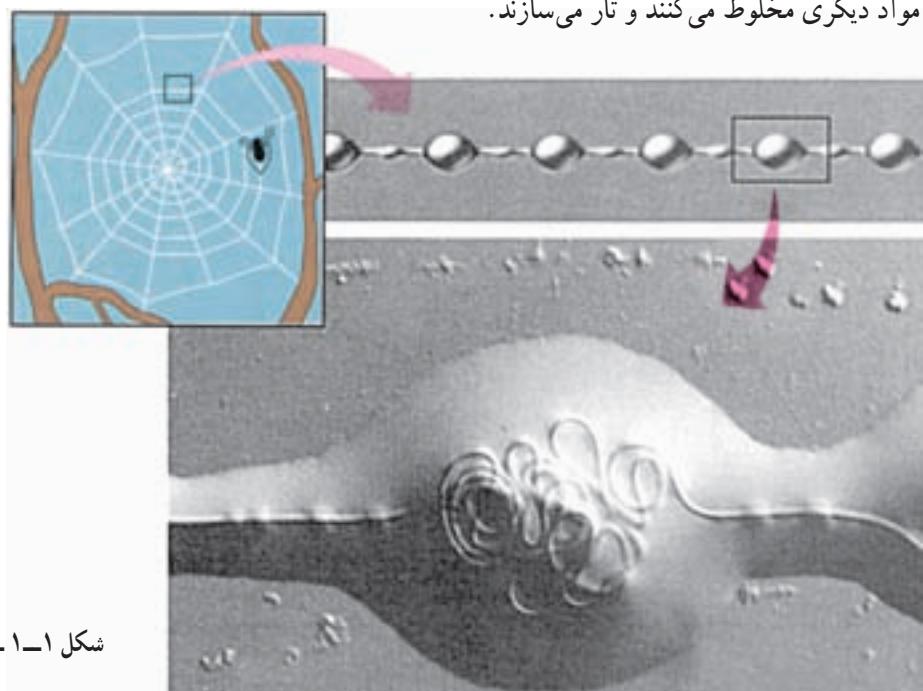




## مولکول‌های زیستی

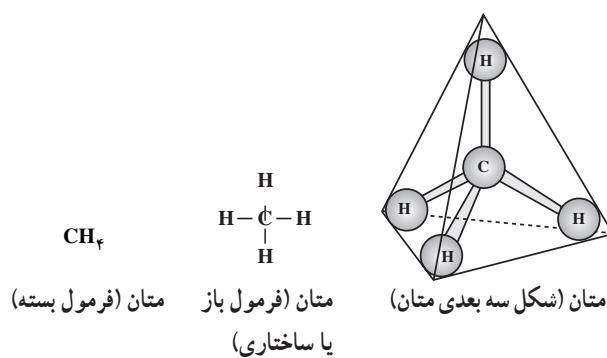
پروتئین‌های تشکیل‌دهنده تار عنکبوت استحکام، چسبندگی و کشسانی بسیار دارند، به طوری که حشره‌ای که در دام می‌افتد، نمی‌تواند دام را بگسلد و فرار کند. رشته‌های موجود در تار عنکبوت که درون اجسام مهره مانند (شکل ۱-۱) روی یکدیگر پیچ و تاب خورده‌اند، چسبناک و کشسان هستند. دراثر نیرویی که به این قسمت از رشته‌ها وارد می‌شود، پیچ و تاب‌های آنها باز

تار عنکبوت همیشه برای آدمی جالب توجه بوده است. مقاومت هر یک از این تارها، نسبت به قطری که دارند، بسیار زیاد و بی‌همتاست. عنکبوت تنیدن تار را با سرعت بسیار انجام می‌دهد. توانایی تنیدن تار ارشی است و عنکبوت اطلاعات مربوط به این توانایی را به شکل مولکول‌های DNA از والدین خود به ارث برده است. غده‌های مربوط به تنیدن تار در زیر سطح شکمی جانور قرار گرفته‌اند. این غده‌ها پروتئین ویژه‌ای را با مواد دیگری مخلوط می‌کنند و تار می‌سازند.



