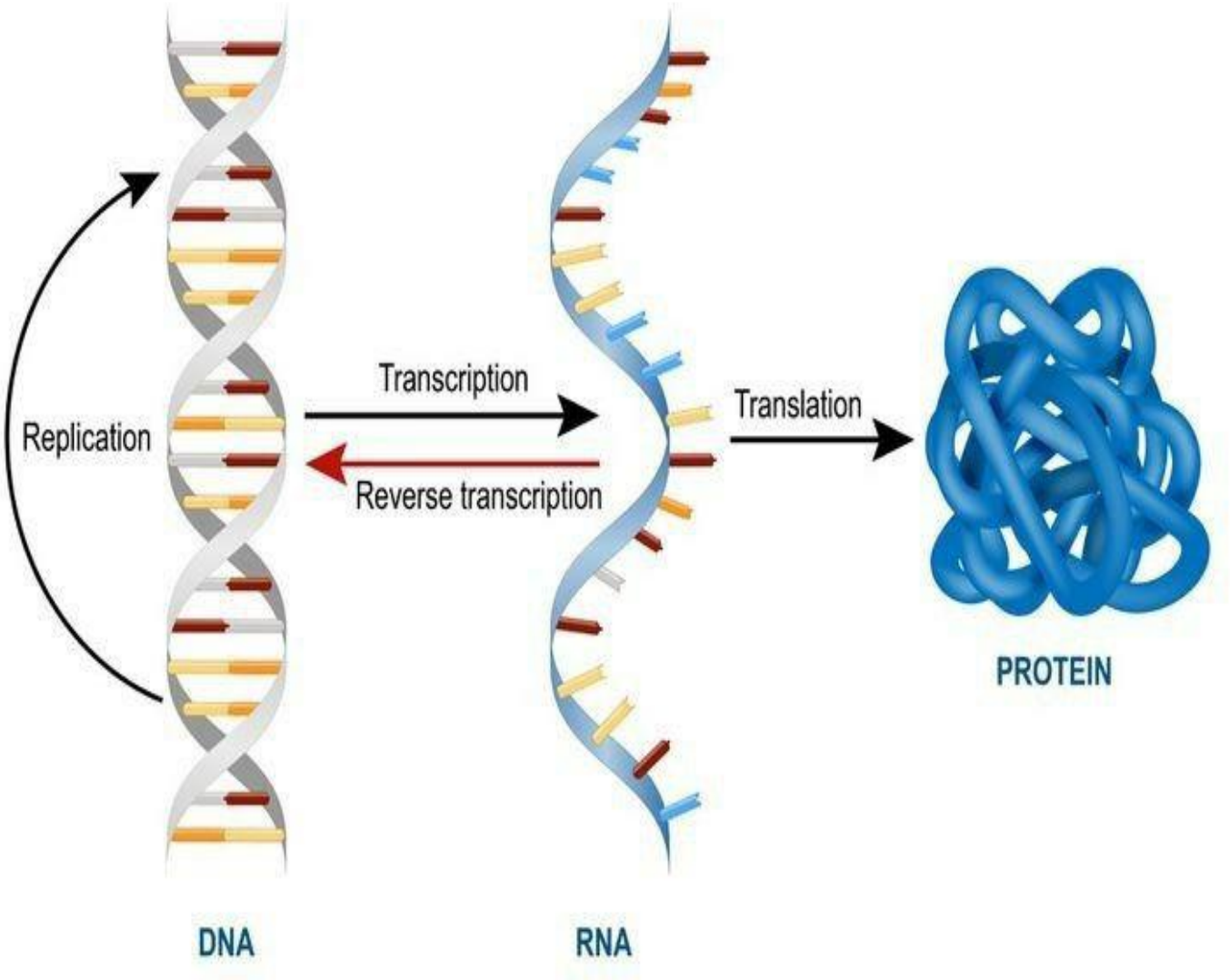
زیست شناسی 3

فصل 2 (جریان اطلاعات در یاخته)

- گفتار ۱: رونویسی
- گفتار ۲: به سوی پروتئین
- گفتار ۳: تنظیم بیان ژن

مولف: دکتر زهراسادات همایونی

Transcription and Translation



VectorStock®
VectorStock.com/21211393

فصل 2
گفتار 1: رونویسی

*** بیماری کم خونیِ داسی شکل:**

✓ علت بیماری: نوعی تغییر ژنی که باعث می‌شه پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر شود که نتیجه آن تغییر شکل RBC از حالت گرد به داسی شکل است.

بسیار تغییر ژنی: جزئی است و در آن تنها یک جفت نوکلئوتید در DNA تغییر می‌کند (جهش)

✓ باعث نشان دادن رابطه DNA و پروتئین می‌شود:

* در واقع دستورهای موجود در DNA هسته به صورت pro درآمده و آن proها تمام دستورات DNA رو انجام می‌دهند.

✓ سؤال مهم: مگه همه سلول‌های بدن حاصل از میتوزِ زیگوتِ اولیه نیستند؟ پس باید همگی مشابه یکدیگر باشند (براساس اصل میتوز) پس چرا یکی مثل RBC یکی مانند سلول‌های پوششی؟

بیماری کم‌خونی داسی شکل

- نوعی بیماری ارثی مستقل از جنس نهفته می‌باشد که به صورت $Hb^S Hb^S$ در فرد بروز می‌یابد.
- جهش ژنی جانشینی کوچک در یک جفت نوکلئوتید دارند.
- فقط در ششمین آمینواسید زنجیره بتای هموگلوبین با نوع طبیعی تفاوت دارند ← والین به جای گلوتامیک اسید دارند.
- این بیماری ارتباط بین ژن و پروتئین را نشان می‌دهد.
- هموگلوبین و گویچه قرمز این افراد به جای گرد بودن، به صورت داسی شکل می‌باشد.
- افراد بیمار $(Hb^S Hb^S)$ و ناقل سالم $(Hb^A Hb^S)$ بر خلاف افراد فاقد الل بیماری $Hb^A Hb^A$، نسبت به مالاریا مقاوم هستند.
- افراد بیمار معمولاً به سن بلوغ نمی‌رسند و می‌میرند.

*** علت وجود ساختاری بنام RNA!؟**

✓ دانشمندان اطلاع داشتند که تمامی دستورات در DNA موجود در هسته یک سلول یوکاریوت می‌باشد. از طرفی فرایند پروتئین‌سازی توسط ریبوزوم‌های موجود در سیتوپلاسم اتفاق می‌افتد.

سؤال پیش آمد که یکی باید باشد که اطلاعات را از DNA هسته به ریبوزومِ سیتوپلاسم برسونه و این وظیفه رو نوعی RNA به عهده می‌گیرد. زیرا RNA هم در هسته و هم در سیتوپلاسم است.

- هر توالی 3 تایی از نوکلئوتیدها بیانگر یک آمینو اسید aa⇐ به همین ترتیب از روی توالی از DNA، پلی‌پپتید ساخته می‌شود.

⇐ گاهی 1 پلی‌پپتید و گاهی چند پلی‌پپتید تشکیل‌دهنده یک pro.

4 نوع نوکلئوتید

↑
۴ ۴ ۴ = ۶۴
↓

توالی 3تایی نوکلئوتید

در رابطه با رونویسی بدانیم

- دنا از ۴ نوع نوکلئوتید تشکیل شده است که تفاوت آن‌ها در بازهای آلی است.
- توالی ۳تایی از نوکلئوتیدها بیانگر نوعی آمینواسید (۲۰ نوع آمینواسید) است.
- با ۴ نوع نوکلئوتید ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌شود.
- به هر یک از این توالی‌های سه تایی (سه نوکلئوتیدی) در دنا، رمز می‌گویند.
- رونویسی ← به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا می‌گویند.
- رنا نقش مولکول میانجی را دارد که اطلاعات دنا را باری ساخت پلی پپتید به رناتن در سیتوپلاسم انتقال می‌دهد.
- اساس رونویسی شبیه همانندسازی است (با توجه به نوکلئوتیدهای رشته دنا، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیره رنا قرار می‌گیرند و به هم متصل می‌شوند).
- برخلاف همانندسازی که در هر چرخه یاخته‌ای یک بار انجام می‌شود، رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخه بارها انجام شود.
- نوکلئوتید یوراسیل‌دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین‌دار دنا قرار می‌گیرد.
- ریبوزوم به صورت کامل و فعال در هسته وجود ندارد ولی درون میتوکندری، پلاست‌ها، روی شبکه آندوپلاسمی و ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارند و پروتئین‌سازی می‌کنند.
- رونویسی برخلاف همانندسازی، فرایندی یک جهته و فاقد دوراهی می‌باشد.

* در واقع ما 64 نوع دستور برای aaها داریم و با توجه به اینکه 20 aa ضروری داریم می‌توان فهمید گاهاً هر aa چندین دستور دارد.

آنزیم‌های مورد نیاز جهت رونویسی (تحت عنوان کلی رنابسپاراز)

- پروکاریوت ← یک نوع رنابسپاراز وظیفه ساخت انواع رنا را برعهده دارد.
- یوکاریوت:
  - رنابسپاراز ۱ ← سنتز رنای رناتنی (rRNA)
  - رنابسپاراز ۲ ← سنتز رنای پیک (mRNA)
  - رنابسپاراز ۳ ← سنتز رنای ناقل (tRNA)

محل فرایند رونویسی

- در سیتوپلاسم پروکاریوت‌ها انجام می‌شود.
- درون میتوکندری و کلروپلاست صورت می‌گیرد.
- در هسته یوکاریوت‌ها انجام می‌شود.

مراحل رونویسی (فرایندی پیوسته)

همانند عمل همانندسازی به صورت پیوسته صورت می‌گیرد.

مرحله آغاز

۱- رنابسپاراز توالی‌های نوکلئوتیدی ویژه‌ای در دنا به نام راه‌انداز را برای رونویسی ژن از محل صحیح خود شناسایی می‌کند ← آنزیم روی هر دو رشته دنا قرار می‌گیرد.
۲- راه‌انداز موجب می‌شود رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا و تولید رنا را از آنجا آغاز کند.
۳- RNA پلیمراز (رنابسپاراز)، بخش کوچکی از مولکول دنا را باز می‌کند.
۴- نوکلئوتیدهای سه فسفاته با قند ریبوز روبه‌روی رشته الگوی دنا قرار می‌گیرند.
۵- دو فسفات نوکلئوتید جدید با شکستن پیوند اشتراکی جدا می‌شود و سپس به نوکلئوتید قدیم یا پیوند فسفودی‌استر متصل می‌شود.
۶- زنجیره کوتاهی از رنا در این مرحله ساخته می‌شود.
۷- در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنا شکسته و بین رنا و دنا تشکیل می‌شود.
۸- در این مرحله، پیوند اشتراکی بین فسفات‌های هر نوکلئوتید شکسته می‌شود.
۹- در این مرحله، تعداد کمی پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای ریبوزدار متصل می‌شود.

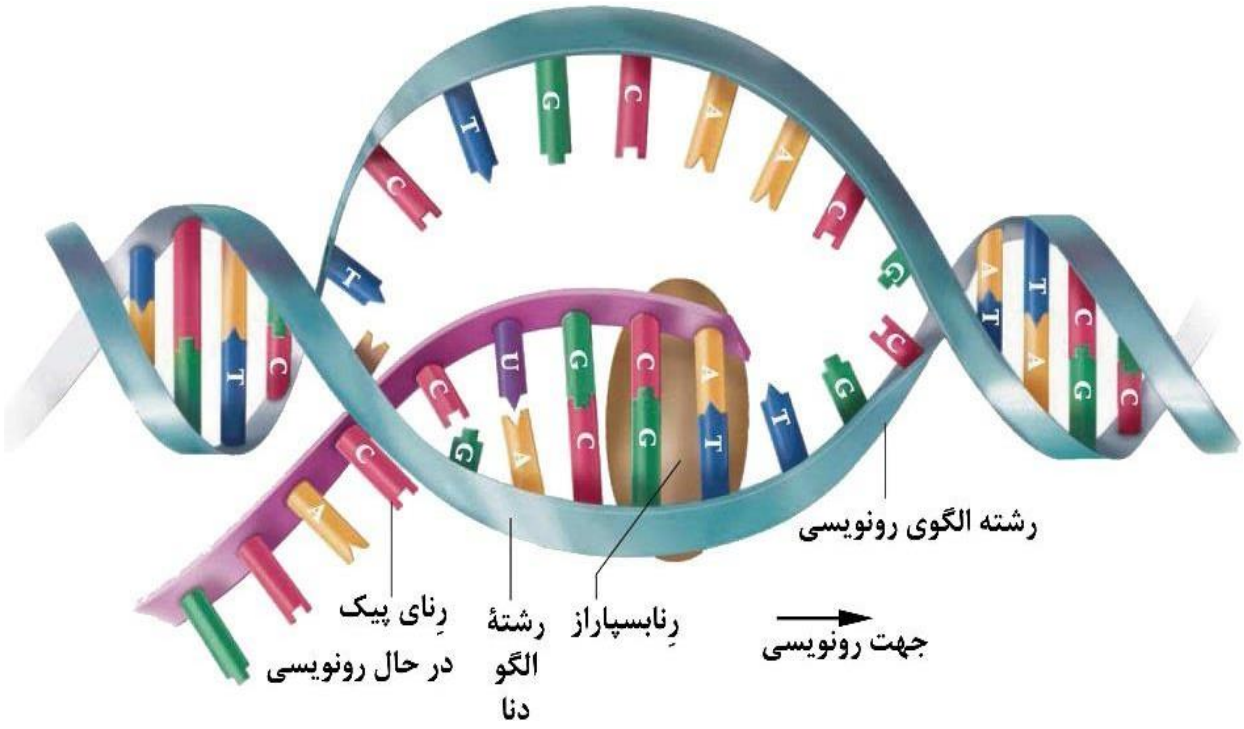
مرحله طویل شدن

۱- رنا بسپاراز ساخت رنا را ادامه می‌دهد.
۲- دو رشته دنا در جلوی آن باز و RNA سازی ادامه می‌یابد و در چندین نوکلئوتید عقب‌تر، رنای درحال تولید از دنا جدا می‌شود.
۳- دو رشته دنا مجدداً به هم می‌پیوندند.
۴- در این مرحله پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا، هم تشکیل و هم شکسته می‌شود.
۵- بیشترین پیوند فسفودی استر رنا در این مرحله تشکیل می‌شود.

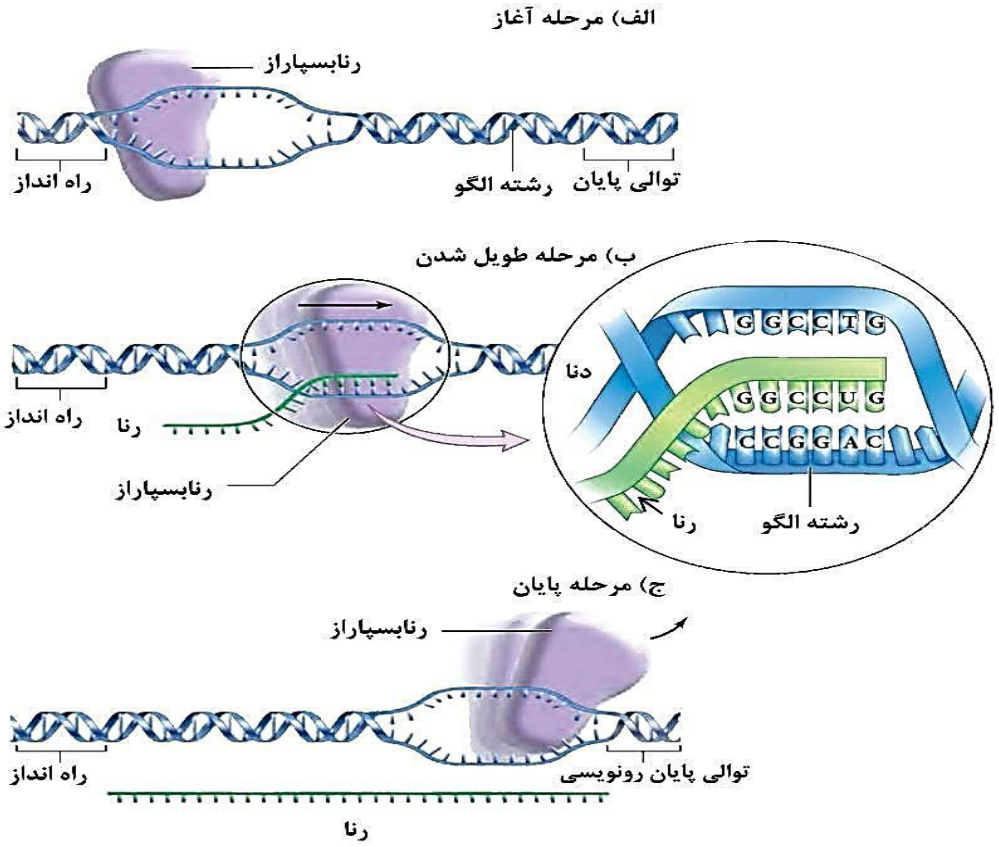
مرحله پایان

در دنا توالی‌های ویژه‌ای به نام پایان رونویسی وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز می‌شود.
توالی پایان نیز توسط رنابسپاراز رونویسی می‌شود.
رنای تولید شده ابتدا از دنا و رنابسپاراز جدا می‌شود.
آنزیم از مولکول دنا جدا می‌شود.
دو رشته دنا با پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند.
همانند مرحله قبل پیوندهای هیدروژنی بین رنا و دنا هم تولید و هم تخریب می‌شوند.

فقط در مرحله آغاز، پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا تجزیه نمی‌شود.
در هر سه مرحله، شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌های هر نوکلئوتید و تشکیل پیوند هیدروژنی و فسفودی‌استر صورت می‌گیرد.
رنابسپاراز برخلاف دنابسپاراز، قدرت ویرایش و تجزیه پیوند فسفودی‌استر ندارد.


رشته الگوی رونویسی
رِنای پیک
در حال رونویسی
رشتهٔ
الگو
دنا
رِنابسپاراز
جهت رونویسی

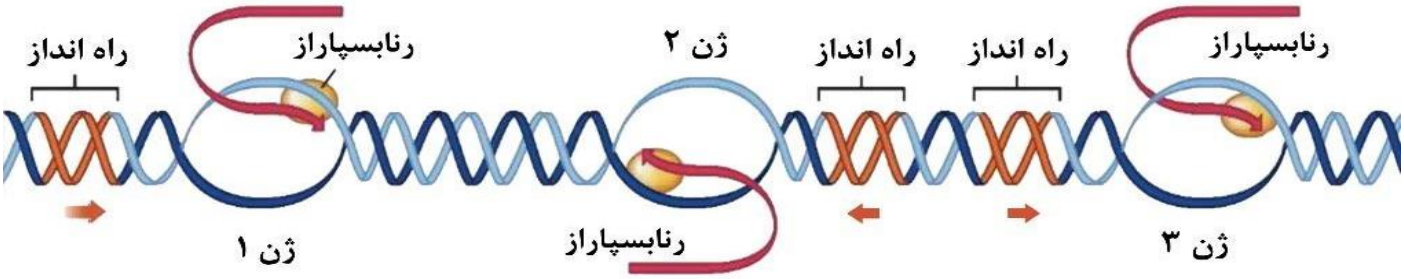
نکات شکل


الف) مرحله آغاز
رنابسپاراز
راه انداز
رشته الگو
توالی پایان
ب) مرحله طویل شدن
راه انداز
رنا
رنابسپاراز
دنا
G G C C T G
G G C C U G
C C G G A C
رنا
رشته الگو
ج) مرحله پایان
رنابسپاراز
راه انداز
توالی پایان رونویسی
رنا

نکات شکل

دو نوع رشته دنا در هر ژن در زمان رونویسی

- **رشته الگو**
  - رشته دنا که مکمل رنای رونویسی شده است را رشته الگو می‌گویند.
  - در یک مولکول دنا رشته مورد رونویسی یک ژن، ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن‌های دیگر یکسان یا متفاوت باشد.
- **رشته رمزگذار**
  - به رشته مکمل رشته الگو در مولکول دنا، رشته رمزگذار گفته می‌شود.
  - توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنایی است که از روی رشته الگوی آن ساخته می‌شود.
  - تفاوتی با رنا در نوکلئوتیدهای آن از نظر قند دارد ولی در مورد باز آلی، فقط به جای نوکلئوتید تیمین در دنا، نوکلئوتید یوراسیل‌دار در رنا قرار دارد.
- در یک مولکول دنا، ژن‌هایی که رشته الگوی یکسانی دارند، جهت رونویسی یکسانی هم دارند (مثل ژن ۱ و ۳).
- اگر بین دو ژن، راه‌اندازی وجود نداشته باشد (مثل ژن ۱ و ۲) ← جهت رونویسی آن‌ها متفاوت است ← رشته الگوی متفاوت دارند.
- اگر بین دو ژن، دو راه‌انداز وجود داشته باشد (مثل ژن ۲ و۳) ← جهت رونویسی آن‌ها متفاوت است ← رشته الگوی متفاوت دارند.
- اگر بین دو ژن، یک راه‌انداز وجود داشته باشد ← جهت رونویسی یکسانی دارند ← رشته الگوی یکسانی نیز دارند.



رنای در حال رونویسی

* تفاوت‌های همانندسازی و رونویسی:

	همانندسازی	رونویسی
۱- تعداد رشته الگو	۲	۱
۲- تعداد رشته‌های حاصل	۲	۱
۳- نوع مولکول حاصل	DNA	RNA
۴- نوع نوکلئوتید پیش‌ساز	دئوکسی ریبونوکلئوتید	ریبونوکلئوتید
۵- جهت	دوجهتی	یک جهتی
۶- بخشی از DNA که الگو است	کل مولکول	بخشی از مولکول
۷- مکمل A	T	u
۸- نوع آنزیم	DNA پلی‌مراز - هلیکاز	RNA پلی‌مراز
۹- تعداد دفعات در چرخه سلولی	۱ بار S	چند بار

نکات مربوط به حباب رونویسی

تغییرات رنای پیک

در یوکاریوت‌ها، رنای ساخته شده در هسته با رنای فعال سیتوپلاسمی آن، تفاوت‌هایی دارد.

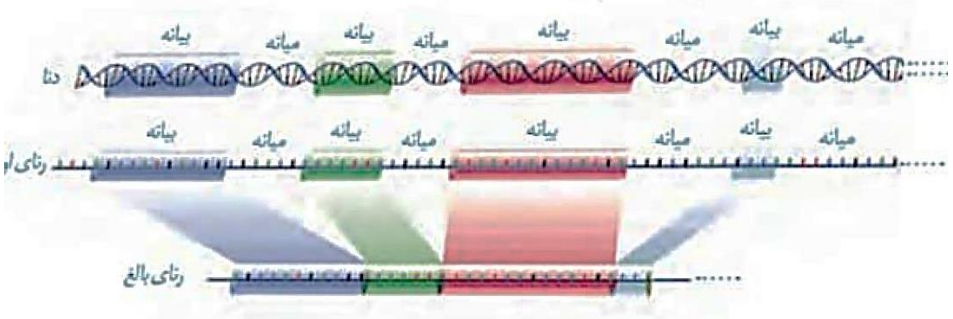
انواع
- تغییرات در حین رونویسی
- **تغییرات پس از رونویسی**
  - پیرایش یکی از این تغییرات است که بخش‌هایی از مولکول‌های رنای پیک به نام رونوشت‌های اینترون حذف می‌شوند.
  - اتصال برخی رناهای کوچک به رنای پیک برای جلوگیری از فعالیت ترجمه ریبوزوم‌ها (رناتن‌ها)

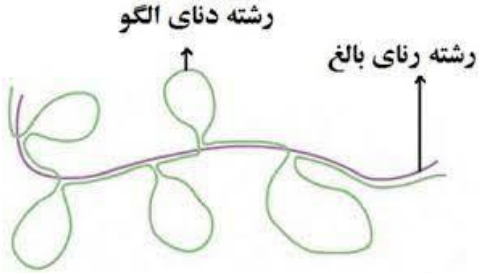
نکات پیرایش رنای پیک
- رنای ساخته شده در رونویسی هسته یوکاریوت‌ها با رنایی که در سیتوپلاسم آن‌ها وجود دارد، تفاوت‌هایی دارد.
- در بعضی ژن‌ها مشاهده می‌شود که RNA پیک سیتوپلاسمی از نمونه هسته‌ای آن کوتاه‌تر است.
- در حقیقت برخی قسمت‌های رونویسی شده، در هسته طی فرآیندی به نام پیرایش حذف می‌شوند.

محققین با مجاور قرار دادن
- رنای پیک اولیه رونویسی شده هسته با رشته الگوی آن در دنا ← متوجه شدند که کاملاً مکملند و به هم متصل می‌شوند.
- رنای پیک بالغ سیتوپلاسمی با رشته الگوی آن در دنا
  - متوجه شدند که برخی قسمت‌های دنا به صورت حلقه درمی‌آیند و مکمل نیستند.
  - به قسمت‌های حلقه شده دنا، توالی‌های اینترون یا میانه می‌گویند.

تعاریف
- اینترون (میانه) ← بخشی از ژن در مولکول دنا که رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده است.
- اگزون (میانه) ← سایر بخش‌های ژنی مولکول دنا که رونوشت آن‌ها حذف نمی‌شود.
- رنای نابالغ یا اولیه ← رنای رونویسی شده از رشته الگو که در ابتدا دارای رونوشت‌های میانه و بیانه دنا است.
- رنای بالغ ← رنایی است که فقط رونوشت‌های اگزون یا میانه دارد.

- برای حذف هر رونوشت اینترون، دو پیوند فسفودی‌استر در رنای پیک اولیه شکسته می‌شود و یکی بین رونوشت‌های اگزون مجاور ایجاد می‌شود.
- اینترون‌ها و اگزون‌ها، توالی‌هایی از یک ژن با اندازه‌های متفاوت می‌باشند.
- تمام نوکلئوتیدهای رشته الگوی اینترون و اگزون، رونویسی می‌شوند ولی سپس، تمام بخش‌های رونوشت اینترون‌ها با پیرایش حذف می‌شوند.
- عمل پروتئین‌سازی از روی بخش‌هایی از اگزون‌های باقی‌مانده در رنای پیک بالغ صورت می‌گیرد.





- برای حذف هر رونوشت اینترون، دو پیوند فسفودی‌استر در رنای پیک اولیه شکسته می‌شود و یکی بین رونویسی
- اینترون‌ها و اگزون‌ها، توالی‌هایی از یک ژن با اندازه‌های متفاوت می‌باشند.
- تمام نوکلئوتیدهای رشته الگوی اینترون و اگزون، رونویسی می‌شوند ولی سپس، تمام بخش‌های رونوشت اینترون
- عمل پروتئین‌سازی از روی بخش‌هایی از اگزون‌های باقی‌مانده در رنای پیک بالغ صورت می‌گیرد.
- میزان رونویسی از یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فراورده‌های حاصل آن بستگی دارد.
- مثال: ژن‌های سازنده رنای رناتنی در یاخته‌های تازه تقسیم شده بسیار فعال‌اند ← این یاخته‌ها باید rRNA زیادی بسازند.
- ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن باعث می‌شود که در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازه رناها از اندازه کوتاه به بلند دیده شود.
- در رونویسی هم‌زمان تعداد زیادی از یک نوع رنا از یک ژن، رناهایی که اندازه بلندتری دارند به توالی پایان نزدیک‌ترند.

نکته

توجه داشته باشید که در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل تغییر در ظاهر یاخته‌های فاقد هسته بدن به وجود می‌آید.

نکته

افراد مبتلا به کم‌خونی داسی شکل در یک جفت نوکلئوتید که متعلق به ژن هموگلوبین می‌باشد با افراد سالم دارای تفاوت‌اند.

نکته

در بدن یک فرد سالم ژن سازنده هموگلوبین فقط در گویچه‌های قرمز که جزء یاخته‌های فاقد هسته بدن هست بیان شده است.

نکته

در بیماری کم‌خونی داسی شکل، به دلیل تغییر ژنی بسیار جزئی که سبب تفاوت فرد بیمار با فرد سالم در یک جفت نوکلئوتید می‌شود، پروتئین هموگلوبین دچار تغییر می‌شود و در پاسخ به آن گویچه‌های قرمز از حالت گرد به داسی شکل تغییر می‌یابند

نکته

در مولکول دنا 4 نوع نوکلئوتید وجود دارد که تفاوتشان در نوع بازهای آلی آن‌هاست و این 4 نوع نوکلئوتید می‌تواند در قالب توالی‌های 3 نوکلئوتیدی، 64 حالت ایجاد کند که این حالت‌ها می‌توانند رمز ساخت پلی‌پپتیدهایی با 20 نوع آمینواسید را داشته باشند.

جدا شدن دو رشته دِنا در محل توالی پایان رونویسی و بسته شدن این رشته‌ها در این محل، مربوط به مرحله پایان می‌باشد.

راه‌انداز برخلاف توالی پایان دو رشته‌اش از هم جدا نشده، رونویسی نمی‌شود و جزء ژن محسوب نمی‌گردد.

تشکیل حباب رونویسی مربوط به مرحله آغاز و بسته شدن دو رشته دنا که قبلاً باز شده بودند، مربوط به مرحله طویل شدن و پایان رونویسی است.

در هر ژن، یک رشته مشخص الگوی رونویسی است و در ژن‌های مختلف یک مولکول دنا، الگوی رونویسی می‌تواند متفاوت باشد و با تغییر رشته الگو، جهت رونویسی نیز تغییر می‌کند.

توجه داشته باشید که هر ژن دارای یک رشته الگو و یک رشته رمزگذار است که هر دو رشته دارای 4 نوع دئوکسی‌ریبونوکلئوتید با بازهای آدنین، تیمین، سیتوزین و گوانین می‌باشند که با پیوندهای فسفودی‌استر به یکدیگر وصل شده‌اند و مکمل یکدیگر می‌باشند با این تفاوت که رشته الگو به عنوان الگوی رونوسی رنا مورد استفاده قرار می‌گیرد اما روی رشته رمزگذار، ساخته رنا صورت نمی‌پذیرد.

توالی بازهای آلی رشته رمزگذار یک ژن کاملاً مشابه با توالی رنای ساخته شده از روی آن ژن است با این تفاوت که به جای باز آلی تیمین دررشته رمزگذار، باز آلی یوراسیل در رنا وجود دارد

.

توجه داشته باشید که در هر ژن فقط یکی از دو رشته به عنوان الگوی رونویسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در یک مولکول دنا چنین چیزی صادق نیست یعنی برای تعدادی از ژن‌ها، یک رشته و برای سایر ژن‌ها، رشته دیگر، الگو محسوب می‌شود.

جهت رونویسی در هر ژن یک سویه و از سمت راه‌انداز به سمت توالی پایان رونویسی است. اما در یک مولکول دنا جهت رونویسی، می‌تواند در جهات متفاوتی باشد.

نکته

در هسته یوکاریوت‌ها، رنای رونویسی شده از رشته الگو، در ابتدا دارای رونوشت‌های میانه دنا است. به این رنا، رنای نابالغ یا اولیه گفته می‌شود. با حذف این رونوشت‌ها از رنای اولیه و پیوستن بخش‌های باقی‌مانده به هم که پیرایش نامیده می‌شود و در هسته صورت می‌پذیرد، رنای بالغ ساخته می‌شود.

نکته

توجه داشته که فرایند پیرایش یکی از فرایندهایی است که به منظور بلوغ رنای پیک صورت می‌پذیرد و این مولکول‌ها به منظور بالغ شدن تغییرات دیگری نیز می‌یابند.

نکته

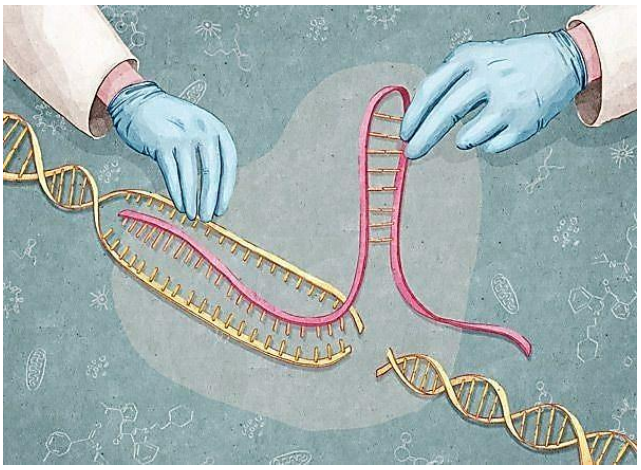
به منظور وقوع پیرایش رنای اولیه، برای حذف رونوشت هر میانه (اینترون) و اتصال رونوشت بیانه‌ها (اگزون) به یکدیگر دو پیوند فسفودی‌استر شکسته شده و یکی تشکیل می‌شود.

نکته

اگر یک رنای پیک بالغ را در مجاورت رشته الگوی آن قرار دهیم، بخش‌های مکمل دو رشته در کنار هم قرار می‌گیرند و بخش‌هایی که همان میانه‌ها هستند و فاقد مکمل می‌باشند به صورت حلقه‌هایی بیرون از مولکول دو رشته‌ای قرار می‌گیرند.

نکته

فرایند بلوغ رنا یعنی تبدیل رنای نابالغ یا اولیه به رنای بالغ، در هسته یاخته‌های یوکاریوتی صورت می‌پذیرد. بنابراین رناهای نابالغ فقط در هسته و رناهای بالغ در هسته و سیتوپلاسم یاخته‌های یوکاریوتی دیده می‌شوند.



نکته

پیرایش: 1- روی RNA است. 2- هم تخریب و هم تشکیل پیوند فسفودی‌استر دارد. 3- مخصوص یوکاریوت‌هاست. 4- فقط در هسته است.

اما ویرایش: 1- روی DNA است. 2- فقط تخریب پیوند فسفودی‌استر دارد. 3- در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌هاست. 4- هم در هسته و هم در سیتوپلاسم است.

نکته

اگر گفته شود در ژن‌های یوکاریوتی حذف اینترون‌ها فقط در هسته صورت می‌پذیرد، جمله غلطی مطرح شده است چون در پیرایش رونوشت اینترون‌ها در RNA حذف می‌شود، نه اینترون‌های DNA.

نکته

اغلب آنزیم‌ها از جنس پروتئین بوده، توسط ریبوزوم ساخته می‌شوند، دارای پیوند پپتیدی و 20 نوع آمینواسید به عنوان مونومر هستند؛ اما بعضی از آنزیم‌ها از جنس رنا می‌باشند، توسط رنابسپاراز ساخته می‌شوند، دارای پیوندهای فسفودی‌استر و 4 نوع نوکلئوتید به عنوان مونومرند.

نکته

در مراحل طویل شدن و پایان رونویسی دو رشته دنا از هم باز و به هم متصل می‌شوند [شکسته شدن و تشکیل پیوند هیدروژنی]، همچنین رشته رنای در حال ساخت و نیز رشته الگوی دنا نیز به هم متصل و از هم جدا می‌شوند [تشکیل و شکسته شدن پیوند هیدروژنی] اما در مرحله آغاز رونویسی دو رشته دنا در بخش کوچکی از یکدیگر جدا می‌شوند [شکسته شدن پیوند هیدروژنی] و رشته رنای کوتاه در حال ساخته و رشته دنا در بخش کوتاهی به هم متصل می‌شوند [تشکیل پیوند هیدروژنی] اما جدا شدن آنها از یکدیگر در مرحله بعدی صورت می‌گیرد.

نکته

توجه داشته باشید که همه رناها محصول رونویسی‌اند، پیوند فسفودی‌استر، قند ریبوز و بازهای آلی آدنین، سیتوزین، گوانین و یوراسیل دارند و همگی توسط آنزیم رنابسپاراز ساخته می‌شوند اما نمی‌توان گفت همه رناها خاصیت آنزیمی دارند یا همه آنها قابل ترجمه‌اند و یا هر رنا، دارای کدون (رمزه) یا آنتی‌کدون (پادرمزه) می‌باشد.

نکته

جنس ساختاری که در زمان ساخته شدن همزمان چند رنا از روی یک ژن به وجود می‌آید نوکلئوپروتئینی است و از 28 نوع مونومر تشکیل شده است [4 نوع مونومرهای دنا + 4 نوع مونومرهای رناهای در حال تشکیل + 20 نوع آمینوسیدهای رنابسپارازها] در این ساختار رناهای در حال ساخته همگی از یک نوع هستند و با سرعت یکسانی ساخته می‌شوند ولی چون رونویسی‌شان در زمان‌های متفاوتی نسبت به هم آغاز شده است طول‌های مختلفی دارند به گونه‌ای که راه‌انداز به رناهای کوتاه‌تر و توالی پایان رونویسی به رناهای بلندتر، نزدیک‌تر است.

نکته

در همه یاخته‌های هوهسته‌ای فقط بخش‌هایی از انواع محصولات اولیه یک نوع از رنابسپارازها، ترجمه می‌شوند.

نکته

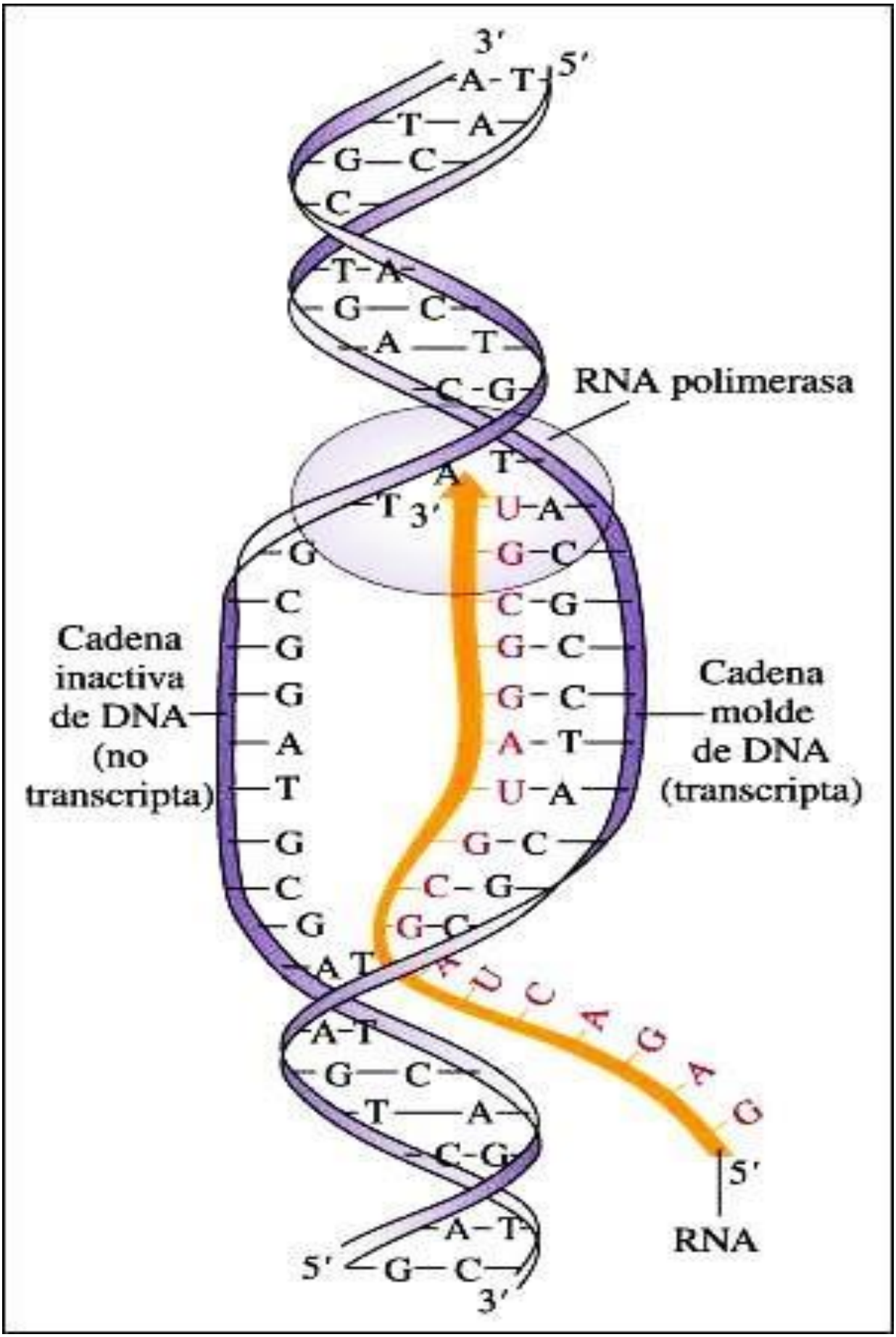
محل ساخت و فعالیت رنابسپارازهای پروکاریوتی مشابه و محل ساخت و فعالیت رنابسپارازهای 1، 2 و 3 متفاوت است و از آنجا که رونویسی ژن هر پروتئین یوکاریوتی با رنابسپاراز 2 صورت می‌گیرد بنابراین رنابسپاراز 2 و رنابسپاراز پروکاریوتی، آنزیم‌هایی هستند که رونویسی ژن‌های خودشان را انجام می‌دهند.

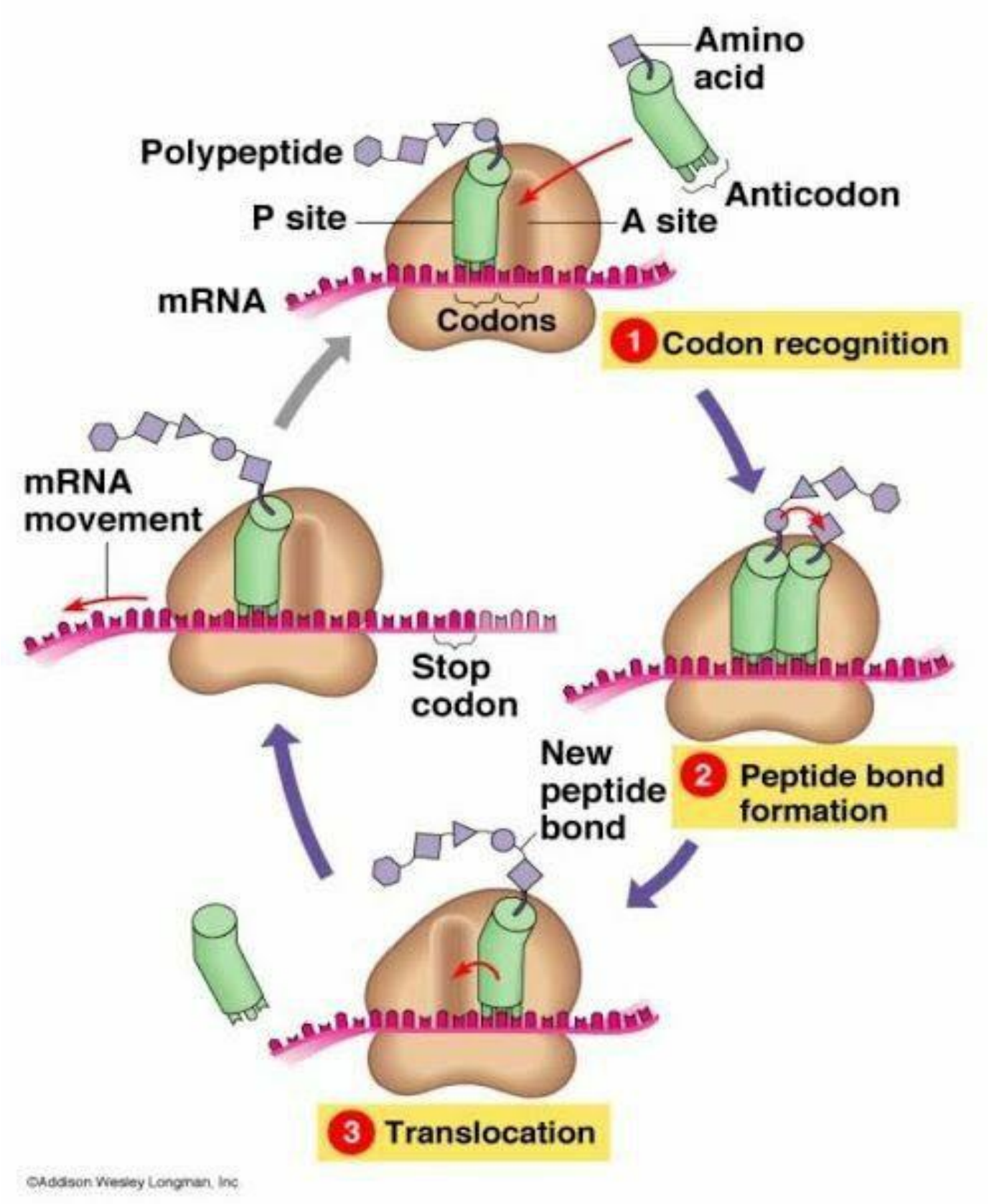
نکته

رنابسپاراز های 1 و2 و 3 جزء پروتئین هایی‌اند که توسط ریبوزوم های آزاد دریاخته ساخته می‌شوند نه ریبوزوم های متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی!

نکته

توجه داشته باشید هر چند محصول همه رنابسپارازها جنس ریبونوکلئوتیدی دارند اما همهٔ این محصولات ترجمه نمی شوند در واقع رناهای حاصل از عملکرد رنابسپارازهای ۱ و ۳ یعنی رناهای رناتنی و رناهای ناقل، ترجمه نمی شوند و تنها رناهای پیک (mRNA)که محصول عملکرد رنابسپاراز ۲ هستند، قابل ترجمه می باشند


3′
5′
A-T
T—A
G—C
C
T-A
G—C
A—T
C-G
RNA polimerasa
A
T
T
3′
U-A
G-C
C-G
G-C
G-C
A-T
U-A
G-C
C-G
G-C
Cadena inactiva de DNA (no transcripta)
Cadena molde de DNA (transcripta)
G
C
G
G
A
T
G
C
G
A T
A U C A G A G
A-T
G—C
T—A
C-G
A-T
5′ G—C
3′
5′
RNA


Amino acid
Polypeptide
Anticodon
P site
A site
mRNA
Codons
1 Codon recognition
mRNA movement
Stop codon
New peptide bond
2 Peptide bond formation
3 Translocation
©Addison Wesley Longman, Inc

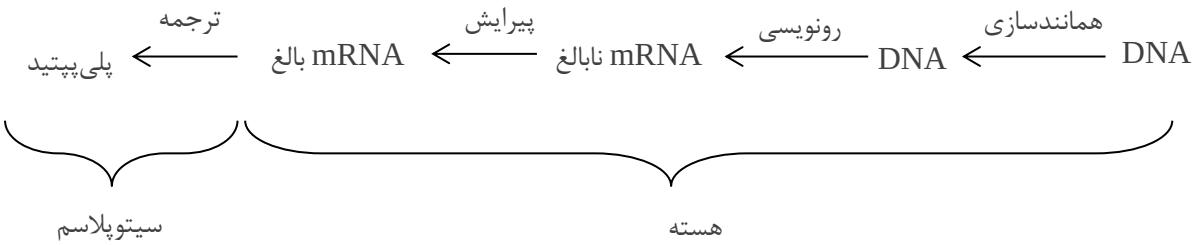
فصل 2
گفتار2: به سوی پروتئین

«اصل فرایند ترجمه و تعاریف مربوط به آن»

- ترجمه: به ساخته شدن پلی‌پپتید از روی اطلاعات RNA پیک یا mRNA ترجمه گفته می‌شود.

✓ پلی‌پپتیدها از مهمترین فرآورده‌های ژن (DNA) هستند.

✓ پلی‌پپتید یعنی یک پلی‌مر که از تکرار آمینواسیدها بوجود آمده ← ممکن است یک رشته پلی‌پپتید خودش یک pro بسازد یا چند رشته پلی‌پپتید بهم پیچ و تاب بخورد و با هم یک pro بسازد.



- کدون (رمزه): توالی‌های 3 نوکلئوتیدی mRNA که تعیین‌کننده یک آمینواسید خاص بوده و این کدون‌ها در جاندارن یکسانند به معنی این می‌باشد که آمینواسیدها در جانداران یکسانند اما اتصال‌های متفاوت آنها در زنجیره پلی‌پپتید براساس دستورات DNA تعیین‌کننده تفاوت آنهاست.

در سلول 64 نوع کدون وجود دارد.

۴ × ۴ × ۴ = ۶۴

A	A	A
U	U	U
C	C	C
G	G	G

- کدون پایان: رمزه‌هایی که هیچ آمینواسیدی را رمز نمی‌کنند و حضور آنها در mRNA باعث پایان یافتن عمل ترجمه می‌شد.

✓ کدون‌های قابل ترجمه 61 کدون می‌باشد.

UGA
UAG ⇐ با هم می‌گن یوهاها
UAA

$۶۴ - ۳ = ۶۱$

- کدون آغاز یا AUG: کدونی که ترجمه از آن آغاز می‌شود و خودش معرف و حامل میتونین نیز می‌باشد.

✓ اگر به بیشتر بدانید ص 28 کتاب دقت کنید، گاهی چند کدون (که اکثراً در حرف آخر فقط فرق دارند) معرف یک آمینواسید می‌باشد.

بدانیم

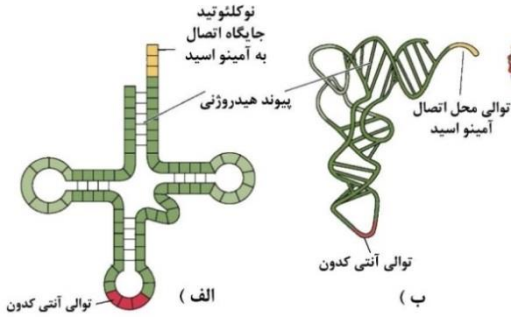
- پلی‌پپتیدها از مهم‌ترین فراورده‌های ژن‌ها هستند که اعمال مختلفی را در بدن انجام می‌دهند.
- از روی توالی دنا، رونویسی رنا و از روی رنا با فرایند ترجمه، پلی‌پپتید حاصل می‌شود.
- ترجمه ⟵ به ساخته شدن پلی‌پپتید از روی اطلاعات رنای پیک گفته می‌شود.

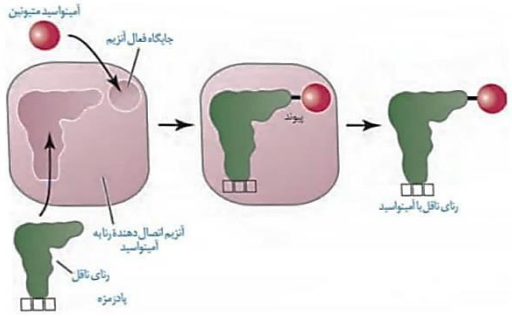
پروتئین‌سازی در مناطق دارای ریبوزوم فعال صورت می‌گیرد.

- بستره راکیزه
- بستره سبزدیسه
- ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم
- روی شبکه آندوپلاسمی

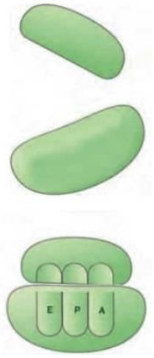
عوامل لازم در ترجمه

- **آمینواسیدها** — ۲۰ نوع آن‌ها در ساختار پلی‌پپتیدها به کار می‌روند.
- **رناهای ناقل**
  - پس از رونویسی دچار تغییراتی می‌شود
    - تاخوردگی اولیه
      - برخی مناطق آن پیوند هیدروژنی دارد.
      - با تشکیل پیوند هیدروژنی روی خود تا می‌خورد.
    - ساختار سه بعدی ← تاخوردگی بیشتر
    - هر دو ساختار دارای توالی آنتی‌کدون بدون پیوند هیدروژنی می‌باشند.
    - در هر دو ساختار توالی محل اتصال آمینواسید وجود دارد.
  - **ساختار**
    - محل اتصال آمینواسید در یک سمت آن می‌باشد.
    - پادرمزه (آنتی کدون)
      - ۶۱ نوع مختلف می‌باشند.
      - عامل تمایز tRNAها می‌باشند.
      - حاوی سه نوکلئوتید هستند.
      - روبه‌روی رمزه‌های مربوط به آمینواسیدها قرار می‌گیرند و با آن‌ها پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند.
    - به جز توالی پادرمزه (آنتی کدون) سایر قسمت‌ها در همه tRNAها، توالی مشابهی دارند.
  - تعداد انواع پادرمزه از رمزه کمتر است (برای رمزه‌های پایان، رنای ناقل وجود ندارد).
  - **نحوه عمل**
    - هر نوع آمینواسید، به هر نوع رنای ناقل متصل نمی‌شود.
    - آنزیم‌های ویژه‌ای وجود دارد که با تشخیص توالی پادرمزه، آمینواسید مناسب را در سیتوپلاسم به رنای ناقل متصل می‌کنند.
    - اتصال آمینواسید به tRNA، نیازمند انرژی می‌باشد.





- **رناتن**
  - درون میتوکندری، کلروپلاست روی شبکه آندپلاسمی و ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارد و فعال است.
  - محل ساخت پلی‌پپتید می‌باشد.
  - از دو زیرواحد کوچک و بزرگ تشکیل شده‌اند.
  - هر زیرواحد از رنا و پروتئین تشکیل شده است ← rRNA و پروتئین ریبوزومی دارد.
  - در ساختار کامل خود، سه جایگاه به نام P، A و E دارد.
- **رنای پیک**
  - توالی‌های سه نوکلئوتیدی رنای پیک را رمزه (کدون) می‌گویند ← این توالی‌ها تعیین می‌کنند که کدام آمینواسید در ساختار پلی‌پپتید قرار بگیرد.
  - ۶۴ نوع رمزه وجود دارد که سه تای آن رمزه پایان هستند (UAG,UAA,UGA).
  - رمزه پایان هیچ آمینواسیدی را رمز نمی‌کند.
  - رمزه آغاز با AUG معرف آمینواسید متیونین است.
- منبع انرژی واکنش — برای تهیه پلی‌پپتید به مولکول‌های پرانرژی مانند ATP نیاز است.
- آنزیم‌ها — به صورت متنوع در ریبوزوم به فعالیت می‌پردازند.



نکته

در هر یاخته تنوع آمینواسیدها از تنوع کدون‌ها، آنتی‌کدون‌ها و tRNAها کمتر است. ضمناً نمی‌توان گفت هر کدون لزوماً با یک آنتی‌کدون شناسایی می‌شود چون کدون‌های پایان با هیچ آنتی‌کدونی شناسایی نمی‌شوند. به علاوه بسیاری از آمینواسیدها بیش از یک کدون و بعضی تنها یک کدون دارند.

نکته

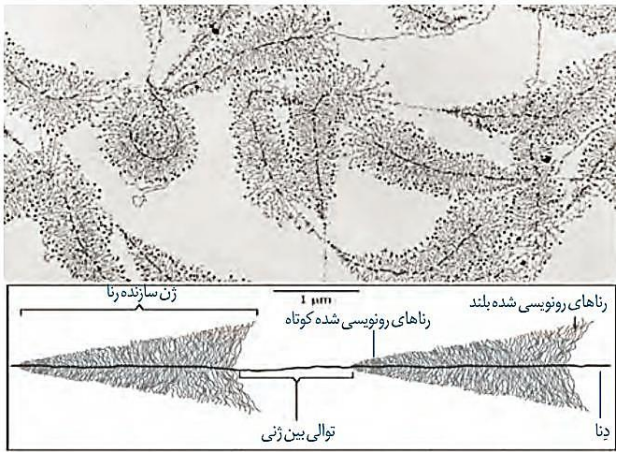
هر رنای ناقل (tRNA) تنها مسئول حمل یک نوع آمینواسید به درون ریبوزوم است اما یک آمینواسید می‌تواند توسط رناهای ناقل مختلفی به درون ریبوزوم، حمل شود.

نکته

درون هیچ یاخته‌ای پادرمزه‌های (آنتی‌کدون‌های) مکمل رمزه‌های پایان یعنی آنتی‌کدون‌های AUU، AUC و ACU وجود ندارند.

نکته

ساختارهای تاخوردگی اولیه و سه بعدی رنای ناقل، با تاخوردن رنای تک‌رشته‌ای و به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای مکمل آن به وجود می‌آیند.



نکته

توجه داشته باشید که ساختار رنای ناقل در حالت فعال، ساختار سه بعدی است که به دنبال تاخوردگی‌های مجدد، پس از تاخوردگی اولیه ایجاد می‌شود.

نکته

در ساختارهای تاخوردگی اولیه و سه بعدی رنای ناقل در محل‌هایی که دو رشته‌ای هستند پیوندهای هیدروژنی وجود دارند اما محل‌هایی که تک‌رشته‌ای‌اند مثل توالی محل اتصال آمینواسید و یا محل‌هایی که حالت حلقه مانند ایجاد کرده‌اند مثل توالی پادرمزه، فاقد پیوند هیدروژنی‌اند.

نکته

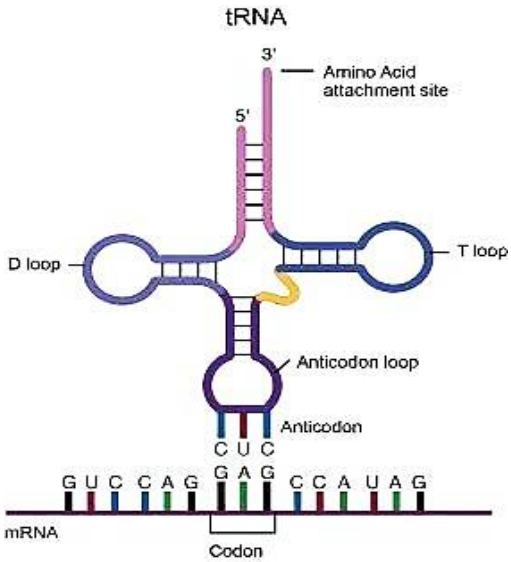
رنای ناقل در ساختار تاخوردگی اولیه دارای سه بازوی اصلی و بزرگ شامل ساقه، حلقه و یک بازوی کوچک اضافه و همچنین محلی برای اتصال آمینواسید می‌باشند که بازوی کوچک در امتداد محل اتصال آمینواسید قرار می‌گیرد.

