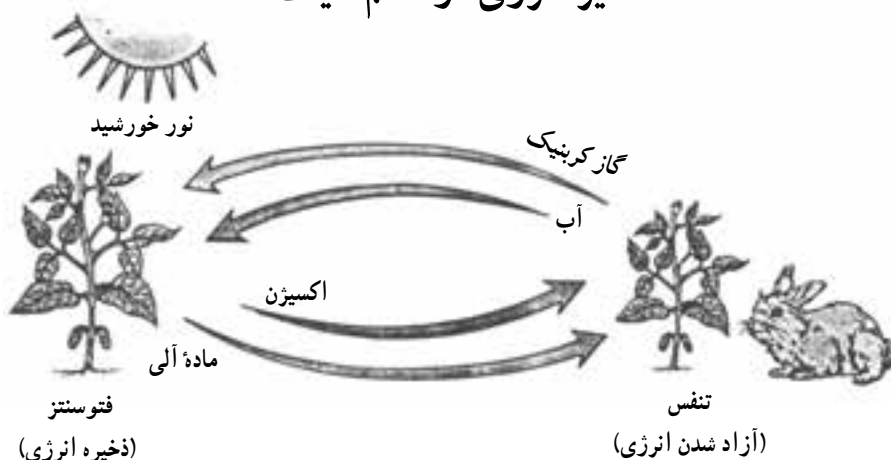


سیر انرژی در عالم حیات



هدفهای رفتاری: دانش آموز پس از پایان این فصل خواهد توانست :

- ۱- مفهوم کلی و کاربرد انرژی در عالم حیات را شرح دهد.
- ۲- مفهوم متابولیسم را در سلولهای زنده توضیح دهد.
- ۳- مفهوم واکنشهای انرژی خواه و انرژی زا در سلول را بیان کند.
- ۴- ساختار آنزیم، عمل و شرایط عمل آنزیمها را شرح دهد.
- ۵- مفهوم کلی فتوسنتز را تعریف کند.
- ۶- فتوسنتز را به عنوان فرآیند تولید غذا و تولیدکننده اکسیژن آزاد در اتمسفر توضیح دهد.

هر موجود زنده ای برای ادامه حیات به انرژی نیاز دارد. منشأ این انرژی در سلولهای زنده مواد آلی است. از این نظر یک سلول را می توان همانند یک نیروگاه تولید انرژی به حساب آورد. آثار حیاتی که در بدن موجودات زنده تجلی می کنند حاصل واکنشهای شیمیایی متعددی هستند که در درون سلولهای آنها انجام می گیرند.

بعضی از جانداران مانند گیاهان و جلبکها می توانند انرژی نوری را از خورشید دریافت کنند و آن را 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 می کنند. جاندارانی مانند گیاهان و جلبکها را که می توانند از مواد کانی ساده به کمک انرژی نوری غذا خود را تولید کنند، اتوتروف می گوئیم و جاندارانی مانند جانوران که غذا خود را بطور مستقیم و یا غیرمستقیم از اتوتروفها تأمین می کنند، و قادر به تولید غذای خود نیستند، هتروتروف خوانده می شوند. فرآیند تولید مواد آلی به کمک انرژی نوری را فتوسنتز می گوئیم.

فرآیندی که طی آن انرژی نهفته در پیوندهای شیمیایی مواد غذایی (مواد آلی) آزاد می شود تنفس سلولی خوانده می شود. این فرآیند در همه سلولهای زنده چه آنها که اتوتروفند و چه آنها که هتروتروفند صورت می گیرد 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.

- ۱- ساخته شدن مولکولهای بزرگتر از مولکولهای کوچکتر که آن را «آنابولیسم» می‌گویند.
- ۲- شکسته شدن مولکولهای بزرگ و تشکیل مولکولهای کوچک که به آن «کاتابولیسم» گفته می‌شود.

مجموعه 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 به کار می‌روند. آنزیمها سبب تسریع واکنشها می‌گردند. به عنوان مثال ممکن است مولکولهای دو ماده بدون دخالت آنزیم به هم متصل شوند. ولی این کار بسیار به کندی 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 باقی مانده 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 بیرون سلولی خود نشاسته نان را تجزیه می‌کنند و یا آنزیمهای بیرون 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 سانتی گراد 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^۱. 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

- ۱- آنزیم چیست؟ چند نوع آنزیم را نام ببرید.
- ۲- آنزیمها چه اثری بر واکنشهای بیوشیمیایی دارند؟
- ۳- آیا ممکن است واکنشی بیوشیمیایی بدون حضور آنزیم انجام شود؟ توضیح دهید.

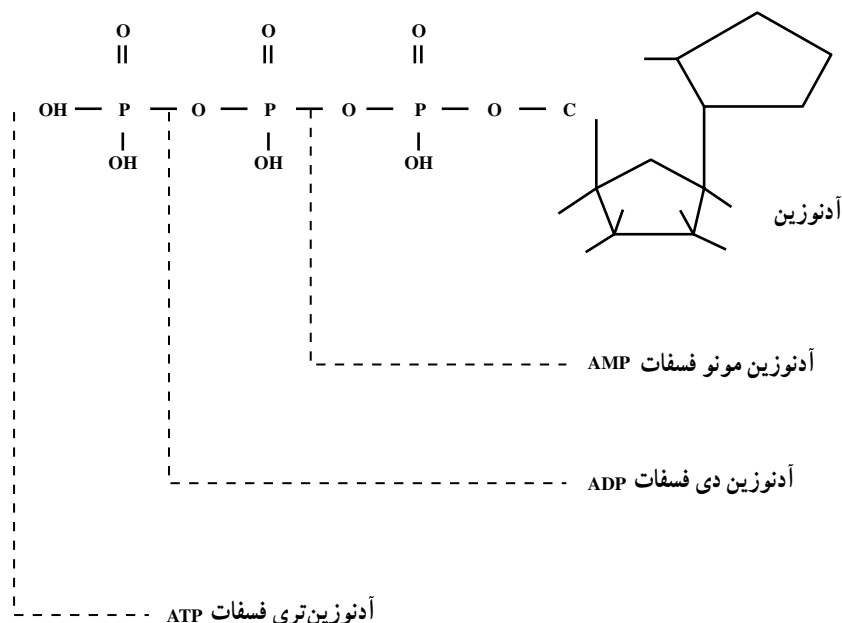
فرآیند تنفس سلولی

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.

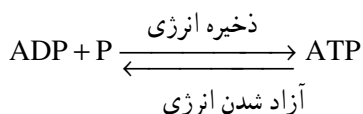
آن بخش از انرژی که صرف انجام اعمال حیاتی در سلولها می‌شود ابتدا به صورت ذخیره در مولکولهای مواد انرژی‌زا درمی‌آید. بنابراین در سلولهای زنده ماده‌ای ساخته می‌شود که قادر به ذخیره و آزاد کردن انرژی می‌باشد. این ماده ماده‌ای است به نام آدنوزین تری فسفات که بطور خلاصه به صورت ATP نشان داده می‌شود. ATP از 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 آدنوزین تری فسفات یا ATP می‌گویند.

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

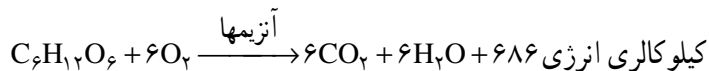
۱- درجه قلیایی و یا اسیدی بودن محیط را با pH مشخص می‌کنند، pH یک تا هفت نشان دهنده وضعیت اسیدی است. pH هفت تا چهارده حالت قلیایی محیط را نشان می‌دهد. pH = ۷ خنثی بودن محیط را مشخص می‌کند.