شکل ۱-۱ – ساختار یک تار عنکبوت

در شکل ۱-۲ ساختار اتم‌های کربن و هیدروژن و تمایل آنها برای ترکیب با یکدیگر، نشان داده شده است. هر اتم کربن می‌تواند با چهار اتم هیدروژن پیوند برقرار سازد (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳- پیوند بین یک اتم کربن و چهار اتم هیدروژن یک مولکول متان به وجود می‌آورد.

هر یک از خط‌هایی که در شکل ۱-۳ در مولکول متان اتم‌های کربن را به هیدروژن متصل کرده است، نشان‌دهندهٔ یک پیوند کووالانسی است که از به اشتراک گذاشتن دو الکترون ساخته شده است: یک الکترون مربوط به کربن و الکترون دیگر مربوط به اتم هیدروژن. مولکول متان ( $\text{CH}_4$ ) یک مولکول چهار وجهی است و چهار اتم هیدروژن متان در چهار گوشهٔ این چهار وجهی قرار گرفته‌اند.

متان و سایر مولکول‌هایی که در ساختار خود فقط کربن و هیدروژن دارند، هیدروکربن نام دارند. در شکل ۱-۴ چند نوع هیدروکربن می‌بینید.

زنگیرهٔ کربنی مولکول‌های آلی، اسکلت کربنی نامیده

می‌شود.

$-\text{C}-$        $-\text{H}$

شکل ۱-۲- کربن چهار ظرفیتی و هیدروژن یک ظرفیتی است.

## خود آزمایی‌ها

۱- اصطلاحات زیر را تعریف کنید:

مادهٔ آلی    هیدروکربن    اسکلت کربنی

۲- اتم کربن با چند اتم دیگر می‌تواند پیوند کووالانسی تشکیل دهد؟

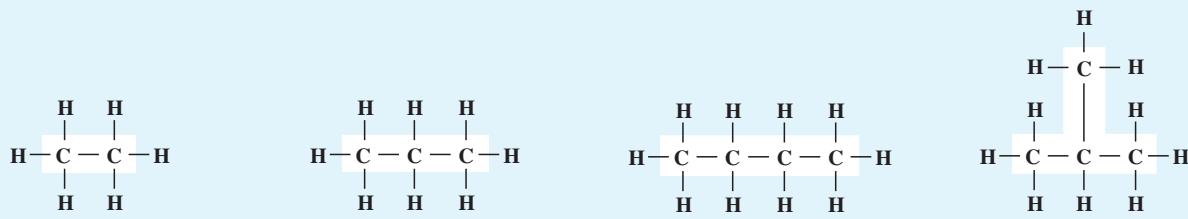
می‌شود. در این حالت طول رشته‌ها به چهار برابر افزایش می‌باید. پس از قطع کشش یا راش، بار دیگر رشته‌ها پیچ و تاب می‌خورند و به حالت اول باز می‌گردند. این توانایی برای نگه داشتن حشراتی که به دام افتاده‌اند و نیز برای دارا بودن انعطاف در برابر باد و سایر نیروها، مانند وزن قطره‌های باران یا شبیم، لازم است. قابلیت پیچ خوردن گی و باز شدن مجدد این پیچ خوردن گی‌ها خاصیت کشناسانی فراوانی به تارها می‌دهد.

شبکه‌تارهای عنکبوت، نشانگر کاربرد مولکول‌های زیستی در جانداران هستند: پروتئین‌های موجود در تار و DNA جاندار که توانایی تولید تار را از والدین به فرزندان منتقل می‌کند، دو گروه از مولکول‌های مهم زیستی هستند. گوناگونی این دو نوع مولکول زیستی، زمینهٔ گوناگونی جانداران است.

ویژگی‌های عنصر کربن به ایجاد گوناگونی مولکول‌های زیستی کمک کرده است.

قریباً همهٔ مولکول‌هایی که در سلول‌ها ساخته می‌شوند، کربن دارند. کربن در این مولکول‌ها با سایر اتم‌ها پیوند برقرار می‌کند. بعد از آب، مولکول‌های کربن‌دار، بیشترین ترکیب‌های بدن جانداران را تشکیل می‌دهند.

