



t.me/mhbb_ir



@mhbb.ir

اسماء محمدی زاده

جزوه ی فصل 7 زیست دهم

جذب و انتقال مواد در گیاهان



mhbb.ir



تغذیه گیاهی

گفتار ۱

گیاهان، مواد مورد نیاز را از هوا، آب یا خاک اطراف خود جذب می کنند. کربن دی اکسید یکی از مهم ترین موادی است که گیاهان از هوا جذب می کنند. کربن، اساس ماده آلی و بنابراین یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان است. کربن دی اکسید به همراه سایر گازها از طریق روزنه ها وارد فضاهای بین یاخته ای گیاه می شود. مقداری از کربن دی اکسید هم با حل شدن در آب، به صورت بی کربنات درمی آید که می تواند توسط گیاه جذب شود. سایر مواد مغذی هم بیشتر از طریق خاک جذب می شوند.

خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان

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

گیاخاک (هوموس)، لایه سطحی خاک است و به طور عمده از بقایای جانداران و به ویژه اجزای در حال تجزیه آنها تشکیل شده است. گیاخاک، با داشتن بارهای منفی، یون های مثبت را در سطح خود نگه می دارند و در نتیجه مانع از شست و شوی این یون ها می شوند. گیاخاک همچنین باعث اسفنجی شدن حالت خاک می شود که برای نفوذ ریشه مناسب است.

ذرات غیرآلی خاک از تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ ها در فرایندی به نام هوازدگی ایجاد می شوند. این ذرات از اندازه بسیار کوچک رس تا درشت شن و ماسه را شامل می شوند. تغییرات متناوب یخ زدن و ذوب شدن، که باعث خرد شدن سنگ ها می شود، نمونه ای از اثر هوازدگی فیزیکی است. اسیدهای تولید شده توسط جانداران و نیز ریشه گیاهان هم می توانند هوازدگی شیمیایی ایجاد کنند.





گیاهان سه گروه از مواد را جذب می کنند

1. آب: عمدتاً ریشه

2. کربن

الف. بیشتر کربن دی اکسید: روزنه ها، عدسک ها در برگ ها و ساقه ها
ب. کمتر بی کربنات: جذب از راه برگ و ریشه

3. مواد معدنی (نیتروژن، گوگرد، پتاسیم و کلسیم و ...): جذب عمدتاً از ریشه

کربن دی اکسید به دو طریق جذب می شود...

1. به صورت مولکول های گازی: از طریق روزنه ها و عدسک ها

2. به صورت بی کربنات: از طریق برگ ها یا ریشه ها

✓ کربن دی اکسید + آب → کربنیک اسید → یون هیدروژن + یون بی کربنات
✓ اندام های چوبی نیازی به جذب CO_2 ندارند، چون فتوسنتز نمی کنند (CO_2 در فتوسنتز مصرف می شود).

✓ اکسیژن به صورت مولکول های گازی از طریق روزنه ها و عدسک ها جذب می شود.

خاک از سه نوع ماده تشکیل شده است

1. مواد آلی

2. مواد غیر آلی (مواد معدنی)

3. میکروارگانیسم ها

pH خاک:

1. اسیدی 2. بازی

مقدار هوای خاک:





1. اگر ذرات تشکیل دهنده ی خاک درشت باشد مانند شن و ماسه: هوای بیشتری در بین ذرات وجود دارد



شکل 1. شن و ماسه

2. اگر ذرات تشکیل دهنده ی خاک ریز باشد مانند رس. هوای کمتری در بین ذرات دارد.



شکل 2. انواع خاک رس



- ✓ نگهداری آب به نوع خاک بستگی دارد. ماسه نمی تواند آب نگه دارد.
- ✓ هوموس: بقایای جانوران، گیاهان، باکتری ها و قارچ ها می باشد. (مواد معدنی جز هوموس نمی باشند).



شکل 3. گیاهاک

- ✓ مواد اسیدی خاک، یون های مثبتی مانند Ca ، NH_4 ، K ، mg را در سطح خود نگه می دارند.

اسید خاک

الف. حفظ یون های مثبت

ب. تغییر شیمیایی در ماهیت سنگ ها

- ✓ **شن و ماسه:** به دلیل اندازه ی بزرگ ذرات شن و ماسه، فاصله ی بین ذرات آن ها زیاد می باشد و نفوذ پذیری بالایی دارند. به دلیل نفوذ پذیری بالا مقدار زیادی آب و هوا می تواند وارد خاک شود. به عبارت دیگر میزان زه کشی آب و تهویه بالاست ولی میزان مواد غذایی در این نوع خاک کم است.





- ✓ **رس:** ذرات رس اندازه ی کوچکی دارند و فاصله ی کمی بین ذرات خود دارند به همین دلیل میزان نفوذ پذیری رس کم است. در نتیجه میزان زه کشی آب و تهویه پایین است. ولی میزان مواد غذایی در این خاک زیاد است.
- ✓ **خاک مناسب:** بهترین خاک، خاکی است که مخلوطی از رس و شن باشد. زیرا هم مقدار آب و هوای آن کافی است. و هم می تواند مواد غذایی بیشتری را در خود نگه دارد.

نقش گیاه خاک

- الف. جلوگیری از شسته شدن یون ها در خاک
- ب. اسفنجی شدن خاک (گیاه خاک باعث نرمی خاک می شود)
- ج. هوازدگی شیمیایی



- ✓ هم اجزای گیاهی و هم اجزای غیر گیاهی می توانند ترکیبات اسیدی تولید کنند
- ✓ علاوه بر گیاه خاک و جانداران خاک، ریشه ی گیاهان نیز می تواند ترکیبات اسیدی تولید کند.
- ✓ در هوازدگی شیمیایی، ترکیب شیمیایی اجزای سنگ ها تغییر می کند.



تعامل ریزاندامگان با گیاهان

الف. مفید: کمک به تامین مواد مغذی، محافظت از گیاه در برابر آفت ها و بیماری ها

ب. مضر: بیماری زایی در گیاهان

جذب مواد معدنی خاک

نیتروژن و فسفر دو عنصر مهمی هستند که در ساختار پروتئین ها و مولکول های وراثتی شرکت می کنند. گیاهان، ترکیبات این دو عنصر را بیشتر از خاک جذب می کنند.

جذب نیتروژن

با اینکه جو زمین دارای ۷۸ درصد نیتروژن (N_2) است، گیاهان نمی توانند 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 می شوند. خلاصه ای از این فرایندها در شکل ۱ نشان داده شده است. به تبدیل نیتروژن جو به نیتروژن قابل استفاده گیاهان تثبیت نیتروژن گفته می شود. بخشی از نیتروژن تثبیت شده در خاک، حاصل عملکرد زیستی باکتری هاست. باکتری های تثبیت کننده نیتروژن، به صورت آزاد در خاک یا همزیست با گیاهان زندگی می کنند. نیتروژن تثبیت شده در این باکتری ها به مقدار قابل توجهی دفع، و یا پس از مرگ آنها برای گیاهان قابل دسترس می شود. مهم ترین انواع تثبیت نیتروژن، در ادامه این فصل توضیح داده خواهد شد. امروزه تلاش های زیادی برای انتقال ژن های مؤثر در تثبیت نیتروژن به گیاهان در جریان است، تا بدون نیاز به این باکتری ها، نیتروژن مورد نیاز در اختیار گیاه قرار گیرد.

در شکل ۱ انواع دیگری از باکتری های خاک دیده می شوند. نقش هر یک از آنها در تغییر و تبدیل مواد نیتروژن دار چیست؟





مقدار مواد معدنی در خاک

- ترکیبات اسیدی گیاهخاک: یون ها را در سطح خود نگه می دارند — افزایش مقدار مواد معدنی خاک
- جریان آب — یون ها را می شوید — کاهش مقدار مواد معدنی خاک
- مقدار رس — مقدار مواد معدنی در خاک با مقدار رس رابطه ی مستقیم دارد.
- مقدار شن و ماسه — با مقدار شن و ماسه رابطه ی عکس دارد.
- هوازدگی — مقدار مواد معدنی در خاک با هوازدگی رابطه ی مستقیم دارد.

منبع آمونیوم موجود در خاک

الف. باکتری های تثبیت کننده ی نیتروژن

ب. باکتری های آمونیاک ساز

آمونومی که توسط باکتری های تثبیت کننده ی نیتروژن و آمونیاک ساز تولید می شود دو سرنوشت متفاوت دارد

1. ممکن است توسط ریشه جذب شود و مورد استفاده قرار گیرد.
 2. توسط گروه دیگری از باکتری ها به نام باکتری های نیترات ساز مصرف شوند.
- ✓ آمونیوم از ریشه به اندام هوایی منتقل می شود.
 - ✓ باکتری های تثبیت کننده ی نیتروژن، نیتروژن را احیا می کنند (با اضافه کردن هیدروژن به آن) و آن را تبدیل به آمونیوم می کنند.
 - ✓ باکتری های نیترات ساز و آمونیاک ساز، باکتری تثبیت کننده ی نیتروژن نیستند.
 - ✓ باکتری های نیترات ساز آمونیوم NH_4 را به نیترات NO_3^- تبدیل می کنند. برای این کار اکسیژن مصرف می کنند و آمونیوم را اکسید می کنند



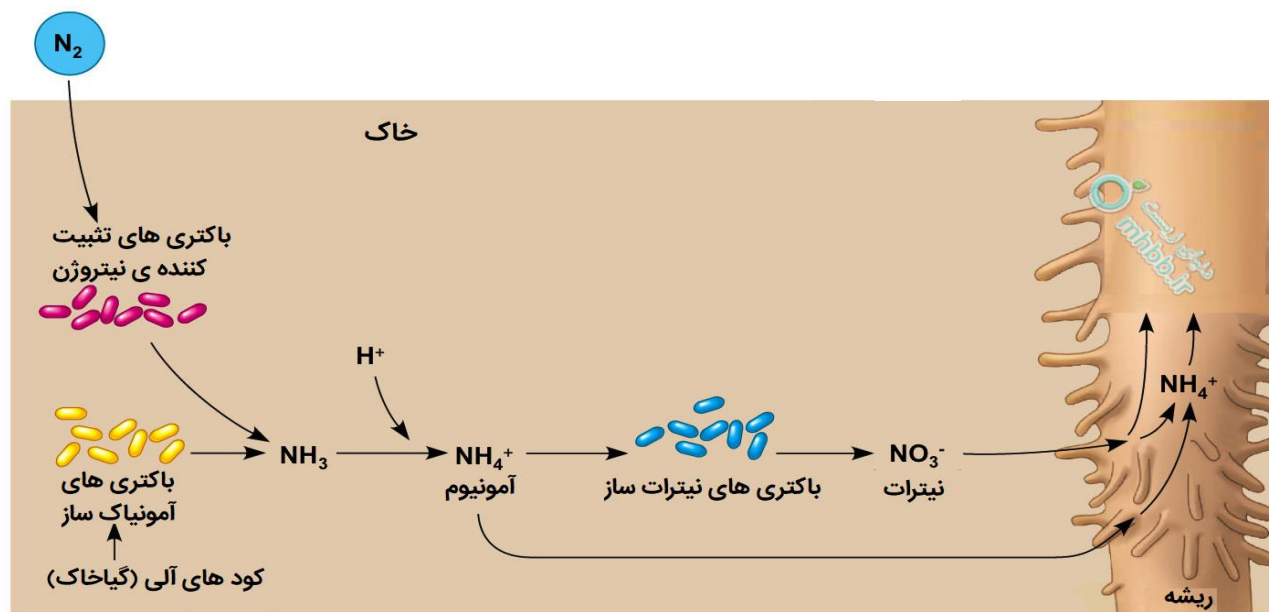


باکتری های خاکزی مورد نیاز چرخه ی نیتروژن:

1. باکتری های تثبیت کننده ی نیتروژن

2. باکتری های آمونیاک ساز

3. باکتری های نیترات ساز



✓ چه موادی آلی هستند؟ مواد آلی ترکیبات دارای کربن می باشند که توسط یاخته های زنده ساخته می شوند.

نکته: هر ترکیب کربن دارای (CO_2 ، CO ، HCO_3 ؛ ترکیبات معدنی هستند) که در یاخته ساخته می شود آلی نیست اما هر ترکیب آلی حتما کربن دار است.

✓ چه موادی معدنی هستند؟ همه ی موادی که عنصر کربن را ندارند. به جز کربن دی اکسید، کربن مونواکسید، بی کربنات و کربنیک اسید



جانوران

1. **اتوتروف:** توانایی غذا سازی دارند، مواد آلی و اکسیژن تولید می کنند.
2. **هتروتروف:** توانایی غذا سازی ندارند، مواد آلی و اکسیژن تولید شده توسط هتروتروف ها را مصرف می کنند.

آیا هر اتوتروفي فتوسنتز می کند؟ خیر

اتوتروف ها به دو دسته تقسیم می شوند

1. **فتواتوتروف:** انرژی مورد نیاز برای ساخت مواد آلی را از نور بدست می آورد
 2. **شیمیواتوتروف:** انرژی مورد نیاز برای ساخت مواد آلی را از مواد شیمیایی بدست می آورد
- آیا هر فتوسنتز کننده ای گیاه است؟ خیر بعضی از باکتری ها و آغازیان نیز فتوسنتز می کنند. (همه ی جانوران و قارچ ها هتروتروف اند. جدیداً گونه ی جانوری یافت شده است که فتوسنتز می کند و گوسفند دریای نام دارد.)

آیا همه ی گیاهان فتوسنتز می کنند؟ خیر بیشتر گیاهان فتوسنتز می کنند (گیاه سس و گل جالیز فتوسنتز نمی کنند).

یاخته ها نمی توانند مستقیماً ماده ی معدنی تولید کنند و اگر ماده ی معدنی در یاخته تولید شود در اثر تجزیه ی مواد آلی در یاخته بوده است. مثلاً از تجزیه ی گلوکز CO_2 حاصل می شود. همه ی جانداران چه اتوتروف و چه هتروتروف باید مواد معدنی را از محیط اطراف خود جذب کنند. زیرا هیچ جانداري توانایی تولید مواد معدنی را ندارد.





جذب فسفر

فسفر (P) از دیگر عناصر معدنی است که کمبود آن، رشد گیاهان را محدود می‌کند. گیاهان، فسفر مورد نیاز خود را به‌صورت یون‌های فسفات از خاک به دست می‌آورند. گرچه فسفات در خاک فراوان است، اغلب برای گیاهان غیرقابل دسترس است. یکی از دلایل، این است که فسفات به بعضی ترکیبات معدنی خاک به‌طور محکمی متصل می‌شود. برخی گیاهان برای جبران، 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 دیگر باشد. اصلاح این خاک‌ها می‌تواند آنها را برای گیاهان قابل کشت کند. اگر این خاک‌ها دچار کمبود باشند، با افزودن کود می‌توان حاصلخیزی آنها را افزایش داد. زیست‌شناسان برای تشخیص نیازهای تغذیه‌ای گیاهان، آنها را در محلول‌های 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. 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.

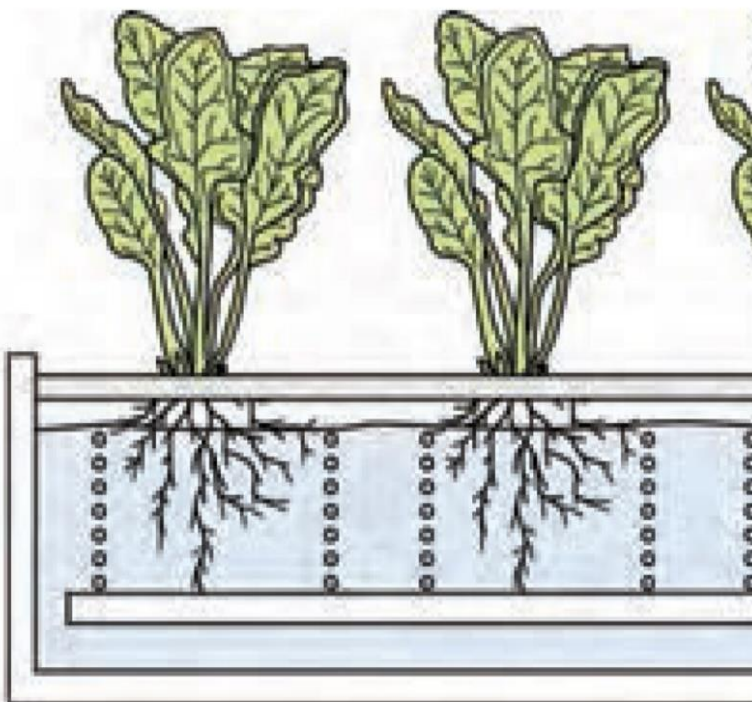
✓ اغلب گیاهان از قارچ ریشه ای برای جذب فسفر کمک می‌گیرند.

✓ هیچ کودی از جمله کود های آلی، مواد آلی را به گیاه نمی‌دهد. بلکه سبب ایجاد مواد معدنی مورد نیاز گیاه می‌شود.





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. مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی می‌تواند آسیب‌های زیادی به خاک و محیط‌زیست وارد و بافت خاک را تخریب کند. از طرفی، با شسته شدن توسط



بارش‌ها، این مواد به آب‌ها وارد می‌شوند. حضور این مواد باعث رشد سریع باکتری‌ها، جلبک‌ها و گیاهان 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.



t.me/mhbb_ir



@mhbb.ir

اسماء محمدی زاده



شکل 5. کود شیمیایی



شکل 4. کود آلی



mhbb.ir



شکل 6. کود زیستی

همان طور که کاهش عناصر مغذی در خاک برای گیاهان زیان بار است، افزایش بیش از حد بعضی مواد در خاک می تواند مسمومیت ایجاد کند و مانع رشد گیاهان شود. بعضی گیاهان می توانند غلظت های زیادی از این مواد را درون خود به صورت ایمن نگهداری کنند؛ مثلاً نوعی سرخس می تواند آرسنیک را که ماده ای سمی برای گیاه است، در خود جمع کند. بعضی گیاهان می توانند آلومینیم را نیز در بافت ها ذخیره کنند. مثلاً گیاه گل ادریسی که در خاک های خنثی و قلیایی صورتی رنگ هستند در خاک های اسیدی آبی رنگ می شوند. این تغییر رنگ به علت تجمع آلومینیوم در گیاه است (شکل ۳). بعضی گیاهان نیز با جذب و ذخیره نمک ها، موجب کاهش شوری خاک می شوند. با کاشت و برداشت این گیاهان در چند سال پی در پی می توان باعث کاهش شوری خاک و بهبود کیفیت آن شد.



✓ در گل ادریسی آلومینیم در گلبرگ ها تجمع می یابد و سبب تغییر رنگ گلبرگ ها از صورتی به آبی کمرنگ می شود.



فعالیت صفحه 101:

محلول های یکسانی تهیه کرده و گیاهان را در آن ها قرار می دهیم. برای تاثیر هر عنصر، فقط مقدار آن عنصر را در محلول تغییر می دهیم و تاثیر آن را بر رشد گیاه بررسی می کنیم. مثلاً فرض کنید که می خواهیم تاثیر کاهش نیتروژن را بر رشد گیاه بررسی کنیم. دو محلول یکسان آماده می کنیم که مقدار عناصر آن ها، با یکدیگر برابر است. فقط در یکی از محلول ها نیتروژن کمتری نسبت به محلول دیگر می ریزیم. سپس هر گیاه را در یکی از محلول ها قرار می دهیم و پس از مدتی تاثیر آن را بر رشد گیاه مشاهده می کنیم. گیاهی که به نیتروژن کمتری دسترسی داشته است کمتر رشد می کند.





جانداران مؤثر در تغذیه گیاهی

گفتار ۲

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

قارچ‌ریشه‌ای

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

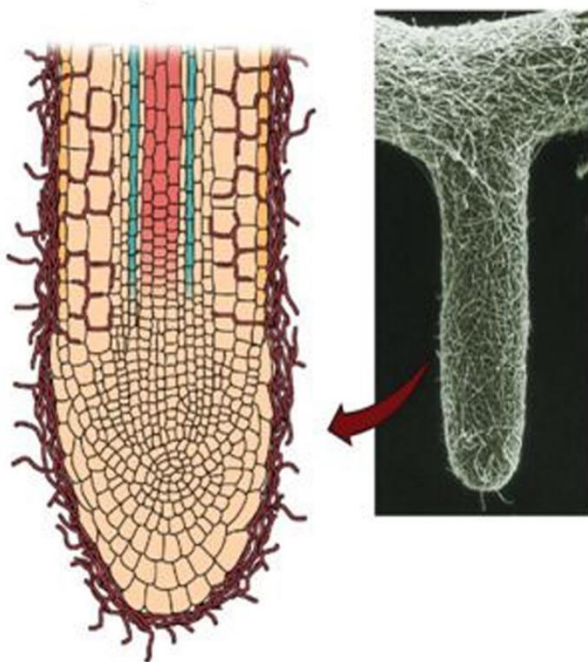
در قارچ‌ریشه‌ای، قارچ، مواد آلی را از ریشه گیاه می‌گیرد و برای گیاه، مواد معدنی و به خصوص فسفات فراهم می‌کند. پیکر رشته‌ای و بسیار ظریف قارچ‌ها، نسبت به ریشه گیاه با سطح بیشتری از خاک در تماس است و می‌تواند مواد معدنی بیشتری را جذب کند.

- ✓ رابطه‌ی هم‌زیستی: هر دو طرف از زندگی با هم سود می‌برند.
- ✓ همه‌ی قارچ‌ها هتروتروف اند و نمی‌توانند مواد معدنی را به مواد آلی تبدیل کنند.
- ✓ در هر نوع قارچ ریشه‌ای، انشعابات بدن قارچ به درون ریشه گیاه نفوذ می‌کند.
- ✓ بیشتر گیاهان اتوتروف و غذا سازند.
- ✓ جانداران ← فرمانرو ← شاخه ← رده ← راسته ← تیره ←
سرده ← گونه

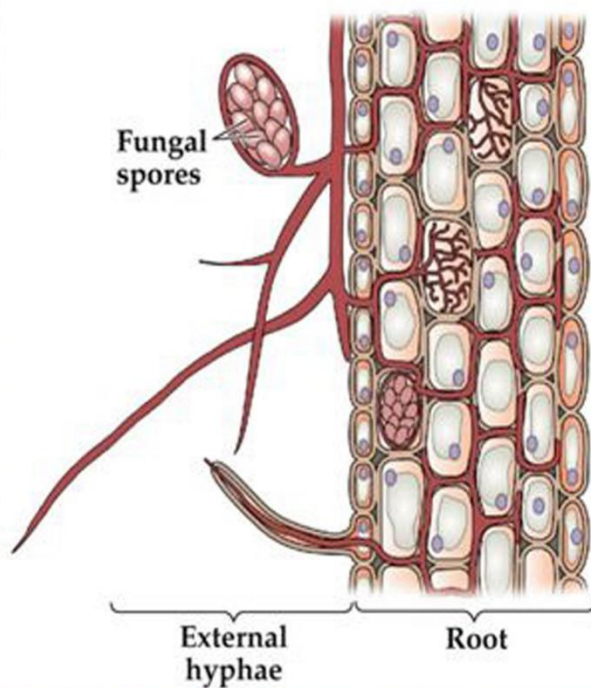




(A) Ectomycorrhizae



(B) Arbuscular mycorrhizae



شکل 7. قارچ ریشه ای



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 عبارتند از: ریزوبیوم ها و سیانوباکتری ها.

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 گیاه خاک 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.

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).

✓ همه ی سیانوباکتری ها فتوسنتز می کنند. بعضی از سیانوباکتری ها تثبیت نیتروژن انجام می دهند.





- ✓ سیانو باکتری از محصولات فتوسنتزی گیاه استفاده می کند. اگر سیانوباکتری فتوسنتز انجام می دهد پس چرا از محصولات گیاه استفاده می کند؟ چون ممکن است در قسمت هایی از گیاه قرار بگیرد که نور کافی به آن نرسد.
- ✓ سیانوباکتری ها برای فتوسنتز باید سبزینه داشته باشند. باکتری ها اندامک ندارند. بنابراین در سیانوباکتری ها سبزدیسه وجود ندارد.





✓ آزولا نوعی سرخس آبی می باشد.



شکل 8. آزولا



t.me/mhbb_ir



@mhbb.ir

اسماء محمدی زاده



شکل 9. گیاه گونرا



mhbb.ir



روش‌های دیگر به دست آوردن مواد غذایی در گیاهان

گیاهان حشره‌خوار: این گیاهان فتوسنتزکننده‌اند، ولی در مناطقی زندگی می‌کنند که از نظر نیتروژن فقیرند. در این گیاهان برخی برگ‌ها برای شکار و گوارش جانوران کوچک مانند حشرات، تغییر کرده‌است. گیاه **توبره‌واش** که از گیاهان حشره‌خوار است در تالاب‌های شمال کشور می‌روید. این گیاه حشرات و لارو آنها را به سرعت به درون بخش کوزه مانند خود می‌کشد و سپس گوارش می‌دهد. در شکل ۸، انواع دیگری از گیاهان حشره‌خوار نشان داده شده است.

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 زردرنگی تولید می‌کند که فاقد ریشه است. گیاه سس به دور گیاه سبز میزبان خود می‌پیچد و اندام‌های مکنده ایجاد می‌کند (شکل ۹-الف) که به درون آوندهای گیاه نفوذ، و مواد مورد نیاز انگل را جذب 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 ۹-ب).

✓ سس ریشه ندارد



شکل 10. سس

✓ گیاهان جالیزی: خیار، خربزه، هندوانه، کدو، بادمجان، گوجه فرنگی





t.me/mhbb_ir



@mhbb.ir

اسماء محمدی زاده

✓ گل جالیز انگل است ولی گیاهان جالیزی فتوسنتز کننده اند و انگل نمی باشد.



شکل 11. گیاه گل جالیز



mhbb.ir



شکل 12. گیاهان حشره خوار

انواع روابط بین جانداران

1. هم زیستی: به سه دسته تقسیم می شود

الف. هم سفرگی: یکی سود می برد و دیگری نه سود می برد و نه زیان

ب. همیاری: هر دو طرف سود می برند

ج. انگلی: در این رابطه انگل سود می برد و میزبان زیان می بیند.

2. صیادی (شکار و شکارچی): شکارچی سود می برد و شکار از بین می رود.

3. رقابت: در صورت منابع محدود و مشترک رخ می دهد.





انتقال مواد در گیاهان

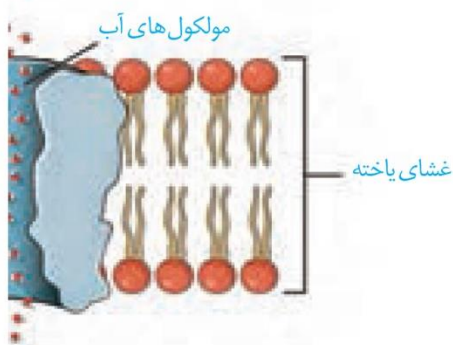
گفتار ۳

انتقال از خاک به برگ

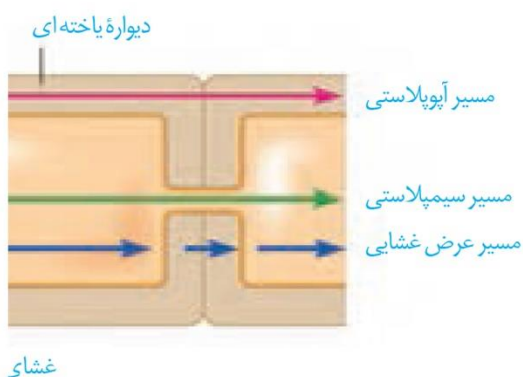
آب و مواد مورد نیاز گیاهان، که از خاک اطراف ریشه‌ها جذب می‌شود و در مسیرهایی به ساقه و برگ می‌رود. بخش زیادی از آب جذب شده از سطح برگ‌ها به هوا تبخیر می‌شود. خروج آب به صورت بخار از سطح اندام‌های هوایی گیاه **تعرق** نامیده می‌شود. تعرق، سازوکار لازم را برای جابه‌جایی آب و مواد معدنی به برگ فراهم می‌کند. 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 انتقال‌دهندهٔ مواد، نقش اساسی دارد که این نقش به علت ویژگی‌های آن است.

- ✓ انتشار آب بدون اسمز هم امکان پذیر است. (انتشار هر ماده باعث کاهش اختلاف غلظت در محیط انتشار می‌شود).
- ✓ پتانسیل آب در شروع محل انتشار آب (خاک) از همه جا بیشتر است و در محل پایان آن (برگ‌ها) به کمترین میزان خود می‌رسد.
- ✓ بنابراین بیشترین پتانسیل آب در خاک و کمترین پتانسیل آب در برگ هاست.
- ✓ هر چه فاصله ی آب تا خاک بیشتر شود، پتانسیل آب کمتر می‌شود.





شکل ۱۰
عبور آب



جابه جایی مواد در مسیر کوتاه

انتقال مواد در سطح یاخته ای: در این حالت، جابه جایی مواد با فرایندهای فعال و غیرفعال و در حد یاخته انجام می شود. با این فرایندها قبلاً آشنا شدید. شیوه هایی مثل انتشار و انتقال فعال، نمونه هایی از این روش هاست. برای انتقال آب در عرض غشای بعضی یاخته های گیاهی و جانوری و غشای واکوئول بعضی یاخته های گیاهی، پروتئین هایی دخالت دارند که سرعت جریان آب را افزایش می دهند. هنگام کم آبی، ساخت این پروتئین ها تشدید می شود (شکل ۱۰).

انتقال مواد در عرض ریشه: در عرض ریشه، انتقال آب و مواد محلول معدنی به سه روش انجام می شود؛ انتقال عرض غشا، انتقال سیمپلاستی و انتقال آپوپلاستی. انتقال عرض غشایی شامل جابه جایی مواد از عرض غشای یاخته است. سیمپلاست به معنی پروتوپلاست همراه با پلاسمودسم ها است.

پروتئین تسهیل کننده ی عبور آب از غشا

- عبور آب از طریق این پروتئین ها بدون مصرف انرژی، در جهت شیب غلظت انجام می شود.
- فرایند از نوع انتشار تسهیل شده می باشد. چون از طریق پروتئین و بدون مصرف انرژی است.
- با توجه به این که جا به جایی خاص آب از عرض یک غشای نیمه تراوا وجود دارد. نوعی اسمز می باشد. بنابراین اسمز به کمک کانال های پروتئینی نیز می تواند انجام شود.





- ✓ آپوپلاست شامل دیواره یاخته ای و فضای بین یاخته ای است.
- ✓ ورود مواد به درون یاخته های روپوستی مربوط به جابه جایی مواد در مسیر کوتاه و در سطح یاخته می باشد.

همراه با پلاسمودسم ها است. انتقال سیمپلاستی حرکت مواد از پروتوپلاست یک یاخته به یاخته مجاور، از راه پلاسمودسم هاست. آب و بسیاری از مواد محلول می تواند از فضای پلاسمودسم به یاخته های دیگر منتقل شود (شکل ۱۱). منافذ پلاسمودسم آن قدر بزرگ است که پروتئین ها، نوکلئیک اسیدها و حتی ویروس های گیاهی از آن عبور می کنند. در مسیر آپوپلاستی، حرکت مواد محلول از فضاهای بین یاخته ای و دیواره یاخته ای انجام می شود.

آب و مواد محلول در عرض ریشه سرانجام به درونی ترین لایه پوست به نام درون پوست (آندودرم) می رسند. درون پوست استوانه ای ظریف از یاخته ها است که یاخته های آن کاملاً به هم چسبیده اند و سدی را در مقابل آب و مواد محلول ایجاد می کنند (شکل ۱۲). یاخته های درون پوست در دیواره جانبی خود دارای نواری از جنس چوب پنبه (سوبرین) هستند که به آن نوار کاسپاری گفته می شود. بنابراین آب و مواد محلول آن نمی توانند از طریق مسیر آپوپلاستی وارد یاخته های درون پوست شوند. یاخته های درون پوست انتقال مواد را کنترل می کنند. این لایه در ریشه مانند صافی عمل می کند که مانع از ورود مواد ناخواسته یا مضر مسیر آپوپلاستی به درون گیاه می شوند. درون پوست، همچنین از برگشت مواد جذب شده به بیرون از ریشه جلوگیری می کند. بعد از درون پوست حرکت در هر سه مسیر ادامه می یابد. مواد به آوندهای چوبی منتقل، و آماده جابه جایی برای مسیرهای طولانی تر می شود که به این فرایند بارگیری چوبی گفته می شود.

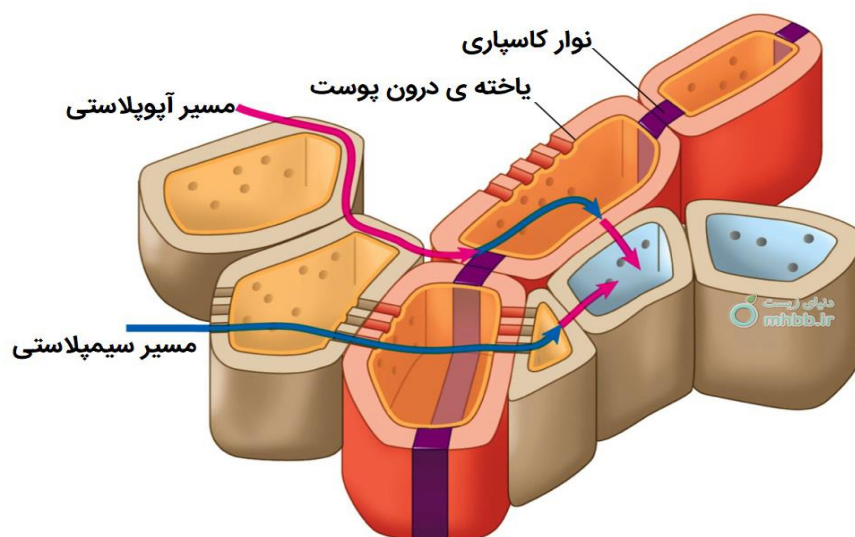
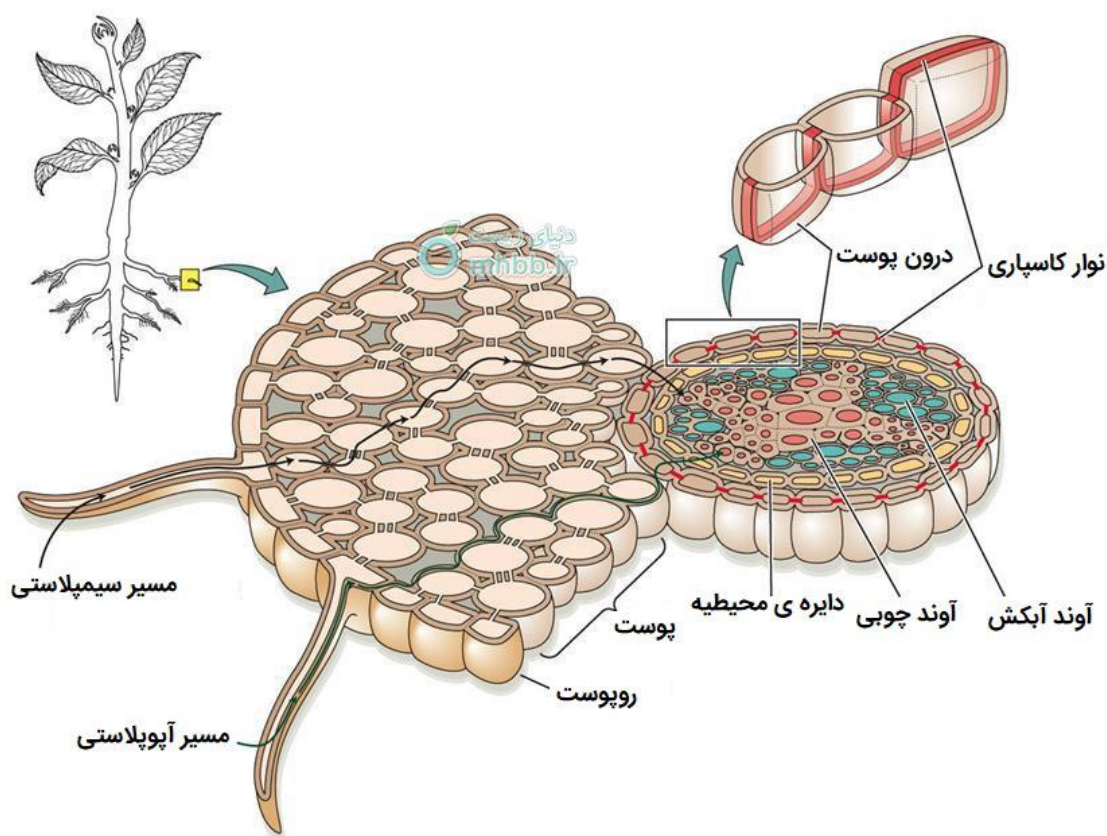
در ریشه بعضی گیاهان، نوار کاسپاری علاوه بر دیواره های جانبی درون پوست، دیواره پستی را نیز می پوشاند و انتقال مواد از این یاخته ها را غیر ممکن می کند. در برش عرضی و زیر میکروسکوپ نوری این یاخته ها ظاهر نعلی یا U شکل دارند (شکل ۱۳). در این گیاهان یاخته های درون پوستی ویژه ای، به نام یاخته معبر وجود دارند که فاقد نوار کاسپاری در اطراف خود هستند و انتقال مواد به آوندها از طریق این یاخته ها انجام می شود.

- ✓ آندودرم باعث یک طرفه شدن انتقال مواد می شود.
- ✓ در خارجی ترین بخش استوانه ی آوندی لایه ی ریشه زا قرار دارد.





- ✓ مسیر سیم پلاستی از تارکشنده شروع می شود و تا آوند چوبی ادامه پیدا می کند.
- ✓ مسیر آپوپلاستی از تارکشنده شروع می شود و در آندودرم متوقف می شود. و به مسیر سیمپلاستی تبدیل می شود. هر چند در آندودرم مسیر آپوپلاستی متوقف می شود. اما پس از آندودرم و در لایه ی ریشه زا مسیر آپوپلاستی ادامه می یابد.





✓ بافت های آوندی در برگ به صورت رگبرگ قرار می گیرند. هم چنین بافت های زمینه ای، میانبرگ را تشکیل می دهند.

انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

شیره خام در گیاهان، گاه تا فواصل بسیار طولانی جابه جایی می شود. انتشار برای فواصل طولانی، کارآمد نیست. در گیاهان، جابه جایی مواد در مسیرهای طولانی توسط جریان توده ای انجام می شود. سرعت انتشار آب و مواد در گیاه، چند میلی متر در روز است ولی در جریان توده ای، این سرعت به چندین متر در روز می رسد. جریان توده ای در آوندهای چوبی تحت اثر دو عامل فشار ریشه ای و تعرق، و با همراهی خواص ویژه آب انجام می شود.

فشار ریشه ای: یاخته های درون پوست و یاخته های زنده پیرامون آوندهای ریشه، با انتقال فعال، یون های معدنی را به درون آوندهای چوبی منتقل می کنند. این عمل باعث افزایش مقدار این یون ها، افزایش فشار اسمزی و در نتیجه ورود آب به درون آوند چوبی می شود. در اثر تجمع آب و یون ها، فشار در آوندهای چوبی ریشه افزایش می یابد و فشار ریشه ای را ایجاد می کند. فشار ریشه ای باعث هل دادن شیره خام به سمت بالا می شود (شکل ۱۴). در بیشتر گیاهان، فشار ریشه ای در صعود شیره خام نقش کمی دارد و در بهترین حالت می تواند چند متر آن را به بالا بفرستد. پس چه عاملی باعث حرکت شیره خام به نوک درختان بسیار بلند می شود؟

✓ **بارگیری چوبی:** ورود آب و مواد معدنی از لایه ی ریشه زا به آوند چوبی

✓ **باربرداری چوبی:** خروج آب و مواد معدنی از آوند های چوبی به بافت های دیگر

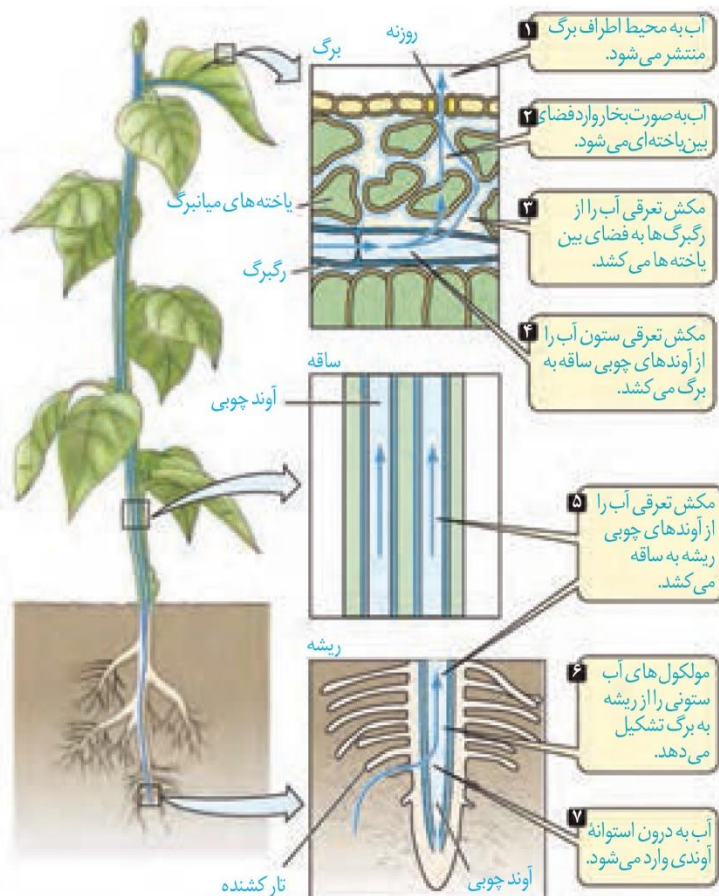




تعرق: عامل اصلی انتقال شیره خام، مکشی است که در اثر تعرق از سطح گیاه ایجاد می‌شود. علت تعرق نیز حرکت آب از محل دارای آب بیشتر به محل با آب کمتر است. ستون آب درون آوندهای چوبی پیوسته است. این پیوستگی به علت ویژگی‌های هم‌چسبی و دگرچسبی مولکول‌های آب است (شکل ۱۵).

بیشتر تعرق گیاهان از روزنه‌های برگ انجام می‌شود. نیروی مکش تعرق آن‌قدر زیاد است که در یک روز گرم می‌تواند باعث کاهش قطر تنه یک درخت شود؛ هرچند این کاهش اندک است. اگر دیواره آوندهای چوبی استحکام کافی نداشت به راحتی در اثر مکش تعرق، له می‌شد.

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. 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 بازوبسته 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).



شکل ۱۵- حرکت شیره خام، تحت تأثیر مکش تعرقی

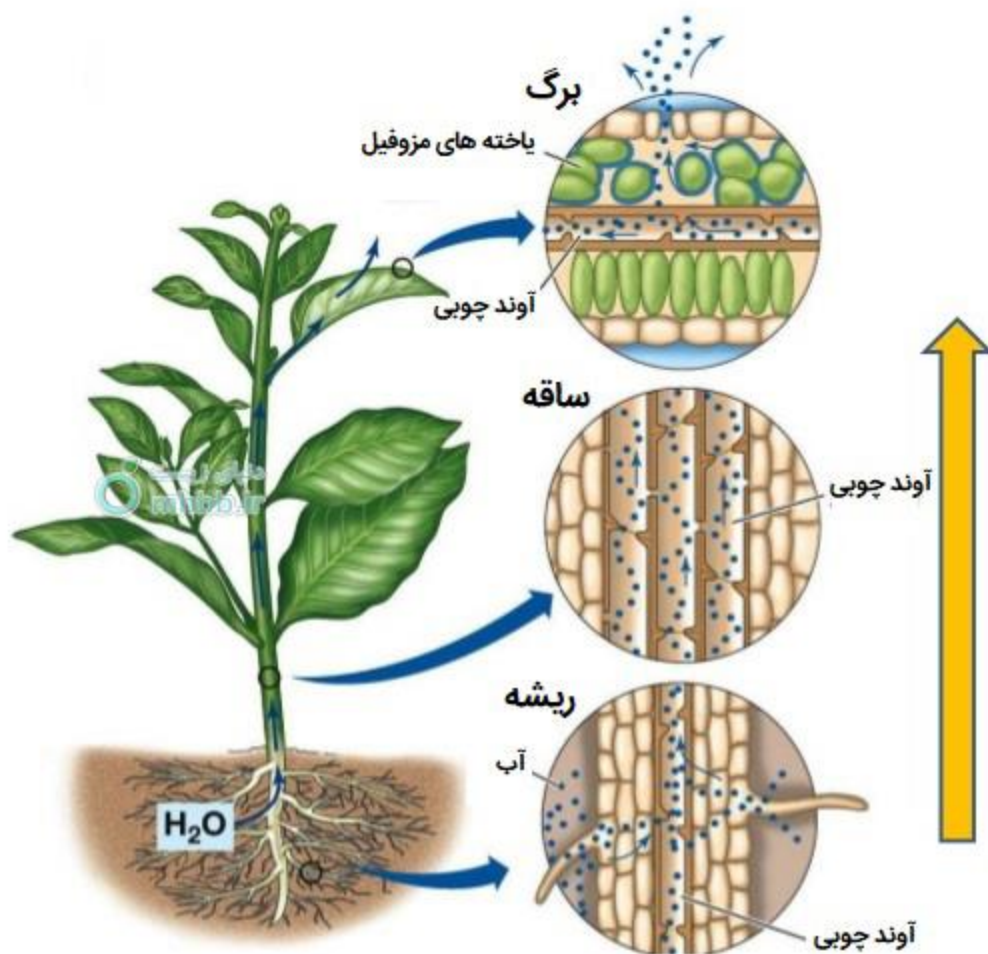


✓ سه عامل در ایجاد جریان توده ای نقش دارند

1. فشار ریشه ای

2. مکش تعرقی

3. هم چسبی و دگرچسبی



نکته: فشار ریشه ای و هم چسبی و دگرچسبی مولکول های آب سبب تقویت پیوستگی

جریان آب می شود. مکش تعرقی علیه پیوستگی جریان آب است.

✓ **هم چسبی:** چسبندگی مولکول های آب به هم

✓ **دگرچسبی:** چسبندگی مولکول های آب به مولکول های دیگر مثلاً آوند چوبی

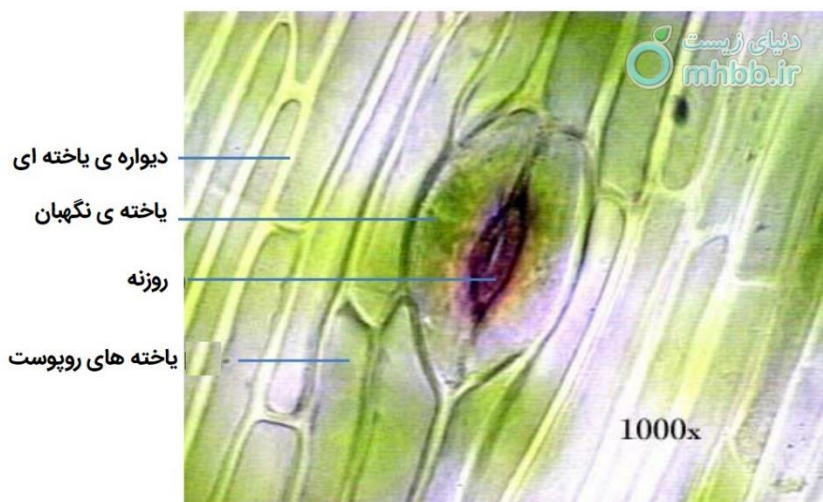




ساختار یاخته‌های نگهبان روزنه: دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه، ساختار خاصی دارند که با جذب آب، افزایش طول پیدا می‌کنند. یکی از این عوامل، آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی است که مانند کمربندی دور دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه قرار دارند. این کمربندهای سلولزی، هنگام تورژسانس یاخته، مانع از گسترش عرضی یاخته شده، ولی مانع افزایش طول یاخته نمی‌شوند. عامل دیگر، اختلاف ضخامت در دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه است. هنگام تورژسانس، به علت ضخامت کمتر، دیواره پشته‌ی 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 ۱۶).

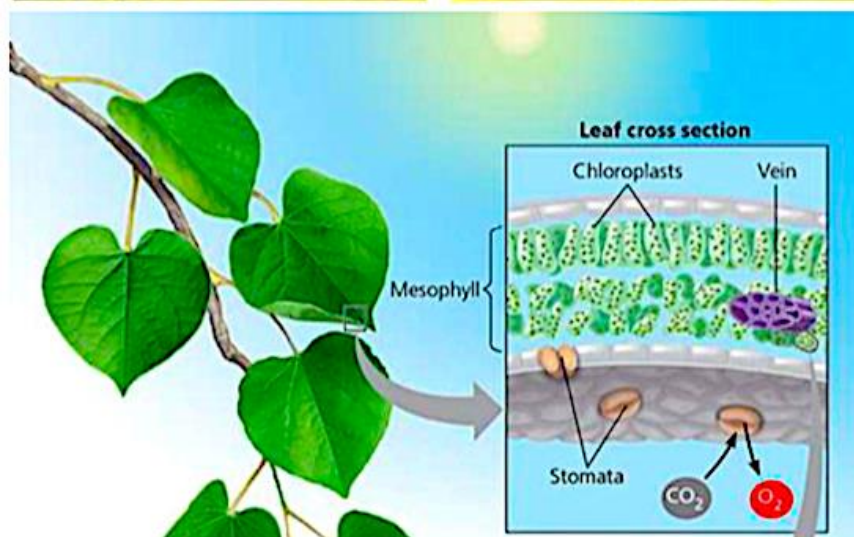
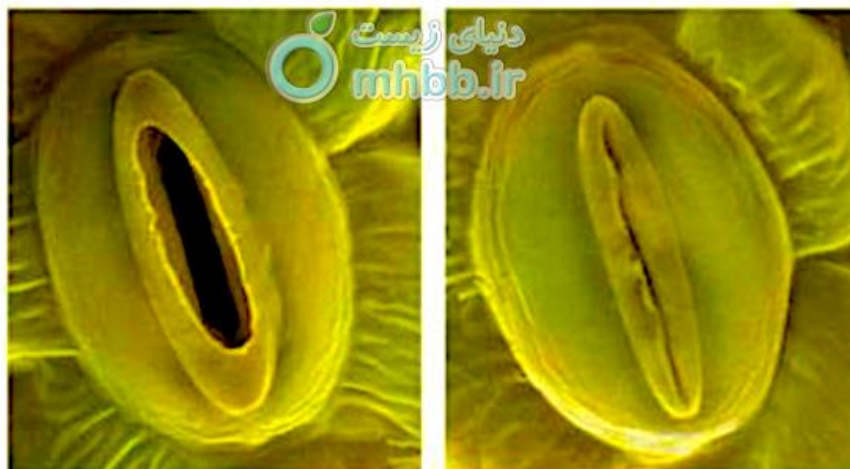
عوامل مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها

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 شدید رطوبت هوا باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. رفتار روزنه‌ای برخی گیاهان نواحی خشک مانند بعضی کاکتوس‌ها، در حضور نور متفاوت است و سبب می‌شود در طول روز، روزنه‌ها بسته بمانند و از هدر رفتن آب جلوگیری شود. کاهش تعداد روزنه‌ها، کاهش تعداد یا سطح برگ‌ها نیز از سازگاری‌های گیاهان برای زندگی در محیط‌های خشک هستند. شما چه سازگاری‌های دیگری را می‌شناسید؟





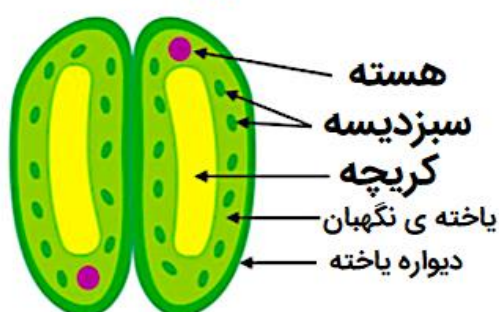
✓ در اطراف روزنه دو یاخته داریم که دو انتهایشان به هم چسبیده است و طولشون در حال افزایش است ولی عرضشون زیاد نمیشه در نتیجه یاخته خمیدگی پیدا می کند.



روزنه باز



روزنه بسته





میزان تعرق

- روزنه هوایی برگ < روزنه هوایی ساقه < عدسک های ساقه مسن < پوسته برگ و ساقه ✓
- روپوست به صورت غشایی و بی رنگ در سطح برگ قرار دارد. ✓
- میزان تعرق فقط در روزنه های هوایی قابل تغییر است و کنترلی بر روی میزان تعرق از پوستک و عدسک انجام نمی شود. ✓
- هم تعرق باعث حرکت آب می شود و هم حرکت آب سبب تعرق می شود. ✓
- نیشکر نوعی دی ساکارید می باشد که در آن گلوکز با فروکتوز ترکیب شده است. ✓
- میزان باز و بسته شدن روزنه ها وابسته به فشار تروژسانی آن ها می باشد. ✓
- تعداد روزنه ها در برگ ها در سطح زیرین برگ بیش از سطح بالایی آن است. این امر یک سازگاری برای کاهش تعرق است. ✓
- افزایش نور و دما تا حدی معین می تواند باعث باز شدن روزنه ها بشود. (افزایش خیلی زیاد نور و دما سبب بسته شدن روزنه ها می شود). (افزایش رطوبت در هوا میزان تعرق را کاهش می دهد. چون هوا از بخار آب اشباع است، تمایل ندارد بخار آب بیشتری را از طریق روزنه ها دریافت کند. ✓

کار روزنه ها تبادل گاز می باشد

1. خروج بخار آب: به کمک صعود شیره ی خام و عمل تعرق

2. ورود کربن دی اکسید برای انجام فتوسنتز





فعالیت

مشاهده روزنه های 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 روپوست را پاره نکنید. هر نیمه را به نحوی به طرفین بکشید تا روپوست نازک آن از بافت های زیرین جدا شود. این کار اگر با دقت انجام شود روپوست غشایی و بی رنگ را جدا می کند.

پ) نمونه را در یک قطره آب، روی تیغه شیشه ای قرار دهید و با تیغک پیوشانید. یاخته های روپوست و نگهبان روزنه را در بزرگ نمایی های مختلف مشاهده کنید. آیا می توانید سبزدیسه ها را در این یاخته ها ببینید؟

ت) تعداد روزنه های 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، نمونه های روپوست پشتی را از برگ گیاهان میخک، شمعدانی و برگ بیدی تهیه و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. یاخته های روپوست و نگهبان روزنه را در این گیاهان و تره مقایسه کنید.

شمارش تعداد روزنه ها در سطح برگ: برای این کار تعداد روزنه ها را در میدان دید در زیر میکروسکوپ شمارش می کنیم. پس از آن با توجه به نسبت مساحت میدان دید به مساحت کل برگ، می توان تعداد روزنه ها را در کل سطح برگ به صورت تقریبی تخمین زد.

مقایسه ی روزنه های تره، میخک و شمعدانی: گاهی علاوه بر یاخته های نگهبان روزنه، یاخته های اطراف آن ها نیز تمایز پیدا می کنند و نوعی یاخته را به وجود می آورند که به آن یاخته های همراه گفته می شود. در برگ تره، یاخته های روپوستی دراز و کشیده هستند ولی یاخته های همراه وجود ندارند. یاخته های نگهبان روزنه نیز، در این گیاه کشیده هستند. در شمعدانی یاخته های همراه وجود دارند و به صورت شعاعی در اطراف یاخته های نگهبان قرار دارند. در میخک هم یاخته های همراه وجود دارند و عمود بر محور طولی یاخته های نگهبان قرار می گیرند.





نکته: روپوست به صورت غشایی و بی رنگ در سطح برگ قرار دارد.

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 به صورت قطراتی از انتها 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 انتها یا لبه برگ‌هاست.

✓ شبنم در شب‌های مرطوب که رطوبت هوا به علت کاهش دمای هوا در سطح برگ‌ها طی میعان به قطرات آب تبدیل می‌شود رخ می‌دهد.

تفاوت شبنم و تعریق:

شبنم در سطح برگ رخ می‌دهد. تعریق در انتها و لبه‌های برگ. از لحاظ منشا هم با هم متفاوتند.

تفاوت تعرق و تعریق

تعریق	تعرق
خروج آب به صورت مایع	خروج آب به صورت بخار
روزنه آبی	روزنه هوایی
فقط در بعضی گیاهان علفی دیده می‌شود	در همه ی گیاهان دیده می‌شود
در نتیجه فشار ریشه ای ایجاد می‌شود.	باعث حرکت شیره خام می‌شود





فعالیت

مشاهده باز و بسته شدن روزنه های هوایی

الف) همانند فعالیت قبل، روی پوست تره یا کاهو را تهیه کنید و درون محلول های ۵/۰ 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، روی پوست 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.

میزان باز و بسته بودن روزنه ها وابسته به فشار تروژسانسی آن ها می باشد. بنابراین فشار اسمزی محیط اطراف تعیین می کند که روزنه ها باز شوند یا بسته

آب خالص: آب خالص بیشترین میزان پتانسیل آب را دارد. بنابراین آب وارد یاخته ها می شود و فشار تروژسانس یاخته ها افزایش می یابد و روزنه ها باز می شوند.

آب نمک 4 درصد: آب از یاخته ها خارج می شود و حالت پلاسمولیز ایجاد می شود. در نتیجه روزنه ها بسته هستند.

محلول نیم درصد KCL: روزنه ها تا حدی باز می شوند. زیرا پروتئین های غشایی پتاسیم و کلر را وارد یاخته می کنند و باعث افزایش فشار اسمزی درون یاخته می شوند. در نتیجه آب وارد یاخته می شود. و حالت تروژسانس ایجاد می شود. اما تعداد روزنه هایی که باز می شوند در آب خالص بیشتر است.

✓ در گیاهانی که در تاریکی قرار دارند همه ی روزنه ها بسته هستند. علت این موضوع عملکرد پمپ های پتاسیم و کلر است که در تاریکی غیر فعال هستند. هم چنین تجمع بعضی قند ها در یاخته های نگهبان روزنه مانع باز شدن روزنه ها می شود. نمونه ی این





✓ گیاهان باید به سرعت و پس از 15 دقیقه در زیر میکروسکوپ دیده شود. زیرا پس از این مدت، تحت تاثیر نور محیط روزنه ها باز می شوند.

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).

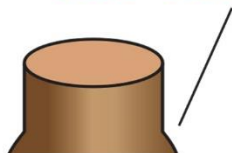
چگونگی حرکت شیره پرورده: حرکت شیره پرورده از طریق سیتوپلاسم یاخته های زنده آبکشی و از یاخته ای به یاخته دیگر انجام می شود. بنابراین حرکت شیره پرورده از شیره خام کندتر و پیچیده تر است. یک گیاه شناس آلمانی به نام ارنست مونش، الگوی جریان فشاری را برای جابه جایی شیره پرورده، ارائه داده است که در شکل ۱۹ به 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، بیشتر از آن است که محل های منبع بتوانند مواد غذایی آنها را فراهم کنند. در این موارد ممکن است گیاه به حذف بعضی گل ها، دانه ها یا میوه های خود اقدام کند تا مقدار کافی مواد قندی به محل های مصرف باقی مانده برسد. در باغبانی، برای داشتن میوه های درشت تر،

تعدادی از گل ها یا میوه های جوان را می چینند تا درختان میوه هایی کمتر ولی درشت تر به بار آورند.

حذف:

مواد آلی در آوند آبکش بالای حلقه جمع شده و باعث تورم در این بخش می شود.





- ✓ بخش های فتوسنتز کننده ی گیاه همیشه محل منبع هستند (بخش فتوسنتز کننده نیاز به مصرف مواد دارد ولی جز محل مصرف نیستند).
- ✓ حرکت شیره ی خام در آوند چوبی فقط به سمت بالاست در حالی که حرکت شیره ی پرورده در آوند آبکش در همه ی جهات است.
- ✓ جریان توده ای قسمتی از حرکت شیره ی پرورده و مدل مونس را تشکیل می دهد.

مقایسه ی پتانسیل آب در قسمت های مختلف گیاه

پتانسیل آب خاک < آوند چوبی ریشه < آوند چوبی ساقه < یاخته های برگ < فضای بین یاخته های برگ < پتانسیل آب هوای بیرون

جا به جایی مواد در مسیر کوتاه

1. انتقال مواد در سطح یاخته
2. انتقال مواد در عرض ریشه به سه شکل صورت می گیرد

الف. سیمپلاستی

ب. آپوپلاستی

ج. عرض غشا

- ✓ وجود حباب های هوا در آوند چوبی می تواند در پیوستگی مولکول های آب و نیرو های هم چسبی و دگر چسبی آن ها اختلال ایجاد کند.
- ✓ خزه گیان چون آوند ندارند فقط با انتشار و اسمز کل مواد را در گیاه منتشر می کنند.

شکل صفحه ی آخر

وقتی قسمتی از پوست درخت را جدا می کنیم. چون در پوست آوند آبکش وجود دارد. در نتیجه شیره ی پرورده از آوند آبکش بالایی به پایینی نمی رسد و در آوند آبکش بالایی تجمع پیدا می کند.