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



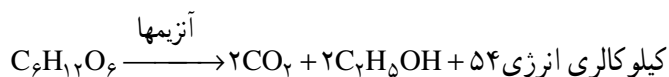
بطور کلی تنفس در موجودات زنده به دو صورت انجام می شود یکی هوازی که به اکسیژن نیاز دارد و انرژی بیشتری تولید می کند و دیگری بی هوازی که به اکسیژن نیاز ندارد و انرژی کمتری فراهم می سازد. گروهی از موجودات زنده مانند برخی از باکتریها در هر دو صورت قادر به تنفس می باشند و آنها را هوازی اختیاری یا بی هوازی اختیاری می گویند. در تنفس هوازی مولکول مواد آلی شکسته شده، سپس با اکسیژن ترکیب می شوند و آب و گاز کربنیک تولید می کنند. معمولترین و مهمترین ماده ای که در تنفس سلولی مورد استفاده قرار می گیرد گلوکز است.



آب گازکربنیک اکسیژن گلوکز

واکنش فوق بطور سریع انجام نمی شود و انرژی یکباره آزاد نمی گردد بلکه شکسته شدن قند و اکسید شدن در طی چند مرحله صورت می گیرد و در هر مرحله آزمیهای خاصی دخالت دارند.

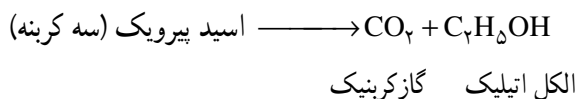
در تنفس بی هوازی مولکول قند می شکند ولی با اکسیژن ترکیب نمی شود. تنفس بی هوازی را تخمیر می گویند. که به وسیله مخمرها و نیز برخی سلولهای جانوری و گیاهی در نبود اکسیژن انجام می شود. مصرف قند در نوعی تخمیر بنام تخمیر الکلی موجب تشکیل الکل اتیلیک می شود.



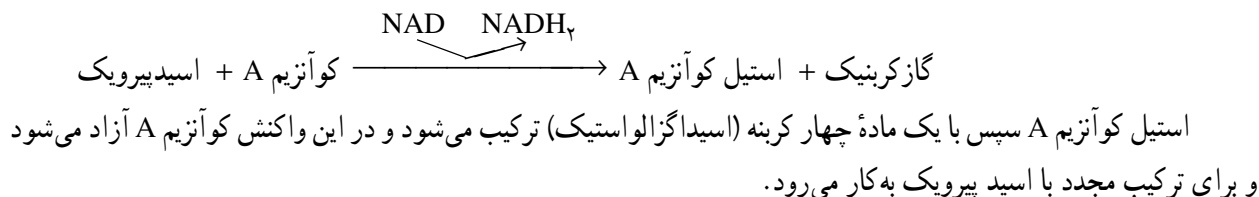
الکل اتیلیک گازکربنیک گلوکز

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 مرحله گلیکولیز قند شش کربنی گلوکز پس از تغییراتی شکسته شده و به دو ماده سه کربنی تبدیل می‌شود که در نهایت هریک از دو ماده سه کربنی به یک مولکول اسیدپرویک تبدیل می‌شوند^۱.

در تنفس بی‌هوازی یک اتم کربن اسیدپرویک به صورت گاز کربنیک آزاد می‌شود و دو اتم کربن دیگر آن به شکل ماده آلی باقی می‌ماند. مثلاً در تخمیر الکلی که ذکر شد اسیدپرویک به گاز کربنیک و الکل اتیلیک تبدیل می‌شود.

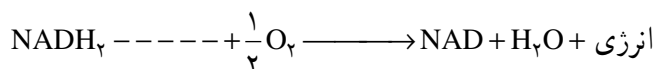


در نوع دیگری از تخمیر، ماده دیگری مانند اسید لاکتیک (که مولکول آن ۳ کربن دارد) به وجود می‌آید. در تنفس هوازی اسید پرویک با یک ماده آلی بنام کوآنزیم A ترکیب می‌شود، که در نتیجه یک مولکول گاز کربنیک آزاد شده و ماده‌ای بنام استیل کوآنزیم A نیز تولید می‌شود.



کوآنزیم A + اسیدسیتریک \longrightarrow اسید اگزالواستیک + استیل کوآنزیم A

در واکنش فوق دو اتم کربن مربوط به اسیدپرویک که در ترکیب استیل کوآنزیم A وجود داشت با ماده چهار کربنه، تشکیل یک ماده شش کربنه (اسیدسیتریک) را داده است. ماده شش کربنه ذکر شده وارد یک سری واکنش می‌شود که به صورت چرخه‌ای انجام می‌شوند. در طی واکنشهای این چرخه که به نام کاشف آن (Krebs) کربس نامیده می‌شود، دو اتم کربن به صورت گاز کربنیک آزاد می‌شوند و مجدداً ماده چهار کربنه تشکیل می‌شود. این ماده چهار کربنه دوباره با استیل کوآنزیم A ترکیب می‌شود و چرخه تکرار می‌گردد. به این ترتیب کربن‌های مربوط به اسیدپرویک در چرخه کربس به صورت گاز کربنیک 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 به مصرف رسیده و در پایان هیدروژنهای آنها با اکسیژن ترکیب شده و آب تشکیل می‌گردد.



بنابراین در اثر شکسته شدن و به مصرف رسیدن مولکول گلوکز در تنفس هوازی گاز کربنیک 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 در موقع نیاز از آن بهره‌مند می‌گردد و بخش دیگر آن به صورت گرما آزاد می‌گردد.

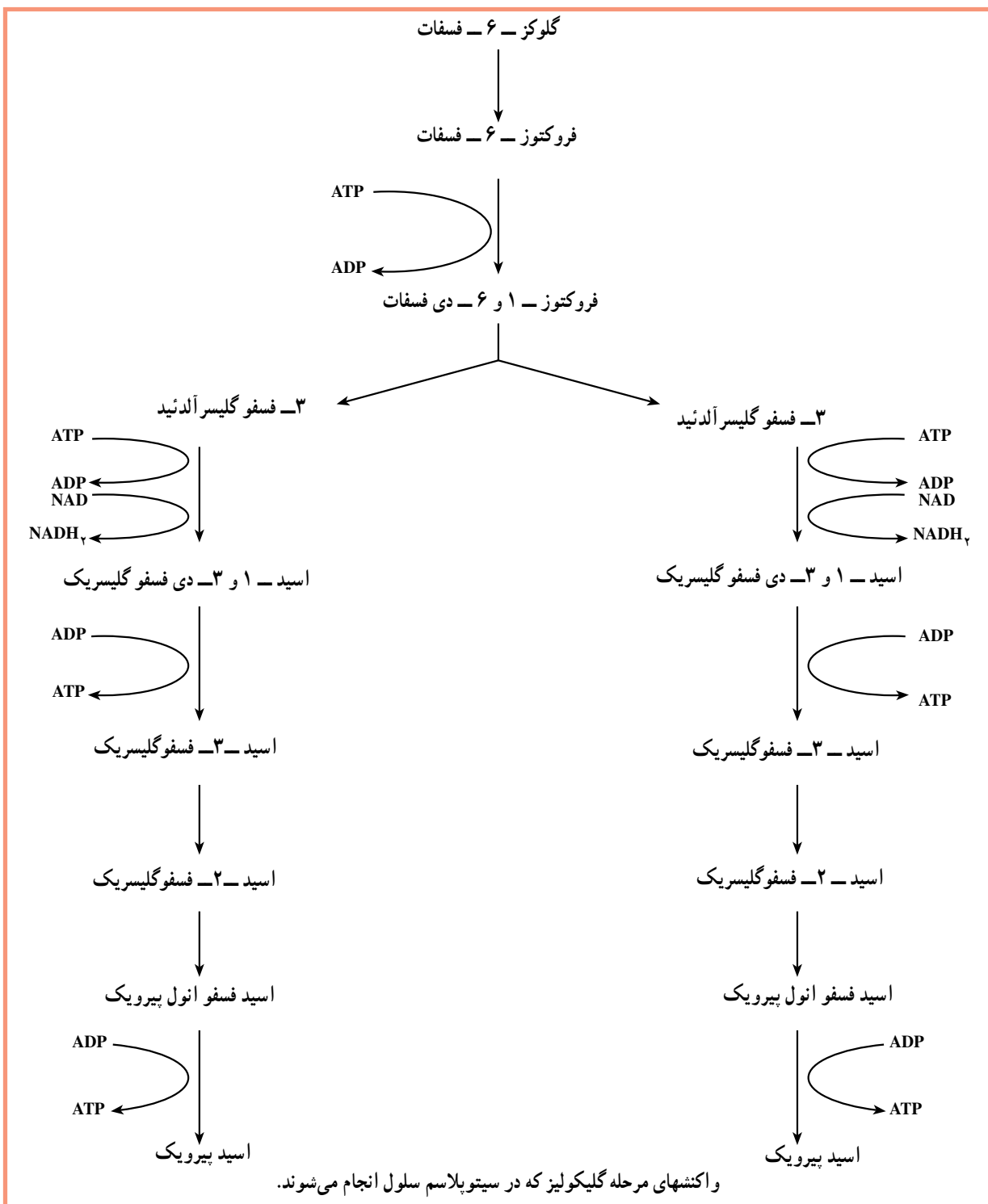
۱- ۲ مولکول اسیدپرویک (سه کربنه) ۲ مولکول فسفوگلیسرآلدئید (سه کربنه) \rightarrow فروکتوز (قند شش کربنی) \rightarrow گلوکز

۱- چه واکنشهایی در تنفس هوازی و بی هوازی مشترک هستند؟

۲- در کدام یک از انواع تنفس انرژی بیشتری آزاد می شود؟ چرا؟

۳- اهمیت زنجیره انتقال الکترون در تنفس در چیست؟

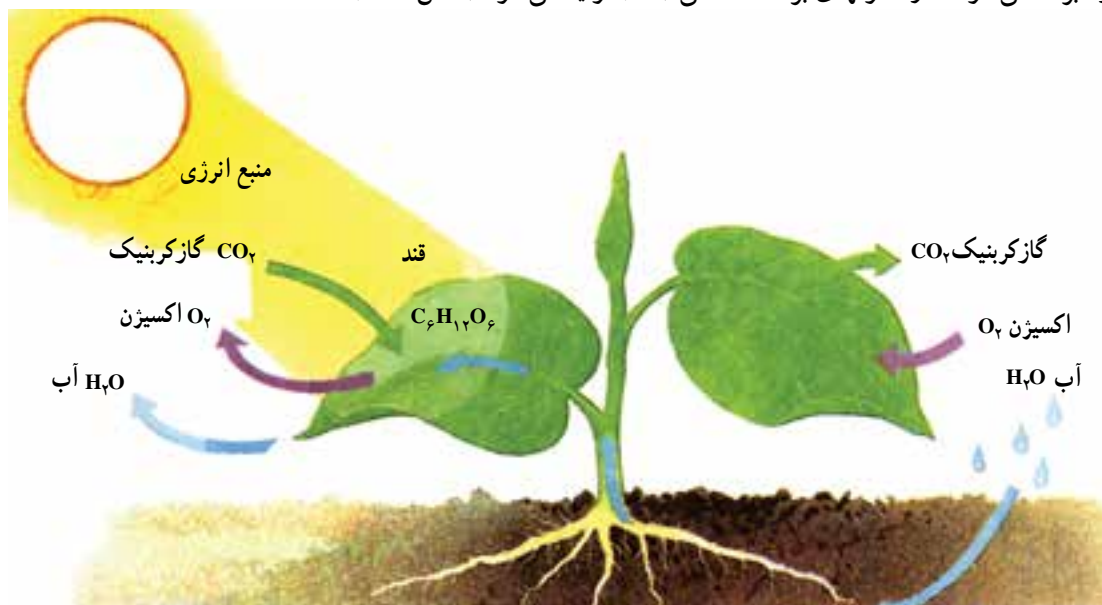
۴- کاتابولیسم، آنابولیسم، متابولیسم را توضیح دهید.



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 گاز کربنیک 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 گاز کربنیک و آب و انرژی نورانی ماده‌آلی 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. ماده‌آلی که توسط گیاهان سبز ساخته می‌شود بوسیله خود آنها و سایر موجودات زنده مصرف می‌گردد. از اینرو همه جانوران از نظر غذا (ماده‌آلی) 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 می‌شود در حالی که مقدار خاک اطراف ریشه آن تغییر محسوسی پیدا نمی‌کند. برگ بخش اساسی سازنده ماده غذایی (آلی) در گیاه است. آب از ریشه‌ها به ساقه‌ها و برگها می‌رود. گاز کربنیک از طریق روزنه‌ها وارد برگ می‌شود. در سلولهای برگ ماده آلی (غذا) تولید می‌شود (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱ 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

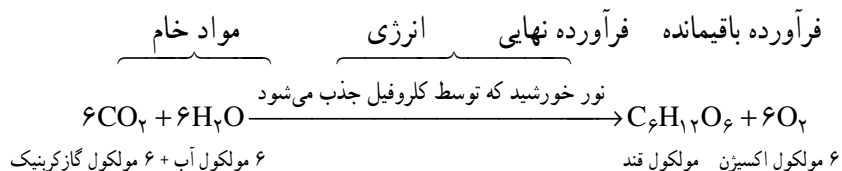
مهمترین فرآورده فتوسنتز گلوکز است. این قند ساده برای تولید هیدراتهای کربن پیچیده‌تر مانند نشاسته به مصرف می‌رسد. قندی که در سرتاسر گیاه جابه‌جا می‌شود ساکارز است. ساکارز همان قند یا شکر است که با چای می‌خورید.

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

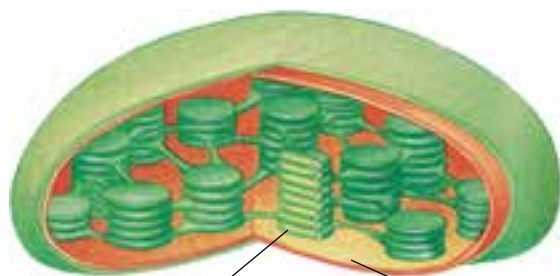
برگ چگونه سبب چنین تغییری می‌گردد؟

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

معادله کلی فتوسنتز به صورت زیر است :



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



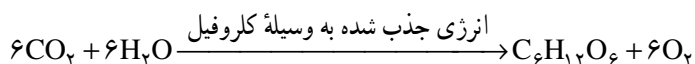
شکل ۲-۴- کلروپلاست

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 به علت 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 مانند به نام گрана تشکیل شده (کلروفیل در قسمت گрана قرار دارد) بخش دیگر کلروپلاست که بی‌رنگ است، استروما نامیده می‌شود. (شکل ۲-۴)

رنگ سبز برگ به سبب این است که مقدار کلروفیل در گрана 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 گрана انجام می‌شوند با آنها که در استروما صورت می‌گیرند متفاوتند. واکنش‌هایی که در گрана انجام می‌شوند به انرژی نورانی نیاز دارند. این واکنش‌ها مرحله روشنائی فتوسنتز را تشکیل می‌دهند. واکنش‌های استروما را واکنش‌های مرحله بی‌نیازی از نور یا مرحله تاریکی فتوسنتز می‌گویند. این واکنش‌ها هم در تاریکی و هم در روشنائی انجام پذیرند. بنابراین واکنش‌های انجام شده در فتوسنتز شامل دو مرحله روشنائی و تاریکی است.

