

از نظر جذب H_2O ← صورت مولکولی و یونی از هوا (روزنه‌های)

گفتار ۱ تغذیه گیاهی

گیاهان، مواد مورد نیاز را از هوا، آب یا خاک اطراف خود جذب می‌کنند. کربن دی‌اکسید یکی از مهم‌ترین موادی است که گیاهان از هوا جذب می‌کنند. کربن، اساس ماده آلی و بنابراین یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان است (کربن دی‌اکسید به همراه سایر گازها از طریق روزنه‌ها وارد فضاهای بین‌یاخته‌ای گیاه می‌شود). مقداری از کربن دی‌اکسید هم با حل شدن در آب، به صورت بیکربنات درمی‌آید که می‌تواند توسط گیاه جذب شود. سایر مواد مغذی هم بیشتر از طریق خاک جذب می‌شوند.

بویون H_2O محلول در آب
 در هوا
 در آب
 در خاک

ماده مورد نیاز
 H_2O

خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان

خاک، ترکیبی از مواد آلی، غیرآلی و ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) است. خاک‌های مناطق مختلف به علت تفاوت در این ترکیبات، توانایی متفاوتی در نگهداری آب، مقدار هوای خاک، pH و مواد معدنی دارند.

گیاهان (هوموس)، لایه سطحی خاک است و به‌طور عمده از بقایای جانداران و به‌ویژه اجزای در حال تجزیه آنها تشکیل شده است. گیاهان، با داشتن بارهای منفی، یون‌های مثبت را در سطح خود نگه می‌دارند و در نتیجه مانع از شست‌وشوی این یون‌ها می‌شوند. گیاهان همچنین باعث اسفنجی شدن حالت خاک می‌شود که برای نفوذ ریشه مناسب است. ذرات غیرآلی خاک از تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها در فرایندی به نام هوازدگی ایجاد می‌شوند. این ذرات از اندازه بسیار کوچک رس تا درشت شن و ماسه را شامل می‌شوند. تغییرات متناوب یخ‌زدن و ذوب شدن، که باعث خرد شدن سنگ‌ها می‌شود، نمونه‌ای از اثر هوازدگی فیزیکی است. اسیدهای تولید شده توسط جانداران و نیز ریشه گیاهان هم می‌توانند هوازدگی شیمیایی ایجاد کنند.

حجم خاک
 غیر آلی
 آلی
 مواد معدنی
 ذرات حالت
 اندازه مواد معدنی
 خاک
 هوازدگی فیزیکی

در سطح خاک
 در خاک
 خاک
 غیر آلی
 خاک

فعالیت ۱ خاک‌های مختلف، ذراتی با اندازه‌های مختلف دارند. تحقیق کنید که رشد ریشه گیاهان در خاک‌های رسی و ماسه‌ای با چه چالش‌ها و فرصت‌هایی روبه‌روست؟

جذب مواد معدنی خاک

نیتروژن و فسفر دو عنصر مهمی هستند که در ساختار پروتئین‌ها و مولکول‌های وراثتی شرکت می‌کنند. گیاهان، ترکیبات این دو عنصر را بیشتر از خاک جذب می‌کنند.

نیتروژن (N) و فسفر (P)
 در خاک
 جذب می‌کنند
 از خاک جذب می‌کنند

جذب نیتروژن

حالت مولکولی دگتازی

با اینکه جو زمین دارای ۷۸ درصد نیتروژن (N_2) است، گیاهان نمی‌توانند شکل مولکولی نیتروژن را جذب کنند. بیشتر نیتروژن مورد استفاده گیاهان به صورت یون آمونیوم (NH_4^+) یا نیترات (NO_3^-) است. این ترکیبات در خاک و توسط ریزجانداران تشکیل می‌شوند. خلاصه‌ای از این فرایندها در شکل ۱ نشان داده شده است. (به تبدیل نیتروژن جو به نیتروژن قابل استفاده گیاهان تثبیت نیتروژن گفته می‌شود). بخشی از نیتروژن تثبیت شده در خاک، حاصل عملکرد زیستی باکتری هاست. باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، به صورت آزاد در خاک یا همزیست با گیاهان زندگی می‌کنند. نیتروژن تثبیت شده در این باکتری‌ها به مقدار قابل توجهی دفع، و یا پس از مرگ آنها برای گیاهان قابل دسترس می‌شود. مهم‌ترین انواع تثبیت نیتروژن، در ادامه این فصل توضیح داده خواهد شد. امروزه تلاش‌های زیادی برای انتقال ژن‌های مؤثر در تثبیت نیتروژن به گیاهان در جریان است، تا بدون نیاز به این باکتری‌ها، نیتروژن مورد نیاز در اختیار گیاه قرار گیرد. در شکل ۱ انواع دیگری از باکتری‌های خاک دیده می‌شوند. نقش هر یک از آنها در تغییر و تبدیل مواد نیتروژن دار چیست؟

نرم تثبیت N_2 ؟

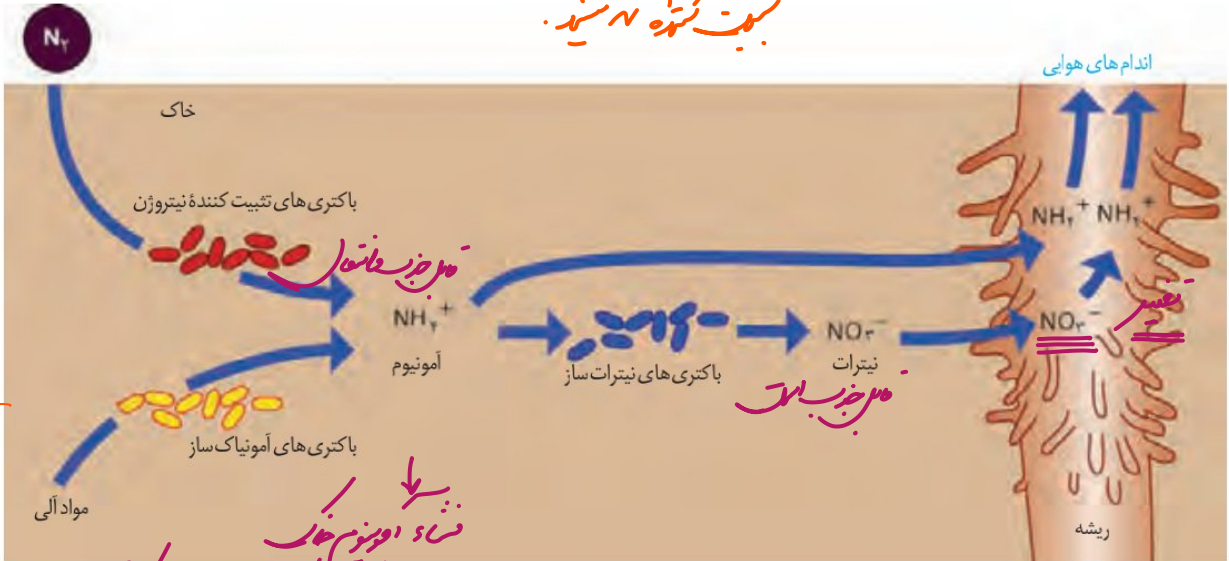
تخصصی نیتروژن؟

این بیوپنا خود مواد فوسفات هستند
در خاک با میکروارگانیسم‌ها ترکیب می‌شوند

کاربرد فوسفات در خاک
بزرگه و اطمینان تثبیت N_2 با BN_2

شکل ۱ - تغییرات مواد نیتروژن دار و چگونگی جذب آنها از خاک

منه با نیتروژن خاک
تثبیت کننده N_2 هستند



* N_2 قابل جذب بزرگ
تجربان هم معدنه
+ بصورت یون
(NH_4^+) با ریشه
یون نیتروژن (NO_3^-) و
سطح قابل جذب جایی در خاک
+ بصورت یون
افزودم است

شروع
تلاش
توسعه
در نیتروژن

جذب فسفر

فسفر (P) از دیگر عناصر معدنی است که کمبود آن، رشد گیاهان را محدود می‌کند. گیاهان، فسفر مورد نیاز خود را به صورت یون‌های فسفات از خاک به دست می‌آورند. گرچه فسفات در خاک فراوان است (اغلب برای گیاهان غیرقابل دسترس است). یکی از دلایل، این است که فسفات به بعضی ترکیبات معدنی خاک به طور محکمی متصل می‌شود، برخی گیاهان برای جبران، شبکه گسترده‌تری از ریشه‌ها و یا ریشه‌های دارای تار کشنده بیشتر ایجاد می‌کنند که جذب را افزایش می‌دهد.

با مقدار زیاد این جهت جذب PO_4^{3-} ؟

P لازمه رشد گیاه می‌باشد

علاوه بر فسفر PO_4^{3-} برای گیاهان؟

بیشتر بدانید

به دلیل اینکه بیشتر کشور ما دارای اقلیم خشک و یا شور است، عناصری

بهبود خاک

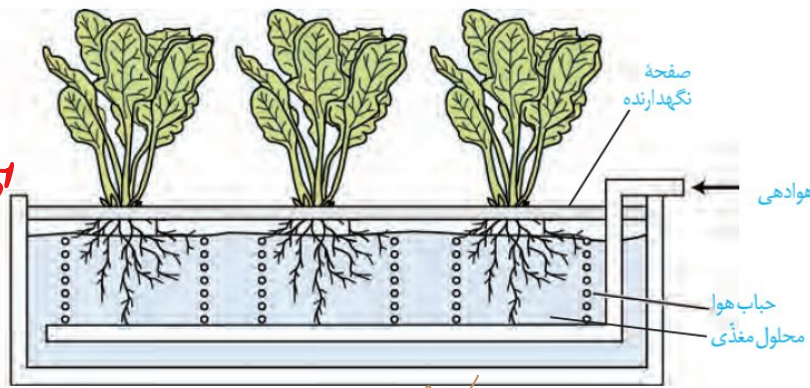
خاک مناطق مختلف ممکن است دچار کمبود برخی مواد یا فزونی مواد دیگر باشد. اصلاح این خاک‌ها می‌تواند آنها را برای گیاهان قابل کشت کند. (گر این خاک‌ها دچار کمبود باشند، با افزودن کود می‌توان حاصلخیزی آنها را افزایش داد) زیست‌شناسان برای تشخیص نیازهای تغذیه‌ای گیاهان، آنها را در محلول‌های مغذی رشد می‌دهند (شکل ۲). این محلول‌ها، آب و عناصر مغذی محلول به مقدار معین دارند. از این شیوه برای تشخیص اثرات عناصر بر رشد و نمو گیاهان نیز استفاده می‌شود.

صرف از رشد گیاهان در محلول مغذی؟

مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل دسترس در اغلب خاک‌ها محدود است، به همین دلیل در بیشتر کودها این عناصر وجود دارند. کودهای مهم در انواع آلی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیک) وجود دارند. کودهای آلی، شامل بقایای در حال تجزیه جانداران اند. این کودها مواد معدنی را به آهستگی آزاد می‌کنند و چون به نیازهای جانداران شباهت بیشتری دارند، استفاده بیش از حد آنها به گیاهان آسیب کمتری می‌زند. از معایب این کودها، احتمال آلودگی به عوامل بیماری‌زاست.

مقدار کود N, P, K در دسترس نود درصد!

کودهای شیمیایی شامل مواد معدنی هستند که به راحتی در اختیار گیاه قرار می‌گیرند؛ بنابراین می‌توانند به سرعت، کمبود مواد مغذی خاک را جبران کنند.



شکل ۲- دستگاه ساده‌ای برای کشت گیاهان در محلول‌های مغذی

زیادتی خاک را جبران کنند. مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی می‌تواند آسیب‌های زیادی به خاک و محیط زیست وارد و بافت خاک را تخریب کند. از طرفی، با شسته شدن توسط بارش‌ها، این مواد به آب‌ها وارد می‌شوند. حضور این مواد باعث

اثر کود شیمیایی روی سالم‌جندران

رشد سریع باکتری‌ها، جلبک‌ها و گیاهان آبی می‌شود. افزایش این عوامل مانع نفوذ نور و اکسیژن کافی به آب می‌شود و می‌تواند باعث مرگ و میر جانوران آبی شود.

کودهای زیستی شامل باکتری‌هایی هستند که برای خاک مفید و با فعالیت و تکثیر خود، مواد معدنی خاک را افزایش می‌دهند. استفاده از این کودها بسیار ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر است. این کودها معمولاً به همراه کودهای شیمیایی به خاک افزوده می‌شوند و معایب دو نوع کود دیگر را ندارند.

در مورد مواد در خاک، مقدار تغذیه‌ای باید کمتر شود

همان‌طور که کاهش عناصر مغذی در خاک برای گیاهان زیان‌بار است، افزایش بیش از حد بعضی مواد در خاک می‌تواند مسمومیت ایجاد کند و مانع رشد گیاهان شود. بعضی گیاهان می‌توانند

بسیار از معدنی‌باری سمومیت

غلظت‌های زیادی از این مواد را درون خود به صورت آئین نگهداری کنند؛ مثلاً نوعی سرخس می‌تواند آرسنیک را که ماده‌ای سمی برای گیاه است، در خود جمع کند. بعضی گیاهان می‌توانند آلومینیم را نیز در بافت‌ها ذخیره کنند. مثلاً گیاه گل آدریسی که در خاک‌های خنثی و قلیایی صورتی رنگ هستند در خاک‌های اسیدی آبی رنگ می‌شوند (این تغییر رنگ به علت تجمع آلومینوم در گیاه

سازمان زمین‌شناسی؟
سازمان ادرسی؟

نوع اصلاح خاک
نوع اصلاح خاک
نوع اصلاح خاک
نوع اصلاح خاک

نوع کودها؟
نوع کودها؟

مزیت

معایب
استفاده از کودها
از کودها

2 دلیل

آزمایش

علاقمند تغییر رنگ ادرسی؟

تغییر رنگ ادرسی
در pH قدرت خاک؟

است (شکل ۳). بعضی گیاهان نیز با جذب و ذخیره نمک‌ها موجب کاهش شوری خاک می‌شوند. با کاشت و برداشت این گیاهان در چند سال پی در پی می‌توان باعث کاهش شوری خاک و بهبود کیفیت آن شد.



شکل ۳- الف) رنگ گل گیاه ادریسی در خاک‌های اسیدی، ب) قلیایی و خنثی

(ب)

(الف)

آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان تأثیر کاهش یا افزایش مواد معدنی را در رشد و نمو گیاهان تعیین کرد.

فعالیت ۲

بیشتر بدانید

کبوترخانه: سازگار با طبیعت

کشاورزی به‌عنوان راهی برای تأمین غذای انسان همواره مورد توجه بوده است. پیشینیان می‌دانستند که کشت‌وکار مداوم باعث کاهش مواد مورد نیاز رشد گیاهان می‌شود. به همین منظور از مدفوع جانوران برای تقویت خاک‌های کشاورزی استفاده می‌کردند. آنها می‌دانستند که مدفوع کبوتر، کودی مناسب برای حاصل‌خیزی زمین‌های کشاورزی است. در پرندگان محل خروج ادرار و مواد دفعی از دستگاه گوارش یکی است و چون مدفوع شامل ادرار نیز می‌شود کودی غنی به حساب می‌آید. همچنین در مقایسه با مدفوع جانوران دیگر، مشکلات کمتری دارد. در ایران برای استفاده حداکثر از مدفوع پرندگان برج‌های گلی، معروف به کبوترخانه برای پرورش کبوترها و جمع‌آوری مدفوع آنها با مهندسی دقیق و در نظر گرفتن امنیت کبوترها ساخته شدند که بعضی همچنان پابرجا هستند. معماری این برج‌ها به گونه‌ای بود که امکان ورود پرندگان شکاری به کبوترخانه وجود نداشت و کبوترها می‌توانستند در امنیت و آسایش در آشیانه‌های ساخته شده در فضای درونی کبوترخانه، به زندگی و پرورش زاده‌ها بپردازند. استفاده از مدفوع پرنده برای حاصل‌خیزی زمین که با محیط‌زیست سازگار بود، نشانه‌ای از شناخت طبیعت و بهره‌برداری مناسب از آن است.



گفتار ۲ جانداران مؤثر در تغذیه گیاهی

گیاهان شیوه‌های شگفت‌انگیزی برای گرفتن مواد مورد نیاز خود از جانداران دیگر دارند. گیاهان با بعضی از این جانداران ارتباط همزیستی برقرار می‌کنند. از مهم‌ترین انواع این همزیست‌ها، قارچ ریشه‌ای‌ها (میکوریزا) و باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن هستند.

مخزن از این گیاه (سودرک دانه)

قارچ ریشه‌ای

یکی از معمول‌ترین سازگاری‌ها برای جذب آب و مواد مغذی، همزیستی ریشه گیاهان با انواعی از قارچ‌ها است که به آن قارچ ریشه‌ای گفته می‌شود (شکل ۴). حدود ۹۰ درصد گیاهان دانه‌دار با قارچ‌ها همزیستی دارند. این قارچ‌ها در سطح ریشه زندگی می‌کنند. رشته‌های ظریفی به درون ریشه می‌فرستد که تبادل مواد را با آن انجام می‌دهند.

تبادل مواد

در قارچ ریشه‌ای، قارچ مواد آلی را از ریشه گیاه می‌گیرد و برای گیاه، مواد معدنی و به خصوص فسفات فراهم می‌کند. پیکر رشته‌ای و بسیار ظریف قارچ‌ها، نسبت به ریشه گیاه با سطح بیشتری از خاک در تماس است و می‌تواند مواد معدنی بیشتری را جذب کند.

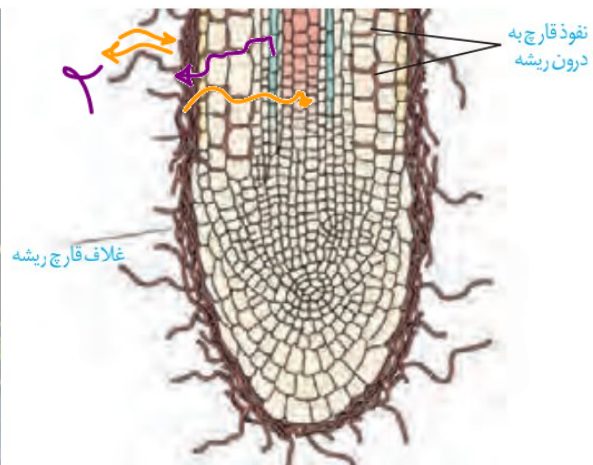
۲ صوف

به گونه جدید و فزاینده

ماده دگر



(ب)



(الف)

شکل ۴- همزیستی ریشه گیاه با قارچ و نتایج آن. الف) طرح ساده نوعی قارچ ریشه‌ای که غلافی را روی ریشه گیاه تشکیل می‌دهد. بخش کوچکی از قارچ به درون ریشه نفوذ و در تبادل مواد شرکت می‌کند. ب) مقایسه دو گیاه که یکی با کمک قارچ ریشه‌ای (چپ) و دیگری بدون آن (راست) و در وضعیت برابر محیطی رشد کرده است.



هزاران بکتري باکتری در ریشه

همزیستی گیاه با تثبیت کننده های نیتروژن

برخی گیاهان با انواعی از باکتری ها همزیستی دارند که این همزیستی برای به دست آوردن نیتروژن بیشتر است. دو گروه مهم این باکتری ها عبارت اند از: **1 ریزوبیوم ها و سیانوباکتری ها.** **2 هزاران بکتري**

ریزوبیوم: از گذشته برای تقویت خاک، تناوب کشت انجام می شد که در آن گیاهان زراعی مختلف به صورت پی در پی کشت می شد. یکی از انواع گیاهانی که در تناوب کشت مورد استفاده قرار می گیرد، گیاهان تیره پروانه واران است (دلیل این نام گذاری، شباهت گل های آنها به پروانه است) (سویا، نخود و یونجه از گیاهان مهم زراعی این تیره هستند) در ریشه این گیاهان و در محل برجستگی هایی به نام **گرهک**، نوعی باکتری تثبیت کننده نیتروژن به نام **ریزوبیوم** زندگی می کند (شکل ۵). هنگامی که این گیاهان می میرند یا بخش های هوایی آنها برداشت می شود، گرهک های آنها در خاک باقی می ماند و گیاهک غنی از نیتروژن ایجاد می کنند. ریزوبیوم ها با تثبیت نیتروژن، نیاز گیاه را به این عنصر برطرف می کنند و گیاه نیز مواد آلی مورد نیاز باکتری را برای آن فراهم می کند.

شکل ۵- گرهک های ریشه گیاهان تیره پروانه واران

همزیستی با سیانوباکتری ها. (سیانوباکتری ها نوعی از باکتری های فتوسنتز کننده هستند که بعضی از آنها می توانند علاوه بر فتوسنتز، تثبیت نیتروژن هم انجام دهند. آزولا گیاهی کوچک است که در تالاب های شمال و مزارع برنج کشور به فراوانی وجود دارد. گیاه آزولا با سیانوباکتری ها همزیستی دارد و نیتروژن تثبیت شده آن را دریافت می کند) (شکل ۶- الف). گیاه گونرا نیز در نواحی فقیر از نیتروژن رشد شگفت انگیزی دارد. چگونه این گیاه با وجود کمبود نیتروژن چنین رشدی دارد؟ سیانوباکتری های همزیست درون ساقه و دمبرگ این گیاه، تثبیت نیتروژن انجام می دهند و از محصولات فتوسنتزی گیاه استفاده می کنند) (شکل ۶- ب).

سایانوباکتری ها؟
سویا و نخود در زراعت؟
پروانه واران در زراعت؟

صحت فرضیه نوزاد سیانوباکتری؟

شکل ۶- الف) گیاه آزولا، ب) گیاه گونرا



شکل ۶- الف) گیاه آزولا، ب) گیاه گونرا

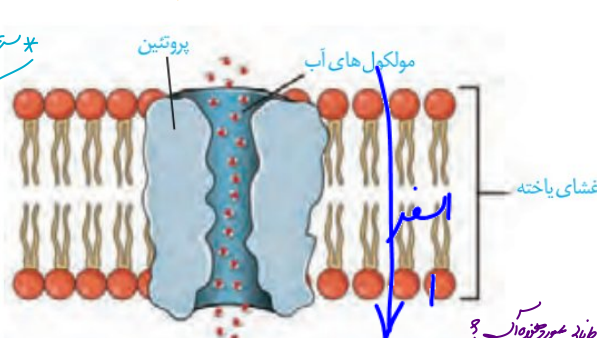
گرهک = گره
عمل انتقال نیتروژن
در مزارع برنج
نزد ریزوبیوم حاصل

شیره خام (آب و مواد معدنی) ← توسط آوندهای چوبی
شیره پخته (آب و مواد آلی) ← توسط آوندهای سفید

گفتار ۳ انتقال مواد در گیاهان

انتقال از خاک به برگ

آب و مواد مورد نیاز گیاهان، که از خاک اطراف ریشه‌ها جذب می‌شود و در مسیرهایی به ساقه و برگ می‌رود. بخش زیادی از آب جذب شده از سطح برگ‌ها به هوا تبخیر می‌شود (خروج آب به صورت بخار از سطح اندام‌های هوایی گیاه تعرق نامیده می‌شود). تعرق، سازوکار لازم را برای جابه‌جایی آب و مواد معدنی به برگ فراهم می‌کند. جابه‌جایی مواد در گیاهان را می‌توان در دو مسیر کوتاه و بلند بررسی کرد؛ در مسیر کوتاه، جابه‌جایی آب و مواد در سطح یاخته یا چند یاخته بررسی می‌شود. در مسیر بلند، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی‌تر بررسی می‌شود. این مسافت در بعضی درختان به بیش از صد متر می‌رسد. (در هر دوی این مسیرها آب به عنوان انتقال دهنده مواد، نقش اساسی دارد که این نقش به علت ویژگی‌های آن است.)



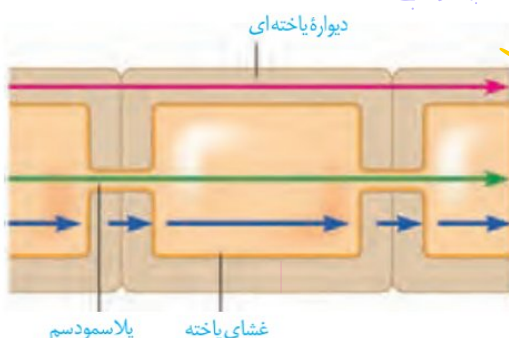
شکل ۱۰ - پروتئین تسهیل کننده عبور آب در غشا

انتقال مواد در سطح یاخته‌ای: (در این حالت،

جابه‌جایی مواد با فرایندهای فعال و غیرفعال و در حد یاخته انجام می‌شود. با این فرایندها قبلاً آشنا شدید. شیوه‌هایی مثل انتشار و انتقال فعال (نمونه‌هایی از این روش هاست. برای انتقال آب در عرض غشای بعضی یاخته‌های گیاهی و جانوری و غشای واکوئول بعضی یاخته‌های گیاهی) پروتئین‌هایی دخالت دارند که سرعت جریان آب را افزایش می‌دهند. هنگام کم‌آبی، ساخت این پروتئین‌ها تشدید می‌شود (شکل ۱۰).

انتقال مواد در عرض ریشه: در عرض ریشه، انتقال

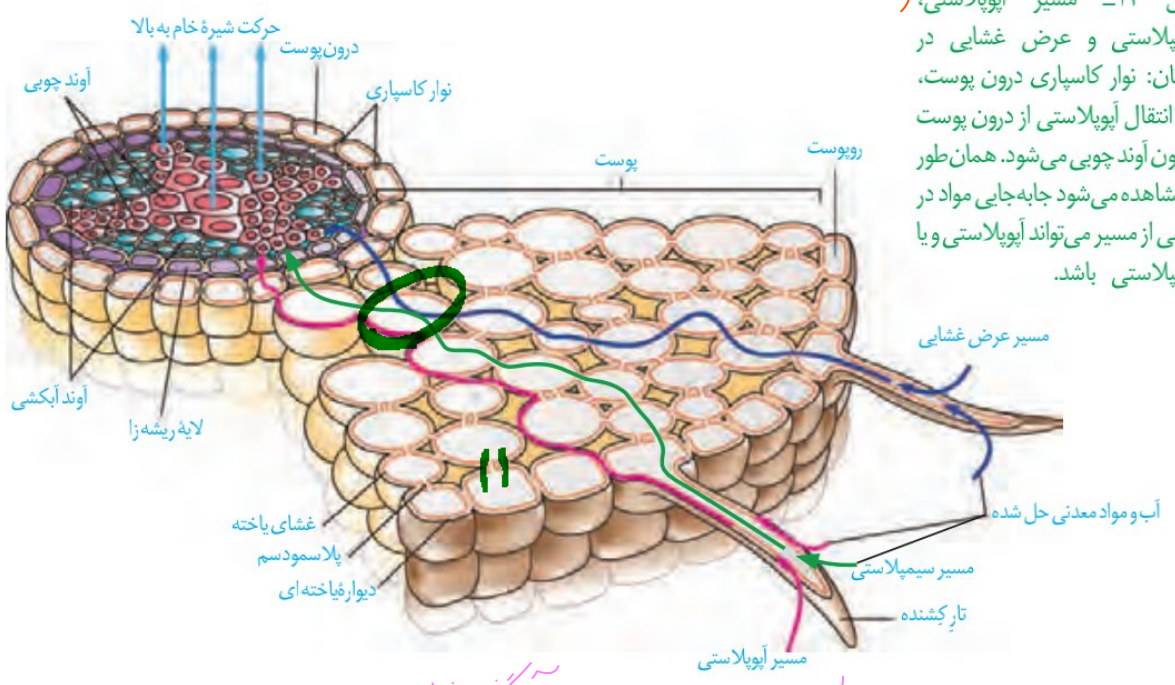
آب و مواد محلول معدنی به سه روش انجام می‌شود: (انتقال از عرض غشا، انتقال سیمپلاستی و انتقال آپوپلاستی). انتقال از عرض غشای یاخته است (سیمپلاست به معنی پروتوپلاست همراه با پلاسمودسم‌ها است). انتقال سیمپلاستی حرکت مواد از پروتوپلاست یک یاخته به یاخته مجاور، از راه پلاسمودسم‌هاست. آب و بسیاری از مواد محلول می‌تواند از فضای پلاسمودسم به یاخته‌های دیگر منتقل شود (شکل ۱۱). منافذ پلاسمودسم آن قدر بزرگ است که پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها و حتی ویروس‌های گیاهی از آن عبور می‌کنند. (در مسیر آپوپلاستی، حرکت مواد محلول از فضاهای بین یاخته‌ای و دیواره یاخته‌ای انجام می‌شود.)



