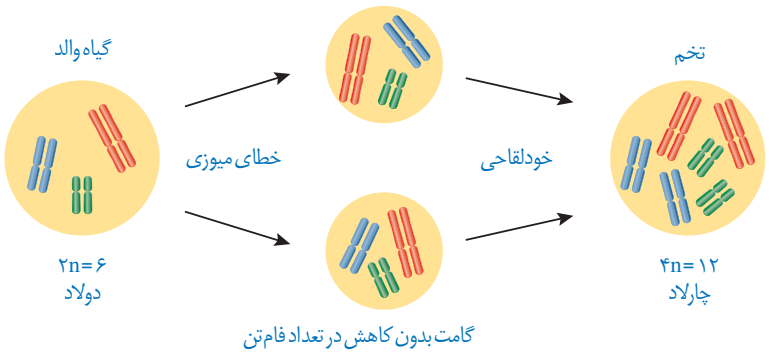
در اوایل دههٔ ۱۹۰۰ دانشمندی به نام هوگو دووری که با گیاهان گل مغربی (۲n = ۱۴) کار می‌کرد، متوجه شد که یکی از گل‌های مغربی ظاهری متفاوت با بقیه دارد. وی با بررسی فام‌تن‌های آن دریافت که این گیاه به جای ۱۴ فام‌تن، ۲۸ فام‌تن دارد و بنابراین چارلاد (تتراپلوئید) (۴n) است. گامت‌هایی که گیاه چارلاد ایجاد می‌کند، دولاد (۲n) اند نه تک لاد (n).

اگر گامت‌های این گیاه با گامت‌های گیاهان طبیعی، که تک لادند، آمیزش کنند تخم‌های حاصل سه لاد (تریپلوئید) (۳n) خواهند شد. گیاه سه لاد حاصل از نمو این تخم نازاست.

اما اگر گیاه چارلاد بتواند خودلقاحی انجام دهد، یا در نزدیکی آن گیاه چارلاد مشابه دیگری وجود داشته باشد، یاخته تخم ۴n خواهد بود و گیاهی که از آن ایجاد می‌شود، قادر به میوز بوده، بنابراین زایاست. این گیاه، با جمعیت نیایی خود (که ۲n بودند) نمی‌تواند آمیزش کند و بنابراین به گونهٔ جدیدی

www.mrzist.org

تعلق دارد که افراد آن ۴n هستند. شکل ۱۵ این سازوکار را برای گیاهی با ۶ فام‌تن نشان می‌دهد.



شکل ۱۵ــ چگونگی تشکیل گیاه چارلاد از گیاه دولاد

بیشتر بدانید

مالاریا و گویچه‌های داسی شکل

با اینکه مقاومت افراد ناخالص (Hb^AHb^S) نسبت به مالاریا در دهه ۱۹۵۰ مشخص شد، اما چگونگی آن همچنان در حال بررسی است. دانشمندان در دهه ۱۹۷۰ دریافتند که سرعت داسی شکل شدنِ گویچه‌های قرمز، پس از ورود انگل مالاریا به آنها بین ۲ تا ۸ برابر افزایش می‌یابد. بر این اساس با مرتبط دانستن مقاومت افراد ناخالص با شکل داسی گویچه‌های قرمز، این فرضیه مطرح شد که «داسی شدن» به افزایش بیگانه‌خواری و در نتیجه ازبین رفتن انگل می‌انجامد.

در سال‌های بعد نیز فرضیه‌های دیگری با تأکید بر شکل «داسی» این یاخته‌ها ارائه شد. مانند این فرضیه که می‌گوید با داسی شدن گویچه‌ها، منافذی در غشا ایجاد می‌شود که نتیجه آن خروج مواد مغذی از یاخته و روبه‌رو شدن انگل با کمبود غذا است. بدین ترتیب رشد انگل کُند یا متوقف می‌شود.

در شرایطی که تصور می شد توضیحات قابل قبولی برای علت مقاومت به مالاریا وجود دارد، بررسی‌های بیشتر نشان داد که کندی رشد انگل مالاریا، در همه گویچه‌های قرمز در افراد ناخالص رخ می‌دهد و منحصر به گویچه‌های داسی‌شکل نیست.

در دهه ۲۰۱۰، فرضیه‌ای مبنی بر رناهای کوچکِ مکمل (فصل۲) ارائه شد که برمبنای آن، گویچه قرمز در افراد ناخالص رناهای کوچکی می‌سازد که به رنای انگل متصل و مانع از ترجمه آن می‌شوند و در نتیجه در فرایند رشد انگل اختلال به‌وجود می‌آید.

در همین دهه با نگاهی متفاوت، فرضیه ای براساس سازوکار بیماری‌زایی مالاریا در افراد Hb^AHb^A ارائه شد. در این افراد، که گویچه‌های قرمز طبیعی دارند، مالاریا باعث چسبیدن گویچه‌ها به همدیگر و یا به دیوارهٔ رگ‌ها می‌شود که از نتایج آن آسیب بافتی و التهاب گسترده در رگ‌ها است. اما علت چسبندگی آنها چیست؟ انگل مالاریا در گویچه قرمز، پروتئینی می‌سازد که در غشای گویچه قرار می‌گیرد و باعث چسبندگی آنها می‌شود. در افراد ناخالص از واکنش اکسیژن با هموگلوبین جهش یافته، ماده‌ای تولید می شود که تلاش انگل را در فرستادن این پروتئین به سطح یاخته، بی‌ثمر می‌سازد. در نتیجه گویچه‌های قرمز، چسبنده نمی‌شوند و بیمار جان سالم به‌در می‌برد.

ارائه فرضیه‌های جدید همچنان ادامه دارد. شواهد جدید ممکن است فرضیه های قبل را تضعیف یا تقویت کند. باید منتظر بود تا قطعات بیشتری از این جورچین کشف شود. این ماهیت علم و نشانی از پویا بودن آن است. با بیشتر شدن دانش، پرسش‌های ما نیز بیشتر می شوند. پرسش‌های بیشتر، زمینه‌های اکتشاف بیشتری فراهم می‌کند. شاید کشف بعدی را «شما» انجام دهید.

www.mrzist.org

فصل ۵

از ماده به انرژی

اکنون که در حال مطالعه این درس هستید، یاخته‌های بدنتان انرژی مصرف می‌کنند. این انرژی از کجا و چگونه تأمین می‌شود؟

چرا ورزش و فعالیت‌های بدنی شدید، سبب می‌شوند تا احساس گرما کنیم و مقداری آب به شکل عرق از دست بدهیم؟

با همه تفاوت‌هایی که بین ما و زرافه‌ای که در تصویر می‌بینید، وجود دارد؛ انرژی مورد نیاز ما به شیوهٔ یکسانی از غذایی که می‌خوریم تأمین می‌شود. در این فصل به فرایندهای آزاد شدن انرژی از مادهٔ مغذی در یاخته‌ها می‌پردازیم.

طرح سؤالات عددی و محاسباتی از مباحث این فصل در همه آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

www.mrzist.org

گفتار ۱ تأمین انرژی

تنفس یاخته‌ای

به یاد دارید چرا به اکسیژن نیاز داریم؟ در کتاب زیست‌شناسی ۱، آموختید که نیاز ما به اکسیژن به علت انجام فرایندی به نام تنفس یاخته‌ای است؛ زیرا در این فرایند ATP تولید می‌شود؛ مثلاً انرژی ذخیره شده در گلوکز در تنفس یاخته‌ای، برای تشکیل مولکول ATP به کار می‌رود (واکنش ۱).

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + ADP + P(\text{فسفات}) \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$$

واکنش ۱ــ تنفس یاخته‌ای

این واکنش **تنفس یاخته‌ای هوازی**[۱] را نشان می‌دهد؛ زیرا تجزیهٔ ماده مغذی و تولید ATP با حضور اکسیژن انجام می‌شود. تجزیهٔ ماده مغذی و تولید ATP بدون نیاز به اکسیژن نیز انجام می‌شود که در گفتار ۳ به آن می‌پردازیم.

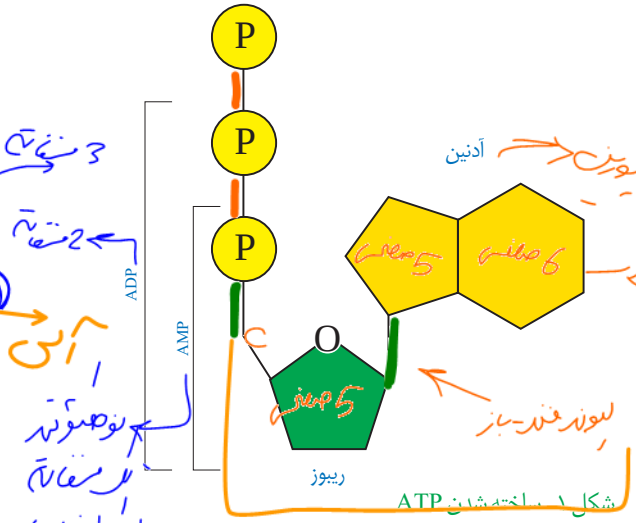
واژه‌شناسی

راکیزه (میتوکندری / mitochondrion)
راکیزه، اندامکی کروی یا میله‌ای شکل در یاخته‌های یوکاریوتی و عهده‌دار تنفس هوازی و تولید انرژی است. «راکیزه» از دو جزء «راک» به معنی رشته و نخ (در برابر «میتو» یونانی به همین معنی) و پسوند تصغیر و شباهت «ـ ایزه» ساخته شده است.

ATP مولکول پرانرژی

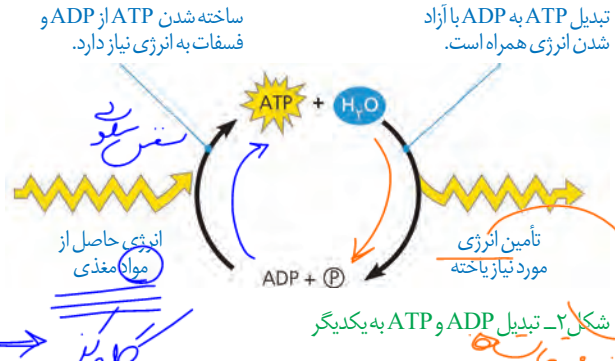
هیچ جانداری نمی‌تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد و فعالیت کند. حفظ هریک از ویژگی‌های جانداران مانند رشد و نمو و تولید مثل به در اختیار داشتن ATP وابسته است.

ATP یا **آدنوزین تری فسفات**، شکل رایج و قابل استفادهٔ انرژی در یاخته‌ها است. این نوکلئوتید از باز آلی آدنین، قند پنج کربنی ریبوز (که با هم آدنوزین نامیده می‌شوند) و سه گروه فسفات تشکیل شده است. افزوده شدن فسفات به آدنوزین در سه مرحله روی می‌دهد. در نتیجه در ابتدا AMP (آدنوزین مونو فسفات)، سپس ADP (آدنوزین دی فسفات) و در نهایت ATP (آدنوزین تری فسفات) تشکیل می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱ــ ساخته شدن ATP

در شکل ۲ تبدیل ATP و ADP را به یکدیگر می‌بینید. تشکیل ATP از ADP، با مصرف انرژی و تبدیل آن به ADP همراه با آزاد شدن انرژی است.



شکل ۲ــ تبدیل ADP و ATP به یکدیگر

روش‌های ساخته شدن ATP: دیدیم که برای ساخته شدن ATP به فسفات نیاز هست. یکی از روش‌های ساخته شدنِ ATP برداشته شدن گروه فسفات از یک ترکیب فسفات‌دار (پیش‌ماده) و

۱ــ Aerobic Cell Respiration

www.mrzist.org

افزودن آن به ADP است. به همین علت، این روش را **ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده** می‌نامند.

در کتاب «زیست‌شناسی ۲» با نمونه‌ای از ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده آشنا شده‌اید، آیا آن را به یاد دارید؟ در آنجا دانستید که ماهیچه‌ها برای انقباض به ATP نیاز دارند و یکی از راه‌های تأمین آن در ماهیچه‌ها، برداشتِ فسفات از مولکول کراتین فسفات و انتقال آن به ADP است (شکل ۳). در این مثال کراتین فسفات، پیش‌ماده‌ای است که فسفات آن برای ساخته شدن ATP به کار می‌رود.

شکل ۳ـ ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده

ساخته شدن اکسایشی و ساخته شدن نوری ATP، دو روش دیگرند. در **ساخته شدن اکسایشی**، ATP از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها در راکیزه ساخته می‌شود که در ادامهٔ این فصل با آن آشنا می‌شوید. روش دیگر ساخته شدن ATP، **ساخته شدن نوری** است که در سبزدیسه انجام می‌شود (فصل ۶).

بیشتر بدانید

ارتباط با شیمی

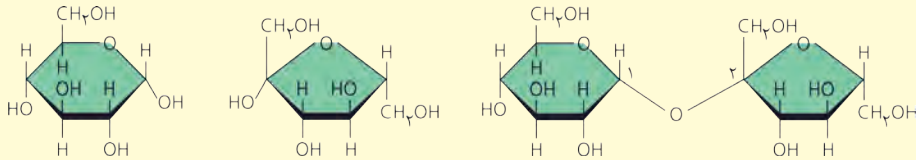
تعریف جامع و امروزی اکسایش و کاهش بر اساس داد و ستد الکترون است. از دست دادن الکترون به معنی اکسایش و گرفتن الکترون به معنی کاهش است.

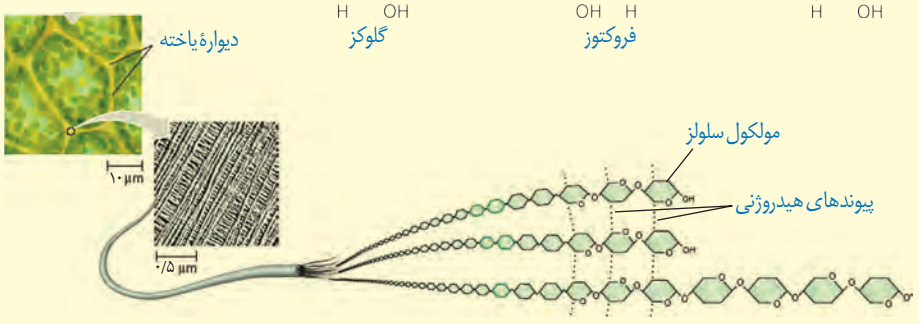
بیشتر بدانید

کربوهیدرات‌ها

کربوهیدرات‌ها دارای کربن، هیدروژن و اکسیژن‌اند. نقش انرژی‌زایی کربوهیدرات‌ها به‌خوبی شناخته شده است. این ترکیبات به علت داشتن پیوندهای هیدروژن ـ کربن، انرژی فراوانی در خود ذخیره و هنگام اکسایش آزاد می‌کنند.

در یک نوع تقسیم‌بندی، کربوهیدرات‌ها را در سه گروه مونوساکاریدها (مانندگلوکز و فروکتوز)، دی‌ساکاریدها (مانند ساکارز) و پلی‌ساکاریدها (مانند سلولز، نشاسته و گلیکوژن) قرار می‌دهند. قند و شکر از ساکارز تشکیل شده‌اند. این دی‌ساکارید از مونوساکاریدهای گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است.





www.mrzist.org

زیستن با اکسیژن

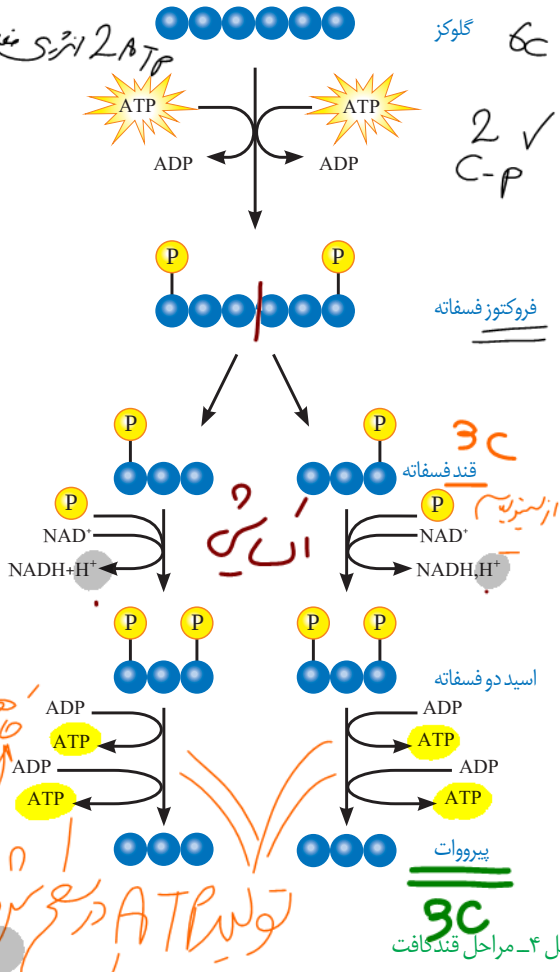
اغلب واژه تنفس یاخته‌ای را برای تنفس یاخته‌ای هوازی به کار می‌برند. در اینجا ما نیز **تنفس یاخته‌ای** را به‌جای تنفس یاخته‌ای هوازی به کار می‌بریم.

قندکافت (گلیکولیز) اولین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای، قندکافت و به معنی تجزیهٔ گلوکز است که در مادهٔ زمینه سیتوپلاسم انجام می‌شود. تجزیه گلوکز در قندکافت، نه به‌صورت یک‌باره، بلکه به‌صورت مرحله‌ای انجام می‌شود (شکل ۴).

برای انجام واکنش‌های مربوط به تجزیه گلوکز انرژی فعال‌سازی نیاز هست. این انرژی از ATP تأمین می‌شود.

در شکل ۴ می‌بینید که از گلوکز و ATP، قند فروکتوز با دو فسفات ایجاد می‌شود. از تجزیه این قند، دو قند سه کربنیِ فسفاته به‌وجود می‌آید. هر یک از این قندها با گرفتن یک گروه فسفات به اسیدی سه‌کربنی تبدیل می‌شود. هر یک از این مولکول‌های سه کربنی در نهایت به پیرووات (بنیان پیرویک اسید) تبدیل می‌شود. در این واکنش‌ها مولکول‌های ATP و NADH به‌وجود می‌آیند.

NADH حامل الکترون است، دو نوکلئوتید دارد و از NAD^+ به اضافه الکترون و پروتون تشکیل می‌شود. NAD^+ و NADH با گرفتن و از دست دادن الکترون و پروتون، به همدیگر تبدیل می‌شوند (واکنش ۲). NAD^+ با گرفتن الکترون کاهش و NADH با از دست دادن الکترون اکسایش می‌یابد.



شکل ۴ــ مراحل قندکافت

$$NAD^+ + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons NADH + H^+$$

واکنش ۲ــ یک الکترون برای خنثی کردن NAD^+ به کار می‌رود. بنابراین محصول به صورت $NADH + H^+$ در واکنش نوشته می‌شود.

فعّالیت ۱

گفت‌وگو کنید

همان‌طور که دیدید، در قندکافت ATP ساخته می‌شود. براساس روش‌هایی که دربارهٔ تولید ATP گفتیم، ساخته شدن ATP در قندکافت با کدام روش انجام می‌شود؟

www.mrzist.org

راکیزه مقصد پیرووات

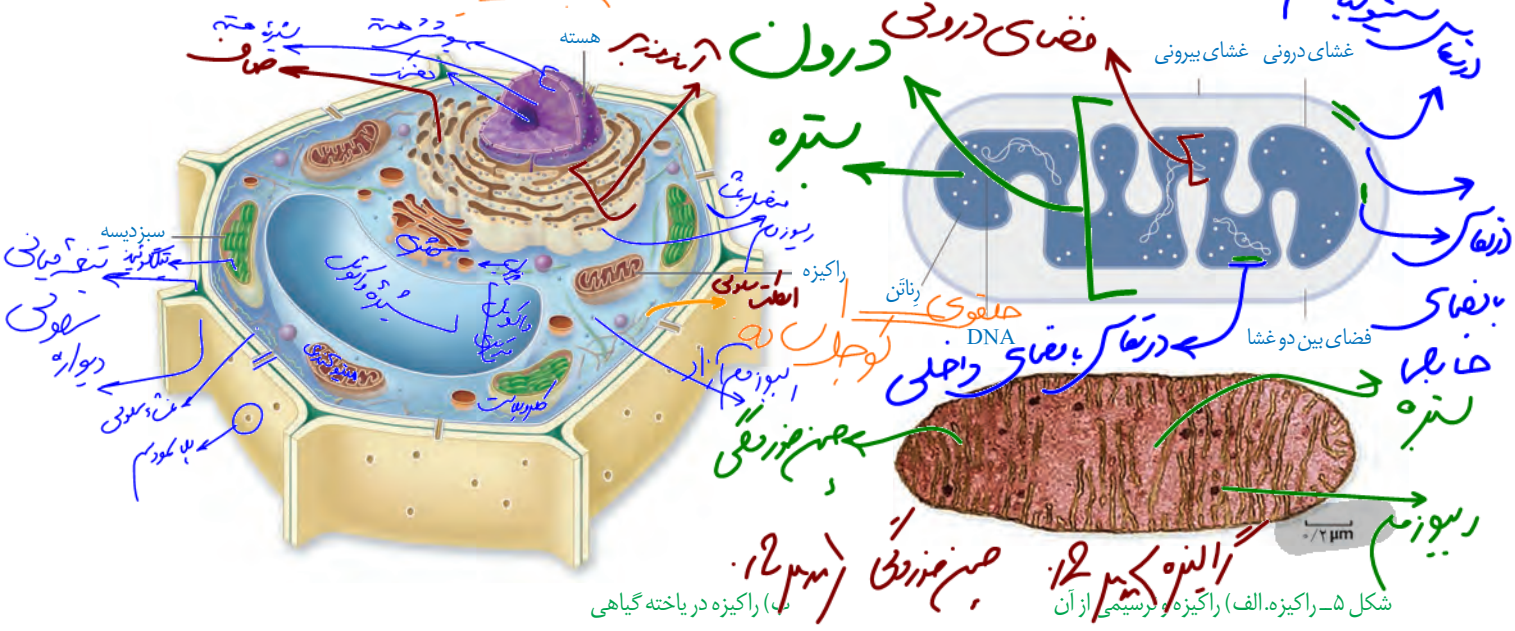
مرحلهٔ دیگر تنفس یاخته‌ای به اکسیژن نیاز دارد و در یوکاریوت‌ها در راکیزه انجام می‌شود.

راکیزه دو غشا دارد: غشای بیرونی صاف، و غشای درونی آن به داخل چین خورده است. درنتیجه، فضای درون آن به بخش داخلی و بخش بیرونی (فضای بین دو غشا) تقسیم می‌شود (شکل ۵).

راکیزه دنای مستقل از هسته و رِناتن مخصوص به خود را دارد، بنابراین در آن پروتئین‌سازی انجام می‌شود. در دنای راکیزه، ژن‌های مورد نیاز برای ساخته شدنِ انواعی از پروتئین‌های مورد نیاز در تنفس یاخته‌ای وجود دارند.

راکیزه همراه با یاخته و نیز مستقل از آن تقسیم می‌شود. به‌نظر شما مستقل بودن تقسیم راکیزه از تقسیم یاخته چه اهمیتی دارد؟

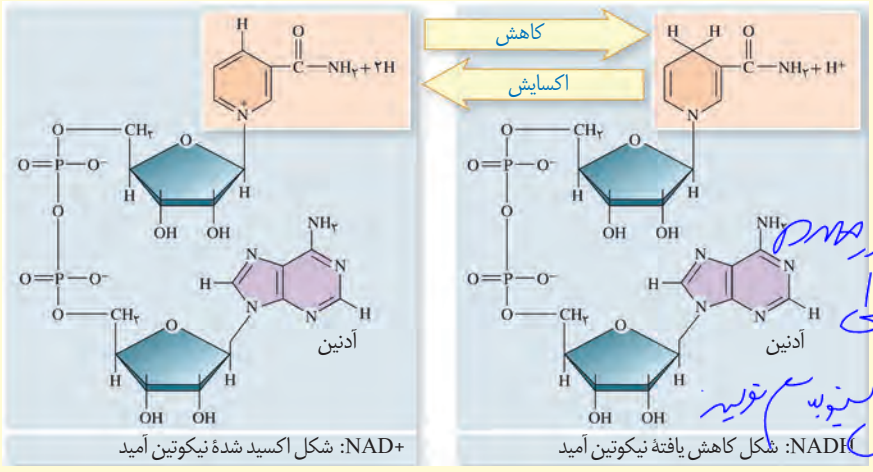
به هر حال راکیزه برای انجام نقش خود در تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی وابسته است که ژن‌های آنها در هسته قرار دارند و به‌وسیلهٔ رِناتن‌های سیتوپلاسمی ساخته می‌شوند.



شکل ۵ــ راکیزه. الف) راکیزه و ترسیمی از آن ب) راکیزه در یاخته گیاهی

بیشتر بدانید

تبدیل NAD^+ و NADH به یکدیگر



NADH: شکل کاهش یافتهٔ نیکوتین آمید

+NAD: شکل اکسید شدهٔ نیکوتین آمید

www.mrzist.org

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

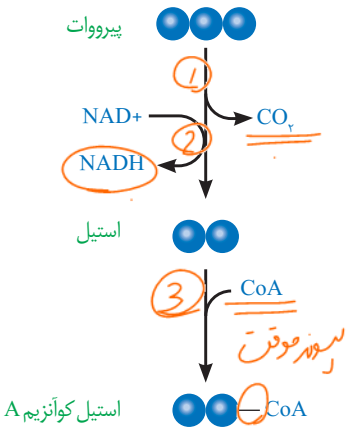
نام کتاب: زیست‌شناسی (۳)ـ پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه ـ ۱۱۲۲۱۶
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: سید علی آل‌محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، خدابخش بهزادی، علی‌هاتف سلمانیان، الهه علوی، اعظم غلامی و بهمن فخریان (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
سید علی آل‌محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، الهه علوی، اعظم غلامی و بهمن فخریان (اعضای گروه تألیف) ـ بهمن فخریان (ویراستار علمی) ـ شیما شریفی، سهیلا عابدینی (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) ـ مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) ـ احسان رضوانی (طراح گرافیک، طراح جلد و صفحه‌آرا) ـ الهه بهین، مریم دهقان‌زاده (تصویرگر و رسام) ـ فاطمه باقری‌مهر، زهرا ایمانی‌نصر، زهرا رشیدی مقدم، نوشین معصوم‌دوست، فاطمه پزشکی و ناهید خیام‌باشی (امور آماده‌سازی)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران: کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن: ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ چهارم ۱۴۰۰

شابک ۷ـ۳۱۳۲ـ۰۵ـ۹۶۴ـ۹۷۸
ISBN: 978_964_05_3132_7

www.mrzist.org

اکسایش پیرووات: گفتیم که در انتهای قندکافت، پیرووات به‌وجود می‌آید. این مولکول از طریق انتقال فعال وارد راکیزه می‌شود و در آنجا اکسایش می‌یابد. پیرووات در راکیزه یک کربن دی‌اکسید از دست می‌دهد و به بنیان استیل تبدیل می‌شود. استیل با اتصال به مولکولی به‌نام کوآنزیم A، استیل کوآنزیم A را تشکیل می‌دهد. در این واکنش NADH نیز به‌وجود می‌آید (شکل ۶).

اکسایش استیل کوآنزیم A در چرخه‌ای از واکنش‌های آنزیمی، به‌نام **چرخهٔ کِربس**، در بخش داخلی راکیزه انجام می‌گیرد که در گفتار بعدی به آن می‌پردازیم.



شکل ۶ــ اکسایش پیرووات و تشکیل استیل کوآنزیم A

بیشتر بدانید

دانشمند موفق

هانس آدولف کِربس فیزیک‌دان و زیست‌شیمی‌دان آلمانیِ متولد بریتانیا (۱۹۸۱-۱۹۰۰) بسیاری از مراحل اکسایش پیرووات را کشف و معرفی کرد. به همین علت این چرخه، چرخهٔ کربس نامیده شد. او در سال ۱۹۵۳ به همراه دانشمندی دیگر، موفق به دریافت جایزه نوبل در زمینه کار اندام‌شناسی (فیزیولوژی) و پزشکی شد.

از نظر کربس دانشمند موفق، فردی است که مهارت‌های فنی و علمی لازم را برای کسب موفقیت‌های بیشتر با استفاده از امکانات موجود داشته باشد. همچنین، در راه رسیدن به هدف، سختی‌ها را تحمل کند و نتایج پژوهش را به روشنی ارائه دهد.

www.mrzist.org

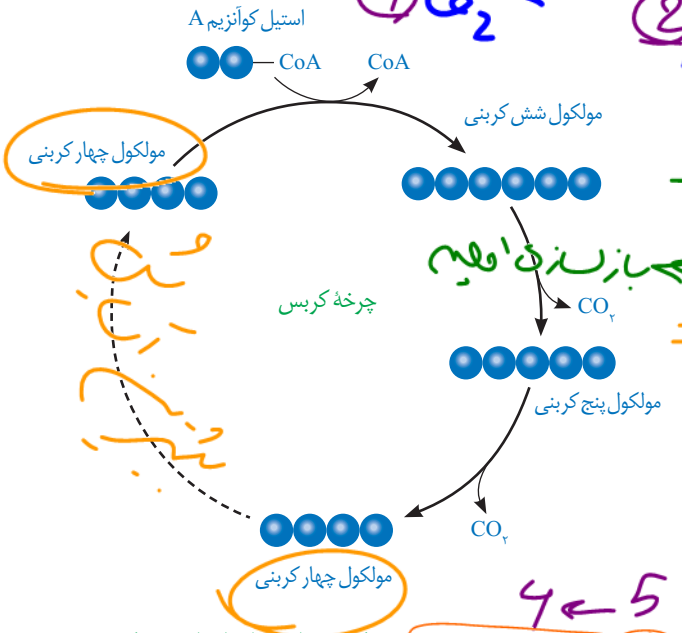
گفتار ۲ اکسایش بیشتر

مولکول گلوکز در تنفس هوازی باید تا حد تشکیل مولکول‌های CO_2 تجزیه شود. بخشی از تجزیه گلوکز در قندکافت و اکسایش پیروات و بخش دیگر آن در چرخهٔ کربس انجام می‌شود.

چرخه کربس

شکل ۷ ترسیم ساده‌ای از وقایع کلی چرخهٔ کربس را نشان می‌دهد.

در این چرخه، ضمن ترکیب استیل کوآنزیم A با مولکولی چهارکربنی، کوآنزیم A جدا و مولکولی شش‌کربنی، ایجاد می‌شود. پس از آن در طی واکنش‌های متفاوتی که در چرخهٔ کربس رخ می‌دهد، دو اتم کربن به‌صورت CO_2 آزاد و مولکول چهار کربنی برای گرفتن استیل کوآنزیم دیگر، بازسازی می‌شود.



شکل ۷ــ طرح ساده ای از چرخهٔ کربس

از اکسایش هر مولکول شش کربنی در واکنش‌های چرخهٔ کربس، مولکول‌های NADH، $FADH_2$[1] و ATP در محل‌های متفاوتی از چرخه تشکیل می‌شوند.

$FADH_2$ ترکیبی نوکلئوتیددار و همانند NADH حامل الکترون است. $FADH_2$ از FAD ساخته می‌شود (واکنش ۳).

$$FAD + 2H^+ + 2e^- \rightarrow FADH_2$$ واکنش ۳)

به این ترتیب با انجام قندکافت، اکسایش پیروات و چرخهٔ کربس، مولکول گلوکز تا تشکیل مولکول‌های CO_2 تجزیه می‌شود. انرژی حاصل از تجزیهٔ گلوکز صرف ساخته شدن ATP و مولکول‌های حامل الکترون (NADH و $FADH_2$) می‌شود.

تشکیل ATP بیشتر

دیدیم که در تنفس یاخته‌ای ATP به‌وجود می‌آید. جالب است بدانیم که مولکول‌های NADH و $FADH_2$ نیز برای تولید ATP مصرف می‌شوند. چگونه انرژی مولکول‌های حامل الکترون برای تولید ATP به‌کار می‌رود؟

همچنین براساس رابطهٔ کلی تنفس یاخته‌ای می‌دانیم که در این فرایند آب نیز تشکیل می‌شود. آب چگونه در این فرایند تولید می‌شود ؟ پاسخ این پرسش‌ها در **زنجیرهٔ انتقال الکترون** در غشای درونی راکیزه نهفته است.

---

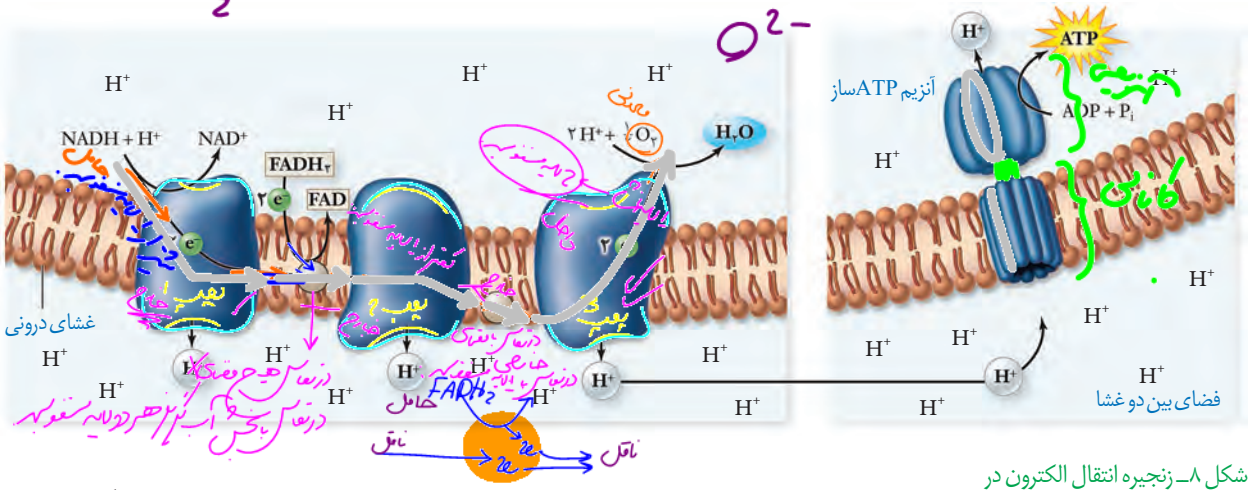
[1]- Flavin Adenine Dinucleotide

www.mrzist.org

زنجیره انتقال الکترون

این زنجیره از مولکول‌هایی تشکیل شده است که در غشای درونی راکیزه قرار دارند و می‌توانند الکترون بگیرند یا از دست دهند.

در این زنجیره می‌بینید که الکترون‌ها در نهایت به اکسیژن مولکولی می‌رسند. اکسیژن با گرفتن الکترون به یون اکسید (اتم اکسیژن با دو بار منفی) تبدیل می‌شود.



شکل ۸ــ زنجیره انتقال الکترون در راکیزه و تشکیل ATP

یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌هایی که در بخش داخلی قرار دارند، مولکول‌های آب را تشکیل می‌دهند (واکنش ۴).

واکنش ۴- تشکیل آب

$$\frac{1}{2}O_2 + 2e \rightarrow O^{2-} \qquad O^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2O$$

اگر به شکل ۸ توجه کنید، می‌بینید که پروتون‌ها (یون‌های H^+) در سه محل از زنجیرهٔ انتقال الکترون از بخش داخلی به فضای بین دو غشا پمپ می‌شوند. انرژی لازم برای انتقال پروتون‌ها از الکترون‌های پرانرژی NADH و $FADH_2$ فراهم می‌شود.

انتظار دارید ادامه ورود پروتون‌ها به فضای بین دو غشا چه نتیجه‌ای در پی داشته باشد؟

با ورود پروتون‌ها از بخش داخلی به فضای بین دو غشا، تراکم آن‌ها در این فضا، نسبت به بخش داخلی افزایش می‌یابد. پروتون‌ها براساس شیب غلظت، تمایل دارند که به سمت بخش داخلی برگردند، اما تنها راه پیش‌روی پروتون‌ها برای برگشتن به این بخش، مجموعه‌ای پروتئینی به نام **آنزیم ATP ساز** است. پروتون‌ها از کانالی که در این مجموعه قرار دارد، می‌گذرند و انرژی موردنیاز برای تشکیل ATP از ADP و گروه فسفات فراهم می‌شود.

فعّالیت ۴

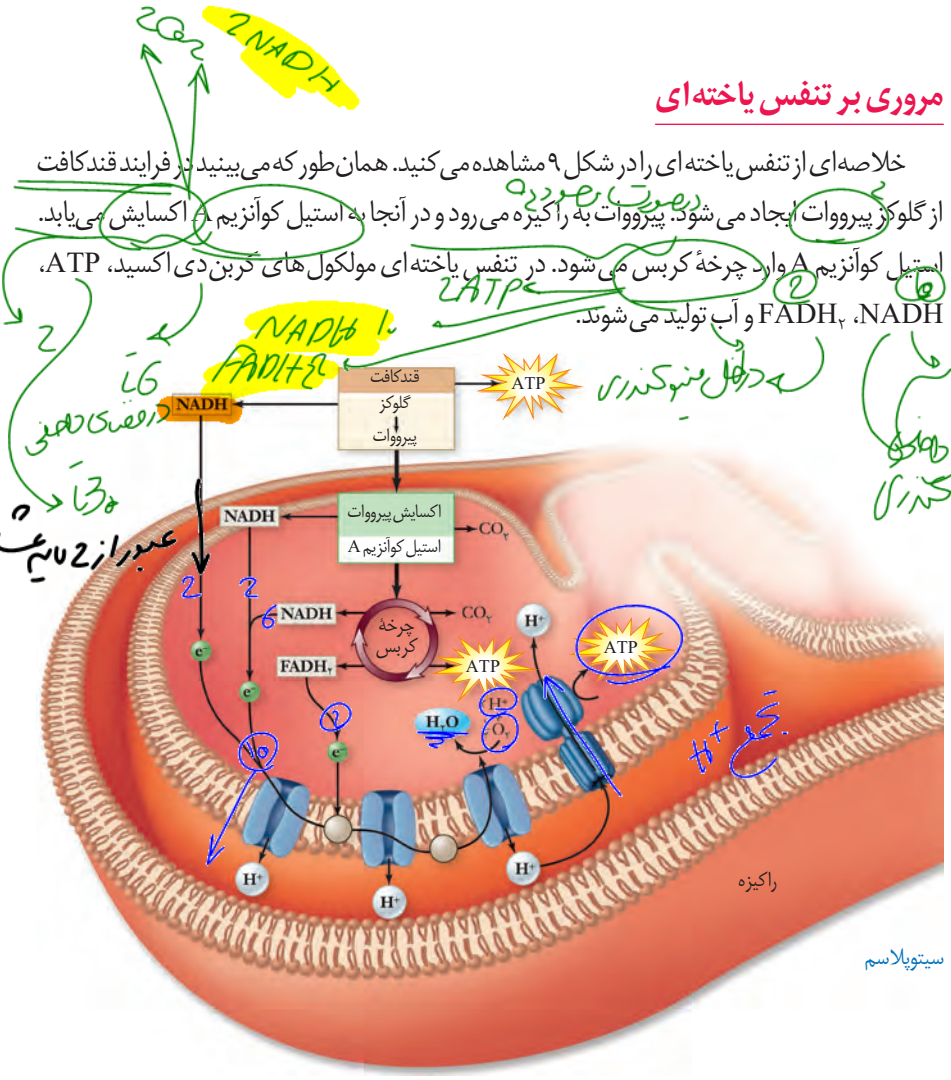
الف) توضیح دهید چرا ساخته شدن ATP در زنجیرهٔ انتقال الکترون، از نوع ساخته شدن اکسایشی ATP است؟

ب) با توجه به نقش غشای درونی راکیزه در تنفس یاخته‌ای، چین خورده بودن آن چه ارزشی برای یاخته دارد؟

www.mrzist.org

مروری بر تنفس یاخته‌ای

خلاصه‌ای از تنفس یاخته‌ای را در شکل ۹ مشاهده می‌کنید. همان‌طور که می‌بینید در فرایند قندکافت از گلوکز پیرووات ایجاد می‌شود. پیرووات به راکیزه می‌رود و در آنجا به استیل کوآنزیم A اکسایش می‌یابد. استیل کوآنزیم A وارد چرخهٔ کربس می‌شود. در تنفس یاخته‌ای مولکول‌های کربن‌دی‌اکسید، ATP، $FADH_2$، NADH و آب تولید می‌شوند.



شکل ۹ـ خلاصه‌ای از تنفس هوازی

بیشتر بدانید

ویتامین‌های B و تنفس یاخته‌ای

شاید شنیده باشید که ویتامین‌های گروه B برای سلامت مغز و اعصاب ضروری‌اند. یکی از دلایل آن عملکرد انواعی از ویتامین‌های B به عنوان کوآنزیم در واکنش‌های مربوط به تنفس یاخته‌ای است. مثلاً تشکیل استیل کوآنزیم A وابسته به حضور ویتامین B_1 (تیامین) است. جالب است که مغز حدود دو درصد از وزن بدن را تشکیل می‌دهد، اما بیش از ۲۰ درصد انرژی مصرفی در بدن را استفاده می‌کند. بنابراین تغذیه نامناسب می‌تواند بر کارکرد درست مغز از طریق تأثیر بر میزان ATP تولید شده، اثر منفی بگذارد. ویتامین B_2 (ریبوفلاوین) ویتامین B_3 (نیاسین) نیز در تنفس یاخته‌ای نقش کوآنزیمی دارند.

فعّالیت ۳

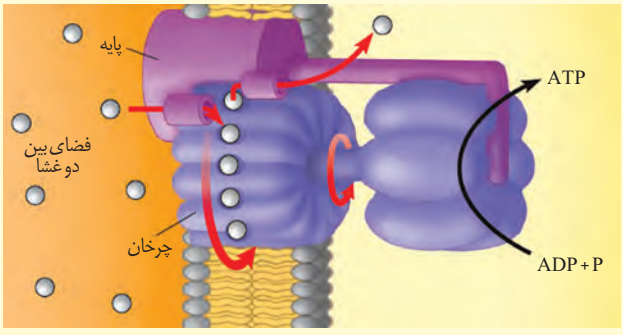
ارائه دهید

با استفاده از شکل ۹، به‌طور گروهی طرحی تصویری و نوشتاری از تنفس یاخته‌ای تولید و سعی کنید حداقل واژه‌ها را به‌کاربرید. هر گروه طرح خود را در کلاس ارائه دهد. این طرح را می‌توانید با استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای، نقاشی و به‌صورت‌های متفاوت تولید کنید.

بیشتر بدانید

موتورچرخنده

آنزیم ATPساز درواقع مجموعه‌ای پروتئینی است که مانند یک موتورچرخنده عمل می‌کند. این موتور دارای پایه، قسمت چرخان و سر است. کانالی که پروتون‌ها می‌توانند از آن عبور کنند، در پایه قرار دارد و از دو نیمه تشکیل شده است. دونیمهٔ کانال رو به روی هم قرار ندارند. پروتون وارد یک نیمه کانال می‌شود و سپس از یک زیر واحد به زیر واحدی دیگر از بخش چرخنده متصل و به نیمهٔ دیگر کانال منتقل و باعث چرخشِ چرخنده می‌شود. این چرخش به سر، منتقل و سبب می‌شود که سر در وضعیت مناسب برای ساختن ATP قرارگیرد.



www.mrzist.org

تنظیم تنفس یاخته‌ای: تولیدی اقتصادی

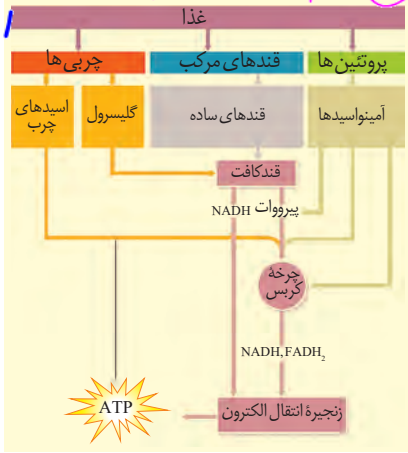
اندازه‌گیری‌های واقعی در شرایط بهینه آزمایشگاهی نشان می‌دهند که مقدار ATP تولید شده در ازای تجزیهٔ کامل گلوکز در بهترین شرایط در یاخته یوکاریوت، حداکثر ۳۰ ATP است. باید توجه داشت که تولید ATP در یاخته‌های متفاوت و متناسب با نیاز بدن فرق می‌کند. به نظر شما اگر مقدار ATP در یاخته زیاد باشد، واکنش‌های قندکافت و چرخهٔ کربس، به‌همان میزانی انجام می‌شوند که در شرایط کمبود ATP است؟ مشخص شده که تولید ATP تحت کنترل میزان ATP و ADP است. اگر ATP زیاد باشد، آنزیم‌های درگیر در قندکافت و چرخهٔ کربس مهار می‌شوند تا تولید ATP کم شود. در صورتی که مقدار ATP کم و ADP زیاد باشد، این آنزیم‌ها فعال و تولید ATP افزایش می‌یابد. این تنظیم مانع از هدر رفتن منابع می‌شود.

یاخته‌های بدن ما به طور معمول از گلوکز و ذخیرهٔ قندی کبد برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند. درصورتی که این منابع کافی نباشند، آنها برای تولید ATP به سراغ تجزیهٔ چربی‌ها و پروتئین‌ها می‌روند. به همین علت تحلیل و ضعیف شدن ماهیچه‌های اسکلتی و سیستم ایمنی از عوارض سوء تغذیه و فقر غذایی شدید و طولانی‌مدت در افرادی است که رژیم غذایی نامناسب دارند یا اینکه به دلایل متفاوت غذای کافی دراختیار ندارند.

بیشتر بدانید

اگر کربوهیدرات‌ها کافی نباشند

پروتئین‌ها و چربی‌ها نیز برای تأمین انرژی به کار می‌روند. چربی‌ها به اسیدهای چرب و گلیسرول تجزیه می‌شوند. پروتئین‌ها نیز به آمینواسیدها تجزیه می‌شوند و در مراحل متفاوت تنفس هوازی به کار می‌روند.



بیشتر بدانید

انرژی در دسترس

مقدار انرژی آزاد شده از اکسایش گلوکز در آزمایشگاه در شرایط استاندارد ۶۸۶ Kcal/mol است. اگر در تنفس یاخته‌ای از یک مولکول گلوکز ۳۰ ATP تولید شود، با توجه به اینکه هر ATP حدود ۷٫۳ Kcal/mol انرژی دارد، بنابراین بازده فرایند تنفس حدود ۳۲ درصد خواهد بود که بسیار بیشتر از دستگاه‌های ساخت بشر است که در آنها تبدیل انرژی صورت می‌گیرد.

بیشتر بدانید

ATP بیشتر

باکتری‌ها راکیزه ندارند؛ درنتیجه قندکافت و چرخهٔ کربس در سیتوپلاسم باکتری‌های هوازی انجام می‌شوند. بنابراین به ازای اکسایش هر مولکول گلوکز در تنفس یاخته‌ای در باکتری‌ها تا ۳۲ ATP ممکن است تولید شود.

فعّالیت ۴

گفت‌وگو کنید

شاید دیده باشید که در دانه‌های خشک و بدون آب مانند نخود و لوبیا، حشرات و لارو آنها رشد ونمو می‌کند. با توجه به اینکه این دانه‌ها خشک‌اند و تقریباً آبی ندارند، آب مورد نیاز این جانوران چگونه تأمین می‌شود؟

www.mrzist.org

گفتار ۳ زیستن مستقل از اکسیژن

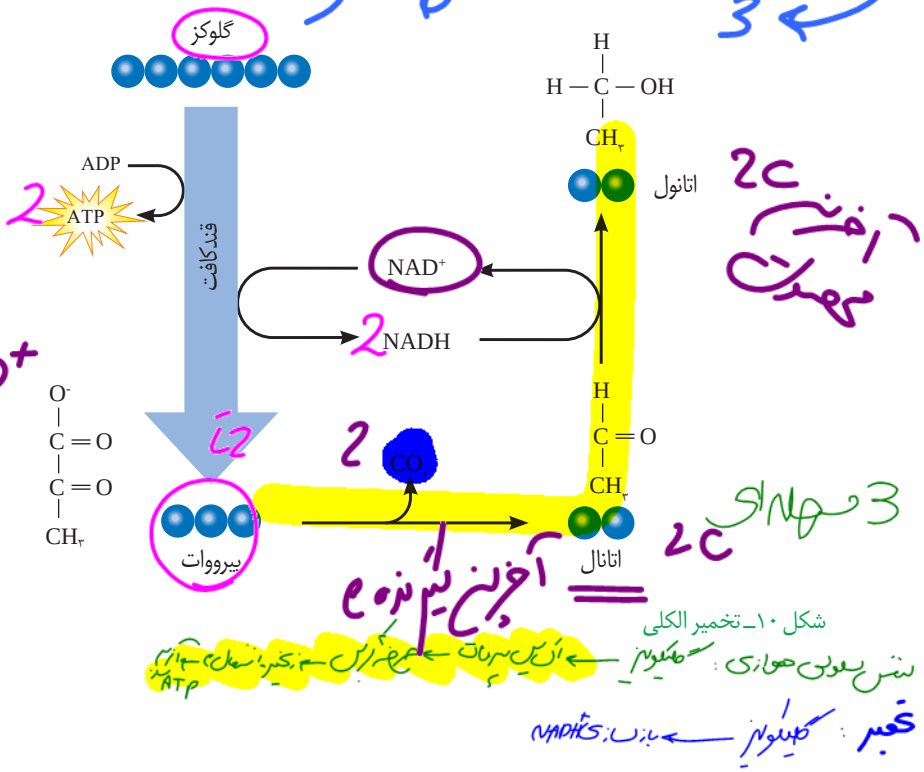
تخمیر

دیدیم که در تنفس یاخته‌ای، اکسیژن گیرندهٔ نهایی الکترون است. آیا تجزیهٔ گلوکز و تأمین انرژی، همیشه وابسته به حضور اکسیژن است؟ آیا در محیط‌هایی که اکسیژن ندارند یا اکسیژن اندکی دارند، حیات وجود ندارد؟ در این صورت ATP مورد نیاز چگونه تأمین می‌شود؟

تخمیر از روش‌های تأمین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژن است که در انواعی از جانداران رخ می‌دهد. در فرایند تخمیر، راکیزه و در نتیجه زنجیره انتقال الکترون نقشی ندارند. **تخمیر الکلی** و **تخمیر لاکتیکی** انواعی از تخمیرند که در صنایع متفاوت از آنها بهره می‌بریم.

تخمیر الکلی و لاکتیکی مانند تنفس هوازی با قندکافت آغاز می‌شوند و پیرووات ایجاد می‌کنند؛ در قندکافت دیدیم که تشکیل پیرووات از قند فسفاته همراه با ایجاد NADH از NAD^+ است؛ بنابراین برای تداوم قندکافت، NAD^+ ضروری است و اگر نباشد قندکافت متوقف می‌شود و در نتیجه تخمیر انجام نمی‌شود. در تخمیر، مولکول‌هایی ایجاد می‌شوند که در فرایند تشکیل آنها NAD^+ به وجود می‌آید. در ادامه با این دو نوع تخمیر بیشتر آشنا می‌شویم.

تخمیر الکلی: ورآمدن خمیر نان به علت انجام تخمیر الکلی است. شکل ۱۰ طرح ساده‌ای از مراحل این نوع تخمیر را نشان می‌دهد. در این فرایند، پیرووات حاصل از قندکافت با از دست دادن CO_2، به اتانال تبدیل می‌شود. اتانال با گرفتن الکترون‌های NADH اتانول ایجاد می‌کند.



شکل ۱۰ـ تخمیر الکلی

بیشتر بدانید

تخمیر الکلی در پخت نان

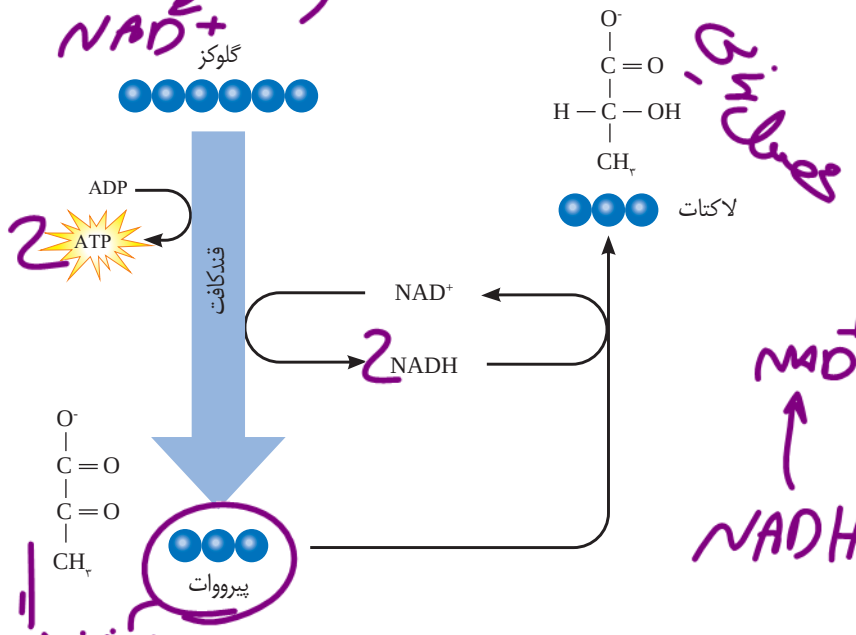
Saccharomyces cervisiae قارچی تک یاخته‌ای است که نشاسته را تجزیه می‌کند. در فرایند تولید نان، این قارچ به خمیر اضافه و خمیر در شرایط مناسب نگه‌داری می‌شود. CO_2 حاصل از تخمیر الکلی در خمیر حباب‌هایی ایجاد می‌کند که سبب **ورآمدن** یا **رسیدن خمیر** و در نتیجه تردی نان می‌شود. اتانول تولید شده در خمیر بر اثر حرارت، تبخیر می‌شود. قارچ، راکیزه دارد، اما می‌تواند به‌روش تخمیر انرژی مورد نیاز خود را تأمین کند.

طرح پرسش از فرمول ساختاری مواد شیمیایی در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

www.mrzist.org

تخمیر لاکتیکی: در سال گذشته خواندید، ماهیچه‌های اسکلتی برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند و اگر اکسیژن کافی نباشد، لاکتات در ماهیچه‌ها تجمع می‌یابد. اما لاکتات با چه سازوکاری ایجاد می‌شود؟

فعالیت شدید ماهیچه‌ها به اکسیژن فراوان نیاز دارد. اگر اکسیژن کافی نباشد، پیروات حاصل از قندکافت وارد اکیزه‌ها نمی‌شود، بلکه با گرفتن الکترون‌های NADH به لاکتات تبدیل می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ــ تخمیر لاکتیکی. علت ترش شدن شیر، لاکتیک اسید است.

انواعی از باکتری‌ها تخمیر لاکتیکی را انجام می‌دهند. بعضی از این باکتری‌ها، مانند آنچه در ترش شدن شیر رخ می‌دهد، سبب فساد غذا می‌شوند؛ اما انواعی از آن‌ها در تولید فراورده‌های غذایی به‌کار می‌روند. تخمیر لاکتیکی در تولید فراورده‌های شیری و خوراکی‌هایی مانند خیارشور نقش دارد.

تخمیر در گیاهان: گیاهانی که به طور طبیعی در شرایط غرقابی رشد می‌کنند، سازوکارهایی برای تأمین اکسیژن مورد نیاز دارند. تشکیل بافت پارانشیمی (نرم‌آکنه‌ای) هوادار در گیاهان آبزی و شُش‌ریشه در درخت حَرَا از سازوکارهایی است که قبلا با آن آشنا شده‌اید.

به هر حال، اگر اکسیژن به هر علتی در محیط نباشد یا کم باشد، تخمیر انجام می‌شود. هر دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی در گیاهان وجود دارد. توجه داشته باشید که تجمع الکل یا لاکتیک اسید در یاخته گیاهی به مرگ آن می‌انجامد، بنابراین باید از یاخته‌ها دور شوند.

پرسش‌های طرح پرسش از فرمول ساختاری مواد شیمیایی در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

www.mrzist.org

سلامت بدن: پاداکسنده‌ها

در درس شیمی آموختید رادیکال‌های آزاد به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند و می‌توانند در واکنش با مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ بافت‌های بدن، به آنها آسیب برسانند. امکان تشکیل رادیکال آزاد از اکسیژن در فرایند تنفس هوازی، وجود دارد. اما چگونه؟

دیدیم اکسیژن با پذیرش الکترون در پایان زنجیرهٔ انتقال الکترون، به یون اکسید (O^{2-}) تبدیل می‌شود. یون‌های اکسید با یون‌های هیدروژن (H^+) ترکیب می‌شوند و در نتیجه مولکول آب به‌وجود می‌آید اما گاه پیش می‌آید که درصدی از اکسیژن‌ها وارد واکنش تشکیل آب نمی‌شوند، بلکه به‌صورت رادیکال آزاد در می‌آیند. رادیکال‌های آزاد از عوامل ایجاد سرطان‌اند.

یاخته‌ها برای مقابله با اثر سمی رادیکال‌های آزاد، به ترکیبات پاداکسنده وابسته‌اند. بارها شنیده‌اید که خوردن میوه‌ها و سبزیجات در حفظ سلامت بدن نقش دارند. این موادغذایی دارای پاداکسنده‌هایی مانند کاروتنوئیدها هستند. پاداکسنده‌ها در واکنش با رادیکال‌های آزاد مانع از اثر تخریبی آنها بر مولکول‌های زیستی و درنتیجه تخریب بافت‌های بدن می‌شوند.

تجمع رادیکال‌های آزاد: آیا مبارزه با رادیکال‌های آزاد در راکیزه‌ها همیشه با موفقیت انجام می‌شود؟ اگر به هر علت سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت مبارزه با آنها بیشتر باشد، چه اتفاقی را پیش‌بینی می‌کنید؟

مشخص است که در چنین شرایطی، رادیکال‌های آزاد در راکیزه تجمع می‌یابند و آن را تخریب می‌کنند؛ در نتیجه، یاخته هم تخریب می‌شود. رادیکال‌های آزاد برای جبران کمبود الکترونی خود به مولکول‌های سازندهٔ یاخته و اجزای آن، حمله می‌کنند و باعث تخریب آنها می‌شوند.

عوامل فراوانی می‌توانند، راکیزه را در مبارزه با رادیکال‌های آزاد با مشکل روبه‌رو کنند؛ مثلاً الکل و انواعی از نقص‌های ژنی در عملکرد راکیزه در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد مشکل ایجاد می‌کنند.

اثر الکل: مطالعات نشان می‌دهد که الکل سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از اکسیژن را افزایش می‌دهد و مانع از عملکرد راکیزه در جهت کاهش آنها می‌شود. رادیکال‌های آزاد با حمله به DNA راکیزه، سبب تخریب راکیزه و در نتیجه مرگ یاخته‌های کبدی و بافت مردگی (نکروز) کبد می‌شوند. به همین علت اختلال در کار کبد و ازکار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است.

نقص ژنی: گاه نقص در ژن‌های مربوط به پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون، به ساخته شدن پروتئین‌های معیوب می‌انجامد. راکیزه‌ای که این پروتئین‌های معیوب را داشته باشد در مبارزه با رادیکال‌های آزاد، عملکرد مناسبی ندارد.

بیشتر بدانید

تنفس یاخته‌ای بی هوازی

انواعی از باکتری‌ها وجود دارند که می‌توانند در محیط‌های بدون اکسیژن زندگی کنند. این جانداران انرژی موردنیاز خود را از طریق تنفس یاخته‌ای بی‌هوازی به‌دست می‌آورند. گیرندهٔ نهایی الکترون در این باکتری‌ها اکسیژن نیست، بلکه ماده‌ای معدنی مانند سولفات است.

بیشتر بدانید

سلاح شیمیایی

دولت بعث عراق در جنگ هشت ساله علیه ایران بمب‌های شیمیایی دارای هیدروژن سیانید را به کار برد. هیدروژن سیانید با توقف زنجیرهٔ انتقال الکترون در راکیزه سبب مرگ افراد با حالتی شبیه خفگی می‌شود.

دور کردن افراد از محل حادثه، استفاده از ماسک اکسیژن و تنفس مصنوعی از اقدامات مؤثر در نجات جان این افراد است.

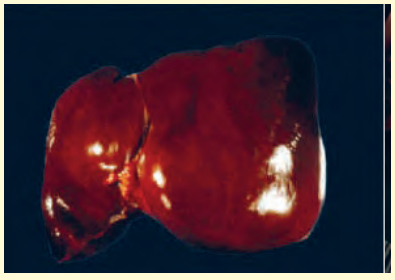
www.mrzist.org

توقف انتقال الکترون: مواد سمی فراوانی وجود دارند که با مهار یک یا تعدادی از واکنش‌های تنفس هوازی، سبب توقف تنفس یاخته و مرگ می‌شوند. **سیانید** یکی از این ترکیب‌هاست که واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون‌ها به O_2 را مهار و در نتیجه باعث توقف زنجیره انتقال الکترون می‌شود. از ریست‌شناسی سال دهم نیز به یاد دارید که گاز کربن مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع از اتصال اکسیژن به آن می‌شود و چون به آسانی از هموگلوبین جدا نمی‌شود، ظرفیت حمل اکسیژن در خون را کاهش می‌دهد. این عملکرد مونواکسیدکربن، در واقع در انجام تنفس یاخته‌ای اختلال ایجاد می‌کند. مونواکسید کربن به شکل دیگری نیز بر تنفس یاخته‌ای اثر می‌گذارد؛ این گاز سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن می‌شود. دود خارج شده از خودروها و سیگار، از منابع دیگر تولید مونواکسیدکربن‌اند.

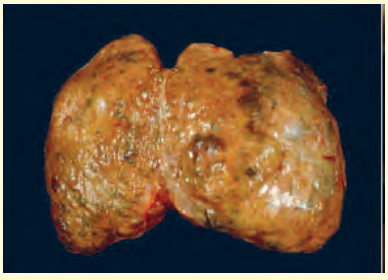
بیشتر بدانید

الکل و سرطان کبد

اثر منفی دیگر الکل بر کبد، به تجزیهٔ چربی‌ها در کبد مربوط می‌شود. سیروز کبدی از عوارض مصرف درازمدت الکل است. این وضعیت به علت اثر منفی الکل بر تجزیهٔ چربی‌ها ایجاد می‌شود. در این بیماری، چربی در یاخته‌های کبدی افراد الکلی تجمع می‌یابد. تجمع چربی مانع از عملکرد درست کبد می‌شود. سیروز کبدی احتمال ابتلا به سرطان کبد را افزایش می‌دهد.



کبد سالم



کبد سیروزی

www.mrzist.org

فصل ۶

از انرژی به ماده

دانستیم انرژی مورد نیاز ما برای انجام فعالیت‌های حیاتی، از مواد مغذی مانند گلوکز تأمین می‌شود. اکنون پرسش این است که منشأ انرژی ذخیره شده در ترکیباتی مانند گلوکز چیست؟ چه فرایند یا فرایندهایی در دنیای حیات وجود دارد که با ساختن ماده آلی، انرژی را در آنها ذخیره می‌کند؟ چه جاندارانی می‌توانند این فرایندها را انجام دهند و این جانداران چه ویژگی‌هایی دارند؟

طرح سؤالات عددی و محاسباتی از مباحث این فصل در همه آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

www.mrzist.org

گفتار ۱ فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

می‌دانید گیاهان در فرایند فتوسنتز CO_2 را با استفاده از انرژی نور خورشید به مادهٔ آلی تبدیل و اکسیژن نیز تولید می‌کنند (واکنش ۱). بر این اساس می‌توان میزان فتوسنتز را با تعیین میزان کربن دی‌اکسید مصرف شده و یا اکسیژن تولید شده، اندازه گرفت.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

واکنش ۱ـ واکنش کلی فتوسنتز

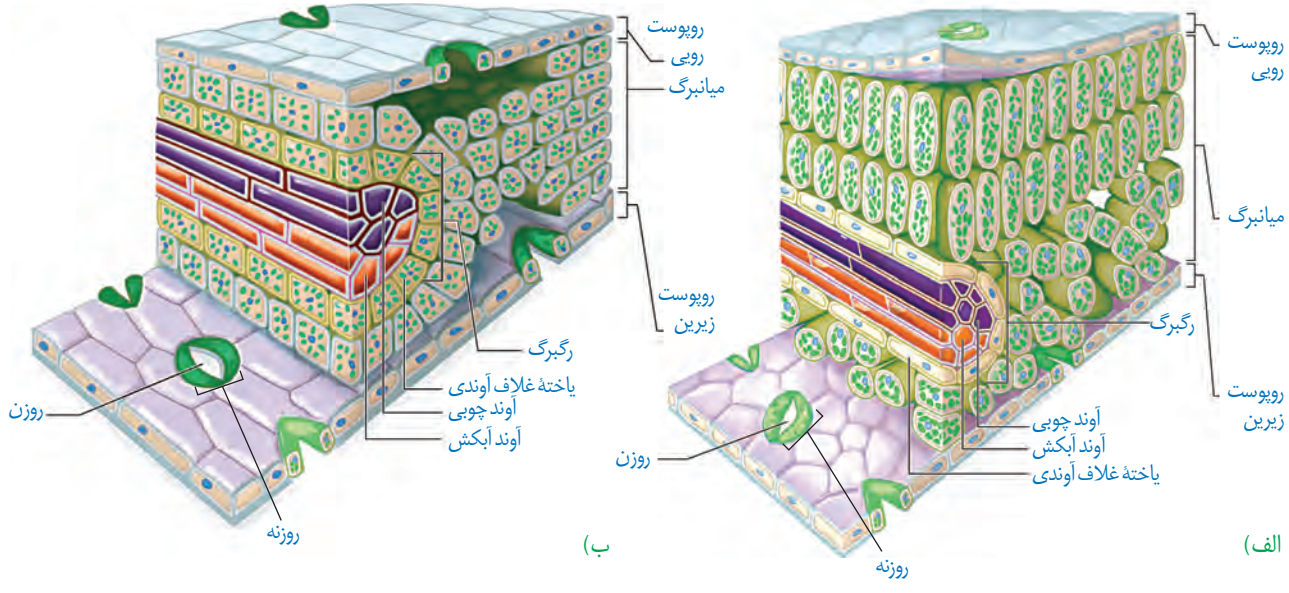
برای اینکه جانداری بتواند فتوسنتز انجام دهد، چه ویژگی هایی باید داشته باشد؟ یکی از این ویژگی‌ها داشتن مولکول‌های رنگیزه‌ای است که بتوانند انرژی نور خورشید را جذب کنند. همچنین، باید سامانه‌ای برای تبدیل این انرژی به انرژی شیمیایی وجود داشته باشد. انواعی از جانداران وجود دارند که فتوسنتز می‌کنند. در ادامه به بررسی این فرایند در گیاهان می‌پردازیم.

برگ ساختار تخصص یافته برای فتوسنتز

برگ که مناسب‌ترین ساختار برای فتوسنتز در اکثر گیاهان است تعداد فراوانی سبزدیسه دارد. همان‌طور که می‌دانید، فتوسنتز در سبزدیسه‌ها انجام می‌شود.

برگ گیاهان دو لپه دارای پهنک و دمبرگ است. پهنک شامل **روپوست**، **میانبرگ** و **دسته‌های آوندی** (رگبرگ) است. روپوست **رویی** و **زیرین** به ترتیب در سطح رویی و زیرین پهنک برگ قرار دارند.

میانبرگ شامل یاخته‌های پارانشیمی است. در شکل ۱ـ الف میانبرگ از یاخته‌های پارانشیمی نرده‌ای و اسفنجی تشکیل شده است. همان‌طور که در این شکل می‌بینید، یاخته‌های نرده‌ای بعد از روپوست



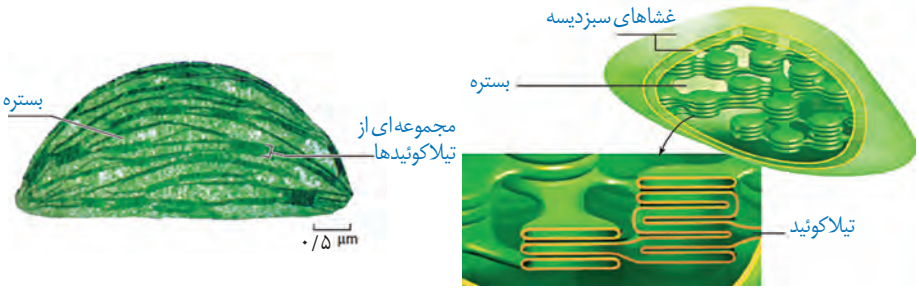
شکل ۱ـ ترسیمی از برگ
الف) نمونه‌ای گیاه دولپه
ب) نمونه‌ای گیاه تک‌لپه

www.mrzist.org

رویی قراردارند و به هم فشرده‌اند، در حالی که یاخته‌های اسفنجی به سمت روپوست زیرین قراردارند. میانبرگ در بعضی گیاهان از یاخته‌های اسفنجی تشکیل شده است (شکل ۱ـ ب).

سبزدیسه: سبزدیسه همانند راکیزه دارای غشای بیرونی و غشای درونی است که از هم فاصله دارند. فضای درون سبزدیسه با سامانه‌ای غشایی به نام **تیلاکوئید** به دو بخش فضای درون تیلاکوئید و **بستره** تقسیم شده است. تیلاکوئیدها ساختارهای غشایی و کیسه‌مانند و به هم متصل هستند (شکل ۲). بستره دارای دنا، رنا و رِناتَن است. بنابراین، سبزدیسه مانند راکیزه می‌تواند بعضی پروتئین‌های مورد نیاز خود را بسازد. سبزدیسه نیز می‌تواند به‌طور مستقل تقسیم شود.

شکل ۲ـ ساختار سبزدیسه



الف) ترسیمی

ب) تصویر گرفته شده با میکروسکوپ الکترونی

بیشتر بدانید

گوناگونی شکل برگ‌ها

برگ ذرت، دمبرگ ندارد.

برگ مرکب از تعدادی برگچه تشکیل شده است، مانند برگ درخت گردو.

لبه برگ بعضی گیاهان کنگره دار است، مانند برگ درخت بلوط.

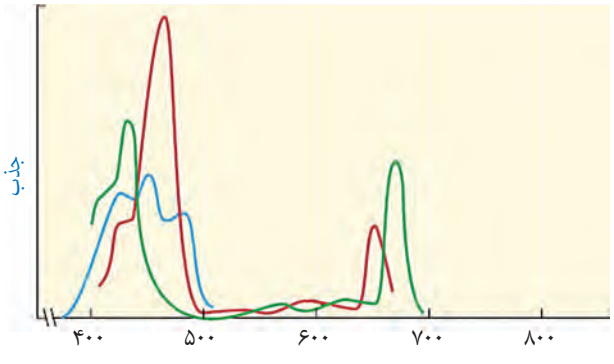
فعّالیت ۱

گفت‌وگو کنید

سبزینه همان‌طور که از نامش پیداست، به رنگ سبز دیده می‌شود. با توجه به آنچه در سال گذشته درباره بینایی آموختید، توضیح دهید این رنگیزه چرا به رنگ سبز دیده می‌شود؟

رنگیزه‌های فتوسنتزی در غشای تیلاکوئید قرار دارند. افزون بر سبزینه که بیشترین رنگیزه در سبزدیسه‌هاست، کاروتنوئیدها نیز در غشای تیلاکوئید وجود دارند. وجود رنگیزه‌های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج های متفاوت نور افزایش می‌دهد.

در گیاهان سبزینه‌های a و b وجود دارند. بیشترین جذب هر دو نوع سبزینه در محدوده‌های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر (بنفش ـ آبی) و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر (نارنجی ـ قرمز) است. گرچه حداکثر جذب آنها در هر یک از این محدوده‌ها با هم فرق می‌کند. کاروتنوئیدها به رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز دیده می‌شوند و بیشترین جذب آنها در بخش آبی و سبز نور مرئی است (شکل ۳).



شکل ۳ـ طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی. سبزینهٔ a (سبز)، سبزینهٔ b (قرمز) و کاروتنوئیدها (آبی)

www.mrzist.org

فتوسیستم: سامانه تبدیل انرژی

رنگیزه‌های فتوسنتزی همراه با انواعی پروتئین در سامانه‌هایی به‌نام **فتوسیستم ۱** و **۲** قرار دارند. هر فتوسیستم شامل **آنتن‌های گیرنده نور** و یک **مرکز واکنش** است. هر آنتن که از رنگیزه‌های متفاوت (کلروفیل ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است، انرژی نور را می‌گیرد و به مرکز واکنش منتقل می‌کند. مرکز واکنش، شامل مولکول های کلروفیل a است که در بستری پروتئینی قرار دارند.

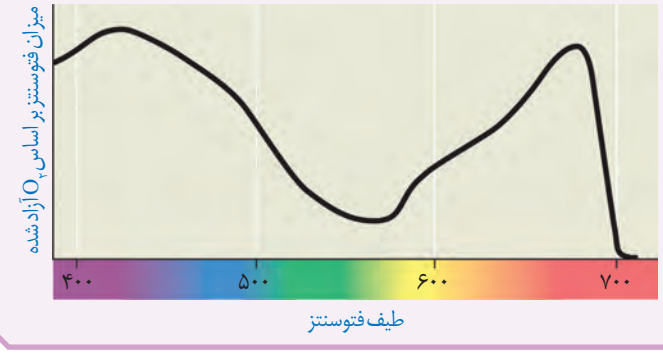
حداکثر جذب سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۱، در طول موج ۷۰۰ نانومتر و حداکثر جذب آن در فتوسیستم ۲، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است. بر همین اساس، به سبزینه a در فتوسیستم ۱، P۷۰۰ و در فتوسیستم ۲، P۶۸۰ می‌گویند.

فتوسیستم‌ها در غشای تیلاکوئید قرار دارند و با مولکول‌هایی به نام **ناقل الکترون** به هم مرتبط می‌شوند. این مولکول ها می‌توانند الکترون بگیرند یا اینکه الکترون از دست بدهند (کاهش و اکسایش).

فعّالیت ۲

ارائه دلیل

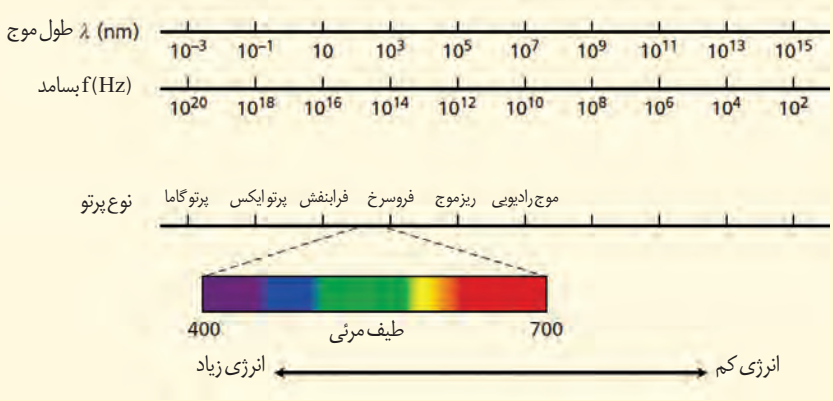
نمودار زیر میزان فتوسنتز یک گیاه را نشان می‌دهد. این نمودار را با نمودار شکل ۳ مقایسه کنید و نتایجی را که از آن به‌دست می‌آورید، بنویسید.



بیشتر بدانید

طیف الکترومغناطیس

بخش مرئی نور، بخش کوچکی از طیف الکترومغناطیس است. طیف الکترومغناطیس را در کتاب فیزیک ۳ مطالعه می‌کنید.



www.mrzist.org

فعّالیت ۳

گفت‌وگو کنید

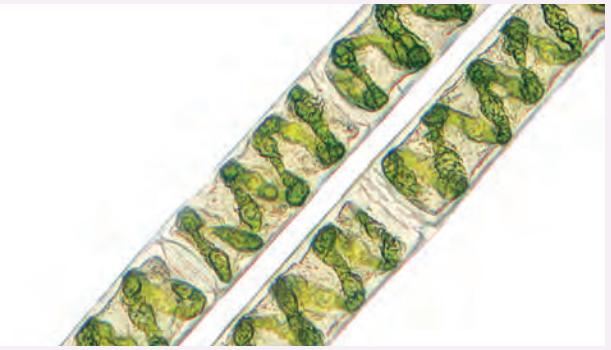
آیا همهٔ طول موج های نور مرئی به یک اندازه در فتوسنتز نقش دارند؟ می‌توان با استفاده از اسپیروژیر (جلبک سبز رشته‌ای)، نوعی باکتری هوازی، چشمه نور و منشور ــ برای تجزیه نور ــ آزمایشی را برای پاسخ به این پرسش انجام داد.

اسپیروژیر سبزدیسه‌های نواری و دراز دارد (شکل الف). اگر همهٔ طول موج‌های نور به یک اندازه در فتوسنتز مؤثر باشند، انتظار داریم که تراکم اکسیژن در اطراف جلبک رشته‌ای یکسان باشد.

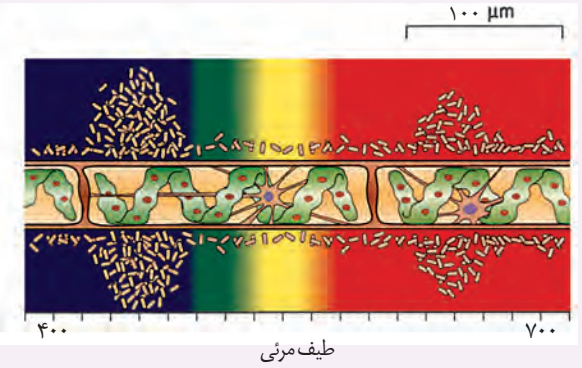
در آزمایشی که برای بررسی این فرض انجام شد، جلبک را روی سطحی ثابت کردند و درون لولهٔ آزمایشی شامل آب و باکتری های هوازی قرار دادند. لوله آزمایش در برابر نوری قرار گرفت که از منشور عبور کرده و به طیف‌های متفاوت تجزیه شده بود. بعد از گذشت مدتی، مشاهده شد که باکتری‌ها در بعضی قسمت‌ها تجمع یافته‌اند (شکل ب).

الف) چه توضیحی برای این مشاهده دارید؟ با چه آزمایشی می‌توانید درستی این توضیح را بررسی کنید؟

ب) آیا از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که سبزینه، رنگیزه اصلی در فتوسنتز است؟ پاسخ خود را توضیح دهید.



الف)اسپیروژیر

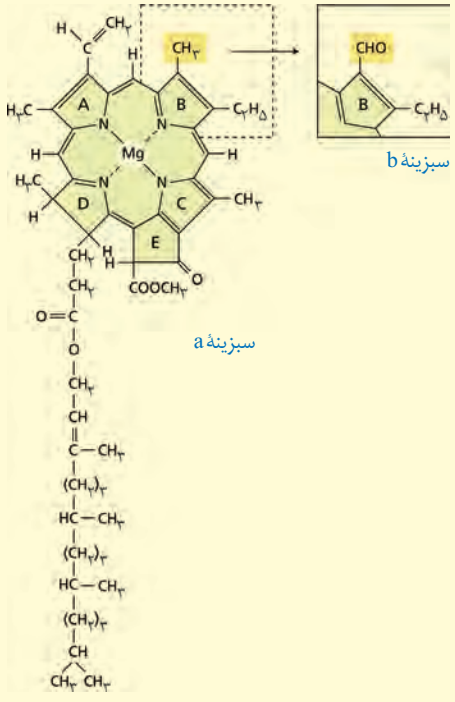


ب) ترسیمی از نتیجه آزمایش

بیشتر بدانید

ساختار سبزینه

مولکول سبزینه از دو بخش سر و دم تشکیل شده است. تفاوت سبزینه های a و b به اختلاف اندکی در بخش سر مربوط می‌شود. جالب است که ساختار بخش سر شبیه بخش هم در مولکول هموگلوبین است؛ با این تفاوت که به جای آهن، منیزیم دارد.



www.mrzist.org

گفتار ۲ واکنش‌های فتوسنتزی

واکنش‌های فتوسنتزی را در دو گروه واکنش‌های وابسته به نور و مستقل از نور قرار می‌دهند. در ادامه به معرفی این دو نوع واکنش می‌پردازیم.

واکنش‌های وابسته به نور: واکنش های تیلاکوئیدی

وقتی نور به مولکول‌های رنگیزه می‌تابد، الکترون انرژی می‌گیرد و ممکن است از مدار خود خارج شود. به چنین الکترونی، **الکترون برانگیخته** می‌گویند، زیرا پرانرژی و از مدار خود خارج شده است. الکترون برانگیخته ممکن است با انتقال انرژی به مولکول رنگیزه بعدی، به مدار خود برگردد یا از رنگیزه خارج و به‌وسیلهٔ رنگیزه یا مولکولی دیگر گرفته شود (شکل ۴).

در فتوسنتز، انرژی الکترون‌های برانگیخته در رنگیزه‌های موجود در آنتن‌ها از رنگیزه‌ای به رنگیزه دیگر منتقل و در نهایت، به مرکز واکنش می‌رود و در آنجا سبب ایجاد الکترون برانگیخته در سبزینهٔ a و خروج الکترون از آن می‌شود (شکل ۵).

الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۲ بعد از عبور از زنجیره انتقال الکترون به مرکز واکنش در فتوسیستم ۱ می‌رود. همچنین، الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۱در نهایت به مولکول $NADP^+$[۱] می‌رسد (شکل ۶).

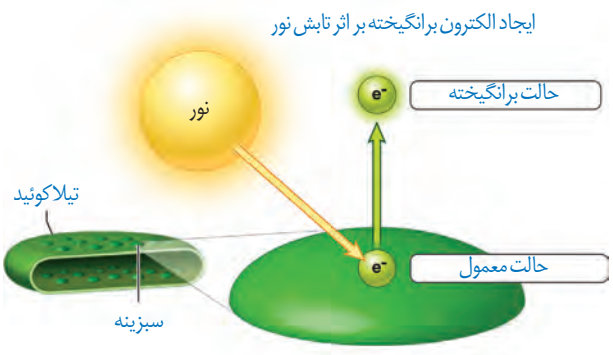
دو نوع زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید وجود دارد. یک زنجیره بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ و دیگری بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ قراردارد.

$NADP^+$ با گرفتن دو الکترون، بار منفی پیدا می‌کند و با ایجاد پیوند با پروتون به مولکول NADPH تبدیل می‌شود (واکنش ۲).

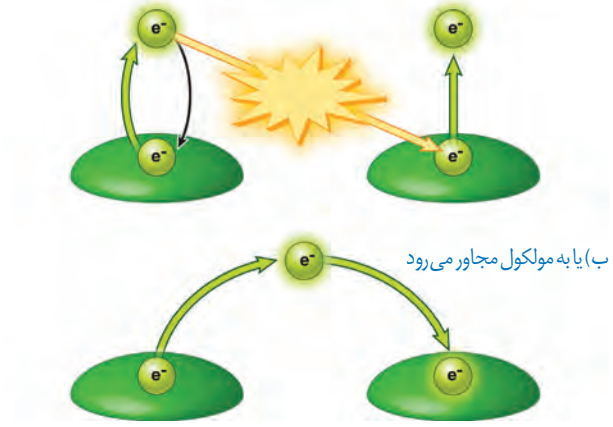
$$NADP^+ + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow NADPH + H^+$$

واکنش ۲ــ تشکیل NADPH

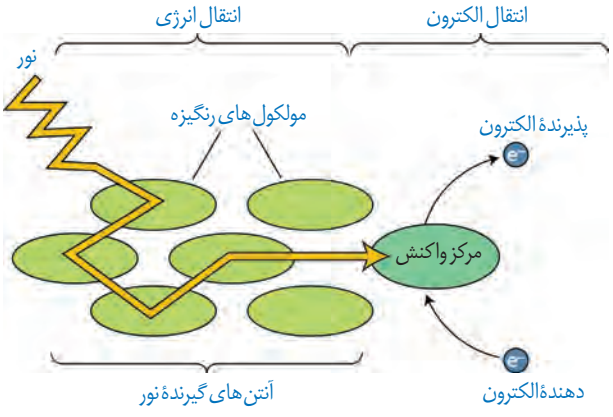
با توجه به شکل ۶ درمی‌یابیم الکترونی که از سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می‌آید، کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم ۱



الف) الکترون برانگیخته انرژی را به مولکول مجاور منتقل می‌کند و به سطح انرژی قبلی خود برمی‌گردد.



شکل ۴ــ ایجاد الکترون برانگیخته و سرانجام آن



شکل ۵ــ انتقال انرژی به مرکز واکنش و خروج الکترون از آن

۱ــ Nicotinamid Adenine Dinucleotide Phosphate

www.mrzist.org

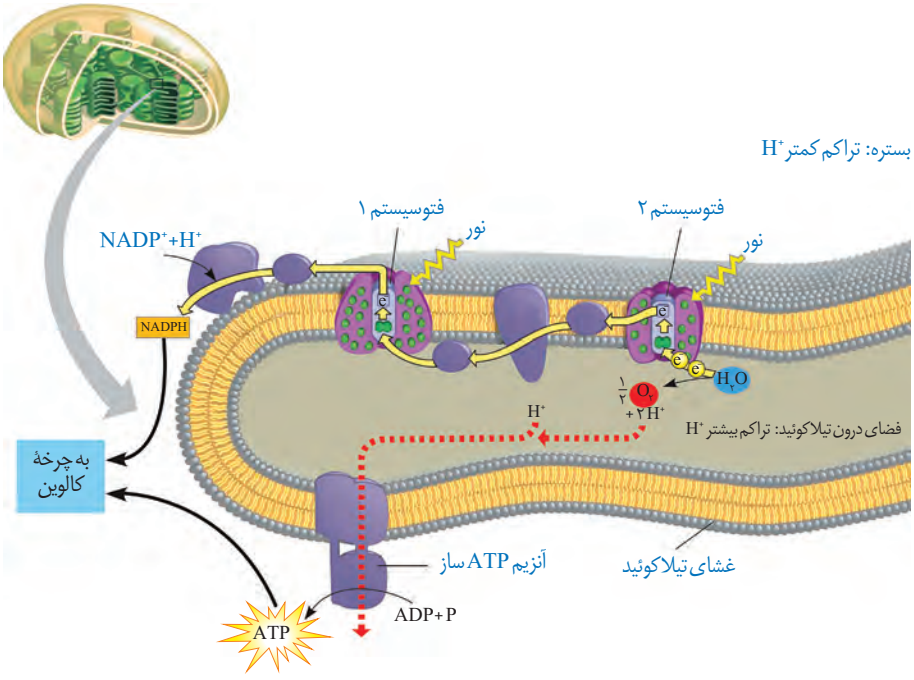
را جبران می‌کند، اما کمبود الکترون سبزینهٔ a در فتوسیستم ۲ چگونه جبران می‌شود؟

تجزیه نوری آب: به شکل ۶ نگاه کنید: در این شکل می‌بینید، مولکول‌های آب تجزیه می‌شوند و الکترون‌های حاصل از آن به فتوسیستم ۲ می‌روند. تجزیه آب به علت فرایندهایی است که به اثر نور مربوط می‌شود. بنابراین به آن، تجزیه نوری آب می‌گویند.

تجزیه نوری آب در فتوسیستم ۲ و در سطح داخلی تیلاکوئید انجام می‌شود. حاصل تجزیه آب در فتوسیستم۲، الکترون، پروتون و اکسیژن است (واکنش ۳). الکترون‌ها، کمبود الکترونی سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم۲ را جبران می‌کنند و پروتون‌ها در فضای درون تیلاکوئیدها تجمع می‌یابند.

$$H_2O \longrightarrow 2H^+ + \frac{1}{2} O_2 + 2e^-$$

واکنش ۳ـ تجزیه آب



شکل ۶ـ طرحی از فتوسیستم‌ها و انتقال الکترون در واکنش‌های نوری

ساخته شدن ATP در فتوسنتز

یکی از اجزای زنجیره انتقال الکترون که بین فتوسیستم ۲ و ۱ قرار دارد، پروتئینی است که یون‌های H^+ را از بستره به فضای درون تیلاکوئیدها پمپ می‌کند. بنابراین، با گذشت زمان تعدادی پروتون از بستره به فضای درون تیلاکوئید وارد می‌شود.

همچنین دانستیم که تعدای پروتون از تجزیه آب، درون فضای تیلاکوئید به وجود می‌آید. درنتیجه، به تدریج بر تراکم پروتون‌ها در فضای درون تیلاکوئیدها نسبت به بستره افزوده می‌شود.

پروتون‌ها بر اساس شیب غلظت خود می‌خواهند از فضای درون تیلاکوئید به بستره بروند، اما نمی‌توانند از طریق انتشار از غشای تیلاکوئید عبور کنند. پس، پروتون‌ها از چه راهی به بستره می‌روند؟ در غشای تیلاکوئید مجموعه‌ای پروتئینی به نام **آنزیم ATP ساز** وجود دارد. این آنزیم مشابه آنزیم

بیشتر بدانید

نام گذاری فتوسیستم ها

شاید انتظار داشته باشید چون فتوسیستم ۲ قبل از فتوسیستم ۱ فعالیت می‌کند، نام آنها برعکس باشد. اما به این دلیل که ابتدا فتوسیستم ۱ کشف شده بود، فتوسیستم بعدی را فتوسیستم ۲ نامیدند. فتوسیستم ۲ در دهه ۵۰ میلادی و چند سال بعد از فتوسیستم ۱ شناسایی شد.

www.mrzist.org

ATP ساز در راکیزه است. پروتون‌ها فقط از طریق این آنزیم می‌توانند به بستره منتشر شوند. همانند آنچه در راکیزه رخ می‌دهد، همراه با عبور پروتون‌ها از این آنزیم، ATP ساخته می‌شود.

به ساخته شدن ATP در واکنش های نوری، **ساخته شدن نوری ATP** می‌گویند، زیرا حاصل فرایندی است که با نور به راه می‌افتد.

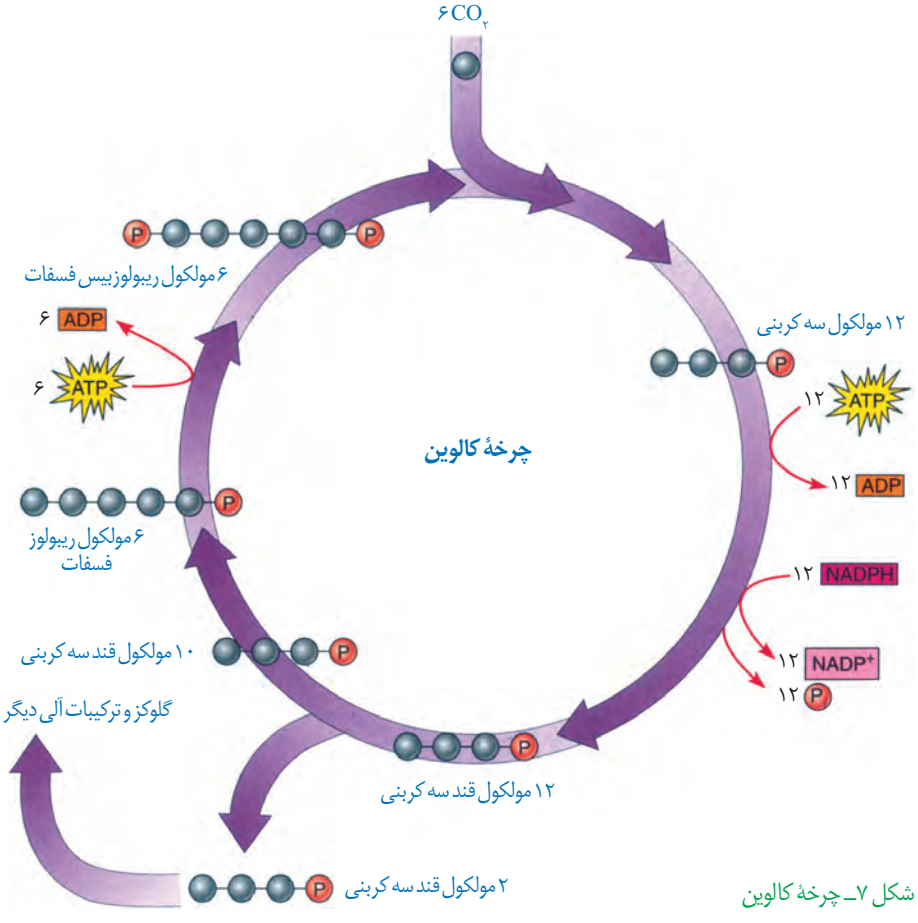
واکنش‌های مستقل از نور: واکنش‌های تثبیت کربن

می‌دانیم که در فتوسنتز، مولکول‌های CO_2 به قند تبدیل می‌شوند. ساخته شدن این مولکول همانند تجزیه آن به یکباره رخ نمی‌دهد.

عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند، نسبت به کربن در CO_2، کاهش یافته است، بنابراین گیاه برای ساختن قند، به انرژی و منبعی برای تأمین الکترون نیاز دارد که از واکنش‌های وابسته به نور تأمین می‌شوند.

ساخته شدن قند در چرخه‌ای از واکنش‌ها، به نام **چرخهٔ کالوین** رخ می‌دهد (شکل ۷). این واکنش‌ها در بستره سبزدیسه انجام می‌شوند.

در چرخهٔ کالوین CO_2 با قندی پنج کربنی به نام **ریبولوزبیس فسفات** ترکیب و مولکول شش کربنی ناپایداری تشکیل می‌شود. افزوده شدن CO_2 به مولکول پنج کربنی، با آنزیم **روبیسکو** (ریبولوزبیس

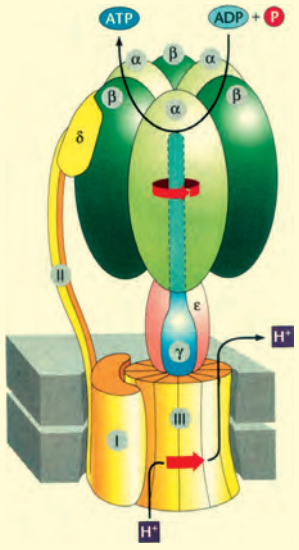


شکل ۷ـ چرخهٔ کالوین

بیشتر بدانید

آنزیم ATP ساز در سبزدیسه

شکل زیر طرحی از آنزیم ATPساز را در غشای تیلاکوئید نشان می‌دهد. با عبور پروتون از بخش کانال این آنزیم، سر می‌چرخد و در جهت مناسب برای ترکیب ADP با فسفات قرار می‌گیرد. درنتیجه ATP ساخته می‌شود.



بیشتر بدانید

ارتباط با شیمی

در کتاب شیمی ۳ با مفهوم عدد اکسایش اتم در گونه (ترکیب) و چگونگی تعیین آن آشنا شده‌اید.

www.mrzist.org

فسفات کربوکسیلاز ـ اکسیژناز) و فعالیت کربوکسیلازی آن (تشکیل گروه کربوکسیل) انجام می‌شود. هر مولکول شش کربنی که ناپایدار است، بلافاصله تجزیه و دو مولکول اسید سه کربنی ایجاد می‌کند. این مولکول‌ها در نهایت به قندهای سه کربنی تبدیل می‌شوند.

همان‌طور که در شکل ۷ می‌بینید، تعدادی از این قندها برای ساخته شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگر و تعدادی نیز برای بازسازی ریبولوزبیس فسفات به مصرف می‌رسند.

گرچه واکنش‌های کالوین مستقل از نور انجام می‌شوند، اما انجام این واکنش‌ها وابسته به ATP و NADPH حاصل از واکنش‌های نوری است.

در چرخهٔ کالوین دیدیم که CO_2 برای ساخته شدن ترکیب آلی به کار می‌رود. به فرایند استفاده از CO_2 برای تشکیل ترکیب‌های آلی **تثبیت کربن** می‌گویند.

دیدیم اولین مادهٔ آلی پایدار ساخته شده، ترکیبی سه کربنی است؛ به همین علت به گیاهانی که تثبیت کربن در آنها فقط با چرخهٔ کالوین انجام می‌شود، **گیاهان C_3** می‌گویند. اکثر گیاهان C_3 هستند؛ گرچه انواع دیگری از تثبیت کربن در طول حیات گیاهان روی زمین نیز شکل گرفته است که در گفتار بعد به آنها می‌پردازیم.

اثر محیط بر فتوسنتز

بدیهی است فرایندی مانند فتوسنتز تحت تأثیر محیط باشد. به نظر شما چه عوامل محیطی بر فتوسنتز اثر می‌گذارند؟

با توجه به واکنش کلی فتوسنتز، انتظار داریم نور و CO_2 از عوامل مؤثر بر فتوسنتز باشند. مشاهدات نشان می‌دهد، میزان CO_2، طول موج، شدت و مدت زمان تابش نور بر فتوسنتز اثر می‌گذارند.

از طرفی فتوسنتز فرایندی آنزیمی است و می‌دانیم بیشترین فعالیت آنزیم‌ها در گسترهٔ دمایی خاص انجام می‌شود، بنابراین دما نیز بر فتوسنتز اثر می‌گذارد. همچنین خواهیم دید که میزان اکسیژن نیز بر فتوسنتز اثر دارد.

بیشتر بدانید

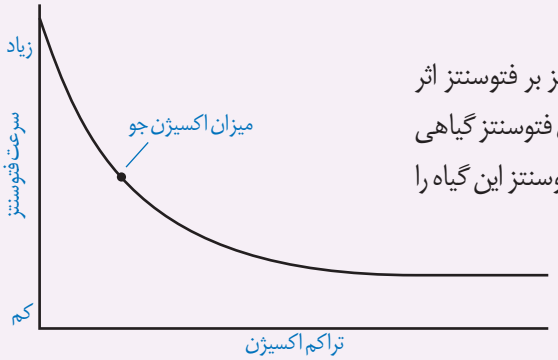
شناسایی چرخهٔ کالوین

کشف مواد پرتوزا این امکان را به محققان داد تا با استفاده از این مواد، فرایندهای زیستی را شناسایی کنند. یکی از این فرایندها فتوسنتز بود. ملوین اِلیس کالوین و همکارانش با ردیابی ^{14}C در جلبک تک یاخته‌ای سبز، توانستند مراحل متفاوت این فرایند را شناسایی کنند. کالوین که زیست‌شیمی‌دان بود، از پدرومادری روس که به امریکا مهاجرت کرده بودند در سال ۱۹۱۱ به دنیا آمد (مرگ ۱۹۹۷). کالوین در سال ۱۹۶۱ موفق به دریافت جایزه نوبل در شیمی برای تحقیقاتش در فتوسنتز شد.

فعّالیت ۴

تفسیر کنید

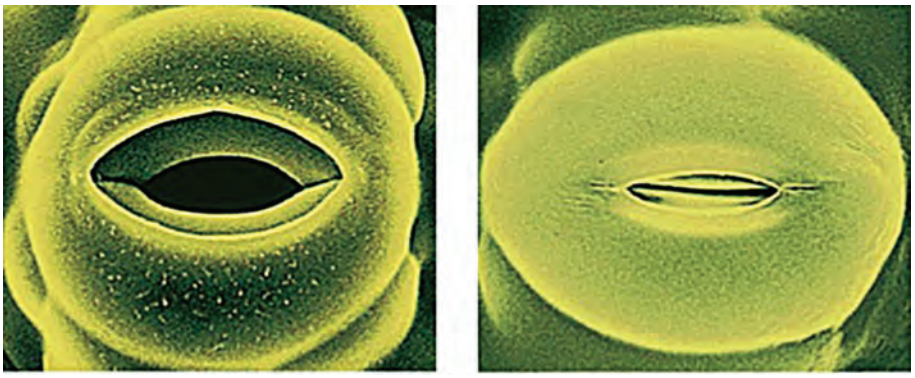
در گفتار بعد خواهیم دید که میزان اکسیژن نیز بر فتوسنتز اثر دارد. نمودار مقابل تأثیر میزان اکسیژن بر میزان فتوسنتز گیاهی C_3 را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، ارتباط بین میزان اکسیژن و فتوسنتز این گیاه را توضیح دهید.



www.mrzist.org

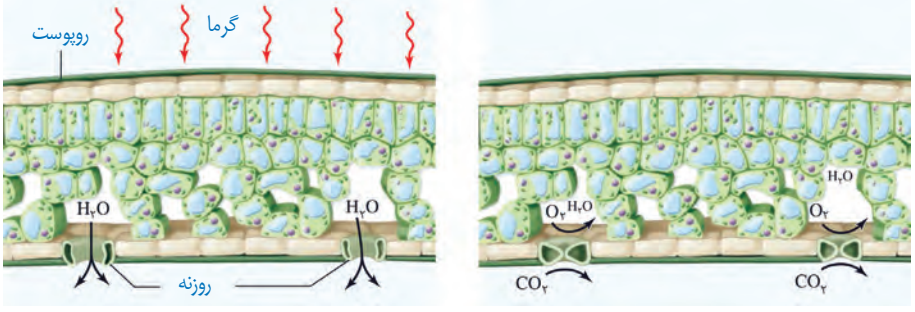
گفتار ۳ فتوسنتز در شرایط دشوار

شکل ۸ روزنه را در دو حالت باز و بسته نشان می‌دهد. چه عواملی سبب بسته شدن روزنه می‌شود؟ به یاد دارید که افزایش بیش از حد دما و نور سبب بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. بسته شدن روزنه‌ها چه تأثیری می‌تواند بر فتوسنتز داشته باشد؟



شکل ۸ــ روزنه‌ها برای حفظ آب گیاه بسته می‌شوند.

در چنین شرایطی وقتی روزنه‌ها به‌منظور کاهش تعرق بسته می‌شوند، تبادل گازهای اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید از روزنه‌ها نیز توقف می‌یابد، اما فتوسنتز همچنان ادامه دارد. بنابراین در حالی که CO_2 برگ کم می‌شود، اکسیژن در آن افزایش می‌یابد (شکل ۹).



(الف) (ب)

شکل ۹ــ افزایش میزان اکسیژن در اطراف یاخته‌ها به علت بسته شدن روزنه‌ها.
وقتی روزنه‌ها باز هستند (الف) نسبت CO_2 به O_2 بیشتر از زمانی است که روزنه‌ها برای حفظ آب گیاه بسته شده‌اند (ب).

در چنین حالتی، وضعیت برای نقش اکسیژنازی آنزیم روبیسکو مساعد می‌شود؛ زیرا نقش کربوکسیلازی یا اکسیژنازی این آنزیم به نسبت CO_2 و اکسیژن در محیط عملکرد آن ارتباط دارد. بنابراین با افزایش اکسیژن در برگ، اکسیژن با ریبولوزبیس فسفات ترکیب می‌شود. مولکول حاصل، ناپایدار است و به دو مولکول سه کربنی و دو کربنی تجزیه می‌شود. مولکول سه کربنی به مصرف بازسازی ریبولوزبیس فسفات می‌رسد.

مولکول دو کربنی از کلروپلاست خارج و در واکنش‌هایی که بخشی از آنها در راکیزه انجام می‌گیرد، از آن مولکول CO_2 آزاد می‌شود. چون این فرایند با مصرف اکسیژن، آزاد شدن CO_2 و همراه با فتوسنتز است، **تنفس نوری** نامیده می‌شود.

در تنفس نوری گرچه ماده آلی تجزیه می‌شود، اما برخلاف تنفس یاخته‌ای، ATP از آن ایجاد

بیشتر بدانید

آیا تنفس نوری بی فایده است؟

گرچه تنفس نوری را عامل مزاحمی برای فتوسنتز در نظر می‌گیرند، اما پژوهش‌ها نشان می‌دهد بعضی گیاهان که به‌علت نقص ژنی تنفس نوری ندارند، در مقایسه با هم نوعان خود، آسیب بیشتری از نورهای شدید می‌بینند.

www.mrzist.org

نمی‌شود. بنابراین تنفس نوری باعث کاهش فراورده‌های فتوسنتز می‌شود.

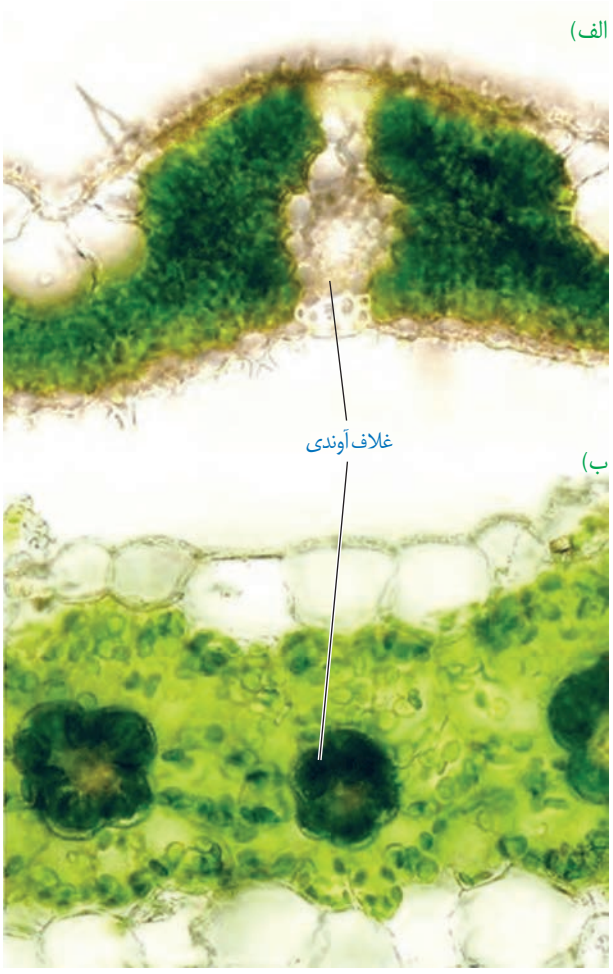
به هر حال انواعی از گیاهان وجود دارند که در محیط‌های با دمای بالا و تابش شدید نور خورشید زندگی می‌کنند. این گیاهان با چه سازوکاری توانسته‌اند تنفس نوری خود را کاهش دهند؟

فتوسنتز در گیاهان C_4

یکی از سازوکارها برای ممانعت تنفس نوری، در گیاهانی وجود دارد که به گیاهان C_4 معروف‌اند.

یاخته‌های **غلاف آوندی** در این گیاهان سبزدیسه دارند و محل انجام چرخه کالوین‌اند، در حالی که در گیاهان C_3، سبزدیسه ندارند (شکل ۱۰).

تثبیت کربن در این گیاهان در دو مرحله، ابتدا در یاخته‌های میانبرگ و سپس در یاخته‌های غلاف آوندی انجام می‌شود که در ادامه به آن می‌پردازیم.



شکل ۱۰ـ الف) برگ گیاه C_3
ب) برگ گیاه C_4

در گیاهان C_4، CO_2 در یاخته‌های میانبرگ با اسیدی سه کربنی ترکیب و در نتیجه اسیدی چهار کربنی ایجاد می‌شود. به همین علت به این گیاهان، گیاهان C_4 می‌گویند؛ زیرا اولین مادهٔ پایدار حاصل از تثبیت کربن، ترکیبی چهار کربنی است.

آنزیمی که در ترکیب CO_2 با اسید سه کربنی و تشکیل اسید چهارکربنی نقش دارد، برخلاف روبیسکو به طور اختصاصی با CO_2 عمل می‌کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.

اسید چهار کربنی از یاخته‌های میانبرگ از طریق پلاسمودسم‌ها به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل می‌شود. در این یاخته‌ها، مولکول CO_2 از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخهٔ کالوین می‌شود. اسید سه کربنی باقیمانده نیز به یاخته‌های میانبرگ برمی‌گردد.

در گیاهان C_4 با وجود عملکرد آنزیم‌های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو، به اندازه‌ای بالا نگه داشته می‌شود که بازدارندهٔ تنفس نوری است. بنابراین، تنفس نوری به ندرت در این گیاهان روی می‌دهد.

این گیاهان در دماهای بالا، شدت‌های زیاد نور و کمبود آب، در حالی که روزنه‌ها بسته‌شده‌اند تا از تبخیر آب جلوگیری شود، همچنان میزان CO_2 را در محل عملکرد آنزیم روبیسکو بالا نگه می‌دارند. به همین علت کارایی آنها در چنین شرایطی بیش از گیاهان C_3 است.

فتوسنتز در گیاهان CAM

بعضی گیاهان در مناطقی زندگی می‌کنند که با مسئله دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجه‌اند. در این گیاهان برای جلوگیری از هدر رفتن آب، روزنه‌ها در طول روز بسته و در شب بازند. برگ،

بیشتر بدانید

عملکرد اختصاصی

پذیرنده CO_2 در گیاهان C_4 فسفوانول‌پیرووات است. این اسید با فعالیت آنزیم فسفوانول‌پیرووات کربوکسیلاز با CO_2 ترکیب و اسید چهار کربنی(مالات یا اگزالات) تشکیل می‌شود. جایگاه فعالِ آنزیمِ فسفوانول‌پیرووات کربوکسیلاز به شکلی است که فقط کربن‌دی‌اکسید در آن قرار می‌گیرد.

www.mrzist.org

ساقه یا هردوی آنها در چنین گیاهانی گوشتی و پرآب است. این گیاهان در واکوئول های خود ترکیباتی دارند که آب را نگه می‌دارند.

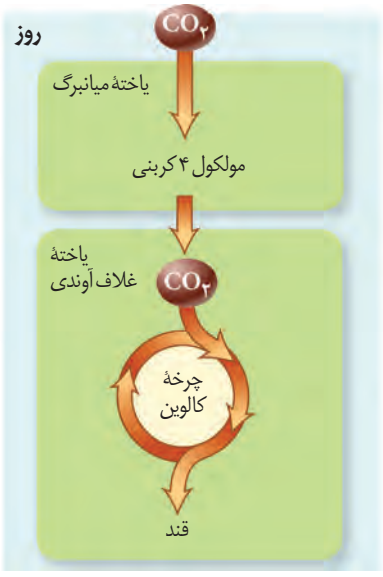
تثبیت کربن در این گیاهان، مانند گیاهان C_4 است، با این تفاوت که تثبیت کربن در آنها در یاخته‌های متفاوت نیست و به عبارتی تقسیم‌بندی مکانی نشده، بلکه در زمان‌های متفاوت انجام می‌شود. تثبیت اولیهٔ کربن در شب که روزنه‌ها بازند و چرخهٔ کالوین در روز انجام می‌شود که روزنه‌ها بسته‌اند. آناناس از گیاهان CAM [1] (کَم) است.

گل رز

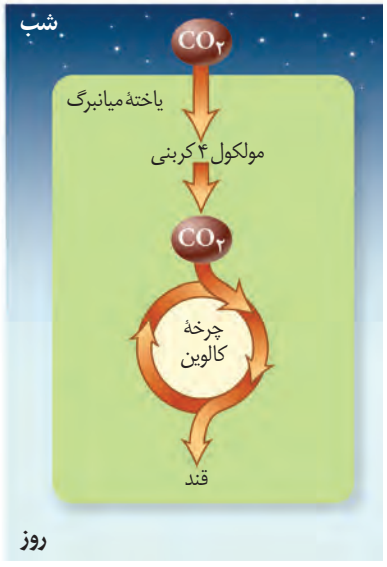
ذرت

آناناس

الف



ب



پ

شکل ۱۱ــ مقایسه فتوسنتز در گیاهان الف) C_3، ب) C_4 و پ) CAM

فعّالیت ۵

گفت‌وگو کنید

سه گیاه الف، ب و پ داریم. با فرض اینکه فتوسنتز هیچ یک از این گیاهان یکسان نباشد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

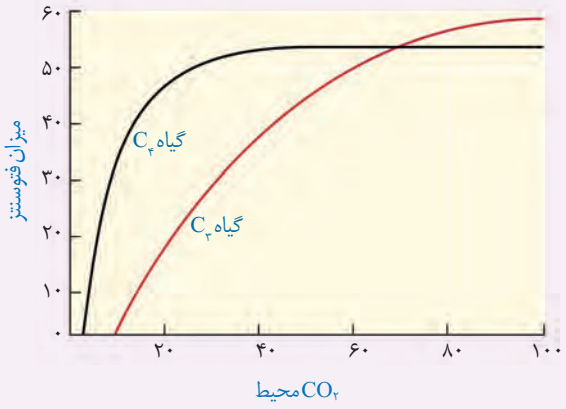
۱ـ الف) عصارهٔ برگ هر یک از این گیاهان در دو زمان، یکی در آغاز تاریکی (شب) و دیگری در آغاز روشنایی (صبح) استخراج و pH آنها اندازه‌گیری شد. pH عصارهٔ گیاه ب در آغاز روشنایی نسبت به آغاز تاریکی اسیدی‌تر بود. گیاه «ب» چه نوع فتوسنتزی دارد؟

۱ـ Crassulacean Acid Metabolism

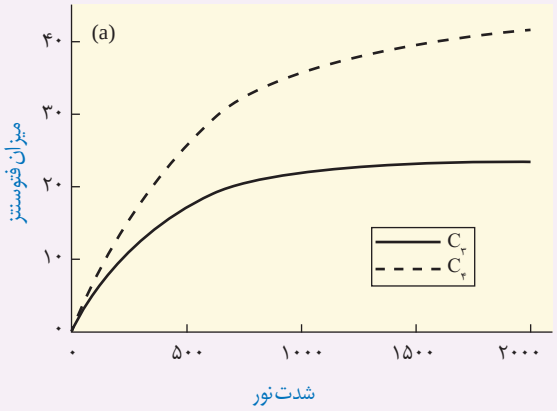
www.mrzist.org

ب) برای تشخیص نوع فتوسنتز گیاه الف و پ چه راهی پیشنهاد می‌دهید؟ آیا ساختار این گیاهان در تشخیص نوع فتوسنتز به شما کمک می‌کند؟

۲ـ نمودارهای ۱ و ۲ به ترتیب اثر کربن دی اکسید جوّ و شدت نور را بر فتوسنتز دو گیاه C_3 و C_4 نشان می‌دهند. چه نتیجه‌ای از این نمودارها می‌گیرید؟



نمودار ۱



نمودار ۲

جانداران فتوسنتزکنندهٔ دیگر

بخش عمدهٔ فتوسنتز را جاندارانی انجام می‌دهند که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی‌کنند. انواعی از باکتری‌ها و آغازیان در محیط‌های متفاوت خشکی و آبی فتوسنتز می‌کنند که در ادامه به آنها می‌پردازیم.

باکتری‌ها: باکتری‌هایی که فتوسنتز می‌کنند، سبزدیسه ندارند، اما دارای رنگیزه‌های جذب کنندهٔ نورند.

بعضی باکتری‌ها سبزینه دارند. مثلاً سیانوباکتری‌ها سبزینه a دارند و همانند گیاهان با استفاده از CO_2 و نور ماده آلی می‌سازند؛ و چون همانند گیاهان در فرایند فتوسنتز اکسیژن تولید می‌کنند، باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ **اکسیژن‌زا** نامیده می‌شوند.

گروهی دیگر از باکتری‌ها، فتوسنتزکنندهٔ **غیراکسیژن‌زا** هستند. باکتری‌های گوگردی ارغوانی و سبز از این گروه‌اند. رنگیزهٔ فتوسنتزی این باکتری‌ها، **باکتریوکلروفیل** است. این باکتری‌ها کربن‌دی‌اکسید را جذب می‌کنند، اما اکسیژن تولید نمی‌کنند؛ زیرا منبع تأمین الکترون در آنها ترکیبی به غیر از آب است. مثلاً در باکتری‌های گوگردی منبع تأمین الکترون H_2S است و به‌جای اکسیژن، گوگرد ایجاد می‌شود. از این باکتری‌ها در تصفیهٔ فاضلاب‌ها برای حذف هیدروژن سولفید استفاده می‌کنند. هیدروژن سولفید گازی بی‌رنگ است و بویی شبیه تخم‌مرغ گندیده دارد.

واکنش ۴ـ فتوسنتز در باکتری‌های گوگردی

$$۶\,CO_2 + ۱۲\,H_2S + \text{نور} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + ۱۲\,S + ۶H_2O$$

بیشتر بدانید

گیاهان C_4 سهم اندکی از گیاهان را به خود اختصاص می‌دهند. بیشتر گیاهان C_4 تک لپه‌اند، اما انواع دولپه‌ای نیز وجود دارد. گیاه تاج خروس از دولپه‌ای‌های C_4 است. بعضی دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند با توجه به گرم شدن کره زمین، شاهد انواع بیشتری از گیاهان C_4 در کره زمین باشیم.

www.mrzist.org

آغازیان: آغازیان نقش مهمی در تولید مادهٔ آلی از ماده معدنی دارند. می‌دانید که جلبک‌های سبز، قرمز و قهوه‌ای از آغازیان هستند و فتوسنتز می‌کنند. اوگلنایی که در شکل ۱۲ می‌بینید، جانداری تک‌یاخته‌ای و مثال دیگری از آغازیان فتوسنتزکننده است. این جاندار در حضور نور فتوسنتز می‌کند و در صورتی که نور نباشد، سبزدیسه‌های خود را از دست می‌دهد و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات مورد نیاز خود را به دست می‌آورد.

شکل ۱۲ــ اوگلنا

شیمیوسنتز

آیا ساختن مادهٔ آلی از ماده معدنی فقط محدود به فتوسنتز و جاندارانی است که از انرژی نور استفاده می‌کنند؟ آیا تولیدکنندگان در اعماق تاریک وجود ندارند؟

امروزه می‌دانیم انواعی از باکتری‌ها در معادن، اعماق اقیانوس‌ها و اطراف دهانهٔ آتشفشان‌های زیرآب وجود دارند که می‌توانند بدون نیاز به نور از کربن دی‌اکسید مادهٔ آلی بسازند. زیستن در چنین مناطقی برای بسیاری از جانداران غیرممکن است. دانشمندان بر اساس وضعیت زمین در آغاز شکل‌گیری حیات، بر این باورند که **باکتری‌های شیمیوسنتزکننده** از قدیمی‌ترین جانداران روی زمین‌اند.

چنین باکتری‌هایی، انرژی مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنش‌های اکسایش به دست می‌آورند. به این فرایند **شیمیوسنتز** می‌گویند.

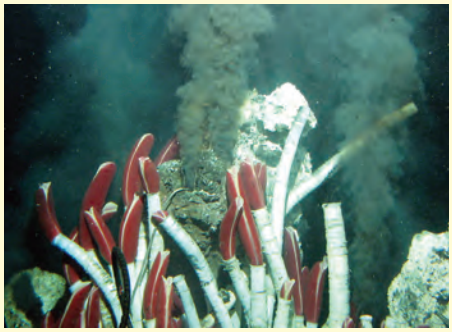
باکتری‌های نیترات ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند، از باکتری‌های شیمیوسنتزکننده‌اند.

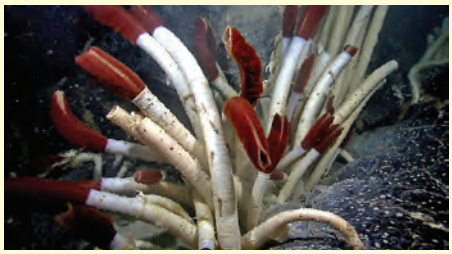
بیشتر بدانید

شیمیوسنتز در اعماق اقیانوس

در اعماق اقیانوس شکاف‌هایی وجود دارد که از آنها گاز سولفید هیدروژن خارج می‌شود.

با وجود فشار و گرمای زیاد، انواعی از کرم‌های لوله‌ای در آنجا وجود دارند. در بدن این کرم‌ها، باکتری‌های شیمیوسنتز کننده زندگی می‌کنند، که با اکسایش هیدروژن سولفید، انرژی مورد نیاز برای ساخت ماده آلی را به دست می‌آورند. زیست این کرم‌ها وابسته به غذایی است که این باکتری‌ها برای آنها می‌سازند.





www.mrzist.org

فصل ۷

فناوری‌های نوین زیستی

آیا تاکنون دربارهٔ تولید پلاستیک‌های قابل تجزیهٔ زیستی شنیده‌اید؟ با توجه به اهمّیت محیط‌زیست و حفظ آن، تولید و استفاده از چنین پلاستیک‌هایی راهکار مناسبی برای پیشگیری از مصرف بی‌رویهٔ پلاستیک‌های غیرقابل تجزیه است. امروزه به کمک روش‌های زیست فناوری، تولید پلاستیک‌های قابل‌تجزیه با صرف هزینهٔ کمتر ممکن شده است. این کار با وارد کردن ژن‌های تولیدکنندهٔ بسیاری از این نوع مواد از باکتری به گیاه امکان‌پذیر است.

چگونه می‌توان از فناوری‌های زیستی برای بهبود زندگی انسان و حفظ محیط‌زیست استفاده کرد؟

آیا می‌توان با استفاده از آنها همهٔ مشکلات بشر را حل کرد؟

انسان از نظر اخلاقی تا چه حد می‌تواند این فناوری‌ها را به خدمت بگیرد؟

در این فصل با این فناوری‌ها آشنا می‌شویم و می‌توانیم در آخر، به بخشی از پرسش‌های مطرح شده در مورد این فناوری‌ها پاسخ دهیم.

www.mrzist.org

گفتار ۱ زیست فناوری و مهندسی ژنتیک

همان‌طور که می‌دانیم جهش در یک ژن و درنتیجه، تغییر در محصول آن می‌تواند به بروز بیماری منجر شود. اختلال در عملکرد و مقدار عوامل مؤثر در انعقاد خون از این دسته هستند. با توجه به افزایش افراد نیازمند به این ترکیبات، تأمین نیاز دارویی آنها با مشکل مواجه می‌شود.

امروزه استفاده از روش‌های زیست فناوری[۱] و مهندسی ژنتیک[۲] تحولات مهمی در زمینهٔ تولید چنین فراورده‌هایی فراهم آورده است. تا چندی پیش، انتقال ژن‌های انسان به داخل یاخته‌های سایر موجودات زنده و یا استفاده از باکتری‌ها برای ساختن پروتئین‌های انسانی غیرقابل تصور بود اما اکنون روش‌های لازم برای تحقق آن توسعه یافته و کاربرد فراوانی پیدا کرده است. آیا می‌دانید چگونه می‌توان از باکتری برای ساختن یک پروتئین انسانی استفاده کرد؟ فرض کنید می‌خواهیم باکتری را برای ساختن هورمون رشد انسانی تغییر دهیم، پس ضرورت دارد تمام احتیاجات این فرایند را در یاختهٔ باکتری فراهم کنیم. در ادامه مطلب با مراحل این روش آشنا خواهیم شد.

زیست فناوری چیست؟

به‌طورکلی به هرگونه فعالیت هوشمندانه آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده، **زیست فناوری** گویند.

زیست فناوری قلمروی بسیار گسترده دارد و روش‌هایی مانند مهندسی ژنتیک، مهندسی پروتئین و بافت را دربرمی‌گیرد. زیست فناوری از گرایش‌های علمی متعددی مانند علوم زیستی، فیزیک، ریاضیات و علوم مهندسی بهره می‌برد. کاربردهای فراوان زیست فناوری، آن را به‌عنوان نشانهٔ پیشرفت کشورها در قرن حاضر و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل کرده است.

تاریخچهٔ زیست فناوری

برای زیست فناوری، که از سال‌های بسیار دور آغاز شده است، سه دوره درنظر می‌گیرند:

زیست فناوری سنتی: تولید محصولات تخمیری مانند سرکه، نان و فراورده‌های لبنی با استفاده از فرایندهای زیستی مربوط به این دوره است.

زیست‌فناوری کلاسیک: با استفاده از روش‌های تخمیر و کشت ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) تولید موادی مانند پادزیست‌ها، آنزیم‌ها و مواد غذایی در این دوره ممکن شد.

زیست فناوری نوین: این دوره با انتقال ژن از یک ریزجاندار به ریز جاندار دیگر آغاز شد. دانشمندان توانستند با تغییر و اصلاح خصوصیات ریزجانداران، ترکیبات جدید را با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر تولید کنند.

۱ـ Biotechnology

۲ـ Genetic Engineering

بیشتر بدانید

تاکنون تعاریف متعددی برای زیست‌فناوری ارائه شده است که علت آن را باید در ماهیت زیست‌فناوری جست‌وجو کرد. فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران زیست‌فناوری را چنین تعریف می‌کند: «تولید فراورده‌ها از طریق فرایند زیستی که مستلزم فنون مهندسی است».

بیشتر بدانید

شاخه‌های زیست فناوری

امروزه متخصصان، این رشته را به شاخه‌های مختلفی از قبیل کشاورزی، پزشکی، دارویی، دامی، میکروبی، قضایی یا پزشکی قانونی، غذایی، صنعتی و... تقسیم‌بندی کرده‌اند.

در برخی تقسیم‌بندی‌ها به شاخه‌های زیست فناوری رنگ اختصاص داده‌اند که عبارت‌اند از:

- سبز: زیست فناوری کشاورزی؛ بهره‌برداری از گیاهان دست‌ورزی شده ژنتیکی
- قرمز: زیست فناوری پزشکی؛ بهره‌برداری از یاخته‌های دست‌ورزی شده برای درمان، تولید دارو و مسائل قضایی و پزشکی قانونی
- خاکستری: زیست فناوری محیط‌زیست؛ جلوگیری و رفع مشکلات محیط‌زیست
- سفید: زیست فناوری صنعتی؛ استفاده از موجودات زنده در مسائل صنعتی مثلاً ساخت مواد شیمیایی
- آبی: زیست فناوری دریایی؛ بهره‌وری از فرایندهای دریایی و موجودات آبزی

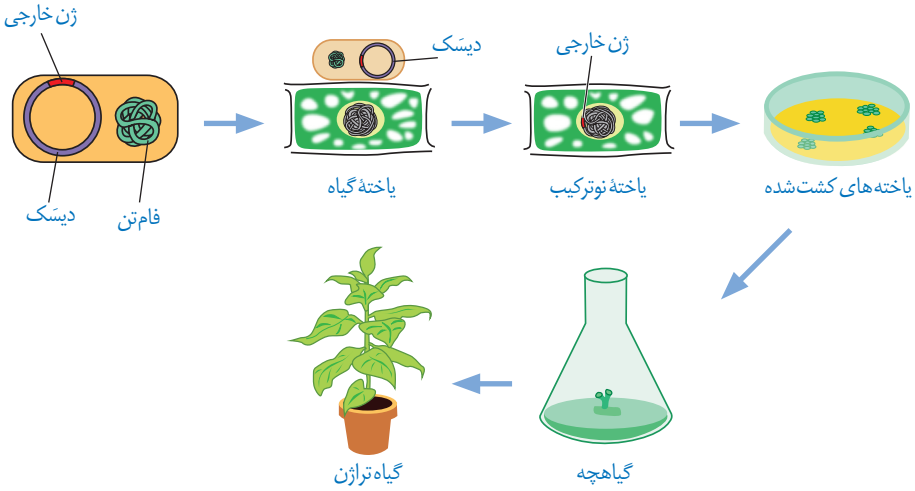
www.mrzist.org

مهندسی ژنتیک

یکی از روش‌های مؤثر در زیست فناوری نوین، مهندسی ژنتیک است. در مهندسی ژنتیک قطعه‌ای از دنای یک یاخته توسط ناقل به یاخته‌ای دیگر انتقال می‌یابد. در این حالت، یاختهٔ دریافت‌کننده قطعه دنا دچار دست‌ورزی ژنتیکی و دارای صفت جدید می‌شود. به جانداری که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی شده است، جاندار **تغییریافته ژنتیکی**[۱] یا **تراژنی**[۲] می‌گویند. گرچه این روش ابتدا با باکتری‌ها شروع شد؛ اما پیشرفت‌های بعدی، امکان دست‌ورزی ژنتیکی برای سایر موجودات زنده مثل گیاهان و جانوران را نیز فراهم کرد. مثلاً مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی از طریق مهندسی ژنتیک را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

۱ــ تعیین صفت یا صفات مطلوب ۲ــ استخراج ژن یا ژن‌های صفت موردنظر ۳ــ آماده‌سازی و انتقال ژن به گیاه ۴ــ تولید گیاه تراژنی ۵ــ بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست ۶ــ تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی.

شکل ۱ بعضی از این مراحل را نشان می‌دهد.



شکل ۱ــ تولید یک گیاه تراژنی

مراحل مهندسی ژنتیک

یکی از اهداف مهندسی ژنتیک تولید انبوه ژن و فراورده‌های آن است. تولید انبوه ژن با همسانه‌سازی دنا[۳] انجام می‌شود. جداسازی یک یا چند ژن و تکثیر آنها را **همسانه‌سازی دِنا** می‌گویند. در همسانه‌سازی دِنا مادهٔ وراثتی با ابزارهای مختلفی در خارج از یاخته تهیه و به وسیلهٔ یک **ناقل همسانه‌سازی**[۴] به درون ژنوم میزبان منتقل می‌شود. هدف از این کار تولید مقادیر زیادی از دنای خالص است که می‌تواند برای دست‌ورزی، تولید یک مادهٔ بخصوص و یا مطالعه مورد استفاده قرار گیرد.

برای این منظور مراحل زیر انجام می‌شود:

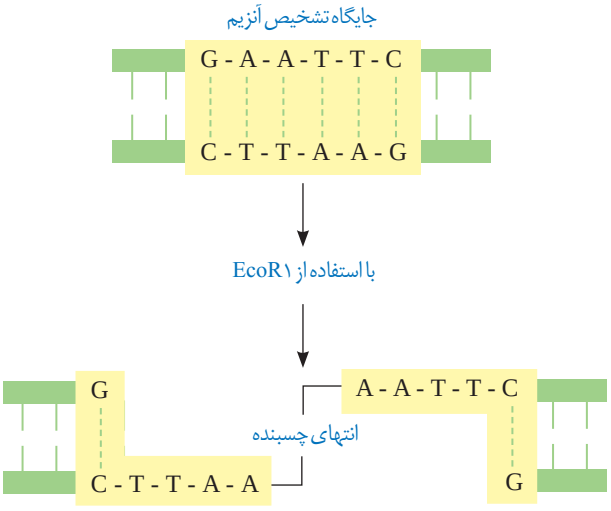
جداسازی قطعه‌ای از دِنا: این کار به‌وسیلهٔ **آنزیم‌های برش‌دهنده**[۵] انجام می‌شود. این آنزیم‌ها در باکتری‌ها وجود دارند و قسمتی از سامانهٔ دفاعی آنها محسوب می‌شوند. اولین مرحله از همسانه‌سازی

۱ــ Genetically Modified Organism
۲- Transgenic Organism
۳- DNA Cloning
۴- Cloning Vector
۵- Restriction Enzyme

www.mrzist.org

که جداسازی ژن‌ها است، به وسیلهٔ این آنزیم‌ها انجام می‌شود. این آنزیم‌ها توالی‌های نوکلئوتیدی خاصی را در دنا تشخیص و برش می‌دهند. مثلاً آنزیم EcoR۱ توالی شش جفت نوکلئوتیدی $\frac{GAATTC}{CTTAAG}$ را شناسایی و برش می‌دهد. به این توالی **جایگاه تشخیص آنزیم** گفته می‌شود (شکل ۲).

همان‌طورکه در شکل می‌بینید در جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱، توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته دنا از دو سمت مخالف یکسان خوانده می‌شود. این آنزیم پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتید گوانین‌دار و آدنین‌دار هر دو رشته را برش می‌زند. در نتیجه، انتهایی از مولکول دنا ایجاد می‌شود که یک رشته آن بلندتر از رشته مقابل است و به آن **انتهای چسبنده** می‌گویند. برای تشکیل چنین انتهایی از مولکول دنا، علاوه بر پیوندهای فسفودی استر، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته دنا در منطقه تشخیص نیز شکسته می‌شوند. استفاده از آنزیم‌های برش‌دهنده، دنا را به قطعات کوتاه‌تری تبدیل می‌کند. این قطعات را با روش‌های خاصی جدا می‌کنند و تشخیص می‌دهند.



شکل ۲ـ برش مولکول دنا توسط آنزیم EcoR۱

اتصال قطعه دِنا به ناقل و تشکیل دِنای نوترکیب[۱]: مرحله بعدی، اتصال قطعه دنای جداسازی شده به ناقل همسانه‌سازی است. این ناقلین، توالی‌های دنایی هستند که در خارج از فام‌تن اصلی قرار دارند و می‌توانند مستقل از آن تکثیر شوند. یکی از این مولکول‌ها دیسَک حلقوی باکتری است. این نوع دیسَک یک مولکول دنای دورشته‌ای و خارج فام‌تنی است که معمولاً درون باکتری‌ها و بعضی قارچ‌ها مثل مخمرها وجود دارد و می‌تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند. دیسَک‌ها را فام‌تَن‌های کمکی نیز می‌نامند چون حاوی ژن‌هایی هستند که در فام‌تن اصلی باکتری وجود ندارند. مثلاً ژن مقاومت به پادزیست در دیسَک قرار دارد. در صورت انتقال قطعه دنای موردنظر به دیسَک و ورود آن به یاخته میزبان، با هر بار همانندسازی دیسَک، دنای مورد نظر نیز همانندسازی می‌شود. بهتر است از دیسَکی استفاده شود که فقط یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده داشته باشد. به نظر شما چرا؟

شکل ۳ طرح ساده‌ای از دیسَک دارای یک جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱ را نشان می‌دهد، بسیاری از دیسَک‌ها دارای ژن‌های مقاومت به پادزیست‌ها هستند. چنین ژن‌هایی به باکتری این توانایی را می‌دهند که پادزیست‌ها را به موادی غیرکشنده و قابل استفاده برای

شکل ۳ـ طرح ساده‌ای از دیسَک و یک ژن خارجی

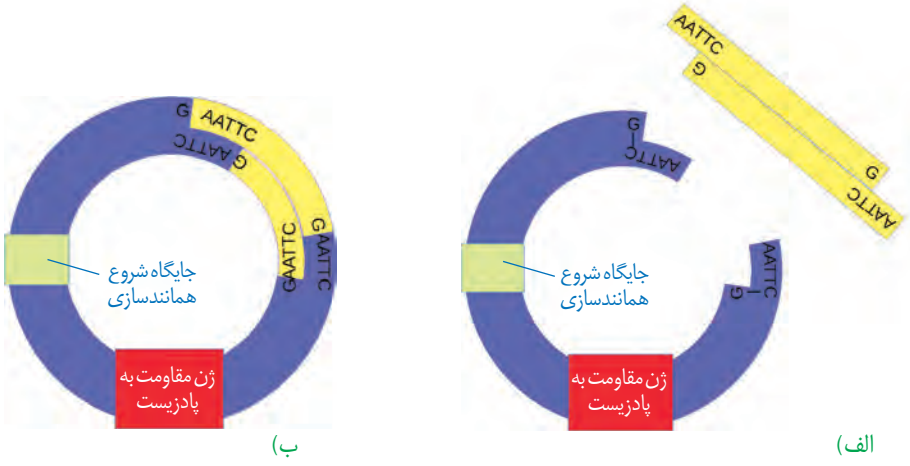
۱ـ Recombinant DNA

www.mrzist.org

خود تبدیل کنند. این ویژگی در مهندسی ژنتیک اهمیت زیادی دارد که در مباحث بعد به آن می‌پردازیم.

در ساخت یک دنای نوترکیب، قطعه دنای حاوی توالی موردنظر در دنای ناقل جاسازی می‌شود. دانستید که برای جداسازی قطعه دنای موردنظر از نوعی آنزیم برش‌دهنده استفاده می‌شود. توجه داشته باشید آنزیم مورد استفاده برای برش دادن دیسَک، باید همان آنزیمی باشد که در جداسازی دنای موردنظر استفاده شده است. چرا؟

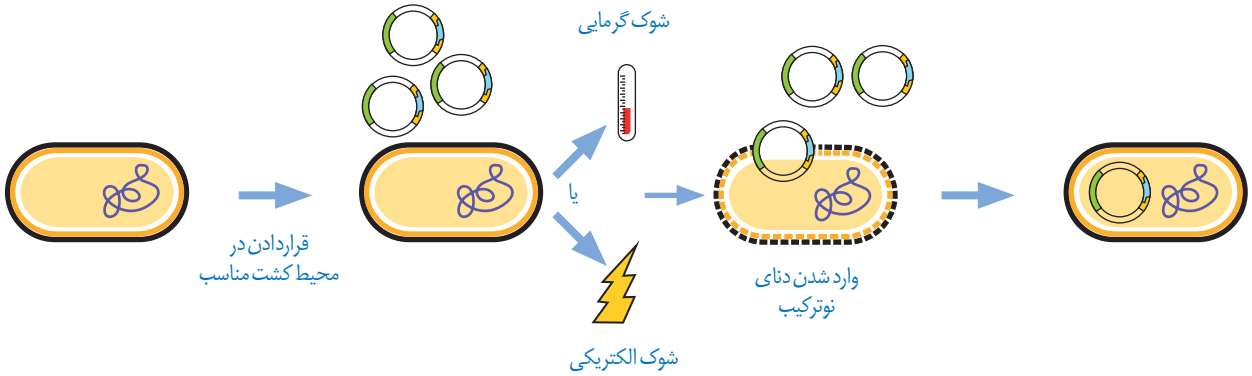
برش دیسَک با آنزیم، آن را به یک قطعه دنای خطی تبدیل می‌کند که دارای دو انتهای چسبنده است. همچنین قطعه دنای خارجی نیز دو انتهای چسبنده دارد. برای اتصال دنای موردنظر به دیسَک از آنزیم لیگاز (اتصال‌دهنده) استفاده می‌شود. این آنزیم پیوند فسفودی استر بین دو انتهای مکمل را ایجاد می‌کند. به مجموعه دنای ناقل و ژن جاگذاری شده در آن، **دنای نوترکیب** گفته می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴ــ تشکیل دنای نوترکیب: الف) قبل از تأثیر لیگاز و ب) بعد از تأثیر لیگاز

وارد کردن دِنای نوترکیب به یاخته میزبان: در این مرحله، دنای نوترکیب را به درون یاخته میزبان مثلاً باکتری منتقل می‌کنند (شکل ۵). به این منظور باید در دیواره باکتری منافذی ایجاد شود. این منافذ را می‌توان با کمک شوک الکتریکی و یا شوک حرارتی همراه با مواد شیمیایی ایجاد کرد.

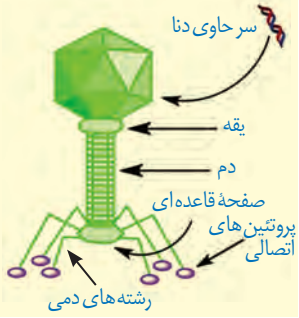
بر طبق اطلاعات به دست آمده، مشخص شده همه باکتری‌ها دنای نوترکیب را دریافت نمی‌کنند. بنابراین لازم است باکتری دریافت‌کنندهٔ دیسَک از باکتری فاقد آن تفکیک شود.



شکل ۵ــ وارد کردن دِنای نوترکیب به یاخته میزبان

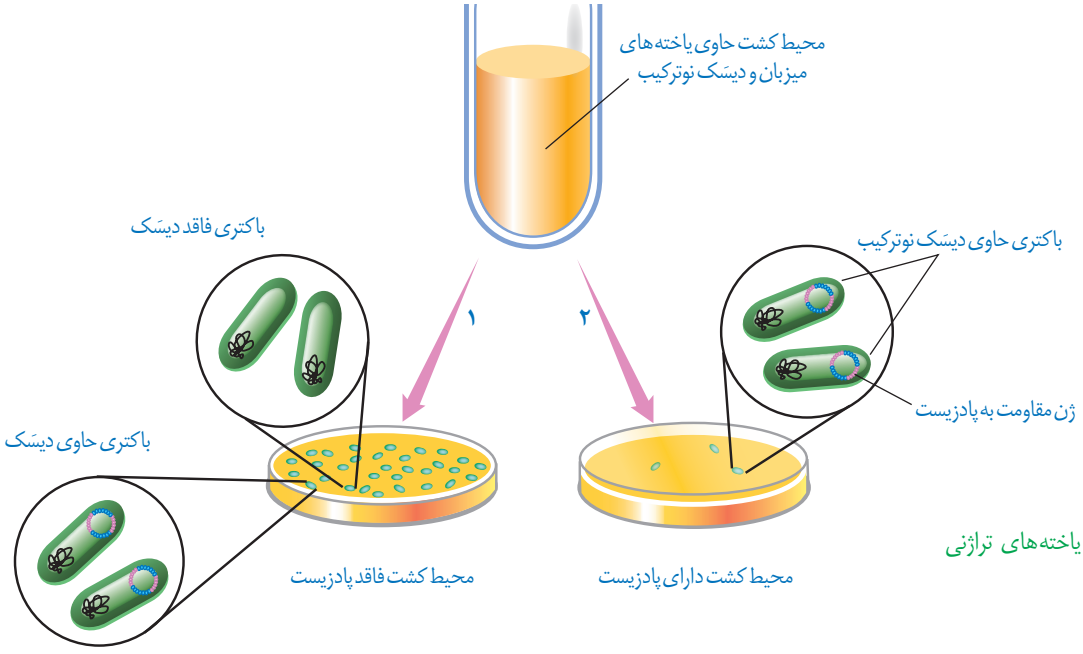
بیشتر بدانید

باکتری خوارها (باکتریوفاژها) ویروس‌هایی معمولاً دنادار هستند که به باکتری‌ها حمله می‌کنند و آنها را از بین می‌برند. نوکلئیک اسید این فاژها از دیسَک بزرگ‌تر است. مزیت دنای فاژها به‌عنوان ناقل همسانه‌سازی در این است که می‌توان قطعات دنای بزرگ‌تری را در آنها جاسازی کرد.



www.mrzist.org

جداسازی یاخته‌های تراژنی: برای انجام این مرحله، از روش‌های متفاوتی می‌توان استفاده کرد. یکی از این روش‌ها استفاده از دیسَکی است که دارای ژن مقاومت به پادزیستی مثل آمپی‌سیلین است. اگر باکتری، دنای نوترکیب را دریافت کرده باشد، در محیط حاوی پادزیست رشد می‌کند. باکتری‌های فاقد دنای نوترکیب به‌دلیل حساسیت به پادزیست در چنین محیطی از بین می‌روند (شکل ۶).



شکل ۶ــ جداسازی یاخته‌های تراژنی دارای دنای نوترکیب

در شرایط مناسب، باکتری‌های تراژنی با سرعت بالایی تکثیر می‌شوند. همچنین از دناهای نوترکیب نیز به‌صورت مستقل از فام‌تَنِ اصلی یاخته، نسخه‌های متعددی ساخته می‌شود که درنتیجهٔ آن دنای خارجی به سرعت تکثیر می‌شود. بنابراین، تعداد زیادی باکتری دارای دنای خارجی آماده خواهد شد که می‌توان از آنها برای تولید فراورده یا استخراج ژن استفاده کرد.

امروزه با پیشرفت روش‌های مهندسی ژنتیک می‌توان یاخته‌های دیگری مثل مخمرها، یاخته‌های گیاهی و حتی جانوری را با این فرایند تغییر داد. دناها و سایر مولکول‌های حاصل از دناهای تولید شده برای اهداف گوناگون علمی و کاربردی استفاده می‌شوند. در گفتارهای بعدی این فصل به برخی از این موارد اشاره شده است.

www.mrzist.org

گفتار ۲ فناوری مهندسی پروتئین و بافت

روش‌های جدید امکان ایجاد تغییرات دلخواه در توالی آمینواسیدهای یک پروتئین را فراهم کرده است که می‌توان از آنها به منظور تغییر در ویژگی‌های یک پروتئین و بهبود عملکرد آن بهره‌مند شد. انجام چنین تغییراتی که به آن **مهندسی پروتئین** گفته می‌شود، نیازمند شناخت کامل ساختار و عملکرد آن پروتئین است. این تغییرات می‌تواند جزئی یا کلی باشد.

تغییر جزئی شامل تغییر در رمز یک یا چند آمینواسید در مقایسه با پروتئین طبیعی است. تغییرات عمده، گسترده‌تر است و می‌تواند شامل برداشتن قسمتی از ژن یک پروتئین تا ترکیب بخش‌هایی از ژن‌های مربوط به پروتئین‌های متفاوت باشد.

می‌دانیم تغییر در توالی آمینواسیدها ممکن است باعث تغییر در شکل فضایی مولکول پروتئین و در نتیجه تغییر در عمل آن شود. چنین پروتئین‌های تغییر یافته‌ای با اهداف مختلف، مثلاً درمانی و تحقیقاتی ساخته می‌شوند.

از تغییرات و اصلاحات مفید در فرایند مهندسی پروتئین‌ها می‌توان به افزایش پایداری پروتئین در مقابل گرما و تغییر pH، افزایش حداکثری سرعت واکنش و تمایل آنزیم برای اتصال به پیش‌ماده اشاره کرد.

افزایش پایداری پروتئین‌ها

امروزه با دستیابی به روش‌های مهندسی پروتئین می‌توان پایداری آنها را در مقابل گرما افزایش داد. این موضوع اهمیت زیادی دارد زیرا در دمای بالاتر سرعت واکنش بیشتر و خطر آلودگی میکروبی در محیط واکنش کمتر می‌شود. همچنین، نیازی به خنک کردن محیط واکنش به‌خصوص در مورد واکنش‌های گرمازا نیست. در ادامه مثال‌هایی از افزایش پایداری پروتئین‌ها، ارائه می‌دهیم.

آمیلازها: این آنزیم‌ها که از آنزیم‌های پرکاربرد در صنعت هستند مولکول‌های نشاسته را به قطعات کوچک‌تری تجزیه می‌کنند. آمیلازها در بخش‌های مختلف صنعتی مانند صنایع غذایی، نساجی و تولید شوینده‌ها کاربرد دارند. بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام می‌شود. بنابراین، استفاده از آمیلاز پایدار در برابر گرما ضرورت دارد. امروزه به کمک روش‌های زیست فناوری، طراحی و تولید آمیلازهای مقاوم به گرما ممکن شده است. استفاده از این مولکول‌ها باعث کاهش زمان واکنش، صرفه‌جویی اقتصادی و در نتیجه افزایش بهره‌وری صنعتی می‌شود. مشاهده شده است که در طبیعت نیز آمیلاز مقاوم به گرما وجود دارد. مثلاً باکتری‌های گرمادوست در چشمه‌های آب گرم دارای آمیلازهایی هستند که پایداری بیشتری در مقابل گرما دارند.

اینترفرون: به یاد دارید که اینترفرون از پروتئین‌های دستگاه ایمنی است. وقتی این پروتئین با روش مهندسی ژنتیک ساخته می‌شود، فعالیتی بسیار کمتر از اینترفرون طبیعی دارد. علت این کاهشِ فعالیت، تشکیل پیوندهای نادرست در هنگام ساخته شدن آن در باکتری است. پیوندهای نادرست باعث تغییر در شکل مولکول و درنتیجه کاهش فعالیت آن می‌شوند. به کمک فرایند مهندسی پروتئین و تغییر جزئی در رمز آمینواسید، توالی آمینواسیدهای اینترفرون طوری تغییر می‌یابد که به جای یکی از آمینواسیدهای آن آمینواسید دیگری قرار می‌گیرد. این تغییر، فعالیت ضد ویروسی اینترفرون ساخته شده

www.mrzist.org

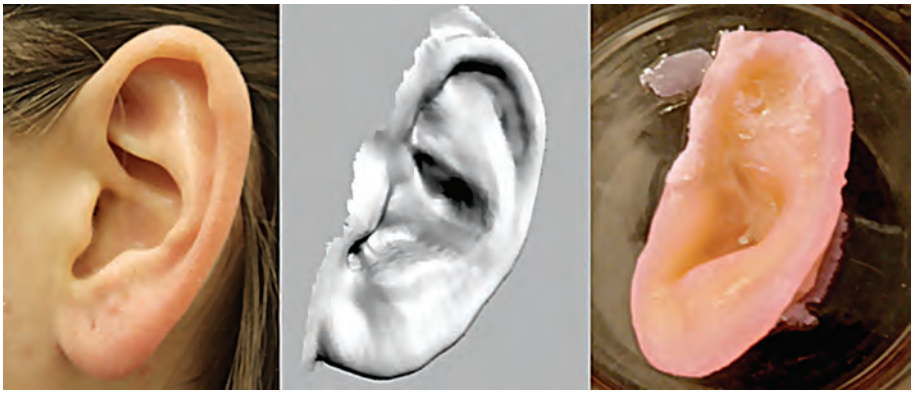
را به اندازهٔ پروتئین طبیعی افزایش می‌دهد و همچنین آن را پایدارتر می‌کند. افزایش پایداری در نگهداری طولانی‌مدت پروتئین‌هایی که به‌عنوان دارو استفاده می‌شوند، اهمیت زیادی دارد.

پلاسمین: می‌دانیم تشکیل لخته، یک فرایند زیستی مهم است که از ادامه خونریزی جلوگیری می‌کند، اما تشکیل لخته در سرخرگ‌های شش، مغز و ماهیچه قلب به‌ترتیب منجر به بسته شدن رگ‌های شش، سکته مغزی و قلبی می‌شود که بسیار خطرناک است و می‌تواند باعث مرگ شود. لخته‌ها به‌طور طبیعی در بدن توسط آنزیم پلاسمین تجزیه می‌شوند. پلاسمین کاربرد درمانی دارد، اما مدت اثر آن در پلاسما خیلی کوتاه است. جانشینی یک آمینواسید پلاسمین با آمینواسید دیگری در توالی، باعث می‌شود که مدت زمان فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی آن بیشتر شود.

مهندسی بافت

از دست رفتن بافت به‌دلیل آسیب یا بیماری، زندگی را دشوار و هزینهٔ بالای اقتصادی و اجتماعی را بر فرد بیمار و خانواده او تحمیل می‌کند. فرض می‌کنیم که به علت سوختگی وسیع نیاز به پیوند پوست وجود داشته باشد. چنانچه اهداکننده پوست مناسب وجود نداشته باشد و یا به‌علت وسعت سوختگی، برداشت پوست از بدن بیمار ممکن نباشد، بهترین راه، کشت بافت و پیوند پوست است. ثابت شده است که در پوست یاخته‌هایی وجود دارد که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع یاخته‌های پوست را دارند. امروزه در **مهندسی بافت** از این یاخته‌ها، به‌طور موفقیت‌آمیزی استفاده می‌شود.

متخصصان مهندسی بافت، در زمینه تولید و پیوند اعضا نیز فعالیت می‌کنند. برای نمونه، جراحان بازسازی‌کنندهٔ چهره می‌توانند به کمک روش‌های مهندسی از بافت غضروف برای بازسازی لاله گوش و بینی استفاده کنند. در این روش، یاخته‌های غضروفی را در محیط کشت روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید را برای بازسازی اندام آسیب دیده تولید می‌کنند (شکل ۷).

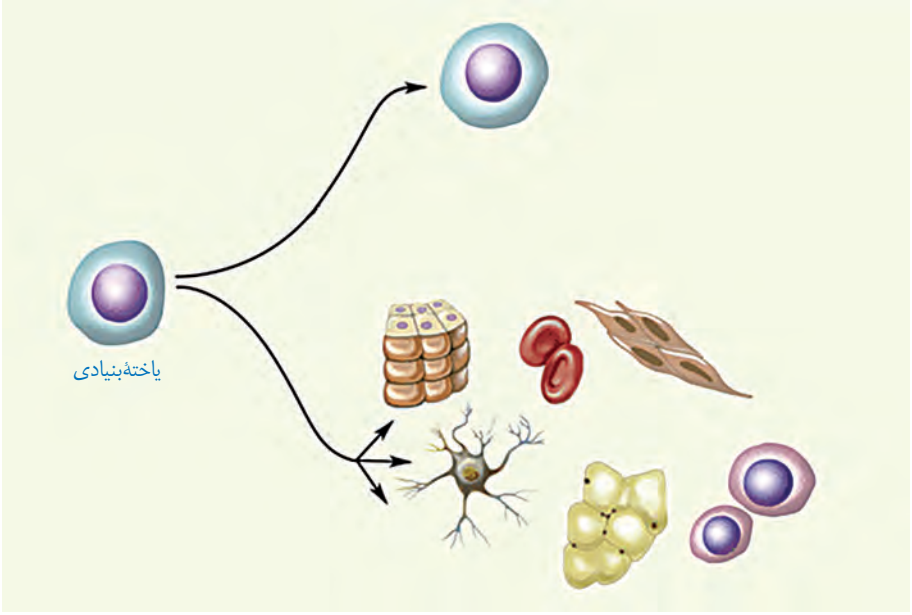


شکل ۷ـ مهندسی بافت غضروف گوش انسان: عکس گوش طبیعی (چپ) تصویر رقمی (دیجیتالی) (وسط) و غضروف گوش ساخته شده با روش مهندسی بافت بعد از دو هفته (راست)

یاخته‌های بنیادی و مهندسی بافت: یاخته‌های تمایز یافته‌ای مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می‌شوند و یا اصلاً تکثیر نمی‌شوند. به‌همین دلیل، در چنین مواردی از منابع یاخته‌ای که سریع تکثیر می‌شوند مثل یاخته‌های بنیادی جنینی یا یاخته‌های بنیادی بالغ استفاده می‌کنند. یاخته‌های بنیادی جنینی، همان توده یاخته‌ای درونی هستند. یاخته‌های بنیادی بالغ در

www.mrzist.org

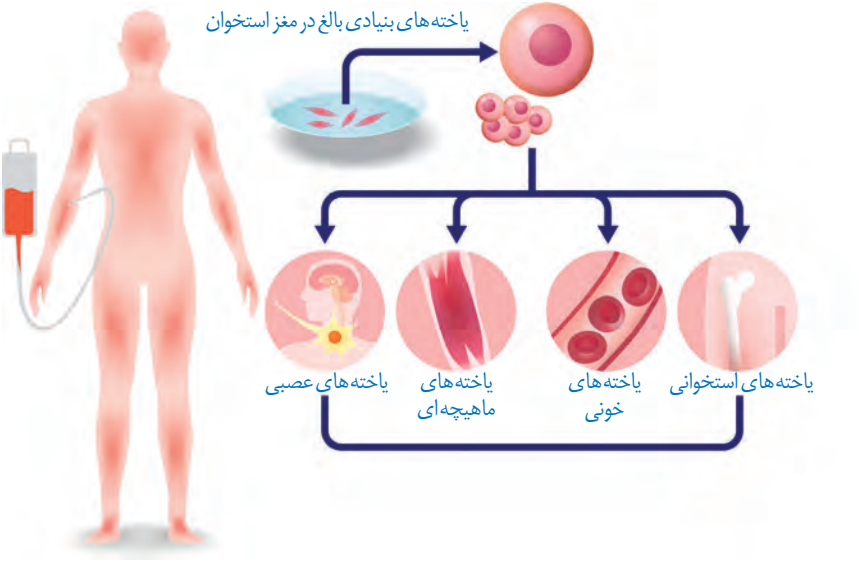
بافت‌ها یافت می‌شوند. یاخته‌های بنیادی می‌توانند تکثیر و به انواع متفاوت یاخته تبدیل شوند (شکل ۸).



شکل ۸ــ یاخته‌های بنیادی توانایی تکثیر و به‌وجود آوردن یاخته‌های مشابه خود؛ و نیز توانایی تبدیل شدن به سایر یاخته‌ها را دارند.

یاخته‌های بنیادی بالغ: در بافت‌های مختلف بدن یاخته‌های بنیادی وجود دارند که در محیط کشت تکثیر می‌شوند. به‌عنوان مثال یاخته‌های بنیادی کبد می‌توانند تکثیر شوند و به یاخته کبدی یا یاخته مجرای صفراوی تمایز پیدا کنند.

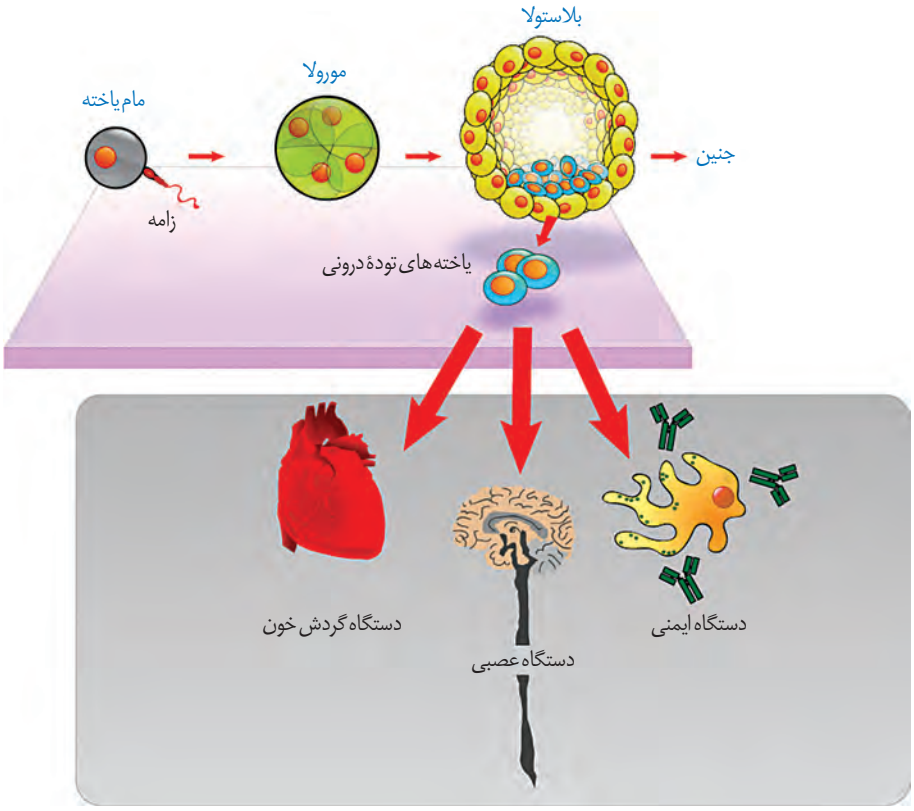
با دو نوع از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان قبلاً آشنا شده‌اید. آیا آنها را به یاد دارید؟ انواع دیگری از یاخته‌های بنیادی در مغز استخوان وجود دارند که می‌توانند به رگ‌های خونی، ماهیچه اسکلتی و قلبی تمایز پیدا کنند. این یاخته‌ها از فرد بالغ برداشته و کشت داده می‌شوند (شکل ۹).



شکل ۹ــ یاخته‌های بنیادی مغز استخوان به انواع مختلف یاخته‌ها و بافت‌ها تمایز پیدا می‌کنند.

www.mrzist.org

یاخته‌های بنیادی جنینی: چنین یاخته‌هایی نه‌تنها قادر به تشکیل همه بافت‌های بدن جنین هستند، بلکه اگر در مراحل اولیهٔ جنینی جداسازی شوند، می‌توانند یک جنین کامل را تشکیل دهند. این یاخته‌ها بعد از جداسازی کشت داده و برای تشکیل بسیاری از انواع یاخته‌ها تحریک می‌شوند (شکل ۱۰). اما تمایز چنین یاخته‌هایی هنوز نمی‌تواند به گونه‌ای تنظیم شود که بتوانند همه انواع یاخته‌هایی را که در بدن جنین تولید می‌کنند در شرایط آزمایشگاهی نیز به‌وجود بیاورند.



شکل ۱۰ــ الف) یاخته‌های بنیادی مورولا به همه انواع یاخته‌های جنینی و خارج جنینی (جفت و پرده‌ها) متمایز می‌شوند.
ب) یاخته‌های بنیادی توده یاخته‌ای درونی به انواع یاخته‌های بدن جنین متمایز می‌شوند.

www.mrzist.org

گفتار ۳ کاربردهای زیست فناوری

همان‌طور که در گفتار قبلی دیدید زیست فناوری در زمینه‌های متفاوتی کاربرد دارد. اکنون می‌خواهیم بدانیم چگونه می‌توان از این شاخهٔ علمی برای بهبود کیفیت زندگی انسان و حفظ محیط زیست بهره برد.

کاربرد زیست فناوری در کشاورزی

تحول در کشاورزی نوین توانست افزایش چشمگیری در محصولات کشاورزی مانند گندم، برنج و ذرت ایجاد کند. استفاده از کودها و سموم شیمیایی، کشت انواع محصول، استفاده از ماشین‌ها در کشاورزی و افزایش سطح زیر کشت از نتایج این تحول بود. اما در کنار آن شاهد عواقب زیانباری همچون آلودگی محیط زیست، کاهش تنوع ژنی و تخریب جنگل‌ها و مراتع نیز بوده‌ایم. امروزه نمی‌توان برای افزایش محصولات به هر روشی متوسل شد. بنابراین، شاید فناوری‌های جدید زیستی بتوانند تا حدودی مشکلات بشر را در این زمینه حل کنند.

یکی از کاربردهای زیست فناوری، تولید گیاهان مقاوم در برابر بعضی آفت‌ها هستند. این روش توانسته است مصرف آفت‌کش‌ها را کاهش دهد. به‌عنوان مثال برخی از باکتری‌های خاکزی، پروتئین‌هایی تولید می‌کنند که حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می‌کُشند. این باکتری‌ها در مرحله‌ای از رشد خود نوعی پروتئین سمی می‌سازند که ابتدا به‌صورت مولکولی غیرفعال است. این مولکول در بدن حشره فعال شده، حشره را از بین می‌برد. چرا این سم نمی‌تواند خود باکتری را از بین ببرد؟

پیش‌سم غیرفعال، تحت‌تأثیر آنزیم‌های گوارشی موجود در لوله گوارش حشره شکسته و فعال می‌شود. سم فعال شده باعث تخریب یاخته‌های لوله گوارش و سرانجام مرگ حشره می‌شود.

برای تولید گیاه مقاوم به آفت، ابتدا ژن مربوط به این سم از ژنوم باکتری جداسازی و پس از همسانه‌سازی به گیاه موردنظر انتقال داده می‌شود. تاکنون با این روش چند نوع گیاه مقاوم مثل ذرت، پنبه و سویا تولید شده‌اند. همان‌طورکه در شکل ۱۱ می‌بینید نوزاد کرمی شکل (لارو) به درون غوزه نارس پنبه نفوذ می‌کند، بنابراین برای از بین بردن این آفت سم‌پاشی‌های متعدد لازم است، زیرا آفت در معرض سم قرار نمی‌گیرد. از سوی دیگر، استفاده زیاد سم برای محیط زیست مضر است. امروزه با کمک فناوری زیستی و تولید پنبه‌های مقاوم، نیاز به سم‌پاشی مزارع پنبه تا حدود زیادی کاهش پیدا کرده است. حشره در اثر خوردن گیاه مقاوم شده از بین می‌رود و فرصت ورود به درون غوزه را از دست می‌دهد. بنابراین، نیاز به سم پاشی مزرعه کاهش می‌یابد.

شکل ۱۱ــ آلوده شدن غوزه گیاه پنبه به آفت را نشان می‌دهد. گیاه سالم (سمت چپ)، ورود آفت به درون غوزه (وسط) و گیاه آلوده (سمت راست)

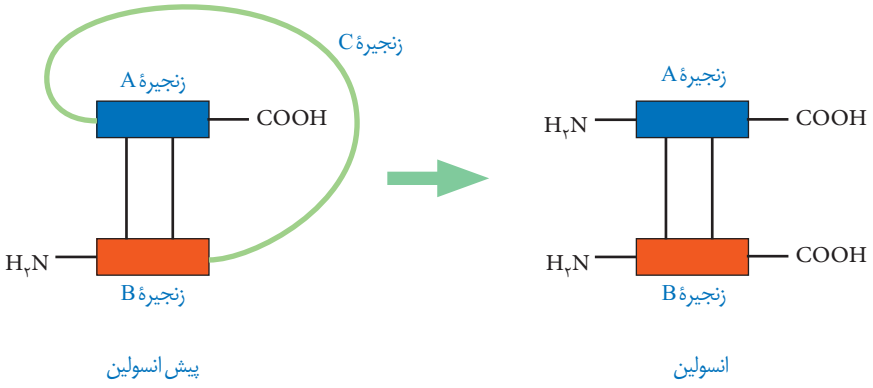
www.mrzist.org

زیست فناوری علاوه بر تولید گیاهان مقاوم در برابر آفت‌ها، کاربردهای زیادی در زمینهٔ کشاورزی دارد. اصلاح بذر برای تولید گیاهان مطلوب، تولید گیاهان مقاوم به خشکی و شوری، تنظیم سرعت رسیدن میوه‌ها و افزایش ارزش غذایی محصولات نیز با انجام روش‌های مهندسی ژنتیک ممکن شده است. تولید گیاهان زراعی مقاوم به علف‌کش‌ها نیز از دیگر دستاوردهای این فناوری است.

کاربرد زیست فناوری در پزشکی

۱ــ تولید دارو: فناوری دنای نوترکیب به‌علت تولید داروهای مطمئن و مؤثر، جایگاه ویژه‌ای در صنعت داروسازی دارد. این داروها، برخلاف فراورده‌های مشابهی که از منابع غیرانسانی تهیه می‌شوند، پاسخ‌های ایمنی ایجاد نمی‌کنند. انسولین یکی از داروهایی است که توسط این فناوری تولید می‌شود. دیابت نوع یک را می‌توان به‌وسیلهٔ دریافت انسولین کنترل کرد. به نظر شما چگونه می‌توان نیاز افراد نیازمند به این ماده را تأمین کرد؟ یکی از روش‌های تهیه انسولین جداسازی و خالص کردن آن از لوزالمعده جانورانی مثل گاو است. روش دیگر، استفاده از مهندسی ژنتیک است.

می‌دانیم که باکتری در صورت داشتن ژن انسولین انسانی می‌تواند آن را بسازد. مولکول انسولین فعال، از دو زنجیرهٔ کوتاه پلی‌پپتیدی به نام‌های A و B تشکیل شده است که به یکدیگر متصل هستند. در پستانداران از جمله انسان انسولین به‌صورت یک مولکول پیش‌هورمون ساخته می‌شود.



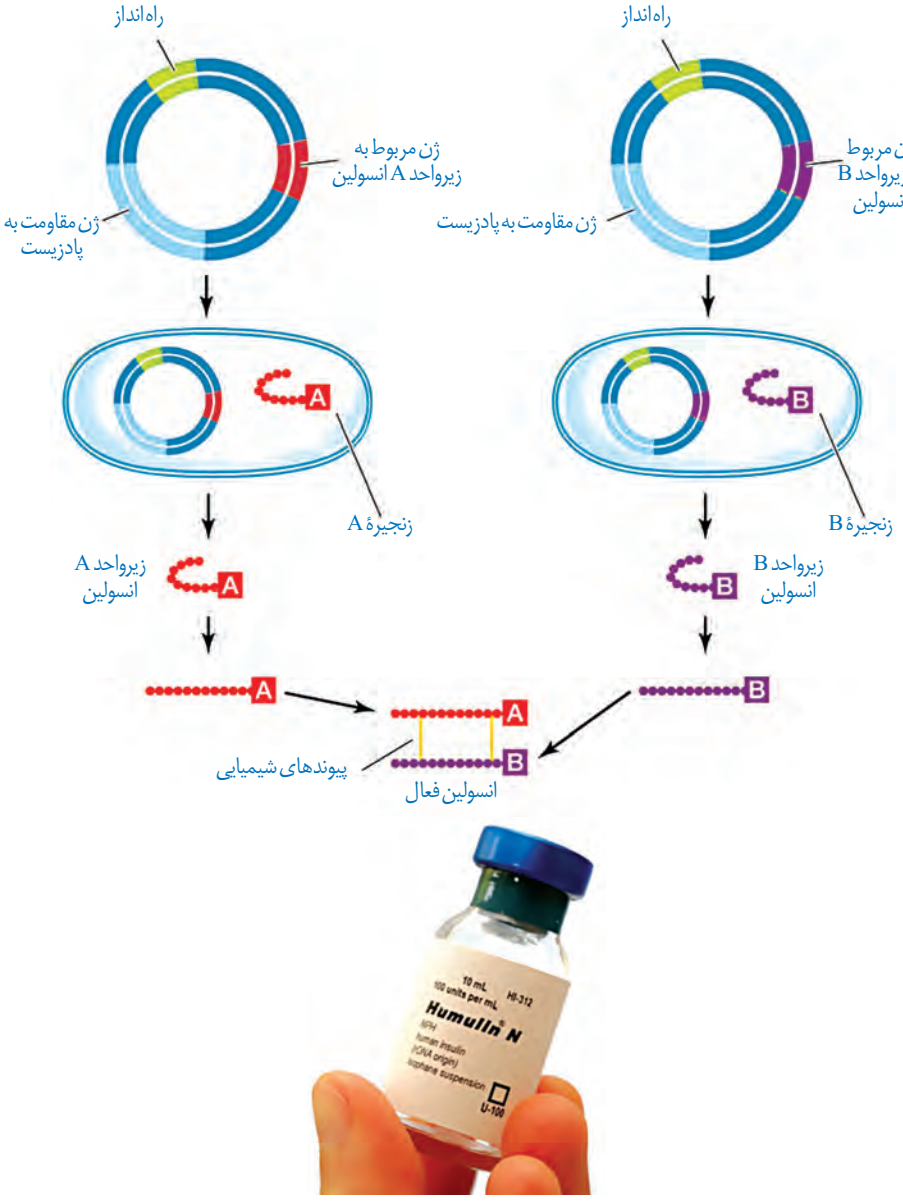
شکل ۱۲ــ جدا شدن زنجیره C و تبدیل پیش‌انسولین به انسولین

همان‌طور که در شکل ۱۲ می‌بینید، پیش‌هورمون به‌صورت یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی است و با جدا شدن بخشی از توالی به‌نام زنجیره C به هورمونِ فعال تبدیل می‌شود.

مهم‌ترین مرحله در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک، تبدیل انسولین غیرفعال به انسولین فعال است، زیرا تبدیل پیش‌هورمون به هورمون در باکتری انجام نمی‌شود. در سال ۱۹۸۳ برای اولین بار دو توالی دنا به‌صورت جداگانه برای رمز کردن زنجیره‌های A و B انسولین تولید و توسط دیسَک به نوعی

www.mrzist.org

باکتری منتقل شدند. سپس، زنجیره‌های پلی‌پپتیدی ساخته شده جمع‌آوری و در آزمایشگاه به‌وسیله پیوندهایی به یکدیگر متصل شدند (شکل ۱۳).



الف) انتقال ژن زنجیره‌های A و B انسولین به‌طور جداگانه به دیسک

ب) انتقال دیسک‌های نوترکیب به باکتری و انتخاب یاخته‌های دریافت‌کننده به کمک پادزیست

پ) خالص کردن زنجیره‌ها

ت) ترکیب زنجیره‌های A و B برای تولید انسولین فعال

شکل ۱۳ــ مراحل ساخت انسولین در مهندسی ژنتیک

۲ــ تولید واکسن: روش‌های قبلی تولید واکسن شامل ضعیف کردن میکروب‌ها، کشتن آنها و یا غیرفعال کردن سموم خالص شده آنها با روش‌هایی خاص بود. واکسن تولید شده باید بتواند دستگاه ایمنی را برای مقابله با عامل بیماری‌زا تحریک کند، اما منجر به ایجاد بیماری نشود. چنانچه در مراحل تولید واکسن خطایی رخ دهد، احتمال بروز بیماری در اثر مصرف آن وجود دارد. واکسن‌های تولید شده با روش مهندسی ژنتیک چنین خطری ندارند. در این روش، ژن مربوط به پادگِن (آنتی‌ژن) سطحی عامل بیماری‌زا به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل می‌شود. واکسن نوترکیب ضد هپاتیت B با این روش تولید شده است.

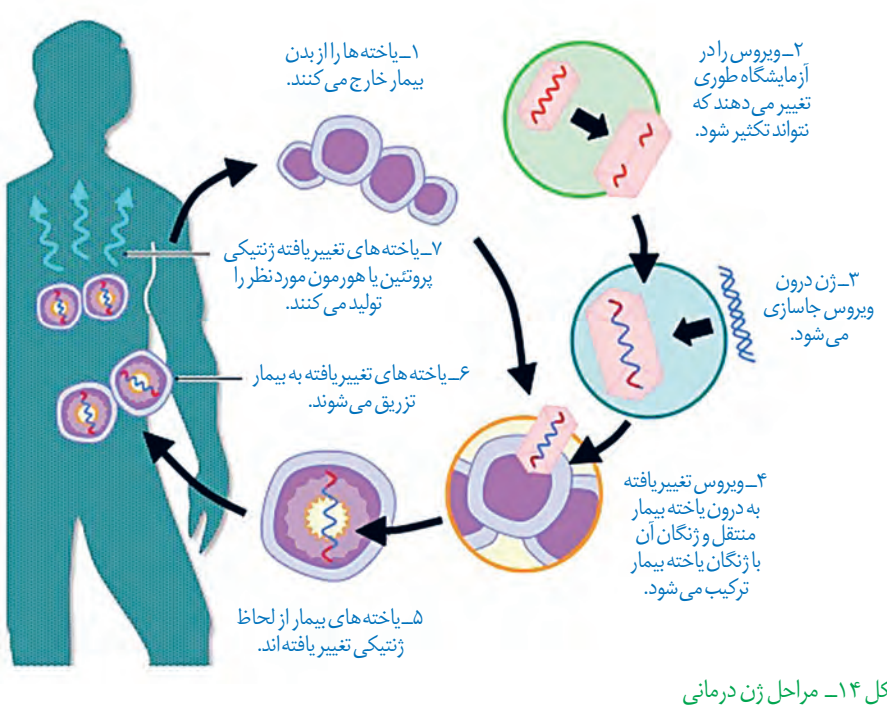
www.mrzist.org

۳ـ ژن درمانی: آیا می‌توان افرادی را که با بیماری ارثی متولد می‌شوند درمان کرد؟

پاسخ به این سؤال مشکل است ولی یکی از روش‌های جدید درمان بیماری‌های ژنتیکی، ژن درمانی است که خود مجموعه‌ای از روش‌هاست. ژن درمانی یعنی قرار دادن نسخه سالم یک ژن در یاخته‌های فردی که دارای نسخه‌ای ناقص از همان ژن است. در این روش یاخته‌هایی را از بدن بیمار خارج و ژن سالم را با کمک ناقل وارد آنها می‌کنند. سپس یاخته تغییریافته را به بدن بیمار باز می‌گردانند.

اولین ژن درمانی موفقیت‌آمیز در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچه ۴ ساله، دارای نوعی نقص ژنی، انجام شد. این ژن جهش یافته نمی‌توانست یک آنزیم مهم دستگاه ایمنی را بسازد. برای درمان آن ابتدا لنفوسیت‌ها را از خون بیمار جدا کردند و در خارج از بدن کشت دادند. سپس نسخه‌ای از ژن کارآمد را به لنفوسیت‌ها منتقل و آنها را وارد بدن بیمار کردند. اگرچه این یاخته‌ها توانستند آنزیم مورد نیاز بدن را بسازند ولی چون قدرت بقای زیادی ندارند، لازم بود بیمار به‌طور متناوب لنفوسیت‌های مهندسی شده را دریافت کند (شکل ۱۴) .

برای درمان این افراد می‌توان از روش‌هایی مثل پیوند مغز استخوان و یا تزریق آنزیم هم استفاده کرد.



شکل ۱۴ـ مراحل ژن درمانی

۴ـ تشخیص بیماری: برای درمان موفقیت‌آمیز یک بیماری، تشخیص اولیه و شناخت دقیق آن بسیار مهم است. علاوه بر روش‌های تشخیصی مثل آزمایش خون و ادرار، روش‌های دیگری مثل فناوری‌های مبتنی بر دنا در تشخیص بیماری نقش مهمی دارند. تشخیص بیماری وقتی که علائم آن در بدن ظاهر شده باشد ساده است، اما وقتی که هنوز علائم ظاهر نشده‌اند و میزان عامل بیماری‌زا در بدن پایین است مشکل است. امروزه با کمک روش‌های زیست فناوری و شناسایی نوکلئیک اسید عامل بیماری‌زا می‌توان به‌وجود آن در بدن پی برد.

بیشتر بدانید

انقراض گونه‌ها و مهندسی ژنتیک

در سال ۲۰۰۸ با تعیین توالی ژنی یک ماموت، برای اولین بار ژنگان کامل یک گونهٔ جانوری منقرض شده مشخص شد. این موفقیت پژوهشگران را به نجات گونه‌های در خطر انقراض امیدوار کرده است. یکی دیگر از کاربردهای این فناوری در جلوگیری از انقراض گونه‌ها، روش شبیه‌سازی است. در ایران نیز طرح‌های تحقیقاتی در حال انجام است و تاکنون موفقیت‌هایی در این زمینه به‌دست آمده است. به‌عنوان مثال می‌توان به موفقیت پژوهشکده رویان در شبیه‌سازی قوچ وحشی اشاره کرد.

www.mrzist.org

همان‌طور که می‌دانید ایدز بیماری خطرناکی است و هنوز درمان قطعی برای آن وجود ندارد. فرد مبتلا به ایدز توانایی دفاع در مقابل عوامل بیماری‌زا را از دست می‌دهد. برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه، دنای موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می‌کنند. دنای استخراج شده شامل دنای یاخته‌های بدن خود فرد و احتمالاً دنای ساخته شده از رنای ویروس است. سپس با استفاده از روش‌های زیست فناوری دنای ویروس تشخیص داده می‌شود. تشخیص زودهنگام آلودگی با ویروس ایدز اهمیت زیادی دارد زیرا باعث می‌شود که بدون اتلاف وقت اقدامات درمانی و پیشگیری لازم برای جلوگیری از انتقال ویروس به سایر افراد صورت گیرد.

زیست فناوری در تشخیص ژن‌های جهش یافته در بیماران مستعد به سرطان، در مسائل پزشکی قانونی و تحقیقاتی همچون مطالعه در مورد دنای فسیل‌ها نیز کاربرد دارد.

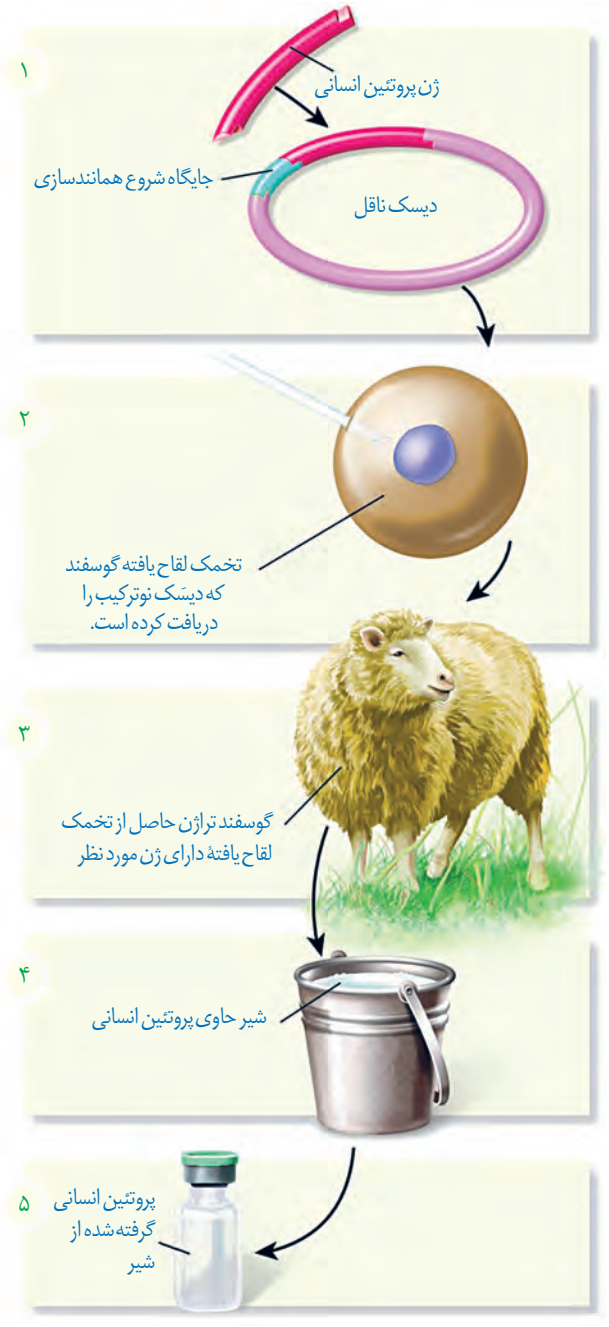
اهمیت تولید جانوران تراژنی در زیست فناوری

دلایل متعددی برای طراحی و تولید این جانوران وجود دارد که می‌توان به چند مورد اشاره کرد:

ـ مطالعه عملکرد ژن‌های خاص در بدن مثل ژن‌های عوامل رشد و نقش آنها در رشد بهتر دام‌ها

ـ کاربرد آنها به‌عنوان مدلی برای مطالعه بیماری‌های انسانی از قبیل انواع سرطان، آلزایمر و بیماری ام.اس

ـ تولید پروتئین‌های انسانی یا داروهای خاص در بدن آنها، به‌عنوان مثال دام‌های تراژنی می‌توانند، شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنند که برای انسان نسبت به شیر طبیعی دام‌ها مناسب‌تر است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ تولید پروتئین‌های انسانی با استفاده از دام‌های تراژنی

زیست فناوری و اخلاق

مانند همهٔ دستاوردهای بشر، استفاده از این دستاورد علمی نیز باید با ملاحظاتی همراه باشد. این ملاحظات جنبه‌های مختلف اخلاقی، اجتماعی و ایمنی زیستی را دربر می‌گیرند. ایمنی زیستی شامل مجموعه‌ای از تدابیر، مقررات و روش‌هایی برای تضمین بهره‌برداری از این فناوری است. قانون ایمنی زیستی به‌منظور استفاده مناسب از مزایای زیست فناوری و پیشگیری از خطرات احتمالی آن، در همه کشورها از جمله ایران تدوین و به تصویب رسیده است.

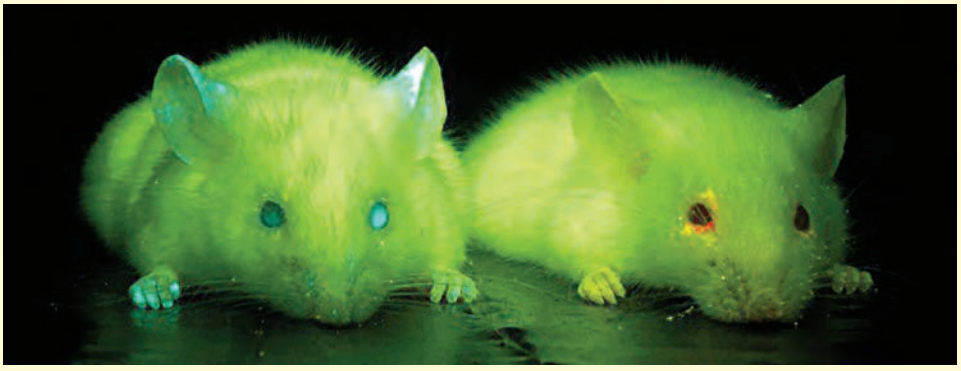
www.mrzist.org

همواره سؤال‌های متعددی در مورد نتایج انواع کاربردهای زیست فناوری مطرح بوده و هست. برای پاسخ به این سؤالات، پژوهش‌های زیادی در حال انجام است. نتایج به‌دست آمده از چنین پژوهش‌هایی از طرف مجموعه‌ای از دانشمندان با تخصص‌های مختلف داوری و صدور مجوز نهایی توسط دستگاه‌های نظارتی انجام می‌شود. تاکنون از نتایج تحقیقات انجام شده هیچ‌گونه گزارشی مبتنی بر شواهد و داده‌های علمی در مورد آثار جانبی کاربرد این فناوری، محصولات به‌دست آمده و خطرناک بودن آنها ارائه نشده است. لذا با توجه به حساسیت موضوع، این تحقیقات باید ادامه یابند و نتایج با دقت فراوان مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

بیشتر بدانید

ایران از جمله کشورهایی است که فناوری تولید جانوران تراژن مدل را دارد.

موش‌های تراژن به عنوان مدل، کاربردهای متفاوتی در تحقیقات مربوط به ژنتیک، داروسازی و پزشکی دارند. موش سمت چپ موش تراژنی است که در پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری ایران برای ایجاد مدل‌های تحقیقاتی تولید شده است. چشم‌ها و بخش‌هایی از بدن این موش به علت وجود پروتئین GFP (پروتئین با فلورسانس سبز) در برابر پرتو فرابنفش درخشش سبز دارد. این موش حاصل رشد تخمی است که ژن پروتئین GFP در ژنوم تخمک آن جاگذاری شده است.



موش معمولی (راست) و موش تراژن (چپ)

www.mrzist.org

پرواز گروهی سارها

فصل ۸

رفتارهای جانوران

هزاران سال است که انسان رفتارهای جانوران را مشاهده می‌کند و در پی یافتن علت این رفتارها و چگونگی بروز آنهاست. زندگی انسان به داشتن اطلاعات دربارهٔ رفتار جانوران وابسته است. دانستن دربارهٔ چگونگی زادآوری یک حشره آفت، می‌تواند به یافتن راه‌هایی برای مبارزه با آن منجر شود. دانستن دربارهٔ مهاجرت یا تغذیهٔ یک جانور در معرض خطر انقراض، می‌تواند به راه‌هایی برای حفظ آن گونه و حفاظت از تنوع زیستی بینجامد. در این فصل انواعی از رفتارهای جانوران، چگونگی انجام آنها و علت این رفتارها را از دیدگاه انتخاب طبیعی بررسی می‌کنیم.

www.mrzist.org

گفتار ۱ اساس رفتار

قمری‌های خانگی با جمع‌آوری شاخه‌های نازک درختان برای خود لانه ساخته و زادآوری می‌کنند. گوزن‌ها از شکارچی‌ها می‌گریزند. خرس‌های قطبی خواب زمستانی دارند. سارها برای زمستان‌گذرانی به مناطق گرم‌تر مهاجرت می‌کنند. اینها نمونه‌هایی از رفتارهای جانوران است. رفتار، واکنش یا مجموعه واکنش‌هایی است که جانور در پاسخ به محرک یا محرک‌ها انجام می‌دهد. محرک‌هایی مانند بو، رنگ، صدا، تغییر میزان هورمون‌ها یا گلوکز در بدن جانور، تغییر دمای محیط و تغییر طول روز موجب بروز رفتارهای گوناگون در جانوران می‌شوند.

رفتار غریزی

جوجه‌های برخی از پرندگان برای غذای مورد نیازشان به والد (یا والدین) خود متکی هستند. مثلاً جوجه کاکایی برای دریافت غذا به منقار پرنده والد نوک می‌زند و والد بخشی از غذای خورده شده را برمی‌گرداند تا جوجه آن را بخورد. دریافت غذای کافی برای بقا و رشد جوجه اهمّیت دارد. جوجه پس از بیرون آمدن از تخم، می‌تواند به منقار والد نوک بزند (شکل ۱).

شکل ۱ــ رفتار درخواست غذا در جوجه کاکایی

منشأ رفتار جوجه کاکایی چیست؟ جوجه پرنده پس از بیرون آمدن از تخم، می‌تواند رفتار درخواست غذا را انجام دهد، پس آیا این رفتار همانند ویژگی‌های بدنی جانور ژنی است؟ برای پاسخ به این سؤال یک پژوهش را بررسی می‌کنیم.

پژوهشگران ارتباط یک ژن را با رفتار مراقبت از زاده‌ها در موش ماده بررسی کرده‌اند. این ژن را **ژن B** می‌نامیم. موش ماده طبیعی اجازه نمی‌دهد بچه موش‌ها از او دور شوند؛ اگر بچه موش‌ها دور شوند، مادر آنها را می‌گیرد و به سمت خود می‌کشد (شکل ۲). موش مادر ابتدا نوزادان را وارسی می‌کند و اطلاعاتی از راه حواس به مغز آن ارسال می‌شود؛ درنتیجه ژن **B** در یاخته‌هایی در مغز موش مادر فعال

www.mrzist.org

می‌شود و دستور ساخت پروتئینی را می‌دهد که آنزیم‌ها و ژن‌های دیگری را فعال می‌کند. در مغز جانور فرایندهای پیچیده‌ای به راه می‌افتد که در نتیجهٔ آنها، موش ماده رفتار مراقبت مادری را نشان می‌دهد. پژوهشگران با ایجاد جهش در ژن **B** آن را غیر فعال کردند. موش‌های ماده‌ای که ژن‌های جهش یافته داشتند، ابتدا بچه موش‌های تازه متولد شده را وارسی کردند ولی بعد آنها را نادیده گرفتند و رفتار مراقبت نشان ندادند. به این ترتیب، مشخص شد رفتار مراقبت مادری در موش اساس ژنی دارد.

بیشتر بدانید

آنچه ما آن را ژن B نامیدیم به اختصار ژن FosB نام دارد. این ژن در بخشی از زیر نهنج (هیپوتالاموس) مغز موش مادر که در رفتار مادرانهٔ آن نقش حیاتی دارد، بیان می‌شود.

شکل ۲ـ الف) مراقبت مادری موش مادر دارای ژن طبیعی

ب) نبود مراقبت مادری در موش مادر دارای ژن جهش یافته B

بیشتر بدانید

رفتارشناسی، علم مطالعهٔ رفتارهای جانوران در آزمایشگاه و یا طبیعت است. سه دانشمند به نام های نیکولاس تین برگن[۱] هلندی، کُنراد لورنز[۲] و کارل فون فریش[۳] اتریشی در مشاهدهٔ رفتار جانوران در طبیعت نقش مهمّی ایفا کردند. این تلاش‌ها جایزهٔ نوبل رشتهٔ کار اندام‌شناسی (فیزیولوژی) و پزشکی سال ۱۹۷۳ را برای آنان به ارمغان آورد. در دهه‌های اخیر رویکرد اصلی زیست‌شناسان در بررسی رفتار جانوران، بوم‌شناسی رفتاری است. بوم‌شناسی رفتاری علم بررسی رفتار جانوران در محیط طبیعی و از دیدگاه انتخاب طبیعی است.

۱ـ Nikolaas Tinbergen
۲ـ Konrad Lorenz
۳ـ Karl Von Frisch

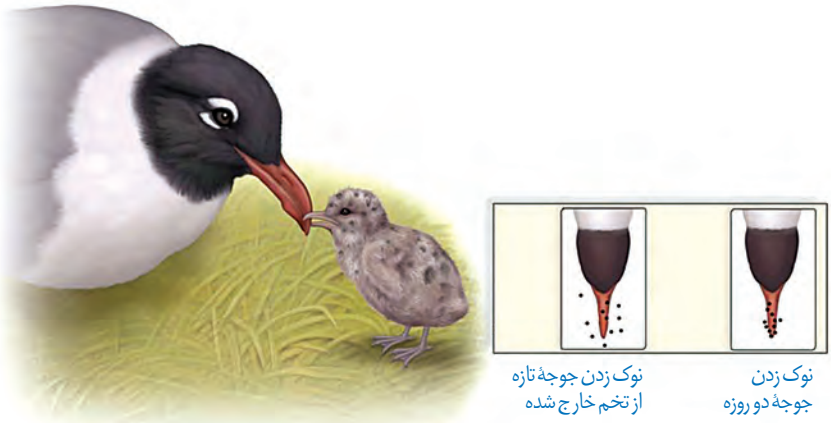
رفتار موش مادر در مراقبت از فرزندان **رفتاری غریزی**[۱] است. اساس رفتار غریزی در همهٔ افراد یک گونه یکسان است، زیرا ژنی و ارثی است. رفتار جوجه کاکایی برای به دست آوردن غذا، لانه‌سازی پرنده‌ها و رفتار مکیدن در شیرخواران نمونه‌های دیگری از رفتارهای غریزی‌اند. خواهید دید همهٔ رفتارهای غریزی به طور کامل هنگام تولّد در جانور ایجاد نشده‌اند.

یادگیری و رفتار

در رفتار درخواست غذا، نوک زدن‌های جوجه کاکایی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست ولی به تدریج و با تمرین، این رفتار دقیق‌تر می‌شود. هرچه جوجه دقیق‌تر نوک بزند، والد سریع‌تر به درخواست آن برای غذا پاسخ می‌دهد. به این ترتیب جوجه می‌آموزد تا دقیق‌تر نوک بزند (شکل ۳). بنابراین، جوجه کاکایی تجربه به دست می‌آورد و رفتارغریزی آن تغییر می‌کند و اصلاح می‌شود.

۱- Instinctive Behavior

www.mrzist.org



شکل ۳ـ اصلاح رفتار درخواست غذا در جوجه کاکایی: پس از دو روز جوجه می‌آموزد تا دقیق‌تر نوک بزند. نقطه‌های سیاه رنگ محل نوک زدن را نشان می‌دهند.

بیشتر بدانید

چندین گونه از خانوادهٔ کاکایی‌ها از جمله کاکایی پازرد(خزری) و کاکایی سر سیاه، در کشور ما زندگی می‌کنند. بیشتر آزمایش‌ها و بررسی‌های این فصل درباره کاکایی سرسیاه انجام شده است.

کاکایی سر سیاه (*Larus ridibundus*)

کاکایی خزری (*Larus cachinnans*)

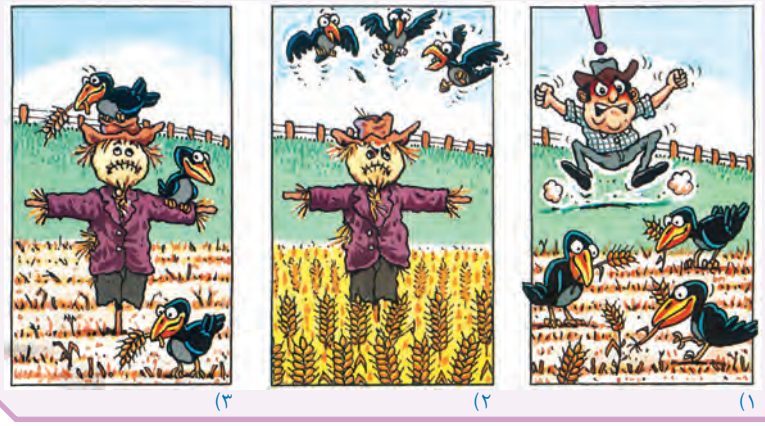
جانوران در محیط تجربه‌های گوناگونی پیدا می‌کنند که رفتارهای آنها را تغییر می‌دهد. تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر تجربه به وجود می‌آید **یادگیری** نام دارد. یادگیری انواع گوناگونی دارد که با آنها آشنا می‌شوید.

خوگیری (عادی شدن): جوجهٔ پرندگان اجسام گوناگونی مانند برگ‌های در حال افتادن را در بالای سر خود می‌بینند. در ابتدا جوجه‌ها با پایین آوردن سر خود و آرام ماندن به این محرک‌ها پاسخ می‌دهند، امّا با دیدن مکرر اجسام در حال حرکت، یاد می‌گیرند آنها برایشان خطر یا فایده‌ای ندارند. در نتیجه، جوجه‌ها دیگر به این محرک‌ها پاسخ نمی‌دهند. این یادگیری را **خوگیری**[۱] می‌نامند. در این یادگیری، پاسخ جانور به یک محرک تکراری که سود یا زیانی برای آن ندارد، کاهش پیدا می‌کند و جانور می‌آموزد به برخی محرک‌ها پاسخ ندهد. جانوران در معرض محرک‌های متعددی قرار دارند که پاسخ به همهٔ آنها، نیازمند صرف انرژی زیادی است. خوگیری موجب می‌شود جانور با چشم پوشی از محرک‌های بی‌اهمّیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ کند.

