
بسم الله الرحمن الرحيم

شرح جامع

«فیزیولوژی گیاهی»

(بیوتکنولوژی در کشاورزی)

مولف: زیبا فولادوند

انتشارات ارشد

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس(منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشـــــر

www.arshadbook. ir

پیشگفتار مؤلف

سپاس و ستایش خدایی را سزد که آفریننده قلم است و بدان سوگند یاد می‌کند و بدین طریق قلم و صاحبان قلم را که در راه حقیقت و تعالی انسان می‌نویسند، می‌ستاید. او را شکر می‌گویم که اگر یاری آن نبود، مرا یارای انجام این امر خطیر نمی‌بود.

با توجه به رقابت فشرده‌ای که بین داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد وجود دارد و همچنین علاقه و اشتیاق جوانان برای ادامه تحصیل دسترسی به کتبی که بتواند نیازهای دانشجویان را در کنکور کارشناسی ارشد برآورده کند، لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

در تالیف این کتاب از منابع اصلی تدریس شده در دانشگاههای کشور و جزوات اساتید صاحب نظر در این رشته استفاده گردیده است. درانتهای هر فصل ،خلاصله فصل و تستهای مربوط به آن فصل آمده است

علیرغم تمام تلاش‌های صورت گرفته مؤلف آن را بی‌عیب و نقص ندانسته و برای تصحیح، رفع نقایص و اشتباهات احتمالی پذیرایی نظرات ارزشمند اساتید گرامی و دانشجویان عزیز می‌باشد.

در پایان بر خود لازم می‌دانم از عزیزان انتشارات ارشد کسانی که در تهیه این مجموعه مرا یاری دادند؛ بخصوص پـدر و مادر عزیزم که مرا از راهنمایی‌های خود محروم نداشتند کمال سپاس و تشکر را داشته باشم.

با تشکر

زیبا فولادوند

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ناشر ۳
پیشگفتار مولف ۴

فصل اول: ساختار گیاه و سلول ۸
فصل دوم: آب و سلولهای گیاهی ۲۳
فصل سوم:گیاهان و نیتروژن ۳۹
فصل چهارم: انتقال مواد محلول از عرض غشاء ۵۲
فصل پنجم: فتوسنتز ۶۳
فصل ششم: تنفس سلولی ۸۹
فصل هفتم: انتقال در آوند آبکش ۱۰۴
فصل هشتم: مواد تنظیم کننده رشد گیاهی ۱۲۲
فصل نهم: فیتوکرومها و فتومورفوژنز ۱۴۲

فصل اول

ساختار گیاه و سلول

عناوین اصلی

- سلول گیاهی
- غشاهای بیولوژیکی
- اندامک‌های سلولی
- بافت‌های گیاهی

فصل اول

ساختار گیاه و سلول

سلول گیاهی

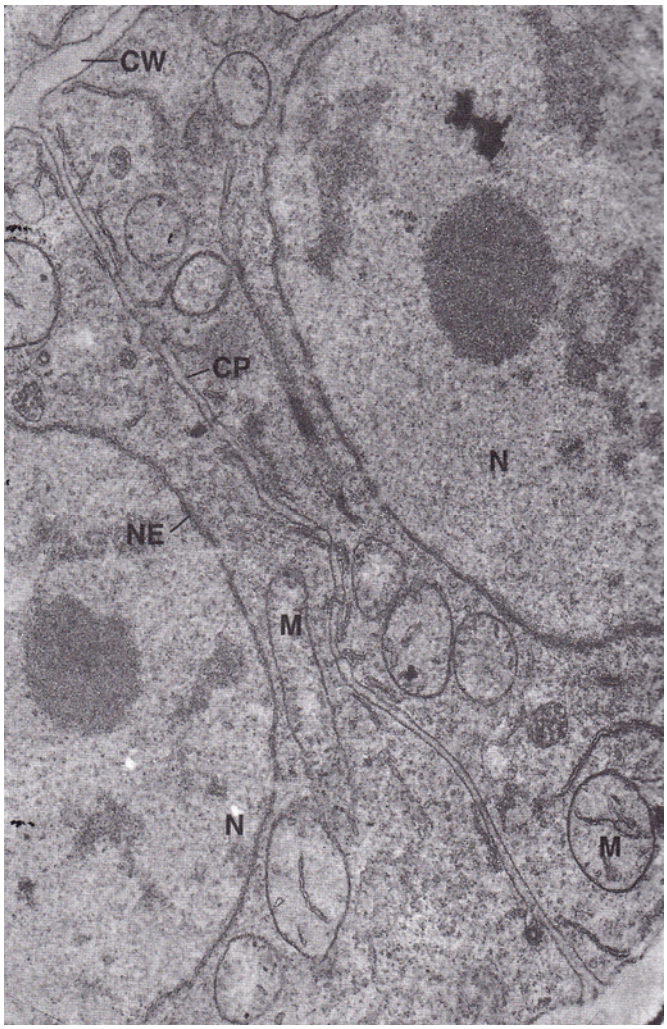
واحد بنیادی عمل کننده در تمام گیاهان و موجودات زنده، سلول است. در واقع مطالعهٔ فیزیولوژی گیاهی عبارتست از مطالعهٔ فیزیولوژی سلولهای گیاهی و چگونگی فعالیتهای هماهنگ سلولها که در فیزیولوژی کل موجود منعکس شده است.

یک نمونه از سلول گیاهی در شکل زیر نشان داده است. سلول، محلولی آبگونه از مواد شمیایی است که «پروتوپلاسم» نامیده می‌شود و پروتوپلاسم توسط یک «غشای پلاسمایی، احاطه شده است. مجموع غشای پلاسمایی و پروتوپلاسم به «پروتوپلاست» معروف است. البته، پروتوپلاسم و تمام اجزایی که پروتوپلاسم را تشکیل می‌دهند نقش مهمی را در حیات سلول ایفا می‌کنند، اما غشای پلاسمایی، بخصوص با اهمیت است، زیرا این غشاء مرز بین دنیای زنده و غیرزنده را مشخص می‌کند. غشای پلاسمایی، دارای خاصیت نفوذ انتخابی است، به این مفهوم که این غشاء، به برخی مواد اجازه عبور می‌دهد و سایر مولکولها نمی‌توانند از آن عبور کنند. بنابراین غشاء، به برخی مواد اجازه عبور می‌دهد و سایر مولکولها نمی‌توانند از آن عبور کنند. بنابراین غشای پلاسمایی نه تنها به لحاظ فیزیکی سلول را محدود می‌کند، بلکه تبادل مواد را نیز کنترل کرده و موجب حفظ اختلافات اساسی بین سلول و محیط آن می‌شود.

در برش عرضی سلول، غشاهای با نفوذپذیری انتخابی، دیگری در سرتاسر پروتوپلاست، یعنی جاهایی که غشاها ساختارهای زیرسلولی یعنی «اندامک‌ها» را تشکیل می‌دهند، نیز مشاهده می‌شوند. این اندامکهای سلولی موجب می‌شوند فعالیتهای متابولیکی عمده در قسمتهای جداگانه انجام شوند.

یکی از این اندامکها «هسته» است که حاوی اطلاعات ژنتیکی و مرکز کنترل سلول است. باقی‌ماندهٔ پروتوپلاسم به استثنای هسته، اما شامل سایر اندامکها، «سیتوپلاسم» نامیده می‌شود. که این اندامکهای مختلف، محل تنفس سلولی، فتوسنتز، سنتز پروتئین و .... هستند.

سلولها برخلاف تفاوتهای وسیع در مورفولوژی و عمل، از این نظر که همه براساس طرح یکسان ساخته می‌شوند، بسیار مشابه بوده و حاوی ساختارهای پایه‌ای یکسان هستند. شاید بتوان از مهم‌ترین این ساختارهای سلولی غشاها را نام برد، زیرا مرز بین دنیای زنده و غیرزنده را تعیین می‌کنند.



سلول گیاهی. (الف) میکروگراف الکترونی دو سلول مریستمی مجاور در نوک شاخهٔ سلمه‌تره (Chenopodiun, album). سلول مریستمی منشاء به تازه‌گی تقسیم شده است. صفحهٔ سلولی، مرحلهٔ اولیهٔ دیوارهٔ جدید سلولی، که به طور مورب از سمت چپ بالا به سمت راست پایین ادامه دارد قابل مشاهده است. به هسته‌های بزرگ و عدم وجود واکوئل‌ها دقت کنید. M، میتوکندری؛ N، هسته؛ NE غشاء هسته؛ CP، صفحهٔ سلولی؛ CW، دیوارهٔ سلولی. (ب) یک سلول مزوفیل بالغ از برگ حسن یوسف (Coleus). به واکوئل بزرگ مرکزی و کلروپلاست‌ها توجه کنید. (الف؛ باکسب اجازه از E. M. Gifford و K. Stewart ب؛ میکروگراف الکترونی توسط Wm. P. Wergin. با کسب اجازه ازE. H. Newcomb دانشگاه ویسکونسین – مادیسون)

غشاهای بیولوژیکی

غشاهای بیولوژیکی عمدتاً از چربیها و پروتئینها با مقادیر کمتر کربوهیدروتها تشکیل شده‌اند. اگرچه مقدار نسبی چربیها و پروتئنها، همچنین ترکیب ویژه چربیها و پروتئینها، به گونه‌ای وسیع از یک غشاء به غشای دیگر متفاوت است. ساختار پایه‌ای و مفاهیم عملی یکسانی بین تمام غشاها مشاهده می‌شود.

غشای دو لایه

فراوان‌ترین چربیهای موجود در غشاهای سلول، فسفولیپیدیها هستند فسفولیپیدها مولکولهای آمفی پاتیک هستند؛ آنها دارای دو دونبالهٔ هیدروفیلیک (آب دوست) هستند. در یک محیط آبگونه، فسفولیپیدیها خودبه‌خود حالت دو لایه‌ای بخود می‌گیرند، بطوریکه سرهای آب گریزشان در درون و سرهای آب دوستشان در معرض آب قرار می‌گیرد.

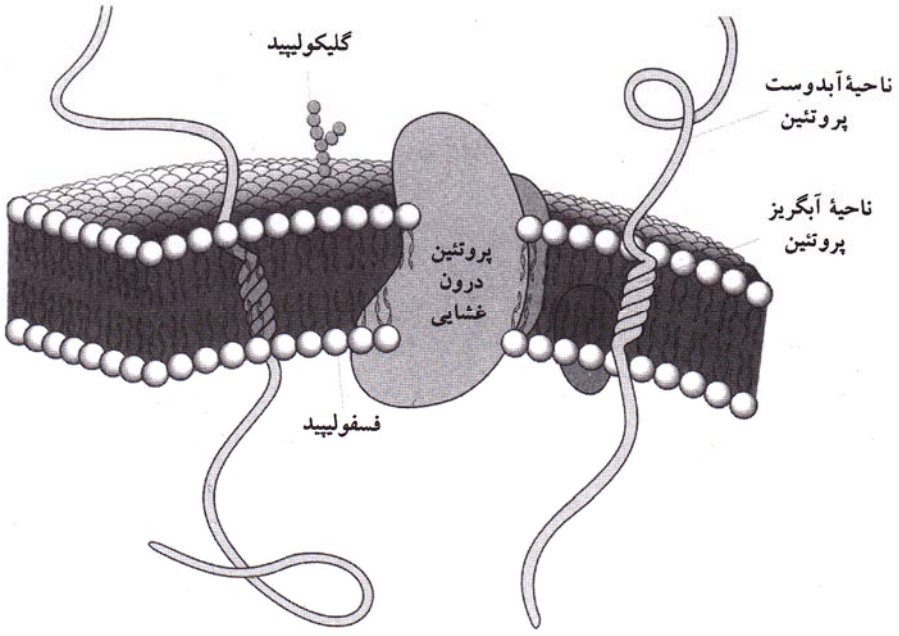
این ساختمان دو لایه‌ای دو خصوصیت به غشاها می‌دهد. این دو خاصیت عبارتند از:

۱- سیالیت بالا

۲- نفوذ ناپذیری به اغلب مولکولهای قطبی

غشاهای دولایه‌ای فسفولیپیدی بیولوژیک دارای نسبت بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع هستند که به دو لایه، ثبات بالایی می‌دهد. در عین حال دو لایه‌ای بودن موجب تشکیل پایه‌های ساختاری خیلی پایداری برای غشاهای دو لایه‌ای می‌شود. این خصوصیات ظاهراً متناقض عمدتاً به این علت ایجاد می‌شوند که دمهای هیدروکربنی مولکولهای فسفولیپید از ورود آب جلوگیری می‌کنند و فعل و انفعالات آب گریز قوی را توسعه می‌دهند. انتشار فسفولیپید از یک طرف غشای دو لایه به طرف دیگر «فلیپ – فلاپ» نامیده می‌شود که حادثهٔ بسیار نادری است. چون سر آبدوست هیچگاه در قسمت مرکزی آب‌گریز حل نمی‌شود، از این‌رو از عمل فلیپ- فلاپ جلوگیری می‌شود. از طرف دیگر برخی چربیها و سایر مولکولهای آب گریز ممکن است خیلی سریع – با سرعت یک میکرومتر در ثانیه – از سطح غشا عبور کنند. این حرکت، انتشار جانبی نامیده می‌شود. بنابراین غشاء به عنوان یک حجم سیال دوبعدی پایدار عمل می‌کند.

غشای دو لایه به اکثر محلولهای قطبی یا دارای بارالکتریکی، که تقریباً تمام یونها و مولکولهایی که به‌طور طبیعی با سلول در ارتباط هستند را دربر می‌گیرد غیرقابل نفوذ است.



مدل عمومی برای ساختمان غشاء. دو لایه، از مولکول‌های فسفولیپید تشکیل شده است. دایره‌ها، سرهای قطبی فسفات و خطوط خمیده، دنباله‌های اسیدهای چرب را مشخص می‌کند. این مدل تحت عنوان موزاییک سیال معروف است و به این نکته اشاره دارد که یک موزاییک پروتئین همانند کوه "یخی" در "دریای" چربی غوطه ور است

.(D.Voet, J.G. Voet. ۱۹۹۵. Biochemistry, New York, Wiley.)

همچنین، یک مولکول برای انتشار از عرض غشاء باید ابتدا در بستر اسیدهای چرب حل شود.

مولکولهای قطبی یا باردار در محیطهای با حالت آبگریزی شدید حل نمی‌شوند. سه استثنای مهم برای این قانون، آب، دی‌اکسیدکربن، اکسیژن هستند، این سه ترکیب بیش از آنچه براساس خواص محلول بودن آنها انتظار می‌رود از غشاء عبور می‌نمایند.

پروتئین‌های غشا

تقریباً ۵۰٪ وزنی اغلب غشاها را پروتئین‌ها تشکیل می‌دهند، اگرچه در برخی غشاها، نظیر غشای داخلی میتوکندری‌ها، شاید این مقدار حتی بیش از این هم باشد.

پروتئین‌های غشا ممکن است به صورت «پروتئین‌های درون غشایی» یا «پروتئین‌های محیطی» براساس اینکه به ترتیب در داخل دو لایه جا گرفته باشد یا به سطح آب دوست متصل باشد، تقسیم می‌شوند. پروتئین‌های درون غشایی، به «پروتئین‌های درونی» معروف هستند که ممکن است از یک پروتئین منفرد یا مجموعه‌ای بزرگ از چندین پروتئین یا ترکیبات غیر پروتئینی اضافی تشکیل شده باشند. برخی پروتئین‌های درون غشایی فقط به یک طرف غشا دسترسی ندارند، در صورتی که بقیه، که «پروتئین‌های ترانس ممبران» نامیده می‌شوند، در عرض غشا و امتداد یافته و به هر دو طرف آن دسترسی دارند.

پروتئین‌های درونی قادرند درون غشای دو لایه پیوستگی‌هایی را بسازند، زیرا آنها بخش‌های آب‌گریز وسیعی دارند که با دنباله‌های هیدروکربنی چربی‌های غشا واکنش نشان می‌دهند. بنابراین پروتئین‌های درونی فقط در اثر استفاده از پاک کننده‌ها یا سایر عواملی که از طریق بر هم واکنش‌های آب گریزی قوی موجب پارگی غشا می‌شوند از غشاها جدا می‌گردند. پروتئین‌های درونی، بخش‌های آب دوست هم دارند که این نواحی عمدتاً از اسیدهای آمینه‌های قطبی تشکیل شده و با محیط آبگونه در هر دو طرف غشا تماس دارند. از طرف دیگر پروتئین‌های محیطی اغلب آب دوست هستند و با سرهای قطبی فسفولیپید پیوند ضعیفی دارند. پروتئین‌های محیطی با استفاده از روش‌هایی که از آنها از محلول‌های نمک یا بافرها استفاده می‌شود بدون آسیب رساندن به غشا از آن جدا می‌شوند.

اندامک‌های سلولی

قسمت درونی سیتوپلاسم یک سلول به تعدادی قسمت مجزا از هم سازماندهی شده است، این قسمت‌های محدود شده توسط غشا «اندامک» نامیده می‌شوند. قسمت نامشخص سیتوپلاسم یعنی قسمت مایعی که به عنوان یک اندامک در نظر گرفته نمی‌شود. «سایتوسول» نامیده می‌شود. سایتوسول مقادیر زیادی پروتئین و سایر مواد حل شده را دربر می‌گیرد و اغلب خصوصیات فیزیکی یک ژل را دارد.

«واکوئل»، ویژگی بیشتر سلول‌های بالغ گیاهان عالی یک واکوئل بزرگ مرکزی است. در یک سلول بالغ، ممکن است واکوئل ۸۰ تا ۹۰ درصد حجم سلول را اشغال کند.

واکوئل‌ها توسط یک غشا که «غشای واکوئلی یا تونوپلاست» نامیده شود، احاطه می‌گردد. واکوئل‌ها حاوی یون‌های معدنی مختلف، اسیدهای آلی، قندها، آنزیم‌ها و محصولات متابولیکی ثانویه شامل رنگیزه‌ها هستند.

مقادیر زیاد مواد محلول که محتویات واکوئل‌ها را تشکیل می‌دهند، ابزاری برای جذب آب هستند که برای بزرگ شدن سلول‌ها مورد نیاز است. سلول‌های جوان و در حال تقسیم تعداد زیادی واکوئل کوچک دارند. وقتی که سلول به بلوغ می‌رسد، واکوئل‌های کوچکتر به هم می‌پیوندند و به شکل واکوئل بزرگ منفردی که از خصوصیات سلول بالغ است، درمی‌آیند.

«هسته»، هسته مرکز اطلاعات سلول شامل بخش عمده‌ای از مواد ژنتیکی سلول یعنی DNA است. هسته‌ها حدود ۵ تا ۳۰ میکرومتر قطر دارند و توسط یک غشای دو لایه که «پوشش هسته» نامیده می‌شود احاطه می‌گردد.

غشاهای داخلی و خارجی هسته در روزنه‌های هسته با هم یکی می‌شوند و راه ارتباطی بین هسته و سیتوپلاسم در این مکان‌ها ایجاد می‌شود. در بیشتر سلول‌های یوکاریوت، پوشش هسته در مدت تقسیم سلولی ناپدید می‌شود و مجدداً در اطراف DNA سلول‌های دختری تشکیل می‌شود.

«شبکه آندوپلاسمی» و «دستگاه گلژی»

شبکه‌ی آندوپلاسمی (ER) و دستگاه گلژی با همدیگر سیستمی پیچیده از غشاها را تشکیل می‌دهند که در بیوسنتز و تراوش چربی و پروتئین دخالت دارند.

اعتقاد بر این است که ER، غشای تک لایه و بسیار پیچ خورده‌ای است که به غشای خارجی پوشش هسته متصل می‌شود.

به قسمت اعظم سطح سایتوسولی ERها، ریبوزوم‌ها متصل هستند، این نوع شبکه‌ی آندوپلاسمی به «شبکه آندوپلاسمی زبر» معروف است که به دلیل ظاهر دانه مانند ریبوزوم‌ها می‌باشد.

پروتئین‌های سنتز شده روی شبکه‌ی آندوپلاسمی خشن از طریق غشاء به داخل لیومن منتقل می‌شوند. از آنجا پروتئین‌ها به داخل ناحیه‌ی «شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف» حرکت می‌کنند، شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف قسمتی از ER است که فاقد ریبوزوم است. در ER، پروتئین تغییر می‌یابد و قندها به آن اضافه می‌شوند تا گلیکوپروتئین‌ها تشکیل می‌دهند. گلیکوپروتئین‌ها سپس در کسیه‌های انتقال (وزیکول‌های انتقال) کروی که از شبکه‌ی آندوپلاسمی نرم منشأ گرفته‌اند، بسته‌بندی می‌شوند. ER صاف هم چنین محل اصلی بیوسنتز لیپید و تشکیل غشاء است.

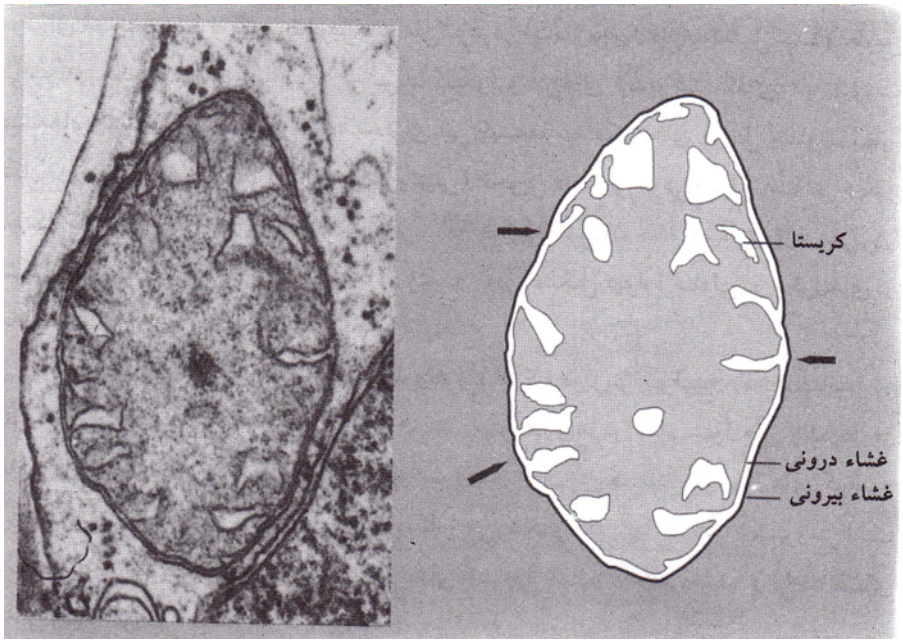
دستگاه گلژی متشکل از توده‌ای از کیسه‌های غشایی پهن است به نام «سیسترنه» است که از ER مجزا است. وظیفه‌ی گلژی ادغام (assemble) و زنجیره‌های کربوهیدرات (الیگوساکارید) و فرآوری گلیکوپروتئین‌هایی که از ER و از طریق کیسه‌های انتقال به آن منتقل می‌شوند، می‌باشند.

گلیکوپروتئین‌های تعدیل شده، گلژی را به صورت کیسه‌های ترشحی ترک می‌کنند.

وظیفه‌ی اساسی دیگر دستگاه گلژی در سلول‌های گیاهی سنتز پلی ساکاریدهایی است که ماده‌ی زمینه‌ی دیواره‌ی سلولی را تشکیل می‌دهند. این مواد توسط دستگاه گلژی به محل تشکیل دیواره‌ی سلولی در سلول‌های در حال تقسیم و در حال رشد تحویل داده می‌شوند.

«میتوکندری» میتوکندری‌ها در تمام سلول‌های زنده به جز تعدادی محدود یافت می‌شوند و مرکز سوخت و ساز و انرژی هستند. در سلول‌های گیاهی، میتوکندری‌ها در برش عرضی کروی شکل به نظر می‌رسند و قطر آنها تقریباً ۱ میکرومتر است. میتوکندری‌ها به وسیله‌ی یک غشای خارجی صاف محاصره شده و واجد غشای داخلی چین خورده هستند.

میتوکندری‌ها محل تنفس سلولی یعنی فرآیندی که در آن انرژی حاصل از اکسیداسیون قند برای ساخته شدن ATP مورد استفاده قرار می‌گیرد، هستند.



میتوکندری. (الف) یک میکروگراف از میتوکندری برگ ذرت (.Zea mays L) (بزرگ نمایی ۱۰۰۰۰). (ب) طرحی برای نشان دادن خصوصیات بسیار مهم. توجه داشته باشید که کریسته با غشای داخلی مرتبط است (پیکان‌ها)

«پلاستیدها» پلاستیدها گروهی از اندامک‌های واجد غشای دو لایه رایج در سلول‌های گیاهی هستند. بارزترین آنها کلروپلاست‌ها هستند که حاوی رنگدانه‌های فتوسنتزی بوده، فتوسنتز انجام می‌دهند و مسئول رنگ سبز، برگ‌ها هستند.

پلاستیدها از پروپلاستیدها منشأ می‌گیرند که اجسام حباب مانند ریزی هستند که در سلول‌های در حال تقسیم تولید می‌شوند. پلاستیدهای بدون رنگ که پلاستیدهای فاقد رنگیزه هستند «لوکوپلاست» نامیده می‌شوند. لوکوپلاست‌ها اغلب محل انباشت نشاسته هستند که در این مورد «آمیلوپلاست» نامیده می‌شوند.

«کروموپلاست‌ها» حاوی رنگدانه‌هایی غیر از کلروفیل هستند. رنگدانه‌ها در کروموپلاست‌ها به قدری متمرکز هستند که یک رسوب کریستالی را تشکیل می‌دهند.

«میکروبادی‌ها» میکروبادی‌ها اندامک‌های ریزی تقریباً به اندازه‌ی میتوکندری (تقریباً ۱ میکرومتر) هستند و توسط یک غشای تک لایه احاطه می‌شوند. میکروبادی‌ها نقش‌های تخصصی در مسیرهای متابولیکی خاص دارند و معمولاً به وسیله آنزیم یا آنزیم‌های معین مشخص می‌شوند.

پر اکسی زوم‌ها، حاوی مقادیر زیادی از آنزیم‌های کاتالاز می‌باشند که برای از بین بردن محصولات فرعی متابولیکی مضر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

میکروبادی دیگر، گلی اکسی زوم است که اغلب در بذور دیده می‌شود، بخصوص بذوری که نسبت بالایی از ذخایر کربنی شان را به صورت لیپید ذخیره می‌کنند، گلی اکسی زوم‌ها حاوی آنزیم‌های «چرخه‌ی گلی اکسالات» هستند که برای تبدیل اسیدهای چرب به گلوکز از طریق فرایندی گلوکونئوژنز سیس معروف است، بکار می‌روند. پس گلوکز به جنین در حال رشد منتقل می‌شود تا به عنوان یک منبع کربن و انرژی مورد استفاده قرار گیرد.

«ریبوزوم‌ها»، ریبوزوم‌ها محل سنتز پروتئین‌ها هستند، به بیان دقیق، ریبوزوم‌ها نباید به عنوان یک اندامک بررسی شوند زیرا آنها توسط غشایی احاطه نمی‌گردند.

ریبوزوم‌ها ترکیب پیچیده‌ای از RNA و پروتئین هستند که در میکروگراف الکترونی به صورت دانه‌های ریزی (با قطر تقریباً ۲۵ نانومتر) به نظر می‌رسند. ریبوزوم‌ها از اجتماع یک زیر واحد بزرگ و یک زیر واحد کوچک که در هسته ساخته می‌شوند و در سایتوسول به وجود می‌آیند. برخی ریبوزوم‌ها در سایتوسول آزادند، در صورتی که بقیه به غشاهایی نظیر شبکه‌ی آندوپلاسمی متصل می‌شوند. یک سلول ممکن است بسته به میزان پروتئین مورد نیاز، بالغ بر چند صد هزار ریبوزوم داشته باشد.

اسکلت سیتوپلاسمی

اساساً همه‌ی سلول‌های یوکاریوت، اعم از جانوری و گیاهی، شبکه‌ای سه بعدی و مرتبط به هم از پروتئین فیبری دارند که اسکلت سیتوپلاسمی نامیده می‌شوند. اسکلت سیتوپلاسمی در تعیین سازمان سیتوپلاسم، شکل سلول و در تقسیم، رشد و تمایز سلولی نقش اساسی بازی می‌کند.

اسکلت سیتوپلاسمی سلول‌های گیاهی از دو عنصر مختلف تشکیل شده است: «ریز لوله‌ها» و «ریز میله‌ها». ریز لوله‌ها از لوله‌های درازی با قطر تقریبی ۲۴ نانومتر و یک قسمت مرکزی تو خالی با قطر ۱۲ نانومتر تشکیل شده‌اند.

واحدهای تشکیل دهنده‌ی این ریز لوله‌ها، واحدهای پروتئینی کروی شکل به نام «توبولین» هستند و متشکل از دو پلی پپتید (آلفا و بتا توبولین) است.

ریز لوله‌ها وقتی تشکیل می‌شوند که زیر واحدهای توبولین خود به خود به صورت زنجیره‌های درازی که «پروتوفیلامنت» نامیده می‌شوند گرد هم می‌آیند. سپس پروتوفیلامنت‌ها به طور جانبی کنار هم قرار می‌گیرند تا دیواره‌ی ریز لوله‌ها را تشکیل دهند.

ریز میله‌ها رشته‌های محکمی هستند که از «اکتین» که یک پروتئین کروی شکل است، تشکیل شده است. دو زنجیره‌ی زیر واحد اکتین به صورت مارپیچ کنار همدیگر قرار می‌گیرند تا یک ریز میله به قطر تقریبی ۶ نانومتر را تشکیل دهند.

اسکلت سیتوپلاسمی خیلی دینامیک است. این موضوع به ویژه در مورد ریز لوله‌ها صادق است. وقتی سلول تقسیم می‌گردد، بزرگ می‌شود و تمایز می‌یابد، ریز لوله‌ها کنار هم جمع می‌شوند، پراکنده می‌گردند و در مدت تقسیم سلولی بازی می‌کنند. ریز لوله‌ها هم چنین ترتیب و مکان دیواره‌ی سلولی جدید را بین سلول‌های دختری و رسوب سلولز را در دیواره‌های سلولی در حال رشد تعیین می‌کنند.

به نظر می‌رسد ریز میله‌ها جهت «جریان سیتوپلاسمی) یعنی جریان پیوسته ذرات و اندامک‌های سیتوپلاسمی را در سلول، کنترل می‌کنند. ریز میله‌ها، توده‌ها یا دسته‌های موازی با جهت جریان‌های سیتوپلاسمی تشکیل می‌دهند.

ریز میله‌ها در رشد لوله‌های گرده هم دخالت دارند. وقتی یک لوله‌ی گرده جوانه می‌زند، ساختاری لوله‌ای به وجود می‌آورد که به طرف پایین رشد می‌کند و موجب رساندن هسته‌ی نر به سلول تخم می‌شود. رشد لوله‌ی گرده، فقط در ناحیه‌ی نوک است و حباب‌هایی که حاوی پیش ماده‌ی سازنده‌ی دیواره‌ی سلولی هستند، به وسیله یک شبکه از ریز لوله‌ها از طریق سیتوپلاسم به نوک در حال رشد هدایت می‌شوند.

ماده‌ی زمینه‌ای برون سلولی: مشخصات سلول‌ها نه تنها به وسیله‌ی محتویات سیتوپلاسمی و سازماندهی درون سلولی آنها، بلکه توسط ترکیب پیچیده‌ای از مواد برون سلولی تعیین می‌شوند. این مواد مجموعاً ماده زمینه‌ای برون سلولی ECM یا Extracellular matrix نامیده می‌شوند. ترکیبات ECM که عمدتاً کربوهیدرات و پروتئین هستند، در داخل سلول ساخته می‌شوند و از طریق غشای پلاسمایی به جایی که این ترکیبات گرد هم می‌آیند منتقل می‌شوند. در مورد سلول‌های گیاهی، ECM به «دیواره سلولی» اختصاص داده می‌شود. این کار موجب ثبات و حفاظت پروتوپلاست می‌شود و مسئول حفظ شکل سلول است. دو نوع دیواره‌ی سلولی تشخیص داده شده است. «دیواره‌های اولیه» که سلول‌های جوان و فعال در حال رشد را احاطه می‌کند و «دیواره‌های ثانویه» که وقتی سلول به بلوغ رسید، رشد آن متوقف شد، تشکیل می‌شود.

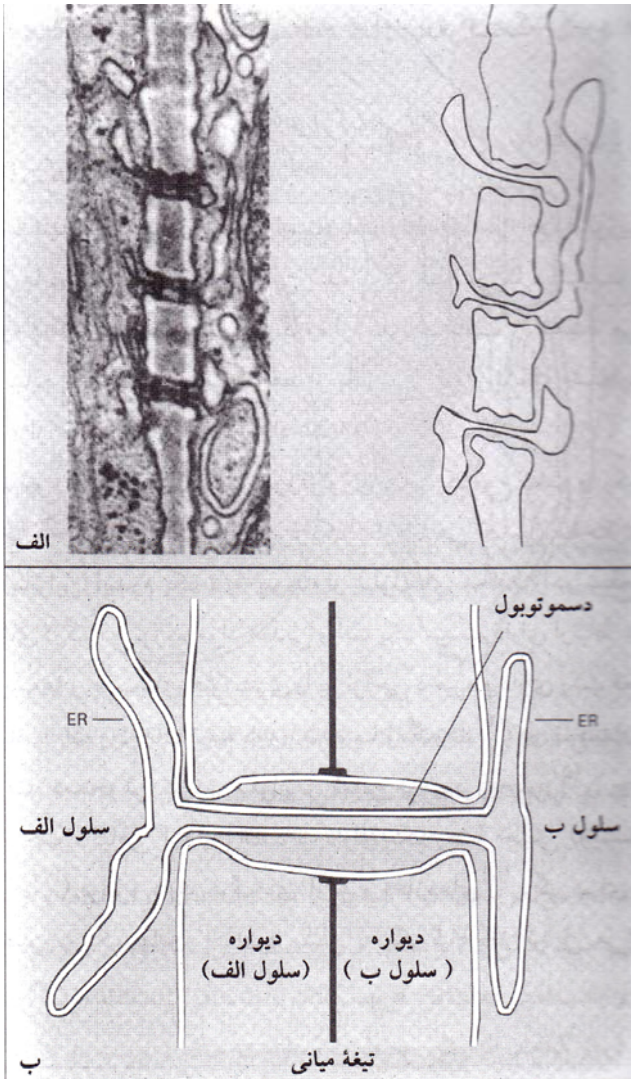
دیواره‌ی سلولی اولیه: دیواره‌ی اولیه دیواره‌ای است نازک با ضخامت چند میکرومتر که از پلی‌مرهای گلوکز که به طور تصادفی در کنار هم قرار گرفته‌اند و سلولز نام دارند، تشکیل شده است. در دیواره‌ی سلولی مولکول‌های سلولز در آرایش‌های طولی و موازی که «میکروفیبریل» نامیده می‌شوند گروه‌بندی شده‌اند. مولکول‌های سلولز به وسیله پیوندهای هیدروژنی بین گروه‌های هیدروکسیل ($-OH$) موجود در واحدهای گلوکز مجاور هم، کنار هم قرار گرفته‌اند. این آرایش به میکروفیبریل‌ها خاصیت کریستالی و استحکام زیادی می‌دهد. آرایش میکروفیبریل‌ها در دیواره‌ی اولیه کما بیش تصادفی است، اگرچه در سلول‌های در حال طویل شدن، آنها تمایل دارند به صورت موازی با جهت رشد آرایش یابند.

میکروفیبریل‌های سلولزی در یک ماده زمینه‌ای از پلی ساکاریدهای غیر سلولزی که عمدتاً «همی سلولز» و «مواد پکتینی» هستند، قرار می‌گیرند. همی سلولز و مواد پکتینی به شدت هیدراته هستند و با وجود پیوندهای جانبی شدید بین میکروفیبریل‌های سلولز، دیواره به اندازه‌ی کافی منفذ دار باقی می‌ماند که اجازه‌ی عبور آزاد آب و بیشتر مواد محلول را بدهد. با وجود اینکه دیواره استحکام ساختمانی و شکل سلول را موجب می‌شود، کنترل خاصی در تبادل مواد بین سلول و محیط آن اعمال نمی‌کند.

دیواره‌ی سلولی ثانویه: وقتی بزرگ شدن سلول متوقف گردید و بلوغ آغاز شد، دیواره‌ی ثانویه روی دیواره‌ی اولیه به طرف داخل ساخته می‌شود. دیواره‌ی ثانویه ضخیم‌تر و غیر قابل انعطاف‌تر از دیواره‌ی اولیه است.

دیواره‌های ثانویه شامل بیش از ۴۵ درصد سلولز، مقدار کمتری همی سلولز و مقدار نسبتاً کمی مواد پکتینی هستند. در سلول‌های چوبی با دیواره‌ی ضخیم، دیواره‌ی ثانویه اغلب از دو ناحیه مشخص، براساس جهت میکروفیبریل‌ها، تشکیل شده است. بیشتر دیواره‌های ثانویه حاوی «لیگنین» هستند که تقریباً ۳۵ درصد وزن خشک بافت‌های چوبی را تشکیل می‌دهد. لیگنین‌ها استحکام زیادی دارند، حتی از میکروفیبریل‌های سلولز محکم‌تر هستند. لیگنین متشکل از سیستم پیچیده‌ای از پیوندهای بینابینی داخلی بین چندین الکل فنلی ساده می‌باشد. لیگنین، بعد از سلولز یکی از مهم‌ترین مواد زیستی از لحاظ ساختاری است ترکیب سلولز با لیگنین مسئول استحکام فوق‌العاده‌ی چوب است.

پلاسمودسماها: وقتی صفحه‌ی سلولی شکل می‌گیرد، غشاء به صورت کامل تشکیل نمی‌شود، بنابراین در قسمت‌هایی از غشاء مکان‌هایی باقی می‌ماند که موجب حفظ پیوستگی سیتوپلاسمی بین سلول‌های دختری می‌شود. وقتی سلولز رسوب می‌کند و ضخامت دیواره افزایش می‌یابد، این ارتباطات، کانال‌های احاطه شده به وسیله غشاء را تشکیل می‌دهند که پلاسمودسماتا نامیده می‌شوند.

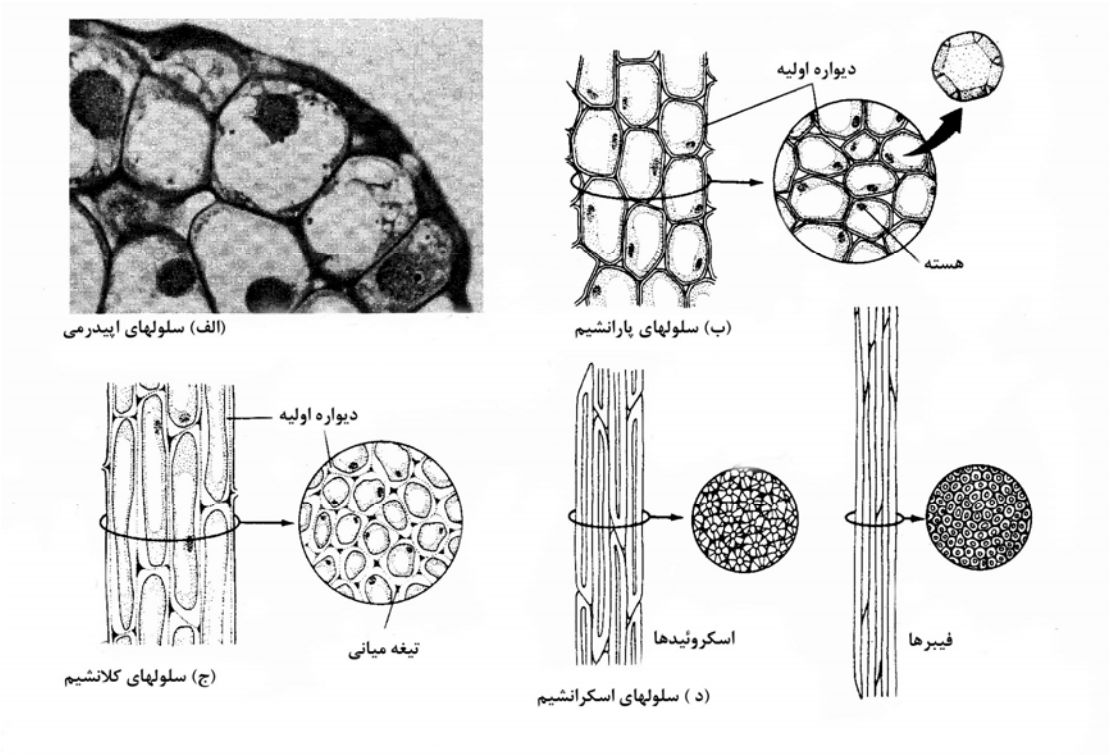


پلاسمودسماها. (الف) میکروگراف الکترونی که اتصالات پلاسودسماهای سلول‌های مجاور را نشان می‌دهد. (ب) دیـاگرام یک پلاسمودسما که ارتباط بین غشاهای پلاسمایی، ER و دسموتیوبل‌ها را نشان می‌دهد.

غشاهایی که اطراف این کانال‌ها قرار دارند ادامه‌ی غشاهای پلاسمایی از سلول‌های مجـاور هـستند. یـک لولـه غـشایی دومی از وسط پلاسمودسماها عبور می‌کند که «دسموتیوبل» نام دارد.

بافت‌های گیاهی

سه سیستم اصلی بافت گیاهی به نام‌های پوستی، زمینه‌ای و آوندی شناخته شده‌اند. هر کـدام از ایـن بافـت‌هـا دارای انـواع سلول‌های متنوع، تخصیص یافته برای انجام وظایف مختلف، مانند حفاظـت (اسکلرانـشیم، کلانـشیم)، فتوسـنتز (مزوفیـل و پارانشیم)، ذخیره‌سازی (پارانشیم)، تبادل گازی (سلول‌های محافظ)، انتقال آب (آونـدهای چـوبی نـاقص و عناصـر آونـدی)، انتقال قندها (عناصر غربالی لوله‌ای، آوندهای آبکش) می‌باشند.

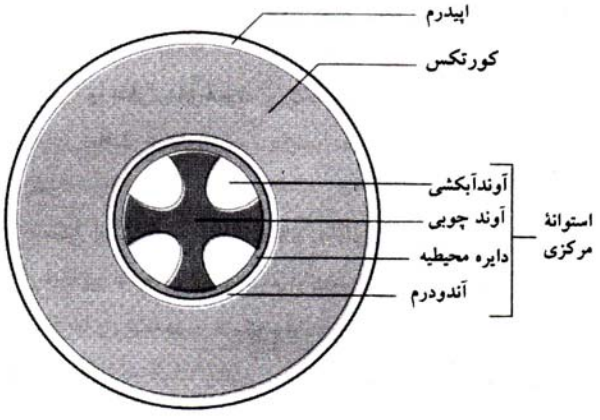


(الف) برش طول اپیدرم خارجی کلئوپتیل گندم (بزرگنمایی ۷۵۰ برابر) (از او، برین و ام سی‌کول، ۱۹۶۹). تصویر شماتیک از (ب) سلولهای پارانشیم، (ج) کلانشیم و (د) اسکلرانشیم (از آسو، ۱۹۷۷)

اندام‌های گیاهی

اندام‌های مهم یک گیاه: ریشه‌ها، ساقه‌ها، برگ‌ها، گل‌ها و میوه‌ها هستند.

ریشه‌ها: قسمت‌های اصلی ریشه عبارتند از بخش مرکزی بافت‌های آوندی که استوانه مرکزی نامیده می‌شود، پوست احاطه کننده که از پارانشیم تشکیل شده و اپیدرم محافظ. وظایف اصلی ریشه، نگهداری گیاه، ذخیره و جذب آب و مواد غذایی معدنی است.



شکل شماتیک از برش عرضی ریشه

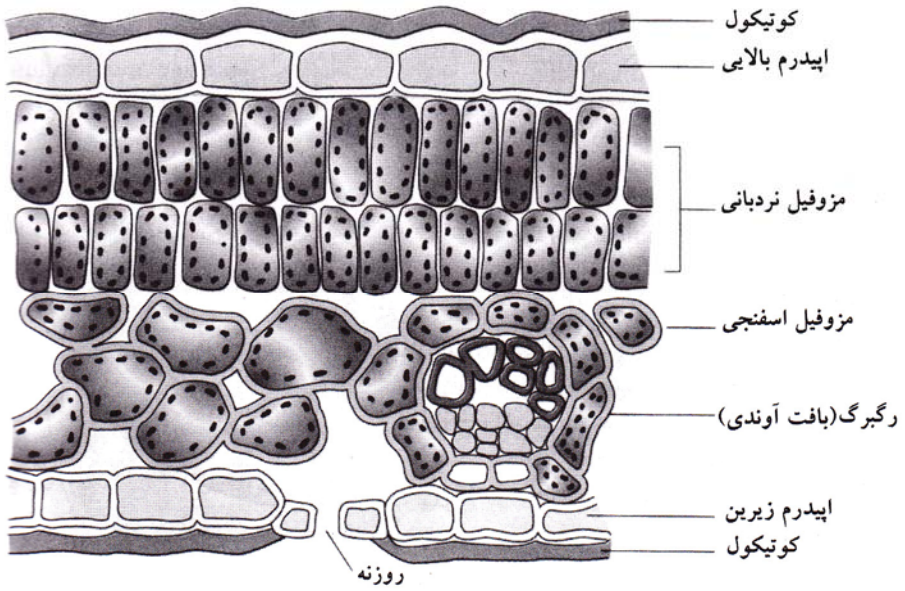
ساقه‌ها: آرایش ویژه بافت‌های ساقه ممکن است به طور قابل توجهی براساس سن گیاه یا اینکه گیاه تک لپه‌ای و دو لپه‌ای باشد، فرق کند.

در ساقه‌ی تک لپه‌ای‌ها، بافت‌های آوندی در دسته‌هایی که کمابیش در سرتاسر مغز پراکنده‌اند قرار می‌گیرند. این دسته معمولاً شامل یک پوشش فیبر اسکلرانشیم است که ساقه را حمایت می‌کند. ساقه‌های دو لپه‌ای جوان منظم‌تر هستند و بافت‌های آوندی (چوب و آبکش) حلقه‌های هم مرکزی را تشکیل می‌دهند که مغز پارانشیمی را احاطه می‌کند. پارانشیم‌های اضافی دیگر در اطراف بافت‌های آوندی وجود دارد که پوست را تشکیل می‌دهند. کل این مجموعه با یک یا چند لایه اپیدرم پوشیده می‌شود.

برگ‌ها: برگ‌ها ساختارهای ورقه مانند یا صفحه مانندی هستند که توسط دم برگ به ساقه متصل می‌شوند. سطوح صفحه از اپیدرم بالایی و پایینی تشکیل شده است که بافت پارانشیم فتوسنتز را که به مزوفیل معروف است در بر می‌گیرد. بیشتر برگ‌های دولپه‌ای حاوی دو نوع مزوفیل‌اند، مزوفیل نردبانی که لایه‌ی نسبتاً فشرده‌ای از سلول‌های طویل شده به طرف سطح فوقانی برگ است و «مزوفیل اسفنجی» که ناحیه‌ای با فشردگی کمتر و متشکل از سلول‌های نامنظم با شبکه گسترده‌ای از فضای خالی می‌باشد.

هم‌چنین برگ‌ها دارای شبکه‌ای از دستجات آوندی در سر تا سر دم برگ هستند که با بافت‌های آوندی ساقه ارتباط دارد. در برگ دو لپه‌ای‌ها، غلاف‌های آوندی سیستم به هم پیوسته‌ای از گلبرگ‌ها را تشکیل می‌دهند که با توسعه‌ی بسیار گسترده و ظریف خود به صورت کارآمدی آب و مواد غذایی را به تک تک سلول‌های فتوسنتزی عرضه می‌کنند و مواد فتوسنتزی این سلول‌ها را به سرعت به نقاط دیگر می‌برند.

در تک لپه‌ای‌ها، برگ‌های موازی و فشرده و مرتبط با هم این وظیفه را انجام می‌دهند.



برش عرضی، طرح اصلی برگ دو لپه‌ای را نشان می‌دهد. کلروپلاست‌ها در سلول‌های مزوفیلی نردبانی و اسفنجی قرار گرفته‌اند.

خلاصه فصل

به رغم اینکه تمام گیاهان از نظر شکل و اندازه تفاوت زیادی دارند ولی فرایند فیزیولوژی مشابهی انجام می‌دهند. گیاهان به عنوان اولین تولید کنندگان کرهٔ زمین، انرژی خورشیدی را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کنند. گیاهان با توجه به اینکه بدون حرکت می‌باشند، باید به طرف نور رشد کنند و باید دارای سیستم آوندی مؤثری برای حرکت آب، مواد غذایی معدنی و تولیدات فتوسنتزی در سر تا سر اندامهای گیاه باشند. گیاهان سبز بایدهم چنین دارای مکانیسمی برای اجتناب از پسابیدگی باشند. سیستمهای بافتهای رویشی اکثر گیاهان دانه‌ای، اندام هوایی و ریشه هستند. اندام هوایی شامل ساقه‌ها و برگها می‌باشد. بر خلاف رشد حیوانات، به علت وجود دائمی بافت مریستمی در اندام هوایی و ریشه، رشد گیاه نامحدود است که باعث رشد بافتها و اندامهای جدید در تمامی طول دورهٔ رویشی در چرخهٔ زندگی گیاه می‌شود. مریستمهای جانبی، کامبیوم آوندی و کامبیوم چوب پنبه‌ای، باعث رشد جانبی یا رشد ثانویه می‌شوند.

سه سیستم اصلی بافت گیاهی بنامهای پوستی، زمینه‌ای و آوندی شناخته شده‌اند. هر کدام از این بافتها دارای انواع سلولهای متنوع، تخصیص یافته برای انجام وظایف مختلف، مانند حفاظت (اسکلرانشیم، کلا نشیم)، فتوسنتز (مزوفیل و پارانشیم)، ذخیره سازی (پارانشیم)، تبادل گازی (سلولهای محافظ)، انتقال آب آوندهای چوبی ناقص و عناصر آوندی) و انتقال قندها (عناصر غربالی لوله‌ای آوندها ی آبکش) می‌باشند.

گیاهان موجوداتی دارای سلول حقیقی هستند و ساختار سلولی حقیقی خاصی دارند که دارای هسته و سیتو پلاسم می‌باشد.ژنوم گیاه از نظر اندازه به علت قابلیت نسخه برداری زیاد DNA در هسته متنوع است. سیتوپلاسم به وسیلهٔ یک غشای پلاسمایی احاطه شده و دارای تعداد زیاد اندامک پوشیده شده از غشا می‌باشد که در برگیرنده پلاستیدها، میتوکندری، اجسام کوچک و یک واکوئل مرکزی بزرگ می‌باشد. اجزای اسکلتی، میکروتوبولها، میکروفیلامنت، در انواع فرآیندها از جمله حرکات بین سلولی مثل میتوز، جریانهای سیتوپلاسمی، انتقال وزیکول ترشحی و ذخیره سازی میکروفیبریل سلولزی شرکت می‌کنند.

دیوارهٔ سلول گیاه نقش کلیدی در تنظیم رشد گیاه ایفا می‌کند. دیواره‌های اولیه در سلولهای در حال رشد وجود دارند، در حالی که دیواره‌های ثانویه که از نظر لینگنین غنی هستند، درسلولهای بالغ دارند، ساختمان دیواره شامل یک مرحلهٔمیکروفیبریل سلولزی کریستالی است که در ماتریکس غیر کریستالی قرار گرفته است. سیتوسول سلولهای مجاور، از طریق دیوار ه‌های سلولی به علت وجود مجاری خطی غشایی بنام پلاسمودسماتا به هم متصل شده‌اند که در ارتباط سلول به سلول ایفای نقش می‌کنند.