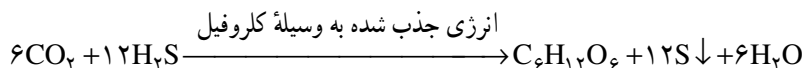
واکنش‌های مرحله روشنائی فتوسنتز

هنگامی که به واکنش کلی فتوسنتز نگاه کنیم :



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

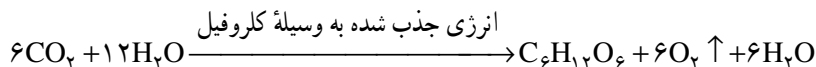
فتوستنتز کننده گوگردی در فتوستنتز بجای آب H_2S مصرف می کنند و به جای اکسیژن گوگرد تولید می نمایند.



مقایسه واکنشهای ۱ و ۲ نشان می دهد که :

الف : اکسیژنی که در عمل فتوستنتز گیاه تولید می شود از تجزیه آب حاصل می شود.

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



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

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

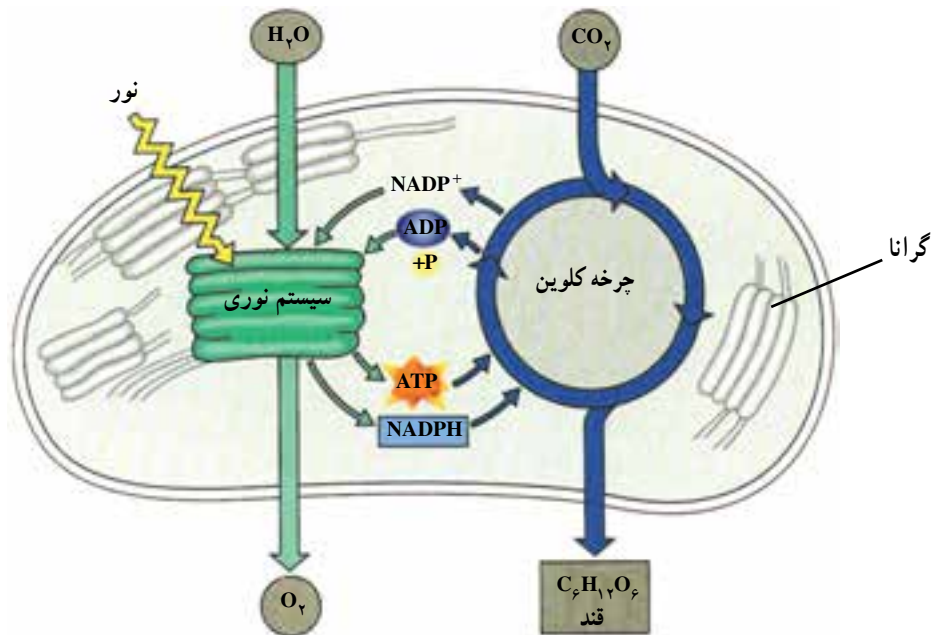
مرحله تاریکی فتوستنتز

پس از انجام واکنشهای مرحله روشنایی موادی که تولید شده اند ($NADPH_2$ و ATP) از گرانا به استروما می روند و در تبدیل گازکربنیک به قند بکار می روند. به ازای هر شش مولکول گازکربنیک که به وسیله گیاه جذب و تثبیت می شود یک مولکول قند شش کربنی (گلوکز) تولید می شود. گلوکز فرآورده نهایی فتوستنتز محسوب می شود. در مرحله تاریکی $NADPH_2$ به صورت یک ماده احیا کننده و ATP به شکل یک ماده پرانرژی در تبدیل گازکربنیک به قند دخالت می کنند. مواد آلی که در فتوستنتز تولید می شوند متنوع و فراوانند. پس از تشکیل گلوکز قندهای دیگر و مواد لیپیدی، پروتئینی، اسیدهای آلی، صمغ ها، لعابها، ویتامینها و... ساخته می شوند.

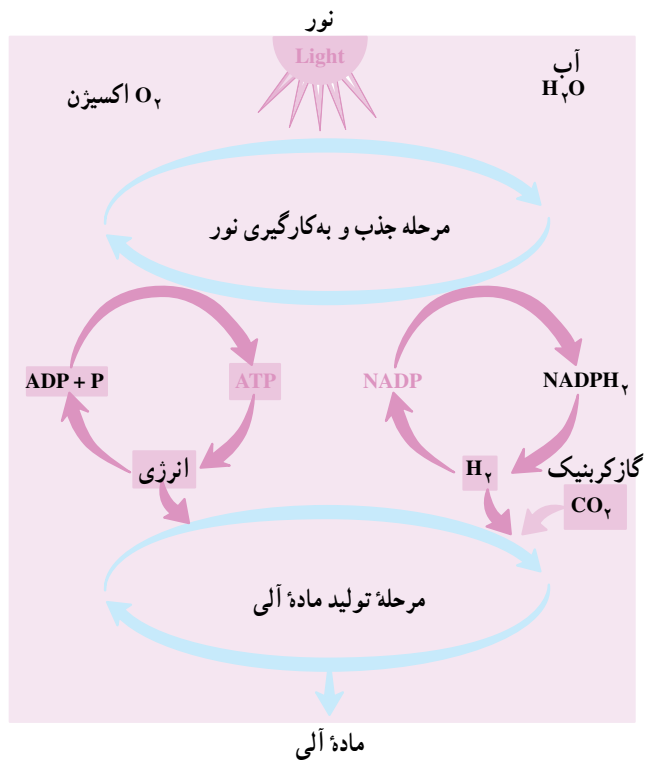
به این ترتیب انرژی نوری که به وسیله کلروفیل گرفته شده است در پیوندهای مواد آلی که در فتوستنتز تولید شده ذخیره می گردد. موجودات زنده با به مصرف رساندن این مواد آلی به عنوان غذا نیازهای خود را از نظر ماده سازی و تولید انرژی تأمین می کنند. همانطور که نفت و زغال سنگ و گاز، موقع سوختن، انرژی تولید می کنند مواد آلی غذایی نیز در بدن انرژی آزاد می کنند که به مصرف اعمال حیاتی موجود زنده می رسد.

پرسشها

- ۱- محل انجام واکنشهای فتوستنتزی کدام اندامک سلولی است و چرا واکنشهای فتوستنتزی در اندامکهای دیگر سلول انجام نمی شوند؟
- ۲- مواد اولیه برای انجام فتوستنتز چه موادی هستند و چگونه تأمین می شوند؟
- ۳- فرآورده های عمل فتوستنتز چه موادی هستند و چه نقشی در دنیای موجودات زنده دارند؟
- ۴- واکنشهای فتوستنتزی در چند مرحله انجام می شوند؟ اهمیت هر مرحله را توضیح دهید.



شکل ۴-۳- شمای یک فتوسیسستم در کلروپلاست



شکل ۴-۴- ارتباط مراحل دوگانه در فتوسنتز

سازمان بدن موجودات زنده (بافتهای گیاهی و جانوری)

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

- ۱- مفهوم بافت، اندام و به‌طور کلی سازمان پر سلولی را تعریف کند.
- ۲- انواع بافتهای گیاهی و جانوری را شرح دهد.
- ۳- مشخصات کلی هریک از بافتها را توضیح دهد.
- ۴- 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 توأمأ 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

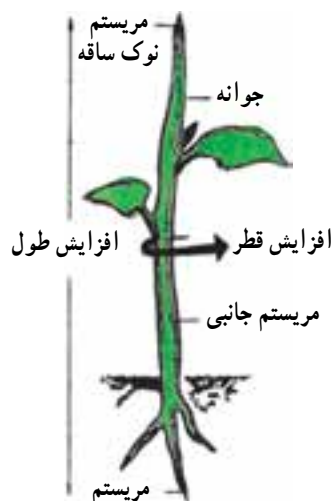
گوناگونی بافتها و تنوع اندامها در گیاهان کمتر از جانوران است. بافتهایی که در گیاهان دیده می‌شوند، شامل بافتهای مریستمی، پارانشیمی، محافظ، استحکامی (کلانشیم و اسکلرانشیم)، هادی (چوب و آبکش) و ترشحی می‌باشند.

بافتهای مریستمی

تمام بافتهای گیاهان از سلولهای مریستمی که مجموعه آنها را بافت مریستمی می‌گویند به وجود می‌آیند. این بافتها در بخشهای مشخصی از گیاه مانند بخشهای در حال رویش وجود دارند. سلولهای این بافتها دیواره 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:

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

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



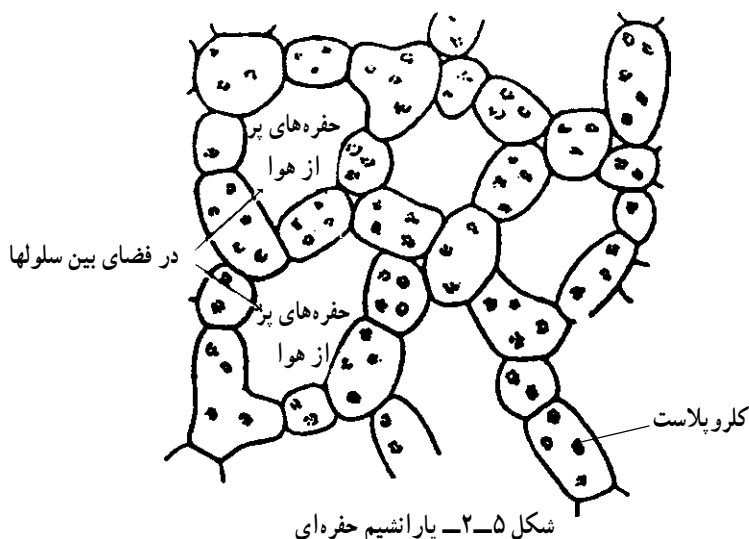
شکل ۵-۱- سلولهای مریستمی

بافتهای پارانشیمی

قسمت عمده پیکر گیاهان از بافتهای پارانشیمی تشکیل شده است. سلولهای این بافتها می‌توانند به آسانی 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.

به علت 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 سیب زمینی)، آب نسبتاً زیاد (مثلاً در برگ خرفه و ساقه کاکتوس) و یا

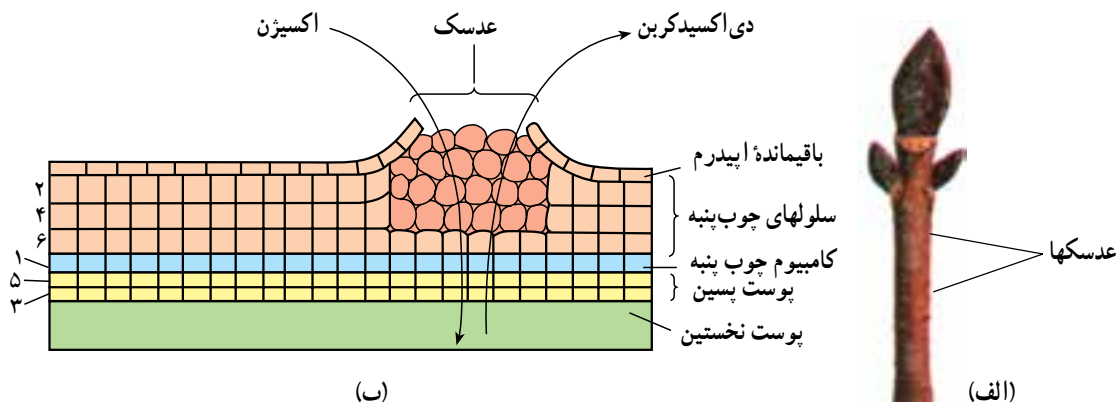
هوا (مثلاً در گیاهان آبی) باشند.



بافت‌های محافظ

سطح خارجی پیکر گیاهان به وسیله 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 ماده لیپیدی است وجود دارد. کوتین به وسیله 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 کلروفیل اند ولی سلول‌های روزنه غالباً دارای کلروفیل می‌باشند. در بسیاری از گیاهان سلول‌های بشره زائده‌هایی به نام کرک دارند. کرک‌ها ممکن است، نقش ترش‌چی یا پوششی داشته باشند.

بافت محافظ ریشه و ساقه‌های مسن که تقریباً هم زمان با تخریب بشره و رشد قطری این اندام‌ها به وجود می‌آید پریدرم نام دارد. پریدرم شامل سلول‌های چوب پنبه‌ای 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 چوب پنبه را ایجاد می‌کند. عمر سلول‌های چوب پنبه کوتاه است و پس از مردن توخالی می‌شود. چوب پنبه ماده‌ای غیر قابل نفوذ است. در پریدرم، عدسک‌هایی به وجود می‌آیند که تهویه را امکان‌پذیر می‌سازند (شکل ۵-۳).



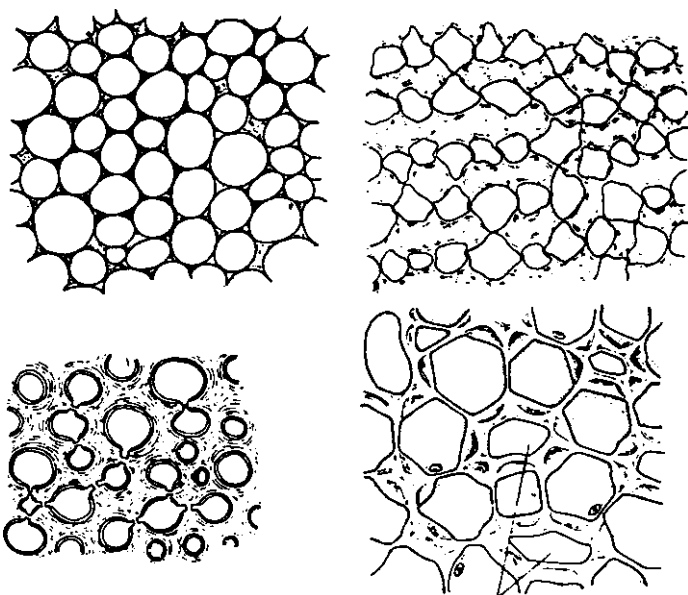
شکل ۵-۳- محل عدسک‌ها روی ساقه (الف) ساختمان عدسک (ب). اعداد روی شکل ب چه چیزی را نشان می‌دهند؟

بافتهای استحکامی

بافتهای استحکامی شامل بافت کلانشیم و بافت اسکلرانشیم هستند که در استحکام و برپاداشتن 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 دیواره 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 ۵-۴ چند نوع بافت کلانشیم

بافتهای اسکلرانشیم

سلولهای بافت اسکلرانشیم غالباً دیواره 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:



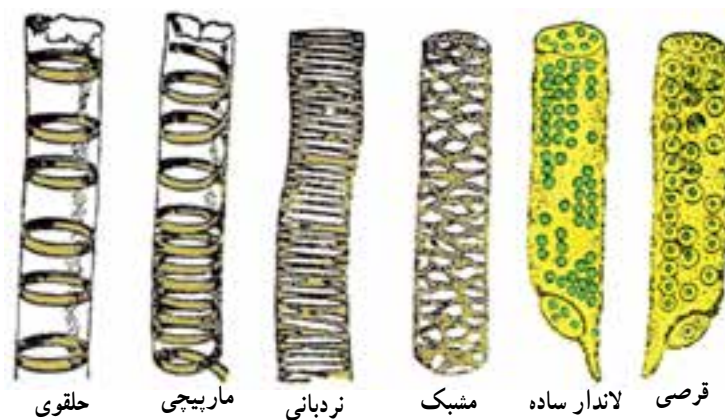
شکل ۵-۵ بافت اسکلرانشیم

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 حفره درونی سلول بسیار کوچک شود.

بافتهای هادی

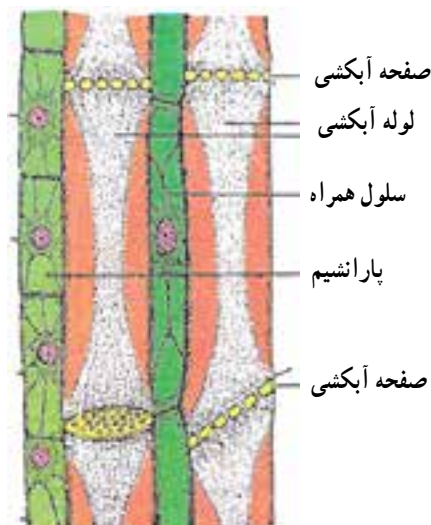
بافتهای هادی در هدایت آب، مواد کانی و مواد آلی گیاه نقش دارند. این بافتها شامل آوندهای چوبی و آوندهای آبکش هستند. آوندهای چوبی: از سلولهای مختلفی تشکیل شده‌اند. در آوندهای چوبی آب و مواد کانی که شیره خام نامیده می‌شود جریان دارد. آوندهای چوبی از سلولهای غیرزنده‌ای تشکیل شده‌اند که به صورت لوله‌هایی در آمده‌اند. در دیواره 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 ۶-۵).



شکل ۶-۵- انواع آوندهای چوبی

آوندهای آبکش: از سلولهای مختلفی از جمله سلولهای آبکشی و همراه تشکیل شده‌اند. در دیواره عرضی سلولهای این بافت نواحی سوراخدار وجود دارد و سلولها مانند لوله‌های آبکش دار 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 ۷-۵- ساختار آوندهای آبکشی

بافت ترشحي

سلولهای بافت ترشحي برای ترشح برخی مواد مانند اسانسها، رزینها، روغنها، شیرابه‌ها و غیره تمایز یافته‌اند. مواد ترشحي ممکن است در درون سلول باقی بمانند و یا اینکه از آن خارج شوند. سلولهای ترشحي برحسب اینکه در سطح و یا در درون اندام گیاه باشند به دو دسته عمقی و سطحی تقسیم می‌شوند. سلولهای ترشحي عمقی به صورت سلولهای منفرد ترشحي (در خرزهره)، حفره‌ها یا کیسه‌های ترشحي (در پوست میوه مرکبات)، مجاری ترشحي (در کاج) و سلولهای دنبال هم شیرابه‌ای (در فریون) دیده می‌شوند. سلولهای ترشحي سطحی شامل کرک‌های ترشحي (برگ شمعدانی) و بشره ترشحي (گلبرگ گل سرخ) می‌باشد.

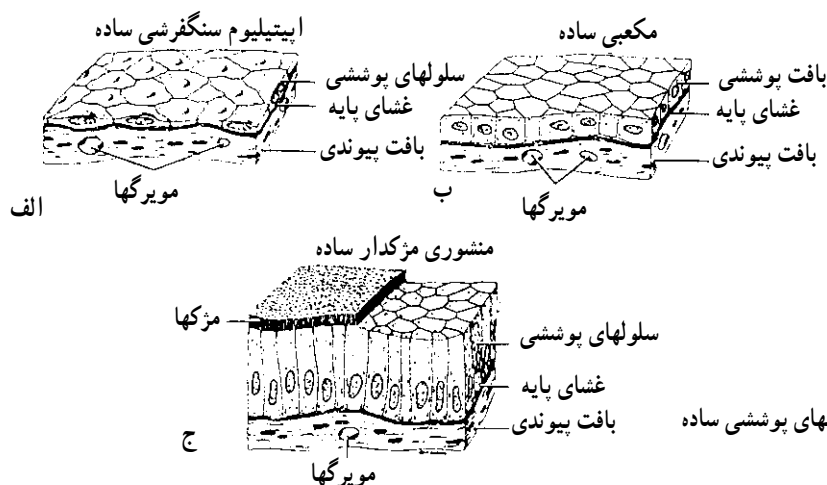
بافتهای جانوری

بافت پوششی

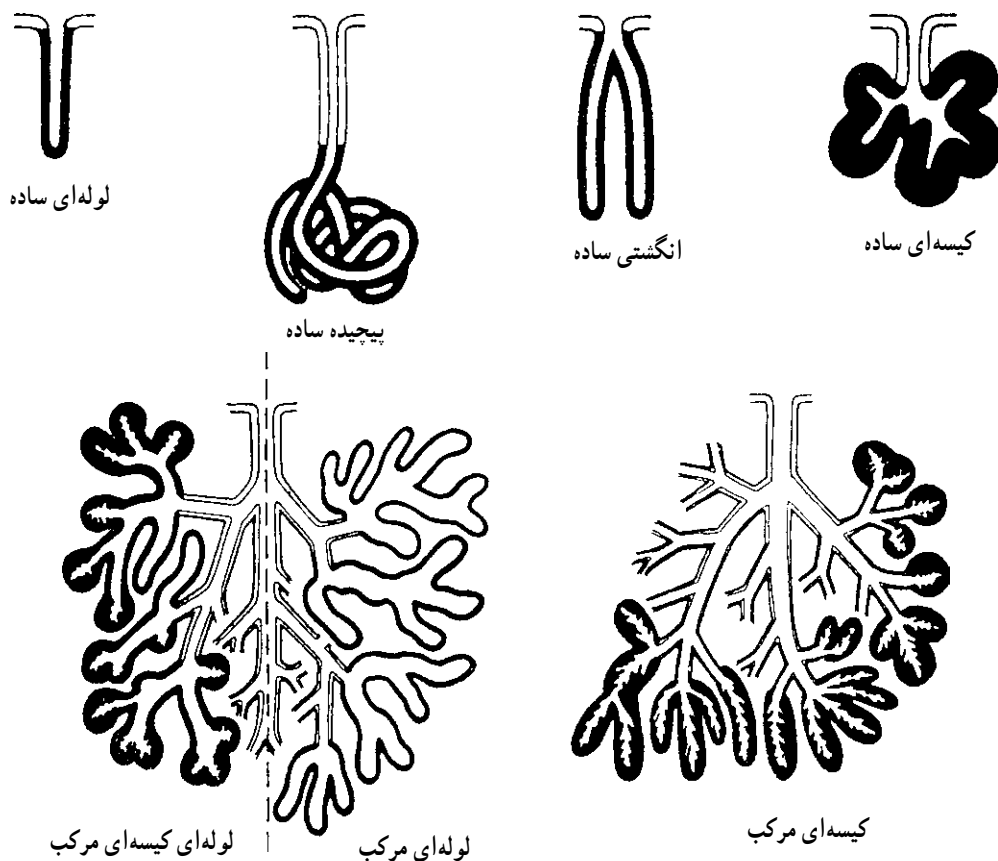
بافتی است که سطح داخلی و خارجی بدن را می پوشاند. اگر بافت پوششی از یک لایه سلول تشکیل شده باشد آن را ساده و چنانچه از چند لایه سلول تشکیل شده باشد، مطابق نامیده می شود. هریک از این دو بافت برحسب شکل سلولهایشان به صورت سنگفرشی، منشوری و مکعبی دیده می شوند.

به طور 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، لوله ادراری، کیسه های هوایی) و ترشح (در غدد درون ریز و برون ریز). بافت پوششی معمولاً با توجه به ساختمان و عمل سلولها به دو دسته پوشاننده و غده ای تقسیم می شوند.

بافت غده ای: بافتهایی هستند که مواد مختلفی را با استفاده از مواد موجود در خون یا مایع میان بافتی ساخته و به بیرون ترشح می نمایند. این غدد از نظر کار، شکل و ماده ترشحاتی اقسام مختلفی دارند. به عنوان مثال بعضی از آنها پروتئین می سازند و ترشح می کنند مانند لوزالمعده و بعضی دیگر چربی تولید می کنند مانند غدد زیر جلدی یا ترکیبی از پروتئین و تیدرات کرین درست می کنند مانند غدد بزاقی. غدد ممکن است از یک یا چندین سلول تشکیل شده باشند. در بین سلولهای پوششی دستگاه تنفس و روده سلولهای ترشح کننده پراکنده ای وجود دارند که مواد ترشحاتی را به داخل مجاری هوایی یا روده می ریزند، به آنها غدد تک سلولی می گویند و اگر غده از اجتماع چند سلول ترشحاتی تشکیل شود آن را پر سلولی می گویند. مانند غده اشکی و بزاقی. بافت غده ای یا مواد ساخته شده را مستقیماً به بیرون می ریزند، مانند سلولهای پوششی روده و یا پس از ترشح، مواد به وسیله مجرای خارج می شوند مانند غده بزاقی. مجموعه این بافتها را بافت غده ای برون ریز می گویند. در صورتیکه غدد ترشحات خود را به داخل خون بریزند آنها را بافت غده ای درون ریز می گویند. غدد درون ریز اساساً فاقد مجرا می باشند مانند غده تیروئید. غدد برون ریز دارای دو بخش: سلولهای اصلی و مجاری ترشحاتی هستند. این غدد را به انواع ساده و مرکب تقسیم می کنند. نوع ساده فقط یک مجرا دارد ولی نوع مرکب دارای مجرای با انشعابات متعدد می باشد. غدد ساده به صورت لوله ای، لوله ای پیچیده، لوله ای انگشتی و کیسه ای منفرد هستند و غدد مرکب نیز به شکل لوله ای



شکل ۵-۹- انواع بافتهای پوششی ساده



شکل ۵-۱۰. انواع اصلی غدد ترشحاتی برون ریز. قسمتهای تیره سلولهای ترشحاتی و بقیه مجاری ترشحاتی

و کیسه‌ای دیده می‌شوند. شکل ۵-۹ و ۵-۱۰ 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 عمده بافت پیوندی را مواد بین سلولی تشکیل می‌دهد. بافت پیوندی از چند نوع سلول، سه نوع رشته و مقداری ماده بی‌شکل به نام ماده 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 به وجود می‌آیند و ماده زمینه بین سلولی و رشته‌ها را تولید می‌کنند، و برخی از انواع گلبولهای سفید مانند لنفوسیتها، مونوسیتها^۱ 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 هیپارین، (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 شبکه نازکی را تشکیل می‌دهند و این شبکه به صورت 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

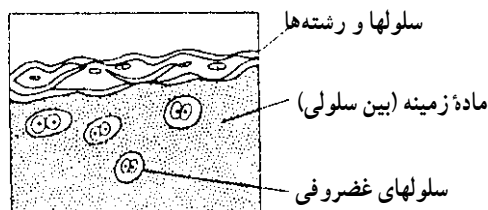
۱- لنفوسیتها و مونوسیتها از انواع گلبولهای سفید هستند.

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. **ماده زمینه‌ای بافت پیوندی:** ماده زمینه 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 ماده زمینه 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 ۵-۱۱

شکل ۵-۱۱، 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 یافته 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 ماده زمینه‌ای محکم با تیغه‌های استخوانی تشکیل شده‌اند. در بافت استخوانی متراکم سلولها و ماده استخوانی به صورت تیغه یا حلقه‌های متحدالمرکز قرار دارند. در میان این تیغه‌ها مجاری باریکی وجود دارد که به موازات حفره مرکزی استخوان قرار گرفته و به آن مجاری هاورس می‌گویند که اعصاب و رگها و مقدار کمی بافت پیوندی در آنها دیده می‌شود. به مجموعه مجرای هاورس و حلقه‌های اطراف آن یک سیستم هاورس گفته می‌شود.

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

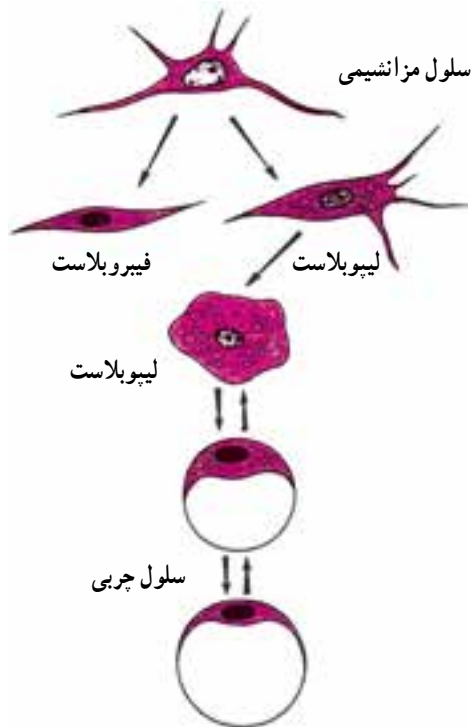


الف - برش طولی استخوان

ب - برش عرضی استخوان

شکل ۵-۱۲ - برش طولی و عرضی استخوان

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



شکل ۵-۱۳ سلول چربی

بافت چربی

بافت چربی از تجمع چربی در فیبروبلاستهای بافت پیوندی به وجود می‌آید. سلولهای این بافت قادرند در سیتوپلاسم خود چربی ذخیره کنند و این باعث می‌شود تا هسته 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 به عنوان ذخیره انرژی بدن به حساب می‌آید. به شکل ۵-۱۳ توجه کنید.

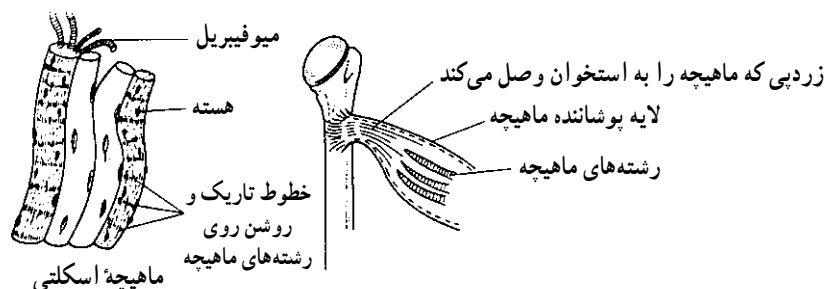
بافت خونی

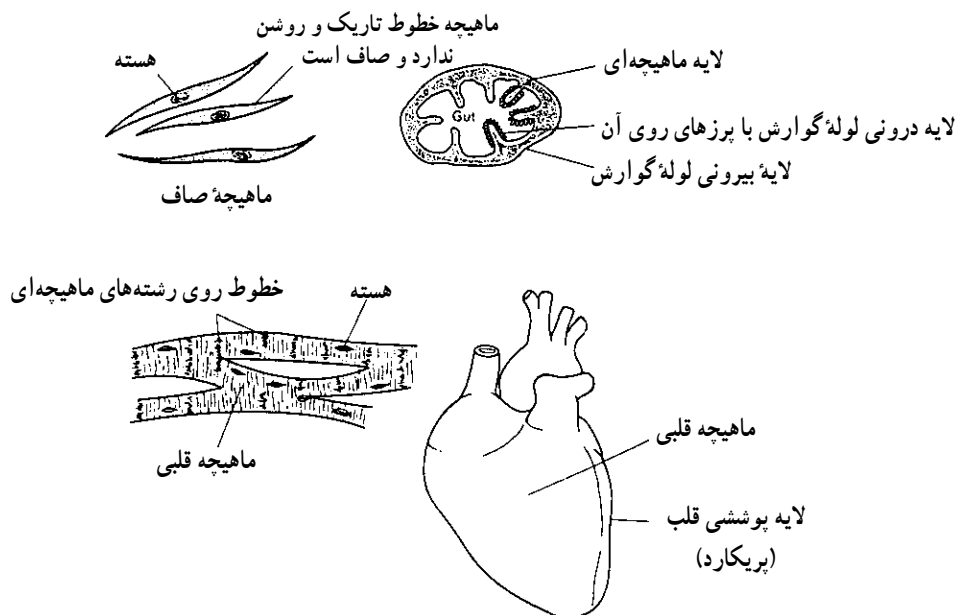
از انواع دیگر بافت پیوندی است که در مورد آن در فصل ششم مطالبی را خواهید خواند.

بافت ماهیچه‌ای

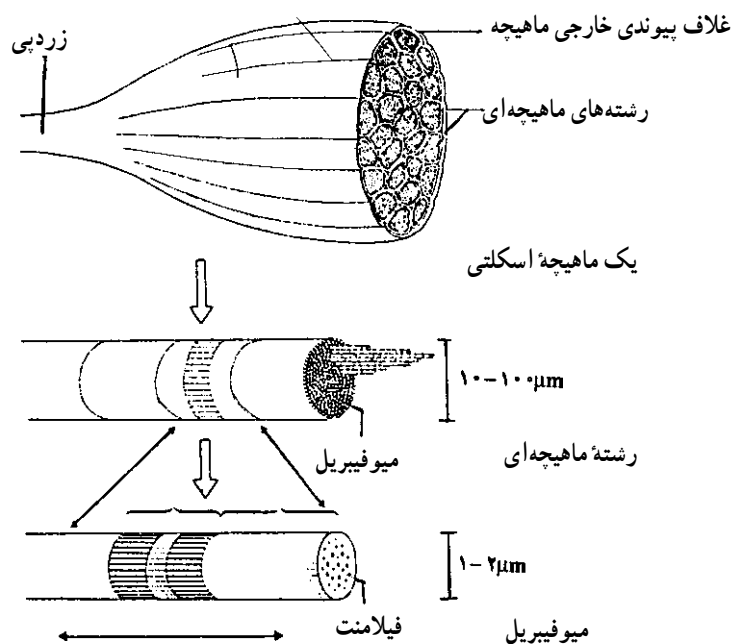
در بافت ماهیچه‌ای سلولهایی وجود دارند که دارای رشته‌های منقبض شونده‌ای به نام تارچه (میوفیبریل) هستند. این سلولها به هم پیوسته و ماهیچه‌های بدن را تشکیل می‌دهند که وسیله حرکت اندامهای مختلف بدن هستند. در بدن سه نوع بافت ماهیچه‌ای به نامهای، بافت ماهیچه‌ای صاف، مخطط و قلبی دیده می‌شود. ماهیچه صاف در جدار رگها، دستگاههای تنفس و گوارش و سایر اندامهای داخلی وجود دارد و حرکات آنها غیرارادی می‌باشد. ماهیچه 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» به طور طولی در کنار هم قرار می‌گیرند و یک پرده خارجی از جنس بافت پیوندی متراکم آنها را دربر می‌گیرد. میوفیبریل از رشته‌های نازک تری بنام میکروفیبریل یا میوفیلانت ساخته شده است که طرز قرار گرفتن آنها باعث ایجاد نوارهای تاریک و روشن در عرض میوفیبریلها می‌شود به همین دلیل به آن مخطط می‌گویند. ماهیچه قلبی نیز مانند ماهیچه مخطط از سلولهایی با نوارهای تاریک و روشن تشکیل شده است با این تفاوت که هسته هر سلول در وسط آن قرار دارد.

شکلهای ۵-۱۴ و ۵-۱۵، انواع ماهیچه‌ها و اجزای تشکیل دهنده ماهیچه مخطط را نشان می‌دهد.





شکل ۵-۱۴- انواع ماهیچه‌ها



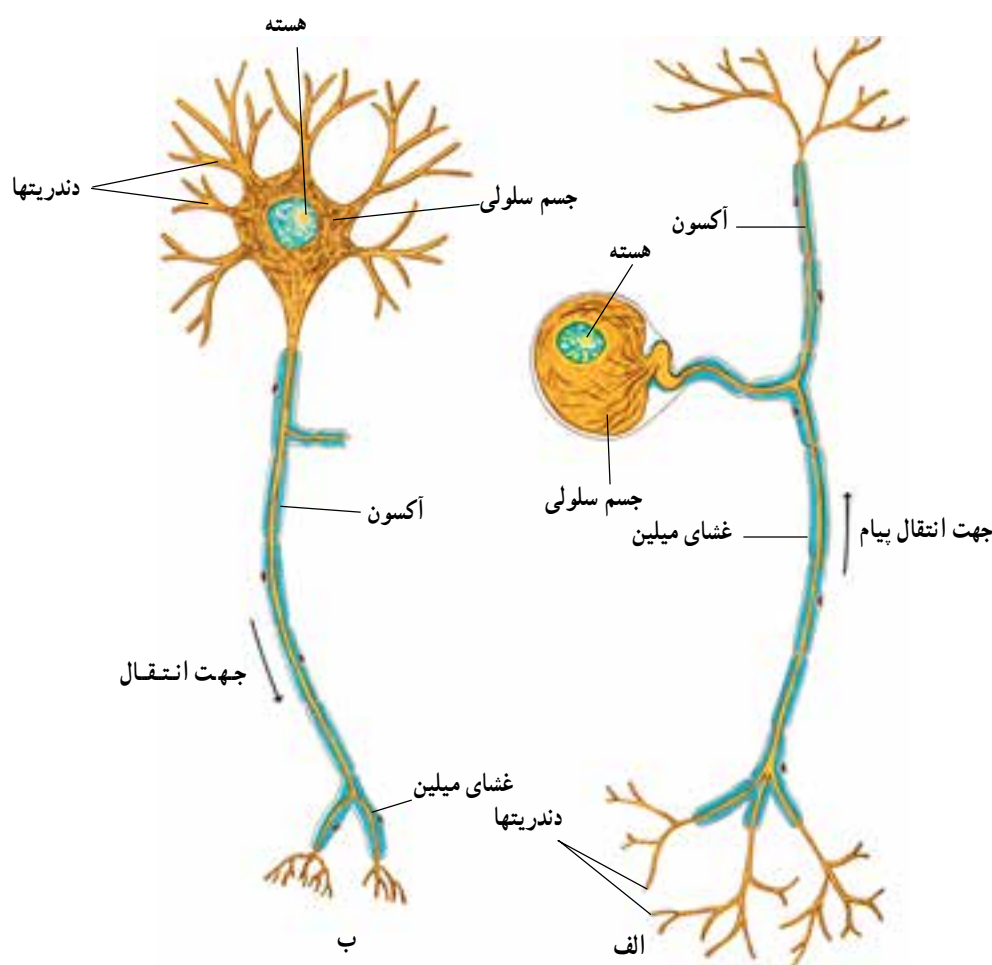
شکل ۵-۱۵- اجزای تشکیل دهنده ماهیچه مخطط

* ابوعلی الحسین ابن عبدالله بن سینا (۴۱۵-۳۴۹ هجری شمسی / ۱۰۳۷-۹۷۰ میلادی) پزشک ایرانی برای اولین بار در تاریخ پزشکی توضیح داده است که شنیدن صدا به علت برخورد امواج صوتی به پرده گوش یا همان پرده صماخ است. او برای اولین بار تعداد ماهیچه‌های خارجی کره چشم را شش عدد معرفی کرده است.

* محمد بن زکریای رازی (۲۴۲ تا ۳۰۸ هجری شمسی / ۸۶۴ تا ۹۳۰ میلادی) اولین دانشمندی بود که به بازتاب مردمکی یا همان گشاد و تنگ شدن مردمک در مقابل شدت نور پی برد. وی شرح داده است که این امر به علت وجود ماهیچه‌های کوچکی است که به شدت نور عکس العمل 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، زائده‌های سیتوپلاسمی که معمولاً کوتاه هستند (دندریت) و زائده‌ای 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 بر روی رشته‌های عصبی، غلاف میلین می‌سازند.



شکل ۵-۱۶- ساختمان دو نوع سلول عصبی. الف - یک نرون حسی، ب - یک نرون حرکتی