



تشریح و فیزیولوژی گیاهی

برای سال هشتم طبیعی

توانا بودا سرکه دانا بود
وزارت آموزش پرورش

توانا بود هر که دانا بود

کتابخانه
✓

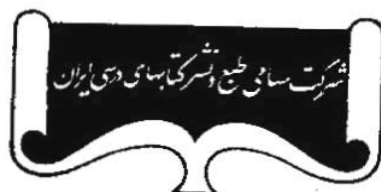
وزارت آموزش و پرورش

فیزیولوژی گیاهی

برای سال ششم طبیعی

حق چاپ محفوظ

چاپ و توزیع از :



۱۳۵۱

این کتاب که به وسیله آقایان : دکتر علی زرگری -
دکتر محمود بهزاد - محمد شاهین - دکتر محمد علی
دفتری - دکتر صادق مبین - مهندس مرتضی هاشمی -
امین میرهادی نگارش یافته ، بر طبق ماده ۳ قانون
کتابهای درسی و اساسنامه سازمان کتابهای درسی ایران
برای تدریس در دبیرستانها برگزیده شده است .

جواب از : مطبوعات



فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	سلول گیاهی
۵	۱ - سینتوپلاسم سلول گیاهی
۱۲	۲ - هسته سلول گیاهی
۱۳	۳ - غشای سلول گیاهی
۱۸	تکثیر سلول گیاهی
۲۷	بافتهای گیاهی
۲۸	الف - بافتهای پارانشیمی
۳۰	ب - بافتهای نگاهدارند
۳۳	ج - بافتهای هادی
۳۷	د - بافتهای محافظ
۴۲	ه - بافتهای ترشحي
۴۹	ساختمان اندامهای روینده گیاه - ساختمان ریشه
۵۷	ساختمان ساقه
۶۵	ساختمان پسین ریشه و ساقه
۷۳	ساختمان برگ
۸۱	تغییر اندامهای گیاه - به تناسب محیط و کار
۸۶	نمو طولی ریشه و ساقه
۹۶	تغذیه گیاهان
۹۶	جذب آب و املاح از زمین
۱۰۲	شیره خام و علل صعود آن
۱۰۹	غذای گیاهان
۱۱۵	اهمیت غذاهای گیاه
۱۱۷	اصلاح جنس زمین
۱۲۱	منابع ازت گیاهان
۱۳۰	تعرق
۱۳۶	تعریق
۱۳۷	تنفس
۱۴۶	تخمیر
۱۵۰	حرارت گیاهی
۱۵۱	فتوسنتز

صفحه

عنوان

۱۶۱	محصولات فتوسنتز
۱۶۵	شیره پرورده و جریان آن
۱۶۸	دخاير گياهي
۱۷۵	تغذيه گياهان بي كلروفيل
۱۸۲	تروپيسم
۱۸۲	فتوتروپيسم
۱۸۶	ژئوتروپيسم
۱۹۰	توليد مثل گياهان
۱۹۱	گل
۱۹۹	ساختمان و كار اندامهاي گل
۲۱۲	فيزيولوژي گل
۲۲۳	تشكيل دانه
۲۲۵	تشكيل ميوه
۲۲۶	نمو دانه
۲۳۸	توليد مثل بازدانگان
۲۴۶	توليد مثل نهانزادان
۲۴۶	سرخس بسفايج
۲۵۲	خزه پوليتريك
۲۵۶	اسپروژير
۲۵۷	قارچ چنري وكفك سفيد
۲۶۱	داههاي ديگر تكثير گياهان
۲۶۶	جغرافياي گياهي
۲۶۸	۱ - اجتماعات گياهي منطقه قطبي
۲۶۹	۲ - اجتماعات گياهي منطقه معتدله
۲۷۳	۳ - اجتماعات گياهي منطقه حاره
۲۸۱	جغرافياي گياهي ايران

تعریف زیست‌شناسی

زیست‌شناسی (بیولوژی) ، علمی است که از آنچه مربوط به موجودات زنده است، گفتگو می‌کند. زیست‌شناسی، علم بسیار وسیعی است و دارای تقسیمات بسیار است .

قسمتی از زیست‌شناسی که به بررسی گیاهان می‌پردازد، زیست‌شناسی گیاهی نام دارد .

بخشی از زیست‌شناسی که به مطالعه انواع گیاهان می‌پردازد ، گیاه‌شناسی نام دارد .

قسمتی از زیست‌شناسی گیاهی که از ساختمان دستگاهها و اعضای گیاهان بحث می‌کند ، به تشریح گیاهی موسوم است .

آن قسمت از زیست‌شناسی گیاهی که از طرز کار دستگاهها و اعضای گیاهان و رابطه آنها با یکدیگر گفتگو می‌کند ، فیزیولوژی گیاهی نام دارد .

همیستولوژی گیاهی ، علم به احوال بافت‌های گیاهی است .

سیتولوژی گیاهی ، مطالعه ساختمان سلول گیاهی است .

اکولوژی گیاهی، رابطه گیاهان را با محیط زندگی آنها ، مطالعه

می‌کند .

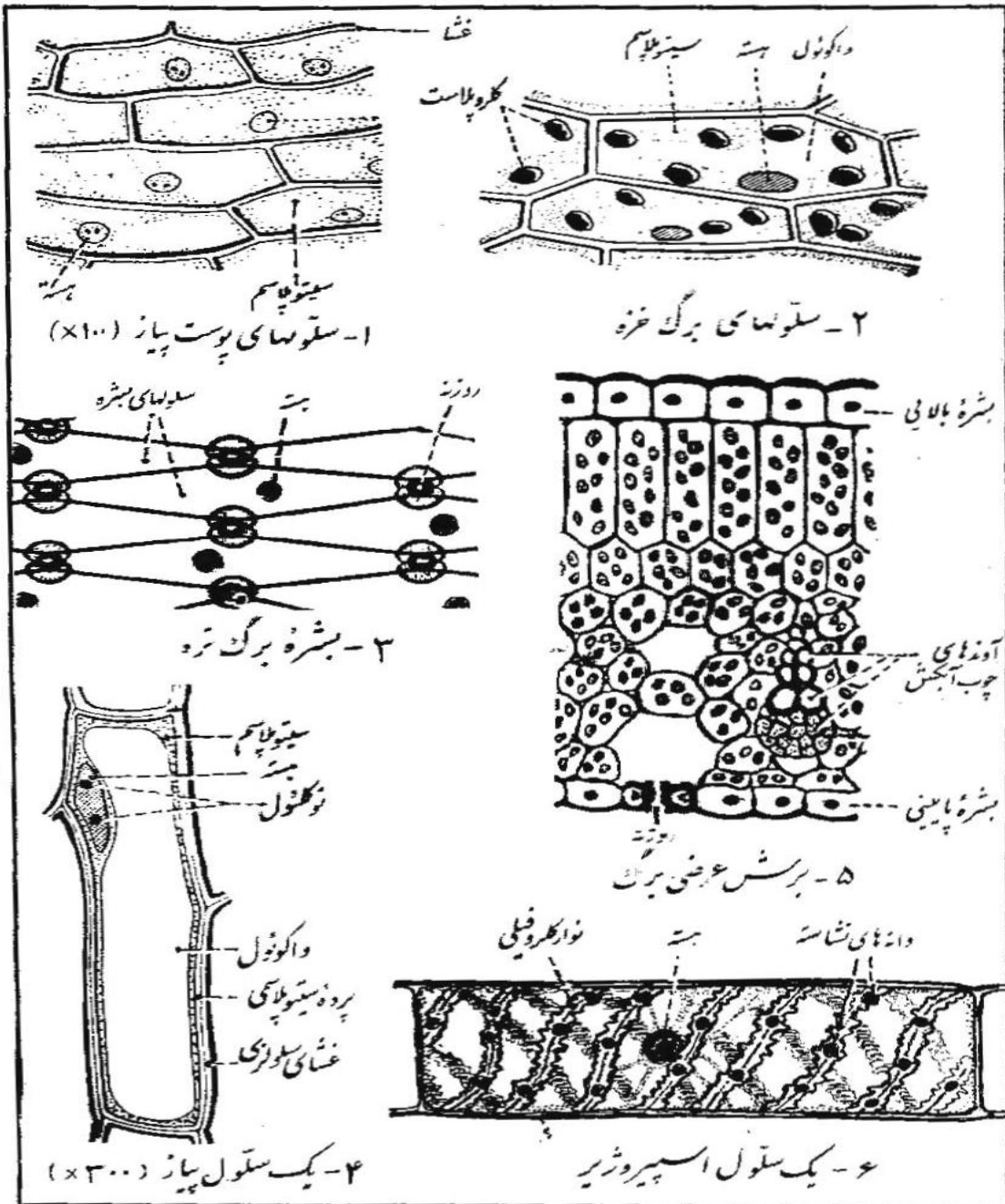
سلول گیاهی

پیکر گیاهان، مانند پیکر جانوران، ازین سلول یا از اجتماع عدۀ زیادی سلول، ساخته شده است. در میان گیاهان نیز انواع **تک سلولی** بسیار است. در گیاهان **پرسلولی** عالی، سلولها همه يك شكل و يك ساختمان ندارند و در میان آنها، تنوع فراوان وجود دارد، ولی این تنوع باندازه ای نیست که در جانوران عینی دیده می شود. برای بررسی ساختمان سلول گیاهی، می توان آزمایشهای ساده زیر را انجام داد:

آزمایش ۱- تکه کوچکی از پوست نازك يك لایۀ پیاز خوراکی را جدا می کنیم و آن را روی تیغه ای شیشه ای قرار می دهیم. ابتدا قطره ای اسیداستیک روی آن می ریزیم و پس از شستن آن، قطره ای محلول لوگل (محلول ید و یدور پتاسیم) روی آن می ریزیم و با تیغکی شیشه ای آن را می پوشانیم و در زیر میکروسکوپ می گذاریم. وقتی که با میکروسکوپ آن را نگاه کنیم، مشاهده می شود که پوست پیاز از عدۀ زیادی سلول دراز (شکل ۱-۱) تشکیل شده است. در هر سلول، **سیتوپلاسم** و **يك هسته** و **يك غشا** تمیز داده می شود. اگر با میکروسکوپی که درشتنمایی آن به حد کافی است به پوست پیاز نگاه کنیم، اولادرون هسته، **يك یا دو نوكلئول** خواهیم دید (شکل ۱-۲)؛ ثانیاً **پرده سیتوپلاسمی** را از غشای سلولزی می توانیم تمیز دهیم. **واکوئول** بزرگی نیز، در وسط هر سلول بچشم می خورد.

اسیداستیک، هسته سلول را شفافتر می سازد و محلول لوگل، نوكلئولها را زرد می کند و بهتر می نمایاند.

آزمایش ۲- تکه ای از بشرۀ نازك سطح پایینی برگ تره را از آن جدا می کنیم و به روش بالا آماده می کنیم. به کمک میکروسکوپ، سلولهای لوزی شکل درازی در آن می بینیم که هر يك دارای هسته ای گرد و درشت است. در



شکل ۱ : انواع سلولهای گیاهی

انتهای هر دو سلول مجاور، يك روزنه می بینیم. اگر بامیکروسکوپی که در شتنامایی آن به حد کافی است، به آن نگاه کنیم، مشاهده می کنیم که هر روزنه از دو سلول لوبیا شکل و سوراخی که بین آنهاست، تشکیل شده است (شکل ۱۶-۲).

آزمایش ۳ - اگر برش نازکی از برگ گیاهی (مثلاً شب بو)، تهیه کنیم و به روش آزمایش اول، برای مشاهده میکروسکوپی آماده سازیم، در آن چند نوع سلول، خواهیم دید:

سلولهای بشره بالایی و پایینی.

سلولهای دراز زیر بشره بالایی، که عموماً کلروفیل دارند.

سلولهای نامنظم وسط برگ، که دارای کلروفیلند.

آوندهای چوب آبکش (شکل ۱-۴).

آزمایش ۴ - ساقه ای از خزه قراچه می کنیم و برگي از آن را روی تیغه شیشه ای قرار می دهیم. پس از ریختن يك قشره آب بر روی برگ، آن را با تیغکی می پوشانیم. به کمک میکروسکوب، سلولهای شش گوش در آن خواهیم دید که شبیه سلولهای پوست پیاز ولی درشت ترند و در هر يك، يك هسته و عده ای دانه کلروفیل دیده می شود.

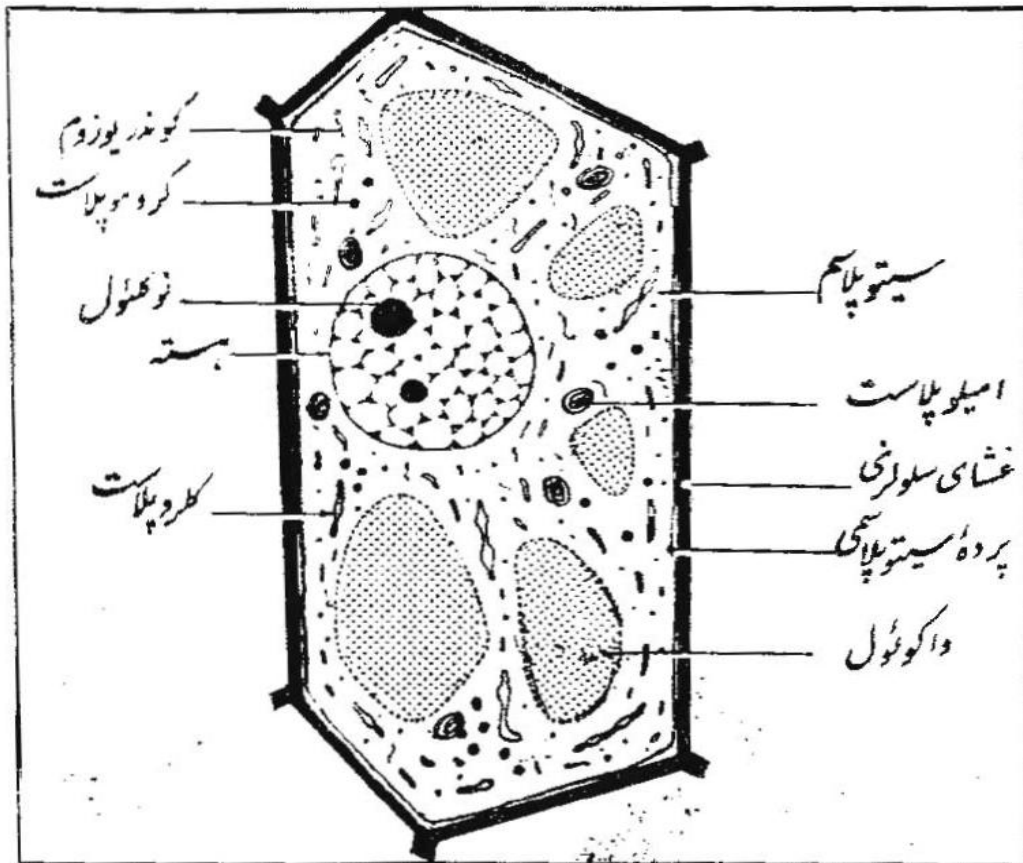
آزمایش ۵ - کمی از ریشه های مواج جلبك سبز (اسپیروژیر) را از دیواره حوض یا از کف جویباری می کنیم و میان تیغه و تیغك شیشه ای در قشره ای آب قرار می دهیم و به بررسی میکروسکوپی می پردازیم. هر رشته اسپروژیر را، مرکب از سلولهای مستطیلی می بینیم که به دنبال عم قرار دارند. در هر سلول، يك هسته و يك نوار کلروفیلی مارپیچ و تعدادی دانه نشاسته دیده می شود.

از بررسی پوست پیاز و بشره برگ تره و برش برگ شب بو و برگ خزه و ریشه اسپروژیر، به این نتیجه می رسیم که: سلول گیاهی، مانند سلول حیوانی، از دو بخش اصلی سیتوپلاسم و هسته مرکب است و پرده ای سیتوپلاسمی نیز، در سطح بیرونی سیتوپلاسم دارد. سلول گیاهی، علاوه بر

اجزای اصلی فوق، معمولاً غشایی از جنس سلولز نیز دارد که سیتوپلاسم و هسته را در میان گرفته است. تفاوت‌های دیگری نیز در سلول گیاهی و حیوانی هست که بعداً بررسی خواهد شد.

۱ - سیتوپلاسم سلول گیاهی

سیتوپلاسم سلول گیاهی، ماده‌ای است بیرنگ، لزج، شفاف و غیرمحلول در آب. این صفات، مخصوص مواد دارای حالت کلوئیدی است، پس سیتوپلاسم، ماده‌ای است به حالت کلوئیدی.



شکل ۲: اجزای ساختمانی سلول گیاهی

سیتوپلاسم ، ساختمان یکنواخت ندارد بلکه در آن دو دسته ضمایم تشخیص داده می شود : ضمایم جاندار ، ضمایم بیجان .

الف - ضمایم جاندار سلول گیاهی

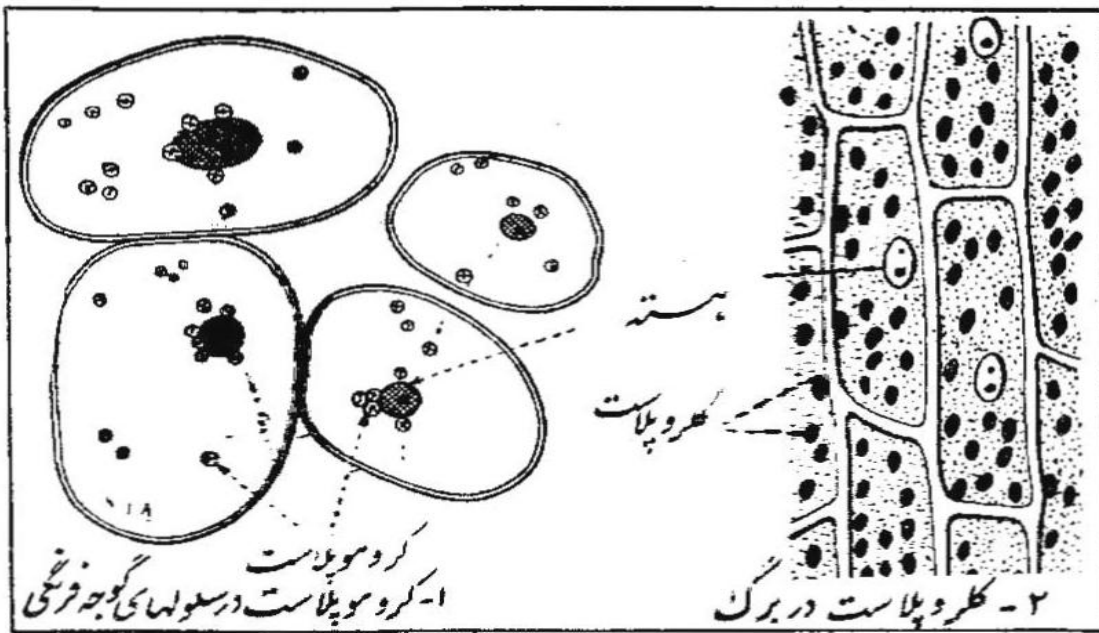
۱ - **کوندریوزومها** - کوندریوزومها ، اجسام بسیار کوچکی هستند که به صورت دانه های گرد ، به نام **میتو کوندری** ، یا رشته های نسبتاً دراز ، به نام **کوندریو کونت** : در سیتوپلاسم سلول پراکنده اند . کوندریوزومها ، همیشه از دو نیم شدن کوندریوزومهای پیشین ، بوجود می آیند . از اینجا معلوم می شود که ذاتی زنند هستند . جنس کوندریوزوم لیوپروتئید است و کارش دخالت در واکنشهای شیمیایی درون سلول از جمله اکسیداسیون مواد است .

۲ - **پلاستها** - پلاستها ، ذرات جاندار کروی یا بیضوی هستند که عموماً از تغییر شکل کوندریوزومها بوجود می آیند و تنها به سلولهای گیاهی اختصاص دارند . بر حسب آنکه در پلاستها چه ماده ای جمع شود ، سه گونه پلاست تشخیص داده می شود :

امیلوپلاست ، پلاستی است بیرنگ که در آن نشاسته جمع می شود . طرز تشکیل امیلوپلاست ، بدین طریق است که بعضی از کوندریوزومها ، بزرگ می شوند و در وسط یا در يك انتهای آنها ، دانه شفاف از جنس نشاسته ظاهر می شود ، سپس لایه های نازك نشاسته ، به دور دانه شفاف مرکزی جمع می شوند و امیلوپلاست را بوجود می آورند . امیلوپلاست در غده سبزمینی و دانه غلات فراوان است .

کلروپلاست ، پلاستی است سبز که سبزی رنگ برگها و شاقه های

تازه و بعضی از گلها را سبب می شود . ساخته شدن کلروپلاست ، بدین طریق است که بعضی از کوندریوزومها بزرگ می شوند و کلروفیل در آنها جمع می شود . جمع شدن کلروفیل ، منجر به بزرگ شدن کلروپلاست می شود .



شکل ۳ : کلروموپلاست و کلروپلاست

کلروموپلاست ، پلاستی است که رنگیزه (Pigment) های مختلف جمع می کند . این پلاست بیشتر در برگهای زرد و گلبرگ گلها و پوست میوه ها و ریشه گیاهانی چون هویج وجود دارد . اگر در کلروموپلاست کاروتن باشد ، به رنگ نارنجی در می آید و اگر **کزانتوفیل** داشته باشد ، زرد رنگ می شود . این دو رنگیزه ، معمولاً در همه کلروپلاستها همراه کلروفیل هست ، ولی سبزی کلروفیل ، مانع بروز رنگ آنهاست . کلروموپلاست اگر حاوی **لیکوپن** باشد ، قرمز رنگ است (گوجه فرنگی).

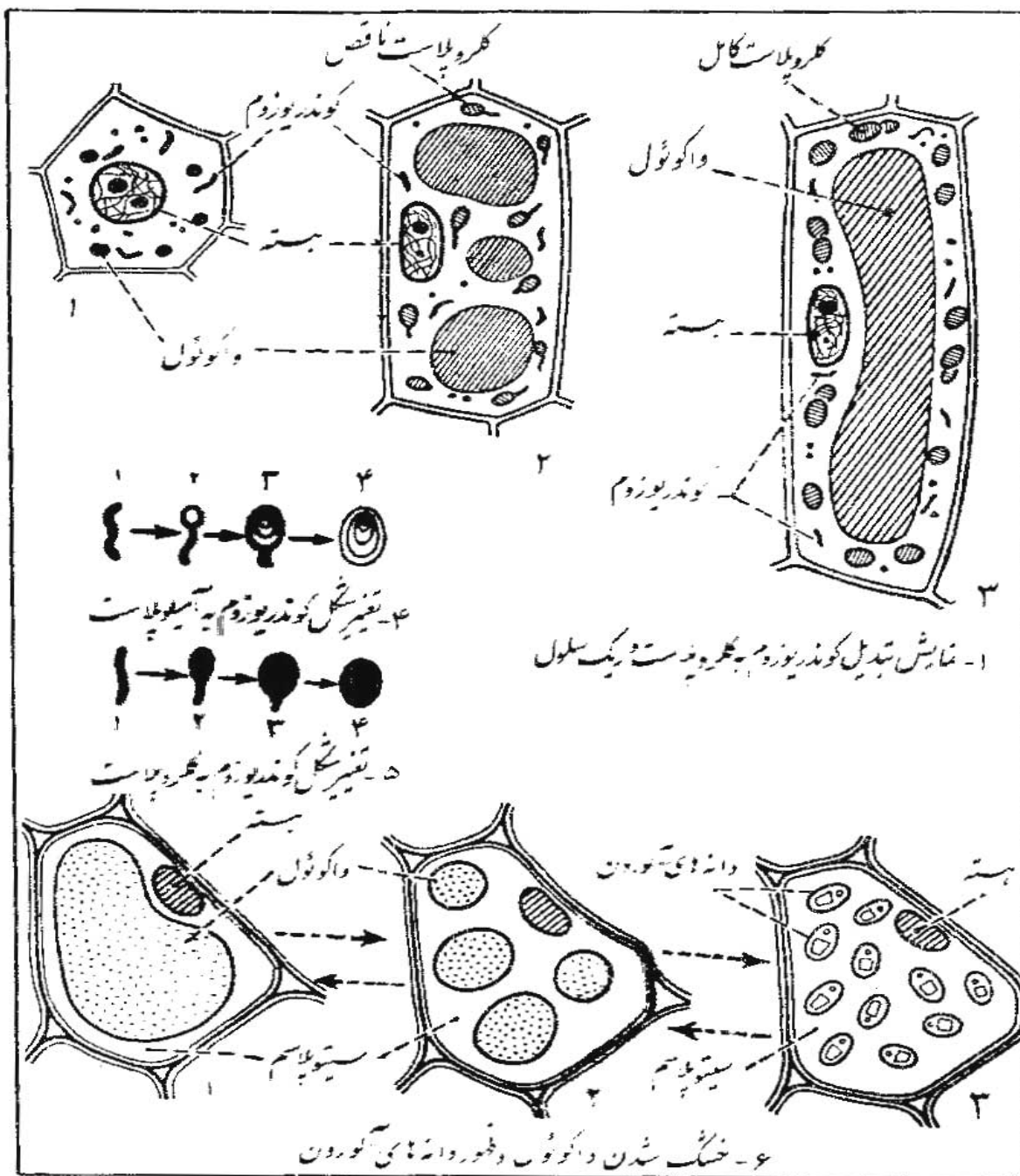
از پلاستهای دیگری که در گیاهان هست یکی **اولئوپلاست** است که قطره‌های چربی در بر دارد ، دیگری **پروتئوپلاست** است که حاوی مواد پروتیدی است .

پلاستها ، ممکن است به یکدیگر تبدیل شوند ، مثلاً **کلروپلاست** ، **کلروفیل** خود را از دست می‌دهد و به **کروموپلاست** تبدیل می‌شود ، یا آنکه **کلروپلاست** ، نشاسته جمع می‌کند و **امیئوپلاست** می‌شود .

۳- **سانتروزوم** یا **کره هادی** - **سانتروزوم** ، دانه‌ای است که معمولاً در نزدیکی هسته سلول گیاهان پست دیده می‌شود . سلولهای گیاهان عالی ، **سانتروزوم** ندارند . **سانتروزوم** ، دانه‌ای مرکزی به نام **سانتریول** ، ساخته شده است که کره‌ای روشن آن را در میان می‌گیرد . تقسیم سلولی ، به وسیله **سانتروزوم** اداره می‌شود .

ب - ضمائم بیجان سلول گیاهی

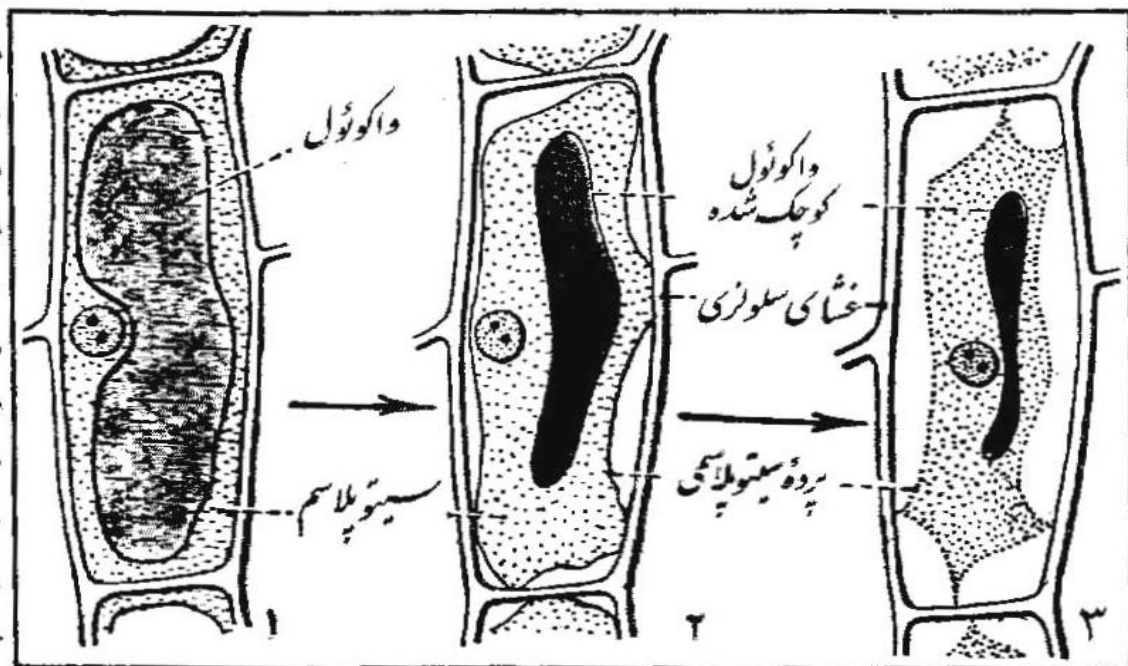
۱ - **واکوئول** - **واکوئول** ، حفره‌ای است که در آغاز به صورت دانه کوچک **کلوئیدی** در سلول جوان ظاهر می‌شود . دانه **کلوئیدی** ، با افزایش سن سلول ، به صورت حفره کوچک در می‌آید . دانه‌های کوچک ، رفته رفته آب جذب کرده ، بزرگتر می‌شوند و سرانجام به هم می‌چسبند و حفره بزرگی بوجود می‌آورند که بیشتر فضای سلول را اشغال می‌کند . در این حالت ، هسته سلول به گوشه‌ای رانده می‌شود ؛ **سیتوپلاسم** هم ، به صورت ورقه نازکی ، **واکوئول** را در میان می‌گیرد . رشد **واکوئولها** ، در سلولهای گیاهی ، بمراتب بیش از رشد آنها در سلولهای جانوری است .
محتویات **واکوئولها** یا **شیره واکوئولی** ، از آب و املاح و گلوکید



شکل ۴ : پیدایش پلاستها و تغییر شکل واکوئولها

(گلوکز ، فروکتز ، ساکارز) و اسیدهای آلی (اسید ستریک ، اسید مالیک)
والکالوئیدها و بعضی از رنگیزه ها ، مرکب است .

شیره سلولی، ممکن است در نتیجه دارا بودن آب، رقیق باشد یا آنکه آب خود را از دست بدهد و خشک شود. مثلاً در کرچک، پس از تشکیل دانه و هنگام رسیدن آن، آب واکوئولها کم می شود، در نتیجه واکوئول بزرگ، ابتدا به چند واکوئول کوچکتر، تبدیل می شود. واکوئولهای



شکل ۵: تورژسانس (۱) و پلاسمولیز (۲ و ۳) در سلول گیاهی

کوچک، سرانجام بگنی خشک می شوند و محتویات آنها به صورت دانه های متبلور یا بی شکلی، به نام **دانه های آلورون**، در می آیند. دانه های آلورون، ترکیب شیمیایی پیچیده ای دارند، ولی قسمت عمده آنها از پروتید است. دانه آلورون کرچک، مرکب از یک جسم کروی فسفردار و یک ذره متبلور ازت دار و بخشی به نام ماده اصلی (پروتید) است. دانه آلورون غلات و حبوبات، ساختمان ساده تری دارد. هنگام رویش دانه، در نتیجه جذب آب و هضم شدن دانه های

آلورون ، واکوئولها به صورت اولیه درمی آیند .

تورژسانس و پلاسمولیز سلول گیاهی - سلول گیاهی ، به علت دارا بودن غشای سلولزی ، وقتی که آب جذب می کند یا آب از دست می دهد ، تغییر وضع مخصوصی می دهد که اصطلاحاً **تورژسانس** و **پلاسمولیز** ، نامیده می شود .

تورژسانس - تکه ای از بشره گلبرگ لاله قرمز رنگی را در آب خالص قرار می دهیم . پس از چند ساعت ، آن را با تکه ای که تازه از گلبرگ کنده شده است ، در زیر میکروسکوپ گذاشته و مقایسه می کنیم (قرمزی رنگ گلبرگ لاله به علت رنگیزه ای به نام **آنتوسیانین** است) . بشره معمولی ، قرمز تیره بنظر می رسد ، ولی بشره ای که در آب خالص قرار داشته است ، قرمز روشن می نماید . این آزمایش ، نشان می دهد که **شیره واکوئول** و **سیتوپلاسم** ، **آب جذب کرده** است . در نتیجه جذب آب و افزایش حجم سیتوپلاسم ، فشاری از آن به غشای سلولزی وارد می شود . این فشار را ، **تورژسانس** می گویند (شکل ۵) .

پلاسمولیز - تکه ای از بشره گلبرگ لاله قرمز رنگ را در آبی که قریب ۱۰ درصد نیترات پتاسیم دارد ، به مدت چند ساعت ، قرار می دهیم . وقتی که آن را با بشره معمولی مقایسه می کنیم ، می بینیم که **واکوئول** کوچک شده ، و از این گذشته ، پرده سیتوپلاسمی ، در چند نقطه از غشای سلولزی ، جدا شده است و **شیره واکوئول** نیز به علت از دست دادن آب و متراکم شدن ، به رنگ قرمز در آمده است (شکل ۵) . این کیفیت را که نتیجه تغلیظ **شیره واکوئول** است ، **پلاسمولیز** می نامند .

برای دیدن پلاسمولیز سلول گیاهی ، می توان به روش زیر نیز عمل کرد : در آزمایش شماره ۸ ، صفحه ۲ ، پوست پیاز را پیش از آنکه به کمک میکروسکوپ نگاه کنید ، مدت چند ساعت در آب نمک ۲۰ درصد بگذارید .

۲- **ذرات چربی** ، ذراتی هستند که با اسیدی به نام **اسید آسمیک** ،

سیاه می‌شوند . جنس چرب‌پها یا گلیسرید است یا روغن‌های اسانس‌دار ، مانند مانتول و کافور و غیره .

۲ - هسته سلول گیاهی

هسته سلول گیاهی ، دانه نسبتاً درشتی است کروی یا بیضوی که معمولاً در وسط سلول و گاهی ، به سبب بزرگ بودن واکوئول ، در گوشه‌ای از آن قرار دارد . هسته ، از مایعی بیرنگ و شفاف ، به نام شیرۀ هسته ، ساخته شده است که پرده نازکی (غشای هسته) ، آن را از خارج محدود می‌کند . درون هسته ، عموماً یک یا چند دانه کروی به نام نوکلئول تشخیص داده می‌شود . دانه‌هایی نیز ، به صورت شبکه‌ای نامنظم در شیرۀ هسته دیده می‌شوند که به دانه‌های کروماتین موسومند . جنس دانه‌های کروماتین ، نوکلئوپروتئید است .

در هنگام تقسیم غیرمستقیم سلولی ، دانه‌های کروماتین ، به صورت رشته‌هایی کوتاه و ضخیم ، به نام کروموزوم ، درمی‌آیند . کروموزوم‌های هر نوع گیاه ، شکل و اندازه و تعداد مشخص دارند . عدد کروموزوم‌ها در نخود ۱۴ و در توتون ۴۸ است .

اهمیت هسته ، در سلول گیاهی ، به پایه‌ای است که سیتوپلاسم بی‌هسته ، قادر به ادامه زندگی نیست . در بعضی از گیاهان ، مثل باکتری‌ها ، هسته مشخصی دیده نمی‌شود ، بلکه ماده هسته ، در همه سیتوپلاسم پراکنده است .

در ریشه قارچ‌های سیفومیست ، هسته‌های متعدد در سیتوپلاسم پراکنده است و دیواره مشخصی ، سلول‌های ریشه را از هم متمایز نمی‌کند .

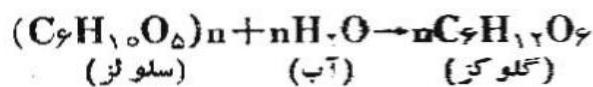
بعضی از انواع گیاهان ، سلولهای چند هسته‌ای دارند، مانند جلبک سبز ، معروف به **کلادوفر** که در هر سلولش چند هسته دیده می‌شود .

۳- غشای سلول گیاهی

سلول گیاهی، علاوه بر پردهٔ سیتوپلاسمی ، غشایی مرده و سخت، به نام **غشای سلولزی** ، دارد. غشای سلولزی، پردهٔ سیتوپلاسمی و سیتوپلاسم را در میان می‌گیرد. بعضی از انواع سلولهای گیاهی، مثل پلاسمودسمیکسومیستها و آنترزوئیدها ، غشای سلولزی ندارند .

ساختمان شیمیایی غشای سلولزی - مادهٔ اصلی غشای سلولزی، ماده‌ای گلوسیدی، به نام **سلولز** است. همراه سلولز ، عموماً مواد دیگری نیز در غشای سلولزی موجود است مثل **ترکیبات پکتیکی و کالژ** .

۱- **سلولز**، ماده‌ای به فرمول $(C_6H_{10}O_5)_n$ و از پولی هولوئیدهاست. در آب جوش اسیددار تجزیه می‌شود و گلوکز می‌دهد .

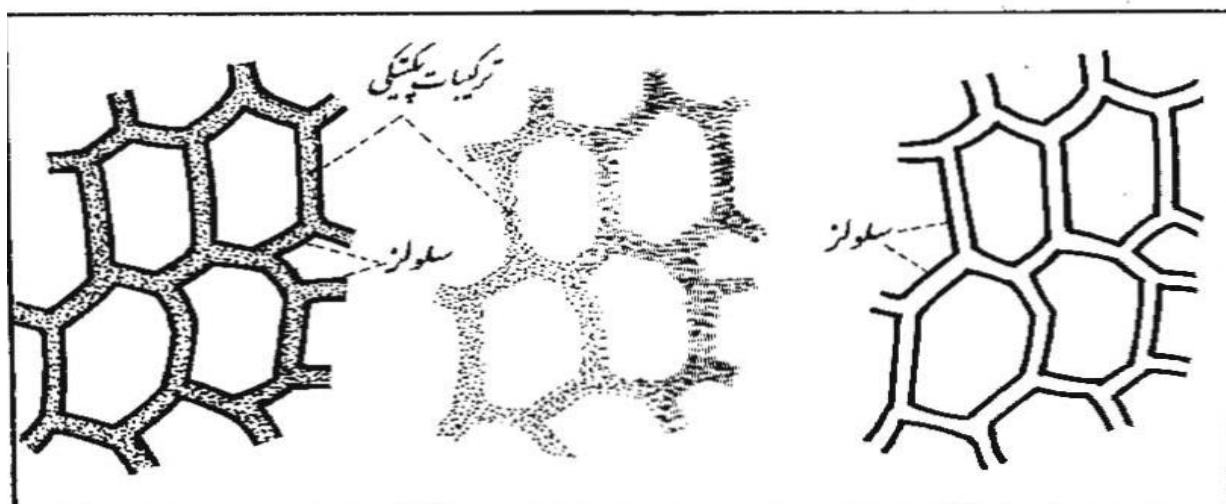


پنبه و کاغذ صافی ، و غیر آقطی ، از سلولز کمابیش خاص ، ساخته شده‌اند . الیاف کتان و شاهدانه نیز ، سلولز در بردارند . مقدار سلولز چوب معمولی ، در حدود ۴۵ تا ۶۵ درصد است .

سلولز ، ماده‌ای سفید و قابل نفوذ است. در آب غیر محلول است

ولی در محلول **شوائتزر** (محلول آمونیاکی اکسید مس) حل می‌شود . سلولز را، پس از حل شدن در محلول شوائتزر ، می‌توان به وسیلهٔ اسید ته‌نشین ساخت. این، یکی از راههای تهیهٔ ابریشم مصنوعی یاریون است.

سلولز ، بعضی از مواد رنگی را بخوبی می گیرد . مثلاً کارمن زاجی ، آن را به رنگ قرمز در می آورد .
 بعضی از باکتریها ، مثل باسیلوس آمیلوباکتر ، سلولز را تاحد تولید اسید بوتیریک و ئیدروژن و گاز کربنیک تجزیه می کنند .
 ۲- ترکیبات پکتیکی ، از مشتقات گلوسیدها هستند و عبارتند از پکتوزها و پکتینها و اسیدهای پکتیک . این مواد غالباً درغشای سلولزی با سلولز همراهند .



شکل ۶ : جدا کردن تیغه میانی ازغشای سلولزی

پکتوز ، در آب جوش ، به پکتین تبدیل می شود . پکتین تحت تأثیر دیاستازی به نام پکتاز ، به اسید پکتیک که ژله مانند است ، تبدیل می شود . این اسید ، به صورت پکتات کلسیم ، تیغه میانی غشای سلولزی سلولهای مجاور را بوجود می آورد .

با این روش می توان تیغه میانی را از غشای سلولزی جدا ساخت :
 چند قطعه از يك بافت گیاهی را ابتدا در آب ژاول قرار می دهند تا محتویات سلولها از میان برود . سپس بعضی از قطعه ها را در مایع شوایتزر

نرو می‌برند تا سلولز آنها حل گردد و تیغه میانی باقی ماند و بعضی دیگر را در محلول اکسالات امونیوم قرار می‌دهند تا تیغه میانی حل شود و سلولز باقی ماند. در شکل ۶، غشای سلولزی کامل (چپ)، تیغه میانی (وسط) و پرده سلولزی (راست)، دیده می‌شود.

تغییرات غشای سلولزی

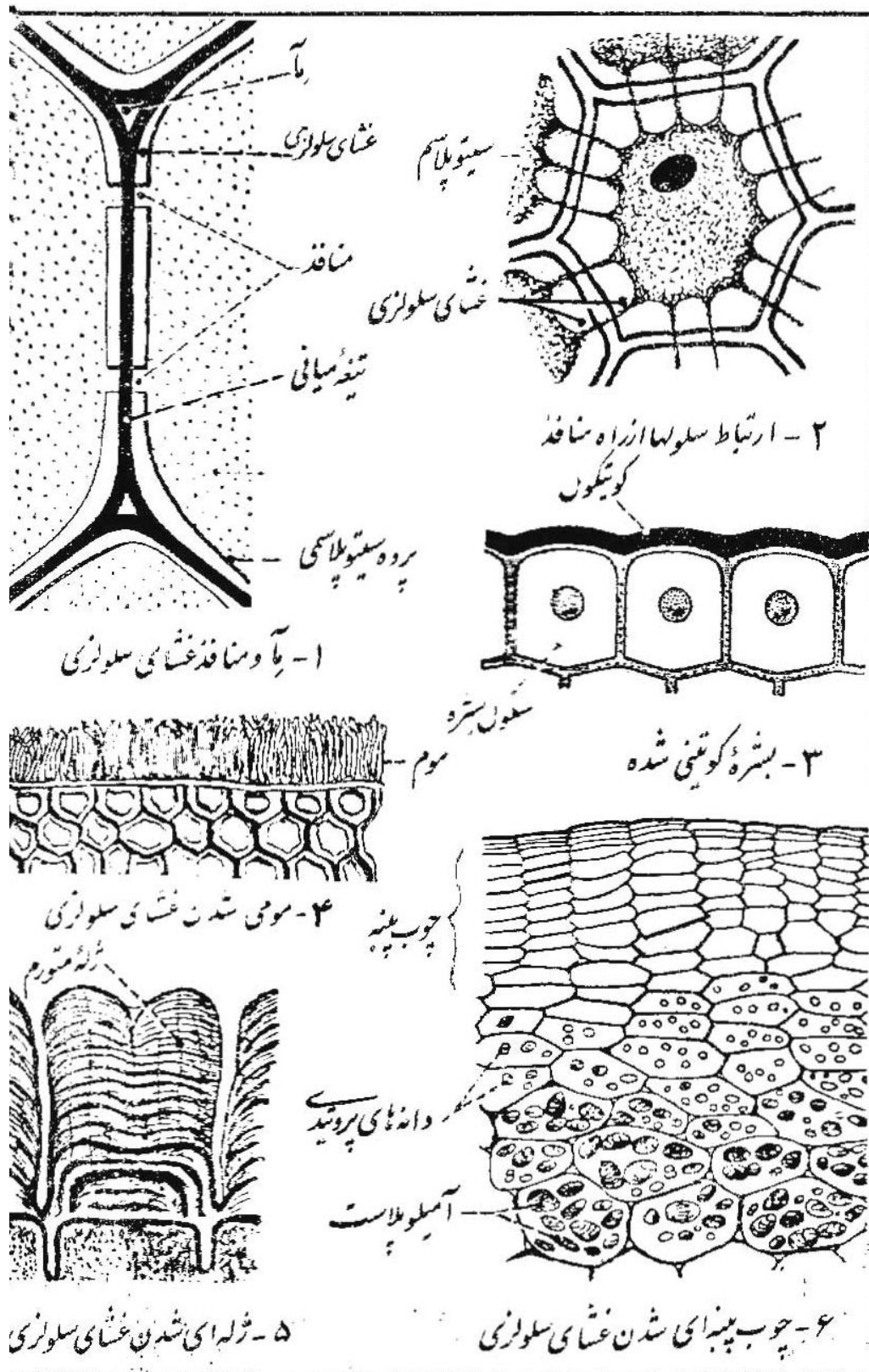
غشای سلولزی، تا وقتی که سلول گیاهی جوان است، سلولزی باقی می‌ماند، ولی در نتیجه تنوعی که در سلولها پیدا می‌شود، غشای سلولزی هم از نظر شکل ظاهری و هم از نظر ساختمان شیمیایی، تغییر می‌کند.

الف - تغییرات ظاهری غشای سلولزی - غشای سلولزی، در آغاز تشکیل شدن، ساختمان یکنواخت دارد، ولی رفته رفته با تنوع سلولها تغییر می‌کند. یکی از تغییرات غشای سلولزی، ضخیم شدن آن است. این غشا، در بعضی از سلولها، بقدری ضخیم می‌شود که مقداری از فضای داخلی سلول را نیز، اشغال می‌کند (شکل ۷-۲).

پیدایش فضاهایی به نام ماکروگوشه‌ها، و سوراخهایی به نام منافذ در بدنه غشای سلولزی از تغییرات ظاهری دیگر است (شکل ۷-۱). منافذی که در غشای سلولزی بوجود می‌آیند، وسیله ارتباط سیتوپلاسم سلولهای مجاورند (شکل ۷-۲).

ب - تغییرات شیمیایی غشای سلولزی - غشای سلولزی، به تناسب تنوعی که در سلول گیاهی پیدا می‌شود، تغییر بسیار می‌کند. تغییرات شیمیایی غشای سلولزی، عبارتند از:

- ۱- کوتینی شدن، که در آن تنها دیواره خارجی سلول، به ماده‌ای



شکل ۷: تغییرات غشای سلولری

به نام کوتین ، آغشته می شود . کوتین ، به خلاف سلولز ، در محلول شوايتزر حل نمی شود و با فوشين به رنگ قرمز درمی آید . کوتین ، کمتر از سلولز ، قابلیت نفوذ دارد و اندامهای هوایی ، مثل برگهای سبز و شاخه های سبز را از عوامل محیط زندگی محفوظ می دارد .

کوتین ، اگر ضخیم باشد به صورت لایه نفوذ ناپذیری درمی آید ، مثل کوتین برگ شمعدان . لایه کوتین را کوتیکول نیز می گویند . کوتیکول ، از تفرق شدید گیاهان نیز می گاهد .

۲- چوب پنبه ای شدن که در آن ، همه غشای سلولزی ، به ماده ای به نام سویر ، آغشته می شود . این تغییر ، عموماً در سلولهای پوست ، ریشه و ساقه دیده می شود . لایه های چوب پنبه ای شده محافظ اندامهای درونی ، از عوامل نامساعد محیط زندگی است . چوب پنبه ، نسبت به آب و گاز غیر قابل نفوذ است و تخمیر نمی شود . سویر ، به خلاف سلولز در محلول شوايتزر حل نمی شود ، ولی فوشين آن را قرمز می کند . دیواره سلولهای پوست سیب زمینی معدولی ، چنانکه در شکل ۷ شماره ۶ می بینید ، چوب پنبه ای است .

۳- چوبی شدن که در آن ، غشای سلولزی ، به ماده ای به نام لیگنین (Lignin) ، که سخت و شکننده و زرد یا قهوه ای است ، آغشته می شود . در سلولی که چوبی می شود ، ماده چوبی رفته رفته فضای درونی سلول را پر می کند و از سینوپلاسم و هسته جز حفره کوچکی در وسط سلول باقی نمی ماند . لیگنین ، به خلاف سلولز ، در محلول شوايتزر حل نمی شود . سبزید ، آن را به رنگ سبز و فوشين آن را به رنگ قرمز ، درمی آورد .

۴- ژله ای شدن که در آن بر مقدار مواد پکتیکی غشای سلولزی

افزوده می شود و این مواد به نوعی ژله (لعاب) تبدیل می شوند . غشای سلولهای پوست خارجی دانه ها و هاگهای گیاهان پست و کردهای گل ژلهای می شود. دیواره عرضی آوندهای چوبی ، بر اثر ژلهای شدن، از بین می رود و آوند به صورت لوله کامل در می آید .

۵- معدنی شدن که در آن موادی مثل سیس و آهک ، به صورت ذرات بسیار ریز ، در غشای سلولری جمع می شوند و بدان استحکام می بخشند . مثلاً در ساقه نی و بشه ساقه گندم و ساقه دماسب و غشای دیانومه ها (جلبکهای قهوه ای) ، ذرات سیس وجود دارد و در غشای جلبکهای آهکی ، کربنات کلسیم هست .

۶- مومی شدن که در آن ماده ای شبیه موم ، سطح بیرونی سلولهای سطحی را فرا می گیرد . ضخامت لایه مومی شده ، در برگ کلم ، زیاد است .

تکثیر سلول گیاهی

چنانکه می دابید ، در نتیجه متابولیسم سلولی ، بر مقدار پروتوپلاسم سلول افزوده می شود و سلول رشد می کند . رشد سلول گیاهی ، مانند رشد سلول جانوری حدی دارد . چون سلول ، به حد رشد خود رسید ، یا رشدش متوقف می شود و تغییر شکل و تنوع پیدا می کند و یا تقسیم می شود و سلولهای نو بوجود می آورد .

در گیاهان تک سلولی ، تقسیم به روش مستقیم یا جوانه زدن یا تولید هاگ ، صورت می گیرد ، ولی در گیاهان پرسلولی ، بیشتر سلولها در نتیجه توقف رشد و تغییر صورت دادن ، بافتهای گوناگون را بوجود

می آورند ، فقط عدد مخصوصی از سلولها ، دائماً رشد می کنند و تقسیم می شوند . سلولهای اخیر که **میرستیم** نام دارند ، در نوك ساقه و شاخه ها و درون جوانه ها و نوك ریشه و نیز به صورت دولا به در پوست و در استوانه مرکزی ساقه و ریشه وجود دارند . تقسیم سلولهای میرستیمی ، رشد طولی و فطری گیاهان را تأمین می کند . تقسیم سلولی ، در گیاهان پر سلولی به روش غیر مستقیم است . این گیاهان ، به روش تولید هاگ نیز ، تولید مثل می کنند .

الف - تقسیم مستقیم سلول گیاهی

در این نوع تقسیم که مخصوص گیاهان تک سلولی است ، سلول ، دراز و در میان باریک می شود ، سپس از میان به دو نیم می شود . در پاکریها ، خطی عرضی سلول را دو نیم می کند . بدون آنکه با کتری از میان باریک شود .

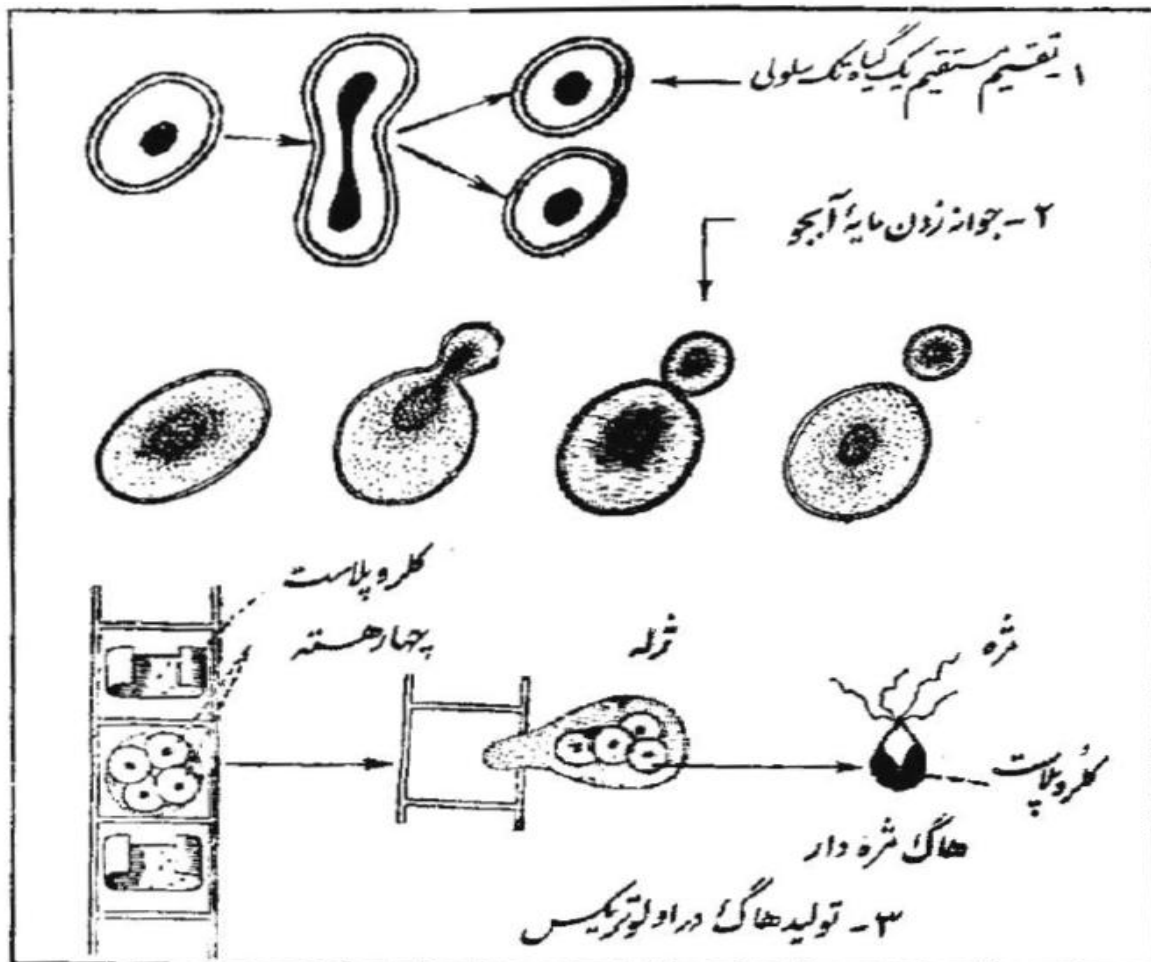
ب - جوانه زدن

جوانه زدن ، نوعی تقسیم مستقیم است که در آن يك سلول به دو سلول نامساوی تقسیم می شود و حال آنکه دو سلول حاصل از تقسیم مستقیم ، برابر یکدیگرند . هائیه آبجو به روش جوانه زدن زیاد می شود . جوانه حاصل ، ممکن است چسبیده به سلول اصلی ، باقی بماند یا از آن جدا شود (شکل ۸ - ۲) .

ج - تولید هاگ

تولید هاگ ، روشی از تکثیر است که تنها در گیاهان پست یعنی

در نهانزادان آوندی و خزرها و ریشه داران، دیده می شود. خصوصیت تولید هاگ این است که از يك سلول، چند هاگ بوجود می آید، و هر هاگ، می تواند منشأ گیاه نوی باشد. در تولید هاگ، هسته سلول دو بار یا



شکل ۸ : تقسیم مستقیم - جوانه زدن - تولید هاگ

بیشتر تقسیم می شود و اطراف هر هسته نورا، کمی سیتوپلاسم می گیرد و آن را به يك هاگ تبدیل می کند. عنده هاگها و شکل آنها در گیاهان مختلف، متفاوت است. در شکل ۸-۳، به عنوان نمونه تولید هاگ در

جلبك سبزی به نام **اولتریكس** ، نشان داده شده است . بطوری که در این شکل می بینید، محتویات يك سلول ، به چهار هاگ تبدیل شده است . هاگ اولتریكس ، مژده دار و سبز است . از هر هاگی در محیط مساعد ، جلبك نوی بوجود می آید .

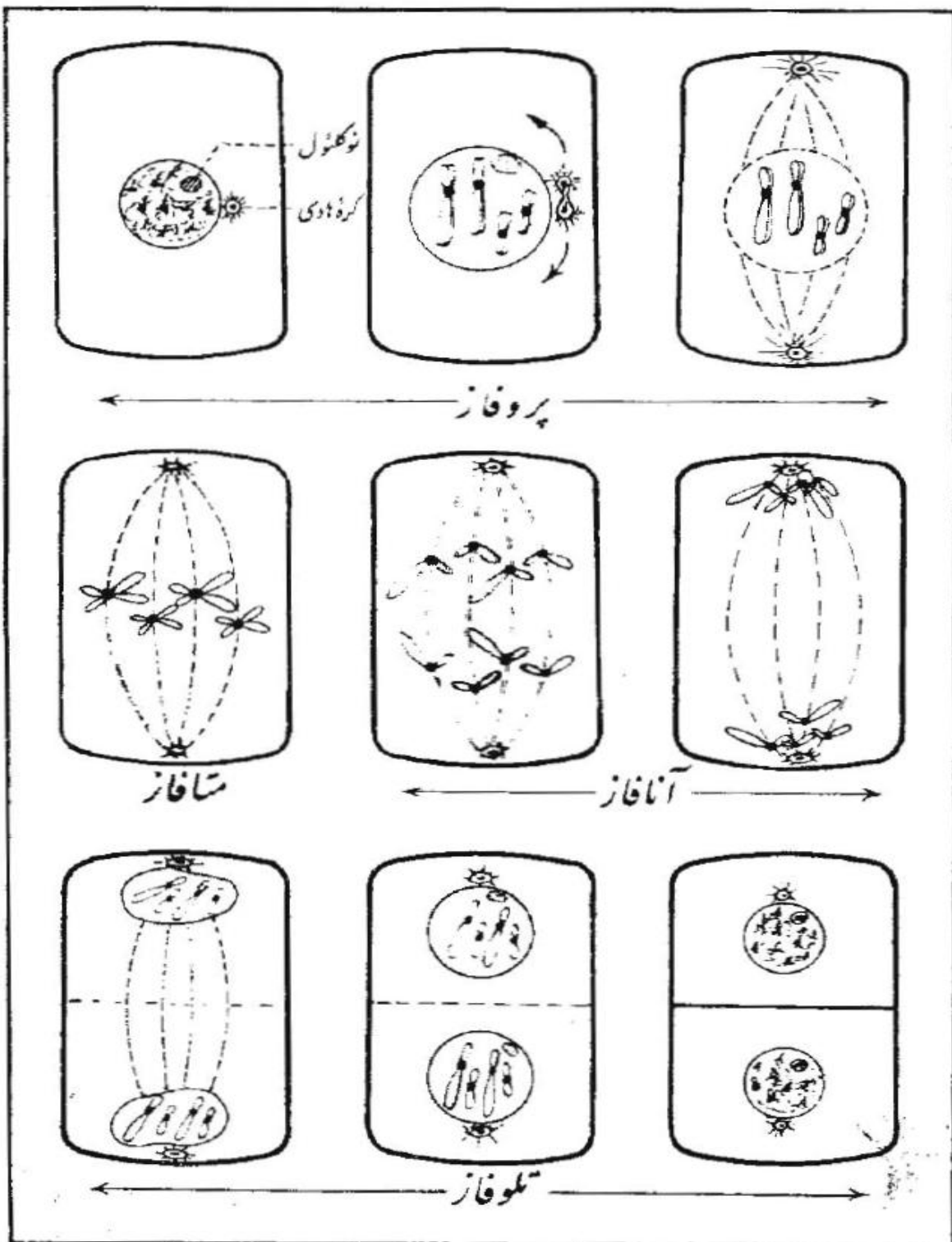
۵ - تقسیم غیر مستقیم (میتوز)

تقسیم غیر مستقیم یا میتوز ، خاص گیاهان پرسلولی است و دارای چهار مرحله کاملاً مشخص است :

اول ، مرحله **پروفاز** که طی آن در گیاهان پست ، سانتروزوم ظاهر می شود و از شعاعهای آستر، احاطه می شود ، سپس دو نیم می شود و هر نیم به سوی قطبی از سلول می رود . (در گیاهان عالی ، سانتروزوم ظاهر نمی شود). در جریان این امر ، نوکلئولها ناپدید می شوند و دانه های کروماتین ، به صورت کروموزومها ، در می آیند . در پایان این مرحله ، در هر کروموزومی ، شکافی طولی پیدا می شود . (تعداد کروموزومهای تصویر ۹ ، چهار عدد « دوجفت » $2n$ است) .

دوم ، مرحله **متافاز** که در آغاز آن غشای هسته از بین می رود و محتویات هسته در سیتوپلاسم پراکنده می شود . رشته هایی شعاعی ، میان دو قطب سلول ، ظاهر می شوند و کروموزومها درست در استوای سلول و روی این رشته ها قرار می گیرند . مهمترین حادثه متافاز ، **نصف شدن هر کروموزوم** از درازاست . کروموزومها ، درست از همان جایی نصف می شوند که قبلاً شکاف برداشته بودند .

سوم ، مرحله **آنافاز** که طی آن هر يك از دو نیمه هر کروموزوم ،



شکل ۹: تقسیم غیرمستقیم سلول گیاهی (در گیاهان پست)

در امتداد یکی از رشته‌ها، به‌سوی قطبی کشیده می‌شود. در این جریان، کروموزومها بقسمی قرار می‌گیرند که خمیدگی آنها، متوجه قطب سلول است.

چهارم، مرحلهٔ **تروفاز** که طولانی‌ترین مرحلهٔ تقسیم غیر مستقیم است در این مرحله، رشته‌های میان دو قطب از بین می‌روند و کروموزومهای مجتمع در هر قطب، بصورت دانه‌های کروماتین، بازمی‌گردند و غشای هسته و نوکلئولها ظاهر می‌شوند. در این جریان، سیتوپلاسم از وسط نصف می‌شود و دو سلول کامل بوجود می‌آید. اگر سلول از گیاهان پست باشد، شعاعهای آستر نیز از بین می‌روند.

حاصل آنکه کروموزومهای سلولهای جدید، از نظر تعداد، برابر کروموزومهای ستور اولیه‌اند، ولی از نظر مقدار، نصف آنها هستند.

ه - تقسیم باکاهش کروموزومی (میوز)

تقسیم با کاهش کروموزومی، برای تولید سلولهای نر و ماده در گل و نیز برای تولید هاگ در بعضی از گیاهان پست است. در ساده‌ترین نوع تقسیم باکاهش کروموزومی، چهار مرحلهٔ زیر تمیز داده می‌شود:

۱- در مرحلهٔ **پروفاز میوز**، پس از آنکه کروموزومهای شکاف-

دار ظاهر شدند (شکل ۴.۱۵ $2n=4$) هر دو کروموزوم جفت، از طول بهم

می‌چسبند و تعداد آنها ظاهراً نصف می‌شود. هر یک از این کروموزومهای

ضخیم را **تتراد (Tetrad)** می‌گویند، زیرا بعداً به چهار کروموزوم

تبدیل می‌شوند. (و حال آنکه در میتوز، کروموزومهای جفت جدا از هم

باقی می‌مانند، شکل ۱۰-۱).

۲ - در مرحله متافاز میوز ، کروموزومهایی که به هم چسبیده بودند (در تترادها) ، از هم جدا می شوند (شکل ۱۰-۲) .

۳ - در مرحله آنافاز میوز ، هر يك از کروموزومهای حاصل ، به سوی قطبی از سلول می رود (نظیر همین مرحله در میتوز ، شکل ۱۰-۳) .

۴ - در مرحله تلو فاز میوز ، در هر قطب سلول ، تنها n کروموزوم ($n=2$) باقی می ماند (شکل ۱۰-۴) (و حال آنکه در میتوز ، در هر قطبی ، $2n$ کروموزوم ($2n=6$) موجود می گردد .) این کروموزومها ، هسته حقیقی تشکیل نمی دهند ، بلکه بلافاصله ، دومین تقسیم ، یعنی میتوز ، شروع می شود .

بنابراین ، عموماً پس از هر تقسیم با کاهش کروموزومی ، يك تقسیم غیرمستقیم نیز ، صورت می گیرد (شکل ۱۰-۵ و ۶ و ۷) . پس بعد از هر میوز ، يك میتوز صورت می گیرد .

میتوز ، بعد از میوز ، طبق معمول چهار مرحله دارد :

مرحله پرو فاز ، بسیار کوتاه است زیرا کروموزومها موجودند و شکاف دارند . فقط آسترهای هر طرف ، دو قسمت می شوند و دو دوك جدید بوجود می آید .

در مرحله متافاز ، کروموزومها (n) در ناحیه استوایی قرار می گیرند و هر يك دو نصف می شود (شکل ۱۰-۵) .

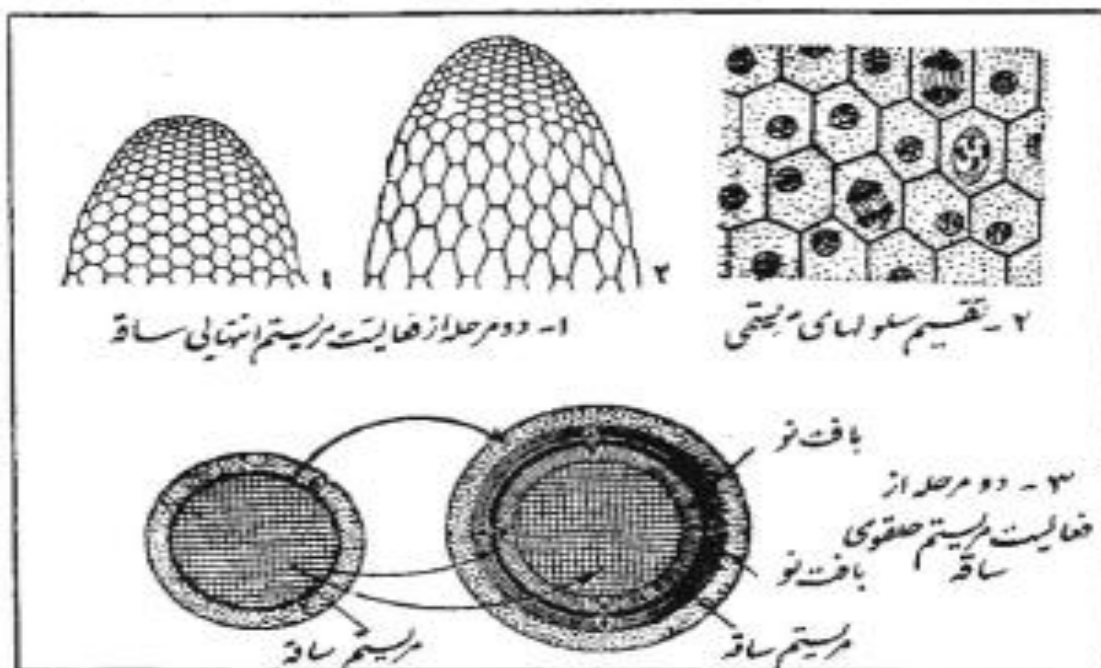
در مرحله آنافاز ، کروموزومها به سوی قطبین کشیده می شوند (شکل ۱۰-۶) .

در مرحله تلو فاز (شکل ۱۰-۷) ، چهار هسته n کروموزومی بوجود

می آید و سیتوپلاسم هم، به چهار بخش می شود و چهار هسته را در میان می گیرد و چهار سلول n کروموزومی تولید می شود .
حاصل آنکه کروموزومهای سلولهای جدید ، از نظر تعداد و از نظر مقدار ، نصف کروموزومهای سلول اولیه اند .

بافتهای گیاهی

مریستم گیاهان پرسیلولی، مانند جانوران پرسیلولی، هر يك از نموسلول مخصوصی، به نام سلول تخم بوجود می آید. در بعضی از گیاهان، سلولهایی به نام هاسک بر اثر تقسیمات متوالی، گیاهان نو بوجود می-



شکل ۱۱: مریستم انتهایی و حلقوی ساقه

آورند. از تقسیم بی در بی سلول تخم، گروهی سلول هم شکل بوجود می آید که به آن مریستم می گویند. سلولهای مریستمی دارای خصوصیات زیرند:

۱- دیواره سلولزی نازک و هسته نسبتاً درشت دارند.

۲ - واگوئول و پلاست ندارند .

۳ - سرعت رشد می کنند و تقسیم می شوند .

سلولهایی که از تقسیم سلولهای مریستمی بوجود می آیند ، به تناسب موقعیتی که در گیاه دارند و کاری که باید انجام دهند ، تنوع حاصل می کنند و بافتهای گوناگون گیاهی را بوجود می آورند .

بطوری که می دانید ، مریستم ، در انتهای ریشه و ساقه و در جوانه ها و نیز به صورت حلقه هایی ، درون ریشه و ساقه هست . فعالیت سلولهای مریستمی ، رشد طولی و قطری اندامهای گیاهی را سبب می شود . پس منشأ بافتهای گیاهی ، مریستم گیاهی است .

تعریف بافت و اقسام آن - بافت گیاهی ، به مجموعه ای از سلولها می گویند که شکل ظاهری و ساختمان داخلی همانند داشته باشند و کار مخصوصی انجام دهند . بافتهای گیاهی را ، با همه تنوعی که دارند ، می توان به پنج دسته تقسیم کرد: بافتی پاراننشیمی ، بافتهای نگهدارنده ، بافتهای هادی ، بافتهای محافظ و بافتهای ترشحی .

الف - بافتهای پاراننشیمی

بافتهای پاراننشیمی ، از بافتهای اصلی و فعال گیاهند . سلولهای بافتهای پاراننشیمی ، عموماً زنده اند . غشای سلولزی آنها نازک است و تغییر شیمیایی پیدا نکرده است . ما و متافذ ، در غشای سلولزی بافتهای پاراننشیمی ، فراوان است . شکل سلولهای پاراننشیمی ، گوناگون است و ممکن است استوانه ای یا منشوری یا ستاره ای یا کروی باشند . بافتهای پاراننشیمی ، دارای این انواعند :

۱- **پارانشیم ساده** - این نوع پارانشیم، بیشتر در بخشهای داخلی اعضای گیاهان، مانند ریشه و ساقه، وجود دارد. در پارانشیم ساده، مآ فراوان است. غشای سلولزی پارانشیم ساده، بسیار نازک است.

در بعضی از پارانشیمهای ساده کروموپلاست هست. اگر کروموپلاست، دارای **کزانثوفیل** باشد، پارانشیم را زرد و اگر دارای **کلروتن** باشد، آن را نارنجی می کند. اینگونه پارانشیم ساده را، پارانشیم **کروموپلاست دار** نیز می گویند. در بعضی دیگر از پارانشیمهای ساده، رنگیزه هایی در واکوئولها هست. مانند گلبرگ گل لاله قرمز و گل سرخ که رنگیزه های به نام **آنتوسیانین** دارند.

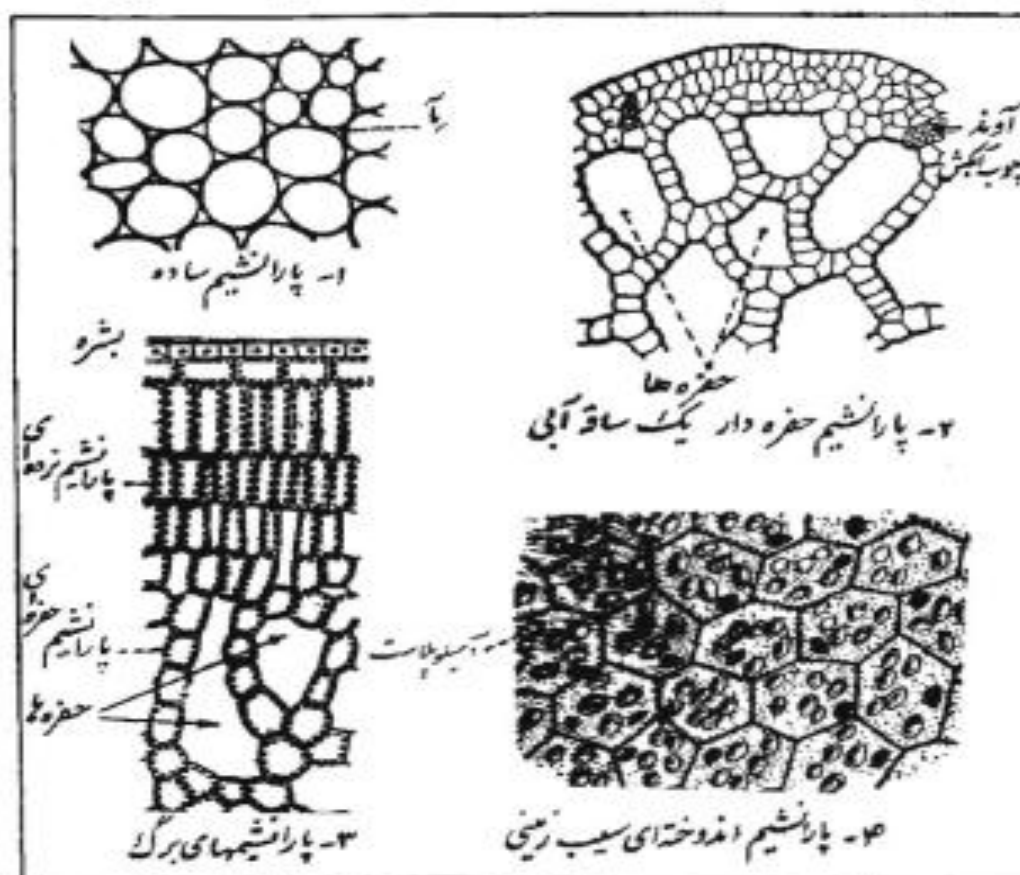
۲- **پارانشیم کلروفیلی** - این پارانشیم، فعالترین بافت گیاه است. در سیتوپلاسم سلولهای آن، عدد زیادی دانه های کلروفیل هست. مآ نیز، در این بافت فراوان است. سلولهای پارانشیم کلروفیلی ممکن است منظم باشند، در این صورت، **پارانشیم نرده ای** خوانده می شود، مانند پارانشیم زیر بشره بالایی برگ. نیز ممکن است دارای حفره های کمایش بزرگ باشند، در این حالت، **پارانشیم حفره ای** نامیده می شود، مانند پارانشیم قسمت داخلی برگ.

۳- **پارانشیم اندوخته ای** - این نوع پارانشیم، بیشتر در بخشهای عمقی اندامهای گیاهان، دیده می شود. سلولهای آن، درشت و پر از اندوخته است. مواد اندوخته ای ممکن است مانند نشاسته در پلاستها جمع شوند یا مانند اوزها و اوزیدها و پروتئیدها در واکوئولها اندوخته شوند.

نشاسته غده های سبب زمینی، درون آمیلوپلاستهای سلولهای آن

اندوخته شده است ، ولی دانه‌های آلورون حبوبات ، در واکوئولهای سلولهای آنها ، جمع شده است .

در بعضی از پارانشیمهای ذخیره‌ای ، آب اندوخته می‌شود ، مانند پارانشیم اندوخته‌ای گیاهان گوشت‌دار ، نظیر کاکتوس (گل عنقربی) .



شکل ۱۲ : بافت‌های پارانشیمی

ب - بافت‌های نگهدارنده

بافت‌های نگهدارنده ، چنانکه از نامشان پیداست ، به اندامهای

کوناگون گیاه ، استحکام می بخشند . سه نوع یافت نگاهدارنده در گیاهان هست : **کُلاَنشیم ، اسکلرانشیم ، فیبر** .

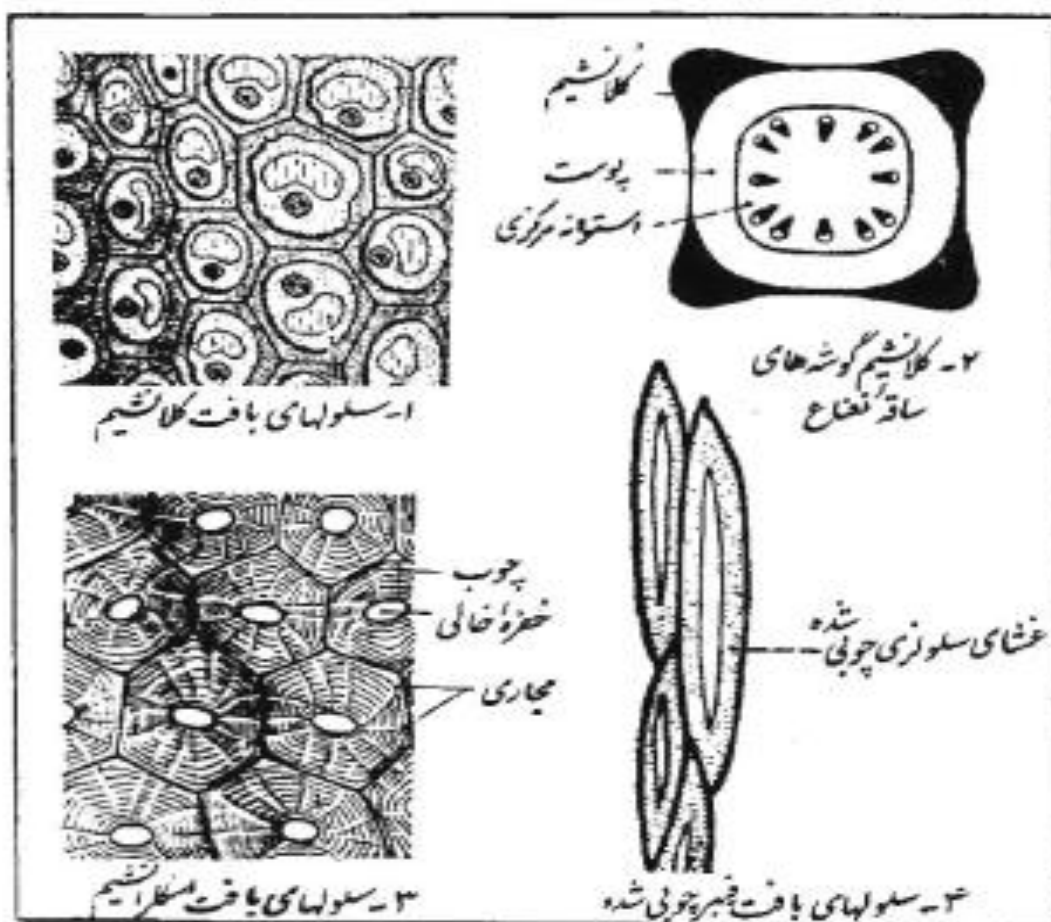
۱- **کُلاَنشیم** - کلانشیم ، یافت نگاهدارنده ساقه های علفی و گیاهان بک ساله است و سلولهای آن عموماً زنده اند . کلانشیم ، پارانشیمی است که غشای سلولزی سلولهای آن ، ضخیم و محکم شده است . این ضخامت ، در کنجهای سلولها بیشتر است . کلانشیم ، در چهار گوشه ساقه تنوع و در هویج فراوان است . دیواره سلولهای کلانشیمی ، آب زیاد دارد و به همین سبب دارای حالت ارتجاعی است .

۲- **اسکلرانشیم** - اسکلرانشیم ، یافت نگاهدارنده سخت و بسیار محکم است . دیواره سلولهای این یافت ، از جنس چوب است و رفته رفته بقدری ضخیم می شود که ممکن است همه فضای سلول را پر سازد و تنها حفره ای خالی در میان آن بقی گذارد . در قسمتهای چوبی شده سلولهای اسکلرانشیمی ، مجاری ، ریزک فراوان هست که ارتباط بین سلولهای مجاور از آن راه تأمین می شود . سلولهای اسکلرانشیمی ، در آغاز آغشته شدن غشای سلولزی به چوب ، زنده اند ولی رفته رفته ، در نتیجه افزایش ماده چوبی و اشغال شدن فضای داخلی ، می میرند .

بوست فندق و هسته هلو و زردآلو و گیلان و بیخ ساقه گل سرخ از یافت اسکلرانشیمی سخت و فشرده است ، چوب معمولی ، که از تنه درختان بدست می آید ، قسمت اعظم از یافت اسکلرانشیمی است که با بافتهای دیگر همراه است . سلولهای اسکلرانشیمی ، گاهی منفرد و گاهی مجتمع ، در میان بافتهای دیگر ، دیده می شوند . دانه های سختی که هنگام خوردن

کلاهی در زیر دندانها احساس می شود ، اجتماع سلولهای اسکرافشیمی است .

۳- فیبر - فیبر ، بافت نگاهدارندگی است که سلولهای آن دراز



شکل ۱۳ : بافتهای نگاهدارنده

و دارای دیواره ضخیم هستند . اگر دیواره سلولها ، سلولزی و ضخیم باشد ، فیبر را سلولزی گویند ، مانند الیاف کتان و اگر دیواره سلولها ، چوبی و ضخیم باشد ، فیبر را چوبی گویند . در این حالت ، بافت ، بسیار

شکننده و سخت خواهد بود . در اطراف آوندهای چوبی عموماً فیبر بسیار هست و بدانها استحکام می‌بخشد . غالباً فیبرها ، رشته‌های درازی تشکیل می‌دهند که درازی آنها گاهی به چند سانتیمتر می‌رسد . فیبرهای سلولزی تقریباً خالص ، مانند فیبرهای کتان ، برای تهیهٔ پارچه مصرف می‌شود ، ولی مخلوط فیبرهای سلولزی و چوبی ، برای تهیهٔ طناب و کونی ، مصرف می‌شود .

ج - بافت‌های هادی

بافت‌های هادی ، هدایت شیرهای گیاهی را به‌عهده دارند و عبارتند از : **آوندهای چوبی** که مخصوص جریان شیرهٔ خام است و **آوندهای آبکشی** که مخصوص جریان شیرهٔ پرورده است .

۱- **آوندهای چوبی** - آوندهای چوبی ، لوله‌های ناقص یا کاملی هستند که در سراسر اندام‌های گیاهان ، متشکّلند و شیرهٔ خام را در آنها جریان می‌دهند . سلول‌هایی که به آوندهای چوبی تبدیل می‌شوند ، از تقسیم سلول‌های مرستمی ، بوجود می‌آیند . این سلولها ، ابتدا به‌دنبال هم ، در امتداد خط مستقیمی ، قرار دارند (شکل ۱۴-۱) . سپس شروع می‌کنند به دراز شدن و هر سلول دارای واکوئول بزرگی می‌شود . وقتی که سلول به حداکثر درازی خود رسید ، محتویاتش از بین می‌رود . در این موقع ، گرچه دیواره‌های عرضی میان سلولها باقی است ، ولی شیرهٔ خام ، به‌سبب از میان آنها عبور می‌کند . اینگونه آوندها را ناقص می‌گویند ، در بعضی از آوندها ، که به آوندهای کامل موسومند ، دیواره‌های عرضی میان سلولها ، در نتیجهٔ زلزله‌ای شدن ، بکلی از میان می‌رود و سلولها به

صورت لوله کاملی در می آیند .

دیواره آوندهای چوبی ، از دو قسمت ساخته شده است : اول ، قسمت نازک که سلولزی است و شیره خام می تواند از آن به بیرون تراوش کند یا از بیرون آوند به درون آن نفوذ کند ، دوم ، قسمت ضخیم شده چوبی که اسکلت آوند را بوجود می آورد و آوند را علی رغم فشار بافتنهای مجاور ، همیشه باز نگه می دارد .

برجستگیهای چوبی که در سطح درونی آوندها بوجود می آیند ، شکلهای گوناگون دارند و آوندها را بر حسب شکل و وضع آن برجستگیها ، نامگذاری کرده اند :

در آوندهای حلقوی ، برجستگیهای چوبی ، به شکل حلقه های موازی یکدیگر ، قرار دارند (شکل ۱۴-۲) .

در آوندهای مارپیچی ، برجستگیها ، شکل مارپیچی دارند که سرتاسر آوند کشیده شده است . این دو نوع آوند ، در اندامهای جوان وجود دارند و وقتی که اندام رشد می کند ، این آوندها نیز ، یا دور شدن حلقه ها یا باز شدن مارپیچهای چوبی ، دراز می شوند .

در آوندهای مخطط ، بخشهای چوبی شده دیواره سلولها ، به صورت خطوط افقی ، بنظر می رسند (شکل ۱۴-۳) .

در آوندهای مشبك ، ماده چوبی دیواره سلولها ، به صورت شبکه نسبتاً درهمی ، در می آید (شکل ۱۴-۳) .

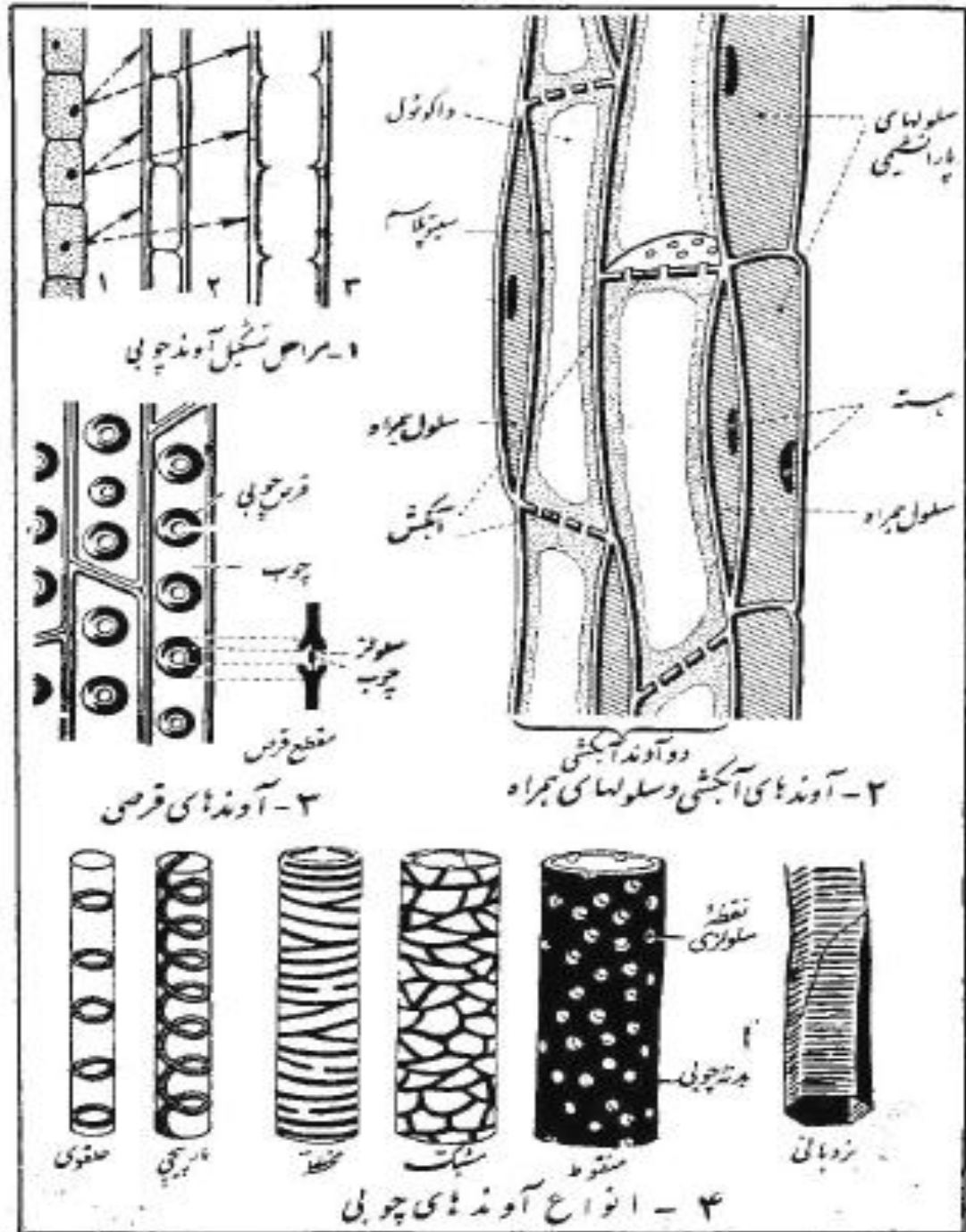
در آوندهای منقوط ، همه بدنه آوند چوبی است ، تنها در بعضی نقاط ، که به صورت نقطههایی بنظر می رسند ، آوند سلولزی است . این سه نوع آوند ، عموماً درشت تر از دو نوع آوند قبلی هستند و در اندامهایی

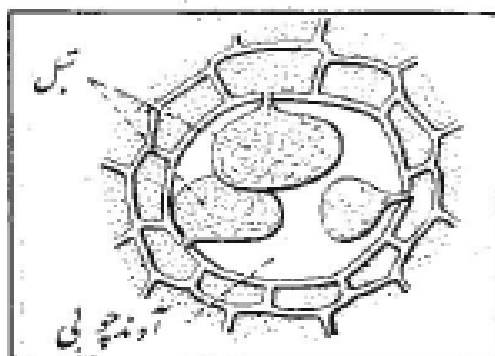
که به حد رشدشان رسیده‌اند ، ظاهر می‌شوند و نمی‌توانند درازتر شوند .
 در **آوندهای نردبانی** ، که مخصوص **فیاض‌زادان** آوندی است ،
 قسمتهای چوبی شده ، شبیه پله‌های نردبان ، موازی یکدیگر است .
 در **آوندهای قرصی** ، که مخصوص **بازدانگان** است ، همه بدنه
 آوند چوبی است و برجستگیهای مخصوصی ، به صورت قرص ، در بدنه
 آنها دیده می‌شود . دیواره چوبی ، در محل قرصها ، ضخیم‌تر است و ،
 چنانکه در شکل ۱۴ شماره ۲ می‌بینید ، تنها قسمتی از دیواره وسط هر
 قرص ، سلولزی است .

آوندهای حلقوی و مارپیچی و نردبانی و قرصی عموماً دارای
دیواره عرضی هستند ، پس ، از آوندهای ناقصند .
 در **آوندهای مخطط و مشبك و منقوط** ، **دیواره عرضی وجود**
ندارد ، پس ، از آوندهای کاملند .

در جریان تشکیل آوندهای چوبی ، عده‌ای از سلولها که میان آنها
 قرار دارند ، به صورت فیبر چوبی یا اسکراشیم در می‌آیند و موجبات
 استحکام آوندهای چوبی را ، فراهم می‌سازند .
 هدایت شیرۀ خام ، فقط در آوندهای چوبی جوان صورت می‌گیرد ،
 زیرا آوندهای چوبی کهنه ، رفته رفته به علت پیدایش ماده‌ای به نام
تیل ، مسدود می‌شوند .

۲- **آوندهای آبکشی** - آوندهای آبکشی نیز ، از سلولهای
 دراز ، که به دنبال هم قرار گرفته‌اند ، ساخته شده‌اند ، ولی سلولهای
 سازنده آوندهای آبکشی ، زنده‌اند و به‌لاوه ، دیواره آنها ، سلولزی است





نه چوبی و از این گذشته، دیواره
عرضی میان سلولها، سوراخهایی
شبه آبکش دارد (شکل ۱۳-۴).
سلولهای سازنده آوند آبکشی،
واکوئول درشت دارند و سیتوپلاسم
آنها، به صورت ورقه نازکی، به دیواره

غشای سلولزی، چسبیده است. شکل ۱۵: مسدود شدن آوند چوبی
واکوئول، محتوی مایع غلیظی است که بکندی از سوراخهای آبکش
عبور می کند و از سلولی به سلول دیگر می رود. قطر آوندهای آبکشی،
کمتر از قطر آوندهای چوبی است.

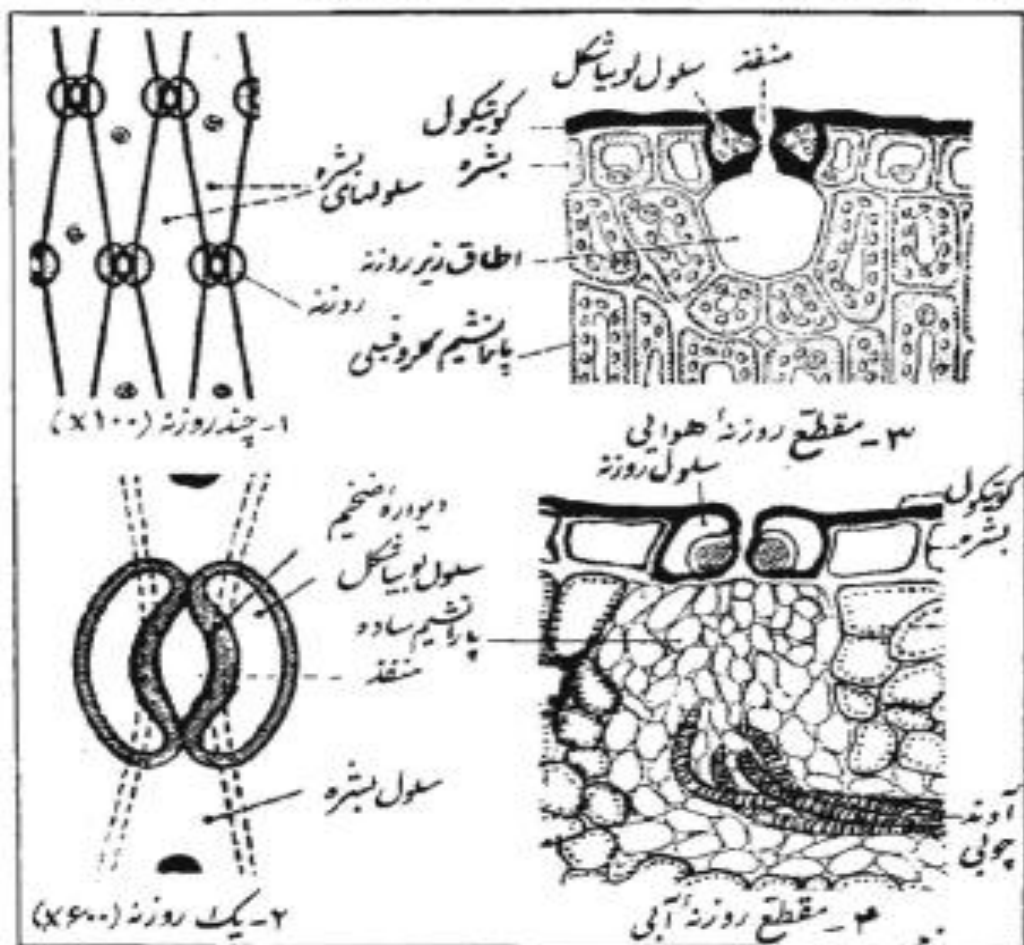
در درختان و درختچه ها، هنگام زمستان، رسوب از کالوز،
به نام کال، سوراخهای آبکش آوندهای آبکشی را مسدود می کند. این
ماده، در بهار سال بعد، حل شده، مانند اندوخته غذایی، به مصرف
می رسد و در عین حال، جریان شیرۀ پرورده را ممکن می سازد.

در مجاورت آوندهای آبکشی، سلولهای پارینک و درازی دیده
می شوند که به آنها **سلولهای همراه** می گویند. این سلولها، که تنها در
گیاهان نهان دانه وجود دارند، می توانند به آوندهای آبکشی تبدیل شوند.

د - بافت های محافظ

این بافتها، در سطح خارجی اندامهای گیاهان قرار دارند و آنها
را از عوامل خارجی حفظ می کنند. بافت های محافظ، عبارتند از: **پشره**
و **چوب پنبه**.

۱- بشره - بشره، بافت محافظ سطح خارجی اندامهای هوایی جوان، مثل برگ و شاخه‌های تازه است و معمولاً از یک لایه سلول ساخته شده است. سلولهای بشره، کلروفیل ندارند و سطح بیرونی آنها کوتینی است.



شکل ۱۶: ساختمان روزنه

در هر سلول بشره، یک هسته و واکوئول کمابیش بزرگ، دیده می‌شود. از آنجا که کوتین، بخصوص اگر ضخیم باشد، قابلیت نفوذ کم دارد، برای امکان تبادلات گازی، در آن سوراخهایی به نام روزنه هست. روزنه دو قسم است: هوایی و آبی.

روزنه هوایی، شامل دو سلول لویا شکل است که از قسمت مقعر رویروی هم قرار دارند و فضایی به نام منفذ (استیول) ایجاد می کنند. دیواره مقعر، ضخیم تر از بقیه غشای سلولزی است. دو سلول روزنه، هسته و عنه زیادی دانه کلروفیل دارند.

منفذ روزنه، به حفره ای به نام **اتاق زیر روزنه**، که در پارانشیم حفره ای قرار دارد، مربوط است.

روزنه آبی نیز، از دو سلول ساخته شده ولی سلولهای آن، از سلولهای روزنه هوایی، کوچکترند. از این گذشته، منفذ میان سلولها، کوچک است. اتاق زیر روزنه، در روزنه آبی، وجود ندارد، بلکه، به جای آن، فضایی پر از سلولهای پارانشیمی بدون کلروفیل هست. آوندهای چوبی بسیار نازک، در میان این سلولها، باز می شوند.

مقایسه ساختمان روزنه هوایی و روزنه آبی

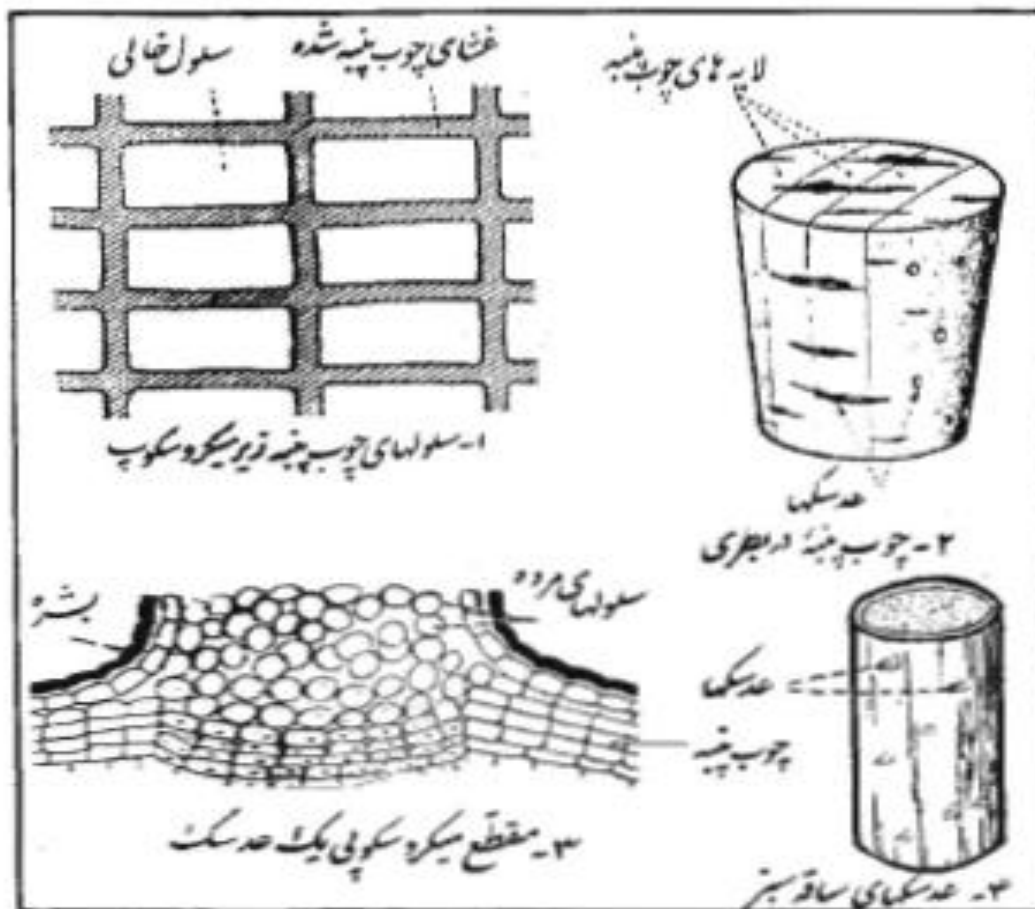
روزنه آبی	روزنه هوایی
دو سلول لویا شکل نسبتاً بزرگ (۱) دو سلول لویا شکل کوچک دارد.	دو سلول لویا شکل نسبتاً بزرگ (۱) دو سلول لویا شکل کوچک دارد.
(۲) سلولها، کلروفیل ندارند.	سلولها، کلروفیل دارند.
دیواره قسمت مقعر، ضخیم است. (۳) دیواره همه قسمت های سلول نازک است.	دیواره قسمت مقعر، ضخیم است. (۳) دیواره همه قسمت های سلول نازک است.
اتاق زیر روزنه، خالی است. (۴) در زیر روزنه، پارانشیم سالم هست.	اتاق زیر روزنه، خالی است. (۴) در زیر روزنه، پارانشیم سالم هست.
منفذ روزنه، باز و بسته می شود. (۵) منفذ روزنه، همیشه باز است.	منفذ روزنه، باز و بسته می شود. (۵) منفذ روزنه، همیشه باز است.
آب را به سورت بخار، دفع می کند. (۶) آب را به سورت قطره، دفع می کند.	آب را به سورت بخار، دفع می کند. (۶) آب را به سورت قطره، دفع می کند.

کلاهک ریشه ، که ناحیه رأس آن را می پوشاند و محافظت می کند ، نوعی بشره است که از چند لایه سلول ، ساخته شده است . لایه های خارجی ، از سلولهای مرده ساخته شده اند و بتدریج می افتند . بقیه ریشه ، بشره ندارد .

بشره برگ و بشره ساقه های سبز غائب گیاهان ، کرکدار است . کرکها ، سلولهای درازی هستند که بطور متفرق یا به دنبال هم ، عمود بر بشره یا بطور مورب ، قرار می گیرند ، غالب این کرکها ، ترشحي هستند و در بافت ترشحي ، از آنها یاد خواهد شد .

۲- **چوب پنبه** - چوب پنبه ، بافت محافظی است که از سلولهای مرده توخالی ، ساخته شده است . این بافت ، در اندامهای من وجود دارد و در محلی از گیاه که آسیب بیندیر ، وجود می آید . چوب پنبه ، در ساقه و ریشه گیاهان گلدار دولیه ای و بازدانگان از فعالیت مرستمی که در پوست هست ، ساخته می شود . فعالیت مرستم ، در فصلهای مساعد بیشتر و در فصلهای نامساعد کمتر یا هیچ است . در نتیجه ، چوب پنبه ، در هر سال به صورت لایه ای کمابیش ضخیم ، ساخته می شود . لایه های سالهای متوالی را می توان ، در مقطع چوب پنبه ، بخوبی تمیز داد . چوب پنبه معمولی در بطری را از پوست نوعی بلوط می گیرند . به شکل ۱۷ نگاه کنید ، سمت راست . يك چوب پنبه در بطری و چهار لایه آن دیده می شود . سمت چپ ، قسمتی از چوب پنبه ، زیر میکروسکوپ ، نشان داده شده است . از آنجا که چوب پنبه ، نسبت به آب و گاز غیر قابل نفوذ است ، برای امکان تبدلات گازی در گیاه ، سوراخهای مخصوصی ، به نام **عدسك** ، در چوب پنبه ، وجود دارد . عدسك ، بطوری که در شکل ۱۷

شماره ۳ می بینید ، سوراخ کوچکی است که اندکی برجسته است و با چشم ، تشخیص داده می شود . بطوری که در برش میکروسکوپی عدسك ، (شكل ۱۷ - ۳) دیده می شود . در محل عدسك ، بافت چوب پنبه ای



شكل ۱۷ : ساختمان چوب پنبه

وجود ندارد و جای آن را سلولهایی کروی چوب پنبه شده و مرده ، که از یکدیگر جدا هستند ، پر کرده است . ضمناً ، وجود این سلولهای مرده ، سبب بلند شدن بشره و برجسته شدن محل عدسك شده است .

به شکل ۱۷-۲ نگاه کنید، عدسکهای چوب پنبه در بطری، در
برش طولی و عرضی، دیده می شوند. ارتباط میان بافتهای داخلی گیاه
و محیط خارج، از فضاهای بین سلولهای مرده جدا از هم عدسک، تأمین
می شود.

در بالای ناحیه تارهای کشنده ریشه های تازه، یک ردیف سلول
چوب پنبه شده دیده می شود که از تغییر شکل پارانشیم بوجود آمده اند.

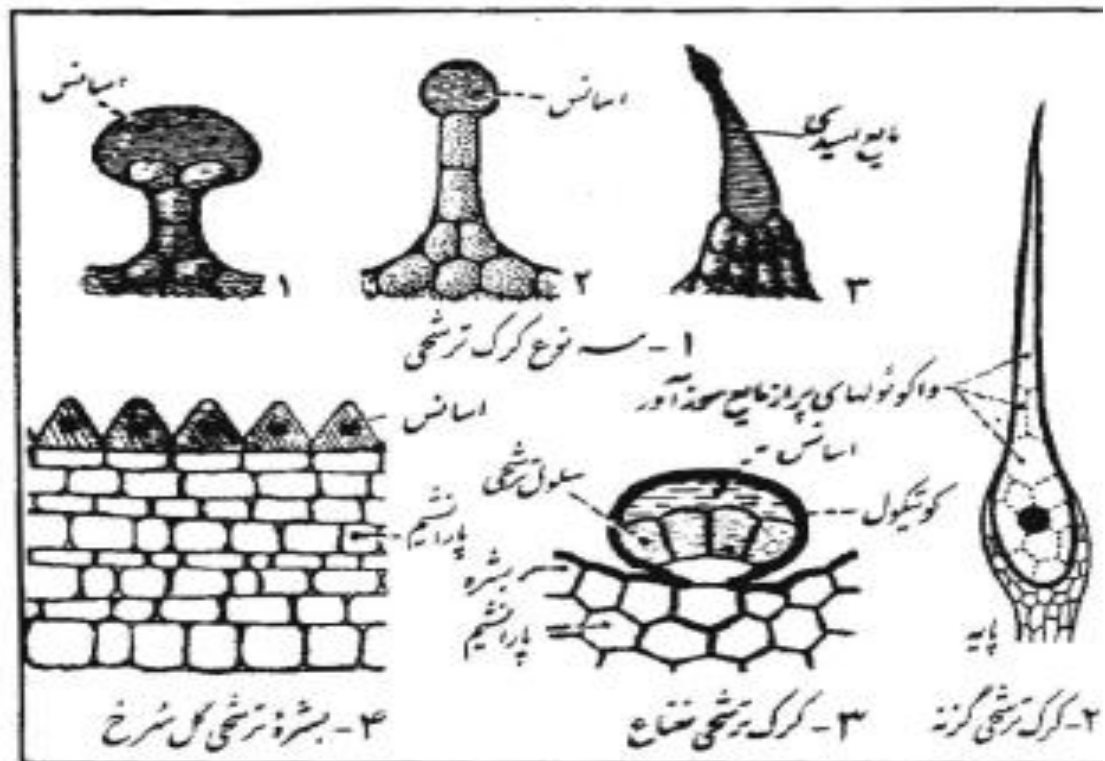
۵. بافتهای ترشحي

بافتهای ترشحي، از سلولهای ساخته شده اند که مواد گوناگون از
جنس اسانس، رزین، شیرابه ها و مانند آنها، آماده می کنند و این مواد
را یا در خود نگه می دارند یا آنکه بیرون از خود، در لوله ها یا در کیسه ها
می ریزند، ولی این مواد، در همه حال، در پیکر گیاه باقی می مانند.
بافتهای ترشحي، انواع گوناگون دارند. مهمترین آنها عبارتند از:
۱- سلولهای ترشحي - سلولهای ترشحي، بطور منفرد یا مجتمع
در قسمت سطحی یا در قسمت داخلی اندامها قرار دارند.

الف: سلولهای ترشحي سطحی یا به صورت کرک ترشحي هستند
یا به صورت بشرة ترشحي.

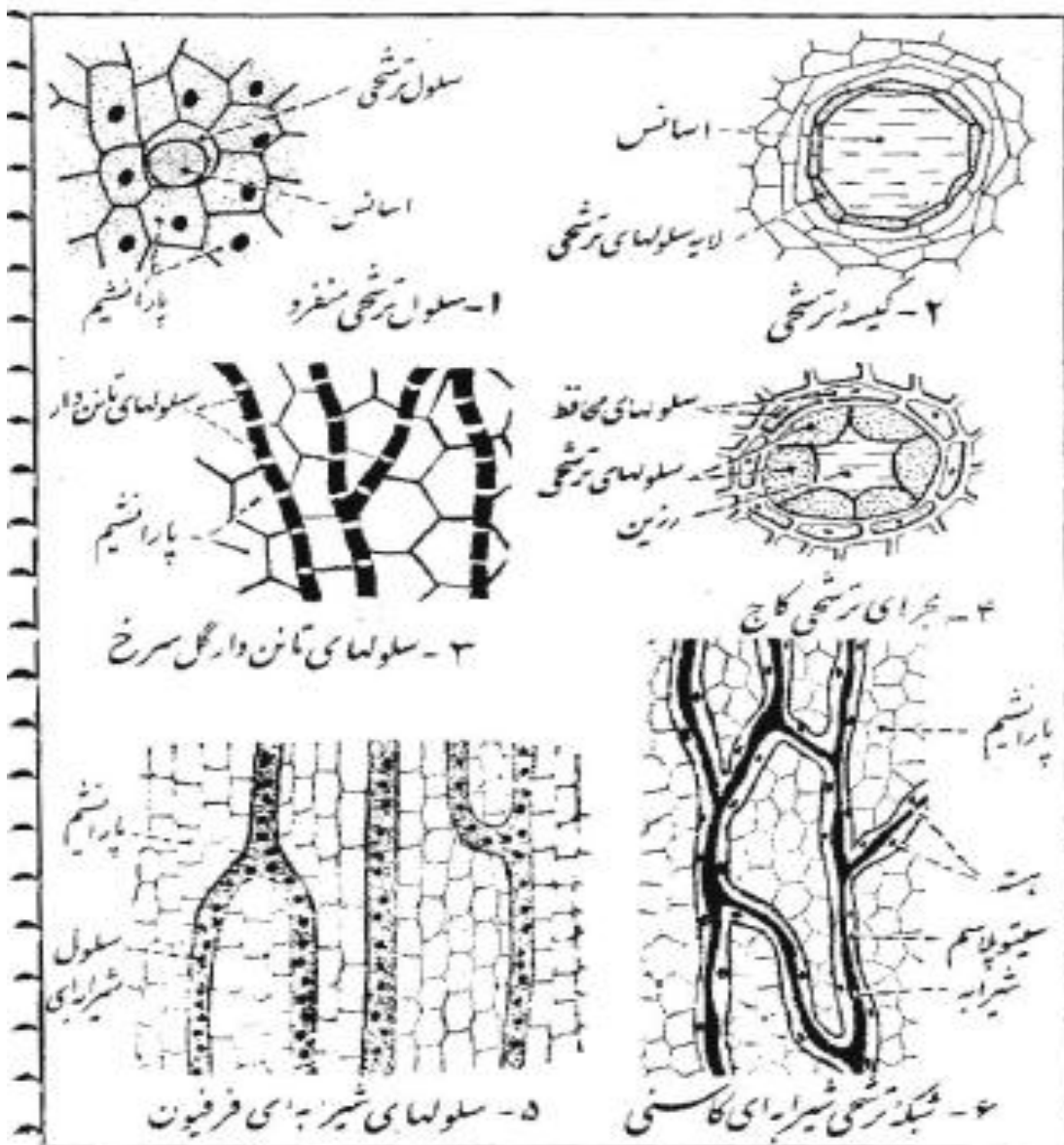
کرکهای ترشحي، سلولهای دراز یا گردی هستند که در سطح
بزرگها و ساقهای سبز قرار دارند و موادی مثل اسانس و رزین ترشح
می کنند. این مواد، عموماً در انتهای برجسته آنها جمع می شود. کرک

ترشحي نعناع ، پایه کوتاهی دارد و مواد ترشحي سلولهای آن ، زیر کوتیکول بشره جمع می شود (شکل ۱۸-۳) . کرک ترشحي منزهه ، دراز و نوک تیز است و محتوی مادهای به نام اسید قریمیک است که سوزش و خارش زیاد در پوست بوجود می آورد . این ماده ، در واکنشهای سلول کرک هست .



شکل ۱۸ : کرکهای ترشحي - بشرة ترشحي

بشرة ترشحي ، از سلولهای ساختہ شده است که اسانس ترشح می کنند . مثل بشرة ترشحي گنبرگ گل سرخ .
ب : سلولهای ترشحي عمقی ، در میان پارانشیم قرار دارند . این



شکل ۱۹: سلولهای ترشحی عمقی - مجاری ترشحی - کیسه ترشحی

سلولها، ممکن است منفرد یا مجتمع باشند.

سلولهای عمقی منفرد، مانند سلولهای برگ غار گیلاس که محتوی

اسانسند.

سلولهای عمقی کوچک مجتمع ، ممکن است به دنبال هم قرار گیرند ، مثل سلولهای تان دار مغز ساقه گل سرخ که در میان سلولهای پارانشیمی ، مانند دانه های تسبیح ، قرار دارند .

سلولهای عمقی دراز و منشعب که در آنها شیرابه (لانتکس) ، جمع می شود .

در فرقیون ، سلولهای شیرابه ای ، دراز و منشعب و دارای هسته های متعدّد و از ریشه تا ساقه امتداد دارند و از سلولهای دیگر ، مجزا هستند و تعدادشان محدود است .

در کاهو و کاسنی ، سلولهای ترشحي منشعب ، بایکدیگر ارتباط دارند و به عکس فرقیون ، سلولها ، ابتدا کوچکند و دنبال هم قرار دارند ، سپس جدار حتماً آنها ، از بین می رود و به صورت شبکه های منشعب ، درمی آیند و به وسیله انشعابات جانبی ، با سلولهای اطراف مربوط می شوند و درون پارانشیما ، شبکه ترشحي را بوجود می آورند .

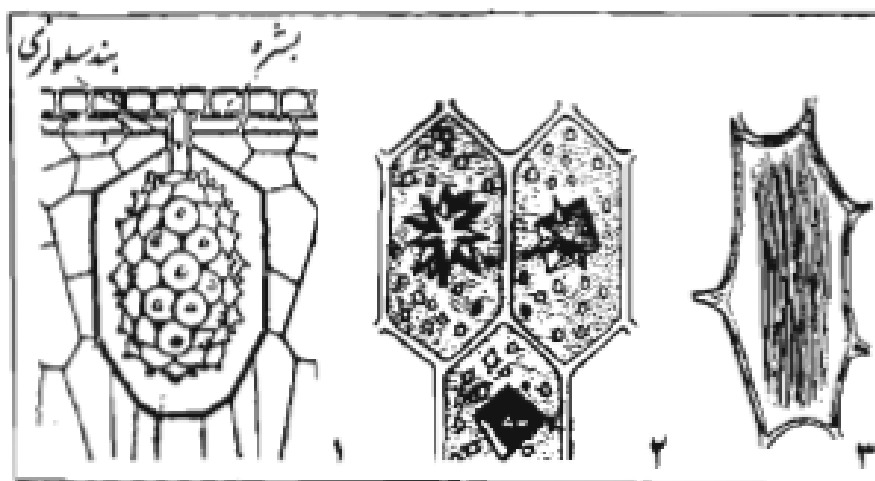
۲- مجاری ترشحي - مجاری ترشحي ، لوله های باریکی هستند که در میان سلولهای ترشحي ، محصورند و مواد ترشحي آن سلولها ، درون مجرا می ریزد . مانند مجاری ترشحي برگ و ساقه کاج (شکل ۱۹-۴) . در مجرای ترشحي کاج ، رزین واس وجود دارد . دیواره هر مجرا ، چنانکه در شکل ۱۹ ، شماره ۴ ، می بینید ، دو ردیف سلول دارد ، ردیف داخلی ، ترشحي است ، ولی ردیف خارجی ، محافظ است و غالباً از سلولهای کلانشیمی یا جویی ، ساخته شده است .

۳- کیسه های ترشحي - در بعضی از گیاهان ، ماده ترشحي ، در فضایی که میان سلولهای ترشحي هست ، جمع می شود و به صورت کیسه

براز ماده ترشحي ، بنظر مي رسد ، مانند كيسه اي ترشحي برگه و ساقه و پوست ميوه پرتقال ، كه اساس فراوان در بر دارند و بقدری بزرگند كه با چشم ديده مي شوند . چند طبقه سلول محافظ ، سلولهاي ترشحي را در ميان گرفته اند .

مواد ترشحي سلولهاي گياهي

جنس مواد ترشحي سلولهاي گياهي ، بسيار متنوع است و مهمترين آنها عبارتند از : كربنات كلسيم ، اكسالات كلسيم ، اساس ، رزين ،



شكل ۲۵ : مواد ترشحي ، در سلولهاي ترشحي

فانين ، الكالوئيد ، گلوکزید ، شيرابه ، صمغ ، لعاب .

كربنات كلسيم و اكسالات كلسيم ، به صورت بلورهاي خوشه اي

با سوزنی یا ستاره اي ، در سلولهاي گياهان مختلف ، ديده مي شود . به شكل

۲۵ نگاه كنيد ، در تصوير شماره ۱ ، كربنات كلسيم به صورت يك خوشه

آهكي (سيستوليت) ، در سلول درشتي از نوعي انجير (فيكوس لاسنيكا)

و در تصوير شماره ۲ ، اكسالات كلسيم به صورت بلورهاي ستاره اي ،

در سلول برگهای عشقه و در تصویر شماره ۳ ، اکسالات کلسیم به صورت بلورهای سوزنی (رافید) ، در برگ زیر زمینی پیاز نشان داده شده است. اسانسها ، که مخلوطی از مواد آلی گوناگون مثل کربورهای تیدروژن و الکها و فنلها و الدئیدها و ستنها هستند ، چند خصوصیت مشترک دارند : عموماً قترارند و مقدار کم آنها در هوا شعله را متأثر می سازد . در آب ، بسیار کم حل می شوند ، ولی در حلالهای آلی ، مانند کلروفرم و اتر و بنزن ، حل می شوند و بیشتر آنها در دمای معمولی مایعند . بعضی از اسانسها ، منحصرأ از تیدروکربور ساخته شده اند ، مانند اسانس تربانتین در کاج . از الکها ، ژرانیول در گل سرخ و مانتول در نعناع است . از فنلها ، اوژنول در میخک است .

رزینها ، مانند اسانسها ، مخلوطی از مواد آلی گوناگونند ، ولی عموماً به حالت جامد وجود دارند و در آب غیر محلولند . رزینها ، از اکسیداسیون اسانسها ، بوجود می آیند . رزین ، ممکن است با اسانس همراه باشد ، مانند تربانتین کاج ، یا با صمغ همراه باشد ، مانند انقوڑه . صمغها و لعابها ، موادی شیه به مواد پکتیکی هستند و در ترکیب آنها ، اوزها و اسیدهای آلی وجود دارند . صمغها و لعابها ، آب جذب می کنند و باد می کنند و محلول غلیظ و چسبنده ای بوجود می آورند و در حلالهای آلی ، مانند بنزن و اتر و کلروفرم ، حل نمی شوند . معروفترین صمغها ، صمغ عربی و کتیراست . صمغ عربی ، بر اثر جذب آب ، بدسورت محلول چسبنده ای در می آید . کتیرا ، آب جذب کرده ، باد می کند .

لعابها، در اعضای گوناگون گیاهان، مانند گل ختمی و پنیرك و دانه
كتان، به مقدار فراوان، موجود است.

شیرابه‌ها، مایعاتی هستند که غالباً رنگ سفید شیری دارند و با
شکستن شاخهٔ انجیر یا فرقیون، از آن خارج می‌شوند. شیرابه‌ها، آب و
مواد محلول، مثل املاح کالی و گلوئیدها و پروتیدها و الکلوئیدها و نیز
موادی به حالت امولسیون، مثل رزینها و مواد چرب دارند.

کائوچو، از انعقاد شیرابهٔ بعضی از گیاهان، مثل **هواآ**، بدست می‌آید.
قائن‌ها، موادی هستند که در اندامهای گوناگون گیاهی، بخصوص
در پوست و میوهٔ بلوط، فراوان است. در آب، محلولند و با مواد پروتیدی،
ترکیب می‌شوند و از این رو، آنها را در چرم‌سازی، برای جلوگیری از
فساد پوست حیوانات، بکار می‌برند. قائن‌ها را، با املاح آهن، ترکیب
می‌کنند و جوهر نوشتنی بدست می‌آورند.

الکلوئیدها، موادی هستند که عموماً ازت در ترکیب آنها وارد
است و واکنش قلیایی دارند و عموماً در الکل محلولند. اثر وکرو فورم، از
بهترین حلالهای الکلوئیدهاست. با پدیدورم، تفشیش می‌شوند. مهمترین
الکلوئیدها عبارتند از: **کینین**، **کافئین**، **قئو پرومین**، **استرینکین**،
کو کائین، **مرفین**، **آتروپین** و **قئین** و مانند آنها.

گلوکزیدها، هتروزوئیدهایی هستند که در مولکول آنها، اوزو
مواد غیر گلوئیدی، وجود دارد. گلوکزیدها، تحت اثر دیاستازها، به اوزو
موادی نظیر الکل و قند و اسید سیانیدریك تجزیه می‌شوند. **آمیگدالوزید**
بادام تلخ و **دیژنئالین** گل انگشتانه، به دو گلوکزید معروفند.

ساختمان اندامهای روینده گیاه

ساختمان ریشه

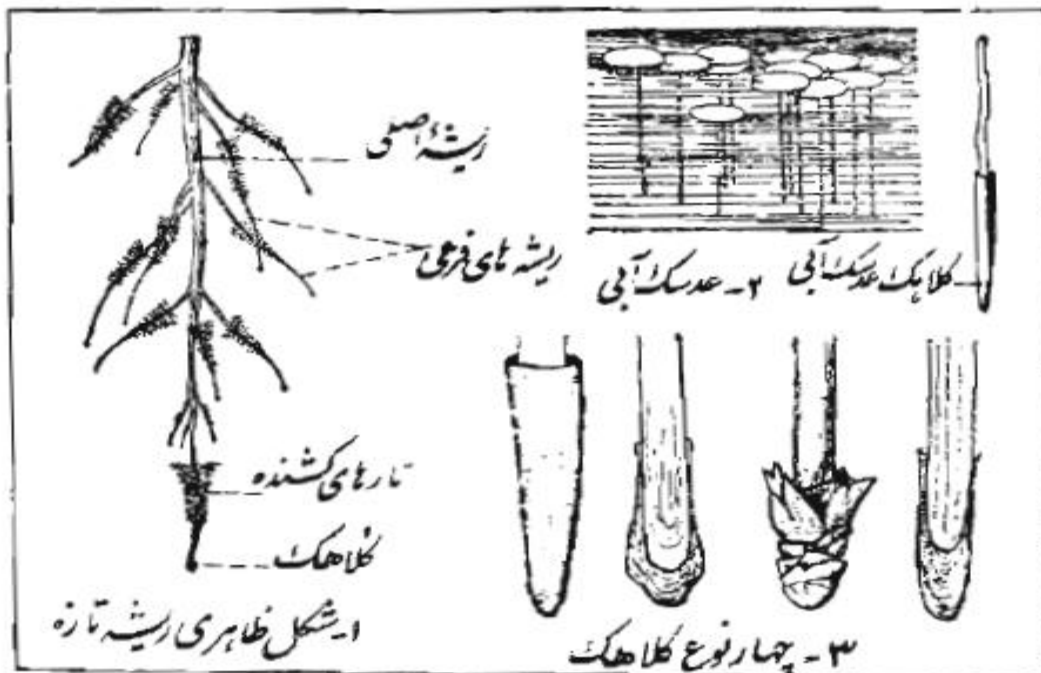
الف - ساختمان ظاهری ریشه - ریشه تازه روینده ، نازک و سفید رنگ است و در آغاز انشعابی ندارد ، ولی رفته رفته ، دارای انشعاب (ریشه های فرعی) می شود . در يك ریشه تازه ، قسمت های زیر تشخیص داده می شود :

۱ - کلاهک - کلاهک ، قسمت برآمده و مخروطی شکل انتهایی ریشه است و غالباً زرد یا قهوه ای رنگ است . دیواره سلول های آن ، کوتینی و محکم است و سلول های مریستم انتهایی را ، از تماس با ذرات خاک ، محفوظ می دارد . کلاهک عدسک آبی ، که گیاهی آبی است ، نمو بسیار دارد . در شکل ۲۱ ، چند نوع کلاهک ، دیده می شود .

۲ - منطقه نمو - منطقه نمو ، ناحیه کوتاهی است که بلافاصله بالای کلاهک قرار دارد . در این منطقه ، مریستم انتهایی ریشه وجود دارد که بر اثر تقسیمات پی در پی ، نمو طولی ریشه را تأمین می کند .

۳ - منطقه تارهای کشنده - در این منطقه ، یک عدد از سلول های سطحی ریشه ، زائیده های درازی ، تقریباً عمود بر سطح ریشه ، بیرون می فرستند . این زائیده ها تارهای کشنده نام دارند . اگر چند دانه گندم

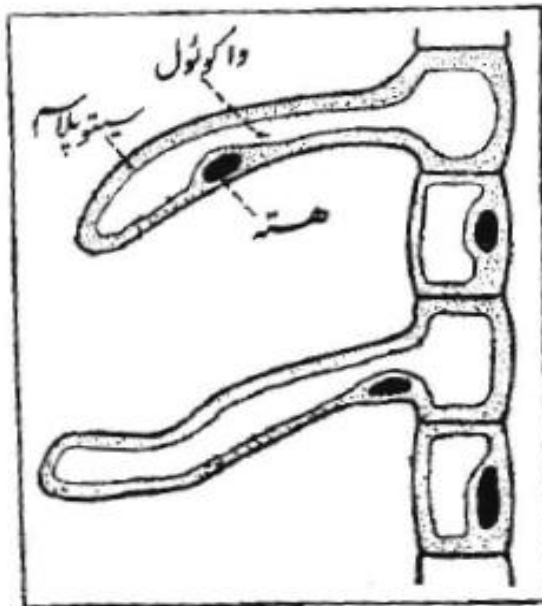
را سبز کنید ، بطوری که درازی ریشه‌های آنها به سه تا چهار سانتیمتر
برسد ، سپس یکی از دانه‌ها را از ریشه ، در پشت استکان آب قرار دهید ،
تارهای کشنده را با چشم می‌توانید تشخیص دهید . سوزن تار کشنده ،
واکوئونی بزرگ دارد و عامل اصلی جذب آب و ملاح از خاک است .



شکل ۲۱ : ریشه

درازی تریبی که از کلاهک دورترند ، بیشتر است . بتدریج که ریشه دراز
می‌شود ، تارهای کشنده نو ، از بالای ناحیه نمو ، بوجود می‌آیند و تارهای
بالایی ، می‌افتند .

ریشه گیاهان آبی ، مثل عدسک آبی ، تار کشنده ندارد و عمل
جذب ، توسط سلولهای سطحی ریشه ، صورت می‌گیرد .



شکل ۲۲ : دو تار کشنده

۴ - منطقه انشعاب ریشه

های فرعی - این منطقه ، بالای تارهای کشنده است . و ممکن است درازیش زیاد باشد . هر ریشه فرعی ، به نوبه خود ، منشعب می شود و دارای ریشه های فرعی دیگر می شود . انتهای همه ریشه های فرعی ، دارای کلاهک و منطقه نمو و منطقه تارهای کشنده است .

۵ - منطقه یقه - این منطقه ،

درست در حد فاصل ریشه و ساقه است .

ب - اقسام ریشه - از نظر شکل ظاهری و وضع ریشه های فرعی

نسبت به ریشه اصلی و طرز پیدایش ، چند نوع ریشه تشخیص داده می شود :

۱ - ریشه های راست که در آنها نمو ریشه اصلی بیش از نمو

ریشه های فرعی است . این ریشه ها ، عموماً بطور قائم در خاک فرو می روند ، مانند ریشه کاهو و ریشه گل قاصد .

۲ - ریشه های افشان که در آنها تفاوت زیادی بین ریشه اصلی و

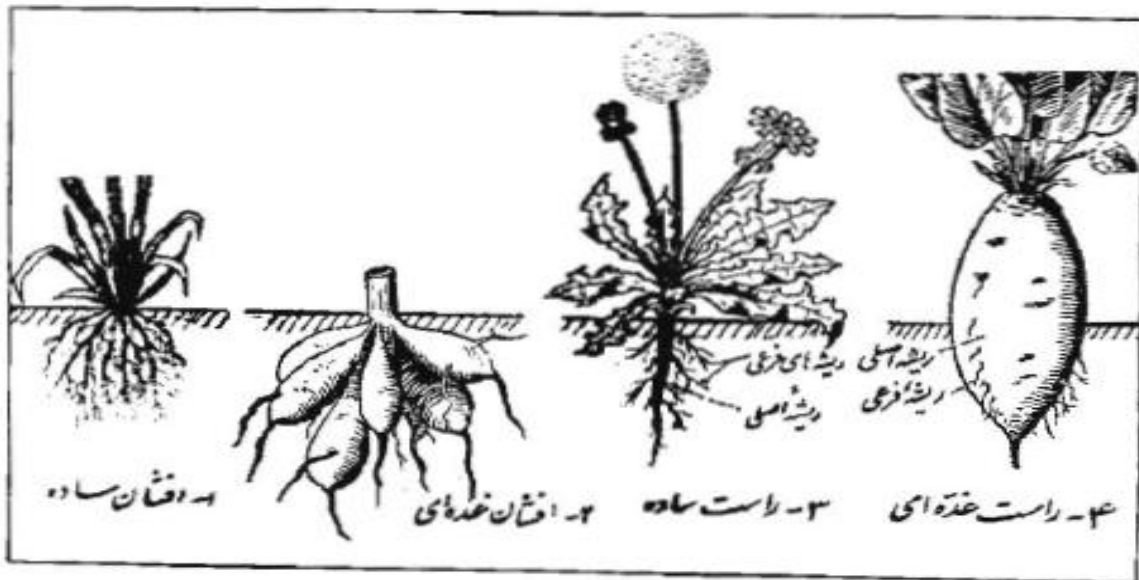
ریشه های فرعی نیست و از این گذشته ، چندان در خاک فرو نمی روند ، بلکه در سطح آن پهن می شوند ، مانند ریشه گندم و ریشه کرچک .

۳ - ریشه های غده ای که ممکن است افشان دارای اندوخته باشند ،

مثل کوکب و ثعلب ، یا راست دارای اندوخته ، مثل هویج و چغندر .

۴ - ریشه‌های نابجا - ریشه ، عموماً از نمو ریشه‌چه دانه ، بعمل می‌آید . هر ریشه که منشأ آن غیر از ریشه‌چه دانه باشد ، نابجا خوانده می‌شود .

ریشه نابجای بگونیاء ، از تماس برگ با خاک مرطوب ، بوجود می‌آید . ریشه نابجای توت فرنگی و آلاله دارای ساقه خزنده ، از تماس ساقه خزنده با خاک مرطوب ، تولید می‌شود .

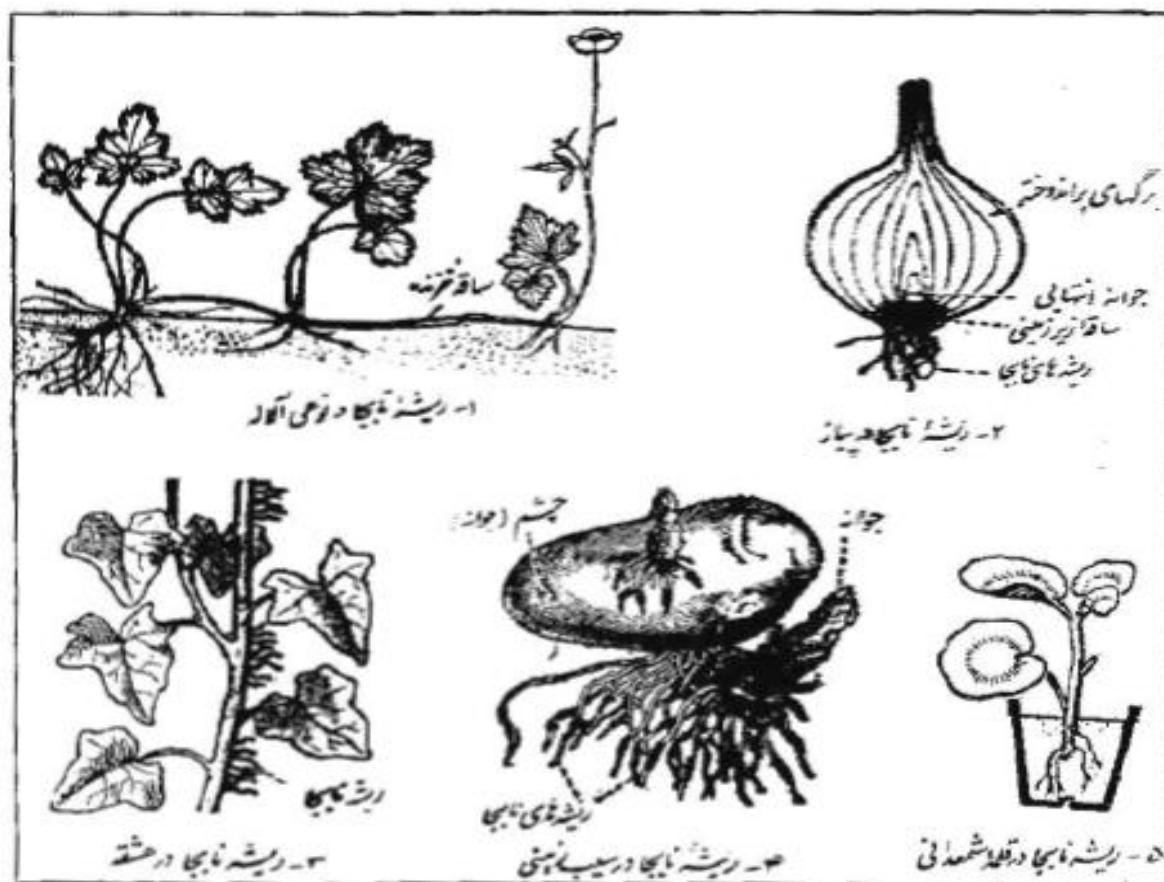


شکل ۲۳ : انواع ریشه

ریشه نابجای عَشَقَه ، از ساقه آن بیرون می‌آید و بعدیوار و درختان مجاور می‌چسبد و موجبات نکهرداری گیاه را فراهم می‌سازد . ریشه نابجای انجیر معابد ، از ساقه آن بیرون آمده و در زمین فرو می‌رود .

ریشه‌های نابجای و افیل ، در هوا آویزان می‌شوند و از رطوبت هوا و ذرات معلق در آن ، تغذیه می‌کنند .

ریشه‌های نابجای پیاز، از ساقه کوتاه زیرزمینی آن، می‌رویند.
 ریشه نابجای سیب‌زمینی، از چشمهای غده‌ها، بیرون می‌آید.
 قلمه‌ها و شاخه‌هایی که خوابانیده می‌شوند، از طریق تولید ریشه
 های نابجا، به رشد خود ادامه می‌دهند.



شکل ۲۴ : ریشه‌های نابجا

۵ - ریشه‌های آیزی، ریشه‌هایی هستند که در آب رشد می‌کنند
 و مواد لازم را مستقیماً از آب می‌گیرند. مثل عدسک آبی که کلاهک
 بزرگ دارد و فاقد تارهای کشنده است.

ج - ساختمان داخلی ریشه - ریشه تازه که نرم و سفیدرنگ

است ، ساختمان مخصوصی دارد که بزودی بر اثر رشد آن تغییر می کند .
این ساختمان را ، ساختمان نخستین ، می گویند .

اگر برش نازکی از منطقه تارهای کشنده تهیه کنیم ، ابتدا دو قسمت متمایز تشخیص می دهیم که یکی پوست نام دارد و در بیرون است و دیگری استوائه مرکزی نام دارد و در وسط است .

در پوست ریشه ، ازخارج به داخل ، قسمت های زیر را خواهیم دید:
۱ - لایه تارهای کشنده - این لایه ، از یک ردیف سلول ساخته شده است که بعضی از سلولها ، چنانکه دیدیم ، زائده ای دراز ، به نام تار کشنده ، تولید می کنند .

۲ - لایه چوب پنبه - پس از افتادن تارهای کشنده ، ردیف سلولهایی که در زیر لایه تار کشنده است ، چوب پنبه ای می شوند ، ولی تا وقتی که تار کشنده هست ، این لایه ، چوب پنبه ای نمی شود .

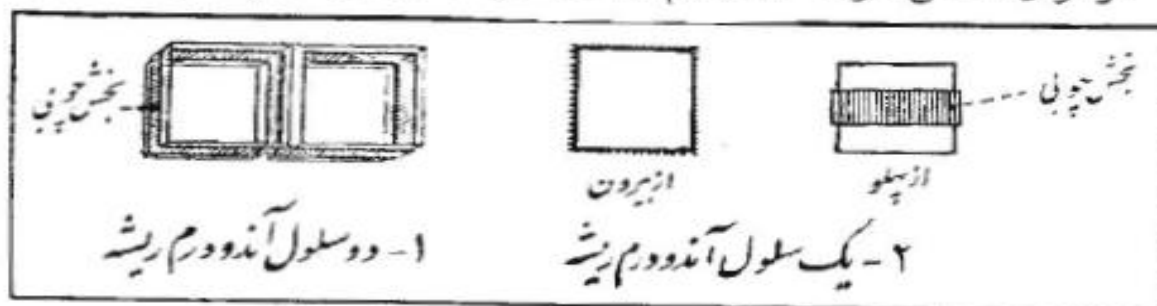
۳ - پارانشیم پوستی - پارانشیم پوستی ، شامل چند لایه نامنظم سلول است که دیواره نازک دارند و مای فراوان میان آنها هست .
سلولهای بخش داخلی تر پارانشیم پوستی ، منظم ترند . آخرین لایه سلول پارانشیم پوستی را ، آندودرم می گویند .

آندودرم ، از سلولهایی مکعبی تشکیل یافته است . این سلولها ، از چهار سمت ، چوبی شده اند . دو سمتی از هر سلول که با سلولهای خارج و سلولهای داخل مربوط است ، چوبی نیست (شکل ۲۶) . در بعضی از گیاهان ، مثل زنبق ، سلولهای آندودرم ، دارای بخش چوبی فعل اسبی کاملاً متمایز است و در مقطع ، بخوبی تشخیص داده می شود .

در استوائه مرکزی ریشه ، قسمت های زیر را خواهیم دید :

ردیف سلول ، ساخته شده است که بطور منظم ، پهلوی هم قرار دارند .
 هر سلول این لایه ، مقابل دوسلول آندودرم ، قرار گرفته است . دایره
 محیطیه را از آن جهت دایره ریشه‌زا می‌گویند که ریشه‌های فرعی را
 بوجود می‌آورد .

۲ - دسته‌های آوند چوبی و آبکشی - آوندهای چوبی و
 آبکشی ریشه تازه ، جدا از هم و بطور متناوب قرار گرفته‌اند . هر دسته
 آوند چوبی ، در مقطع عرضی ، به مثلی شیب است که قاعده‌اش متوجه
 مرکز و رأسش طرف آندودرم است . آوندهای درشت‌تر ، در داخل و



شکل ۲۶ : سلولهای آندودرم ریشه

آوندهای کوچکتر در خارج ، دیده می‌شوند . عده دسته‌های آوند چوبی
 در هر گیاهی ثابت است ، مثلاً در سیر ، دو دسته آوند چوبی و در نخود ،
 سه دسته و در لوبیا ، چهار دسته است .

هر دسته آوند آبکشی ، در مقطع ، به یک بیضی می‌ماند . تعداد
 دسته‌های آوند آبکشی ، مساوی تعداد دسته‌های آوند چوبی است .

۳ - پارانشیم داخلی - استوانه مرکزی را پارانشیمی پر کرده

است که بخشی ، به نام مغز ریشه ، در وسط و بخشهایی به نام اشعه مرکزی ،
 در میان دسته‌های آوندهای چوبی و آبکشی دارد .

ساختمان ساقه

الف - ساختمان ظاهری ساقه - ساقه . عموماً از نمو ژمبول گیاهك دانه ، بوجود می آید و در جهتی مخالف جهت نمو ریشه ، یعنی عمود بر خاك ، رشد می کند . ساقه، عموماً در جوانی، سبز رنگ است، ولی تدریجاً سبزی خود را از دست می دهد. ساقه، دو کار مهم دارد : یکی ، **نگاهداری اعضای هوایی گیاه**، یعنی برگها و گلها و میوهها، دیگری ، **هدایت شیره های گیاهی** . خصوصیات هر ساقه . بتقریر زیر است :

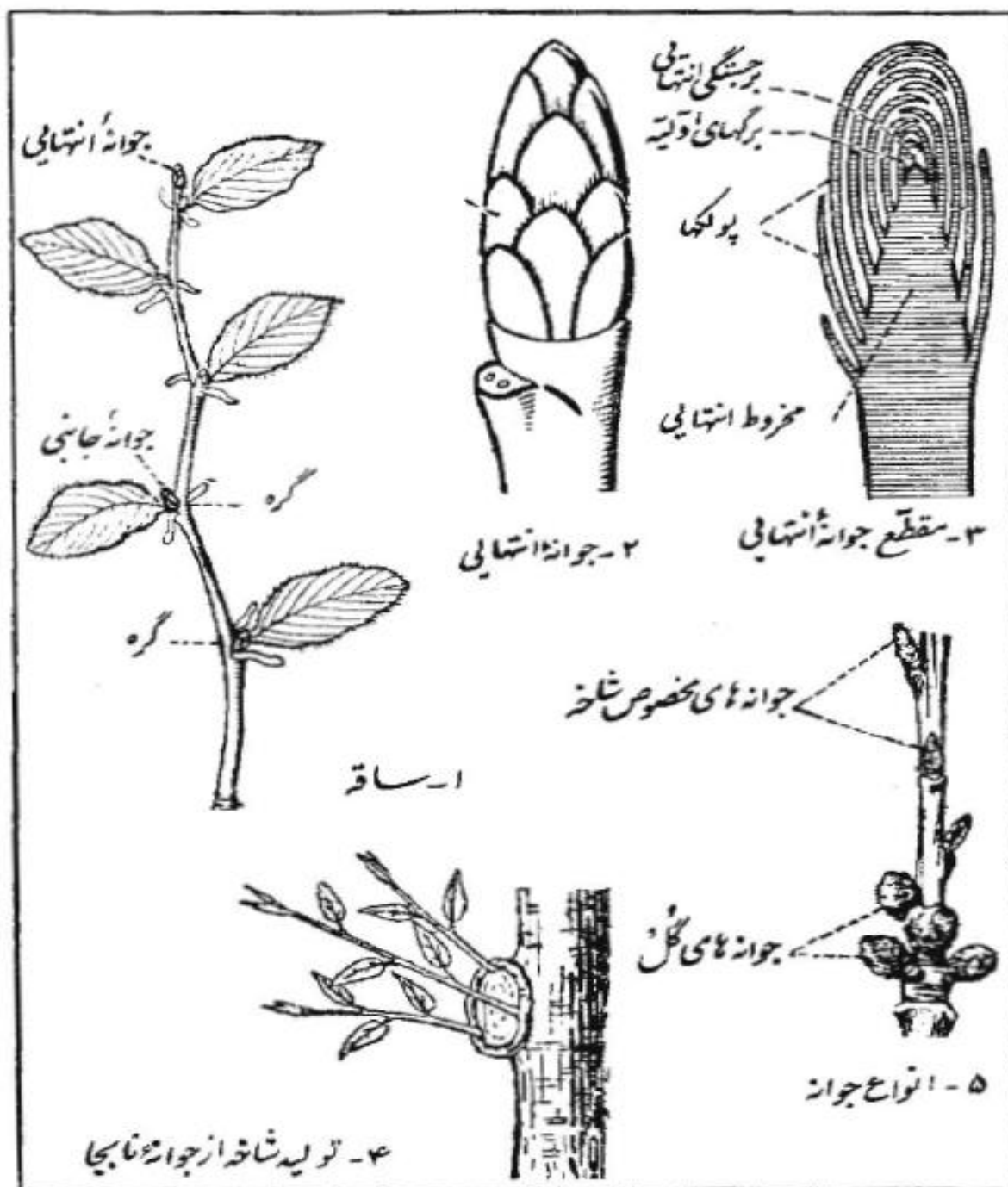
۱- روی عموم ساقه، برگ هست . جایی که برگ به ساقه متصل می شود، **گره** نام دارد . برگها هر چه به رأس ساقه نزدیکتر باشند ، کوچکترند و از این گذشته ، فاصله میان گره های آنها ، کمتر است .

۲- ساقه ها ، عموماً . دو نوع جوانه دارند :

جوانه انتهایی که در نوک ساقه است و از برگهای سبز كوچك پوشیده شده است . در مركز جوانه انتهایی ، مریستم ساقه وجود دارد که رشد طولی آن را تأمین می کند .

جوانه جانبی که در بغل هر برگ قرار دارد. این جواندها ، بر دو نوعند ، آنها که شاخه تولید می کنند ، **باريك و تقریباً نوک تیزند**، ولی آنها که گل تولید می کنند ، **کروی هستند** .

اگر جایی از ساقه ، آسیب ببیند، ممکن است، در آن نقطه، **جوانه نابجا** تولید کند . اینگونه جواندها، عموماً پس از قطع درختان جنگلی بوجود می آیند و باعث تولید ساقه ها و شاخه های نو می شوند . جواندهای



شکل ۲۷ : ساختمان ساقه و جوانه

نابجا ، در ریشه بعضی از گیاهان نیز ، بوجود می آیند ، مانند جوانه های

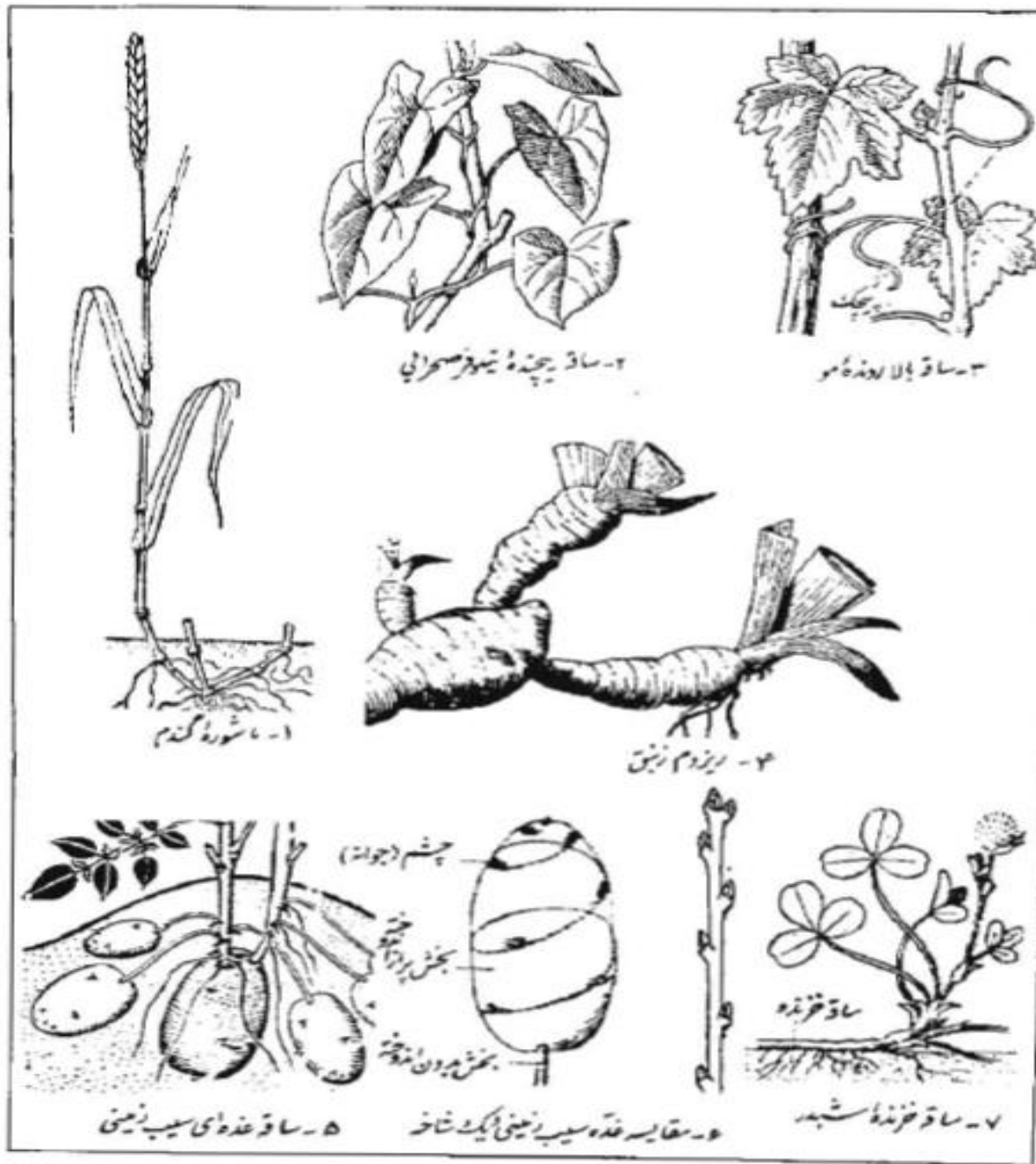
نابجای نستر و بید .

جواندها ، از هر نوعی که باشند ، ساختمانی مشابه دارند . سطح خارجی هر جوانه را ، پولکهای قهوه‌ای می‌پوشاند . کناره‌های پولکها ، پوشیده از کرک است . اگر پولکهای یکی از جوانه‌های پاییزی را ، بادقت ، از روی آن بکنیم ، در قسمت داخلی ، بخش مخروطی خواهیم یافت که انتهای آن ، به يك برجستگی كوچك ختم می‌شود . این برجستگی ، **مریستم انتهایی** ساقه است . در نتیجه فعالیت مریستم انتهایی ، در بهار سال بعد ، پولکها از هم دور می‌شوند و جیرانند ، شروع می‌کند به دراز شدن و بدین طریق ، بر طول ساقه افزوده می‌شود .

ب - اقسام ساقه - ساقه‌ها را ، عموماً بر حسب محیط زندگی آنها ، به سه دسته ساقه‌های هوایی و ساقه‌های زیرزمینی و ساقه‌های آبی ، تقسیم می‌کنند .

۱- **ساقه‌های هوایی** - ساقه هوایی ، اگر بافت نگهدارنده کافی داشته باشد ، قائم می‌ایستد . در این حالت ، ساقه راست نمیده می‌شود ، مانند ساقه چنار (تنه) و ساقه نعنای (علفی) و ساقه گندم (ماشوره) . اگر بافت نگهدارنده ساقه هوایی کم باشد ، ساقه روی زمین می‌افتد و در حین رشد ، به اطراف پخش می‌شود ، مانند توت فرنگی و چمن مخصوصی به نام مرغ .

بعضی از ساقه‌های کم استحکام ، به دور تکیه‌گاهها می‌پیچند و بالا می‌روند . به اینگونه ساقه‌ها ، پیچنده می‌گویند ، مانند ساقه نیلوفر .
عده‌ای از ساقه‌های دارای بافت نگهدارنده کم ، به کمک ریشه‌های



شکل ۲۸ : انواع ساقه

نا بیجا (عشقه) یا به کمک تیغها (تمشك) یا به وسیله پیچكها (مو) به

اجسام مجاور می چسبند و بالای می روند . اینگونه ساقه ها را ، **بالارونده** می گویند .

۲- **ساقه های زیر زمینی** - این ساقه ها ، درون خاک رشد می کنند . چون کلروفیل ندارند ، پس سبز نیستند . برگ هم ندارند و به جای برگ پولک هایی قهوه ای دارند . از جوانه های ساقه های زیر زمینی ، شاخه های هوایی بوجود می آیند . سه نوع ساقه زیر زمینی ، وجود دارد :

ریزوم یا ساقه زیر زمینی ساده که عموماً بند بند و پوشیده از پولک است . جوانه انتهایی آن ، درون خاک است و بطور افقی ، بر طول ساقه می افزاید . ولی از جوانه های جانبی ، شاخه های هوایی می روید ، مانند ریزوم زنبق و ریزوم سرخس . رشد ریزوم **بارهنک** بطور قائم است . ریزوم **پامچال** ، بطور مایل نسبت به سطح زمین ، رشد می کند .

ساقه غده ای که ساقه ای است زیر زمینی پر از اندوخته که بزرگ می شود ، مانند غده های میب زمینی و سیب زمینی ترشی . هر غده سیب زمینی ، در حکم یک شاخه است و اگر با دقت مورد بررسی قرار گیرد ، در آن جوانه های جانبی (چشمه) و جوانه انتهایی ، روی خطی مارپیچی ، تشخیص داده می شود (شکل ۲۸-۶) .

پیازها نیز ، از ساقه های زیر زمینی هستند . در مقطع طولی پیاز معمولی ، ساقه زیر زمینی ، به صورت طبقی در ته ، قرار دارد و ریشه های نابجا از آن تولید می شوند . بالای ساقه ، جوانه انتهایی ، درون لایه های پیاز دیده می شود (شکل ۲۴-۲) . چنانکه می دانید ، لایه های پیاز ، برگ های زیر زمینی پر اندوخته و بی کلروفیلند .

۳- **ساقه های آبی** - تعداد اینگونه ساقه ها ، کمتر از تعداد دو نوع

ساقه دیگری است. ساقه‌های آبی، عموماً نرم و خم شدنی هستند، و غالباً به صورت نوار یا تسمه درمی آیند. بافت نگاهدارنده بسیار کم و پارانشیم حفره دار بسیار دارند، مانند ساقه آلائه آبی و نیلوفر آبی.

ج - ساختمان داخلی ساقه - ساختمان داخلی ساقه گیاهان

دولپه‌ای با ساختمان داخلی ساقه گیاهان تثلیپ‌ای، تفاوت دارد.

ساقه گیاهان دولپه‌ای تا وقتی که تازه است، سبز و نرم و خم شدنی است. در برش عرضی ساقه، مانند آنچه در ریشه دیده شده، دو قسمت پوست و استوانه مرکزی، تشخیص داده می‌شود. با این تفاوت که ضخامت پوست ریشه، بالنسبه از ضخامت پوست ساقه، بیشتر است و قطر استوانه مرکزی ساقه از قطر استوانه مرکزی ریشه بیشتر است.

در پوست ساقه، قسمت‌های زیر دیده می‌شود:

- ۱- **بشره ساقه** - بشره، از یک ردیف سلول مستطیل شکل منظم ساخته شده و در قسمت سطحی کوتینی است و نیز تعدادی روزنه دارد.
- ۲- **پارانشیم کلروفیلی** - سلول‌های پارانشیمی پوست ساقه، کلروفیل دارند و سبزی رنگ ساقه تازه به همین جهت است. هر چه سلول‌ها نزدیکتر به استوانه مرکزی قرار دارند، کلروفیل آنها کمتر است. سلول‌های پارانشیم پوستی، بطور نامنظم قرار دارند، فقط آندودرم که داخلی‌ترین لایه پوست است، از یک ردیف سلول منظم ساخته شده. این سلول‌ها، ممکن است دارای آمیلوپلاست باشند.

در استوانه مرکزی ساقه، بخش‌های زیر دیده می‌شود:

- ۱- **دایره محیطیه** - این لایه، از یک ردیف سلول ساخته شده

و وضع سلولهایش با سلولهای آندودرمی ، همان وضعی است که در ریشه دارند .

۲ - **آوندهای چوب آبکش** - دسته‌های آوندهای چوبی و آبکشی ، مجاور هم قرار دارند . آوندهای چوبی به طرف داخل و آوندهای آبکشی به طرف خارج ، قرار گرفته‌اند . تعداد دسته‌های آوندهای چوبی و آبکشی ، در ریشه و ساقه یک گیاه ، برابر است . بدین معنی که اگر در ریشه ، ۵ دسته آوند چوبی و ۵ دسته آوند آبکشی مجزا وجود دارد ، در ساقه ۵ دسته آوند چوب آبکش مجاور هم هست . آوندهای چوبی بزرگتر ، در ساقه ، به طرف خارج قرار دارند و حال آنکه در ریشه ، متوجه مرکزند .

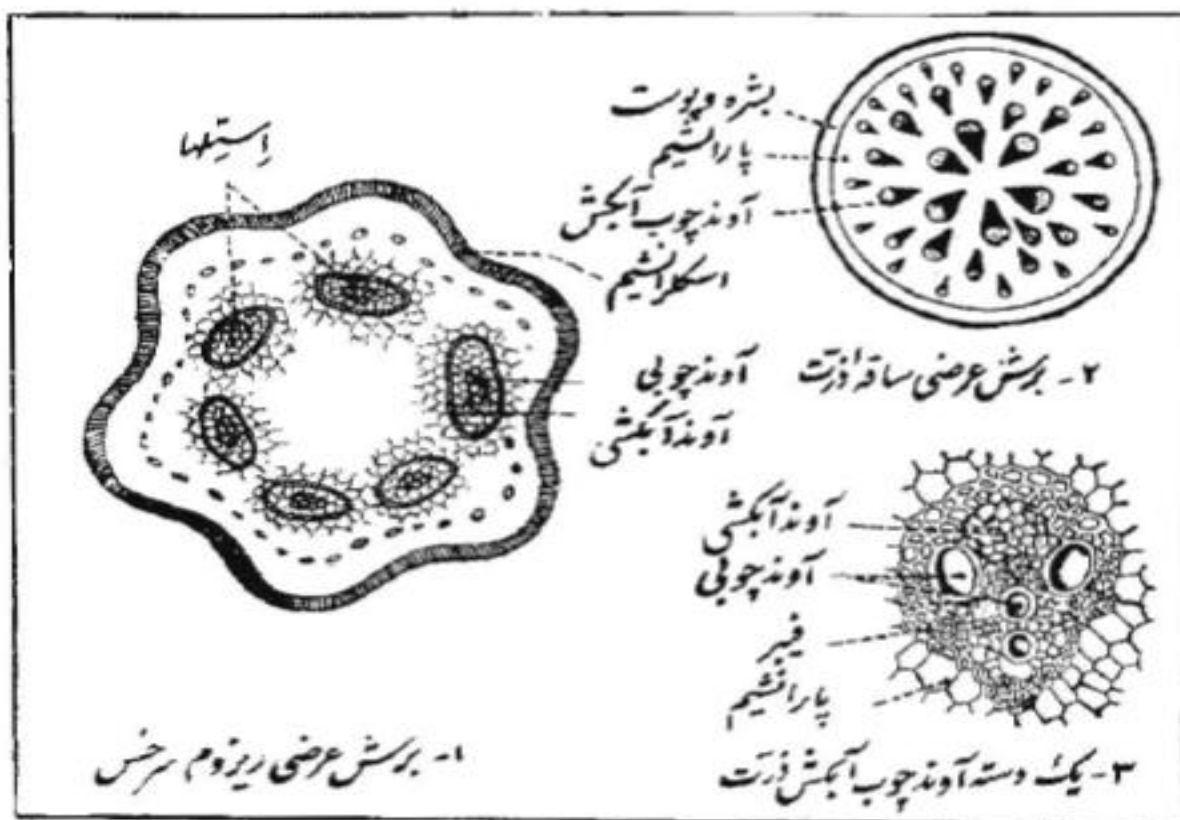
۳ - **پارانشیم داخلی** - استوانه مرکزی ساقه را پارانشیمی پر کرده است که بخشی به نام مغز ساقه ، در وسط و بخشهایی به نام اشعه مرکزی ، در میان آوندهای چوب آبکش دارد .

ساختمان ساقه گیاهان تک لپه‌ای ، با آنچه در ساقه دو لپه‌ای دیدید ، تفاوت بسیار دارد . بدین معنی که پس از بشرد و پوست ، تمام فضای داخلی ساقه را پارانشیم پر می‌کند و آوندهای چوب آبکش ، روی دوایر متحدالمرکز قرار دارند . آوندهای کناری ، کوچکتر و آوندهای میانی بزرگترند . از این گذشته ، آوندهای چوبی و آبکشی ، بدو وضع مخصوصی ، مجاور هم قرار دارند ، به شکل ۲۹ نگاه کنید ، در این شکل ، یک دسته آوند چوب آبکش ساقه ذرت ، نشان داده شده است ، چهار آوند درشت چوبی می‌بینید که تقریباً به صورت عدد ۷ مجاور هم ،

ریولوژی گیاهی

قرار دارند. آوندهای آبکشی، در دهانه ۷ دیده می‌شوند و فیبرهای چوبی آوندهای چوب آبکش را، در میان گرفته‌اند.

ساختمان ساقه نهانزادان آوندی نیز، با آنچه در گیاهان تک‌لپه‌ای و دو لپه‌ای دیده‌اید، متفاوت است، بدین معنی که دسته‌های آوند چوب



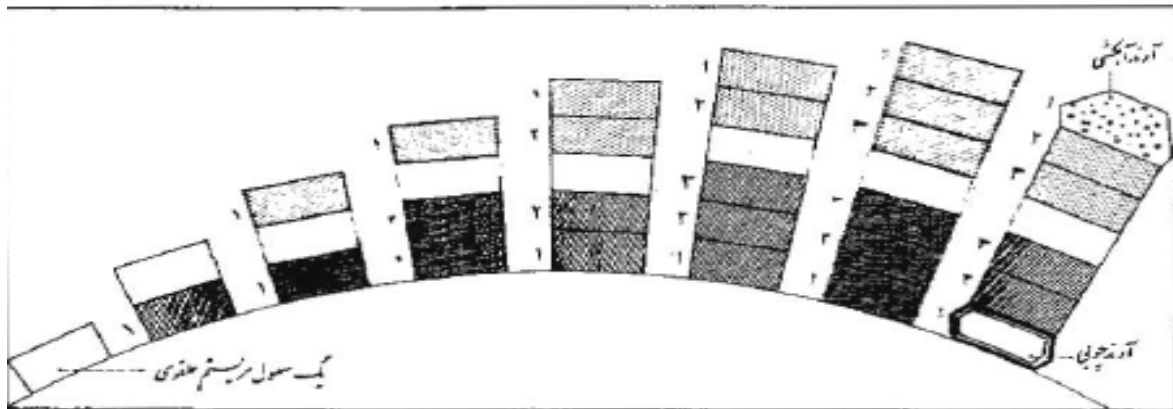
شکل ۲۹: ساقه دژت و ساقه سرخس

آبکش بطور مجزا از هم، در پارانشیم وجود دارند. در هر دسته چوب آبکش، آوندهای چوبی در وسط و آوندهای آبکشی در اطراف، قرار دارند و حلقه‌ای از اسکرانشیم، آنها را در میان می‌گیرد. به حلقه اسکرانشیمی و محتویات آن، یک استیل می‌گویند. در شکل ۲۹، برش ساقه زیرزمینی سرخس را، با ۶ استیل، می‌بینید. در قسمت سطحی ریزوم نیز، لایه‌ای از

اسکرانشیم وجود دارد .

ساختمان پسین ریشه و ساقه

ساختمان نخستین ریشه و ساقه عده‌ای از گیاهان ، مثل تك لپه‌ایها و نهانزادان آوندی و معدودی از دولپه‌ایها ، بدون تغییر می‌ماند . تنها تغییری که در این دسته از گیاهان بوجود می‌آید ، آن است که دیواره سلولهای پارانشیمی ریشه و ساقه ، چوبی می‌شود و به آنها مقاومت بیشتر می‌دهد .



شکل ۳۵ : هشت مرحله از تحول يك سلول مریستم حلقوی

در گیاهان دولپه‌ای و بازدانگان ، به علت پیدایش مریستم حلقوی ، در دو بخش پوست و استوانه مرکزی و فعالیت آنها ، بافتهای نو بوجود می‌آید و نمو قطری تأمین می‌شود . با پیدایش بافتهای نو ، ساختمان نخستین ریشه و ساقه ، بکلی تغییر می‌کنند و آن تفاوتی که میان ریشه تازه و ساقه تازه وجود دارد ، از میان می‌رود .

چگونگی عمل مریستم حلقوی - سلولهایی که مریستم حلقوی را تشکیل می‌دهند، به سلولهای زاینده موسومند. سلولهای زاینده، در برش

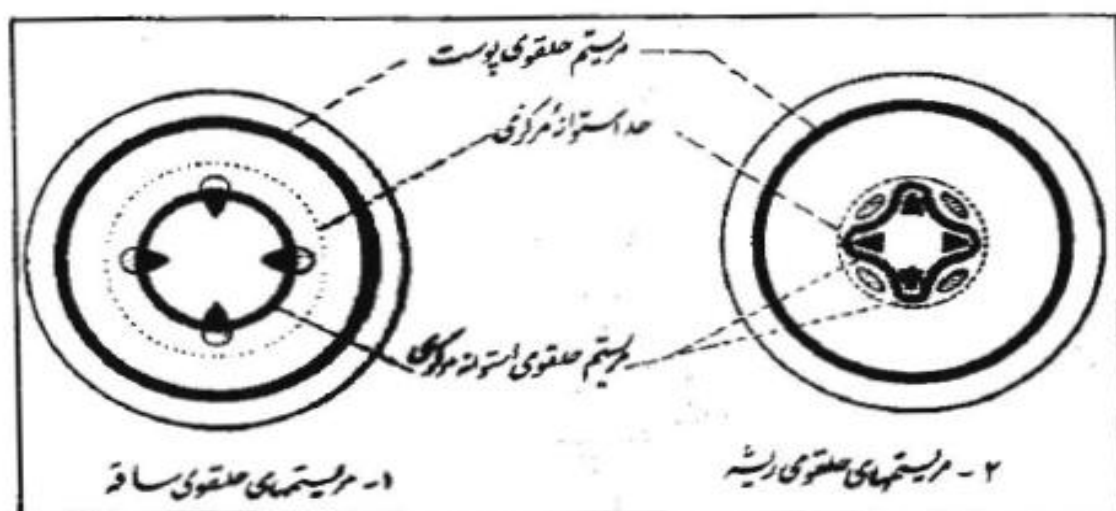
عرضی ، به شکل مستطیل بنظر می‌رسند . دیواره سلولزی نازک دارند و به طرز فشرده‌ای ، پهنوی هم ، قرار گرفته‌اند . این سلولها ، بر اثر نمو تدریجی بزرگ می‌شوند ، وقتی که به حد رشد رسیدند ، تقسیم می‌شوند و هر يك دو سلول بوجود می‌آورد . از دو سلول حاصل ، آن که طرف خارج قرار دارد ، از ردیف سلولهای لایه زاینده ، خارج می‌شود و آن که به طرف داخل است ، در ردیف سلولهای زاینده ، باقی می‌ماند . سلول زاینده اخیر ، پس از نمو تدریجی ، باز دیگر تقسیم می‌شود و دو سلول بوجود می‌آورد . این بار ، سلولی که طرف داخل قرار دارد ، از ردیف سلولهای زاینده خارج می‌شود و دیگری . در ردیف آنها باقی می‌ماند و به رشد و تقسیم ادامه می‌دهد .

از تقسیم بی‌درپی هر سلول زاینده ، بد روش مذکور ، دو دسته سلول بوجود می‌آید : دسته‌ای که به طرف داخل ردیف سلولهای زاینده رانده می‌شوند ، دسته‌ای که به طرف خارج آن رانده می‌شوند .

بدیهی است که قدیمی‌ترین ستوب ، همواره دورتر از لایه زاینده قرار می‌گیرند و از این گذشته ، هر بار که سلولی از ردیف سلولهای زاینده به طرف داخل می‌رود ، سلول زاینده ، به اندازه ضخامت آن سلول ، از محور گیه دور می‌شود تا محلی برای سلول داخلی جدید باز شود . پس ، با فعالیت تدریجی سلولهای زاینده ، مریستم حلقوی تغییر مکان می‌دهد و از مرکز ساقه یا ریشه ، دور می‌شود .

سلولهایی که از تقسیم سلولهای زاینده بوجود می‌آیند ، ابتدا نظیر یکدیگرند و به صورت دو دسته سلول مریستمی ، در طرفین لایه زاینده ،

درمی آیند . این سلولها ، در ضمن دور شدن از مریستم حلقوی ، تدریجاً تنوع حاصل می کنند و بافت های گوناگون بوجود می آورند .
سلولهای زاینده مریستم حلقوی استوانه مرکزی که میان آوندهای چوبی و آبکشی قرار دارند با سلولهای مریستم حلقوی پوست ، از نظر



شکل ۳۱ : مریستم های حلقوی ریشه و ساق

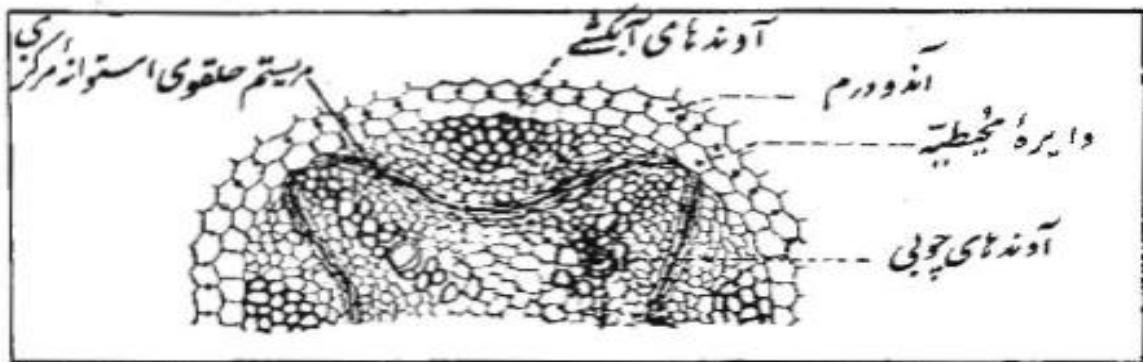
بافت هایی که بوجود می آورند ، تفاوت دارند . اینک ، فعالیت این دو مریستم را ، در ریشه و ساق ، بررسی می کنیم :

ساختمان پسمین ریشه - بطوری که اشاره شد ، نمو قطری ریشه ، نتیجه فعالیت دو مریستم حلقوی است : مریستم چوب آبکش که در استوانه مرکزی ، بین آوندهای چوبی و آبکشی ، ظاهر می شود و مریستم پوست که در پوست ریشه ، بوجود می آید .

۱- مریستم چوب آبکش - این لایه ، در آغاز فصل مساعد سال ،

یعنی در بهار ، بین دسته های چوبی و آبکشی ظاهر می شود و در فصول مساعد سال یعنی از بهار تا پاییز فعالیت می کند . سلولهای مریستمی ،

در آغاز كوچك و جدا از همند ، ولی تدریجاً به هم پیوسته به صورت لایه‌ای پیچ و خم دار ، بین دسته‌های چوبی و آبکشی ، قرار می‌گیرند . قرار گرفتن آنها ، بنحوی است که آوندهای آبکشی در خارج و آوندهای چوبی در داخل آن دیده می‌شوند ، سلولهایی که به خارج حلقه مرستمی رانده می‌شوند ، تدریجاً به بافت آبکشی پسین تبدیل می‌شوند و آنها که به داخل رانده می‌شوند ، تدریجاً به بافت چوبی پسین تبدیل می‌شوند . گرچه حلقه مرستمی استوانه مرکزی ، در آغاز ، به شکل دایره کامل نیست (شکل ۳۲) ، ولی رفته رفته ، به صورت دایره کاملی درمی‌آید .



شکل ۳۲ : مرستم حلقوی چوب آبکشی ریشه ، دایره کامل نیست

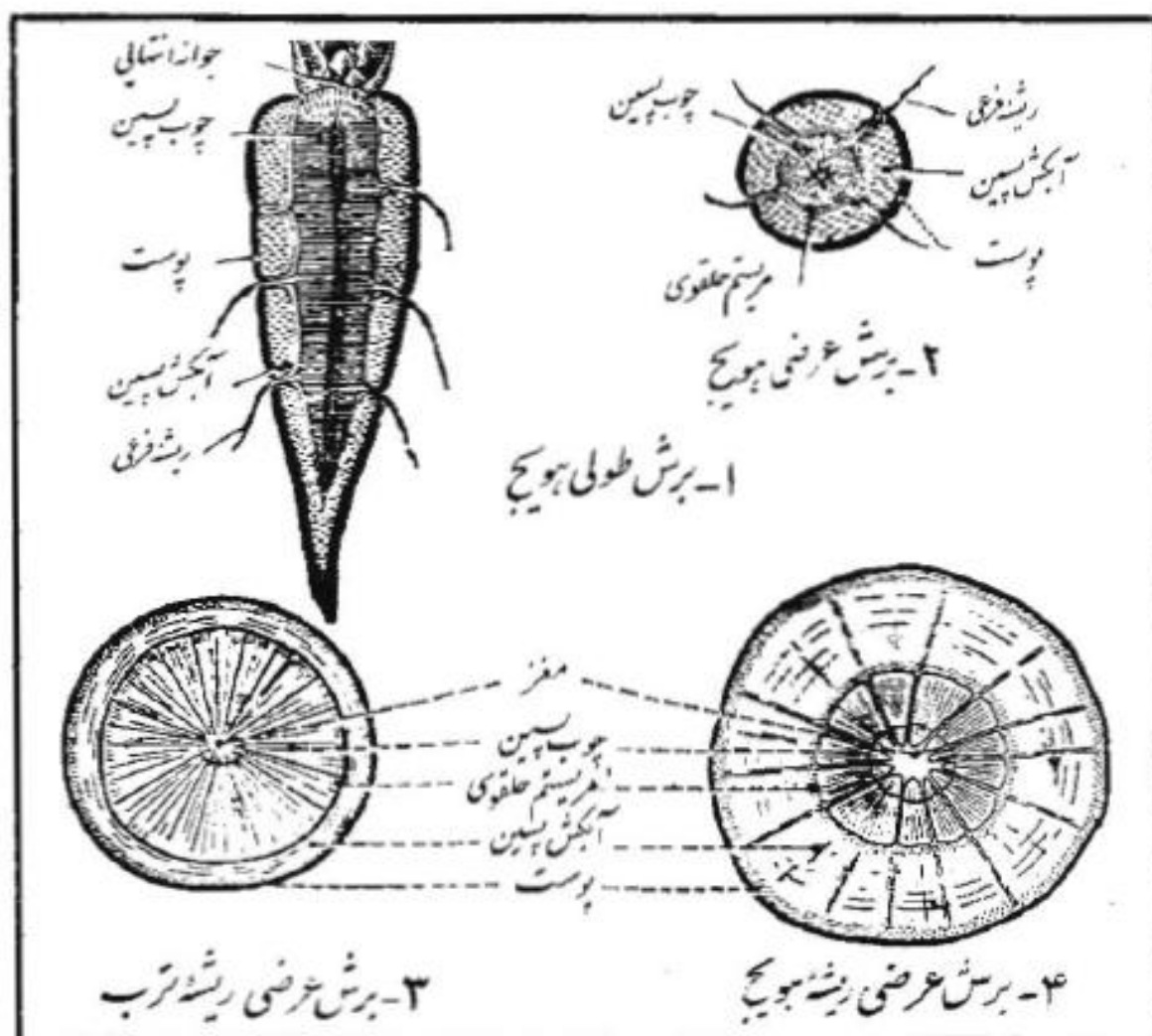
بیشتر سلولهایی که از تقسیم سلولهای زاینده بوجود می‌آیند و به داخل مرستم حلقوی رانده می‌شوند ، به سلولهای اسکرانشیمی و فیبرهای چوبی ، تبدیل می‌شوند و در کنار آوندهای چوبی ، قرار می‌گیرند و موجبات استحکام آنها را فراهم می‌سازند .

۲- مرستم پوست - مرستم پوست یا مرستم چوب پنبه *فلودرم* ،

به صورت حلقه‌ای در یارانشیم پوست ، ظاهر می‌شود . این لایه ، از خارج سلولهایی تولید می‌کند که به چوب پنبه تبدیل می‌شوند و از داخل ،

پارانشیم پوستی (فلودرم) می‌سازد. طبقه چوب پنبه‌ای، که بر اثر فعالیت این لایه، در ریشه، ایجاد می‌شود، بافت محافظ ریشه است.

هر لایه چوب پنبه فلودرم، پس از مدتی فعالیت کردن از کار می‌افتد و لایه دیگری، به جای آن، در قسمت عمیق‌تر، بوجود می‌آید.



شکل ۳۳: ساختمان ریشه‌های پراندوخته

در ریشه‌های اندوخته‌دار، ساختمان پسین، با آنچه بیان شد، متفاوت است، مثلاً در هویج، دو بخش کاملاً متمایز در ریشه هست:

اول، بخش مرکزی ریشه که به رنگ قرمز نارنجی است و

شامل عده‌ای سلول مغزی و منطقه نسبتاً عریضی از چوب پسین است .
(شکل ۳۳) .

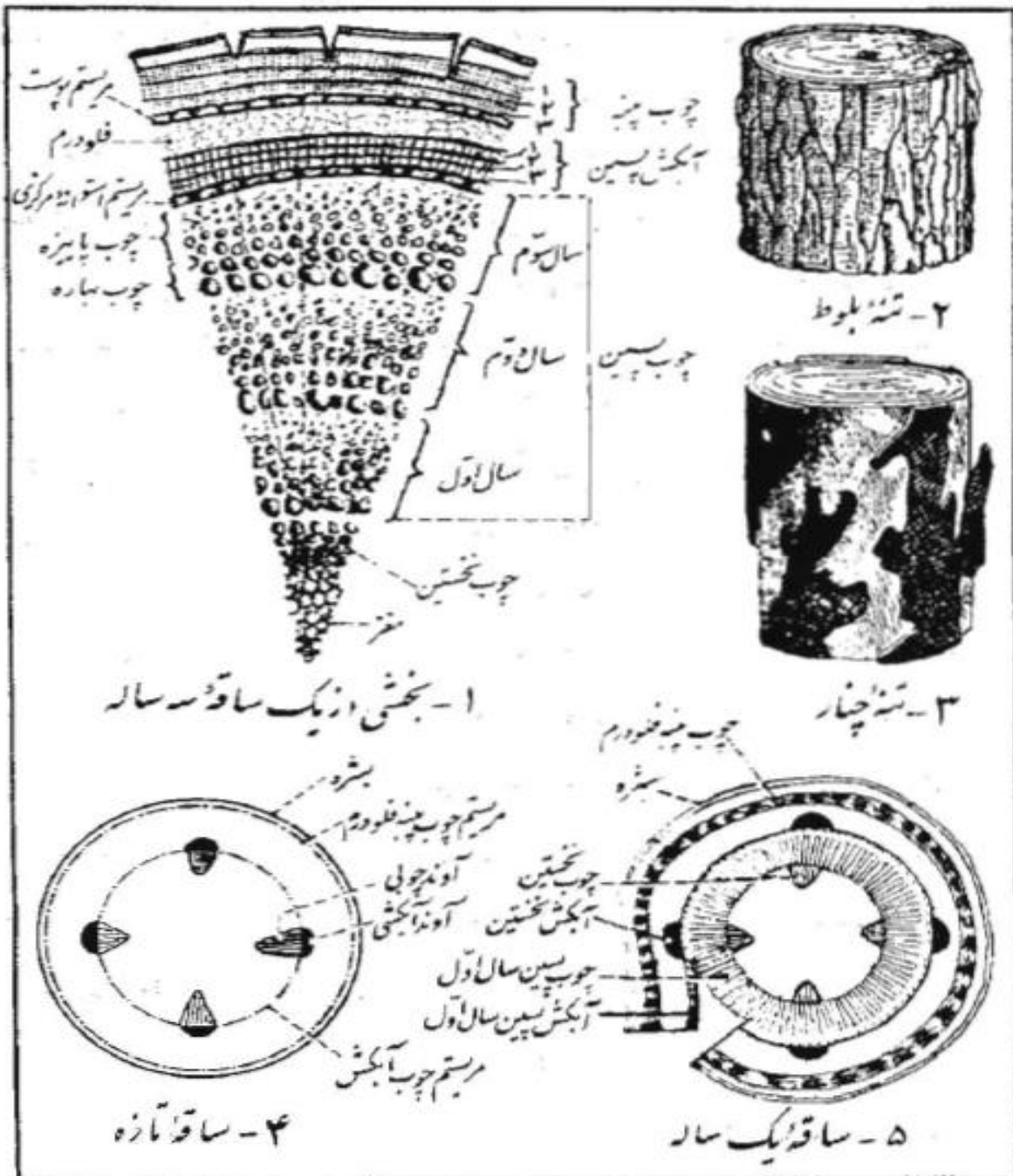
دوم ، بخش خارجی که شامل منطقه عریض آبکشهای پسین است و به رنگ قرمز روشن دیده می‌شود و اندوخته غذایی ریشه را دربر دارد . در خارج آبکشها ، يك ورقه نازك پوست و میان آبکش و چوب ، مریستم حلقوی دیده می‌شود .

ریشه‌های فرعی که با ناحیه چوب ارتباط دارند ، در منطقه آبکش ، به صورت چند خط کاملاً مشخص ، رؤیت می‌شوند (شکل ۳۳) . در ترب ، به خلاف هویج ، وسعت آبکش پسین نسبتاً کم ، ولی وسعت چوب پسین ، بسیار زیاد است ، بطوری که قسمت اعظم ریشه را اشغال می‌کند . در ریشه ترب ، مواد غذایی ، در چوب پسین ، اندوخته شده‌اند .

ساختمان پسین ساقه - ساختمان پسین ساقه ، مانند ساختمان پسین ریشه ، نتیجه فعالیت دو مریستم حلقوی است :

۱ - مریستم چوب آبکش - این لایه ، در فصل مساعد سال ، بین دسته‌های چوبی و آبکشی ، ظاهر می‌شود و شروع به فعالیت می‌کند . سلولهایی که به داخل این لایه رانده می‌شوند ، تبدیل به آوندهای چوبی و سلولهای اسکرانشیمی و فیبر چوبی می‌شوند و سلولهایی که به خارج رانده می‌شوند ، آوندهای آبکشی و فیبر سلولزی و کلانشیم ، بوجود می‌آورند (شکل ۳۴) .

فعالیت مریستمهای حلقوی ، در فصول مساعد سال ، بطور دائم است و مرتباً از داخل ، بافت چوبی و از خارج ، آوندهای آبکشی و فیبرهای



شکل ۳۴- الف: ساختمان یک ساقه سه ساله و یک ساقه یک ساله

سلولزی و کلانشیم بوجود می آورد. آوندهای چوبی قدیمتر، به مرکز ساقه

نزدیکترند ، ولی آوندهای آبکشی قدیمی ، به پوست نزدیکترند .
بافت چوبی بهاره ، به علت وفور جریان شیره خام ، بیشتر شامل
 آوندهای درشت است و کمتر فیبر چوبی و اسکرانشیم دارد ، ولی بافت
 چوبی پاییزه ، مرکب از آوندهای چوبی فازک و اسکرانشیم و فیبر چوبی
 است و از این رو سخت تر و تیره تر از چوبهای بهاره بنظر می رسد . دواير
 متحدالمرکزی که در ساقه های بریده ، دیده می شود ، معرف فعالیت مریستم
 حلقوی ساقه است . دایره های روشن ، متعلق به فصل مساعد سال و دایره های
 تیره متعلق به فصل نامساعد سال است . پس ، از روی آن می توان
 سن ساقه قطع شده را تعیین کرد (شکل ۳۴ الف - ۱) .
 در بعضی از گیاهان ، مثل زیتون ، نمو سالانه کم است ، بطوری که
 تشخیص دواير متحدالمرکز بآسانی صورت نمی گیرد . از این گذشته ،
 دایره های متحدالمرکز ، تنها در گیاهان منطقه معتدله ، دیده می شود .
 چنانکه قبلاً اشاره شد ، در گیاهان مسن ، آوندهای چوبی جوان ،
 که مجاور مریستم حلقوی قرار دارند ، شیره خام را هدایت می کنند .
 طبقات چوبی دورتر از مریستم حلقوی را ، که تیره رنگ و سخت ترند ،
 اصطلاحاً **قلب چوب** می نامند .

ضخامت آبکشهای پسین ، در مقطع درختان مسن ، خیلی کمتر از
 ضخامت چوبهای پسین است و مانند اوراق کتاب بر روی هم قرار دارند .
 پوست تنه درخت ، عبارت است از آبکشهای پسین و پوست اولیه و پوست
 پسین ساقه که در نتیجه فعالیت مریستم چوب پنبه فلودرم ، بر ضخامت آن
 افزوده شده است . محلی که پوست تنه درخت از چوب جدا می شود ، جای

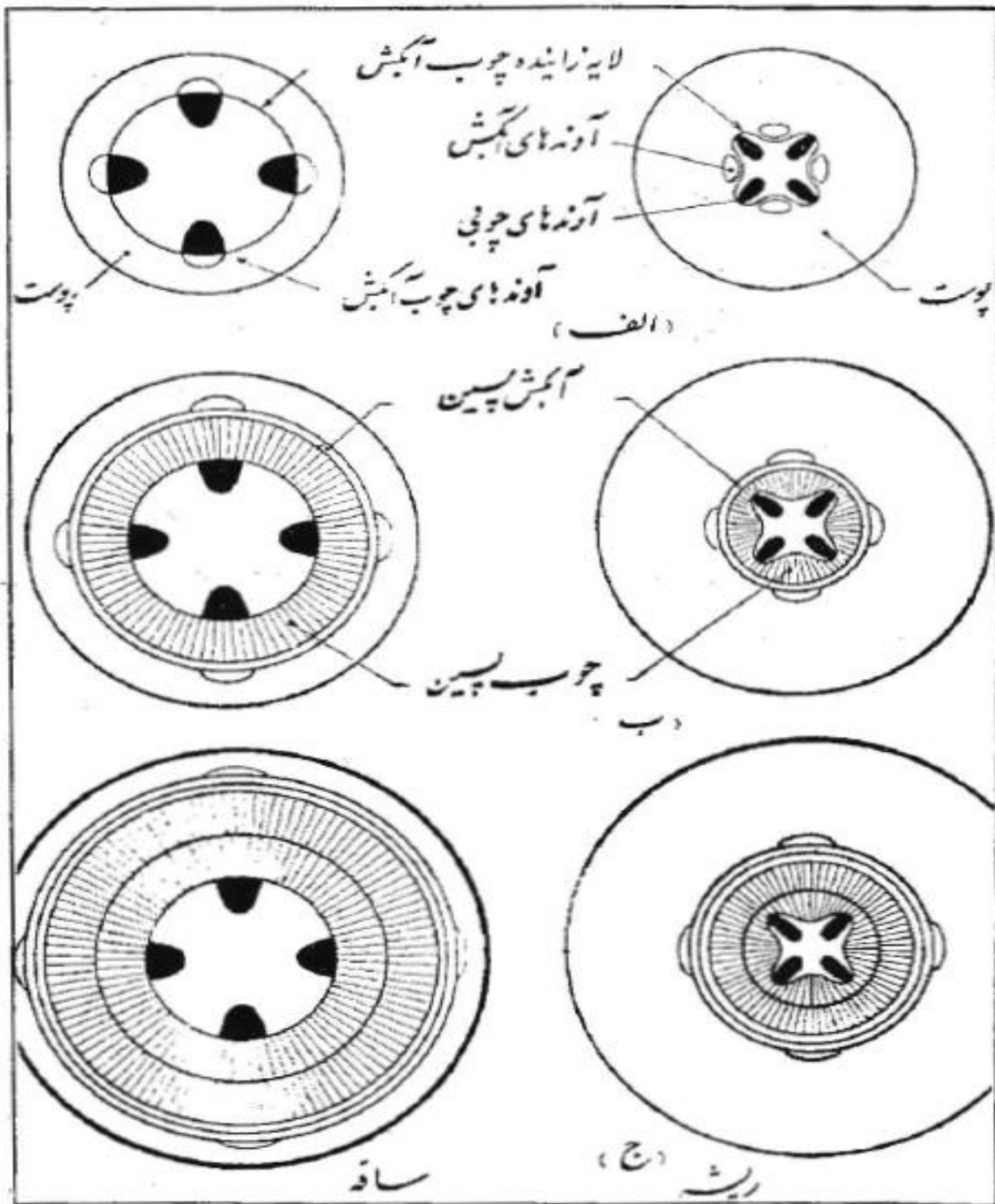
مریستم چوب آبکش است .

۲- مریستم پوست - این لایه، از خارج چوب پنبه و از داخل پارانشیمهایی به نام **فلودرم**، تولید می کند . در گیاهان مسن ، هر لایه مریستم چوب پنبه فلودرم ، پس از مدتی فعالیت ، از کار می افتد و به جای آن ، لایه دیگری ، در قسمت عمیق تر پوست ، بوجود می آید و فعالیت می کند . قسمت سطحی پوست ، رفته رفته شکاف بر می دارد و ناصاف می شود یا به صورت ورقدهای نازک می ریزد .

مقایسه يك ساقه ده ساله و يك ریشه ده ساله ، اگر از تفاوت قطر آن دو صرف نظر شود، تفاوتی را نشان نمی دهد، زیرا ساختمان پسین این دو عضو گیاه ، چندانکه دیدیم، مشابه یکدیگر صورت می گیرد و آن تفاوتی که میان ریشه تازه و ساقه تازه موجود است ، پس از نمو قطری، به صورت ناچیزی در می آید و تنها با امتحان دقیق ذره بینی مرکز ساقه و ریشه ، می توان آن دو را از یکدیگر تشخیص داد .

ساختمان برگ

الف - ساختمان ظاهری برگ - برگ ، صفحه سبز رنگی است که به ساقه متصل است و به سبب داشتن کلروفیل ، مهمترین کربوهیدرات گیاه ، یعنی تبدیل شیره خام به شیره برورده ، یا به عبارت دیگر ، غذا سازی را انجام می دهد. منشأ برگ ، جوانه های نوك نیز ساقه است . برگ ، ابتدا درون بولکهای مخفی است و ضمن رشد ، بتدریج بولکها را از هم باز می کند و ظاهر می شود . معمولاً در هر برگ ، سه قسمت دیده می شود : **پهنك** ، **دمبرك** ، **نیام** .

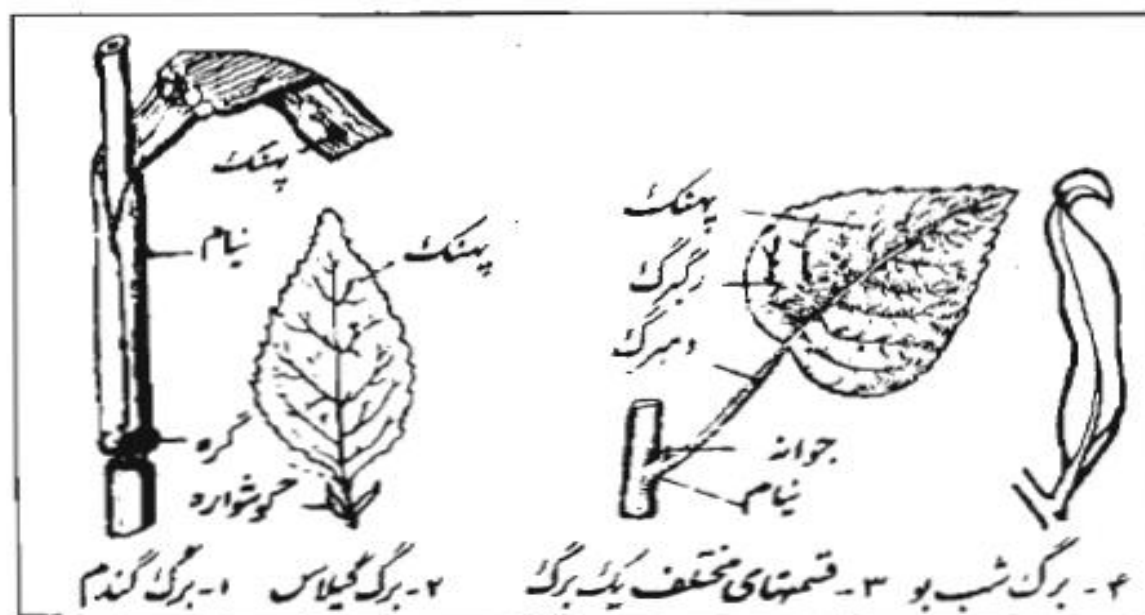


شکل ۳۴- ب : مقایسه نمو قطری ریشه و ساقه

پهنك ، صفحه ای است كه به اشكال گوناگون دیده می شود : سطح

فوقانی آن، سبز تیره و سطح تحتانی آن، سبز روشن است. در دو سطح برگ، شبکه ظریفی از رگبرگ دیده می شود. رگبرگ، آوندهای چوب آبکش است که با بافت نگاهدارنده (فیبر)، همراه است.

بزرگترین رگبرگ را، رگبرگ اصلی و انشعابات آن را رگبرگهای فرعی، می نامند. اگر پهنک برگ را جلو نور بگیریم، شبکه ظریف رگبرگ را بخوبی می بینیم.



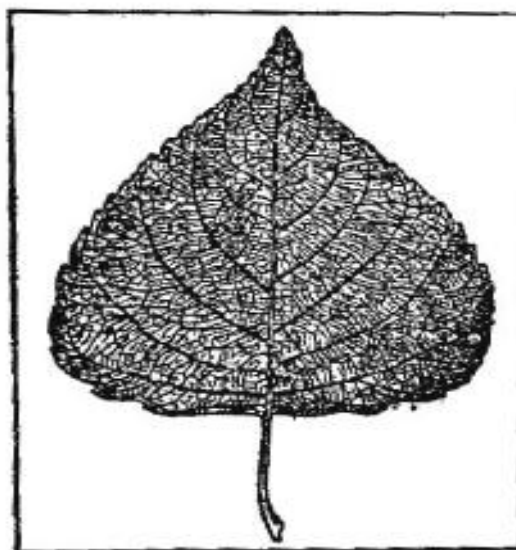
شکل ۳۵ : ساختمان برگ

برگهایی که روی زمین می افتند، همه قسمت های آن جز رگبرگها، تحت اثر باسیلوس آمیلوباکتر، تخمیر می شوند و از بین می روند و تنها شبکه رگبرگها، باقی می ماند (شکل ۳۶).
دمبرگ، دنباله باریکی است که برگ را به ساقه متصل می کند.

سطح فوقانی آن ، معمولاً دارای شیار است (شکل ۳۵) .

نیام ، انتهای دمبرگ است . گاهی يك یا چند زایده ، به نام

گوشواره ، دارد . بعضی از برگها ، مثل برگ گلابی و بلوط ، بی نیام و بعضی دیگر ، مثل گندم ، بی دمبرگ و عدس ، مثل شب بو ، بی دمبرگ و بی نیامند .



شکل برگها - شکل پهنك

درمه برگها ، همانند نیست . پهنك

بعضی از برگها ، گرد یا دراز ، صاف

شکل ۳۶ : شبکه رگبرگها ، در برگ پوسیده . بریدگی دار است . بطور کلی

برگها را به دسته های زیر تقسیم می کنند :

برگهای صاف یا کامل که کناره بدون بریدگی دارند . مانند

برگ یاس بنفش و ارغوان .

برگهای دنداندار که کناره مژرر دارند ، مانند برگ نارون

و گل سرخ .

برگهای کنگره دار که بریدگیهای عمیق دارند . مانند برگ

بلوط و سرخس .

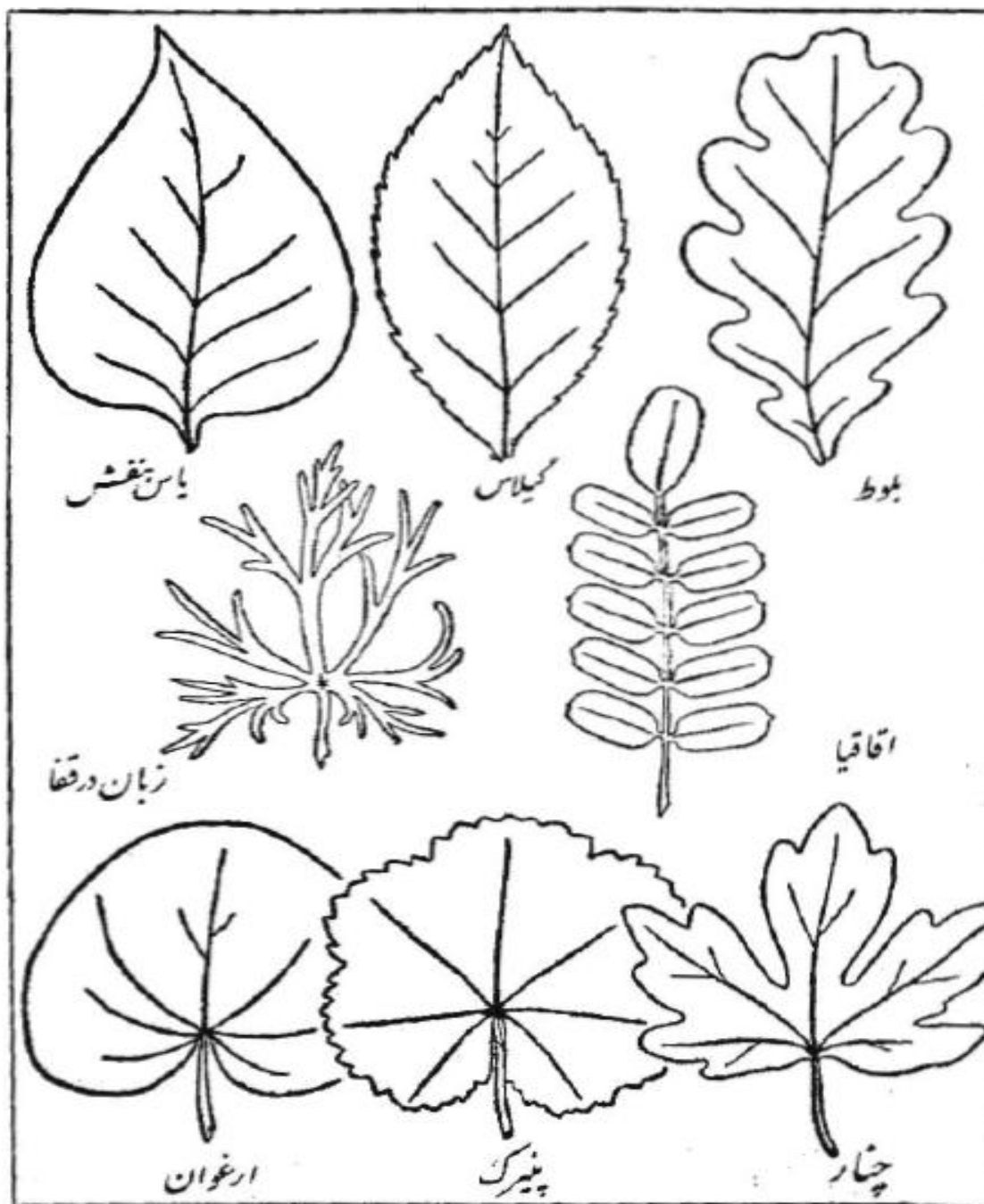
برگهای پنجه ای که بریدگیهای پنجه مانند دارند ، مانند

برگهای چنار و مو (شکل ۳۷) .

اگر بریدگیهای پهنك ، بقدری عمیق باشد که پهنك را به چند

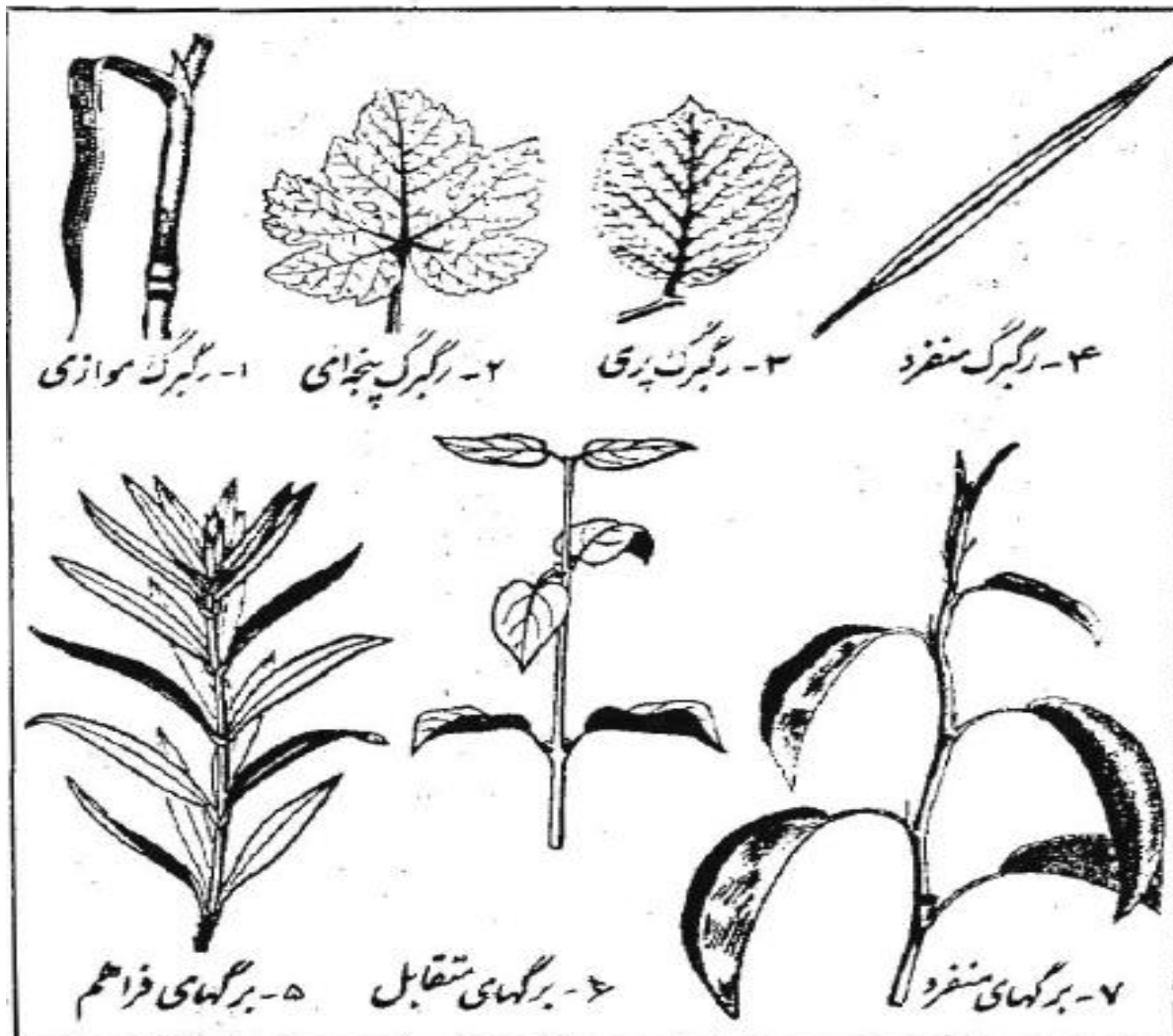
برگچه قسمت کند ، برگ را مرکب نامند . برگ مرکب ، دو نوع است :

برگهای مرکب پری، مانند برگ اقاویا و برگ نخود و برگ گل سرخ. برگچه‌های این نوع برگها، دوبندو، در دو طرف رگبرگ اصلی،



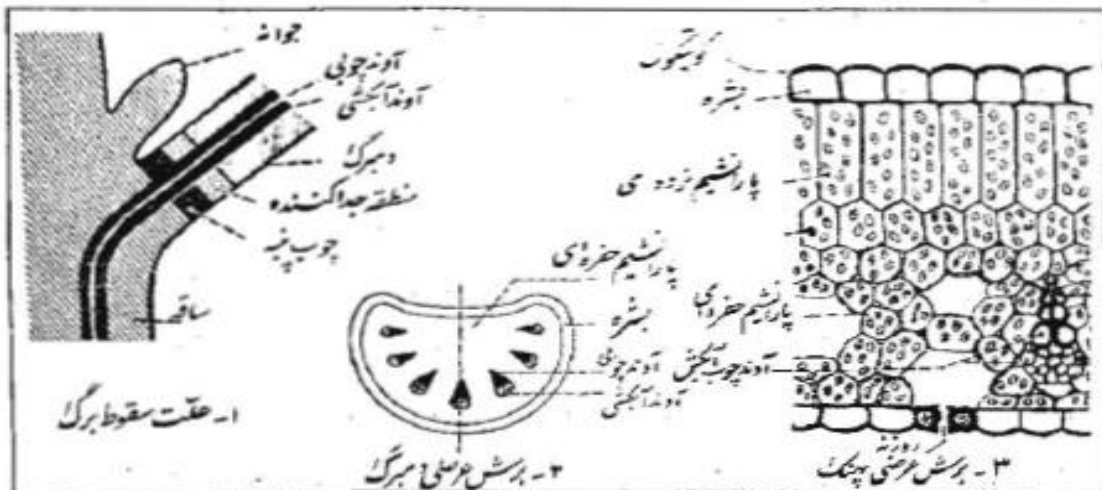
شکل ۳۷: انواع برگه، از جوانه

مقابل هم ، قرار گرفته اند .
 برگهای مرکب پنجه‌ای ، مانند برگ شاهدانه که برگچه‌های آن به يك نقطه منتهی می‌شوند . در برگهای مرکب ، جوانه جانبی ، در بغل دمبرگ اصلی است .
انواع رگبرگ - رگبرگ ، به صورتهای مختلف در برگ هست :
 رگبرگ کاج ، منفرد است .



شکل ۳۸ : انواع رگبرگها - وضع قرار گرفتن برگها روی ساقه

رگبرگ گیاهان تک لپدای، مثل گندم و ذرت، موازی است.
 رگبرگ سیب و نارون، پری است، بدین معنی که رگبرگ اصلی
 و رگبرگهای فرعی، وضعی شبیه وضع پرمرخ، بوجود می آورند.
 رگبرگ چنار و مو، پنجه ای است (شکل ۳۸).
وضع قرار گرفتن برگها روی ساقه - برگهای روی ساقه
 بطور منفرد یا متقابل و یا فراهم قرار می گیرند.
 در برگهای منفرد، به هر گره محاقه، یک برگ متصل است، مثل
 برگهای گیلاس و کلابی و نارون.
 در برگهای متقابل، دو برگ، مقابل هم، به هر گره متصلند، مثل
 برگهای نعناع و یس بنفش.
 در برگهای فراهم، چند برگ، به یک نقطه ساقه، اتصال دارند،
 مثل برگ خرزهره که در هر گره، سه برگ دارد و زوناس که بیش از سه
 برگ دارد.
ب - ساختمان داخلی برگ: ۱- پهنک برگ، شامل بافتهای
زیر است:



شکل ۳۹: ساختمان داخلی برگ - سقوط برگ
 بشره بالایی، شامل یک ردیف سلول کوتینی شده بدون سبزینه

است و تعداد کمی روزنه در آن دیده می شود .

پارانشیم کلروفیلی نرده ای ، شامل يك يا دو وگاهی چند لایه سلول ، در زیر بشره بالایی است .

پارانشیم کلروفیلی حفره ای ، قسمت اعظم برگ را می سازد .
آوندهای چوب آبکش ، در پارانشیم حفره ای ، پراکنده اند . در هر دسته چوب آبکش ، چوب در قسمت بالا و آبکش در قسمت پایین است .
بشره پایینی ، از يك لایه سلول منظم ، ساخته شده است . کوتیکول آن از کوتیکول بشره بالایی ، نازکتر است و روزنه های فراوان دارد .
 تعداد این روزنه ها ، در برگها متفاوت است .

۲- دمبرگ ، دارای بشره کوتینی روزنه دار ، در خارج و پارانشیم کلروفیلی حفره ای ، در داخل و چند دسته آوندهای چوب آبکش قرینه است . آوندهای درشت تر ، در وسط و آوندهای کوچکتر ، در کنار قرار دارند .
۳- نیام ، مانند دمبرگ ، در خارج بشره کوتینی و در داخل پارانشیم کلروفیلی ، دارای چند دسته آوند چوب آبکش است .

دوام و ریزش برگها - عمر بیشتر برگها ، کوتاه است ، زیرا عموماً در بهار ظاهر می شوند و در پاییز می ریزند . برگهای بعضی از گیاهان ، مثل عشقه و کاج و شمشاد ، بیش از يك سال دوام دارند .
 برگها ، پیش از سقوط ، مواد غذایی خود را بمساقه می فرستند ، کلروفیل آنها از بین می رود و زرد می شوند .

علت سقوط برگها ، این است که در اواخر تابستان ، در انتهای دمبرگ يك منطقه جدا کننده ظاهر می شود و همه بافتها ، جز رگبرگها را فرا می گیرد ، تیغه میانی منطقه جدا کننده ، زله ای می شود ، در نتیجه ، اتصال سلولها گسیخته شده و در این موقع که برگ تنها به وسیله رگبرگها به ساقه

متصل است ، با وزش باد ، کنده شده ، می ریزد . در جریان ساخته شدن منطقه جدا کننده ، لایه چوب پنبه ای نیز در زیر آن بوجود می آید ، بطوری که پس از افتادن برگ ، محل جدا شدن آن را می پوشاند .

تغییر اندامهای گیاه ، به تناسب محیط و کار

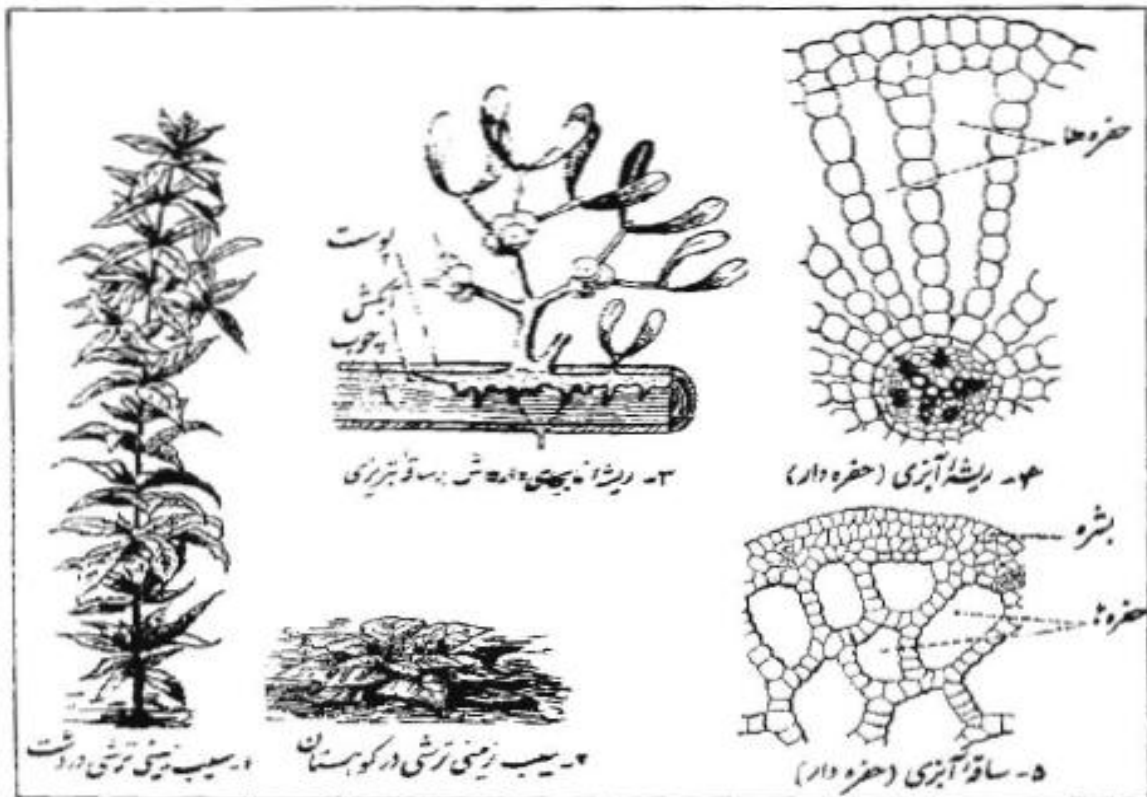
ریشه و ساقه و برگ ، به تناسب محیط زندگی و کاری که انجام می دهند ، تغییر شکل می یابند و ساختمان درونی آنها نیز ، تغییر می کند .

الف - تغییر شکل و تغییر ساختمان ریشه

۱ - تغییر شکل به تناسب محیط - محیط زندگی آبی و هوایی ، در ریشه هایی که در آب و هوا رشد می کنند ، تغییراتی بوجود می آورد :
ریشه های آبی ، تار کشنده ندارند . در پارانشیم پوستی آنها ، حفرات پر از هواست (شکل ۴۵) . تعداد آوندها نیز ، کم است .
ریشه های هوایی ، مثل ریشه بعضی از ثعلب های مناطق گرم که روی درختان بسر می برند ، گاهی به رنگ سبز در می آیند و گاهی به صورت خار یا پیچ یا تارهای سبز رنگ ، تغییر شکل می دهند . عدمی از ریشه ها در هوا آویخته اند و تارهای کشنده ندارند و لایه خارجی آنها ممکن است کوتینی شود .

۲ - تغییر شکل به تناسب کار - چنانکه می دانید ، کار اصلی ریشه ، ثابت نگه داشتن گیاه در خاک و جذب مواد کانی محلول ، از زمین است . ریشه هایی که به کارهای دیگر اختصاص می یابند ، به تناسب آن کار تغییر می کنند ، مثلاً در هویج و چغندر و ترب و شلغم و کوکب ، ریشه به مناسبت

اندوختن مواد، متورم می‌شود، گیاهان انگل، مثل سس، که روی شپدر و کتان بسر می‌برند، ریشه‌های نابجایی دارند که به اندام مکنده تبدیل شده‌اند و از گیاه میزبان، شیره گیاهی می‌مکند. در گل جالیز و همچنین



شکل ۴۰: تغییر شکل ریشه و ساقه، به تناسب کار و محیط

داروآش نیز، ریشه به اندام مکنده تغییر شکل داده است (شکل ۴۰). ریشه‌های نابجای عشقه، که ساقه را به اجسام مجاور متصل می‌سازند، به صورت اندامهای گیرنده در آمده‌اند.

ب- تغییر شکل و ساختمان ساقه

۱- تغییر شکل به تناسب محیط - محیطهای مختلف، در ساقه،

تغییرات گوناگون بوجود می‌آورند :

محیط زیرزمینی ، ساقه‌هایی را که زیر خاک می‌رویند و نور نمی‌بینند ، بدون کلروفیل کرده ، بافت نگاهدارنده آنها را ضعیف می‌کند ، در عوض بافت‌های محافظ را بیشتر می‌کند ، چنانکه غده‌های سیب‌زمینی ، از چند لایه چوب‌پنبه ، پوشیده‌اند . محیط زیرزمینی ، برگ‌ها را نیز ، به صورت پولک‌های قهوه‌ای ، تغییر می‌دهد .

محیط آبی ، ساقه‌ها را ضخیم و نرم می‌سازد و بشره آنها را فاقد کوتین و روزنه می‌کند و در پارانشیم پوستی ، حفرات بزرگی پراز هوا ، پدید می‌آورد . تعداد آوندهای چوبی را کمتر می‌کند و از توسعه بافت نگاهدارنده ، می‌کاهد .

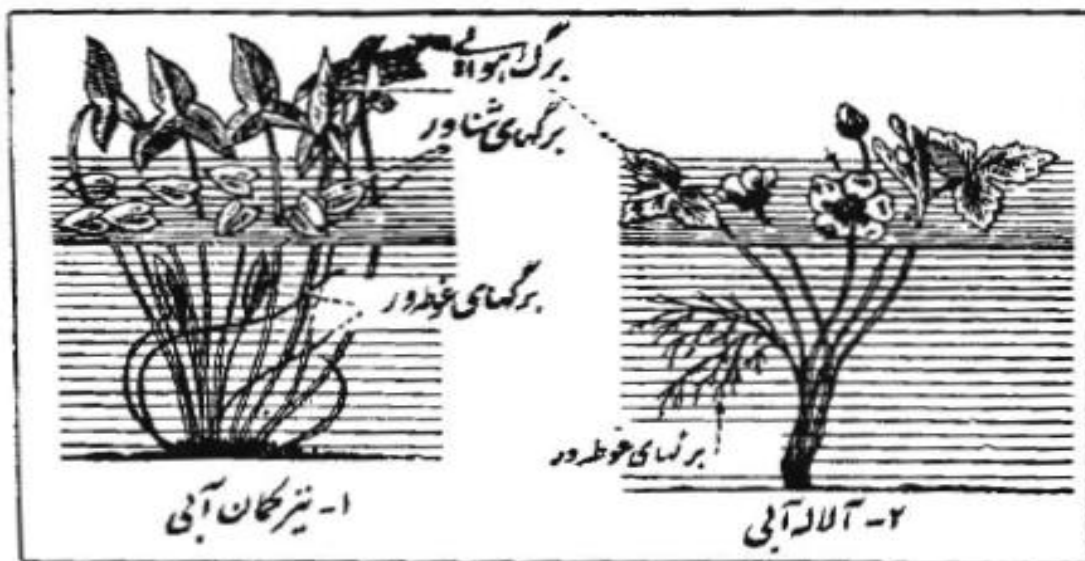
مناطق خشك بافت‌های محافظ و نگاهدارنده فراوانتری بوجود می‌آورند و در بنی از گیاهان ، سبب بوجود آمدن آوندهای فراخی می‌شوند که آب فراوان ، اندوخته می‌کنند و نیز سبب پیدایش تیغ‌ها یا کرک‌های فراوان ، در سطح ساقه ، می‌شوند .

مناطق کوهستانی ، سبب کوتاه ماندن ساقه‌ها و پرپشت شدن برگ‌ها می‌شوند ، و گاهی موجب از بین رفتن ساقه و گسترده شدن برگ‌ها ، بر روی خاک ، می‌شوند ، مثلاً سیب‌زمینی ترشی ، در مناطق کوهستانی مرتفع ، دارای ساقه بسیار کوتاه و برگ‌های گسترده ، در سطح خاک است و حال آنکه در دشتها ، دارای ساقه بلند است (شکل ۴۵) .

مناطق نم‌زار ، مانند مناطق خشك ، سبب اندوخته شدن آب

و پیدایش تیغ و کرک می‌شوند .

۲- تغییر شکل ، به تناسب کار - ساقه ، به تناسب کاری که انجام می دهد ، تغییر می کند . بطوری که ممکن است به صورت تیغ و پیچک و نظایر آنها درآید و نیز ممکن است مواد مختلف در خود ذخیره کند و متورم شود ، مانند غده های سیب زمینی که ذخیره نشاسته دارند و ساقه گوشت دار گل عقری که دارای ذخیره آب است . در زالزالک ، شاخه ها به صورت تیغ و در مو ، به صورت پیچک ، در می آیند و باعث اتصال گیاه به اجسام مجاور می شوند .

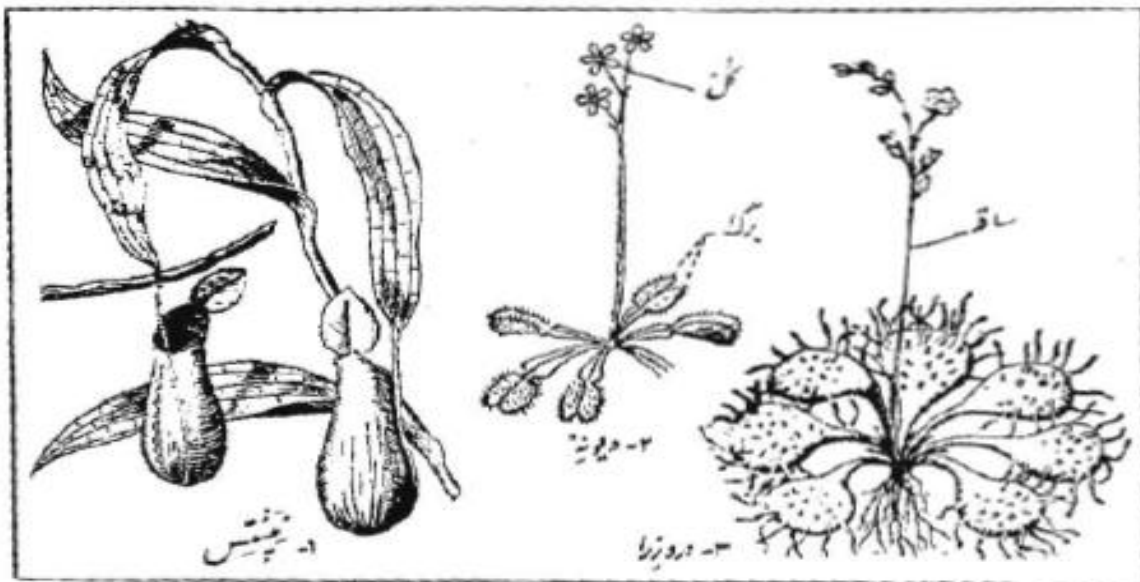


شکل ۴۱ : تغییرات شکل برگ ، به تناسب محیط

ج - تغییر شکل و ساختمان برگ

۱- تغییر شکل ، به تناسب محیط - محیط های گوناگون ، در برگ نیز تغییر شکل و ساختمان بوجود می آورند :
محیط آبی ، برگهای آلاله آبی را تا بدان حد بریدگی دار کرده است که از برگ ، فقط رگبرگها ، باقی مانده اند . در تیرکمان آبی ،

برگهای غوطه‌ور ، تسمه مانند و برگهای شناور ، به صورت عدد ۵ ، درآمده‌اند و حال آنکه پهنك برگهای هوایی هر دو گیاه ، چنانکه در شکل ۴۱-۱ و ۲ می‌بینید ، پهن‌ترند و هر يك دو بریدگی عمیق نشان می‌دهد . در برگهای غوطه‌ور ، هر دو بشرة بایینی و بالایی ، کلروفیل دارند و از این گذشته ، حفره‌های بسیاری در پارانشیم آنها هست . در برگهای شناور ، سطح بالایی که در هواست ، روزنه فراوان دارد ، ولی سطح بایینی که روی آب است ، روزنه ندارد .



شکل ۴۲ : گیاهان حشره خوار

محیط زیرزمینی ، برگها را عاری از سبزینه و روزنه می‌کند و آنها را به صورت پولک در می‌آورد و نیز ممکن است ، به علت انداختن مواد ، ضخیم و گوشت‌دار شوند ، مانند فلسهای پیاز معمولی . برگهای زیرزمینی ، معمولاً پارانشیم یکنواخت دارند .

۲- تغییر شکل ، به تناسب کار - برگ ، به تناسب کارهای گوناگونی که انجام می‌دهد نیز ، تغییر می‌کند :

فلسهای خارجی پیاز، که سایر فلسها را می‌پوشانند ، هیچ شباهتی به برگ ندارند و تغییرشان بحدی است که آنها را به صورت پوششی محافظ در آورده است .

پوششهای گل نیز که محافظت اندامهای زاینده گل را بعهده دارند ، برگهای تغییر شکل یافته‌اند .

لپه‌های دانه‌های بدون آلبومین ، برگهایی هستند که درحین رشد ، اندوخته دانه در آنها ، جمع شده است .

فلسهای داخلی پیاز نیز ، برگهای تغییر شکل یافته مملو از اندوخته‌اند .

برگهای گیاهان حشره‌خوار ، مثل دروزرا و نپتیس و دیونه ، به اندامهای شکار کننده حشرات ، تبدیل شده‌اند و از این گذشته آنها را هضم و جذب می‌کنند .

پیچکهای نخود و عدس ، برگهای تغییر شکل یافته‌ای هستند که به اجسام یا گیاهان مجاور می‌پیچند .

تیغیای درخت اقا قیا ، گوشواره‌های برگند که تغییر یافته‌اند .

پرچمها و برچه‌ها نیز ، از تغییر شکل برگها ، بوجود آمده‌اند و کار تولید مثل گیاه را بعهده دارند .

نمو طولی ریشه و ساقه

نمو گیاهان عالی ، به خلاف نمو جانوران عالی ، حذمعینی ندارد ،

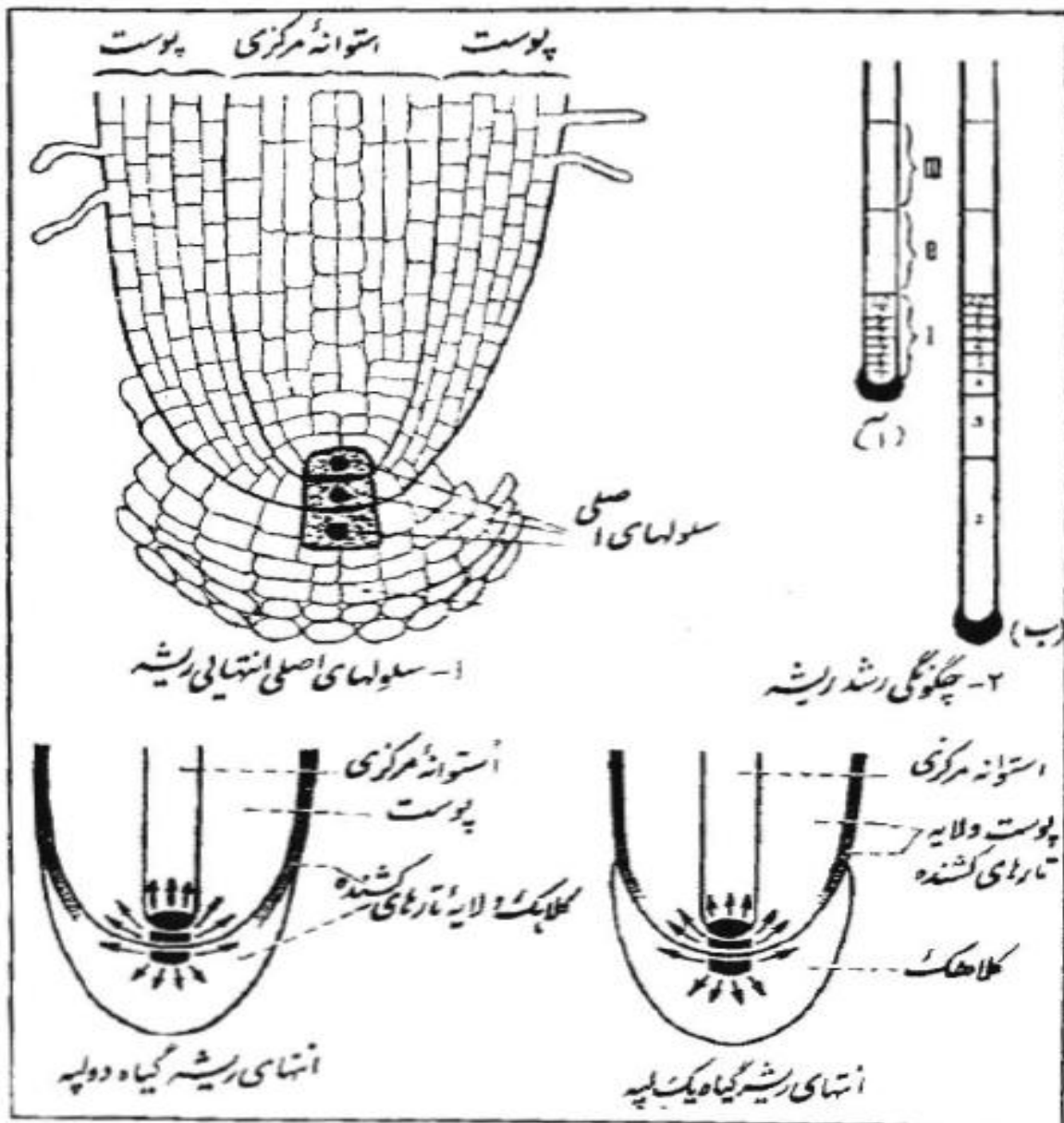
بدین معنی که ریشه و ساقه آنها ، در تمام مدتی که گیاه زنده است ، رشد می کنند . این نمو مداوم ، در همه اعضای گیاهان عالی ، عمومیت ندارد و برگ ، از این قاعده ، مستثنی است . عمر برگهای گیاهانی چون کاج و شمشاد که برگهای پاینده دارند ، از ۲ تا ۴ سال تجاوز نمی کند .

نمو قطری ریشه و ساقه ، چنانکه دیدیم ، نتیجه فعالیت دو **مریستم حلقوی** است که در استوانه مرکزی و پوست ، ظاهر می شوند .
نمو طولی ریشه و ساقه را ، دو **مریستم انتهایی** اداره می کنند .

نمو طولی ریشه

ریشه گیاهان پاینده ، در حال نمو دائم است . این نمو ، بر اثر تکثیر سریع سلولهای مریستمی ، به نام **سلولهای اصلی** است که نزدیک انتهای ریشه ، قرار دارند (شکل ۴۳-۱) و بطور دائم تقسیم می شوند و سلولهای نو می سازند و بر طول ریشه می افزایند . آزمایش زیر ، چگونگی نمو طولی ریشه را نشان می دهد :

آزمایش - اگر در انتهای ریشه جوانی ، با مرکب چین ، چند خط به فاصله های یک سانتیمتر بکشیم ، پس از چند روز ، خواهیم دید که سانتیمتر انتهایی ، به خلاف تقسیمات دیگر ، نمو می کند و درازایش به ۳ تا ۴ سانتیمتر می رسد . از اینجا ، معلوم می شود که نمو طولی ریشه ، در همه طول آن یکسان نیست . اگر سانتیمتر آخر ریشه را به ده جزء یک میلیمتری تقسیم کنیم و نشان بگذاریم ، پس از چند روز ، خواهیم دید که میلیمتر آخر (کلاهک) ، بدون تغییر می ماند و حال آنکه تقسیمات دوم و سوم ، درازتر می شوند ، ولی هر چه بالاتر نگاه کنیم ، نمو آنها را کمتر می بینیم ، پس نمو سریع میلیمتر دوم و سوم است که باعث ازدیاد طول ریشه می شود . از این رو ، نمو ریشه را **قریب الانتهایی** می نامند .



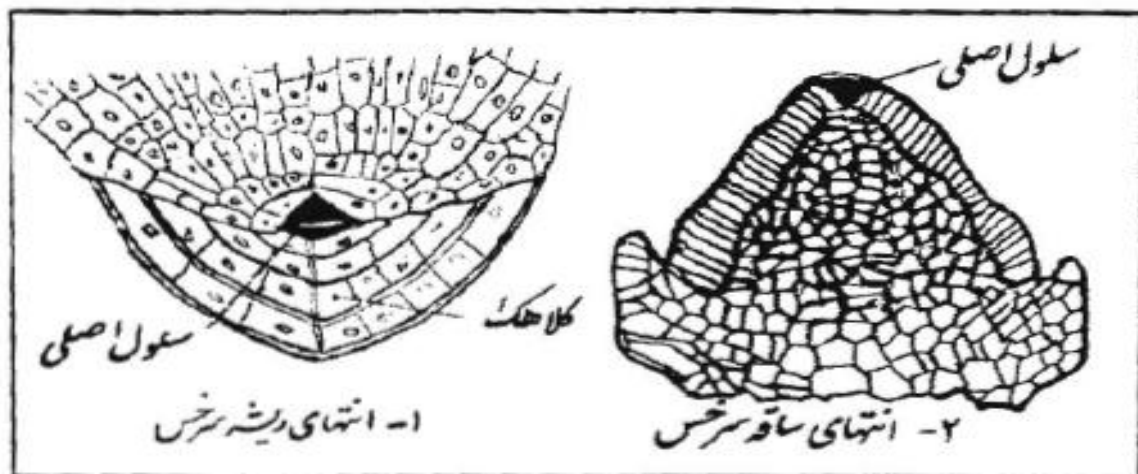
شکل ۴۳ : نمودار طولی ریشه

بررسی برش طولی انتهایی ریشه‌های جوان، با عدسی قوی میکروسکوپ، نشان می‌دهد که ۳ سلول، به نام سلولهای اصلی، در

انتهای ریشه هست که رشد طولی ریشه را ، تأمین می کنند . از این سه سلول :

سلول اصلی پایینی ، بر اثر تقسیمات مکرر ، مریستمی بوجود می آورد که کلاهک را می سازد. سلولهای اصلی پایینی ، در گیاهان دولپه‌ای علاوه بر کلاهک ، طبقه ناره‌های کشنده را نیز ، بوجود می آورند .

سلول اصلی میانی ، مریستمی می سازد که پوست را بوجود می آورد . سلولهای اصلی میانی گیاهان تک‌لپه‌ای ، علاوه بر پوست ، لایه ناره‌های کشنده را نیز بوجود می آورند .



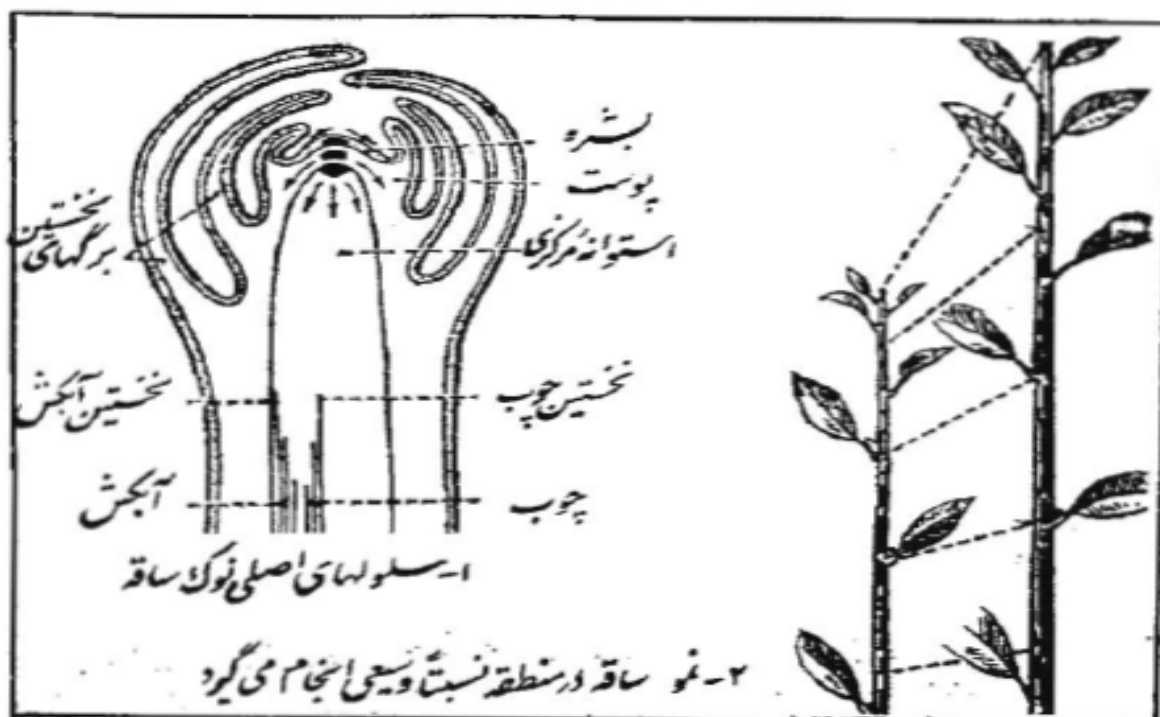
شکل ۴۴ : سلول اصلی ریشه و ساقه سرخس

سلول اصلی بالایی ، مریستم مولد استوانه مرکزی را می سازد . در نهانزادان آوندی (سرخسها) ، تنها يك سلول اصلی ، در انتهای ریشه هست که شبیه هرم مثلث القاعده است . از تقسیمات مکرر این سلول ، همه قسمت‌های ریشه ، بوجود می آید .

نمو طولی ساقه

ساقه گیاهن پائنده نیز ، رشد مداوم دارد . ناحیه نمو ساقه ، به خلاف ریش، منحصر به انتهای آن نیست ، بلکه منطقه نسبتاً وسیعی از ساقه ، همواره در حال رشد است . با آزمایش زیر ، چگونگی رشد ساقه روشن می شود .

آزمایش - فاصله میان گره های قسمت انتهایی يك ساقه را ثبت می - کنیم . چندی بعد که ساقه چند سانتیمتر دراز شد ، طول میان گره ها را ، بار دیگر ، ثبت می کنیم . از مقایسه اعداد آغاز و انجام آزمایش ، معلوم می شود که فاصله همه گره ها ، زیاد شده است . منتهی ، افزایش حاصل ، در نزدیکی نوک ساقه ، بیشتر است .



شکل ۴۵ : نمو طولی ساقه - سلولهای اصلی نوک ساقه

رشد رأس ساقه ، مربوط به فعالیت سلولهای اصلی نوک آن است ، ولی زیاد شدن طول قسمت‌های دورتر از نوک ساقه ، به سبب دراز شدن سلولهایی است که از تقسیم سلولهای مرستمی ، بوجود آمده‌اند . سلولهای اصلی ساقه ، ۳ عدد است و هر يك بر اثر نمو ، بخشی از ساقه را ، بوجود می‌آورد (شکل ۴۵) .

از تقسیم سلول اصلی بالایی ، که در نوک ساقه قرار دارد ، بشره بوجود می‌آید .

سلول اصلی میانی ، پارانشیم پوست ساقه را می‌سازد .

سلول اصلی تحتانی ، استوانه مرکزی را تولید می‌کند .

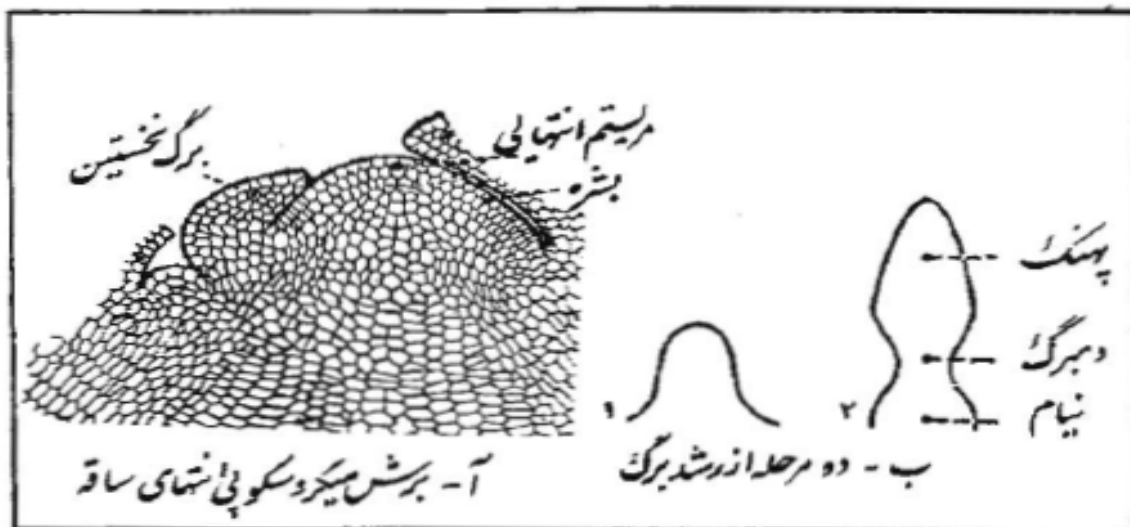
در نه‌تازادان آوندی (سرخسها) ، همه بافت‌های ساقه ، از نمو و تقسیم يك سلول اصلی ، نتیجه می‌شوند . این سلول ، شکل هرمی دارد که قاعده آن ، متوجه رأس ساقه است . حاصل آنکه نمو ساقه ، اولاً ، انتهایی است و ثانیاً ، در منطقه نسبتاً طولی ، انجام می‌گیرد .

اورمون نمو - نمو طولی ریشه و ساقه ، تحت اثر اورمونی ، به نام

اوکسین ، صورت می‌گیرد . اوکسین ، اورمونی است که از مرستم انتهایی ریشه و ساقه بوجود می‌آید . اوکسین ، در تقسیم سلولهای مرستمی رأس ریشه و ساقه ، مؤثر نیست ، ولی وجود آن ، حتی به مقادیر بسیار کم ، باعث افزایش قابلیت انبساط غشای سلولزی سلولهای ناحیه نمو و کشیدگی و دراز شدن این سلولها می‌شود . با اثر دادن اوکسین بر ریشه‌های نابجا و نیز بر جوانه‌ها ، توانسته‌اند نمو آنها را تسریع کنند .

پیدایش و نمو برگ

برگ ، چنانکه قبلاً اشاره شد ، از جوانه انتهایی و جانبی ، بوجود می آید . برگها ، ابتدا به صورت يك برجستگی كوچك سطحی ، در زیر بשרه ساقه ، پدید می آیند . این برجستگی ، مریستمی است که از تکثیر تقسیم سلولهای اصلی ، نتیجه می شود .



شکل ۴۶ : پیدایش و نمو برگ

سلولهای اصلی برگ ، مانند سلولهای ساقه است ، با این تفاوت که در پهلوهای نوک ساقه ، بوجود می آیند . از تقسیم یکی از سلولهای اصلی ، بשרه های برگ و از تقسیم سلولهای دوم و سوم ، بترتیب ، پارانشیمهای برگ و رگبرگها ، تولید می شوند .

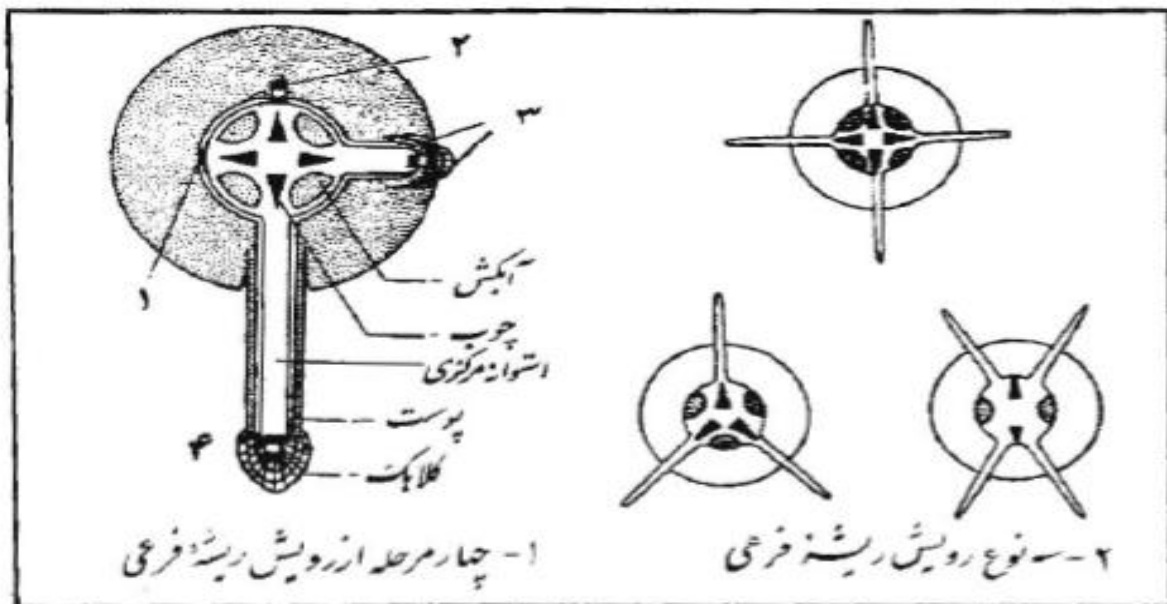
برجستگی كوچك اولیه ، در نتیجه نمو و تقسیم سلولهای مریستمی ، به صورت تیغه نازکی ، در می آید . سپس قسمتی از آن ، باریک می شود و دمبرگ را بوجود می آورد و قسمت انتهایی آن که پهن تر است ، پهنک

و قسمت مقابل نیام را ، می سازد .

نمو برگ ، در آغاز ، انتهایی است ، ولی پس از آن ، در ناحیه قاعده ، صورت می گیرد . نمو برگ ، محدود است .

پیدایش ریشه فرعی و شاخه

الف - پیدایش ریشه فرعی - ریشه های فرعی ، از ناحیه بالای نارهای کشنده ریشه اصلی تولید می شوند و پیدایش آنها اینطور است :



شکل ۴۷ : پیدایش ریشه های فرعی

در سلولهای دایره محیطیه مقابل آوندهای چوبی ، سه سلول ، بوجود می آید . این سلولها که سیتوپلاسم متراکمتر از سلولهای دیگر دارند ، سلولهای اصلی مولد ریشه فرعیند . از این سه سلول ، آن که داخلی تر است ، استوانه مرکزی ریشه فرعی و آن که در وسط است ،

پوست ریشه فرعی و آن که در خارج است ، کلا هك آن را می سازد .
مریستمی که از تقسیمات مکرر سلولهای اصلی ، نتیجه می شود
توده ای سلولی بوجود می آورد که آندودرم را پاره کرده ، از آن عبور
می کند و ضمن ترشح دیاستاز ، همه بافت های پوست را هضم کرده ، از آن
خارج می شود (شکل ۴۷) .

ضمن بوجود آمدن بافت های جدید ، در ریشه فرعی ، آوندهای آر
با آوندهای ریشه اصلی ، ارتباط حاصل می کنند .

عده ریشه های فرعی ، عموماً متناسب با عده دسته های چوب آبکش
ریشه اصلی است ، مثلاً در لوبیا که چهار دسته چوب آبکش دارد ، چهار
ردیف ریشه فرعی بوجود می آید . اگر گیاهی ، تنها شامل دو دسته آوند
چوب آبکش باشد ، تعداد ردیف های ریشه های فرعی آن مضاعف می شود .
مثل ریشه چغندر که چهار ردیف ریشه دارد . در نهاتر ادان آوندی ،
ریشه های فرعی ، همیشه از آندودرم بوجود می آیند .

ب- پیدایش شاخه - شاخه ، از نمو جوانه جانبی ساقه ، بوجود
می آید و پس از نمو ، دارای همه خصوصیات ساقه اصلی می شود . هر شاخه ،
به نوبه خود ، جوانه تولید می کند و شاخه های کوچکتر بوجود می آورد .
پیدایش شاخه ، در هر گیاه ، به نظر نامنظم می آید ، ولی چنین
نیست ، بلکه شاخه ها ، بانظم مخصوص و زاویه معین ، از ساقه جدا
می شوند و با همان نظم ، شاخه های دیگر بوجود می آورند .

جوانه های جانبی مولد شاخه ، در اطراف مریستم رأس ساقه ،
در پای برگ های اولیه ، برجستگی های کوچکی ظاهر می کنند ، سپس بر اثر

نمو تدریجی برجستگیها ، شاخه ایجاد می شود .
در هر شاخه نیز ، مانند ساقه ، سه سلول اصلی هست و فعالیت سلولهای
اصلی آن درست مانند فعالیت سلولهای اصلی ساقه است . سلولهای اصلی
مولد شاخه ، از سلولهای زیر بصره ، تولید می شوند .

تغذیه گیاهان

وقتی که دانه‌ای در خاک مرطوبی کاشته می‌شود، وزن ناچیزی دارد، ولی مدتی که گذشت، به گیاهی تبدیل می‌شود که ممکن است چندتن وزن و دهها متر درازا و هزارها شاخه و دهها هزار برگ، داشته باشد. این افزایش وزن و حجم دانه اولیه، بر اثر جذب تدریجی آب و املاح کانی از خاک و گازهایی مثل CO_2 و اکسیژن، از هواست.

آب و املاحی که گیاه از خاک می‌گیرد و ایندريدكربنيك و اكسيژنی که از هوا جذب می‌کند، غذای حقیقی گیاه نیستند، بلکه در حکم مواد اولیه ساختمانی بشمار می‌روند. گیاهان سبز، با این مواد اولیه و انرژی آفتاب، مواد آلی گوناگون می‌سازند. قسمتی از این مواد را به عنوان غذا به کار می‌برند و با اكسیداسیون آن، انرژی حیاتی بدست می‌آورند و با استفاده از انرژی حاصل، بخشی را نیز صرف ساختن پروتوپلاسم نو می‌کنند. و بدین طریق، رشد آنها تأمین می‌شود. قسمتی از مواد ساخته شده نیز، در دانه اندوخته می‌شود.

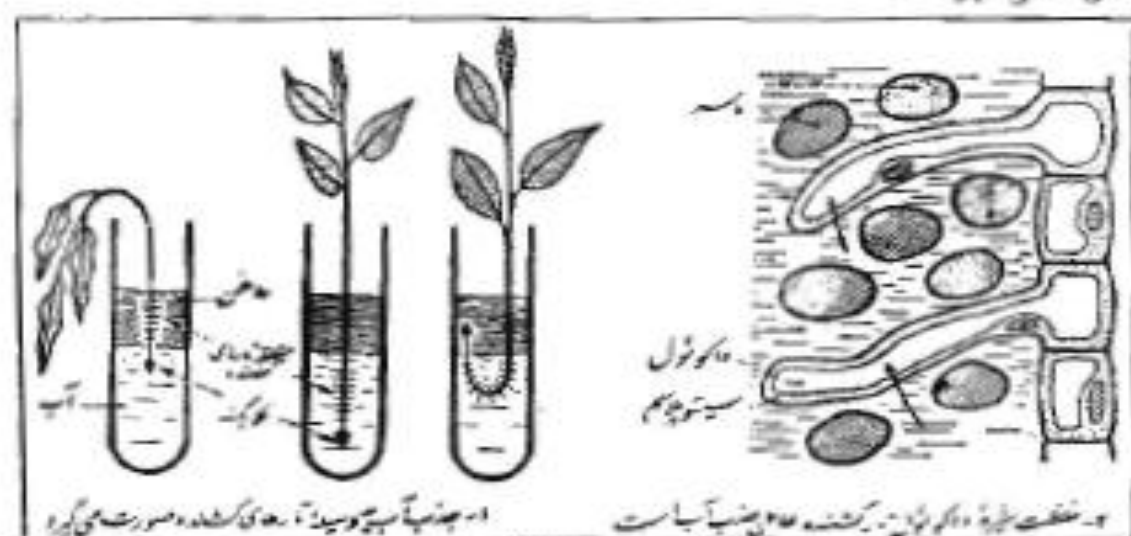
جذب آب و املاح از زمین

۱- جذب آب - جذب آب، برای گیاهان، در درجه اول اهمیت است، زیرا گیاهان، مواد کانی مختلف را، تنها به صورت محلول، می‌توانند جذب کنند. آب مورد نیاز گیاه، به وسیله تارهای کشنده ریشه، جذب می‌شود. گرچه ساقه و برگهای تازه، ممکن است مقدار ناچیزی

آب جذب کنند ، ولی تارهای کشته ، مهمترین اندامهای جذب آبند .
با آزمایش ساده زیر ، عمل جذب آب ، به وسیله تارهای کشته روشن
می شود :

آزمایش - سه ظرف ، مطابق شکل ۴۸ - فراهم کرده ، در آنها
مقداری آب و دوغن ذیثون ، می بریزیم ، سپس ریشه سه گیاه نو رسته را ،
به سوراخهای زیر ، در آنها فرو می بریم :

در ظرف اول ، کلاهك ، در آب و بقیه ریشه ، در دوغن ، قرار می گیرد ،
در ظرف دوم ، کلاهك و تارهای کشته در آب ، قرار می گیرد ،
در ظرف سوم ، فقط تارهای کشته ، در آب و بقیه ریشه در دوغن ،
قرار می گیرد .



شکل ۴۸ : جذب آب ، به وسیله تارهای کشته

پس از چندی ، خواهیم دید که گیاه ظرف اول ، پژمرده می شود ، ولی
گیاه ظرف دوم و سوم که تارهای کشته آنها در آب قرار داشتند ، به شد خود
ادامه می دهند .

پس ، معلوم می شود که تارهای کشته ، آب مورد نیاز گیاه را جذب
می کنند ، روی این اصل است که به آنها **تارهای کشته** می گویند .
در گیاهان آیزی که ریشه ، تارکشته ندارد ، جذب آب ، از راه

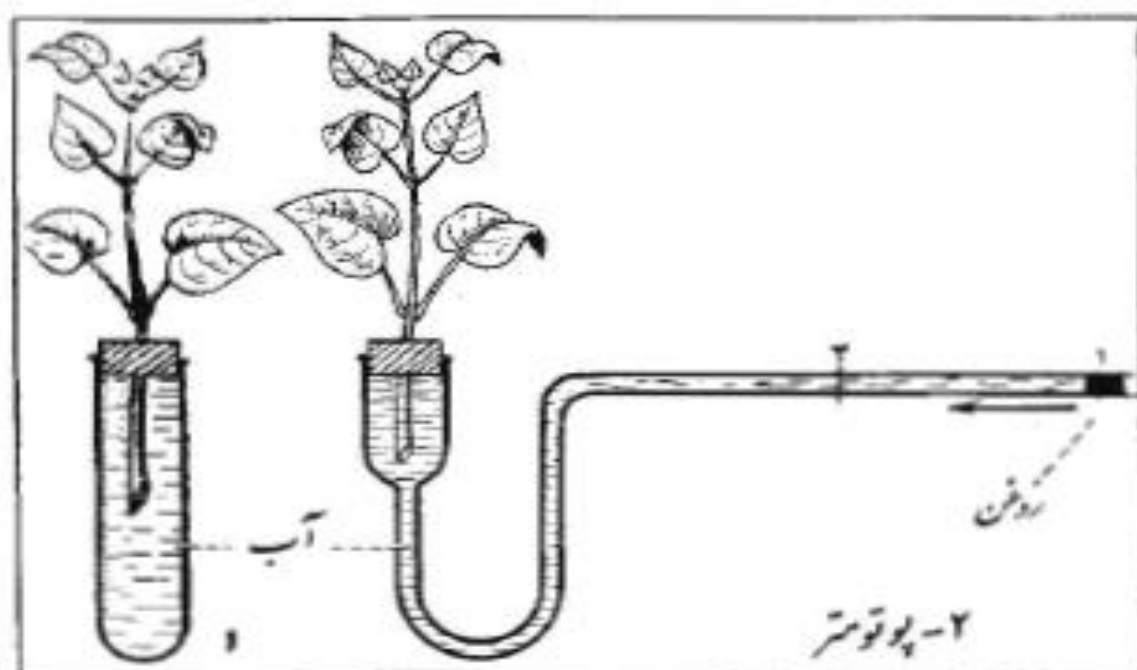
سلولهای سطحی ریشه و حتی بشرة ساقه و برگهای غوطه‌ور ، صورت می‌گیرد.

اندازه‌گیری مقدار آب جذب شده - برای اندازه‌گیری آبی

که ریشه جذب می‌کند ، می‌توان به دو طریق زیر عمل کرد :

طریقه اول - ریشه با ساقه برگدار گیاهی را ، در يك استوانه شیشه‌ای

مدرج ، از جنوب پنجه دهانه ، به دیون آن ، وارد می‌کنند ، مقدار آبی که جذب



شکل ۴۹ : اندازه‌گیری مقدار جذب آب

گیاه شده است ، از روی درجات ظرف استوانه‌ای ، معلوم می‌شود (شکل ۴۹).

طریقه دوم - گیاهی را در پوتومتر ، یعنی ظرفی که به شکل

استوانه است و از يك طرف به لوله باریک و مدرجی ارتباط دارد ، قرار می‌دهند

(شکل ۴۹). تغییر محل آب ، در لوله افقی ، معرف آب جذب شده است .

علل جذب آب - هر تار کشنده ، سلول درازی است با غشای

سلولزی تراوا ، در خارج و پرده سیتوپلاسمی نیمه تراوا ، در داخل ، واکوئل

درشت سلول تار کشنده ، محتوی مایعی است که به سبب داشتن مواد گوناگون ، فشار اسمزی قابل ملاحظه‌ای دارد . این فشار ، سبب می‌شود که آب محیط اطراف تارهای کشنده ، به درون آن کشیده شود . رقیق شدن شیره سلولی تارهای کشنده ، باعث می‌شود که آب آن ، در سلول مجاور نفوذ کند و به همین روش ، به قسمتهای عمقی گیاه تا آوندهای چوبی ، جریان یابد (شکل ۴۸-۶) . تراکم شیره سلولی واکوئول تار کشنده ، همیشه بیشتر از تراکم محیط آن است و همین امر ، سبب جذب دائم آب از خاک ، می‌شود .

۲- جذب مواد محلول - جذب ، مواد محلول در آب نیز ، به وسیله تارهای کشنده و بعضی از سلولهای سطحی ریشه‌های جوان ، صورت می‌گیرد. آزمایش زیر ، چگونگی جذب مواد محلول را ، روشن می‌کند:

آزمایش - دانه نخودی را در محلول مرکب از مواد غذایی کانی ، پرورش می‌دهیم تا ریشه تولید کند . سپس محلولی مرکب از یک یا چند ماده که منظور درک چگونگی جذب آنهاست ، تهیه می‌کنیم و ریشه این گیاه جوان را ، در آن قرار می‌دهیم . ۲۴ ساعت بعد ، اگر مقدار ماده مورد آزمایش را در محلول اندازه بگیریم ، خواهیم دید که کاهش یافته است .

اینکه اصلاح کانی محلول ، پس از عبور از غشای تراوای سلولزی ، چگونه از پرده سیتوپلاسمی نیمه تراوا ، عبور کرده ، وارد سلول می‌شود ، بدرستی روشن نیست. گمان می‌رود که نیمه تراوا بودن پرده سیتوپلاسمی ، نسبی باشد ، یعنی نفوذ بعضی از مواد محلول را ، به درون سلول ، امکان پذیر سازد .

پرده سیتوپلاسمی ، چون پرده زنده‌ای است ، در جذب مواد محلول ،

دخالت دارد و باعث می شود که سلول از مواد محلول ، آنها را که ضرورت دارد ، بدست آورد . اگر سلول تار کشته را ، تحت اثر پرودت یا کلروفرم ، قرار دهند ، مانند پرده های بیجان ، عمل می کند ، بدین معنی که همه مواد محیط حول آن ، به درون واکوئول ، نفوذ می کنند .

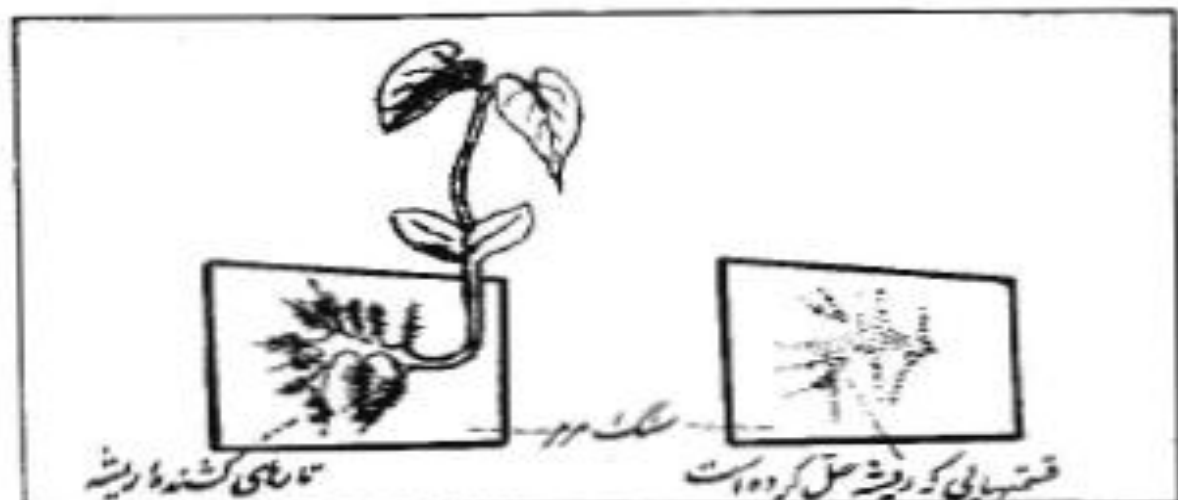
بعضی از مواد محلول ، سریعتر و برخی کندتر ، جذب سلول می شوند ، اگر گیاه سبزی ، مدتی در یک محلول مصنوعی کشت داده شود ، مواد محلول آن محیط ، بطور نامساوی ، کم می شوند . از میان املاح محلول ، املاح پتاسیم ، سریعتر از املاح کلسیم و سدیم و نیز نتراتها ، سریعتر از سولفاتها ، جذب ریشه گیاه می گردند .

پارانشیم پوست ریشه نیز ، در جذب مواد و عبور دادن آنها ، مانند پرده ای بیجان ، عمل نمی کند ، مثلاً ، آنندورم بعضی مواد را که از سایر سلولهای پوست بدان رسیده است ، به داخل استوائه مرکزی ، راه نمی دهد .

۳- انحلال مواد جامد- ریشه ، علاوه بر مواد محلول ، بعضی مواد غیر محلول ، مثل کربنات و فسفات کلسیم را ، به صورت محلول ، در آورده ، سپس جذب می کند . دو آزمایش زیر ، مؤید اثر ریشه ، در انحلال مواد جامد است :

آزمایش ۱- اگر چند دانه گندم یا لوبیای تازه جوانه زده را ، بر روی سنگ مرمر صاف ، قرار دهند و آنها را از ماسه بپوشانند و مرتباً آبیاری کنند ، پس از مدتی ، شیارهایی بر روی سنگ مرمر مشاهده خواهند کرد که نشانه حل شدن کربنات کلسیم توسط ریشه است (شکل ۵۰) . ریشه ، کربنات کلسیم را ، به صورت میکربنات محلول ، در آورده ، جذب می کند .

آزمایش ۲- دو دسته نخود تازه روپیده ، فراهم می‌کنیم . يك دسته را ، در ظرف محتوی ماسه و فسفریت (ظرف ۱) و دیگری را ، در ظرف محتوی ماسه ، (ظرف ۲) می‌کاریم . در بالای این دو ظرف ، مخزن آبی است که محتوی محلول غذایی بدون فسفات است . آب این مخزن ، مستقیماً وارد

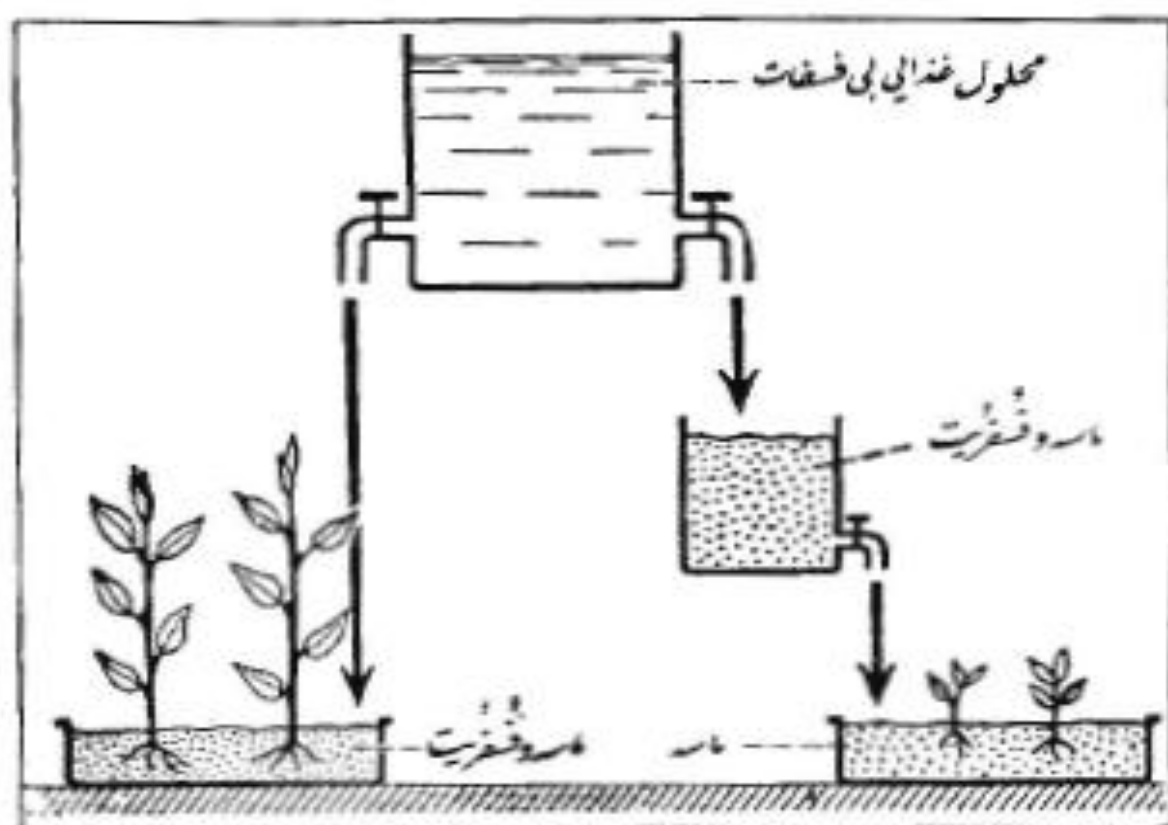


شکل ۵۰ : رویش دانه ، بر روی سنگه مرمر

ظرف ۱ می‌شود ، ولی برای ورود به ظرف ۲ ، از ظرفی عبور می‌کنند که محتوی ماسه و فسفریت است . پس از مدتی ، مشاهده می‌شود که گیاه ظرف ۱ ، به خوبی رشد می‌کند ، ولی رشد گیاه ظرف ۲ ، با کندی بسیار صورت می‌گیرد ؛ علت آن است که در ظرف ۱ ، ریشه گیاه ، فسفریت غیر محلول را به مواد فسفردار محلول ، در آورده جذب کرده است ، ولی چون محلولی که به ظرف ۲ وارد می‌شود ، قدرت حل کردن فسفریت را ندارد و عاری از فسفات ، به گیاه می‌رسد (شکل ۵۱) ، از این ماده به گیاه ظرف ۲ نمی‌رسد و رشد آن متوقف می‌ماند.

عوامل انحلال مواد جامد - انحلال مواد جامد ، توسط موادی

اسیدی که در قسمتهای انتهایی ریشه‌های جوان ترشح می‌شود ، صورت می‌گیرد . این آزمایش ، وجود چنین اسیدهایی را روشن می‌کند :



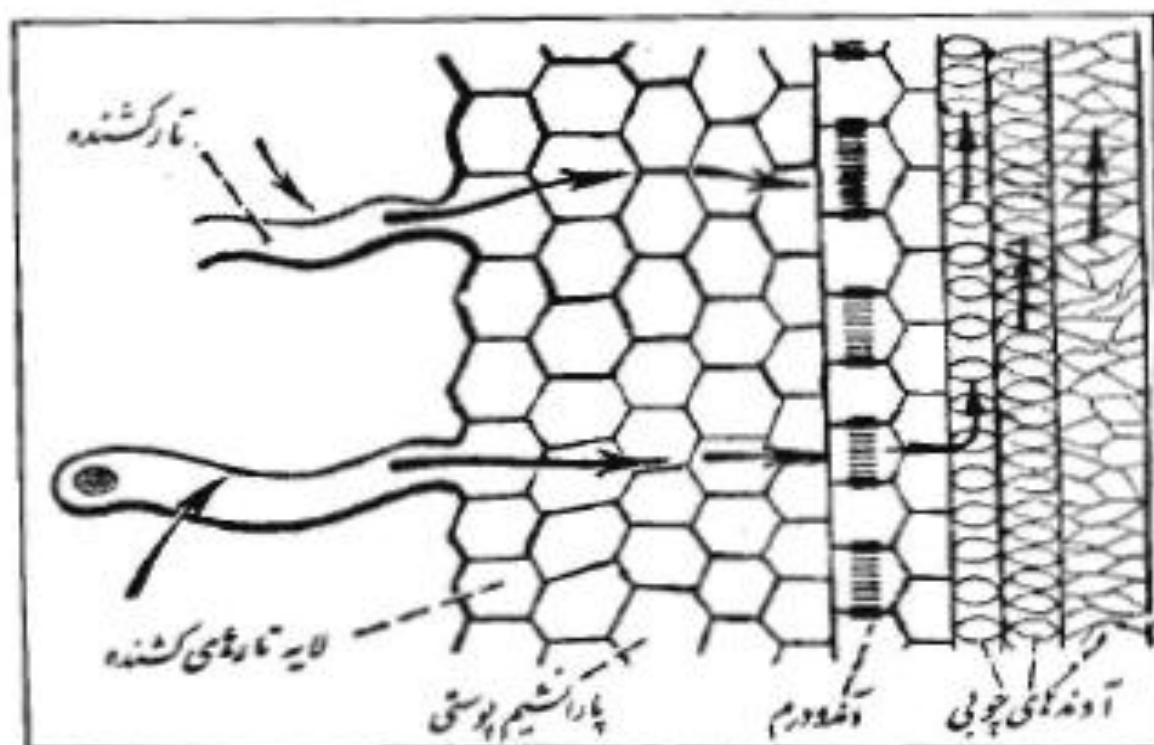
شکل ۵۱: آزمایش انحلال فسفریت ، به وسیله ریشه

آزمایش - در قیفی شیشه‌ای ، مقعاری دانه جو ، بدون خزّه مرطوب ، می‌ریزانیم . چند ورقه کاغذ تورنسل ، در میان دانه‌ها قرار می‌دهیم . کاغذ تورنسل ، پس از پیدایش ریشه‌های جوان ، قرمز می‌شود و این خود ، نشانه وجود آمید است .

شیره خام و طل صعود آن

آب و مواد کانی که به وسیله ریشه از زمین جذب می‌شود ، اصطلاحاً ، شیره خام نامیده می‌شود . شیره خام ، محلول بسیار رقیقی است که در هر ۳ تا ۵ لیتر آن ، قریب یک گرم ماده کانی هست . شیره خام ،

به وسیله تارهای کشنده ، جذب می شود . چون غلظت شیر و اکوتولی تارهای کشنده ، پس از جذب آب و مواد کانی ، از غلظت شیر و اکوتولی سلولهای مجاور ، کمتر می شود ، مقداری از آن ، به سلولهای مجاور تارهای



شکل ۵۲ - الف : مسیر شیر خام

کشنده و از آنجا به سلولهای بعدی و به همین نحو تا آوندهای چوبی ، انتقال می یابد . آوندهای چوبی ، شیر خام را تا برگها هدایت می کنند . آزمایشهای زیر ، نشان می دهند که شیر خام ، در آوندهای چوبی ، جریان می یابد :

آزمایش ۱- اگر هنگام پیاده سازی گیاهی مثل مو را ، از نزدیکی

زمین قطع کنند ، در سطح مقطع ، قطرات کوچک آب ظاهر می شود . اگر

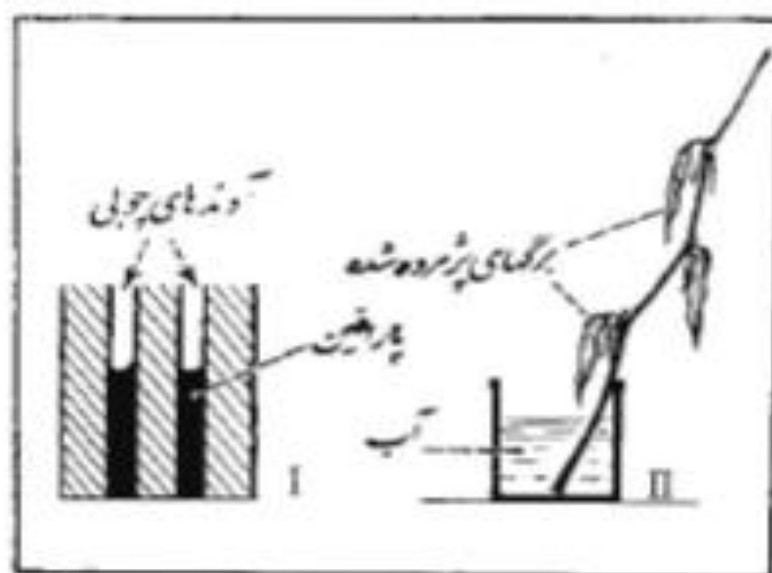
این قطرات را با کاغذ آب خشک کن ، خشک کنند ، چند دقیقه بعد ، در همان

نقاط ، قطره های دیگری ظاهر می شوند . ناحیه ای که قطره های آب در آن

دیده می شود ، محل آوند های چوبی استوانه مرکزی ساقه است . اگر این بار ، با ذره بینی ، محل خروج قطره ها را ، مورد دقت قرار دهیم ، تشخیص آوندها ، باسانی صورت خواهد گرفت .

آزمایش ۳- ریشه گیاه جوانی را که گل های سفید دارد ، در ظرف شیشه ای محتوی یک مایع رنگی ، مثلاً روژفوتر ، وارد می کنیم ، پس از ساعتی خواهیم دید که گلها قرمز شده اند . اگر پس از چند ساعت ، برشی از ساقه تهیه کنیم ، این رنگ را تنها ، در آوند های چوبی آن ، مشاهده خواهیم کرد .

آزمایش ۳- دوشاخه برگدار مو ، انتخاب کرده ، پکی را مستقیماً در ظرفی محتوی آب وارد می سازیم و دیگری را ابتدا ، چند ثانیه ، در پارافین مذاب قرار می دهیم و سپس در آب وارد می کنیم ، پس از چندی خواهیم دید



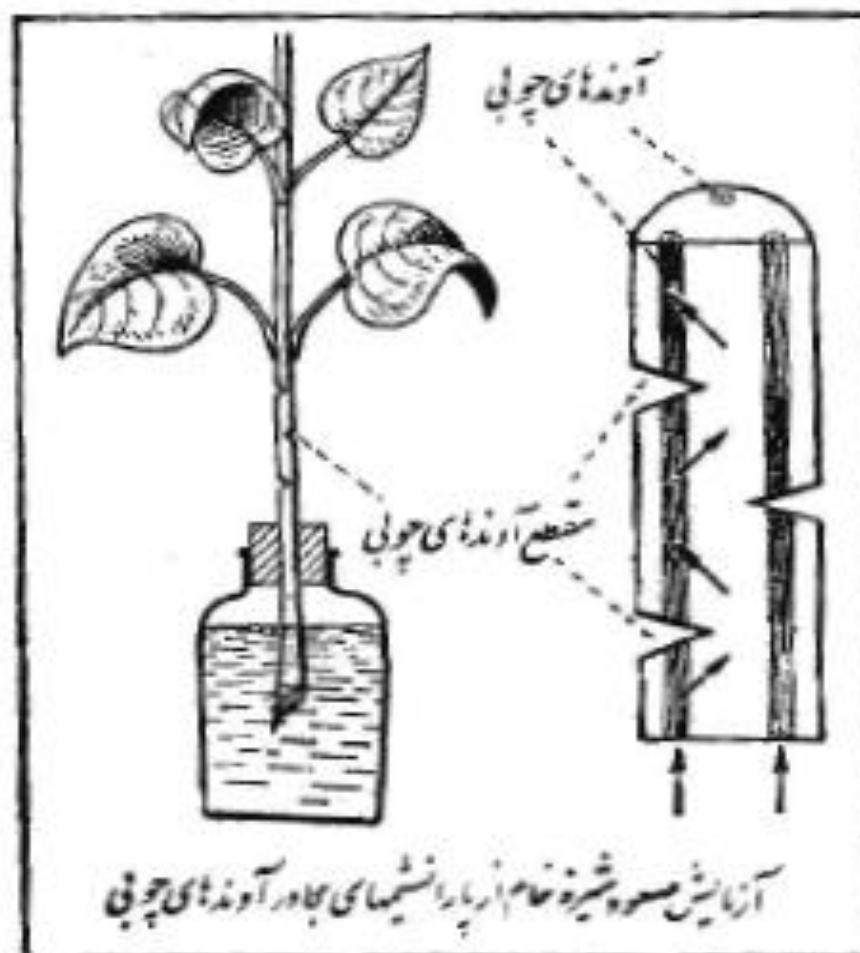
شکل ۵۴ - ب

که گیاه دوم ، پژمرده می شود . علت آن این است که پارافین ، سوراخ های آوند های چوبی شاخه مو را مسدود می سازد . اگر شاخه پژمرده شده را افکشی بالاتر از قاعده برش دهیم و آن را در آب وارد کنیم ، خواهیم دید که گیاه ، از حالت پژمردگی خارج می شود .

پارانشیم اطراف آوند های چوبی نیز ، در انتقال شیره خام مؤثرند .

آزمایش زیر ، اثر پارانشیم را ، در انتقال شیرۀ خام ، نشان می دهد :

آزمایش ۴ - در شاخه تازمائی ، از دو طرف ، شکافهای عمیق ایجاد می کنیم (شکل ۵۳) تا با این عمل ، آوندهای چربی قطع شوند . چنین



شکل ۵۳ : اثبات جریان شیرۀ خام در آوندهای چربی

ساقهای را اگر از مقطع در ظرف آبی قرار دهیم ، خواهیم دید که با وجود قطع آوندهای چربی ، گیاه پژمرده نمی شود ، ولی جریان شیرۀ خام ، در آن ، بکندی صورت می گیرد . در این حالت ، شیرۀ خام که به وسیله آوندهای چربی بالا می رود ، در محل شکاف ، وارد پارانشیم ، اطراف آوندها می شود و شکاف را دور می زند و بار دیگر وارد آوندها می شود .

علل صعود شیرۀ خام

عواملی که سبب بالا رفتن شیرۀ خام در گیاه می شوند، عبارتند از:

۱- کشش ریشه‌ای، نازک بودن قطر آوندهای چوبی، تعرق برگها.

۱- کشش ریشه‌ای - چون فشار اسمزی سلول تارکشنده، همواره از محیط اطراف آن بیشتر است، مقداری از آب و مواد کانی محلول در آن را، به درون خود می کشد. رقیق شدن شیرۀ واکوئول تار کشنده، موجب کشیده شدن آب و مواد محلول در آن، از تارکشنده به سلولهای مجاور می شود. این نیرو که شیرۀ خام را تا آوندها بالا می برد، به کشش ریشه‌ای موسوم است.

۲- موئین بودن آوندهای چوبی - اگر چند لوله شیشه‌ای بسیار نازک را، که قطرشان اندکی با یکدیگر متفاوت است، در ظرف آبی قرار دهند، آب، به خلاف قوانین ظروف مرتبطه، در لوله‌ها بالاتر از سطح آب ظرف می ایستد. هرچه لوله نازکتر باشد، ارتفاع آب آن، بیشتر خواهد بود. چون آوندهای چوبی لوله‌ها، بسیار نازکند، نازک بودن آنها، آب را مقداری از سطح زمین بالاتر می برد. این کیفیت را، خاصیت **لوله‌های موئین** می گویند که یکی از عوامل صعود شیرۀ خام، در آوندهای چوبی است.

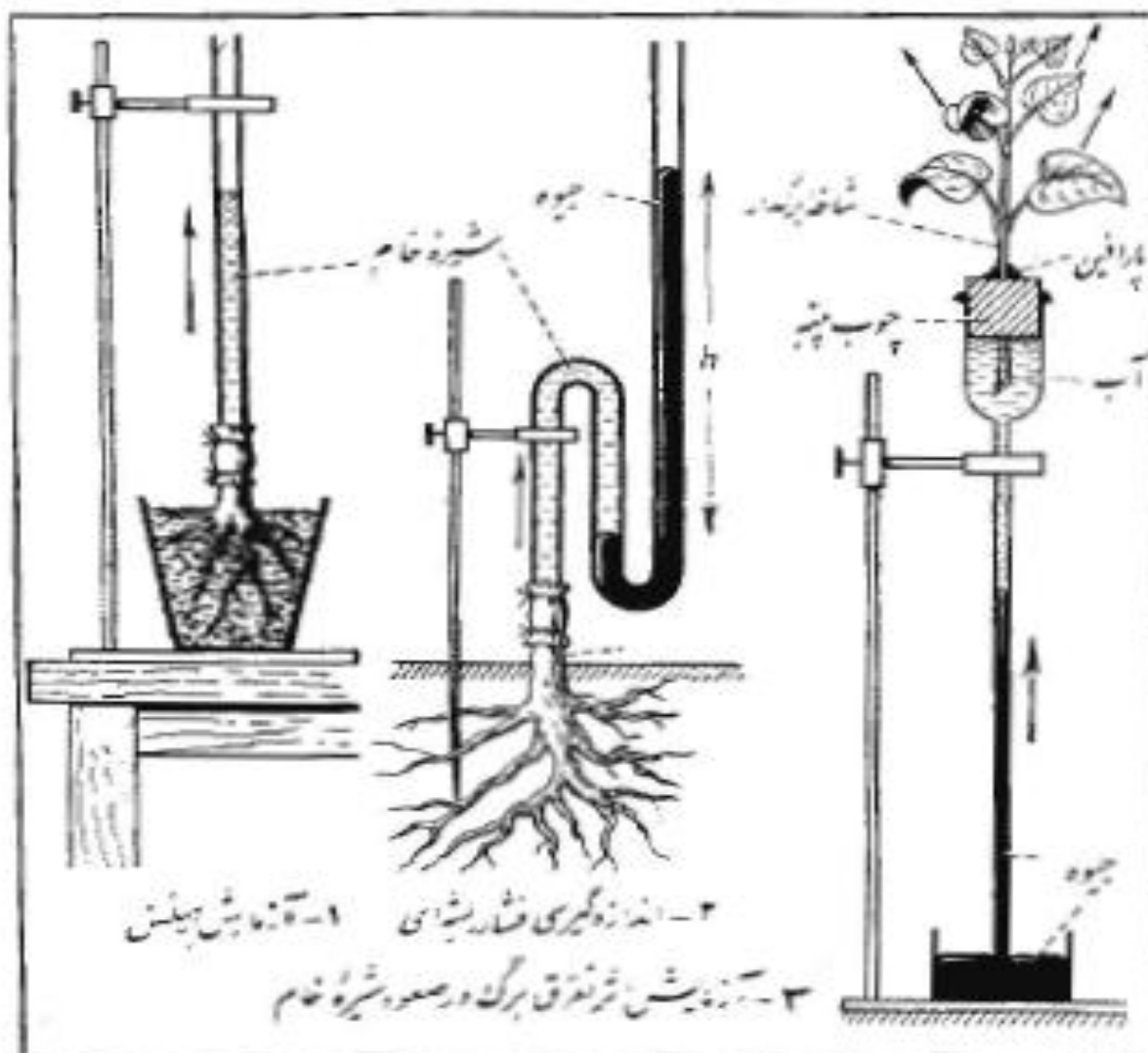
آزمایش هیلس، اثر مشترك کشش ریشه‌ای و خاصیت لوله‌های

موئین را نشان می دهد:

آزمایش هیلس - اگر ساقۀ گیاهی را، از نزدیکی زمین، قطع کرده، لوله‌ای به مقطع آن سوار کنیم، شیرۀ خام، تدریجاً در لوله بالا می رود و ممکن است به ارتفاع ۱۵ تا ۲۸ متر بالا رود، ولی برای اینکه از یکبار بردن چنین

لوله‌درازی خودداری شود ، مقطع ساقه را به فشارسنج جیومای مربوط می‌سازند .

با این عمل ، نیروی مشترک کشش ریشه‌ای و خاصیت لوله‌های موئین



شکل ۵۴ : آزمون هیلز و اثر ترقی برگ در صعود شیره خام

را ، که به فشار ریشه‌ای موسوم است ، از مقدار صعود گیوه ، در شاخه آزاد فشارسنج ، اندازه می‌گیرند (شکل ۵۴) . مقدار فشار ریشه‌ای ،

بر حسب فصل سال و نوع گیاه ، متفاوت است . این مقدار ، در فصل بهار ، بیش از شکفتن جوانه ها ، به حداکثر می رسد و در تابستان ، کم می شود . در گل آفتاب گردان ، مقدار آن معادل ۱۴۰ سانتیمتر جیوه ، در مو ، ۱۰۷ سانتیمتر جیوه ، در توت ، بسیار کم و در حدود ۳ سانتیمتر جیوه است .

۳ - نغرق برگها - نغرق برگها ، در صعود شیره خام ، اثر مهم دارد ، زیرا نغرق ، باعث غلیظ شدن شیره و اکوئول سلولهای برگ می شود و فشار اسمزی آنها را بالا می برد . این فشار ، مقداری آب ، از آوندهای چوبی به سوی سلولها ، می کشد . از این گذشته ، بر اثر عمل نغرق و خارج شدن آب از روزنه ها ، در برگ خلا ایجاد می شود که موجبات کشش آب را از آوندهای چوبی ، به سمت برگها ، فراهم می سازد . آزمایش زیر ، اثر نغرق برگ را ، در کشیدن آب ، نشان می دهد :

آزمایش - ساقه برگداری ما ، در لوله های شیشه ای پر از آب ، وارد می کنیم . انتهای لوله را ، به يك خشك جیوه ای ، مربوط می سازیم ، پس از مدتی ، بر اثر نغرق ، مقداری از آب لوله کم می شود و به جای آن ، جیوه در لوله صعود می کند (شکل ۵۴) .

اگر عمل نغرق ، شدیداً انجام گیرد ، حبابهای زیاد هوا ، از راه نردهای کشنده ، جذب می شوند . گاهی این حبابها ، جریان شیره خام را متوقف می کنند . در این حالت ، پاره اشیمهای زنده اطراف آوندها ، در صعود شیره خام ، دخالت می کنند .

سرعت جریان شیره خام - سرعت جریان شیره خام ، بر حسب نوع گیاه و اوقات سال و دخالت عوامل گوناگون ، تغییر می کند . حداکثر آن ، در حدود ۳ متر در ساعت است .

برای تعیین سرعت جریان شیرۀ خام ، ریشۀ گیاه برگدار جوانی را مدت معینی ، در يك محلول رنگی قرار می دهند و برشهایی ، از نقاط مختلف ساقۀ آن ، تهیه می کنند . در اینجا ، آخرین برشی که آوندهای جوی آن ، به وسیلۀ ، محلول ، رنگین شده باشد ، حد صعود شیرۀ خام را نشان می دهد . ضمناً ، چون مدت قرار گرفتن گیاه در محلول در دست است ، سرعت شیرۀ خام ، به سہولت تعیین می شود .

غذای گیاهان

گیاهان مانند جانوران ، برای تولید انرژی و ترمیم و رشد ، به غذا احتیاج دارند . آنچه گیاه از خاک می گیرد ، آب و نمکهای کانی است . این مواد ، گرچه بخشی از غذای گیاه را تشکیل می دهند ، ولی قسمت اصلی غذای گیاه نیستند ، زیرا ، فقط مواد آلی می توانند در بدن موجود زنده بسوزند و انرژی تولید کنند و نیز برای ساختن پروتوپلاسم نو بکار روند . گیاهان ، غذای آلی خود را ، از ترکیب کردن آب و مواد کانی با ایدرید کربنیکی که از هوا می گیرند ، می سازند .

برای تشخیص اینکه گیاه به چه عنصرها و موادی نیازمند است و آنها را از کجا بدست می آورد ، چهار روش بکار برده اند . این چهار روش ، عبارتند از : روش تجزیه ، روش میکرو شیمی ، روش ترکیب و روش مختلف .

۱ - روش تجزیه - با این روش ، فقط عناصری که در ساختمان

گیاه بکار رفته اند ، معین می شود . برای این کار ، بخشی از گیاهی را وزن کرده ، در اتوو ، خشک می کنند تا وزن آبی که گیاه از دست داده است ،

داشته شود. سپس، ماده خشك حاصل را می سوزانند و گازها و بخارات حاصل را، که بر اثر سوختن مواد آلی گیاه بدست می آیند، جمع آوری می کنند. این گازها را، تجزیه می کنند و خاکستر باقیمانده را نیز، که شامل مواد کانی گیاه است، تجزیه می کنند.

با این روش، در هر گیاهی، ده عنصر یافته اند. این ده عنصر، عبارتند از: C, H, O, N که مجموعاً ۹۴ درصد وزن گیاه خشك را، تشکیل می دهند و S, P, K, Mg, Ca و Fe که ۵ درصد وزن گیاه خشك را، شاملند. يك درصد بقیه، از عنصرهایی است که به مقدار بسیار کم، در گیاه هست. مانند: $Cl, Si, Na, Al, Mn, Zn, Cu, Ni, Co$ و مانند آنها.

عیب این طریقه آن است که فقط عنصرها را معلوم می دارد، ولی تعیین نمی کند که يك عنصر به چه صورتی در گیاه هست و چگونه مورد استفاده قرار می گیرد و حال آنکه وقتی که عنوان غذا به ماده ای اطلاق می شود، منظور، صورتی است که آن ماده، در موقع ورود به داخل گیاه دارد. در روش تجزیه، عنصرها فقط از نظر کمیت، بدست می آیند، ولی اهمیت آنها از نظر کیفیت، روشن نمی شود. بدیهی است که کمیت، با درجه اهمیت، نسبت مستقیم ندارد، زیرا بنا ممکن است که عنصری به مقدار کم در گیاهی موجود باشد ولی اهمیت فوق العاده داشته باشد و بالعکس، عنصری به مقدار زیاد، از راه تجزیه، بدست بیاید، ولی از نظر تغذیه برای گیاه، اهمیت زیاد نداشته باشد. مثلاً، گیاهی در اراضی آهکی و سیلیسی، مقدار زیادی کلیم یا سیلیسیم در بافتهای خود دارد، بدون آنکه این عنصرها، در تغذیه آن، مؤثر باشند.

۲- روش میکروشیمی- در این روش به کمک معرفهای شیمیایی،

وجود عنصرها را ، در ساختمان گیاه ، می‌شناسند ، مثلاً وجود آهن را ، با معرف سیانور پتاسیم ، در برشهای گیاهی ، معلوم می‌دارند .

۳- روش ترکیب - این روش ، نخستین بار توسط پاستور و تاگردش روئین ، معمول شد . اساس روش ترکیب این است که از مواد کانی و آلی ، محلولهای غذایی مصنوعی ، تهیه می‌کنند و گیاهی را در آن پرورش می‌دهند . وزن گیاه را در آغاز و انجام آزمایش ، می‌سنجند ، ترکیب مایع را آنقدر کم یا زیاد می‌کنند تا مایعی بدست آورند که گیاه را به حد اکثر رشد برساند .

روش ترکیب ، با اشکالات زیاد مواجه است ، زیرا : **اولاً** ، تهیه محلولهای غذایی نمونه ، مستلزم آزمایشهای مکرر طولانی است . **ثانیاً** ، تهیه مواد خالص ، برای آماده ساختن محلولهای غذایی ، دشوار است . وجود يك عنصر ، به مقدار بسیار ناچیز ، همراه مواد دیگر ، نتیجه آزمایش را دگرگون می‌سازد . مثلاً ، ظروف شیشه‌ای که در آزمایشها بکار می‌روند ، به مقدار بسیار کم ، املاح سیلیسیم در محلول غذایی وارد می‌سازند ، از این رو هنوز نتوانستند اطلاعات دقیقی ، در باره احتیاج گیاه به سیلیسیم بدست آورند . **ثالثاً** ، دانه‌ها ، هنگام رویش ، مقداری مواد به صورت اندوخته ، دارند که خود بر اشکال آزمایشها می‌افزایند ، ولی این اشکال را ، با کاشتن متوالی دانه‌ها در محلولهای غذایی ، می‌توان دفع کرد .

۴- روش مختلط - این روش ، بیشتر در کشاورزی مورد استفاده

است و آن ، این است که دو قطعه زمین ، که از لحاظ جنس خاک تقریباً یکسانند ، انتخاب می‌کنند و تنها به یکی از آن دو ، ماده‌ای را که مقصود داشتن اثر آن در رشد گیاه است ، می‌افزایند . سپس ، به مقدار

مساوی دانه گیاهی را ، در هر دو قطعه زمین ، می کارند و در پایان سال ، محصول آن دو را ، با هم مقایسه می کنند .
 با بکار بردن چهار روش نامبرده بالا ، سرانجام توانستند مواد و عنصرهای مورد نیاز گیاهان را ، بشناسند و از این راه ، بر مقدار محصولات کشاورزی یفزایند .

محلولهای مصنوعی

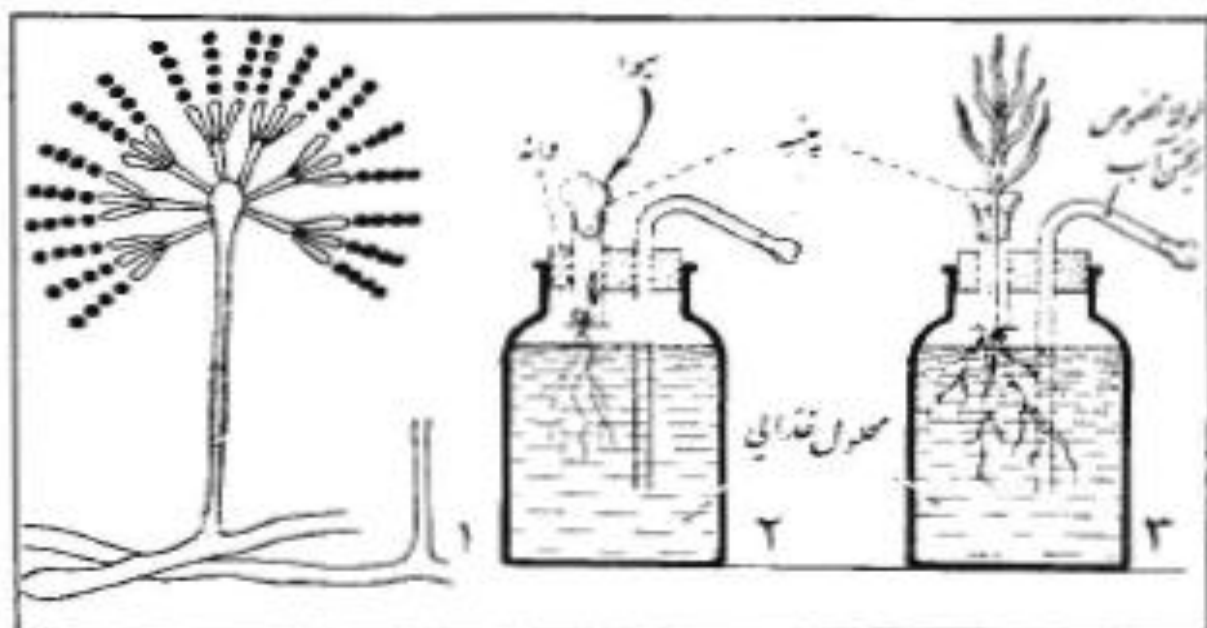
محلولهای مصنوعی مخصوص پرورش گیاهان ، بر دو نوعند :
 محلولهای رویاندن گیاهان بی کلروفیل (قارچها) و محلولهای رویاندن گیاهان سبز .

۱ - محلولهای مصنوعی قارچها - یکی از این نوع محلولهای غذایی مایع رولن (Raulin) است که برای پرورش کفک سیاه بکار برده می شود . محلول غذایی رولن ، دارای مواد زیر است :

آب مقطر	۱۵۰۰ گرم	کربنات منیزیم	۰/۳۵ گرم
قند	۷۰	سولفات آمونیم	۰/۳۵
اسید تارتریک	۴	سولفات آهن	۰/۰۷
نترات آمونیم	۴	سولفات روی	۰/۰۷
فسفات آمونیم	۰/۶	سولفات پتاسیم	۰/۰۷
کربنات پتاسیم	۰/۶		

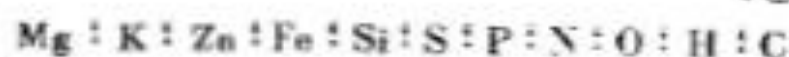
اسید تارتریک ، در مایع رولن ، برای جلوگیری از رشد باکتریهاست و قند ، برای آن است که قارچها ، قادر به ساختن مواد آلی نیستند .
 کفک سیاه ، در محیطهای مساعد ، ریشه های فراوان تولید می کند ،

از این ریشه‌ها، میله‌هایی عمودی، بلند می‌شوند و در انتها، به برجستگی‌های کوچک، ختم می‌شوند. برجستگی‌های بالای میله‌ها، هاگهای تسبیح مانند، تولید می‌کنند. محلول غذایی رولن، برای رشد قارچ بسیار



شکل ۵۵ : ۱ - هاگهای تسبیح مانند کفک سیاه ، ۲ و ۳ - محیط مصنوعی رشد دانه

مساعد است، بطوری که در مدت ۶ روز، ۲۵ گرم از آن تولید می‌شود. اگر به ترکیب شیمیایی مایع رولن توجه کنید، این ۱۱ عنصر را خواهید یافت :



پس از رولن، اهمیت منگنز نیز شناخته شد. اکنون به آن کربنات منگنز نیز می‌افزایند. یا این ترتیب، مایع رولن، دارای ۱۲ عنصر می‌شود.

همه این عناصر، به یک نسبت در رشد قارچ مؤثر نیستند، بلکه

هشت عنصر Mg, K, S, P, N, O, H, C مهمتر از چهار عنصر Mn, Si, Zn, Fe هستند. با آنکه ازوم Mn ، برای رشد قارچ، محقق است، ولی مقدار نسبی آن بسیار کم است. Si ، از طرف آزمایش، در محلول وارد می‌شود.

۲- **محلول غذایی گیاهان سبز** - محیط غذایی گیاهان سبز، مواد آلی ندارد، زیرا، چنانکه می‌دانیم، گیاهان سبز، با استفاده از نور خورشید، گاز کربنیک هوا را گرفته، به آن مواد آلی تهیه می‌کنند.

از معروفترین محلولهای غذایی گیاهان سبز، مایع نوپ و مایع ساکس است. برای رویاندن گیاه در این مایعات، دانه‌های سترون شده را در کاغذ آب خشک کن مرطوب می‌رویه‌تند، پس از بمصرف رسیدن اندوخته دانه‌ها، آنها را در محلول غذایی کشت می‌دهند. مایع غذایی نوپ، دارای مواد زیر است:

آب مقطر	۱۰۰۰ گرم
نترات کلسیم	۱
نترات پتاسیم	۰/۲۵
فسفات منو پتاسیک	۰/۲۵
سولفات منیزیم	۰/۲۵
فسفات آهن	به مقدار بسیار کم

بطوری که می‌بینید، ۹ عنصر Ca, Mg, K, S, P, N, O, H و Fe ، در مایع نوپ هست. عنصرهای Mn, Zn و Br نیز، به مقدار بسیار کم برای تسریع رشد گیاه، ضروری تشخیص داده شده‌اند.

مایع ساکس نیز، دارای ترکیباتی مشابه مایع نوپ است. در شکل ۵۶، تغییرات نمودار در مایع ساکس، با حذف بعضی عناصر،

بخوبی مشاهده می شود .

اهمیت غذای گیاه

قارچها و تمام گیاهان بی کلروفیل، به غذاهای آلی، یعنی گلوئیدها و لیپیدها و پروتئیدها، نیازمندند و چون قادر به ساختن آنها نیستند،



شکل ۵۶: نمو ذرت در جامع غذایی : ۱ - کامل : ۲ - بدون Fe : ۳ - بدون Mg : ۴ - بدون P : ۵ - بدون N : ۶ - بدون Ca : ۷ - بدون K : ۸ - آب مقطر .

این مواد را، از ساختهای سایر موجودات زنده، بدست می آورند .

گیاهان سبز، از مواد کانی خاک و ایندیریدکربنیک هوا و با استفاده

از نور خورشید، مواد آلی مورد نیاز خود را می سازند .

غذاهای کالی مورد احتیاج گیاهان سبز ، عبارتند از : آب ، گاز
نیتروژن ، پتاسیم ، سولفاتها ، فسفاتها ، املاح پتاسیم و سایر نمکهای
ارای عنصرهای مورد احتیاج گیاه ، که در محلول غذایی بدانها اشاره شد .
عنصرهای لازم ، با این مواد ، به گیاه می‌رسند :

کربن ، از گاز کربنیک هوا ، بدست می‌آید .
نیتروژن ، از آب و مواد آلی ، حاصل می‌شود .
اکسیژن ، از تنفس و از املاح اکسیژن‌دار ، به گیاه می‌رسد .
ازت ، به صورت نترات ، از زمین گرفته می‌شود .
فسفر ، به صورت فسفات ، از زمین گرفته می‌شود .
گوگرد ، از سولفاتها و ترکیبات گوگرد دار دیگر ، تأمین می‌شود .
پتاسیم ، به صورت نترات و سولفات و کلرور ، جذب گیاه می‌شود .
اهمیت این عنصر ، بسیار است ، چنانکه اگر زمینی فاقد املاح آن باشد ،
مقدار برداشت محصول ، کاهش بسیار می‌یابد (شکل ۵۶) .

کلسیم ، از یکر بنات و سولفات کلسیم ، تأمین می‌شود .
منیزیم ، که در ترکیب کلروفیل وارد است ، به صورت املاح
منیزیم وارد گیاه می‌شود .

آهن ، از ترکیبات مختلف ، بخصوص اکسید آهن موجود در خاک ،
تأمین می‌شود .

سیلیسیم ، از سیلیکاتهای قلیایی ، حاصل می‌شود .
کالر ، از کلرورهای خاک ، تأمین می‌شود .
سایر عناصر ، از املاح موجود در خاک ، گرفته می‌شوند .

حاصل آنکه ، بیشتر مواد مورد نیاز گیاه ، از نمکهای کانی خاک ، تأمین می شود . از این روست که اگر زمینی ملحي را به مقدار کم داشته باشد ، آن ملح را به آن می افزایند ، موادی که برای دفع کمبود مواد خاک بدان افزوده می شود ، **کود** نام دارد .

اصلاح جنس زمین

از آنجائی که همه خاکها ، همه گونه اصلاح کانی لازم برای رشد گیاهان را دربر ندارند و از این گذشته ، بعضی از گیاهان ، به مواد مخصوصی نیز بیشتر دارند ، پس هر زمین آماده کشت هر گیاه نیست و در همه زمینها ، همه گونه گیاه ، بعمل نمی آید . مثلاً زمینهای رستی ، به مقدار آهت و زمینهای شنی ، به مقداری گل رس ، نیازمندند تا قابل کشت شوند . اصلاح جنس زمینها ، به وسایل زیر ، صورت می گیرد :

۱- **کود دادن** : کود دادن ، ساده ترین وسیله تأمین کمبود مواد خاک است . کود ، بر دو قسم است : **کود آلی و کود شیمیایی** .

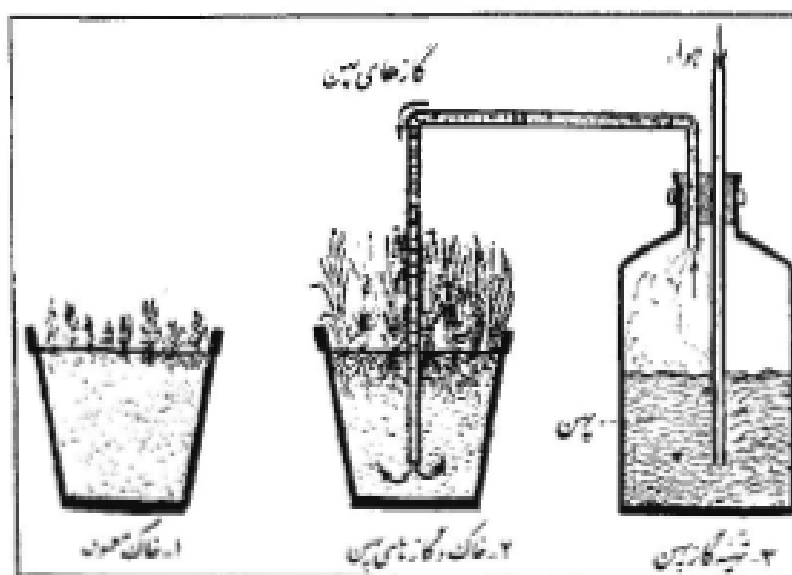
کودهای آلی : بدبای جانوران و گیاهانند که در نتیجه تأثیر باکتریها ، به ترکیبات ساده ازتدار تجزیه شده ، مورد استفاده قرار می گیرند . بهترین کود آلی حیوانی ، **پهن** است . پهن ، علاوه بر اینکه تجزیه می شود و مواد ازتدار ساده بوجود می آورد ، بر اثر تخمیر ، گرمای نسبتاً زیادی ایجاد می کند . پهن مواد ازتدار و مواد آهکی و املاح پتاسیم و فسفاتهای مختلف دارد . مواد ازتدار آن ، مستقیماً قابل استفاده گیاه نیست ، بلکه پس از تبدیل شدن به نیترات ، جذب می شود .

از تخمیر پهن ، گازهایی حاصل می شود که در رشد گیاه اثر فراوان

دارند . آزهائش زیر ، اثر گازهای تخمیری پهن را ، در رشد گیاه ، نشان می‌دهد .

آزهائش - دو دسته گیاه ، در دو گلدان ، می‌کاریم . در ظرفی پهن می‌ریزم و لوله‌ای از بالای آن به درون خاک پکی از دو گلدان وارد می‌سازیم تا گازهای حاصل از پهن ، به درون خاک این گلدان ، هدایت شود . رشد گیاه گلدانی که گازهای تخمیر بدان می‌رسد ، بیشتر از رشد گیاه گلدان دیگر است .

پهن ، انواع گوناگون دارد : **پهن اسب** ، چون بسهولت تخمیر می‌شود و گرمای تدریجی و با دوامی ایجاد می‌کند ، بهترین کود طبیعی



شکل ۵۷ : اثر گازهای پهن ، در رشد گیاه

است . **پهن سماو و محو سفند نیز** ، برای تقویت زمین ، بکار می‌رود . کودهای آلی ، ممکن است از بقایای گیاهی بدست آیند . از روی هم ایستادن برگهایی که در پایین از درختان می‌ریزند ، در محلی گرم و آب

دادن مرتب آنها، کود قهوه‌ای رنگی بدست می‌آید که خاک برگ نامیده می‌شود. این کودها، گرمای نسبتاً زیاد، تولید می‌کنند.

کودهای شیمیایی، اصلاح گوناگون کانی هستند، مثل نیتراها و فسفاتها. کودهای شیمیایی، بخصوص در مواردی که به کودهای آلی دسترسی نباشد، بسیار دفع است.

کودهای ارتدادار، به صورت نیترات، پشوشت جذب گیاه می‌شوند و معمولاً آنها را در بهار به زمین زراعتی می‌افزایند. در طی دوره نمو نیز، می‌توان جهت تقویت زمین، بدان افزود.

کود شیمیایی امولیاکی، مانند سولفات امولیم، چون باید پس از تبدیل به نیترات، جذب شود، در فصل پاییز، به زمین داده می‌شود تا فرصت کافی برای تبدیل داشته باشد.

کودهای شیمیایی پتاسیم‌دار، به صورت کلرور و سولفات، بکار می‌روند.

کودهای شیمیایی فسفر دار، به صورت فسفات تری کلسیم و سوپر فسفات، مصرف می‌شوند.

کربنات منگنز و سولفات روی و آهن نیز، به منظور تقویت خاک، به مقدار کم، بدان افزوده می‌شود.

اهمیت کود در کشاورزی - چون مواد غذایی زمین، بر اثر کشتهای متوالی، رو به نقصان می‌گذارد، برای تأمین احتیاجات گیاه، کود دادن و تقویت زمین، از کارهای ضروری است. کشاورزان، برای رفع کمبود مواد خاک و نیز، برای بدست آوردن محصول فراوانتر، به مسئله کود دادن توجه می‌کنند و گذشته از کودهای طبیعی و آلی، کودهای شیمیایی

مناسب ، به خاک می دهند .

گیاهان گوناگون ، نیازمندیهای متفاوت دارند . مثلاً غلات ، مثل گندم ، جو ، جوسپاه ، چغندر و شاهدانه ، احتیاج زیادی به مواد ازت دار دارند و حال آنکه نخود ، شبدر ، یونجه ، سیبزمینی و مو ، بیشتر به پتاسیم نیازمندند . اراضی بایر زراعتی ، معمولاً فسفات و نترات کم دارند . قبل از اقدام به کاشت ، باید اقدام به افزودن این مواد کرد . تغذیه کافی ، علاوه بر اینکه گیاه را بهتر می کند ، به مقاومت آن در مقابل بعضی آفات نیز می افزاید .

۲ - تناوب کاشت - چون بعضی از گیاهان ، مانند گندم ، باریشه های افشان خود ، مواد سطحی زمین را می گیرند ، پس از چند کشت متوالی ، مواد کانی قسمت سطحی خاک کم می شود . از این رو ، معمولاً پس از یکی دو سال کاشتن گیاه دارای ریشه افشان ، نوع آن را عوض می کنند و گیاهی می کارند که به خلاف گیاه اولی ، ریشه های راست داشته باشد . این عمل را ، تناوب کاشت ، گویند . مانند کشت متناوب گندم و چغندر که به تناوب دو ساله معروف است .

در بعضی از خاکها ، سال اول گندم و سال دوم چغندر و سال سوم شبدر یا یونجه می کارند . شبدر و یونجه ، در ریشه های خود ، چنانکه خواهیم دید ، مواد ازت دار جمع می کنند و پس از برداشت محصول ، از تجزیه مواد ازت دار ریشه ، ازت فراوان به زمین افزوده می شود .

۳ - آیش - زمین زراعتی مناطق کوهستانی را ، معمولاً به منظور تفویض ، شخم زده و مدتی آزاد می گذارند . این عمل را اصطلاحاً آیش می گویند . در مدتی که زمین به حال خود گذاشته می شود ، عوامل جوی ،

مانند باد و باران و برف و تخمیرهای میکروبی، آن را تقویت می کنند .

منابع ازت گیاهان

ازت ، چنانکه می دانید ، یکی از عنصرهای مهم ساختمانی پروتیدهاست و پروتیدها ، بخش اصلی ماده زنده را تشکیل می دهند . پس ازت ، برای رشد گیاهان ، بیش از هر عنصر دیگر ، لازم است و رشد گیاه ، مواد ازت دار را ، بیش از هر ماده دیگر ، در خاک کاهش می دهد . با آنکه $\frac{4}{5}$ هوا ازت است ، گیاهان نمی توانند آن را مستقیماً از هوا جذب کنند . آزمایش زیر ، نشان می دهد که گیاهان ، قادر به جذب ازت هوا نیستند :

آزمایش - گینگی را که در گلدانی که خاک آن نیترات ندارد می - کارند و گلدان را زیر سرپوش شیشه ای بزرگی قرار می دهند . گرچه به - گلدان بطور مرتب آب می دهند ، مهذا پس از چندی گیاه می میرد . تجزیه هوای زیر سرپوش نشان می دهد که ازت تبخیری نکرده است .

از این آزمایش ، دو نتیجه حاصل می شود :

۱ - گیاه ، به مواد ازت دار نیازمند است .

۲ - گیاه ، مستقیماً قادر به جذب ازت هوا نیست .

مواد ازت دار خاک - مواد ازت دار خاک ، به سه صورت ، در آن

موجودند :

اول ، **مواد ازت دار آلی** که در مدفوع و بقایای موجودات زنده

هست و مستقیماً قابل جذب گیاهان عالی نیست . فقط بعضی از قارچها و باکتریها و گیاهان گوشتخوار می توانند مستقیماً از آن استفاده کنند .

دوم ، ترکیبات امونیایی که از تجزیه و تخمیر مواد ازتدار آلی ، حاصل می شوند .

سوم ، نیتратها که بهترین غذای ازتدار گیاهانند و عموماً پس از يك سلسله واکنشهای شیمیایی ، در خاک بوجود می آیند .
مواد ازتدار آلی و ترکیبات امونیایی خاک ، تحت اثر فعالیتهای زیستی يك عده از باکتریها ، به نترات تبدیل می شوند . این عمل به نیتریفیکاسیون یا شوره برداری موسوم است .

نیتریفیکاسیون

تبدیل مواد ازتدار آلی به نترات ، در سه مرحله زیر ، صورت می گیرد : فساد مواد ازتدار آلی ، انقلاب امونیایی ، نیتریفیکاسیون واقعی .

الف - فساد مواد ازتدار آلی - بقایای جانوران و گیاهان ، مثل جسد و مدفوع حیوانات و قطعات ریشه و ساقه و برگ گیاهان ، تحت اثر عده زیادی از باکتریها (مانند باسیلوس میکولید که هوازی است) و قارچها ، تجزیه می شوند و موادی چون اسیدهای آمینه ، اوره و سمهای پدیده و بسیاری مواد دیگر ، بوجود می آورند . این تجزیه و فساد را اصطلاحاً ، تخمیر عفونی می نامند .

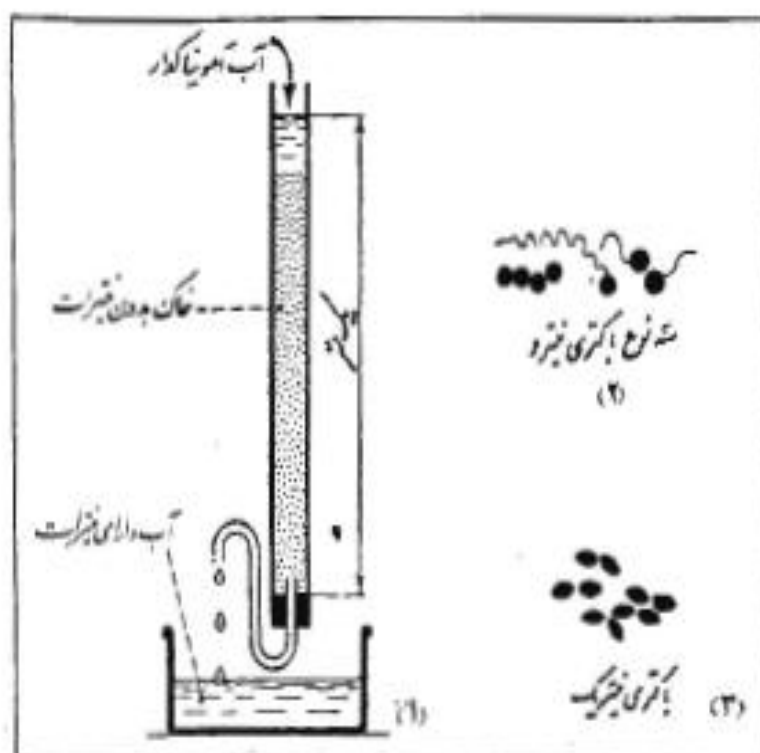
ب - انقلاب امونیایی - اسیدهای آمینه و اوره و مواد نظیر آن ، در این مرحله ، به املاح امونیایی تبدیل می شوند . این تبدیل ، تحت اثر بعضی از قارچها ، مثل کفک وعدهای از باکتریها ، صورت می گیرد . مثلاً میکروکوک اوره ، این ماده را ، به کربنات امونیوم تبدیل می کند :



دبا سازی، به نام **اوره آز**، عامل اصلی این تبدیل است. از تجزیه اسیدهای آمینه نیز، **امونیاک** آزاد می شود.

ج- **نیترونیفیکاسیون واقعی** - در این مرحله، ترکیبات **امونیاکی** و **امونیاک**، تحت اثر باکتریهای هوازی، به **نیترات** تبدیل می شوند. آزمایش زیر، اثر باکتریها را، در نیترونیفیکاسیون، نشان می دهد (شکل ۵۸).

آزمایش - اگر مقداری خاک نرم بدون نیترات، در لوله ای پریم و آن را با آب گندیده ای، که کمی **امونیاک** همراه دارد، آبیاری کنیم، پس از مدتی، خواهیم دید که در قطره های آب خارج شده از زیر لوله، مقداری **نیترات** هست.



شکل ۵۸ : اثر باکتریها، در تبدیل **امونیاک** به **نیترات**.

اگر آزمایش را تکرار کنیم ، ولی این بار مقداری کلروفرم یا اتر در لوله بریزیم تا مانع فعالیت حیاتی باکتریها شویم ، نیتریفیکاسیون صورت نخواهد گرفت و نیتراتی بوجود نخواهد آمد .

نیتریفیکاسیون واقعی ، طی دو مرحله ، صورت می گیرد :

۱- مرحله نیتروژناسیون - طی این مرحله ، آمونیاك و املاح آمونیایی ، تحت اثر غدهای از باکتریهای هوازی خاك ، به اسید نیترو یا نیتريت تبدیل می شوند ، بدین فرمول :



اسید نیترو حاصل ، با مواد قلیایی خاك ، نیتريت بوجود می آورد .
باکتریهایی که سبب نیتروژناسیون می شوند ، عبارتند از : **نیتروکوکوس** و **نیتروموناس** .

۲- مرحله نیتراتاسیون - اسیدنیترو و نیتريت های حاصل در خاك ، تحت اثر باکتریهای هوازی دیگر ، به اسیدنیتريك یا نیترات ، تبدیل می شوند . بدین فرمول :

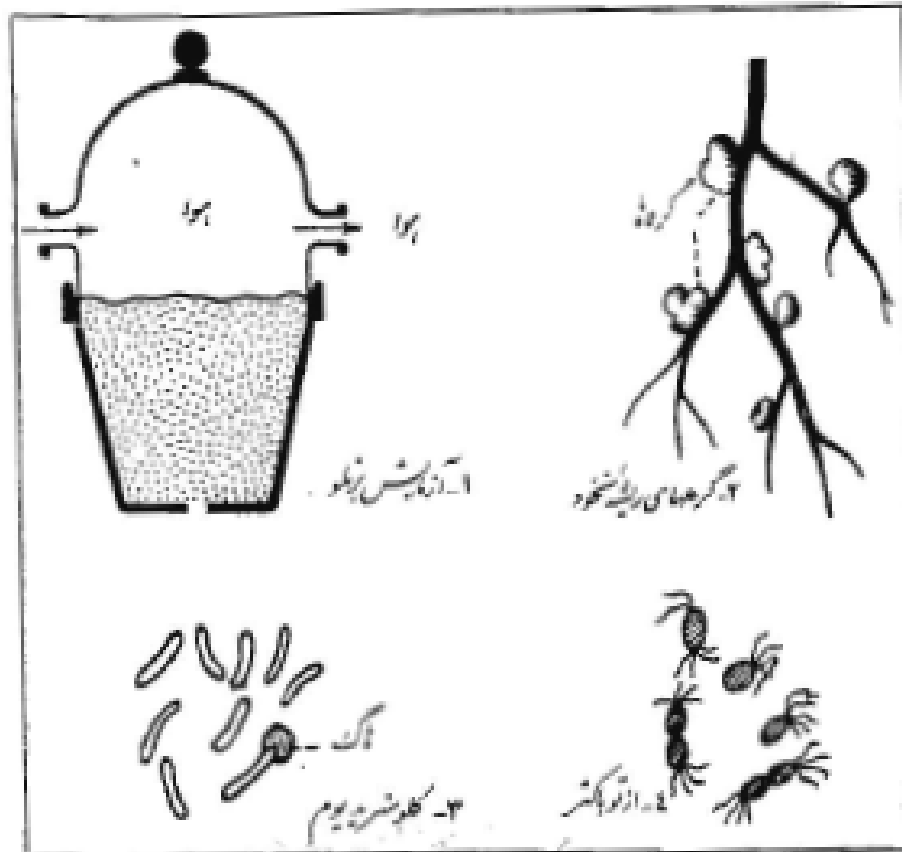


باکتریهای عامل نیتراتاسیون ، عبارتند از : **باسیلیای نیتريك** ، **اسیدنیتريك** حاصل ، با مواد قلیایی خاك ، به نیترات تبدیل می شود .
شرایط شوره برداری - برای امکان فعالیت باکتریهای عوامل نیتریفیکاسیون ، شرایط منحصری لازم است . این شرایط ، عبارتند از :

- ۱ - اکسیژن کافی که با ضخیم زدن و تهویه خاک تأمین می شود .
- ۲ - رطوبت کافی که با آبیاری خاک فراهم می شود .
- ۳ - دمای مناسب که بین ۳۵ تا ۴۰ درجه است .
- ۴ - مواد قلیایی که برای خنثی کردن اسیدهای پنیرو و نیتریک است .

عوامل مؤثر در نقصان و افزایش ازت خاک

مواد ازت دار خاک ، همواره در نقصان و افزایش است . برای بدست آوردن محصول خوب ، جلو عوامل کم کننده ازت را می گیرند و عوامل



شکل ۵۹ : باکتریهای افزایش دهنده ازت خاک

افزایش دهند، آن را تقویت می کنند .

الف - عوامل مؤثر ، در نقصان ازت زمین - این عوامل ، عبارتند از :

۱ - بعضی از موجودات میکروسکوپی خاک ، پروتیدها و آمونیاک را ، به حد مساعد ازت آزاد ، تجزیه می کنند و بعضی دیگر ، نیترا آنها را ، مستقیماً تجزیه می کنند ، مثل ، *باسیلوس فلوئورسنتس* (*Bacillus Fluorescence*) .

۲ - برداشت محصول سالانه .

۳ - آب باران و آبهای جاری و فرورو ، مواد ازت دار خاک را شسته همراه می برند .

ب - عوامل مؤثر ، در افزایش ازت زمین - این عوامل ، عبارتند از .

۱ - **تخلیه الکتریکی جثه** ، که تولید پراکسید ازت می کند ، این ماده با آب ، اسیدنیتريت بوجود می آورد . اسیدنیتريك ، با قطرات باران ، به خاک می رسد و به مواد قلیایی ، نترات می سازد .

۲ - عدمای از باکتریای آزاد در خاک ، ازت هوا را می گیرند و از آن پروتید می سازند . از اجساد این باکتریها ، بر اثر نیتریفیکاسیون ، نترات تولید می شود ، مانند ازتوباکتر (*Azotobacter*) که هوازی است و کلوستریدیوم (*Clostridium*) که بی هوازی است . آزمایش برتلولو (*Berthelot*) ، اثر باکتریها را ، در افزایش ازت نشان می دهد :

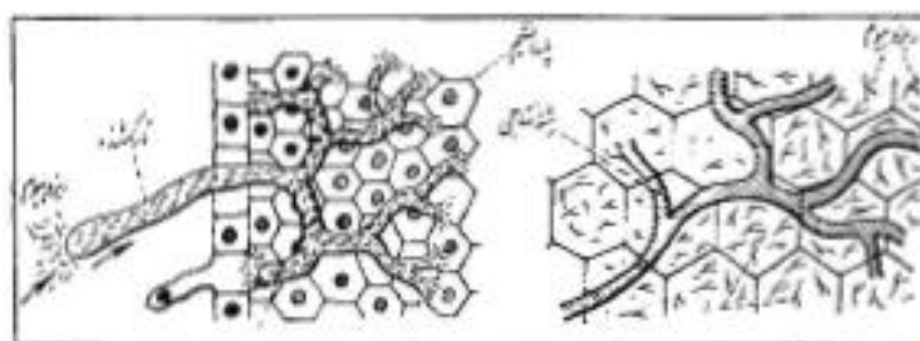
آزمایش - مخلوطی از بوس و ماسه فاقد مواد ازت دار را در گلدانی که سطح خارجی آن لمبادار است ، می پریم و سپس گلدان را ، در زیر سرپوشی ،

قرار می‌دهیم که جریان هوا بتواند از بالای گلدان عبور کند. پس از چند ماه، تجزیه خاک نشان می‌دهد که ازت خاک، به میزان قابل توجهی افزایش یافته است (۲۷ میلی‌گرم به هر کیلوگرم خاک).

اگر خاک گلدان را، قبلاً به وسیله حرارت، شرون کنند یا بدان مقداری کلروفرم بپزایند، ازت در خاک تثبیت نخواهد شد.

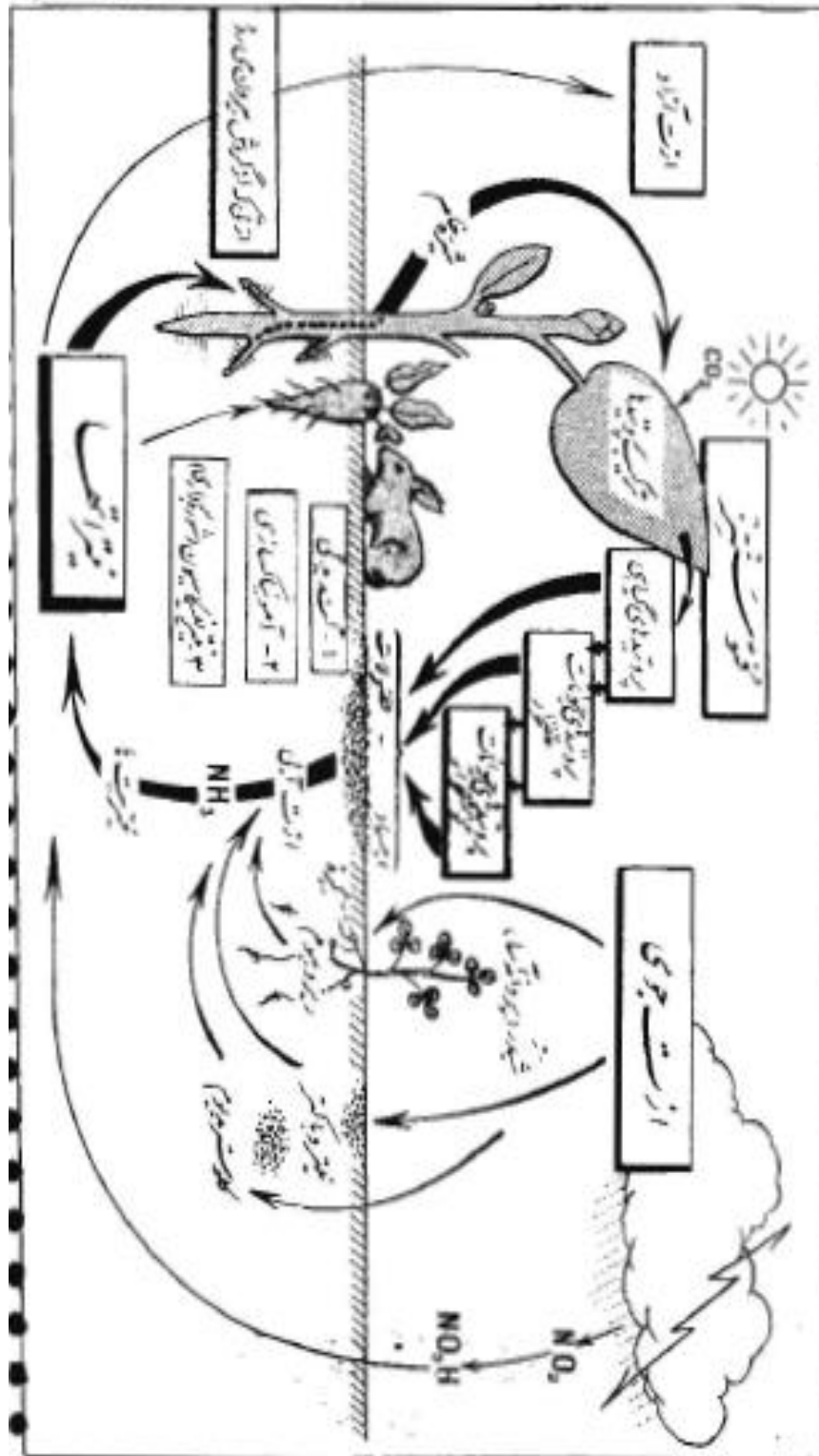
۳- بعضی از جلبکها مانند فوستوک (Nostoc) نیز، ازت هوا را در پیکر خود تثبیت می‌کنند.

۴- باکتریهای ریشه گیاهان تیره نخود - گیاهان تیره نخود، مانند شبدر و یونجه، در هر زمینی که کاشته شوند، مقدار ازت آن را



شکل ۶۵ : ۱ - ورود ریزوبیوم، در ریشه، ۲ - عکس العمل ریشه

افزایش می‌دهند. در ریشه ین گیاهان، گرههایی به قطر ۴ تا ۵ میلی‌متر هست که پر از باکتری است. این باکتریها که ریزوبیوم (Rhizobium) نام دارند، ازت هوا را جذب می‌کنند و آن را به صورت پروتید، در پیکر خود تثبیت می‌کنند. هر گره، ریشه فرعی کوچکی است که متورم و حجیم شده است، در برش عرضی این گرهها، سلولهای بزرگی دیده می‌شود که درون آنها، پر از باکتریهایی به شکل ۷ یا ۸ است.



شکل ۶۱: گردش ازلت، در طبیعت

ریزویومها ، در خاک زندگی می کنند . ماده قندی که از ریشه گیاهان تیره نخود ترشح می شود ، در نتیجه شیمیو تاکنسیم ، آنها را جلب می کند . باکتریها ، از راه تارهای کشنده ، به درون ریشه های فرعی راه می یابند و پس از جای گرفتن در پارانشیم ریشه ، شروع به جذب ازت هوا می کنند . سلولهای که مورد هجوم این باکتریها قرار می گیرند ، بزرگ شده و سرعت تقسیم می شوند و سرانجام گره ها را بوجود می آورند . زندگی ریزویوم ، در ریشه گیاهان تیره نخود ، یک نوع همزیستی است ، زیرا قندی که گیاه به اثر فتوسنتز می سازد ، قسمتی مورد استفاده این باکتریها قرار می گیرد و مواد ازت داری که باکتریها ، پس از جذب ازت هوا ، می سازند ، قسمتی به درون آوندهای آبکشی گیاه راه می یابد . پس از گذشتن یا خشت شدن گیاهان تیره نخود ، گره های ریشه در خاک باقی می مانند و از تجزیه مواد ازت دار بیکر آب و نیز در نتیجه پتریفیکسیون ، پترات حاصل می شود . بدین طریق است که کشتن گیاهان تیره نخود ، ازت زمین را افزایش می دهد .

گردش ازت در طبیعت - مجموعه تغییرات ازت در طبیعت را ،

گردش ازت می نامند . گردش ازت در طبیعت ، به قرار زیر است :

گیاهان سبز ، پترتهای خاک را جذب می کنند و آن را در ساختن مواد پروتیدی لازم ، برای رشد سلولها ، بکار می برند . جانوران علفخوار ، با خوردن گیاهان سبز و نیز جانوران گوشتخوار ، با خوردن گوشت علفخواران ، مواد پروتیدی لازم را فراهم می سازند . بعد از مرگ این گیاهان و جانوران ، مواد پروتیدی اجساد و بقایای آنها ، فاسد و بر اثر پتریفیکسیون ، به پترات تبدیل می شود . پتراتهای خاک ، چنانکه

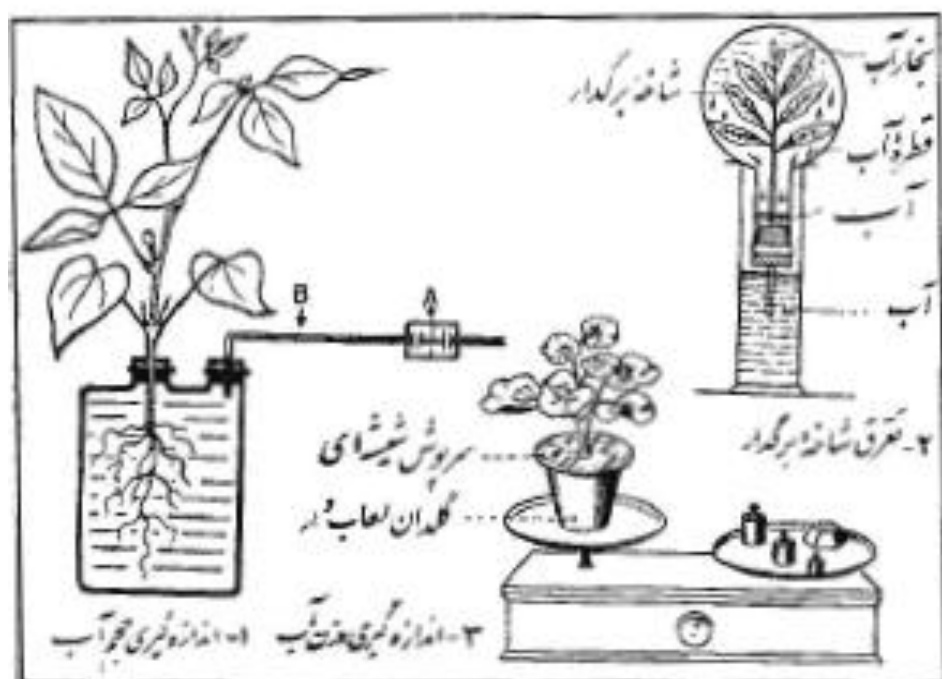
دیدیم ، قسمتی تحت اثر باکتریها ، تجزیه می‌شوند و به ازت آزاد ، تبدیل می‌گردند و قسمتی نیز ، با آبهای جاری ، از دوره گردش خارج می‌شوند. ازسوی دیگر، مقداری از ازت هوا، در نتیجه تخلیه الکتریکی، به صورت اسیدیشریك در می‌آید و مقداری هم به وسیله ازنو باکتریها و باکتریهای ریشه گیاهان تیره نخود ، وارد گردش می‌شود .

تعرق

گیاهان ، مقداری آب به صورت بخار ، از راه روزنههای هوایی و بشرقه نازك ، دفع می‌کنند . این عمل ، تعرق نام دارد . آزمایش زیر ، تعرق گیاه را نشان می‌دهد :

آزمایش - اگر شاخه برگدار گیاهی را ، داخل يك حباب شیشه‌ای قرار دهیم ، مقدار زیادی بخار آب ، به بدنه حباب می‌نشیند و قطره‌های آب نیز ، در ته آن ، جمع می‌شود (شكل ۶۲-۲) .
برای اندازه گیری وزن آبی که گیاه در مدت معینی دفع می‌کند، این آزمایش را انجام می‌دهیم :

آزمایش - خاك گلدان محتوی گیاهی را ، در يك سرپوش شیشه‌ای ، بنحوی جای می‌دهیم که خاك كاملاً پوشیده شود . گلدان را ، در كفه ترازویی قرار می‌دهیم و با قراردادن وزنه ، ترازو را به حال تعادل در می‌آوریم (شكل ۶۲-۳) . پس از چند ساعت ، كفه جابله گلدان ، شك می‌شود و برای برقراری تعادل مجدد ، وزنه‌ای لازم می‌شود . این وزنه ، مقدار آبی را که گیاه دفع کرده است ، معلوم می‌نماید .



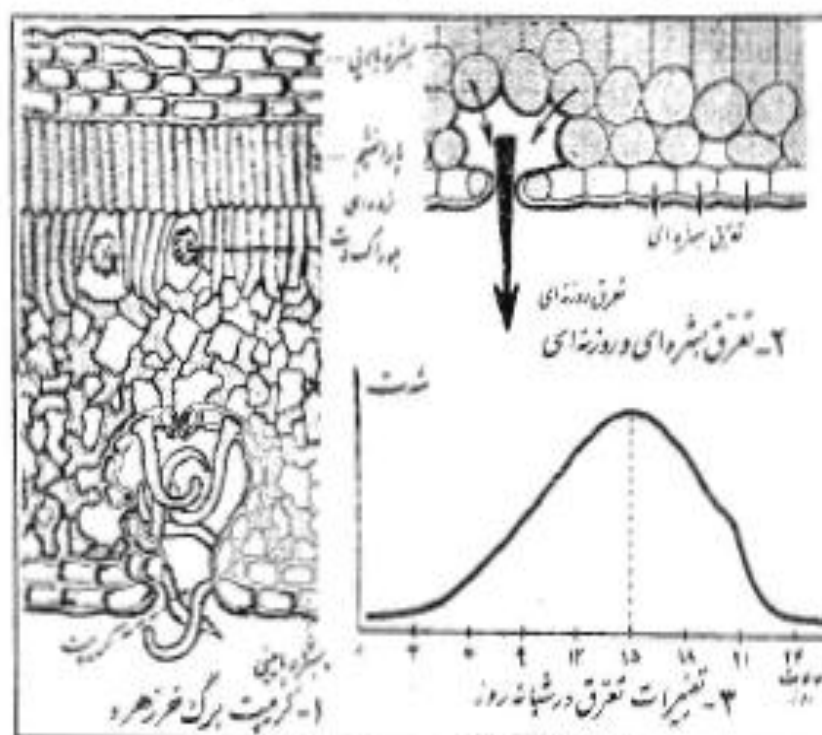
شکل ۶۲ : آزمایشهای مربوط به تفرق

برای اندازه گیری حجم آبی که گیاه از دست می دهد ، این آزمایش را انجام می دهیم :

آزمایش - ظرف شیشه ای دو دهانه اختیار کرده ، در آن آب می ریزیم . به یکی از دهانه ها ، لوله ای مدور که پر از یک مایع رنگی است ، مربوط ساخته و از دهانه دیگر ، گیاهی وارد می کنیم و آن دهانه را چنان می بندیم که از تبخیر آب جلوگیری شود . پس از چند ساعت ، مقداری از مایع رنگی لوله مدور ، کم می شود . درجات لوله ، حجم آب تبخیر شده در زمان معین را ، نشان می دهند (شکل ۶۲-۱) .

شدت تفرق - مقدار بخار آبی که در واحد زمان از گیاه دفع می شود ، شدت تفرق نام دارد . شدت تفرق ، به این عوامل بستگی دارد :

- ۱ - هرچه تعداد برگ، بیشتر باشد، تعرق بیشتر است.
- ۲ - هرچه وسعت برگها، بیشتر باشد، تعرق زیادتر است.
- ۳ - هرچه تعداد روزنهها، بیشتر باشد، تعرق شدیدتر است.



شکل ۶۳: برگ خزه‌ره - شدت تعرق

- ۴ - هرچه ضخامت پارانشیم حفره‌ای برگ، بیشتر باشد، تعرق بیشتر است.
- ۵ - در گیاهانی که برگهای پوشیده از کُک دارند، تعرق بکندی انجام می‌گیرد.
- ۶ - تعرق در اندامهای پوشیده از کوتیکول ضخیم، با میشود. از لایه‌های قطور چوب‌پنبه، کمتر است.

۷- مخفی بودن روزنه‌ها در کریپت (Crypte) ، یعنی قزو -
 رفتگیهای کردار سطح برگ ، چنانکه در برگ خرزهره هست ، شدت
 تعرق را کم می‌کند (شکل ۶۳) .

۸- غلبه بودن شیره سلولی ، به سبب وجود اسیدهای آلی ،
 تعرق را کاهش می‌دهد .

۹- وجود کلروفیل ، تعرق را زیاد می‌کند . از این دو گیاهان
 سبز ، بیشتر از گیاهان بی کلروفیل ، تعرق می‌کنند .

۱۰- خشکی هوا ، تعرق را شدید می‌کند .

۱۱- رطوبت ، تعرق را کاهش می‌دهد .

۱۲- وزش باد ، باعث ازدیاد شدت تعرق می‌شود .

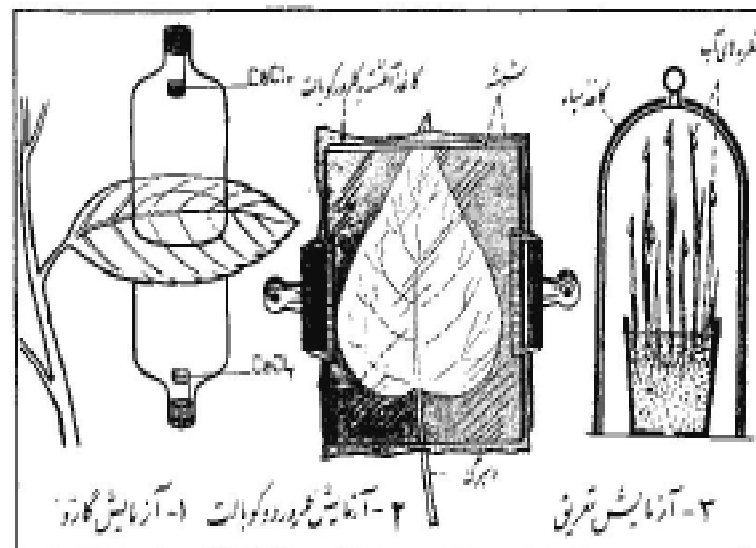
۱۳- نور ، شدت تعرق را زیاد می‌کند .

۱۴- افزایش دمای محیط ، سبب بیشتر شدن شدت تعرق می‌شود
 ولی حدی دارد ، بطوری که در دمای بیش از ۴۵ درجه ، گیاه را از بین
 می‌برد . در منطق حاره ، که دما نسبتاً زیاد است ، تبدیل برگ به خار و
 پوشیده شدن برگ از کبرک ، از شدت تعرق می‌کاهد .

عوامل گوناگون نیز ، تعرق را ، طی شبانه روز تغییر می‌دهند ،
 چنانکه ، در ساعت ۶ صبح ، نزدیک صفر است . از آن پس ، سرعت زیاد
 می‌شود ، بطوری که ساعت ۳ بعد از ظهر ، به اوج خود می‌رسد .
 سپس دفعتاً تنزل می‌کند و در صبح به صفر نزدیک می‌شود .

اثر روزنه‌ها ، در تعرق - تعرق ، بیشتر از روزنه‌های هوایی و به مقدار
 کم ، از سلولهای سطحی برگهای دارای کونیسکول غازک ، صورت می‌گیرد .
 دفع بخار آب ، از راه روزنه را می‌توان با این آزمایشها ثابت کرد :

آزمایش ۱- برگه سبزی را ، بین دو صفحه کاغذ سافی آغشته به محلول کلرود کبالت خشك ، كه معمولاً آبی رنگ است ، قرار می دهیم . پس از چند لحظه ، اگر كاغذ را باز كنیم ، لكه های ریز قرمز رنگ دیده می شود . چون كلرود كبات ، در رطوبت قرمز می شود ، از این جهت لكه ها ، خروج آب را از روزنه ها ، نشان می دهند (شكل ۶۴- ۲) .

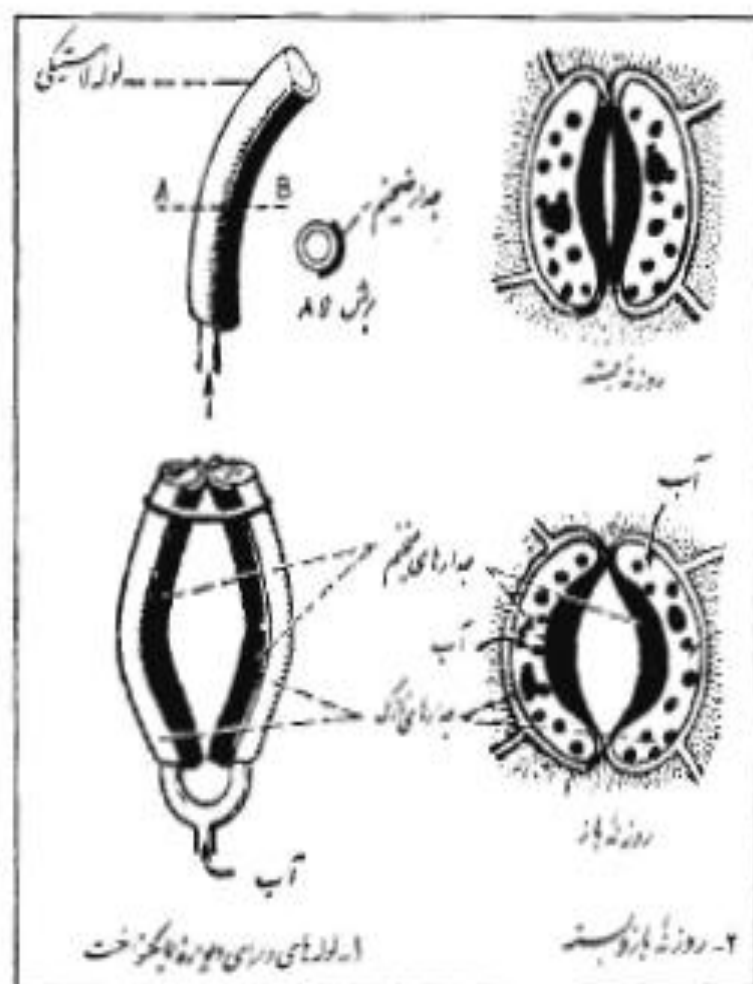


شكل ۶۴: آزمایشهای مربوط به خروج بخار آب ، از روزنه ها - آزمایش تفریق

۲- آزمایش گارو - به سطح بالایی و پایینی برگ ، دو سرپوش شبده ای كه هر يك محتوی مقداری كلروركلسیم باشد ، قرار می دهیم . پس از مدت کوتاهی ، می بینیم كه وزن كلروركلسیم سرپوش پایینی ، بیشتر از وزن كلروركلسیم سرپوش بالایی است . چنانكه می دانیم ، سطح پایینی برگ ، روزنه های بسیار دارد . پس معلوم می شود كه تفرق بیشتر از روزنه ها صورت می گیرد (شكل ۶۴- ۱) .

روزنه ها ، شدت تفرق را تنظیم می كنند . منفذ روزنه های هوایی ، وضع ثابتی ندارد ، بلكه تحت اثر بعضی از عوامل بی باز و بسته می شود . مثلاً ، در روشنایی و رطوبت ، باز ، ولی در تاریکی و خشکی ، بسته

می‌شود. در روشنایی، به علت تشکیل لاشته در سلولهای روزنه هوایی، محیط داخلی آنها آبدار شده و چون آب بیشتری در خود نگه می‌دارند، تورژسانس حاصل می‌کنند و دهانه روزنه‌ها، باز می‌شود، در صورتی که



شکل ۶۵: ضرر عمل روزنه‌های هوایی

واکنشهایی که در تاریکی صورت می‌گیرند، موجب پلاسمولیز سلولهای روزنه شده و موجب بسته شدن آن‌ها، فراهم می‌سازد. چون ضخامت غشای سلولهای روزنه، در مجاورت منفذ، بیشتر از سایر قسمت‌هاست،*

تورژسانس ، سبب انحنای بیشتر قسمت نازك غشای سلولها شده و قسمت ضخیم آنها به سمت بیرون کشیده می شود و منفذ روزه باز می شود ، بعکس ، در مواقع خشکی هوا ، به علت از دست رفتن آب ، حجم سلولهای روزه کاهش می یابد ؛ پس تورژسانس آن کم می شود و منفذ روزه ، کوچک می شود و ممکن است بکلی مسدود شود (شکل ۶۵) . آزمایش زیر که تقلیدی از عمل روزه است ، چگونگی عمل آن را نشان می دهد :

آزمایش - دو لوله لاستیکی فراهم می کنیم که يك طرف آنها بسته باشد . به يك پهلوی آنها ، در تمام طول ، نواری لاستیکی می چسبانیم تا آن پهلوی ضخیم تر از سایر قسمتها شود . این دو لوله را ، مطابق شکل ۶۵ شماره ۱ ، از يك طرف ثابت می کنیم و از طرف دیگر ، به وسیله لوله دو شاخه ، به منبع آبی مربوط می کنیم . اگر شیر منبع را باز کنیم ، آب به فشار داخل لوله های لاستیکی می شود و آنها را متسع می کند ولی امتناع بدنه لوله ها ، تا یکنواخت می شود ، بدین معنی که طرف ضخیم ، گود و طرف نازك ، برجسته می شود .

این درست همان عملی است که بر اثر زیاد شدن تورژسانس حاصل می شود ، زیرا چنانکه در بافت محافظه دیدید ، دیواره سلولزی سلولهای روزه ای ، در طرف داخلی ، ضخیم تر از بخشهای دیگر است .

تعریق

دفع آب ، به صورت قطره ، از روزه های آبی گیاه را ، تعریق می گویند . این عمل موقعی صورت می گیرد که هوا از بخار آب ، اشباع باشد یا آنکه نور و دما کم شود و تعرق را کاهش دهد ، آزمایش زیر ، تعریق را نشان می دهد .

آزمایش - گلدانی محشوی چند پوتۀ گندم نورسته را ، در زیر سرپوشی

قرار می‌دهیم و اطراف سرپوش را ، با کاغذ سیاه می‌پوشانیم تا هم نور به گیاه نرسد و هم درون سرپوش ، بخار آب زیاد شود و به حالت اشباع برسد ، پس از مدت کوتاهی ، مشاهده می‌کنیم که قطرات آب ، روی پهنک و کتاف‌های برگ گندم ، پدید می‌آید (شکل ۶۴-۳) .

قطرات آبی که صبحها ، بر روی برگ گیاهانی نظیر گندم و ذرت ، ظاهر می‌شود ، نتیجه تعریق برگ‌های این گیاهان است و نباید با شبنم اشتباه شود ، زیرا ، شبنم بر اثر تراکم بخار آب جو حاصل می‌شود و از این گذشته ، در همه نقاط پهنک ظاهر می‌شود و حال آنکه قطرات حاصل از عمل تعریق ، روی روزه‌های آبی ، ظاهر می‌شوند .

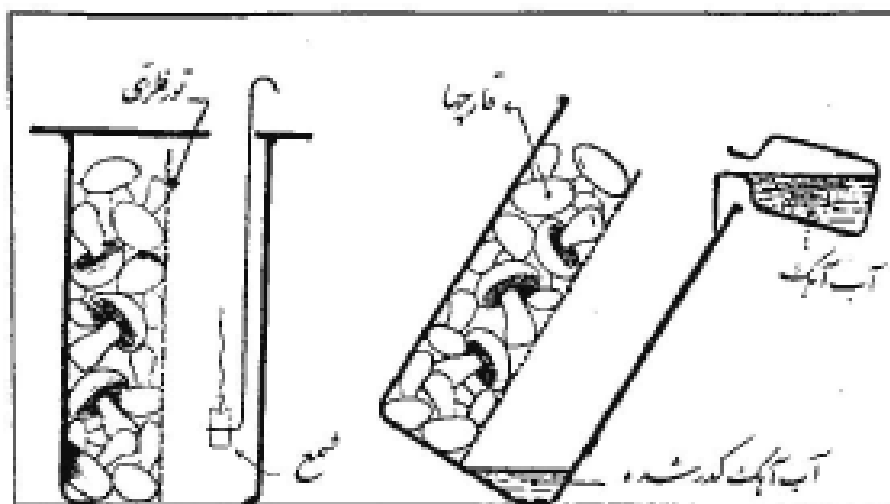
تنفس

گیاهان ، مانند جانوران ، تنفس می‌کنند و اکسیژنی را که می‌گیرند ، به مصرف کسیداسیون مواد می‌رسانند و با این عمل ، انرژی شیمیایی نهفته در مولکول‌های مواد غذایی را ، برای انجام اعمال حیاتی خود ، به مصرف می‌رسانند .

باکتریهای بی‌هوازی و بشور کلی ، موجوداتی که بدون اکسیژن قادر به ادامه زندگی هستند ، انرژی لازم را از تجزیه و واکنشهای شیمیایی ، غیر از اکسیداسیون ، بدست می‌آورند . آزمایشهای زیر ، تنفس گیاهان را ، نشان می‌دهد :

آزمایش ۱ - شرف دهان گشادی را ، به وسیله تودی سیمی ، به دو بخش ، قسمتی می‌کنیم . سپس ، مقداری قارچ ، در یکی از بخشها ، وارد می‌سازیم و دهانه شرف را ، با چوب پنبه می‌بندیم (شکل ۶۶) . پس از مدتی ،

اگر چوب پنبه را ، برداریم و کبریت یا شمع افروخته‌ای را ، وارد بخش قارچ کنیم ، خاموش می‌شود . چون خاموش شدن شمع ، ممکن است از نبودن اکسیژن یا زیادی CO_2 باشد ، ظرف را کمی کج می‌کنیم و از دهانه آن مقداری آب باریت وارد می‌سازیم ، می‌بینیم که ، رسوب سفید رنگ کربنات باریم ، تولید شده است و این رسوب ، وجود CO_2 را نشان می‌دهد .

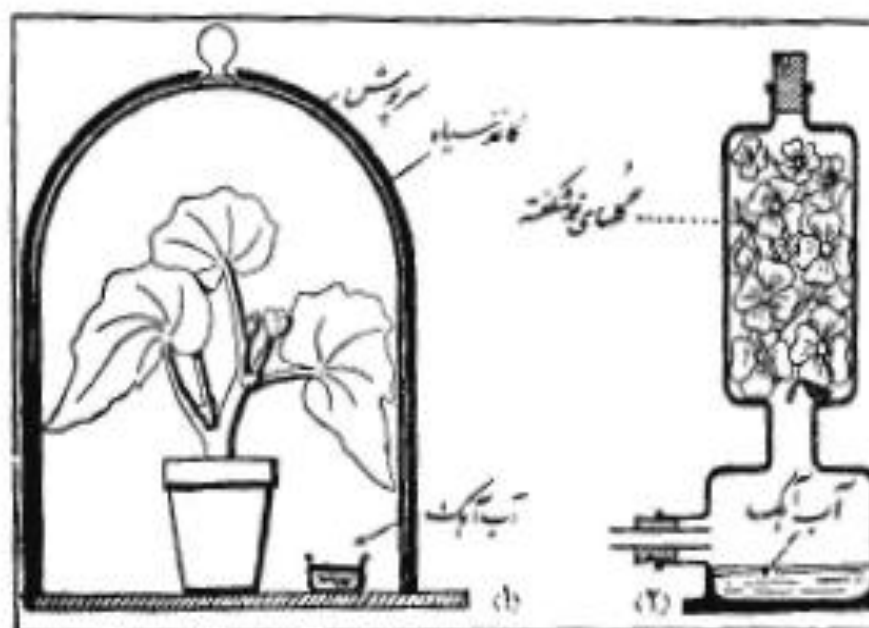


شکل ۶۶ : تنفس قارچ

آزمایش ۲ - اگر مقداری گل تازه شکفته را ، در ظرفی استوانه‌ای (شکل ۶۷-۲) ، جای دهیم و در ته آن ، مقداری آب آهک بریزیم ، پس از مدتی ، خواهیم دید که آب آهک ، کد شده است و این خود نشانه تنفس گلها و تولید CO_2 است .

در این دو آزمایش ، از این جهت قارچ و گل انتخاب شد که سبز نیستند ، زیرا اندامهای سبز گیاه ، عملی به نام فتوسنتز انجام می‌دهند که آثار ظاهری آن ، عکس آثار ظاهری تنفس است . اگر بخواهیم آزمایش را با گیاه سبزی انجام دهیم ، باید با کاغذ یا پارچه سیاهی ، شیشه آزمایش را بپوشانیم .

شدت تنفس - مقدار اکسیژن جذب شده یا گاز کربنیک دفع شده
 در واحد زمان را ، شدت تنفس می گویند . شدت تنفس را ، به دو روش ،
 می توان اندازه گرفت : در هوای محبوس ، در هوای جاری .

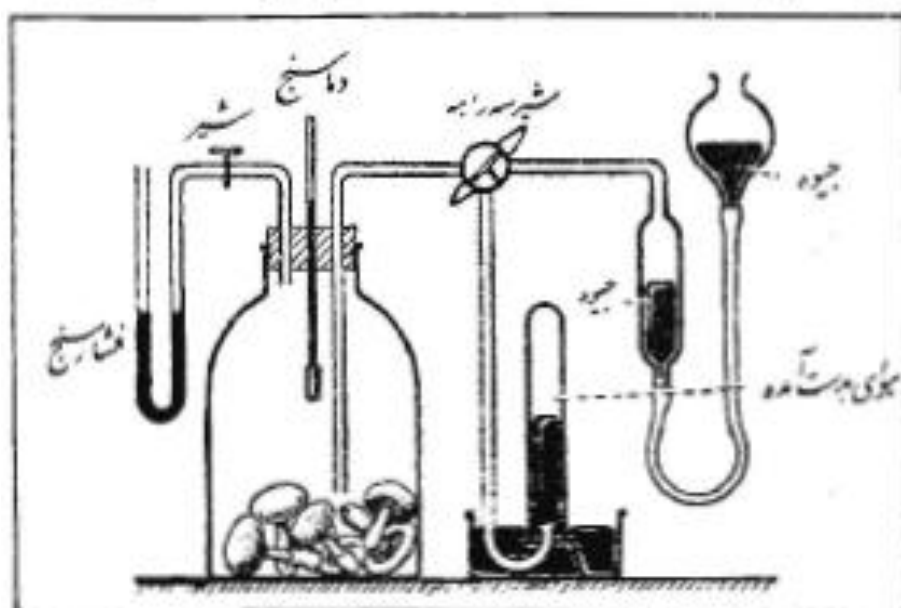


شکل ۶۶ : تنفس گاهها و گیاهان سبز

۱- روش هوای محبوس - ظرف شیشه‌ای دهان گشادی انتخاب
 کرده ، دهانه آن را با چوب پنبه‌ای ، که دارای سه سوراخ باشد ، مسدود
 می کنیم و در آن ، مقدار معینی ، مثلاً یک کیلوگرم ، ریشه هویج یا قارچ
 می ریزیم (شکل ۶۸) .

از یک سوراخ چوب پنبه ، دماسنجی داخل می کنیم ، دو سوراخ
 دیگر ، یکی به یک فشارسنج و دیگری به دستگاه جمع آوری گاز ، مربوط
 است . دستگاه جمع آوری گاز ، دو حباب محتوی جیوه و یک لوله لاستیکی

دارد و میان این دستگاه و ظرف آزمایش، يك شیر قرار داده شده است. در آغاز آزمایش، سطح جیوه، در دو شاخه فشارسنج، يكسان است، ولی پس از آنکه ساعتی از آغاز آزمایش گذشت، خواهیم دید که جیوه، در شاخه طرف ظرف آزمایش، بالا رفته است. این تغییر سطح جیوه، کم شدن فشار درون ظرف را، معلوم می‌دارد. شیر مربوط

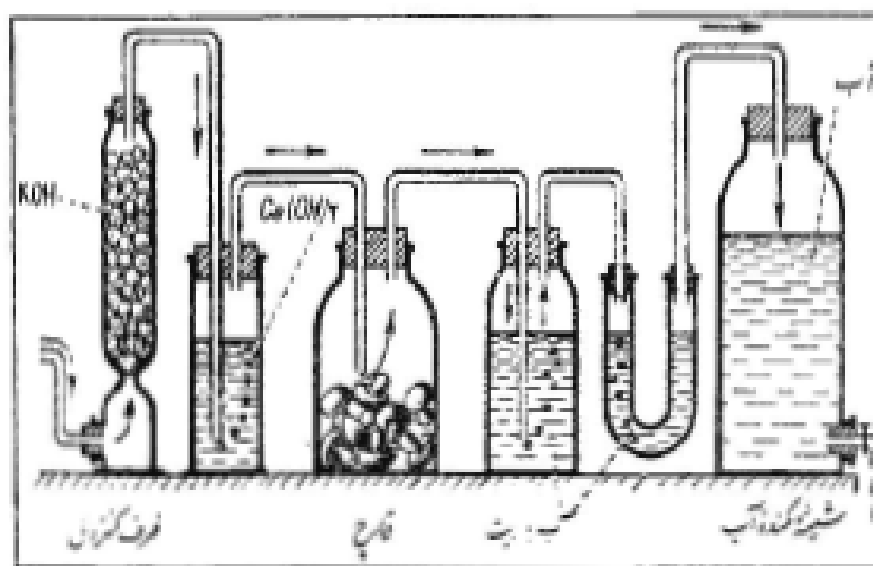


شکل ۶۸: ظرف اندازه‌گیری شدت دم زدن، در هوای محبوس

به دستگاه جمع‌آوری گاز را، باز می‌کنیم تا قسمتی از هوای ظرف آزمایش جمع‌آوری شود. هوای جمع‌آوری شده را، نخست از پدیس عبور می‌دهیم تا گاز کربنیک آن، جذب این ماده شود، سپس، از روی پیرومترالات یتاسیم می‌گذرانیم تا تمام اکسیژن آن جذب شود. با مقایسه نسبت گازهای هوای قبل و بعد از آزمایش، شدت تنفس، در يك ساعت، معلوم می‌شود.

نتیجه سنجش ترکیب هوای قبل و بعد از آزمایش فوق ، به قرار زیر است :

حجم کل گاز	حجم CO_2	حجم O_2	حجم N_2
در آغاز آزمایش ۱۰۰۰	۰/۳	۲۰۸/۸	۷۹۰/۹
در خاتمه ۹۱۰	۴۰/۳	۱۴۸/۸	۷۹۰/۹
پس حجم CO_2 متصاعد شده ، در این آزمایش $(۴۰/۳ - ۰/۳) = ۴۰ cm^3$ است و حجم اکسیژن جذب شده ، $(۲۰۸/۸ - ۱۴۸/۸) = ۶۰ cm^3$ و			



شکل ۶۹ : ضرر انداختن شدت تنفس ، در جریان هوا

تفاوت مقدار این دو گاز ، $(۶۰ - ۴۰) = ۲۰ cm^3$ ، یعنی همان $۲۰ cm^3$ است که در پایان آزمایش کسر آمده است و این موضوع را ، فشارسنج نشان داده بود .

۴ - روش هوای آزاد - از معایب طریقه قبل آن است که گیاه ، به خلایق حالت طبیعی ، در محیط بسته ای تنفس می کند و هوا ، تدریجاً ،

بیش از اندازه طبیعی ، دارای گازکربنیک می شود .

در روش هوای آزاد ، مقدار معینی ریشه هویج تازه ، درون ظرف دهان گشادی می ریزند (شکل ۶۹) و سپس از چوب پنبه دهانه ظرف ، دو لوله وارد می کنند . از يك لوله ، هوا ، وارد ظرف می شود و از لوله دیگر ، هوا ، بیرون می رود . برای آنکه هوای وارده ، جاری از CO₂ باشد ، آن را از دو طرف ، یکی محتوی شن و دیگری محتوی آب باریت (یا آب آهک) ، عبور می دهند . ضمناً ، به کمک يك تلمبه تنفسی ، هوای دستگاه را تدریجاً خارج می سازند . هوایی که از طرف بیرون کشیده می شود ، از يك لوله خمیده و دو طرف محتوی آب باریت ، عبور می کند تا کلیه گازکربنیک آب ، گرفته شود . چون همه گازکربنیک تنفسی ، به صورت کربنات باریم ، نه نشین می شود ، از روی وزن رسوب مقدار گازکربنیک دفع شده ، شدت تنفس را محاسبه می کنند .

آزمایشهای فوق را ، با گیاهان بی کلروفیل ، در روز انجام می دهند ، ولی برای گیاهان سبز ، باید در تاریکی ، انجام گیرد .

تغییرات شدت تنفس - شدت تنفس ، با عوامل زیر تغییر می کند:

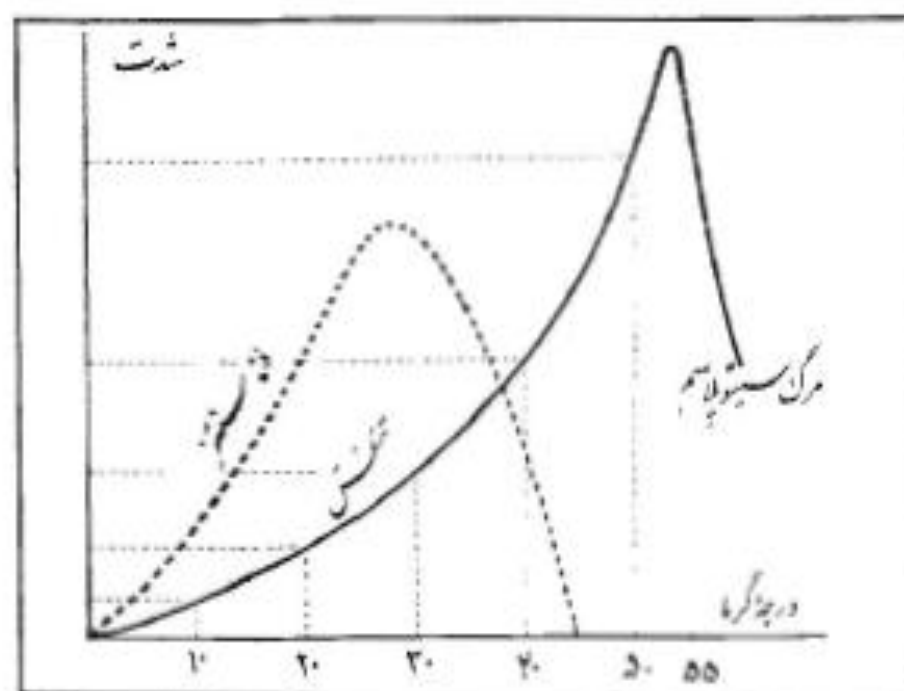
۱- **دمای زیادتر ، شدت تنفس را افزایش می دهد . در صفر درجه ،**

تنفس گیاهی ضعیف است ، از آن پس ، تا حوالی ۵۰° شدت می یابد و از آن به بعد ، نقصان حاصل می کند ، بطوری که در ۶۰° ، بکلی متوقف می شود ، زیرا ، معادف با مرکز سیتوپلاسم می شود (شکل ۷۰)

۲- **نور ، اثر معکوس در تنفس دارد ، بطوری که ، هر قدر نور شدیدتر باشد ، شدت تنفس کمتر می شود .**

۳- **رطوبت ، زیادتر شدت تنفس را افزایش می دهد .**

- ۴- نوع و سن گیاه نیز، در شدت تنفس، اثر دارد. در گیاهانی، مانند سرو و کاج و شمشاد که برگهای پیوسته سبز دارند، شدت تنفس، کمتر از گیاهانی است که برگهای آنها، همه ساله تجدید می شود. بافتنهای جوان، شدیدتر از بافتنهای مسن، تنفس می کنند.
- ۵- مراحل مختلف زندگی نیز، شدت تنفس متفاوت دارند. مثلاً، تنفس گیاهن یک ساله، در دو موقع، حداکثر است: یکی، هنگام تشکیل دانه و دیگری، هنگام گل دادن.



شکل ۷: منحنی تغییرات شدت تنفس، نسبت به دما

- درختان نیز، در دو موقع، به حداکثر شدت تنفس می رسند. یکی، هنگام باز شدن جوانه های برگ و دیگری، هنگام گل دادن.
- ۶- اندامهای مختلف گیاه، با شدتهای متفاوت، تنفس می کنند.

چنانکه ، شدت تنفس ، در دانه‌ها ، هنگام روپیدن و در گله‌ها ، هنگام باز شدن ، زیاد می‌شود و از این گذشته ، مقدار آن در پرچم و مادگی ، همیشه زیاده‌تر از اندامهای دیگر است .

۷- زیاد بودن تعداد روزنه‌ها و نازک بودن کوتیکول ، بر

شدت تنفس می‌افزاید .

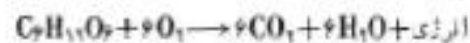
عمومیت کیفیت تنفس - همه اندامهای گیاه ، تنفس می‌کنند : ریشه ، از راه تارهای کشنده ، ساقه جوان ، از راه روزنه‌ها و ساقه‌های مسن ، از راه عدسک ، تنفس می‌کنند . برگها ، از راه روزنه‌ها و در صورت نازک بودن کوتیکول ، از بشره تنفس می‌کنند ، گله‌ها ، شدیدتر از سایر اندامها ، تنفس می‌کنند . شدت تنفس پرچم و مادگی ، بیش از همه است . دانه‌ها ، هنگام روپیدن ، تنفس شدید دارند . دانه‌های خشک ، تنفس بسیار خفیف دارند .

گیاهان آبی ، از اکسیژن هوای محلول در آب ، استفاده می‌کنند . چون برگهای آبی ، روزنه ندارند ، جذب اکسیژن ، از راه بشره نازک برگ ، صورت می‌گیرد .

کسر تنفسی - نسبت حجم گاز کربنیک متصاعد شده در واحد زمان را ، به حجم اکسیژن جذب شده ، کسر تنفسی می‌نامند . کسر تنفسی در مراحل مختلف رویش گیاه ، ثابت باقی نمی‌ماند ، چنانکه مقدار آن ، در گیاهان نوزده ، اندکی بیشتر از واحد و در گیاهان کاملاً رشد کرده از واحد کوچکتر است . مقدار کسر تنفسی ، هنگام رویش دانه ، به حد اقل می‌رسد ، ولی موقع گل دادن ، به حد اکثر می‌رسد .

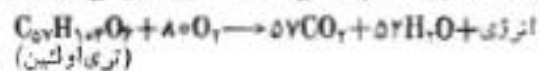
علت تغییر کسر تنفسی آن است که مواد گوناگون در گیاه اکسید می‌شوند ، مثلاً :

هنگام اکسیداسیون گلوکوسیدها ، مثلاً قند گلوکز ، کسر تنفسی ، معادل واحد است ، بدین فرمول :



$$\frac{CO_2}{O_2} = \frac{6}{6} = 1 \quad (\text{کسر تنفسی})$$

هنگام اکسیداسیون لیپیدها ، مثلاً تری اولئین ، در موقع رویش دانه‌های چرب ، کسر تنفسی از واحد کوچکتر می‌شود ، بدین فرمول :



$$\frac{CO_2}{O_2} = \frac{57}{80} = 0.71 \quad (\text{کسر تنفسی})$$

علت آنکه در این حالت کسر تنفسی از واحد کوچکتر می‌شود ، آن است که همه اکسیژن جذب شده ، صرف سوختن کربن نمی‌شود ، بلکه مقداری از آن ، چنانکه در فرمول دیده می‌شود ، صرف سوختن هیدروژن و تشکیل آب می‌شود .

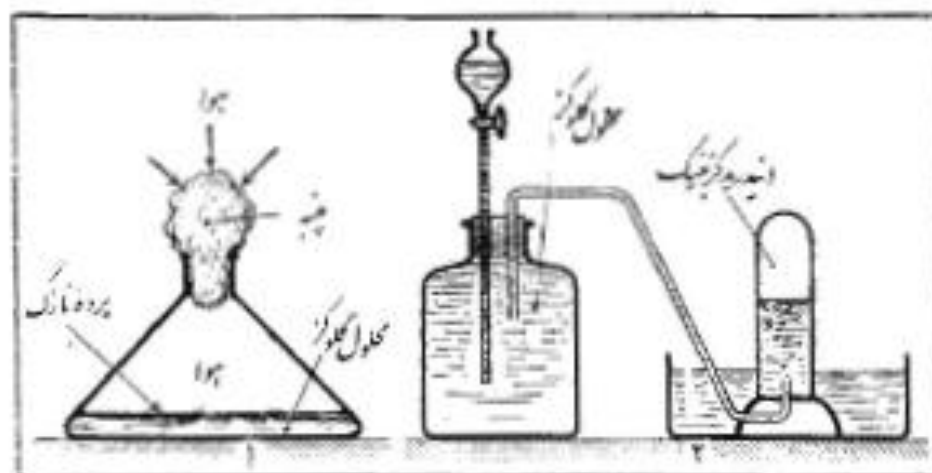
هنگام اکسیداسیون پروتئیدها ، نیز کسر تنفسی کوچکتر از واحد و در حدود ۰.۸ است .

تخمیر

تخمیر، نوعی تبدیل مواد آلی است به مواد ساده تر، که عموماً تحت اثر فعالیت حیاتی موجودات زنده ای، به نام **مُخْمِر**، صورت می گیرد. آنچه سبب تبدیل مواد می شود، دیاستازهای است که مخمرها ترشح می کنند. مخمرها، ممکن است از دسته قارچها یا باکتریها باشند.

زکون، انواع گوناگون تخمیر را شناخته اند. تخمیرهای مفیده عبارتند از: **تخمیر الکلی**، **تخمیر استیک** و مانند آنها.

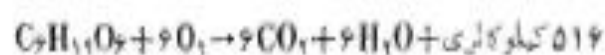
تخمیر الکلی - این تخمیر، توسط عده ای از مخمرها، از آن جمله مخمر آجیو، صورت می گیرد که قارچی تک سلولی است.



شکل ۷۱: زندگی هواری (۱) و بی هواری (۲) مخمر آجیو

آزمایش ۱ - مقداری مخمر آجیو را، در ظرف دهان تنگی، که دارای مقدار کمی محلول گلوکز است، وارد می کنیم و دهانه ظرف را نیز با پنبه مسدود

می‌کنیم (شکل ۷۱). در این حالت، چون مخمر دسترسی کامل به اکسیژن دارد، مانند سایر انواع گیاهان، تنفس می‌کند و مقداری از گلوکز را به CO_2 و آب تبدیل می‌کند.



روش تکثیر مخمر، در هوای کافی، جوانه زدن است. مخمر، با جوانه زدن، بقدری زیاد می‌شود که سطح مایع را، به‌صورت ورقه نازکی، می‌پوشاند. کسر تنفسی مخمر، در این حالت برابر واحد است. **آزمایش ۳-** اگر آزمایش را تکرار کنیم، ولی ظرف را تا نزدیک دهانه از محلول گلوکز پر کنیم بطوری که مخمر دسترسی به‌هوای آزاد نداشته باشد، مخمر، گلوکز را تجزیه کرده، آن را به الکل و گاز کربنیک تغییر می‌دهد. اگر دهانه ظرف را باز کنیم، خواهیم دید که محلول، شیرین نیست و از این گذشته، بوی الکل می‌دهد. این کپهت را، تخمیر الکلی گویند.



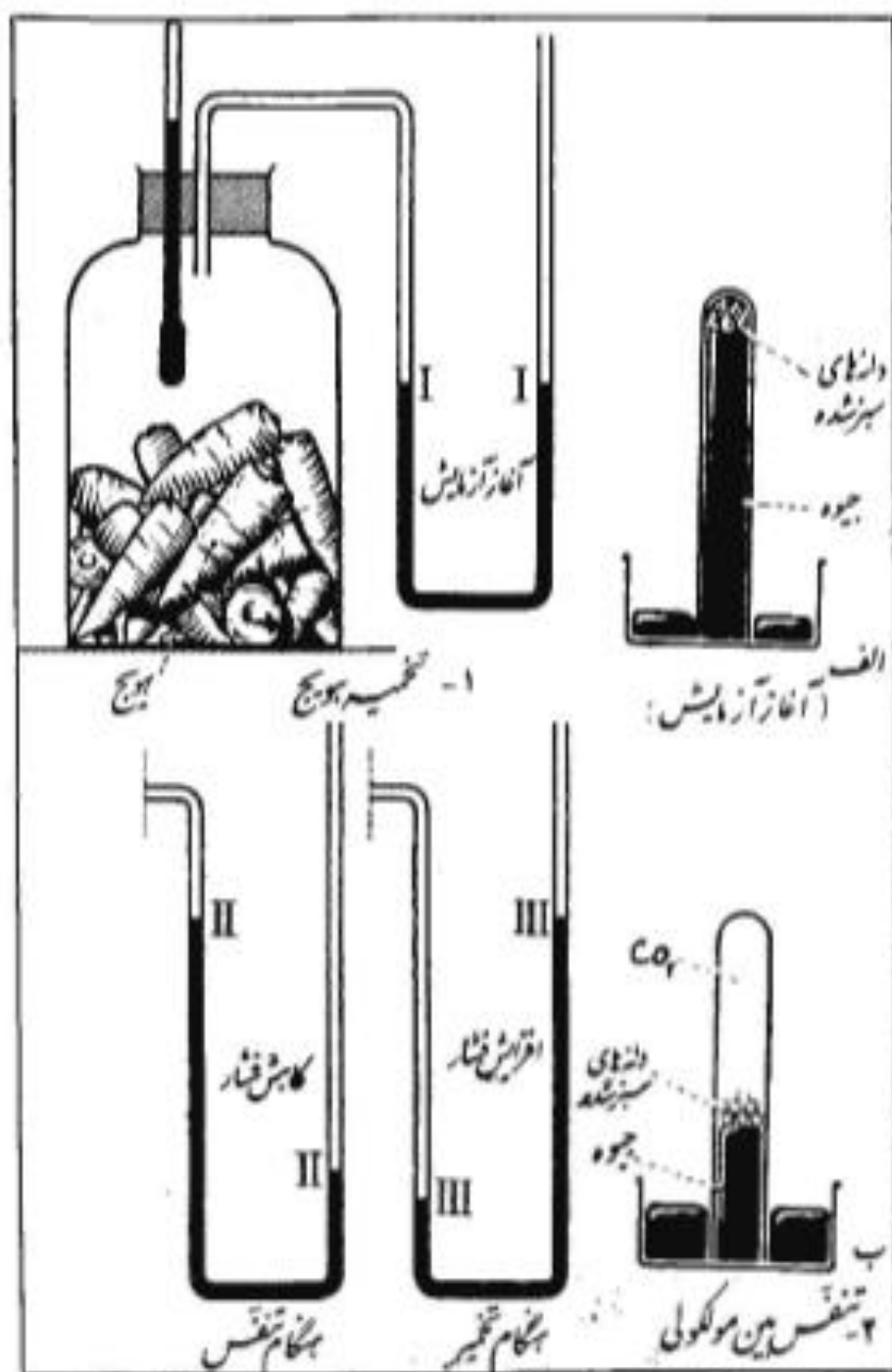
از این دو آزمایش، نتیجه می‌شود که مخمر آبجو، دو گونه زندگی می‌کند: یکی در مجاورت هوا، با اکسیداسیون گلوکز (زندگی هوازی)، دیگری در جای بی‌کسیژن و از راه تخمیر (زندگی بی‌هوازی)، موجوداتی نظیر مخمر آبجو را، که گاهی هوازی و زمانی بی‌هوازی زندگی می‌کنند، بی‌هوازی اختیاری می‌نامند.

تعداد دیاستازهایی که سبب تخمیر الکلی می‌شوند، زیاد است و هر یک، یکی از مراحل تبدیل قند به الکل را سبب می‌شود. **تنفس بین بولکولی-** اگر چند دانه نخود سبز شده را، در آبپاشی

لوله آزمایشی که بطور واژگون درون مطنك پر از جیومای قرار گرفته است، جای دهیم، خواهیم دید که تدریجاً گاز CO_2 در لوله جمع می شود. این گاز، به سطح جبهه درون لوله، فشار وارد آورده و آن را پایین می راند. پیدایش گاز کربنیک، نشانه تنفس دانه عاست و این نوع تنفس را، تنفس بین مولکولی گویند. نظیر چنین کیفیتی، در میوه های رسیده شیرین، صورت می گیرد و سبب نرم شدن و پیدایش بوی خوش آنها می شود. مقاومت با خفگی - وقتی که اندامی از گیاه، در محیط فاقد O_2 ، قرار گیرد، جهت مقاومت در مقابل خفگی، به تنفس بین مولکولی مبادرت می ورزد. به عبارت دیگر، تنفس بین مولکولی مقاومت گیاه را، در مقابل خفگی، امکان پذیر می سازد. آزمایش زیر، کیفیت تنفس بین مولکولی را، نشان می دهد.

آزمایش - در ظرف دمان گشادی، مقداری مویج می ریزیم و دهانه آن را به يك فشارسنج مربوط می کنیم. ضمناً دماسنجی نیز بدان مربوط می کنیم (شکل ۷۲). پس از مدتی می بینیم که جبهه، تدریجاً در لوله مجاور ظرف بالایی رود (نشانه کم شدن فشار داخلی ظرف)، سپس، رفته رفته، در شاخه دیگر صعود می کند و در نقطه معینی، می ایستد (نشانه ازدیاد فشار داخلی ظرف). در مرحله اول، کم شدن فشار داخلی ظرف، به علت تنفس هوازی گیاه و مصرف اکسیژن موجود در ظرف است.

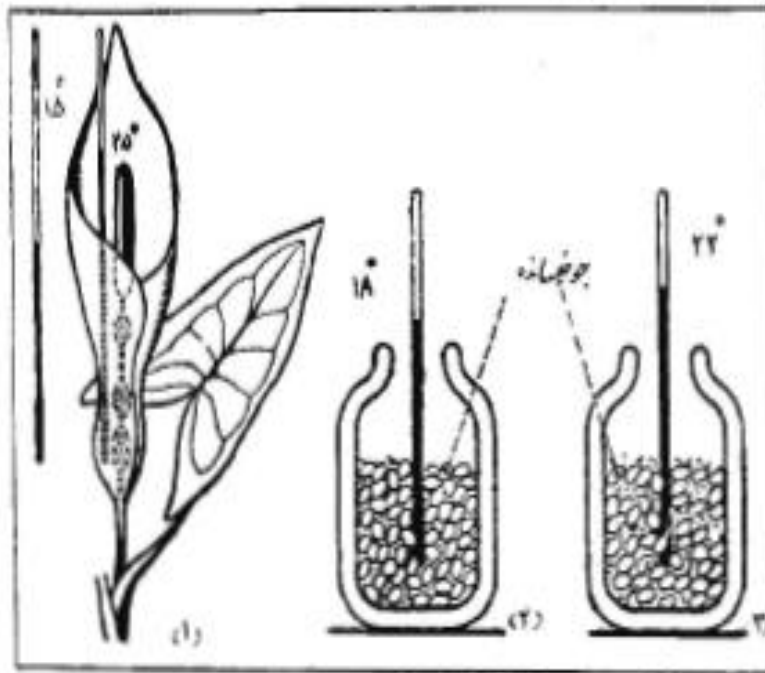
در مرحله دوم، زیاد شدن فشار داخلی ظرف، به علت تنفس بین مولکولی گیاه و دفع زیاد CO_2 بوده است. تجزیه هوای درون ظرف، وجود CO_2 زیاد را، در آن نشان می دهد. ایستادن جبهه در سطح حداکثر، معرف پایان تنفس بین مولکولی گیاه و اعلام مرگ بافت های مویج است.



شکل ۷۲ : مقاومت در برابر خفگی (۱) ، تنفس بین مولکولی (۲)

حرارت گیاهی

در بافت‌های گیاهی، نیز مانند بافت‌های حیوانی، بر اثر احتراق مواد انرژی‌زا، مقداری انرژی حرارتی تولید می‌شود. اکسیداسیونی که در بافت‌های گیاهی صورت می‌گیرد، شدنی ندارد و تنها در مواقع مخصوص، نسبتاً زیاد می‌شود و دما را چند درجه بالا می‌برد. آزمایش زیر، حرارت گیاهی را نشان می‌دهد:



شکل ۷۳: حرارت گیاهی

آزمایش - دو ظرف (مطابق شکل ۷۳)، اختیار می‌کنیم و در آنها مقداری جو خیس‌انده، می‌ریزیم و در هر یک دماسنجی قرار می‌دهیم. در یکی از دو ظرف، به‌منظور جلوگیری از تنفس دانه‌ها، مقداری کلروفرم وارد می‌کنیم. پس از مدتی می‌بینیم که ظرف بدون کلروفرم، گرم‌تر شده است.

حرارت گیاهی در گلپای غالب گیاهان ، بخصوص گل خرما و گل شیپوری ، بخوبی مشخص است و گاهی دمای آن را تا ده درجه بالا می برد . تولید گرما در گیاه در دو موقع به حداکثر می رسد : یکی هنگام آغاز رویش دانه ، دیگری هنگام گل دادن .

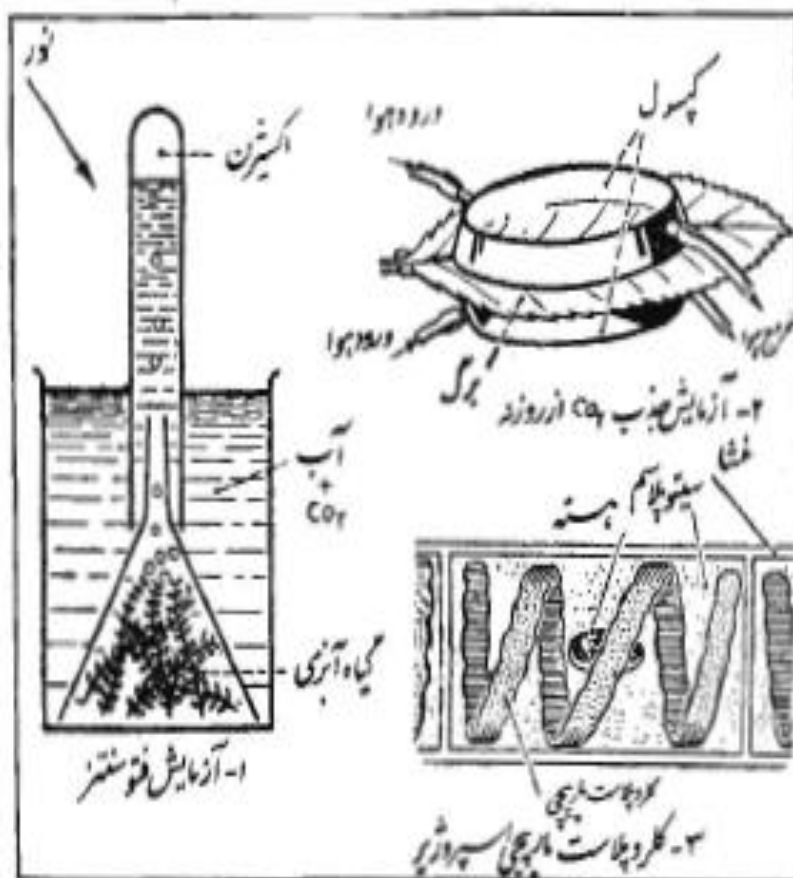
فتوسنتز

(Photosynthèse)

کربن ، یکی از فراوانترین و مهمترین عنصرهای سازنده پیکر گیاهان است و قریب ۴۵ درصد ماده خشک بدن آنها را تشکیل می دهد . گیاهان ، این عنصر را از گاز کربنیک هوا بدست می آورند . گیاهان سبز ، سالانه ، قریب ۳۰۰ میلیارد تن کربن را ، به صورت ماده آلی ، درمی آورند . از این مقدار قریب $\frac{1}{10}$ را گیاهان آبی ، بخصوص جلبکهای دریایی ، فراهم می کنند و $\frac{1}{10}$ بقیه ، به وسیله گیاهان خشکی ، ترکیب می شود . گیاهان سبز ، در نور آفتاب ، گاز کربنیک محیط زندگی خود را می گیرند و اکسیژن دفع می کنند . با گاز کربنیک و آب و مواد کالی ، گلوکسید و پروتید و لیپید و مواد آلی گوناگون دیگر می سازند . این عمل گیاهان سبز را ، که با استفاده از انرژی آفتاب ، منجر به تشکیل مواد آلی می شود ، فتوسنتز می نامند . آزمایش زیر ، چگونگی فتوسنتز را نشان می دهد :

آزمایش - در يك ظرف استوانه ای شیشه ای ، مقداری آب گاز کربنیک دار می ریزیم و چند شاخه گیاهی آبی ، (مثل الود Elodée ، یا لیدرپلا Hydilla) را ، زیر قیفی دو آن قرار می دهیم و يك لوله امتحان پر از

آب را ، دوی قیف وارونه می گذاریم ، سپس دستگاه را ، در برابر نور آفتاب یا نور يك لامپ بسیار قوی ، قرار می دهیم . پس از چند دقیقه ، حبابهای کوچکی ، از برگهای گیاه آیزی ، بر می خیزد و به بالای لوله امتحان می رود و در آنجا جمع می شود . گازی که در بالای لوله جمع می شود ، اکسیژن است ، زیرا کبریت نیم افروخته را مشتعل می سازد .



شکل ۷۴ : آزمایشهای فتوسنتز - سلول اسپروژیر

برای انجام آزمایش فوق ، سه شرط اصلی لازم است : کلروفیل ، نور ، گاز کربنیک ؛ زیرا :

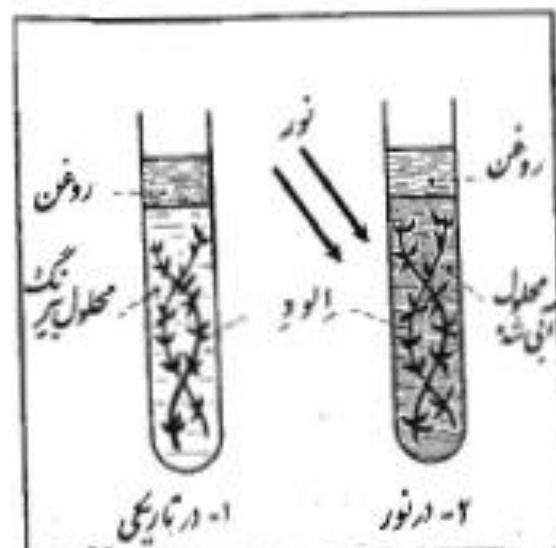
اگر در آزمایش بالا ، به جای گیاه سبز ، فارچ قرار دهیم ، اکسیژنی متصاعد نمی شود .

اگر روی دستگاه آزمایش اول را ، با پارچه سیاهی بپوشانیم ، اکسیژن متصاعد نمی شود .

اگر به جای آب گاز کربنیک دار ، آب جوشیده سرد شده بکار رود ، هیچگونه حبابی از گیاه خارج نخواهد شد .

گیاهان آبی ، گاز کربنیک محلول در آب را ، از سطح برگهای کوتیسی شده خود ، می گیرند ، ولی گیاهان هوازی ، آن را از راه روزنه ها و مستقیماً از هوا ، می گیرند . آزمایش زیر ، جذب CO_2 را از روزنه برگ ، بخوبی روشن می سازد (شکل ۷۴-۲) .

آزمایش - اگر دو کپسول شیشه ای يك اندازه را ، به دو سطح پایینی و بالایی یکی از برگهای گیاهی تکیه دهیم و گیاه را در نور آفتاب قرار دهیم و جریانی از هوای گاز کربنیک دار از آنها عبور دهیم ، پس از مدتی مشاهده خواهیم کرد که مقدار گاز کربنیک جذب شده از هوای کپسول پایینی ، بیش از گاز کربنیک است که از هوای کپسول بالایی جذب شده است . از آنجا که تعداد روزنه ها ، در



سطح پایینی برگ ، بسیار زیادتر از تعداد روزنه های سطح بالایی آن است ، پس معلوم می شود که جذب CO_2 از روزنه صورت می گیرد .

آزمایش زیر ،

نشان می دهد که گازی

که متصاعد می شود ،

اکسیژن است :

شکل ۷۵ : آزمایش پلودومتلین

آزمایش - محلولی از پلودومتلین را احیا می‌کنیم تا بیرنگه شود
 (به وسیله تیددوسولفیت سدیم) ، این محلول ، در مجاورت اکسیژن ، دوباره آبی می‌شود ، مقداری از محلول بیرنگه شده پلودومتلین را در دو لوله آزمایش می‌ریزم و در هر یک ، شاخه‌ای از **آلود** ، وارد می‌کنیم ، دوی مایع را ، با مقداری روغن زیتون ، می‌پوشانیم تا اکسیژن هوا ، به محلول بیرنگه شده ، نرسد . یکی از دو لوله را ، در تاریکی و دیگری را در برابر نور قرار می‌دهیم . خواهیم دید که تنها در لوله‌ای که در نور قرار گرفته است ، پلودومتلین ، آبی شده است . پس **آلود** ، اکسیژن ، متشاهد کرده است .

کلروفیل

کلروفیل ، ماده سبز رنگی است که سبب سبزی رنگ گیاهان است و در کلروپلاستها جای دارد . برای تهیه کلروفیل ، می‌توان به طریق زیر عمل کرد :

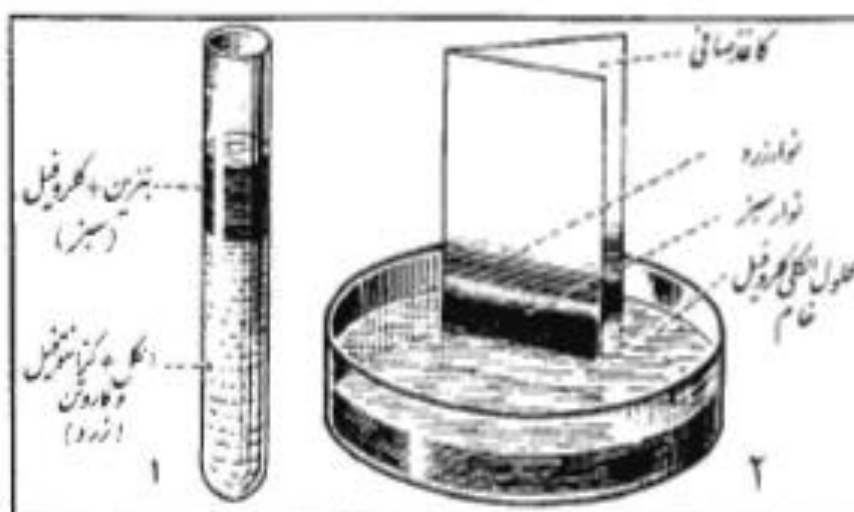
طرز تهیه کلروفیل - چند برگ اسفناج یا برگ گزنه را ، مدت ۲۴ ساعت ، در الکل قرار می‌دهند . رنگ الکل ، سبز می‌شود . ماده‌ای که الکل را سبز می‌کند ، **کلروفیل خام** نام دارد .

کلروفیل خام ، مخلوطی از سه ماده رنگی است : **کلروفیل خالص (سبز)** ، **کارانتوفیل (زرد)** ، **کاروتن (نارنجی)** ، برای جداساختن کلروفیل خالص از دو ماده رنگی دیگر ، می‌توان به طرق زیر عمل کرد :

۱- در یک لوله آزمایش ، که محتوی محلول الکلی کلروفیل خام باشد ، کمی بنزین اضافه می‌کنند و مخلوط را بهم می‌زنند و سپس در گوشه‌ای بی حرکت قرار می‌دهند . محلول بنزین و الکل ، دفته دفته دو قسمت می‌شود . کلروفیل خالص که در بنزین حل می‌شود و رنگ سبز تیره دارد ، در بالا قرار می‌گیرد . کارانتوفیل و کاروتن ، در الکل باقی می‌مانند و آن با زرد رنگ می‌سازند .

۲ - مقداری از محلول الکلی کلروفیلی خام ، در لایتنی شیشه‌ای

می‌بریزیم و صفحه‌ای از کاغذ سفید را ، (مطابق شکل ۷۶) ، در آن قرار می‌دهیم . محلول دفته دفته ، جذب کاغذ سفید می‌شود و از آن بالا می‌رود ، سرانجام ، روی کاغذ سفید دو نوار رنگی بوجود می‌آید که یکی سبز رنگ است و در پایین قرار دارد (کلروفیل خالص) و دیگری نوار زرد رنگ که در بالا تشکیل می‌شود (کراستوفیل و کاروتن) .



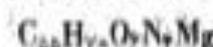
شکل ۷۶ : دو طریقه جدا کردن کلروفیل خالص از کراستوفیل و کاروتن

خواص و ترکیب شیمیایی کلروفیل - کلروفیل خالص سبز -

رنگ ، در آب ، غیر محلول ، ولی در الکل و بنزین و استن و جریسها ، محلول است. محلول کلروفیل، در خارج از پیکر گیاه زنده تحت ، تأثیر نور و اکسیژن ، بیرنگ می‌شود ، ولی در اندامهای سبز گیاه زنده، نور و اکسیژن ، رنگ آن را نمی‌برند . در گیاهان سبز ، دو نوع کلروفیل هست : کلروفیل A ، به رنگ سبز مایل به آبی و به فرمول :



کلروفیل B ، به رنگ سبز زیتونی و به فرمول :



کلروفیل ، از مواد ازتداری است که **Mg** در ترکیب شیمیایی آن وارد است . سازمان داخلی مولکول هموگلوبین و کلروفیل ، به هم شبیه است . تفاوت بزرگ این دو ماده رنگی ، در فلزات آنهاست . فلز هماتین ، **Fe** ، و فلز کلروفیل ، **Mg** است .

کاروتن ، به فرمول $C_{40}H_{56}$ ، کربورئیدروژنی نارنجی رنگ است و مقدارش از کلروفیل کمتر است .

کرانتوفیل ، ترکیبی شبیه کاروتن و رنگ زرد دارد . فرمول آن $C_{40}H_{56}O_4$ است . مقدار این ماده ، از کاروتن بیشتر است . در هر سد گرم برگ تازه ، یک گرم کلروفیل هست . جدول زیر ، مقادیر اجزای کلروفیل خام را نشان می دهد :

$\left. \begin{array}{l} \text{کلروفیل A } 0.14 \dots \text{ گرم} \\ \text{کلروفیل B } 0.12 \dots \text{ گرم} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{کلروفیل خالص } 0.18 \text{ گرم} \\ \text{کرانتوفیل} \\ \text{کاروتن} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{یک گرم کلروفیل خام} \end{array} \right\}$
---	---	--

شرایط تشکیل کلروفیل - کلروفیل ، هنگامی در کلروپلاستها

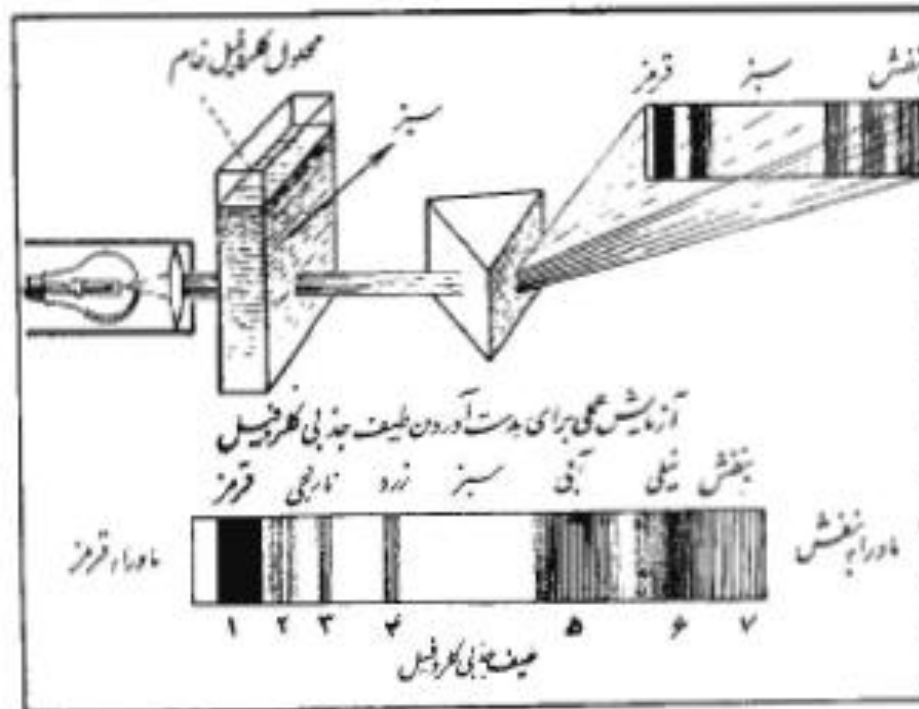
تشکیل می شود که شرایط زیر برقرار باشد :

۱ - **نور کافی** - گیاهانی که در تاریکی بسر می برند ، زرد رنگ می شوند ، زیرا تاریکی ، کلروفیل را از میان می برد . نور بسیار شدید نیز ، کلروپلاستها را متلاشی می کند ، ولی وجود بشرة ضخیم ، مانع تأثیر نور شدید و تجزیه کلروفیل است .

۲ - **دمای مناسب** - مناسب ترین دما ، برای تشکیل کلروفیل ،

دمای ۳۰ درجه است .

۳- وجود آهن - کمبود مواد آهن دار ، در خاک مانع تشکیل کلروفیل است . آهن ، در تشکیل کلروفیل ، کاتالیزوری بیش نیست . طیف جذبی کلروفیل از مهمترین خواص کلروفیل این است که بعضی از رنگهای نور خورشید را جذب می کند . آزمایش زیر ، این خاصیت جذبی کلروفیل را معلوم می سازد :



شکل ۷۷ : طیف جذبی کلروفیل

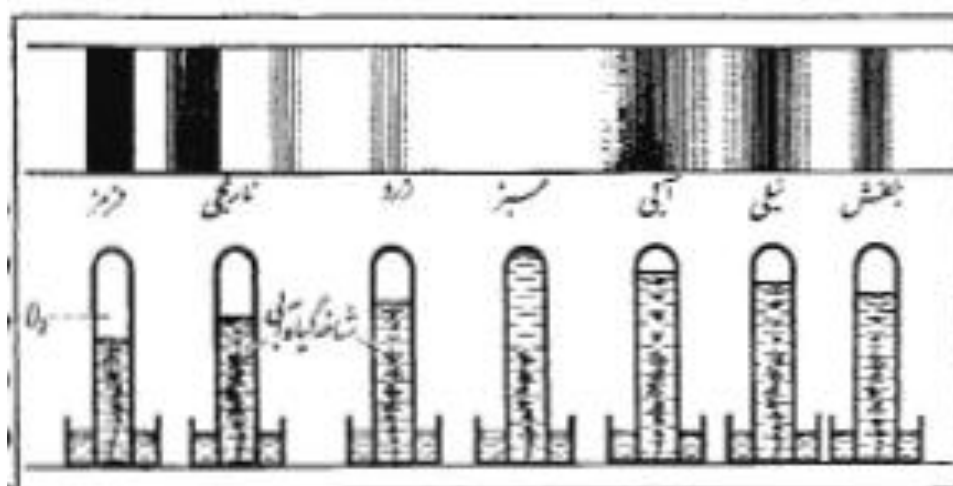
آزمایش - اگر يك دسته اشعه سفید را ، ابتدا از ظرف محلول الكللی کلروفیل خام و سپس از يك منشور ، عبور دهیم ، هفت رنگه طیف خورشید را ، روی صفحه ، خواهیم دید . بلکه ، به جای بعضی از رنگها ، نوار سیاه خواهیم دید :

يك نوار سیاه پهن ، در ناحیه نور قرمز ، كه دلیل بر جذب همه این نور است .

سه نوار تیره نسبتاً باریك ، در منطقه نورهای نارنجی و زرد ،
سه نوار تیره پهن ، در منطقه نورهای آبی و نیلی و بنفش .
در ناحیه نور سبز ، نوازی نیست ، زیرا نور سبز ، جذب كلروفیل نمی شود .
پس كلروفیل ، نور قرمز را بیش از سایر نورها جذب می كند .

اثر رنگهای مختلف ، در فتوسنتز

فتوسنتز ، شامل يك سلسله واكنش انرژی خواه است و انرژی لازم ،
برای تركيب مواد آلی در فتوسنتز ، از جذب بعضی از رنگهای طیف نور
خورشید ، به وسیله كلروفیل ، حاصل می شود . آزمایشهای زیر ، تأثیر
رنگهای مختلف طیف را ، در فتوسنتز ، روشن می سازند :



شكل ۷۸ : آزمایش طیفی

۱- آزمایش طیفی - نور خورشید را ، به وسیله منشوری ، تجزیه
می كنند ، در هر يك از هفت رنگه طیف حاصل ، ششك آبی محتوی گاز كربنك
چاك رشته جليك سبز ، قرار می دهند (شكل ۷۸) پس از ساعتی ، دیده می شود .

که اکسیژن متصاد شده در نور قرمز بیش از اکسیژنی است که در نورهای دیگر متصاد شده است.

تصاد اکسیژن، در نور نارنجی و زرد، کمتر است و در رنگهای آبی و نیلی و بنفش نیز، کم است. ولی در نور سبز، اساساً اکسیژنی متصاد نمی‌شود.

پس، نور قرمز، برای فتوسنتز، مؤثر است.

۲- آزمایش پرده‌های رنگین - سرپوش دوجدارمای فراهم می-

کنند و در زیر آن، گلدانی محتوی گیاهی سبز قرار می‌دهند. اگر در فضای میان دو جدار سرپوش، محلول پیکرومات پتانسیم بریزند. چون این محلول، فقط نورهای قرمز و نارنجی و زرد را به داخل ظرف راه می‌دهد، اکسیژن حاصل در زیر سرپوش نسبتاً زیاد خواهد بود ولی اگر محلول اکسید مس آمونیایی بریزند، مقدار اکسیژن حاصل، نسبتاً کم خواهد بود، زیرا این محلول، فقط

نورهای بنفش و نیلی و آبی و سبز را از خود عبور می‌دهد.

اگر مایع بین دو جدار، محلول کربوفیل خام باشد، اکسیژنی متصاد نخواهد شد.

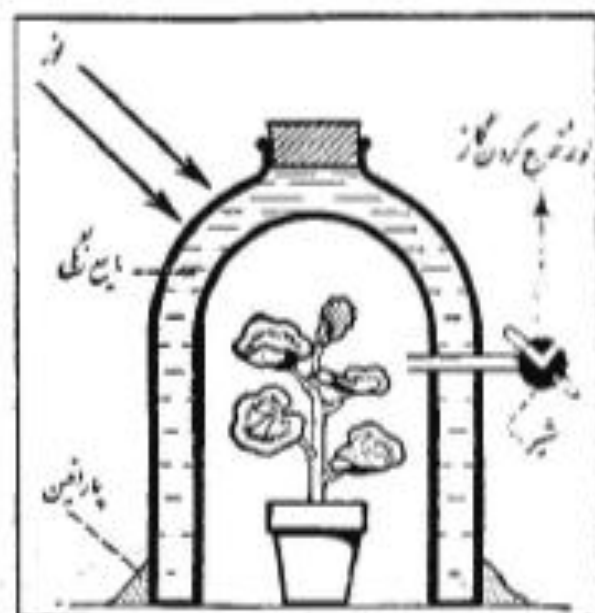
۳- آزمایش

باکتری - روی تیفه‌ای شبش‌های، قشره آبی، محتوی مقداری باکتریوم -

ترمو و دشته‌ای جلبک

سبز، قرار می‌دهند و در

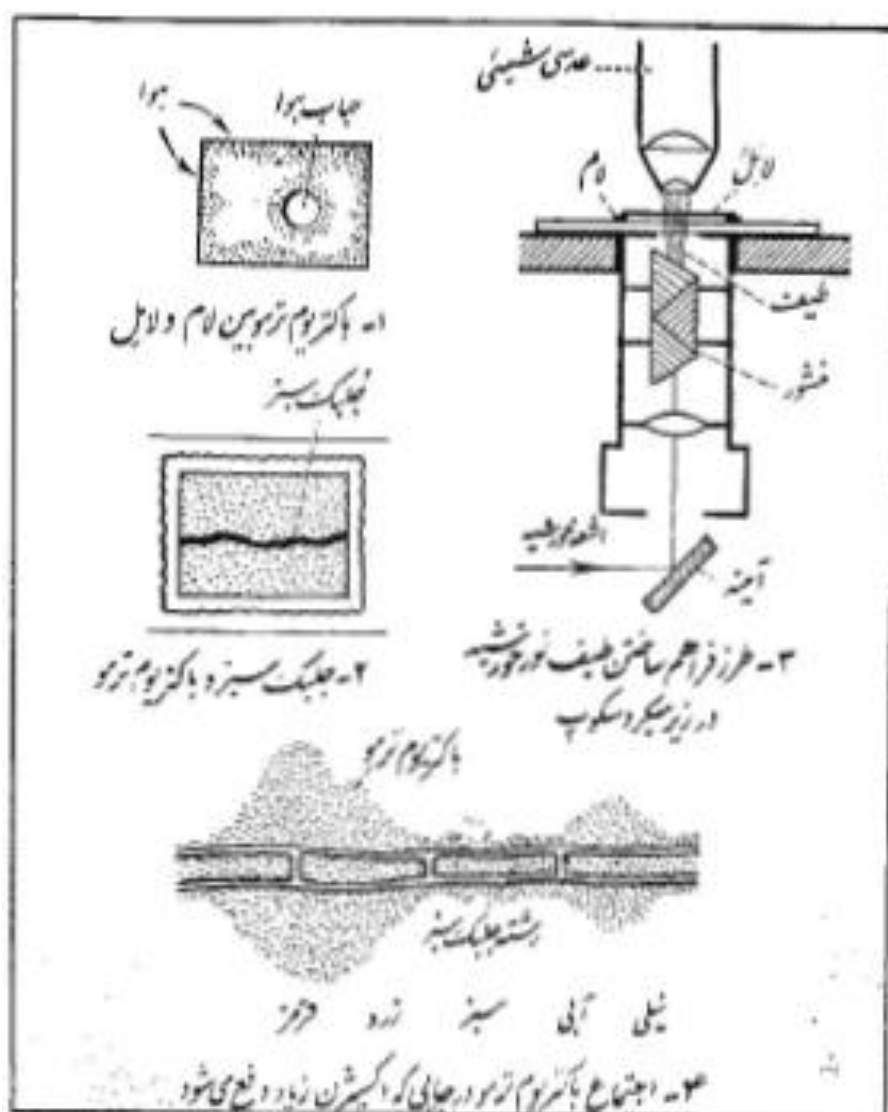
زیر میکروسکوپ، نگاه می‌کنند. دیده می‌شود که باکتریها، بطور پکنواخت، در کنار دشته جلبک، منتشر می‌شوند. حال اگر، دشته جلبک را در مسیر طیف نور



شکل ۷۹، آزمایش پرده‌های رنگین

قرار دهیم ، باکتریها ، در دو محل ، بیشتر جمع می شوند . یکی ، در نور قرمز و دیگری ، در نور آبی ، ولی تعداد آنها ، در نور قرمز ، بیشتر است . علت آن است که باکتریوم ترمو ، به اکسیژن ، احتیاج بسیار دارد و در نور قرمز و آبی ، به علت انجام فتوسنتز شدید ، مساعد اکسیژن ، زیاد است .

کار عمده کلروفیل ، این است که انرژی نورانی را ، به انرژی شیمیایی ،



شکل ۸۰ - الف : آزمایش باکتریوم ترمو

تبدیل کند و ساخته شدن مواد آلی را ممکن سازد.

شدت فتوسنتز - مقدار CO_2 جذب شده یا O_2 دفع شده، در واحد زمان را، شدت فتوسنتز می‌گویند. عوامل گوناگون، در شدت فتوسنتز، مؤثرند، این عوامل، عبارتند از:

۱- **دما** - فتوسنتز، از درجات زیر صفر شروع می‌شود (شکل ۷۰)، در صفر درجه، بسیار ضعیف است و در حوالی 30° تا 40° ، به ماکزیمم می‌رسد، ولی از این درجه به بالا، بتدریج از شدت آن کم می‌شود، بطوری که در 50° به صفر می‌رسد.

۲- **مقدار گاز کربنیک هوا** - شدت فتوسنتز، به مقدار گاز کربنیک هوا، بستگی دارد. افزایش گاز کربنیک، تا میزان ۵ تا ۸ درصد، باعث افزایش شدت فتوسنتز می‌شود، ولی از آن بیشتر آن را کاهش می‌دهد، و هنگامی که گاز کربنیک به ۵۰ درصد می‌رسد، فتوسنتز بکلی متوقف می‌گردد. مقدار گاز کربنیک هوا، در حدود ۰/۳ در هزار است، و بندرت، از آن، تجاوز می‌کند.

۳- **نور** - در شب، فتوسنتز صورت نمی‌گیرد، ولی با آغاز روز، شروع می‌شود و بتدریج شدت می‌یابد. حد متوسط نور، برای گیاهان مختلف، متفاوت است، مثلاً اسفناج و سیب زمینی، به نور مستقیم آفتاب، نیازمندند و حال آنکه سرخسها، در سایه، بهتر رشد می‌کنند.

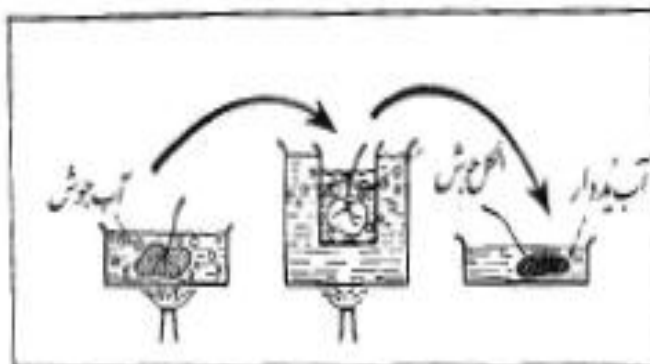
۴- **تعداد روزنه‌ها و مقدار کلروفیل گیاه و مقدار آب** بافت‌های گیاه نیز، در شدت فتوسنتز، اثر دارند.

محصولات فتوسنتز

یکی از مهمترین محصولات فتوسنتز، نشاسته است. آزمایش‌های زیر، تشکیل نشاسته را در گیاهان سبز، بخوبی نشان می‌دهد:

آزمایش - اگر برگه سبزی را ، ابتدا در آب جوش و سپس در الکل جوش ، قرار دهند و بعداً ، پد روی آن بریزند ، آبی می شود ، پس برگه حاوی نشاسته است .

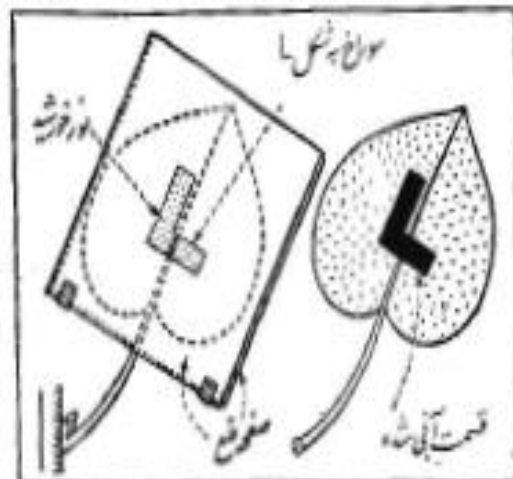
اگر گپاهی را ، به مدت دو روز ، در تاریکی قرار دهند و سپس ، پکی از برگهای آن را ، در آب جوش و الکل جوش ، قرار دهند و پد روی آن بریزند ، آبی نمی شود ، پس نشاسته برگه ، در تاریکی ، از بین می رود . گیاهی را ، مدت دو روز ، در تاریکی قرار می دهند ، سپس به روشنایی می آورند و پکی از برگهای آن را ، میان دو ورقه قلع ، قرار می دهند ، تا نوره



شکل ۸۵ - ب : آزمایش وجود نشاسته ، در برگه

برگ نرسد ، فقط سوراخی ، به شکل L ، در قلع ایجاد می کنند تا فقط ، آن مقدار از برگه که در مقابل سوراخ L قرار دارد ، نور ببیند ، پس از چند ساعت برگه را جدا می کنند و در آب جوش و الکل ، فرو می برند و پد ، روی آن می ریزند ، تنها به اندازه سوراخ L ، برگه آبی می شود .

پس ، بر اثر نور ، در برگ نشاسته ایجاد شده است . نشاسته ، از محصولات بسیاری است و جاری قوتستراست ، ولی آنچه مسلم است آن است که مولکولی نشاسته ، با آن پیچیدگی



شکل ۸۶ : آزمایش تشکیل نشاسته

ساختمانی ، بدون مقدمه ، در گیاه بوجود نمی آید ، بلکه مواد ساده تر ساخته شده ، تبدیل به نشاسته می شوند .

معادله تشکیل گلوکز ، در فتوسنتز ، چنین است :



برای تشکیل ۱۸۰ گرم گلوکز، ۶۷۳ کیلو کالری ، انرژی نورانی لازم است ، در این عمل ، انرژی نورانی ، به صورت انرژی شیمیایی ، در مولکول گلوکز اندوخته می شود . از این گذشته ، بر مقدار اکسیژن جو نیز افزوده می شود . معمولاً ، در حدود ۳٪ انرژی نورانی جذب شده توسط کلروفیل ، به صورت انرژی شیمیایی ، در می آید . کلروفیل ، در عمل فتوسنتز ، عنوان **کاتالیزور** دارد و وارد واکنشهای شیمیایی آن نمی شود . فتوسنتز ، مانند یک سلسله واکنشهای شیمیایی پیچیده است که بر روی هم ، به دو دسته تقسیم می شوند : واکنشهایی که در نور صورت می گیرند ، واکنشهایی که به نور احتیاج ندارند .

واکنشهایی که در نور صورت می گیرند ، نخستین واکنشهای

فتوسنتزند . در این واکنش ، انرژی نورانی ، سبب تجزیه آب می شود و محصول این تجزیه ، اکسیژن و هیدروژن است :



ولی هیدروژن ، به صورت گاز آزاد نمی شود ، بلکه موادی به نام

گیرنده هیدروژن ، آن را می گیرند و آماده ترکیب با CO_2 می سازند .

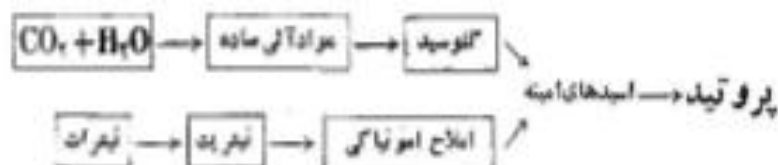
واکنشهایی که به نور احتیاج ندارند ، پس از واکنشهای نوری

صورت می گیرند . در این واکنشها ، گیرنده های هیدروژن و این گاز

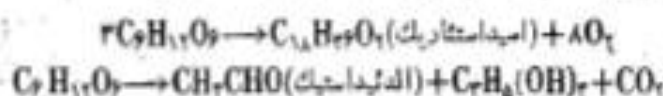
با CO_2 ترکیب می‌شوند و پس از يك رشته واکنشهای متوالی ، ماده‌ای مرکب از اسید فسفریک و يك گلوکز ، بوجود می‌آید (گلوکز فسفات) . از این ماده ، گلوکز از يك طرف و نشاسته از طرف دیگر ، حاصل می‌شود.

تشکیل مواد پروتیدی، در گیاه - مواد پروتیدی ، از ترکیب گلوئیدها و پترانهای که از خاک جذب می‌شوند ، بوجود می‌آیند . جریان تشکیل پروتید ، در برگ ، به قرار زیر است که پترانها ، به نیتريت تبدیل می‌شوند و پترینها ، به املاح آمونیاکی تبدیل می‌گردند و از ترکیب املاح آمونیاکی و گلوئیدهایی که محصول فتوسنتز است ، اسیدهای آمینه بوجود می‌آیند و ترکیب اسیدهای آمینه مختلف ، منجر به تشکیل پروتید می‌شود . گرچه در برگ و تحت اثر نور و همراه فتوسنتز ، پروتید ساخته می‌شود ، ولی در ریشه ، بدون دخالت نور مستقیم نیز ، پروتید بوجود می‌آید .

جریان تشکیل پروتید را ، می‌توان چنین خلاصه کرد :



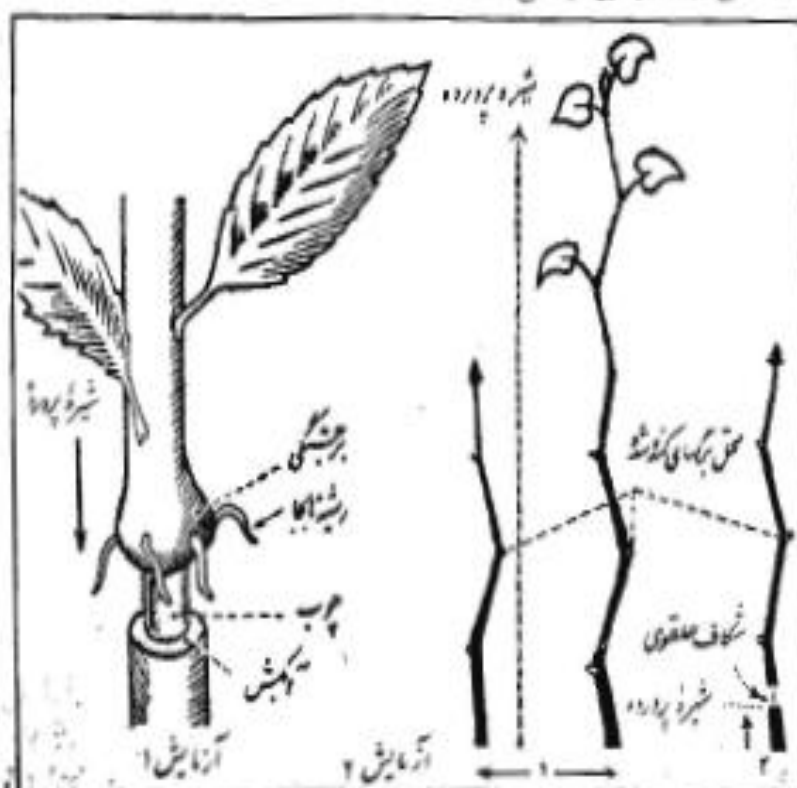
تشکیل مواد لیپیدی - لیپیدهای گیاهی ، از ترکیب اسیدهای چرب و گلیسرین بوجود می‌آیند . اسیدهای چرب ، خود از مواد گلو- سیدی نتیجه می‌شوند . فرمولهای زیر ، تشکیل اسید استئاریک را از گلوکز و نیز تشکیل گلیسرین را از گلوکز ، نشان می‌دهند :



در دانه‌های روغنی تازه ، فقط مواد گلوپیدی یافت می‌شود ، ولی
بتدریج که دانه رشد می‌کند ، گلوپید از بین می‌رود و به جای آنها ،
مواد لیپیدی تشکیل می‌شود .

شیره پرورده و جریان آن

آبی که از ریشه ، جذب گیاه می‌شود ، با املاح محلولی که به
همراه دارد ، به صورت مایع زلالی ، به نام شیره خام ، در آوندهای
چوبی ، جریان می‌یابد ، شیره خام ، از آوندهای چوبی ، ساقه و شاخه‌ها
بالا می‌رود و به برگها می‌رسد .



شکل ۸۲ : دو آزمایش جریان شیره پرورده

شیره خام ، در برگ ، تغییر می کند ، زیرا برگ ، بر اثر تعرق ، مقداری آب شیره خام را از دست می دهد ، و در نتیجه فتوسنتز ، مواد آلی کوتاگون می سازد و بدان می افزاید . در نتیجه این تغییر ، شیره خام ، به شیره پرورده ، تبدیل می شود ، شیره پرورده ، وارد آوندهای آبکشی برگ می شود و در آن بکندی جریان می یابد و به اعضای مصرف کننده منتهی می گردد . گیاه هدایت می شود . برای نشان دادن اینکه شیره پرورده در آوندهای آبکشی جریان دارد ، دو آزمایش زیر را انجام می دهیم :

آزمایش ۱ - پوست ساقه برگداری را ، از نزدیکی زمین ، حلقه وار می کنیم . دفته دفته ، پوست قسمت بالای مقطع ، باد می کند و حال آنکه در پوست قسمت پایین آن ، هیچگونه تغییری پیدا نمی شود .

چنانکه می دانیم ، پوست ساقه یا پوست تنه درخت ، شامل آوندهای آبکشی و فلوئدم و چوب پنبه است و مرستم ستوری چوب آبکشی ، در حد فصل پوست و چوب آن ، قرار دارد و علت آنکه پوست ، سهولت از چوب جدا می شود ، وجود همین مرستم و چند لایه ستول تازمای است که از آن حاصل شده است .

از اینجا معلوم می شود که سیر شیره پرورده در ساقه ، نزولی است و چون آوندهای آبکشی قطع شده اند ، شیره پرورده ، در قسمت بالایی متراکم شده است و برآمدگی ایجاد کرده است .

به تصویر ۸۳ نگاه کنید ، شیره پرورده ، در عین حال که در ساقه سیر نزولی دارد ، به اندامهای مصرف کننده ای که بالاتر از برگ نیز قرار دارند ، مانند جوانه انتهایی و گل و میوه نیز ، هدایت می شود . بنابراین ، جریان شیره پرورده ، هم نزولی است و هم صعودی ، یعنی از برگ به سوی اندامهای مصرف کننده است .

آزمایش ۲ - جوانه انتهایی شاخه جوانی ، که برگهای آن را کتمه اند ،

که قطع کردن پوست ، مانع سیر سمودی شیرۀ پرورده ، از برگهای پایین به سوی جوانۀ انتهایی است .

علت جریان شیرۀ پرورده - چنانکه می‌داید ، شیرۀ پرورده ، مایع غلیظی است که با کندی بسیار ، در آوندهای آبکشی ، جریان دارد و جریان آن ، به خلاف جریان شیرۀ خام که از پایین به بالا و تحت اثر عوامل شناخته شده است ، از برگ ، به سوی همۀ اندامهای مصرف کننده است . یکی از عواملی که سبب جریان شیرۀ پرورده در آوندهای آبکشی می‌شود ، کیفیت انتشار است . بدین معنی که مواد موجود در شیرۀ پرورده براساس این کیفیت ساده ، در سلولهای اندامهای مجاور نفوذ می‌کند ، ولی ، این کیفیت ، تنها عامل نمی‌تواند باشد ، بلکه عوامل دیگری از قبیل **فعالیت حیاتی سلولهای آبکشی و همچنین فعالیت سلولهای همراه** که بین لوله‌های آبکشی وجود دارند و نیز **فعالیت اندامهای مصرف کننده** ، مثل جوانه‌ها ، در جریان آن مؤثرند ، از میان این عوامل ، فعالیت حیاتی سلولهای آبکشی ، به اندازه‌ای مؤثر است که اگر به وسیله **فاز کوتین** (یکی از الکلوییدهای تریاک) ، سلولهای آبکشی را از فعالیت بازداریم ، سرعت انتشار شیرۀ پرورده ، کاهش فراوان حاصل می‌کند و ممکن است بکلی متوقف شود .

ذخایر گیاهی

مواد موجود در شیرۀ پرورده ، تماماً به مصرف تغذیۀ گیاه نمی‌رسد . بلکه ، قسمتی از آن ، در اندامهای مختلف گیاه ، اندوخته می‌شود .

اندوخته‌های گیاهی، عموماً موادی هستند که به شکل مولکولهای درشت و به حالت کلوئیدی، در سلولهای مخصوص، جمع می‌شوند، ولی، هنگام مصرف، تحت اثر دیاستازها، به مولکولهای ساده، تبدیل می‌شوند و به سوی اندامهای مصرف کننده، جریان می‌یابند. مواد اندوخته، ممکن است در همه اندامهای گیاه، جمع شوند:

- ۱- ریشه چغندر و هویج و غنیمهای کوکب، دارای اندوخته است.
- ۲- ساقه‌های نیشکر و کلم قمری، دارای اندوخته است. در ساقه‌های پاینده نیز عموماً مقداری اندوخته، برای تغذیه جوانه‌های نو، وجود دارد. در ساقه زیرزمینی سیب زمینی، نشاسته، اندوخته است.
- ۳- برگهای پنبه، آب و مواد کالی و گلوکید، اندوخته دارد.
- ۴- دانه‌ها، مقداری مواد اندوخته، به صورت الیومن، در خارج لپه‌ها یا درون آنها، دارند.

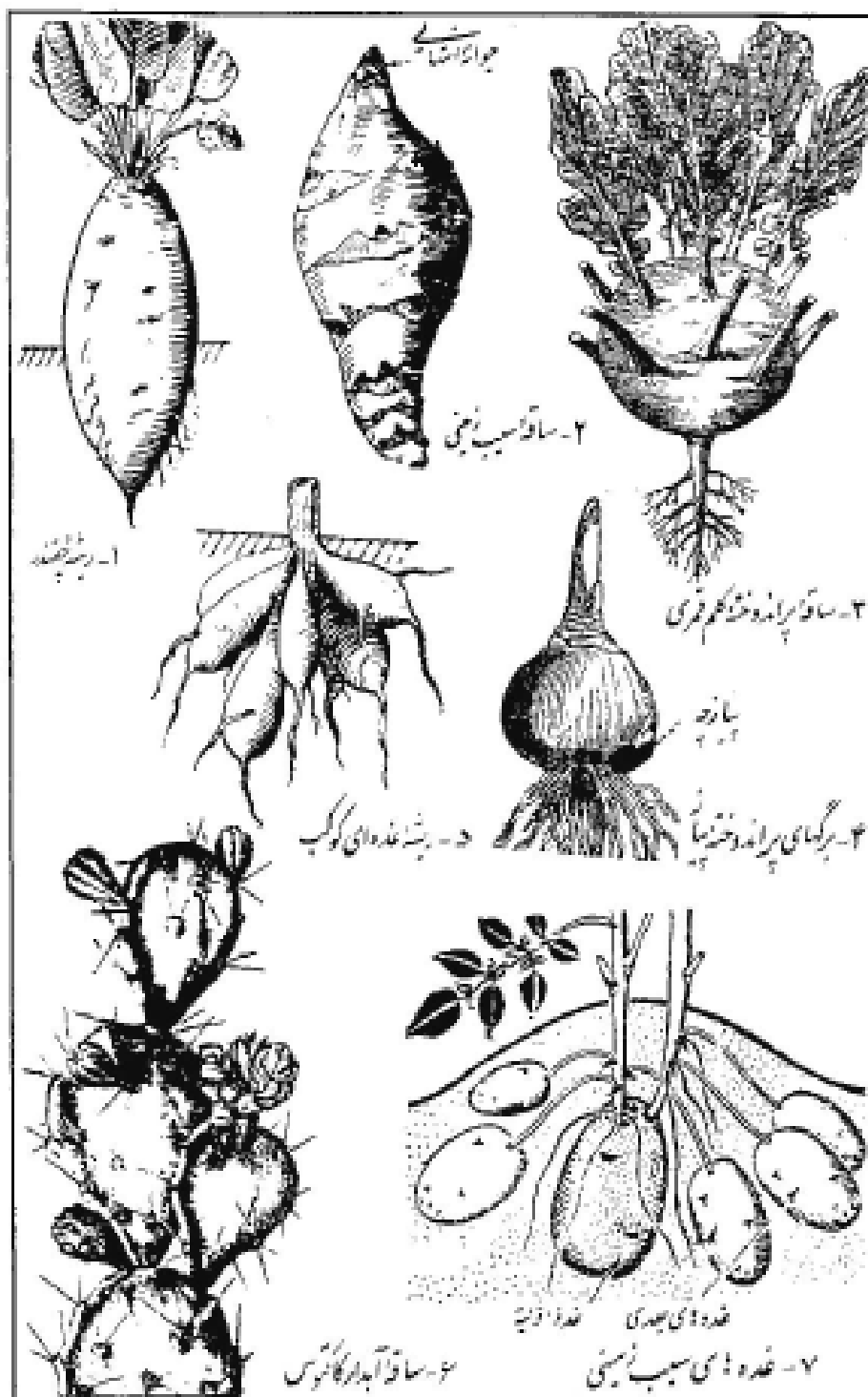
جنس ذخایر گیاهی

جنس ذخایر گیاهی، ممکن است گلوکید، لیپید، پروتئید، آب و بعضی املاح معدنی باشد.

- ۱- گلوکیدها - گلوکیدهای ذخیره، به دو دسته تقسیم می‌شوند: اوزنها، مانند گلوکز و لوزول (فروکتوز) که بیشتر در میوه‌ها ذخیره می‌شوند.

اوزیدها، مانند نشاسته، اینولین، سلولز، ساکارز.

نشاسته، مهمترین اندوخته گلویدی است. در سیب زمینی و دانه‌ها، فراوان است. مقدار نسبی آن، در غده سیب زمینی، به ۲۲٪ می‌رسد.



شکل ۸۴ : اندوخته های گیاهی

نشاسته ، در تمام مدت روز ، بر اثر فتوسنتز ، بوجود می آید ، ولی در شب ، تحت اثر عمل آمیلاز ، به دکسترین و مالتوز ، تبدیل می شود . مالتوز حاصل ، تحت اثر مالتاز به گلوکز تجزیه می شود . گلوکز حاصل در اندامهایی که در حال نمو هستند ، به مصرف می رسد . شکل و اندازه دانه های نشاسته ، در گیاهان مختلف ، متفاوت است . در برنج و ذرت ، چند وجهی ، در سیب زمینی ، بیضی و در نخود و گندم ، تقریباً کروی است (شکل ۸۶) . آمیلوبلاست ، در سیب زمینی ، ۱۴۰ میکرون و در لویا ، ۷۵ میکرون و در گندم ، ۵۰ میکرون و در برنج ، ۵ میکرون قطر دارد .

اینولین ، گلوپیدی است نزدیک به نشاسته و به حالت کنوئیدی ، در شیرۀ واکوئولی سلولهای بسیاری از گیاهان تیره کاسنی ، مانند غده های گل کوکب ، ذخیره می شود . اگر برشی از غده کوکب را ، در الکل قوی ، قرار دهند ، اینولین ، به شکل بلورهای سوزنی شکل ، مجتمع در کراتی ، دیده خواهند شد (شکل ۸۵) . این گلوپید ، به خلاف نشاسته ، به وسیله ید ، رنگ نمی گیرد . اینولاز ، آن را به فروکتوز تبدیل می کند .

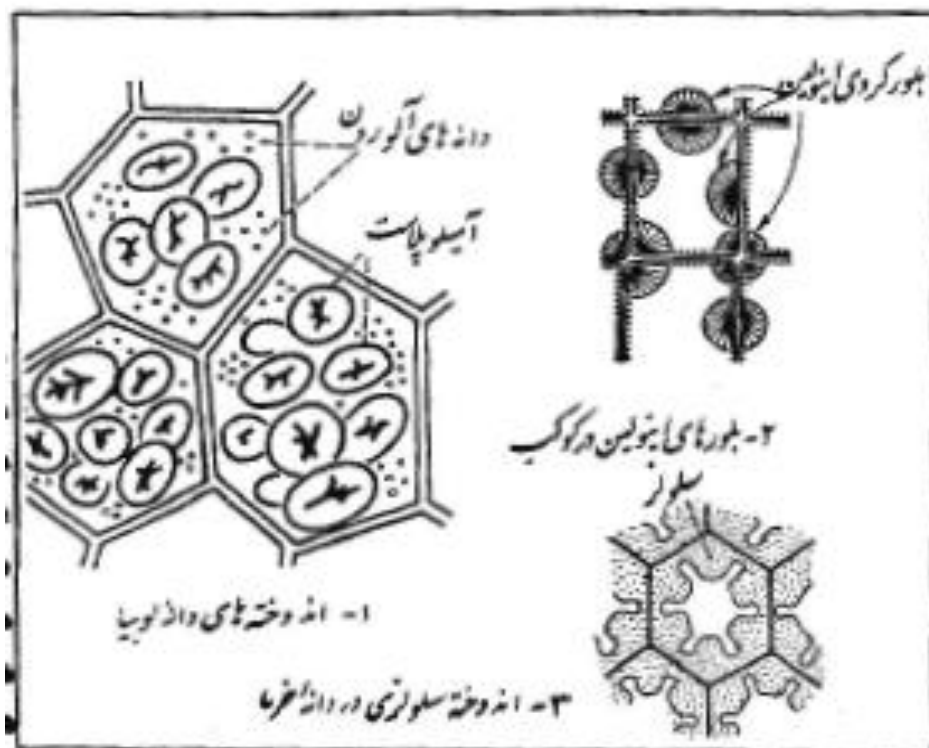
مشاهده میکروسکوپی اینولین ، به طریق زیر ممکن است :

آزمایش : برش نازکی ، از سیب زمینی ترشی ، فراهم می کنیم و آن را روی لام قرار می دهیم . ابتدا ، کمی از محلول ده درصد آلفا فتول و سپس یک قطره اسید سولفوریک غلیظ ، روی برش می ریزیم و با لامی آن را می پوشانیم . حال اگر ، لام را روی شعله چراغ الکلی بگیریم ، بلورهای کروی اینولین ، به رنگ بنفش سیر ، در می آیند .

سلولز ، ساختمانی شبیه ساختمان نشاسته ، دارد و دارای همان فرمول کلی شیمیایی است . سلولز ، در غشای سلولهای بعضی دانه ها ، مانند

خرما ، ذخیره می شود (شکل ۸۵) .

ساکارز ، در شیر و اکوتولی ریشه جعفری و ساقه پشکر ، ذخیره می شود و از تراکم يك مولکول گلوکز و يك مولکول فروکتوز ، حاصل

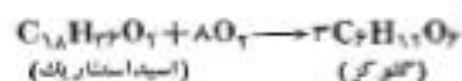


شکل ۸۵ : اندوخته دانه خرما و لوبیا و غده کوب

می شود و بر اثر دیاستازی ، به نام ساکاراز ، به قندهای مزبور ، تبدیل شده و مصرف می شود .

۲- لیپیدها - اندوخته های لیپیدی ، چربی دانه های روغنی است که به صورت ذرات ریز ، در سیتوپلاسم سلولها ، پراکنده است . لیپیدها ، از مواد گلوپیدی شیره پرورده ، ساخته می شوند . ساخته شدن

ترکیب گلیسرین و اسیدهای چرب ، لیپید بوجود می آید. مواد چربی ، بیشتر در دانه ها ، ذخیره می شوند ، مانند کرچک و بادام و پنبه .
لیپیدها ، تحت اثر لیپاز ، به گلیسرین و اسیدهای چرب ، تجزیه می شوند . از اکسیداسیون اسیدهای چرب ، گلوکز حاصل می شود و مورد استفاده قرار می گیرد .



۳- پروتئیدها - گلو تن گندم و ذلین ذرت ، از پروتئیدهای اندوخته است . این مواد ، ممکن است در سیتوپلاسم یا درون واکوئولها باشند . واکوئولهایی که آب از دست می دهند و مواد درون آنها متراکم می شود ، دانه های آلورون ، بوجود می آورند . در هر دانه آلورون کرچک ، اجسامی کروی (گلوبوئید) و جسمی متبلور (کریستالوئید) و بخشی به نام ماده اصلی ، تشخیص داده می شود . ذخیره های پروتیدی ، به وسیله پروتئینازها ، به اسیدهای آمینه ، تبدیل می شوند .

۴- آب و املاح معدنی نیز ، در بعضی از گیاهان ، اندوخته می شوند ، چنانکه در کاکوسها ، که مخصوص نواحی حاره اند ، آب ، فراوان اندوخته شده است .
اندوخته املاح کانی نیز ، در بعضی گیاهان هسته مثل ریشه چغندر که دارای ذخیره فسفات است .

تفصیل گیاهان بی کلروفیل

از آنجا که گیاهان بی کلروفیل نمی‌توانند مواد آلی بسازند ،
ناگیرند که از مواد آلی ساخته سایر موجودات زنده ، استفاده کنند .
برای استفاده از مواد آلی جانداران دیگر ، در روش موجود است: روش
کودرستی و روش انگلی .

زندگی کودرستی (ساپروفیتیزم «Saprophitisme») - در
این نوع زندگی ، گیاه بی کلروفیل ، از بقایای موجودات زنده دیگر ،
مثل اجساد جانوران و مدفوع آنها و اندامهای پوسیده گیاهان ، استفاده
می‌کند . از مهمترین گیاهان کودرست ، قارچ روی پهن و روی ساقه
پوسیده گیاهان دیگر (شکل ۸۷) و کفک‌نان و مریم‌وخمره و همچنین
باکتریهای تجزیه کننده ادرار ، قابل ذکرند .

بعضی از گیاهان گلدار نیز ، زندگی کودرستی دارند ، زیرا کلروفیل
ندارند ، مثل نئوتیا (Neottia) ، از تیره نعلب که روی برگهای پوسیده
کف جنگل ، زندگی می‌کند .

زندگی انگلی (پارازیتیزم «Parasitisme») - گیاه بی کلروفیل
در این نوع زندگی ، از مواد غذایی بدن موجودات زنده دیگر ، استفاده
می‌کند . جانداري که مورد هجوم انگل قرار می‌گیرد ، میزبان نام دارد .
گیاهان انگل ، بسیار متنوعند . باکتریها و قارچها و عده‌ای از
گیاهان بی کلروفیل و بعضی از گیاهان کلروفیل‌دار ، زندگی انگلی دارند .
باکتریهای انگل ، مانند باکتریهای بیماری زا (باسیل سل و



شکل ۸۷ : گیاهان کودست و انگل

حصبه و دیفتری (. بعضی از باکتریهای انگل ، تولید سرطان گیاهی می‌کنند (شکل ۸۸) .

قارچهای انگل ، مانند زنگ مو و زنگ گندم که ریشه خود را ، در پارانشیم برگ گیاه میزبان ، وارد می‌سازند و شیره پرورده آن را ، می‌مکنند .



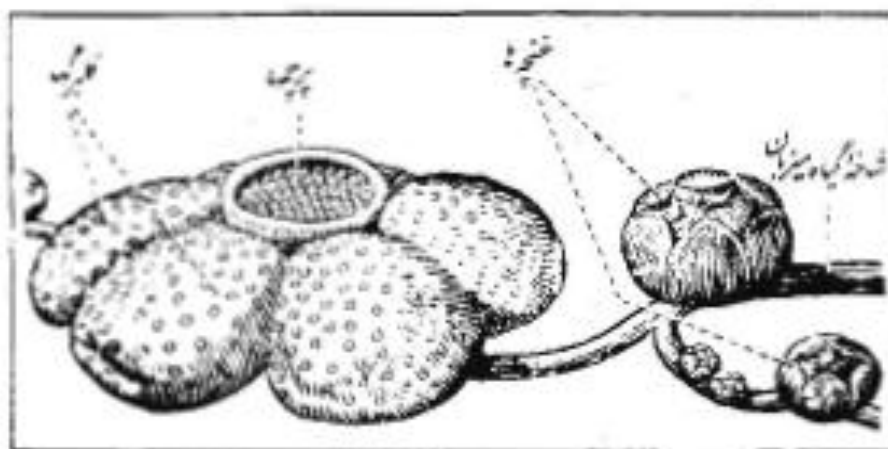
شکل ۸۸ : گیاهان انگل

گیاهان گلدار بی کلروفیل انگل مانند یس و گل جالیز.

بسی، از ساقه گیاه میزبان و گل جالیز، از ریشه گیاه میزبان، به وسیله اندامهای مکنده، شیره پرورده می‌مکند.

گیاهان گلدار و سبز انگل، مانند: ملامپیر، دارواش و رافلزیا، ملامپیر، گیاه سبزی است که به حالت انگل، روی ریشه گیاهان دیگر، بسر می‌برد (شکل ۸۸-۴).

دارواش (Gui)، درختچه سبزی است که روی درختان جنگلی، بسر می‌برد و با اندامهای مکنده خود، مواد آلی را، از میزبان می‌گیرد (شکل ۸۷-۲). دو گیاه مزبور را، نیمه انگل می‌گویند، زیرا، می‌توانند، قسمتی از شیره خام میزبان را، تبدیل به شیره پرورده کنند. رافلزیا (Rafflesia)، گیاه گذر مخصوصی است که در جزایر

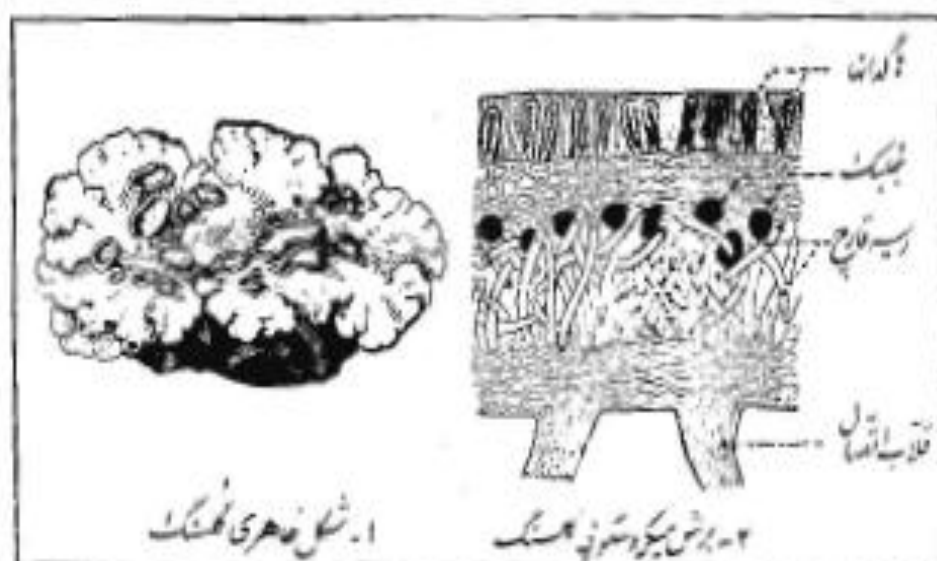


شکل ۸۹: رافلزیا، روی میزبان

سوءند می‌دوید. این گیاه، درون پیکر بعضی گیاهان بالارونده جنگلی، به صورت رشته‌های نازکی، زندگی می‌کند، فقط گل‌های آن، از پیکر میزبان خارج می‌شوند. قطر گل رافلزیا، گاهی به یک متر می‌رسد (شکل ۸۹).

زندگی همزیستی (سَمبِیوتیزم «Symbiotisme») - وقتی که دو گیاه، مشترکاً زندگی کنند و انتفاع دوجانبه، داشته باشند، آنها را همزیست می‌گویند. در زندگی همزیستی، زندگی هر يك از دو موجود زنده، وابسته به زندگی دیگری است. به عنوان مثال، زندگی مُلَسَنگها و میکوریزها و ریزوبیومها را، ذکر می‌کنیم:

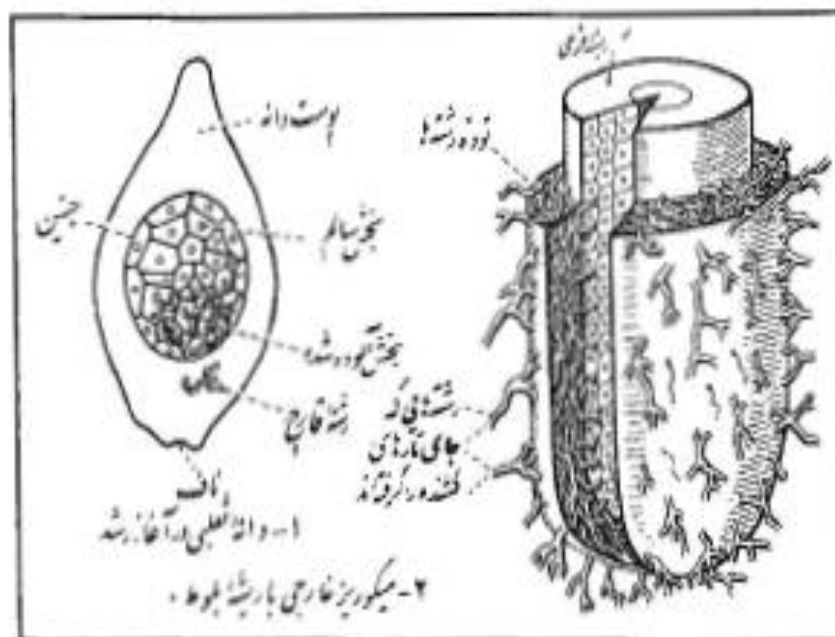
مُلَسَنگ، چنانکه در سال پنجم دیده‌اید، از اجتماع يك قارچ و يك جلبك میکروسکوپی بوجود می‌آید (شکل ۹۰).



شکل ۹۰: زندگی همزیستی، در گلشنه

میکوریزها (Mycorhyse)، قارچهایی هستند که با ریشه بعضی از گیاهان، زندگی همزیستی دارند. اگر قارچ، منحصرأ با سطح خارجی ریشه، ارتباط داشته باشد، آن را، میکوریز خارجی می‌گویند، ولی اگر اشعاعات ریشه، به درون ریشه، راه یابد، آن را میکوریز داخلی می‌گویند. در میکوریز خارجی قارچ با ریشه پلوط (شکل ۹۱) است و در این

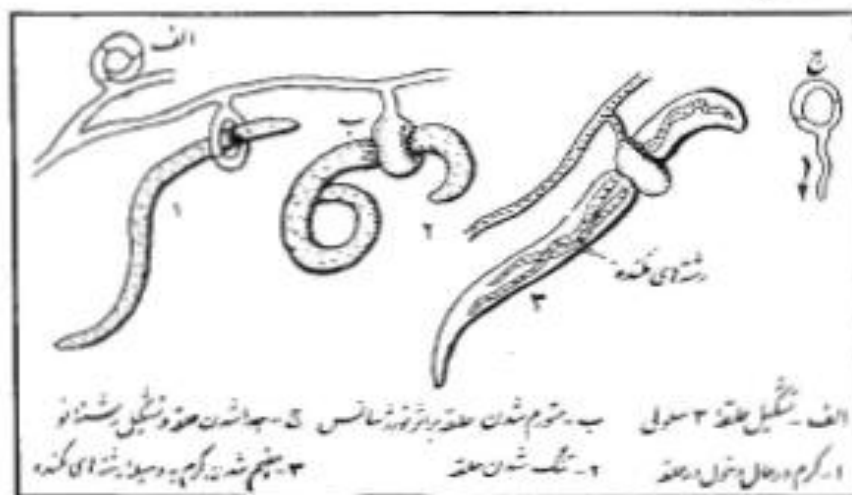
حالت، فارچ، مواد گلو سیدنی از درخت می گیرد و مواد کالی بدن می دهد. عده ای از گیاهان تیره ثعلب با فارچها، به حالت میکوریز، پسر می برند و بدون وجود فارچ، قادر به ساختن غده های مخصوص نیستند. ریزوبیومیا (یا باسیل رادیسکول)، در برجسنگهای ریشه



شکل ۹۱ : میگو و پیز

گیاهان تیره نخود، بسر می برند. این باکتریها، از يك طرف، گلوئیدهای شیرۀ پرورده گیاه را جذب می کنند و از طرف دیگر، پروتئیدهایی را که خود در نتیجه جذب ازت هوا می سازند، در دسرش گیاه می گذارند. زندگی گوشتخواری (Carnivorisme) - بعضی از گیاهان، به منظور بدست آوردن مواد پروتئیدی، جانوران کوچک را شکار می کنند. مانند نهائس دیونه و دروزرا (شکل ۴۲).

بعضی از قارچهای دسته کفکها نیز ، گوشتخوارند . این قارچها ، قسمتی از ریشه خود را ، به صورت حلقه ، در آورده و با آن ، کرمها را شکار می کنند .



شکل ۹۲ : قارچهای گوشتخوار

تروپیسیم

(Tropisme)

تعریف - نمو طولی ریشه و ساقه ، تحت تأثیر عوامل گوناگون محیط زندگی ، از قبیل نیروی جاذبه زمین و نور و رطوبت ، تغییر می کند . این عوامل ، در آنها ، انحنا بوجود می آورند . تغییر جهت اندامیابی گیاهی را ، در حین رشد ، تحت اثر عوامل خارجی ، تروپیسیم می گویند . اگر انحراف ، به طرف عامل تغییر دهند باشد ، تروپیسیم را ، مثبت و اگر در جهت عکس باشد ، تروپیسیم را منفی می گویند . مهم ترین تروپیسیم ، عبارتند از : فتوتروپیسیم (نور گرایی) و ژئوتروپیسیم (زمین گرایی) .

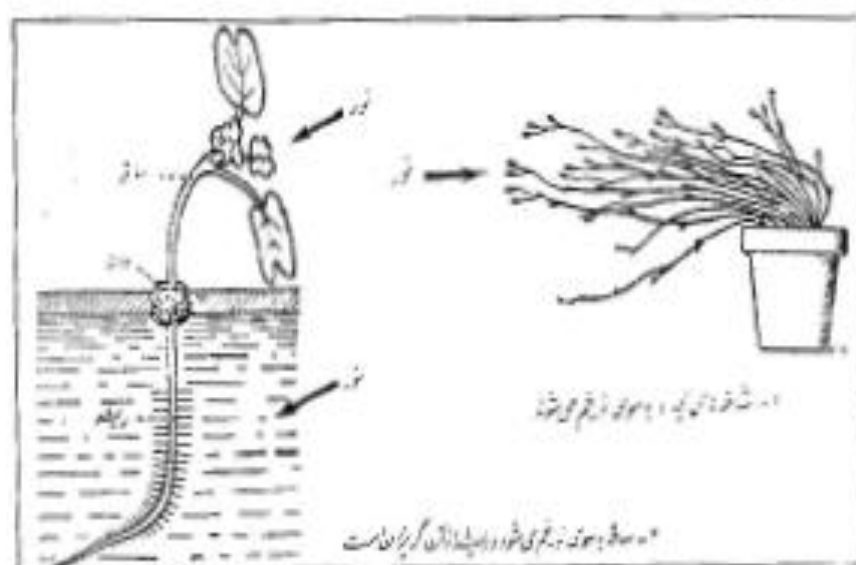
فتوتروپیسیم

(Phototropisme)

ساقه ، فتوتروپیسیم مثبت دارد و همیشه ، به سمت نور ، رشد می کند ، ولی ریشه ، فتوتروپیسیم منفی دارد و همیشه ، از نور ، گریزان است . با آزمایش زیر ، فتوتروپیسیم ریشه و ساقه ، روشن می شود :

آزمایش - اگر به ساقه گیاهی ، نور يك طرفه بتأییم . ساقه ضمن رشد طولی ، به طرف نور خم می شود . اگر دانه تازه دوپیده را ، به قسمی روشن کنیم که نور از يك پهلو به ساقه و ریشه آن بتابد ، ساقه ، در حین رشد ، به طرف نور ، خم می شود و ریشه ، در خلاف جهت نور (شکل ۹۳) . علت تروپیسیم - نمو ساقه ، عموماً در تاریکی بیشتر است ، ولی

ساقه ، در تاریکی ، مقداری از کلروفیل خود را از دست می دهد . با آنکه کلروفیل ساقه ، در نور ، زیاد می شود ولی نموش کند می شود . پس وقتی که نور ، از يك پهلوی به گیاهی بتابد ، چون سطح روبروی نور ، کمتر ، ولی سطح مقابل آن ، بیشتر نمو می کند ، ساقه ، رفته رفته ، به سمت نور ، خم می شود .

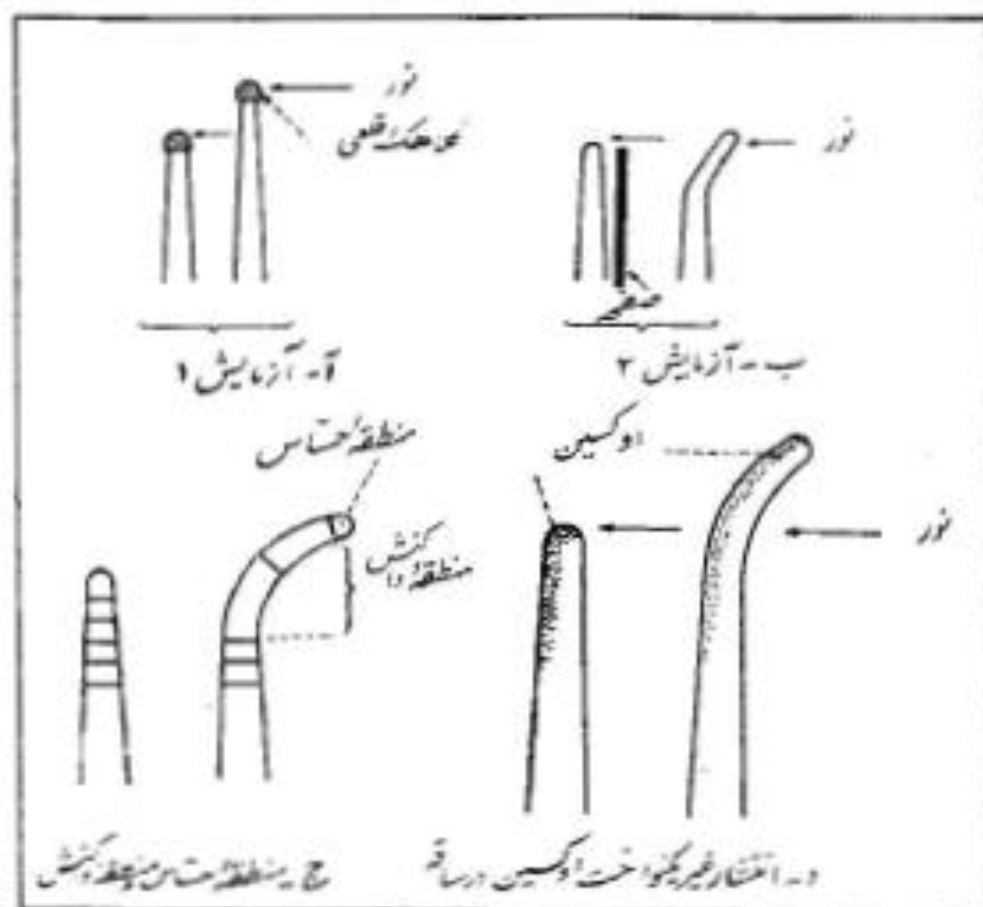


شکل ۹۳ : فتوتروپیسم

از آنجا که این الحرافی ، عموماً در قسمت انتهایی ساقه و در منطقه نمو ، حاصل می شود . پس ، تنها رأس ساقه است که نسبت به نور حساسیت دارد . آزمایشهای زیر ، حساسیت منطقه رشد ساقه را ، نسبت به نور ، روشن می سازند (شکل ۹۴) .

آزمایش ۱ - اگر نوك ساقه نورستهای را ببریم یا آن را با قلع بپوشانیم (شکل ۹۴-آ) ، انحنايي در حين رشد آن ساقه ، دیده نخواهد شد .
آزمایش ۲ - اگر مانعی در برابر نور ، بقسمی قرار دهیم که فقط نوك ساقه با نور یکسانانه روشن شود ، انحنا حاصل می شود . از اینجا ، نتیجه می گیریم که نوك ساقه نسبت به نور حساسیت دارد (منطقه حساس) ، ولی

انحنا، در ناحیه‌ای که پایین‌تر از نوک است، حاصل می‌شود (منطقه واکنش). اکنون، باید دید، چه رابطهای بین منطقه حساس و منطقه واکنش هست. رابطه این دو منطقه، به وسیله اورمون‌ها، به نام اوکسین (Auxine) که اورمون نمو نام دارد، تأمین می‌شود.

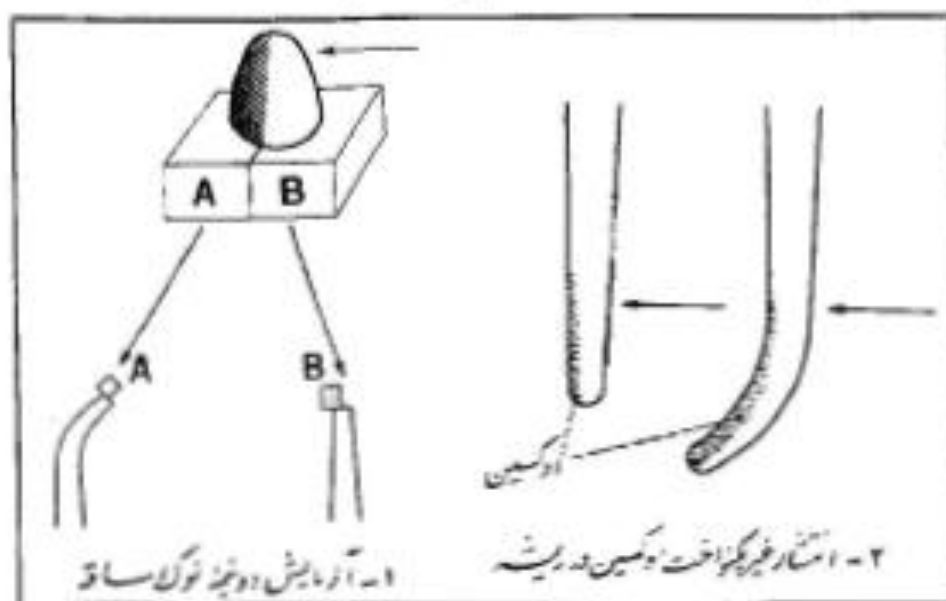


شکل ۹۳: اثر فتوتروپیسم، در ساقه

علت پیدایش انحنا، در منطقه واکنش، آن است که اوکسین، بطور غیر یکنواخت، در منطقه واکنش، توزیع می‌شود. تراکم اوکسین، در سطحی از منطقه واکنش که در تاریکی است، بیشتر از تراکم آن،

در سطح واقع در نور است. آزمایش، نشان داده است که در منطقه حساس ساقه نورسنه گندم، تحت تأثیر نور يك جابه، مقدار اوکسین، در قسمت روشن، کمتر از مقدار آن، در قسمت تاریک است. پس به سطح روشن منطقه واکنش، اورمون کمتری می‌رسد.

به تصویر ۹۵، نگاه کنید، B، بخشی از نوک ساقه است که در معرض نور است و A، بخشی که در تاریکی است. حال اگر، نوک این ساقه را قطع کنیم و دو نیمه نوک آن را، مطابق شکل، روی دوساقه‌ای قرار دهیم که نوک آنها را قبلاً قطع کرده‌ایم، نیمه A، سبب پیدایش



شکل ۹۵: فتوتروپیسم در ریشه - اثر اوکسین

انحنای می‌شود (زیرا اوکسین فراوان دارد)، ولی نیمه B، انحنایی بوجود نمی‌آورد (زیرا اوکسین ندارد).

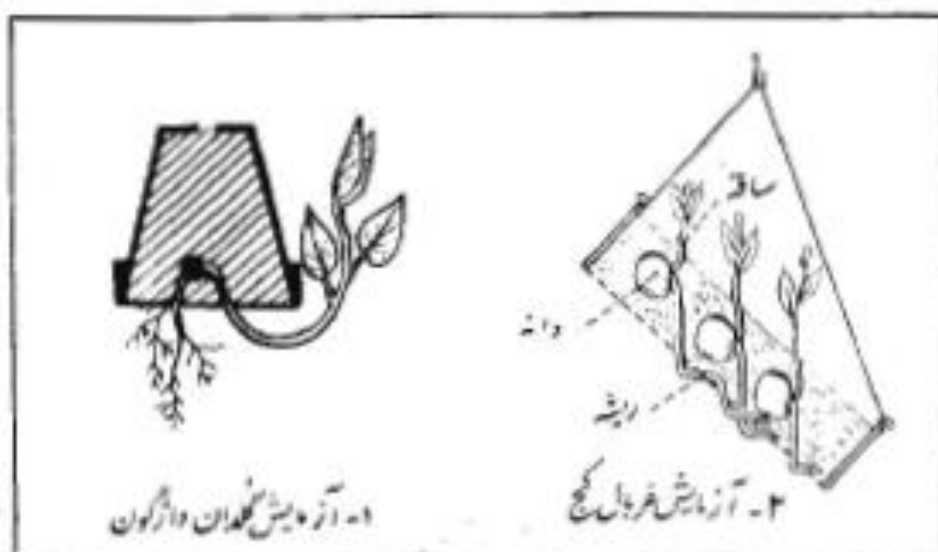
پیدایش انحنای در ریشه، تحت اثر نور يك جابه نیز، به علت توزیع غیر یکسانیت اورمون نمو، در دوسطح اشکای ریشه است و اگر

دیده می شود که ریشه، دارای فتوتروپیسم منفی است، دلیلش این است که سلولهای ریشه، به مراتب بیشتر از سلولهای ساقه، نسبت به اوکسین، حساسیت دارند، به طوری که مقادیر بسیار کم اوکسین، کافی برای نمو ریشه است و اوکسین زیاد، از نمو ریشه جلوگیری می کند. پس، چون تراکم مقدار زیاد اوکسین، در سطح تارک ریشه، نمو آن را به کلی متوقف می کند، ریشه، به سوی تاریکی، انحنای پیدا می کند.

ژئوتروپیسم

(Geotropisme)

ریشه، عموماً در جهت نیروی جاذبه زمین و به طور قائم، رشد می کند، پس، ریشه، ژئوتروپیسم مثبت دارد. ساقه، به طور قائم و در خلاف جهت نیروی جاذبه زمین، امتداد می یابد، پس ژئوتروپیسم منفی دارد.



شکل ۹۶: آزمایش غریبال کج و گلدان واژگون

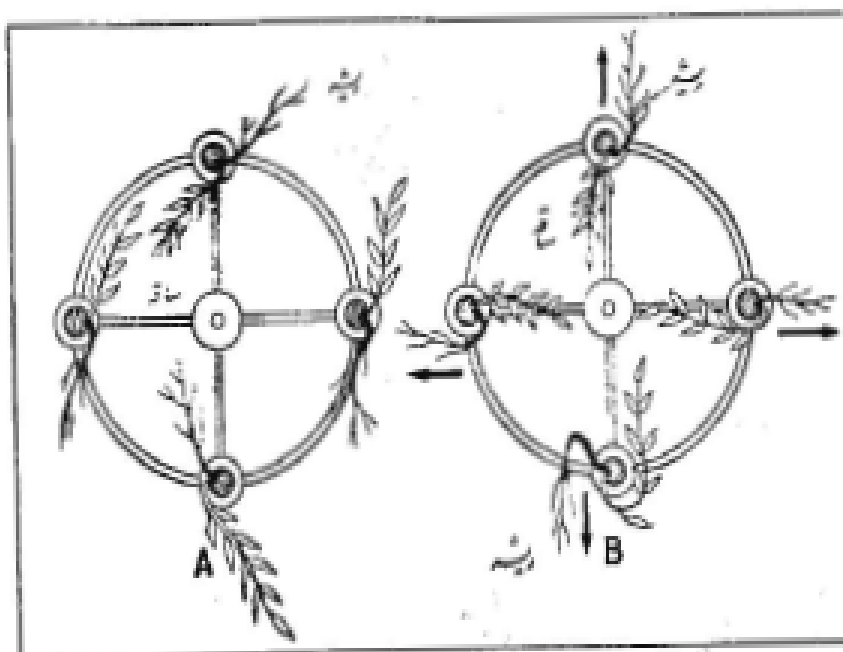
آزمایشهای زیر ، مثبت بودن ژئوتروپیسم ریشه و منفی بودن ژئوتروپیسم ساقه را نشان می‌دهند :

آزمایش ۱- اگر ریشه و ساقه دانه تازه روپیاده‌ای را ، به حالت افقی ، بخوابانند یا گلدان گیاهی را که دانه‌های نودسته دارد ، وارونه قرار دهند ، ریشه و ساقه ، ابتدا پیدا کرده ، به جهت اصلی خود باز می‌گردند ، یعنی ریشه به طرف زمین و ساقه در خلاف جهت آن ، رشد می‌کند (شکل ۹۶-۱) .

به شکل ۹۶ ، آزمایش غربال کج ، توجه کنید . چه عواملی ، سبب می‌شوند که ریشه دانه ، در حین رشد ، متفاوتاً ، از سوزن غربال به درون آن نفوذ کنند و بیرون آیند ؟

آزمایشهای نایت ، ۲ :

الف - صفحه قائمی که در حول محور افقی می‌چرخد ، فراهم

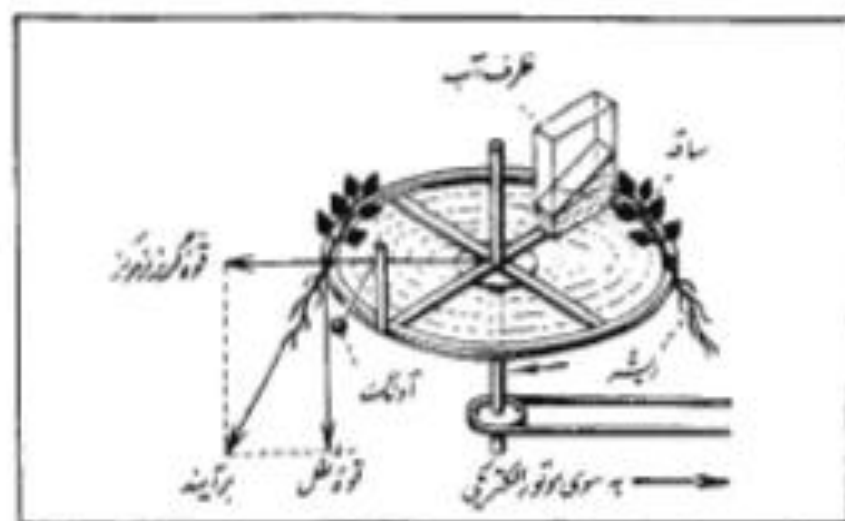


شکل ۹۷ ، آزمایش نایت ، با صفحه قائم

می‌کنیم و چند دانه نودسته را (مطابق شکل ۹۷) به وضویشهای مختلف، بر روی آن، قرار می‌دهیم:

۱- اگر صفحه، بی حرکت باشد، همه آن گیاهها، تحت تأثیر جاذبه زمین، قرار می‌گیرند. ریشه‌های آنها، به طرف پایین و ساقه‌های آنها، در خلاف جهت ریشه‌ها، به سمت خود ادامه می‌دهند.

۲- اگر صفحه را با دایمی چرخانیم (یک دور در هر دقیقه)، عمل جاذبه زمین، در ریشه‌ها و ساقه‌ها، بی اثر می‌شود، زیرا هر ریشه و هر ساقه در هر لحظه، بوضعی می‌رسد که سی ثانیه پیش، مخالف آن وضع را داشته است. ۳- اگر صفحه، سریع بچرخد، گذشته از خنثی شدن اثر جاذبه زمین، نیروی گریز از مرکز، ایجاد می‌شود و این نیروی جدید، مانند جاذبه زمین، بر ریشه و ساقه اثر می‌کند، بطوری که ریشه را به طرف خارج بخود چرخ و ساقه را در خلاف جهت ریشه، منحرف می‌کند.



شکل ۹۸: آزمایش نایت، با صفحه افقی

ب- اگر صفحه آزمایش را، افقی بگیریم و آن را، در طول محوری قائم بگردانیم و دو دانه نودسته را در کنار آن قرار دهیم، ضمناً، یک شیشه آب و یک آونگ (مطابق شکل ۹۸)، در دو نقطه مقابل چرخ، بگذاریم:

- ۱- اگر صفحه ، آهسته بچرخد ، چون اثر جاذبه زمین دائمی است ، ریشهها ، به طرف پایین و ساقها ، در خلاف جهت آنها ، رشد خواهند کرد. ضمناً ، سطح آب ، افقی است و آونگه ، وضع قائم دارد .
- ۲- اگر صفحه ، سریعتر بچرخد ، علاوه بر تأثیر دائم جاذبه زمین ، قوه گریز از مرکز نیز ، اثر می کند ، بنابراین ، ریشهها ، چون تحت تأثیر هر دو نیرو قرار می گیرند ، در جهت برآیند آن دو ، به نمو خود ادامه می دهند ، در این موقع آونگه و سطح آب نیز ، در جهت همان برآیند ، کج می شوند .

تولید مثل گیاهان

تولید مثل گیاهان ، عموماً به یکی از این دو صورت است: تولید مثل جنسی، یعنی تولید مثل، با ترکیب یک سلول نر و یک سلول ماده. تولید مثل بی جنسی ، یعنی تولید مثل، بدون دخالت سلولهای نر و ماده. ۱- تولید مثل جنسی - این نوع تولید مثل ، با تولید سلولهای زاینده نر و ماده و ترکیب آنها و تشکیل سلول تخم ، صورت می گیرد . هر سلول زاینده ، چنانکه می دانید ، از تقسیم باکاش کروموزومی سلولهایی $2n$ کروموزومی ، بوجود می آید و تنها n کروموزوم دارد . لقاح دو سلول زاینده n کروموزومی ، سلولی $2n$ کروموزومی ، به نام تخم ، بوجود می آورد . از تقسیم بی دربی سلول تخم ، گیاهی ، با خصوصیت گیاه اولیه ، حاصل می شود .

گیاهانی که به روش تولید مثل جنسی زیاد می شوند ، دو دسته اند :
پیدازادان و نهانزادان .

پیدازادان ، گیاهانی هستند که پس از تولید اندامهای درینده ، یعنی ریشه و ساقه و برگ ، صاحب اندامهای مخصوص تولید مثل ، به نام گل ، نیز می شوند . سلولهای زاینده نر و ماده ، در گل بوجود می آیند و پس از لقاح این سلولها ، گل به میوه تبدیل می شود و در آن ، دانه موجود می شود . هر دانه ، منشأ گیاهی نو است .

پیدازادان ، به دو دسته نهانزادان و بازدانگان ، تقسیم می شوند:

در نهانزادگان ، تخمک ، درون تخمدان بسته ای قرار دارد ، مثل

گیلاس و سیب و وقتی که به دانه تبدیل می شود ، عموماً درون میوه ، مخفی باقی می ماند .

در **بازدانگان** ، تخمک ، روی پولکی چسبیده و مخفی نیست و پس از تبدیل شدن به دانه نیز ، روی همان پولک ، باقی می ماند ، مثل سرو و کاج .

نهانزادان ، گرچه غالباً با ایجاد سلولهای نر و ماده تولید مثل می کنند ، گل ندارند .

۲- **تولید مثل بی جنسی** ، در این نوع تولید مثل ، در نتیجه رشد قسمتی از اندام روینده گیاه ، مانند ریشه ، ساقه و برگ ، گیاهی نو بوجود می آید . قلمه زدن و شاخه خواباندن ، دو روش تولید مثل بی جنسی است .

گل

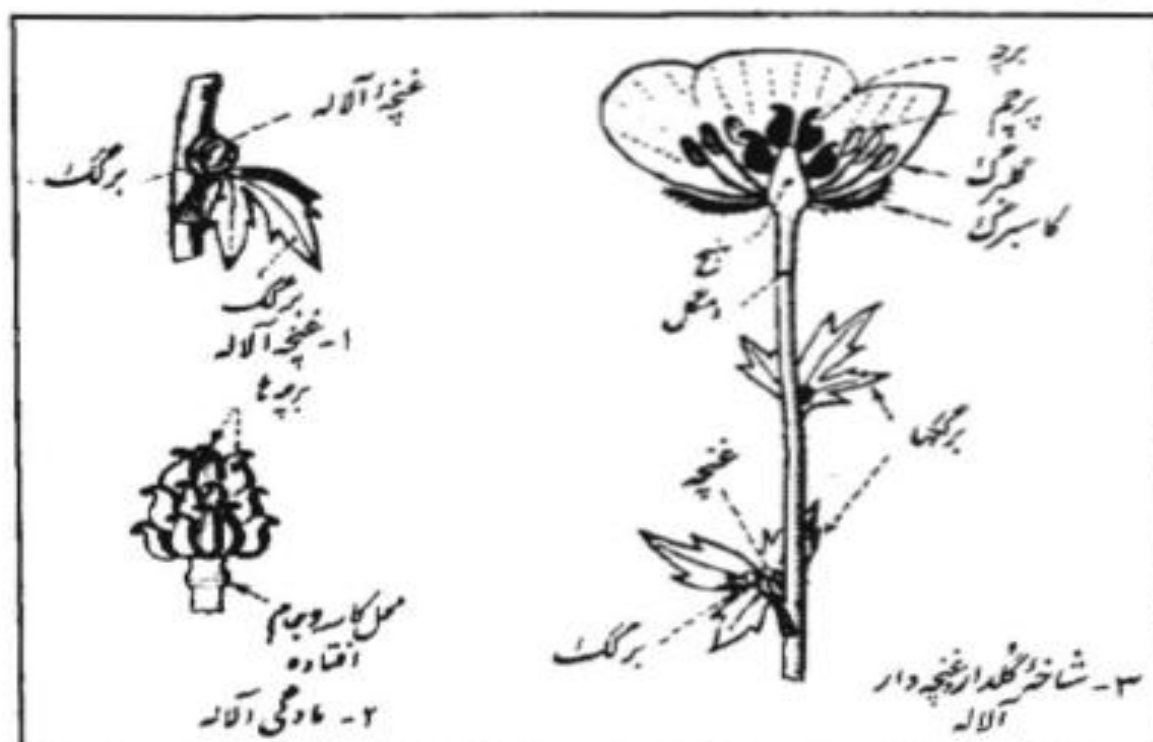
گل ، ابتدا ، به صورت **جوانه ای کروی** ، بر روی ساقه ، پدید می آید . جوانه گل ، پس از رشد ، به غنچه ای تبدیل می شود . پس از شکستن غنچه ، گل ، ظاهر می شود . چنانکه در سال چهارم دبستان ، بیشتر گلها ، دارای اندامهای زیرند :

دمگل ، گل را به شاخه متصل می کند .

فهنج ، قسمت انتهایی و متورم دمگل است و سایر اندامهای گل روی آن قرار دارند .

کاسبرگها ، قطعاتی برگ مانند و غالباً رنگ سبز دارند و کاسه گل را بوجود می آورند . کاسه بعضی از گلها (زنبق) ، رنگی است .
گلبرگها ، قطعاتی نازک و ظریف و غالباً رنگینند و جام گل را ،

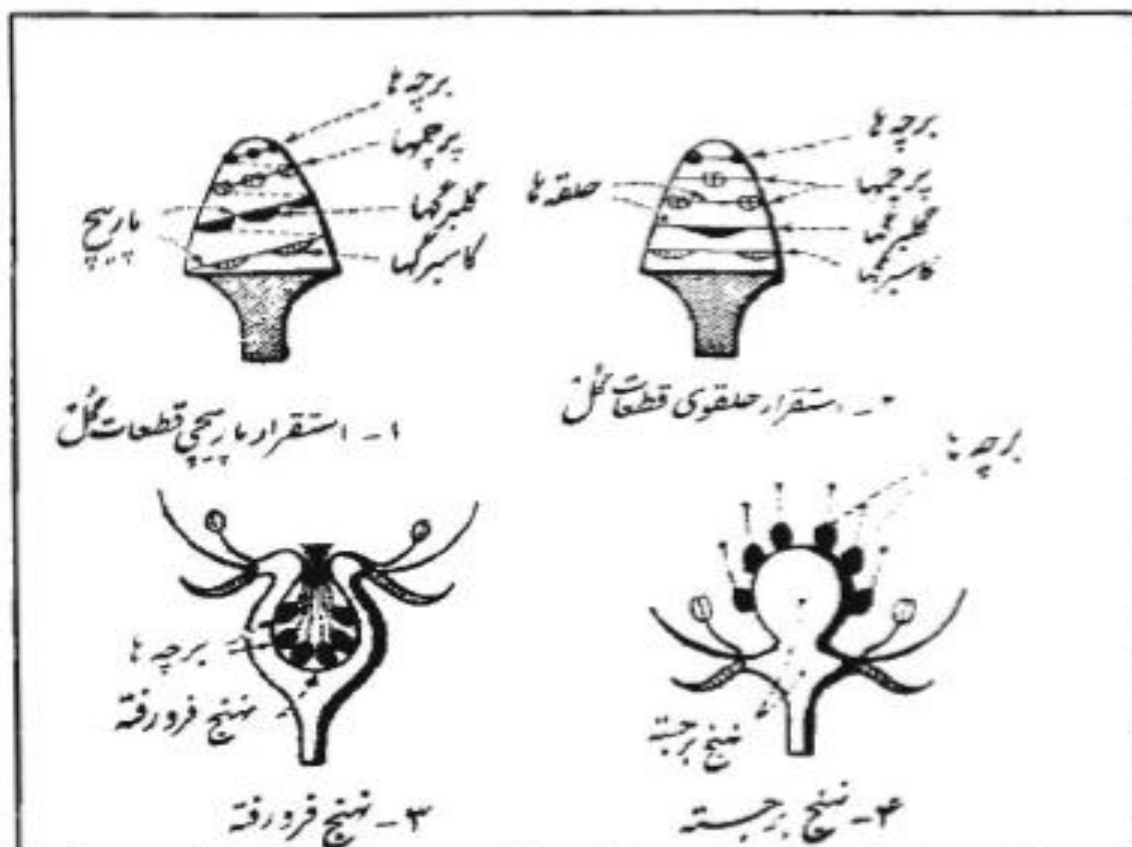
بوجود می‌آورند . جام بعضی از گلها (مو) ، سبز است .
 پرچمها ، اندامهای نر گلند و نافه گل را ، بوجود می‌آورند .
 برچه‌ها ، اندامهای ماده گلند و مادگی گل را ، تشکیل می‌دهند .
 از میان اندامهای گل ، تنها پرچمها و برچه‌ها ، به کار تولید مثل
 می‌آیند و بقیه ، برای حفاظت یا نگهداری سایر اندامها یا جلب
 حشرات است .



شکل ۹۹ : گل آلاله

وضع نهنج گل - نهنج گل ، ممکن است برجسته یا فرو رفته
 باشد . اگر برجسته باشد ، اندامهای دیگر ، در سطح برجسته آن و اگر
 فرو رفته باشد ، در کناره یا ته آن ، قرار می‌گیرند . اندامهای گل ، ممکن
 است در امتداد خطی مارپیچی یا روی دواير متحدالمركز ، روی نهنج ،

قرار گیرند . وضع مارپیچی نادر است ، (گل یخ) ، (شکل ۱۰۰-۱) . در گروهی از گیاهان ، مثل آلاله ، گلبرگها و کاسبرگها ، روی حلقه‌های متحد-المرکز ، قرار دارند و حال آنکه پرچمها و برچه‌ها ، صورت مارپیج دارند ، (شکل ۱۰۰-۲) .



شکل ۱۰۰ : وضع استقرار اندامهای گل ، روی منج

شماره اندامهای گل ، در گلهایی که وضع مارپیج دارند ، نامحدود است ، مانند تمام پوششهای گل یخ و پرچمها و برچه‌های آلاله . ولی ، در گلهایی که اندامهای آن روی حلقه‌ها قرار دارند ، شماره آنها محدود است ، مثل خشخاش که همیشه چهار گلبرگ و آلاله که همیشه پنج کاسبرگ و پنج گلبرگ دارد .

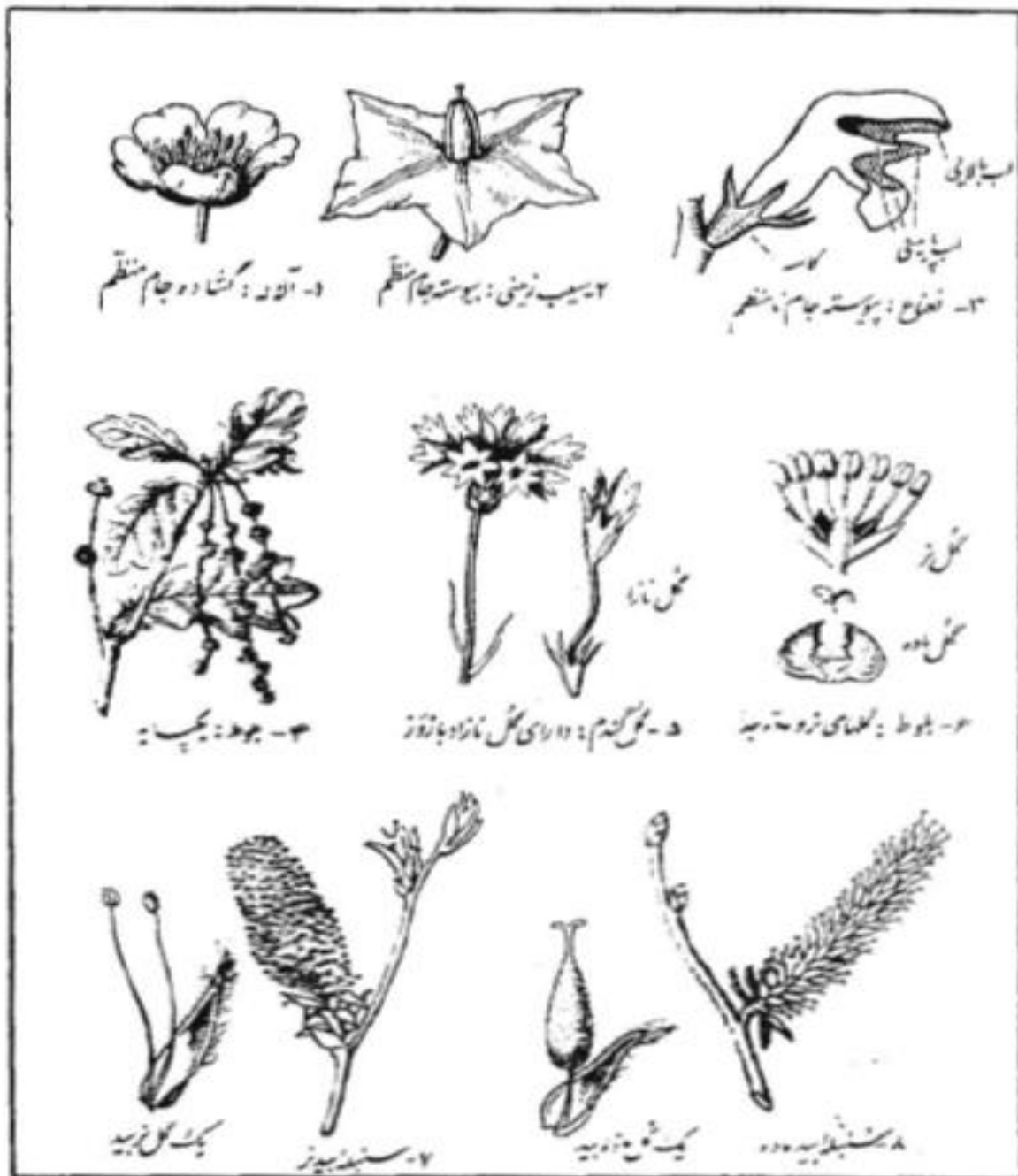
در هر گل ، معمولا چهار حلقه متمایز ، تشخیص داده می شود: حلقه کاسبرگها ، حلقه گلبرگها ، حلقه پرچمها و حلقه برچه ها . ممکن است ، بر اثر کثرت تعداد اجزای یکی از چهار حلقه ، آن حلقه را ، به صورت دو یا چند حلقه ، نمایش داد ، مانند شمعدانی که دو حلقه پرچم دارد .

تعداد قطعات هر حلقه در گیاهان تک لپه ای ، معمولا ۳ یا مضرب آن است ، ولی در گیاهان دو لپه ای ، ۴ یا ۵ یا مضربی از این اعداد است . اندامهای گل ، در بعضی از گیاهان ، جدا از هم و در برخی دیگر ، پیوسته اند . از این رو ، انواع زیر ، تشخیص داده می شوند :

- ۱- گلپای جدا کاسبرگ ، (آلاله) و پیوسته کاسبرگ ، (میخک) .
- ۲- گلپای گشاده جام ، (لاله) و پیوسته جام ، (سیب زمینی) .
- ۳- گلپای جدا پرچم ، (بد) و پیوسته پرچم ، (لویا و ختمی) .
- ۴- گلپای جدا برچه ، (گل سرخ) و پیوسته برچه ، (سیب) .

اقسام گل - گلی که چهار بخش اصلی ، یعنی ، کاسه ، جام ، نافه و مادگی دارد ، **گل کامل** است ، (آلاله) . گلی که یک یا چند حلقه از حلقه های اندامها را نداشته باشد ، **گل ناقص** است . اگر اندامهای گل کمر ، نسبت به محور گل ، قرین باشند ، **گل منظم** است ، (آلاله و گل سرخ) . در صورتی که تقارن گل ، دو طرفی باشد ، **گل نامنظم** است ، (گل لویا و نعناع) .

گلپای ناقص ، ممکن است فقط کاسه یا جام داشته باشند یا فاقد هر دو قسمت باشند ، مانند گل نیدکه بی گلبرگ است و گل زیان گنجشک که عاری از هر دو پوشش است .



شکل ۱۰۱ : انواع گل

گل نر : از اندامهای زاینده ، فقط پرچم دارد ، (گل نریند) .
 گل ماده ، از اندامهای زاینده ، فقط برچه دارد ، (گل ماده یید) .

گل نر ماده ، هم پرچم دارد ، هم برچه ، (آلاله) .
گل نازا ، فاقد هر دو اندام زاینده است ، (گلهای کناری گل
کنم) .

اگر گلهای نر و گلهای ماده ، روی شاخه های يك درخت قرار
گیرند ، آن گیاه ، یکپایه است ، (فندق) .
اگر گلهای نر ، روی يك درخت و گلهای ماده ، روی درخت دیگر ،
قرار داشته باشند ، گیاه را ، دو پایه گویند ، (خرما و پید) .

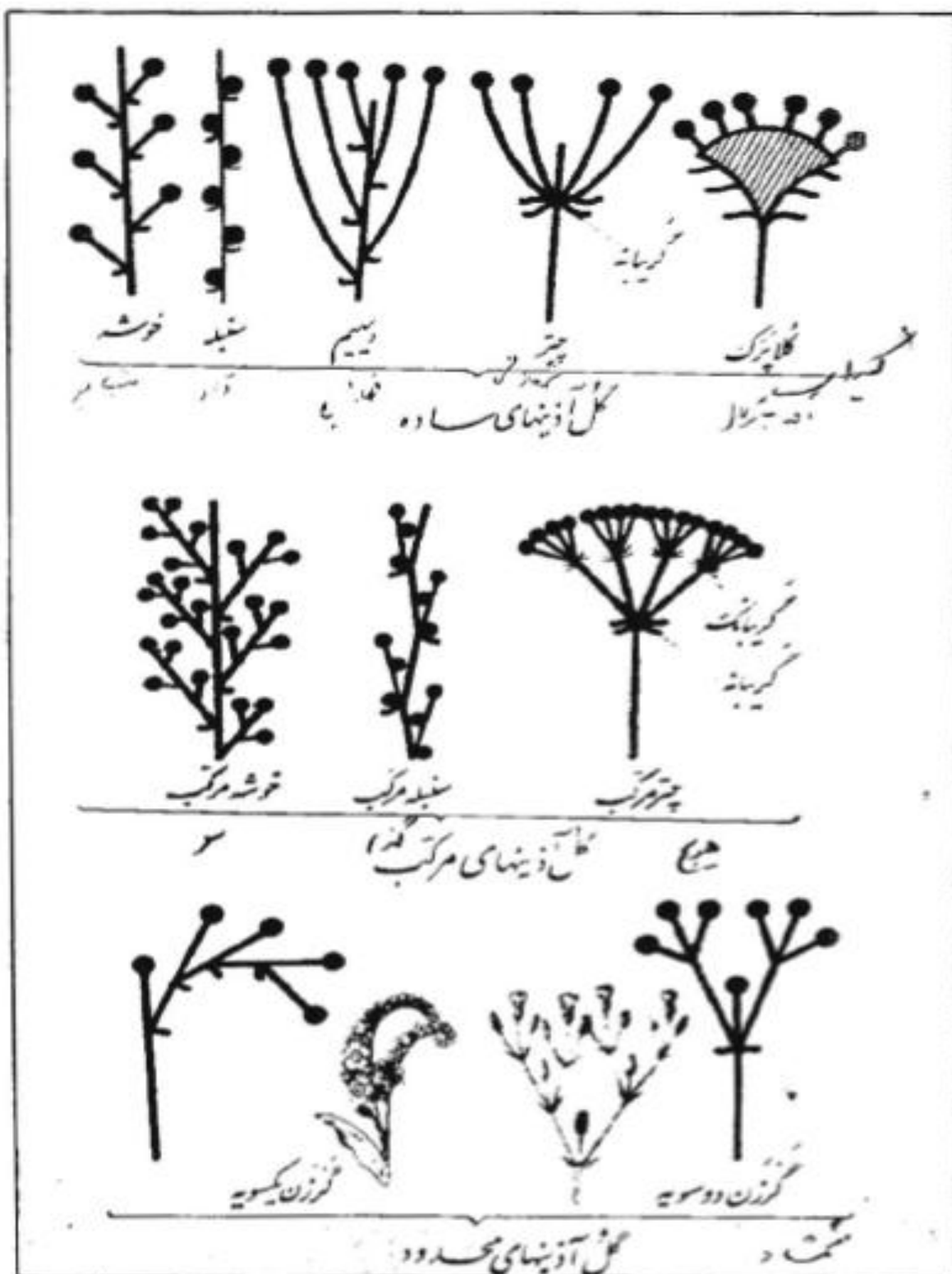
گل آذین

بعضی از گلهای ، مانند لاله و لادن و بنفشه ، بطور منفرد ، روی شاخه ها
دیده می شوند ؛ ولی ، غالب گلهای ، مجتمعند . وضع فراهم آمدن گلهای ، بر روی
شاخه گل آذین نام دارد . گل آذین ، دو گونه است : ساده و مرکب .
۱ - گل آذین ساده - اگر گلهای ، بدون آنکه دمکنهای آب
منشعب شوند ، روی دمگل اصلی قرار گیرند ، گل آذین ساده است .
گل آذینهای ساده ، عبارتند از :

گل آذین خوشه ای که در آن گلهای ، با فواصل تقریباً مساوی ،
در حول دمگل اصلی قرار دارند و در پای هر دمگل فرعی ، يك برگ
هست ، (شب بو) .

گل آذین سنبله که نوعی خوشه ای است و در آن گلهای ، دمگل
ندارند یا دمگل کوتاه دارند ، (بارهنگ و گلهای نر گردو) .

گل آذین چتری که در آن همه گلهای ، با دمگلهای مساوی ، از
انتهای محور ، خارج می شوند و به صورت چتر ، در می آیند ، (گیلاس و
عشقه و شمعدانی) .



شکل ۱۰۲ : انواع گل آذین

گل آذین دیهیم که شبیه گل آذین خوشه‌ای است و در آن ، دمکلهای گل‌های بایینی ، درازتر و دمکلهای گل‌های بالایی ، کوتاه‌ترند و گلها ، تقریباً ، در يك سطح قرار می‌گیرند ، (کلابی) .

گل آذین کپه‌ای ، (کلاپرک) که در آن ، گلها ، روی نهنج بر-جسته‌ای ، قرار دارند ، (گل گندم و آفتاب گردان) . در این گل آذین ، غالباً دو نوع گلچه هست : گلچدهی کناری نهنج ، زبانه‌ای و گلچه‌های میانی ، لوله‌ای هستند .

۲ - **گل آذین مرکب** - اگر هر دمکل فرعی ، به نوبه خود ، منشعب شود ، تشکیل گل آذین مرکب می‌دهد ، مانند گل آذین خوشه‌ای مرکب مو و یاس بنفش و سنبله مرکب گندم و چتر مرکب هویج .

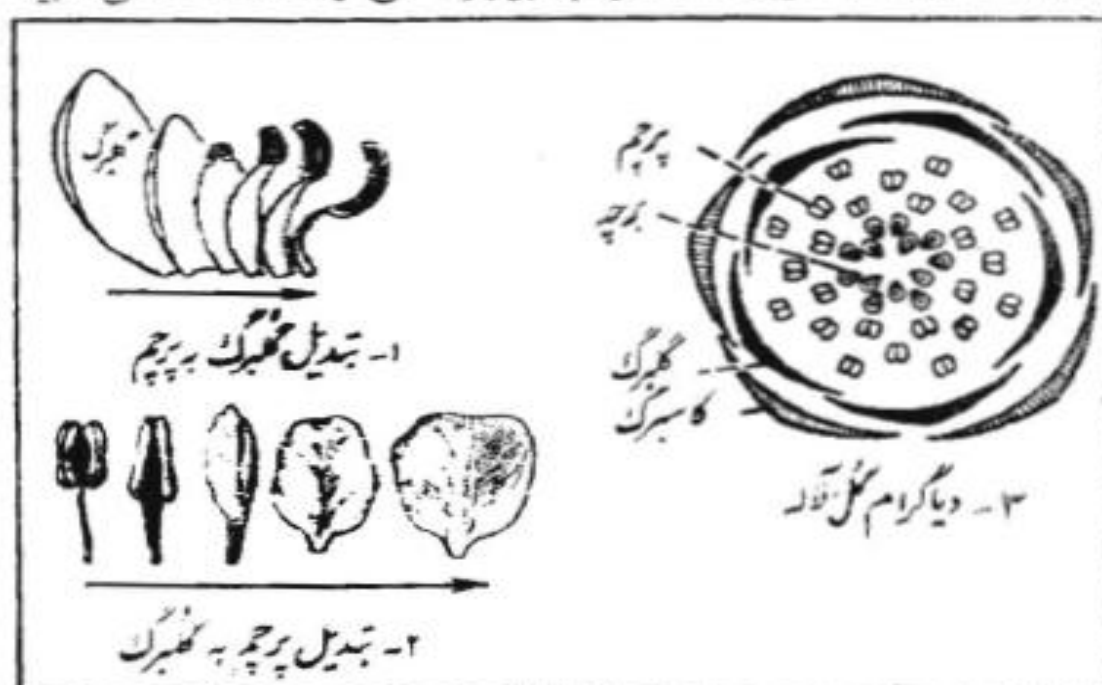
در **گل آذین گریز** ، گلپ ، از دو طرف دمکل اصلی ، یا از يك طرف آن ، خارج می‌شوند ، بطوری که گل آذین ، به سمت راست یا چپ ، خم می‌شود اگر دمکلهای ، از دو سمت دمکل اصلی ، منشعب شوند ، گریز ، دوسویه است ، (شمشاد رسمی) و اگر از يك طرف منشعب شوند ، گریز ، یکسویه است . اگر در گریز یکسویه ، گلها به طرف داخل پیچیدگی حاصل کنند ، شبیه دم عقرب شده و دم عقربی ، نامیده می‌شود ، گریز زبان و گل فراموشم مکن) . اگر دمکلهای ، بتناوب ، از راست و چپ ، منشعب شوند ، گریز ، بال ملخی است ، (زنبق) .

دیاسگرام گل - برای نشان دادن تعداد اندامهای گل تخم وضع قرار گرفتن آنها ، بصورتی ساده ، معمولاً با سطحی فرضی ، عمود بر امتداد محور گل ، آن را قطع می‌کنند و تصویر اندامهای گل را ، روی دایره‌هایی ، بر آن صفحه ، نشان می‌دهند . این تصویر ، **دیاسگرام گل** نام دارد . در شکل ۱۵۳ ، که دیاسگرام گل آلاله نشان داده شده است ، بخوبی آشکار است

که این گل ۵ کاسبرگ جدا و ۵ گلبرگ جدا و عده زیادی پرچم و تعدادی پرچه‌های جدا، دارد.

ساختمان و کار اندامهای گل

اندامهای چهارگانه گل، گرچه ظاهراً تفاوت بسیار دارند، از آنجا که عموماً از تغییر شکل برگها بوجود می‌آیند، ساختمانی شبیه



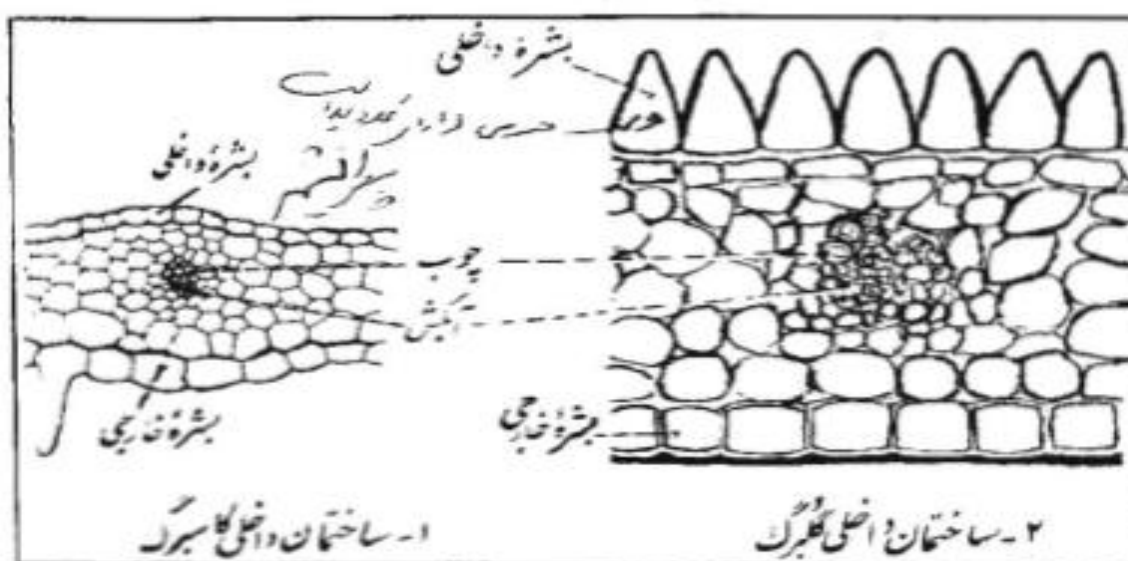
شکل ۱۰۳: تبدیل پرچم به گلبرگ و بالعکس - دیگرام گل

یکدیگر دارند. در بعضی از گیاهان، مانند نیلوفر آبی، تغییر شکل تدریجی گلبرگ به پرچم، یا در گل سرخ، تبدیل تدریجی پرچم به گلبرگ، بخوبی معلوم است.

ساختمان کاسبرگ - ساختمان درونی کاسبرگ، شبیه ساختمان

درونی برگ و بسیار ساده است و از دو بشره روزنه دار خارجی و داخلی و پارانشیم کلروفیلی حفره دار و چند دسته آوند چوب آبکش، ساخته شده است، (شکل ۱۵۴).

ساختمان گلبرگ - گلبرگها، مانند کاسبرگها، ساختمان ساده دارند. بشره بالایی غالب گلبرگها، از سلولهای هرمی شکل، ساخته شده است و محتوی کروموپلاست، در سیتوپلاسم یا رنگیزه های دیگر، در



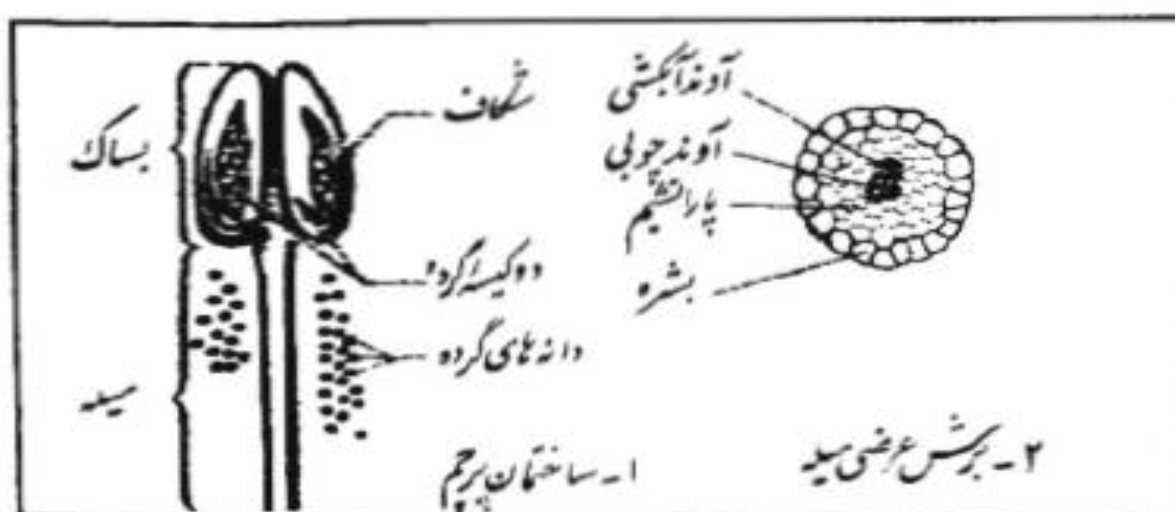
شکل ۱۵۴: ساختمان کاسبرگ و گلبرگ

واکوئول است. رنگهای گوناگون گلها، به سبب وجود رنگیزه های گوناگون محلول در شیره واکوئول سلولهای بشره است. کاسبرگها و گلبرگها، چنانکه قبلا اشاره شد، از پوششهای گل هستند و کارشان محافظت اندامهای داخلی است. شپدی که در بیشتر گلبرگها هست و نیز رنگهای متنوع و بوی مخصوص گلبرگها، باعث جلب حشرات می شود و در عمل گرده افشانی، اثر بسیار دارد.

ساختمان پرچم - پرچم ، اندام نر گل و دارای دو قسمت میله و بساک است .

میله ، شبیه برگ باریکی است که یک رنگبرگ و مقداری پارانشیم دارد و بشره آنها را ، در میان می گیرد . رنگ میله ، غالباً سفید است ، (شکل ۱۰۵) .

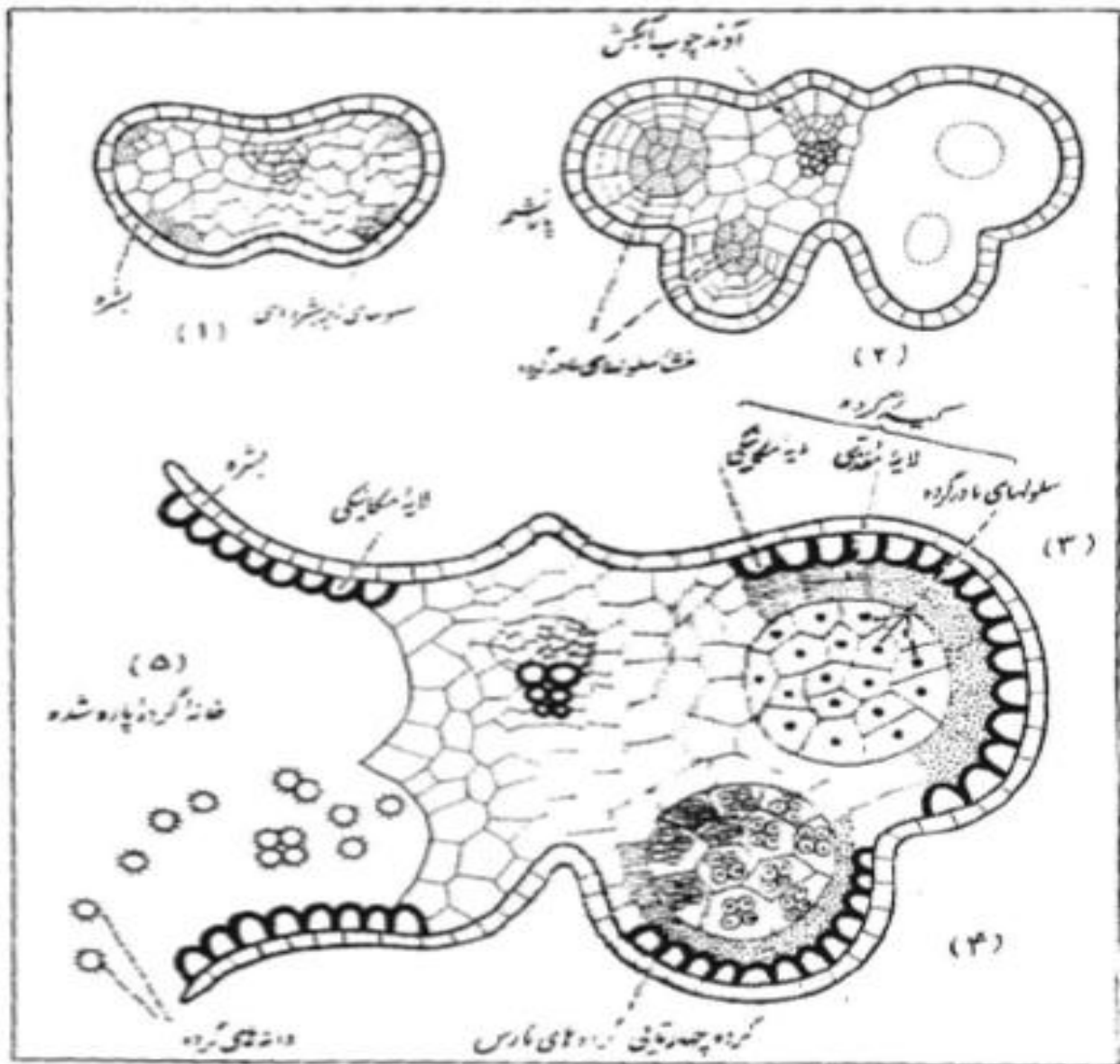
بساک ، در آغاز نمو ، پارانشیم یکنواختی دارد که بشره آن را در میان می گیرد . درون پارانشیم ، ابتدا یک دسته آوند چوب آبکش ، از میله وارد می شود و در چهار گوشه بساک ، گروهی از سلولها ، شروع



شکل ۱۰۵ : ساختمان پرچم

به تقسیم شدن می کنند و سلولهایی بوجود می آورند که هسته درشت دارند و سلولهای مادر گرده ، نامیده می شوند . از تقسیم هر سلول مادر گرده ، چهار دانه گرده بوجود می آید .

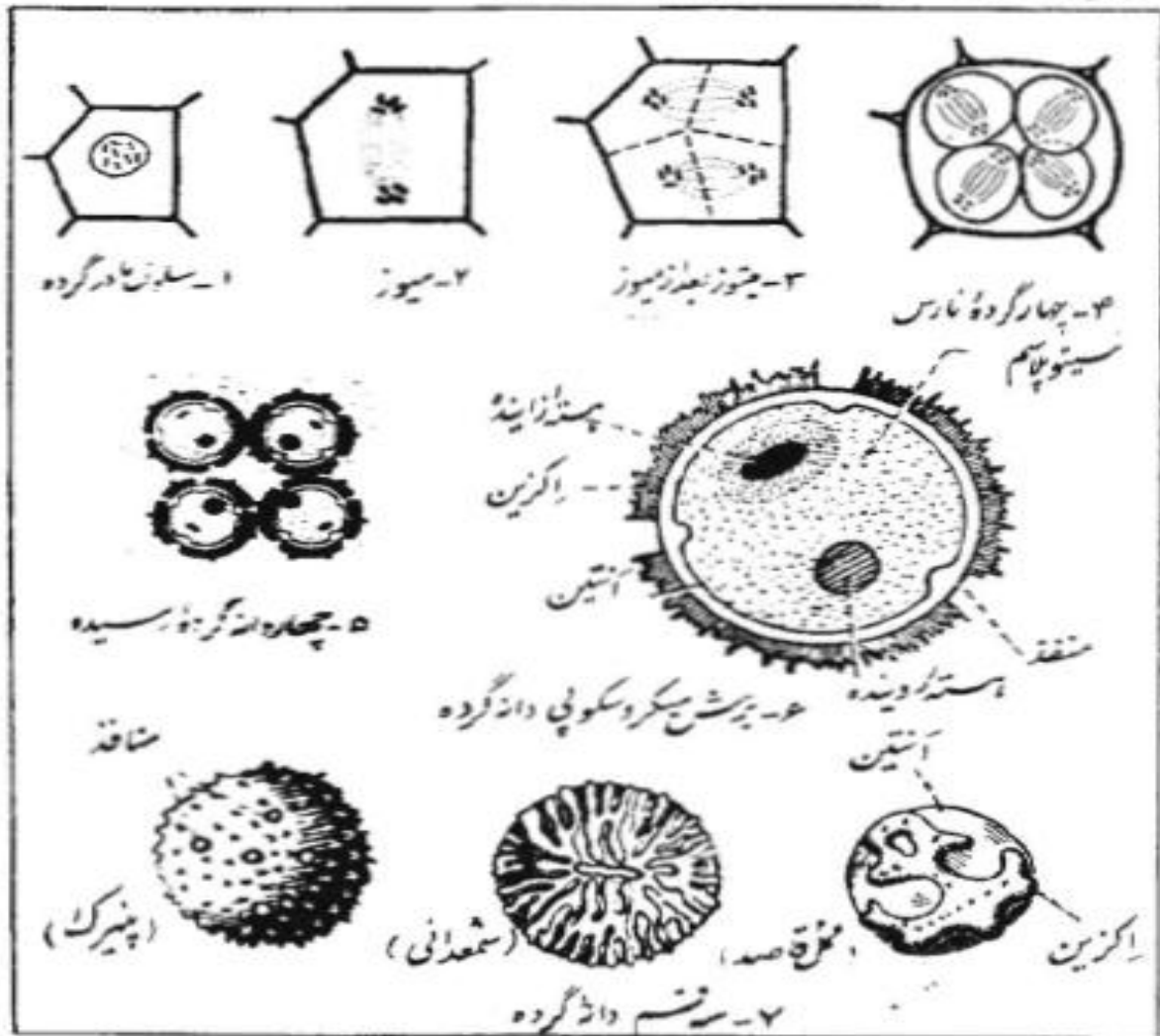
بساک کامل ، دارای چهار حفره ، به نام کیسه های گرده ، است . رنگ کیسه های گرده ، زرد است . هر کیسه گرده از این لایه ها ، پوشیده شده است (شکل ۱۰۶) :



شکل ۱۰۶ : ساختمان بسات و رشد تدریجی آن

- ۱- بشرد کونینی شده روز نه دار .
- ۲- لایه مکانیکی که غشای سلولهای آن ، در سطح خارجی ،
- سلولری و در قسمت داخلی ، جویی است .
- ۳- يك یا دو لایه مغذی که مواد موجود در سلولهای آن ، صرف

تغذیه و رویش سلولهای مادر گرده می شود .
 هر سلول مادر گرده ، $2n$ کروموزوم دارد و دوبار تقسیم می شود .
 اولی به طریقه میوز ، دومی به روش میتوز و چهار سلول n کروموزومی



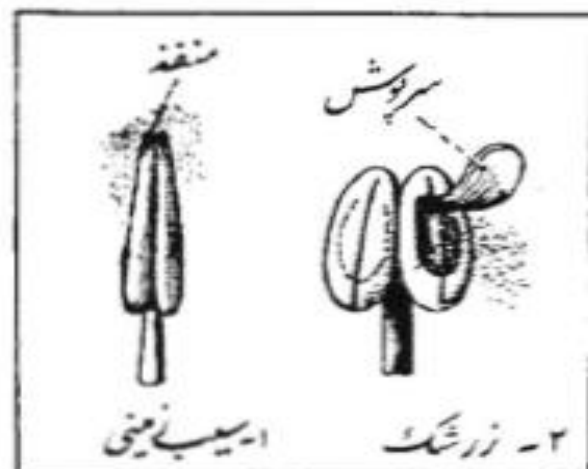
شکل ۱۵۷ : تکوین دانه گرده

بوجود می آورد که هر يك ، يك دانه گرده است . هسته درون دانه گرده ، دو قسمت می شود و دو هسته ، بوجود می آورد : هسته زویننده و هسته زاینده . دانه های گرده ، در آغاز تشکیل ، به هم متصلند ، ولی

بعداً ، بر اثر ژله‌ای شدن ، دیوارهٔ میان آنها ، از یکدیگر ، جدا می‌شوند ، (شکل ۱۰۷) .

پس از رسیدن بساک ، دیوارهٔ میان هر کیسهٔ گرده یک طرف از میان می‌رود و در هر طرف ، کیسهٔ یزرگی ، به نام **خانهٔ گرده** ، بوجود می‌آید .
شکفتن بساک - علت شکفتن بساک ، تأثیر حرارت محیط ، بر لایهٔ مکانیکی آن است . چنانکه قبلاً اشاره شد ، غشای سلولهای لایهٔ مکانیکی ، از داخل ، چوبی و از خارج ، سلولزی است . بر اثر حرارت محیط ، دیوارهٔ سلولزی لایهٔ مکانیکی ، آب بیشتری از دست می‌دهد و جمع می‌شود ؛ پس ، کششی ، در سطح خارجی این لایه ، حاصل می‌شود که سبب پاره شدن آن ، در نقاط کم مقاومت حد فصل میان دو کیسهٔ گرده می‌شود (شکل ۱۰۸) .

بیشتر بساکها ، یا نیک شکاف طولی باز می‌شوند ، (سوسن) ، ولی گاهی ، منافذی ، در انتهای خانه‌های گرده ، بوجود می‌آید ، (میزبینی) . در زرشک ، هر خانهٔ گرده ، بد وسیلهٔ سرپوش کوچکی ، از پهلوی بساک ، باز می‌شود .



شکل ۱۰۸ : دو نمونه ، از شکفتن بساک .
ساختمان دانهٔ گرده - دانهٔ گردهٔ سلول درشت زرد رنگی ، دارای این اجزا است : پوستهٔ بیرونی ، پوستهٔ درونی ، سیتوبلاسم .

پوستهٔ بیرونی ، (اکزین) ، ضخیم و کوتینی است و عموماً منافذ

و برجستگیها و خارهایی دارد .

پوسته درونی ، (آتین) ، نازك و سلولزی است و در مقابل منافذ پوسته بیرونی ، ضخیم تر است .

سیتوپلاسم ، محتوی دو هسته است : هسته روینده درشت و هسته زاینده كوچك .

ساختمان مادگی - مادگی نیز ، مانند سایر اندامهای گل ، از تغییر شکل برگ ، بوجود می آید . این برگ تغییر شکل یافته را ، برچه می گویند . مادگی ، ممكن است از يك یا چند برچه ، ساخته شده باشد . " برچه "

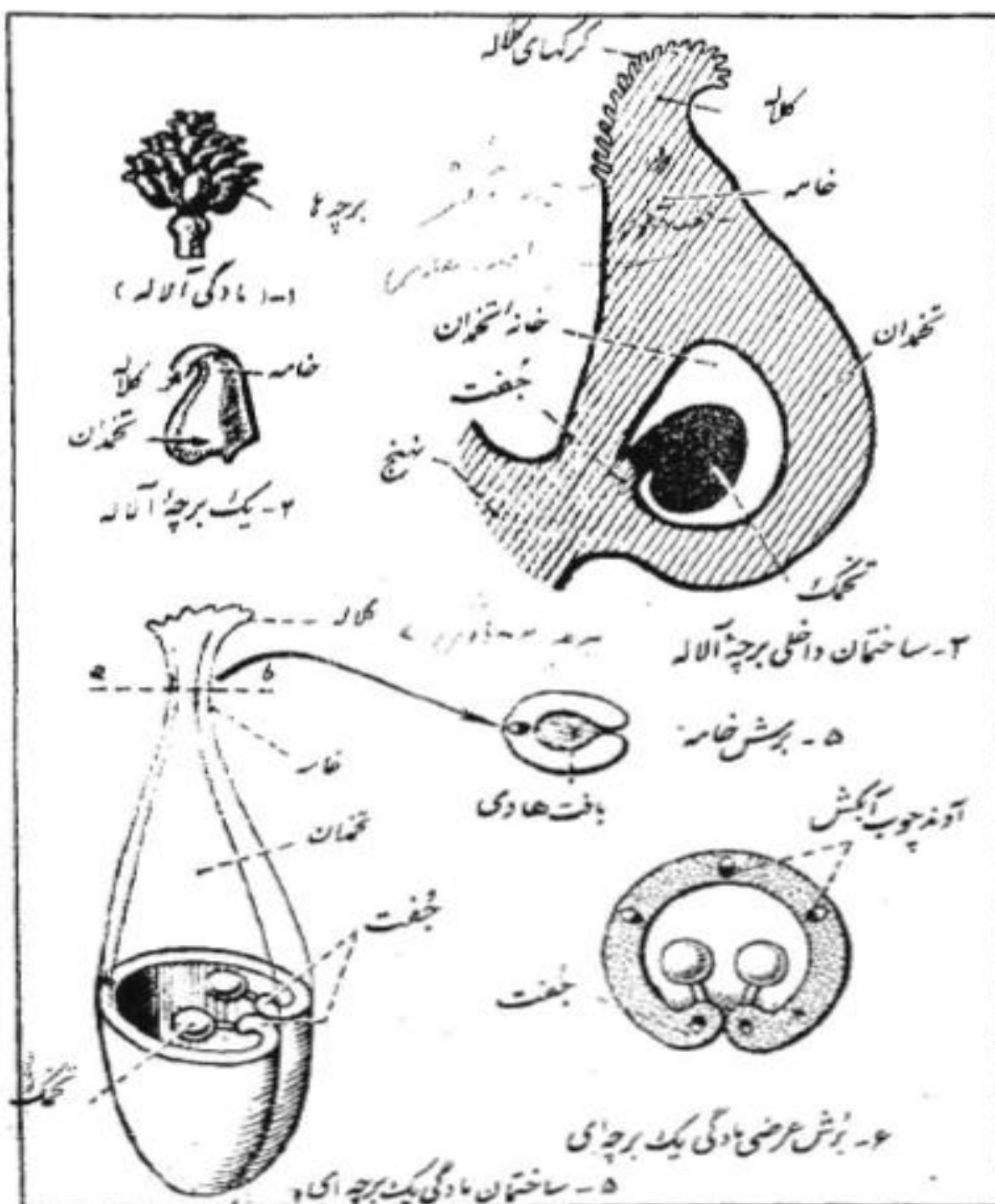
مادگی ، عموماً سه قسمت دارد : **كلاله** ، **خامه** ، **تخمندان** .
كلاله ، قسمت انتهایی برچه است و غالباً ، بهین و كركدار است .
كركهای كلاله ، آغشته به ماده چسبناکی است كه دانه های گرده را ، بمحض تماس ، نگه می دارد .

خامه ، لوله باریکی است كه گاهی بسیار كوتاه و گاهی بلند است .
خامه ، بافت پارانشیم یكتواختی دارد كه بشرهای ، آن را درمیان می گیرد .
يك دسته آوند چوب آبكش ، در سرتاسر دیواره خامه هست . در سرتاسر خامه ، بافت مخصوصی ، به نام **بافت هادی** نیز وجود دارد .

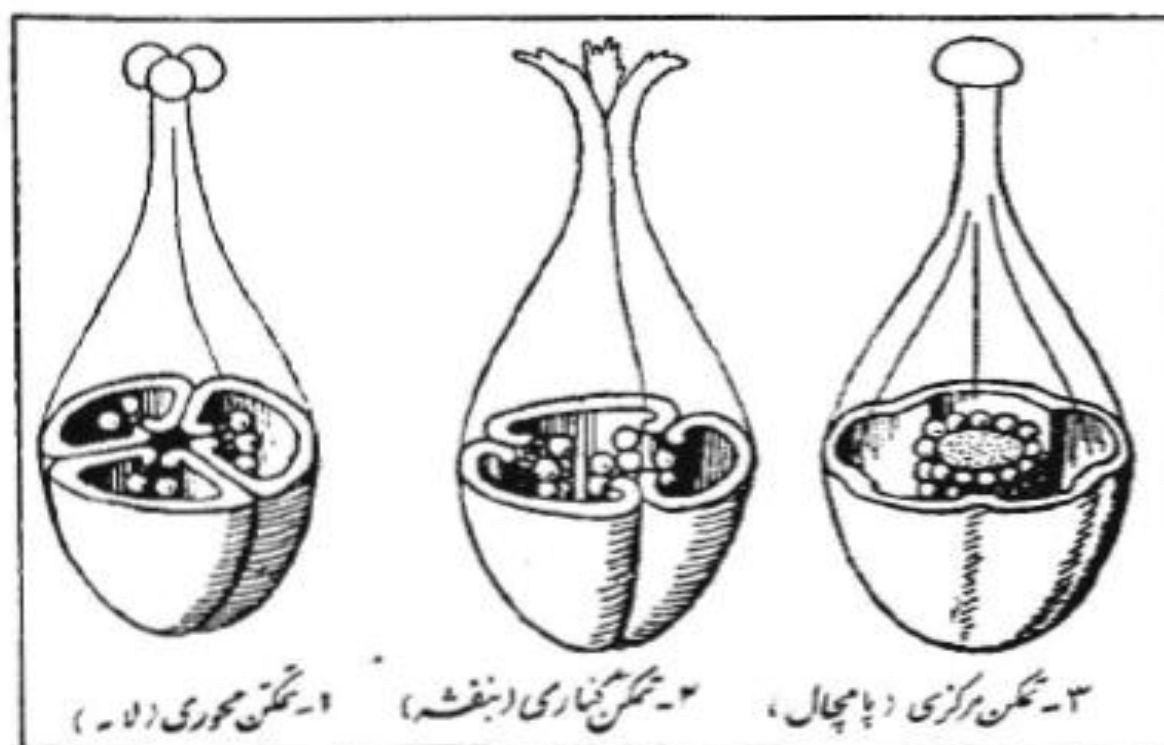
تخمندان ، قسمت اصلی برچه است و عموماً حجیم و محتوی يك یا چند **تخمك** است . جایی كه **تخمك** ، به دیواره تخمدان ، متصل می شود کمی برجسته است و **جفت** ، نام دارد . يك دسته آوند چوب آبكش ، از جفت ، وارد هر **تخمك** می شود .

مادگی ، ممكن است يك برچه ای یا چند برچه ای باشد .

مادگی يك برچه ای ، مانند لوبیا .



در مادگی چند برچه‌ای، برچه‌ها، ممکن است از هم جدا ولی نزدیک هم، روی نهج باشند، مانند مادگی آلاله و ممکن است، چند برچه، به هم بچسبند و مادگی یکپارچه بوجود آورند که به چند شکل زیر، دیده می‌شوند، (شکل ۱۱۵):



شکل ۱۱۵: انواع تخمک

- ۱- مادگی چند برچه‌ای چند خانه‌ای، که برچه‌های آن، پهلوی هم قرار دارند و خانه‌ها، از هم جدا هستند و تخمکها، روی محور میانی، قرار دارند، مانند آلاله که سه برچه به هم چسبیده دارد.
- ۲- مادگی چند برچه‌ای یک خانه‌ای، که به دو صورت دیده می‌شوند:
- الف- اگر برچه‌ها از کنار، به هم متصل شوند، یک خانه بوجود

می آورند و تخمکها، به کنار تخمدان، متصل می شوند، مانند مادگی بنفشه .
 ب - اگر دیواره مشترک خانه ها، از میان برود، تخمدان، يك خانه ای
 می شود و تخمکها، روی ستون میان، می چسبند، مانند مادگی پامچال .
 تمکن - نوع استقرار تخمکها را، در داخل تخمدان، تمکن می-
 گویند. سه نوع تمکن، شناخته شده است: محوری، کناری و مرکزی .
 در تمکن محوری، تخمکها، به محور مادگی که از اتصال کناره
 داخلی برچه ها، تشکیل شده است، متصلند . در این حالت، تخمدان، به
 تعداد برچه ها، خانه دارد، مانند تخمدان سوسن و زنبق و لاله که سه خانه
 دارد، (شکل ۱۱۵-۱) .

در تمکن کناری، تخمکها، به کناره تخمدان، اتصال دارند،
 مانند تخمدان بنفشه .

در تمکن مرکزی، تخمک، بر روی يك برجستگی مرکزی،
 چسبیده اند، مانند پامچال. گاهی ممکن است، تخمکها، بطور پراکنده،
 در سطح تخمدان، چسبیده باشند، مانند خشخاش . این نوع تمکن را،
 پراکنده می نامند .

ساختمان تخمک - تخمک، جسمی است بیضی شکل که درون
 تخمدان بوجود می آید و پس از تغییر و تکامل به دانه تبدیل، می شود .
 اجزای تخمک، عبارتند از :

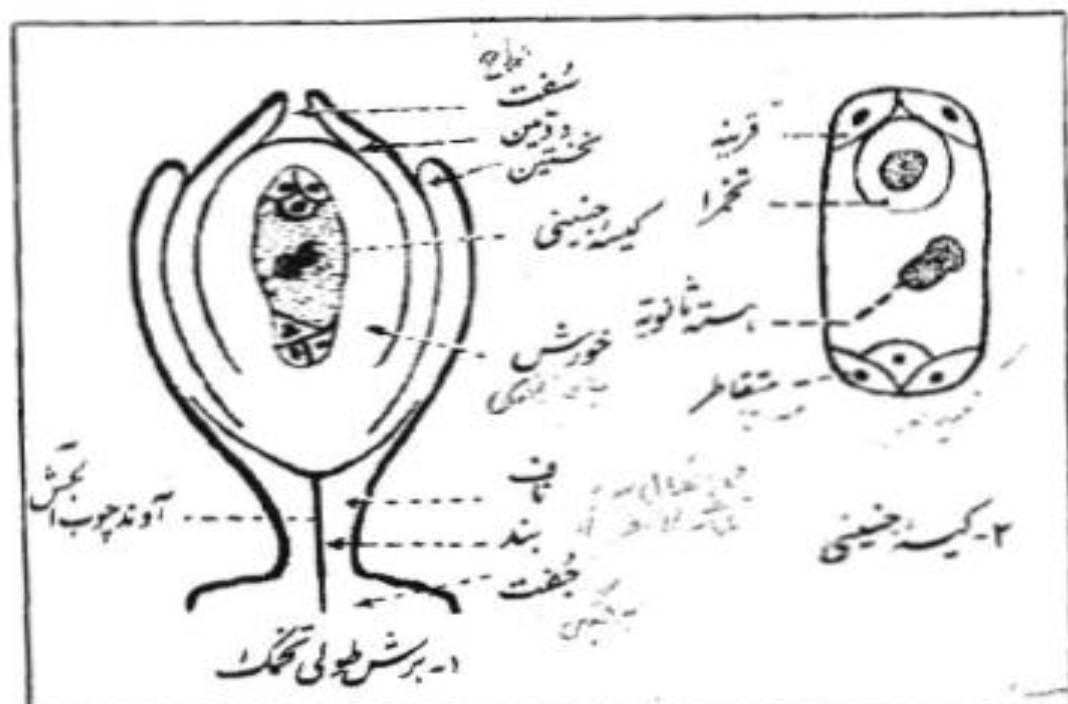
دوپسته، در بیرون، به نام نخستین و دومین .

باقی مغذی، در وسط، به نام خورش .

سوراخی در بالا، به نام سفت .

کیسه‌ای در وسط خورش، به نام کیسه جنینی، واقع است که در آن يك سلول تخمزا و يك هسته ثانویه و دو سلول قرینه و سه سلول متقاطع است.

بخشی باریک، به نام بند، تخمک را، به دیواره تخمدان، متصل



شکل ۱۱۱ : ساختمان تخمک

می‌کند. برجستگی محل این اتصال، چنانکه گفتیم، جفت نام دارد. محل اتصال بند، به بدنه تخمک، به ناف، موسوم است. پیدایش تخمک، بدین نحو است که ابتدا در ناحیه جفت، برجستگی کوچکی ظاهر می‌شود که خورش را بوجود می‌آورد. اطراف برجستگی، دو پوسته، به نام فحستین و دومین، رشد می‌کنند، ولی دو قسمت سر برجستگی، از یکدیگر دور مانده و منفذی به نام سُفْت تشکیل می‌دهند. قسمت پایینی برجستگی باریکتر می‌شود و پایه‌ای، به

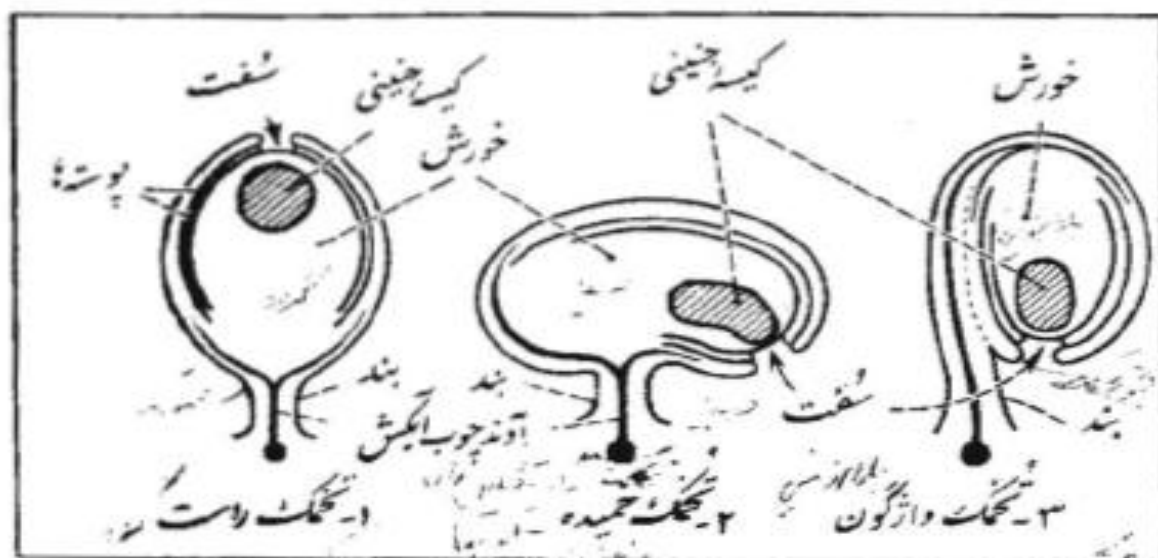
نام بند ، بوجود می آورد . يك دسته آوند چوب آبکش ، از محل جفت وارد بند می شود و منشعب می شود .

۱۱۲ **کیسه جنینی** ، بدین طریق بوجود می آید که پس از پیدایش خودش ، یکی از سلولهای آن ، که مجاور سفت قرار دارد ، بزرگتر می شود و از سایر سلولها ، متمایز می شود . این سلول که **مادر کیسه جنینی** نام دارد و صاحب $2n$ کروموزوم است ، ابتدا ، دو قسمت می شود (هر قسمت دارای $2n$ کروموزوم است) . یکی از دو سلول ، در بالا قرار می گیرد و دیگری ، در پایین . سلول پایینی ، که سلول اصلی سازنده کیسه جنینی است ، دو بار تقسیم می شود . تقسیم اول ، میوز و تقسیم دوم ، میتوز است . در نتیجه دو تقسیم ، چهار سلول n کروموزومی بوجود می آید . اولین سلول ، از پایین ، به کیسه جنینی تبدیل می شود . ولی سه سلول بالا ، بتدریج از بین می روند . هسته این سلول (شکل ۱۱۲-۸) ، سه بار متوالی تقسیم می شود و هشت سلول بوجود می آورد که هر يك ، دارای n کروموزوم است . در قطب بالای کیسه جنینی ، دو هسته در طرفین و یکی در وسط ، قرار می گیرد و مقداری سیتوپلاسم ، هریک را در میان می گیرد . دو سلول کناری ، **قرینه ها** و سلول میانی ، **تخمدان** را بوجود می آورد که بمنزله اولین سلول ماده است . سه هسته دیگر ، در قطب مقابل کیسه ، قرار می گیرند و سلولهای **مقاطر** را ، بوجود می آورند . دو هسته باقیمانده ، در وسط کیسه جنینی ، **هسته ثانوی** را بوجود می آورند . این هسته ، به خلاف سلولهای دیگر کیسه جنینی ، دارای $2n$ کروموزوم است و بمنزله دومین سلول ماده است .

اقسام تخمك - سه نوع تخمك ، در گیاهان هست: راست، خمیده،

واژگون . اگر جسم تخمك ، در امتداد بند آن قرار داشته باشد ، تخمك

بیشتر تخمکها، واژگون هستند. در این حالت، جسم تخمک، موازی بند ناف و چسبیده به آن، قرار می گیرد و سفت، نزدیک بند است، مانند بادام زمینی. بعضی از تخمکها، خمیده اند و این در صورتی است که جسم تخمک، با بند، زاویه ای تشکیل دهد، مانند تخمک نوپا و نخود و شب بو.



شکل ۱۱۳: انواع تخمک

فیزیولوژی گلی

ترکیب سلولهای نر و ماده گل، که نتیجه اش بوجود آمدن سلول تخم و تشکیل میوه و دانه است، سه مرحله متمایز دارد: **گرده افشانی**، **نمو لوله گرده**، **لقاح مضاعف**.

۱- گرده افشانی

انتقال دانه گرده، از پرچم، بر روی کلاله مادگی، **گرده افشانی** نام

دارد. گرده افشانی، ممکن است مستقیماً، یعنی بدون واسطه عامل خارجی، صورت گیرد. در این صورت، آن را **گرده افشانی مستقیم** گویند و نیز ممکن است، با دخالت بعضی از عوامل خارجی باشد، در این حالت، گرده افشانی، **غیر مستقیم** نام دارد.

۱- **گرده افشانی مستقیم**، در گلپایی انجام می گیرد که پرچمها و مادگی آنها، هردو، در يك زمان برسند و آمده لقاح باشند. در بعضی مواقع، با بودن شرایط نامبرده نیز گرده افشانی مستقیم عملی نیست زیرا، ممکن است، موادی از کلاله ترشح شود که برای گرده های همان گل، سمیت داشته باشد (یونجه) یا وضع پرچمها و کلاله، نوعی باشد که گرده افشانی مستقیم، میسر نشود. با این حال، در گلپایی مانند نخود، لویا، پروانش و گزکنم، که پرچمها و کلاله، همیشه با هم اصطکاک دارند یا نزدیک به هم هستند، گرده افشانی، مستقیم است.

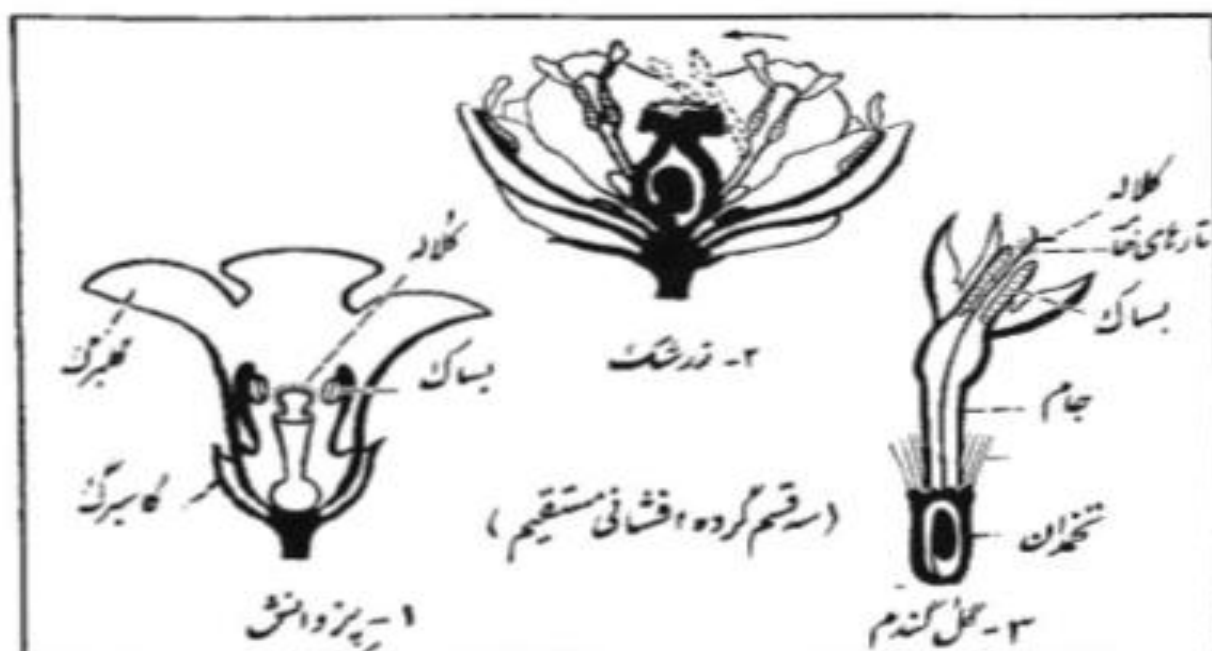
گرده افشانی مستقیم، در بسیاری از گلها، با سهولت کامل صورت می گیرد، مثلاً، در **گل زرشک**، کمترین ضربه وارد به پرچمها، موجب خم شدن آنها، به طرف کلاله و ریزش گرده ها، بر روی آن می گردد. در **گل بنفشه**، دانه های گرده، قبل از خروج از کیسه های گرده، می رویند و از دیواره بساک می گذرند و مستقیماً به کلاله می رسند.

۲- **گرده افشانی غیر مستقیم** که در بیشتر گلها صورت می گیرد، در حالات زیر، اجباری است:

الف - در گیاهان یکپایه و دو پایه که گلپای نر و ماده از یکدیگر جدا هستند (فندق و خرما).

ب - در گلپای نر ماده ای که به سبب ساختمان مخصوص گل و یا

به علت اوضاع فیزیولوژیکی مخصوص ، گرده افشانی مستقیم ، امکان پذیر نباشد ، مثلاً ، در بعضی انواع پامچل و در نعلب ، وضع پرچمها و مادگی بنحوی است که مانع افتادن مستقیم دانه گرده ، بر روی کلاله ، می شود . در برخی دیگر از گلها پرچمها و مادگی ، همزمان نمی رسند ، مثلاً ، در شمعدانی ، پرچمها ، زودتر از مادگی می رسند . در یونجه و شبدر ، کلاله گل ، ماده ای ترشح می کند که برای گرده سمی است .



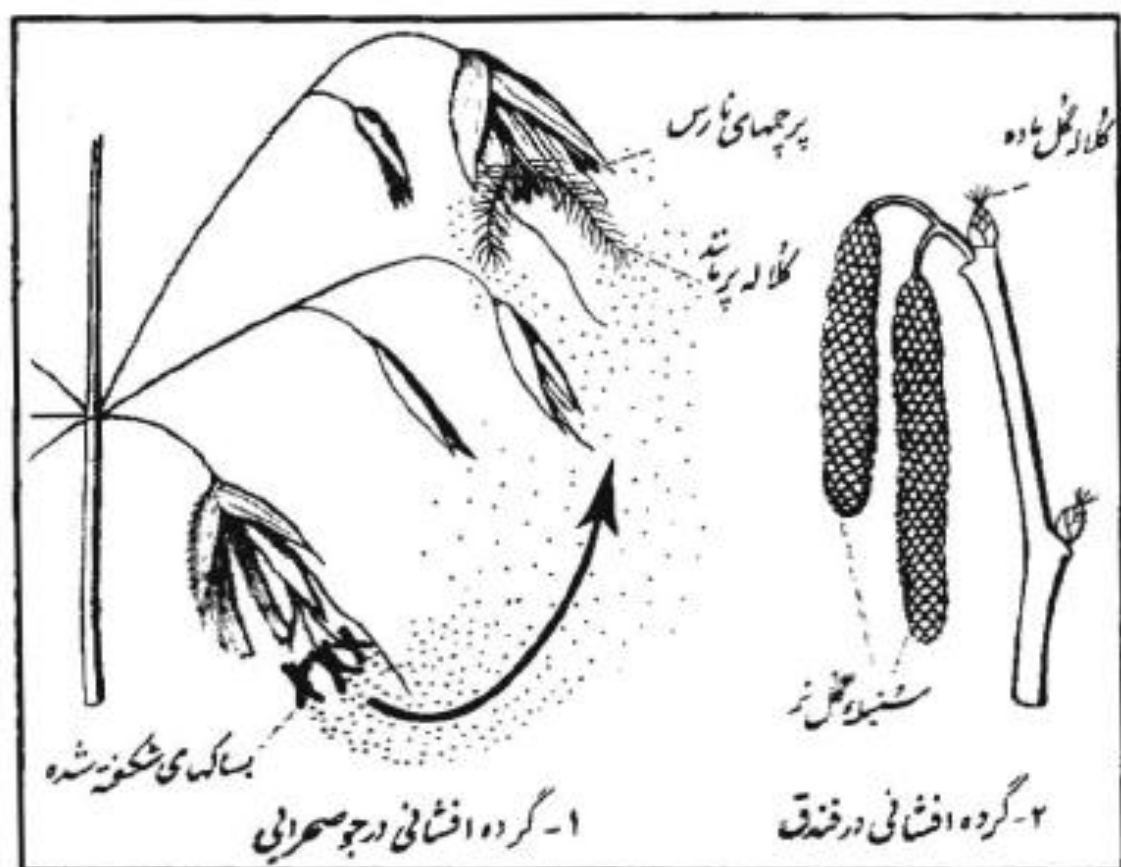
شکل ۱۱۴ : سه نوع گرده افشانی مستقیم

گردہ افشانی غیرمستقیم ، به وسیله این عوامل ، صورت می گیرد :
باد ، جاذبه زمین ، حشرات ، آب ، انسان .

الف - باد - یکی از عوامل مؤثر در گردہ افشانی است و می تواند گرده ها را ، به مسافت بسیار دور ، حمل کند . در گیاهان تیره غلات ، مانند جو صحرایی که پرچمهای آن از گلها خارجند ، بادآسانی

آنها را می‌لرزاند و گرده‌ها، را به صورت غبار، منتشر می‌کند. در فندق نیز، که گیاهی یکپایه است، باد عامل مهم گرده‌افشانی است.

۲ - جاذبه زمین - دانه‌های گرده‌ای که در سطح بالاتری قرار



شکل ۱۱۵ : گرده افشانی، در جو صحرایی و فندق به وسیله باد

گرفته‌اند، روی گل‌اله پایین تر، می‌افتند، مانند ذرت.

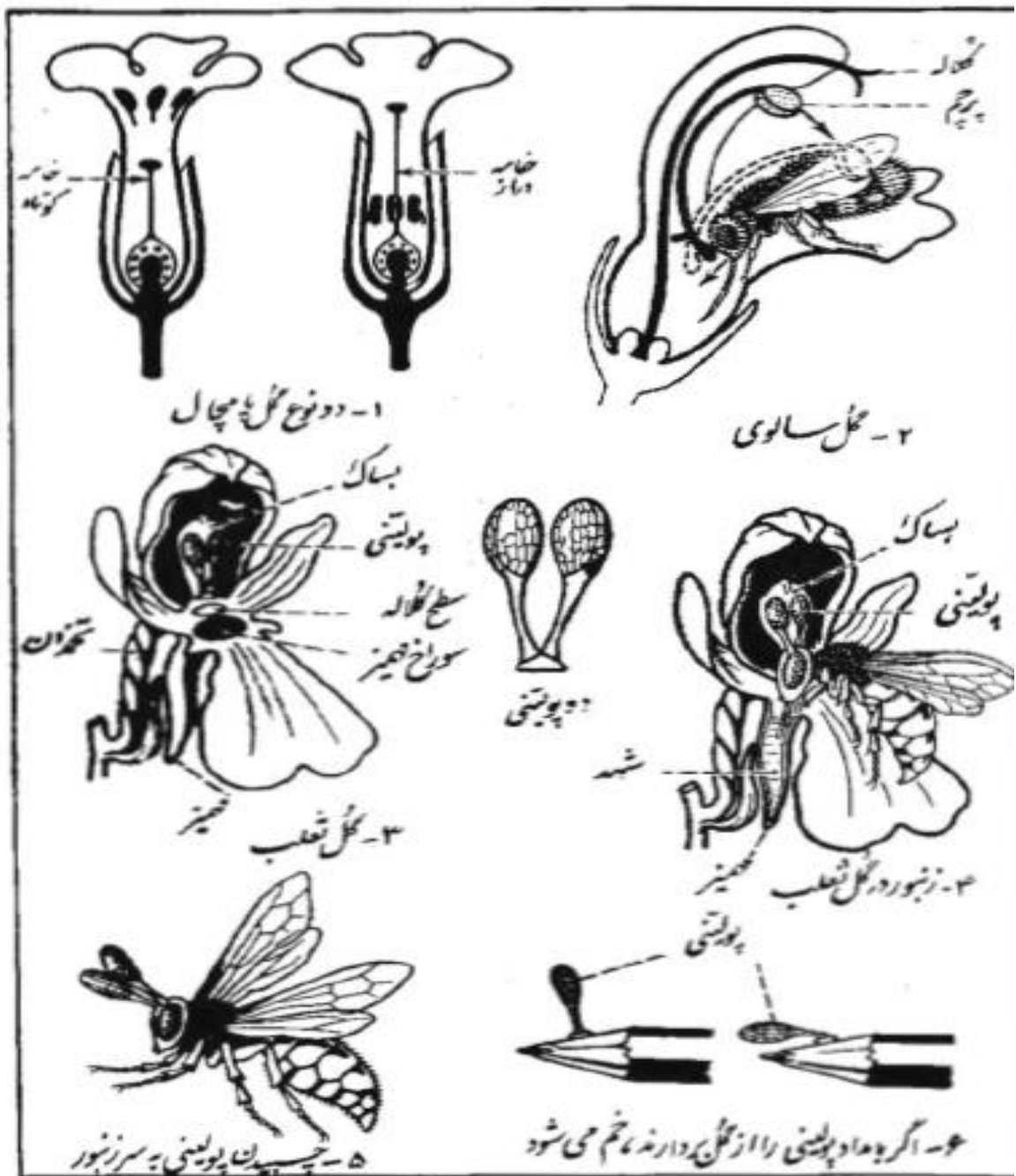
۳ - حشرات - بسیاری از حشرات، در عمل گرده افشانی، مؤثرند. حشراتی که بیشتر بر گل‌ها می‌نشینند، پروانه‌ها و زنبورها هستند. این حشرات، معمولاً برای استفاده از دانه‌های گرده، یا شهدی که در گل‌ها ترشح می‌شود، داخل آنها می‌شوند. از این گذشته، رنگ و بوی

گلها نیز ، حشرات را به سوی خود جلب می کند . وقتی که حشره ای روی گلی می نشیند ، دانه های گرده ، به کرکهای بدنش می چسبند و از گلی به گل دیگر ، منتقل می شوند .

طبق آزمایشی که **داروین** بعمل آورده است ، از ۱۰۰ بوته شبدر قرمز ، معمولاً در حدود ۲۷۵۰ دانه بعمل می آید . ولی اگر ، ۱۰۰ بوته شبدر قرمز ، را در محلی بکارند و آن محل را ، بقسمی بیوشانند که حشره ای نتواند با گلها تماس حاصل کند ، حتی يك دانه شبدر ، بوجود نخواهد آمد . علت آن است که عامل گرده افشانی شبدر ، حشره ای ، به نام **بورکن** است . در بعضی از انواع پامچال ، دو گونه گل هست . در عدمای از آنها ، پرچمها ، به بالای لوله جام متصلند ولی خامه گل ، بسیار کوتاه است ، در بعضی دیگر ، خامه دراز است ولی پرچمها ، میله کوتاه دارند و در ته لوله جام چسبیده اند . آزمایش ، نشان می دهد که اگر حشره ای ، از گلهای نوع اول ، به گلهای نوع دوم ، پرواز کند ، می تواند به سبب ولت ، گرده ها را بر روی کلاله منتقل کند .

در گل **سالوی** ، تماس سر حشره به نه پرچم ، آن را به پشت حشره خم می کند و گرده ها را به پشت آن می ریزد .

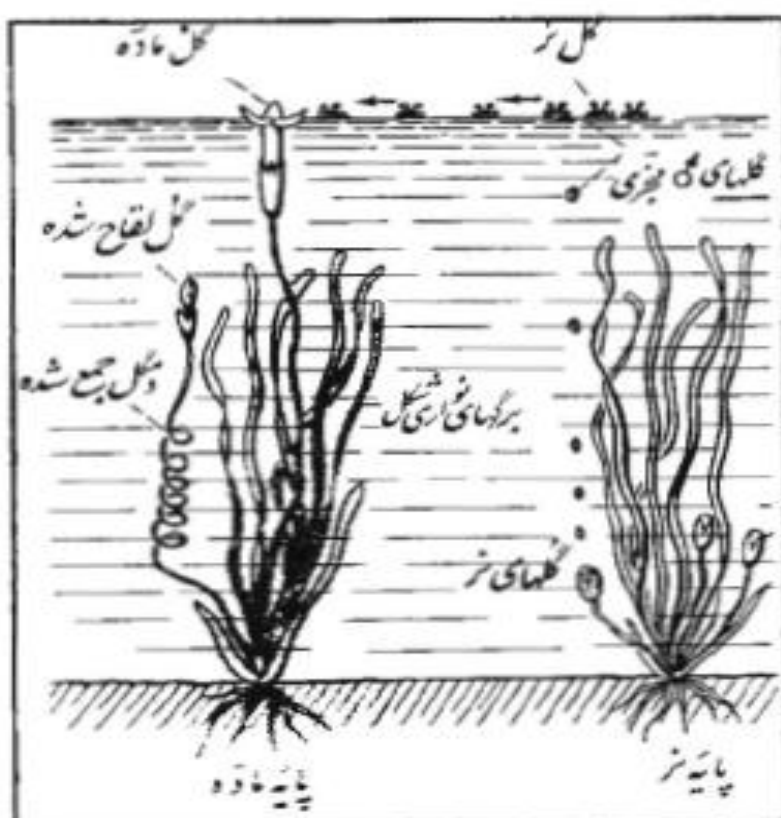
گل **ثعلب** نیز ، وضع خاصی دارد که حتماً باید حشره ، در گرده افشانی آن ، دخالت کند . در گل ثعلب ، یکی از گلبرگها ، مهمیزی دراز دارد . درون مهمیز ، پر از شهد است . مادگی که در قاعده گلبرگهاست ، کلاله کوتاه لغزنده ای دارد . از طرف دیگر ، پرچم منحصر به فرد است و گرده های آن ، از هم جدا نمی شوند ، بلکه ، به وسیله ماده ای ژلاتینی ، به هم پیوسته باقی



شکل ۱۱۶: عمل حشرات ، در کرده افشانی

می مانند و دو توده حجیم ، به نام گرده دان (پولینی) ، تشکیل می دهند.

هنگامی که حشرهای،
برای استفاده از شهد
گل، خرطوم خود را،
وارد می‌کند،
سرش، به پایۀ گردمدان
می‌خورد و پرچم‌کنده
شده، بشیر حشره می-
چسبد. وقتی که حشره،
وارد گل دیگری می-
شود، گردمدان، با
کلاه گل دوم تماس
پیدا می‌کند و بدان



شکل ۱۱۷ : گرده افشانی ، به وسیله آب

میں جسد ۔

۴- آب ، در گیاهان آبی ، یکی از عوامل کرده افتن است .
گل‌های ترکیبی ، به نام **الیزیریا** ، دمکلی کوتاه دارند و پس از شکفتن ،
از گیاه جدا می‌شوند و به سطح آب ، می‌آیند و با امواج آب ، به گل‌های
ماده می‌رسند و آن را ، بارور می‌سازند .

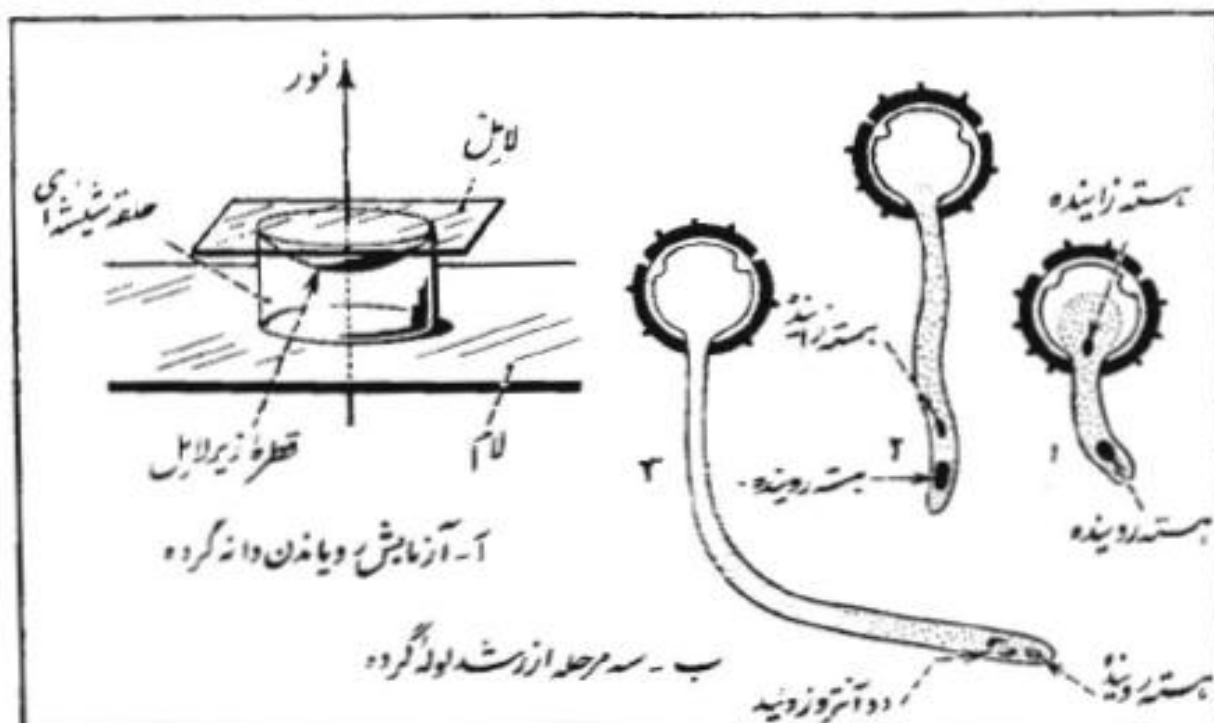
۵- انسان ، بدو منظور ، در گرده افشانی دخالت می کند: اول، بدست آوردن محصول فراوان . دوم ، تهیه انواع و نژادهای گوناگون گاهان .

در تخلص آنها، سنبله‌های يك درخت خرماي نروا، مي‌چينند و روي سنبله‌هاي چند درخت ماده، مي‌بندند تا محصول فراوان بدست آورند.

در باغبانی نیز ، برای بدست آوردن گلهای دورگه ، گرده افشانی مصنوعی می کنند . برای این کار ، پرچمهای گلی را ، قبل از رسیدن ، می چینند و گرده های نژاد دیگر همان گل را ، روی کلاله آن ، می نشانند تا نژادی دورگه و دارای مخلوط صفات دو نژاد اولیه ، بدست آورند .

۲- نمودانه کرده

وقتی که گردد، روی کلاله قرار گرفت، در نتیجه جذب آب، رشد



برای رویاندن دانه کرده و دیدن چگونگی پیدایش لوله کرده ، می توان ،
این آزمایش را انجام داد :

آزمایش - یکی از پرجمهای شکفته مومن را ، روی يك لامل ، در
قطره ای از محلول مغذی ، تکان می دهیم (۴ گرم زلاتین و ۱۰ گرم ساکارز
در ۱۰۰ cc آب) ، لامل را مطابق شکل ۱۱۸ - آ ، بطوری که قطره حاوی
دانه های کرده ، در زیر باشد ، روی حلقه ای شیشه ای ، قرار می دهیم و سلقه را
روی لام می گذاریم . مشاهده قطره ، پس از چند ساعت ، نمو دانه کرده را ،
مطابق شکل ۱۱۸ - ب ، نشان می دهد .

وقتی که انتهای لوله کرده ، مجاور ، یکی از تخمکها شد ، از راه
سفت ، وارد آن می شود . هسته روئیده ، در انتهای لوله و هسته زاینده ،
به فاصله کمی از آن ، درون لوله کرده حرکت می کند (شکل ۱۱۸) .
هسته روئیده ، سرانجام ، ازین می رود ، ولی هسته زاینده ، به دو قسمت
متحرك ، به نام آنتروزوئید ، تقسیم می شود .

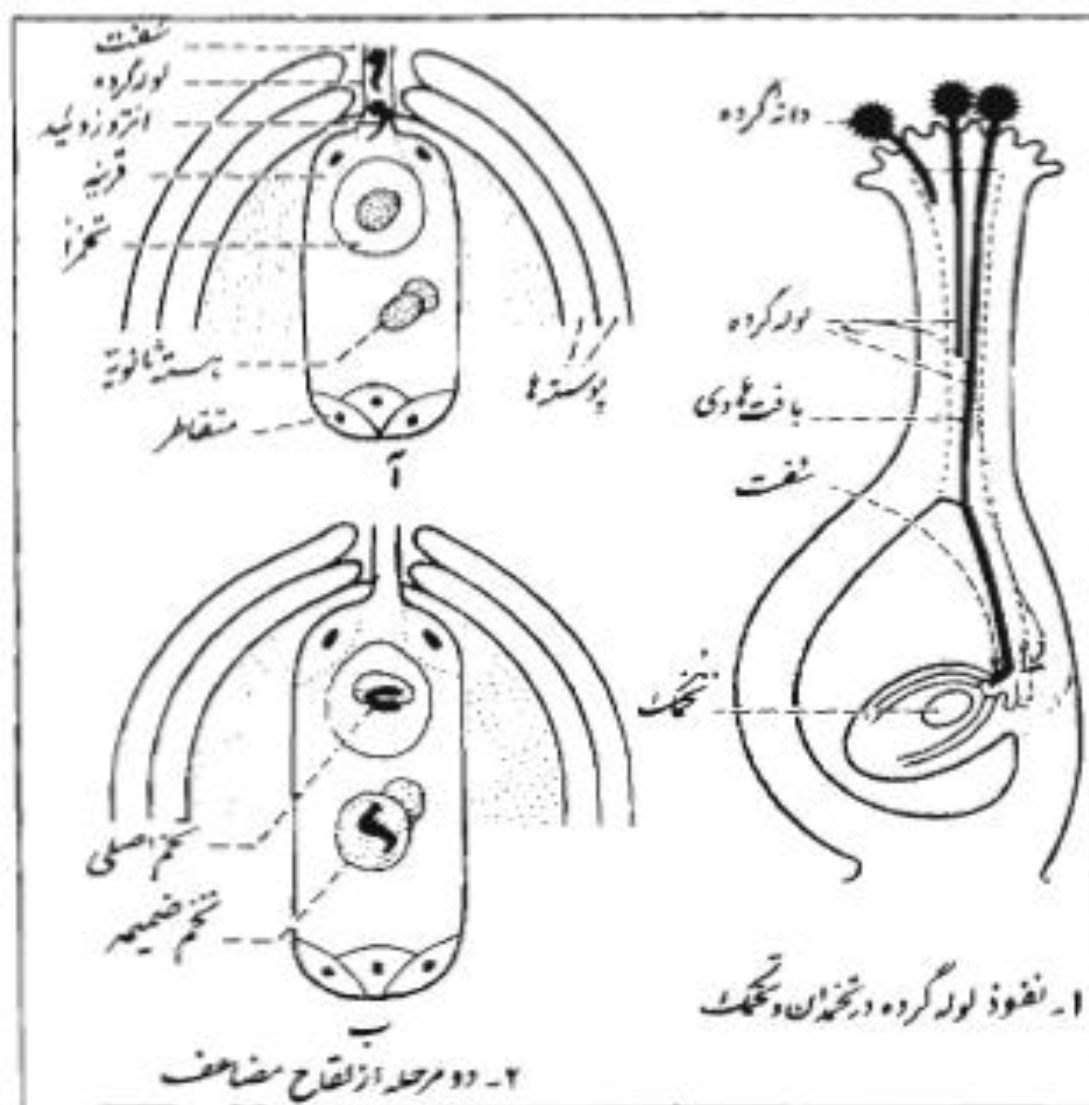
۳- لقاح

لوله کرده ، بافت خورش را هضم می کند و وارد کیسه جنینی می شود .
در این موقع ، لقاح مضاعف صورت می گیرد . بدین معنی که یکی از
آنتروزوئیدها ، با تخمزا ، ترکیب می شود و تخم اصلی (تخم جنینی)
را ، بوجود می آورد . تخم اصلی ، ۲n کروموزوم دارد .

آنتروزوئید دیگر ، با هسته ثانوی ، متحد می شود و تخم ضمیمه
(تخم آلبومن) را ، بوجود می آورد که ۲n کروموزوم دارد .

پس از لقاح مضاعف ، قرینه ها و متفاطرها ، تحلیل می روند و درون

کیسه جنینی ، فقط دو سلول ، باقی می ماند : یکی تخم اصلی
که منشأ گیاهک جدید است ، دیگری تخم ضمیمه که اندوخته دانه را
وجود می آورد .



شکل ۱۱۹ : لقاح مضاعف

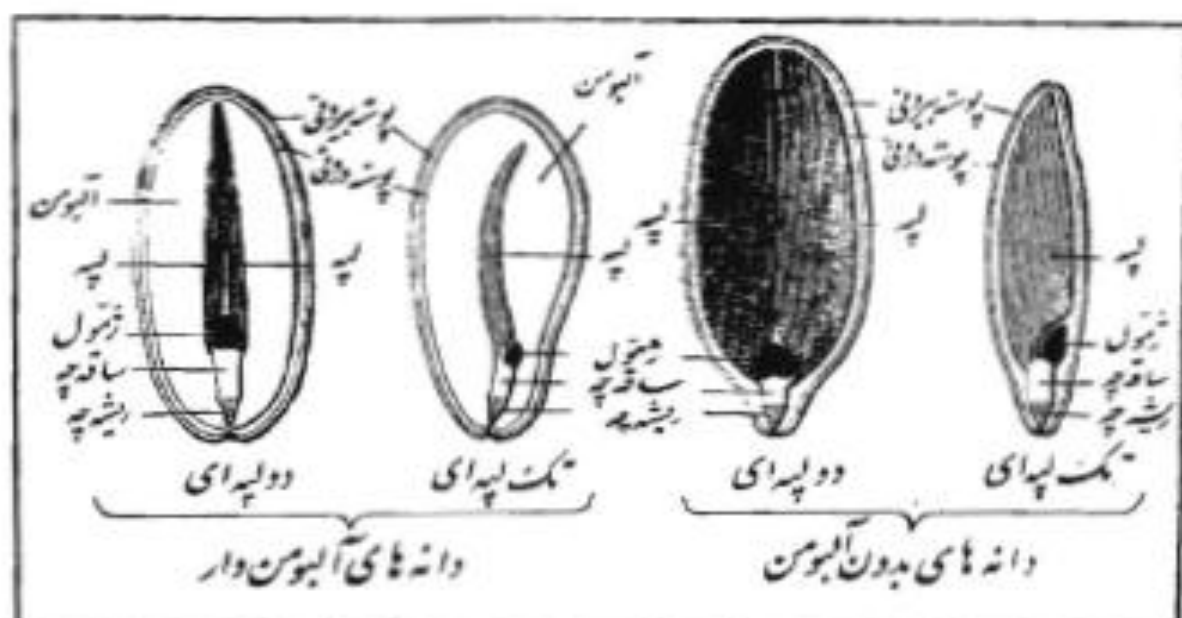
لقاح مضاعف ، از اختصاصات پیدازادان نهاندانه است .
گاهی اتفاق می افتد که تخمزا و یا سلولهای دیگر کیسه جنینی ،

تشکیل دانه

پس از لقاح معاعف، تغییراتی در تخمک حاصل می شود و آن را، بعدانه تبدیل می کند.

تخم اصلی، ابتدا، به دو سلول تبدیل می شود. از تقسیم سلول بالایی، رشته ای، به نام بند و از تقسیم سلول پایینی، توده ای سلول بیضوی، بوجود می آید که بزودی، از يك لایه بشره، پوشیده می شود (شکل ۱۲۵). توده سلولی، رفته رفته بزرگتر می شود و سه قسمت متمایز، پیدا می کند که هر قسمتی، اندامی از گیاهك را بوجود می آورد. گیاهك رسیده، شامل قسمتهای زیر است:

۱- ریشه چه، مجاور سف است و ریشه آینده را، بوجود می آورد.



شکل ۱۲۶: انواع دانه

۲- **جوانه اولیه (ژمبول)** ، در نقطه مقابل ریشه چه ، در گیاهك دیده می شود و از نمو آن ، ساقه برگدار بوجود می آید .

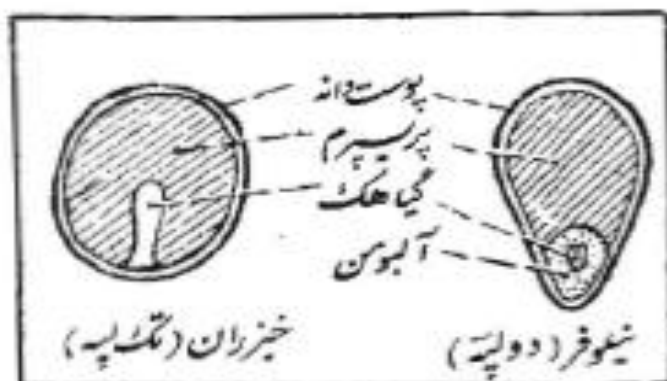
۳- **ساقه چه** ، بین دو قسمت ریشه چه و جوانه اولیه ، قرار دارد و نمو آن ، به محور زیر لپه ای ، می انجامد .

۴- **يك** یا دو برگ مخصوص ، به نام **لپه** ، در دو پهنوی جوانه اولیه هست . در گیاهان دو لپه ، تعداد لپه ها ، دو و در گیاهان تک لپه تعداد لپه ها ، يك است .

تخم ضمیمه پس از تقسیم بی دربی ، **البومن دانه را** ، بوجود می آورد . ابتدا ، هسته تخم ضمیمه ، سرعت تقسیم شده ، چند هسته بوجود می آورد . هسته های حاصل ، ابتدا در قسمت سطحی کیسه جنینی جای می گیرند . بزودی ، دیواره هایی آنها را ، به صورت يك ردیف ملول مستقل از یکدیگر ، جدا می کند . از تقسیم سلولهای این ردیف ، پاراناشیمی بوجود می آید که رفته رفته ، همه فضای درونی کیسه جنینی را ، پر می کند . این پاراناشیم ، از نوع ذخیره ای و همان **البومن دانه** است که محتوی اندوخته دانه است . خورش ، رفته رفته ، جذب بافت البومن می شود .

پوششهای نخستین و دومین نیز ، بزرگتر و ضخیم تر می شوند و پوسته های دانه را ، تشکیل می دهند .

در دانه های البومن دار پاراناشیم اندوخته ای حاصل از رشد تخم ضمیمه (البومن) ، همه اندوخته دانه را ، در بر دارد (کرجك) . در دانه های بدون البومن ، مواد غذایی خورش و نیز مواد پاراناشیم البومن ، جذب لپه ها می شود و لپه ها ، بزرگ و حجیم می شوند (لویا) .



در بعضی از انواع
دانه‌ها (نیلوفر و خیزران) ،
بافت خورش باقی می‌ماند و
البومن را در میان می‌گیرد.
در این حالت، دانه را دارای
پریسپرم (Perisperme)
گویند .

شکل ۱۲۲ : دانه‌های پریسپرم‌دار

تشکیل میوه

پس از گرده‌افشانی و عمل لقاح ، مادگی تغییر شکل می‌دهد و
به میوه تبدیل می‌شود . عموماً از نمو دیواره تخمدان و گاهی از رشد
سایر قسمت‌های گل ، میوه بوجود می‌آید . از نمو تخمکها، دانه‌ها تشکیل
می‌شوند . چنانکه در پیش اشاره شد ، بدون لقاح هم گاهی میوه به‌رسه
می‌رسد (بکرزایی) . میوه‌هایی نیز هستند که دانه ندارند (موز) ، ولی
اینها از موارد استثنایی هستند .

ضمن تبدیل گل به میوه ، گلبرگها و کاسبرگها و پرچمها ، پژمرده
شده از بین می‌روند ، ولی ممکن است در بعضی از میوه‌ها باقی بمانند
چنانکه در گوجه‌فرنگی ، کاسبرگها و درخیار ، گلبرگها و در انار ، پرچمها
باقی می‌مانند . در بسیاری از موارد نه‌بج یا دمکل متورم و آبدار می‌شود
و میوه بوجود می‌آورد ، بنابراین ، تعریف صحیح میوه این است .
میوه بخشی از گیاه است که دانه‌ها را در میان می‌گیرد .
اگر میوه از نمو تخمدان حاصل شده باشد ، به میوه حقیقی و اگر

میوه از رشد سایر بخشهای گل نتیجه شده باشد ، میوه کاذب نامیده می شود .

در میوه های آبدار ، مقدار زیادی آب و اسیدهای آلی و قند و املاح آلی و ویتامین فراوان موجود است . میوه های خشک ، گلوکید و جری و مواد پروتیدی و نیز املاح و ویتامین دارند .

چنانکه در سال چهارم بتفصیل دینمایند ، دیواره میوه ، یعنی بخشی از آن که دانه ها را در میان می گیرد ، قرائر نام دارد .

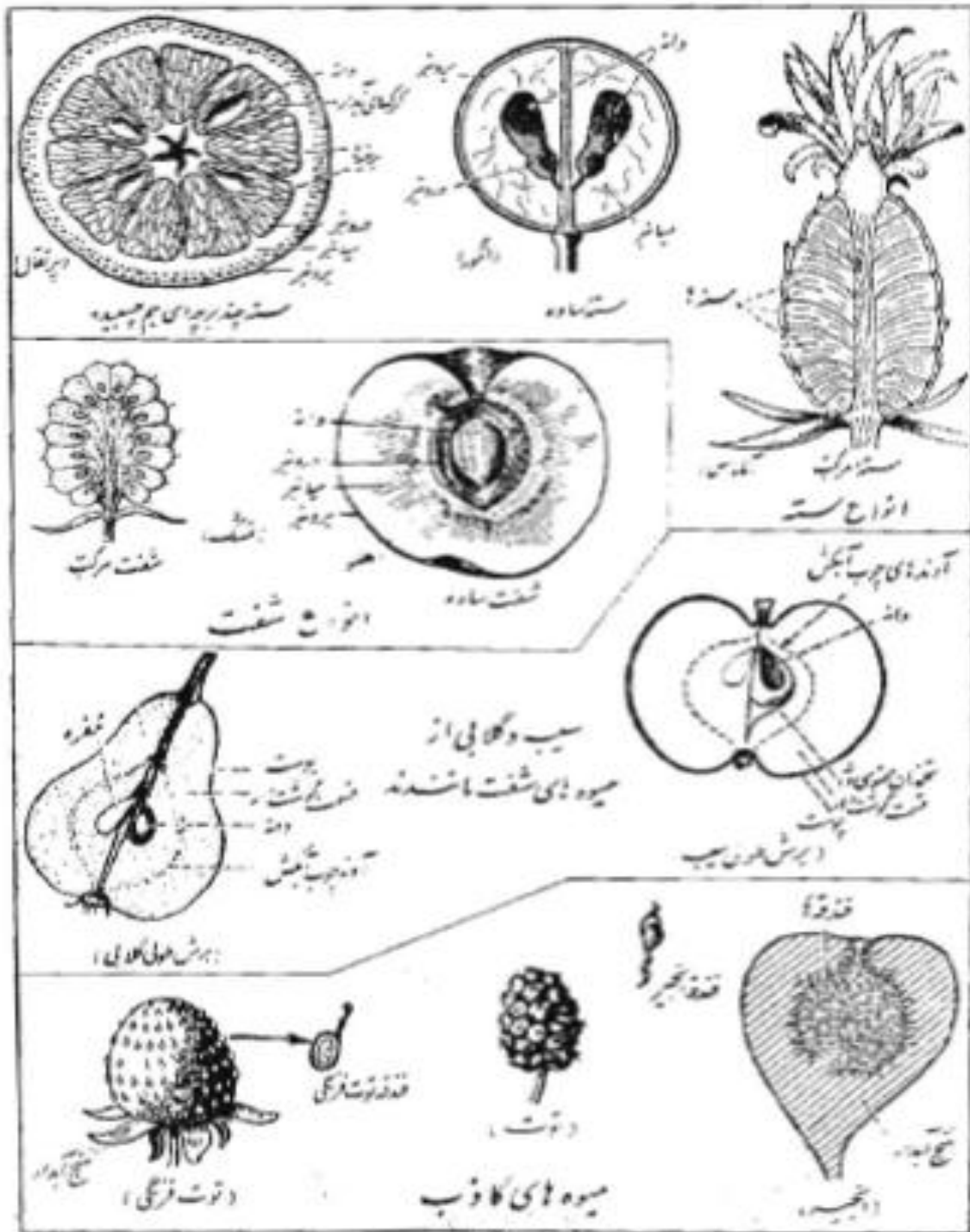
قرایر ، عموماً از نمو دیواره تخمدان حاصل می شود و ممکن است ضخیم و آبدار شود (کدو) یا خشک بشد (لوبیا) .

در جدول صفحه ۲۲۸ و در تصاویر ۱۲۳ و ۱۲۴ ، انواع میوه ها ، به عنوان یادآوری ، نشان داده شده است .

نمو دانه

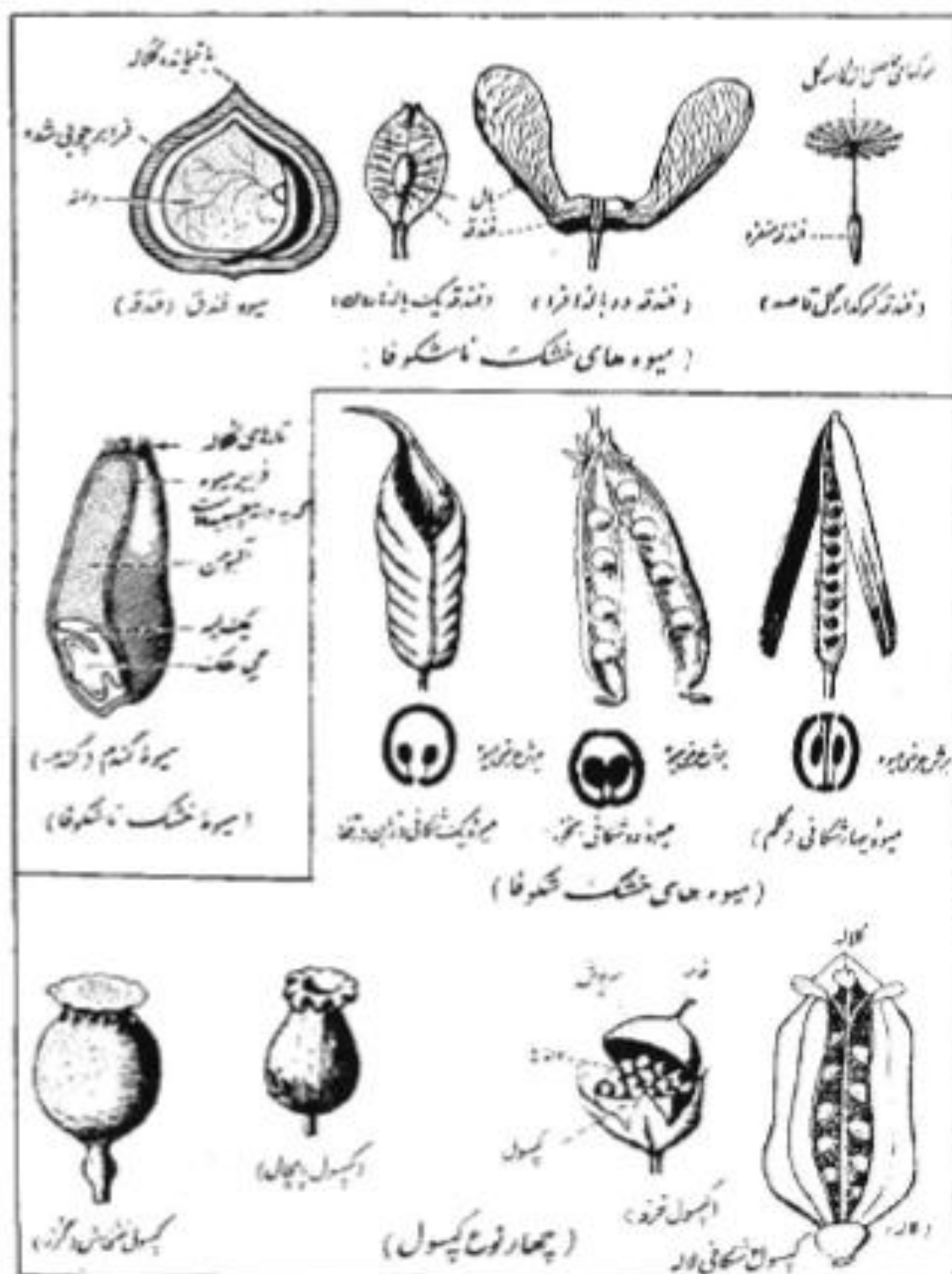
گیاهک دانه ، زندگی خفنی دارد و اکسیداسیون مواد در دانه با کندی بسیار صورت می گیرد . دانه می تواند مدتی کوتاه یا دراز به زندگی خفیف خود ادامه دهد . هر وقت که شرایط محیط زندگی ، مناسب رشد دانه باشد ، دانه شروع به رشد می کند و گیاه نوزاد بوجود می آید . برای آغاز رشد دانه ، وجود دودسته شرایط الزامی است : **شرایط داخلی و شرایط خارجی** .

اول- شرایط داخلی - مهمترین شرایط داخلی رشد دانه ، داشتن قدرت رویش است و آن هنگامی فراهم است که دانه ، سالم ، رسیده و گیاهک زنده باشد .



شکل ۱۲۳ : انواع میوه آبدار

يك شكافي (برگه) ... زبان در قفا دوشكافي (نيام) لوبيا چهار شكافي بزرگه (خورجين) ... شب بو چهار شكافي كوچك (خورجينك) ... قدومه ۳ تا ۵ شكافي كوچك (كپسول) ... زنيق و پنبه گيرز خشخاش مچري (سرپوش دار) ... خرفه	شكافي	۱- خشك	ميوه هاي حقيقي	(از نمو نسيمن حاصل مي شود)
فندقه فندق فندقه و بالدار ... زبان گنجشك ، افرا گندمه گندم و جو	ناشكافي			
شفت (هسته دار) هل و گياز سته (تخمه دار) ... انگور ، گوجدرنگي		۲- آبدار		
۱- از يك گل بوجود مي آيند صيب ، گلابي	ميوه هاي			كاذب
نپنج ، آبدار مي شود ... نوت غرقكي ، انجير كاسبرگها ، آبدار مي شوند نوت			برچها ، آبدار مي شوند	۲- از چند گل بوجود مي آيند (نسيمن هاي ديگر گل در تشكيل ميوه دخالت مي كنند)
۱- آناناس (سته مركب) ۲- تمشك (شفت مركب)				



شكل ١٢٤ : انواع ميوه خشك

دانه ، وقتی سالم است که همه قسمت‌های گیاهك موجود و بطور طبیعی رشد کرده باشند و ذخایر دانه و دیاستازهای لازم نیز کافی باشند .
دانه ، وقتی رسیده است که رشد همه قسمت‌های گیاهك و نیز رشد البومن ، كاملاً پایان پذیرفته باشد .

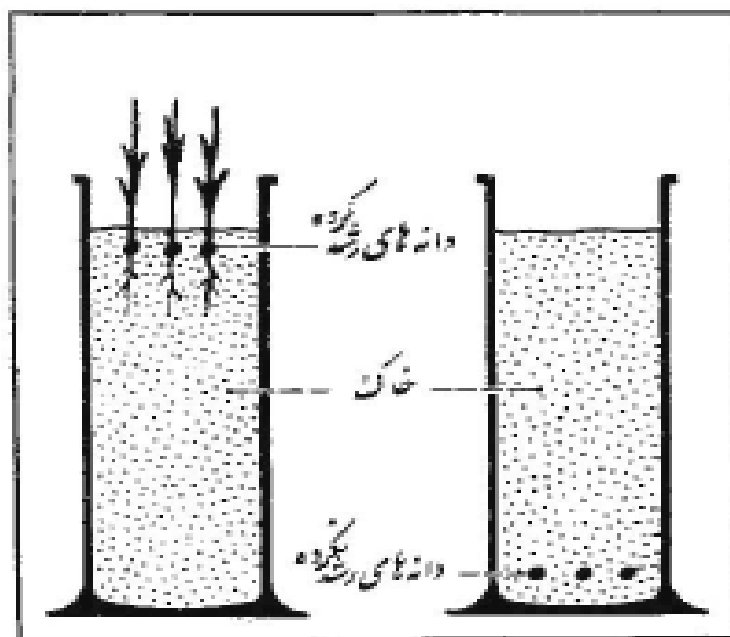
دانه ، وقتی زنده است که سلول‌های گیاهك آن، آذرحیاتی خود را از دست نداده باشند . دانه‌هایی که قدرت رویش دارند ، عموماً از آب سنگین ترند و اگر در آب انداخته شوند ، به ته آن می‌روند . دانه‌های چرب (كركچك) ، موقعی که قدرت رویش دارند ، نیز روی آب می‌ایستند . معمولاً دانه ، هنگامی می‌رسد که میوه رسیده باشد ، ولی بعضی از دانه‌ها ، پیش از رسیدن میوه ، می‌رسند (نخود و لوبیا) ، بطوری که اگر دانه‌های لوبیا و نخود سبز را از نیم آن خارج سازند و بکارند ، رشد می‌کنند . بعضی دیگر از دانه‌ها ، هنگامی می‌رسند که مدتی از رسیدن میوه گذشته باشد ، مثلاً هلو ، پس از گذراندن زمستان ، قدرت رویش پیدا می‌کند . قدرت رویش دانه زبان گنجشك . پس از ۳ تا ۴ سال به حداکثر می‌رسد . قدرت رویش دانه‌های نقاط سردسیر ، پس از یخبندان زمستانی حاصل می‌شود . دوام قدرت رویش دانه ، به نوع گیاه بستگی دارد ، چنانکه دانه پنبه و کاکائو ، پس از يك ماه برداشت محصول و دانه لوبیا پس از ۲ سال و دانه گندم پس از ۲۵ سال ، قدرت رویش خود را از دست می‌دهند . البته بعضی از گیاهان تیره نخود ، پس از ۲۵۵ سال ، هنوز قدرت رویش دارد . بطورکلی دانه‌های چرب ، به علت فساد چربی انبوخته ، بزودی قدرت رویش را از دست می‌دهند . دوام قدرت رویش دانه‌های نشاسته‌ای زیاد است . محیط خشك و سرما ، بر قدرت رویش دانه‌ها می‌افزاید و

رطوبت و گرما ، بعکس موجب نقصان آن می شود .

دوم - شرایط خارجی - برای شروع زندگی فعال دانه ، وجود شرایط زیر ، الزامی است : آب ، اکسیژن ، دمای مناسب .

۱- آب - دانه ، برای آغاز رویش ، ناچار به جذب آب است . آب ، سبب باد کردن دانه و پاره شدن پوست آن و آب گرفتن گیاهک و تشدید فعالیت های حیاتی آن می شود . از این گذشته ، آب ، سبب هضم اندوخته ها (تیدرولیز) و انتقال آنها به صورت محلول به اندام های گیاهک است .

۲- هوا - هوا ، برای تنفس گیاهک ضروری است و یکی از فواید



شخم زدن زمین ، قین
از کاشت ، تهویه خاک
است . آزمایش زیر ،
تأثیر هوای کافی را در
رشد دانه نشان می-
دهد :

آزمایش - در
دو ظرف استوانه ای شیشه-
ای بلند ، ماسه مرطوب
می ریزیم . در اولی ، چند
دانه ، در قسمت سطحی ماسه
و در دومی ، در قسمت عمقی

شکل ۱۲۵ : دانه برای رویش ، هوا لازم دارد

آن ، قرار می دهیم . پس از مدتی می بینیم که تنها دانه های ظرف اول رشد
کرده اند (شکل ۱۲۵) .

۳- دما - رویش دانه هر نوع گیاه ، در دمای معینی صورت می گیرد .

و این دعا، در گیاهان مختلف متفاوت است. آزمایش زیر، لزوم دعای مناسب، برای رشد هر نوع گیاه را نشان می‌دهد:

آزمایش - سه دسته دانه ذرت، فراهم می‌کنیم و آنها را در ماسه مرطوب می‌کاریم. یک دسته را، در دعای ۳ تا ۴ درجه، دسته دوم را، در دعای ۲۵ درجه و دسته سوم را، در دعای ۵۰ (درون اتوو)، قرار می‌دهیم. پس از مدتی می‌بینیم که فقط دانتهای دسته دوم رشد کرده‌اند. برای هر نوع دانه، دعای حداقل و مناسب و حداکثر، موجود است، مثلاً:

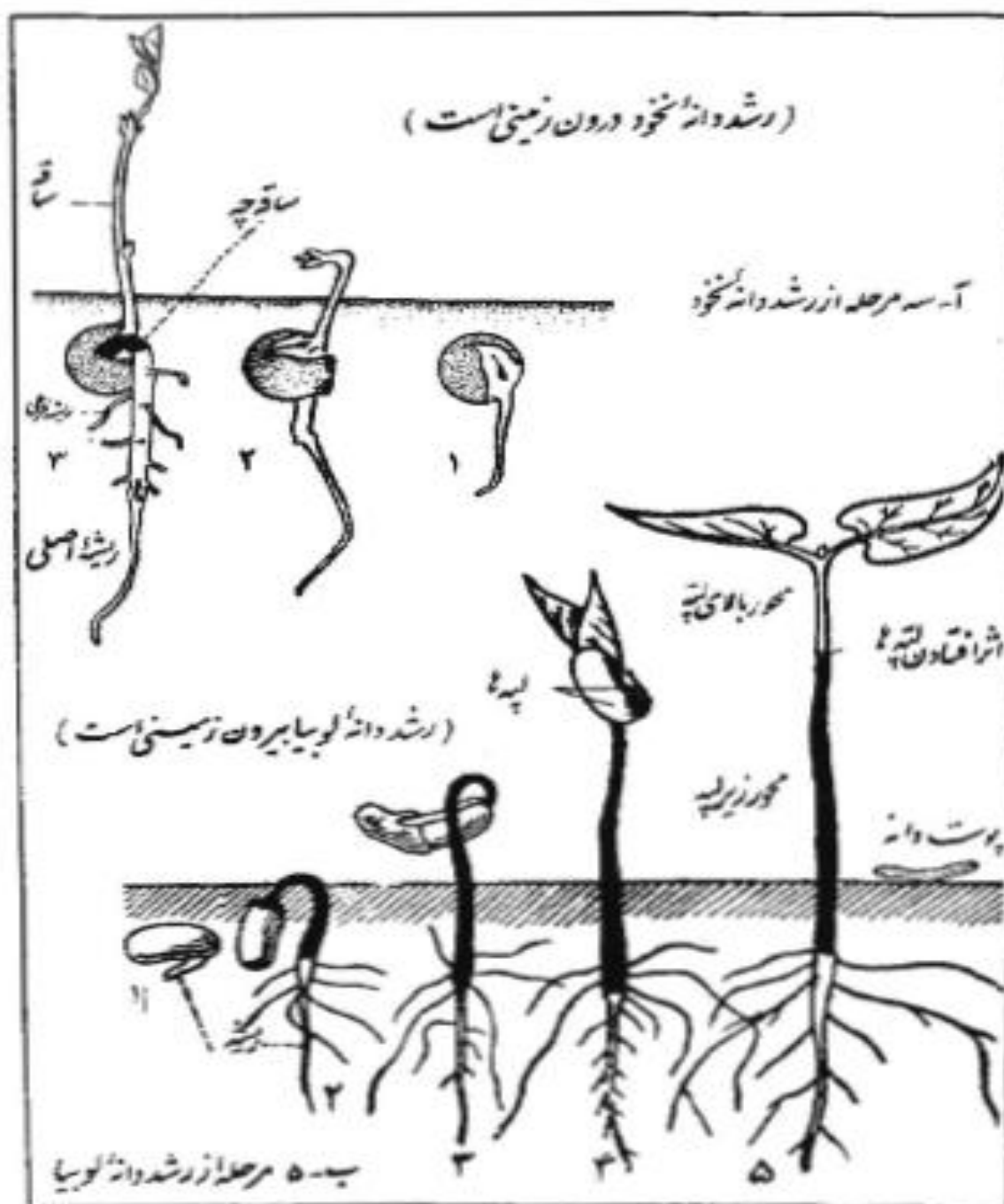
گیاه	حداقل	مناسب	حداکثر
ذرت	۹°	۲۳°	۴۶°
گندم	۵°	۲۸°	۴۲°

دعای مناسب رشد دانتهای، در حدود ۳۰° است. بالاتر از آن، سبب تأخیر رشد است.

تغییرات ظاهری رشد دانه

وقتی که شرایط داخلی و خارجی رشد دانه فراهم شوند، دانه، شروع به رشد می‌کند، بدین معنی که از زندگی خفیف به زندگی فعال می‌افتد. تغییراتی که در همه دانتهای مشترک است، عبارتند از:

- ۱- دانه، پس از جذب آب متورم می‌شود و پوستش را پاره می‌کند.
- ۲- ریشه‌چه، به صورت میله سفیدی، از شکاف پوست خارج می‌شود و ریشه اصلی را تشکیل می‌دهد. ریشه اصلی، به سبب ژئوتروپیسم مثبتی که دارد، در خاک فرو می‌رود.



شکل ۱۲۶ : تفاوت رشد نخود و لوبیا

۳- رشد **ژمول** ، موجب تشکیل ساقهٔ برگدار اولیه می‌شود .

۴- **ساقه‌چه** ، رشد می‌کند و محور زیر لپه را می‌سازد .

۵- **لپه‌ها** در دانه‌های بدون البومن ، رفته‌رفته کوچک می‌شوند

و از میان می‌روند . ولی در گیاهان البومن‌دار ، باقی می‌مانند .

گرچه رشد دانه بصورتی که بیان شد ، در همهٔ گیاهان دیده می‌شود،

تفاوتهایی نیز ، در رشد انواع گونه‌گون دانه‌ها مشاهده می‌شود . بدعنوان

نمونه ، به رشد چهار نوع دانه ، با ذکر تفاوتهای آنها اشاره می‌کنیم :

رشد دانهٔ لوبیا - دانهٔ لوبیا ، از تمام سطح پوستش آب می‌گیرد و

باد می‌کند ، سپس پوستش از مجاورت سفت پاره می‌شود و ریشه از آنجا

بیرون می‌آید و در خاک فرو می‌رود . ساقه‌چه ، دراز می‌شود و بطور

عمودی از خاک بیرون می‌آیند همراه خود ، دولفهٔ پراکنده را از خاک

خارج می‌کند ، با اصطلاح ، **دانه بلند می‌شود** . پوست دانه می‌پفتد ، دو

لپه از هم جدا می‌شوند و ژمول ظاهر می‌شود . ژمول ، در بالای لپه‌ها

گسترده می‌شود و به **ساقهٔ برگدار** تبدیل می‌شود . قسمتی از ساقه را که

بالای لپه‌هاست ، **محور بالای لپه** و قسمت زیر آن را **محور زیر لپه**

گویند . در اینگونه دانه‌ها ، چون محور زیر لپه دراز می‌شود و دانه را

از خاک خارج می‌کند ، رشد دانه را **بیرون زمینی گویند** .

رشد دانهٔ کرچک - رشد دانهٔ کرچک ، شبیه رشد دانهٔ لوبیاست

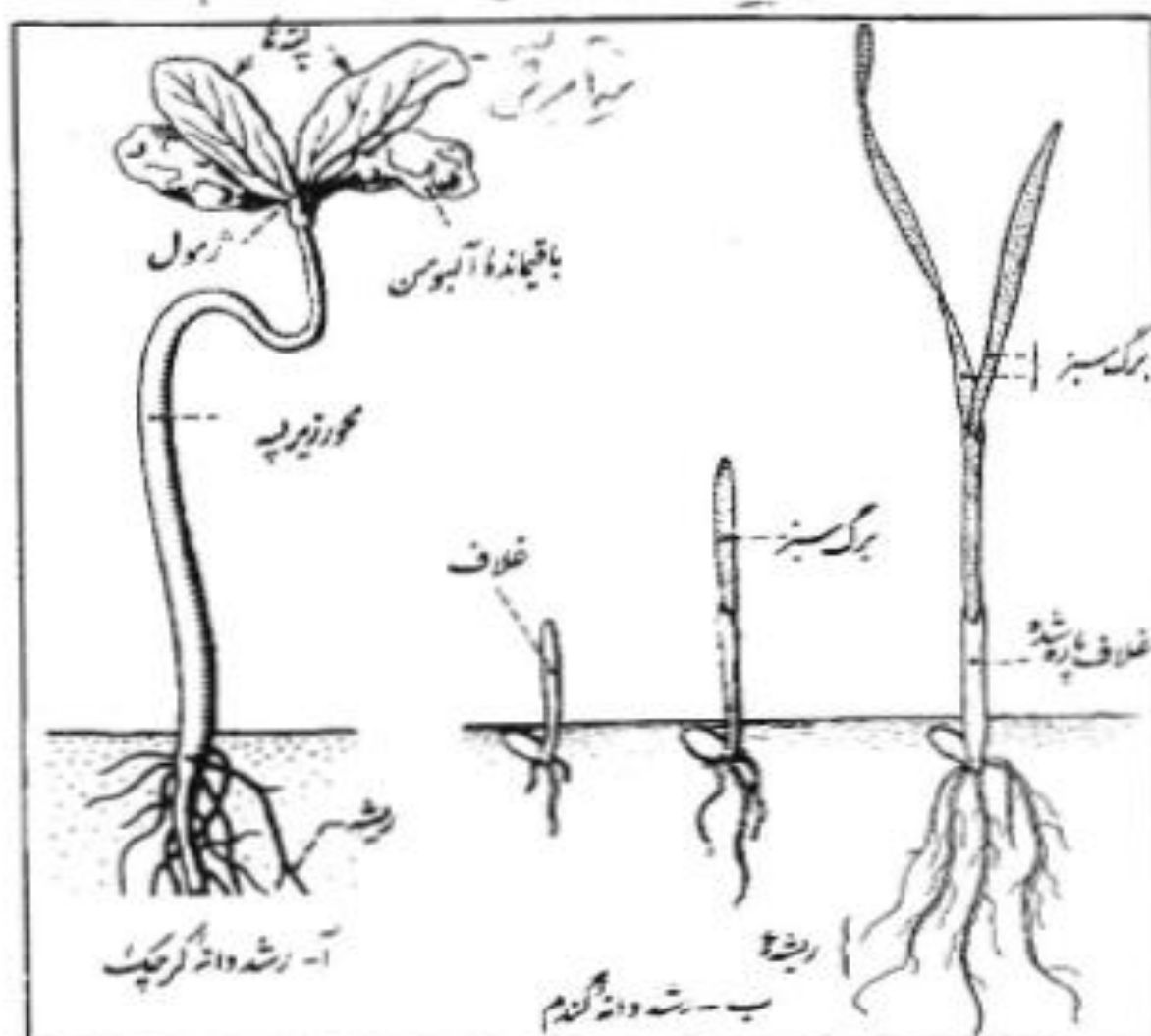
با این تفاوت که وقتی که لپه‌ها از هم دور می‌شوند ، بهیشت هر يك ، يك

نیمه البومن متصل است . پس از آنکه دانه‌های آلورون سلولهای البومن ،

بر اثر جذب آب ، حل شدند و به مصرف لپه‌ها رسیدند ، لپه‌ها ، سبز

می‌شوند و روی ساقه باقی می‌مانند .

رشد دانه نخود - دانه نخود ، مانند دانه لوبیا ، البوم ندارد و اندوخته دانه ، در لپه است و چگونگی رشد آن دو ، بدین شبیه است .



شکل ۹۳۷ : رشد کرچک و گندم

تفاوت بزرگ رشد آن ، به رشد دانه لوبیا ، در کوچک ماندن ساقچه است و حال آنکه ، رُمول رشد می کند و ساقه اصلی را بوجود می آورد . پس دانه نخود ، در خاک باقی می ماند و بلند نمی شود . رشد اینگونه دانه ها را ، درون زمینی گویند .

رشد دانه گندم و ذرت نیز ، درون زمینی است ، ولی ژمول ، ابتدا از غلافی ، به نام کولتوپتیل (Coleoptile) ، پوشیده است و سپس آن را پاره می کند و بیرون می آید و بغلط چنین بنظر می آید که دانه گندم بلند می شود .

تغییرات فیزیولوژیکی رشد دانه

دانه ، چون از طرفی کلروفیل ندارد و از طرف دیگر ، ریشه جهش به آن اندازه رشد نکرده که بتواند از خاک غذا بگیرد و زندگی مستقل داشته باشد ، اندوخته های گلو سیدی و پروتیدی و لیپیدی خود را ، به وسیله دیاستازهای مخصوص ، هضم می کند ، از این رو تبادلات گازی تنفسی آن شدید می شوند .

هضم اندوخته ها ، به وسیله دیاستازهایی صورت می گیرد که در نقاط مختلف دانه بوجود می آیند . در دانه هایی که **البومن در بافت زنده متراکم** است ، دیاستازها ، به وسیله سلولهای همین بافت ، ترشح می شوند . در دانه هایی که **البومن در بافت مرده** ذخیره شده است ، دیاستازها ، به وسیله لایه محیطی یا بشرة لیپها ترشح می شود و متدریج در البومن ، نفوذ می کند و موجب هضم آن می شود . دیاستازهای دانه های فاقد البومن ، درون رگبرگهای لیپها بوجود می آیند و گاهی نیز ممکن است در ریشه چه یا ساقچه ، ترشح شده ، از آنجا به درون لیپها هدایت شوند .

دیاستازهای مخصوص هضم اندوخته دانه ها ، مانند دیاستازهای دستگاه گوارش انسان عمل می کنند و شامل سه گروه زیرند :

دیاستازهای مواد گلو سیدی ، مانند آمیلاز و ساکاراز ، که سبب هضم

نشاسته و ساکارز می شود .

دیاستازهای مواد لیپیدی ، مانند لیپاز ، که چربیهای اندوخته را به گلیسرین و اسیدهای چرب تبدیل می کند .

دیاستازهای مواد پروتیدی ، مانند پروتئاز ، که سبب گوارش دانه های آلورون شده ، آنها را به اسیدهای آمینه تبدیل می کند .

تولید مثل بازدانگان

تولید مثل بازدانگان ، بادانه است . با وجود این ، نه دستگاه زاینده آنها به صورت گلهای حقیقی است و نه میوه آنها به میوه گیاهان پاندهانه شباهت دارد. تخمکهای بازدانگان، درون تخمدان بسته ، جای ندارند ، بلکه در سطح پرچمهای پز ، تشکیل می شوند . از آنجا که تولید انواع گوناگون بازدانگان ، در اساس ، به هم شبیه است ، در اینجا فقط به شرح تولید مثل کاج ، می پردازیم :

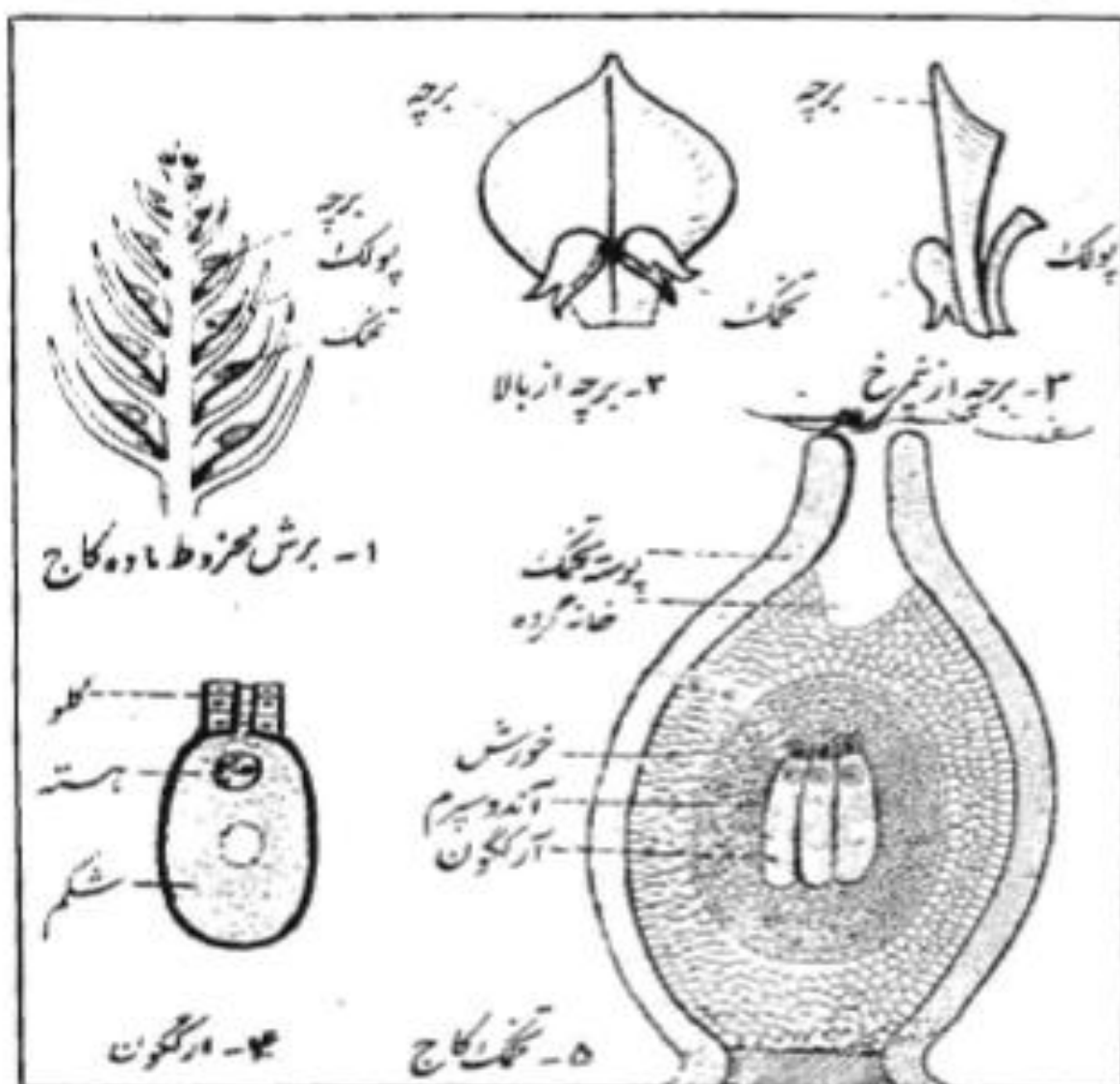
دستگاه روینده کاج، تفاوت مهمی با دستگاه روینده پاندهانگان ندارد . تفاوتی قابل ذکری که عموماً دیده می شود ، این است که : برگ کاج ، سوزنی و شامل یک رگبرگ است و دو بند یا سه سه یا بیشتر ، در غلاف مشترکی قرار دارند و آوندهای جوی بازدانگان ، بیشتر از نوع آوندهای قرصی است .

دستگاه زاینده کاج

دستگاه زاینده کاج ، شامل مخروطهای نر و ماده است . مخروطها ، معمولاً روی یک درخت ، ولی بر شاخه های متفاوت قرار دارند (شکل ۱۲۸) .

مخروطهای نر ، به تعداد بسیار زیاد ، در نه شاخه های جوان ، در فصل بهار ، ظاهر می شوند ، ولی مخروطهای ماده ، به تعداد کمتر از مخروطهای نر ، و در رأس بعضی از شاخه های بالایی درخت ، ظاهر می شوند .

دو کیسه کرده دارد و هر کیسه، دارای يك شكاف طولی است كه مخصوص خروج دانه‌های کرده‌است. دانه‌های کرده، در کیسه کرده، بوجود می‌آیند.



شکل ۱۲۹ : اندامهای ماده کاج

هر چهار دانه کرده، از تقسیم يك سلول ماده کرده، بعمل می‌آیند. هر دانه کرده کاج، يك بخش مرکزی و دو کیسه پراز هوا دارد. بخش خارجی دانه کرده، دو غشا دارد: غشای درونی، سلولری است، (اتین)، و لی

غشای بیرونی، کوتینی است (اکترین). جدا شدن دو غشا از هم، موجد دو کیسه پراز هوا (دوبال) می شود. بخش مرکزی دانه گرده کاج، ۴ سلول کروموزومی دارد: يك سلول زاینده و يك سلول روینده و دو سلول فرعی. از سلول زاینده، دو آنتروزوئید بوجود می آید. سلول روینده، لوله گرده می سازد. سلولهای دیگر، در عمل لقاح، کاری انجام نمی دهند.

ساختمان مخروط ماده - مخروط ماده به صورت سنبله مخصوصی از برجدهاست. هر برج، روی پولکی قرار گرفته است. در سطح بالایی هر برج، دو تخم وجود دارد. ساختمان تخم کاج، با ساختمان تخم گیاهان پاندانه، تفاوت دارد. تخم کاج، شامل قسمتهای زیر است:

۱- پوسته تخم، تنها يك لایه دارد. در رأس آن نیز، سوراخی

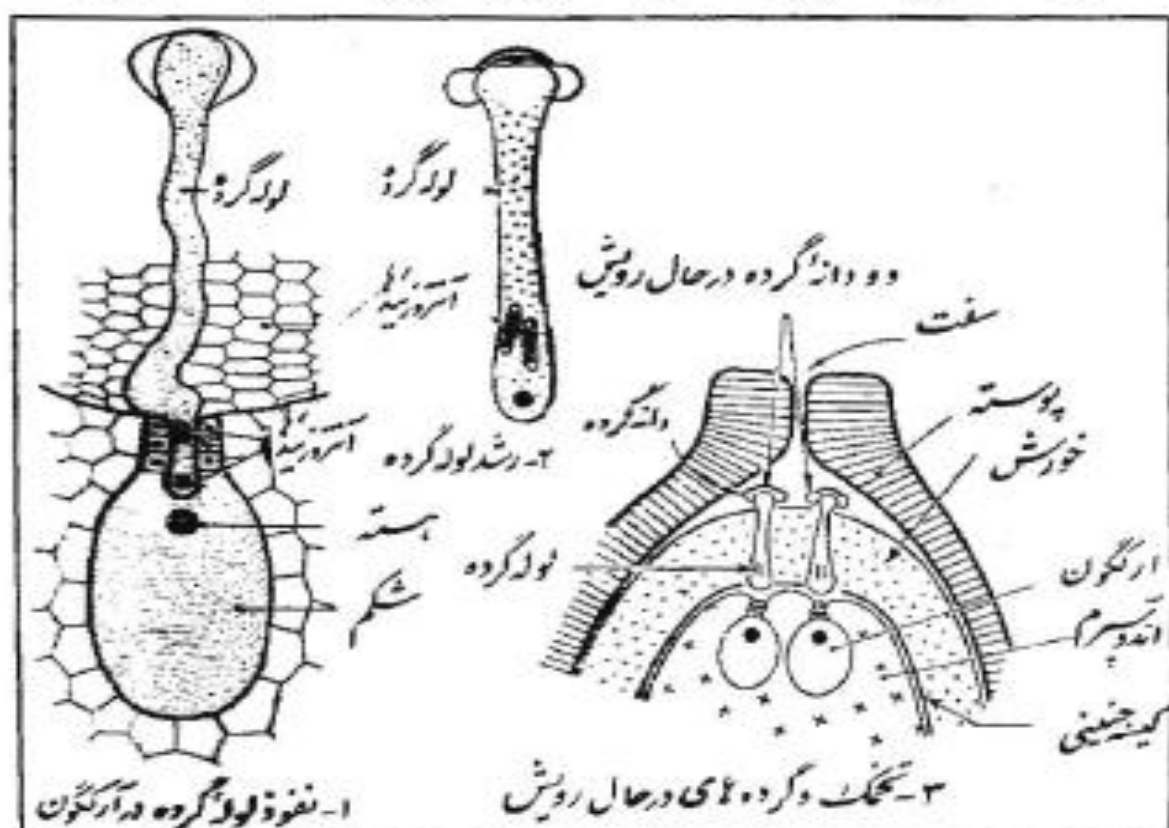
به نام سفت هست. در زیر سفت، فضایی به نام خاقه گرده است.

۲- خورش، بخش درونی پوسته تخم را اشغال می کند و کیسه جنین را در میان می گیرد. کیسه جنینی، از توده ای سلولی، به نام آندوسپرم، ساخته شده است. آندوسپرم، بدین طریق بوجود می آید که یکی از سلولهای زیر پشته خورش، به نام سلول مادر آندوسپرم که ۲n کروموزوم دارد، ابتدا به کاهش کروموزومی و سپس به روش میتوز، چندبار تقسیم می شود و بافت آندوسپرم را که سلولهای آن ۲n کروموزومی هستند، بوجود می آورد. درون آندوسپرم، که بمنزله کیسه جنینی است، ۲ تا ۲۵ آرکگون، تولید می شود. هر آرکگون، شامل يك قسمت باریك، به نام گلو و يك قسمت متورم، به نام شکم است. شکم آرکگون، محتوی يك سلول ماده، به نام تخم است. گلو، از سه ردیف سلول چهارتایی

تشکیل یافته و فضای درونی میان این سلولها ، گردن نام دارد که پراز مادمای ژلاتینی است .

تولید تخم و تشکیل دانه کاج

در اواسط بهار ، کیسه‌های گرده کاج ، به وسیله شکاف طولی ، باز شده و تعداد بی‌حسابی دانه گرده ، بیرون می‌ریزند . دانه‌های گرده ،



شکل ۱۳۵ : لقاح در کاج

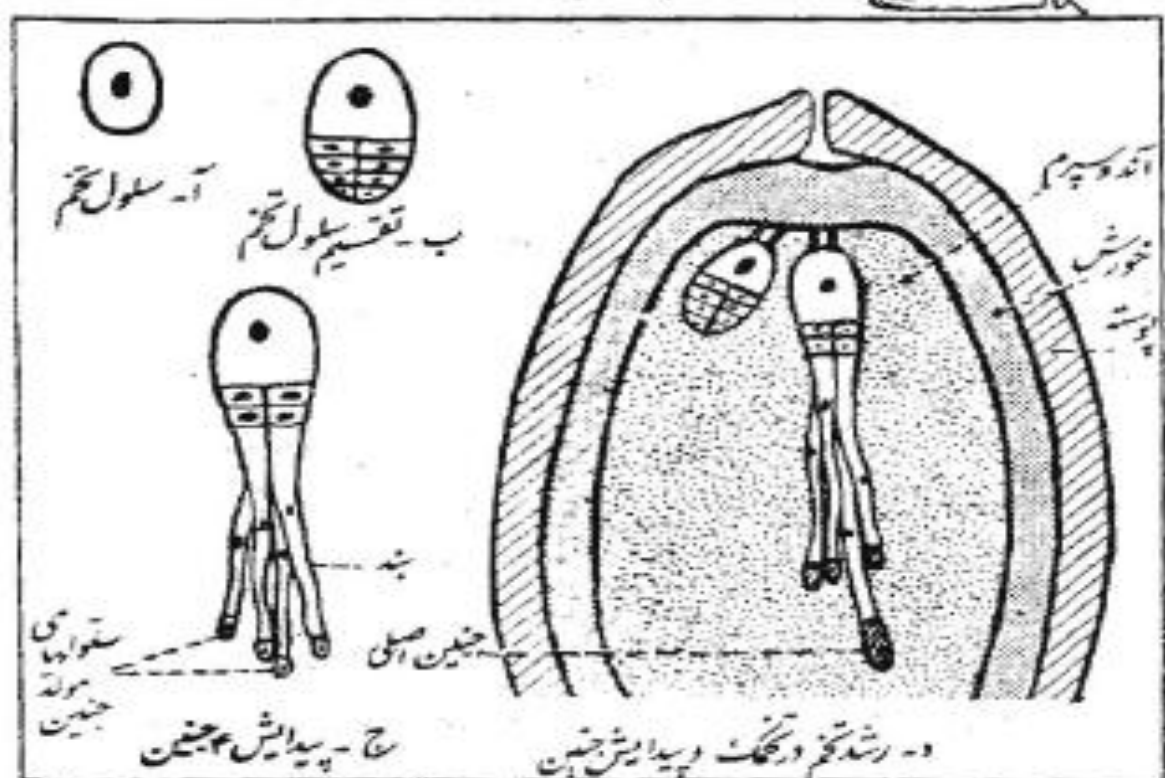
توسط باد ، در هوا پخش می‌شوند . تعدادی از آنها روی مخروطهای ماده و در سطح برچه‌ها ، می‌افتند و مستقیماً وارد سفت تخمکها می‌شوند . رشد دانه گرده ، درون خانه گرده شروع می‌شود . چون در غالب انواع

کاج ، تخمکها در پایان بهار سال اول ، رسیده نیستند ، دانههای گرده ، تا بهار سال بعد ، در خانه گرده ، باقی میمانند (شکل ۱۳۵) .

در آغاز نمو دانه گرده ، لوله گرده بوجود میآید و هسته روینده آن در جلو حرکت می کند . لوله گرده ، بافت خورش را هضم می کند و داخل خورش می شود . چون در این موقع ، هنوز تخمک رسیده است و آندوسپرم و آرکگون بوجود نیامده اند ، به مدت يك سال ، نمو لوله گرده ، متوقف می ماند . در سال دوم که آرکگونها بوجود می آیند و تخمک می رسد ، فعالیت لوله گرده آغاز می شود و به سوی آرکگون می رود . هسته زاینده درون آن ، به دو آنترفروژوئید ، تبدیل می شود ، یکی از دوهسته ، از بین می رود و دیگری با تخمزای درون آرکگون ، ترکیب می شود و سلول تخم ۲n کروموزومی ، بوجود می آورد . چون در کاج و گیاهان نزدیک به آن ، فقط يك آنترفروژوئید لقاح انجام می دهد ، از این رو ، لقاح بازدانگان را ساده می گویند و حال آنکه در نهاندانگان ، لقاح مضاعف است .

نمو سلول تخم و تشکیل دانه و میوه - از تقسیم متوالی سلول تخم ، چهار ردیف سلول چهارتایی بوجود می آید (در شکل ۱۳۶ - ب ، فقط هشت سلول ، از چهار ردیف ، دیده می شود) . آخرین سلول هر ردیف ، يك جنین تولید می کند . دومین سلول هر ردیف ، دراز می شود و رشتهای ، به نام **پند دانه** ، بوجود می آورد و سبب فرورفتن جنین در بافت آندوسپرم ، می شود (شکل ۱۳۶) . از چهار جنین حاصل از تقسیم هر سلول تخم ، فقط یکی ، درون تخمک رشد می کند و گیاهک کاملی بوجود می آورد و بقیه ، حتی قسمت اعظم آندوسپرم ، از بین می روند . از این پس ، تخمک ، تبدیل به دانه می شود و مخروطهای گلپای ماده ، به میوه

کاج تبدیل می‌شوند . در این میوه ، پولکهای برجدها ، ضخیم و چوبی شده به یکدیگر نزدیک می‌شوند و دانه‌ها را کاملاً مخفی می‌کنند . دو سال بعد از لقاح ، برجدها و پولکها ، از هم باز شده و دانه‌ها را آزاد می‌کنند **دانه کاج** دارای بخشهای زیر است :



شکل ۱۳۱: رشد تخم در کاج

- ۱ - پوسته دانه ، کاملاً چوبی است و بال دارد .
 - ۲ - آندوسپرم ، اندوخته غذایی گیاهک کاج است .
 - ۳ - گیاهک ، ریشه چه و ساقچه و ژرمول و چند لپه دارد .
- دانه کاج ، مانند همه انواع دانه‌ها ، تا حصول شرایط مناسب ، به حالت زندگی خفیف ، بپرس می‌برد .

تولید مثل نهانزادان

دستگاه زاینده نهانزادان، به خلاف دستگاه زاینده گیاهان گلدار، به صورت گل، تکامل نیافته است، بلکه در هر گروهی، وضع خاصی دارد و به روش مخصوصی، عمل می کند. برای شناسایی روش تولید مثل نهانزادان، در این بخش، به شرح دستگاه زایش و طرز تکثیر يك گیاه معروف، از هر يك از گروه های بزرگ آنها، می پردازیم: از نهانزادان آوندی، سرخس بسفایج، از خزه ها، پولیتریك، از جلیكها، اسپروثریر و از قارچها، قارچ چتری و كفك سفید.

سرخس بسفایج

سرخس بسفایج، روی سنگهای نواحی کوهستانی و دیوارهای کهنه مناطق مرطوب، می روید. این گیاه، ریزومی دارد که به وسیله ریشه های نازك بسیار، در خاک قرار می گیرد. از ریزوم، برگهایی می رویند که درشت و دارای بریدگیهای عمیقند. هر برگ، در ابتدای روش به دور خود پیچیده است و تدریجاً بازگشته، به صورت صفحه قائمی درمی آید. دستگاه روینده بسفایج، مانند دستگاه روینده عموم گیاهان گلدار، شامل ریشه و ساقه و برگ است که در آنها آوندهای چوب آبکش، برای هدایت شیرمهای گیاهی، وجود دارد، از این رو، به بسفایج و سایر گیاهان نظیر آن، نهانزادان آوندی می گویند.

دستگاه زاینده بسفایج - تولید مثل این سرخس، در دو مرحله

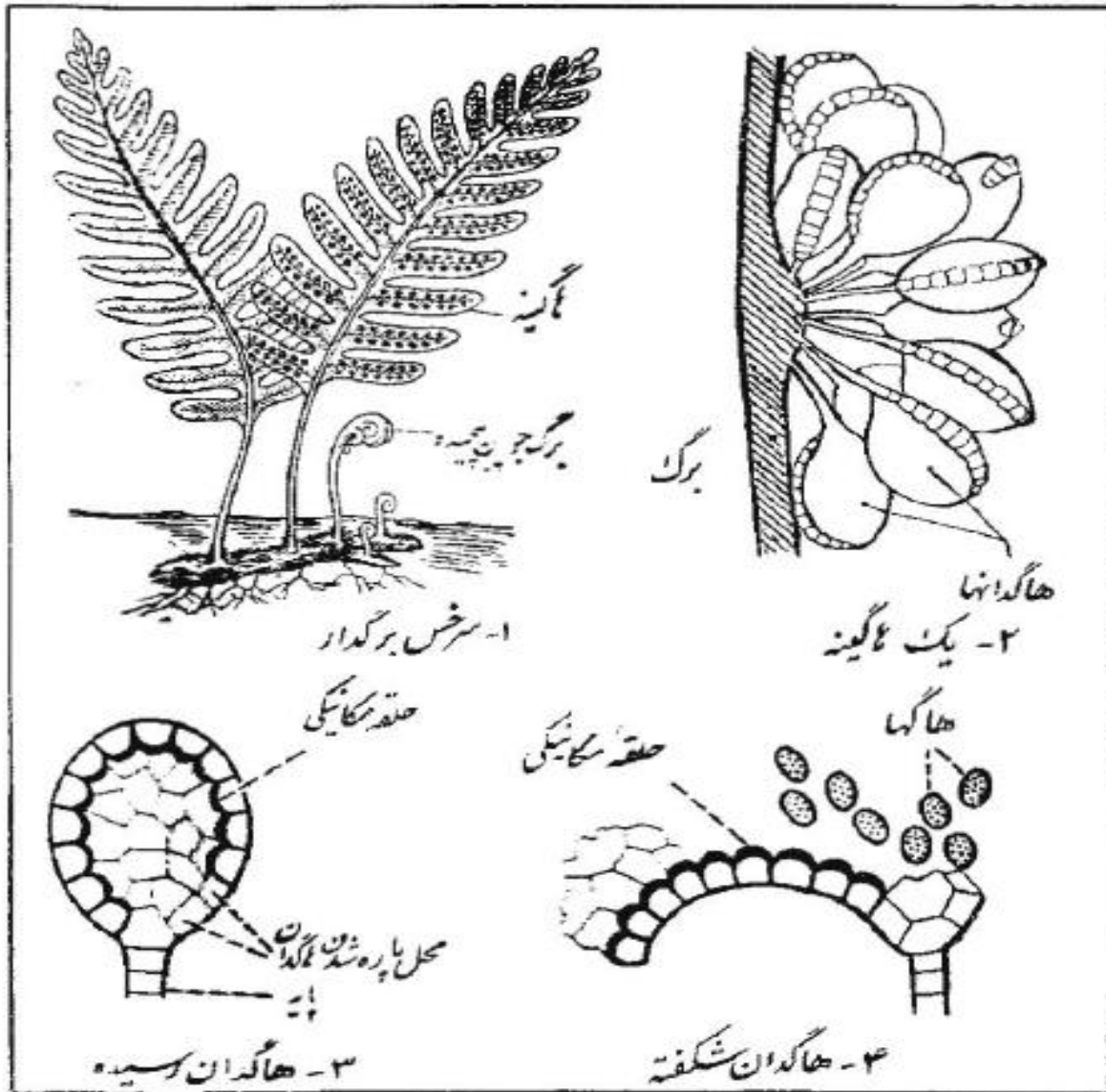
و به وسیله دو نوع سلول، انجام می گیرد: **مرحله اول**، تشکیل سلولهایی به نام **هاگ** است که در کیسه‌ای به نام **هاگدان**، بوجود می آیند. سرخس، در این مرحله، که تا تشکیل هاگ پایان می یابد. **اسپوروفیت** نام دارد. **مرحله دوم**، بوجود آمدن سلولهای نر و ماده و تشکیل سلول تخم است. سرخس، در این مرحله، که با تشکیل سلول تخم پایان می پذیرد، به **گامتوفیت** موسوم است.

تولید هاگ - در پشت برگهای سرخس، در فصول مساعد سال، لکه‌های قهوه‌ای رنگ کروی، ظاهر می شود. این لکه‌ها، عموماً در طرفین رگبرگها، قرار گرفته‌اند. هر لکه‌ای، **یک هاگینه** نام دارد و مجموعه‌ای از **یک عدد** هاگدان پایه دار است. دیواره هاگدان، از **یک ردیف سلول**، ساخته شده و دارای **حلقه‌ای مکانیکی** است که موجب پاره شدن آن می شود. دیواره هاگدانهای رسیده، بر اثر خشکی هوا، در محلی از حلقه مکانیکی که سلول چوبی وجود ندارد، پاره شده و تعداد ۶۴ هاگ آزاد می کند. هر هاگ، **یک هسته** و دو پوسته دارد. پوسته خارجی، کوتینی، ولی پوسته داخلی، سلولزی است.

درون هر هاگدان، در آغاز تشکیل، ۱۶ سلول **مادر هاگ** هست. هر سلول مادر هاگ، **سلولی $2n$** کروموزومی است که دوبار متوالی تقسیم می شود. تقسیم اولی، با کاهش کروموزومی است. پس، از هر سلول مادر هاگ، **چهار سلول n** کروموزومی نتیجه می شود. ۶۴ سلول **n** کروموزومی حاصل، تدریجاً به هاگ تبدیل می شوند.

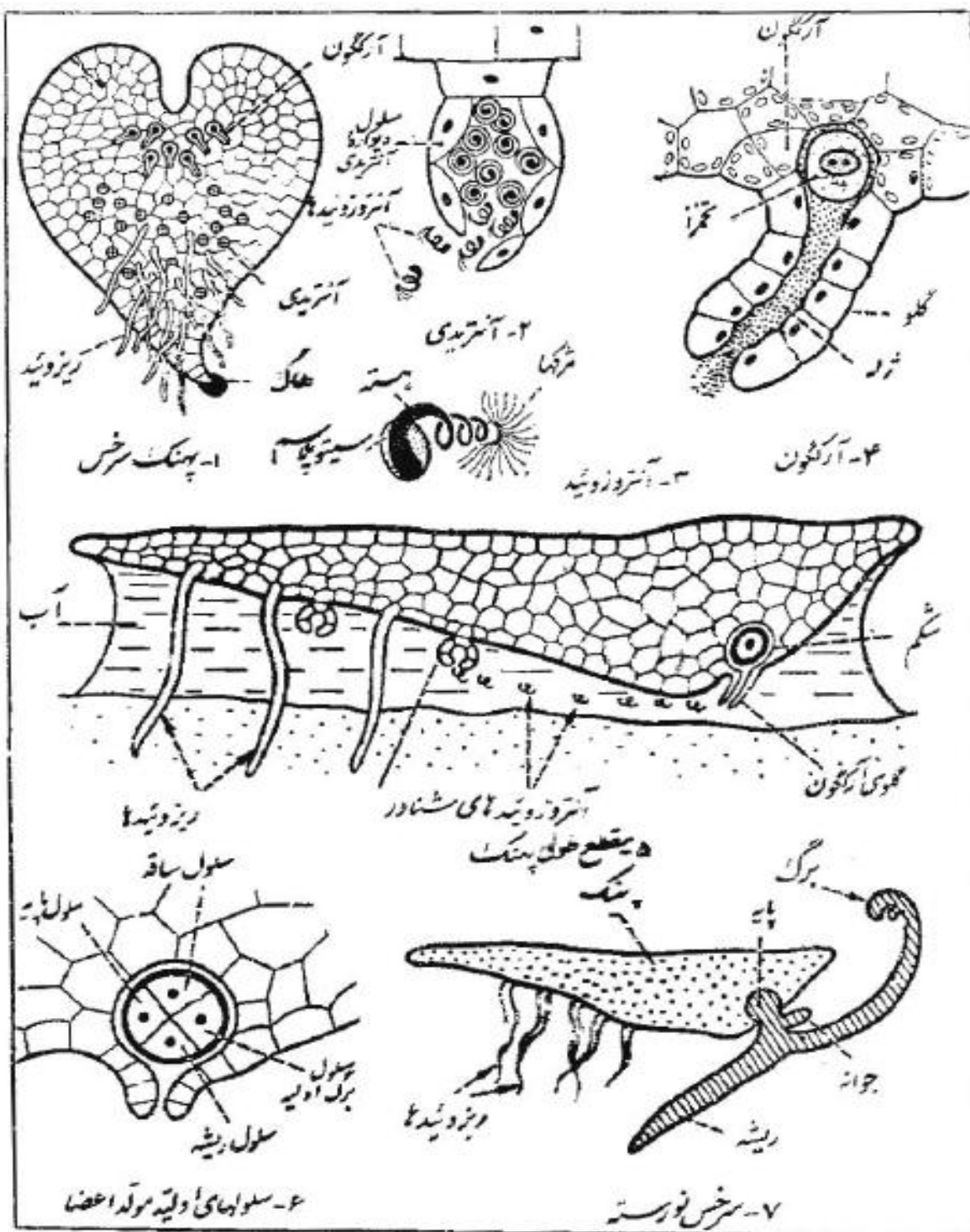
تولید سلول تخم - وقتی که هاگ روی خاک مرطوب می افتد، شروع به نمو می کند. از رویش هاگ، سرخس جدیدی بوجود نمی آید.

بلکه صفحه سبز رنگ کوچکی ، به نام پهنک ، تشکیل می شود که سطح آن چند میلیمتر مربع بیشتر نیست . هر سلول پهنک ، کلروپلاست فراوان و یک هسته n کروموزومی دارد .



شکل ۱۳۳ : اندام تولید هاگ ، در بسفایج

پهنک، به وسیله تارهایی ، به خاک متصل است . هر تدر سلول درازی است ، به نام ریزوئید، که آب و املاح محلول از زمین جذب می کند .



شکل ۱۳۴: اندامهای تولید سلول تخم، در بسفایج

در سطح پایینی پهنك ، اندامهای نر یا آنترییدی و اندامهای ماده یا آرکگون ، بوجود می آیند .

آنترییدی ، کیسه بیضی شکلی است که دیواره آن از يك لایه سلول ساخته شده است . دیواره آنترییدی رسیده ، پاره ، می شود و تعداد زیادی سلول هاریچی ، به نام آنروزوئید ، بیرون می ریزد . هر آنروزوئید ، سلولی است که هسته ای هاریچی و عده ای مزه دارد .

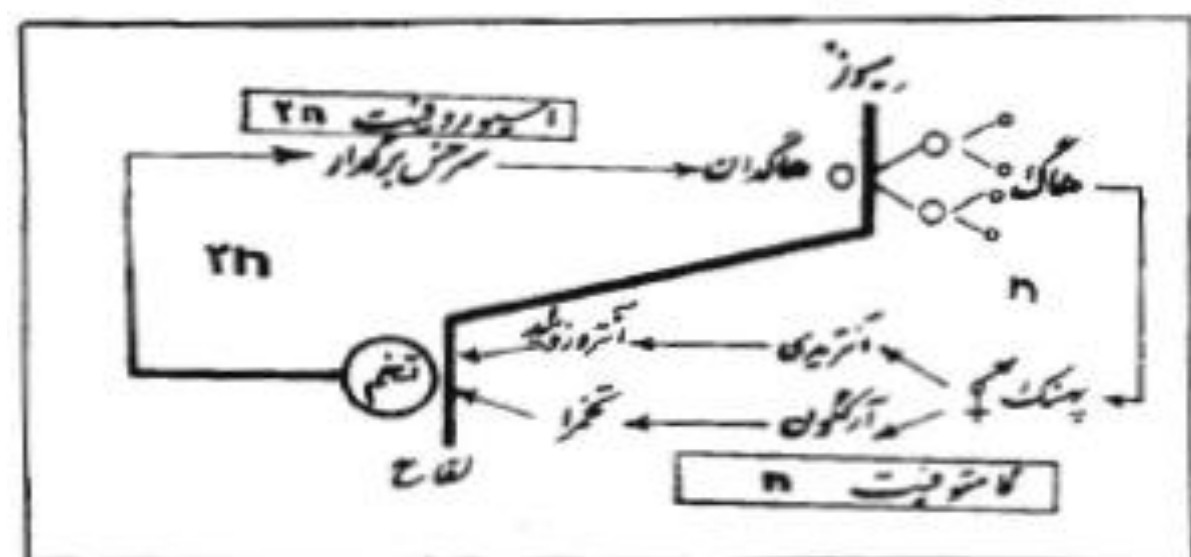
آرکگون ، عضو کوزه مانندی است که دارای دو قسمت گلو و شکم است . گلوی آرکگون ، پر از ماده ژلاتینی محتوی اسید مالیک است . شکم آرکگون ، که در بافت پهنك فرو رفته است ، يك سلول کروی درشت ، به نام تخمزا دارد .

آنروزوئیدهایی که آزاد می شوند ، در قطره های آب بهران یا شبی می که سطح پایینی پهنك را مرطوب می کند ، شناور می شوند و جلب اسید مالیک گلوی آرکگون می شوند . آنروزوئیدی که وارد گلوی آرکگون می شود ، در شکم آن نفوذ می کند و یا تخمزا ترکیب می شود . سلول تخم ، که از ترکیب دوسنول نر و ماده بوجود می آید ، ۲۵ کروموزوم دارد . گرچه ممکن است در همه آرکگونها ، سلول تخم تشکیل شود ، ولی تنها ، یکی از سلولهای تخم ، رشد می کند .

رشد سلول تخم - سلول تخم ، پس از تشکیل شدن ، از غشایی سلولزی پوشیده می شود و سپس شروع به تقسیم می کند . از دوبار تقسیم - شدن سلول تخم ، چهار سلول بوجود می آید . چهار سلول ، بترتیب ، منشأ ساقه ، برگ اولیه ، ریشه و پایه می شوند . پایه ، در پهنك فرو می رود تا گیاه جوان را به پهنك مربوط سازد و جذب مواد غذایی را از آن امکان

پذیر کند . گیاه جوان تا موقعی به وسیله پایه از پهنک غذا می گیرد که ریشه و برگهای سرخس بخوبی رشد کنند . از آن پس ، پهنک پژمرده شده ، از بین می رود . تمام سلولهای سرخس برگداری که از تقسیم سلول تخم پدید آمده اند ، صاحب $2n$ کروموزوم می شوند .

دوره زندگی سرخس بهشایج - دوره زندگی سرخس بهشایج ، شامل دو مرحله متناوب است :



شکل ۱۳۵ : دوره زندگی سرخس بهشایج

اول ، مرحله اسپوروفیتی که از نمو سلول تخم آغاز می شود و پس از بوجود آمدن سرخس برگدار و تشکیل هکدان و هک ، پایان می پذیرد . همه سلولهای این مرحله از گیاه ، $2n$ کروموزوم دارند . دوم مرحله گامتوفیتی ، که با تشکیل هک و نمو آن شروع می شود و با پیدایش پهنک و سلولهای زاینده و سلول تخم ، پایان می پذیرد . این مرحله ، نسبت به مرحله قبلی ، کوتاهتر است . همه سلولهای این مرحله از گیاه ، n کروموزوم دارند .

شکل ۱۳۵ ، دو مرحله دوره زندگی سرخس را نشان می دهد .

خزه پولیتریک

خزه پولیتریک ، گیاه سبز رنگی است که در جاهای مرطوب ، روی دیوارها و تنه درختان جنگل و کنار آبشارها می روید . پولیتریک ساقه باریکی دارد که از برگهای ریز به هم فشرده ، پوشیده است . پولیتریک ریشه ندارد . در ساقه و برگ آن ، آوندهای چوب آبکش وجود ندارد .

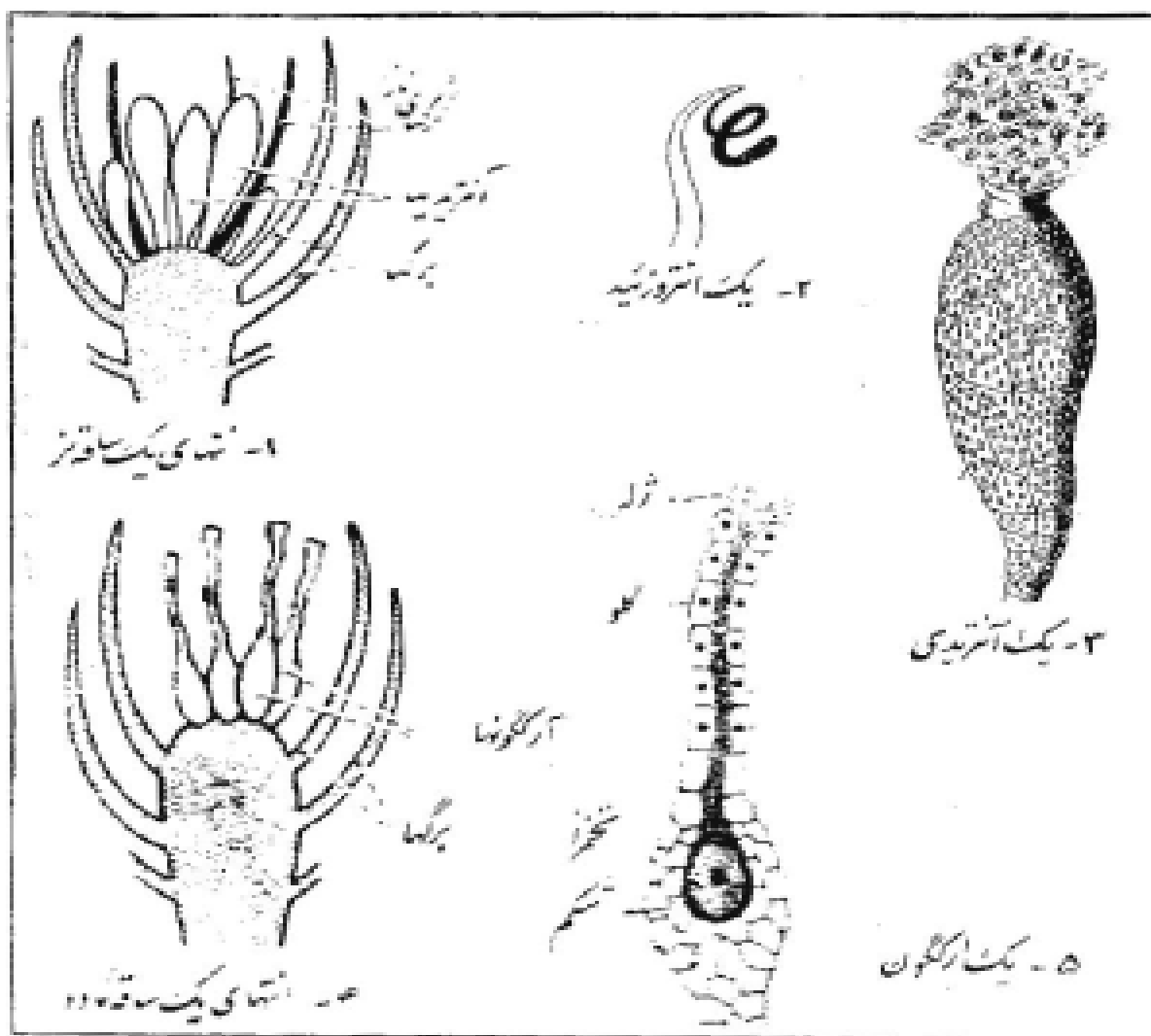


شکل ۱۳۶ : اندامهای روینده خزه .

تولید مثل پولیتریک - در انتهای ساقه های پولیتریک و میان برگهای به هم فشرده ، اندام نر یا آنترییدی و اندام ماده یا آرکگون ، بوجود می آید .

آنترییدی ، کیسه ای است که دیواره آن ، از یک لایه سلول ساخته شده است . در آنترییدی ، تعداد زیادی آنتروزیوید حاریجی ، ساخته می شود .

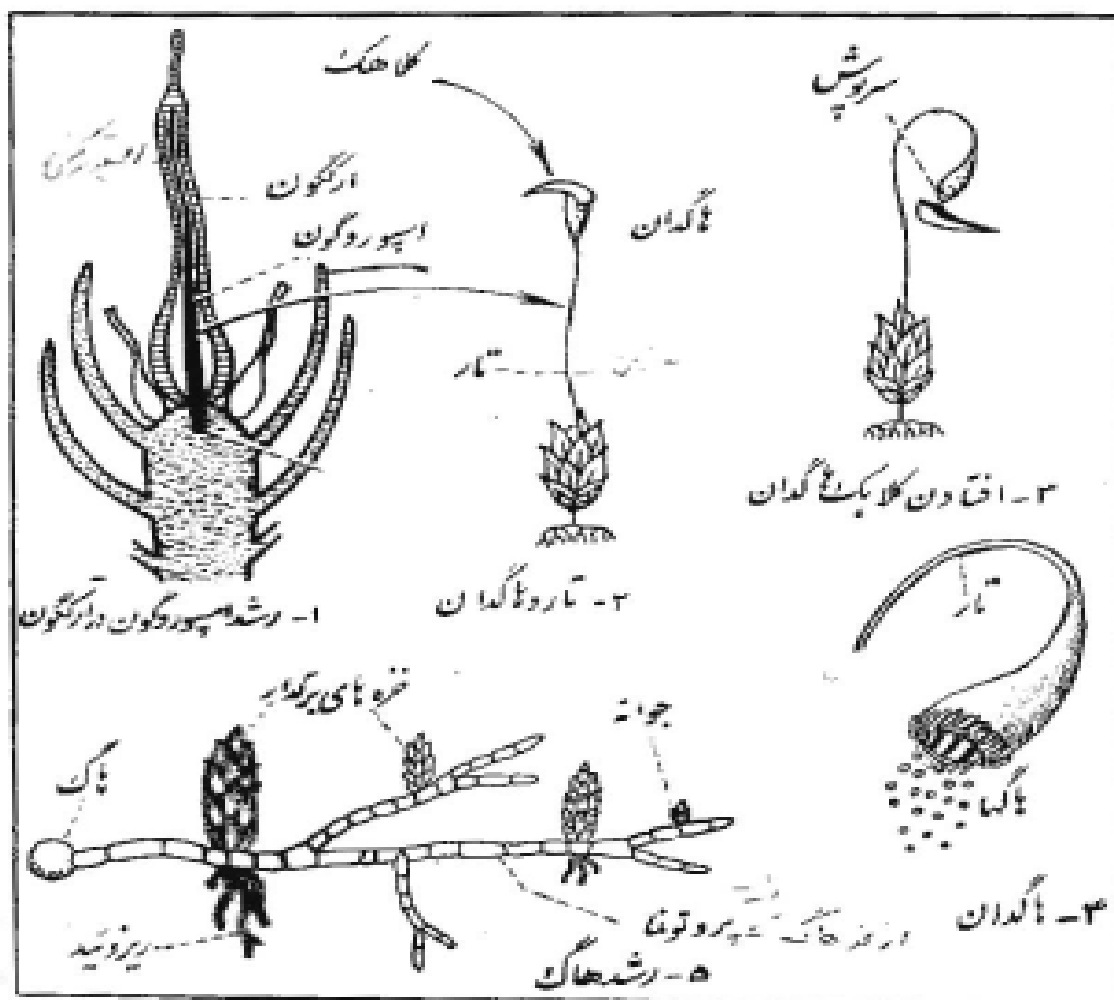
آرکگون ، که شکل بطری دارد ، از یک گلوی دراز و یک شکم



شکل ۶۳۷: اقدامهای تولید تخم، در خزانه

متورم ، تشکیل شده است . درون شکم آرگون سلول ماده یا تخمزا ، وجود دارد .

آتروزوئیدها ، در قطرات آب باران یا شبنم ، شنا کرده و تحت تأثیر ترشحات آرکگون ، به سوی آن متوجه می شوند و در آن نفوذ می کنند ، از ترکیب آتروزوئید و تخمزا ، سلول تخم تشکیل می شود.



شکل ۱۳۸ : اندامهای تولید هاک ، درخت .

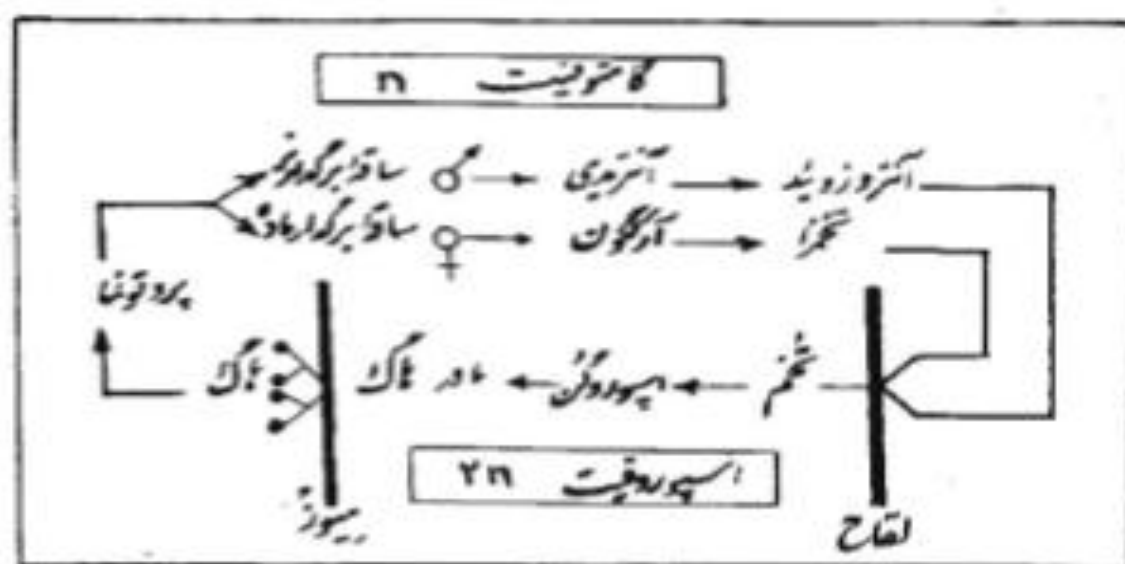
سلول تخم ، در انتهای ساقه ، شروع به نمو می کند و اندام مخصوصی ، به نام اسپورومیت (Sporogon) ، تولید می کند. گرچه ، از چند آرکگون ، چند سلول تخم ، تولید می شود ، ولی فقط یکی از آنها ، رشد می کند و بقیه ، از بین می روند .

اسپورومیت ، شامل یک ساقه بدون برگ ، به نام تار و یک هاکدان

است. اسپوروگن، روی ساقه برگدار خزه رشد می کند. وقتی که هاگدان می رسد، کلاهک روی آن می افتد و دهانه هاگدان نیز، به صورت سرپوشی بلند می شود و هاگها بیرون می ریزند. وقتی که هاگ، روی خاک مرطوب می افتد، شروع به نمو می کند. از نمو هاگ، رشته ای به نام پروتونا، تشکیل می شود. پروتونا، به وسیله تارهایی، از زمین غذا جذب می کند. روی پروتونا، ساقه های برگدار خزه می رویند.

پس، در زندگی پولیتریک، مانند زندگی سرخس، دو مرحله گامتوفیتی و اسپوروفیتی هست، ولی در پولیتریک، مرحله گامتوفیتی بسیار طولانی تر از مرحله اسپوروفیتی است.

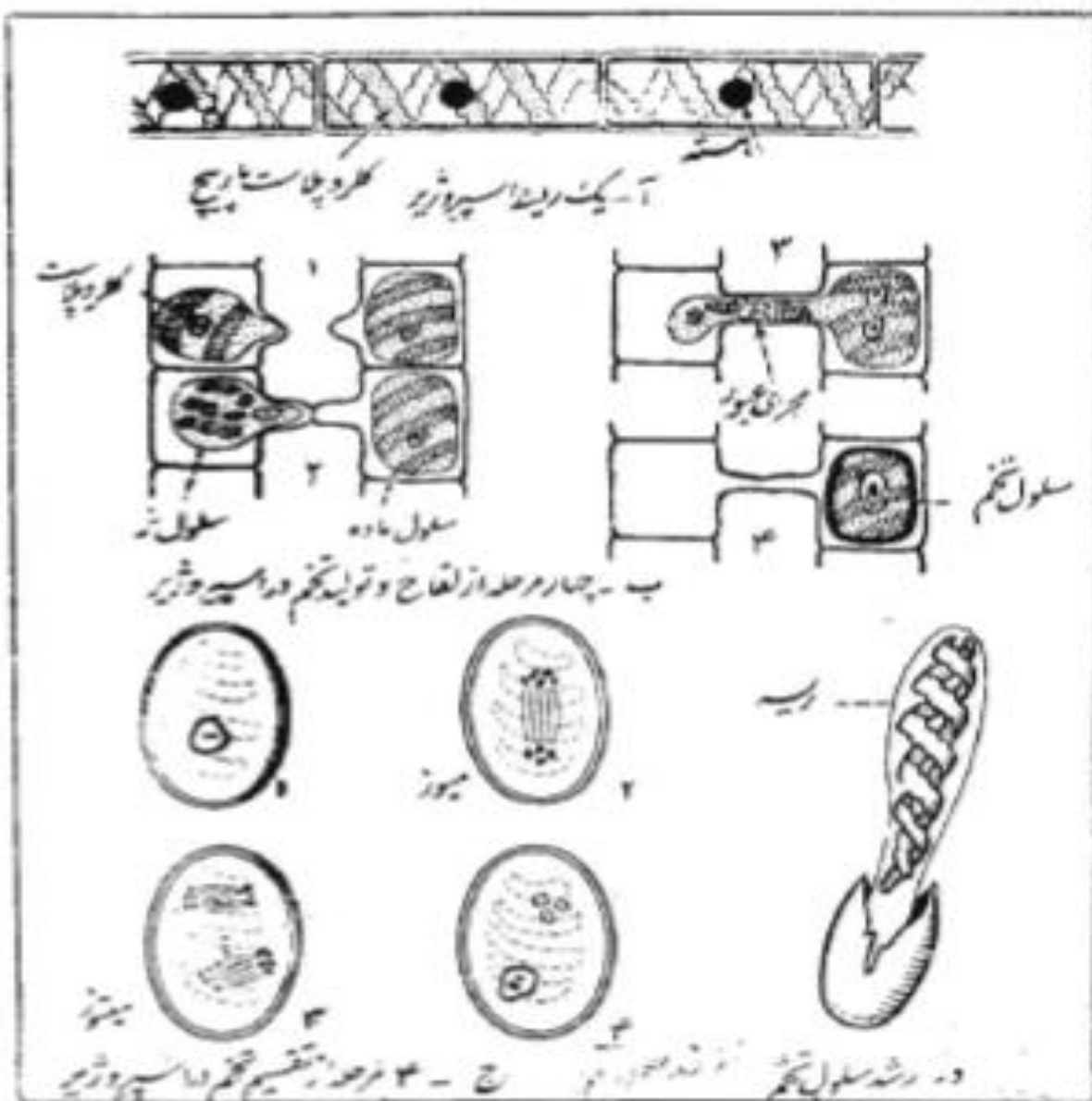
شکل زیر، دو مرحله دوره زندگی پولیتریک را نشان می دهد:



شکل ۱۳۹: دوره زندگی خزه پولیتریک

اسپیروژیر

اسپیروژیر، جلبك سبزی است که در ته جویبارها و آب‌بی واکد، فراوان است. ریشه اسپیروژیر، از سلول‌هایی ساخته شده است که در هر یک



شکل ۱۴۵: تولید جفت اسپیروژیر

کلروپلاستی ماریچی و يك هسته مشاهده می شود . تولید مثل اسپروژیر ، از راه تولید تخم ، انجام می گیرد . در موقع تولید مثل ، دو ریشه مجاور به هم نزدیک می شوند . در هر ریشه ، برجستگی بوجود می آید . دو برجستگی دو ریشه مقابل ، بتدریج بزرگتر می شوند و به یکدیگر می رسند . در این موقع ، غشای میان دو برجستگی ، از بین می رود و مجرای بین دو سلول تشکیل می شود . محتویات یکی از سلولها ، که سلول نر است ، از راه مجرا وارد سلول دیگر ، که سلول ماده است ، می شود و از اتحاد آنها ، **سلول تخم** بوجود می آید .

گاهی ممکن است سلول ماده ، بدون ترکیب شدن با سلول نر و نیز ممکن است ریشه اسپروژیر ، به قطعاتی تقسیم شود و هر قطعه در جایی ثابت شود و پس از نمو ، جلبك کاملی بوجود آورد . پس تولید مثل ، در اسپروژیر ، به سه طریق **تولید تخم و رشد سلول ماده و قطعه قطعه شدن ریشه** ، صورت می گیرد .

رشد سلول تخم ، بدین طریق است که هسته آن دوبار تقسیم می شود . تقسیم اولی با کاهش کروموزومی است و چهار سلول n کروموزومی بوجود می آورد . بزودی سه هسته آن از میان می رود . تنها ، یکی از چهار سلول به نمو خود ادامه می دهد . در نتیجه نمو این سلول ، پوسته ضخیم سلول تخم ، پاره می شود و بر اثر تقسیمات آن ، نوار اسپروژیر از تخم خارج می شود ؛ در هر سلول ، کلروپلاستی ماریچی بوجود می آید .

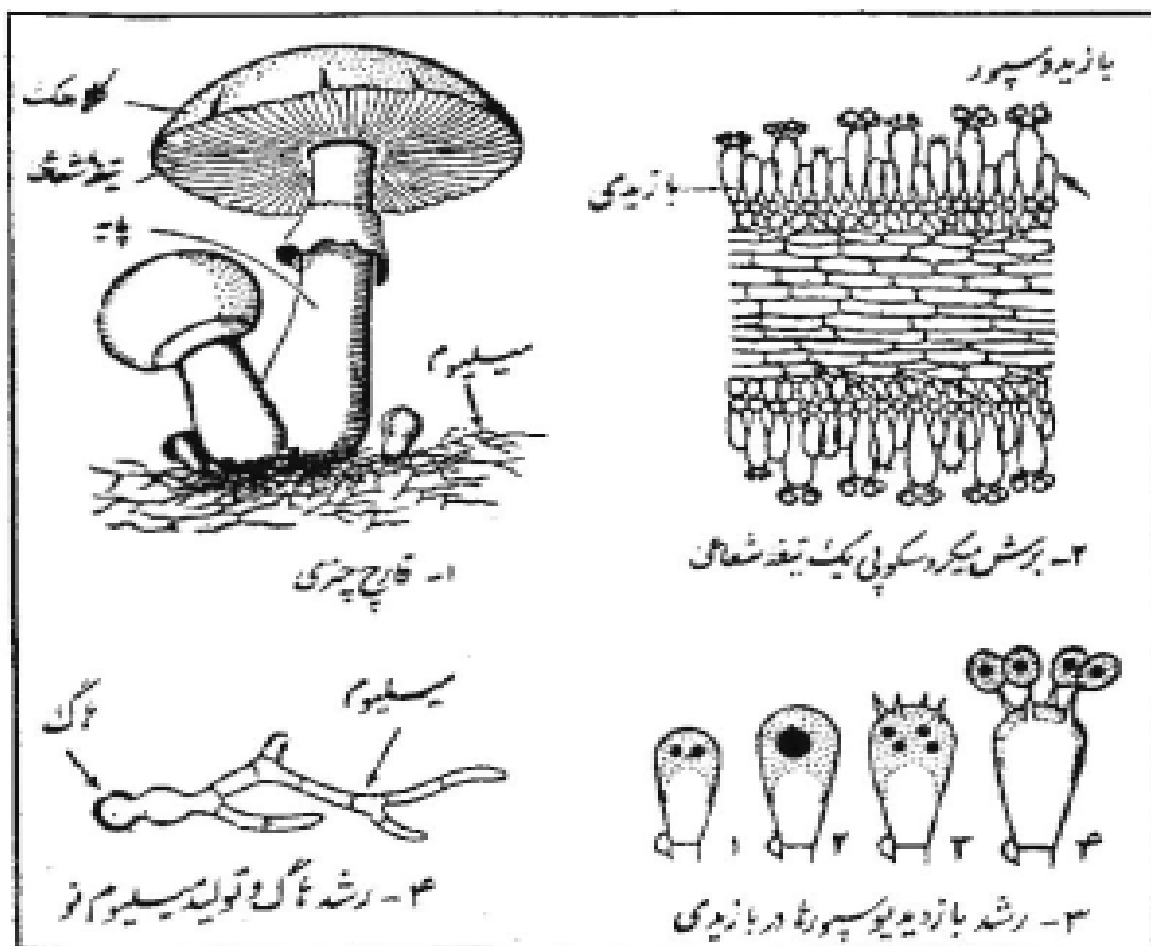
قارچ چتری و تك تك مفید

قارچها ، از ریشه داران بی کلروفیلند ، گروهی از آنها ، تك سلولی

و عده‌ای پرسلولی هستند . قارچها ، چون کلروفیل ندارند ، به روش
 ایگلی یا کودرستی بسر می‌برند ، به روش همزیستی نیز ، زندگی می -
 کنند . قارچ چتری و کفک سفید ، دو نمونه از قارچهای پرسلولی هستند .
 مخمر آجور ، چنانکه می‌دانید ، از قارچهای تک سلولی است .

قارچ چتری

قارچ چتری ، از دسته بازیدیومیسیتهاست و با تولیدها گهای مخصوص -
 به نام بازیدیوسپور ، تولید مثل می‌کند . عده‌ای از قارچهای چتری



شکل ۱۴۱ : تولید مثل قارچ چتری

خوراکی و برخی سمی هستند . یکی از قارچهای چتری بسیار فراوان ، آگاریک است . این قارچ ، شامل ریشه بسیار باریکی است که سلولهای آن ، به وسیله دیوارههای عرضی ، از یکدیگر متمایزند .

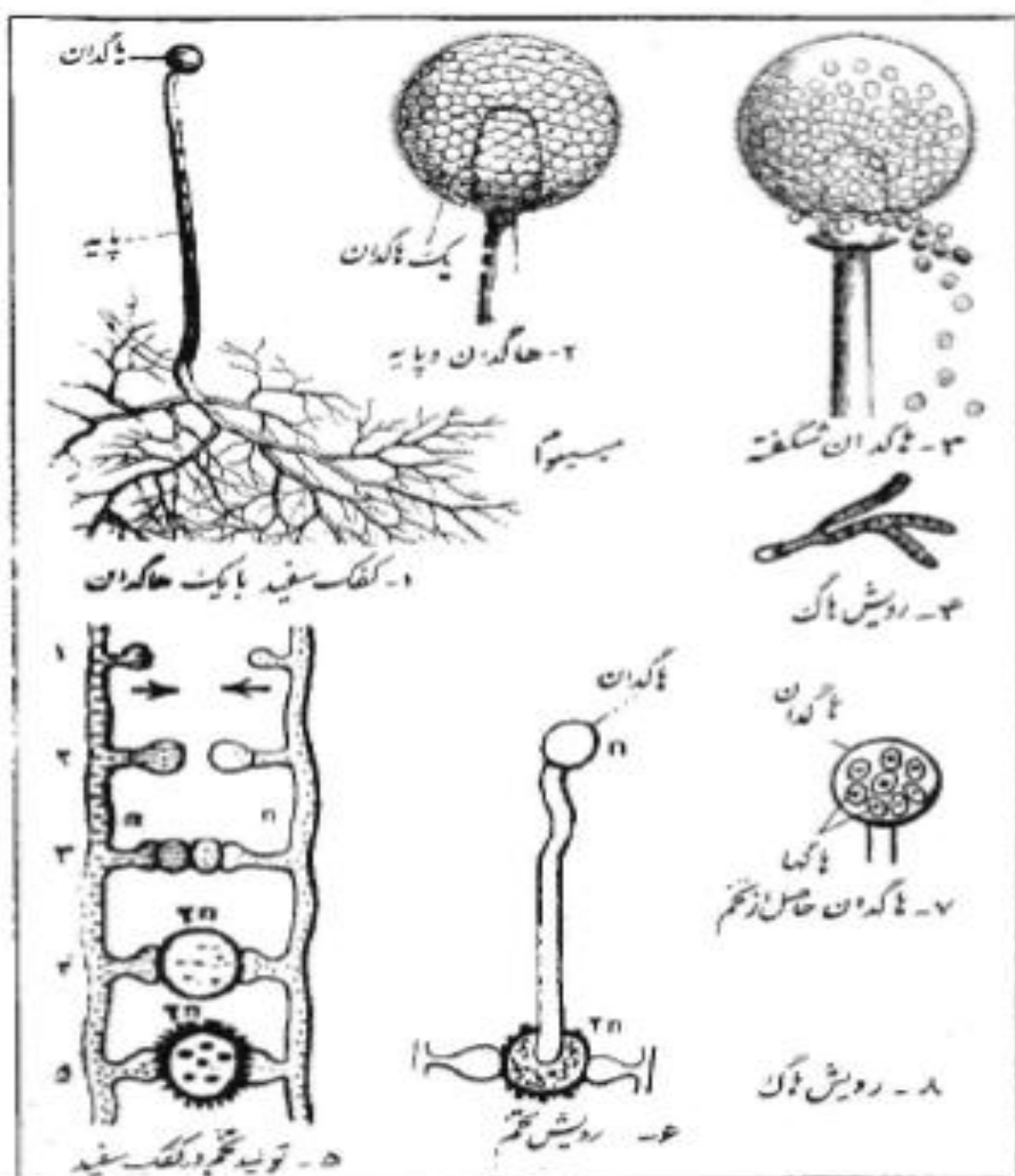
ریشه آگاریک ، یا **میلیوم** ، روی کود و پنب و بقایای پوسیده گیاهان ، به صورت شبکه سفید رنگ متراکمی ، گسترده می شود و مواد غذایی مورد احتیاج چتر و پایه را فراهم می سازد . پایه و چتر آگاریک ، تنها قسمتی از گیاه است که از خاک بیرون است .

در زیر چتر آگاریک ، تیغههایی شعاعی ، به نام تیغههای **هاگهای** هست . تیغههای هاگهای ، از سلولهای مخصوصی پوشیده شده اند که به آنها **بازیدی** می گویند . هر بازیدی ، چهار هاگ مخصوص ، به نام **بازیدیوسپور** ، تولید می کند . بازیدیوسپور ، هاگ پایه داری است که در نتیجه میوز تشکیل می شود و ابتدا درون بازیدی جی دارد و سپس از آن خارج شده و روی پایه خود و متصل به بازیدی باقی می ماند . از رویش هر بازیدیوسپور ، **میلیوم** و قارچهای چتری نو ، بوجود می آید .

کفک سفید

کفک سفید ، از دسته **سیفومیستاس** ، ریشه آن ، هسته های متعدد دارد ولی دیواره ای ، سلولها را از یکدیگر جدا نمی کند . ریشه کفک سفید ، در سطح ماده غذایی و مقداری هم در ضخامت آن ، پخش می شود و بزودی سطح آن را کاملاً می پوشاند . تولید مثل کفک سفید ، مانند تولید مثل سایر کفکها ، به دو طریق **تولید هاگ** و **تشکیل تخم** ، انجام می گیرد .

۱- **تولید هاگ** - وقتی که شرایط محیط زندگی مناسب رشد قارچ



شکل ۱۴۲ : تولید مثل کفک سفید

است ، از بعضی از نقاط ریشه ، میله‌هایی عمودی ، بلند می‌شوند ، انتهای میله ، متورم می‌شود و قسمت متورم ، به وسیله دیواره‌ای ، از میله جدا می‌شود و به یک هاگدان تبدیل می‌گردد. بر اثر پاره شدن هاگدان ، عدای هاگ آزاد شده ، به علت سبکی وزن در هوا منتشر می‌شوند. هر جا که رطوبت و دما کافی باشد ، هاگها نمو کرده و ریشه‌های نو می‌سازند .

تولید تخم - اگر شرایط محیط نامساعد باشد ، کفک سفید ، تخم تولید می‌کند . تخم ، در شرایط نامناسب ، مقاومت می‌کند و بعضی پیدا شدن دما و رطوبت کافی ، تولید ریشه می‌کند .

برای تولید تخم ، از دو ریشه مجاور ، دو زائده بوجود می‌آید و به یکدیگر نزدیک می‌شود. در انتهای هر زائده ، کیسه‌ای بوجود می‌آید که محتوی هسته‌های فراوان است. هر کیسه ، در حکم یک سلول زاینده چند هسته‌ای است. پس از مجاورت دو کیسه و مخلوط شدن محتویات آنها ، سلول تخم بوجود می‌آید که چند هسته‌ای است. پوسته محکمی ، سلول تخم را در میان می‌گیرد. تخم ، با پوسته مقاوم خود ، در شرایط نامساعد ، به زندگی خفیف ادامه می‌دهد. وقتی که رطوبت و دمای محیط مناسب شد ، از سلول تخم رشته‌ای بیرون می‌آید و هاگدانی در انتهای آن تشکیل می‌شود. درون هاگدان ، هاگهایی ، در نتیجه کاهش کروموزومی ، بوجود می‌آیند که بعضی از آنها ، ریشه‌های نوع اول و بعضی دیگر ، ریشه‌های نوع دوم ، بوجود می‌آورند .

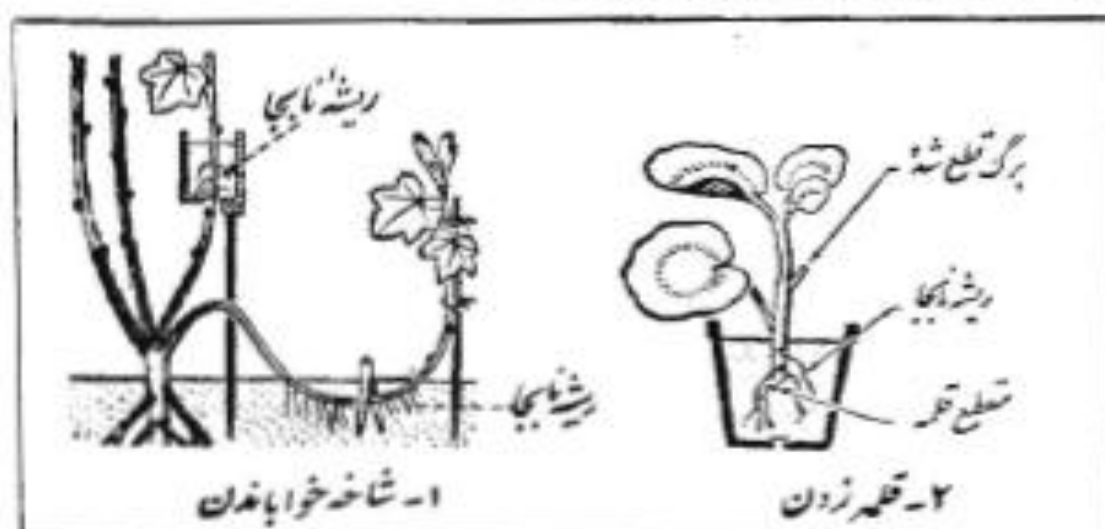
راههای دیگر تکثیر گیاهان

... غیر از تولید دانه و تشکیل تخم ، که روش طبیعی تکثیر گیاهان است

و تولید مثل جنسی نام دارد، چنانکه در صفحات قبل دیدید، راههای دیگری نیز، برای تکثیر گیاهان هست، مثلاً:

ساقه زیرزمینی زنبق، گاهی در نتیجه پوسیدگی، به قطعات کوچکتر تقسیم می شود و هر قطعه ای، پایه نوری بوجود می آورد.

غده های سیب زمینی، قطعاتی از ساقه زیر زمینی هستند که اگر بطور کامل یا به قطعات کوچک در زمین قرار گیرند، بوته های نو می دهند. پیازچه های اطراف پیاز اصلی سیر، جوانه هایی جانبی هستند که در نتیجه اندوختن مواد غذایی، منورم شده اند. از این پیازچه ها، در سال بعد، پایه های نو بوجود می آید.

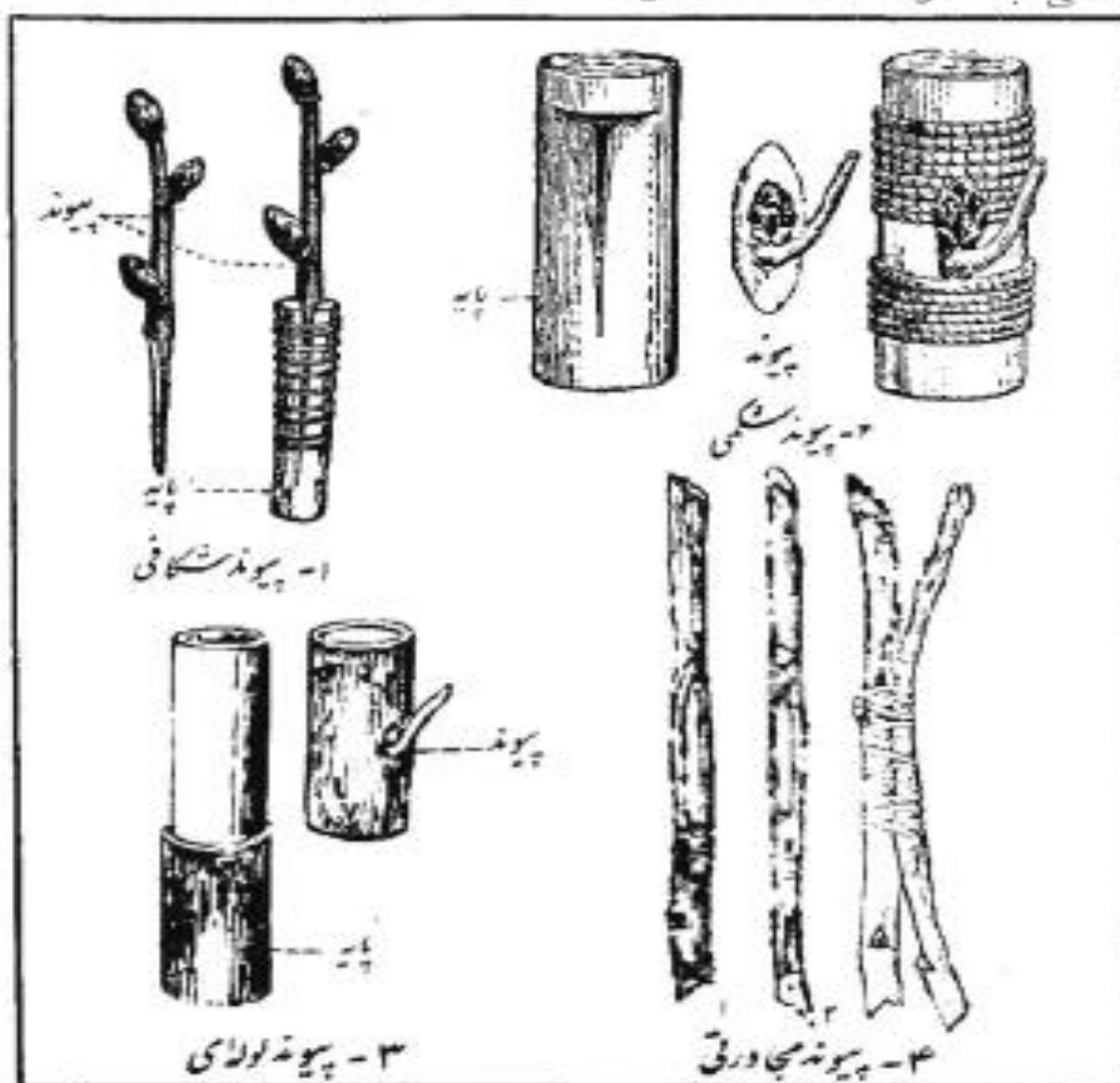


شکل ۱۴۳: قلمه زدن و شاخه خوابانیدن

در پای ساقه بعضی از گیاهان، از قبیل **تمشک** و **به**، پاجوشهایی رشد می کنند که صاحب ریشه مستقل می شوند. اگر این پاجوشها را، از تنه اصلی جدا کنند، نهالهای جوان بوجود می آورند. راههای تکثیر مصنوعی گیاهان، عبارتند از: **قلمه زدن**، **شاخه**

خواباندن ، پیوند زدن .

۱ - قلمه زدن - قلمه ، شاخه کوچکی است که آن را از درخت اصلی جدا کرده ، در خاک فرو می برند ، ریشه های نابجایی که در مقطع قلمه



شکل ۱۴۴ : انواع پیوندها

ظاهر می شوند ، تغذیه آن را تأمین می کنند . میخک و شمع دانی و مو و بسیاری از گیاهان دیگر را ، به روش قلمه زدن ، زیاد می کنند . پیدایش

ریشه‌های نابجا را، ممکن است با بکار بردن اوکسینها، سریع‌تر کرد .
برای این کار ، قلمه را قبل از نشاندن در خاک ، در محلول اوکسین وارد
می‌کنند .

بعضی از گیاهان (بلوط و شمشاد) را ، نمی‌توان به وسیله قلمه زدن
زیاد کرد، زیرا ، در این گیاهان ، ریشه‌های نابجا به‌سبب ظاهری نمی‌شوند.
خواب‌آیدن - در این روش، شاخه را از پایه اصلی، جدا نمی‌کنند،
بلکه آن را ، مدتی در خاک مرطوب قرار می‌دهند . پس از مدتی که ریشه
های نابجا ظاهر شدند ، آن را از تنه اصلی قطع می‌کنند . طول مدت
پیدایش ریشه‌های نابجا ، در گیاهان مختلف ، متفاوت است . پیدایش
ریشه‌های نابجا، در شاخه‌های خواب‌آیده شده ، دیرتر از قلمه معمولی صورت
می‌گیرد . خواب‌آیدن ، بیشتر برای تکثیر گیاهانی ، مانند خرزهره و
میخک و ماگنولیا و رازقی و گاهی مو ، بکار می‌رود . ممکن است شاخه
را ، به جای فروکردن در زمین ، از خاک گلدانی عبور داد .

پیوند زدن - پیوند زدن، نوعی قلمه زدن است که در آن شاخه
با جوانه گیاهی را (پیوند) ، به جای فروبردن در خاک ، روی گیاه
دیگر (پایه) ، می‌نهند . غذای پیوند ، به وسیله پایه ، تأمین می-
شود . اقسام پیوند ، عبارتند از : پیوند شکافی ، پیوند شکمی ، پیوند
لوله‌ای و پیوند مجاورتی .

پیوند شکافی ، بیشتر در شاخه‌های مسن ، بکار می‌رود . در چنین
پیوندی، که عموماً در فصل بهار زده می‌شود ، پایه را می‌برند و در آن
شکافی (شکل ۱۳۴) ایجاد می‌کنند ، سپس پیوند را که عموماً شاخه جوان
یک ساله است ، به شکل تیغه چاق و متناسب با قطر شکاف ، می‌تراشند و در

آن جای می دهند و با نخ می بندند .

در پیوند شکمی ، جوانه سالمی را ، به عنوان پیوند ، انتخاب می کنند و آن را با مقدار کمی از پوست شاخه ، از درخت مرغوبی جدا می کنند ، سپس پیوند را درون شکمی ، که به شکل T روی ساقه پایه ایجاد کرده اند ، قرار می دهند و دور محل پیوند را با نخ می بندند .

در پیوند لوله ای ، مقداری از پوست ساقه جوانی را ، که دارای يك جوانه است ، به عنوان پیوند ، به شکل استوانه از شاخه بیرون می آورند ، سپس لوله مزبور را در شاخه پوست کنده درخت پایه ، وارد می کنند . بدیهی است که قطر لوله شاخه پیوند و پایه باید متناسب باشد . در پیوند مجاورتی ، معمولاً دو شاخه از دو درخت مجاور را اختیار می کنند و قسمتی از پوست هر دو شاخه را می کنند و دو قسمت بدون پوست را بهم متصل می کنند و می بندند . پس از مدتی که دو شاخه بهم جوش خوردند ، یکی از آنها را از پایین قطع می کنند .

عموماً پیوند زدن وقتی نتیجه می دهد که دو گیاه پایه و پیوند از يك نوع (کلابی وحشی و اهلی) یا از دو نوع يك جنس ، یا از انواع نزدیک به هم (کلابی و به) باشند . اگر دو گیاه از دو گونه کاملاً متفاوت باشند ، پیوند نخواهد گرفت ، مثل پیوند گیلاس و سیب .



جغرافیای گیاهی

چگونگی پراکندگی جانوران و گیاهان در سطح زمین و بررسی علل و اسباب آن ، موضوع علمی است ، به نام جغرافیای زیستی. این پراکندگی ، تابع عوامل گوناگونی است که دما ، رطوبت ، نور ، ارتفاع

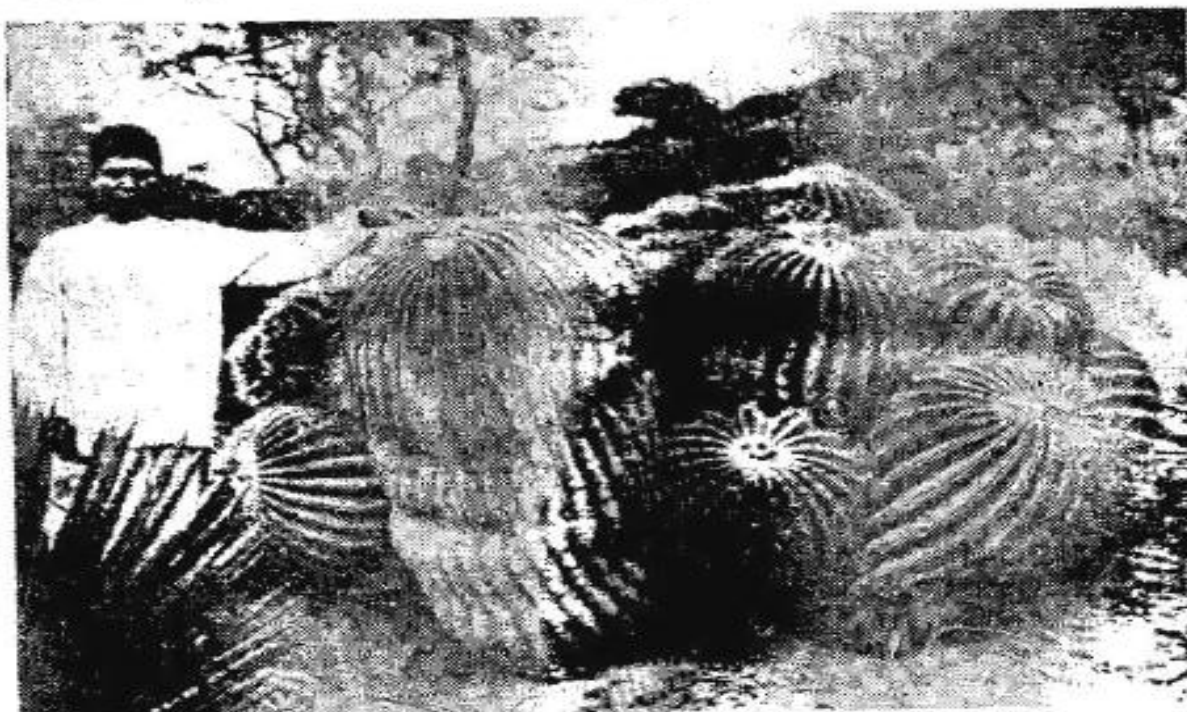


شکل ۱۴۵ : سرخسهای درختی منطقه حاره

مکان و باد ، از مهمترین آنها هستند . در هر منطقه زمین ، میان این عوامل و موجودات زنده آن ، سازش مخصوصی وجود دارد و مجموعه گیاهان هر منطقه ، منظره خاصی پیدا می کند که با منظره مجموعه گیاهان منطقه دیگر ، تفاوت محسوس دارد. مجموع خصوصیات گیاهان هر منطقه ای

را، رخساره گیاهان آن منطقه، می گویند، مثلاً رخساره گیاهان منطقه پر باران، با رخساره گیاهان بیابانی، تفاوت بسیار دارد.

هر قدر از استوا دور و به قطب نزدیک شویم، چون اشعه خورشید مایلتر می تابد، قاعدتاً باید دما تدریجاً کمتر شود؛ ولی بسیاری از محلها که در یک عرض جغرافیایی قرار دارند، دارای اوضاع جغرافیایی



شکل ۱۴۶: منظره خامی گیاهان تیره کاکتوس، در مکزیک

متفاوتند، زیرا، نزدیکی دریا و وقوع بادهای خشک یا مرطوب و نظایر چنین عواملی در آب و هوای هر محل تغییر بوجود می آورد. با همه تنوعی که در آب و هوای نقاط مختلف زمین هست، سه نوع اجتماعات گیاهی، در زمین، تشخیص داده می شود:

۱- اجتماعات گیاهی منطقه قطبی ۲- اجتماعات گیاهی منطقه

معتدله که به نوبه خود بر دو گونه اند: منطقه معتدله سرد (جنگلها)
و منطقه معتدله گرم (گیاهان مدیترانه ای) . ۳- اجتماعات گیاهی
منطقه حاره که به نوبه خود بر دو گونه اند : اجتماعات گیاهی منطقه
حاره مرطوب (جنگلهای بکر) و اجتماعات گیاهی منطقه حاره خشک
(بیابان) .

۱- اجتماعات گیاهی منطقه قطبی

خصوصیات مهم آب و هوای منطقه قطبی ، عبارتند از : زمستان
طولانی ، تابستان کوتاه ، شبهای دراز زمستانی که طی آن ،
خورشید همواره در زیر افق باقی می ماند و روزهای کوتاه تابستانی
که طی آن خورشید غروب نمی کند .

عاملی که در آب و هوای قطبی ، روی گیاهان ، اثر بسیار می گذارد
برودت نیست ، زیرا در بعضی از نقاط مرتفع منطقه معتدله نیز ، برودتی
معادل برودت قطب دیده می شود ، بلکه انقلاب هوا ، در مناطق قطبی ،
مانع می شود که برف روی زمین جمع شود . چنانکه می دانید ، اگر برف
در جایی باقی بماند ، پوشش محافظی است که گیاهان را بخوبی از دسترس
سرمای زیاد محفوظ می دارد . از آنجا که هوای این منطقه سرد است و
دما بندرت به ده درجه می رسد ، گیاهان چوبی و درختی وجود
ندارند ، بلکه عموماً علفی پاینده هستند . بطور کلی ، گیاهان یک ساله ،
در این منطقه نمی رویند ، زیرا طول مدت فصل مساعد هر سال ، بقدری کوتاه
است که گیاه ، فرصت کافی برای گل و میوه دادن ندارد ، بلکه سالهای

متممادی، برای رشد کافی، نیازمند است. از این جهت است که عموماً پاینده اند.

تعداد انواع گیاهان منطقه قطبی، کم است و بطور کلی از ۲۵ نوع تجاوز نمی کند. این تعداد کم، در وسعتی به پهنای مناطق قطبی، بهترین نشانه عدم وجود محیط مناسب برای رشد گیاهان است. تعداد انواعی که در *گروئلند* شناخته شده، به ۳۲۵ بالغ است. این انواع، به ۵۰ تیره گوناگون، تعلق دارند که مهمترین آنها، عبارتند از: تیره های گندم، شب بو، میخک، آلاله، گل سرخ و کاسنی.

۷- اجتماعات گیاهی منطقه معتدله

منطقه معتدله سرد

جنگلهای شمالی و جنوبی - وقتی که از مناطق قطبی دور می شویم، رخساره گیاهان، تفاوت محسوس پیدا می کند. برای مطالعه رخساره منطقه معتدله، باید بیشتر متوجه نقاطی شد که آدمی در آن کمتر تغییر داده و اوضاع حیاتی، به حالت طبیعی خود، موجود باشد.

از مشخصات این منطقه، **توسعه جنگلهاست**. وسعت جنگلها، در منطقه معتدله نیمکره شمالی، بیش از وسعت آن، در نیمکره جنوبی است. در شمال و مرکز اروپا و آسیا و در شمال آمریکا، توسعه جنگلها بیشتر است. نیمکره جنوبی، چون بیشتر از دریا پوشیده شده و وسعت قارمهای آن کم است، جنگل کمتری دارد. بیشتر جنگلها، در منتهی الیه

جنوبی امریکای جنوبی، قرار دارند. گیاهان جنگل این نواحی، بیشتر از راش (Hêtres) هستند.

از خصوصیات مهم آب و هوای منطقه معتدله، تناوب منظم فصلهای گرم تابستانی و سرد زمستانی است. رطوبت و باران این منطقه، در تمام طول سال، حتی در تابستان، نسبتاً زیاد است.

گیاهان جنگلهای نیمکره شمالی، بیشتر از **تیره کاج** و دارای برگهای سوزنی پایندهاند. در قسمت جنوبی تر، گیاهانی که برگهای آنها همه ساله می افتند، مثل بلوط و افرا و آزاد و لیلکی. به گیاهان فوق افزوده می شوند.

گیاهان مخصوص **کف جنگل**، در این منطقه، چندان متنوع نیست زیرا برگهایی که در پای درختان جنگلی روی هم انباشته می شوند، مانعی برای رشد گیاهان مخصوص کف جنگلند. سرخس و خزه و قارچ، از گیاهانی هستند که بیشتر در کف این جنگلها می رویند.

در نواحی که درختان معمولی بیشترند و برگهای آنها همه ساله می ریزند، انواع گیاهان مخصوص کف جنگل زیادترند، مانند درختچه های سرو کوهی، زرشک، زالزالک و آلوچه تیغ دار و گیاهان علفی، چون گل عشاق و سنبل و شقایق نعمان.

در زمینهای بی درخت میان جنگلها، که نور بیشتری به خاک آنها می رسد، گیاهان متنوعی می رویند، از آن جمله زعفران را می توان نام برد.

جنگل نیمکره جنوبی را، بیشتر راش تشکیل می دهد. در نقاط

جنوبی تر ، راشهای دارای برگهای پاینده و در نقاط شمالی تر ، راشهای دارای برگهای معمولی ، فراوان است .

منطقه مدیترانه

از خصوصیات آب و هوای منطقه مدیترانه ، که تفاوت بسیاری با نقاط شمالی تر دارد ، کوتاه بودن زمستان و کمی مدت سرمای موقت این فصل است (نقاط کوهستانی این منطقه ، از این قاعده مستثنی هستند) . باران ، در این منطقه ، یوفور می بارد و هشت تا ده ماه سال ، هوا گرم است که ۳ تا ۵ ماه آن ، گرمتر از سایر ماههاست . منطقه مدیترانه ، سه بخش دارد و اجتماعات گیاهی هر بخش ، بوضعی خاص است :

۱- بخش جزایر ساحلی اقیانوس اطلس ، مانند آسور و کافاری ، در نتیجه تأثیر دریا ، در تمام مدت سال ، آب و هوای یکنواخت دارد .

۲ - بخش سواحل مدیترانه .

۳ - بخش کم باران ، که از مشرق دمشق آغاز می شود و شامل استپهای ایران و استپهای آسیای مرکزی است .

اجتماعات گیاهان مدیترانه ای ، ۷۰۰۰ نوع را شامل است که از میان آنها ۲۴۰۰ نوع مخصوص این منطقه است و در نقاط دیگر نیست . خصوصیات آب و هوای مدیترانه ای ، این است که در هر سال ، دوبار رشد گیاهان مختل می شود : یکی بر اثر سرمای زمستان ، دیگری بر اثر خشکی تابستان . خصوصیات گیاهان منطقه مدیترانه ای ، اینها هستند :

ساقه آنها بسیار بلند نمی شود و در عوض ، ضخیم و دارای شاخه های گرمه دار است .

برگهای محکم کامل نوک نیز و به شکل بیضی کشیده یا گاهی کاملاً باریک و دراز دارند .

گیاهان علفی دارای ساقه راست ، بسیار کمند . درختچه هایی که همیشه سبزند ، در این منطقه زیاد است و این یکی از خصوصیات برجسته منطقه مدیترانه ای است . گیاهانی که اندوخته آبی دارند ، بسیار نادرند و اگر در بعضی نقاط دیده می شوند ، از مناطق حاره بدانجا آورده شده اند .

گیاهان پیازدار و غده ای ، مانند لاله و ترگس و کلایو و شقایق نعمان و ثعلب ، فراوانند . یید و زبان گنجشک ، در کنار آنها فراوانند . از گیاهان تیره گندم ، انواع یک ساله ، فراوان و انواع پاینده ، کم است .

اجتماعات گیاهان استپی ، دارای مشخصات زیر است :
عموماً کوتاه و علفی هستند ، درختچه و درخت نادر است و اساساً جنگل دیده نمی شود .

آب و هوای مناطق استپی ، خشک و شباهت نزدیک به آب و هوای بیابانی دارد . استپ ، ممکن است ساده یا نمکی باشد .

استپ نمکی ، در ترکستان است و در آنجا گیاهان تیره اسفناج ، می روید .

استپهای ساده ، در روسیه و آسیای مرکزی و ایران و آمریکای

جنوبی فراوان است، در این استپها، گیاهان تیره گندم، بیشتر دیده می شوند. گیاهان يك ساله، $\frac{1}{4}$ و علفهای پاینده، $\frac{2}{3}$ اجتماعات گیاهان استپها را، تشکیل می دهند. این گیاهان، کمی چوبی هستند و برگهای کرکدار یا ضخیم دارند و این وسیله ای است برای مقاومت با خشکی.

۲- اجتماعات گیاهی منطقه حاره

منطقه حاره مرطوب

جنگلهای بکر - در نظر اول، گمان می رود که خصوصیت برجسته منطقه حاره، گرمای زیاد هوای آن است و حال آنکه در این مناطق، دما از ۳۳ درجه تجاوز نمی کند، مثلاً در جاوه و سیلان و سنگاپور، دمای هوا، میان ۳۵ و ۳۳ درجه است. چیزی که مخصوص این نواحی است، دمای ثابت آنهاست، مثلاً در جاوه، تفاوت حد متوسط دمای فصل گرم و فصل سرد، در حدود يك درجه و حداکثر آن $9/2$ درجه است. تفاوت مهم نواحی این منطقه، به مقدار باران آنها، بستگی دارد. در منطقه حاره مرطوب، باران بوفور می بارد، مثلاً باران جاوه، ۴۷۵ میلیمتر در دی ماه و ۲۷۵ میلیمتر، در مرداد ماه است.

دمای یکنواخت و رطوبت فراوان منطقه حاره مرطوب، رشد گیاهان را بقدری زیاد می کند که سبب بوجود آمدن جنگلهای بکر می شود. قدرت رشد گیاهان این منطقه، بقدری است که اگر قسمتی از جنگل، به وسیله انسان، برای زراعت سترده شود، بمحض آنکه آن قسمت را به حال خود گذارند، از درخت پر می شود.

در جنگلهای منطقه حاره مرطوب ، چهار گروه گیاه متمایز ، می-
روید : درختها ، گیاهان کف جنگل ، پیچانها و دارچسبها .

۱- **درختان جنگلهای منطقه حاره** ، عموماً بسیار بلندند و این
بلندی ، برای رسیدن به نور خورشید است . شاخه‌های درختان ، یا موازی
تنه اصلی بالا می‌روند ، یا فقط در انتهای ساقه ، به تعداد کم ، بوجود
می‌آیند و سپس گسترده می‌شوند و شکل چتر پیدا می‌کنند . بعضی از
درختان ، مانند نارگیل و خرما و سیکاده‌ها و سرخسهای درختی . اساساً
شاخه تولید نمی‌کنند . درخت بسیار معروف این ناحیه ، **موز** است .
بسیاری از گیاهان تیره نخود ، بخصوص گروه **گل ابریشم** فراوانند .
بلندی درختان این منطقه ، ممکن است به ۶۰ متر برسد .

۲- **گیاهان کف جنگل** ، شامل درختان کوچک و درختچه‌هایی
است که کمتر به نور احتیاج دارند . گیاهان گلداری و نه‌اقرادان آوندی ،
کف جنگل به بلندی ۱۲ متر می‌رسند .

گیاهانی از تیره کندم ، که در مناطق سرد ، عموماً به صورت
علفهای یک ساله هستند ، در این منطقه به صورت درختان بزرگ در می-
آیند ، مانند **بامبو** (نوعی نی) که به بلندی ۳۰ متر می‌رسد .

از گیاهان علفی پاینده ، بسیاری از انواع تیره‌های روناس و نعناع
و میمون و فرفیون و پنجه گرگها ، وجود دارند .

برگهای گیاهان کف جنگل ، عموماً بزرگ و ضخیم و تیره رنگند
و سطح بالایی آنها ، براق است و نور را منعکس می‌کند . این برگها ،
همه ساله نمی‌افتند و گیاه همیشه سبز بنظر می‌رسد .



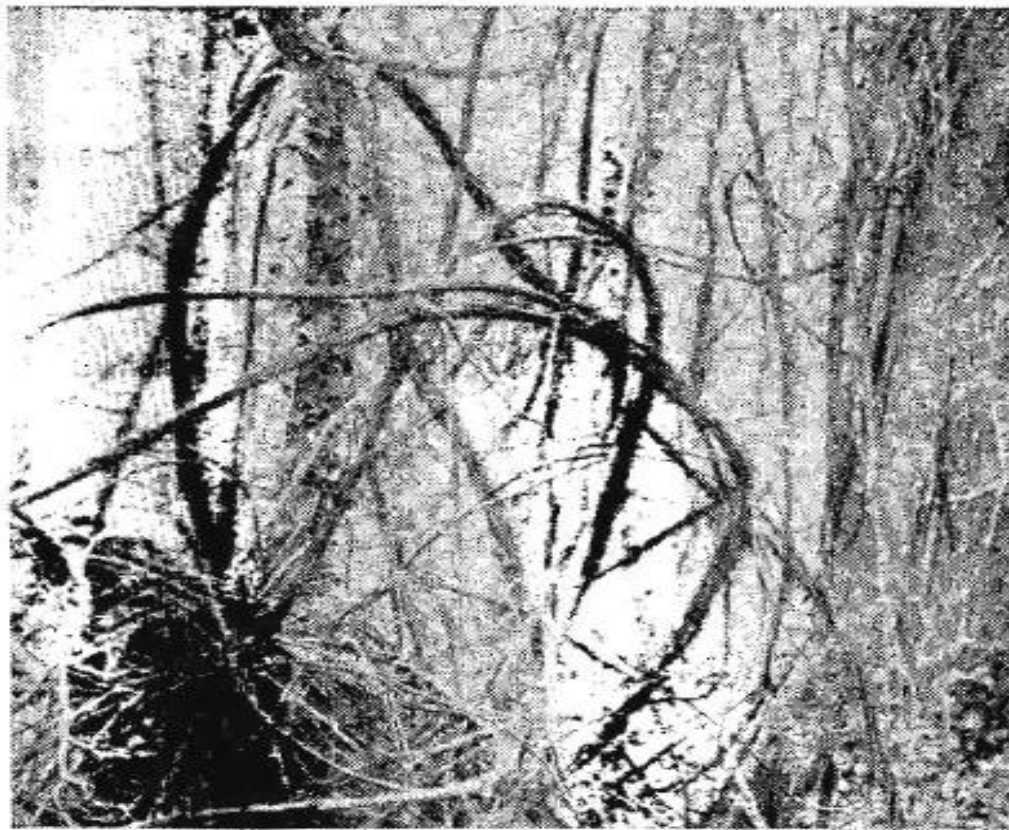
شکل ۱۴۷ : بامبو

۳- پیچانها ، مانند گیاهان کف جنگل ، با نور کم سازش دارند .
خصوصیت عجیب پیچانها ، این است که بسیار دراز می شوند ، ولی چون
بافت نگاهدارنده کم دارند ، نمی توانند راست بایستند و روی زمین می-
افتند . اگر مجاور گیاهان کف جنگل باشند ، از آنها بالا می روند . اگر
مجاور درختان بلند باشند ، سرعت و بدون آنکه شاخه ای تولید کنند
به انتهای آنها بالا می روند و وقتی که به سطح بالایی جنگل ، یعنی جایی
که نور مستقیم آفتاب می تابد ، می رسند شاخه های فراوان تولید می کنند
و شروع می کنند به گل دادن .

پیچانها ، شکل های عجیب و غریب دارند . ساقه آنها ، گرمه دار یا پهن
یا خمیده است و یا آنکه فرورفتگی و برجستگی های متناوب مخصوص پیدا

می‌کند (مانند بوهینیا که به پلکان میمون موسوم است) .

رشد بعضی از پیچانها ، بقدری زیاد است که گیاه ، تکیه‌گاه خود را زیر بار سنگین ساقه و شاخه‌های خود ، خرد می‌کند . پیچان ، پس از فرو ریختن تکیه‌گاه اول ، از تکیه‌گاه دیگری بالا می‌رود و پس از آنکه



شکل ۱۴۸ : پیچانها ، در جنگل منطقه حاد.

تکیه‌گاه دوم را به‌سرنوشت تکیه‌گاه اول دچار کرد ، از تکیه‌گاه سوم بالا می‌رود . در نتیجه تکرار این عمل ، گاهی ساقه‌های طناب مانند پریچ و خم یک پیچان ، در پهنه‌ای به‌وسعت ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر ، دیده می‌شود .
پیچانها ، بیشتر از انواع تیره‌های پیچک صحرائی ، نخود و
ثعلب هستند .



شکل ۱۴۹ : ساقه گره دار يك پيچان

۴- دارچسبها ، بر سطح تنه گیاهان دیگر ، رشد می کنند و گرچه ساقه آنها را در بر می گیرند ، اقدام مکنده در آن فرو نمی کنند . سرخسها و ثعلبها ، دو گروه معروف دارچسبند .

سبکی وزن هاگ سرخسها ، از عوامل مساعد انتقال آنها بر روی درختان است . ثعلبها ، ریشه هوایی و برگهای ضخیم گوشت دار دارند . در بعضی از نقاط مناطق حاره ، تنها يك نوع مخصوص می روید ، مثلاً در سواحل آمازون ، نخل می روید و در همه جزایر اقیانوسیه ، نارگیل .

منطقه حاره خشك

بیابان و استپ - یکی از رخساره های جالب گیاهی ، رخساره گیاهان بیابانی است . صحرای افریقا ، بهترین نمونه این نوع رخساره را ، نشان می دهد . بیابانهای دیگر نیز ، در سایر نقاط دنیا هست ، مانند بیابان کالاهاری جنوب افریقا ، بیابان گوی چین و بیابانهای عربستان و

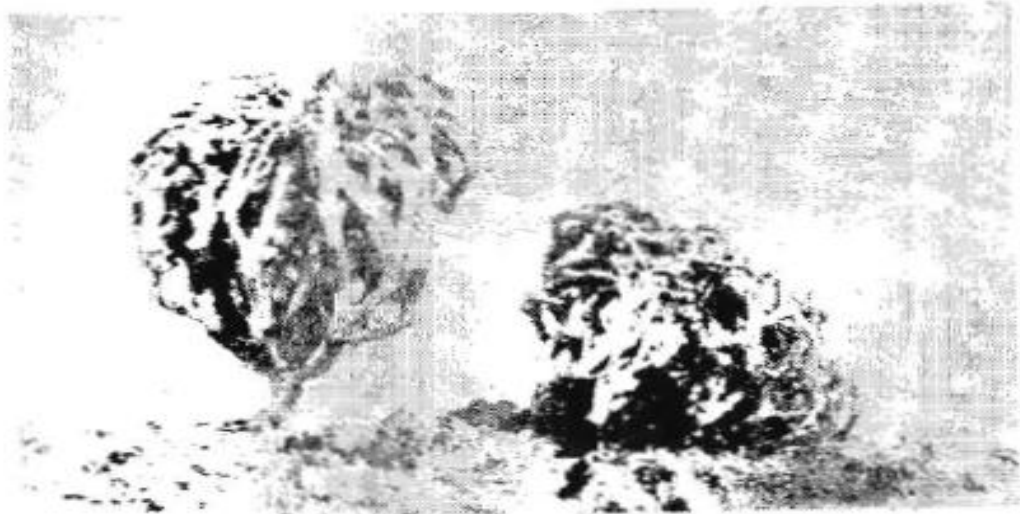
مرکز استرالیا و بیابان میان پرو و شیلی .
در این مناطق ، باران بسیار کم است و باران سالانه ، از ۳۰۰
میلیمتر ، متجاوز نیست (باران آریزونا ، سالانه ۶۰ میلیمتر است) .



شکل ۱۵۰ : يك سرخس دارچسب - بوهینیا

خشکی این مناطق ، بحدی است که لبهای آدمی خشک می شود و می ترکد
و ناخنهایش می شکند . تفاوت دما در اینجا ، به ۵۰ درجه می رسد .

چون در اوایل سال ، باران زیاد می بارد ، گلپایی ظاهر می شوند که عمر بسیار کوتاه دارند. این گلپا ، متعلق به گیاهانی است که رشد بسیار سریع دارند و می توانند در مدت بسیار کوتاهی ، گز و میوه تولید کنند.



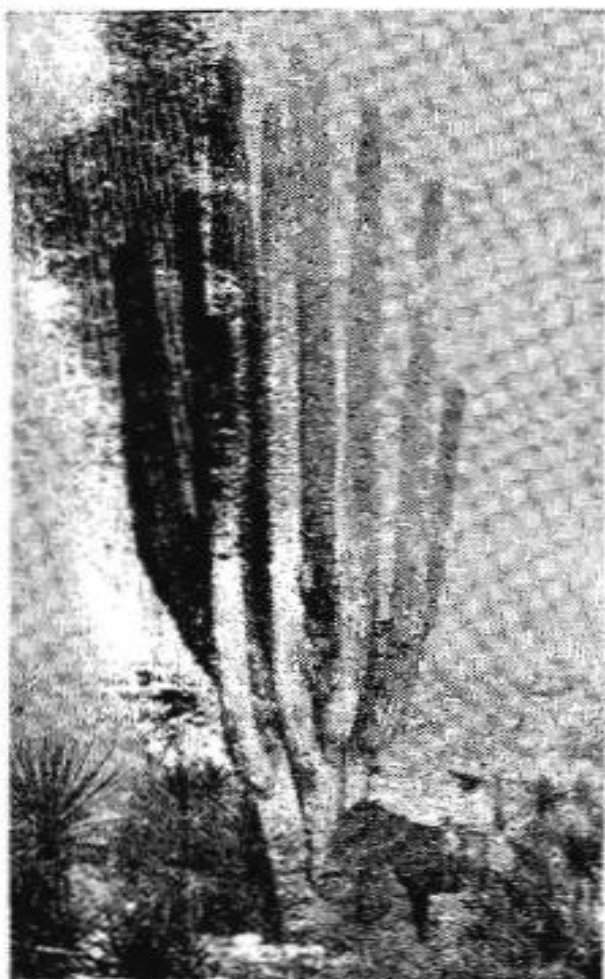
شکل ۱۵۱ : روزدوژریکو در رطوبت و خشکی

نگون و انواعی از تیره کاسنی ، تیره گاوزبان و تیره غلات ، در این مناطق رشد می کنند . در این گیاهان ، هیچگونه سازشی با محیط خشک ، دیده

نمی‌شود. فقط، به علت رشد سریع آنهاست که می‌توانند در مدت کوتاهی، دانه تولید کنند.

گیاهی، به نام روزدوثرریکو (از تیره شب بو) که خاص بیابانهاست، سازش عجیبی با آب و هوای آنجا نشان می‌دهد. این گیاه، در هوای بارانی پهن می‌شود و دانه‌های خود را پراکنده می‌کند و با سرعت عجیبی در فصل باران رشد می‌کند و بعداً می‌رسد. در مواقع خشکی، گلوله می‌شود و در همان حال تا فصل مساعد باقی می‌ماند.

گروه دیگر از گیاهان بیابانی، کمی بیشتر از انواع قبلی عمر می‌کنند، ولی با خشکی سازش دارند، مثلاً ریشه‌های درازی پیدا می‌کنند که ممکن است تا عمق ۲۰ متر در زمین به جستجوی آب فرو رود. این گیاهان، غالباً برگ‌ها ندارند و برگ‌های آنها، پس از فصل باران، می‌ریزند. انواع دارای برگ‌های کرکدار یا تیغ‌دار بسیار است. در بعضی از انواع، بافت‌های آبدار، برای مقابله با خشکی، وجود دارد. مثلاً کاکتوس، ساقه پر آب سبز دارد و برگ‌های آن به تیغ تبدیل شده است.



شکل ۱۵۲: منظره بیابانی، درمکزیک (گیاهی از تیره کاکتوس)

جغرافیای گیاهی ایران

فلات ایران که از شمال به وسیلهٔ سلسله جبال البرز و از مغرب به وسیلهٔ سلسله جبال زاگروس ، محدود شده است ، به سبب وجود تفاوت بسیار در اوضاع جغرافیایی نواحی مختلف دارای اجتماعات گیاهی گوناگون است . سلسله جبال سرحدی، دارای گیاهان مخصوص و مناطق مرکزی پوشیده از گیاهان علفی خاص مناطق خشک و بیابانی است . دامنه‌های شمالی سلسله جبال البرز ، به علت وجود رطوبت فراوان ، پوشیده از جنگلهای وسیع است و حال آنکه دامنه‌های جنوبی آن ، خشک و بدون جنگل است .

سلسله جبال زاگروس ، به سبب جنس خاک و موقعیت جغرافیایی ، پوشیده از جنگل بلوط است .

نواحی مرکزی ایران ، از استپهای وسیع ، با چمنزار ، پوشیده شده است . هر چه به مرکز فلات ایران نزدیکتر می‌شویم ، مقدار باران سالانه کمتر می‌شود و گیاهان بیابانی ، جای استپها را می‌گیرند ، بطوری که در کویر ، گیاهانی شبیه گیاهان صحرای افریقا و آسیا می‌روید .

قسمتی از سواحل جنوبی ، به مناسبت نزدیکی با خلیج فارس ، دارای آب و هوای مرطوب است و موقعیت جغرافیایی این مناطق ، شرایط مناطق حاره و گیاهان مخصوص آن نواحی را ، بوجود آورده است .

در فلات ایران ، چهار منطقه متمایز ، تشخیص داده می‌شود :

۱- مناطق جنگلی مناطق جنگلی، در کوههای شمالی آذربایجان

و دامنه‌های شمالی البرز و سلسله جبال زاگروس هستند . درختان این مناطق ، از جنس درختان جنگلهای مدیترانه است ، مانند افرا ، ابریشم ، بلوط و لیلکی .

۲- مناطق استپی - در این مناطق، به تناسب مقدار باران، گیاهان علفی يك ساله، می‌رویند و بتدریج، روبه مرکز فلات، به گیاهان بیابانی تبدیل می‌شوند بطوری‌که در کویرهای ایران، تنها گیاهان مخصوص این نواحی می‌رویند.

۳- منطقه حاره - این منطقه را که منطقه نخل نیز می‌نامند، بیشتر نواحی جنوب را اشغال می‌کند و در آن، درختان گرمسیری، مانند نخل و نمر هندی و گز 'برشم می‌روید.



شکل ۱۵۳: نقشه جغرافیای گیاهی ایران

۴- مناطق کوهستانی - وقتی که از حدود جنگلها بالاتر می رویم، یعنی از ارتفاع ۲۰۰۰ متر به بالا، به گروهی از گیاهان می رسیم که اندام هوایی کوتاه ولی اندامهای زمینی محکم دارند و با خشکی و بادهای شدید و نور زیاد این مناطق، به بهترین صورتی، مقابله می کنند. از آن جمله است انواعی از تیره نخود و تیره میخک و جنتیانا.

پایان