فعّالیت ۱

الف) شکل روبه‌رو یادگیری خوگیری را نشان می‌دهد. آن را توضیح دهید.

ب) در برخی کشتزارها قوطی‌های فلزی را به مترسک آویزان می‌کنند، این کار چه فایده‌ای دارد؟

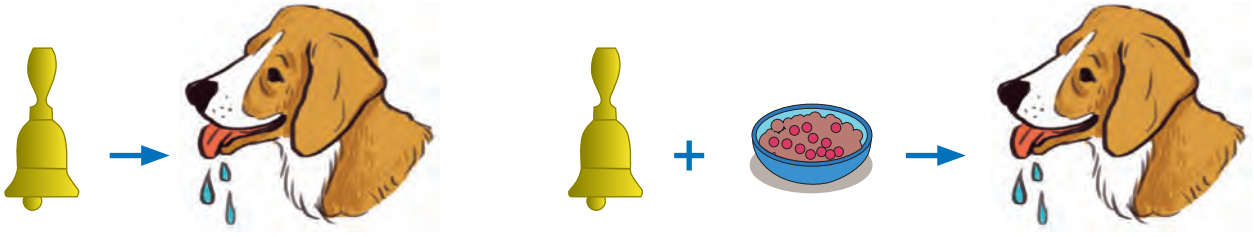


۱- Habituation

www.mrzist.org

شرطی شدن کلاسیک: وقتی جانوری مانند سگ غذا می‌بیند و یا بوی آن را احساس می‌کند، بزاق او ترشح می‌شود. غذا محرک و ترشح بزاق، پاسخی غریزی و یک بازتاب طبیعی است. دانشمندی به نام پاولوف آزمایش‌های متعددی در این باره انجام داد. او متوجه شد بزاق سگ، با دیدن فرد غذادهنده و قبل از دریافت غذا نیز ترشح می‌شود. پاولف آزمایشی طراحی کرد و در آن هم‌زمان با دادن پودر گوشت به سگ گرسنه، زنگی را به صدا درآورد. با تکرار این کار، سگ بین صدای زنگ و غذا ارتباط برقرار کرد، طوری که بزاق آن با شنیدن صدای زنگ و حتی بدون دریافت غذا نیز ترشح می‌شد. صدای زنگ در ابتدا یک محرک بی‌اثر بود ولی وقتی با محرک طبیعی یعنی غذا همراه شد، سبب بروز پاسخ ترشح بزاق شد (شکل ۴). صدای زنگ یک **محرک شرطی** است زیرا درصورتی می‌تواند موجب بروز پاسخ شود که با یک محرک طبیعی همراه شود. این نوع یادگیری **شرطی شدن کلاسیک**[1] نام دارد.

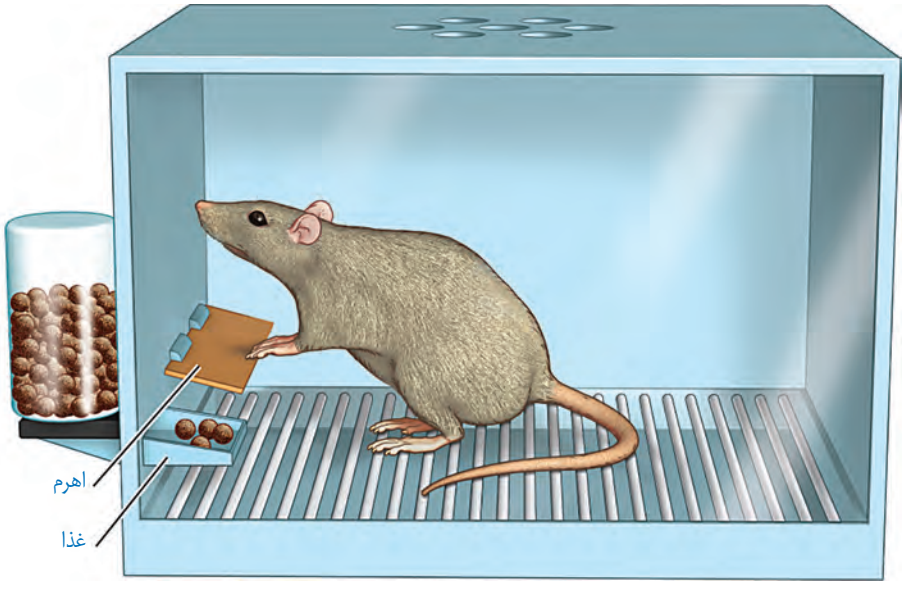
شکل ۴ـ الف) وقتی محرک شرطی (صدای زنگ) با محرک طبیعی (غذا) همراه شود.
ب) محرک شرطی به تنهایی می‌تواند سبب پاسخ ترشح بزاق شود.



الف)

ب)

شرطی شدن فعال: نوعی دیگر از شرطی شدن، **شرطی شدن فعال**[2] یا یادگیری با آزمون و خطا نام دارد. در نخستین آزمایش‌های مربوط به این نوع یادگیری، دانشمندی به نام اسکینر موش گرسنه‌ای را در جعبه‌ای قرار داد که درون آن اهرمی وجود داشت و موش می‌توانست آن را فشار دهد (شکل ۵). موش درون جعبه حرکت می‌کرد و به طور تصادفی اهرم درون جعبه را فشار می‌داد. در نتیجه، تکه‌ای



شکل ۵ـ موش در جعبه اسکینر

بیشتر بدانید

تاریخ علم

ایوان پتروویچ پاولوف (۱۹۳۶ـ۱۸۴۹) کار اندام‌شناس (فیزیولوژیست) روسی است که در سال ۱۹۰۴ برندهٔ جایزه نوبل کار اندام‌شناسی و پزشکی شد. او بیشتر به علت پژوهش دربارهٔ بازتاب شرطی مشهور است (نفر دوم از راست).

۱- Classical Conditioning
۲- Operant Conditioning

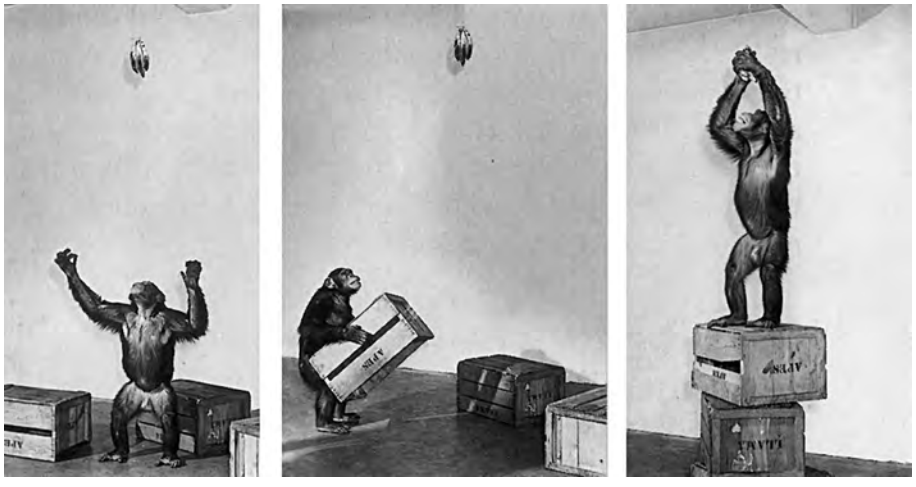
www.mrzist.org

غذا به درون جعبه می‌افتاد و موش غذا دریافت می‌کرد. پس از چندبار تکرار این رفتار، موش به ارتباط بین فشار دادن اهرم و پاداش یعنی به دست آوردن غذا پی برد. موش پس از آن به‌طور عمدی، اهرم را فشار می‌داد تا غذا به دست آورد. در شرطی شدن فعال، جانور می‌آموزد بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کرده و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام آن خودداری می‌کند.

فعّالیت ۲

پرنده‌ای که در شکل زیر می‌بینید، پروانه مونارک را بلعیده و دچار تهوع شده است. پس از چنین تجربه‌هایی پرنده می‌آموزد، این حشره را نباید بخورد. چگونگی آموختن این رفتار را بر اساس یادگیری شرطی شدن توضیح دهید.

حل مسئله: برخی از جانوران می‌توانند از تجربه‌های قبلی خود برای حل مسئله‌ای که با آن روبه‌رو شده‌اند، استفاده کنند. در یکی از آزمایش‌های مربوط به این رفتار، شامپانزه‌ای را در اتاقی گذاشتند که تعدادی موز از سقف آن آویزان بود و چند جعبهٔ چوبی هم در اتاق وجود داشت. شامپانزه پس از چند بار بالا پریدن و تلاش ناموفق برای رسیدن به موزها، جعبه‌ها را روی هم قرار داد، از آنها بالا رفت و به موزها دست یافت (شکل ۶). در رفتار **حل مسئله**[۱]، جانور بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آنها برای حل مسئلهٔ جدید، آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند.



شکل ۶ـ حل مسئله در شامپانزه

۱- Problem Solving

بیشتر بدانید

تاریخ علم

بوروس فردریک اسکینر (۱۹۰۴-۱۹۹۰) روان‌شناس آمریکایی و از بنیان‌گذاران یادگیری از دیدگاه رفتارگرایی است. دستگاهی را که او برای بررسی رفتار شرطی شدن فعال جانوران به کار می‌برد و جعبه اسکینر نام دارد، از اختراعات خود اوست.

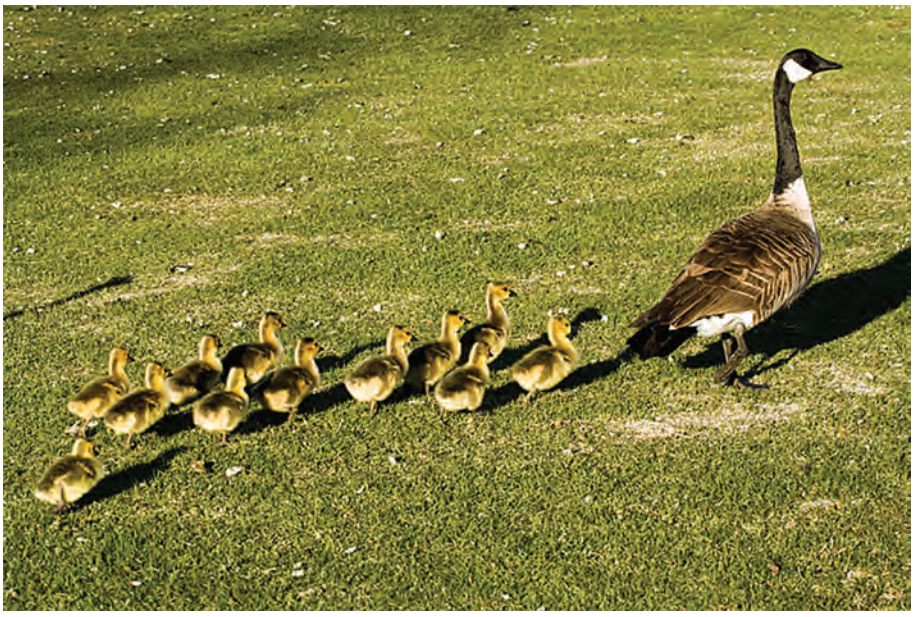
www.mrzist.org

رفتارشناسان حل مسئله جانوران را در محیط طبیعی نیز بررسی کرده‌اند. شامپانزه‌ها برگ‌های شاخهٔ نازک درختان را جدا می‌کنند و آن را درون لانهٔ موریانه‌ها فرو می‌برند تا موریانه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند. این جانوران از تکه‌های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده می‌کنند تا پوستهٔ سخت میوه‌ها را بشکنند. کلاغ سیاهی که در شکل ۷ می‌بینید، کشف کرده است که چگونه تکه گوشت آویزان به انتهای نخ را به دست آورد. جانور هر بار بخشی از نخ را با منقار خود بالا می‌کشد و پنجهٔ پای خود را روی آن قرار داده و سرانجام به گوشت دست پیدا می‌کند.

شکل ۷ــ حل مسئله در کلاغ: کلاغ با جمع کردن نخ تکه گوشت را بالا می‌کشد.

نقش‌پذیری: جوجه غازها پس از بیرون آمدن از تخم، نخستین جسم متحرکی را که می‌بینند، دنبال می‌کنند. جسم متحرک معمولاً مادر آنهاست (شکل ۸). این دنبال کردن موجب پیوند جوجه‌ها با مادر می‌شود. پیوند جوجه غازها و مادرشان در نتیجهٔ نوعی یادگیری به نام **نقش‌پذیری**[۱] ایجاد می‌شود. نقش‌پذیری نوعی یادگیری است که در دورهٔ مشخصی از زندگی جانور انجام می‌شود. نقش‌پذیری جوجه غازها طی چند ساعت پس از خروج از تخم رخ می‌دهد. این زمان، دورهٔ حساسی است که در آن نقش‌پذیری با بیشترین موفقیت انجام می‌شود. جوجه غازها با نقش‌پذیری مادر خود را می‌شناسند. این شناسایی برای بقای جوجه‌ها حیاتی است، بدون آن جوجه‌ها تحت مراقبت مادر قرار نمی‌گیرند و ممکن است بمیرند. افزون بر آن، جوجه‌ها با نقش‌پذیری، رفتارهای اساسی مانند جست‌وجوی غذا را نیز از مادر یاد می‌گیرند. نقش‌پذیری در پستانداران نیز دیده می‌شود، مثلاً بره‌هایی که مادر خود را از دست داده‌اند و انسان آنها را پرورش داده است، دنبال او راه می‌افتند و تمایلی برای ارتباط با گوسفندهای دیگر نشان نمی‌دهند.

امروزه پژوهشگران می‌کوشند از نقش‌پذیری در حفظ گونه‌های جانوران در خطر انقراض استفاده کنند. مثلاً آنها برای پرورش جوجه پرنده‌هایی که والدین خود را از دست داده و تحت مراقبت انسان به دنیا آمده‌اند، صدای پرندگان همان گونه را پخش می‌کنند. افرادی که از این جوجه‌ها نگهداری می‌کنند، ظاهر خود را شبیه آن پرنده کرده و مانند آنها رفتار می‌کنند.



شکل ۸ــ نقش‌پذیری جوجه غازها نسبت به مادر خود

۱- Imprinting

www.mrzist.org

برهم کنش غریزه و یادگیری

بیشتر رفتارهای جانوران محصول برهم کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی است که جانور در آن زندگی می‌کند. همان‌طور که در رفتار درخواست غذای جوجه کاکایی دیدیم، این رفتار غریزی به‌طور کامل در جوجه‌ای که از تخم بیرون می‌آید، بروز پیدا نمی‌کند. برای شکل‌گیری کامل آن، برهم کنش جوجه و والدین و کسب تجربه لازم است. جانور اساس ژنی لازم برای انجام این رفتار را دارد و همچنان که رشد می‌کند از آموخته‌های خود از محیط تجربه به‌دست می‌آورد و آنها را برای تغییر و اصلاح رفتار قبلی به کار می‌برد. یادگیری برای بقای جانوران لازم است، زیرا محیط جانوران همواره در حال تغییر است. برای آنکه جانوران بتوانند در این شرایط در حال تغییر زندگی کنند، باید بتوانند به تغییرات پاسخ‌های مناسبی بدهند. به این ترتیب، برهم کنش ژن‌ها و یادگیری امکان سازگار شدن جانور با این تغییرات را فراهم می‌آورد.

بیشتر بدانید

تاریخ علم

بررسی نقش‌پذیری در غازها از پژوهش‌های کنراد لورنز اتریشی (۱۹۸۹ــ۱۹۰۳) است. لورنز در آزمایش خود جوجه غازهایی را در دستگاه جوجه‌کشی پرورش داد، لورنز نخستین جسمی بود که جوجه‌ها پس از بیرون آمدن از تخم دیدند. آنها او را دنبال کردند و نسبت به او نقش‌پذیر شدند.

فعّالیت ۳

الف) شقایق دریایی با تحریک مکانیکی (تماس)، بازوهای خود را منقبض می‌کند اما به حرکت مداوم آب پاسخی نمی‌دهد. چرا؟

ب) رام‌کنندگان جانوران چگونه انجام حرکات نمایشی در سیرک را به آنها می‌آموزند؟

www.mrzist.org

گفتار ۲ انتخاب طبیعی و رفتار

پژوهشگران در بررسی یک رفتار تلاش می کنند به دو نوع پرسش پاسخ دهند. پرسش نوع اول اینکه جانور چگونه رفتاری را انجام می دهد؟ برای پاسخ به این پرسش پژوهشگران فرایندهای ژنی، رشد ونمو و عملکرد بدن جانور را بررسی می کنند. پرسش نوع دوم این است که چرا جانور رفتاری را انجام می دهد؟ پرسش دوم به دیدگاه انتخاب طبیعی مربوط است. مثال زیر را بخوانید.

پرنده کاکایی پس از آنکه جوجه هایش از تخم بیرون می آیند، پوسته های تخم را از لانه خارج می کند. جوجه ها و تخم های کاکایی در میان علف های اطراف آشیانه به خوبی استتار می شوند (شکل ۹). البته رنگ سفید داخل پوسته تخم های شکسته بسیار مشخص است.

الف)

ب)

شکل ۹ـ الف) جوجه های کاکایی
ب) تخم های کاکایی

چرا کاکایی پوسته های تخم را از لانه خارج می کند؟ برای یافتن پاسخ این پرسش، پژوهشگری آزمایشی را طراحی کرد. او تخم های مرغ خانگی را شبیه تخم های کاکایی رنگ آمیزی کرد و آنها را در محل آشیانه سازی کاکایی ها، قرار داد. پژوهشگر در کنار تعدادی از این تخم ها، پوسته تخم های شکسته کاکایی را نیز قرار داد. او مشاهده کرد کلاغ ها بیشتر تخم مرغ هایی را که کنار پوسته های تخم کاکایی قرار داشتند، پیدا کرده و آنها را خوردند. رنگ سفید داخل پوسته تخم های شکسته، راهنمای کلاغ ها بود. پژوهشگر نتیجه گرفت کاکایی ها رفتار دور انداختن پوسته تخم های شکسته از لانه را برای کاهش احتمال شکار شدن و افزایش احتمال بقای جوجه ها انجام می دهند. کاکایی ها زمان بسیار کوتاهی را برای بیرون بردن پوسته تخم ها صرف می کنند اما این رفتار در بقای زاده های آنها نقشی حیاتی دارد. این رفتارِ کاکایی ها سازگارکننده است زیرا احتمال دسترسی شکارچی به زاده ها کاهش و احتمال بقای آنها را افزایش می دهد و به سود پرنده و زاده های آن است. رفتارهای سازگارکننده با سازوکار انتخاب طبیعی، برگزیده می شوند.

در رفتارشناسی با دیدگاه انتخاب طبیعی، پژوهشگران برای پاسخ به پرسش چرایی رفتارها و اثر انتخاب طبیعی در شکل دادن به آنها پژوهش می کنند. آنها نقش سازگارکنندگی رفتارهای گوناگون و به عبارتی نقش رفتارها را در بقا و زادآوری بیشتر جانوران بررسی می کنند. این کار با بررسی سود و هزینهٔ رفتار برای جانور، انجام می شود.

www.mrzist.org

فعّالیت ۴

در پژوهش دربارهٔ رفتار بیرون انداختن پوسته تخم در کاکایی‌ها:
الف) پژوهشگر چه فرضیه‌ای را دنبال می‌کرد؟
ب) چرا پژوهشگر فقط در کنار تعدادی از تخم مرغ‌های رنگ‌آمیزی شده، پوسته تخم کاکایی قرار داد؟

بیشتر بدانید

تاریخ علم

بررسی رفتار بیرون انداختن پوسته‌های تخم در کاکایی از پژوهش‌های نیکولاس تین برگن (۱۹۸۸ـ۱۹۰۷) است.

زادآوری (تولیدمثل)

داشتن بیشترین تعداد زاده‌های سالم، معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است. جانوران برای دستیابی به موفقیت در زادآوری (تولید مثل)، رفتارهای زادآوری انجام می‌دهند. **انتخاب جفت** یکی از این رفتارهاست. در رفتار انتخاب جفت، جانور ابتدا ویژگی‌های جفت را بررسی می‌کند و بعد تصمیم می‌گیرد با آن جفت‌گیری کند یا نه. برای مثال انتخاب جفت را در طاووس بررسی می‌کنیم. ویژگی‌های ظاهری طاووس‌های نر و ماده متفاوت است. در فصل زادآوری دم طاووس نر، پرهای پرنقش و نگاری پیدا می‌کند. طاووس نر برای جلب جفت، دم خود را مانند بادبزن می‌گستراند تا بهتر در معرض دید جانور ماده قرار گیرد. طاووس ماده دم طاووس‌های نر را بررسی می‌کند و نری را به‌عنوان جفت انتخاب می‌کند که رنگ درخشان و لکه‌های چشم مانند بیشتری روی پرهای دم خود داشته باشد (شکل ۱۰).

شکل ۱۰ـ لکه‌های چشم مانند دم طاووس نر

در جانوران، ماده‌ها بیشتر از نرها رفتار انتخاب جفت را انجام می‌دهند. چرا چنین است؟ در جانوران هر یک از والدین باید انرژی و مدت زمانی را برای زادآوری و پرورش زاده‌ها صرف کنند. جانوران ماده معمولاً زمان و انرژی بیشتری صرف می‌کنند. برای مثال نگهداری از تخم‌ها و جوجه‌ها در پرندگان و بارداری و شیردادن به نوزادان در پستانداران فعالیت‌های پرهزینه‌ای هستند که جانوران ماده آنها را انجام می‌دهند. بنابراین، تولیدمثل برای آنها هزینهٔ بیشتری دارد. پس جانوران ماده باید جفت انتخاب کنند تا موفقیت تولیدمثلی آنها تضمین شود.

شاید برای شما این پرسش مطرح شده باشد که پرهای زینتی دم طاووس نر با موفقیت زادآوری جانور ماده چه ارتباطی دارد؟ پژوهش‌ها نشان داده‌اند، جانوران ماده در انتخاب جفت به ویژگی‌های ظاهری نرها توجه می‌کنند. درخشان بودن رنگ پرنده یکی از این ویژگی‌هایی است که نشانهٔ سلامت و

www.mrzist.org

کیفیت رژیم غذایی آن است. جفت‌گیری با نری که این نشانه را دارد، سلامت جانور ماده و زاده‌هایش را تضمین می‌کند. ویژگی‌های ظاهری جانور نر نشانه‌ای از داشتن ژن‌های مربوط به صفات سازگارکننده نیز هستند؛ یعنی گرچه دم بلند و زینتی طاووس نر ممکن است حرکت جانور را دشوار و آن‌را در مقابل شکارچی‌ها آسیب‌پذیرتر کند و احتمال بقای آن را کاهش دهد، اما بقای جانوری با این ویژگی هنگام تولیدمثل، سازگارتر بودن آن را نشان می‌دهد. در نتیجه در صورت انتخاب آن، زاده‌ها علاوه بر ویژگی ظاهری، ژن‌های صفات سازگارتر را نیز به ارث می‌برند. ویژگی‌های ظاهری مانند دم زینتی طاووس نر یا شاخ گوزن نر از صفات ثانویهٔ جنسی جانوران نر هستند که هنگام جفت یابی و رقابت با نرهای دیگر به‌کار می‌روند.

البته در گونه‌های مختلف جانوران، انتخاب جفت را فقط جانوران ماده انجام نمی‌دهند. در نوعی جیرجیرک، جانور نر هزینهٔ بیشتری در تولیدمثل می‌پردازد و بنابراین جفت را انتخاب می‌کند. جیرجیرک نر زامه‌های خود را درون کیسه‌ای به همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند. جانور ماده هنگام تشکیل تخم و برای رشدونمو جنین به مواد مغذی درون کیسه نیاز دارد (شکل ۱۱). این کیسه بخش قابل‌توجهی از وزن بدن جانور نر را تشکیل می‌دهد. جانور نر، جیرجیرک ماده‌ای را انتخاب می‌کند که بزرگ‌تر باشد، زیرا بزرگ‌تر بودن جیرجیرک ماده نشانهٔ آن است که تخمک‌های بیشتری دارد و می‌تواند زاده‌های بیشتری تولید کند. در این جانوران جیرجیرک‌های ماده برای انتخاب شدن رقابت می‌کنند.

شکل ۱۱ــ جیرجیرک ماده‌ای که کیسه دارای اسپرم و مواد مغذی (بخش سفیدرنگ) را دریافت کرده است.

رفتار تولیدمثلی دیگر در جانوران، نوع **نظام جفت‌گیری** آنهاست. طاووس نر نظام جفت‌گیری **چند همسری** دارد.در این نظام یکی از والدین پرورش و نگهداری زاده‌ها را انجام می‌دهد. طاووس نر در نگهداری زاده‌ها نقشی ندارد، البته می‌تواند با نگهداری از قلمرو، منابع غذایی، محل لانه و پناهگاه ایمن از شکارچی‌ها، به‌طور غیرمستقیم به ماده‌ها کمک کند. در نتیجه، موفقیت تولیدمثلی هر دو جانور

www.mrzist.org

نر و ماده افزایش می‌یابد. بیشتر پستانداران نظام چندهمسری دارند و بیشتر پرندگان مثل قمری خانگی **تک‌همسر**اند. در این نظام هر دو والد هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازند. همچنین، در این نظام جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارند.

غذایابی

رفتار **غذایابی**[1] مجموعهٔ رفتارهای جانور برای جست‌وجو و به دست آوردن غذاست. غذاهایی که جانوران می‌خورند معمولاً اندازه‌های متفاوتی دارند. غذاهای بزرگ‌تر انرژی بیشتری دارند امّا ممکن است فراوانی آنها کمتر و به‌دست آوردن آنها دشوارتر باشد. بنابراین، برای جانوران میزان سود یعنی میزان انرژی موجود در غذا و هزینهٔ به‌دست آوردن غذا و مصرف آن اهمیت دارد. موازنه بین محتوای انرژی غذا و هزینهٔ به‌دست آوردن آن، **غذایابی بهینه**[2] نام دارد. براساس انتخاب طبیعی، رفتار غذایابی‌ای برگزیده می‌شود که از نظر میزان انرژی دریافتی کارآمدتر باشد یعنی اینکه جانور در هر بار غذایابی، بیشترین انرژی خالص را دریافت کند. برای مثال خرچنگ‌های ساحلی صدف‌های با اندازه متوسط را ترجیح می‌دهند زیرا آنها بیشترین انرژی خالص را تأمین می‌کنند. صدف‌های بزرگ‌تر انرژی بیشتری دارند امّا برای شکستن آنها باید انرژی بیشتری صرف شود.

هنگام غذایابی ممکن است جانور خود در خطر شکار شدن یا آسیب دیدن قرار گیرد. بنابراین رفتار برگزیده باید موازنه‌ای بین کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر را نیز نشان دهد. به همین علت است که هنگام وجود شکارچی یا رقیب، جانوران رفتارهای غذایابی خود را تغییر می‌دهند و در حالتی آماده و گوش به زنگ به غذایابی مشغول می‌شوند.

گاهی جانوران غذایی را مصرف می‌کنند که محتوای انرژی چندانی ندارد اما مواد موردنیاز آنها را تأمین می‌کند. برای مثال طوطی‌هایی که در شکل ۱۲ می‌بینید خاک رس می‌خورند تا مواد سمی حاصل از غذاهای گیاهی را در لولهٔ گوارش آنها خنثی کند.

شکل ۱۲ـ تغذیه طوطی‌ها از خاک رس

۱- Foraging
۲- Optimal Foraging

www.mrzist.org

شکل ۱۳ـ قلمروخواهی در قو ، سرخرود مازندران

قلمروخواهی: قلمرو یک جانور، بخشی از محدودهٔ جغرافیایی است که جانور در آن زندگی می‌کند. جانوران در برابر افراد هم‌گونه یا افراد گونه‌های دیگر از قلمرو خود دفاع می‌کنند. این رفتار **قلمروخواهی**[۱] نام دارد. جانور با رفتارهایی مانند اجرای نمایش و یا تهاجم به جانوران دیگر اعلام می‌کند که قلمرو متعلق به آن است. مثلاً یک پرنده با آواز خواندن سعی می‌کند از ورود پرندهٔ مزاحم به قلمرو خود جلوگیری کند. اگر آواز مؤثر نباشد، ممکن است پرندهٔ صاحب قلمرو برای بیرون راندن مزاحم به آن حمله کند (شکل ۱۳). این فعالیت‌ها نیازمند صرف زمان و مصرف انرژی است. تهاجم ممکن است به آسیب دیدن پرندهٔ صاحب قلمرو هم بینجامد. آواز خواندن ممکن است موقعیت پرنده را برای شکارچی آشکار کند. چرا پرنده هزینه‌های دفاع از قلمرو را می‌پذیرد؟ قلمروخواهی برای جانوران فایده‌هایی دارد: استفادهٔ اختصاصی از منابع قلمرو می‌تواند غذا و انرژی دریافتی جانور را افزایش دهد. امکان جفت‌یابی جانور و دسترسی به پناهگاه برای در امان ماندن از شکارچی نیز افزایش می‌یابد.

مهاجرت: هر ساله با آغاز فصل پاییز پرندگان مهاجر از سیبری و اروپا به تالاب‌ها و آبگیرهای شمال ایران مهاجرت می‌کنند. این پرنده‌ها پس از زمستان‌گذرانی، در اوایل بهار به سرزمین خود باز می‌گردند.

شکل ۱۴ـ پرندگان مهاجر به پناهگاه حیات‌وحش میانکاله مازندران

جابه‌جایی طولانی و رفت و برگشتی جانوران **مهاجرت** نام دارد. تغییر فصل و نامساعد شدن شرایط محیط و کاهش منابع موردنیاز، جانوران را وا می‌دارد به سوی زیستگاه‌های مناسب‌تر برای تغذیه، بقا و زادآوری مهاجرت کنند. مهاجرت رفتاری غریزی است که یادگیری نیز در آن نقش دارد. بررسی مهاجرت سارها نشان داده است سارهایی که تجربهٔ مهاجرت دارند بهتر از آنهایی که برای نخستین بار مهاجرت می‌کنند، مسیر مهاجرت را تشخیص می‌دهند.

در مسیر مهاجرت بسیاری از جانوران از جاهایی عبور می‌کنند که قبلاً در آنجاها نبوده‌اند. پس آنها چگونه در این محیط‌های ناآشنا، راه خود را پیدا می‌کنند؟ جانوران برای جهت‌یابی از نشانه‌های محیطی استفاده می‌کنند. مثلاً جهت‌یابی هنگام روز با استفاده از موقعیت خورشید و در شب با استفاده از موقعیت ستاره‌ها در آسمان انجام می‌شود.

وقتی هوا ابری است جانوران چگونه مسیر حرکت را تشخیص می‌دهند؟ آیا میدان مغناطیسی زمین در جهت‌یابی جانوران نقش دارد؟ برای پاسخ به این پرسش، پژوهشگران در یک روز ابری آهنربای کوچکی را روی سر کبوتر خانگی قرار دادند. با وجود این آهنربا، پرنده نتوانست مسیر درست را بیابد و به لانه باز گردد. پژوهشگران نتیجه گرفتند کبوتر خانگی می‌تواند موقعیت خود را نسبت به میدان مغناطیسی زمین احساس و با استفاده از آن جهت‌یابی کند. پژوهشگران در سر بعضی از پرنده‌ها ذرات

۱- Territorial Behavior

www.mrzist.org

آهن مغناطیسی‌شده نیز یافته‌اند. لاک‌پشت‌های دریایی ماده پس از طی مسافت‌های طولانی، برای تخم‌گذاری به ساحل دریا می‌آیند و پس از تخم‌گذاری دوباره به دریا باز می‌گردند. به‌نظر می‌رسد میدان مغناطیسی زمین در جهت‌یابی لاک‌پشت‌ها نیز نقش دارد.

خواب زمستانی و رکود تابستانی

برخی جانوران برای بقا، در زمستان، **خواب زمستانی**[1] دارند. در این حالت جانور به خواب عمیقی فرو می‌رود و یک دورهٔ کاهش فعالیت را طی می‌کند که در آن دمای بدن، مصرف اکسیژن، تعداد تنفس جانور و نیاز جانور به انرژی کاهش می‌یابد. پیش از ورود به خواب زمستانی، جانور مقدار زیادی غذا مصرف می‌کند و در بدن آن چربی لازم به مقدار کافی ذخیره می‌شود تا هنگام خواب به مصرف برسد. **رکود تابستانی**[2] نیز یک دورهٔ کاهش فعالیت است که در آن سوخت‌وساز جانور کاهش پیدا می‌کند. رکود تابستانی در جانورانی دیده می‌شود که در جاهای به‌شدت گرم مانند بیابان زندگی می‌کنند. این جانوران در پاسخ به نبود غذا یا دوره‌های خشک‌سالی، رکود تابستانی انجام می‌دهند.

بیشتر بدانید

خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) در ایران زندگی می‌کند. برخی از این جانوران حالتی شبیه خواب زمستانی دارند و گاهی وقتی هوا گرم‌تر است از خواب بیدار می‌شوند. این خرس‌ها معمولاً از انسان دوری می‌کنند ولی خرس‌هایی که از خواب بیدار شده‌اند، ممکن است رفتاری تهاجمی داشته باشند..

عکس از حسین خادمی

خرس قهوه‌ای در پناهگاه حیات‌وحش دودانگه و چهاردانگه مازندران

فعّالیت ۵

لاک‌پشتی که در شکل روبه‌رو می‌بینید، حتی وقتی در آزمایشگاه قرار دارد و غذا و آب کافی دریافت می‌کند، رکود تابستانی را نشان می‌دهد. چرا رکود تابستانی را رفتاری ژنی می‌دانند؟

بیشتر بدانید

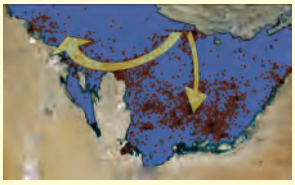
لاک‌پشت‌های دریایی منقار عقابی (*Eretmochelys imbricata*) به شدت در خطر انقراض قرار دارند. این جانوران در طول فصل زادآوری یعنی از اسفند تا تیرماه برای تخم‌گذاری به آب‌های منطقه خلیج‌فارس و دریای عمان مهاجرت می‌کنند. پناهگاه حیات وحش و تالاب بین‌المللی شیدور و جزیرهٔ هندورابی در استان هرمزگان و جزایر ام‌الکرم و نخیلو در استان بوشهر مهم‌ترین مناطق لانه‌سازی این جانور است.

پروژهٔ ردیابی ماهواره‌ای مهاجرت لاک‌پشت‌های دریایی در منطقه خلیج‌فارس و دریای عمان به پیشنهاد و حمایت مالی دفتر منطقه‌ای صندوق جهانی حیات‌وحش و بنیاد تحقیقات دریایی آژانس حفاظت محیط‌زیست ابوظبی و با مشارکت کشورهای ایران، قطر، امارات و عمان در فروردین سال ۱۳۸۹ با نصب پنج ردیاب روی لاک‌پشت‌های منقار عقابی در جزیره شیدور در ایران انجام شد.

عکس از اصغر مبارکی

لاک‌پشت منقار عقابی با ردیاب رادیویی

علائم دریافتی از ردیاب ماهواره‌ای ضمن کمک در شناسایی مسیرهای مهاجرت و مکان‌های تغذیه این جانوران، اطلاعات بسیار مهمی دربارهٔ رفتارهای تولیدمثلی و مهاجرتی آنها فراهم می‌سازد.



نمای کلی از مسیر حرکت لاک‌پشت‌های ایران و نقاط تجمع و تغذیهٔ لاک‌پشت‌های ردیابی شده

۱- Hibernation
۲- Aestivation

www.mrzist.org

گفتار ۳ ارتباط و زندگی گروهی

برخی از جانوران زندگی گروهی دارند. برای زندگی در گروه، جانوران باید بتوانند با هم ارتباط برقرار کنند.

ارتباط بین جانوران

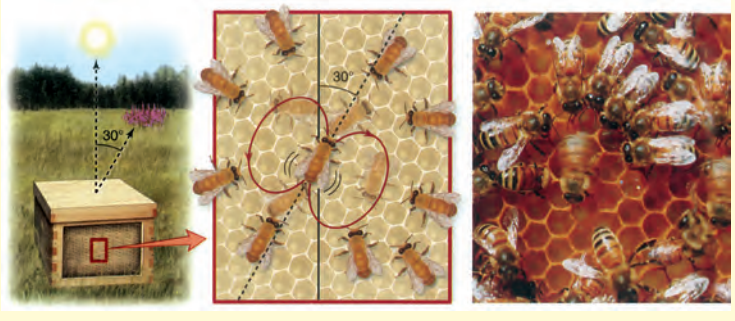
می‌دانید بعضی جانوران مانند زنبورها با استفاده از فرومون با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. جوجه کاکایی با لمس منقار والد با او ایجاد ارتباط و غذا درخواست می‌کند. جانوران از راه‌های گوناگون مانند تولید صدا، علامت‌های دیداری، بو و لمس کردن با یکدیگر ارتباط برقرار ساخته و اطلاعات مبادله می‌کنند. در نتیجهٔ این ارتباط، رفتار آنها تغییر می‌کند. صدای جیرجیرک نر، اطلاعاتی مانند گونه و جنسیت را به اطلاع جیرجیرک ماده می‌رساند. برقراری ارتباط برای یافتن غذا را در زنبورهای عسل بررسی می‌کنیم.

ارتباط در زنبورهای عسل: زنبورهای کارگر شهد و گردهٔ گل‌ها را جمع‌آوری کرده و به کندو می‌آورند. وقتی زنبور کارگر منبع غذایی جدیدی پیدا می‌کند و به کندو باز می‌گردد، خیلی طول نمی‌کشد که تعداد زیادی زنبور کارگر در محل آن منبع غذایی دیده می‌شوند. چرا چنین است؟

زنبور یابنده پس از بازگشت، اطلاعات خود دربارهٔ منبع غذایی را به زنبورهای دیگر ارائه می‌کند. این زنبور با انجام حرکات ویژه‌ای اطلاعات خود را به زنبورهای دیگر نشان می‌دهد. زنبورهای کارگر با مشاهدهٔ این حرکات، فاصلهٔ تقریبی کندو تا محل منبع غذا و جهتی را که باید پرواز کنند، درمی‌یابند. برای مثال هرچه این حرکات طولانی‌تر باشد، منبع غذایی دورتر است. افزون بر آن هنگام انجام حرکات، زنبور یابنده صدای وز وز متفاوتی نیز دارد. زنبورهای کارگر با استفاده از اطلاعات کلی که از زنبور یابنده دربارهٔ منبع غذایی دریافت کرده‌اند، به سمت آن پرواز و به کمک بویایی خود، محل دقیق غذا را پیدا می‌کنند. این روش برقراری ارتباط چه مزیتی برای زنبورها دارد؟ وقتی زنبورهای کارگر قبل از جست‌وجو دربارهٔ محل منبع غذا اطلاعات داشته باشند، با صرف انرژی کمتر و در زمان کوتاه‌تری محل دقیق آن را پیدا می‌کنند.

بیشتر بدانید

زنبور یابنده با انجام حرکات در زاویه‌ای مشخص با خط عمود، زاویهٔ بین منبع غذا، کندو و خورشید را نشان می‌دهد. مثلاً همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، منبع غذا در سمت راست خورشید با زاویه‌ای ۳۰ درجه قرار دارد.



بیشتر بدانید

کشف روش ارتباط در زنبورهای عسل از پژوهش‌های کارل فون فریش (۱۹۸۲ـ۱۸۸۶) است.

www.mrzist.org

زندگی گروهی

برخی جانوران مانند مورچه و گرگ به شکل گروهی زندگی می‌کنند و با هم همکاری دارند. زندگی گروهی برای این جانوران چه فایده‌ای دارد؟ جانوران از زندگی گروهی سود می‌برند. برای مثال احتمال شکار شدن جانور در گروه کمتر است زیرا نگهبان‌های گروه، محیط اطراف را زیر نظر می‌گیرند. دسترسی به منابع غذایی نیز ممکن است افزایش یابد زیرا همان‌طور که در زنبورهای عسل دیدید، جانور می‌تواند دربارهٔ محل منبع غذا از جانوران دیگر گروه اطلاعات کسب کند. شکار گروهی نیز موفقیت بیشتری دارد زیرا افراد یک گروه می‌توانند شکار بزرگ‌تری را به دام بیندازند.

اجتماع مورچه‌ها از گروه‌هایی تشکیل شده است که در اندازه، شکل و کارهایی که انجام می‌دهند تفاوت دارند. مثلاً در اجتماع مورچه‌های برگ‌بُر، کارگرها اندازه‌های متفاوتی دارند. تعدادی از آنها برگ‌ها را برش می‌دهند و به لانه حمل می‌کنند و گروهی دیگر کار دفاع را انجام می‌دهند (شکل ۱۵). این مورچه‌ها قطعه‌های برگ را به‌عنوان کود برای پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می‌کنند، به‌کار می‌برند.

شکل ۱۵ــ مورچهٔ بزرگ‌تر کارگری است که برگ را به لانه حمل و مورچه‌های کوچک‌تر از آن دفاع می‌کنند.

رفتار دگرخواهی

در بین جانورانی که زندگی گروهی دارند، افراد نگهبانی هستند که با تولید صدا حضور شکارچی را به دیگران هشدار می‌دهند تا به موقع فرار کنند. البته آنها با این کار توجه شکارچی را به خود جلب کرده، احتمال بقای خود را کاهش می‌دهند (شکل ۱۶). زنبورهای عسل کارگر، نازا هستند و نگهداری و پرورش زاده‌های ملکه را انجام می‌دهند. جانوران نگهبان و زنبورهای عسل کارگر رفتار **دگرخواهی**[۱] دارند. دگرخواهی رفتاری است که در آن یک جانور بقا و موفقیت تولیدمثلی جانور دیگری را با هزینهٔ کاسته شدن

۱- Altruism

www.mrzist.org

از احتمال بقا و تولیدمثل خود، افزایش می‌دهد.

چرا جانوران رفتار دگرخواهی انجام می‌دهند؟

افراد نگهبان در گروه جانوران و یا زنبورهای عسل، رفتار دگرخواهی را نسبت به خویشاوندان خود انجام می‌دهند. آنها با خویشاوندانشان، ژن‌های مشترکی دارند. بنابراین اگرچه این جانوران خود زاده‌ای نخواهند داشت، ولی خویشاوندان آنها می‌توانند زادآوری کرده و ژن‌های مشترک را به نسل بعد منتقل کنند. به همین علت است که براساس انتخاب طبیعی، رفتار دگرخواهی برگزیده شده است.

شکل ۱۶ــ این دم عصایی (meerkat) درحال نگهبانی است. او در هنگام احساس وجود شکارچی دیگران را با فریاد آگاه می‌کند.

در نمونه‌ای دیگر از دگرخواهی جانوران با یکدیگر گروه همکاری تشکیل می‌دهند. برای مثال خفاش‌های خون‌آشام به‌طور گروهی درون غارها یا سوراخ درختان زندگی می‌کنند. غذای آنها خون پستانداران بزرگ مثل دام‌هاست (شکل۱۷). این خفاش‌ها خونی را که خورده‌اند با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند. خفاشی که غذا خورده است کمی از خون خورده شده را برمی‌گرداند تا خفاش گرسنه آن را بخورد. در غیر این‌صورت خفاش گرسنه خواهد مرد. خفاشی که غذا دریافت کرده، کار خفاش دگرخواه را در آینده جبران می‌کند. اگر جبران انجام نشود، این خفاش از اشتراک غذا کنار گذاشته می‌شود.

شکل ۱۷ــ خفاش خون‌آشام از خون پستانداران تغذیه می‌کند.

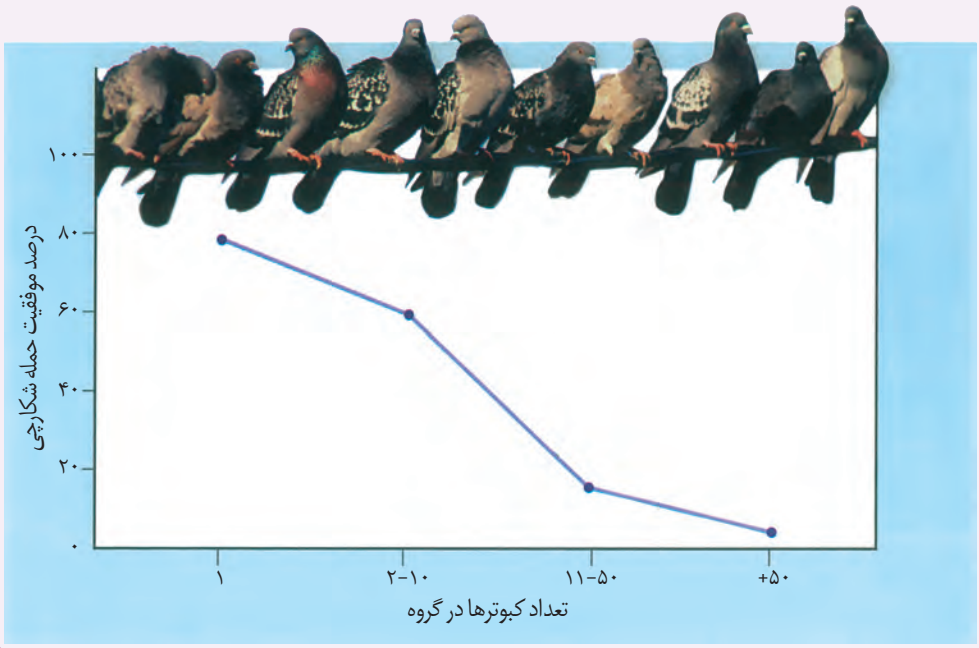
www.mrzist.org

خفاش‌هایی که دگرخواهی انجام می‌دهند، لزوماً خویشاوند نیستند. در واقع، رفتار دگرخواهی که در اثر انتخاب طبیعی برگزیده شده، به بقای آنها منجر می‌شود.

گاهی دگرخواهی، رفتاری به نفع خود فرد است. در میان پرندگان، افراد یاریگری هستند که در پرورش زاده‌ها به والدین آنها یاری می‌رسانند. مشخص شده است وجود این یاریگرها احتمال بقای زاده‌ها را افزایش می‌دهد. یاریگرها اغلب پرنده‌های جوانی‌اند که با کمک به والدین صاحب لانه، تجربه کسب می‌کنند و هنگام زادآوری می‌توانند از این تجربه‌ها برای پرورش زاده‌های خود استفاده کنند یا با مرگ احتمالی جفت‌های زادآور، قلمرو آنها را تصاحب و خود زادآوری کنند.

فعّالیت ۶

نمودار زیر مزیت زندگی گروهی را نشان می‌دهد، آن را تفسیر کنید.



www.mrzist.org

فهرست منابع

- Mason Kenneth, Duncan Tod, Johnson George, Losos Jonathan, Singer Susan, Understanding Biology, 2end Edition, McGraw-Hill, 2018.
- Raven Peter, Mason Kenneth, Losos Jonathan, Singer Susan, Biology, 11th Edition, McGraw-Hill,2017.
- Neil. Campbell Urry Lisa , Reece Jane, Cain Michael, Wasserman Steven, Minorsky Peter, Campbell, Biology, 11 th Edition , Pearson, 2017.
- Benjamin A. Pierce , Genetics: A Conceptual Approach, 6th Edition, Freeman, W. H. & Company, 2016.
- Solomon Eldera ,Berg Linda, Martin Diana, Biology, 10 Th Edition, Thomson, 2015.
- Mader Sylvia &Windelspecht Michael, Biology,11Th Edition,McGraw-Hill, 2013.
- Russel Hertz Mcmillan, Biology The Dynamic Science, 2end Edition, Broks/Cole, Cengage Learning, 2011.
- D. Peter Snustad , Michael J. Simmons,Principles of Genetics,6 th Edition, John Wiley and Sons, 2011.
- Alison M.Smith & et.al,plant Biology,Garland Science, 2010.
- Bernard R.Glick,Jack J. Pasternak ,Cheryl L. Patten, Molecular Biotechnology Principles and Applications of Recombinant DNA, 4 Th Edition, ASM Press, 2010
- Linda Berg,Introductory Botany ,Plants , People and Environment.Thomson Brooks, 2008.
- James D. Watson, Tania A. Baker, Stephen P. Bell, Alexander Gann, Michael Levine, Richard Losick. Molecular biology of the gene, 5th Edition, Pearson/Benjamin Cummings, 2004.
- Taiz & Zeiger, Plant Physiology, 3th Edition, Sinauer Association, 2003.
- Alcock John,Animal Behavior:An Evolutionary Approach, 7th Edition, sinauer associates Inc, 2001.

www.mrzist.org

واژه های مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی در کتاب زیست شناسی (۳) پایهٔ دوازدهم		
واژه بیگانه	واژه مصوب	واژه به انگلیسی
اگزون	بیانه	Exon
الل	دِگَره	Allele
اینترون	میانه	Intron
آنتی کدون	پادرمزه	Anticodon
پروکاریوت	پیش‌هسته ای	Prokaryote
پلازمید	دیسَک	Plasmid
پلی پلوئیدی	چندلادی	Polyploidy
تتراد	چهارتایه	Tetrad
دیجیتال	رقمی	Digital
دیمر	دوپار	Dimer
ریبوزوم	رِناتن	Ribosome
ژنوتیپ	ژن‌نمود	Genotype
ژنوم	ژنگان	Genome
سانتریفوژ	گریزانه	Centrifuge
فعالیت پلی‌مرازی	فعالیت بسپارازی	Polymerization
فنوتیپ	رخ‌نمود	Phenotype
فیزیولوژی	کاراندام شناسی	Physiology
کپسول	پوشینه	Capsule
کدون	رَمزه	Codon
کراسینگ اور	چلیپایی شدن	Crossing over
کروموزوم	فام‌تن	Chromosome
گلیکولیز	قند کافت	Glycolysis
یوکاریوت	هوهسته ای	Eukaryote

www.mrzist.org

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت کننده در اعتبارسنجی کتاب زیست شناسی ۳ ـ کد ۱۱۲۲۱۶

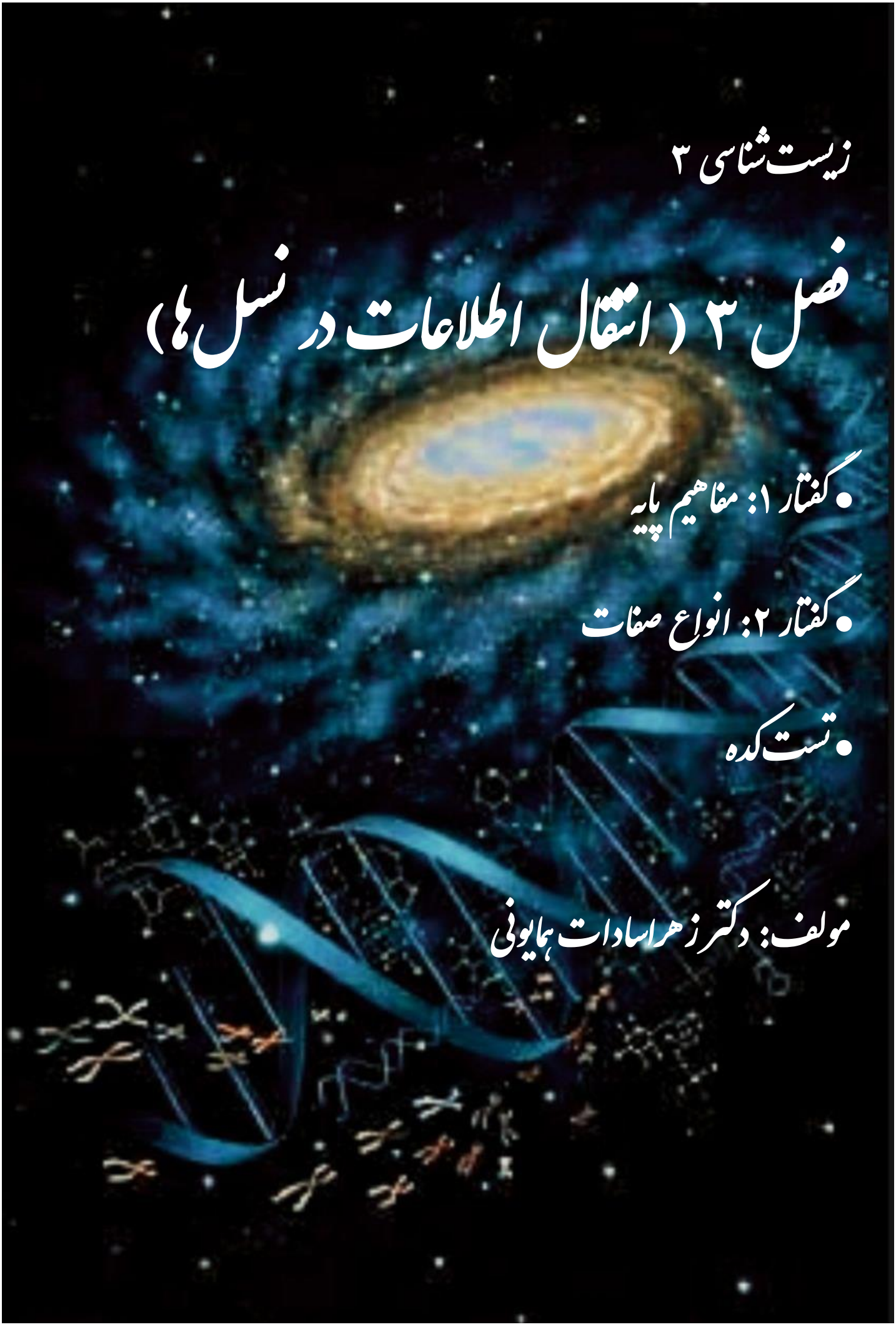
ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	بتول جلیلی	خراسان جنوبی	۳۲	علی محمد نوری	کرمانشاه
۲	حسن توانایی بلوکی	هرمزگان	۳۳	خدیجه صوفیان	مرکزی
۳	پرویز بصیری	همدان	۳۴	مجتبی سیاوشی	همدان
۴	پروین غفاری	کردستان	۳۵	مهرزاد یزدانپناه	کهگیلویه وبویراحمد
۵	علی افتخاری	قزوین	۳۶	ناهید منور	خراسان شمالی
۶	مهران داوری فر	گلستان	۳۷	ملیحه رجب پور	سیستان وبلوچستان
۷	گیتی علیزاده مقدم	اصفهان	۳۸	حسن باقری	قم
۸	حمیده ملیخان	قزوین	۳۹	سکینه طبیبی	البرز
۹	سیده سحر سلیمانیان	گلستان	۴۰	فاطمه گورکانی	سمنان
۱۰	مجید اخلاصی	چهارمحال وبختیاری	۴۱	محمدحسین محمدی آبندانکشی	مازندران
۱۱	زهرا ضیاء	فارس	۴۲	آزاده اسراری	قم
۱۲	علیرضا تیموری	اصفهان	۴۳	مختار حیدری	چهارمحال وبختیاری
۱۳	فریبا زرابی	شهرتهران	۴۴	غلامحسن ویسکرمی	لرستان
۱۴	ابوالفضل یاسائی	کردستان	۴۵	عارفه منظمی	زنجان
۱۵	ابراهیم نبئی	مرکزی	۴۶	مهرانوش صفارپور	شهرستان‌های تهران
۱۶	علی اکبر رحیملوی مرجانی	آذربایجان شرقی	۴۷	مریم قاسم زاده دهکردی	خوزستان
۱۷	علی اصغر صفدری	خوزستان	۴۸	فرهاد حیدری	اردبیل
۱۸	فرانک نصیرپور	آذربایجان شرقی	۴۹	مهرداد فرخی	کرمانشاه
۱۹	شیوا خیرجوئی	آذربایجان غربی	۵۰	سیدرضا جعفری	کرمان
۲۰	علی صدق آمیز	گیلان	۵۱	مریم خدادادی	مازندران
۲۱	علی مقدم	گیلان	۵۲	مهدیه تقدیسی سیار	یزد
۲۲	مسعود پارسامجد	قزوین	۵۳	جعفر پوراکرمی	یزد
۲۳	ملیحه نظام دوست	خراسان جنوبی	۵۴	ثریا جلیلیان	اردبیل
۲۴	راضیه دانا	بوشهر	۵۵	آرش یار محمدی	شهرتهران
۲۵	شهرام سلطانی	فارس	۵۶	مریم ستوده	کهگیلویه وبویراحمد
۲۶	نجف سزاوار	کرمانشاه	۵۷	ماشاالله درویشی	بوشهر
۲۷	فاطمه مالکی	خراسان رضوی	۵۸	مهناز شفیعی زرنه	ایلام
۲۸	پریسا جاویدمهر	خوزستان	۵۹	مریم نبی زاده	هرمزگان
۲۹	مریم کاملی	شهرتهران	۶۰	الهه صفاریه	سمنان
۳۰	آیت الله رستمی	ایلام	۶۱	محمد باراج	سیستان وبلوچستان
۳۱	شبنم کیاکجوری	البرز	۶۲	علی اکبر عابدی	خراسان رضوی

www.mrzist.org

معلمـــان محتـــرم، صاحب‌نظـــران، دانش‌آمـــوزان عزیـــز و اولیـــای آنـــان می‌توانند نظر اصلاحـــی خود را دربـــارهٔ مطالب ایـــن کتـــاب از طریق نامـــه به نشـــانی تهران، صندوق پســـتی ۱۵۸۷۵/۴۸۷۴، گروه درســـی مربوطه و یا پیام‌نگار (Email) talif@talif.sch.ir ارسال نمایند.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطهٔ نظری

www.mrzist.org



زیست‌شناسی ۳

فصل ۳ (انتقال اطلاعات در نسل‌ها)

- گفتار ۱: مفاهیم پایه
- گفتار ۲: انواع صفات
- تست کده

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

فصل ۳
گفتار ۱: مفاهیم پایه

خب خب رسیدیم به سرفصلِ جذابِ دوست‌داشتنیِ من

یه سرفصل پرهیجان و کاربردی که پا به پام بیای تقریباً میشه ساده‌ترین مبحث زیست‌شناسی!!

تو این که ویژگی‌های پدر و مادر به بچه‌ها منتقل می‌شه که شکی نیست ...

در تولید مثل جنسی ارتباط بین نسل‌ها را گامت‌ها برقرار می‌کنند (گامت‌زایی رو یادت میاد؟!)

ویژگی‌های هر یک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در DNA موجود در گامت‌ها وجود دارد منتقل می‌شود.

اینم می‌دونیم که طی گامت‌زایی در واقع نصف DNAها یعنی نصف صفات وجود دارد.

تصور گذشتگانمون درباره قانون وراثت:

صفات فرزندان آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسط آنهاست!!

(همون داستانِ مانانِ ژاپنی، بابا چینی ← بیچاره نی‌نی)

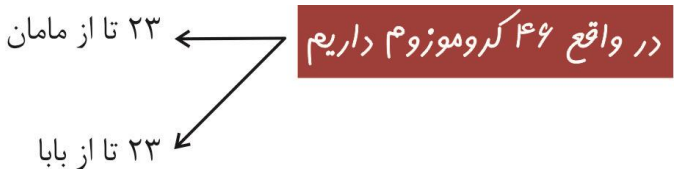
← آخرای قرن ۱۹ (یعنی قبل اون دانشمندایی که خوندیم، که هنوز ساختار و عمل DNA و ژن معلوم نبود)

گریگور مندل از راه رسید← قوانین بنیادیِ وراثت را کشف کرد← که مفاهیمِ پایه و ماجراهاش رو میگم بهت...

* ویژگی های یک جاندار
- ارثی: که از والدین خود به ارث بردیم (صفت) مثل رنگ چشم، رنگ مو، گروه خونی
- اکتسابی: تحت تأثیر محیط ایجاد و تغییر می کند.

- در علم ژن‌شناسی شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.
- صفت: در عمل ژن‌شناسی ویژگی‌های ارثی جانداران را صفت می‌گویند.
- هر یک از افراد جمعیت، ویژگی‌هایی دارد که ممکن است این ویژگی‌ها به نسل بعد منتقل شوند.

- به انواعِ مختلف یک صفت ← شکل‌های آن صفت می‌گویند.
- در انسان ۲۳ جفت کروموزوم همتا وجود دارد که در هر جفت یکی از آنها را از مادر و دیگری را از پدر به ارث بردیم.



در این کروموزم‌های همتا، در هر کدام مکانِ یک صفتِ خاص ثابت و مشترک است اما اطلاعاتِ آن صفت در دو کروموزوم همتا می‌تواند مشترک باشد، می‌تواند هم متفاوت باشد. به این جایگاه-های ژنی که بیان‌کننده یک صفت خاص هست دگره یا الل می‌گویند.

- اگر فردی الل‌های مربوط به یک صفت درهر دو کروموزوم یکسان باشد ← اون فرد تو اون صفت $\frac{\text{خالص}}{\text{هموزیگوت}}$

Ex: فرد بالا در صفتِ رنگ مو هر دو کروموزوم الل A دارد ← AA (خالص)

- اگر در فردی الل‌های مربوط به یک صفت در هر کروموزوم متفاوت باشد ← اون فرد توی اون صفت $\frac{\text{ناخالص}}{\text{هتروزیگوت}}$

Ex: رنگ چشم Bb حالت مو MN

- الل‌های یک صفت گاهی از رابطه غالب و مغلوبی تبعیت می‌کنند. یعنی در صورتی که هر دو نوع الل وجود داشته باشد یکی از آنها (غالب) نمایان می‌شود. (رابطه بارز و نهفتگی) به صورت حرف بزرگ و کوچک

Ex: رنگ چشم رنگ چشم آبی $B > b$ رنگ چشم مشکی

رنگ چشم مشکی می‌شه $Bb \rightarrow B$ رنگ چشم آبی می‌شه $bb \rightarrow b$ رنگ چشم‌ها مشکی می‌شه $BB \rightarrow B$

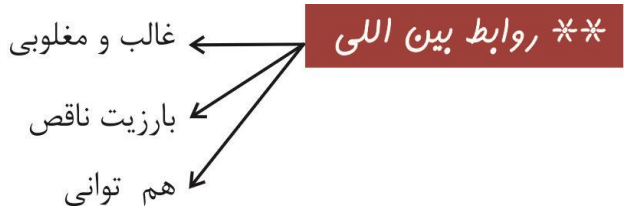
- رابطه الل‌ها گاهی با هم به صورت بارزیت ناقص است. یعنی در صورت وجود دو الل حد واسط آن دو مشاهده می‌شود. الل‌ها را به صورت دو حرف بزرگ می‌نویسیم.

Ex: حالت مو موج‌دار $MN \rightarrow MN$ فر $NN \rightarrow N$ صاف $MM \rightarrow M$

رنگ گلبرگ‌های گل میمونی صورتی $RW \rightarrow RW$ سفید $WW \rightarrow W$ قرمز $RR \rightarrow R$

- نوعی دیگر از رابطه بین الل‌ها ← هم‌توانی می‌باشد. یعنی در صورت وجود هر دو الل هر دو بروز می‌کنند به صورت دو حرف بزرگ می‌نویسیم.

Ex: گروه خونی AB - اسب ابرش (خال خال)



- ژنوتیپ (ژن نمود) ← ترکیب دگره‌ها در فرد
- فنوتیپ (رخ نمود) ← شکل ظاهری یا حالت بروز یافته

ژنوتیپ		فنوتیپ
خالص AA	غالب و مغلوب →	A
ناخالص Aa		A
خالص RR	بارزیت ناقص →	R
ناخالص Rw	با همتوانی →	Rw
خالص aa		a

انواع صفات از نظر تعداد جایگاه ژنی

صفات دارای یک جایگاه ژنی

- صفاتی هستند که ژن های به ارث رساننده آن ها در یک قسمت از یک جفت کروموزوم همتا قرار دارند.
- اگر ژن های به ارث برنده این صفات روی جفت کروموزوم غیرجنسی باشند ← صفت مستقل از جنس می باشد.
  - مانند گروه خونی Rh و گروه خونی ABO
  - آن در زنان و مردان فرقی ندارد.
  - مانند صفت رنگ گلبرگ گل میمونی
  - مانند صفت شکل گویچه قرمز در انسان
- به عواملی که در یک جمعیت، در هر جایگاه ژنی، سبب ایجاد شکل های مختلف یک صفت می شوند، الل (دگره) گفته می شود.
  - الل های D و d در گروه خونی Rh
  - الل های A، B و O در گروه خونی ABO
  - الل های R و W در رنگ گلبرگ گل میمونی
- الل ها به ژن های قرار گرفته در جایگاه مشابه در یک جفت کروموزوم همتا گفته می شوند.
- ژنوتیپ ← به ترکیب قرارگیری الل ها در هر جایگاه ژن، نمود (ژنوتیپ) گفته می شود.
- انواع ژنوتیپ (ژن نمود) در هر جایگاه
  - اگر دو الل مشابه هم باشند ← ژنوتیپ خالص گفته می شود. AA، aa
  - اگر دو الل مشابه هم نباشند ← ژنوتیپ ناخالص گفته می شود. Aa یا RW
- فنوتیپ (رخ نمود) ← به شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت گفته می شود.
  - رنگ گلبرگ قرمز یا سفید یا صورتی
  - گروه خونی A یا B یا AB یا O
- انواع صفات تک جایگاهی از نظر تنوع الل ها در جامعه
  - دو اللی (دو گره ای)
    - در بروز آن صفت، دو دستورالعمل ژنی وجود دارد (A و a یا R و W)
    - صفاتی مانند گروه خونی Rh یا رنگ گلبرگ گل میمونی یا تولید فاکتور انعقادی ۸ خون در انسان
  - چند اللی (بیش از دو دگره ای)
    - در بروز آن ها در جامعه بیش از دو دستورالعمل وجود دارد.
    - هر فرد در هر جایگاه ژنی دو دستورالعمل آن را در حالت مستقل از جنس دارد.
    - مانند گروه خونی ABO (سه نوع الل A، B و O دارد).

صفات دارای چند جایگاه ژنی

- انواع رابطه بین الل ها
  - رابطه بارز و نهفتگی
    - به طور مثال اگر دو دگره D و d کنار هم قرار بگیرند، دگره D بروز می کند (بارز) و دگره d بروز نمی کند (نهفته).
    - طبق قرارداد دگره بارز را با حرف بزرگ و دگره نهفته را با حرف کوچک آن نشان می دهیم.
    - در گروه خونی ABO، دگره های I^A و I^B نسبت به هم بارزند.
    - برای دو الل
      - سه نوع ژنوتیپ می توان در نظر گرفت
        - خالص: DD، dd
        - ناخالص ← Dd
      - دو نوع فنوتیپ می توان در نظر گرفت
        - Rh مثبت (Dd,DD)
        - Rh منفی (dd)
        - در فنوتیپ، خالص یا ناخالصی صفت مهم نمی باشد.
  - هم توان
    - دگره ها همراه با هم ظاهر می شوند و هیچ کدام بر دیگری برتری و بارزی ندارد.
    - مانند رابطه ای که بین دگره A و B در گروه خونی ABO است ← در حالت ناخالص (AB) گروه خونی AB می باشد.
  - بارزیت ناقص
    - صفت در حالت ناخالص به صورت حد واسط حالت های خالص مشاهده می شود ← کمی بیشتر به سمت یک والد تمایل دارد.
    - مانند رنگ گل میمونی ← RR (رنگ گل، قرمز)، WW (رنگ گل، سفید) و RW (رنگ گل، صورتی)
  - در حالت هم توانی و بارزیت ناقص ← توسط دو الل
    - سه نوع ژنوتیپ می توان در نظر گرفت ← (AA - AB - BB) یا (WW-RW-RR)
    - سه نوع فنوتیپ نیز توسط آن ها نمایان می شود ← (A - AB - B) یا (قرمز- صورتی- سفید)
    - هر ژنوتیپ بیانگر یک فنوتیپ خاص می باشد.
- این صفات حالات ظاهری یا فنوتیپی گسسته دارند و طیفی از اعداد گوناگون در ایجاد آن صفات درجامعه وجود ندارد و نمودار توزیع فراوانی آن ها زنگوله ای نمی باشد.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

گروه های خونی

ABO

- یک صفت تک جایگاهی غیرجنسی است که در جامعه توسط سه نوع الل A، B و O کنترل می شود.
- به چهار گروه A، B، AB و O گروه بندی می شود.
- گروه بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام های A و B در غشای گویچه های قرمز است.
- اضافه شدن کربوهیدرات های A و B به غشای گویچه قرمز یک واکنش آنزیمی است.
- دو نوع آنزیم برای آن وجود دارد، یکی برای اضافه کردن کربوهیدرات A به غشا و یکی برای B.

سه نوع الل (دگره) در جامعه وجود دارد

- دگره ای که آنزیم A را می سازد ($A=I^A$).
- دگره ای که آنزیم B را می سازد ($B=I^B$).
- دگره ای که هیچ آنزیمی نمی سازد ($O=i$).

- جایگاه ژنی آن در فام تن ۹ قرار دارد ← هر فرد در هر یاخته n ۲ خود دو الل برای این صفت دارد.

انوع ژن نمود

- خالص AA - BB - OO
- ناخالص AO - BO - AB

- الل های A و B با هم به صورت هم توان هستند ولی هر دو نسبت به الل O بارز می باشند.

انواع رخ نمود

- A ← ژن نمود AO - AA
- B ← ژن نمود BO - BB
- O ← ژن نمود OO
- AB ← ژن نمود AB

Rh

- صفتی تک جایگاهی غیرجنسی است که تحت کنترل دو الل D و d با رابطه بارز و نهفتگی می باشد.
- به دو گروه Rh^- و Rh^+ گروه بندی می شود.
- بر مبنای بودن یا نبودن پروتئین D است ← دقت کنید پروتئین d وجود ندارد.

دو دگره وجود دارد

- دگره ای که می تواند پروتئین D را بسازد(D) ← دگره بارز
- دگره ای که نمی تواند پروتئین D را بسازد(d) ← دگره نهفته

انواع ژن نمود

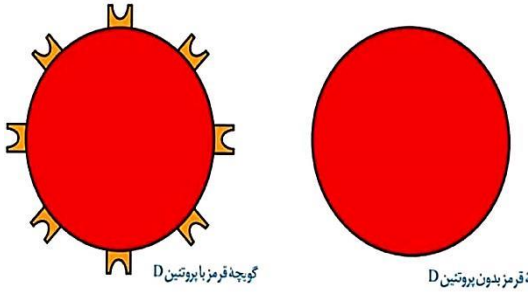
- DD
- Dd
  رخ نمود D (مثبت)
- dd ← رخ نمود d (منفی)

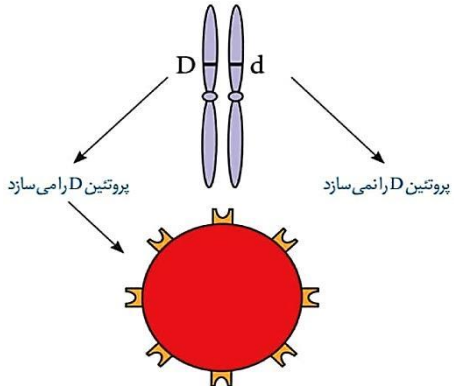
- هر دو دگره جایگاه ژنی یکسانی دارند که هر یک روی فام تن ۱ و در بالای سانترومر قرار دارند.

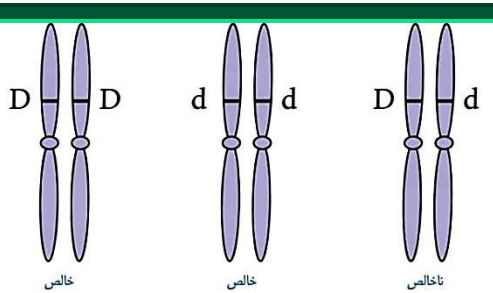
در بررسی هم زمان آن ها، فرد دارای گروه خونی A^+، چهار نوع ژنوتیپ می تواند باشد.

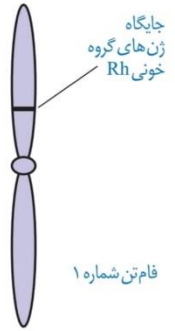
- AODD
- AODd
- AADD
- AADd

- در هر چهار حالت، فاقد کربوهیدرات B در غشای گویچه قرمز می باشد.
- در هر چهار حالت، واجد کربوهیدرات A و پروتئین D در غشای گویچه قرمز می باشد.









	گروه خونی A	گروه خونی B	گروه خونی AB	گروه خونی O
گویچه قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچه قرمز	A	B	A و B	هیچ‌کدام

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

گروه خونی ABO:

یک صفت چند اللی بوده یعنی چند دستور و الل برای آن وجود دارد و از آنجا که ما موجودی $2n$ هستیم هر فرد تنها دو دستور آن را می‌تواند دریافت کند.

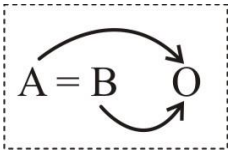
گروه خونی ABO نوعی صفت ۳ اللی می‌باشد و ۳ دستور برای آن می‌توان در کروموزوم ۹ باشد:

۱- الل A ← باعث ساخت آنزیم A می‌شود ← کربوهیدرات A را به غشا RBC اضافه می‌کند.

۲- الل B ← باعث ساخت آنزیم B می‌شود ← کربوهیدرات B را به غشا RBC اضافه می‌کند.

۳- الل O ← هیچ آنزیمی نمی‌سازد.

- ✓ در بروز صفت ABO در گروه خونی Pro نقش دارد (آنزیم‌ها) اما Pro به RBC متصل نمی‌شود.
- ✓ اضافه شدن کربوهیدرات A و B به غشا یک واکنش آنزیمی است.
- ✓ رابطه این الل‌ها ←



A و B هم‌توان و هر دو بر O غالب بوده.

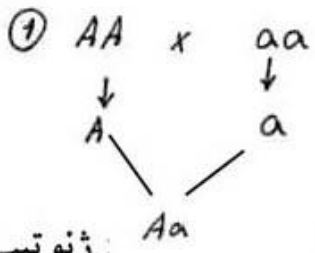
- ✓ الل‌های A و B و O را به ترتیب I^A, I^B, i نیز نشان می‌دهند.
- ✓ فردی که فقط الل A داشته باشد (یعنی هر دو کروموزوم ۹ الل A داشته باشند) روی غشا RBC فقط کروبوهیدرات A دارند و گروه خونی آنها A می‌باشد.
- ✓ فردی که فقط الل B داشته باشد روی غشا RBC فقط کربوهیدرات B دارند و گروه خونی آنها B می‌باشد.
- ✓ فردی که یکی از کروموزوم الل O و کروموزوم دیگر نیز O باشد روی غشا هیچ کربوهیدرات وجود ندارد و گروه خونی O
- ✓ فردی که یکی از کروموزوم‌های الل A و کروموزوم دیگر B باشد روی غشا هم کربوهیدرات A و B وجود دارد و گروه خونی AB

- گروه خونی ABO دارای ۶ نوع ژنوتیپ (OO,AB,BO,BB,AO,AA) و ۴ نوع فنوتیپ (AB,O,B,A) می‌باشد.

مسأله

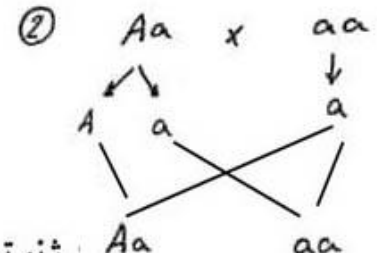
تیپ ۱:

صورت سؤال میاد آمیزش پدر و مادر رو تو چند صفت خاص در نظر می‌گیره و از تو مـی‌خـواد کـه بتونی انواع ژنوتیپ و فنوتیپ را بدست بیـاری واسـه ایـن تیـپ مسـئله بایـد اول آمیـزش دادن بلـد باشی که تو هر مدل صفت با روابط بین اللی متفاوت چطوریه بعد بریم جلو ... .



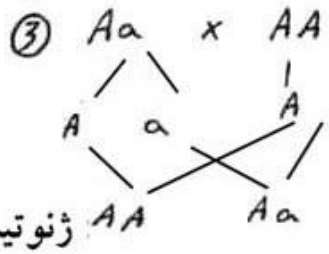
ژنوتیپ: 1 نوع

فنوتیپ: A — 1 نوع



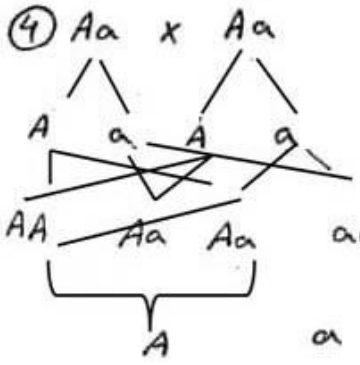
ژنوتیپ: 2 نوع

فنوتیپ: A a — 2 نوع



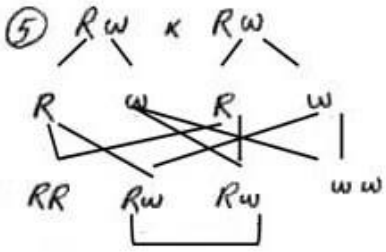
ژنوتیپ: 2 نوع

فنوتیپ: A — 1 نوع



ژنوتیپ: 3 نوع

فنوتیپ: 2 نوع



ژنوتیپ: 3 نوع

✓ **از آمیزش AabbRw×AaBbRw به ترتیب چند نوع رخ‌نمود و چند نوع ژن نمود حاصل می‌آید؟**

۱) ۸–۱۸ ۲) ۱۲–۲۷ ۳) ۱۲–۱۸ ۴) ۱۸–۸

✓ **از آمیزش aaBbDd×AabbDD به ترتیب چند نوع رخ نمود و چند نوع ژنوتیپ حاصل می‌آید؟**

۱) ۴–۲۷ ۲) ۸–۸ ۳) ۱۲–۱۸ ۴) ۱۸–۸

✓ **تنوع ژنتیکی در زاده‌های کدام آمیزش بیشتر است؟**

۱) $AaBB \times AABb$ ۲) $AaBb \times aaBb$

۳) $AaBB \times aaBb$ ۴) $AaBb \times aabb$

✓ **اگر خود تمامی در گیاهی ناخالص در دو جفت ژن که هر دو از رابطه بارز و نهفتگی ژنها تبعیت می‌کنند صورت گیرد چند نوع رخ نمود میان زاده‌ها مشاهده می‌شود؟**

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۹

تیپ ۲:

نسبت رو با نوع اشتباه نگیری‌ها، مثلاً تو آمیزش Aa×Aa، ۳ نوع ژنوتیپ داریم (AA,Aa,aa) که $\frac{۱}{۴}$ آنها AA و $\frac{۱}{۲}$ آنها Aa و $\frac{۱}{۴}$aa می‌باشد. ۲ نوع فنوتیپ a و A می‌باشد که $\frac{۱}{۴}$ آنها a و $\frac{۳}{۴}$ فنوتیپ A دارند.

✓ **از آمیزش AaddRw×AaDdRw احتمال ایجاد ژنوتیپ AaDdRR در بین فرزندان چقدر است؟**

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$

✓ **اگر رخ‌نمود احتمالی گروه خونی ABO، در بین فرزنـــدان بـــه صـــورت** $\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۲}B,\frac{۱}{۴}AB$ **باشد، کدام گزینه، نشان‌دهنده گروه خونی والدین است؟**

۱) $AO\times BO$

۲) $AB\times BO$

۳) $AB\times AB$

۴) $AB\times AO$

پاسخ:

حاصل آمیزش در هر یک از گزینه‌ها به صورت زیر است:

۱) $AO\times BO\rightarrow\frac{۱}{۴}AB,\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۴}B,\frac{۱}{۴}O$

۲) $AB\times BO\rightarrow\frac{۱}{۴}AB,\frac{۱}{۲}B,\frac{۱}{۴}A$

۳) $AB\times AB\rightarrow\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۲}AB,\frac{۱}{۴}B$

۴) $AB\times AO\rightarrow\frac{۱}{۴}B,\frac{۱}{۲}A,\frac{۱}{۴}AB$

بنابراین گزینه دو صحیح است.

✓ **اگر رخ نمود احتمالی گروه خونی ABO، در بین فرزنـــدان بـــه صـــورت** $\frac{۱}{۴}\mathrm{A},\frac{۱}{۲}\mathrm{AB},\frac{۱}{۴}\mathrm{B}$ **باشد، کدام گزینه نشان‌دهنده گروه خونی والدین است؟**

۱) $AO\times BO$ ۲) $AB\times BO$ ۳) $AB\times AB$ ۴) $AB\times AO$

پاسخ:

۱) $AO\times BO\rightarrow\frac{۱}{۴}AB,\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۴}B,\frac{۱}{۴}O$

۲) $AB\times BO\rightarrow\frac{۱}{۴}AB,\frac{۱}{۲}B,\frac{۱}{۴}A$

۳) $AB\times AB\rightarrow\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۲}AB,\frac{۱}{۴}B$

۴) $AB\times AO\rightarrow\frac{۱}{۴}B,\frac{۱}{۲}A,\frac{۱}{۴}AB$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

✓ **در هسته هر یاخته فرد سالم و بالغ، دگره‌های گروه‌های خونی ..... جایگاه از ..... فام‌تن را به خود اختصاص داده‌اند.**

۱) ۲–۲

۲) ۲–۴

۳) ۴–۲

۴) ۴–۴

پاسخ:

دو نوع گروه خونی Rh و ABO که به ترتیب دارای جایگاه‌هایی روی فام‌تن‌های ۱ و ۹ اند در هر فرد سالم و بالغ وجود دارد بنابراین می‌توان گفت دگره‌های گروه خونی ۴ جایگاه از ۴ فام‌تن را به خود اختصاص داده و پاسخ صحیح گزینه چهار است.

✓ **از خود لقاحی فردی با ژن نمود Aa (طبق قوانین احتمالات) در نسل اول:**

۱) $\frac{۱}{۴}$ از زاده‌های با رخ نمود بارز، خالص هستند.

۲) $\frac{۱}{۴}$ افراد خالص، رخ نمود نهفته دارند.

۳) $\frac{۳}{۴}$ زاده‌ها از نظر ژن نمود و رخ‌نمود به والد خود شباهت دارند.

۴) $\frac{۲}{۳}$ از زاده‌هایی که رخ‌نمود بارز دارند، ناخالص می‌باشند.

پاسخ:

سؤال بسیار جالبیه! به این آمیزش دقت کنید!

$$Aa \times Aa \rightarrow \underbrace{AA, Aa, Aa,}_{\text{بارز}} \underbrace{aa}_{\text{نهفته}}$$

حالا بفرمایید، چند تا رخ‌نمود بارز داریم؟ آفرین ۳ تا، حالا بگید چند تا از این ۳ تا، ناخالص‌اند؟ بازم آفرین ۲ تا، یعنی $\frac{۲}{۳}$ از زاده‌هایی که رخ‌نمود بارز دارن، ناخالص‌اند. بنابراین پاسخ صحیح گزینه چهار است.

✓ از آمیزش $AaBBDd \times aaBBDd$ که مطالعه همزمان سه صفت را نشان می‌دهد. احتمال ایجاد رخ‌نمود **aBD** در بین افراد حاصل از این آمیزش کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۲۷}{۶۴}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۹}{۱۶}$ ۴) $\frac{۹}{۶۴}$

✓ از آمیزش $aaBbRw \times AabbRw$ چه نسبتی از افراد در هر سه صفت حالت ناخالص خواهند داشت؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۳}{۳۲}$

✓ از آمیزش $AaBB \times Aabb$ چه نسبتی از نسل حاصل در هر دو صفت حالت بارز خواهند داشت؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۸}$

✓ از آمیزش $AaBbDd \times Aabbdd$ چقدر احتمال دارد زاده‌ای حاصل آید که حداقل در دو صفت حالت نهفته را نشان دهد؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$

✓ از آمیزش $AaBb \times Aabb$ چقدر احتمال دارد زاده‌ای حاصل آید که در یک صفت حالت بارز و در صفت دیگر حالت نهفته را نشان دهد؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

تیپ ۳:

گروه خونی:

✓ والدینی با گروه خونی B^+,A^+، دختری با گروه خونی O^- دارند. چقدر احتمال دارد این زوج صاحب پسری با گروه خونی AB^- شوند؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) $\frac{۳}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۳۲}$

✓ اگر گروه خونی زن و شوهری به ترتیب B^+,A^+ باشد، گروه خونی یکی از فرزندان O^- باشد. احتمال فرزندی O^+ چقدر است؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۳}{۱۶}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۳}{۸}$

✓ مردی با گروه خونی AB^- همسری با گروه خونی A^+ دارد. اگر بدانیم که گروه خونی مادر همسرِ مرد B^- است، چقدر احتمال دارد این خانواده صاحب دختری با گروه خونی A^- شود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۱۶}$

✓ با در نظر گرفتن وضعیت $RH^{(-,+)}$ و نوع گروه‌های خونی تعداد ژن نمودهای احتمالی کدام رخ نمود بیشتر است؟

۱) A^+ ۲) A^- ۳) AB^+ ۴) AB^-

نکته

هر چه صفات غالب بیشتر باشد در فنوتیپ، ژنوتیپ احتمالی فنوتیپ بیشتر است.

ژنوتیپ احتمالی متعلق بـه فنوتیـپ‌هـای A^+, B^+ (۴تـا) بیشـترین و AB^-, O^- (!) کمتـرین نـوع ژنوتیـپ را دارد.

✓ **والدین با Rh^+ که احتمالِ ایجاد هر نوع (هر چهار نوع) گروه خونی در بین فرزنـدان آنها وجود دارد. صاحب پسری با گروه خونی AB شـده‌انـد. تعیـین کنیـد در ایـن خانواده احتمال ایجاد دختری با گروه خونی A^+ چقدر است؟**

۱) $\frac{۳}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۳}{۳۲}$

نکته

والدین با گروه خونی $AO \times BO$ احتمالِ ایجاد هر چهار نوع گـروه خـونی را دارد و احتمـالِ هـر چهـار نـوع گروه خونی در فرزندان آنها برابر $\frac{۱}{۴}$ است.

✓ **اگر پدر دارای کربوهیدرات A و پروتئین D و مادر دارای کربوهیدرات B و پروتئین D و برای هر صفت ناخالص باشند، چه نسبتی از فرزندانشان گروه خـونی B^+ خواهنـد داشت؟**

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$

✓ **اگر نسبت گروه خونی فرزندان به صورت $\frac{۱}{۴}A,\frac{۱}{۲}B,\frac{۱}{۴}AB$ باشد، ژنوتیپ والدین در گروه خونی چگونه است؟**

۱) $AB\times OO$ ۲) BB×BO ۳) BO×AB ۴) AO×AB

✓ **اگر فردی با گروه خونی A^+ حداکثر نوع گامت را تولید کند، برای گروه خونی چند عامل Pro و کربوهیدراتی دارد؟**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

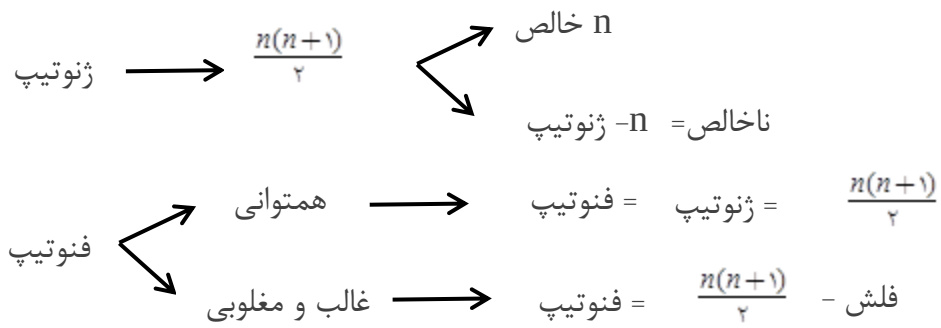
✓ **از ازدواج مردی دارای RBC با یک نوع کربوهیدرات برای گروه خونی و یک Pro برای RH، با زنی دارای کربوهیدرات متفاوت برای گروه خونی و فاقد Rh Pro، دختری فاقد عوامل کربوهیدراتی و پروتئینی بر روی RBC متولد شود. چقدر احتمال دارد فرزندی دارای ۳ نوع عامل کربوهیدراتی و پروتئینی روی غشا RBC متولد شود؟**

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۱۶}$

تیپ ۴:

روش محاسبه تعداد ژنوتیپ و فنوتیپ در صفات چند اللی غیرجنسی (اتوزوم):

اگر صفت n الل داشته باشد در جامعه $\frac{n(n+1)}{2}$ ژنوتیپ قابل تصور است که nتای آن خالص است. برای محاسبه فنوتیپ اگر تمام الل‌های صفت نسبت به هم همتوان باشد ژنوتیپ و فنوتیپ برابر بوده ($\frac{n(n+1)}{2}$) اما اگر رابطه غالب و مغلوبی برقرار باشد باید تعداد ژنوتیپ بدست بیاریم بعد تعداد روابط غالب و مغلوبی رو ازش کم کنیم که من بهشم می‌گم فلش



✓ **صفتی تحت کنترل ۴ الل A، B، C و D است که در آن الل A بر سایر الل‌ها و الل B نسبت به C و D بارز است و سایر الل‌ها همتوان هستند. در این جامعه برای این صفت چند نوع رخ نمود و چند نوع ژن نمود قابل تصور است؟**

۱) ۶—۱۰ ۲) ۲۵—۵ ۳) ۱۰—۵ ۴) ۱۰—۶

✓ **برای صفتی که تحت کنترل ۵ دگره E,D,C,B,A است. در این دگره‌های A و D نسبت به دگره‌های B و C و E بارز هستند و سایر دگره‌ها هم‌توان‌اند. در جامعه چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ خالص قابل تصور است؟**

۱) ۹—۱۰ ۲) ۹—۵ ۳) ۱۰—۱۵ ۴) ۱۰—۵

نکته

تعداد انواع فنوتیپ یک صفت n اللی $\leq n$ $\leq \frac{n(n+1)}{2}$

✓ **صفتی دارای ۵ الل است. این صفت حداقل و حداکثر می‌توان دارای چند نوع فنوتیپ باشد؟**

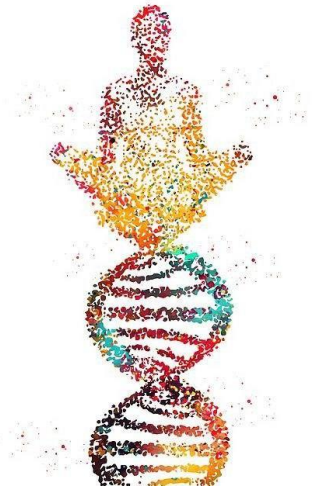
۱) ۵–۵ ۲) ۱۵–۵ ۳) ۵–۳ ۴) ۱۵–۱۵

✓ **صفتی دارای ۷ دگره است. این صفت حداقل و حداکثر دارای چند نوع فنوتیپ می‌تواند باشد؟**

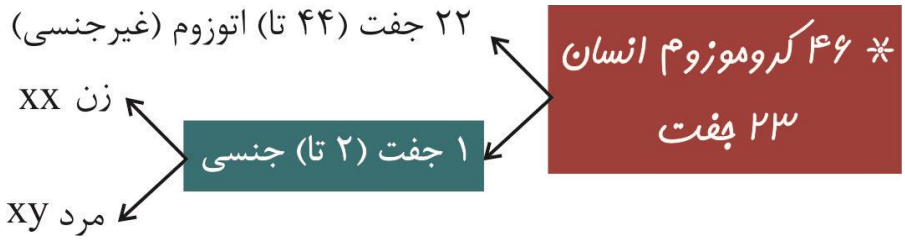
۱) ۲۱–۷ ۲) ۷–۳ ۳) ۲۸–۷ ۴) ۲۸–۲۸

✓ **صفتی با ۸ دگره مفروض است. کدامیک از گزینه‌های زیر نمی‌تواند به هیچ وجه تعداد انواع فنوتیپ این صفت باشد؟**

۱) ۱۰ ۲) ۲۸ ۳) ۳۶ ۴) ۴۵



فصل ۳
گفتار ۲: انواع صفات



- صفاتی که جایگاه ژنی آنها در یکی از کروموزوم‌های غیرجنسی باشد صفات مستقل از جنس یا اتوزوم بوده و به نحوه ارث رسیدن آنها در زنان و مردان یکسان است.
- صفاتی که جایگاه ژنی آنها در یکی از کروموزوم‌های جنسی باشد، صفات وابسته به جنس می‌گویند که اگر در کروموزوم x باشد صفات وابسته به x می‌گویند مثل هموفیلی.
- برای صفات اتوزوم از حروف انگلیسی به تنهایی استفاده می‌کنیم:

مثل تالاسمی

ss	Ss	SS
بیمار	سالم	سالم خالص

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

اثر محیط
- مثال
  - گاهی برای بروز یک رخ نمود تنها وجود ژن کافی نیست (رنگ گلبرگ گل ادریس).
  - ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن به نور هم نیاز دارد.
  - تغذیه و ورزش می تواند روی اندازه قد انسان اثر بگذارد.

تعاریف زیر را به خاطر بسپارید:

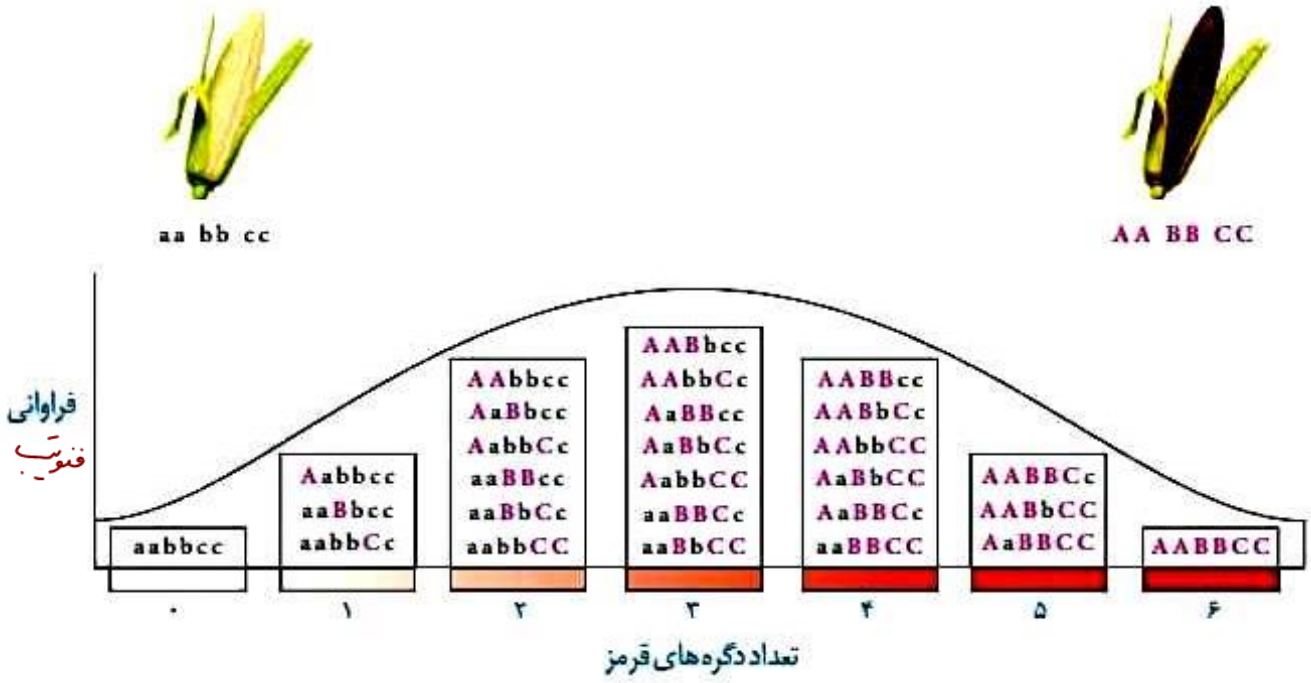
صفات مستقل از جنس: صفاتی که جایگاه ژنی آن‌ها در یکی از فام‌تن‌های غیرجنسی قرار داشته باشد.

صفات وابسته به جنس: صفاتی که جایگاه ژنی آن‌ها در یکی از دو فام‌تن جنسی قرار داشته باشد.

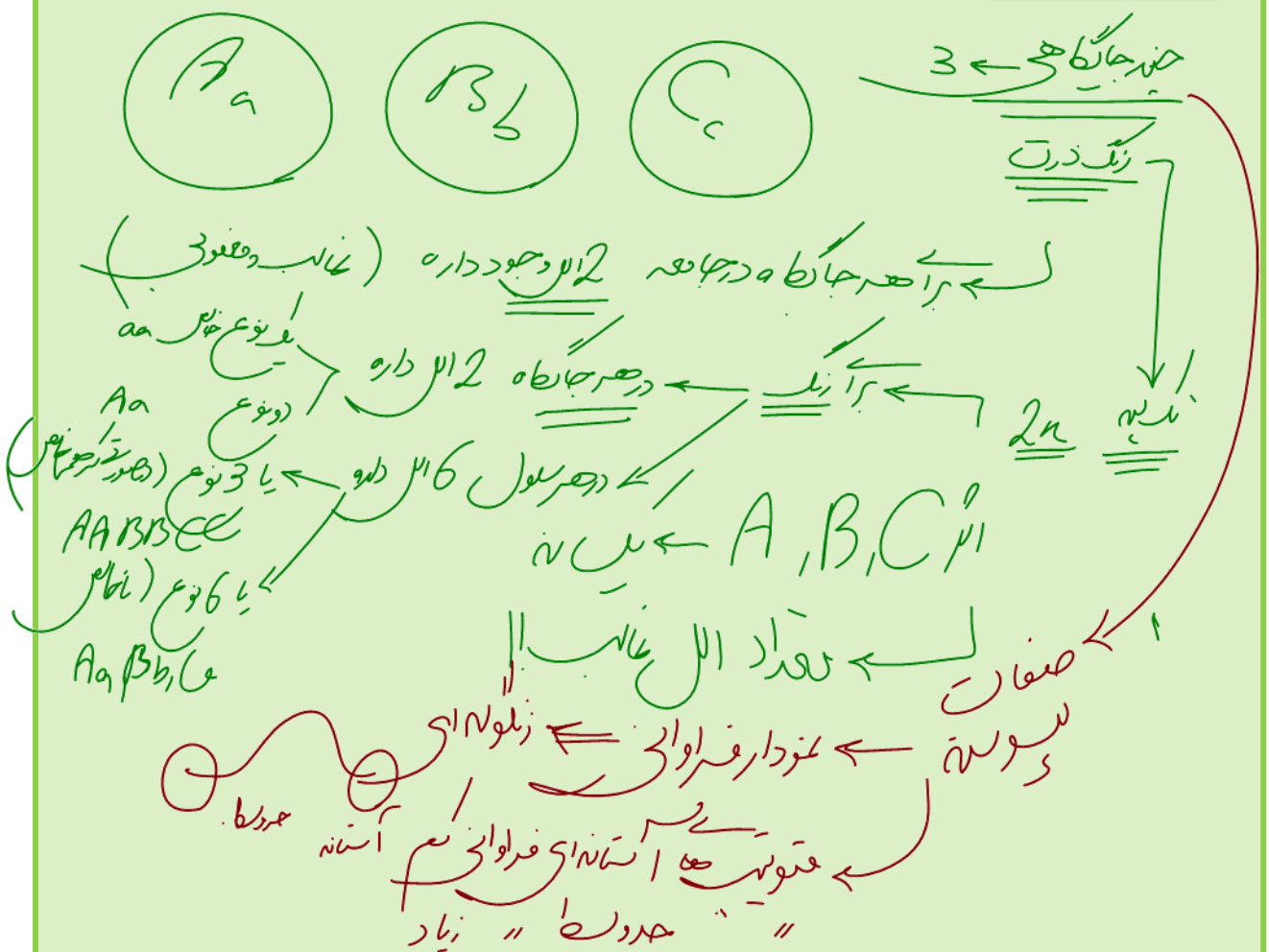
مربع پانت: روشی است که به کمک آن می‌توان ژن‌نمود فرزندان را به دست آورد و توسط دانشمندی به نام پانت پیشنهاد شده است. در روش مربع پانت گامت‌های والدین را به طور جداگانه در سطر و ستون یک جدول می‌نویسند سپس خانه‌های جدول را با کنار هم قرار دادن کامه‌های سطر و ستون متناظر هم پر می‌کنند.

صفت وابسته به X: صفتی است که ژن آن در فام‌تن x قرار دارد مثل هموفیلی که یک بیماری وابسته به X و نهفته است.

ناقل: فردی که بیمار نیست اما ژن بیماری دارد و می‌تواند بیماری را به نسل بعد منتقل کند.


aa bb cc
AA BB CC
فراوانی
فنوتیپ
aabbcc
Aabbcc
aaBbcc
aabbCc
AAbbcc
AaBbcc
AabbCc
aaBBcc
aaBbCc
aabbCC
AABbcc
AAbbCc
AaBBcc
AaBbCc
AabbCC
aaBBCc
aaBbCC
AABBcc
AABbCc
AAbbCC
AaBbCC
AaBBCc
aaBBCC
AABBCc
AABbCC
AaBBCC
AABBCC
۰
۱
۲
۳
۴
۵
۶
تعداد دگره‌های قرمز

نکات شکل:


A
B
C
چند جایگاهی ← 3
رنگ ذرت
تک لپه
2n
برای رنگ ← در هر جایگاه 2 الل
برای هر جایگاه در جامعه 2 الل وجود دارد (غالب و مغلوب)
aa یک نوع خالص
Aa دو نوع
یا 3 نوع (خالص و ناخالص)
در هر سلول 6 الل دارد
یا 6 نوع (ناخالص)
AABBCC
Aa Bb Cc
A, B, C الل ← n تا
تعداد الل غالب
صفات کمی وابسته به
نمودار فراوانی ← زنگوله ای
متوسط
آستانه
متوسط ها آستانه ای فراوانی کم
" " زیاد

مهار بیماری های ژنتیکی

- بیماری های ژنتیکی در موارد معدودی درمان پذیرند.
- گاهی می توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری های ژنی را مهار کرد.

فنیل کتونوری

- در این بیماری مستقل از جنس نهفته، آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می تواند تجزیه کند، وجود ندارد و ساخته نمی شود.
- تجمع فنیل آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می شود ← مغز آسیب می بیند.
- با تغذیه نکردن از خوراکی هایی که فنیل آلانین دارند می توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.

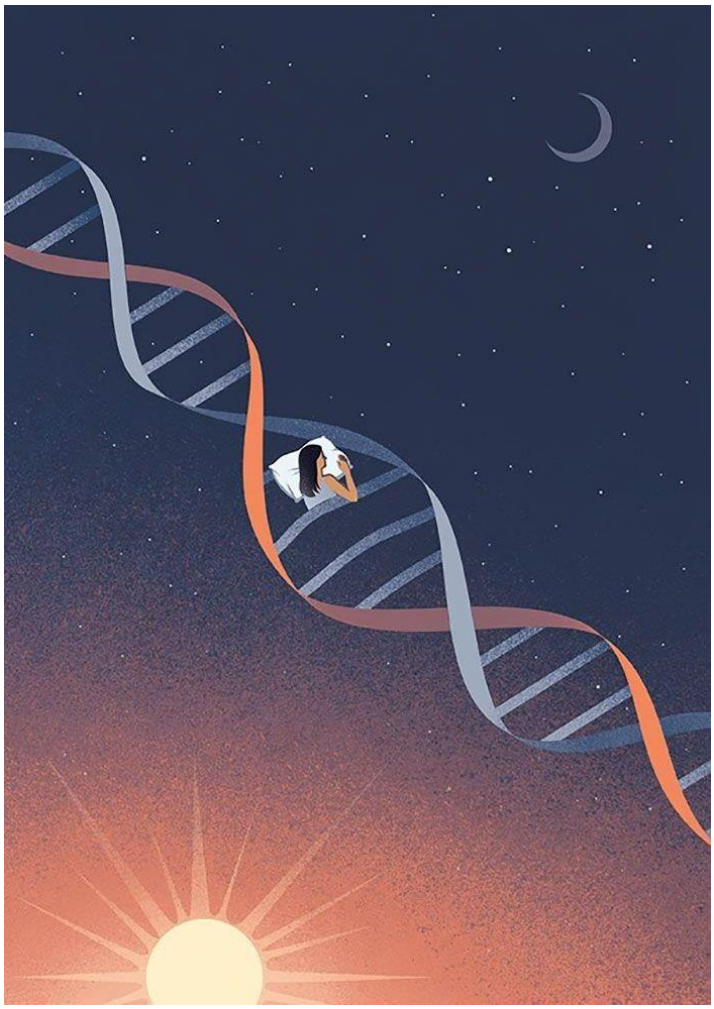
تغذیه افراد مبتلا به فنیل کتونوری

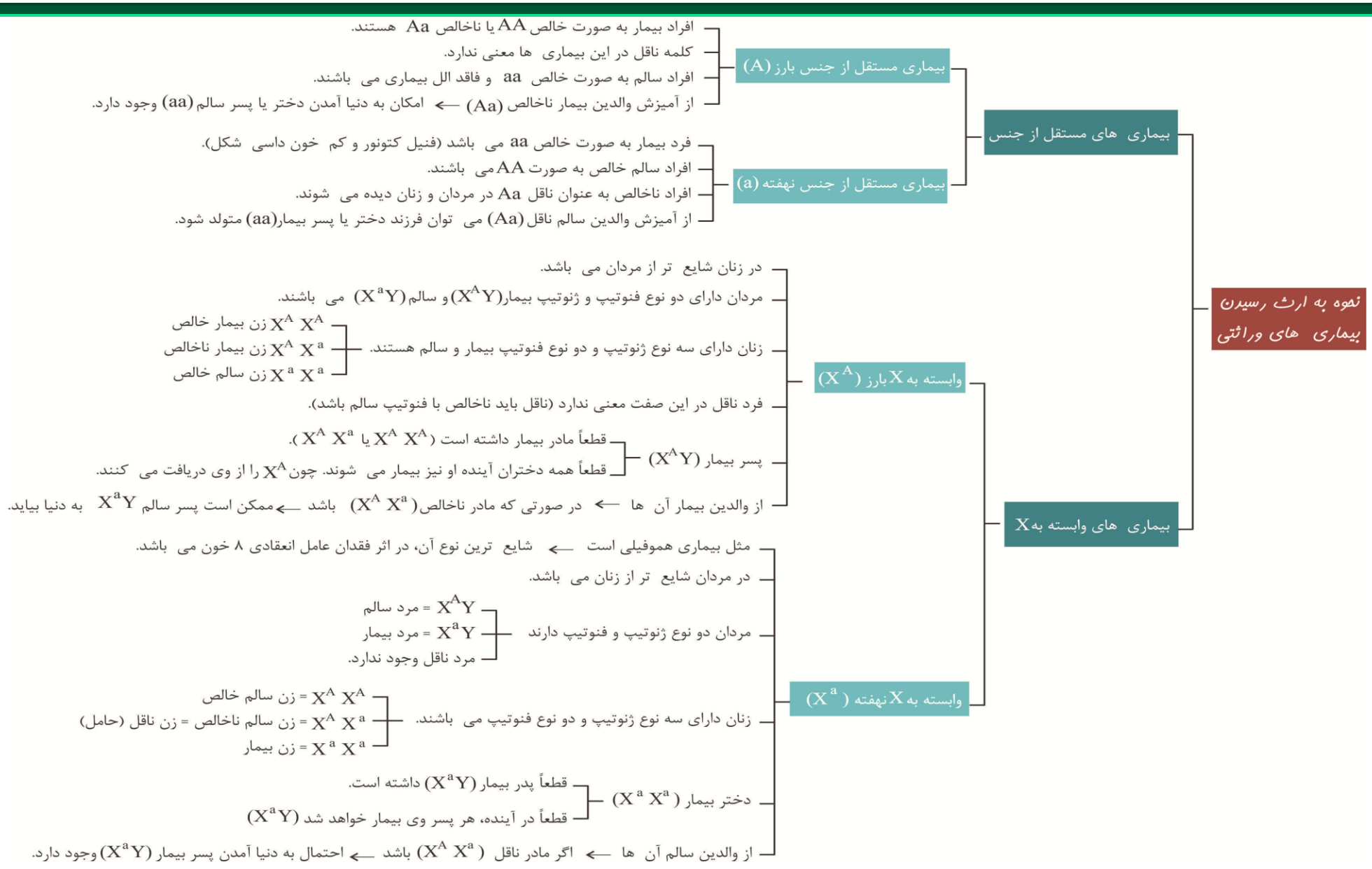
نوزاد

- در ابتدای تولد ، علائم آشکاری ندارد.
- تغذیه نوزاد مبتلا با شیرخشک هایی که فاقد فنیل آلانین است باید صورت بگیرد.
- شیر مادر پر از فنیل آلانین است ← به یاخته های مغزی آن آسیب می رساند.
- در بدو تولد از نظر ابتلا به آن آزمایش خون می شوند.

بزرگسال

- تغذیه با رژیم هایی بدون (یا کم) فنیل آلانین




نحوه به ارث رسیدن بیماری های وراثتی
بیماری های مستقل از جنس
بیماری مستقل از جنس بارز (A)
افراد بیمار به صورت خالص AA یا ناخالص Aa هستند.
کلمه ناقل در این بیماری ها معنی ندارد.
افراد سالم به صورت خالص aa و فاقد الل بیماری می باشند.
از آمیزش والدین بیمار ناخالص (Aa) ← امکان به دنیا آمدن دختر یا پسر سالم (aa) وجود دارد.
بیماری مستقل از جنس نهفته (a)
فرد بیمار به صورت خالص aa می باشد (فنیل کتونور و کم خون داسی شکل).
افراد سالم خالص به صورت AA می باشند.
افراد ناخالص به عنوان ناقل Aa در مردان و زنان دیده می شوند.
از آمیزش والدین سالم ناقل (Aa) می توان فرزند دختر یا پسر بیمار(aa) متولد شود.
بیماری های وابسته به X
وابسته به X بارز (X^A)
در زنان شایع تر از مردان می باشد.
مردان دارای دو نوع فنوتیپ و ژنوتیپ بیمار(X^AY) و سالم (X^aY) می باشند.
زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ بیمار و سالم هستند.
X^AX^A زن بیمار خالص
X^AX^a زن بیمار ناخالص
X^aX^a زن سالم خالص
فرد ناقل در این صفت معنی ندارد (ناقل باید ناخالص با فنوتیپ سالم باشد).
پسر بیمار (X^AY)
قطعاً مادر بیمار داشته است (X^AX^a یا X^AX^A).
قطعاً همه دختران آینده او نیز بیمار می شوند. چون X^A را از وی دریافت می کنند.
از والدین بیمار آن ها ← در صورتی که مادر ناخالص (X^AX^a) باشد ← ممکن است پسر سالم X^aY به دنیا بیاید.
وابسته به X نهفته (X^a)
مثل بیماری هموفیلی است ← شایع ترین نوع آن، در اثر فقدان عامل انعقادی ۸ خون می باشد.
در مردان شایع تر از زنان می باشد.
مردان دو نوع ژنوتیپ و فنوتیپ دارند
X^AY = مرد سالم
X^aY = مرد بیمار
مرد ناقل وجود ندارد.
زنان دارای سه نوع ژنوتیپ و دو نوع فنوتیپ می باشند.
X^AX^A = زن سالم خالص
X^AX^a = زن سالم ناخالص = زن ناقل (حامل)
X^aX^a = زن بیمار
دختر بیمار (X^aX^a)
قطعاً پدر بیمار (X^aY) داشته است.
قطعاً در آینده، هر پسر وی بیمار خواهد شد (X^aY)
از والدین سالم آن ها ← اگر مادر ناقل (X^AX^a) باشد ← احتمال به دنیا آمدن پسر بیمار (X^aY) وجود دارد.

مسأله

با اجازه من ۶ تا کلید بدم خدمتتون بعد بریم مسأله حل کنیم:

۱) در بیماری‌های اتوزوم مغلوب اگر والد یا والدین سالم، صاحب فرزند بیمار شوند، لزوماً والد یا والدین ناقلند.

۲) تو بیماری‌های اتوزوم حواست باشد احتمال دختر بودن و پسر بودن رو باید حساب کنی ($\times\frac{۱}{۲}$) اما واسه بیماری‌های وابسته به جنس لازم نیست.

۳) اگر درباره کسی هیچ اطلاعی بهت نداده بود و فقط می‌دونستی سالمه، ژنوتیپش رو خالص بگیر (خوش‌بین باش)

۴) در بیماری‌های وابسته به x، اگر زن سالم، پسر بیمار داشته باشد، حتماً ناقله ... زن بیمار حتماً پدر و پسر بیمار خواهد داشت.

۵) از نیمی از فرزندان پسر زن سالم مبتلا به نوعی بیماری وابسته به جنس مغلوب (هموفیلی) و نیمی دیگر از پسران ولی قبلاً به نوعی دیگر از بیماری وابسته به جنس مغلوب (دوشن) باشن، زن ژنوتیپ X^hX^r داره ولی اگر نیمی از پسران هموفیل و دوشن باشن و نیمی دیگر سالم، ژنوتیپ زن X^h_rX می‌باشد.

۶) اگر سئوالی احتمالی خواسته شده فقط بین دختران یا پسران مورد نظر بود:

اگر بیماری وابسته به جنس نبود نیاز به $\times\frac{۱}{۲}$ نیست.

اگر بیماری وابسته به جنس بود احتمال خواسته شده را تنها در XX یا XY در نظر بگیرید.

✓ از آمیزش مرد و زن سالم، دختری مبتلا به فنیل کتونوریا و کم‌خونی داسی شکل متولد شده است. احتمال تولد پسر سالم؟

۱) $\frac{۳}{۳۲}$ ۲) $\frac{۹}{۶۴}$ ۳) $\frac{۹}{۳۲}$ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$

۱

۲

✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی مبتلا به فنیل کتونوریا، دختری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل و پسری هموفیل متولد شده است. چقدر احتمال دارد پسری سالم متولد شود؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۳}{۱۶}$ ۳) $\frac{۳}{۳۲}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۴

۳

✓ از آمیزش مردی مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل با زنی مبتلا به فنیل کتونوریا، دختری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل و پسری مبتلا به فنیل کتونوریا و هموفیلی متولد شده‌اند. در این خانواده چقدر احتمال دارد دختری سالم متولد شود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$

✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی مبتلا به فنیل کتونوریا، پسری مبتلا به کوررنگی (وابسته به x مغلوب) و دختری مبتلا به فنیل کتونوریا متولد شده‌اند. چه نسبتی از فرزندان این خانواده، پسرانی سالم خواهند بود؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۳}{۳۲}$ ۴) $\frac{۱}{۸}$

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی به ظاهر سالم یک پسر مبتلا بـه هموفیـل و فنیـل کتونوریا و یک پسر مبتلا به دوشن و کم‌خونی داسی‌شکل متولد شده‌اند. چه نسبتی از فرزندان این خانواده دخترانی سالم‌اند؟

۱) $\frac{۹}{۶۴}$ ۲) $\frac{۱۲}{۱۶}$ ۳) $\frac{۳}{۳۲}$ ۴) $\frac{۹}{۱۲۸}$

۵

✓ از آمیزش مردی هموفیل با زنی بـه ظـاهر سـالم، پسـری مبـتلا بـه بیمـاری‌هـای دیستروفی عضلانی دوشن، هموفیلی و فنیل کتونوریا متولـد شـده اسـت. در ایـن خانواده چه نسبتی از فرزندان، دخترانی سالم خواهند داشت؟

۱) $\frac{۳}{۳۲}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۳}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۵

✓ از آمیزش مردی سالم با زنی مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل پسـری مبـتلا بـه فنیـل کتونوریا و دختری مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل متولد شده‌اند. در این خـانواده چـه نسبتی از دختران، سالم خواهند شد؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۳}{۳۲}$ ۳) $\frac{۳}{۱۶}$ ۴) $\frac{۳}{۸}$

۶

✓ دختری سالم و مادرش مبتلا به فاویسم (صفت وابسته به x مغلوب) است. اگـر ایـن دختر با مردی مبتلا به فاویسم ازدواج کند، چه نسبتی از فرزندانش دخترانی مبـتلا به فاویسم خواهد شد؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

✓ **اگر مردی هموفیل با گروه خونی O با زنی سالم و گروه خونی A که برای هر دو صفت ناخالص است ازدواج کند، با توجه به قوانین احتمالات، چه نسبتی از فرزندان آنها پسرانی هموفیل با گروه خونی A خواهند بود؟**

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۱۶}$

✓ **اگر مردی کوررنگ با انعقاد خون طبیعی با زنی ناخالص نسبت به این دو صفت ازدواج کند در افراد نسل اول:**

۱) پسران همگی کوررنگ و هموفیل

۲) نیمی از فرزندان کوررنگ

۳) نیمی از دختران هموفیل

۴) همگی فرزندان دارای انعقاد خون طبیعی

✓ **مردی سالم که پدرش مبتلا به فنیل کتونوریا بوده با زنی مبتلا به این بیماری که والدینش سالم بوده‌اند، ازدواج می‌کند. احتمال اینکه فرزند اول آنها، پسری مبتلا به فنیل کتونوریا شود چند درصد است؟**

۱) ٪۱۲/۵ ۲) ٪۲۵ ۳) ٪۵۰ ۴) ٪۷۵

✓ **اگر مردی با گروه خونی AB که به هموفیلی کتونوریا مبتلا است به خانمی با گروه خونی O که برای دو صفت هموفیلی و کم‌خونی داسی‌شکل ناخالص است، ازدواج کند. چه نسبتی از فرزندان آنها دخترانی با گروه خونی B و فقط مبتلا به یک بیماری خواهند بود؟**

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۳۲}$

✓ **با توجه به مسأله زیر به دو سؤال بعدی پاسخ دهید:**

اگر مردی ناقل فنیل کتونوریا و کم‌خونی داسی‌شکل و مبتلا به بیماری هموفیلی، با زنی ظاهراً سالم که ناقل هر سه صفت است ازدواج کند.

الف) چه نسبتی از فرزندانشان، دختران هموفیل و دارای اختلال در تجزیه فنیل آلانین خواهند شد؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۳}{۱۶}$

ب) چه نسبتی از فرزندانشان، پسرانی کم‌خون و مبتلا به فنیل کتونوریا خواهند شد؟

۱) $\frac{۳}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) $\frac{۱}{۳۲}$ ۴) $\frac{۹}{۳۲}$

✓ **یک بیماری وابسته به x مغلوب هیچ‌گاه از ..... منتقل نمی‌شود.**

۱) مادر سالم و پدر بیمار به فرزند دختر ۲) مادر بیمار و پدر سالم به فرزند پسر

۳) پدر سالم و مادر بیمار به فرزند دختر ۴) پدر بیمار و مادر سالم به فرزند پسر

✓ **با توجه به مسأله زیر به دو سؤال بعدی پاسخ دهید.**

مردی هموفیل و مبتلا به دوشن با گروه خونی AB با زنی سالم که پدری مبتلا به هر دو بیماری و مادری سالم و خالص داشته است. و گروه خونی AB دارد ازدواج می‌کند

با توجه قوانین احتمال:

الف) چه نسبتی از فرزندان این زوج مبتلا به هر دو بیماری و دارای گروه خونی B خواهند شد؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۳۲}$

ب) چه نسبتی از دختران این زوج، ژن نمودی مانند مادر خود خواهند داشت؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱}{۳۲}$

✓ **از ازدواج مردی با گروه خونی A^+ و زنی با گروه خونی B^+ (هر دو به ظاهر سالم)، پسری مبتلا به هموفیلی با گروه خونی O^- و دختری ناقل فنیل کتونوریا متولد شده است. در این خانواده احتمال تولد دختری با گروه خونی B^+ و مبتلا به فنیل کتونوریا کدام می‌تواند باشد؟ (سراسری ۹۶)**

۱) $\frac{۱}{۶۴}$ ۲) $\frac{۱}{۱۲۸}$ ۳) $\frac{۳}{۶۴}$ ۴) $\frac{۳}{۱۲۸}$

ژنتیک در جانوران

کرم های پهن نر ماده خود لقاح

- اسپرم و تخمک در بدن هر کرم تولید شده و با هم ترکیب می شوند.
- گامت ها در اثر میوز ایجاد می شوند و تنوع دارند.
- مثال، از خود لقاحی کرم پهن با ژنوتیپ Aabb چه کرم هایی امکان تشکیل دارند.

پاسخ:

- اسپرم ها: Ab، ab
- تخمک ها: Ab، ab

Ab	Ab	زیگوت AAbb
Ab	ab	زیگوت Aabb
ab	Ab	زیگوت Aabb
ab	ab	زیگوت aabb

Aabb مشابهند.

نرماده دگرلقاح

- هر کرم هم اسپرم و هم تخمک ایجاد می کند.
- اسپرم های هر کرم، تخمک کرم دیگر را بارور می کند.
- مثال: از آمیزش کرم خاکی (۱) با ژنوتیپ Aabb و کرم (۲) با ژنوتیپ aaBB در بدن هر کرم چه زیگوت هایی ایجاد می شود؟

پاسخ: کرم (۲) (aaBB)

- اسپرم aB
- تخمک aB + اسپرم Ab یا ab کرم دیگر
- زیگوت های درون کرم (۲): AaBb، aaBb

کرم (۱) (Aabb)

- اسپرم: Ab، ab
- تخمک: Ab، ab
- زیگوت های درون کرم (۱): AaBb، aaBb

بکرزایی یا لقاح زنبور عسل

- با لقاح اسپرم ها و تخمک ها ← زنبور ماده ۲n ایجاد می شود
  - ملکه ۲n زایا
  - کارگر ۲n نازا
- از بکرزایی زنبور عسل ملکه ← با میتوز تخمک ها ← بدون لقاح ← زنبور نر هاپلوئید ایجاد می شود.
- مثال: اگر ژنوتیپ ملکه به صورت AaBB و زنبور نر به صورت ab باشد، ژنوتیپ زنبورهای نسل بعد کدام است؟

پاسخ:

- زنبور ماده AaBB ← میوز:
  - تخمک AB ← میتوز ← زنبور نر AB
  - تخمک aB ← میتوز ← زنبور نر aB
- زنبور نر ab ← میوز ← اسپرم ab +
  - تخمک AB ← لقاح ← AaBb
  - تخمک aB ← لقاح ← aaBb

ملکه یا کارگر می شوند.

بکرزایی مار ماده

- برخی از آن ها پس از تولید تخمک ← از تخمک خود با میتوز ← دو نسخه می سازند ← کروموزوم های تخمک را با هم ترکیب کرده ← زیگوت ۲n خالص در همه صفات می سازند.
- در این حالت مارهای حاصله مانند مار ماده، دیپلوئیدمی باشند.
- مارهای حاصله در همه صفات خود خالص می باشند.
- مثال: اگر مار ماده بکرزایی کننده، ژنوتیپ AaBb داشته باشد، چند نوع مار در فرزندان حاصل از بکرزایی آن دیده می شود؟

پاسخ: مار ماده AaBb ← میوز ← انواع تخمک ها

- AB ← میتوز ← ساخت دو نسخه AB×AB ← ترکیب آن ها ← مار AABB ایجاد می شود.
- Ab ← میتوز ← ساخت دو نسخه Ab×Ab ← ترکیب آن ها ← مار Aabb ایجاد می شود.
- aB ← میتوز ← ساخت دو نسخه aB×aB ← ترکیب آن ها ← مار aaBB ایجاد می شود.
- ab ← میتوز ← ساخت دو نسخه ab×ab ← ترکیب آن ها ← مار aabb ایجاد می شود.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

✓ **کدام‌یک از ژن‌نمودهای مربوط به رنگ ذرت، در میانه نمودار توزیع فراوانی آن قرار می‌گیرند؟**

۱) $aaBbcc, AABBCc$

۲) $aaBbcc, AABbCc$

۳) $AABbcc, AaBbCc$

۴) $aabbCc, aaBBCc$

✓ **ژن‌نمود کدام‌یک از کاملاً مشخص است؟**

۱) گل میمونی صورتی با اندازه برگ بزرگ

۲) نوزاد مبتلا به فنیل کتونوری با انعقاد خون طبیعی

۳) مرد فاقد فاکتور انعقادی هشت وفاقد کربوهیدرات‌های A و B و پروتئین D

۴) زن دارای کربوهیدرات A و پروتئین D در غشای گویچه قرمز

✓ **هر فرد با تنها ۲ نوع ژن بارز مربوط به گروه‌های خونی ..... .**

۱) می‌تواند صاحب فرزند فاقد دگره بارز برای این صفات شود.

۲) دارای پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز خود است.

۳) حداقل در ژن نمود یکی از والدینش، دگره D دارد.

۴) حداقل دارای یک دگره A یا B بر روی یکی از جایگاه‌های ژنی کروموزوم شماره ۹ خود است.

✓ **در کدام گزینه تعداد انواع ژن‌نمودهای بیشتری را می‌توان برای فرد مورد سؤال، در نظر گرفت؟**

۱) فرد دارای دگره هموفیلی و A^+

۲) زن سالم از نظر هموفیلی و B^+

۳) زن ناقل هموفیلی و AB^-

۴) مرد دارای هموفیلی و O^+

✓ **در خانواده‌ای والدینی با فنوتیپ غالب برای گروه خونی (ABO) زاده‌ای مبتلا به فنیل کتونوری با گروه خونی O و زاده‌ای سالم با گروه خونی AB دارند.**

گزینه صحیح در ارتباط با این خانواده کدام است؟

۱) هر زاده سالم ۴ نوع الل برای صفات مورد سؤال دارد.

۲) هر زاده بیمار ۳ نوع الل برای صفات مورد سؤال دارد.

۳) هر زاده با ۳ نوع الل برای صفات مورد سؤال سالم است یا گروه خونی O دارد.

۴) هر زاده سالم با گروه خونی غالب، ۴ الل برای صفات مورد سؤال دارد.

✓ **چند مورد جمله زیر را به شکل نادرستی تکمیل می‌کند؟**

«در زاده‌های حاصل از هر آمیزش لزوماً ..... است.»

الف) تعداد انواع رخ‌نمودها کمتر از تعداد انواع ژن‌نمودها

ب) تعداد انواع رخ‌نمودهای هم‌توان بیشتر از تعداد انواع ژن‌نمودهای خالص

ج) تعداد انواع رخ‌نمودها برابر یا بیشتر از تعداد انواع دگره‌ها

د) تعداد انواع ژن‌نمودها برابر یا بیشتر از تعداد انواع دگره‌ها

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست کده

۱- اگر احتمال تولد دختری مبتلا به فنیل کتونوری در خانواده‌ای سالم، وجود داشته باشد، به طور قطع ..... (سراسری- ۸۰)

۱) والدین آن قطعاً ناقل بیماری بوده‌اند.

۲) یکی از والدین آن‌ها ناقل و دیگری سالم خالص بوده است.

۳) هر دو والد این فرد، ژن‌نمود خالص داشته است.

۴) ژن بیماری روی فام‌تن X قرار دارد.

۲- مردی که مادرش موی موج‌دار و پدرش موی صاف دارد با خانمی که پدرش موی فرفری ولی مادرش موی صاف دارد ازدواج می‌کند. در این صورت اگر فرزندی با موی ..... به دنیا بیاید، قطعاً ..... (سراسری- ۸۱)

۱) موج‌دار- پدر وی نیز موجی مودار داشته است.

۲) فرفری- والدین حالت موی یکسانی داشته‌اند.

۳) صاف- ژن‌نمود والدین وی یکسان بوده است.

۴) ناخالص- مادر وی حالت مویی مشابه پدر خود داشته است.

۳- به طور معمول، در نحوه وراثت کدام صفت، ممکن است والدین، هر دو بیمار باشند، ولی دخترانی سالم داشته باشند؟ (سراسری- ۸۵)

۱) مستقل از جنس بارز

۲) مستقل از جنس نهفته

۳) وابسته به X بارز

۴) وابسته به X نهفته

۴- اگر صفتی مستقل از جنس در انسان، سه دگره‌ای باشد، زمانی تعداد رخ‌نمودها و ژن‌نمودها می‌توانند برابر باشند، که ..... (سراسری- ۸۶)

۱) دو دگره هم‌توان و دیگری نسبت به آن‌ها نهفته باشد.

۲) یک دگره بر دوتای دیگر بارز باشد.

۳) یکی از الل‌ها بر بقیه بارز و یکی بر بقیه نهفته باشد.

۴) هر سه دگره هم‌توان باشند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

۵- به طور معمول فردی که ناقل هموفیلی است و گروه خونی A^+ دارد، در هر بار میوز می‌تواند ..... بسازد. (سراسری- ۹۱)

۱) یک نوع گامت ۲) حداکثر چهار گامت

۳) حداقل دو نوع گامت ۴) هشت نوع گامت

۶- در انسان صفتی دو دگره‌ای و وابسته به جنس (X) با رابطه‌ای بارز و نهفتگی مفروض است. هنگامی پسران، رخ‌نمود نهفته را نشان می‌دهند که ..... آن‌ها قطعاً ..... باشد. (سراسری- ۹۱ با تغییر)

۱) مادر- دارای دگره نهفته

۲) پدر- فاقد دگره نهفته

۳) پدر- دارای دگره نهفته

۴) مادر- خالص نهفته

۷- یک بیماری وابسته به جنس نهفته هیچ‌گاه از ..... منتقل نمی‌شود. (سراسری خارج از کشور- ۹۱)

۱) مادر سالم و پدر بیمار به فرزند دختر

۲) مادر بیمار و پدر سالم به فرزند پسر

۳) پدر سالم و مادر بیمار به فرزند دختر

۴) پدر بیماری و مادر سالم به فرزند پسر

۸- از ازدواج مردی کوررنگ با گروه خونی B و زنی سالم با گروه خونی A، پسری کوررنگ و فاقد زائده‌های گروه‌های خونی متولد گردید. در این خانواده، احتمال تولد ..... (کوررنگی صفتی وابسته به X و نهفته است.) (سراسری خارج از کشور- ۹۶)

۱) فرزندی بیمار با دو صفت خالص وجود دارد.

۲) فرزند سالم ناقل با گروه خونی B وجود ندارد.

۳) دختری با فنوتیپ هر دو صفت فوق مثل پدر وجود ندارد.

۴) پسری سالم با گروه خونی A خالص وجود دارد.

۹- با توجه به اینکه صفت رنگ در نوعی ذرت، صفتی با سه جایگاه ژنی است و هر جایگاه دو دگره دارد و دگره‌های بارز، رنگ قرمز و دگره‌های نهفته، رنگ سفید را به وجود می‌آورند و رخ‌نمودهای دو آستانه طیف که قرمز و سفید هستند به ترتیب ژن‌نمودهای AABBCC و aabbcc را دارند. بنابراین ذرت‌هایی که از آمیزش دو ذرت با ژن‌نمودهای AAbbcc و aaBBCC به وجود می‌آیند. از نظر رنگ به کدام ذرت شباهت بیشتری دارند؟ (سراسری- ۹۸)

۱) aaBbCC ۲) AABBCc ۳) AaBBCc ۴) AABbCC

۱۰- با قرار گرفتن دانه گرده گل میمونی سفید (WW) بر روی کلاله گل میمونی صورتی (RW)، در یک دانه، کدام رخ‌نمود برای رویان و کدام ژن نمود برای درون دانه (آندوسپرم) مورد انتظار است؟ (سراسری- ۹۸)

۱) صورتی- WWR ۲) صورتی- RRR

۳) سفید- WRR ۴) سفید- WWW

۱۱- در یک خانواده، مادر گروه خونی AB دارد و علاوه بر داشتن پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز خود، می‌تواند عامل انعقادی شماره ۸ را بسازد و پدر گروه خونی B و پروتئین D دارد و فاقد عامل انعقادی شماره ۸ است. اگر دختر این خانواده، فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و فاقد پروتئین D باشد و بتواند فقط کربوهیدرات A گروه خونی را بسازد، در این صورت، تولد کدام فرزند غیرممکن است؟ (سراسری- ۹۸)

۱) پسری دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و دارای پروتئین D و سالم از نظر فرایند لخته شدن خون

۲) پسری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D

۳) دختری دارای هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی و دارای پروتئین D و سالم از نظر فرایند لخته شدن خون

۴) دختری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و فاقد هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی و دارای پروتئین D

۱۲- در یک خانواده پدر و مادری به ترتیب گروه خونی A و B را دارند و هر دو علاوه بر داشتن پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز خود، می‌توانند عامل انعقادی شماره ۸ را بسازند. اگر پسر این خانواده، فاقد عامل انعقادی شماره ۸ باشد و نتواند کربوهیدرات‌های گروه خونی و نیز پروتئین D را بسازد. در این صورت، تولد کدام فرزند در این خانواده غیرممکن است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۸)

۱) دختری دارای عامل انعقادی شماره ۸ و دارای پروتئین D و فاقد هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی

۲) پسری دارای عامل انعقادی شماره ۸ و با توانایی تولید یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D

۳) پسری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای فقط یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D

۴) دختری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای هر دو نوع کربوهیدرات‌های گروه خونی و دارای پروتئین D

۱۳- با توجه به اینکه صفت رنگ و نوعی ذرات دارای سه جایگاه ژنی است و هر کدام دو دگره دارند و دگره‌های بارز، رنگ قرمز و دگره‌های نهفته، رنگ سفید را به وجود می‌آورند و رخ‌نمودهای دو آستانه طیف یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژن‌نمود AABBCC و aabbcc را دارند، بنابراین ذرت‌هایی که از آمیزش دو ذرت با ژن-نمودهای AABBCC و aabbcc به وجود می‌آیند. از نظر رنگ به کدام ذرت شباهت بیشتری دارند؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۸)

۱) AABBcc

۲) AaBBcc

۳) AaBBCC

۴) AABbCC

۱۴- در خانواده‌ای که والدین هر دو سالم‌اند. دختری فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل-آلانین با گروه خونی B و پسری فاقد عامل انعقادی شماره ۸ با گروه خونی A متولد گردید. با فرض یکسان بودن گروه خونی والدین، تولد کدام فرزند در این خانواده ممکن است؟ (سراسری- ۹۹)

۱) پسری با گروه خونی O و فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و دارای آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

۲) پسری با گروه خونی AB، دارای عامل انعقادی شماره ۸ و فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

۳) دختری با گروه خونی O، فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین و دارای عامل انعقادی شماره ۸

۴) دختری با گروه خونی AB و فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و دارای آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

۱۵- کدام عبارت در ارتباط با انسان صحیح است؟ (سراسری- ۹۹)

۱) در همه افراد، بروز یک ویژگی خاص همواره ناشی از حضور دو دگره (الل) است.

۲) اثر دو دگره (الل) مربوط به دوفام‌تن (کروموزوم) غیرجنسی، می‌تواند همراه با هم ظاهر شود.

۳) دو نوع کربوهیدرات، با حضور دو نوع دگره (الل) موجود در غشای گویچه‌های قرمز تولید می‌شوند.

۴) وجود پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز به طور حتم وابسته به حضور دو دگره (الل) یکسان است.

۱۶- با توجه به صفت چندجایگاهی مربوط به رنگ نوعی ذرت، کدام مورد از نظر رخ-نمود (فنوتیپ) به ذرتی با ژن‌نمود (ژنوتیپ) aaBBCC شباهت کمتری دارد؟ (سراسری- ۹۹)

۱) AAbbCc

۲) AABBCC

۳) aaBbCc

۴) Aabbcc

۱۷- در همه بیماری‌های مطرح شده در بخش ژنتیک (فصل سوم) کتاب درسی، با فرض اینکه پدر بیمار و مادر سالم باشد، وجود کدام مورد غیرممکن خواهد بود؟ (سراسری- ۹۹)

۱) فرزندی با ژن‌نمود (ژنوتیپ) پدر

۲) دختری بیمار و پسری سالم

۳) فرزندی با ژن‌نمود (ژنوتیپ) مادر

۴) دختری سالم با ژن‌نمود (ژنوتیپ) خالص

۱۸- کدام عبارت، در ارتباط با انسان نادرست است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۹)

۱) دو نوع کربوهیدرات، توسط دو نوع دگره (الل) موجود در غشای گویچه‌های قرمز تولید می‌شوند.

۲) اثر هر دو دگره (الل) مربوط به فام‌تن (کروموزوم)های غیرجنسی، می‌تواند هم‌زمان ظاهر شود.

۳) تشکیل پروتئین D بر غشای گویچه‌های قرمز به حضور دو دگره (الل) نیازمند است.

۴) بروز یک ویژگی خاص می‌تواند فقط ناشی از وجود یک دگره (الل) باشد.

۱۹- فقط در نوعی از بیماری‌های مطرح شده در بخش ژنتیک (فصل سوم) کتاب درسی، با فرض اینکه پدر بیمار و مادر سالم باشد، تولد ..... ممکن خواهد بود. (سراسری خارج از کشور- ۹۹)

۱) فرزندی با ژن‌نمود (ژنوتیپ) ناخالص

۲) دختر بیمار و پسر سالم

۳) دختری با ژن‌نمود (ژنوتیپ) متفاوت با مادر

۴) پسری با ژن‌نمود (ژنوتیپ) یکسان با مادر

۲۰- در خانواده‌ای که والدین هر دو سالم‌اند، دختری فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل-آلانین با گروه خونی B و پسری فاقد عامل انعقادی شماره ۸ با گروه خونی A متولد گردید. با فرض یکسان بودن گروه خونی والدین، تولد کدام مورد زیر، در این خانواده ممکن است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۹)

۱) دختری با گروه خونی AB و فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و دارای آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

۲) پسری با گروه خونی AB، دارای عامل انعقادی شماره ۸ و فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

۳) دختری با گروه خونی O و فاقد آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین و دارای عامل انعقادی شماره ۸

۴) پسری با گروه خونی O و فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و دارای آنزیم تجزیه‌کننده فنیل‌آلانین

۲۱- با توجه به مطلب کتاب درسی، در یک منطقه مالاریاخیز، پدر خانواده به سبب شکل گویچه‌های قرمز خود، در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا قرار دارد، در حالی که مادر خانواده نسبت به این بیماری مقاوم است. تولد کدام فرزند در این خانواده غیرممکن است؟ (سراسری- ۱۴۰۰)

۱) پسری با گویچه‌های قرمز کاملاً غیرطبیعی و در معرض خطر مرگ و میر در سنین پائین.

۲) پسری با گویچه‌های قرمز طبیعی ودر معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا

۳) دختری حساس نسبت به کمبود اکسیژن محیط

۴) دختری مقاومت نسبت به انگل مالاریا

۲۲- با در نظر گرفتن این که ژن نمود (ژنوتیپ) درون دانه (آندوسپرم) گل میمونی WWR است. کدام ژن نمود (ژنوتیپ) به ترتیب برای دانه گرده و کُلاله گل میمونی، مورد انتظار نیست؟ (سراسری- ۱۴۰۰)

۱) RR,RW

۲) RW,RR

۳) WW,RW

۴) RW,RW

۲۳-چند مورد را می‌توان درباره مردی با گروخ خونی O^+ و درگیر با مشکل انعقاد خون، با قاطعیت بیان داشت؟ (سراسری- ۱۴۰۰)

الف- بر روی فام‌تن (کروموزوم) شماره ۹، فاقد هرگونه دگره (الل) گروه خونی است.

ب- بر روی نوعی فام‌تن (کروموزوم) جنسی آن، دگره‌ای (اللی) نهفته قرار گرفته است.

ج- بر روی یکی از بلندترین فام‌تن (کروموزوم)های موجود در کاریوتیپ آن، ژن D واقع شده است.

د- گویچه‌های قرمز کربوهیدرات‌دار آن، از یاخته‌هایی با توانایی تولید چندین نوع یاخته ایجاد شده‌اند.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۲۴-با توجه به بیماری‌های هموفیلی و داسی شدن گلبول‌های قرمز، در صورت ازدواجِ هر زن و مرد سالمی با یکدیگر، تولد چند مورد زیر ممکن است؟ (سراسری- ۱۴۰۰)

الف- پسری سالم

ب- پسری بیمار

ج- دختری بیمار و خالص

د- دختری سالم و ناخالص

۱) ۱

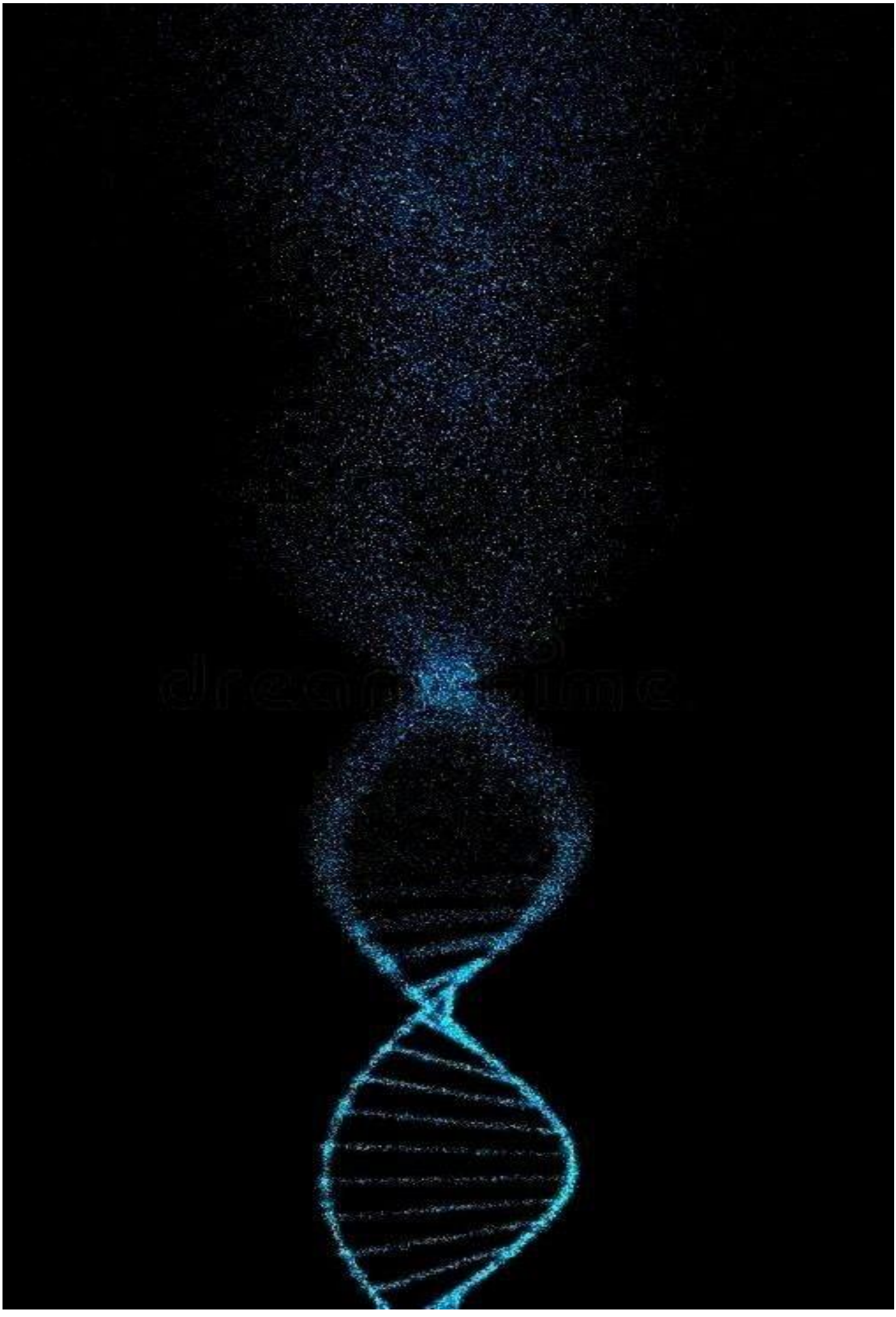
۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

پاسخنامه

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۱
۴) ۴
۵) ۱
۶) ۱
۷) ۳
۸) ۱
۹) ۱
۱۰) ۴
۱۱) ۴
۱۲) ۴
۱۳) ۲
۱۴) ۲
۱۵) ۲
۱۶) ۴
۱۷) ۴
۱۸) ۱
۱۹) ۴
۲۰) ۲
۲۱) ۱
۲۲) ۱
۲۳) ۲
۲۴) ۱



جهش ⟸ تغییر پایدار در مادهٔ وراثتی

انواع جهش

جهش ⟸ ۱۰۰٪ تغییر DNA ⟸ ۱۰۰٪ تغییر RNA

جهش بزرگ
- در مقیاس کروموزوم
- جهش از نظر تعداد در کروموزوم
- اغلب دیکاریوتیپ متوجه می‌شویم
- حاصل از آن مُرده

جهش کوچک
- در مقیاس نوکلئوتید
- جهش از نظر ساختار در کروموزوم
  - ① حذف
  - ② جابه‌جایی
  - ③ وارونگی
  - ④ مضاعف شدن
- EX: سندرم داون

جهش بزرگ
- تعداد
- ساختار
  - ① حذف
  - ② جابه‌جایی
  - ③ مضاعف شدن
  - ④ وارونگی

جهش کوچک
- ① جایگزینی
- ② حذف
- ③ اضافه

Before / after

CV

A / B

متصل به تلومر

متصل به تلومر همان کروموزم

در یکی از خواهرها ← یکی تلومر از همتای خود گرفته

در یکی ← یکی تلومر از همتای خود گرفته

تغییر در جفت کروموزم

2 کروموزم همتا تغییر می‌کنند

یک تلومر یک تلومر

جابه‌جایی 2 طرفه بین کروموزم‌های همتا ← کراسینگ اور

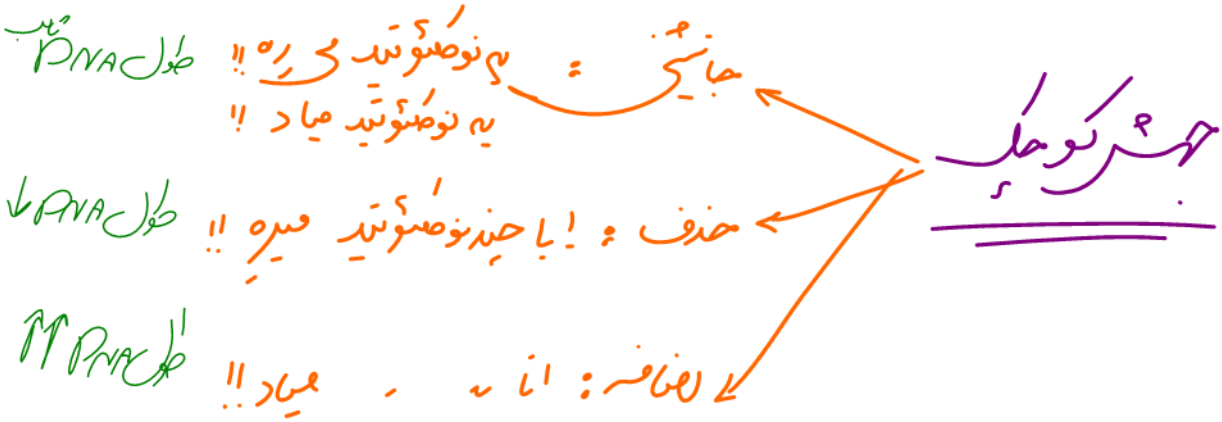
جابه‌جایی 1 طرفه // همتا ← جهش مضاعف شدن

// 1 طرفه بین کروموزم غیرهمتا ← جهش جابه‌جایی

بیماری‌ها

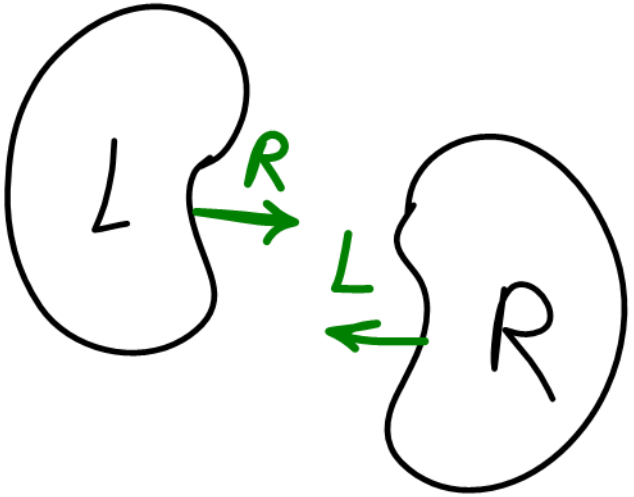
جهش بزرگ
- جهش تعداد کروموزم
- حذف

جهش کوچک
- جهش جایی


جهش کوچک
جایگزینی : یه نوکلئوتید می‌ره !! طول DNA ثابت
یه نوکلئوتید میاد !!
حذف : با چند نوکلئوتید میره !! طول DNA ↓
اضافه : با چند نوکلئوتید میاد !! طول DNA ↑

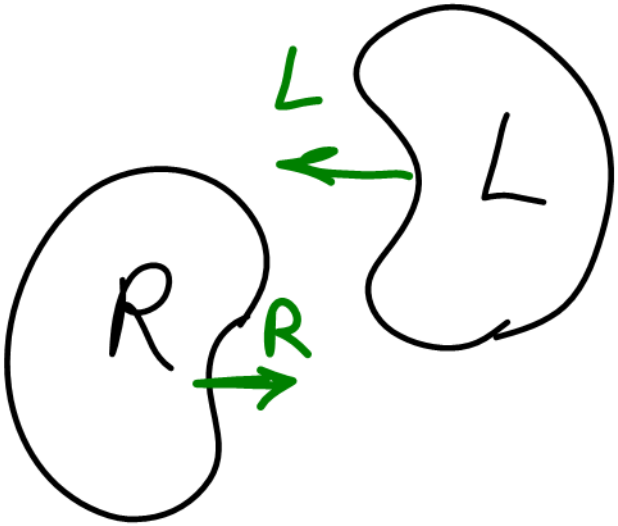
دو کلیه

نمای پشت

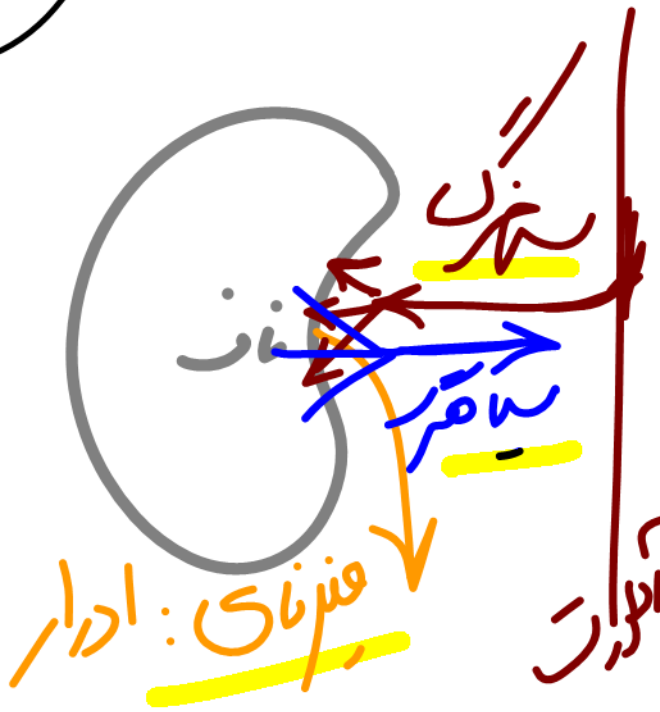


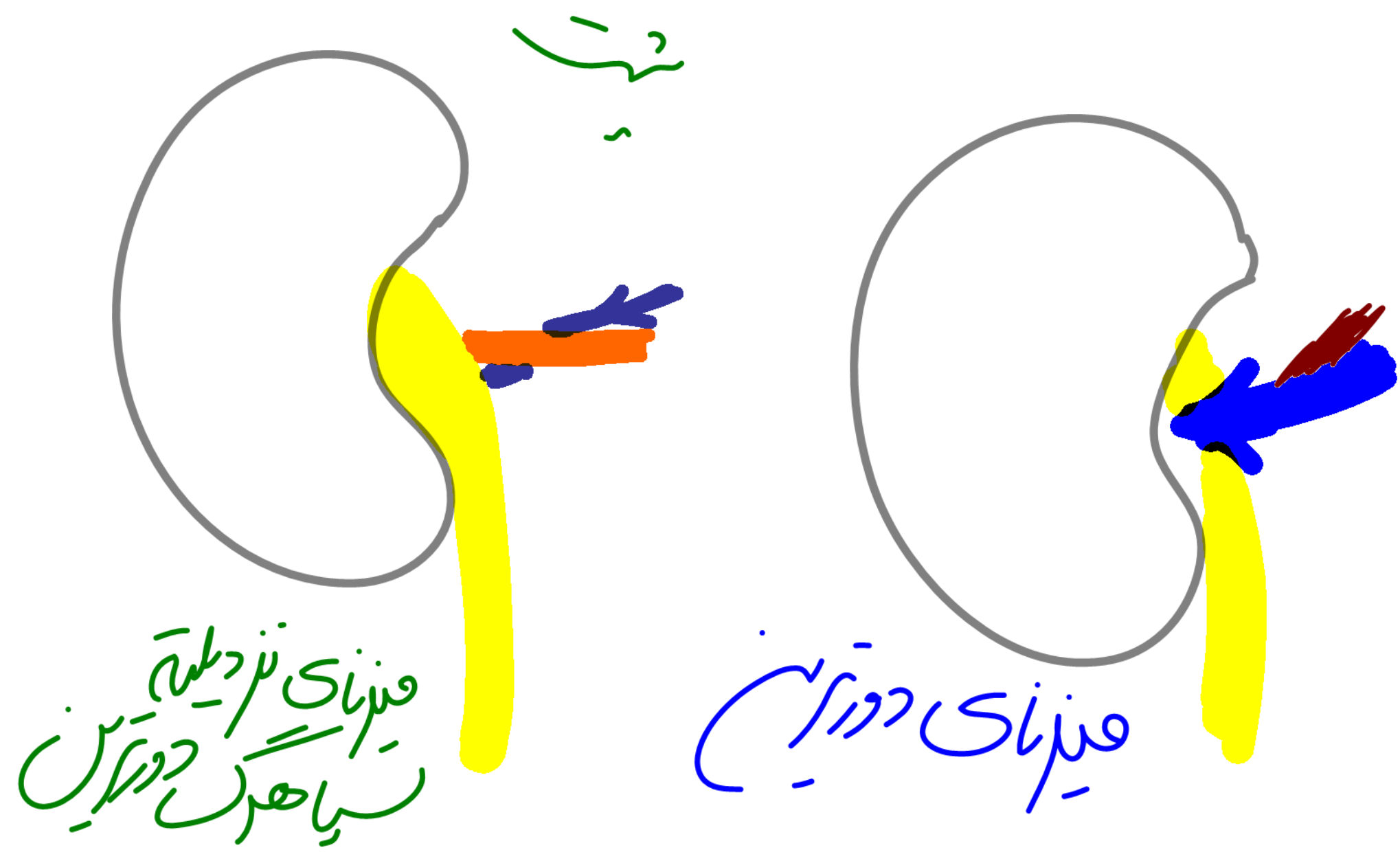
هم جهتیم

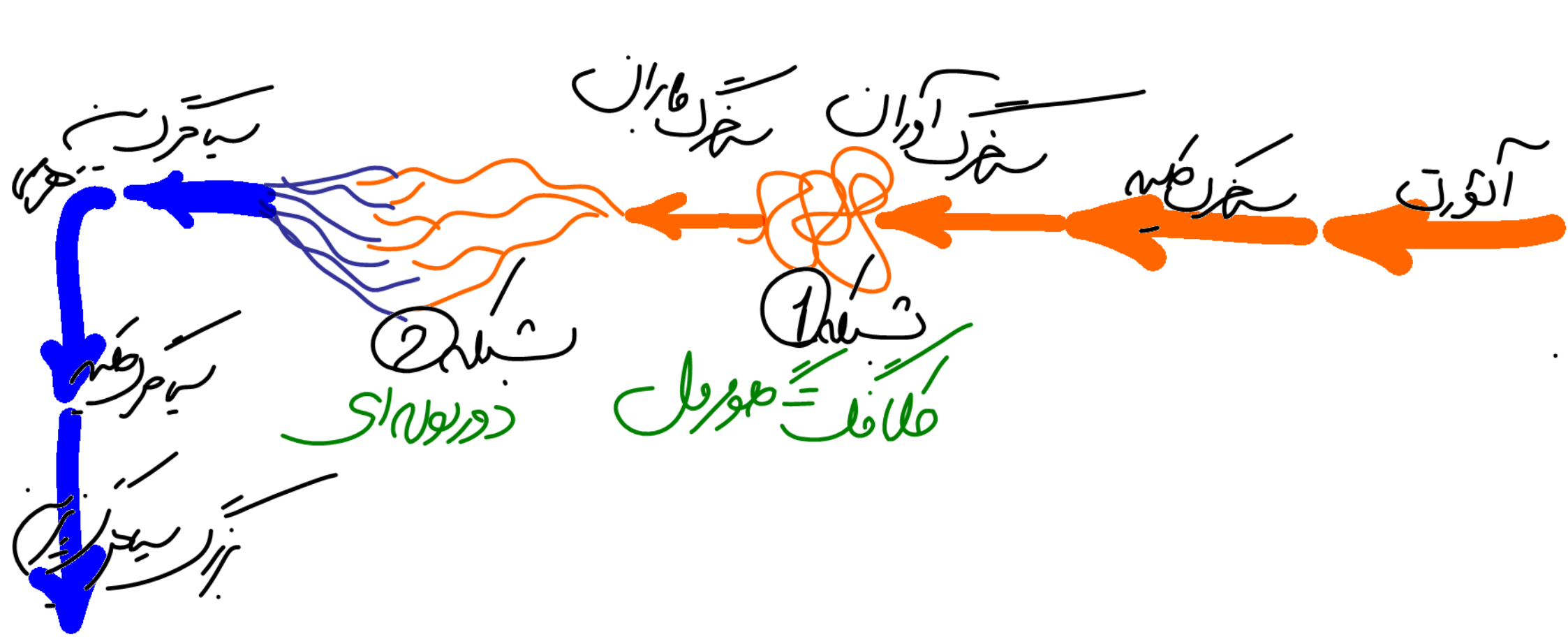
نمای جلو

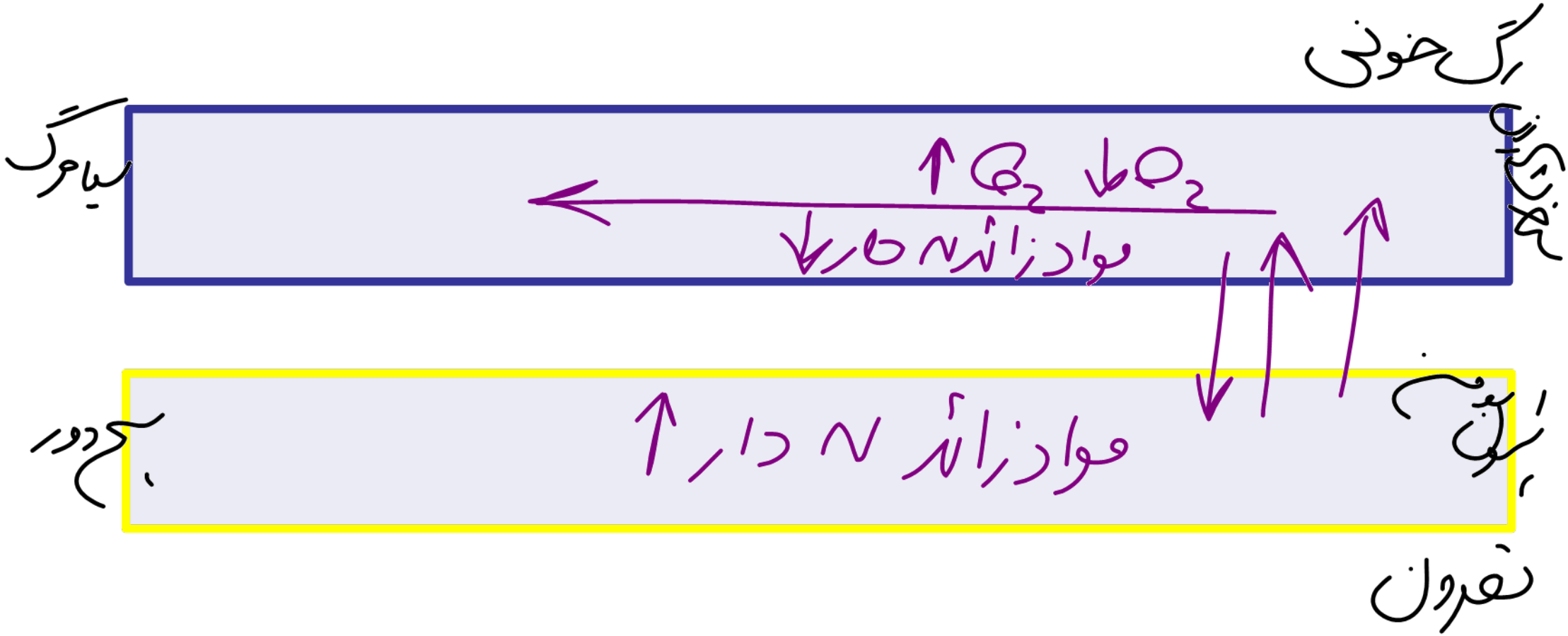


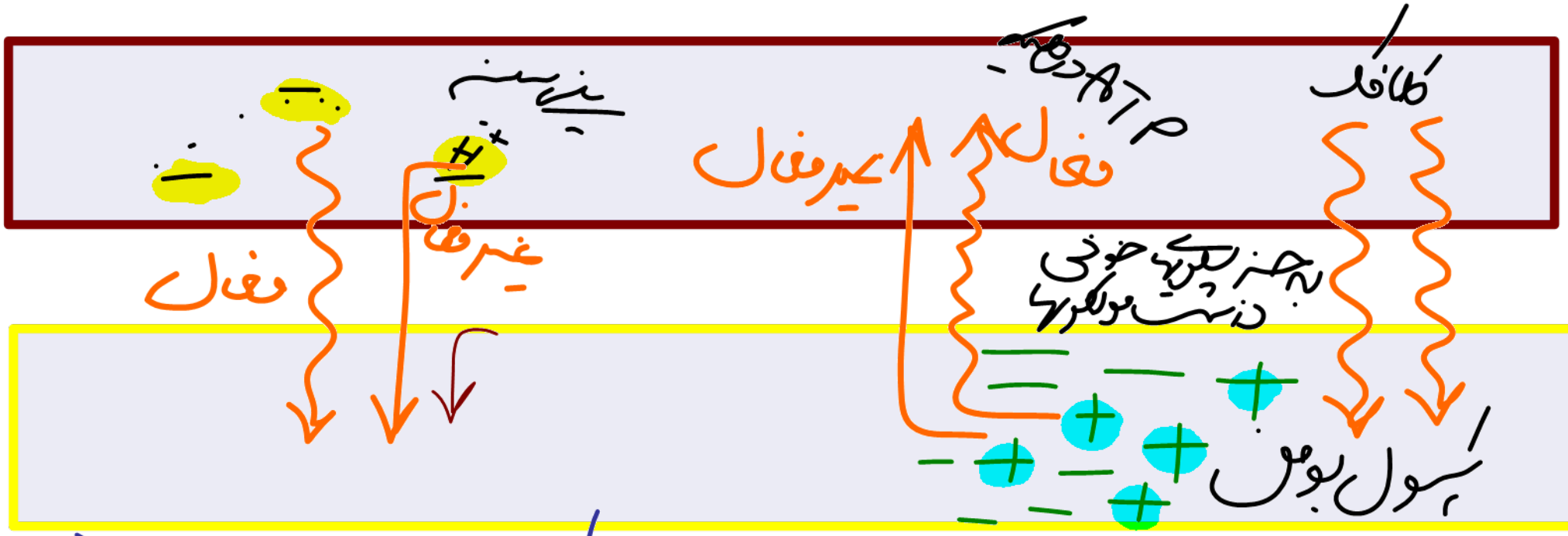
خلاف جهتیم




سیاهرگ دوزیر
سیاهرگ زیرمیانی


آلوت
سبز طبیعی
سبز آوران
سبز باران
سبز تیره
سبز طبیعی
سبز روشن
شبکه 1
شبکه 2
کلافک = هورمون
دوربولهای


رگ خونی
سیاهرگ
CO_2 ↑ O_2 ↓
مواد زائد ↓
مواد زائد دارد ↑
نفرون



پمپ سدیم پتاسیم

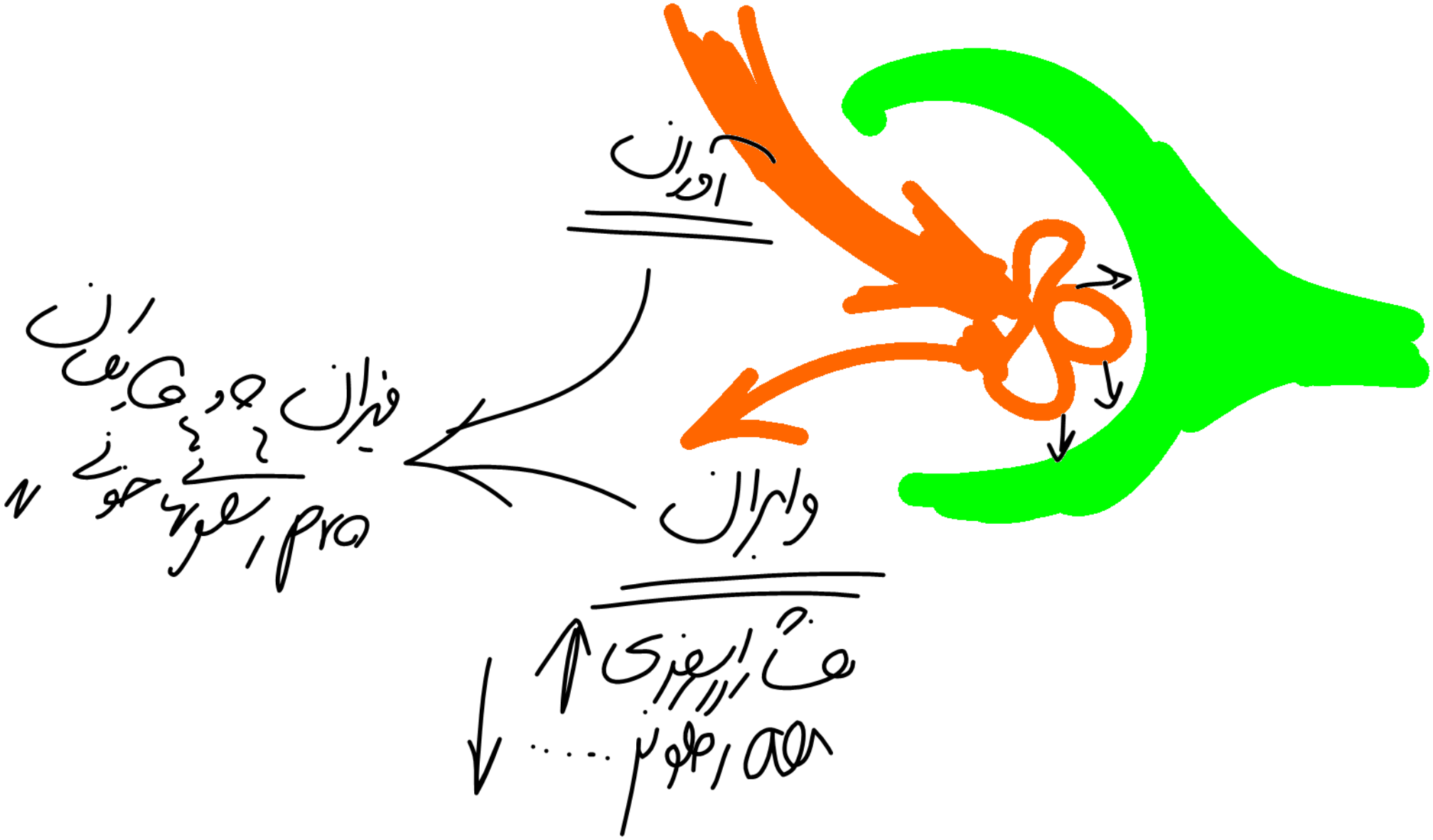
پاسخ

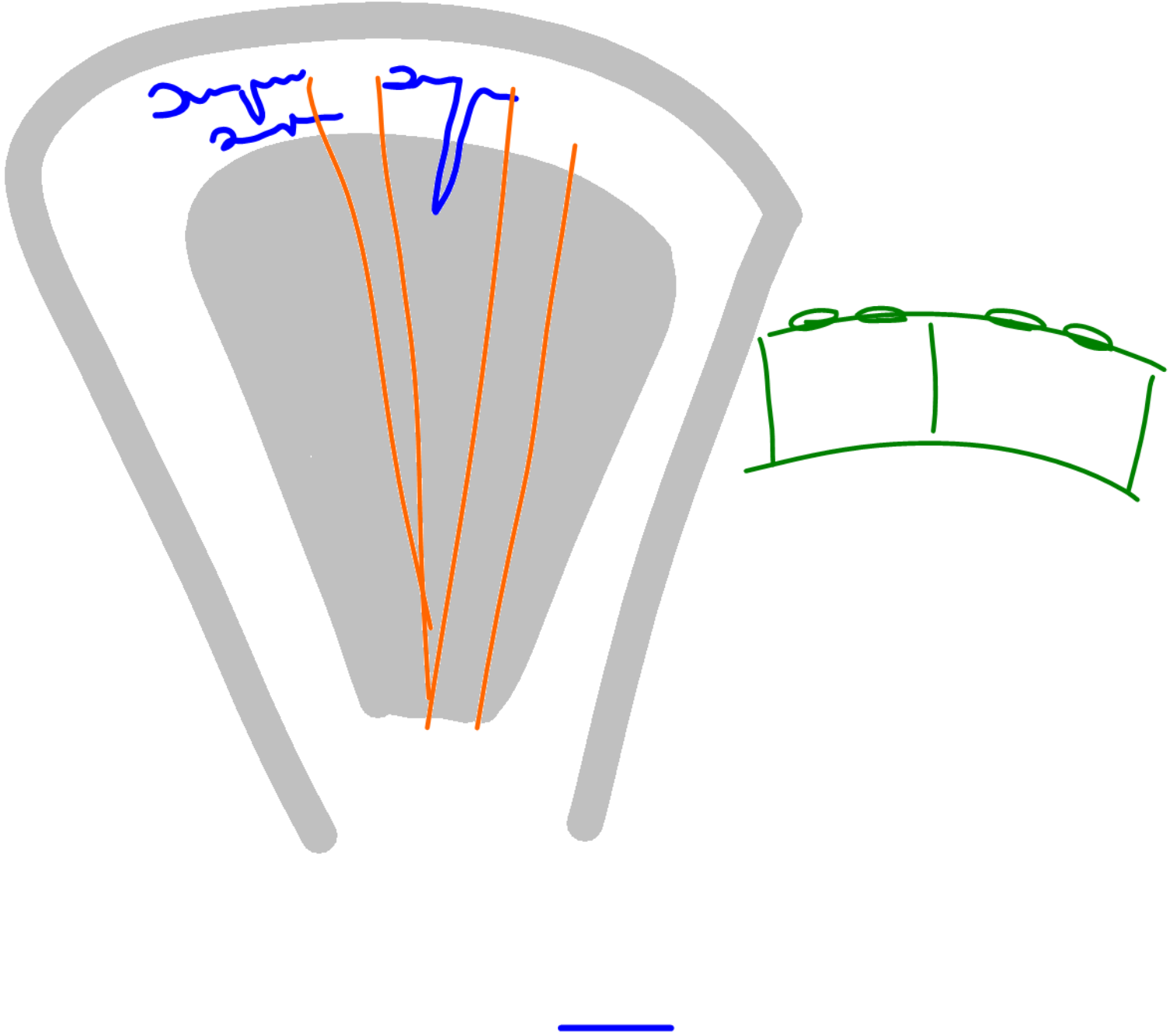
پاسخ

پمپ سدیم پتاسیم (اندازه)

فعال / ATP دار

پمپ سدیم پتاسیم





تراوش

معاینه ← نقرس

تورم

//

بازجذب

//

//

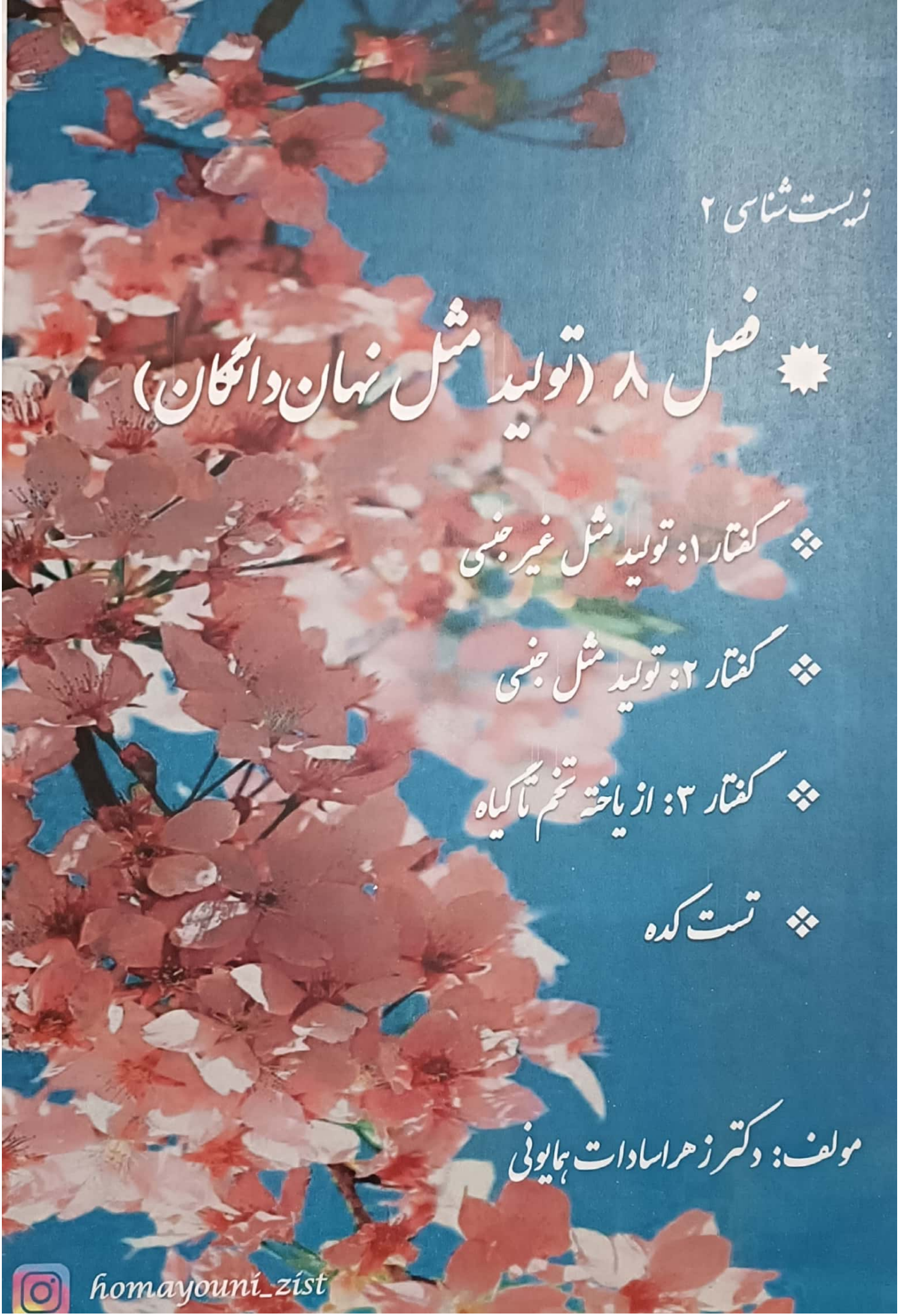
//

تورم

//

//

//

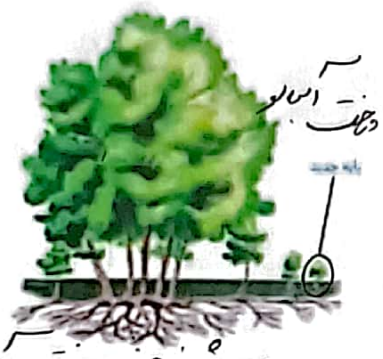


Scanned with CamScanner

فصل ۸

گفتار ۱: تولید مثل غیر جنسی

* نهاندانگان ← تنها گروه از گیاهانی که گل تولید می کنند (هزینه بر است)
  ← بیشترین گیاهان روی زمین.



اساس گروه بندی گیاهان

- آوند
  - بدون آوند: خزه ها
  - آوند دار: سرخس، بازدانه، نهاندانه
- دانه
  - بدون دانه: خزه و سرخس
  - دانه دار: بازدانه و نهاندانه
    - نهاندانه
      - تک لپه
      - دو لپه
    - بازدانه: ۲ تا ۸ لپه
- گل
  - گلدار: نهاندانه
  - بدون گل: خزه، سرخس، بازدانه

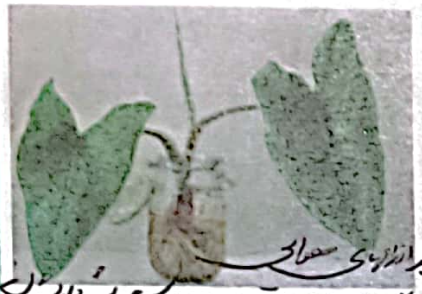
مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner

* تولید مثل نهاندانگان

- جنسی ← توسط اندام تولیدمثلی گل
- غیرجنسی (رویشی)
  - توسط اندامهای رویشی معمول (ریشه - ساقه - برگ)
    - قلمه زدن : ساقه - آب یا خاک ← تولید ریشه
    - پیوند زدن: پیوندک - پایه
    - خواباندن: ساقه یا شاخه از محل گره زیر خاک
  - توسط اندام های تخصصی (ساقه)
    - زمین ساقه : (زیرزمین) افقی
    - غده : (زیرزمین) متورم
    - پیاز : (زیرزمین) تکمه مانند و دارای برگ خوراکی
    - ساقه رونده : (روی زمین) افقی
  - فن کشت بافت

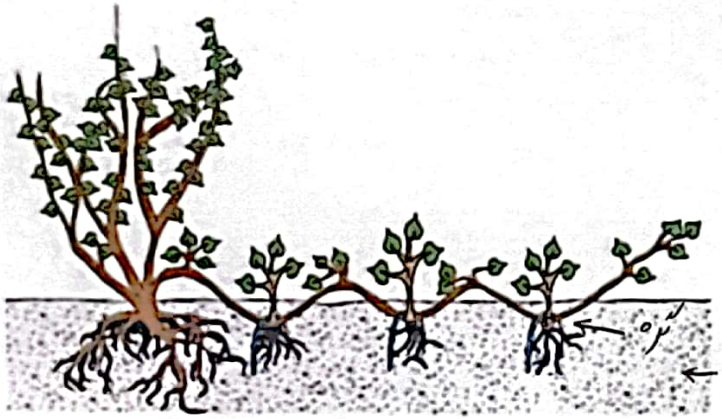
* در خواباندن گره زیر خاک است و در ساقه رونده گره در روی خاک است.



سیستم ریشه ای عرضی

ریشه‌دار شدن قلمه

ورمشی از گره



گره

خواباندن

لوله‌های تهیه شده از بافت گیاهی

- در پایه ریشه دهانه آکباتو ← ابتدا ایجاد پایه، سپس قطع از والد.
- در قلمه زدن ← ابتدا قطع از والد، سپس ایجاد پایه.
- در پیوند زدن ← ابتدا ایجاد پایه سپس قطع از والد.
- در خواباندن ← " " .

Scanned with CamScanner

تولید مثل غیرجنسی نهاندانگان (رویشی)

این تولید مثل با استفاده از بخش های رویشی، مثل ساقه، ریشه و برگ صورت می گیرد.

در این تولید مثل میوز نقشی ندارد و تنوع محصولات فقط در اثر جهش ایجاد شده است.

توسط بخش های تخصص نیافته برای تولید مثل رویشی

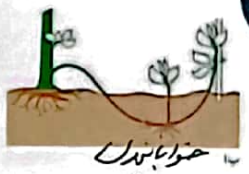
ریشه
- جوانه های روی ریشه درخت آلبالو ← نهاندانه‌ای دولپه
- در یک ریشه آلبالو، جوانه هایی دارد از هر جوانه یک پایه و درخت جدید ایجاد می شود.

قلمه زدن ساقه
- قطعاتی از ساقه را در خاک یا آب قرار می دهند.
- هر قلمه باید جوانه ای برای تکثیر داشته باشد.

پیوند زدن شاخه
- پیوندک ← جوانه یا شاخه ای است که ویژگی مطلوب مثل میوه خوب دارد.
- گیاه پایه
  - پیوندک را به آن پیوند می زنند.
  - مقاومت به بیماری ها و سازگاری به خشکی و شوری دارد.
- جوانه یا شاخه دارای ویژگی مطلوب (پیوندک) را به پایه مقاوم وصل می کنند.

خواباندن ساقه
- بخشی از ساقه یا شاخه دارای گره را با خاک می پوشانند.
- از محل گره آن، ریشه و ساقه برگ دار ایجاد می شود.
- گیاه جدید را به عنوان پایه جدید از گیاه مادر جدا می کنند.

در قلمه زدن، پیوند زدن و خواباندن از اندام های هوایی برای رویش استفاده می کنند.


خواباندن

پیوند زدن

قلمه زدن

زمین ساقه (ریزوم)
- به صورت افقی زیر خاک رشد می کند.
- همانند ساقه هوایی، جوانه انتهایی و جانبی دارد.
- جوانه انتهایی باعث رشد افقی در زیر خاک می شود.
- جوانه های جانبی سبب ایجاد پایه های جدید می شوند.
- زنبق گیاه علفی چند ساله و دارای زمین ساقه می باشد.

غده
- ساقه زیرزمینی متورم و پر از ذخیره مواد غذایی می باشد.
- سیب زمینی از این نوع با جوانه های سطحی است.
- هر جوانه سطحی روی غده سیب زمینی به یک گیاه تبدیل می شود.
- برای تکثیر، هر غده را به قطعه های جوانه دار تقسیم کرده و در خاک می کارند.

پیاز
- از دو قسمت ساقه زیرزمینی کوتاه تکمه مانند و برگ های خوراکی متصل به آن تشکیل شده است.
- ساقه و برگ های خوراکی آن زیر خاک قرار دارند.
- پیاز خوراکی، نرگس و لاله از این گروه می باشند.
- دانه ای تک لپه با رویش روزمینی دارد.
- از هر پیاز، تعدادی پیاز کوچک تشکیل می شود ← هر پیاز کوچک خاستگاه یک گیاه می شود.

ساقه روننده
- رشد افقی روی خاک دارد.
- در توت فرنگی دیده می شود ← در محل گره ها توت فرنگی های جدید ایجاد می شوند.

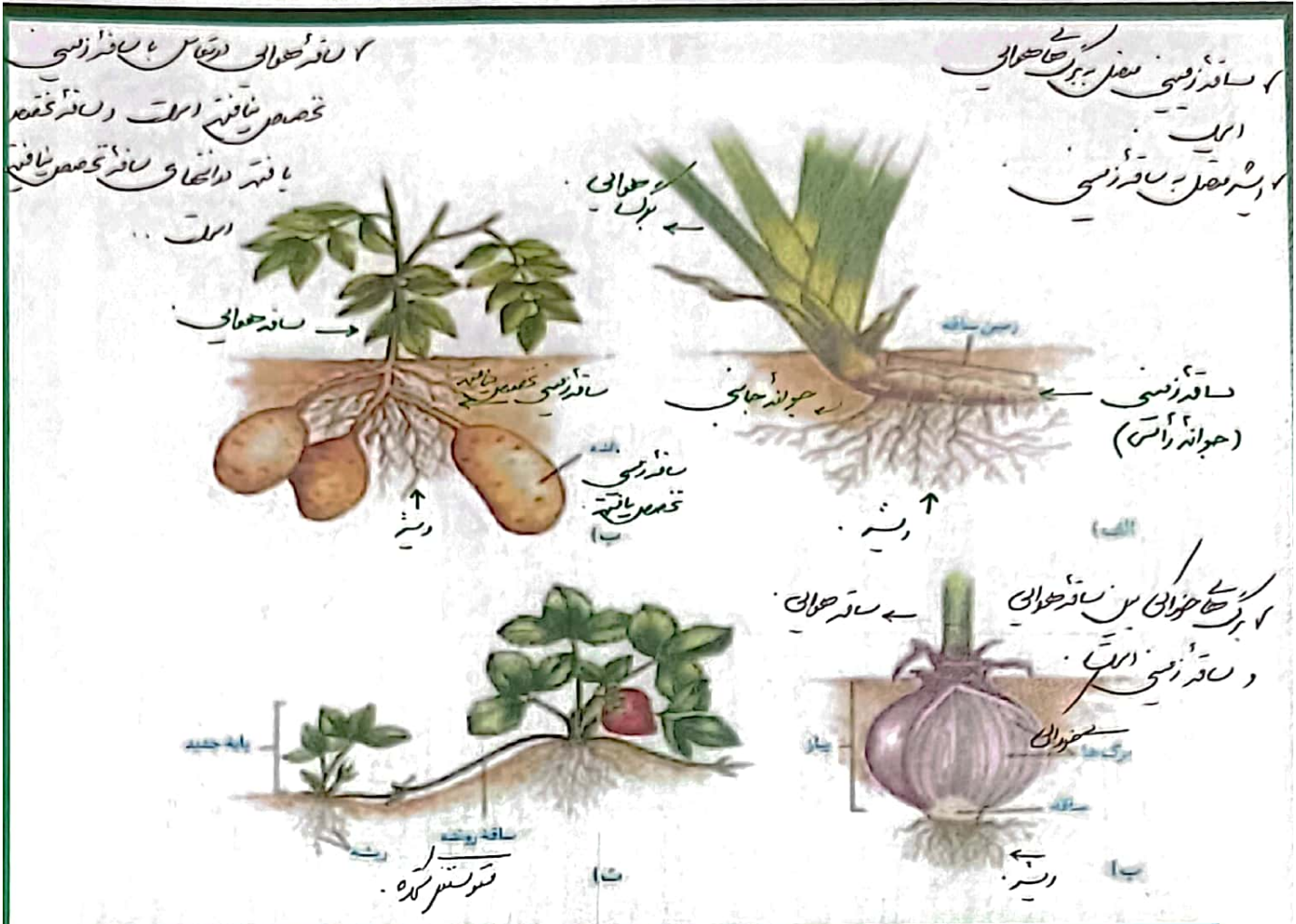
توسط انواع ساقه های تخصص یافته برای تولید مثل رویشی

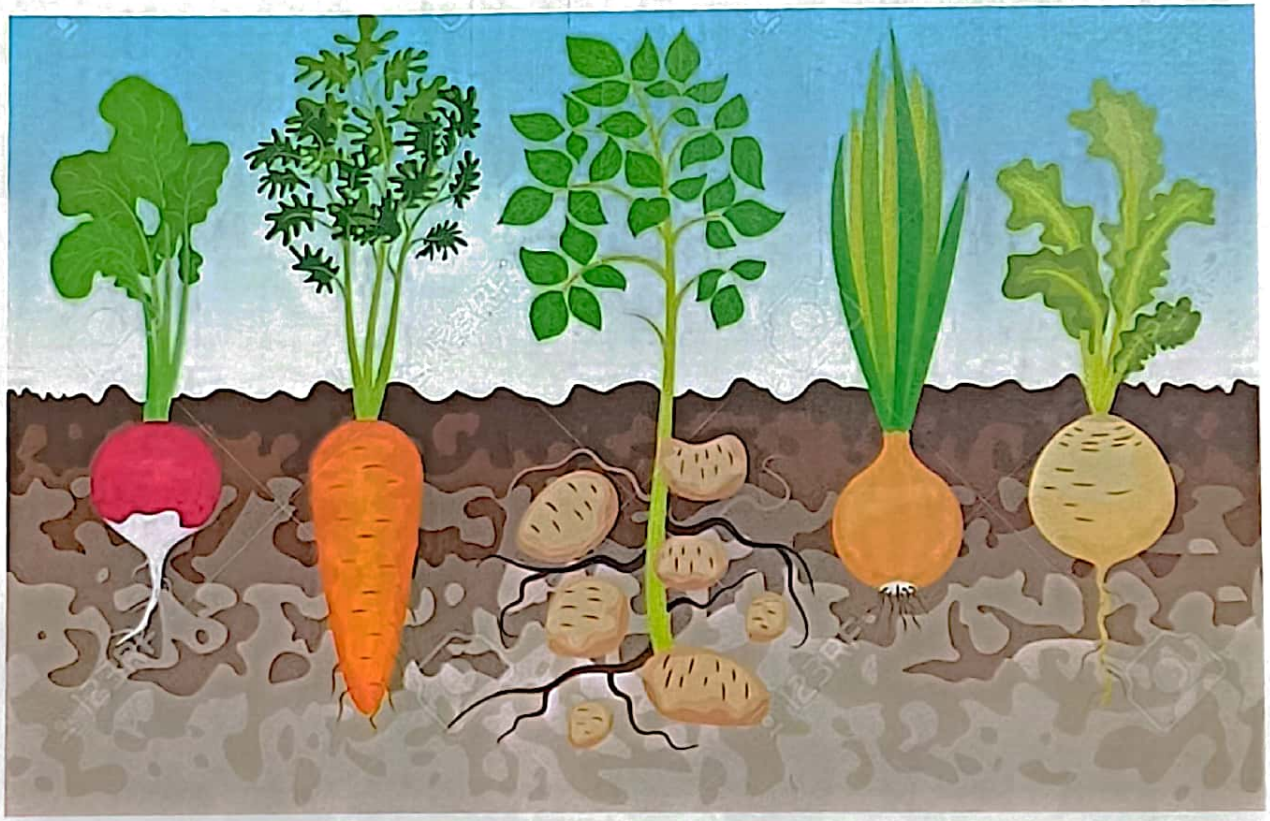
این کشت بافت

- برای تولید گیاهانی با ویژگی های مطلوب و به صورت انبوه در آزمایشگاه استفاده می شود.
- از یاخته یا قطعات یاخته ای با قدرت میتوز (مریستمی یا پرانشیمی) در محیط کشت استفاده می شود.
- محیط کشت کاملاً سترون و دارای مواد مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه است.
- با تقسیم یاخته، ابتدا توده ای تمایز نیافته یاخته ای به نام کال ایجاد می شود.
- کال، مریستمی است که می تواند ضمن تمایز به گیاهی تبدیل شود که ژن های یکسانی با گیاه مطلوب اولیه دارد.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner





Scanned with CamScanner

	زمین ساقه	غده	پیاز	ساقه رونده
۱- جهت رشد اندام های هوایی	قائم	خلاف جهت	خلاف جهت	قائم
۲- متصل ها به ساقه تخصصی	ریشه زمینی در سطح زیرین برگ هوایی	ریشه	ریشه و ساق هوایی	ساقه هوایی و ریشه از محل گره
۳- ساقه هوایی	متصل به برگ هوایی و ساقه زمینی	متصل به ریشه	متصل به برگ زمینی	متصل به گره ساقه رونده و ریشه
۴- برگ هوایی	متصل به ساقه زمینی و هوایی	متصل به ساقه هوایی	متصل به ساقه هوایی	متصل به ساقه هوایی
۵- اتصال ریشه	متصل به ساقه زمینی	متصل به ساقه هوایی و زمینی	متصل به ساقه زمینی	متصل به ساقه هوایی تخصصی (در محل گیره) و غیرتخصصی
۶- محل ساقه تخصصی	افقی زیر خاک	عمودی زیر خاک	عمودی زیر خاک	افقی روی خاک
۷- برگ زمینی	×	×	✓	×
۸- شکل ریشه	کوتاه منشعب گسترده	قطر نابرابر منشعب	کوتاه و منشعب و کم حجم	منشعب
۹- فتوسنتز در ساقه تخصصی	×	×	×	✓
۱۰- کوچکترین ساقه تخصصی	×	×	✓	×
۱۱- بلندترین ساقه تخصصی	×	×	×	✓
۱۲- حجیم ترین ساقه تخصصی	×	✓	×	×
۱۳- عمقی‌ترین ساقه تخصصی	×	✓	×	×
۱۴- سطحی‌ترین ساقه تخصصی	×	×	×	✓
۱۵- اتصال ساقه تخصصی به ریشه	✓	✓	✓	✓
۱۶- اتصال ساقه تخصصی برگ	✓ (برگ هوایی)	×	✓ (برگ زمینی)	×

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner

نکته ۱

از توت‌فرنگی تا پیاز!

۱- **توت فرنگی**، نوعی گیاه دولپه، با برگ‌های پهن و رگبرگ‌های منشعب و دارای ساقه تخصص یافته برای تولید مثل غیرجنسی است و به شکل افقی، روی خاک رشد کرده و گیاهان جدیدی را در محل گره‌ها، به وجود می‌آورد.

۲- **زنبق**، نوعی گیاه تک لپه، با برگ‌های بلند و باریک و رگبرگ‌های موازی می‌باشد و دارای ساقه زیرزمینی ویژه شده برای تولیدمثل غیرجنسی به نام ریزوم یا زمین‌ساقه است، که به طور افقی در زیرخاک رشد کرده و پایه‌های جدیدی را در محل جوانه‌ها تولید می‌کند.

۳- **سیب‌زمینی**، نوعی گیاه دولپه، با برگ‌های پهن و رگبرگ‌های منشعب و دارای ساقه زیرزمینی ویژه برای تولید مثل غیرجنسی است که به دلیل ذخیره ماده غذایی در آن، متورم شده است و غده نامیده می‌شود. سیب‌زمینی می‌تواند از طریق هر یک از جوانه‌های تشکیل شده بر سطح غده، تکثیر کند.

۴- **پیاز خوراکی**، نوعی گیاه تک لپه محسوب می‌شود و دارای یک ساقه زیرزمینی کوتاه و تکمه مانند است که برگ‌های ضخیم خوراکی به آن متصل‌اند و برگ‌ها و ساقه در مجموع، پیاز نامیده می‌شوند و در زیر خاک قرار می‌گیرند. در پیاز خوراکی و گیاهان مشابهی مثل نرگس و لاله، از هر پیاز تعدادی پیاز کوچک تشکیل می‌شود که هر کدام، یک گیاه ایجاد می‌کند.