نکته

در هر یاخته 61 نوع آنزیم ویژه برای اتصال آمینواسید به رنای ناقل وجود دارد که براساس نوع توالی آنتی‌کدون، آمینواسید مناسب را به رنای ناقل متصل می‌کند

نکته

هر یک از زیرواحدهای ریبوزوم دارای رنا و پروتئین می‌باشند بنابراین در تشکیل هر یک از این زیرواحدها در یاخته‌های یوکاریوتی رنابسپاراز 1 نقش داشته است.



نکته

در ساختار رنای ناقل بیشترین فاصله بین محل قرارگیری آمینواسید و توالی پادرمزه (آنتی‌کدون) وجود دارد.

نکته

در یاخته‌های یوکاریوتی هم محل تشکیل پیوند بین آمینواسید و رنای ناقل و هم محل شکسته شدن این پیوند درون سیتوپلاسم می‌باشد.

نکته

هر رنای حامل آمینواسید دارای 5 نوع مونومر است [4 نوع نوکلئوتید + 1 نوع آمینواسید]

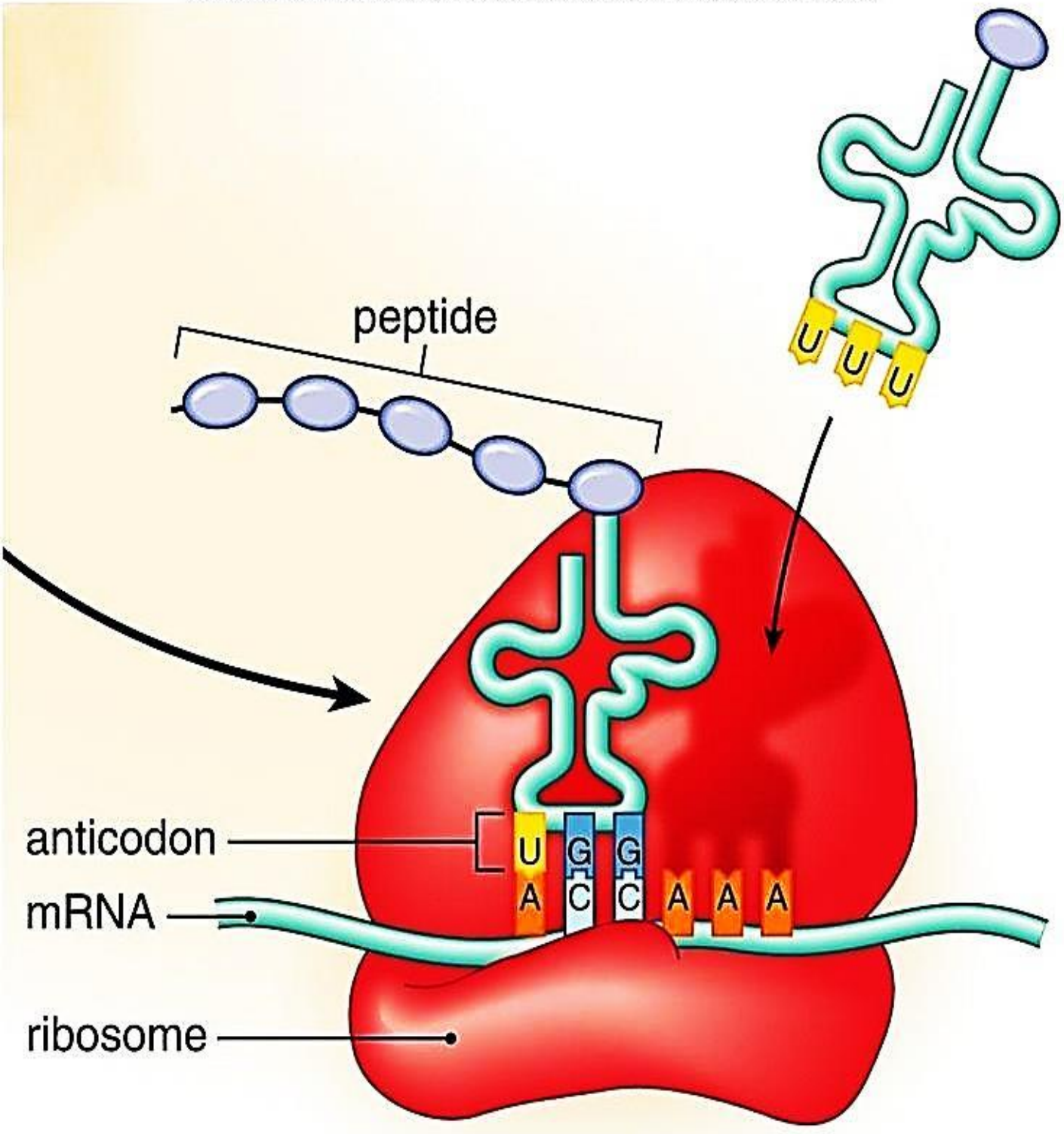
نکته

توجه داشته باشید که هر یک از انواع رنا از جمله رنای ناقل، مستقیماً از روی دنا ساخته می‌شوند بنابراین الگوی ساخت آنتی‌کدون رنای ناقل حامل آمینواسید متیونین، ATG است.

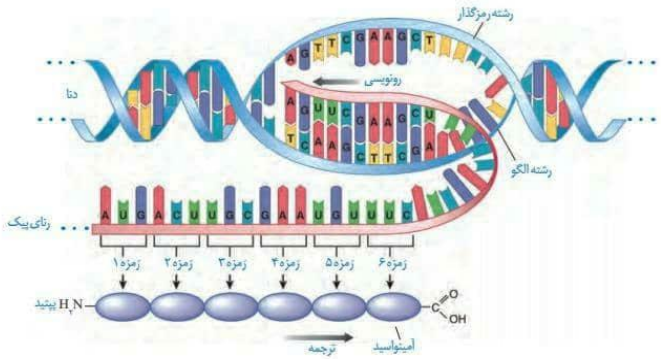
نکته

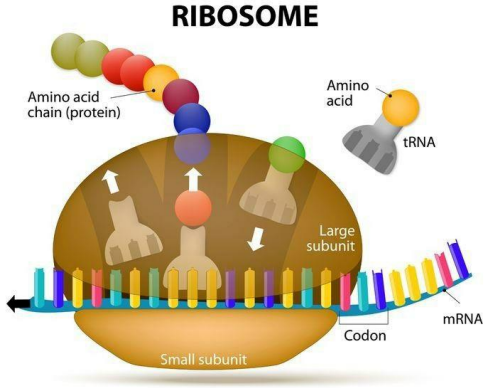
در تشکیل ساختارهای تاخوردگی اولیه و سه بعدی tRNA، پیوندهای هیدروژنی نقش دارند. ضمناً در هر دو ساختار توالی آنتی‌کدون روی حلقه است و در هر دو ساختار RNA در محل اتصال آمینواسید، تک رشته‌ای است و همچنین فاصله بین آنتی‌کدون و محل اتصال آمینواسید، بیشترین فاصله است.

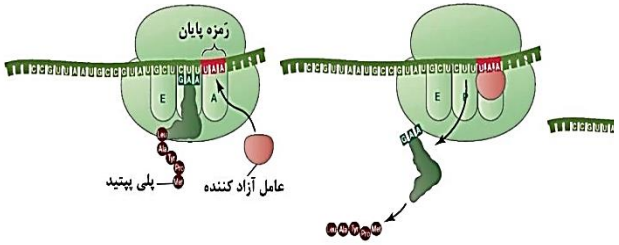
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



tRNA–amino acid at ribosome







مراحل ترجمه (فرایندی پیوسته)

- همانند رونویسی، میتوز و همانندسازی فرایندی پیوسته می‌باشد.
- تعریف ← ساخت رشته پلی‌پپتید از روی mRNA در ریبوزوم می‌باشد.

مرحله آغاز

۱- بخش‌هایی از رنای پیک، زیرواحد کوچک رناتن را به سوی رمزه آغاز، هدایت می‌کند تا کدون AUG وارد جایگاه P شود.
۲- رنای ناقل که مکمل رمزه آغاز است. به همراه آمینواسید متیونین وارد ریبوزوم در جایگاه P می‌شود.
۳- زیرواحد بزرگ رناتن به این مجموعه اضافه شده و ساختار رناتن کامل می‌شود.

نکات

- در این مرحله جایگاه P در رناتن محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینواسید متیونین است.
- جایگاه A و E خالی می‌مانند.
- در این مرحله، درون ریبوزوم فقط پیوند هیدروژنی در جایگاه P بین کدون و آنتی‌کدون برقرار می‌شود.
- دراین مرحله، قبل از کامل شدن شکل ریبوزوم، اولین رمزه در جایگاه P ترجمه می‌شود.

مرحله طویل شدن

۱- رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه A رناتن می‌شوند ولی فقط رنایی که مکمل رمزه جایگاه A است، استقرار پیدا می‌کند.
۲- آمینواسید جایگاه P از رنای ناقل خود جدا می‌شود و با آمینواسید جایگاه A پیوند پپتیدی برقرار می‌کند.
۳- رناتن به اندازه یک رمزه به سوی رمزه پایان پیش می‌رود.
۴- رنای ناقل حامل رشته دی‌پپتیدی در جایگاه P قرار می‌گیرد.
۵- جایگاه A خالی می‌شود تا پذیرای رنای ناقل بعدی باشد.
۶- رنای ناقل بدون آمینواسید نیز در جایگاه E قرار می‌گیرد و سپس از این جایگاه با شکستن پیوند هیدروژنی خارج می‌شود.
۷- این مراحل تکرار می‌شود و طول زنجیره آمینواسیدی بیشتر می‌شود تا رناتن به یکی از رمزه‌های پایان برسد.

نکات

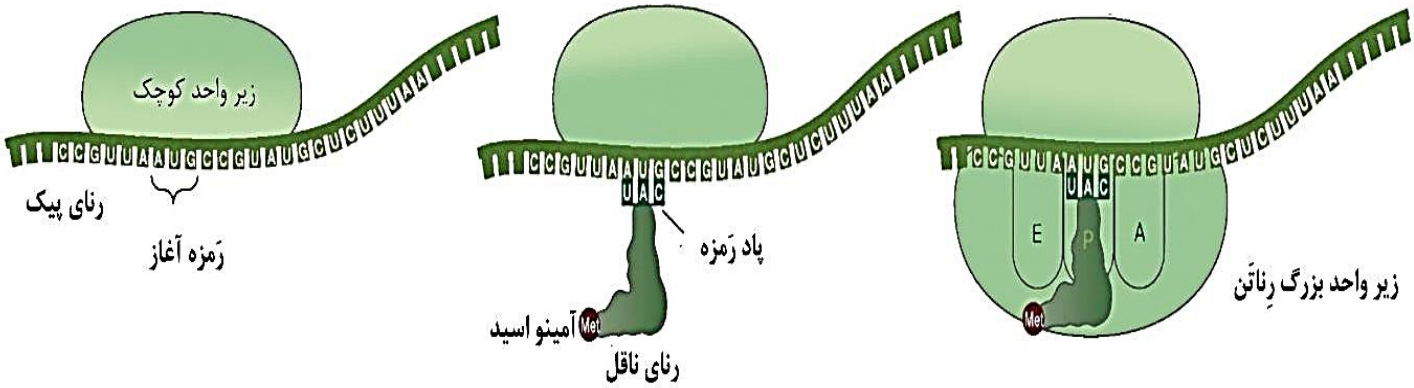
- در این مرحله، پیوند اشتراکی بین tRNA و آمینواسید در جایگاه P شکسته می‌شود.
- در این مرحله، پیوند اشتراکی پپتیدی بین آمینواسیدها در جایگاه A تشکیل می‌شود.
- در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه در جایگاه A تشکیل می‌شود.
- در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه در جایگاه E شکسته می‌شود.
- تنها مرحله‌ای از ترجمه است که دو tRNA در ریبوزوم وجود دارد.
- در این مرحله ضمن حرکت رناتن، پلی‌پپتید از جایگاه A به P منتقل می‌شود و جایگاه A خالی می‌شود.
- در ابتدای این مرحله، کدون آغاز در جایگاه P قرار دارد.
- در انتهای این مرحله، کدون پایان در جایگاه A قرار دارد.

مرحله پایان

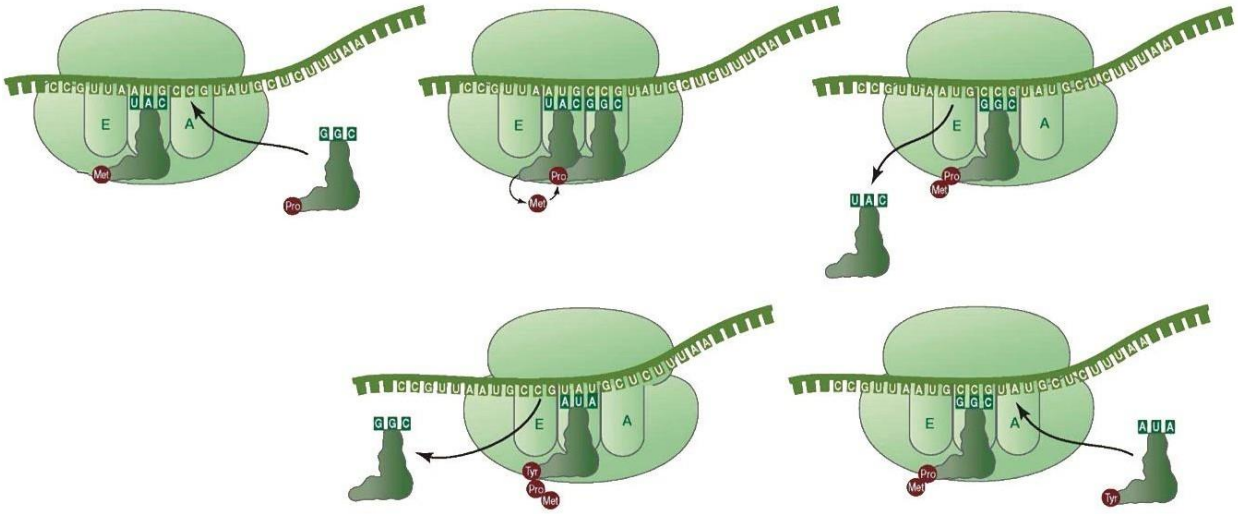
۱- رنای ناقل جدیدی وارد جایگاه A که رمزه پایان دارد، نمی‌شود.
۲- عوامل پروتئینی آزادکننده وارد جایگاه A می‌شوند و رمزه پایان را شناسایی می‌کنند.
۳- پلی‌پپتید، توسط عوامل آزادکننده از رنای ناقلی در جایگاه P جدا می‌شود.
۴- در نهایت زیر واحدهای رناتن‌ها از هم جدا و رنای پیک آزاد جدا می‌شوند.
۵- زیرواحدهای رناتن دوباره برحسب نیاز یاخته می‌توانند از روی این mRNA به ترجمه بپردازند.

نکات

- در این مرحله پیوند پپتیدی و هیدروژنی جدید تشکیل نمی‌شود.
- در این مرحله، tRNA انتهایی با شکسته شدن پیوند هیدروژنی از جایگاه P خارج می‌شود.
- همانند مرحله آغاز، فقط جایگاه P حاوی tRNA می‌باشد.
- در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه و پیوند اشتراکی tRNA و آمینواسید در جایگاه P شکسته می‌شود.



نکات مرحله اغازین



نکات مرحله طویل شدن

به خلاصه میگیم سرعتی:

الف) وقایع مرحله آغاز:

1- اتصال زیرواحد کوچک رناتن به رنای پیک

2- هدایت زیرواحد کوچک رناتن به سوی رمزه آغاز توسط بخش‌هایی از رنای پیک

3- ورود رنای حامل آمینواسید متیونین و دارای پادرمزه UAC به جایگاه P رناتن و تشکیل 7 هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه

4- افزوده شدن زیرواحد بزرگ رناتن به مجموعه قبلی و تشکیل ساختار رناتن.

ب) وقایع مرحله طویل شدن:

1- ورود رناهای ناقل مختلف به جایگاه A رناتن و ترک این جایگاه در صورت عدم وجود رابطه مکملی

2- استقرار رنای ناقلی که پادرمزه آن مکمل رمزه جایگاه A است.

3- جداشدن آمینواسید جایگاه P از رنای ناقل خود

4- برقراری پیوند پپتیدی بین آمینواسید[های] جداشده از رنای ناقل جایگاه P با آمینواسید متصل به رنای ناقل جایگاه A رناتن

5- حرکت رناتن به اندازه یک رمزه به سوی رمزه پایان که همزمان با آن رنای ناقل حامل پپتید از جایگاه A خارج شده و در جایگاه P قرار می‌گیرد و جایگاه A خالی می‌شود ضمناً رنای ناقل بدون آمینواسید نیز در جایگاه E قرار می‌گیرد.

6- خروج رنای بدون آمینواسید از جایگاه E، [شکسته شدن پیوند هیدروژنی]

1) ورود رناهای ناقل مختلف به جایگاه A رناتن و ترک این جایگاه در صورت عدم وجود رابطه مکملی

2) استقرار رنای ناقلی که پادرمزه آن مکمل رمز جایگاه A است.

3) و...

ج) وقایع مرحله پایان:

1- ورود یکی از رمزه‌های پایان ترجمه به جایگاه A

2- اشغال جایگاه A توسط پروتئین‌هایی به نام عامل آزادکننده

3- جدا شدن پلی‌پپتید از آخرین رنای ناقل و همچنین جداشدن زیرواحدهای رناتن از هم و آزاد شدن رنای پیک توسط عامل آزادکننده.

نکته

وقایع زیر مخصوص به مرحله آغاز است:

1- تکمیل ساختار رناتن

2- تشکیل پیوند هیدروژنی در جایگاه P رناتن

3- ورود رنای ناقل از بیرون رناتن به جایگاه P آن ترجمه رمزه آغاز

نکته

وقایع زیر مخصوص به مرحله طویل شدن است:

1- ورود رنای ناقل به جایگاه A رناتن

2- تشکیل پیوند هیدروژنی در جایگاه A رناتن

3- حرکت رناتن در امتداد رنای پیک

4- برقراری پیوند پپتیدی

5- قرارگیری همزمان دوپادرمزه درون رناتن

6- ترجمه همه رمزه‌های قابل ترجمه، به جز رمزه آغاز

7- خروج رنای ناقل از جایگاه E ریبوزوم

8- شکسته شدن پیوند هیدروژنی در جایگاه E رناتن

تشکیل و شکسته شدن پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه 10 خروج رنای ناقل از جایگاه A ریبوزوم [منظور رنای ناقلی است که وارد جایگاه A می‌شود اما چون مکمل رمزه موجود در این جایگاه نیست، خارج می‌گردد.]

نکته

وقایع زیر مخصوص به مرحله پایان است:

1- قرارگیری هر یک از رمزه‌های پایان درجایگاه A رناتن

2- ورود عامل آزادکننده به جایگاه A رناتن و عملکرد آن

3- خروج رنای ناقل از رناتن از جایگاه P

4- شکسته شدن پیوند هیدروژنی در جایگاه P رناتن وجود همزمان 2 پروتئین در جایگاه‌های P و A.

نکته

فرایند ترجمه رمزه[ها] هم در مرحله آغاز و هم در مرحله طویل شدن صورت می‌پذیرد.

نکته

پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه، در مرحله آغاز ترجمه فقط تشکیل و در مرحله پایانِ ترجمه فقط شکسته می‌شود. اما در مرحله طویل شدنِ ترجمه، پیوندهای هیدروژنی هم تشکیل و هم شکسته می‌شوند.

نکته

در مرحله طویل شدن، خروج tRNA از جایگاه A به دو صورت امکان‌پذیر است، یکی اینکه ریبوزوم حرکت کند که سبب می‌شود tRNAی موجود در جایگاه A از آن خارج شده به جایگاه P برود و دیگر اینکه، tRNA که وارد جایگاه A می‌شود، توالی پادرمزه مکمل با رمزه جایگاه A را نداشته باشدو از آن خارج شود پس جمله «خروج tRNA از جایگاه A ریبوزوم تنها با حرکت ریبوزوم در امتداد mRNA، مقدور است» نادرست می‌باشد، اما جمله «ورود tRNAی متصل به دو یا چند آمینواسید، به جایگاه P تنها به دنبال حرکت ریبوزوم در امتداد mRNA مقدور است.» صحیح می‌باشد.

نکته

از آنجا که ساخت هر پروتئین با آمینواسید متیونین شروع می‌شود می‌توان گفت در مرحله طویل شدنِ ترجمه هر tRNAی در اتصال با چند آمینواسید، ناقل متیونین محسوب می‌شود.

نکته

ورود رنای ناقل به جایگاه P رناتن هم در مرحله آغاز و هم در مرحله طویل شدن صورت می‌پذیرد.

نکته

در زمان ترجمه قبل از تکمیل ساختار رناتن، یک رنای ناقل به جایگاه P رناتن و پس از تکمیل شدن ساختار آن، یک رنای ناقل به جایگاه A رناتن وارد می‌شود.

نکته

در زمان ترجمه، تشکیل پیوند هیدروژنی هم در جایگاه P و هم در جایگاه A صورت می‌پذیرد و شکسته شدن این پیوند هم در جایگاه P و هم در جایگاه E صورت می‌پذیرد اما شکسته شدن پیوند اشتراکی بین آمینواسید و رنای ناقل همواره در جایگاه P و تشکیل پیوند پپتیدی همواره در جایگاه A رناتن صورت می‌پذیرد.

نکته

خروج رنای ناقل فاقد آمینواسید از رناتن در مرحله طویل شدن همواره از جایگاه E و در مرحله پایان از جایگاه P صورت می‌پذیرد.

نکته

اصطلاحات A، P و E به ترتیب مربوط به آمینواسید، پپتید و اگزیت (به معنای خروج) می‌باشد.

نکته

در مرحله آغاز ترجمه فقط یک رمزه [یعنی رمزه آغاز] ترجمه می‌شود ضمناً نه پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود و نه رناتن در امتداد رنای پیک حرکت می‌کند همچنین در انتهای این مرحله سه رمزه و یک پادرمزه درون جایگاه‌های رناتن خواهیم داشت.

نکته

در هنگام حرکت رناتن به اندازه یک کدون به سمت کدون پایان، پیوند هیدروژنی شکسته یا تشکیل نمی‌شود و تنها رناهای ناقلی که در جایگاه‌های A وP قرار داشتند به ترتیب به جایگاه‌های P و E منتقل می‌شوند اما بلافاصله پس از تکمیل حرکت رناتن، رنای ناقل موجود در جایگاه E با شکسته شدن پیوند هیدروژنی از این جایگاه خارج می‌شود.

نکته

در زمان ترجمه همه رمزه‌ها از جایگاه A رناتن وارد شده و از جایگاه E آن خارج می‌شوند به جز رمزه آغازین که نمی‌تواند وارد جایگاه A ریبوزوم شود، رمزه پایان که وارد جایگاه‌های P و E رناتن نخواهد شد و رمزه ما قبل رمزه پایان که تنها وارد جایگاه E رناتن نخواهد شد.

نکته

هر 64 نوع رمزه قابل شناسایی در جایگاه A می‌باشند اما رمزه‌هایی که در جایگاه‌های P و E شناسایی می‌شوند شامل 61 نوع رمزه‌اند.

نکته

در همه‌ی یوکاریوت‌ها فقط بخش‌هایی از انواعی از محصولات اولیه‌ی یک نوع از RNA پلی‌مرازها، ترجمه می‌شوند.

ابتدا و انتهای mRNA غیرقابل ترجمه است؛ یعنی قسمت‌های قبل از رمزه آغاز و قسمت‌های بعد از رمـزه پایان، ترجمه نمی‌شوند. پس تمامی طول mRNA ترجمه نمی‌شود.

در هر یاخته فعال و زنده 3 نوع RNA وجود دارد که 2 نوع آن‌ها یعنی rRNA و tRNA ترجمه نمی‌شود.

در مرحله طویل شدن ترجمه، امکان خارج شدن tRNA از جایگاه A امکان‌پذیر است چـون ممکـن اسـت tRNAای که مکمل کدون موجود در جایگاه A نباشد، وارد این جایگـاه شـود و در ایـن صـورت از همـان جایگاه از ریبوزوم خارج می‌شود.

هم در مرحله آغاز و هم در مرحله طویل شدن ترجمه ورود tRNA به جایگاه P صـورت می‌پـذیرد کـه در مرحله آغاز از بیرون و در مرحله طویل شدن از درون ریبوزوم و از جایگاه A است.

نکته

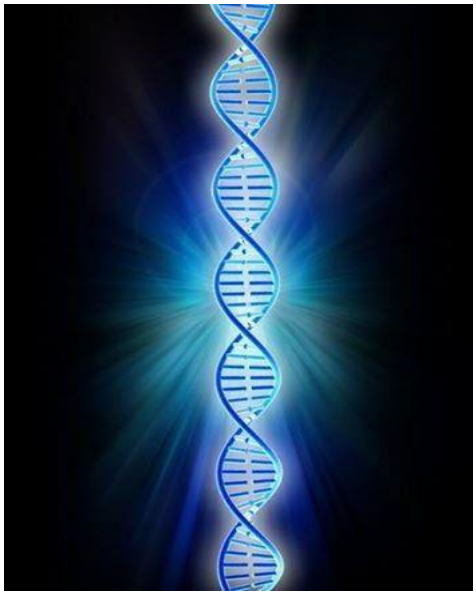
در مرحله طویل شدن tRNA می‌تواند از درون ریبوزوم و از جایگاه‌های A و E خارج شود، در مرحله پایان نیز tRNA می‌تواند از جایگاه P از ریبوزوم خارج شود.

نکته

در مرحله آغاز tRNA، از بیرون ریبوزوم به جایگاه P و در طویل شدن از بیرون ریبوزوم به جایگـاه A وارد می‌شود اما در هیچ مرحله‌ای ممکن نیست tRNA از بیرون ریبوزوم به جایگاه E وارد شود.

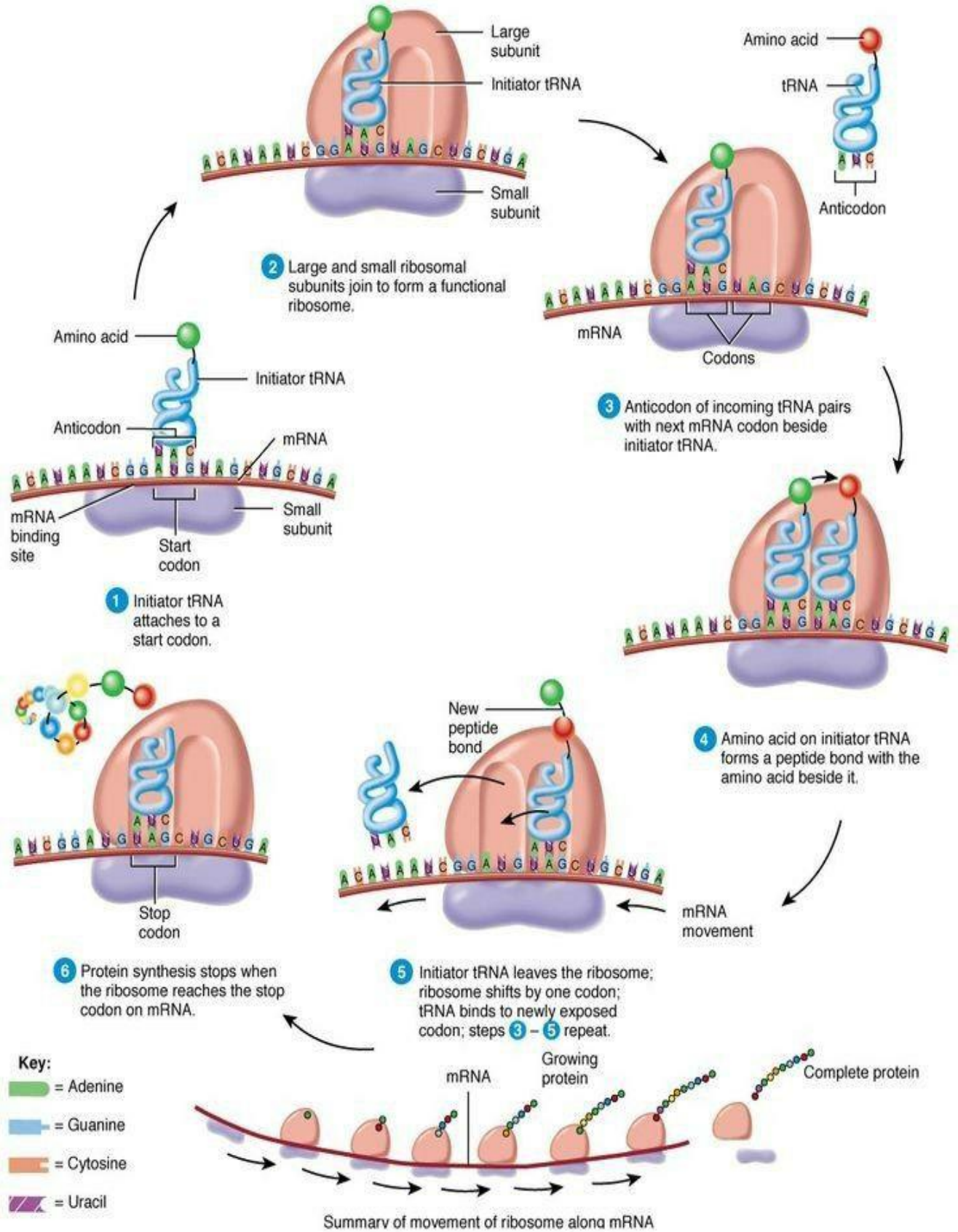
نکته

همواره آخرین آنتی‌کدون‌هایی که به جایگاه P و A ریبوزوم وارد می‌شوند، یکسان‌اند.



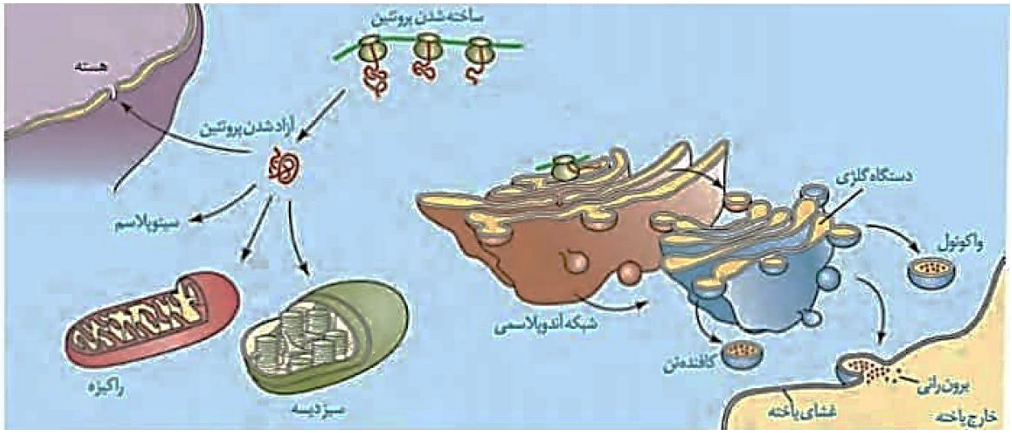
نکات ترجمه

نکات ترجمه


Large subunit
Initiator tRNA
Small subunit
2 Large and small ribosomal subunits join to form a functional ribosome.
Amino acid
tRNA
Anticodon
mRNA
Codons
3 Anticodon of incoming tRNA pairs with next mRNA codon beside initiator tRNA.
Amino acid
Initiator tRNA
Anticodon
mRNA
mRNA binding site
Small subunit
Start codon
1 Initiator tRNA attaches to a start codon.
New peptide bond
4 Amino acid on initiator tRNA forms a peptide bond with the amino acid beside it.
mRNA movement
Stop codon
6 Protein synthesis stops when the ribosome reaches the stop codon on mRNA.
5 Initiator tRNA leaves the ribosome; ribosome shifts by one codon; tRNA binds to newly exposed codon; steps 3 – 5 repeat.
Key:
= Adenine
= Guanine
= Cytosine
= Uracil
mRNA
Growing protein
Complete protein
Summary of movement of ribosome along mRNA

مرحله پروتئین‌سازی و سرنوشت آن‌ها

- در هر محلی از یاخته که ریبوزوم فعال وجود دارد، پروتئین‌سازی صورت می‌گیرد.
  - پروکاریوت‌ها ← در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم
  - یوکاریوت‌ها
    - در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم
    - درون راکیزه
    - درون سبزدیسه
    - روی شبکه آندپلاسمی
- ۱- بعضی از پروتئین‌ها، در ریبوزوم‌های روی شبکه آندپلاسمی ساخته شده و وارد این شبکه و دستگاه گلژی می‌شوند و بعد از بسته‌بندی به سوی موارد مقابل می‌روند.
  - لیزوزوم‌ها (کافنده‌تن) ← آنزیم‌های گوارشی درون‌یاخته‌ای
  - واکوئول (کریچه) ← تنظیم آب و...
  - برای ترشح به خارج یاخته ← آنزیم گوارشی
  - درون غشای یاخته ← پمپ سدیم- پتاسیم و...
- ۲- بعضی از این پروتئین‌ها که در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند
  - یا در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم می‌مانند ← آنزیم‌های گلیکولیزی و تخمیر
  - یا به هسته می‌روند ← دنابسپاراز، رنابسپاراز، هیستون و هلیکاز
  - یا به میتوکندری می‌روند ← برخی آنزیم تنفس یاخته‌ای
  - یا به پلاست‌ها می‌روند ← برخی آنزیم‌های فتوسنتزی
- هر پروتئین، براساس مقصدی که در یاخته دارد ← توالی‌های آمینواسیدی خاصی برای هدایت به مقصد دارد.



سرعت و مقدار پروتئین‌سازی

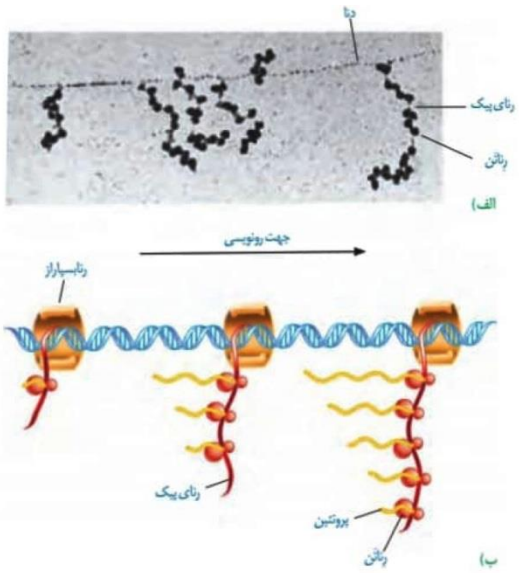
بسته به نیاز هر یاخته تنظیم می‌شود.

پروکاریوت‌ها

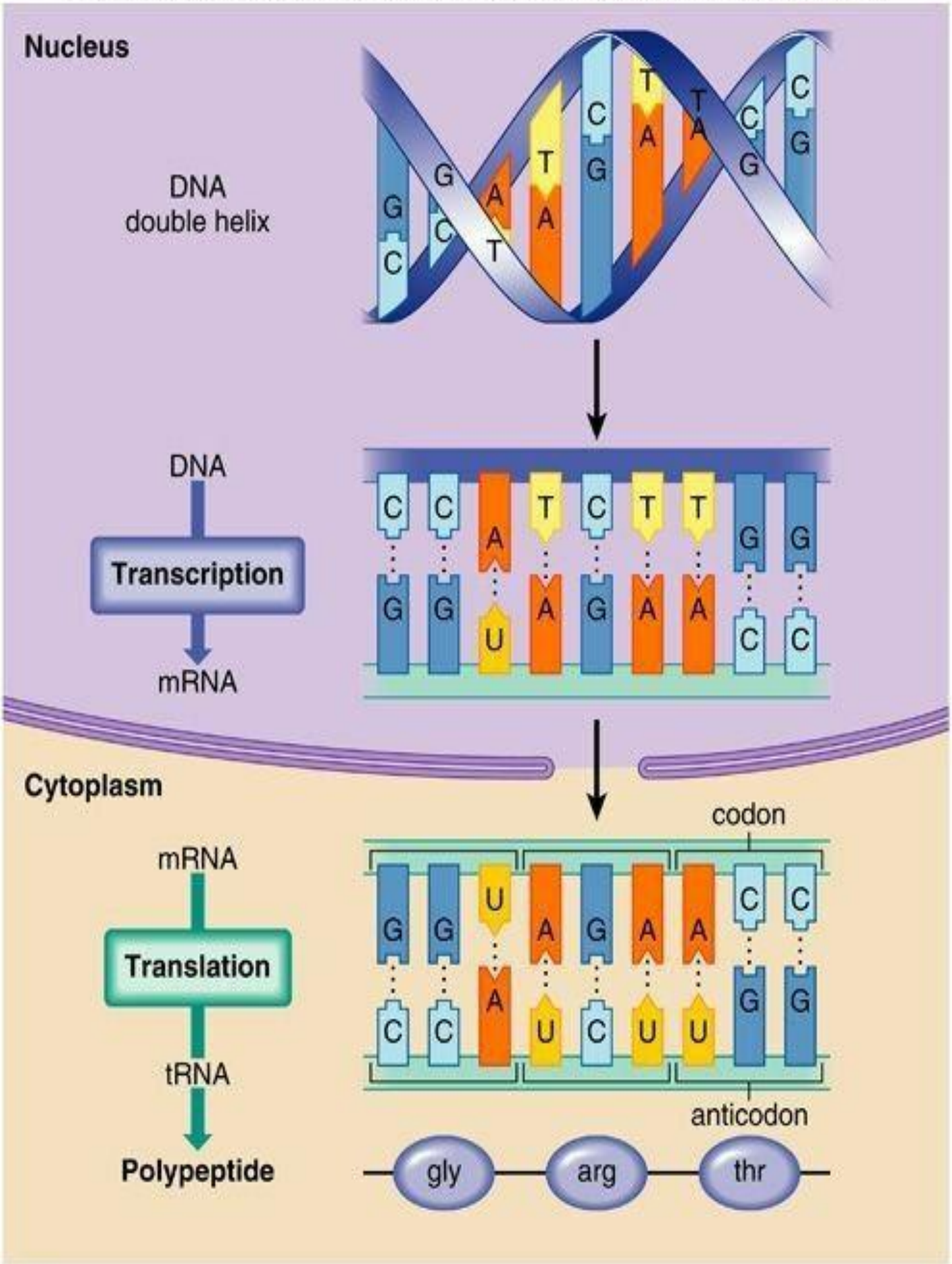
- به دلیل عدم وجود غشای هسته، پروتئین‌سازی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود ← رونویسی و ترجمه به صورت هم‌زمان دیده می‌شود.
- طول عمر رنای پیک کم است ← در مواردی یاخته آن را پایدارتر می‌کند.
- برای پروتئینی که به مقدار زیادی مورد نیاز است، ساخت پروتئین به طور هم‌زمان و پشت سر هم توسط مجموعه‌ای از رناتن‌ها انجام می‌شود تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته شود.

یوکاریوت‌ها

- در هر جانداری، می‌توان هم‌زمانی فعالیت چند مجموعه رناتن را از روی یک رنای پیک مشاهده کرد ← افزایش سرعت پروتئین‌سازی
- تجمع رناتن‌ها در این یاخته‌ها هم دیده می‌شوند.
- سازوکارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب وجود دارد ← طولانی‌تر شدن عمر رنای پیک ← فرصت بیشتر برای پروتئین‌سازی
- در این جایداران نمی‌توان هم‌زمان فرایند رونویسی و ترجمه را از روی یک رنای پیک مشاهده کرد (به جز در راکیزه و سبزدیسه).



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



فصل 2
گفتار 3: تنظیم بیان ژن

بیان ژن

- همه یاخته‌های پیکری بدن از تقسیم میتوز یاخته تخم منشأ می‌گیرند.
- یاخته‌های حاصل از تقسیم تخم، نظر فام‌تنی و ژن‌ها یکسانند ← تفاوت آن‌ها در نوع بیان ژن‌های آن‌هاست.
- در ادامه تقسیمات و رشد جنین، یاخته‌های متفاوت با اعمال مختلف حاصل می‌شوند (شکل و عملکرد متفاوت) ← این عمل در اثر تمایز صورت می‌گیرد.
- روشن شدن ژن (بیان شدن ژن) ← هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می‌گوییم آن ژن بیان شده است.
- خاموش شدن ژن (بیان نشدن ژن)←ژنی که در یاخته مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و رونویسی نمی‌شود، خاموش است.
- دلیل تفاوت یاخته‌ها با فام‌تن‌های یکسان ← در هر یاخته، تعدادی از ژن‌ها فعال و سایر ژن‌ها غیرفعال‌اند.
- مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته‌های مختلف یک جاندار ممکن است فرق داشته باشد.

تنظیم بیان ژن

- در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن‌ها بیان شوند و یا بیان نشوند.
- فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارد ← سبب پاسخ جانداران به تغییرات محیطی و سازش آن‌ها می‌شود.
- مثال: در گیاه ← نور باعث فعال شدن ژن سازنده آنزیمی می‌شود که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می‌گیرد ← در نبود نور← این ژن رونویسی و بیان نمی‌شود.
- مثال: تنظیم بیان ژن متفاوت باعث می‌شود که یاخته‌های متفاوتی از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان ایجاد شود.

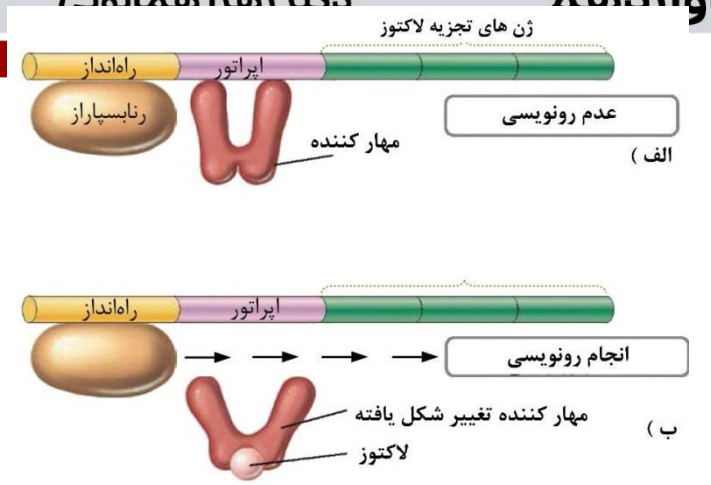
محصول ژن، رنا و پروتئین است

- تنظیم بیان ژن ← می‌تواند باعث افزایش بیان و رونویسی و یا کاهش آن شود.
- بیان ژن ← سبب افزایش رونویسی می‌شود.

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها

- تنظیم بیان ژن می‌تواند در هر یک از مراحل ساخت رنا و پروتئین تأثیر بگذارد (به طور معمول در مرحله رونویسی).
- در مواردی ممکن است یاخته با تغییر در پایداری رنا و پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.
- عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه‌انداز کمک می‌کند (تنظیم مثبت) و یا مانع حرکت رنابسپاراز می‌شود (تنظیم منفی)
- قند مصرفی ترجیحی باکتری اشرشیاکلای، گلوکز است، در صورتی که گلوکز در محیط وجود نداشته باشد و لاکتوز در اختیار باکتری قرار بگیرد، باکتری می‌تواند از این قند استفاده کند.

انواع تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها



تنظیم منفی رونویسی

۱- در این تنظیم بیان، بین راه‌انداز و اولین ژن، توالی اپراتور وجود دارد.

۲- در این نوع تنظیم بیان، پروتئین‌هایی به نام مهارکننده با تمایل زیاد به اپراتور وجود دارند.

۳- اگر مانعی (مهارکننده) بر سر راه رنابسپاراز وجود داشته باشد، رونویسی انجام نمی‌شود.

۴- مانع پیش‌روی رنابسپاراز نوعی پروتئین به نام مهارکننده است که به اپراتور (توالی خاصی از دنا) متصل می‌شود.

۵- دراین ژن‌ها، رنابسپاراز به تنهایی راه‌انداز را شناسایی می‌کند و مستقیماً به آن متصل می‌شود.

۶- ژن‌های مربوط به تجزیه لاکتوز، به صورت سه ژن مجاور هم بوده که ژن وسط، فاقد نقطه آغاز و توالی پایان رونویسی است.

۷- این ژن‌ها در صورتی رونویسی و بیان می‌شوند که گلوکز محیط باکتری کم باشد ولی لاکتوز در محیط زیاد شود.

۸- در صورت عدم وجود لاکتوز کافی، مهارکننده به اپراتور متصل می‌شود و مانع حرکت رنابسپاراز روی دنا می‌شود.

۹- در صورت وجود لاکتوز کافی و کمبود گلوکز، ابتدا مقداری لاکتوز وارد باکتری می‌شود.

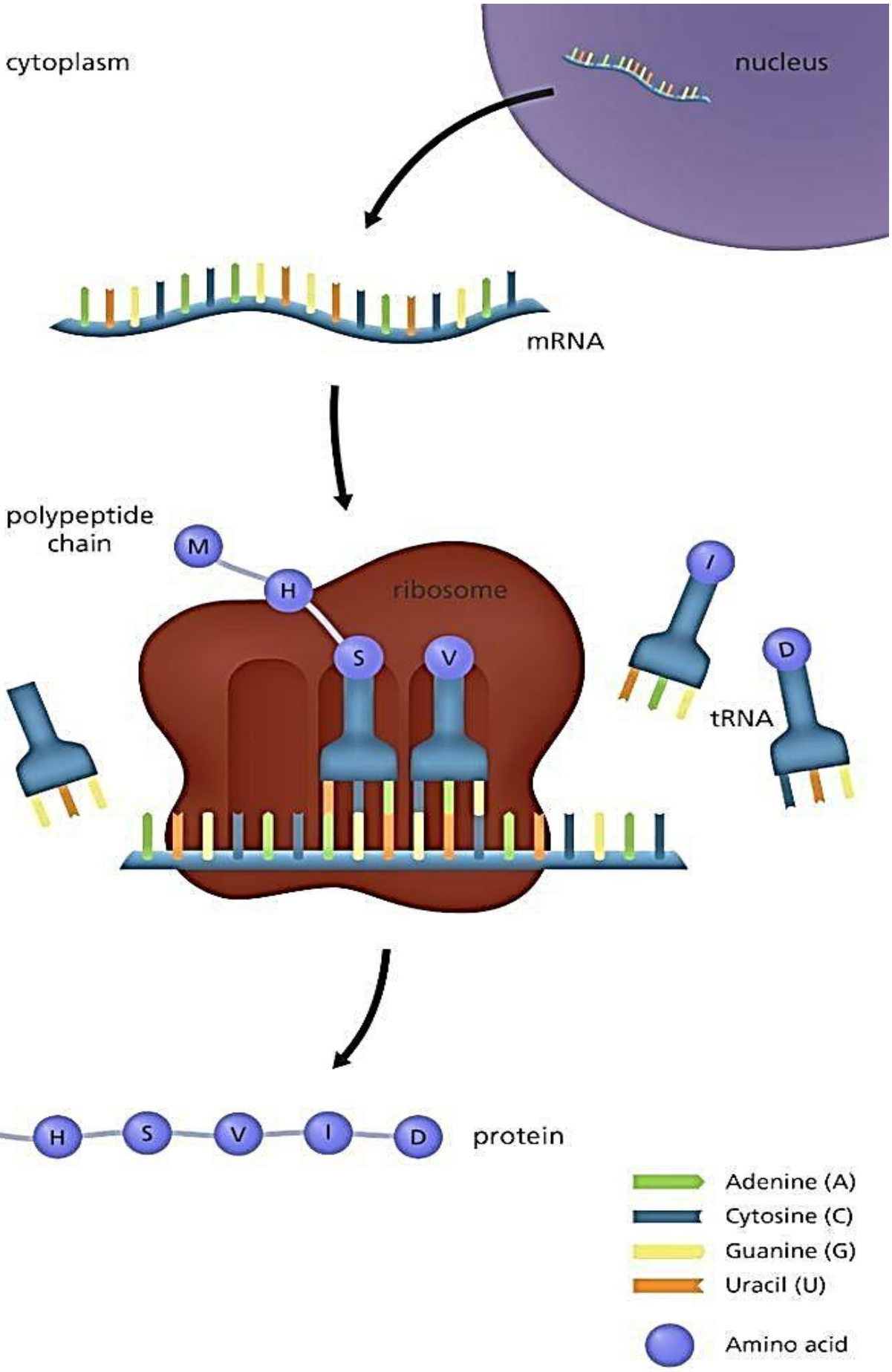
۱۰- لاکتوز موجود در باکتری، با اتصال به مهارکننده، شکل آن را تغییر می‌دهد.

۱۱- تغییر شکل مهارکننده، آن را از اپراتور جدا می‌کند و یا مانع اتصال آن‌ها به اپراتور می‌شود.

۱۲- در این حالت رونویسی ادامه می‌یابد و رنابسپاراز روی دنا حرکت کرده و از ابتدای ژن اول شروع به رونویسی می‌کند.

۱۳- ابتدا یک مولکول رنای پیک ساخته می‌شودکه رونوشت هر سه ژن را در خود دارد.

۱۴- محصولات ترجمه این ژن‌ها آنزیم‌هایی هستندکه با هیدرولیز، تجزیه لاکتوز را ممکن می‌کند تا مقداری گلوکز و گالاکتوز ایجاد شود.


cytoplasm
nucleus
mRNA
polypeptide chain
M
H
S
V
ribosome
I
D
tRNA
M
H
S
V
I
D
protein
Adenine (A)
Cytosine (C)
Guanine (G)
Uracil (U)
Amino acid

نکات شکل

تنظیم مثبت رونویسی

۱- دراین روش، پروتئین‌های خاصی به نام فعال‌کننده به رنابسپاراز کمک می‌کنند تا بتواند به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.

۲- در این ژن‌ها، راه‌انداز به اولین ژن متصل است و فاصله‌ای بین آن‌ها وجود ندارد.

۳- در این روش، مانعی در سر راه رنابسپاراز متصل به دنا وجود نخواهد داشت.

۴- در این ژن‌ها، قبل از راه‌انداز، جایگاه اتصال پروتئین فعال‌کننده روی دنا وجود دارد.

۵- ژن‌های مربوط به تجزیه مالتوز، به صورت سه ژن مجاور هم می‌باشند که هدف آن‌ها تجزیه مالتوز است.

۶- این ژن‌ها در حالتی بیان می‌شوند که مالتوز در محیط باکتری زیاد و گلوکز کم باشد.

۷- قند مالتوز مثالی از آن است که با حضور این قند در محیط باکتری، آنزیم‌هایی در درون آن ساخته می‌شود که قند مالتوز را تجزیه کند.

۸- در حضور قند مالتوز انواعی از پروتئین‌ها به نام فعال‌کننده وجود دارند که به توالی‌های خاصی از دنا در قبل از راه‌انداز متصل می‌شوند.

۹- این توالی خاص جایگاه اتصال فعال‌کننده نام دارد که به راه‌انداز متصل است ← ولی با ژن‌ها فاصله دارد.

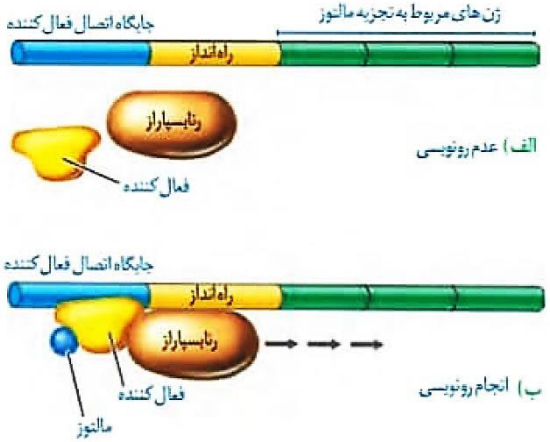
۱۰- مالتوز وارد شده به باکتری، ابتدا به فعال‌کننده متصل شده و سپس این مجموعه به توالی قبل از راه‌انداز متصل می‌شود.

۱۱- اتصال مالتوز به فعال‌کننده، تغییرشکلی در پروتئین فعال‌کننده ایجاد نمی‌کند (بر خلاف اتصال لاکتوز به مهارکننده).

۱۲- سپس این مجموعه، به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز کمک می‌کند و رونویسی شروع می‌شود.

۱۳- با بیان این ژن‌ها، ابتدا یک mRNA دارای رونوشت سه ژن رونویسی می‌شود.

۱۴- mRNA ساخته شده قادر به تولید سه رشته پلی‌پپتیدی مختلف می‌باشد که آنزیم‌های مورد نیاز تجزیه مالتوز می‌باشند.



کارگاه نکته‌سازی

مقایسه مثبت و منفی

نکات مشترک ژن‌های تجزیه‌کننده لاکتوز و مالتوز در باکتری اشرشیاکلای

- در هر دو مورد، سه ژن مجاور هم وجود دارد که همگی توسط یک راه‌انداز بیان می‌شوند.
- ژن دوم آن‌ها فاقد نقطه آغاز و توالی پایان رونویسی می‌باشد.
- این سه ژن، فقط یک نقطه آغاز رونویسی در ابتدای ژن اول و یک توالی پایان رونویسی در انتهای ژن سوم دارند.
- با بیان آن‌ها، ابتدا یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی mRNA رونویسی می‌شود.
- هر mRNA آن‌ها، سه رمزه آغاز و سه رمزه پایان ترجمه دارد.
- از روی mRNA آن‌ها، سه رشته پلی‌پپتید ایجاد می‌شود که سه آنزیم تک‌رشته‌ای با ساختار نهایی سوم پروتئینی می‌باشد.
- محصولات آن‌ها، آنزیم‌های هیدرولیزکننده دی‌ساکاریدها می‌باشند که در کمبود گلوکز ایجاد شده‌اند.
- آنزیم‌های نهایی آن‌ها در کمبود گلوکز ایجاد شده‌اند ولی سبب افزایش گلوکز درون باکتری می‌شوند.

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها

- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها، پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست و می‌تواند در مراحل بیشتری انجام شود.
- در این یاخته‌ها بیشتر ژن‌ها در هسته و برخی در راکیزه و دیسه قرار دارند.
- یاخته‌های آن‌ها به وسیله غشاها به بخش‌های مختلفی تقسیم شده‌اند.
- یاخته در هسته، راکیزه و پلاست می‌تواند بر بیان ژن‌ها نظارت کند.

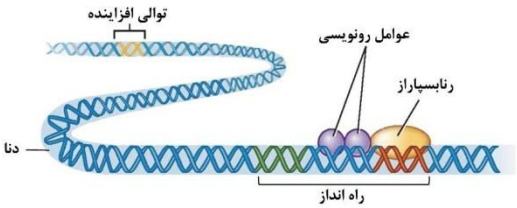
مراحل مختلف تنظیم بیان ژن

در مرحله رونویسی

- در یوکاریوت رنابسپاراز نمی‌تواند به تنهایی راه‌انداز را شناسایی کند و نیازمند پروتئین‌هایی به نام عوامل رونویسی است.
- عوامل رونویسی با اتصال به نواحی خاصی از راه‌انداز، رنابسپاراز را به محل راه‌انداز هدایت می‌کند.
- چون تمایل پیوستن عوامل رونویسی به راه‌انداز در اثر عواملی تغییر می‌کنند، مقدار رونویسی ژن هم تغییر می‌کند.
- ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخش‌های خاصی از دنا در پشت راه‌انداز و با فاصله‌ای به نام توالی افزاینده متصل شوند.
- با پیوستن این پروتئین‌ها به توالی افزاینده و با ایجاد خمیدگی در دنا، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می‌گیرند.
- با کنار هم قرار رگفتن این عوامل سرعت رونویسی را افزایش می‌دهد.
- توالی‌های افزاینده ممکن است نزدیک و یا در فاصله دورتری از ژن قرار داشته باشد.
- اتصال این پروتئین‌های عامل رونویسی بر سرعت و مقدار رونویسی ژن مؤثر است.
- عوامل رونویسی روی افزاینده، بعد از ایجاد خمیدگی، به عوامل و رنابسپاراز روی راه‌انداز متصل می‌شود.

در مراحل غیررونویسی

- پیش از رونویسی ← در سطح فام‌تنی است
  - امکان رونویسی در کروموزوم فشرده‌تر و حاوی هیستون زیاد، کمتر از سایر کروموزومهاست ← در هنگام تقسیم یاخته احتمال رونویسی کمتر می‌شود.
  - با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، میزان دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم می‌کند ← امکان رونویسی و بیان ژن در اینترفاز تقسیم بیشتر است
- پس از رونویسی
  - اتصال بعضی از رناهای کوچک مکمل به رنای پیک
    - ۱- از کار رناتن در پیدا کردن رمز آغاز ترجمه جلوگیری می‌کند.
    - ۲- با تجزیه‌ی رنای پیک، عمل ترجمه را متوقف می‌کند ← طول عمر رنای پیک را کاهش می‌دهد.
  - افزایش طول عمر رنای پیک ← مدت زمان ترجمه بیشتر می‌شود ← مقدار محصول زیاد می‌شود.



✓ در باکتری‌ها، DNA حلقوی ممکن است چندین ژن تحت نظارت یک راه‌انداز و اپراتور باشد که جمعاً یک اپران چند ژنی را بسازند. در صورت رونویسی اپران یک mRNA ساخته می‌شود که به تعداد ژن‌ها کدون آغاز و پایان دارد و پس از ترجمه به تعداد ژن‌ها پلی‌پپتید ساخته می‌شود.

مسئله‌سازی

1- چند نوع کدون فاقد یوراسیل در سلول قابل تصور است؟ $۳\times۳\times۳=۲۷$

2- چند نوع کدون در سلول قابل تصور است که نوکلئوتید اول u می‌باشد؟ $۱\times۴\times۴=۱۶$

3- چند نوع کدون در سلول قابل تصور است که فقط نوکلئوتید اول آن u باشد؟ $۱\times۳\times۳=۹$

4- چند نوع کدون در سلول قابل تصور است که تنها دارای 1 نوکلئوتید u دار باشد؟ $(۱\times۳\times۳)۳=۲۷$

5- چند نوع کدون در سلول قابل تصور است که حداقل دارای 1 نوکلئوتید u دار باشد؟

$(۱\times۳\times۳)+(۱\times۳\times۱)+۱(۱\times۱\times۱)=۳۷$

6- به کمک بازهای آتی تک حلقه‌ای بکار رفته در DNA چند نوع کدون می‌توان ساخت؟ CCC

7- چند نوع کدون قابل ترجمه فاقد نوکلئوتیدی Cدار در سلول قابل تصور است؟

$۳\times۳\times۳=۲۷-۳=۲۴$

8- چند نوع کدون قابل ترجمه در سلول قابل تصور است که نوکلئوتید اول آن دارای باز u باشد؟

$۱\times۴\times۴=۱۶-۳=۱۳$

9- چند نوع کدون قابل ترجمه در سلول قابل تصور است که نوکلئوتید وسط آن دارای باز A باشد؟

$۴\times۱\times۴=۱۶-۲=۱۴$

10- چند نوع کدون قابل ترجمه در سلول قابل تصور است که فقط نوکلئوتید آخر آن دارای باز A باشد؟

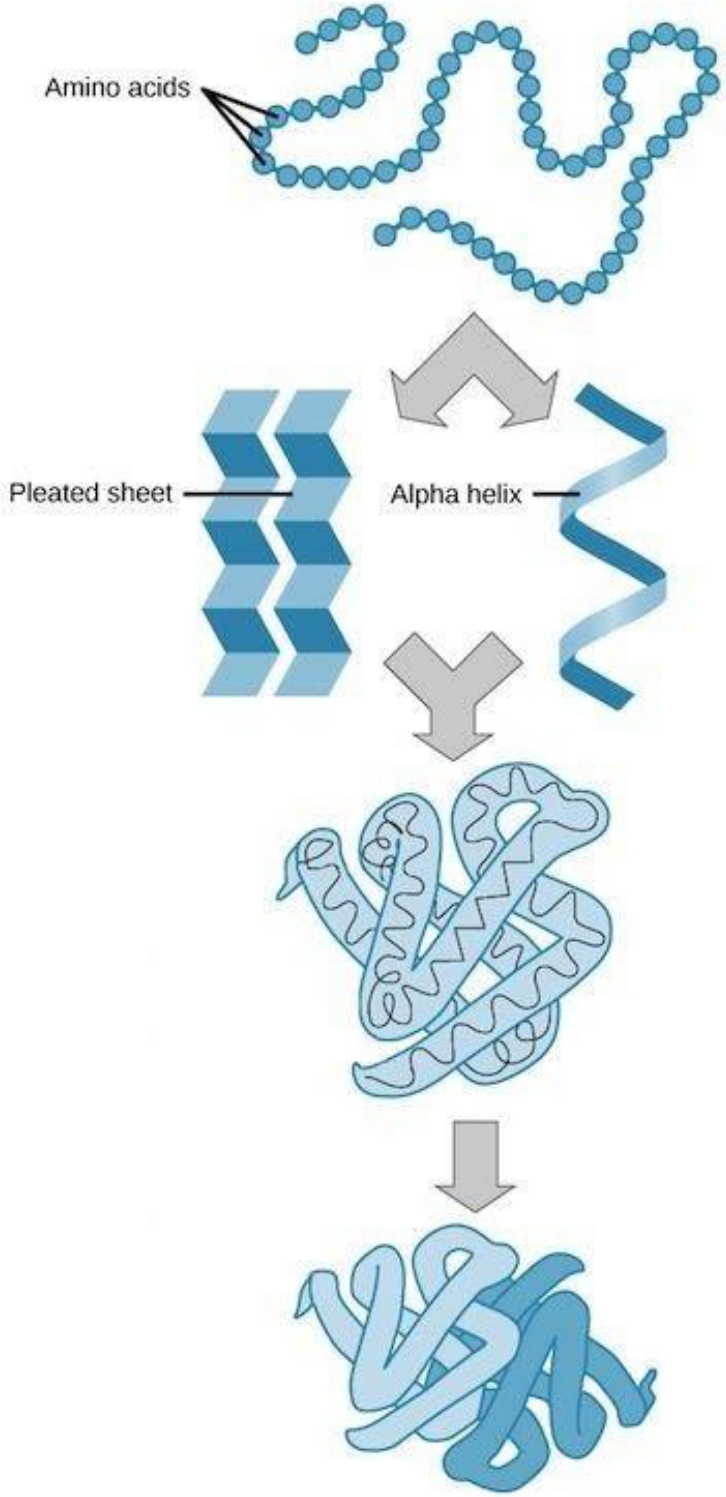
$۳\times۳\times۱=۹-۱=۸$

11- چند نوع آنتی‌کدون در سلول قابل تصور است که نوکلئوتید وسط آن دارای u باشد؟

$۴\times۱\times۴=۱۶-۲=۱۴$

12- چند نوع کدون در سلول قابل تصور است که فقط دارای دو نوکلئوتید u دار باشد؟

$(۱\times۱\times۳)۳=۹$



Primary protein structure
sequence of a chain of animo acids

Secondary protein structure
hydrogen bonding of the peptide backbone causes the amino acids to fold into a repeating pattern

Tertiary protein structure
three-dimensional folding pattern of a protein due to side chain interactions

Quaternary protein structure
protein consisting of more than one amino acid chain

تست‌کده

1- عاملی که وجود آن سبب افزایش رونویسی در تنظیم منفی رونویسی ژن‌های تجزیه لاکتوز اشرشیا کلای می‌شود، ..... . (سراسری خارج از کشور- 87 با تغییر)

1) محصول بخش تنظیمی قبل از ژن‌هاست.

2) در ساختار خود، آمینواسید دارد.

3) ماهیت هیدرات کربنی دارد.

4) توانایی شناسایی راه‌انداز را دارد.

2- در فرایند ترجمه ژن اکتین (نوعی پروتئین تک‌رشته‌ای) در یاخته‌های عضلانی انسان پس از جابه‌جایی رناتن بر روی mRNA ..... . (سراسری- 87 با تغییر)

1) جایگاه A، همواره پذیرای tRNA حامل آمینواسید می‌گردد.

2) tRNA وارد شده به جایگاه E، رناتن را ترک می‌کند.

3) پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها در جایگاه A برقرار شود.

4) tRNA حامل یک آمینواسید خاص به جایگاه P منتقل می‌شود.

3- در فرایند ترجمه .....، نسبت به سایرین در جایگاه متفاوتی از رناتن رخ می‌دهد. (سراسری خارج از کشور- 90)

1) استقرار عامل آزادکننده بر روی mRNA

2) تشکیل پیوند پپتیدی بین دو آمینواسید

3) جفت شدن tRNA حامل آمینواسید با رمزه UGA

4) آزاد شدن زنجیره پلی‌پپتیدی از آخرین tRNA

4- هنگام حضور لاکتوز در اشرشیا کُلای، اگر جهشی در ..... صورت گرفته باشد، مانع..... اتصال نمی‌شود. (سراسری خارج از کشور- 90 با تغییر)

1) اپراتور- رنابسپاراز به راه‌انداز

2) راه‌انداز- عوامل رونویسی به توالی افزاینده

3) ژن ساخت مهارکننده- پروتئین خاص به اپراتور

4) ژن ساخت مهارکننده- لاکتوز به پروتئین مهارکننده

5- در مگس سرکه ..... . (سراسری- 91)

1) تنظیم بیان ژن، نمی‌تواند در خارج از هسته صورت بگیرد.

2) تنها یک راه‌انداز، رونویسی از چند ژن مجاور را ممکن می‌کند.

3) یک نوع آنزیم رونویسی کننده، مسئول تولید انواع RNAها می‌باشند.

4) علاوه بر راه‌انداز از توالی‌های دیگری از DNA در رونویسی دخالت دارند.

6- اگر در محیط باکتری اشرشیا کلای، لاکتوز یافت شود، حتی پس از اتصال ..... . (سراسری- 92 با کمی تغییر)

1) عامل محیطی به پروتئین مهارکننده mRNA چند ژنی ساخته خواهد شد.

2) پروتئین مهارکننده به اپراتور، تجزیه لاکتوز ادامه خواهد داشت.

3) مهارکننده با اپراتور، رونویسی از ژن ساخت مهارکننده ادامه پیدا خواهد کرد.

4) عوامل رونویسی به راه‌انداز، سدی در مقابل حرکت رنابسپاراز ایجاد خواهد شد.

7- چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد باکتری استرپتوکوکوس نومونیا درست است؟ «در مرحله .....» (سراسری- 93 با تغییر)

الف) آغاز رونویسی، آنزیم رونویسی‌کننده به نوکلئوتید مناسبی برای آغاز فعالیت متصل می‌شود.

ب) طویل شدن رونویسی، پیوند بین بازهای آلی دو رشته الگو و غیرالگوی DNA، گسسته می‌شود.

ج) طویل شدن ترجمه، با آخرین جابه‌جایی رناتنی، رمزه پایان به جایگاه A رناتن منتقل می‌شود.

د) آغاز ترجمه، پس از اتصال دو زیرواحد رناتن به یکدیگر، tRNA آغازی با نخستین رمزه جفت می‌شود.

1) 2 مورد　　2) 3 مورد　　3) 1 مورد　　4) 4 مورد

آموزش رایا دبیران برند ایران تجربه کنید

8- نوعی جاندار تک‌یاخته‌ای می‌تواند طی چرخه یاخته‌ای خود و با گذشت از نقاط وارسی، در بدن موریانه تولید مثل نماید. کدام عبارت، درباره این جاندار، درست است؟ (سراسری خارج از کشور- 94)

1) به منظور تولید یک پروتئین ساختاری، رنابسپاراز به مجموعه راه‌انداز- پروتئین هدایت می‌شود.

2) راه‌انداز ژن‌های tRNA و mRNA، توسط یک آنزیم رنابسپاراز شناسایی می‌گردد.

3) فقط بخش‌هایی از محصول اولیه هر آنزیم رنابسپاراز، مورد ترجمه قرار می‌گیرد.

4) محصول اولیه فعالیت رنابسپاراز، همواره الگوی ساختن یک پروتئین را دارد.

9- در بعضی از یاخته‌ها، پروتئین‌های سیتوپلاسمی بدون داشتن سانتریول، رشته‌های دوک را می‌سازند. کدام عبارت، درباره همه این یاخته‌ها درست است؟ (سراسری خارج از کشور- 95)

1) مولکول‌های حاصل از رونویسی، با رشته غیرالگوی ژن مکمل هستند.

2) آنزیم‌هایی که جزء مونوساکاریدی دارند، در سیتوپلاسم آن‌ها فعالیت می‌کنند.

3) به دنبال وقوع تغییراتی، از طول همه مولکول‌های حاصل از رونویسی کاسته می‌شود.

4) به دنبال مبادله قطعاتی از فام‌تن‌های همتا، گامت‌های نوترکیب تشکیل می‌شوند.

10- کدام گزینه، عبارت مقابل را به طور مناسب کامل می‌کند؟ «در اشرشیاکلای ..... عامل مولد بیماری .....» (سراسری خارج از کشور- 97)

1) برخلاف- سینه پهلو، فرصت بیشتری برای تنظیم بیان ژن وجود دارد.

2) همانند- کزاز، ژن‌های مختلف با بیش از یک نوع پروتئین رونویسی می‌شوند.

3) برخلاف- مالاریا، در بین توالی‌های مؤثر در رونویسی، نوکلئوتیدهای زیادی وجود دارد.

4) همانند- جیبرلا در گیاهان، وقوع هر جهش کوچک در ژن، بر مولکول حاصل از رونویسی تأثیر می‌گذارد.

11- چند مورد می‌تواند از پیامدهای وقوع جهش در دنا (DNA)ی باکتری اشرشیاکلای باشد؟ (سراسری- 98)

الف) تغییر در جایگاه فعال آنزیم تجزیه‌کننده لاکتوز

ب) عدم اتصال مهارکننده به بخشی از ژن

ج) عدم اتصال لاکتوز به نوعی پروتئین

د) افزایش فعالیت رنابسپاراز (RNA پلیمراز)

1) 1 مورد

2) 2 مورد

3) 3 مورد

4) 4 مورد

12- کدام عبارت در ارتباط با یوکارت‌ها نادرست است؟ (سراسری- 98)

1) رناتن‌ها، می‌توانند رنا (RNA)های در حال رونویسی را ترجمه نمایند.

2) اولین آمینواسید در انتهای آمینی‌پلی‌پپتیدهای تازه ساخته شده، متیونین است.

3) در یک مولکول دنا (DNA)، رشته مورد رونویسی برای دو ژن می‌تواند متفاوت باشد.

4) رنا (RNA)های پیک، ممکن است در حین رونویسی و یا پس از آن دستخوش تغییراتی کردند.

13- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟ (سراسری- 98)

«در صورت حضور قند مالتوز در محیط باکتری اشرشیاکلای و به دنبال اتصال فعال‌کننده به .....»

1) راه‌انداز، عوامل رونویسی بر روی توالی افزاینده قرار می‌گیرند.

2) مالتوز، مهارکننده تغییر شکل می‌دهد و از اپراتور جدا می‌گردد.

3) رنابسپاراز (RNA پلیمراز)، ژن‌های مربوط به سنتز مالتوز رونویسی می‌شوند.

4) توالی خاصی از دنا (DNA)، اولین نوکلئوتید مناسب برای رونویسی مورد شناسایی قرار می‌گیرد.

14- **چند مورد، درباره همه جاندارانی صادق است که در محیط‌های متفاوت خشکی و آبی زندگی می‌کنند و انجام بخش عمده فتوسنتز را برعهده دارند؟ (سراسری خارج از کشور- 98)**

الف) رناتن‌ها، 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 رناتن‌ها ساخته شوند.

1) 1 مورد 2) 2 مورد 3) 3 مورد 4) 4 مورد

15- **کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟ (سراسری خارج از کشور- 98)**

«در همه جانداران، هررنا (RNA)یی که ..... دارد. فقط .....»

1) در ساختار خود پیوندهای اشتراکی- از رونویسی یک ژن حاصل شده است.

2) در ساختار خود رمزه پایان- در درون هسته یاخته پیرایش می‌شود.

3) به رشته پلی‌پپتیدی در حال ساخت اتصال- توسط یک رنابسپاراز (RNA پلیمراز) ساخته شده است.

4) به رشته رمزگذار شباهت بسیار- از طریق رمزه‌های خود با پادرمزه‌ها ارتباط برقرار می‌کند.

16- **کدام عبارت، در مورد یوکاریوت‌ها، صادق است؟ (سراسری خارج از کشور- 98)**

1) رنا (RNA)ی پیک فقط در حین رونویسی دستخوش تغییراتی می‌شود.

2) سمتی از رنا (RNA)ی پیک که زودتر ساخته شده، دیرتر ترجمه می‌گردد.

3) اولین آمینواسید در انتهای کربوکسیل همه پلی‌پپتیدهای تازه ساخته شده، متیونین است.

4) در یک مولکول دنا (DNA)، رشته مورد رونویسی می‌تواند از یک ژن به ژن دیگر تغییر نماید.

17- با توجه به ژن‌های تجزیه‌کننده لاکتوز در باکتری E.Coli، کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (سراسری- 99)

1) مهارکننده- به توالی خاصی از DNA بیش از نوعی قند تمایل دارد.
2) آنزیم ویژه رونویسی- نیازمند پروتئین‌هایی برای شناسایی راه‌انداز است.
3) فعال‌کننده- پس از اتصال به نوعی قند، به جایگاه ویژه خود اتصال می‌یابد.
4) محرک فعالیت رنابسپاراز (RNA پلیمراز)- نوعی دی‌ساکارید به حساب می‌آید.

18- در انسان، به منظور تولید یک پروتئین ترشحی توسط لنفوسیت B، پس از برقرار شدن دومین پیوند پپتیدی، کدام اتفاق رخ می‌دهد؟ (سراسری- 99)

1) tRNA بدون آمینواسید در جایگاه E رناتن قرار می‌گیرد.
2) پیوند بین زنجیره پلی‌پپتیدی و دومین tRNA سست می‌شود.
3) آمینواسید جایگاه A از رنای ناقل (tRNA) خود جدا می‌شود.
4) tRNA حامل سومین آمینواسید به جایگاه A رناتن وارد می‌گردد.

19- در انسان، به منظور تولید یک پلی‌پپتید ترشحی تولید لنفوسیت B، لازم است تا هر زمان که رنای ناقل (tRNA) از جایگاه E خارج می‌شود«ترکیبی که به عنوان ..... شناخته می‌شود..... . (سراسری خارج از کشور- 99)

1) tRNA حاوی بیش از یک آمینواسید در جایگاه P مستقر شود.
2) آمینو جایگاه A، از RNAی ناقل خود جدا گردد.
3) tRNA حامل آمینواسید، جایگاه A را اشغال نماید.
4) پیوند پپتیدی در جایگاه P برقرار گردد.

20- در یوکاریوت‌ها، چند مورد را می‌توان مربوط به تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی دانست؟ (سراسری - 1400)

الف) میزان دسترسی پیش ماده به آنزیم
ب) اتصال رناهای کوچک به نوعی ریبونوکلئیک اسید
ج) تغییر در فشردگی واحدهای تکراری در رشته کروماتین
د) خمیدگی یا عدم خمیدگی در بخشی از مولکول دنا (DNA)

1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

آموزش رابا دبیران برند ایران تجربه کنید

21- چند مورد، در ارتباط با مراحل ترجمه و یوکاریوت‌ها درست است؟ (سراسری – 1400)

الف) هر tRNA که فقط حامل یک آمینواسید است، ابتدا به جایگاه A رناتن (ریبوزوم) وارد می‌شود.

ب) هر tRNA که وارد جایگاه A رناتن (ریبوزوم) می‌شود، با رمزه (کدون) ارتباط مکملی برقرار می‌کند.

ج) هر tRNA که ارتباط خود را با زنجیره‌ای از آمینواسیدها قطع می‌کند، به جایگاه E رناتن (ریبوزوم) منتقل می‌شود.

د) هر tRNA که پس از تکمیل رناتن (ریبوزوم) در جایگاه خود مستقر می‌شود، می‌تواند به توالی‌ای از آمینواسیدها متصل گردد.

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

22- **وجه مشترک هر دو نوع تنظیم مثبت و منفی رونویسی در باکتری اشترشیاکُلای کدام است؟**

1) هر پروتئینی که بر روی توالی خاصی از DNA قرار می‌گیرد، ژن یا ژن‌های سازنده آن با نوع دیگری رنابسپاراز، رونویسی شده است.

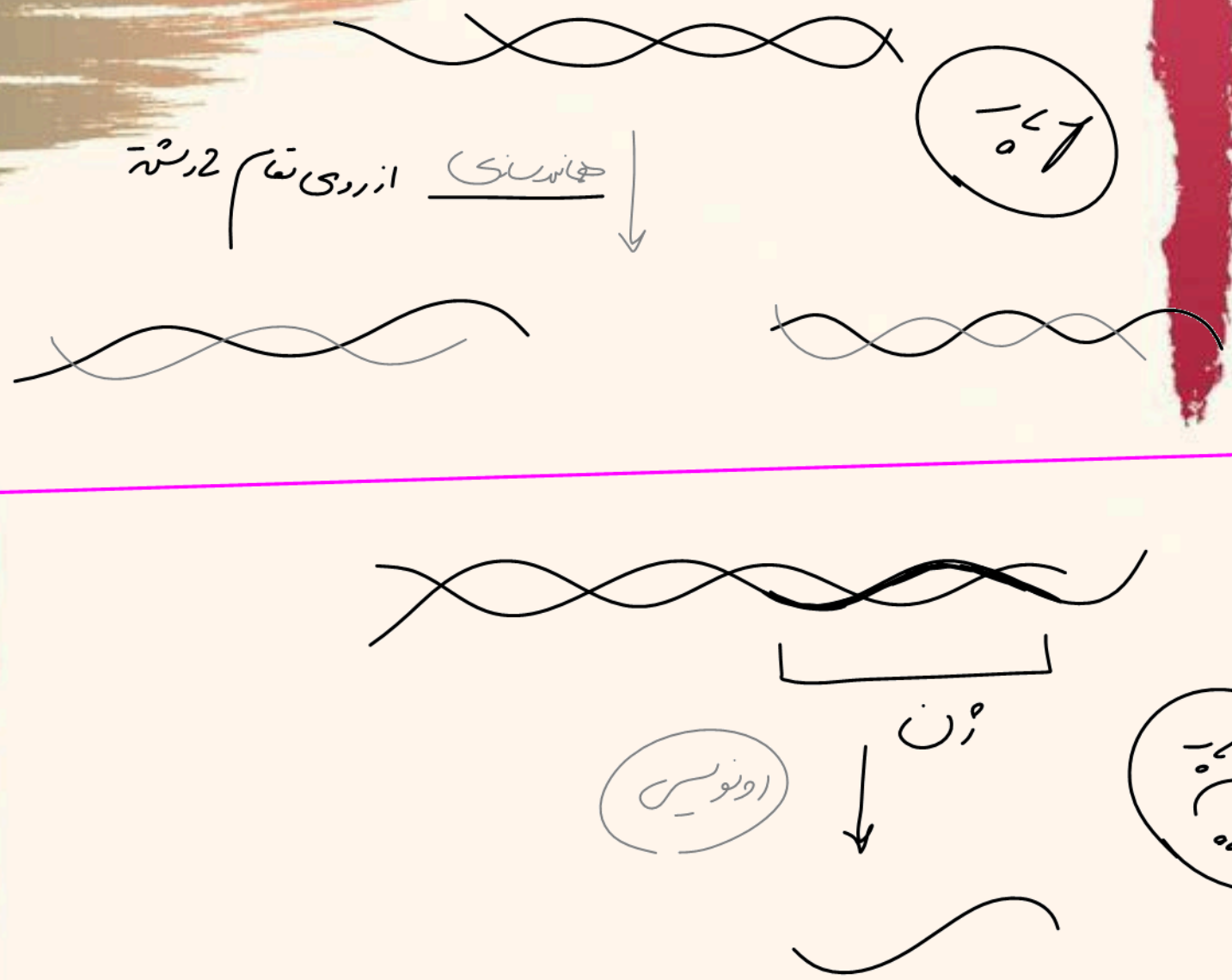
2) هر پروتئینی که آنزیم رونویسی‌کننده را به سمت راه‌انداز حرکت می‌دهد، می‌تواند به قند دی‌ساکاریدی اتصال یابد.

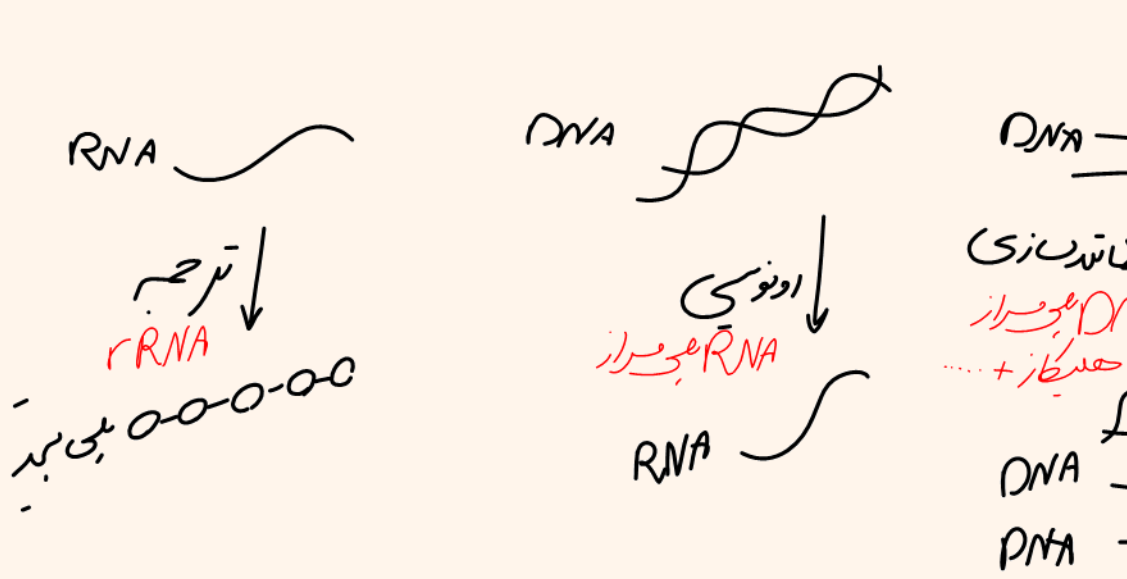
3) هر پروتئینی که ژن‌های مربوط به تجزیه قند را رونویسی می‌کند، توسط فعال‌کننده به راه‌انداز متصل می‌شود.

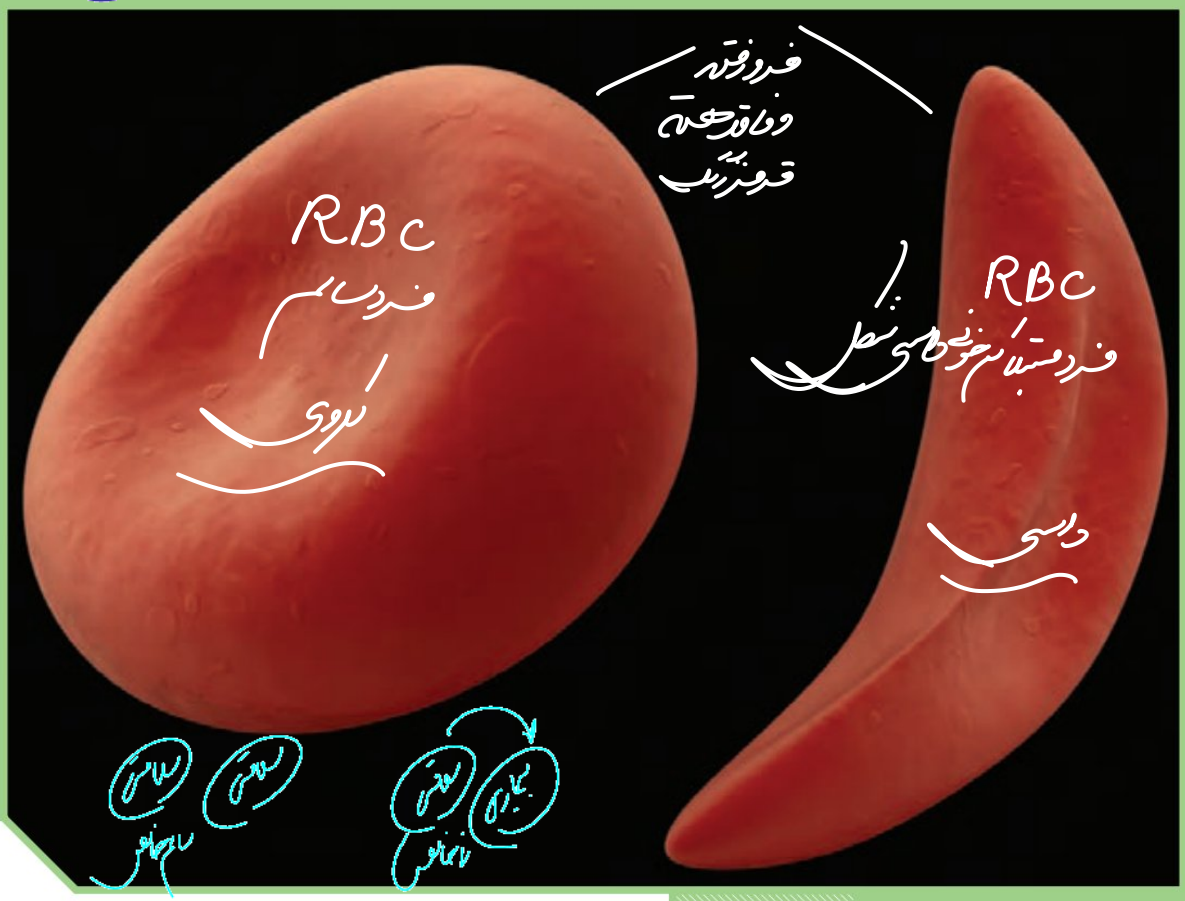
4) هر پروتئینی که به قندی متفاوت از گلوکز متصل می‌گردد، در شروع حرکت آنزیم رونویسی‌کننده نقش دارد.