شکل ۱۱ - شیوه‌های انتقال مواد در مسیرهای کوتاه

آب و مواد محلول در عرض ریشه سرانجام به درونی ترین لایه پوست به نام **درون پوست (آندودرم)** می‌رسند. درون پوست استوانه‌ای ظریف از یاخته‌ها است که یاخته‌های آن کاملاً به هم چسبیده‌اند و سدی را در مقابل آب و مواد محلول ایجاد می‌کنند (شکل ۱۲). یاخته‌های درون پوست در دیواره

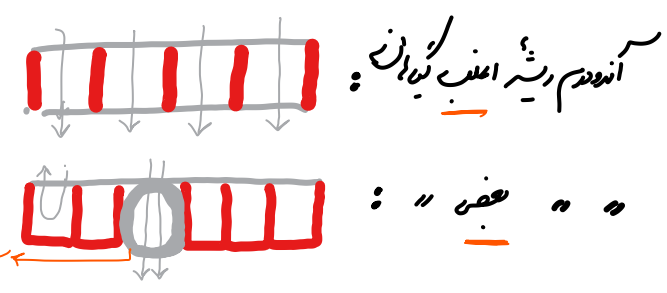
شکل ۱۲- مسیر آپوپلاستی، سیمپلاستی و عرض غشایی در گیاهان: نوار کاسپاری درون پوست مانع انتقال آپوپلاستی از درون پوست به درون آوند چوبی می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود جابه‌جایی مواد در بخشی از مسیر می‌تواند آپوپلاستی و یا سیمپلاستی باشد.



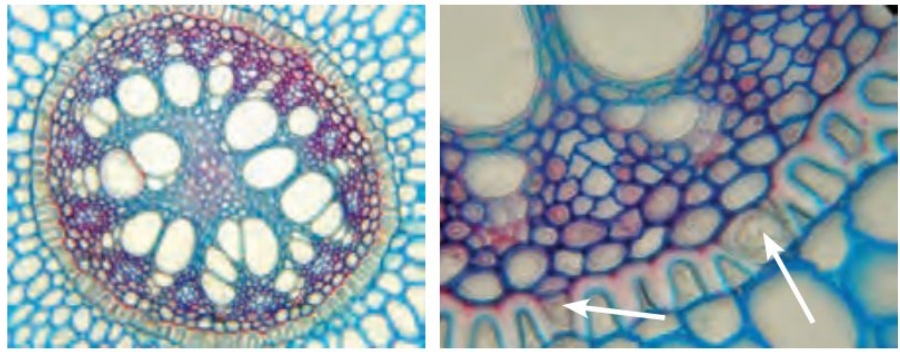
جانبی خود دارای نواری از جنس چوب پنبه (سوبرین) هستند که به آن **نوار کاسپاری** گفته می‌شود. بنابراین آب و مواد محلول آن نمی‌توانند از طریق مسیر آپوپلاستی وارد یاخته‌های درون پوست شوند. یاخته‌های درون پوست انتقال مواد را کنترل می‌کنند. این لایه در ریشه مانند صافی عمل می‌کند که مانع از ورود مواد ناخواسته یا مضر مسیر آپوپلاستی به درون گیاه می‌شوند. درون پوست، همچنین از برگشت مواد جذب شده به بیرون از ریشه جلوگیری می‌کند. بعد از درون پوست حرکت در هر سه مسیر ادامه می‌یابد. مواد به آوندهای چوبی منتقل، و آماده جابه‌جایی برای مسیرهای طولانی‌تر می‌شود که به این فرایند **بارگیری چوبی** گفته می‌شود. در ریشه بعضی گیاهان، نوار کاسپاری علاوه بر دیواره‌های جانبی درون پوست، دیواره پشتی را نیز می‌پوشاند و انتقال مواد از این یاخته‌ها را غیرممکن می‌کند. در برش عرضی و زیر میکروسکوپ نوری این یاخته‌ها ظاهر نعلی یا U شکل دارند (شکل ۱۳). در این گیاهان یاخته‌های درون پوستی ویژه‌ای، به نام **یاخته معبر** وجود دارند که فاقد نوار کاسپاری در اطراف خود هستند و انتقال مواد به آوندها از طریق این یاخته‌ها انجام می‌شود. در ریشه گیاهان نوار کاسپاری در اطراف آوند چوبی قرار دارد.

2- وظیفه نوار کاسپاری چیست؟
 بعد از درون پوست
 مسیر شیره خام از زیر پوست
 مواد در دیواره پشتی درون پوست
 از آن خارج نمی‌شود

نوار کاسپاری هسلج (متزل)
 نوار کاسپاری هسلج (متزل)



شکل ۱۳- تصویر میکروسکوپی مقطع عرضی ریشه نوعی گیاه. یاخته‌های معبر با پیکان نشان داده شده‌اند. یاخته‌های درون پوست در این ریشه‌ها به صورت نعلی شکل (U) دیده می‌شود.



انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

در جهت ریشه، بدون مصرف انرژی

شیره خام در گیاهان، گاه تا فواصل بسیار طولانی جابه‌جا می‌شود. انتشار برای فواصل طولانی،

کارآمد نیست. در گیاهان، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی توسط جریان توده‌ای انجام می‌شود.

آتش جابه‌جایی مواد در مسیرهای بلند؟

سرعت انتشار آب و مواد در گیاه، چند میلی‌متر در روز است ولی در جریان توده‌ای، این سرعت به

چندین متر در روز می‌رسد. جریان توده‌ای در آوندهای چوبی تحت اثر دو عامل فشار ریشه‌ای و تعرق،

و با همراهی خواص ویژه آب انجام می‌شود. (اثر ایجاد جریان توده‌ای)

فشار ریشه‌ای: یاخته‌های درون پوست و یاخته‌های زنده پیرامون آوندهای ریشه، با انتقال

فعال، یون‌های معدنی را به درون آوندهای چوبی منتقل می‌کنند. این عمل باعث افزایش مقدار

این یون‌ها، افزایش فشار اسمزی و در نتیجه ورود آب به درون آوند چوبی می‌شود. در اثر تجمع آب و

یون‌ها، فشار در آوندهای چوبی ریشه افزایش می‌یابد و فشار ریشه‌ای را ایجاد می‌کند (فشار ریشه‌ای

باعث هل دادن شیره خام به سمت بالا می‌شود) (شکل ۱۴). در بیشتر گیاهان، فشار ریشه‌ای در

صعود شیره خام نقش کمی دارد و در بهترین حالت می‌تواند چند متر آن را به بالا بفرستد. پس چه

عاملی باعث حرکت شیره خام به نوک درختان بسیار بلند می‌شود؟

تعرق: عامل اصلی انتقال شیره خام، مکشی است که در اثر تعرق از سطح گیاه ایجاد می‌شود

(شکل ۱۵) علت تعرق نیز حرکت آب از محل دارای آب بیشتر به محل با آب کمتر است. ستون

آب درون آوندهای چوبی پیوسته است. (این پیوستگی به علت ویژگی‌های هم‌چسبی و دگرچسبی

مولکول‌های آب است). علت برپوستن آب در گیاهان؟

بیشتر تعرق گیاهان از روزنه‌های برگ انجام می‌شود (نیروی مکش تعرق آن قدر زیاد است که در

یک روز گرم می‌تواند باعث کاهش قطر تنه یک درخت شود؛ هرچند این کاهش اندک است. اگر دیواره

آوندهای چوبی استحکام کافی نداشت به راحتی در اثر مکش تعرق، له می‌شد. قدرت نیز می‌تواند تعرق؟

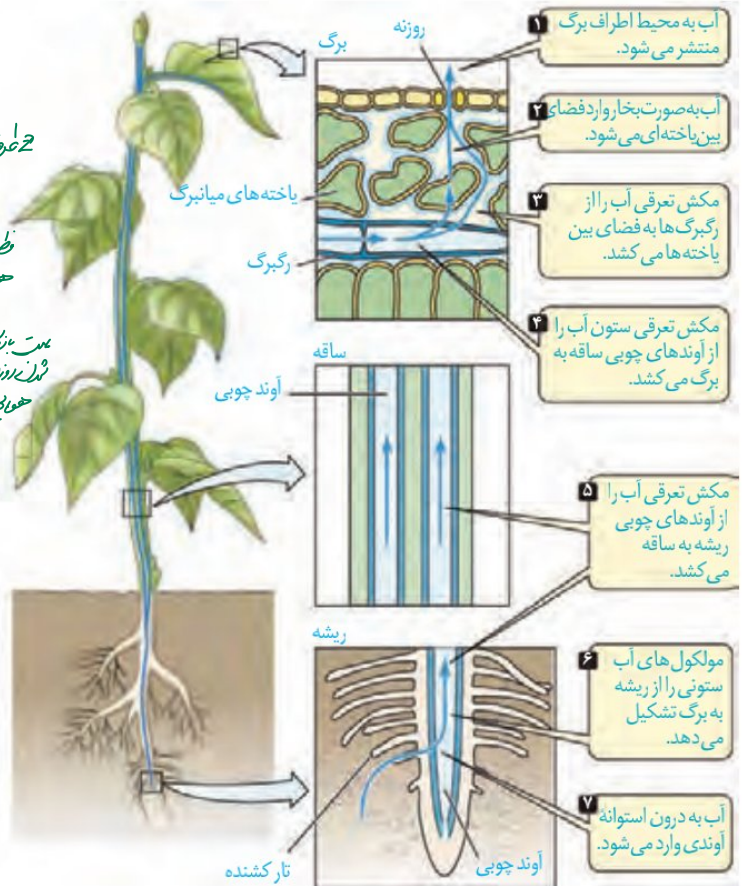
شکل ۱۴- آزمایشی برای اندازه‌گیری فشار ریشه‌ای



روزنه \neq روزنه هوایی

↓
 قشر سوراخ‌های
 و منفذ سوراخ‌ها

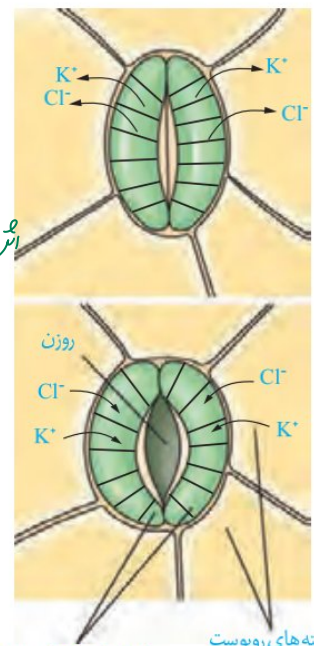
در گیاهان، تعرق می‌تواند از طریق روزنه‌های هوایی، پوستک و عدسک‌ها انجام شود. بیشتر تبادل گازها و در نتیجه تعرق برگ‌ها از منفذ (روزنه) بین یاخته‌های نگهبان روزنه هوایی انجام می‌شود. (بین یاخته‌های نگهبان روزنه با باز و بسته شدن، مقدار تعرق را تنظیم کنند. باز و بسته شدن روزنه به دلیل ساختار خاص یاخته‌های نگهبان روزنه و تغییر فشار تورژسانس آنها است. جذب آب به دنبال انباشت مواد محلول در یاخته‌های نگهبان روزنه انجام می‌شود.) عوامل محیطی و عوامل درونی گیاه بازویسته شدن روزنه‌ها را تنظیم می‌کنند. مثلاً نور با تحریک انباشت ساکارز و یون‌های K^+ و Cl^- در یاخته نگهبان، فشار اسمزی یاخته‌ها را افزایش می‌دهد و آب از یاخته‌های مجاور به یاخته‌های نگهبان روزنه وارد می‌شود. در نتیجه، یاخته‌ها دچار تورژسانس شده و به علت ساختار ویژه آنها، روزنه باز می‌شود. (بسته شدن روزنه‌ها هم، به علت خروج آب از یاخته‌های نگهبان روزنه انجام می‌شود (شکل ۱۶).) *عزت سهروردی روزنه‌ها*



شکل ۱۵- حرکت شیره خام، تحت تأثیر مکش تعرقی

تجربیه حاضر سوراخ‌های روزنه؟

ساختار یاخته‌های نگهبان روزنه: دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه، ساختار خاصی دارند که با جذب آب، افزایش طول پیدا می‌کنند. یکی از این عوامل، آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی است که مانند کمربندی دور دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه قرار دارند. این کمربندی‌های سلولزی، هنگام تورژسانس یاخته، مانع از گسترش عرضی یاخته شده، ولی مانع افزایش طول یاخته نمی‌شوند. عامل دیگر، اختلاف ضخامت در دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه است. هنگام تورژسانس، به علت ضخامت کمتر، دیواره پشتی یاخته بیشتر منبسط می‌شود. این دو ویژگی باعث می‌شود هنگام جذب آب و تورژسانس، یاخته‌ها خمیدگی پیدا کند و روزنه هوایی باز شود. در این حالت امکان تبادل گازها، فراهم می‌شود (شکل ۱۶).



یاخته‌های ریبوست یاخته‌های نگهبان روزنه

شکل ۱۶- چگونگی باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی

عوامل مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها

در گیاهان، تغییرات مقدار نور، دما، رطوبت و کربن دی‌اکسید از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر حرکات روزنه‌های هوایی است. مقدار آب گیاه و نیز هورمون‌های گیاهی، از عوامل درونی مهم هستند. افزایش مقدار نور، دما و کاهش کربن دی‌اکسید، تا حدی معین، می‌تواند باعث باز شدن روزنه‌ها در گیاهان شود. کاهش، بیدید رطوبت هوا باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. رفتار روزنه‌های برخی گیاهان نواحی خشک مانند بعضی کاکتوس‌ها، در حضور نور متفاوت است و سبب می‌شود در طول روز، روزنه‌ها بسته بمانند و از هدر رفتن آب جلوگیری شود. کاهش تعداد روزنه‌ها، کاهش تعداد یا سطح برگ‌ها نیز از سازگاری‌های گیاهان برای زندگی در محیط‌های خشک هستند. شما چه سازگاری‌های دیگری را می‌شناسید؟

6 عامل مؤثر در حرکات روزنه‌ها
از تغییرات محو بحولات روزنه‌ها

فعالیت ۳

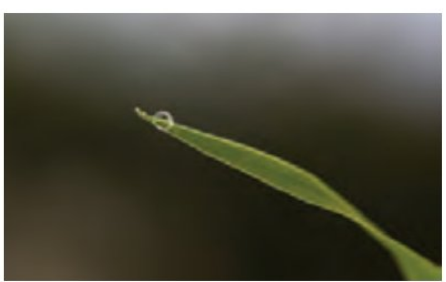
مشاهده روزنه‌های سطح پشتی برگ

الف) یک برگ شاداب تره را انتخاب کرده و سطح پشتی و رویی آن را مشخص کنید.
ب) برگ را از محل رگبرگ میانی به بیرون شکسته ولی روی پوست را پاره نکنید. هر نیمه را به نحوی به طرفین بکشید تا روی پوست نازک آن از بافت‌های زیرین جدا شود. این کار اگر با دقت انجام شود روی پوست غشایی و بی‌رنگ را جدا می‌کند.
پ) نمونه را در یک قطره آب، روی تیغه شیشه‌ای قرار دهید و با تیغک بیوشانید. یاخته‌های روی پوست و نگهبان روزنه را در بزرگ‌نمایی‌های مختلف مشاهده کنید. آیا می‌توانید سبب بسته شدن یاخته‌ها ببینید؟
ت) تعداد روزنه‌های موجود در میدان دید را شمارش کنید. تعداد روزنه را در واحد سطح برگ تعیین کنید.
ث) با استفاده از تیغ تیز و با احتیاط، نمونه‌های روی پوست پشتی را از برگ گیاهان میخک، شمعدانی و برگ بیدی تهیه و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. یاخته‌های روی پوست و نگهبان روزنه را در این گیاهان و تره مقایسه کنید.

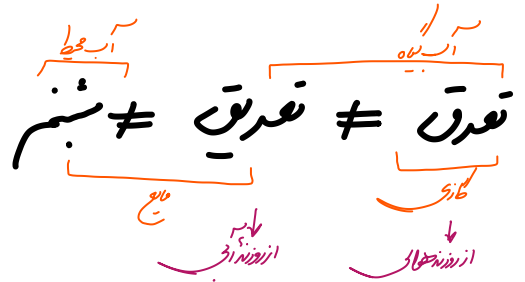
زمان تعریق (عرق کردن)

تعریق

در هنگام شب یا در هوای بسیار مرطوب که شدت تعریق کاهش می‌یابد، یاخته‌های درون پوست همچنان به پمپ کردن یون‌های معدنی به درون استوانه آوندی ادامه می‌دهند. اگر مقدار آبی که در اثر فشار ریشه‌ای به برگ‌ها می‌رسد از مقدار تعریق آن از سطح برگ بیشتر باشد، آب به صورت قطراتی از انتهای یا لبه برگ‌های بعضی گیاهان علفی خارج می‌شود که به آن تعریق می‌گویند (شکل ۱۷). گرچه شرایط محیطی ایجادکننده تعریق مشابه شرایط ایجاد شبنم است، این دو پدیده را نباید با هم اشتباه گرفت. تعریق از ساختارهای ویژه‌ای به نام روزنه‌های آبی انجام می‌شود و نشانه فشار ریشه‌ای است. این روزنه‌ها همیشه باز هستند و محل آنها در انتهای یا لبه برگ‌هاست.



شکل ۱۷- تعریق در گیاهان



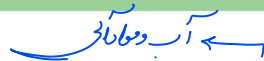
فعالیت ۴

مشاهده باز و بسته شدن روزنه های هوایی

الف) همانند فعالیت قبل، روپوست تره یا کاهو را تهیه کنید و درون محلول های ۰/۵ درصد KCl، آب خالص و آب نمک ۴ درصد در روشنایی قرار دهید. مشابه این نمونه ها را تهیه و در تاریکی قرار دهید.

ب) پس از ۱۵ دقیقه، روپوست را در یک قطره از همان مایعی که درون آن قرار دارد، زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. در کدام محلول ها روزنه ها باز و در کدام بسته اند؟ آیا میزان باز یا بسته بودن روزنه ها یکسان است؟ چرا؟

پ) پس از ۱۵ دقیقه نمونه های تاریکی را به سرعت زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. چرا باید به سرعت آنها را مشاهده کنیم؟ وضعیت روزنه ها را با مرحله قبل مقایسه کنید.

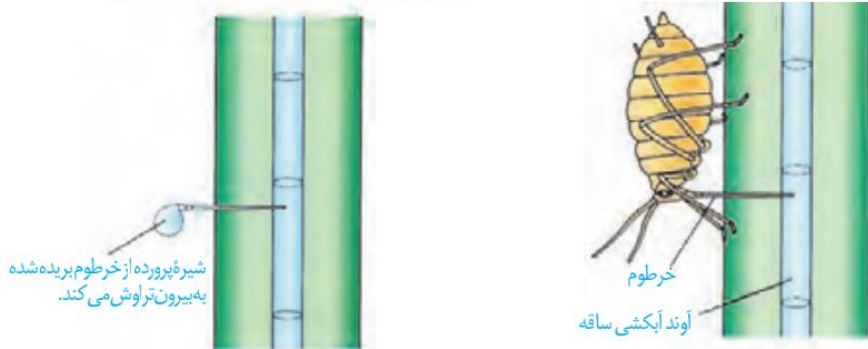


حرکت شیره پرورده

می دانید که شیره پرورده، درون آوندهای آبکشی حرکت می کند. حرکت شیره پرورده در همه جهات می تواند انجام شود. (بخشی از گیاه که ترکیبات آلی مورد نیاز بخش های دیگر گیاه را تأمین می کند، محل منبع) و (بخشی از گیاه که ترکیبات آلی به آنجا می روند و ذخیره (مثلاً ریشه) یا مصرف (گل) می شوند، محل مصرف نامیده می شود). برگ ها از مهم ترین محل های منبع هستند. (بخش های ذخیره کننده مواد آلی، هنگام ذخیره این مواد، محل مصرف و هنگام آزادسازی آن، محل منبع به شمار می آیند). برای تعیین سرعت و ترکیب شیره پرورده می توان از شته ها استفاده کرد (شکل ۱۸).

محل منبع؟
محل مصرف؟
شیره پرورده؟
محل آبکشی

شته را بی حس می کنند و سپس خرطوم آن را می برند.

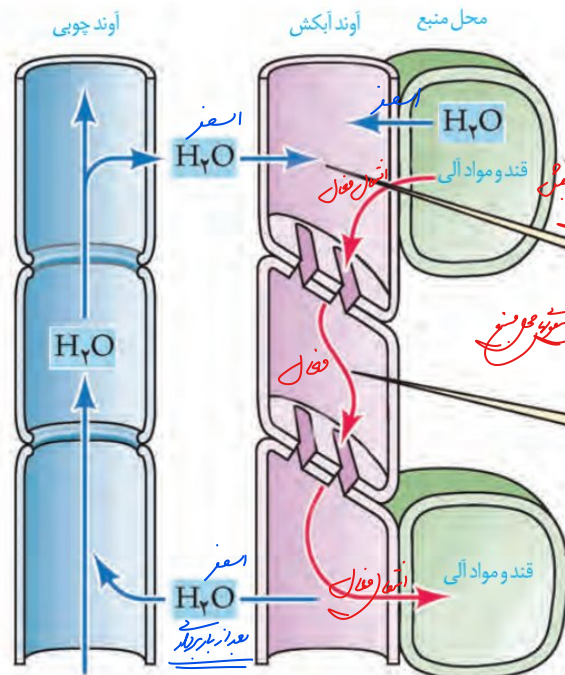


شکل ۱۸ - استفاده از شته برای تعیین سرعت و ترکیب شیره پرورده

حرکت شیره پرورده در جهت شیره پرورده انجام می شود؟
سوراخ منتهی به محل آبکشی

چگونگی حرکت شیره پرورده: حرکت شیره پرورده از طریق سیتوپلاسم یاخته های زنده آبکشی و از یاخته ای به یاخته دیگر انجام می شود. بنابراین حرکت شیره پرورده از شیره خام کندتر و پیچیده تر است. یک گیاه شناس آلمانی به نام ارنست مونشر، الگوی جریان فشاری را برای جابه جایی شیره پرورده، ارائه داده است که در شکل ۱۹ به طور خلاصه مشاهده می کنید.

بافت ↑ و بافتور در گیاه آبی و سرد



مرحله ۱: قند و مواد آلی در محل منبع، به روش انتقال فعال، وارد باخته‌های آبکش می‌شوند. به این عمل، پارگیری آبکشی می‌گویند. (پارگیری آبکشی)

مرحله ۲: با افزایش مقدار مواد آلی و به ویژه ساکارز، فشار اسمزی باخته‌های آبکشی افزایش پیدا می‌کند. در نتیجه، آب از باخته‌های مجاور آوندهای چوبی به آوند آبکش وارد می‌شود. (در روز آفتاب)

مرحله ۳: در باخته‌های آبکشی، فشار افزایش یافته و در نتیجه محتویات شیره پرورده به صورت توده‌ای از مواد به سوی محل دارای فشار کمتر (محل مصرف) به حرکت درمی‌آید.

مرحله ۴: در محل مصرف، مواد آلی شیره پرورده، با انتقال فعال، بار برداری (بار برداری آبکشی) و انجا مصرف یا ذخیره می‌شوند. (بار برداری آبکشی)

شکل

آبکشی

شکل

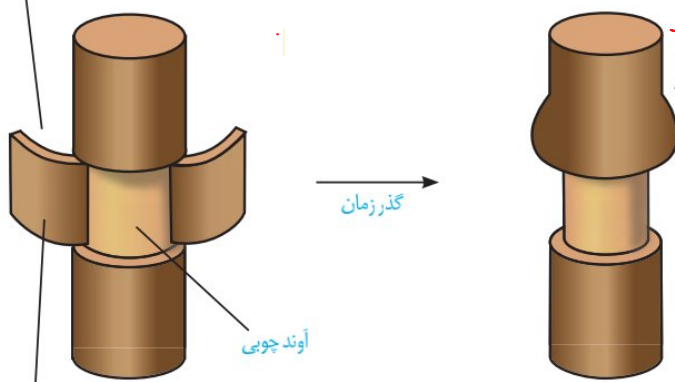
شکل

محل مصرف آبکشی در گیاهان به صورت تنظیم شده، تولید و مصرف می‌شوند. برای مثال در گل دهی یا تولید میوه (گاهی تعداد محل‌های مصرف، بیشتر از آن است که محل‌های منبع بتوانند مواد غذایی آنها را فراهم کنند). در این موارد ممکن است گیاه به حذف بعضی گل‌ها، دانه‌ها یا میوه‌های خود اقدام کند تا مقدار کافی مواد قندی به محل‌های مصرف باقی مانده برسد. در باغبانی، برای داشتن میوه‌های درشت‌تر، تعدادی از گل‌ها یا میوه‌های جوان را می‌چینند تا درختان میوه‌هایی کم‌تر ولی درشت‌تر به بار آورند. (هر روز تعداد محل مصرف در باغستان)

شکل ۱۹ - چگونه حرکت مواد در آوند آبکش در دوره زایش؟

مواد آلی در گیاهان به صورت تنظیم شده، تولید و مصرف می‌شوند. برای مثال در گل دهی یا تولید میوه (گاهی تعداد محل‌های مصرف، بیشتر از آن است که محل‌های منبع بتوانند مواد غذایی آنها را فراهم کنند). در این موارد ممکن است گیاه به حذف بعضی گل‌ها، دانه‌ها یا میوه‌های خود اقدام کند تا مقدار کافی مواد قندی به محل‌های مصرف باقی مانده برسد. در باغبانی، برای داشتن میوه‌های درشت‌تر، تعدادی از گل‌ها یا میوه‌های جوان را می‌چینند تا درختان میوه‌هایی کم‌تر ولی درشت‌تر به بار آورند. (هر روز تعداد محل مصرف در باغستان)

حذف پوست به صورت یک حلقه از تنه درخت



بخش جدا شده شامل آوند آبکش

شکل ۲۰ - طرحی برای نشان دادن محل آوند آبکش و جهت جریان شیره پرورده. تورم در بالای حلقه نشان می‌دهد که شیره پرورده فقط در آوند آبکش و نه در آوند چوبی (بخش باقیمانده در تنه) جریان دارد.