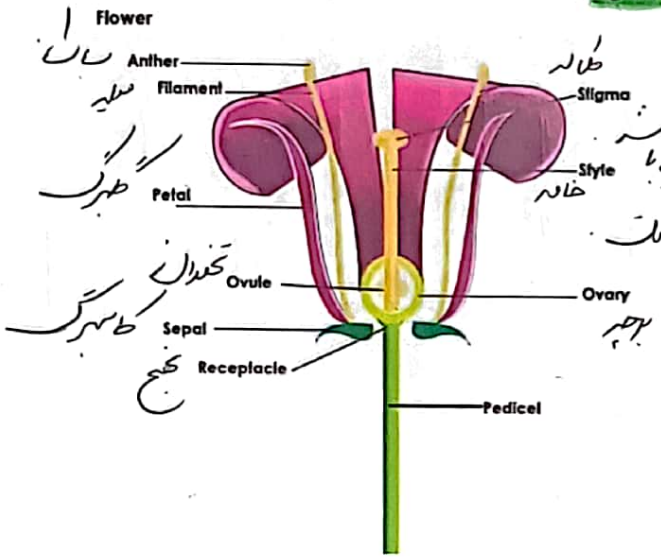
Scanned with CamScanner

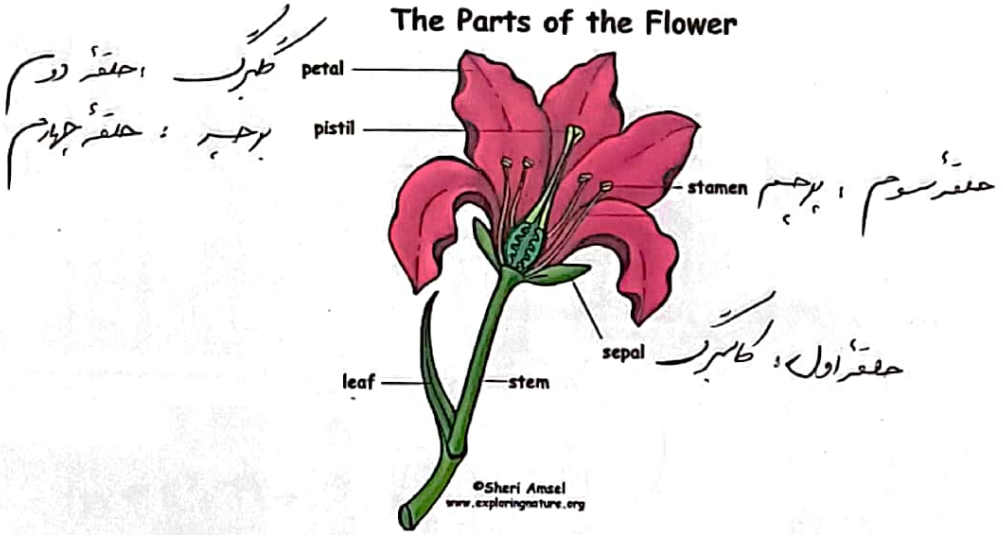
فصل ۶

گفتار ۲: تولید مثل جنسی

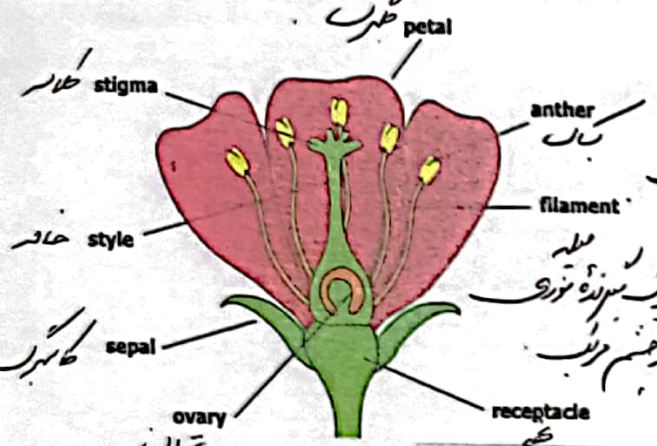
اندام‌های نهاندانگان
- اندام‌های رویشی ← ریشه، ساقه، برگ، دمبرگ، شاخه
- اندام‌های زایشی ← گل، میوه، دانه

گل
- ساختاری اختصاصی برای تولید مثل جنسی ویژه نهاندانگان است.
- اجزای آن روی بخش وسیع به نام نهنج قرار دارند که ممکن است صاف، برآمده یا گرد باشد ← نهنج منشأ میوه کاذب مثل سیب می باشد.





Scanned with CamScanner



classroomclipart.com

اجزا یا حلقه های گل کامل

کاسبرگ ها
- خارجی ترین حلقه گل می باشد (حلقه اول).
- اغلب سبز و سبزدیسه دار است.

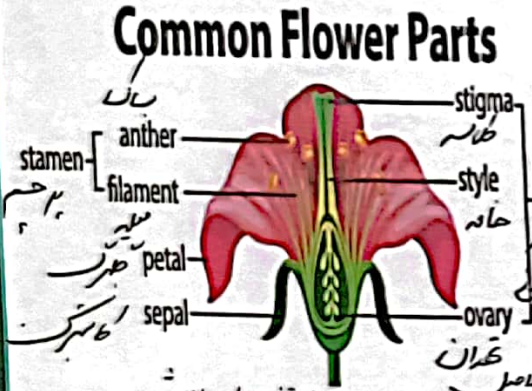
گلبرگ ها
- به سمت داخل کاسبرگ است (حلقه دوم).
- معمولاً به رنگ های مختلف دیده می شود ← سبب جلب توجه جانوران گرده افشان می شود.
- در برخی گیاهان مثل آلبالو جدا از هم ولی در برخی مثل کدو به هم متصل می باشند.

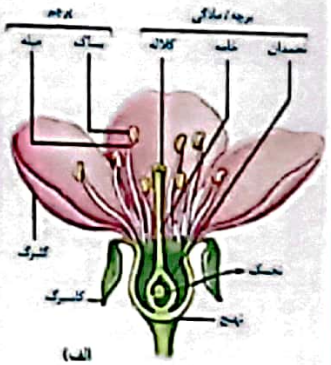
پرچم ها
- حلقه سوم می باشد که اندام جنسی نر هستند.
- **دو قسمت دارد**
  - بساک ← بخش پهن محل تولید گرده نارس و رسیده می باشد.
  - میله ← پایه ای برای اتصال بساک به نهنج می باشد.
- گامت نر (اسپرم) درآن ایجاد نمی شود.

مادگی
- حلقه چهارم یا داخلی ترین حلقه گل می باشد که اندام جنسی ماده گیاه است.
- محل تولیدگامت نر (اسپرم) و گامت ماده (تخم زا) می باشد.
- از یک یا چند برچه تشکیل شده است.
- در مادگی های چند برچه ای ممکن است در برخی مثل پرتقال فضای آن با دیوار برچه ها از هم جدا شده باشند

هر برچه آن
- واحد ساخت مادگی است.
- **کلاله** ← بخش پهن بالای برچه برای گرفتن دانه گرده است.
- **خامه** ← کلاله را به تخمدان متصل می کند.
- **تخمدان** ← لوله گرده و اسپرم ها در آن ایجاد می شود.

واحد ساخت مادگی است.
- بخش حجیم انتهای برچه است.
- منشأ میوه حقیقی مثل میوه هلو می باشد.
- تخمک ها در آن ایجاد می شوند.
- محل لقاح گامت ها و تولید دانه می باشد.





مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner

گل نر

گل ماده

انواع گل

برحسب تعداد حلقه ها

گل کامل
- هر چهار حلقه را دارد (گل آلبالو).
- دو جنسی است و حاوی پرچم و مادگی می باشد.

گل ناکامل
- هر چهار حلقه را ندارد.
- می تواند تک جنسی یا دوجنسی باشد.

برحسب انواع اندام جنسی

گل تک جنسی
- مثل گل کدو می باشد.
- یا پرچم و یا مادگی را به عنوان داخلی ترین حلقه دارد.

گل کدو

گل نر
- کاسبرگ سبز و گلبرگ های متصل به هم زرد دارد.
- گامت نر و ماده ایجاد نمی کند.
- گرده نارس و رسیده تولید می کند.
- پرچم داخلی ترین حلقه آن است.

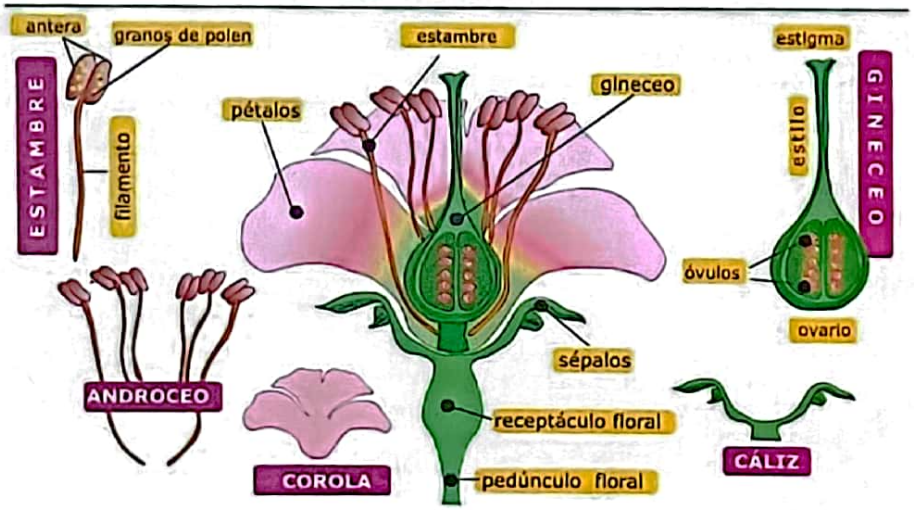
گل ماده
- داخلی ترین حلقه آن مادگی است.
- گامت نر و مادّه در آن ایجاد می شود.

گل دوجنسی
- مثل گل گیاه آلبالو است.
- هم پرچم و هم مادگی (داخلی ترین حلقه) دارد.
- ممکن است چهار حلقه ای کامل باشد.
- ممکن است ناکامل باشد و فاقد کاسبرگ یا گلبرگ یا هر دو باشد.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

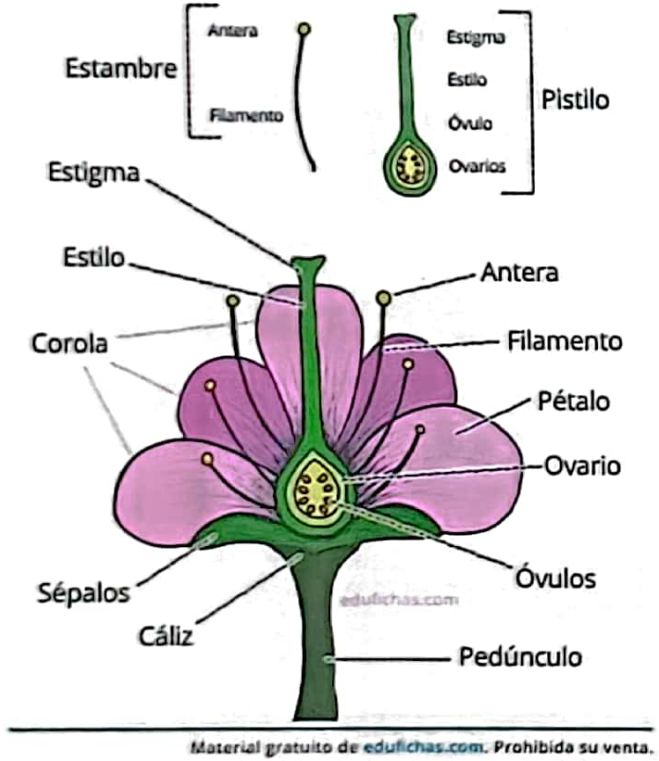
Scanned with CamScanner

- ✓ برچه واحد سازندگی مادگی است و دیواره‌های برچه فضای مادگی را تقسیم می‌کنند.
- ✓ گلی که هر ۴ حلقه را داشته باشد ⇐ گل کامل
- ✓ گلی که یکی از ۴ حلقه را نداشته باشد ⇐ گل ناکامل
- ✓ گلی که هم پرچم داشته باشد هم مادگی ⇐ گل ۲ جنسه
- ✓ گلی که فقط پرچم یا فقط مادگی داشته باشند ⇐ گل تک جنسه (کدو)
- ✓ گل کامل قطعاً ۲ جنسه می‌باشد!
- ✓ گل تک جنسه قطعاً ناکامل است!



Nombre: ..... Fecha: ..... Curso: .....

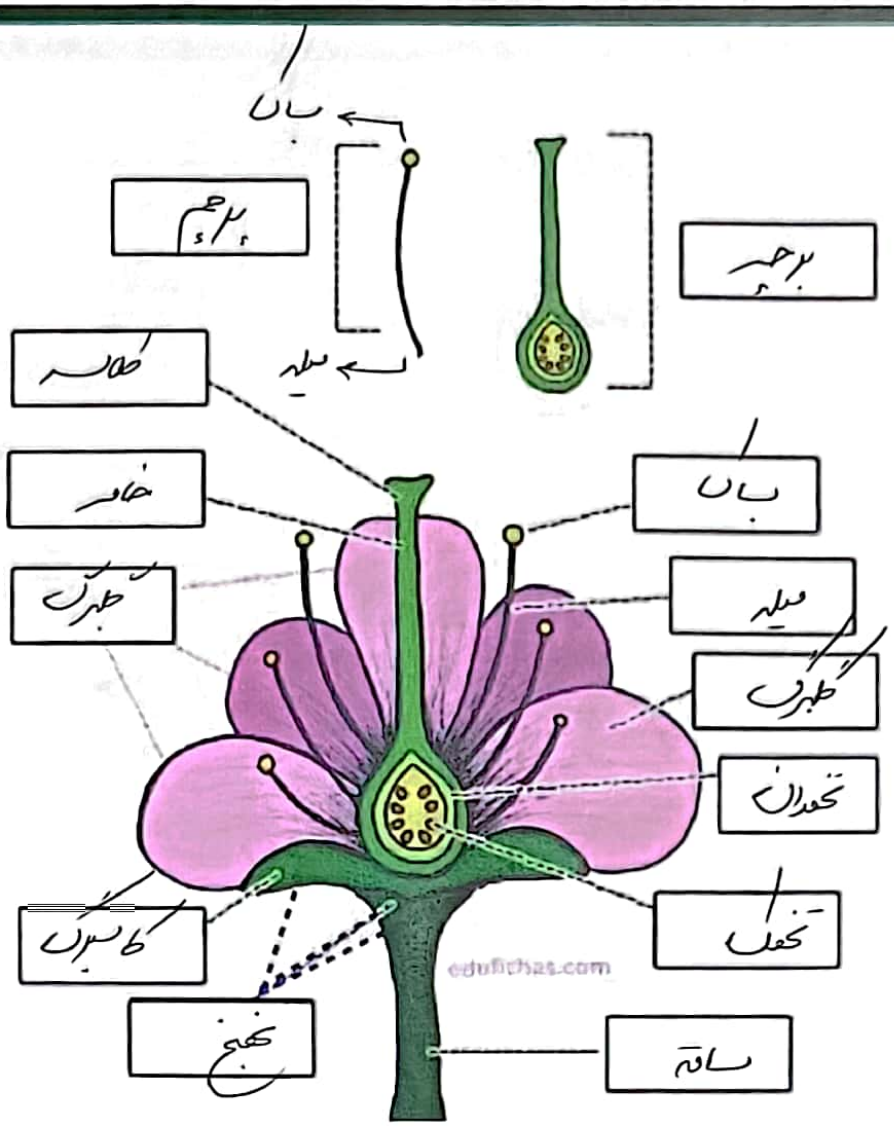
Partes de una flor



Material gratuito de edufichas.com. Prohibida su venta.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner

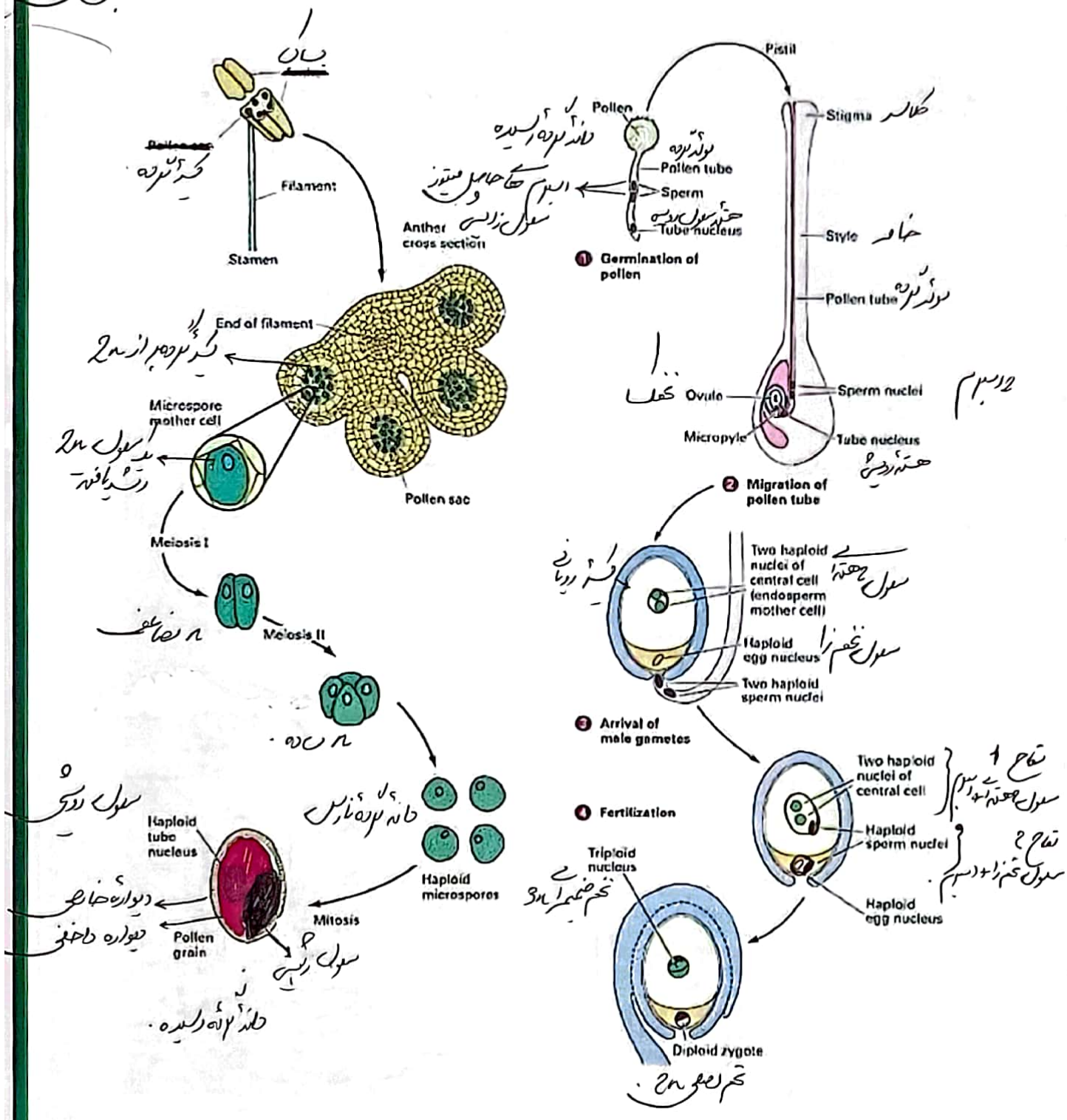


نکات شکل

Scanned with CamScanner

انواع گامت نر (اسپرم) در گیاهان

- **دارای وسیله حرکتی**
  - در خزه گیان و سرخس ها دیده می شود و تاژک دارد.
  - در قطره های آب یا رطوبت سطح گیاه شنا می کند تا به گامت ماده برسد.
  - نیازی به لوله گرده برای رسیدن به گامت ماده ندارد.
- **فاقد وسیله حرکتی**
  - در گیاهان دانه دار و گل دار دیده می شود ← تاژک و وسیله حرکتی ندارند.
  - پس از گرده افشانی و از میتوز یاخته زایشی درون لوله گرده ایجاد می شوند.
  - برای لقاح و رسیدن به گامت ماده به آب سطحی نیازی ندارند.



Scanned with CamScanner

روند تولید مثل جنسی نهاندانگان

فرآیند گامت زایی نر در پرچم رخ می دهد (بساک)

فرایند گامت زایی در برچه رخ می دهد (تخمدان)

n دانه گرده رسیده

گرده افشانی

سلول تخم زا n

لقاح

تخم ۲n

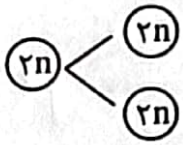
«دانه»

● ۲ نوع تقسیم هسته

میتوز: از یک هسته مادر، ۲ هسته کاملاً مشابه به هم و مشابه مادر تولید می شود.

و با همان تعداد کروموزوم و اطلاعات ژنتیکی

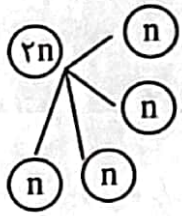
جهت ← رشد، ترمیم، جایگزینی

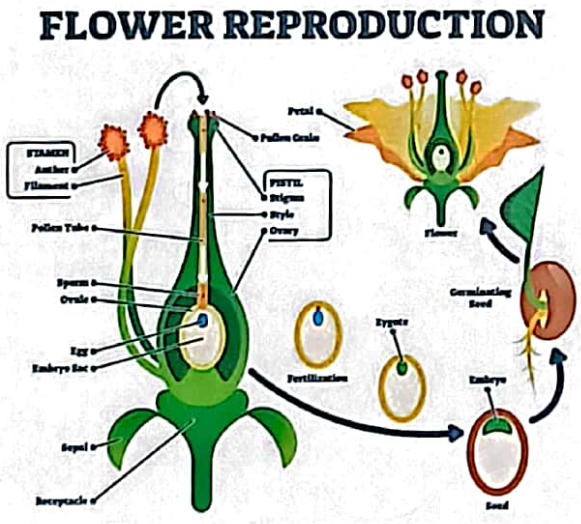


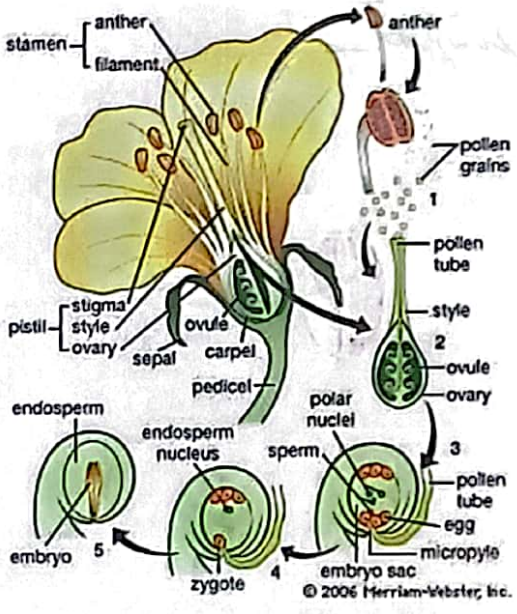
میوز: از یک هسته مادر، ۲n کروموزومی، ۴ سلول n کروموزومی تولید می شود.

یعنی عدد کروموزومی و اطلاعات ژنتیک نصف می شود.

جهت ← تولیدگامت (سلول جنسی)







Scanned with CamScanner

نکته ۲

هرچند گل، ساختاری اختصاص‌یافته برای تولیدمثل جنسی است؛ اما وقوع تقسیم میوز یا کاستمان، در تمامی حلقه‌های آن قابل تصور نمی‌باشد؛ در واقع در دوحلقه بیرونی گل، یعنی کاسبرگ و گلبرگ، تقسیم میوز مشاهده نشده و این فرایند تنها در حلقه‌های سوم و چهارم یک گل کامل صورت می‌پذیرد.

نکته ۳

از آن‌جا که مادگی ممکن است شامل یک یا چند برچه باشد، معادل دقیق پرچم در گل نر، برچه در گل ماده است و اگر مادگی گلی از یک برچه ساخته شده باشد، می‌توان آن را معادل پرچم محسوب کرد.

معادل‌سازی

نر	پرچم	بساک	دانه گرده رسیده	اسپرم
ماده	برچه	تخمدان	کیسه رویانی	تخم‌زا

نکته ۴

حلقه اول یک گل کامل، دارای یاخته‌های فتوسنتزکننده است؛ یعنی در این یاخته‌ها با عملکرد آنزیم روبیسکو، چرخه کالوین رخ می‌دهد و کربن‌دی‌اکسید تثبیت می‌شود. این یاخته‌ها قادر به تنفس هوازی نیز می‌باشند و به طورکلی در این یاخته‌ها، تولید ATP در سطح پیش ماده به شکل نوری و نیز به شکل اکسایشی، صورت می‌پذیرد. درون یاخته‌های فتوسنتزکننده خارجی‌ترین حلقه گل، سبزینه یا کلروفیل به همراه انواع کاروتنوئیدها، در فرایند فتوسنتز نقش دارند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner

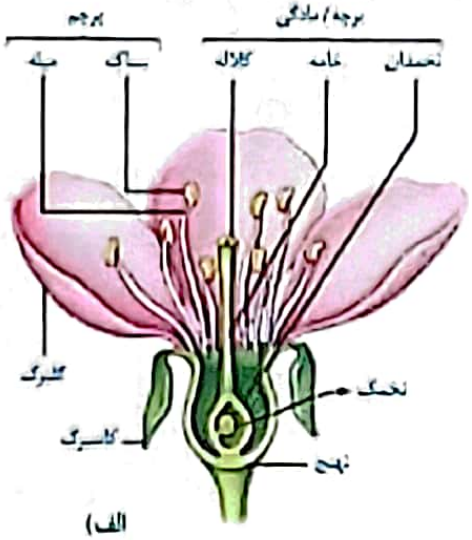
نکته ۵

دومین حلقه گل، گلبرگ است و رنگ آن تحت تأثیر کارتنوئیدها و آنتوسیانین می‌باشد؛ مثلا وجود رنگ زرد در گلبرگ‌ها، تحت تأثیر انواعی از کاروتنوئیدها و وجود رنگ‌های مختلف در گیاه گل ادریسی تحت تأثیر آنتوسیانین می‌باشد؛ اما گلبرگ‌ها فاقد سبزینه بوده، در فتوسنتز نقش ندارند، روبیسکو و کالوین و تثبیت کربن‌دی‌اکسید نداشته و قادر به تولید ATP به صورت نوری نمی‌باشند و عامل مهمی در جذب جانوران گرده‌افشان محسوب می‌شوند.

نکته ۶

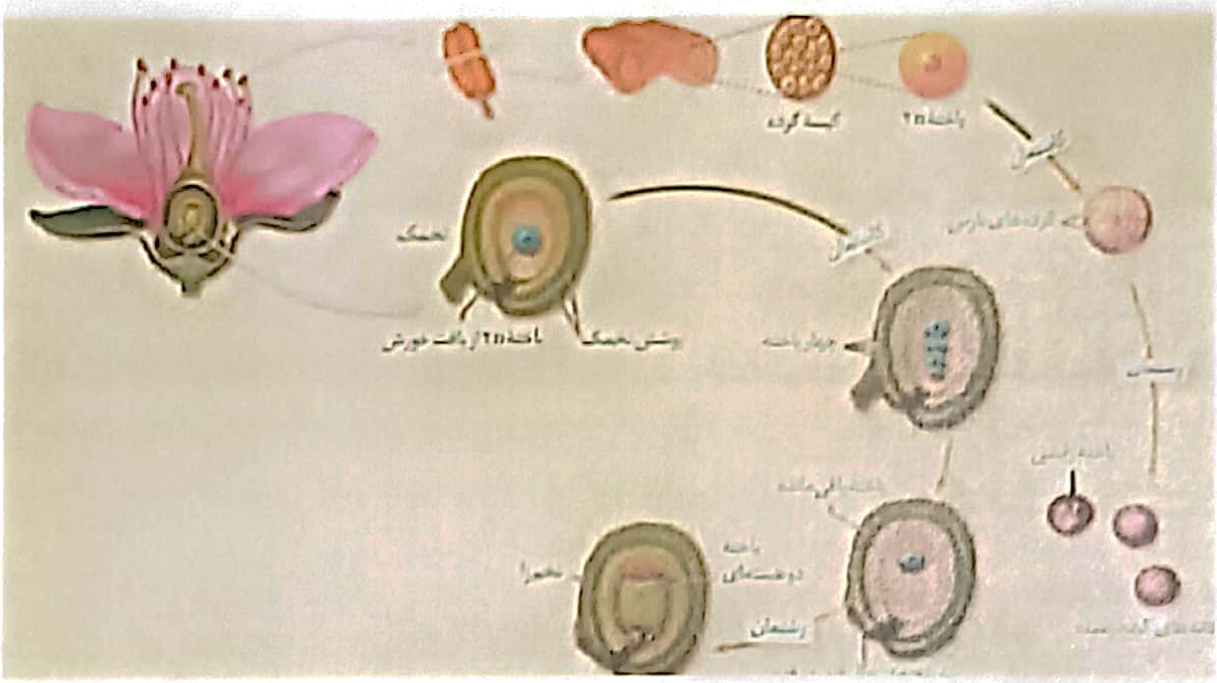
درخت آلبالو نوعی نهان‌دانه دولپه است و دارای گل‌های کامل، با شش گلبرگ و یک برچه می‌باشد؛ در واقع مادگی گل آلبالو تک برچه است. ضمناً از انجا که گل آلبالو، نوعی گل کامل است، دوجنسی محسوب شده و قادر به خودلقاحی می‌باشد.

ضمناً می‌توان گفت هر یک از گل‌های آن، قابلیت تبدیل شدن به میوه را دارند.



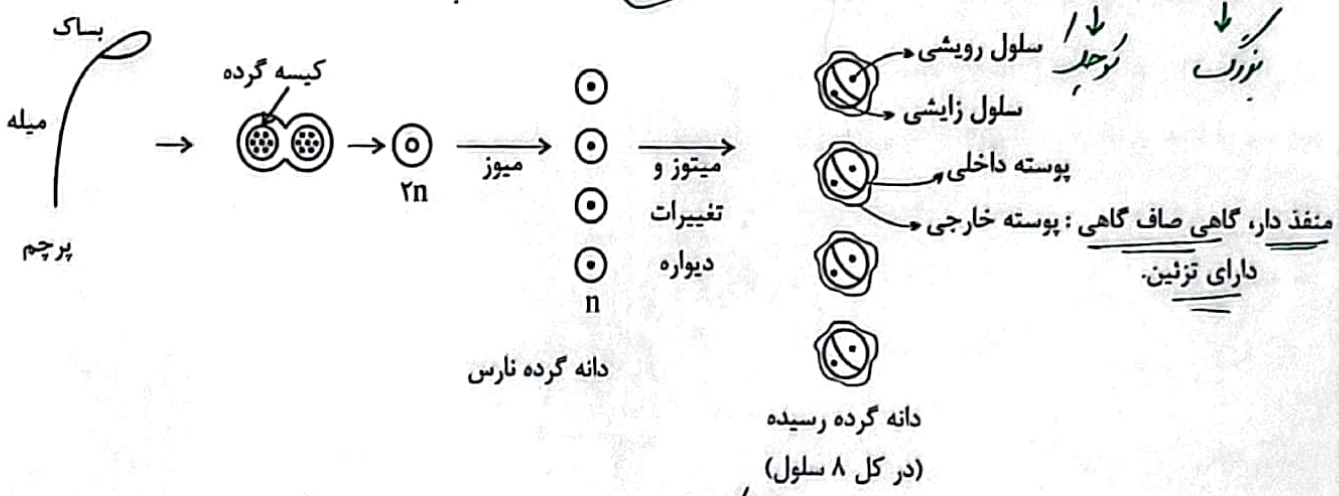
الف)

Scanned with CamScanner



گامت‌زایی نر

در بخش نر گیاه (پرچم) ← شامل میله و بساک ← درون بساک ۲ کیسه گرده (پر از سلول دیپلوئید) ۱ سلول 2n درون کیسه گرده ← میوز ← ۴ سلول n (دانه گرده نارس) ← هر کدام میتوز کرده و دیواره تغییراتی می‌کند ← ۴ دانه گرده رسیده (دارای دیواره داخلی و خارجی + ۲ سلول (رویشی + زایشی)



منفذ دار، گاهی صاف گاهی : پوسته خارجی دارای تزئین.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner

مراحل تولید گرده رسیده در پریهم گیاهان گل دار

- هر یاخته ← تعدادی کروموزوم دارد ← یاخته دیپلوئید (مثلاً 2n) هر کدام گرده تعدادی دارد و 4 گرده نارس و سپس 4 گرده میوز ← هر یاخته دیپلوئید (2n) قدرت میوز

مولد گرده دارد ← رسیده ایجاد می کند.

میوز ←
- گرده نارس A ← میتوز + تغییرات در دو دیواره ← گرده رسیده دو هسته ای A
- گرده نارس A ← میتوز + تغییرات در دو دیواره ← گرده رسیده دو هسته ای A
- گرده نارس a ← میتوز + تغییرات در دو دیواره ← گرده رسیده دو هسته ای a
- گرده نارس a ← میتوز + تغییرات در دو دیواره ← گرده رسیده دو هسته ای a

هر چهار گرده رسیده یک یاخته کوچک زایشی و یک یاخته بزرگ رویشی به همراه دو دیواره دارد

دیواره خارجی گرده رسیده ← قطعاً منفذدار است / ممکن است صاف یا دارای تزئینات باشد

شکفتن مبارک و گرده افشانی

دیواره داخلی صاف

- دو اسپرم مشابه می سازد ← میتوز کرده ← پس از گرده افشانی ← یاخته هاپلوئید کوچک زایشی
  - با هر دو a
  - یا هر دو A
- با رویش خود و بدون میتوز، لوله گرده را پس از ← یاخته هاپلوئید بزرگ رویشی گرده افشانی در کلاله و خامه ایجاد می کند.

«گرده رسیده نهاندانگان» ← ژنوتیپ دو هسته هاپلوئید درون هر گرده رسیده قطعاً مشابه هم می باشد
- یا هر دو a هستند
- یا هر دو A هستند

Scanned with CamScanner

نکته ۷

دانه گرده نارس، نوعی یاخته تک‌لاد حاصل از میوز است یعنی برای ایجاد آن، وقوع تقسیم کاستمان و وقوع کراسینگ‌اور، نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل صورت می‌پذیرد و هر دانه گرده نارس از یاخته‌ای با عدد کروموزومی متفاوت با خود به وجود می‌آید؛ حاصل میوز بوده و قابلیت میتوز دارد؛ به دانه‌های گرده نارس دیگر متصل بوده و همراه با آن‌ها ساختاری چهار یاخته‌ای تشکیل می‌دهد و در پوسته خود تزئینات خاصی ندارد و می‌تواند با دانه‌های گرده نارس دیگر، تفاوت ژنتیکی داشته باشد، اما دانه گرده رسیده، ساختاری با دو یاخته تک‌لاد و دو دیواره خارجی و داخلی است و حاصل تقسیم میتوز می‌باشد؛ یعنی برای تشکیل آن، نوترکیبی و کراسینگ‌اور و تفکیک ژن‌های آلل صورت نپذیرفته است و تنها اتفاق مهم برای ایجاد آن، جدا شدن کروماتیدهای خواهری و به قطبین رفتن کروموزوم‌های دختری می‌باشد. ضمناً دیواره خارجی دانه‌های گرده رسیده منفذدار و ممکن است صاف یا دارای تزئینات مختلفی باشد و به دلیل داشتن انواعی از کاروتنوئیدها، می‌تواند به رنگ‌های مختلفی از جمله زرد یا نارنجی دیده شود. توجه داشته باشید که ژن‌نمود دو یاخته موجود در دانه گرده رسیده، یعنی یاخته‌های زایشی و رویشی، مشابه با هم و مشابه با دانه گرده نارس به وجود آورنده آن است. ضمناً هر دو یاخته زایشی و رویشی حاصل تقسیم میتوزاند؛ اما هیچ یک از این یاخته‌ها قابلیت لقاح ندارند؛ بلکه یکی از آن‌ها، یعنی یاخته رویشی، قادر است رشد کرده و لوله گرده را تشکیل دهد و یاخته دیگر می‌تواند با تقسیم میتوز درون لوله گرده، یاخته‌های جنسی نر را به وجود آورد. توجه داشته باشید که از آنجا که یاخته‌های جنسی نر، حاصل میتوز یاخته‌های زایشی‌اند، از نظر ژنتیکی مشابه با یکدیگر و همچنین مشابه با یاخته‌های رویشی و زایشی و گرده نارس به وجود آورنده این یاخته‌هااند.

Scanned with CamScanner

نکته ۸

* در دانه گرده رسیده هسته زایشی با سیتوپلاسم نابرابر قرار دارد.
* هر یک از هسته‌های سلول زایشی تشکیل می‌شود. (سلول رویشی)

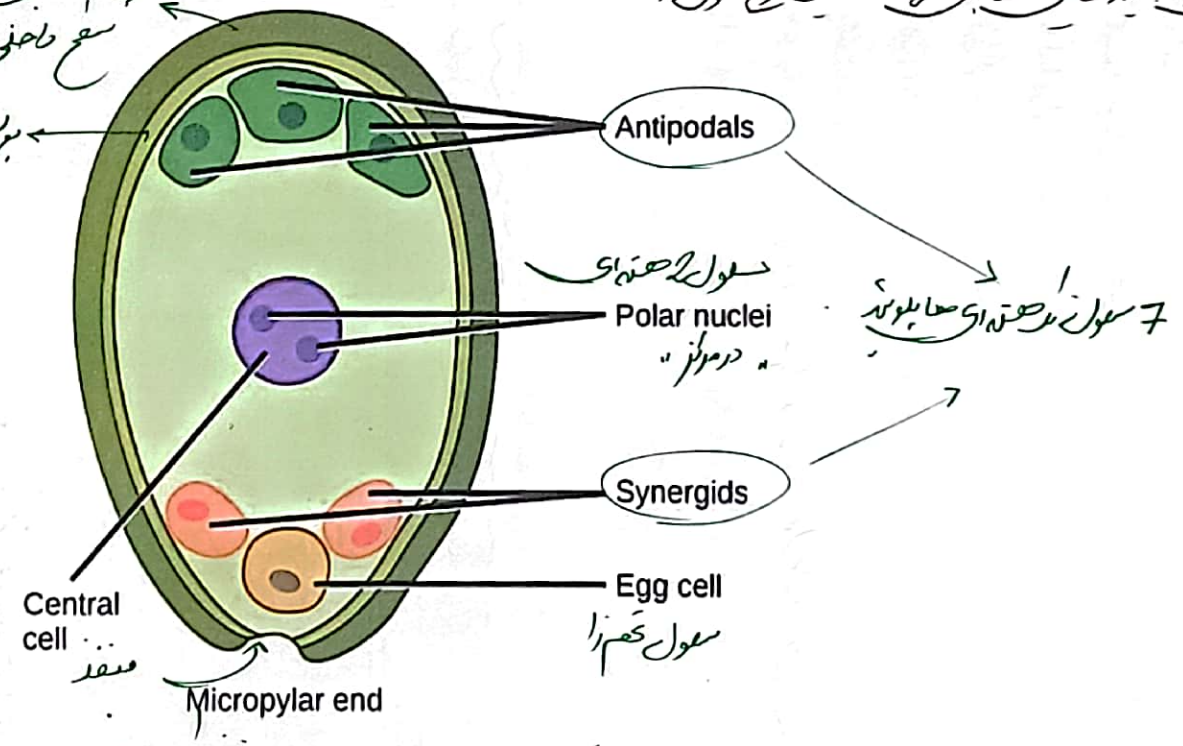
گرده‌های نارس، یاخته‌های تک‌لاد حاصل تقسیم میوزاند؛ بنابراین هرچند هرگرده نارس n کروموزومی است، اما ژن‌نمود گرده‌های نارس می‌تواند متفاوت باشد؛ در صورتی که ژن‌نمود یاخته زایشی و رویشی موجود در یک دانه گرده رسیده، لزوماً مشابه است. ضمناً از هر یاخته دولاد موجود در کیسه گرده، چهار دانه گرده رسیده، که هر یک دارای دو یاخته رویشی و زایشی است، به وجود می‌آید و چون یاخته زایشی، دو یاخته‌های جنسی نر و یاخته رویشی، یک لوله گرده ایجاد می‌کند، می‌توان گفت از هر یاخته 2n درون کیسه گرده، چهار دانه گرده رسیده یا چهار یاخته رویشی یا چهار یاخته زایشی یا هشت دیواره دانه گرده رسیده یا چهار لوله گرده یا هشت یاخته‌های جنسی نر حاصل می‌آید.

گامت‌زایی ماده

در بخش مادگی گل (برچه) ← شامل تخمدان، خامه و کلاله ← درون تخمدان محل تشکیل تخمک‌هاست ← تخمک جوان (پوشش ۲ لایه‌ای اطراف مجموعه‌ای سلول 2n بنام پارانشیم خورش) ← یک سلول 2n از بافت پارانشیم خورش بزرگ می‌شود ← میوز با سیتوکینز نابرابر ← ۴ سلول نابرابر که ۳ تا می‌میرن یکی می‌مونه ← اونی که موند ۳ بار میتوز ← ساختار کیسه رویانی (۷ سلول، ۸ هسته) دارای ۲ سلول مهم (تخم‌زا و ۲ هسته‌ای).

مراحل تولید گامت ماده (تخم زا) و کیسه رویانی در هاگ گل

- تخمدان متورم هر برچه ← تعدادی تخمک دارد ← هر تخمک جوان
  - دو پوسته یا پوشش دولایه ای دارد که یاخته های دیپلوئید دارد (مثلاً Aa)
  - درون پوسته ها، بافتی به نام خورش یا یاخته های دیپلوئید دارد (مثلاً Aa) ← در هر تخمک ← یکی از یاخته های بافت خورش (Aa)
    - بزرگ می شود و میوز می کند.
      - چهار هسته هاپلوئید به وجود می آورد.
        - سه یاخته هاپلوئید آن می میرد.
        - یاخته بزرگ تر و داخلی تر هاپلوئید باقی می ماند (مثلاً A)
      - یاخته باقی مانده سه مرحله میتوز می کند.
      - یک کیسه رویانی با ۸ هسته هاپلوئید (A) در تخمک ایجاد می کند.
        - یکی از یاخته ها تک هسته ای گامت ماده یا تخم زا می باشد (A)
        - یکی از یاخته ها دو هسته ای است که AA می باشد.



Scanned with CamScanner

نکته ۱۰

برچه دارای سه بخش کلاله، خامه و تخمدان [محل تشکیل تخمک‌ها] است. توجه داشته باشید که نمی‌توان گفت هر یک از یاخته‌های تشکیل‌دهنده تخمدان، قادر به انجام تقسیم میوز می‌باشد. ضمناً تخمک جوان نیز دارای سه بخش شامل بافت خورش، پوشش دولایه‌ای و منفذ می‌باشد که تنها یکی از یاخته‌های تشکیل‌دهنده بافت خورش، می‌تواند بزرگ شده و با تقسیم میوز، چهار یاخته تک‌لاد ایجاد کند که از نظر عدد کروموزومی مشابه‌اند؛ اما یکی از این یاخته‌ها، که در فاصله دورتری از منفذ تخمک قرار دارد و دارای اندازه بزرگ‌تری است، باقی می‌ماند و سه یاخته دیگر که کوچک‌ترند، از بین می‌روند؛ سپس این یاخته، با سه مرحله تقسیم میتوز، کیسه رویانی را حاصل می‌آورد که دارای هفت یاخته و هشت هسته است. توجه داشته باشید که برای تشکیل یاخته‌ای که منشأ کیسه رویانی است، وقوع میوز و کراسینگ‌اور و تشکیل تتراد و جداشدن فام‌تن‌های همتا صورت می‌پذیرد؛ اما برای تشکیل کیسه رویانی، نیازی به وقوع میوز نیست و در واقع کیسه رویانی و یاخته‌های موجود در آن از جمله تخم‌زا و یاخته دوهسته‌ای، حاصل تقسیم میتوزاند. ضمناً از هفت یاخته‌ای که درون کیسه رویانی تشکیل می‌شود، تنها دو یاخته‌ی، یعنی تخم‌زا و دوهسته‌ای می‌تواند در لقاح شرکت کنند و سایر این یاخته‌ها قابلیت لقاح ندارند.

نکته ۱۱

پرچم با برچه، کیسه گرده با تخمک و یاخته‌های 2n درون کیسه گرده با یاخته میوزکننده بافت خورش معادل هم می‌باشند. گرده نارس با یاخته حاصل از میوز بافت خورش و دانه گرده رسیده با کیسه رویانی معادل می‌باشند؛ مثلاً می‌توان گفت: معادل دانه گرده رسیده در بخش ماده درخت سیب، هفت یاخته و هشت هسته دارد.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner

نکته ۱۲

برای تبدیل یاخته تک لاد منشأ کیسه رویانی به کیسه رویانی، لازم است سه مرحله تقسیم میتوز، یعنی هفت تقسیم میتوز صورت پذیرد؛ ضمناً تعداد تقسیمات سیتوپلاسمی، یکی کمتر از تعداد تقسیمات هسته‌ها خواهد بود چون در یکی از یاخته‌ها، یعنی یاخته دوهسته‌ای، سیتوکینز (تقسیم میان‌یاخته) صورت نپذیرفته است.

نکته ۱۳

از یاخته‌های درون کیسه رویانی، ۶ یاخته حاصل میتوز و سیتوکینز و یک یاخته [یاخته دوهسته‌ای] حاصل میتوز بدون سیتوکینز است؛ پس برای تشکیل هیچ کدام از این یاخته‌ها، فرآیند میوز و کراسینگ‌اور و نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل صورت نپذیرفته است و تتراد تشکیل نشده است. ضمناً چون هسته‌های درون کیسه رویانی، همگی محصول میتوز یک یاخته تک‌لاد، از نظر ژنتیکی با یکدیگر و با یاخته تک‌لاد به وجود آورنده‌شان کاملاً مشابه‌اند؛ اما تنها دو تا از این یاخته‌ها که مجموعاً سه هسته دارند، قادر به لقاح با یاخته‌های جنسی نر می‌باشند.

نکته ۱۴

در هر تخمک، تنها یک یاخته، قادر به انجام تقسیم میوز است و سایر یاخته‌ها، مثل یاخته‌هایی از بافت خورش که اطراف کیسه رویانی را در بر می‌گیرند، قادر به انجام میوز نمی‌باشند؛ ضمناً درون هر تخمک و از هر یاخته پارانشیم خورش، تنها یک کیسه رویانی به وجود می‌آید.

Scanned with CamScanner

نکته ۱۵

تخمک نارس و رسیده در داشتن دو پوسته و همچنین در وجود منفذ و بافت نرم‌آکنه‌ای خورش اشتراک دارند و تفاوت مهمشان این است که در تخمک رسیده، کیسه رویانی تشکیل شده است؛ ضمناً در هر کیسه رویانی، دو یاخته، که یکی بزرگ‌ترین یاخته و دیگری نزدیک‌ترین یاخته به منفذ می‌باشد، قادر به انجام لقاح‌اند.

نکته ۱۶

در گیاهان، یاخته‌هایی که قابلیت لقاح دارند [یعنی یاخته‌های جنسی] محصول مستقیم تقسیم میتوزاند نه میوز؛ ضمناً برخلاف اغلب جانوران که در آن‌ها، یاخته‌های حاصل از میوز، یاخته‌های جنسی را تشکیل می‌دهند که قابلیت لقاح داشته و می‌توانند تکثیر کنند، در گیاهان یاخته‌های حاصل از میوز، قادر به لقاح نیستند اما توانایی انجام تقسیم میتوز را دارند. ضمناً به طور کلی در نهان‌دانگان، سه نوع یاخته، یعنی زامه یا اسپرم یا یاخته جنسی نر، یاخته جنسی ماده یا تخم‌زا و یاخته دوهسته‌ای، قابلیت لقاح دارند و این توانایی در هیچ‌یک از یاخته‌های رویشی، زایشی، گرده نارس و یا بافت خورش و همچنین یاخته‌هایی که مستقیماً از میوز به وجود آمده‌اند، دیده نمی‌شود

نکته ۱۷

برای تبدیل یاخته خورش به یاخته بزرگی که منشأ کیسه رویانی است، وقوع میوز و تشکیل تتراد و وقوع نوترکیبی و کراسینگ‌اور و تفکیک ژن‌های آلل، صورت می‌پذیرد اما این وقایع برای تشکیل کیسه رویانی رخ نمی‌دهد؛ چون یاخته‌های درون کیسه رویانی حاصل تقسیم میتوزاند. توجه داشته باشید که از هفت

Scanned with CamScanner

یاخته درون کیسه رویانی، دو تا [یعنی تخم‌زا و دوهسته‌ای] قابلیت لقاح دارند و این یاخته‌ها نیز همان گامت‌های نر محصول تقسیم میتوزاند نه میوزا با ذکر این نکته که برای تشکیل یکی از این یاخته‌ها [یعنی دوهسته‌ای] میتوز بدون تقسیم سیتوپلاسم صورت گرفته است.

نکته ۱۸

در تخمک نارس [نه تخمک بالغِ دارای کیسه رویانی] تنها یکی از یاخته‌های بافت خورش قابلیت میوز دارد و یاخته حاصل از آن، نهایتاً کیسه رویانی را می‌سازد؛ نه اینکه یاخته‌های بافت خورش اطراف کیسه رویانی قابلیت میوز داشته باشند!

نکته ۱۹

از هر یاخته خورش تنها یک کیسه رویانی حاصل می‌آید که ژن‌نمود هر ۸ هسته درون آن کاملاً مشابه می‌باشد و از ۷ یاخته موجود در آن هیچ‌یک قادر به میتوز نیست و ۵ یاخته نیز قادر به لقاح نمی‌باشند.

نکته ۲۰

بیان این جمله که «منشأ تخم‌زا و یاخته دوهسته‌ای، کیسه رویانی است.» کاملاً غلط می‌باشد؛ در واقع این دو یاخته، بخشی از کیسه رویانی می‌باشند و منشأ آنها یاخته بزرگتر باقی مانده حاصل از تقسیم میوز یاخته بافت خورش تخمک است.

Scanned with CamScanner

گرده افشانی

- با شکفتن بساک و رها شدن گرده های رسیده صورت می گیرد.
- به انتقال گرده رسیده از بساک به کلاله گرده افشانی می گویند.
- دانه گرده رسیده به وسیله باد، آب و جانوران پراکنده می شود یا در همان گل خودلقاحی می کند.

گرده افشان ها

- جانورانی هستند که گرده ها را از یک گل به گل دیگر می برند.
- پیکر آن ها هنگام تغذیه به دانه های گرده رسیده آغشته می شود.
- رنگ های درخشان، بوهای قوی و شهد گل، عوامل محرک برای جلب توجه این جانوران می باشد.

زنبورهای عسل

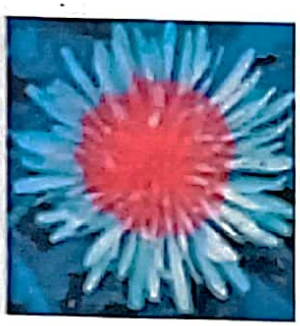
- گل هایی که شهد آن ها قند فراوان دارند را می افشانند.
- گیرنده فرابنفش در چشم مرکب خود دارند.
- پرتو فرابنفش بازتاب شده از گل ها را گرفته و به سوی آن ها می روند.
- اغلب زنبورهای کارگر ماده هستند که در اثر لقاح ایجاد شده اند ولی خود آن ها در لقاح شرکت نمی کنند.

خفاش ها

- پستاندارانی هستند که برخی رفتار دگرخواهی با گروه همکاری دارند.
- گل های سفیدی که در شب باز هستند را می افشانند.

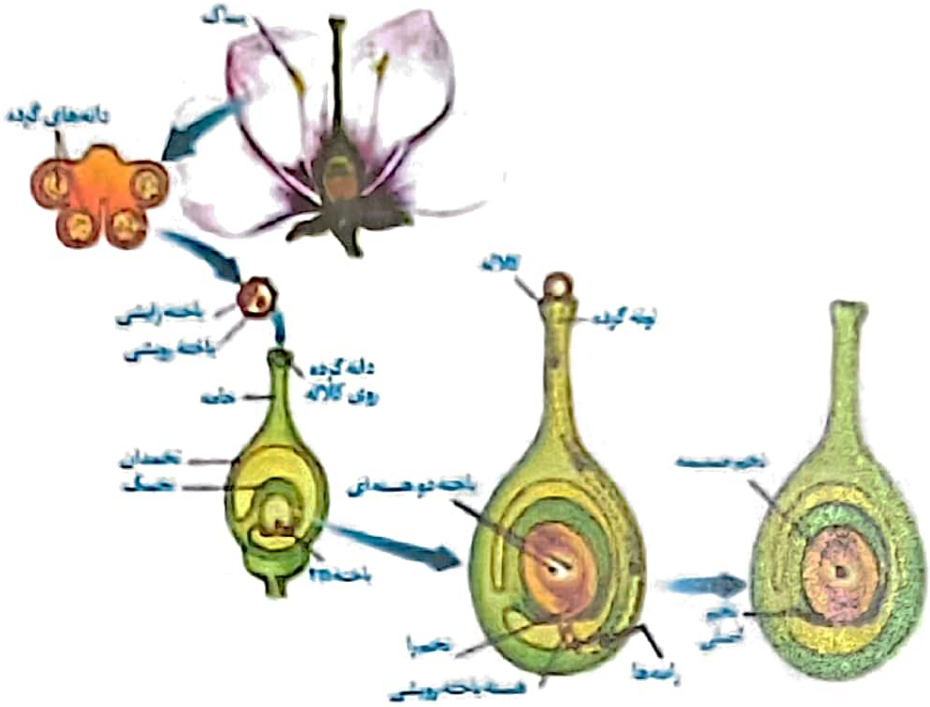
گرده افشانی با باد

- مخصوص گیاهانی است که تعداد فراوانی گل کوچک دارند (مانند بلوط).
- فاقد رنگ های درخشان، بوهای قوی و شیره هستند.

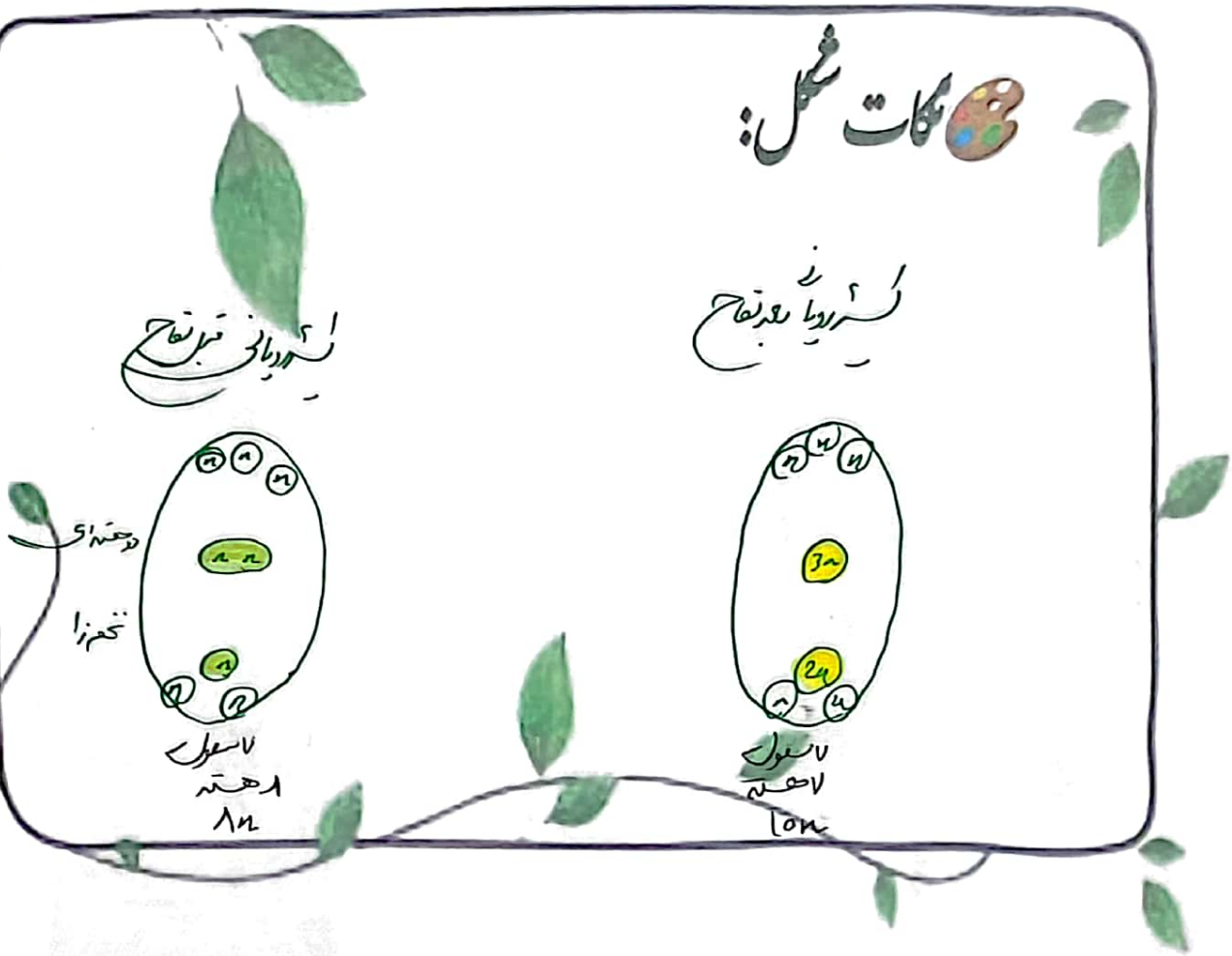


مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner



نکات شکل:



Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

لقاح و تولید گامت در نهاندانگان

فرض کنید گل تر با ژنوتیپ AA و گل ماده با ژنوتیپ aa باشد ← گامت نر (اسپرم) A و گامت ماده a

لقاح مضاعف نهاندانگان

1. اسپرم (A = n) + تخم زا (a = n) ← تخم اصلی (Aa = ۳n) میتوز ← منشأ رویان، لپه و گیاه اصلی می شود
2. اسپرم (A = n) + یاخته دو هسته ای (aa = ۲n) ← تخم ضمیمه (Aaa = ۳n) میتوز ← بافت ۳n درون دانه (آندوسپرم) می سازد
   - یاخته های پلاتشیمی دارد
   - ذخیره غذای رویان می باشد

در هر کیسه رویانی تعدادی یاخته وجود دارد که دو یاخته آن قدرت لقاح دارد

- یاخته تخم زای هاپلوئید (a)
- یاخته دو هسته ای با دو هسته هاپلوئید مشابه (aa)

دوتا اسپرم مشابه (A) می سازد ← هر دو توانایی لقاح دارند و وارد کیسه رویانی می شوند (میتوز می کند)

درون لوله گرده ← هسته زایشی هاپلوئید گرده (A)

پس از گرده افشانی ← فرارگیری گرده رسیده روی کلاله ← در صورت پذیرش کلاله (هم گونه بودن و سازگار بودن) ← تمایز یاخته رویشی دانه گرده ← ایجاد لوله گرده و نفوذ آن در کلاله و خامه

گامت نر نهاندانگان درون لوله گرده ایجاد می شود ولی لوله گرده در برچه (قسمت خامه) ایجاد شده است.

گامت نر نهاندانگان در کیسه گرده و پرچم یا بساک ایجاد نمی شود

هر تخمک رسیده حاوی یک کیسه رویانی می باشد که در اطراف رویانی بقیه یاخته های دیپلوئید خورش واقع هستند

دور هر کیسه رویانی و پلاتشیم های خورش اطراف آن، دو پوسته تخمک با یاخته های دیپلوئید وجود دارد

در هر کیسه رویانی تعدادی یاخته وجود دارد که دو یاخته آن قدرت لقاح دارد

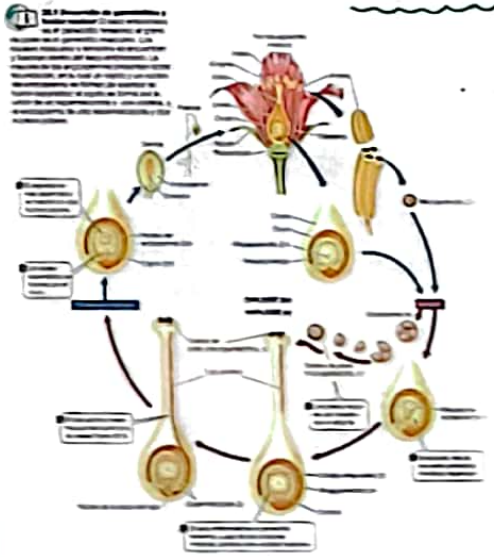
- یاخته تخم زای هاپلوئید (a)
- یاخته دو هسته ای با دو هسته هاپلوئید مشابه (aa)

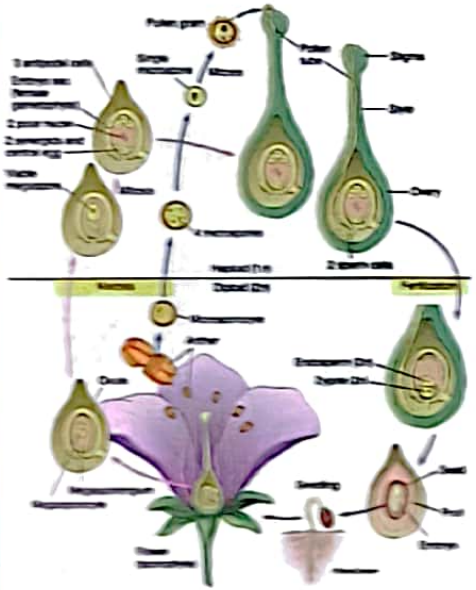
در کیسه رویانی، هر هسته در لقاح مضاعف شرکت می کند

- دو هسته از دو اسپرم
- سه هسته از دو یاخته کیسه رویانی

لقاح آندوسپرم (درون دانه)

- اگر میتوز تخم ضمیمه بدون تقسیم سیتوپلاسم باشد ← بافت غذایی مایع مثل شیرنارگیل می سازد
- اگر میتوز آن با تقسیم سیتوپلاسم باشد ← بخش گوشتی جامد و سفید نارگیل را می سازد





مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

* نهاندانگان لقاح مضاعف (لقاح دوتایی) دارد چون ۲ لقاح در کیسه رویانی رخ می‌دهد:

✓ لقاح ۱ ⇐ اسپرم ۱ لقاح با سلول تخم زا ← تخم اصلی 2n ← رویان

✓ لقاح ۲ ⇐ اسپرم ۲ لقاح با سلول دو هسته‌ای ←تخم ضمیمه ای ۳n ← درون دانه (آندوسپرم)

* سلول‌های حاصل لقاح همگی تک‌لادی هستند.

بخش های دانه اولیه هر نهاندانه

- پوسته: دو پوسته که از یاخته های (2n) تخمک حاصل شده است ← ژنوتیپ والد یا کل ماده را دارد.
- رویان: رویان و لپه یا لپه های آن ← از میتوز تخم اصلی 2n ایجاد شده است.
- اندوخته اولیه یا درون دانه (آندوسپرم):
  - از میتوز تخم ضمیمه 3n ایجاد شده است.
  - یک الل از والد نر و دو الل مشابه از والد ماده دارد.

نکته ۲۱

در نهان‌دانگان تقسیم میوز هم در گل نر و هم در گل ماده و در واقع درون کیسه‌های گرده بساک و همچنین تخمک موجود در تخمدان صورت می‌پذیرد؛ اما توجه داشته باشید که در هیچ گل نری، تشکیل یاخته جنسی صورت نمی‌پذیرد. چون زامه‌های نهان‌دانگان درون لوله گرده و در مجاورت تخمک تشکیل می‌شود. مثلاً می‌توان گفت در گل نر گیاه کدو هیچ نوع یاخته جنسی به وجود نمی‌آید.

Scanned with CamScanner

نکته ۲۲

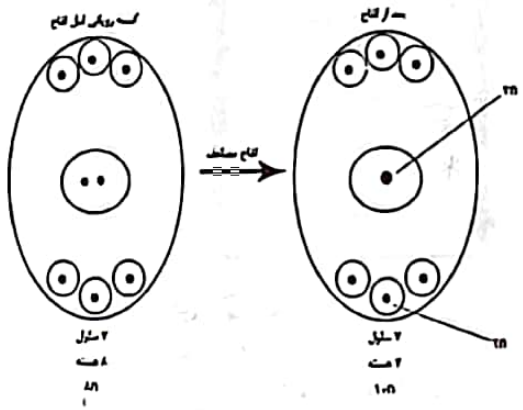
به هنگام تشکیل لوله گرده، دیواره‌های دانه گرده رسیده بر روی کلاله باقی می‌ماند و قبل از رسیدن لوله گرده به کیسه رویانی، یاخته زایشی تقسیم می‌کند.

نکته ۲۳

پس از تقسیم یاخته زایشی و پیش‌لقاح، در نزدیکی یاخته تخم‌زا [به جز هسته یاخته‌های تشکیل دهنده تخمک]، هسته یاخته رویشی نیز دیده می‌شود.

نکته ۲۴

در یک نهان‌دانه دو لاد، کیسه رویانی قبل از لقاح ۷ یاخته، ۸ هسته و (8n) کروموزوم دارد و بعد از لقاح، ۷ یاخته، ۷ هسته و (10n) کروموزوم خواهد داشت.



Scanned with CamScanner

دو مثال از ژنتیک گیاهی

مثال (۱) اگر ژنوتیپ گل نر به صورت aaBB و گل ماده به صورت Aabb باشد، به سئوالات زیر پاسخ دهید:

الف) انواع ژنوتیپ های گرده نارس، هسته زایشی، هسته رویشی و اسپرم ها ← همگی یک نوع aB می شوند.

والد نر aaBB ←(میوز) یک نوع گرده نارس (aB) ←(میتوز) گرده های رسیده aB

- هسته رویشی aB
- هسته زایشی aB ←(میتوز) اسپرم aB، اسپرم aB

گل ماده Aabb ←(میوز = خورش) یا
- Ab ←(میتوز) کیسه رویانی با هسته های Ab
  - تخم زای آن Ab
  - یاخته دو هسته ای آن AAbb
- ab ←(میتوز) کیسه رویانی با هسته های ab
  - تخم زای آن ab
  - یاخته دو هسته ای آن aabb

۱) لقاح مضاعف اسپرم های aB در کیسه رویانی حاوی هسته های Ab:

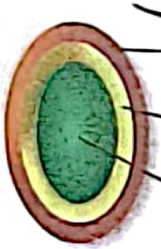
- اسپرم aB + تخم زای Ab ← تخم اصلی ۲n ← AaBb (رویان)
- اسپرم aB + یاخته دو هسته ای AAbb ← تخم ضمیمه ۳n ← AAaBbb (آندوسپرم)

پوسته آن همواره ژنوتیپ گل ماده Aabb را دارد

۲) لقاح مضاعف بین اسپرم های aB در کیسه رویانی حاوی هسته های ab:

- اسپرم aB + تخم زای ab ← تخم اصلی aaBb (رویان)
- اسپرم aB + یاخته دوهسته ای aabb ← تخم ضمیمه aaaBbb (آندوسپرم)

پوسته دانه آن باز هم ژنوتیپ گل ماده Aabb را دارد.



مثال (۲) اگر ژنوتیپ آندوسپرم نارگیل به صورت AaaBBBDDd باشد، ژنوتیپ اسپرم، تخم زا، یاخته دوهسته ای و تخم اصلی یا رویان آن چیست؟

نکته: در هر صفت مثل Aaa، اللی که با بقیه متفاوت است، مربوط به اسپرم (A) و دو الل مشابه دیگر (aa) مربوط به یاخته دوهسته ای است.

AaaBBBDDd

- اسپرم (n) ← Abd
- تخم زا (n) ← aBD

از لقاح آن ها تخم اصلی AaBBDd به وجود می آید.

- یاخته دو هسته ای ← aaBBDD (همواره در همه صفات خالص است.)
- رویان و تخم اصلی ← AaBBDd

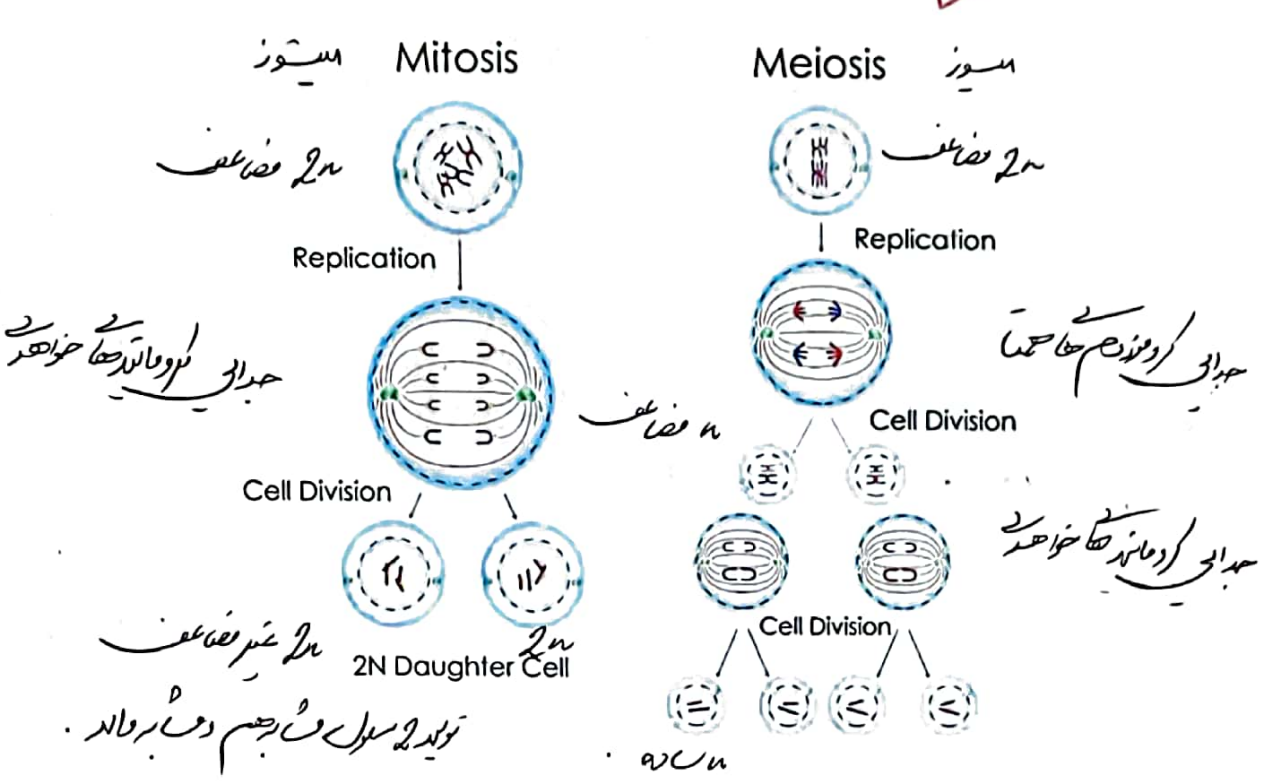
مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner

فصل ۸

گفتار ۲: از یاخته تخم تا گیاه

ماجرا:



گامت‌زایی نر و ماده ← گروه افشانی ← لقاح ۱ (تولید سلول تخم اصلی ۲n)

۱ (تولید سلول تخم ضمیمه‌ای) تشکیل رویان از تخم اصلی و تولید آندوسپرم و مواد غذایی

توسط تخم ضمیمه‌ای با تغییر پوسته تخمک باعث تبدیل تخمک به دانه می‌شود و پوسته

تخمک نیز پوسته دانه می‌باشد در شرایط مناسب رشد کرده و تولید دانه می‌کند.

Scanned with CamScanner

خلاصه مولتی دیافس نظرات زایی نهاندانگان

منفذدار و ممکن است صاف یا دارای تزئیناتی باشد. ← طرح تمایز!!

پوسته بیرونی ← یاخته زایشی

پوسته درونی ← صاف ← یاخته رویشی

کیسهٔ گرده

بساک

برش عرضی

یاخته‌های دولاد(2n)

میتوز

دانهٔ گردهٔ نارس(n)

گلبرگ

(محل میوز) بساک

میله

پرچم

کاسبرگ (حلقه۱)

میتوکندری و کلروپلاست دارد

کلاله

خامه

برچه

تخمدان

نهنج

تخمک

منشأ دانه

(محل وقوع میوز)

منشأ میوه حقیقی

یاختهٔ بزرگتر(n) دور از منفذ

میوز

۳مرحله میتوز

یاخته‌های(n) کوچکترونزدیکتر به منفذ که حذف می‌شوند

منفذ

پوسته‌ها

بافت خورش

تخمک نارس

۲پوسته

منفذ

کیسهٔ رویانی خورش

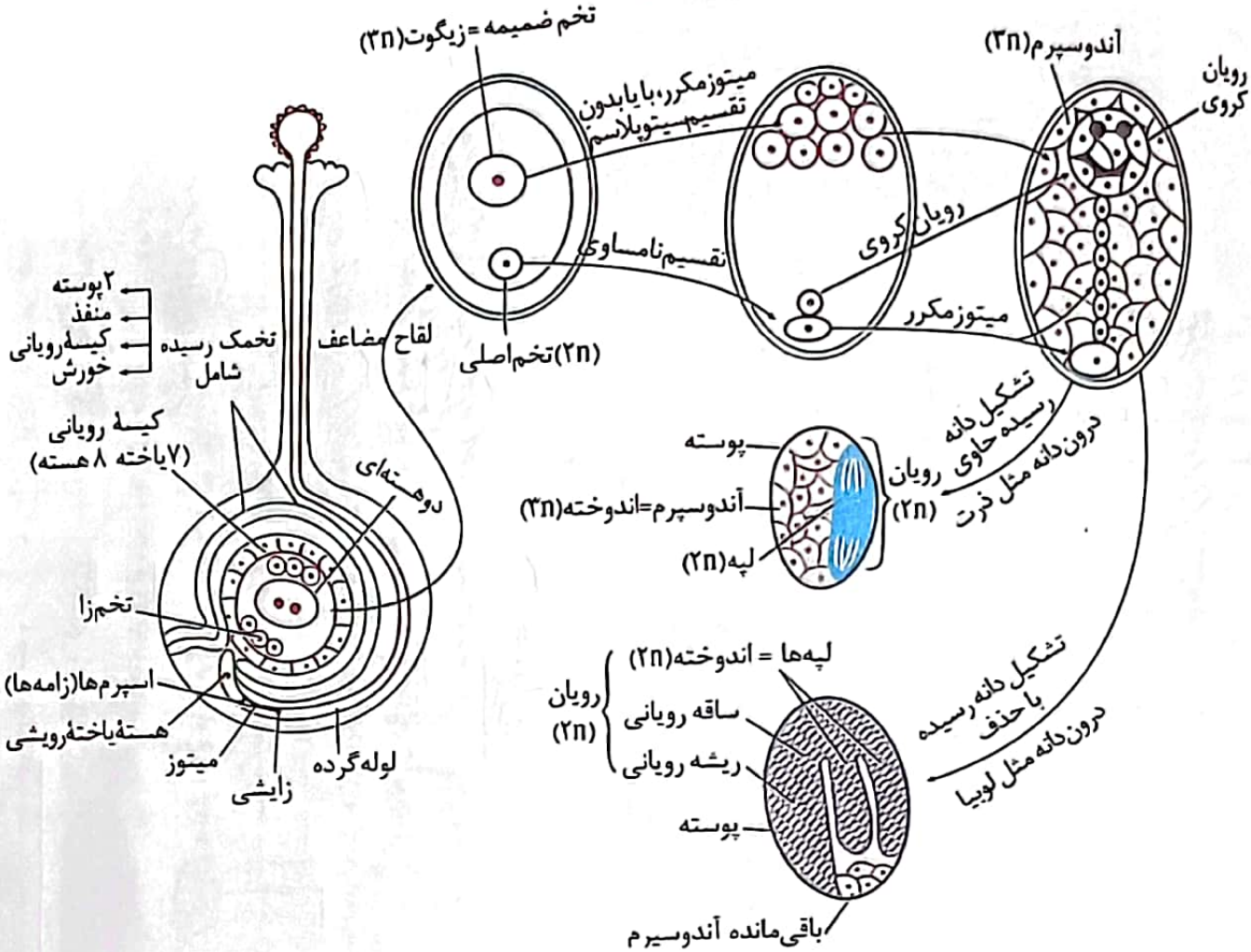
تخمک رسیده شامل

کیسهٔ رویانی (۷یاخته ۸هسته)

دوسلول‌های

تخم‌زا

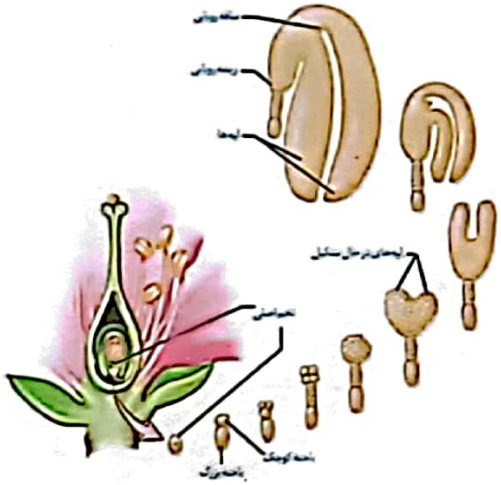
Scanned with CamScanner

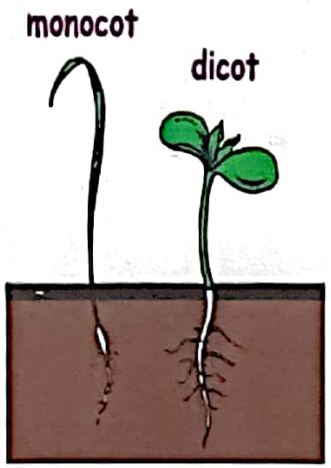


Scanned with CamScanner

رویان دانه ها

- تخم اصلی ۲n ← درون کیسه رویانی ابتدا یک میتوز با تقسیم سیتوپلاسم نامساوی می کند و دو یاخته بزرگ و کوچک ایجاد می کند.
- **تخم اصلی ۲n** ←(میتوز) **دو هسته ۲n ایجاد می کند** ← **تقسیم سیتوپلاسم نامساوی**
  - یاخته کوچک تر ← منشأ رویان و گیاه اصلی می شود.
  - یاخته بزرگ تر ← بخش ارتباط دهنده رویان و مادر را ایجاد می کند.
- **اجزای رویان** 2n
  - **ساقه رویانی** ← انتهای بالایی رویان می باشد که زمینه ساز اندام های هوایی می شود.
  - **یک یا دو لپه**
    - مشخص ترین بخش رویان می باشند.
    - در غلات، یک عدد و در حبوبات دو عدد وجود دارند.
    - وظیفه انتقال مواد غذایی به سایر بخش های رویان را دارند.
    - به لپه ها، برگ های رویانی نیز می گویند چون در بسیاری از گونه ها از خاک خارج شده و به‌مدت کوتاهی فتوسنتز می کنند.
  - **ریشه رویانی** ← انتهای پایینی رویان است که زمینه ساز تشکیل ریشه گیاه می شود.



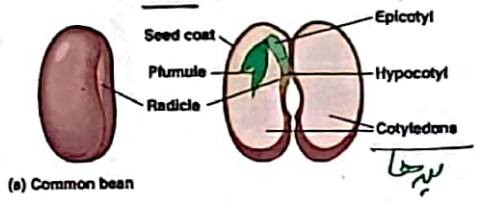


Scanned with CamScanner

تبدیل تخمک به دانه

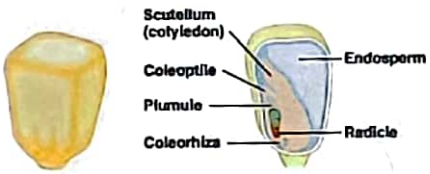
- دانه (پوسته + رویان + ذخیره غذایی)
  - پوسته: به زمانی پوشش تخمک (2n) بوده (حفاظت از رویان و ممانعت از رشد سریع آن)
  - رویان: رشد تا مدتی متوقف توسط پوسته دانه و در شرایط مناسب تولید دانه است و شروع رویش دانه
  - ذخیره غذایی (3n): آندوسپرم (۲ حالت دارد)
    - ۱) آندوسپرم به عنوان ذخیره باقی بماند و لپه ها نقش انتقال مواد غذایی از آندوسپرم به رویان را دارد (ذرت)
    - ۲) آندوسپرم جذب لپه ها، لپه بزرگ شده و نقش ذخیره ای دارند

در بسیاری گونه ها از خاک بیرون آمده و مدت کوتاهی فتوسنتز می کنند: برگ های رویانی



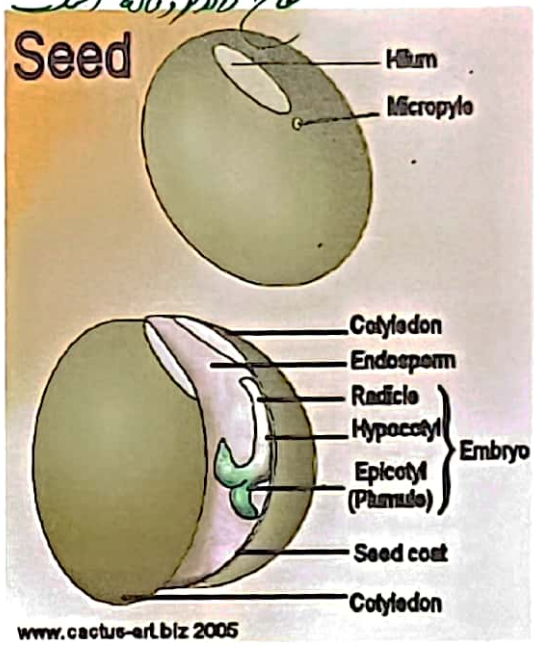
(a) Common bean

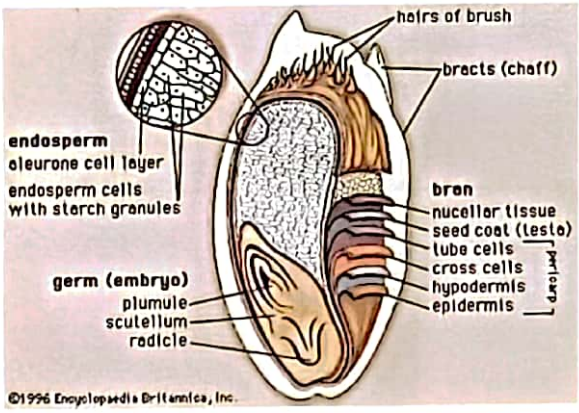
(b) Castor bean



(c) Corn

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.





©1996 Encyclopaedia Britannica, Inc.

Scanned with CamScanner

انواع دانه رسیده نهاندانگان

(الف) دانه رسیده آندوسپرم دار (3n دار)

- در غلات (گندم و ذرت) دیده می شود.
- در این دانه ها یاخته اندوخته دار همان یاخته های 3n آندوسپرمی می باشند.
- لپه آن ها نازک می باشد.
- لپه آن ها وظیفه انتقال مواد مغذی از آندوسپرم به رویان دارد.
- لپه آن ها به ذخیره مواد مغذی نمی پردازد.

این دانه های رسیده یاخته های

- دیپلوئید پوسته و رویان دارند.
- تریپلوئید آندوسپرمی دارند.

(ب) دانه رسیده فاقد آندوسپرم (فاقد 3n)

- در حبوبات (لوبیا، نخود و عدس) دیده می شود.
- مواد آندوسپرمی جذب لپه ها شده اند.
- دو لپه قطور با قدرت ذخیره مواد غذایی دارند.
- لپه های آن ها هم ذخیره و هم انتقال غذا به رویان دارند.
- این دانه ها فقط یاخته های دیپلوئید پوسته و رویان دارند.
- باقی مانده آندوسپرم آن ها در حال از بین رفتن می باشد.

در اغلب موارد لپه های آن ها از خاک خارج می شوند.

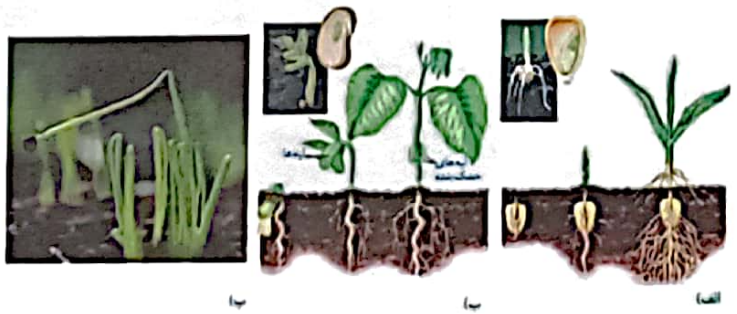
- لپه ها برگ رویانی هستند.
- مدت کوتاهی فتوسنتز می کنند.

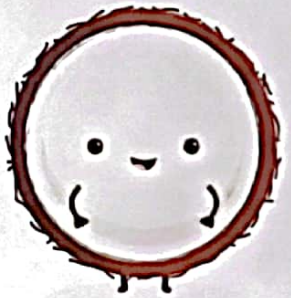
در هر نوع دانه رسیده

- پوسته های دانه ← همان پوسته های تخمک از والد ماده می باشند.
- لپه و رویان ← یاخته های حاصل از میتوز تخم اصلی می باشند.

یاخته اندوخته دار

- در آندوسپرم دارها (ذرت) ← یاخته 3n حاصل از تخم ضمیمه می باشد.
- در بدون آندوسپرم ها (لوبیا) ← یاخته اندوخته دار همان یاخته 2n لپه ها است.

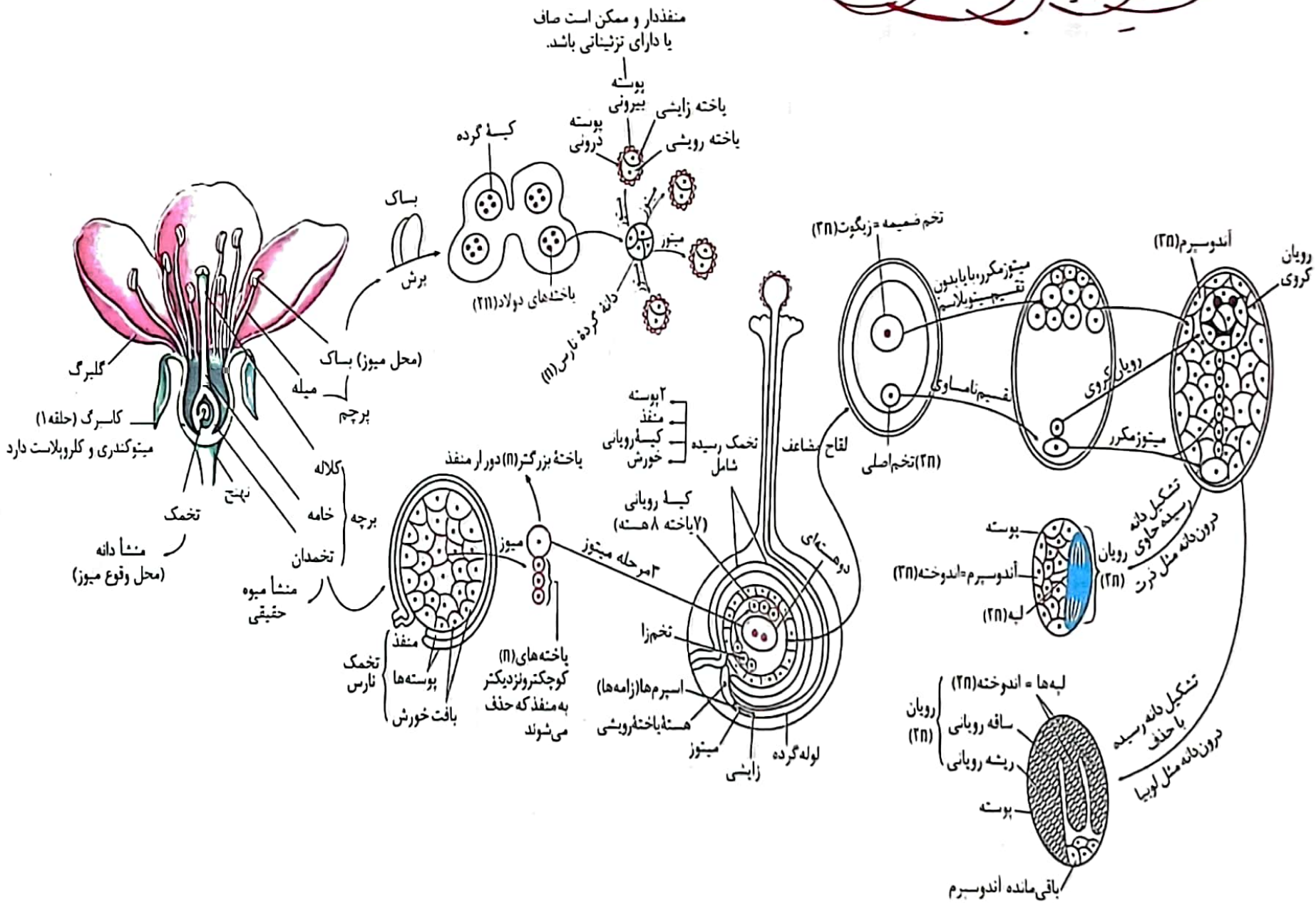




I'm Coconut

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner



Scanned with CamScanner

ژنتیک گیاهی

در نهان‌دانگان، پس از وقوع لقاح مضاعف، تخمک به دانه تبدیل خواهد شد؛ به طوری‌که پوسته‌های تخمک به پوسته دانه، تخم اصلی به رویان و تخم ضمیمه به آندوسپرم تبدیل می‌شود که در دانه بالغ یا خود نقش اندوخته را ایفا می‌کند [مثل ذرت] و یا مواد غذایی‌اش را به لپه‌ها منتقل می‌کند تا آنها به عنوان اندوخته دانه عمل کنند [مثل لوبیا] به عبارت ساده‌تر، منشأ سه بخش اصلی دانه، یعنی پوسته، رویان و اندوخته در تک‌لپه‌ای‌ها به ترتیب پوسته تخمک، تخم اصلی و تخم ضمیمه است اما در دانه بالغ دو لپه‌ای‌ها، منشأ پوسته دانه پوسته‌های تخمک و منشأ رویان و اندوخته دانه تخم اصلی می‌باشد.

در مورد وضعیت ژنتیکی دانه نهان‌دانگان لازم است بدانیم، در همه انواع نهان‌دانگان، دانه دارای سه بخش پوسته، رویان و اندوخته است. پوسته که از تغییر شکل پوسته‌های تخمک به وجود آمده است، دولاد بوده دارای ژن نمودی شبیه والد ماده است و ژن‌نمود رویان، همواره از حاصل-ضرب گامت‌های گیاهان نر و ماده به دست می‌آید؛ اما در مورد اندوخته دانه باید توجه داشت که اندوخته دانه در نهان‌دانگاه می‌تواند به شکل دولاد (2n) یه سه‌لاد (3n) باشد. در نهان‌دانگانی مثل لوبیا، که اندوخته دانه (2n) است، ژن نمود اندوخته با ژن نمود رویان، دارای مشابهت کامل است اما در نهان‌دانگانی مثل ذرت که اندوخته آنها آندوسپرم است، اندوخته دانه سه لاد (3n) می‌باشد و برای به دست آوردن ژن‌نمود آن لازم است از گیاهان والد نر و ماده، گامت را به دست آوریم و گامت نر را در دو برابر گامت ماده ضرب کنیم.

تعیین ژن نمود اجزاء دانه:

برای به دست آوردن ژن‌نمود اجزاء دانه لازم است بدانیم ژن‌نمود پوسته دانه با ژن‌نمود گیاه والد ماده کاملاً یکسان است؛ چون منشأ پوسته دانه، پوسته‌های تخمک است. ضمناً ژن‌نمود رویان این

Scanned with CamScanner

گونه به دست می‌آید که گامت‌های هر یک از والدین را به دست آورده و آنها را در هم ضرب می‌کنیم. مثلاً اگر پرسیده شود از آمیزش [ماده aaBb×Aabbنر]، ژن‌نمود پوسته دانه حاصل کدام است؟ پاسخ aaBb [یعنی معادل والد ماده است] و ژن‌نمودهای ممکن برای رویان حاصل از آمیزش، از طریق گامت‌گیری و ضرب گامت‌ها به شکل زیر به دست می‌آید:

نر Aabb × aaBb ماده ⟸ رویان : AaBb / Aabb / aaBb / aabb

Ab ab aB ab

برای به دست آوردن ژن‌نمود اندوخته دانه به این نکته مهم توجه داشته باشید که در نهان‌دانگان دولپه‌ای مثل لوبیا، اندوخته دانه دیپلوئید بوده، لپه می‌باشد و ژن‌نمودی مشابه با رویان دارد. یعنی اگر آمیزش فوق، در رابطه با گیاه دو لپه‌ای مثل لوبیا مطرح شده بود، ژن‌نمود اندوخته با رویان مشابه می‌شد اما برای بدست آوردن اندوخته دانه گیاهان تک‌لپه مثل ذرت، که سه لاد می باشد و در واقع همان آندوسپرم است .لازم است ابتدا از فرد نر گامت گیری کنیم و اسپرم ها را به دست آوریم . سپس لازم است از فرد ماده گامت‌گیری کنیم، حاصل گامت‌گیری را دو برابر کنیم تا معادل با یاخته دو هسته‌ای شود سپس ژن‌نمود اسپرم‌ها را در یاخته دو هسته‌ای ضرب کنیم. مطابق با آنچه در طرح زیر می‌بینید:

ژن نمود اندوخته
- ژن نمود رویان = اگر گیاه دو لپه باشد = AaBb / Aabb / AaBb / aabb
- ژن نمود آندوسپرم = دو برابر ژن نمود گامت ماده × ژن نمود اسپرم = اگر گیاه تک لپه باشد = [Ab,ab][aaBB,aabb] = AaaBBb / Aaabbb / aaaBBb / aaabbb

برای یادگیری بهتر، موارد خواسته شده را به دست آورید:

۱) لوبیای نر Aa×Aa لوبیای ماده

الف) ژن‌نمود رویان :

ب) ژن‌نمود اندوخته :

ج) ژن‌نمود پوسته :

۲) ذرت نر Aa×Aa ذرت ماده

Scanned with CamScanner

الف) ژن‌نمود رویان :

ب) ژن‌نمود اندوخته :

ج) ژن‌نمود پوسته :

۳) ذرت نر AABb×Aabb ذرت ماده

الف) ژن‌نمود رویان :

ب) ژن‌نمود اندوخته :

ج) ژن‌نمود پوسته :

پاسخ:

۱) الف) AA / Aa / Aa / aa
ب) AA / Aa / Aa / aa
ج) Aa

۲) الف) AA / Aa / Aa / aa
ب) AAA / Aaa / AAa / aaa
ج) Aa

۳) الف) AABb / AaBb / AAbb/ Aabb
ب) AAABbb / AaaBbb / AAAbbb / Aaabbb
ج) Aabb

مشخص کردن ژن‌نمود دو هسته‌ای، تخم‌زا، تخم اصلی و اسپرم از روی ژن‌نمود تخم ضمیمه

از روی ژن‌نمود تخم ضمیمه می‌توان ژن‌نمود چند بخش مهم از مشخص نمود. مثلاً اگر ژن‌نمود تخم ضمیمه Aaa باشد، از آنجا که می‌دانیم دو هسته درون یاخته دو هسته‌ای، لزوماً ژن‌نمود مشابه دارند، می‌توانیم بگوییم ژن‌نمود یاخته دو هسته‌ای aa بوده است و نصف آن [یعنی a] ژن‌نمود تخم‌زا می‌باشد. ضمناً آلل متفاوت [یعنی A] مربوط به اسپرم می‌باشد و چون تخم 2n از لقاح اسپرم و تخم‌زا حاصل می‌آید، ژن‌نمود Aa دارد. برای به دست آوردن سریع ژن‌نمودهای فوق، از روی ژن‌نمود تخم ضمیمه از چند نکته زیر استفاده کنید:

۱) یاخته دوهسته‌ای لزوماً دو آلل مشابه دارد.

Scanned with CamScanner

۲) تخم‌زا نصف دو هسته‌ای است.

۳) اسپرم تک‌لاد بوده، یک آلل دارد و اگر هر سه آلل تخم 3n مشابه باشد (مثل bbb) یکی را برای اسپرم در نظر می‌گیریم و اگر مشابه نباشد (مثل Bbb) حرف متفاوت را برای اسپرم در نظر می‌گیریم (مثل B) و نهایتاً برای به دست آوردن ژن‌نمود تخم 2n، کافی است از سه آلل تخم ضمیمه، یکی از آلل‌های مشابه را حذف کنیم. مثلاً اگر ژن‌نمود تخم 3n، RWW باشد، دو هسته‌ای ژن‌نمود WW، تخم‌زا ژن‌نمود W، اسپرم ژن‌نمود R و تخم 2n ژن‌نمود RW خواهد داشت.

برای تسلط بیشتر به موارد زیر پاسخ دهید:

* در سئوالات ۱و۲ با توجه به ژن‌نمود تخم ضمیمه، ژن‌نمودهای مورد سئوال را بنویسید.

۱) 3n : aaaBbbDddR WW

الف) ژن‌نمود دو هسته‌ای :

ب) ژن‌نمود تخم‌زا :

ج) ژن‌نمود اسپرم :

د) ژن‌نمود تخم اصلی :

۲) 3n : AaaBBBDDd

الف) ژن‌نمود دو هسته‌ای :

ب) ژن‌نمود تخم‌زا :

ج) ژن‌نمود اسپرم :

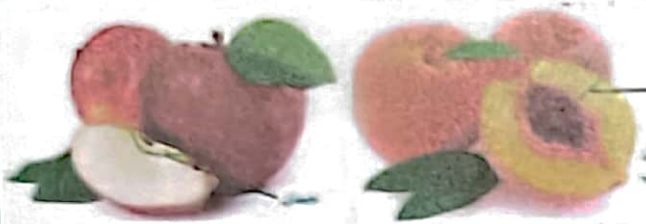
د) ژن‌نمود تخم اصلی :

پاسخ:

۱)
- الف) دو تا شبیه بنویس = aabbddww
- ب) نصف دو هسته ای بنویس = abdw
- ج) اگر سه تاش مثل همه، یکی رو بنویس اگر هم نه، اونی رو بنویس که فرق داره = aBDR
- د) یکی از شبیه ها رو حذف کن = aaBb Dd RW W

۲)
- الف) aaBBDD
- ب) aBD
- ج) Abd
- د) AaBBDd

Scanned with CamScanner



میوه

- تخمک به دانه تبدیل می شود ولی میوه از رشد و نمو بقیه قسمت های گل ایجاد می شود.
- میوه حقیقی ← همیشه از رشد تخمدان ایجاد می شود (مثل میوه هلو).
- میوه کاذب ← قسمتی از گل به غیر از تخمدان حاصل می شود ← میوه کاذب سیب از نهنج ایجاد می شود.
  - در میوه کاذب سیب
    - بخش خوراکی از نهنج ایجاد شده است.
    - تخمدان و تخمک ها در وسط میوه به صورت نازک قرار دارند.
- در میوه حقیقی هلو ← محدوده دیوار تخمدان هم شامل بخش خوراکی و هم بخش چوبی ضخیم اطراف دانه می شود.

- پراکنش میوه ها
  - میوه ها در حفظ دانه ها و پراکندگی آن ها مؤثرند.
  - برخی میوه ها با چسبیدن به پیکر جانوران با آن ها جابه جا می شوند.
  - میوه نارس معمولاً مزه ناخوشایند دارد
    - در نتیجه توسط جانوران خورده نمی شود.
    - زمان لازم برای حفظ دانه های خود را دارد.
  - هورمون اتیلن با زودرس کردن میوه ها، مدت نگهداری دانه توسط آن ها را کم می کند.
  - جانوران با خوردن میوه رسیده ← سبب آزاد شدن دانه آنها می شوند ← سبب پراکنش گیاه می شوند.
  - پوسته سخت برخی دانه ها، سبب محافظت آن ها در برابر شیره گوارشی می شود.
  - رنگ های درخشان میوه رسیده، جانوران را به خود جذب می کنند.
  - هورمون اکسین و جیبرلین در درشت کردن میوه ها و تشکیل میوه بی دانه نقش دارند.

- میوه های بدون دانه
  - اگر تخم اصلی و دانه تشکیل نشود
    - اکسین و جیبرلین در این عمل نقش دارند.
    - میوه بی دانه ایجاد می شود (مانند پرتقال بی دانه).
  - اگر لقاح صورت بگیرد ← تخم اصلی تشکیل شود ← ولی رویان قبل از تکمیل مراحل رشد، بمیرد ← دانه های نارس ریز با پوسته نازک ایجاد می شوند ← به آن ها نیز میوه بی دانه گفته می شود (مثل برخی موزها که بی دانه هستند).

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner

ماجرای میوه‌های بدونِ دانه؟!

می دونیم دانه حاصل لقاح سلول تخم زا و اسپرم و رشد نمو تخمک

پس از لقاح

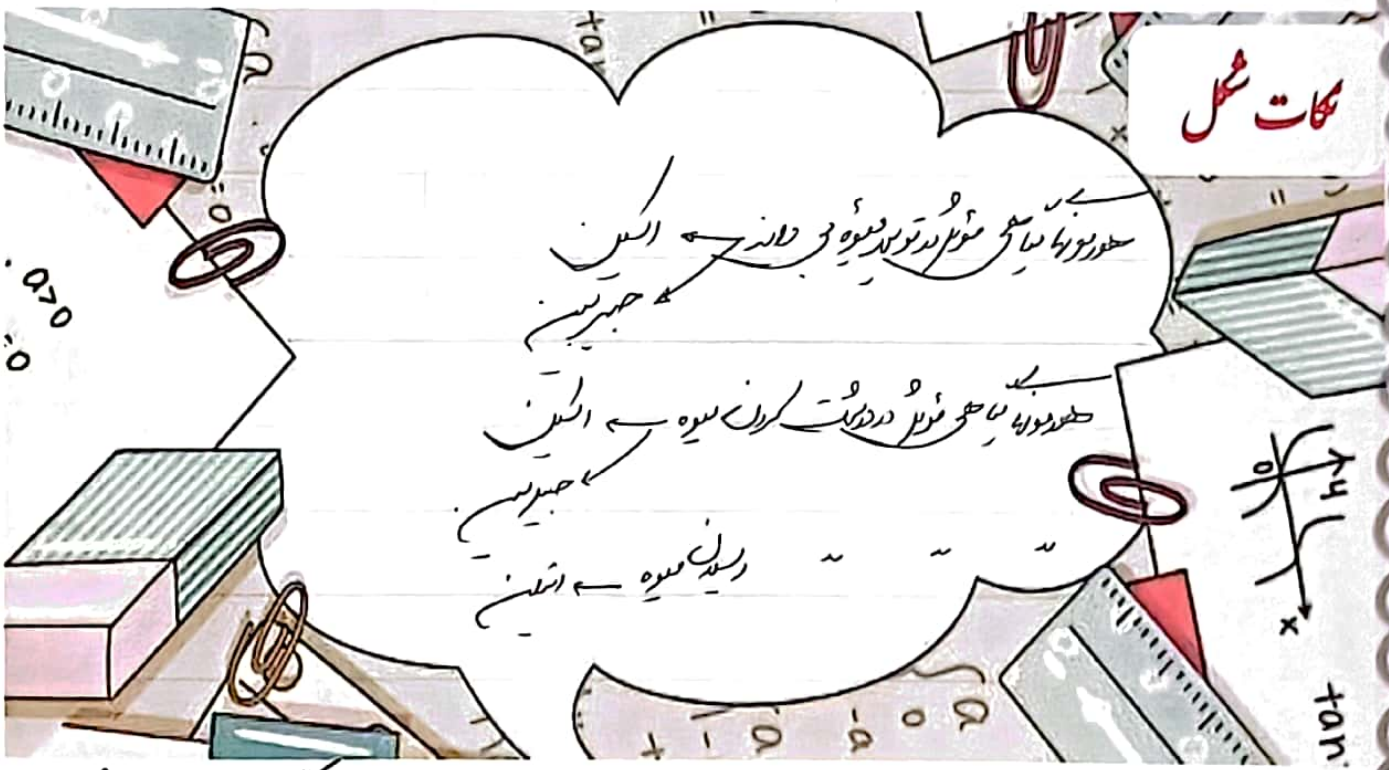
پس اگر لقاحی نباشه دانه ای هم نیست!

پرتقال بدون دانه

یا اگر لقاح داشتیم هم رویان قبل از تکمیل مراحل رشد و نمو

از بین برود دانه نارس ایجاد می شود که ریز است و پوسته نازک. موز

اسطر بند ندارد



Scanned with CamScanner

طول عمر گیاهان نهاندانه

- از چند روز تا چند قرن می باشد.
- معمولاً طول عمر درختان دو لپه ای که رشد پسین و کامبیوم دارند از علفی ها بیشتر است.

گیاهان یک ساله

- در مدت یک سال یا کمتر رشد رویشی و زایشی خود را تکمیل می کنند.
- پس از تولید مثل و گل دهی از بین می روند.
- گیاه گندم و خیار، نهاندانه یک ساله هستند.
- همه این گیاهان علفی هستند و کامبیوم و رشد پسین ندارند.

گیاهان دو ساله

- این گیاهان در سال اول فقط رشد رویشی دارند ← ریشه، ساقه و برگ ایجاد می کنند.
- شلغم و چغندرقند از این گروه می باشند ← رنگ چغندر به دلیل آنتوسیانین درون کریچه های ریشه آن است.
- این گیاهان در سال اول، موادغذایی حاصل از فتوسنتز را در ریشه خود ذخیره می کنند.
- در سال دوم علاوه بر رشد رویشی با مصرف مواد درون ریشه، ساقه گل دهنده ایجاد می کنند.
- در سال دوم گل می دهند (یک بار گل می دهند) ولی دو سال رشد رویشی دارند.

ریشه آن ها

- در سال اول نوعی اندام مصرف می باشد که مواد آلی را ذخیره می کند.
- در سال دوم نوعی اندام منبع است که مواد آلی را از خود خارج می کند.

- همه این گیاهان علفی هستند و اغلب فاقد کامبیوم و رشد پسین می باشند.

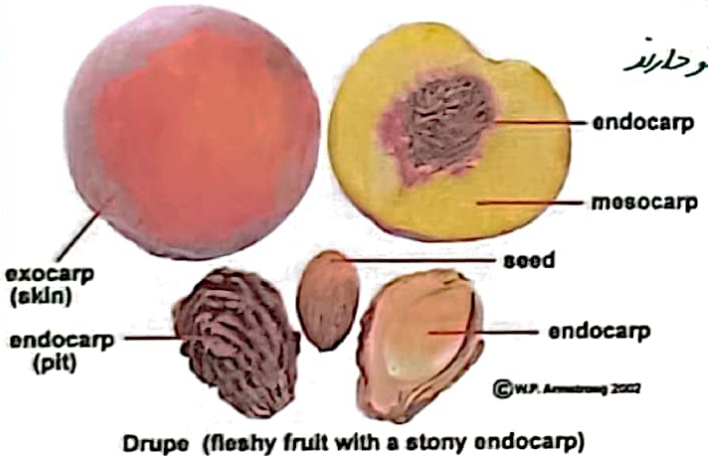
گیاهان چند ساله

چند ساله علفی

- برخی مثل زنبق هستند که زمین ساقه ای در خاک حاوی جوانه دارد.
- برخی از آن ها هر سال گل، دانه و میوه می دهند.
- سال ها به رویش خود ادامه می دهند.

چند ساله چوبی

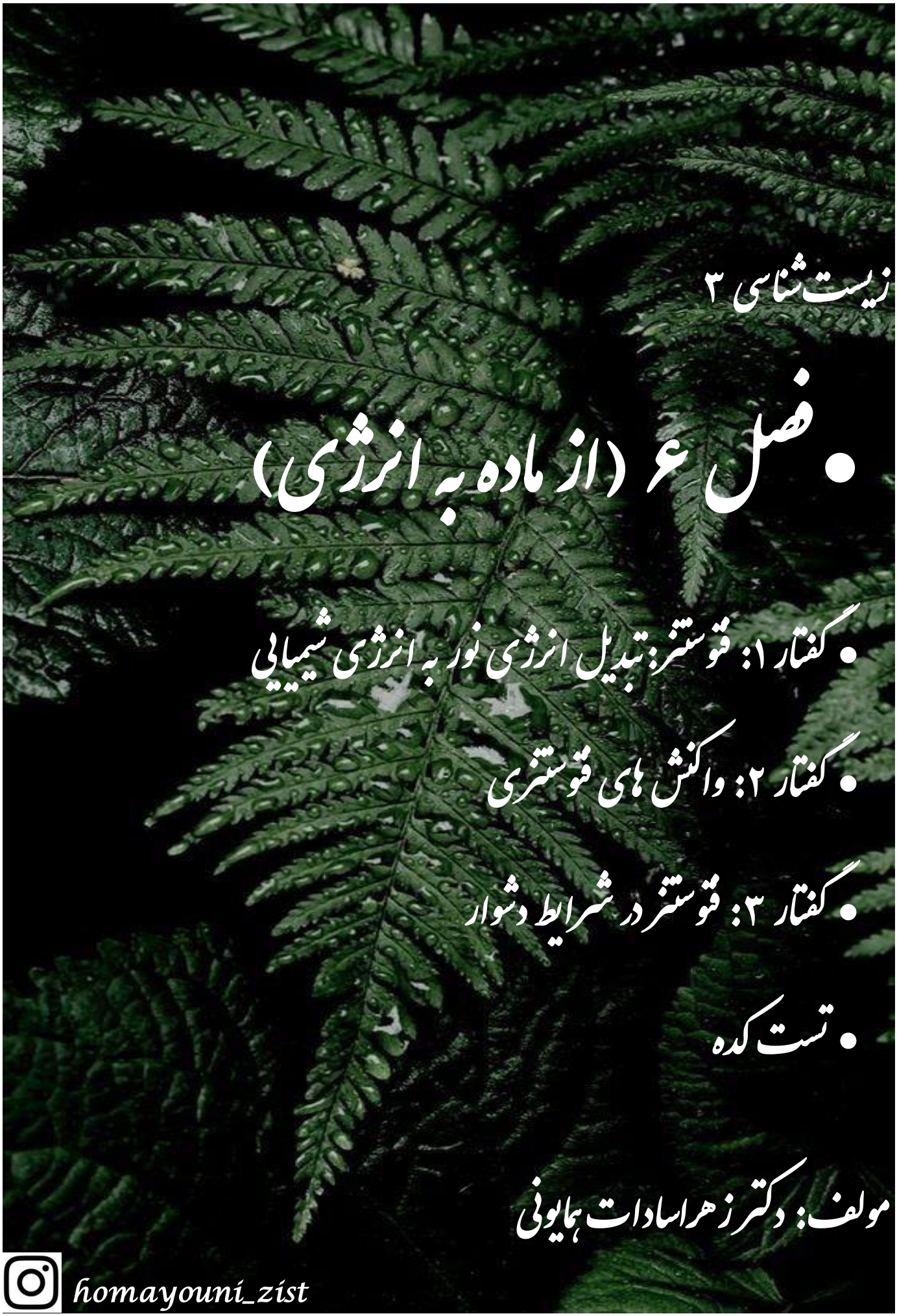
- دو لپه ای درختی و درختچه ای هستند.
- کامبیوم و رشد پسین قطری دارند.
- ممکن است حتی تا چند قرن زندگی کنند.
- سال ها رشد رویشی و گل دهی دارند.



Drupe (fleshy fruit with a stony endocarp)

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

Scanned with CamScanner



زیست‌شناسی ۳

• فصل ۶ (از ماده به انرژی)

- گفتار ۱: فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی
- گفتار ۲: واکنش های فتوسنتزی
- گفتار ۳: فتوسنتز در شرایط دشوار
- تست کده

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

homayouni_zist

فصل ۶
گفتار ۱:فتوسنتز:تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

تعریف فتوسنتز

- تبدیل انرژی نوری به انرژی شیمیایی است ← منبع انرژی واکنش آن، نور می باشد.
- طی فرایند فتوسنتز در گیاهان، CO_2 با استفاده از انرژی نور خورشید به ماده آلی تبدیل شده و اکسیژن نیز تولید می شود.
- براساس تعیین میزان کربن دی اکسید مصرف شده و یا اکسیژن تولید شده، میزان فتوسنتز در گیاهان را اندازه می گیرند.
- فرمول فتوسنتز در گیاهان ←

$$۶CO_۲ + ۶H_۲O \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_۶H_{۱۲}O_۶ + ۶O_۲$$

انواعی از جانداران وجود دارند که فتوسنتز می کنند

- در گیاهان به جز انگل هایی مثل سس و گل جالیز فتوسنتز صورت می گیرد.
- جلبک ها و برخی دیگر آغازیان مثل اوگلنا فتوسنتز می کنند.
- برخی باکتری ها فتوسنتز می کنند ← سیانوباکتری ها و باکتری های گوگردی از آن ها هستند.
- هر یاخته فتوسنتزکننده باید رنگیزه جذب نور و دنای حلقوی داشته باشد.
- هر یاخته فتوسنتزکننده باید سامانه ای برای تبدیل انرژی نوری به شیمیایی داشته باشد.

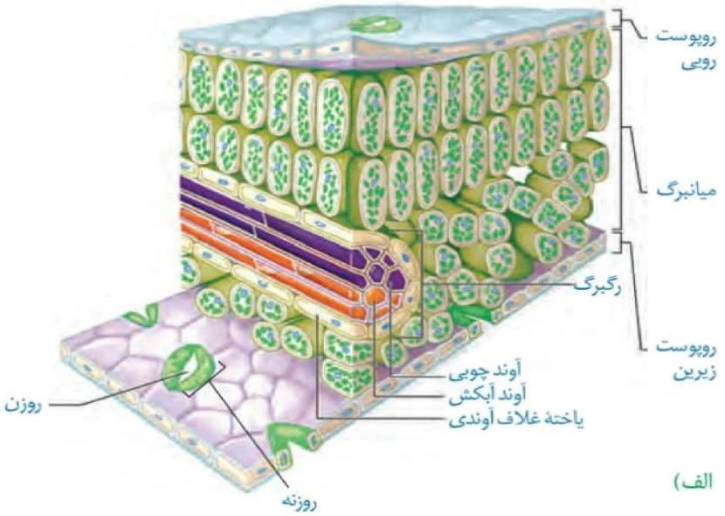
- ✓ فتوسنتز فرآیندی انرژی‌خواه (نورخورشید) و انرژی اندوز (گلوکز) است.
- ✓ گیاهان از ترکیب‌های حاصل از فتوسنتز برای انجام فرآیندهای حیاتی استفاده می‌کنند. Ex: ✓ تنفس سلولی دیواره سلولی ساختن ✓ ✓ تولید نشاسته
- ✓ مناسب‌ترین ساختار باری فتوسنتز در اکثر گیاهان ⇐ برگ ← تعداد زیادی سبزدیسه (کلروفیل) که در آنها فتوسنتز رخ می‌دهد وجود دارد.
- ✓ برگ در دولپه‌ای ها و تک لپه‌ای ها فرق دارد.

برگ

- فاقد کامبیوم و رشد قطری می باشد ← واجد سه سامانه پوششی، زمینه ای و آوندی می باشد.
- مناسب ترین (تخصص یافته) ساختار برای فتوسنتز در اکثر گیاهان است.
- تعداد فراوانی سبزدیسه دارد که فتوسنتز در آن ها انجام می شود.

ساختار برگ گیاه دو لپه

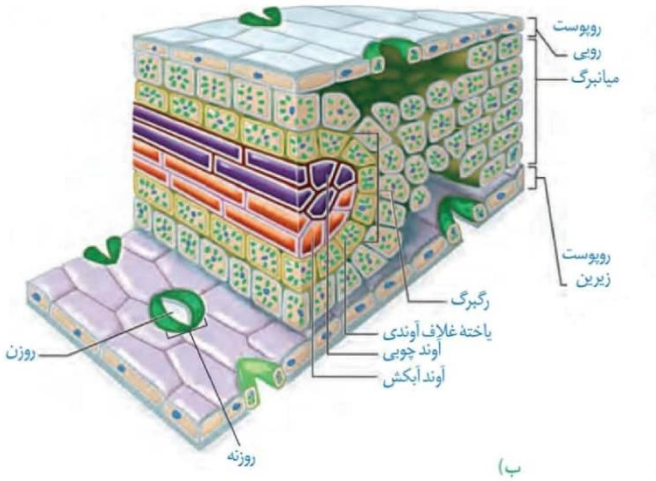
- پهنک
  - روپوست
    - رویی ← یاخته نگهبان و روزنه هوایی کم، کرک، پوستک و یاخته ترشحی دارد.
    - زیرین ← یاخته نگهبان و روزنه هوایی زیاد، کرک، پوستک و یاخته ترشحی دارد.
  - میانبرگ
    - از نوع اسفنجی ← چند لایه فتوسنتزکننده با فضای بین یاخته ای زیاد در مجاور روپوست زیرین می باشند.
    - انواع نرده ای ← چند لایه فتوسنتزکننده با فضای بین یاخته ای کم و فشرده در مجاور روپوست رویی می باشند.
    - از بافت نرم آکنه ای سبز دیسه دار می باشند.
  - رگبرگ
    - یک لایه غلاف آوندی بدون کلروپلاست دارد.
    - دسته های آوندی
      - آوند چوبی به سمت بالا دارد.
      - آوند آبکش به سمت پایین دارد.
- دمبرگ — توسط هورمون اتیلن از شاخه در محل گره جدا می شود.


روپوست
رویی
میانبرگ
رگبرگ
روپوست
زیرین
آوند چوبی
آوند آبکش
یاختهٔ غلاف آوندی
روزن
روزنه
الف)

نکات شکل

ساختار برگ گیاه تک لپه

- فاقد پهنک و دمبرگ می باشند.
- سه سامانه بافتی دارد
  - پوششی
    - روپوست رویی
      - تعدادی کرک و یاخته ترشحی به همراه پوستک دارد.
      - تعداد کمی یاخته نگهبان فتوسنتزکننده و روزنه هوایی دارد.
      - به میانبرگ اسفنجی متصل است.
    - روپوست زیرین
      - تعداد یاخته نگهبان و روزنه هوایی بیشتری دارد.
      - تعدادی کرک، یاخته ترشحی و پوستک دارد.
      - به میانبرگ اسفنجی متصل است.
  - زمینه ای: فقط یاخته های اسفنجی با فضای بین یاخته ای فراوان دارند.
  - آوندی ــ رگبرگ دارند
    - غلاف آوندی سبزدیسه دار فتوسنتزکننده دارند.
    - آوند چوبی به سمت بالا دارند.
    - آوند آبکش به سمت پایین دارند.

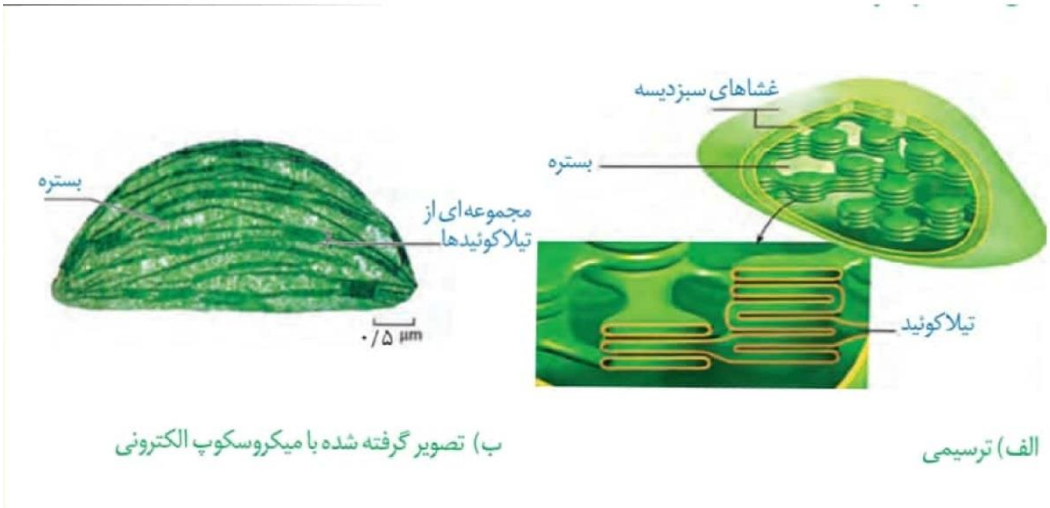


ب)

نکات شکل

سبزدیسه

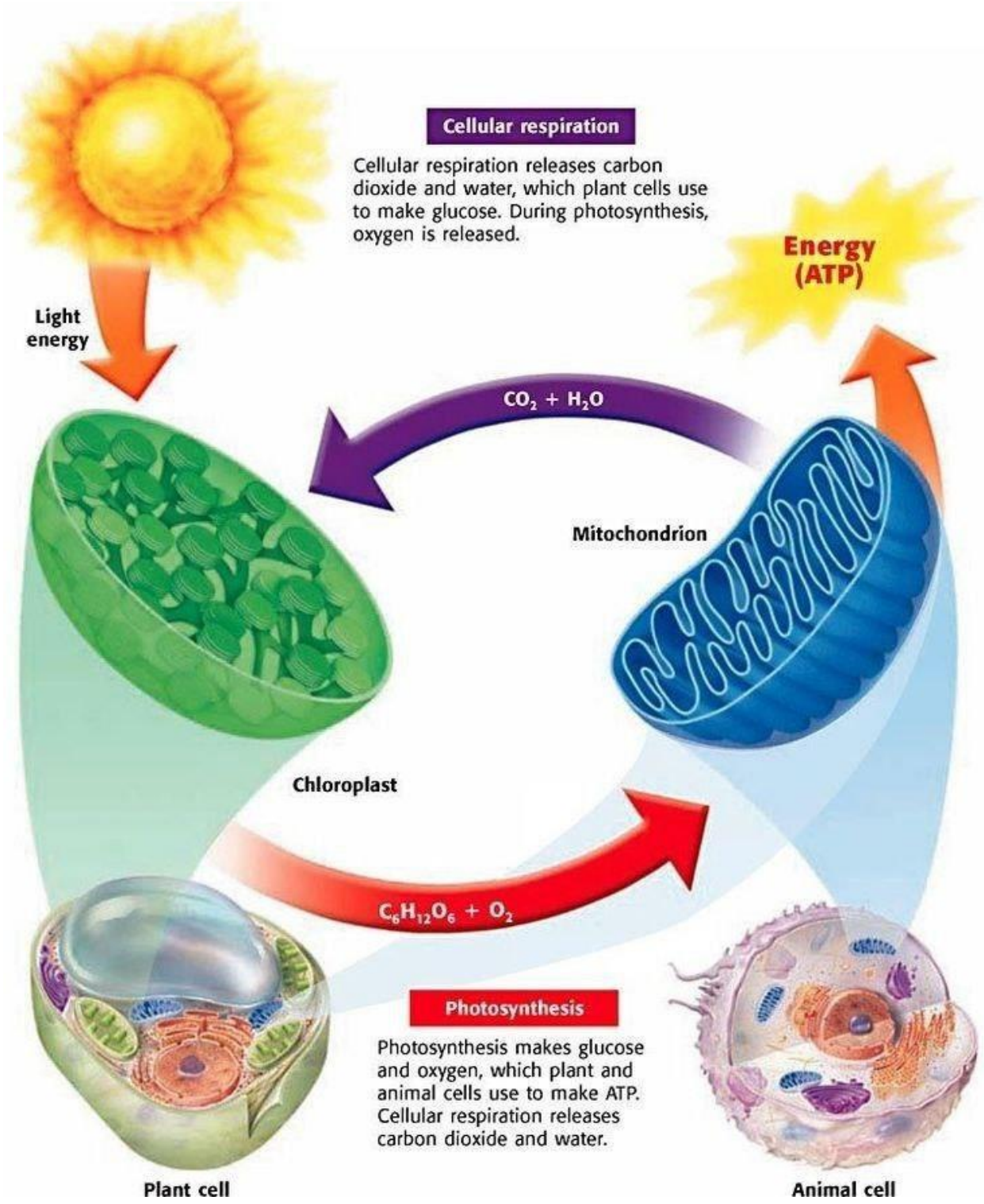
- همانند راکیزه، هسته و سایر پلاست ها اندامکی دوغشایی می باشد.
- در پروکاریوت ها وجود ندارد ← ویژه گیاهان و برخی آغازیان می باشد.
- **ساختار**
  - غشای بیرونی ← صاف بوده و در فتوسنتز نقشی ندارد.
  - غشای درونی ← صاف بوده و در فتوسنتز نقشی ندارد.
  - بستره ← محل دنای حلقوی، رنا، رناتن، واکنش های مستقل از نو فتوسنتز و تنفس نوری می باشد.
  - **تیلاکوئید**
    - محل واکنش های وابسته به نور می باشد.
    - ساختارهای غشایی و کیسه مانند و به هم متصل می باشند.
  - دنا، رنا، رناتن دارد ← مانند راکیزه بعضی پروتئین های مورد نیاز خود را می سازد.
- **۳ فضا دارد**
  - فضای بین غشای بیرونی و درونی ← در فتوسنتز نقشی ندارد.
  - بستره ← بین تیلاکوئید و غشای درونی است ← محل واکنش های
    - مستقل از نور است.
    - شروع تنفس نوری است.
  - فضای درون تیلاکوئید ← محل تجمع پروتون ها و تجزیه نوری آب می باشد ← فاقد دنا، رنا و رناتن می باشد.
- **تقسیم**
  - هم مستقل از تقسیم یاخته به صورت تقسیم دو نیم شدن است.
  - هم همراه با یاخته به صورت تقسیم دو نیم شدن است.



الف) ترسیمی

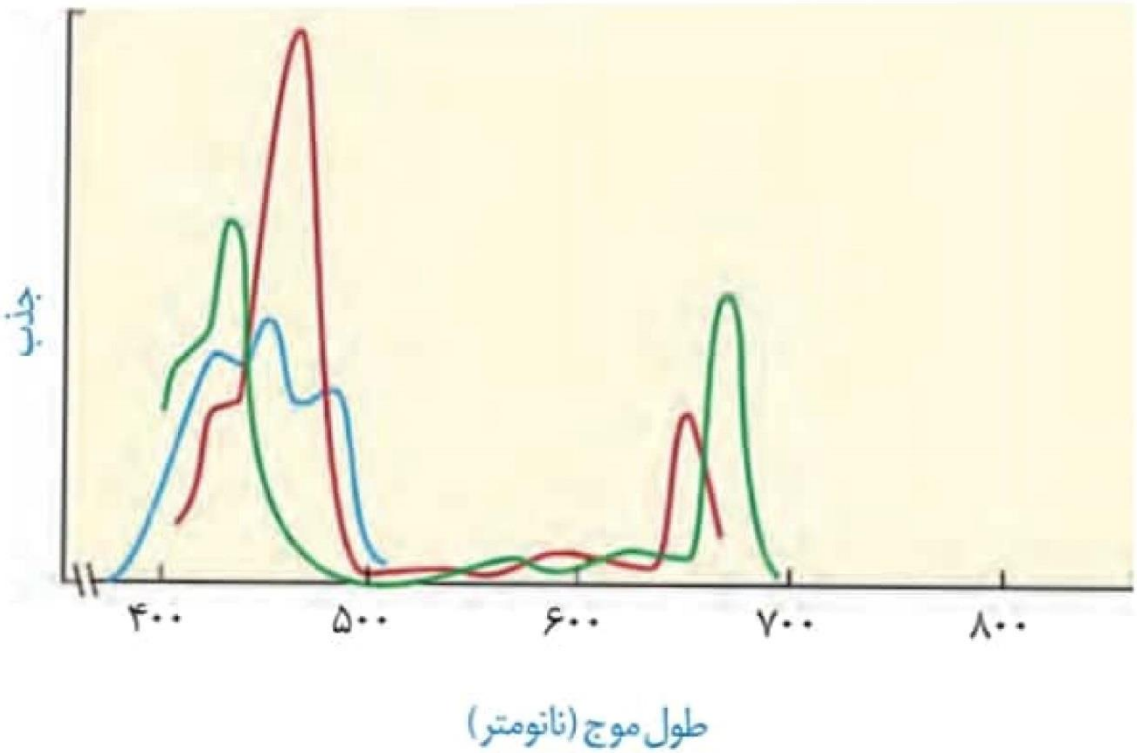
ب) تصویر گرفته شده با میکروسکوپ الکترونی

Scanned with CamScanner

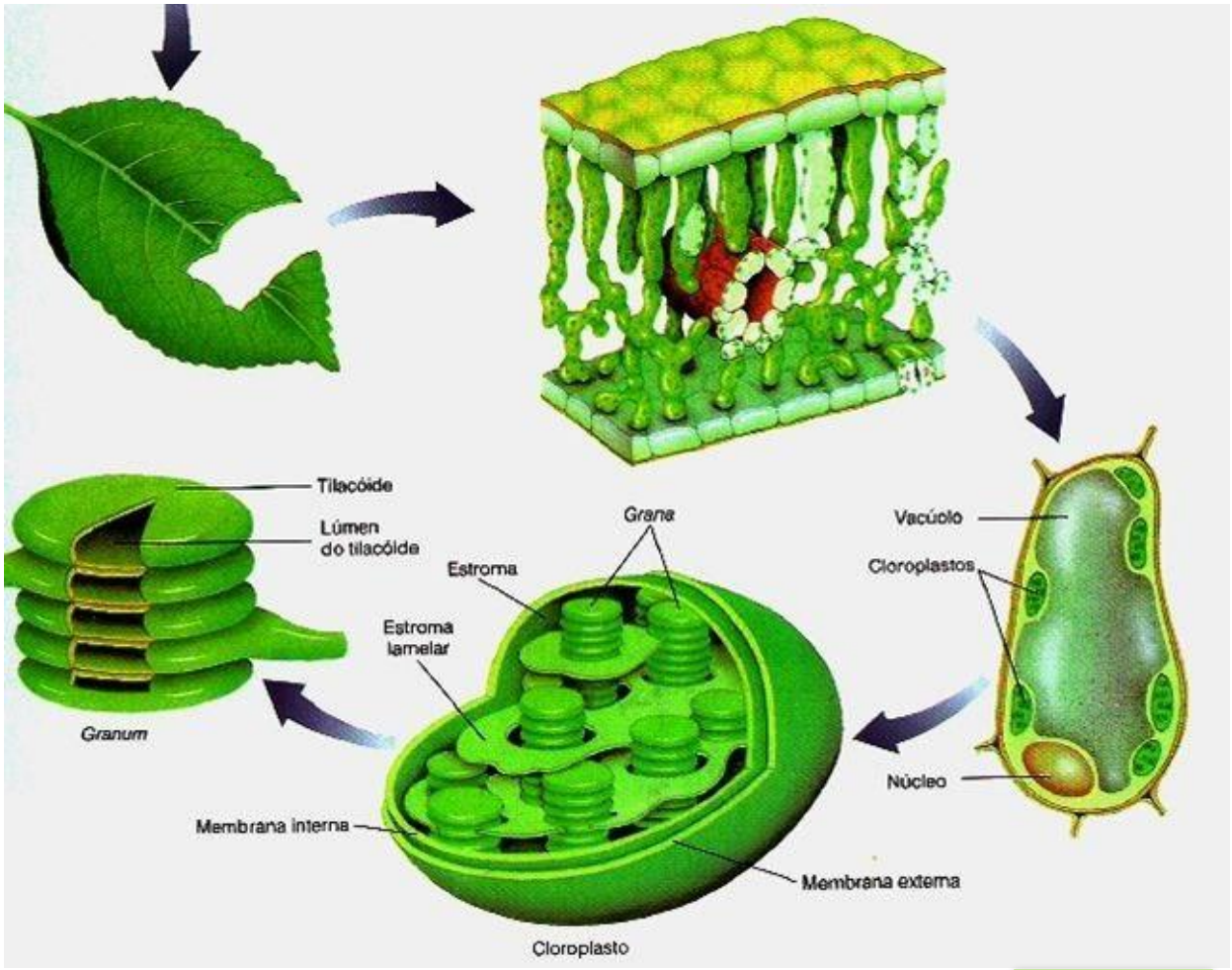

Cellular respiration
Cellular respiration releases carbon dioxide and water, which plant cells use to make glucose. During photosynthesis, oxygen is released.
Energy (ATP)
Light energy
$CO_2 + H_2O$
Mitochondrion
Chloroplast
$C_6H_{12}O_6 + O_2$
Photosynthesis
Photosynthesis makes glucose and oxygen, which plant and animal cells use to make ATP. Cellular respiration releases carbon dioxide and water.
Plant cell
Animal cell

رنگیزه های فتوسنتزی

- در غشای تیلاکوئیدها درون سامانه های تبدیل انرژی به نام فتوسیستم قرار دارند.
- سبزینه
  - سبزینه a و b
    - بیشترین جذب: در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر ← آبی، بنفش و در محدوده ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر ← قرمز، نارنجی
    - حداکثر جذب: در ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است که مقدار جذب سبزینه b از a بیشتر است.
    - در طول موج ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر، کمترین جذب را در نور سبز و زرد دارند.
  - بیشترین رنگیزه در سبزدیسه هاست ← در اطراف کاروتنوئیدها قرار دارد.
  - نوع a آن در غشای سیانوباکتری ها نیز وجود دارد.
- کاروتنوئید
  - رنگیزه هایی در سبزدیسه ها و رنگ دیسه ها می باشند.
  - در سبزدیسه ها در لابه لای سبز ینه ها قرار گرفته اند.
  - خاصیت آنتی اکسیدانی خود را در راکیزه انجام می دهند ← مانع اثر رادیکال های آزاد بر مولکول های زیستی می شوند.
  - در میوه ها، گلبرگ ها و برگ های پاییزی زیاد هستند.
  - به رنگ های زرد، نارنجی و قرمز دیده می شود ← در ریشه هویج و میوه گوجه فرنگی زیاد است.
  - بیشترین جذب آن ها در بخش آبی و سبز نور مرئی است.
  - در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر به حداکثر جذب خود می رسند.
  - از طول موج ۵۲۰ نانومتر به بالا، قدرت جذب نور ندارند.
- با وجود رنگیزه های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج های متفاوت نور افزایش می دهد.
- کمترین فتوسنتز گیاهان را در طول موج ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر انجام می دهند.



نکات شکل


Tilacóide
Lúmen do tilacóide
Granum
Grana
Estroma
Estroma lamelar
Membrana interna
Membrana externa
Cloroplasto
Vacúolo
Cloroplastos
Núcleo

نکات شکل

رنگریزه	دامنه جذب	حداکثر جذب
کلروفیل a	۴۰۰nm – ۷۰۰nm	۴۰۰ – ۵۰۰/۶۰۰ – ۷۰۰
کلروفیل b	قبل از ۴۰۰nm – ۷۰۰	۴۰۰ – ۵۰۰/۶۰۰ – ۷۰۰
کارتنوئیدها	۵۰۰ – قبل از ۴۰۰	۴۰۰ – ۵۰۰

نکته

. توجه داشته باشید که کاروتنوئیدها حداکثر جذب نوری خود را در طول موج بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر دارند و برخلاف کلروفیل ها فاقد جذب بالا در طول موج بین ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومترند. ضمناً کلروفیل‌های a و b بیشترین میزان جذب را در طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر و پس از آن در طول موج ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر دارند و نهایتاً باید توجه داشت که حداکثر جذب یک رنگیزه مربوط به کلروفیل b و در محدوده بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است.

نکته

هرچند کاروتنوئیدها قابلیت جذب انرژی نور خورشید را دارند اما نمی‌توان گفت که همه مواد رنگی موجود در گیاهان دارای این قابلیت می‌باشند. مثلاً آنتوسیانین موجود درکریچه‌های گیاهان هرچند جزء ترکیبات رنگی موجود در گیاه به حساب می‌آید اما توانایی جذب انرژی نور خورشید را ندارد.

Chloroplast
Inside the chloroplasts the magical process of the photosynthesis occurs. It is here that water and carbon dioxcide are assembled into sugar with the help of light.

فتوسیستم

- سامانه های تبدیل انرژی هستند که در هر جاندار فتوسنتزکننده وجود دارند.
- حاوی رنگیزه های فتوسنتزی متنوع به همراه انواع پروتئین ها هستند.

ساختار

آنتن های گیرنده نور

- رنگیزه های متفاوت (سبزینه ها و کارتنوئیدها) دارند.
- حداکثر جذب نور دررنگیزه های این بخش طی طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومترصورت می گیرد.
- انواعی پروتئین دارند.
- وظیفه انتقال انرژی به همدیگر و به مرکز واکنش دارند.

یک مرکز واکنش شامل

- مولکول های سبزینه a است که در بستری پروتئینی قرار دارند.
- حاوی الکترون هایی است که با آزاد کردن آن ها، واکنش های نوری فتوسنتز آغاز می شود.
- سبزینه a درون مرکز واکنش فتوسیستمی را با علامت P نشان می دهند.

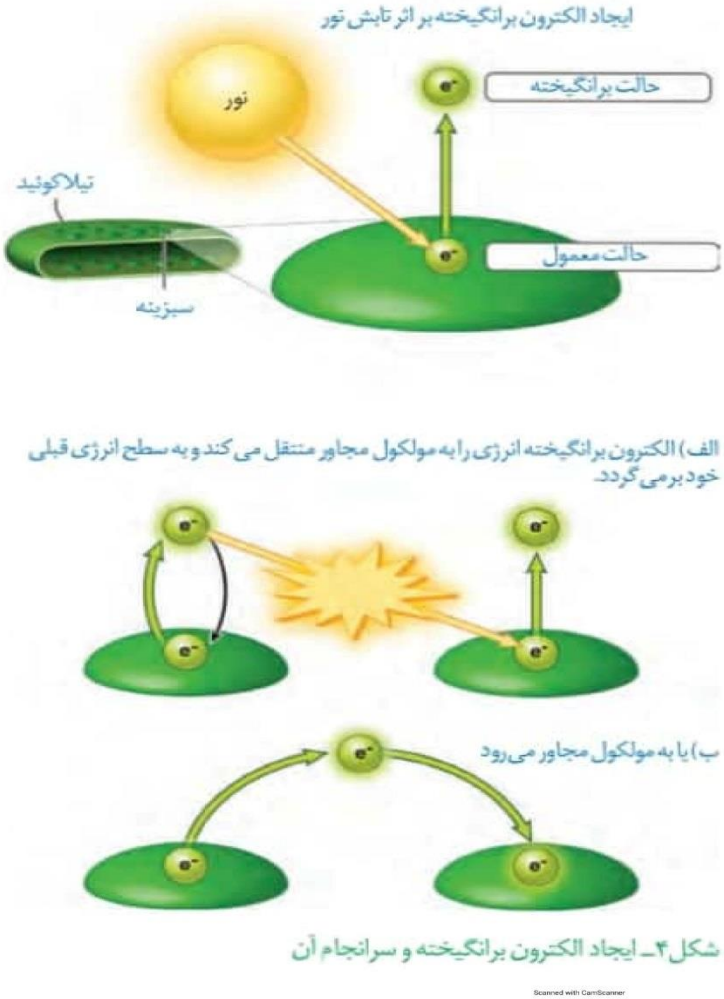
انواع

فتوسیستم ۱

- حداکثر جذب سبزینه a در مرکز واکنش آن، در طول موج ۷۰۰ نانومتر است.
- به سبزینه a در آن P۷۰۰ می گویند.
- کمبود الکترونی خود را از مرکز واکنش فتوسیستم ۲ جبران می کند.

فتوسیستم ۲

- حداکثر جذب سبزینه a در مرکز واکنش آن، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است.
- به سبزینه a در آن P۶۸۰ می گویند.
- کمبود الکترونی خود را با تجزیه آب درون تیلاکوئید جبران می کند.

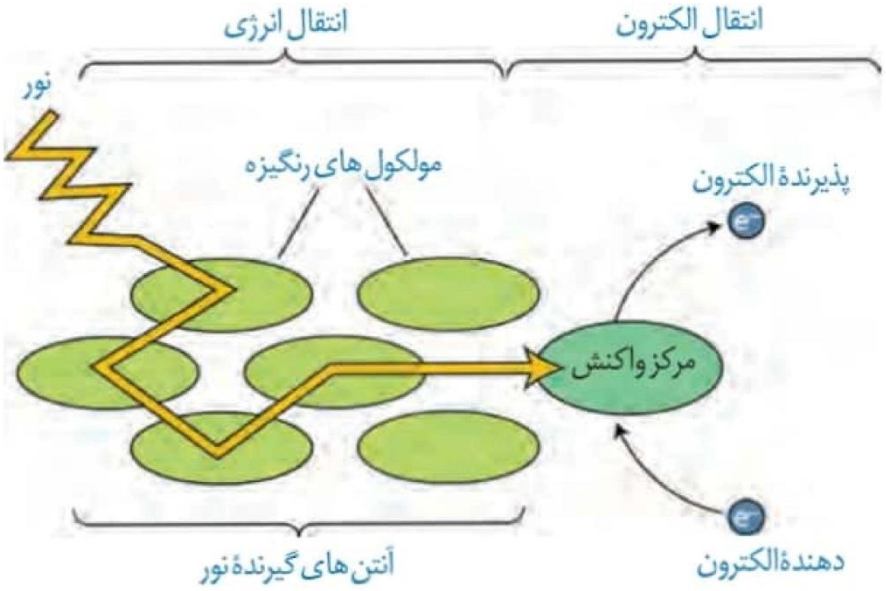


شکل ۴ـ ایجاد الکترون برانگیخته و سرانجام آن

Scanned with CamScanner

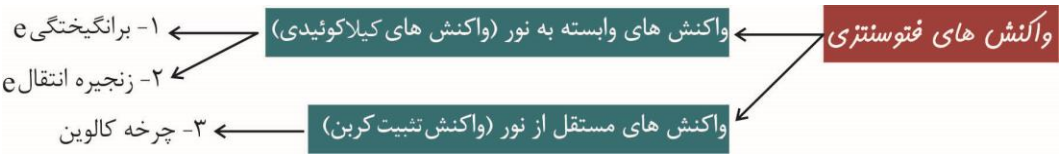
اسپیروژیر

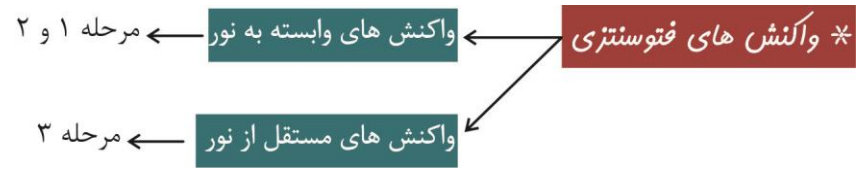
- نوعی جلبک سبز پریاخته ای می باشد.
- واکنش های فتوسنتزی و سبزدیسه همانند گیاهان دارند.
- سبزدیسه های نواری و دراز دارند.
- قادر به انجام فتوسنتز و تولید O_2 می باشند.
- بیشترین فتوسنتز را در طول موج های ۴۰۰ تا ۵۰۰ و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر انجام می دهند.

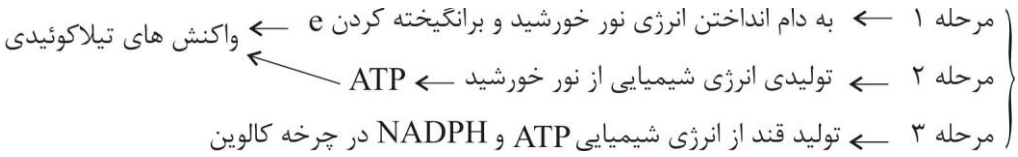


شکل ۵ـ انتقال انرژی به مرکز واکنش و خروج الکترون از آن

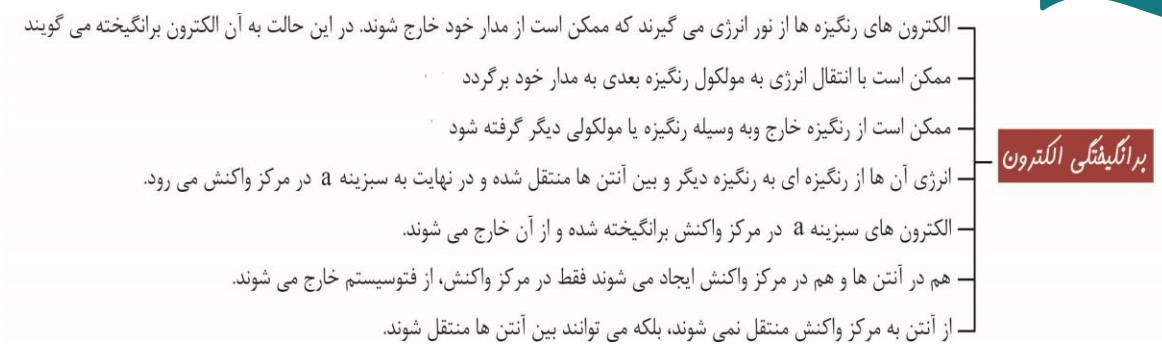
فصل ۶
گفتار ۲: واکنش های فتوسنتزی





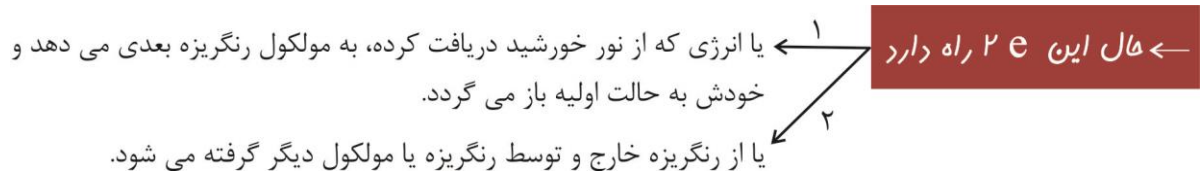


مرحله ۱



✓ وقتی نور خورشید به بخش‌های سبزرنگ و هوایی گیاه برخورد میکند، نور متمرکزی روی بخش سبزرنگ شده، سلول‌های گیاهی توسط اندامک کلروپلاست نوررا دریافت کرده و در نهایت نور متمرکز روی کیسه های غشایی کوچک تیلاکوئید درکلروپلاست می‌شود. ← در غشای تیلاکوئید رنگریزه‌های متفاوتی دارد ← تمام رنگریزه‌ها، هر کدام طول موج خاصی از نور را دریافت می‌کنند ← وقتی نور به رنگریزه برخورد می‌کند به راه‌های موجود در رنگریزه انرژی

می‌دهد و سطح انرژی e را افزایش می‌دهد و ممکن است این e از حالت معمولی به حالت برانگیخته تبدیل شده و از مدار خود خارج شوند.

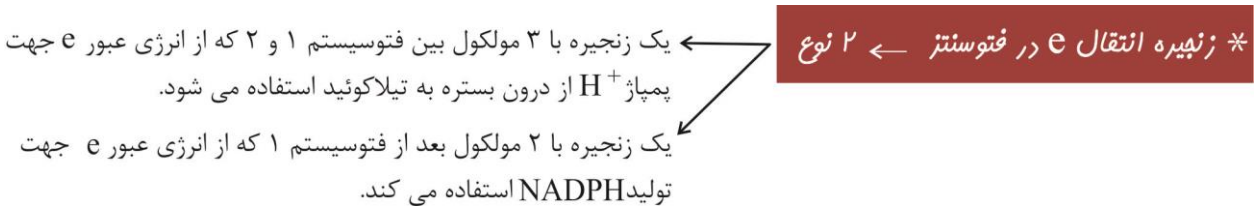


← در این مرحله از فتوسنتز، انرژی eهای برانگیخته از رنگریزه‌ای به رنگریزه دیگر منتقل شده تا به مرکز واکنش رسیده و e موجود در کلروفیل a رو برانگیخته کند و آن ر ا وارد زنجیره انتقال e کند.

مرحله ۲

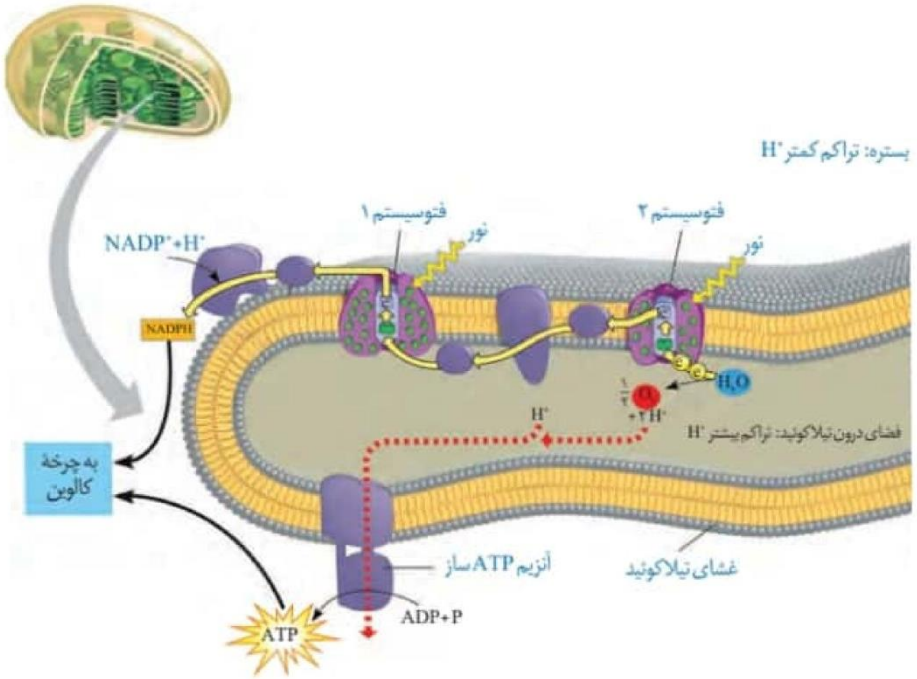
زنجیره انتقال e و مجموعه بروتئینی ATP ساز

* زنجیره انتقال الکترون ← مجموعه‌ای از مولکول‌ها که در فتوسنتز، در غشا تیلاکوئید وجود داشته و پذیرنده و انتقال دهنده e بوده و از انرژی عبور e استفاده می‌کند.



واکنش ۳ـ تجزیه آب

$$H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2} O_2 + 2e^-$$



نکات شکل

زنجیره ۱

- بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ است.
- الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۲ را گرفته و به مرکز واکنش فتوسیستم ۱ منتقل می کند.
- کمبود الکترون خود را از تجزیه آب جبران می کند.

اجزا — از جنس پروتئین هستند

- **پروتئین آب گریز**
  - بین فتوسیستم ۲ و پمپ پروتونی است.
  - الکترون ها را از P۶۸۰ گرفته و به پمپ پروتونی می دهد.
- **پمپ پروتونی (بزرگ)**
  - مسئول انتقال الکترون و پروتون است.
  - با صرف انرژی از الکترون عبوری، پروتون ها را با انتقال فعال از بستره به درون تیلاکوئید می آورد.
  - در عرض غشای تیلاکوئید قرار دارد.
- **پروتئین آبدوست (کوچک)**
  - بین پمپ پروتونی و فتوسیستم ۱ قرار دارد.
  - به سطح داخلی غشای تیلاکوئید متصل است.
  - به طور مستقیم به P۷۰۰ الکترون می رساند.

انرژی این زنجیره، صرف تولید ATP نوری در کانال ATP ساز می شود.

ترتیب واکنش های آن

- جذب نور توسط فتوسیستم ۲ و آزاد شدن الکترون از P۶۸۰
- تجزیه نوری آب توسط فتوسیستم ۲ در درون تیلاکوئید و تولید O_2
- انتقال الکترون های حاصل از تجزیه آب به P۶۸۰ فتوسیستم ۲
- انتقال الکترون خارج شده از P۶۸۰ به پروتئین آب گریز
- عبور الکترون از پمپ پروتونی و انتقال فعال H^+ از بستره به درون تیلاکوئید.
- ایجاد تراکم زیاد پروتون درون تیلاکوئید به دلیل تجزیه آب و عملکرد پمپ پروتونی
- انتقال الکترون به پروتئین آبدوست بعد از پمپ
- رسیدن الکترون به P۷۰۰ در مرکز واکنش فتوسیستم ۱

تجزیه نوری آب

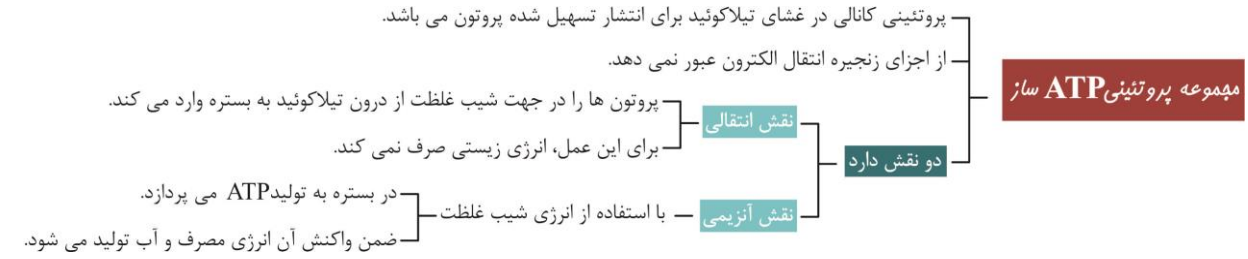
- $H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$ (محصول: الکترون، پروتون، اکسیژن)
- توسط عوامل فتوسیستم ۲ صورت می گیرد.
- الکترون های آن وارد فتوسیستم ۲ می شود.
- به علت فرایندهایی است که به اثر نور مربوط است، بنابراین به آن تجزیه نوری آب می گویند.
- در سطح داخلی تیلاکوئید رخ می دهد.
- سبب تجمع پروتون ها در فضای درون تیلاکوئید می شود.

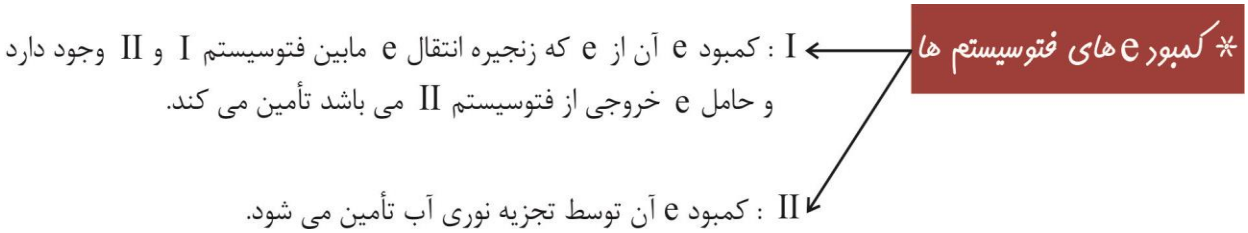
ساخته شدن نوری ATP

- علاوه بر پروتون حاصل از تجزیه آب، پمپ غشایی هم H^+ را از بستره به تیلاکوئید وارد می کند.
- به تدریج بر تراکم پروتون ها در فضای تیلاکوئیدها نسبت به بستره افزوده می شود.
- براساس شیب غلظت پروتون ها، فقط از کانال مجموع آنزیمی ATP ساز عبور می کنند.
- همراه با عبور پروتون ها از کانال آنزیمی ATP ساخته می شود که به آن ساخته شدن نوری ATP می گویند.

زنجیره ۲

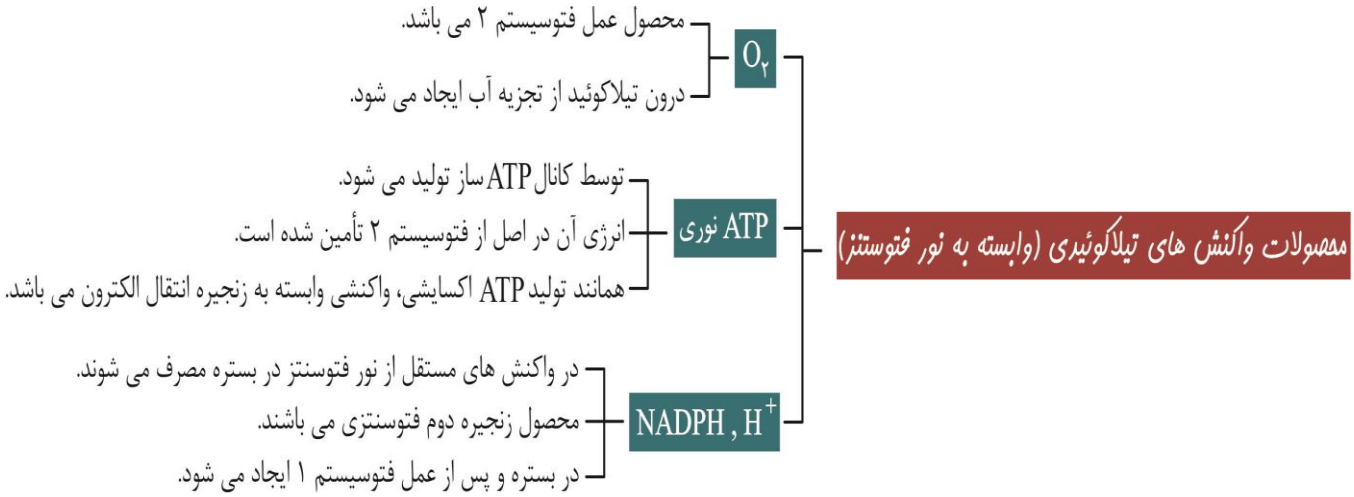
- بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ (به عنوان گیرنده الکترونی نهایی واکنش نوری) است.
- **اجزا — دو نوع پروتئین دارند**
  - هر دو آبدوست می باشند.
  - هر دو به سطح خارجی غشای تیلاکوئید متصلند.
  - اندازه متفاوت دارند.
  - نوع بزرگ تر به $NADP^+$ الکترون رسانی می کند.
  - نوع کوچک تر از P۷۰۰ الکترون می گیرد.
  - به انتقال پروتون نمی پردازند.
- **ترتیب واکنش های آن**
  - با گرفتن نور توسط فتوسیستم ۱، الکترون های برانگیخته از P۷۰۰ خارج می شوند.
  - الکترون ها ابتدا به ناقل الکترونی کوچک تر و سپس بزرگ تر آبدوست می رسند.
  - الکترون ها در نهایت به گیرنده $NADP^+$ رسیده و آن را طی کاهش به ناقل NADPH تبدیل می کنند.
- $NADP^+$ با گرفتن دو الکترون، بار منفی ($NADP^-$) پیدا می کند و با ایجاد پیوند با یک پروتون به مولکول NADPH تبدیل می شود.
- فرمول: $NADP^+ + 2e + 2H^+ \rightarrow NADPH + H^+$
- $NADP^+$ یا NADPH از اجزای زنجیره انتقال الکترون نمی باشد.
- انرژی این زنجیره صرف تولید NADPH می شود.





* تجزیه نوری آب: فرآیندهایی تحت اثر نور خورشید باعث تجزیه آب درون تیلاکوئید در نزدیکی فتوسیستم ۲ می شود. (در سطح داخلی غشا تیلاکوئید) و e حاصل از آن کمبود e آن را جبران می‌کند.

$$H_2O \rightarrow 2H^+ + 2e + \frac{1}{2}O_2$$



زنجیره انتقال الکترون	مولکول هایی که می خواهد	مولکول هایی که تولید می کند.
میتوکندری	$NADH$ $FADH_2$ O_2	NAD^+ FAD H_2O
کلروپلاست	$NADP^+$ H_2O	$NADPH$ O_2

نکته

توجه داشته باشید در زنجیره انتقال الکترونی که بین دو فتوسیستم قرار دارد، هر چند خود الکترون‌ها به P۷۰۰ می‌رسند اما انرژی آنها نهایتاً صرف تولید ATP می‌گردد و در زنجیره انتقال الکترون دوم غشای تیلاکوئید، هم خودِ الکترون‌ها به $NADP^+$ می‌رسند و هم انرژی آنها در جهت تولید NADPH به کار می‌رود و نهایتاً در زنجیره انتقال الکترون میتوکندری، الکترون‌ها در نهایت به اکسیژن رسیده و یون اکسید تولید می‌کنند اما انرژی الکترون‌ها نهایتاً به مصرف تولید ATP می‌رسد.

نکته

در زنجیره‌های انتقال الکترون میتوکندری و کلروپلاست نکات زیر در مورد عبور الکترون‌ها از پمپ غشایی وجود دارد:

۱- الکترون‌های خارج شده از P۷۰۰ از صفر پمپ غشایی می‌گذرند.

۲- الکترون‌های خارج شده از P۶۸۰ از یک پمپ غشایی می‌گذرند.

۳- الکترون‌های خارج شده از $FADH_2$ از دو پمپ غشایی می‌گذرند.

الکترون‌های خارج شده از NADH از سه پمپ غشایی می‌گذرند

* Pro پمپی در زنجیره انتقال بین فتوسیستم I و II، H^+ رو از بستره به درون تیلاکوئید پمپاژ می کند.

* تجزیه H_2O درون تیلاکوئید باعث تولید H^+ درون تیلاکوئید می شود.

تراکم H^+ درون تیلاکوئید > تراکم H^+ درون بستره

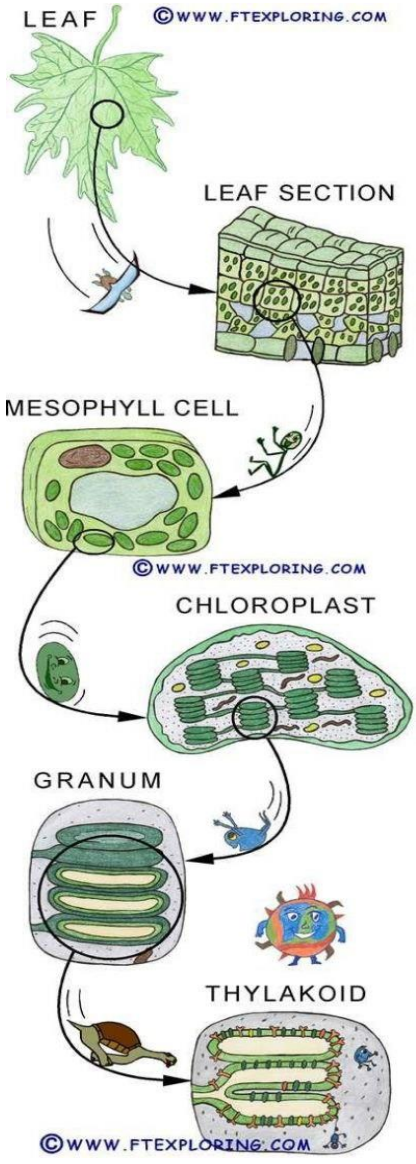
⇩

ایجاد شیب غلظت H^+ به سمت بستره

⇩

عبور H^+ از آنزیم ATP ساز و تولید ATP درون بستره

ساخته شدن نوری ATP



واکنش های مستقل از نور (واکنش های تثبیت کربن)

- در این مرحله، ATP و NADPH ساخته شده در مرحله نوری مصرف می شوند.
- این مرحله همانند واکنش های تیلاکوئید، فقط در حضور نور انجام می شود.
- در این مرحله، به تدریج مولکول های CO_2 با صرف انرژی ATP و الکترون های NADPH به قند تبدیل می شوند.
- عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند، نسبت به کربن در CO_2 ، کاهش یافته است.
- در این مرحله، کربن مولکول CO_2 در یک اسید سه کربنی تثبیت می شود.
- چرخه کالوین ← ساخته شدن قند در چرخه ای از واکنش ها به نام چرخه کالوین صورت می گیرد.
- این واکنش ها در بستره سبزدیسه انجام می شوند.
- این مرحله همانند چرخه کربس، به صورت چرخه ای انجام می شود ولی واکنش با قندی پنج کربنی دو فسفاته به نام ریبولوزبیس فسفات آغاز می شود.

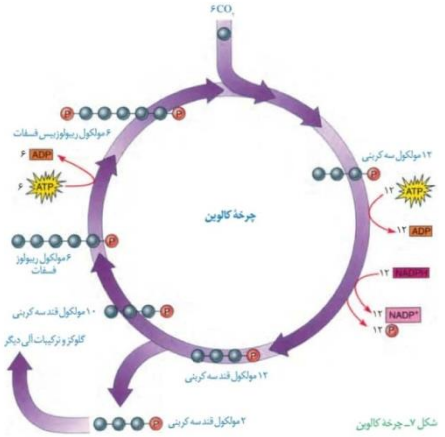
ترتیب مراحل چرخه کالوین

۱- آنزیم روبیسکو سبب ترکیب CO_2 با قند ریبولوزبیس فسفات شده و ماده شش کربنی ناپایدار ایجاد می شود.
۲- هر ماده شش کربنی ناپایدار، بلافاصله تجزیه شده و به دو مولکول اسید سه کربنی یک فسفاته پایدار تبدیل می شود.
۳- هر اسید سه کربنی با مصرف انرژی از ATP و الکترون از NADPH ، به قند سه کربنی فسفات دار تبدیل می شود.
۴- تعدادی از قند سه کربنی از چرخه خارج شده تا به ساخت قند گلوکز و سایر ترکیبات آلی مورد نیاز بپردازند.
۵- تعداد بیشتری از قندهای سه کربنی در همان چرخه ابتدا به قندهای پنج کربنی یک فسفاته تبدیل می شوند.
۶- در آخر قندهای پنج کربنی یک فسفاته با مصرف ATP به قند پنج کربنی دوفسفاته اولیه تبدیل می شوند.

آنزیم روبیسکو ← همان ریبولوزبیس فسفات کربوکسیلاز - اکسیژناز است

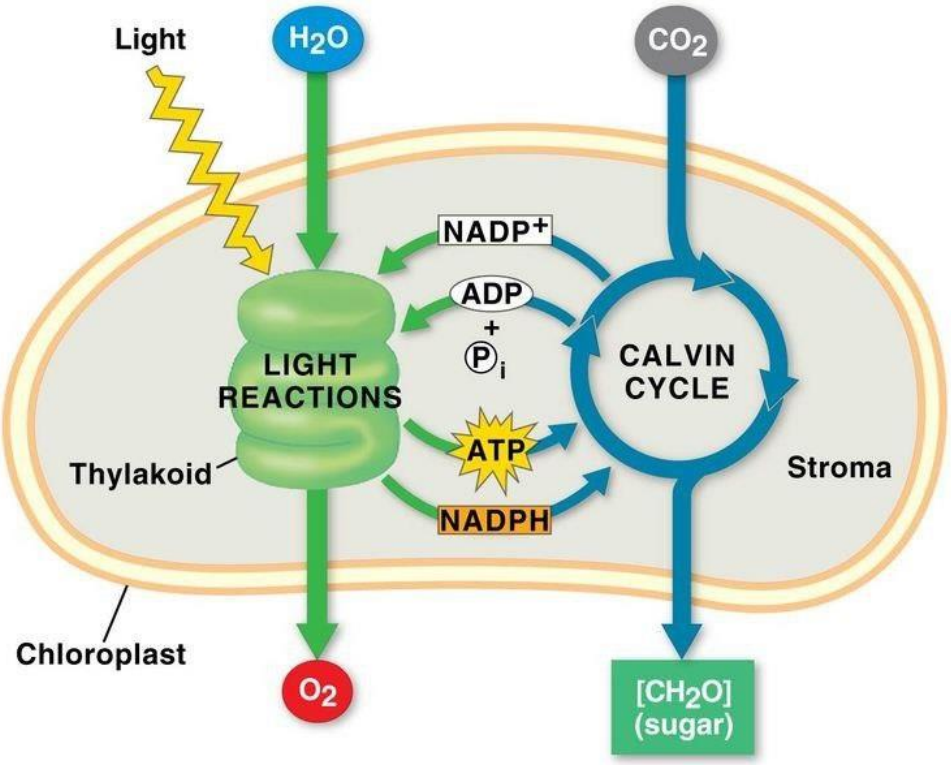
- در صورت بالا بودن CO_2 ← فعالیت کربوکسیلازی در شروع چرخه کالوین دارند.
- در صورت بالا بودن O_2 ← فعالیت اکسیژنازی در شروع تنفس نوری دارند.

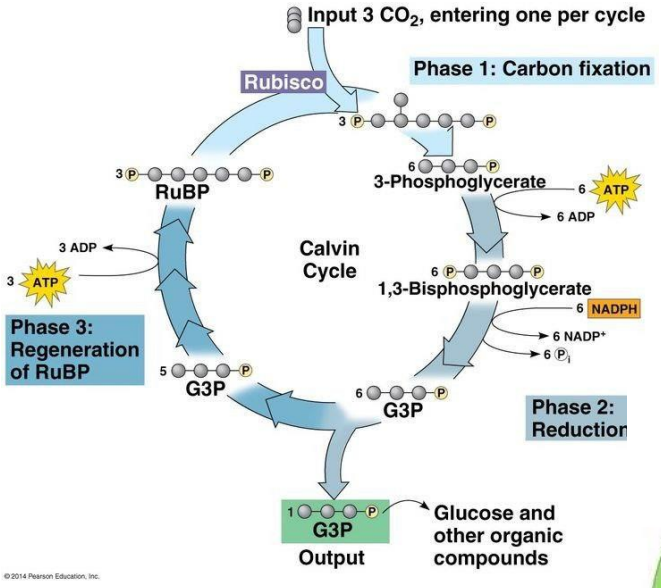
- این واکنش ها وابسته به ATP و NADPH مرحله نوری هستند.
- به فرایند استفاده از CO_2 برای تشکیل ترکیب های آلی تثبیت کربن می گویند.
- گیاهان C_3 : گیاهانی که اولین ماده آلی پایدار ساخته شده، ترکیبی اسیدی سه کربنی است و فقط تثبیت کربن آن ها با چرخه کالوین انجام می شود.
- اکثر گیاهان از نوع C_3 هستند که در شرایط گرم و خشک رشد مناسبی ندارند.

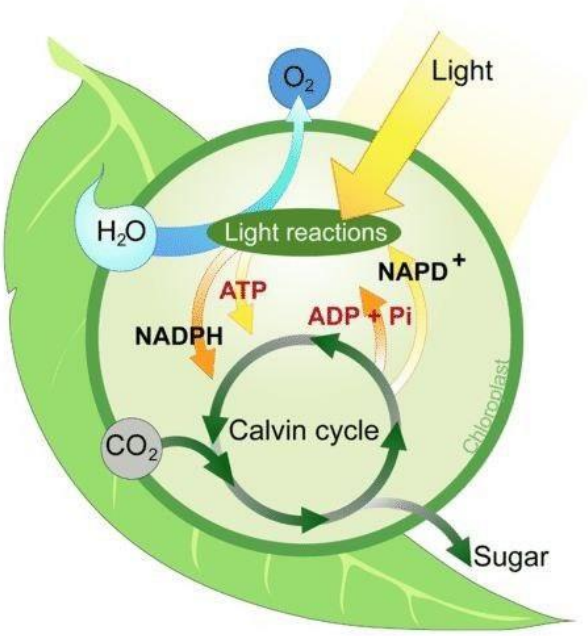


شکل ۷ـ چرخه کالوین

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی


Light
H_2O
CO_2
$NADP^+$
ADP
+
P_i
LIGHT REACTIONS
CALVIN CYCLE
ATP
NADPH
Thylakoid
Stroma
Chloroplast
O_2
$[CH_2O]$ (sugar)


Input 3 CO_2, entering one per cycle
Phase 1: Carbon fixation
Rubisco
3-Phosphoglycerate
6 ATP
6 ADP
RuBP
3 ADP
3 ATP
Calvin Cycle
1,3-Bisphosphoglycerate
6 NADPH
6 $NADP^+$
6 P_i
Phase 3: Regeneration of RuBP
5 G3P
6 G3P
Phase 2: Reduction
1 G3P
Output
Glucose and other organic compounds
© 2014 Pearson Education, Inc.


O_2
Light
H_2O
Light reactions
$NAPD^+$
ATP
NADPH
ADP + Pi
Calvin cycle
CO_2
Chloroplast
Sugar

نکته

در چرخه کالوین در هر مرحله‌ای که NADPH مصرف می‌شود:

۱- نوعی اسید سه کربنه احیاء می‌شود.

۲- ATP مصرف می‌شود.

۳- ADP، $NADP^+$ و قند سه کربنه تولید می‌شود.

۴- به تعداد فسفات‌های آزاد بستره افزوده می‌شود.

۵- اولین ترکیب پایدار چرخه کالوین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶- نوعی ترکیب سه کربنه یک فسفاته به ترکیب سه کربنه یک فسفاته دیگر تبدیل می‌شود.

الکترون‌های NADPH به اسید سه کربنه انتقال می‌یابد.

نکته

در چرخه کالوین هر جا NADPH مورد استفاده قرار می‌گیرد ATP نیز مصرف می شود اما نمی توان گفت هرجا ATP مورد استفاده قرارمی‌گیرد NADPH نیز مصرف می‌شود.

نکته

در چرخه کالوین هرجا ATP مورد استفاده قرار می‌گیرد نوعی قند فسفاته ایجاد می‌شود.

نکته

قندهای سه کربنه یک فسفاته حاصل از احیاء اسیدهای سه کربنه، برای تولید قندهای شش کربنه [مثل گلوکز] و پنج کربنه [ریبولوز فسفات] مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نکته

در چرخه کالوین هر جا یک قند پنج کربنه به قند پنج کربنه دیگر تبدیل می‌شود:

۱- ترکیب آغازگر چرخه بازسازی می‌شود.

۲- تعداد فسفات‌های مولکول ورودی تغییر می‌یابد.

۳- ATP مصرف شده و ADP تولید می‌شود.

۴- اکسیداسیون و احیاء رخ نمی‌دهد.

ریبولوزبیس فسفات تشکیل می‌شود.

نکته

در چرخه کالوین، ریبولوز فسفات و ریبولوز بیس فسفات، ترکیب شش کربنه دو فسفاته ناپایدار، اسید سه کربنه یک فسفاته و قند سه کربنه یک فسفاته تولید و مصرف می‌شوند اما CO_2، ATP و NADPH تنها مصرف و $NADP^+$، ADP و گلوکز تنها تولید می‌شوند.

نکته

توجه داشته باشید که هرچند چرخه کالوین مربوط به واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز و تثبیت CO_2 است، اما این واکنش‌ها در طول شب و در نبود نور صورت نمی‌پذیرند یعنی حتی در گیاهان CAM که در طول شب تثبیت CO_2 به شکل اسید چهارکربنه دارند، چرخه کالوین شب صورت نمی‌پذیرد چون وقوع این چرخه نیازمند استفاده از NADPH و ATPای است که در واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز تولید می‌شود. بنابراین مثلاً اگر به دلیلی مثل مهار پمپ غشایی تیلاکوئید، واکنش‌های نوری فتوسنتز دچار اشکال شود، چرخه کالوین نیز از کار خواهد افتاد.

نکته

در چرخه کالوین هر جا ATP مورد استفاده قرار می‌گیرد نوعی قند به وجود می‌آید اما نمی‌توان گفت در هر بخش از چرخه کالوین که قند تولید می‌شود، ATP مورد استفاده قرار می‌گیرد مثلاً تبدیل قندهای سه کربنه یک فسفاته به قندهای پنج کربنه یک فسفاته بدون مصرف ATP است. ضمناً در این چرخه هر جا NADPH مورد استفاده قرار می‌گیرد ATP نیز مصرف می‌شود اما نمی‌توان گفت در هر بخش از چرخه کالوین که ATP مصرف می‌شود، NADPH نیز مصرف می‌شود.

نکته

به ازای ورود هر مولکول CO_2 به چرخه کالوین، ۳ مولکول ATP و ۲ مولکول NADPH مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین برای تولید گلوکز که ترکیبی ۶ کربنه است در چرخه کالوین ۱۸ مولکول ATP و ۱۲ مولکول NADPH مصرف می‌شود و برای تولید مالتوز که قندی ۱۲ کربنه است، در چرخه کالوین ۳۶ مولکول ATP و ۲۴ مولکول NADPH مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نکته

در دو بخش چرخه کالوین مصرف نوکلئوتید دیده می‌شود که در مرحله تبدیل اسید سه کربنه به قند سه کربنه، دو نوع نولکئوید [ATP,NADPH] و در مرحله تولید ریبولوزبیس فسفات، یک نوع نوکلئوتید [ATP] مصرف می‌شود. توجه داشته باشید که همگی این نوکلئوتیدها دارای فسفات می‌باشند.

نکته

در چرخه کالوین بعد از تولید ۱۲ قند سه کربنه، ۲ تای آنها از چرخه کالوین خارج شده و ۱۰ تای آنها در چرخه باقی مانده و ترکیب پنج کربنه و یک فسفاته را به وجود می‌آورند.

نکته

در چرخه کالوین، مصرف NADPH و ATP درحین تبدیل ترکیباتی با تعداد کربن‌های یکسان رخ می‌دهد به طوریکه مصرف ATP در حین تبدیل ترکیبات سه کربنه به یکدیگر و همچنین در حین تبدیل ترکیبات پنج کربنه به یکدیگر صورت می‌پذیرد و مصرف NADPH در حین تبدیل ترکیبات سه کربنه به یکدیگر رخ می‌دهد.

نکته

در چرخه کالوین هنگام تبدیل قندهای سه کربنی باقی مانده در چرخه به مولکول‌های ریبولوزفسفات، به طور کلی میزان کربن‌های مولکول‌ها تغییری نکرده و کربنی به بستره وارد نمی‌شود، چون ۱۰ مولکول ۳ کربنی به ۶ مولکول ۵ کربنی (در مجموع ۳۰ کربن) تبدیل می‌شود اما میزان فسفات تغییر کرده و به میزان فسفات‌های آزاد بستره افزوده می‌شود.

نکته

مسیر حرکت الکترون‌ها این گونه است که الکترون‌های آب به P۶۸۰، سپس به P۷۰۰ منتقل می‌شوند، بعد به $NADP^+$ رسیده و آن را به NADPH تبدیل می‌کند و سپس به اسید کربنه می‌رسد. یعنی دهنده الکترون، آب و گیرنده نهایی‌اش اسید سه کربنه است.

نکته

دو مولکول سه کربنه یک فسفاته‌ای که از چرخه کالوین خارج می‌شوند تا گلوکز را به وجود آورند، بعد از خروج از چرخه دچار تغییراتی می‌شوند چون این دو مولکول دارای سه کربن و یک فسفات هستند در حالی که گلوکز شش کربنه و فاقد فسفات است

نکته

در چرخه کالوین برای تولید یک گلوکز ۱۸ تا ATP و ۱۲ تا NADPH یعنی ۴۲ نوکلئوتید مصرف می‌شود.

نکته

مصرف اولین ترکیب پایدار چرخه کالوین برخلاف تشکیل آن با اکسیداسیون دی‌نوکلئوتیدها همراه است.

نکته

روبیسکو آنزیمی با ۳ پیش‌ماده (ریبولوز بیس فسفات، O_2، CO_2) و ۳ فرآورده است (اسید ۶ کربنه، C_2 و C_3)

نکته

منشاء الکترون‌های احیاکننده اسیدهای ۳ کربنه چرخه کالوین، آب است.

نکته

در صورتی که قند تولید شده در چرخه کالوین بخواهد برای ایجاد انرژی همان یاخته مورد استفاده قرار گیرد باید از دو غشا (داخلی و خارجی کلروپلاست) و چهار لایه فسفولیپیدی عبور کند تا وارد ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم شده و قند کافت را انجام دهد.

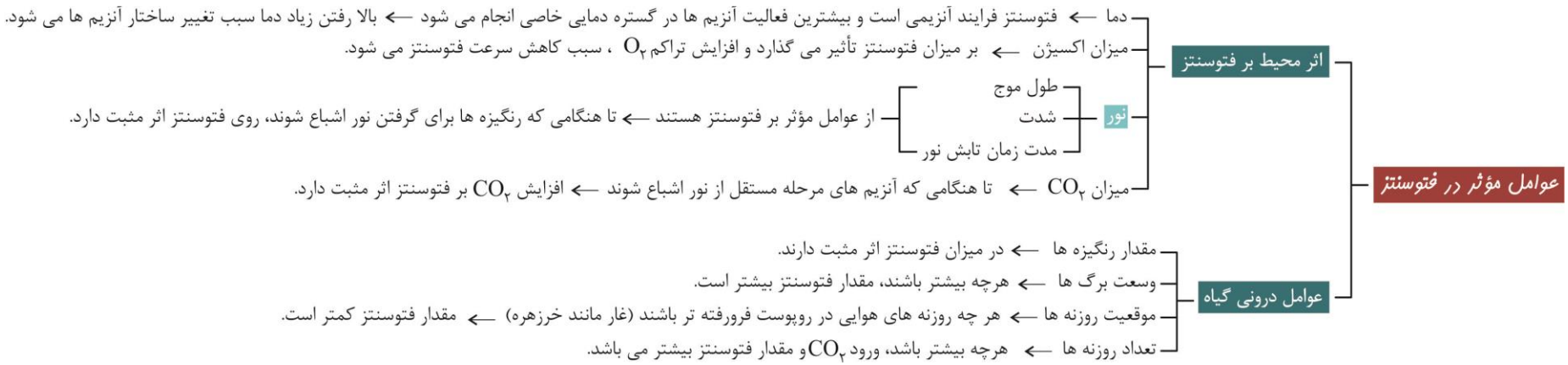
نکته

آب مورد نیاز برای مرحله اول فتوسنتز از سلول‌های آوند چوبی (سلول‌های مرده) دریافت می‌شود و قند تولید شده در واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز با صرف انرژی حاصل از سلول‌های همراه به آوندی آبکشی (سلول‌های زنده) طی فرآیند بارگیری آبکشی انتقال می‌یابد.

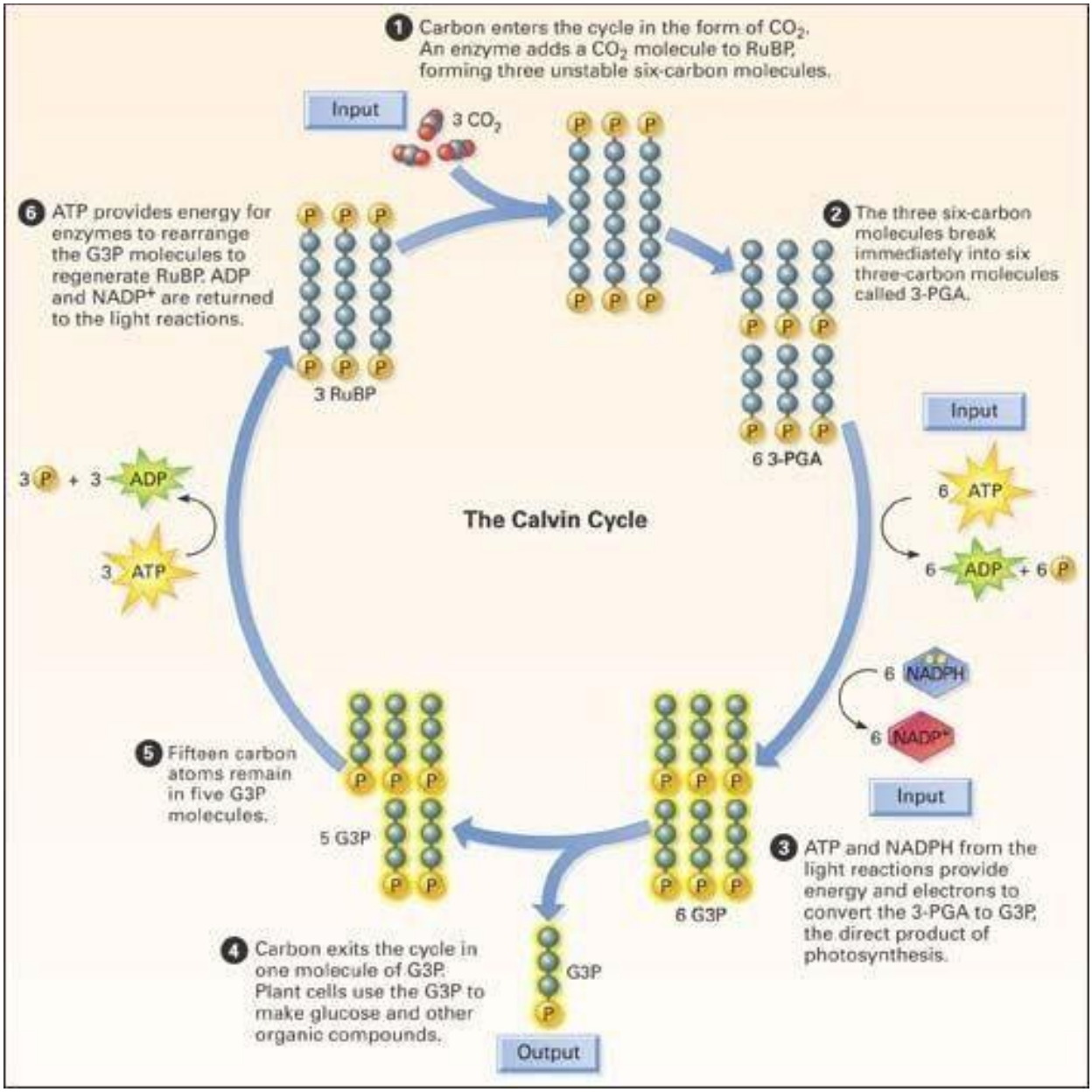
نکته

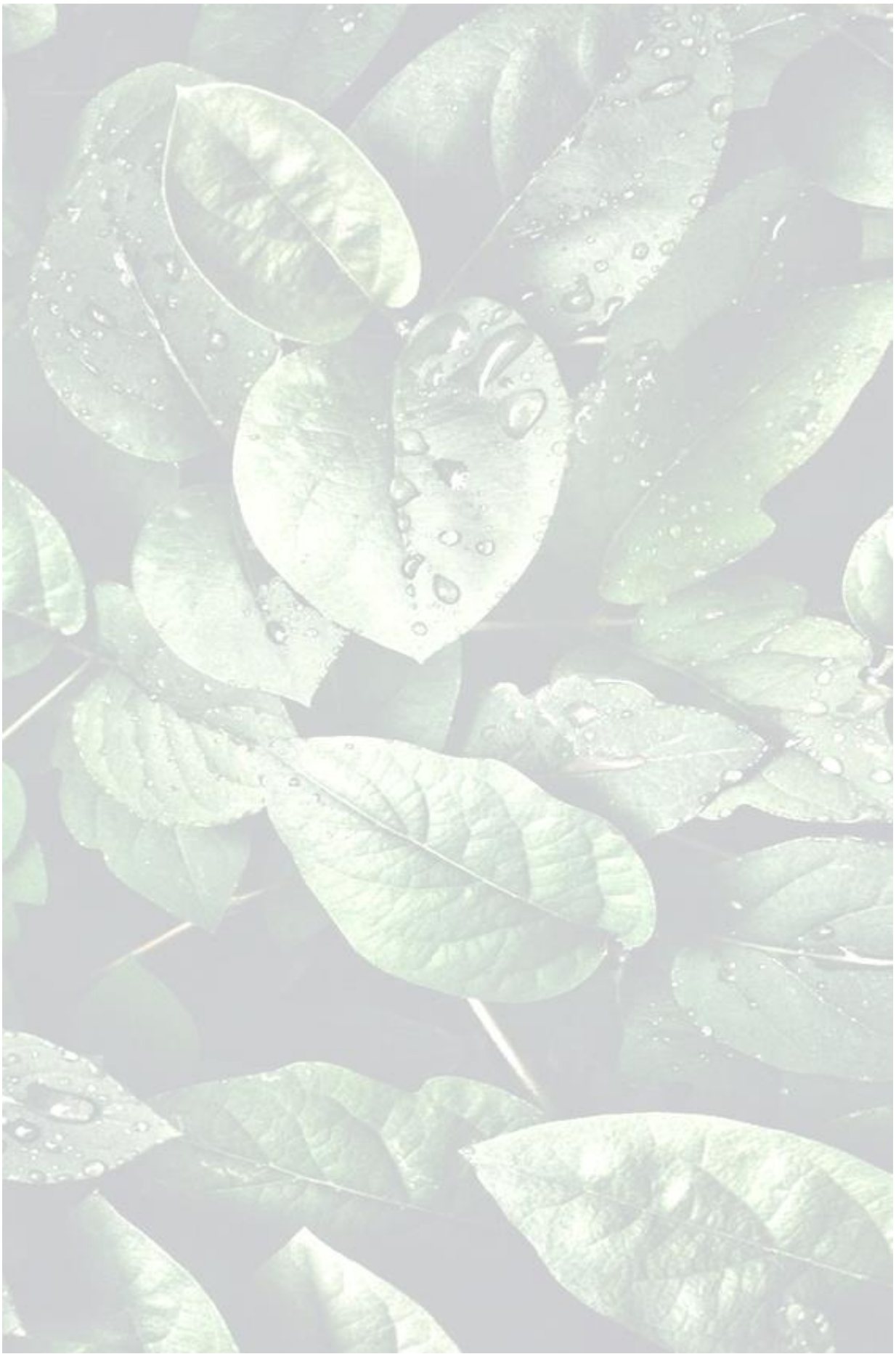
هدف نهایی فتوسنتز تبدیل CO_2 به قند یا همان تثبیت CO_2 است که نیازمند وجود ATP و NADPH است. این دو مولکول به ترتیب از ADP و $NADP^+$ به طور غیرمستقیم و مستقیم از انرژی الکترون به وجود می‌آیند. ضمناً الکترون‌های پر انرژی، خود تحت تأثیر انرژی نور خورشید از کلروفیل a به وجود می‌آیند و این الکترون‌ها به کمک تجزیه آب جبران می‌شوند.

	دهنده الکترون	گیرنده الکترون
زنجیره انتقال الکترون اول	P۶۸۰	P۷۰۰
زنجیره انتقال الکترون دوم	P۷۰۰	$NADP^+$
مرحله اول (وابسته به نور) فتوسنتز	آب	$NADP^+$
چرخه کالوین	NADPH	اسید سه کربنه
کل فتوسنتز	آب	اسید سه کربنه

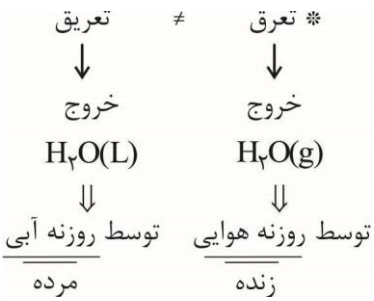

عوامل مؤثر در فتوسنتز
اثر محیط بر فتوسنتز
دما ← فتوسنتز فرایند آنزیمی است و بیشترین فعالیت آنزیم ها در گستره دمایی خاصی انجام می شود ← بالا رفتن زیاد دما سبب تغییر ساختار آنزیم ها می شود.
میزان اکسیژن ← بر میزان فتوسنتز تأثیر می گذارد و افزایش تراکم O_2 ، سبب کاهش سرعت فتوسنتز می شود.
نور
طول موج
شدت
مدت زمان تابش نور
← از عوامل مؤثر بر فتوسنتز هستند ← تا هنگامی که رنگیزه ها برای گرفتن نور اشباع شوند، روی فتوسنتز اثر مثبت دارد.
میزان CO_2 ← تا هنگامی که آنزیم های مرحله مستقل از نور اشباع شوند ← افزایش CO_2 بر فتوسنتز اثر مثبت دارد.
عوامل درونی گیاه
مقدار رنگیزه ها ← در میزان فتوسنتز اثر مثبت دارند.
وسعت برگ ها ← هرچه بیشتر باشند، مقدار فتوسنتز بیشتر است.
موقعیت روزنه ها ← هر چه روزنه های هوایی در روپوست فرورفته تر باشند (غار مانند خرزهره) ← مقدار فتوسنتز کمتر است.
تعداد روزنه ها ← هرچه بیشتر باشد، ورود CO_2 و مقدار فتوسنتز بیشتر می باشد.

ترکیب کنیم


1 Carbon enters the cycle in the form of CO_2. An enzyme adds a CO_2 molecule to RuBP, forming three unstable six-carbon molecules.
Input
3 CO_2
2 The three six-carbon molecules break immediately into six three-carbon molecules called 3-PGA.
6 3-PGA
3 RuBP
6 ATP provides energy for enzymes to rearrange the G3P molecules to regenerate RuBP. ADP and $NADP^+$ are returned to the light reactions.
3 P + 3 ADP
3 ATP
The Calvin Cycle
Input
6 ATP
6 ADP + 6 P
6 NADPH
6 $NADP^+$
Input
3 ATP and NADPH from the light reactions provide energy and electrons to convert the 3-PGA to G3P, the direct product of photosynthesis.
6 G3P
5 Fifteen carbon atoms remain in five G3P molecules.
5 G3P
4 Carbon exits the cycle in one molecule of G3P. Plant cells use the G3P to make glucose and other organic compounds.
G3P
Output



فصل ۶
گفتار ۳: فتوسنتز در شرایط دشوار



روزنه‌های هوایی که در سطح زیرین اندام‌های هوایی وجود دارد و به منافذ هوایی موجود بین سلول‌های پارانشیمی در پوست راه دارد.

هر روزنه هوایی توسط ۲ سلول نگهبان روزنه (نوعی سلول روپوستی تمایز یافته) حفاظت می‌شود.

ساختار خاص سلول‌های نگهبان روزنه:

۱- رشته‌های شعاعی سلولزی

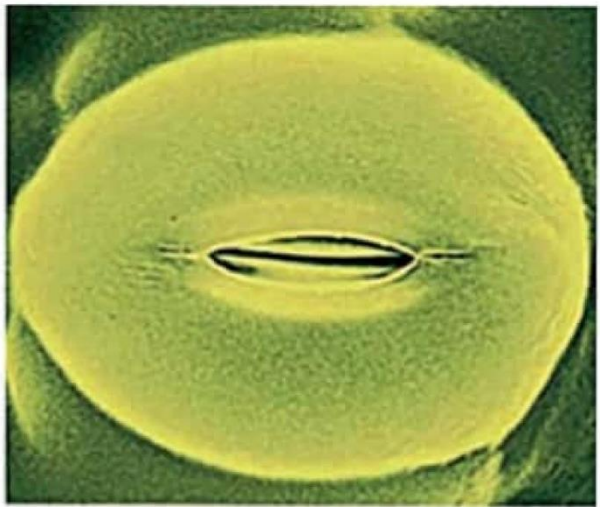
۲- اتصال ۲ سلول بهم

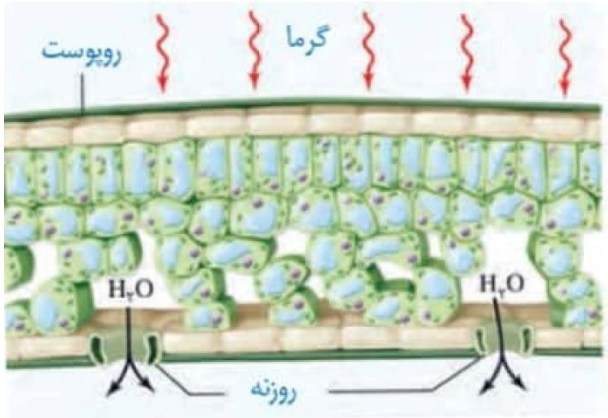
۳- قطور بودن دیواره شکمی نسبت به پشتی

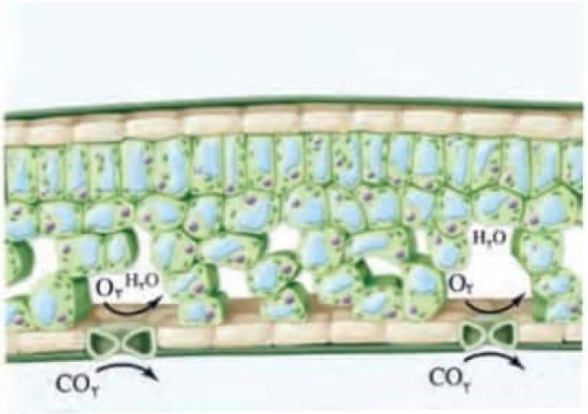
باعث می‌شود در شرایط خاص بازیا بسته شوند.

*** بسته شدن روزنه های هوایی**

- به هدف حفظ آب در گیاه و کاهش تعرق
- زمان: افزایش بیش از حد دما و نور. در محیط های خشک
- شیوه: آب از سلولهای روپوستی وارد سلولهای نگهبان روزنه می شود و باعث ↑ قطر سلولهای نگهبان شده و باعث بسته شدن روزنه می شود.
- * تبادل O_2 و CO_2 توسط روزنه ها متوقف می شود در حالی که به دلیل حضور نور خورشید فتوسنتز ادامه دارد $\leftarrow \uparrow O_2, \downarrow CO_2$ فعالیت اکسیژنازی Rub $\Leftarrow$ تنفس نوری







*** باز شدن روزنه های هوایی**

- به هدف خروج بخار آب و تبادل گازها
- زمان: کاهش نور و دما در محیط های مرطوب
- شیوه: آب از سولهای نگهبان روزنه به سلول روپوستی مجاور می رود و باعث ↓ قطر سلولها شده و روزنه هوایی باز می شود.

روبیسکو

فعالیت کربوکسیلازی

- این فعالیت با ترکیب CO_2 و قند ریبولوزبیس فسفات در بستره سبزدیسه انجام می گیرد.
- زمانی صورت می گیرد که نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ در گیاه زیاد باشد.
- سبب انجام واکنش های چرخه کالوین و قندسازی می شود.
- مصرف ATP و NADPH در سبزدیسه زیاد می شود.
- سبب تولید ماده شش کربنی ناپایدار می شود (ناپایدار C_6 $(C_5+CO_2 \xrightarrow{\text{روبیسکو}} C_6)$.
- ماده ناپایدار محصول آن به دو اسید سه کربنی پایدار تبدیل می شود.

فعالیت کربوکسیلازی

- سبب ترکیب O_2 با قند ریبولوزبیس فسفات در بستره سبزدیسه می شود.
- زمانی صورت می گیرد که نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه زیاد باشد.
- سبب تولید ماده پنج کربنی ناپایدار در تنفس نوری می شود (ناپایدار $C_5+O_2 \rightarrow C_5$).
- مانع انجام واکنش های مستقل از نوع فتوسنتز برای ساخت مواد آلی می شود.
- مصرف ATP و NADPH را در سبزدیسه کاهش می دهد.
- ماده ناپایدار آن به دو مولکول سه کربنی و دوکربنی تبدیل می شود.
- در هنگام روزنه هوایی بسته در شرایط گرم و خشک رخ می دهد.

شرایط محیطی انجام آن — در دما و نور زیاد و رطوبت کم (محیط خشک) ← هورمون آبسیزیک اسید زیاد می شود ← روزنه هوایی را مسدود می کند

- این عمل به سبب کاهش تعرق و کم شدن از دست رفتن آب گیاه صورت می گیرد.
- ورود CO_2 به گیاه کم می شود.
- O_2 تولید شده در واکنش های نوری فتوسنتز خارج نمی شود.
- نسبت $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه زیاد می شود.
- روبیسکو با فعالیت اکسیژنازی به سمت تنفس نوری می رود.
- فتوسنتز و ساخت مواد آلی در گیاه کاهش می یابد.

روبیسکو

- $\frac{CO_2}{O_2} \uparrow \rightarrow C_5 + CO_2 \xrightarrow{\text{سبزدیسه}} C_6$ ناپایدار (چرخه کالوین)
- $\frac{O_2}{CO_2} \uparrow \rightarrow C_5 + O_2 \xrightarrow{\text{سبزدیسه}} C_5$ ناپایدار (تنفس نوری)

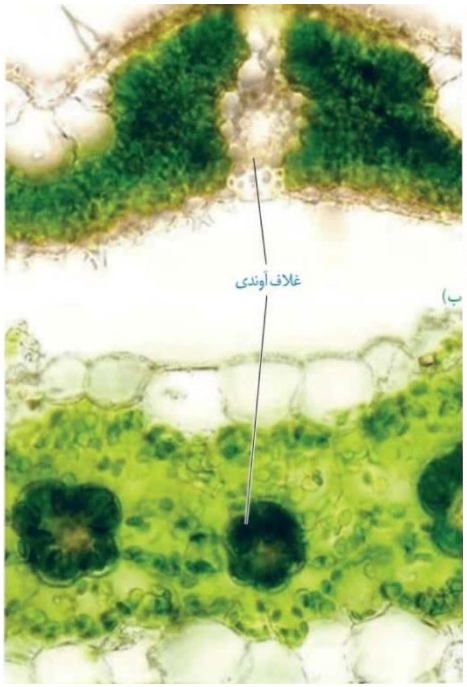
* تنفس نوری	≠	تنفس سلولی
↓		↓
با تجزیه ماده آلی انرژی تولید نمی کند		با تجزیه ماده آلی انرژی تولید می کند.
کلروپلاست / میتوکندری		میتوکندری

تنفس نوری

- واکنشی مخصوص یاخته های دارای آنزیم روبیسکو می باشد.
- در نگهبان روزنه هوایی و یاخته های فتوسنتزکننده میانبرگ و ساقه دیده می شود.
- در هنگام نسبت بالای $\frac{O_2}{CO_2}$ در گیاه و توسط فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو در سبزدیسه آغاز می شود.
- مقداری از فرایند آن در سبزدیسه و بخشی در راکیزه انجام می شود.
- واکنش: $O_2 + C_5 \xleftarrow[\text{سبزدیسه}]{\text{روبیسکو}} C_5$ ناپایدار $\xleftarrow{\text{تجزیه}}$
  - $C_2 \leftarrow$ به منظور بازسازی ریبولوزبیس فسفات (C_5) مصرف می شود.
  - $C_2 \leftarrow$ از سبزدیسه خارج می شود $\leftarrow$ وارد راکیزه می شود
    - تولید CO_2 می کند.
    - ATP تولید نمی کند.
- همانند تنفس یاخته ای هوازی به مصرف قند و اکسیژن و تولید CO_2 می پردازد و بخشی از واکنش آن در راکیزه انجام می شود.
- برخلاف تنفس یاخته ای، تولید ATP در آن صورت نمی گیرد.
- طی آن ماده دوکربنی از چهار غشای سبزدیسه و راکیزه عبور می کند.

گیاهان C_3

- اغلب گیاهان طبیعت را شامل می شوند.
- فقط قادرند، کربن CO_2را در چرخه کالوین و در اسید سه کربنی تثبیت کنند.
- یاخته های غلاف آوندی آن ها سبزدیسه ندارد و چرخه کالوین انجام نمی دهند.
- افزایش بیش از حد دما و نور سبب بسته شدن روزهای هوایی آن ها می شود.
- برای کاهش تعرق، روزنه های آن ها بسته می شوند و تبادل اکسیژن و CO_2 از روزنه های هوایی متوقف می شود ولی همچنان واکنش های تیلاکوئید فتوسنتز آن ها ادامه دارد.
- نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ در شرایط گرم و خشک در آن ها کم می شود $\leftarrow$ روبیسکو آن ها در سمت اکسیژنازی و تنفس نوری می رود.
- وقتی روزنه ها باز می شوند، نسبت $\frac{CO_2}{O_2}$ بیشتر از زمانی است که روزنه ها بسته هستند $\leftarrow$ این وضعیت در محیط معمولی آن ها رخ می دهد.
- تثبیت کربن را فقط طی روز و فقط به صورت چرخه کالوین انجام می دهند.
- در شرایط گرم و خشک نمی توانند مانع تنفس نوری شوند.
- گل رز مثالی از گیاه C_3 است که همانند سایر انواع این گروه در مناطق با دمای بالا و تابش شدید زندگی نمی کنند.



گیاهان C_4

- سازوکارهایی برای ممانعت از تنفس نوری در شرایط دمای بالا، تابش شدید نور خورشید و کمبود آب دارند.
- کارایی این گیاهان در چنین شرایطی بیش از سایر گیاهان است.
- یاخته های غلاف آوندی در این گیاهان سبزدیسه دارد و محل انجام چرخه کالوین است.
- **تثبیت کربن هر CO_2 را در دو مرحله و در دو یاخته مختلف در روز انجام می دهند.**
  - مرحله اول در یاخته های میانبرگ ← اسید سه کربنی + CO_2 $\xrightarrow{\text{آنزیم}}$ ← اسید چهارکربنی C_4
  - مرحله دوم در یاخته های غلاف آوندی ← C_4 ← CO_2 و اسید سه کربنی
- به دلیل اینکه اولین ماده پایدار حاصل از تثبیت کربن، ترکیبی چهارکربنی است به این گیاهان، گیاهان C_4 می گویند.
- این گیاهان تقسیم مکانی برای دو نوع تثبیت C_4 و C_3 کربن دارند.
- این گیاهان هر دو نوع تثبیت کربن را در روز انجام می دهند (تقسیم زمانی ندارند).
- آنزیمی که در ترکیب CO_2 و ترکیب سه کربنی دخیل است، برخلاف روبیسکو، به طور اختصاصی با CO_2 عمل می کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.
- اسید چهارکربنی از طریق پلاسمو دسم ها از یاخته های میانبرگ به یاخته های غلاف آوندی منتقل می شوند.
- **در غلاف آوندی**
  - ابتدا CO_2 از اسید C_4 جدا می شود.
  - CO_2 وارد چرخه کالوین و تثبیت در اسید C_3 می شود.
  - اسید C_3 حاصل از جدا شدن CO_2 از اسید C_4 ← از راه پلاسمودسم به یاخته میانبرگ بر می گردد.
- با وجود عملکرد آنزیم های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو در غلاف آوندی بالا نگه داشته می شود.
- این فعالیت بازدارنده تنفس نوری است پس تنفس نوری به ندرت در این گیاهان روی می دهد.
- ذرت مثالی از گیاه C_4 است.
- روزنه های آنها در نور شدید و محیط خشک، بسته می باشند تا از تبخیر آب جلوگیری کنند.
- در محیط گرم و خشک، تقریباً دو برابر گیاهان C_3 ، فتوسنتز می کنند.
- با مقدار کم CO_2 محیط، می توانند خیلی سریع تر از گیاهان C_3 ، به حداکثر فتوسنتز خود برسند.

گیاهان CAM (کم)

- در مناطقی زندگی می کنند که با مسئله دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجه اند.
- برای جلوگیری از هدر رفتن آب، روزنه ها در طول روز بسته و در شب بازند.
- رشد کمی دارند.
- برگ، ساقه یا هر دوی آن ها در چنین گیاهانی گوشتی و پرآب است.
- در کریچه های خود ترکیباتی دارند که آب را نگه می دارند ← این ترکیبات معمولاً پلی ساکاریدی هستند.
- واکنش های تثبیت کربن آن ها مشابه به گیاهان C_4 است، با این تفاوت که تقسیم مکانی ندارد، بلکه تقسیم زمانی دارد.

انواع تثبیت کربن آن ها

در شب
- در یاخته میانبرگ آن ها، کربن به صورت اسید C_4 با متابولیسم کراسولاسیون تثبیت می شود.
- روزنه هوایی آن ها باز می شود ← یعنی یاخته نگهبان روزنه آن ها انبساط طولی داشته است.
- CO_2 محیط وارد گیاه می شود.

در روز
- در همان یاخته میانبرگ، ابتدا CO_2 از اسید C_4 جدا می شود.
- CO_2 یک بار دیگر وارد چرخه کالوین می شود.
- کربن آن در اسید C_3 تثبیت می شود.
- روزنه هوایی آن ها بسته می باشد و CO_2 وارد گیاه نمی شود.

- تقسیم زمانی ← در یاخته میانبرگ تثبیت اولیه کربن در شب که روزنه ها بازند و چرخه کالوین در روز انجام می شود که روزنه ها بسته اند.
- برخی کاکتوس ها و آناناس مثالی از گیاهان CAM است ← بر تنفس نوری غلبه کرده اند

شکل ۱۱ـ مقایسه فتوسنتز در گیاهان الف) C_3، ب) C_4 و پ) CAM

Scanned with CamScanner

مقایسه کنیم

جانداران تولیدکنندهٔ مواد آلی

- بخش عمده فتوسنتز در جاندارانی انجام می شود که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی کنند ← این جانداران از باکتری ها و انواعی از آغازیان می باشند.
- انواعی از باکتری ها و آغازیان در محیط های متفاوت خشکی و آب به فتوسنتز می پردازند.

فتوسنتزکننده

- **گیاهان** — به جز گیاهان انگل (سس وگل جالیز)، سایر گیاهان فتوسنتزکننده اند.
- **باکتری فتوسنتزکننده**
  - همگی با استفاده از CO_2 و نور به تولید ماده آلی می پردازند.
  - همگی دنای حلقوی، رنگیزه جذب کننده نور و قدرت تثبیت کربن دارند.
  - اکسیژن زا
    - سبزدیسه و کیلاکوئید ندارند ولی سبزینه دارند.
    - سیانوباکتری ها سبزینه a دارند (همانند گیاهان).
    - برخی سیانوباکتری ها به تثبیت نیتروژن نیز می پردازند ولی همگی قدرت تثبیت کربن دارند.
    - در فرایند فتوسنتز از آب به عنوان منبع الکترون استفاده کرده و O_2 تولید می کنند.
  - غیراکسیژن زا
    - سبزدیسه و تیلاکوئید ندارند ولی رنگیزه فتوسنتزی باکتریوکلرفیل دارند.
    - گوگردی ارغوانی و سبز از این گروه اند.
    - در گوگردی های این گروه به جای آب از H_2S به عنوان منبع الکترون استفاده می شود و گوگرد (S) تولید می کند.
    - از باکتری های گوگردی در تصفیه فاضلاب برای حذف H_2S استفاده می شود.
    - H_2S گازی بی رنگ است و بویی شبیه تخم مرغ گندیده دارد.
    - $6CO_2 + 12\ H_2S + \text{نور} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 12\ S + 6H_2O$ ← در واکنش های فتوسنتزی خود، آب مصرف نمی کند ولی به تولید آب می پردازند.
- **آغازیان**
  - برای فتوسنتز از آب به عنوان منبع الکترون استفاده می کنند و اکسیژن زا هستند.
  - نقش مهمی در تولید ماده آلی از ماده معدنی دارند.
  - جلبک سبز، قرمز، قهوه ای از این دسته اند.
  - اوگلنا
    - جانداری تک یاخته یوکاریوتی است.
    - در حضور نور فتوسنتز می کنند.
    - در شرایط فقدان نور، سبزدیسه های خود را از دست می دهند و از مواد آلی تغذیه می کنند.

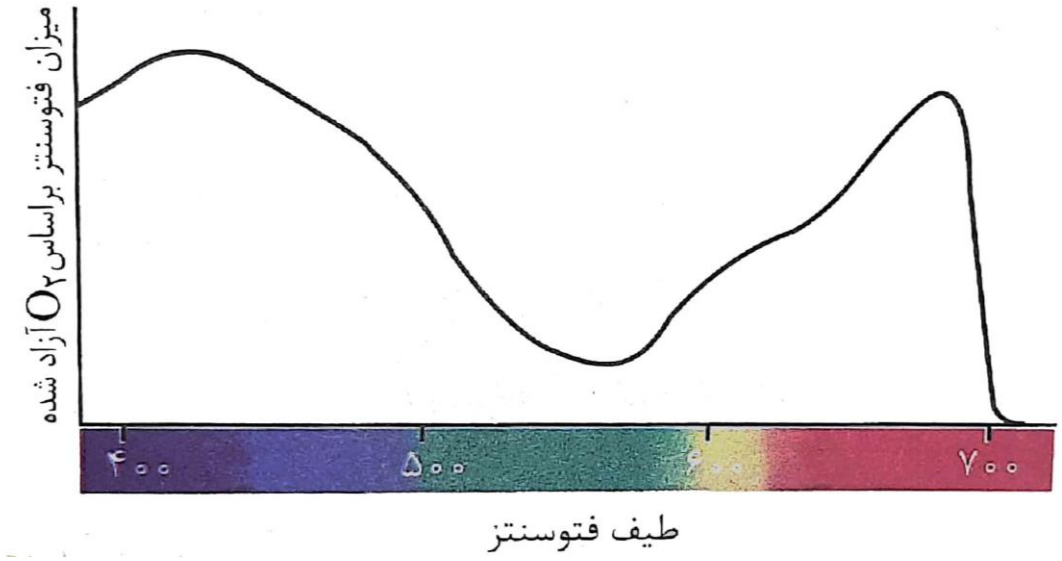
شیمیوسنتزکننده

- انرژی مورد نیاز ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنش های اکسایش مواد معدنی به دست می آورند.
- انواعی از باکتری ها در معادن، اعماق اقیانوسها و اطراف دهانه آتشفشان های زیر آب وجود دارند که شیمیوسنتز می کنند.
- براساس وضعیت زمین در آغاز شکل گیری حیات، دانشمندان بر این باورند که باکتری های شیمیوسنتزکننده از قدیمی ترین جانداران روی زمین اند.
- باکتری های نیترات ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می کنند، مثالی از شیمیوسنتزکننده ها هستند.
- در واکنش های تولیدکنندگی خود به تثبیت کربن می پردازند.
- از آب به عنوان منبع الکترون استفاده نمی کنند و O_2 تولید نمی کنند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

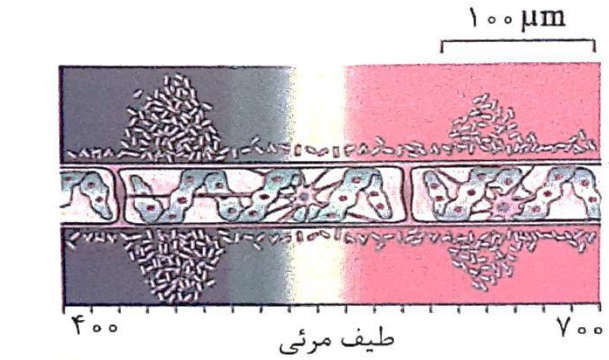
جانداران تولیدکننده	منبع اصلی انرژی واکنش	منبع الکترون	دنای خطی	دنای حلقوی	سبزدیسه و تیلاکوئید	رنگیزه فتوسنتزی	تولید O_2	تثبیت کربن	نکته
گیاهان	نور خورشید	آب	دارند	دارند	دارند	سبزینه و کاروتنوئید	دارند	دارند	سِس و گل جالیز فتوسنتز ندارند
باکتری‌های اکسیژن‌زا	نور خورشید	آب	ندارند	دارند	ندارند	سبزینه	دارند	دارند	در خشکی و آب زندگی می‌کنند.
سیانوباکتری‌ها	نور خورشید	آب	ندارند	دارند	ندارند	سبزینه a	دارند	دارند	برخی تثبیت N هم دارند
باکتری گوگردی	نور خورشید	H_2S	ندارند	دارند	ندارند	باکتریوکلروفیل	ندارند	دارند	برخی با گیاهان همزیستی می کنند.
جلبک‌ها و اوگلنا	نور خورشید	آب	دارند	دارند	دارند	سبزینه و کاروتنوئید	دارند	دارند	در تصفیه فاضلاب برای حذف H_2S استفاده می‌شوند
شیمیوسنتزکننده‌ها	مواد معدنی	مواد معدنی	ندارند	دارند	ندارند	ندارند	ندارند	دارند	اسپیروژیر، سبزدیسه رشته ای دارد.
									اوگلنا بدون نور، فاقد سبزدیسه می شود.
									قدرت تثبیت N ندارند.
									آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند.

نمودار نشان‌دهنده میزان فتوسنتز یک گیاه براساس O_2 آزاد شده از آن است و بیانگر این نکته است که میزان فتوسنتز در محدوده طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر و همچنین ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، یعنی محدوده نورهای بنفش و آبی و همچنین قرمز بالا است.

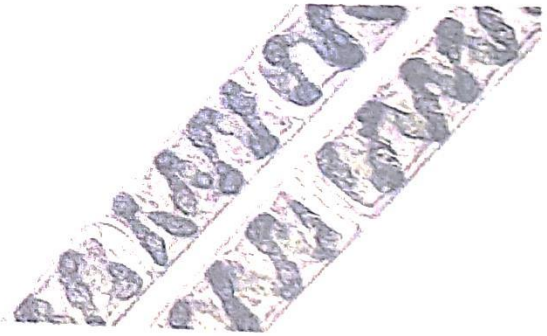


اسپیروژیر نوعی جلبک سبز رشته‌ای است که سبزدیسه‌های نواری و دراز دارد و در زمان انجام فتوسنتز همانند گیاهان، اکسیژن آزاد می‌کند. بنابراین اگر همه طول موج‌های نور به یک اندازه در فتوسنتز مؤثر باشند، انتظار داریم که وقتی اسپیروژیر را در برابر طیف‌های متفاوت نور قرار می‌دهیم، تراکم اکسیژن در اطراف آن یکسان باشد.

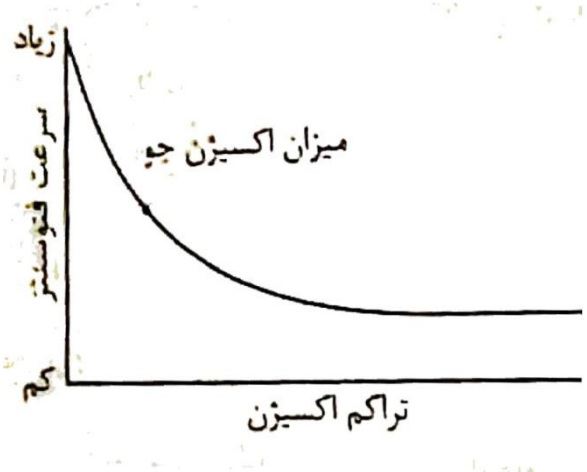
در آزمایشی که برای بررسی این فرض انجام شد، جلبک را روی سطحی ثابت کردند و درون لوله آزمایشی شامل آب و باکتری‌های هوازی قرار دادند. لوله آزمایش در برابر نوری قرار گرفت که از منشور عبور کرده و به طیف‌های متفاوت تجزیه شده بود. بعد از گذشت مدتی، مشاهده شد که باکتری‌ها در محل تابش نورهای آبی و بعد قرمز، تجمع یافته‌اند یعنی شدت فتوسنتز در اسپیروژیر در نورهای آبی و قرمز زیاد است. و چون شدت فتوسنتز اسپیروژیر در نورهای مختلف با شدت جذب سبزینه در این نورها تناسب دارد می‌توان نتیجه گرفت که سبزینه، رنگیزه اصلی در فتوسنتز است.



ب) ترسیمی از نتیجه آزمایش


الف) اسپیروژیر

میزان اکسیژن بر فتوسنتز اثر دارد. نمودار زیر تأثیر میزان اکسیژن بر میزان فتوسنتز گیاهی C_3 را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، بین میزان اکسیژن و سرعت فتوسنتز این گیاه رابطه معکوس وجود دارد، البته در ابتدا با افزایش تراکم اکسیژن، سرعت فتوسنتز این گیاه شدیداً کاهش می‌یابد اما بعد از آنکه سرعت فتوسنتز به حداقل رسید، با افزایش تراکم اکسیژن سرعت فتوسنتز ثابت باقی می‌ماند.

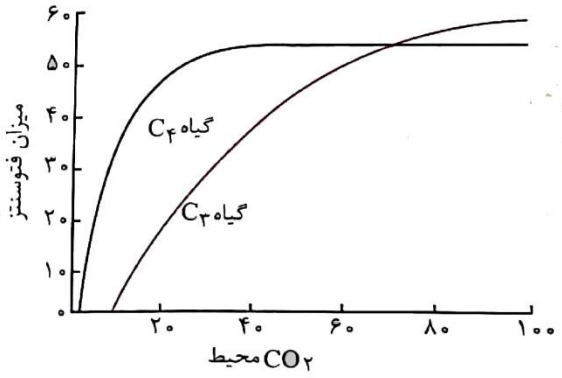


در آزمایشی بر روی سه گیاه الف، ب و پ:

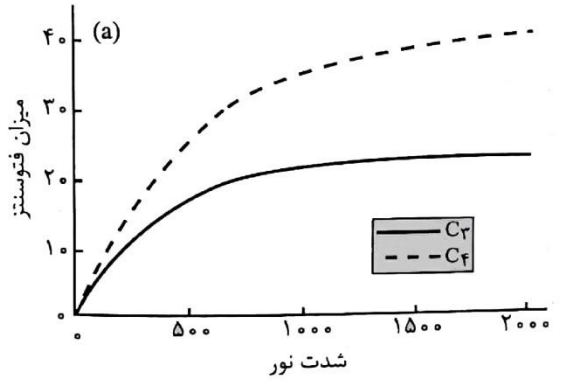
۱- عصاره برگ هر یک از این گیاهان در دو زمان، یکی در آغاز تاریکی (شب) و دیگری در آغاز روشنایی (صبح) استخراج و pH آنها اندازه‌گیری شد. pH عصاره گیاه ب در آغاز روشنایی نسبت به آغاز تاریکی اسیدی‌تر بود. گیاه «ب» نوعی گیاه CAM می‌باشد.

۲- نمودارهای ۱و۲ به ترتیب اثر کربن دی‌اکسید جو و شدت نور را بر فتوسنتز دو گیاه C_3 و C_4 نشان می‌دهند. از این نمودارها نتیجه می‌گیریم که اولاً با افزایش شدت نور، میزان

فتوسنتز در گیاهان C_4 بیشتر از گیاهان C_3 می‌باشد و ثانیاً در زمان کم بودن غلظت کربن دی‌اکسید گیاه، میزان فتوسنتز در گیاهان C_4 بیشتر از C_3 می‌باشد اما با افزایش غلظت کربن دی‌اکسید، میزان فتوسنتز در گیاهان C_3 بیشتر از C_4 خواهد بود.



نمودار ۱



نمودار۲

گیاه	مثال	محیط زیست	وضعیت روزنه ها در روز	وضعیت روزنه ها در شب	زمان جذب CO_2	انواع تثبیت CO_2	زمان تثبیت CO_2	وجود چرخه کالوین	تثبیت CO_2 به شکل قند ۳ کربنه	تثبیت CO_2 به شکل اسید ۴ کربنه	تثبیت CO_2 در کلروپلاست	تثبیت CO_2 در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم
C_3	بیشتر گیاهان	معمولی	باز	بسته	روز	۱ نوع	روز	+	+	−	+	−
C_4	نیشکر و ذرت	گرم و خشک	باز	بسته	روز	۲ نوع	روز	+	+	+	+	+
CAM	کاکتوس و آناناس	بسیار گرم	بسته	باز	شب	۲ نوع	شب و روز	+	+	+	+	+

فرمانرو جانداران	انواع گروه‌ها از نظر متابولیسمی
باکتری‌ها	هتروتروف + فتوسنتزکننده + شیمیوسنتزکننده
آغازیان	هتروتروف + فتوسنتزکننده + فتوهتروتروف !
قارچ‌ها	همگی هتروتروف
گیاهان	اغلب فتوسنتزکننده و برخی هتروتروف
جانوران	همگی هتروتروف

تست کده

۱- در همه گیاهان آوندی، هر یاخته تمایز یافته روپوست برگ، قادر به انجام کدام عمل زیر است؟ (سراسری- ۹۴)

۱) در پی تثبیت کربن جو، یک اسید سه کربنی می سازد.

۲) نگهداری آب توسط ترکیبات درون واکوئولی

۳) باعث فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو می‌شود.

۴) در مرحله بی‌هوازی تنفس، $2H^+$ تولید می‌نماید.

۲- هر گیاهی که در دمای بالا و شدت زیاد نور ..... قطعاً ..... . (سراسری خارج از کشور- ۹۴)

۱) از افزایش دفع آب جلوگیری می‌کند- به ساختن قندها به کمک فتوسنتز ادامه می‌دهد.

۲) فرایند فتوسنتز را متوقف می‌سازد- در هنگام شب روزنه‌های خود را کاملاً باز می‌نماید.

۳) بر تنفس نوری غلبه می‌نماید- فرایند فتوسنتز را با کارآیی بالایی انجام می‌دهد.

۴) به کندی رشد می‌نماید- می‌تواند ATP را در عدم حضور اکسیژن بسازد.

۳-چند مورد، در ارتباط با واکنش‌های نوری فتوسنتز یک گیاه فقط دارای رشد نخستین، درست است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۴)

الف) پمپ غشایی تنها عامل مؤثر در افزایش تراکم H^+ درون تیلاکوئیدهاست.

ب) الکترون‌های پرانژی P_{680}، با از دست دادن انرژی به P_{700} منتقل می‌شوند.

ج) الکترون‌های برانگیخته سبزینه P_{700}، پمپ غشایی تیلاکوئیدها را فعال می‌کنند.

د) یک زنجیره انتقال الکترون، انرژی لازم برای تولید ATP و NADPH را فراهم می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴- هر باکتری که بتواند برای ساختن ترکیبات آلی خود، از ..... به عنوان منبع الکترون استفاده نماید، ..... . (سراسری خارج از کشور- ۹۴)

۱) ترکیبات گوگردی- انرژی زیستی قابل استفاده خود را تنها در حضور اکسیژن به دست می‌آورد.

۲) ترکیبات معدنی- بازسازی NAD^+ را با استفاده از یک پذیرنده آلی هیدروژن انجام می‌دهد.

۳) ترکیبات غیرگوگردی- در غشای خود رنگیزه‌های فتوسنتزی دارد.

۴) آب- در پی تولید NAD^+، به طور مداوم ATP می‌سازد.

۵- هر گیاهی که قادر است کربن دی‌اکسید را فقط ..... تثبیت کند، در نور و گرمای زیاد، ..... . (سراسری- ۹۵)

۱) هنگام شب- اسیدهای آلی را به درون سبزدیسه‌ها انتشار می‌دهد.

۲) در ترکیب چهارکربنی- به کمک NADH، ATP تولید می‌نماید.

۳) توسط چرخه کالوین- بدون حضور اکسیژن، NADH می‌سازد.

۴) هنگام روز- فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو را افزایش می‌دهد.

۶- در هر زنجیره انتقال الکترون غشای تیلاکوئیدهای گیاه داوودی، کدام اتفاق روی می‌دهد؟ (سراسری- ۹۵)

۱) یون‌های هیدروژن برخلاف جهت شیب غلظت خود، از هر پروتئین غشایی عبور می‌کنند.

۲) پیوندهای کربن- هیدروژن به کمک الکترون‌های پر انرژی ساخته می‌شوند.

۳) الکترون‌های پرانرژی به یون‌های هیدروژن می‌پیوندند.

۴) انرژی به طور موقت در نوعی ترکیب ذخیره می‌شود.

۷- کدام عبارت، درباره سازگاری ساکن اکوسیستم‌های بیابانی، در پاسخ به گرما و خشکی بسیار زیاد، نادرست است؟ (سراسری- ۹۶)

۱) در هنگام شب، کربن دی‌اکسید از طریق روزنه‌ها وارد گیاه می‌شود.

۲) در هنگام روز، فرایندی مانع انجام واکنش‌های چرخه کالوین می‌شود.

۳) در هنگام روز، کربن دی‌اکسید آزاد شده به درون سبزدیسه‌ها انتشار می‌یابد.

۴) در هنگام شب، اسیدهای آلی ناشی از تثبیت کربن، در واکوئل‌ها ذخیره می‌شود.

۸-کدام عبارت، درباره هر یاخته‌ای درست است که توانایی انجام همه فعالیت‌های متابولیسمی خود را دارد و غشای پلاسمایی آن فاقد رنگیزه‌های جاذب نور است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۶)

۱) با مصرف گلوکز در غیاب اکسیژن، ترکیبات مختلف سه کربنی ایجاد می‌کند.

۲) هر مولکول ATP را می‌تواند با کمک انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها بسازد.

۳) با اضافه کردن یک مولکول کربن دی‌اکسید به مولکول پنج کربنی، ترکیبی شش کربنی می‌سازد.

۴) الکترون‌های NADH را به پیرووات حاصل از قند کافت با یک پذیرنده آلی دیگر منتقل می‌نماید.

۹- کدام عبارت، در مورد پاسخ گیاهان C_4 به آب و هوای گرم و خشک درست است؟ (سراسری خارج از کشور -۹۶)

۱) همانند گیاهان C_3، در پی خروج مولکول دو کربنی از سبز دیسه، CO_2 آزاد می‌کنند.

۲) برخلاف گیاهان CAM، کربن‌دی‌اکسید جو را به صورت اسیدهای آلی تثبیت می‌نمایند.

۳) همانند گیاهان CAM، با اضافه کردن CO_2 به ترکیب پنج کربنی، ترکیبی ناپایدار است.

۴) برخلاف گیاهان C_3، آنزیم تثبیت‌کننده کربن آن‌ها، به میزان زیاد فعالیت اکسیژنازی انجام می‌دهد.

۱۰- کدام عبارت، در ارتباط با هر فتوسیستم موجود در غشای تیلاکوئید گیاه آفتاب-گردان، صحیح است؟ (سراسری -۹۷)

۱) با دارا بودن سبزینه‌های P۷۰۰ و P۶۸۰، حداکثر جذب نوری را دارد.

۲) کمبود الکترونی آن، از طریق الکترون‌های حاصل ازتجزیه آب جبران می‌گردد.

۳) انرژی جذب شده در آن، باعث می‌شود تا الکترون‌ها از سبزینه‌های a آزاد شوند.

۴) الکترون‌های خارج شده از آن، با عبور از پمپ غشایی، مقداری انرژی از دست می‌دهند.

۱۱- در گیاهانی که روزنه‌ها به طور معمول، به هنگام شب باز می‌شوند، ..... گیاهان C_4، ..... به انجام می‌رسد. (سراسری- ۹۸)

۱) همانند- واکنش‌های چرخه کالوین به هنگام روز

۲) برخلاف- دو مرحله تثبیت کربن (CO_2) در هنگام شب

۳) برخلاف- تثبیت کربن (CO_2) جو در ترکیبی سه کربنی

۴) همانند- دو مرحله تثبیت کربن (CO_2) در یک نوع یاخته

۱۲- کدام عبارت در مورد هر سامانه تبدیل انرژی (فتوسیستم) موجوددر غشای یک تیلاکوئید گیاه آفتابگردان صحیح است؟(سراسری -۹۸)

۱) در هر آنتن گیرنده نور آن، رنگیزه‌های متفاوتی به همراه انواعی پروتئین وجود دارد.

۲) توسط دو مرکز واکنش آن، حداکثر طول موج‌های ۶۸۰ و ۷۰۰ نانومتر جذب می‌شود.

۳) همواره به ترکیبی الکترون می‌دهد که با دو لایه فسفولیپیدی غشای تیلاکوئید در تماس است.

۴) تنها با دارا بودن یک آنتن گیرنده نور، انرژی خورشید را جذب و به مرکز واکنش منتقل می‌نماید.

۱۳- کدام عبارت، درست است؟(سراسری خارج از کشور- ۹۸)

۱) ژن مربوط به هر پروتئین مورد نیاز تنفس یاخته‌ای، درون راکیزه (میتوکندری) یافت می‌شود.

۲) هر جاندار آغازی برای انجام اولین مرحله تنفس یاخته‌ای، به انرژی فعال‌سازی نیاز دارد.

۳) هر جاندار دارای رنگیزه‌های جذب‌کننده نور، توانایی تولید اکسیژن را دارد.

۴) هر یاخته زنده و فعال می‌تواند ATP را به سه روش مختلف بسازد.

۱۴- چند مورد، دربارهٔ همه جاندارانی صادق است که در محیط‌های متفاوت خشکی و آبی زندگی می‌کنند و انجام بخش عمده فتوسنتز را بر عهده دارند؟(سراسری خارج از کشور- ۹۸)

الف) رناتن (ریبوزوم)ها، عمل ترجمه را قبل از پایان رونویسی آغاز می‌کنند.

ب) محصولات اولیه رونویسی همه ژن‌ها، پیش‌سازهای رنا (RNA)ی پیک هستند.

ج) با قرار گرفتن عوامل رونویسی در کنار هم، سرعت رونویسی افزایش می‌یابد.

د) پروتئین‌ها می‌توانند به طور هم‌زمان و پشت سر هم توسط مجموعه‌ای از رناتن (ریبوزوم)ها ساخته شوند.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۵- کدام عبارت، درباره هر سامانه تبدیل انرژی در غشای تیلاکوئید گیاه نرگس درست است؟(سراسری خارج از کشور- ۹۸)

۱) مرکز واکنش آن، انرژی نور را می‌گیرد و به هر آنتن منتقل می‌کند.

۲) در هر آنتن آن، فقط یک نوع رنگیزه و یک نوع پروتئین یافت می‌شود.

۳) در مرکز واکنش آن، مولکول‌های سبزینه a، در بستری پروتئینی قرار دارند.

۴) با دریافت حداکثر جذب طول موج‌های ۷۰۰ و ۶۸۰ نانومتر فعالیت خود را آغاز می‌کند.

۱۶- در گیاهانی که روزنه‌ها به طور معمول در هنام شب بازمی‌شوند، کدام مورد صحیح است؟(سراسری خارج از کشور- ۹۸)

۱) برخلاف گیاهان C_3، در شرایطی وضعیت برای نقش اکسیژنازی آنزیم روبیسکو مساعد می‌گردد.

۲) همانند گیاهان C_3، دو مرحله از تثبیت کربن را در یک زمان مشابه به انجام می‌رسانند.

۳) همانند گیاهان C_4، فقط در صورت بسته بودن روزنه‌ها، کربن را تثبیت می‌کنند.

۴) برخلاف گیاهان C_4، فرایند تثبیت کربن آن‌ها، در یک نوع یاخته انجام می‌گیرد.

۱۷- کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (سراسری- ۹۹)

«در همه گیاهانی که تثبیت کربن در آن‌ها، فقط به هنگام روز صورت می‌گیرد، آنزیمی باعث ..... می‌شود.»

۱) ترکیب شدن O_2 با مولکولی پنج کربنی و فسفات‌دار

۲) افزوده شدن CO_2 به مولکول پنج کربنی دوفسفاته

۳) تجربه مولکول پنج کربنی به دو مولکول سه کربنی و دو کربنی

۴) ترکیب شدن CO_2 با اسید سه کربنی و تشکیل اسید چهارکربنی

۱۸- کدام گزینه نادرست است؟ (سراسری- ۹۹)

۱) همه تک‌یاخته‌ای‌های مؤثر در ساخت نیترات از آمونیوم، با استفاده از فسفات معدنی و واکنش انتقال الکترون‌ها، ATP می‌سازند.

۲) همه تک یاخته‌ای‌های ایجادکننده لاکتات، در مرحله‌ای از تنفس یاخته‌ای خود NAD^+ تولید می‌کنند.

۳) همه تک‌یاخته‌ای‌های تولیدکننده اکسیژن، با کمک مواد معدنی، مواد آلی مورد نیاز خود را می‌سازند.

۴) همه تک‌یاخته‌ای‌های تثبیت‌کننده کربن، رنگیزه‌های فتوسنتزی دارند.

۱۹- کدام عبارت، صحیح است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۹)

۱) همه تک‌یاخته‌ای‌های تثبیت‌کننده کربن دی‌اکسید، نوعی رنگیزه فتوسنتزی دارند.

۲) همه تک‌یاخته‌ای‌های ایجادکننده گوگرد، بدون نیاز به نور، هیدروژن سولفید را تجزیه می‌نمایند.

۳) همه تک‌یاخته‌ای‌های تثبیت‌کننده نیتروژن جو، انرژی خود را از ترکیبات غیرآلی به دست می‌آورند.

۴) همه تک‌یاخته‌ای‌های آزادکننده اکسیژن، در مرحله‌ای از تنفس یاخته‌ای خود، ترکیبی سه کربنی و فسفات‌دار می‌سازند.

۲۰- کدام عبارت درست است؟ (سراسری- ۱۴۰۰)

۱) در گیاه آناناس برخلاف گیاه ذرت، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو بالا نگه داشته می‌شود.

۲) در گیاه رز همانند گیاه آناناس، تنفس نوری فقط در درون سبزدیسه (کلروپلاست) به انجام می‌رسد.

۳) در گیاه رز همانند گیاه ذرت، همواره با زیاد شدن CO_2 محیط، میزان فتوسنتز افزایش می‌یابد.

۴) در گیاه ذرت برخلاف گیاه رز، در شدت نور زیاد، میزان فتوسنتز افزایش چشم‌گیری می‌یابد.

۲۱- با توجه به سازوکار اجزای زنجیره انتقال الکترون در برگ لوبیا می‌توان بیان داشت که با عبور الکترون‌ها از ..... غشای تیلاکوئید است، ..... می‌شود. (سراسری- ۱۴۰۰)

۱) دو جزء (ساختار) از زنجیره که متعلق به هر دو- تعدادی H^+ از بستره به فضای درون تیلاکوئید منتشر

۲) یک جزء (ساختار) از زنجیره که متصل به سطح داخلی- الکترون‌ها به فتوسیستم ۲ منتقل

۳) یک جزء (ساختار) از زنجیره که مجاور با هر دولایه فسفولیپیدی- تجزیه نوری آب انجام

۴) دو جزء (ساختار) متوالی از زنجیره که متصل به سطح خارجی- NADPH تولید

پاسخنامه

۱) ۴

۲) ۴

۳) ۱

۴) ۴

۵) ۳

۶) ۴

۷) ۲

۸) ۱

۹) ۳

۱۰) ۳

۱۱) ۱

۱۲) ۱

۱۳) ۲

۱۴) ۱

۱۵) ۳

۱۶) ۴

۱۷) ۲

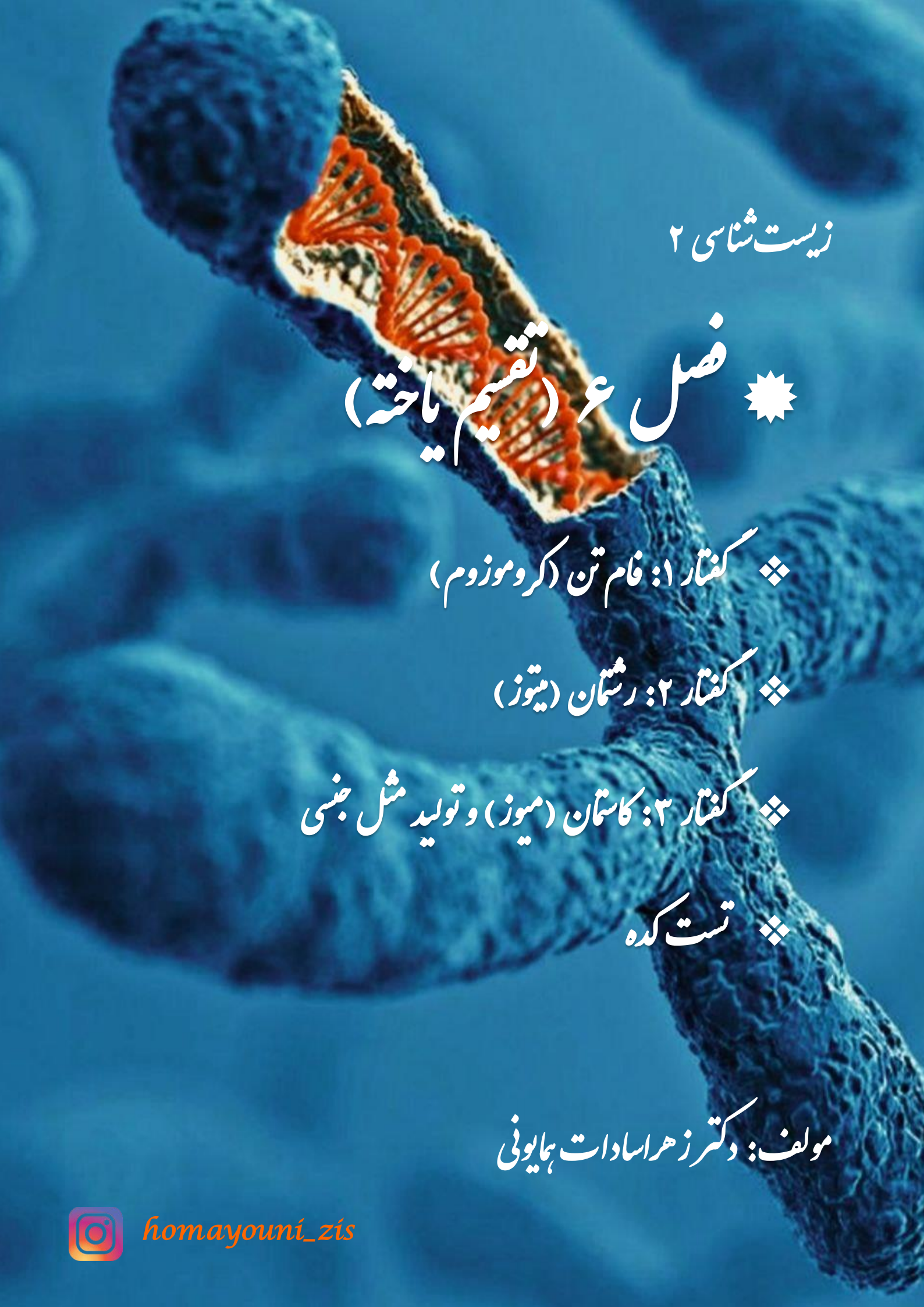
۱۸) ۴

۱۹) ۴

۲۰) ۴

۲۱) ۴

rawpixel



زیست‌شناسی ۲

فصل ۶ (تقسیم یاخته)

- گفتار ۱: فام‌تن (کروموزوم)
- گفتار ۲: رشتمان (میتوز)
- گفتار ۳: کاستمان (میوز) و تولید مثل جنسی
- تست کده

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

homayouni_zis

فهرست فصل ۶ یازدهم

❖ گفتار ۱: خام تن (کروموزوم)

- ماده وراثتی
- انواع کروموزوم
- کاریوتیپ
- حدد کروموزومی
- چرخه یاخته ای
- تنظیم تقسیم
- نقاط وارسی
- تومور
- سرطان
- مرگ یاخته ای

❖ گفتار ۲: رشتمان (میتوز)

- میتوز
- دوک تقسیم
- ساتریول
- سیتوکینز جانوری
- سیتوکینز گیاهی

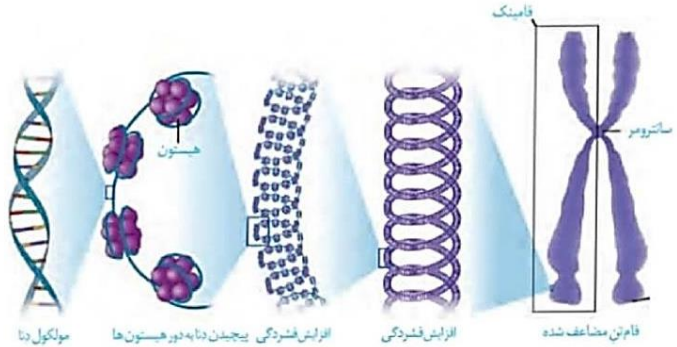
❖ گفتار ۳: کاستمان (میوز) و تولید مثل جنسی

- میوز
- یاخته های حاصل
- میوز در انسان
- پلی پلوئیدی شدن
- باهم ماندن کروموزوم ها
- نشانگان داون
- نکته سازی
- چارت جمع بندی

فصل ۶

گفتار ۱: فام تن (کروموزوم)

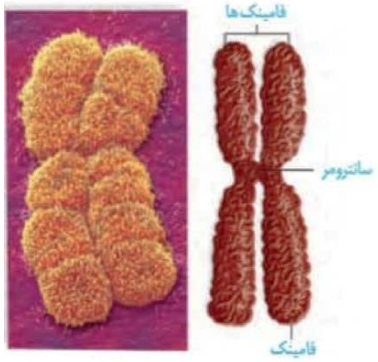
*** این تعاریف رو یاد بگیر و مفاهیم را بفهم:**



مواد وراثتی درون هسته

کروماتین (فامینه)
- واحد وراثتی جانداران در موقع استراحت یاخته ای می باشد.
- از DNA و پروتئین ایجاد شده است.
- فشردگی کمی دارد و توده ای از رشته های در هم بافته است.
- در مراحل اینترفاز، اول پروفاز و آخر تلوفاز دیده می شود.
- قبل از شروع تقسیم یاخته، رشته های کروماتینی DNA آن دو برابر می شود.

کروموزوم (فام تن)
- از DNA و پروتئین ایجاد شده است.
- با فشرده تر شدن رشته های کروماتینی از مرحله پروفاز ایجاد می شود.
- در مرحله تلوفاز، به تدریج دوباره به صورت کروماتین در هم رفته در می آید.



انواع کروموزوم یا کروماتین

تک کروماتیدی (تک فامینکی)
- در کروماتین مرحله G_1 و کروموزوم مرحله آنافاز، تلوفاز و تقسیم سیتوپلاسم نهایی دیده می شود.
- یعنی کروموزوم دارای یک مولکول DNA می باشد.
- واجد هیستون، نوکلئوزوم و یک سانترومر می باشد.

دوکروماتیدی (مضاعف شده)
- درکروماتین مرحله S و G_1 و در کروموزوم های مراحل قبل از آنافاز تقسیم دیده می شوند.
- دارای دو مولکول DNA بوده کحه در محلی به نام سانترومر به هم متصلند ← واحد هیستون، نوکلئوزوم و یک سانترومر می باشد.
- به هر کروماتید چسبیده به کروماتید دیگر، یک کروماتید خواهری می گویند.
- دو کروماتید خواهری ژن های یکسان دارند و در سانترومر به دیگری متصل هستند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

تعداد کروموزوم

- به تعداد کروموزوم های هرگونه از جانداران در هر هسته یاخته های پیکری آنها، عدد کروموزومی می گویند که تعداد معینی می باشد ← در انسان و درخت زیتون، عدد کروموزومی ۴۶ می باشد.
- به جز در باکتری ها، در سایر جانداران عدد کروموزومی از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.
- معمولاً جانوران در یاخته های پیکری و جنسی خود دارای کروموزوم های غیرجنسی و کروموزوم های جنسی می باشند.
- ممکن است در گونه های مختلف، تعداد کروموزوم یا عدد کروموزومی یکسان باشدولی نوع و فعالیت ژن های آن ها بسیار متفاوت است. (انسان و درخت زیتون، عدد کروموزومی ۴۶ دارند.)

انواع یاخته های بدن جانداران

یاخته پیکری (غیرجنسی)

- یاخته های غیرجنسی موجود زنده است که مستقیماً در تولید مثل جنسی شرکت نمی کنند.
- دارای کروموزوم های غیرجنسی و جنسی می باشند.

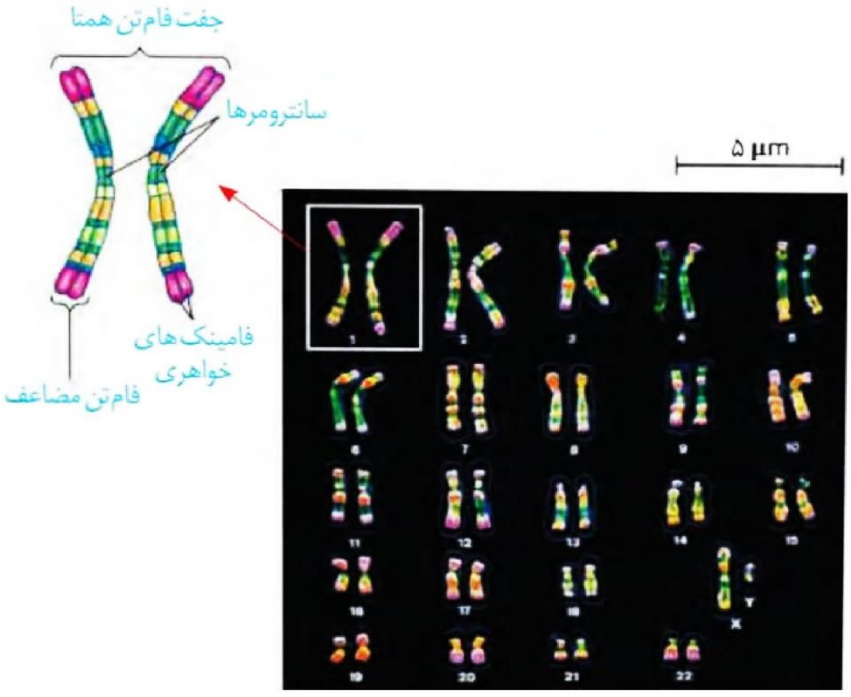
یاخته جنسی

- در تولید مثل جنسی موجود نقش دارند و معمولاً نصف یاخته پیکری جاندار، کروموزوم دارند.
- معمولاً دارای کروموزوم های غیرجنسی و جنسی می باشند.
- در زنبور نر، تعداد کروموزوم اسپرم و والد نر یکسان است و هر دو n کروموزومی هستند.

کاریوتیپ

- تصویری از کروموزوم های مضاعف جاندار در حداکثر فشردگی مرحله متافاز است.
- کروموزوم ها را برحسب اندازه، شکل، محتوای ژنتیکی و محل قرارگیری آنها از کروموزوم بزرگتر به کوچک تر مرتب و شماره گذاری می کنند.
- برای تعیین تعداد کروموزوم ها (عدد کروموزومی) و تشخیص برخی ناهنجاری کروموزومی (جهش های بزرگ ساختاری و عددی) تهیه می شود.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی


جفت فام‌تن همتا
سانترومرها
فامینک های خواهری
فام‌تن مضاعف
۵ µm

نکات شکل:

سه تعریف مهم

کروماتیدهای خواهری
- دو کروماتید به هم متصل در سانترومر یک کروموزوم مضاعف می باشند.
- از نظر دستورالعمل ژنی، مشابه هم می باشند.
- برای هر جایگاه ژنی، دو ژن با دستورالعمل یکسان دارند که مجموعاً یک الل به حساب می آید.

دو کروموزوم دختری
- به دو کروماتید خواهری وقتی از هم جدا شوند، دوکروموزوم دختری گفته می شود.
- دو کروموزوم مجزا با دو سانترومر مجزا هستند که برای هر جایگاه ژنی، دو ژن و دو الل دارند.

دو یاخته دختری
- دو یاخته جدا شده پس از تقسیم سیتوپلاسم می باشد که بعد از میتوز ایجاد شده اند.
- از نظر هسته و تعداد کروموزوم ها، ژن ها و الل ها مشابه هم می باشند.
- حاوی کروموزوم های تک کروماتیدی جنسی و غیرجنسی می باشند.

انواع کروموزوم های یک یاخته

کروموزوم غیرجنسی
- مستقیماً در تعیین جنسیت فرد تأثیر ندارد ← در دو جنس یک گونه ساختار مشابهی دارند.
- در یاخته جنسی و غیرجنسی وجود دارد.
- از نوع کروموزوم X یا Y نمی باشند.

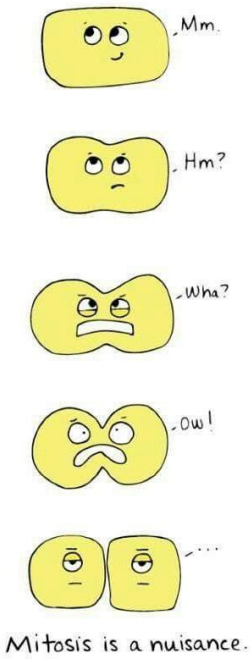
کروموزوم جنسی
- مستقیماً در تعیین جنسیت نقش دارند.
- در انسان و برخی جانداران وجود دارند.
- در یاخته جنسی و غیرجنسی وجود دارند.
- یاخته پیکری زنان دو کروموزوم جنسی X هم ساختار و مردان یک X بزرگ و یک Y کوچک تر دارند.

انواع یاخته ها از نظر تعداد مجموعه کروموزومی

هاپلوئید (تک لاد)
- یاخته هایی با یک مجموعه کروموزوم می باشند (مثل یاخته های جنسی انسان یا یاخته پیکری زنبور نر).
- با نماد n کروموزومی نشان می دهند و فاقد کروموزوم های همتا می باشند.
- در یک مجموعه خود دارای n کروموزوم غیرهمتا می باشند.
- در اغلب جانوران حاصل میوز ولی در گیاهان طی میوز و میتوز ایجادمی شوند (اسپرم زنبور نر حاصل میتوز است).

دیپلوئید (دولا)
- یاخته هایی با دو مجموعه کروموزومی می باشند.
- یاخته های پیکری جانوران (به جز زنبور نر) و مراحلی از زندگی گیاهان می باشند.
- هر کروموزوم آن ها دارای یک کروموزوم هم ساختار و هم اندازه به نام کروموزوم همتا می باشد.
- ۲n کروموزومی می باشند که به جز خودلقاحی هر مجموعه را از یک والد خود گرفته اند ← کروموزوم های هر مجموعه آن، با هم غیرهمتا می باشند.

پلی پلوئید
- یاخته هایی با چند مجموعه کروموزوم می باشند ← کروموزوم های هر مجموعه، با هم غیرهمتا می باشند.
- مثلاً در ۳n ها دارای کروموزوم هایی هستند که سه تا سه تا با هم همتا می باشند.
- در آندوسپرم ۳n ذخیره ای دانه نهاندانگان و در یاخته پیکری موز ۳n یا گندم زراعی ۶n دیده می شوند.



عدد کروموزومی انسان

۲n = ۴۶ ← ۴۴ کروموزوم اتوزوم (غیرجنسی)

۲ کروموزوم جنسی (مؤثر در تعیین جنسیت) ← x ، y

زن ← xx

مرد ← xy

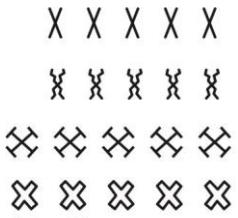
✓ راه مشخص کردن عدد کروموزومی:

✓ اول ببین چند به چند شبیه ؟! (n)

✓ بشمار تعداد ؟! ◯ =

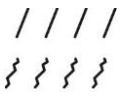
✓ / یا X

ساده مضاعف



۵n = ۲۰

مضاعف



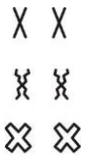
۴n = ۸

غیرمضاعف

یک مجموعه

۲n = ۶

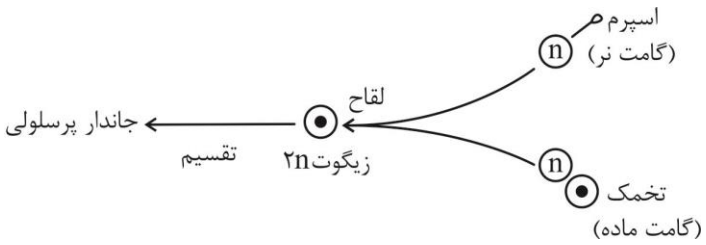
غیرمضاعف



۲n = ۶

مضاعف

زندگی انسان



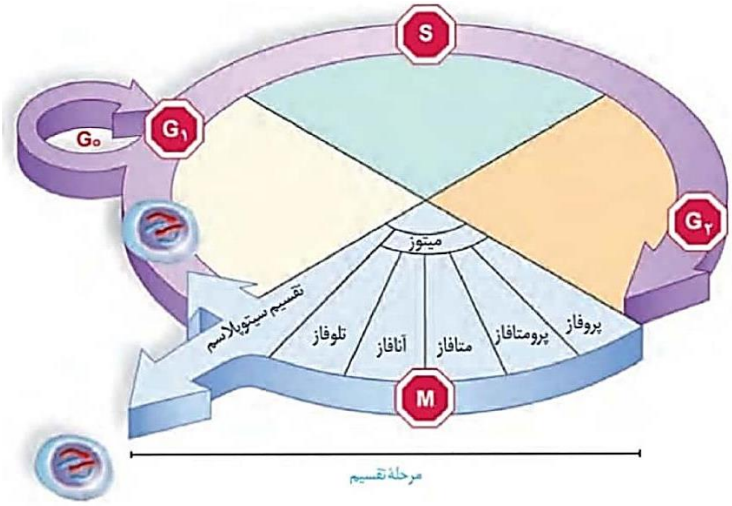
* تقسیم یک سلول ← تقسیم هسته سلول ← میتوز: برای رشد و نمو- ۱ سلول به ۲ سلول شبیه خود تقسیم می شود. (هسته هسته)
میوز: برای تولید سلول جنسی با نصف تعداد کروموزوم - از یک هسته ۲n، ۴ سلول n بوجود می آید.
تقسیم سیتوپلاسم سلول (سیتوکینز) ← گیاهی : صفحه سلولی
جانوری: کمربند Pro

در یاخته $Xn=Y$

- Y بیانگر تعداد کروموزوم یا عدد کروموزومی یاخته می باشد.
- X بیانگر تعداد مجموعه هر کروموزوم می باشد ← کروموزوم ها Xتا Xتا با هم همتا می باشند.
- n برابر تعداد کروموزوم هر مجموعه می باشد که با هم غیرهمتا می باشند.

چرخه سلولی

- مراحل زندگی یک یاخته، از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی را چرخه یاخته ای می نامند.
- در یاخته های مختلف، مدت زمان مراحل چرخه یاخته ای متفاوت می باشد.
- چرخه یاخته ای، دو مرحله اینترفاز و تقسیم دارد.



مراحل چرخه سلولی

اینترفاز

- بیشتر مراحل زندگی یاخته ها در این مرحله می باشد که شامل سه مرحله G_1 ، S و G_2 برای رشد و ساخت مواد مورد نیاز تقسیم یاخته می باشد.
- کروموزوم های کروماتینی و هستک به همراه غشای هسته دارد.
- رشد، ساخت مواد مورد نیاز و انجام کارهای معمول یاخته در آن انجام می شود.

مراحل اینترفاز

G_1 یا وقفه اول

- مرحله رشد است که بیشترین زمان زندگی یاخته در این مرحله اینترفاز است و کروماتین ها تک کروماتیدی هستند.
- برخی یاخته ها مثل نورون ها به طور موقتی یا دائمی در این مرحله می مانند و به G_0 می روند.
- در آخر آن نقطه وارسی برای اطمینان از سلامت DNA یاخته وجود دارد.
- یاخته های لنفوسیت خاطره به طور موقت در مرحله G_0 باقی می مانند و با برخورد به آنتی ژن وارد G_1 و ادامه چرخه می شوند.
- پلاسموسیت ها، اغلب نورون ها، ماهیچه اسکلتی و گویچه های خونی (به جز لنفوسیت ها)، به طور دائم در مرحله G_0 انسان باقی می مانند.

S یا همانندسازی

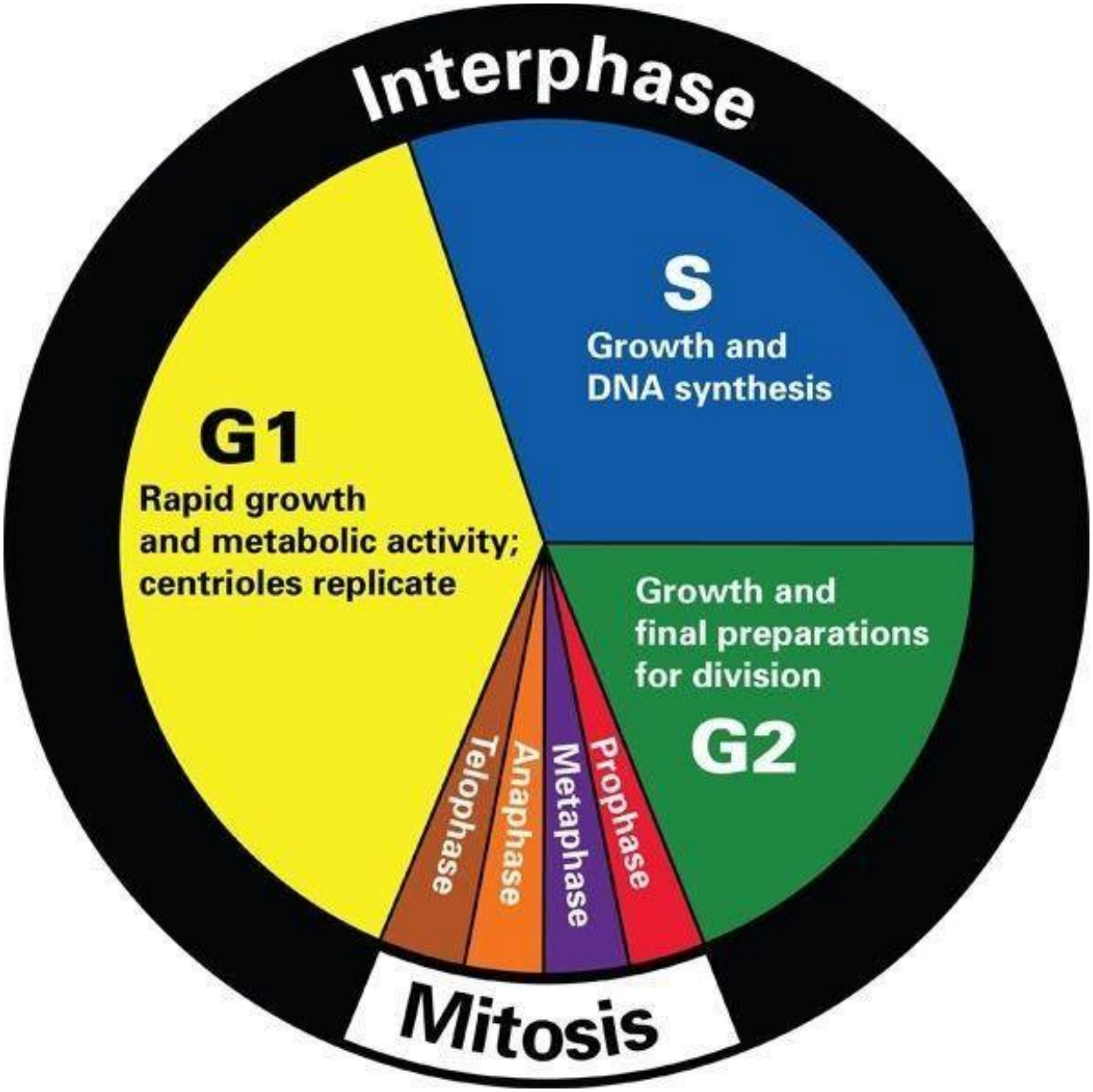
- DNA هسته در این مرحله دو برابر شده و کروماتید خواهری به همراه کروماتین مضاعف ایجاد می شوند.
- طی این مرحله هر مولکول DNA به دو مولکول کاملاً مشابه تبدیل می شود.
- در این مرحله، جدا شدن هیستون ها، عمل هلیکاز و دنابسپاراز (نوکلئازی و ویرایشی) رخ می دهد.

G_2 یا وقفه دوم

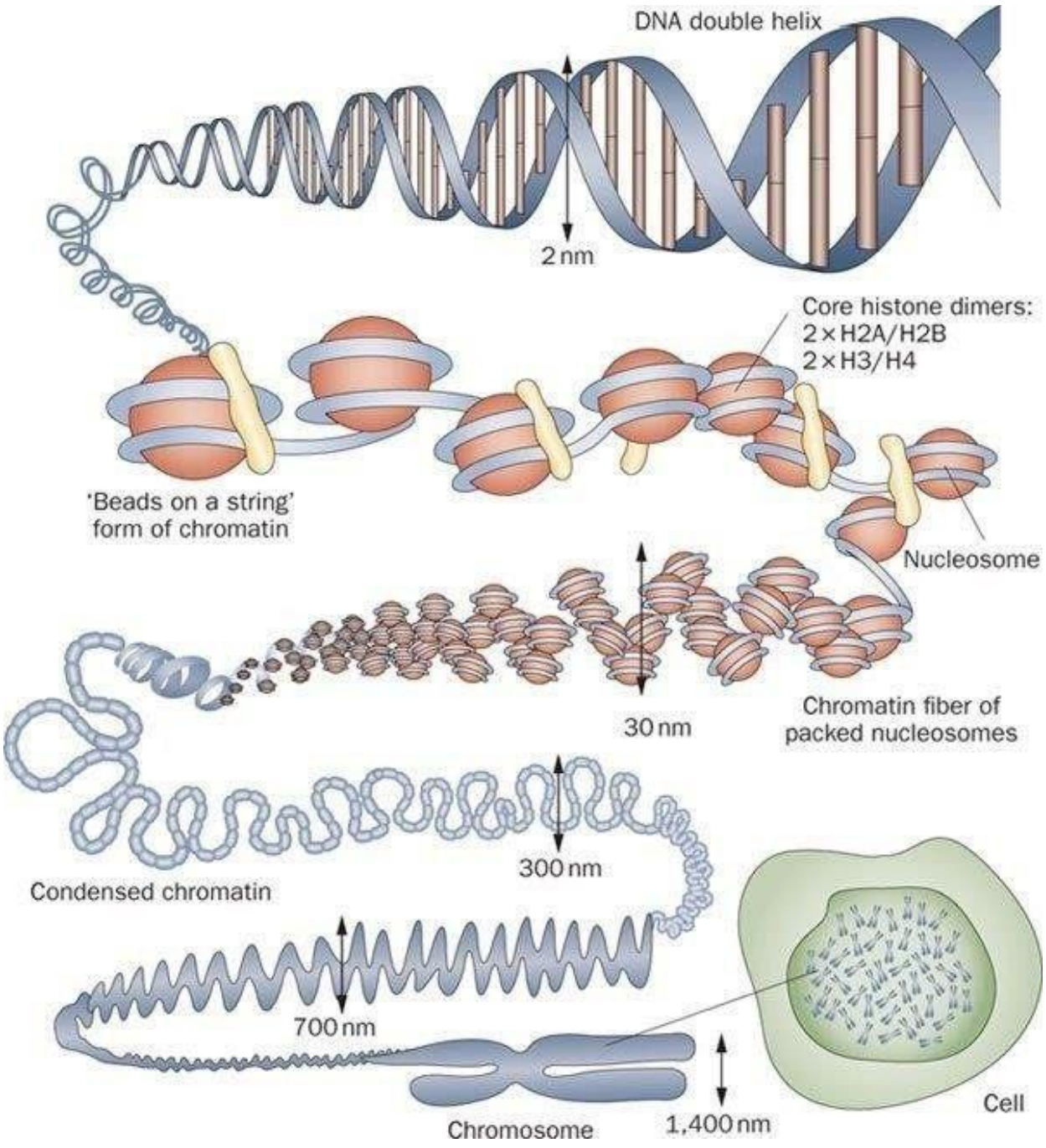
- نسبت به مرحله S و G_1 کوتاه تر می باشد و کروماتین های مضاعف دارد.
- ساخت پروتئین و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا کرده تا یاخته آماده تقسیم شود.
- عوامل مورد نیاز دوک تقسیم یا عوامل تقسیم (مثل سانترویول جانوری) را توسط نقطه وارسی آخر G_2 کنترل می کند.

تقسیم یاخته

- شامل دو فرآیند تقسیم هسته و سیتوپلاسم می باشد.
- تقسیم هسته ۵ مرحله دارد ← پروفاز، پرومتافاز، متافاز، آنافاز، تلوفاز
- در آخر متافاز دارای نقطه وارسی برای اطمینان از اتصال دوک به کروموزوم ها می باشد.
- اولین مرحله آن، تقسیم هسته و دومین مرحله آن، تقسیم سیتوپلاسم است.
- در ابتدا و انتهای تقسیم هسته، کروماتین به جای کروموزوم وجود دارد.
- پس از میتوز، تقسیم سیتوپلاسم سبب ایجاد دو یاخته با کروماتین های مساوی می شود.


Interphase
S
Growth and
DNA synthesis
G1
Rapid growth
and metabolic activity;
centrioles replicate
Growth and
final preparations
for division
G2
Prophase
Metaphase
Anaphase
Telophase
Mitosis

نکات شکل:


DNA double helix
2 nm
Core histone dimers:
2×H2A/H2B
2×H3/H4
'Beads on a string'
form of chromatin
Nucleosome
30 nm
Chromatin fiber of
packed nucleosomes
300 nm
Condensed chromatin
700 nm
Chromosome
1,400 nm
Cell

تقسیم سلول، فرایندی تنظیم شده

*** سلول های بدن جانداران**

- دائماً در حال تقسیم هستند (سلولهای بنیادی مغز استخوان و سلول های سرلادی گیاهان)
  - ⇦ در شرایط خاص (شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حدِ سلولها)
    - ⇩ تقسیم کاهش یا متوقف
- به ندرت تقسیم می شوند (وارد G_0) ⇦ مثل نورون

*** تنظیم سرعت تقسیم یافته**

- در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی
- تنظیم توسط ۲ نوع Pro
  - Proهایی که محرک تقسیم (گاز)
  - Proهایی که مانع تقسیم (ترمز)

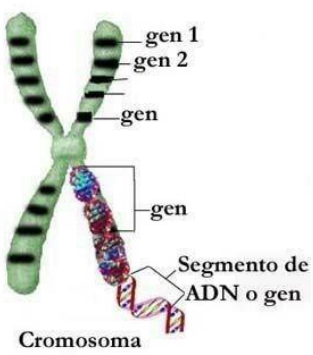
Example

۱) هورمون رشد: در گیاهان در محل آسیب دیده باعث سرعت تقسیم و ایجاد توده سلول (مانع نفوذ میکروب)

۲) عامل رشد: در زیر پوست انسان با ↑سرعت تقسیم↑ سرعت بهبود زخم

۳) اریتروپوتین: هنگام O_2↓، اریتروپوتین از کلیه ترشح و بر مغز ↑ مز استخوان اثر گذاشته و تولید سلولهای خونی را ↑

هورمون

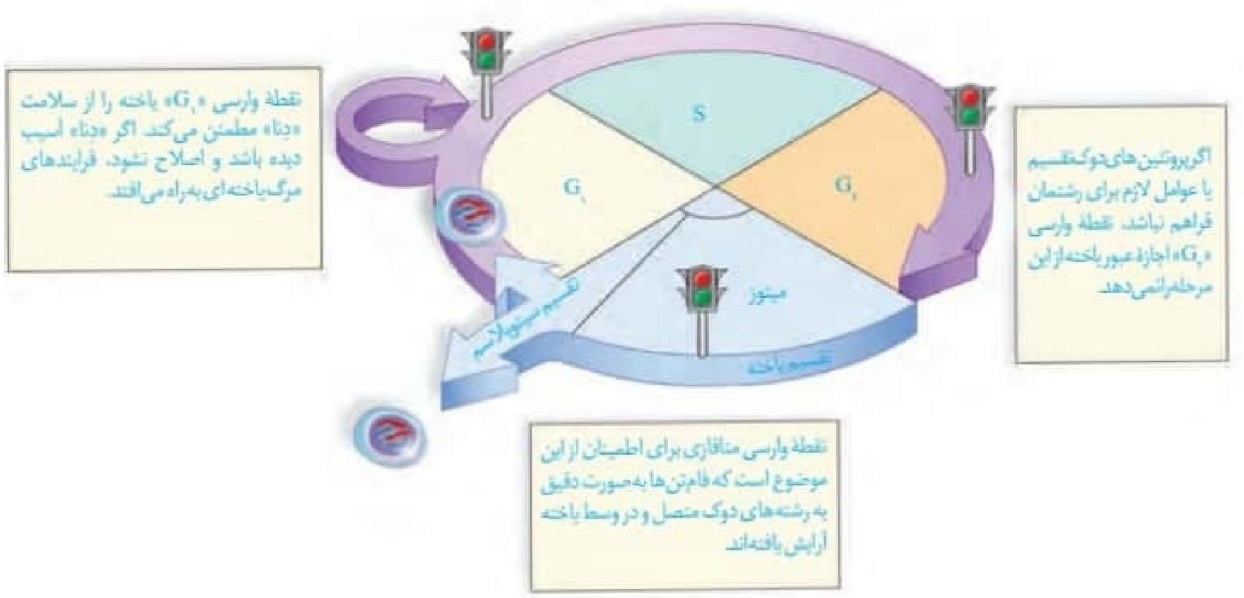


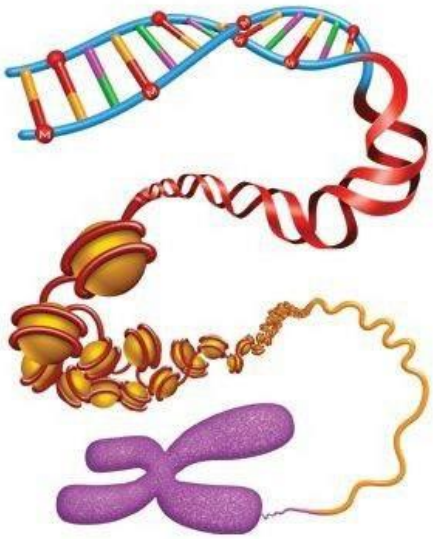
نقاط وارسی

- ویژه چرخه یاخته ای در یوکاریوت هاست. تنظیم تقسیم یاخته ای توسط این نقاط انجام می شود.
- پروتئین هایی تنظیمی در انتهای G_1 ، G_2 و متافاز تقسیم می باشند.

این نقاط به یاخته اطمینان می دهند که

- مرحله قبل کامل شده است.
- عوامل لازم مرحله بعد، آماده و تولید شده است.





نقاط وارسی — مهم ترین نقاط وارسی و نقش آن ها

- در انتهای G_1: یاخته را از سلامت DNA مطمئن کرده و در صورت نقص اصلاح نشده در DNA، سبب آغاز فرایند مرگ برنامه ریزی شده یاخته ای می شود.
- در انتهای G_2:
  - عوامل لازم برای ساخته شدن دوک تقسیم و شروع میتوز را بررسی می کند.
  - به یاخته اطمینان می دهد که همانندسازی دنا کاملاً انجام شده است.
- در انتهای متافاز:
  - به یاخته اطمینان می دهد که کروموزوم ها در وسط یاخته اند و به طور دقیق به رشته های دوک متصلند.
  - تولید عوامل لازم برای تجزیه پروتئین سانترومری مرحله آنافاز را بررسی می کند.

* تعداد سلول ↑ تقسیم / ↓ مرگ

اگر تعادل این دو بهم بخورد و تقسیم > مرگ ⇦ تومور

تومور

- در اثر برهم خوردن تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته صورت می گیرد.
- توده ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می شود.

انواع تومور

خوش خیم

- تومورى با رشد کم بوده که یاخته های آن در جای خود مانده و منتشر نمی شوند.
- معمولاً آن قدر بزرگ نمی شوند و به بافت های مجاور خود آسیب نمی رسانند.
- در مواردی که بیش از حد بزرگ شود ← می تواند در انجام عمل طبیعی اندام اختلال ایجاد شود.
- نوع لیپومای آن، یاخته های چربی (بافت پیوندی) تکثیر شده و توده ای ایجاد می کند که در بالغین متداول است.

بدخیم (سرطان)

- رشد آن زیاد است ← یاخته هایی از آن جدا شده ← همراه با خون یا به ویژه لنف به نواحی دیگر بدن می رود ← در آنجا مستقر شده و رشد می کند.
- به بافت های مجاور حمله می کند و توانایی دگرنشینی (متاستاز) دارد ← یعنی با ورود به محیط داخلی در بدن پخش می شود.
- علت اصلی آن، برخی تغییرات در ماده ژنتیکی یاخته ها است ← چرخه یاخته از کنترل خارج می شود.
- نوعی از آن به نام ملانوما، سبب بدخیمی در یاخته های رنگدانه دار پوست می شود.

مراحل رشد و متاستاز سرطان

۱) ابتدا یاخته های سرطانی شروع به تهاجم به یاخته های همان بافت می کنند.
۲) یاخته های سرطانی در بافت گسترش می یابند ولی هنوز به لنف کنار آن نرسیده است.
۳) یاخته های سرطانی به لنف مجاور محل تکثیر خود وارد می شوند.
۴) یاخته های سرطانی به بافت ها و اندام های دوردست تر رفته و پس از استقرار، آن ها را سرطانی می کنند.

الف)

ب)

الف) تومور خوش خیم لیپوما، در نزدیکی آرنج

ب) ملانوما نوعی تومور بدخیم یاخته های رنگدانه دار پوست

نکات شکل:

***سرطان**

- تشخیص
  - بافت برداری: تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان (بیوپسی)
  - آزمایش خون
  - ترکیب بافت برداری و آزمایش خون
- درمان
  - جراحی
  - پرتودرمانی: سلولهایی که به سرعت تقسیم می شوند تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می گیرند.
  - شیمی درمانی: استفاده از دارو برای سرکوب سرطان

***عوارض شیمی درمانی**

- آسیب مغز استخوان، پیاز مو، و پوشش دستگاه گوارش ⇦ ریزش مو، خستگی، تهوع
- گاهی مجبور می شوند پیوند مغز استخوان بزنند.

عوامل مؤثر در ایجاد سرطان

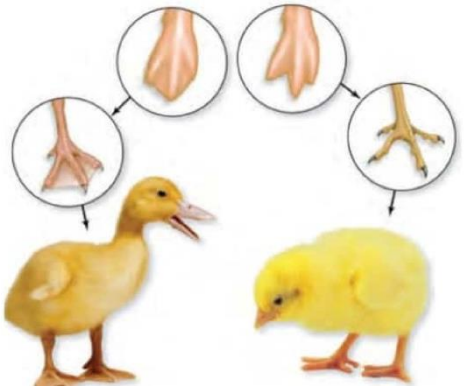
وراثت
- اختلال در ژن ها سبب اختلال درپروتئین ها می شود ← پروتئین ها تنظیم کننده چرخه یاخته و مرگ آن ها می باشند.
- ژن های زیادی شناخته شده اند که در بروز سرطان نقش دارند.
- علت شیوع بیشتر بعضی سرطان ها در بعضی جوامع، جهش های ژنی است.

عوامل محیطی
- پرتوهای فرابنفش، دود خودروها و آلاینده های محیط ← تولید رادیکال های آزاد را زیاد می کنند ← به ساختار DNA آسیب می رسانند.
- مواد شیمیایی سرطان زا، گوشت و ماهی دودی شده (سدیم نیتریت)، برخی ویروس ها، قرص های ضدبارداری، نوشیدنی الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان زایی می باشند.
- تولید رادیکال های آزاد در اثر مواد سمی سیانیدی، کربن مونواکسید و الکل ← در تولید سرطان نقش دارند.
- سبک زندگی و تغذیه سالم با مواد پاداکسنده ← نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند.

مرگ یاخته ای

تصادفی
- در حالاتی مثل بریدگی ها ← سبب بافت مردگی می شود.
- تجمع رادیکال های آزاد در اثر مصرف زیاد الکل ← تخریب دنای راکیزه کبدی ← نکروز یا بافت مردگی کبدی می دهد.

مرگ برنامه ریزی شده
- یک سری فرایندهای دقیقاً برنامه ریزی شده در برخی یاخته ها و در شرایط خاص می باشد.
- رسیدن علائمی به یاخته ها ← پروتئین تخریب کننده یاخته ← در چند ثانیه شروع به تجزیه یاخته و مرگ آن می کند.
- حذف یاخته پیر یا آسیب دیده در آفتاب زدگی از آن مدل است ← یاخته هایی که دنای آسیب دیده در اثر پرتو فرابنفش دارند، می توانند سرطانی شوند.
- حذف یاخته های اضافی مثل پرده بین انگشتان پای برخی پرندگان
- ورود آنزیم های مرگ برنامه ریزی شده به همراه پرفورین از یاخته های لنفوسیت کشنده طبیعی و نوع T در برخورد با سرطان ها یا یاخته آلوده به ویروس.



توجه داشته باشید اختلال در عملکرد نقاط وارسی می تواند سبب تقسیم بی‌رویه یاخته و ایجاد تومور شود.

در ایجاد هر دو نوع تومور خوش‌خیم و بدخیم، اختلالات نقاط وارسی دارای نقش است.

هر نوع توموری که در آن یاخته ها در جای خود باقی مانده و امکان انتشار ندارند، معمولاً رشد کمی دارد، بیش از اندازه بزرگ نمی‌شود و به بافت های مجاور آسیب نمی‌رساند.

هر نوع توموری که می‌تواند به بافت‌های مجاور حمله کند، توانایی دگرنشینی (متاستاز) دارد، می‌تواند یاخته‌هایی را همراه با جریان خون یا لنف به نواحی دیگر بدن گسیل دهد و به بافت های مجاور خود آسیب رساند.

لیپوما نوعی تومور خوش‌خیم از یاخته‌های چربی و ملانو نوعی تومور بدخیم از یاخته های رنگدانه‌دار پوست می‌باشد.

شرط بروز متاستاز توسط یاخته هایی که جزء بافت پوششی بوده و سرطانی شده‌اند، عبور این یاخته‌ها از غشای پایه است.

متاستاز با عبور یاخته‌ها از مسیر لنفی متداول‌تر از متاستاز با عبور یاخته‌ها از مسیر خونی است.

آزمایش خون و بافت‌برداری به تشخیص سرطان و جراحی، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی به درمان این بیماری کمک می‌کند.

. توجه داشته باشید که در پرتو درمانی تعداد محدودی از یاخته‌های بدن یعنی به طور عمده یاخته‌های سرطانی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. اما شیمی درمانی سبب سرکوب تقسیم یاخته ها در همه بدن می‌شود، به همین علت می‌تواند به یاخته های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برساند و سبب مرگ یاخته‌ها شده و عوارضی مانند ریزش مو، تهوع و خستگی ایجاد کند.

هم پرتو درمانی به هم شیمی درمانی به شرط شدید بودن می توانند با اثرگذاری منفی در مغز استخوان سبب نیاز بیمار سرطانی به پیوند مغز استخوان برای تامین یاخته های خونی مورد نیاز خود بشوند.

جونم برات بگه ....

خلاصه نویسی به روش فلوچارت و # گذاری:

SCIENCE
144 OBJECTS
EPS, AI, PNG
CLICK to see ALL

فصل ۶

گفتار ۲: رشتمان (میتوز)

میتوز:

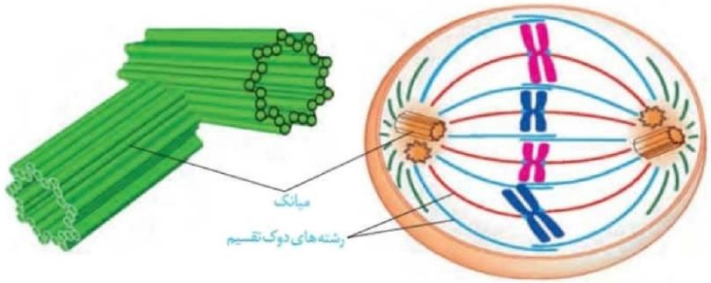
- تقسیمی ویژه هسته یوکاریوت ها است که ماده ژنتیکی مضاعف شده در مرحله S اینترفاز، تقسیم می شود تا به طور مساوی به یاخته های جدید برسند.
- طی این تقسیم، کروموزوم های پراکنده در هسته ← به طور دقیق به وسط یاخته می آیند ← سپس به طور مساوی بین یاخته های دختری تقسیم می شوند.
- در هر یاخته ای از نظر عدد کروموزومی مثلاً هاپلوئید، دیپلوئید یا پلی پلوئید صورت می گیرد ← دو یاخته با تعداد کروموزوم مادی مشابه می سازد.
- فرایند پیوسته است که برای سادگی فهم، آن را مرحله بندی می کنیم (به دو کروموزوم تک کروماتیدی حاصل از جدا شدن کروماتیدهای خواهری ← کروموزوم های دختری می گویند).

یاخته حاصل از میتوز

- در برخی موارد می تواند لقاح کند ← گامت گیاهان و اسپرم زنبور عسل
- **در برخی موارد میتوز می کند**
  - به جاندار تبدیل می شود ← تولید مثل غیرجنسی
  - به اندام ها تبدیل می شود.
- **در برخی موارد قدرت میوز پیدا می کند.**
  - پارانشیم خورش و کیسه گرده گیاهان
  - اسپرماتوسیت اولیه و اووسیت اولیه جانوران

دوک تقسیم

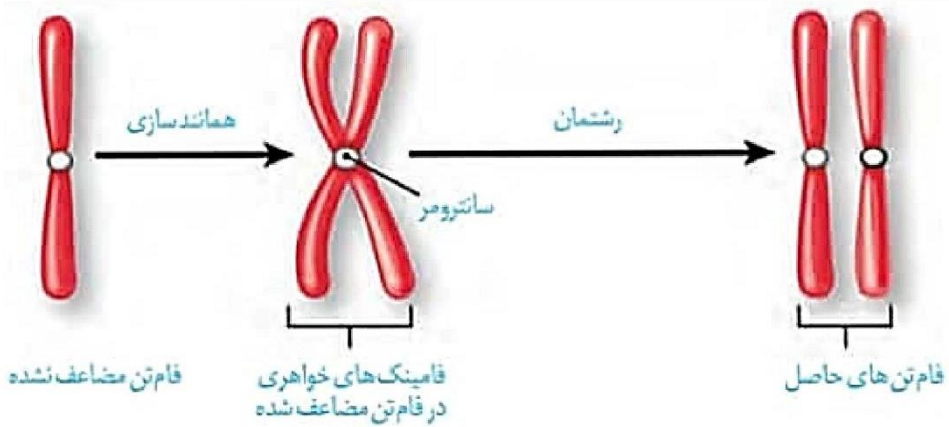
- مجموعه ای از ریزلوله های پروتئینی(رشته های ریزپروتئینی) است که برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم ها لازم است.
- در هنگام تقسیم یاخته، پدیدار می شوند و برخی از آن ها به سانترومر کروموزوم ها متصل می شوند.
- با کوتاه شدن رشته های دوک متصل به سانترومرها ← کروماتیدهای خواهری از هم جدا شده و به عنوان کروموزوم های دختری به قطبین می روند.
- در هر تقسیم یاخته یوکاریوتی در مرحله پروفاز، تشکیل شده، درمرحله آنافاز کوتاه شده و در مرحله تلوفاز تخریب و ناپدید می شوند.

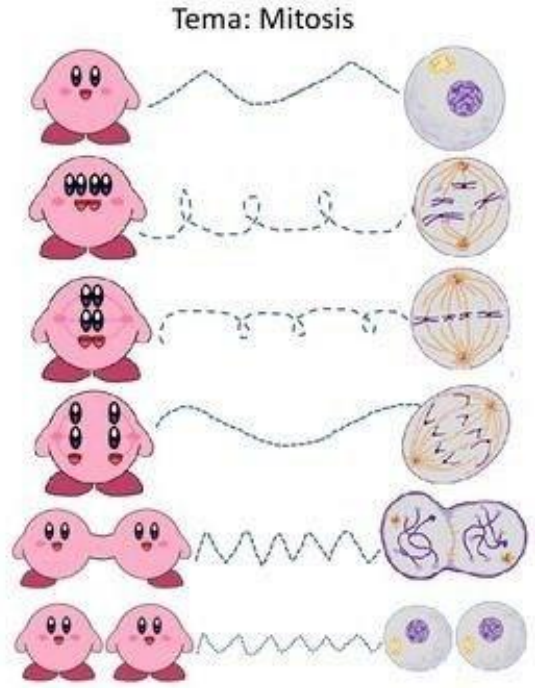


نکات شکل:

سانتریول (میانک)

- در یاخته های جانوری وجود دارد و ساخته شدن رشته های دوک را سازماندهی می کند.
- هر کدام یک جسم استوانه ای است که از ۹ دسته ریزلوله پروتئینی کوچک تر از دوک ایجاد شده است ← دسته ریزولوله های سه تایی مجاور به هم متصلند.
- در اینترفاز و در مرحله G_2، دوبرابر می شوند ولی در مرحله تقسیم فعالیت می کند.
- در شروع تقسیم، یاخته جانوری دارای دو جفت یا ۴ سانتریول است.
- در اطراف آنها رشته های کوتاه لوله ای پروتئینی ایجاد می شود.





مراحل میتوز یافته ۴ = ۲n

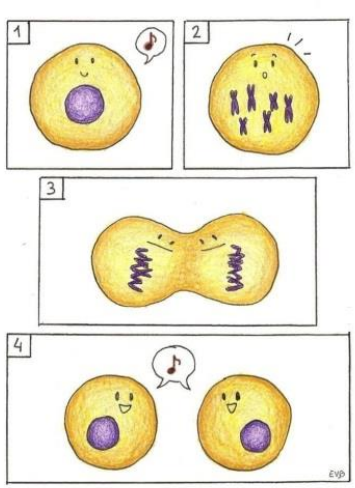
پروفاز
- رشته های کروماتین در این مرحله، فشرده تر، ضخیم و کوتاه تر می شوند و به کروموزوم تبدیل می شوند.
- کروموزوم های مضاعف این مرحله را به تدریج می توان با میکروسکوپ نوری مشاهده کرد.
- غشای هسته و هستک ها به تدریج از بین می روند ← سانتریول های جانوری به دو طرف یاخته می روند ← بین آن ها در دور هسته، دوک تشکیل می شود.

پرومتافاز
- پس از تشکیل دوک تقسیم آغاز می شود ← دوک ها در مراحل پروفاز و پرومتافاز به تدریج دراز می شوند.
- پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی به قطعات کوچک ترتجزیه شده و از بین می روند ← کروموزوم ها در سیتوپلاسم قرار می گیرند.
- برخی رشته های دوک به سانترومر کورموزوم های مضاعف متصل می شوند و برخی آزاد می باشند.

متافاز
- کروموزوم های مضاعف با بیشترین فشردگی و کوتاه ترین حالت در وسط یا استوای یاخته ردیف می شوند.
- برخی رشته های دوک بین کروموزوم ها و برخی به سانترومر متصلند.
- همانند دو مرحله قبلی، کروموزوم های مضاعف دارند.

آنافاز
- در ناحیه سانترومر ← تجزیه پروتئین اتصالی دو کروماتید رخ داده ← برخی رشته های دوک کوتاه شده ← کروماتیدهای خواهری از هم جدا شده ← کروموزوم های دختری ایجاد می شوند.
- هر کورموزوم آن در هر قطب یاخته دارای یک کروماتید یا یک مولکول DNA می باشد.
- کروموزوم ها شروع به باز شدن رشته ها و ایجاد کروماتین نمی کنند ولی تعداد عدد کروموزومی، سانترومر و الل های یاخته دو برابر می شود.
- تعداد مولکول DNA و ژن های یاخته تغییر نمی کند.
- فقط رشته های دوکی که به سانترومرها متصل هستند، کوتاه می شوند و کروموزوم ها را به قطبین می برد.

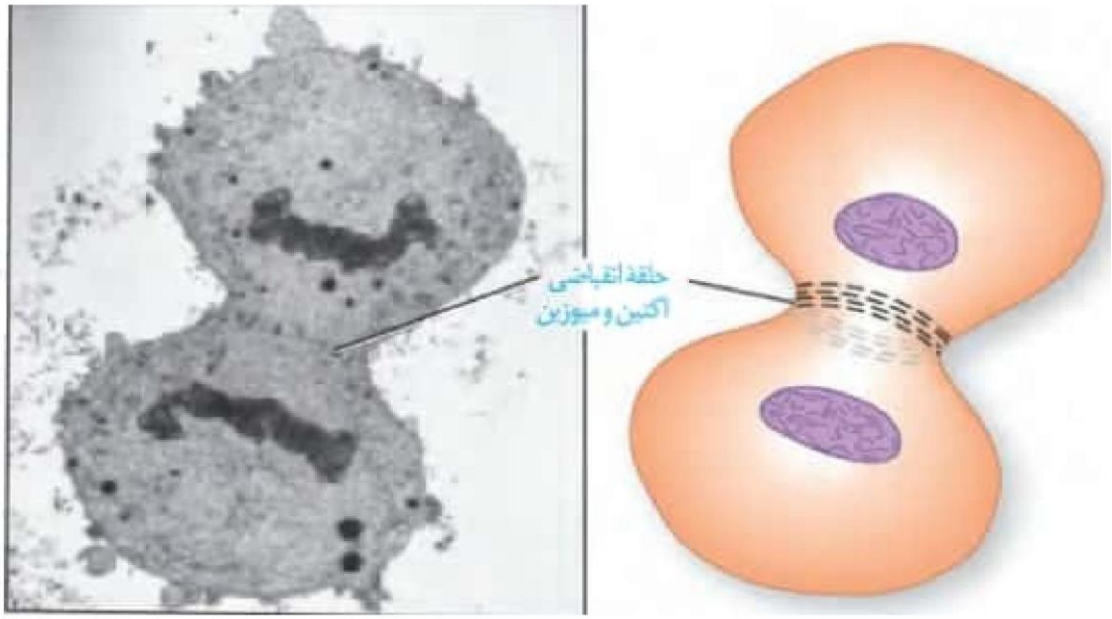
تلوفاز
- رشته های دوک با تجزیه شدن تخریب شده و از بین می روند.
- کروموزوم ها شروع به باز شدن کرده و دوباره کروماتینی می شوند.
- پوشش هسته دوباره تشکیل می شود.
- یاخته ای با دو هسته با ماده ژنتیکی مشابه ولی تک کروماتیدی ایجاد می کند.



تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز): بعد از تقسیم هسته (میتوز)، ابتدا اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم شده و با تقسیم سیتوپلاسم، دو یاخته جدید با ژن‌های مشابه ایجاد می شود.

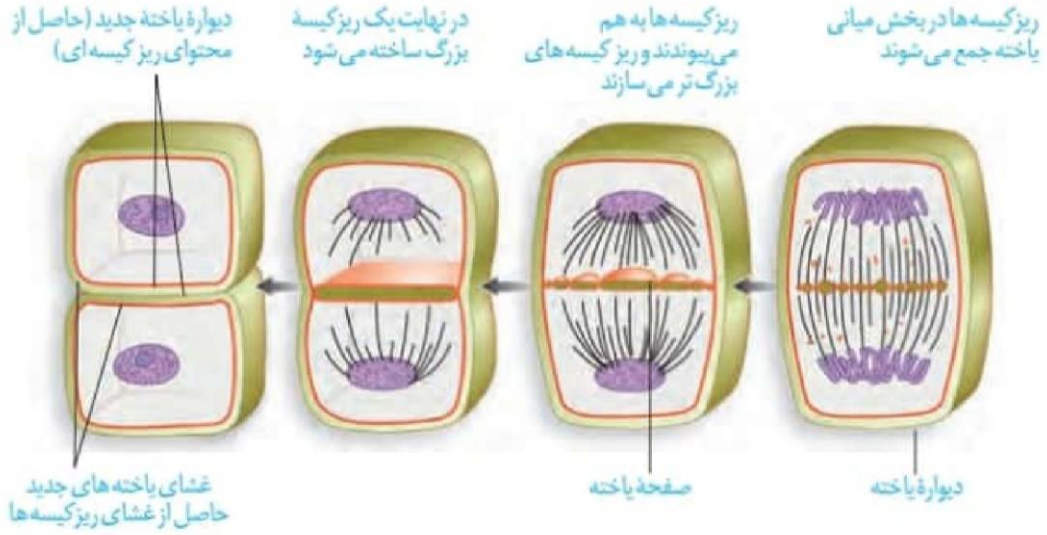
تقسیم سیتوپلاسم در یاخته های جانوری (سیتوکینز)

- **اکتین و میوزین**
  - کمربندی از جنس پروتئین های اکتین و میوزین در وسط سیتوپلاسم یاخته منقبض می شود. ← این کمربند انقباضی به غشای یاخته متصل است و به غشا در وسط یاخته فرورفتگی می دهد. ← با تنگ شدن این حلقه انقباضی، در نهایت دو یاخته از هم جدا می شوند.
  - برای تقسیم سیتوپلاسم ← در هر یاخته با قدرت تقسیم تولید می شود.
  - برای انقباض یاخته ← ویژه یاخته های عضلانی است.



تقسیم سیتوپلاسم در یاخته های گیاهی

- حلقه انقباضی تشکیل نمی شود.
- ابتدا با تجمع ریزکیسه های دستگاه گلژی و پیوستن آن ها به هم صفحه یاخته ای در وسط یاخته (محل ایجاد دیواره) ایجاد می شود.
- ریزکیسه های حاصل از گلژی حاوی پیش سازهای تیغه میانی و دیواره یاخته اند.
- صفحه یاخته ای به دیوار یاخته مادری متصل شده و سپس دو یاخته جدید از هم جدا می شوند.
- اطراف صفحه دیوار جدید، غشای وزیکول یا غشای یاخته وجود دارد.
- لان و پلاسمودسم نیز هنگام دیواره جدید پایه گذاری می شوند.
- به ترتیب: ریزکیسه ها ← صفحه یاخته ای ← یک ریزکیسه بزرگ ← دیواره یاخته
- در یاخته هایی مثل گرده رسیده یا اولین تقسیم تخم $2n$ نهاندانگان، سیتوپلاسم به صورت نامساوی تقسیم می شود.
- تشکیل دیواره در گیاهان از آنافاز آغاز می شود که هنوز دوک تقسیم وجود دارد.



«مقایسه ی سیتوکیترها»

	اینترفاز		تقسیم هسته (میتوز)					تقسیم سیتوپلاسم
	مرحله وقفه اولیه یا G_1	مرحله S	مرحله وقفه دوم یا G_2	پروفاز	پرومتافاز	متافاز	آنافاز	تلوفاز	سیتوکینز
	$2n=4$ غیرمضاعف - سلول در حالت زندگی عادی - در حال رشد است و مدت زیادی در این مرحله است.	$2n=4$ مضاعف - با روش همانندسازی DNA کروموزوم‌های تک کروماتیدی به صورت ۲کروماتیدی می‌شود (همانند سازی DNA خطی هستند)	$2n=4$ مضاعف مرحله کوتاه‌تر نسبت به بقیه مراحل اینترفاز - سلول با ساخت Pro و همانندسازی اندامک برای تقسیم سلولی آماده می‌شوند. (همانندسازی DNA حلقوی اندامک میتوکندری و کلروپلاست)	$2n=4$ مضاعف - فشرده شدن کروماتین و ضخیم و کوتاه شدن کروموزوم‌ها - با جدا شدن ۲ جفت سانتریول به دو طرف سلول، دوک میتوزی ساخته شد. - ناپدیدشدن پوشش اندامک و هسته شروع می‌شود.	$2n=4$ مضاعف - شروع این مرحله بلافاصله بعد از تولید دوک - غشاء به طور کامل تخریب شده - اتصال کروموزوم‌ها از سانترومر به دوک	$2n=4$ مضاعف - بیشترین فشردگی ماده ژنتیک قرارگیری کروموزوم‌ها در استوای سلول (صفحه کروموزومی)	هر قطب: $2n=4$ غیرمضاعف - تجزیه پروتئین اتصالی در سانترومر و کوتاهی نوک باعث جدا شدن کروماتیدهای کروموزوم و کروموزوم-های تک کروماتیدی تولید می‌شوند در هر قطب (جدا شدن کروموزوم‌های دختری)	غیرمضاعف $2n=4$ - تخریب دوک و کاهش فشردگی کروموزوم‌ها و تبدیل به کروماتین - تشکیل پوشش هسته	جدا شدن سیتوپلاسم و تولید ۲ سلول که دقیقاً مشابه سلول اولیه می-باشد.

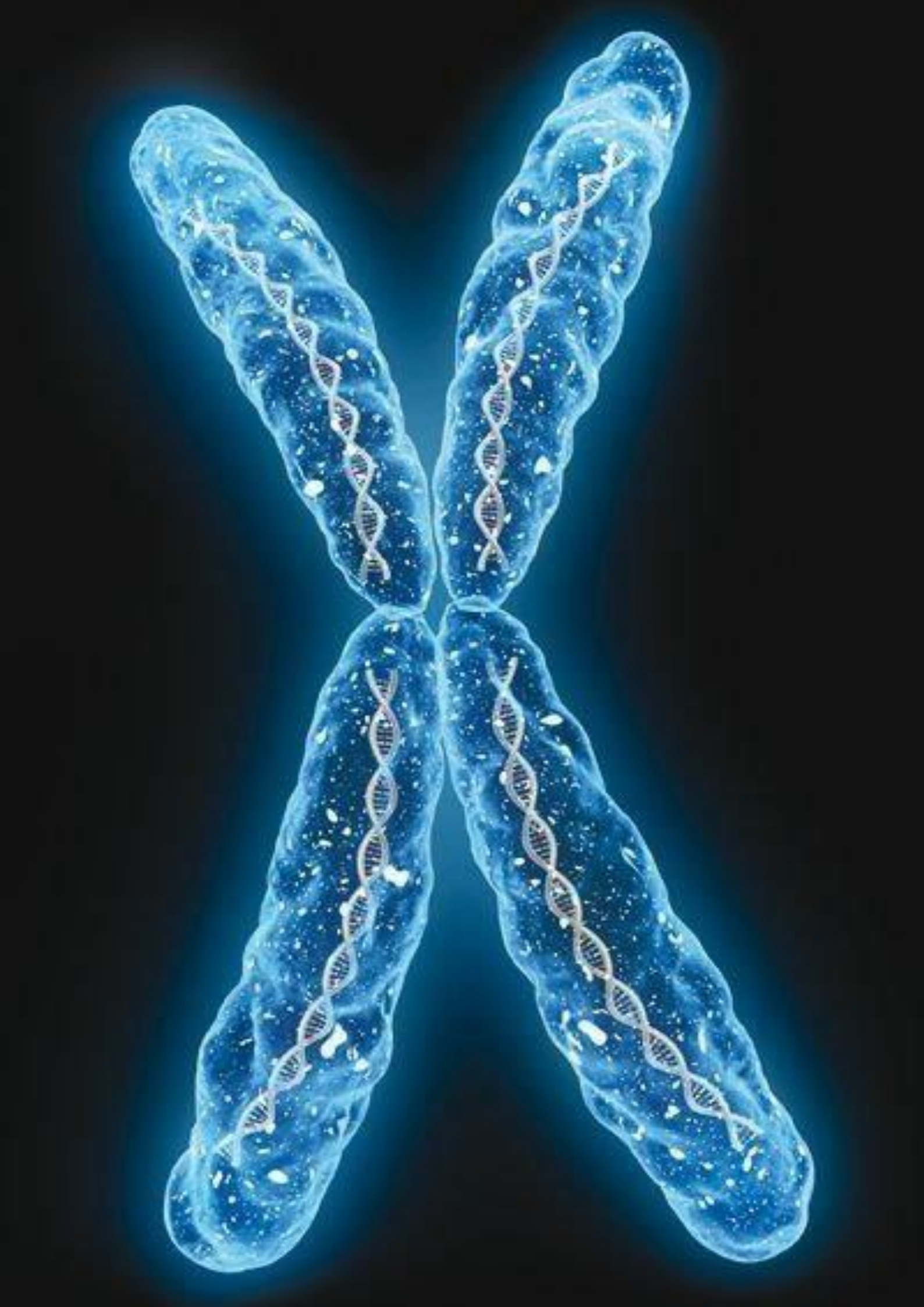
* در اثر میتوز که در جهت تکثیر و رشد و ترمیم رخ می‌دهد← از یک سلول ۲۰ سلول دقیقا مشابه خودش تولید می‌کند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

مقایسه ی میتوز و میوز؟!!!

جونم برات بگه.....

خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:

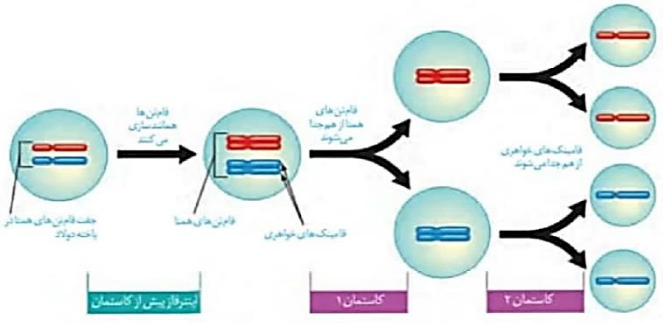


فصل ۶

گفتار ۳: عدد کروموزومی انسان

میوز

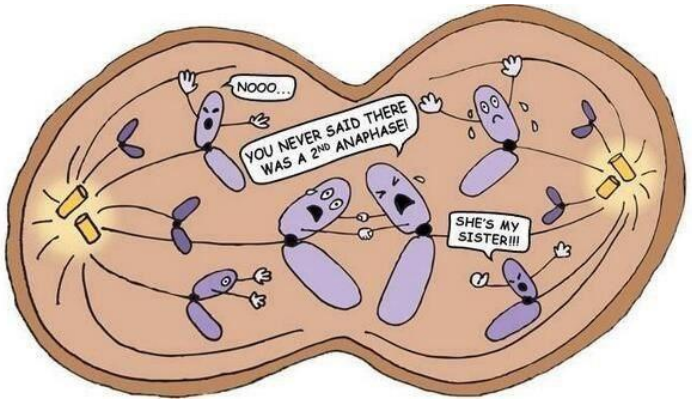
- تقسیمی ویژه تولید مثل جنسی در یوکاریوت ها می باشد که دو مرحله تقسیم متوالی دارد و مرحله اول آن با کاهش عدد کروموزومی همراه می باشد.
- یک مرحله اینترفاز به همراه دو مرحله کلی میوز ۱ و میوز ۲ دارد که در هر مرحله پس از تقسیم هسته، تقسیم سیتوپلاسم هم رخ می دهد.
- میوز ۱ با کاهش عدد کروموزومی همراه است ولی میوز ۲ همانند میتوز ۲ یاخته می‌باشد و با کاهش عدد کروموزومی همراه نیست.
- میوز بر خلاف میتوز فاقد مرحله پرومتافاز می باشد ولی تفاوت میوز و میتوز، اغلب در مراحل میوز ۱ صورت می گیرد.



یاخته های حاصل از میوز

- چهار یاخته می باشند که از دو نوع مختلف می باشند.
- اگر در پروفاز ۱ آن کراسینگ اوور رخ دهد ← ممکن است چهار نوع یاخته مختلف ایجاد شود.
- دوباره قدرت میوز ندارد.
- **در جانوران**
  - معمولاً گامت هستند و لقاح می کنند.
  - در زنبور ماده ملکه ← تخمک است.
    - برخی لقاح می کنند ← زنبور ماده (2n) می سازند.
    - برخی میتوز می کنند ← با بکرزایی به زنبور نر تبدیل می شوند.
- در گیاهان ← قدرت میتوز دارند و در نهایت گامت می سازند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی



نکته ۱۱

در جانوران فقط اسپرماتوسیت اولیه و اووسیت اولیه قادر به شروع آن می‌باشند. (میوز).

مراحل میوز ۱

پروفاز ۱

- تمام موارد پروفاز و پرومتافاز میتوز در این مرحله صورت می گیرد.
  - سانتریول ها جدا شده و بین آنها دوک ایجاد می شود.
  - کروموزوم ها فشرده تر می شوند.
  - غشای هسته از بین می رود.
- کروموزوم های همتای مضاعف از طول در کنار هم قرار گرفته و ساختار ۴ کروماتیدی یا تتراد تشکیل می دهند (مهم ترین تفاوت با میتوز).
- هر تتراد حاوی دو سانترومر است که به یک طرف هر سانترومر رشته های دوک متصل می شود.

متافاز ۱

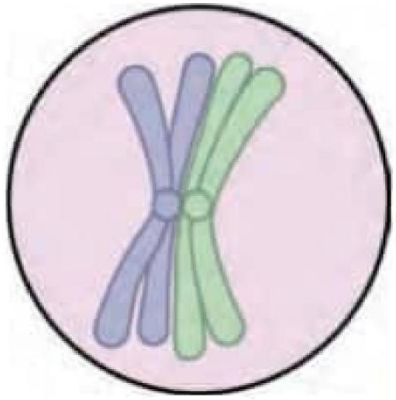
- تترادها در استوای یاخته قرار گرفته و توسط رشته های دوک از دو طرف با قطبین یاخته در ارتباط هستند.

آنافاز ۱

- رشته های دوک کوتاه شده و کروموزوم های همتای مضاعف از یکدیگر جدا می شوند.
- در هر قطب، نصف تعداد کروموزوم یاخته اولیه، کروموزوم وجود دارد.
- در این مرحله دو الل هر جایگاه ژنی از هم جدا می شوند.
- در این مرحله پروتئین های اتصالی در ناحیه سانترومری تجزیه نمی شوند.
- در این مرحله کروموزوم دختری ایجاد نمی شود.

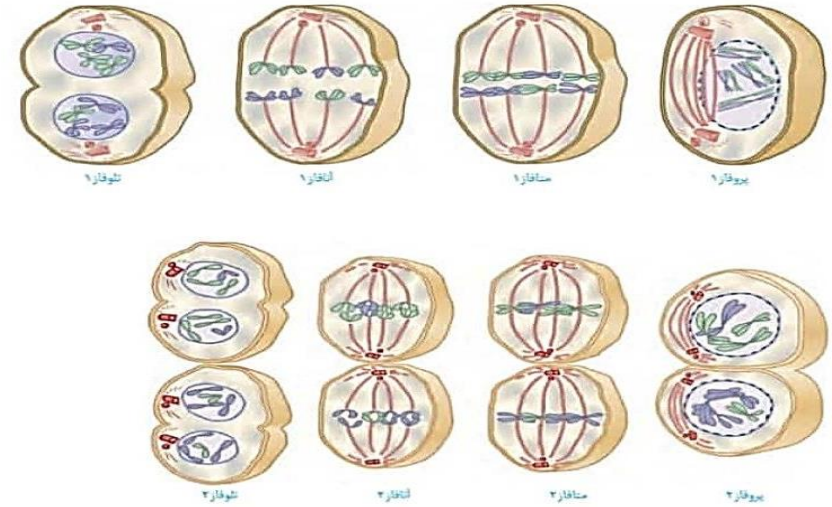
تلوفاز ۱

- با تشکیل هسته به دور کروموزوم های هر قطب یاخته، ابتدا یک یاخته دوهسته ای ایجاد می شود.
- هر هسته نصف یاخته اولیه، کروموزوم دارد و سپس با تقسیم سیتوپلاسم، دو یاخته ایجاد می شود.
- معمولاً در پایان آن تقسیم سیتوپلاسم انجام و عدد کروموزومی نصف می شود.



بین میوز ۱ و ۲

- بین آن ها اینترفاز و مضاعف شدن کروموزوم ها وجود ندارد.
- در یاخته های جانوری، سانتریول ها همانندسازی کرده و دوباره هر یاخته دارای چهار سانتریول می شود.

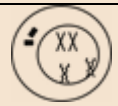
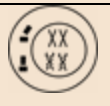
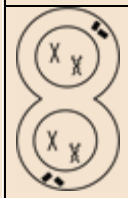
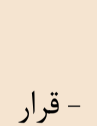


وقایع میوز ۲

- تمام وقایع میتوز در مراحل پروفاز ۲ تا تلوفاز ۲ آن رخ می دهد.
- در پایان آن چهار یاخته ایجاد شده است که دو به دو به هم شبیه می باشند
- یاخته های حاصله کروموزوم های تک کروماتیدی و به تعداد نصف کروموزوم یاخته مادری دارند.
- در پایان تقسیم آن با تقسیم سیتوپلاسم، چهار یاخته ایجاد می شود که قدرت لقاح یا میتوز دارند ولی دوباره نمی توانند میوز کنند.

میوز در انسان

- مردان
  - در لوله های اسپرم ساز رخ می دهد.
  - اسپرماتوسیت اولیه (۲n) — میوز ۱ → اسپرماتوسیت ثانویه (n)
    - میوز ۲ → اسپرماتید n → تمایز → اسپرم
    - میوز ۲ → اسپرماتید n → تمایز → اسپرم
    - میوز ۲ → اسپرماتید n → تمایز → اسپرم
    - میوز ۲ → اسپرماتید n → تمایز → اسپرم
- زنان
  - اووسیت اولیه ← شروع میوز تخمدان ← دوران جنینی تا پروفاز ۱ رفته و متوقف می شود ← پس از تولد با شروع دوره جنسی
  - میوز ۱ در تخمدان با تقسیم سیتوپلاسم نامساوی و میوز ۲ در لوله رحم رخ می دهد (یک تقسیم مساوی و یک نامساوی).
  - ادامه میوز ۱ در تخمدان
    - اووسیت ثانویه بزرگ (n = ۲۳) — تقسیم نامساوی
      - تخمک بزرگ (n)
      - دومین گویچه قطبی (n)
    - اولین گویچه قطبی کوچک (n = ۲۳) — میوز ۲ در لوله رحم — تقسیم مساوی
      - دومین گویچه قطبی (n)
      - دومین گویچه قطبی (n)

اینترفاز			میوز I				سیتوکینز و همانندسازی سانتریول ۲ بار	میوز II				سیتوکینز
G_1	S	G_2	پروفاز I	متافاز I	آنافاز I	تلوفاز I		پروفاز II	متافاز II	آنافاز II	تلوفاز II	
								 	 	 	 	
$2n=4$ غیرمضاعف - سلول در حالت عادی در حال رشد (مدت طولانی)	$2n=4$ مضاعف - همانندسازی DNA هسته و ۲ کروماتیدی شدن کروموزوم	$۴n=۲$ مضاعف - همانندسازی اندامک ها و پروتئین سازی و آمادگی برای تقسیم سلولی (زمان کوتاه)	مضاعف $2n=4$ - تولید ساختار ۴ کروماتیدی تتراد و اتصال تترادها از سانترومر به دوک و ناپدید شدن غشا هسته	مضاعف $2n=4$ - قرار گرفتن تترادهای روی دوک در استوای سلول (صفحه کروموزومی)	هر قطب $n=2$ - با کوتاه شدن دوک کروموزوم-های همتا از هم جدا شده و به قطبین می رود.	مضاعف $n=2$ - تشکیل مجدد پوشش هسته که هر سلول هاپلوئید و مضاعف است.		$n=2$ مضاعف ناپدید شدن پوشش هسته	$n=2$ مضاعف - قرار گرفتن کروموزوم در استوای سلول	$n=2$ غیرمضاعف - جدا شدن کروماتید خواهری و رفتن به قطب	$n=2$ غیرمضاعف تشکیل پوشش هسته	جدا شدن سیتوپلاسم‌ها و تولید گامت

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

* تتراد: ساختار ۲ کروموزومر که کروموزوم‌های همتا هستند که از طول در کنار همند و فشرده می‌شوند.

۴ کروماتید- ۲ سانترومر- ۴ DNA- ۸ نوار پلی نوکلئوتید.

* طی میوز (برای تولید گامت) از یک سلول 2n، ۴سلول n تولید می‌شود ← نوعی تقسیم کاهشی

- (جدا شدن کروموزوم‌های همتا) ✓ طی میوز I ⇐ ۱ سلول دیپلوئید مضاعف ← ۲ سلول هاپلوئید مضاعف
- (جدا شدن کروماتید خواهری) طی میوز ✓ ۲ سلول هاپلوئید مضاعف ← ۴ سلول هاپلوئید غیرمضاعف

■ خطا در تقسیم
- میتوز
- میوز * اهمیت بیشتری دارد چون در نسل بعد تأثیرگذار است.
  - Ex
    - پلی پلوئیدی شدن (جدا شدن همه کروموزوم ها در آنافاز)
    - با هم ماندن کروموزوم ها (جدا شدن یک یا چند کروموزوم در آنافاز)

● پلی پلوئیدی شدن:

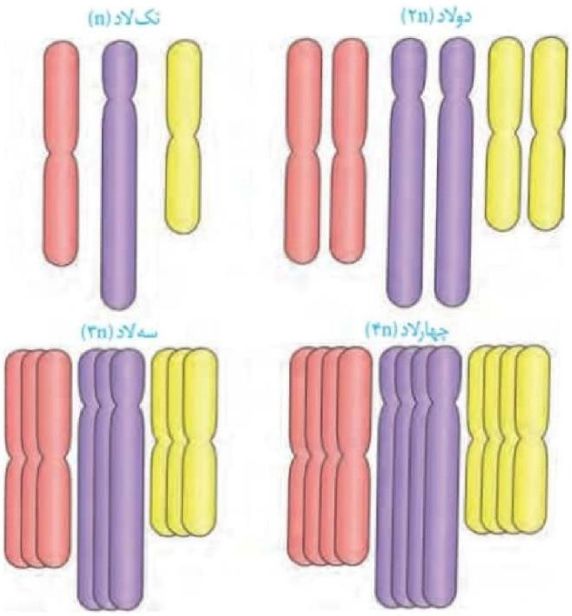
دلیل ← در مرحله آنافاز همه کروموزوم‌ها بدون اینکه جدا شوند به یک سلول بروند.

نتیجه ← یکسلول ۲ برابر کروموزوم دارد و سلول دیگر فاقد کروموزوم است.

- با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت ایجاد می‌شود!

پلی پلوئیدی شدن (چندلادی شدن)

- به یاخته یا جانداری که بیش از دو ردیف کروموزوم داشته باشد. ← پلی پلوئید می گوییم.
- در اثر جدا نشدن همه کروموزوم ها در مرحله آنافاز میتوز یا میوز رخ می دهد.
- یاخته حاصل دو برابر یاخته اولیه کروموزوم دارد و یاخته دیگر فاقد کروموزوم است.
- در آزمایشگاه با تخریب رشته های دوک، این وضعیت ایجاد می شود.
- در ایجاد گندم زراعی ۶n و موز ۳n دیده می شود.



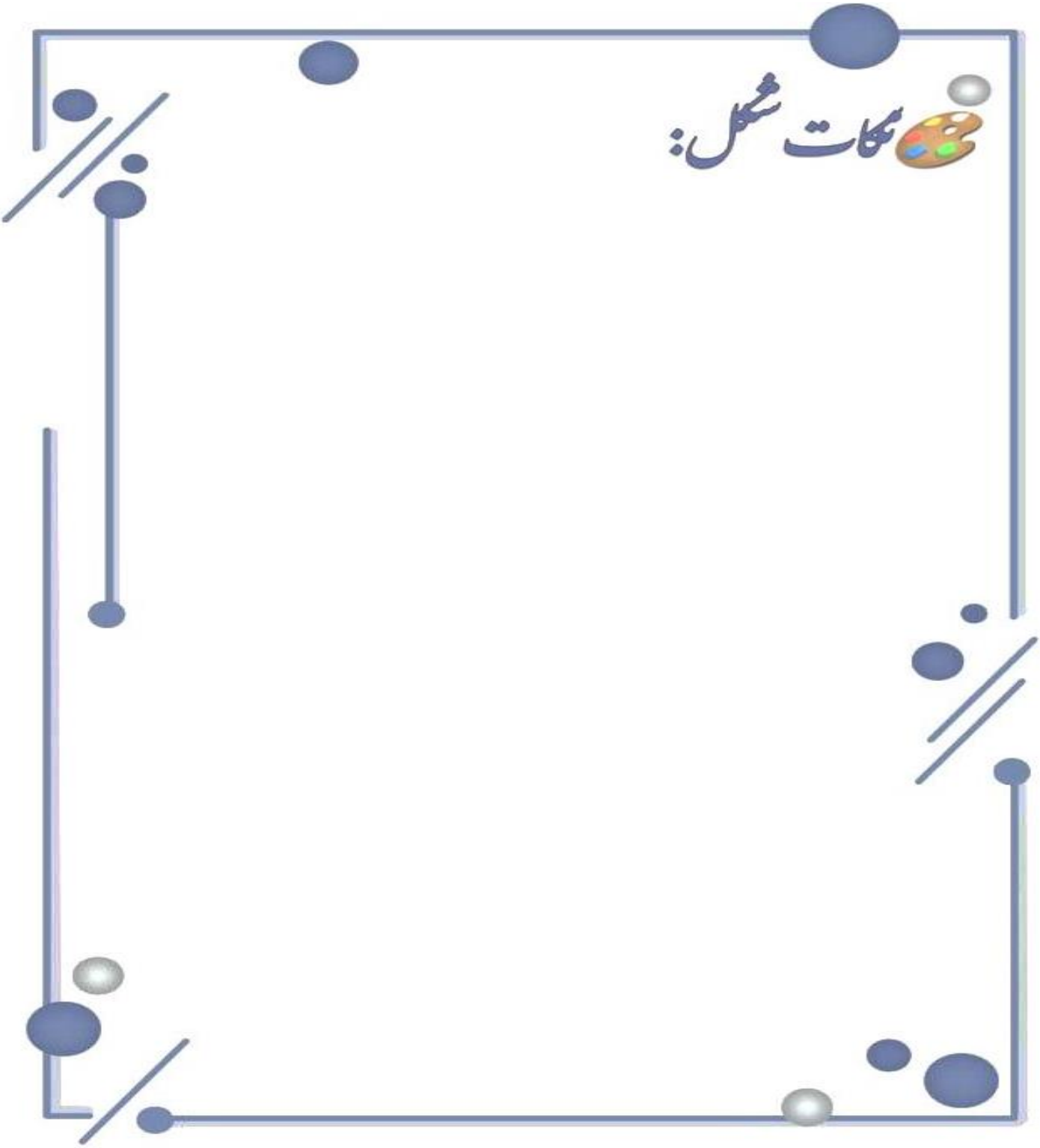
ترکیب کنیم:

با هم ماندن کروموزوم ها

- در اثر جدانشدن یک یا چند جفت ازکروموزوم ها در آنافاز میتوز یا میوز رخ می دهد ← در یاخته ها، تعدادی کروموزوم کم یا زیاد می شود.

نشانگان داون

- شایع ترین با هم ماندن کروموزومی در طبیعت است که بیماری حاوی نشانه های متعددی می باشد.
- سه عدد کروموزوم ۲۱ دارند، یعنی یاخته های پیکری آن ها ۴۷ کروموزوم دارند.
- در اسپرم یا تخمک ایجادکننده آن به جای یک کروموزوم ۲۱ دارای دوکروموزوم ۲۱ بوده است.
- بالا بودن سن مادر از عوامل ایجاد تخمک غیرعادی ایجادکننده آن هاست.



شماتیک بکشیم

نشانگان داون: آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری یا یک حالت را نشانگان می‌گویند.

✓ افراد داون: در سلول‌های پیکری خود (غیرجنسی) به جای ۴۶ کروموزوم، ۴۷ کروموزوم دارند.

✓ افراد مبتلا به نشانگان داون، در سلول‌های پیکری به جای ۲ کروموزوم، ۳ کروموزوم شماره ۲۱ دارند. ←

علت: یکی از گامت‌های ایجادکننده‌اش به جای اینکه ۱ کروموزوم ۲۱ داشته باشد، ۲ کروموزوم ۲۱ دارد (به علت خطای میوزی)

۱) بالا بودن سن مادران هنگام بارداری (زیرا با افزایش سن مادر احتمال خطای میوزی در تشکیل گامت بیشتر می‌شود. زیرا تمام گامت‌های زنان سلول سازندشان از ابتدا در تخمدانها وجود دارد)

۲) مصرف دخانیات

۳) نوشیدنی الکلی

۴) مجاورت با پرتوهای مضر

۵) آلودگی‌ها

نکته سازی با عدد ولی با خوشمزگی های زیست

۱- تعریف چرخه سلولی باید شامل تمامی مراحل G_2,S,G_1 و تقسیم سلولی باشد ولی از یک تصمیم سلولی عبور نکند.

۲- علامت پایان هر مرحله نشانه آغاز مرحله بعد است.

۳- زوج یا فرد بودن کروموزوم‌ها نمی‌تواند دلیلی بر هاپلوئید و دیپلوئید بودن آن‌ها باشد. مهم اغلب آنهاست.

۴- فشردگی کروموزوم: ● Start ← پروفاز ● max ← متافاز ● min ← تلوفاز

۵- سانتریولها: همانندسازی ← ● G_2 و بین میوز I و II ● جدا شدن ← پروفاز max

● فاصله: متافاز

۶- سانترومرها: تقسیم ← آنافاز میتوز - آنافاز میوز II

۷- پوشش هسته: ●شروعِ تحریک: پروفاز ● تشکیل: متافاز

۸- وجود تتراد: پروفاز I، متافاز I

۹- وجود کروموزوم مضاعف: پروفاز I، متافاز I، آنافاز I، پروفاز II، متافاز II، پروفاز و متافاز میتوز

۱۰- وجود کروموزوم غیرمضاعف: آنافاز II، تلوفاز II، آنافاز و تلوفازمیتوز

۱۱- وجود ۳ دسته رشته‌های دوک:

۱) به سمت بیرونی یاخته کشیده شده و کوتاه

۲) متصل به سانترومر کروموزوم‌ها

۳) کشیده شده تا بخش استوایی و کنار هم به صورت مماس قرار گرفته‌اند.

۱۲- تقسیم هسته حتماً توسط دوک انجام می‌شود اما لزوماً دوک توسط سانتریول ساخته نمی‌شه.

۱۳- با کوچک شدن سلول نسبت سطح به حجم افزایش و با بزرگ‌شدن سلول نسبت سطح به حجم کاهش می‌یابد.

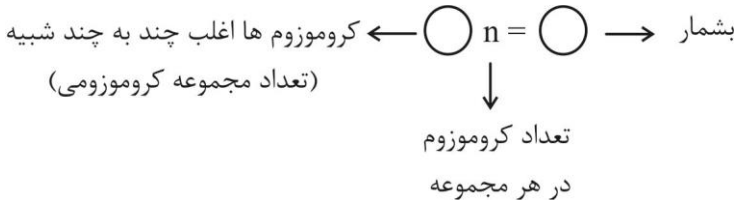
۱۴- مضاعف‌سازی سانتریولها: ● میتوز ← ۱ بار در G_2 ● میوز ← ۱ بار G_2 + ۲ بار بین دو مرحله

۱۵- هر یاخته 2n در مرحله پروفاز I توانایی تولید n تتراد را دارد.

۱۶- تمام یاخته‌ها قابلیت میتوز دارند اما فقط زوج xها میوز می‌کنند.

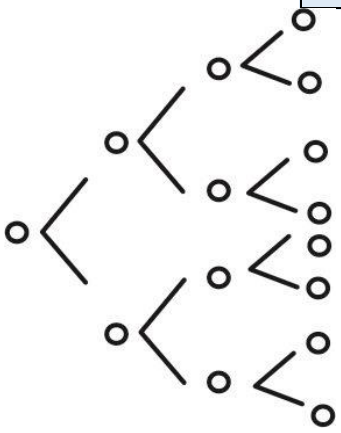
۱۷- جدایی دو الل مربوط به یک صفت: آنافاز I

A- مشخص کردن عدد کروموزومی



B- یک یاخته:

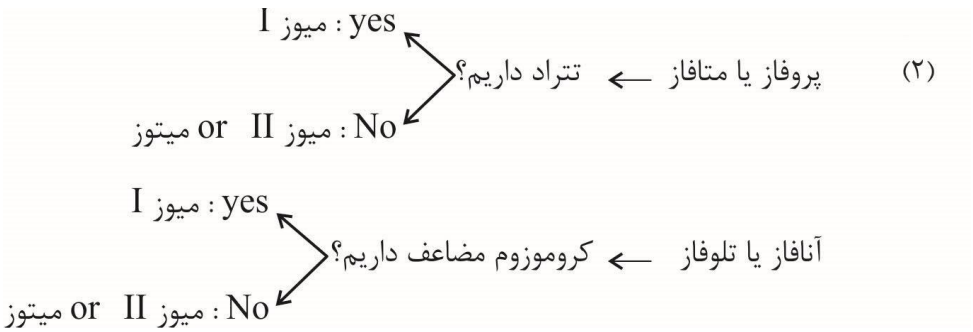
	تعداد کروموزوم	تعداد سلول
طی میتوز	ثابت	×2
طی میوز	$\times\frac{1}{2}$	×6
طی لقاح	×2	$\times\frac{1}{2}$



C- مرحله تقسیم با تعداد تقسیم فرق دارد!

$2^n - 1$ = تعداد تقسیم 2^n = تعداد سلول حاصل از n مرحله n = مرحله تقسیم میتوز

D- تست‌های شکلی



(۳) همواره میتوز هر یاخته معادل میوز ۲ برابر آن است.

E- محاسبه انواع گامت

E_1 ← سلول خالص (هموزیگوت) ← ۱ نوع

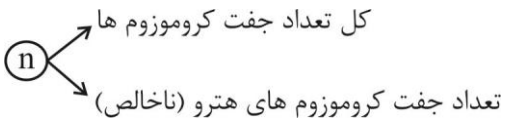
E_2 ← سلول زاینده زن ← ۱ نوع

(می‌تواند، نمی‌کند)

E_3 ← به دنبال میوز ← ۲ نوع

E_4 ← فرمول ژنتیکی بدن ← ● به ازای هر ناخالص × ۲ ● به ازای هر خالص × ۱

E_5 ← E_5 ← عدد کروموزومی بدن ← 2^n



E_6 ← هم فرمول ژنتیکی و هم عدد کروموزومی ← کمتر

E_7 ← شکل بدن ← بستگی به نوع مرحله:

✓ پروفاز I ← 2^n

✓ متافاز I، آنافاز I ← ۲ نوع

✓ تلوفاز I، پروفاز II، متافاز II، آنافاز II ← ۱ نوع

✓ تلوفاز II ← خودش گامته دکتر!

E_8 ← انواع گامت روی هم؟ گامت‌های مشترک – انواع کل گامت‌ها

F- انواع آرایش دوک متافازی یا تترادی = $\frac{\text{انواع گامت}}{2}$

G- ماجرای پیوستگی و شیوه نمایش در فرمول ژنتیکی ناخالص $\frac{AB}{ab}$ خالص $\frac{AB}{AB}$

H- گامت‌نویسی

I- محاسبه تعداد گامت:

❋ وابسته به جنسیت: زن ۱ مرد ۴

❋ شکل بدن: بستگی به نوع مرحله:

✓ پروفاز I، متافاز I، آنافاز I ← ۴ تا

✓ تلوفاز I، پروفاز II، متافاز II، آنافاز II ← ۲ تا

✓ تلوفاز II ← خودش ...

J- کراسینگ دور- نوترکیی

✓ انواع گامت نوترکیب:

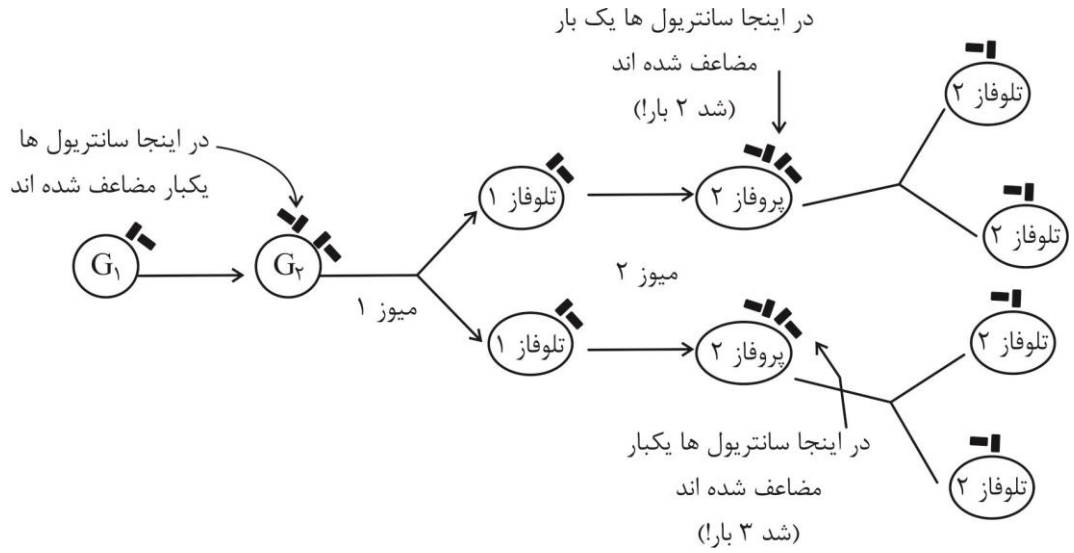
تعداد گامت در صورت عدم وقوع کراسینگ دور – انواع گامت در صورت وقوع کراسینگ دور

K- اطلاعات از یه مرحله بدن از یه مرحله دیگه بخوان

قدم به قدم جلو می‌ریم.

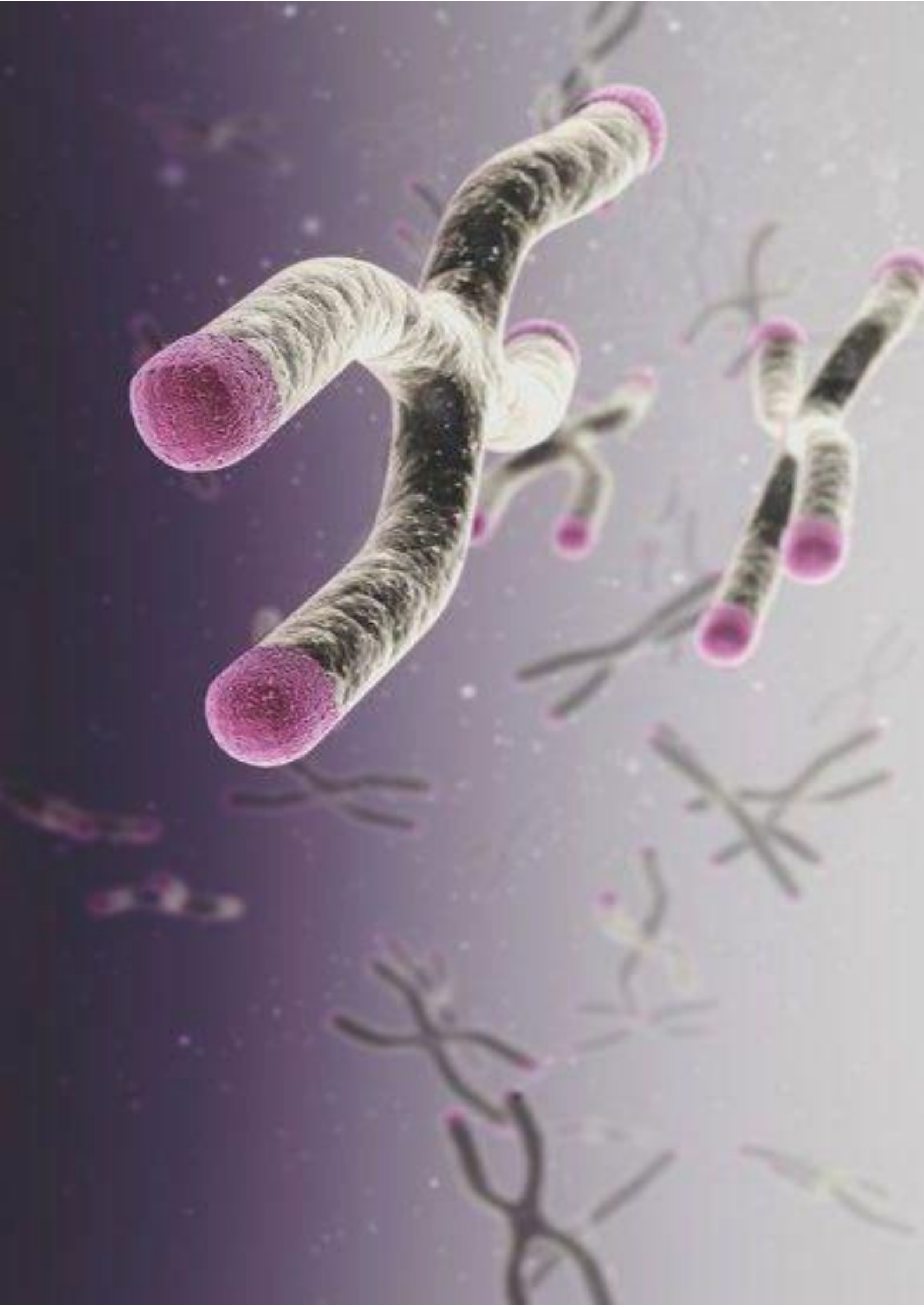
	تعداد یاخته حاصل	هاپلوئید یا دیپلوئید بودن	شکل فام‌تن‌ها
میتوز	۲	دیپلوئید	غیرمضاعف
میوز ۱	۲	هاپلوئید	مضاعف
میوز ۲	۲	هاپلوئید	غیرمضاعف

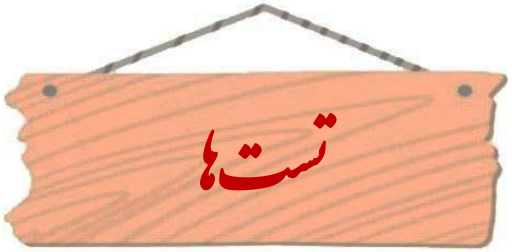
● مضاعف‌سازی سانترویول‌ها: سانتریول‌ها برای ورود به میتوز و میوز ۱، یک بار در مرحله G_2 از اینترفاز چرخه یاخته‌ای و برای ورود به میوز ۲ هم، دوبار در دو یاخته حاصل از میوز ۱ در فاصله بین تلوفاز ۱ و پروفاز ۲ مضاعف می‌شوند. به عبارت دیگر مضاعف‌سازی سانتریول‌ها برای وقوع تقسیم میتوز ۱ بار و برای وقوع تقسیم میوز ۳ بار طی دو مرحله صورت می‌گیرد. برای درک بهتر این نکته به شکل زیر که خلاصه‌ای از تقسیم میوز را نشان می‌دهد دقت کنید:



جونم برات بگه.....

خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:





۱- تعیین کنید به ترتیب نوترکیبی و دو برابر شدن تعداد کروموزوم‌ها در کدام مراحل از میوز اتفاق می‌افتند؟

۱) متافاز ۱- آنافاز ۱

۲) متافاز ۱- آنافاز ۲

۳) آنافاز ۱- آنافاز ۲

۴) تلوفاز ۱- متافاز ۱

☑ **پاسخ:**

بنابراین نوترکیبی در متافاز ۱ و دو برابر شدن کروموزوم‌ها در آنافاز ۲ صورت می‌گیرد و پاسخ صحیح گزینه ۲ می‌باشد.

۲-ویژگی عمده تقسیم میوز کدام است؟

۱) جفت شدن طولی کروموزوم‌های همتا در پروفاز ۲

۲) جفت شدن طولی کروموزوم‌های همتا در پروفاز ۱

۳) جدا شدن کروماتیدهای خواهری در آنافاز ۱

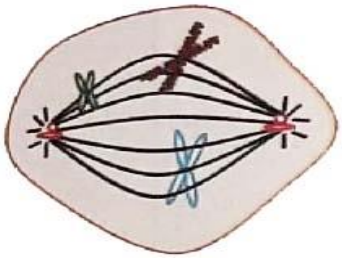
۴) جدا شدن کروماتیدهای تترادی در آنافاز ۲

☑ **پاسخ:**

ویژگی‌های عمده تقسیم میوز، تشکیل ساختارهای تتراد در پروفاز ۱ و یا جدایی کروموزوم‌های همتا در آنافاز ۱ است و حالا اگر خوب گزینه‌ها را بگردیم می‌بینیم که گزینه سه و چهار نادرست است، زیرا به جایواژه‌های کروماتیدی خواهری و کروماتیدهای تترادی باید به ترتیب از واژه‌های کروموزوم‌های همتا و کروماتیدهای خواهری استفاده می‌شدو گزینه یک نیز نادرست است زیرا

ساختارهای تتراد در پروفاز ۱ تشکیل می‌شوند نه پروفاز ۲. اما گمشده ما! گزینه دو است که به تشکیل تتراد در پروفاز ۱ اشاره می‌کند.

۳- شکل مقابل ..... را در یاخته اولیه ..... نشان می‌دهد.



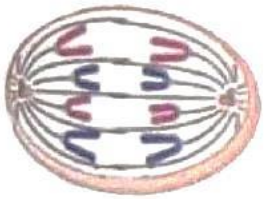
۱) آنافاز ۲ میوز- $n=3$ ۲) پرومتافاز - $2n=6$

۳) پرومتافاز - $n=3$ ۴) متافاز ۱ میوز - $2n=6$

☑ پاسخ:

ابتدا با دیدن وضعیت کروموزوم‌ها در این شکل که در استوای یاخته قرار نگفته‌اند اما به دوک متصل می‌باشند متوجه می‌شویم که مرحله شکل ما، پرومتافاز است، بنابراین شکل مربوط به میوز نیست. پس گزینه یک و چهار رد می‌شود. همچنین گزینه دو نیز صحیح نیست زیرا یاخته تک‌لاد می‌باشد. بنابراین پاسخ صحیح گزینه سه می‌باشد.

۴-شکل مقابل ..... را در یاخته اولیه ..... نشان می‌دهد.



۱) آنافاز میتوز - $2n=4$ ۲) آنافاز میتوز - $n=8$

۳) آنافاز ۱ میوز - $2n=4$ ۴) تلوفاز میتوز - $2n=4$

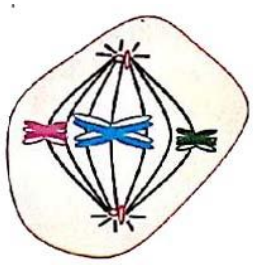
☑ پاسخ:

ابتدا با دیدن وضعیت کروموزوم‌ها در این شکل که کروماتیدهای آنها در حال جدا شدن از یکدیگر هستند متوجه می‌شویم که مرحله شکل ما، آنافاز است و چون کروموزوم‌ها دو کروماتیدی

نیستند، شکل مربوط به آنافاز میوز ۱ نیست و با دیدن کروموزوم‌های همتا پی می‌بریم شکل مربوط به آنافاز میتوز $2n=4$ یا آنافاز میوز ۲، $4n=8$ است و پاسخ صحیح گزینه یک است.

به عنوان یک جوجه نکته! (که اهمیت آن از بچه نکته بیشترو از خود نکته کمتر است!!) توجه داشته باشید که برای یافتن کروموزوم‌های همتا در آنافاز فقط و فقط به هرقطب نگاه می‌کنیم (چون کروموزوم‌هایی که در مقابل هم قرار دارند دختری محسوب می‌شوند نه همتا!)

۵- شکل مقابل ..... را در یاخته اولیه ..... نشان می‌دهد.



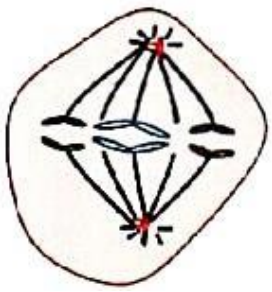
۱) آنافاز میتوز $2n=6$ - ۲) متافاز ۱ میوز $2n=6$ -

۳) متافاز میتوز $2n=6$ - ۴) متافاز میتوز $n=3$ -

☑ **پاسخ:**

ابتدا با دیدن وضعیت کروموزوم‌ها در این شکل که در استوای یاخته قرار گرفته‌اند متوجه می‌شویم که مرحله شکل ما، متافاز است و چون در شکل تتراد را می‌بینیم شکل مربوط به متافاز میوز ۱، $2n=6$ است. یعنی پاسخ صحیح گزینه دو است.

۶-شکل مقابل ..... را در یاخته اولیه ..... نشان می‌دهد.



۱) متافاز ۲ میوز $2n=6$ - ۲) آنافاز ۱ میوز $2n=6$ -

۳) آنافاز میتوز $2n=6$ — ۴) آنافاز میتوز $n=3$ -

☑ **پاسخ:**

ابتدا با دیدن وضعیت کروموزوم‌ها در این شکل که کروماتیدهای آنها در حال جدا شدن از یکدیگر هستند متوجه می‌شویم که مرحله شکل ما، آنافاز است و چون کروموزوم‌ها مضاعف نیستند، شکل مربوط به میوز ۱ نیست و با نگاه کردن به هر قطب می‌بینیم که از کروموزوم‌های همتا نیز خبری نیست! پس شکل مربوط به آنافاز میتوز $n=3$ یا آنافاز میوز ۲ یاخته $2n=6$ است و پاسخ صحیح گزینه چهار است.

۷- یاخته‌ای با ژن نمود $AaBbEeFFGg$ توانایی تولید چند نوع کامه را دارد؟

۱) ۳۲ ۲) ۱۶ ۳) ۸ ۴) ۴

☑ **پاسخ:**

تعداد انواع کامه‌ای که این یاخته توانایی تولید آن را دارد برابر است با:

Aa		Bb		Ee		FF		Gg
↓	×	↓	×	↓	×	↓	×	↓
2		2		2		1		2=16

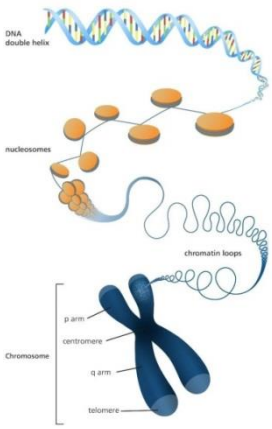
۸- یاخته‌ای با ژن نمود $AaBbFFRWee$ توانایی تولید چند نوع کامه را دارد؟

۱) ۱۶ ۲) ۳۲ ۳) ۸ ۴) ۴

☑ **پاسخ:**

تعداد انواع کامه‌ای که این یاخته توانایی تولید آن را دارد برابر است با:

Aa		Bb		FF		RW		ee
↓	×	↓	×	↓	×	↓	×	↓
2		2		1		2		1=8



* نمونه سوال ژنتیک *

* نمونه سوال ژنتیک *

* نمونه سوال ژنتیک *

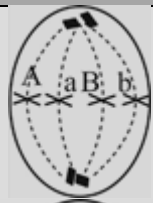
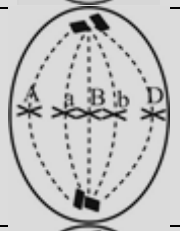
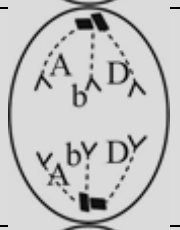
یاخته $2n=4$ (AaBb)	عدد کروموزومی	ژنوتیپ	وضعیت کروموزومی	سانتریول	فشردگی کروموزوم	تعداد کروموزوم تعداد سانترومر	تعداد کروماتید تعداد مولکول DNA	تعداد رشته نوکلئوتیددار DNA	نقطه وارسی
G_1, G_0	$2n=4$	AaBb	کروماتین	۲	کم	۴	۴	۸	دارد
S	$2n=4$	AaBb	کروماتین	۲	کم	۴	۸	۱۶	ندارد
G_2	$2n=4$	AaBb	کروماتین	۴	کم	۴	۸	۱۶	دارد
پروفاز	$2n=4$	AaBb	کروموزوم	۴	دارد	۴	۸	۱۶	ندارد
پرومتافاز	$2n=4$	AaBb	کروموزوم	۴	دارد	۴	۸	۱۶	ندارد
متافاز	$2n=4$	AaBb	کروموزوم	۴	حداکثر فشردگی دارد	۴	۸	۱۶	دارد
آنافاز	$4n=8$ (هر قطب $2n=4$)	هر قطب AaBb کل یاخته AAaaBBbb	کروموزوم	۴	دارد	۸	۸	۱۶	ندارد
کل یاخته تلوفازی	دو تا هسته $2n=4$	هر هسته AaBb	درآخر کروماتین	۴	ابتدا دارد در انتها کم می‌شود	۸	۸	۱۶	ندارد
هر هسته تلوفاز	$2n=4$	AaBb	درآخر کروماتین	۲	ابتدا دارد در انتها کم می‌شود	۴	۴	۸	ندارد
هر یاخته دختر	$2n=4$	AaBb	کروماتین	۲	بسیار کم	۴	۴	۸	ندارد

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

جدول مراحل چرخه یاخته‌ای

یاخته 2n	کروموزوم = سانترومر	کروماتید = مولکول DNA	رشته نوکلئوتیددار DNA	فشردگی کروموزومی
G_1	2n تک کروماتیدی	2n	4n	زیادی ندارد
S	2n مضاعف	4n	8n	ندارد
G_2	2n مضاعف	4n	8n	ندارد
پروفاز ۱	2n مضاعف	4n	8n	دارد
متافاز ۱	2n مضاعف	4n	8n	دارد
آنافاز ۱	2n مضاعف	4n	8n	دارد
هر هسته تلوفاز ۱ (اسپرماتوسیت و اووسیت ثانویه یا اولین گویچه قطبی)	n مضاعف	2n	4n	دارد
هر یاخته پروفاز ۲	n مضاعف	2n	4n	دارد
هر یاخته آنافاز ۲	2n تک کروماتیدی	2n	4n	دارد
هر یاخته تلوفاز ۲ (اسپرماتید یا تخمک یا دومین گویچه قطبی) (گرده نارس گیاهان)	n تک کروماتیدی	n	2n	در آخر فشردگی کمی دارد.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

شکل یاخته	گیاه جانور	عدد کروموزومی	ژنوتیپ	مرحله تقسیم	عدد کروموزومی یاخته مادر	انواع یاخته حاصل از آن
	جانور سانتریول‌دار	$2n=4$	AaBb	متافاز میتوز متافاز میوز ۲	$2n=4$ $4n=8$	۱ نوع (دو قطب مشابه) ۱ نوع
	جانور سانتریول‌دار	$2n=5$	AaBbD	متافاز میتوز متافاز میوز ۲	$2n=5$ $4n=10$	۱ نوع (دو قطب مشابه) ۱ نوع
	جانور سانتریول‌دار	$2n=6$ هر قطب $n=3$	دو قطب AbD (AAbbDD)	آنافاز میتوز آنافاز میوز ۲	$n=3$ $2n=6$	۱ نوع (دو قطب مشابه) ۱ نوع
	گیاه بدون سانتریول	$2n=6$	AaBbDd	پروفاز میوز ۱ (تتراد دارد) ولی کروموزوم‌ها در وسط یاخته نیستند	$2n=6$	توانایی ایجاد $2^3=8$ نوع گامت را دارد ولی در هر تقسیم ۲ نوع یاخته می دهد.

فعالیت ها

ترکیب سمی با این فصل؟

زیستن شناسی

نکته بازی

@madebyBrookeNicole

خلاصه ی فصل :

خلاصه ی فصل :

من اگر طراح بودم ....

نمونه سوال تشریحی

قاطی نکنیم!!!

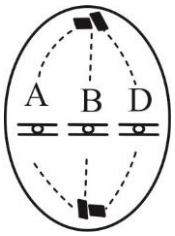
میتوز هسته ای:

تقسیم دوتایی:

۱- اولین متافاز میوز و متافاز میتوز را از روی کدام نشانه راحت‌تر تشخیص می‌دهند؟ (سراسری- ۷۵)

۱) محل استقرار کروموزوم‌ها روی دوک
۲) طرز اتصال کروماتیدها به سانترومرها
۳) تعداد کروموزوم‌های دوکروماتیدی
۴) طرز استقرار کروموزوم‌ها در روی دوک

۲- در مورد تتراد کروموزومی، کدام جمله صحیح است؟ (سراسری- ۷۸)



۱) یک کروموزوم که چهار سانترومر دارد.
۲) چهار کروموزوم همتا که مجاور هم قرار دارند.
۳) دو جفت کروموزوم همتا و دو کروماتیدی که از طول مجاور و متصل‌اند.
۴) یک جفت کروموزوم همتا و مضاعف که از طول مجاور و متصل‌اند.

۳- شکل مقابل، کدام نمی‌تواند باشد؟ (سراسری خارج از کشور- ۸۴)

۱) مرحله‌ای از میتوز یک یاخته هاپلوئید
۲) متافاز ۲ در یک یاخته اولیه دیپلوئید
۳) متافاز ۲ در یک یاخته اولیه هاپلوئید
۴) مرحله‌ای از میوز یک یاخته اولیه دیپلوئید

۴- کدام گزینه در نخستین گویچه قطبی مگس سرکه (محصول میوز ۱) $(2n=8)$ وجود دارد؟ (سراسری خارج از کشور- ۸۵)

۱) ۴ کروموزوم مضاعف
۲) ۴ کروموزوم تک کروماتیدی
۳) ۸ کروموزوم مضاعف
۴) ۸ کروموزوم تک کروماتیدی

۵- برای یک تقسیم میوز در چرخه یاخته‌ای، DNA ..... همانندسازی می‌کند. (سراسری- ۸۶)

۱) در اینترفاز قبل از میوز ۲
۲) در اینترفاز قبل از میوز ۱
۳) قبل از میوز ۱ و قبل از میوز ۲
۴) در پروفاز میوز ۱

۶- در یاخته‌های جنسی حاصل از میوز عادی یک فرد تتراپلوئید ۱۲ کروموزومی که والدینش به یک گونه تعلق داشته‌اند ..... . (سراسری- ۸۶)

۱) کروموزوم‌های همتا وجود ندارد.
۲) تعداد کروموزوم‌ها ۳ عدد می‌باشد.
۳) کروموزوم‌ها دو به دو همتا هستند.
۴) سه مجموعه کروموزوم وجود دارد.

۷- تقسیم یاخته حاصل از میوز در سرخس، بدون وجود کدام، انجام می‌گیرد؟ (سراسری- ۸۶)

۱) کمربندی از رشته‌های پروتئینی در میانه یاخته
۲) لوله‌های ریزپروتئینی
۳) جدا شدن کروموزوم‌ها
۴) ریزکیسه‌های حاصل از جسم گلژی در میانه یاخته

۸- طی تقسیم سیتوپلاسم در یاخته ..... ، کمربندی از رشته‌های پروتئینی در میانه یاخته ایجاد می‌شود. (سراسری خارج از کشور- ۸۶ با تغییر)

۱) لنفوسیت T
۲) ریزوبیوم
۳) پارانشیم پیاز
۴) آندوسپرم سیب‌زمینی

۹- کدام عبارت، تعریف درستی از مراحل پرخه یاخته کرم لوله‌ای ندارد؟ (سراسری- ۸۸)

۱) در مرحله پروفاز، دو جفت سانتریول وجود دارد.
۲) در متافاز، کروماتیدها حداکثر فشردگی را پیدا می‌کنند.
۳) در پروفاز، کروموزوم‌ها مضاعف و قابل رؤیت می‌گردند.
۴) حرکت کروموزوم‌ها به قطبین با کوتاه شدن رشته‌های دوک همراه است.

۱۰- کدام عبارت نادرست است؟ (سراسری خارج از کشور- ۸۸)

۱) هر سانتریول از ۲۷ ریزلوله‌چه تشکیل یافته است.
۲) رشته‌های دوک تقسیم از ریزلوله ساخته شده‌اند.
۳) هر یاخته جانوری در مرحله متافاز میوز ۱، دو سانتریول دارد.
۴) هر یاخته جانوری در مرحله پروفاز میتوز، دارای دو جفت سانتریول است.

۱۱- کدام عبارت صحیح است؟ (سراسری- ۸۹)

۱) در تلوفاز همه تقسیم‌ها، کروموزوم‌ها تک کروماتیدی هستند.
۲) در پروفاز همه تقسیم‌ها، سانتریول‌ها مسئول تولید رشته‌های دوک هستند.
۳) در آنافاز همه تقسیم‌ها، کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا می‌شوند.
۴) در متافاز همه تقسیم‌ها، رشته‌های دوک به کروموزوم‌های دوکروماتیدی متصل می‌شوند.

۱۲- در چرخه یاخته‌ای درخت انجیر، در مرحله ..... . (سراسری- ۹۰)

۱) G_2، یک جفت سانتریول شروع به همانندسازی می‌کنند.

۲) S، کروماتین حداکثر فشردگی و تراکم را پیدا نکرده است.

۳) تقسیم سیتوپلاسم، صفحه جداکننده، دیواره یاخته‌ای است که غشا ندارد.

۴) پروفاز، کروموزوم‌های قابل رؤیت و رشته‌های دوک، درون هسته شکل می‌گیرند.

۱۳- در یاخته‌های بافت پوششی پوست انسان، عاملی که بتواند چرخه یاخته‌ای را در پایان مرحله G_2 متوقف کند، مانع ..... خواهد شد. (سراسری خارج از کشور- ۹۰)

۱) همانندسازی سانتریول‌ها

۲) تشکیل رشته‌های دوک

۳) تکثیر میتوکندری‌ها

۴) مضاعف شدن کروموزوم‌ها

۱۴- در گیاه اطلسی، پس از آنکه کروماتیدهای تخم (زیگوت)، حداکثر فشردگی را پیدا نمودند، ..... (سراسری- ۹۲)

۱) غشای هسته شروع به محو شدن می‌نماید.

۲) جفت سانتریول‌ها در قطبین یاخته مستقر می‌شوند.

۳) کروموزوم‌های همتا از یکدیگر جدا می‌گردند.

۴) کوتاه شدن رشته‌هایی ریز پروتئینی ممکن می‌شود.

۱۵- کدام عبارت، درباره همه رشته‌های دوک موجود دریک یاخته مریستمی گیاه داوودی، درست است؟ (سراسری- ۹۴)

۱) تا صفحه میانی یاخته ادامه می‌یابد.

۲) به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌گیرند.

۳) در پی حرکت جفت سانتریول‌ها شکل می‌گیرند.

۴) در پی تغییر شکل موقت برخی پروتئین‌ها، ایجاد می‌شوند.

۱۶-کدام عبارت، در مورد همه گویچه‌های خونی یک فرد بالغ درست است؟ (سراسری- ۹۶)

۱) ریزلوله چه، طی مرحله G_2 چرخه یاخته‌ای مضاعف می‌گردند.

۲) پروتئین‌ها، با پروتئین‌های سطح داخلی غشا تماس دارند.

۳) ریزلوله چه، در بخش مرکزی سانتریول‌ها وجود دارند.

۴) پروتئین‌ها، باعث پایداری پوشش هسته‌ای می‌شوند.

۱۷- چند مورد در ارتباط با همه یاخته‌های بدن یک فرد بالغ که توانایی هیدرولیز گلیکوژن را دارند، درست است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۷)

تجزیه گلوکز را همواره در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم شروع می‌نمایند.

تنظیم چرخه یاخته‌ای آن‌ها، در سه زمان اصلی رخ می‌دهد.

قادر به تولید پیک شیمیایی دوربرد نمی‌باشند.

گلوکز به طورمستقیم از انشعابات سرخرگ‌ها دریافت می‌کنند.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۸- در یک یاخته گیاهی در حال تقسیم برگ،کدام مورد قبل از شروع مراحل مربوط به تقسیم سیتوپلاسم رخ می‌دهد؟ (سراسری- ۹۹)

۱) پوشش هسته ای در اطراف هر مجموعه کروموزومی بازسازی می‌شود.

۲) فام تن (کروموزوم)های کوتاه و فشرده شده، شروع به باز شدن می‌نمایند.

۳) فام تن (کروموزوم)هایتک کروماتیدی در دو قطب یاخته تجمع می‌یابند.

۴) فام تن (کروموزوم)های غیر هم‌ساخت در وسط یاخته، به صورت ردیف درمی‌آیند.

۱) ۱
۲) ۴
۳) ۳
۴) ۴
۵) ۴
۶) ۴
۷) ۲
۸) ۱
۹) ۲
۱۰) ۲
۱۱) ۲
۱۲) ۳
۱۳) ۴
۱۴) ۲
۱۵) ۱
۱۶) ۳
۱۷) ۱
۱۸) ۲

اوضاع تست زنی

منبع:

مهم ها:

باقی مانده ها:

تست آموزشی:

تست زمانبندی:

درصدها حین مطالعه

تست آموزشی	تست زمان بندی

زیست‌شناسی ۲

✸ فصل ۷ (تولید مثل)

- گفتار ۱: دستگاه تولید مثل در مرد
- گفتار ۲: دستگاه تولید مثل در زن
- گفتار ۳: رشد و نمو جنین
- گفتار ۴: تولید مثل در جانوران
- تست کده

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

homayouni_zis

فهرست فصل ۷ یازدهم

❖ گفتار ۱: دستگاه تولید مثل در مرد

- وظایف دستگاه تولید مثلی مرد
- بیضه و ساختار آن
- اسپرم زایی
- اندام های ضمیمه ای
- مایع منی
- هورمون های دستگاه تولید مثلی مرد

❖ گفتار ۲: دستگاه تولید مثل در زن

- وظایف دستگاه تولید مثلی در زن
- اجزای دستگاه تولید مثلی زن
- دوره جنسی در زنان
- تخمک زایی
- چرخه تخمدانی
- چرخه رحمی
- هورمون های دستگاه تولید مثلی زن

❖ گفتار ۳: رشد و نمو جنین

- لقاح
- بعد از لقاح
- بلاستوسیت
- جفت و بندناف
- تشکیل بیش از یک جنین در بارداری
- تشکیل اندام های جنبی
- ناباروری
- سونوگرافی
- تولد_زایمان

❖ گفتار ۴: تولید مثل در جانوران

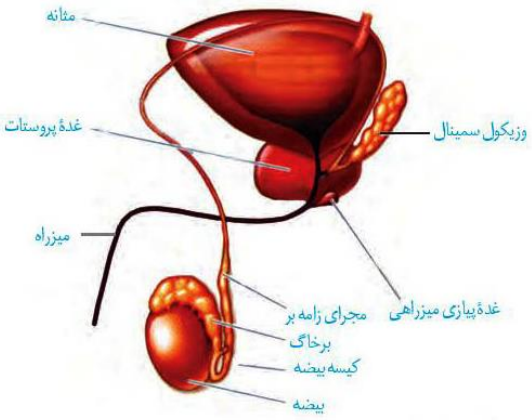
- انواع لقاح در جانوران
- تولید مثل جنسی خاص
- تغذیه و حفاظت جنین

فصل ۷

گفتار ۱: دستگاه تولید مثل در مرد

وظایف دستگاه تولید مثل مردان

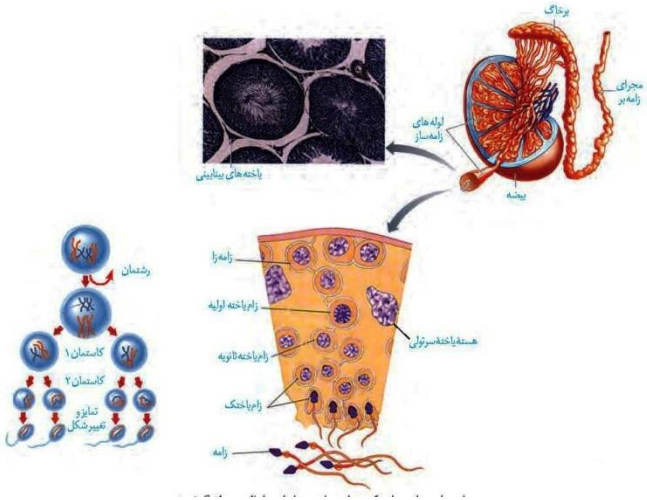
- تولید اسپرم (گامت نر) ← توسط لوله های اسپرم ساز بیضه ← کار اصلی دستگاه تناسلی مردان می باشد.
- ایجاد محیط مناسب برای نگهداری اسپرم ← بیضه ها و مجاری حاوی اسپرم
- انتقال اسپرم ها به خارج از بدن ← توسط میزراه به عنوان مجرای مشترک ادرار و اسپرم
- تولید هورمون جنسی مردانه (تستوسترون) ← توسط یاخته های بینابینی لوله های اسپرم ساز درون بیضه



کیسه بیضه (محل بیضه ها)

- یک جفت بیضه، دوتا اپیدیدیم و قسمت ابتدایی از دو مجرای اسپرم بر را درون خود جای داده است.
- در خارج و پایین محوطه شکمی قرار دارد.
- قرارگیری در خارج حفره شکمی ← سبب ایجاد دمای سه درجه پایین تر از دمای بدن در آن می شود ← این ها برای فعالیت بیضه ها و تمایز صحیح اسپرم ها ضروری است.
- شبکه ای از رگ های خونی کوچک آن

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی



*** ساختار درون بیضه ها:** پر از لوله!!

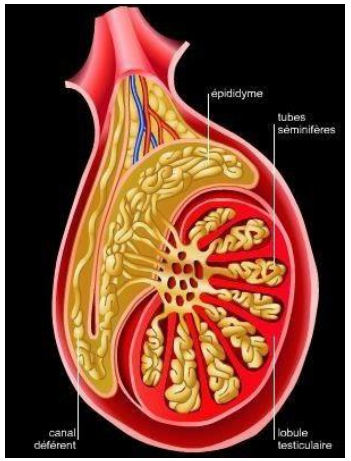
تعداد زیادی لوله پرپیچ و خم به نام لوله های اسپرم ساز + سلول های بینابینی

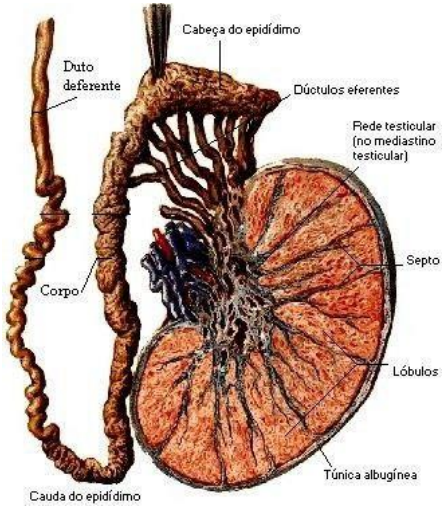
لوله های اسپرم ساز: از بلوغ تا پایان عمر اسپرم تولید می شود. (اسپرم زایی)

سلول بینابینی: ترشح تسترون

* بیضه ها

- لوله های اسپرم ساز
  - اسپرماتوگونی: تولید اسپرم
  - سرتولی: هدایت، تغذیه، دفاع اسپرم ها
- سلول های بینابینی

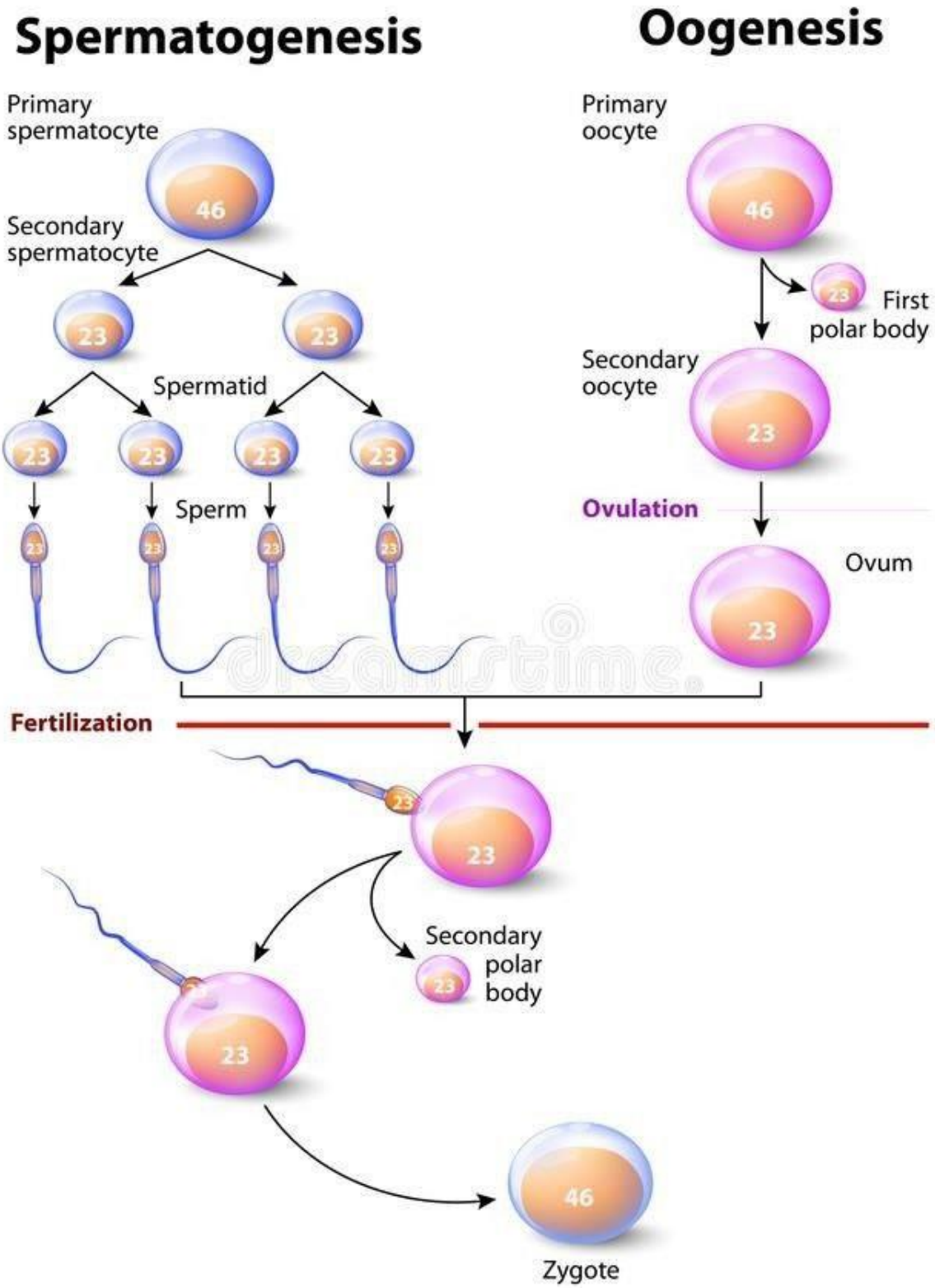


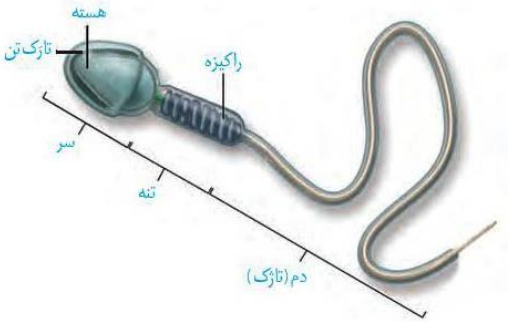


مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

نکات شکل ساختار بیضه ها

توضیح اسپرم سازی

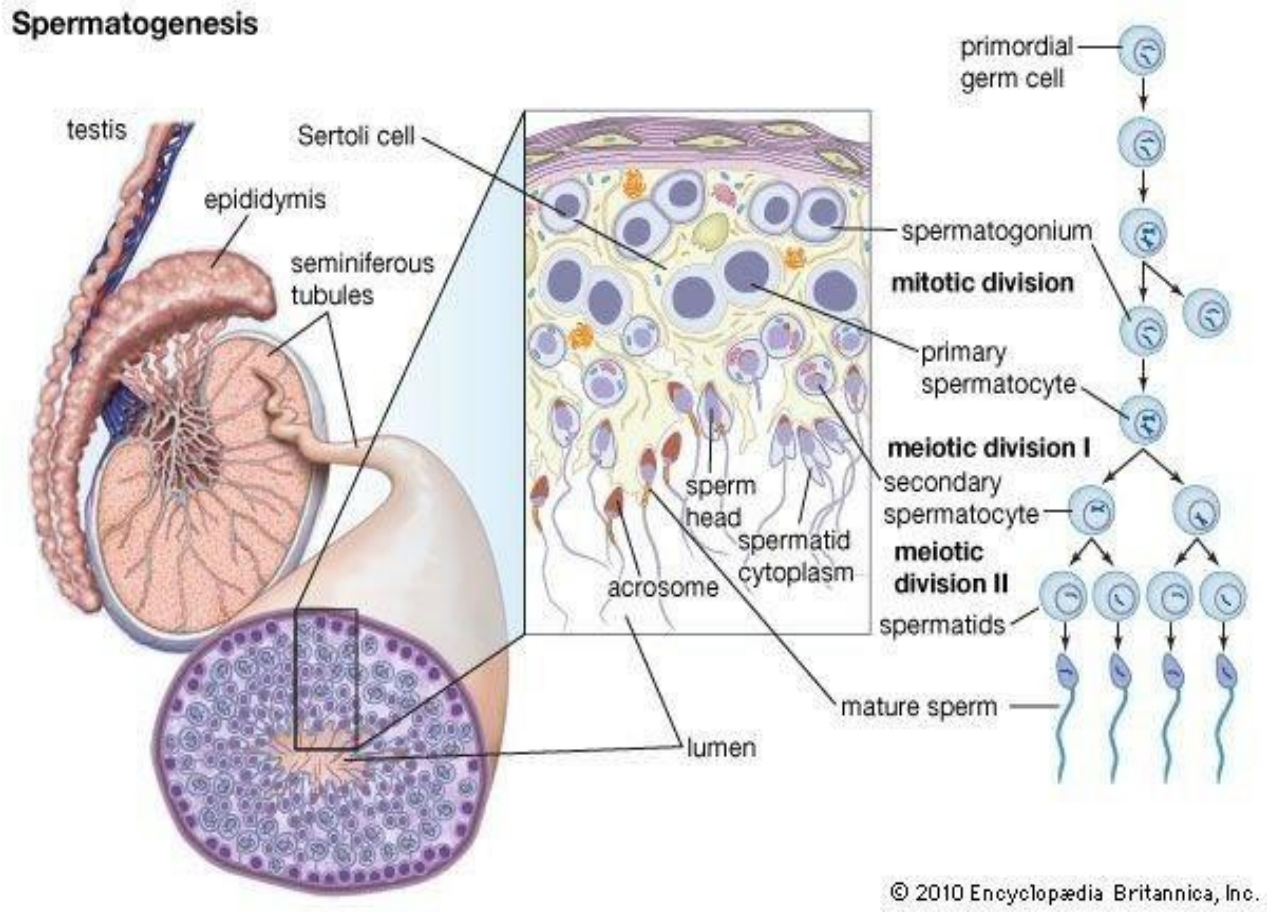

Spermatogenesis
Oogenesis
Primary spermatocyte
46
Secondary spermatocyte
23
23
Spermatid
23
23
23
23
Sperm
23
23
23
23
Primary oocyte
46
23
First polar body
Secondary oocyte
23
Ovulation
Ovum
23
Fertilization
23
Secondary polar body
23
23
46
Zygote

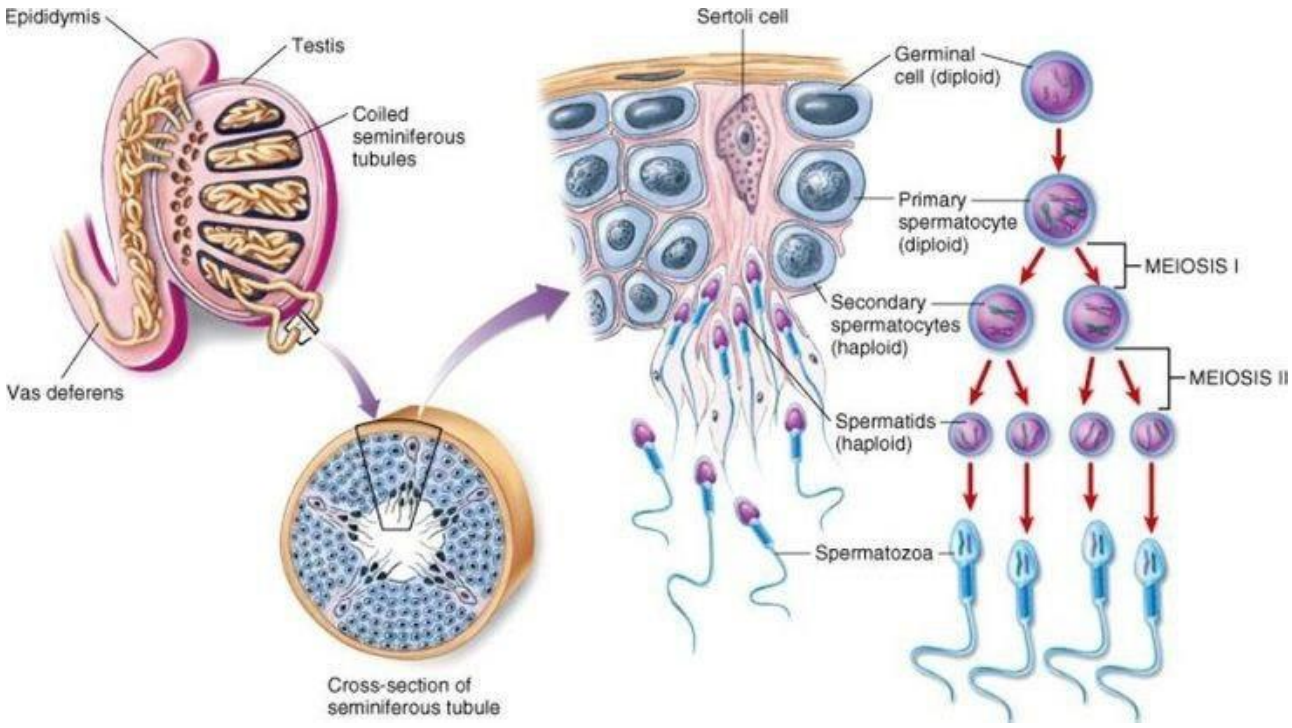


اسپرم زایی

- درون لوله اسپرم ساز بیضه ها از هنگام بلوغ تا پایان عمر صورت می گیرد.
- **اسپرماتوگونی**
  - یاخته های زاینده دیوار لوله اسپرم ساز می باشند.
    - به اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه متصل است.
    - نزدیک سطح خارجی دیواره درون لوله ها قرار دارند و دیپلوئید می باشند.
  - میتوز می کند ← یکی از یاخته ها اسپرماتوگونی می شود و یکی دیگر به اسپرماتوسیت اولیه $2n$ برای شروع میوز تبدیل می شود.
- **اسپرماتوسیت اولیه**
  - یاخته دیپلوئیدی می باشد که میوز ۱ را آغاز می کند ← به اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت ثانویه متصل می باشد.
  - از هر کدام، دو اسپرماتوسیت ثانویه هاپلوئید در پایان میوز ۱ ایجاد می شود ← دو نوع مختلف با کروموزوم جنسی X یا Y دار می باشند.
  - در طی تقسیم آن ممکن است در پروفاز ۱ کراسینگ اوور رخ دهد.
- **اسپرماتوسیت ثانویه**
  - یاخته های هاپلوئید مضاعف می باشند که میوز ۲ را آغاز می کنند ← به اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتید متصل می باشند.
  - در اثر میوز ۲، از هر کدام دو تا اسپرماتید هاپلوئید با کروموزوم تک کروماتیدی ایجاد می شود.
- **اسپرماتید**
  - یاخته های هاپلوئید محصول میوز ۲ می باشند.
  - درون لوله اسپرم ساز بیضه ابتدا بدون تاژک و سپس تاژک دار می شوند.
  - ضمن حرکت غیرفعال آن ها به سمت وسط لوله، از هم جدا یا تمایز یافته و به اسپرم تبدیل می شوند.
- **اسپرم**
  - در وسط لوله اسپرم ساز از تمایز اسپرماتیدهای جدا شده حاصل می شود.
  - ضمن تمایز اسپرماتید، مقدار زیادی از سیتوپلاسم را از دست می دهد و هسته فشرده به همراه حالت کشیده پیدا می کنند.
  - هورمون تستوسترون، ترشحات سرتولی، شبکه رگ های کوچک کیسه بیضه و موقعیت کیسه بیضه، در تولید و تمایز اسپرم ها مؤثر هستند.
  - **ساختار**
    - سر
      - یک هسته بزرگ، مقدار کمی سیتوپلاسم و کیسه پرآنزیم آکروزوم دارد.
      - آکروزوم آن کلاه مانند در جلوی هسته می باشد.
        - آنزیم های نفوذکننده به جداره های تخمک دارد ← لایه ژله ای تخمک را تخریب می کند.
        - اطراف قسمتی از هسته را فراگرفته است.
    - تنه — همان قطعه میانی است.
      - میتوکندری زیاد برای تأمین ATP لازم برای حرکت اسپرم دارد.
      - واکنش های اکسایش پیرووات، استیل، چرخه کربس، تولید $FADH_2$، ATP اکسایشی و زنجیره انتقال الکترون در راکیزه های این قسمت رخ می دهد.
    - دم — ساختار تاژک داری برای حرکت اسپرم به جلو می باشد که در بیضه ایجاد ولی در اپیدیدیم فعال و متحرک می شود.
- **ترتیب تمایز اسپرماتید به اسپرم** — جدا شدن اسپرماتیدها ← تاژک دار شدن اسپرماتیدها ← از دست رفتن مقدار زیادی از سیتوپلاسم ← فشرده شدن هسته ← کشیده شدن یاخته
- در مراحل اسپرم سازی، فقط اسپرم های بالغ هستند که بدون تقسیم سیتوپلاسم از یاخته اسپرماتید قبلی خود ایجاد می شوند.
- **یاخته سرتولی**
  - در دیواره لوله اسپرم ساز و جدا از یاخته های مسیر ساخت اسپرم بوده ولی تحت تأثیر FSH هیپوفیز، ترشحاتی دارد که سبب تمایز اسپرم ها می شود.
  - در همه مراحل اسپرم سازی، پشتیبانی، تغذیه یاخته های جنسی و بیگانه خواری باکتری ها نقش دارد.
  - دیپلوئید می باشند ← پیک شیمیایی کوتاه برد ترشح می کنند ← در تمایز اسپرم ها و همه مراحل اسپرم زایی نقش دارند.

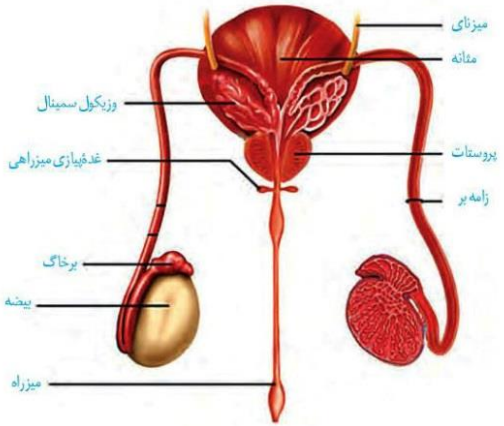
مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

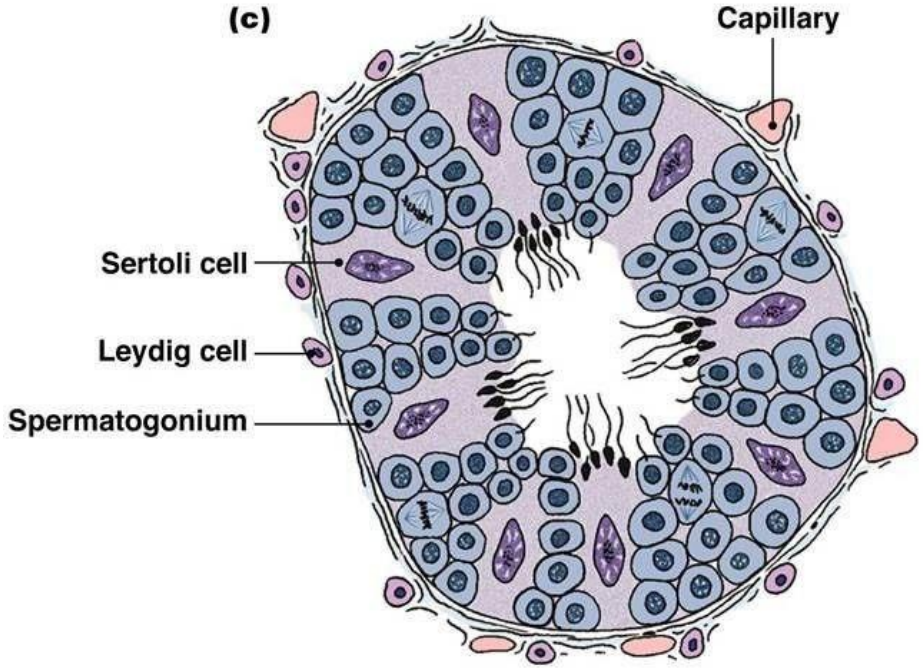

Spermatogenesis
primordial germ cell
testis
Sertoli cell
epididymis
seminiferous tubules
spermatogonium
mitotic division
primary spermatocyte
meiotic division I
secondary spermatocyte
meiotic division II
spermatids
sperm head
spermatid cytoplasm
acrosome
mature sperm
lumen
© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.


Epididymis
Testis
Coiled seminiferous tubules
Vas deferens
Cross-section of seminiferous tubule
Sertoli cell
Germinal cell (diploid)
Primary spermatocyte (diploid)
MEIOSIS I
Secondary spermatocytes (haploid)
MEIOSIS II
Spermatids (haploid)
Spermatozoa

دستگاه تولید مثلی مردان

- اندام اصلی : بیضه ها
  - لوله های اسپرم ساز
    - سلول های اسپرماتوگونی
    - سلول های سرتولی
  - سلول های بینابینی : تولید تستوسترون
- اندام های ضمیمه ای
  - لوله اپی دیدیم (خاگ) : کسب توانایی حرکت طی ۱۸ ساعت
  - لوله اسپرم بر (زامه بر) : خروج اسپرم از بیضه ها و ورود به محوطه شکمی
  - غده ویزیکول سیمنال (گشناب دان) : مایع پر از فروکتوز برای تأمین انرژی
  - غده پروستات : ماده شیری رنگ قلیایی
  - غده پیازی میزراهی : ترشحات قلیایی و روان کننده





مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

اندام های ضمیمه (کمکی)

مجرای اپیدیدیم (برخاگ)
- درون کیسه بیضه و روی هر بیضه می باشد (خارج بیضه و حفره شکمی می باشد).
- لوله پیچیده و طویل برای خروج اسپرم های هر بیضه می باشد.
- اسپرم های درون آن ابتدا قدرت حرکت ندارند ← بعد از حداقل ۱۸ ساعت ← متحرک می شوند.
- ترشحاتی به صورت پیک شیمیایی کوتاه برد دارند که تاژک اسپرم ها را به صورت فعال درآورده و اسپرم ها را متحرک می کند.
- اسپرم هایی با قدرت حرکت متفاوت می باشند.

مجرای اسپرم بر
- اسپرم های درون اپیدیدیم را گرفته و از کیسه بیضه خارج می کند.
- لوله طویلی است که برای عبور از کنار و پشت مثانه وارد محوطه شکمی می شود.
- مایع غدد وزیکول سمینال به درون آن می ریزد.

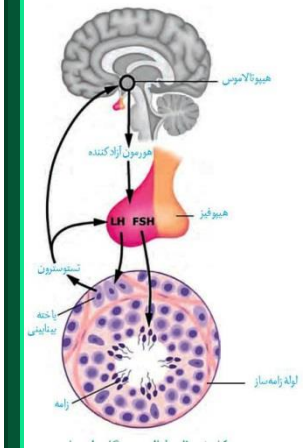
غدد وزیکول سمینال
- در کنار و پشت مثانه است ← اسپرم از درون آن عبور نمی کند.
- مایع غنی از فروکتوز را وارد لوله اسپرم بر می کند ← اولین غدد ترشح کننده مایع همراه اسپرم در منی می باشد.
- فروکتوز آن انرژی لازم برای فعالیت اسپرم را تأمین می کند.

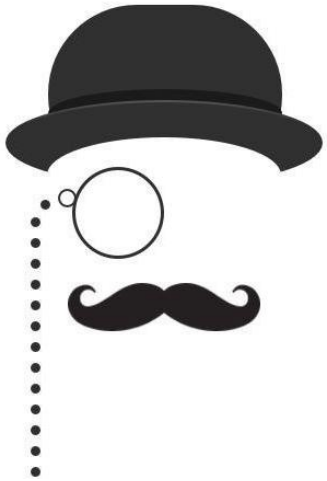
غده پروستات
- یک عدد زیرمثانه می باشد ← درون آن دو مجرای اسپرم بر به میزراه خروجی از مثانه متصل می شوند.
- به اندازه گردو با حالتی اسفنجی می باشد ← مجاری حاوی اسپرم از آن عبور می کند.
- ترشح مایع شیری رنگ قلیایی برای خنثی کردن اسید مسیر عبور اسپرم تا تخمک دارد ← pH میزراه مرد، واژن، گردن رحم و لوله رحم را تنظیم می کند.
- مجاری ادرار و اسپرم در آن یکی می شوند.

غدد پیازی میزراهی
- یک جفت بوده ← به دو طرف میزراه متصل می شود اسپرم از آن ها عبور نمی کند.
- به اندازه نخودفرنگی است ← در زیر پروستات می باشند.
- ترشحات قلیایی روان کننده ای برای مجرای تناسلی ادراری مرد دارد.

میزراه
- مجرای مشترک خروج ادرار و اسپرم می باشد.
- در زیرغدد پیازی میزراهی، دارای برآمدگی می باشد.
- در محل اتصال خود به مثانه، بنداره داخلی با ماهیچه صاف برای انتقال ادرار از مثانه به درون خود دارد.
- در انتهای منفذ خروج ادرار و اسپرم، یک برآمدگی حاوی بنداره ای با ماهیچه مخطط ارادی دارد.

مسیر عبور اسپرم
بیضه ها ← اپیدیدیم ← اسپرم بر ← پروستات ← میزراه





مایع منی

- مجموع ترشحات غدد وزیکول سمینال، پروستات و پیازی میزراهی به همراه اسپرم ها می باشد.
- اسپرم ها را از طریق میزراه به بیرون از بدن منتقل می کند.
- تمام ترشحات مختلف آن در میزراه مشترک می شوند.

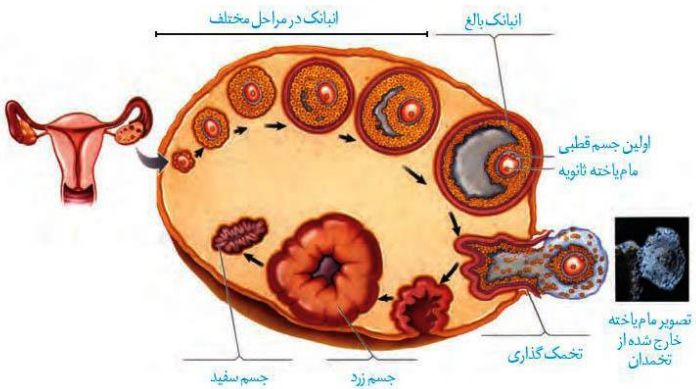
*** دستگاه تولید مثلی مرد**

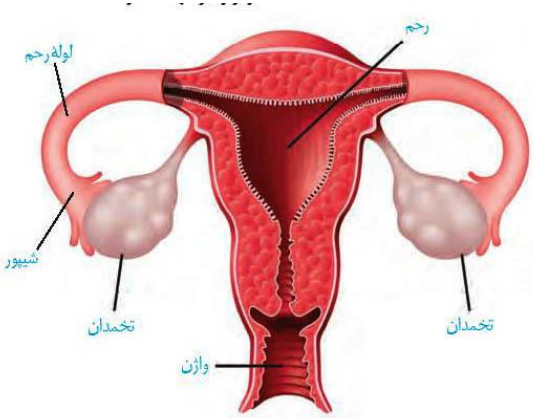
- غدد (۷ عدد)
  - بیضه ها
    - تعداد : ۲ عدد
    - مکان : در کیسه بیضه، خارج حفره شکمی
    - وظیفه : تولید اسپرم و تستسترون
  - وزیکول سمینال
    - تعداد : ۲ عدد
    - مکان : کنار و پشت مثانه
    - وظیفه : ترشح مایع غنی از فروکتوز برای تأمین انرژی لازم برای حرکت اسپرم
  - پروستات
    - شکل : اندازه گردو و حالت اسفنجی دارد.
    - تعداد : ۱ عدد
    - مکان : زیر مثانه
    - وظیفه : ترشح مایع شیری رنگ و قلیایی جهت خنثی کردن مواد اسیدی موجود در مسیر عبور اسپرم به سمت تخمک.
  - پیازی میزراهی
    - شکل : اندازه نخودفرنگی
    - تعداد : ۲ عدد
    - مکان : زیر پروستات در مسیر میزراه
    - وظیفه : اضافه کردن ترشحات قلیایی و روان کننده
- لوله ها
  - اسپرم ساز : تولید اسپرم و ترشح تستسترون
  - اپی دیدیم : ۲ تا - توانا کردن اسپرم ها برای حرکت
  - اسپرم بر : ۲ تا - هرکدام از یک بیضه خارج شده و به پروستات می ریزد.
  - میزراه : ۱ عدد- خروج منی

* ادرار و منی در مردان از پروستات به بعد مسیر مشترک دارند و حالت اسیدی ادرار را مواد قلیایی منی خنثی می کند.

هورمون ها در تنظیم فعالیت دستگاه تناسلی مرد

- هیپوتالاموس همراه هورمون های آزاد و مهارکننده روی فعالیت آن نقش دارند.
- هیپوفیز پیشین با ترشح هورمون های محرک جنسی (LH,FSH). به طور مستقیم روی فعالیت آن نقش دارد ← وجود آن ها برای فعالیت این دستگاه ضروری است.
- FSH روی یاخته های سرتولی و LH روی یاخته های بینابینی اثر دارند.
- هیپوتالاموس ← هورمون آزادکننده ← هیپوفیز پیشین ← FSH ← اثر روی یاخته های سرتولی دیواره لوله اسپرم ساز ← ترشحات سرتولی سبب تسهیل تولید و تمایز اسپرم های درون لوله اسپرم ساز می شود.
- هیپوتالاموس ← هورمون آزاد کننده ← هیپوفیز پیشین ← LH ← اثر روی یاخته های بینابینی لوله های اسپرم ساز ← ترشح هورمون جنسی تستوسترون به خون
  - صفات ثانویه جنسی
    - تحریک رشد اندام های جنسی و اسپرم زایی
    - رشد ماهیچه ها و استخوان
    - بم شدن صدا
    - روییدن مو در صورت و سایر نواحی
- تنظیم میزان ترشح هورمون های محرک جنسی و تستوسترون با بازخوردی (خودتنظیمی) منفی صورت می گیرد.
- تستوسترون برای خودتنظیمی (بازخوردی) منفی و تنظیم خود، روی هیپوفیز پیشین و هیپوتالاموس اثر می گذارد و گیرنده دارد.
- پیک های شیمیایی دستگاه تناسلی مرد
  - پیک کوتاه برد
    - ترشحات سرتولی ← برای تمایز و تولید اسپرم ها
    - ترشحات اپیدیدیم ← برای متحرک کردن تاژک اسپرم ها
  - پیک دوربرد
    - تستوسترون بیضه ← وارد خون می شود
      - صفات ثانویه جنسی می دهد (رشد استخوان، ماهیچه و...).
      - در تولید اسپرم و رشد اندام های جنسی مؤثر است.





مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

از آنجا که مجراهای اسپرم‌بر از سطح داخلی و بین دو میزنای گذشته و به پشت مثانه می‌روند، می‌توان گفت: «در هر مرد سالم و بالغ، در سطح فوقانی مثانه در حد فاصل بین دو میزنای، دو مجرای اسپرم‌بر وجود دارد؛ اما در این محل، در حد فاصل بین دو لوله اسپرم‌بر، میزنای مشاهده نمی‌شود!»

در رابطه باپروستات

۱- در هر مرد سالم و بالغ، یک غده پروستات مشاهده می‌شود.

۲- نوعی غده برون‌ریز به اندازه گردو و به حالت اسفنجی است.

۳- در زیرمثانه و بالاتر از غدد پیازی میزراهی قرار گرفته است.

۴- محل یکی شدن مسیر ادرار و اسپرم است.

۵- مایع شیری رنگ و قلیایی ترشح می‌کند که به خنثی کردن مواد اسیدی موجود در مسیر عبور اسپرم به سمت گامت ماده، کمک می‌کند.

۶- توجه داشته باشید که درون پروستات، ترکیب مایع منی، به طور کامل شکل نگرفته است.

رعایت نکات بهداشتی برای جلوگیری از بیماری‌هایی مثل عفونت و التهاب پروستات ضرورت دارد.

هرچند هیچ اسپرمی در محل ساخته شدن خود قدرت تحرک پیدا نمی‌کند؛ اما از آنجایی که اپیدیدیم در سطح فوقانی بیضه‌ها و در زیر مثانه قرار دارد، می‌توان گفت اسپرم‌ها در دمای مشابه با محل ساخت خود، قابلیت تحرک پیدا می‌کنند.

یاخته های سرتولی که در دیواره لوله‌های زامه‌ساز وجود دارند با ترشحات خود تمایز زامه‌ها را هدایت می‌کنند. این یاخته‌ها، در همه مراحل زامه‌زایی، پشتیبانی و تغذیه یاخته‌های جنسی و نیز بیگانه‌خواری باکتری‌ها را برعهده دارند.

یاخته‌های اسپرماتوگونی یا زامه‌زا دارای ویژگی‌های زیرند:

۱- یاخته‌های زاینده دیواره‌ی لوله‌های اسپرم‌ساز محسوب می‌شوند.

۲- در نزدیک سطح خارجی لوله‌های اسپرم‌ساز قرار گرفته‌اند.

۳- تقسیم میتوز کرده و میوز نمی‌کنند و قادر به تشکیل تتراد، کراسینگ‌آور و تفکیک ژن‌های آلل نیستند و در آنها نوترکیبی دیده نمی‌شود.

۴- با تقسیم میتوز خود سبب حفظ لایه زاینده لوله‌های اسپرم‌ساز می‌شوند.

۵- یاخته‌های دیپلوئید محسوب می‌شوند.

درون مجرای لوله‌های اسپرم‌ساز، اپیدیدیم و لوله اسپرم‌بر دیده نمی‌شوند و تنها درنزدیک به سطح خارجی دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز دیده می‌شوند.

اسپرماتوسیت‌های اولیه (زام یاخته‌های اولیه) دارای ویژگی‌های زیرند:

۱- از یاخته‌های اسپرماتوگونی منشأ گرفته و اسپرماتوسیت‌های ثانویه را به وجود می‌آورند.

۲- از یاخته‌های دیپلوئید منشأ گرفته و یاخته‌های هاپلوئید را به وجود می‌آورند. بنابراین عدد کروموزومی مشابه با یاخته مولد و عدد کروموزومی متفاوت با یاخته حاصل از خود دارند.

۳- دیپلوئید مضاعف‌اند؛ یعنی ۴۶ کروموزوم ۲ کروماتیدی و ۹۲ مولکول دنا دارند.

۴- حاصل تقسیم میتوزند و قادر به انجام تقسیم میوز می‌باشند.

۵- قادر به انجام میوز ۱، تشکیل تتراد، کراسینگ‌آور و تفکیک ژن‌های آلل بوده و در انها نوترکیبی صورت می‌پذیرد.

۶- تنها در دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز دیده شده و درون مجرای این لوله‌ها، اپیدیدیم و لوله‌های اسپرم‌بر دیده نمی‌شوند.

اسپرماتوسیت‌های ثانویه (زام‌یاخته‌های ثانویه) دارای ویژگی‌های زیرند:

۱- از اسپرماتوسیت‌های اولیه منشأ گرفته و اسپرماتیدها را به وجود می‌آورند.

۲- از یاخته‌ای با عدد کروموزومی متفاوت با خودمنشأ گرفته و یاخته‌ای با عدد کروموزوم مشابه با خود را به وجود می‌آورند.

۳- این یاخته‌ها، هاپلوئید مضاعف‌اند؛ یعنی ۲۳ کروموزوم دو کروماتیدی و ۴۶ مولکل DNA دارند.

۴- حاصل میوز ۱ بوده و میوز ۲ را به انجام می‌رسانند.

۵- برای تشکیل این یاخته‌ها، تتراد به وجود آمده است و فرایندهای کراسینگ‌آور و نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل رخ داده است اما این یاخته‌ها، خود قادر به تشکیل تتراد و انجام کراسینگ-آور و نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل نیستند.

۶- تنها درون دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز دیده شده و در مجرای یاخته‌های اسپرم‌ساز، اپیدیدیم و لوله اسپرم‌بر مشاهده نمی‌شوند.

اسپرماتیدها (زام یاختک‌ها) دارای ویژگی‌های زیرند:

۱- از اسپرماتوسیت ثانویه منشأ گرفته و اسپرم‌ها را به وجود می‌آورند؛ یعنی هم از یاخته‌های هاپلوئید به وجود آمده و هم یاخته‌های هاپلوئید را به وجود می‌آورند.

۲- دارای عدد کروموزومی یکسان با یاخته به وجود آورنده خود و یاخته حاصل از خودند.

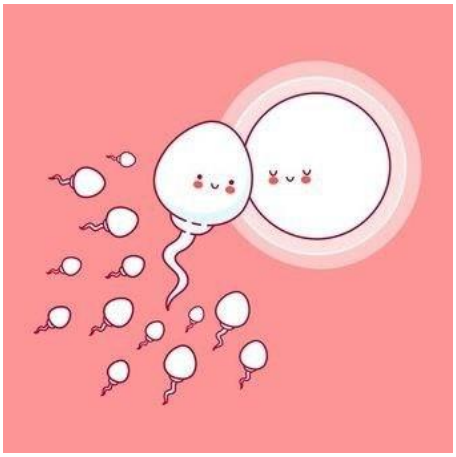
۳- هاپلوئید غیرمضاعف‌اند؛ یعنی ۲۳ کروموزوم تک کروماتیدی دارند و دارای ۲۳ عدد مولکول DNA می‌باشند.

۴- حاصل تقسیم میوز ۲ اند؛ اما خود، قادر به انجام تقسیم نیستند.

۵- از آنجا که حاصل تقسیم میوز ۲ اند، برای تشکیل آنها تتراد تشکیل نشده و کراسینگ‌آور و نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل رخ نداده است. ضمناً این یاخته‌ها قادر به انجام تقسیم نیستند؛ بنابراین نمی‌توانند تتراد تشکیل‌دهند و قادر به انجام نوترکیبی و کراسینگ‌آور وتفکیک ژن‌های آلل نیستند و همچنین نمی‌توانند در مرحله آنافاز، کروماتیدهای خواهری را از هم جدا نمایند.

۶- درون دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز تشکیل می‌شوند و درون اپیدیدم و لوله‌های اسپرم‌بر دیده نمی‌شوند.

در ابتدای به وجود آمدن، تاژک ندارند؛ اما به مرور، دارای تاژک کوتاهی می‌شوند.



اسپرم‌ها (زامه‌ها) دارای ویژگی‌های زیرند:

۱- حاصل تمایز اسپرماتیدهااند؛ اما خود به یاخته دیگری تمایز نمی‌یابند.

۲- حاصل تقسیم نیستند، یعنی از تقسیم یاخته‌های قبل از خود به وجود نیامده‌اند؛ بلکه تنها حاصل تمایز این یاخته‌ها می‌باشند.

۳- هاپلوئید غیرمضاعف‌اند؛ یعنی دارای ۲۳ کروموزوم تک کروماتیدی و ۲۳ مولکول DNAاند.

۴- قدرت تقسیم ندارند؛ اما دارای قابلیت لقاح می‌باشند.

۵- درون دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز دیده نمی‌شوند. درون مجرای لوله‌های اسپرم‌ساز دیده می‌شوند؛ اما در آنجا قدرت تحرک ندارند. درون مجرای اپیدیدیم به دو شکل فاقد تحرک و متحرک دیده می‌شوند و درون مجرای اسپرم‌بر و بخش‌های پس از آن، به شکل متحرک دیده می‌شوند.

یاخته‌هایی با ظاهر کشیده، هسته فشرده و سیتوپلاسم کم‌اند.

یاخته‌های سرتولی دارای ویژگی‌های زیرند:

۱- جزء یاخته‌های دیپلوئید و معمولی بدن به حساب می‌آیند.

۲- با ترشحات خود، تمایز اسپرم‌ها را هدایت می‌کنند.

۳- توانایی تقسیم میوز و تشکیل تتراد و وقوع کراسینگ‌آور نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل را ندارند.

۴- در وقوع تقسیم میوز و میتوز در دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز، نقش دارند.

۵- درون بیضه‌ها و درون دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز قرار دارند و در خارج از فضای این لوله‌ها دیده نمی‌شوند.

۶- در تمامی مراحل اسپرم‌زایی، پشتیبانی و تغذیه یاخته‌های جنسی دارای نقش‌اند.

۷- بیگانه‌خواری باکتری‌ها را عهده‌دارند.

توجه داشته باشید که یاخته‌های سرتولی، اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت‌ها، اسپرماتیدها و اسپرم‌هایی که قابلیت تحرک ندارند، در لوله اسپرم‌بر، غدد پیازی میزراهی، پروستات و وزیکول سمینال یافت نمی‌شوند و تولید هورمون جنسی مردانه نیز در این بخش‌ها صورت نمی‌پذیرد.

۱- در مورد هر اسپرماتوسیت

۲- از تقسیم یاخته قبل از خود به وجود آمده است.

۳- قادر به ورود به تقسیم می‌باشد.

۴- کروموزوم‌های دوکروماتیدی (مضاعف) دارد.

۵- درون دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز قرار دارد و درون مجرای لوله‌های اسپرم‌ساز، اپیدیدیم و مجرای اسپرم‌بر دیده نمی‌شود.

۶- یاخته هاپلوئید به وجود می‌آورد.

۷- کروموزوم جنسی دارد. اما نمی‌توان گفت که هر اسپروماتوسیت، حاصل میوز است یا حاصل میتوز می‌باشد؛ یا قادر به تشکیل تتراد است؛ یا در آن کراسینگ‌آور و نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل رخ می‌دهد.

اسپرماتوسیت‌های اولیه، برخلاف یاخته‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت ثانویه، اسپرماتید و اسپرم، قادر به تشکیل تتراد، کراسینگ‌آور، نوترکیب و تفکیک ژن‌های آلل‌اند.

خارجی‌ترین لایه در دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز، لایه زاینده است که از یاخته‌های دیپلوئید اسپرماتوگونی تشکیل شده است، که کروموزوم‌های مضاعف دارند و قادر به انجام میتوزند و با میتوز، هم‌یاخته هم‌نام با خود [یعنی اسپرماتوگونی] ایجاد می‌کنند تا لایه زاینده حفظ شود و هم اسپرماتوسیت‌های اولیه را حاصل می‌آورند؛ بنابراین برای تولید اسپرماتوگونی‌های جنین و یا تشکیل اسپرماتوسیت اولیه، تشکیل و تخریب دوک تقسیم، تخریب و تشکیل پوشش هسته، اتصال کروموزوم‌ها به دوک، قرارگیری آنها در مرکز یاخته، جدا شدن کروماتیدهای خواهری و به قطبین رفتن کروموزوم‌های دختری، دو برابر شدن تعداد کروموزوم‌ها و تشکیل کمربند انقباضی پروتئینی و تقسیم سیتوپلاسم رخ می‌دهد. اسپرماتوسیت-های اولیه، یاخته‌هایی دیپلوئید و مضاعف، با ۴۶ کروموزوم، ۹۲ مولکول DNA و ۱۸۴ رشته پلی-نوکلئوتیدی‌اند که با انجام میوز ۱ به اسپرماتوسیت‌های ثانویه تبدیل می‌شوند و طی این فرایند، تشکیل و تخریب دوک، تخریب و تشکیل پوشش هسته، تشکیل تتراد، کراسینگ‌آور، نوترکیبی، تفکیک ژن‌های آلل، جدا شدن کروموزوم‌های همتا و تشکیل حلقه انقباضی پروتئینی و تقسیم سیتوپلاسم رخ می‌دهد؛ اما هرگز جدا شدن کروماتیدهای خواهری و دو برابر شدن تعداد کروموزوم‌ها صورت نمی‌پذیرد.

اسپرماتوسیت‌های ثانویه، دارای ۲۳ کروموزوم، ۴۶ مولکول DNA و ۹۲ رشته پلی‌نوکلئوتیدی‌اند و هاپلوئید مضاعف محسوب می‌شوند. این یاخته‌ها، تعداد کروموزوم برابر با اسپرماتید و اسپرم دارند و تعداد مولکول‌های DNAشان، با تعداد کروموزوم‌های اسپرماتوسیت اولیه وتعداد نوارهای پلی‌نوکلئوتیدی-شان، با تعداد DNAهای اسپرماتوسیت اولیه برابر است. این یاخته‌ها با انجام میوز ۲ به اسپرماتید تبدیل می‌شوند و برای این تبدیل، تشکیل و تخریب دوک، تخریب و تشکیل پوشش هسته و جدا شدن کروماتیدهای خواهری و به قطبین رفتن کروموزوم‌های دختری، برخلاف کراسینگ‌اور و نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل صورت می‌پذیرد.

اسپرماتیدها یاخته‌های هاپلوئید غیرمضاعف‌اند و ۲۳ کروموزوم، ۲۳ مولکول DNA و ۴۶ رشته پلی-نوکلئوتیدی دارند و ابتدای تشکیل، تاژک ندارند و مدتی بعد، تاژک کوتاهی پیدا می‌کنند. این یاخته‌ها

قابلیت انجام هیچ‌گونه تقسیمی را ندارند. یعنی دوک تشکیل نمی‌دهند، حلقه انقباضی پروتئین نمی-سازند و...؛ اما با تمایز خود اسپرم‌ها را به وجود می‌آورند که تاژک بلندتر و سیتوپلاسم کمتر دارند و از نظر ژنتیکی کاملاً مشابه اسپرماتیدهااند و همچنین قدرت تقسیم ندارند؛ اما دارای توانایی لقاح می‌باشند. توجه داشیته باشید که تبدیل این یاخته‌ها به هم، می‌تواند به شکل‌های مختلف، مورد سئوال قرار گیرد. مثلاً برای تبدیل اسپرماتوگونی به اسپرماتوسیت ثانویه یا اسپرماتید یا اسپرم و همچنین تبدیل اسپرماتوسیت اولیه به اسپرماتید یا اسپرم، هم جدا شدن کروماتیدهای خواهری که مربوط به میتوز و میوز ۲ است و هم جدا شدن کروموزوم‌های همتا که مربوط به میوز ۱ است، رخ می‌دهد؛ اما برای تبدیل اسپرماتوسیت ثانویه به اسپرماتید یا اسپرم و تبدیل اسپرماتوگونی به اسپرماتوسیت اولیه، جدا شدن کروموزوم‌های همتا، رخ نمی‌دهد؛ اما جدا شدن کروماتیدی خواهری به وقوع می‌پیوندد. ضمناً برای تبدیل اسپرماتوسیت اولیه به ثانویه، هرچند تشکیل تتراد و جدا شدن کروموزوم‌های همتا داریم، اما در این زمان، جدا شدن کروماتیدهای خواهری مشاهده نمی‌شود.

در بین یاخته‌های مختلف مسیر تولید اسپرم، تشابهات زیر وجود دارد:

۱. اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه، دیپلوئیدند.

۲. اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتوسیت ثانویه،کروموزوم‌های مضاعف دارند.

۳. اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت ثانویه، توانایی انجام فرایندهای مشابهِ میتوز و میوز ۲ را دارند. [مثلاً وقتی گفته شود، هر یاخته که در تولید اسپرم نقش داشته و می‌تواند کروماتیدهای خواهری‌اش را از هم جدا نماید، منظور اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت ثانویه است.]

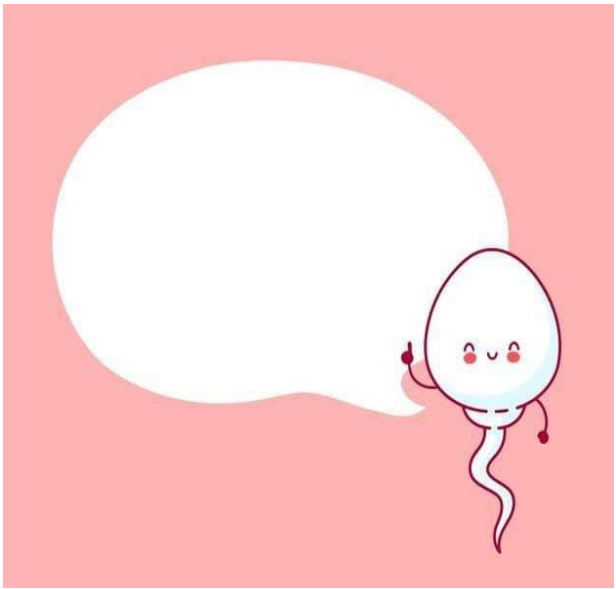
۴. اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت‌ها قادر به تقسیم‌اند.

۵. اسپرماتید و اسپرم، کروموزوم‌های غیرمضاعف داشته، قادر به انجام تقسیم نیستند.

۶. اسپرماتوسیت ثانویه، اسپرماتید و اسپرم، هاپلوئیدند.

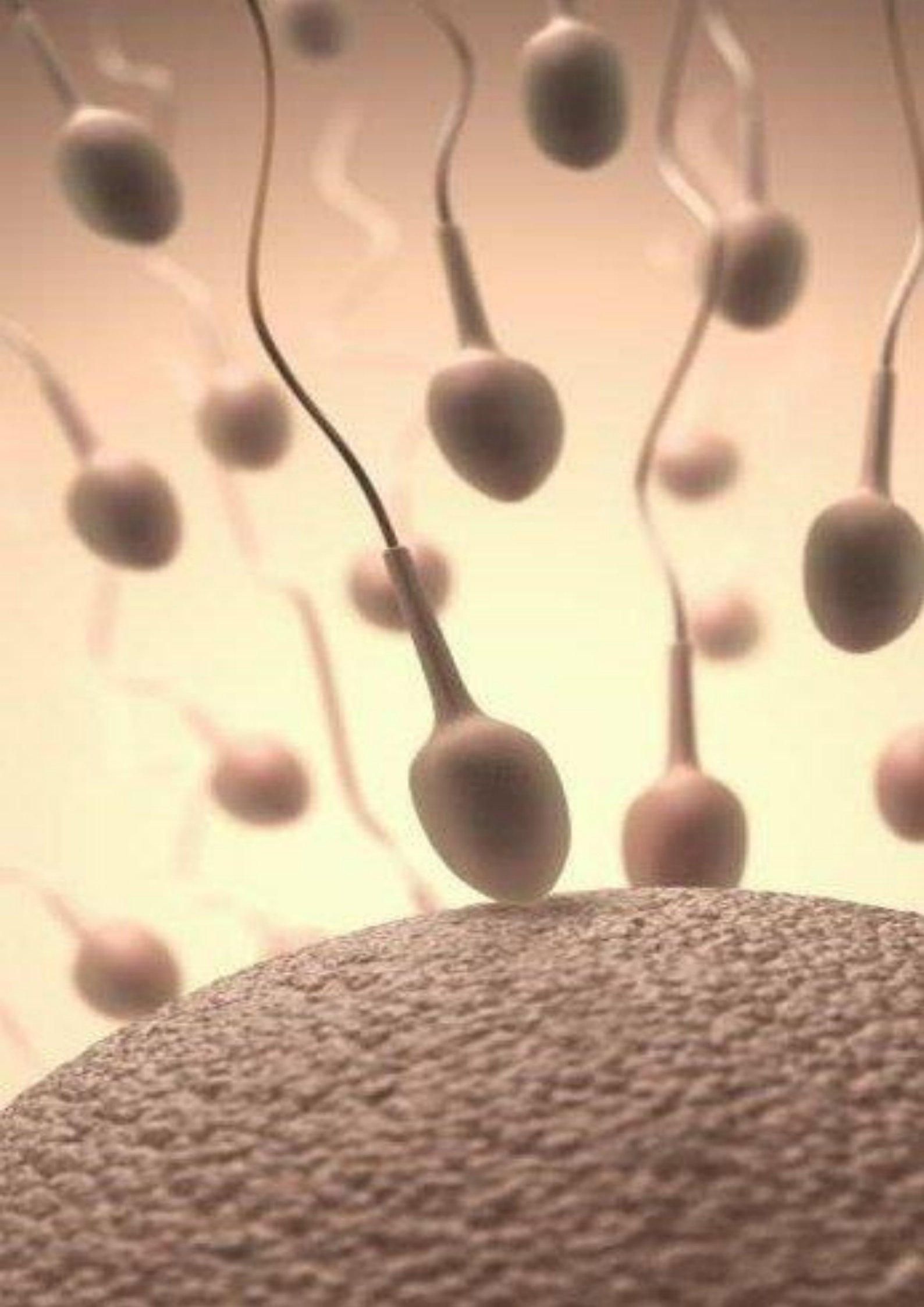
۷. اسپرماتوسیت اولیه و ثانویه، هم‌نام‌اند! بنابراین با ذکر ویژگی‌های عنوان شده در بالا، می‌توانند چند نوع یاخته مختلف را مورد سئوال قرار دهند. مثلاً اگر گفته شود: «دربین یاخته¬هایی که در مسیر تولید اسپرم قرار دارند و دیپلوئید می‌باشند، هریاخته‌ای قابلیت تشکیل حلقه انقباضی را دارد.» چون اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه، قادر به انجام تقسیم سیتوپلاسم‌اند، جمله درستی مطرح شده است؛ ولی اگر گفته شود: «هر یاخته دیپلوئید مربوط به مسیر تشکیل اسپرم، قادر به تشکیل تتراد است.» به این دلیل که اسپرماتوگونی هرگز میوز نمی‌کند، جمله نادرستی مطرح شده است.

از آنجا که راکیزه‌ها در تنه یا قطعه میانی اسپرم قرار گرفته‌اند، می‌توان گفت محل اکسیداسیون پیرووات، محل تشکیل استیل، محل وقوع چرخه کربس، محل وقوع زنجیره انتقال الکترون و محل تولید و مصرف $FADH_2$و FAD و همچنین قرارگیری آنزیم ATP ساز و محل ساخت اکسایشی ATP، در تنه اسپرم می‌باشد. ضمناً در تنه اسپرم، مولکول‌های دنای حلقوی وجود دارند.



جونم برات بگه ....

💥 خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:



فصل ۷

گفتار ۲: دستگاه تولید مثل در زنان

وظایف دستگاه تولید مثلی زنان

- تولید یاخته جنسی ماده ← میوز ۱ در تخمدان ولی گامت (تخمک) در اثر میوز ۲ در لوله رحم تشکیل می شود (میوز ۲، فقط در صورت وجود اسپرم انجام می شود).
- انتقال یاخته جنسی ماده به سمت رحم ← از طریق لوله رحم و به کمک انقباضات ماهیچه و عمل مژک ها و زوائد صورت می گیرد.
- ایجاد شرایط مناسب برای لقاح اسپرم و تخمک ← لقاح و تشکیل زیگوت در اواسط لوله رحم صورت می گیرد.
- حفاظت و تغذیه جنین در صورت تشکیل ← وظیفه رحم می باشد که با تشکیل جفت کامل می شود.
- تولید هورمون های جنسی زنانه ← از تخمدان ترشح میشوند و همان استروژن و پروژسترون بوده که تحت کنترل هورمون های محرک جنسی FSH و LH هیپوفیز پیشین می باشد.

اجزای دستگاه تولید مثلی زنان

تخمدان ها

- دو عدد غده جنسی ماده درون حفره شکمی هستند که با طنابی پیوندی عضلانی به دیواره خارجی قسمت بالایی رحم متصلند.
- هر کدام در دوران نوزادی حدود یک میلیون فولیکول دارد که درون هر کدام، یک اووسیت اولیه متوقف شده در مرحله پروفاز ۱ وجود دارد.
- هر فولیکول تخمدان، حاوی یک اووسیت اولیه میوز دهنده و تعدادی یاخته پیکری مغذی و هورمون ساز می باشد.
- از شروع دروان بلوغ، چرخه جنسی ۲۸ روزه تحت تأثیر مستقیم FSH و LH را آغاز می کنند.
- پس از تولد به دلایل نامعلومی تعداد زیادی از فولیکول های تخمدان از بین می روند.
- تقسیم میوز ۱، تولید جسم قطبی اول، اووسیت ثانویه و تولید هورمون های استروژن و پروژسترون توسط آن ها صورت می گیرد.
- فولیکول بالغ آن، میوز ۱ را به پایان رسانده و حاوی اووسیت ثانویه و یک جسم قطبی اول می باشد.

رحم

- اندامی از ماهیچه صاف به شکل گلابی و کیسه مانند می باشدکه فاقد مژک است.
- دیواره داخلی آن یا آندومتر در دوران قاعدگی و بارداری دچار تغییرات می شود.
- جنین را درون یکی از حفرات دیواره داخلی خود رشد و نمو می دهد.
- بخش پهن و بالای آن از دو طرف به دو تا لوله رحم متصل می باشد.

لوله رحم

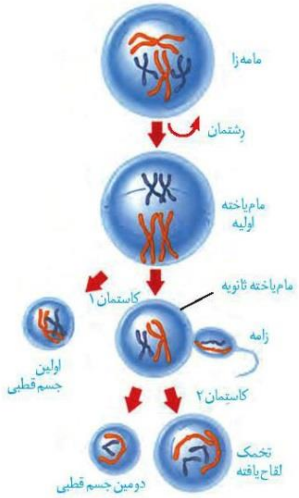
- همان لوله های فالوپ هستند که میوز ۲ و تولید گامت ماده به همراه لقاح در آن صورت می گیرد.
- انتهای آن ها به سمت تخمدان، دارای زوائد انگشت مانند بوده و حالت شیپوری برای گرفتن اووسیت ثانویه از تخمدان می باشد.
- بافت پوششی داخل لوله های رحم، مخاطی و مژک دار می باشد ← از این نظر مشابه داخل مجاری تنفسی است.
- زنش مژک های درون لوله رحم، سبب حرکت اووسیت ثانویه و یا زیگوت به سمت رحم می شود.

گردن رحم

- بخش پایین رحم می باشدکه بخشی از رحم بوده و باریک تر از قسمت های بالایی است.
- این قسمت از پایین به داخل واژن باز می شود.

واژن

- قسمتی از دستگاه تناسلی زن بوده که به سطح بدن راه دارد.
- اسپرم ها از طریق آن وارد بدن ماده می شوند.
- خروج خون قاعدگی و خروج جنین در زایمان طبیعی از آن صورت می گیرد.



*** دوره جنسی در زنان**

- شروع دوره جنسی با قاعدگی (دیواره داخلی رحم و رگ های خونی تخریب شده و مخلوطی از خون و بافت تخریب شده از واژن خارج می شود).
- با بلوغ جنسی عادت ماهانه شروع می شود ابتدا نامنظم و به مرور منظم می شود.
- نظم عادت ماهانه ⇐ شاخص کارکرد صحیح دستگاه تولید مثلی زن
- یائسگی: توقف عادت ماهانه در سن ۴۵ تا ۵۰ سالگی (درزنان سالم) به علت از کار افتادن تخمدان ها (زودتر از بقیه دستگاه ها پیر می شوند)
- سن باروری: از زمان بلوغ تا سن یائسگی (حدود ۳۰ تا ۳۵ سال)

عوامل مؤثر در طول دوره باروری:
- تغذیه نامناسب
- کار زیاد و سخت
- فشار روحی و جسمی

✓ یائسگی همراه با علائمی همچون گُر گرفتگی می‌باشد و به علت کمبود استروژن است و با داروهای شبه استروژن تعدیل می شود.

تمک زایی

تخمک زایی

- زمان بندی بالغ شدن اووسیت را در تخمدان و تحت کنترل هورمون های FSH و LH هیپوفیز پیشین انجام می دهد.

مراحل تخمک زایی

- هر تخمدان حاوی حدود یک میلیون فولیکول می باشدکه هر فولیکول در دوران جنینی یک یاخته دیپلوئید زاینده به نام اووگونی به همراه چند لایه یاخته ای پیکری در اطراف آن دارد.
- اووگوتی ها از دوران جنینی میتوز کرده و اووسیت اولیه حاصل از آن، میوز ۱ خود را آغاز کرده و پس از شروع، در پروفاز ۱ و با تشکیل ۲۳ عدد تتراد متوقف می شوند.
- با شروع سن بلوغ، هر ماه، در یکی از فولیکول های یک تخمدان، اووسیت اولیه، میوز را ادامه می دهد.
- میوز ۱ درون تخمدان، در یک فولیکول تا تلوفاز ۱ در روز چهاردهم ادامه دارد وبا تولید اووسیت ثانویه در فولیکول بالغ دوباره متوقف می شود.
- در طی تخمک سازی، توقف اول، در دوران جنینی آغاز شده و با شروع دوره جنسی در یک فولیکول به پایان می رسد.
- توقف دوم در صورت وجود اسپرم پایان می یابد. در این حالت اووسیت ثانویه میوز ۲ را در لوله رحم انجام می دهد و فرایند لقاح کامل می شود.
- اگر اسپرم به اووسیت ثانویه برخورد نکند، این یاخته همراه با خونریزی عادت ماهیانه بعدی از رحم خارج می شود.

اووگونی

میتوز درتخمدان در دوران جنینی:

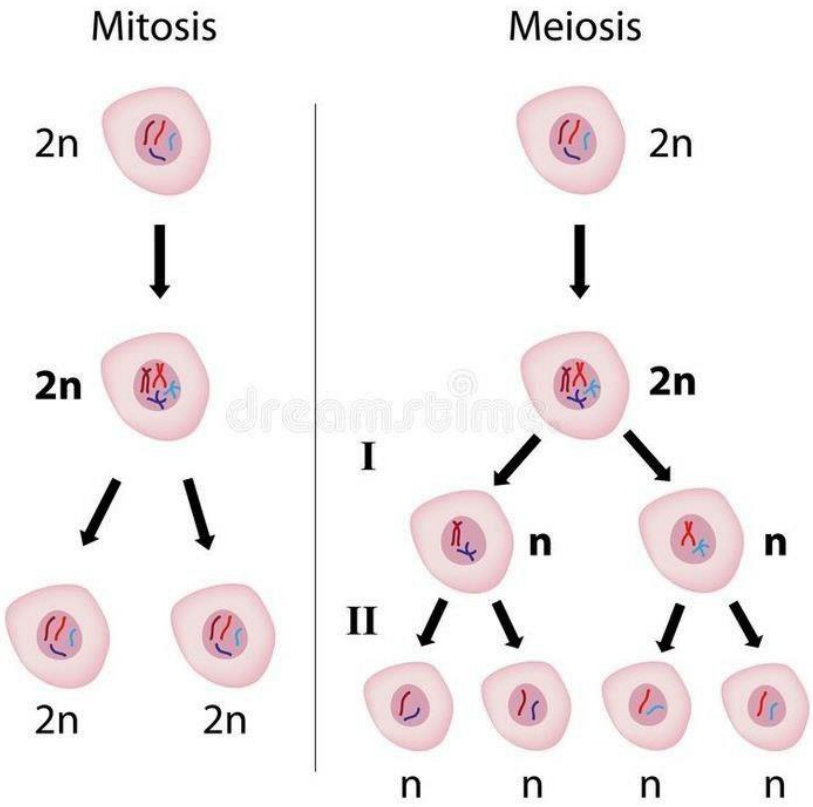
- اووگونی (لایه زاینده) ← میتوز
- اووسیت اولیه ۲n ← (شروع میوز در تخمدان جنینی) توقف در پروفاز ۱ ← (ادامه میوز ۱ در تخمدان با شروع بلوغ) تقسیم سیتوپلاسم نامساوی
  - اووسیت ثانویه بزرگ ← (میوز ۲ در لوله رحم در صورت برخورد با اسپرم) تخمک (n) + دومین گویچه قطبی
    (تقسیم سیتوپلاسم نامساوی)
  - اولین گویچه قطبی ← (میوز ۲ تقسیم سیتوپلاسم مساوی) دومین گویچه قطبی + دومین گویچه قطبی

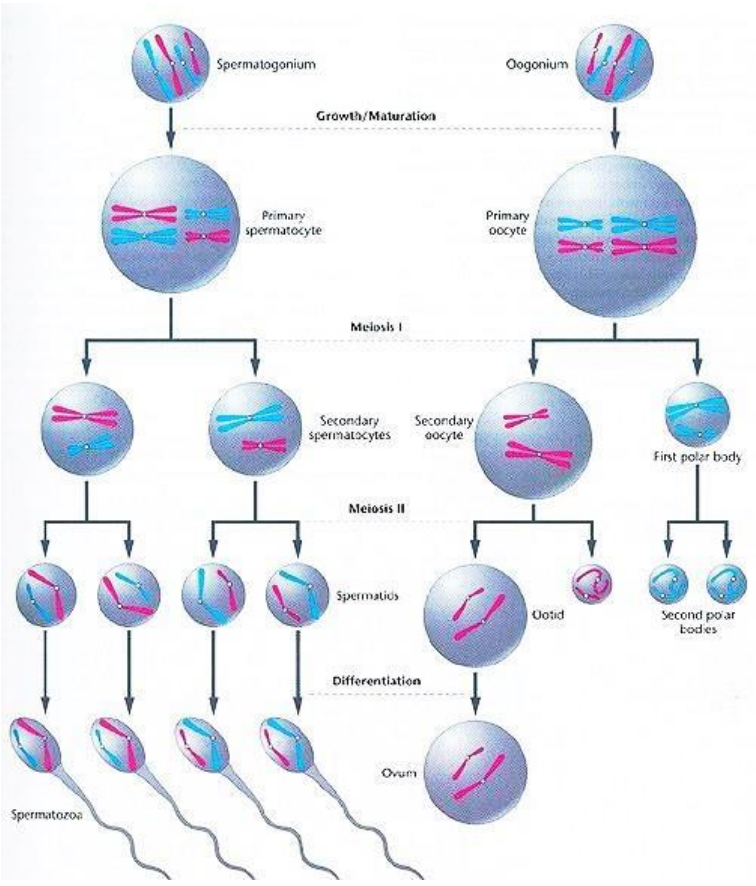
گویچه های قطبی

- به طور طبیعی ۲۳ کروموزوم و سانترومر دارند.
- به ندرت با اسپرم لقاح می کنند.
- در صورت لقاح ← میتوز کرده ← توده یاخته ای بی شکل می سازد ← پس از مدتی دفع می شود.

توقف های چرخه تخمدانی

- **توقف اول** — از دوران جنینی با توقف در پروفاز ۱ شروع شده و در فولیکول تا دوران بلوغ و شروع دوره جنسی آن ادامه دارد.
- **توقف دوم** — از پایان میوز ۱ و تولید اووسیت ثانویه در هر دوره جنسی می باشد که تا برخورد اسپرم به آن برای انجام میوز ۲ در چند روز اتفاق می افتد.


Mitosis
Meiosis
2n
2n
2n
2n
2n
I
n
n
II
n
n
n
n


Spermatogonium
Oogonium
Growth/Maturation
Primary spermatocyte
Primary oocyte
Meiosis I
Secondary spermatocytes
Secondary oocyte
First polar body
Meiosis II
Spermatids
Ootid
Second polar bodies
Differentiation
Ovum
Spermatozoa

* فرآیند تخمک زایی

در دوران جنینی آغاز و در مرحله پروفاز ۱ متوقف می شود.

⇩

یعنی اووسیت های اولیه در مرحله پروفاز ۱ متوقف شدند.

در هر تخمدان حدود ۱ میلیون

بعد از سن بلوغ هر ماه میوز ۱ یکی از اووسیت های اولیه ادامه می یابد.
و در انتهای تلوفاز ۱ متوقف شده. این سلول های هاپلوئید و مضاعف سیتوکینز نابرابر انجام می دهند. سلولی که سیتوپلاسم بیشتری دریافت کرده اووسیت ثانویه و دیگری اولین جسم قطبی است که تقریباً ناکارآمد است.

⇩

اسپرماتوسیت ثانویه از تخمدان خارج و توسط زوائد انگشت مانند درون لوله های رحمی به درون رحم می رود: ۲ حالت دارد !

اووسیت ثانویه با اسپرمی برخورد کند

⇩

اووسیت ثانویه میوز ۲ را انجام دهد و بر اثر سیتوکینز نابرابر سلول که سیتوپلاسم بیشتر دریافت می کند تخمک و دیگری دومین جسم قطبی

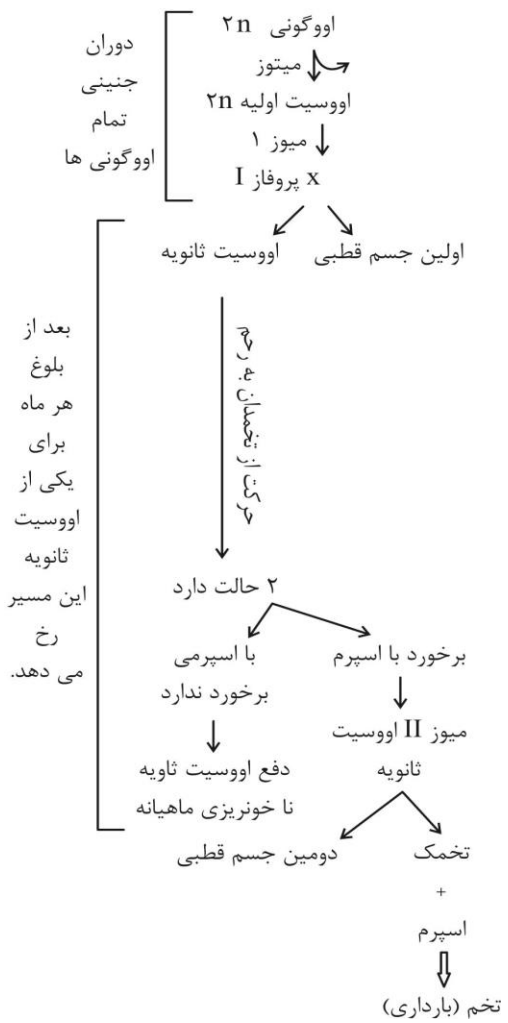
⇩

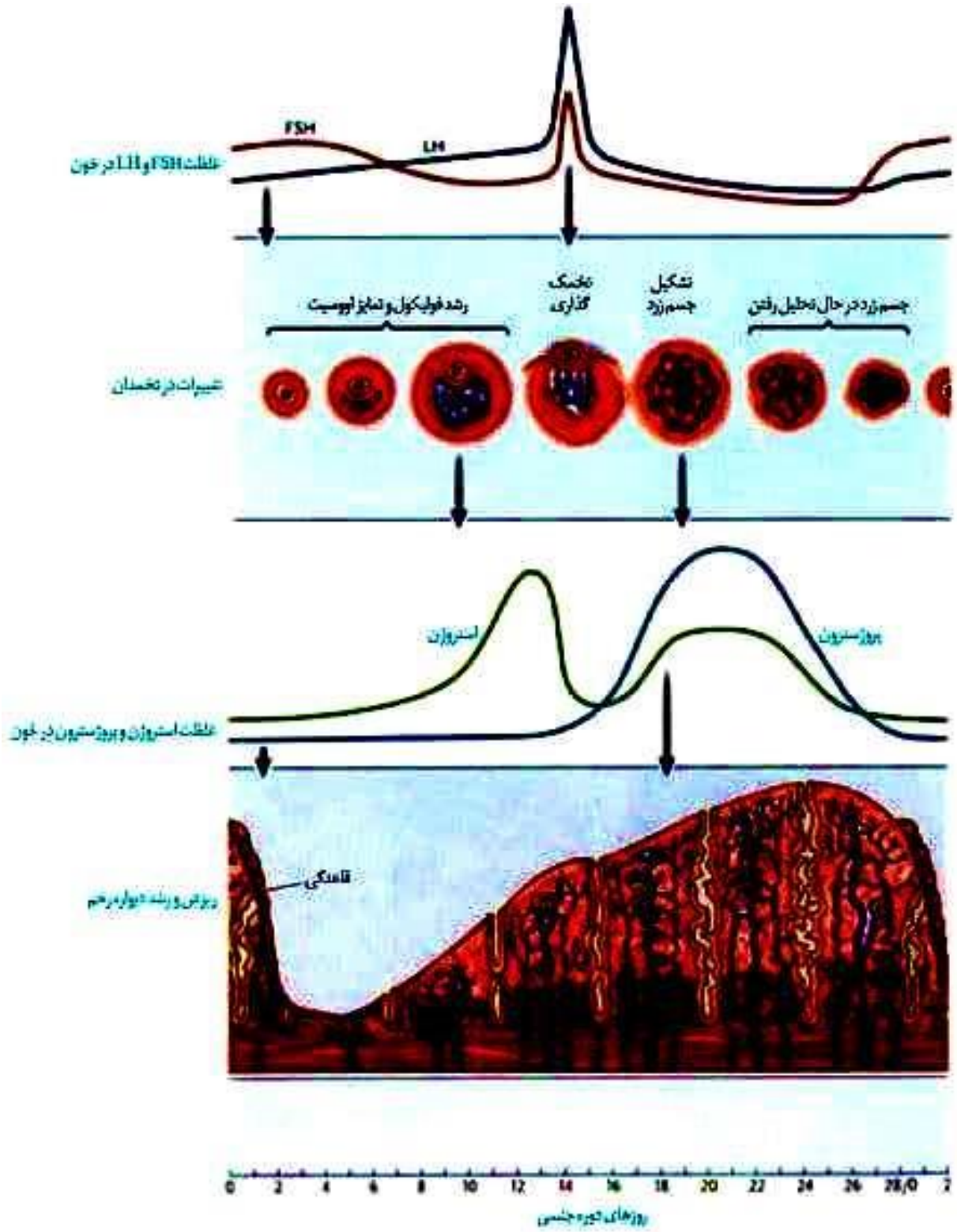
لقاح تخمک و اسپرم و تولید سلول ۲n تخم

اووسیت ثانویه با اسپرمی برخورد نکند

⇩

اووسیت ثانویه با خون ریزی قاعدگی از بدن دفع می شود.




FSH
LH
غلظت FSH و LH در خون
رشد فولیکول و تمایز اووسیت
تخمک گذاری
تشکیل جسم زرد
جسم زرد در حال تحلیل رفتن
تغییرات در تخمدان
استروژن
پروژسترون
غلظت استروژن و پروژسترون در خون
قاعدگی
روزهای دوره جنسی

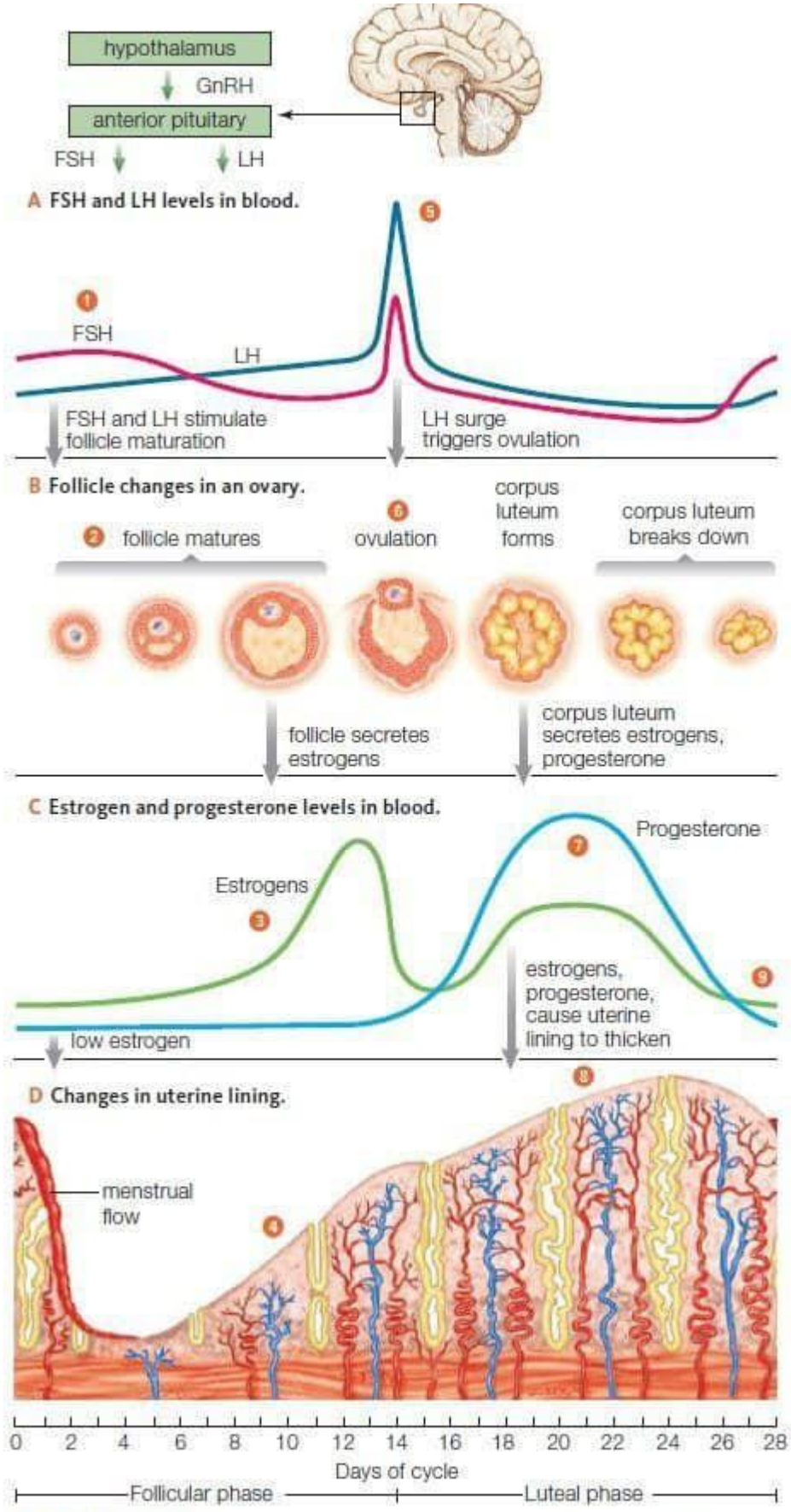
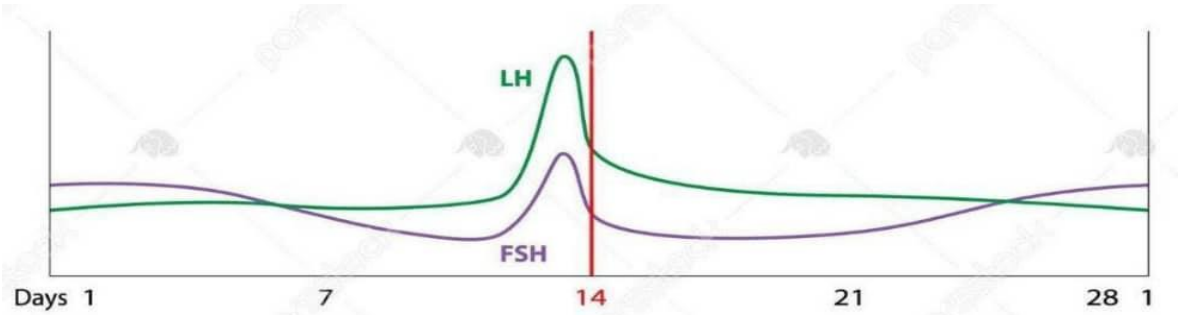
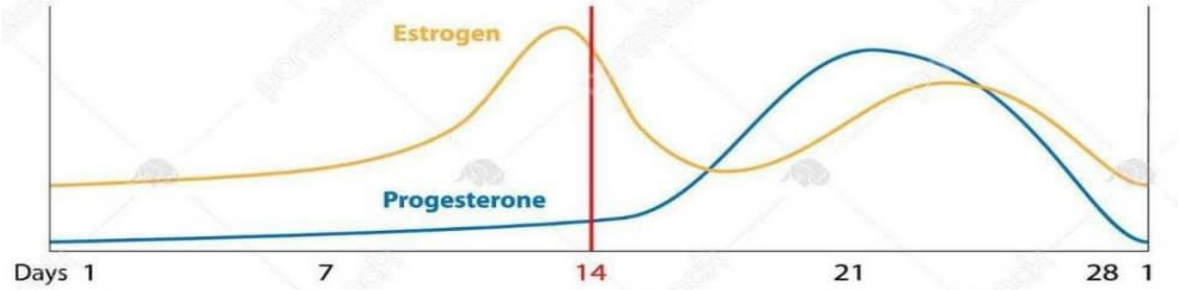


FIGURE 38.13 (Animated) Reproductive cycle of a human female. Day 1 of the cycle is the onset of menstruation.


LH
FSH
Days 1
7
14
21
28 1

Ovulation


Estrogen
Progesterone
Days 1
7
14
21
28 1

نکات شکل

* تفاوت اساسی تخمک‌زایی واسپرم‌زایی: تقسیم نابرابر سیتوپلاسم در میوزها!

✓ طی میوز ۱ ← با سیتوکینز نابرابر دو سلول نابرابر از نظر مقدار سیتوپلاسم ایجاد می‌شود.

سلول بزرگ‌تر: اووسیت ثانویه سلول کوچکتر: اولین جسم قطبی

✓ طی میوز ۲ ← سلول بزرگ تر: تخمک سلول کوچکتر: دومین جسم قطبی

هدف از سیتوکینز نابرابر: رسیدن میزان بیشتری سیتوپلاسم و اندامک به تخمک‌ها برای تأمین نیازهای جنین در مراحل اولیه رشد و نمو

- سرنوشت اجسام قطبی ← بطور طبیعی نقشی در رشد و نمو ندارند اما گاهی به ندرت اسپرم با گویچه قطبی لقاح کرده و توده سلولی بی‌شکلی را ایجاد (کیست) و بعد از مدتی دفع می‌شود.

۲ چرخه مهم و وابسته به هم در خانم ها بطور همزمان !

چرخه تخمدانی : تنظیم زمانبندی بالغ شدن اووسیت در تخمدان ها

چرخه رحمی: تنظیم دیواره های رحم برای بارداری احتمالی

چرخه تخمدان

هورمون های هیپوفیزی مؤثر

- **FSH (محرک فولیکولی)** — در ۱۴ روز اول دوره جنسی با اثر بر یاخته های پیکری فولیکول رشد کرده تخمدانی، سبب رشد فولیکول و ادامه میوز ۱ می شوند.
- **LH (محرک تخمک گذاری و رشد جسم زرد)** — علاوه بر پایان دادن به میوز ۱ و تخمک گذاری، در ۱۴ روز دوم دوره جنسی با اثر بر جسم زرد تخمدان، سبب تولید استروژن و پروژسترون برای اثر بر رحم می شوند.

وقایع ۱۴ روز اول (نیمه فولیکولی)

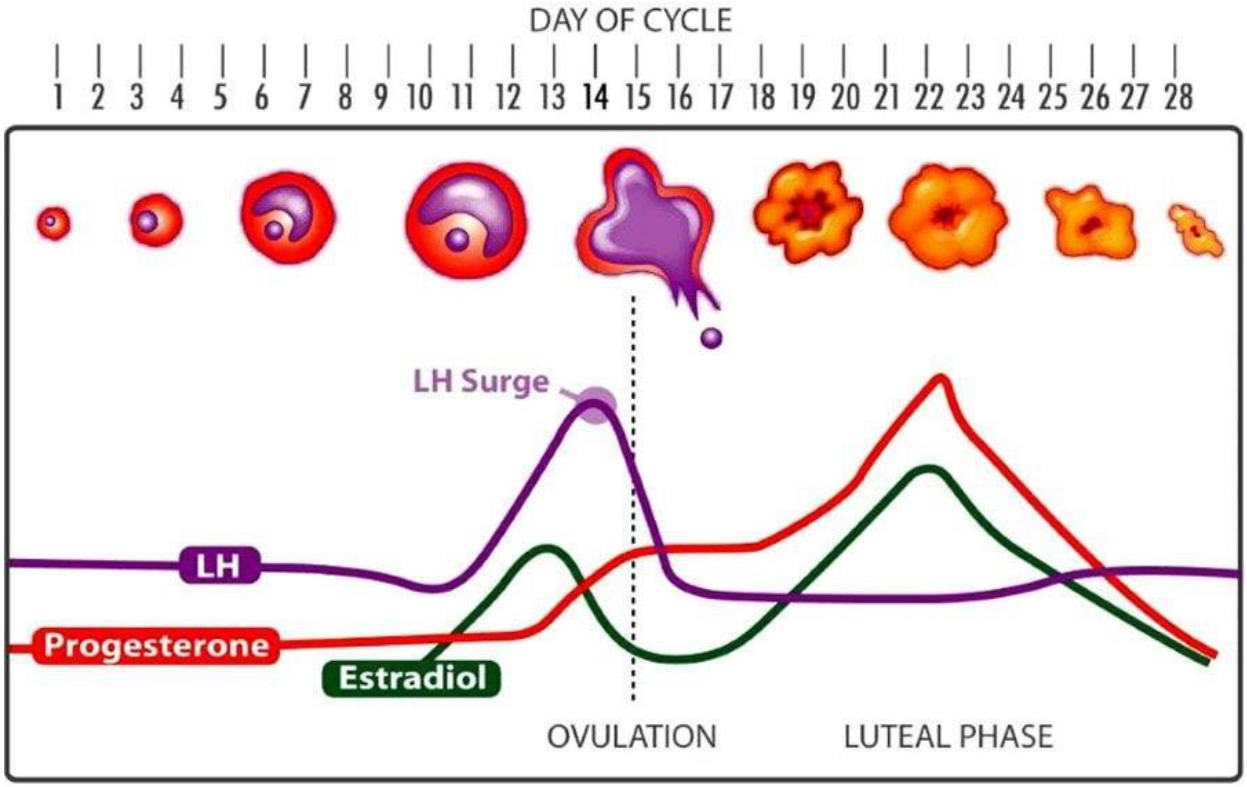
- در ۷ روز اول آن بالا رفتن هورمون های FSH و LH، سبب شروع رشد یک فولیکول در یک تخمدان می شود.
- در کل این دوران مقدار استروژن خون از پروژسترون بیشتر می باشد و یکی از فولیکول ها با رشد بیشتر، چرخه دوران جنینی را ادامه می دهد.
- لایه های یاخته ای فولیکول، تکثیر و حجیم شده و تحت تأثیر FSH، هورمون استروژن را به خون ترشح می کنند.
- میوز ۱ در تخمدان ادامه یافته و کامل می شود و سبب ایجاد اووسیت ثانویه هاپلوئید بزرگ و یک جسم قطبی اولیه هاپلوئید کوچک می شود.
- هرچه رشد فولیکول آن افزایش می یابد، تولید هورمون استروژن نیز افزایش می یابد.

وقایع وسط دوره جنسی

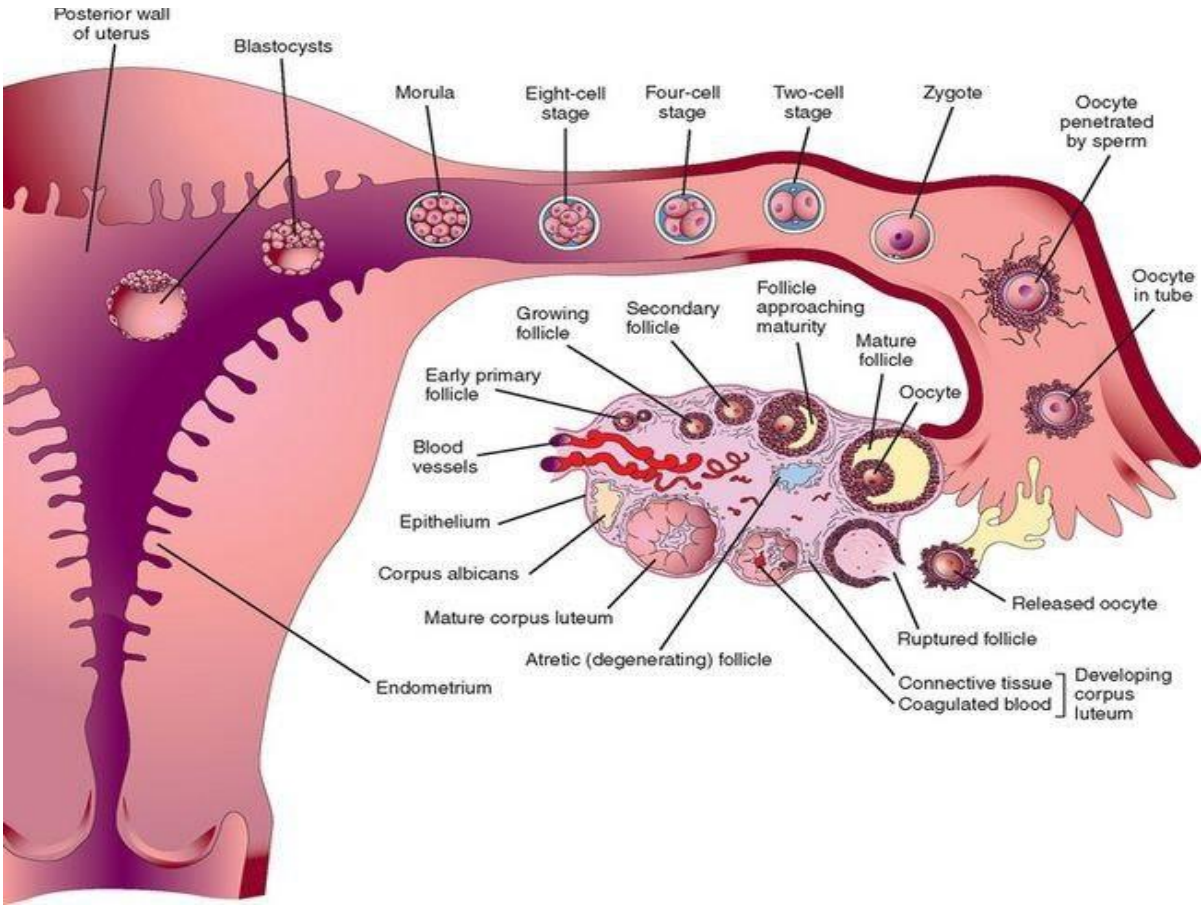
- در اثر خودتنظیمی مثبت، زیاد شدن استروژن سبب بالارفتن LH شده و اووسیت ثانویه به همراه یاخته های فولیکولی و گویچه قطبی اول از تخمدان وارد محوطه شکمی می شود.
- فولیکول بالغ شده به دیواره تخمدان چسبیده و پس از تخمک گذاری، اووسیت ثانویه با حرکت زوائد انگشت مانند ابتدای لوله رحم وارد این لوله می شود.
- در صورت برخورد اسپرم با اووسیت ثانویه، فرایند لقاح و میوز ۲ در لوله رحم آغاز می شود.
- ابتدا استروژن و سپس FSH و LH در روز ۱۴ به حداکثر مقدار خود در خون می رسند.
- اووسیت ثانویه همراه با تعدادی یاخته پیکری فولیکولی به لوله رحم می رسد که به تغذیه و محافظت از اووسیت می پردازند.

وقایع ۱۴ روز دوم (نیمه لوتئالی)

- به باقی مانده توده یاخته ای فولیکولی در تخمدان که اووسیت ثانویه خود را آزاد کرده است، جسم زرد می گویند.
- جسم زرد تحت تأثیر هورمون LH، فعالیت ترشحی خود را با آزاد کردن استروژن و پروژسترون به خون انجام می دهد.
- در صورت بارداری، جسم زرد تا مدتی به فعالیت خود ادامه داده و در صورت عدم بارداری، پس از چند روز به جسم غیرفعال سفید تبدیل شده و استروژن و پروژسترون کاهش می یابد که در انتهای دوره سبب عادت ماهیانه و دوره جنسی جدید می شود.
- رشد جسم زرد و مقدار پروژسترون خون در اواسط این دوره به حداکثر می رسد.
- در این دوره هورمون های جنسی بالا با بازخورد منفی سبب کاهش FSH و LH شده ← مانع رشد فولیکول جدید در تخمدان می شود.


DAY OF CYCLE
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
LH Surge
LH
Progesterone
Estradiol
OVULATION
LUTEAL PHASE

نکات شکل


Posterior wall of uterus
Blastocysts
Morula
Eight-cell stage
Four-cell stage
Two-cell stage
Zygote
Oocyte penetrated by sperm
Oocyte in tube
Growing follicle
Secondary follicle
Follicle approaching maturity
Mature follicle
Early primary follicle
Oocyte
Blood vessels
Epithelium
Corpus albicans
Mature corpus luteum
Atretic (degenerating) follicle
Endometrium
Released oocyte
Ruptured follicle
Connective tissue
Coagulated blood
Developing corpus luteum

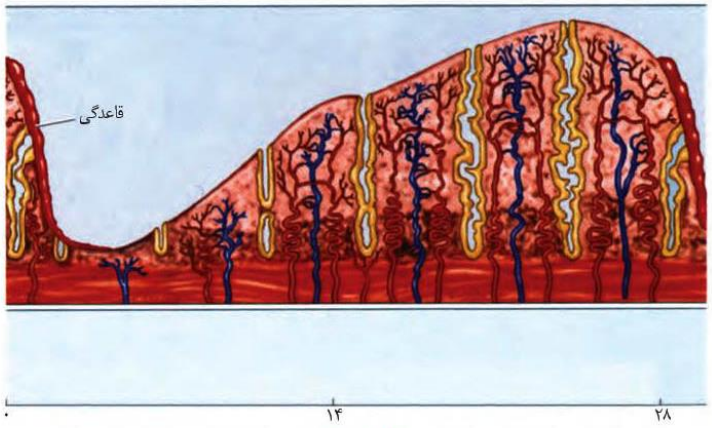
نکات شکل:

چرخه رحمی

۷ روز اول (قاعدگی)
- قاعدگی یا عادت ماهیانه رخ می دهد ← جدار داخلی پوششی رحم (آندومتر) به همراه رگ های خونی تخریب شده و از واژن خارج می شوند.
- استروژن و پروژسترون کم می باشند ← رحم قدرت نگهداری جدار داخلی خود را ندارد و آندومتر آن متلاشی می شود.
- FSH و LH رو به افزایش هستند ← با خودتنظیمی منفی رخ می دهد.
- مقدار چین خوردگی ها، حفرات و اندوخته خونی رحم کاهش می یابد.

۷ روز دوم
- فقط تحت اثر استروژن، دیواره داخلی رحم رشد می کند ← بیشترین سرعت رشد رحم در این روزها دیده می شود.
- چین خوردگی ها، حفرات و اندوخته خونی زیادی ایجاد می شود.

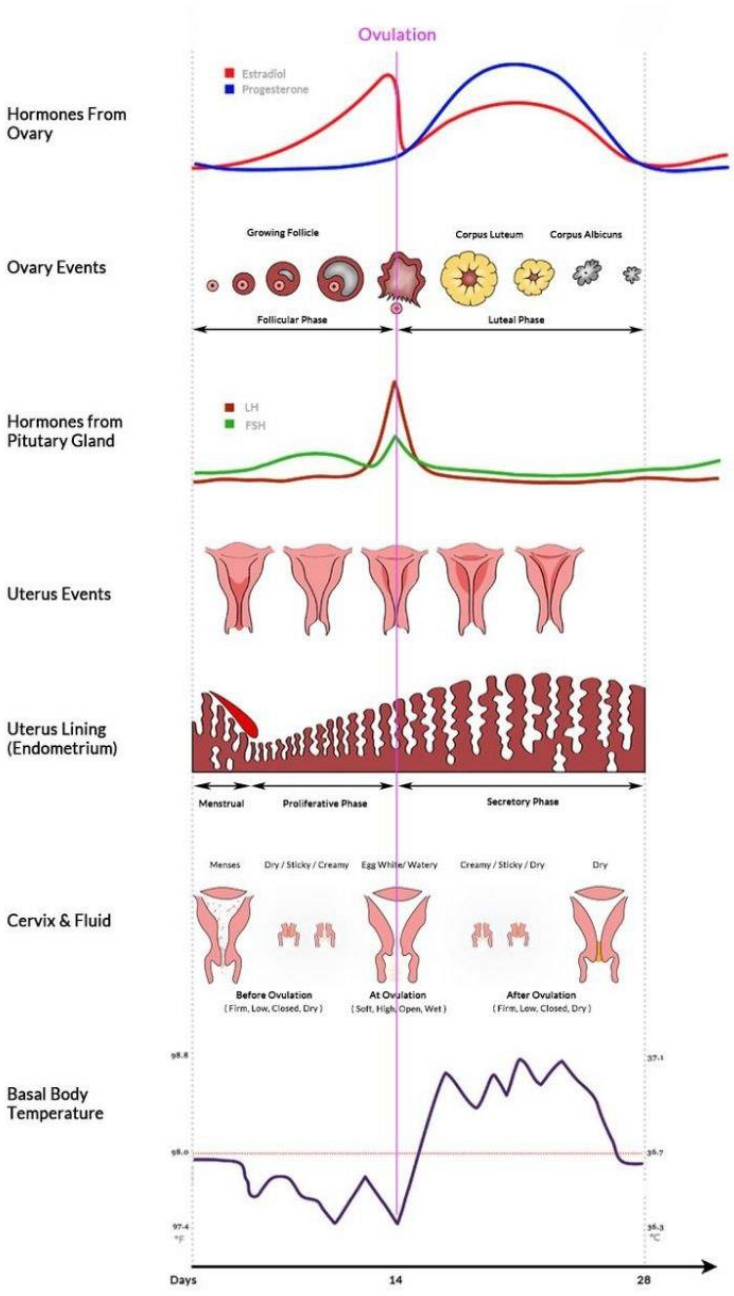
۱۴ روز دوم
- رشد و نمو دیواره داخلی رحم تا حدود روز ۲۶ ادامه می یابد ← در صورت لقاح، این رشد باز هم بیشتر شده و در صورت عدم لقاح، شروع به کاهش رشد می کند.
- چند روز پس از ادامه نیمه دوم دوره، سرعت رشد جدار داخلی رحم کم شده ولی فعالیت ترشحی آن افزایش می یابد تا آماده پذیرش جنین اولیه شود.
- در صورت لقاح، یاخته های جنینی دریکی از فرورفتگی های جدار رحم جایگزین می شود و با مادر رابطه خونی پیدا می کند.
- در صورت عدم لقاح، اووسیت ثانویه و گویچه قطبی اول بدون جایگزینی دفع می شود.

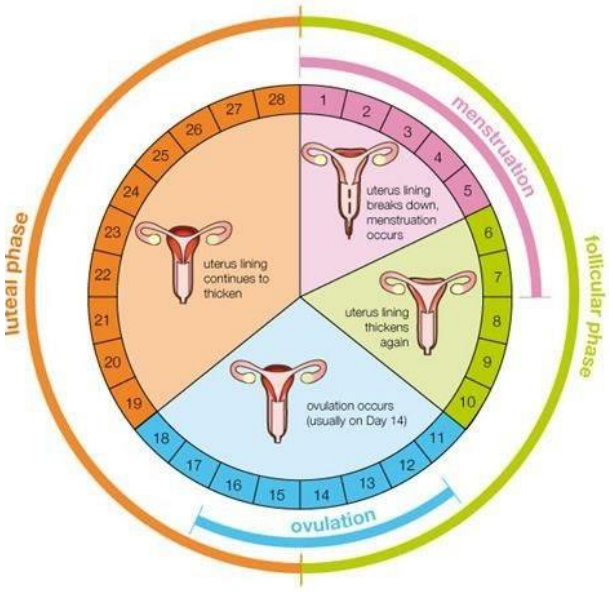


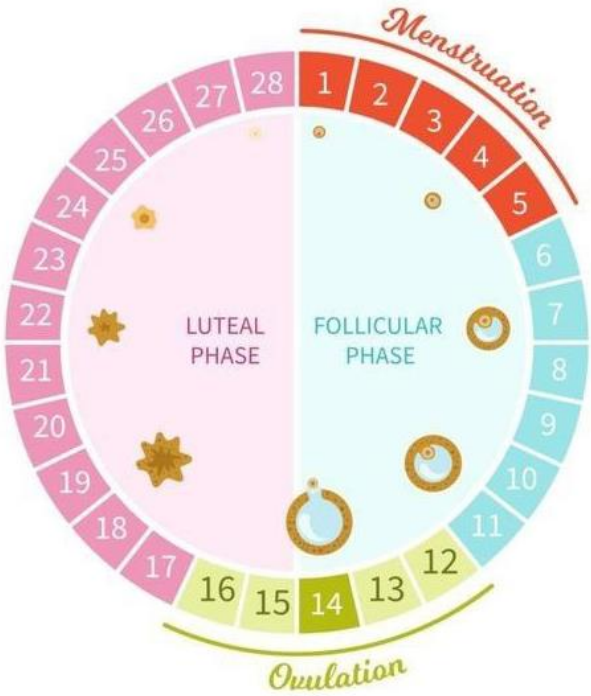
روزهای دوره جنسی

نکات قطر دیواره رحم

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی


Ovulation
Estradiol
Progesterone
Hormones From Ovary
Growing Follicle
Corpus Luteum
Corpus Albicuns
Ovary Events
Follicular Phase
Luteal Phase
LH
FSH
Hormones from Pituitary Gland
Uterus Events
Uterus Lining (Endometrium)
Menstrual
Proliferative Phase
Secretory Phase
Menses
Dry / Sticky / Creamy
Egg White/ Watery
Creamy / Sticky / Dry
Dry
Cervix & Fluid
Before Ovulation
(Firm, Low, Closed, Dry)
At Ovulation
(Soft, High, Open, Wet)
After Ovulation
(Firm, Low, Closed, Dry)
Basal Body Temperature
Days
14
28


menstruation
follicular phase
luteal phase
ovulation
uterus lining breaks down, menstruation occurs
uterus lining thickens again
ovulation occurs (usually on Day 14)
uterus lining continues to thicken


Menstruation
LUTEAL PHASE
FOLLICULAR PHASE
Ovulation

دستگاه هورمونی تولید مثلی زن

هورمون های آزادکننده هیپوتالاموسی، محرک جنسی FSH و LH از غده هیپوفیز پیشین به همراه هورمون های جنسی استروژن و پروژسترون تخمدان در تنظیم دوره های جنسی مؤثرند.

تنظیم هورمون های مؤثر در دوره های جنسی توسط مکانسیم بازخوردی (خودتنظیمی) و اغلب با بازخوردی منفی صورت می گیرد (فقط در روزهای ۱۳ و ۱۴ دوره جنسی بازخوردی مثبت است).

در روزهای قاعدگی (۷ روز ابتدای دوره)

- مقدار استروژن و پروژسترون خون کم است که علاوه بر ایجاد قاعدگی، با خودتنظیمی منفی سبب افزایش مقدار FSH و LH می شود.
- کمبود هورمون های جنسی با بازخوردی منفی سبب ایجاد پیام برای هیپوتالاموس و هیپوفیز در جهت تولید هورمون آزادکننده و محرک جنسی می شود.
- هورمون آزادکننده هیپوتالاموسی ← تحریک ترشح هورمون های محرک جنسی FSH و LH از هیپوفیز پیشین ← شروع رشد یکی از فولیکول های تخمدانی
- کمبود هورمون های جنسی سبب ریزش جدار داخلی رحم یا قاعدگی می شود ولی فولیکول تخمدان رشد کمی دارد.

در روزهای ۷ تا ۱۴ دوره جنسی

- در ابتدا ترشح استروژن، کمی افزایش می یابد که این عمل با خودتنظیمی منفی سبب ممانعت از آزاد شدن FSH و LH می شود.
- در حدود انتهای این نیمه، افزایش ناگهانی استروژن، با خودتنظیمی مثبت سبب به حداکثر رسیدن FSH و LH در روز ۱۴ می شود.
- افزایش FSH و LH سبب تکمیل میوز ۱ در تخمدان و افزایش LH، عامل اصلی تخمک گذاری می شود.
- در روز ۱۴ با پایان میوز ۱، فولیکول بالغ در تخمدان ایجاد می شود.
- فولیکول بالغ حاوی یک اووسیت ثانویه و یک گویچه قطبی اولیه می باشد که تعدادی یاخته پیکری در اطراف آن هاست.

روزهای ۱۴ تا ۲۶

- به باقی مانده فولیکول در تخمدان، جسم زرد گفته می شود که فاقد اووسیت است.
- با رشد جسم زرد مقدار استروژن بالا می رود که سبب کاهش FSH و LH با بازخوردی منفی و عدم رشد فولیکول دیگر در تخمدان می شود.
- در وسط دوره، جسم زرد رشد زیاد کرده و به کمک پروژسترون فعالیت ترشحی رحم زیاد می شود.
- مقدار زیاد استروژن و پروژسترون آزاد شده از جسم زرد تخمدان، سبب رشد بیشتر دیواره داخلی رحم و افزایش فعالیت ترشحی آن می شود تا آماده بارداری احتمالی شود.
- رشد رحم در روز ۲۴ تا ۲۶ تقریباً به حداکثر خود رسیده است ولی جسم زرد در صورت عدم باروری از وسط این نیمه تحلیل می رود.

روزهای ۲۶ تا ۲۸ (آخر دوره)

- جسم زرد تخمدان در صورت عدم باروری به جسم سفید تبدیل شده و تولید هورمون های جنسی کاهش می یابد.
- مقدار هورمون های جنسی بسیار کم می شود.
- مقدار هورمون های FSH و LH با سیستم بازخوردی منفی افزایش می یابد.
- کاهش هورمون های جنسی سبب کاهش استحکام دیواره داخلی رحم شده و چند روز بعد با پاشیدگی آن، قاعده و دوره جنسی بعد آغاز می شود.

مقایسه مقدار و اثر هورمون ها

روزهای دوره	بازخورد	استروژن و پروژسترون
۱ تا ۷	منفی	استروژن < پروژسترون
۷ تا ۱۴	منفی و مثبت	استروژن < پروژسترون
۱۵ تا ۲۷	منفی	پروژسترون < استروژن
۲۶ تا ۲۸	منفی	هر دو کم می شوند.

اثر هورمون ها

FSH و LH

- FSH در نیمه اول روی رشد فولیکول مؤثر است.
- LH در نیمه دوم روی رشد جسم زرد مؤثر است و عامل اصلی تخمک گذاری در روز ۱۴ است.

استروژن و پروژسترون

- در نیمه اول و دوم روی رشد رحم مؤثر است.
- در نیمه دوم روی رشد و ترشحات رحم مؤثر است.

ترتیب به حداکثر رسیدن مقدار هورمون ها

استروژن (روز ۱۳) ← FSH و LH (روز ۱۴) ← پروژسترون (روز ۲۱)

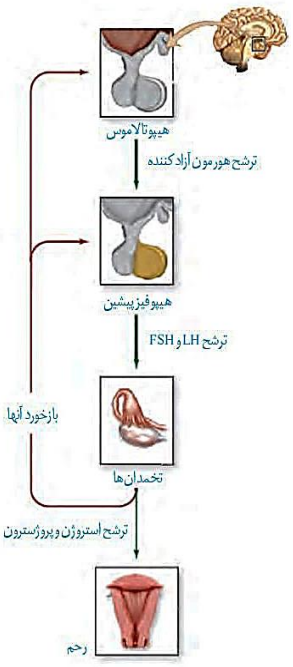
استروژن و پروژسترون

در زنان

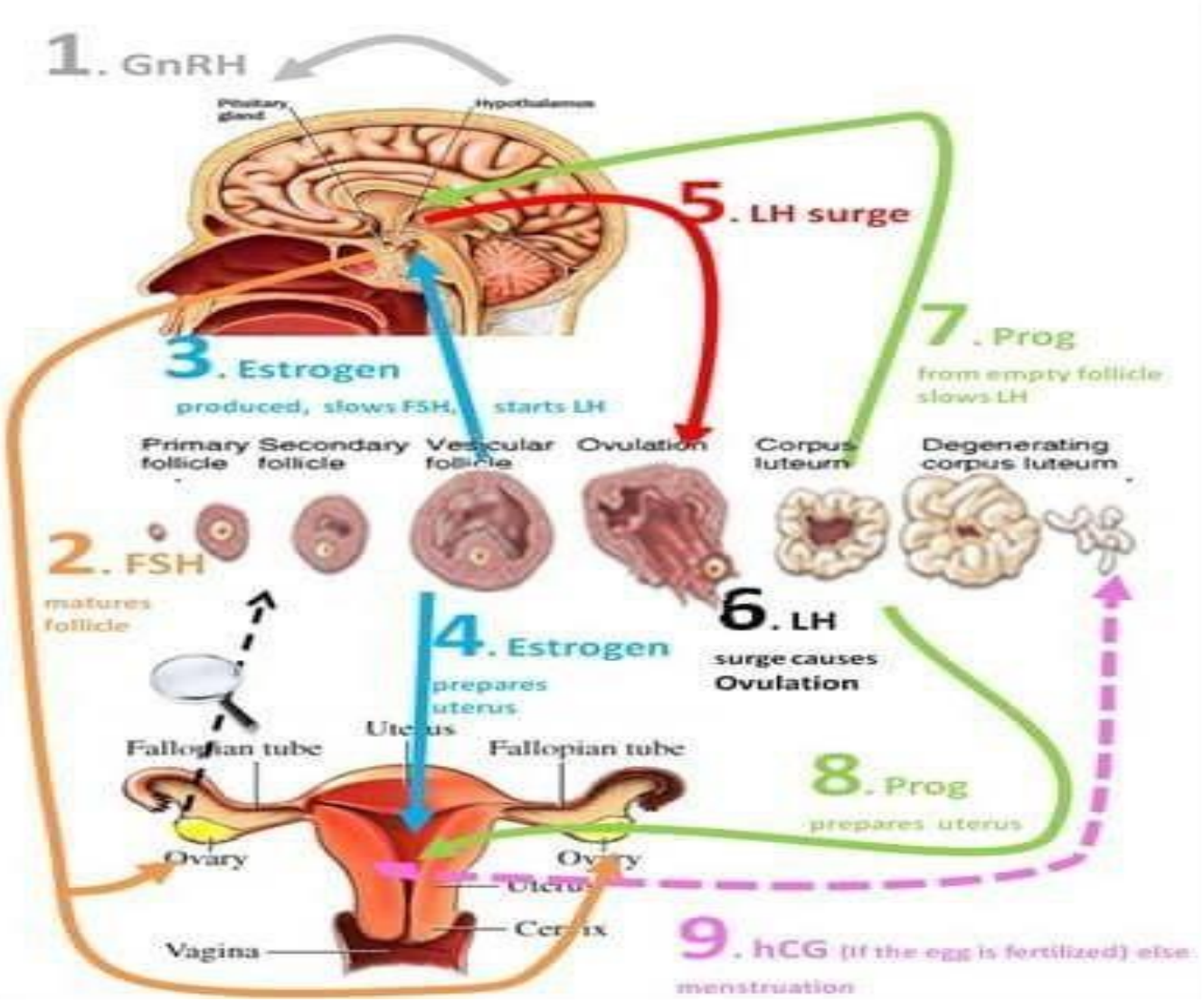
- در تخمدان ← تحت تأثیر هورمون های محرک جنسی تولید می شوند.
- در قشر غدد فوق کلیه ←تحت تأثیر هورمون محرک فوق کلیوی تولید می شوند.

در مردان

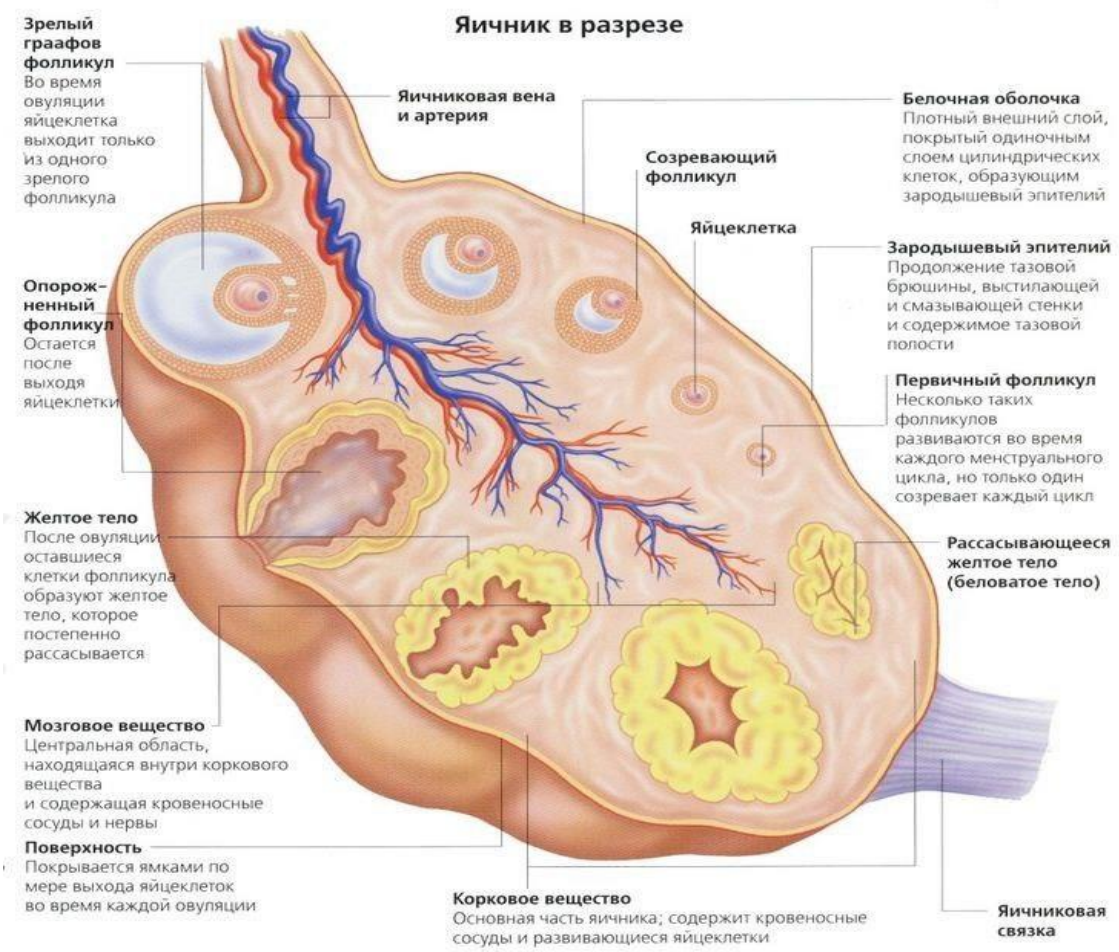
- در قشر غدد فوق کلیه ← تحت تأثیر هورمون محرک فوق کلیوی تولید می شوند.



مولف: دکتر زهرا سادات همایونی


1. GnRH
Pituitary gland
Hypothalamus
5. LH surge
7. Prog
from empty follicle
slows LH
3. Estrogen
produced, slows FSH, starts LH
Primary follicle
Secondary follicle
Vesicular follicle
Ovulation
Corpus luteum
Degenerating corpus luteum
2. FSH
matures follicle
4. Estrogen
prepares uterus
6. LH
surge causes Ovulation
Uterus
Fallopian tube
Fallopian tube
8. Prog
prepares uterus
Ovary
Ovary
Uterus
Cervix
Vagina
9. hCG (if the egg is fertilized) else
menstruation

ترکیب کنیم:

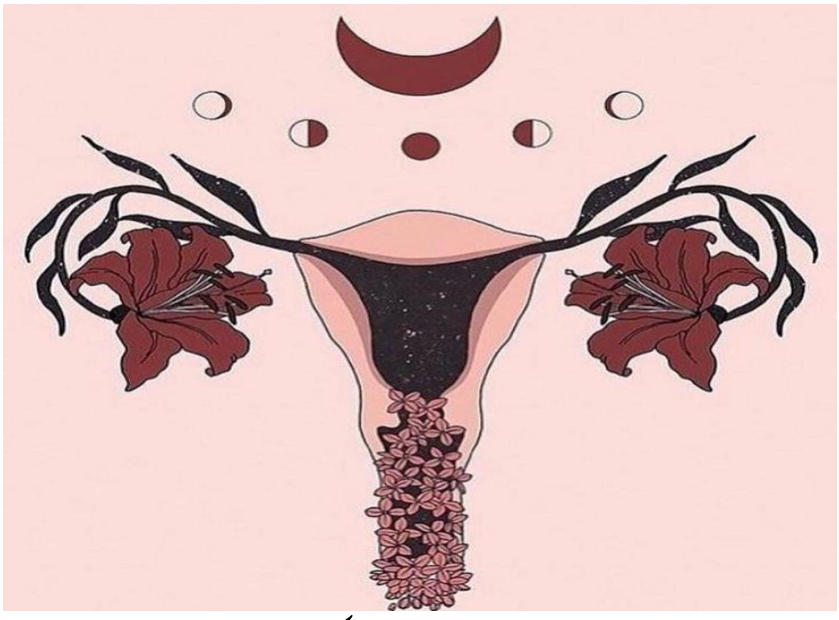

Яичник в разрезе
Зрелый граафов фолликул
Во время овуляции яйцеклетка выходит только из одного зрелого фолликула
Яичниковая вена и артерия
Белочная оболочка
Плотный внешний слой, покрытый одиночным слоем цилиндрических клеток, образующим зародышевый эпителий
Созревающий фолликул
Яйцеклетка
Зародышевый эпителий
Продолжение тазовой брюшины, выстилающей и смазывающей стенки и содержимое тазовой полости
Опорожненный фолликул
Остается после выхода яйцеклетки
Первичный фолликул
Несколько таких фолликулов развиваются во время каждого менструального цикла, но только один созревает каждый цикл
Желтое тело
После овуляции оставшиеся клетки фолликула образуют желтое тело, которое постепенно рассасывается
Рассасывающееся желтое тело (беловатое тело)
Мозговое вещество
Центральная область, находящаяся внутри коркового вещества и содержащая кровеносные сосуды и нервы
Поверхность
Покрывается ямками по мере выхода яйцеклеток во время каждой овуляции
Корковое вещество
Основная часть яичника; содержит кровеносные сосуды и развивающиеся яйцеклетки
Яичниковая связка

نکات شکل:

. با وجودی که هر نوزاد دختر طبیعی، مجموعاً حدود دو میلیون اووسیت اولیه دارد، اما در طول زندگی هر زن، تنها حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ تا از این اووسیت‌ها بالغ می‌شوند و طی تخمک‌گذاری، آزادی می‌شوند.

شروع یائسگی همراه با علائمی مانند گرگرفتگی است که با تجویز استروژن، قابل کنترل است.

. به ندرت ممکن است زامه با جسم قطبی نیز لقاح یابد و توده یاخته‌ای بی‌شکلی را ایجاد کند که پس از مدتی از بدن دفع می‌شود.



در مورد یاخته‌های اووگونی (مامه‌زا)

۱- یاخته‌های زاینده محسوب می‌شوند.

۲- منشأ اووسیت‌های اولیه محسوب می‌شوند.

۳- یاخته‌هایی دیپلوئیداند.

۴- قادر به انجام تقسیم میتوزاند.

۵- قادر به انجام میوز، تشکیل تتراد و انجام کراسینگ‌اور، نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل نیستند؛ اما می‌توانند در مرحله آنافاز کروماتیدهای خواهری کروموزوم‌هایشان را از یکدیگر تفکیک کنند.

۶- تقسیم سیتوپلاسم نامساوی ندارند.

۷- فقط درون تخمدان دیده می‌شوند و خارج از آن دیده نمی‌شوند.

۸- محدود به دوران جنینی‌اند و پس از آن دیده نمی‌شوند.

. در مورد اووسیت اولیه

۱- از یاخته‌های اووگونی منشأ گرفته و خود، منشأ اووسیت ثانویه و اولین یاخته قطبی محسوب می‌شوند.

۲- دیپلوئید مضاعف‌اند؛ یعنی دارای ۴۶ کروموزوم دو کروماتیدی و ۹۲ مولکول DNAاند.

۳- از یاخته‌ای با عدد کروموزومی مشابه خود به وجود آمده‌اند و یاخته‌ای با عدد کروموزومی متفاوت با خود به وجود می‌آورند؛ یعنی از یاخته‌های دیپلوئیدِ اووگونی به وجود آمده و یاخته‌های هاپلوئیدِ اووسیت ثانویه و اولین جسم قطبی را حاصل می‌آورند.

۴- محصول میتوزاند و قادر به انجام میوز ۱ اند.

۵- قادر به تشکیل تتراد و وقوع کراسینگ‌اور، نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل‌اند.

۶- تقسیم سیتوپلاسم نامساوی دارند.

۷- تنها در تخمدان دیده می‌شوند و در فضای بیرون از تخمدان مشاهده نمی‌شوند.

۸- در دوران جنینی به وجود آمده و در همین زمان تقسیم میوز ۱ خود را آغاز نموده و در مرحله پروفاز ۱ متوقف شده‌اند.

۹- تنها یاخته‌هایی از مراحل تخمک‌زایی‌اند که هم در دوران جنینی، هم در زمان تولد تا بلوغ و هم از زمان بلوغ تا زمان یائسگی دیده می‌شوند.

۱۰- همگی در دوران جنینی، میوز ۱ خود را آغاز نموده‌اند؛ اما تنها بعضی از آنها، پس از بلوغ تقسیم میوز را ادامه می‌دهند.

۱۱- توسط یاخته‌های فولیکولی احاطه شده‌اند.

. در مورد یاخته‌های اووسیت ثانویه

۱- از اووسیت‌های اولیه منشأ گرفته و خود منشأ دومین جسم قطبی و تخمک به حساب می‌آیند.

۲- یاخته‌های هاپلوئید مضاعف‌اند؛ یعنی دارای ۲۳ کروموزوم دو کروماتیدی و ۴۶ مولکول DNAاند.

۳- قادر به انجام میوز ۱ و تشکیل تتراد و وقوع نوترکیبی و کراسینگ‌آور و تفکیک ژن‌های آلل نیستند؛ اما می‌توانند میوز ۲ را به انجام رسانده و طی آن کروماتیدی خواهری را از هم جدا کنند.

۴- قادر به لقاح با اسپرم‌اند و تنها در صورت برخورد اسپرم، تقسیم میوز ۲ خود را انجام می‌دهند.

۵- تقسیم سیتوپلاسم نامساوی دارند.

۶- درون تخمدان تشکیل می‌شوند.

۷- هم درون تخمدان و هم درون لوله فالوپ مشاهده می‌شوند.

۸- هرچند در تخمدان به وجود می‌آیند، اما تنها در لوله رحمی امکان انجام میوز ۲ را دارند.

۹- در حدود روز ۱۴ دوره جنسی، بر اثر LH از تخمدان آزاد می‌شوند.

۱۰- مخصوص خانم‌های بالغِ غیریائسه‌اند و در دوران جنینی، پیش از بلوغ و یائسگی مشاهده نمی‌شوند.

۱۱- توسط یاخته‌های فولیکولی احاطه شده‌اند.

۱۲- در صورت عدم برخورد با اسپرم، همراه با خون‌ریزی از بدن دفع می‌شوند.

. در مورد اولین جسم قطبی

۱- حاصل میوز ۱ اند و برای ایجاد آنها، تتراد تشکیل و کراسینگ‌اور و نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل می‌تواند رخ داده باشد. یعنی از یاخته‌ای با عدد کروموزومی متفاوت با خود به وجود آمده‌اند.

۲- هاپلوئید مضاعف‌اند؛ یعنی از نظر محتوای ژنتیکی شبیه به اووسیت ثانویه‌اند و دارای ۲۳ کروموزوم ۲ کروماتیدی و ۴۶ مولکول DNA می‌باشند.

۳- به ندرت ممکن است با اسپرم لقاح یابند و توده یاخته‌ای بی‌شکلی را ایجاد کنند که پس از مدتی از بدن دفع می‌شود.

۴- درون تخمدان تشکیل می‌شوند.

۵- درون تخمدان و در لوله رحمی دیده می‌شوند.

۶- در دوران جنینی و قبل از بلوغ و در زمان یائسگی دیده نمی‌شوند و مخصوص افراد بالغ غیریائسه‌اند.

۷- نسبت به اووسیت‌های ثانویه، سیتوپلاسم بسیار کمتری دارند.

. در ارتباط با تخمک

۱- از میوز ۲ اووسیت ثانویه به وجود آمده است؛ بنابراین برای تشکیل آن، تتراد تشکیل شده است و کراسینگ‌اور، نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل رخ نداده است؛ اما تشکیل دوک و جدا شدن کروماتیدهای خواهری صورت پذیرفته است.

۲- از یاخته‌ای با عدد کروموزومی مشابه با خود به وجود آمده است.

۳- یاخته هاپلوئید غیرمضاعف می‌باشد؛ یعنی دارای ۲۳ کروموزوم تک کروماتیدی و ۲۳ مولکول DNA است.

۴- تنها در صورت برخورد اسپرم با اووسیت ثانویه و وقوع لقاح تشکیل می‌شود.

۵- می‌تواند با به اشتراک گذاشتن کروموزوم‌هایش با اسپرم، زیگوت را به وجود آورد.

۶- درون تخمدان دیده نشده و تنها در لوله رحمی دیده می‌شود.

۷- در دوران جنینی و دوران قبل از بلوغ و همچنین در دوران یائسگی دیده نمی‌شود و مخصوص افراد بالغ غیریائسه است.

دارای سیتوپلاسم و اندامک بیشتری نسبت به دومین جسم قطبی است؛ اما از نظر کروموزومی، با آن مشابه می‌باشد.

. ارتباط با دومین جسم قطبی باید:

۱- به دنبال لقاح اسپرم با اووسیت ثانویه به وجود می‌آید.

۲- از یاخته‌ای با عدد کروموزومی مشابه با خود به وجود می‌آید.

۳- حاصل میوز ۲ است؛ یعنی برای به وجود آمدن آن تتراد تشکیل نشده است و وقوع کراسینگ‌اور و نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل صورت نپذیرفته است؛ اما تشکیل دوک و جدا شدن کروماتیدهای خواهری صورت پذیرفته است.

۴- حاصل تقسیم سیتوپلاسم نامساوی است.

۵- هاپلوئید و غیرمضاعف است؛ یعنی ۲۳ کروموزوم تک کروماتیدی و ۲۳ مولکول DNA دارد و از این نظر مشابه تخمک می‌باشد.

۶- در تخمدان مشاهده نمی‌شود و تنها در لوله رحمی دیده می‌شود.

۷- مخصوص افراد بالغ غیریائسه است و در دوران جنینی، قبل از بلوغ و دوره یائسگی به وجود نمی‌آید.

۸- سیتوپلاسم و اندامک کمتری نسبت به تخمک دارد.

. همه اووسیت‌ها در موارد زیر اشتراک دارند:

۱- از یاخته دیپلوئید به وجود می‌آیند.

۲- یاخته هاپلوئید به وجود می‌آورند.

۳- دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی‌اند.

۴- در شرایطی، قادر به تقسیم نامساوی سیتوپلاسم‌اند.

۵- در تخمدان تشکیل شده‌اند.

۶- توسط یاخته‌های فولیکولی احاطه شده‌اند.

. اووسیت‌های اولیه و ثانویه در موارد زیر دارای تفاوت‌اند:

۱- اووسیت اولیه حاصل میتوز و اووسیت ثانویه حاصل میوز ۱ است.

۲- اووسیت اولیه دیپلوئید و اووسیت ثانویه هاپلوئید است.

۳- اووسیت اولیه کروموزوم‌های همتا و دو کروموزوم جنسی دارد و اووسیت ثانویه کروموزوم همتا ندارد و دارای یک کروموزوم جنسی می‌باشد.

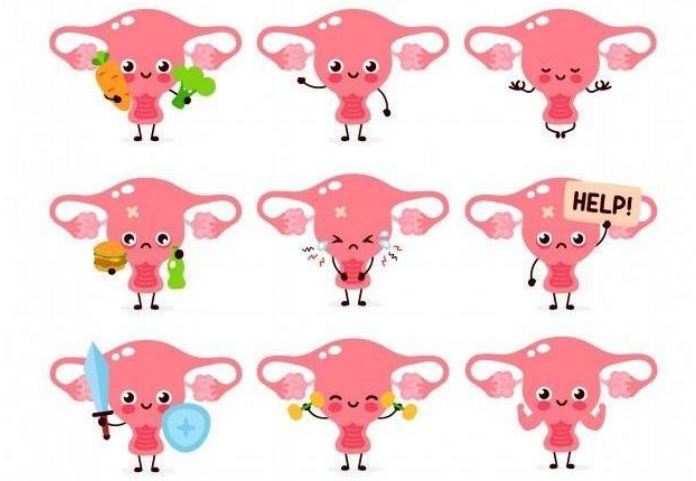
۴- اووسیت اولیه فقط درون تخمدان دیده می‌شود؛ اما اووسیت ثانویه، هم در تخمدان و هم در لوله رحم دیده می‌شود.

۵- اووسیت اولیه قادر به انجام لقاح نیست؛ اما اووسیت ثانویه می‌تواند با اسپرم در لقاح شرکت کند.

۶- اووسیت اولیه در دوران جنینی و تمامی مراحل زندگی (به جز دوران یائسگی) دیده شود.

۷- تقسیمی که اووسیت اولیه قادر به انجام آن است، میوز ۱ و تقسیمی که اووسیت ثانویه قادر به انجام آن است، میوز ۲ می‌باشد؛ بنابراین اووسیت اولیه در صورت بروز تقسیم می‌تواند تتراد تشکیل داده، در کراسینگ‌اور، نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل شرکت کند و اووسیت ثانویه، فاقد این توانایی‌هاست.

۸- تعداد کروموزوم‌های اووسیت اولیه، با یاخته مولدش یکسان است و عدد کروموزومی اووسیت ثانویه، با یاخته مولدش متفاوت است.



- ✓ در انسان، اووسیت اولیه دیپلوئید مضاعف بوده و ۴۶ کروموزوم ۲ کروماتیدی دارد؛ اووسیت ثانویه هاپلوئید مضاعف بوده و ۲۳ کروموزوم ۲ کروماتیدی دارد و اووم یا تخمک، هاپلوئید غیرمضاعف بوده و ۲۳ کروموزوم تک کروماتیدی دارد.
- ✓ اولین جسم قطبی، هاپلوئید مضاعف بوده و ۲۳ کروموزوم دو کروماتیدی دارد؛ اما دومین جسم قطبی، هاپلوئید غیرمضاعف بوده و ۲۳ کروموزوم تک کروماتیدی دارد. ضمناً اولین جسم قطبی حاصل میوز ۱ و دومین جسم قطبی حاصل میوز ۲ است.
- ✓ مراحل تخمک‌زایی و اسپرم‌زایی دارای تفاوت‌های بسیاری است که یکی از تفاوت‌های اساسی آنها، تقسیم نامساوی سیتوپلاسم در طی تعدادی از مراحل تخمک‌زایی است.

چرخه رحمی دارای سه مرحله زیر می‌باشد:

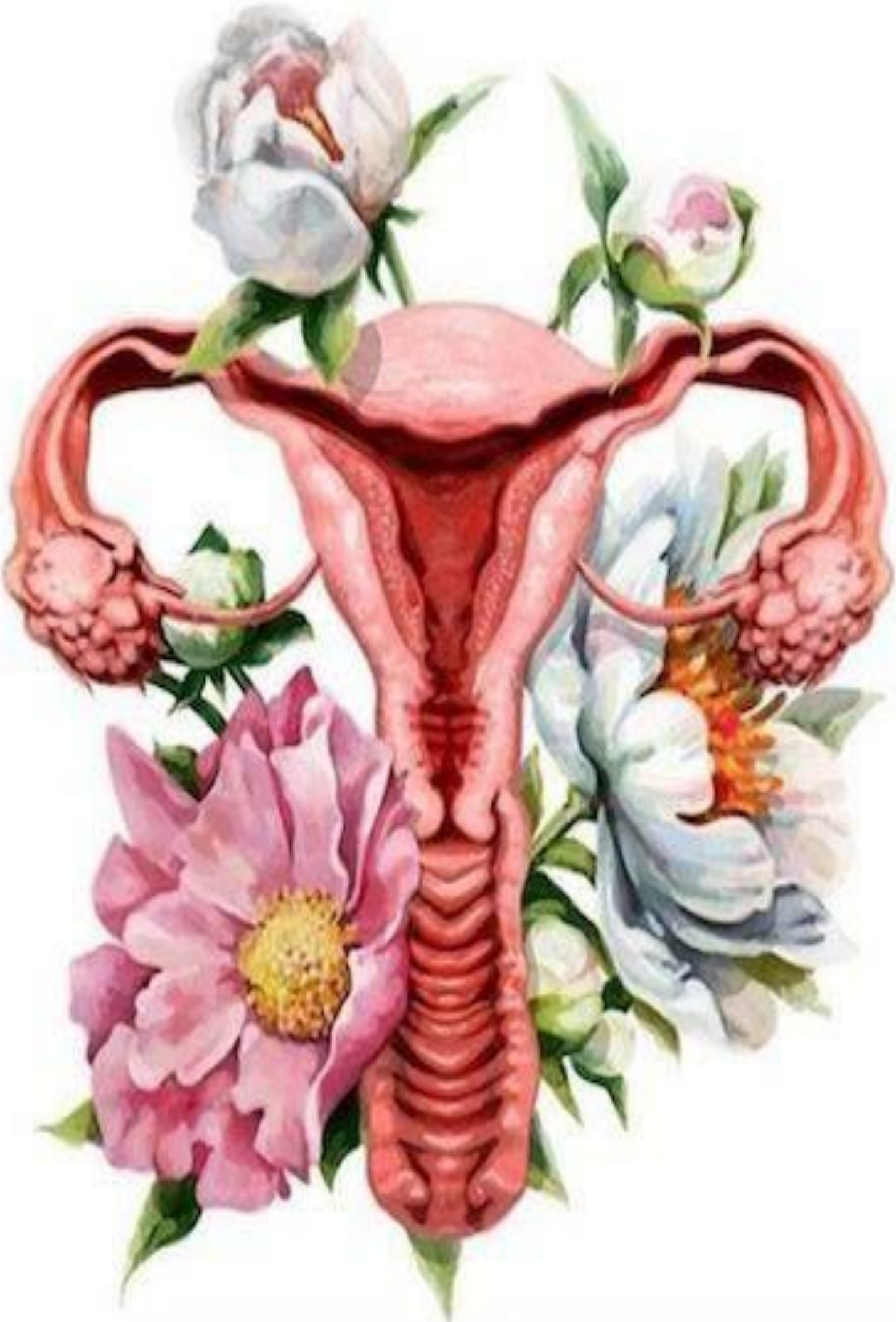
۱. **خونریزی یا قاعدگی:** فرایندی است که در روزهای اول هر دوره رخ داده و به طور متوسط ۷ روز طول می‌کشد و طی آن جدار داخلی رحم یا آندومتر، دچار تخریب و ریزش می‌شود.

۲. **ترمیمی:** مرحله‌ای است که از خاتمه قاعدگی شروع شده و تا بعد از نیمه دوره جنسی ادامه می‌یابد و طی آن دیواره داخلی رحم شروع به رشد و نمو می‌کند، ضخامت آن زیاد می‌شود و در آن چین‌خوردگی‌ها، حفرات و اندوخته خونی زیادی به وجود می‌آید.

۳. **ترشحی:** مرحله‌ای است که بعد از نیمه دوره جنسی آغاز شده و تا انتهای آن ادامه می‌یابد و طی آن هر چند دیواره داخلی رحم رشد می‌کند، اما سرعت رشد آن کم می‌شود؛ ولی فعالیت ترشحی در آن افزایش می‌یابد و نتیجه این فعالیت‌ها آماده شدن جداره رحم برای پذیرش و پرورش جنین است.

جونم برات بگه ....

💥 خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:

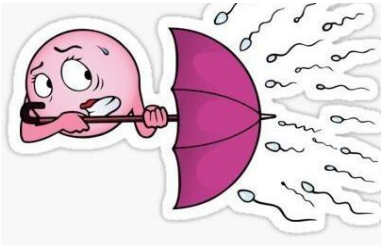


فصل ۷

گفتار ۳: رشد و نمو جنین

رشد و نمو جنین — **مراحل رشد انسان** — تخم — جنین — نوزاد — قبل از بلوغ — بلوغ — مسن — مرگ!!

- فرایند لقاح با برخورد غشای یک اسپرم به غشای اووسیت ثانویه موجود در لوله رحم آغاز می شود.
- اووسیت ثانویه آزاد شده از تخمدان ← از شیپور فالوپ وارد لوله رحم می شود ← با حرکات زوائد انگشت مانند، انقباض دیوار و زنش مژک های لوله رحم ← به سمت رحم حرکت می کند.
- مایع منی، میلیون ها اسپرم را وارد رحم کرده ولی فقط تعداد کمی از آن ها در لوله رحم به اووسیت ثانویه می رسند ویکی از آن ها می تواند لقاح کند.
- اووسیت ثانویه در لایه خارجی خود باقی مانده یاخته های فولیکولی دیپلوئید تخمدان و در لایه داخلی خود لایه شفاف ژله ای دارد.
- **لقاح**
  - کیسه آکروزوم سر اسپرم در حین عبور از لایه خارجی اووسیت (یاخته های فولیکولی) پاره شده و آنزیم های آن لایه داخلی ژله ای اووسیت را هضم می کند. (لایه داخلی ساختار یاخته ای ندارد.)
    - بعد از تماس غشای اسپرم و اووسیت ثانویه ← ادغام دو غشای دویاخته و ورود هسته اسپرم به اووسیت ← تغییرات در سطح درونی اووسیت ← تجمع و اگزوسیتوز مواد ریزکیسه های اووسیت که حاوی مواد سازنده جدار لقاحی می باشند. ← تشکیل جدار لقاحی در اطراف غشای اووسیت ثانویه با اگزوسیتوز ریزکیسه ها
    - تشکیل یاخته تخم از هسته دو گامت و سیتوپلاسم تخمک → مخلوط شدن دو ردیف کروموزوم های اسپرم و تخمک → ادغام شدن پوشش هسته اسپرم و تخمک → شروع تقسیم میوز ۲ در اووسیت و ایجاد تخمک → ورود هسته اسپرم به سیتوپلاسم اووسیت ثانویه → ممانعت از ورود سایر اسپرم ها
  - تعدادی اسپرم می توانند از لایه های خارجی اووسیت عبور کنند ولی فقط یک اسپرم از لایه داخلی رد می شود.



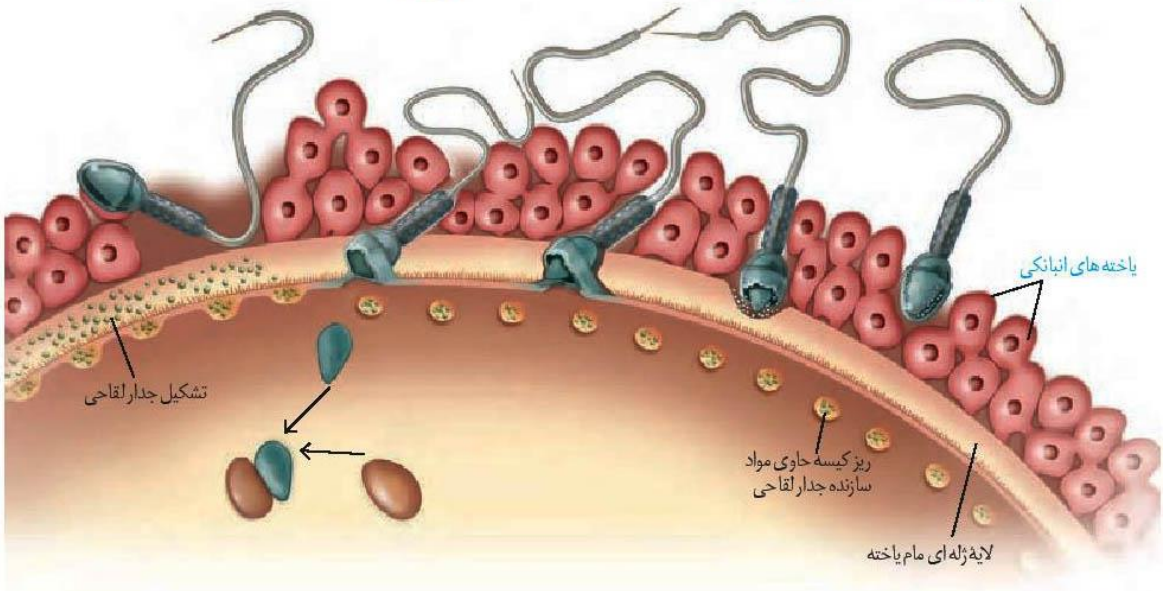
۱ـ زامه با فشار در بین یاخته‌های انبانکی وارد می‌شود تا به لایهٔ ژله‌ای مام‌یاخته ثانویه برسد.

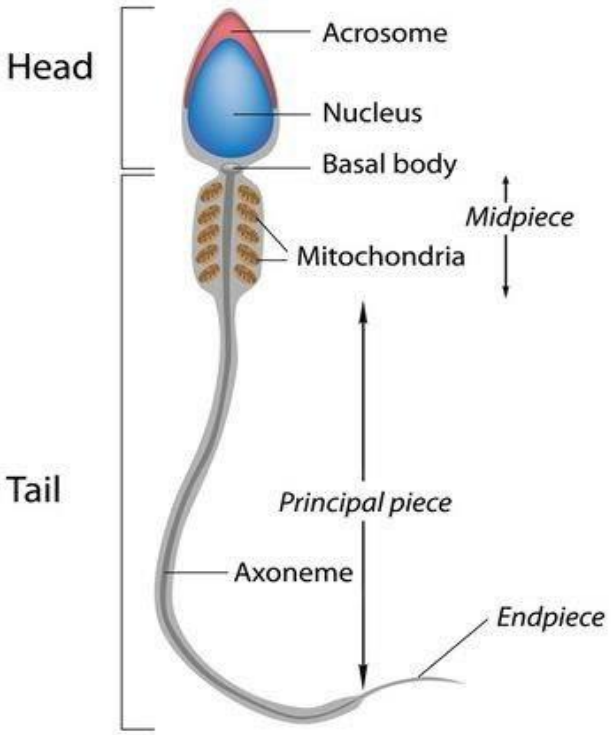
۲ـ در حین عبور زامه از لایهٔ خارجی، تارک‌تن پاره شده، آنزیم‌های هضم‌کننده را آزاد تا لایهٔ ژله‌ای را هضم کند.

۳ـ غشای زامه به غشای مام‌یاخته ثانویه ملحق می‌شود.

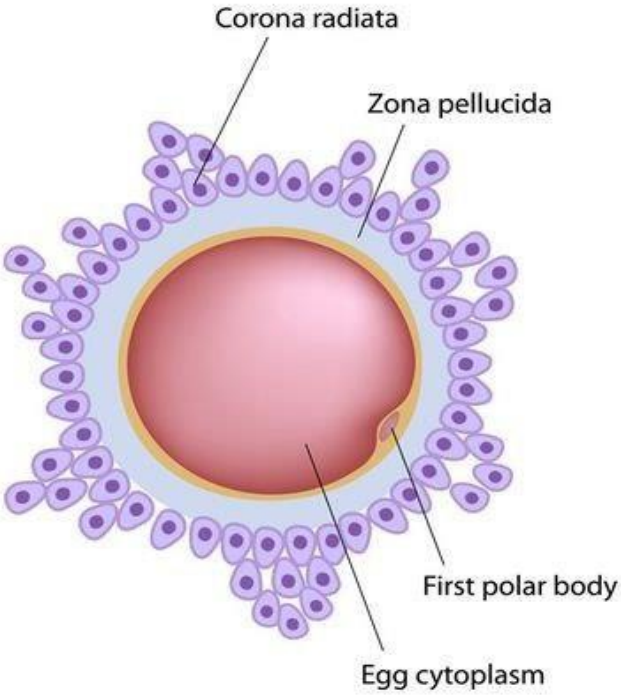
۴ـ هستهٔ زامه وارد مام‌یاخته ثانویه شده با هستهٔ آن ادغام می‌شود.

۵ـ تشکیل جدار لقاحی برای جلوگیری از ورود زامه‌های دیگر

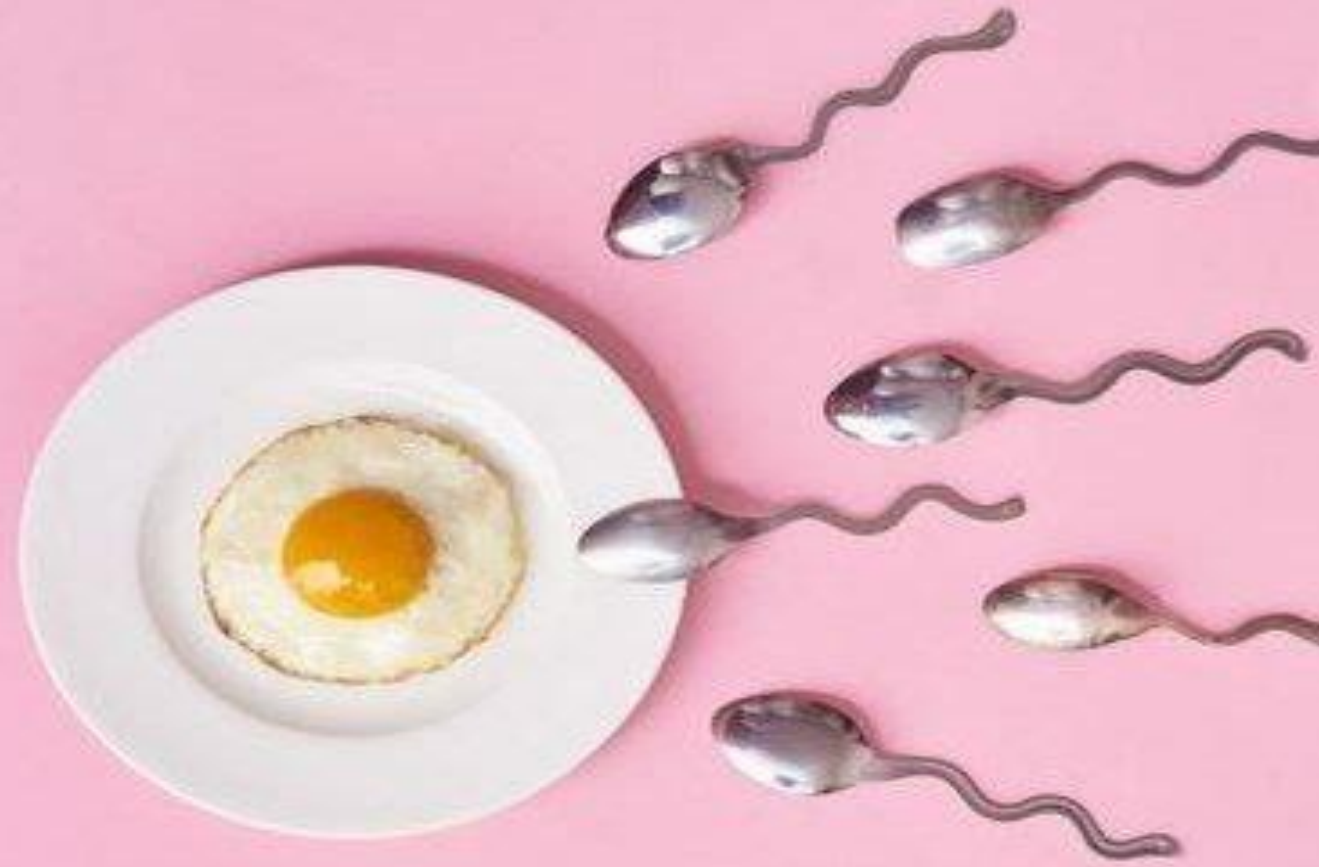




Spermatozoon

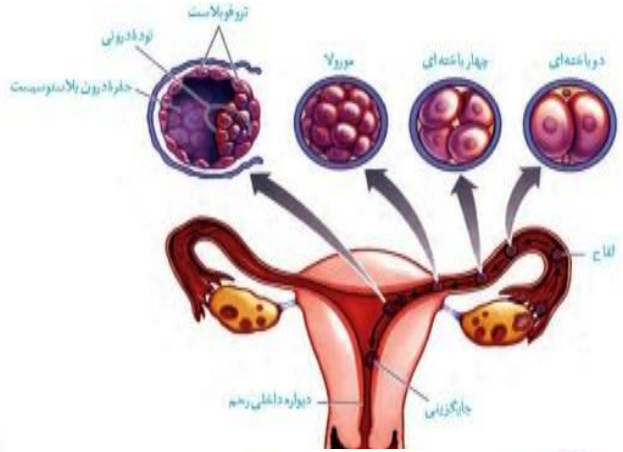


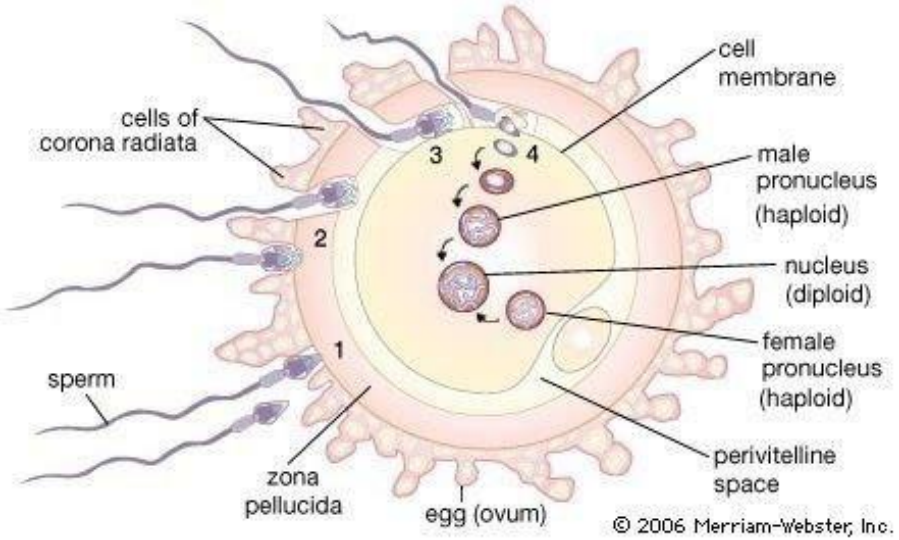
Ovum



بعد از لقاح

- ۳۶ ساعت پس از لقاح (حدود روز ۱۶ دوره جنسی)، اولین میتوز تخم در لوله رحم آغاز شده و به تدریج توده یاخته ای توپری به اندازه یاخته تخم به نام مورولا در لوله رحم ایجاد می کند.
- میتوز در لوله فالوپ بدون رشد حجمی یاخته ها صورت می گیرد و ابتدا دو یاخته ای، بعد چهار یاخته ای وسپس توده توپر مورولا چند یاخته ای می شود.
- مورولا حاوی یاخته های بنیادی جنینی می باشد که قادر است به همه بافت های جنینی و پرده های خارج جنینی تبدیل شود.
- توده توپر مورولا پس از رسیدن به رحم به شکل کره توخالی و پر از مایعات به نام بلاستوسیست (بلاستولا) می شود. ← در هنگام تشکیل بلاستوسیست، جدار لقاحی پاره می شود.
- در مراحل مورولا و بلاستولا، سرعت تقسیم یاخته و تعداد نقاط آغاز همانندسازی یاخته ها زیاد می شود.
- اندوخته غذایی تخمک، تا چند روز سبب تغذیه یاخته های حاصله می شود.





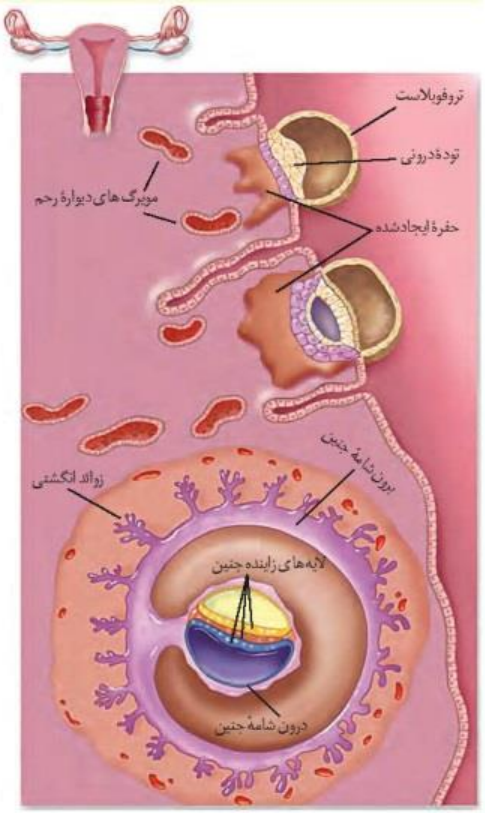
از ماجرا های پس از لقاح:

اجزای بلاستوسیست

- تروفوبلاست ← یک لایه یاخته بیرونی دور تا دور می باشد ← با تکثیر خود ←تولید برون شامه جنین با پرده کوریون می کند ← کوریون به همراه آندومتر ← سبب تولید جفت می شود.
- توده یاخته ای درونی ← تجمع یاخته های درونی این توده می باشد ← حالت بنیادی تخصص نیافته دارند و توانایی تبدیل به یاخته ها، بافت ها و اندام های متفاوت جنینی را دارند
  لایه های زاینده، بافت ها و اندام های مختلف جنین را می سازند.
- توده یاخته ای درونی بلاستوسیت، قدرت تبدیل به پرده های خارجی جنینی را ندارد.
- حفره درون پلاستوسیست ← حاوی مایعی در اطراف یاخته درونی توده می باشد.

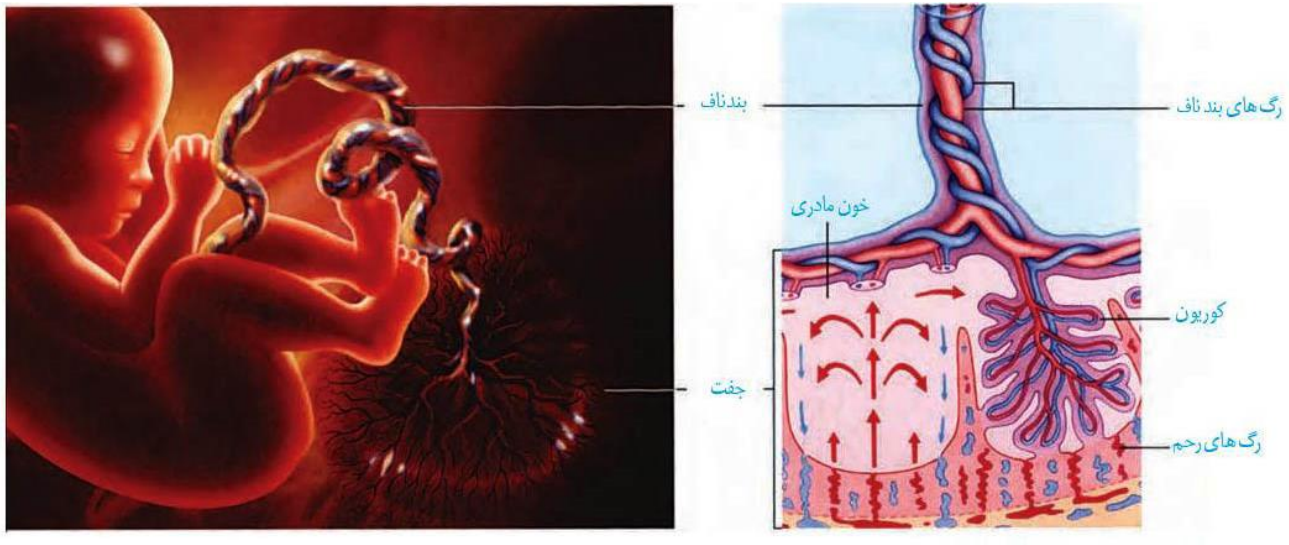
وظایف لایه بیرونی بلاستوسیست (تروفوبلاست)

- ترشح آنزیم های هضم کننده از آن ← تخریب یاخته های جدار رحم
  - ایجاد حفره برای جایگزینی جنین (بلاستوسیست) در جدار رحم ← فرایند جایگزینی جنین در رحم
  - مواد مغذی مورد نیاز یاخته های جنینی ابتدا از بافت های تخریب شده آندومتر مادر فراهم می شود.
- منشأ پرده های محافظت کننده در اطراف جنین می شود.
- مهم ترین پرده های محافظت کننده
  - درون شامه جنین (آمنیون)
    - به لایه های زاینده جنینی نزدیک می باشد ولی ابتدا در یک سمت آن قرار دارد.
    - در حفاظت و تغذیه جنین نقش دارد.
  - برون شامه جنین (کوریون)
    - هورمون HCG ترشح می کنند ← وارد خون مادر می شوند
      - اساس تست های بارداری می باشد.
      - سبب حفظ جسم زرد می شود ← تداوم ترشح هورمون پروژسترون از جسم زرد را سبب می شود.
      - وجود HCG و پروژسترون از قاعدگی و تخمک گذاری مجدد مادر در دوران بارداری ممانعت می کند.
    - در تشکیل جفت و بند ناف نقش دارد و زوائد انگشتی به سمت آندومتر مادر دارد.
    - خارجی ترین پرده جنینی و چسبیده به رحم مادر می باشد.
    - مانع مخلوط شدن خون مادر و جنین می شود ولی مواد را مبادله می کند.

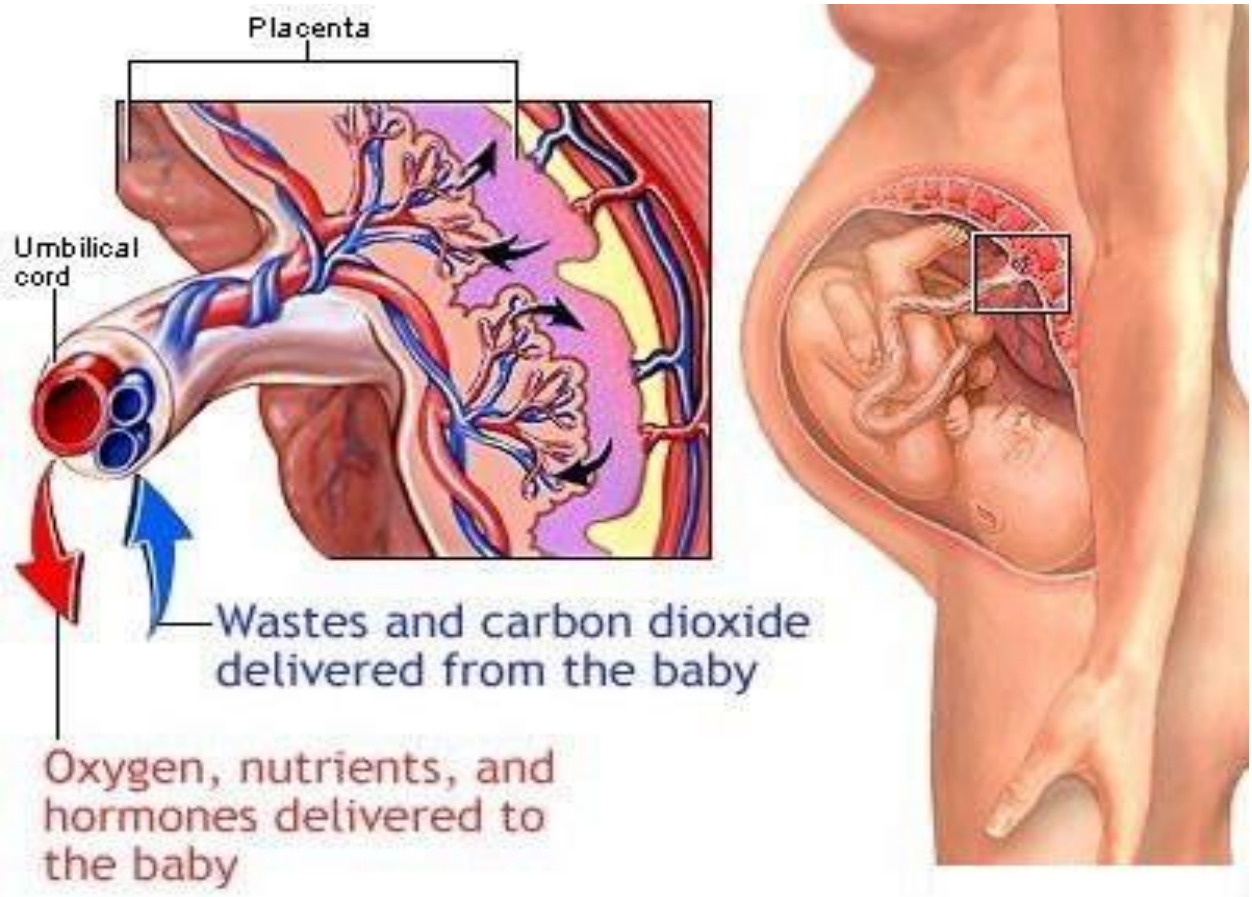


جفت و بند ناف

- جفت در اثر ادغام کوریون و جدار داخلی رحم از هفته دوم جنینی تمایز آن شروع شده و تا هفته دهم ادامه دارد.
- بند ناف در بخش جنینی جفت ایجاد می شود که رابط بین جنین و جفت و حاوی دو سرخرگ تیره و یک سیاهرگ قطور روشن می باشد.
- جفت: رابط بند ناف و دیواره رحم است.
- بند ناف: رابط بین جنین و جفت است (رحم مادر ← جفت (آندومتر- کوریون) ← بند ناف ← جنین)
- دو سرخرگ بند ناف، خون تیره جنین را به جفت و یک سیاهرگ آن خون روشن مادر را از جفت به جنین می رساند.
- سیاهرگ بند ناف، مواد مغذی، اکسیژن و برخی پادتن ها را از راه جفت از مادر به جنین می رساند ← سبب تغذیه و محافظت جنین می شود.
- مواد دفعی جنین از دو سرخرگ بند ناف از راه جفت به بدن مادر می رسد.
- عوامل بیماری زا، نیکوتین، کوکائین، الکل و داروها نیز می توانند از مادر به جنین برسند ← روی رشد جنین تأثیر دارند.
- خون مادر و جنین، در جفت به دلیل وجود پرده کوریون مخلوط نمی شود.
- هورمون HCG مترشحه از کوریون جنین ← خون مادر ←اثر بر جسم زرد تخمدان مادر ← تداوم ترشح پروژسترون ←حفظ جدار رحم مادر
- سیاهرگ بند ناف، همانند مویرگ کلافکی کلیه و سیاهرگ های ششی، خون روشن دارد.



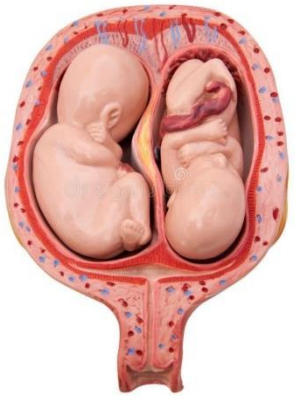
نکات بندناف:



استثناهای رنگ خون

تشکیل بیش از یک جنین در بارداری

- اگر توده درونی بلاستوسیت در ابتدای دوران جنینی به دو یا چند قسمت تبدیل شوند ← بیش از یک جنین ایجاد می شود که همگی همسان و هم جنس می باشند ← اگر کاملاً از هم جدا نشوند ← به هم چسبیده متولد می شوند.
- دو یا چند قلوهای همسان در اثر لقاح یک اسپرم با یک تخمک بوده اند ← یک نوع جنسیت دارند.
  - اگر از هم جدا شوند ← چندقلوهای جدا از هم همسان هستند.
  - اگر از هم جدا نشوند ← چندقلوهای به هم چسبیده همسان هستند.
- دوقلوهای غیرهمسان در اثر چند اسپرم و چند تخمک ایجاد می شوند
  - شباهت و تفاوت چند قلوهای ناهمسان همانند سایر فرزندان خانواده می باشد ← جنسیت آن ها می تواند یکسان یا متفاوت باشد.
  - در این حالت، تخمدان های مادر در یک دوره جنسی، بیش از یک اووسیت ثانویه آزاد کرده اند.

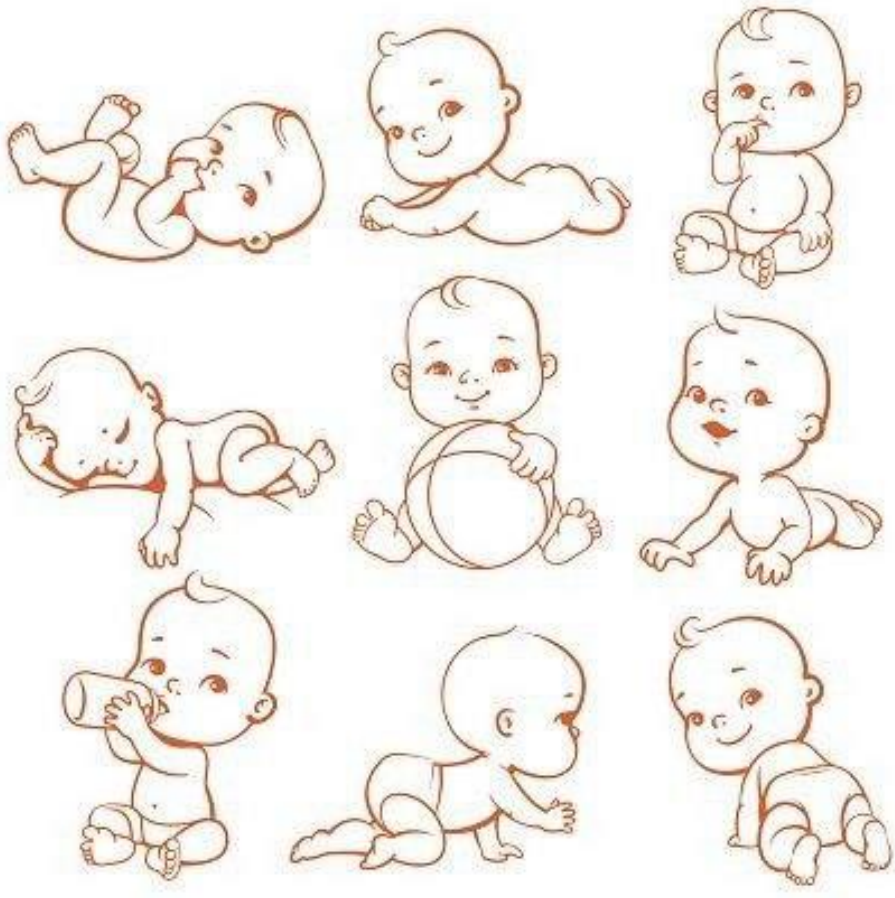


تشکیل اندام های جنینی

- سه ماهه اول
  - هفته اول
    - جنسیت جنین در بدو تشکیل یاخته، با آزمایش کروموزومی مشخص می شود که XX است یا XY!
    - تقسیم میتوز در لوله رحم و ایجاد مورولا ← تولید بلاستوسیست در رحم
      - تولید تروفوبلاست و توده یاخته ای درونی بلاستوسیستی
      - شروع جایگزینی در رحم
  - هفته دوم
    - تشکیل لایه زاینده جنینی در توده یاخته درونی بلاستوسیست ← تولید کوریون
      - شروع تولید هورمون HCG
      - شروع تشکیل و تمایز جفت
    - شروع تمایز جفت و ایجاد لایه زاینده جنینی هم زمان و پس از جایگزینی می باشد.
  - هفته بعد
    - شروع نمو رگ های خونی
    - شروع نمو روده
  - تا انتهای ماه اول
    - تولید جوانه دست و پا، پس از نمو روده
    - شروع به تشکیل شدن اندام های اصلی بدن (شروع نمو اندام ها)
    - شروع ضربان قلب ← هنوز قلب شکل نگرفته است ولی ضربانات آن آغاز شده است.
  - ماه دوم جنینی — همه اندام های بدن مشخص می شوند.
  - انتهای ماه سوم
    - اندام های جنسی مشخص شده اند ← با سونوگرافی جنسیت جنین مشخص می شود.
    - جنین دارای ویژگی های بدنی قابل تشخیص شده است.
  - وقایع ماه اول
- سه ماهه دوم و سوم — جنین به سرعت رشد می کند ← اندام های آن شروع به عمل می کنند.
  - برخی اندام ها مثل شش، بعد از تولد شروع به عمل می کنند.
  - در انتهای سه ماهه سوم ← جنین قادر به زندگی در خارج از بدن مادر است.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

ترکیب کنیم:



نکات نه ماه بارداری

ناباروری

- در اثر عدم تولید اسپرم یا تخمک در برخی زنان یا مردان رخ می دهد.
- می تواند در اثر عدم لقاح موفق بین اسپرم و تخمک نیز رخ دهد.
- با روش ها و فناوری هایی می توان برخی از آن ها را برطرف کرد.

سونوگرافی (صورت نگاری)

- روشی تشخیصی با استفاده از امواج صوتی با فرکانس بالا می باشد.
- بر خلاف اشعه X رادیولوژی، امواج سونوگرافی برای جنین ضرری ندارد.
- امواج با کمک دستگاهی وارد بدن شده و بازتاب آن ها را به صورت نوار ویدئویی نشان می دهد.
- می تواند بارداری را در ماه اول تشخیص دهد.
- اندازه گیری ابعاد جنین برای تعیین سن، جنسیت جنین و سالم بودن جنین از لحاظ حرکتی و عملکردی برخی اندام ها (از جمله قلب، در ماه دوم) را نشان می دهد.
- ضربان قلب از هفته چهارم آغاز می شود ولی در ماه دوم، حرکات قلب با سونوگرافی، قابل مشاهده می باشد.

تولد - زایمان

- در زایمان طبیعی ابتدا سر جنین به سمت پایین فشار می آورد ← کیسه آمنیون پاره می شود← مایع آمنیوتیک یک مرتبه به بیرون از واژن رانده می شود ← نشانه نزدیک بودن زایمان است.
- **نقش اساسی هورمون ها در زایمان**
  - اکسی توسین در هیپوتالاموس ساخته و در هیپوفیز پسین ذخیره می شود.
  - اکسی توسین سبب تحریک ماهیچه های دیواره رحم شده ← سبب شروع انقباضات رحم شده ← به تدریج دفعات و شدت آن زیادتر می شود.
  - با خودتنظیمی مثبت و تزریق پزشکان ← اکسی توسین در خون مادر زیادتر می شود ← افزایش انقباضات رحم
  - ←شروع دردهای زایمان
  - دهانه رحم با هر بار انقباض بیشتر باز می شود ← فشار سر جنین بیشتر می شود ←خروج نوزاد از رحم آسان تر و سریع تر می شود.
  - در موقع زایمان ← ابتدا سر و سپس بقیه بدن جنین خارج می شود ← سپس با ادامه انقباضات رحم ←جفت و اجزای مرتبط با آن (بند ناف) خارج می شود.
  - زایمان وقتی تمام می شود که علاوه بر جنین، جفت و سایر بخش های مرتبط با آن نیز خارج شوند.
  - بعد از زایمان ← اکسی توسین، ماهیچه های صاف غدد شیری پستان را منقبض کرده ← خروج شیر از غدد شیری را آسان و سریع تر می کند.
- **مکیدن نوزاد از نوک غدد شیری مادر ← خودتنظیمی مثبت**
  - تولید اکسی توسین بیشتر در هیپوتالاموس و ترشح از هیپوفیز پسین به خون ← افزایش ترشح شیر از غدد شیری مادر
  - تولید و ترشح پرولاکتین بیشتر از هیپوفیز پیشین به خون ← تولید شیر بیشتر در غدد شیری مادر
- متخصصان زنان و زایمان برای پیش بینی تاریخ زایمان، ۲۸۴ روز را به زمان شروع آخرین قاعدگی اضافه می کنند.
- مدت زمان بارداری ۳۶ هفته یا حدود ۹ ماه می باشد.
- در زایمان غیرطبیعی (سزارین)، با عمل جراحی نوزاد خارج می شود ولی زیاد توصیه نمی شود.
- مادران باردار ممکن است تا پایان هفته چهارم بعد از لقاح، از بارداری خود مطلع نباشند.

ترکیب کنیم

هوزمون اکسی‌توسین، علاوه بر تأثیر در زایمان، ماهیچه صاف غدد شیری را نیز منقبض می‌کند تا خروج شیر انجام شود. البته تحریک گیرنده های موجود در غدد شیری با مکیدن نوزاد، اتفاق می‌افتد و از طریق بازخورد مثبت، تنظیم می‌شود. مکیدن نوزاد باعث افزایش هورمون‌ها و افزایش تولید و ترشح شیر می‌شود.

توجه داشته باشید که مکیدن نوزاد پس از تولد باعث افزایش ترشح هورمون‌های پرولاکتین و اکسی-توسین می‌شود که به ترتیب از هیپوفیز پیشین و پسین ترشح می‌شوند و [باز هم به ترتیب!] سبب تولید شیر و خروج آن می‌گردند. با این تفاوت که هورمون پرولاکتین در هیپوفیز پیشین ساخته شده و از همان جا نیز به خون وارد می‌شود؛ اما هورمون اکسی‌توسین توسط ریبوزوم‌های شبکه آندوپلاسمی در جسم یاخته‌ای برخی نورون‌های هیپوتالاموس تولید شده، سپس از آنجا از طریق کیسه‌های غشایی به دستگاه گلژی رفته و سپس از دستگاه گلژی به پایانه‌های آکسون‌ها به هیپوفیز پسین هدایت و از هیپوفیز پسین به جریان خون ترشح می‌شود.

علاوه بر زایمان طبیعی، تولد نوزاد با عمل جراحی (سزارین) نیز انجام می‌شود که مورد توصیه نمی‌باشد؛ یعنی بهتر است زایمان به صورت طبیعی انجام شود.

درباره مراحل لقاح:

۱- یاخته‌های فولیکولی قرار گرفته در اطراف اووسیت ثانویه، در بیش از یک ردیف یاخته‌ای قرار گرفته‌اند و اسپرم با فشار و به کمک حرکت تاژک خود، در بین یاخته‌های فولیکولی وارد می‌شود تا به لایه ژله‌ای اووسیت ثانویه برسد.

۲- دقت کنید که نفوذ سر اسپرم به درون یاخته‌های فولیکولی اطراف تخمک، بدون نیاز به آنزیم‌های موجود در آکروزوم و تنها در نتیجه حرکت تاژک صورت می‌پذیرد؛ اما نفوذ اسپرم به درون لایه ژله‌ای اطراف تخمک، به واسطه آنزیم‌های هضم‌کننده‌ای است که درون آکروزوم قرار دارند و هنگام آزاد شدن، شروع به هضم لایه ژله‌ای می‌کنند.

۳- پس از عملکرد آنزیم‌های آکروزوم و هضم شدن بخشی از لایه ژله‌ای اطراف تخمک، غشای اسپرم به غشای تخمک نابالغ ملحق می‌شود و هم‌زمان با این امر، پوشش هسته اسپرم ناپدید شده و کروموزوم‌های آن رها می‌شوند و اووسیت ثانویه نیز میوز ۲ را طی کرده، به تخمک تبدیل می‌شودو پوشش هسته تخمک نیز ناپدید می‌گردد تا کروموزوم‌های ابتدایی اسپرم و تخمک، با یکدیگر مخلوط شوند و یک هسته دیپلوئید را تشکیل دهند.

۴- جدار لقاحی در واقع همان لایه ژله‌ای اطراف تخمک است که موادی به آن افزوده می‌شود؛ این مواد حاصل عملکرد ریبوزوم‌های روی شبکه آندوپلاسمی بوده، از دستگاه گلژی عبور می‌کنند و توسط ریزکیسه‌هایی به سطح یاخته آمده و درون لایه ژله‌ای قرارمی‌گیرند و جدار لقاحی را تشکیل می‌دهند.

یاخته‌های لایه بیرونی بلاستوسیست که تروفوبلاست نامیده می‌شوند، دارای ویژگی‌های زیرند:

۱- آنزیم‌های هضم کننده لازم برای تخریب جدار رحم و ایجاد حفره در آن به منظور جایگزینی را ترشح می‌کنند.

۲- با ایجاد بافت‌های هضم شده، مواد مغذی مورد نیاز برای جنین را در زمان جایگزینی فراهم می‌آورند.

۳- پرده‌های محافظت‌کننده اطراف جنین را شکل می‌دهند و چون مهم‌ترین این پرده‌ها، یعنی آمنیون و کوریون، در حفاظت و تغذیه جنین و تشکیل جفت و بند ناف دخالت دارند، می‌توان گفت تروفوبلاست در این موارد نیز دارای نقش است.

دوقلوهای ناهمسان، چون از زیگوت‌های متفاوتی تشکیل شده‌اند، می‌توانند از لحاظ جنسیت، مشابه یا متفاوت باشند.

دوقلوهای به هم چسبیده، جزء دوقلوهای همسان‌اند و از نظر جنسیت و سایر صفات ظاهری کاملاً به هم شبیه‌اند.

اثر انگشت دوقلوهای همسان، در جزئیاتی دارای تفاوت‌اند و اثر انگشت دوقلوهای ناهمسان، کاملاً متفاوت می‌باشد.

تعیین زمان تولد

متخصصان زنان و زایمان در پیش‌بینی زمان تولد نوزاد، ۲۸۴ روز را به زمان شروع آخرین قاعدگی مادر اضافه می‌کنند و از آنجا که مدت زمان بارداری، ۹ ماه یا ۲۷۰ روز است، پزشکان وقوع لقاح را حدوداً ۱۸ روز بعد از آغاز دوره جنسی مادر، در نظر می‌گیرند.

جونم برات بگه ....

💥 خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:

فصل ۷

گفتار ۴: تولید مثل در جانوران

انواع لقاح در جانوران

اساس تولیدمثل جنسی همانند اساس حرکت در همه جانوران مشابه است ولی چگونگی انجام مراحل آن، حفاظت و تغذیه جنین آنها تفاوت هایی دارد.

لقاح خارجی

- در آبزیانی مثل ماهی ها، دوزیستان و بی مهرگان آبزی دیده می شود.
- تخمک دیواره چسبناک ژله ای دارد ← پس از لقاح، تخم ها را به هم می چسباند ← لایه ژله ای تخمک آن ها
  - ابتدا محافظ جنین از عوامل نامساعد محیطی است.
  - سپس غذای اولیه جنینی می باشد.
- برای افزایش احتمال برخورد گامت ها به هم ← والدین گامت های زیادی را هم زمان وارد آب می کنند.
- عواملی که سبب هم زمانی ترشح گامت های والدین در آب می شود.
  - دمای محیط و طول روز
  - آزاد کردن مواد شیمیایی توسط والد نر یا ماده
  - بروز برخی رفتارها مثل رقص عروسی در ماهی ها

لقاح داخلی

- در جانوران خشکی زی و برخی آبزیان مثل سخت پوستان و برخی ماهی ها مثل کوسه ماهی دیده می شود.
- این لقاح نیازمند دستگاه های تولیدمثلی با اندام های تخصص یافته جنسی می باشد.
- اغلب تخم در بدن جانور ماده و پس از ورود اسپرم ها ایجاد می شود.
- لقاح در اسبک ماهی
  - تخمک ها از جانور ماده وارد حفره ای در بدن جنس نر می شوند.
  - لقاح در جنس نر صورت گرفته ← جنس نر جنین ها را در بدن نگه می دارد ← پس از مراحل رشد و نمو ← نوزادان متولد می شوند.
- در این لقاح تعداد اسپرم ها زیاد ولی تعداد تخمک کم می باشد.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

تولید مثل جنسی خاص در جانورانی خاص

نرماده (هرمافرودیت)

در کرم های پهن و حلقوی دیده می شود ← یک فرد هر دو نوع دستگاه تولیدمثلی نر و ماده را دارد.

در کرم های پهن (کرم کبد)

- هر فرد تخمک های خود را بارور می کند. ← هیچ گامتی از بدن آنها خارج نمی شود.
- از جلو به عقب بدن، رحم، تخمدان و بیضه ها قرار دارند.

در کرم های حلقوی (کرم خاکی)

- لقاح دوطرفی انجام می شود (دگر لقاحی دارند).
- اسپرم های هر کدام تخمک دیگری را بارور می کند ← فقط اسپرم ها از بدن خارج می شوند.
- تخم ها در بدن هر کرم خاکی تشکیل می شود.

بکرزایی

نوعی تولیدمثل جنسی است که فرزند فقط از والد ماده ایجاد می شود ← فرد حاصل، صد در صد کروموزوم هایش را از والد ماده گرفته است.

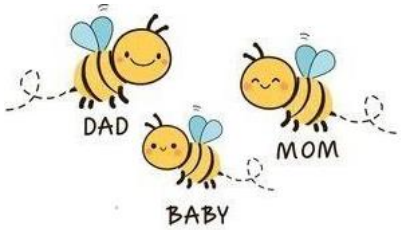
طی بکرزایی، تخمک، بدون لقاح وارد اینترفاز می شود و میتوز می کند.

زنبور عسل

- تخمک ها در اثر میوز ملکه $2n$ ایجاد می شوند ← برخی تخمک ها با میتوز طی بکرزایی زنبور عسل نر هاپلوئید ایجاد می کنند.
- برخی تخمک ها با اسپرم (حاصل از میتوز زنبور نر) لقاح کرده و دوباره زنبور عسل ماده کارگر یا ملکه $2n$ می سازد.

زنبور عسل نر (n)

- حاصل بکرزایی است و با میتوز به تولید اسپرم می پردازد.
- در اثر لقاح ایجاد نشده است ← فقط یک ردیف یا مجموعه کروموزوم دارد که با هم غیرهمتا می باشند.
- صد درصد ژن های هسته خود را از نصف ژن های والد ماده گرفته است.



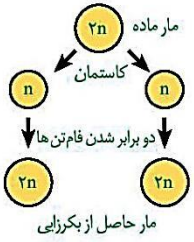
زنبور ماده (ملکه یا کارگر)

- حاصل لقاح از اسپرم و تخمک می باشند.
- کارگرها
  - قدرت لقاح و ایجاد تخمک ندارند (نازا هستند).
  - با رفتار دگرخواهی، نقش محافظت و تغذیه برای سایر تخم ها دارند.
- همه ژن های والد نر خود را گرفته اند.
- نصف ژن های والد ماده خود را گرفته اند.

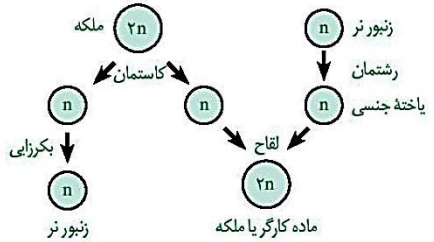
در برخی مارها

تخمک ها که محصول میوز هستند از روی کروموزوم های خود یک نسخه می سازند ← سپس با هم ترکیب شده ← تخم ایجاد می کنند.

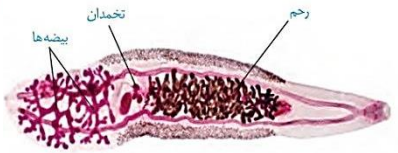
تخم حاصل از بکرزایی آن ها، در همه صفات خالص می باشد (AAbb).



ب)



الف)



الف)

الف) کرم کبد، ب) کرم خاکی

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

نکات شکل

تغذیه و حفاظت جنین

- **تا چند روز بعد از لقاح** — در هر نوع لقاحی، همواره تغذیه جنین یاخته ای از اندوخته غذایی تخمک که حاوی مخلوطی از مواد مغذی است صورت می گیرد.
- **اندازه تخمک و اندوخته غذایی**
  - در جانوران مختلف بستگی به میزان اندوخته دارد.
  - در جانوران تخم گذار ← اندوخته غذایی تخمک زیاد است ← در دوران جنینی بین مادر و جنین ارتباط غذایی وجود ندارد (حشرات، پلاتی پوس، پرندگان و خزندگان)
  - در پستانداران (به جز پلاتی پوس) ← ارتباط خونی بین مادر و جنین وجود دارد ← اندوخته غذایی تخمک کم است.
  - در ماهی ها و دوزیستان ← دوره جنینی کوتاه است ← اندوخته غذایی تخمک کم است.
- **در لقاح خارجی** — **دیواره چسبناک ژله ای تخمک**
  - پس از لقاح، تخم ها را به هم می چسباند.
  - ابتدا محافظ جنین از عوامل نامساعد محیطی است.
  - سپس به عنوان غذای اولیه، مورد استفاده جنین قرار می گیرد.
- **در جانوران تخم گذار**
  - همگی لقاح داخلی دارند.
  - **پوسته ضخیم اطراف تخم نقش محافظتی دارد** ← برای محافظت بیشتر
    - خزندگان ← تخم ها را با ماسه و خاک می پوشانند (لاک پشتان).
    - پرندگان روی تخم خود می خوابند.
    - پلاتی پوس پستاندار
      - تخم ها را در بدن نگه می دارد و چند روز مانده به تولد تخم گذاری می کند.
      - روی تخم ها می خوابند تا رشد و نمو نهایی یابند.
- **پستانداران کیسه دار (کانگورو)**
  - جنین در رحم ابتدایی مادر رشد و نمو را آغاز می کند.
  - نوزاد نارس به دنیا آمده ← وارد کیسه شکمی مادر شده ← ضمن حفاظت، از غدد شیری تغذیه کرده ورشد و نمو را کامل می کند.
- **پستانداران جفت دار**
  - جنین در رحم کامل مادر، رشد و نمو را آغاز می کند.
  - از طریق جفت با خون مادر ارتباط غذایی کامل دارد.
  - پس از تولد از غدد شیری مادرتغذیه کرده تا زمانی که مستقل شوند.

ب) تخم پرنده درآشیانه

شکل ۲۲ـ الف) تخم‌های لاک‌پشت

پ) تخم پلاتی‌پوس

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

ممکات شکل

در کرم‌های پهن مثل کرم کبد، هر فرد تخمک‌های خودر ا بارورمی‌کند بنابراین کرم کبد، هرمافردویت و خودلقاح است.

در مورد کرم‌های حلقوی، مثل کرم خاکی، لقاح دو طرفی انجام می‌شود؛ یعنی وقتی دو کرم خاکی در کنار هم قرار می‌گیرند، زامه‌های هر کدام تخمک‌های دیگری را بارور می‌سازد، بنابراین کرم خاکی، هرمافردویت و دگرلقاح است.

همه زنبورهای عسل کارگرماده‌اند اما هر زنبور ماده‌ای کارگر نیست.

هر زنبور عسل دیپلوئیدی لزوماً قابلیت تولید مثل جنسی ندارد. (زنبور کارگر!)

نکته ۳۶

هر زنبور عسلی که در تولید مثل جنسی شرکت می‌کند، دیپلوئید نیست. (زنبور نر هاپلوئید است!)

نکته ۳۷

در بین جانوران امکان تکثیر گامت ماده، برخلاف گامت نر وجود دارد.

نکته ۳۸

هر زنبور عسل با قابلیت انجام تقسیم میوز، ملکه است.

نکته ۳۹

همه زنبورهای عسلی که رفتار مشارکتی از خود نشان می‌دهند (کارگرها) ماده‌اند، اما هر زنبور عسل ماده‌ای رفتار مشارکتی از خود نشان نمی‌دهد. (ملکه!)

هر زنبور عسلی که توانایی تولید کامه (گامت) ندارد، ماده است.

هر زنبور عسل ماده، نیمی از ژن‌هایش را به طور مستقیم و نیمی دیگر را به طور غیرمستقیم از ملکه دریافت کرده است.

هر زنبور عسل نر، ماده ژن‌های خود را به طور مستقیم، از ملکه دریافت کرده است.

هر زنبور عسل ماده‌ای (دیپلوئید) دارای عدد کروموزومی مشابه با یکی از والدین خود است.

هیچ زنبور عسل نری پدر ندارد [پس در زمان پاسخگویی به تست‌های مرتبط، به لغت «والدین» توجه داشته باشید!] و پسر نیز ندارد؛ اما مادر و دختر دارد! ☺

دربین جانوران، امکان تشکیل گامت با میتوز وجود دارد. (زنبور عسل نر...)

در بین جانوران، افراد پریاخته هاپلوئید دیده می‌شوند. (زنبور عسل نر)

در بین جانوران، امکان وقوع میتوز در بین یاخته‌های حاصل از میوز وجود دارد.

برای حل مسائل مرتبط با ژنتیک زنبور عسل، توجه داشته باشید که آمیزش بین زنبور ملکه دیپلوئید با زنبور نر هاپلوئید، صورت می‌پذیرد و زاده‌های حاصل از لقاح، ماده و دیپلوئیدند.

برای به دست آوردن ژن نمود مارهای حاصل از بکرزایی، ابتدا ژن نمود کامه‌های مار ماده را به دست می‌آوریم و سپس از طریق دو برابر کردن آنها، ژن نمودهای ممکن حاصل از بکرزایی به دست می‌آید.

قاطی نکنیم!!!

میتوز هسته ای:

تقسیم دوتایی:

جونم برات بگه ....

💥 خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:

فعالیت ها

ترکیب سمی با این فصل؟

زیستن شناسی

نکته بازی

خلاصه ی فصل :

من اگر طراح بودم ....

نمونه سوال تشریحی

۱- به طور معمول در چرخه جنسی یک فرد سالم، هم‌زمان با ..... ، مقدار استروژن خون، کاهش و میزان ..... در خون، رو به افزایش می‌گذارد. (سراسری خارج از کشور- ۹۲)

۱) شروع رشد فولیکول‌ها- هورمون لوتئینی‌کننده (LH)

۲) خروج اووسیت ثانویه از تخمدان- پروژسترون

۳) افزایش اندازه جسم زرد- هورمون محرک فولیکولی

۴) شروع ضخیم شدن دیواره رحم- هورمون آزادکننده

۲- در یک مرد بالغ، یکی از هورمون‌های مترشحه از هیپوفیز پیشین می‌تواند، ..... . (سراسری- ۹۳ با تغییر)

۱) باعث متحرک شدن اسپرم‌ها در محل تولید خود شود.

۲) با تأثیر مستقیم بر لوله‌های اسپرم‌ساز، تولید تستوسترون را افزایش دهد.

۳) باعث آزادسازی آنزیم‌های درون کیسه‌ای موجود در سر یاخته‌های جنسی شود.

۴) در تمایز یاخته‌های حاصل از میوز درون لوله‌های اسپرم‌ساز نقش داشته باشد.

۳- در طی چرخه جنسی یک فرد سالم، هم‌زمان با ..... ، میزان هورمون ..... در خون ..... . (سراسری- ۹۴ با تغییر)

۱) آغاز تحلیل توده‌ای زرد رنگ از یاخته‌های فولیکولی- استروژن- افزایش می‌یابد.

۲) تشکیل نخستین گویچه قطبی- LH- شروع به افزایش می‌نماید.

۳) آغاز فعالیت جسم زرد- محرک فولیکولی- شروع به کاهش می‌نماید.

۴) آزاد شدن تخمک از تخمدان- پروژسترون- افزایش می‌یابد.

۴- با توجه به مراحل تولید یاخته جنسی در یک زن جوان، چند مورد عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟ (سراسری- ۹۵)

«هر یاخته‌ای که در مرحله پروفاز میوز ۱ قرار دارد، قطعاً .....»

*** در ابتدای یک چرخه جنسی به وجود آمده است.**

*** توسط تعدادی یاخته پیکری احاطه شده است.**

*** یاخته‌ای بسیار بزرگ‌تر از اسپرم را به وجود می‌آورد.**

*** در واکنش به حداکثر میزان ترشح LH، تقسیم می‌شود.**

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

۵- به طور معمول، کدام عبارت درباره اتفاقات پس از تشکیل تخم در انسان نادرست است؟(سراسری- ۹۶)

۱) در زمان به وجود آمدن لایه‌های محافظ و تغذیه‌کننده جنینی، ترشح پروژسترون توسط جسم زرد صورت می‌گیرد.

۲) در زمان شروع تقسیمات میتوزی یاخته تخم، مرحله فولیکولی تخمدان به پایان رسیده است.

۳) توده یاخته‌ای حاصل از تقسیمات اولیه یاخته تخم به شکل یک توپ توخالی در رحم جایگزین می‌شود.

۴) در زمان شروع عمل جایگزینی، جنین و پرده‌های اطراف آن به سرعت رشد می‌کنند.

۶- به طور معمول، پس از لقاح یاخته‌های جنسی در انسان، کدام اتفاق روی می‌دهد؟(سراسری- ۹۶)

۱) قبل از رسیدن پلاستوسیت به رحم، تشکیل بافت‌های مقدماتی آن آغاز می‌شود.

۲) هم‌زمان با شروع عمل جایگزینی، جنین و پرده‌های اطراف آن به سرعت رشد می‌کنند.

۳) هم‌زمان با شروع تقسیمات میتوزی در یاخته تخم، مرحله فولیکولی تخمدان شروع می‌شود.

۴) در زمان تشکیل لایه‌های محافظ و تغذیه‌کننده جنین، ترشح پروژسترون توسط جسم زرد صورت می‌گیرد.

۷- چند مورد، درباره ریزلوله‌های موجود در یاخته اسپرماتید انسان درست است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۶)

*** از مولکول‌های حاوی آمینواسید ایجاد شده‌اند.**

*** در بخش مرکزی سانتریول‌ها یافت می‌شوند.**

*** باعث جابه‌جایی یاخته در مایع پیرامونی می‌شوند.**

*** در صورت لزوم به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌گردند.**

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۸- به طور معمول در یک فرد بالغ، هر اووسیتی که ..... دارد، به طور حتم ..... . (سراسری خارج از کشور- ۹۶)

۱) کروموزوم‌های همتا- در درون لوله فالوپ یافت می‌شود.

۲) کروموزوم‌های مضاعف شده- یک یاخته جنسی می‌سازد.

۳) دوک تقسیم- ساختارهای چهارکروماتیدی پدید می‌آورد.

۴) دو جفت سانتریول- در درون تخمدان ساخته شده است.

۹- به طور معمول در یک فرد بالغ، هر یاخته ..... موجود در لوله‌های اسپرم‌ساز، ..... (سراسری خارج از کشور- ۹۶)

۱) دیپلوئیدی- تقسیم میوز را انجام می‌دهد.

۲) دیپلوئیدی- در درون حفره شکمی قرار گرفته است.

۳) هاپلوئیدی- ژن‌های مربوط به آنزیم‌های سر اسپرم را دارد.

۴) هاپلوئیدی- در هسته خود کروموزوم‌های تک کروماتیدی دارد.

۱۰-چند مورد، در ارتباط با نوعی ساختار یاخته‌ای بدون غشا که در اسپرم یک فرد سالم یافت می‌شود، صحیح است؟ (سراسری- ۹۷)

الف) در پایداری غشای هسته نقش دارد.

ب) دوک تقسیم را ایجاد می‌کند.

ج) در ساختار خود، فاقد پیوندهای پپتیدی است.

د) می‌تواند درون بخش غشادار مجزایی یافت شود.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۱-به طور معمول در یک فرد جوان، چند مورد درباره یاخته‌های حاصل از اووسیت اولیه که از تخمدان آزاد می‌شوند و به تدریج از بین می‌روند، صحیح است؟ (سراسری- ۹۷)

الف) ژن‌های مسئول تعیین جنسیت را دارند.

ب) فقط یک عامل مربوط به هر صفت را دریافت کرده‌اند.

ج) هر کروموزوم هسته آن‌ها، از دو نیمه همانند تشکیل شده است.

د) در تشکیل آن‌ها، فقط هورمون‌های هیپوفیزی نقش داشته است.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۲- به طور معمول کدام عبارت، در ارتباط با شروع عمل جایگزینی در یک فرد سالم درست است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۷)

۱) یاخته‌های درونی پلاستوسیت از سایر یاخت‌ها متمایز گردیده‌اند.

۲) پرده‌هایی که جنین را حفظ می‌کنند به سرعت نمومی‌یابند.

۳) توده یاخته‌ای حاصل از تخم به شکل یک کره توپر است.

۴) خون مادر معمولاً با خون جنین مخلوط می‌شود.

۱۳- در انسان، همه یاخته‌هایی که در طی مراحل تخمک‌زایی و با تقسیم سیتوپلاسم به وجود آمده‌اند و در رشد و نمو جنین فاقد نقش‌اند، از نظر ..... به یکدیگر شباهت و از نظر ..... با یکدیگر تفاوت دارند. (سراسری- ۹۸)

۱) داشتن فام‌تن (کروموزوم)های همتا- تعداد فامینک (کروماتید)های هسته

۲) مقدار دنا (DNA)ی هسته- تعداد فام‌تن (کروموزوم)های هسته

۳) تعداد سانترومرهای موجود در هسته- محل به وجود آمدن

۴) تعداد میانک (سانتریول)ها- عدد کروموزومی

۱۴- به طور معمول، با توجه به محل تشکیل زامه (اسپرم)ها و مراحل زامه‌زایی (اسپرم‌زایی) در یک فرد بالغ، کدام عبارت درست است؟ (سراسری- ۹۸)

۱) یاخته‌های اسپرماتوسیت ثانویه همانند یاخته‌های زامه‌زا (اسپرماتوگونی) به یکدیگر متصل هستند.

۲) یاخته‌های زام‌یاختک (اسپرماتید) همانند یاخته‌های زامه‌زا (اسپرماتوگونی) هسته فشرده‌ای دارند.

یاخته‌های زامه (اسپرم) برخلاف یاخته‌های زام یاختک (اسپرماتید)، ابتدا توانایی حرکت و جابه‌جا شدن را دارند.

۴) یاخته‌های اسپرماتوسیت ثانویه برخلاف زام یاخته (اسپرماتوسیت) اولیه، فام‌تن (کروموزوم)های تک کروماتیدی دارند.

۱۵- به طور معمول، کدام عبارت درباره نوعی پرده جنینی که به دیواره رحم مادر نفوذ می‌کند، نادرست است؟ (سراسری- ۹۸)

۱) باعث اختلاط خون جنین و مادر می‌شود.

۲) تحت تأثیر نوعی پیک شیمیایی توسعه می‌یابد.

۳) در انتقال مواد مغذی به جنین نقش مؤثری دارد.

۴) حاصل تقسیم و تمایز تعدادی از یاخته‌های پلاستوسیت است.

۱۶- کدام عبارت، در مورد همه جانورانی صادق است که بهترین شرایط ایمنی و تغذیه‌ای برای جنین از طریق جفت آن‌ها مهیا گشته است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۸)

۱) هوا به وسیله مکش حاصل از فشار مثبت به شش‌های آن‌ها وارد می‌شود.

۲) بخش جلویی طناب عصبی شکمی آن‌ها، برجسته شده و مغز را تشکیل داده است.

۳) شبکه‌های مویرگی ترشح‌کننده مایع مغزی- نخاعی، فقط در خارج از بطن‌های ۱و۲ مغز آن‌ها قرار دارد.

۴) ویژگی ساختار قلب آن‌ها به ترتیبی است که حفظ فشار خون در سامانه گردش مضاعف را آسان می‌کند.

۱۷- کدام مورد در ارتباط با هورمون‌های FSH و LH یک دختر بالغ همواره درست است؟ (سراسری- ۹۹)

۱) باعث تکمیل مراحل تخمک‌زایی می‌شوند.

۲) با سازوکار بازخورد منفی کنترل می‌گردند.

۳) با زیاد شدن ضخامت آندومتر، افزایش می‌یابند.

۴) تحت تأثیر دو نوع هورمون مترشحه از مغز تنظیم می‌شوند.

۱۸- چند مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (سراسری- ۹۹)

«در جاندارانی بی‌مهره که دستگاه عصبی، مسئول یکپارچه کردن اطلاعات دریافتی از هریک از واحدهای بینایی است و فرد ماده، گاهی اوقات به تنهایی تولیدمثل می‌کند، .....»

الف) آب، اوریک‌اسید و بعضی از یون‌ها، به روش فعال به سامانه دفعی هر فرد وارد می‌شود.

ب) هر دو نوع غدد جنسی نر و ماده، در محوطه شکم هر فرد یافت می‌شود.

ج) پوشش سخت و ضخیم روی بدن، به عنوان تکیه‌گاه عضلات عمل می‌کند.

د) نوعی ترکیب شیمیایی مترشحه از یک فرد می‌تواند بر عملکرد و پاسخ رفتاری فرد دیگر تأثیرگذار باشد.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۹- ویژگی مشترک جانورانی که زاده‌هایشان را به کمک غدد شیری خود تغذیه می‌کنند، کدام است؟ (سراسری- ۹۹)

۱) گوارش میکروبی در آن‌ها پس از گوارش آنزیمی صورت می‌گیرد.

۲) فشار خون ریوی در آن‌ها کمتر از فشار خون گردش عمومی بدن است.

۳) هوا به کمک مکش حاصل از فشار مثبت به شش‌های آن‌ها وارد می‌شود.

۴) به هنگام بارداری، نوعی پرده جنینی از اختلاط خون مادر و جنین جلوگیری می‌کند.

۲۰- کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟(سراسری- ۱۴۰۰)

«به طور معمول از پنجمین روز شروع دوره جنسی در یک فرد تا زمانی که یاخته‌های انبانکِ (فولیکولِ) در حال رشد، نوعی هورمون ترشح می‌کنند ..... »

۱) در مواقعی ترشح هورمون آزادکننده افزایش می‌یابد.

۲) در مواقعی هورمون‌های محرک غدد جنسی کاهش می‌یابند.

۳) به طور حتم، اندوخته خونی دیواره داخلی رحم به حداکثر میزان خود می‌رسد.

۴) به طور حتم، از رشد و تمایز مام یاخته‌های (اووسیت)های اولیه دیگر جلوگیری می‌شود.

۲۱-با توجه به مراحل تولید زامه (اسپرم) در یک فرد بالغ، کدام عبارت صحیح است؟(سراسری- ۱۴۰۰)

۱) همه یاخته‌هایی که فام‌تن (کروموزوم) مضاعف دارند، تقسیم کاستمان (میوز) انجام می‌دهند.

۲) همه یاخته‌هایی که فام‌تن(کروموزوم) غیرمضاعف دارند، توسط تقسیم کاستمان (میوز) به وجود آمده‌اند.

۳) همه یاخته‌هایی که دولاد (دیپلوئید) هستند، از هم جدا هستند و توسط یاخته‌های ویژه‌ای تغذیه می‌شوند.

۴) همه یاخته‌هایی که فام‌تن (کروموزوم) همتا دارند، حاوی هسته‌ای غیرفشرده‌اند و به یاخته‌های دیگر متصل هستند.

۱(۱۲
۳(۱۳
۱(۱۴
۱(۱۵
۴(۱۶
۴(۱۷
۲(۱۸
۲(۱۹
۳(۲۰
۴(۲۱

۲(۱
۴(۲
۳(۳
۱(۴
۴(۵
۴(۶
۱(۷
۴(۸
۳(۹
۲(۱۰
۲(۱۱

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

اوضاع تست زنی
منبع:
مهم ها:
باقی مانده ها:
تست آموزشی:
تست زمانبندی:

درصدها حین مطالعه
تست آموزشی
تست زمان بندی

چندبار دوره کردی ؟
مطالعه
1
2
3
4
5
6

درصد های آزمون

زیست‌شناسی ۲

فصل ۸ (تولید مثل نهان‌دانگان)

- گفتار ۱: تولید مثل غیر جنسی
- گفتار ۲: تولید مثل جنسی
- گفتار ۳: از یاخته تخم تا گیاه
- تست کده

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

homayouni_zist

فهرست فصل ۸ یازدهم

❖ گفتار ۱: تولید مثل غیر جنسی

- نهاندانگان
- اساس گروه بندی گیاهان
- تولید مثل نهاندانگان
- تولید مثل رویشی

❖ گفتار ۲: تولید مثل جنسی

- اندام های نهاندانگان
- اجزا گل کامل
- انواع گل
- انواع اسپرم در گیاهان
- روند تولید مثل جنسی نهاندانگان
- مراحل تولید گرده رسیده
- گرده افشانی
- لقاح در نهاندانگان
- ژنتیک گیاهی

❖ گفتار ۳: از یاخته تخم تا گیاه

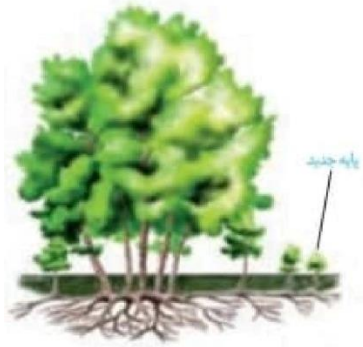
- گامت زایی
- رویان دانه ها
- تبدیل تخمک به دانه
- انواع دانه رسیده
- میوه
- طول عمر گیاهان نهاندانه

فصل ۸

گفتار ۱: تولید مثل غیر جنسی

*** نهاندانگان** ← تنها گروه از گیاهانی که گل تولید می کنند (هزینه بر است)

بیشترین گیاهان روی زمین.

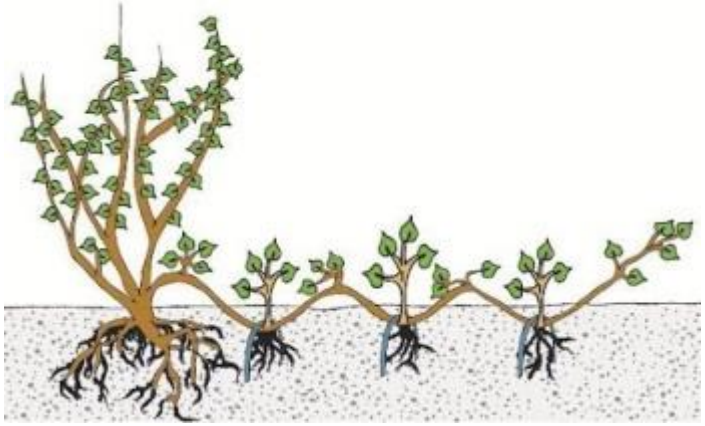


■ اساس گروه بندی گیاهان

- آوند
  - بدون آوند : خزه ها
  - آوند دار : سرخس، بازدانه، نهاندانه
- دانه
  - بدون دانه : خزه و سرخس
  - دانه دار : بازدانه و نهاندانه
    - نهاندانه
      - تک لپه
      - دو لپه
    - بازدانه : ۲ تا ۸ لپه
- گل
  - گلدار : نهاندانه
  - بدون گل : خزه، سرخس، بازدانه

* تولید مثل نهاندانگان

- جنسی
- غیرجنسی (رویشی)
  - توسط اندامهای رویشی معمول
    - قلمه زدن : ساقه - آب یا خاک
    - پیوند زدن: پیوندک - پایه
    - خوابانیدن : ساقه یا شاخه از محل گره زیر خاک
  - توسط اندام های تخصصی (ساقه)
    - زمین ساقه : (زیرزمین) افقی
    - غده : (زیرزمین) متورم
    - پیاز : (زیرزمین) تکمه مانند و کوتاه و دارای برگ خوراکی
    - ساقه رونده : (روی زمین) افقی
  - فن کشت بافت



تولید مثل غیرجنسی نهاندانگان (رویشی)

- این تولید مثل با استفاده از بخش های رویشی، مثل ساقه، ریشه و برگ صورت می گیرد.
- در این تولید مثل میوز نقشی ندارد و تنوع محصولات فقط در اثر جهش ایجاد شده است.

توسط بخش های تخصص نیافته برای تولید مثال رویشی

- **ریشه**
  - جوانه های روی ریشه درخت آلبالو
  - در یک ریشه آلبالو، جوانه هایی دارد از هر جوانه یک پایه و درخت جدید ایجاد می شود.
- **قلمه زدن**
  - قطعاتی از ساقه را در خاک یا آب قرار می دهند.
  - هر قلمه باید جوانه ای برای تکثیر داشته باشد.
- **پیوند زدن**
  - پیوندک ← جوانه یا شاخه ای است که ویژگی مطلوب مثل میوه خوب دارد.
  - گیاه پایه
    - پیوندک را به آن پیوند می زنند.
    - مقاومت به بیماری ها و سازگاری به خشکی و شوری دارد.
  - جوانه یا شاخه دارای ویژگی مطلوب (پیوندک) را به پایه مقاوم وصل می کنند.
- **خوابانیدن**
  - بخشی از ساقه یا شاخه دارای گره را با خاک می پوشانند.
  - از محل گره آن، ریشه و ساقه برگ دار ایجاد می شود.
  - گیاه جدید را به عنوان پایه جدید از گیاه مادر جدا می کنند.
- در قلمه زدن، پیوند زدن و خوابانیدن از اندام های هوایی برای رویش استفاده می کنند.

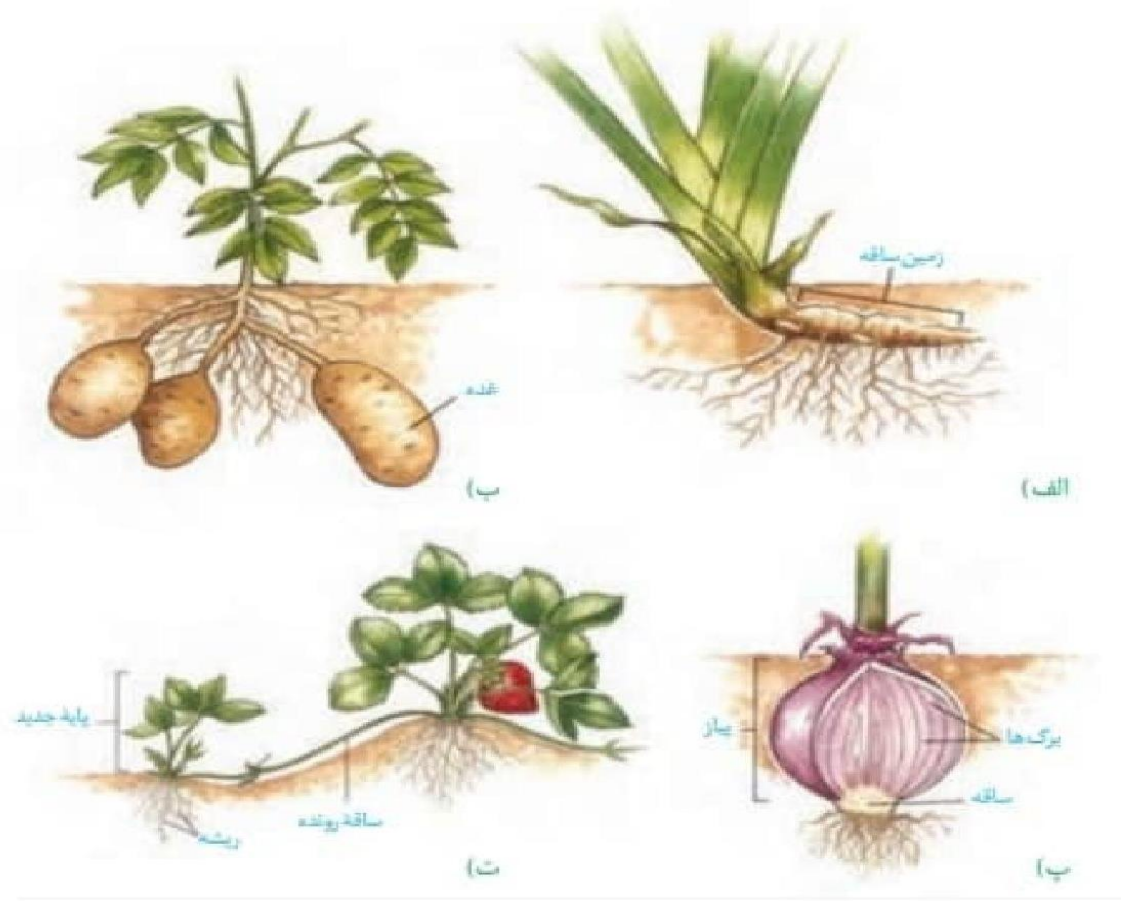
توسط انواع ساقه های تخصص یافته برای تولید مثل رویشی

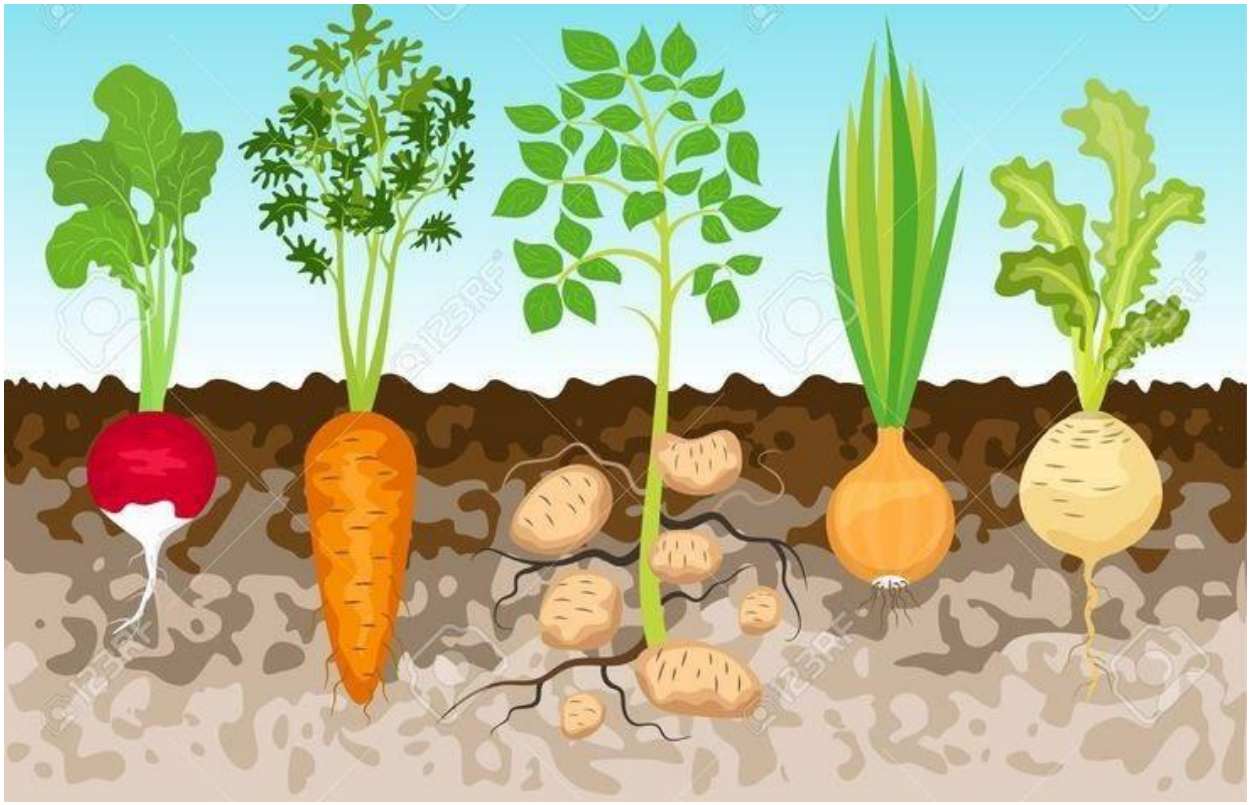
- **زمین ساقه (ریزوم)**
  - به صورت افقی زیر خاک رشد می کند.
  - همانند ساقه هوایی، جوانه انتهایی و جانبی دارد.
  - جوانه انتهایی باعث رشد افقی در زیر خاک می شود.
  - جوانه های جانبی سبب ایجاد پایه های جدید می شوند.
  - زنبق گیاه علفی چند ساله و دارای زمین ساقه می باشد.
- **غده**
  - ساقه زیرزمینی متورم و پر از ذخیره مواد غذایی می باشد.
  - سیب زمینی از این نوع با جوانه های سطحی است.
  - هر جوانه سطحی روی غده سیب زمینی به یک گیاه تبدیل می شود.
  - برای تکثیر، هر غده را به قطعه های جوانه دار تقسیم کرده و در خاک می کارند.
- **پیاز**
  - از دو قسمت ساقه زیرزمینی کوتاه تکمه مانند و برگ های خوراکی متصل به آن تشکیل شده است.
  - ساقه و برگ های خوراکی آن زیر خاک قرار دارند.
  - پیاز خوراکی، نرگس و لاله از این گروه می باشند.
  - دانه ای تک لپه با رویش روزمینی دارد.
  - از هر پیاز، تعدادی پیاز کوچک تشکیل می شود ← هر پیاز کوچک خاستگاه یک گیاه می شود.
- **ساقه رونده**
  - رشد افقی روی خاک دارد.
  - در توت فرنگی دیده می شود ← در محل گره ها توت فرنگی های جدید ایجاد می شوند.

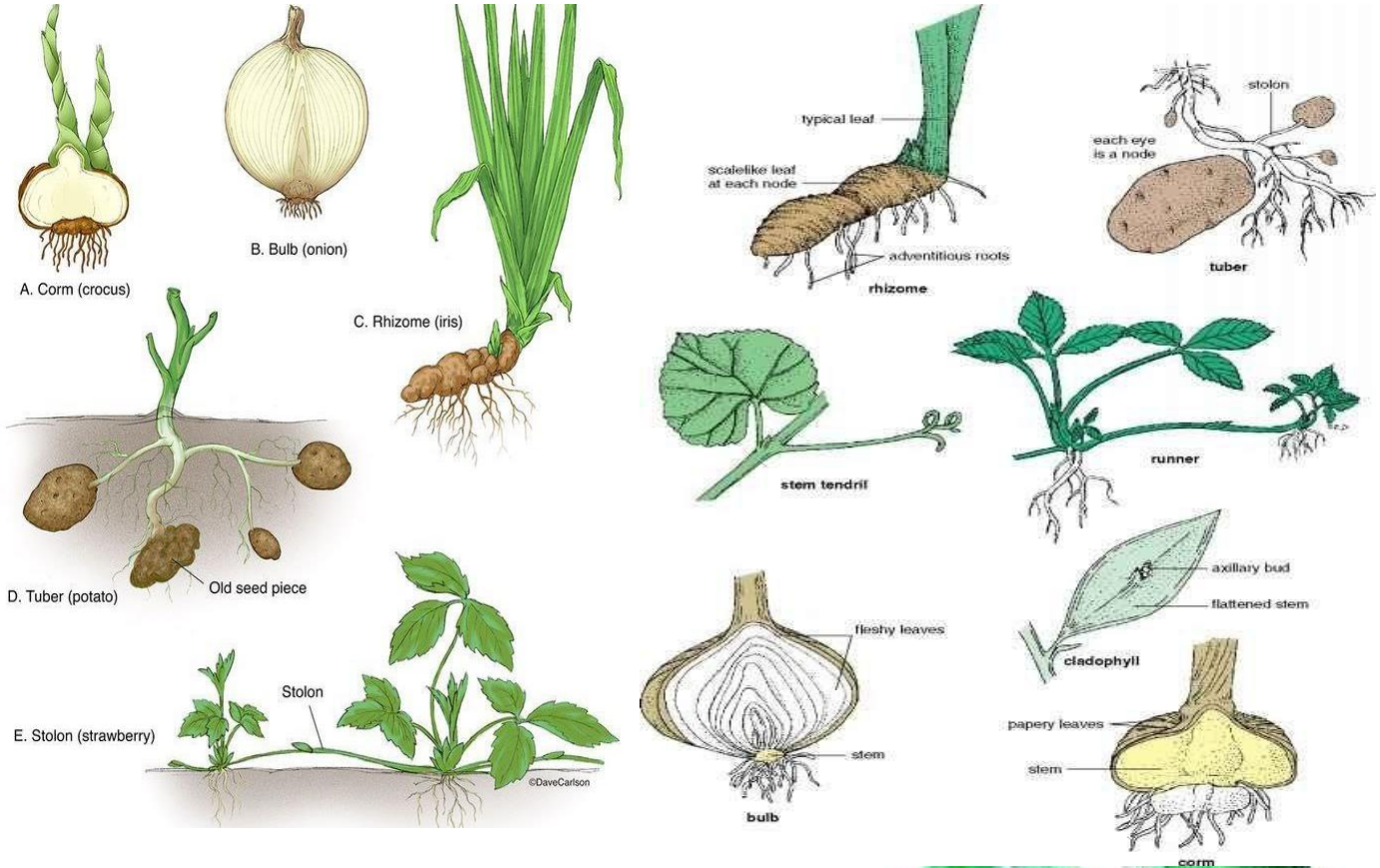
فن کشت بافت

- برای تولید گیاهانی با ویژگی های مطلوب و به صورت انبوه در آزمایشگاه استفاده می شود.
- از یاخته یا قطعات یاخته ای با قدرت میتوز (مریستمی یا پرانشیمی) در محیط کشت استفاده می شود.
- محیط کشت کاملاً سترون و دارای مواد مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه است.
- با تقسیم یاخته، ابتدا توده ای تمایز نیافته یاخته ای به نام کال ایجاد می شود.
- کال، مریستمی است که می تواند ضمن تمایز به گیاهی تبدیل شود که ژن های یکسانی با گیاه مطلوب اولیه دارد.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی


زمین ساقه
الف)
غده
ب)
پ)
پیاز
برگ‌ها
ساقه
پایهٔ جدید
ساقهٔ رونده
ریشه
ت)




A. Corm (crocus)
B. Bulb (onion)
C. Rhizome (iris)
D. Tuber (potato)
Old seed piece
E. Stolon (strawberry)
Stolon
©DaveCarlson
typical leaf
scalelike leaf at each node
adventitious roots
rhizome
stolon
each eye is a node
tuber
stem tendril
runner
fleshy leaves
stem
bulb
axillary bud
flattened stem
cladophyll
papery leaves
stem
corm

نکات شکل

	زمین ساقه	غده	پیاز	ساقه رونده
۱- جهت رشد اندام های هوایی	قائم	خلاف جهت	خلاف جهت	قائم
۲- متصل ها به ساقه تخصصی	ریشه زمینی در سطح زیرین برگ هوایی	ریشه	ریشه و ساق هوایی	ساقه هوایی و ریشه از محل گره
۳- ساقه هوایی	متصل به برگ هوایی و ساقه زمینی	متصل به ریشه	متصل به برگ زمینی	متصل به گره ساقه رونده و ریشه
۴- برگ هوایی	متصل به ساقه زمینی و هوایی	متصل به ساقه هوایی	متصل به ساقه هوایی	متصل به ساقه هوایی
۵- اتصال ریشه	متصل به ساقه زمینی	متصل به ساقه هوایی و زمینی	متصل به ساقه زمینی	متصل به ساقه هوایی تخصصی (در محل گیره) و غیرتخصصی
۶- محل ساقه تخصصی	افقی زیر خاک	عمودی زیر خاک	عمودی زیر خاک	افقی روی خاک
۷- برگ زمینی	×	×	✓	×
۸- شکل ریشه	کوتاه منشعب گسترده	قطر نابرابر منشعب	کوتاه و منشعب و کم حجم	منشعب
۹- فتوسنتز در ساقه تخصصی	×	×	×	✓
۱۰- کوچکترین ساقه تخصصی	×	×	✓	×
۱۱- بلندترین ساقه تخصصی	×	×	×	✓
۱۲- حجیم ترین ساقه تخصصی	×	✓	×	×
۱۳- عمقی‌ترین ساقه تخصصی	×	✓	×	×
۱۴- سطحی‌ترین ساقه تخصصی	×	×	×	✓
۱۵- اتصال ساقه تخصصی به ریشه	✓	✓	✓	✓
۱۶- اتصال ساقه تخصصی برگ	✓ (برگ هوایی)	×	✓ (برگ زمینی)	×

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

از توت‌فرنگی تا پیاز!

۱- توت فرنگی، نوعی گیاه دولپه، با برگ‌های پهن و رگبرگ‌های منشعب و دارای ساقه تخصص یافته برای تولید مثل غیرجنسی است و به شکل افقی، روی خاک رشد کرده و گیاهان جدیدی را در محل گره‌ها، به وجود می‌آورد.

۲- زنبق، نوعی گیاه تک لپه، با برگ‌های بلند و باریک و رگبرگ‌های موازی می‌باشد و دارای ساقه زیرزمینی ویژه شده برای تولیدمثل غیرجنسی به نام ریزوم یا زمین‌ساقه است، که به طور افقی در زیرخاک رشد کرده و پایه‌های جدیدی را در محل جوانه‌ها تولید می‌کند.

۳- سیب‌زمینی، نوعی گیاه دولپه، با برگ‌های پهن و رگبرگ‌های منشعب و دارای ساقه زیرزمینی ویژه برای تولید مثل غیرجنسی است که به دلیل ذخیره ماده غذایی در آن، متورم شده است و غده نامیده می‌شود. سیب‌زمینی می‌تواند از طریق هر یک از جوانه‌های تشکیل شده بر سطح غده، تکثیر کند.

۴- پیاز خوراکی، نوعی گیاه تک لپه محسوب می‌شود و دارای یک ساقه زیرزمینی کوتاه و تکمه مانند است که برگ‌های ضخیم خوراکی به آن متصل‌اند و برگ‌ها و ساقه در مجموع، پیاز نامیده می‌شوند و در زیر خاک قرار می‌گیرند. در پیاز خوراکی و گیاهان مشابهی مثل نرگس و لاله، از هر پیاز تعدادی پیاز کوچک تشکیل می‌شود که هر کدام، یک گیاه ایجاد می‌کند.

نکات گفتار ۱

نکات گفتار ۱

جونم برات بگه...

💥خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:

فصل ۶

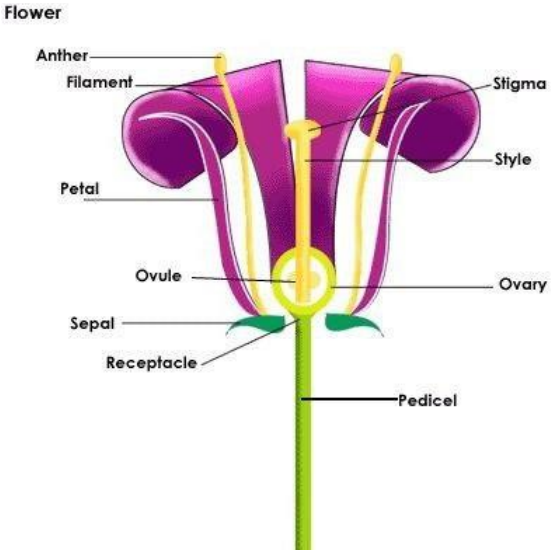
گفتار ۲: تولید مثل جنسی

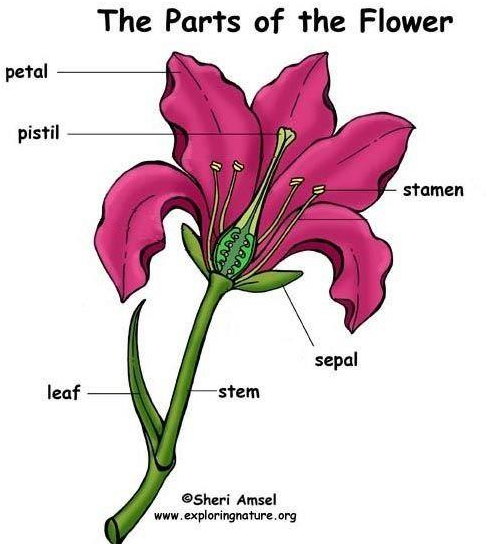
اندام های نهاندانگان

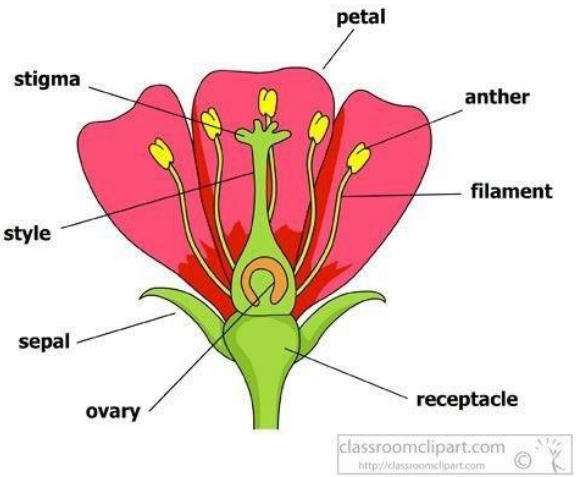
- اندام های رویشی ← ریشه، ساقه، برگ، دمبرگ، شاخه
- اندام های زایشی ← گل، میوه، دانه

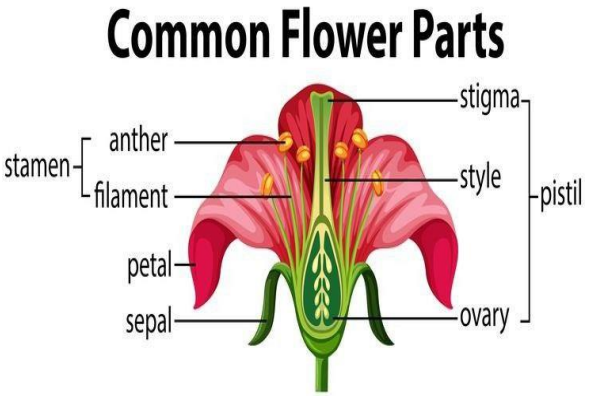
گل

- ساختاری اختصاصی برای تولید مثل جنسی ویژه نهاندانگان است.
- اجزای آن روی بخش وسیع به نام نهنج قرار دارند که ممکن است صاف، برآمده یا گرد باشد ← نهنج منشأ میوه کاذب مثل سیب می باشد.



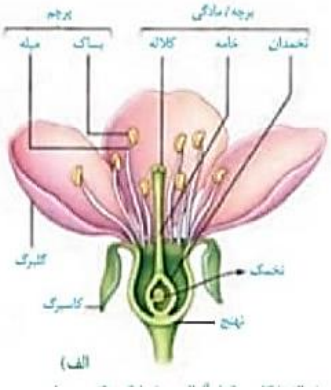






اجزا یا حلقه های گل کامل

- **کاسبرگ ها**
  - خارجی ترین حلقه گل می باشد (حلقه اول).
  - اغلب سبز و سبزدیسه دار است.
- **گلبرگ ها**
  - به سمت داخل کاسبرگ است (حلقه دوم).
  - معمولاً به رنگ های مختلف دیده می شود ← سبب جلب توجه جانوران گرده افشان می شود.
  - در برخی گیاهان مثل آلبالو جدا از هم ولی در برخی مثل کدو به هم متصل می باشند.
- **پرچم ها**
  - حلقه سوم می باشد که اندام جنسی نر هستند.
  - **دو قسمت دارد**
    - بساک ← بخش پهن محل تولید گرده نارس و رسیده می باشد.
    - میله ← پایه ای برای اتصال بساک به نهنج می باشد.
  - گامت نر (اسپرم) درآن ایجاد نمی شود.
- **مادگی**
  - حلقه چهارم یا داخلی ترین حلقه گل می باشد که اندام جنسی ماده گیاه است.
  - محل تولیدگامت نر (اسپرم) و گامت ماده (تخم زا) می باشد.
  - از یک یا چند برچه تشکیل شده است.
  - در مادگی های چند برچه ای ممکن است در برخی مثل پرتقال فضای آن با دیوار برچه ها از هم جدا شده باشند.
  - **هر برچه آن**
    - واحد ساخت مادگی است.
    - واحد ساخت مادگی است.
      - کلاله ← بخش پهن بالای برچه برای گرفتن دانه گرده است.
      - خامه
        - کلاله را به تخمدان متصل می کند.
        - لوله گرده و اسپرم ها در آن ایجاد می شود.
      - تخمدان
        - بخش حجیم انتهای برچه است.
        - منشأ میوه حقیقی مثل میوه هلو می باشد.
        - تخمک ها در آن ایجاد می شوند.
        - محل لقاح گامت ها و تولید دانه می باشد.



مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

انواع گل

برحسب تعداد حلقه ها

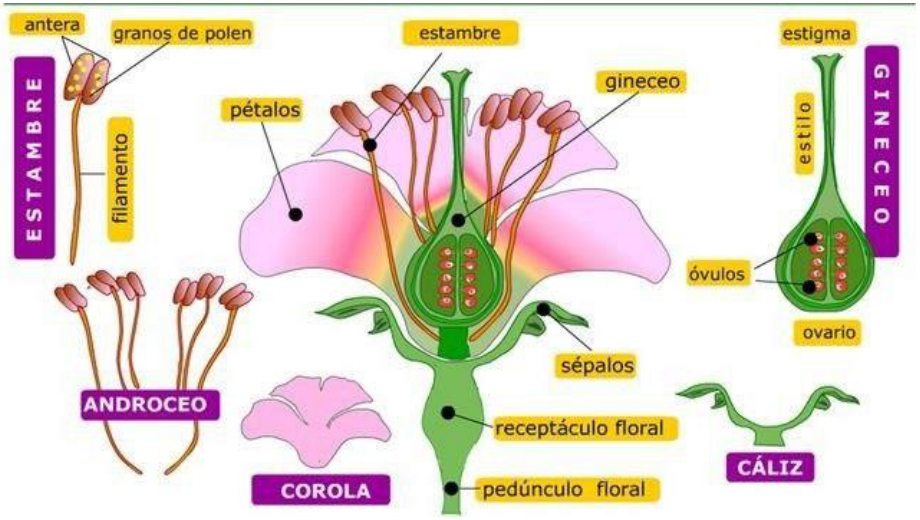
- **گل کامل**
  - هر چهار حلقه را دارد (گل آلبالو).
  - دو جنسی است و حاوی پرچم و مادگی می باشد.
- **گل ناکامل**
  - هر چهار حلقه را ندارد.
  - می تواند تک جنسی یا دوجنسی باشد.

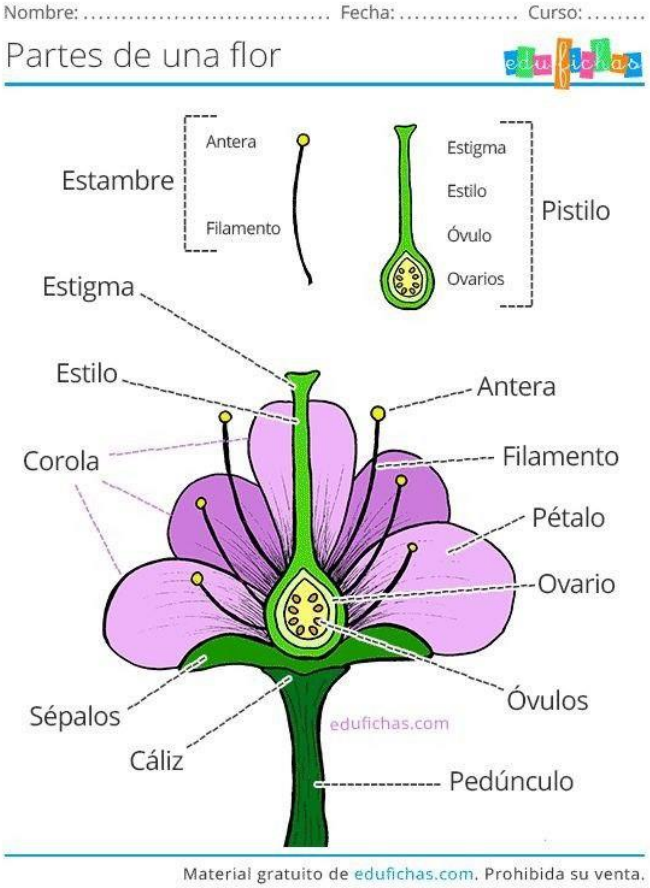
برحسب انواع اندام جنسی

- **گل تک جنسی**
  - مثل گل کدو می باشد.
  - یا پرچم و یا مادگی را به عنوان داخلی ترین حلقه دارد.
  - گل کدو
    - کاسبرگ سبز و گلبرگ های متصل به هم زرد دارد.
    - گل نر
      - گامت نر و ماده ایجاد نمی کند.
      - گرده نارس و رسیده تولید می کند.
      - پرچم داخلی ترین حلقه آن است.
    - گل ماده
      - داخلی ترین حلقه آن مادگی است.
      - گامت نر و ماده در آن ایجاد می شود.
- **گل دوجنسی**
  - مثل گل گیاه آلبالو است.
  - هم پرچم و هم مادگی (داخلی ترین حلقه) دارد.
  - ممکن است چهار حلقه ای کامل باشد.
  - ممکن است ناکامل باشد و فاقد کاسبرگ یا گلبرگ یا هر دو باشد.

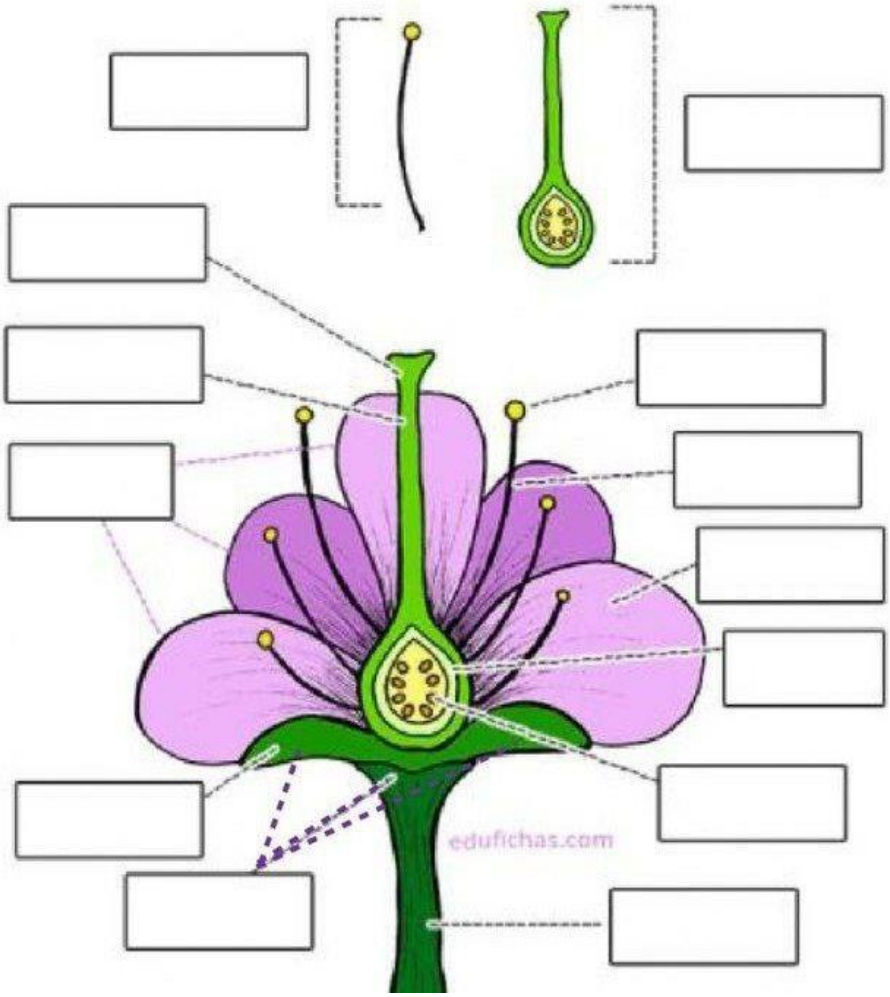
مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

- ✓ برچه واحد سازندگی مادگی است و دیواره‌های برچه فضای مادگی را تقسیم می‌کنند.
- ✓ گلی که هر ۴ حلقه را داشته باشد ⇐گل کامل
- ✓ گلی که یکی از ۴ حلقه را نداشته باشد ⇐ گل ناکامل
- ✓ گلی که هم پرچم داشته باشد هم مادگی ⇐ گل ۲ جنسه
- ✓ گلی که فقط پرچم یا فقط مادگی داشته باشند ⇐ گل تک جنسه (کدو)
- ✓ گل کامل قطعاً ۲ جنسه می‌باشد!
- ✓ گل تک جنسه قطعاً ناکامل است!





مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

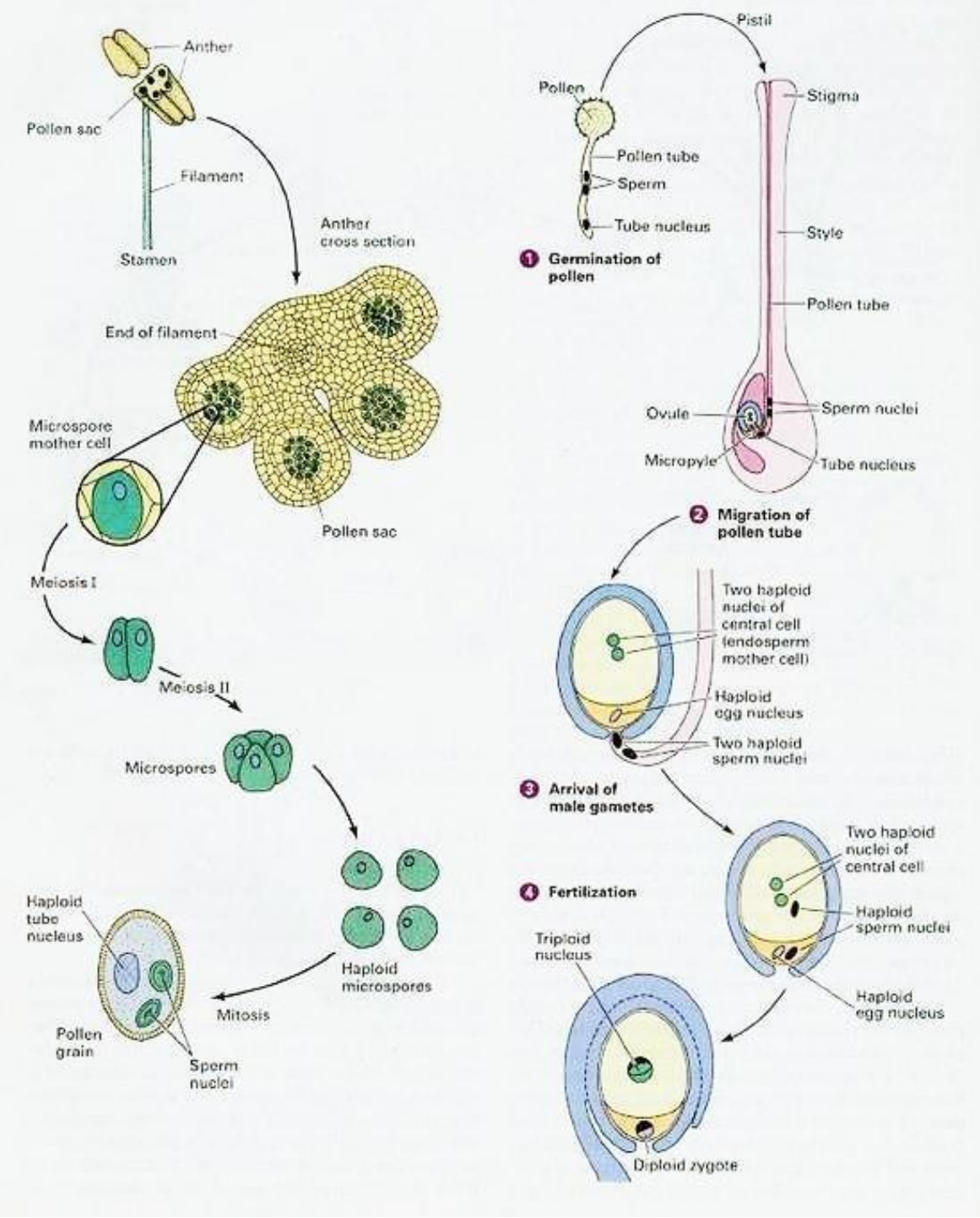


نکات شکل

نمکات گل

انواع گامت نر (اسپرم) در گیاهان

- حاوی وسیله حرکتی
  - در خزه گیان و سرخس ها دیده می شود و تاژک دارد.
  - در قطره های آب یا رطوبت سطح گیاه شنا می کند تا به گامت ماده برسد.
  - نیازی به لوله گرده برای رسیدن به گامت ماده ندارد.
- فاقد وسیله حرکتی
  - در گیاهان دانه دار و گل دار دیده می شود ← تاژک و وسیله حرکتی ندارند.
  - پس از گرده افشانی و از میتوز یاخته زایشی درون لوله گرده ایجاد می شوند.
  - برای لقاح و رسیدن به گامت ماده به آب سطحی نیازی ندارند.



روند تولید مثل جنسی نهاندانگان

فرآیند گامت زایی نر در پرچم رخ می دهد (بساک) ↓ n دانه گرده رسیده

فرایند گامت زایی در برچه رخ می دهد (تخمدان) ↓ سلول تخم زا n

گرده افشانی

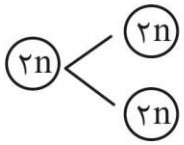
لقاح

تخم ۲n

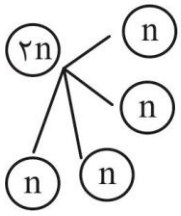
«دانه»

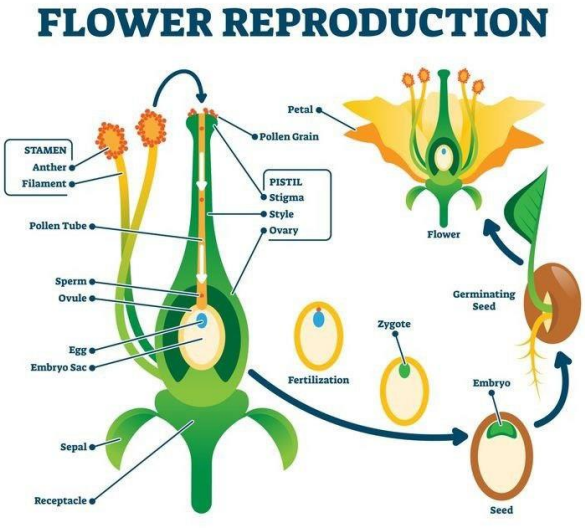
● ۲ نوع تقسیم هسته

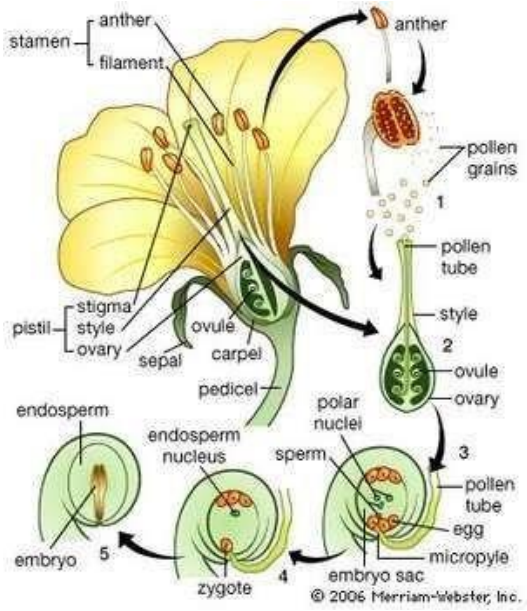
میتوز : از یک هسته مادر، ۲ هسته کاملاً مشابه به هم و مشابه مادر تولید می شود.
و با همان تعداد کروموزوم و اطلاعات ژنتیکی
جهت ← رشد، ترمیم، جایگزینی



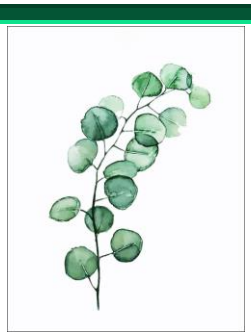
میوز : از یک هسته مادر، ۲n کروموزومی، ۴ سلول n کروموزومی تولید می شود.
یعنی عدد کروموزومی و اطلاعات ژنتیک نصف می شود.
جهت ← تولیدگامت (سلول جنسی)







سیتوکینز در سلول گیاهی



نکته ۲

هرچند گل، ساختاری اختصاص‌یافته برای تولیدمثل جنسی است؛ اما وقوع تقسیم میوز یا کاستمان، در تمامی حلقه‌های آن قابل تصور نمی‌باشد؛ در واقع در دوحلقه بیرونی گل، یعنی کاسبرگ و گلبرگ، تقسیم میوز مشاهده نشده و این فرایند تنها در حلقه‌های سوم و چهارم یک گل کامل صورت می‌پذیرد.

نکته ۳

از آن‌جا که مادگی ممکن است شامل یک یا چند برچه باشد، معادل دقیق پرچم در گل نر، برچه در گل ماده است و اگر مادگی گلی از یک برچه ساخته شده باشد، می‌توان آن را معادل پرچم محسوب کرد.

نکته ۴

حلقه اول یک گل کامل، دارای یاخته‌های فتوسنتزکننده است؛ یعنی در این یاخته‌ها با عملکرد آنزیم روبیسکو، چرخه کالوین رخ می‌دهد و کربن‌دی‌اکسید تثبیت می‌شود. این یاخته‌ها قادر به تنفس هوازی نیز می‌باشند و به طورکلی در این یاخته‌ها، تولید ATP در سطح پیش ماده به شکل نوری و نیز به شکل اکسایشی، صورت می‌پذیرد. درون یاخته‌های فتوسنتزکننده خارجی‌ترین حلقه گل، سبزینه یا کلروفیل به همراه انواع کاروتنوئیدها، در فرایند فتوسنتز نقش دارند.

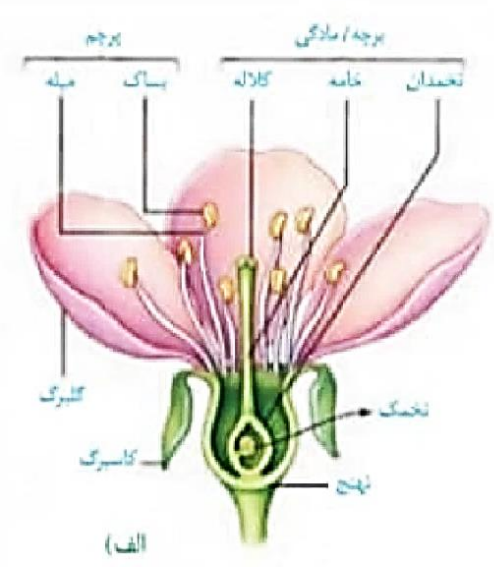
نکته ۵

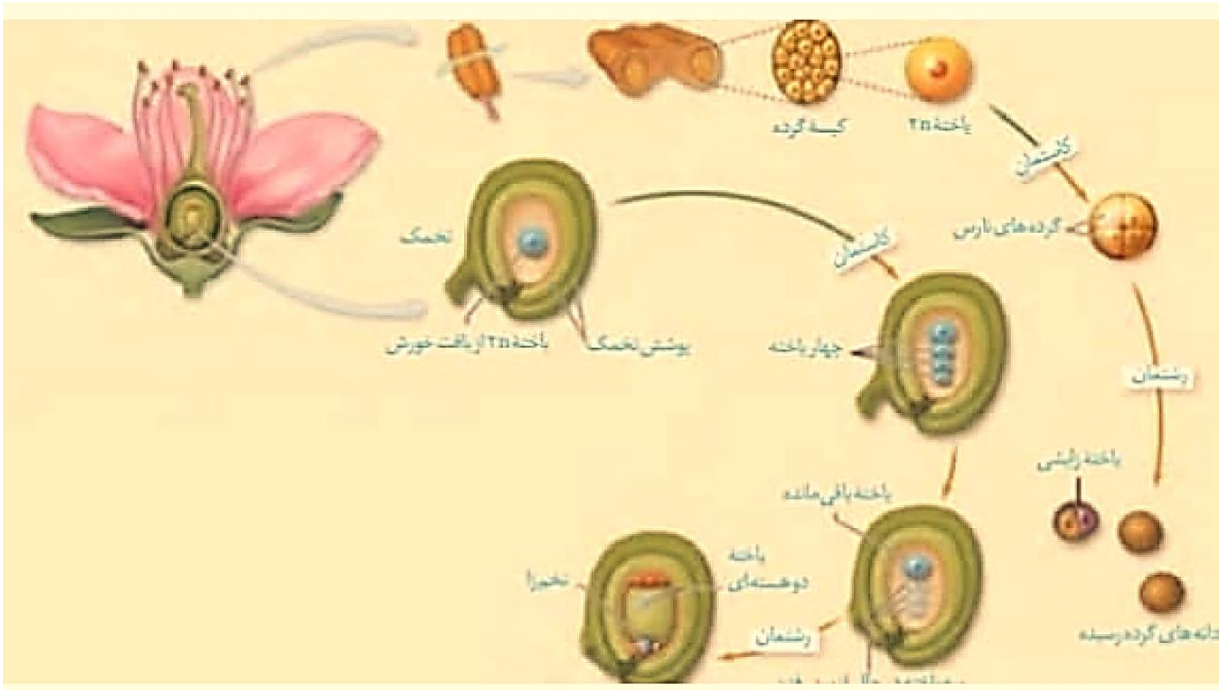
دومین حلقه گل، گلبرگ است و رنگ آن تحت تأثیر کارتنوئیدها و آنتوسیانین می‌باشد؛ مثلا وجود رنگ زرد در گلبرگ‌ها، تحت تأثیر انواعی از کاروتنوئیدها و وجود رنگ‌های مختلف در گیاه گل ادریسی تحت تأثیر آنتوسیانین می‌باشد؛ اما گلبرگ‌ها فاقد سبزینه بوده، در فتوسنتز نقش ندارند، روبیسکو و کالوین و تثبیت کربن‌دی‌اکسید نداشته و قادر به تولید ATP به صورت نوری نمی‌باشند و عامل مهمی در جذب جانوران گرده‌افشان محسوب می‌شوند.

نکته ۶

درخت آلبالو نوعی نهان‌دانه دولپه است و دارای گل‌های کامل، با شش گلبرگ و یک برچه می‌باشد؛ در واقع مادگی گل آلبالو تک برچه است. ضمناً از انجا که گل آلبالو، نوعی گل کامل است، دوجنسی محسوب شده و قادر به خودلقاحی می‌باشد.

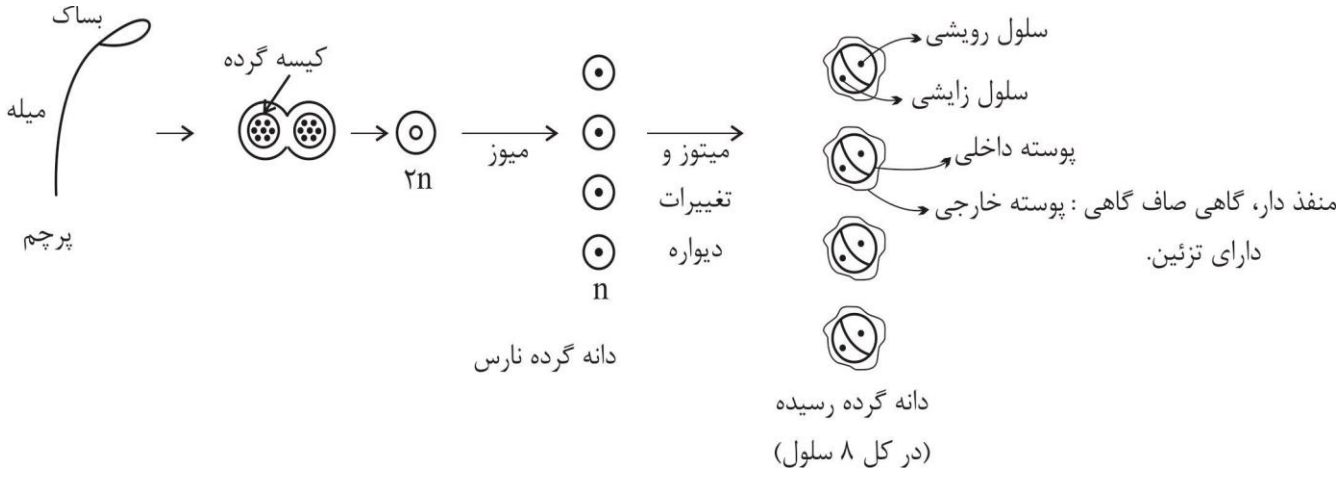
ضمناً می‌توان گفت هر یک از گل‌های آن، قابلیت تبدیل شدن به میوه را دارند.





گامت‌زایی نر

در بخش نر گیاه (پرچم) ← شامل میله و بساک ← درون بساک ۲ کیسه گرده (پر از سلول دیپلوئید) ۱ سلول 2n درون کیسه گرده ←(میوز) ۴ سلول n (دانه گرده نارس) ← هر کدام میتوز کرده و دیواره تغییراتی می‌کند ← ۴ دانه گرده رسیده (دارای دیواره داخلی و خارجی + ۲ سلول (رویشی + زایشی)



مراحل تولید گرده رسیده در پرپیم گیاهان گل دار

هر بساک ← تعدادی کیسه گرده دارد ← هر کیسه گرده تعدادی یاخته دیپلوئید (مثلاً Aa) مولد گرده دارد.

یاخته دیپلوئید (Aa) ← هر یاخته دیپلوئید (Aa) قدرت میوز دارد و ۴ گرده نارس و سپس ۴ گرده رسیده ایجاد می کند.

میوز ←
- گرده نارس A ← میتوز + تغییرات در دو دیواره ← گرده رسیده دو هسته ای A
- گرده نارس A ← میتوز + تغییرات در دو دیواره ← گرده رسیده دو هسته ای A
- گرده نارس a ← میتوز + تغییرات در دو دیواره ← گرده رسیده دو هسته ای a
- گرده نارس a ← میتوز + تغییرات در دو دیواره ← گرده رسیده دو هسته ای a

هر چهار گرده رسیده یک یاخته کوچک زایشی و یک یاخته بزرگ رویشی به همراه دو دیواره دارد.

شکفتن باک و گرده افشانی

دیواره خارجی گرده رسیده
- قطعاً منفذدار است.
- ممکن است صاف یا دارای تزئینات باشد.

یاخته هاپلوئید کوچک زایشی ← پس از گرده افشانی ← میتوز کرده ← دو اسپرم مشابه می سازد
- یا هر دو a
- یا هر دو A

دیواره داخلی صاف

یاخته هاپلوئید بزرگ رویشی ← با رویش خود و بدون میتوز، لوله گرده را پس از گرده افشانی در کلاله و خامه ایجاد می کند.

«گرده رسیده نهاندانگان»

ژنوتیپ دو هسته هاپلوئید درون هر گرده رسیده قطعاً مشابه هم می باشد.
- یا هر دو a هستند
- یا هر دو A هستند

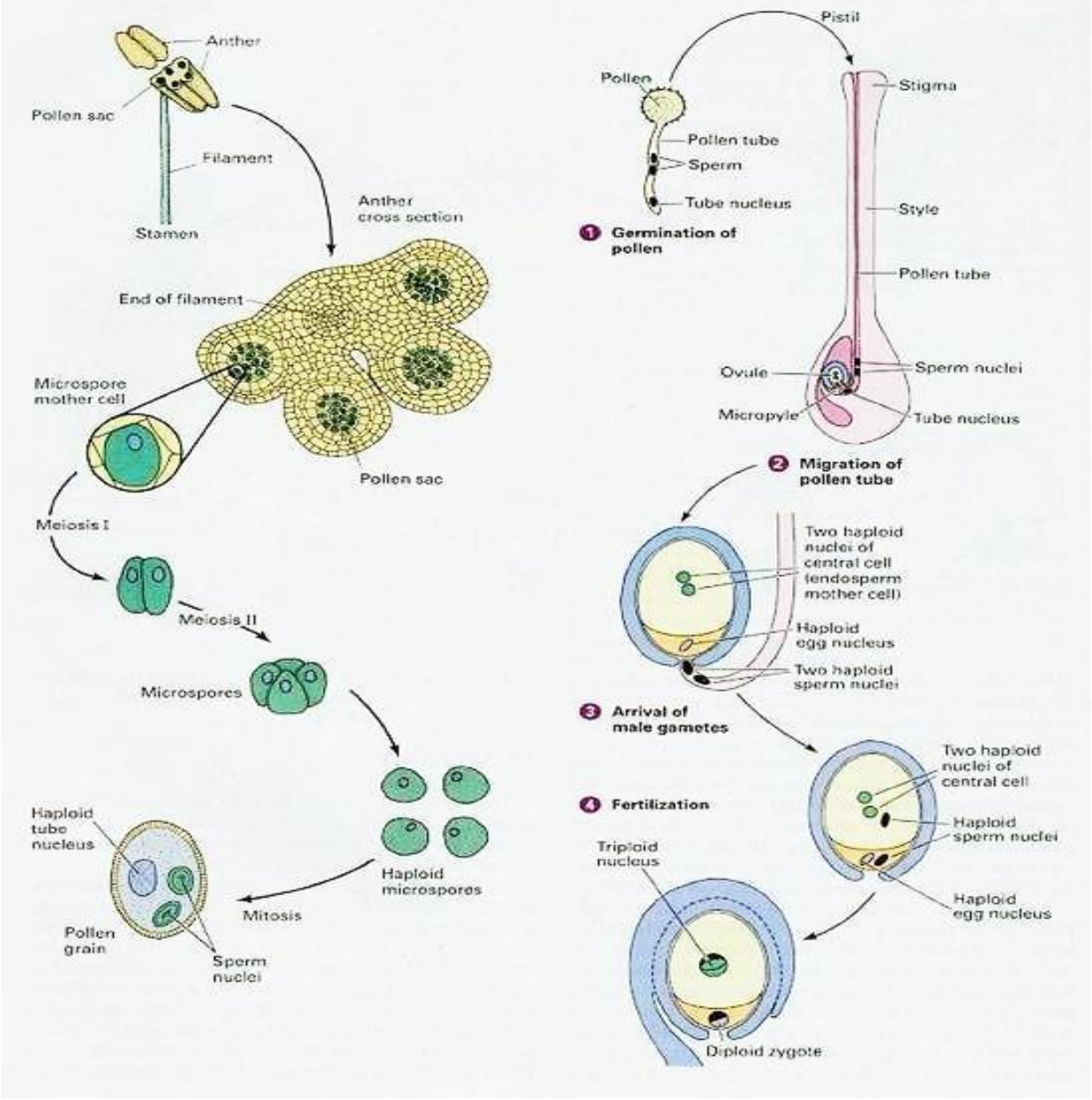
مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

دانه گرده نارس، نوعی یاخته تک‌لاد حاصل از میوز است یعنی برای ایجاد آن، وقوع تقسیم کاستمان و وقوع کراسینگ‌آور، نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل صورت می‌پذیرد و هر دانه گرده نارس از یاخته‌ای با عدد کروموزومی متفاوت با خود به وجود می‌آید؛ حاصل میوز بوده و قابلیت میتوز دارد؛ به دانه‌های گرده نارس دیگر متصل بوده و همراه با آن‌ها ساختاری چهار یاخته‌ای تشکیل می‌دهد و در پوسته خود تزئینات خاصی ندارد و می‌تواند با دانه‌های گرده نارس دیگر، تفاوت ژنتیکی داشته باشد، اما دانه گرده رسیده، ساختاری با دو یاخته تک‌لاد و دو دیواره خارجی و داخلی است و حاصل تقسیم میتوز می‌باشد؛ یعنی برای تشکیل آن، نوترکیبی و کراسینگ‌اور و تفکیک ژن‌های آلل صورت نپذیرفته است و تنها اتفاق مهم برای ایجاد آن، جدا شدن کروماتیدهای خواهر ی و به قطبین رفتن کروموزوم‌های دختری می‌باشد. ضمناً دیواره خارجی دانه‌های گرده رسیده منفذدار و ممکن است صاف یا دارای تزئینات مختلفی باشد و به دلیل داشتن انواعی از کاروتنوئیدها، می‌تواند به رنگ‌های مختلفی از جمله زرد یا نارنجی دیده شود. توجه داشته باشید که ژن‌نمود دو یاخته موجود در دانه گرده رسیده، یعنی یاخته‌های زایشی و رویشی، مشابه با هم و مشابه با دانه گرده نارس به وجود آورنده آن است. ضمناً هر دو یاخته زایشی و رویشی حاصل تقسیم میتوزاند؛ اما هیچ یک از این یاخته‌ها قابلیت لقاح ندارند؛ بلکه یکی از آن‌ها، یعنی یاخته رویشی، قادر است رشد کرده و لوله گرده را تشکیل دهد و یاخته دیگر می‌تواند با تقسیم میتوز درون لوله گرده، یاخته‌های جنسی نر را به وجود آورد. توجه داشته باشید که از آنجا که یاخته‌های جنسی نر، حاصل میتوز یاخته‌های زایشی‌اند، از نظر ژنتیکی مشابه با یکدیگر و همچنین مشابه با یاخته‌های رویشی و زایشی و گرده نارس به وجود آورنده این یاخته‌هااند.

گرده‌های نارس، یاخته‌های تک‌لاد حاصل تقسیم میوزاند؛ بنابراین هرچند هرگرده نارس n کروموزومی است، اما ژن‌نمود گرده‌های نارس می‌تواند متفاوت باشد؛ در صورتی که ژن‌نمود یاخته زایشی و رویشی موجود در یک دانه گرده رسیده، لزوماً مشابه است. ضمناً از هر یاخته دولاد موجود در کیسه گرده، چهار دانه گرده رسیده، که هر یک دارای دو یاخته رویشی و زایشی است، به وجود می‌آید و چون یاخته زایشی، دو یاخته‌های جنسی نر و یاخته رویشی، یک لوله گرده ایجاد می‌کند، می‌توان گفت از هر یاخته 2n درون کیسه گرده، چهار دانه گرده رسیده یا چهار یاخته رویشی یا چهار یاخته زایشی یا هشت دیواره دانه گرده رسیده یا چهار لوله گرده یا هشت یاخته‌های جنسی نر حاصل می‌آید.

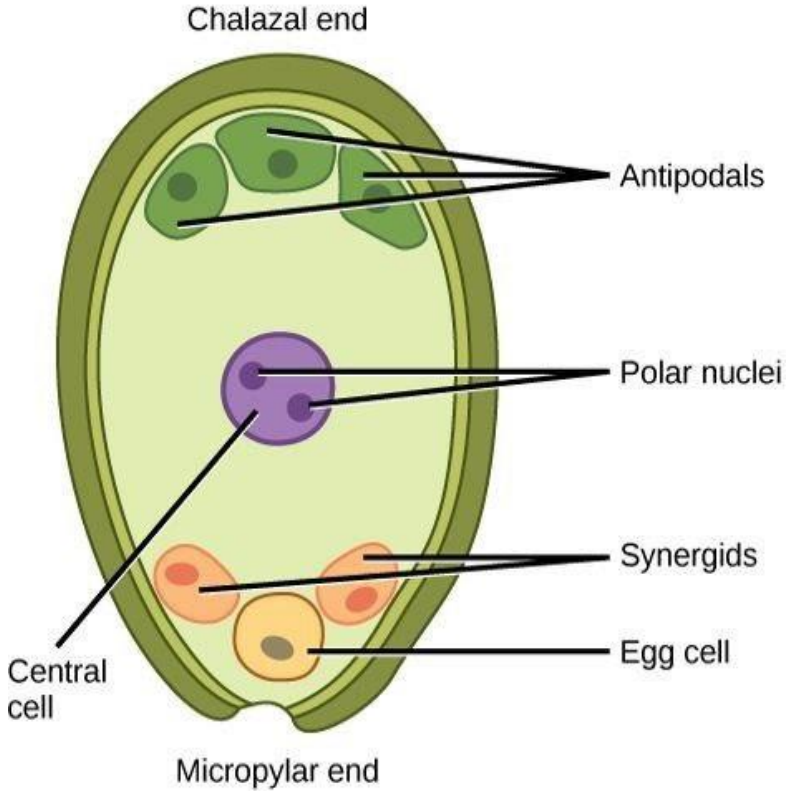
گامت‌زایی ماده

در بخش مادگی گل (برچه) ← شامل تخمدان، خامه و کلاله ← درون تخمدان محل تشکیل تخمک‌هاست ← تخمک جوان (پوشش ۲ لایه‌ای اطراف مجموعه‌ای سلول 2n بنام پارانشیم خورش) ← یک سلول 2n از بافت پارانشیم خورش بزرگ می‌شود ← میوز با سیتوکینز نابرابر ← ۴ سلول نابرابر که ۳ تا می‌میرن یکی می‌مونه ← اونی که موند ۳ بار میتوز ← ساختار کیسه رویانی (۷ سلول، ۸ هسته) دارای ۲ سلول مهم (تخم‌زا و ۲ هسته‌ای).


Anther
Pollen sac
Filament
Stamen
Anther cross section
End of filament
Microspore mother cell
Pollen sac
Meiosis I
Meiosis II
Microspores
Haploid microspores
Mitosis
Haploid tube nucleus
Pollen grain
Sperm nuclei
Pistil
Pollen
Stigma
Pollen tube
Sperm
Tube nucleus
Style
1 Germination of pollen
Pollen tube
Ovule
Sperm nuclei
Micropyle
Tube nucleus
2 Migration of pollen tube
Two haploid nuclei of central cell (endosperm mother cell)
Haploid egg nucleus
Two haploid sperm nuclei
3 Arrival of male gametes
Two haploid nuclei of central cell
4 Fertilization
Haploid sperm nuclei
Triploid nucleus
Haploid egg nucleus
Diploid zygote

مراحل تولید گامت ماده (تخم زا) و کیسه رویانی در مادگی گل

- تخمدان متورم هر برچه ← تعدادی تخمک دارد ← هر تخمک جوان
  - دو پوسته یا پوشش دولایه ای دارد که یاخته های دیپلوئید دارد (مثلاً Aa)
  - درون پوسته ها، بافتی به نام خورش یا یاخته های دیپلوئید دارد (مثلاً Aa). ← در هر تخمک ← یکی از یاخته های بافت خورش (Aa)
    - یکی از یاخته ها تک هسته ای گامت ماده یا تخم زا می باشد (A)
    - یکی از یاخته ها دو هسته ای است که AA می باشد.
    - یک کیسه رویانی با ۸ هسته هاپلوئید (A) در تخمک ایجاد می کند.
    - یاخته باقی مانده سه مرحله میتوز می کند.
    - سه یاخته هاپلوئید آن می میرد.
    - یاخته بزرگ تر و داخلی تر هاپلوئید باقی می ماند (مثلاً A)
    - چهار هسته هاپلوئید به وجود می آورد.
    - بزرگ می شود و میوز می کند.



نکته ۱۰

برچه دارای سه بخش کلاله، خامه و تخمدان [محل تشکیل تخمک‌ها] است. توجه داشته باشید که نمی‌توان گفت هر یک از یاخته‌های تشکیل‌دهنده تخمدان، قادر به انجام تقسیم میوز می‌باشد. ضمناً تخمک جوان نیز دارای سه بخش شامل بافت خورش، پوشش دولایه‌ای و منفذ می‌باشد که تنها یکی از یاخته‌های تشکیل-دهنده بافت خورش، می‌تواند بزرگ شده و با تقسیم میوز، چهار یاخته تک‌لاد ایجاد کند که از نظر عدد کروموزومی مشابه‌اند؛ اما یکی از این یاخته‌ها، که در فاصله دورتری از منفذ تخمک قرار دارد و دارای اندازه بزرگ‌تری است، باقی می‌ماند و سه یاخته دیگر که کوچک‌ترند، از بین می‌روند؛ سپس این یاخته، با سه مرحله تقسیم میتوز، کیسه رویانی را حاصل می‌آورد که دارای هفت یاخته و هشت هسته است. توجه داشته باشید که برای تشکیل یاخته‌ای که منشأ کیسه رویانی است، وقوع میوز و کراسینگ‌اور و تشکیل تتراد و جداشدن فام‌تن‌های همتا صورت می‌پذیرد؛ اما برای تشکیل کیسه رویانی، نیازی به وقوع میوز نیست و در واقع کیسه رویانی و یاخته‌های موجود در آن از جمله تخم‌زا و یاخته دوهسته‌ای، حاصل تقسیم میتوزاند. ضمناً از هفت یاخته‌ای که درون کیسه رویانی تشکیل می‌شود، تنها دو یاخته‌ی، یعنی تخم‌زا و دوهسته‌ای می‌تواند در لقاح شرکت کنند و سایر این یاخته‌ها قابلیت لقاح ندارند.

نکته ۱۱

پرچم با برچه، کیسه گرده با تخمک و یاخته‌های 2n درون کیسه گرده با یاخته میوزکننده بافت خورش معادل هم می‌باشند. گرده نارس با یاخته حاصل از میوز بافت خورش و دانه گرده رسیده با کیسه رویانی معادل می‌باشند؛ مثلاً می‌توان گفت: معادل دانه گرده رسیده در بخش ماده درخت سیب، هفت یاخته و هشت هسته دارد.

برای تبدیل یاخته تک لاد منشأ کیسه رویانی به کیسه رویانی، لازم است سه مرحله تقسیم میتوز، یعنی هفت تقسیم میتوز صورت پذیرد؛ ضمناً تعداد تقسیمات سیتوپلاسمی، یکی کمتر از تعداد تقسیمات هسته‌ها خواهد بود چون در یکی از یاخته‌ها، یعنی یاخته دوهسته‌ای، سیتوکینز (تقسیم میان‌یاخته) صورت نپذیرفته است.

از یاخته‌های درون کیسه رویانی، ۶ یاخته حاصل میتوز و سیتوکینز و یک یاخته [یاخته دوهسته‌ای] حاصل میتوز بدون سیتوکینز است؛ پس برای تشکیل هیچ کدام از این یاخته‌ها، فرآیند میوز و کراسینگ‌اور و نوترکیبی و تفکیک ژن‌های آلل صورت نپذیرفته است و تتراد تشکیل نشده است. ضمناً چون هسته‌های درون کیسه رویانی، همگی محصول میتوز یک یاخته تک‌لاد، از نظر ژنتیکی با یکدیگر و با یاخته تک‌لاد به وجود آورنده‌شان کاملاً مشابه‌اند؛ اما تنها دو تا از این یاخته‌ها که مجموعاً سه هسته دارند، قادر به لقاح با یاخته‌های جنسی نر می‌باشند.

در هر تخمک، تنها یک یاخته، قادر به انجام تقسیم میوز است و سایر یاخته‌ها، مثل یاخته‌هایی از بافت خورش که اطراف کیسه رویانی را در بر می‌گیرند، قادر به انجام میوز نمی‌باشند؛ ضمناً درون هر تخمک و از هر یاخته پارانشیم خورش، تنها یک کیسه رویانی به وجود می‌آید.

تخمک نارس و رسیده در داشتن دو پوسته و همچنین در وجود منفذ و بافت نرم‌آکنه‌ای خورش اشتراک دارند و تفاوت مهمشان این است که در تخمک رسیده، کیسه رویانی تشکیل شده است؛ ضمناً در هر کیسه رویانی، دو یاخته، که یکی بزرگ‌ترین یاخته و دیگری نزدیک‌ترین یاخته به منفذ می‌باشد، قادر به انجام لقاح‌اند.

در گیاهان، یاخته‌هایی که قابلیت لقاح دارند [یعنی یاخته‌های جنسی] محصول مستقیم تقسیم میتوزاند نه میوز! ضمناً برخلاف اغلب جانوران که در آن‌ها، یاخته‌های حاصل از میوز، یاخته‌های جنسی را تشکیل می‌دهند که قابلیت لقاح داشته و می‌توانند تکثیر کنند، در گیاهان یاخته‌های حاصل از میوز، قادر به لقاح نیستند اما توانایی انجام تقسم میتوز را دارند. ضمناً به طور کلی در نهان‌دانگان، سه نوع یاخته، یعنی زامه یا اسپرم یا یاخته جنسی نر، یاخته جنسی ماده یا تخم‌زا و یاخته دوهسته‌ای، قابلیت لقاح دارند و این توانایی در هیچ‌یک از یاخته‌های رویشی، زایشی، گرده نارس و یا بافت خورش و همچنین یاخته‌هایی که مستقیماً از میوز به وجود آمده‌اند، دیده نمی‌شود

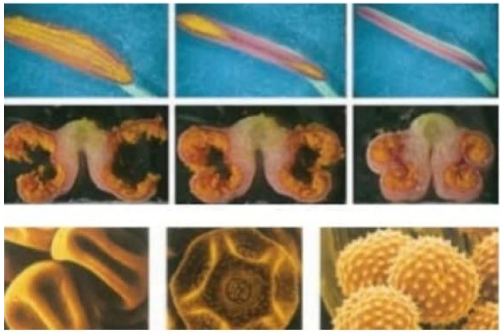
برای تبدیل یاخته خورش به یاخته بزرگی که منشأ کیسه رویانی است، وقوع میوز و تشکیل تتراد و وقوع نوترکیبی و کراسینگ‌اور و تفکیک ژن‌های آلل، صورت می‌پذیرد اما این وقایع برای تشکیل کیسه رویانی رخ نمی‌دهد؛ چون یاخته‌های درون کیسه رویانی حاصل تقسیم میتوزاند. توجه داشته باشید که از هفت

یاخته درون کیسه رویانی، دو تا [یعنی تخم‌زا و دوهسته‌ای] قابلیت لقاح دارند و این یاخته‌ها نیز همان گامت‌های نر محصول تقسیم میتوزاند نه میوز! با ذکر این نکته که برای تشکیل یکی از این یاخته‌ها [یعنی دوهسته‌ای] میتوز بدون تقسیم سیتوپلاسم صورت گرفته است.

در تخمک نارس [نه تخمک بالغِ دارای کیسه رویانی] تنها یکی از یاخته‌های بافت خورش قابلیت میوز دارد و یاخته حاصل از آن، نهایتاً کیسه رویانی را می‌سازد؛ نه اینکه یاخته‌های بافت خورش اطراف کیسه رویانی قابلیت میوز داشته باشند!

از هر یاخته خورش تنها یک کیسه رویانی حاصل می‌آید که ژن‌نمود هر ۸ هسته درون آن کاملاً مشابه می‌باشد و از ۷ یاخته موجود در آن هیچ‌یک قادر به میتوز نیست و ۵ یاخته نیز قادر به لقاح نمی‌باشند.

بیان این جمله که «منشأ تخم‌زا و یاخته دوهسته‌ای، کیسه رویانی است.» کاملاً غلط می‌باشد؛ در واقع این دو یاخته، بخشی از کیسه رویانی می‌باشند و منشأ آنها یاخته بزرگتر باقی مانده حاصل از تقسیم میوز یاخته بافت خورش تخمک است.



گرده افشانی

- با شکفتن بساک و رها شدن گرده های رسیده صورت می گیرد.
- به انتقال گرده رسیده از بساک به کلاله گرده افشانی می گویند.
- دانه گرده رسیده به وسیله باد، آب و جانوران پراکنده می شود یا در همان گل خودلقاحی می کند.

گرده افشان ها

- جانورانی هستند که گرده ها را از یک گل به گل دیگر می برند.
- پیکر آن ها هنگام تغذیه به دانه های گرده رسیده آغشته می شود.
- رنگ های درخشان، بوهای قوی و شهد گل، عوامل محرک برای جلب توجه این جانوران می باشد.

زنبورهای عسل

- گل هایی که شهد آن ها قند فراوان دارند را می افشانند.
- گیرنده فرابنفش در چشم مرکب خود دارند.
- پرتو فرابنفش بازتاب شده از گل ها را گرفته و به سوی آن ها می روند.
- اغلب زنبورهای کارگر ماده هستند که در اثر لقاح ایجاد شده اند ولی خود آن ها در لقاح شرکت نمی کنند.

خفاش ها

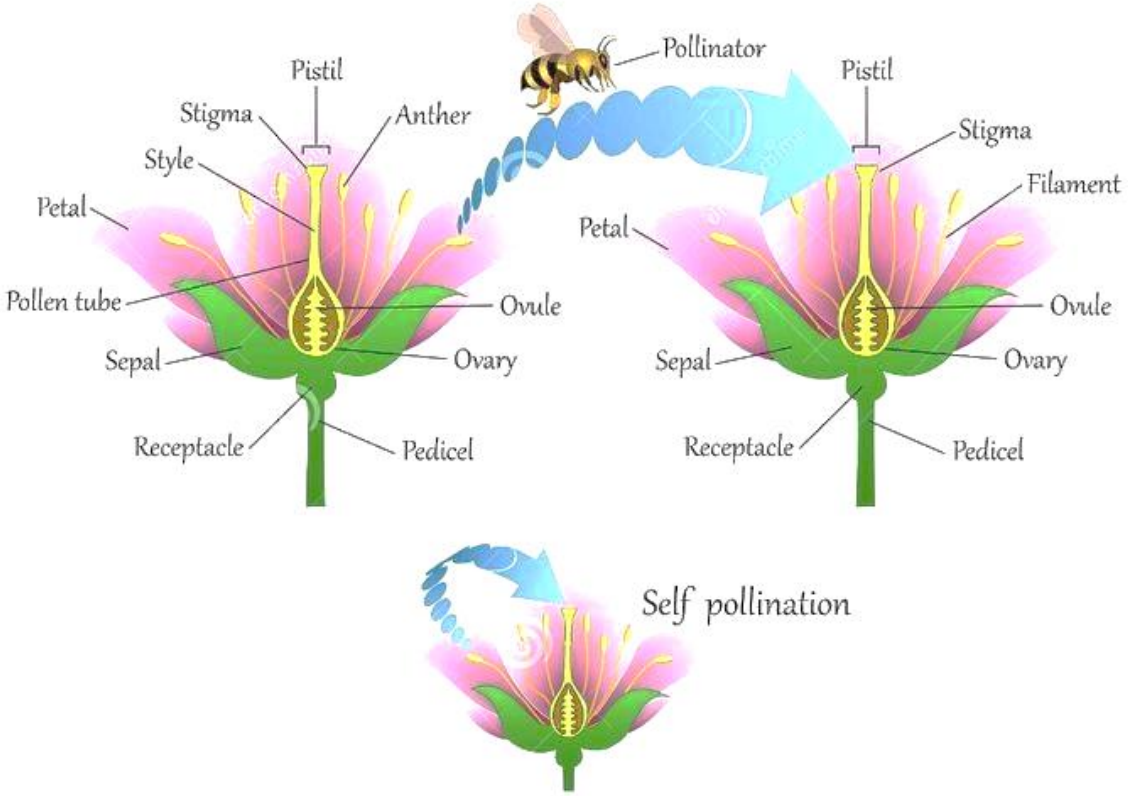
- پستاندارانی هستند که برخی رفتار دگرخواهی با گروه همکاری دارند.
- گل های سفیدی که در شب باز هستند را می افشانند.

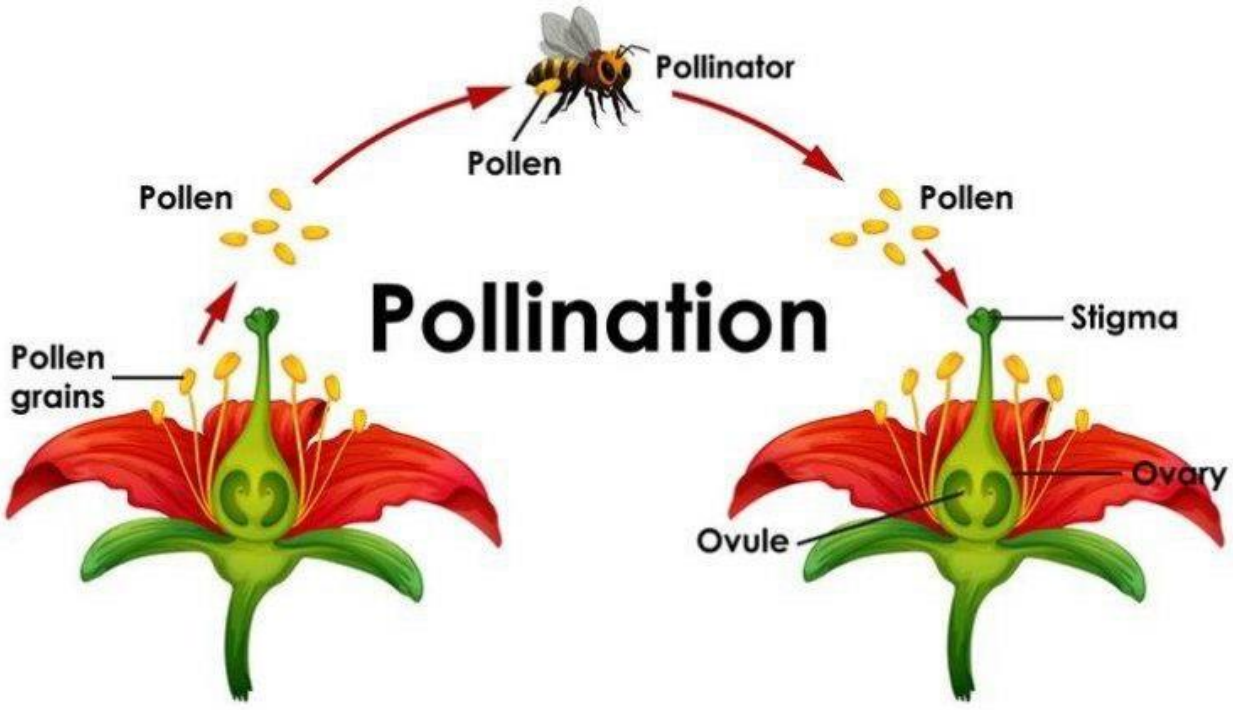
گرده افشانی با باد

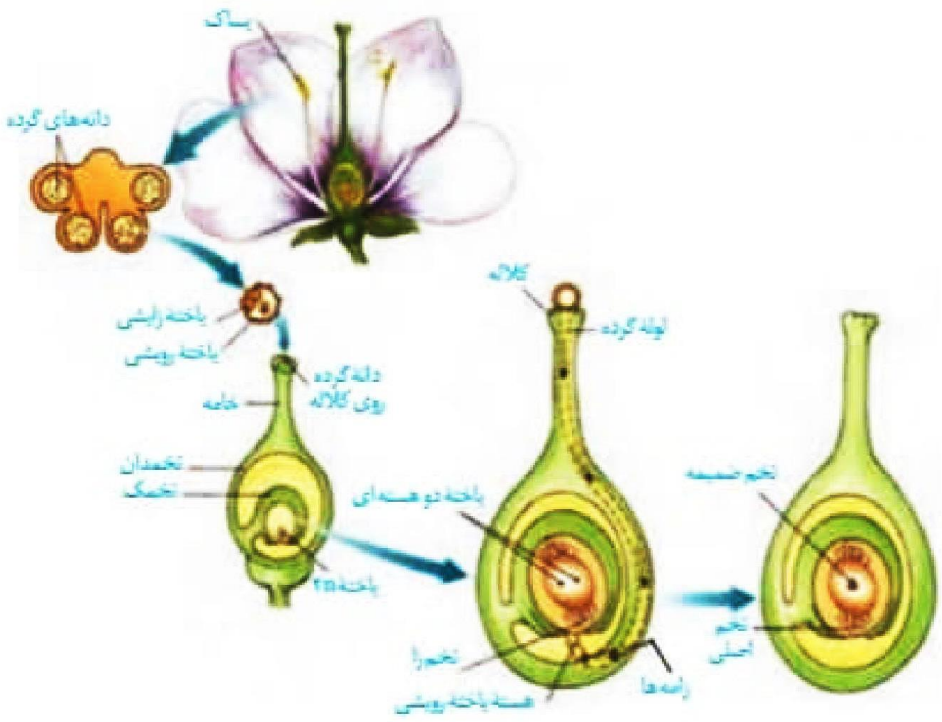
- مخصوص گیاهانی است که تعداد فراوانی گل کوچک دارند (مانند بلوط).
- فاقد رنگ های درخشان، بوهای قوی و شیره هستند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

POLLINATION OF PLANTS






پرچم
دانه‌های گرده
یاخته زایشی
یاخته رویشی
دانه گرده
روی کلاله
خامه
تخمدان
تخمک
یاخته ۲n
کلاله
لوله گرده
یاخته دو هسته‌ای
تخم‌زا
هسته یاخته رویشی
رانه‌ها
تخم ضمیمه
تخم
اصلی

نکات شکل:

لقاح و تولید گامت در نهاندانگان

- پس از گرده افشانی ← قرارگیری گرده رسیده روی کلاله ← در صورت پذیرش کلاله (هم گونه بودن و سازگار بودن) ← تمایز یاخته رویشی دانه گرده ← ایجاد لوله گرده و نفوذ آن در کلاله و خامه
- درون لوله گرده ← هسته زایشی هاپلوئید گرده (A) ← (میتوز می کند) دوتا اسپرم مشابه (a) می سازد ← هر دو توانایی لقاح دارند و وارد کیسه رویانی می شوند.
- گامت نر نهاندانگان درون لوله گرده ایجاد می شود ولی لوله گرده در برچه (قسمت خامه) ایجاد شده است.
- گامت نر نهاندانگان در کیسه گرده و پرچم یا بساک ایجاد نمی شود.
- هر تخمک رسیده حاوی یک کریسه رویانی می باشد که در اطراف رویانی بقیه یاخته های دیپلوئید خورش واقع هستند.
- دور هر کیسه رویانی و پارانشیم های خورش اطراف آن، دو پوسته تخمک با یاخته های دیپلوئید وجود دارد.

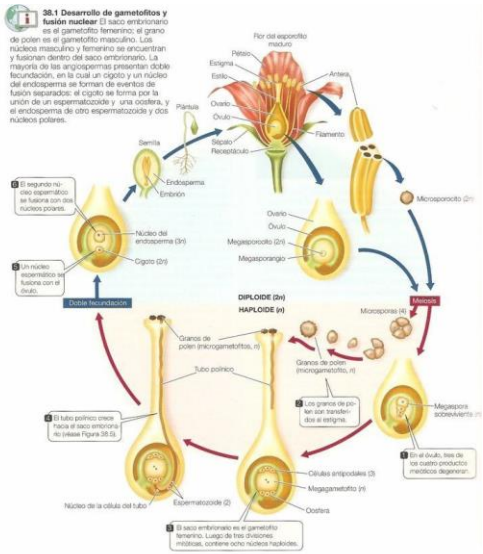
در هر کیسه رویانی تعدادی یاخته وجود دارد که دو یاخته آن قدرت لقاح دارد.
- یاخته تخم زای هاپلوئید (a)
- یاخته دو هسته ای با دو هسته هاپلوئید مشابه (aa)

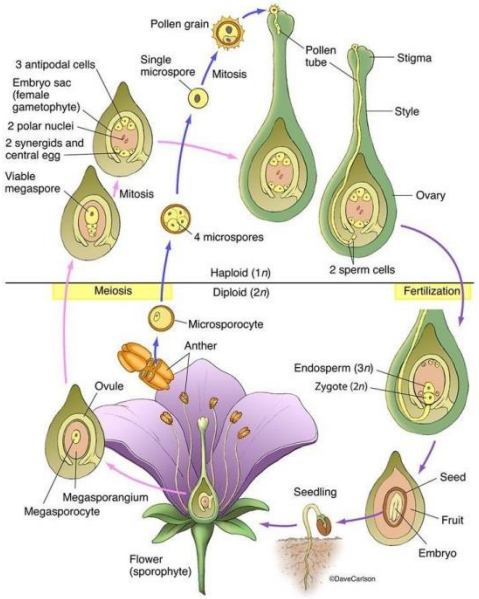
- فرض کنید گل نر با ژنوتیپ AA و گل ماده با ژنوتیپ aa باشد.

لقاح مضاعف نهاندانگان
- اسپرم (A = n) + تخم زا (a = n) ← تخم اصلی (Aa = ۲n) ← (میتوز) منشأ رویان، لپه و گیاه اصلی می شود.
- اسپرم (A = n) + یاخته دو هسته ای (aa = ۲n) ← تخم ضمیمه (Aaa = ۳n) ← (میتوز)
  - بافت ۳n درون دانه (آندوسپرم) می سازد.
  - یاخته های پارانشیمی دارد.
  - ذخیره غذای رویان می باشد.

در کیسه رویانی، پنج هسته در لقاح مضاعف شرکت می کنند.
- دو هسته از دو اسپرم
- سه هسته از دو یاخته کیسه رویانی

انواع آندوسپرم (درون دانه)
- اگر میتوز تخم ضمیمه بدون تقسیم سیتوپلاسم باشد ← بافت غذایی مایع مثل شیرنارگیل می سازد.
- اگر میتوز آن با تقسیم سیتوپلاسم باشد ← بخش گوشتی جامد و سفید نارگیل را می سازد.





* نهاندانگان لقاح مضاعف (لقاح دوتایی) دارد چون ۲ لقاح در کیسه رویانی رخ می‌دهد:

✓ لقاح ۱ ⇐ اسپرم ۱ لقاح با سلول تخم زا ← تخم اصلی 2n ←(نمو)— رویان

✓ لقاح ۲ ⇐ اسپرم ۲ لقاح با سلول دو هسته‌ای ←تخم ضمیمه ای ۳n ←(تقسیم میتوز متوالی)—

درون دانه (آندوسپرم)

بخش های دانه اولیه هر نهاندانه

- دو پوسته که از یاخته های (۲n) تخمک حاصل شده است ← ژنوتیپ والد یا گل ماده را دارد.
- رویان و لپه یا لپه های آن ← از میتوز تخم اصلی ۲n ایجاد شده است.
- اندوخته اولیه یا درون دانه (آندوسپرم)
  - از میتوز تخم ضمیمه ۳n ایجاد شده است.
  - یک الل از والد نر و دو الل مشابه از والد ماده دارد.

نکته ۲۱

در نهان‌دانگان تقسیم میوز هم در گل نر و هم در گل ماده و در واقع درون کیسه‌های گرده بساک و همچنین تخمک موجود در تخمدان صورت می‌پذیرد؛ اما توجه داشته باشید که در هیچ گل نری، تشکیل یاخته جنسی صورت نمی‌پذیرد. چون زامه‌های نهان‌دانگان درون لوله گرده و در مجاورت تخمک تشکیل می‌شود. مثلاً می‌توان گفت در گل نر گیاه کدو هیچ نوع یاخته جنسی به وجود نمی‌آید.

نکته ۲۲

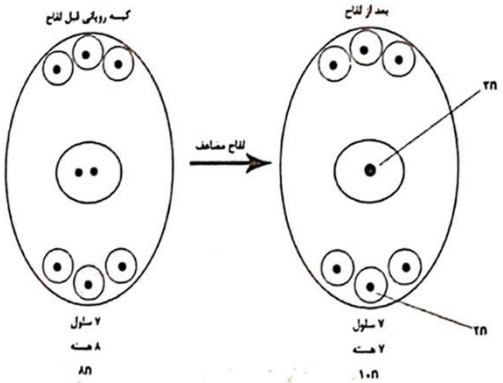
به هنگام تشکیل لوله گرده، دیواره‌های دانه گرده رسیده بر روی کلاله باقی می‌ماند و قبل از رسیدن لوله گرده به کیسه رویانی، یاخته زایشی تقسیم می‌کند.

نکته ۲۳

پس از تقسیم یاخته زایشی و پیش‌لقاح، در نزدیکی یاخته تخم‌زا [به جز هسته یاخته‌های تشکیل دهنده تخمک]، هسته یاخته رویشی نیز دیده می‌شود.

نکته ۲۴

در یک نهان‌دانه دو لاد، کیسه رویانی قبل از لقاح ۷ یاخته، ۸ هسته و (8n) کروموزوم دارد و بعد از لقاح، ۷ یاخته، ۷ هسته و (10n) کروموزوم خواهد داشت.



دو مثال از ژنتیک گیاهی

مثال (۱)

اگر ژنوتیپ گل نر به صورت aaBB و گل ماده به صورت Aabb باشد، به سئوالات زیر پاسخ دهید:

الف) انواع ژنوتیپ های گرده نارس، هسته زایشی، هسته رویشی و اسپرم ها ← همگی یک نوع aB می شوند.

والد نر aaBB $\xrightarrow{\text{میوز}}$ یک نوع گرده نارس (aB) $\xrightarrow{\text{میتوز}}$ گرده های رسیده aB

- هسته رویشی aB
- هسته زایشی aB $\xrightarrow{\text{میتوز}}$ اسپرم aB
- اسپرم aB

ب) انواع ژنوتیپ های ممکن برای تخم زا و یاخته دو هسته ای را بنویسید:

گل ماده Aabb $\xrightarrow[\text{خورش}]{\text{میوز}}$

- Ab $\xrightarrow{\text{میتوز}}$ کیسه رویانی با هسته های Ab
  - تخم زای آن Ab
  - یاخته دو هسته ای آن AAbb
- ab $\xrightarrow{\text{میتوز}}$ کیسه رویانی با هسته های ab
  - تخم زای آن ab
  - یاخته دو هسته ای آن aabb

ج) انواع دانه های حاصل با ژنوتیپ پوسته، رویان و آندوسپرم آن ها را بنویسید:

۱) لقاح مضاعف اسپرم های aB در کیسه رویانی حاوی هسته های Ab:

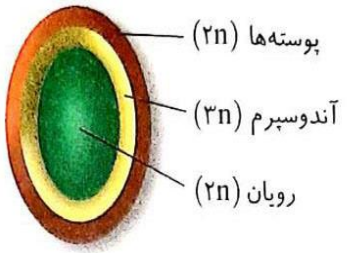
- اسپرم aB + تخم زای Ab ← تخم اصلی ۲n ← AaBb (رویان)
- اسپرم aB + یاخته دو هسته ای AAbb ← تخم ضمیمه ۳n ← AAaBbb (آندوسپرم)

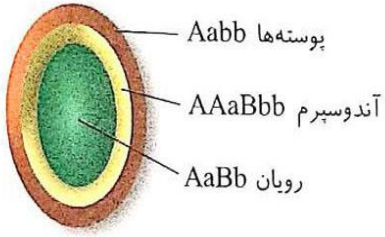
پوسته آن همواره ژنوتیپ گل ماده Aabb را دارد.

۲) لقاح مضاعف بین اسپرم های aB در کیسه رویانی حاوی هسته های ab:

- اسپرم aB + تخم زای ab ← تخم اصلی aaBb (رویان)
- اسپرم aB + یاخته دوهسته ای aabb ← تخم ضمیمه aaaBbb (آندوسپرم)

پوسته دانه آن باز هم ژنوتیپ گل ماده Aabb را دارد.





مثال (۲)

اگر ژنوتیپ آندوسپرم نارگیل به صورت AaaBBBDDDd باشد، ژنوتیپ اسپرم، تخم زا، یاخته دوهسته ای و تخم اصلی یا رویان آن چیست؟

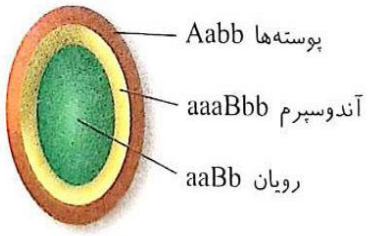
نکته: در هر صفت مثل Aaa، اللی که با بقیه متفاوت است، مربوط به اسپرم (A) و دو الل مشابه دیگر (aa) مربوط به یاخته دوهسته ای است.

AaaBBBDDDd

- اسپرم (n) ← Abd
- تخم زا (n) ← aBD

از لقاح آن ها تخم اصلی AaBBDd به وجود می آید.

- یاخته دو هسته ای ← aaBBDD (همواره در همه صفات خالص است.)
- رویان و تخم اصلی ← AaBBDd



مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

نکات گفتار ۱

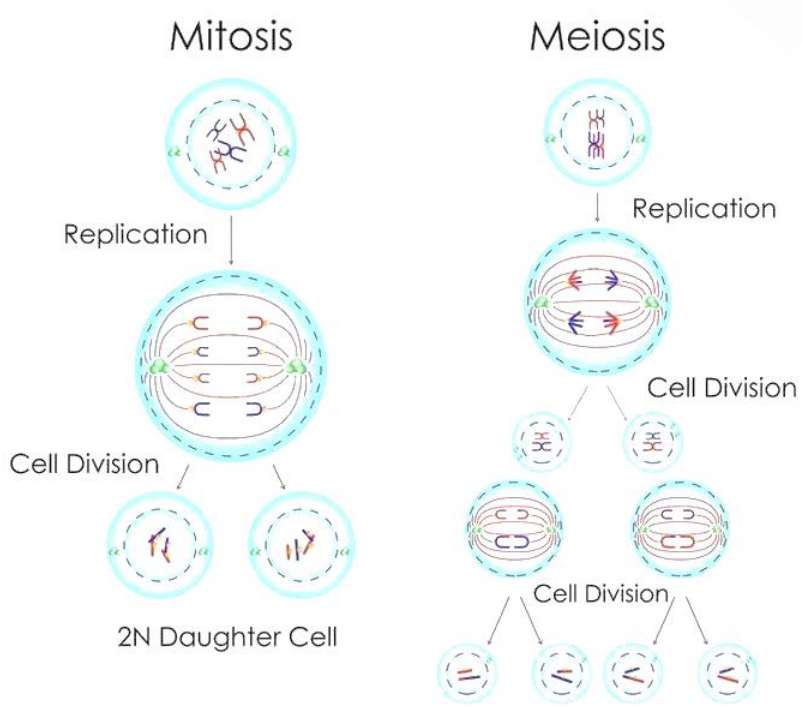
جونم برات بگه...

💥خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:

فصل ۸

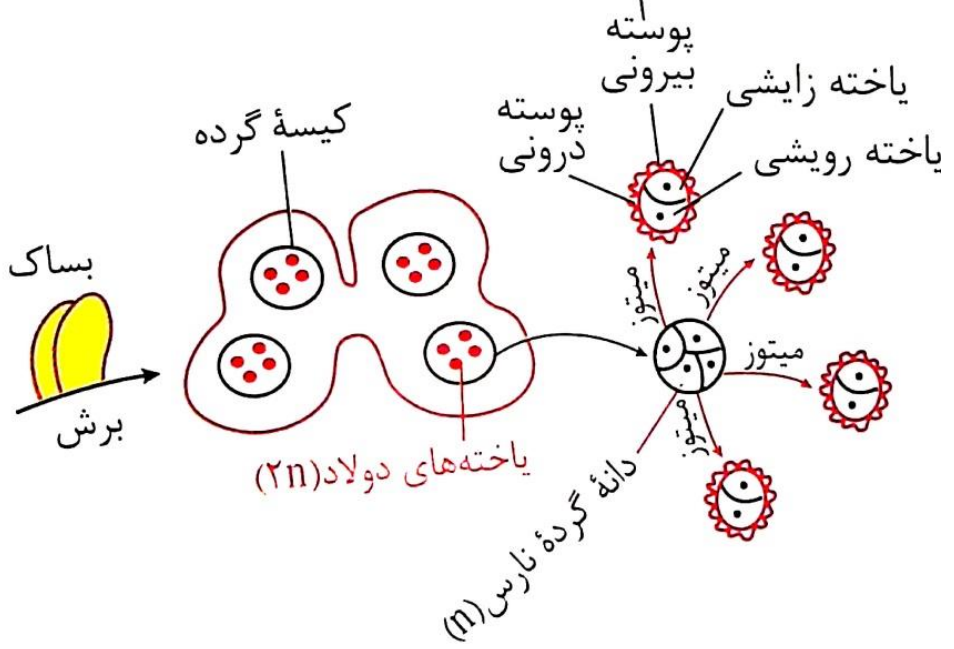
گفتار ۳: از یاخته تخم تا گیاه

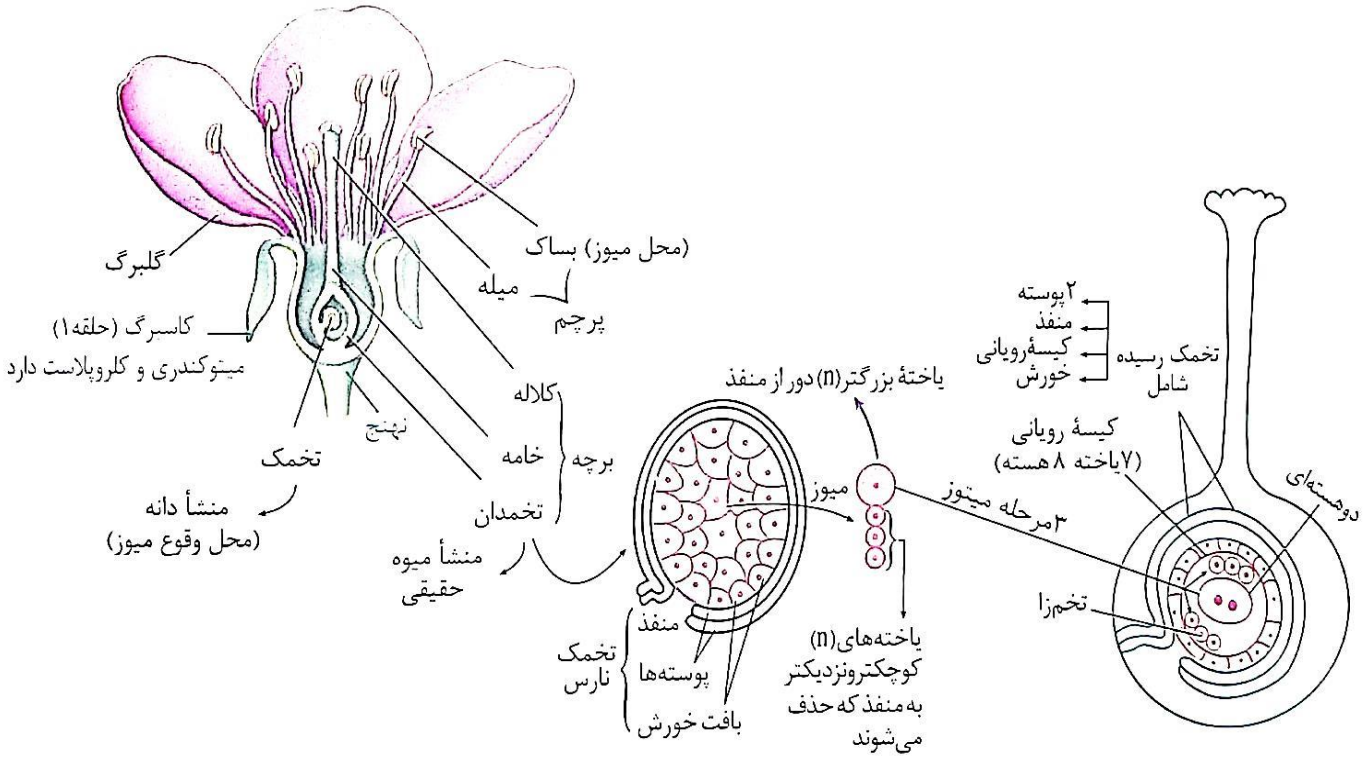
ماجرا:

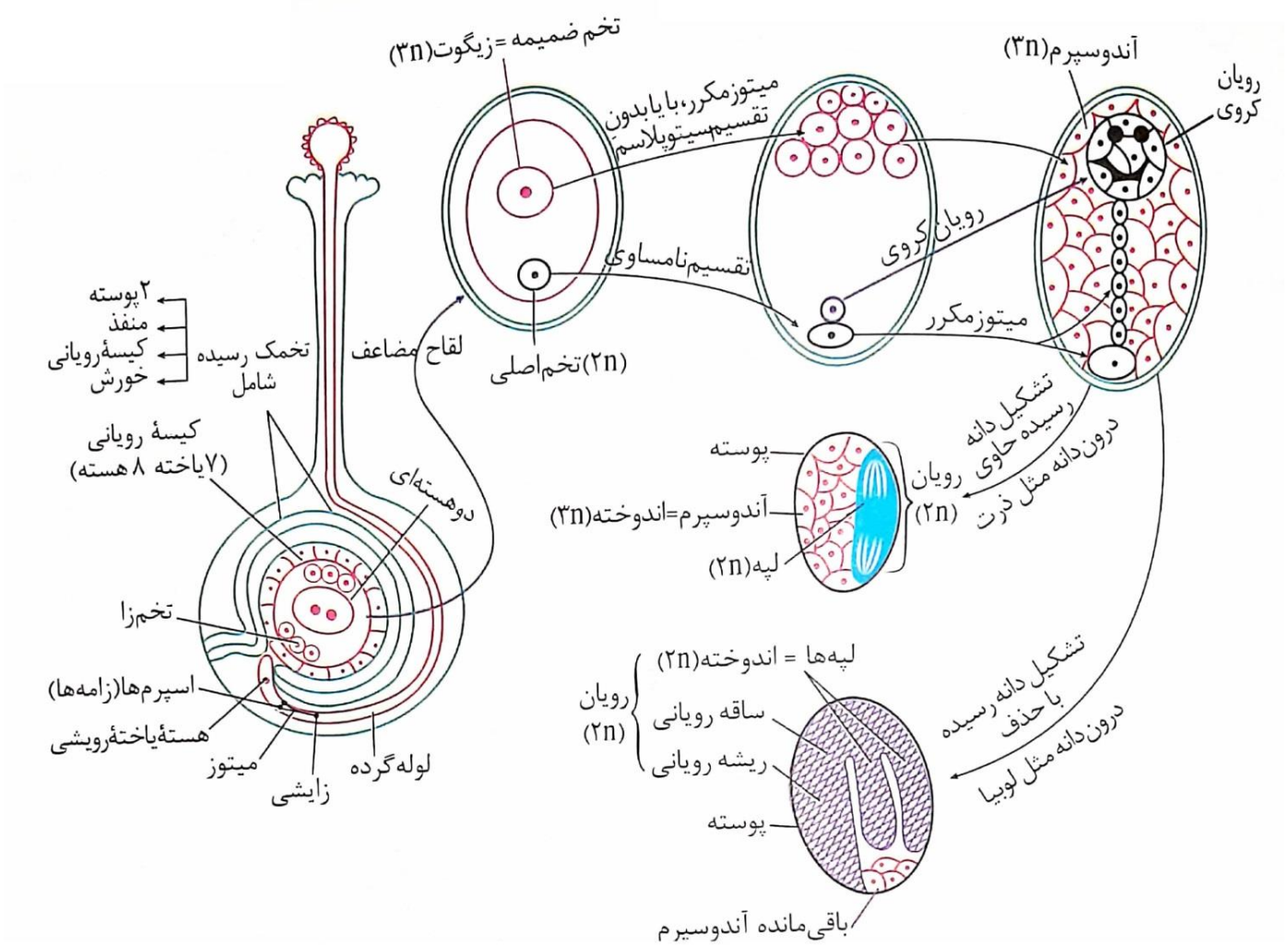


گامت‌زایی نر و ماده ← گروه افشانی ← لقاح ۱ (تولید سلول تخم اصلی ۲۰۰) ← لقاح ۲ (تولید سلول تخم ضمیمه‌ای) ← تشکیل رویان از تخم اصلی و تولید آندوسپرم و مواد غذایی توسط تخم ضمیمه‌ای ← با تغییر پوسته تخمک باعث تبدیل تخمک به دانه می‌شود و پوسته تخمک نیز پوسته دانه می‌باشد ← در شرایط مناسب رشد کرده و تولید دانه می‌کند.

منفذدار و ممکن است صاف
یا دارای تزئیناتی باشد.

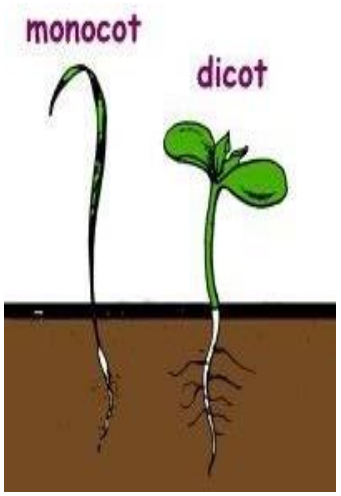


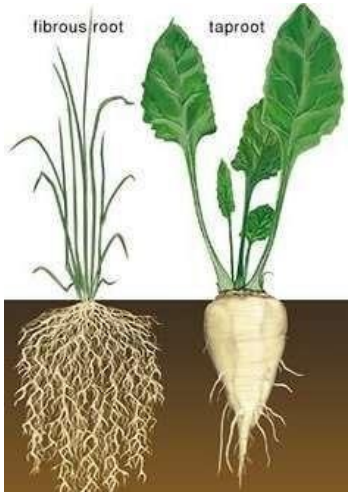



تخم ضمیمه = زیگوت(۳n)
میتوزمکرر، با یا بدون تقسیم سیتوپلاسم
آندوسپرم(۳n)
رویان کروی
نقسیم نامساوی
رویان کروی
میتوزمکرر
تخم اصلی(۲n)
لقاح مضاعف
تخمک رسیده شامل
۲پوسته
منفذ
کیسهٔ رویانی
خورش
کیسهٔ رویانی (۷یاخته ۸هسته)
دوهستهای
تخمزا
اسپرمها(زامهها)
هستهٔیاختهٔرویشی
میتوز
زایشی
لولهگرده
تشکیل دانه رسیده حاوی درون دانه مثل ذرت
پوسته
رویان (۲n)
آندوسپرم=اندوخته(۳n)
لپه(۲n)
تشکیل دانه رسیده با حذف درون دانه مثل لوبیا
لپهها = اندوخته(۲n)
رویان (۲n)
ساقه رویانی
ریشه رویانی
پوسته
باقیمانده آندوسپرم

رویان دانه ها

- تخم اصلی ۲n ← درون کیسه رویانی ابتدا یک میتوز با تقسیم سیتوپلاسم نامساوی می کند و دو یاخته بزرگ و کوچک ایجاد می کند.
- تخم اصلی ۲n —میتوز→ دو هسته ۲n ایجاد می کند ← تقسیم سیتوپلاسم نامساوی
  - یاخته کوچک تر ← منشأ رویان و گیاه اصلی می شود.
  - یاخته بزرگ تر ← بخش ارتباط دهنده رویان و مادر را ایجاد می کند.
- اجزای رویان
  - ساقه رویانی ← انتهای بالایی رویان می باشد که زمینه ساز اندام های هوایی می شود.
  - یک یا دو لپه
    - مشخص ترین بخش رویان می باشند.
    - در غلات، یک عدد و در حبوبات دو عدد وجود دارند.
    - وظیفه انتقال مواد غذایی به سایر بخش های رویان را دارند.
    - به لپه ها، برگ های رویانی نیز می گویند چون در بسیاری از گونه ها از خاک خارج شده و به مدت کوتاهی فتوسنتز می کنند.
  - ریشه رویانی ← انتهای پایینی رویان است که زمینه ساز تشکیل ریشه گیاه می شود.





مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

تبدیل تخمک به دانه

* دانه (پوسته + رویان + ذخیره غذایی)

یه زمانی پوشش تخمک بوده (حفاظت از رویان و ممانعت از رشد سریع آن)

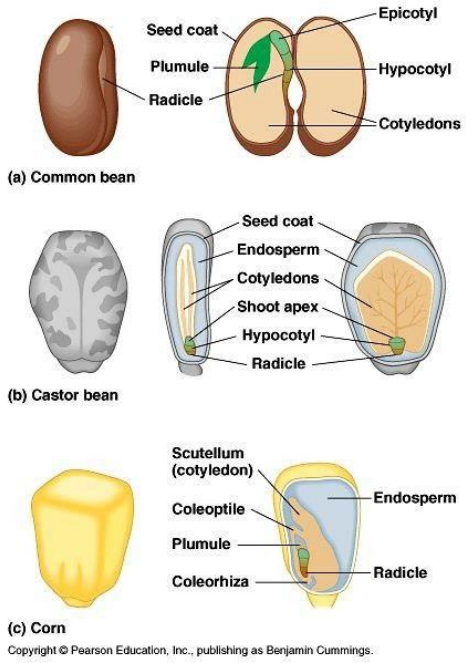
رشد تا مدتی متوقف توسط پوسته دانه و در شرایط مناسب تولید دانه است و شروع رویش دانه.

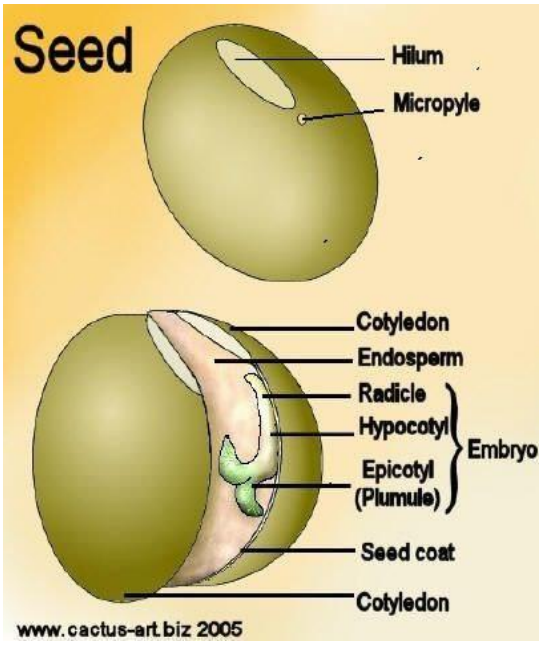
آندوسپرم (۲ حالت دارد)

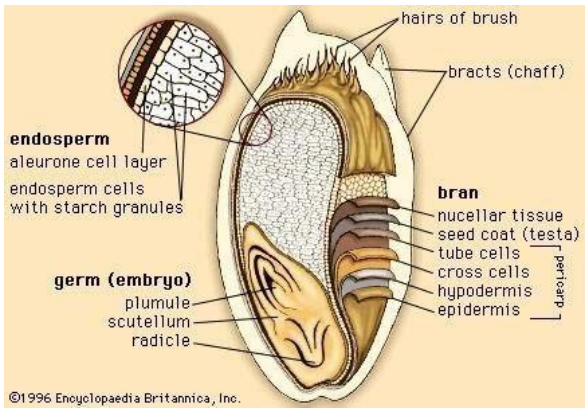
۱) آندوسپرم به عنوان ذخیره باقی بماند و لپه ها نقش انتقال مواد غذایی از آندوسپرم به رویان را دارد (ذرت)

۲) آندوسپرم جذب لپه ها، لپه بزرگ شده و نقش ذخیره ای دارند.

برگ های رویانی : در بسیاری گونه ها از خاک بیرون آمده و مدت کوتاهی فتوسنتز می کنند.



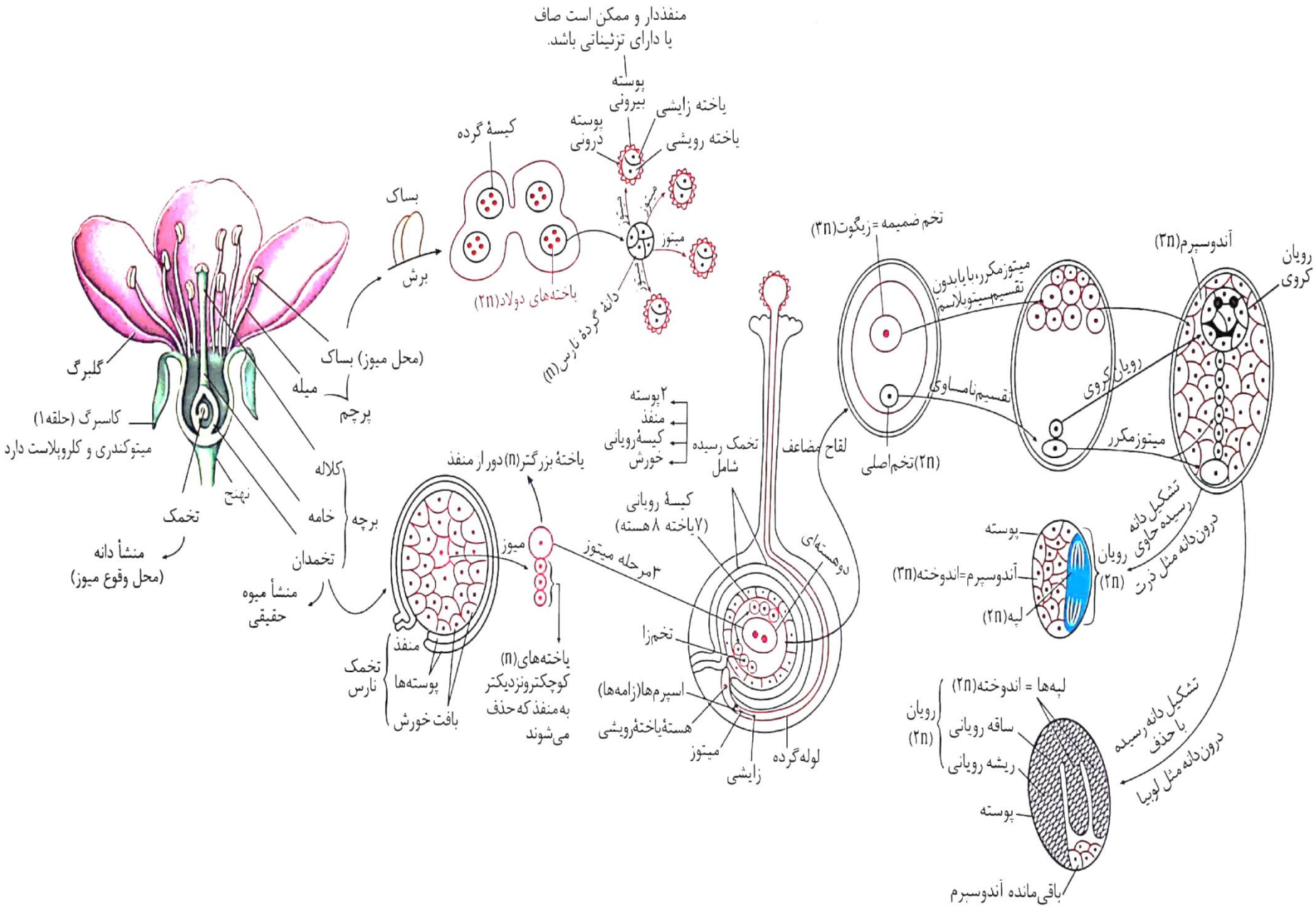




انواع دانه رسیده نهاندانگان

- (الف) دانه رسیده آندوسپرم دار (3n دار)
  - در غلات (گندم و ذرت) دیده می شود.
  - در این دانه ها یاخته اندوخته دار همان یاخته های 3n آندوسپرمی می باشند.
  - لپه آن ها نازک می باشد.
  - لپه آن ها وظیفه انتقال مواد مغذی از آندوسپرم به رویان دارد.
  - لپه آن ها به ذخیره مواد مغذی نمی پردازد.
  - این دانه های رسیده یاخته های
    - دیپلوئید پوسته و رویان دارند.
    - تریپلوئید آندوسپرمی دارند.
- (ب) دانه رسیده فاقد آندوسپرم (فاقد 3n)
  - در حبوبات (لوبیا، نخود و عدس) دیده می شود.
  - مواد آندوسپرمی جذب لپه ها شده اند.
  - دو لپه قطور با قدرت ذخیره مواد غذایی دارند.
  - لپه های آن ها هم ذخیره و هم انتقال غذا به رویان دارند.
  - این دانه ها فقط یاخته های دیپلوئید پوسته و رویان دارند.
  - باقی مانده آندوسپرم آن ها در حال از بین رفتن می باشد.
  - در اغلب موارد لپه های آن ها از خاک خارج می شوند.
    - لپه ها برگ رویانی هستند.
    - مدت کوتاهی فتوسنتز می کنند.
- در هر نوع دانه رسیده
  - پوسته های دانه ← همان پوسته های تخمک از والد ماده می باشند.
  - لپه و رویان ← یاخته های حاصل از میتوز تخم اصلی می باشند.
  - یاخته اندوخته دار
    - در آندوسپرم دارها (ذرت) ← یاخته 3n حاصل از تخم ضمیمه می باشد.
    - در بدون آندوسپرم ها (لوبیا) ← یاخته اندوخته دار همان یاخته 2n لپه ها است.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی


منفذدار و ممکن است صاف
یا دارای تزئیناتی باشد.
پوسته بیرونی
یاخته زایشی
یاخته رویشی
پوسته درونی
کیسهٔ گرده
بساک
برش
یاختههای دولاد(۲n)
میتوز
دانهٔ گردهٔ نارس(n)
گلبرگ
(محل میوز) بساک
میله
پرچم
کاسبرگ (حلقه۱)
میتوکندری و کلروپلاست دارد
کلاله
خامه
تخمدان
برچه
نهنج
تخمک
منشأ دانه
(محل وقوع میوز)
منشأ میوه
حقیقی
یاختهٔ بزرگتر(n) دور از منفذ
میوز
۳مرحله میتوز
منفذ
پوسته‌ها
بافت خورش
تخمک نارس
یاختههای(n) کوچکترونزدیکتر به منفذ که حذف می‌شوند
۲پوسته
منفذ
کیسهٔرویانی
خورش
تخمک رسیده شامل
کیسهٔ رویانی
(۷یاخته ۸هسته)
تخم‌زا
اسپرم‌ها(زامه‌ها)
هستهٔیاختهٔرویشی
میتوز
زایشی
لوله‌گرده
دوهسته‌ای
لقاح مضاعف
تخم ضمیمه = زیگوت(۳n)
(۲n)تخم اصلی
میتوزمکرر،با یابدون تقسیم‌سیتوپلاسم
تقسیم نامساوی
رویان کروی
میتوزمکرر
آندوسپرم(۳n)
رویان کروی
تشکیل دانه رسیده حاوی رویان (۲n)
درون‌دانه مثل ذرت
پوسته
آندوسپرم=اندوخته(۳n)
لپه(۲n)
لپه‌ها = اندوخته(۲n)
رویان (۲n)
ساقه رویانی
ریشه رویانی
پوسته
باقی‌مانده آندوسپرم
تشکیل دانه رسیده با حذف
درون‌دانه مثل لوبیا

ژنتیک گیاهی

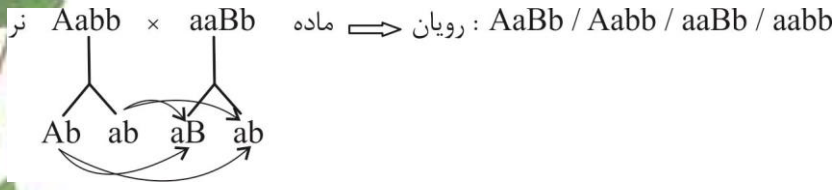
در نهان‌دانگان، پس از وقوع لقاح مضاعف، تخمک به دانه تبدیل خواهد شد؛ به طوری‌که پوسته‌های تخمک به پوسته دانه، تخم اصلی به رویان و تخم ضمیمه به آندوسپرم تبدیل می‌شود که در دانه بالغ یا خود نقش اندوخته را ایفا می‌کند [مثل ذرت] و یا مواد غذایی‌اش را به لپه‌ها منتقل می‌کند تا آنها به عنوان اندوخته دانه عمل کنند [مثل لوبیا] به عبارت ساده‌تر، منشأ سه بخش اصلی دانه، یعنی پوسته، رویان و اندوخته در تک‌لپه‌ای‌ها به ترتیب پوسته تخمک، تخم اصلی و تخم ضمیمه است اما در دانه بالغ دو لپه‌ای‌ها، منشأ پوسته دانه پوسته‌های تخمک و منشأ رویان به اندوخته دانه تخم اصلی می‌باشد.

در مورد وضعیت ژنتیکی دانه نهان‌دانگان لازم است بدانیم، در همه انواع نهان‌دانگان، دانه دارای سه بخش پوسته، رویان و اندوخته است. پوسته که از تغییر شکل پوسته‌های تخمک به وجود آمده است، دولاد بوده دارای ژن نمودی شبیه والد ماده است و ژن‌نمود رویان، همواره از حاصل-ضرب گامت‌های گیاهان نر و ماده به دست می‌آید؛ اما در مورد اندوخته دانه باید توجه داشت که اندوخته دانه در نهان‌دانگاه می‌تواند به شکل دولاد (2n) یه سه‌لاد (3n) باشد. در نهان‌دانگانی مثل لوبیا، که اندوخته دانه (2n) است، ژن نمود اندوخته با ژن نمود رویان، دارای مشابهت کامل است اما در نهان‌دانگانی مثل ذرت که اندوخته آنها آندوسپرم است، اندوخته دانه سه لاد (3n) می‌باشد و برای به دست آوردن ژن‌نمود آن لازم است از گیاهان والد نر و ماده، گامت را به دست آوریم و گامت نر را در دو برابر گامت ماده ضرب کنیم.

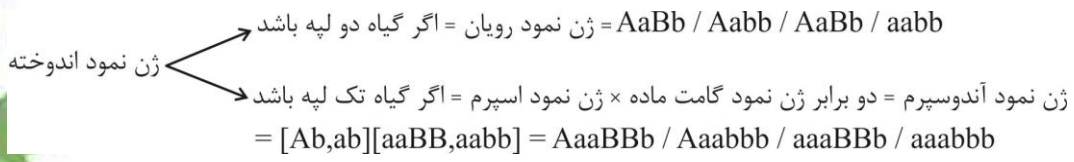
تعیین ژن نمود اجزاء دانه:

برای به دست آوردن ژن‌نمود اجزاء دانه لازم است بدانیم ژن‌نمود پوسته دانه با ژن‌نمود گیاه والد ماده کاملاً یکسان است؛ چون منشأ پوسته دانه، پوسته‌های تخمک است. ضمناً ژن‌نمود رویان این

گونه به دست می‌آید که گامت‌های هر یک از والدین را به دست آورده و آنها را در هم ضرب می-کنیم. مثلاً اگر پرسیده شود از آمیزش [ماده aaBb×Aabbنر]، ژن‌نمود پوسته دانه حاصل کدام است؟ پاسخ aaBb [یعنی معادل والد ماده است] و ژن‌نمودهای ممکن برای رویان حاصل از آمیزش، از طریق گامت‌گیری و ضرب گامت‌ها به شکل زیر به دست می‌آید:



برای به دست آوردن ژن‌نمود اندوخته دانه به این نکته مهم توجه داشته باشید که در نهان‌دانگان دولپه‌ای مثل لوبیا، اندوخته دانه دیپلوئید بوده، لپه می‌باشد و زن‌نمودی مشابه با رویان دارد. یعنی اگر آمیزش فوق، در رابطه با گیاه دو لپه‌ای مثل لوبیا مطرح شده بود، ژن‌نمود اندوخته با رویان مشابه می-شد اما برای بدست آوردن اندوخته دانه گیاهان تک‌لپه مثل ذرت، که سه لاد می باشد و در واقع همان آندوسپرم است .لازم است ابتدا از فرد نر گامت گیری کنیم و اسپرم ها را به دست آوریم . سپس لازم است از فرد ماده گامت‌گیری کنیم، حاصل گامت‌گیری را دو برابر کنیم تا معادل با یاخته دو هسته‌ای شود سپس ژن‌نمود اسپرم‌ها را در یاخته دو هسته‌ای ضرب کنیم. مطابق با آنچه در طرح زیر می‌بینید:



برای یادگیری بهتر، موارد خواسته شده را به دست آورید:

۱) لوبیای نر لوبیای ماده Aa×Aa

الف) ژن‌نمود رویان :

ب) ژن‌نمود اندوخته :

ج) ژن‌نمود پوسته :

۲) ذرت نر ذرت ماده Aa×Aa

: ژن‌نمود رویان (الف

: ژن‌نمود اندوخته (ب

: ژن‌نمود پوسته (ج

۳) ذرت نر AABb×Aabb ذرت ماده

: ژن‌نمود رویان (الف

: ژن‌نمود اندوخته (ب

: ژن‌نمود پوسته (ج

پاسخ:

۱) الف) AA / Aa / Aa / aa
ب) AA / Aa / Aa / aa
ج) Aa

۲) الف) AA / Aa / Aa / aa
ب) AAA / Aaa / AAa / aaa
ج) Aa

۳) الف) AABb / AaBb / AAbb/ Aabb
ب) AAABbb / AaaBbb / AAAbbb / Aaabbb
ج) Aabb

مشخص کردن ژن‌نمود دو هسته‌ای، تخم‌زا، تخم اصلی و اسپرم از روی ژن‌نمود تخم ضمیمه

از روی ژن‌نمود تخم ضمیمه می‌توان ژن‌نمود چند بخش مهم از مشخص نمود. مثلاً اگر ژن‌نمود تخم ضمیمه Aaa باشد، از آنجا که می‌دانیم دو هسته درون یاخته دو هسته‌ای، لزوماً ژن‌نمود مشابه دارند، می‌توانیم بگوییم ژن‌نمود یاخته دو هسته‌ای aa بوده است و نصف آن [یعنی a] ژن-نمود تخم‌زا می‌باشد. ضمناً آلل متفاوت [یعنی A] مربوط به اسپرم می‌باشد و چون تخم 2n از لقاح اسپرم و تخم‌زا حاصل می‌آید، ژن‌نمود Aa دارد. برای به دست آوردن سریع ژن‌نمودهای فوق، از روی ژن‌نمود تخم ضمیمه از چند نکته زیر استفاده کنید:

۱) یاخته دوهسته‌ای لزوماً دو آلل مشابه دارد.

۲) تخم‌زا نصف دو هسته‌ای است.

۳) اسپرم تک‌لاد بوده، یک آلل دارد و اگر هر سه آلل تخم 3n مشابه باشد (مثل bbb) یکی را برای اسپرم در نظر می‌گیریم و اگر مشابه نباشد (مثل Bbb) حرف متفاوت را برای اسپرم در نظر می‌گیریم (مثل B) و نهایتاً برای به دست آوردن ژن‌نمود تخم 2n، کافی است از سه آلل تخم ضمیمه، یکی از آلل‌های مشابه را حذف کنیم. مثلاً اگر ژن‌نمود تخم 3n، RWW باشد، دو هسته‌ای ژن‌نمود WW، تخم‌زا ژن‌نمود W، اسپرم ژن‌نمود R و تخم 2n ژن‌نمود RW خواهد داشت.

برای تسلط بیشتر به موارد زیر پاسخ دهید:

* در سئوالات ۱و۲ با توجه به ژن‌نمود تخم ضمیمه، ژن‌نمودهای مورد سئوال را بنویسید.

۱) 3n : aaaBbbDddRWW

الف) ژن‌نمود دو هسته‌ای :

ب) ژن‌نمود تخم‌زا :

ج) ژن‌نمود اسپرم :

د) ژن‌نمود تخم اصلی :

۲) 3n : AaaBBBDDd

الف) ژن‌نمود دو هسته‌ای :

ب) ژن‌نمود تخم‌زا :

ج) ژن‌نمود اسپرم :

د) ژن‌نمود تخم اصلی :

پاسخ:

۱)
- الف) دو تا شبیه بنویس = aabbddww
- ب) نصف دو هسته ای بنویس = abdw
- ج) اگر سه تاش مثل همه، یکی رو بنویس اگر هم نه، اونی رو بنویس که فرق داره = aBDR
- د) یکی از شبیه ها رو حذف کن = ~~a~~ aaBb ~~b~~ Dd ~~d~~ RW ~~W~~

۲)
- الف) aaBBDD
- ب) aBD
- ج) Abd
- د) AaBBDd

شکل ۱۶ـ الف) میوه درخت هلو حاصل رشد تخمدان و ب) میوه درخت سیب حاصل رشد نهنج است.

میوه

- تخمک به دانه تبدیل می شود ولی میوه از رشد و نمو بقیه قسمت های گل ایجاد می شود.
- میوه حقیقی ← همیشه از رشد تخمدان ایجاد می شود (مثل میوه هلو).
- میوه کاذب ← قسمتی از گل به غیر از تخمدان حاصل می شود ← میوه کاذب سیب از نهنج ایجاد می شود.

در میوه کاذب سیب

- بخش خوراکی از نهنج ایجاد شده است.
- تخمدان و تخمک ها در وسط میوه به صورت نازک قرار دارند.

- در میوه حقیقی هلو ← محدوده دیوار تخمدان هم شامل بخش خوراکی و هم بخش چوبی ضخیم اطراف دانه می شود.

پراکنش میوه ها

- میوه ها در حفظ دانه ها و پراکندگی آن ها مؤثرند.
- برخی میوه ها با چسبیدن به پیکر جانوران با آن ها جابه جا می شوند.

میوه نارس معمولاً مزه ناخوشایند دارد

- در نتیجه توسط جانوران خورده نمی شود.
- زمان لازم برای حفظ دانه های خود را دارد.

- هورمون اتیلن با زودرس کردن میوه ها، مدت نگهداری دانه توسط آن ها را کم می کند.
- جانوران با خوردن میوه رسیده ← سبب آزاد شدن دانه آنها می شوند ← سبب پراکنش گیاه می شوند.
- پوسته سخت برخی دانه ها، سبب محافظت آن ها در برابر شیره گوارشی می شود.
- رنگ های درخشان میوه رسیده، جانوران را به خود جذب می کنند.
- هورمون اکسین و جیبرلین در درشت کردن میوه ها و تشکیل میوه بی دانه نقش دارند.

میوه های بدون دانه

اگر تخم اصلی و دانه تشکیل نشود

- اکسین و جیبرلین در این عمل نقش دارند.
- میوه بی دانه ایجاد می شود (مانند پرتقال بی دانه).

- اگر لقاح صورت بگیرد ← تخم اصلی تشکیل شود ← ولی رویان قبل از تکمیل مراحل رشد، بمیرد ← دانه های نارس ریز با پوسته نازک ایجاد می شوند ← به آن ها نیز میوه بی دانه گفته می شود (مثل برخی موزها که بی دانه هستند).

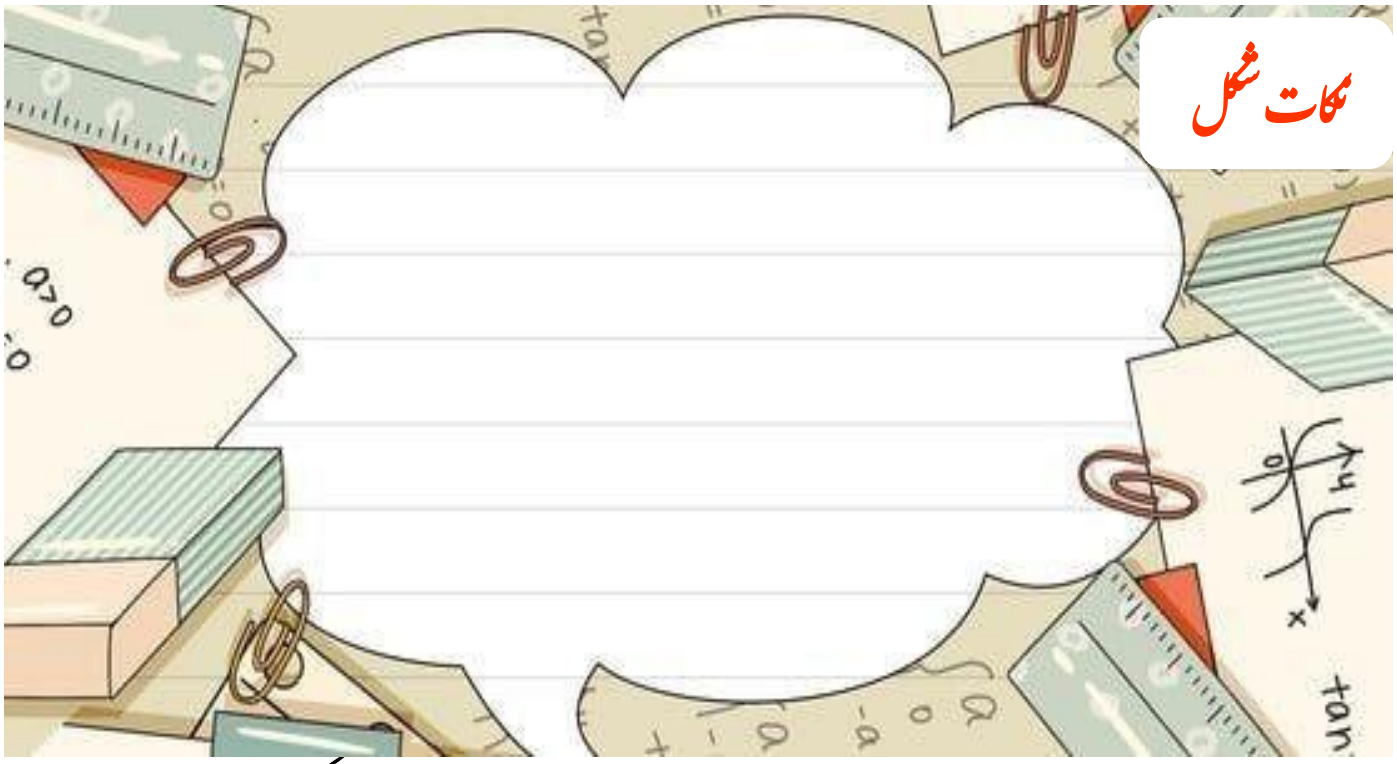
مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

ماجرای میوه‌های بدونِ دانه؟!

می دونیم دانه حاصل لقاح سلول تخم زا و اسپرم و رشد نمو تخمک ← پس اگر لقاحی نباشه دانه ای هم نیست!

پرتقال بدون دانه

یا اگر لقاح داشتیم هم رویان قبل از تکمیل مراحل رشد و نمو از بین برود دانه نارس ایجاد می شود که ریز است و پوسته نازک. موز



طول عمر گیاهان نهاندانه

- از چند روز تا چند قرن می باشد.
- معمولاً طول عمر درختان دو لپه ای که رشد پسین و کامبیوم دارند از علفی ها بیشتر است.

گیاهان یک ساله

- در مدت یک سال یا کمتر رشد رویشی و زایشی خود را تکمیل می کنند.
- پس از تولید مثل و گل دهی از بین می روند.
- گیاه گندم و خیار، نهاندانه یک ساله هستند.
- همه این گیاهان علفی هستند و کامبیوم و رشد پسین ندارند.

گیاهان دو ساله

- این گیاهان در سال اول فقط رشد رویشی دارند ← ریشه، ساقه و برگ ایجاد می کنند.
- شلغم و چغندرقند از این گروه می باشند ← رنگ چغندر به دلیل آنتوسیانین درون کریچه های ریشه آن است.
- این گیاهان در سال اول، موادغذایی حاصل از فتوسنتز را در ریشه خود ذخیره می کنند.
- در سال دوم علاوه بر رشد رویشی با مصرف مواد درون ریشه، ساقه گل دهنده ایجاد می کنند.
- در سال دوم گل می دهند (یک بار گل می دهند) ولی دو سال رشد رویشی دارند.

ریشه آن ها

- در سال اول نوعی اندام مصرف می باشد که مواد آلی را ذخیره می کند.
- در سال دوم نوعی اندام منبع است که مواد آلی را از خود خارج می کند.

- همه این گیاهان علفی هستند و اغلب فاقد کامبیوم و رشد پسین می باشند.

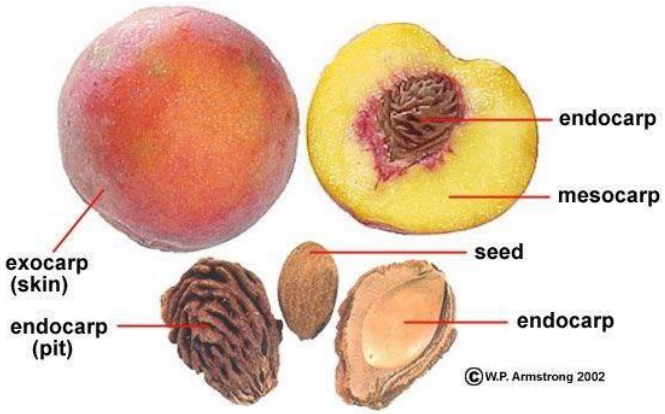
گیاهان چند ساله

چند ساله علفی

- برخی مثل زنبق هستند که زمین ساقه ای در خاک حاوی جوانه دارد.
- برخی از آن ها هر سال گل، دانه و میوه می دهند.
- سال ها به رویش خود ادامه می دهند.

چند ساله چوبی

- دو لپه ای درختی و درختچه ای هستند.
- کامبیوم و رشد پسین قطری دارند.
- ممکن است حتی تا چند قرن زندگی کنند.
- سال ها رشد رویشی و گل دهی دارند.



Drupe (fleshy fruit with a stony endocarp)

نکات گفتار ۳

نکات گفتار ۳

جونم برات بگه...

💥خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:

فعالیت ها

ترکیب سمی با این فصل؟

زیستن شناسی

نکته بازی

نکته بازی

خلاصه ی فصل:

من اگر طراح بودم ....

نمونه سوال تشریحی

۱- کدام عبارت، در مورد گیاه ادریسی صحیح است؟ (سراسری خارج از کشور- ۸۶ با تغییر)

۱) رویان آن بیش از دو لپه دارد.

۲) دانه گرده رسیده در پرچم تمایز می‌یابد.

۳) گلبرگ آن در خاک اسیدی صورتی می‌شود.

۴) بافت حاوی مواد غذایی در دانه، بخشی از قسمت هاپلوئیدی است.

۲- در گیاه ..... یاخته‌های جنسی نر ..... بوده و مستقیماً از تقسیم ..... حاصل می‌شوند. (سراسری- ۸۸ با تغییر)

۱) لوبیا- فاقد وسیله حرکتی- میوز

۲) سرخس- دارای وسیله حرکتی- میوز

۳) گندم- فاقد وسیله حرکتی- میتوز

۴) کاج- دارای وسیله حرکتی- میتوز

۳- در موفق‌ترین گیاهان خشک‌زی، همواره ..... . (سراسری خارج از کشور- ۹۰)

۱) وجود چند برچه برای آمیزش یاخته جنسی نر یا تخمزا، الزامی است.

۲) تولید مثل جنسی سریع‌تر از تولیدمثل غیرجنسی انجام می‌گیرد.

۳) یاخته یا یاخته‌های حاصل از میوز، توانایی انجام تقسیم میتوز را دارند.

۴) دانه‌های گرده نارس پس از خروج از کیسه گرده، رسیده می‌شوند.

۴- در چرخه زندگی همه گیاهانی که دارای ..... هستند، ..... . (سراسری- ۹۱)

۱) رشد پسین- کیسه رویانی در تخمک تمایز می‌یابد.

۲) گل یک جنسی- بافت مغذی رویان قبل از لقاح شکل می‌گیرد.

۳) رویانی با بیش از یک لپه- برگ رویانی به مدت کوتاهی مواد آلی غذایی می‌سازد.

۴) دانه گرده رسیده فتوسنتزکننده- یاخته جنسی نر در دانه گرده تشکیل می‌شود.

۵- در همه گیاهان دانه‌دار دوساله، ..... . (سراسری- ۹۱)

۱) شیره خام فقط توسط یک نوع یاخته آوند چوبی هدایت می‌شود.

۲) ساقه تنها محل ذخیره مواد غذایی برای تشکیل محور گل می‌باشد.

۳) مریستم‌های نخستین در نوک ساقه و نزدیک به نوک ریشه تشکیل می‌شوند.

۴) معمولاً بافت‌های حاصل از رشد پسین تشکیل می‌شود.

۶- به طور معمول در چرخه زندگی گیاهانی که دو نوع یاخته تخم با عدد کروموزومی متفاوت ایجاد می‌شود، تشکیل ..... غیرممکن است. (سراسری خارج از کشور- ۹۱ با کمی تغییر)

۱) یاخته جنسی نر در کیسه گرده

۲) گرده رسیده بر روی بخش دیپلوئیدی

۳) دو نوع گرده نارس از طریق میوز

۴) یاخته جنسی فاقد تاژک با تقسیم میتوز

۷- کدام مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کنند؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۱)

«در گیاه نخودفرنگی با ژنوتیپ AaBb، همه .....، ژنوتیپ یکسانی دارند.»

الف) یاخته‌های مولد گرده نارس

ب) گرده‌های نارس حاصل از تقسیم یک یاخته

ج) یاخته‌های خورش موجود در تخمک‌ها

د) یاخته‌های مستقر در دوقطب کیسه رویانی یک تخمک

هـ) یاخته‌های موجود در کیسه‌های رویانی یک مادگی

و) زیگوت‌های تولید شده در یک مادگی

۱) الف- ج- د ۲) الف- د- هـ

۳) ب- ج- و ۴) ب- هـ- و

۸- کدام عبارت صحیح است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۱)

۱) برای هر نوع تکثیر رویشی در گیاهان، وجود محیط کشت سترون الزامی است.

۲) غده سیب‌زمینی همانند قسمت‌های لازم برای تکثیر خوابانیدن، تخصصی می‌باشد.

۳) استفاده از برگ و قطعات ساقه از روش‌های معمول تکثیر غیرجنسی در گیاهان است.

۴) شرط انجام تکثیر غیرجنسی در گیاهان، وجود بخش‌هایی است که برای این منظور تخصص یافته‌اند.

۹- در گیاه کدو، پس از آنکه کروماتیدهای تخم $2n$، حداکثر فشردگی را پیدا نمودنـد، ..... .
(سراسری- ۹۲)

۱) غشای هسته شروع به محو شدن می‌نماید.

۲) جفت سانتریول‌ها در قطبین یاخته مستقر می‌شوند.

۳) کروموزوم‌های همتا از یکدیگر جدا می‌گردند.

۴) کوتاه شدن رشته‌های ریز پروتئینی ممکن می‌شود.

۱۰-چند مورد درباره یاخته‌های دربرگیرنده کیسه رویانی یک تخمک تازه بارور شده نخود، نادرست است؟ (سراسری- ۹۴)

الف) حاوی کروموزوم‌های همتا می‌باشند.

ب) می‌توانند آندوسپرم را به طور کامل مصرف نمایند.

ج) در شرایطی، ساختارهای چهارکروماتیدی ایجاد می‌کنند.

د) با تشکیل بخشی ویژه، موجب اتصال رویان به گیاه مادر می‌شوند.

۱) ۱ مورد

۲) ۲ مورد

۳) ۳ مورد

۴) ۴ مورد

۱۱-همه گیاهانی که .....، دارند، ..... . (سراسری- ۹۴ با تغییر)

۱) ساقه زیرزمینی- دارای برگ‌های خوراکی هستند.

۲) یاخته جنسی نر غیرمتحرک- گل کامل یا ناکامل دارند.

۳) رشد پسین- در پیراپوست ساقه خود یاخته پارانشیمی دارند.

۴) چند بار گل‌دهی- کامبیوم آوندساز دارند.

۱۲- هر یاخته حاصل از میوز که متعلق به سومین حلقه گل زنبق اسـت، چـه مشخصـه‌ای دارد؟ (سراسری- ۹۷)

۱) توسط یاخته‌های دیپلوئید اطراف احاطه شده است.

۲) پس از جدا شدن از بخش دیپلوئید بالغ، به گرده رسیده تبدیل می‌شود.

۳) پس از دوبار تقسیم میتوز، دارای دیواره خارجی و داخلی می‌گردد.

۴) از تقسیم میوز یکی از یاخته‌های پارانشیم خورش به وجود آمده است.

۱۳- همه یاخته‌های حاصل از میوز متعلق به سومین و چهارمین حلقه یک گل دیپلوئید، کدام ویژگی مشترک را دارند؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۷)

۱) ابتدا به طور پی‌درپی چندین تقسیم میتوزی انجام می‌دهند.

۲) در بخش دیپلوئید، رشد و نمو می‌کنند.

۳) از میوز یاخته‌های پارانشیم خورش به وجود آمده‌اند.

۴) توسط یاخته‌های هاپلوئیدی احاطه شده‌اند.

۱۴- با قرار گرفتن دانه گرده گل میمونی سفید (WW) بر روی کلاله گل میمونی صورت (RW)، کدام رخ‌نمود (فنوتیپ) برای رویان و کدام ژن‌نمود (ژنوتیپ) برای درون دانه (آندوسپرم) مورد انتظار است؟ (سراسری- ۹۸)

۱) صورتی- WWR ۲) صورتی- RRR ۳) سفید- WRR ۴) سفید- WWW

۱۵- با توجه به مراحل تکثیر جنسی در یک گیاه نهادانه که گل‌های کامل دارد، چند مورد درست بیان شده است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۸)

الف) همه یاخته‌های تک‌لاد (هاپلوئیدی)، پس از تشکیل به یکدیگر متصل باقی می‌مانند.

ب) بعضی یاخته‌های تک‌لاد (هاپلوئیدی)، پس از تشکیل از نظر دیواره دستخوش تغییر می‌گردند.

ج) همه یاخته‌های تک‌لاد (هاپلوئیدی)، در ابتدای تشکیل، تقسیم رشتمان (میتوز) انجام می‌دهند.

د) بعضی یاخته‌های تک‌لاد (هاپلوئیدی)، در زمان تشکیل،توسط یاخته‌های دولاد (دیپلوئیدی) احاطه می‌شوند.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۶- چند مورد از مطالب زیر، صحیح است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۸)

الف) در همه میوه‌های بدون دانه، لقاح تخم‌زا و اسپرم صورت گرفته است.

ب) فقط دربعضی میوه‌های کاذب، میوه از رشد نهنج به وجود آمده است.

ج) فقط در بعضی میوه‌های حقیقی، میوه از رشد تخمدان به وجود آمده است.

د) در همه میوه‌های دانه‌دار، فضای تخمدان با دیواره برچه‌ها به طور کامل تقسیم شده است.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۷- در نهاندانگان کدام عبارت، درباره بزرگ‌ترین بخش رویان هر دانه صحیح است؟ (سراسری- ۹۹)

۱) تنها بخش ذخیره‌ای دانه محسوب می‌شود.

۲) به دنبال تقسیم نامساوی یاخته تخم ایجاد می‌شود.

۳) به طور موقت می‌تواند مواد آلی را از مواد معدنی بسازد.

۴) نخستین بخشی است که هنگام رویش دانه خارج می‌گردد.

۱۸- به طور معمول، کدام مورد درباره هر یاخته یک گل دوجنسی که توانایی انجام لقاح را دارد، نادرست است؟ (سراسری- ۹۹)

۱) فاقد بخش حرکتی است.

۲) در بخش متورم مادگی یافت می‌شود.

۳) تنها یک مجموعه فام‌تن (کروموزوم) دارد.

۴) حاصل رشتمان (میتوز) یاخته‌ای تک‌لاد (هاپلوئید)ی است.

۱۹- در ارتباط با وسیع‌ترین بخش ساقه اصلی (تنه) یک درخت ده‌ساله، کدام مورد صحیح است؟ (سراسری- ۹۹)

۱) دو نوع سرلاد (مریستم) پسین دارد.

۲) فاقد یاخته‌هایی با دیواره چوب‌پنبه‌ای است.

۳) در هدایت شیره خام گیاه فاقد نقش اصلی است.

۴) یاخته‌های نرم آکنه (پارانشیم) و عدسک‌های فراوان دارد.

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۳
۴) ۱
۵) ۳
۶) ۱
۷) ۱
۸) ۳
۹) ۴
۱۰) ۳
۱۱) ۳
۱۲) ۱
۱۳) ۲
۱۴) ۴
۱۵) ۱
۱۶) ۱
۱۷) ۲
۱۸) ۳
۱۹) ۲

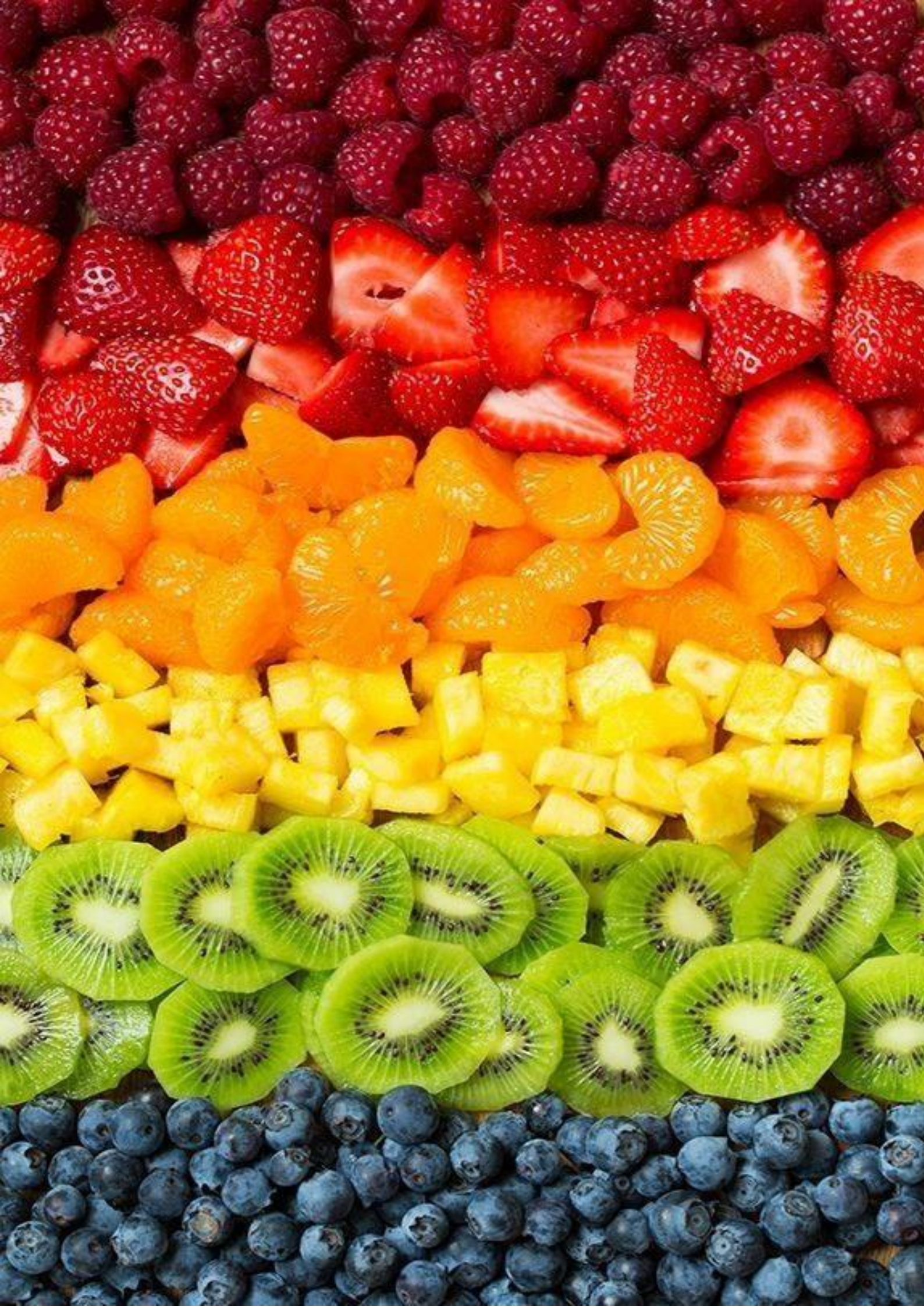
مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

اوضاع تست زنی
منبع:
مهم ها:
باقی مانده ها:
تست آموزشی:
تست زمانبندی:

درصدها حین مطالعه
تست آموزشی
تست زمان بندی

چندبار دوره کردی ؟
مطالعه
1
2
3
4
5
6

درصد های آزمون



بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

زیست‌شناسی (۱)

رشتهٔ علوم تجربی

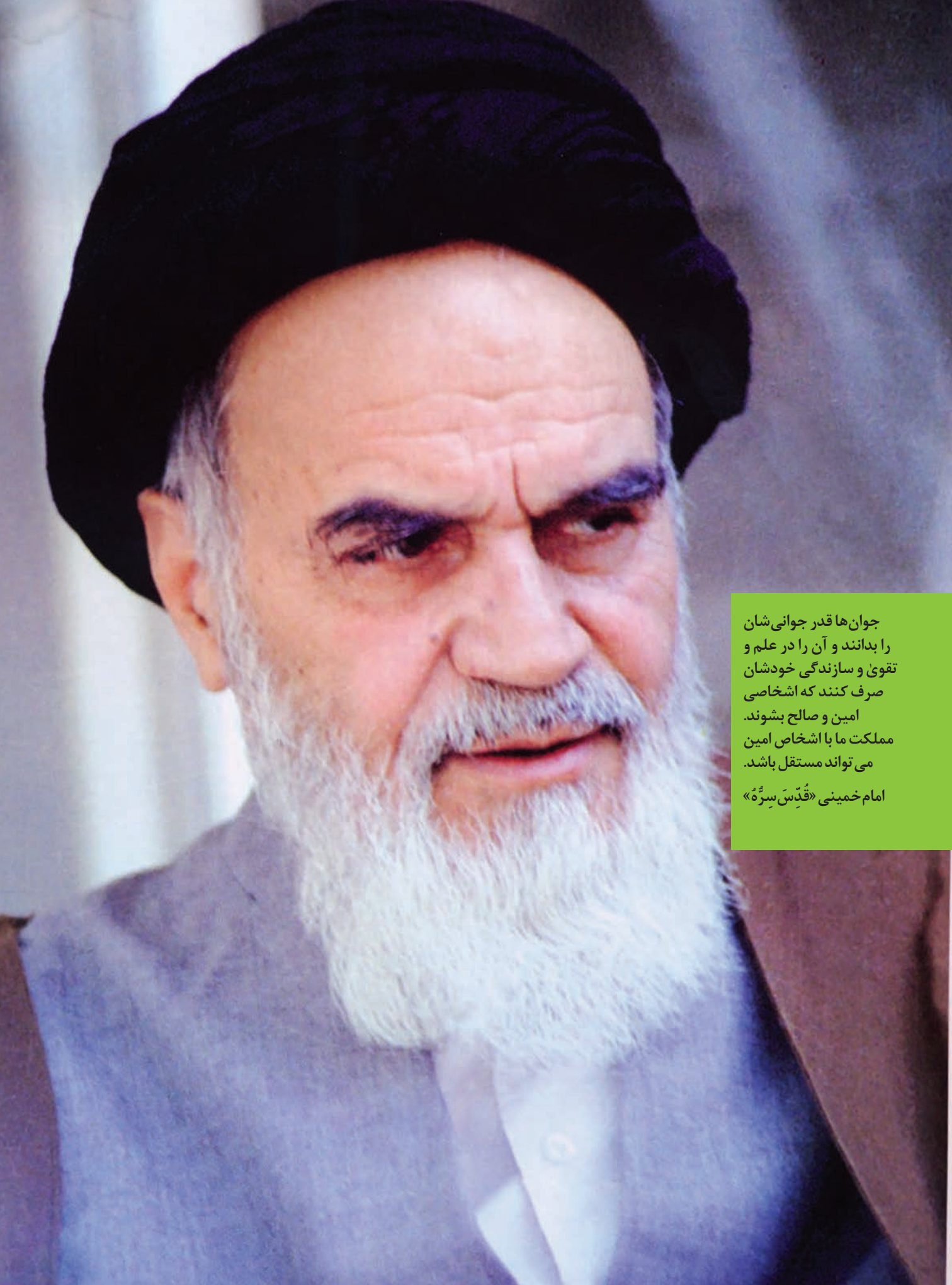
پایهٔ دهم

دوره دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: زیست‌شناسی (۱)ـ پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه ـ ۱۱۰۲۱۶
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: سیدعلی آل‌محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، علیرضا ساری، الهه علوی، بهمن فخریان و محمد کرام‌الدینی (اعضای شورای برنامه‌ریزی و تألیف)
بهمن فخریان (ویراستار علمی) ـ محمد دانشگر، علیرضا کاهه (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) ـ جواد صفری (مدیر هنری) ـ احسان رضوانی (طراح گرافیک، طراح جلد) ـ مریم وثوقی انباردان (صفحه‌آرا) ـ الهه بهین (تصویرگر) ـ عزیز عذار (عکاس تشریح اندام‌ها) ـ مرضیه اخلاقی، سیده فاطمه طباطبایی، رعنا فرج‌زاده دروئی، شاداب ارشادی، فریبا سیر، مریم دهقان‌زاده، فاطمه رئیسیان فیروزآباد (امور آماده‌سازی)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن: ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ ششم ۱۴۰۰

شابک ۹ـ۲۵۱۵ـ۰۵ـ۹۶۴ـ۹۷۸
ISBN: 978_964_05_2515_9



جوان‌ها قدر جوانی‌شان را بدانند و آن را در علم و تقویٰ و سازندگی خودشان صرف کنند که اشخاصی امین و صالح بشوند. مملکت ما با اشخاص امین می‌تواند مستقل باشد.

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

توانمندسازی زبان فارسی در همهٔ زمینه‌ها از جمله علم و فناوری، آرمان تمام ایرانیان است. از این‌رو در این کتاب از واژگان مصوّب فرهنگستان زبان و ادب فارسی به‌جای واژگان بیگانه استفاده شده است.

دبیران ارجمند و دانش‌آموزان عزیز می‌توانند برای پی بردن به ریشهٔ این واژگان به توضیحاتی که در وبگاه گروه زیست‌شناسی دفتر تألیف کتاب‌های درسی آمده است، مراجعه کنند.

فهرست

فصل ۱ـ دنیای زنده **۱**
گفتار ۱. زیست‌شناسی چیست؟ ۲
گفتار ۲. گسترهٔ حیات ۷
گفتار ۳. یاخته و بافت در بدن انسان ۱۱

فصل ۲ـ گوارش و جذب مواد **۱۷**
گفتار ۱. ساختار و عملکرد لولهٔ گوارش ۱۸
گفتار ۲. جذب مواد و تنظیم فعّالیت دستگاه گوارش ۲۵
گفتار ۳. تنوع گوارش در جانداران ۳۰

فصل ۳ـ تبادلات گازی **۳۳**
گفتار ۱. سازوکار دستگاه تنفس در انسان ۳۴
گفتار ۲. تهویهٔ ششی ۴۰
گفتار ۳. تنوع تبادلات گازی ۴۵

فصل ۴ـ گردش مواد در بدن **۴۷**
گفتار ۱. قلب ۴۸
گفتار ۲. رگ‌ها ۵۵
گفتار ۳. خون ۶۱
گفتار ۴. تنوع گردش مواد در جانداران ۶۵

فصل ۵ـ تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد **۶۹**
گفتار ۱. هم ایستایی و کلیه‌ها ۷۰
گفتار ۲. تشکیل ادرار و تخلیهٔ آن ۷۳
گفتار ۳. تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران ۷۶

فصل ۶ـ از یاخته تا گیاه **۷۹**
گفتار ۱. ویژگی‌های یاختهٔ گیاهی ۸۰
گفتار ۲. سامانهٔ بافتی ۸۶
گفتار ۳. ساختار گیاهان ۹۰

فصل ۷ـ جذب و انتقال مواد در گیاهان **۹۷**
گفتار ۱. تغذیهٔ گیاهی ۹۸
گفتار ۲. جانداران مؤثر در تغذیهٔ گیاهی ۱۰۲
گفتار ۳. انتقال مواد در گیاهان ۱۰۵

مقدمه

کتاب زیست‌شناسی ۱ اولین کتاب زیست‌شناسی از دورهٔ دوم متوسطه است که برای پایهٔ دهم و رشتهٔ تجربی تألیف و چاپ شده است. این کتاب ادامه اجرای برنامهٔ ۱۲ ساله حوزه تربیتی و یادگیری علوم تجربی است که از دورهٔ ابتدایی آغاز و در سه سال اوّل متوسطه در قالب کتاب‌های علوم تجربی ادامه یافته و به دوره دوم متوسطه رسیده است. در این دوره، علوم تجربی به صورت ۴ کتاب مجزا تعریف شده است. درس زیست‌شناسی برای رشتهٔ علوم تجربی در سه پایه دهم، یازدهم و دوازدهم ارائه می‌شود. برنامه زیست‌شناسی براساس راهنمای برنامه حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی و منطبق با برنامهٔ درسی ملّی تدوین شده است.

اهداف این برنامه مطابق با برنامهٔ درسی ملّی در سه عرصهٔ ارتباطی یعنی ارتباط انسان با خود، خلق و خلقت که مبتنی بر ارتباط او با خداوند متعال است، تعریف شده و در جهت تقویت پنج عنصر (تفکر و تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق) پیش خواهد رفت.

بر این اساس مهم‌ترین شایستگی‌های مدنظر حوزه علوم تجربی که درس زیست‌شناسی تلاش می‌کند در دانش‌آموز تحقق یابد، عبارت‌اند از:

۱ـ نظام‌مندی طبیعت را براساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده‌های طبیعی به عنوان آیات الهی کشف و گزارش می‌کند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب ایده یا ابزار ارائه می‌دهد / به‌کار می‌گیرد.

۲ـ با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط باخود و دیگران در موقعیت‌های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب می‌کند / گزارش می‌کند / به‌کار می‌گیرد.

۳ـ با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به‌کارگیری این علم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده)، تحلیل و محدودیت‌ها و توانمندی‌های علوم تجربی را در حل این مسائل گزارش می‌کند.

۴ـ با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، می‌تواند ایده‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهد و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کند.

با توجه به زمینهٔ انتخاب شده برای این کتاب یعنی کسب ماده و انرژی و نیز تأکید برنامهٔ درسی ملّی بر آموزش زمینه محور و لزوم ارائهٔ محتوایی که با زندگی حال و آیندهٔ دانش‌آموزان ارتباط داشته باشد، موضوع‌های زیر در این کتاب گنجانده شده‌اند:

- معرفی زیست‌شناسی، محدودهٔ علوم تجربی، مرزهای حیات؛
- زیست‌شناسی در خدمت جامعه انسانی از جمله تهیهٔ غذای سالم و کافی، حفظ محیط زیست و تأمین سلامت انسان؛
- آشنایی با دستگاه‌های مختلف بدن انسان، بعضی از بیماری‌های مرتبط با آنها و مقایسهٔ دستگاه‌های بدن انسان با جانوران دیگر؛
- آشنایی با ساختار گیاهان و چگونگی جذب و دفع در آنها.

در تألیف این کتاب چند نکته مدنظر مؤلفان و شورای تألیف بوده است:

- سعی شده حجم کتاب با ساعت اختصاص یافته به آن متناسب باشد.
- مباحث مطرح شده در دورهٔ اول متوسطه در این کتاب کامل‌تر شده و به‌صورت تخصصی‌تر به‌آن پرداخته شده است البته سعی شده از تکرار مطالب دورهٔ اوّل خودداری شود.
- به بعضی از مباحث زیست‌شناسی فصل جداگانه‌ای اختصاص داده نشده و در هر قسمت بسته به نیاز دربارهٔ موضوع توضیح مشخصی داده شده است.
- سعی شده مباحث گیاهی و جانوری جداگانه مطرح شوند تا دانش‌آموزان انگیزه بیشتری برای یادگیری داشته باشند.

گروه زیست‌شناسی لازم می‌داند از دبیران منتخب و سرگروه‌های آموزشی محترم استان‌های اصفهان و گیلان که در اعتبارسنجی این کتاب با ما همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی نماید.

گروه زیست‌شناسی
دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

مطالب «بیشتر بدانید» و «واژه‌شناسی» در این کتاب، صرفاً جنبه آگاهی‌بخشی دارد و نباید در ارزشیابی، آزمون‌ها و آزمون سراسری ورود به دانشگاه (کنکور) مورد پرسش قرار گیرد.

فصل ۱

دنیای زنده

پروانه‌های مونارک یکی از شگفت‌انگیزترین مهاجرت‌ها را به نمایش می‌گذارند. جمعیت این پروانه‌ها هر سال هزاران کیلومتر را از مکزیک تا جنوب کانادا و بالعکس می‌پیماید.

چگونه پروانه‌های مونارک مسیر خود را پیدا می‌کنند و راه را به‌اشتباه نمی‌روند؟ زیست‌شناسان پس از سال‌ها پژوهش، به‌تازگی این معما را حل کرده‌اند. آنان در بدن پروانه مونارک، یاخته‌های عصبی (نورون‌هایی) یافته‌اند که پروانه‌ها با استفاده از آنها، جایگاه خورشید در آسمان و جهت مقصد را تشخیص می‌دهند و به‌سوی آن پرواز می‌کنند.

آیا علم زیست‌شناسی قادر است همهٔ رازهای حیات را بیابد؟ زیست‌شناسان علاوه بر تلاش برای پی‌بردن به رازهای آفرینش، سعی می‌کنند یافته‌های خود را در بهبود زندگی انسان به کار برند.

موجودات زنده چه ویژگی‌هایی دارند که آنها را از موجودات غیرزنده متمایز می‌کند. در این فصل به‌پاسخ چنین پرسش‌هایی می‌پردازیم.

گفتار ۱ زیست‌شناسی چیست؟

- چگونه می‌توان گیاهانی پرورش داد که در مدتی کوتاه‌تر، مواد غذایی بیشتری تولید کنند؟
- چرا باید تنوع زیستی حفظ شود؟ چرا باید حیات وحش حفظ شود؟
- چرا بعضی از یاخته‌های بدن انسان سرطانی می‌شوند؟ چگونه می‌توان یاخته‌های سرطانی را در مراحل اولیهٔ سرطانی‌شدن شناسایی و نابود کرد؟
- چگونه می‌توان سوخت‌های زیستی مانند الکل را جانشین سوخت‌های فسیلی، مانند مواد نفتی کرد؟
- چگونه می‌توان از بیماری‌های ارثی، پیشگیری، و یا آنها را درمان کرد؟

اینها فقط چند پرسش از میان انبوه پرسش‌هایی است که زیست‌شناسان تلاش می‌کنند پاسخ‌های آنها را بیابند تا علاوه بر پی‌بردن به رازهای آفرینش، به حل مسائل و مشکلات زندگی انسان امروزی نیز کمک کنند و در این راه به موفقیت‌هایی هم رسیده‌اند. زیست‌شناسی، شاخه‌ای از علوم‌تجربی است که به بررسی علمی جانداران و فرایندهای زیستی می‌پردازد.

فعّالیت

یک روزنامهٔ خبری معمولی تهیه کنید. خبرهای مربوط به زیست‌شناسی را انتخاب کنید (برای تعیین خبرهای مربوط به زیست‌شناسی از معلم خود کمک بخواهید).

در روزنامه‌ای که انتخاب کرده‌اید، چند درصد از خبرها به زیست‌شناسی مربوط است؟ از این خبرها، چند خبر خوب و چند خبر بد هستند؟

می‌توانید به‌جای روزنامه از وبگاه‌های خبری در بازهٔ زمانی خاصی استفاده و درصد خبرهای زیستی آن را پیدا کنید.

محدودهٔ علم زیست‌شناسی

امروزه بسیاری از بیماری‌ها مانند بیماری قند و افزایش فشارخون که حدود صد سال پیش به مرگ منجر می‌شدند، مهارشده‌اند و به علت روش‌های درمانی و داروهای جدید، دیگر مرگ‌آور نیستند. ممکن است با مشاهدهٔ پیشرفت‌ها و آثار علم زیست‌شناسی، این تصور در ذهن ما شکل بگیرد که این علم به‌اندازه‌ای توانا و گسترده است که می‌تواند به همهٔ پرسش‌های انسان پاسخ دهد و همهٔ مشکلات زندگی ما را حل کند؛ درحالی‌که این‌طور نیست. به‌طورکلی علم تجربی، محدودیت‌هایی دارد و نمی‌تواند به همهٔ پرسش‌های ما پاسخ دهد و از حلّ برخی مسائل بشری ناتوان است.

دانشمندان و پژوهشگران علوم تجربی فقط در جست‌وجوی علت‌های پدیده‌های طبیعی و قابل‌مشاهده‌اند. مشاهده، اساسِ علوم تجربی است؛ بنابراین، در زیست‌شناسی، فقط ساختارها و یا

فرایندهایی را بررسی می‌کنیم که برای ما به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم قابل مشاهده و اندازه‌گیری‌اند. پژوهشگران علوم تجربی نمی‌توانند دربارهٔ زشتی و زیبایی، خوبی و بدی، ارزش‌های هنری و ادبی نظر بدهند.

فعّالیت

مجری یک برنامهٔ تلویزیونی گفته است «زیست‌شناسان ثابت کرده‌اند که شیر، مایعی خوشمزه است». این گفته درست است یا نادرست؟

زیست‌شناسی نوین

امروزه زیست‌شناسی ویژگی‌هایی دارد که آن را به رشته‌ای مترقی، توانا، پویا و امیدبخش تبدیل کرده است. در ادامه به این ویژگی‌ها می‌پردازیم.

کل نگری: جورچینی (پازلی) را در نظر بگیرید که از قطعات بسیار زیادی تشکیل شده است. ممکن است هر یک از قطعات آن به‌تنهایی بی‌معنی به نظر آید؛ اما اگر قطعه‌های آن را یکی‌یکی در جایِ درست در کنار همدیگر قرار دهیم، مشاهده می‌کنیم که اجزای جورچین، به‌تدریج نمایی بزرگ، کُلّی و معنی‌دار پیدا می‌کنند و تصویری از شیئی آشنا به ما نشان می‌دهند.

پیکر هر یک از جانداران نیز از اجزای بسیاری تشکیل شده است. هر یک از این اجزا، بخشی از یک سامانهٔ بزرگ را تشکیل می‌دهد که در نمای کلّی برای ما معنی پیدا می‌کند. بنابراین، جانداران را نوعی **سامانه** می‌دانند که اجزای آن باهم ارتباط دارند؛ به همین علت ویژگی‌های سامانه را نمی‌توان فقط از طریق مطالعهٔ اجزای سازندهٔ آن توضیح داد و ارتباط بین اجزا نیز مانند خود اجزا در تشکیل جاندار، مؤثر و کُلِ سامانه، چیزی بیشتر از مجموع اجزای آن است.

نگرش بین‌رشته‌ای: زیست‌شناسان امروزی برای شناخت هر چه بیشتر سامانه‌های زنده از اطلاعات رشته‌های دیگر نیز کمک می‌گیرند؛ مثلاً برای بررسی ژن‌های جانداران، علاوه‌بر اطلاعات زیست‌شناختی، از فنون و مفاهیم مهندسی، علوم رایانه، آمار و بسیاری رشته‌های دیگر هم استفاده می‌کنند.

فناوری‌های نوین: این فناوری‌ها نقش مهمی در پیشرفت علم زیست‌شناسی داشته و دارند. در ادامه به نمونه‌هایی از این فناوری‌ها می‌پردازیم.

فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی: امروزه بیشتر از هر زمان دیگر به جمع‌آوری، بایگانی و تحلیل اطلاعات حاصل از پژوهش‌های زیست‌شناختی نیاز داریم؛ دستاوردها و تحولات بیست‌سالهٔ اخیر فناوری اطلاعات و ارتباطات در پیشرفت زیست‌شناسی، تأثیر بسیاری داشته است. این فناوری‌ها امکان انجام محاسبات را در کوتاه‌ترین زمان ممکن فراهم کرده‌اند (شکل ۱).

بیشتر بدانید

زیست‌شناسی مصنوعی

زیست‌شناسی مصنوعی موضوع‌های مختلفی، مانند زیست‌فناوری، زیست‌شناسی مولکولی، زیست‌شناسی سامانه‌ها، مهندسی رایانه و مهندسی ژنتیک را به هم مرتبط می‌کند. متخصصان این علم می‌کوشند سامانه‌هایی طراحی و اجرا کنند که به‌طور طبیعی یافت نمی‌شوند. طراحی و تولید آنزیم‌هایی با کارایی بهینه و کاربرد آنها مثلاً برای تولید مواد پاک‌کننده، یک نمونه از کاربردهای این رشته است. رعایت اخلاق زیستی در زیست‌شناسی مصنوعی، اهمیت فراوان دارد.

شکل۱ــ راست: انتقال حافظهٔ ۵ مگابایتی شرکت آی‌بی‌ام، پیشرفته‌ترین سخت‌افزار روز جهان در سال ۱۹۵۶؛ این حافظه را ازنظر اندازه، ظرفیت و قیمت با حافظه‌های امروزی مقایسه کنید. چپ: یک حافظهٔ ۲ ترابایتی امروزی

مهندسی ژنتیک: مدت‌هاست که زیست‌شناسان می‌توانند ژن‌های یک جاندار را به بدن جانداران دیگر وارد کنند، به‌گونه‌ای که ژن‌های منتقل‌شده بتوانند اثرهای خود را ظاهر کنند. این روش که باعث انتقال صفت یا صفاتی از یک جاندار به جانداران دیگر می‌شود، **مهندسی ژنتیک** نام دارد.

اخلاق زیستی: پیشرفت‌های سریع علم زیست‌شناسی، به‌ویژه در مهندسی ژنتیک، زمینه سوء استفاده‌هایی را در جامعه فراهم کرده است. محرمانه‌بودن اطلاعات ژنی و نیز اطلاعات پزشکی افراد و حقوق جانوران از موضوع‌های اخلاق زیستی هستند.

یکی از سوءاستفاده‌ها از علم زیست‌شناسی، تولید سلاح‌های زیستی است. چنین سلاحی مثلاً می‌تواند عامل بیماری‌زایی باشد که نسبت به داروهای رایج مقاوم است یا فراورده‌های غذایی و دارویی با عواقب زیانبار برای افراد باشند. بنابراین وضع قوانین جهانی برای جلوگیری از چنین سوءاستفاده‌هایی از علم زیست‌شناسی ضروری است.

زیست‌شناسی در خدمت انسان

امروزه با مسائل فراوانی در زمینه‌های متفاوت مواجه هستیم. زیست‌شناسی به حل این مسائل چه کمکی می‌تواند بکند؟ در ادامه مروری بر نقش زیست‌شناسی در حل این مسائل داریم.

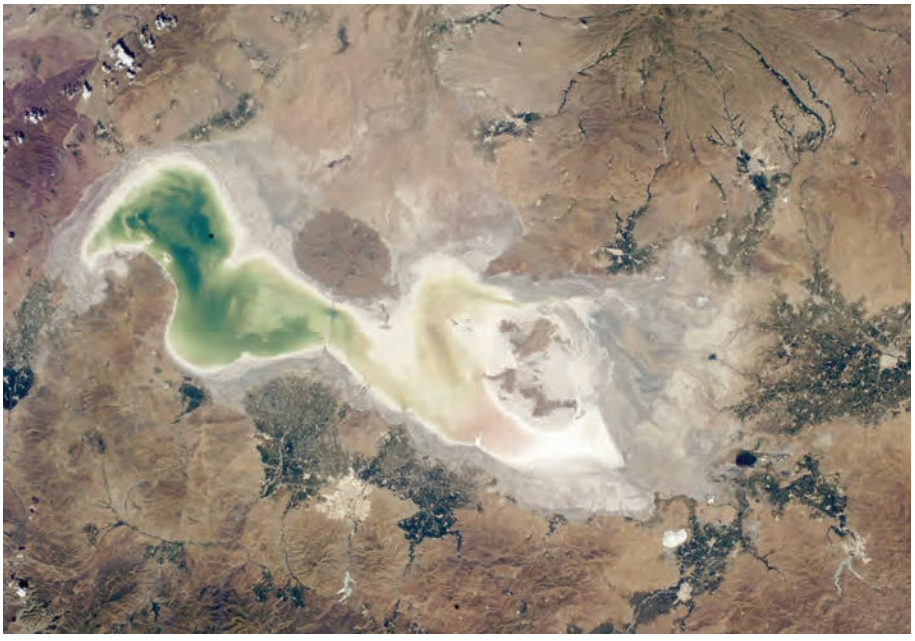
تأمین غذای سالم و کافی: گفته می‌شود که هم‌اکنون حدود یک میلیارد نفر در جهان از گرسنگی و سوءتغذیه رنج می‌برند؛ چگونه غذای سالم و کافی برای جمعیت‌های رو به افزایش انسانی فراهم کنیم؟

می‌دانیم غذای انسان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از گیاهان به دست می‌آید؛ پس شناخت بیشتر گیاهان یکی از راه‌های تأمین غذای بیشتر و با مواد مغذی بیشتر است.

از راه‌های افزایش کمّیت و کیفیت غذای انسان، شناخت روابط گیاهان و محیط زیست است. گیاهان مانند همهٔ جانداران دیگر در محیطی پیچیده، شامل عوامل غیرزنده مانند دما، رطوبت، نور و عوامل زنده شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، حشرات و مانند آنها رشد می‌کنند و محصول می‌دهند.

بنابراین، شناخت بیشتر تعامل‌های سودمند یا زیانمند بین این عوامل و گیاهان، به افزایش محصول کمک می‌کند.

حفاظت از بوم‌سازگان‌ها، ترمیم و بازسازی آنها: انسان، جزئی از دنیای زنده است و لذا نمی‌تواند بی‌نیاز و جدا از موجودات زندهٔ دیگر و در تنهایی به زندگی ادامه دهد. به‌طورکلّی منابع و سودهایی را که هر بوم‌سازگان دربردارد، **خدمات بوم‌سازگان** می‌نامند. میزان خدمات هر بوم‌سازگان به میزان تولیدکنندگان آن بستگی دارد. پایدار کردن بوم‌سازگان‌ها به‌طوری که حتی در صورت تغییر اقلیم، تغییر چندانی در مقدار تولیدکنندگی آنها روی ندهد، موجب ارتقای کیفیت زندگی انسان می‌شود.



شکل ۲ــ یکی از بــوم‌سازگان‌هــای آسیب‌دیدهٔ ایران، دریاچهٔ ارومیه است.

دریاچهٔ ارومیه چندین سال است که در خطر خشک شدن قرار گرفته است. زیست‌شناسان کشورمان با استفاده از اصول علمی بازسازی بوم‌سازگان‌ها، راهکارهای لازم را برای احیای آن ارائه کرده‌اند و امید دارند که در آینده از نابودی این میراث طبیعی جلوگیری کنند (شکل ۲).

قطع درختان جنگل‌ها برای استفاده از چوب یا زمین جنگل، مسئلهٔ محیط زیستی امروز جهان است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در سال‌های اخیر، مساحت بسیار گسترده‌ای از جنگل‌های ایران و جهان تخریب و بی‌درخت شده‌اند. از بین رفتن جنگل‌ها پیامدهای بسیار بدی برای سیارهٔ زمین دارد. تغییر آب‌وهوا، سیل، کاهش تنوع زیستی و فرسایش خاک از آن جمله‌اند.

تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر: نیاز مردم جهان به انرژی در حال افزایش است. بیشترین نیاز کنونی جهان به انرژی از منابع فسیلی، مانند نفت، گاز و بنزین تأمین می‌شود؛ اما می‌دانیم که سوخت‌های فسیلی موجب افزایش کربن‌دی‌اکسید جوّ، آلودگی هوا و درنهایت باعث گرمایش زمین

بیشتر بدانید

دریاچه ارومیه

دریاچه ارومیه بزرگ‌ترین دریاچهٔ داخلی ایران است و در سال ۱۳۵۲ در فهرست پارک‌های ملی ایران به‌ثبت رسیده است. پارک ملی دریاچهٔ ارومیه از زیستگاه‌های طبیعی ایران است.

بررسی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که این دریاچه تا سال ۱۳۹۴ مقدار زیادی از مساحت خود را از دست داده است. خشکسالی، حفر بی‌حساب چاه‌های کشاورزی در اطراف آن، بی‌توجهی به قوانین طبیعت، احداث بزرگراه روی دریاچه، استفادهٔ غیرعلمی از آب‌های رودخانه‌هایی که به این دریاچه می‌ریزند و سدسازی در مسیر این رودها، از عوامل این خشکی هستند.

می‌شوند. بدین لحاظ، انسان باید در پی منابع پایدار، مؤثرتر و پاک‌تر انرژی برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی باشد. زیست‌شناسان می‌توانند به بهبود و افزایش تولید سوخت‌های زیستی مانند گازوئیل زیستی که از دانه‌های روغنی به‌دست می‌آید، کمک کنند.

فعّالیت

اگرچه سوخت‌های فسیلی نیز منشأ زیستی دارند و از تجزیهٔ پیکر جانداران به‌وجود آمده‌اند؛ اما امروزه سوخت زیستی به سوخت‌هایی می‌گویند که از جانداران امروزی به‌دست می‌آیند. مزایا و زیان‌های سوخت‌های فسیلی و زیستی را از دید محیط زیستی با هم مقایسه کنید.

سلامت و درمان بیماری‌ها: به‌تازگی، روشی برای تشخیص و درمان بیماری‌ها در حال گسترش است که **پزشکی شخصی** نام دارد. پزشکان در پزشکی شخصی برای تشخیص و درمان بیماری‌ها علاوه بر بررسی وضعیت بیمار، با بررسی اطلاعاتی که در دنای (DNA) هر فرد وجود دارد، روش‌های درمانی و دارویی خاصِّ هر فرد را طراحی می‌کنند .

فعّالیت

با مراجعه به منابع معتبر دربارهٔ زمینه‌های فعالیت زیست‌شناسان در ایران و جهان اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس ارائه دهید.

بیشتر بدانید

نانوفناوری در خدمت بینایی انسان

بیماری تحلیل شبکیّهٔ چشم، یکی از علت‌های نابینایی کهن‌سالان است. در این بیماری که ممکن است از ۶۵ سالگی به بعد در افراد ظاهر شود، یاخته‌های حساس به نور در شبکیه به‌تدریج از بین می‌روند، یا نمی‌توانند به‌درستی کار کنند.

برای کمک به این بیماران، شبکیهٔ مصنوعی ساخته شده است. می‌توان عصب‌هایی را که از یاخته‌های عصبی مسئول بینایی در شبکیه خارج می‌شوند و به مغز می‌روند به ریزتراشه‌هایی شامل مجموعه‌ای از چشم‌های الکتریکی میکروسکوپی متصل کرد که می‌توانند اثر نور را به پیام عصبی تبدیل کنند، درنتیجه، بیمارانی که نابینا هستند، می‌توانند اشیا را ببینند و خطوط درشت روزنامه‌ها را بخوانند.

واژه‌شناسی

دنا (DNA / دی. اِن. اِی)

دی اکسی‌ریبونوکلئیک اسید با نام اختصاری DNA و تلفظ دی.اِن.اِی شناخته می‌شود. فرهنگستان زبان و ادب فارسی به‌جای حروف تک‌تک (د) و (ن) و (آ) کلمه «دنا» را معرفی می‌کند که در تلفظ و ترکیب سهل‌تر و خوش‌آواتر است.

گفتار ۲ گسترهٔ حیات

زیست‌شناسی، علم بررسی حیات است؛ اما حیات چیست؟ تعریف حیات بسیار دشوار است و شاید حتی غیرممکن باشد. بنابراین، معمولاً به‌جای تعریف حیات، ویژگی‌های آن و یا ویژگی‌های جانداران را بررسی می‌کنیم. گسترهٔ حیات، از یاخته شروع می‌شود و با زیست‌کره پایان می‌یابد.

جانداران همهٔ این هفت ویژگی زیر را باهم دارند:

نظم و ترتیب: یکی از ویژگی‌های جالب حیات، سطوح سازمان‌یابی آن است (شکل ۳). همهٔ جانداران، سطحی از سازمان‌یابی دارند و منظم‌اند.

هم‌ایستایی (هومئوستازی): محیط جانداران همواره در تغییر است؛ اما جاندار می‌تواند وضع درونی پیکر خود را درمحدودهٔ ثابتی نگه دارد؛ مثلاً وقتی سدیمِ خون افزایش می‌یابد، دفع آن از طریق ادرار زیاد می‌شود. مجموعه اعمالی را که برای پایدار نگه داشتن وضعیت درونی جاندار انجام می‌شود **هم‌ایستایی (هومئوستازی)** می‌نامند. هم‌ایستایی از ویژگی‌های اساسی همهٔ جانداران است.

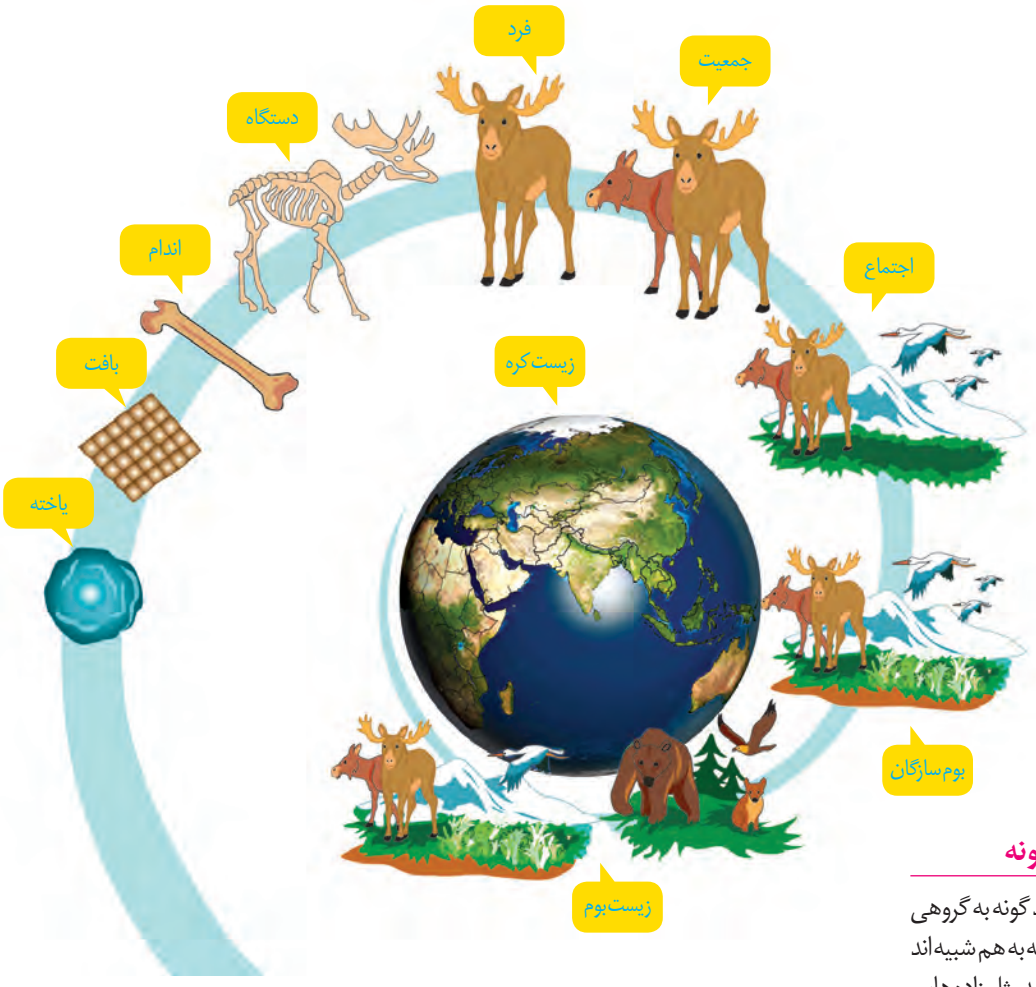
رشد و نمو: جانداران رشد و نمو می‌کنند. رشد به معنی بزرگ شدن و شامل افزایش برگشت ناپذیر ابعاد یا تعداد یاخته‌هاست. نمو به معنی عبور از مرحله‌ای به مرحلهٔ دیگری از زندگی است؛ مثلاً تشکیل گل در گیاه، نمونه‌ای از نمو است.

فرایند جذب و استفاده از انرژی: جانداران انرژی می‌گیرند؛ از آن برای انجام فعّالیت‌های زیستی خود استفاده می‌کنند و بخشی از آن را به‌صورت گرما از دست می‌دهند؛ مثلاً گنجشک غذا می‌خورد و از انرژی آن برای گرم کردن بدن و نیز برای پرواز و جست‌وجوی غذا استفاده می‌کند.

پاسخ به محیط: همهٔ جانداران به محرک‌های محیطی پاسخ می‌دهند؛ مثلاً ساقهٔ گیاهان به‌سمت نور خم می‌شود.

تولیدمثل: جانداران موجوداتی کم و بیش شبیه خود را به وجود می‌آورند. یوزپلنگ همیشه از یوزپلنگ زاده می‌شود.

سازش با محیط: جانداران ویژگی‌هایی دارند که برای سازش و ماندگاری در محیط، به آنها کمک می‌کنند؛ مانند موهای سفید خرس قطبی.



شکل ۳ــ سطوح سازمان‌یابی حیات

۱ــ یاخته پایین‌ترین سطح سازمان‌یابی حیات است. همهٔ جانداران از یاخته تشکیل شده‌اند.

۲ــ تعدادی یاخته یک بافت را به وجود می‌آورند.

۳ــ هر اندام از چند بافت مختلف تشکیل می‌شود؛ مانند استخوانی که در اینجا نشان داده شده است.

۴ــ هر دستگاه از چند اندام تشکیل شده است؛ مثلاً دستگاه حرکتی از ماهیچه‌ها و استخوان‌ها تشکیل شده است.

۵ــ جانداری مانند این گوزن، فردی از جمعیت گوزن‌هاست.

۶ــ افراد یک گونه که در زمان و مکانی خاص زندگی می‌کنند، یک جمعیت را به وجود می‌آورند.

۷ــ جمعیت‌های گوناگونی که با هم تعامل دارند، یک اجتماع را به وجود می‌آورند.

۸ــ عوامل زنده (اجتماع) و غیرزنده محیط و تأثیرهایی که بر هم می‌گذارند، بوم‌سازگان را می‌سازند.

۹ــ زیست‌بوم از چند بوم‌سازگان تشکیل می‌شود که از نظر اقلیم (آب و هوا) و پراکندگی جانداران مشابه‌اند.

۱۰ــ زیست‌کره شامل همهٔ زیست‌بوم‌های زمین است.

یادآوری تعریف گونه

همان‌طور که می‌دانید گونه به گروهی از جانداران می‌گویند که به هم شبیه‌اند و می‌توانند از طریق تولیدمثل زاده‌هایی شبیه خود با قابلیت زنده ماندن و تولید مثل به‌وجود آورند.

مولکول‌های زیستی

در جانداران مولکول‌هایی وجود دارند که در دنیای غیر زنده دیده نمی‌شوند.

کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها چهار گروه اصلی مولکول‌های تشکیل دهندهٔ

یاخته‌اند و در جانداران ساخته می‌شوند. این مولکول‌ها، **مولکول‌های زیستی** نیز نامیده می‌شوند. در ادامه به بررسی آنها می‌پردازیم.

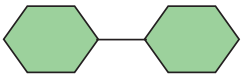
کربوهیدرات‌ها

این مولکول‌ها از سه عنصر کربن (C)، هیدروژن (H) و اکسیژن (O) ساخته شده‌اند.

مونوساکاریدها ساده‌ترین کربوهیدرات‌ها هستند. گلوکز و فروکتوز مونوساکاریدهایی با شش کربن‌اند. ریبوز مونو ساکاریدی با پنج کربن است (شکل۴).

گلوکز ریبوز

شکل۴ــ مونوساکارید واحد ساختاری قندهاست.



مالتوز

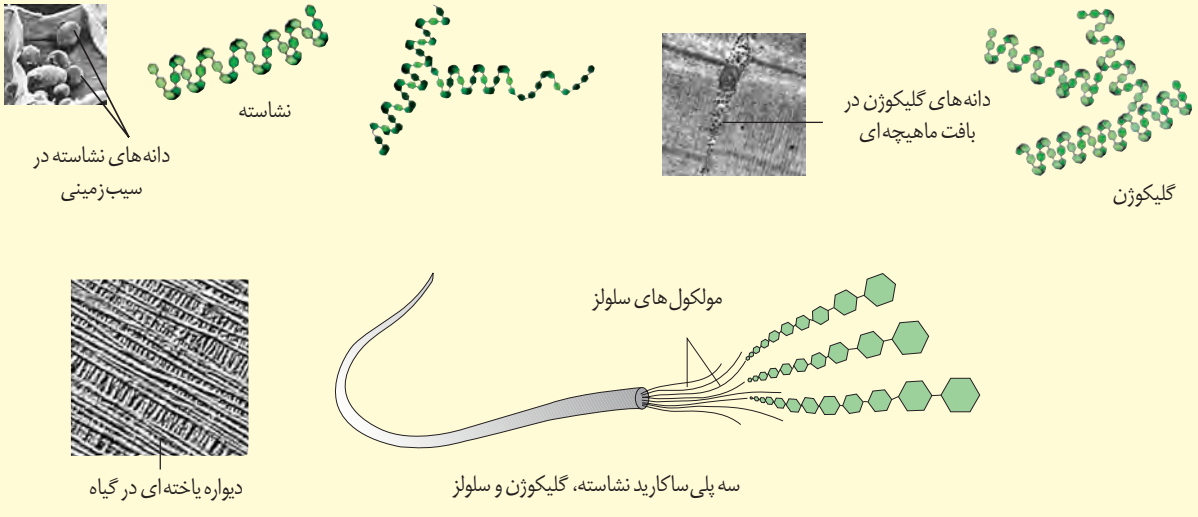
شکل۵ــ مالتوز نوعی دی ساکارید است.

دی‌ساکاریدها از ترکیب دو مونوساکارید تشکیل می‌شوند. شکر و قندی که می‌خوریم، دی‌ساکاریدی به نام ساکارز هستند. ساکارز از پیوند بین گلوکز و فروکتوز تشکیل می‌شود. مالتوز دی‌ساکارید دیگری است که از دو گلوکز تشکیل می‌شود. این قند در جوانهٔ گندم و جو وجود دارد (شکل۵). لاکتوز دی ساکارید دیگری است که به قند شیر نیز معروف است.

پلی‌ساکاریدها از ترکیب چندین مونوساکارید ساخته می‌شوند. نشاسته، سلولز و گلیکوژن پلی‌ساکاریدند. این پلی ساکاریدها از تعداد فراوانی مونوساکارید گلوکز تشکیل شده‌اند. نشاسته مثلاً در سیب‌زمینی و غلات وجود دارد. آیا روش تشخیص نشاسته را به یاد می‌آورید؟

سلولز از پلی ساکاریدهای مهم در طبیعت است. سلولز ساخته شده در گیاهان در کاغذسازی و تولید انواعی از پارچه‌ها به کار می‌رود.

بیشتر بدانید



سه پلی‌ساکارید نشاسته، گلیکوژن و سلولز

گلیکوژن در جانوران و قارچ‌ها ساخته می‌شود. این پلی ساکارید در کبد و ماهیچه وجود دارد و منبع ذخیرهٔ گلوکز در جانوران است.

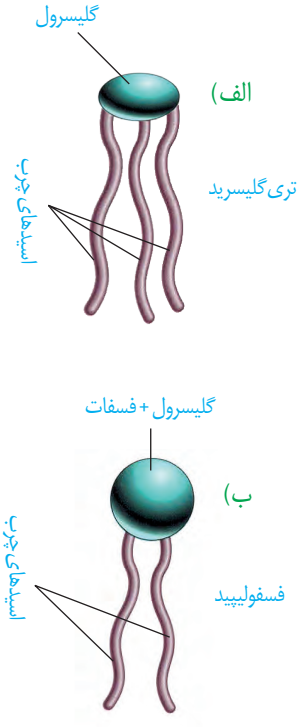
لیپیدها

این ترکیبات نیز از سه عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن ساخته شده‌اند؛ گرچه نسبت این عناصر در لیپیدها با نسبت آنها در کربوهیدرات‌ها فرق می‌کند.

تری‌گلیسریدها از انواع لیپیدها هستند. هر تری‌گلیسرید از یک مولکول **گلیسرول** و سه **اسید چرب** تشکیل شده است (شکل۶ـ الف).روغن‌ها و چربی‌ها انواعی از تری‌گلیسریدها هستند. تری‌گلیسریدها در ذخیره انرژی نقش مهمی دارند. انرژی تولید شده از یک گرم تری‌گلیسرید حدود دو برابر انرژی تولید شده از یک گرم کربوهیدرات است.

فسفولیپیدها گروه دیگری از لیپیدها و بخش اصلی تشکیل‌دهندهٔ غشای یاخته‌ای هستند. ساختار فسفولیپیدها شبیه تری گلیسریدها است، با این تفاوت که مولکول گلیسرول در فسفولیپیدها به دو اسید چرب و یک گروه فسفات متصل می‌شود (شکل ۶ ـ ب).

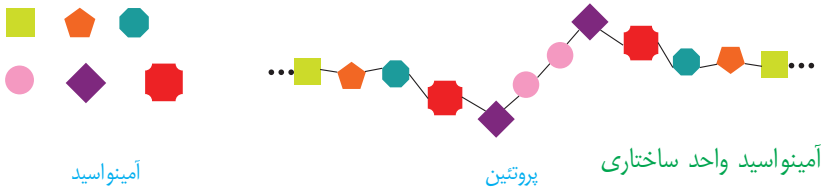
کلسترول لیپید دیگری است که در ساخت غشای یاخته‌های جانوری و نیز انواعی از هورمون‌ها شرکت می‌کند.



شکل ۶ ـ الف)تری گلیسرید
ب)فسفولیپید

پروتئین‌ها

این مولکول‌ها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، نیتروژن (N) نیز دارند. پروتئین‌ها از به هم پیوستن واحدهایی به نام آمینواسید، تشکیل می‌شوند (شکل۷).



شکل۷ـ آمینواسید واحد ساختاری پروتئین است.

پروتئین‌ها کارهای متفاوتی انجام می‌دهند. انقباض ماهیچه، انتقال مواد در خون و کمک به عبور مواد از غشای یاخته و عملکرد آنزیمی از کارهای پروتئین‌هاست. آنزیم‌ها مولکول‌های پروتئینی‌اند که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهند.

نوکلئیک اسیدها

مولکول دنا (DNA) که در سال‌های قبل با آن آشنا شده‌اید، یک نوع نوکلئیک اسید است. اطلاعات وراثتی در دنا ذخیره می‌شود (شکل۸). این مولکول‌ها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، نیتروژن و فسفر نیز دارند.

شکل۸ـ دنا

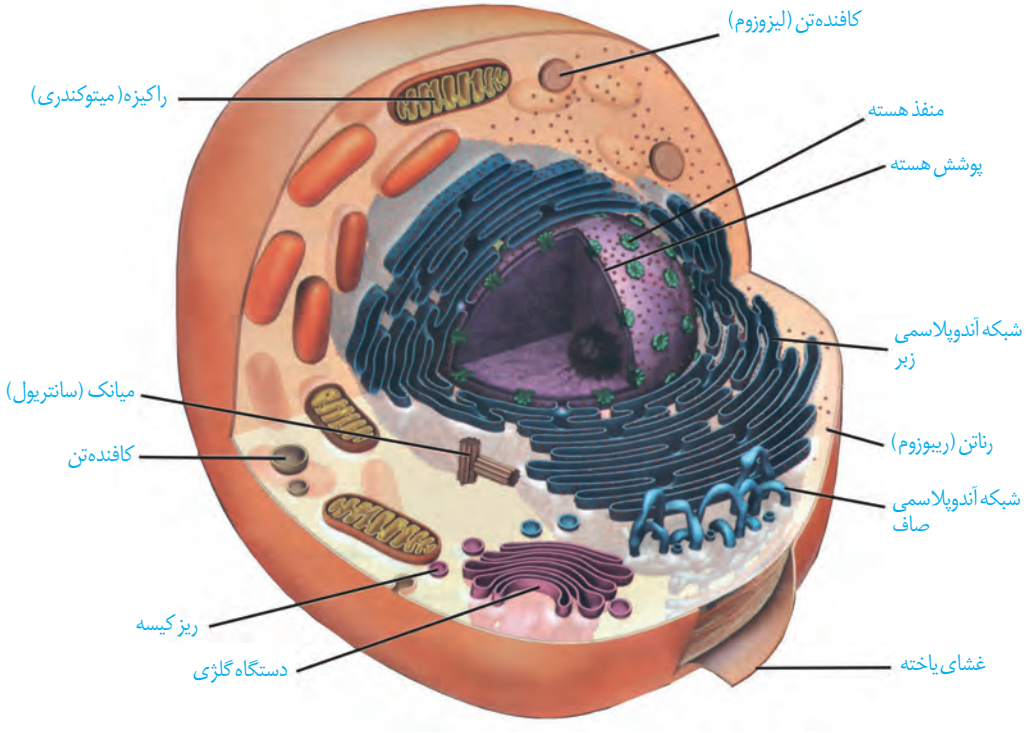
گفتار ۳ یاخته و بافت در بدن انسان

یاخته، واحد ساختار و عملکرد در جانداران است. در شکل ۹ بخش‌های تشکیل دهندهٔ یک یاختهٔ جانوری را می‌بینید. هر یک از بخش‌های یاخته چه کاری انجام می‌دهند؟ می‌توان به سادگی گفت که این یاخته از سه بخش هسته، سیتوپلاسم و غشا تشکیل شده است.

واژه‌شناسی

یاخته (Cell / سلول)

به واحد ساختاری و کارکردی جانداران سلول گفته می‌شود. کلمه سلول به معنای خانه است. برای این کلمه، یاخته انتخاب شده که یکی از معانی آن در لغت‌نامهٔ دهخدا همان خانه است.



شکل ۹ــ یاختهٔ جانوری و اندامک‌های آن:

رناتن (ریبوزوم): کار آن ساختن پروتئین است.

شبکه آندوپلاسمی: شبکه‌ای از لوله‌ها و کیسه‌ها که در سراسر سیتوپلاسم گسترش دارند و بر دو نوع زبر (دارای رناتن) و صاف (بدون رناتن) است. شبکه آندوپلاسمی زبر در ساختن پروتئین‌ها و شبکه آندوپلاسمی صاف در ساختن لیپیدها نقش دارد.

دستگاه گلژی: از کیسه‌هایی تشکیل شده است که روی هم قرار می‌گیرند. در بسته‌بندی مواد و ترشح آنها به خارج از یاخته نقش دارد.

راکیزه (میتوکندری): دو غشادارد و کار آن تأمین انرژی برای یاخته است.

کافنده تن (لیزوزوم): کیسه‌ای است که انواعی از آنزیم‌ها برای تجزیه مواد دارد.

میانک (سانتریول): ساختار استوانه‌ای شکلی است که در سلول به تعداد دو عدد عمود برهم دیده می‌شود و نقش آنها در تقسیم سلولی است..

ریزکیسه (وزیکول): کیسه‌ای است که در جابه‌جایی مواد در یاخته نقش دارد.

هسته

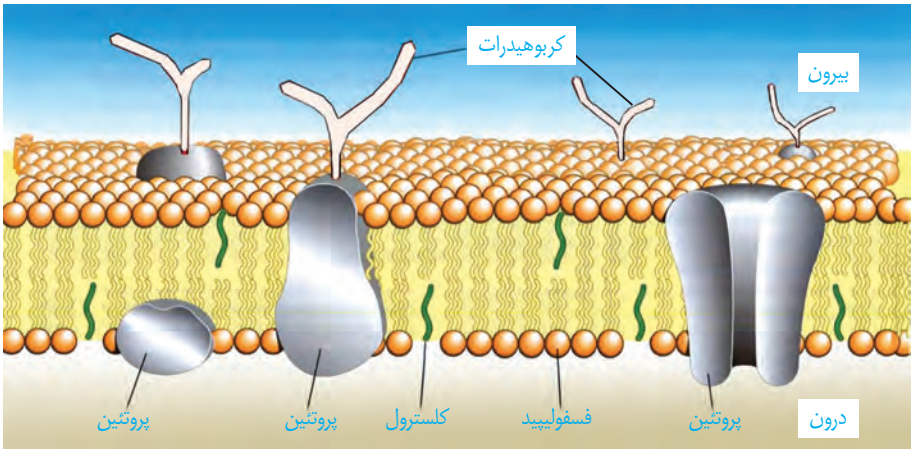
هسته شکل، اندازه و کار یاخته را مشخص و فعالیت‌های آن را کنترل می‌کند. در هسته، دنا قرار دارد. دنا دارای اطلاعات لازم برای تعیین صفات است. هسته پوششی دو لایه (غشای داخلی، غشای بیرونی) دارد. در این پوشش منافذی وجود دارند که از طریق آنها ارتباط بین هسته و سیتوپلاسم برقرار می‌شود.

سیتوپلاسم

سیتوپلاسم فاصلهٔ بین غشای یاخته و هسته را پُر می‌کند. سیتوپلاسم از اندامک‌ها و مادهٔ زمینه تشکیل شده است. مادهٔ زمینه شامل آب و مواد دیگر است. هر یک از اندامک‌ها در سیتوپلاسم کار ویژه‌ای دارند (شکل ۹). در سال‌های بعد با بعضی از این اندامک‌ها بیشتر آشنا می‌شوید.

غشای یاخته‌ای

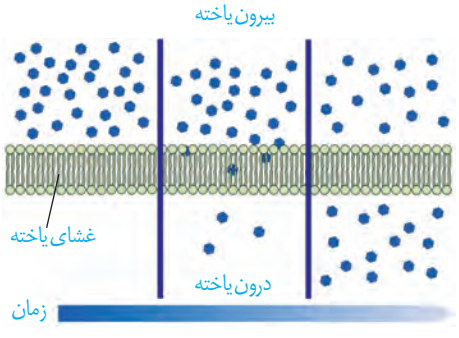
اطراف یاخته را غشای یاخته‌ای احاطه کرده است. این غشا مرز بین درون یاخته و بیرون آن است. مواد گوناگون برای ورود به یاخته یا خروج از آن باید از این غشا عبور کنند. غشای یاخته، **نفوذپذیری انتخابی** یا **تراوایی نسبی** دارد؛ یعنی فقط برخی ازمواد می‌توانند از آن عبور کنند. غشای یاخته از دو لایه مولکول‌های فسفولیپید تشکیل شده است که در آن مولکول‌های پروتئین و کلسترول قرار دارند. همچنین انواعی از کربوهیدرات‌ها به مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی متصل‌اند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ــ غشای یاخته

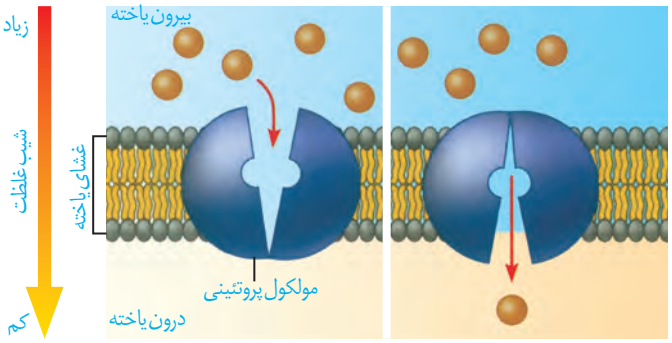
ورود مواد به یاخته و خروج از آن

انتشار ساده: جریان مولکول‌ها از جای پر غلظت به جای کم غلظت (در جهت شیب غلظت) **انتشار** نام دارد. نتیجهٔ نهایی انتشار هر ماده، یکسان‌شدن غلظت آن در محیط است. مولکول‌ها به‌دلیل داشتن انرژی جنبشی می‌توانند منتشر شوند. بنابراین در صورتی که مواد به روش انتشار از غشا عبور کنند، یاخته انرژی مصرف نمی‌کند. مولکول‌هایی مانند اکسیژن و کربن دی‌اکسید با این روش از غشا عبور می‌کنند (شکل ۱۱).



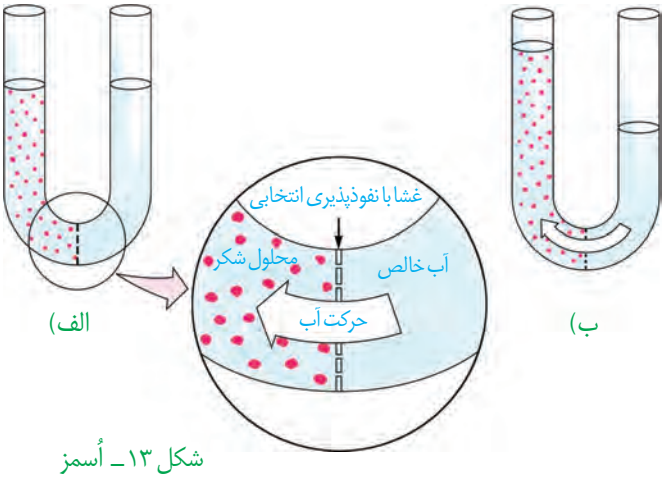
شکل ۱۱ــ انتشار ساده

انتشار تسهیل شده: در این روش پروتئین های غشا، انتشار مواد را تسهیل می کنند و مواد را در جهت شیبِ غلظت آنها، از غشا عبور می دهند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ــ انتشار تسهیل شده

گذرندگی (اُسمز): شکل ۱۳ را ببینید. در یک طرفِ غشای نازکی که نفوذ پذیری انتخابی یا تراوایی نسبی دارد، آب خالص و در طرف دیگر آن، محلول شکر وجود دارد. حجم مواد در دو طرف غشا یکسان است. فقط مولکول های آب می‌توانند از غشا عبور کنند؛ در این حالت، تعداد مولکول های آب در واحد حجم، در سمت راست بیشتر است و این مولکول ها بیشتر به سمت چپ منتشر می شوند. به انتشار آب از غشایی با تراوایی نسبی، **اُسمز** می گویند.



شکل ۱۳ــ اُسمز

فشار لازم برای توقف کامل اسمز، **فشار اسمزی** محلول نام دارد. هرچه تفاوت تعداد مولکول های آب در واحد حجم، در دو سوی غشا بیشتر باشد، فشار اسمزی بیشتر است و آب سریع‌تر جابه‌جا می‌شود. جابه‌جایی خالص آب از محیطی با فشار اسمزی کمتر به محیطی با فشار اسمزی بیشتر است.

همان طور که در شکل می‌بینید در اثر اسمز، حجم محلول سمت چپ افزایش می‌یابد . آیا این پدیده برای یاخته‌ها در بدن ما هم رخ می‌دهد؟ آیا ممکن است ورود آب به درون یاخته در اثر اسمز موجب ترکیدن یاخته های بدن ما شود؟ خیر. فشار اسمزی مایع اطراف یاخته‌ها تقریباً مشابه درون آنهاست، در نتیجه آب بیش از حد وارد نمی‌شود و یاخته‌ها از خطر تورم و ترکیدن حفظ می‌شوند.

فعّالیت

الف) در این فعّالیت با چگونگی اسمز از پرده‌ای با تراوایی نسبی آشنا می‌شوید.

وسایل و مواد لازم: ظرف شیشه‌ای(یا بشر) با دهانهٔ کوچک، مقداری آب مقطر(یا آب جوشیدهٔ سرد شده)، نی نوشابه خوری شفاف، تخم مرغ خام، مقداری خمیر بازی، قاشق فلزی

روش کار:

۱ـ $\frac{۳}{۴}$ ظرف شیشه‌ای را آب بریزید.

۲ـ با لبهٔ قاشق، به انتهای مدور تخم مرغ آهسته ضربه بزنید و با ناخن تکهٔ کوچکی به اندازهٔ نوک انگشت از پوستهٔ آهکی را جدا کنید. مراقب باشید که پردهٔ نازک زیر پوسته آسیب نبیند.

۳ـ تخم مرغ را روی ظرف شیشه‌ای طوری قرار دهید که پوستهٔ نازک آن با آب در تماس باشد.

۴ـ در طرف مقابل تخم مرغ، سوراخی به اندازهٔ قطرِ نی ایجاد کنید و نی را تا ۲/۵ سانتیمتر درون سوراخ و غشای نازک زیر آن فرو ببرید.

۵ـ فضای بین نی و پوستهٔ تخم مرغ را با خمیر بازی پر کنید.

۶ـ ظرف را یک شب در جای مناسبی قرار دهید و پس از آن، تغییرات درون نی را مشاهده کنید.

۷ـ مشاهده‌های خود را یادداشت کنید، و در صورت امکان از آنها عکس تهیه کنید.

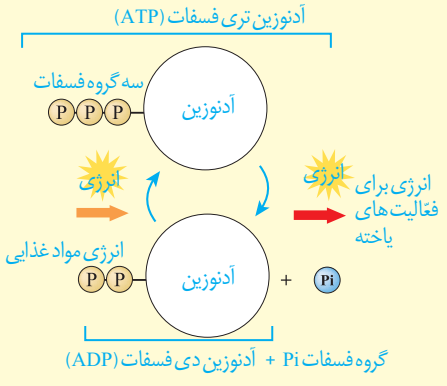
توضیح دهید چرا مایع درون نی حرکت می‌کند؟

ب) اگر پوستهٔ آهکی یک تخم مرغ را با قرار دادن آن در سرکه از بین ببریم و تخم مرغ بدون پوسته را یک بار در آب مقطر و بار دیگر در محلول نمک غلیظ قرار دهیم، پیش بینی کنید چه تغییری در تخم مرغ ایجاد می‌شود؟ با توجه به آنچه آموختید برای پیش بینی خود دلیل بیاورید.

بیشتر بدانید

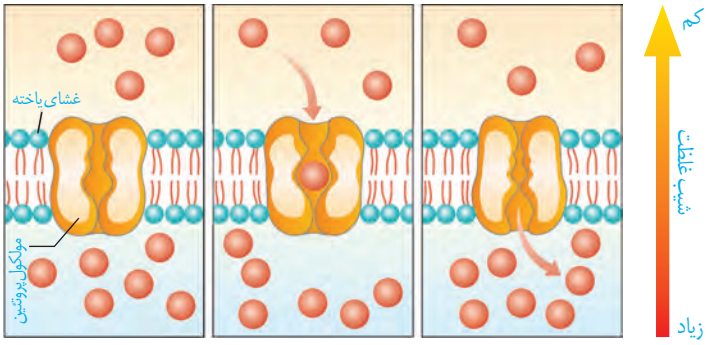
در پیوندهای شیمیایی مولکول‌هایی مانند نشاسته، گلیکوژن و لیپید، انرژی وجود دارد. یاخته از این انرژی برای ساخت مولکول ATP (آدنوزین تری‌فسفات) استفاده می‌کند.

همان‌طور که در شکل می‌بینید، مولکول ATP از سه بخش تشکیل شده است. یاخته ATP را به ADP (آدنوزین دی‌فسفات) تبدیل می‌کند و انرژی ذخیره شده در این مولکول آزاد می‌شود تا یاخته از آن استفاده کند.



مولکول ATP و تبدیل آن به ADP

انتقال فعّال: فرایندی که در آن، یاخته، مواد را برخلاف شیب غلظت منتقل می‌کند، **انتقال فعّال** نام دارد. در این فرایند، مولکول‌های پروتئین با صرف انرژی، ماده‌ای را برخلاف شیب غلظت منتقل می‌کنند. این انرژی می‌تواند از مولکول «ATP» به دست آید. مولکول ATP شکل رایج انرژی در یاخته است (شکل ۱۴).



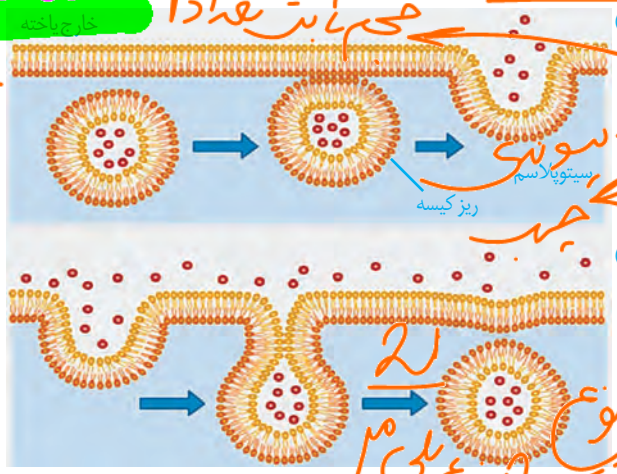
شکل ۱۴ـ انتقال فعّال

درون‌بری (آندوسیتوز) و برون‌رانی (اگزوسیتوز): بعضی یاخته‌ها می‌توانند ذره‌های بزرگ را با فرایندی به نام **درون‌بری** جذب کنند. **برون‌رانی** فرایند خروج ذره‌های بزرگ از یاخته است. این فرایندها با تشکیل ریز کیسه‌ها همراه است و به انرژی ATP نیاز دارد (شکل ۱۵).

بافت‌های بدن انسان

می‌دانید بافت‌های بدن انسان را می‌توان به چهار نوع پوششی، پیوندی، ماهیچه‌ای و عصبی دسته‌بندی کرد. در اندام‌ها و دستگاه‌های بدن انواع بافت‌ها به نسبت‌های متفاوت وجود دارند.

بافت پوششی: بافت پوششی، سطح بدن و سطح حفره‌ها و مجاری درون بدن (مانند دهان، معده، روده‌ها و رگ‌ها) را می‌پوشاند. یاخته‌های این بافت، به یکدیگر بسیار نزدیک‌اند و بین آنها فضای بین یاخته‌ای اندکی وجود دارد. در زیر یاخته‌های این بافت، بخشی به‌نام **غشای پایه** وجود دارد که این یاخته‌ها را به یکدیگر و به بافت‌های زیر آن، متصل نگه می‌دارد. غشای پایه، شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی (ترکیب کربوهیدرات و پروتئین) است. یاخته‌های بافت پوششی به شکل‌های متفاوتی مانند سنگ‌فرشی، مکعبی و استوانه‌ای در یک یا چند لایه سازمان می‌یابند (شکل ۱۶).

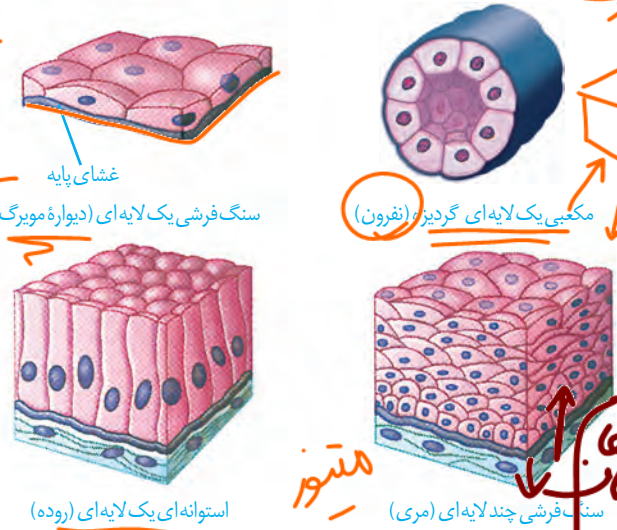


شکل ۱۵ــ الف) برون‌رانی، ب) درون‌بری

بافت پیوندی: بافت پیوندی از انواع یاخته‌ها، رشته‌های پروتئینی، مانند رشته‌های کلاژن و رشته‌های کشسان (ارتجاعی) و مادهٔ زمینه‌ای تشکیل شده است. مادهٔ زمینه‌ای بافت پیوندی، ممکن است مایع، جامد و یا نیمه جامد باشد. در ادامه به انواع بافت پیوندی می‌پردازیم.

در **بافت پیوندی سُست** مادهٔ زمینه‌ای شفاف، بی‌رنگ، چسبنده و مخلوطی از انواع مولکول‌های درشت، مانند گلیکوپروتئین است. این بافت معمولاً بافت پوششی را پشتیبانی می‌کند. در **بافت پیوندی متراکم** میزان رشته‌های کلاژن از بافت پیوندی سست بیشتر، تعداد یاخته‌های آن کمتر و مادهٔ زمینه‌ای آن نیز اندک است؛ بنابراین مقاومت این بافت از بافت پیوندی سست بیشتر است. در زردپی و رباط بافت پیوندی متراکم وجود دارد. **بافت چربی** نیز نوعی بافت پیوندی است که در آن یاخته‌های سرشار از چربی فراوان‌اند. این بافت بزرگ‌ترین ذخیرهٔ انرژی در بدن است. بافت چربی نقش ضربه‌گیر دارد و به عنوان عایق حرارتی نیز عمل می‌کند.

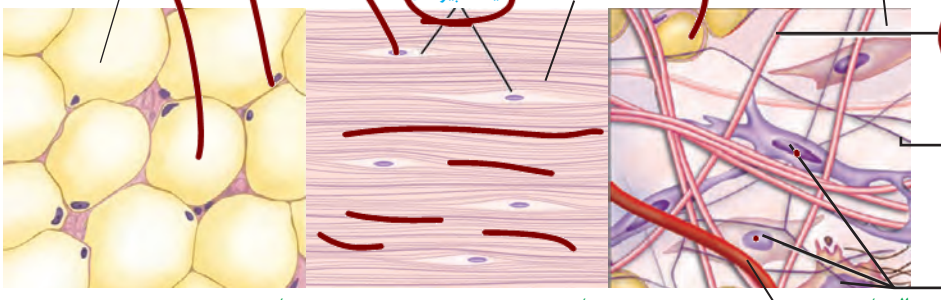
خون، استخوان و غضروف، انواع دیگر بافت پیوندی هستند که به تدریج با آنها آشنا می‌شوید.



شکل ۱۶ــ انواع بافت پوششی

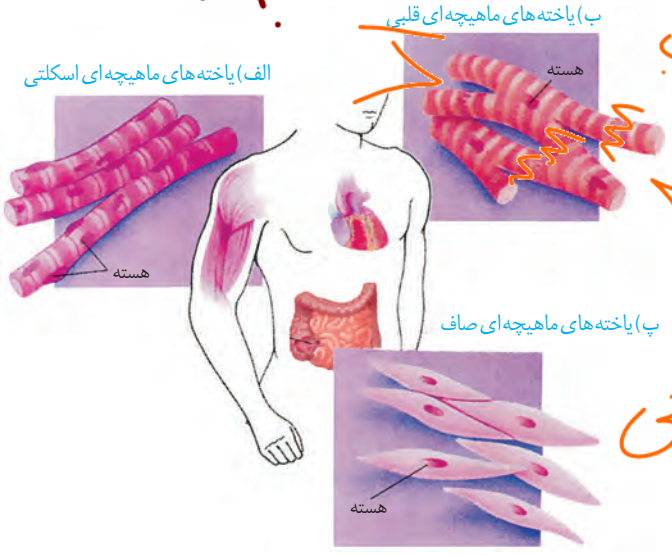
واژه‌شناسی

واژهٔ درون‌بری برای آندوسیتوز (endocytosis) و واژهٔ برون‌رانی برای اگزوسیتوز (exocytosis) انتخاب شده‌اند. در آندوسیتوز، آندو به معنای درون و سیتوز به یاخته اشاره می‌کند. اگزو نیز در اگزوسیتوز به معنای بیرون است.



شکل ۱۷ــ انواع بافت پیوندی:
الف) سُست
ب) متراکم
پ) بافت چربی

بافت ماهیچه‌ای: در گذشته، با انواع بافت‌های ماهیچه‌ای در بدن انسان آشنا شدید (شکل ۱۸).

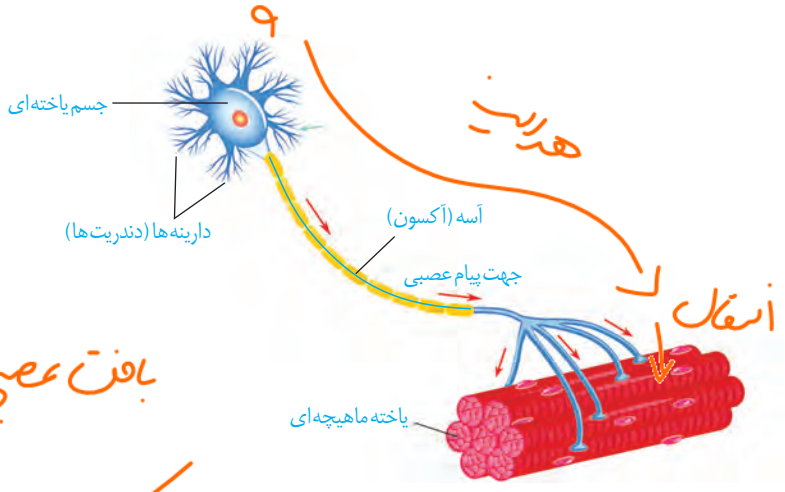


شکل ۱۸ــ انواع بافت ماهیچه ای:
الف) مخطط (اسکلتی)
ب) قلبی
پ) صاف

فعّالیت

ساختار و کار انواع بافت‌های ماهیچه‌ای بدن را در یک جدول فهرست کنید.

بافت عصبی: می‌دانید یاخته‌های عصبی (نورون‌ها)، یاخته‌های اصلی بافت عصبی هستند (شکل ۱۹). این یاخته‌ها با یاخته‌های بافت‌های دیگر مانند یاخته‌های ماهیچه ارتباط دارند. یاخته‌های عصبی یاخته‌های ماهیچه را تحریک می‌کنند تا منقبض شوند.



شکل ۱۹ــ یاختهٔ عصبی

تصویر ریز پرز رودهٔ باریک با میکروسکوپ الکترونی

فصل ۲

گوارش و جذب مواد

غذا خوردن یکی از لذت‌های زندگی است؛ اما فراتر از آن، غذایی که می‌خوریم، در گذر از دستگاه گوارش به شکلی در می‌آید که می‌تواند مواد و انرژی لازم برای سالم ماندن، درست عمل کردن و رشد و نمو یاخته‌های بدن را فراهم کند. البته غذای نامناسب و یا اضافه بر نیاز، مشکلاتی را برای بدن ایجاد می‌کند. اضافه وزن و چاقی، یکی از مسائلی است که سلامت جمعیت کنونی و آیندهٔ ما را به خطر می‌اندازد.

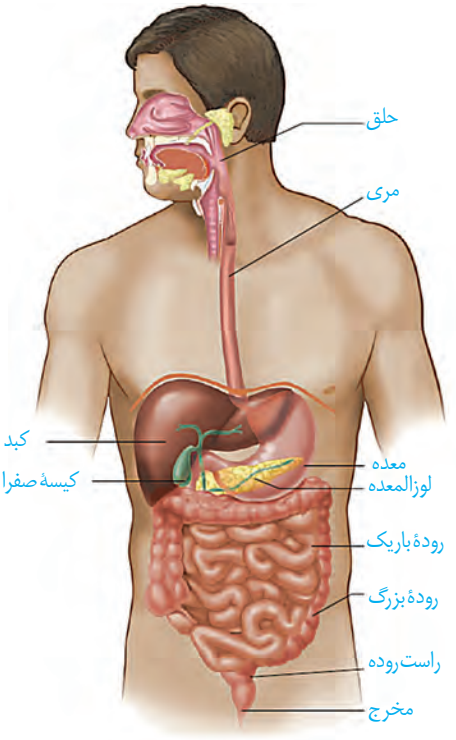
- بدن ما چگونه انواع غذاها را برای ورود به یاخته‌ها آماده می‌کند؟
- اضافه وزن چگونه به‌وجود می‌آید و چه مشکلاتی را برای بدن ایجاد می‌کند؟
- چرا برخی افراد با اینکه غذای کافی و گوناگون می‌خورند، دچار کمبود مواد مغذی هستند؟
- گوارش در سایر جانداران چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با گوارش انسان دارد؟

برای پاسخ به این پرسش‌ها، با دستگاه گوارش آشنا می‌شویم و عملکرد آن را در انسان و برخی جانوران بررسی می‌کنیم.

گفتار ۱ ساختار و عملکرد لولهٔ گوارش

در گذشته آموختید دستگاه گوارش از لولهٔ گوارش و اندام‌های دیگر مرتبط با آن تشکیل شده است. لولهٔ گوارش چه قسمت‌هایی دارد (شکل ۱)؟

لولهٔ گوارش، لولهٔ پیوسته‌ای است که از دهان تا مخرج ادامه دارد. در قسمت‌هایی از لوله گوارش ماهیچه‌های حلقوی به نام **بنداره (اسفنکتر)** وجود دارد. بندارهها در تنظیم عبور مواد نقش دارند (شکل ۲).



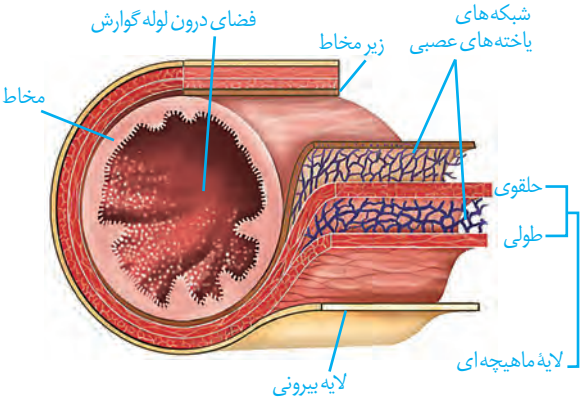
شکل ۱ــ لولهٔ گوارش و اندام‌های مرتبط با آن

شکل ۲ــ بندارهٔ انتهای مری

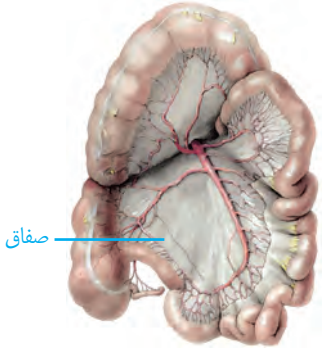
غده‌های بزاقی؛ پانکراس (لوزالمعده)، کبد (جگر) و کیسهٔ صفرا با لولهٔ گوارش مرتبط‌اند و در گوارش غذا نقش دارند.

ساختار لولهٔ گوارش: دیوارهٔ بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش، ساختار تقریباً مشابهی دارند. این لوله از خارج به داخل، چهار لایه دارد: لایهٔ بیرونی، ماهیچه‌ای، زیرمخاطی و مخاطی. هر لایه، از انواع بافت‌ها تشکیل شده است (شکل ۳ــ الف). در همهٔ این لایه‌ها بافت پیوندی سست وجود دارد.

لایهٔ بیرونی، بخشی از صفاق است. صفاق پرده ای است که اندام‌های درون شکم را به هم وصل می‌کند (شکل ۳ــ ب).



الف)



ب)

شکل ۳ــ الف) ساختار لایه‌های لولهٔ گوارش ب) بخشی از صفاق مربوط به روده‌ها

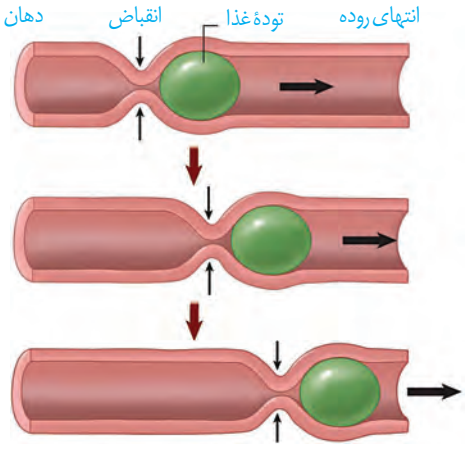
لایهٔ ماهیچه‌ای در دهان، حلق، ابتدای مری و بندارهٔ خارجی مخرج از نوع مخطط است. این لایه در بخش‌های دیگر لولهٔ گوارش شامل یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف است که به شکل حلقوی و طولی سازمان یافته‌اند. دیوارهٔ معده یک لایهٔ ماهیچه‌ای مورّب نیز دارد.

زیر مخاط (لایهٔ زیر مخاطی) موجب می‌شود مخاط، روی لایهٔ ماهیچه‌ای بچسبد و به راحتی روی آن بلغزد یا چین بخورد. در لایهٔ ماهیچه‌ای و زیر مخاط، شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی وجود دارد.

مخاط (لایهٔ مخاطی) یاخته‌هایی از بافت پوششی دارد که در بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش، کارهای متفاوتی مثل جذب و ترشح را انجام می‌دهند.

حرکات لولهٔ گوارش: انقباض ماهیچه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش، حرکات منظمی را در آن به وجود می‌آورد. لولهٔ گوارش، دو حرکت **کرمی** و **قطعه‌قطعه کننده** دارد.

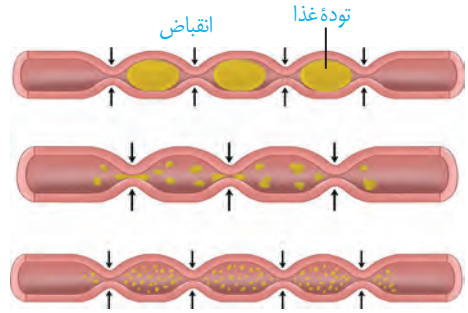
در حرکات کرمی، ورود غذا لولهٔ گوارش را گشاد و یاخته‌های عصبی دیوارهٔ لوله را تحریک می‌کند. یاخته‌های عصبی، ماهیچه‌های دیواره را به انقباض وادار می‌کنند. در نتیجه، یک حلقهٔ انقباضی در لوله ظاهر می‌شود که غذا را به حرکت درمی‌آورد (شکل ۴).



شکل ۴ــ حرکات کرمی

حرکات کرمی نقش مخلوط‌کنندگی نیز دارند؛ به ویژه وقتی که حرکت محتویات لوله با برخورد به یک بنداره، متوقف شود؛ مثل وقتی که محتویات معده به **پیلور** برخورد می‌کنند. پیلور بندارهٔ بین معده و رودهٔ باریک است. در این حالت، حرکات کرمی فقط می‌توانند محتویات لوله را مخلوط کنند.

در حرکات قطعه‌قطعه‌کننده بخش‌هایی از لوله به صورت یک در میان منقبض می‌شوند. سپس این بخش‌ها از حالت انقباض خارج و بخش‌های دیگر منقبض می‌شوند. تداوم این حرکات در لولهٔ گوارش موجب می‌شود محتویات لوله، ریزتر و بیشتر با شیره‌های گوارشی مخلوط شوند (شکل ۵).



شکل ۵ــ حرکت‌های قطعه‌قطعه‌کننده

فعّالیت

مری یک گوسفند یا گاو را تهیه و لایه‌های آن را مشاهده کنید.

گوارش غذا

دستگاه گوارش طی فرایند گوارش مکانیکی، غذا را آسیاب می‌کند و با فرایند گوارش شیمیایی، مولکول‌های بزرگ را به مولکول‌های کوچک تبدیل می‌کند. این فرایندها چگونه انجام می‌شوند؟ چه عواملی در آنها نقش دارند؟

واژه‌شناسی

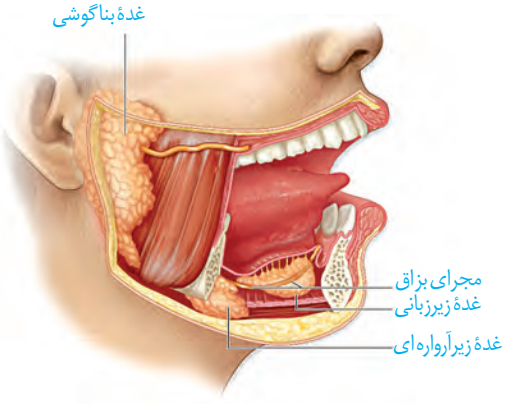
بنداره (Sphincter / اسفنکتر)

اسفنکتر به معنای ماهیچهٔ حلقوی شکل گرداگرد یک دهانه است که با انقباض خود سبب بسته یا تنگ‌شدن آن می‌شود. برای آن در فارسی کلمهٔ بنداره (صفت بندار + پسوند ه) انتخاب شده است. بنداره به معنای بندآورنده است.

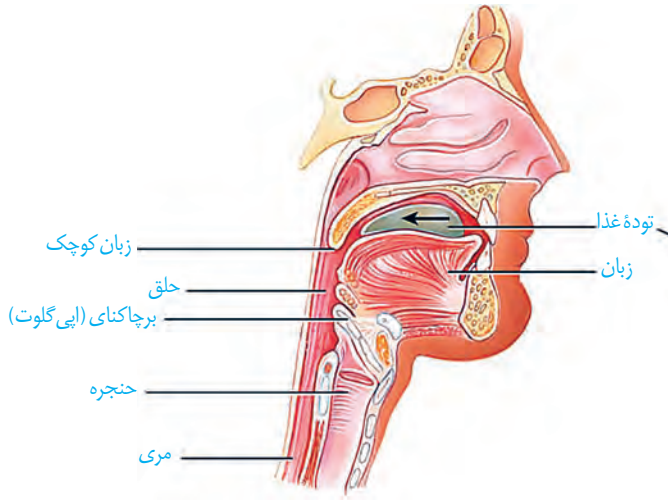
واژه شناسی

آمیلاز از ترکیب واژهٔ آمیلوم (به معنای نشاسته) و آز (پسوند نشان‌دهندهٔ آنزیم) تشکیل شده است. لیپاز و پروتئاز هم به ترتیب آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لیپید و پروتئین هستند.

گوارش در دهان: با ورود غذا به دهان، جویدن غذا و گوارش مکانیکی آن آغاز می‌شود. آسیاب‌شدن غذا به ذره‌های بسیار کوچک برای فعّالیت بهتر آنزیم‌های گوارشی، و اثر بزاق بر آن لازم است.سه جفت غدهٔ بزاقی بزرگ و غده‌های بزاقی کوچک، بزاق ترشح می‌کنند (شکل ۶). بزاق، ترکیبی از آب، یون‌ها، انواعی از آنزیم‌ها و موسین است. آنزیم **آمیلاز** بزاق به گوارش نشاسته کمک می‌کند. **لیزوزیم**، آنزیمی‌است که در از بین بردن باکتری‌های درون دهان نقش دارد. **موسین**، گلیکوپروتئینی است که آب فراوانی جذب و مادهٔ مخاطی ایجاد می‌کند. مادهٔ مخاطی دیوارهٔ لولهٔ گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا یا آسیب شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) حفظ می‌کند و ذره‌های غذایی را به هم می‌چسباند و آنها را به تودهٔ لغزنده‌ای تبدیل می‌کند.



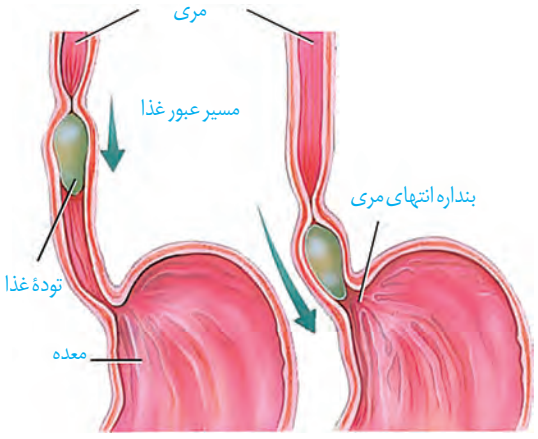
شکل ۶ــ غده‌های بناگوشی، زیرآرواره‌ای وزیرزبانی، بزاق ترشح می‌کنند.



شکل ۷ــ الف) هنگام بلع فقط راه مری برای عبور غذا باز است.

بلع غذا: هنگام بلع با فشار زبان، تودهٔ غذا به عقب دهان و داخل حلق رانده می‌شود. با رسیدن غذا به حلق، بلع به شکل غیرارادی، ادامه پیدا می‌کند. همان طور که می‌دانید حلق را به چهارراه تشبیه می‌کنند. با استفاده از شکل ۷ــ الف، توضیح دهید هنگام بلع چگونه راه‌های دیگر حلق بسته می‌شوند؟

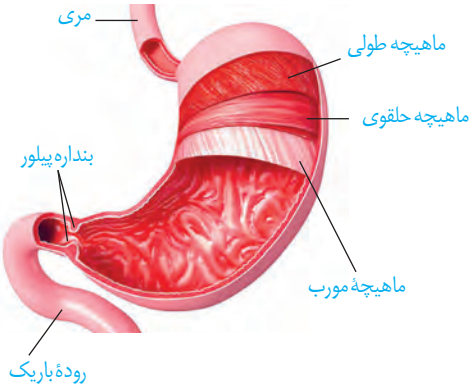
در ادامه دیوارهٔ ماهیچه‌ای حلق منقبض می‌شود و حرکت کرمی‌آن، غذا را به مری می‌راند. حرکت کرمی در مری ادامه پیدا می‌کند و با شل شدن بندارهٔ انتهای مری، غذا وارد معده می‌شود (شکل ۷ــ ب). غده‌های مخاط مری، مادهٔ مخاطی ترشح می‌کنند تا حرکت غذا آسان‌تر شود.



شکل ۷ــ ب) حرکات کرمی، غذا را در طول مری حرکت می‌دهند.

گوارش در معده: معده، بخش کیسه‌ای شکل لولهٔ گوارش است. دیوارهٔ معده، چین خوردگی هایی دارد که با پرشدن معده باز می‌شوند تا غذای بلع شده در آن انبار شود. گوارش غذا در معده در اثر شیرهٔ

معده و حرکات آن انجام می‌شود. در پایان گوارش در معده مخلوط حاصل از گوارش که **کیموس** نام دارد، با باز شدن بندارهٔ پیلور وارد ابتدای رودهٔ باریک می‌شود (شکل ۸). به ابتدای رودهٔ باریک **دوازدهه** می‌گویند.



شکل ۸ــ حرکات معده در اثر انقباض ماهیچه‌های آن ایجاد می‌شوند. یاخته‌های لایهٔ ماهیچه‌ای دیوارهٔ معده در سه جهت طولی، حلقوی و مورّب قرار گرفته‌اند.

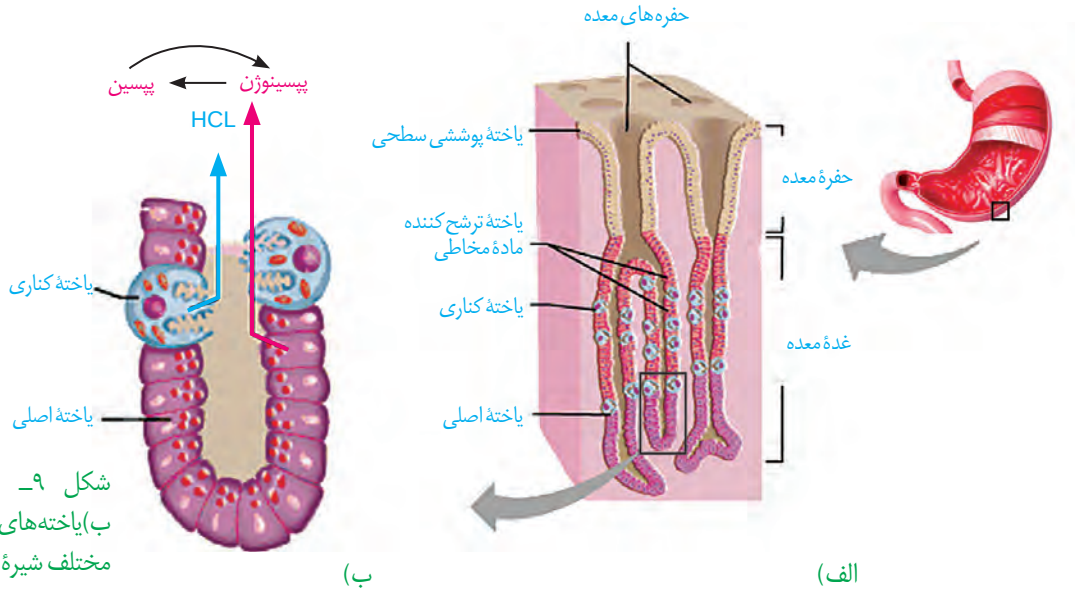
شیرهٔ معده: یاخته‌های پوششی مخاط معده در بافت پیوندی زیرین فرو رفته‌اند و حفره‌های معده را به‌وجود می‌آورند. مجاری غده‌های معده، به این حفره‌ها راه دارند. یاخته‌های پوششی سطحی مخاط معده و برخی از یاخته‌های غده‌های آن، ماده مخاطی فراوان ترشح می‌کنند که به شکل لایهٔ ژله‌ای چسبناکی، مخاط معده را می‌پوشاند. یاخته‌های پوششی سطحی، بیکربنات (HCO_3^-) نیز ترشح می‌کنند که لایه ژله‌ای حفاظتی را قلیایی می‌کند (شکل ۹). به این ترتیب سد حفاظتی محکمی در مقابل اسید و آنزیم به‌وجود می‌آید.

یاخته‌های اصلی غده‌ها، آنزیم‌های معده را ترشح می‌کنند. پیش‌ساز پروتئازهای معده را به طور کلی **پپسینوژن** می‌نامند. پپسینوژن بر اثر کلریدریک اسید به **پپسین** تبدیل می‌شود. پپسین خود با اثر بر پپسینوژن، تولید پپسین را بیشتر می‌کند (شکل ۹). آنزیم پپسین، پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر تجزیه می‌کند. یاخته‌های کناری غده‌های معده، کلریدریک اسید و عامل (فاکتور) داخلی معده ترشح می‌کنند. **عامل داخلی معده**، برای ورود ویتامین B_{12} به یاخته‌های رودهٔ باریک ضروری است. اگر این یاخته‌ها تخریب شوند یا معده برداشته شود، علاوه بر ساخته نشدن کلریدریک اسید، فرد به کم‌خونی خطرناکی دچار می‌شود؛ زیرا ویتامین B_{12} که برای ساختن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان لازم است، جذب نمی‌شود و زندگی فرد به خطر می‌افتد.

بیشتر بدانید

فرصت شناسی یک پژوهشگر

دکتر بومون در قرن ۱۹ میلادی، جوانی را درمان کرد که پهلویش با گلوله سوراخ شده بود. طی التیام زخم، سوراخ کوچکی در بدن جوان باقی ماند که داخل معده را نشان می‌داد. بومون از این سوراخ، چین‌های سطح معده و مادهٔ مخاطی روی سطح آن را مشاهده و با لوله‌ای لاستیکی مقداری از اسید معده را خارج کرد. او با آزمایش غذاهای گوناگون، نتیجه گرفت معده با ترشح اسید، به غذای بلع شده پاسخ می‌دهد. بومون نتایج آزمایش‌های خود را در کتابی منتشر کرد.



شکل ۹ــ الف) غده‌های معده ب) یاخته‌های غده‌های معده، مواد مختلف شیرهٔ معده را ترشح می‌کنند.

با ورود غذا، معده اندکی انبساط می‌یابد و انقباض‌های معده، آغاز می‌شوند. این انقباض‌ها غذا را با شیرهٔ معده می‌آمیزند که نتیجهٔ آن تشکیل کیموس معده است. همان‌طور که گفتیم با باز شدن بندارهٔ پیلور، کیموس وارد دوازدهه می‌شود.

برگشت اسید معده (ریفلاکس): اگر انقباض بندارهٔ انتهای مری کافی نباشد، فرد دچار برگشت اسید می‌شود. در این حالت در اثر برگشت شیرهٔ معده به مری، به تدریج، مخاط مری آسیب می‌بیند؛ زیرا حفاظت دیوارهٔ آن به اندازهٔ معده و رودهٔ باریک، نیست. سیگار کشیدن، الکل، رژیم غذایی نامناسب و استفاده بیش از اندازه از غذاهای آماده، تنش و اضطراب، از علت‌های برگشت اسید معده‌اند.

فعّالیت

آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد آنزیم پپسین در حضور کلریدریک اسید، پروتئین سفیدهٔ تخم مرغ را گوارش می‌دهد. توجه کنید که آنزیم‌ها در دمای ویژه‌ای فعّالیت می‌کنند.

گوارش در رودهٔ باریک: کیموس به تدریج وارد رودهٔ باریک می‌شود تا مراحل پایانی گوارش به ویژه در دوازدهه انجام شود. صفرا، شیره‌های روده و لوزالمعده که به دوازدهه می‌ریزند به کمک حرکات روده، در گوارش نهایی کیموس نقش دارند(شکل ۱۰).

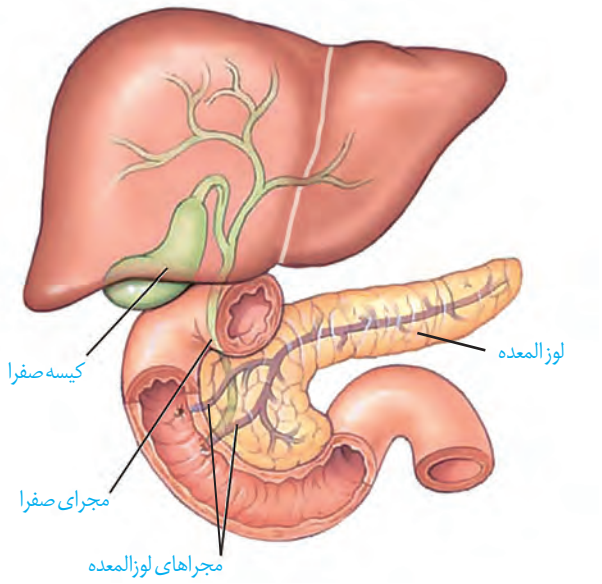
حرکت‌های رودهٔ باریک: حرکت‌های رودهٔ باریک، علاوه‌بر گوارش مکانیکی و پیش بردن کیموس در طول روده، کیموس را در سراسر مخاط روده می‌گستراند تا تماس آن با شیره‌های گوارشی و نیز یاخته‌های پوششی مخاط، افزایش یابد.

شیرهٔ روده: رودهٔ باریک این شیره را ترشح می‌کند. شیرهٔ روده شامل موسین، آب، یون‌های مختلف از جمله بیکربنات و آنزیم است.

صفرا: کبد، صفرا را می‌سازد. صفرا آنزیم ندارد و ترکیبی از نمک‌های صفراوی، بیکربنات، کلسترول و فسفولیپید است. صفرا به دوازدهه می‌ریزد و به گوارش چربی‌ها کمک می‌کند. همچنین بیکربنات صفرا به خنثی کردن حالت اسیدی کیموس معده کمک می‌کند.

گاهی ترکیبات صفرا در کیسه صفرا رسوب می‌کنند و سنگ ایجاد می‌شود. رژیم غذایی پرچرب در ایجاد سنگ کیسهٔ صفرا نقش دارد(شکل ۱۱).

شکل ۱۱ــ سنگ کیسه صفرا



شکل ۱۰ــ صفرا از راه مجاری صفراوی کبد به یک مجرای مشترک وارد و در کیسه صفرا ذخیره می‌شود.

بیشتر بدانید

زخم پپتیک

ترشح بیش از حد اسید و آنزیم در شیرهٔ گوارشی و کاهش توانایی سد حفاظتی مادهٔ مخاطی در مخاط معده یا دوازدهه، زخم پپتیک ایجاد می‌کند. بسیاری از افراد مبتلا به زخم پپتیک، عفونت مزمن ناشی از باکتری به نام هلیکو باکتر پیلوری دارند.این باکتری می‌تواند سد حفاظتی مادهٔ مخاطی را تخریب کند. از علامت‌های این بیماری، احساس درد در بخش بالایی معده است که ممکن است تا چند ساعت پس از خوردن غذا ادامه پیدا کند. تنش مداوم، سیگار کشیدن، الکل و برخی داروها مانند آسپرین نیز مادهٔ مخاطی را تخریب می‌کنند.

شیرهٔ لوزالمعده: آنزیم‌ها و بیکربنات لوزالمعده به دوازدهه می‌ریزند. لوزالمعده، آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی انواع مواد را تولید می‌کند. پروتئازهای لوزالمعده درون رودهٔ باریک فعّال می‌شوند. بیکربنات اثر اسید معده را خنثی می‌کند. به این ترتیب دیوارهٔ دوازدهه از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌شود.

فعّالیت

پروتئازهای لوزالمعده قوی و متنوع‌اند و می‌توانند خود لوزالمعده را نیز تجزیه کنند. فکر می‌کنید بدن چگونه از این مسئله جلوگیری می‌کند؟

گوارش کربوهیدرات‌ها: رژیم غذایی ما شامل انواع گوناگون کربوهیدرات‌هاست. مونوساکاریدها بدون گوارش جذب می‌شوند. دی‌ساکاریدها و پلی ساکاریدها برای جذب شدن باید گوارش یابند و به مونوساکاریدتبدیل‌شوند.

آنزیم‌های گوارشی با واکنش آب‌کافت (هیدرولیز)، مولکول‌های درشت را به مولکول‌های کوچک تبدیل می‌کنند. در آب‌کافت همراه با مصرف آب، پیوند بین مولکول‌ها شکسته می‌شود. شکل ۱۲ واکنش آب کافت را در تبدیل دی‌ساکارید به مونوساکارید نشان می‌دهد.

دستگاه گوارش ما آنزیم مورد نیاز برای گوارش همهٔ کربوهیدرات‌ها را نمی‌سازد، مثلاً آنزیم موردنیاز برای تجزیه سلولز را نمی سازد.

گوارش پروتئین‌ها: پپسین گوارش پروتئین‌ها را در معده آغاز می‌کند. در رودهٔ باریک در نتیجهٔ فعّالیت پروتئازهای لوزالمعده و آنزیم‌های رودهٔ باریک، پروتئین‌ها به آمینواسیدها، تجزیه می‌شوند.

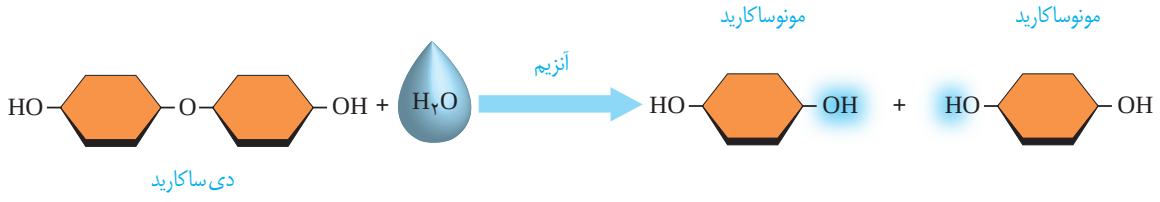
گوارش تری گلیسریدها: فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی، تری‌گلیسریدها هستند.

آنزیم لیپاز، تری‌گلیسریدها را به واحدهای سازندهٔ آن تجزیه می‌کند. صفرا و حرکات مخلوط کنندهٔ رودهٔ باریک موجب ریز شدن چربی‌ها می‌شوند. گوارش چربی‌ها، بیشتر در اثر فعّالیت لیپاز لوزالمعده در دوازدهه انجام می‌شود.

بیشتر بدانید

آنزیم‌های شیرهٔ لوزالمعده و کار آنها

نام آنزیم	مولکول مورد اثر	نتیجهٔ کار آنزیم
تریپسین	پروتئین	تشکیل پپتید
کربوکسی پپتیداز	پروتئین و پپتید	جدا کردن آمینواسید از انتهای زنجیره
لیپاز	لیپید(چربی)	ایجاد گلیسرول و اسید چرب
فسفولیپاز	فسفولیپید	جدا کردن اسید چرب از فسفولیپید
آمیلاز	نشاسته، گلیکوژن	دی‌ساکارید، تری‌ساکارید
نوکلئاز (آنزیم تجزیه کنندهٔ نوکلئیک اسیدها)	نوکلئیک اسیدها مانند DNA	تبدیل به واحدهای سازنده

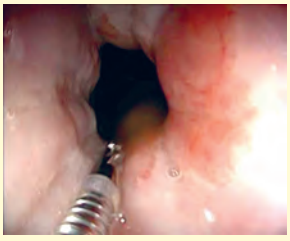


شکل ۱۲ــ آب‌کافت یک دی‌ساکارید

بیشتر بدانید

مشاهدهٔ درون دستگاه گوارش

با استفاده از **درون‌بینی (آندوسکوپی)**؛ آندو به معنای درون و اسکوپ به معنی دیدن) می‌توان درون مری، معده و دوازدهه را مشاهده کرد. **درون‌بین** (آندوسکوپ /Endoscope) لوله‌ای باریک و انعطاف‌پذیر با دوربینی بر یک سر آن است. درون‌بینی برای تشخیص زخم‌ها، سرطان و عفونت به کار می‌رود. درون‌بین در نمونه‌برداری نیز استفاده می‌شود. **کولون‌بینی (کولونوسکوپی)** روشی برای بررسی کولون یا رودهٔ بزرگ است که به کمک آن رودهٔ بزرگ را تا محل اتصال به رودهٔ کوچک بررسی می‌کنند تا اختلال‌های احتمالی آن را مشاهده کنند.



مشاهدهٔ درون لولهٔ گوارش

فعّالیت

اثر آمیلاز بزاق بر نشاسته

مواد و وسایل لازم: یک گرم نشاسته، محلول لوگول، آب، ۳ لولهٔ آزمایش، جا لوله‌ای، سه ظرف شیشه‌ای با حجم ۱۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ میلی لیتر، دماسنج، شعلهٔ گاز آزمایشگاه، توری و سه پایه

روش کار

۱ـ یکی از افراد گروه، دهان خود را دو یا سه مرتبه با آب بشوید و سپس بزاق خود را درون ظرف شیشه‌ای تمیزی بریزد.

۲ـ در یک ظرف شیشه‌ای ۱۵۰ میلی لیتری، یک گرم نشاسته بریزید و به آن ۱۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید.

۳ـ سه لولهٔ آزمایش تمیز بردارید و آنها را شماره‌گذاری کنید.

۴ـ در لولهٔ آزمایش شمارهٔ ۱، دو میلی لیتر از محلول نشاسته و در لولهٔ آزمایش شمارهٔ ۲، یک میلی لیتر بزاق بریزید؛ سپس به محتویات هر لوله، یک قطره لوگول بیفزایید.

۵ـ در لولهٔ آزمایش شمارهٔ ۳، دو میلی لیتر محلول نشاسته و دو میلی لیتر بزاق و یک قطره لوگول بریزید.

۶ـ هر سه لولهٔ آزمایش را با استفاده از حمام آب گرم، در دمای ۳۷ درجه قرار دهید.

تغییرات را مشاهده و یادداشت کنید.

علت تغییراتی را که مشاهده کردید، توضیح دهید.

بیشتر بدانید

باکتری‌های همزیست رودهٔ بزرگ و انتهای رودهٔ باریک، آنزیم آب‌کافت‌کنندهٔ سلولز دارند و گلوکز تولید می‌کنند، اما بافت پوششی رودهٔ بزرگ نمی‌تواند این گلوکز را جذب کند. این باکتری‌ها، انواعی از ویتامین‌های گروه B و ویتامین «K» می‌سازند که رودهٔ بزرگ می‌تواند آنها را جذب کند. بخشی از گازهای روده از فعّالیت این باکتری‌ها به وجود می‌آیند. علاوه بر آن، این باکتری‌ها با ترشح مواد سمی، باکتری‌های بیماری‌زا را می‌کشند و از یاخته‌های پوششی رودهٔ بزرگ حفاظت می‌کنند. مصرف آنتی‌بیوتیک ممکن است، این باکتری‌های مفید را از بین ببرد. امروزه موادغذایی مانند ماست، با باکتری‌های مفید غنی‌سازی شده‌اند تا تعداد این باکتری‌ها را در لولهٔ گوارش افزایش دهند. این محصولات را **زیست‌یار** (پروبیوتیک) می‌نامند.

گفتار ۲ جذب مواد و تنظیم فعّالیت دستگاه گوارش

مواد مغذی برای رسیدن به یاخته‌های بدن باید از یاخته‌های بافت پوششی لولهٔ گوارش عبور کنند و وارد محیط داخلی شوند. ورود مواد به محیط داخلی بدن، **جذب** نام دارد. خون، لنف و مایع بین یاخته‌ای **محیط داخلی** را تشکیل می‌دهند. در دهان و معده، جذب اندک است و جذب اصلی در رودهٔ باریک انجام می‌شود.

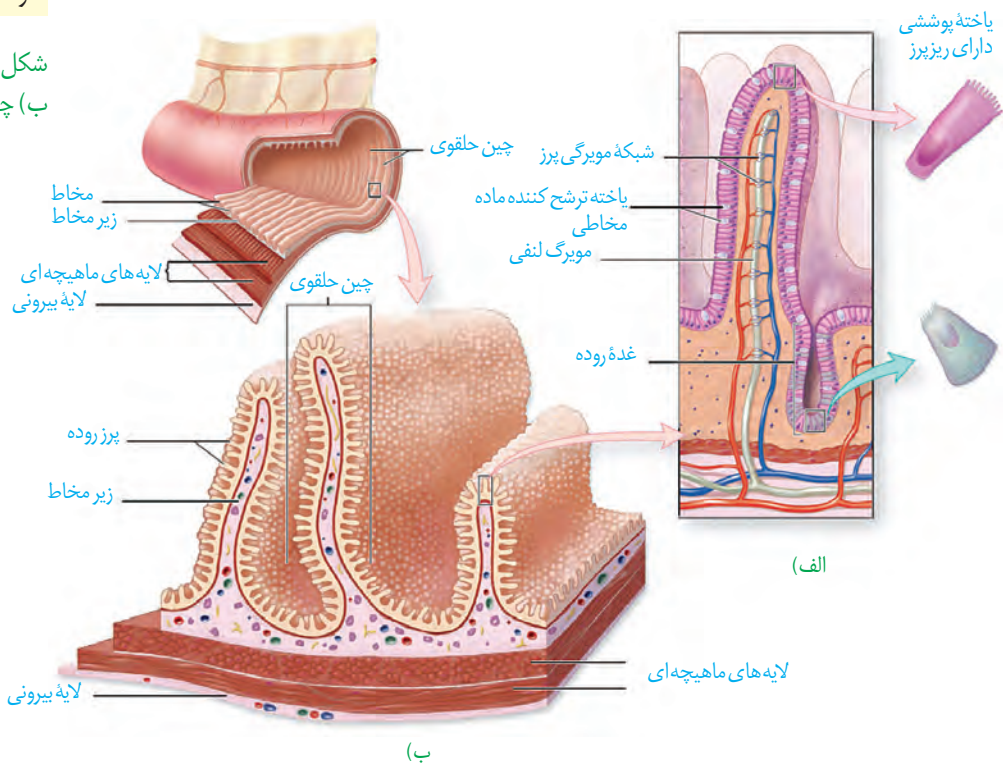
جذب مواد در رودهٔ باریک

پس از گوارش در فضای رودهٔ باریک، مولکول‌های گوناگونی وجود دارند که باید از غشای یاخته‌های پوششی دیوارهٔ روده بگذرند و به این یاخته‌ها و پس از آن به محیط داخلی وارد شوند.

در دیوارهٔ داخلی روده، چین‌های حلقوی وجود دارند؛ روی این چین‌ها، پرزهای فراوانی دیده می‌شوند. غشای یاخته‌های پوششی رودهٔ باریک نیز در سمت فضای روده، چین خورده است. به این چین‌های میکروسکوپی، **ریزپرز** می‌گویند. مجموعهٔ چین‌ها، پرزها و ریزپرزها سطح داخلی رودهٔ باریک را که در تماس با کیموس است چندین برابر افزایش می‌دهند. در بیماری **سلیاک** بر اثر پروتئین **گلوتن** (که در گندم و جو وجود دارد) یاخته‌های روده تخریب می‌شوند و ریزپرزها و حتی پرزها از بین می‌روند. در نتیجه، سطح جذب مواد، کاهش شدیدی پیدا می‌کند و بسیاری از مواد مغذی مورد نیاز بدن جذب نمی‌شوند.

بیشتر بدانید

ابوالقاسم خلف ابن العباس زهراوی نخستین کسی بود که از نخ‌های تهیه‌شده از رودهٔ جانوران، برای جراحی استفاده کرد. این نخ تنها مادهٔ طبیعی است که بدن آن را می‌پذیرد و در بدن تجزیه می‌شود. ابوالحسن احمد بن محمد طَبَری، پزشک و دانشمند ایرانی سدهٔ چهارم هجری و مؤلف کتاب «المعالجات البقراطیه» برای اوّلین بار در تاریخ پزشکی، برای شست‌وشوی معدهٔ افرادی که دچار مسمومیت می‌شدند، از لوله استفاده کرد.



شکل ۱۳ــ الف) پرز
ب) چین‌های حلقوی

مواد گوناگون به روش‌های متفاوتی که در فصل قبل خواندید، از یاخته‌های پوششی هر پرز عبور می‌کنند و به شبکهٔ مویرگی درون پرز و سپس جریان خون وارد می‌شوند. همان‌طور که در شکل ۱۳ــ الف می‌بینید، در هر پرز، مویرگ بستهٔ لنفی نیز وجود دارد. لنف از آب و ترکیبات دیگر تشکیل شده و در رگ‌های لنفی جریان دارد. مولکول‌های حاصل از گوارش لیپیدها به مویرگ لنفی و سپس به خون وارد می‌شوند (در فصل دستگاه گردش مواد در بدن، با ساختار مویرگ خونی و لنفی بیشتر آشنا می‌شوید). این مولکول‌ها در کبد یا بافت چربی ذخیره می‌شوند. در کبد از این لیپیدها، مولکول‌های لیپوپروتئین (ترکیب لیپید و پروتئین) ساخته می‌شود.

گروهی از لیپوپروتئین‌ها کلسترول زیادی دارند و به آنها **لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL)** می‌گویند. در گروهی دیگر، پروتئین از کلسترول بیشتر است که **لیپوپروتئین پرچگال (HDL)** نام دارند. زیاد بودن لیپوپروتئین پر چگال نسبت به کم‌چگال، احتمال رسوب کلسترول در دیوارهٔ سرخرگ‌ها را کاهش می‌دهد. چاقی، کم‌تحرکی و مصرف بیش از حد کلسترول، میزان لیپوپروتئین‌های کم‌چگال را افزایش می‌دهد.

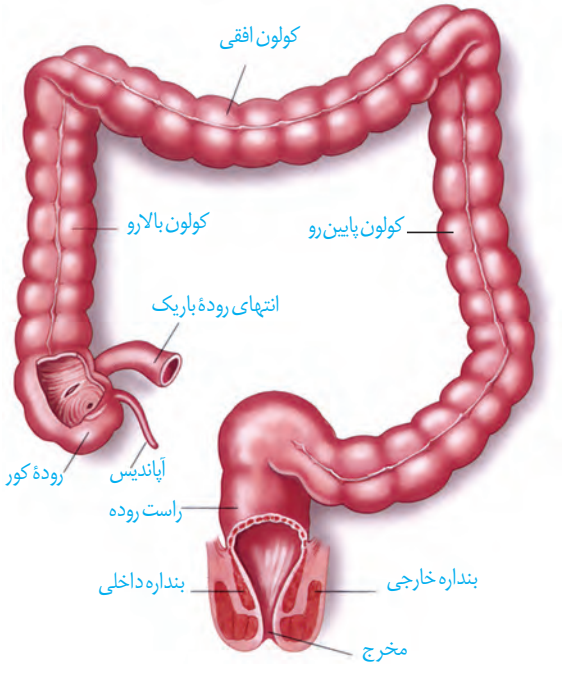
فعّالیت

یک برگهٔ آزمایش خون را که مواد موجود خون در آن ثبت شده است، بررسی کنید. میزان طبیعی لیپوپروتئین پر چگال (HDL)، لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL)، نسبت HDL/LDL و تری گلیسرید درخون چقدر است؟

رودهٔ بزرگ و دفع

ابتدای رودهٔ بزرگ **رودهٔ کور** نام دارد که به آپاندیس ختم می‌شود. ادامهٔ رودهٔ بزرگ از کولون بالارو، کولون افقی و کولون پایین‌رو، تشکیل شده است. رودهٔ بزرگ، پرز ندارد و یاخته‌های پوششی مخاط آن، مادهٔ مخاطی ترشح می‌کنند ولی آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کنند. بعد از روده بزرگ، راست روده قرار دارد (شکل ۱۴). در انتهای راست‌روده، بندارهٔ‌های داخلی (ماهیچهٔ صاف) و خارجی (ماهیچهٔ مخطط) قرار دارند (شکل ۱۴).

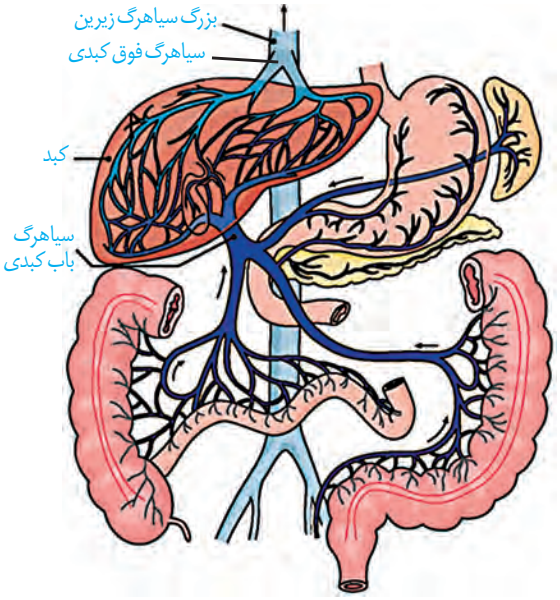
مواد جذب نشده و گوارش‌نیافته، یاخته‌های مرده و باقی ماندهٔ شیره‌های گوارشی، وارد رودهٔ بزرگ می‌شوند. رودهٔ بزرگ، آب و یون‌ها را جذب می‌کند؛ در نتیجه، مدفوع به شکل جامد در می‌آید. حرکات رودهٔ بزرگ، آهسته انجام می‌شوند. مدفوع به راست‌روده وارد و سرانجام دفع به صورت ارادی انجام می‌شود.



شکل ۱۴ــ بخش‌های انتهایی لولهٔ گوارش

گردش خون دستگاه گوارش

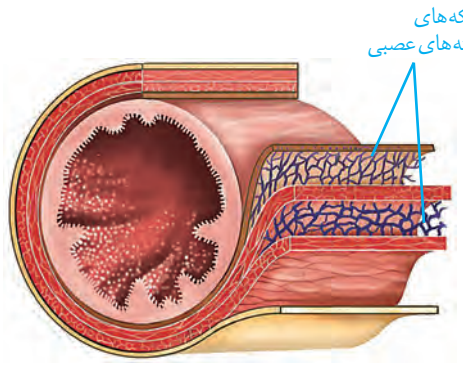
خونِ بخش‌هایی از بدن مانند خون لولهٔ گوارش به طور مستقیم به قلب برنمی‌گردد؛ بلکه از راه سیاهرگ باب، ابتدا به کبد و سپس از راه سیاهرگ‌های دیگر به قلب می‌رود (شکل ۱۵). پس از خوردن غذا، میزان جریان خون دستگاه گوارش افزایش می‌یابد تا نیاز آن برای فعّالیت بیشتر تأمین شود و مواد مغذی جذب شده، به کبد منتقل شوند. در کبد، از مواد جذب شده، گلیکوژن و پروتئین ساخته می‌شود و موادی مانند آهن و برخی ویتامین‌ها نیز در آن ذخیره می‌شوند.



شکل ۱۵ــ سیاهرگ باب و فوق کبدی

تنظیم فرایندهای گوارشی

دستگاه گوارش یک مرحله خاموشی نسبی (فاصله بین خوردن وعده‌های غذایی) و یک مرحله فعّالیت شدید (بعد از ورود غذا) دارد. این دستگاه باید به ورود غذا پاسخ مناسبی بدهد؛ یعنی شیره‌های گوارشی به موقع و به اندازهٔ کافی ترشح و حرکات لولهٔ گوارش به موقع انجام شوند تا غذا را با شیره‌ها مخلوط کند و در طول لوله با سرعت مناسب حرکت دهد. فعّالیت بخش‌های دیگر بدن از جمله گردش خون نیز باید با فعّالیت دستگاه گوارش هماهنگ باشد. فعّالیت دستگاه گوارش را مانند بخش‌های دیگر بدن، دستگاه‌های عصبی و هورمونی تنظیم می‌کنند.



شکل ۱۶ــ شبکه‌های یاخته‌های عصبی لولهٔ گوارش در زیر مخاط و لایهٔ ماهیچه‌ای

تنظیم عصبی دستگاه گوارش را بخشی از دستگاه عصبی به نام **دستگاه عصبی خودمختار** انجام می‌دهد. فعّالیت این دستگاه، ناخودآگاه است؛ مثلاً وقتی به غذا فکر می‌کنیم، بزاق ترشح می‌شود. با فعّالیت دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی به غده‌های بزاقی می‌رسد و بزاق ترشح می‌شود. دیدن غذا و بوی آن نیز باعث افزایش ترشح بزاق می‌شوند.

انجام فعّالیت‌های گوارشی با فعّالیت‌های بخش‌های دیگر بدن نیز باید هماهنگ شود. مثلاً هنگام بلع و عبور غذا از حلق، مرکز بلع در بصل‌النّخاع، فعّالیت مرکز تنفس را که در نزدیک آن قرار دارد، مهار می‌کند؛ در نتیجه، نای بسته و تنفس برای زمانی کوتاه، متوقف می‌شود.

همان‌طور که در ساختار لوله گوارش دیدیم، در دیوارهٔ این لوله (از مری تا مخرج) شبکه‌های یاخته‌های عصبی، وجود دارند (شکل ۱۶). این شبکه‌ها تحرک و ترشح را در لولهٔ گوارش، تنظیم می‌کنند. شبکه‌های عصبی روده‌ای می‌توانند مستقل از دستگاه عصبی خودمختار، فعّالیت کنند. اما دستگاه عصبی خود مختار با آنها ارتباط دارد و بر عملکرد آنها تأثیر می‌گذارد.

در بخش‌های مختلف معده و روده، یاخته‌هایی وجود دارند که هورمون می‌سازند. این هورمون‌ها

به خون می‌ریزند و همراه با دستگاه عصبی، فعّالیت‌های دستگاه گوارش را تنظیم می‌کنند. **سکرتین** و **گاسترین** از این هورمون‌ها هستند. سکرتین، از دوازدهه به خون ترشح می‌شود و با اثر بر لوزالمعده موجب می‌شود ترشح بیکربنات افزایش یابد. گاسترین از معده ترشح و باعث افزایش ترشح اسید معده و پپسینوژن می‌شود.

بیشتر بدانید

سکرتین به معنی مادهٔ ترشح شده است. سکرتین نخستین هورمون کشف شده است.

گاسترین: گاستر واژه‌ای یونانی به معنی معده است و گاسترین به معنای ماده‌ای است که معده آن را ترشح می‌کند.

وزن مناسب

از دلایل چاقی در جوامع امروزی، استفاده از غذاهای پر انرژی (غذاهای پرچرب و شیرین)، عوامل روانی مانند غذا خوردن برای رهایی از تنش و شیوهٔ زندگیِ کم تحرک است. البتّه چاقی در برخی از افراد به ژن‌ها مربوط است. چاقی، سلامت فرد را به خطر می‌اندازد و احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت نوع ۲، انواعی از سرطان، تنگ شدن سرخرگ‌ها، سکتهٔ قلبی و مغزی را افزایش می‌دهد.

از سوی دیگر، افرادی که کمتر از نیاز غذا می‌خورند و در نتیجه، لاغر می‌شوند؛به علّت کاهش دریافت مواد مغذی دچار مشکلاتی مانند کم‌خونی و کاهش استحکام استخوان‌ها می‌شوند. تبلیغات و فشار اجتماعی در تمایل افراد به کاهش وزن بیش از حد نقش دارد.

برای تعیین وزن مناسب، از شاخص تودهٔ بدنی استفاده می‌کنند. این شاخص از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{شاخص تودهٔ بدنی} = \frac{\text{جرم (Kg)}}{\text{مربع قد } (m^2)}$$

شاخص تودهٔ بدنی کمتر از ۱۹، نشان‌دهندهٔ کمبود وزن و بیشتر از ۳۰ به معنی چاقی است. اگر این شاخص بین ۱۹ تا ۲۵ باشد، نشان‌دهندهٔ وزن مناسب و بین ۲۵ تا ۳۰ به معنی داشتن وزن اضافه است.

تعیین وزن مناسب بر اساس شاخص تودهٔ بدنی برای افراد بیشتر از بیست سال است. از آنجا که افراد کمتر از بیست سال در سن رشد قرار دارند، برای بررسی مناسب بودن وزن این افراد، شاخص تودهٔ بدنی آنها را با افراد هم سن و هم جنس، مقایسه می‌کنند. البته وزن هر فرد به تراکم استخوان، مقدار بافت ماهیچه و چربی بدن او بستگی دارد. بنابراین فقط افراد متخصص می‌توانند دربارهٔ مناسب بودن وزن فرد، قضاوت کنند.

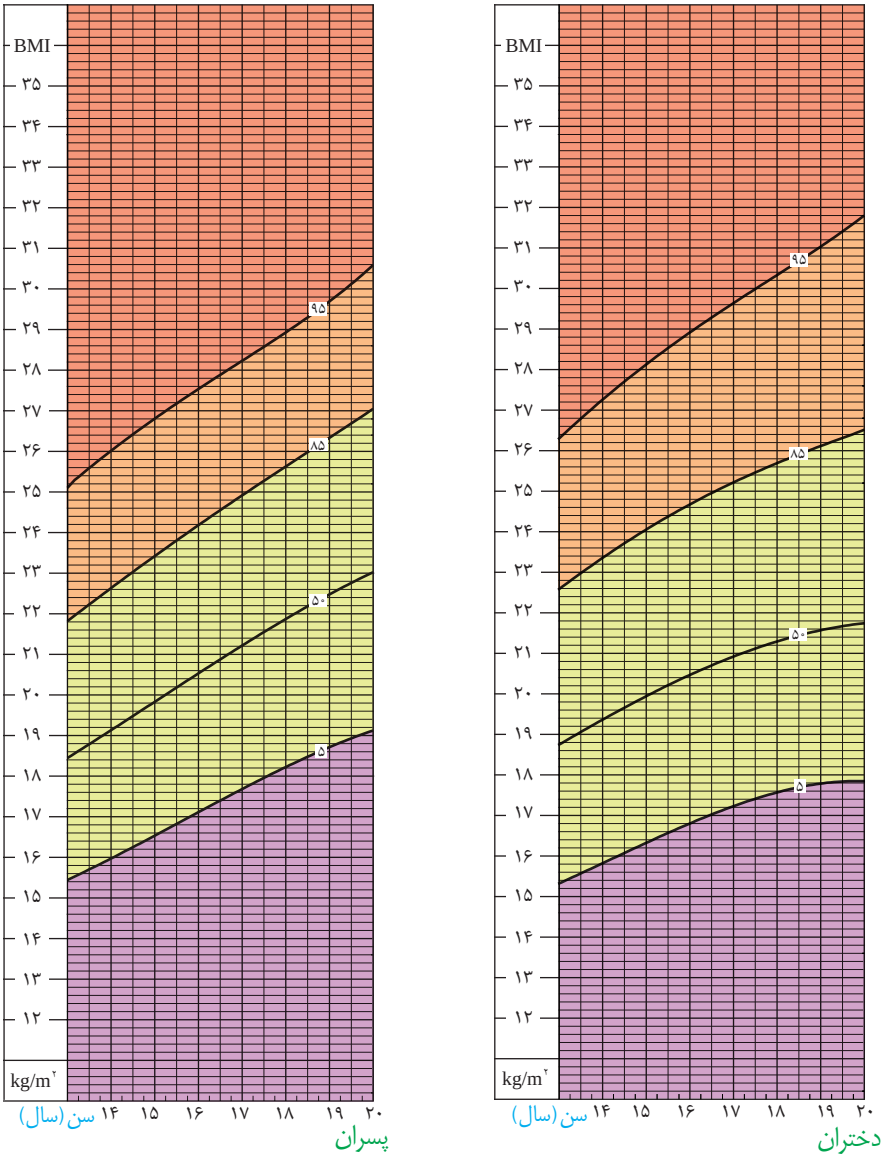
فعّالیت

ذخیرهٔ بیش از اندازهٔ چربی در کبد موجب بیماری «کبد چرب» می‌شود. چگونه می‌توان از این بیماری پیشگیری کرد؟ در این باره اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به کلاس ارائه دهید.

با استفاده از نمودارها و جدول زیر می‌توان مشخص کرد آیا افراد بین ۱۴ تا ۲۰ سال اضافه وزن یا چاقی احتمالی دارند یا نه. اما برای بررسی دقیق موضوع باید به متخصص مراجعه کرد.

جدول درصد نمایهٔ تودهٔ بدنی برای افراد کمتر از ۲۰ سال، براساس نمودار روبه‌رو

درصد نمایهٔ تودهٔ بدنی	وضعیت وزن
۹۵ و بیشتر از آن	چاق
۸۵ تا ۹۵	اضافه وزن
۵ تا ۸۵	وزن طبیعی
کمتر از ۵	کمبود وزن



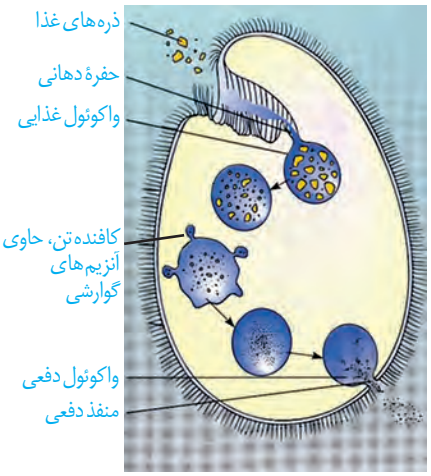
نمودار نمایهٔ تودهٔ بدنی بر اساس سن برای دختران و پسران بین ۱۴ تا ۲۰ سال

گفتار ۳ تنوع گوارش در جانداران

شکل ۱۷ــ کرم کدو

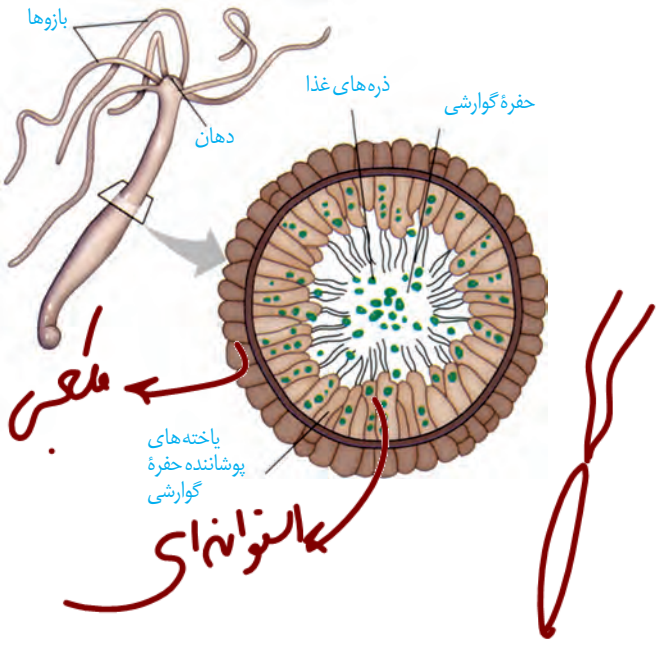
برخی جانداران، مواد مغذی را از سطح یاخته یا بدن و به‌طور مستقیم از محیط، دریافت می‌کنند. این محیط، آب دریا، دستگاه گوارش یا مایعات بدن جانوران میزبان است. کرم کدو که فاقد دهان و دستگاه گوارش است، مواد مغذی را از سطح بدن جذب می‌کند (شکل ۱۷).

واکوئول گوارشی: پارامسی از آغازیان است و با حرکت مژک‌ها غذا را از محیط به حفرهٔ دهانی منتقل می‌کند. در انتهای حفره، کیسه‌ای غشایی به نام **واکوئول غذایی** تشکیل می‌شود. واکوئول غذایی درون سیتوپلاسم حرکت می‌کند. کافنده تن (لیزوزوم) به واکوئول می‌پیوندد و آنزیم‌های خود را به درون آن آزاد می‌کند. در نتیجه، **واکوئول گوارشی** تشکیل می‌شود. مواد گوارش یافته از این واکوئول خارج می‌شوند و مواد گوارش نیافته در آن باقی می‌مانند. به این واکوئول، **واکوئول دفعی** می‌گویند. محتویات این واکوئول از راه منفذ دفعی یاخته خارج می‌شود (شکل ۱۸).



شکل ۱۸ــ گوارش درون یاخته‌ای در پارامسی از آغازیان

حفرهٔ گوارشی: گوارش در جانوری مانند هیدر در کیسه‌ای به نام **حفرهٔ گوارشی** انجام می‌شود. این حفره فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد. یاخته‌هایی در این حفره، آنزیم‌هایی ترشح می‌کنند که فرایند گوارش به‌صورت برون‌یاخته‌ای را آغاز می‌کنند. یاخته‌های این حفره، ذره‌های غذایی را با درون‌بری دریافت می‌کنند. سپس فرایند گوارش به‌صورت درون یاخته‌ای در حفرهٔ گوارشی ادامه می‌یابد (شکل ۱۹).

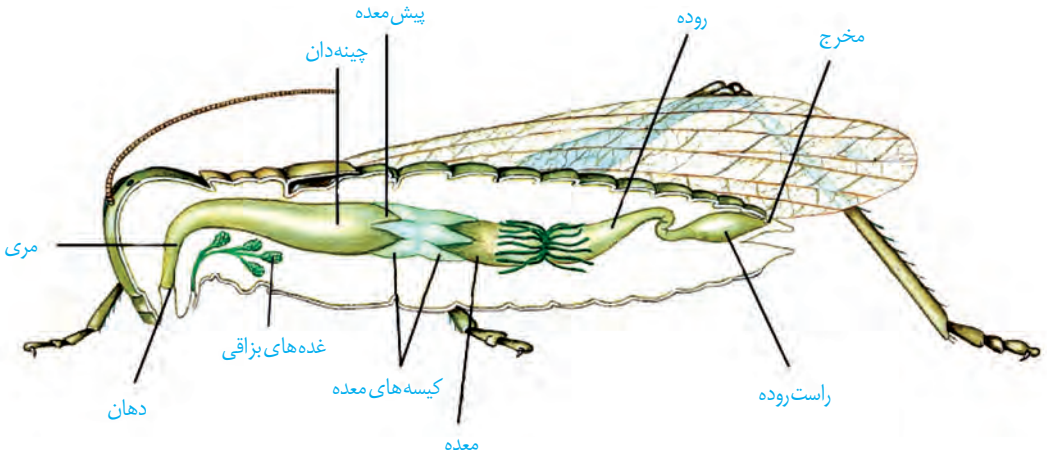


شکل ۱۹ــ حفرهٔ گوارشی در هیدر

لولهٔ گوارش: این لوله در اثر تشکیل مخرج، شکل می‌گیرد و امکان جریان یک‌طرفهٔ غذا را فراهم می‌کند. در ادامه نمونه‌هایی از لوله گوارش در جانوران را بررسی می‌کنیم.

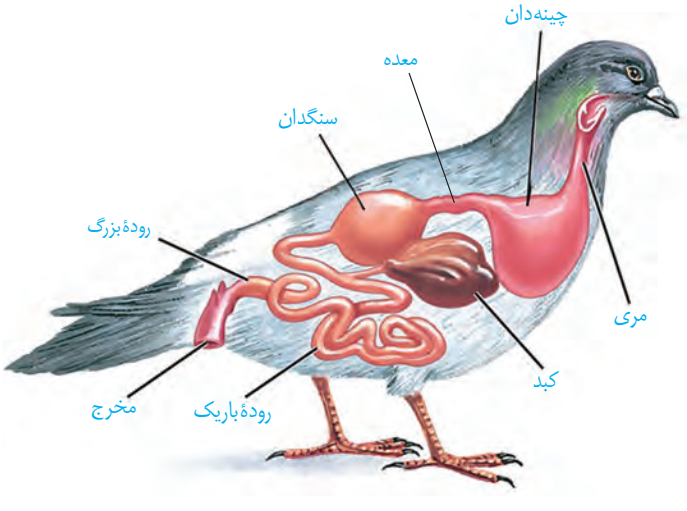
ملخ، حشره‌ای گیاه‌خوار است و با استفاده از آرواره‌ها، مواد غذایی را خرد و به دهان منتقل می‌کند. غذای خرد شده از طریق مری به **چینه‌دان** وارد می‌شود. چینه‌دان بخش حجیم انتهای مری است که در آن غذا ذخیره و نرم می‌شود. سپس غذا به بخش کوچکی به نام **پیش‌معده** وارد می‌شود. دیوارهٔ پیش‌معده دندانه‌هایی دارد که به خرد شدن بیشتر مواد غذایی کمک می‌کنند. معده و کیسه‌های معده، آنزیم‌هایی ترشح می‌کنند که به پیش‌معده وارد می‌شوند. جذب، در معده صورت می‌گیرد. مواد گوارش نیافته پس از عبور از روده، به راست‌روده وارد و سپس از مخرج دفع می‌شوند (شکل ۲۰).

شکل ۲۰ــ لولهٔ گوارش ملخ



جانوران دیگری مانند پرندگان دانه‌خوار نیز چینه‌دان دارند. شکل ۲۱ لوله گوارش در این پرندگان را نشان می‌دهد.

بخش عقبی معده در این پرندگان ساختاری ماهیچه‌ای است و **سنگدان** نامیده می‌شود. سنگریزه‌هایی که پرنده می‌بلعد، فرایند آسیاب کردن غذا را تسهیل می‌کنند.

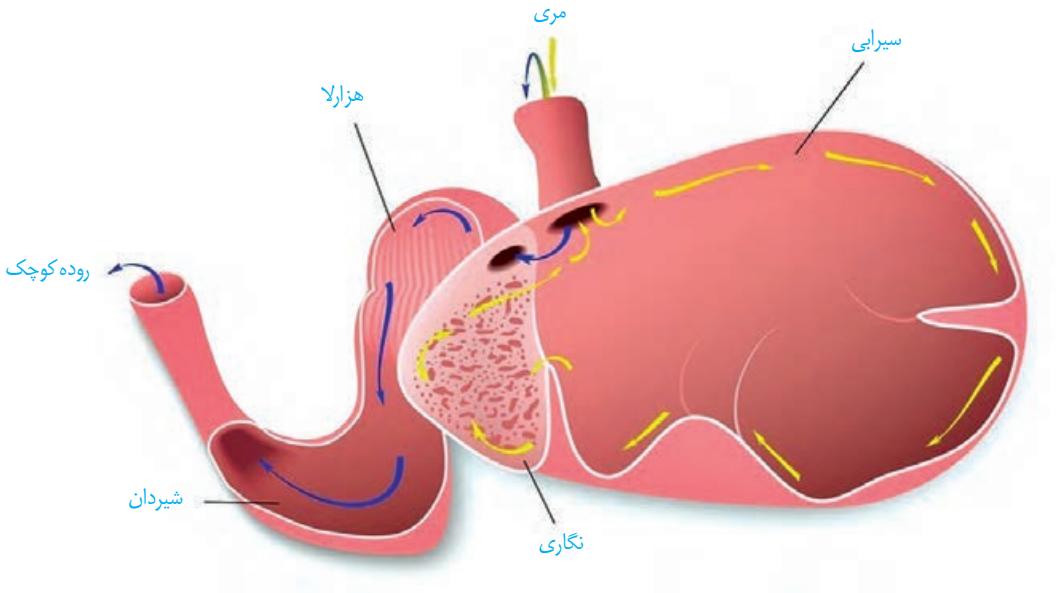


شکل ۲۱ــ لولهٔ گوارش پرندهٔ دانه‌خوار

پستانداران نشخوارکننده، نظیر گاو و گوسفند، معدهٔ چهار قسمتی دارند (شکل ۲۲). در این جانوران، معده، شامل کیسهٔ بزرگی به نام **سیرابی**؛ بخشی به نام **نگاری**؛ یک اتاقک لایه‌لایه به نام **هزارلا** و معدهٔ واقعی یا **شیردان** است. این جانوران به سرعت غذا می‌خورند تا در فرصت مناسب یا مکانی امن، غذا را با نشخوارکردن به دهان برگردانند و بجوند. ابتدا غذای نیمه جویده بلعیده و وارد سیرابی می‌شود و در آنجا به کمک میکروب‌ها تا حدی گوارش می‌یابد. در نشخوارکنندگان، وجود میکروب‌ها برای گوارش سلولز ضروری است. سلولز مقدار زیادی انرژی دارد ولی اغلب جانوران فاقد توانایی تولید آنزیم لازم برای گوارش آن هستند.

توده‌های غذا سپس به نگاری وارد و به دهان برمی‌گردند. در این زمان غذا به طور کامل، جویده و دوباره به سیرابی وارد می‌شود؛ بیشتر حالت مایع پیدا می‌کند و سپس به نگاری جریان می‌یابد. مواد از آنجا به هزارلا رفته، تا حدودی آبگیری و سرانجام به شیردان وارد می‌شوند. در این محل آنزیم‌های گوارشی وارد عمل می‌شوند و گوارش ادامه پیدا می‌کند (شکل ۲۲).

شکل ۲۲ــ معدهٔ چهار قسمتی



فعّالیت

دربارهٔ ارتباط بین گوارش نشخوارکنندگان با گرم شدن کرهٔ زمین اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

فصل ۳

تبادلات گازی

نفس کشیدن، یکی از ویژگی‌های آشکار در بسیاری از جانوران است. اما آیا در همهٔ جانوران به یک شکل انجام می‌شود؟ هدف از آن چیست؟

در ذهن بسیاری از ما، نفس کشیدن به معنای زنده بودن است. برای تشخیص اینکه آیا فردی زنده است یا نه، غالباً نگاه می کنیم که آیا نفس می کشد یا خیر. به نظر می‌رسد این فرایند، کاری حیاتی را برای ما انجام می‌دهد. اما این کارِ حیاتی چیست؟

هوای آلوده به کدام بخش دستگاه تنفسی آسیب می رساند؟ افرادی که به دخانیات روی می آورند، چگونه به بدن خود آسیب می رسانند؟ اینها فقط بخشی از پرسش هایی است که پاسخ آنها را با مطالعهٔ این فصل به دست خواهیم آورد.

گفتار ۱ ساز و کار دستگاه تنفس در انسان

چرا نفس می‌کشیم؟

ارسطو، معتقد بود که نفس کشیدن باعث خنک شدن قلب می‌شود. او نمی‌دانست که هوا خود مخلوطی از چند نوع گاز است. بنابر این هوای دمی و بازدمی را از نظر ترکیب شیمیایی یکسان می‌دانست. اما آیا واقعاً چنین است؟

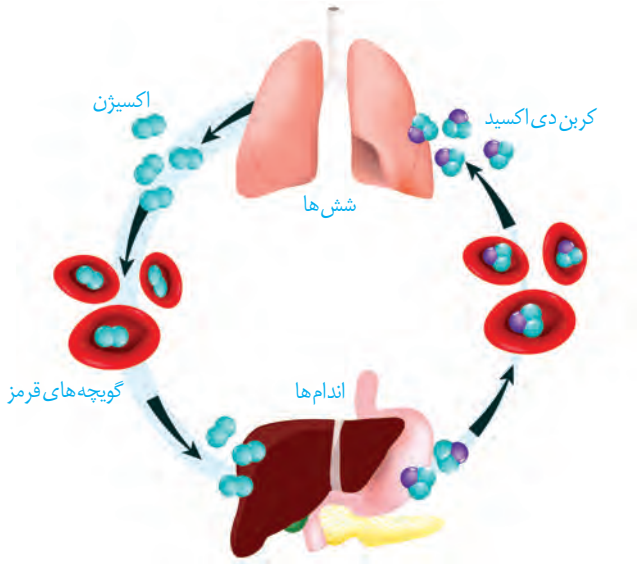
مقایسهٔ هوای دمی و بازدمی نشان می‌دهد که این دو هوا با هم متفاوت‌اند. هوای دمی، اکسیژن بیشتری دارد امّا در هوای بازدمی، کربن دی‌اکسید نسبت به هوای دمی بیشتر است. بنابراین، اهمیت فرایند تنفس از آنچه که ارسطو می‌پنداشت فراتر است. درک این اهمیت، زمانی ممکن شد که آدمی توانست ارتباط دستگاه تنفس و دستگاه گردش خون را بیابد.

دستگاه گردش خون، خون را از اندام‌های بدن جمع‌آوری می‌کند و به سوی شش‌ها می‌آورد. این خون که به **خون تیره** معروف است اکسیژنِ کم، اما کربن‌دی اکسیدِ زیادی دارد. در شش‌ها خون، کربن‌دی اکسید را از دست می‌دهد و از هوا اکسیژن می‌گیرد و به **خون روشن** تبدیل می‌شود. خون روشن توسط دستگاه گردش خون به اندام‌ها و یاخته‌ها فرستاده می‌شود (شکل ۱). به این‌ترتیب، همواره به یاخته‌های بدن، اکسیژن می‌رسد و کربن‌دی‌اکسید از آنها دور می‌شود. اما این کار چه ضرورتی دارد؟

در فصل قبل دیدیم که یاخته‌ها چگونه مواد مغذی را به‌دست می‌آورند. انرژی مواد مغذی، مثل گلوکز، باید ابتدا به انرژی ذخیره شده در ATP تبدیل شود. واکنش خلاصه شدهٔ این تبدیل، به این صورت است:

ATP + آب + کربن دی‌اکسید ⟶ ADP و فسفات + اکسیژن + گلوکز

این واکنش که **تنفس یاخته‌ای** نام دارد، علت نیاز به اکسیژن را توجیه می‌کند. اما کربن دی‌اکسید چرا باید دور شود؟ یکی از علل زیان بار بودن کربن دی‌اکسید این است که می‌تواند با آب واکنش داده، کربنیک اسید تولید کند و pH را کاهش دهد. این تغییر pH باعث تغییر ساختار پروتئین‌ها می‌شود که می‌تواند عملکرد پروتئین‌ها را مختل کند. از آنجا که بسیاری از فرایندهای یاخته‌ای را پروتئین‌ها انجام می‌دهند؛ از بین رفتن عملکرد آنها اختلال گسترده‌ای را در کار یاخته‌ها و بافت‌ها ایجاد می‌کند. در واقع، افزایش کربن دی‌اکسید، خطرناک‌تر از کاهش اکسیژن است.



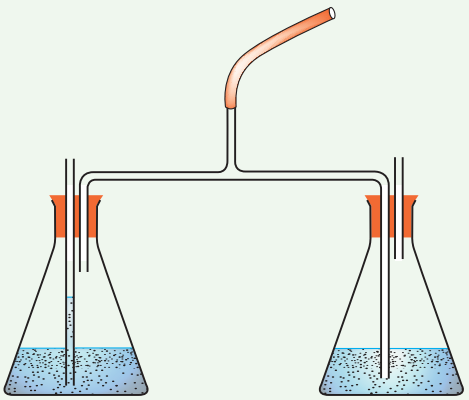
شکل ۱ــ یاخته‌های بدن، گازهای تنفسی را با خون و خون این گازها را در شش‌ها با هوا مبادله می‌کند.

فعّالیت

آیا هوای دمی با هوای بازدمی متفاوت است؟

پژوهش‌های دانشمندان در ابتدا، وجود سه گاز نیتروژن، اکسیژن و کربن‌دی اکسید را در هوا نشان داد. در این آزمایش، هوای دمی و بازدمی را از نظر مقدار نسبی کربن دی اکسید بررسی می‌کنیم. اما چگونه می‌توان مقدار کربن دی اکسید را در هوا تشخیص داد؟

برای انجام این آزمایش می‌توان از محلول آب آهک (بی رنگ) یا برم تیمول بلو رقیق (آبی رنگ) که معرّف کربن دی‌اکسید هستند استفاده کرد. با دمیدن کربن دی‌اکسید به درون این محلول ها، آب آهک شیری رنگ و برم تیمول بلو، زرد رنگ می‌شود.



۱ــ دستگاه را مطابق شکل سوار کنید. انتهای لولهٔ بلند را درون محلول و انتهای لولهٔ کوتاه را در بالای محلول قرار دهید.

۲ــ به آرامی از طریق لولهٔ مرکزی، عمل دم و بازدم را انجام دهید. در هنگام دم، در کدام ظرف، حباب هوا مشاهده می‌شود؟ هنگام بازدم چطور؟

۳ــ دم و بازدم را ادامه دهید تا رنگ معرّف در یکی از ظرف‌ها تغییر کند. آن را یادداشت کنید.

۴ــ چند دقیقهٔ دیگر نیز به دم و بازدم ادامه دهید و تغییرات بعدی رنگ را در هر دو ظرف مشاهده، و یادداشت کنید.

۵ــ اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) چرا هوای دمی، به یک ظرف و هوای بازدمی، به ظرف دیگر وارد می‌شود؟

ب) نخست در کدام ظرف تغییر رنگ مشاهده کردید؟

پ) آیا معرّف در هر دو ظرف سرانجام تغییر رنگ داد؟ این موضوع چه چیزی را برای ما روشن می‌کند؟

بخش‌های عملکردی دستگاه تنفس

از نظر عملکرد، می‌توان دستگاه تنفس را به دو بخش اصلی به نام‌های **بخش هادی** و **بخش مبادله‌ای** تقسیم کرد.

بخش هادی

بخش هادی، از مجاری تنفسی ای تشکیل شده است که هوا را به درون و بیرون دستگاه تنفسی هدایت می‌کنند و آن را از ناخالصی‌ها، مثل میکروب‌های بیماری‌زا و ذرات گرد و غبار، پاک‌سازی و نیز، گرم و مرطوب می‌کنند تا برای مبادلهٔ گازها با خون آماده شود. از بینی تا نایژک انتهایی به بخش هادی تعلق دارد.

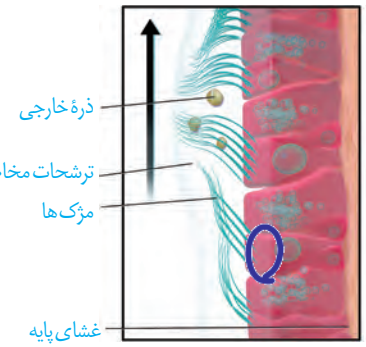
ابتدای مسیر ورود هوا در بینی، از پوست نازکی پوشیده شده است که موهای آن، مانعی در برابر ورود ناخالصی‌های هوا ایجاد می‌کند. با پایان یافتن این پوست، مخاط مژک‌دار در بینی آغاز می‌شود که در سراسر مجاری هادی ادامه پیدا می‌کند. این مخاط، یاخته‌های مژک‌دار فراوان و ترشحات

بیشتر بدانید

عوامل مختلفی بر عملکرد یاخته‌های مژک‌دار اثر می‌گذارند. هوای خیلی سرد، حرکت مژک‌های لایهٔ مخاطی را کند می‌کند. دود سیگار و قلیان و بعضی از آلاینده‌های شیمیایی موجود در هوا، باعث مرگ یاخته‌های مژک‌دار می‌شوند.

مخاطی دارد. در این ترشحات مواد ضدمیکروبی وجود دارد. (شکل ۲).

ترشحات مخاطی، ناخالصی‌های هوا را ضمن عبور به دام می‌اندازد. مژک‌ها با حرکت ضربانی خود، ترشحات مخاطی و ناخالصی‌های به دام افتاده در آن را به سوی حلق می‌رانند. در آنجا یا به دستگاه گوارش وارد شده، شیرهٔ معده آنها را نابود می‌کند یا به خارج از بدن هدایت می‌شوند.



شکل ۲ــ در مخاط نای سلول‌های استوانه‌ای مژک‌دار قرار دارند.

ترشحات مخاطی، هوا را مرطوب می‌کنند. مرطوب کردن هوا برای تبادل گازها ضرورت دارد. گازهای تنفسی تنها در صورتی که محلول در آب باشند، می‌توانند بین شش‌ها و خون مبادله شوند.

در بینی، شبکه‌ای وسیع از رگ‌هایی با دیوارهٔ نازک وجود دارد که هوا را گرم می‌کند. این شبکه به سطح درونی بینی بسیار نزدیک است، بنابراین آسیب‌پذیری بیشتری دارد و آسان‌تر از دیگر نقاط، دچار خون‌ریزی می‌شود.

هوا با عبور از بینی، دهان، یا هر دو، به حلق وارد می‌شود (شکل ۳). حلق، گذرگاهی ماهیچه‌ای است که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند. انتهای حلق به یک دو راهی ختم می‌شود. در این دوراهی، حنجره در جلو و مری در پشت قرار دارد.

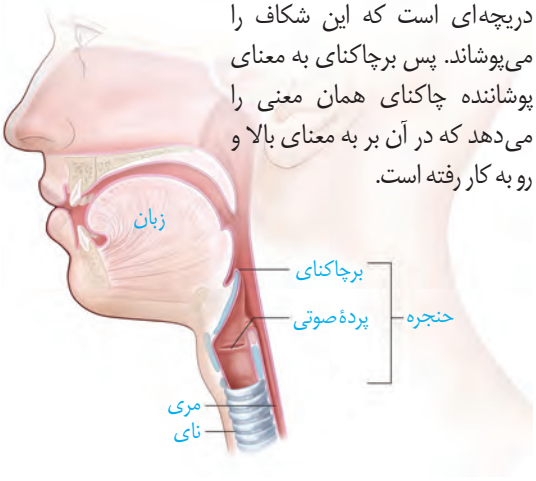
حنجره در ابتدای نای واقع است و در تنفس، دو کار مهم انجام می‌دهد. یکی آنکه دیوارهٔ غضروفی آن، مجرای عبور هوا را باز نگه می‌دارد و دیگر آنکه درپوشی به نام **برچاکنای (اپی‌گلوت)** دارد که مانع ورود غذا به مجرای تنفسی می‌شود.

دیوارهٔ نای، حلقه‌های غضروفی شبیه به نعل اسب یا حرف C دارد که مجرای نای را همیشه باز نگه می‌دارند (شکل ۴). دهانهٔ غضروف (دهانهٔ حرف C) به سمت مری قرار دارد. در نتیجه حرکت لقمه‌های بزرگ غذا در مری با مانعی روبه‌رو نمی‌شود. ساختار دیوارهٔ نای در شکل ۵ نشان داده شده است.

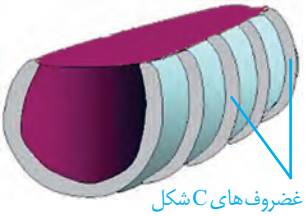
واژه شناسی

برچاکنای (اپی‌گلوت/ Epiglottis)

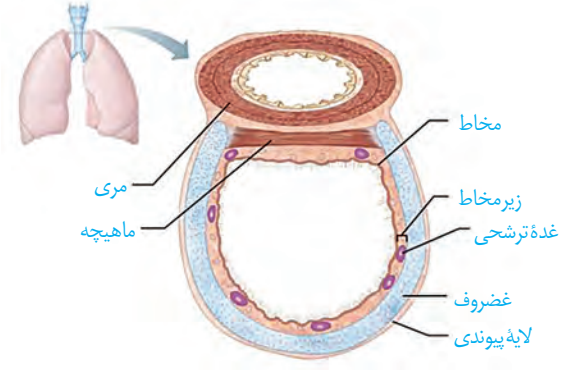
اپی‌گلوت زبانه‌ای است که در بالای حنجره قرار دارد و مانع ورود غذا به نای می‌شود. چاکنای به معنای شکاف میان تارهای صوتی است که در حنجره وجود دارد. اپی‌گلوت دریچه‌ای است که این شکاف را می‌پوشاند. پس برچاکنای به معنای پوشاننده چاکنای همان معنی را می‌دهد که در آن بر به معنای بالا و رو به کار رفته است.



شکل ۳ــ حلق و حنجره



شکل ۴ــ حلقه‌های غضروفی نای



شکل ۵ــ ساختار بافتی دیوارهٔ نای.
دیوارهٔ نای از بیرون به درون شامل چهار لایه است:
۱ــ پیوندی
۲ــ غضروفی ماهیچه‌ای
۳ــ زیر مخاط
۴ــ مخاط

نای، در انتهای خود، به دو شاخه تقسیم می‌شود و **نایژه‌های اصلی** را پدید می‌آورد. هر نایژهٔ اصلی به یک شش وارد شده، در آنجا به نایژه‌های باریک‌تر تقسیم می‌شود (شکل ۶). همچنان که از نایژهٔ اصلی به سمت نایژه‌های باریک‌تر پیش می‌رویم، از مقدار غضروف کاسته می‌شود. انشعابی از نایژه که دیگر غضروفی ندارد، **نایژک** نامیده می‌شود.

به علت نداشتن غضروف، نایژک‌ها می‌توانند تنگ و گشاد شوند. این ویژگی نایژک‌ها به دستگاه تنفس امکان می‌دهد تا بتواند مقدار هوای ورودی یا خروجی را تنظیم کند. آخرین انشعاب نایژک در بخش هادی، **نایژک انتهایی** نام دارد.

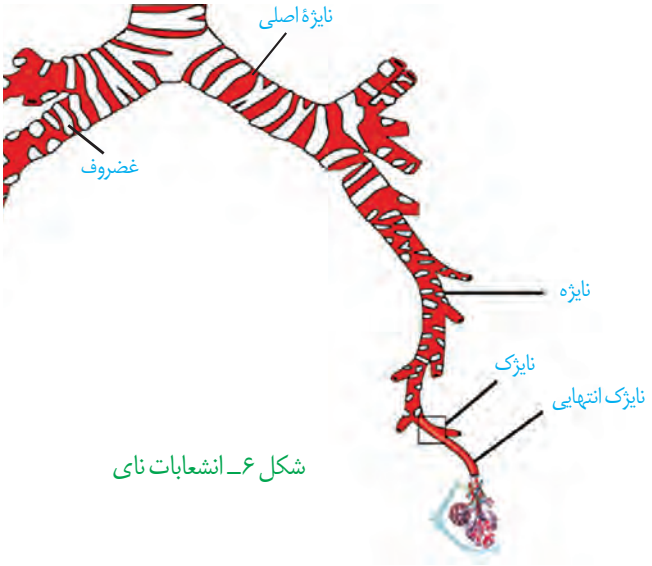
بخش مبادله‌ای

بخش مبادله‌ای، با حضور اجزای کوچکی به‌نام حبابک مشخص می‌شود (شکل ۷). نایژکی را که روی آن حبابک وجود دارد، **نایژک مبادله‌ای** می‌نامیم. نایژک مبادله‌ای در انتهای خود به ساختاری شبیه به خوشهٔ انگور ختم می‌شود که از اجتماع حبابک‌ها پدید آمده است. هر یک از این خوشه‌ها را یک **کیسهٔ حبابکی** می‌نامند.

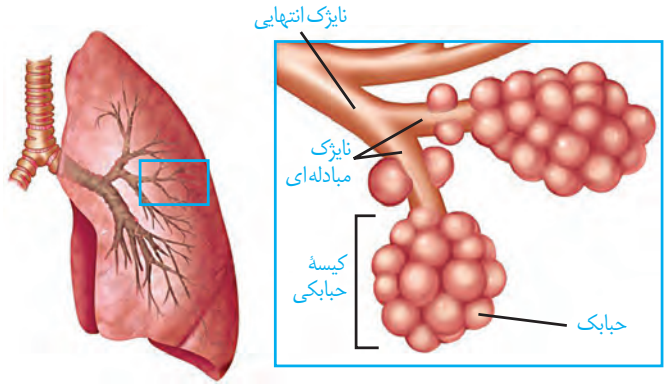
مخاط مژک‌دار در طول نایژک مبادله‌ای به پایان می‌رسد، بنابراین در محل حبابک‌ها، این مخاط وجود ندارد.

در حبابک‌ها، گروهی از یاخته‌های دستگاه ایمنی بدن به نام **درشت‌خوار (ماکروفاژ)** مستقر شده‌اند (شکل ۸). این یاخته‌ها، باکتری‌ها و ذرات گرد و غباری را که از مخاط مژک‌دار گریخته‌اند نابود می‌کنند. درشت‌خوارها یاخته‌هایی با ویژگی بیگانه‌خواری و توانایی حرکت‌اند. این یاخته‌ها، نه فقط در کیسه‌های حبابکیِ شش‌ها، بلکه در دیگر نقاط بدن نیز حضور دارند.

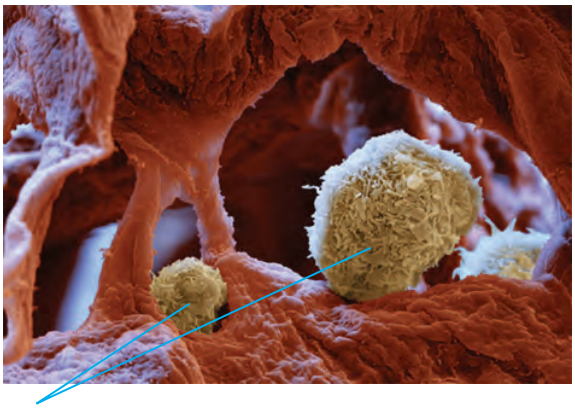
هنگام نفس کشیدن، حجم کیسه‌های حبابکی تغییر می‌کند. لایهٔ نازکی از آب، سطحی از حبابک را که در تماس با هواست پوشانده است؛ بنابراین حبابک به علت وجود نیروی کشش سطحی آب، در برابر باز شدن مقاومت می‌کند. ماده‌ای به نام **عامل سطح فعال (سورفاکتانت)** که از بعضی یاخته‌های حبابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حبابک‌ها را آسان می‌کند (شکل ۹). در بعضی از نوزادانی که زودهنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.



شکل ۶ــ انشعابات نای



شکل ۷ــ بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس

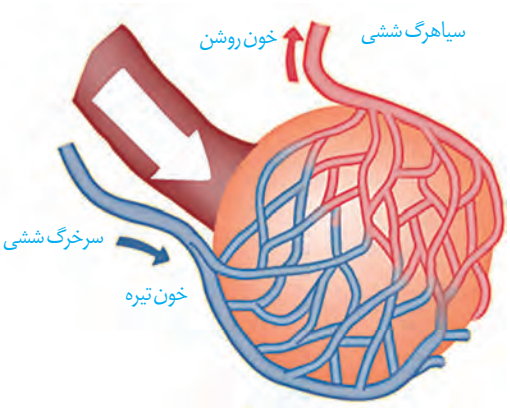


شکل ۸ــ یاخته های درشت خوار در حبابک‌ها

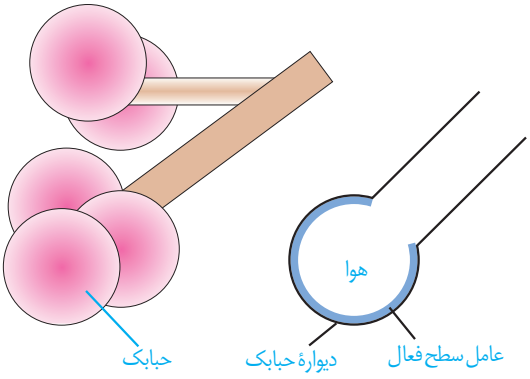
اطراف حبابک‌ها را مویرگ‌های خونی فراوان، احاطه کرده‌اند و به‌این ترتیب، امکان تبادل گازها بین هوا و خون فراهم شده است (شکل ۱۰).

دیوارهٔ حبابک از دو نوع یاخته ساخته شده است. نوع اوّل، سنگ‌فرشی و فراوان‌تر است. نوع دوم، با ظاهری کاملاً متفاوت، به تعداد خیلی کمتر دیده می‌شود و ترشح عامل سطح‌فعال را بر عهده دارد (شکل ۱۱). درشت‌خوارها را جزءِ یاخته‌های دیوارهٔ حبابک، طبقه‌بندی نمی‌کنند.

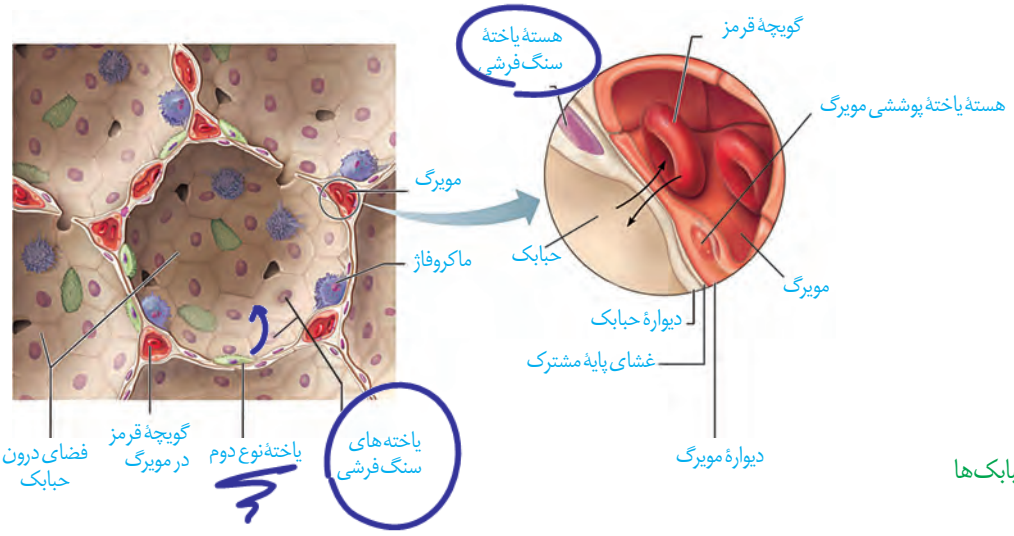
برای اینکه اکسیژن و کربن دی اکسید بین هوا و خون مبادله شوند، این مولکول‌ها باید از ضخامت دیوارهٔ حبابک‌ها و دیوارهٔ مویرگ‌ها عبور کنند. هر دو دیواره، از بافت پوششی سنگ‌فرشی یک لایه ساخته شده‌اند که بسیار نازک است. در جاهای متعدد، بافت پوششی حبابک و مویرگ هر دو غشای پایهٔ مشترک دارند؛ درنتیجه مسافت انتشار گازها به حداقل ممکن رسیده است (شکل ۱۱).



شکل ۱۰ــ مویرگ‌های خونی فراوان، اطراف حبابک‌ها را احاطه کرده‌اند.



شکل ۹ــ عامل سطح فعال در سطحی که مجاور هواست ترشح می‌شود.



شکل ۱۱ــ ساختار حبابک‌ها

حمل گازها در خون

کار دستگاه تنفس با همکاری دستگاه گردش خون، کامل می‌شود. خون، اکسیژن را به یاخته‌ها می‌رساند و کربن دی‌اکسید را از آنها می‌گیرد و به سمت شش‌ها می‌آورد تا از بدن خارج شود.

با توجه به اینکه بخش اندکی از این گازها به‌صورت محلول در خوناب جابه‌جا می‌شوند، بنابراین به سازوکارهای دیگری برای حمل این مولکول‌ها در خون نیاز است.

گویچهٔ قرمز سرشار از **هموگلوبین** است. غلظت اکسیژن خونی که از قلب به شش‌ها می‌رود، کمتر از غلظت اکسیژن در هوای حبابک‌ها است؛ در نتیجه در شش‌ها اکسیژن به هموگلوبین می‌پیوندد و در مجاورت بافت‌ها، که غلظت اکسیژن به علت مصرف شدن توسط یاخته‌ها کاهش یافته است، اکسیژن از هموگلوبین جدا و به یاخته‌ها داده می‌شود. پیوستن کربن‌دی اکسید به هموگلوبین و یا گُسستن از آن نیز تابع غلظت کربن‌دی‌اکسید است. در بافت‌ها، کربن دی‌اکسید به هموگلوبین متصل و در شش‌ها از آن جدا می‌شود.

کربن مونوکسید، مولکول دیگری است که می‌تواند به هموگلوبین متصل شود با این تفاوت که وقتی متصل شد، به آسانی جدا نمی‌شود. محل اتصال این مولکول به هموگلوبین، همان محل اتصال اکسیژن است. بنابراین کربن مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع پیوستن اکسیژن می‌شود و چون به آسانی جدا نمی‌شود ظرفیت حمل اکسیژن را در خون کاهش می‌دهد. این وضعیت ممکن است چنان شدید باشد که به مرگ منجر شود. از این رو کربن مونواکسید گازی سمی به شمار می‌رود. تنفس این گاز باعث مسمومیت می‌شود و به **گاز گرفتگی** شهرت دارد.

بیشترین مقدار حمل اکسیژن در خون به‌وسیله هموگلوبین انجام می‌شود؛ اما هموگلوبین در ارتباط با حمل کربن‌دی‌اکسید نقش کمتری دارد.

بیشترین مقدار کربن‌دی‌اکسید به‌صورت یون بیکربنات در خون حمل می‌شود. در گویچهٔ قرمز، آنزیمی به نام **کربنیک انیدراز** هست که کربن‌دی‌اکسید را با آب ترکیب می‌کند و کربنیک‌اسید پدید می‌آورد. کربنیک اسید به سرعت به یون بیکربنات و هیدروژن تجزیه می‌شود. یون بیکربنات از گویچه قرمز خارج و به خوناب وارد می‌شود. با رسیدن به شش‌ها، کربن دی‌اکسید از ترکیب یون بیکربنات آزاد می‌شود و از آنجا به هوا انتشار می‌یابد.

بیشتر بدانید

گاز کربن مونوکسید، بدون رنگ، بو یا طعم است و بنابراین وجود آن در محیط، قابل تشخیص نیست؛ به همین علت آن را **قاتل خاموش** می‌نامند. این گاز در دود حاصل از سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی مثل نفت و گاز پدید می‌آید. به همین علت، اطمینان پیدا کردن از خروج دود از وسایلی که از سوخت فسیلی، به‌ویژه گاز استفاده می‌کنند کاملاً ضرورت دارد.

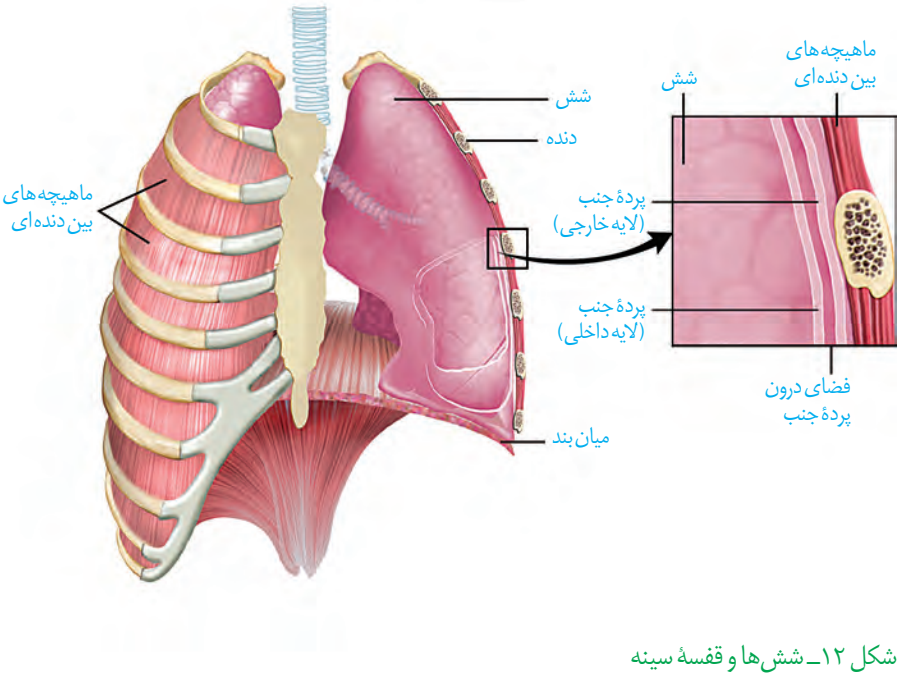
گفتار ۲ تهویهٔ شُشی

تهویهٔ شُشی شامل دو فرایند دم و بازدم است. برای درک چگونگی دم و بازدم، لازم است ابتدا با ساختار و عمل شش‌ها آشنا شویم.

شُش‌ها

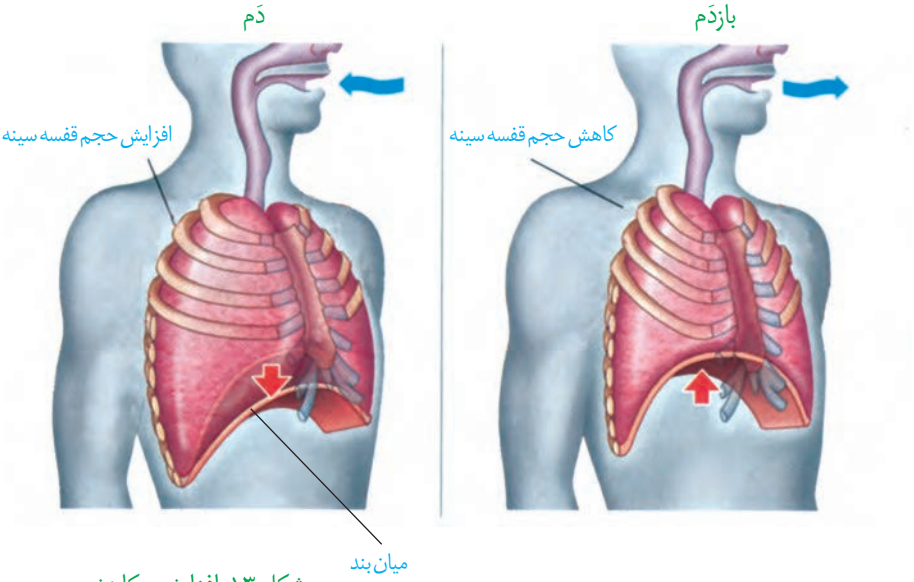
شش‌ها درون قفسهٔ سینه و روی پردهٔ ماهیچه‌ای میان‌بند قرار دارند. شش چپ به علت مجاورت با قلب، از شش راست قدری کوچک‌تر است. بیشتر حجم شش‌ها را کیسه‌های حبابکی به خود اختصاص داده‌اند و ساختاری اسفنج‌گونه را به شش می‌دهند. مویرگ‌های خونی فراوان، که اطراف کیسه‌های حبابکی را همچون تار عنکبوت احاطه کرده، دیگر بخش فراوان در شش‌ها است. بنابراین شش را می‌توان عمدتاً مجموعه‌ای از نایژه‌ها، نایژک‌ها، کیسه‌های حبابکی و رگ‌ها دانست که از بیرون بافت پیوندی آن را احاطه می‌کند.

هر یک از شش‌ها را پرده‌ای دولایه به نام **پردهٔ جنب** فراگرفته است (شکل ۱۲). یکی از لایه‌های این پرده، به سطح شش چسبیده و لایهٔ دیگر به سطح درونی قفسهٔ سینه متصل است. درون پردهٔ جنب، فضای اندکی است که از مایعی به نام **مایع جنب**، پر شده است. فشار این مایع از فشار جَو کمتر است و باعث می‌شود شش‌ها در حالت بازدم، کاملاً جمع نشوند، در صورتی که قسمتی از قفسه سینه سوراخ شود، شش‌ها جمع می‌شوند.



شکل ۱۲ــ شش‌ها و قفسهٔ سینه

شش‌ها دو ویژگی مهم دارند: یکی **پیروی از حرکات قفسهٔ سینه** و دیگری ویژگی **کشسانی**. هنگامی که حجم قفسهٔ سینه افزایش می‌یابد، شش‌ها باز می‌شوند. در نتیجه، فشار هوای درون شش‌ها کم شده، هوای بیرون به درون شش‌ها کشیده می‌شود. اما باید توجه داشت که به علت ویژگی کشسانی، شش‌ها در برابر کشیده‌شدن، مقاومت نیز نشان می‌دهند و تمایل دارند به وضعیت اولیهٔ خود بازگردند. ویژگی کشسانی شش‌ها در بازدم نقش مهمی دارد.



شکل ۱۳ـ افزایش و کاهش حجم قفسهٔ سینه در دم و بازدم عادی

دم، فرایندی است که درنتیجهٔ افزایش حجم قفسهٔ سینه رخ می‌دهد. در این رویداد، دو عامل دخالت دارد. اوّل، ماهیچهٔ **میان‌بند** (دیافراگم) که در حالت استراحت، گنبدی شکل است، اما وقتی منقبض می‌شود، به‌حالت مسطح در می‌آید. دوم، انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی که دنده‌ها را به سمت بالا و جلو جابه‌جا می‌کند و جناغ را به جلو می‌راند (شکل ۱۳).

در تنفس آرام و طبیعی، میان‌بند نقش اصلی را بر عهده دارد. در دمِ عمیق، انقباض ماهیچه‌های ناحیهٔ گردن نیز، به افزایش حجم قفسهٔ سینه کمک می‌کند.

با به استراحت در آمدن ماهیچهٔ میان‌بند و ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی، و بر اثر ویژگی کشسانی شش‌ها، حجم قفسهٔ سینه و در نتیجه، حجم شش‌ها کاهش می‌یابد و هوای درون آنها به بیرون رانده می‌شود. در بازدم عمیق، انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای داخلی و نیز ماهیچه‌های شکمی، به کاهش حجم قفسهٔ سینه کمک می‌کند.

فعّالیت

تشریح شش گوسفند

۱ـ ویژگی ظاهری: شش به علت دارا بودن کیسه‌های حبابکی فراوان، حالتی اسفنج گونه دارد. شش راست از شش چپ بزرگ‌تر است. شش راست از سه قسمت یا لَپ (لوب) و شش چپ از دو قسمت تشکیل شده است.

۲ـ تشخیص شش راست و چپ: اگر در نمونه‌ای که تهیه کرده‌اید مری نیز وجود دارد، به محل قرارگیری آن توجه کنید. نای در جلو و مری در پشت قرار گرفته است و به این ترتیب می‌توانید سطح جلویی و پشتی نای و شش‌ها (و در نتیجه راست و چپ آنها) را نیز مشخص کنید.

مری را جدا کنید. برای تشخیص سطح جلویی و پشتی نای در حالتی که مری از آن جدا شده است، کافی است به یاد داشته باشید که غضروف‌های نای C شکل‌اند. این وضعیت باعث می‌شود که در نای، قسمت دهانهٔ حرف C از سایر قسمت‌ها نرم‌تر باشد. با لمس کردن، این قسمت را پیدا کنید.

این قسمت، محل اتصال نای به مری و بنابراین سطح پشتی نای است.

۳ـ بررسی ویژگی کشسانی شش‌ها: با یک تلمبه از نای به درون شش‌ها بدمید و قابلیت کشسانی شش‌ها را مشاهده کنید.

۴ـ بررسی ساختارهای درونی: نای را از قسمت نرم آن (دهانهٔ حرف C) در طول، برش دهید تا به نزدیکی شش‌ها برسید. در نای گوسفند، قبل از دو نایژهٔ اصلی، یک انشعاب سوم هم مشاهده می‌شود که به شش راست می‌رود. مدخل این انشعاب و سپس نایژه‌های اصلی را مشاهده کنید.

برش طولی نای را از مدخل نایژهٔ اصلی ادامه دهید. دقت کنید که بریدن نایژهٔ اصلی به سادگی نای نیست و این به علت ساختار غضروف‌های نایژه است که در ابتدا به صورت حلقهٔ کامل و بعد به صورت قطعه قطعه است. در طول نای، مدخل‌های نایژه‌های بعدی قابل مشاهده است.

اگر تکه‌ای از شش را بِبُرید، در مقطع آن سوراخ‌هایی را مشاهده می‌کنید که به سه گروه قابل تقسیم‌اند. نایژه ها، سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها. لبهٔ نایژه‌ها به علت دارا بودن غضروف، زبر است و به این ترتیب از رگ‌ها قابل تشخیص است. سرخرگ‌ها دیوارهٔ محکم‌تری نسبت به سیاهرگ‌ها دارند و به همین علت، برخلاف سیاهرگ‌ها دهانهٔ آنها حتی در نبود خون هم باز است اما دهانهٔ سیاهرگ‌ها در نبود خون بسته است.

اگر تکه‌ای از شش را ببرید و در ظرفی پر از آب بیندازید خواهید دید که روی سطح آب شناور می‌ماند. چرا؟

حجم‌های تنفسی

مقدار هوایی که به شش‌ها وارد یا از آن خارج می‌شود به چگونگی دم و بازدم ما بستگی دارد. بنابراین، حجم‌های مختلفی از هوا را می‌توان به شش وارد و یا از آن خارج کرد. حجم‌های تنفسی را با دستگاه دَم‌سنج **(اسپیرومتر)** اندازه می‌گیرند. نموداری که دم‌سنج از دم و بازدم‌های فرد رسم می‌کند، دَم‌نگاره **(اسپیروگرام)** نامیده می‌شود (شکل ۱۴). تحلیل دم‌نگاره در تشخیص درست بیماری‌های ششی کاربرد دارد.

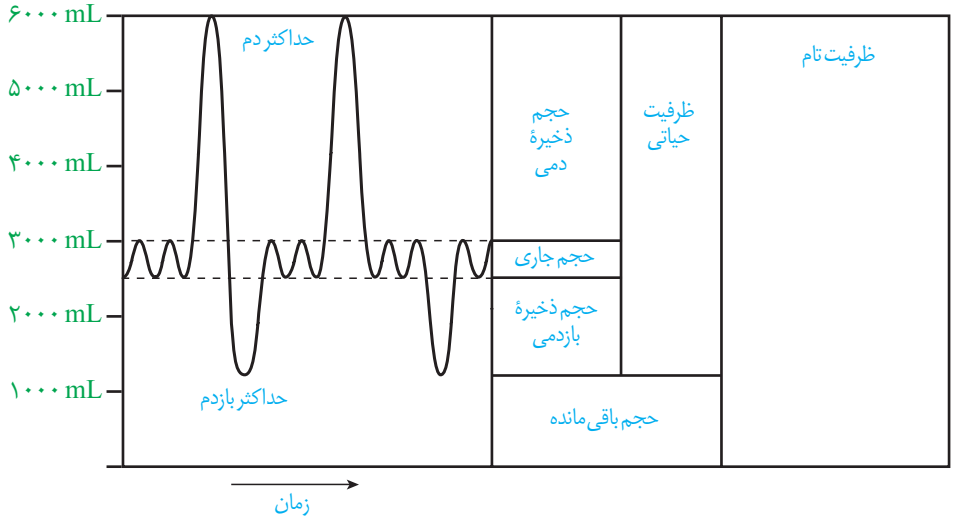
به مقدار هوایی که در یک دم عادی وارد یا در یک بازدم عادی خارج می‌شود **حجم جاری** می‌گویند. حجم جاری حدود ۵۰۰ mL است. از حاصل ضرب حجم جاری در تعداد تنفس در دقیقه، **حجم تنفسی در دقیقه** به دست می‌آید.

اما می‌دانیم که با دم یا بازدم عمیق می‌توانیم مقدار بیشتری هوا را به شش‌ها وارد یا از آنها خارج کنیم. **حجم ذخیرهٔ دمی،** به مقدار هوایی گفته می‌شود که می‌توان پس از یک دم معمولی، با یک دم عمیق به شش‌ها وارد کرد. **حجم ذخیرهٔ بازدمی،** به مقدار هوایی گفته می‌شود که می‌توان پس از یک بازدم معمولی با یک بازدم عمیق از شش‌ها خارج کرد. حتی بعد از یک بازدم عمیق، مقداری هوا در شش‌ها باقی می‌ماند و نمی‌توان آن را خارج کرد. این مقدار را **حجم باقی‌مانده** می‌نامند. حجم باقی‌مانده، اهمیت زیادی دارد؛ چون باعث می‌شود حبابک‌ها همیشه باز بمانند؛ همچنین تبادل گازها را در فاصلهٔ بین دو تنفس ممکن می‌کند.

باید توجه کرد که بخشی از هوای دمی در بخش هادی دستگاه تنفس می‌ماند و به بخش مبادله‌ای نمی‌رسد. به این هوا که درحدود ۱۵۰ میلی لیتر است، **هوای مرده** می‌گویند. مقدار حجم‌ها در فرد سالم، به سن و جنسیت او بستگی دارد.

ظرفیت‌های تنفسی

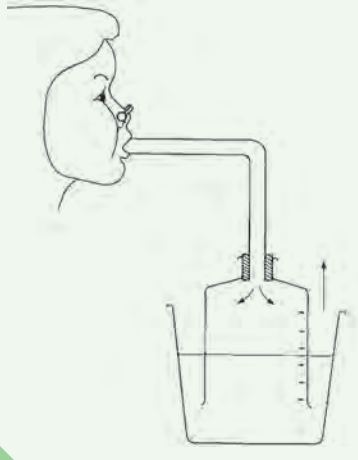
ظرفیت تنفسی، مجموع دو یا چند حجم تنفسی است. **ظرفیت حیاتی** مقدار هوایی است که پس از یک دم عمیق و با یک بازدم عمیق می‌توان از شش ها خارج کرد و برابر با مجموع حجم‌های جاری، ذخیرهٔ دمی و ذخیرهٔ بازدمی است. **ظرفیت تام**، حداکثر مقدار هوایی است که شش ها می‌توانند در خود جای دهند و برابر است با مجموع ظرفیت حیاتی و حجم باقی‌مانده.



شکل ۱۴ــ دَم‌سنج و دَم‌نگاره

فعّالیت

ظرفیت شش های افراد مختلف مساوی نیست. با ساختن دستگاهی مانند شکل زیر، می‌توانید گنجایش شش‌های خود و هم‌کلاسی‌هایتان را اندازه بگیرید. گنجایش ظرف وارونه، حداقل باید پنج لیتر باشد. در ابتدا، ظرف را از آب پر و سپس در تشت وارونه کنید.



ابتدا نفس بسیار عمیقی بکشید و بعد تا جایی که می‌توانید در لوله فوت کنید. هنگام فوت کردن بینی خود را بگیرید.

۱ــ آیا عددی که در اینجا نشان داده می‌شود، ظرفیت واقعی شش های شماست؟ دلیل بیاورید.

۲ــ چگونه می‌توانید به کمک این دستگاه، مقدار هوای دم و بازدم خود را نیز اندازه بگیرید؟

سایر اعمال دستگاه تنفس

تکلم: حنجره محل قرارگیری پرده‌های صوتی است. این پرده‌ها حاصل چین‌خوردگی مخاط به سمت داخل‌اند. پرده‌های صوتی صدا را تولید می‌کنند. شکل‌دهی به صدا به وسیلهٔ بخشی‌هایی مانند لب‌ها و دهان صورت می‌گیرد.

سرفه و عطسه: چنانچه ذرات خارجی یا گازهایی که ممکن است مضر یا نامطلوب باشند به مجاری تنفسی وارد شوند، باعث واکنش سرفه یا عطسه می‌شود؛ در این حالت هوا با فشار از راه دهان (سرفه) یا بینی و دهان (عطسه) همراه با مواد خارجی به بیرون رانده می‌شود (شکل ۱۵). در افرادی که دخانیات مصرف می‌کنند، به علت از بین رفتن یاخته‌های مژکدار مخاط تنفسی، سرفه راه مؤثرتری برای بیرون راندن مواد خارجی است و به همین علت این‌گونه افراد به سرفه‌های مکرر مبتلا هستند.

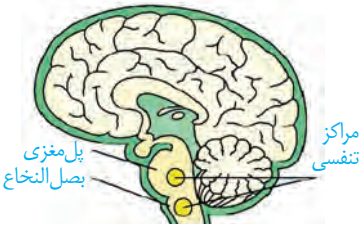
شکل ۱۵ــ عطسه یکی از سازوکارهای بیرون راندن مواد خارجی است.

تنظیم تنفس

دم، با انقباض میان‌بند و ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی آغاز می‌شود. انقباض این ماهیچه‌ها با دستوری انجام می‌شود که از طرف مرکز تنفس در بصل‌النخاع صادر شده است (شکل ۱۶). با پایان یافتن دم، بازدم بدون نیاز به پیام عصبی، با بازگشت ماهیچه‌ها به حالت استراحت و نیز ویژگی کشسانی شش‌ها انجام می‌شود.

تنفس، مرکز دیگری هم دارد که در پل مغز، واقع است و با اثر بر مرکز تنفس در بصل‌النخاع، دم را خاتمه می‌دهد. مرکز تنفس در پل مغز می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند.

افزایش کربن‌دی اکسید و کاهش اکسیژن خون نیز از عوامل مؤثر در تنظیم تنفس‌اند.



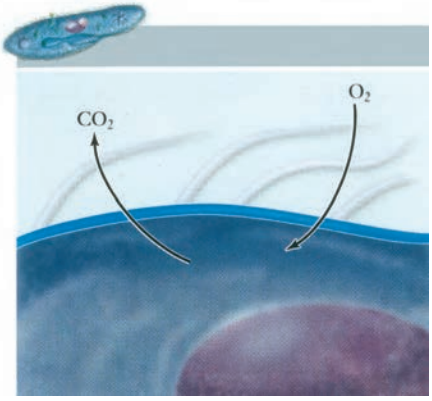
شکل ۱۶ــ مراکز عصبی تنفس

بیشتر بدانید

سکسکه دم عمیقی است که درنتیجه انقباض ناگهانی میان بند ایجاد می‌شود. این فرایند درنتیجه تحریک میان بند یا عصب مرتبط با آن آغاز می‌شود. صدای سکسکه وقتی ایجاد می‌شود که هوای دمی با پرده‌های صوتی برخورد می‌کند.

خمیازه دم بسیار عمیقی است که با باز شدن آرواره همراه است و نتیجهٔ آن تهویهٔ همهٔ حبابک‌هاست (در تنفس عادی طبیعی لزوماً چنین چیزی اتفاق نمی‌افتد). افزایش کربن‌دی‌اکسید از عوامل ایجاد خمیازه است.

گفتار ۳ تنوع تبادلات گازی

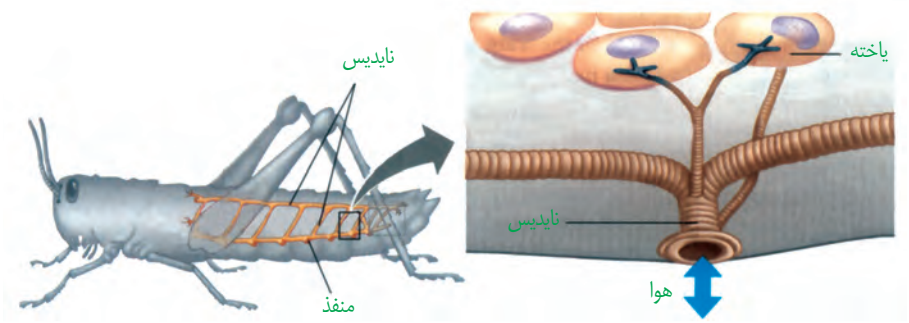


شکل ۱۷ـ تنفس از طریق انتشار در تک یاخته‌ای‌ها (پارامسی)

در تک‌یاخته‌ای‌ها (شکل ۱۷) و جانورانی مانند هیدر که همهٔ یاخته‌های بدن می‌توانند با محیط تبادلات گازی داشته باشند، ساختار ویژه‌ای برای تنفس وجود ندارد؛ اما در سایر جانوران، ساختارهای تنفسی ویژه‌ای مشاهده می‌شود که ارتباط یاخته‌های بدن را با محیط فراهم می‌کنند. در این جانوران، چهار روش اصلی برای تنفس مشاهده می‌شود که عبارت‌اند از تنفس نایدیسی، تنفس پوستی، تنفس آبششی و تنفس ششی.

تنفس نایدیسی

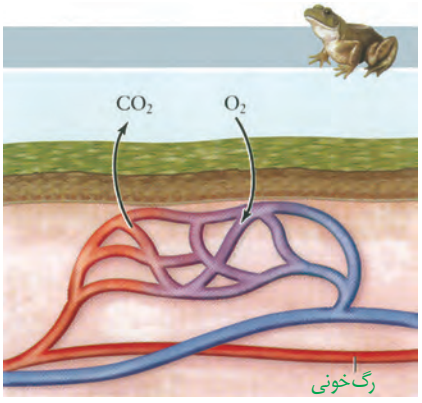
نایدیس‌ها، لوله‌های منشعب و مرتبط به هم هستند که از طریق منافذ تنفسی به خارج راه دارند (شکل ۱۸). منافذ تنفسی در ابتدای نایدیس قرار دارند. نایدیس به انشعابات کوچک‌تری تقسیم می‌شود. انشعابات پایانی، که در کنار همهٔ یاخته‌های بدن قرار می‌گیرند، بن‌بست بوده و دارای مایعی است که تبادلات گازی را ممکن می‌کند؛ حشرات چنین تنفسی دارند. در این جانوران دستگاه گردش مواد، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد.



شکل ۱۸ـ تنفس نایدیسی

تنفس پوستی

در تنفس پوستی شبکهٔ مویرگی زیرپوستی با مویرگ‌های فراوان وجود دارد و گازها با محیط اطراف از طریق پوست مبادله می‌شوند. سطح پوست در جانورانی که تنفس پوستی دارند، مرطوب نگه داشته می‌شود. کرم خاکی تنفس پوستی دارد. تنفس پوستی در دوزیستان نیز وجود دارد (شکل ۱۹).

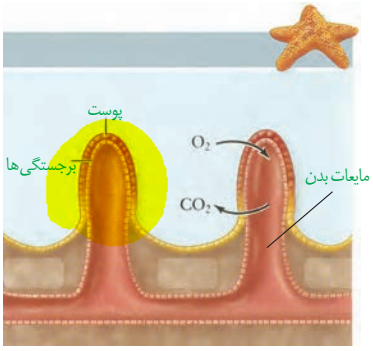


شکل ۱۹ـ تنفس پوستی

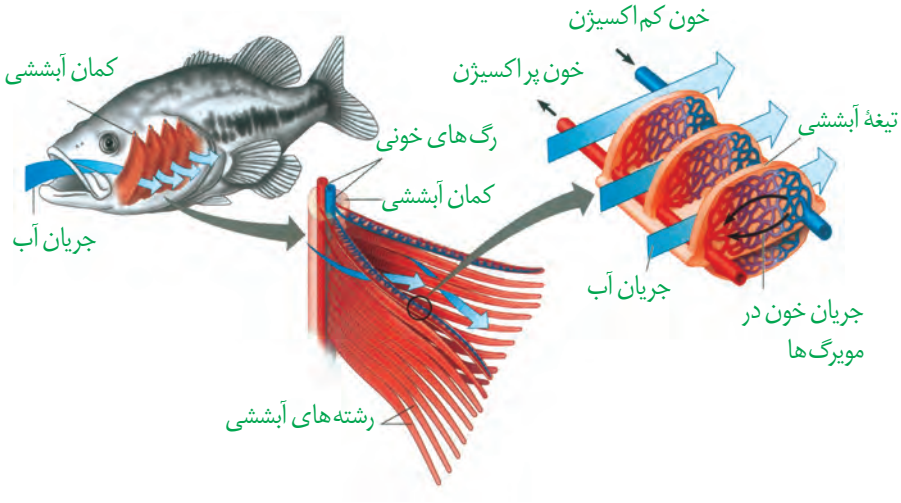
تنفس آبششی

ساده‌ترین آبشش‌ها، برجستگی‌های کوچک و پراکندهٔ پوستی هستند، مانند آبشش‌های ستارهٔ دریایی (شکل ۲۰). در سایر بی‌مهرگان، آبشش‌ها به نواحی خاص محدود می‌شوند.

ماهیان و نوزاد دوزیستان نیز آبشش دارند (شکل ۲۱). تبادل گاز از طریق آبشش، بسیار کارآمد است. جهتِ حرکتِ خون در مویرگ‌ها، و عبور آب در طرفین تیغه‌های آبششی، برخلاف یکدیگر است.



شکل ۲۰ــ ساده‌ترین آبشش در ستاره دریایی

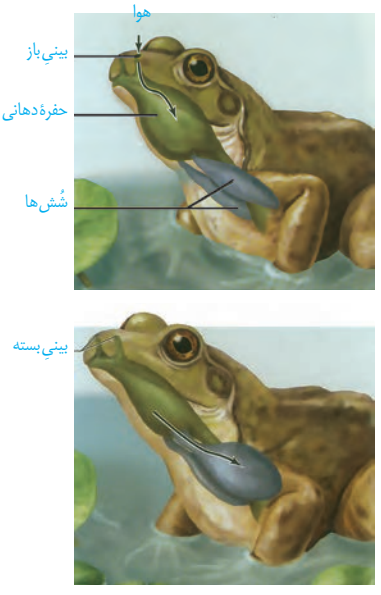


شکل ۲۱ــ تنفس آبششی در ماهی. به تفاوت جهت حرکت آب و خون دقت کنید.

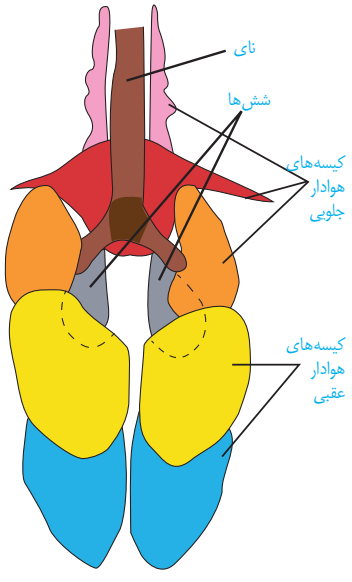
تنفس ششی

حلزون از بی‌مهرگان خشکی‌زی است که برای تنفس، از شش استفاده می‌کند. در مهره‌داران شش‌دار ساز و کارهایی وجود دارد که باعث می‌شود جریان پیوسته‌ای از هوای تازه در مجاورت بخش مبادله‌ای برقرار شود. این ساز و کارها به **ساز و کارهای تهویه‌ای** شهرت دارند.

مهره‌داران دو نوع ساز و کار متفاوت در تهویه دارند؛ مثلاً قورباغه به کمک ماهیچه‌های دهان و حلق، با حرکتی شبیه «قورت دادن» هوا را با فشار به شش‌ها می‌راند؛ به این ساز و کار پمپ فشار مثبت می‌گویند (شکل ۲۲). در انسان ساز و کار فشار منفی وجود دارد که در آن، هوا به وسیلهٔ مکش حاصل از فشار منفی قفسه سینه، به شش‌ها وارد می‌شود.

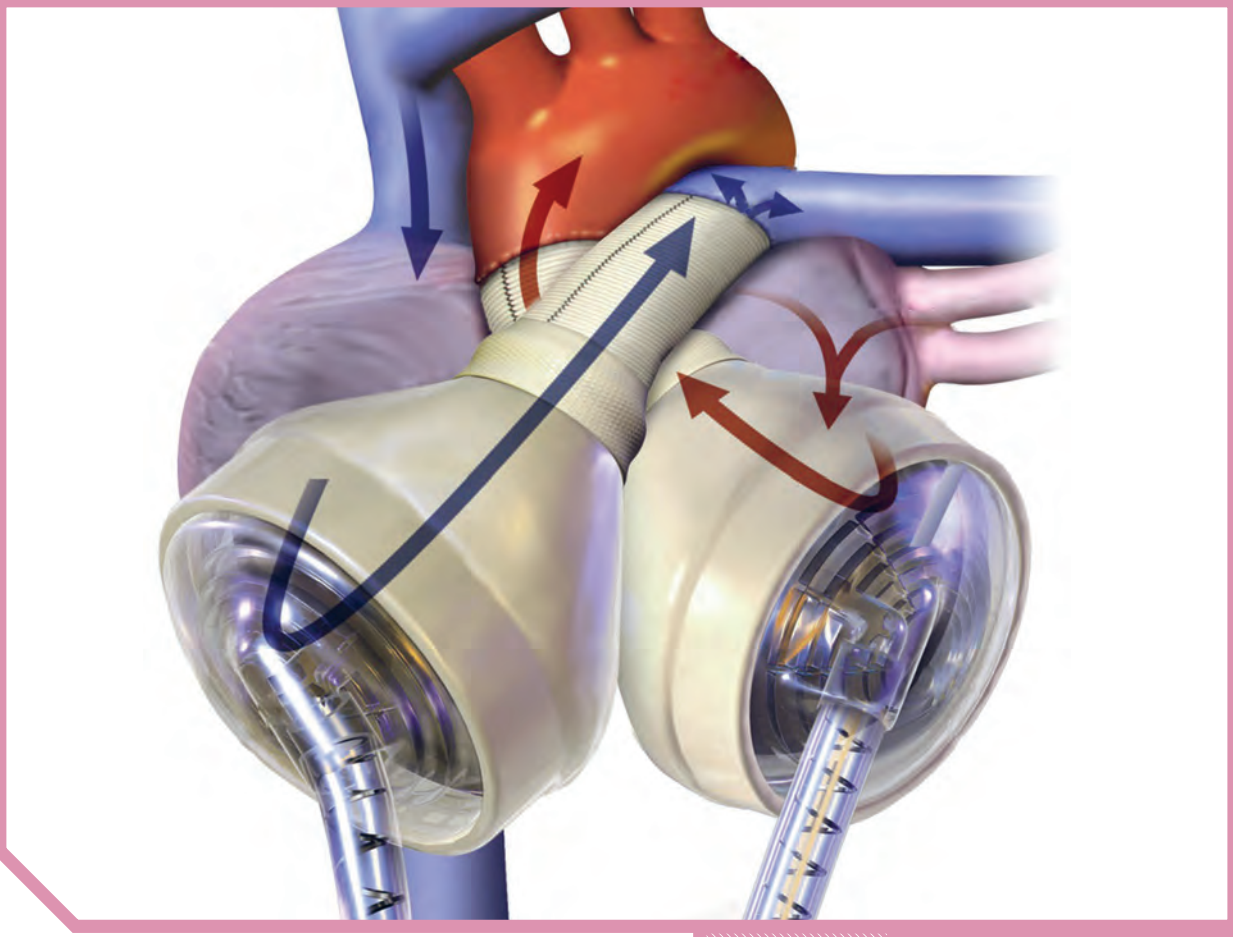


شکل ۲۲ــ پمپ فشار مثبت در قورباغه



شکل ۲۳ــ دستگاه تنفسی در پرندگان

پرندگان به علت پرواز، نسبت به سایر مهره داران انرژی بیشتری مصرف می کنند و بنابر این به اکسیژن بیشتری نیاز دارند. پرندگان علاوه بر شُش، دارای ساختارهایی به نام **کیسه‌های هوادار** هستند که کارایی تنفس آنها را نسبت به پستانداران افزایش می‌دهد (شکل ۲۳).



فصل ۴

گردش مواد در بدن

دومین عمل موفقیت‌آمیز پیوند قلب مصنوعی در ایران در سال ۱۳۹۴ در بیمارستان قلب شهید رجایی تهران روی مردی ۵۹ ساله انجام شد که سه بار سکته کرده و برون ده قلبی او به ۱۰ درصد رسیده بود.

فشار خون و چگونگی اندازه‌گیری آن در بیشتر خانواده‌ها مطرح است. شاید شما هم این جملات را شنیده باشید: شخصی پس از مراجعه برای رگ‌نگاری (آنژیوگرافی)، متوجه شده است که چند تا از رگ‌های اکلیلی (کرونر) قلبش گرفته است و باید عمل کند. رفتم آزمایش خون دادم چربی خونم بالاست. خون بَهر (هماتوکریت) من طبیعی است.

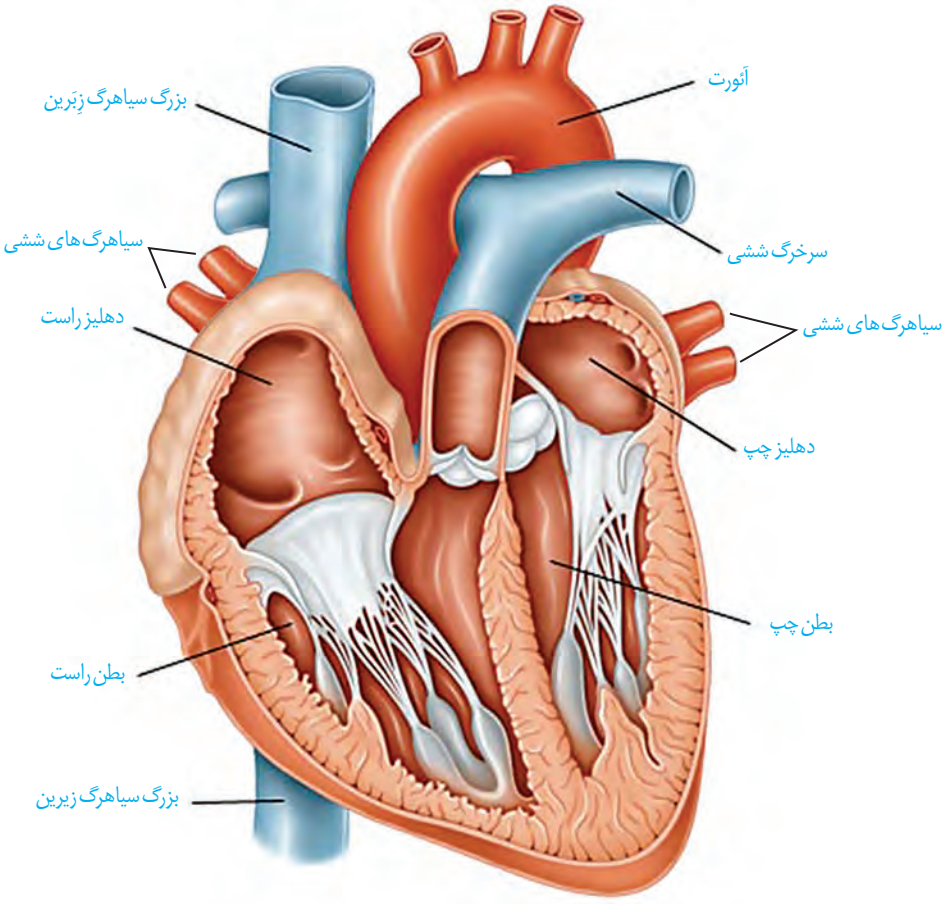
منظور از رگ‌نگاری، رگ‌های اکلیلی، قلب مصنوعی، برون ده قلب و... چیست؟ آیا همهٔ جانداران گردش مواد دارند؟ گردش مواد در انسان با بقیهٔ مهره داران چه تفاوتی دارد؟ در این فصل با آشنایی بیشتر با دستگاه گردش مواد در انسان و بعضی جانوران، پاسخ بسیاری از پرسش‌ها را خواهید یافت.

گفتار ۱ قلب

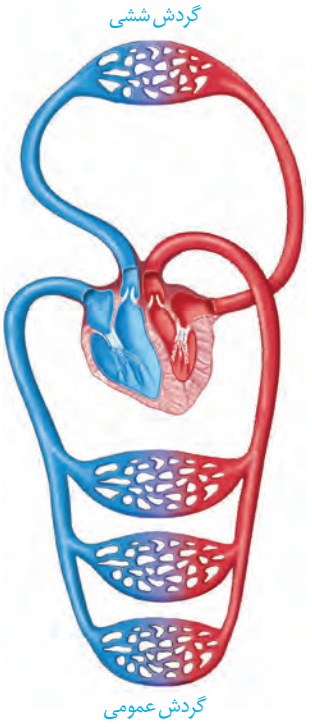
در سال‌های گذشته آموختیدکه دستگاه گردش مواد در انسان، از قلب، رگ‌ها و خون تشکیل شده است. در شکل ۱، بخش‌های تشکیل‌دهنده قلب و رگ‌های متصل به آن را می‌بینید.

واژه شناسی

اکلیلی (Coronary/ کرونر)
کلمه کرونر به معنای تاجی است و به رگ‌های غذادهنده قلب گفته می‌شود. کلمه اکلیلی نیز به همین معنی است و در آن از کلمه اکلیل به معنای تاج و پسوند (ی) استفاده شده است.



شکل ۱ــ قلب و رگ‌های متصل به آن



شکل ۲ــ گردش خون عمومی و ششی

با گردش خون عمومی و ششی آشنا هستید. با توجه به شکل ۲، مسیر هر کدام را در بدن مشخص، و هدف دونوع گردش خون را با هم مقایسه کنید.

با توجه به آنچه قبلاً آموختید، در گروه‌های درسی خود در مورد پرسش‌های زیر با همدیگر گفت‌وگو کنید و پاسخ مناسبی برای آنها بیابید :

ــ هر دهلیز خون را از کجا دریافت می کند؟

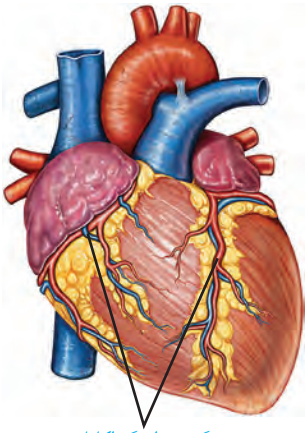
ــ هر بطن خون را به کجا می‌فرستد؟

ــ خونِ طرف چپ و راست قلب، با هم چه تفاوت‌هایی دارد؟

ــ چرا ضخامت دیوارهٔ بطن‌های چپ و راست با هم متفاوت است؟

تأمین اکسیژن و مواد مغذی قلب

خونی که از درون قلب عبور می‌کند، نمی‌تواند نیازهای تنفسی و غذایی قلب را برطرف کند. به همین دلیل ماهیچهٔ قلب با رگ‌های ویژه‌ای به نام سرخرگ‌های **اکلیلی (کرونری)** که از آئورت منشعب شده‌اند، تغذیه می‌شود. این رگ‌ها پس از رفع نیاز یاخته‌های قلبی، با هم یکی می‌شوند و به‌صورت سیاهرگ اکلیلی به دهلیز راست متصل می‌شوند. بسته شدن این سرخرگ‌ها توسط لخته یا سخت شدن دیوارهٔ آنها (تصلب شرایین)، ممکن است باعث سکته قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچهٔ قلب، اکسیژن نمی‌رسد و یاخته‌های آن می‌میرند (شکل ۳).

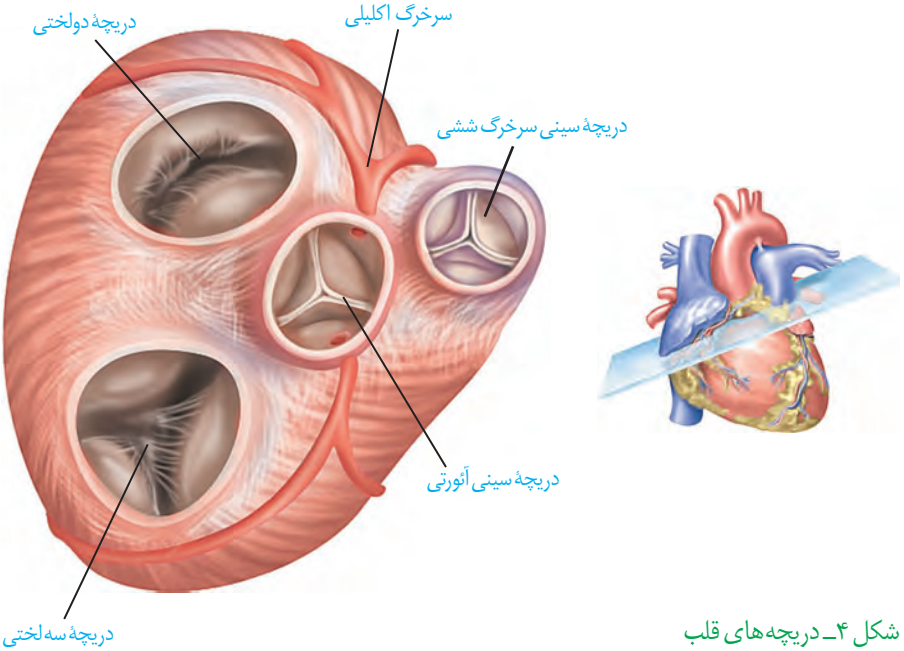


شکل ۳ـ رگ‌های اکلیلی قلب

دریچه‌های قلب

وجود دریچه‌ها در هر بخشی از دستگاه گردش مواد باعث یک طرفه شدن جریان خون در آن قسمت می‌شود. درساختار دریچه‌ها، بافت ماهیچه‌ای به‌کار نرفته بلکه همان بافت پوششی است که چین خورده است و دریچه‌ها را می‌سازد؛ وجود بافت پیوندی در این دریچه‌ها به استحکام آنها کمک می‌کند. ساختار خاصِ دریچه‌ها و تفاوت فشار در دو طرف آنها، باعث باز یا بسته شدن دریچه‌ها می‌شود.

بین دهلیز و بطن دریچه‌ای هست که در هنگام انقباض بطن؛ از بازگشت خون به دهلیز، جلوگیری می‌کند. دریچهٔ بین دهلیز و بطن چپ را **دریچهٔ دولختی** می‌گویند، زیرا از دو قطعهٔ آویخته تشکیل شده است. بین دهلیز و بطن راست، دریچهٔ **سه‌لختی** قرار دارد. در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها، **دریچه‌های سینی** قرار دارند که از بازگشت خون به بطن‌ها جلوگیری می‌کنند (شکل ۴).



شکل ۴ـ دریچه‌های قلب

بیشتر بدانید

پژواک‌نگاری قلب (اکوکاردیوگرافی)

با استفاده از پژواک نگاری قلب می‌توان نمایی از دیواره‌های قلبی، دریچه‌ها و ابتدای سرخرگ‌های بزرگ را به‌دست آورد.

در این روش، از امواج صوتی ساده استفاده می‌شود و هیچ‌گونه پرتو یا موج خطرناکی به فرد انتقال پیدا نمی‌کند. در نوع سادهٔ پژواک نگاری از زوایای مختلفِ قلب، تصویری ساده تهیه می‌شود. در پژواک‌نگاری دوبُعدی تصویر با جزئیات بیشتری مشخص می‌شود و برای اندازه‌گیری اندازهٔ قلب، اجزا و میزان کارایی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پژواک نگاری دوپلر برای اندازه‌گیری سرعت جریان خون در داخل قلب و رگ‌های بزرگ، تصاویر رنگی (قرمز و آبی) ایجاد می‌کند که شاید بهترین و دقیق‌ترین روش در ارزیابی ناهنجاری‌های مادرزادی قلبی و اشکالات دریچه‌ای باشد.

صداهای قلب

اگر گوش خود را به سمت چپ قفسه سینهٔ کسی بچسبانید یا **گوشی پزشکی** را روی قفسه سینهٔ خود یا شخصی دیگر قرار دهید، صداهای قلب را می‌شنوید.

صدای اوّل (پوم) قوی، گنگ و طولانی‌تر است و به بسته‌شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی هنگام شروع انقباض بطن‌ها مربوط است. **صدای دوم (تاک)** واضح و کوتاه‌تر و مربوط به بسته‌شدن دریچه‌های سینی ابتدای سرخرگ‌ها است که با شروع استراحت بطن، همراه است و زمانی شنیده می‌شود که خونِ واردشده به سرخرگ‌های آئورت و ششی، قصد برگشت به بطن‌ها را دارد و با بسته‌شدن دریچه‌های سینی، جلوی آن گرفته می‌شود. متخصصان با گوش دادن دقیق به صداهای قلب و نظم آنها، از سالم بودن قلب آگاه می‌شوند. در برخی بیماری‌ها به‌ویژه اختلال در ساختار دریچه‌ها، بزرگ‌شدن قلب یا نقایص مادرزادی مثل کامل نشدن دیوارهٔ میانی حفره‌های قلب، ممکن است صداهای غیرعادی شنیده شود.

فعّالیت

تشریح قلب گوسفند

سطح شکمی قلب

سطح پشتی قلب

وسایل و مواد لازم: قلب سالم گوسفند، تشتک تشریح، قیچی، گُمانه (سُوند) شیاردار

الف) مشاهدهٔ شکل ظاهری: سطح پشتی، شکمی، چپ و راست قلب را مشخص کنید.

ضخامت دیوارهٔ قلب در بطن‌ها را با هم مقایسه کنید. چرا بطن چپ، دیوارهٔ قطورتری دارد؟

ــ رگ‌های اکلیلی را مشاهده و آنها را در جلو و عقب قلب، مقایسه کنید.

ــ در بالای قلب، سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها قابل مشاهده‌اند. دیوارهٔ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها را با هم مقایسه کنید.

ــ با واردکردن سوند یا مداد به داخل رگ‌ها و اینکه به کجا می‌روند، می‌توان آنها را از یکدیگر تمیز داد.

ب) مشاهدهٔ بخش‌های درونی قلب

ــ سوند شیاردار را از دهانهٔ سرخرگ ششی به بطن راست وارد کنید. دیوارهٔ سرخرگ و بطن را در امتداد سوند، با قیچی ببرید. با بازکردن آن، دریچهٔ سینی، سه‌لختی، برآمدگی‌های ماهیچه‌ای و طناب‌های ارتجاعی را می‌توان دید.

ــ به همین روش، سرخرگ آئورت و بطن چپ را شکاف دهید و جزئیات بطن چپ را مشاهده کنید.

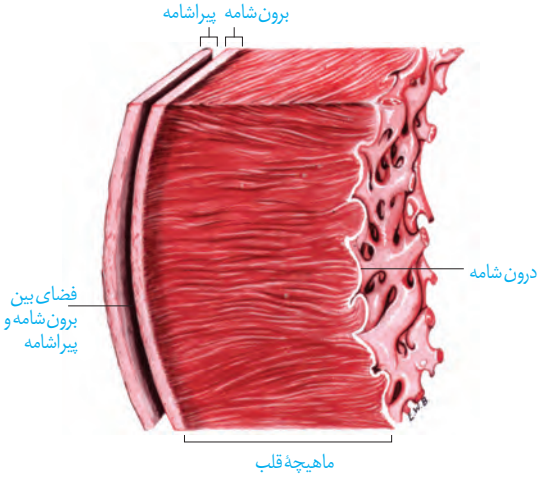
ــ در ابتدای سرخرگ آئورت، بالای دریچهٔ سینی، می‌توانید دو ورودی سرخرگ‌های اکلیلی را ببینید.

ـ با عبور دادن سوند از میان دریچه‌های دولختی و سه‌لختی به سمت بالا و بریدن دیواره در مسیر سوند، می‌توانید دیوارهٔ داخلی دهلیزها و سیاهرگ‌های متصل به آنها را بهتر ببینید.

به دهلیز چپ، چهار سیاهرگ ششی و به دهلیز راست، سیاهرگ‌های زبرین، زیرین و سیاهرگ اکلیلی وارد می‌شود. اگر رگ‌های قلب از ته بریده نشده باشد، با سوند به راحتی می‌توان آنها را تشخیص داد.

ساختار بافتی قلب

قلب اندامی ماهیچه‌ای است و دیواره آن سه‌لایه دارد (شکل ۵). داخلی‌ترین لایه آن **درون شامه** و شامل یک لایه نازک بافت پوششی است که زیر آن، بافت پیوندی وجود دارد. این بافت درون شامه را به لایه میانی یا ماهیچه‌ای قلب می‌چسباند. درون‌شامه در تشکیل دریچه‌های قلب نیز شرکت می‌کند.



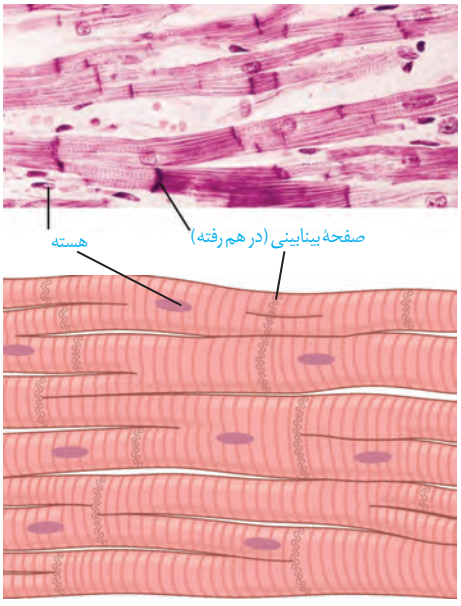
شکل ۵ـ ساختار بافتی قلب

لایه میانی ضخیم‌ترین لایه قلب است که **ماهیچهٔ قلب** نیز نامیده می‌شود. این لایه بیشتر از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی تشکیل شده است. بین این یاخته‌ها، بافت پیوندی متراکم نیز قرار دارد. بسیاری از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب به رشته‌های کلاژن موجود در این بافت پیوندی متصل هستند. بافت پیوندی متراکم باعث استحکام دریچه‌های قلبی می‌شود.

بیرونی‌ترین لایهٔ دیوارهٔ قلب **برون‌شامه** است. این لایه روی خود برمی‌گردد و **پیراشامه** را به‌وجود می‌آورد. برون‌شامه و پیراشامه از بافت پوششی سنگ‌فرشی و بافت پیوندی متراکم تشکیل شده‌اند. بین برون‌شامه و پیراشامه فضایی وجود دارد که با مایع پر شده است. این مایع ضمن محافظت از قلب، به حرکت روان آن کمک می‌کند.

ساختار ماهیچهٔ قلب

ماهیچهٔ قلبی، ترکیبی از ویژگی‌های ماهیچهٔ اسکلتی و صاف دارد. همانند ماهیچهٔ اسکلتی، دارای ظاهری مخطط است. از طرف دیگر همانند یاخته‌های ماهیچهٔ صاف، به‌طور غیرارادی منقبض می‌شوند. یاخته‌های آن بیشتر یک‌هسته‌ای و بعضی دوهسته‌ای‌اند. یکی از ویژگی‌های یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب ارتباط آنها از طریق **صفحات بینابینی** (در هم رفته) است. ارتباط یاخته‌ای در این صفحات به‌گونه‌ای است که باعث می‌شود پیام انقباض و استراحت به سرعت بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلب منتشر شود و قلب در انقباض و استراحت مانند یک تودهٔ یاخته‌ای واحد عمل کند (شکل ۶). البته در محل ارتباط ماهیچهٔ دهلیزها به ماهیچهٔ بطن‌ها، بافت پیوندی عایقی وجود دارد که مانع از انقباض هم‌زمان دهلیزها و بطن‌ها می‌شود.

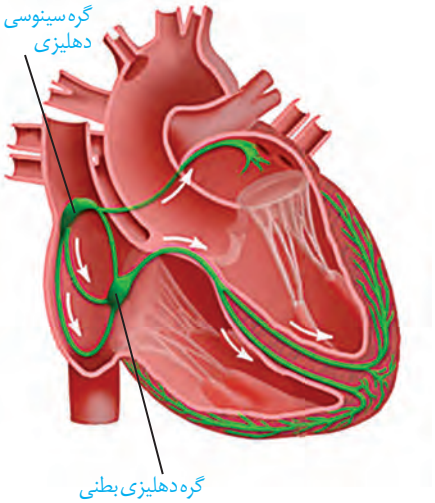


شکل ۶ ـ ساختار ماهیچهٔ قلب و ارتباط‌های یاخته‌ای آن

شبکهٔ هادی قلب

بعضی یاخته‌های ماهیچه قلب ویژگی‌هایی دارند که آنها را برای تحریک خودبه‌خودی قلب اختصاصی کرده است. پراکندگی این یاخته‌ها به‌صورت شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌ها در بین سایر یاخته‌هاست که به مجموع آنها **شبکه هادی قلب** می‌گویند. یاخته‌های این شبکه با دیگر یاخته‌های ماهیچه قلبی ارتباط دارند. در این شبکه پیام‌های الکتریکی برای شروع انقباض ماهیچه قلبی ایجاد می‌شوند و به سرعت در همه قلب گسترش می‌یابند.

شبکهٔ هادی قلب شامل دو گره و دسته‌هایی از تارهای تخصص یافته برای ایجاد و هدایت سریع جریان الکتریکی است. گره اوّل یا **گره سینوسی ـ دهلیزی** در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد. این گره بزرگ‌تر و شروع‌کنندهٔ پیام‌های الکتریکی است، به همین دلیل به آن **پیشاهنگ** یا **ضربان‌ساز** می‌گویند. گره دوم یا **گره دهلیزی ـ بطنی** در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست، و در عقب دریچهٔ سه لختی است. ارتباط بین این دو گره از طریق **رشته‌های شبکه هادی** انجام می‌شود که جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دوم منتقل می‌کند. پس از گره دهلیزی بطنی رشته‌هایی از بافت هادی که در دیوارهٔ بین دو بطن وجود دارند به دو مسیر راست و چپ تقسیم می شوند و جریان الکتریکی را در بطن‌ها پخش می‌کنند. در نتیجه پیام الکتریکی به یاخته‌های ماهیچه قلبی منتقل می‌شود و بطن‌ها به‌طور هم‌زمان منقبض می‌شوند (شکل ۷).



شکل ۷ ـ شبکهٔ هادی قلب؛ شبکه هادی به رنگ سبز نمایش داده شده است.

فعّالیت

با توجه به شکل بافت گرهی در قلب، اهمیت دو مورد زیر را در کار قلب توضیح دهید:

۱ـ فرستادن پیام از گره دهلیزی بطنی به درون بطن، با فاصلهٔ زمانی انجام می‌شود.

۲ـ انقباض بطن‌ها از قسمت پایین آنها شروع می‌شود و به سمت بالا ادامه می‌یابد.

چرخهٔ ضربان قلب

قلب تقریباً در هر ثانیه، یک ضربان دارد و ممکن است در یک فرد با عمر متوسط در طول عمر، نزدیک به سه میلیارد بار منقبض شود، بدون اینکه مانند ماهیچه‌های اسکلتی بتواند استراحتی پیوسته داشته باشد.

استراحت (**دیاستول**) و انقباض (**سیستول**) قلب را، که به طورمتناوب انجام می‌شود، **چرخه** یا **دورهٔ قلبی** می‌گویند. در هر چرخه، قلب با خون سیاهرگ‌ها پر، و سپس منقبض می‌شود و خون را به سراسر بدن می‌فرستد. در هر چرخه، این مراحل دیده می‌شود (شکل ۸).

بیشتر بدانید

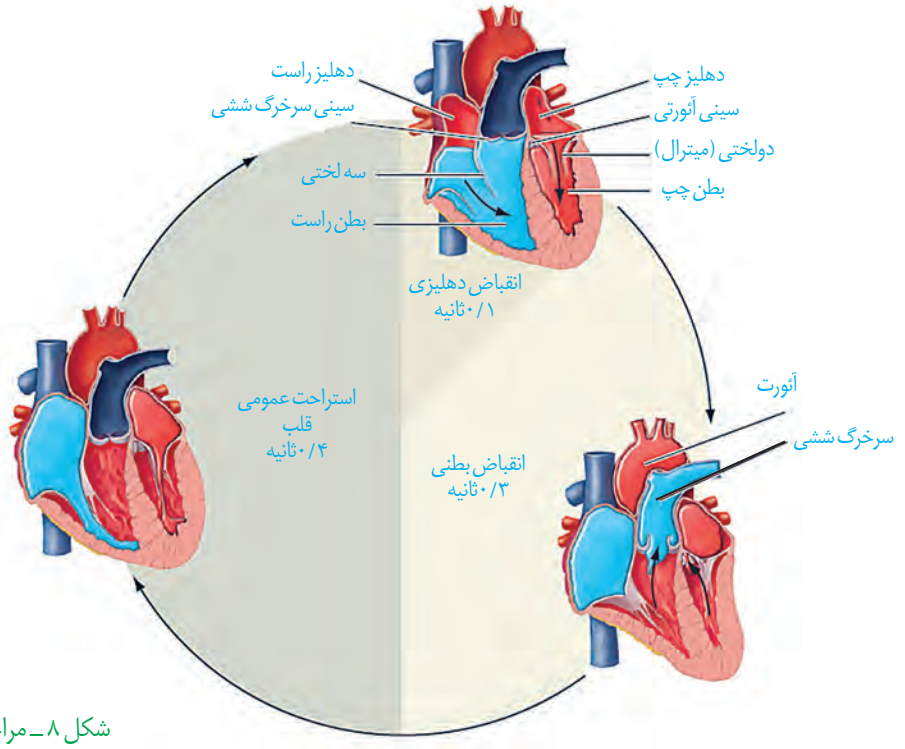
آزمون ورزش (تست ورزش)

یکی از راه‌های بررسی عملکرد قلب آزمون ورزش است. در این روش فعّالیت راه رفتن و یا دویدن بر روی یک نقالهٔ متحرک، شبیه‌سازی می‌شود. فشارخون و نوار قلب فرد را در این حالت اندازه‌گیری و ثبت می‌کنند. پزشک متخصص با بررسی و تفسیر نتایج به سالم بودن قلب یا وجود تنگی در رگ‌های اکلیلی قلب پی می‌برد و یا انجام روش‌های دیگر را توصیه می‌کند.

۱ـ استراحت عمومی: تمام قلب در حال استراحت است. خون بزرگ سیاهرگ‌ها وارد دهلیز راست و خون سیاهرگ‌های ششی به دهلیز چپ وارد می‌شود. زمان: حدود ۰/۴ ثانیه

۲ـ انقباض دهلیزی: بسیار زودگذر است و انقباض دهلیزها صورت می‌گیرد و با انجام آن، بطن‌ها به طور کامل با خون پر می‌شوند. زمان: حدود ۰/۱ ثانیه

۳ـ انقباض بطنی: انقباض بطن‌ها صورت می‌گیرد و خون از طریق سرخرگ‌ها به همهٔ قسمت‌های بدن ارسال می‌شود. زمان: حدود ۰/۳ ثانیه



شکل ۸ ـ مراحل چرخهٔ ضربان قلب

فعّالیت

با توجه به چرخهٔ ضربان قلب، به موارد زیر پاسخ دهید:

الف) در هر مرحله از چرخهٔ قلبی، وضعیت دریچه‌های قلبی را بررسی، و باز یا بسته‌بودن آنها را مشخص کنید.

ب) با توجه به زمان‌های مشخص‌شده در چرخهٔ قلبی، تعداد ضربان طبیعی قلب را در دقیقه محاسبه کنید.

برون‌ده قلبی

حجمِ خونی که در هر انقباض بطنی از یک بطن خارج و وارد سرخرگ می‌شود، **حجم ضربه‌ای** نامیده می‌شود. اگر این مقدار را در تعداد ضربان قلب در دقیقه ضرب کنیم، **برون‌ده قلبی** به‌دست می‌آید. برون‌ده قلبی متناسب با سطح فعّالیت بدن تغییر می‌کند و عواملی مانند سوخت و ساز پایهٔ بدن، مقدار فعّالیت بدنی، سن و اندازهٔ بدن، در آن مؤثر است. میانگین برون‌ده قلبی در بزرگسالان در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است.

فعّالیت

گفتیم که برون‌ده قلبی در بزرگسالان، در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است. با توجه به تعداد ضربان قلب در دقیقه، حجم ضربه‌ای را بر حسب میلی لیتر محاسبه کنید.

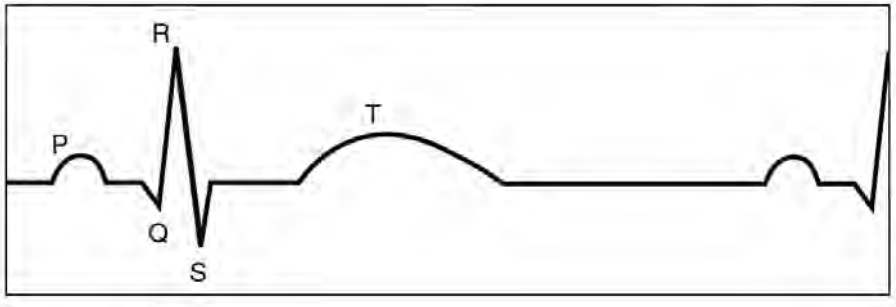
نوار قلب چه می‌گوید؟

شاید تا به حال نوار قلب کسی را دیده باشید. منحنی رسم شده، نشانگر چیست؟

یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی در هنگام چرخهٔ ضربان قلب، فعالیت الکتریکی را نشان می‌دهند. جریان الکتریکی حاصل از فعالیت قلب را می‌توان در سطح پوست دریافت و به‌صورت نوار قلب ثبت کرد.

نوار قلب شامل سه موج P، QRS و T است (شکل ۹). فعالیت الکتریکی دهلیزها به شکل موج P و فعالیت الکتریکی بطن‌ها به شکل موج QRS ثبت می‌شود. انقباض هریک از این بخش‌ها، اندکی پس از شروع فعالیت الکتریکی آن بخش است. موج T اندکی پیش از پایان انقباض بطن‌ها و بازگشت آنها به حالت استراحت ثبت می‌شود.

بررسی تغییراتی که در نوار قلب رخ می‌دهد، می‌تواند به متخصصان در تشخیص بیماری‌های قلبی کمک کند.



شکل ۹ـ نوار قلب

بیشتر بدانید

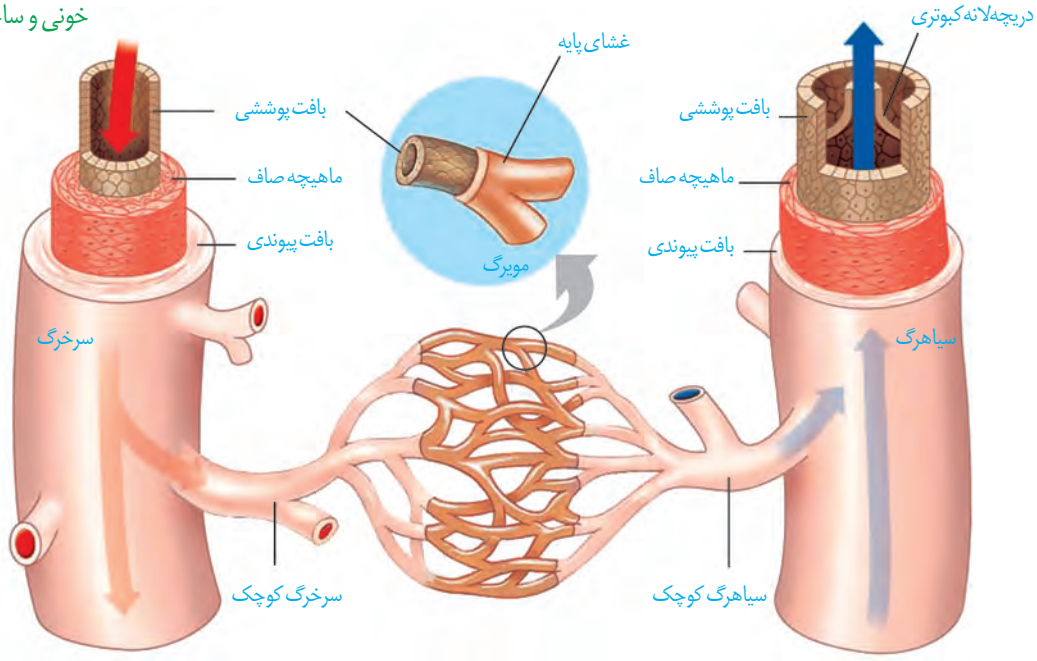
اسکن قلب

این روش برای تشخیص خون‌رسانی سرخرگ‌های اکلیلی قلب در دو حالت همراه با آزمون ورزش و استراحت انجام می‌شود. فرد مدتی بر روی نقالهٔ متحرک می‌دود، سپس یک رادیودارو به یکی از سیاهرگ‌های او تزریق می‌شود. دستگاه آشکارساز پرتوهای حاصل از رادیو دارو را به‌صورت تصاویر رنگی ثبت می‌کند. در مرحلهٔ دوم، بدون انجام ورزش به بیمار رادیودارو تزریق و تصویربرداری انجام می‌شود. تصویرهای دو مرحله را مقایسه و تفسیر می‌کنند. در این روش، آسیب‌های قلبی و تنگی موجود در رگ‌های آن مشخص می‌شوند.

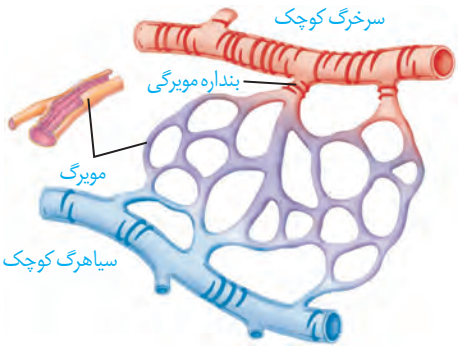
گفتار ۲ رگ‌ها

در دستگاه گردش خون، سه نوع رگ در شبکه‌ای مرتبط به هم وجود دارد. این شبکه، که از قلب شروع می‌شود و پس از عبور از بافت‌ها به قلب باز می‌گردد، از **سرخرگ‌ها، مویرگ‌ها و سیاهرگ‌ها** تشکیل شده است. ساختار هر یک از این رگ‌ها متناسب با کاری است که انجام می‌دهد. دیوارهٔ همهٔ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها از سه لایهٔ اصلی تشکیل شده است (شکل ۱۰). لایهٔ داخلی آنها بافت پوششی سنگ‌فرشی است که در زیر آن، غشای پایه قرار گرفته است. لایهٔ میانی آن، ماهیچه‌ای صاف است که همراه این لایه رشته‌های کشسان (الاستیک) زیادی وجود دارد. آخرین لایه، بافت پیوندی است که لایهٔ خارجی آنها را می‌سازد.

شکل ۱۰ــ مقایسهٔ انواع رگ‌های خونی و ساختار آنها



اگرچه ساختار پایه‌ای سرخرگ‌ها با سیاهرگ‌ها شباهت دارد، ضخامت لایهٔ ماهیچه‌ای و پیوندی در سرخرگ‌ها بیشتر است تا بتوانند فشار زیاد وارد شده از سوی قلب را تحمل و هدایت کنند. به همین دلیل سرخرگ‌ها در برش عرضی، بیشتر گِرد دیده می‌شوند، در حالی که سیاهرگ‌های هم‌اندازهٔ آنها، دیواره‌ای نازک‌تر دارند و حفرهٔ داخل آنها بزرگ‌تر است. درعین‌حال، بسیاری از سیاهرگ‌ها دریچه‌هایی دارند که جهت حرکت خون را یک‌طرفه می‌کنند.



شکل ۱۱ــ ساختار مویرگ و بندارهٔ مویرگی

مویرگ‌ها فقط یک لایهٔ بافت پوششی همراه با غشای پایه دارند. این ساختار با وظیفهٔ آنها که تبادل مواد بین خون و مایع میان‌بافتی است، هماهنگی دارد. در دیوارهٔ مویرگ‌ها لایهٔ ماهیچه‌ای نیست ولی در ابتدای بعضی از آنها حلقه‌ای ماهیچه‌ای هست که میزان جریان خون در آنها را تنظیم می‌کند و به آن **بندارهٔ مویرگی** گویند.

اگرچه تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ‌ها بر اساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی با تنگ و گشاد شدن سرخرگ‌های کوچک انجام می‌شود که قبل از مویرگ‌ها قرار دارند (شکل ۱۱).

سرخرگ‌ها

همان‌طور که می‌دانید سرخرگ‌ها خون را از قلب خارج می‌کنند و به بافت‌های بدن می‌رسانند. علاوه بر این باعث حفظ پیوستگی جریان خون و هدایت آن در این رگ‌ها می‌شوند. دیوارهٔ سرخرگ قدرت کشسانی زیادی دارد. وقتی بطن منقبض می‌شود، ناگهان مقدار زیادی خون از آن به درون سرخرگ پمپ می‌شود. سرخرگ‌ها در این حالت گشاد می‌شوند تا خونِ رانده شده از بطن را در خود جای دهند. در هنگام استراحت بطن یعنی وقتی که دیگر خونی از قلب خارج نمی‌شود، دیوارهٔ کشسان سرخرگ‌ها به حالت اولیه باز می‌گردد و خون را با فشار به جلو می‌راند. این فشار باعث هدایت خون در رگ‌ها و پیوستگی جریان خون در هنگام استراحت قلب می‌شود. تغییر حجم سرخرگ، به دنبال هر انقباض بطن، به‌صورت موجی در طول سرخرگ‌ها پیش می‌رود و به صورت **نبض** احساس می‌شود.

در سرخرگ‌های کوچک‌تر، میزان رشته‌های کشسان، کمتر و میزان ماهیچه‌های صاف، بیشتر است. این ساختار باعث می‌شود با ورود خون، قطر این رگ‌ها تغییر زیادی نکند و در برابر جریان خون مقاومت کنند. میزان این مقاومت در زمان انقباض ماهیچهٔ صاف دیواره، بیشتر و در هنگام استراحت، کمتر می‌شود. کم و زیاد شدن این مقاومت، میزان ورود خون به مویرگ‌ها را تنظیم می‌کند.

فشار خون: بیشتر سرخرگ‌های بدن در قسمت‌های عمقی هر اندام قرار گرفته‌اند، در حالی که سیاهرگ‌ها بیشتر در سطح قرار دارند. به نظر شما مزیت آن چیست؟

می‌دانید فشار خون، نیرویی است که از سوی خون بر دیوارهٔ رگ وارد می‌شود و ناشی از انقباض دیوارهٔ بطن‌ها یا سرخرگ‌ها است. اگر سرخرگی در بدن بریده شود، خون با سرعت زیاد از آن بیرون خواهد ریخت و بسیار خطرناک است. این خون‌ریزی، ناشی از فشار خون زیاد درون سرخرگ است. چنین فشاری برای کار طبیعی دستگاه گردش خون لازم است.

بیشتر بدانید

رگ نگاری (آنژیوگرافی)

تصویربرداری از رگ‌های اندام‌های مختلف بدن با استفاده از پرتو ایکس، رگ‌نگاری نام دارد. در این روش در قسمتی از سطح بدن که یک سرخرگ زیر آن قرار دارد، شکافی ایجاد و لوله‌ای را به درون سرخرگ وارد و به سوی رگ مورد نظر هدایت می‌کنند. سپس از طریق لوله، مادهٔ جذب کنندهٔ پرتو ایکس را به درون رگ، تزریق و با تاباندن این پرتو، از رگ تصویربرداری می‌کنند. یکی از کاربردهای این روش، بررسی وجود تنگی در رگ‌های اکلیلی قلب است. پس از آن برای برطرف کردن تنگی، درون رگ بسته شده، یک بادکنک کوچک قرار می‌دهند و آن را باد می‌کنند و چند ثانیه در این حالت نگاه می‌دارند تا رگ باز شود. گاهی هم لازم است با قرار دادن یک لولهٔ مشبک فنری، از بسته شدن دوبارهٔ رگ جلوگیری کنند.

فعّالیت

اندازه‌گیری فشار خون

دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار خون انواع زیادی دارند، از جمله عقربه‌ای و جیوه‌ای که انواع رقمی (دیجیتال) هم به آنها اضافه شده است. یکی از انواع آن را به کلاس بیاورید و با کمک معلم خود فشار خون هم‌کلاسان را اندازه‌گیری کنید.

معمولاً فشار خون را با دو عدد (مثلاً ۱۲۰ روی ۸۰) بیان می‌کنند. این دو عدد به ترتیب، معرف فشار بیشینه و فشار کمینه برحسب میلی‌متر جیوه است. فشار بیشینه فشاری است که انقباض بطن روی سرخرگ وارد می‌کند و فشار کمینه در هنگام استراحت قلب، فشاری است که دیوارهٔ سرخرگِ بازشده، در هنگام بسته شدن به خون وارد می‌کند.

عوامل مختلفی می‌تواند روی فشار خون تأثیر بگذارد، از جمله: چاقی، تغذیهٔ نامناسب به ویژه مصرف چربی و نمک زیاد، دخانیات، استرس (فشار روانی) و سابقهٔ خانوادگی.

فعّالیت

در مورد اینکه آیا نوشیدن قهوه بر فشارخون افراد تأثیر می‌گذارد یا نه، پژوهشی را طراحی کنید و با همکاری گروه درسی خود، آن را انجام دهید و نتیجه را در کلاس ارائه کنید.

مویرگ‌ها

سرخرگ‌های کوچک به مویرگ‌هایی منتهی می‌شوند که کوچک‌ترین رگ‌های بدن هستند. تبادل مواد بین خون و یاخته‌های بدن، در این رگ‌ها انجام می‌شود. دیوارهٔ نازک وجریان خون کُند، امکان تبادل مناسب مواد را در مویرگ‌ها فراهم می‌کند. در عین حال مویرگ‌ها شبکهٔ وسیعی را در بافت‌ها ایجاد می‌کنند به طوری که فاصلهٔ بیشتر یاخته‌های بدن تا مویرگ‌ها حدود ۰/۰۲ میلی‌متر (۲۰ میکرومتر) است. این فاصلهٔ کم، مبادلهٔ سریع مولکول‌ها را از طریق انتشار، آسان‌تر می‌کند.

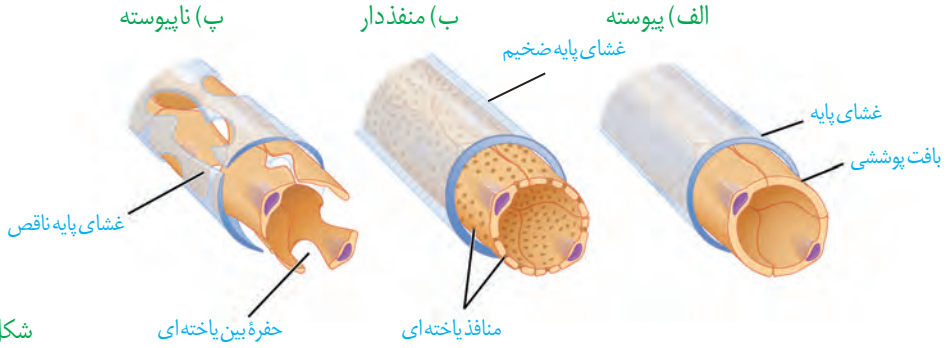
دیوارهٔ مویرگ‌ها، فقط از یک لایهٔ یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساخته شده است و ماهیچهٔ صاف ندارد.

سطح بیرونی مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند و نوعی صافی برای محدود کردن عبور مولکول‌های بسیار درشت به وجود می‌آورد. مویرگ‌های بدن در سه گروه قرار می‌گیرند:

در **مویرگ‌های پیوسته** یاخته‌های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. چنین مویرگ‌هایی به‌عنوان مثال در دستگاه عصبی مرکزی یافت می‌شوند که ورود و خروج مواد در آنها به شدت تنظیم می‌شود (شکل ۱۲ ــ الف).

مویرگ‌های منفذدار منافذ فراوانی در غشای سلول‌های پوششی دارند. غشای پایه در این مویرگ‌ها ضخیم است که، عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند (شکل ۱۲ ــ ب). این مویرگ‌ها به‌عنوان مثال در کلیه یافت می‌شوند.

در **مویرگ‌های ناپیوسته** فاصلهٔ یاخته‌های بافت پوششی آن‌قدر زیاد است که به صورت حفره‌هایی در دیوارهٔ مویرگ دیده می‌شود (شکل ۱۲ ــ پ). چنین مویرگ‌هایی به‌عنوان مثال در جگر یافت می‌شوند.



شکل ۱۲ــ انواع مویرگ

بیشتر بدانید

در یک فرد سالم و معمولی، فشار بیشینه بین ۱۱۰ تا ۱۴۰ و فشار کمینه بین ۷۰ تا ۹۰ میلی‌متر جیوه است.

فشار خون پایین: به فشار بیشینه کمتر از ۱۱۰ گفته می‌شود و در بعضی افراد ممکن است ناشی از فقر غذایی یا بی‌نظمی‌در کارکرد غدد تیروئید یا فوق کلیه باشد .

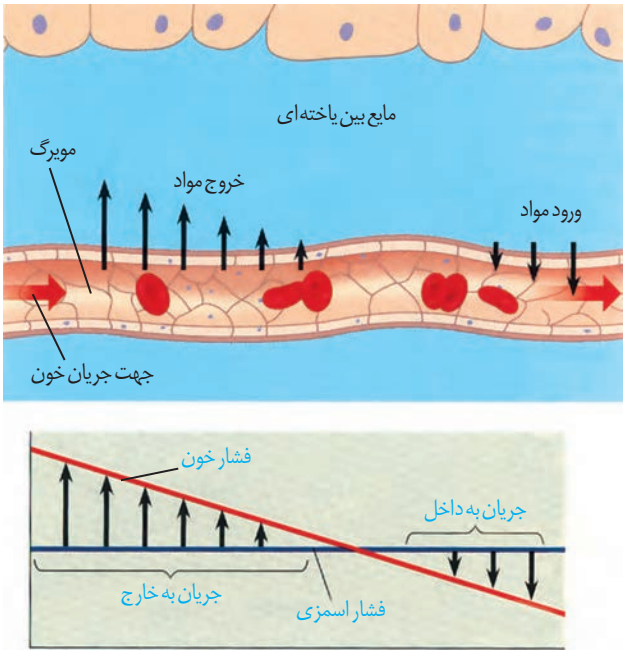
فشار خون بالا: به فشار خون بیشینه بیش از ۱۴۰ و فشار کمینه بیش از ۹۰ گفته می‌شود که عامل مهمی‌است در بروز بیماری‌های قلبی و می‌تواند به قلب فشار وارد کند و ماهیچهٔ قلب به‌طور زودرس به مرحلهٔ فرسودگی برسد یا در بافت پوششی رگ‌ها شکاف‌هایی ایجاد کند که احتمال رسوب مواد و بستن رگ‌ها را افزایش دهد.

فعّالیت

پیوسته بودن مویرگ‌ها در مغز و ناپیوسته بودن آنها در جگر چه مزیتی دارد؟

تبادل مواد در مویرگ‌ها

تبادل مواد بین خون و بافت‌ها در مویرگ‌ها انجام می‌شود. مولکول‌های مواد ممکن است از غشای یاخته‌های پوششی مویرگ و یا از فاصله‌های بین این یاخته‌ها عبور کنند. در ابتدای سرخرگی مویرگ، فشار خون که به آن **فشار تراوشی** می‌گویند و نسبت به فشار اسمزی بیشتر است، باعث خروج مواد از مویرگ می شود. در اینجا بخشی از خوناب به جز مولکول‌های درشت از مویرگ خارج و به بافت وارد می‌شوند. در نتیجهٔ خروج خوناب، فشار اسمزی درون مویرگ نسبت به فشار تراوشی به تدریج افزایش می‌یابد؛ به‌طوری که در بخش سیاهرگی مویرگ، فشار اسمزی درون مویرگ از فشار تراوشی بیشتر است، در نتیجه آب همراه با مولکول‌های متفاوت از جمله مواد دفعیِ یاخته‌ها، وارد مویرگ می‌شوند (شکل ۱۳).



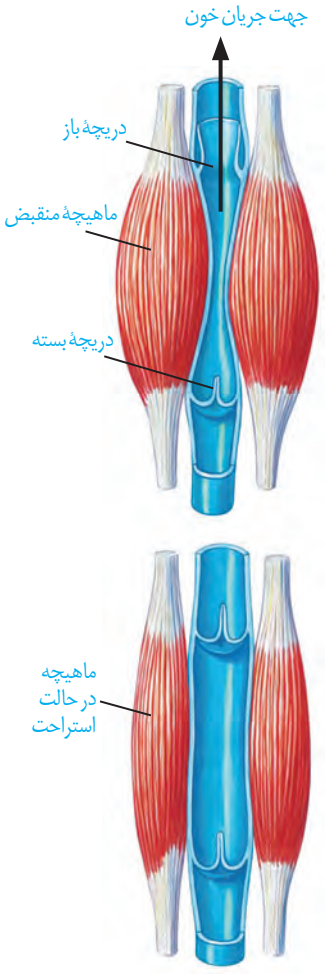
شکل ۱۳ــ تبادل مواد در مویرگ‌ها

کمبود پروتئین‌های خون و افزایش فشار خون درون سیاهرگ‌ها می‌تواند سرعت بازگشت مایعات از بافت به خون را کاهش دهد. در نتیجه، بخش‌هایی از بدن، متورم می‌شوند که به این حالت «**خیز**» یا «**اِدم**» می‌گویند. مصرف زیاد نمک و مصرف کمِ مایعات نیز می‌تواند به خیز منجر شود.

سیاهرگ‌ها

همان‌طور که در شکل ۱۰ دیدید، سیاهرگ‌ها با داشتن فضای داخلی وسیع و دیواره‌ای با مقاومت کمتر، می‌توانند بیشتر حجم خون را در خود جای دهند. باقیمانده فشار سرخرگی باعث ادامهٔ جریان خون در سیاهرگ‌ها می‌شود امّا به علت کاهش شدید فشار خون و جهت حرکت خون در سیاهرگ‌ها که در بیشتر آنها به سمت بالا است لازم است عواملی به جریان خون در سیاهرگ‌ها کمک کند.

تلمبه ماهیچهٔ اسکلتی: حرکت خون در سیاهرگ‌ها به ویژه در اندام‌های پایین‌تر از قلب، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه‌های اسکلتی وابسته است. انقباض ماهیچه‌های دست و پا، شکم و میان‌بند، به سیاهرگ‌های مجاور خود فشاری وارد می‌کنند که باعث حرکت خون در سیاهرگ به سمت قلب می‌شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴ــ تلمبه ماهیچهٔ اسکلتی و عملکرد دریچه‌های لانه کبوتری

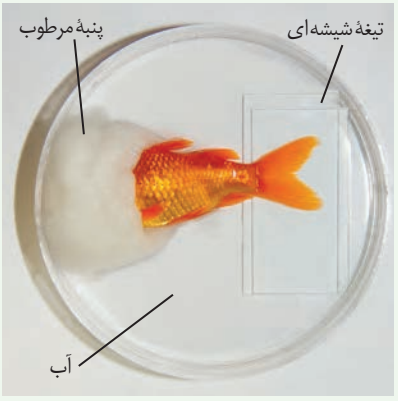
دریچه‌های لانه کبوتری: در سیاهرگ‌های دست و پا، جریان خون را یک‌طرفه و به سمت بالا هدایت می‌کنند. در هنگام انقباض هر ماهیچه در سیاهرگ مجاور آن، دریچه‌های بالایی باز و دریچه‌های پایین، بسته می‌شوند (شکل ۱۴).

فشار مکشی قفسهٔ سینه: هنگام دم به‌وجود می‌آید، که قفسهٔ سینه باز می‌شود. در این حالت فشار از روی سیاهرگ‌های نزدیک قلب برداشته می‌شود و درون آنها فشار مکشی ایجاد می‌شود که خون را به سمت بالا می‌کشد.

فعّالیت

مشاهدهٔ گردش خون در بالهٔ دمی ماهی

بدن یک ماهی کوچک را در پنبهٔ خیس بپیچید به طوری که فقط بالهٔ دمی آن بیرون باشد. ماهی را در ظرف پتری قرار دهید که مقداری آب دارد. روی بالهٔ دمی، یک تیغه بگذارید تا بالهٔ دمی گسترده شود و ماهی تکان نخورد. مجموعه را روی صفحهٔ میکروسکوپ طوری قرار دهید که نور از بالهٔ دمی عبور کند. ابتدا با بزرگ‌نمایی کم و سپس با بزرگ‌نمایی متوسط، آن را مشاهده کنید.



ــ با توجه به معکوس بودن تصویر در میکروسکوپ، چگونه می‌توانید سرخرگ و سیاهرگ را در بالهٔ دمی، تشخیص دهید؟

ــ گزارشی از آنچه مشاهده می‌کنید به معلم خود ارائه کنید.

ــ پس از پایان کار، ماهی را به آب برگردانید.

دستگاه لنفی

دستگاه لنفی شامل لنف، رگ‌های لنفی، مجاری لنفی، گره‌های لنفی و اندام‌های لنفی است. کار اصلی آن، تصفیه و بازگرداندن آب و مواد دیگری است که از مویرگ‌ها به فضای میان بافتی نشت پیدا می‌کنند و به مویرگ‌ها برنمی‌گردند. نشت این مواد در جریان ورزش و بعضی بیماری‌ها، افزایش قابل‌توجهی پیدا می‌کند. لنف مایعی تشکیل‌شده از مواد متفاوت و گویچه‌های سفید است.

کار دیگر دستگاه لنفی، انتقال چربی‌های جذب شده از دیوارهٔ رودهٔ باریک به خون و همچنین از بین بردن میکروب‌های بیماری‌زا و یاخته‌های سرطانی است.

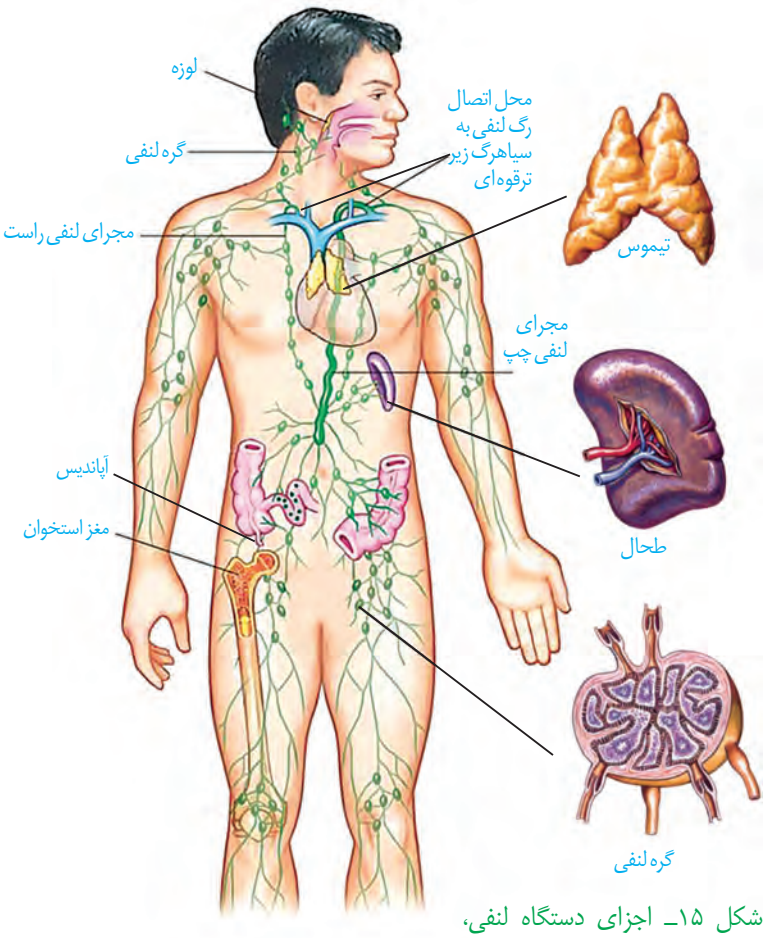
لنف بعد از عبور از مویرگ‌ها و رگ‌های لنفی از طریق دو رگ بزرگ لنفی به نام **مجرای لنفی** به سیاهرگ‌های زیر ترقوه‌ای چپ و راست می‌ریزد. بنابراین، لنف پس از تصفیه شدن به دستگاه گردش خون برمی‌گردد (شکل ۱۵).

لوزه‌ها، تیموس، طحال، آپاندیس و مغز استخوان اندام‌های لنفی نامیده می‌شوند.

تنظیم دستگاه گردش خون

گره ضربان‌ساز، تکانه‌های منظمی را ایجاد و در قلب منتشر می‌کند تا چرخهٔ ضربان قلب به‌طور منظم تکرار شود. در حالت عادی این ضربان و برون ده قلبی ناشی از آن، نیاز اکسیژن و مواد مغذی اندام‌های بدن را برطرف می‌کند. امّا در هنگام فعّالیت ورزشی یا در حالت استراحت، برون ده قلب باید تغییر یابد. این تنظیم‌ها با ساز و کارهای مختلفی انجام می‌شود:

نقش دستگاه عصبی خود مختار: افزایش و کاهش فعالیت قلب متناسب با شرایط، به‌وسیله اعصاب دستگاه عصبی خود مختار انجام می‌شود. مرکز هماهنگی این اعصاب در بصل‌النخاع و پل مغزی و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد و همکاری این مراکز، نیاز بدن به مواد مغذی و اکسیژن را در شرایط خاص به خوبی تأمین می‌کند.



شکل ۱۵ـ اجزای دستگاه لنفی، مسیر لنف و چگونگی اتصال آن به دستگاه گردش خون

نقش هورمون‌ها: وقتی در فشار روانی مثل نگرانی، ترس و استرس امتحان قرار می‌گیریم، ترشح بعضی هورمون‌ها از غدد درون‌ریز مثل فوق کلیه، افزایش می‌یابد. این هورمون‌ها مثلاً با اثر بر قلب، ضربان قلب و فشارخون را افزایش می‌دهند.

تنظیم موضعی جریان خون در بافت‌ها: افزایش کربن‌دی‌اکسید، باگشاد کردن سرخرگ‌های کوچک میزان جریان خون را در آنها افزایش می‌دهد.

نقش گیرنده‌ها در حفظ فشار سرخرگی: گیرنده‌های حساس به فشار، گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن و گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن پس از تحریک، به مراکز عصبی پیام می‌فرستند تا فشار سرخرگی در حد طبیعی حفظ، و نیازهای بدن در شرایط خاص تأمین شود.

بیشتر بدانید

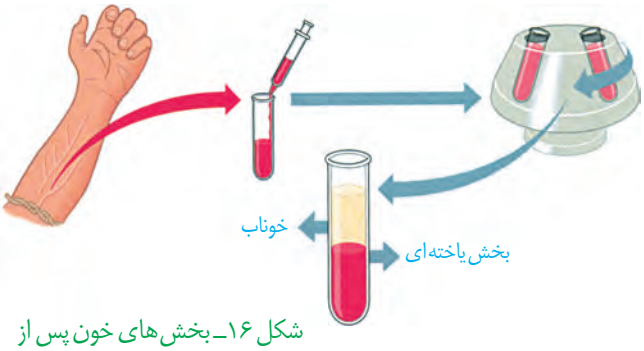
ثبت فعّالیت‌های دستگاه گردش خون در یک دورهٔ زمانی (مانیتورینگ)

متخصصان با متصل کردن دستگاه‌های الکترونیکی ویژه‌ای به بدن فرد، فشارخون و فعّالیت الکتریکی قلب او را در مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت تحت‌نظر قرار می‌دهند. در این حالت فرد فعّالیت‌های معمول خود را انجام می‌دهد. پزشکان با بررسی نمودارهای حاصل، به‌چگونگی کار قلب و رگ‌ها در شرایط مختلف پی می‌برند.

گفتار ۳ خون

خون، نوعی بافت پیوندی است که به طور منظم و یک طرفه در رگ‌های خونی جریان دارد و دارای دو بخش است: خوناب که حالت مایع دارد و بخش یاخته‌ای که گویچه‌های قرمز، گویچه‌های سفید و گِرده (پلاکت)ها را شامل می‌شود.

اگر مقداری از خون را گُریزانه (سانتریفیوژ) کنیم، دو بخش خون از هم جدا می‌شود و می‌توان درصد هرکدام را مشخص کرد. معمولاً در فرد سالم و بالغ ۵۵ درصد حجم خون را **خوناب (پلاسما)** و ۴۵ درصد را بخش یاخته‌ای تشکیل می‌دهند (شکل ۱۶).

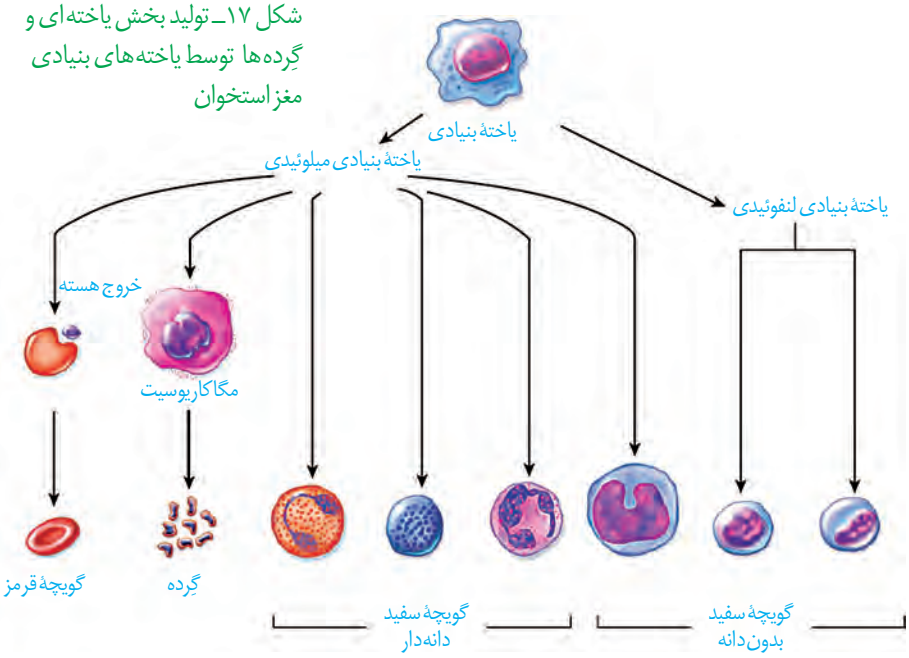


شکل ۱۶ــ بخش‌های خون پس از گریزانه

از کارهای خون، انتقال مواد غذایی، اکسیژن، کربن دی‌اکسید، هورمون‌ها و مواد دیگر است. خون ارتباط شیمیایی بین یاخته‌های بدن را امکان‌پذیر می‌سازد و به تنظیم دمای بدن و یکسان کردن دما در نواحی مختلف بدن کمک می‌کند. همچنین در ایمنی و دفاع در برابر عوامل خارجی نقش اساسی دارد و در هنگام خون‌ریزی، به کمک عواملی، از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کند.

بیش از ۹۰ درصدِ خوناب، آب است و بقیه آن را موادی مانند پروتئین‌ها، مواد غذایی، یون‌ها و مواد دفعی تشکیل می‌دهند. پروتئین‌های خوناب نقش‌های گوناگونی دارند از جمله حفظ فشار اسمزی خون، انتقال مواد، تنظیم pH، انعقاد خون و ایمنی بدن. آلبومین، فیبرینوژن و گلوبولین از پروتئین‌های خوناب‌اند. آلبومین، در حفظ فشار اسمزی خون و انتقال بعضی داروها مثل پنی‌سیلین نقش دارد. فیبرینوژن، در انعقاد خون و گلوبولین‌ها در ایمنی و مبارزه با عوامل بیماری‌زا اهمیت دارند.

وجود یون‌های پتاسیم و سدیم در خوناب، اهمیت زیادی دارد؛ چون در فعّالیت یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارند.

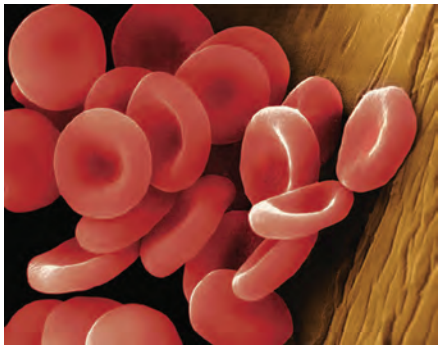


شکل ۱۷ــ تولید بخش یاخته‌ای و گِرده‌ها توسط یاخته‌های بنیادی مغز استخوان

بخش دوم خون شامل **گویچه‌های قرمز**، **گویچه‌های سفید** و **گِرده‌ها** هستند که دو گروه اوّل، یاخته‌های خونی و گِرده‌ها ، قطعاتی از یاخته هستند. در یک فرد بالغ، تولید یاخته‌های خونی و گِرده‌ها در مغز قرمز استخوان انجام می‌شود.

در مغز استخوان **یاخته‌های بنیادی** وجود دارند که با تقسیمات خود، این بخش خون را تولید می‌کنند. البته در دوران جنینی، یاخته‌های خونی و گِرده‌ها در اندام‌های دیگری مثل کبد و طحال نیز ساخته می‌شود. یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، یاخته‌هایی هستند که توانایی تقسیم و تولید چندین نوع یاخته را دارند. ابتدا این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و دو نوع یاخته را ایجاد می‌کنند: یاخته‌های بنیادی **لنفوئیدی** که در جهت تولید لنفوسیت‌ها عمل می‌کنند و یاخته‌های بنیادی **میلوئیدی** که منشأ بقیهٔ یاخته‌های خونی و گِرده‌ها هستند (شکل ۱۷).

یاخته‌های خونی قرمز



شکل ۱۸ـ یاخته‌های خونی قرمز

در انسان بیش از ۹۹ درصدِ یاخته‌های خونی را گویچه‌های قرمز تشکیل می‌دهند که به خون، ظاهری قرمزرنگ می‌دهند. این یاخته‌های کروی که از دو طرف، حالت فرو رفته دارند، در هنگام تشکیل در مغز استخوان، هستهٔ خود را از دست می‌دهند و سیتوپلاسم آنها از هموگلوبین پر می‌شود (شکل ۱۸).

نسبت حجم گویچه‌های قرمز خون به حجم خون که به صورت درصد بیان می‌شود، **خون بَهر (هماتوکریت)** گفته می‌شود.

نقش اصلی گویچه‌های قرمز، انتقال گازهای تنفسی است. متوسط عمر گویچه‌های قرمز ۱۲۰ روز است. تقریباً یک درصد از گویچه‌های قرمز، روزانه تخریب می‌شود و باید جایگزین شود. تخریب یاخته‌های خونی قرمز آسیب‌دیده و مرده در طحال و کبد انجام می‌شود. آهن آزاد شده در این فرایند یا در کبد ذخیره می‌شود و یا همراه خون به مغز استخوان می‌رود و در ساخت دوبارهٔ گویچه‌های قرمز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

واژه شناسی

خون بَهر (Hematocrit / هماتوکریت)

بَهر در خون بَهر به معنی بهره و نسبت است.

فعّالیت

ـ به نظر شما چرا در انسان و بسیاری از پستانداران، گویچه‌های قرمز، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست می‌دهند؟

ـ چرا غشای گویچه‌های قرمز در دو طرف، حالت فرورفته دارد؟

ـ محصور بودن هموگلوبین در غشای گویچه‌های قرمز چه اهمیتی دارد؟

برای ساخته شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود آهن، ویتامین «B_{12}» و فولیک‌اسید نیز لازم است.

فولیک‌اسید، نوعی ویتامین از خانواده B است که برای تقسیم طبیعی یاخته‌ای لازم است. کمبود آن باعث می‌شود یاخته‌ها به ویژه در مغز استخوان، تکثیر نشوند و تعداد گویچه‌های قرمز کاهش یابد. سبزیجات با برگ سبز تیره، حبوبات، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک اسیدند. کارکرد صحیح

فولیک‌اسید به وجود ویتامین «B_{12}» وابسته است. این ویتامین فقط درغذاهای جانوری وجود دارد. البته در رودهٔ بزرگ مقداری ویتامین B_{12} تولید می‌شود.

تنظیم تولید گویچه‌های قرمز: اگرچه تولید گویچه‌های قرمز به وجود آهن، فولیک‌اسید و ویتامین «B_{12}» وابسته است؛ در بدن ما تنظیم میزان گویچه‌های قرمز، به ترشح هورمونی به نام **اریتروپویتین** بستگی دارد. این هورمون توسط گروه ویژه‌ای از یاخته‌های کلیه و کبد به درون خون ترشح می‌شود و روی مغز استخوان اثر می‌کند تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند. این هورمون به طور طبیعی به مقدار کم ترشح می‌شود تا کاهش معمولی تعداد گویچه‌های قرمز را جبران کند. اما هنگام کاهش مقدار اکسیژن خون، این هورمون افزایش می‌یابد که این حالت در کم‌خونی، بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های طولانی یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ممکن است رخ دهد.

بیشتر بدانید

کاهش تعداد گویچه‌های قرمز و نیز کاهش مقدار هموگلوبین را **آنمی** یا **کم خونی** می‌گویند. ضعف و خستگی زودرس و پریدگی رنگ، ممکن است از نشانه‌های کم خونی باشد ولی تشخیص آن با آزمایش خون و تعیین میزان هموگلوبین انجام می‌شود. استفاده از گوشت، جگر و سبزیجات تیرهٔ تازه، برای جلوگیری از آن توصیه می‌شود.

فعّالیت

شاید برگه‌های جواب آزمایش خون را دیده باشید. در این برگه‌ها اطلاعات زیادی در مورد یاخته‌ها و ترکیبات خون وجود دارد. یکی از این برگه‌ها را بررسی کنید و با توجه به آن، به سؤالات زیر پاسخ دهید:

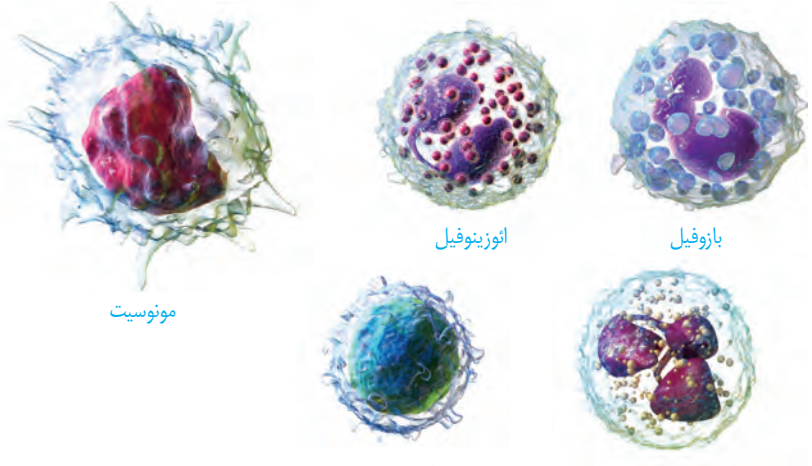
۱ــ تعداد طبیعی هریک از یاخته‌های خونی (WBC و RBC) و گِردِه‌ها (PLT) را در واحد اندازه‌گیری میکرو لیتر (μL) مشخص کنید.

۲ــ میزان انواع لیپیدهایی را که در آزمایش خون سنجیده می‌شود؛ مشخص کنید.

۳ــ گفتیم که روزانه تقریباً یک درصد گویچه‌های قرمز تخریب می‌شود. با توجه به تعداد RBC اگر حجم کل خون ما پنج لیتر باشد، روزانه چه تعداد از این یاخته‌ها تخریب می‌شوند و باید جایگزین شوند؟

یاخته‌های خونی سفید

یاخته‌های خونی، که ضمن گردش در خون، در بافت‌های مختلف بدن نیز پراکنده می‌شوند، گویچه‌های سفید هستند. نقش اصلی آنها، دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی است. این یاخته‌ها هسته دارند. انواع و ویژگی‌های آنها را در شکل ۱۹ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۹ــ یاخته‌های خونی سفید
۱ـ بازوفیل: هستهٔ دو قسمتی روی هم افتاده ــ سیتوپلاسم با دانه‌های تیره
۲ـ ائوزینوفیل: هستهٔ دوقسمتی دمبلی ــ سیتوپلاسم با دانه‌های روشن درشت
۳ـ نوتروفیل: هستهٔ چند قسمتی ــ سیتوپلاسم با دانه‌های روشن ریز
۴ـ مونوسیت: هستهٔ تکی خمیده یا لوبیایی ــ سیتوپلاسم بدون دانه
۵ـ لنفوسیت: هستهٔ تکی گرد یا بیضی ــ سیتوپلاسم بدون دانه

فعّالیت

مشاهدهٔ یاخته‌های خونی قرمز و سفید

ـ با کمک معلم و رعایت نکات ایمنی، گسترش خونی تهیه کنید.

ـ در صورتی که امکانات لازم برای رنگ‌آمیزی یاخته‌های خونی در آزمایشگاه شما وجود دارد، گسترش خونی تهیه شده را رنگ‌آمیزی کنید.

ـ همچنین می‌توانید از نمونه‌های آمادهٔ یاخته‌های خونی که رنگ‌آمیزی شده‌اند، نیز استفاده کنید و انواع یاخته‌های خونی را با استفاده از میکروسکوپ در آن تشخیص دهید.

بیشتر بدانید

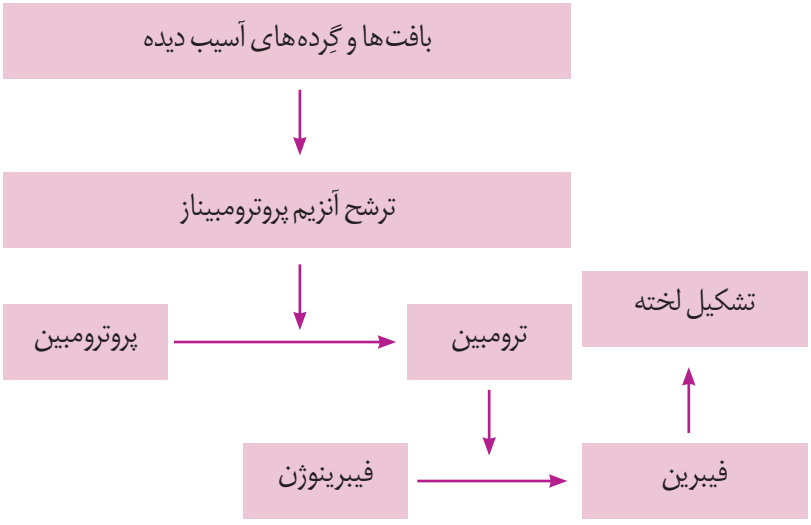
تعداد یاخته‌های خونی و گِرده‌ها در میلی‌متر مکعب خون	
RBC	$۵_۶ \times ۱۰^{۶}$
WBC	$۶_۷ \times ۱۰^{۳}$
PLT	۲۵۰×۱۰^{۳}

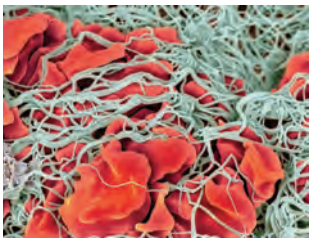
گِرده‌ها

گِرده‌ها قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته‌ای هستند که درون خود دانه‌های زیادی دارند و از گویچه‌های خون کوچک‌ترند. گِرده‌ها در مغز استخوان، زمانی تولید می‌شوند که یاخته‌های بزرگی به نام **مگاکاریوسیت** قطعه‌قطعه و وارد جریان خون می‌شوند (شکل ۱۷). درون هر یک از قطعات، دانه‌های کوچک پر از ترکیبات فعّال وجود دارند. گِرده‌ها به چند طریق از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کنند. در خون‌ریزی‌های محدود، که دیوارهٔ رگ‌ها آسیب جزئی می‌بینند، در محل آسیب، گِرده‌ها دور هم جمع می‌شوند، به هم می‌چسبند و ایجاد **درپوش** می‌کنند. این درپوش جلوی خروج خون از رگِ آسیب‌دیده را می‌گیرد.

در خون‌ریزی‌های شدیدتر، گِرده‌ها در تولید **لختهٔ خون**، نقش اصلی دارند. آنها با آزاد کردن مواد و با کمک پروتئین‌های خوناب مثل فیبرینوژن، لخته را ایجاد می‌کنند. تشکیل لخته در محل زخم، جلوی خون‌ریزی را می‌گیرد (شکل ۲۰). وجود ویتامین K و یون Ca در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است.

مراحل انعقاد خون با کمک گِرده‌ها و عوامل انعقادی دیگر را در نمودار زیر می‌بینید.





شکل ۲۰ـ رشته‌های پروتئینی فیبرین که یاخته‌های خونی و گِرده‌ها را دربرگرفته و لخته را تشکیل داده‌اند.

بیشتر بدانید

آزمایش PT
(Prothrombin Time)

یکی از آزمایش‌های تعیین‌کنندهٔ سلامت گِرده‌ها و چگونگی عمل آنها در انعقاد خون، آزمایش PT یا زمان پروترومبین است که در آن، زمان لازم برای انعقاد خون را می‌سنجند.

PT طبیعی تقریباً ۱۲ ثانیه است. اگر این مدت در فردی کم یا زیاد باشد میزان گِرده یا کارکرد آنها طبیعی نیست. در استفاده از داروهای ضد انعقاد مثل وارفارین نیز معیار سنجش تأثیر دارو، تعیین PT شخص است که از روی آن میزان دارو را تغییر می‌دهند.

گفتار ۴ تنوع گردش مواد در جانداران

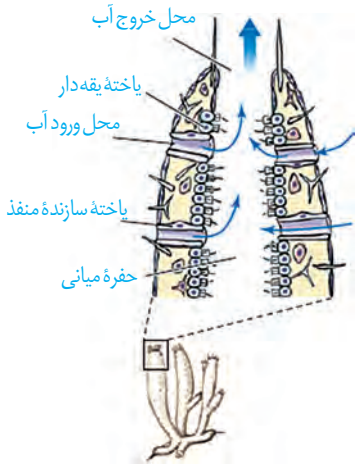
در تک یاخته‌ای‌ها تبادل گاز، تغذیه و دفع بین محیط و یاخته از سطح آن انجام می‌شود. در جانداران پر یاخته‌ای به دلیل زیاد بودن تعداد یاخته‌ها، همهٔ یاخته‌ها با محیط بیرون ارتباط ندارند و لازم است در آنها دستگاه گردش موادی به‌وجود آید تا یاخته‌ها نیازهای غذایی و دفع مواد زائد خود را با کمک آن برطرف کنند. دستگاه‌های گردش مواد در جانوران مختلف به صورت‌های زیر است:

سامانهٔ گردش آب: در اسفنج‌ها، آب از محیط بیرون از طریق سوراخ‌های دیواره به حفره یا حفره‌هایی وارد و پس از آن از سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تری خارج می‌شود. عامل حرکت آب، یاخته‌های یقه‌دار هستند که **تاژک** دارند (شکل‌های ۲۱ و ۲۲).

حفرهٔ گوارشی: حفرهٔ گوارشی در هیدر پر از مایعات است و علاوه بر گوارش، وظیفهٔ گردش مواد را نیز بر عهده دارد. در کرم‌های پهن آزادزی مثل پلاناریا، انشعابات حفرهٔ گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کنند به طوری که فاصلهٔ انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند.

در جانوران پیچیده‌تر، دستگاه اختصاصی برای گردش مواد شکل می‌گیرد که در آن مایعی برای جابه‌جایی مواد وجود دارد. در این جانوران، دو نوع **سامانهٔ گردش مواد** مشاهده می‌شود.

سامانهٔ گردش باز: قلب در سامانهٔ باز، مایعی به نام **همولنف** را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند. همولنف نقش‌های خون، لنف و آب میان بافتی را بر عهده دارد. جانورانی که سامانه گردشی باز دارند، مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته‌های بدن آنها وارد می‌شود و در مجاورت آنها جریان می‌یابد. بندپایانی مانند ملخ سامانهٔ گردشی باز دارند.

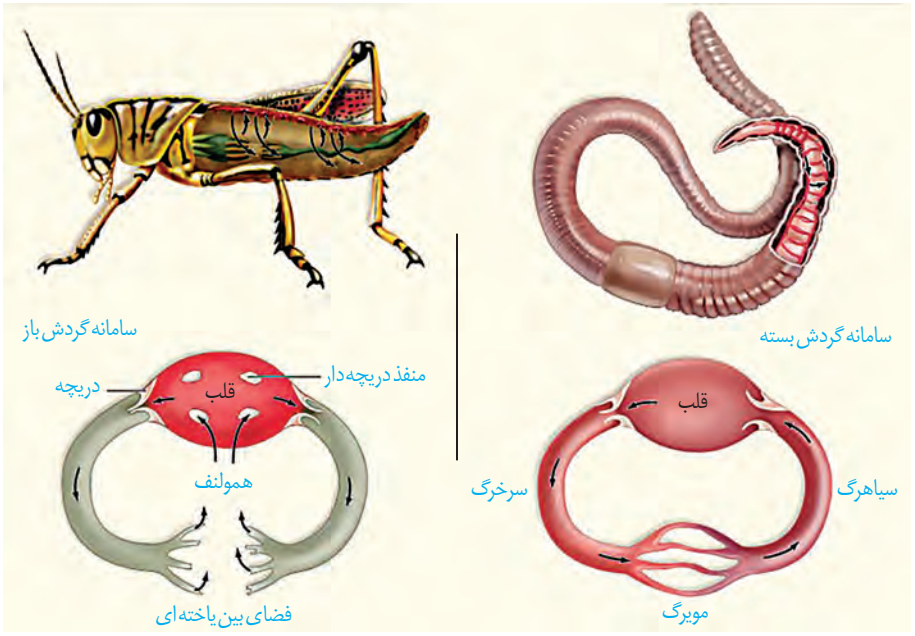


شکل ۲۱ــ گردش آب در بدن نوعی اسفنج

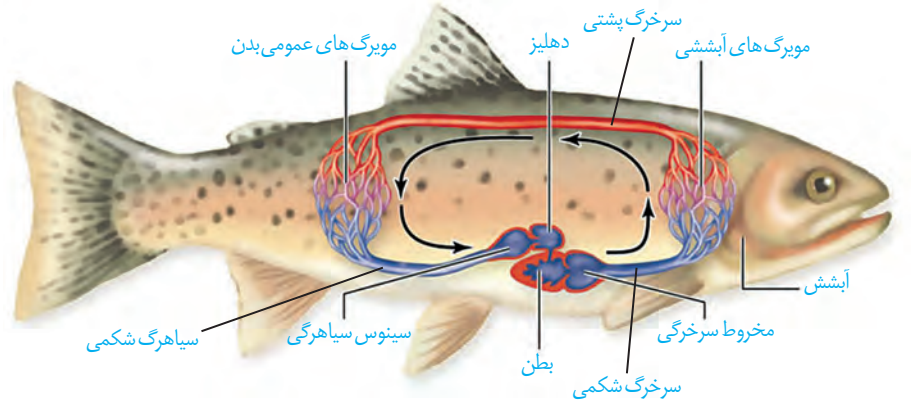
شکل ۲۲ــ شکل نوعی اسفنج

سامانهٔ گردش بسته: ساده‌ترین سامانهٔ گردش بسته در کرم‌های حلقوی، نظیر کرم‌خاکی وجود دارد. در این سامانه مویرگ‌ها در کنار یاخته‌ها و با کمک آب میان بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گازها را انجام می‌دهند (شکل ۲۳).

تمام مهره‌داران، سامانهٔ گردشی بسته دارند. گردش خون در مهره‌داران به صورت **ساده** و یا **مضاعف** است. در گردش ساده مثل ماهی و نوزاد دوزیستان، خون، ضمن یک بار گردش در بدن، یک بار از قلب دو حفره‌ایِ آن عبور می‌کند. مزیت این سیستم، انتقال یکبارهٔ خون اکسیژن دار به تمام مویرگ‌های اندام‌هاست (شکل ۲۴).



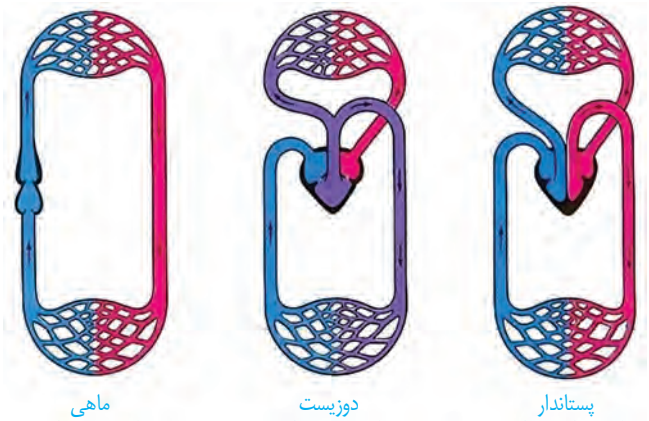
شکل ۲۳ـ مقایسهٔ سامانهٔ گردش باز و بسته در کرم خاکی و ملخ



شکل ۲۴ـ گردش خونِ ماهی ـ خون همهٔ بدن از طریق سیاهرگ شکمی به دهلیز و سپس به بطن وارد می‌شود. انقباض بطن، خون را ازطریق سرخرگ شکمی‌به آبشش‌ها می‌فرستد. پس از تبادل گازهای تنفسی، خون از طریق سرخرگ‌پشتی‌به‌تمام‌بدن‌وپس‌ازتبادل مویرگی‌با یاخته‌های بدن‌وارد سیاهرگ شکمی‌می‌شود و به قلب برمی‌گردد. قبل از دهلیز، سینوس سیاهرگی و بعد از بطن، مخروط سرخرگی قرار دارد.

در گردش مضاعف، که در سایر مهره داران دیده می‌شود، خون ضمن یک بار گردش در بدن، دو بار از قلب عبور می‌کند. در این سامانه، قلب به صورت دو تلمبه عمل می‌کند: یک تلمبه با فشار کمتر برای تبادلات گازی و تلمبه دیگر با فشار بیشتر برای گردش عمومی فعّالیت می‌کند.

سامانهٔ گردشی مضاعف، از دوزیستان به بعد شکل گرفته است. دوزیستان، قلب سه حفره ای با دو دهلیز و یک بطن دارند که بطن خون را یک بار به شش‌ها و پوست و سپس به بقیهٔ بدن تلمبه می‌کند (شکل ۲۵).



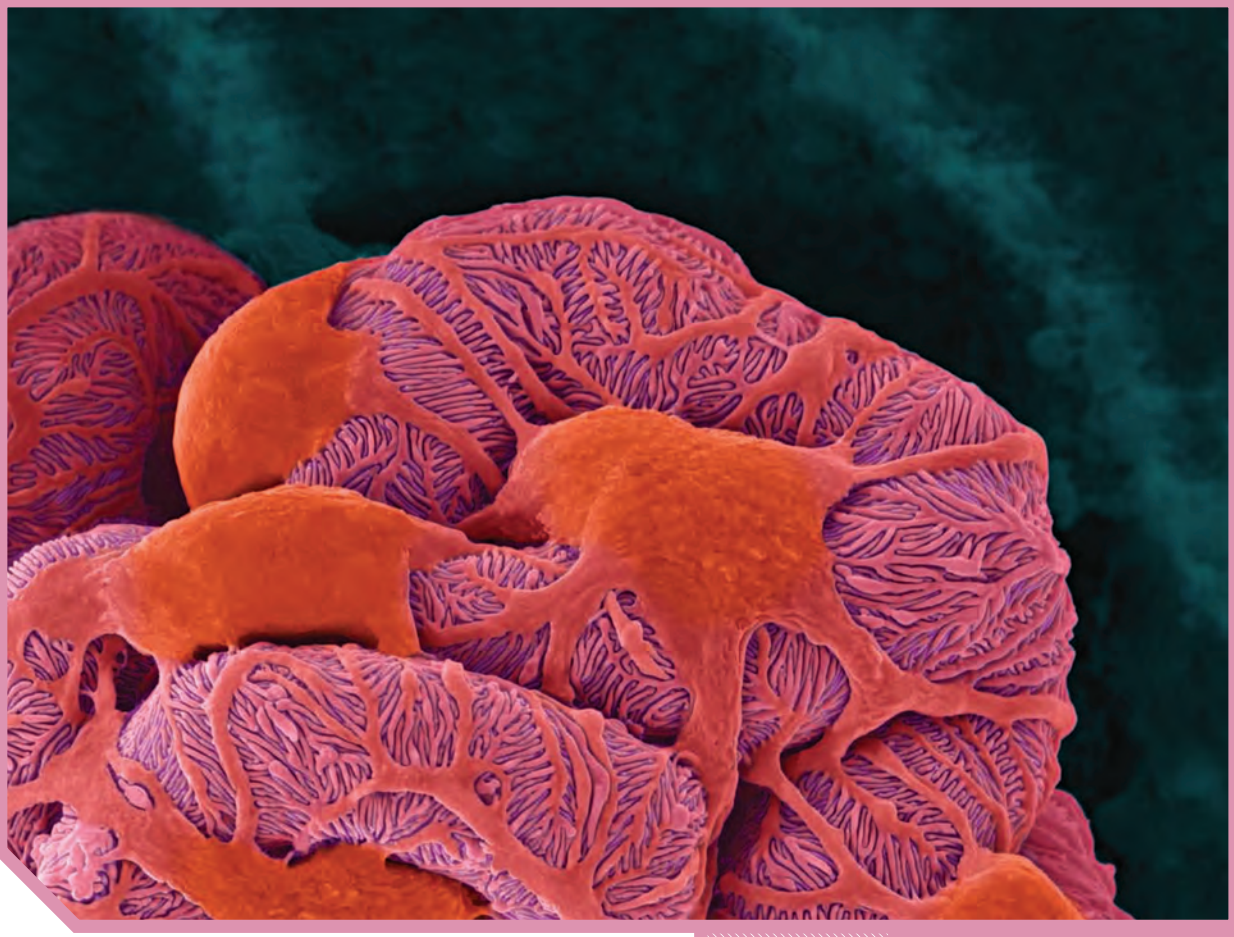
شکل ۲۵ـ قلب در انواع مهره داران

قلب و سامانه‌های گردشی در پرندگان و پستانداران

جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد. این حالت، حفظ فشار در سامانهٔ گردشی مضاعف را آسان می‌کند. فشار خون بالا برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها در جانورانی با نیاز زیاد به انرژی مهم است.

بیشتر بدانید

در سه گروه خزندگان (مارها، لاک‌پشت‌ها و سوسمارها) قلب چهار حفره‌ای است ولی دیوارهٔ بین دو بطن کامل نشده است.



فصل ۵

تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

گرچه ما انسان‌ها در خشکی زندگی می‌کنیم اما یاخته‌های ما با محیط مایع در ارتباط‌اند. آنچه دربارهٔ این محیط مایع حائز اهمیت است، مشابه بودن غلظت آن با غلظت درون یاخته‌ها یا به عبارت دقیق‌تر مشابه بودن فشار اسمزی آنهاست. اگر غلظت مایع اطراف یاخته‌ها رقیق‌تر یا غلیظ‌تر از یاخته‌ها باشد، تهدیدی جدی برای ادامهٔ حیات ما خواهد بود؛ چون ممکن است به ورود بیش از حد آب به یاخته یا خروج آب از آن منجر شود. بدن ما چگونه فشار اسمزی مایع اطراف یاخته‌ها را تنظیم می‌کند؟ چگونه ترکیب شیمیایی آن را ثابت نگه می‌دارد؟ آیا روش‌هایی که بدن انسان به‌کار می‌گیرد، در سایر جانوران هم دیده می‌شوند؟ ادرار چگونه تشکیل می‌شود؟ ترکیب شیمیایی ادرار چه اطلاعاتی را دربارهٔ وضعیت درونی بدن فراهم می‌کند؟ اینها نمونه پرسش‌هایی است که پاسخ آنها را در این فصل خواهیم یافت.

گفتار ۱ هم‌ایستایی و کلیه‌ها

اگر در یک روز گرم تابستانی ورزش کنید، عرق می‌کنید و احتمالاً متوجه خواهید شد که از مقدار ادرار شما کاسته خواهد شد. می‌دانید چرا؟ چون بدن شما در نتیجهٔ عرق کردن، آب از دست می‌دهد و بنابراین مقدار ادرار را کاهش می‌دهد تا آب از دست رفته را جبران کند.

کمبود آب، اکسیژن و مواد مغذی یا انباشته شدن مواد دفعی یاخته‌ها مثل کربن دی‌اکسید و مواد دفعی نیتروژن دار از جمله مواردی‌اند که ادامهٔ حیات را تهدید می‌کنند. حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت (هم‌ایستایی)، برای تداوم حیات، ضرورت دارد.

اگر وضعیت درونی بدن از تعادل خارج شود، بعضی مواد، بیش از حدِ لازم یا کمتر از حدِ لازم به یاخته‌ها می‌رسند. بسیاری از بیماری‌ها درنتیجهٔ برهم خوردن هم‌ایستایی پدید می‌آیند.

کلیه‌ها در هم‌ایستایی نقش اساسی دارند. حفظ تعادل آب، اسید ـ باز، یون‌ها و نیز دفع مواد سمی و مواد زائدِ نیتروژن‌دار، از جمله وظایف کلیه‌اند.

واژه شناسی

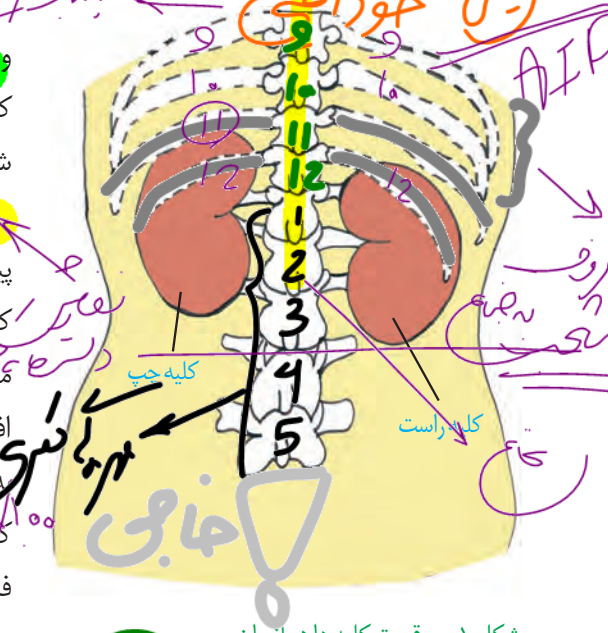
هم‌ایستایی (Homeostasis/ هومئوستازی)

هومئو به معنای هم یا همان و ستازی به معنی وضعیت ثابت و ایستا است و برای حفظ تعادل و پایداری وضعیت طبیعی بدن به کار می‌رود. هم‌ایستایی کلمه‌ای است که از ترکیب هم با صفت فاعلی ایستا به معنی ایستادن تشکیل شده است.

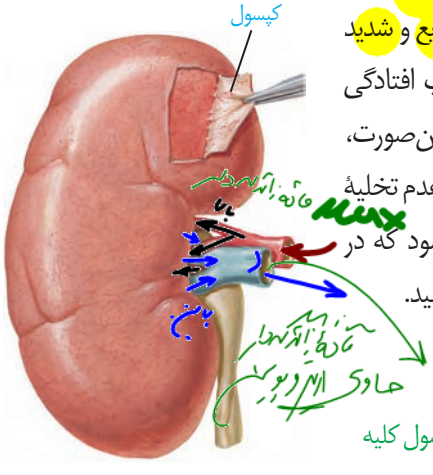
کلیه‌ها

ساختار بیرونی کلیه و حفاظت از آن: کلیه‌ها، اندام‌هایی لوبیایی شکل‌اند و به تعداد دو عدد در طرفین ستون مهره‌ها و پشت محوطهٔ شکمی قرار دارند. اندازهٔ کلیه در فرد بالغ، تقریباً به اندازهٔ مشت بستهٔ اوست. به علت موقعیت قرارگیری و شکل کبد، کلیهٔ راست قدری پایین‌تر از کلیه چپ واقع است (شکل ۱).

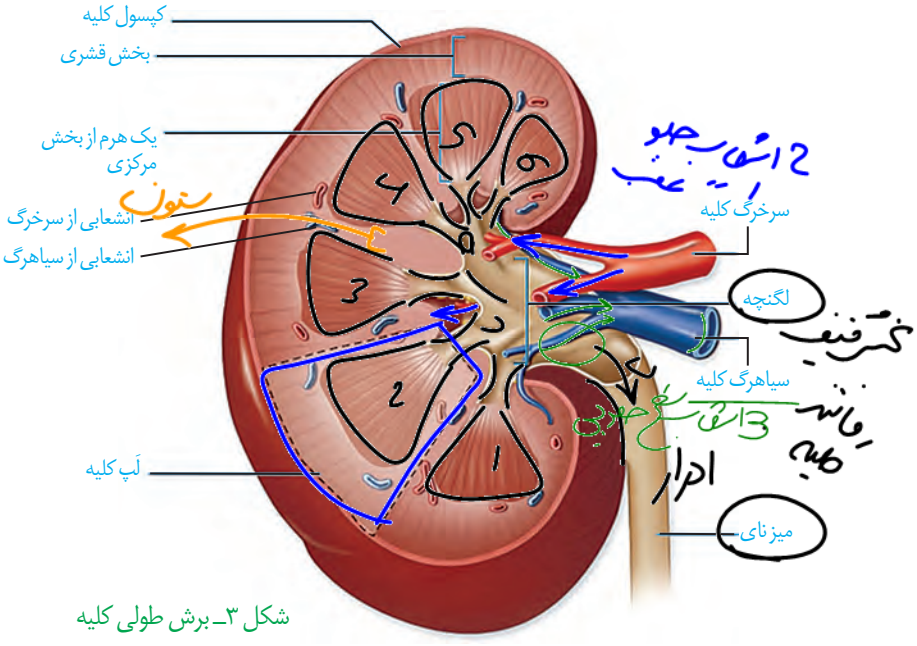
دنده‌ها از بخشی از کلیه محافظت می‌کنند. علاوه بر این، پرده‌ای از جنس بافت پیوندی به نام **کپسول کلیه**، هر کلیه را در بر گرفته است (شکل ۲). چربی اطراف کلیه، علاوه بر اینکه کلیه را از ضربه محافظت می‌کند در حفظ موقعیت کلیه نقش مهمی دارد. تحلیل بیش از حد این چربی در افرادی که برنامه کاهش وزن سریع و شدید به‌کار می‌گیرند ممکن است سبب افتادگی کلیه و تاخوردگی میزنای شود. در این‌صورت، فرد با خطر بسته شدن میزنای و عدم تخلیهٔ مناسب ادرار از کلیه روبه‌رو می‌شود که در نهایت به نارسایی کلیه خواهد انجامید.



شکل ۱ــ موقعیت کلیه‌ها در انسان از نمای پشت



شکل ۲ــ کپسول کلیه



شکل ۳ـ برش طولی کلیه

ساختار درونی کلیه: در برش طولی کلیه، سه بخش مشخص دیده می‌شود که از بیرون به درون عبارت‌اند از بخش **قشری**، بخش **مرکزی** و **لگنچه** (شکل ۳).

در بخش مرکزی، تعدادی ساختار هرمی‌شکل دیده می‌شود که **هرم‌های کلیه** نام دارند. قاعدهٔ هرم‌ها به سمت بخش قشری و رأس آنها به سمت لگنچه است. هر هرم و ناحیهٔ قشری مربوط به آن را، یک **لَپ کلیه** می‌نامند.

لگنچه، ساختاری شبیه به قیف دارد. ادرار تولید شده، به آن وارد و به میزنای هدایت می‌شود تا کلیه را ترک کند.

واژه شناسی

لپ (Lobe/ لوب)

لوب به هریک از بخش‌های متمایز اندام‌هایی نظیر مغز و شش و کبد گفته می‌شود و معادل آن لَپ است که همان معنی بخش یا قطعه را در زبان فارسی دارد.

بیشتر بدانید

از کلیه‌های خود چگونه مراقبت کنیم؟

- فعالیت بدنی داشته باشید.
- قند و فشار خون را کنترل کنید.
- از غذاهای آماده کمتر استفاده کنید.
- وزن خود را کنترل کنید.
- آب کافی بنوشید.
- سیگار نکشید.
- هیچ دارویی را خودسرانه مصرف نکنید.

فعّالیت

تشریح کلیهٔ گوسفند

وسایل لازم: کلیهٔ گوسفند، قیچی، چاقوی جراحی، گمانه

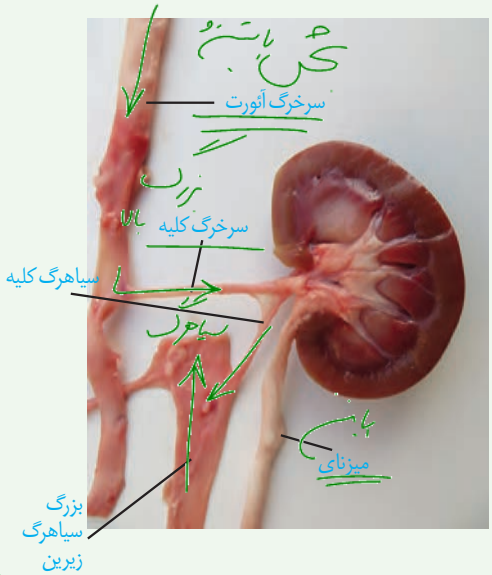
۱ـ یک عدد کلیهٔ گوسفند تهیه کنید. اگر چربی‌های اطراف آن کنده نشده باشد بهتر است.

۲ـ در بین چربی‌ها میزنای، سرخرگ و سیاهرگ کلیه را تشخیص دهید.

۳ـ کپسول کلیه با بریدن قسمتی از آن، به راحتی جدا می‌شود.

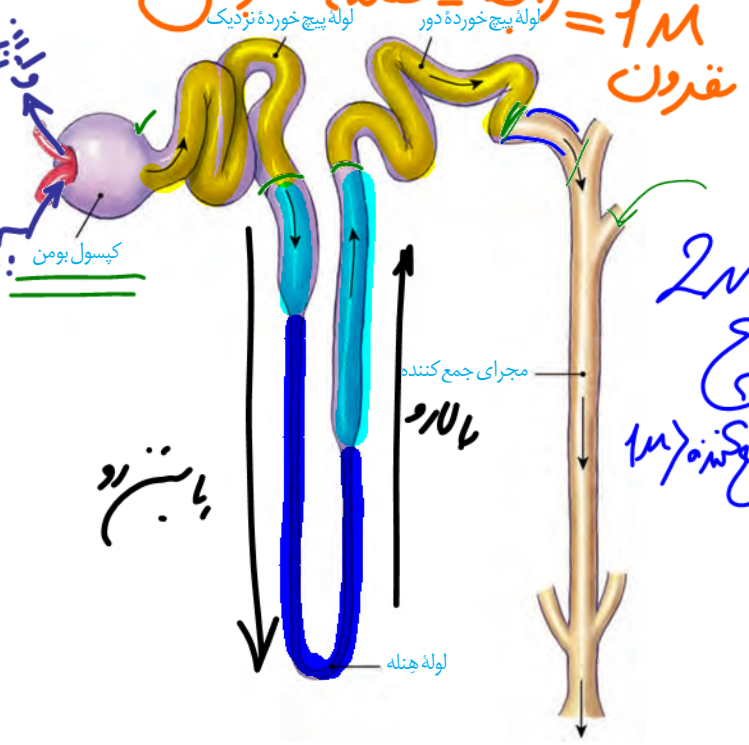
۴ـ با یک برش طولی در سطح محدّب کلیه، آن را باز کنید و مطابق شکل روبه‌رو بخش‌های مختلف آن را تشخیص دهید.

۵ـ در وسط لگنچه، منفذ میزنای مشخص است. با وارد کردن گمانه و جلو بردن آن درون میزنای، می‌توانید اطمینان پیدا کنید که میزنای را درست تشخیص داده‌اید.



گردیزه (نفرون) ها

هر کلیه از حدود یک میلیون گُردیزه تشکیل شده است که فرایند تشکیل ادرار در آنها انجام می‌شود. ابتدای گُردیزه شبیه قیف است و **کپسول بومن** نام دارد. ادامهٔ گُردیزه، لوله‌ای شکل است و در قسمت‌هایی از طول خود، پیچ‌خوردگی‌هایی دارد و بر این اساس، به قسمت‌های مختلفی نام‌گذاری می‌شود (شکل ۴). این قسمت‌ها به ترتیب عبارت‌اند از **لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک، قوس هنله** که U شکل است و **لولهٔ پیچ خوردهٔ دور** که گُردیزه را به **مجرای جمع کننده** متصل می‌کند.

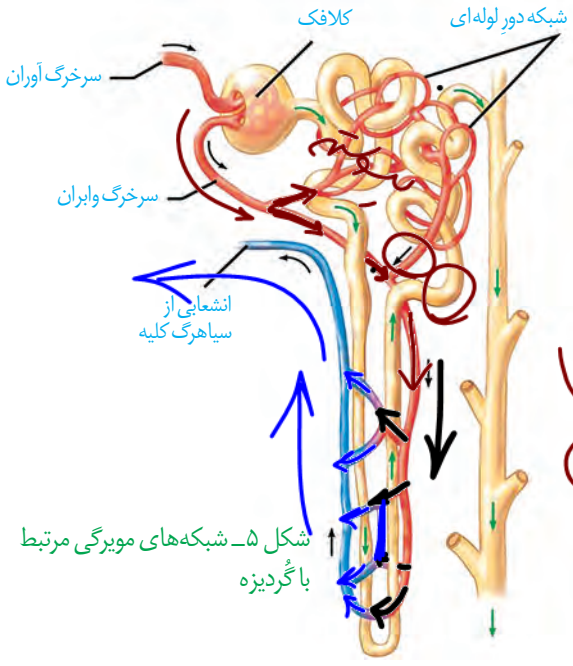


شکل ۴ــ گُردیزه و مجرای جمع کننده

گردش خون در کلیه

منشأ ادرار از خون است و بنابراین بین گُردیزه و رگ‌های خونی، ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. با توجه به اینکه تبادل مواد از طریق مویرگ‌ها رخ می‌دهد در اینجا نیز **شبکه‌های مویرگی** را می‌بینیم. دو شبکهٔ مویرگی در ارتباط با گُردیزه مشاهده می‌شود. اوّلی به‌نام **کلافک (گلومرول)** که درون کپسول بومن قرار دارد و دومی به نام **دورِ لوله‌ای** که اطراف قسمت‌های دیگر گُردیزه را فراگرفته است.

به هر کلیه، یک سرخرگ وارد می‌شود. انشعابات این سرخرگ از فواصل بین هرم‌ها عبور می‌کند و در بخش قشری به سرخرگ‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شود. انشعاب انتهایی این سرخرگ‌ها، **سرخرگ آوران** نامیده می‌شود. خون از طریق سرخرگ آوران به کلافک وارد می‌شود و از طریق **سرخرگ وابران** آن را ترک می‌کند. سرخرگ وابران در اطراف لوله‌های پیچ‌خورده و قوس هنله، شبکهٔ مویرگی دورِلوله‌ای را می‌سازد. این مویرگ‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچکی به‌وجود می‌آورند که پس از عبور از فواصل بین هرم‌ها سرانجام **سیاهرگ کلیه** را می‌سازند. این سیاهرگ، خون را از کلیه بیرون می‌برد (شکل ۵).



شکل ۵ــ شبکه‌های مویرگی مرتبط با گُردیزه

واژه شناسی

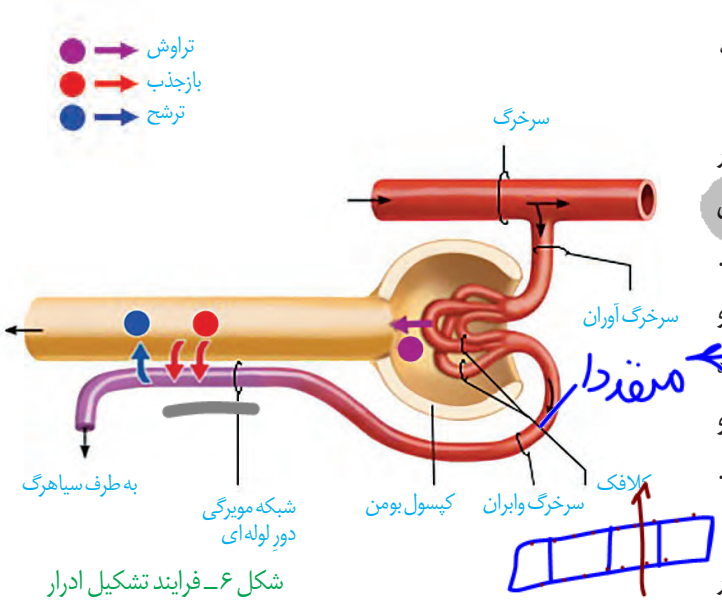
گُردیزه (Nephron/ نفرون)
نفرون به معنی واحد ساختاری و کارکردی کلیه در مهره‌داران است و معادل آن گردیزه انتخاب شده است که از اسم گُرده و پسوند ایزه تشکیل شده است. گُرده در فرهنگ دهخدا به معنی کلیه و قلوه و ایزه پسوند تصغیر است و همان معنی کوچک‌ترین واحد ساختاری کلیه را دارد.

کلافک (Glomerulus/ گلومرول)
گلومرول به شبکه مویرگی اول واقع در کپسول بومن در کلیه مهره‌داران گفته می‌شود. به‌دلیل درهم پیچیده بودن مویرگ‌ها به‌صورت کلاف کوچکی دیده می‌شود که واژه کلافک برای آن مناسب است.

گفتار ۲ تشکیل ادرار و تخلیهٔ آن

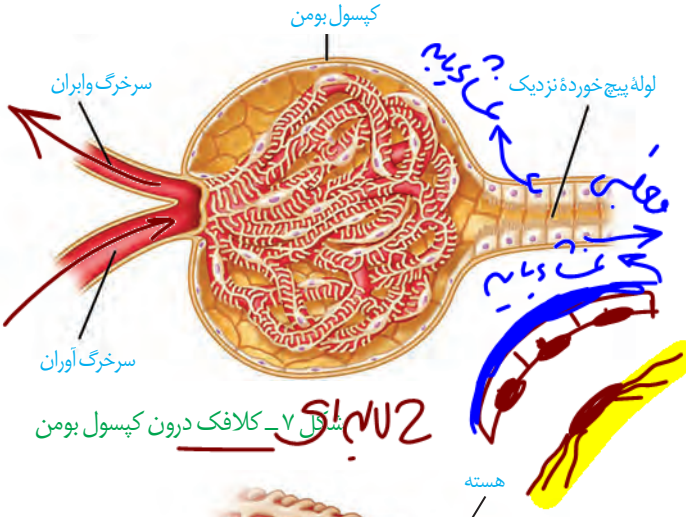
فرایند تشکیل ادرار، شامل سه مرحله **تراوش**، **بازجذب** و **ترشح** است (شکل ۶).

تراوش: تراوش، نخستین مرحلهٔ تشکیل ادرار است. در این مرحله بخشی از خوناب در نتیجهٔ فشار خون از کلافک خارج شده به کپسول بومن وارد می‌شوند. این فرایند را **تراوش** می‌نامند. هم ساختار کلافک و هم ساختار کپسول بومن برای تراوش متناسب شده است. مویرگ‌های کلافک از نوع منفذدار هستند و بنابراین امکان خروج مواد از آنها به خوبی فراهم است. مولکول‌های بزرگ نمی‌توانند وارد کپسول بومن شوند.



شکل ۶ــ فرایند تشکیل ادرار

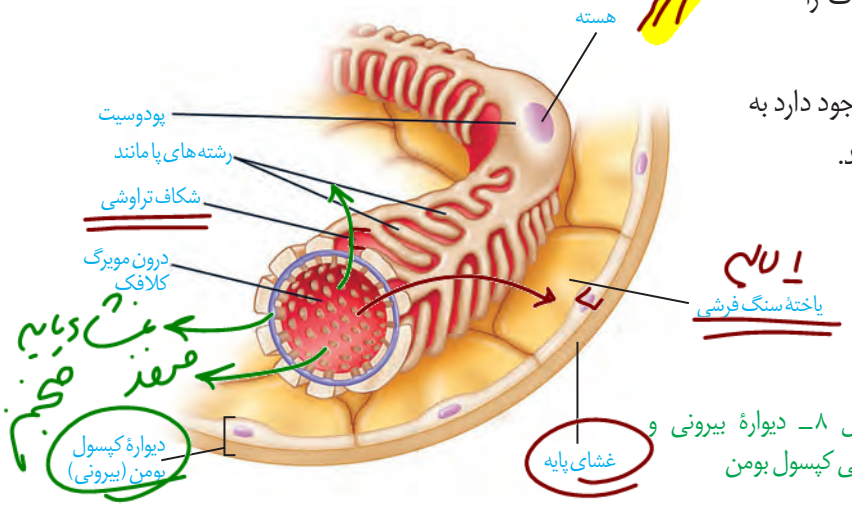
برای اینکه فشارِ تراوشی به حد کافی زیاد باشد سازوکار ویژه‌ای در نظر گرفته شده است. قطر سرخرگ آوران بیشتر از قطر سرخرگ وابران است و این، فشار تراوشی را در مویرگ‌های کلافک افزایش می‌دهد (شکل ۷).



شکل ۷ــ کلافک درون کپسول بومن

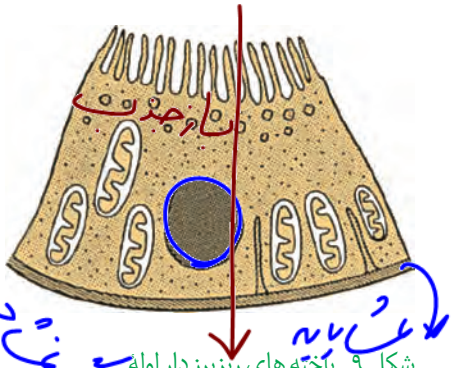
اطراف کلافک را کپسول بومن احاطه کرده است. کپسول بومن شامل دو دیواره است؛ یکی بیرونی و دیگری درونی. دیوارهٔ بیرونی از یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساده و دیوارهٔ درونی که با کلافک در تماس است، از یاخته‌هایی به نام **پودوسیت** تشکیل شده است (شکل ۸). هریک از پودوسیت‌ها رشته‌های کوتاه و پا مانند فراوانی دارد. پودوسیت‌ها با پاهای خود اطراف مویرگ‌های کلافک را احاطه کرده‌اند.

شکاف‌های باریک متعددی که در فواصل بین پاها وجود دارد به خوبی امکان نفوذ مواد را به دیوارهٔ درونی فراهم می‌کند.



شکل ۸ــ دیوارهٔ بیرونی و درونی کپسول بومن

باز جذب: در تراوش، مواد براساس اندازه وارد گُردیزه می‌شوند و هیچ انتخاب دیگری صورت نمی‌گیرد. بنابراین، هم مواد دفعی مثل اوره و هم مواد مفید مثل گلوکز و آمینواسیدها به گُردیزه وارد می‌شوند. مواد مفید دوباره باید به خون بازگردند. این مواد از طریق مویرگ‌های دورِلوله‌ای، دوباره جذب و به این ترتیب به خون وارد می‌شوند. این فرایند را **بازجذب** می‌نامند.



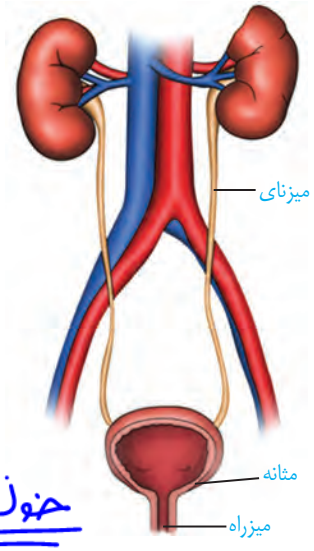
شکل ۹ـ یاخته های ریزپرز دار لوله پیچ‌خوردهٔ نزدیک

به محض ورود مواد تراوش شده به لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، بازجذب آغاز می‌شود. دیوارهٔ لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که ریزپرز دارند. ریزپرزها سطح بازجذب را افزایش می‌دهند. به علت وجود ریزپرزهای فراوان در لولهٔ پیچ‌خورده نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده در این قسمت از گُردیزه، بیش از سایر قسمت‌هاست (شکل ۹).

در بیشتر موارد، بازجذب فعّال است و با صرف انرژی انجام می‌گیرد؛ گرچه بازجذب ممکن است غیرفعّال باشد مثل بازجذب آب که با اسمز انجام می‌شود.

ترشح: ترشح در جهت مخالف بازجذب رخ می‌دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ‌های دورِلوله‌ای یا خودِ یاخته‌های گُردیزه به درون گُردیزه ترشح می‌شوند. این فرایند را **ترشح** می‌نامند. ترشح در بیشتر موارد به روش فعّال و با صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرد.

ترشح در تنظیم میزان pH خون، نقش مهمی دارد. اگر pH خون کاهش یابد، کلیه‌ها یون هیدروژن را ترشح می‌کنند. اگر pH خون افزایش یابد، کلیه بیکربنات بیشتری دفع می‌کند و به این ترتیب pH خون را در محدودهٔ ثابتی نگه می‌دارد. بعضی سموم و داروها به وسیلهٔ ترشح دفع می‌شوند.



تخلیهٔ ادرار

ادرار پس از ساخته شدن در کلیه، از طریق میزنای به مثانه وارد می‌شود (شکل ۱۰). حرکت کرمی دیوارهٔ میزنای، که نتیجهٔ انقباضات ماهیچهٔ صاف دیوارهٔ آن است، ادرار را به پیش می‌راند. پس از ورود به مثانه، دریچه‌ای که حاصل چین‌خوردگی مخاط مثانه روی دهانهٔ میزنای است، مانع بازگشت ادرار به میزنای می‌شود.

مثانه، کیسه‌ای است ماهیچه‌ای که ادرار را موقتاً ذخیره می‌کند. چنانچه حجم ادرار جمع‌شده در آن از حدِّ مشخصی فراتر رود، کشیدگی دیوارهٔ مثانه باعث فعال شدن سازوکار تخلیه ادرار می‌شود.

در محلِّ اتصال مثانه به میزراه، بندارهٔ‌ای قرار دارد که به هنگام ورود ادرار باز می‌شود. این بندراه، که **بندراه داخلی میزراه** نام دارد، از نوع ماهیچهٔ صاف و غیرارادی است. بعد از این بندراه، بندراه دیگری به نام **بندراه خارجی میزراه** وجود دارد که از نوع ماهیچهٔ مخطط و ارادی است. در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاعِ آنان به طور کامل شکل نگرفته است، تخلیهٔ مثانه به صورت غیرارادی صورت می‌گیرد.

شکل ۱۰ـ دستگاه دفع ادرار- آیا می‌توانید اجزای شکل را نام‌گذاری کنید؟

ترکیب شیمیایی ادرار: دو فرایند بازجذب و ترشح، ترکیب مایع تراوش شده را هنگام عبور از گردیزه و مجرای جمع‌کننده، تغییر می‌دهند و آنچه به لگنچه می‌ریزد، ادرار است.

حدود ۹۵ درصد ادرار را آب تشکیل می‌دهد. دفع آب از طریق ادرار، راهی است برای تنظیم مقدار آب بدن. یون‌ها نیز بخش مهمی از ادرار را تشکیل می‌دهند که دفع آنها برای حفظ تعادل یون‌ها صورت می‌گیرد.

فراوان‌ترین مادهٔ دفعی آلی در ادرار، **اوره** است. اوره چرا و چگونه تشکیل می‌شود؟ در نتیجهٔ تجزیهٔ موادی مانند آمینو اسیدها، آمونیاک تولید می‌شود که بسیار سمّی است. تجمع آمونیاک در خون به سرعت به مرگ می‌انجامد. کبد، آمونیاک را از طریق ترکیب آن با کربن‌دی‌اکسید به اوره تبدیل می‌کند. ویژگی سمی‌بودن اوره از آمونیاک بسیار کمتر است و بنابراین، امکان انباشته شدن آن و دفع با فواصل زمانی امکان‌پذیر است. کلیه‌ها اوره را از خون می‌گیرند و همراه با ادرار از بدن دفع می‌کنند.

دیگر مادهٔ دفعی نیتروژن‌دار در ادرار **اوریک اسید** است. اوریک اسید انحلال‌پذیری زیادی در آب ندارد؛ بنابراین تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است. رسوب بلورهای اوریک اسید در کلیه‌ها باعث ایجاد سنگ کلیه و در مفاصل باعث بیماری نقرس می‌شود. نقرس یکی از بیماری‌های مفصلی است که با دردناک‌شدن مفاصل و التهاب آنها همراه است.

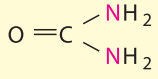
تنظیم آب: تنظیم آب تحت تنظیم عوامل مختلفی مثل هورمون‌ها قرار دارد. یکی از سازوکارها به غلظت مواد حل شده در خوناب ارتباط دارد. اگر غلظت این مواد از حدِّ مشخصی فراتر رود، مرکز تشنگی در هیپوتالاموس تحریک می‌شود که نتیجه آن فعال شدن مرکز تشنگی و تمایل به نوشیدن آب و از طرف دیگر ترشح هورمون **ضد ادراری** است. این هورمون با اثر بر کلیه‌ها، بازجذب آب را افزایش می‌دهد و به این ترتیب دفع آب از راه ادرار کاهش پیدا می‌کند.

اگر بنا به عللی هورمون ضد ادراری ترشح نشود، مقدارِ زیادی ادرارِ رقیق از بدن دفع می‌شود. چنین حالتی به **دیابت بی‌مزه** معروف است. مبتلایان به این بیماری احساس تشنگی می‌کنند و مایعات زیادی می‌نوشند. این بیماری به علت برهم زدن توازن آب و یون‌ها در بدن، نیازمند توجه جدّی است.

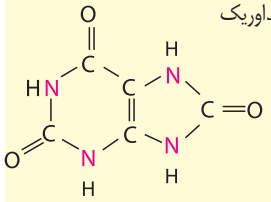
بیشتر بدانید

آمونیاک NH_3

اوره



اسیداوریک



بیشتر بدانید

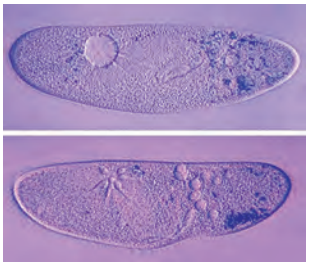
دیابت و کلیه‌ها

دیابت به رگ‌های کلیه آسیب می‌رساند. در نتیجه کلیه‌ها نمی‌توانند خون را به درستی تصفیه کنند. نمک و آب بیشتری در بدن می‌ماند که در نهایت به افزایش وزن و تجمع مواد دفعی در خون می‌انجامد.

دیابت همچنین باعث آسیب دیدن اعصاب مثانه و ایجاد مشکلاتی در تخلیه ادرار می‌شود. اگر مثانه به موقع تخلیه نشود کلیه‌ها آسیب می‌بینند. علاوه بر این، از آنجا که در دیابت، ادرار حاوی قند است تجمع طولانی مدت ادرار در مثانه امکان رشد باکتری‌ها و عفونت مثانه را فراهم می‌آورد.

گفتار ۳ تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

در بسیاری از تک یاخته‌ای‌ها تنظیم اسمزی با کمک انتشار انجام می‌شود. ولی در برخی دیگر مانند پارامسی، آبی که در نتیجهٔ اسمز وارد می‌شود به همراه مواد دفعی توسط واکوئول‌های انقباضی دفع می‌شود (شکل ۱۱).



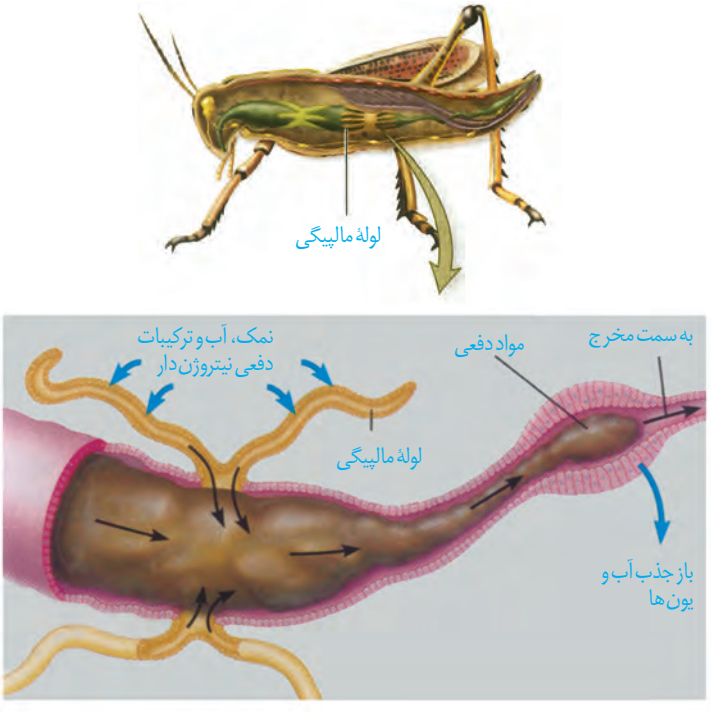
شکل ۱۱ــ واکوئول انقباضی در پارامسی

در بی‌مهرگان

نفریدی: بیشتر بی‌مهرگان دارای ساختار مشخصی برای دفع هستند. یکی از این ساختارها نفریدی است که برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به‌کار می‌رود. **نفریدی** لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز و دفع از طریق آن انجام می‌شود.

آبشش: در سخت پوستان، مواد دفعی نیتروژن‌دار با انتشار ساده، از آبشش‌ها دفع می‌شوند.

لوله‌های مالپیگی: حشرات سامانهٔ دفعی متصل به روده به‌نام **لوله‌های مالپیگی** دارند (شکل ۱۲).ماده دفعی در حشرات، اوریک اسید است. اوریک اسید همراه با آب به لوله‌های مالپیگی وارد می‌شود. محتوای لوله‌های مالپیگی به روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون‌ها بازجذب می‌شوند. اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می‌شود.



شکل ۱۲ــ لوله‌های مالپیگی

مهره داران

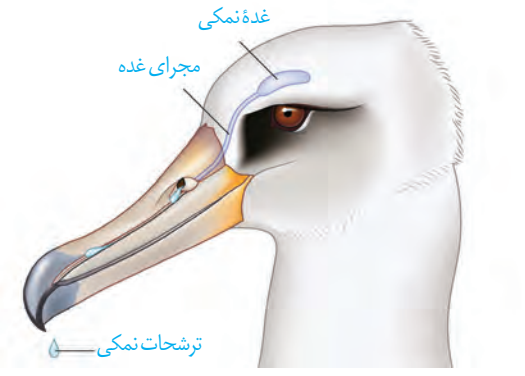
همهٔ مهره‌داران کلیه دارند. ماهیان غضروفی (مثل کوسه‌ها و سفره ماهی‌ها) که ساکن آب شور هستند، علاوه بر کلیه‌ها، دارای غدد راست روده‌ای هستند که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند.

در ماهیان آب شیرین، فشار اسمزی مایعات بدن از محیط بیشتر است؛ بنابراین آب می‌تواند وارد بدن شود. برای مقابله با چنین مشکلی، ماهیان آب شیرین معمولاً آب زیادی نمی‌نوشند (باز و بسته شدن دهان در ماهی‌ها تنها به منظور عبور آب و تبادل گازها در آبشش‌هاست). این ماهی‌ها حجم زیادی از آب را به‌صورت ادرار رقیق دفع می‌کنند.

در ماهیان آب شور فشار اسمزی مایعات بدن کمتر از فشار اسمزی محیط است؛ بنابراین آب، تمایل به خروج از بدن دارد. در نتیجه، ماهیان دریایی مقدار زیادی آب می‌نوشند. در این ماهیان برخی یون‌ها توسط کلیه به‌صورت ادرار غلیظ و برخی از طریق یاخته‌های آبشش دفع می‌شوند.

مثانهٔ دوزیستان محل ذخیرهٔ آب و یون‌هاست. به هنگام خشک شدن محیط، دفع ادرار کم، و مثانه برای ذخیرهٔ بیشتر آب بزرگ‌تر می‌شود و سپس بازجذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند.

کلیه در خزندگان و پرندگان توانمندی زیادی در بازجذب آب دارد. برخی خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، می‌توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به‌صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ــ غدهٔ نمکی

درخت انجیر معابد

فصل ۶

از یاخته تا گیاه

امروزه نهان‌دانگان بیشترین گونه‌های گیاهی روی زمین را تشکیل می‌دهند. این گیاهان گرچه در جای خود ثابت‌اند؛ اما مانند جانوران به ماده و انرژی نیاز دارند. گیاهان برخلاف جانوران نمی‌توانند برای تأمین ماده و انرژی مورد نیاز خود از جایی به جای دیگر بروند و با احساس خطر، فرار یا به عامل خطر حمله کنند. چه ویژگی‌هایی به گیاهان کمک می‌کند تا بتوانند بر محدودیت ساکن بودن در محیط غلبه کنند؟ چگونه گیاهان می‌توانند در محیط‌های متفاوت، زندگی کنند؟ از طرفی گیاهان افزون بر اینکه منبع غذا برای مردم‌اند، تأمین‌کنندهٔ مواد اولیهٔ صنایعی، مانند داروسازی و پوشاک نیز هستند. گیاهان چه ویژگی‌هایی دارند که مواد اولیهٔ چنین صنایعی را تأمین می‌کنند؟

اولین قدم برای یافتنِ پاسخ چنین پرسش‌هایی، دانستن ویژگی‌های یاختهٔ گیاهی و چگونگی سازمان‌یابی یاخته‌ها در گیاهان آوندی و شکل‌گیری پیکر آنهاست.

گفتار ۱ ویژگی‌های یاختهٔ گیاهی

دیوارهٔ یاخته‌ای

شکل ۱ــ میکروسکوپ ابتدایی رابرت هوک و آنچه مشاهده کرد.

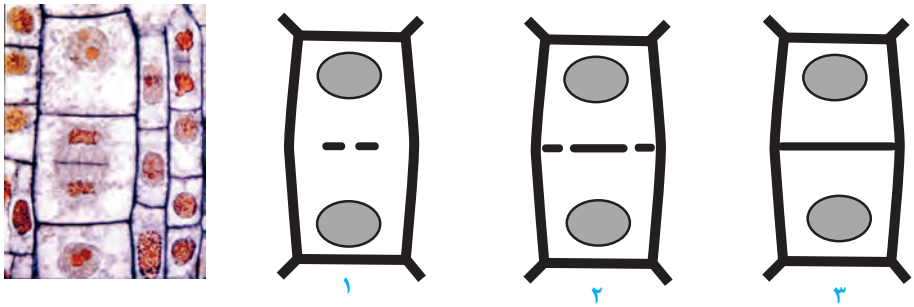
اگر از شما بپرسند که یاخته در گیاهان چه تفاوتی با یاخته در جانوران دارد، احتمالاً علاوه بر سبزدیسه (کلروپلاست)، دیواره را نیز نام می‌برید. یاخته، اولین بار در بافت چوب‌پنبه، مشاهده شد (شکل ۱).چوب پنبه از یاخته‌های مرده تشکیل شده است. یاخته‌های این بافت درمشاهده با میکروسکوپ به صورت مجموعه حفره‌هایی دیده می‌شوند که دیواره‌هایی آنها را از یکدیگر جدا کرده‌اند. این دیواره‌ها، دیوارهٔ یاخته‌ای و تنها بخش باقی مانده از یاختهٔ گیاهی در بافتی مرده اند.

دیوارهٔ یاخته‌ای در بافت‌های زندهٔ گیاه، بخشی به نام **پروتوپلاست** را در بر می‌گیرد. پروتوپلاست شامل غشا، سیتوپلاسم و هسته است (شکل ۲).

دیواره عملکردهای متفاوتی دارد. حفظ شکل و استحکام یاخته‌ها و در نتیجه استحکام پیکر گیاه، کنترل تبادل مواد بین یاخته‌ها و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا؛ از کارهای دیوارهٔ یاخته‌ای است. برای پی بردن به نقش دیواره در هر یک از این کارها ابتدا باید ساختار دیواره را بشناسیم.

شکل ۲ــ نوعی یاختهٔ گیاهی

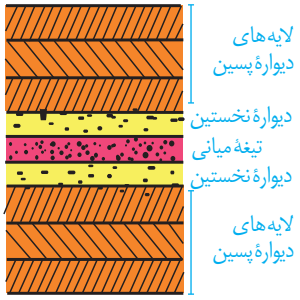
به شکل ۳ توجه کنید! در تقسیم یاختهٔ گیاهی بعد از تقسیم هسته، لایه‌ای به نام **تیغهٔ میانی** تشکیل می‌شود. این لایه، سیتوپلاسم را به دوبخش تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو یاخته ایجاد می‌شود. تیغهٔ میانی از **پکتین** ساخته شده است. پکتین مانند چسب عمل می‌کند و دو یاخته را درکنار هم نگه می‌دارد.



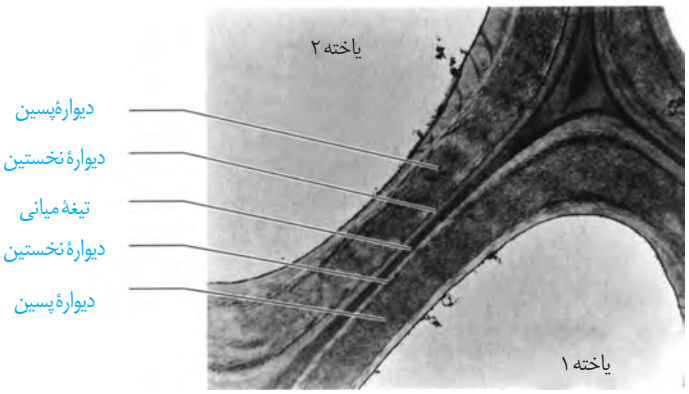
شکل ۳ــ تشکیل تیغهٔ میانی

پروتوپلاست هریک از یاخته‌های تازه تشکیل شده، **دیوارهٔ نخستین** را می‌سازد. در این دیواره، علاوه بر پکتین رشته‌های سلولز وجود دارند. دیوارهٔ نخستین، مانند قالبی، پروتوپلاست را در

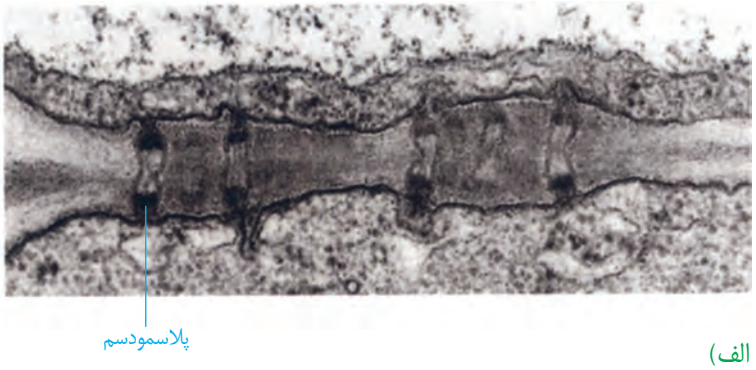
برمی‌گیرد؛ اما مانع رشد آن نمی‌شود؛ زیرا قابلیت گسترش و کشش دارد و همراه با رشد پروتوپلاست و اضافه شدن ترکیبات سازندهٔ دیواره، اندازهٔ آن نیز افزایش می‌یابد. در بعضی یاخته‌های گیاهی، لایه‌های دیگری نیز ساخته می‌شود که به مجموع آنها **دیوارهٔ پسین** می‌گویند. رشته‌های سلولزی در هر لایه از دیواره پسین با هم موازی و با لایهٔ دیگر زاویه دارند. استحکام و تراکم این دیواره از دیوارهٔ نخستین بیشتر است (شکل ۴). دیوارهٔ پسین مانع از رشد یاخته می‌شود.



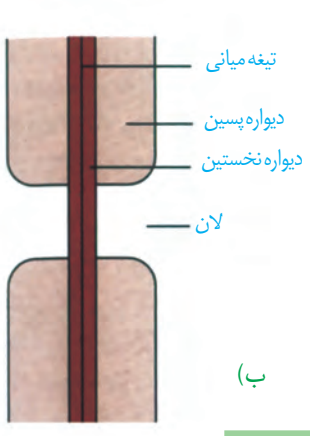
شکل ۴ــ چگونگی تشکیل دیوارهٔ یاخته‌ای. با تشکیل دیواره‌های نخستین و پسین، تیغهٔ میانی از پروتوپلاست دور می‌شود.



دیدیم که دیوارهٔ یاخته‌ای، دور تا دور یاخته را می‌پوشاند. آیا این دیواره، یاخته‌ها را به‌طور کامل از هم جدا می‌کند؟ مشاهدهٔ بافت‌های گیاهی با میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهد که کانال‌های سیتوپلاسمی از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر کشیده شده‌اند. به این کانال‌ها، **پلاسمودسم** می‌گویند (شکل ۵). مواد مغذی و ترکیبات دیگر می‌توانند از راه پلاسمودسم‌ها از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر بروند. پلاسمودسم‌ها در مناطقی از دیواره به نام لان، به فراوانی وجود دارند. **لان** به منطقه‌ای گفته می‌شود که دیوارهٔ یاخته‌ای در آنجا نازک مانده است.



الف)



ب)

شکل ۵ــ تصویر پلاسمودسم با میکروسکوپ الکترونی (الف)، لان در دیوارهٔ یاخته‌ای (ب)

فعّالیت

با استفاده از ابزار و مواد مناسب، نمونه‌ای از یاختهٔ گیاهی بسازید. در این نمونه، لایه‌های دیواره و ارتباط بین یاخته‌های گیاهی را نیز نشان دهید.

واکوئول، محلّی برای ذخیره

چگونه گیاه پژمرده بعد از آبیاری شاداب می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش باید نگاهی دقیق به یاختهٔ گیاه داشته باشیم. می‌دانیم یکی از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **واکوئول** است. در این اندامک، مایعی به نام شیرهٔ واکوئولی قرار دارد. شیرهٔ واکوئولی ترکیبی از آب و مواد دیگر است. مقدار و ترکیب این شیره، از گیاهی به گیاه دیگر و حتی از بافتی به بافت دیگر فرق می‌کند.

بعضی یاخته‌های گیاهی واکوئول درشتی دارند که بیشترِ حجم یاخته را اشغال می‌کند (شکل ۲). به شکل ۶ نگاه کنید! وقتی تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم در محیط بیشتر از یاخته باشد، آب وارد یاخته می‌شود، در نتیجه پروتوپلاست حجیم و به دیواره فشار می‌آورد. در این حالت واکوئول‌ها پر آب و حجیم‌اند. دیوارهٔ یاخته‌ای در برابر این فشار تا حدی کشیده می‌شود، اما پاره نمی‌شود. یاخته در این وضعیت در حالت **تورژسانس** یا تورم است. حالت تورم یاخته‌ها در بافت‌های گیاهی سبب می‌شود که اندام‌های غیر چوبی، مانند برگ وگیاهان علفی استوار بمانند.

اگر به هر علتی تراکم آب کم شود، پروتوپلاست جمع می‌شود و از دیواره فاصله می‌گیرد. این وضعیت، **پلاسمولیز** نامیده می‌شود. اگر پلاسمولیز طولانی مدت باشد، پژمردگی حتی با آبیاری فراوان نیز رفع نمی‌شود و گیاه به دنبال مرگ یاخته‌هایش، می‌میرد.

پلاسمولیز

تورژسانس

شکل ۶ــ تورژسانس و پلاسمولیز در یاختهٔ گیاهی

فعّالیت

تورژسانس و پلاسمولیز در یاخته‌های گیاه

آب بر اساس اسمز می‌تواند از غشای پروتوپلاست و واکوئول، آزادانه و بدون صرف انرژی عبور کند.

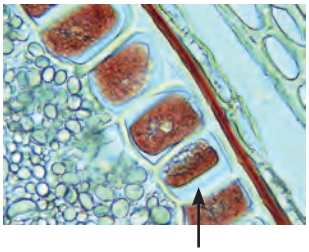
الف) برای مشاهدهٔ تورژسانس و پلاسمولیز در یاختهٔ گیاهی آزمایشی طراحی و اجرا کنید.

ب) گفتیم که یاخته‌های گیاه براساس تفاوت فشار اسمزیِ پروتوپلاست و محیط اطراف، به حالت تورژسانس یا پلاسمولیز در می‌آیند. آیا پلاسمولیز و تورژسانسِ یاخته‌ها، سبب تغییر در اندازه یا وزن بافت گیاهی می‌شود؟ چگونه با روش علمی به این پرسش پاسخ می‌دهید؟

به جز آب، واکوئول محل ذخیرهٔ ترکیبات پروتئینی، اسیدی و رنگی است که در گیاه ساخته می‌شوند؛ **آنتوسیانین** یکی از ترکیبات رنگی است که در واکوئول ذخیره می‌شود. آنتوسیانین در ریشهٔ چغندر قرمز، کلم بنفش و میوه‌هایی مانند پرتقال توسرخ، به مقدار فراوانی وجود دارد. جالب است که رنگ آنتوسیانین در pHهای متفاوت تغییر می‌کند.

فعّالیت

غشای واکوئول مانند غشای یاخته، ورود مواد به واکوئول و خروج از آن را کنترل می‌کند. برگ کلم بنفش را چند دقیقه در آب معمولی قرار دهید، چه اتفاقی می‌افتد؟ اکنون آن را به مدت چند دقیقه بجوشانید. چه می‌بینید؟ مشاهدهٔ خود را تفسیر کنید.



شکل ۷ــ یاخته‌هایی که گلوتن در واکوئول آنها ذخیره شده است.

پروتئین، یکی دیگر از ترکیباتی است که در واکوئول ذخیره می‌شود. گِلوتن یکی از این پروتئین‌هاست که در گندم و جو ذخیره می‌شود و برای رشد و نمو رویان به مصرف می‌رسد (شکل ۷).

رنگ‌ها در گیاهان

گیاهان را به سبز بودن می‌شناسیم؛ در حالی که انواعی از رنگ‌ها در گیاهان دیده می‌شود. دانستیم که بعضی رنگ‌ها به علت وجود موادرنگی در واکوئول است. آیا رنگ زرد یا نارنجی ریشهٔ هویج، و رنگ قرمز میوهٔ گوجه فرنگی مربوط به ترکیبات رنگی در واکوئول‌هاست؟ پاسخ منفی است.

یکی دیگر از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **دیسه (پلاست)** است. انواعی از دیسه‌ها در گیاهان وجود دارد (شکل ۸). **سبز دیسه (کلروپلاست)** به مقدار فراوانی سبزینه دارد. به همین علت گیاهان، سبز دیده می‌شوند.

نوع دیگری دیسه وجود دارد که در آن، رنگیزه‌هایی با نام **کاروتنوئیدها** ذخیره می‌شوند. به این دیسه‌ها، **رنگ‌دیسه (کروموپلاست)** می‌گویند؛ مثلاً رنگ‌دیسه‌ها در یاخته‌های ریشهٔ گیاه هویج، مقدار فراوانی **کاروتن** دارند که نارنجی است.

مشخص شده است که ترکیبات رنگی در واکوئول و رنگ‌دیسه، پاداُکسنده (آنتی اکسیدان) اند. ترکیبات پاداُکسنده در پیشگیری از سرطان و نیز بهبود کارکرد مغز و اندام‌های دیگر نقش مثبتی دارند.

بعضی دیسه‌ها رنگیزه ندارند، مثلاً در دیسه‌های یاخته‌های بخش خوراکی سیب زمینی، به مقدار فراوانی نشاسته ذخیره شده است که به همین علت به آن **نشادیسه (آمیلوپلاست)** می‌گویند. وجود نشادیسه در بخش خوراکی سیب زمینی را چگونه نشان می‌دهید؟

ذخیرهٔ نشاسته، هنگام رویش جوانه‌های سیب زمینی، برای رشد جوانه‌ها و تشکیل پایه‌های جدید از گیاه سیب زمینی مصرف می‌شود. سبزدیسه‌ها کاروتنوئید هم دارند که با رنگ سبزینه پوشیده می‌شوند؛ در پاییز با کاهش طول روز و کم شدن نور، ساختار سبزدیسه‌ها در بعضی گیاهان

بیشتر بدانید

شیر با چای یا چای با شیر؟

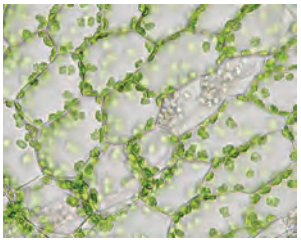
چرا اگر در شیر چای بریزید، شیر کدر می‌شود؟ در واکوئول یاخته‌های برگ چای، اگزالیک‌اسید وجود دارد. انواعی از سنگ‌های کلیه از نوع اگزالات هستند. اگزالیک اسید با کلسیم شیر تشکیل بلورهای جامد کلسیم اگزالات می‌دهد که رسوب می‌کنند. بنابراین اگر می‌خواهید کلسیم شیر به بدن شما برسد، چای به شیر اضافه نکنید. دربارهٔ افزودن شیر به چای چه نظری دارید؟

واژه شناسی

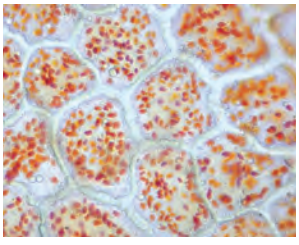
دیسه (Plastide / پلاست)

پلاست اندامکی است که توسط غشا محصور و در یاخته‌های گیاهی ساخته‌شدن و ذخیره‌سازی مواد را برعهده دارد. معادل آن دیسه است که از مصدر دیسیدن به معنی شکل دادن و ساختن گرفته شده است. همراه این واژه سبزدیسه ــ رنگ‌دیسه و نشادیسه نیز ساخته شده است.

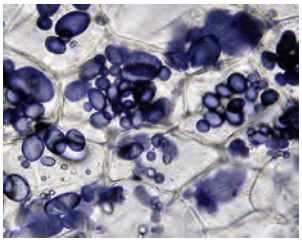
تغییر می‌کند و به رنگ‌دیسه تبدیل می‌شوند. در این هنگام سبزینه در برگ تجزیه می‌شود و مقدار کاروتنوئیدها افزایش می‌یابد.



الف) یاخته‌های دارای سبزدیسه



ب) رنگ‌دیسه



پ) نشادیسه

شکل ۸ــ دیسه دریاخته‌های گیاهان

فعّالیت

مشاهدهٔ رنگ‌دیسه

وسایل‌ومواد‌لازم: تیغه‌وتیغک، میکروسکوپ‌نوری، تیغ، آب‌مقطر، پوست گوجه‌فرنگی.

روش کار: برای مشاهدهٔ رنگ‌دیسه، با استفاده از تیغ، سمت داخلی پوست گوجه فرنگی را خراش دهید و از آن نمونهٔ میکروسکوپی تهیه و با میکروسکوپ مشاهده کنید.

گوجه فرنگی در ابتدا سبز رنگ و با گذشت زمان رنگ آن تغییر می کند. چه توضیحی برای این رویداد دارید؟ چگونه می‌توانید به‌طور تجربی، درستی توضیح خود را تأیید کنید؟

ترکیبات دیگر در گیاهان

معمولاً گیاهان را به عنوان جانداران غذا ساز می‌شناسیم، اما گیاهان ترکیبات دیگری می‌سازند که استفاده‌هایی به غیر از غذا دارند (شکل۹)؛ مثلاً قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی، گیاهان از منابع اصلی تولید رنگ برای رنگ آمیزی الیاف بودند. آیا می‌دانید قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی از چه گیاهانی برای رنگ آمیزی الیاف فرش استفاده می‌شد؟

گل محمدی

نعنا

روناس

شکل ۹ــ گیاهان استفاده‌های متفاوتی دارند.

اگر دمبرگ انجیر را ببرید یا اینکه میوهٔ تازهٔ انجیر را از شاخه جدا کنید، از محل برش، شیرهٔ سفید رنگی خارج می‌شود که به آن **شیرابه** می‌گویند.ترکیب شیرابه،در گیاهان متفاوت، فرق می‌کند. لاستیک برای اولین بار از شیرابهٔ نوعی درخت ساخته شد.

شکل ۱۰ــ خروج شیرابه از گیاهان

آلکالوئیدها از ترکیبات گیاهی اند و در شیرابهٔ بعضی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند. نقش آنها دفاع از گیاهان در برابر گیاه خواران است. آلکالوئیدها را در ساختن داروهایی مانند مسکّن‌ها، آرام‌بخش‌ها و داروهای ضد سرطان به کار می‌برند. اما بعضی آلکالوئیدها اعتیادآورند.امروزه مصرف مواد اعتیادآور، از معضلات بسیاری از کشورهاست که سلامت و امنیت آنها را تهدید می‌کند.

آیا گیاهی بودن یک ترکیب به معنی بی ضرر بودن آن است؟ شرکت‌های تجاری در تبلیغ محصولات خود و تشویق مردم برای خرید، عبارتِ **محصول کاملاً گیاهی است و هیچ ضرری ندارد!** را به کار می‌برند. در حالی که ترکیباتی در گیاهان ساخته می‌شود که در مقادیر متفاوت، ممکن است سرطان زا، مسموم کننده یا حتی کشنده باشند.

بیشتر بدانید

آلکالوئیدها در گیاهان

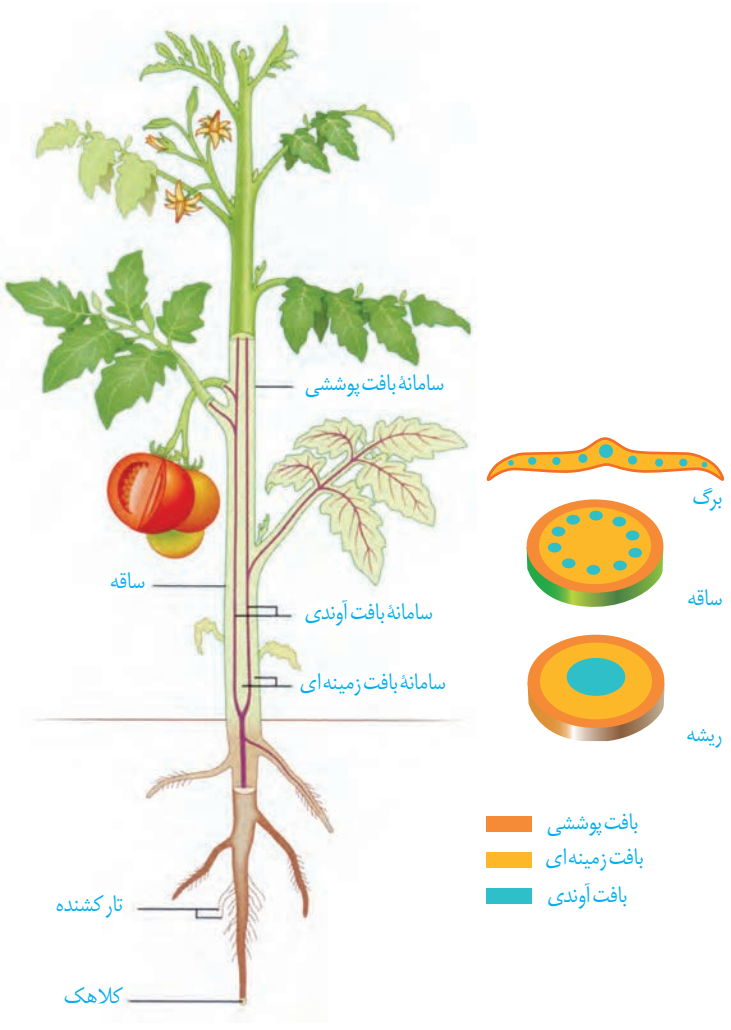
آلکالوئیدها ترکیبات نیتروژن دارند. در ارتباط با ساخته شدن این ترکیبات در گیاهان سه نظر وجود دارد: راهی برای دفع نیتروژن اضافی، ذخیرهٔ نیتروژن و استفاده از آن در هنگام نیاز و در امان ماندن از گیاه خواران.

فعّالیت

برگ بعضی گیاهان بخش‌های غیر سبز، مثلاً سفید، زرد، قرمز یا بنفش دارد.دیده می‌شود که کاهش نور در چنین گیاهانی، سبب افزایش مساحت بخش‌های سبز می‌شود.چه توضیحی برای این مشاهده دارید؟ این تغییر رنگ در برگ چه اهمیتی در ماندگاری گیاه دارد؟

گفتار ۲ سامانهٔ بافتی

اگر ریشه، ساقه و برگ را در نهان‌دانگان برش دهیم، سه بخش در آنها قابل تشخیص است ؛ به هر یک از این بخش‌ها **سامانهٔ بافتی** می‌گویند؛ زیرا هر سامانه از بافت‌ها و یاخته‌های گوناگونی تشکیل شده است؛ بنابراین پیکر گیاهان نهان‌دانه (گل‌دار) از سه سامانهٔ بافتی به نام‌های **پوششی**، **زمینه‌ای** و **آوندی** تشکیل می‌شود (شکل ۱۱). هر سامانهٔ بافتی، عملکرد خاصی دارد؛ مثلاً سامانهٔ بافت پوششی، اندام‌ها را در برابر خطرهایی حفظ می‌کند که در محیط بیرون قرار دارند. به نظر شما عملکرد دو سامانهٔ دیگر چیست؟ در ادامه، به توضیح هر یک از این سامانه‌ها می‌پردازیم.



شکل ۱۱ــ سه سامانهٔ بافتی در گیاه

سامانهٔ بافت پوششی

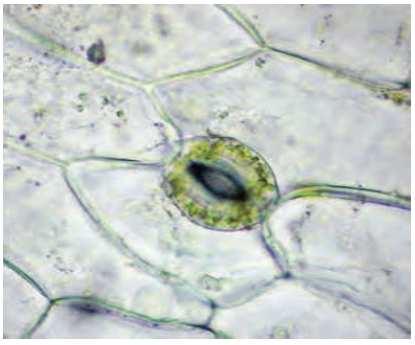
این سامانه سراسر اندام گیاه را می‌پوشاند و آن را در برابر عوامل بیماری‌زا و تخریب‌گر، حفظ می‌کند؛ بنابراین عملکردی شبیه پوست در جانوران دارد.

سامانهٔ بافت پوششی در برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌های جوان **روپوست** نامیده می‌شود و معمولاً از یک لایه یاخته تشکیل شده است (شکل ۱۲). سامانهٔ بافت پوششی در اندام‌های مسنِّ گیاه، **پیراپوست (پریدرم)** نامیده می‌شود و با آن در گفتار ۳، آشنا می‌شوید.

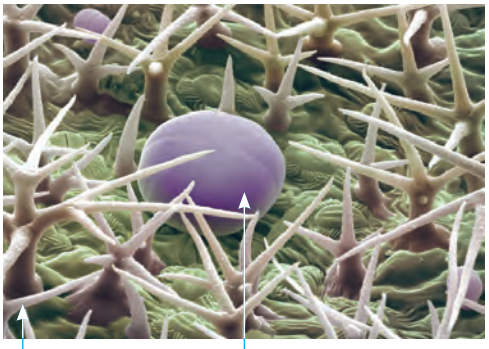
یکی از کارهای روپوست، کاهش تبخیر آب از اندام‌های هوایی گیاه است؛ اما روپوست چگونه این کار را انجام می‌دهد؟ در شکل ۱۲ می‌بینید که لایه‌ای روی سطح بیرونیِ یاخته‌های روپوست قرار دارد. این لایه **پوستک** نامیده می‌شود. پوستک از ترکیبات لیپیدی ساخته شده است. یاخته‌های روپوستی این ترکیبات را می‌سازند. پوستک از ورود نیش حشرات و عوامل بیماری زا به گیاه، نیز جلوگیری می‌کند و در حفظ گیاه در برابر سرما نیز نقش دارد. بعضی گیاهان پوستک ضخیم دارند. پوستک به علت لیپیدی بودن به کاهش تبخیر آب از سطح برگ کمک می‌کند.

شکل ۱۲ــ روپوست در برگ

بعضی یاخته‌های روپوستی دراندام‌های هوایی گیاه، به یاخته‌های نگهبان روزنه، کُرک و یاخته‌های ترشحی، تمایز می‌یابند (شکل ۱۳). یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف یاخته‌های دیگر روپوست، سبزینه دارند. تار کشنده در ریشه‌های جوان، از تمایز یاخته‌های روپوست ایجاد می‌شود. روپوستِ ریشه، پوستک ندارد. به نظر شما این ویژگی چه فایده‌ای دارد؟



الف)



ب)

شکل ۱۳ــ الف) یاخته‌های نگهبان روزنه، ب) یاختهٔ ترشحی و کُرک.

واژه شناسی

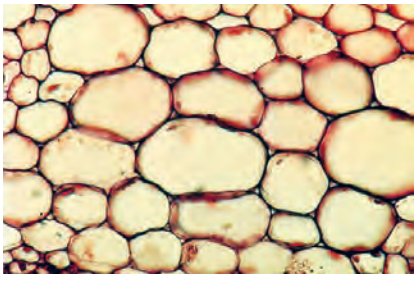
نرم آکنه (Parenchyma/ پارانشیم)

پارانشیم به بافت نرم و پُرکننده‌ای گفته می‌شود که فواصل بافت‌های دیگر را پر می‌کند. معادل نرم آکنه از صفت نرم و اسم آکنه به معنی آکنده و پرکننده تشکیل شده است یعنی بافتی پرکننده و نرم. در کنار آن کلمات سخت آکنه ــ چسب آکنه و هواکنه نیز معنی پیدا می‌کنند.

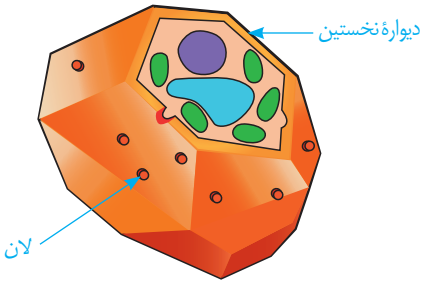
سامانهٔ بافت زمینه‌ای

این سامانه که فضای بین روپوست و بافت آوندی را پر می‌کند از سه نوع بافت پارانشیمی (نرم آکَنه)، کُلانشیمی (چسب آکَنه) و اسکلرانشیمی (سخت آکَنه) تشکیل می‌شود.

بافت پارانشیمی رایج‌ترین بافت در این سامانه است. یاخته‌های پارانشیمی، دیوارهٔ نخستین نازک و چوبی نشده دارند؛ بنابراین نسبت به آب نفوذپذیرند (شکل ۱۴). وقتی گیاه زخمی می‌شود، یاخته‌های پارانشیمی تقسیم می‌شوند و آن را بازسازی می‌کنند. بافت پارانشیمی کارهای متفاوتی، مانند ذخیرهٔ مواد و فتوسنتز انجام می‌دهد. پارانشیم سبزینه دار به‌فراوانی در اندام‌های سبزگیاه، مانند برگ دیده می‌شود.



الف)

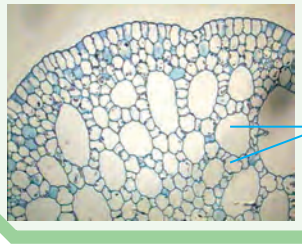


ب)

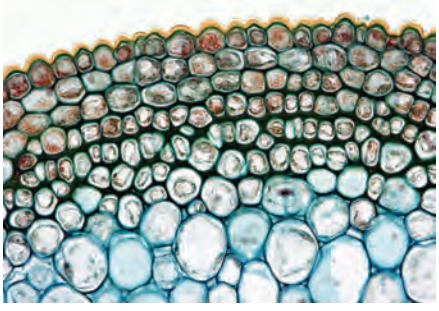
شکل ۱۴ــ الف) یاخته‌های پارانشیمی با دیوارهٔ نازک، ب) ترسیمی از یاخته‌های پارانشیمی

فعّالیت

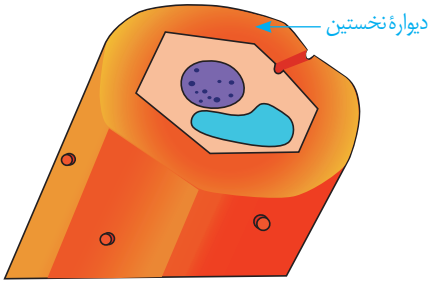
سامانهٔ بافت زمینه‌ای در گیاهان آبزی از پارانشیمی ساخته می‌شود که فاصلهٔ فراوانی بین یاخته‌های آن وجود دارد. این فاصله‌ها با هوا پر شده‌اند. این ویژگی چه اهمیتی برای گیاهی دارد که در آب زندگی می‌کند؟



بافت کلانشیم از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. این یاخته‌ها دیوارهٔ پسین ندارند؛ اما دیوارهٔ نخستین آنها ضخیم است. به همین علت کلانشیم‌ها ضمن ایجاد استحکام، سبب انعطاف‌پذیری اندام می‌شوند. این بافت مانع رشد اندام گیاهی نمی‌شود. یاخته‌های کلانشیمی معمولاً زیرِ روپوست قرار می‌گیرند (شکل ۱۵).



الف)

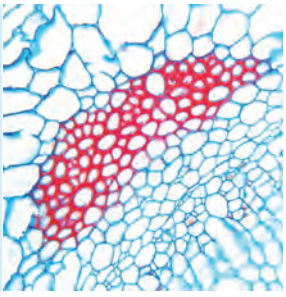


ب)

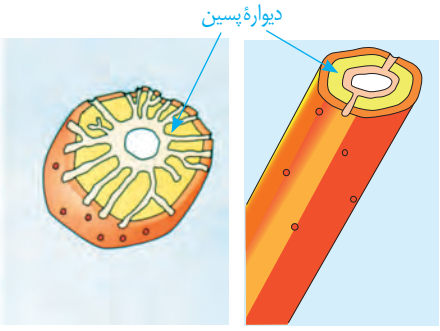
شکل ۱۵ــ الف) دیوارهٔ ضخیم یاخته‌های کلانشیمی به علت رنگ آمیزی تیره دیده می‌شود، ب) ترسیمی از یاختهٔ کلانشیمی

بافت اسکلرانشیم از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. ذره‌های سختی که هنگام خوردن گلابی زیر دندان حس می‌کنیم، مجموعه ای از این یاخته‌هاست. یاخته‌های اسکلرانشیمی دیوارهٔ پسین ضخیم و چوبی شده دارند. چوبی شدن دیواره، سبب مرگ پروتوپلاست می‌شود. دیوارهٔ این یاخته‌ها ضخیم و به علت تشکیل ماده‌ای به نام لیگنین (چوب) چوبی شده است. چوبی شدن دیواره سبب مرگ پروتوپلاست می‌شود. این یاخته‌ها نقش استحکامی دارند.

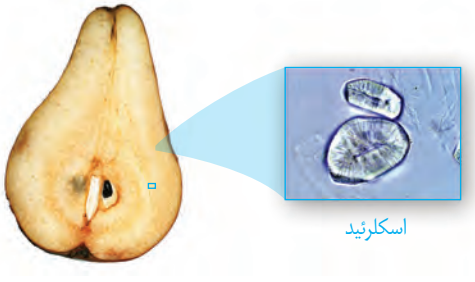
دو نوع یاختهٔ اسکلرانشیمی وجود دارد. **اسکلرئید**ها، یاخته‌های کوتاه و **فیبر**ها، یاخته‌های دراز اسکلرانشیمی‌اند. از فیبرها در تولید طناب و پارچه نیز استفاده می‌کنند.



الف)



ب)



ج)

شکل ۱۶ــ الف) فیبر در برش عرضی و ترسیمی از آن، ب) اسکلرئید و ترسیمی از آن، ج) اسکلرئید در گلابی

سامانه بافت آوندی

این سامانه بافتی، ترابری مواد را در گیاه بر عهده دارد، زیرا دارای **بافت آوند چوبی** و **بافت آوند آبکشی** است. به یاد می‌آورید این دو نوع بافت چه تفاوت اساسی با هم دارند؟

اصلی‌ترین یاخته‌های این بافت‌ها، یاخته‌هایی‌اند که آوندها را می‌سازند و همان‌طور که می‌دانید

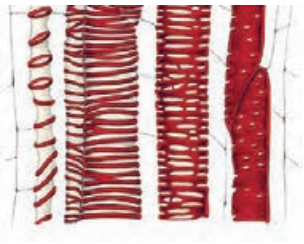
بیشتر بدانید

کُرک‌های گزنده!

بعضی کرک‌ها نقش دفاعی نیز دارند. کُرک گزنده در گیاه گَزنه، اسید دارد. وقتی نوک سوزن مانندکُرک، شکسته می‌شود، اسید از آن خارج و سبب سوزش پوست می‌شود.

شیرهٔ خام و پرورده را در سراسر گیاه جابه‌جا می‌کنند. در این بافت‌ها علاوه بر آوندها، یاخته‌های دیگری مانند یاخته‌های پارانشیمی و فیبر نیز وجود دارد.

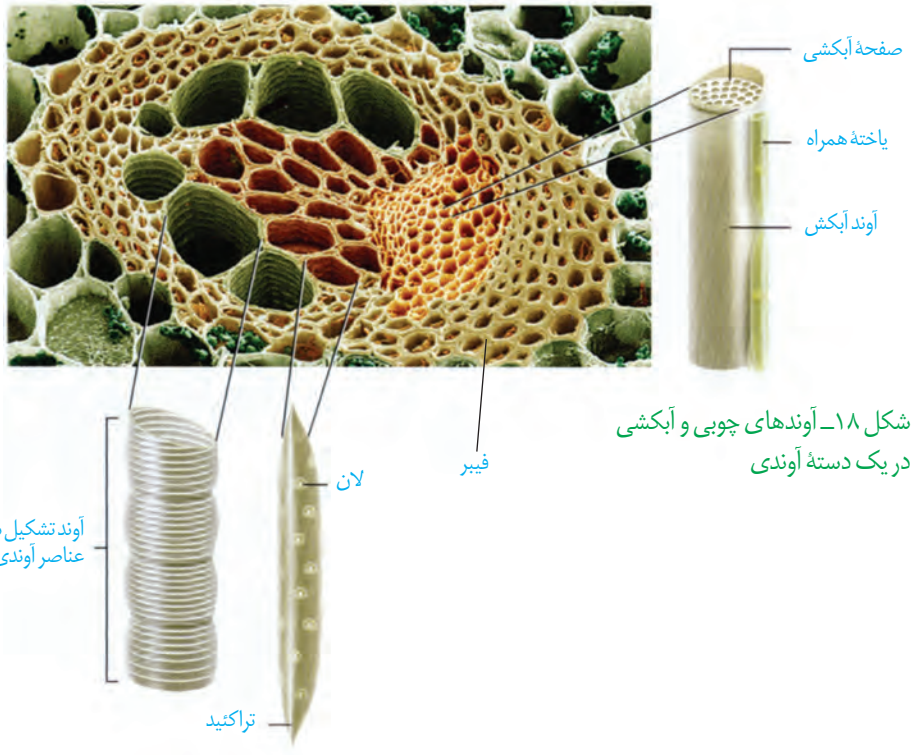
آوندهای چوبی یاخته‌های مرده‌ای‌اند که دیوارهٔ چوبی شدهٔ آنها، به جا مانده است. لیگنین در دیوارهٔ یاخته‌های آوندچوبی به شکل‌های متفاوتی قرار می‌گیرد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ــ آوندهای چوبی به شکل‌های متفاوتی دیده می‌شوند.

بعضی آوندهای چوبی از یاخته‌های دوکی شکل دراز به نام **تراکئید** ساخته شده‌اند. درحالی که بعضی دیگر، از به دنبال هم قرار گرفتنِ یاخته‌های کوتاهی به نام **عنصر آوندی** تشکیل می‌شوند. در عناصر آوندی دیوارهٔ عرضی از بین رفته و لولهٔ پیوسته‌ای تشکیل شده است.

آوند آبکش از یاخته‌هایی ساخته می‌شود که دیوارهٔ نخستین سلولزی دارند. دیوارهٔ عرضی در این یاخته‌ها صفحهٔ آبکشی دارد. این یاخته‌ها هسته ندارند، اما زنده‌اند؛ زیرا سیتوپلاسم آنها از بین نرفته است. در کنار آوندهای آبکشِ نهان‌دانگان، **یاخته‌های همراه** قرار دارند. این یاخته‌ها به آوندهای آبکش در ترابری شیرهٔ پرورده کمک می‌کنند (شکل ۱۸). همان‌طور که در شکل ۱۸ می‌بینید، دسته‌های فیبر، آوندها را در بر گرفته‌اند.



شکل ۱۸ــ آوندهای چوبی و آبکشی در یک دستهٔ آوندی

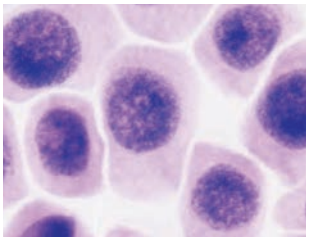
فعّالیت

الف) سه سامانهٔ بافتی و انواع یاخته‌های سامانهٔ بافت زمینه ای را با هم مقایسه کنید.

ب) مقدار بافت آوندچوبی در ساقهٔ چوبی شده، به مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است. این وضع چه اهمیتی برای گیاه دارد؟

گفتار ۳ ساختار گیاهان

از دانه تا درخت

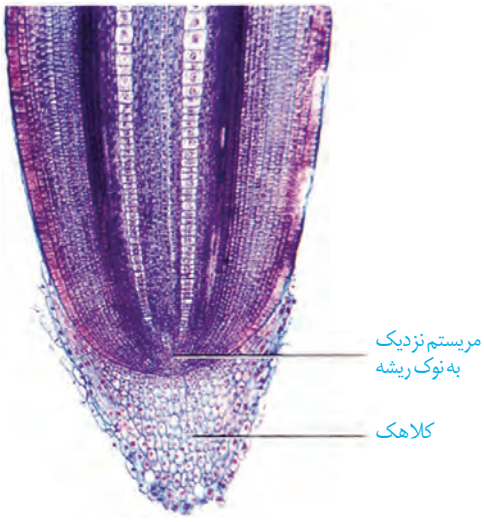


یاخته‌های مریستمی

چگونه از دانه‌ای کوچک، گیاهی چندین برابر بزرگ‌تر یا درختی با چندین متر طول ایجاد می‌شود؟ چه چیزی سبب می‌شود که گیاهان، شاخه و برگ جدید تولید کنند؟ یا چرا از شاخه یا ساقهٔ جدا شده، گیاه کاملی ایجاد می‌شود؟

تا به اینجا دانستید که پیکر گیاه آوندی از سه سامانهٔ بافتی ساخته می‌شود. اما منشأ این سامانه‌های بافتی چیست؟ برای پاسخ به این پرسش باید به نوک ساقه و ریشه توجه کنیم.

در نوک ساقه و ریشه، یاخته‌های **مریستمی** وجود دارند که دائماً تقسیم می‌شوند و یاخته‌های موردنیاز برای ساختن سامانه‌های بافتی را تولید می‌کنند. یاخته‌های مریستمی به طور فشرده قرار می‌گیرند. هستهٔ درشت آنها که در مرکز قرار دارد، بیشترِ حجمِ یاخته را به خود اختصاص می‌دهد. در ادامه، انواع مریستم را بررسی می‌کنیم.



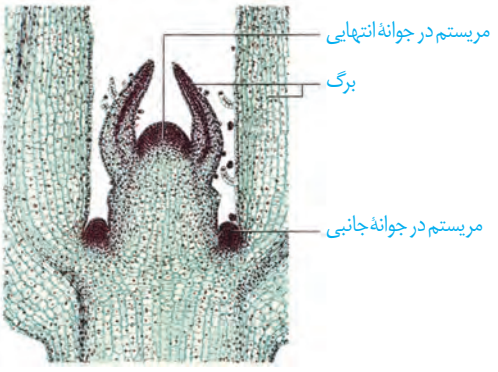
شکل ۱۹ــ مریستم نزدیک به نوک ریشه در مشاهده با میکروسکوپ نوری

مریستمِ نخستین ریشه: این مریستم نزدیک به انتهای ریشه قرار دارد و با بخش انگشتانه مانندی به نام **کلاهک** پوشیده می‌شود. کلاهک ترکیب پلی ساکاریدی ترشح می‌کند که سبب لزج شدن سطح آن و درنتیجه نفوذ آسان ریشه به خاک می‌شود. یاخته‌های سطح بیرونی کلاهک به طور مداوم می‌ریزند و با یاخته‌های جدید، جانشین می‌شوند. کلاهک، مریستمِ نزدیک به نوک ریشه را دربرابر آسیب‌های محیطی، حفظ می‌کند.

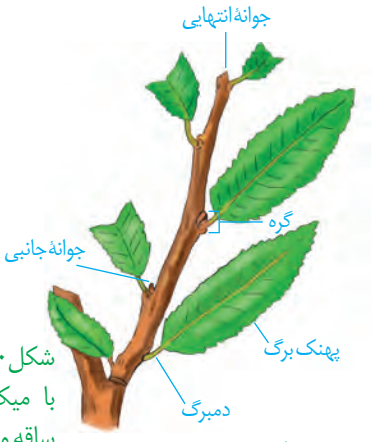
مریستمِ نخستین ساقه: این مریستم‌ها عمدتاً در جوانه‌ها قرار دارند. جوانه‌ها مجموعه‌ای از یاخته‌های مریستمی و برگ‌های بسیار جوان‌اند . رشد جوانه‌ها علاوه بر افزایش طول ساقه، به ایجاد شاخه‌ها و برگ‌های جدیدی نیز می‌انجامد. جوانه‌ها را براساس محلی که قرار دارند در دو گروه جوانهٔ رأسی (انتهایی) و جوانهٔ جانبی قرار می‌دهند (شکل ۲۰).

مریستم نخستین علاوه بر جوانه‌ها، در فاصلهٔ بین دو گره در ساقه یا شاخه نیز وجود دارد. **گره**، محلی است که برگ به ساقه یا شاخه متصل است.

نتیجهٔ فعّالیت مریستم‌های نخستین، افزایش طول و تا حدودی عرضِ ساقه، شاخه و ریشه است. همچنین برگ و انشعاب‌های جدید ساقه و ریشه از فعّالیت این مریستم‌ها تشکیل می‌شوند. چون با فعّالیت این مریستم‌ها ساختار نخستین گیاه شکل می‌گیرد، به این مریستم‌ها، مریستم‌های **نخستین** می‌گویند.



الف)



ب)

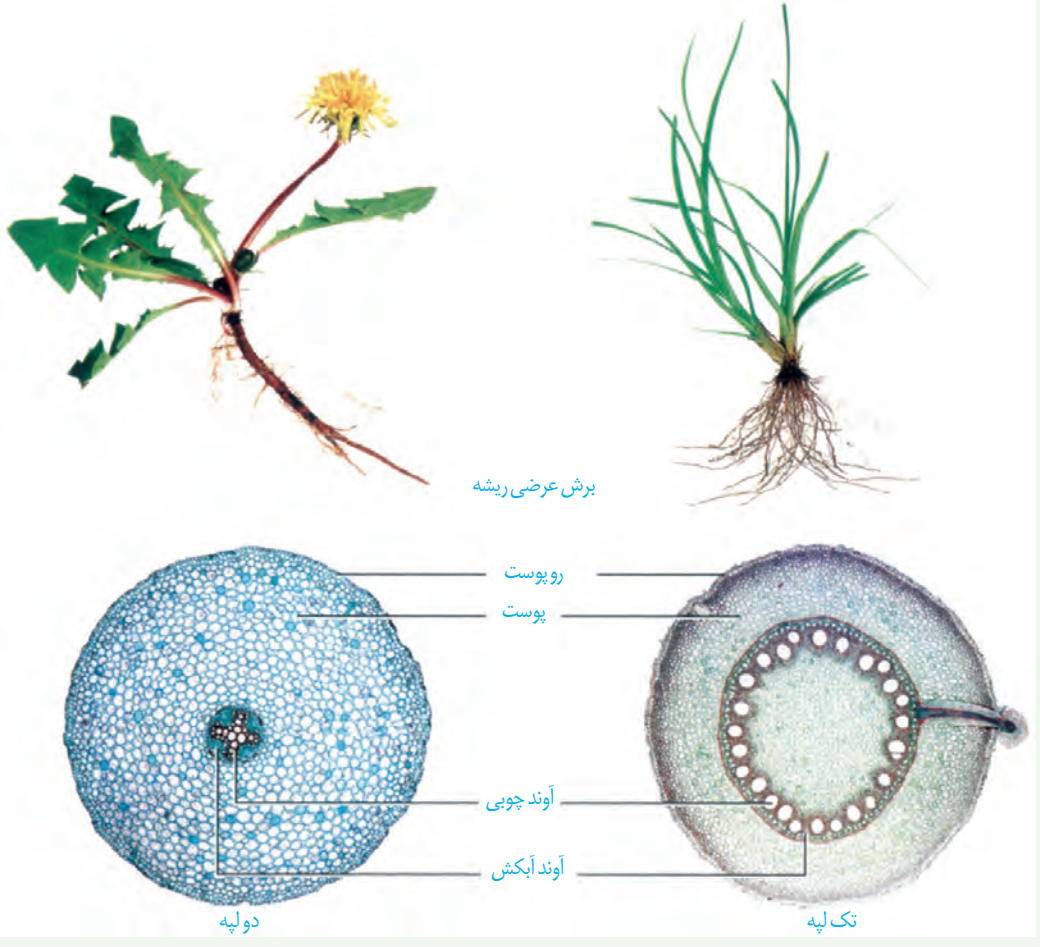
شکل ۲۰ـ الف) مریستم ساقه در مشاهده با میکروسکوپ نوری، ب) ترسیمی از ساقه و محل مریستم‌ها در آن

فعّالیت

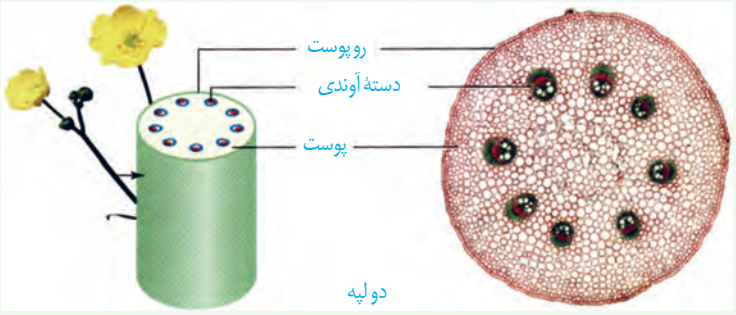
ساختار نخستین ساقه و ریشه

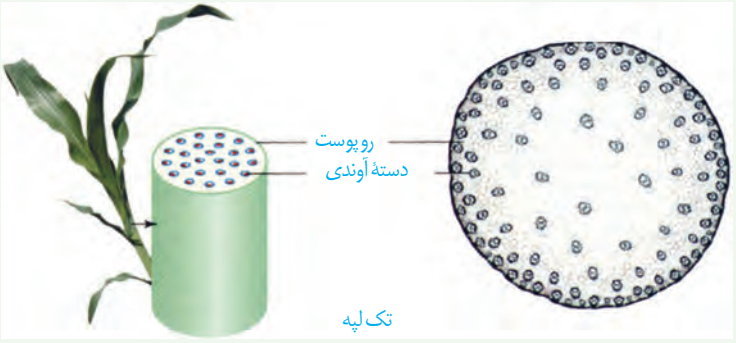
شکل‌های زیر، ساختار نخستین ساقه و ریشه را در نوعی گیاه تک لپه و نوعی گیاه دو لپه نشان می‌دهد.

برای مشاهدهٔ چگونگی قرارگیری سه سامانهٔ بافتی در ساختار نخستین گیاه، باید از ریشه و ساقه، برش تهیه کنیم.



برش عرضی ساقه





الف) با توجه به تصاویر، ساختار نخستین این گیاهان را با هم مقایسه کنید.

ب) برای مشاهدهٔ ساختار نخستین ریشه و ساقه در گیاهان، با استفاده از میکروسکوپ نوری روش زیر را به کار گیرید.

وسایل و مواد لازم: میکروسکوپ نوری دو چشمی، تیغه و تیغک، تیغِ تیز، شیشه ساعت، آب مقطر، ساقه و ریشهٔ گیاه.

روش کار: در شیشه ساعت مقداری آب مقطر بریزید. با استفاده از تیغ، برش های عرضی و نازک تهیه کنید و در شیشه ساعت قرار دهید. در استفاده از تیغ، نکات ایمنی را رعایت کنید!

برش ها را با میکروسکوپ مشاهده کنید. برای مشاهده، ابتدا از بزرگنماییِ کم و سپس از بزرگنمایی بیشتر استفاده کنید. شکل برش عرضی را ترسیم و نام گذاری کنید.

برای مشاهدهٔ بهتر می‌توانید برش ها را با یک یا دو رنگ،رنگ آمیزی کنید. برای این کار به محلول رنگ بر، یا سفیدکننده، استیک اسید یک درصد (یا سرکه سفید رقیق شده)، رنگ کارمن زاجی و آبی متیل نیاز دارید. برای رنگ‌آمیزی، برش ها را به ترتیب در هر یک از محلول های زیر قرار دهید.

آب مقطر، محلول رنگ بر (۱۵ تا ۲۰ دقیقه)، آب مقطر، استیک اسید رقیق (۱ تا ۲ دقیقه)، آب مقطر، آبی متیل (۱ تا ۲ دقیقه)، آب مقطر، کارمن زاجی (۲۰ دقیقه)، آب مقطر .

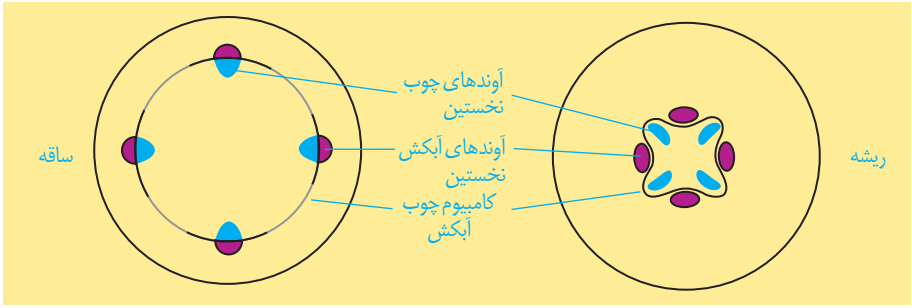
پ) هر یک از بافت های آوندی به چه رنگی در آمده‌اند؟

مریستم‌هایی که بعداً عمل می کنند

تشکیل ساقه‌ها و ریشه‌هایی با قطر بسیار در نهان دانگان دولپه ای نمی‌تواند حاصل فعّالیت مریستم نخستین در این گیاهان باشد. بنابراین باید مریستم‌های دیگری باشند تا بتوانند با تولید مداوم یاخته‌ها، بافت‌های لازم برای این افزایش قطر را فراهم کنند. به این مریستم‌ها که در افزایش ضخامت نقش

دارند، **مریستم پسین** می‌گویند. دو نوع مریستم پسین در گیاهان دو لپه ای وجود دارد.

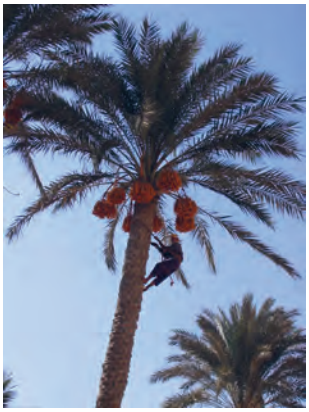
کامبیوم چوب آبکش (آوندساز): این مریستم همان‌طور که از نامش پیداست، منشأ بافت‌های آوندی چوب و آبکش است. این مریستم بین آوندهای آبکش و چوب نخستین تشکیل می‌شود و آوندهای چوبِ پسین را به سمت داخل و آوندهای آبکش پسین را به سمت بیرون تولید می‌کند. مقدار بافت آوند چوبی ای که این مریستم می‌سازد، به‌مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است. شکل ۲۱ مراحل تشکیل کامبیوم چوب آبکش را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱ــ کامبیوم چوب آبکش در ساقه و ریشه

کامبیوم چوب‌پنبه ساز: این کامبیوم که در سامانه بافت زمینه‌ای ساقه و ریشه تشکیل می‌شود، به سمت درون، یاخته‌های پارانشیمی و به سمت بیرون، یاخته‌هایی را می‌سازد که دیوارهٔ آنها به‌تدریج چوب‌پنبه‌ای می‌شود و در نتیجه، بافتی به نام بافت چوب‌پنبه را تشکیل می‌دهند (شکل ۲۳). چوب‌پنبه از ترکیبات لیپیدی و نسبت به آب نفوذناپذیر است. بافت چوب‌پنبه بافت مرده ای است.

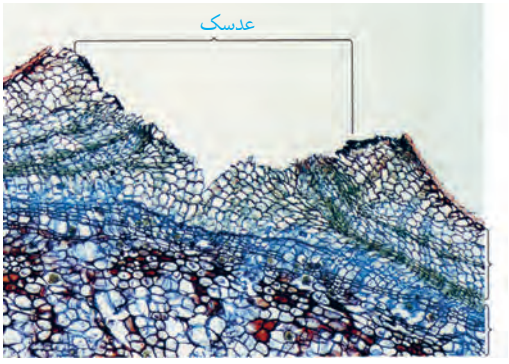
کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز و یاخته‌های حاصل از آن در مجموع **پیراپوست (پریدرم)** را تشکیل می‌دهند. پیراپوست در اندام‌های مسّن، جانشین روپوست می‌شود. پیراپوست به علت داشتن یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای شده، نسبت به گازها نیز نفوذناپذیر است، در حالی که بافت‌های زیر آن زنده‌اند و برای زنده ماندن به اکسیژن نیاز دارند؛ به همین علت در پیراپوست مناطقی به نام **عدسک** ایجاد می‌شود (شکل ۲۲). در این مناطق یاخته‌ها از هم فاصله دارند و امکان تبادل گازها را فراهم می‌کنند.



بیشتر بدانید

درخت‌های بدون کامبیوم!

تک لپه‌ای‌ها بر خلاف دولپه‌ای‌ها مریستم پسین ندارند. اما درختانی مانند نخل و نارگیل تک لپه ای‌اند. افزایش ضخامت در برخی از این گیاهان مربوط به بافت‌های حاصل از مریستم نخستین است.

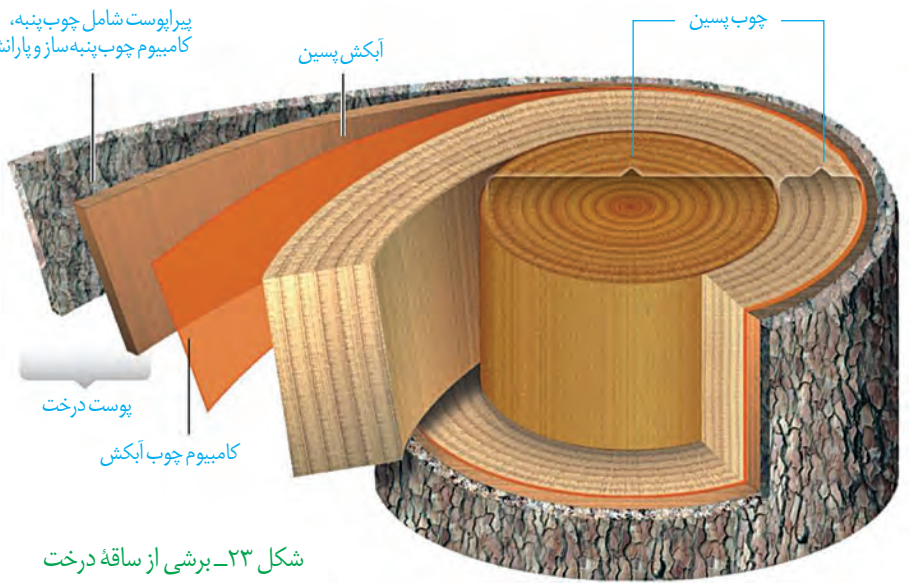


ب)

الف)

شکل ۲۲ــ الف) عدسک به صورت برآمدگی در سطح اندام مشاهده می‌شود، ب) عدسک در مشاهده با میکروسکوپ نوری.

آنچه به‌عنوان پوست درخت می‌شناسیم، مجموعه‌ای از لایه‌های بافتی است که از آوند آبکش پسین شروع می‌شود و تا سطح اندام ادامه دارد (شکل ۲۳). با کندن پوست درخت، کامبیوم آوندساز در برابر آسیب‌های محیطی قرار می‌گیرد.



شکل ۲۳ــ برشی از ساقهٔ درخت

فعّالیت

الف) مریستم نخستین و پسین را بر اساس محل تشکیل و عملکرد با هم مقایسه کنید.

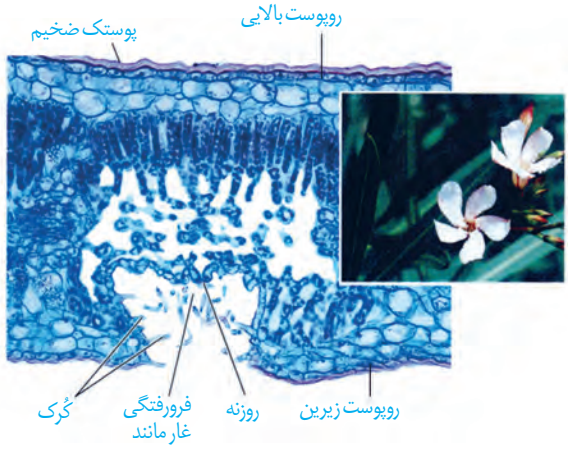
ب) در یک پژوهش گروهی، سه گیاه علفی در منطقهٔ محل زندگی خود، انتخاب، ساختار ظاهری و بافتی آنها را گزارش کنید.

سازش با محیط

مساحت پهناوری از سرزمین ایران را مناطق خشک و کم آب تشکیل می‌دهند؛ اما در این مناطق انواعی از گیاهان زندگی می‌کنند. برای اینکه بدانیم این گیاهان چه ویژگی‌های ساختاری متناسب با محیط دارند، ابتدا باید به این موضوع توجه کنیم که این گیاهان با چه مشکلاتی مواجه اند.

همان‌طور که از نام این مناطق پیداست، آب در این مناطق کم، و به همین علت پوشش گیاهی اندک است. تابش شدید نور خورشید و دمای بالا، به ویژه در روز، از ویژگی‌های دیگر این مناطق است. در نتیجه، گیاهانی می‌توانند در چنین مناطقی زندگی کنند که توانایی بالایی در جذب آب و نیز سازوکارهایی برای کاهش تبخیر آن داشته باشند.

روزنه‌هایی در غار: خرزهره گیاهی است که به طور خودرو در چنین مناطقی رشد می‌کند. پوستک در برگ‌های این گیاه ضخیم است و روزنه‌های آن در فرورفتگی‌های غار مانندی قرار می‌گیرند. در این فرورفتگی‌ها تعداد فراوانی کُرک وجود دارد. این کرک‌ها با به‌دام انداختن رطوبت هوا، اتمسفر مرطوبی در اطراف روزنه‌ها ایجاد می‌کنند و مانع خروج بیش از حدِّ آب از برگ می‌شوند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴ــ روزنه‌ها در برگ خرزهره در فرورفتگی‌های غار مانند قرار دارند.

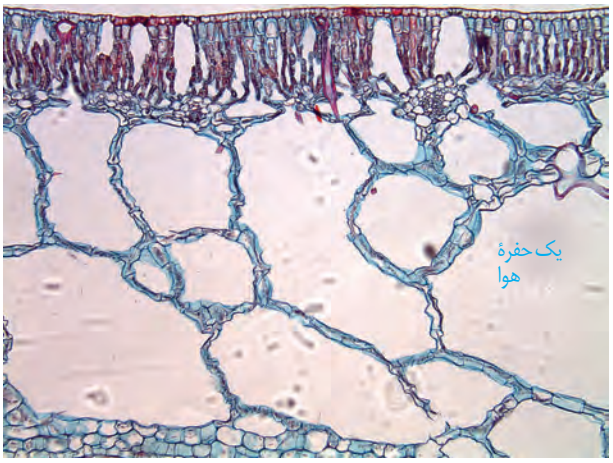
بعضی گیاهان در این مناطق ترکیب‌های پلی ساکاریدی در واکوئول‌های خود دارند. این ترکیبات مقدار فراوانی آب جذب می‌کنند و سبب می‌شوند تا آب فراوانی در واکوئول‌ها ذخیره شود. گیاه در دوره‌های کم آبی از این آب استفاده می‌کند.

شما چه ویژگی‌های دیگری می‌شناسید که به حفظ زندگی گیاهان در چنین محیط‌هایی کمک می‌کند؟

با توجه به اینکه کشور ما با مشکل کم آبی مواجه است، شناخت ساختار گیاهان، نقش مهمی در انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای کشاورزی و توسعهٔ فضای سبز دارد.

زندگی در آب: بعضی گیاهان در آبها و یا در جاهایی زندگی می‌کنند که زمان‌هایی از سال با آب پوشیده می‌شوند. این گیاهان با مشکل کمبود اکسیژن مواجه‌اند، به همین علت برای زیستن در چنین محیط‌هایی سازش‌هایی دارند. پارانشیم هوادار در ریشه، ساقه و برگ، یکی از سازش‌های گیاهان آبزی است (شکل ۲۵).

جنگل‌های حرّا در سواحل استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان از بوم سازگان‌های ارزشمند ایران‌اند. ریشه‌های درختان حرّا در آب و گِل قرار دارند. درختان حرّا برای مقابله با کمبود اکسیژن، ریشه‌هایی دارند که از سطح آب بیرون آمده‌اند. این ریشه‌ها با جذب اکسیژن، مانع از مرگ ریشه‌ها به علت کمبود اکسیژن می‌شوند. به همین علت به این ریشه‌ها، **شُش ریشه** می‌گویند (شکل ۲۶).



شکل ۲۵ــ برگ گیاهی آبزی. به حفره‌های بزرگ هوا توجه کنید.

شکل ۲۶ــ شُش ریشه‌های درخت حرّا در سطح آب دیده می‌شوند.

فعّالیت

الف) با مراجعه به منابع معتبر، دربارهٔ ویژگی‌های درخت حرّا، وضعیت جنگل‌های حرّا در ایران، نقش این جنگل‌ها در حفظ گونه‌های جانوری و زندگی مردم محلّی، به صورت گروهی گزارشی ارائه دهید.

ب) در منطقه‌ای که زندگی می‌کنید، آیا گیاهانی وجود دارند که با شرایط خاصّ آن منطقه سازگاری‌هایی داشته باشند؟ در صورت وجود چنین گیاهانی، گزارشی به صورت گروهی از این سازگاری‌ها ارائه دهید.

بیشتر بدانید

زیستن در زمین‌های شور!

گیاهانی که در زمین‌های شور زندگی می‌کنند، می‌توانند با جذب فعّال سدیم، فشاراسمزی خود را بالاتر از فشار اسمزی محیط نگه دارند. بعضی از این گیاهان نمک را از سطح برگ دفع می‌کنند.

فصل ۷

جذب و انتقال مواد در گیاهان

گرچه بیشتر گیاهان می‌توانند به وسیلهٔ فتوسنتز، بخشی از مواد موردنیاز خود مانند کربوهیدرات و در پی آن پروتئین و لیپید را تولید کنند؛ اما همچنان به مواد مغذّی مانند آب و مواد معدنی نیاز دارند. گیاهان، این مواد را به کمک اندام‌های خود، به ویژه ریشه‌ها جذب می‌کنند. گیاهان چه سازوکارهایی برای جذب مواد مورد نیاز و نیز انتقال آنها به اندام‌های خود دارند؟ مواد حاصل از فرایند فتوسنتز چگونه به سراسر گیاه منتقل می‌شوند؟ در این فصل به فرایندهای مربوط به تغذیه، جذب و انتقال گیاهان می‌پردازیم.

گفتار ۱ تغذیهٔ گیاهی

گیاهان، مواد مورد نیاز را از هوا، آب یا خاک اطراف خود جذب می‌کنند. کربن‌دی‌اکسید یکی از مهم‌ترین موادی است که گیاهان از هوا جذب می‌کنند. کربن، اساس مادهٔ آلی و بنابراین یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان است. کربن‌دی‌اکسید به همراه سایر گازها از طریق روزنه‌ها وارد فضاهای بین‌یاخته‌ای گیاه می‌شود. مقداری از کربن دی‌اکسید هم با حل شدن در آب، به صورت بی‌کربنات درمی‌آید که می‌تواند توسط گیاه جذب شود. سایر مواد مغذی هم بیشتر از طریق خاک جذب می‌شوند.

خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان

خاک، ترکیبی از مواد آلی، غیرآلی و ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) است. خاک‌های مناطق مختلف به علت تفاوت در این ترکیبات، توانایی متفاوتی در نگهداری آب، مقدار هوای خاک، pH و مواد معدنی دارند.

گیاخاک (هوموس)، لایه سطحی خاک است و به طور عمده از بقایای جانداران و به‌ویژه اجزای در حال تجزیهٔ آنها تشکیل شده است. گیاخاک، با داشتن بارهای منفی، یون‌های مثبت را در سطح خود نگه می‌دارند و در نتیجه مانع از شست‌وشوی این یون‌ها می‌شوند. گیاخاک همچنین باعث اسفنجی شدن حالت خاک می‌شود که برای نفوذ ریشه مناسب است.

ذرات غیرآلی خاک از تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها در فرایندی به نام هوازدگی ایجاد می‌شوند. این ذرات از اندازهٔ بسیار کوچک رس تا درشت شن و ماسه را شامل می‌شوند. تغییرات متناوب یخ زدن و ذوب شدن، که باعث خرد شدن سنگ‌ها می‌شود، نمونه‌ای از اثر هوازدگی فیزیکی است. اسیدهای تولید شده توسط جانداران و نیز ریشهٔ گیاهان هم می‌توانند هوازدگی شیمیایی ایجاد کنند.

فعّالیت

خاک‌های مختلف، ذراتی با اندازه‌های مختلف دارند. تحقیق کنید که رشد ریشهٔ گیاهان در خاک‌های رسی و ماسه‌ای با چه چالش‌ها و فرصت‌هایی روبه‌روست؟

جذب مواد معدنی خاک

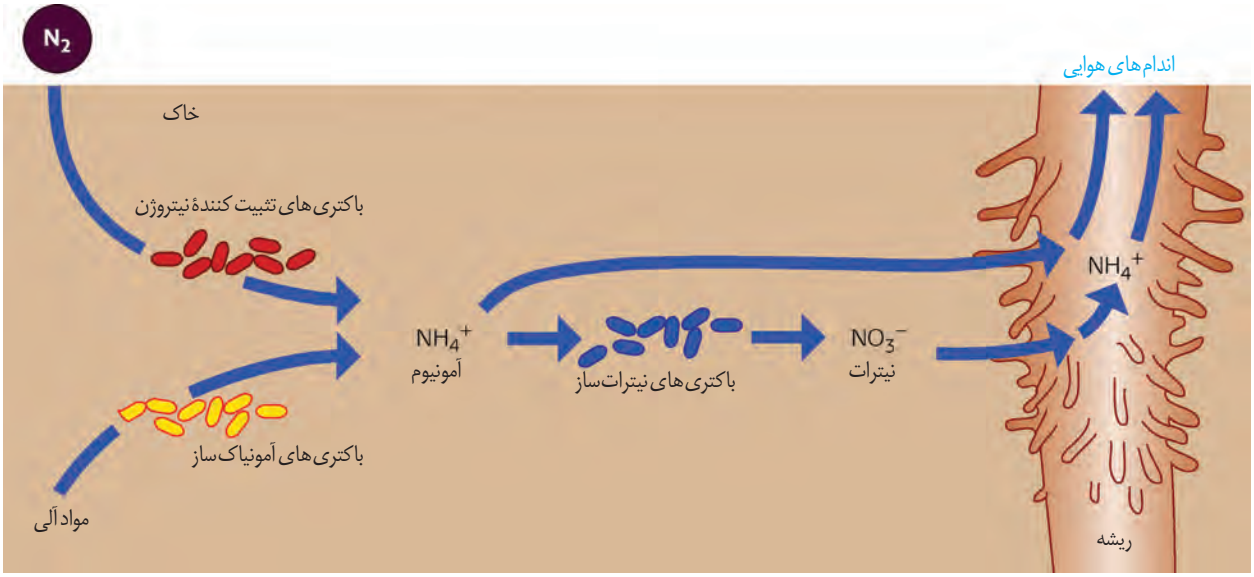
نیتروژن و فسفر دو عنصر مهمی هستند که در ساختار پروتئین‌ها و مولکول‌های وراثتی شرکت می‌کنند. گیاهان، ترکیبات این دو عنصر را بیشتر از خاک جذب می‌کنند.

جذب نیتروژن

با اینکه جوّ زمین دارای ۷۸ درصد نیتروژن (N_2) است، گیاهان نمی‌توانند شکل مولکولی نیتروژن را جذب کنند. بیشتر نیتروژنِ مورد استفادهٔ گیاهان به صورت یون آمونیوم (NH_4^+) یا نیترات (NO_3^-) است. این ترکیبات در خاک و توسط ریزجانداران تشکیل می‌شوند. خلاصه‌ای از این فرایندها در شکل ۱ نشان داده شده‌است. به تبدیل نیتروژن جو به نیتروژن قابل استفادهٔ گیاهان **تثبیت نیتروژن** گفته می‌شود. بخشی از نیتروژن تثبیت شده در خاک، حاصل عملکرد زیستی باکتری‌هاست. باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، به صورت آزاد در خاک یا همزیست با گیاهان زندگی می‌کنند. نیتروژن تثبیت شده در این باکتری‌ها به مقدار قابل‌توجهی دفع، و یا پس از مرگ آنها برای گیاهان قابل دسترس می‌شود. مهم‌ترین انواع تثبیت نیتروژن، در ادامهٔ این فصل توضیح داده خواهد شد. امروزه تلاش‌های زیادی برای انتقال ژن‌های مؤثر در تثبیت نیتروژن به گیاهان در جریان است، تا بدون نیاز به این باکتری‌ها، نیتروژن موردنیاز در اختیار گیاه قرار گیرد.

در شکل ۱ انواع دیگری از باکتری‌های خاک دیده می‌شوند. نقش هر یک از آنها در تغییر و تبدیل مواد نیتروژن‌دار چیست؟

شکل ۱ــ تغییرات مواد نیتروژن‌دار و چگونگی جذب آنها از خاک



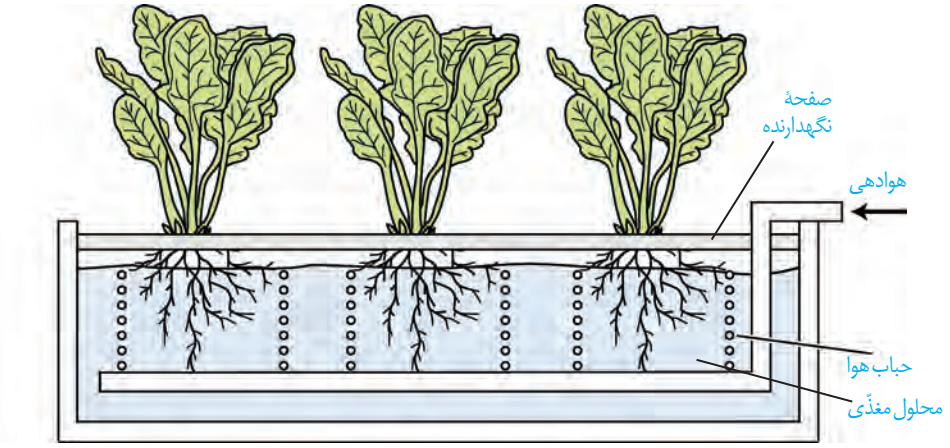
جذب فسفر

فسفر (P) از دیگر عناصر معدنی است که کمبود آن، رشد گیاهان را محدود می‌کند. گیاهان، فسفر مورد نیاز خود را به‌صورت یون‌های فسفات از خاک به دست می‌آورند. گرچه فسفات در خاک فراوان است، اغلب برای گیاهان غیرقابل دسترس است. یکی از دلایل، این است که فسفات به بعضی ترکیبات معدنی خاک به‌طور محکمی متصل می‌شود. برخی گیاهان برای جبران، شبکهٔ گسترده‌تری از ریشه‌ها و یا ریشه‌های دارای تار کشندهٔ بیشتر ایجاد می‌کنند که جذب را افزایش می‌دهد.

بهبود خاک

خاکِ مناطق مختلف ممکن است دچار کمبود برخی مواد یا فزونی مواد دیگر باشد. اصلاح این خاک‌ها می‌تواند آنها را برای گیاهان قابل کشت کند. اگر این خاک‌ها دچار کمبود باشند، با افزودن کود می‌توان حاصلخیزی آنها را افزایش داد. زیست‌شناسان برای تشخیص نیازهای تغذیه‌ای گیاهان، آنها را در محلول‌های مغذّی رشد می‌دهند (شکل ۲). این محلول‌ها، آب و عناصر مغذی محلول به مقدار معین دارند. از این شیوه برای تشخیص اثرات عناصر بر رشد و نمو گیاهان نیز استفاده می‌شود.

مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل دسترس در اغلب خاک‌ها محدود است، به همین دلیل در بیشتر کودها این عناصر وجود دارند. کودهای مهم در انواع آلی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیک) وجود دارند. کودهای آلی، شامل بقایای درحال تجزیه جانداران‌اند. این کودها مواد معدنی را به آهستگی آزاد می‌کنند و چون به نیازهای جانداران شباهت بیشتری دارند، استفادهٔ بیش از حدّ آنها به گیاهان آسیب کمتری می‌زند. از معایب این کودها، احتمال آلودگی به عوامل بیماری‌زاست.



شکل ۲ــ دستگاه ساده‌ای برای کشت گیاهان در محلول‌های مغذّی

کودهای شیمیایی شامل مواد معدنی هستند که به راحتی در اختیار گیاه قرار می‌گیرند؛ بنابراین می‌توانند به سرعت، کمبود مواد مغذّی خاک را جبران کنند. مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی می‌تواند آسیب‌های زیادی به خاک و محیط‌زیست وارد و بافت خاک را تخریب کند. از طرفی، با شسته شدن توسط بارش‌ها، این مواد به آب‌ها وارد می‌شوند. حضور این مواد باعث رشد سریع باکتری‌ها، جلبک‌ها و گیاهان آبزی می‌شود. افزایش این عوامل مانع نفوذ نور و اکسیژن کافی به آب می‌شود و می‌تواند باعث مرگ‌ومیر جانوران آبزی شود.

کودهای زیستی شامل باکتری‌هایی هستند که برای خاک مفید و با فعّالیت و تکثیر خود، مواد معدنی خاک را افزایش می‌دهند. استفاده از این کودها بسیار ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر است. این کودها معمولاً به همراه کودهای شیمیایی به خاک افزوده می‌شوند و معایب دو نوع کود دیگر را ندارند.

همان‌طور که کاهش عناصر مغذی در خاک برای گیاهان زیان‌بار است، افزایش بیش از حدّ بعضی مواد در خاک می‌تواند مسمومیت ایجاد کند و مانع رشد گیاهان شود. بعضی گیاهان می‌توانند غلظت‌های زیادی از این مواد را درون خود به‌صورت ایمن نگهداری کنند؛ مثلاً نوعی سرخس می‌تواند آرسنیک را که ماده‌ای سمّی برای گیاه است، در خود جمع کند. بعضی گیاهان می‌توانند آلومینیم را نیز در بافت‌ها ذخیره کنند. مثلاً گیاه گل ادریسی که در خاک‌های خنثی و قلیایی صورتی

رنگ هستند در خاک‌های اسیدی آبی رنگ می‌شوند. این تغییر رنگ به‌علت تجمع آلومینیوم در گیاه است (شکل ۳). بعضی گیاهان نیز با جذب و ذخیرهٔ نمک‌ها، موجب کاهش شوری خاک می‌شوند. با کاشت و برداشت این گیاهان در چند سال پی‌درپی می‌توان باعث کاهش شوری خاک و بهبود کیفیت آن شد.

الف)　　ب)

شکل ۳ــ الف) رنگ گل گیاه ادریسی در خاک‌های اسیدی، ب) قلیایی و خنثی

بیشتر بدانید

به‌دلیل اینکه بیشتر کشور ما دارای اقلیم خشک و یا شور است، عناصری مانند بور و آلومینیم در خاک‌ها فراوان است که می‌تواند باعث مسمومیت در گیاهان شود. گیاهان از **بور** برای استحکام دیوارهٔ یاخته‌ای استفاده می‌کنند ولی افزایش آن موجب کاهش نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم برگ‌ها می‌شود. یون **آلومینیم** نیز یکی از مواد فراوان خاک است و به مقدار کم می‌تواند به بافت‌های گیاهی نفوذ کند. این یون مانع جذب مواد معدنی دیگر و آب، توسط ریشه‌ها می‌شود. مقدار آلومینیم در خاک‌های اسیدی فراوان‌تر است.

فعّالیت

آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان تأثیر کاهش یا افزایش مواد معدنی را در رشد و نمو گیاهان تعیین کرد.

گفتار ۲ جانداران مؤثر در تغذیهٔ گیاهی

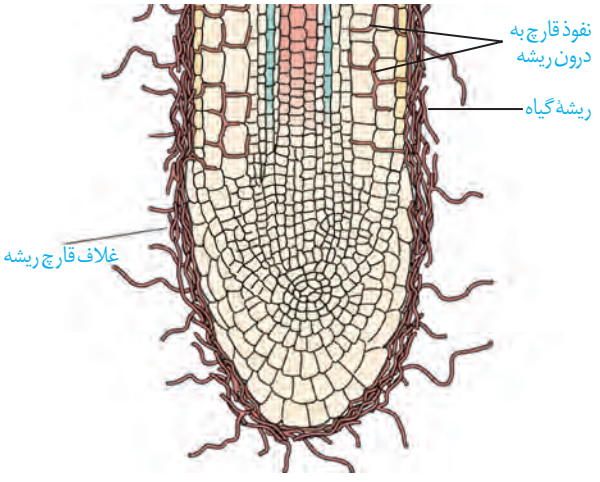
گیاهان شیوه‌های شگفت‌انگیزی برای گرفتن مواد مورد نیاز خود از جانداران دیگر دارند. گیاهان با بعضی از این جانداران ارتباط همزیستی برقرار می‌کنند. از مهم‌ترین انواع این همزیست‌ها، **قارچ‌ریشه‌ای‌ها (میکوریزا)** و باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن هستند.

قارچ ریشه‌ای

یکی از معمول‌ترین سازگاری‌ها برای جذب آب و مواد مغذّی، همزیستی ریشهٔ گیاهان با انواعی از قارچ‌ها است که به آن قارچ‌ریشه‌ای گفته می‌شود (شکل ۴). حدود ۹۰ درصد گیاهان دانه‌دار با قارچ‌ها همزیستی دارند. این قارچ‌ها در سطح ریشه زندگی می‌کنند. رشته‌های ظریفی به درون ریشه می‌فرستد که تبادل مواد را با آن انجام می‌دهند.

در قارچ‌ریشه‌ای، قارچ، مواد آلی را از ریشهٔ گیاه می‌گیرد و برای گیاه، مواد معدنی و به خصوص فسفات فراهم می‌کند. پیکر رشته‌ای و بسیار ظریف قارچ‌ها، نسبت به ریشهٔ گیاه با سطح بیشتری از خاک در تماس است و می‌تواند مواد معدنی بیشتری را جذب کند.

ب)



الف)

شکل ۴ــ قارچ‌ریشه‌ای: الف) طرح سادهٔ نوعی قارچ ریشه‌ای که غلافی را روی ریشهٔ گیاه تشکیل می‌دهد. بخش کوچکی از قارچ به درون ریشه نفوذ و در تبادل مواد شرکت می‌کند. ب) مقایسهٔ دو گیاه که یکی با کمک قارچ ریشه‌ای (چپ) و دیگری بدون آن (راست) و در وضعیت برابر محیطی رشد کرده است.

همزیستی گیاه با تثبیت‌کننده‌های نیتروژن

برخی گیاهان با انواعی از باکتری‌ها همزیستی دارند که این همزیستی برای به دست آوردن نیتروژنِ بیشتر است. دو گروه مهم این باکتری‌ها عبارت‌اند از: **ریزوبیوم‌ها** و **سیانوباکتری‌ها**.

ریزوبیوم: از گذشته برای تقویت خاک، تناوب کشت انجام می‌شد که در آن گیاهان زراعی مختلف به صورت پی‌در پی کشت می‌شد. یکی از انواع گیاهانی که در تناوب کشت مورد استفاده قرار می‌گیرد، گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران است (دلیل این نام‌گذاری، شباهت گل‌های آنها به پروانه است). سویا، نخود و یونجه از گیاهان مهم زراعی این تیره هستند. در ریشهٔ این گیاهان و در محل برجستگی‌هایی به نام **گرهک**، نوعی باکتری تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن به نام ریزوبیوم زندگی می‌کند (شکل ۵). هنگامی که این گیاهان می‌میرند یا بخش‌های هوایی آنها برداشت می‌شود، گرهک‌های آنها در خاک باقی می‌ماند و گیاخاک غنی از نیتروژن ایجاد می‌کنند. ریزوبیوم‌ها با تثبیت نیتروژن، نیاز گیاه را به این عنصر برطرف می‌کنند و گیاه نیز مواد آلی مورد نیاز باکتری را برای آن فراهم می‌کند.

شکل ۵ــ گرهک‌های ریشهٔ گیاهان تیره پروانه‌واران

همزیستی با سیانوباکتری‌ها. سیانوباکتری‌ها نوعی از باکتری‌های فتوسنتزکننده هستند که بعضی از آنها می‌توانند علاوه بر فتوسنتز، تثبیت نیتروژن هم انجام دهند. آزولا گیاهی کوچک است که در تالاب‌های شمال و مزارع برنج کشور به فراوانی وجود دارد. گیاه آزولا با سیانوباکتری‌ها همزیستی دارد و نیتروژن تثبیت‌شدهٔ آن را دریافت می‌کند (شکل ۶ــ الف). گیاه **گونرا** نیز در نواحی فقیر از نیتروژن رشد شگفت‌انگیزی دارد. چگونه این گیاه با وجود کمبود نیتروژن چنین رشدی دارد؟ سیانوباکتری‌های همزیست درون ساقه و دمبرگ این گیاه، تثبیت نیتروژن انجام می‌دهند و از محصولات فتوسنتزی گیاه استفاده می‌کنند (شکل ۶ــ ب).

الف)

ب)

شکل ۶ــ الف) گیاه آبزی آزولا، ب) گیاه گونرا

بیشتر بدانید

گیاه آبزی آزولا، بومی ایران نیست و برای تقویت مزارع برنج به تالاب‌های شمالی وارد شد. رشد سریع این گیاه موجب کاهش اکسیژن آب و مرگ بسیاری آبزیان می‌شود. این گیاه اکنون به معضلی برای این تالاب‌ها بدل شده است.

چنین مواردی به ما هشدار می‌دهند که نباید بدون مطالعه و در نظر داشتن پیامدهای احتمالی، گونه‌های غیربومی را وارد محیط زیست کرد.

روش‌های دیگر به دست آوردن مواد غذایی در گیاهان

شکل ۷ــ توبره واش

گیاهان حشره‌خوار: این گیاهان فتوسنتزکننده‌اند، ولی در مناطقی زندگی می‌کنند که از نظر نیتروژن فقیرند. در این گیاهان برخی برگ‌ها برای شکار و گوارش جانوران کوچک مانند حشرات، تغییر کرده‌است. گیاه **توبره‌واش** که از گیاهان حشره‌خوار است در تالاب‌های شمال کشور می‌روید. این گیاه حشرات و لارو آنها را به سرعت به درون بخش کوزه مانند خود می‌کشد و سپس گوارش می‌دهد. در شکل ۸، انواع دیگری از گیاهان حشره‌خوار نشان داده شده است.

شکل ۸ــ چند نوع گیاه حشره‌خوار.

گیاهان انگل: انواعی از گیاهان انگل وجود دارند که همه یا بخشی از آب و مواد غذایی خود را از گیاهان فتوسنتزکننده دریافت می‌کنند. گیاه سِس، نمونه‌ای از این گیاهان است. این گیاه ساقهٔ نارنجی یا زردرنگی تولید می‌کند که فاقد ریشه است. گیاه سس به دور گیاه سبز میزبان خود می‌پیچد و اندام‌های مکنده ایجاد می‌کند (شکل ۹ـ الف) که به درون آوندهای گیاه نفوذ، و مواد مورد نیاز انگل را جذب می‌کند. گل جالیز نمونهٔ دیگری از این گیاهان است که با ایجاد اندام مکنده و نفوذ آن به ریشهٔ گیاهان جالیزی، مواد مغذّی را دریافت می‌کند (شکل ۹ ـ ب).

شکل ۹ــ گیاهان انگل: الف) گیاه سس

ب) گیاه گل جالیز در کنار بوتهٔ گوجه‌فرنگی

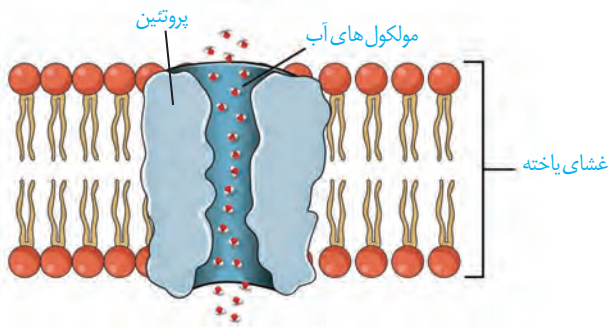
گفتار ۳ انتقال مواد در گیاهان

انتقال از خاک به برگ

آب و مواد مورد نیاز گیاهان، که از خاک اطراف ریشه‌ها جذب می‌شود و در مسیرهایی به ساقه و برگ می‌رود. بخش زیادی از آب جذب شده از سطح برگ‌ها به هوا تبخیر می‌شود. خروج آب به صورت بخار از سطح اندام‌های هوایی گیاه **تعرق** نامیده می‌شود. تعرق، سازوکار لازم را برای جابه‌جایی آب و مواد معدنی به برگ فراهم می‌کند. جابه‌جایی مواد در گیاهان را می‌توان در دو مسیر کوتاه و بلند بررسی کرد؛ در مسیر کوتاه، جابه‌جایی آب و مواد در سطح یاخته یا چند یاخته بررسی می‌شود. در مسیر بلند، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی‌تر بررسی می‌شود. این مسافت در بعضی درختان به بیش از صدمتر می‌رسد. در هر دوی این مسیرها آب به‌عنوان انتقال‌دهندهٔ مواد، نقش اساسی دارد که این نقش به علت ویژگی‌های آن است.

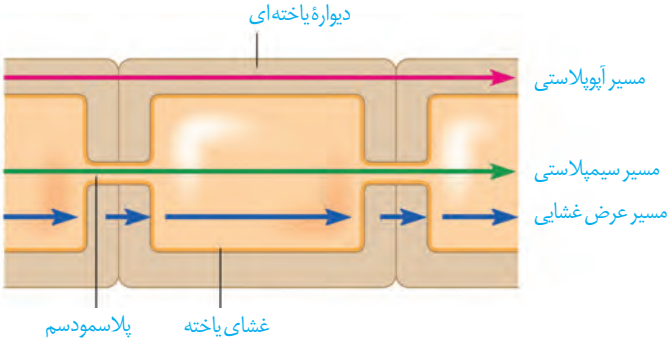
جابه‌جایی مواد در مسیر کوتاه

انتقال مواد در سطح یاخته‌ای: در این حالت، جابه‌جایی مواد با فرایندهای فعّال و غیرفعّال و در حد یاخته انجام می‌شود. با این فرایندها قبلاً آشنا شدید. شیوه‌هایی مثل انتشار و انتقال فعّال، نمونه‌هایی از این روش‌هاست. برای انتقال آب درعرض غشای بعضی یاخته‌های گیاهی و جانوری و غشای واکوئول بعضی یاخته‌های گیاهی، پروتئین‌هایی دخالت دارند که سرعت جریان آب را افزایش می‌دهند. هنگام کم‌آبی، ساخت این پروتئین‌ها تشدید می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ــ پروتئین تسهیل کننده عبور آب در غشا

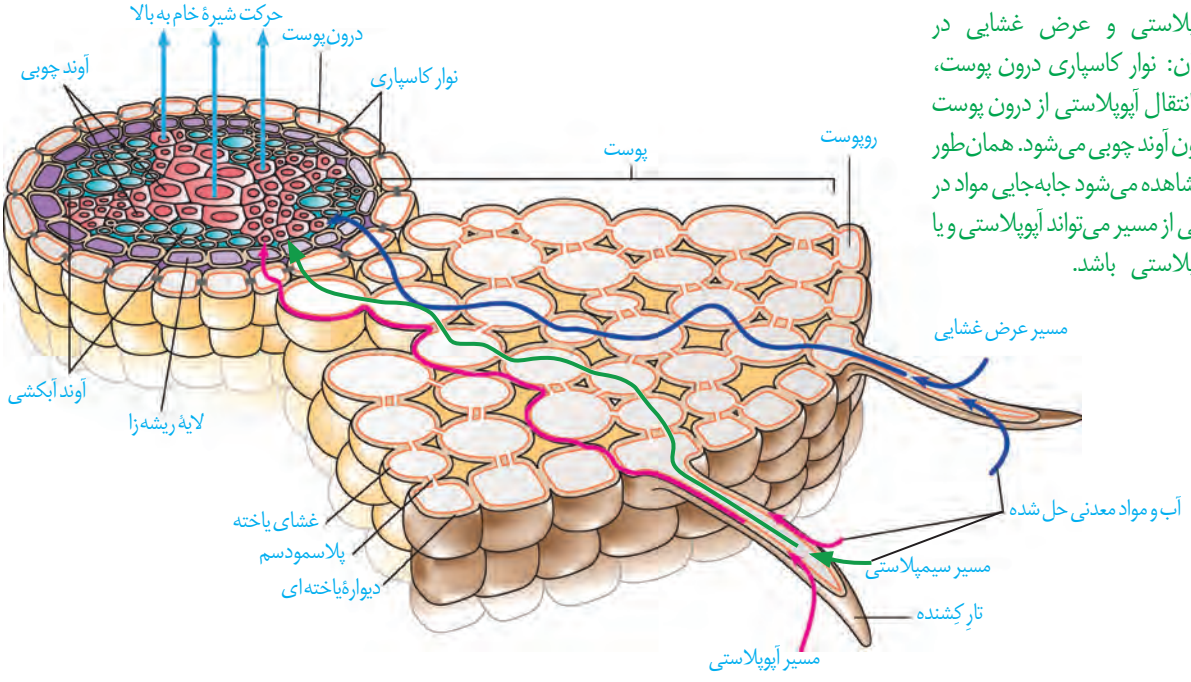
انتقال مواد در عرض ریشه: در عرض ریشه، انتقال آب و مواد محلول معدنی به سه روش انجام می‌شود؛ انتقال از **عرض غشا**، انتقال **سیمپلاستی** و انتقال **آپوپلاستی**.



شکل ۱۱ــ شیوه‌های انتقال مواد در مسیرهای کوتاه

انتقال عرض غشایی شامل جابه‌جایی مواد از عرض غشای یاخته است. سیمپلاست به معنی پروتوپلاست همراه با پلاسمودسم‌ها است. انتقال سیمپلاستی حرکت مواد از پروتوپلاست یک یاخته به یاختهٔ مجاور، از راه پلاسمودسم‌هاست. آب و بسیاری از مواد محلول می‌تواند از فضای پلاسمودسم به یاخته‌های دیگر منتقل شود (شکل ۱۱). منافذ پلاسمودسم آن‌قدر بزرگ است که پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها و حتی ویروس‌های گیاهی از آن عبور می‌کند. در مسیر آپوپلاستی، حرکت مواد محلول از فضاهای بین یاخته‌ای و دیوارهٔ یاخته‌ای انجام می‌شود.

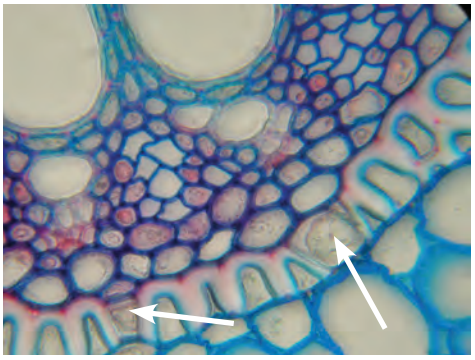
آب و مواد محلول در عرض ریشه سرانجام به درونی ترین لایهٔ پوست به نام **درون پوست (آندودرم)** می‌رسند. درون‌پوست استوانه‌ای ظریف از یاخته‌ها است که یاخته‌های آن کاملاً به هم چسبیده‌اند و سدی را در مقابل آب و مواد محلول ایجاد می‌کنند (شکل ۱۲). یاخته‌های درون‌پوست در دیوارهٔ

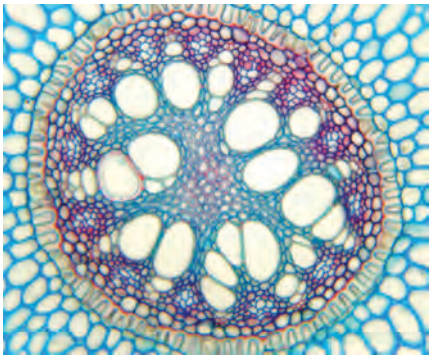


شکل ۱۲ــ مسیر آپوپلاستی، سیمپلاستی و عرض غشایی در گیاهان: نوار کاسپاری درون پوست، مانع انتقال آپوپلاستی از درون پوست به درون آوند چوبی می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود جابه‌جایی مواد در بخشی از مسیر می‌تواند آپوپلاستی و یا سیمپلاستی باشد.

جانبی خود دارای نواری از جنس چوب‌پنبه (سوبرین) هستند که به آن **نوار کاسپاری** گفته می‌شود. بنابراین آب و مواد محلول آن نمی‌توانند از طریق مسیر آپوپلاستی وارد یاخته‌های درون‌پوست شوند. یاخته‌های درون‌پوست انتقال مواد را کنترل می‌کنند. این لایه در ریشه مانند صافی عمل می‌کند که مانع از ورود مواد ناخواسته یا مضر مسیر آپوپلاستی به درون گیاه می‌شوند. درون‌پوست، همچنین از برگشت مواد جذب شده به بیرون از ریشه جلوگیری می‌کند. بعد از درون پوست حرکت در هر سه مسیر ادامه می‌یابد. مواد به آوندهای چوبی منتقل، و آمادهٔ جابه‌جایی برای مسیرهای طولانی‌تر می‌شود که به این فرایند **بارگیری چوبی** گفته می‌شود.

در ریشهٔ بعضی گیاهان، نوار کاسپاری علاوه بر دیواره‌های جانبی درون‌پوست، دیوارهٔ پشتی را نیز می‌پوشاند و انتقال مواد از این یاخته‌ها را غیرممکن می‌کند. در برش عرضی و زیر میکروسکوپ نوری این یاخته‌ها ظاهر نعلی یا U شکل دارند (شکل ۱۳). در این گیاهان یاخته‌های درون‌پوستی ویژه‌ای، به نام **یاختهٔ معبر** وجود دارند که فاقد نوار کاسپاری در اطراف خود هستند و انتقال مواد به آوندها از طریق این یاخته‌ها انجام می‌شود.





شکل ۱۳ــ تصویر میکروسکوپی مقطع عرضی ریشهٔ نوعی گیاه. یاخته‌های معبر با پیکان نشان داده شده‌اند. یاخته‌های درون‌پوست در این ریشه‌ها به صورت نعلی شکل (U) دیده می‌شود.

انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

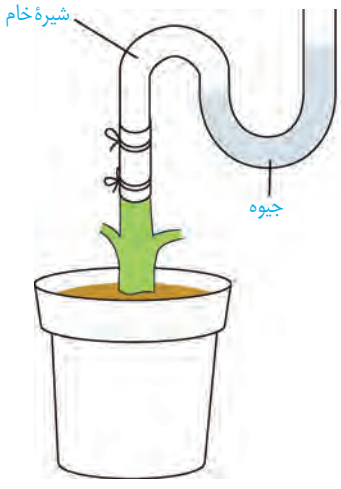
شیرهٔ خام در گیاهان، گاه تا فواصل بسیار طولانی جابه‌جا می‌شود. انتشار برای فواصل طولانی، کارامد نیست. در گیاهان، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی توسط **جریان توده‌ای** انجام می‌شود. سرعت انتشار آب و مواد در گیاه، چند میلی‌متر در روز است ولی در جریان توده‌ای، این سرعت به چندین متر در روز می‌رسد. جریان توده‌ای در آوندهای چوبی تحت اثر دو عامل فشار ریشه‌ای و تعرق، و با همراهی خواص ویژهٔ آب انجام می‌شود.

فشار ریشه‌ای: یاخته‌های درون‌پوست و یاخته‌های زنده پیرامون آوندهای ریشه، با انتقال فعّال، یون‌های معدنی را به درون آوندهای چوبی منتقل می‌کنند. این عمل باعث افزایش مقدار این یون‌ها، افزایش فشار اسمزی و درنتیجه ورود آب به درون آوند چوبی می‌شود. در اثر تجمع آب و یون‌ها، فشار در آوندهای چوبی ریشه افزایش می‌یابد و فشار ریشه‌ای را ایجاد می‌کند. فشار ریشه‌ای باعث هل دادن شیرهٔ خام به سمت بالا می‌شود (شکل ۱۴). در بیشتر گیاهان، فشار ریشه‌ای در صعود شیرهٔ خام نقش کمی‌دارد و در بهترین حالت می‌تواند چند متر آن را به بالا بفرستد. پس چه عاملی باعث حرکت شیرهٔ خام به نوک درختان بسیار بلند می‌شود؟

تعرق: عامل اصلی انتقال شیرهٔ خام، مکشی است که در اثر تعرق از سطح گیاه ایجاد می‌شود. علت تعرق نیز حرکت آب از محل دارای آب بیشتر به محل با آب کمتر است. ستون آب درون آوندهای چوبی پیوسته است. این پیوستگی به علت ویژگی‌های **هم‌چسبی** و **دگرچسبی** مولکول‌های آب است (شکل ۱۵).

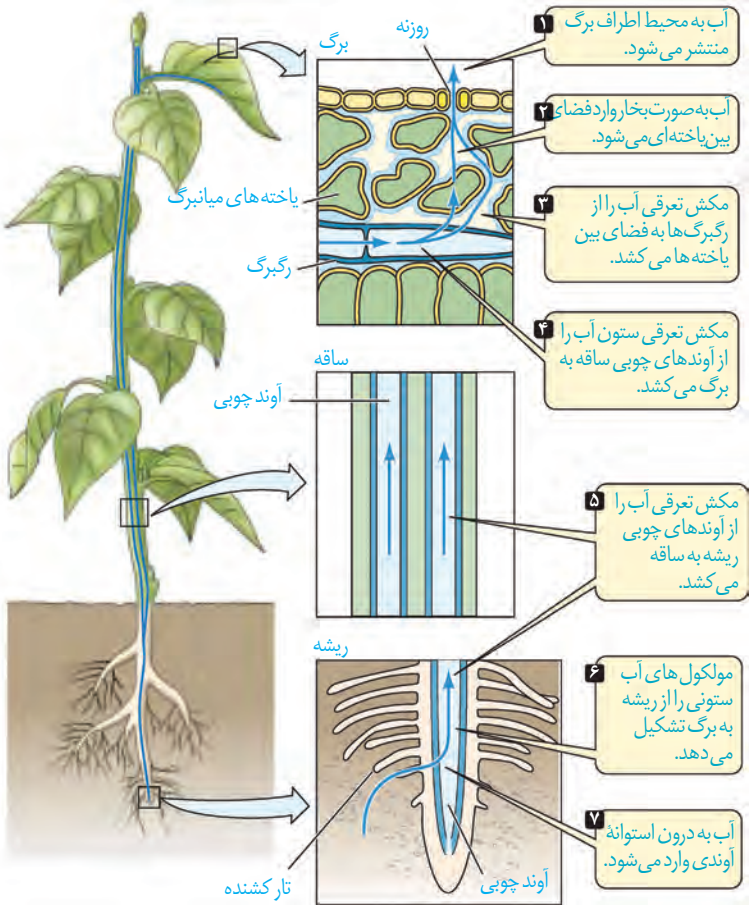
بیشتر تعرق گیاهان از روزنه‌های برگ انجام می‌شود. نیروی مکش تعرق آن‌قدر زیاد است که در یک روز گرم می‌تواند باعث کاهش قطر تنهٔ یک درخت شود؛ هرچند این کاهش اندک است. اگر دیوارهٔ آوندهای چوبی استحکام کافی نداشت به‌راحتی در اثر مکش تعرق، له می‌شد.

شکل ۱۴ــ آزمایشی برای اندازه‌گیری فشار ریشه‌ای



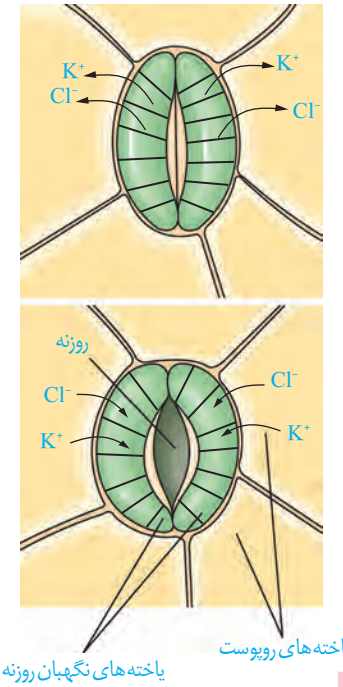
در گیاهان، تعرق می‌تواند از طریق روزنه‌های هوایی، پوستک و عدسک‌ها انجام شود. بیشتر تبادل گازها و در نتیجه تعرق برگ‌ها از منفذ (روزن) بین یاخته‌های نگهبان روزنهٔ هوایی انجام می‌شود.

روزنه‌های هوایی می‌توانند با باز و بسته‌شدن، مقدار تعرق را تنظیم کنند. باز و بسته شدن روزنه به‌دلیل ساختار خاص یاخته‌های نگهبان روزنه و تغییر فشار تورژسانس آنها است. جذب آب به دنبال انباشت مواد محلول در یاخته‌های نگهبان روزنه انجام می‌شود. عوامل محیطی و عوامل درونی گیاه بازوبسته‌شدن روزنه ها را تنظیم می‌کنند. مثلاً نور با تحریک انباشت ساکارز و یون‌های Cl^- و K^+ در یاختهٔ نگهبان، فشار اسمزی یاخته‌ها را افزایش می‌دهد و آب از یاخته‌های مجاور به یاخته‌های نگهبان روزنه وارد می‌شود. در نتیجه، یاخته‌ها دچار تورژسانس شده و به علت ساختار ویژهٔ آنها، روزنه باز می‌شود. بسته شدن روزنه‌ها هم، به علت خروج آب از یاخته‌های نگهبان روزنه انجام می‌شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۵ــ حرکت شیرهٔ خام، تحت تأثیر مکش تعرقی

ساختار یاخته‌های نگهبان روزنه: دیوارهٔ یاخته‌های نگهبان روزنه، ساختار خاصی دارند که با جذب آب، افزایش طول پیدا می‌کنند. یکی از این عوامل، آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی است که مانند کمربندی دور دیوارهٔ یاخته‌های نگهبان روزنه قرار دارند. این کمربندهای سلولزی، هنگام تورژسانس یاخته، مانع از گسترش عرضی یاخته شده، ولی مانع افزایش طول یاخته نمی‌شوند. عامل دیگر، اختلاف ضخامت در دیوارهٔ یاخته‌های نگهبان روزنه است. هنگام تورژسانس، به علت ضخامت کمتر، دیوارهٔ پشتی یاخته بیشتر منبسط می‌شود. این دو ویژگی باعث می‌شود هنگام جذب آب و تورژسانس، یاخته‌ها خمیدگی پیدا کند و منفذ روزنهٔ هوایی باز شود. در این حالت امکان تبادل گازها، فراهم می‌شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶ــ چگونگی باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی

عوامل مؤثر بر باز و بسته‌شدن روزنه‌ها

در گیاهان، تغییرات مقدار نور، دما، رطوبت و کربن‌دی‌اکسید از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر حرکات روزنه‌های هوایی است. مقدار آب گیاه و نیز هورمون‌های گیاهی، از عوامل درونی مهم هستند. افزایش مقدار نور، دما و کاهش کربن‌دی‌اکسید، تا حدی معین، می‌تواند باعث باز شدن روزنه‌ها در گیاهان شود. کاهش شدید رطوبت هوا باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود.

رفتار روزنه‌ای برخی گیاهان نواحی خشک مانند بعضی کاکتوس‌ها، در حضور نور متفاوت است و سبب می‌شود در طول روز، روزنه‌ها بسته بمانند و از هدر رفتن آب جلوگیری شود. کاهش تعداد روزنه‌ها، کاهش تعداد یا سطح برگ‌ها نیز از سازگاری‌های گیاهان برای زندگی در محیط‌های خشک هستند. شما چه سازگاری‌های دیگری را می‌شناسید؟

فعّالیت

مشاهدهٔ روزنه‌های سطح پشتیِ برگ

الف) یک برگ شاداب تره را انتخاب کرده و سطح پشتی و رویی آن را مشخص کنید.

ب) برگ را از محل رگبرگ میانی به بیرون شکسته ولی روپوست را پاره نکنید. هر نیمه را به‌نحوی به طرفین بکشید تا روپوست نازک آن از بافت‌های زیرین جدا شود. این کار اگر با دقت انجام شود روپوست غشایی و بی‌رنگ را جدا می‌کند.

پ) نمونه را در یک قطرهٔ آب، روی تیغه شیشه‌ای قرار دهید و با تیغک بپوشانید. یاخته‌های روپوست و نگهبان روزنه را در بزرگ‌نمایی‌های مختلف مشاهده کنید. آیا می‌توانید سبزدیسه‌ها را در این یاخته‌ها ببینید؟

ت) تعداد روزنه‌های موجود در میدان دید را شمارش کنید. تعداد روزنه را در واحد سطح برگ تعیین کنید.

ث) با استفاده از تیغ تیز و با احتیاط، نمونه‌های روپوست پشتی را از برگ گیاهان میخک، شمعدانی و برگ بیدی تهیه و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. یاخته‌های روپوست و نگهبان روزنه را در این گیاهان و تره مقایسه کنید.

تعریق

در هنگام شب یا در هوای بسیار مرطوب که شدت تعرق کاهش می‌یابد، یاخته‌های درون‌پوست همچنان به پمپ کردن یون‌های معدنی به درون استوانهٔ آوندی ادامه می‌دهند. اگر مقدار آبی که در اثر فشار ریشه‌ای به برگ‌ها می‌رسد از مقدار تعرق آن از سطح برگ بیشتر باشد، آب به صورت قطراتی از انتها یا لبهٔ برگ‌های بعضی گیاهان علفی خارج می‌شود که به آن **تعریق** می‌گویند (شکل ۱۷). گرچه شرایط محیطی ایجادکنندهٔ تعریق مشابه شرایط ایجاد شبنم است، این دو پدیده را نباید با هم اشتباه گرفت. تعریق از ساختارهای ویژه‌ای به نام روزنه‌های آبی انجام می‌شود و نشانهٔ فشار ریشه‌ای است. این روزنه‌ها همیشه باز هستند و محل آنها در انتها یا لبهٔ برگ‌هاست.

شکل ۱۷ــ تعریق در گیاهان

فعّالیت

مشاهدهٔ باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی

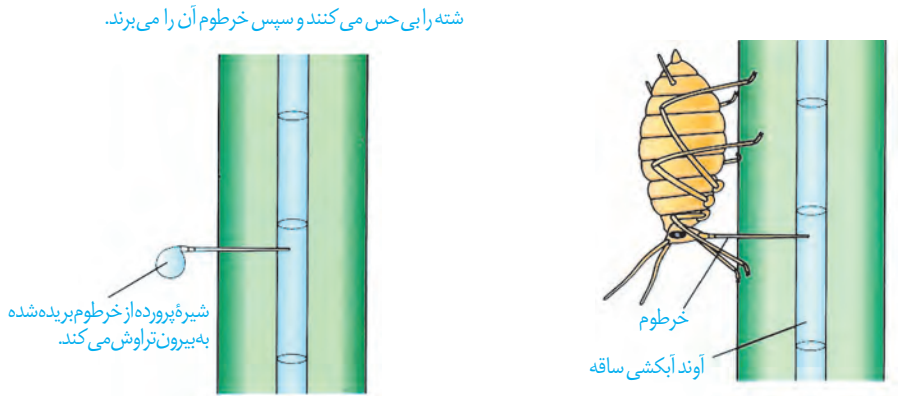
الف) همانند فعّالیت قبل، روپوست تره یا کاهو را تهیه کنید و درون محلول‌های ۰/۵ درصد KCl، آب خالص و آب نمک ۴ درصد در روشنایی قرار دهید. مشابه این نمونه‌ها را تهیه و در تاریکی قرار دهید.

ب) پس از ۱۵ دقیقه، روپوست را در یک قطره از همان مایعی که درون آن قرار دارد، زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. در کدام محلول‌ها روزنه‌ها باز و در کدام بسته‌اند؟ آیا میزان باز یا بسته بودن روزنه‌ها یکسان است؟ چرا؟

پ) پس از ۱۵ دقیقه نمونه‌های تاریکی را به سرعت زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. چرا باید به سرعت آنها را مشاهده کنیم؟ وضعیت روزنه‌ها را با مرحلهٔ قبل مقایسه کنید.

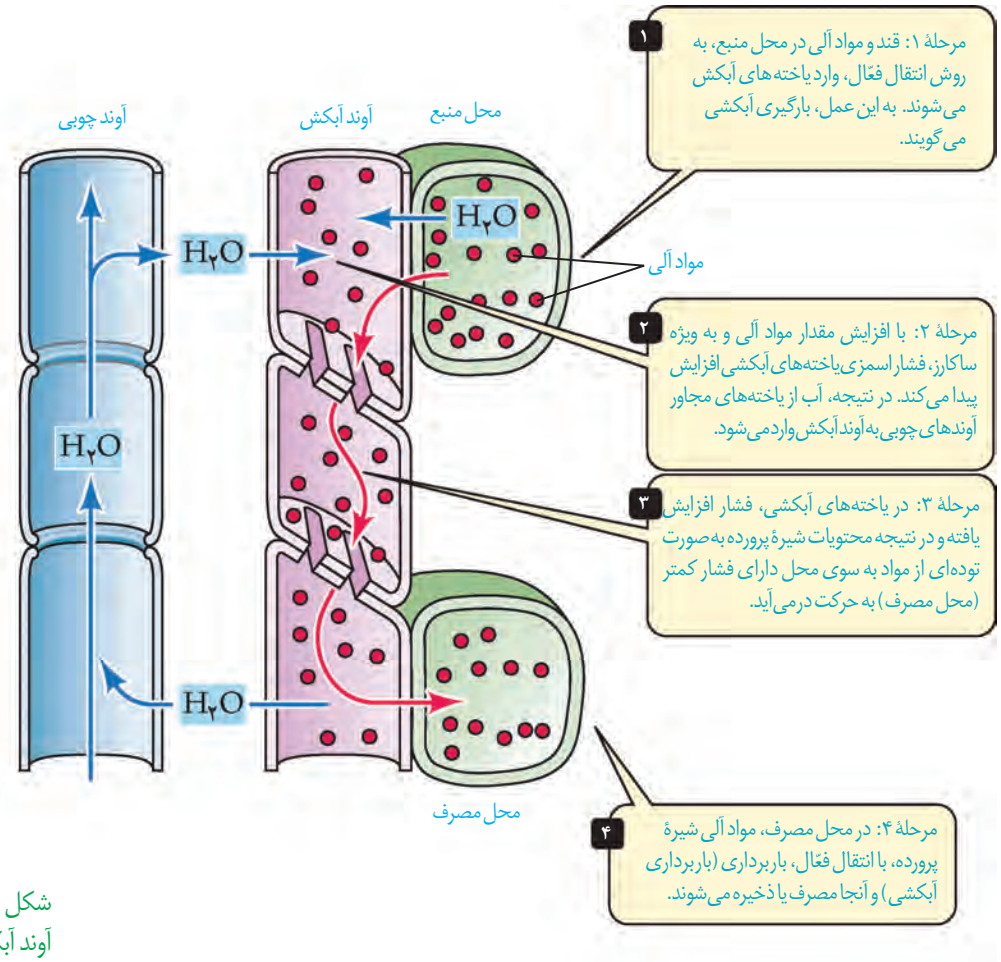
حرکت شیرهٔ پرورده

می‌دانید که شیرهٔ پرورده، درون آوندهای آبکشی حرکت می‌کند. حرکت شیرهٔ پرورده در همهٔ جهات می‌تواند انجام شود. بخشی از گیاه که ترکیبات آلی مورد نیاز بخش‌های دیگر گیاه را تأمین می‌کند، **محل منبع** و بخشی از گیاه که ترکیبات آلی به آنجا می‌روند و ذخیره (مثلاً ریشه) یا مصرف (گل) می‌شوند، **محل مصرف** نامیده می‌شود. برگ‌ها از مهم‌ترین محل‌های منبع هستند. بخش‌های ذخیره‌کنندهٔ مواد آلی، هنگام ذخیرهٔ این مواد، محل مصرف و هنگام آزادسازی آن، محل منبع به شمار می‌آیند. برای تعیین سرعت و ترکیب شیرهٔ پرورده می‌توان از شته‌ها استفاده کرد (شکل ۱۸).



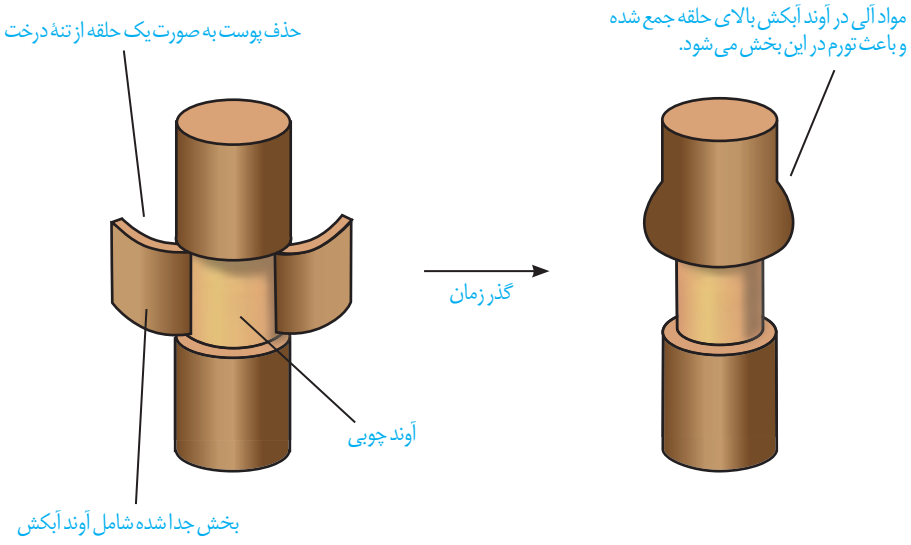
شکل ۱۸ــ استفاده از شته برای تعیین سرعت و ترکیب شیرهٔ پرورده

چگونگی حرکت شیرهٔ پرورده: حرکت شیرهٔ پرورده از طریق سیتوپلاسم یاخته‌های زندهٔ آبکشی و از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر انجام می‌شود. بنابراین حرکت شیرهٔ پرورده از شیرهٔ خام کندتر و پیچیده‌تر است. یک گیاه‌شناس آلمانی به نام ارنست مونش، **الگوی جریان فشاری** را برای جابه‌جایی شیرهٔ پرورده، ارائه داده است که در شکل ۱۹ به طور خلاصه مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۹ــ چگونگی حرکت مواد در آوند آبکش

مواد آلی در گیاهان به صورت تنظیم‌شده، تولید و مصرف می‌شوند. برای مثال در گل‌دهی یا تولید میوه، گاهی تعداد محل‌های مصرف، بیشتر از آن است که محل‌های منبع بتوانند مواد غذایی آنها را فراهم کنند. در این موارد ممکن است گیاه به حذف بعضی گل‌ها، دانه‌ها یا میوه‌های خود اقدام کند تا مقدار کافی مواد قندی به محل‌های مصرفِ باقی‌مانده برسد. در باغبانی، برای داشتن میوه‌های درشت‌تر، تعدادی از گل‌ها یا میوه‌های جوان را می‌چینند تا درختان میوه‌هایی کمتر ولی درشت‌تر به‌بار آورند.



شکل ۲۰ــ طرحی برای نشان دادن محل آوند آبکش و جهت جریان شیرهٔ پرورده. تورم در بالای حلقه نشان می‌دهد که شیرهٔ پرورده فقط در آوند آبکش و نه در آوند چوبی (بخش باقیمانده در تنه) جریان دارد.

- Anthony L. Mescher, Junqueira’s Basic Histology,13th Edition, Mc GrawHill, 2013.
- Kathleen Anne Ireland, Visualizing Human Biology, 3rd Edition,Wiley& National Geographic Society, 2011.
- Eric P. Widmaier, Vander’s Human Physiology, 13th Edition, Mc GrawHill, 2013.
- John E. Hall, Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 13th Edition, Elsevier, 2016.
- Neil A.Campbell,Biology A Global Approach, 10 th Edition,Pearson Education, 2015.
- Cecie Starr, Biology Today and Tomorrow with Physiology, Broks/Cole,Cengage Learning,4th Edition, 2013.
- Cleveland P. Hickman, Integrated Principles of Zoology, 14th Edition, M Graw-Hill, 2008.
- Russel Hertz Mcmillan,Biology The Dynamic Science, 2nd Edition, Broks/Cole, Cengage Learning, 2011.
- Pijush Roy, Plant Anatomy, New Central Book Agency Ltd, 2010.
- David M.Hillis, Principles of Life, Sinauer Associates Inc. 2012.
- Robert J. Brooker, Biology, McGraw-Hill, 2008.

واژه مصوب فرهنگستان	واژه قبلی	واژه به زبان اصلی
اکلیلی	کرونری	Coronary
انبساط	دیاستول	Diastole
انقباض	سیستول	Systole
برچاکنای	اپی‌گلوت	Epiglottis
برون‌شامه	اپی‌کارد	Epicardium
برون‌رانی	اگزوسیتوز	Exocytosis
بنداره	اسفنکتر	Sphincter
پاداکسنده	آنتی‌اکسیدان	Antioxidant
پژواک‌نگاری	اکوکاردیوگرافی	Echocardiography
پیراپوست	پریدرم	Periderm
پیراشامه	پری‌کارد	Pericardium
خوناب	پلاسما	Plasma
خون‌بَهر	هماتوکریت	Hemotocrit
درشت‌خوار	ماکروفاژ	Macrophage
درون‌بینی	آندوسکوپی	Endoscopy
درون‌بری	آندوسیتوز	Endocytosis
درون پوست	آندودرم	Endodermis
دم‌سنج	اسپیرومتر	Spirometry
دم‌نگاره	اسپیروگرام	Spirogram
دِنا	DNA	Deoxyribonucleicacid
درون‌شامه	آندوکارد	Endocardium
دیسه	پلاست	Plastid
راکیزه	میتوکندری	Mitocondrion
رگ‌نگاری	آنژیوگرافی	Angiography
رنگ‌دیسه	کروموپلاست	Chromoplast
زیست‌یار	پروبیوتیک	Probiotic
سبزینه	کلروفیل	Chlorophyll
عامل سطح فعال	سورفاکتانت	Surfactant
کافنده‌تن	لیزوزوم	Lysosome
کلافک	گلومرول	Glomerulus
کولون‌بینی	کولونوسکوپی	Colonoscopy
گِرده	پلاکت	Platelet
گُردیزه	نفرون	Nephron
گیاخاک	هوموس	Humus
گویچه	گلبول	Globule
لَپ	لوب	Lobe
ماهیچه قلب	میوکارد	Myocardium
میان‌بند	دیافراگم	Diaphragm
نشادیسه	آمیلوپلاست	Amyloplast
هم‌ایستایی	هومئوستازی	Homeostasis
یاخته عصبی	نورون	Neuron

معلّمان محترم، صاحب‌نظران، دانش‌آموزان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۸۷۴، گروه درسی مربوطه یا پیام نگار(Email) talif@talif.sch.ir ارسال نمایند.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری