



ادارهٔ تکنولوژی و گروه‌های آموزشی استان کردستان

دبیرخانهٔ راهبری کشوری زیست‌شناسی و سلامت و بهداشت

تهیه‌کننده: وحید لطفی



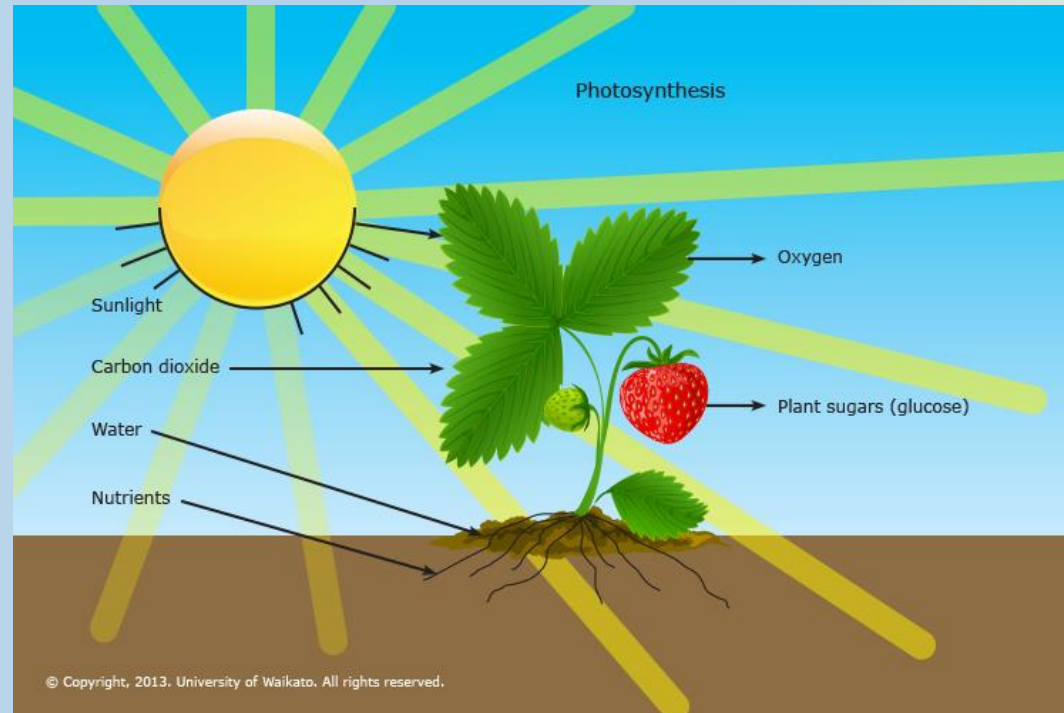
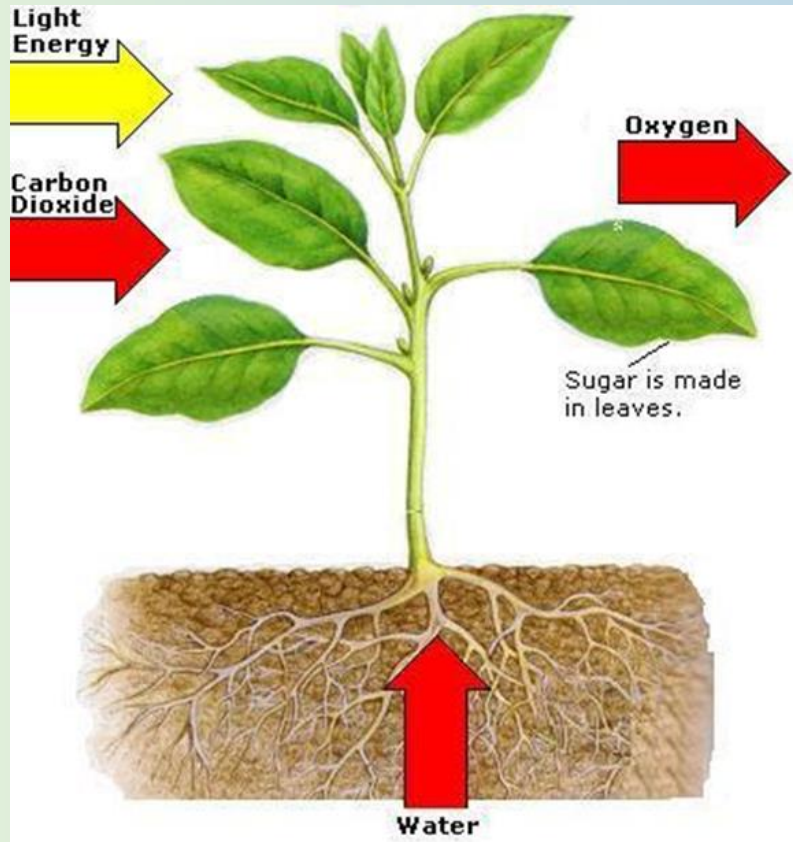
فصل ۷

جذب و انتقال مواد در گیاهان

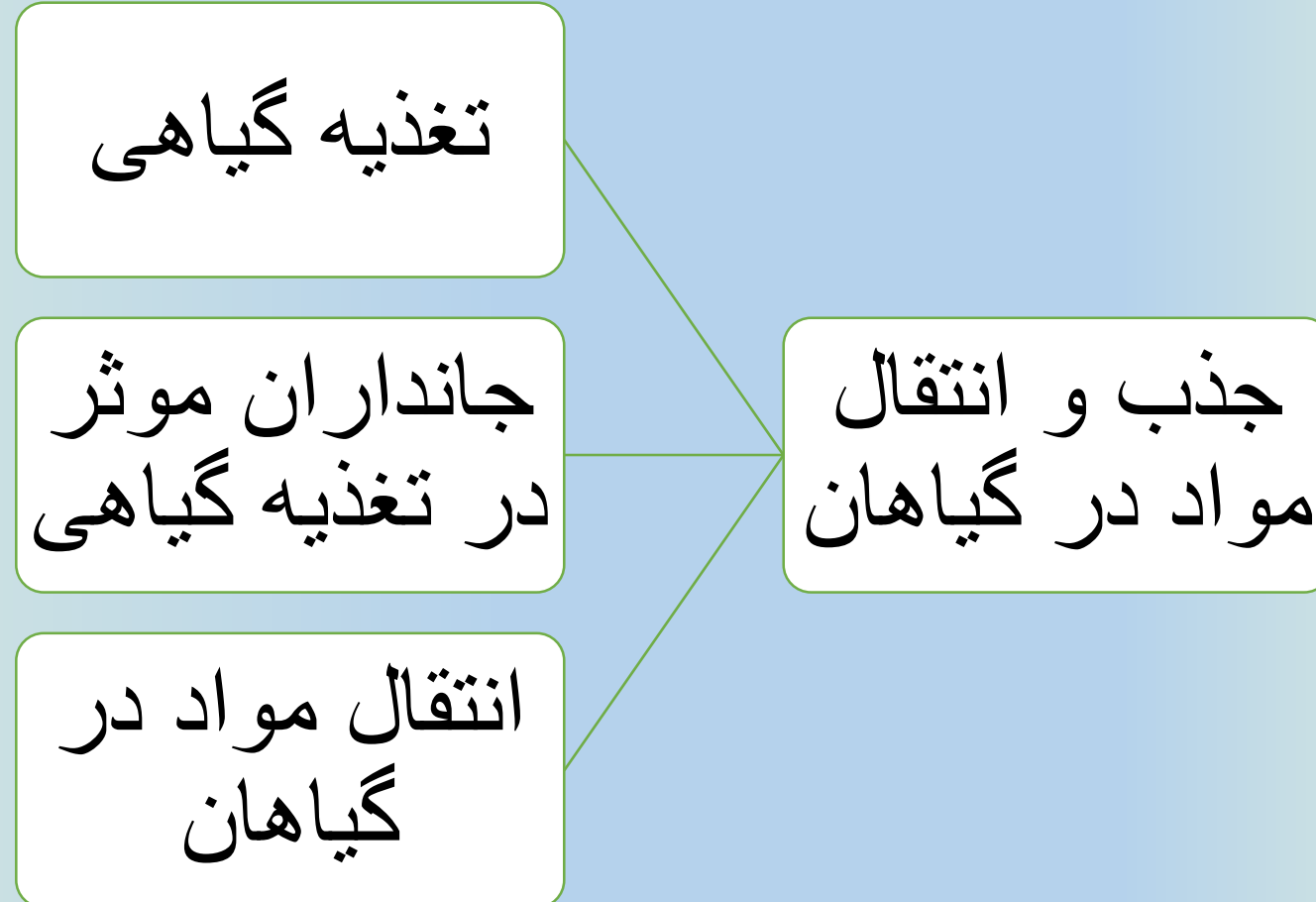
فصل ۷ - جذب و انتقال مواد در گیاهان

بیشتر گیاهان می توانند به کمک فتوسنتز مواد آلی مورد نیاز خود را از مواد معدنی تولید کنند.

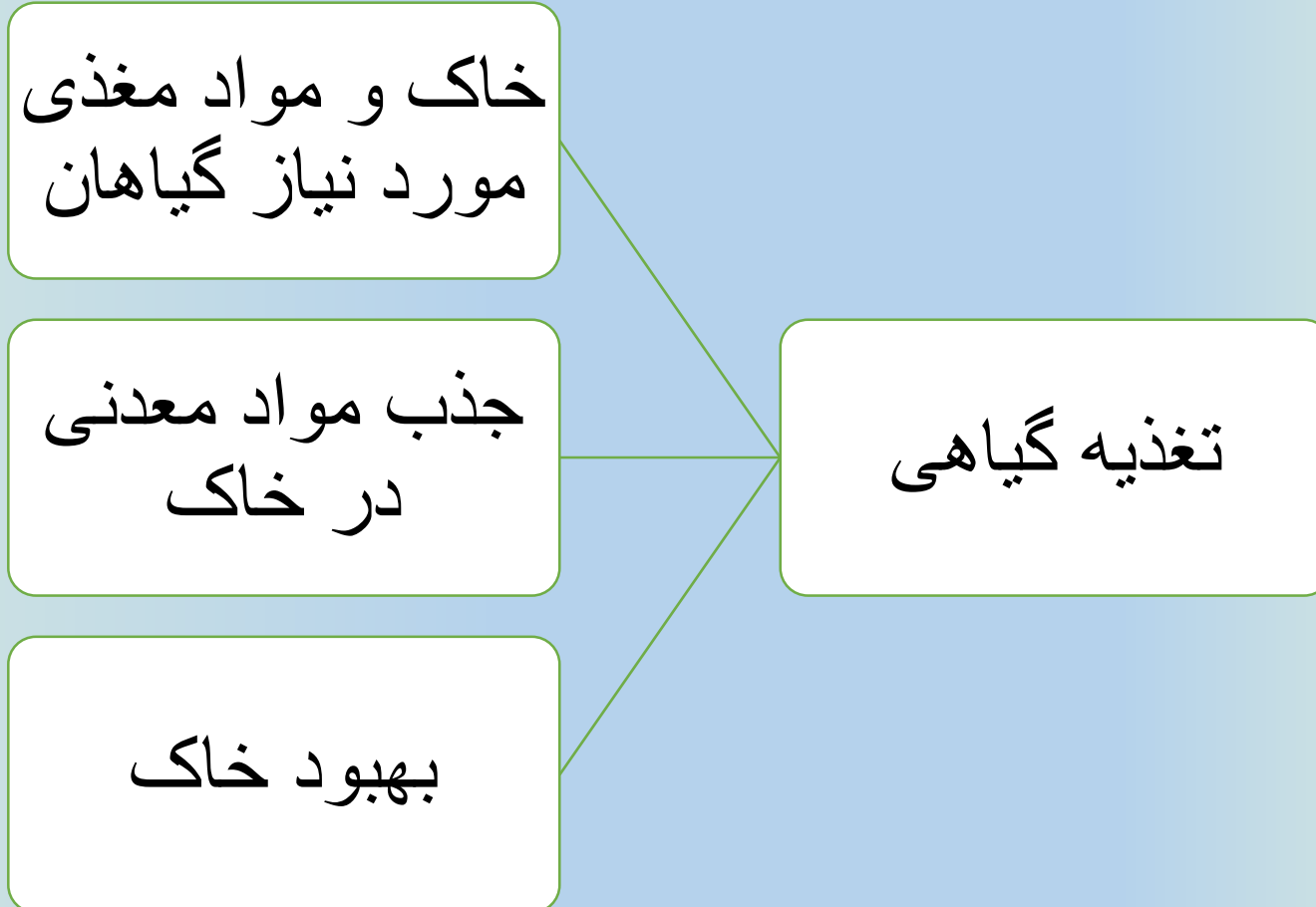
گیاهان چگونه مواد مورد نیاز خود را از محیط اطراف می گیرند؟
محصولات فتوسنتزی چگونه در سراسر گیاه منتقل می شوند؟



خلاصه فصل ۷ – جذب و انتقال مواد در گیاهان



خلاصه گفتار ۱ – تغذیه گیاهی

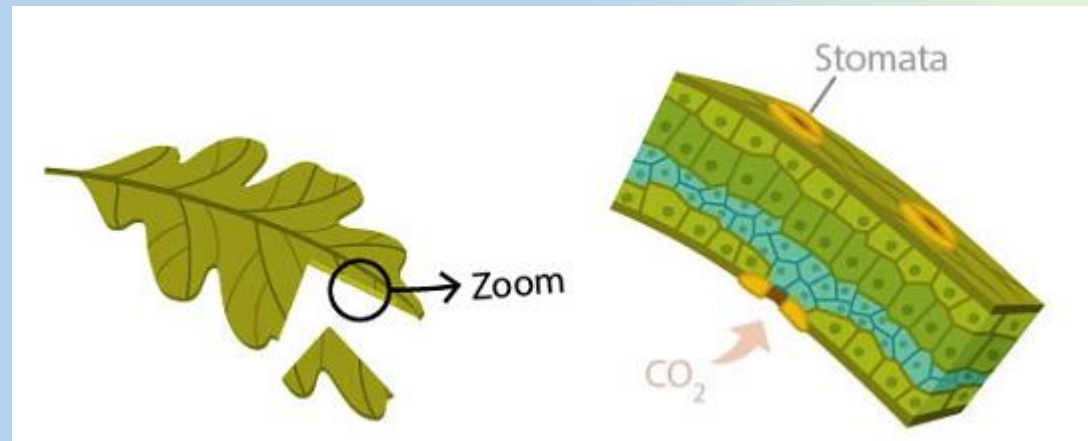
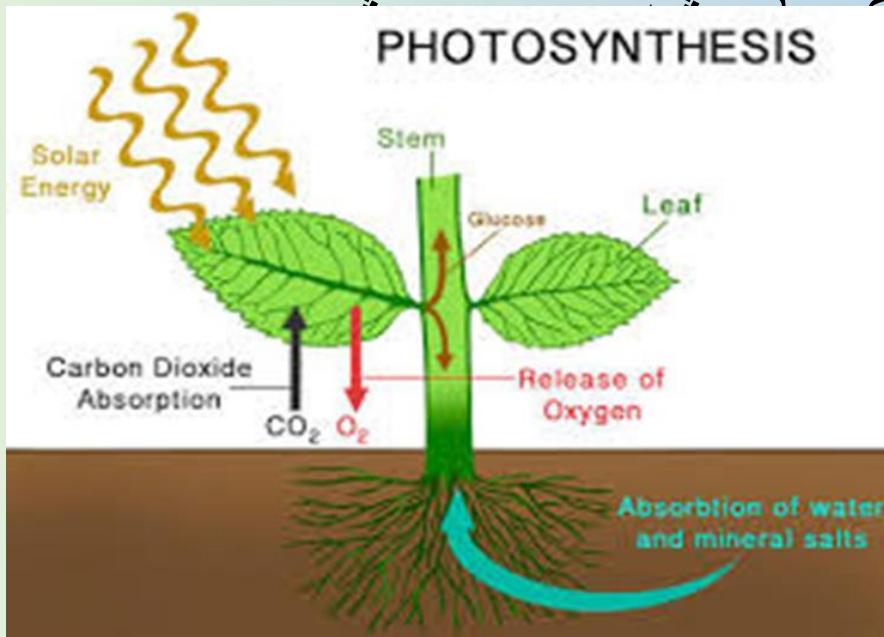


گفتار ۱ - تغذیه گیاهی

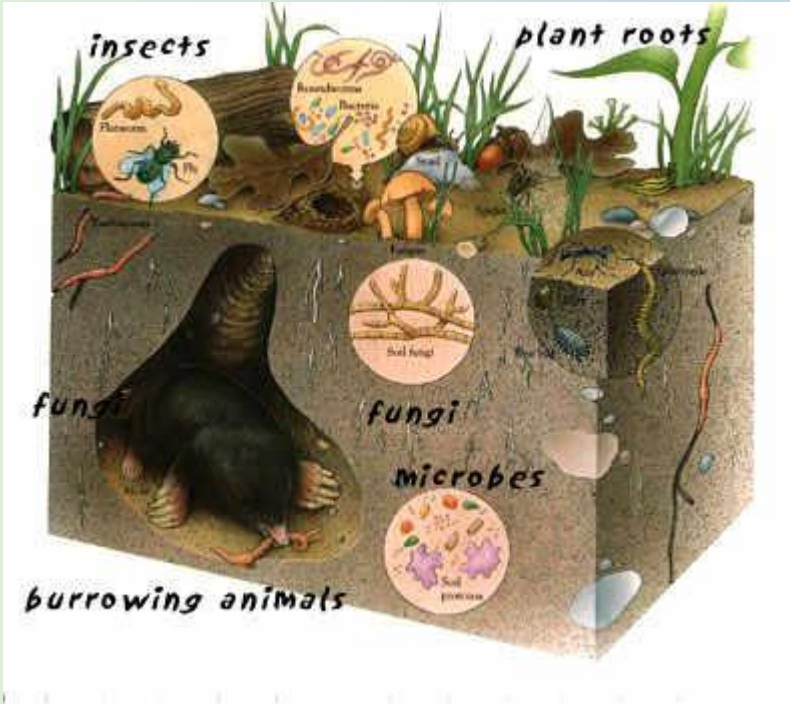
مقدمه

گیاهان مواد مورد نیاز خود را از هوا، آب یا خاک اطراف خود جذب می کنند. بیشتر مواد مورد نیاز از خاک و توسط ریشه جذب می شوند. بیشتر کربن دی اکسید و سایر گازها از هوا و از طریق روزنه های هوایی جذب می شوند.

مقداری از کربن دی اکسید به صورت یون بیکربنات توسط برگ



گفتار ۱ - تغذیه گیاهی



خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان
خاک اکوسیستمی زنده و پیچیده است.

مواد آلی

مواد غیر آلی

میکروارگانیسم ها

اجزای خاک

خاک معمولی شامل: ۲۵٪ آب، ۲۵٪ هوا، ۴۵٪ مواد معدنی و ۵٪ مواد آلی است.



گفتار ۱ – تغذیه گیاهی

بخش آلی (هوموس یا گیاخاک)

به طور عمده از بقایای جانداران و به ویژه اجزای در حال تجزیه آن ها تشکیل شده است. هوموس باعث اسفنجی شدن خاک می شود.

خاک اسفنجی هم آب بیشتری را در خود نگه می دارد و هم منافذ کافی برای هوادهی ریشه دارد.

What is Humus?

- **Humus** – Dark colored organic matter found in soil; made of decayed plants and animals.



گفتار ۱ - تغذیه گیاهی

بخش غیر آلی

ذرات غیر آلی خاک حاصل هواز دگی فیزیکی و شیمیایی سنگ هاست.

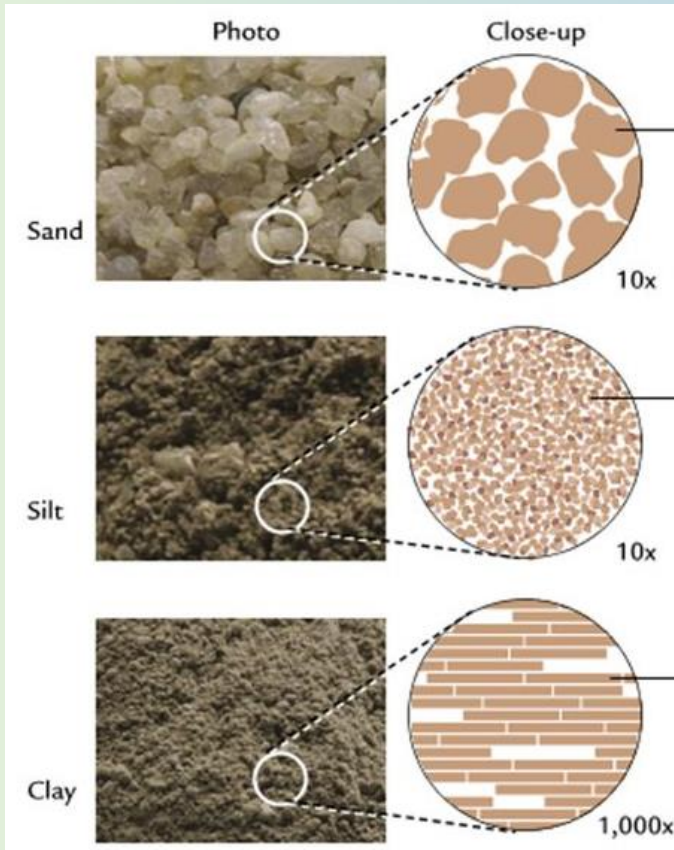
هواز دگی فیزیکی: انجماد و ذوب آب، رشد ریشه گیاهان، حرکات موجودات زنده در خاک و...

هواز دگی شیمیایی: اسیدهای تولید شده توسط جانداران و نیز ریشه گیاهان، باران های اسیدی و...

ذرات غیر آلی شامل رس، سیلت و ماسه اند.

قطر کمتر از ۰/۰۰۲ میلی متقطر ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۲ میلی متر قطر ۰/۰۲ تا ۲ میلی متر

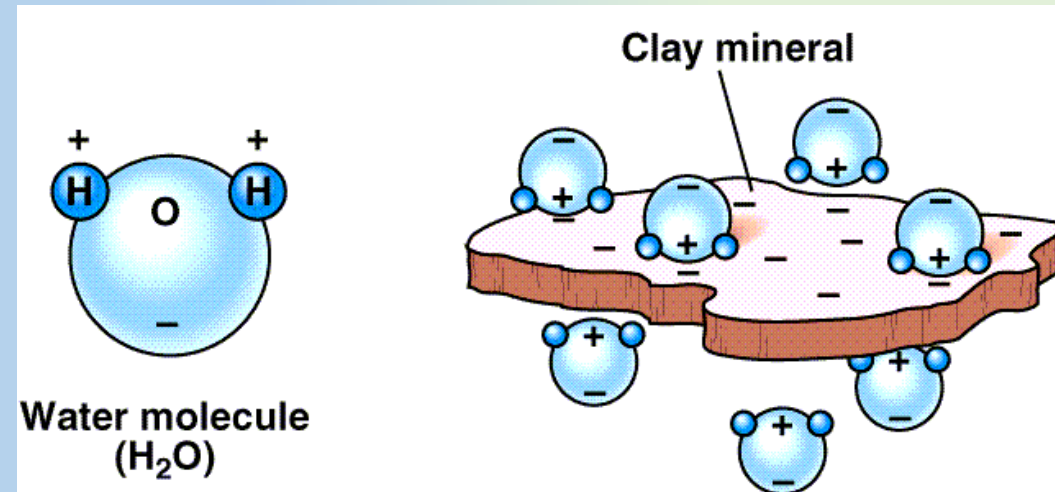
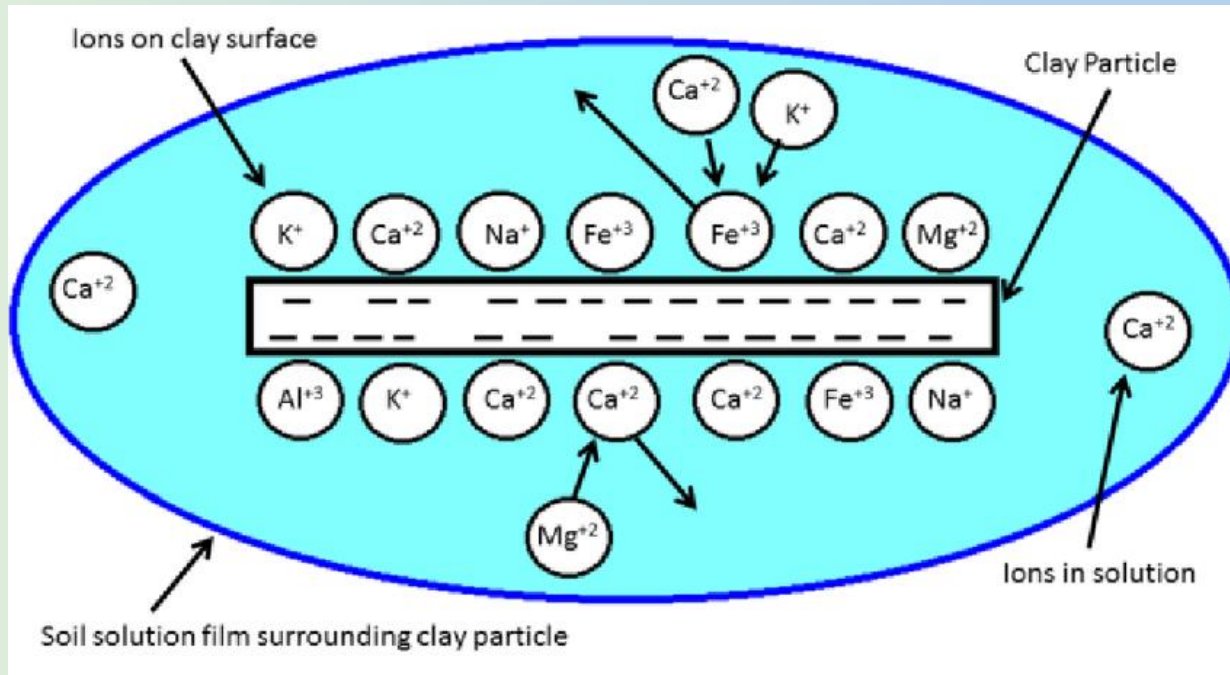
خاک مطلوب برای کشاورزی دارای ۴۰% ماسه، ۴۰% سیلت و ۲۰% رس



گفتار ۱ - تغذیه گیاهی

بخش غیرآلی

ذرات رس و کمک به نگهداری کاتیون ها و آب



گفتار ۱ - تغذیه گیاهی

جذب مواد معدنی در خاک

نیتروژن و فسفر از عناصر پرمصرف در گیاهان هستند.

نیتروژن در ساختار پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک

کلروفیل، هورمون ها و... کاربرد دارد.

فسفر در ساختار اسیدهای نوکلئیک،

فسفولیپیدها، ATP و... کاربرد دارد.

PLANTS NEED ESSENTIAL NUTRIENTS

Element	Chemical symbol	Ionic forms Absorbed by plants
Macronutrients		
Nitrogen	N	NO_3^- , NH_4^+
Phosphorus	P	PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-
Potassium	K	K^+
Magnesium	Mg	Mg^{2+}
Sulfur	S	SO_4^{2-}
Calcium	Ca	Ca^{2+}
Micronutrients		
Iron	Fe	Fe^{2+} , Fe^{3+}
Manganese	Mn	Mn^{2+}
Zinc	Zn	Zn^{2+}
Copper	Cu	Cu_2^+
Boron	B	BO_3^{2-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$
Molybdenum	Mo	MoO_4^{2-}
Chlorine	Cl	Cl^-

گفتار ۱ - تغذیه گیاهی

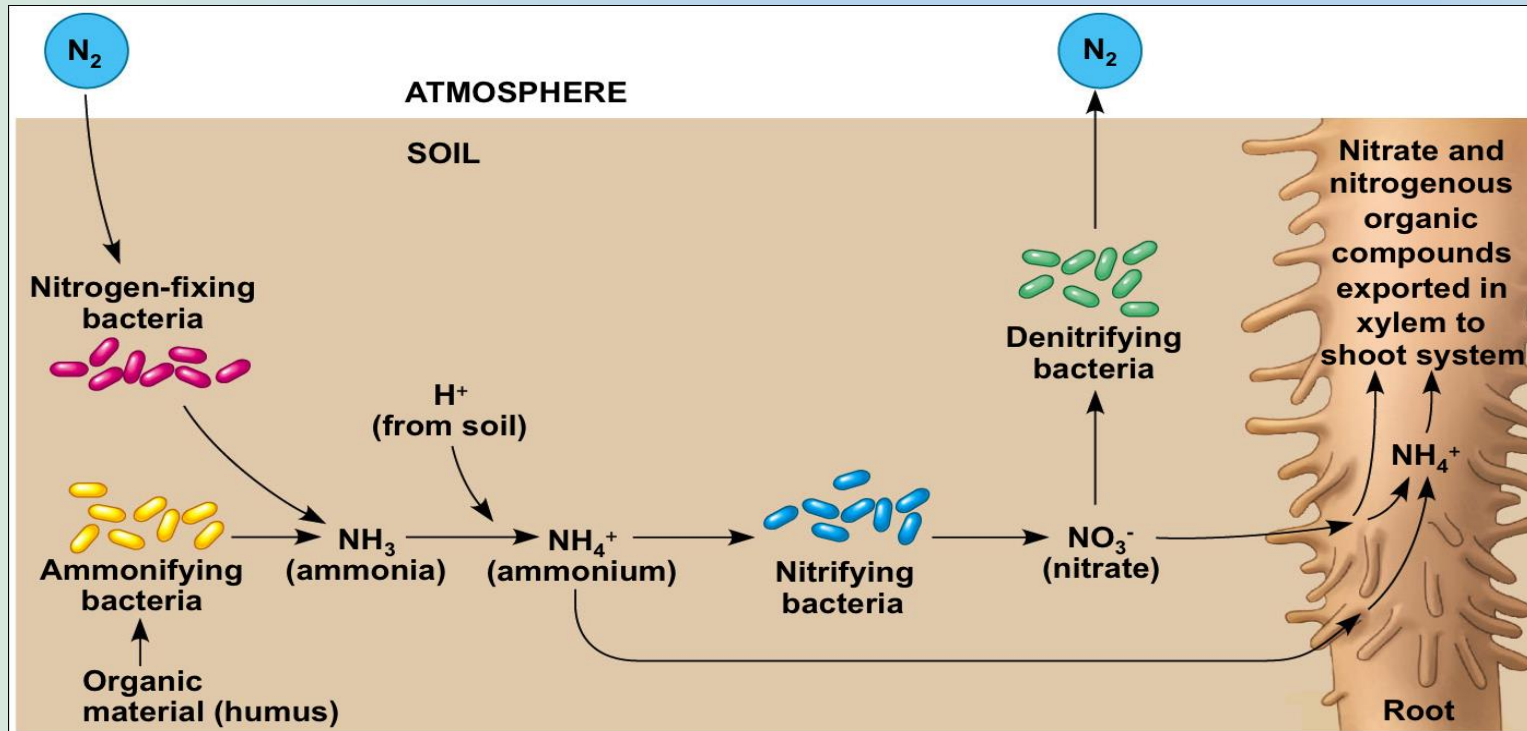
جذب مواد معدنی در خاک

جذب نیتروژن

گیاهان نمی توانند نیتروژن مولکولی را جذب کنند.

بیشتر نیتروژن مورد استفاده گیاهان به صورت NH_4^+ یا NO_3^- است.

فرآیند تبدیل N_2 به نیتروژن قابل استفاده برای گیاهان تثبیت نیتروژن گفته می شود.

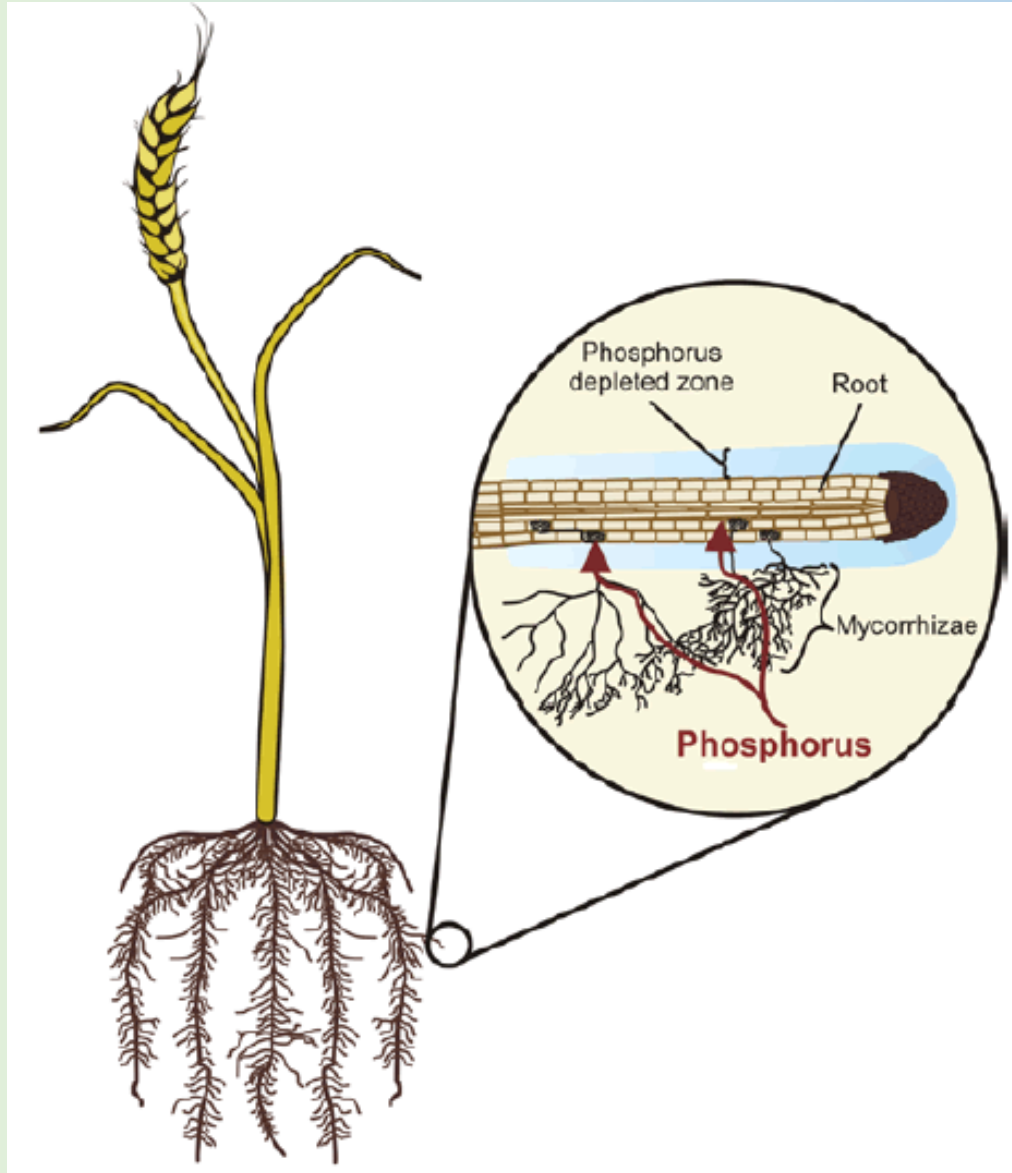


گفتار ۱ - تغذیه گیاهی

جذب مواد معدنی در خاک

جذب فسفر

گیاهان فسفر را به صورت یون های فسفات جذب می کنند. فسفات در خاک فراوان است اما جذب آن مشکل است. فسفات حلالیت کمی در آب دارد و ترکیبات محکمی با سایر ترکیبات معدنی خاک برقرار می کند. بنابراین از دسترس گیاه خارج می شود. گسترده بودن ریشه و تارهای کشنده و همزیستی با قارچ ها جذب فسفر را افزایش می دهد.



گفتار ۱ - تغذیه گیاهی

بهبود خاک

کاهش یا افزایش برخی از مواد باعث تغییر کیفیت خاک می شود.
کوددهی روشی برای جبران کاهش برخی از این مواد است.

نیتروژن، فسفر و پتاسیم سه عنصر اصلی محدودکننده رشد اغلب گیاهان هستند
کودهای آلی

شامل بقایای در حال تجزیه جانداران، مانند کود گاوی، پودر استخوان، کمپوست

مزایا: به آهستگی تجزیه می شوند و آبشویی مواد کمتر است. استفاده زیاد از آن ها
آسیب کمتری به گیاهان می رساند.

معایب: احتمال آلودگی به عوامل بیماری زا



گفتار ۱ - تغذیه گیاهی



بهبود خاک

کودهای شیمیایی: شامل عناصر معدنی مورد نیاز گیاه هستند.

مزایا: به سرعت در اختیار گیاه قرار می گیرند.

معایب: آسیب های زیادی به خاک و محیط زیست وارد می کند. آبشویی مواد زیاد است و این عناصر وارد منابع آبی می شوند. رشد سریع باکتری ها، جلبک ها و گیاهان آبیزی ممکن است باعث مرگ جانوران آبیزی شود.

کودهای زیستی: شامل باکتری های مفید که مواد معدنی خاک را افزایش می دهند.

مزایا: استفاده راحت و هزینه کم تر

معایب دو نوع کود دیگر را ندارند.



گفتار ۱ - تغذیه گیاهی

افزایش مواد در خاک

افزایش برخی از مواد ممکن است مسمومیت ایجاد کند و مانع رشد گیاهان شود.
بعضی از گیاهان غلظت بالایی از این مواد را تحمل می کنند.

✓تجمع آرسنیک در نوعی سرخس

✓ذخیره آلومینیوم در گیاه ادریسی در خاک های اسیدی

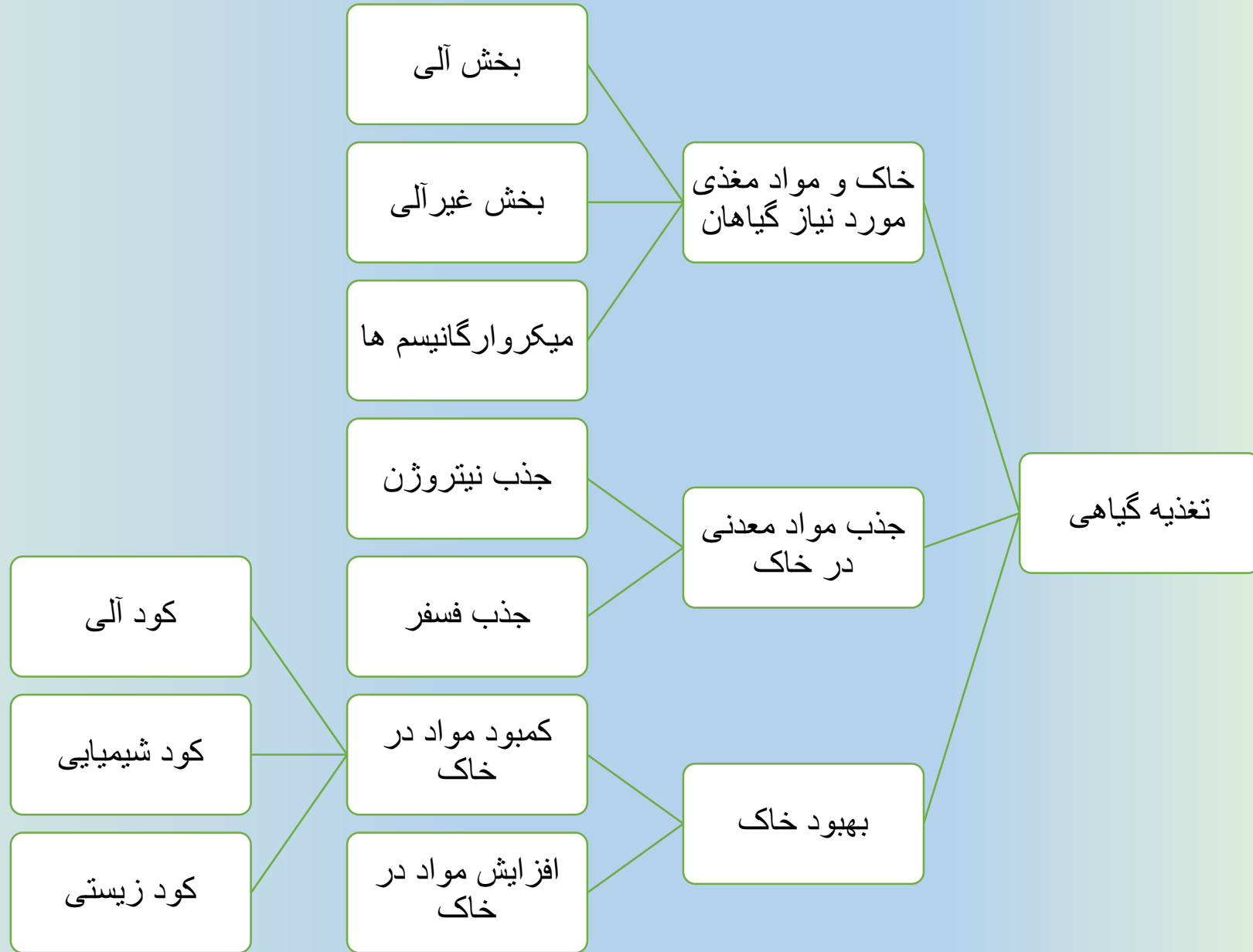
✓ذخیره نمک توسط گیاهان مقاوم به شوری

در مورد گیاه پالایی (*phytoremediation*)

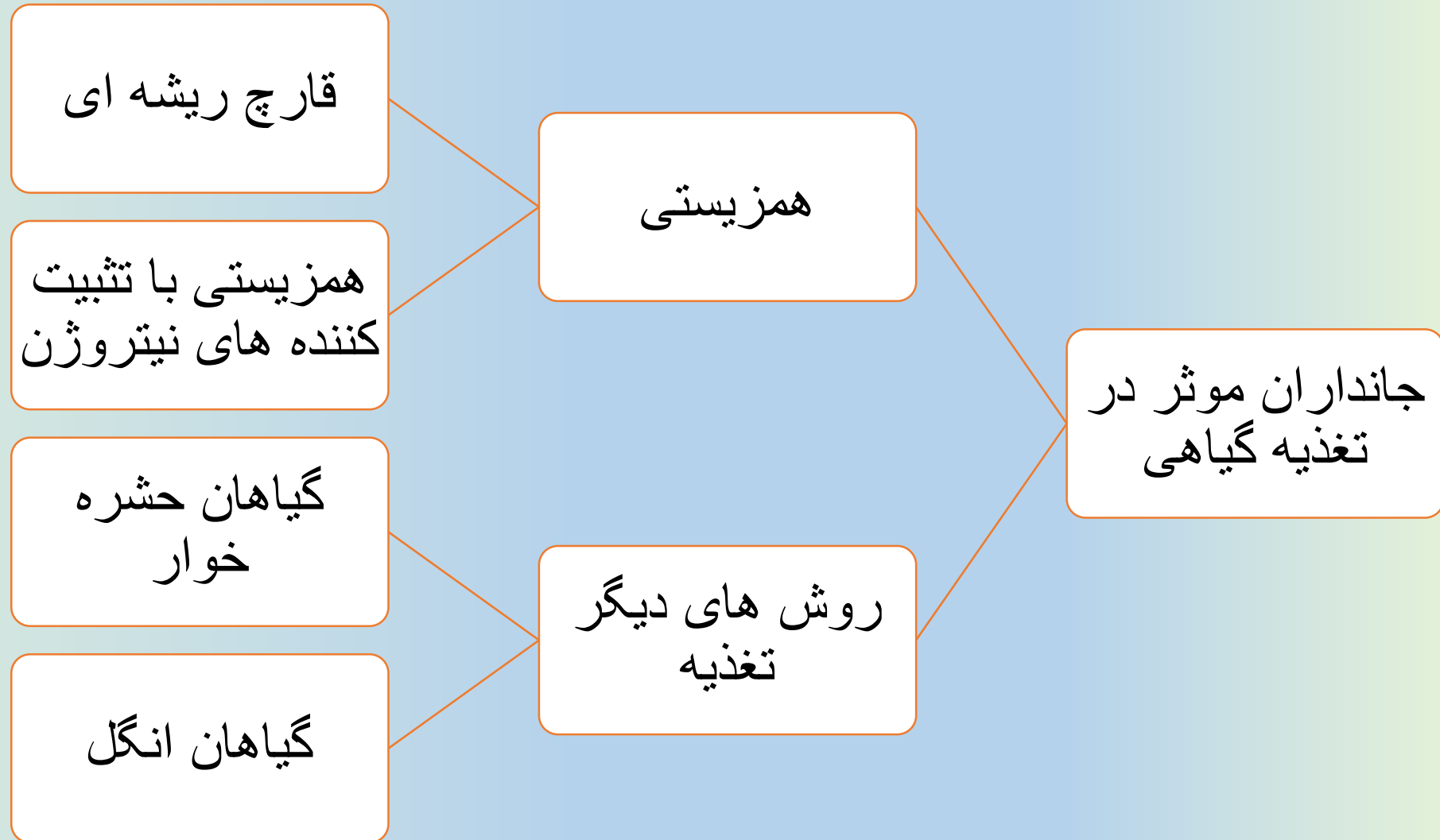
چه می دانید؟



خلاصه گفتار ۱ - تغذیه گیاهی



خلاصه گفتار ۲ – جانداران موثر در تغذیه گیاهی



گفتار ۲ – جانداران موثر در تغذیه گیاهی

هم زیستی

یعنی ارتباطات و تاثیرات دو و یا چند گونه جاندار بر همدیگر در یک رابطه نزدیک و معمولاً دراز مدت همیاری نوعی همزیستی است که در آن دو طرف سود می برند.

گیاهان با برخی از جانداران دیگر رابطه همزیستی دارند.

قارچ ریشه ای (میکوریزا)، همیاری گیاه با قارچ

حدود ۹۰٪ گیاهان دانه دار با قارچ ها همزیستی دارند.

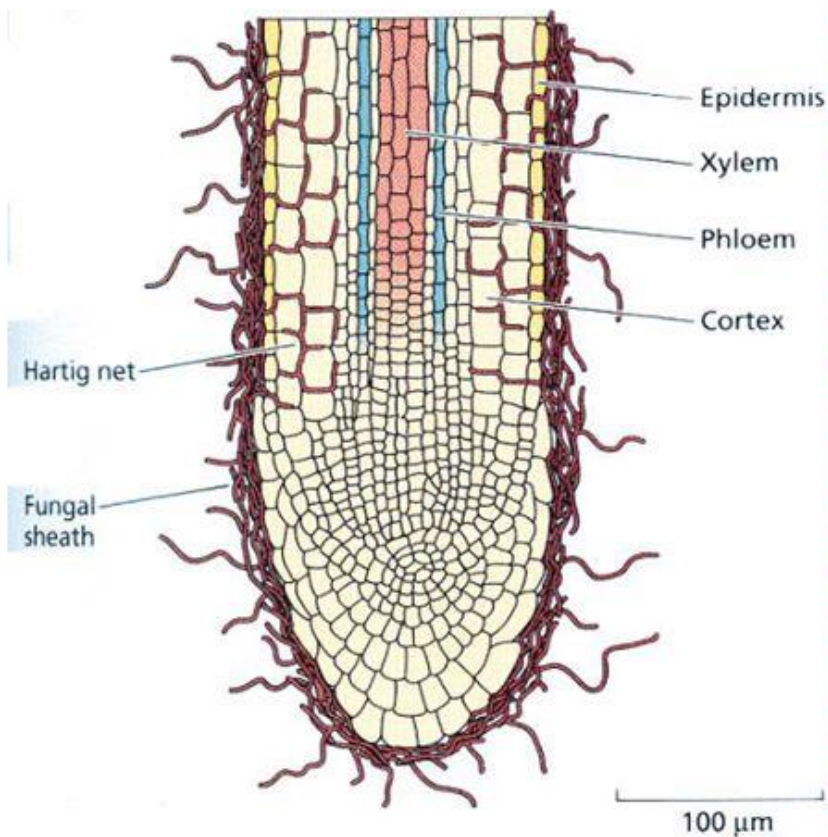
گیاه مواد آلی را برای قارچ فراهم می کند و قارچ هم در جذب مواد معدنی به ویژه فسفات به گیاه کمک می کند.

آیا رابطه گیاه با همه قارچ ها از نوع همیاری است؟

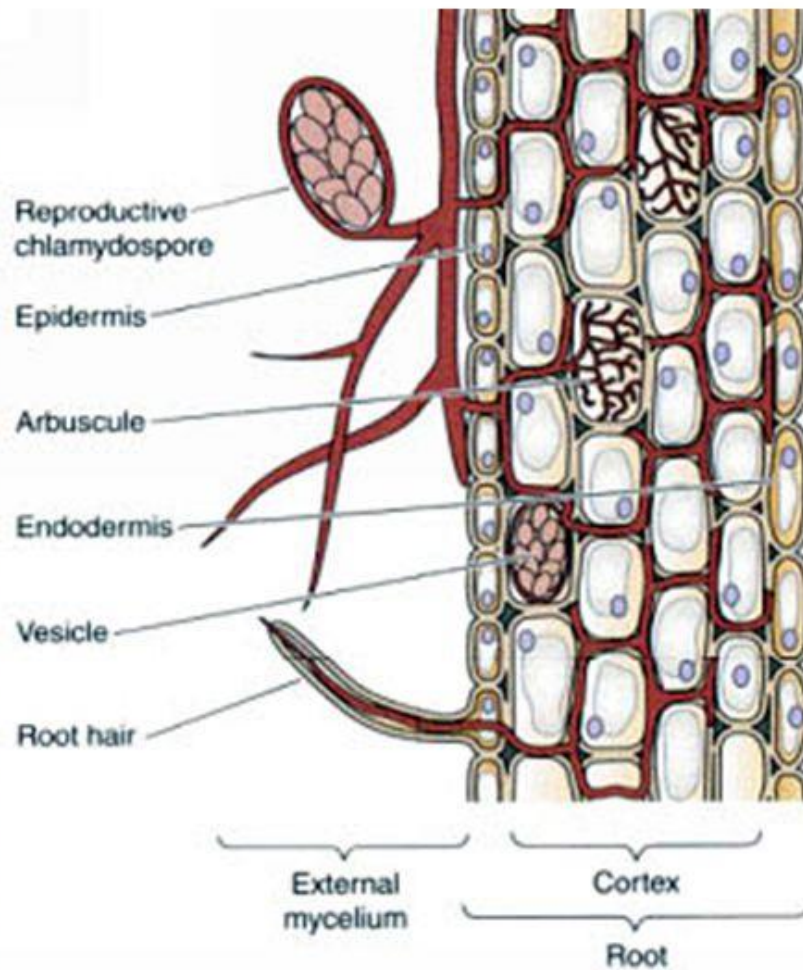
گفتار ۲ - جانداران موثر در تغذیه گیاهی

قارچ ریشه ای (میکوریزا)

Ecto-mycorrhizae



Endo-mycorrhizae



گفتار ۲ - جانداران موثر در تغذیه گیاهی

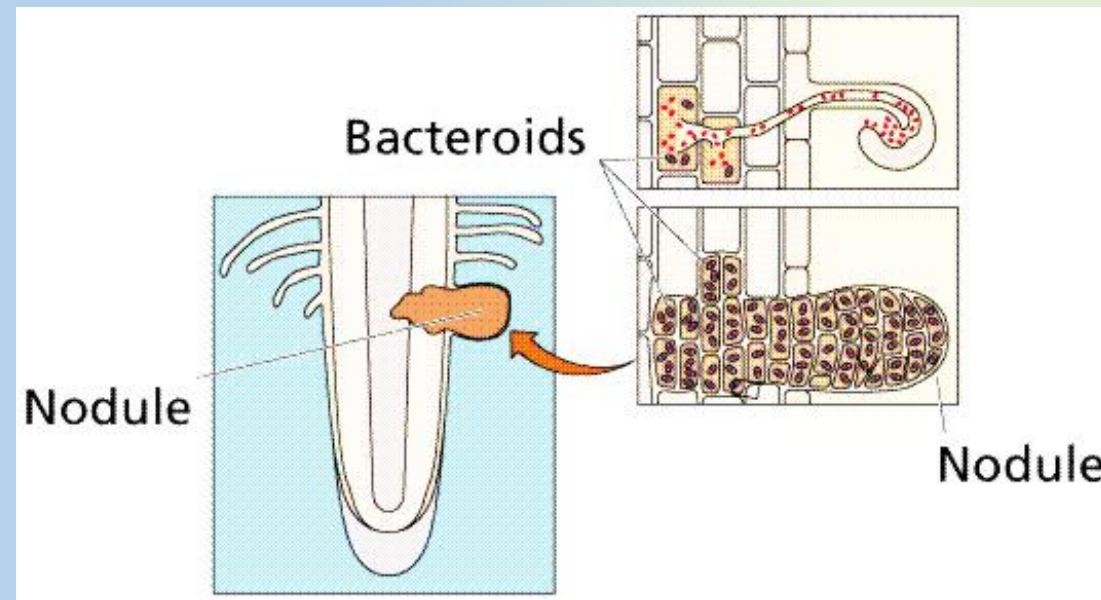
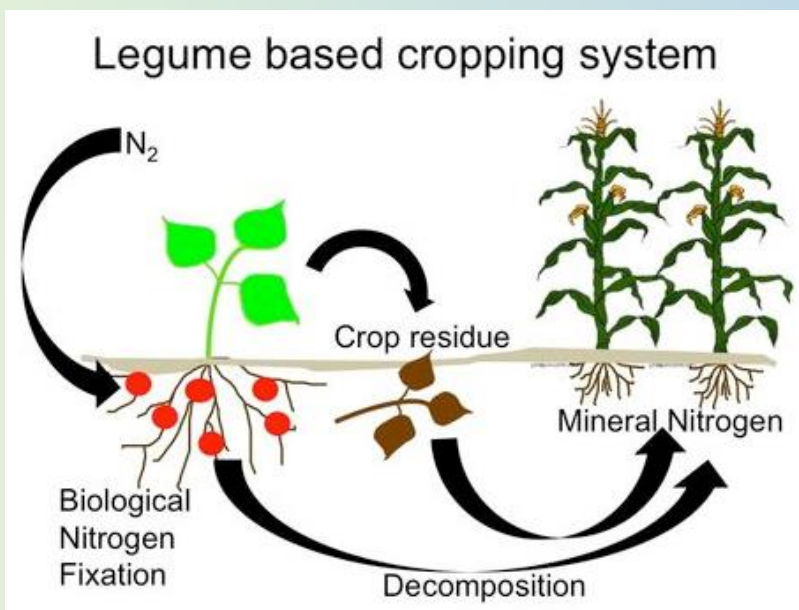
همزیستی گیاه با تثبیت کننده های نیتروژن

ریزوبیوم ها

گروهی از باکتری های هتروتروف و تثبیت کننده نیتروژن هستند که با برخی از گیاهان مانند تیره پروانه واران (بقولات) مانند سویا، نخود، عدس و... رابطه همیاری دارند.

ریزوبیوم ها در ساختارهای به نام گرهک تجمع می یابند.

کشت متناوب روشی برای تامین نیتروژن خاک است.



گفتار ۲ – جانداران موثر در تغذیه گیاهی

همزیستی گیاه با تثبیت کننده های نیتروژن

همزیستی با سیانوباکتری ها

سیانوباکتری ها اتوتروف هستند و برخی از آن ها نیتروژن را تثبیت می کنند.

همزیستی سیانوباکتری ها با سرخس آزولا سبب **حاصلخیزی شالیزارها** می شود.

رشد سریع این گیاه باعث **کاهش اکسیژن و مرگ آبزیان** می شود.



گفتار ۲ - جانداران موثر در تغذیه گیاهی

همزیستی گیاه با تثبیت کننده های نیتروژن

همزیستی با سیانوباکتری ها

گیاه گونرا در مناطق غیر حاصلخیز رشد خوبی دارد. که دلیل آن همزیستی با سیانوباکتری ها است.

سیانوباکتری ها در حفرات کوچک ساقه، شاخه و دمبرگ گیاه وجود دارند و از محصولات فتوسنتزی گیاه استفاده می کنند.



گفتار ۲ - جانداران موثر در تغذیه گیاهی

روش های دیگر به دست آوردن موادغذایی در گیاهان
گیاهان حشره خوار

این گیاهان فتوسنتز می کنند اما برای تامین نیتروژن کافی از بافت های جانوری هم تغذیه می کنند.

Nepenthes lowii



Dionaea muscipula



Drosera capensis



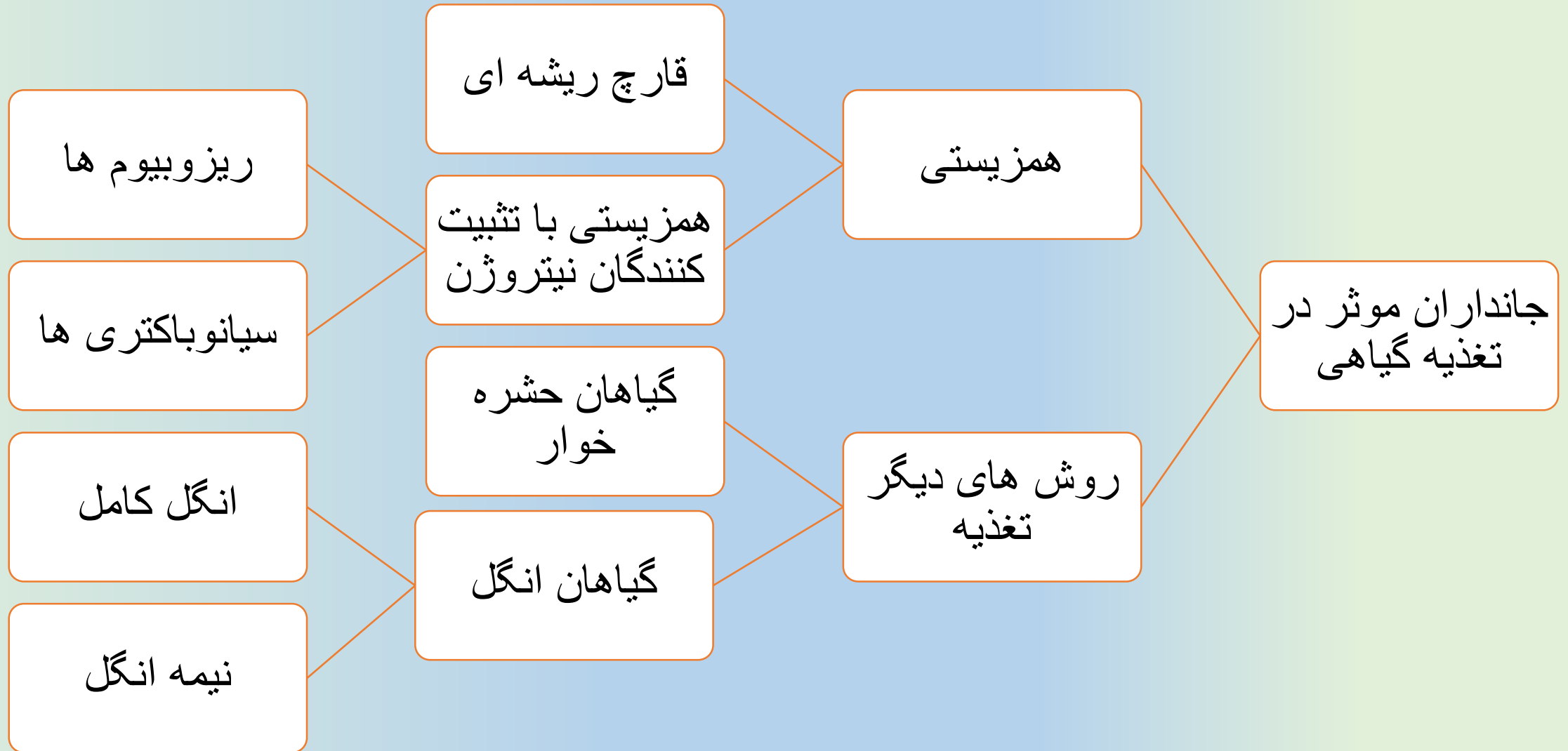
گفتار ۲ - جانداران موثر در تغذیه گیاهی

روش های دیگر به دست آوردن مواد غذایی در گیاهان
گیاهان انگل

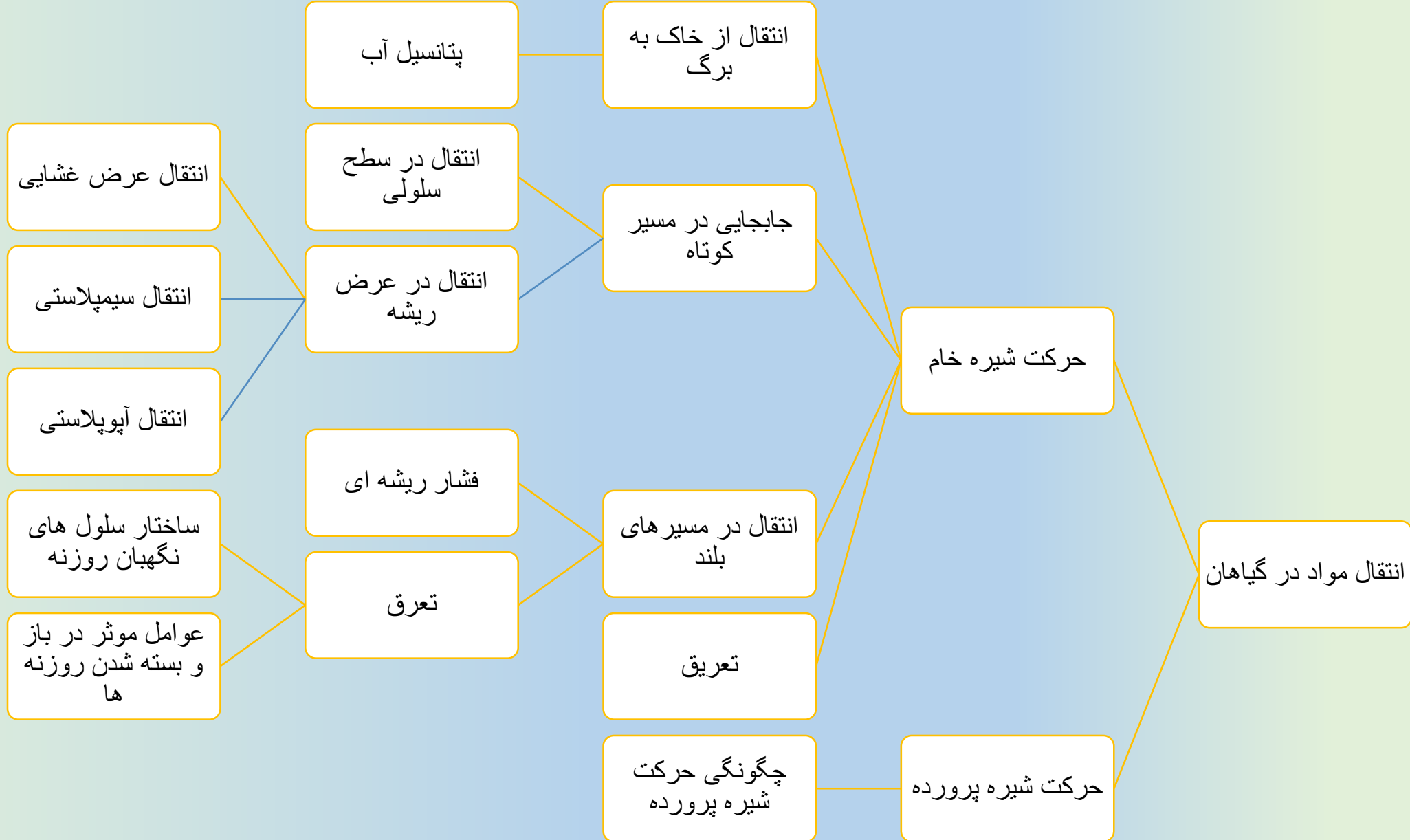
همه یا بخشی از آب و مواد غذایی خود را از گیاهان فتوسنتزکننده به دست می آورند.
گیاه سس و گل جالیز فتوسنتز نمی کنند و کاملاً وابسته به میزبان اند.
داروایش گیاهی نیمه انگل است (انگل درختان)



خلاصه گفتار ۲ – جانداران موثر در تغذیه گیاهی



خلاصه گفتار ۳ – انتقال مواد در گیاهان



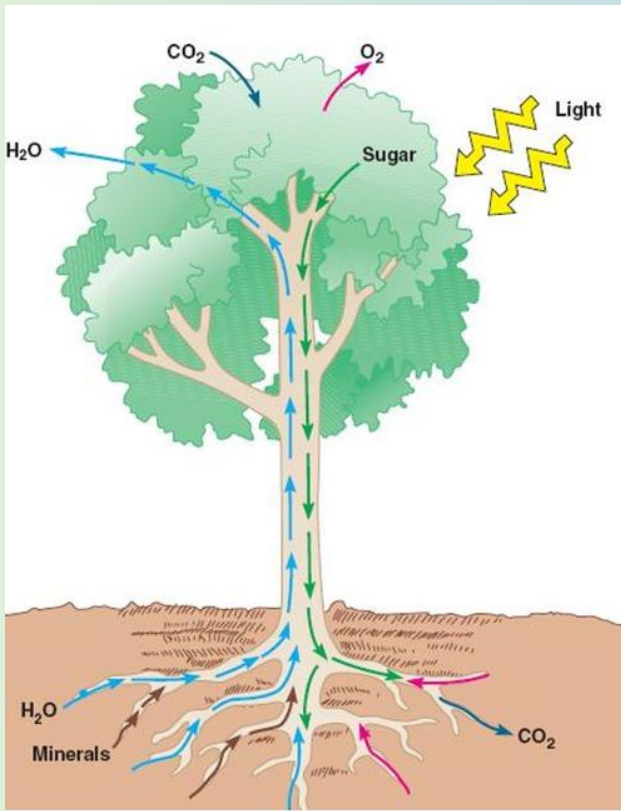
گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

انتقال از خاک به برگ

آب و مواد معدنی (شیره خام) توسط ریشه جذب می شود و به سایر اندام های گیاه منتقل می شود. بخش زیادی از آب جذب شده، در فرآیند تعرق از اندام های هوایی به ویژه برگ ها تبخیر می شود. جابجایی شیره خام در دو مسیر کوتاه و بلند بررسی می شود.

جابجایی در مسیر کوتاه در سطح سلول و یا چند سلول بررسی می شود.

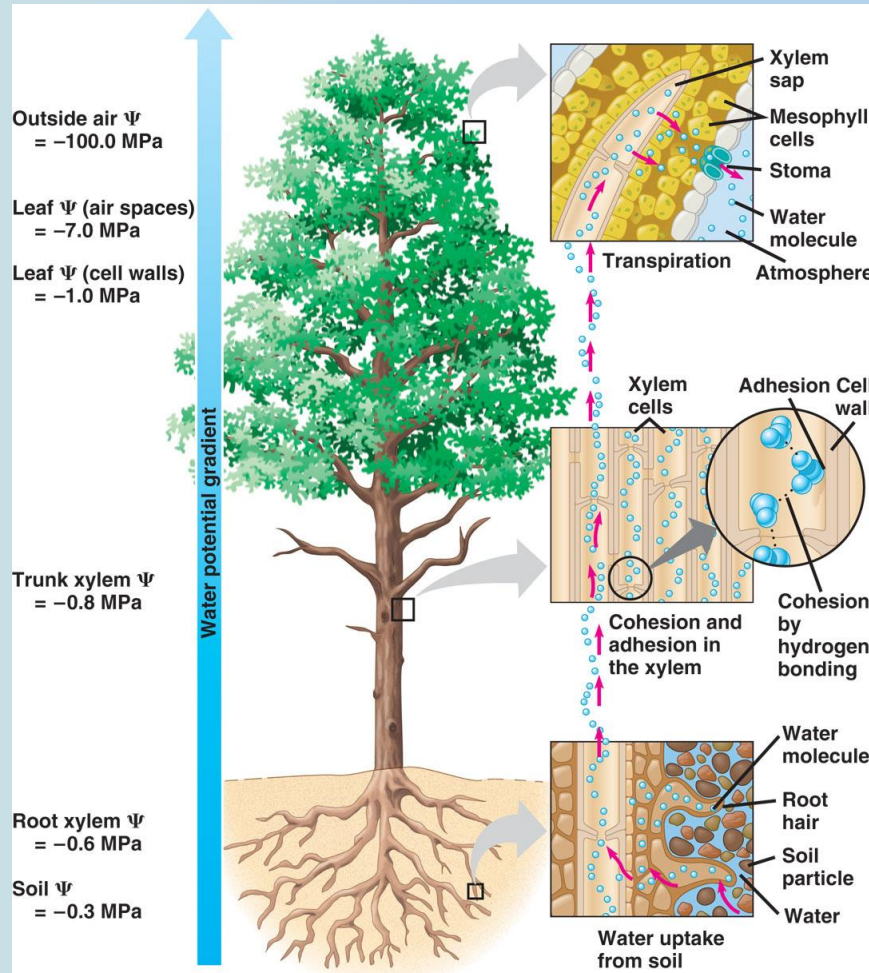
مسیر کوتاه شامل راه های رسیدن شیره خام به آوند چوبی است. (حرکت عرضی)
مسیر بلند شامل حرکت شیره خام به سمت اندام های هوایی است. (حرکت طولی)



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

انتقال از خاک به برگ

پتانسیل آب تعیین کننده جهت حرکت آب و مواد محلول در آن است.
پتانسیل آب خالص صفر است. هرچه غلظت مواد محلول در آب بیشتر باشد، پتانسیل آب کمتر است.



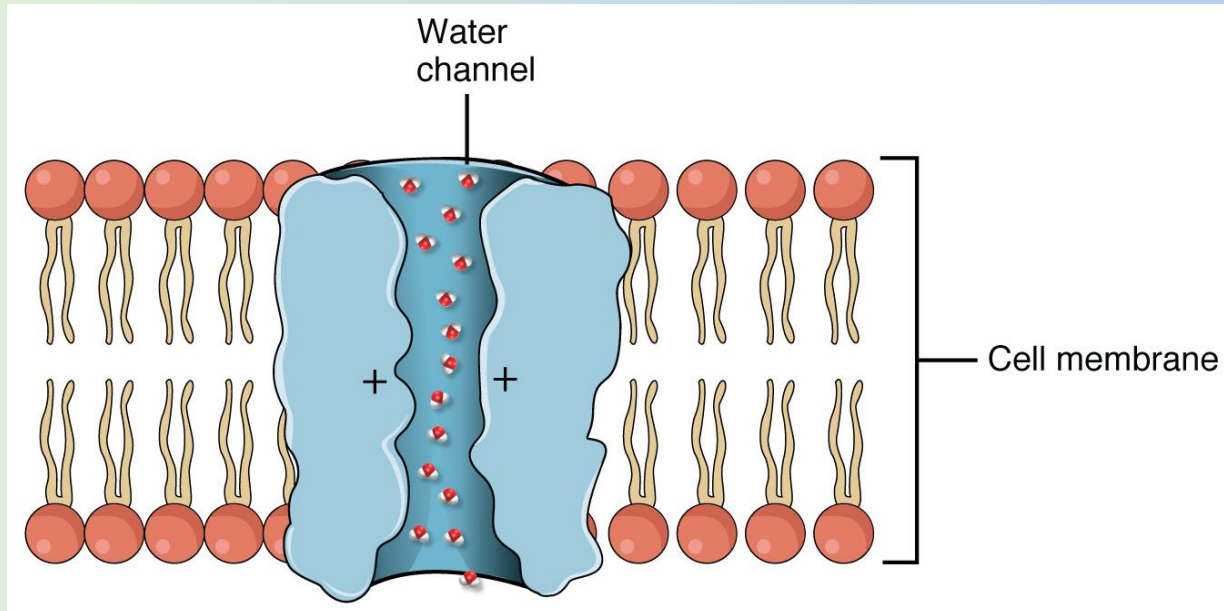
گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

جابجایی مواد در مسیر کوتاه

انتقال مواد در سطح سلولی

در سطح سلولی آب و مواد محلول در آن با فرآیندهای فعال و غیرفعال در سطح سلول جابجا می شوند. آب به روش انتشار ساده و یا تسهیل شده جابجا می شود.

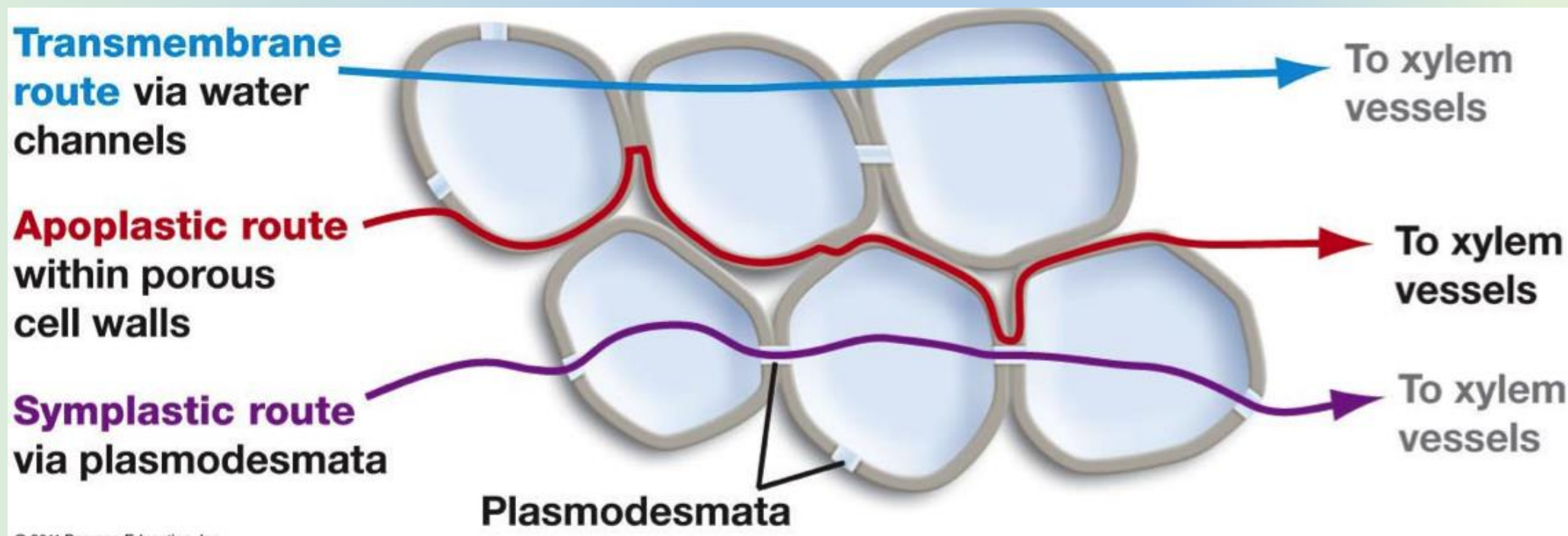
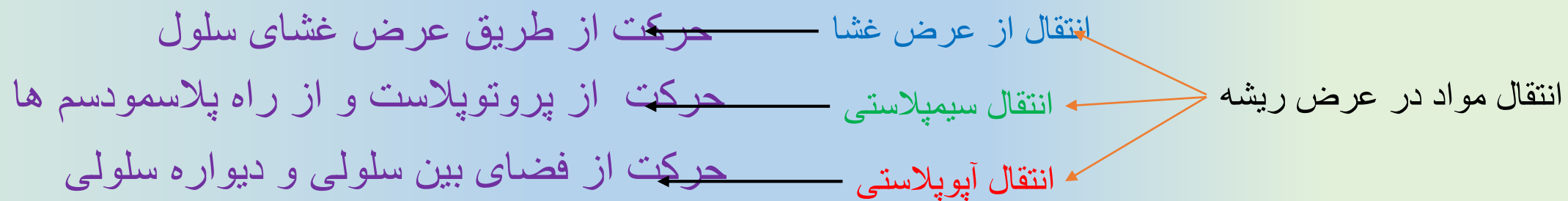
پروتئین های ویژه (آکوپورین ها) در عرض غشا، سرعت جریان آب را افزایش می دهند.



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

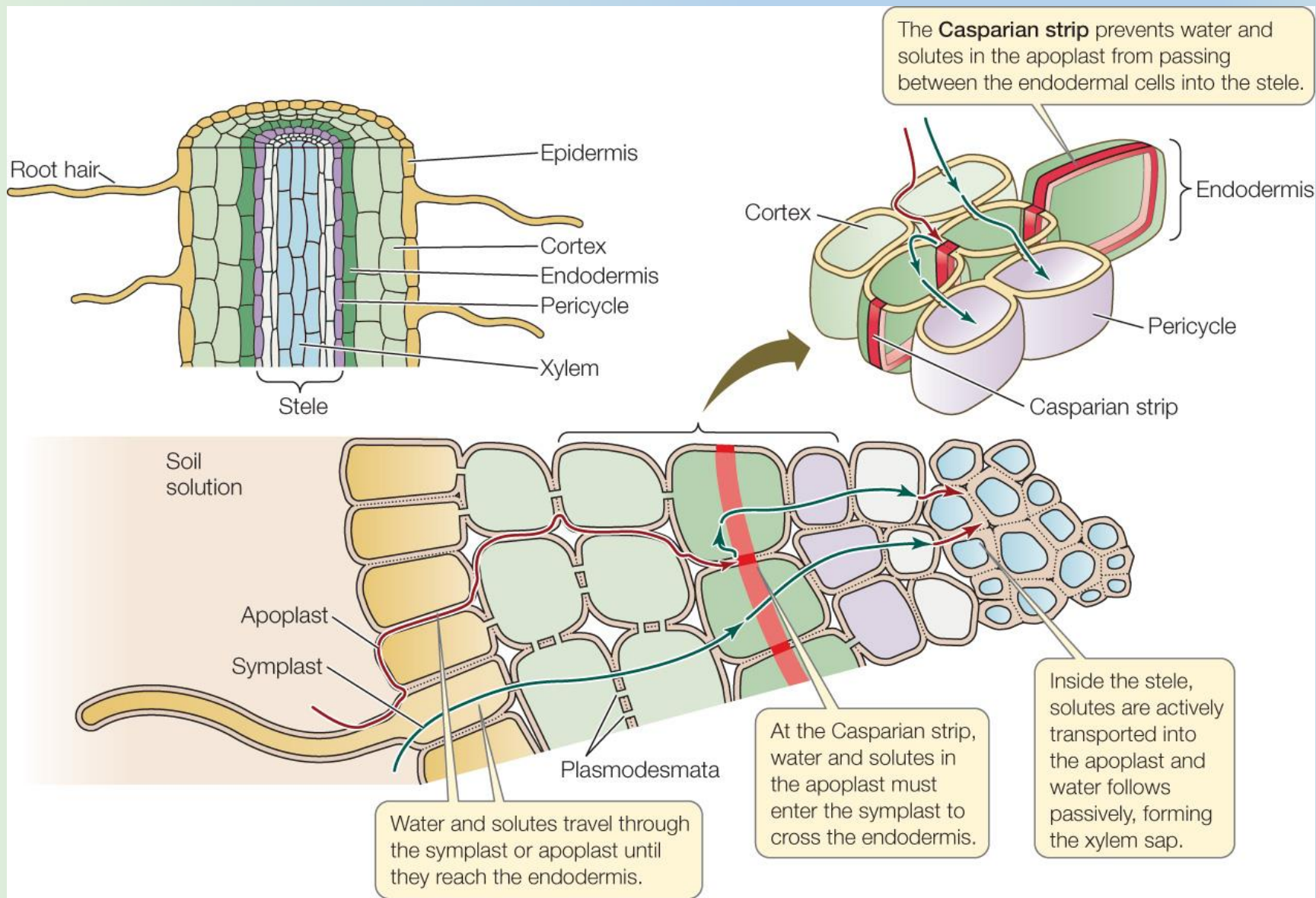
جابجایی مواد در مسیر کوتاه

انتقال مواد در عرض ریشه



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

انتقال مواد در عرض ریشه



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

انتقال مواد در عرض ریشه

نقش آندودرم (درون پوست) در کنترل ورود و خروج مواد

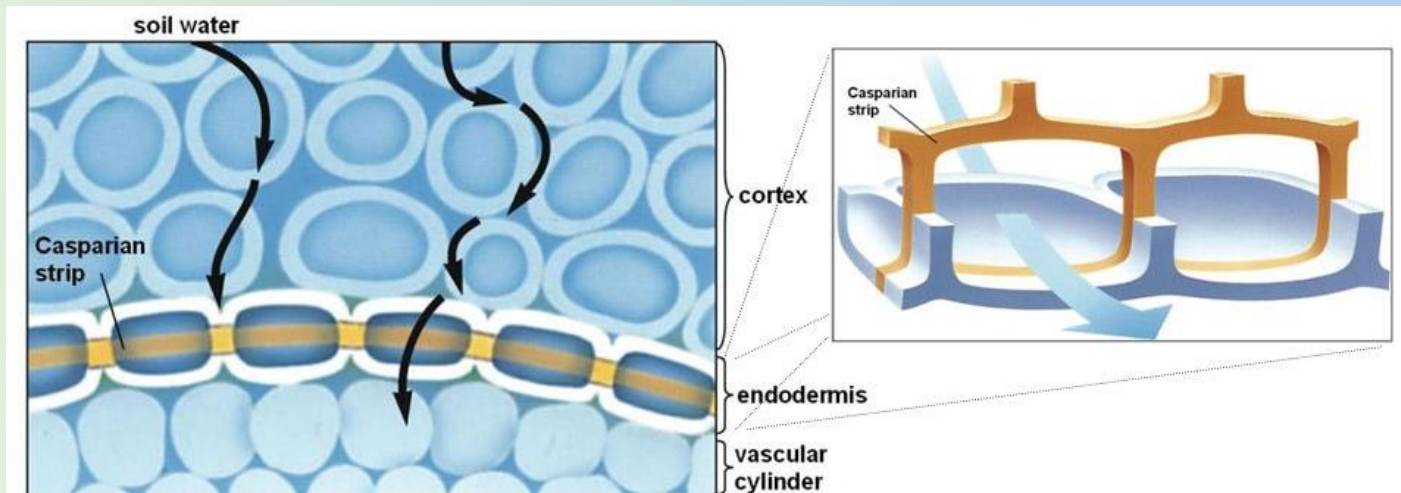
سلول های درون پوست کاملاً به یکدیگر چسبیده اند و در دیواره جانبی خود نوار کاسپاری دارند. نوار کاسپاری از جنس سوبرین است و نسبت به آب نفوذناپذیر است.

وجود نوار کاسپاری باعث می شود که آب و مواد محلول در آن فقط از مسیر سیمپلاستی عبور کند.

درون پوست همچنین از برگشت مواد از آوندچوبی به بیرون جلوگیری می کند.

حرکت در استوانه آوندی از هر سه مسیر انجام می شود.

به ورود مواد به آوندهای چوبی، بارگیری چوبی گفته می شود.



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

انتقال مواد در عرض ریشه

نقش آندودرم (درون پوست) در کنترل ورود و خروج مواد

سلول های نعلی شکل (U شکل) و سلول های معبر

در آندودرم برخی از گیاهان، نوار کاسپاری علاوه بر دیواره ای جانبی، دیواره پشتی (به سمت دایره محیطیه) را هم می پوشاند. بنابراین انتقال مواد از این سلولها غیرممکن می شود.

سلول های معبر فاقد نوار کاسپاری هستند و امکان انتقال مواد را فراهم می کنند.

Endodermis with Casparian Thickening



→ Endodermis

→ Casparian Thickening

→ Passage Cell

گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

سرعت انتشار آب و مواد در گیاه چند میلی متر در روز است و برای فواصل طولانی کارآمد نیست. جابجایی در مسیرهای بلند توسط جریان توده ای انجام می شود. سرعت آن چندین متر در روز است.

انتقال فعال یون ها به آوند چوبی (توسط سلول های آندودرم و پری سیگل) } فشار ریشه ای
تعرق }
خواص ویژه آب } در موثر در جریان توده ای

↓
کاهش پتانسیل آب در آوند چوبی و ورود آب به آن

فشار ریشه ای

در بیشتر گیاهان نقش کمی در صعود شیره خام دارد.

↓
تجمع آب و مواد معدنی و افزایش فشار در آوندهای چوبی ریشه

↓
صعود شیره خام

گفتار ۳ – انتقال مواد در گیاهان

انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

تعرق

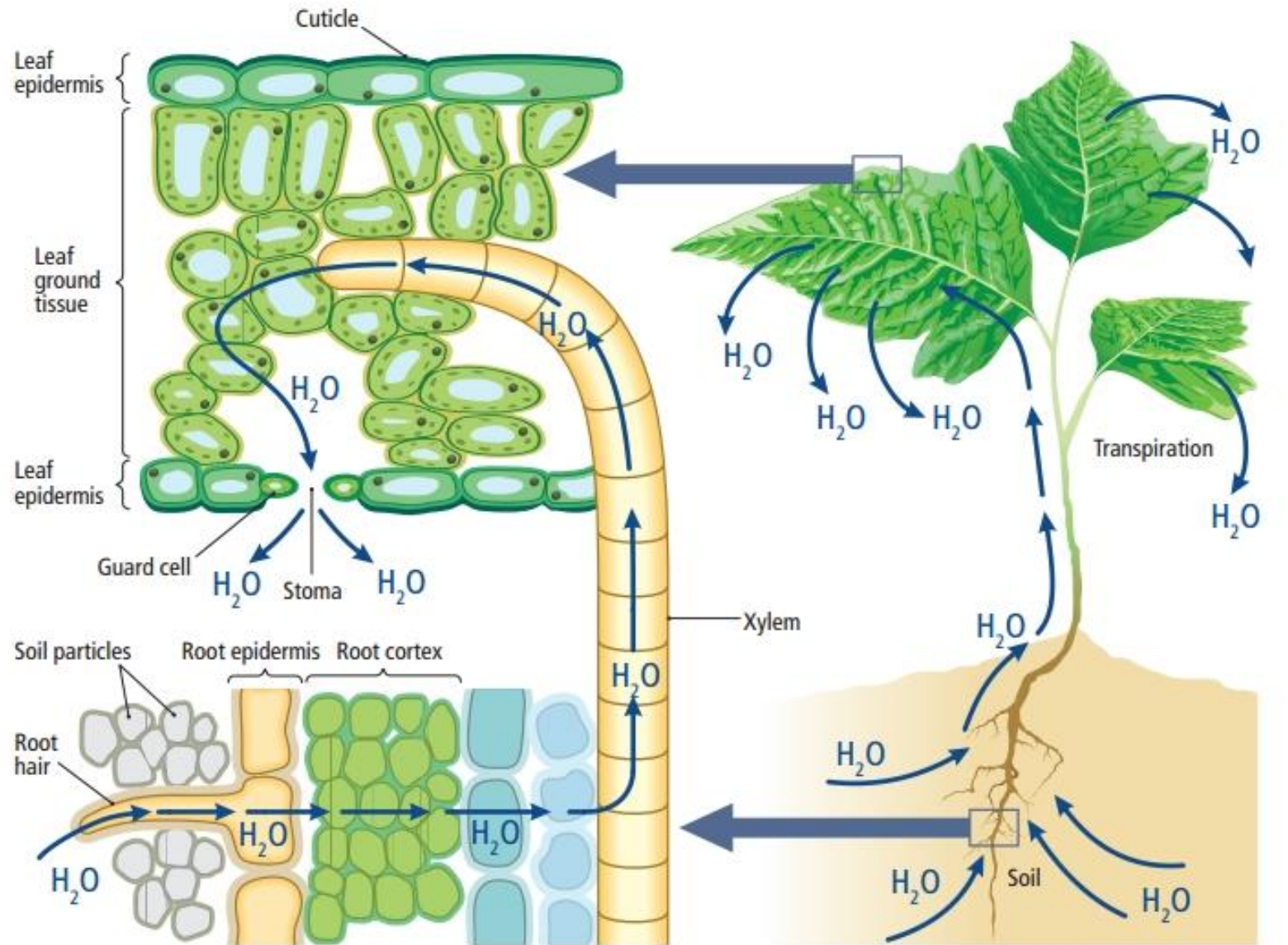
تبخیر آب از سطح گیاه سبب ایجاد مکش تعرقی می شود که عامل اصلی صعود شیره خام است. نیروی مکش تعرقی بسیار زیاد است و حتی می تواند باعث قطر تنه درخت در یک روز گرم شود!

خواص ویژه آب

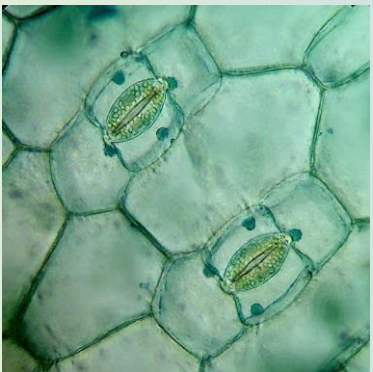
ویژگی های هم چسبی و دگرچسبی مولکول های آب باعث پیوستگی ستون آب در آوندهای وبی می شود.

گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

انتقال مواد در مسیر کوتاه و بلند



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان



تعرق در گیاهان از چه بخش هایی انجام می شود؟

تعرق از طریق روزنه های هوایی، پوستک و عدسک ها انجام می شود.

روزنه های هوایی بیشترین نقش را دارند و با باز و بسته شدن، مقدار تعرق را تنظیم می کنند.

تغییر فشار تورژسانس و ساختار خاص سلول های نگهبان روزنه در عملکردشان موثر است.

هم عوامل محیطی و هم عوامل درونی در تنظیم باز و بسته شدن روزنه ها نقش دارند.

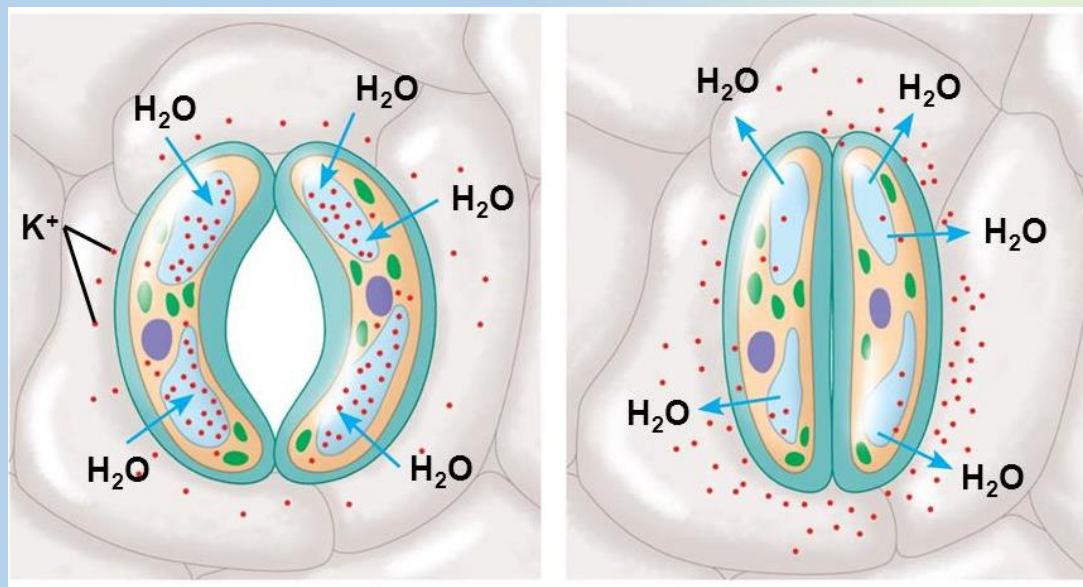
مثلا نور باعث باز شدن روزنه ها می شود. هورمون آبسیزیک اسید باعث بستن روزنه ها می شود.

نور ← تحریک انباشت ساکارز و یون های کلر و پتاسیم

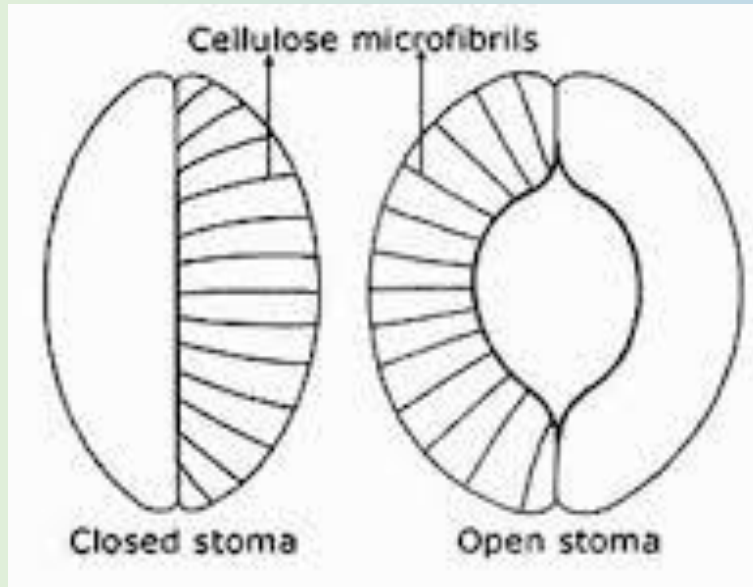
کاهش پتانسیل آب سلول های نگهبان

ورود آب از یاخته های مجاور

تورژسانس سلول های نگهبان و باز شدن روزنه



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان



ساختار خاص سلول های نگهبان روزنه

آرایش شعاعی رشته های سلولزی

مانع از گسترش عرضی شده ولی مانع افزایش طول نمی شود.

ضخامت بیشتر دیواره شکمی نسبت به دیواره پشتی

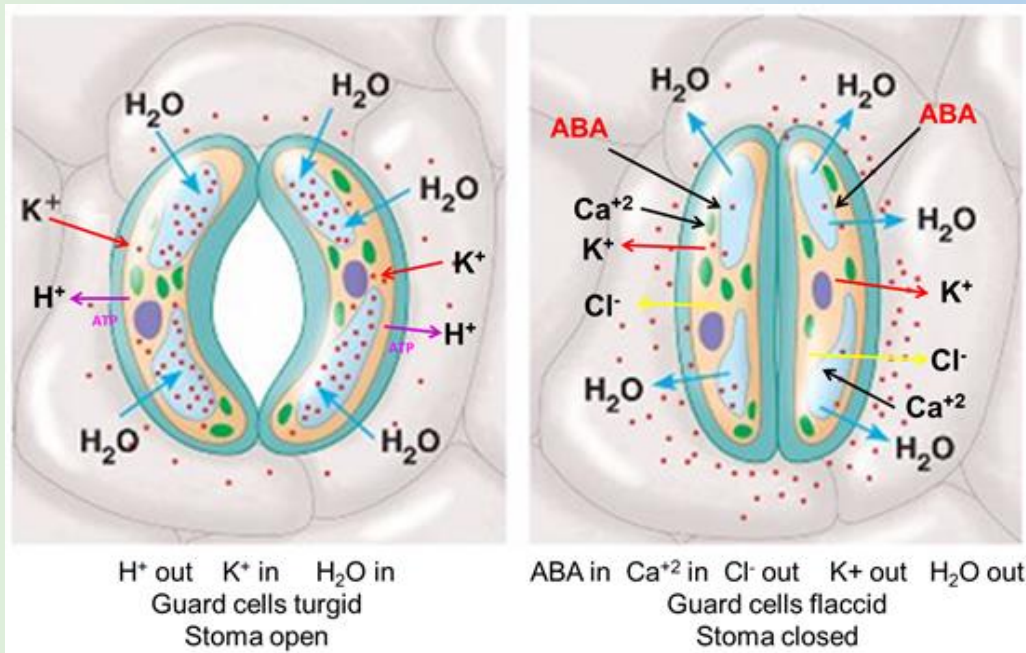
در هنگام تورژسانس دیواره پشتی بیشتر منبسط می شود.

این دو ویژگی باعث خمیدگی سلول های نگهبان در هنگام تورژسانس می شوند.

گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

عوامل موثر بر باز و بسته شدن روزنه ها هم **عوامل محیطی** و هم **عوامل درونی** در تنظیم باز و بسته شدن روزنه ها نقش دارند. تغییرات مقدار نور، دما، رطوبت و کربن دی اکسید از مهم ترین عوامل محیطی هستند. مقدار آب گیاه و هورمون های گیاهی از عوامل درونی مهم هستند. تعداد روزنه ها، شکل و رفتار آن ها با محیط های مختلف سازش پیدا می کند. ✓ گیاهان بیابانی مانند کاکتوس برعکس سایر گیاهان روزنه های خود را در شب باز می کنند. ✓ برگ های بازدانگان روزنه های فرورفته دارند. ✓ روزنه های در غار مربوط به گیاه خرزهره

...



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

تعریق

خروج آب به صورت قطراتی از انتها یا لبه برگ های بعضی از گیاهان علفی تعریق از طریق روزنه های آبی انجام می شود. این روزنه ها همیشه باز هستند. تعریق هنگامی رخ می دهد که آب ورودی به برگ بیشتر از میزان تعرق باشد.

مثلا هنگام شب و یا رطوبت زیاد هوا

شب‌نم چیست و چگونه تشکیل می شود؟



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

حرکت شیره پرورده

حرکت شیره پرورده درون آوندهای آبکشی و در تمام جهات صورت می گیرد. ترکیبات آلی از محل منبع (مبدا) به محل مصرف (مقصد) می روند.

بخش های ذخیره کننده مثل غده سیب زمینی می توانند در زمانی محل منبع و زمانی دیگر محل مصرف باشند.

از شته ها برای تعیین سرعت حرکت و ترکیب شیره پرورده استفاده می شود.

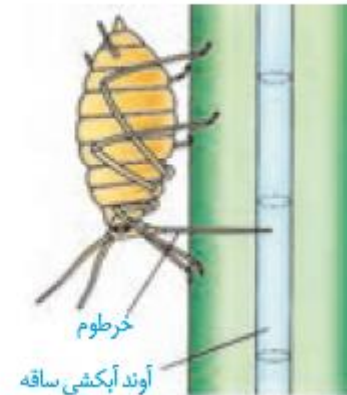
From source
to sink



شته را می‌توان حس می‌کنند و سپس خرطوم آن را می‌برند.



شیره پرورده از خرطوم پریده شده
به بیرون ترلوش می‌کند.

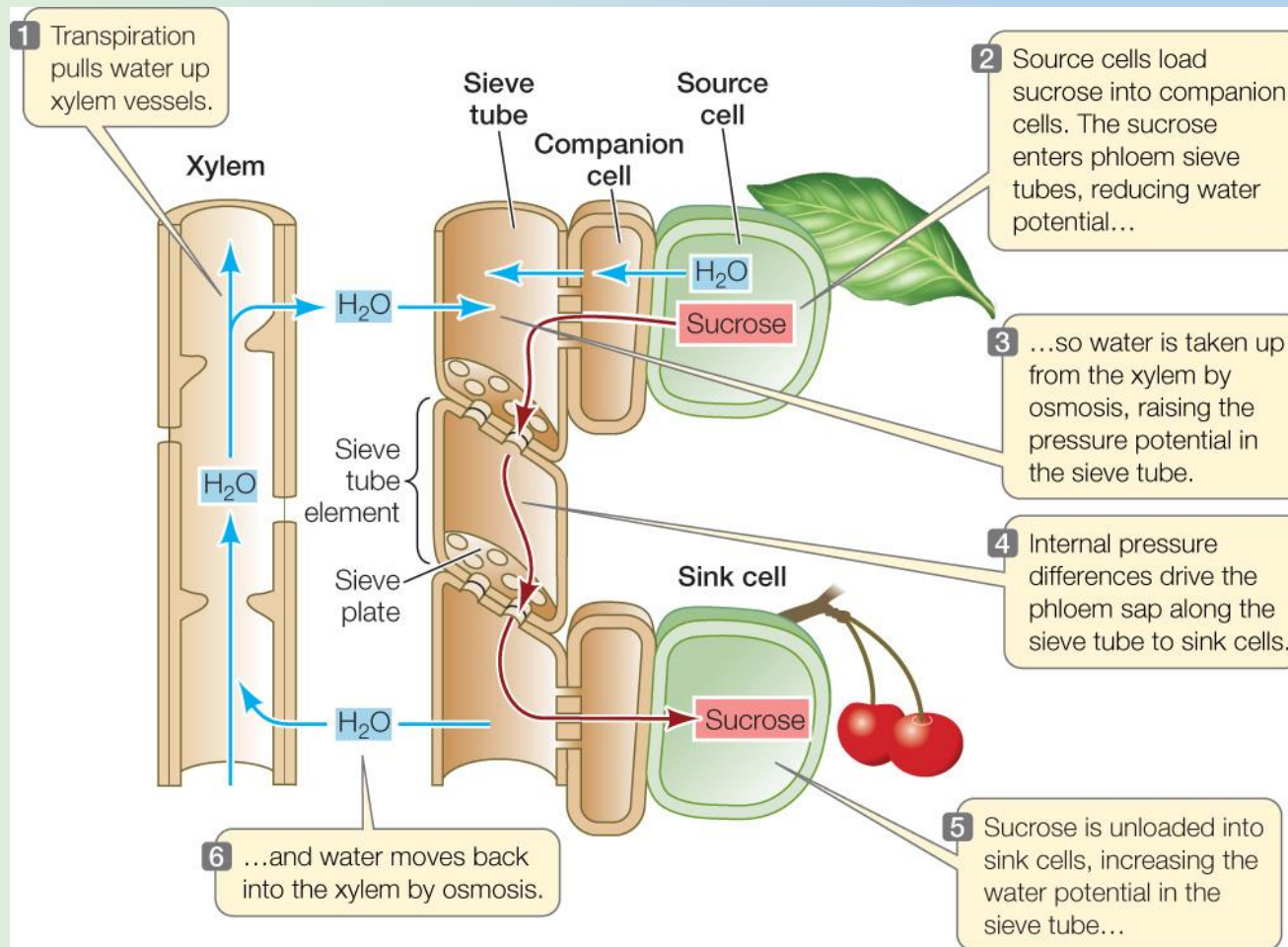


خرطوم
آوند آبکشی ساقه

گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

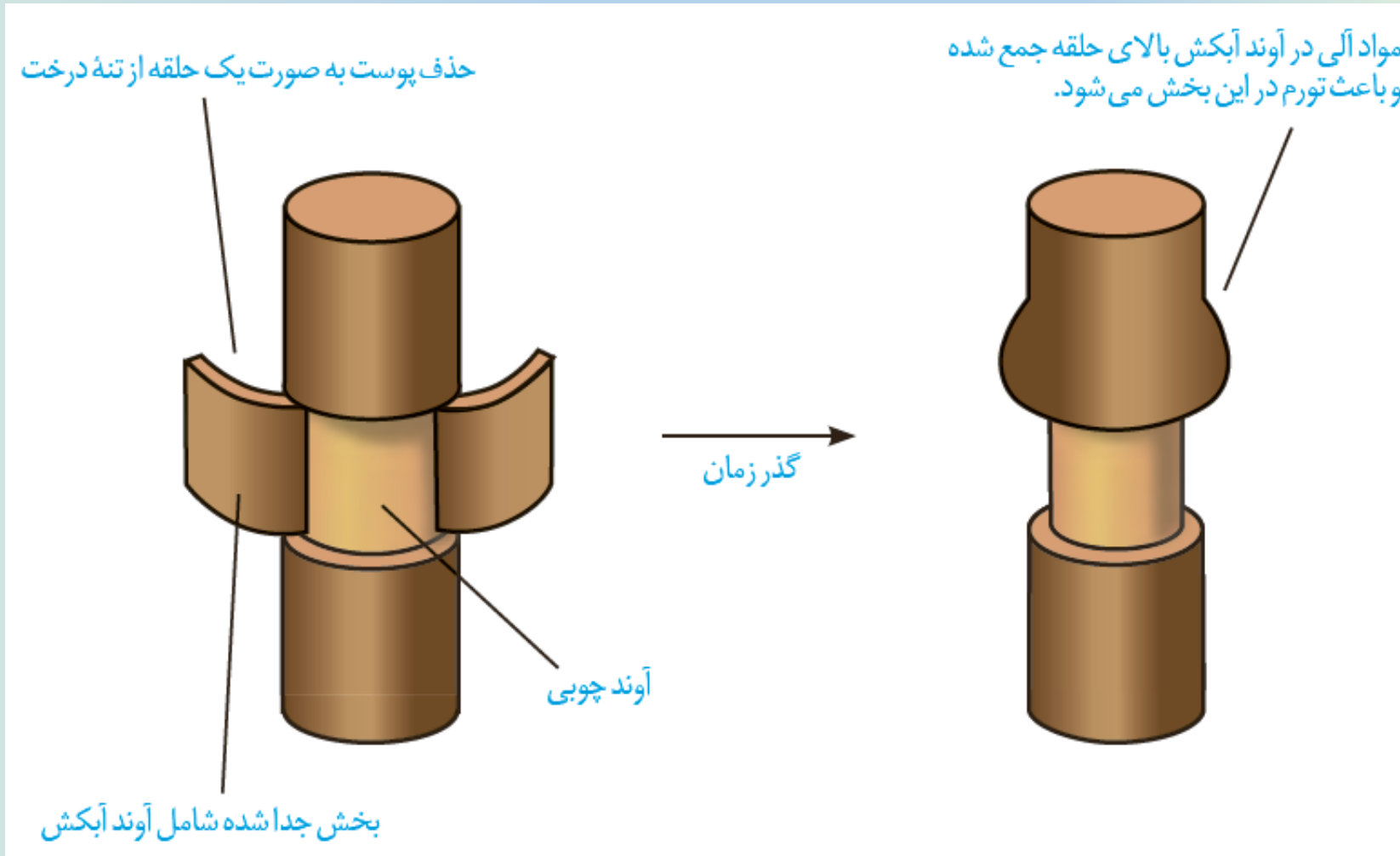
چگونگی حرکت شیره پرورده

حرکت شیره پرورده کندتر و پیچیده تر از حرکت شیره خام است (چرا؟)
حرکت شیره پرورده با الگوی جریان فشاری (مدل مونس) توجیه می شود.



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

طرحی برای نشان دادن محل آوندهای آبکش و جهت جریان شیره پرورده



گفتار ۳ - انتقال مواد در گیاهان

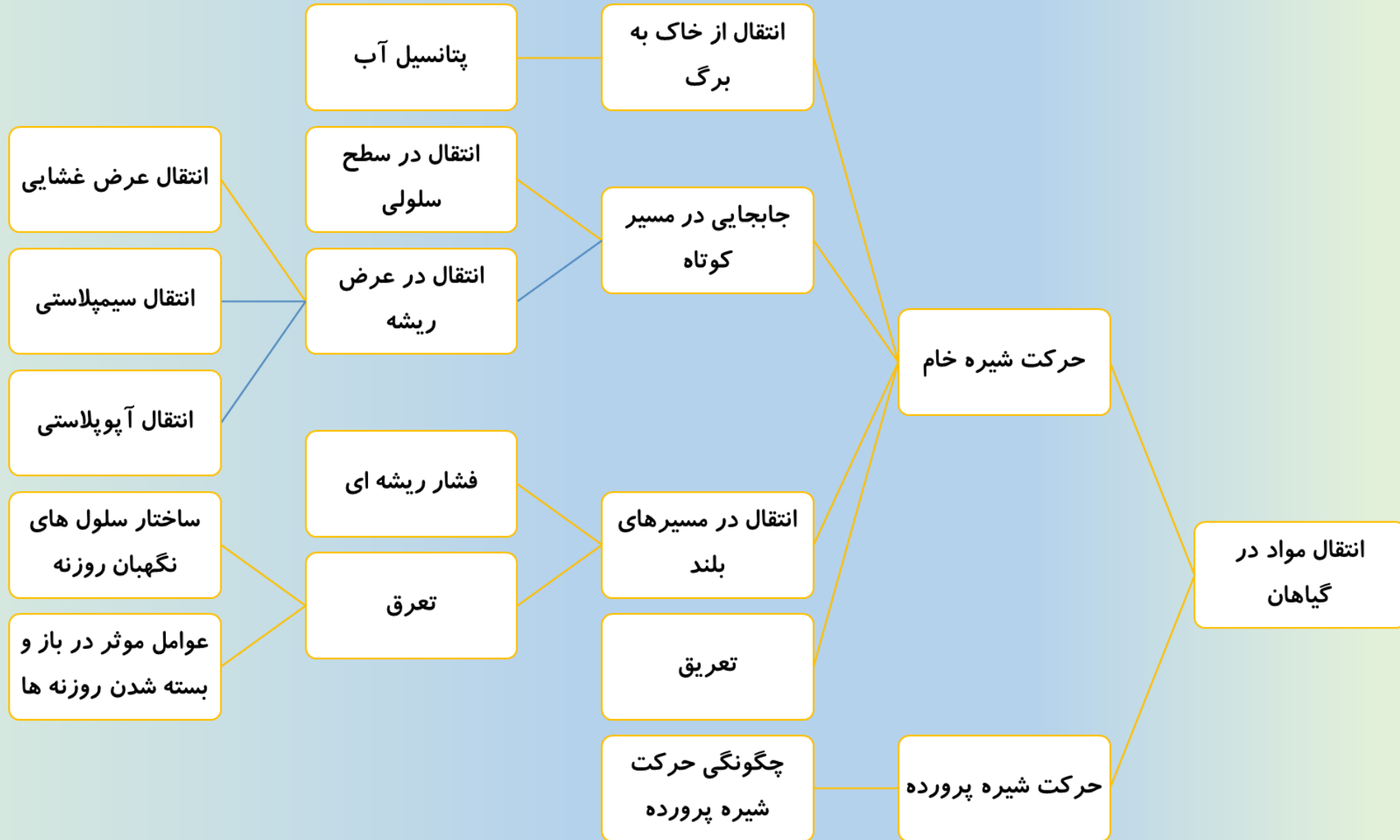
تنظیم تولید و مصرف مواد آلی در گیاهان

گاهی تعداد محل های مصرف فراوان است و محل های منبع قادر به حمایت آن ها نیستند.

در این موارد برخی از محل های مصرف حذف می شوند. مثلا در یک گیاه همه گل ها و یا میوه ها بزرگ نمی شوند.

در باغبانی برای داشتن میوه های درشت تر، برخی از محل های مصرف هرس می شوند.

خلاصه گفتار ۳ – انتقال مواد در گیاهان



خلاصه فصل ۷ - جذب و انتقال مواد در گیاهان

