مقدمه

۱- بیشتر گیاهان می‌توانند به وسیله فتوسنتز، بخشی از مواد مورد نیاز خود مانند کربوهیدرات و ⟵ در پی آن پروتئین و لیپید را تولید کنند.

۲- همه گیاهان به مواد مغذّی مانند آب و موادمعدنی نیاز دارند. گیاهان این مواد را به کمک اندام‌های خود، به ویژه ریشه‌ها جذب می‌کنند.

گفتار ۱: تغذیه گیاهی

۳- گیاهان مواد مورد نیاز خود را از هوا، آب یا خاک اطراف خود جذب می کنند. این مواد عبارتند از:

۱-کربن دی اکسید
- الف) به همراه سایر گازها از طریق روزنه ها وارد فضاهای بین یاخته ای گیاه می شود.
- ب) مقداری از کربن دی اکسید هم با حل شدن در آب، به صورت بی کربنات در می آید که می تواند توسط گیاه جذب شود.

۲- اکسیژن: به همراه سایرگازها از راه روزنه های هوایی یا عدسک ها وارد فضاهای موجود در بین سلول ها می شود.

۳- آب : توسط ریشه و از خاک جذب می شود.

۴- سایر مواد مغذی (مواد معدنی مانندنیتروژن، فسفر،گوگرد و....) : بیشتر از طریق خاک جذب می شوند.

۴- کربن دی اکسید یکی از مهم ترین موادی است که گیاهان از هوا جذب می کنند.

۵- کربن، اساس ماده آلی و بنابراین یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان است.

۶- خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان

خاک ترکیبی است از :
۱- مواد آلی
۲- مواد غیرآلی
۳- ریزاندامگان ها (میکروارگانیسم ها)

- خاک های مناطق مختلف به علت آنکه در ترکیبات خود تفاوت دارند، در ویژگی های زیر با هم متفاوت هستند:

۱- توانایی متفاوتی در نگهداری آب ۲- مقدار هوای خاک ۳- میزان PH ۴-مقدار مواد معدنی

۷- بخش آلی خاک

- بخش آلی خاک⟵ گیاخاک یا هوموس نام دارد.
- تعریف گیاخاک: لایه سطحی خاک است و به طور عمده از بقایای جانداران و به ویژه اجزای در حال تجزیهٔ آنها تشکیل شده است.
- اهمیت گیاخاک:

۱) گیاخاک، با داشتن بارهای منفی، یون‌های مثبت را در سطح خود نگه می‌دارند و در نتیجه ⟵ مانع از شست‌وشوی این یون‌ها می‌شوند.

۲) گیاخاک باعث اسفنجی شدن حالت خاک می شود که برای نفوذ ریشه مناسب است.

۸- بخش غیر آلی خاک

- عامل ایجاد ذرات غیرآلی خاک: از تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ ها در فرایندی به نام هوازدگی ایجاد می شوند.
- اندازه ذرات غیرآلی خاک: این ذرات از اندازه بسیار کوچک رس تا بسیار درشت شن و ماسه را شامل می شوند.

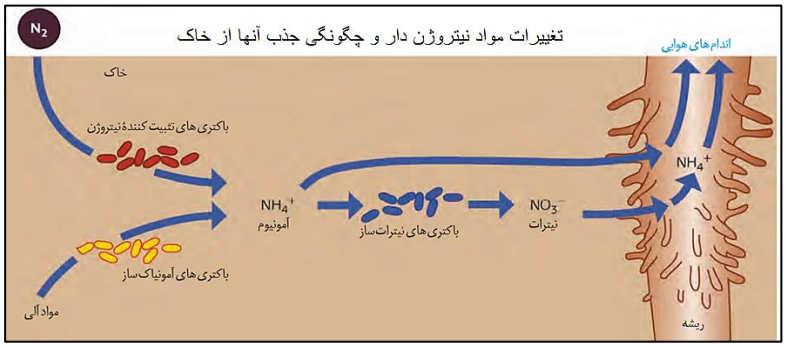
۹- انواع هوازدگی
۱- فیزیکی: تغییرات متناوب یخ زدن و ذوب شدن آب، که باعث خرد شدن سنگ ها می شود، نمونه ای از اثر هوازدگی فیزیکی است.
۲- شیمیایی: ۱- اسیدهای تولید شده توسط جانداران و ۲- ریشه گیاهان می‌توانند هوازدگی شیمیایی ایجاد کنند.

۱۰- **جذب مواد معدنی خاک**

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

۱۱- **جذب نیتروژن**

- نقش نیتروژن: شرکت در ساختار پروتئین‌ها و مولکول های وراثتی
- با اینکه جوِ زمین دارای ۷۸ درصد نیتروژن (N_2) است، گیاهان نمی توانند شکل مولکولی نیتروژن را جذب کنند.
- جذب نیتروژنِ مورد استفاده گیاهان بیشتر به صورت: ۱- یون آمونیوم (NH_4^+) ۲- نیترات (NO_3^-)
- آمونیوم و نیترات موجود در خاک توسط ریزجانداران تشکیل می شوند.
- راه های تولید یون آمونیوم:
  ۱- باکتری های تثبیت کننده نیتروژن، N_2 هوا را به NH_4^+ تبدیل می کنند.
  ۲- باکتری های آمونیاک ساز، مواد آلی پیکر جانداران را تجزیه و آن را به آمونیوم تبدیل می کنند.
- پس از تولید آمونیوم توسط باکتری ها:
  ۱- یا مستقیما توسط ریشه گیاه جذب می شود.
  ۲- یا توسط باکتری های نیترات ساز به نیترات تبدیل می شود.
- نیتراتی که توسط ریشه گیاه جذب شود ، در ریشه به آمونیوم تبدیل می شود.



۱۲- **تثبیت نیتروژن**

- تعریف: 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 ها (مانند باکتری های ریزوبیوم) است.
- باکتری های تثبیت کننده نیتروژن دو دسته هستند: ۱- به صورت آزاد در خاک ۲- همزیست با گیاهان
- نیتروژن تثبیت شده در این باکتری ها به مقدار قابل توجهی دفع، و یا پس از مرگ آنها برای گیاهان قابل دسترس می شود.
- 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.
- دقت کنید:
  - باکتری های تثبیت کننده نیتروژن ← در تبدیل نیتروژن هوا به آمونیوم دخالت دارد.(نیتروژن هوا ← آمونیوم)
  - باکتری های آمونیاک ساز← در تبدیل مواد آلی به آمونیوم دخالت دارد. (مواد آلی←آمونیوم)
  - باکتری های نیترات ساز← در تبدیل دخالت دارد. (آمونیوم ← نیترات)

۱۳- جذب فسفر

- کمبود فسفر (P) ← رشد گیاهان را محدود می کند.
- جذب فسفرمورد استفاده گیاهان: گیاهان، فسفر مورد نیاز خود را به صورت یون های فسفات از خاک به دست می آورند.
- گرچه فسفات در خاک فراوان است، اغلب برای گیاهان غیرقابل دسترس است.
- یکی از دلایل غیرقابل دسترس بودن فسفر برای گیاهان، این است که فسفات به بعضی ترکیبات معدنی خاک به طور محکمی متصل می شود.
- برخی گیاهان برای جبران، شبکه گسترده تری از ریشه ها و یا ریشه های دارای تار کشنده بیشتر، ایجاد می کنند که جذب را افزایش می دهد.
- راهکار گیاهان برای جذب بیشتر فسفر :

۱) شبکه گسترده‌تری از ریشه‌ها ایجاد می کنند.

۲) ریشه هایی با تارهای کشنده بیشتر ایجاد می کنند.

۳) بعضی گیاهان با قارچ ها همزیست می شوند. (قارچ ریشه ای)

۱۴- بهبود خاک

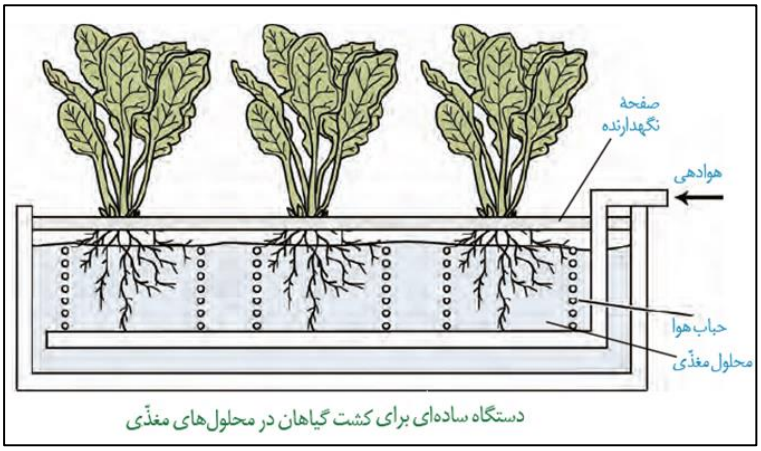
خاکِ مناطق مختلف ممکن است دچار کمبود برخی مواد یا فزونی مواد دیگری باشد. اصلاح این خاک ها می تواند آنها را برای گیاهان قابل کشت کند.

- اگر خاک ها دچار کمبود مواد مغذی شوند← با افزودن کود می توان حاصلخیزی آنها را افزایش داد.
- اگر خاک ها دچار افزایش بیش از حد بعضی مواد شوند← ۱- مسمومیت ایجاد کند و ۲- مانع رشد گیاهان می شود.

۱۵- تشخیص نیازهای تغذیه ای گیاهان

- محلول های مغذّی : این محلول ها، آب و عناصر مغذی محلول به مقدار معین دارند.

هدف از رشد دادن گیاهان در محلول های مغذی
- ۱- تشخیص نیازهای تغذیه ای گیاهان
- ۲- تشخیص اثرات عناصر بر رشد و نمو گیاهان



دستگاه ساده‌ای برای کشت گیاهان در محلول‌های مغذّی

۱۶- **انواع کودها**

- کودهای مهم در انواع ۱- آلی ۲- شیمیایی ۳- زیستی (بیولوژیک) وجود دارند.
- مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اغلب خاک ها محدود است، به همین دلیل در بیشتر کودها این عناصر وجود دارند.

۱۷- **انواع کودها**

۱-آلی

تعریف: شامل بقایای در حال تجزیه جانداران هستند.

مزایا:

۱- مواد معدنی را به آهستگی به خاک اضافه می کنند.

۲- چون به نیازهای جانداران شباهت بیشتری دارند، استفاده بیش از حدّ آنها به گیاهان آسیب کمتری می‌زند.

معایب: احتمال دارد آلوده به عوامل بیماریزا باشند و گیاهان را آلوده کنند.

۲- شیمیایی

تعریف: شامل عناصر معدنی هستند که به راحتی در اختیار گیاه قرار می گیرند.

مزایا:

مواد معدنی به راحتی و به سرعت در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و کمبود مواد مغذی خاک جبران می شود.

معایب:

۱- مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی می تواند آسیب های زیادی به خاک و محیط زیست وارد و بافت خاک را تخریب کند.

۲- با شسته شدن توسط بارش ها، این مواد به آب ها وارد می شوند. ⟵ حضور این مواد باعث رشد سریع باکتری ها، جلبک ها و گیاهان آبزی می شود. ⟵ افزایش این عوامل مانع نفوذ نور و اکسیژن کافی به آب می شود و ⟵ می تواند باعث مرگ و میر جانوران آبزی شود.

۳- زیستی

تعریف: شامل باکتری هایی هستند که برای خاک مفید بوده و با فعالیت و تکثیر خود بعضی مواد معدنی خاک را افزایش می دهند.

مزایا:

استفاده از این کودها بسیار ساده تر وکم هزینه تر است.

* این کودها، معایب کودهای شیمیایی و آلی را ندارند.

۱۸- **افزایش بیش از حدّ بعضی مواد در خاک** می تواند ۱- مسمومیت ایجاد کند و ۲- مانع رشد گیاهان شود.

- بعضی گیاهان می توانند غلظت های زیادی از این مواد را درون خود به صورت ایمن نگهداری کنند.

مثلاً :

۱- نوعی سرخس: می تواند آرسنیک را که ماده ای سمّی برای گیاه است، در خود جمع کند.

۲- گیاه ادریسی: آلومینیوم را از خاک جمع کرده و در بافت های خود ذخیره می کند.

* مثلاً وقتی گیاه گل ادریسی 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.

۳- بعضی گیاهان مناطق شور: بعضی گیاهان با جذب و ذخیرهٔ نمک ها، موجب کاهش شوری خاک می شوند.

* با کاشت و برداشت چند سال پیاپی از گیاهانی که در خود نمک را جذب و ذخیره می کنند، می توان باعث کاهش شوری خاک و بهبود کیفیت آن شد.

گفتار ۲: جانداران موثر در تغذیه گیاهی

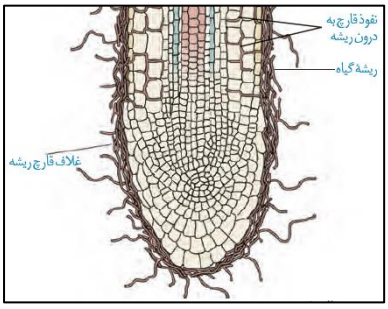
۱۹- گیاهان شیوه های شگفت انگیزی برای گرفتن مواد مورد نیاز خود از جانداران دیگر دارند.

شیوه های گیاهان برای گرفتن مواد موردنیاز خود از جانداران دیگر

- ۱- همزیستی :
  - مهم ترین انواع همزیستی گیاهان با سایر جانوران عبارتند از:
    - ۱- قارچ ریشه ای
    - ۲- باکتری های تثبیت کننده نیتروژن
      - ۱- ریزوبیوم ها
      - ۲- سیانو باکتری ها
- ۲- گیاهان حشره‌خوار : مانند توبره واش
- ۳- گیاهان انگل: مانند ۱- گیاه سِس ۲- گل جالیز

۲۰- قارچ ریشه ای

- تعریف: به همزیستی ریشه گیاهان با انواعی از قارچ ها، گفته می شود.
- یکی از معمول ترین سازگاری ها برای جذب آب و مواد مغذّی، قارچ ریشه ای است.
- حدود ۹۰ درصد گیاهان دانه دار با قارچ ها همزیستی دارند.
- در قارچ ریشه ای، قارچ ها در سطح ریشه زندگی می کنند و رشته های ظریفی به درون ریشه می فرستد که تبادل مواد را با آن انجام می دهند.



طرح سادهٔ نوعی قارچ ریشه ای که غلافی را روی ریشهٔ گیاه تشکیل می دهد.

بخش کوچکی از قارچ به درون ریشه نفوذ و در تبادل مواد شرکت می کند. ←

- در همزیستی بین قارچ با ریشه گیاهان
  - نقش قارچ ← مواد آلی را از ریشهٔ گیاه می گیرد و برای گیاه، مواد معدنی و به خصوص فسفات فراهم می کند.
  - نقش گیاه ← گیاه فتوسنتز می کند و مواد آلی مورد نیاز قارچ را فراهم می کند.

- پیکر رشته ای و بسیار ظریف قارچ ها، نسبت به ریشهٔ گیاه با سطح بیشتری از خاک در تماس است و می تواند مواد معدنی بیشتری را جذب کند.
- وجود گیاهان شاداب همزیست با قارچ ریشه ای در خاک های فقیر تا حد زیادی به علت توانایی قارچ ریشه ای در جذب سریع مواد و انتقال آن ها به ریشه است.

۲۱- همزیستی گیاه با تثبیت کننده های نیتروژن

- برخی گیاهان با انواعی از باکتری ها همزیستی دارند که این همزیستی برای به دست آوردن نیتروژنِ بیشتر است.
- دو گروه مهم باکتری های تثبیت کننده نیتروژن عبارت اند از:
  ۱) ریزوبیوم ها
  ۲) سیانو باکتری ها

۲۲- تناوب کشت

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 نامگذاری، شباهت گل‌های آنها به پروانه است).

- سویا، نخود، عدس، لوبیا، شبدر و یونجه از گیاهان مهم زراعی تیره پروانه واران هستند.

۲۳- ریزوبیوم ها

- ریزوبیوم ها نوعی باکتری تثبیت کننده نیتروژن هستند.
- محل زندگی ریزوبیوم ها: در ریشه گیاهان تیره پروانه واران و در محل برجستگی هایی به نام گرهک، زندگی می کند.
- در همزیستی بین ریزوبیوم با ریشه گیاهان
  - نقش باکتری ریزوبیوم ← با تثبیت نیتروژن، نیاز گیاه را به این عنصر برطرف می کنند.
  - نقش گیاه ← با عمل فتوسنتز مواد آلی مورد نیاز باکتری را فراهم می کند.
- وقتی گیاهانی که با ریزوبیوم همزیست شده‌اند ۱- می میرند یا ۲- بخش های هوایی آنها برداشت می شود، گرهک های آنها در خاک باقی می ماند و گیاخاک غنی از نیتروژن ایجاد می کنند.

گرهک‌های ریشهٔ گیاهان تیره پروانه‌واران

۲۴- سیانوباکتری ها

- سیانوباکتری ها نوعی از ۱- باکتری های فتوسنتزکننده هستند که ۲- بعضی از آنها می توانند علاوه بر فتوسنتز، تثبیت نیتروژن هم انجام دهند.
- دو نوع گیاه همزیست با سیانوباکتری ها: ۱- گیاه آزولا (نوعی سرخس) ۲- گیاه گونرا

۱- همزیستی گیاه آزولا با سیانوباکتری ها

- آزولا گیاهی کوچک است که در تالاب های شمال و مزارع برنج کشور به فراوانی وجود دارد.
- در همزیستی بین سیانوباکتری ها و آزولا:
  - نقش سیانو باکتری‌ها ← برای گیاه تثبیت نیتروژن، انجام می دهند.
  - نقش گیاه آزولا← با عمل فتوسنتز مواد آلی مورد نیاز سیانو باکتری‌ها را فراهم می کند.

۲- همزیستی گیاه گونرا با سیانوباکتری ها

- گیاه گونرا به دلیل همزیستی با سیانو باکتری ها، در نواحی فقیر از نیتروژن ر شد شگفت انگیزی نشان می دهند.
- محل زندگی سیانوباکتری ها در گیاه گونرا: درون ساقه و دمبرگ این گیاه، زندگی می کنند.
- در همزیستی بین سیانوباکتری ها و گونرا:
  - نقش سیانو باکتری‌ها ← برای گیاه تثبیت نیتروژن، انجام می دهند.
  - نقش گیاه گونرا ← با عمل فتوسنتز مواد آلی مورد نیاز سیانو باکتری‌ها را فراهم می کند.

۲۵- گیاهان حشره خوار

گیاه توبره واش

- این گیاهان فتوسنتزکننده اند.
- در مناطقی زندگی می کنند که از نظر نیتروژن فقیرند.
- در این گیاهان برخی برگ ها برای شکار و گوارش جانوران کوچک مانند حشرات، تغییر کرده است.
- مثال برای گیاهان حشره خوار: گیاه توبره واش

گیاه توبره واش← ۱- در تالاب های شمال کشور می روید. ۲- حشرات و لارو آنها را به سرعت به درون بخش کوزه مانند خود می کشد و سپس گوارش می دهد.

چند نوع گیاه حشره خوار

۲۶- گیاهان انگل

- این گیاهان همه یا بخشی از آب و مواد غذایی موردنیاز خود را از گیاهان فتوسنتز کننده دریافت می کنند.
- مثال برای گیاهان انگل : ۱- گیاه سِس ۲- گیاه جالیز

۱- گیاه سِس

- این گیاه انگل، ساقه نارنجی یا زرد رنگی تولید می کند.
- فاقد ریشه است.
- به دور گیاه سبز میزبان خود می پیچد و بخش های مکنده ایجاد می کند← که به درون دستگاه آوندی گیاه نفوذ، و مواد مورد نیاز انگل را جذب می کند.

۲-گل جالیز

- این گیاه انگل ، با ایجاد اندام مکنده و نفوذ آن به ریشه گیاهان جالیزی← مواد مغذی را دریافت می کند.
- یکی از میزبان های این گیاه، گوجه فرنگی است.

گیاه گل جالیز در کنار بوتهٔ گوجه‌فرنگی

گفتار ۳: انتقال مواد در گیاهان

۲۷- انتقال از خاک به برگ

آب و مواد مورد نیاز گیاهان، اغلب از خاک اطراف ریشه ها جذب می شود و در مسیرهایی به ساقه و برگ می رود. ← بخش زیادی از آب جذب شده از سطح برگ ها به هوا تبخیر می شود← تبخیر آب یکی از دلایلی است که منجر به جابه جایی آب از سمت ریشه به سمت برگ ها می شود.

۲۸- تعرق

- تعریف: خروج آب به صورت بخار از سطح اندام های هوایی گیاه تعرق نامیده می شود.
- نقش: ساز و کار لازم را برای جابه جایی آب و مواد معدنی به برگ فراهم می کند

۲۸- جابه جایی مواد درگیاهان

۱- در مسیر کوتاه
- ۱- انتقال مواد در سطح یاخته
  - ۱- در سطح یک یاخته
  - ۲- در سطح چند یاخته
- ۲- انتقال مواد در عرض غشاء
  - ۱- انتقال عرض غشایی
  - ۲- انتقال سیمپلاستی
  - ۳- انتقال آپوپلاستی

۲- در مسیر بلند: این مسافت در بعضی درختان به بیش از صدمتر می رسد.

۲۹- چگونگی و مسیر حرکت آب در داخل گیاه

انتقال آب از خاک به درون تار کشنده ← طی کردن عرض ریشه از سه راه:
۲-انتقال عرض غشایی
۳- انتقال سیمپلاستی
۴-انتقال آپوپلاستی

← بالا رفتن از آوند چوبی تا رسیدن به نوک درختان، تحت تأثیر:
۱-فشار ریشه ای
۲- مکش تعرقی
۱-خواص ویژه آب:هم چسبی و دگرچسبی

جابه جایی مواد در مسیر کوتاه

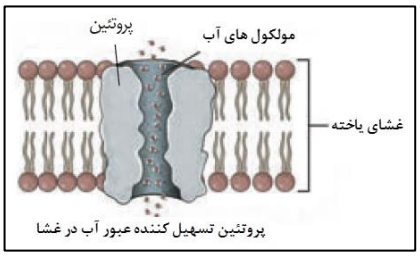
۳۰-انتقال مواد در سطح یاخته ای

روش انتقال مواد در سطح یاخته
- ۱- به صورت فعال و با مصرف انرژی (ATP) ← انتقال فعال
- ۲- به صورت غیر فعال و بدون صرف انرژی ← انتشار

برای تسهیل انتقال آب در :

۱ - عرض غشـای بعضـی یاخته های گیاهی و جانوری و ۲- غشـای واکوئول بعضـی یاخته های گیاهی ← پروتئین هایی دخالت دارند که سرعت جریان آب را افزایش می دهند .

* هنگام کم آبی، ساخت این پروتئین ها (کانال های پروتئینی مخصوص آب) تشدید می شود.



۳۱-انتقال مواد در عرض ریشه

۱- انتقال عرض غشایی

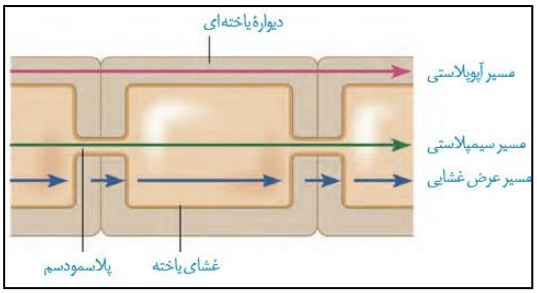
- انتقال عرض غشایی شامل جابه جایی مواد از عرض غشای یاخته است.
- جابجایی مواد از طریق دو فرآیند انتقال فعال و غیر فعال انجام می گیرد.

۲- انتقال سیمپلاستی

- تعریف: به حرکت مواد از پروتوپلاست یک یاخته به پروتوپلاست یاخته مجاور، از راه پلاسمودسم ها، انتقال سیمپلاستی گفته می شود.
- سیمپلاست به معنی ← پروتوپلاست همراه با پلاسمودسم ها است .
- آب و بسیاری از مواد محلول می تواند از فضای پلاسمودسم به یاخته های دیگر منتقل شود.
- منافذ پلاسمودسم آن قدر بزرگ است که پروتئین ها، نوکلئیک اسیدها و حتی ویروس های گیاهی از آن عبور می کند.

۳-انتقال آپوپلاستی

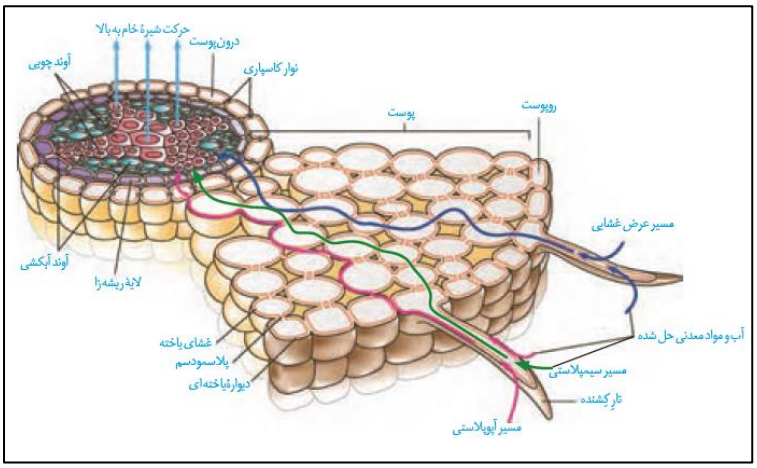
- تعریف: به حرکت مواد محلول از فضاهای بین یاخته‌ای و نیز دیواره یاخته ای، انتقال آپوپلاستیگفته می شود.



* دقت کنید: در مسیر عرض غشایی و سیمپلاستی← اب و مواد محلول از درون پروتوپلاست عبور می کنند.

اما

در مسیر آپوپلاستی آب و مواد محلول از درون پروتوپلاست عبور نمی کنند.



- جابه جایی مواد در بخشی از مسیر می تواند آپوپلاستی یا سیمپلاستی باشد.
- نوار کاسپاری درون پوست، مانع انتقال آپوپلاستی از درون پوست به درون آوند چوبی می شود.

۳۲-آب و مواد معدنی باید از تارهای کشنده به آوندهای چوبی برسند و برای این کار باید از عرض ریشه عبور کنند.

عرض ریشه به ترتیب از خارج به داخل از قسمت های زیر تشکیل شده است:

۱- روپوست که دارای سلول های تارکشنده است.

۲- پوست

۳- درون پوست (آندودرم): درونی ترین لایه پوست

۴- اولین لایه استوانه آوندی در ریشه: لایه ریشه زا (دایره محیطیه)

۵- آوندها

۳۳- درون پوست (آندودرم)

- آب و مواد محلول در عرض ریشه سرانجام به درونی ترین لایهٔ پوست به نام درون پوست (آندودرم) می رسند.
- درون پوست: ۱- استوانه ای ظریف از یاخته ها است که ۲- یاخته های آن کاملاً به هم چسبیده اند و ۳- سدی را در مقابل آب و مواد محلول ایجاد می کنند.
- نقش درون پوست:

۱) 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.

۲) درون پوست، همچنین از برگشت مواد جذب شده به بیرون از ریشه جلوگیری می کند.

۳۴- نوار کاسپاری

- تعریف: نواری از جنس چوب پنبه (نوعی ماده لیپیدی) است که به سبب لیپیدی بودن جلوی عبور آب را می گیرد.
- یاخته های درون پوست در دیواره جانبی خود دارای نواری از جنس چوب پنبه (سوبرین) هستند که به آن نوار کاسپاری گفته می شود.

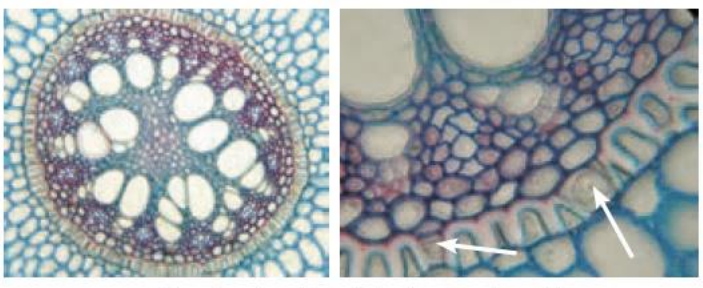
← بنابراین آب و مواد محلول آن نمی توانند از طریق مسیر آپوپلاستی وارد یاخته های درون پوست شوند.

۳۵- بارگیری چوبی

بعد از درون پوست حرکت در هر سه مسیر ادامه می‌یابد. مواد به آوندهای چوبی منتقل، و آمادهٔ جابه‌جایی برای مسیرهای طولانی‌تر می‌شود ← به این فرایند **بارگیری چوبی** گفته می شود.

۳۶- یاخته معبر

- تعریف: یاخته های درون پوستیِ ویژه، که فاقد نوار کاسپاری در اطراف خود هستند و انتقال مواد به آوندها از طریق این یاخته ها انجام می شود.
- در ریشه بعضی از گیاهان، نوار کاسپاری علاوه بر دیواره جانبی درون پوست، دیواره پشتی را نیز می پوشاند و به این ترتیب انتقال مواد از این یاخته ها غیرممکن می شود. در برش عرضی و زیر میکروسکوپ نوری این یاخته ها ظاهر نعلی یا U شکل دارند. ← در این گیاهان انتقال آب و مواد محلول از یاخته‌های معبر که اصلا و در هیچ وجهِ خود نوار کاسپاری ندارند ، انجام می پذیرد.



یاخته های معبر با پیکان نشان داده شده اند.

یاخته های درون پوست در این ریشه ها به صورت نعلی شکل U دیده می شود.

انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

۳۷- جریان توده ای

- شیره خام در گیاهان، گاه تا فواصل بسیار طولانی جابه جا می شود. انتشار برای فواصل طولانی، کارآمد نیست.
- در گیاهان، جابه جایی مواد در مسیرهای طولانی توسط جریان توده ای انجام می شود.
- اهمیت جریان توده ای : حرکت آب و مواد در گیاه اگر بر اساس انتشار باشد، سرعت حرکت مواد فقط چند میلی متر در روز است ولی جریان توده ای این سرعت را به چندین متر در روز می رساند.

عوامل موثر در ایجاد جریان توده ای درونِ آوندهای چوبی:
- ۱- فشار ریشه ای
- ۲- مکش تعرقی
  - با همراهی
  - خواص ویژه آب
    - ۱- دگرچسبی: چسبندگی مولکول های آب به دیواره آوند چوبی
    - ۲- هم چسبی: چسبندگی مولکول های آب به یکدیگر

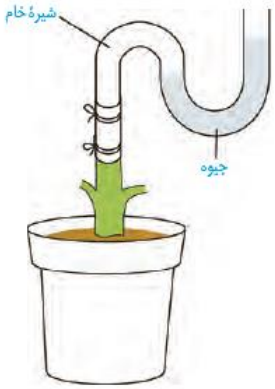
۳۸- دو نیروی بالا برنده شیره
- ۱- نیرویی که آب را از پایین به سمت اندام های هوایی می راند. (فشار ریشه ای)
- ۲- نیرویی که آب را از بالا می کشد. (مکش تعرقی)

۳۹- فشار ریشه ای

- فشاری که از طرف سلول های ریشه بر ستون آب درون آوند های چوبی وارد می شود.
- فشار ریشه ای باعث هل دادن شیره خام به سمت بالا می شود.
- 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.
- مراحل و چگونگی ایجاد فشار ریشه ای:

انتقال فعّال، یون های معدنی به درون آوندهای چوبی توسط ۱- یاخته های درون پوست و ۲- یاخته های زنده استوانه آوندی ریشه
↓
افزایش مقدار این یون ها درون آوندهای چوبی
↓
کاهش پتانسیل آب درون آوندهای چوبی
↓
ورود آب به درون آوندهای چوبی
↓
افزایش فشار اسمزی در آوندهای چوبی در اثر تجمع آب و یون ها
↓
ایجاد فشار ریشه ای
↓
هل دادن شیره خام به سمت بالا

سلول های موثر در ایجاد فشار ریشه‌ای:
- ۱- درون پوست (آندودرم)
- ۲- سلول های زنده درون استوانه آوندی



۴۰- آزمایشی برای اندازه گیری فشار ریشه ای

۱) ساقه گیاهی را که در گلدان کاشته شده است، در بالای ریشه از سطح خاک قطع می کنیم.

۲) یک لوله شیشه ای به صورت تصویر روبه رو را به ساقه بریده شده وصل می کنیم.

۳) درون لوله شیشه ای کمی جیوه می ریزیم.

* آب به تدریج درون لوله بالا می رود و این مورد را می توان با حرکت جیوه مشاهده نمود.

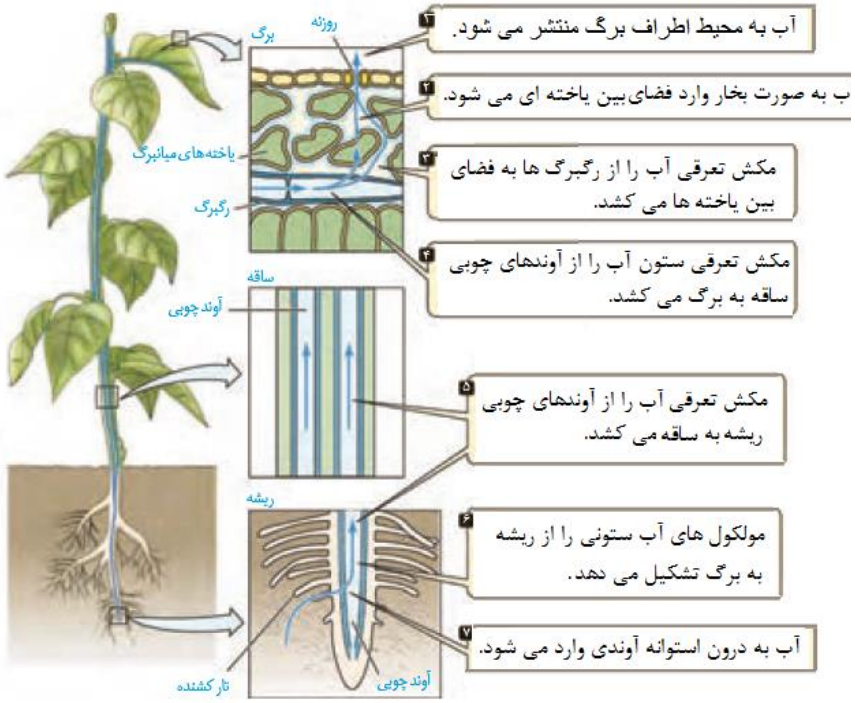
۴۱- تعرق

- تعریف: خروج آب به صورت بخار از بخش های هوایی گیاهان
- علت تعرق: حرکت آب از محل دارای آب بیشتر به محل با آب کمتر است.
- تعرق می تواند از سه ناحیه انجام شود: ۱- روزنه های هوایی ۲- پوستک ۳- عدسک ها
- بیشتر تبادل گازها و در نتیجه تعرق برگ ها از منفذ (روزن) بین یاخته های نگهبان روزنه هوایی انجام می شود.(بیشتر تعرق گیاهان از روزنه های برگ انجام می شود.)
- نقش تعرق: عامل اصلی انتقال شیره خامِ درون آوندهای چوبی، به سمت بالا، مکشی است که در اثر تعرق از سطح گیاه ایجاد می شود.
- قدرت نیروی مکش تعرقی: نیروی مکش تعرق آن قدر زیاد است که در یک روز گرم می تواند 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 می شد

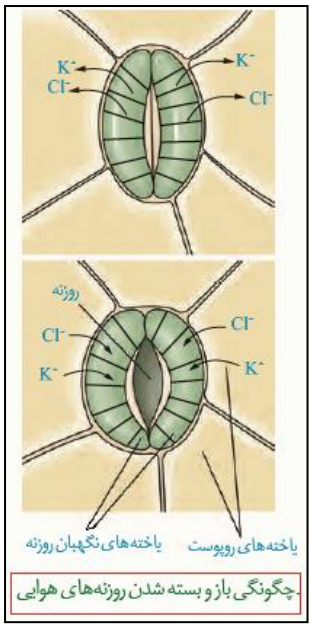
* **دقت کنید:** مکش تعرقی و فشار ریشه ای هر دو در حرکت آب و مواد محلول درون آوندهای چوبی مؤثر هستند.

عامل اصلی است و می تواند شیره خام را به نوک درختان برساند.	نقش کمتری دارد. (در بهترین حالت فقط چند متر)

۴۲- علت پیوستگی ستون آب درون آوندهای چوبی ← این پیوستگی به علت ویژگی های هم چسبی و دگرچسبی مولکول های آب است.



حرکت شیرهٔ خام، تحت تأثیر مکش تعرقی



چگونگی باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی

۴۳- روزنه های هوایی

- نقش: می توانند با باز و بسته شدن، مقدار تعرق را تنظیم کنند.
- دلیل باز و بسته شدن روزنه های هوایی:
  ۱) ساختار خاص یاخته های نگهبان روزنه
  ۲) تغییر فشار تورژسانس در یاخته های نگهبان روزنه

۴۴- باز و بسته شدن روزنه های هوایی

باز و بسته شدن روزنه های هوایی به دلیل تغییر در حجم سلول های نگهبان روزنه صورت می‌گیرد :

- حجم سلول های نگهبان روزنه زیاد ← روزنه باز
- حجم سلول های نگهبان روزنه کم ← روزنه بسته

* جذب آب به دنبال انباشت مواد محلول در یاخته های نگهبان روزنه انجام می شود.

۴۵- چگونگی باز شدن روزنه های هوایی

سلول های نگهبان روزنه با انتقال فعال از سلول های اطراف خود (سایر سلول های روپوستی) یون های کلر، پتاسیم و ساکارز دریافت و در خود انباشته می کنند← فشار اسمزی یاخته های نگهبان روزنه افزایش پیدا می کند. ← آب را طریق اسمز از سلول های مجاور وارد سلول‌های نگهبان روزنه می شود.← فشار تورژسانس و حجم سلول های نگهبان روزنه افزایش می یابد.← روزنه باز می شود.

* نور یکی از عواملی است که با تحریک انباشت ساکارز و یون های Cl^- و K^+ در یاختهٔ نگهبان و در نتیجه افزایش فشار اسمزی یاخته های نگهبان روزنه و ورود آب به درون این یاخته ها، باعث ب تورژسانس یاخته نگهبان روزنه و باز شدن روزنه می شود.

* بسته شدن روزنه ها هم، به علت خروج آب از یاخته های نگهبان روزنه انجام می شود. (برای بسته شدن روزنه ها اتفاقات برعکس رخ می دهد)

۴۶- چگونگی بسته شدن روزنه های هوایی

یون های کلر و پتاسیم و هم چنین ساکارز، با انتقال فعال از سلول نگهبان روزنه خارج ← و به سلول های روپوستی اطراف می‌روند. ← به دنبال این مواد آب هم با اسمز از سلول نگهبان خارج می شود.← فشار تورژسانس و حجم سلول های نگهبان کاهش می یابد ← و به علت ساختار ویژهٔ آنها در نهایت روزنه بسته می شود.

۴۷- ساختار یاخته های نگهبان روزنه

- دیواره یاخته های نگهبان روزنه، ساختار خاصی دارند که با جذب آب، افزایش طول پیدا می کنند. به دو علت:

۱) آرایش شعاعی رشته های سلولزی در سلول های نگهبان روزنه:

رشته های سلولزی به صورت شعاعی همانند کمربندی دور دیواره یاخته های نگهبان روزنه قرار دارند.

این کمربندهای سلولزی، هنگام تورژسانس یاخته، مانع از گسترش عرضی یاخته شده، ولی مانع افزایش طول یاخته نمی شوند.

۲) اختلاف ضخامت در دیوارهٔ یاخته های نگهبان روزنه:

به علت ضخیم تر بودن دیواره شکمی این سلول ها نسبت به دیواره پشتی، هنگام تورژسانس، دیوارهٔ پشتی یاخته بیشتر منبسط می شود.

- مزیت ساختار خاص یاخته های نگهبان روزنه: این دو ویژگی باعث می شود هنگام جذب آب و تورژسانس، یاخته ها خمیدگی پیدا کند و منفذ روزنهٔ هوایی باز شود. در این حالت امکان تبادل گازها، فراهم می شود.

۴۸- **عوامل مؤثر در باز و بسته شدن روزنه ها:** ۱- عوامل محیطی ۲- عوامل درونی

- **عوامل محیطی**

۱) نور: افزایش مقدار نور تا حد معین می تواند باعث باز شدن روزنه ها شود.

۲) دما: افزایش دما تا حد معین می تواند باعث باز شدن روزنه ها شود.

۳) کربن دی اکسید: کاهش کربن دی اکسید تا حد معین می تواند باعث باز شدن روزنه ها شود.

۴) رطوبت: کاهش شدید رطوبت هوا باعث بسته شدن روزنه ها می شود.

- **عوامل درونی**

۱) مقدار آب گیاه (زمانی که مقدار آب در گیاه کم باشد، روزنه ها بسته می شوند تا آب درون گیاه را حفظ کنند.)

۲) هورمون های گیاهی (مانند هورمون آبسیزیک اسید که سبب بسته شدن روزنه ها می شود.)

*رفتار روزنه ای برخی گیاهان نواحی خشک مانند بعضی کاکتوس ها، در حضور نور متفاوت است و سبب می شود در طول روز، روزنه ها بسته بمانند و از هدر رفتن آب جلوگیری شود.

۴۹- **برخی از سازگاری های گیاهان برای زندگی در محیط های خشک**:

- کاهش تعداد روزنه ها
- کاهش تعداد برگ ها
- روزنه های فرورفته در غارها
- پوشیده شدن برگ از کرک ها
- ایجاد پوستک ضخیم

۵۰- **تعریق**

تعریق در گیاهان

- تعریف: خروج آب به صورت مایع از راه روزنه های آبی موجود در انتها یا لبه برگ ها، تعریق نامیده می شود.
- ۱- در هنگام شب یا ۲- در هوای بسیار مرطوب که شدت تعرق کاهش می یابد، یاخته های درون پوست همچنان به پمپ کردن یون های معدنی به درون استوانه آوندی ادامه می دهند. ← در این شرایط اگر مقدار آبی که دراثر فشار ریشه ای به برگ‌ها می رسد، از مقدار تعرق آب از سطح برگ، بیشتر باشد، مقدار اضافی آب درون گیاه با تعریق از روزنه های آبی خارج می شود.

(تعریق هنگامی رخ می دهد که میزان آب ورودی به گیاه بیشتر از آبی باشد که از گیاه خارج می شود.)

- تعریق نشانه فشار ریشه ای است.

۵۱- **مقایسه روزنه های هوایی و روزنه های آبی**

- روزنه های هوایی آب را به صورت بخار از گیاه خارج می کنند.

  روزنه های آبی آب را به صورت مایع از گیاه خارج می کنند.
- روزنه های هوایی← در بین سلول های نگهبان روزنه گیاه قرار گرفته اند.

  روزنه های آبی← در انتهای آوند های چوبی قرار گرفته اند.
- روزنه های هوایی← در روپوست اندام های هوایی (برگ ها و بعضی ساقه ها) قرار دارند.

  روزنه های آبی← در برگ (انتهای رگبرگ ها در حاشیه یا نوک برگ ها) قرار دارند.
- روزنه های هوایی← متناسب با نیاز گیاه گاهی باز و گاهی بسته هستند.

  روزنه های آبی← همیشه باز هستند.
- روزنه های هوایی← باز و بسته شدن این روزنه ها توسط سلول های نگهبان روزنه تنظیم می شود.

  روزنه های آبی← همیشه باز هستند. بنابراین تنظیم خاصی برای باز و بسته شدن ندارند.

۵۲- تفاوت تعریق با شبنم

گرچه شرایط محیطی ایجادکننده تعریق مشابه شرایط ایجاد شبنم است، این دو پدیده را نباید با هم اشتباه گرفت:

۱) تعریق از روزنه های آبی انجام می شود ← بنابراین در تعریق قطره‌های آب فقط در نوک یا حاشیه برگ‌ها مشاهده می شوند.
ولی شبنم حاصل میعان و برخورد آب به یک سطح سرد است ← بنابراین در شبنم قطره‌های آب در تمام سطح برگ مشاهده می شوند.

۲) تعریق نشانه فشار ریشه ای است ولی شبنم نشانه رطوبت زیاد هوای اطراف گیاه و سرد بودن سطح برگ است.

۵۳- محل منبع و مصرف

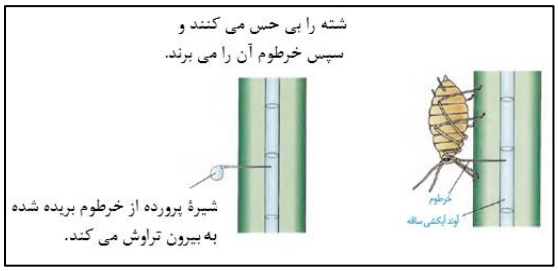
- محل منبع: بخشی از گیاه که ترکیبات آلی مورد نیاز بخش های دیگر را تامین می کند.

مثال: برگ ها از مهم ترین محل های منبع هستند.

- محل مصرف : بخشی از گیاه که ترکیبات آلی به آنجا می روند تا ذخیره (مثلاً ریشه) یا مصرف (مثلا گل) شوند.

* بخش های ذخیره کننده مواد آلی، هنگام ذخیره این مواد، محل مصرف و هنگام آزادسازی آن، محل منبع به شمار می آیند.

۵۴- حرکت شیره پرورده



- شیره پرورده، درون آوندهای آبکشی حرکت می کند.
- حرکت شیره پرورده در همه جهات می تواند انجام شود.
- برای تعیین سرعت و ترکیب شیره پرورده می توان از شته ها استفاده کرد.

برای اینکار ابتدا شته را بی حس می کنند و سپس خرطوم آن را می برند. ← شیرهٔ پرورده از خرطوم بریده شده به بیرون تراوش می کند.

- 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.

۵۵- الگوی جریان فشاری

یک گیاه شناس آلمانی به نام ارنست مونش، الگوی جریان فشاری را برای جابه جایی شیره پرورده، ارائه داده است.

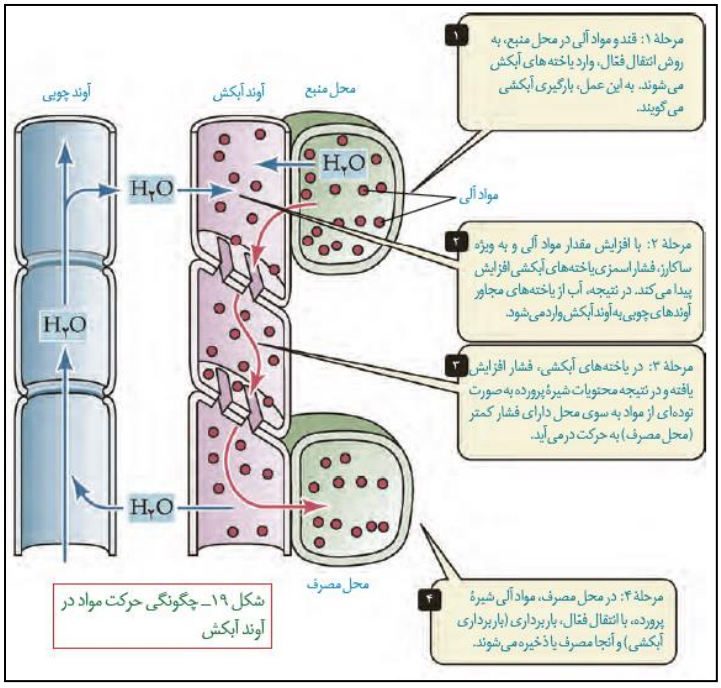
چگونگی انتقال شیره پرورده (الگوی جریان فشاری مونش)

۱- بارگیری آبکشی: قند و مواد آلی از یاخته های محل منبع با انتقال فعال به یاخته های آبکشی وارد می شوند.

۲- با افزایش مواد آلی و به ویژه ساکارز، فشار اسمزی یاخته های آبکشی افزایش پیدا می کند. در نتیجه، آب از یاخته های مجاور آوندهای چوبی به آوند آبکش وارد می شود.

۳- در یاخته های آبکشی، فشار افزایش یافته و در نتیجه محتویات شیرهٔ پرورده به صورت توده ای از مواد به سوی محل دارای فشار کمتر(محل مصرف) به حرکت در می آید.

٤- باربرداری آبکشی: در محل مصرف مواد آلی شیره پرورده، با انتقال فعال به یاخته های محل مصرف وارد می شوند تا در آنجا مصرف یا ذخیره شوند.



شکل ۱۹ـ چگونگی حرکت مواد در آوند آبکش

۵۶- تنظیم تعداد محل های مصرف، با محل های منبع در گیاهان

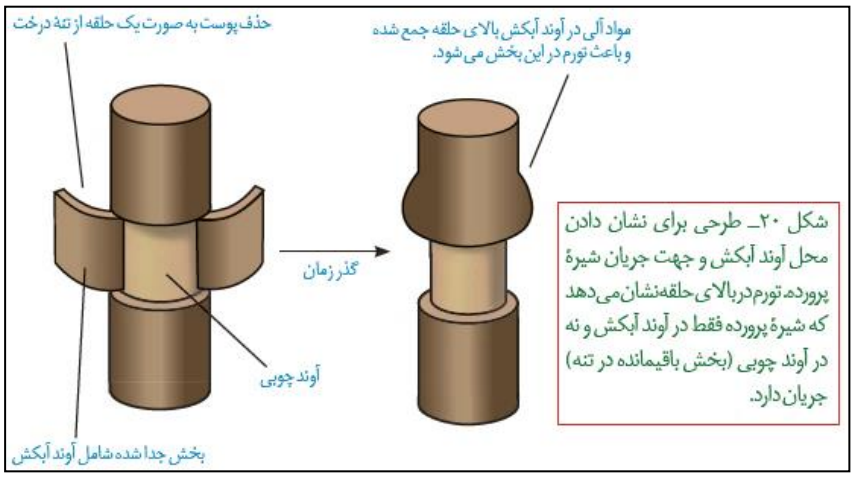
- مواد آلی در گیاهان به صورت تنظیم شده، تولید و مصرف می شوند.
- مثال:

۱- 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 مصرفِ باقی مانده برسد.

۲- 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 درشت‌تر به بار آورند.

۵۷- طرحی برای نشان دادن محل آوند آبکش و جهت جریان شیرۀ پرورده

اگر قسمتی از پوست درخت را به شکل یک حلقه کامل از وسط ساقه درخت چند ساله حذف کنیم، مواد آلی در بالای حلقه جمع شده و باعث تورم در بالای حلقه می شوند. با این آزمایش اثبات می کنیم که حرکت شیره پرورده در آوند آبکش انجام می پذیرد و قسمت وسط ساقه که توسط آوند چوبی پر شده، نمی تواند شیره پرورده را انتقال دهد.



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