



تمرین ۱: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف) همه گیاهان فتوسنتز می کنند.
- ب) همه مواد شرکت کننده در غشای یاخته از طریق فتوسنتز قابل تولید است.
- پ) هیچ گیاهی بدون ریشه قادر به جذب آب و مواد معدنی نیست.
- ت) برگها، کربن را فقط به صورت کربن دی اکسید جذب می کنند.

پاسخ:

- الف) نادرست
- ب) درست
- پ) نادرست
- ت) نادرست



تمرین ۲: جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید:

- الف) عنصر اساس پروتئین است.
- ب) کربن دی اکسید به صورت توسط ریشه قابل جذب است.

پاسخ: الف) کربن ب) بی کربنات

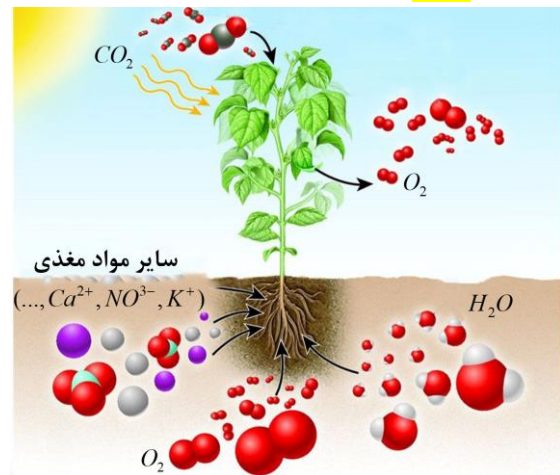


آب	مواد غیر آلی	عوامل غیر زنده	خاک
هوا			
مواد معدنی			
هوموس	مواد آلی		
بقایای تجزیه نشده جانداران			
باکتریها		عوامل زنده	
قارچها			
آغازیان			
کرمها و حشرات			

گرچه **بیشتر گیاهان** می توانند به وسیله فتوسنتز، بخشی از مواد مورد نیاز خود مانند کربوهیدراتها، پروتئینها، لیپیدها و بعضی مواد آلی دیگر را تولید کنند اما **همچنان به مواد مغذی مانند آب و مواد معدنی نیاز دارند.** گیاهان، این مواد را به کمک اندامهای خود، **به ویژه ریشهها** جذب می کنند. گیاهان چه سازوکارهایی برای جذب مواد مورد نیاز و نیز انتقال آنها به اندامهای خود دارند؟ مواد حاصل از فرایند فتوسنتز چگونه به سراسر گیاه منتقل می شوند؟ در این فصل به فرایندهای مربوط به تغذیه، جذب و انتقال گیاهان می پردازیم.

گفتار ۱: تغذیه گیاهی

گیاهان برای رشد و نمو، به مواد مختلفی نیاز دارند. گیاهان، این مواد را از هوا، آب یا خاک اطراف خود جذب می کنند. کربن دی اکسید یکی از **مهمترین** موادی است که گیاهان از هوا جذب می کنند. کربن، **اساس ماده آلی** و بنابراین یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان است. این گاز به همراه سایر گازها از راه **فضاهای بین یاخته‌ای** به گیاه وارد می شود. مقداری از کربن دی اکسید هم با حل شدن در آب، به صورت **بی کربنات** درمی آید که می تواند توسط **برگها و یا ریشه** جذب شود. سایر مواد مغذی هم **بیشتر** از طریق خاک جذب می شوند.



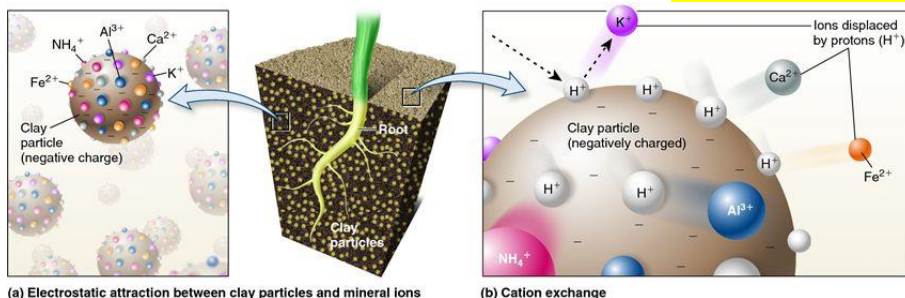
شکل ۱- عناصر مورد نیاز برای گیاه

خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان

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

بخش آلی خاک یا گیاجاک (هوموس)، به طور **عمده** از بقایای جانداران و **به ویژه** اجزای در حال تجزیه آنها تشکیل شده

است. بعضی از اجزای گیاهاک، که منشأ آن‌ها بیش‌تر گیاهی است، موادی اسیدی تولید می‌کنند که به‌علت داشتن بارهای منفی، یون‌های مثبت را در سطح خود نگه می‌دارند. این کار گیاهاک مانع از شست‌وشوی این یون‌ها می‌شود. گیاهاک باعث نرمی بافت خاک نیز می‌شود که برای نفوذ ریشه مناسب است.



(a) Electrostatic attraction between clay particles and mineral ions

(b) Cation exchange

شکل ۲- یون‌های منفی خاک، یون‌های مثبت را در سطح خود نگه می‌دارند.

ذرات غیرآلی خاک از تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها در فرایندی به نام هوازدگی ایجاد می‌شوند. این ذرات از اندازه بسیار کوچک رس تا بسیار درشت شن و ماسه را شامل می‌شوند. تغییرات متناوب یخ‌زدن و ذوب‌شدن آب، که باعث خرد شدن سنگ‌ها می‌شود، نمونه‌ای از اثر هوازدگی فیزیکی است. اسیدهای تولید شده توسط بعضی از جانداران و نیز ریشه گیاهان هم می‌توانند هوازدگی شیمیایی ایجاد کنند.

جذب مواد معدنی در خاک

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

جذب نیتروژن

با این‌که جو زمین دارای ۷۸٪ نیتروژن (N_2) است، گیاهان نمی‌توانند شکل مولکولی نیتروژن را جذب کنند. بیش‌تر نیتروژن مورد استفاده گیاهان به‌صورت یون آمونیوم (NH_4^+) یا نترات است. این ترکیبات بیش‌تر در خاک و توسط ریزاندامگان تشکیل می‌شوند. خلاصه‌ای از این فرایندها در شکل ۳ 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 بعضی از باکتری‌هاست. باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن،

تست ۱: کدام عبارت درست است؟

- مقدار هوای خاک وابسته به مواد آلی و غیرآلی و ریزاندامگان است.
- بخش نگه‌دارنده یون‌های مثبت در هوموس مواد اسیدی‌اند که همگی منشأ گیاهی دارند.
- اندازه ذرات رس بسیار درشت‌تر از شن بوده و جزو مواد غیرآلی خاک‌اند.
- هوازدگی شیمیایی همانند هوازدگی فیزیکی مستقل از عوامل زنده خاک رخ می‌دهد.

پاسخ: توانایی در نگهداری آب، هوا، pH و مواد معدنی خاک وابسته به مواد آلی، غیرآلی و میکروارگانیسم‌هاست. گزینه «۱» درست است.

گزینه «۲»: بیش‌تر منشأ گیاهی دارند.

گزینه «۳»: ذرات رس ریزتر از ذرات شن‌اند.

گزینه «۴»: در هوازدگی شیمیایی

تست ۲: کدام عبارت نادرست است؟

- در ساختار لسیتین همانند DNA فسفر وجود دارد.
- آمونیوم همانند بی‌کربنات از طریق ریشه قابل جذب است.
- گیاهان توانایی کمی در جذب نیتروژن به شکل مولکولی دارند.
- آمونیوم همانند نترات بیش‌تر توسط عوامل زنده خاک تولید می‌شوند.

پاسخ: اگر چه ۷۸٪ جو زمین N_2 است اما گیاهان نمی‌توانند شکل مولکولی نیتروژن را جذب کنند. گزینه «۳» درست است.

تمرین ۳: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

(الف) هر باکتری همزیست با گیاهان، توانایی تثبیت نیتروژن را دارد.

(ب) هر باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن با گیاهان رابطه همزیستی دارد.

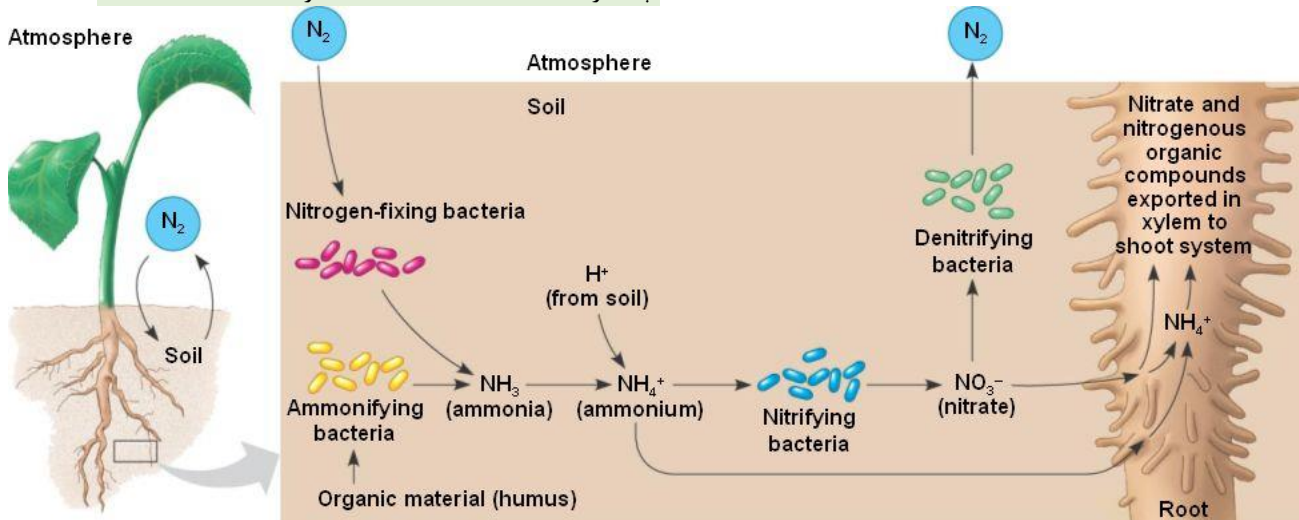
(پ) هر نیتروژن تثبیت‌شده در خاک، حاصل عملکرد زیستی بعضی از باکتری‌هاست.

(ت) نیتروژن‌های تثبیت‌شده توسط باکتری‌ها تنها پس از مرگ باکتری‌ها برای گیاهان قابل دسترس است.

پاسخ: الف) نادرست ب) نادرست
پ) نادرست ت) نادرست

به صورت آزاد در خاک یا همزیست با گیاهان زندگی می‌کنند. نیتروژن تثبیت‌شده 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 ۳ انواع دیگری از باکتری‌های خاک دیده می‌شوند. نقش هر یک از آن‌ها در تغییر و تبدیل مواد نیتروژن‌دار چیست؟



تست ۳: چند مورد درست است؟

- هر باکتری تولیدکننده NH_4^+ ، باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن است.
- تبدیل NH_4^+ به نیترات، توسط باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن صورت می‌گیرد.
- محصولات باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن مستقیماً توسط ریشه قابل جذب نیست.
- آمونیوم جذب توسط ریشه گیاهی از طریق آوند چوبی به بخش هوایی فرستاده می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ: مورد اول نادرست است، مثلاً باکتری‌های آمونیاک ساز مورد دوم نادرست است. باکتری تثبیت‌کننده N_2 را به آمونیوم تبدیل می‌کند ولی تبدیل آمونیوم به نیترات توسط باکتری‌های نیترات‌ساز صورت می‌گیرد.

مورد سوم درست است مثل آمونیوم و مورد چهارم نادرست است. گزینه «۱» درست است.

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 آن، این است که فسفات به بعضی ترکیبات معدنی خاک (مثل آهن، کلسیم و آلومینیم) 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.

بهبود خاک

خاک مناطق مختلف ممکن است دچار کمبود برخی مواد یا فزونی مواد دیگری باشد. اصلاح این خاک‌ها می‌تواند آن‌ها را برای گیاهان قابل کشت کند. اگر این خاک‌ها دچار کمبود باشند، با افزودن کود می‌توان حاصل‌خیزی آن‌ها را افزایش داد.



تمرین ۴: هر یک از عناصر زیر به چه شکل یونی

توسط ریشه ریشه گیاهان جذب می‌شود:

الف) فسفر (ب) کربن

پ) نیتروژن

پاسخ: الف) فسفات (ب) بی‌کربنات

پ) نیترات یا آمونیوم



تست ۴: کدام عبارت نادرست است؟

۱) گیاهان، فسفر را به صورت فسفات از خاک جذب می‌کنند.

۲) برخی از گیاهان برای جذب فسفات سلول‌های تمایز یافته روپوستی فراوانی دارند.

۳) فسفر به شکل یونی در خاک به مقدار اندک یافت می‌شود.

۴) بعضی از ترکیبات معدنی خاک مانع از جذب بیشتر فسفات توسط گیاه می‌شود.

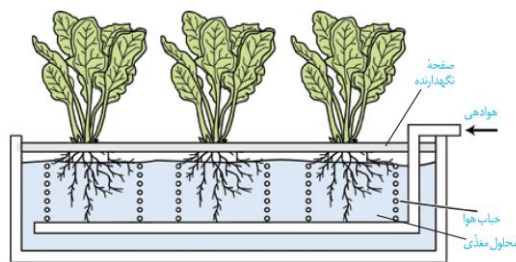
پاسخ: فسفر به شکل یونی (فسفات) در خاک به فراوانی یافت

می‌شود. گزینه «۳» درست است.



نوع کود	ترکیبات	مزایا	معایب
آلی	بقایای در حال تجزیه جانداران	۱- به آهستگی آزاد کردن مواد معدنی ۲- آسیب کم‌تر به گیاهان در استفاده بیش از حد آن‌ها	احتمال آلودگی به عوامل بیماری‌زا
شیمیایی	عناصر معدنی	جبران سریع کمبود مواد مغذی خاک	۱- آسیب زیاد به خاک و محیط زیست در مصرف بیش از حد ۲- تخریب بافت خاک ۳- مرگ و میر جانوران آبی به دلیل وارد شدن این مواد به آب‌ها توسط بارش و رشد سریع باکتری‌ها، جلبک‌ها و گیاهان آبی
زیستی (بیولوژیکی)	باکتری	۱- شامل باکتری‌های مفیدی که موجب افزایش مواد معدنی خاک می‌شوند. ۲- استفاده ساده‌تر و کم هزینه‌تر	معایب دو نوع کود دیگر را ندارد.

زیست‌شناسان برای تشخیص نیازهای تغذیه‌ای گیاهان، آن‌ها را در محلول‌های مغذی رشد می‌دهند (شکل ۴). 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.



شکل ۴- دستگاه ساده‌ای برای کشت گیاهان در محلول‌های مغذی

مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اغلب خاک‌ها محدود است، به همین دلیل در بیشتر کودها این عناصر وجود دارند. کودهای مهم در انواع آلی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیکی) وجود دارند. **کودهای آلی**، شامل بقایای در حال تجزیه جاندارانند. 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.

کودهای شیمیایی شامل عناصر معدنی هستند که به راحتی در اختیار گیاه قرار می‌گیرند؛ بنابراین می‌توانند به سرعت، کمبود مواد مغذی 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 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، بعضی 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.



تست ۵: کودهای برخلاف کودهای

- (۱) آلی - شیمیایی، مواد معدنی را به آهستگی آزاد می‌کند.
- (۲) آلی - شیمیایی، موجب تخریب بافت خاک می‌شود.
- (۳) شیمیایی - زیستی، استفاده آسان و کم هزینه‌تری دارد.
- (۴) زیستی - آلی، موجب شیوع عوامل بیماری‌زا می‌شود.

پاسخ: گزینه «۱» درست است. در سایر گزینه‌ها ویژگی‌های کودها برعکس مقایسه شده‌اند.



تمرین ۵: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را

مشخص کنید.

- الف) مقدار نیتروژن، پتاسیم و فسفر در اغلب خاک‌ها محدود است.
- ب) کودهای زیستی معمولاً به همراه کودهای شیمیایی به خاک افزوده می‌شود.
- پ) کودهای شیمیایی باعث رشد سریع باکتری‌ها، جلبک‌ها و گیاهان آبی می‌شود.
- ت) زیست‌شناسان برای تشخیص نیازهای تغذیه‌ای گیاهان از کودها استفاده می‌کنند.

پاسخ: الف) درست ب) درست
پ) نادرست ت) نادرست



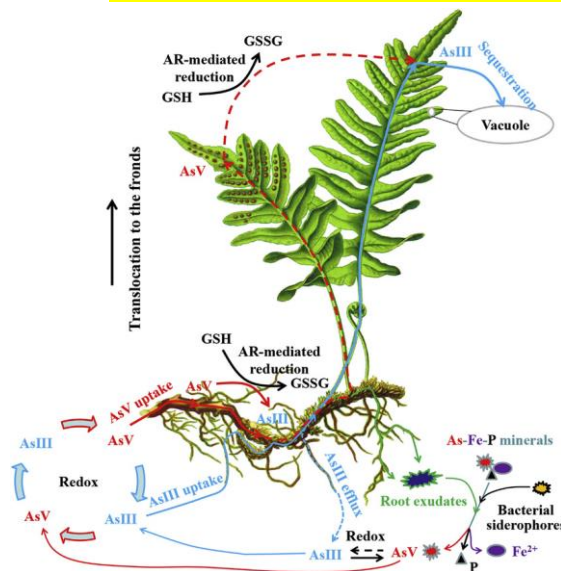
تست ۶: کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) اندامکی که در گل ادریسی محل تجمع آلومینیم است معادل اندامکی در پارامسی است که آب اضافی را دفع می‌کند.
- (۲) رنگ گل ادریسی در خاک‌های با هوازندگی شیمیایی، آبی است.
- (۳) کاشت و برداشت پی‌درپی گیاهان در هر خاکی، باعث کاهش مواد و کیفیت خاک می‌شود.
- (۴) نوعی سرخس می‌تواند به مقدار زیادی آرسنیک در خود جمع کند.

پاسخ: گزینه «۳» برای گیاهانی که در خاک‌های شور کاشته می‌شوند و با جذب نمک موجب بهبود خاک می‌شوند صادق نیست.

در مورد گزینه «۱» کریچه منظور است. در مورد گزینه «۲» هوازندگی شیمیایی با تولید اسید همراه است که در این خاک گل ادریسی آبی رنگ است.

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 غلظت‌های زیادی از این مواد را درون خود به صورت ایمن نگهداری کنند؛ مثلاً نوعی سرخس می‌تواند آرسنیک را که ماده‌ای سمی برای گیاه است، در خود جمع کند.



شکل ۵- نوعی سرخس که آرسنیک را جذب و در کریچه‌های خود ذخیره می‌کند.

بعضی گیاهان می‌توانند آلومینیم را نیز در بافت‌ها و کریچه‌ها ذخیره کنند. مثلاً وقتی گیاه گل ادریسی در خاک‌های اسیدی رشد می‌کند، با تجمع آلومینیم، گلبرگ‌ها از صورتی به آبی تغییر رنگ پیدا می‌کنند (شکل ۶). بعضی گیاهان نیز با جذب و ذخیره بعضی مواد مانند نمک‌ها، موجب کاهش شوری خاک می‌شوند. با کاشت و برداشت این گیاهان در چند سال پی‌درپی می‌توان باعث کاهش این مواد و بهبود کیفیت خاک شد.



شکل ۶- رنگ گل ادریسی در خاک‌های اسیدی آبی و در خاک‌های خنثی و قلیایی صورتی رنگ 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.

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 ۷). حدود ۹۰٪ گیاهان دانه‌دار با قارچ‌ها همزیستی دارند. این قارچ‌ها درون ریشه یا به صورت غلافی در سطح ریشه زندگی می‌کنند و یا با فرستادن رشته‌های ظریفی به درون ریشه، تبادل مواد را با ریشه انجام می‌دهند.

در قارچ ریشه‌ای، قارچ، مواد آلی را از ریشه گیاه می‌گیرد و برای گیاه، مواد معدنی و به‌خصوص 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. وجود گیاهان شاداب همزیست با قارچ ریشه‌ای در خاک‌های فقیر، تا حدود زیادی به علت توانایی قارچ ریشه‌ای در جذب سریع مواد و انتقال آن به ریشه گیاه است.



تست ۷: چند مورد درست است؟

- ۹۰٪ گیاهان دارای میکوریزا می‌باشند.
- در میکوریزا فقط یک نوع قارچ شرکت دارد.
- در میکوریزا ممکن نیست رشته‌های قارچ وارد سلول گیاهی شوند.
- در میکوریزا بخشی از گیاه شرکت دارد که فاقد کوتیکول می‌باشد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ: مورد اول نادرست است. (۹۰٪ گیاهان دانه‌دار هستند).

- مورد دوم نادرست است انواعی از قارچ‌ها شرکت دارند.
- مورد سوم نادرست است رشته‌های قارچ می‌توانند وارد سلول شوند.
- مورد چهارم درست است ریشه فاقد کوتیکول است. گزینه «۱» درست است.



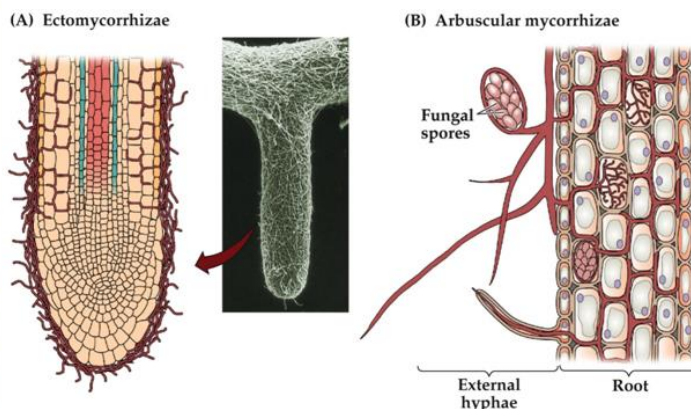
تمرین ۷: در مورد قارچ ریشه‌ای به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- الف) کدام جاندار از این رابطه سود می‌برد؟
- ب) کدام عنصر بیش‌تر توسط قارچ برای گیاه تأمین می‌شود؟
- پ) قارچ چه موادی از گیاه می‌گیرد؟
- ت) نسبت سطح به حجم در رشته‌های قارچ کم است یا زیاد؟

پاسخ: الف) هر دو ب) فسفر
پ) مواد آلی ت) زیاد



(ب)

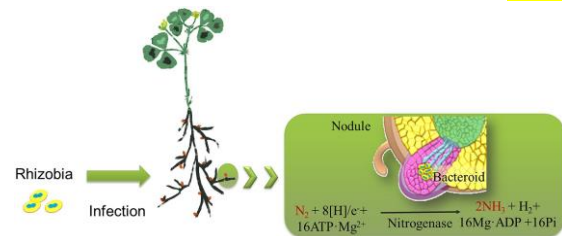


به درون ریشه نفوذ و در تبادل مواد شرکت می‌کند. (ب) مقایسه دو گیاه که یکی با کمک قارچ-ریشه‌ای (چپ) و دیگری بدون آن (راست) و در وضعیت برابر محیطی رشد کرده است.

همزیستی گیاه با تثبیت‌کننده‌های نیتروژن

برخی گیاهان با انواعی از باکتری‌ها همزیستی دارند که این همزیستی برای به‌دست آوردن نیتروژن بیش‌تر است. دو گروه مهم این باکتری‌ها عبارت‌اند از: ریزوبیوم و سیانوباکتری‌ها.

ریزوبیوم: از گذشته برای تقویت خاک، تناوب کشت انجام می‌شد که در آن گیاهان زراعی مختلف به‌صورت پی‌درپی کشت می‌شد. یکی از انواع گیاهانی که در تناوب کشت مورد استفاده قرار می‌گیرد، گیاهان تیره پروانه‌واران است (دلیل این نام‌گذاری، شباهت گل‌های آن‌ها به پروانه است). سویا، نخود، عدس، لوبیا، شبدر و یونجه از گیاهان مهم زراعی این تیره هستند. در ریشه این گیاهان و در محل برجستگی‌هایی به نام **گرهک**، نوعی باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن به نام ریزوبیوم زندگی می‌کند (شکل ۸). هنگامی که این گیاهان می‌میرند یا بخش‌های هوایی آن‌ها برداشت می‌شود، گرهک‌های آن‌ها در خاک باقی می‌ماند و گیاهک غنی از نیتروژن ایجاد می‌کند. ریزوبیوم‌ها با تثبیت نیتروژن، نیاز گیاه را به این عنصر برطرف می‌کنند و گیاه نیز مواد آلی مورد نیاز باکتری را برای آن فراهم می‌کند.



شکل ۸- تثبیت نیتروژن توسط ریزوبیوم‌ها

همزیستی با سیانوباکتری‌ها: سیانوباکتری‌ها نوعی از باکتری‌های فتوسنتزکننده هستند که بعضی از آن‌ها می‌توانند علاوه بر فتوسنتز، تثبیت نیتروژن هم انجام دهند. آزولا گیاهی کوچک است که در تالاب‌های شمال و مزارع برنج کشور به فراوانی وجود دارد. گیاه آزولا با سیانوباکتری‌ها همزیستی دارد و نیتروژن تثبیت‌شده آن را دریافت می‌کند (شکل ۹). بعضی از گیاهان مانند گونرا نیز (شکل ۹) در نواحی فقیر از نیتروژن رشد شگفت‌انگیزی نشان می‌دهند. چگونه این گیاهان با وجود کمبود نیتروژن چنین رشدی دارند؟ سیانوباکتری‌های همزیست درون ساقه و دمیرگ این گیاه، تثبیت نیتروژن انجام می‌دهند و از محصولات فتوسنتزی گیاه استفاده می‌کنند.



تست ۸: ریزوبیوم سیانوباکتری

- ۱) همانند- می‌تواند N_2 را به NH_4^+ تبدیل کند.
 - ۲) برخلاف- توانایی جذب و استفاده از انرژی را ندارد.
 - ۳) همانند- فتوسنتزکننده است.
 - ۴) برخلاف- با گیاهان رابطه همزیستی دارد.
- پاسخ:** ریزوبیوم و سیانوباکتری هر دو تثبیت‌کننده نیتروژن‌اند. گزینه «۱» درست است.
- گزینه «۲»: هر موجود زنده‌ای توانایی جذب و استفاده از انرژی را دارد. (فصل ۱)
- گزینه «۳»: سیانوباکتری برخلاف ریزوبیوم فتوسنتزکننده است.
- گزینه «۴»: هر دو می‌توانند رابطه همزیستی داشته باشند.



تمرین ۸: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

- الف) از گیاهان تیره پروانه‌واران برای تولید گازوئیل زیستی استفاده می‌شود.
 - ب) از ژن‌های ریزوبیوم می‌توان برای تراژنی کردن عدس استفاده کرد.
 - پ) لوبیا همانند یونجه توانایی تثبیت نیتروژن را دارد.
 - ت) به دنبال مرگ شبدر، هوموس غنی از نیتروژن ایجاد می‌شود.
- پاسخ:** الف) درست مثل سویا (ب) درست
- پ) نادرست گیاهان قدرت تثبیت نیتروژن ندارد.
- ت) درست



تست ۹: کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) گونرا همانند باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن همزیست خود، فتوسنتز دارد.
 - ۲) آزولا همانند باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن همزیست خود، فتوسنتز دارد.
 - ۳) باکتری‌های درون گرهک‌های گیاه نخود نیاز گیاه را به نیتروژن برطرف می‌کنند.
 - ۴) بخش‌های هوایی گیاه تیره پروانه‌واران فاقد NH_4^+ است.
- پاسخ:** آمونومی که توسط باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن دارد. ریشه گیاهان تیره پروانه‌واران می‌شود از طریق ریشه به بخش‌ها وارد می‌شود. گزینه «۴» درست است.



تمرین ۹: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

- پر کنید.
- الف) استفاده از کود (شیمیایی- آلی) رشد آزولا زیاد می‌شود.
- ب) آزولا گیاه بومی ایران (است- نیست)
- پ) در (ساقه- ریشه) گونرا، N_2 به NH_4^+ تبدیل می‌شود.
- ت) در (پهنک- دمبرگ) گونرا، باکتری‌های فتوسنتزکننده وجود دارند.
- ث) هر یاخته فتوسنتزکننده در برگ گیاه گونرا (سبزینه - سبزدیسه)..... دارد.

پاسخ:

- الف) شیمیایی
ب) نیست
پ) ساقه
ت) دمبرگ
ث) سبزینه

شکل ۹- بالا) گیاه آبی آزولا، بومی ایران نیست و برای تقویت مزارع برنج به تالاب‌های شمالی وارد شد. رشد سریع این گیاه موجب کاهش اکسیژن آب و مرگ بسیاری آبزبان می‌شود. این گیاه اکنون به معضلی برای این تالاب‌ها بدل شده است.

پایین) سیانوباکتری‌هایی که در حفره‌های کوچک شاخه و دمبرگ این گیاه زندگی می‌کنند، نیتروژن تثبیت شده را برای گیاه فراهم می‌کنند. علت بزرگ بودن گیاه و برگ‌های آن در این مناطق غیر حاصل‌خیز، همزیستی با این باکتری‌هاست.

روش‌های دیگر به‌دست آوردن مواد غذایی در گیاهان

گیاهان گوشت‌خوار: این گیاهان فتوسنتزکننده‌اند، ولی در مناطقی زندگی می‌کنند که از نظر بعضی مواد مانند نیتروژن فقیرند. در این گیاهان برخی برگ‌ها برای شکار و گوارش



تست ۱۰: در هر گیاه گوشتخواری

(۱) هر برگ برای شکار و گوارش جانوران کوچک، تغییر کرده است.

(۲) بخش کوزه‌مانندی به وجود می‌آید که حشرات را به درون خود می‌کشد.

(۳) سبز دیسه‌ها می‌توانند به کروموپلاست تبدیل شوند.

(۴) تبدیل N_2 به NH_4^+ توسط باکتری‌ها صورت می‌گیرد.

پاسخ: گیاهان گوشتخوار فتوسنتزکننده‌اند لذا سبز دیسه دارند که می‌توانند به کروموپلاست تبدیل شوند. گزینه «۳» درست است.



تست ۱۱: هر گیاه انگلی

(۱) برای کسب مواد آلی نیاز به یک میزبان دارد.

(۲) همه مواد غذایی خود را از میزبان تهیه می‌کند.

(۳) دارای میزبانی با یاخسته‌های دارای سبزینه است.

(۴) فاقد توانایی فتوسنتز است.

پاسخ: گیاهان انگل می‌توانند فتوسنتزکننده یا غیر فتوسنتزکننده باشند اما از گیاهان فتوسنتزکننده تغذیه می‌کنند. گزینه «۳» درست است.

جانوران کوچک مانند حشرات، تغییر کرده است. گیاه توپره‌واش که در تالاب‌های شمال کشور هست نیز به روش مشابهی حشرات و لاروی آن‌ها را به سرعت به درون بخش کوزه مانند خود می‌کشد و سپس گوارش می‌دهد. در شکل ۱۱، انواع دیگری از گیاهان حشره‌خوار نشان داده شده است.



شکل ۱۰- گیاه توپره‌واش



گیاهان انگل: انواعی از گیاهان انگل وجود دارند که همه یا بخشی از آب و مواد غذایی خود را از گیاهان فتوسنتزکننده دریافت می‌کنند. گیاه سس، نمونه‌ای از این گیاهان است. این گیاه ساقه نارنجی یا زرد رنگی تولید می‌کند که فاقد ریشه است. گیاه سس به دور گیاه سبز میزبان خود می‌پیچد و بخش‌های مکنده ایجاد می‌کند (شکل ۱۲- الف) که به درون دستگاه آوندی گیاه نفوذ، و مواد مورد نیاز انگل را جذب



تست ۱۲: چند مورد صحیح است؟

- گل جالیز مواد مغذی خود را از ساقه گیاه گوجه‌فرنگی تأمین می‌کند.
- گیاه سس دارای رنگی مشابه کاروتن یا گزانتوفیل است.
- گیاه سس همانند گل جالیز فاقد ریشه است.
- گیاه سس از سامانه بافتی تغذیه می‌کند که دارای یاخته‌های نرم‌آکنه است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ: مورد اول نادرست است از ریشه تغذیه می‌کند.

مورد دوم درست است.

مورد سوم نادرست است گیاه سس فاقد ریشه است.

مورد چهارم درست است بافت آوندی دارای سلول‌های

پارانشیمی است. گزینه «۲» درست است.



تست ۱۳: گیاه توبره‌واش گیاه گل جالیز

است. (آزمون مدارس برتر)

۱) همانند- انگل

۲) برخلاف- دارای سبزیسه

۳) برخلاف- دارای ریشه

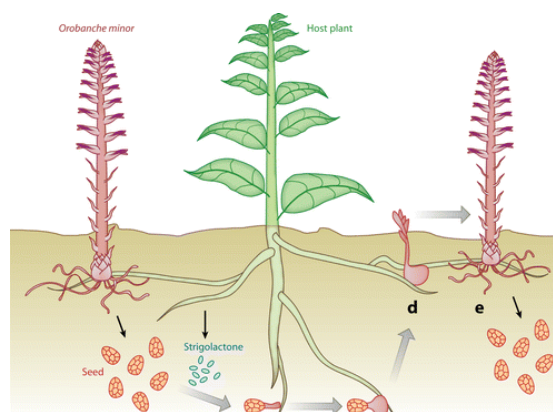
۴) همانند- فاقد محل‌های منبع

پاسخ:

می‌کند. گل جالیز نمونه دیگری از این گیاهان است که با ایجاد اندام مکنده و نفوذ آن به ریشه گیاهان جالیزی، مواد مغذی را دریافت می‌کند (شکل ۱۲- ب)



شکل ۱۲- گیاهان انگل: الف) گیاه سس ب) گیاه گل جالیز



Xie X, et al. 2010. Annu. Rev. Phytopathol. 48:93-117

شکل ۱۳- چرخه زندگی گیاه گل جالیز

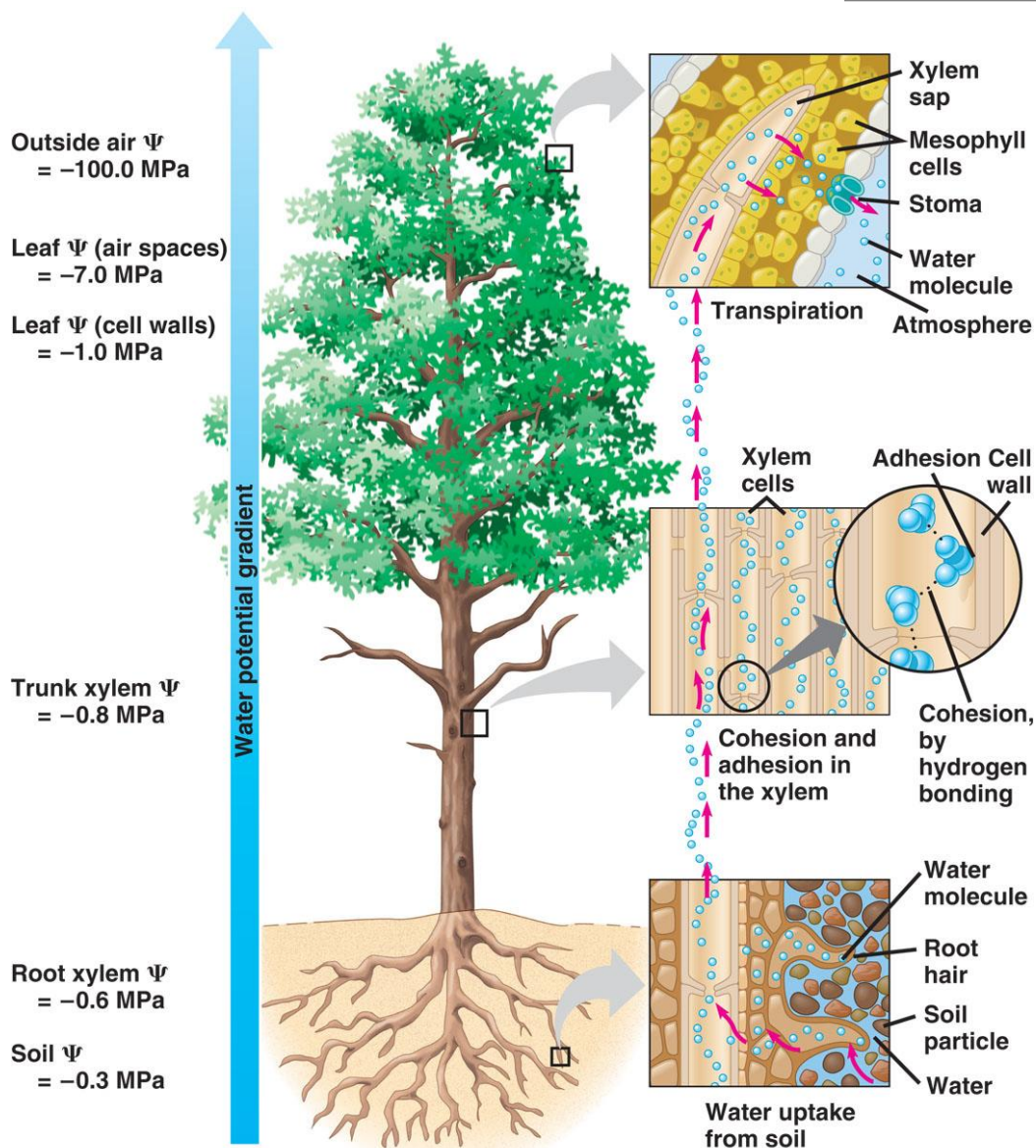
گفتار ۳: انتقال مواد در گیاهان

انتقال از خاک به برگ

آب و مواد مورد نیاز گیاهان، اغلب 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 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 به‌عنوان انتقال‌دهنده مواد، نقش اساسی دارد که این نقش به علت ویژگی‌های آن است. **پتانسیل آب**، عامل اصلی در حرکت آب است.

انتقال مواد در گیاه } شیره‌ی خام درون آوند چوبی } مسیر کوتاه
شیره‌ی پرورده درون آوند آبکشی } مسیر بلند

جابه‌جایی مواد در مسیر کوتاه } انتقال مواد در سطح یاخته‌ای } مواد درشت { درون بری (آندوسیتوز)
انتقال مواد کوچک } انتشار ساده } برون‌رانی (اکزوسیتوز)
انتقال فعال } انتشار تسهیل شده }
انتقال آب و مواد معدنی در عرض ریشه از سامانه بافتی } ۱- عرض غشا }
انتقال سیمپلاستی } ۲- انتقال سیمپلاستی }
انتقال آپوپلاستی } ۳- انتقال آپوپلاستی }
اسمز } بین فسفولیپیدها }
آکوابورین (کانال آب) }

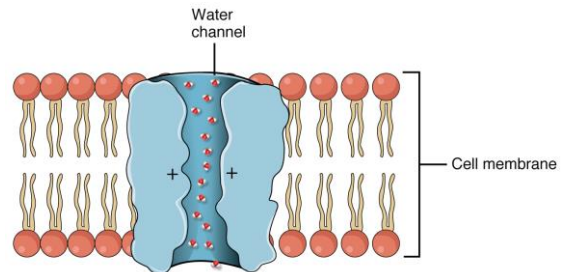


شکل ۱۴- نشان‌دهنده تغییرات پتانسیل آب در خاک، گیاه و هوای اطراف آن است.

پتانسیل آب (سای = ψ): می‌دانید که انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره‌شده در ماده یا سامانه یا توانایی انجام کار است. آب نیز دارای انرژی پتانسیل است و از محل دارای انرژی پتانسیل بالاتر به ناحیه‌ای با انرژی پتانسیل کمتر حرکت می‌کند. بنابراین پتانسیل آب، تعیین‌کننده جهت حرکت آب و مواد حل‌شده در آن است. یکی از عوامل مهم مؤثر بر پتانسیل آب، غلظت مواد حل‌شده است. پتانسیل آب خالص، صفر است و وقتی ماده‌ای در آن حل می‌شود پتانسیل آب کاهش می‌یابد. بنابراین غلظت مواد محلول در آب بر پتانسیل آن مؤثر است.

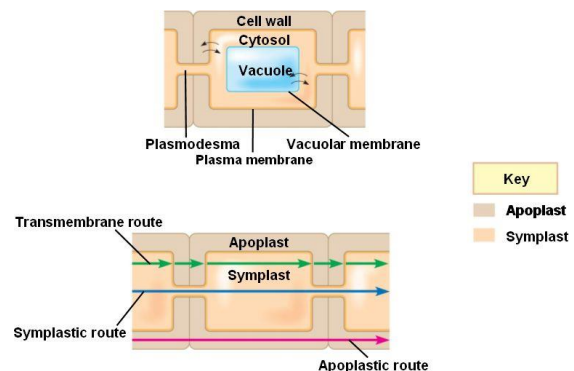
جابه‌جایی مواد در مسیر کوتاه

انتقال مواد در سطح یاخته‌ای: در این حالت، جابه‌جایی مواد با فرایندهای فعال و غیرفعال و در حد یاخته انجام می‌شود. با این فرایندها در فصل‌های گذشته آشنا شدید. شیوه‌هایی مثل **انتشار** و **انتقال فعال**، نمونه‌هایی از این روش‌هاست. آب یکی از مواد مهم برای جانداران است. برای انتقال آب در عرض **غشای بعضی یاخته‌های گیاهی** و **جانوری** و **غشای گریچه بعضی یاخته‌های گیاهی**، کانال‌های پروتئینی به نام **آکواپورین** هست که به سرعت جریان آب را به درون یاخته و گریچه افزایش می‌دهند. هنگام کم‌آبی، ساخت این پروتئین‌ها تشدید می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- پروتئین تسهیل‌کننده عبور آب (آکواپورین) در غشا

انتقال مواد در عرض ریشه: در عرض ریشه، انتقال آب و مواد محلول معدنی به سه روش انجام می‌شود؛ انتقال از **عرض غشا**، **انتقال سیمپلاستی** و **انتقال آپوپلاستی**.



شکل ۱۶- شیوه‌های انتقال مواد در مسیر کوتاه

انتقال عرض غشایی شامل جابه‌جایی مواد از **عرض غشای یاخته** است. سیمپلاست به معنی **پروتوپلاست همراه پلاسمودسم‌ها** است. انتقال سیمپلاستی حرکت مواد از پروتوپلاست یک یاخته به یاخته مجاور، از راه پلاسمودسم‌هاست.



تست ۱۴: با توجه به شیوه‌های انتقال مواد در مسیر کوتاه از عرض ریشه یک گیاه علفی فقط در مسیر انتقال است که (آزمون مدارس برتر)

(۱) آپوپلاستی - آب و مواد محلول می‌توانند از فضای بیرون پروتوپلاست عبور کنند.

(۲) سیمپلاستی - آب و همه مواد محلول می‌توانند از فضای پلاسمودسم به یاخته‌های دیگر منتقل شوند.

(۳) عرض غشا - آب می‌تواند از آکواپورین‌ها برای عبور استفاده کند.

(۴) سیمپلاستی - نوار کاسپاری نمی‌تواند مانع انتقال آب و مواد محلول آن شود.

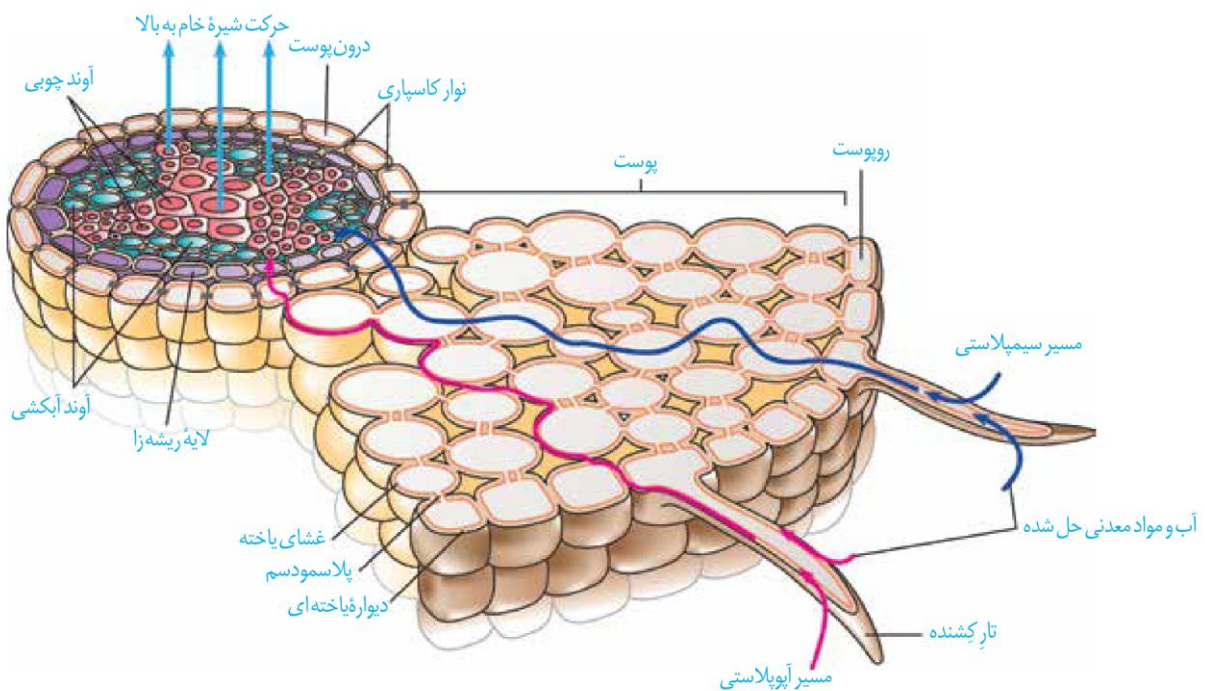
پاسخ:



تست ۱۵: برای عبور آب در عرض ریشه، در مسیر آپوپلاستی مسیر عرض غشا (آزمون مدارس برتر) (۱) برخلاف- هیچ یک از اجزای یاخته دخالتی ندارند. (۲) همانند- پتانسیل آب در جهت حرکت آب نقش تعیین کننده دارد. (۳) برخلاف- پلاسمودسمها شرکت دارند. (۴) همانند- آکواپورینها دخالت دارند.

پاسخ:

آب و بسیاری از مواد محلول می‌تواند از فضای پلاسمودسم به یاخته‌های دیگر منتقل شود (شکل ۱۶). منافذ پلاسمودسم آن قدر بزرگ است که پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها و حتی ویروس‌های گیاهی از آن عبور می‌کند. در مسیر آپوپلاستی، حرکت مواد محلول از فضاهای بین یاخته‌ای و نیز دیواره یاخته‌ای انجام می‌شود. آب و مواد محلول در عرض ریشه معمولاً به روش آپوپلاستی و سیمپلاستی انتقال می‌یابد. در این مسیر، حرکت آب و مواد محلول، از روپوست تا درونی‌ترین لایه پوست به نام درون پوست (آندودرم) انجام می‌گیرد. درون پوست استوانه‌ای ظریف از یاخته



تست ۱۶: کدام عبارت، درباره بیرونی‌ترین یاخته‌های استوانه مرکزی ریشه یک گیاه دولپه‌ای نادرست است؟ (۱) در مجاورت سامانه بافت زمینه‌ای قرار دارند. (۲) می‌توانند آب و املاح را در مسیر سیمپلاستی عبور دهند. (۳) یون‌های محلول در آب، توسط آن‌ها به آوندهای چوبی ترابری می‌شود. (۴) به قطورترین آوندهای چوبی نسبت به آوندهای چوبی باریک، نزدیک‌تر هستند.

پاسخ:

شکل ۱۷- مسیر آپوپلاستی و سیمپلاستی در گیاهان: نوار کاسپاری درون پوست، مانع انتقال آپوپلاستی از درون آوند چوبی می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود جابه‌جایی مواد در بخشی از مسیر می‌تواند آپوپلاستی و سیمپلاستی باشد.



تست ۱۷: کدام عبارت، درباره ریشه یک گیاه علفی دولپه است؟ (آزمون مدارس برتر)

۱) مولکول‌های آب فقط از طریق دیواره‌های یاخته و فضاهای بیرون‌یاخته‌ای حرکت می‌کنند.

۲) سرلاد نوک ریشه فقط در تشکیل روپوست، بافت‌های زمینهای و کلاهدک نقش دارد.

۳) در استوانه مرکزی گروهی از یاخته‌ها در دیواره جانبی خود دارای نواری از جنس سوبرین هستند.

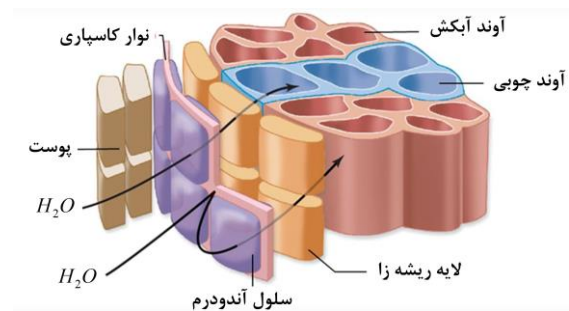
۴) استوانه‌ای ظریف از یاخته‌ها سدی را در مقابل آب و مواد محلول ایجاد می‌کنند.

پاسخ:

نقش نوار کاسپاری

مانع از ورود ناخواسته یا مضر مسیر آپوپلاستی
مانع از برگشت مواد جذب شده به بیرون از ریشه
کنترل ورود آب و یونها

درون‌پوست در دیواره جانبی خود دارای نواری از جنس **چوب‌پنبه (سوبرین)** هستند که به آن **نوار کاسپاری** گفته می‌شود. بنابراین آب و مواد محلول آن فقط می‌توانند از درون‌یاخته‌های درون‌پوست به استوانه آوندی منتقل شوند. در این حالت یاخته‌های درون‌پوست انتقال مواد را کنترل می‌کنند. این لایه در ریشه مانند صافی‌هایی عمل می‌کند که مانع از ورود مواد ناخواسته یا مضر مسیر آپوپلاستی به درون گیاه می‌شوند. درون‌پوست، هم‌چنین از برگشت مواد جذب شده به بیرون از ریشه جلوگیری می‌کند. حرکت در هر دو مسیر در لایه ریشه‌زا ادامه می‌یابد و در آخر، مواد طی فرایندی به نام **بارگیری چوبی**، به آوندهای چوبی منتقل و آماده جابه‌جایی برای مسیرهای طولانی‌تر می‌شوند.



شکل ۱۸- نوار کاسپاری

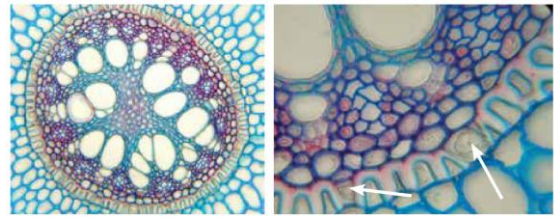
در ریشه بعضی از گیاهان، نوار کاسپاری علاوه بر دیواره‌های جانبی درون‌پوست، دیواره پشتی را نیز می‌پوشاند و انتقال مواد از این یاخته‌ها را غیرممکن می‌کند. در برش عرضی و زیر میکروسکوپ نوری این یاخته‌ها ظاهر نعلی یا U شکل دارند (شکل ۱۹). در این گیاهان بعضی از یاخته‌های درون‌پوستی ویژه، به نام **یاخته معبر** هست که فاقد نوار کاسپاری در اطراف خود هستند و انتقال مواد به استوانه آوندی از طریق این یاخته‌ها انجام می‌شود.



تست ۱۸: یاخته‌های معبر جزو یاخته‌های اند و نوار کاسپاری می‌باشند. (آزمون مدارس برتر)

(۱) استوانه مرکزی - دارای (۲) پوست - فاقد
(۳) استوانه مرکزی - فاقد (۴) پوست - دارای

پاسخ:



شکل ۱۹- 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

شیره خام در گیاهان، **گاه** تا فواصل بسیار طولانی جابه‌جا می‌شود. انتشار و انتشار تسهیل شده برای فواصل طولانی **کارآمد نیست**. در گیاهان، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی توسط **جریان توده‌ای** انجام می‌شود. جریان توده‌ای حرکت گروهی مواد از جایی با **فشار زیادتر** به جایی با **فشار کمتر** است. **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.

فشار ریشه‌ای: یاخته‌های درون پوست و یاخته‌های زنده درون

استوانه آوندی ریشه، با **انتقال فعال**، یون‌های معدنی را به درون آوندهای چوبی منتقل می‌کنند. این عمل باعث افزایش مقدار این یون‌ها، **کاهش پتانسیل آب** 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 ۲۰). **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؟



شکل ۲۰- آزمایشی برای اندازه‌گیری فشار ریشه‌ای



تست ۱۹: کدام عبارت در ارتباط با لایه‌ای که مانند صافی در ریشه نهان‌دانگان عمل می‌کند، صحیح است؟ (آزمون مدارس برتر)

(۱) جزو خارجی‌ترین لایه استوانه آوندی است.
(۲) می‌تواند منشأ ریشه‌های فرعی باشد.
(۳) می‌تواند یکی از عوامل مؤثر در پیدایش جریان توده‌ای باشد.
(۴) قطعاً در دیواره جانبی همه یاخته‌های آن سوربین یافت می‌شود.

پاسخ:

انتقال مواد در مسیر بلند } الگوی جریان توده‌ای در شیره خام درون آوند چوبی } فشار ریشه‌ای
تعرق } الگوی جریان فشاری شیره‌ی پرورده درون آوند آبکشی



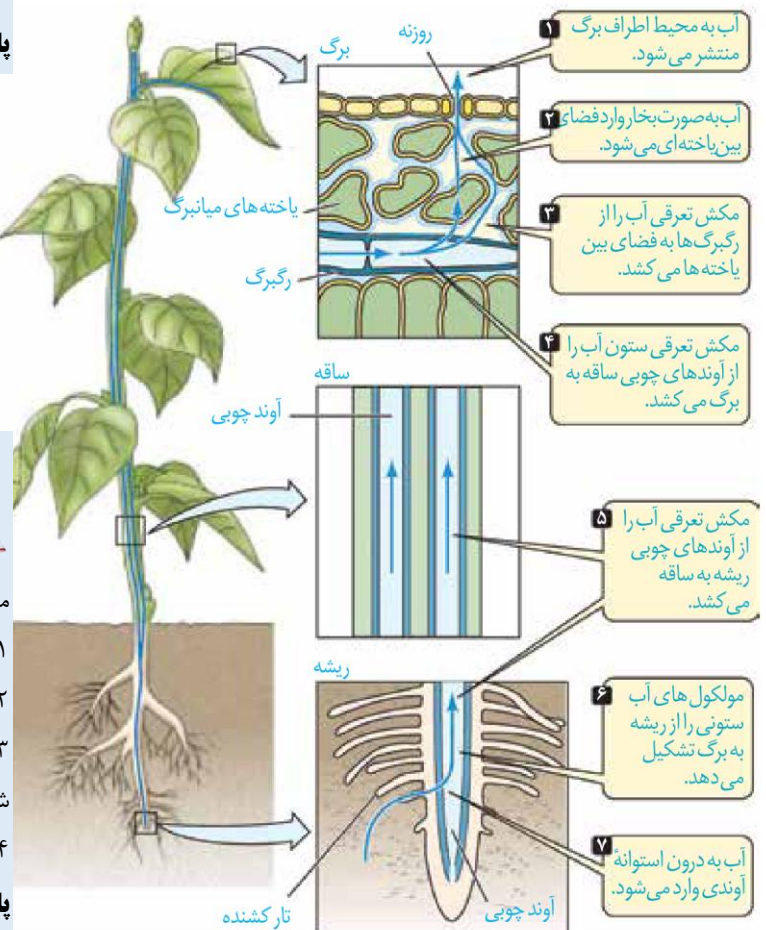
تست ۲۰: به طور معمول، در کدام شرایط مولکول‌های آب از طریق روزنه‌های موجود در حاشیه برگ گیاه گوجه‌فرنگی دفع می‌شود؟ (آزمون مدارس برتر)

(۱) افزایش مکش تعرقی و دور شدن یاخته‌های نگهبان روزنه‌ها از یکدیگر
(۲) کاهش فشار ریشه‌ای و نزدیک شدن یاخته‌های نگهبان روزنه‌ها به یکدیگر

(۳) پمپ کردن یون‌های معدنی به درون استوانه آوندی توسط یاخته‌های درون پوست و کاهش میزان رطوبت هوا
(۴) بالا رفتن فشار آب در داخل نایدیس‌ها و اشباع بودن اتمسفر

پاسخ:

تعرق: عامل اصلی: عامل اصلی انتقال شیره خام، مکشی است که در اثر تعرق از سطح گیاه ایجاد می‌شود. تعرق، خروج آب به صورت بخار از سطح بخش‌های هوایی گیاهان است. علت تعرق نیز حرکت آب از محل دارای پتانسیل بیشتر به کم‌تر است. ستون آب درون آوندهای چوبی پیوسته است. این پیوستگی به علت ویژگی‌های هم‌چسبی و دگرچسبی مولکول‌های آب است (شکل ۲۱).



تست ۲۱: عامل اصلی انتقال شیره خام (آزمون مدارس برتر)

(۱) به دنبال بسته شدن روزنه هوایی کاملاً متوقف می‌شود.
(۲) در شرایطی می‌تواند موجب کاهش قطر تنه درخت است.
(۳) می‌تواند سبب باز شدن روزنه آبی در انتهای برگ گیاه گندم شود.
(۴) با جایگزینی پیراپوست به جای روپوست غیرممکن می‌شود.

پاسخ:

شکل ۲۱- حرکت شیره خام، تحت تأثیر مکش تعرقی و پتانسیل آب



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؛ هر چند این کاهش اندک است. اگر دیواره آوندهای چوبی استحکام کافی نداشت به راحتی در اثر مکش تعرق، له می‌شد.

تعرق در گیاهان از چه بخش‌هایی انجام می‌شود؟

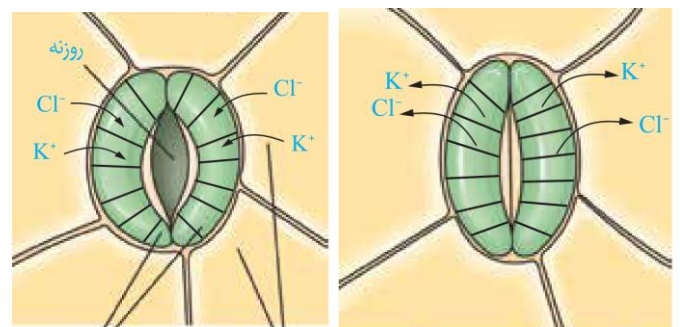
در گیاهان، تعرق می‌تواند از طریق روزنه‌های هوایی، پوستک و عدسک‌ها انجام شود. بیشتر تر تبادل گازها و در نتیجه تعرق برگ‌ها از منافذ بین یاخته‌های نگهبان روزنه هوایی انجام می‌شود.

روزنه‌های هوایی می‌توانند 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 (مانند بعضی هورمون‌های گیاهی)، با باز و بسته شدن روزنه‌ها را تنظیم می‌کنند. این عوامل با تحریک انباشت فعال بعضی یونها و ساکارز در یاخته نگهبان، پتانسیل آب یاخته‌ها را کاهش داده 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، در فرایندی معکوس انجام می‌شود (شکل ۲۲).

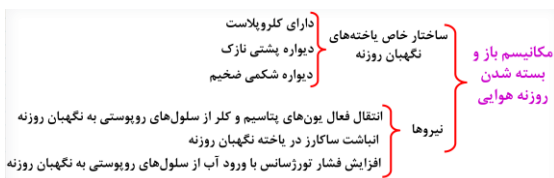
تست ۲۲: برای باز شدن روزنه هوایی، یون‌های کلر یون‌های پتاسیم شیب غلظت، وارد یاخته‌های نگهبان روزنه می‌شود. (آزمون مدارس برتر)

۱) همانند- برخلاف	۲) همانند- در جهت
۳) برخلاف- برخلاف	۴) برخلاف- در جهت

پاسخ:



یاخته‌های روبوست یاخته‌های نگهبان روزنه



شکل ۲۲- چگونگی باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی. یاخته‌های نگهبان روزنه با انتقال فعال یون‌هایی مانند پتاسیم و کلر، پتانسیل آب را درون خود کاهش می‌دهند. این کار باعث جذب آب شده و با تورم یاخته‌ها، روزنه باز می‌شود.



تست ۲۲: کدام عبارت در ارتباط با گیاه تره نادرست است؟ (آزمون مدارس برتر)

(۱) با کاهش یون‌های پتاسیم و کلر در یاخته‌های نگهبان روزنه، تعرق کاهش می‌یابد.

(۲) با پلاسمولیز یاخته‌های نگهبان روزنه هوایی، یاخته‌های روپوستی مجاور دچار تورژسانس می‌شوند.

(۳) ویژگی‌های هم‌چسبی و دگرچسبی آب باعث می‌شود ستون آب به صورت پیوسته از راه پلاسمودسم نایدیس‌ها بالا رود.

(۴) به دنبال کاهش فشار ریشه‌ای و افزایش انباشت ساکارز در یاخته‌های نگهبان، کم یا متوقف می‌شود.

پاسخ:



تست ۲۳: کدام عبارت، درباره همه روزنه‌های موجود در برگ گیاهان علفی تک‌لپه و دولپه درست است؟ (آزمون مدارس برتر)

(۱) باعث انجام تبادلات گازی گیاه با محیط خارج می‌شوند.

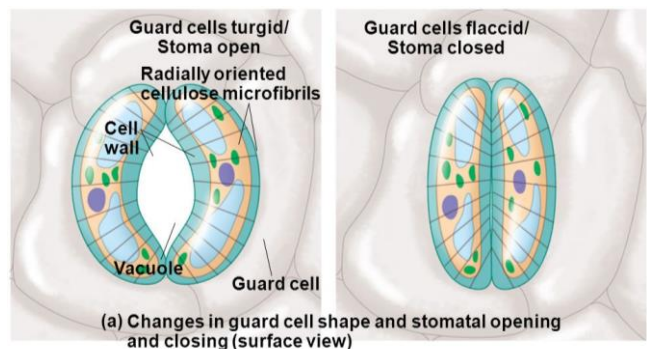
(۲) باعث حفظ جریان توده‌ای در آوندهای چوبی می‌شوند.

(۳) با قرار گرفتن در موقعیت‌های گرم و خشک بسته می‌شوند.

(۴) در پی تغییر فشار آب در یاخته‌های نگهبان، تغییر اندازه می‌دهند.

پاسخ:

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 کمربندهای سلولزی، هنگام تورژسانس یاخته، مانع از گسترش عرضی یاخته شده، ولی مانع افزایش طول یاخته نمی‌شوند. عامل دیگر، ضخامت بیش‌تر دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه در محل تماس دو یاخته است. هنگام تورژسانس، به علت ضخامت بیش‌تر در بخش شکمی این دیواره، دیواره پشتی یاخته بیش‌تر منبسط می‌شود. این دو ویژگی باعث می‌شود هنگام جذب آب و تورژسانس، یاخته‌ها خمیدگی پیدا کند و منفذ روزنه هوایی باز شود. در این حالت امکان تبادل گازها، فراهم می‌شود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی

عوامل محیطی مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها

در گیاهان، تغییرات مقدار نور، دما، رطوبت و کربن‌دی‌اکسید از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر حرکات روزنه‌های هوایی است. مقدار آب گیاه و نیز هورمون‌های گیاهی، از عوامل درونی مهم هستند. افزایش مقدار نور، دما، کاهش کربن‌دی‌اکسید، تا حدی معین، می‌تواند باعث باز شدن روزنه‌ها در گیاهان شود. رفتار روزنه‌ای برخی گیاهان نواحی خشک مانند بعضی کاکتوس‌ها، در حضور نور متفاوت است و سبب می‌شود در طول روز، روزنه‌ها بسته بمانند و از هدر رفتن آب جلوگیری شود. کاهش تعداد روزنه‌ها، روزنه‌های فرو رفته، پوشیده شدن برگ از کرک‌ها و کاهش تعداد یا سطح برگ‌ها نیز از دیگر سازگاری‌های گیاهان برای زندگی در محیط‌های خشک هستند.

عوامل محیطی ← نور، دما، رطوبت و تراکم کربن‌دی‌اکسید

عوامل مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها

عوامل درونی } مقدار آب گیاه
هورمون (آبسیزیک اسید)

تعریق

در هنگام شب یا در هوای بسیار مرطوب که شدت تعرق 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 تعرق آن از سطح برگ بیش‌تر باشد، آب به‌صورت قطراتی از انتها یا لبه برگ‌های بعضی گیاهان علفی خارج می‌شود که به آن **تعریق** می‌گویند (شکل ۲۴). گر چه شرایط محیطی ایجاد کننده 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 انتها یا لبه برگ‌هاست.



شکل ۲۴- تعریق در گیاهان

حرکت شیره پرورده

می‌دانید که شیره پرورده، درون آوندهای آبکشی حرکت می‌کند. حرکت شیره پرورده در همه جهات می‌تواند انجام شود. بخشی از گیاه که ترکیبات آلی مورد نیاز بخش‌های دیگر گیاه را تأمین می‌کند، محل منبع و بخشی از گیاه که ترکیبات آلی به آنجا می‌روند و ذخیره می‌شوند، محل مصرف نامیده می‌شود. برگ‌ها از مهم‌ترین محل‌های منبع هستند. بخش‌های ذخیره‌کننده مواد آلی، هنگام ذخیره این مواد، محل مصرف و



تست ۲۴: کدام عبارت، درباره همه روزنه‌های موجود در برگ گیاه گوجه‌فرنگی درست است؟

(سراسری ۹۵)

- (۱) باعث انجام تبادلات گازی گیاه با محیط خارج می‌شوند.
- (۲) پیوستگی شیره خام را در آوندهای چوبی حفظ می‌کنند.
- (۳) با قرار گرفتن در موقعیت‌های گرم و خشک بسته می‌شوند.
- (۴) در پی تغییر فشار آب در سلول‌های نگهبان، تغییر اندازه می‌دهند.

پاسخ:



تست ۲۵: به‌طور معمول، در کدام شرایط مولکول‌های آب از طریق روزنه‌های موجود در حاشیه برگ گیاه گوجه‌فرنگی دفع می‌شود؟ (سراسری ۹۶)

- (۱) افزایش کشش تعرقی و دور شدن سلول‌های نگهبان روزنه‌ها از یکدیگر.
- (۲) کاهش فشار ریشه‌ای و نزدیک شدن سلول‌های نگهبان روزنه‌ها به یکدیگر.
- (۳) زیاد شدن فشار اسمزی در سلول‌های تارکشنده و کاهش میزان رطوبت هوا
- (۴) بالا رفتن فشار آب در داخل آوندهای چوبی و اشباع بودن اتمسفر

پاسخ:



تست ۲۶: کدام شرایط، مولکول‌های آب به‌صورت مایع از طریق روزنه‌های موجود در انتهای برگ گیاه گندم دفع می‌شود؟ (سراسری فارغ‌التحصیلان ۹۶)

- (۱) افزایش خروج بخار آب از برگ‌ها و افزایش میزان جذب آن توسط ریشه
- (۲) بالا رفتن سرعت جذب آب در سلول‌های تارکشنده و اشباع بودن بخار آب در اتمسفر
- (۳) نزدیک شدن سلول‌های نگهبان روزنه‌های هوایی به یکدیگر و کاهش یافتن فشار ریشه‌ای
- (۴) زیادتر شدن تمایل گازهای محلول به خروج از شیره خام و افزایش ورود بخار آب به اتمسفر



تست ۲۷: کدام عبارت، درباره ترکیبات آلی نیتروژن دار

موجود در شیرۀ پرورده یک گیاه نهان دانه درست است؟

(۱) با صرف انرژی و طی فرایندی به نام باربرداری آبکشی، از منبع وارد یاخته های آبکشی می شوند.

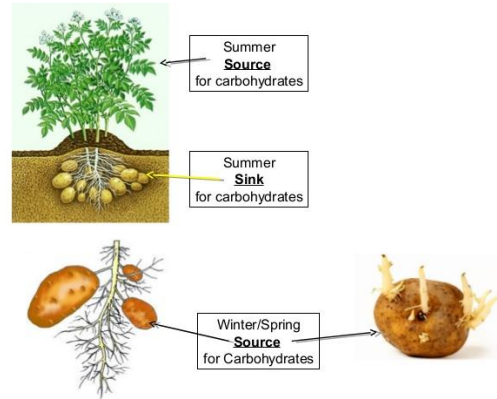
(۲) همواره با سرعتی معادل جریان توده ای در عناصر آوندی حرکت می کنند.

(۳) از طریق یاخته های زنده و غیرزنده در جهات مختلف جابه جا می شوند.

(۴) ممکن است در پی فعالیت بعضی باکتری های غیرفتوسنتزکننده تولید شده باشند.

پاسخ:

هنگام آزادسازی آن، محل منبع به شمار می آیند. حرکت ترکیبات آلی درون گیاه از محل منبع به محل مصرف، **جابه جایی** نام دارد. برای تعیین سرعت و ترکیب شیرۀ پرورده می توان از شته ها استفاده کرد (شکل ۱۹).



شکل ۲۵- محل های منبع و مصرف در گیاه



تست ۲۸: طبق مدل موشن به دنبال قطعاً

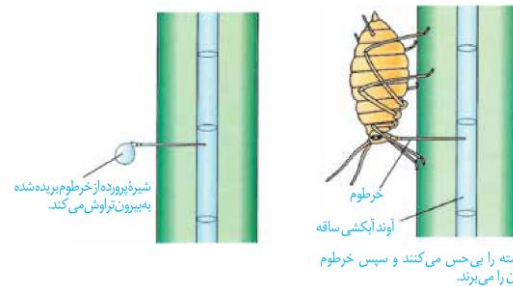
(۱) بارگیری آبکشی - پتانسیل آب آوند آبکشی افزایش می یابد.

(۲) باربرداری آبکشی - آب از آوند آبکشی خارج می شود.

(۳) افزایش فشار داخل یاخته های آبکشی - قندها از محل های ذخیره خارج می شوند.

(۴) صدور ترکیبات آلی از محل های منبع به محل های مصرف - بخش های مصرف رشد می کنند.

پاسخ:



شکل ۲۶- استفاده از شته برای تعیین سرعت و ترکیب شیرۀ پرورده



تست ۲۹: جریان توده ای در آوندهای چوبی

جریان توده ای در آوندهای آبکشی (آزمون مدارس برتر)

(۱) همانند - می تواند تحت تأثیر انتقال فعال باشد.

(۲) برخلاف - سریع تر و پیچیده تر است.

(۳) همانند - از طریق میان یاخته ها صورت می گیرد.

(۴) برخلاف - باعث جابه جایی مواد در مسیرهای طولانی می شود.

پاسخ:

چگونگی حرکت شیرۀ پرورده: حرکت شیرۀ پرورده از طریق میان یاخته (سیتوپلاسم) یاخته های زنده آبکشی و از یاخته دیگر انجام می شود. بنابراین حرکت شیرۀ پرورده از شیرۀ خام کندتر و پیچیده تر است. یک گیاه شناس آلمانی به نام **ارنست موشن**، الگوی **جریان فشاری** را برای جابه جایی شیرۀ پرورده، ارائه داده است که در شکل ۲۷ به طور خلاصه مشاهده می کنید.

مواد آلی در گیاهان به صورت تنظیم شده، تولید و مصرف می شوند. برای مثال در گل دهی یا تولید میوه، گاهی تعداد محل های مصرف، بیش تر از آن است که محل های منبع بتوانند مواد غذایی آن ها را فراهم کنند. در این موارد ممکن است گیاه به حذف بعضی گل ها، دانه ها یا میوه های خود اقدام کند تا



تست ۳۰: طبق الگوی ارائه شده توسط ارنست مونش

در مرحله مرحله (آزمون مدارس برتر)

(۱) همانند - ۴، انرژی مصرف می‌شود.

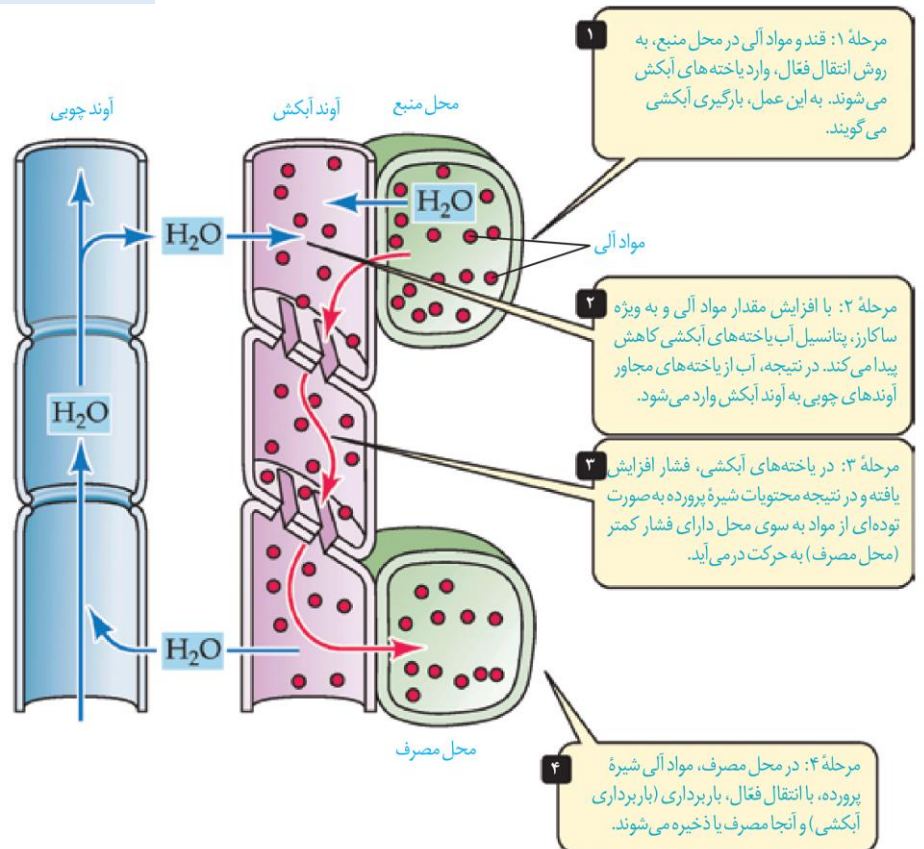
(۲) همانند - ۳، انرژی مصرف نمی‌شود.

(۳) برخلاف - ۳، انرژی مصرف نمی‌شود.

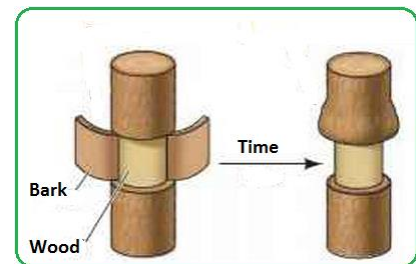
(۴) برخلاف - ۴، انرژی مصرف می‌شود.

پاسخ:

مقدار کافی مواد قندی به محل‌های مصرف باقی‌مانده برسد. در باغبانی، برای داشتن میوه‌های درشت‌تر، تعدادی از گل‌ها یا میوه‌های جوان را می‌چینند تا درختان میوه‌هایی کم‌تر ولی درشت‌تر به بار آورند.



شکل ۲۷- چگونگی حرکت مواد در آوند آبکش



شکل ۲۱- 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.



تست ۳۱: از طرح مقابل کدام مورد نتیجه‌گیری

نمی‌شود؟ (آزمون مدارس برتر)



(۱) آوندهای آبکشی در پوست قرار دارند.

(۲) شیره پرورده فقط در آوند آبکشی و نه در آوند چوبی جریان دارد.

(۳) حرکت شیره خام کندتر و پیچیده‌تر است.

(۴) مواد آلی می‌توانند در آوند آبکشی جمع شوند.

پاسخ: