جزوه‌ی کنکور ۱۴۰۰ دکتر معصوم‌نیا

فصل ۷ دهم: جذب و انتقال مواد در گیاهان

گفتار نخست: تغذیه‌ی گیاهی

ترمینولوژی

تثبیت نیتروژن: استفاده از نیتروژن مولکولی برای تولید آمونیوم

همزیستی: ارتباطی بین جانداران که می‌تواند بصورت همیاری، شکار و شکارچی و همسفرگی باشد.

هوموس: قسمت آلی خاک

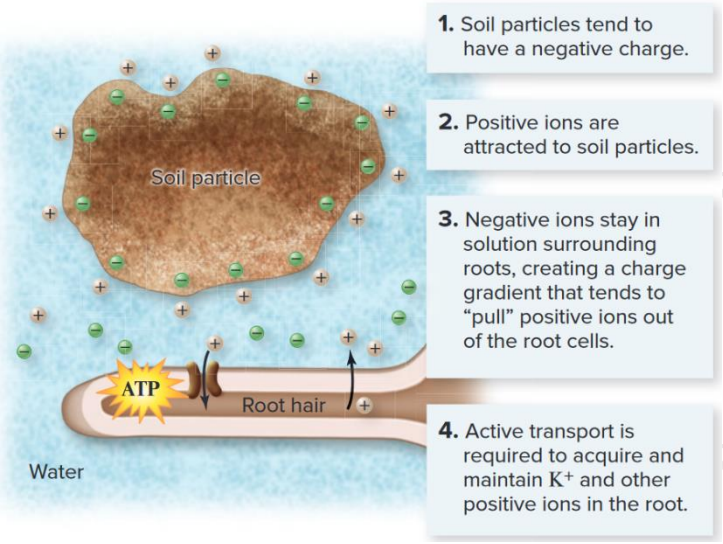
میکروارگانیسم: جانداران میکروسکوپی خاک (باکتری + قارچ)

گیاه و دی‌اکسید کربن

- بیشتر گیاهان فتوسنتز می‌کنند و محصول مستقیم فتوسنتز آن‌ها کربوهیدرات است.
- در گیاهان قند تولیدی از فتوسنتز می‌تواند به پروتئین، لیپید و اسید نوکلئیک تبدیل شود.
- فتوسنتز = تبدیل کربن کانی به کربن آلی = تثبیت دی‌اکسید کربن.
- روش جذب دی‌اکسید کربن توسط گیاهان: ۱- گاز ۲- بی کربنات
- دی‌اکسید کربن بیشتر بصورت گاز از طریق روزنه‌های هوایی جذب می‌شود.
- دی‌اکسید کربن کمتر بصورت بی‌کربنات از طریق ریشه و برگ جذب می‌شود.
- بیشتر مواد مغذی مورد نیاز گیاه از طریق ریشه جذب آن می‌شوند.

خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان

خاک شامل ۳ جزء است: ۱- گیاخاک (هوموس) ۲- جزء کانی ۳- میکروارگانیسم‌ها. تفاوت این اجزا سبب تفاوت خاک مناطق مختلف در توانایی نگهداری آب، هوای خاک و pH و میزان مواد معدنی می‌شود.



بخش آلی: گیاخاک یا هوموس بخش آلی خاک است. این بخش از بقایای جانداران (جانوران + برگ‌ها و ...) تشکیل شده است.

- گیاه‌خاک شامل مولکول‌های اسیدی با بار منفی می‌شود (اسید نوکلئیک) که می‌تواند یون‌های مثبت را در سطح خود نگه‌دارد و از شسته شدن آن‌ها جلوگیری کند.
- نقش دیگر گیاخاک اسنفجی کردن خاک و افزایش امکان نفوذ ریشه است.

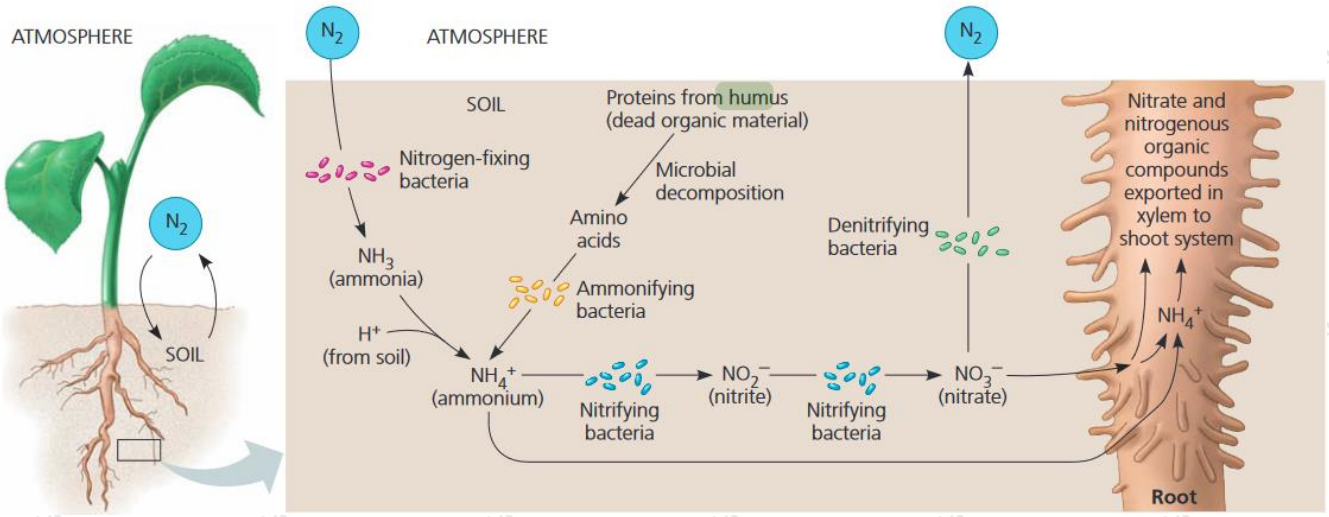
بخش کانی: مواد معدنی خاک از هوازدگی فیزیکی و شیمیایی سنگ‌های شکل می‌گیرند.

- هوازدگی فیزیکی: گرم و سرد شدن سنگ بر اثر نور خورشید
- هوازدگی شیمیایی: تخریب در اثر ترشحات اسیدی میکروارگانیسم‌ها و ریشه‌ی گیاهان.
- رس، شن و ماسه همگی جزئی از بخش کانی خاک هستند.
- بیشتر مواد معدنی مورد نیاز گیاه از طریق ریشه جذب می‌شوند.

جذب نیتروژن

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عنصری هست که گیاهان برای ساخت مولکول‌های آلی مثل آمینواسیدها نیاز دارند. این ماده را معمولاً بصورت یون و از طریق ریشه جذب می‌کنند. نیتروژن مولکولی موجود در جو مقدار بسیار اندکی از نیاز گیاه را تامین می‌کند. برای تامین نیتروژن گیاه ۳ دسته از باکتری‌ها نقش اساس دارند:

۱- باکتری‌های تثبیت کننده‌ی نیتروژن ۲- باکتری‌های آمونیاک‌ساز ۳- باکتری‌های نیترات‌ساز



باکتری‌های تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن: باکتری‌هایی که شکل مولکولی نیتروژن را به آمونیوم (NH_4^+) تبدیل می‌کنند. از این باکتری‌های می‌توان به ریزوبیوم‌ها و سیانوباکتری‌ها اشاره کرد. هر دوی این باکتری‌های می‌توانند در قسمت‌هایی از گیاه بصورت همزیست زندگی کنند.

- بیشتر نیتروژن تثبیت شده‌ی این باکتری‌ها دفع می‌گردد و یا پس از مرگ باکتری توسط گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- در صورت انتقال ژن باکتری‌های تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن به گیاهان، این جانداران می‌توانند بدون نیاز به این باکتری‌ها می‌توانند نیتروژن مورد نیاز خود را تامین کنند.

باکتری‌های آمونیاک‌ساز: باکتری‌هایی که با مصرف مولکول‌های آلی و متابولیزه کردن آن‌ها به تولید آمونیوم می‌پردازن. دقت کنید این دسته از باکتری‌ها غیرتولیدکننده هستند.

- تولیدکننده: شیمیوسنتزکننده یا فتوسنتزکننده

باکتری‌های نیترات‌ساز: باکتری‌هایی که با مصرف اکسیژن و اکسیداسیون آمونیوم سبب تولید نیترات می‌شوند. این باکتری‌ها شیمیوسنتز کننده هستند و با انجام این واکنش می‌توانند به تولید انرژی برای خود بپردازند.

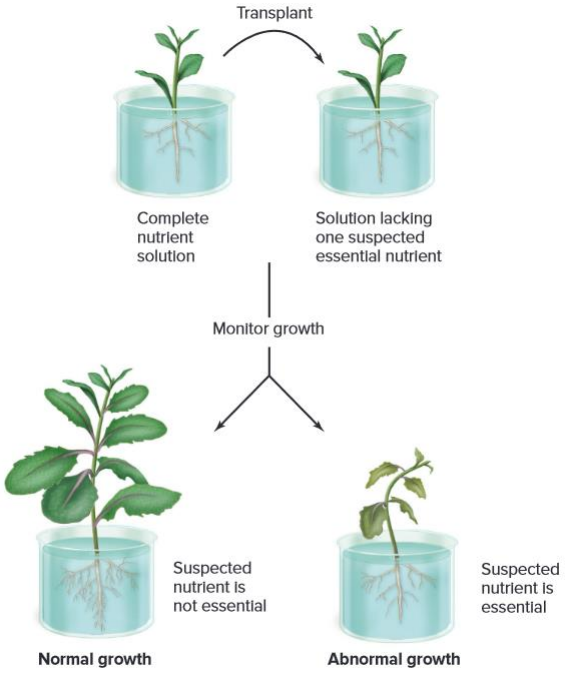
- باکتری‌های نیترات‌ساز و آمونیاک‌ساز بصورت آزاد در خاک زندگی می‌کنند.
- ریشه‌ی گیاه می‌تواند نیتروژن را بصورت یون نیترات و آمونیوم جذب کند.
- در ساختار گیاه نیترات مجدداً به آمونیوم تبدیل می‌شود تا بتواند برای ساخت مولکول‌های آلی نیتروژن‌دار خود استفاده کند.
- تثبیت کربن: فتوسنتز. سیانوباکتری‌ها همگی فتوسنتزکننده هستند.

جذب فسفر

فسفر موجود در خاک بیشتر بصورت یون فسفات دیده می‌شود. به دلیل بار منفی فسفات، این یون به سختی جذب ریشه‌ی گیاهان می‌شود و گیاهان برای جذب فسفات مجبور هستند تا یا با همزیستی قارچ‌ها یا با افزایش تعداد ریشه‌ها و تارهای کشنده، سطح جذب را زیاد کنند. فسفر در گیاهان برای تولید نوکلئوتیدها نیاز است.

بهبود خاک

بهبود خاک	روش	مزایا و معایب
کود	کود آلی	آزاد کردن آهسته‌ی مواد معدنی شباهت بیشتر به نیاز گیاهان آسیب کمتر به گیاهان
		افزایش احتمال آلودگی به بیماری‌های گیاهی
	کود شیمیایی	جبران سریع کمبودهای خاک
		آسیب به خاک و محیط زیست برهم زدن اکوسیستم جانداران
	کود زیستی	استفاده‌ی ساده و کم‌هزینه
		-
نیازسنجی	آب کشت	بررسی دقیق نیاز هر گیاه
کاهش مواد زیادبار	نوعی سرخس	جذب آرسنیک خاک
	گیاه ادریسی	جذب آلومینیوم خاک
	برخی گیاهان	جذب شوری خاک



- آب کشت: کشت گیاه در محلول مغذی پر اکسیژن. در این روش از خاک استفاده نمی‌شود و می‌توان نیازهای تغذیه‌ای گیاه را بررسی کرد.
- مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دسترس اغلب گیاهان محدود است به همین دلیل در بیشتر کودها این عناصر وجود دارند.
- کود آلی = بقایای (تجزیه شده – در حال تجزیه‌ی) جانداران (لاشه‌ی جانور + برگ گیاهان)
- کودهای شیمیایی: شامل عناصر شل اختیار!
- شسته شدن کودهای آلی توسط آب سبب رشد سریع باکتری‌ها و جلبک‌ها و گیاهان آبزی می‌شود. این موضوع با جلوگیری از نفوذ نور و اکسیژن کافی به آب سبب مرگ و میر جانوران آبزی می‌شود.
- کود زیستی: شامل باکتری‌های مفید که سبب افزایش مواد معدنی خاک می‌شوند.
- کودهای زیستی معمولن با کودهای شیمیایی استفاده می‌شوند.
- کودهای زیستی معایت کودهای شیمیایی و آلی را ندارند.

- در خاک اســـیدی غلظت آلومینیوم زیاد و در خاک‌های قلیایی و خنثی غلظت آلومینیوم کم اســـت، به همین دلیل گل گیاه ادریســـی در خاک اســـیدی با جذب آلومینیوم از صـــورتی به بنفش تغییر رنگ می‌دهد. این گیاه در دیگر pHهای خاک صورتی است.
- کاهش شوری خاک می‌تواند سبب افزایش کیفیت خاک شود.

گفتار دوم: جانداران مؤثر در تغذیه‌ی گیاهی

ترمینولوژی:

قارچ‌ریشه: همزیستی قارچ‌ها با ریشه‌ی گیاهان

گرهک: قسمتی از ریشه‌ی گیاه که به دلیل نفوذ باکتری‌ها برجسته شده است.

گونرا: گیاهی همزیست با سیانوباکتری که در مناطق فقیر از نیتروژن رشد می‌کند.

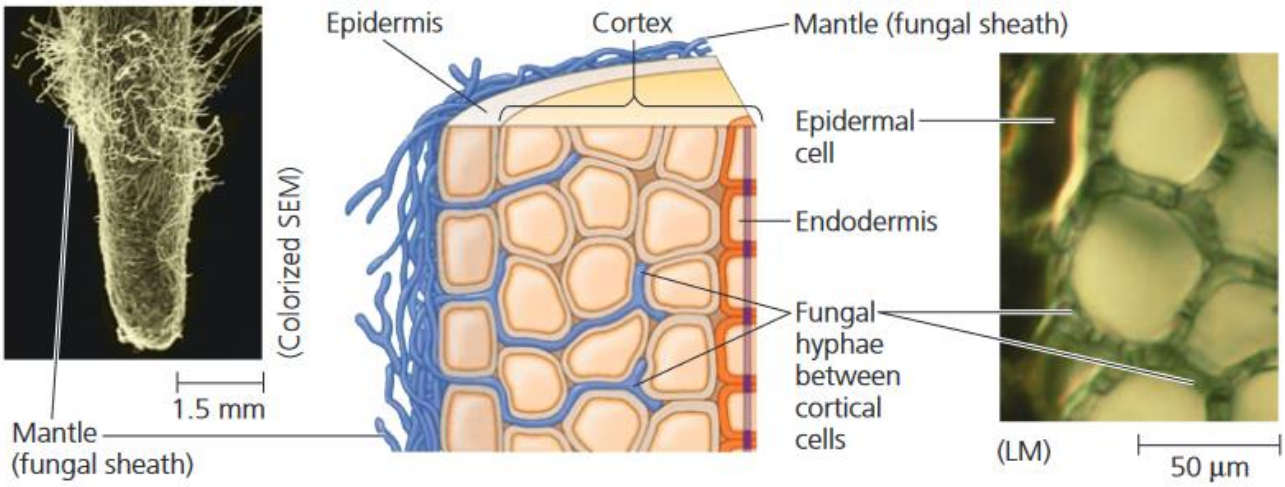
توبره‌واش: نوعی گیاه حشره‌خوار

@DrMasoumnia

جانداران مؤثر در تغذیه‌ی گیاهی

قارچ‌ریشه‌ای: به همزیستی ریشه‌ی گیاهان با انواعی از قارچ‌ها گفته می‌شود.

- ۹۰ درصد گیاهان (دانه‌دار – نهان‌دانه) با قارچ‌ها همزیست هستند.
- قارچ ریشه به دو صورت دیده می‌شود: ۱- نفوذ قارچ درون ریشه ۲- غلافی در سطح ریشه
- طبق شکل کتاب درسی ساختار قارچی در قارچ ریشه در بین یاخته‌های ریشه‌ی گیاه قرار می‌گیرد و وارد یاخته‌های گیاهی نمی‌شود.

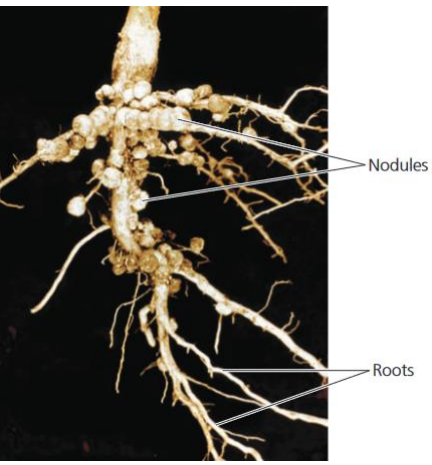


- در محل قرارگیری قارچ ریشه یاخته‌های تارکشنده دیده نمی‌شوند.
- در قارچ ریشه قارچ مواد معدنی (مانند فسفات) را برای گیاهان فراهم می‌کند و گیاه مواد آلی را برای قارچ فراهم می‌کند.
- ساختار قارچ‌های پریاخته‌ای بصورت رشته‌های ظریف است. این رشته‌های ظریف می‌توانند سطح جذب را افزایش دهند.
- بخش کوچکی از قارچ وارد ریشه‌ی گیاه می‌شود. این بخش تبادل مواد را با گیاه انجام می‌دهد.
- وجود قارچ ریشه سبب رشد بیشتر گیاه می‌شود.

همزیستی گیاه با تثبیت‌کننده‌های نیتروژن

- برخی گیاهان با انواعی از باکتری‌ها برای به دست آوردن نیتروژن بیشتر همزیستی دارند. دو گروه از این باکتری‌ها ۱- سیانوباکتری‌ها و ۲- ریزوبیوم‌ها هستند.

ریزوبیوم: باکتری‌ای همزیست در ریشه‌های گیاهان پروانه‌آسا (گل‌های شبیه پروانه دارند) می‌باشد.



- اسم رمز گیاهان پروانه‌آسا: عسل شین!
- با ورود ریزوبیوم به قسمت‌هایی از ریشه‌ی گیاهان پروانه‌آسا، برجستگی‌هایی به نام گرهک شکل می‌گیرد. گرهک‌ها محل زندگی ریزوبیوم است.

- با مرگ گیاه یا برداشت بخش‌های هوایی گیاهان پروانه‌آسا با ماندن گرهک‌ها در خاک گیاخاک غنی از نیتروژن شـکل می‌گیرد = از نیتروژن تثبیت شـده توسـط ریزوبیوم‌ها، مولکول‌های آلی نیتروژن‌دار در گرهک‌ها ساخته می‌شود.
- گیاه برای ریزوبیوم‌ها مواد آلی مورد نیاز آن‌ها را تامین می‌کند و ریزوبیوم برای گیاه نیتروژن مورد نیاز را تامین می‌کند.

سیانوباکتری: نوعی باکتری فتوسنتزکننده (تثبیت کننده‌ی کربن) که برخی از آن‌ها تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن هستند.

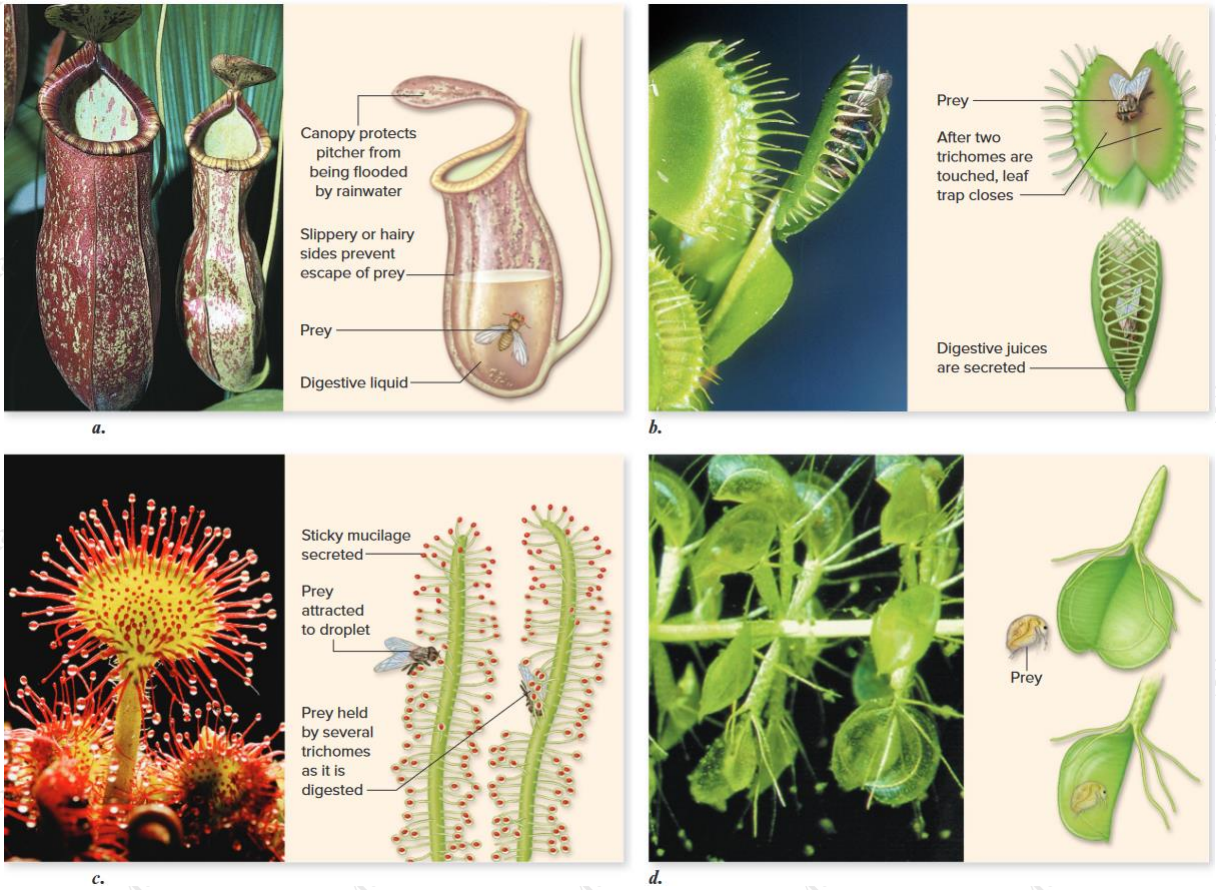
- سیانوباکتری با گیاهان ۱- آزولا و ۲- گونرا همزیست است.
- آزولا: سرخسی آبزی و کوچک که به فراوانی در تالاب‌های شمال و مزارع برنج کشور وجود دارد. سیانوباکتری در برگ‌های این گیاه همزیست میزید!
- گیاه آزولا بومی ایران نیست و برای تقویت مزارع برنج و تالاب‌های شمال به ایران آورده شده است ولی در حال حاضر یک معضل برای آن بوم‌سازگان است. رشد سریع این گیاه منابع (اکسیژن) را برای آبزیان محدود کرده است.
- گونرا: گیاهی که در نواحی فقیر از نیتروژن رشد شگفت‌انگیزی دارد زیرا همزیست با سیانوباکتری است.
- سیانوباکتری در حفره‌های کوچک شاخه و دمبرگ گیاه گونرا زندگی می‌کنند.
- گونرا دو لپه‌است و سیانوباکتری در قسمت‌های هوایی گیاه زندگی می‌کند.
- قسمتی از مواد آلی سیانوباکتری از گیاه میزبان تامین می‌شود و سیانوباکتری برای گیاه نیتروژن را تامین می‌کند.

روش‌های دیگر به دست آوردن مواد غذایی در گیاهان

گیاهان انگل و گیاهان حشره‌خوار می‌توانند از منابع دیگری مواد غذایی خود را تامین کنند.

گیاه حشـره‌خوار: فتوسـنتزکننده، برخی برگ‌ها تغییر شـکل داده‌اند، دارای سـاختارهای تله‌مانند. این گیاهان در مناطق فقیر از نیتروژن رشد می‌کنند. چرا؟

- گیاهان حشره‌خوار جانوران کوچک و حشرات را میل می‌نمایند.
- توبره‌واش یک گیاه حشـره‌خوار اسـت که در تالاب‌های شـمال می‌روید (بومی). توبره‌واش حشـرات و لارو آن‌ها را به سرعت به درون بخش کوزه‌مانند خود می‌کشد.
- در برگ‌های تغییر شکل یافته‌ی گیاهان حشره‌خوار ساختارهایی حساس به حضور شکار است.
- یاخته‌های برگ‌های تغییر شکل یافته توانایی تولید و ترشح آنزیم‌های گوارشی را دارند.



گیاهان انگل: گیاهان انگل همه یا بخشی از آب و مواد مغذی خود را از گیاه فتوسنتزکننده‌ی میزبان تامین می‌کنند.

- گیاهان انگل فتوسنتزکننده نیست‌اند.
- سس گیاهی انگل با ساقه‌ای نارنجی یا زرد و فاقد ریشه است.
- اندام‌های مکنده‌ی گیاه سس وارد دستگاه آوندی گیاه میزبان می‌گردد.
- گل جالیز گیاهی انگل است که اندام مکنده‌ی خود را وارد ریشه‌ی گیاهان جالیزی می‌کند.
- گیاهان جالیزی مانند خیار و گوجه هستند.
- گل جالیز دارای ساختارهایی مانند ریشه است.
- گل گیاه جالیزی / گیاه گل جالیزی / گیاه جالیزی / گل جالیز

گفتار سوم: انتقال مواد در گیاهان

ترمینولوژی

تعرق: خروج آب بصورت بخار از قسمت هوایی گیاه

مسیر عرض غشایی: عبور آب از غشای یاخته‌ای در ریشه

مسیر سیمپلاستی: عبور آب از طریق پلاسمودسم‌ها در ریشه

مسیر آپوپلاستی: عبور آب از دیواره یاخته‌ای و فضای بین یاخته‌ای

درون‌پوست(آندودرم): داخلی‌ترین لایه‌ی پوست

بارگیری چوبی: ورود مواد به آوند چوبی

جریان توده‌ای: جریانی که بر اساس اختلاف فشار ایجاد می‌گردد

هم‌چسبی و دگر چسبی: نیرویی بر اساس تمایل مولکول‌های آب به یکدیگر و مولکول‌های دیگر

تعریق: خروج آب بصورت مایع از انتهای آوند چوبی

محل منبع: محلی که آزادسازی مواد مغذی مانند کربوهیدرات‌ها به هنگام نیاز یاخته‌های مصرف‌کننده

محل مصرف: محل دریافت مواد مغذی چون کربوهیدرات‌ها

الگوی جریان فشاری: الگویی برای جابه‌جایی مواد در آوند آبکش

انتقال از خاک به برگ

مهم‌ترین پدیده‌ای که سبب حرکت آب در گیاه می‌شود تعرّق است. تعرّق به خروج آب بصورت بخار از سطح گیاه است.

- جابه‌جایی آب در گیاه: ۱- مسیر کوتاه: در سطح یاخته یا چند یاخته ۲- مسیر بلند: مسیرهای طولانی‌تر مانند انتقال از ریشه به برگ یا برعکس.
- عامل اصلی جابه‌جایی آب = اختلاف پتانسیل آب
- نقش اساسی در جابه‌جایی مواد در گیاه را آب دارد. دلیل این موضوع ویژگی‌های آب است.
- انتقال دهنده‌ی مواد در گیاه = آب

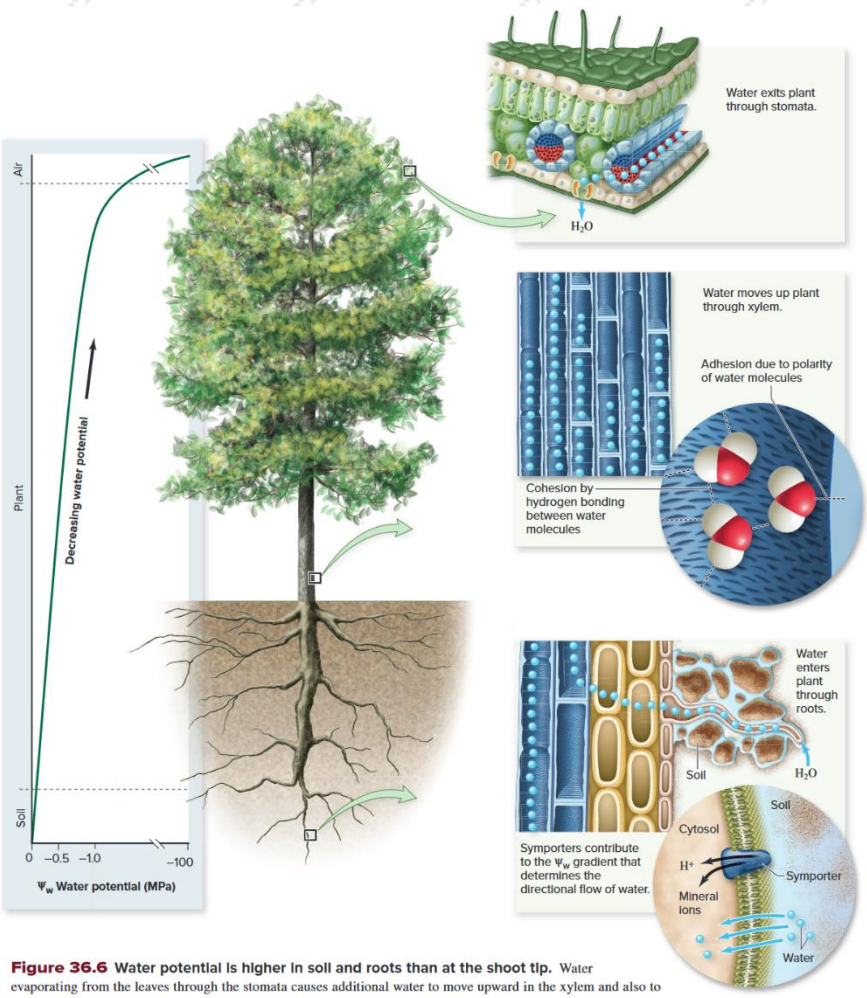
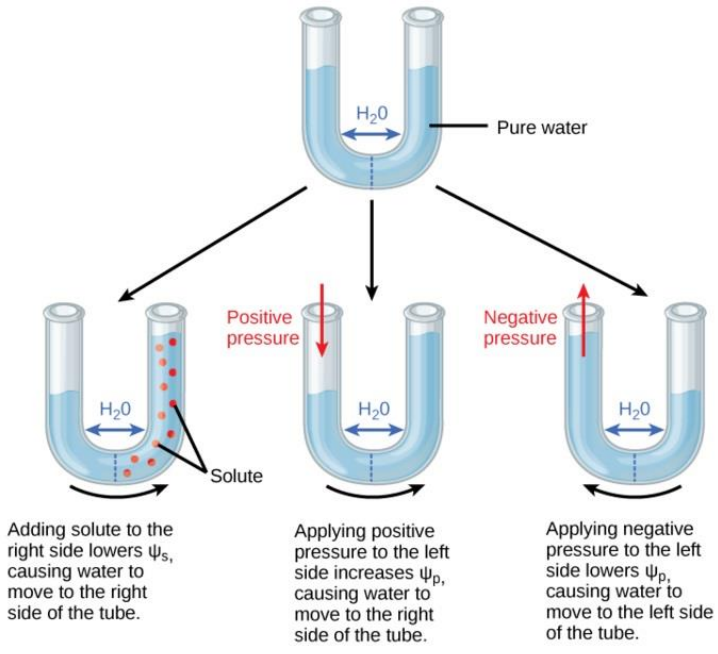


Figure 36.6 Water potential is higher in soil and roots than at the shoot tip. Water evaporating from the leaves through the stomata causes additional water to move upward in the xylem and also to enter the plant through the roots. Water potential drops substantially in the leaves due to transpiration.

<u>پتانسیل آب:</u> عاملی که تعیین می‌کند آب از چه محلی به چه محلی برورد پتانسیل آب است. آب از محلی با پتانسیل بیشتر به محلی با پتانسیل کمتر می‌رود.

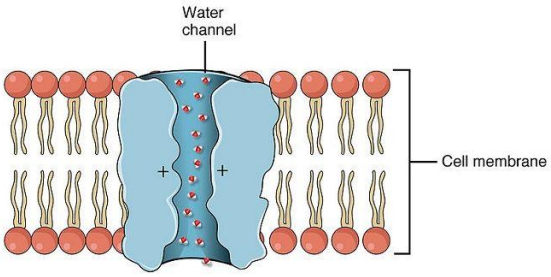
- پتانسیل آب: انرژی پتانسیل آب در واحد حجم
- پتانسیل آب خالص را صفر فرض می‌کنیم.
- پتانسیل آب حاوی مواد محلول: عددی منفی در مقایسه با آب خالص
- پتانسیل آب تحت تاثیر مواد محلول و فشار فیزیکی تغییر می‌کند.
- عواملی مانند دما نیز در میزان پتانسیل آب نقش دارند.
- آب همواره از محلی با پتانسیل بیشتر به محلی با پتانسیل کمتر می‌روند.



جابه‌جایی مواد در مسیر کوتاه

۱- انتقال مواد در سطح یاخته‌ای: به جابه‌جایی مواد با کمک فرایندهای فعال و غیرفعال در سطح یاخته گفته می‌شود.

- تمام فرایندهای یاخته‌ای مانند انتشار، انتشار تسهیل شده و انتقال فعال در این سطح از انتقال مواد نقش دارند.
- کانال آب: کانالی در کریچه، یاخته‌های جانوری(لوله‌ی جمع‌کننده‌ی ادرار) و یاخته‌های گیاهی که سبب تسریع اسمز آب می‌شود. وجود کانال‌های آب سبب افزایش نفوذپذیری غشای یاخته‌ای نسبت به آب می‌شود.

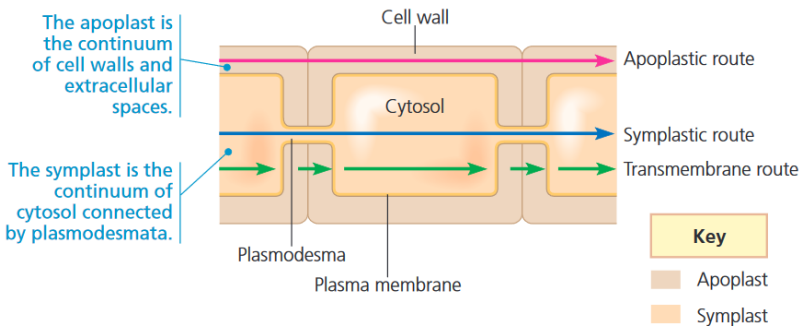


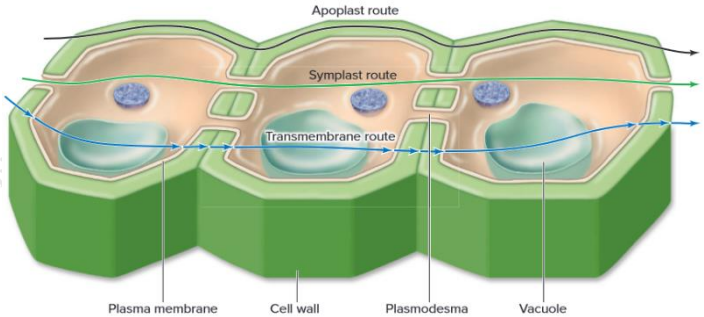
- در شرایط کم‌آبی میزان ساخت کانال‌های آب بیشتر می‌شود. افزایش ساخت کانال‌های آب سبب می‌شود تا مقدار کمتری از آب پیکر جاندار دفع شود.
- در درون کانال آب بار الکتریکی مثبت وجود دارد.

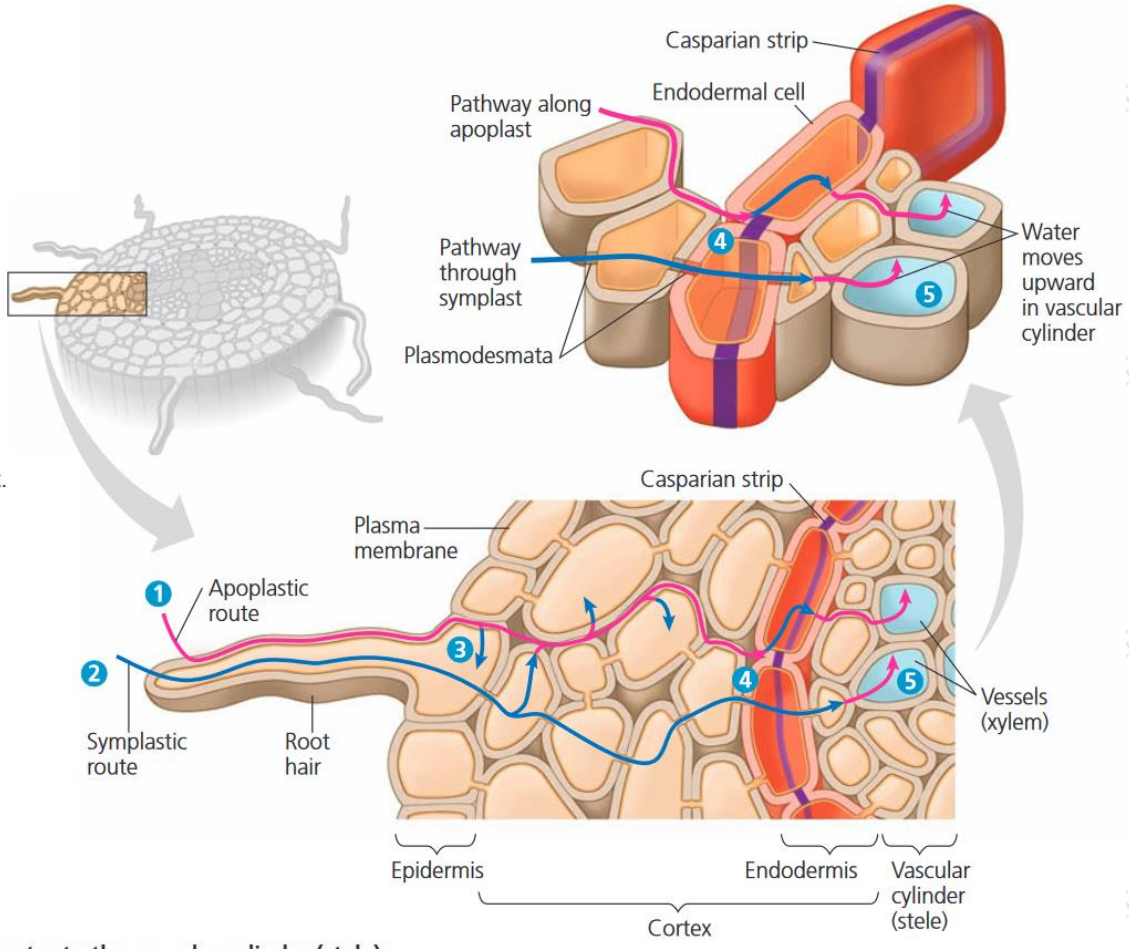
انتقال مواد در عرض ریشه

آب و مواد محلول در آب در عرض ریشه می‌توانند از طریق دو فضا و سه مسیر حرکت کنند. ۱- فضای غیرزنده یا آپوپلاست که شامل دیواره و فضای بین یاخته‌ای است و ۲- فضای سیمپلاست که فضای زنده‌ی یاخته‌ای است. سیمپلاست = پروتوپلاست + پلاسمودسم. مسیرهایی که آب از طریق آن‌ها در عرض ریشه از طریق آن‌ها جابه‌جا می‌شود: ۱- مسیر آپوپلاستی ۲- مسیر عرض غشایی ۳- مسیر سیمپلاستی.

- مسیر آپوپلاستی: عبور آب از فضای آپوپلاست
- مسیر سیمپلاستی: عبور آب از پلاسمودسم‌ها
- مسیر عرض‌غشایی: عبور آب از عرض غشا(غشای هسته، کریچه یا غشای یاخته)
- در مسیر عرض‌غشایی آب هم از آپوپلاست هم از سیمپلاست عبور می‌کند.
- آب و بسیاری از مواد محلول می‌توانند از فضای پلاسمودسم به یاخته‌های دیگر بروند.
- منافذ پلاسمودسم به اندازه‌ی عبور پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و ویروس‌های گیاهی بزرگ هستند.
- هر سه مسیر از روپوست ریشه آغاز می‌شوند و تا آوندچوبی می‌توانند ادامه یابند.
- در گیاهان دولپه‌ای مسیر آپوپلاستی در لایه‌ی درون‌پوست رخ نمی‌دهد.
- در گیاهان تک‌لپه‌ای تنها یاخته‌های معبر درون‌پوست محلی برای عبور آب هستند.







1 **Apoplastic route.** Uptake of soil solution by the hydrophilic walls of root hairs provides access to the apoplast. Water and minerals can then diffuse into the cortex along this matrix of walls and extracellular spaces.

2 **Symplastic route.** Minerals and water that cross the plasma membranes of root hairs can enter the symplast.

3 **Transmembrane route.** As soil solution moves along the apoplast, some water and minerals are transported into the protoplasts of cells of the epidermis and cortex and then move inward via the symplast.

4 **The endodermis: controlled entry to the vascular cylinder (stele).** Within the transverse and radial walls of each endodermal cell is the Casparian strip, a belt of waxy material (purple band) that blocks the passage of water and dissolved minerals. Only minerals already in the symplast or entering that pathway by crossing the plasma membrane of an endodermal cell can detour around the Casparian strip and pass into the vascular cylinder (stele).

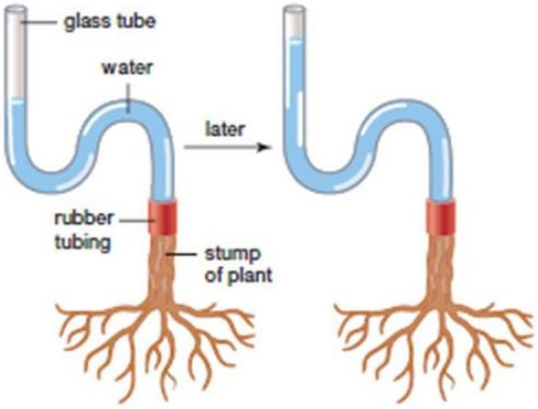
5 **Transport in the xylem.** Endodermal cells and also living cells within the vascular cylinder discharge water and minerals into their walls (apoplast). The xylem vessels then transport the water and minerals by bulk flow upward into the shoot system.

- محدود شدن حرکت آب در درون‌پوست سبب ایجاد فشار ریشه‌ای می‌شود.
- درون‌پوست با توجه به ویژگی‌هایی که دارد می‌تواند به ۱- کنترل عبور آب و ۲- ممانعت از ورود مواد ناخواسته یا مضر بپردازد.
- درون‌پوست مانند صافی عمل می‌کند.
- یاخته‌های درون‌پوست در گیاهان دولپه درای رسوبی سوبرینی (چوب‌پنبه) در دیواره‌ی جانبی خود هستند. این رسوب نواری را تشکیل می‌دهد که از حرکت آب در مسیر آپوپلاستی جلوگیری می‌کند. به این نوار نوار کاسپاری می‌گویند.
- در گیاهان تک‌لپه‌ای نوار کاسپاری در بیشتر یاخته‌های درون‌پوست علاوه بر دیواره‌های جانبی در دیواره‌ی پشتی نیز قرار می‌گیرد(ظاهر نعلی یا U شکل دارند). به همین دلیل، بسیاری از یاخته‌ها اجازه‌ی عبور آب را نمی‌دهند ولی بعضی یاخته‌ها به نام یاخته‌های معبر فاقد نوار کاسپاری در اطراف خود هستند.
- کتاب درسی: نوار کاسپاری درون‌پوست مانع انتقال آب از مسیر آپوپلاستی از درون‌پوست به درون آوند چوبی می‌شود.
- کتاب درسی متن: مواد آب و مواد محلول فقط از طریق مسیر سیمپلاستی وارد یاخته‌های درون‌پوست می‌شوند.
- بارگیری چوبی: ورود مواد به آوند چوبی

انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

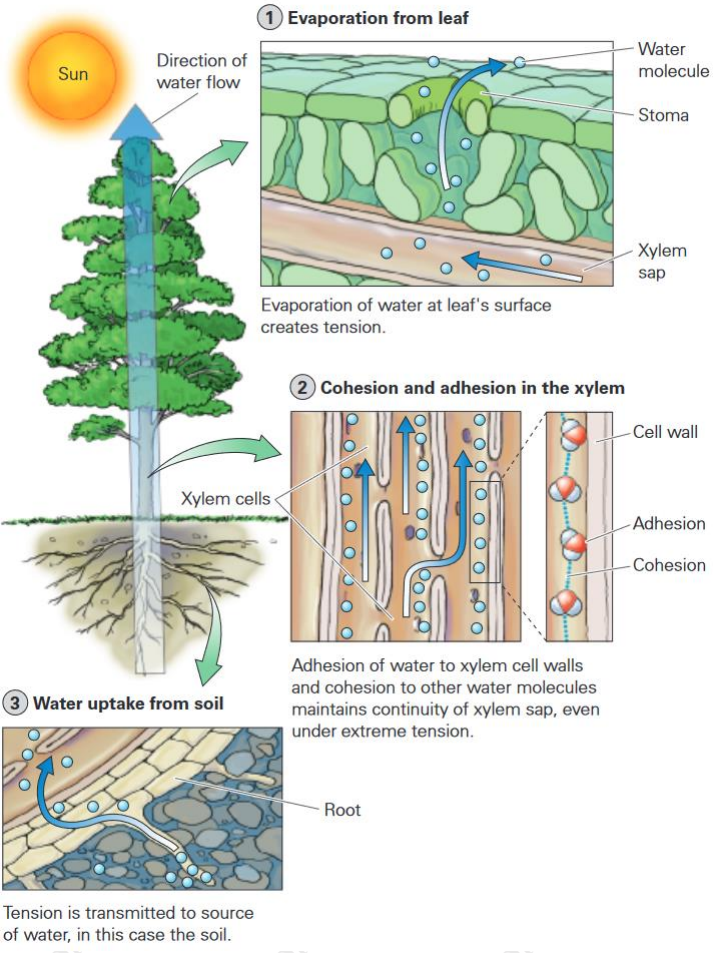
آب در مسیرهای طولانی تحت تاثیر جریان توده‌ای جابه‌جا می‌شود. جریان توده‌ای جریانی است که در اثر اختلاف فشار ایجاد می‌شود. این جریان تحت تاثیر دو موضوع سبب حرکت آب در آوند چوبی می‌شود: ۱- فشار ریشه‌ای ۲- تعرّق

- اسمز در یک روز می‌تواند سبب حرکت آب در حد چندمیلی‌متر شود ولی جریان توده‌ای سبب حرکت آب با سرعت چندین متر در روز می‌شود. یعنی سرعت حرکت مواد در جریان توده‌ای (۱۰۰۰ – ۱۰۰) برابر سرعت انتشار مواد است.
- جریان توده‌ای تحت تاثیر دو عامل و همراهی خواص ویژه‌ی آب رخ می‌دهد.



فشار ریشه‌ای: ۱- یاخته‌های درون‌پوست و ۲- یاخته‌های زنده‌ی استوانه‌ی آوندی با ترشح یون‌ها به درون آوند چوبی سبب افزایش فشار اسمزی در آوند چوبی و اسمز می‌شود.

- فشار ریشه‌ای سبب افزایش پتانسیل آب در قسمت‌های پایینی آوند چوبی می‌شود.
- فشار ریشه‌ای در انتقال شیره‌ی خام نقش فرعی را دارد.
- در بهترین حالت فشار ریشه‌ای سبب هدایت شیره‌ی خام در حد چند متر در روز شود.



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

- سطح برگ‌های درخت بسیار زیاد است. به همین دلیل اصلی‌ترین عامل حرکت شیره‌ی پرورده در آوند چوبی تعرق است.
- حرکت آب در آوند چوبی پیوسته است. این موضوع بدلیل هم‌چسبی و دگرچسبی مولکول‌های آب است.
- تعرّق از بیشتر از روزنه‌های هوایی و کمتر از عدسک و پوستک رخ می‌دهد.
- میزان تعرّق در یک روز گرم آنقدر زیاد است که می‌تواند سبب کاهش قطر درخت شود. اگر استحکام آوندهای چوبی کافی نباشد، در اثر مکش تعرّق له می‌شود.

کنترل میزان تعرّق

بیشـــتر تعرّق در گیاهان از طریق روزنه‌های هوایی رخ می‌دهد. این روزنه‌ها از یاخته‌های نگهبان روزنه تشـکیل شـده‌اند. این یاخته‌ها زمانی که از یکدیگر فاصـله می‌گیرند روزنی شـکل می‌گیرد که گازهای مختلفی چون بخار آب، اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و حتی نیتروژن از طریق آن می‌توانند مبادله شوند.

- عوامل درونی (۱- میزان آب ۲- هورمون‌های گیاهی) و عوامل بیرونی (۱- نور و ۲- دما، ۳- رطوبت، ۴- کربن دی‌اکسیدو ...) بر باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی تأثیر می‌گذارند.
- با تورژسـانس یاخته‌های نگهبان، روزن ایجاد و با پلاسـمولیز این یاخته‌ها روزن ناپدید می‌شـود. این موضوع به دلیل ساختار ویژه‌ی دیواره‌ی این یاخته‌ها می‌باشد.
- تورژسانس نگهبان روزنه = پلاسمولیز یاخته‌های روپوستی مجاور و بلعکس.
- برای ایجاد روزن = انباشت یون کلر، یون پتاسیم و ساکارز را در یاخته‌ی نگهبان روزنه داریم.
- انباشت مواد در نگهبان روزنه بدنبال فعال شدن پمپ‌های غشایی است.
- انباشت یون‌ها و ساکارز در نگهبان = افزایش فشار اسمزی = تورژسانس = افزایش فشار تورژسانس
- پوشیده شدن روزن = اثر هورمون آبسیزیک اسید
- هورمون آبسیزیک اسید تحت تاثیر شرایطی به مقدار بیشتری ترشح می‌شود و می‌تواند سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی شود. این هورمون گیاهی با اتصال به گیرنده‌ی خود کانال‌های غشایی را فعال می‌کند. با فعال شـدن کانال‌های غشـایی یون‌های کلر و پتاسـیم و قند سـاکارز از یاخته‌ی نگهبان روزنه خارج می‌شـود. در نتیجه ابتدا فشـار اسـمزی یاخته و سـپس فشـار تورژسـانس یاخته کاهش میابد و روزنه‌ی هوایی بسته می‌شود.

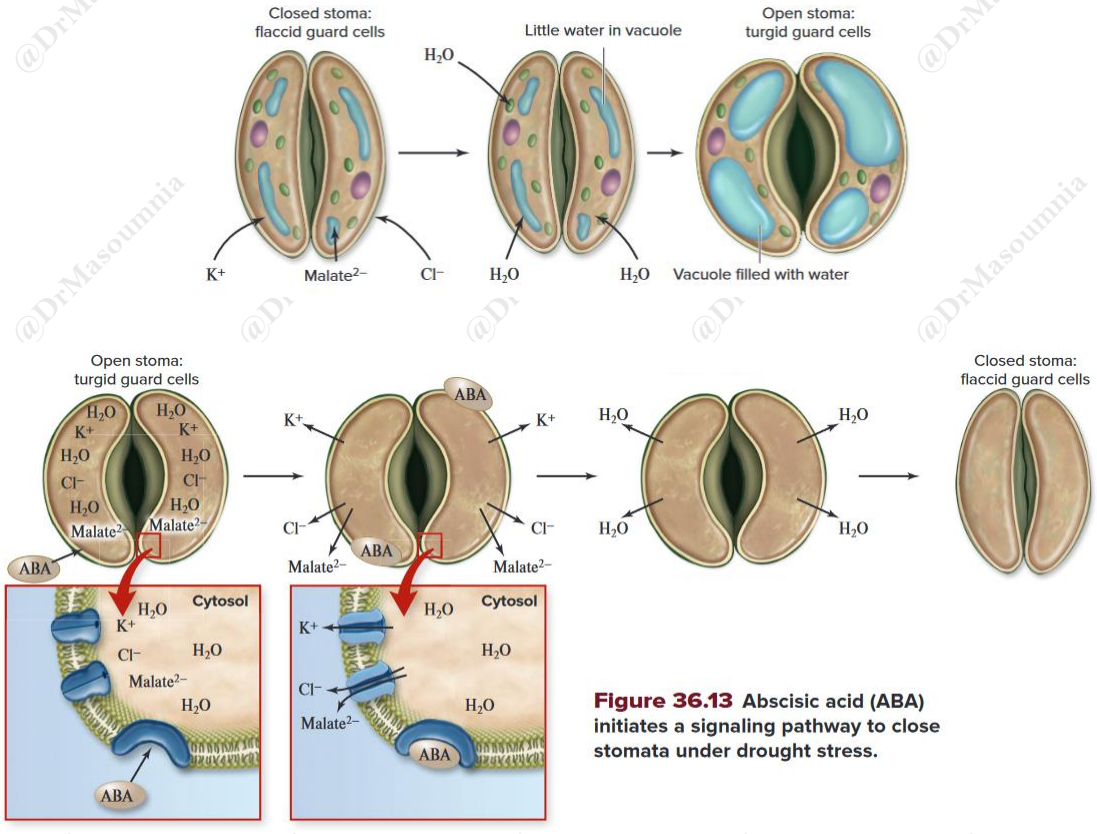
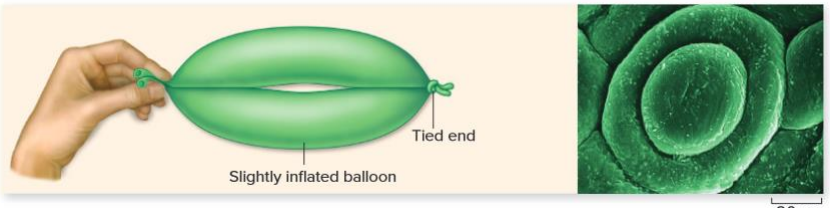


Figure 36.13 Abscisic acid (ABA) initiates a signaling pathway to close stomata under drought stress.

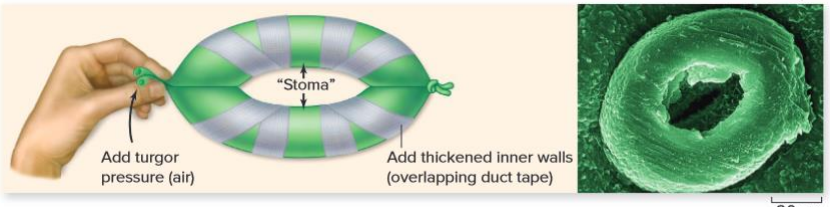
ساختار ویژه‌ی دیواره‌ی یاخته‌ی نگهبان روزنه

یاخته‌های نگهبان روزنه دارای دیواره‌ای سلولزی هستند با آرایشی خاص و ویژه که سبب می‌شود بدنبال تورژسانس، این یاخته‌ها از یکدیگر فاصله بگیرند.

- دیواره‌ی یاخته‌های نگهبان روزنه دارای ضخامت غیر یکنواخت است.
- ۱- آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی دیواره‌ی نگهبان روزنه سبب می‌شود تا این یاخته‌ها توانایی افزایش قطر نداشته باشند.



- بدنبال تورژسانس یاخته‌های نگهبان روزنه گسترش طولی دارند ولی گسترش عرضی ندارند.
- ۲- دیواره‌ی شکمی یاخته‌های نگهبان روزنه در مقایسه با دیواره‌ی پشتی ضخیم‌تر هستند. به همین دلیل بدنبال تورژسانس این یاخته‌های افزایش طولی کمتری دارند. این موضوع سبب می‌شوند تا یاخته‌های نگهبان روزنه بدنبال تورژسانس **حالتی خمیده** پیدا کنند.



عوامل مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها

- ۱- افزایش دما و نور(طلوع خورشید) و ۲- کاهش دی‌اکسید کربن گیاه **تا حدی معین**، سبب باز شدن روزنه‌های هوایی می‌شوند.
- افزایش بیش از حد نور و دما سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی می‌شود.
- کاهش شدید رطوبت هوا سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی می‌گردد.
- کاهش رطوبت هوا سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی نمی‌گردد.
- تغییر روز به شب سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی می‌شود.
- کاهش آب گیاه و افزایش آبسیزیک اسید سبب بسته شدن روزنه‌های هوایی می‌گردد.
- برخی گیاهان نواحی خشک مانند **بعضی** کاکتوس‌ها در روز روزنه‌های هوایی خود را بسته و در شب روزنه‌های هوایی خود را باز نگه می‌دارند. این سازگاری برای کاهش میزان دفع آب از گیاه است.
- کاهش تعداد روزنه‌های هوایی، کاهش تعداد یا سطح برگ و ایجاد روزنه‌های فرورفته از سازگاری‌های گیاهان مناطق خشک است تا آب کمتری از دست بدهند.

تعریق

به خروج آب از **انتها یا حاشیه‌ی** برگ بصورت مایع تعریق گفته می‌شود. این پدیده در زمانی رخ می‌دهد که ۱- فشار ریشه‌ای زیاد است و ۲- میزان تعرّق کم شده است.

- تعریق سوپاپ اطمینان خروج آب از گیاه است!

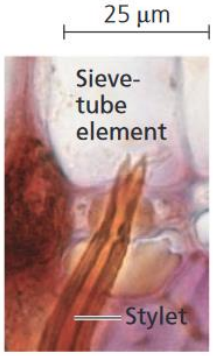
- شـــب‌هنگام و یا در هوای بســـیار مرطوب احتمال بروز تعریق زیاد است. شرایط انجام تعریق با شرایط ایجاد شبنم یکی است ولی این کجا و آن کجا!
- تعریق نشانه‌ی حضور فشار ریشه‌ای است.
- تعریق از طریق روزنه‌های همیشـه باز (روزنه‌های آبی) در انتهای آوند چوبی رخ می‌دهد.

حرکت شیره‌ی پرورده

شیره‌ی خام در برگ‌ها به شیره‌ی پرورده تبدیل می‌شود. بدنبال فتوسنتز و تولید مواد آلی مختلف شیره‌ی پرورده شـکل می‌گیرد. شـیره‌ی پرورده برخلاف شـیره‌ی خام می‌تواند در تمام جهات حرکت کند. هر قسـمتی که به مولکول‌های آلی نیاز داشته باشد این ماده‌ی آلی در آوند آبکش به سمت آن قسمت می‌رود.

- در آوند آبکش مواد آلی از سمت محل منبع به سمت محل مصرف می‌رودو
- منبع: محلی که مواد آلی گیاه را تامین می‌کند.
- مصرف: محلی که مواد آلی گیاه را مصرف یا ذخیره می‌کند.
- مهم‌ترین منبع = برگ گیاه
- قسمت‌های ذخیره‌ای (مغز) به هنگام ذخیره محل مصرف و به هنگام آزادسازی مواد آلی منبع هستند.
- برای بررسی سرعت حرکت شیره‌ی پرورده و ترکیب شیمیایی مواد آن می‌توان آزمایش زیر را انجام داد:
- شـته حشره‌ای اسـت که از شـیره‌ی پرورده‌ی گیاهان استفاده می‌کند. خرطوم این جانور می‌تواند تا محل آوندهای آبکش نفوذ کند تا جانور تغذیه کند. برای بررســی شـیره‌ی پرورده پس از ورود خرطوم به گیاه، جانور را بی‌حسی کرده و از محل خرطوم برشی ایجاد می‌کنیم. در این ســـرعت شـــیره‌ی پرورده از خرطوم بریده شـــده خارج می‌شـــود و می‌توان ســـرعت و ترکیب شیره‌ی پرورده را بررسی کرد.
- شیره‌ی خام از خرطوم بریده شده، تراوش می‌کند.

Aphid feeding



Stylet in sieve-tube element

Separated stylet exuding sap

چگونگی حرکت شیره‌ی پرورده: حرکت شیره‌ی پرورده از شیره‌ی خام بسیار پیچیده‌تر و آهسته‌تر است زیرا این شیره از میان یاخته‌هایی زنده عبور می‌کند.

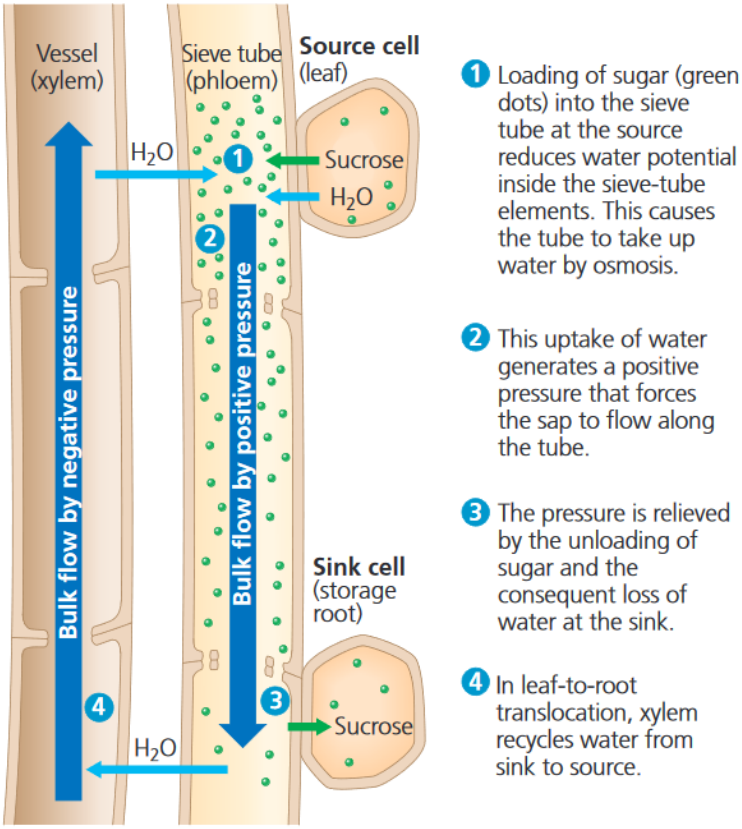
نظریه‌ی مونش: گیاه‌شناس آلمانی اولین بار حرکت شیره‌ی پرورده را بر اساس جریان توده‌ای و در الگوی جریان فشاری توضیح داد:

۱- قند و دیگر مواد آلی منبع فعالانه وارد آوند آبکش می‌شوند.

- قند ورودی به آوندهای آبکش ساکارز است. گلوکز چون کوچولوئه! سر راه می‌دزدنش!
- یاخته‌های همراه مستقیماً در ورود مواد به یاخته‌های آبکشی نقش دارند.
- ورود مواد به آوند آبکش را **بارگیری آبکشی** می‌گویند که با صرف انرژی رخ می‌دهد.

۲- اسمز آب.

- بدنبال ورود مواد آلی به آوند آبکش فشار اسمزی آوند آبکش زیاد می‌شود و آب بصورت اسمز از آوندهای چوبی و یاخته‌های همراه وارد آوند آبکش می‌شود.
- این مرحله بدون صرف انرژی زیستی بوده و همراه با افزایش فشار تورژسانس یاخته‌های آبکشی است.



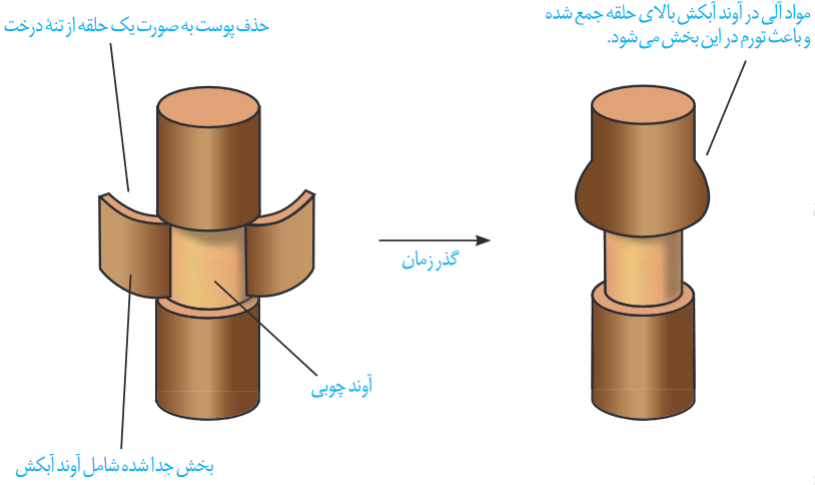
۳- جریان توده‌ای.

- مواد آلی بدلیل اختلاف فشار حرکت کرده و به سمت محل مصرف می‌روند. این محل مصرف می‌تواند در قسمتی بالاتر یا پایین‌تر باشد.
- در این مرحله انرژی زیستی‌ای مصرف نمی‌شود.

۴- ورود ساکارز و هورمون‌های گیاهی به محل مصرف

- به این مرحله بارگیری آبکشی گفته می‌شود که بصورت فعال رخ می‌دهد.
- بدنبال کاهش فشار اسمزی آوند آبکش، آب از طریق اسمز وارد یاخته‌های همراه و آوند چوبی می‌شود.

نکات جانبی:



- افزایش دما، نور و هورمون‌های گیاهی سبب افزایش جریان فشاری می‌گردد!
- نظریه‌ی مونش جریان دو طرفه‌ی مواد آلی در آوند آبکش را توجیه نمی‌کند.
- در نظریه‌ی مونش نقش یاخته‌های زنده‌ی آبکشی غیرفعال در نظر گرفته شده است.
- آزمایش نشان‌داده شده بیان می‌کند تا آوند آبکش در جابه‌جایی مواد آلی نقش دارد.
- این آزمایش محل آوند آبکش و جهت جریان شیره‌ی پرورده را نشان می‌دهد.
- گیاه با حذف بعضی گل‌ها و دانه‌ها و میوه‌ها می‌تواند اندازه و رشد محل‌های مصرف را کنترل کند.
- در باغبانی برای داشتن میوه‌های درشت‌تر، گل‌ها و میوه‌های جوان را می‌چینند.