پاسخنامه

1) 3
2) 2
3) 4
4) 1
5) 4
6) 3
7) 2
8) 1
9) 2
10) 4
11) 2
12) 1
13) 4
14) 1
15) 3
16) 4
17) 4
18) 1
19) 1
20) 3
21) 1
22) 4


همانندسازی
از روی تمام 2 رشته
رونویسی
ژن


DNA
همانندسازی
DNA میسراز
هلیکاز + ...
DNA
DNA
رونویسی
RNA میسراز
RNA
RNA
ترجمه
rRNA
پلی پپتید



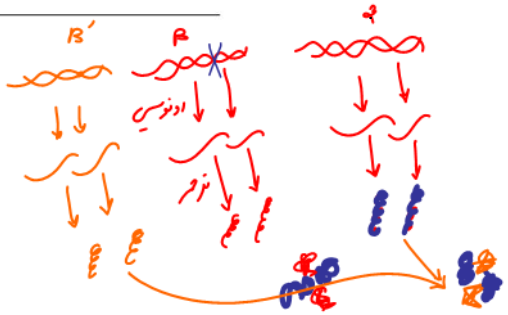
فصل ۲

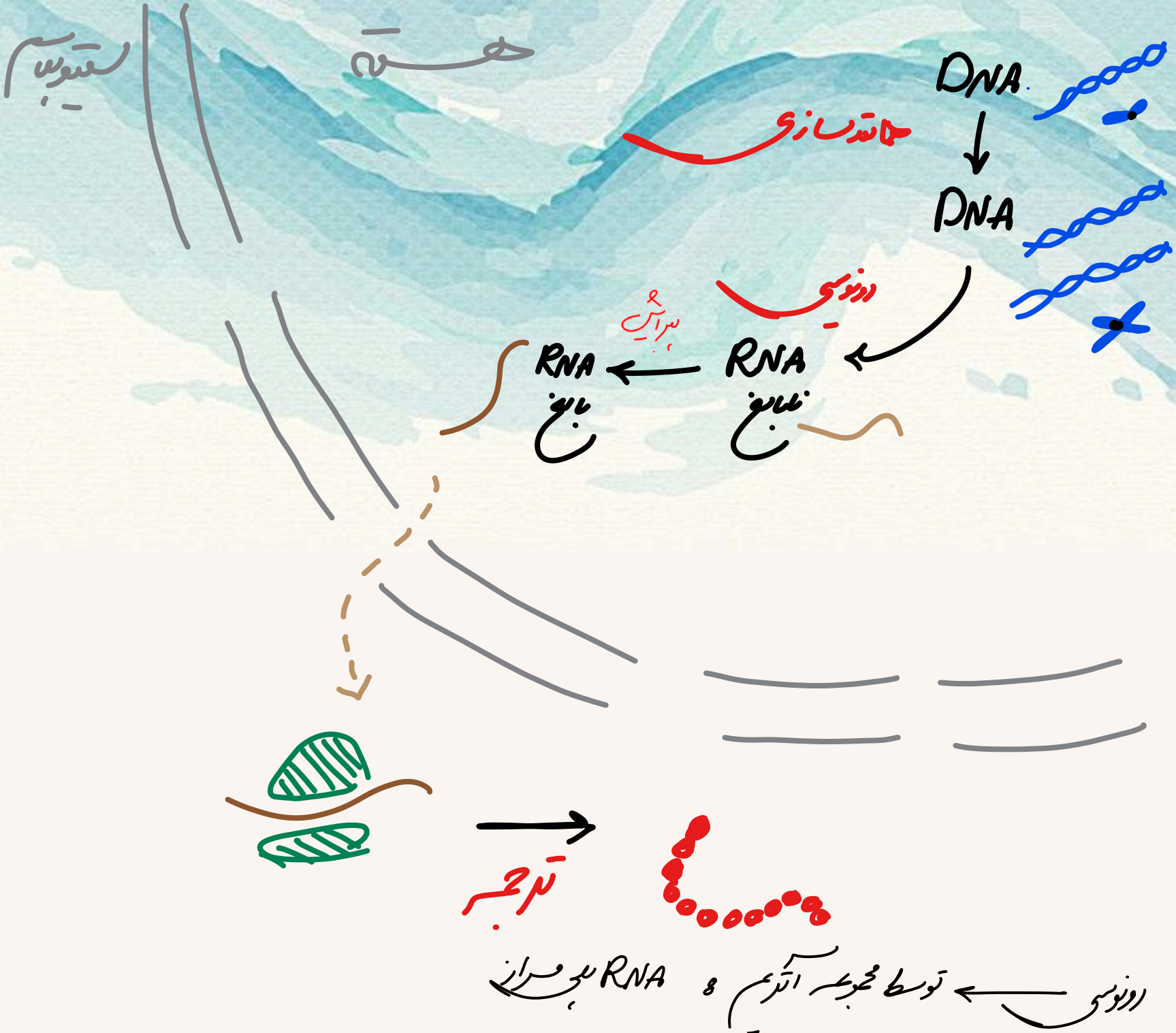
جریان اطلاعات در یاخته

تصویر بالا دو گویچه قرمز را نشان می‌دهد. گویچهٔ سمت راست مربوط به شخصی است که دچار نوعی بیماری ارثی به نام **کم‌خونی داسی شکل**[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





رونویسی ← توسط مجموعه آنزیمی RNA پلی‌مراز

✓ رونویسی از بخش‌هایی از DNA هسته‌ای

RNA پلی‌مراز پروکاریوت ← RNA (هم mRNA، هم tRNA و هم rRNA می‌سازد)

RNA پلی‌مراز I ← RNA ← تولید rRNA

RNA پلی‌مراز II ← RNA ← mRNA

RNA پلی‌مراز III ← RNA ← tRNA

خطا

* RNA پلی‌مراز پروکاریوتی هم در سلول یوکاریوت

هم در سلول پروکاریوت ← تنوع محصول زیاد

* RNA پلی‌مرازهای I و II و III ویژه سلول یوکاریوت ← تنوع محصول هدف آنزیمی کمه!

RNA پلی‌مراز ← مجموعه آنزیمی Pro (فشرده‌تر)

محصول ترجمه: محل تولید در سیتوپلاسم

فعالیت در هسته (رونویسی)

محصول: RNA

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.)

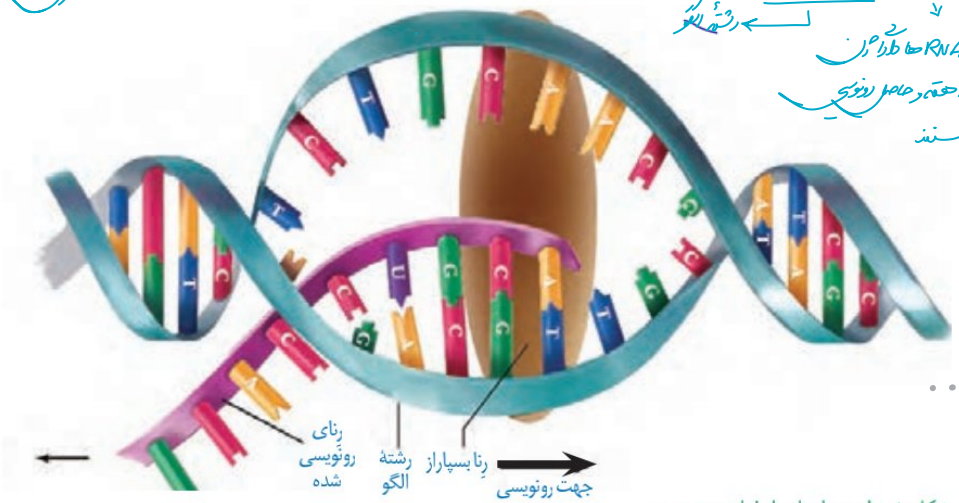
دنا چگونه نوع آمینواسیدهای پلی‌پپتید را تعیین می‌کند؟

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 رناتن‌ها در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند. در یاخته‌های دارای هسته، چون رناتن‌ها 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؟

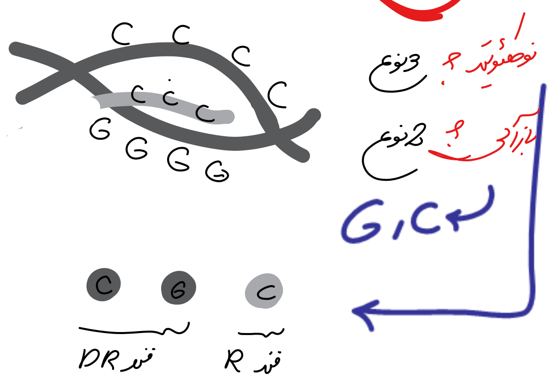
پاسخ در مولکول رنا است. همان‌طور که دیدید انواعی از رنا در یاخته وجود دارند که در پروتئین‌سازی نقش دارند. این رناها از روی مولکول دنا ساخته می‌شوند. (به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا، **رونویسی**[1] گفته می‌شود (شکل ۱).)

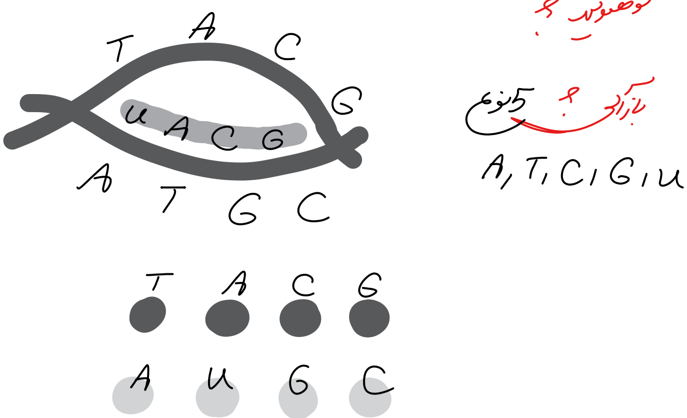


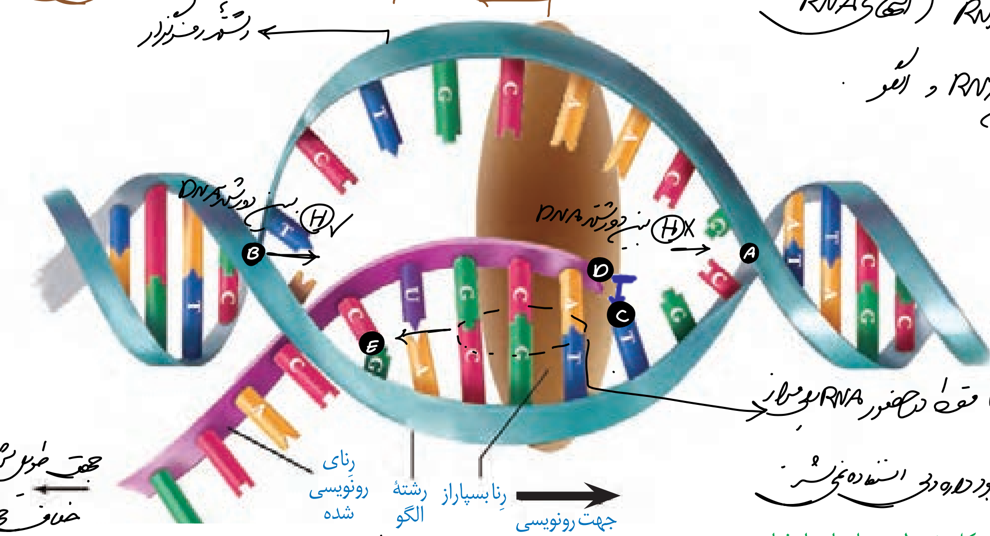
شکل ۱ــ طرح ساده‌ای از فرایند رونویسی

۱ــ Transcription

گفتار ۱ رونویسی







شکل ۱ــ طرح ساده‌ای از فرایند رونویسی

۱ــ Transcription

DNA

ژن A (rRNA)

ژن B (tRNA)

ژن C (نوعی پپتید)

رونویسی توسط RNA پلی مراز I

رونویسی توسط RNA پلی مراز II

رونویسی توسط RNA پلی مراز II

rRNA

tRNA

mRNA نابالغ

محصول نهایی این ژن rRNA

محصول نهایی این ژن tRNA

پیرایش

mRNA بالغ

* محصول نهایی این ژن mRNA نیست

* محصول نهایی ژن‌ها یا RNA پلی پپتید است.

* از روی ژن پلی پپتیدها حتماً RNA پلی مراز II رونویسی می‌کند.

* تولید پلی پپتید در یوکاریوت‌ها و ژن آن در هسته

در پروکاریوت‌ها سم و ژن آن در هسته

پلی پپتید

محصول نهایی

DNA

رمزه

RNA

رمزه (کدون)

aa

TAC

AUG

Met

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 یک بار 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 **رنابسپاراز**[1] 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 رناتنی 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[2]: 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**[3] 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 ۲ـ 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[4]: 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 ۲ـ ب).

مرحله پایان[5]: در دنا توالی‌های ویژه‌ای وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز

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

توالی نوکلئوتیدی ← بخشی از DNA که در بیان ژن خاصی نقش دارد و جزء ژن محسوب نمی‌شود

از روی آن رونویسی نمی‌شود. Ex: راه انداز

RNA پلی مراز ها ← اتصال به راه انداز ها هدایت می‌شوند ← توسط نوعی Pro تنظیمی

← همهٔ RNA پلی مراز های I و II و III

← بعضی از RNA پلی مراز ها به پروتئین دیگری

تعدادی خودشان به راه انداز متصل می‌شوند

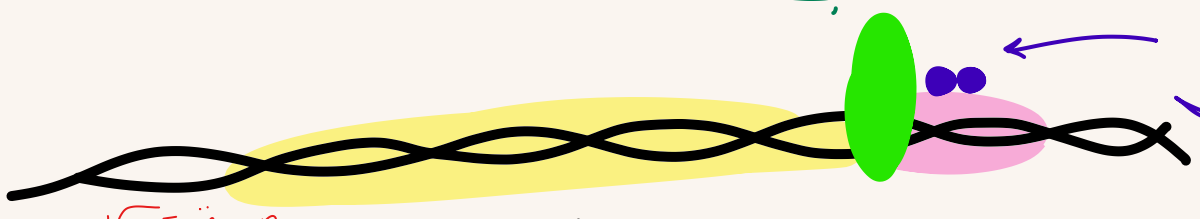
← بعضی از RNA پلی مراز های پروکاریوتی

* لازمهٔ اتصال RNA پلی مراز ها به راه انداز در DNA خطی

← گروهی Pro به نام عوامل رونویسی

← Pro تنظیمی

RNA پلی مراز



① RNA پلی مراز براساس نوکلئوتید رشتهٔ الگو نوکلئوتید مکمل در جایگاه آن قرار می‌دهد.

R ← سر مشقانه - آزاد

DR ← دُم مشقانه - درشته

② ایجاد پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتید رشتهٔ الگو و نوکلئوتید آزاد ریبوز دار ← رابطهٔ مکمل

2 یا 3 تا

DR ← دُم مشقانه - درشته

R ← سر مشقانه - آزاد.

* بین دو نوکلئوتید با قند متفاوت و تعداد مشقات متفاوت

پیوند هیدروژنی ایجاد می‌شود *

③ شکستن دو مشقات نوکلئوتید آزاد و ایجاد پیوند مستقری استر بین دو نوکلئوتید RNA.

هر دو R دارن
هر دو تا مشقات

موقت

از (P) نوکلئوتید تجزیه

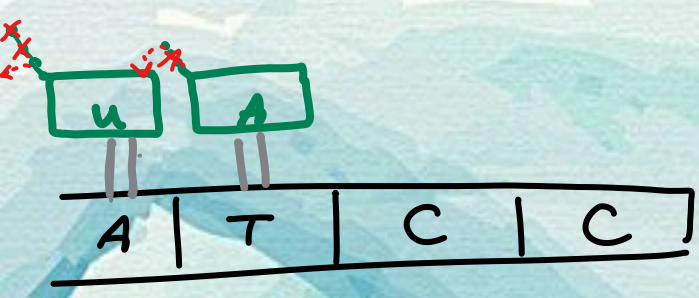
به OH قند آخرین نوکلئوتید RNA

آزاد شدن انرژی

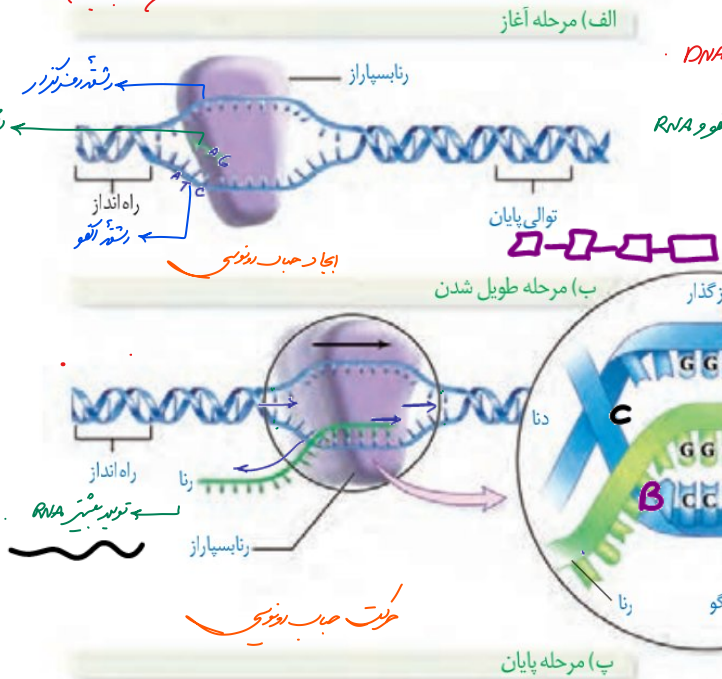
اول پیوند هیدروژنی با نوکلئوتید رشتهٔ الگو

بعد به مستقری استر با رشتهٔ RNA

ترتیب مراحل ایجاد توالی RNA حین رونویسی



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

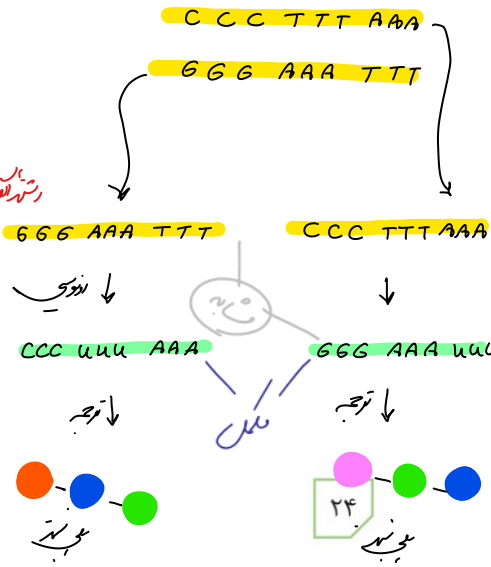


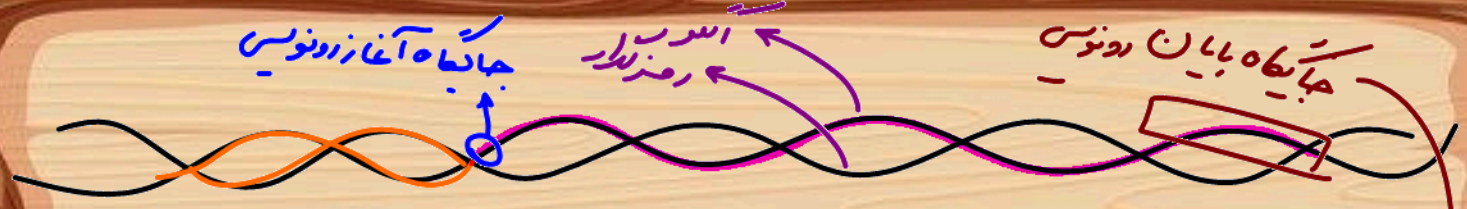
شکل ۲ـ مراحل مختلف رونویسی

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**[1] می‌گویند (شکل ۲ـ 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 به جای نوکلئوتید تیمین‌دار در دنا، نوکلئوتید یوراسیل‌دار در رنا قرار دارد.)

۱ـ Template





راه انداز

ژن

2 رشته‌ای - توالی DNA - رونویسی نمی‌شود

توالی - ارشته‌ای - رونویسی ✓ - ژن - DNA

الگو

جایگاه آغاز ← اپراتور - ژن - رونویسی می‌شود - DNA

الگو

رشته الگوی ژن‌ها مجاور در یک DNA الزاماً یکی نیست !!

VectorStock®
VectorStock.com/33326136

✓ محمد طاها ← سلول

✓ قرمه سبزی ← پروتئین

✓ کتاب خانهٔ قرمه سبزی خفه ← هسته سلول

✓ کتاب های مرجع با موضوع های مختلف برای کلاسه ← محتوای ژنتیک تک تک سلول های جنین بدن مومنه

✓ کتاب آشپزی ایرانی ← یکی از هزار موزه هایی که جای خالی زن بابی پر میکنه

✓ دستورالعمل پخت [قرمه سبزی برنج] در صفحه 135 ← زن بابی میپزه

✓ علی آقا ← RNA بابی میسازه

✓ علی آقا از صفحه 135 ← پلی میگیره ← رونویسی

✓ پس گرفته شدهٔ دستورالعمل قرمه سبزی + برنج در برگهٔ A4 ← mRNA نابالغ

✓ برخی بخش هایی از ... ← پیراسته

✓ برگهٔ A4 پس دستورالعمل قرمه سبزی + برنج به بخش هایی بریده شده ← mRNA بالغ ← تولید در هسته

تکمیل در سیتوپلاسم

✓ آشپزخانه ← ریبوزوم محل تولید بابی میره در سیتوپلاسم

✓ لوبیا، گوشت، برنج، ... ← آمینواسید

✓ مادر محمد طاها ← rRNA

✓ پدر محمد طاها ← tRNA

ATP

✓ پدر محمد طاها خریدارو انجام بده بابتش پول می ده!!

از روی دستورالعمل برداشته

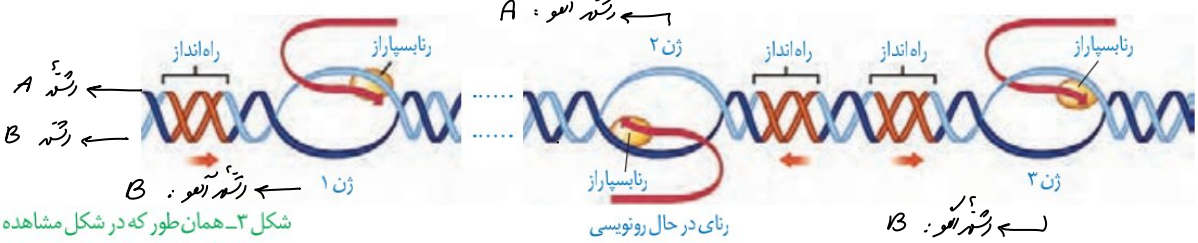
به aaRS دستورالعمل تکمه فشرده میشه و به محل ترجمه میاد.

✓ آشپزی ← ترجمه

✓ برنج + قرمه سبزی ← بابی بندها

✓ شکاف برنج خوردش قرمه سبزی ♡ ← P site

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



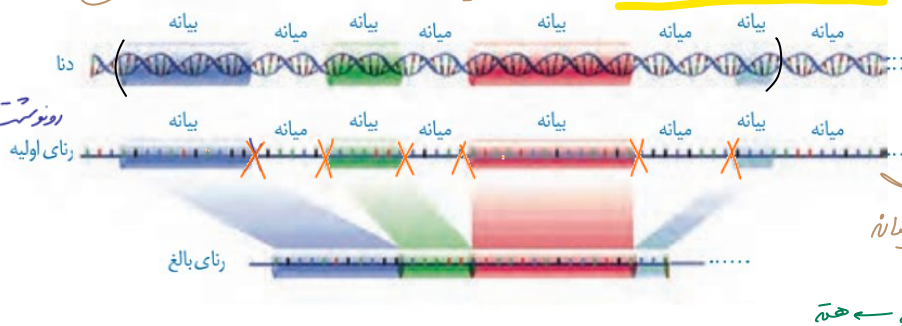
شکل ۳ـ همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، فقط یکی از دو رشته هر ژن رونویسی می‌شود.

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**[1] گفته می‌شود (شکل ۴).



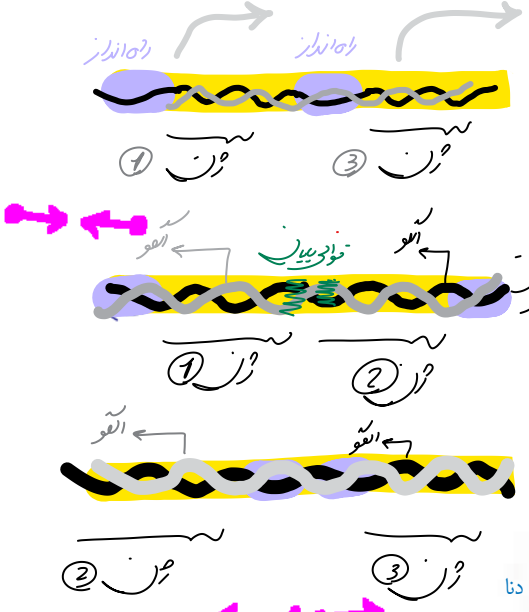
شکل ۴ـ پیرایش در بخشی از رنای یک ژن

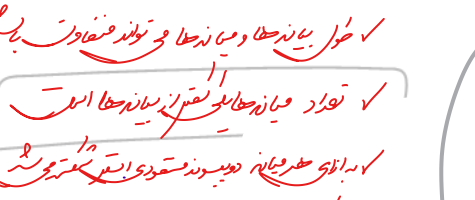
این فرایند هنگامی آشکار شد که دانشمندان یک رنای پیک درون سیتوپلاسم را با رشتهٔ الگوی ژن آن در دنا مجاورت دادند. آنها دریافتند که بخش‌هایی از دنای الگو با رنای رونویسی شده، دو رشته مکمل را تشکیل می‌دهند ولی بخش‌هایی نیز فاقد مکمل باقی می‌مانند. این بخش‌ها به‌صورت حلقه‌هایی بیرون از مولکول دو رشته‌ای قرار می‌گیرند. به این نواحی که درمولکول دنا وجود دارد ولی رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده **میانه (اینترون)**[2] می‌گویند به سایر بخش‌های مولکول

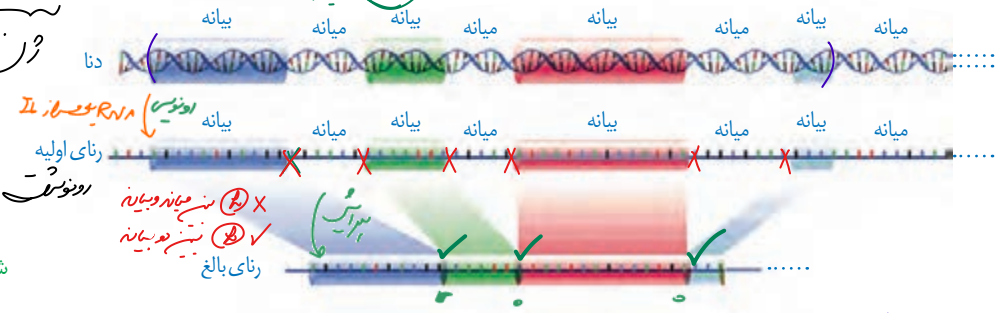
۱ـ Splicing
۲ـ Intron

شکل ۳ـ همان طور که در شکل مشاهده می‌شود، فقط یکی از دو رشته هر ژن رونویسی می‌شود.

رنای در حال رونویسی





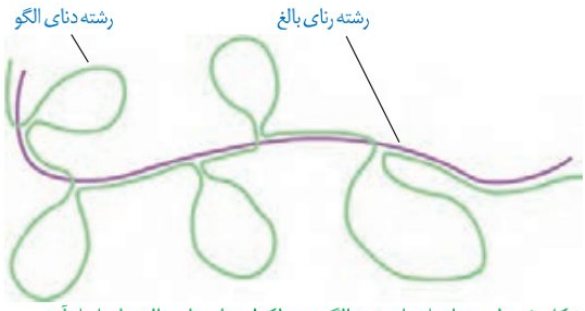


شکل ۴ـ پیرایش در بخشی از رنای یک ژن

۱ـ Splicing

۲ـ Intron

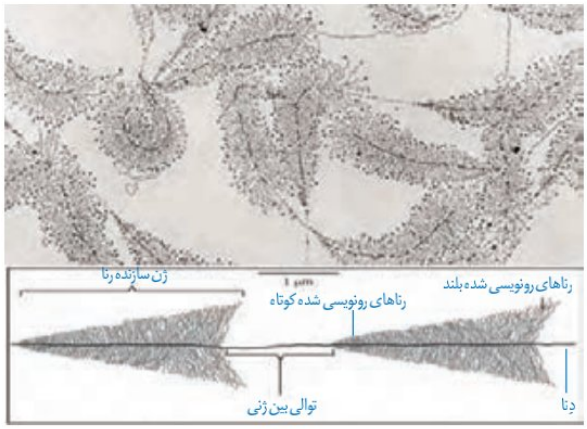
دنا، که رونوشت آنها حذف نمی‌شوند **بیانه (اگزون)**[1] گفته می‌شود (شکل ۵). در واقع رنای رونویسی شده از رشته الگو، در ابتدا دارای رونوشت‌های میانهٔ دنا است. به این رنا، **رنای نابالغ** یا **اولیه**[2] گفته می‌شود. با حذف این رونوشت‌ها از رنای اولیه و پیوستن بخش‌های باقی‌مانده به هم، **رنای بالغ**[3] ساخته می‌شود.



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

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 (شکل ۶). 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

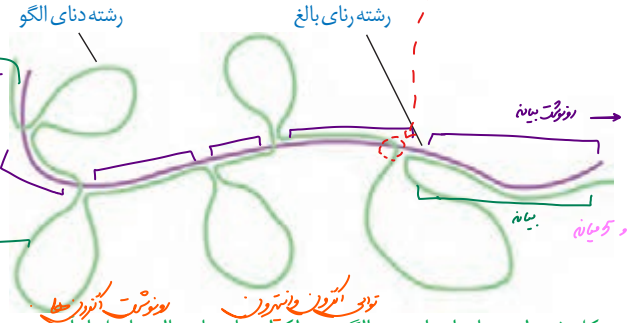
نقش زیستی میانه‌ها و بیانه‌ها

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؟

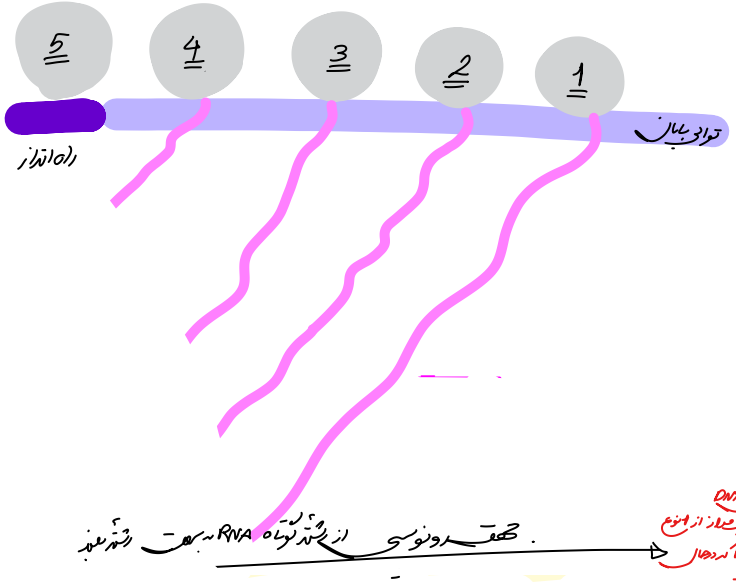
به نظر می‌رسد یکی از نقش‌های میانه، تنظیم رونویسی و در نتیجه تعداد رونوشت‌ها است. با افزایش تعداد و اندازه میانه‌ها، رونویسی از ژن‌ها بیشتر طول می‌کشد و در نتیجه محصول کمتری تولید می‌شود. نقش دیگر میانه‌ها، ایجاد تنوع در محصول است که نتیجهٔ پیرایش متفاوت رنای پیک است. با اینکه در بعضی ژن‌ها چسبیدن رونوشت‌های 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 برگونه‌ای 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.

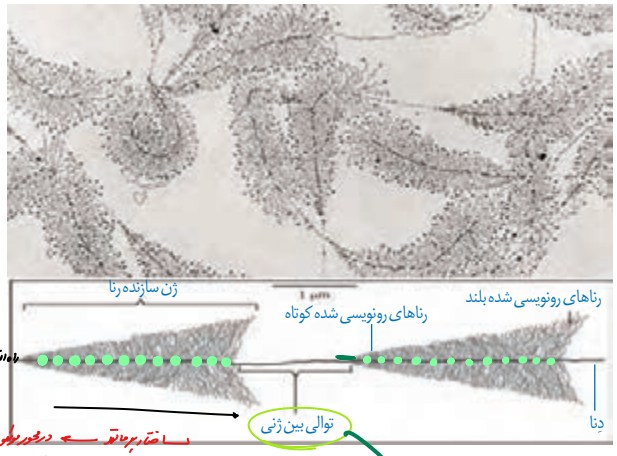
پیرایش‌های متفاوت یک ژن: با کنار هم قرار گیری متفاوت بیانه‌ها، ترکیب‌های متفاوتی حاصل می‌شود.

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



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





شکل ۶ــ ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن

واژه‌نامه

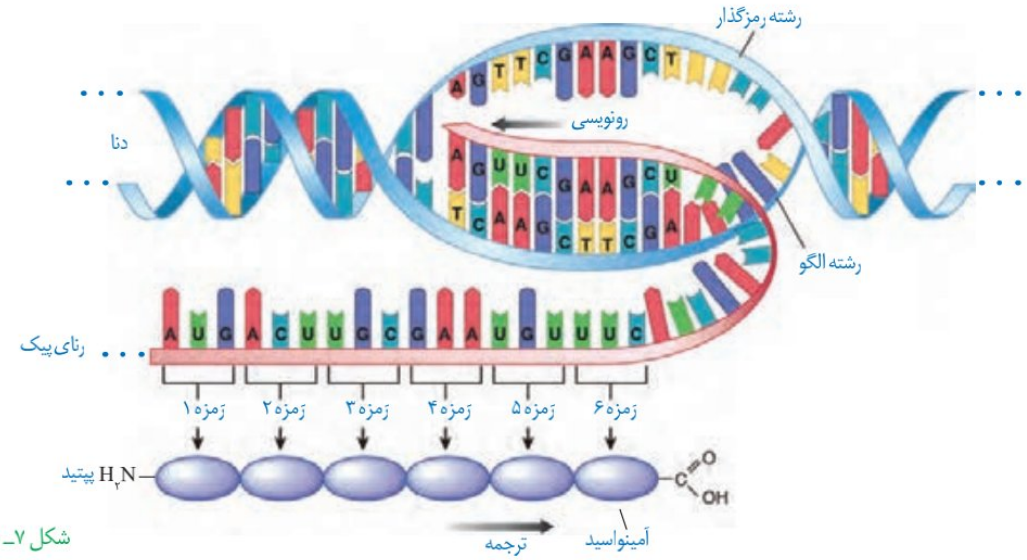
۱ــ Exon
۲ــ Precursor mRNA (Pre-mRNA)
۳ــ Mature messenger RNA

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 نوکلئیک اسیدی 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 ۷ـ طرح ساده‌ای از تشکیل شدن پلی‌پپتید

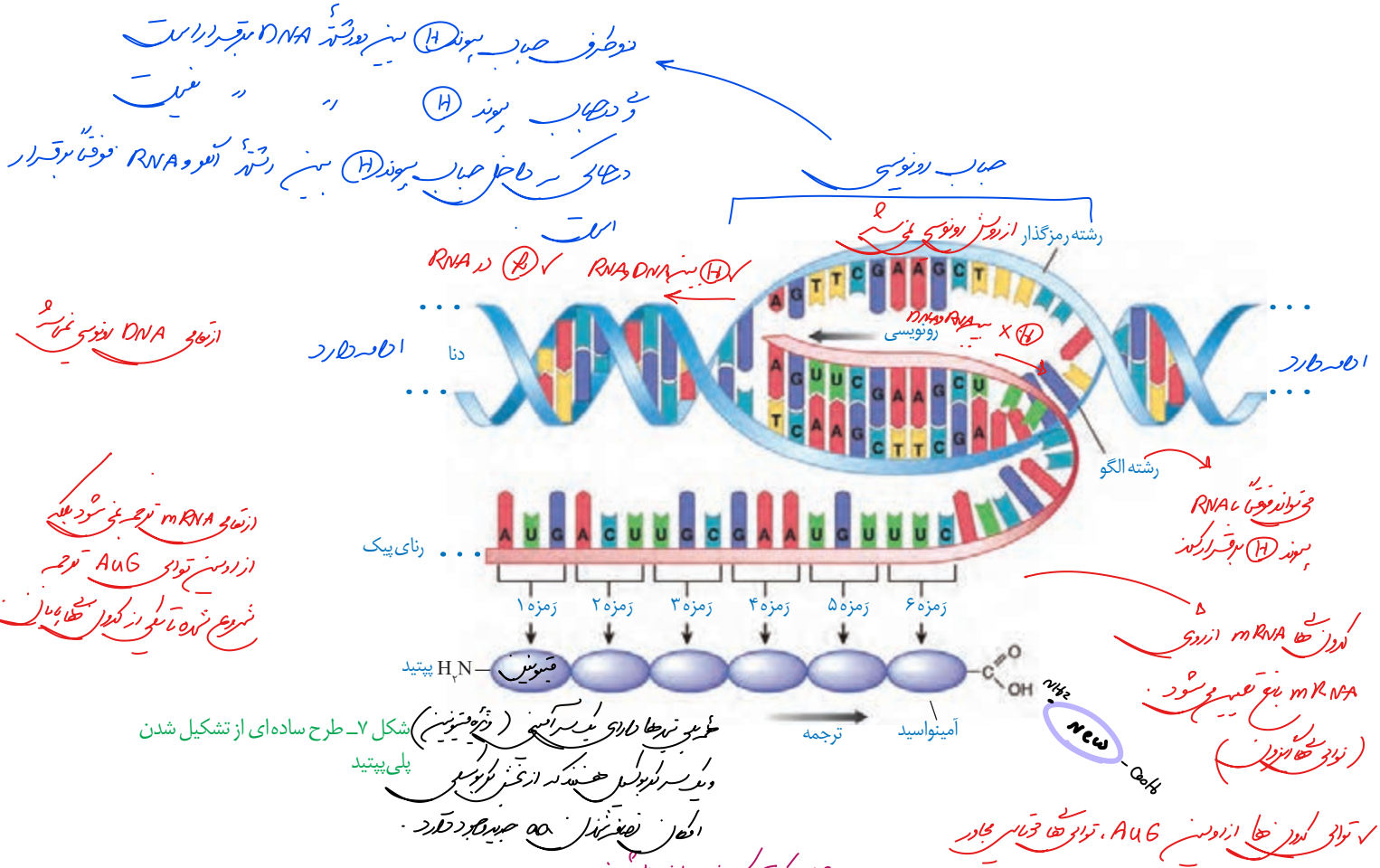
توالی‌های ۳ نوکلئوتیدی رنای پیک تعیین می‌کند که کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی‌پپتید قرار بگیرد. به این توالی‌ها، **رمزه** (کُدون)[۲] گفته می‌شود. در یاخته ۶۴ نوع رَمزه وجود دارد. نکته قابل توجه این است که رَمزه آمینواسیدها در جانداران یکسان‌اند. به نظر شما این موضوع بیانگر چه واقعیتی است؟

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.

۱ـ Translation
۲ـ Codon

CamScanner

گفتار ۲ به سوی پروتئین



شکل ۷ـ طرح ساده‌ای از تشکیل شدن پلی‌پپتید

۱ـ Translation

۲ـ Codon

رمز آغاز — TAC

← توالی در رشته الگو DNA

رمز پایان — ACT ATC ATT

کدون آغاز — AUG

mRNA ←

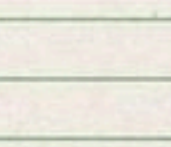
کدون پایان — UGA UAG UAA

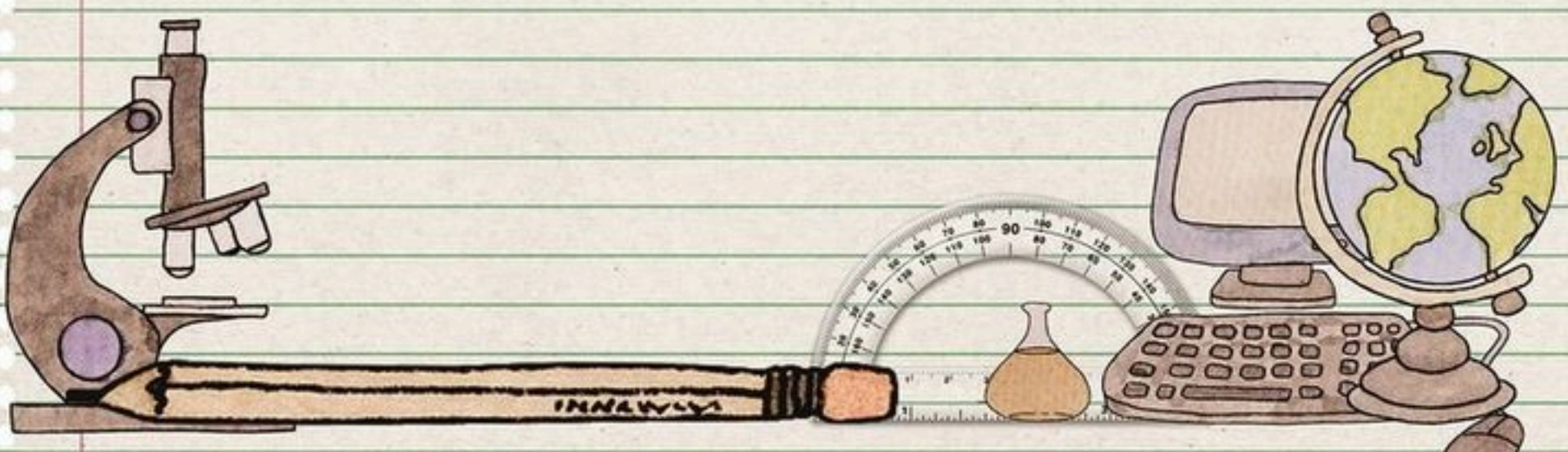
آنتی کدون tRNA ناقل آمینو اسید — UAC

tRNA ←

آنتی کدون‌های محال — ACU AUC AUU ✗ ✗ ✗

← متصل به آمینو اسید متیونین





بیشتر بدانید

انواع رَمزه و آمینواسیدهای مربوط به آنها

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

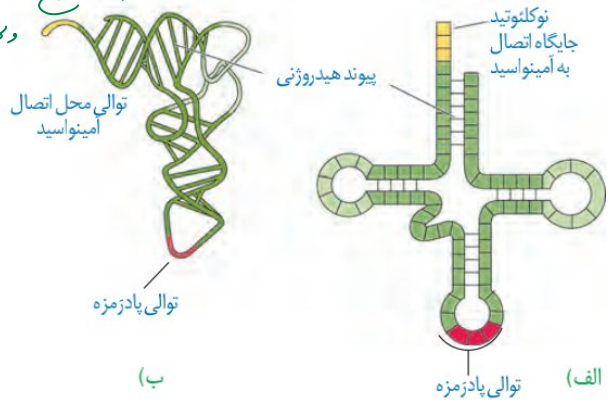
حرف اول	حرف دوم U	حرف دوم C	حرف دوم A	حرف دوم G	حرف سوم
U	UUU, UUC: فنیل آلانین	UCU, UCC, UCA, UCG: سرین	UAU, UAC: تیروزین	UGU, UGC: سیستئین	U
	UUA, UUG: لوسین		UAA, UAG: رَمزه‌پایان	UGA: رَمزه‌پایان	C
				UGG: تریپتوفان	A
					G
C	CUU, CUC, CUA, CUG: لوسین	CCU, CCC, CCA, CCG: پرولین	CAU, CAC: هیستیدین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

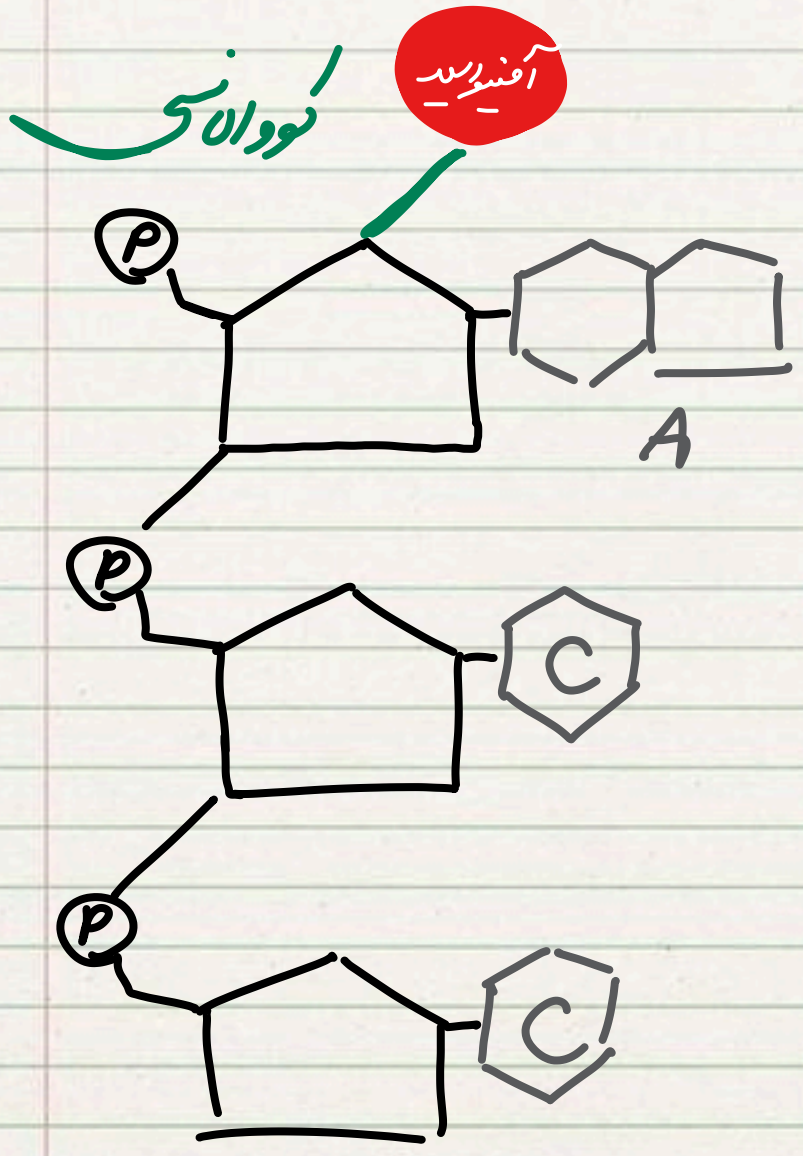
ساختار رنای ناقل

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 ـ الف). رنای ناقل تاخوردگی‌های مجددی پیدا می‌کند که ساختار سه‌بعدی را

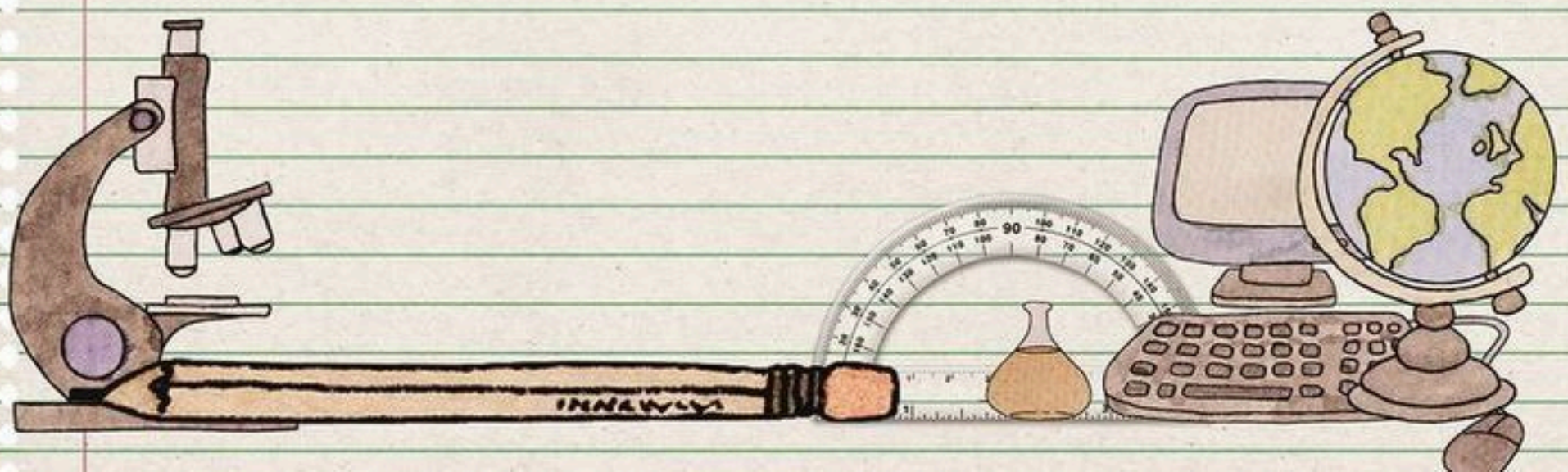


شکل ۸ ـ رنای ناقل
الف) تاخوردگی اولیه
ب) ساختار سه بعدی

اتصال CCA به فقد نوکلئوتید حاوی باز A



توالی CCA



3 حلقه ← حلقه‌های آنتی کدون
(فاقد H)
2 حلقه کناری
دراتنهای بازوی اصلی

← همگی شامل 7 نوکلئوتید مجاور هستند و اندازه حلقه‌ها برابر است.

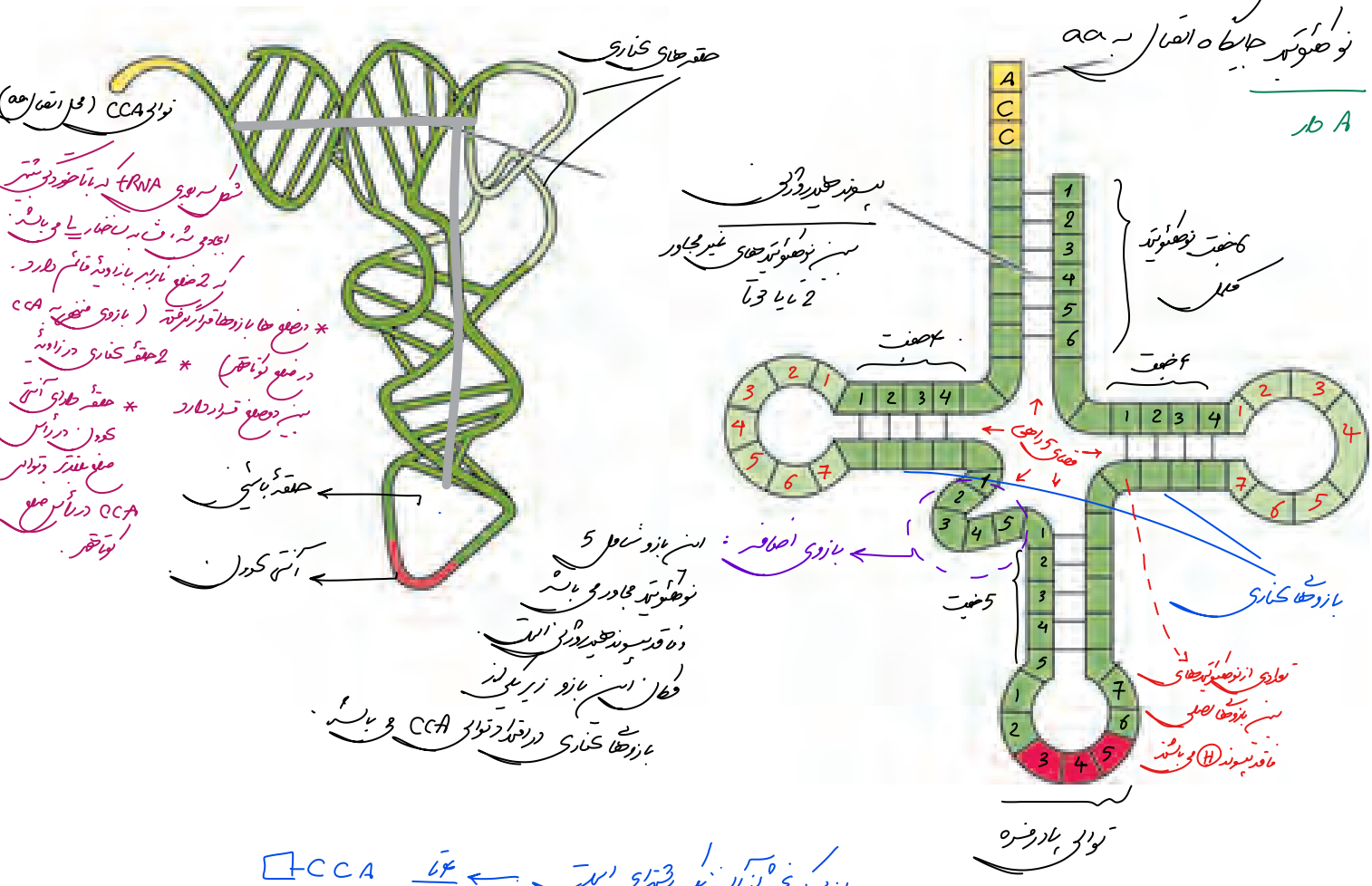
← تنها حلقه‌ای که امکان ایجاد H دارد. ← 3 نوکلئوتید وسطی حلقه آنتی کدون است. (5'A 3')

ساختار ثانویه

← ایجاد دو هلیکس - بدون ایجاد پیوند
اقدام تا خوردگی - اتصال
اتصال به aa

تا خوردگی نهایی

← ایجاد دو هلیکس با ایجاد پیوند H (شروع تا خوردگی)
عدم توانایی در اتصال به aa



شکل سه‌بعدی tRNA به تا خوردگی شبیه ایجاد می‌شه، شبیه یک ضمار یا می‌باشه
به 2 صفحه نازک با زاویه‌ی قائم دارد.
* دو صفحه با بازوها قرار گرفته (بازوی منتهی به CCA در صفحه قرار ندارد)
* 2 حلقه کناری در زاویه بین دو صفحه قرار دارد
* حلقه‌های آنتی کدون در رأس صفحه مقدار و توالی CCA در رأس صفحه دیگر.

این بازو شامل 5 نوکلئوتید مجاور می‌باشه
و فاقد پیوند هیدروژنی است.
فعال این بازو زیاد می‌شود.
بازوهای کناری در انتهای توالی CCA می‌باشه.

بازوی اضافه: ← این بازو شامل 5 نوکلئوتید مجاور می‌باشه و فاقد پیوند هیدروژنی است.

4 تا بازو اصلی
پیوند هیدروژنی دارد و در جهت بازوی منتهی به توالی CCA هستند.
دراتنهای حلقه‌ای هستند.
8 تای

بازوی منتهی به توالی CCA
1 رشته‌ای حاوی 6 نوکلئوتید و رشته دیگر حاوی 7 نوکلئوتید است.
حداقل 12 و حداکثر 18 پیوند هیدروژنی دارد

بازوهای کناری (2 تا)
این دو بازو که در انتها ساختار حلقه‌ای دارند، با هم طول برابر داشته و بازوی به توالی CCA است.
به دلیل وجود بازوی اضافی کمی بلاتر است.

بازو منتهی به آنتی کدون
دارای 4 جفت نوکلئوتید مکمل هستند و حداقل 8 و حداکثر 12 پیوند هیدروژنی دارد.
این بازو کوتاه‌تر از بازوی منتهی به CCA و بلندتر از بازوهای کناری است.
از 5 جفت نوکلئوتید مکمل ساخته شده (حداقل 10 و حداکثر 18 پیوند هیدروژنی دارد)

* در ساختار حلقه‌ها و بازوی اضافی نوکلئوتید تک رشته‌ای پیوند هیدروژنی نداریم.

✓ بلندترین بازو ← بازوی اصلی منتهی به CCA
✓ کوتاه‌ترین بازو ← بازوی اضافی
✓ ... ← ... اصلی ← ... کناری

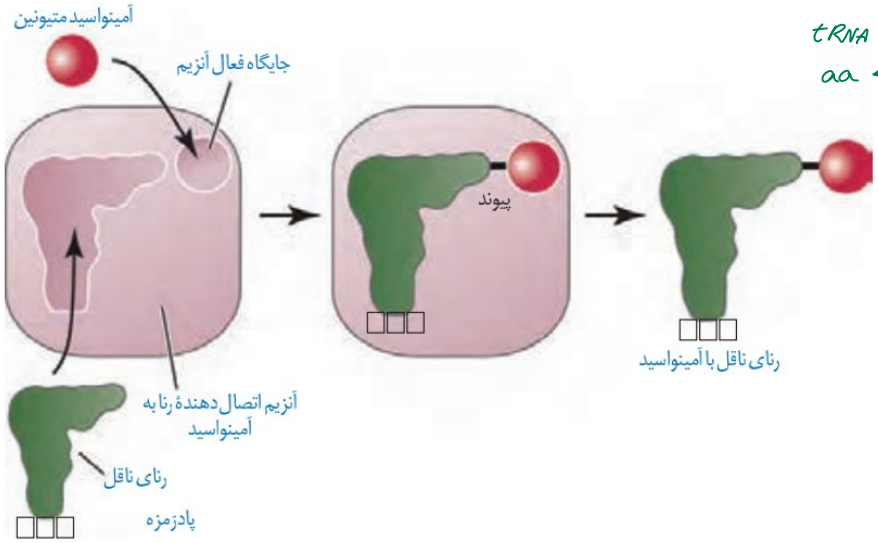
به‌وجود می‌آورد. در این ساختار یک بخش محل اتصال آمینواسید و دیگری توالی ۳ نوکلئوتیدی به نام **پادرمزه (آنتی کدون)**[1] است (شکل ۸). به نظر شما علت این نام‌گذاری چیست؟ هنگام ترجمه، این توالی با توالی رَمزه مکمل خود پیوند هیدروژنی مناسب برقرار می‌کند.

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).

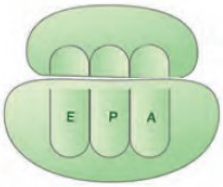
حال بر اساس آنچه تاکنون دربارهٔ رَمزه‌ها خوانده‌اید آیا می‌توانید حدس بزنید رنای ناقل با چه توالی پادرَمزه‌ای می‌تواند به آمینواسید متیونین متصل شود؟



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

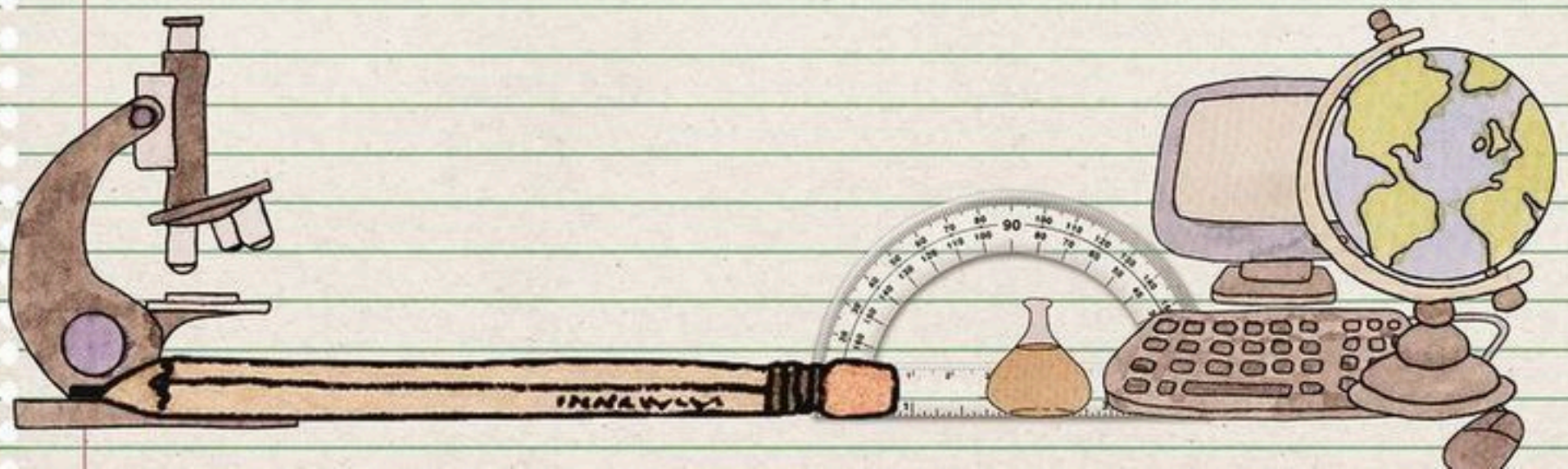
ساختار رِناتَن

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 ۱۰ـ ترتیب قرارگیری زیرواحدهای رِناتَن

۱ـ Anticodon

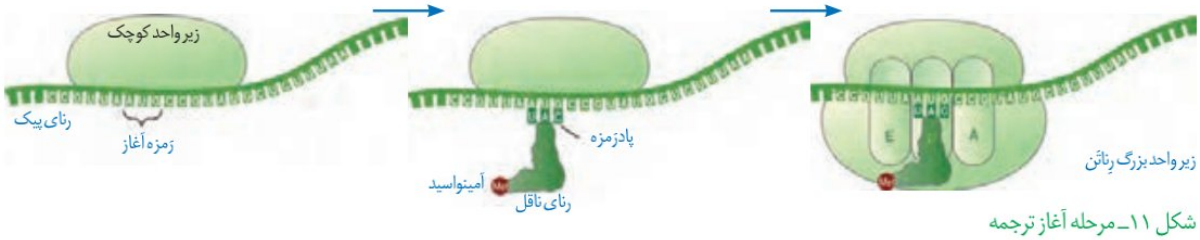


مراحل ترجمه

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

مرحله آغاز: در این مرحله بخش‌هایی از رنای پیک، زیرواحد کوچک رِناتَن را به‌سوی رَمزهٔ آغاز، هدایت می‌کند. 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.

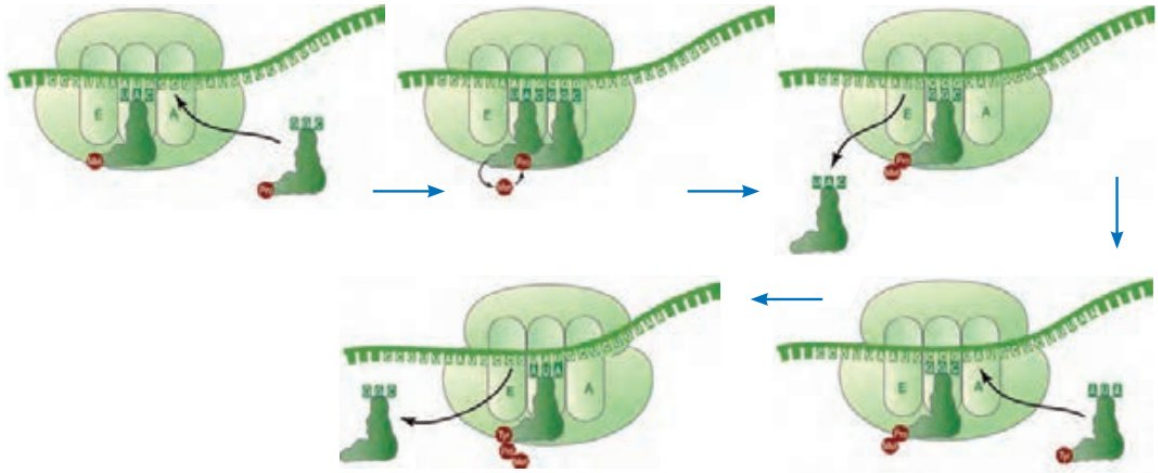
در این مرحله جایگاه P در رِناتَن، محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینواسید است. این جایگاه در ابتدا توسط رنای ناقل متیونین اشغال می‌شود. جایگاه A محل قرارگیری رنای ناقل بعدی و آمینواسید متصل به آن خواهد بود. پیوند پپتیدی در جایگاه A برقرار می‌شود. جایگاه E محل خروج رنای ناقل بدون آمینواسید است. در مرحله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



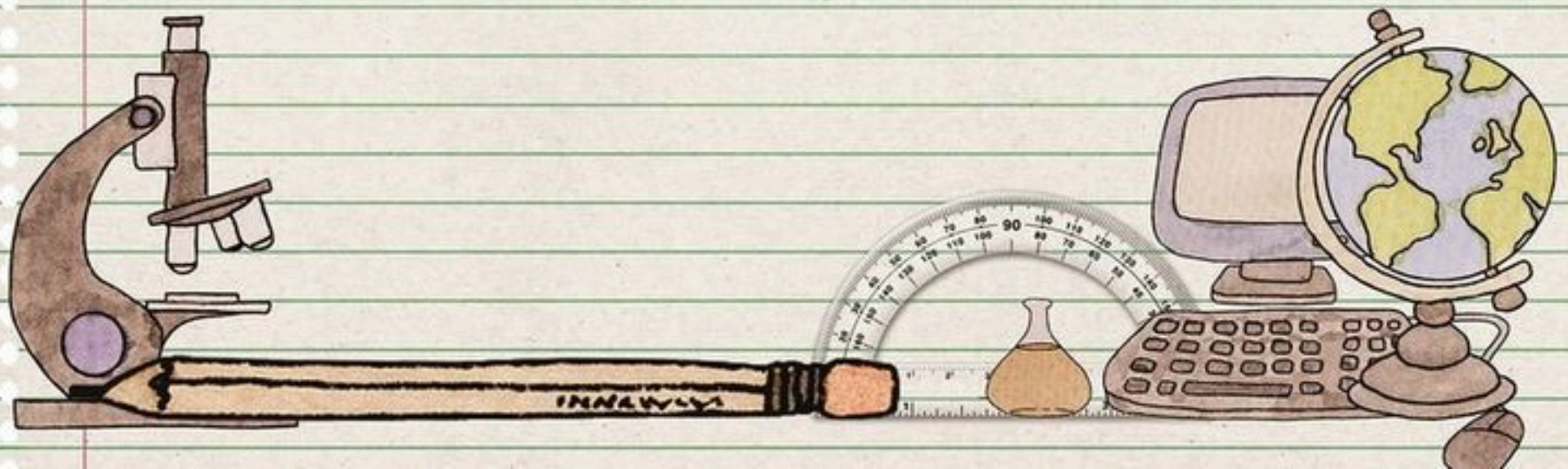
شکل ۱۱ـ مرحله آغاز ترجمه

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 می‌کند؛ در غیر این صورت جایگاه را ترک می‌کند. سپس آمینواسیدِ جایگاهP از رنای ناقل خود جدا می‌شود و با آمینواسید جایگاه A پیوند بر قرار می‌کند. 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).

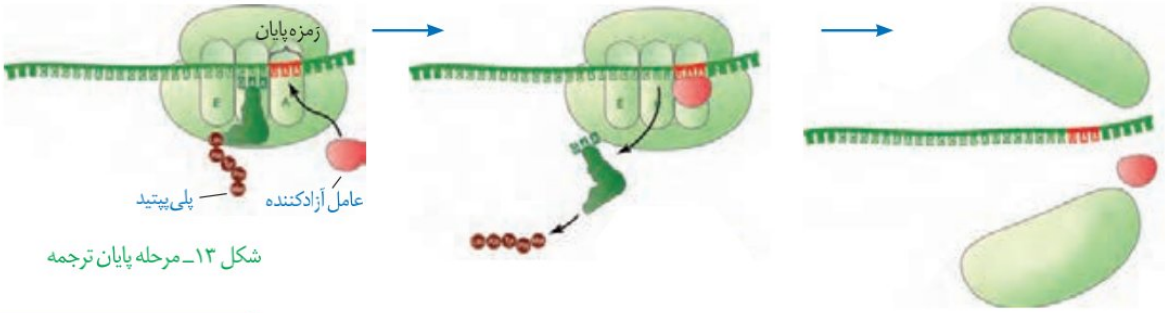
شکل ۱۲ـ مرحله طویل شدن ترجمه



CamScanner



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 ۱۳ـ مرحله پایان ترجمه

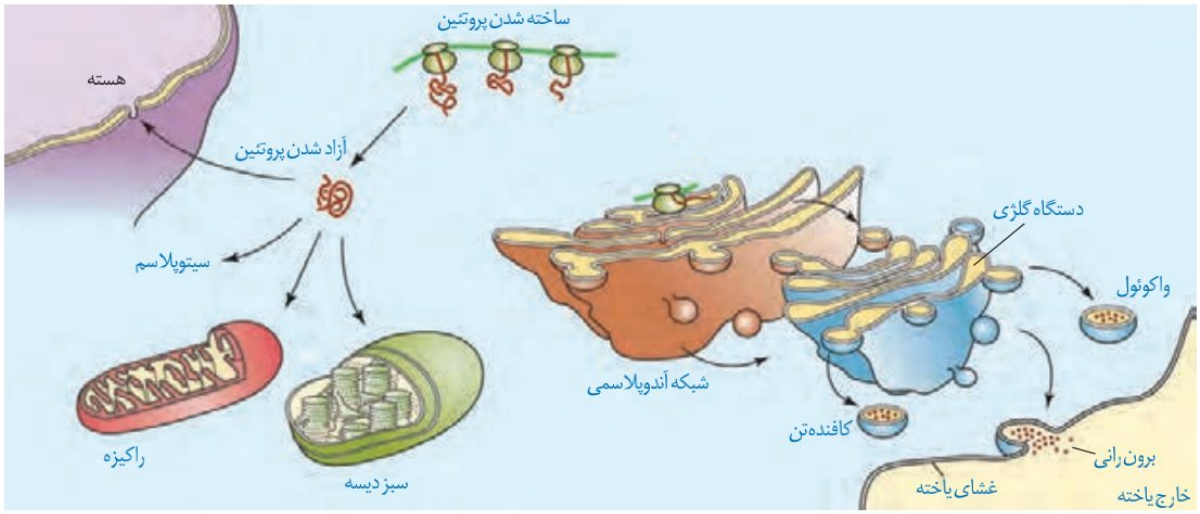
محل پروتئین‌سازی و سرنوشت آنها

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 واکوئل (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).

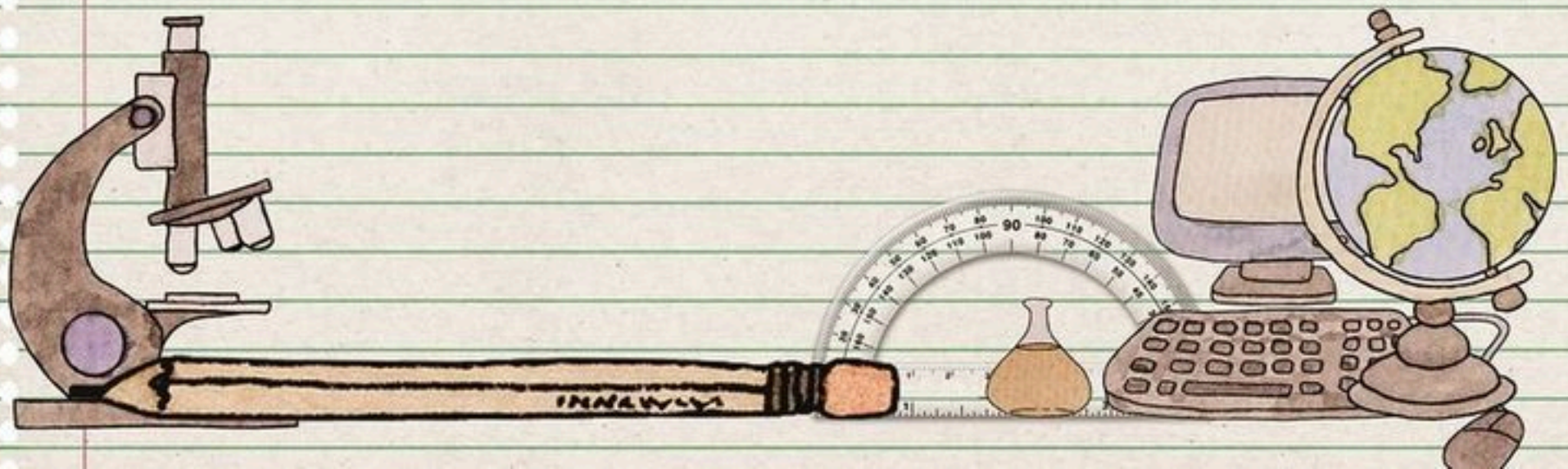
طرح سؤال از توالی‌های رمزه، پادرمزه و آمینواسیدهای مربوط به آنها در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

شکل ۱۴ـ سرنوشت پروتئین‌های ساخته‌شده در سیتوپلاسم



۱ـ Release Factors

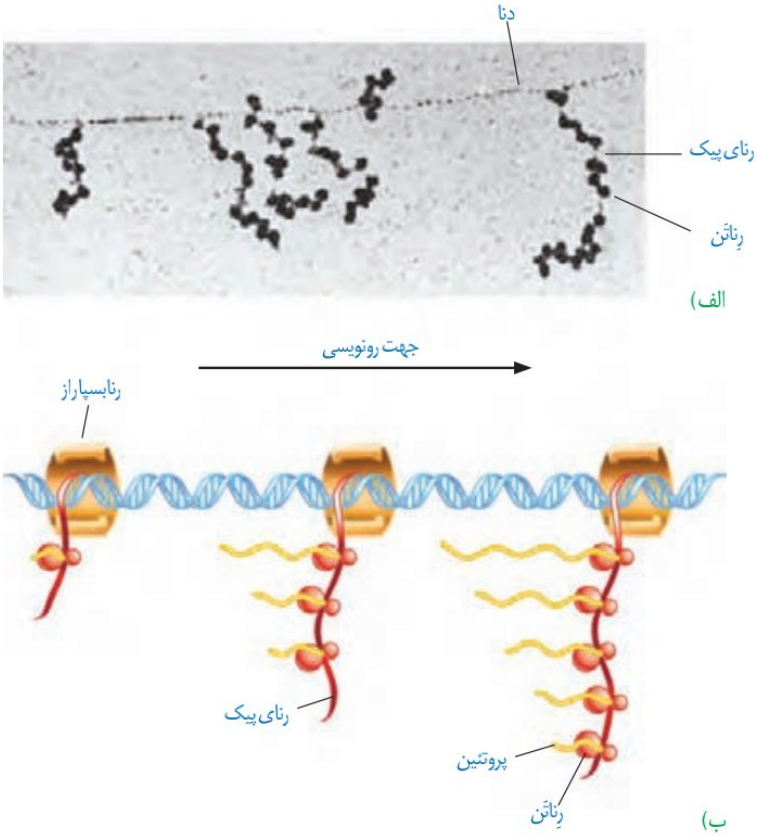
CamScanner



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.

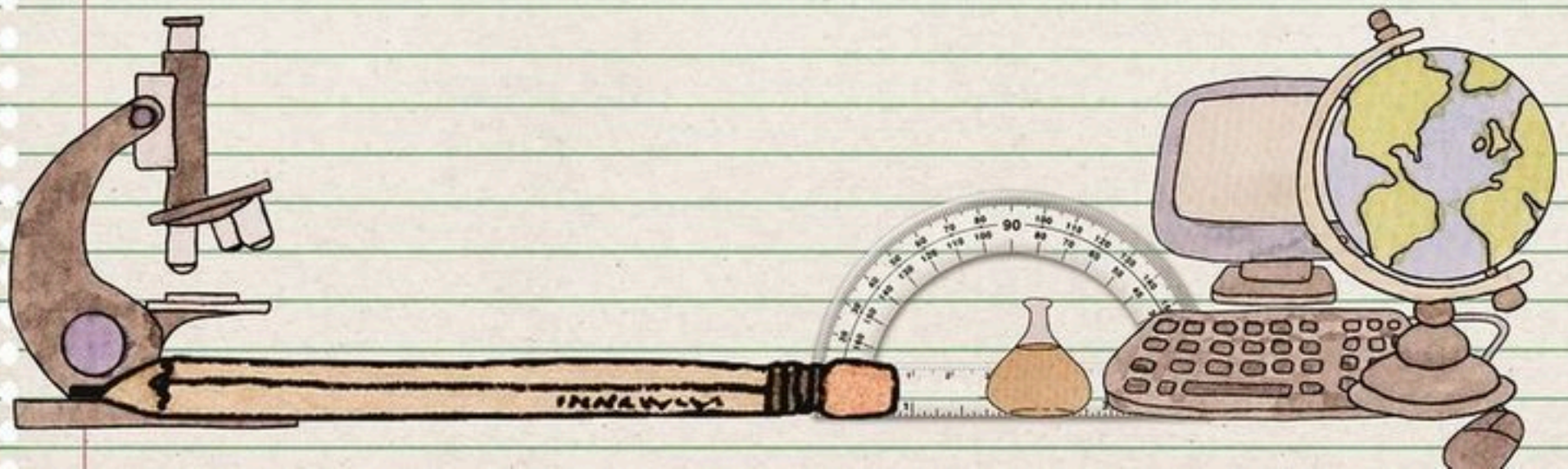


شکل ۱۵ـ الف) تصویر میکروسکوپی مجموعهٔ رِناتَن‌ها
ب) طرحی ساده از رناتن‌هایی که چند رنای در حال رونویسی را ترجمه می‌کنند.

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.

CamScanner



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 مانعِ 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.

۱- Regulation of gene expression

۲_ *Escherichia coli*

بیشتر بدانید

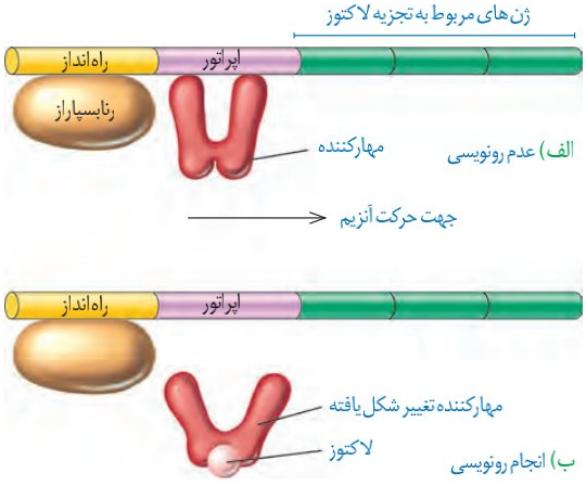
در باکتری‌ها ژن‌هایی که محصولات آنها چند فرایند مرتبط به هم را اداره می‌کند در واحدهایی به نام اُپران[۱] قرار گرفته‌اند و بیان یا عدم بیان آنها به‌طور هماهنگ انجام می‌شود. برای مثال برای جذب و تجزیه لاکتوز در باکتری اشرشیاکلای، ۳ آنزیم مورد نیاز است که ژن‌های سازندهٔ آنها در کنار هم قرار دارند و توسط 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

CamScanner

Templates @brukrautzysyn

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**[1] 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 ۱۶ـ الف) عدم رونویسی ژن‌ها در غیاب لاکتوز ب) رونویسی ژن‌ها در حضور لاکتوز

تنظیم منفی رونویسی: در گفتار ۱ آموختید که رونویسی با چسبیدن رنابسپاراز به راه‌انداز مربوط به ژن شروع می‌شود. حال اگر مانعی بر سر راه رنابسپاراز وجود داشته باشد، رونویسی انجام نمی‌شود. به این نوع تنظیم، تنظیم منفی رونویسی گفته می‌شود. مانع پیش روی رنابسپاراز نوعی پروتئین به نام **مهارکننده**[2] است. این پروتئین به توالی خاصی از دنا به‌نام **اپراتور**[3] متصل می‌شود و جلوی حرکت رنابسپاراز را می‌گیرد (شکل ۱۶ـ 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، رنابسپاراز می‌تواند رونویسی ژن‌ها را انجام دهد (شکل ۱۶ـ ب). محصولات این ژن‌ها تجزیه لاکتوز را ممکن می‌کند.

تنظیم مثبت رونویسی: در این نوع تنظیم، پروتئین‌های خاصی به رنابسپاراز 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**[4] 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**[5] وجود دارند که به توالی‌های خاصی از دنا متصل می‌شوند. به این توالی‌ها **جایگاه اتصال فعال کننده**[6] گفته می‌شود. (شکل ۱۷ـ الف) در حضور مالتوز در محیط، پروتئین فعال کننده به جایگاه خود متصل می‌شود و پس از اتصال به رنابسپاراز کمک می‌کند تا به راه‌انداز متصل

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

بیشتر بدانید

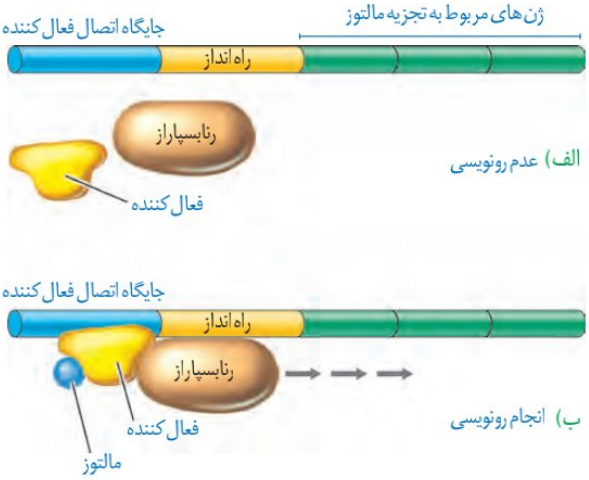
تنظیم منفی در پروکاریوت به دو صورت **القایی**[1] و **مهاری**[2] انجام می‌شود. در حالت القایی، حضور یک ماده موجب بیان ژن‌ها می‌شود. تنظیم بیان ژن در حضور لاکتوز مثالی از تنظیم منفی از نوع القایی است. در حالت مهاری، حضور یک ماده موجب خاموش شدن ژن و عدم بیان آنها می‌شود. مثال این نوع تنظیم در مورد آمینواسید **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.

۱ـ Inducer
۲ـ Repressor

CamScanner

Templates @brukrautzysyn

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

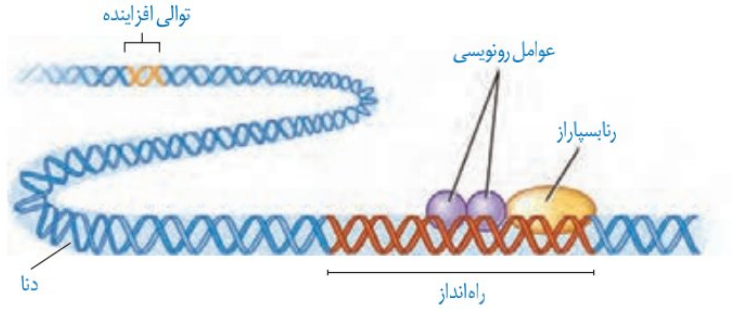


شکل ۱۷ـ تنظیم مثبت رونویسی ژن‌های مؤثر در تجزیه مالتوز

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها

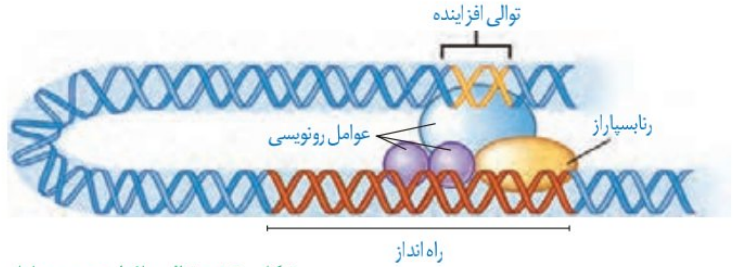
تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست و می‌تواند در مراحل بیشتری انجام شود. یاخته‌های یوکاریوتی به‌وسیلهٔ غشاها به بخش‌های مختلفی تقسیم شده‌اند. بنابراین، برای آنکه یاخته نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد، آن ماده باید به طریقی از غشاها عبور کند و ژن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. در یاخته‌های 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 ۱۸ـ 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 ۱۹ـ توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن

۱ـ Transcription Factors
۲ـ Enhancer

CamScanner

Templates @brukrautzysyn

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.

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.

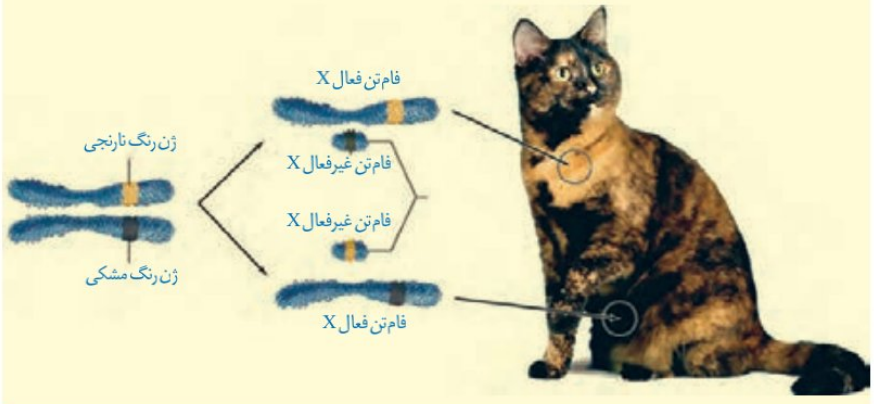
روش تنظیم دیگر در سطح فام‌تنی است. به‌طور معمول بخش‌های فشرده فام‌تن کمتر در دسترس رنابسپارازها قرار می‌گیرند بنابراین یاخته می‌تواند با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم کند. به نظر شما این تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی است یا پس از آن؟

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

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.



CamScanner

Date:

Date:

Date:

Date: