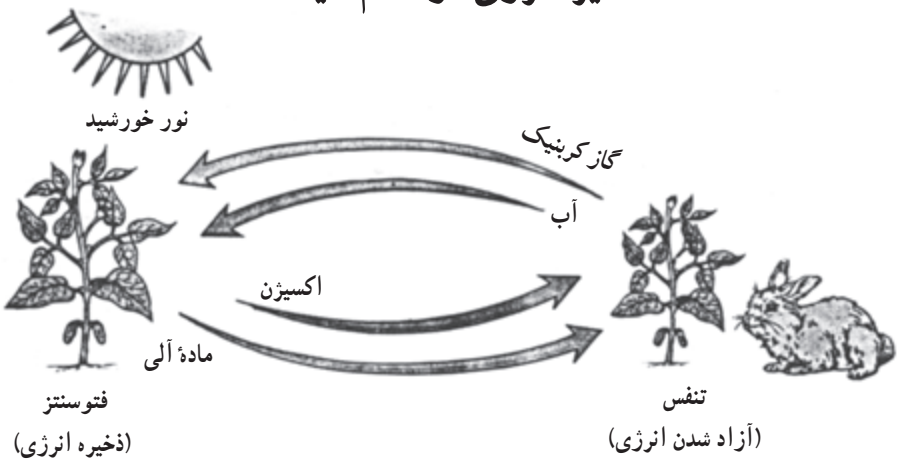
فصل ۴

سیر انرژی در عالم حیات



هدفهای رفتاری: دانش‌آموز پس از پایان این فصل خواهد توانست :

۱ــ مفهوم کلی و کاربرد انرژی در عالم حیات را شرح دهد.

۲ــ مفهوم متابولیسم را در سلولهای زنده توضیح دهد.

۳ــ مفهوم واکنشهای انرژی‌خواه و انرژی‌زا در سلول را بیان کند.

۴ــ ساختار آنزیم، عمل و شرایط عمل آنزیمها را شرح دهد.

۵ــ مفهوم کلی فتوسنتز را تعریف کند.

۶ــ فتوسنتز را به عنوان فرآیند تولید غذا و تولیدکننده اکسیژن آزاد در اتمسفر توضیح دهد.

هر موجود زنده‌ای برای ادامه حیات به انرژی نیاز دارد. منشأ این انرژی در سلولهای زنده مواد آلی است. از این نظر یک سلول را می‌توان همانند یک نیروگاه تولید انرژی به‌حساب آورد. آثار حیاتی که در بدن موجودات زنده تجلّی می‌کنند حاصل واکنشهای شیمیایی متعددی هستند که در درون سلولهای آنها انجام می‌گیرند.

بعضی از جانداران مانند گیاهان و جلبکها می‌توانند انرژی نوری را از خورشید دریافت کنند و آن‌را بصورت انرژی نهفته در پیوندهای شیمیایی مواد آلی (غذا) در بیاورند. بنابراین در مولکولهای مواد غذایی انرژی نهفته است و همه جانداران برای انجام اعمال حیاتی و ادامه حیات خود از آن استفاده می‌کنند. جاندارانی مانند گیاهان و جلبکها را که می‌توانند از مواد کانی ساده به‌کمک انرژی نوری غذای خود را تولید کنند، **اتوتروف** می‌گوییم و جاندارانی مانند جانوران که غذای خود را بطور مستقیم و یا غیرمستقیم از اتوتروفها تأمین می‌کنند، و قادر به تولید غذای خود نیستند، **هتروتروف** خوانده می‌شوند. فرآیند تولید مواد آلی به کمک انرژی نوری را فتوسنتز می‌گوییم.

فرآیندی که طی آن انرژی نهفته در پیوندهای شیمیایی مواد غذایی (مواد آلی) آزاد می‌شود تنفس سلولی خوانده می‌شود. این فرآیند در همه سلولهای زنده چه آنها که اتوتروفند و چه آنها که هتروتروفند صورت می‌گیرد و چگونگی انجام آن نیز تفاوتی در این دو گروه ندارد.

متابولیسم

سلولها قادر به ساختن و یا شکستن مولکول پروتئین‌ها، لیپیدها، هیدراتهای کربن و یا تغییر شکل آنها در درون خود می‌باشند. سلولهای حیوانی می‌توانند با مولکولهای گلوکز، گلیکوژن بسازند و سلولهای گیاهی، نشاسته را از مولکولهای گلوکز می‌سازند. تمام سلولها قادرند از اسیدهای آمینه پروتئین بسازند. سلولهای حیوانی می‌توانند قندها و لیپیدها را به یکدیگر تبدیل کنند. این سلولها همچنین می‌توانند پروتئینها را به هیدراتهای کربن تبدیل نمایند ولی تا زمانی که آمینواسیدها در اختیار آنها نباشد قادر به ساختن پروتئین نیستند در حالی که سلولهای گیاهی قادرند، با استفاده از قندها و نمکها (ترکیبات معدنی نیتروژن‌دار) آمینواسیدها را تولید کنند. سلولهای کلروفیل‌دار گیاهان حتی می‌توانند از دی‌اکسیدکربن و آب، قند تولید کنند (در بحث فتوسنتز خواهید خواند).

بنابراین در سلولها واکنشهای گوناگونی صورت می‌گیرد که بطور کلی آنها را به دو دسته تقسیم می‌کنند.

۱ــ ساخته شدن مولکولهای بزرگتر از مولکولهای کوچکتر که آن را «آنابولیسم» می‌گویند.

۲ــ شکسته شدن مولکولهای بزرگ و تشکیل مولکولهای کوچک که به آن «کاتابولیسم» گفته می‌شود.

مجموعهٔ واکنشهای آنابولیسمی و کاتابولیسمی را که در سلول و با دخالت آنزیمها انجام می‌شوند متابولیسم می‌گویند.

آنزیمها

آنزیمها پروتئینهایی هستند که مانند کاتالیزورهایی که در شیمی خوانده‌اید، انجام واکنش بین مواد آلی را تسریع می‌کنند. آنزیمها در سلول ساخته شده و بطور اختصاصی در واکنشهای بیوشیمیایی دخالت می‌کنند. ممکن است که صدها مولکول گلوکز تحت تأثیر آنزیم به یکدیگر متصل شده و یک مولکول بزرگ نشاسته و یا یک مولکول بزرگ سلولز بسازند. مولکولهای پروتئین نیز از اتصال تعداد زیادی اسیدآمینه تحت تأثیر آنزیم تولید می‌شوند. برخی از پروتئینهای تشکیل شده می‌توانند خاصیت آنزیمی داشته باشند. آنزیمها می‌توانند مولکولهای بزرگ را نیز شکسته و به مولکولهای کوچکتر تبدیل کنند. مثلاً پروتئینها را به آمینواسیدها و یا نشاسته و سلولز را به مولکولهای گلوکز تبدیل نمایند. آنزیمها (که کاتالیزورهای حیاتی هستند) پس از انجام واکنش آزاد می‌شوند و برای انجام واکنشهای مشابه دیگری به‌کار می‌روند. آنزیمها سبب تسریع واکنشها می‌گردند. به‌عنوان مثال ممکن است مولکولهای دو ماده بدون دخالت آنزیم به هم متصل شوند. ولی این کار بسیار به‌کندی و در زمان بسیار طولانی صورت می‌گیرد. اگر نشاسته با آب مخلوط شود سالها طول می‌کشد تا به قندهای ساده تبدیل شود در حالی که تحت تأثیر آنزیم آمیلاز این عمل در چند دقیقه یا چند ثانیه انجام می‌شود. آنزیمها بطور اختصاصی عمل می‌کنند. یعنی بطور طبیعی روی مواد خاصی مؤثرند. مثلاً آنزیمی که باعث اتصال اسیدهای آمینه و تولید پروتئین می‌شود نمی‌تواند سبب اتصال مولکولهای گلوکز و تشکیل نشاسته شود.

نامگذاری آنزیمها غالباً با افزودن پسوند «آز ase» به انتهای نام ماده‌ای که روی آن اثر می‌گذارند و یا واکنشی که باعث انجام و یا تسریع آن می‌شوند صورت می‌گیرد. مثلاً پروتئاز Protease آنزیمی است که روی پروتئینها اثر می‌گذارد و لیپاز آنزیمی است که روی لیپیدها اثر می‌کند و موجب تجزیه آنها می‌شود.

تمام آنزیمها در طبیعت در درون سلول تولید می‌شوند. بیشتر آنها در سلول باقی‌مانده و در واکنشهای درون سلولی دخالت می‌کنند. این آنزیمها را درون سلولی می‌گویند. آنزیمهای دیگری نیز وجود دارند که پس از ساخته شدن در درون سلول، از آن خارج می‌شوند. این آنزیمها را «بیرون سلولی» می‌گویند. قارچهایی که بر روی نان رشد می‌کنند با آنزیمهای برون سلولی خود نشاسته نان را تجزیه می‌کنند و یا آنزیمهای برون سلولی در دستگاه گوارش حیوانات در هضم غذا دخالت می‌کنند.

عاملهای مختلفی می‌توانند بر آنزیمها و واکنشهای آنزیمی مؤثر باشند. تغییرات درجه حرارت که بر سرعت واکنشهای شیمیایی مؤثر است بر آنزیمها و واکنشهای مربوط به آنها نیز اثر دارد. چون آنزیمها، ساختمان پروتئینی دارند در درجه حرارت بیش از پنجاه درجه سانتی‌گراد تغییر ماهیت داده و اثر آنها زایل می‌گردد. یکی از علتهای مردن موجودات زنده در گرمای زیاد همین است.

یکی دیگر از عاملهای بسیار مؤثر بر آنزیمها و واکنشهای آنزیمی pH است[1]. ویژگیهای آنزیمها مانند پروتئینها در شرایط اسیدی و قلیایی تغییر می‌کند. بعضی از آنزیمها در محیط اسیدی و بعضی در محیط قلیایی فعالیت می‌کنند. بیشتر آنزیمها در محیط تقریباً خنثی (که نه اسید است و نه قلیا) بهترین اثر را دارند. تغییر درجه اسیدی و قلیایی محیط باعث تغییر در سرعت واکنش می‌شود و محیطهای بسیار اسید و یا بسیار قلیا سبب تغییر ماهیت آنزیم می‌شوند.

پرسشها

۱ــ آنزیم چیست؟ چند نوع آنزیم را نام ببرید.

۲ــ آنزیمها چه اثری بر واکنشهای بیوشیمیایی دارند؟

۳ــ آیا ممکن است واکنشی بیوشیمیایی بدون حضور آنزیم انجام شود؟ توضیح دهید.

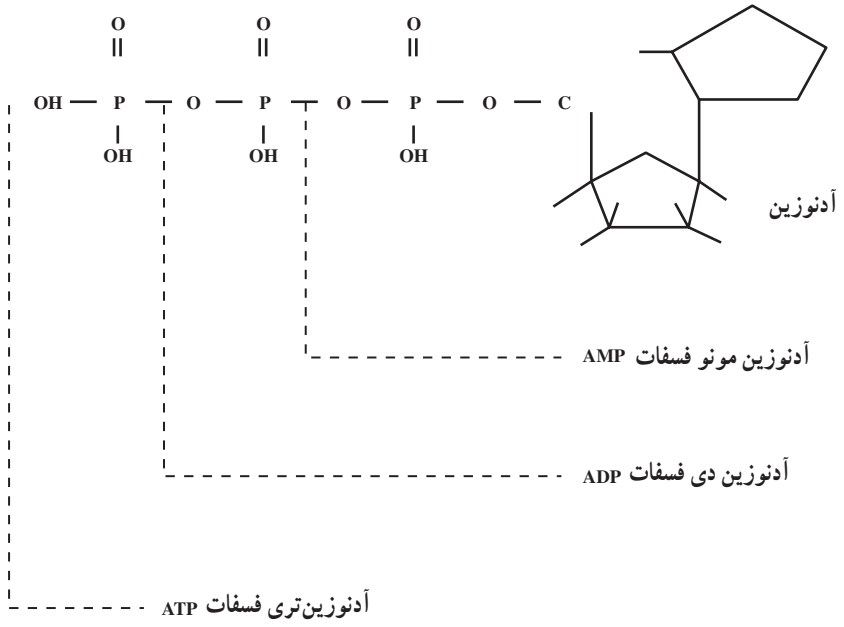
فرآیند تنفس سلولی

تمام موجودات زنده تنفس می‌کنند. واضح‌ترین شکل تنفس در انسان دم و بازدم است که با ورود هوای اکسیژن‌دار به ششها و خروج هوای گازکربنیک‌دار از ششها قابل تشخیص است. ولی تنفس واقعی به صورت واکنشهای کاتابولیسمی در سلولها انجام می‌شود. در تنفس سلولی بخشی از انرژی آزاد شده از مواد آلی صرف انجام عملهای حیاتی (مانند انقباض عضله، ایجاد جریان عصبی، ساخته شدن بعضی مواد مثل پلی‌ساکاریدها و پروتئینها) و بخشی دیگر موجب گرم کردن بدن جانداران می‌شود.

آن بخش از انرژی که صرف انجام اعمال حیاتی در سلولها می‌شود ابتدا به صورت ذخیره در مولکولهای مواد انرژی‌زا درمی‌آید. بنابراین در سلولهای زنده ماده‌ای ساخته می‌شود که قادر به ذخیره و آزاد کردن انرژی می‌باشد. این ماده ماده‌ای است به نام آدنوزین‌تری فسفات که بطور خلاصه به‌صورت ATP نشان داده می‌شود. ATP از یک مولکول قند پنج کربنی بنام ریبوز، یک باز آدنین و سه گروه فسفات تشکیل شده است. اگر قند پنج کربنی و آدنین با یک گروه فسفات باشند آن را آدنوزین مونوفسفات یا AMP، اگر با دو گروه فسفات باشند آن را آدنوزین دی فسفات یا ADP و اگر سه گروه فسفات باشند آن را آدنوزین‌تری فسفات یا ATP می‌گویند.

پیوند بین دو گروه فسفات در این مواد پیوند پر انرژی است.

۱ــ درجه قلیایی و یا اسیدی بودن محیط را با pH مشخص می‌کنند، pH یک تا هفت نشان دهنده وضعیت اسیدی است. pH هفت تا چهارده حالت قلیایی محیط را نشان می‌دهد. pH = ۷ خنثی بودن محیط را مشخص می‌کند.



سلول هنگام ذخیره انرژی ADP را با یک گروه فسفات ترکیب کرده و ATP تولید می‌کند و درموقع نیاز به انرژی ATP را به ADP و فسفات تبدیل کرده و از انرژی آزاد شده آن استفاده می‌کند.

$$ADP + P \underset{\text{آزاد شدن انرژی}}{\overset{\text{ذخیره انرژی}}{\rightleftharpoons}} ATP$$

بطور کلی تنفس در موجودات زنده به دو صورت انجام می‌شود یکی هوازی که به اکسیژن نیاز دارد و انرژی بیشتری تولید می‌کند و دیگری بی‌هوازی که به اکسیژن نیاز ندارد و انرژی کمتری فراهم می‌سازد. گروهی از موجودات زنده مانند برخی از باکتریها در هر دو صورت قادر به تنفس می‌باشند و آنها را هوازی اختیاری یا بی‌هوازی اختیاری می‌گویند.

در تنفس هوازی مولکول مواد آلی شکسته شده، سپس با اکسیژن ترکیب می‌شوند و آب و گازکربنیک تولید می‌کنند. معمولترین و مهمترین ماده‌ای که در تنفس سلولی مورد استفاده قرار می‌گیرد گلوکز است.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{آنزیمها}} 6CO_2 + 6H_2O + \text{۶۸۶ کیلوکالری انرژی}$$

گلوکز اکسیژن گازکربنیک آب

واکنش فوق بطور سریع انجام نمی‌شود و انرژی یکباره آزاد نمی‌گردد بلکه شکسته شدن قند و اکسید شدن در طی چند مرحله صورت می‌گیرد و در هر مرحله آنزیمهای خاصی دخالت دارند.

در تنفس بی‌هوازی مولکول قند می‌شکند ولی با اکسیژن ترکیب نمی‌شود. تنفس بی‌هوازی را **تخمیر** می‌گویند. که به‌وسیله مخمرها و نیز برخی سلولهای جانوری و گیاهی در نبود اکسیژن انجام می‌شود. مصرف قند در نوعی تخمیر بنام تخمیر الکلی موجب تشکیل الکل اتیلیک می‌شود.

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{آنزیمها}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH + \text{۵۴ کیلوکالری انرژی}$$

گلوکز گازکربنیک الکل اتیلیک

در تنفس بی‌هوازی مقداری انرژی در مولکول الکل باقی می‌ماند و انرژی تولیدی آن کمتر از تنفس هوازی است. بطوری که مشاهده شد تجزیه گلوکز در تنفس بی‌هوازی ناقص و در تنفس هوازی کامل است و قسمتی از واکنشهای تنفس در هر دو نوع مشترک است که به این مرحله از تنفس گلیکولیز می‌گویند. در طی واکنشهای مرحلهٔ گلیکولیز قند شش کربنی گلوکز پس از تغییراتی شکسته شده و به دو مادهٔ سه کربنی تبدیل می‌شود که در نهایت هریک از دو مادهٔ سه کربنی به یک مولکول اسیدپیرویک تبدیل می‌شوند[1].

در تنفس بی‌هوازی یک اتم کربن اسیدپیرویک به‌صورت گازکربنیک آزاد می‌شود و دو اتم کربن دیگر آن به شکل مادهٔ آلی باقی می‌مانند. مثلاً در تخمیر الکلی که ذکر شد اسیدپیرویک به گازکربنیک و الکل اتیلیک تبدیل می‌شود.

$$\text{اسید پیرویک (سه کربنه)} \longrightarrow CO_2 + C_2H_5OH$$

گازکربنیک الکل اتیلیک

در نوع دیگری از تخمیر، ماده دیگری مانند اسید لاکتیک (که مولکول آن ۳ کربن دارد) به‌وجود می‌آید.

در تنفس هوازی اسید پیرویک با یک مادهٔ آلی بنام کوآنزیم A ترکیب می‌شود، که درنتیجه یک مولکول گازکربنیک آزاد شده و ماده‌ای بنام استیل کوآنزیم A نیز تولید می‌شود.

$$\text{اسیدپیرویک} + \text{کوآنزیم A} \xrightarrow{NAD \quad NADH_2} \text{استیل کوآنزیم A} + \text{گازکربنیک}$$

استیل کوآنزیم A سپس با یک مادهٔ چهار کربنه (اسیداگزالواستیک) ترکیب می‌شود و در این واکنش کوآنزیم A آزاد می‌شود و برای ترکیب مجدد با اسید پیرویک به‌کار می‌رود.

$$\text{کوآنزیم A} + \text{اسیدسیتریک} \longrightarrow \text{اسید اگزالواستیک} + \text{استیل کوآنزیم A}$$

در واکنش فوق دو اتم کربن مربوط به اسیدپیرویک که در ترکیب استیل کوآنزیم A وجود داشت با ماده چهار کربنه، تشکیل یک مادهٔ شش کربنه (اسیدسیتریک) را داده است. مادهٔ شش کربنه ذکر شده وارد یک سری واکنش می‌شود که به‌صورت چرخه‌ای انجام می‌شوند. در طی واکنشهای این چرخه که به نام کاشف آن (Krebs) کربس نامیده می‌شود، دو اتم کربن به‌صورت گازکربنیک آزاد می‌شوند و مجدداً مادهٔ چهارکربنه تشکیل می‌شود. این مادهٔ چهارکربنه دوباره با استیل کوآنزیم A ترکیب می‌شود و چرخه تکرار می‌گردد. به این ترتیب کربن‌های مربوط به اسیدپیرویک در چرخه کربس به‌صورت گازکربنیک آزاد می‌شوند.

در واکنشهای فوق هیدروژنهای ماده آلی در مراحل مختلف به ماده‌ای بنام «NAD» منتقل شده و تولید $NADH_2$ می‌کنند.

$NADH_2$ تشکیل شده در طی یک سری واکنشها که به نام زنجیره تنفسی مشهور است به‌مصرف رسیده و در پایان هیدروژنهای آنها با اکسیژن ترکیب شده و آب تشکیل می‌گردد.

$$NADH_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow NAD + H_2O + \text{انرژی}$$

بنابراین در اثر شکسته شدن و به مصرف رسیدن مولکول گلوکز در تنفس هوازی گازکربنیک و آب تولید می‌شود.

در زنجیره تنفسی و سایر مراحل تنفس مقداری انرژی تولید می‌شود. سلول با تشکیل ATP بخشی از این انرژی را ذخیره کرده و درموقع نیاز از آن بهره‌مند می‌گردد و بخش دیگر آن به‌صورت گرما آزاد می‌گردد.

۱ــ ۲ مولکول اسیدپیرویک (سه کربنه) ۲ مولکول فسفوگلیسرآلدئید (سه کربنه) ← فروکتوز (قند شش کربنی) ← گلوکز

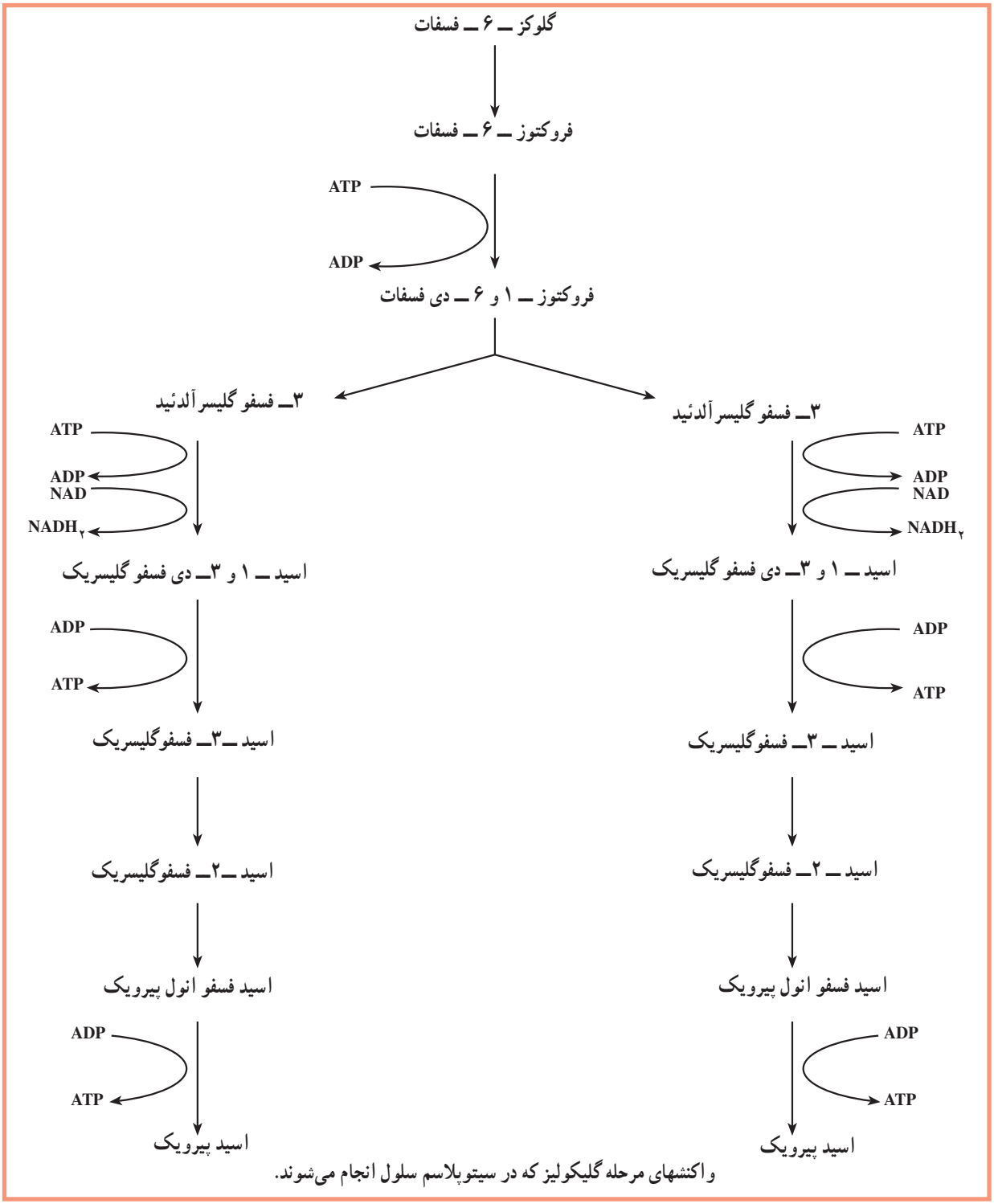
پرسشها

۱ــ چه واکنشهایی در تنفس هوازی و بی‌هوازی مشترک هستند؟

۲ــ در کدام یک از انواع تنفس انرژی بیشتری آزاد می‌شود؟ چرا؟

۳ــ اهمیت زنجیرهٔ انتقال الکترون در تنفس در چیست؟

۴ــ کاتابولیسم، آنابولیسم، متابولیسم را توضیح دهید.



واکنشهای مرحله گلیکولیز که در سیتوپلاسم سلول انجام می‌شوند.

بخش ۲

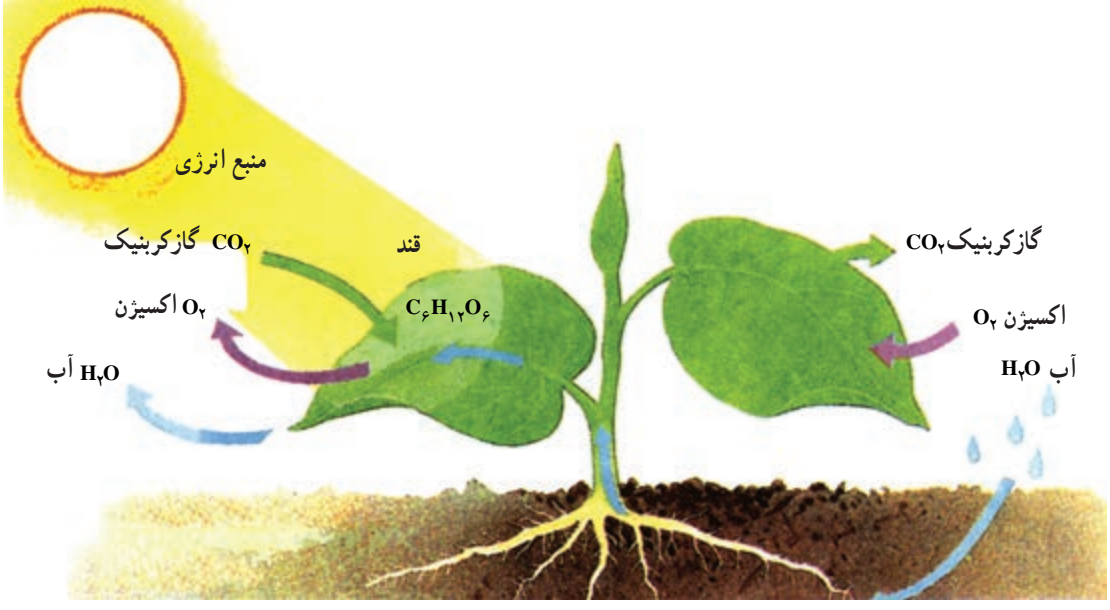
فتوسنتز

هیچ‌گاه فکر کرده‌اید اگر جنگلها وجود نداشتند چه می‌شد؟

بدون آنها مواد غذایی برای بسیاری از موجودات زنده فراهم نمی‌شد. چوب و تخته برای ساختمانها و صنایع وجود نداشت و نفت و زغال‌سنگ و گاز و... نبود و بدون گیاهان سبز گازکربنیک محیط افزایش می‌یافت و اکسیژن کافی وجود نمی‌داشت.

آیا اندیشیده‌اید که منشأ انرژی شما هنگام دویدن و ورزش کردن از کجاست؟ شما از دوران کودکی تاکنون چگونه رشد کرده و بزرگ شده‌اید؟ پاسخ هر دو پرسش «غذا» است. برگهای گیاهان با استفاده از گازکربنیک و آب و انرژی نورانی مادهٔ آلی می‌سازند. گیاهان ظاهراً مانند ما حرکت ندارند ولی مانند ما رشد کرده و فعالیتهای زیستی را انجام می‌دهند. پس آنها نیز به غذا نیاز دارند.

مادهٔ آلی که توسط گیاهان سبز ساخته می‌شود بوسیله خود آنها و سایر موجودات زنده مصرف می‌گردد. از اینرو همه جانوران از نظر غذا (مادهٔ آلی) به گیاهان سبز وابسته‌اند. زمانی بشر تصور می‌کرد که گیاهان تمام مواد غذایی خود را از خاک می‌گیرند ولی تجربه‌ها نشان دادند که یک گیاه رشد کرده، بلندتر و سنگین‌تر می شود در حالی که مقدار خاک اطراف ریشه آن تغییر محسوسی پیدا نمی‌کند. برگ بخش اساسی سازندهٔ ماده غذایی (آلی) در گیاه است. آب از ریشه‌ها به ساقه‌ها و برگها می‌رود. گازکربنیک از طریق روزنه‌ها وارد برگ می‌شود. در سلولهای برگ ماده آلی (غذا) تولید می‌شود (شکل ۴ــ۱).



شکل ۴ــ۱ــ مواد خام (اولیه) برای فتوسنتز همان فرآورده‌های (زاید) تنفس سلولی هستند. (به نقش و اهمیت برگ در زندگی گیاه توجه کنید).

تبدیل مواد خام (اولیه) به قند

مهمترین فرآورده فتوسنتز گلوکز است. این قند ساده برای تولید هیدراتهای کربن پیچیده‌تر مانند نشاسته به مصرف می‌رسد. قندی که در سرتاسر گیاه جابه‌جا می‌شود ساکارز است. ساکارز همان قند یا شکری است که با چای می‌خورید.

برگها شش مولکول آب و شش مولکول گازکربنیک را برای تولید یک مولکول قند به مصرف می‌رسانند.

برگ چگونه سبب چنین تغییری می‌گردد؟

برای ساخته شدن قند انرژی مصرف می‌گردد. این انرژی از نور (روشنایی) تأمین می‌شود.

معادله کلی فتوسنتز به‌صورت زیر است :

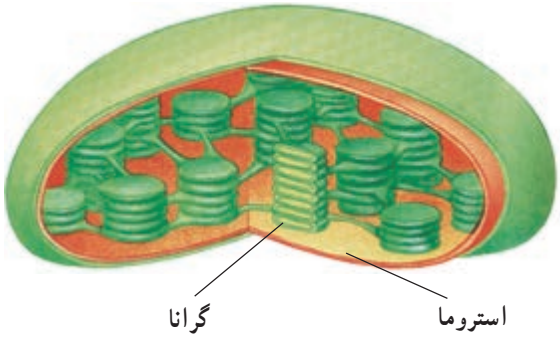
مواد خام — انرژی — فرآورده نهایی — فرآورده باقیمانده

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{نور خورشید که توسط کلروفیل جذب می‌شود}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

۶ مولکول گازکربنیک + ۶ مولکول آب — مولکول قند — ۶ مولکول اکسیژن

نور(نور خورشید و یا نور چراغ)، منبع انرژی است که به‌وسیله گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. ولی توجه کنید که گیاه چگونه انرژی نورانی را برای تولید قند به‌کار می‌برد.

همان طور که در معادله فتوسنتز می‌بینید کلروفیل، انرژی نورانی جذب می‌کند. کلروفیل در اندامکهایی به نام کلروپلاست قرار دارد. این اندامکهای قرصی شکل در سلولهای سبز گیاهی وجود دارند و به‌علت دارا بودن کلروفیل (سبزینه) سبز رنگ می‌باشند. کلروپلاست غشای دو لایه‌ای دارد و در زیر میکروسکوپ نوری دو بخش متمایز در آن دیده می‌شود. یکی بخش سبزرنگ که از مجموعه کیسه‌های سکه مانندی به‌نام گرانا تشکیل شده (کلروفیل در قسمت گرانا قرار دارد) بخش دیگر کلروپلاست که بی‌رنگ است، استروما نامیده می‌شود. (شکل ۴ــ۲)



شکل ۴ــ۲ــ کلروپلاست

رنگ سبز برگ به سبب این است که مقدار کلروفیل در گرانا بیشتر از سایر رنگدانه‌ها است. در فصل پاییز که مقدار زیادی از کلروفیل‌های کلروپلاست‌ها از بین می‌روند رنگدانه‌های دیگر آشکار شده و برگها به رنگهای زرد و نارنجی و... دیده می‌شوند.

در کلروپلاست‌ها واکنشهایی صورت می‌گیرد که گازکربنیک و آب مصرف شده و قند و اکسیژن تولید می‌شود. واکنشهایی که در گرانا انجام می‌شوند با آنها که در استروما صورت می‌گیرند متفاوتند. واکنشهایی که در گرانا انجام می‌شوند به انرژی نورانی نیاز دارند. این واکنشها مرحله روشنایی فتوسنتز را تشکیل می‌دهند. واکنشهای استروما را واکنشهای مرحلهٔ بی‌نیازی از نور یا مرحلهٔ تاریکی فتوسنتز می‌گویند. این واکنشها هم در تاریکی و هم در روشنایی انجام پذیرند. بنابراین واکنشهای انجام شده در فتوسنتز شامل دو مرحله روشنایی و تاریکی است.

واکنشهای مرحله روشنایی فتوسنتز

هنگامی که به واکنش کلی فتوسنتز نگاه کنیم :

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{انرژی جذب شده به وسیلهٔ کلروفیل}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

مشخص نیست که اکسیژن تولید شده از آب است یا از گازکربنیک. برخی از باکتریهایی که فتوسنتز را انجام می‌دهند مانند باکتریهای

فتوسنتز کنندهٔ گوگردی در فتوسنتز بجای آب H_2S مصرف می‌کنند و به جای اکسیژن گوگرد تولید می‌نمایند.

$$6CO_2 + 12H_2S \xrightarrow{\text{انرژی جذب شده به وسیلهٔ کلروفیل}} C_6H_{12}O_6 + 12S\downarrow + 6H_2O$$

مقایسه واکنشهای ۱ و ۲ نشان می‌دهد که :

الف : اکسیژنی که در عمل فتوسنتز گیاه تولید می‌شود از تجزیه آب حاصل می‌شود.

ب : واکنش دقیق فتوسنتز در گیاه باید به شکل زیر نوشته شود.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{انرژی جذب شده به وسیلهٔ کلروفیل}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow + 6H_2O$$

در واکنشهای مرحله روشنایی، رنگهای گیاهی (مخصوصاً کلروفیل‌ها) دارای نقش مهمی هستند. کلروفیل‌ها انواع متعددی دارند. در گیاهان سبز بیشتر کلروفیل‌های a و b وجود دارند. در کلروپلاستها کلروفیل همراه با پروتئین بوده و مجموعه آنها را کلروپلاستین می‌گویند.

در اثر برخورد انرژی نوری به کلروپلاستین انرژی نوری به انرژی شیمیایی تبدیل شده و در مولکولهای پر انرژی ATP ذخیره می‌شود. در واکنشهای مرحلهٔ نوری آب تجزیه می‌شود، اکسیژن آن آزاد شده و هیدروژن آن با NADP ترکیب شده و $NADPH_2$ تولید می‌شود این ماده در مرحلهٔ بعد برای تبدیل CO_2 به قند به کار می‌رود.

مرحلهٔ تاریکی فتوسنتز

پس از انجام واکنشهای مرحلهٔ روشنایی موادی که تولید شده‌اند (ATP و $NADPH_2$) از گرانا به استروما می‌روند و در تبدیل گازکربنیک به قند بکار می‌روند. به‌ازای هر شش مولکول گازکربنیکی که به‌وسیله گیاه جذب و تثبیت می‌شود یک مولکول قند شش‌کربنی (گلوکز) تولید می‌شود. گلوکز فرآورده نهایی فتوسنتز محسوب می‌شود. در مرحلهٔ تاریکی $NADPH_2$ به‌صورت یک ماده احیا کننده و ATP به شکل یک مادهٔ پرانرژی در تبدیل گازکربنیک به قند دخالت می‌کنند.

مواد آلی که در فتوسنتز تولید می‌شوند متنوع و فراوانند. پس از تشکیل گلوکز قندهای دیگر و مواد لیپیدی، پروتئینی، اسیدهای آلی، صمغ‌ها، لعابها، ویتامینها و... ساخته می‌شوند.

به این ترتیب انرژی نوری که به‌وسیله کلروفیل گرفته شده است در پیوندهای موادآلی که در فتوسنتز تولید شده ذخیره می‌گردد. موجودات زنده با به‌مصرف رساندن این موادآلی به‌عنوان غذا نیازهای خود را از نظر ماده‌سازی و تولید انرژی تأمین می‌کنند. همانطور که نفت و زغال‌سنگ و گاز، موقع سوختن، انرژی تولید می‌کنند موادآلی غذایی نیز در بدن انرژی آزاد می‌کنند که به‌مصرف اعمال حیاتی موجود زنده می‌رسد.

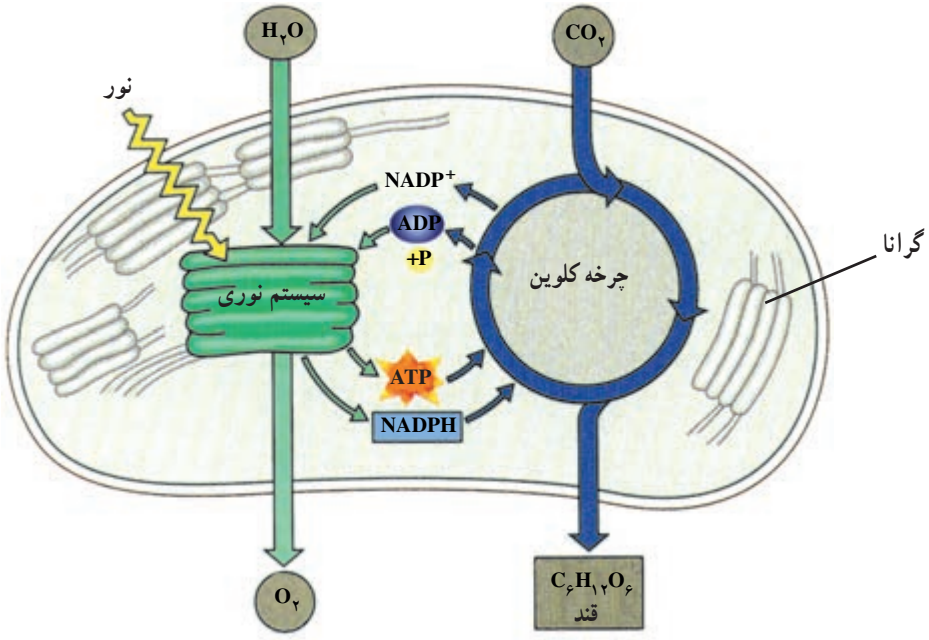
پرسشها

۱ــ محل انجام واکنشهای فتوسنتزی کدام اندامک سلولی است و چرا واکنشهای فتوسنتزی در اندامکهای دیگر سلول انجام نمی‌شوند؟

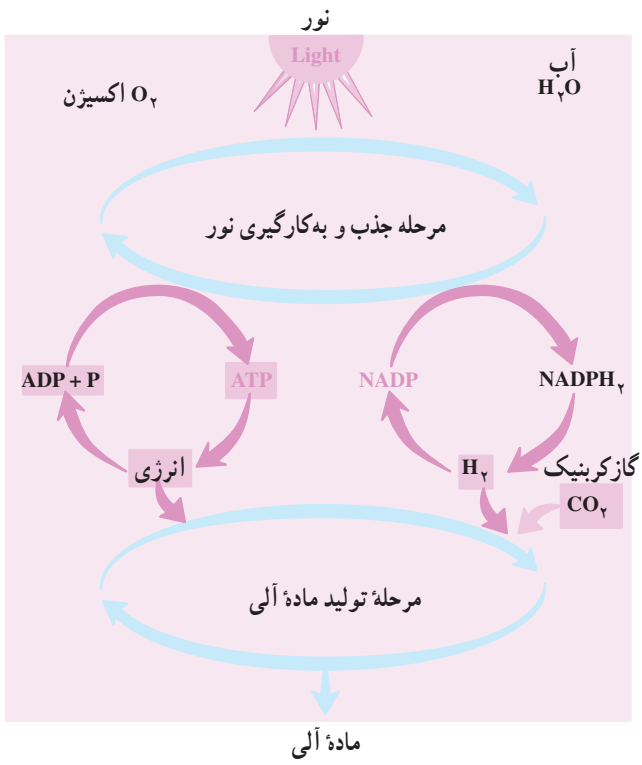
۲ــ مواد اولیه برای انجام فتوسنتز چه موادی هستند و چگونه تأمین می‌شوند؟

۳ــ فرآورده‌های عمل فتوسنتز چه موادی هستند و چه نقشی در دنیای موجودات زنده دارند؟

۴ــ واکنشهای فتوسنتزی در چند مرحله انجام می‌شوند؟ اهمیت هر مرحله را توضیح دهید.



شکل ۴ــ۳ــ شمای یک فتوسیستم در کلروپلاست



شکل ۴ــ۴ــ ارتباط مراحل دوگانه در فتوسنتز

فصل ۵

سازمان بدن موجودات زنده (بافتهای گیاهی و جانوری)

هدفهای رفتاری: دانش‌آموز پس از پایان این فصل خواهد توانست :

۱ــ مفهوم بافت، اندام و به‌طور کلی سازمان پر سلولی را تعریف کند.

۲ــ انواع بافتهای گیاهی و جانوری را شرح دهد.

۳ــ مشخصات کلی هریک از بافتها را توضیح دهد.

۴ــ محل بافتهای مختلف را در بدن انسان و گیاهان معرفی کند.

در بدن بعضی از موجودات زنده فقط یک سلول وجود دارد، که همهٔ اعمال ضروری حیات مانند نشان دادن واکنش به عوامل محیطی، تولیدمثل، تولید و مصرف انرژی را انجام می‌دهند.

در موجوداتی که بدنشان از تعداد زیادی سلول ساخته شده است، گروههای مختلف سلولی که هرکدام کار ویژه‌ای انجام می‌دهند تشکیل می‌شود. مانند سلولهایی که جدار روده کوچک را می‌پوشانند این سلولها مواد شیمیایی برای گوارش را تولید می‌کنند. مجموعهٔ این سلولها یک بافت را به‌وجود می‌آورند.

بافت به گروهی از سلولهای مشابه هم گفته می‌شود که کار مخصوصی را انجام می‌دهند. استخوان، ماهیچه خون و عصب از انواع بافتهای حیوانی و پوست درخت و سطح بیرونی برگها از بافتهای گیاهی هستند. بافتها هم مانند سلولها می‌توانند در یک گروه قرار بگیرند. مجموعهٔ بافتها که تواماً یک کار واحد را انجام می‌دهند، اندام را می‌سازند. مانند روده کوچک که کار اصلی آن گوارش موادغذایی است. دهان، معده، روده‌بزرگ و کبد نیز از اندامهایی هستند که در هضم غذا دخالت دارند.

گروهی از اندامها که با هم کار مشترکی انجام می‌دهند، دستگاه را بوجود می‌آورند. مانند مجموعهٔ اندامهایی که در هضم غذا دخالت دارند و دستگاه گوارش را تشکیل می‌دهند. دستگاههای مختلف بدن مجموعاً یک موجود زنده را می‌سازند. بدن انسان نیز از دستگاههای متعددی مانند دستگاه گردش خون، تنفس و غیره تشکیل شده است.

بافتهای گیاهی

گوناگونی بافتها و تنوع اندامها در گیاهان کمتر از جانوران است. بافتهایی که در گیاهان دیده می‌شوند، شامل بافتهای مریستمی، پارانشیمی، محافظ، استحکامی (کلانشیم و اسکلرانشیم)، هادی (چوب و آبکش) و ترشحی می‌باشند.

بافتهای مریستمی

تمام بافتهای گیاهان از سلولهای مریستمی که مجموعه آنها را بافت مریستمی می‌گویند به‌وجود می‌آیند. این بافتها در بخشهای مشخصی از گیاه مانند بخشهای در حال رویش وجود دارند. سلولهای این بافتها دیوارهٔ نازک، هسته بزرگ، سیتوپلاسم متراکم و واکوئلهای نسبتاً کوچکی دارند. توانایی تقسیم سلولهای این بافتها زیاد است. دو نوع بافت مریستمی در گیاهان وجود دارد :

۱ــ مریستمهای اولیه یا رأسی که در انتهای ساقه‌ها و ریشه‌های اصلی و فرعی قرار دارند و تکثیر آنها موجب رشد طولی گیاه می‌گردد.

۲ــ مریستمهای ثانویه یا جانبی که در درون ساقه‌ها و ریشه‌ها قرار دارند و تکثیر آنها رشد قطری گیاه را سبب می‌شود.

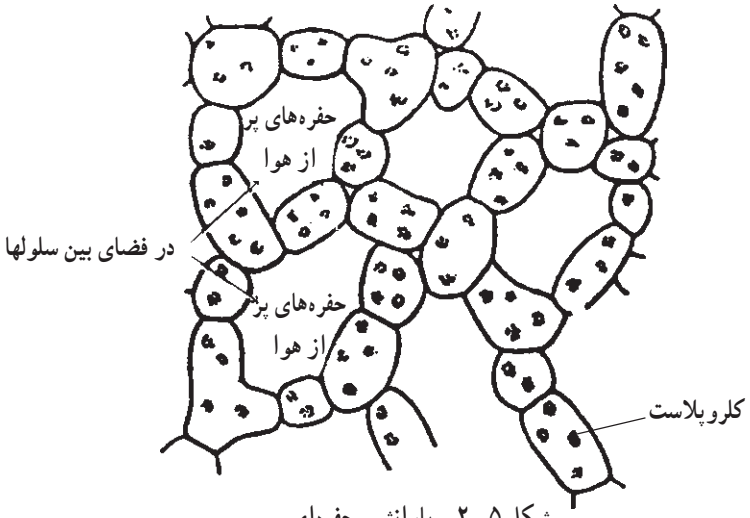
شکل ۵ــ۱ــ سلولهای مریستمی

بافتهای پارانشیمی

قسمت عمده پیکر گیاهان از بافتهای پارانشیمی تشکیل شده است. سلولهای این بافتها می‌توانند به‌آسانی به سلولهای مریستمی تبدیل شوند. این وضع در هنگام التیام زخم در محل بریدگی در گیاه دیده می‌شود. نقش اساسی این بافتها ذخیره آب، مواد کانی، مواد آلی، فتوسنتز و ترشح است. سلولهای این بافت به اشکال مختلف مانند چند وجهی، گرد و غیره دیده می‌شوند.

به‌علت تنوع در کار، سلولهای بافت پارانشیمی شکل و ساختار گوناگونی دارند از این رو سلولهای پارانشیمی ممکن است دارای کلروفیل (مثلاً در برگ)، مواد اندوخته‌ی (مثلاً در غده سیب‌زمینی)، آب نسبتاً زیاد (مثلاً در برگ خرفه و ساقه کاکتوس) و یا

هوا (مثلاً در گیاهان آبزی) باشند.

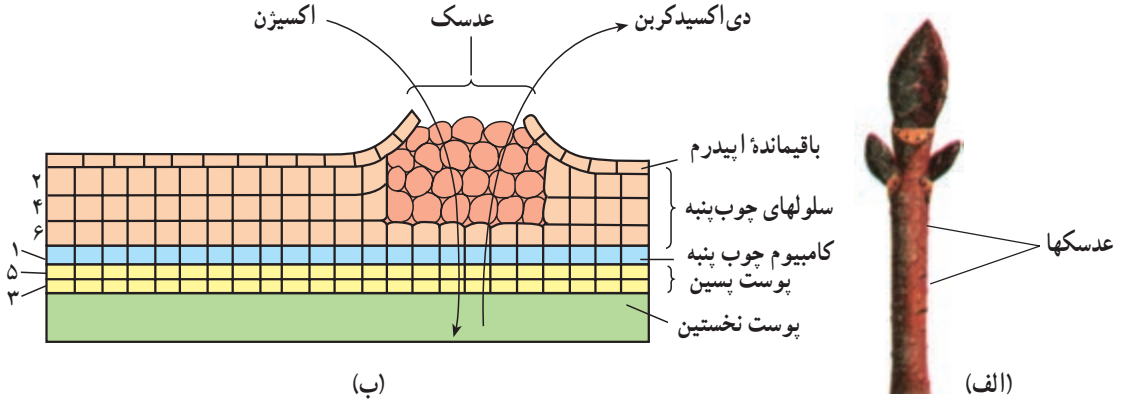


شکل ۵ــ۲ــ پارانشیم حفره‌ای

بافتهای محافظ

سطح خارجی پیکر گیاهان به‌وسیلهٔ بافتهای محافظ که شامل بشره (اپیدرم) و پریدرم است پوشیده می‌شود. بشره سطح اندامهای هوایی جوان و پریدرم سطح اندامهای مسن را می‌پوشاند. در بیشتر گیاهان بشره از یک ردیف سلول تشکیل شده است. در سطح خارجی بشره معمولاً کوتین که یک مادهٔ لیپیدی است وجود دارد. کوتین به‌وسیلهٔ پروتوپلاسم سلولهای بشره تولید و ترشح می‌شود. این لایه از خروج آب زیاد از گیاه جلوگیری می‌کند. برای تبادلات گازها و رطوبت، در بین سلولهای بشره روزنه‌هایی وجود دارند (به ساختمان برگ در فصل ششم مراجعه کنید). سلولهای بشره معمولاً بدون کلروفیل‌اند ولی سلولهای روزنه غالباً دارای کلروفیل می‌باشند. در بسیاری از گیاهان سلولهای بشره زائده‌هایی به‌نام کرک دارند. کرک‌ها ممکن است، نقش ترشحی یا پوششی داشته باشند.

بافت محافظ ریشه و ساقه‌های مسن که تقریباً هم زمان با تخریب بشره و رشد قطری این اندامها به‌وجود می‌آید پریدرم نام دارد. پریدرم شامل سلولهای چوب‌پنبه‌ای است که توسط فلوژن بوجود می‌آیند. فلوژن مریستم ثانویه پوست است که ضمن رشد قطری ریشه و ساقه از داخل پارانشیمی، بنام فلودرم و از خارج چوب‌پنبه را ایجاد می‌کند. عمر سلولهای چوب‌پنبه کوتاه است و پس از مردن توخالی می‌شود. چوب‌پنبه ماده‌ای غیرقابل نفوذ است. در پریدرم، عدسکهایی به‌وجود می‌آیند که تهویه را امکان‌پذیر می‌سازند (شکل ۵ــ۳).



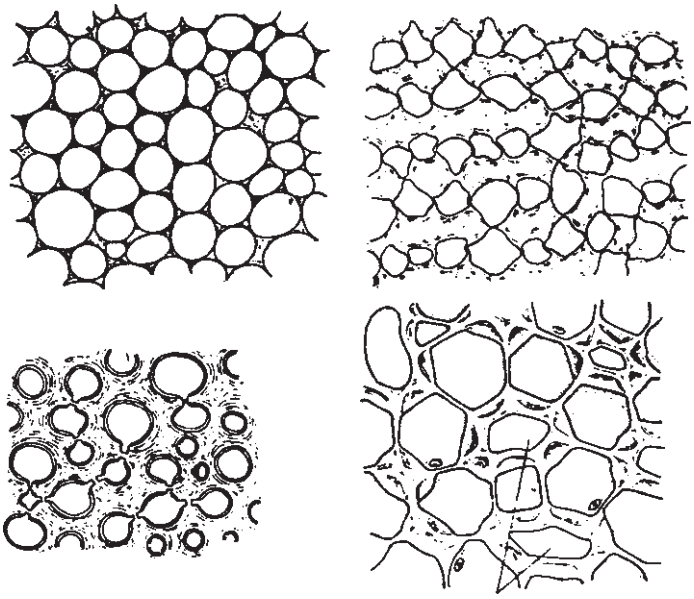
شکل ۵ــ۳ ــ محل عدسکها روی ساقه (الف) ساختمان عدسک (ب). اعداد روی شکل ب چه چیزی را نشان می‌دهند؟

بافتهای استحکامی

بافتهای استحکامی شامل بافت کلانشیم و بافت اسکلرانشیم هستند که در استحکام و بر پاداشتن گیاه نقش دارند.

بافت کلانشیم

بافت کلانشیم در استحکام بخشیدن گیاه دخالت دارد. این بافت شباهت زیادی به بافت پارانشیم دارد. بافت کلانشیم را نوعی بافت پارانشیم با دیوارهٔ ضخیم می‌دانند. کلانشیم بافت نگاهدارنده بخشهای جوان گیاه و گیاهان علفی مخصوصاً ساقه و برگ آنهاست. معمولاً بافت کلانشیم در زیر بشره ساقه قرار دارد. سلولهای این بافت قابلیت ارتجاع دارند. بافتهای کلانشیم دارای نقش ذخیره‌ای نیز می‌باشند.



فضاهای بین یاخته‌ای

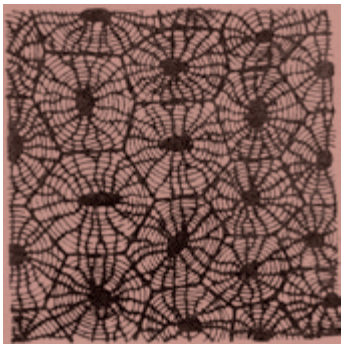
شکل ۵ــ۴ــ چند نوع بافت کلانشیم

بافتهای اسکلرانشیم

سلولهای بافت اسکلرانشیم غالباً دیوارهٔ ضخیم و چوبی شده دارند. نقش این بافت محکم نگه‌داشتن گیاه است و مقاومت گیاه را در برابر فشار و خم شدن افزایش می‌دهد. سلولهای تشکیل دهنده این بافت غالباً مرده‌اند. ولی گاهی اوقات ممکن است برخی از آنها به سبب ارتباط با سلولهای پارانشیمی زنده بمانند. بافت اسکلرانشیم به دو گروه فیبر و اسکلرید تقسیم می‌شود :

فیبر از سلولهای مرده‌ای که قابلیت ارتجاع دارند تشکیل شده است.

اسکلریدها غالباً از سلولهای مرده چوبی و سختی تشکیل شده‌اند. ممکن است چوبی شدن درون سلول ادامه پیدا کند و حفرهٔ درونی سلول بسیار کوچک شود.



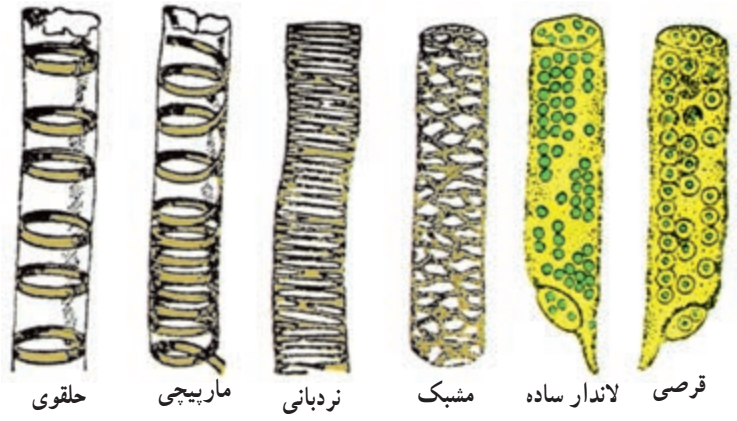
شکل ۵ــ۵ــ بافت اسکلرانشیم

بافتهای هادی

بافتهای هادی در هدایت آب، موادکانی و موادآلی گیاه نقش دارند. این بافتها شامل آوندهای چوبی و آوندهای آبکش هستند.

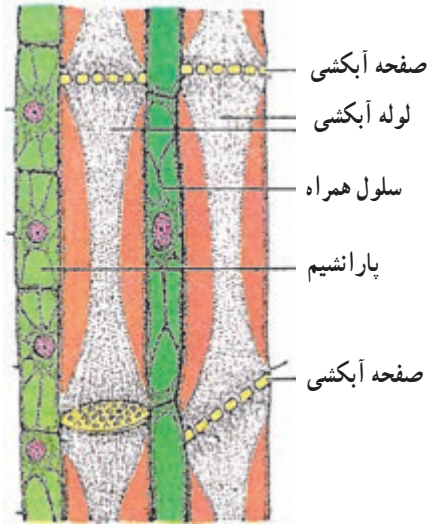
آوندهای چوبی: از سلولهای مختلفی تشکیل شده‌اند. در آوندهای چوبی آب و موادکانی که شیره خام نامیده می‌شود جریان دارد. آوندهای چوبی از سلولهای غیرزنده‌ای تشکیل شده‌اند که به‌صورت لوله‌هایی در آمده‌اند. در دیوارهٔ آنها، قسمتهای چوبی شده به شکلهای مختلف تشکیل می‌شود و بر این اساس آوندهای چوبی انواع گوناگون دارند که عبارتند از حلقوی، مارپیچی،

مشبک، منقوط و نردبانی (شکل ۵ــ۶).



شکل ۵ــ۶ــ انواع آوندهای چوبی

آوندهای آبکش: از سلولهای مختلفی از جمله سلولهای آبکشی و همراه تشکیل شده‌اند. در دیوارهٔ عرضی سلولهای این بافت نواحی سوراخدار وجود دارد و سلولها مانند لوله‌های آبکش‌دار دنبال هم قرار گرفته‌اند. سلولهای همراه به سلولهای لوله آبکشی چسبیده‌اند و احتمالاً در حرکت شیره پرورده دخالت دارند. سلولهای همراه تدریجاً به سلولهای آبکشی تبدیل می‌شوند.

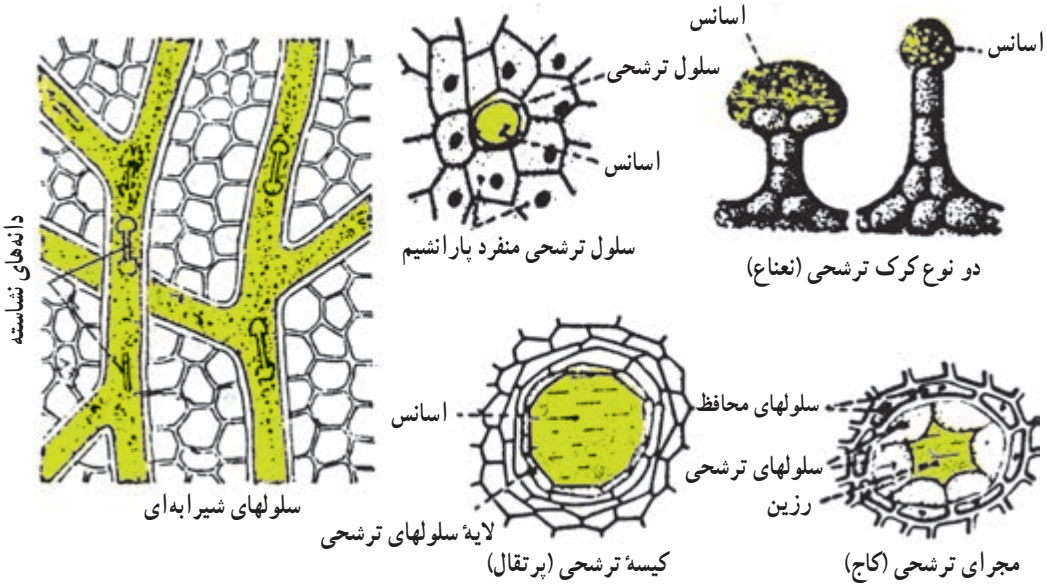


شکل ۵ــ۷ــ ساختار آوندهای آبکشی

بافت ترشحی

سلولهای بافت ترشحی برای ترشح برخی مواد مانند اسانسها، رزینها، روغنها، شیرابه‌ها و غیره تمایز یافته‌اند. مواد ترشحی ممکن است در درون سلول باقی بمانند و یا اینکه از آن خارج شوند. سلولهای ترشحی برحسب اینکه در سطح و یا در درون اندام گیاه باشند به دو دسته عمقی و سطحی تقسیم می‌شوند. سلولهای ترشحی عمقی به‌صورت سلولهای منفرد ترشحی (در خرزهره)، حفره‌ها یا کیسه‌های ترشحی (در پوست میوه مرکبات)، مجاری ترشحی (در کاج) و سلولهای دنبال هم شیرابه‌ای (در فرفیون) دیده می‌شوند.

سلولهای ترشحی سطحی شامل کرک‌های ترشحی (برگ شمعدانی) و بشره ترشحی (گلبرگ گل سرخ) می‌باشد.



شکل ۵ــ۸ــ انواعی از بافت ترشحی

پرسشها

۱ــ کدام یک از بافتهای گیاهی می‌توانند به حالت مریستمی برگشت‌پذیر باشند؟ چرا؟

۲ــ چند نوع بافت ترشحی می‌شناسید؟

۳ــ تقسیم‌بندی آوندهای چوبی بر چه اساسی صورت می‌گیرد؟

۴ــ در ساختمان برگ چند نوع بافت مشاهده می‌شود؟ آنها را به‌ترتیب نام ببرید.

۵ــ شباهتها و تفاوتهای بافت کلانشیم و اسکلرانشیم را نام ببرید.

بافتهای جانوری

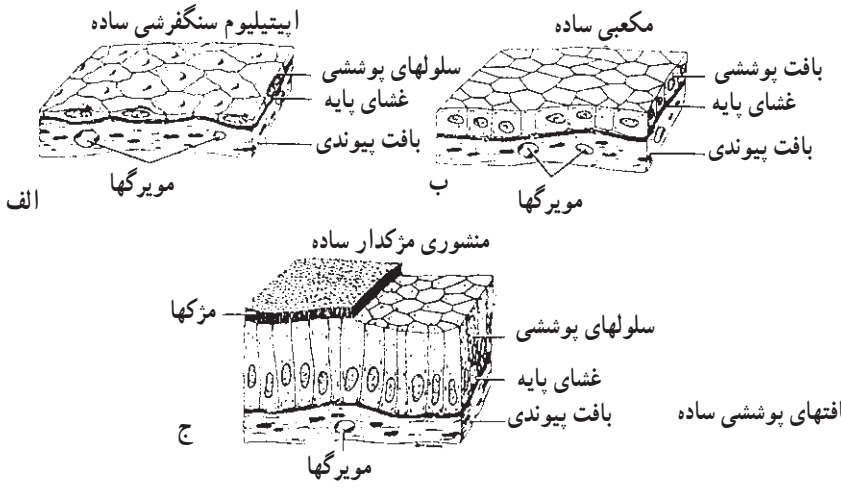
بافت پوششی

بافتی است که سطح داخلی و خارجی بدن را می‌پوشاند. اگر بافت پوششی از یک لایه سلول تشکیل شده باشد آن را ساده و چنانچه از چند لایه سلول تشکیل شده باشد، مطبق نامیده می‌شود. هریک از این دو بافت برحسب شکل سلولهایشان به‌صورت سنگفرشی، منشوری و مکعبی دیده می شوند.

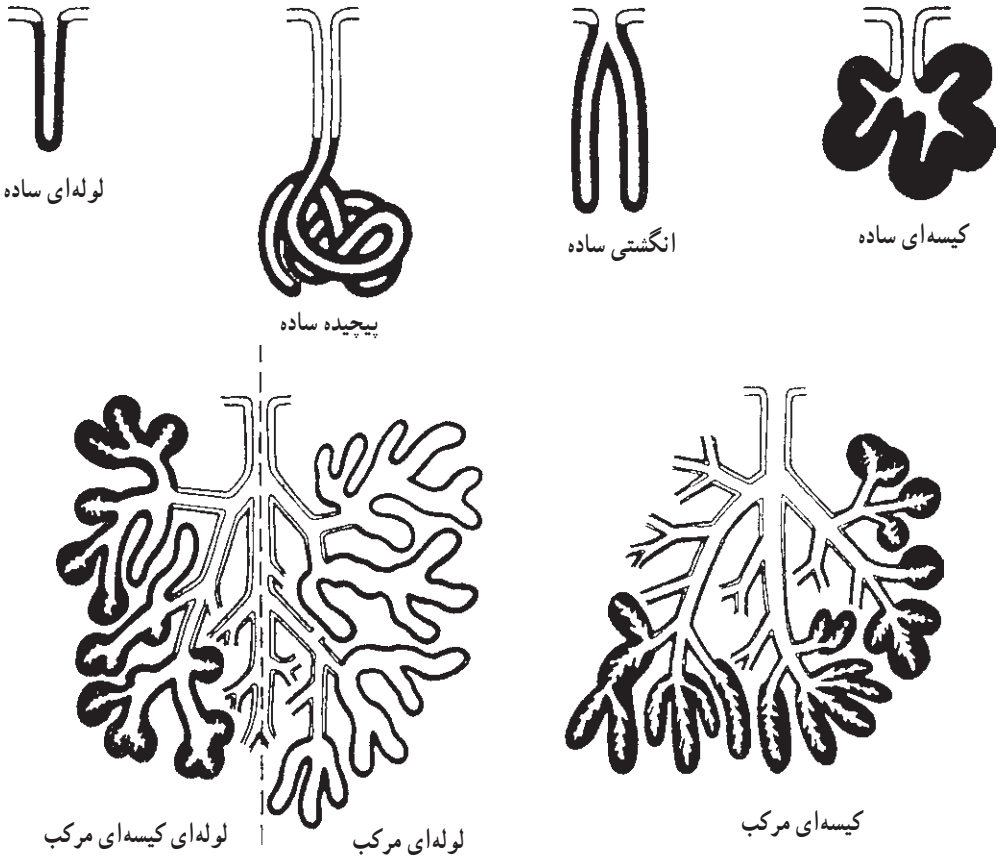
به‌طور کلی بافتهای پوششی با توجه به اینکه در کدام قسمت از بدن شرکت داشته باشند اعمال متفاوتی را به عهده دارند، مانند حفاظت (در پوست)، تبادل (در روده، لولهٔ ادراری، کیسه‌های هوایی) و ترشح (در غدد درون‌ریز و برون‌ریز). بافت پوششی معمولاً باتوجه به ساختمان و عمل سلولها به دو دسته پوشاننده و غده‌ای تقسیم می‌شوند.

بافت غده‌ای: بافتهایی هستند که مواد مختلفی را با استفاده از مواد موجود در خون یا مایع میان بافتی ساخته و به بیرون ترشح می‌نمایند. این غدد از نظر کار، شکل و مادهٔ ترشحی اقسام مختلفی دارند. به‌عنوان مثال بعضی از آنها پروتئین می‌سازند و ترشح می‌کنند مانند لوزالمعده و بعضی دیگر چربی تولید می‌کنند مانند غدد زیر جلدی یا ترکیبی از پروتئین و ئیدرات کربن درست می‌کنند مانند غدد بزاقی.

غدد ممکن است از یک یا چندین سلول تشکیل شده باشند. در بین سلولهای پوششی دستگاه تنفس و روده سلولهای ترشح کنندهٔ پراکنده‌ای وجود دارند که مواد ترشحی را به داخل مجاری هوایی یا روده می‌ریزند، به آنها غدد تک سلولی می‌گویند و اگر غده از اجتماع چند سلول ترشحی تشکیل شود آن را پر سلولی می‌گویند. مانند غده اشکی و بزاقی. بافت غده‌ای یا موادّ ساخته شده را مستقیماً به بیرون می‌ریزند، مانند سلولهای پوششی روده و یا پس از ترشح، مواد به‌وسیلهٔ مجرایی خارج می‌شوند مانند غده بزاقی. مجموعهٔ این بافتها را بافت غده‌ای برون‌ریز می‌گویند. درصورتیکه غدد ترشحات خود را به داخل خون بریزند آنها را بافت غده‌ای درون‌ریز می‌گویند. غدد درون‌ریز اساساً فاقد مجرا می‌باشند مانند غده تیروئید. غدد برون‌ریز دارای دو بخش : سلولهای اصلی و مجاری ترشحی هستند. این غدد را به انواع ساده و مرکب تقسیم می‌کنند. نوع ساده فقط یک مجرا دارد ولی نوع مرکب دارای مجرایی با انشعابات متعدد می‌باشد. غدد ساده به‌صورت لوله‌ای، لوله‌ای پیچیده، لوله‌ای انگشتی و کیسه‌ای منفرد هستند و غدد مرکب نیز به شکل لوله‌ای



شکل ۵ــ۹ــ انواع بافتهای پوششی ساده



شکل ۵ــ۱۰ــ انواع اصلی غدد ترشحی برون ریز. قسمتهای تیره سلولهای ترشحی و بقیه مجاری ترشحی

و کیسه‌ای دیده می‌شوند. شکل ۵ــ۹ و ۵ــ۱۰ انواع مختلف بافت پوششی و غده‌ای را نشان می‌دهند.

بافت همبند یا پیوندی

بافتی است که بافتها و اندامهای مختلف بدن را به هم پیوند می‌دهد. بخش عمدهٔ بافت پیوندی را مواد بین سلولی تشکیل می‌دهد. بافت پیوندی از چند نوع سلول، سه نوع رشته و مقداری مادهٔ بی‌شکل به نام مادهٔ بین سلولی تشکیل شده است.

سلولهای بافت پیوندی: در درون بافت پیوندی سلولهای زیادی وجود دارد. برخی مانند فیبروبلاستها که سلولهای اصلی این بافت می‌باشند، در بافت پیوندی به‌وجود می‌آیند و مادهٔ زمینهٔ بین سلولی و رشته‌ها را تولید می‌کنند، و برخی از انواع گلبولهای سفید مانند لنفوسیتها، مونوسیتها[1] و ماکروفاژها به این بافت وارد می‌شوند. ماکروفاژها با حرکت آمیبی خود قادرند ذرات خارجی را بلعیده و از بین ببرند و عمر چند ماهه یا چند ساله دارند. یکی دیگر از سلولهای بافت پیوندی ماستوسیتها هستند که موادی مانند هپارین، (پلی ساکاریدی که خاصیت ضد انعقاد خون دارد) و هیستامین (که باعث گشاد کردن مویرگهای خونی و افزایش نفوذپذیری آنها می‌شود) ترشح می‌کنند. در بافت پیوندی سلولهای دیگری بنام پلاسموسیت وجود دارد که برای مقابله با باکتریها پادتن تولید می‌کنند. در بافت پیوندی سلولهایی که حاوی ذرات چربی هستند نیز دیده می‌شوند.

رشته‌های بافت پیوندی: در بافت پیوندی سه نوع رشته، رتیکولر، کلاژن و الاستیک یا ارتجاعی وجود دارد. رشته‌های رتیکولر شبکهٔ نازکی را تشکیل می‌دهند و این شبکه به‌صورت داربستی برای اندامهای لنفاوی (غدد لنفاوی و طحال) و مغز استخوان عمل می‌کند. رشته‌های کلاژن ضخیم‌اند و خاصیت ارتجاعی ندارند و استحکام آنها زیاد است. این رشته‌ها را می‌توان در ساختمان

۱ــ لنفوسیتها و مونوسیتها از انواع گلبولهای سفید هستند.

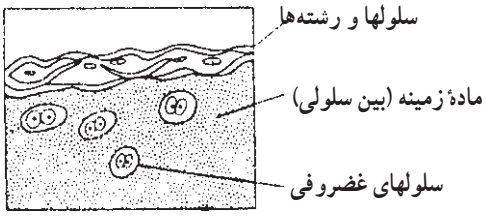
زردپی ماهیچه‌ها بخوبی مشاهده نمود و معمولاً به رنگ سفیدند و به رشته‌های سفید هم معروفند. رشته‌های الاستیک نازکتر از رشته‌های کلاژن می‌باشند و به رنگ زرد دیده می‌شوند و به آنها رشته‌های زرد نیز می‌گویند. این رشته‌ها در جدار رگها و تارهای صوتی مشاهده می‌شوند، و خاصیت ارتجاعی دارند. رشته‌های کلاژن از پروتئینی بنام کلاژن و الاستیک از پروتئینی بنام الاستین ساخته شده است.

مادهٔ زمینه‌ای بافت پیوندی: مادهٔ زمینهٔ بافت پیوندی ماده‌ای بیرنگ و شفاف است که سلولها و رشته‌های بافت پیوندی را دربر می‌گیرد. بافت پیوندی انواع مختلفی دارد. یکی از آنها بافت پیوندی سست می‌باشد که زیر پوست و در مغز استخوان دیده می‌شوند. دیگری بافت پیوندی متراکم است که در زردپی دو سر ماهیچه‌ها وجود دارد.

بافت غضروفی

یکی از بافتهای پیوندی تخصص یافته بافت غضروفی است که مادهٔ زمینهٔ آن نسبتاً سخت و قابل ارتجاع است. سه نوع اصلی از بافت غضروفی وجود دارد.

غضروف شفاف (مانند غضروف سردنده‌ها و بینی)، **ارتجاعی** (مانند غضروف گوش خارجی) و **رشته‌ای** (مانند دیسکهای بین مهره‌ها).



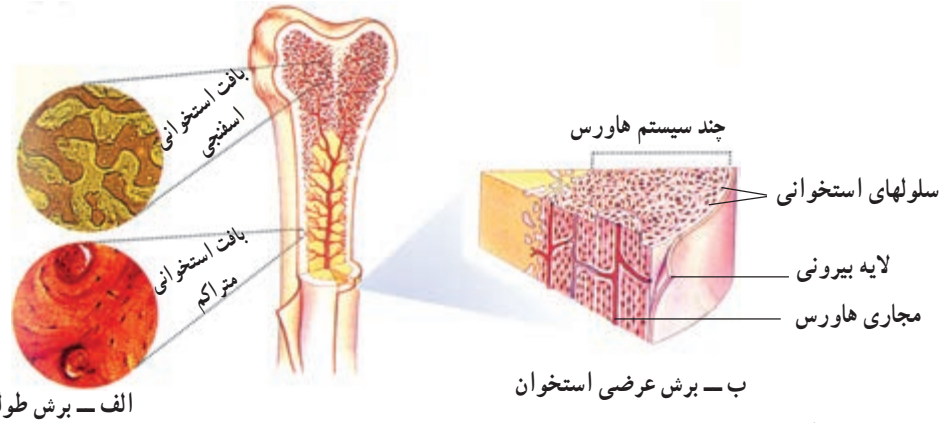
شکل ۵ــ۱۱

شکل ۵ــ۱۱، غضروف شفاف است که در انتهای استخوانهای بلند، حنجره و نای دیده می‌شود و حفاظت و انعطاف‌پذیری آنها را باعث می‌شود.

بافت استخوانی

بافتی است محکم، بادوام و شکننده‌تر از غضروفها که یکی دیگر از شکلهای تخصص یافتهٔ بافت پیوندی می‌باشد. استخوانها در بدن به سه شکل دراز، کوتاه و پهن هستند. در این استخوانها دو نوع بافت استخوانی متراکم و اسفنجی وجود دارد. هر دو نوع بافت استخوانی از سلول استخوانی و مادهٔ زمینه‌ای محکم با تیغه‌های استخوانی تشکیل شده‌اند. در بافت استخوانی متراکم سلولها و مادهٔ استخوانی به‌صورت تیغه یا حلقه‌های متحدالمرکز قرار دارند. در میان این تیغه‌ها مجاری باریکی وجود دارد که به موازات حفرهٔ مرکزی استخوان قرار گرفته و به آن مجاری هاورس می‌گویند که اعصاب و رگها و مقدار کمی بافت پیوندی در آنها دیده می‌شود. به مجموعهٔ مجرای هاورس و حلقه‌های اطراف آن یک سیستم هاورس گفته می‌شود.

در بافت اسفنجی نظمی که در سیستم هاورس به آن اشاره شد وجود ندارد. در این بافت، تیغه‌های نامنظم استخوانی دیده



الف ــ برش طولی استخوان

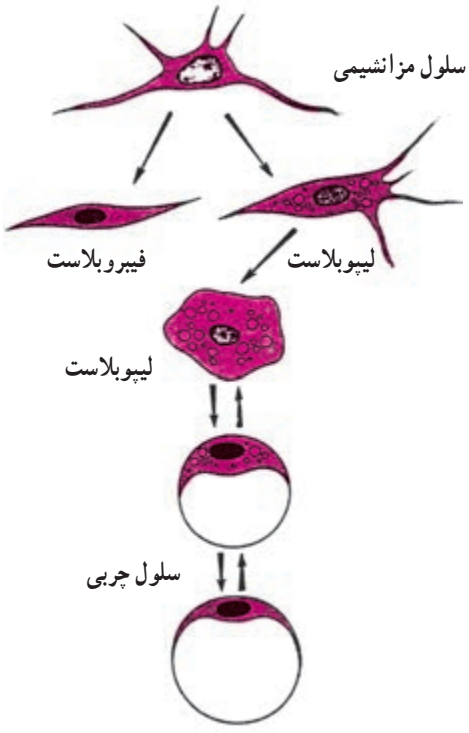
ب ــ برش عرضی استخوان

شکل ۵ــ۱۲ــ برش طولی و عرضی استخوان

می‌شود. در بین تیغه‌ها حفره‌های حاوی مغز استخوان و رگهای خونی دیده می‌شوند.

بافت چربی

بافت‌چربی از تجمع چربی در فیبروبلاستهای بافت پیوندی به‌وجود می‌آید. سلولهای این بافت قادرند در سیتوپلاسم خود چربی ذخیره کنند و این باعث می‌شود تا هستهٔ سلولها به یک سوی سلول رانده شود. بافت چربی در زیر پوست، اطراف قلب و کلیه‌ها و همچنین در اطراف مفاصل وجود دارد. چربی اندوخته شده به‌عنوان ذخیره انرژی بدن به‌حساب می‌آید. به شکل ۵ــ۱۳ توجه کنید.



شکل ۵ــ۱۳ــ سلول چربی

بافت خونی

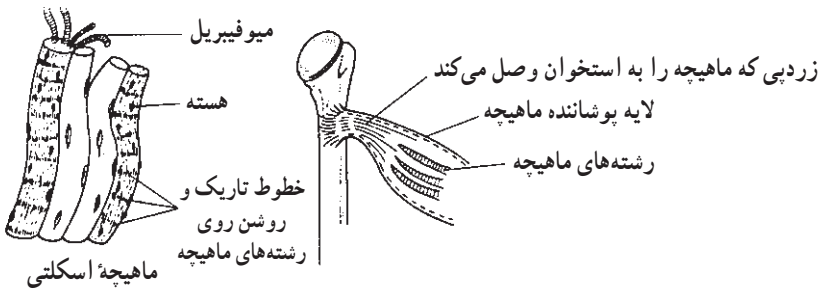
از انواع دیگر بافت پیوندی است که درمورد آن در فصل ششم مطالبی را خواهید خواند.

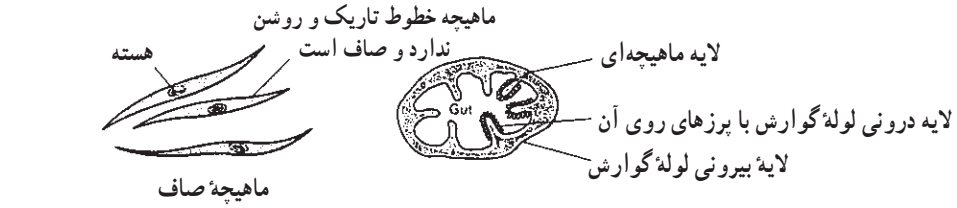
بافت ماهیچه‌ای

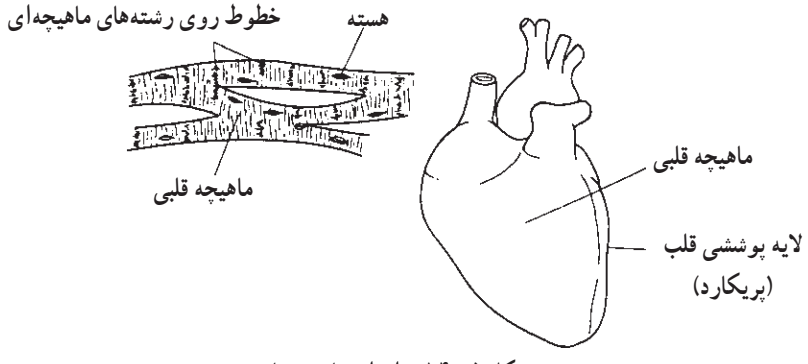
در بافت ماهیچه‌ای سلولهایی وجود دارند که دارای رشته‌های منقبض شونده‌ای به‌نام تارچه (میوفیبریل) هستند. این سلولها به هم پیوسته و ماهیچه‌های بدن را تشکیل می‌دهند که وسیلهٔ حرکت اندامهای مختلف بدن هستند.

در بدن سه نوع بافت ماهیچه‌ای به نامهای، بافت ماهیچه‌ای صاف، مخطط و قلبی دیده می‌شود. ماهیچه صاف در جدار رگها، دستگاههای تنفس و گوارش و سایر اندامهای داخلی وجود دارد و حرکات آنها غیرارادی می‌باشد. ماهیچهٔ مخطط یا اسکلتی در تمامی بخشهای بیرونی بدن وجود دارد و شکل و فرم آن را می‌سازد آنها معمولاً به استخوانها متصل می‌باشند و به همین دلیل آنها را ماهیچه‌های اسکلتی نیز می‌گوییم. در درون ماهیچه‌های مخطط رشته‌های ماهیچه‌ای «میوفیبریلها» به‌طور طولی در کنار هم قرار می‌گیرند و یک پردهٔ خارجی از جنس بافت پیوندی متراکم آنها را دربر می‌گیرد. میوفیبریل از رشته‌های نازک‌تری بنام میکروفیبریل یا میوفیلامنت ساخته شده است که طرز قرار گرفتن آنها باعث ایجاد نوارهای تاریک و روشن در عرض میوفیبریلها می‌شود به‌همین دلیل به آن مخطط می‌گویند. ماهیچه قلبی نیز مانند ماهیچهٔ مخطط از سلولهایی با نوارهای تاریک و روشن تشکیل شده است با این تفاوت که هستهٔ هر سلول در وسط آن قرار دارد.

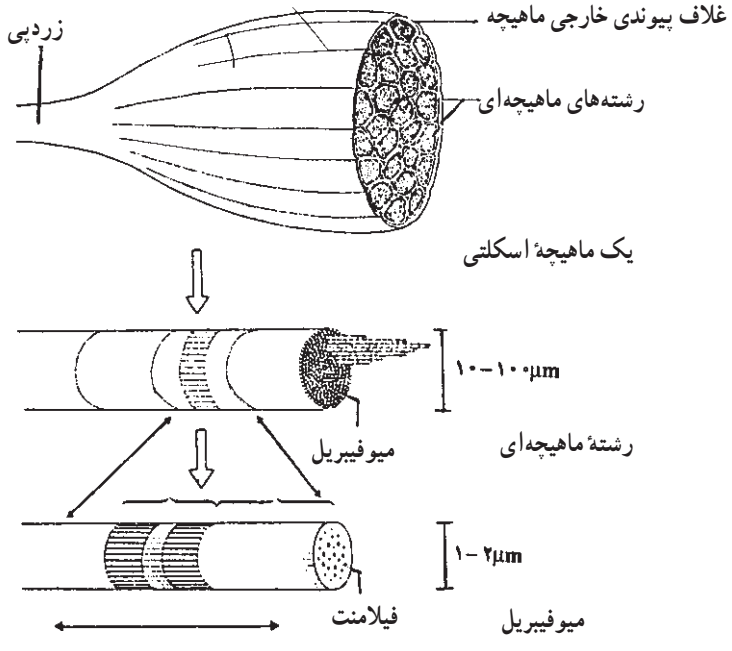
شکلهای ۵ــ۱۴ و ۵ــ۱۵، انواع ماهیچه‌ها و اجزای تشکیل دهنده ماهیچهٔ مخطط را نشان می‌دهد.







شکل ۵ــ۱۴ــ انواع ماهیچه‌ها



شکل ۵ــ۱۵ــ اجزای تشکیل دهندهٔ ماهیچه مخطط

* ابوعلی‌الحسین ابن‌عبداله‌بن‌سینا (۴۱۵ــ ۳۴۹ هجری شمسی/ ۱۰۳۷ــ ۹۷۰ میلادی) پزشک ایرانی برای اولین بار در تاریخ پزشکی توضیح داده است که شنیدن صدا به علت برخورد امواج صوتی به پردهٔ گوش یا همان پردهٔ صماخ است. او برای اولین بار تعداد ماهیچه‌های خارجی کرهٔ چشم را شش عدد معرفی کرده است.

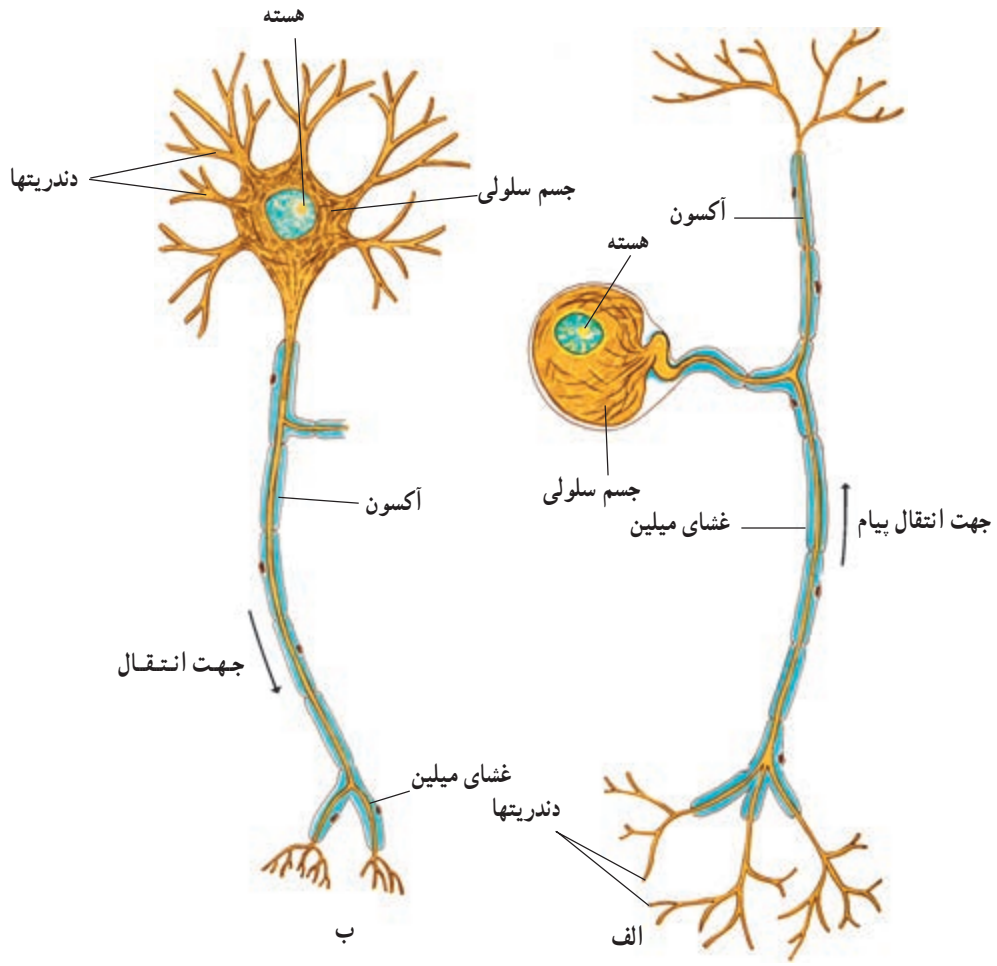
* محمدبن‌زکریای رازی (۲۴۲ تا ۳۰۸ هجری شمسی/ ۸۶۴ تا ۹۳۰ میلادی) اولین دانشمندی بود که به بازتاب مردمکی یا همان گشاد و تنگ‌شدن مردمک در مقابل شدت نور پی برد. وی شرح داده است که این امر به علت وجود ماهیچه‌های کوچکی است که به شدت نور عکس‌العمل نشان می‌دهند.

بافت عصبی

گرچه همه سلولهای زنده به نوعی به محرکهای محیطی پاسخ می‌دهند، ولی سلولهای بافت عصبی از این نظر، تخصص ویژه‌ای یافته‌اند. آنها در اثر محرکهای مختلف محیطی تحریک شده، جریانی بنام جریان عصبی ایجاد می‌کنند. این جریان که پیام عصبی نیز خوانده می‌شود توسط بافت عصبی از نقطه‌ای به نقطه دیگر بدن انتقال می‌یابد. بررسی میکروسکوپی جزئیات این بافت نشان می‌دهد که از دو بخش، سلولهای عصبی و سلولهای پیوندی ویژه‌ای بنام نوروگلیا ساخته شده است. سلولهای عصبی، نرون نام دارند. در هر نرون، جسم سلولی، زایده‌های سیتوپلاسمی که معمولاً کوتاه هستند (دندریت) و زایده‌ای که معمولاً بلند می‌باشد (آکسون) وجود دارد، نرونها را برحسب محل خروج دندریتها و آکسون به نرون یک قطبی، دو قطبی و چند قطبی تقسیم می‌کنند.

آکسون برخی نرونها توسط غلاف سفیدرنگی از جنس فسفولیپید و پروتئین (لیپوپروتئین) به نام میلین پوشیده می‌شوند. این غلاف در فاصله‌های مساوی قطع می‌شود و بخشهایی از آکسون بدون میلین بنظر می‌رسد که به آنها گره‌های رانویه می‌گویند.

سلولهای پیوند دهنده نرونها از سلولهایی به نام نوروگلیا ساخته شده که با نرونها ارتباط دارند. نوروگلیاها کوچکتر از نرونها می‌باشند و تعدادشان هم بیشتر است. این سلولها برخلاف نرونها قدرت تکثیر دارند. بعضی از آنها موادغذایی را از رگها دریافت نموده و به نرونها تحویل می‌دهند و سپس فرآورده‌های دفعی نرونها را گرفته به خون می‌ریزند. بنابراین یکی از وظایف نوروگلیاها عمل تغذیه‌ای است. برخی مانند ماکروفاژها عمل نموده و جهت از بین بردن نرونهای فاسد شده اقدام می‌کنند یعنی بیگانه خواری دارند و برخی دیگر برروی رشته‌های عصبی، غلاف میلین می‌سازند.



شکل ۵ــ۱۶ــ ساختمان دو نوع سلول عصبی. الف ــ یک نرون حسی، ب ــ یک نرون حرکتی