مواد کربن‌داری که در سلول ساخته می‌شوند، مواد آلی نام دارند. تاکنون بیش از دو میلیون نوع مادهٔ آلی شناخته شده است و پژوهشگران هر روزه تعدادی به این شمار، می‌افزایند. اتم کربن در ترکیب با عناصر دیگر می‌تواند حداقل ۴ پیوند کووالانسی تشکیل دهد. به عبارت دیگر، ظرفیت عنصر کربن ۴ است، یعنی این عنصر می‌تواند با چهار عنصر یک ظرفیتی دیگر پیوند برقرار کند.



شکل ۴-۱- فرمول ساختاری چند نوع هیدروکربن دیگر با اتم‌های کربن و هیدروژن بسازید؟

تفاوت‌های بین جانداران، از جمله اختلاف‌های فردی که بین افراد یک گونه از جانداران وجود دارد، به علت نوع ترکیب مونومرهای مختلف با یکدیگر و درنتیجه تولید پلیمرهای مختلف است. یکی از اصول اساسی حیات و جانداران این است: مولکول‌های کوچک که در همه جانداران یکسان‌اند، به صورت درشت مولکول‌هایی درمی‌آیند که در افراد مختلف جانداران، متفاوت‌اند.

هیدرولیز و سنتز آب‌دهی دو واکنش مهم زیستی هستند می‌دانیم که فرمول شیمیایی آب، H<sub>2</sub>O یا HOH است.

بعضی از گروه‌های H- و OH- که در مونومرها حضور دارند، تمایل دارند با یکدیگر ترکیب و به صورت H<sub>2</sub>O از مونومرها جدا شوند. نتیجه آن می‌شود که آن دو مونومر با هم ترکیب می‌شوند و یک مولکول آب، از بین آن دو، آزاد می‌شود (شکل ۱-۵). این نوع واکنش سنتز آب‌دهی نام دارد.

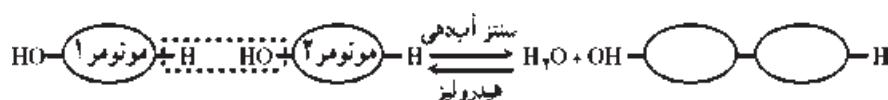
عکس چنین واکنشی هنگام تجزیه یک پلیمر به مونومرهای آن اتفاق می‌افتد؛ یعنی هنگام تجزیه یک پلیمر به مونومرهای سازنده آن، مولکول‌های آب به صورت H- و OH- در می‌آیند و بدین ترتیب یک مولکول پلیمر را به مونومر تبدیل می‌کنند. چنین واکنشی هیدرولیز نام دارد (شکل ۱-۶).

## سلول‌ها از چند نوع مولکول کوچک، انواع بسیاری درشت مولکول می‌سازند

بسیاری از مولکول‌های زیستی نسبت به مولکول‌های غیرزیستی بسیار بزرگ‌اند و بنابراین درشت مولکول نامیده می‌شوند. مثلاً، هر مولکول پروتئین از هزاران اتم ساخته شده است که با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند. نوکلئیک اسیدها و کربوهیدرات‌ها (هیدرات‌های کربن) نیز درشت مولکول‌اند.

بسیاری از این درشت مولکول‌ها در سلول، به صورت پلیمر ساخته می‌شوند. پلیمر مولکولی است که از واحدهایی کم و بیش یکسان تشکیل شده باشد. مثلاً سلولز یک پلیمر است که از واحدهایی مشابه (گلوکز) ساخته شده است. هر یک از واحدهای سازنده یک مولکول پلیمر، مونومر نامیده می‌شود.

گوناگونی پلیمرها در دنیای جانداران بسیار گسترده است. مثلاً در حدود هزار میلیارد نوع پروتئین در دنیای جانداران وجود دارد. البته، باید بدانیم که تعداد انواع پروتئینی که جانداران در مجموع می‌توانند تولید کنند، حد و مرز ندارد و بی‌نهایت است و جالب توجه این است که سلول‌ها این همه تنوع را تهبا با ۲۰ نوع آمینواسید (اسید آمینه) می‌سازند. مونومرهای تشکیل‌دهنده مولکول‌های (نوکلئوتیدها) در دنیای زنده فقط ۴ نوع هستند. DNA



شکل ۱-۵- سنتز آب‌دهی و هیدرولیز

## خودآزمایی ۲

۱- پلیمر چیست؟

۲- پروتئین‌ها از چند نوع آمینواسید ساخته شده‌اند؟

۳- تفاوت جانداران با یکدیگر به سبب تفاوت در مولکول‌های کوچک است یا تفاوت در درشت مولکول‌ها؟

۴- تجزیه و تشکیل یک پلیمر به کمک چه واکنش‌هایی انجام می‌گیرد؟

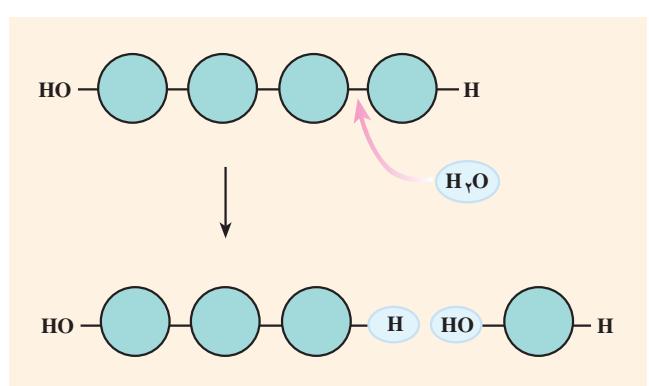
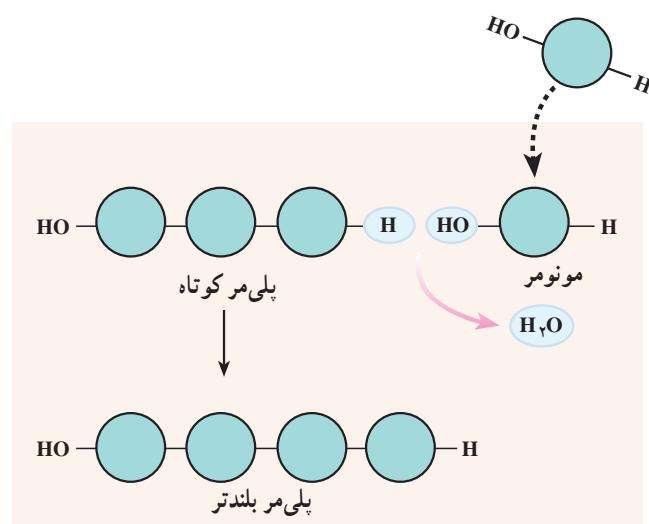
سوخت اصلی سلول‌ها مصرف می‌شود. فروکتوز و گلوکز در بسیاری از میوه‌های خوراکی وجود دارد و گالاکتوز مونوساکاریدی است که از هیدرولیز لاكتوز (قند شیر) حاصل می‌شود. هرگاه دو مونوساکارید با واکنش سنتز آبدھی با یکدیگر ترکیب شوند، مولکولی به نام دیساکارید به وجود می‌آورند (شکل ۱-۷).

ساکارز، مالتوز و لاكتوز، سه نوع دیساکارید هستند. ساکارز همان قند یا شکر است، مالتوز قندی است که در جوانه جو، به فراوانی یافت می‌شود و لاكتوز قند شیر است: ساکارز + آب  $\rightleftharpoons$  فروکتوز + گلوکز  
مالتوز + آب  $\rightleftharpoons$  گلوکز + گلوکز  
لاكتوز + آب  $\rightleftharpoons$  گالاکتوز + گلوکز

**پلیساکاریدها** زنجیرهای طولی از مونوساکاریدها هستند: چند صد تا چند هزار مونوساکارید با واکنش سنتز آبدھی به هم می‌پیونددند و یک مولکول پلیساکارید به وجود می‌آورند. نشاسته یک پلیساکارید ذخیره‌ای است. در شکل ۱-۸ مشاهده می‌کنید که این مولکول از مونومرهای گلوکز ساخته شده است.

سلول‌های گیاهی همیشه برای آزاد کردن انرژی به گلوکز نیاز دارند. گیاهان مولکول‌های گلوکز را به صورت پلیمر نشاسته در می‌آورند و آن را ذخیره می‌کنند. سلول‌های گیاه، هنگام نیاز، پیوندهای بین مولکول‌های گلوکز موجود در نشاسته را به روش هیدرولیز قطع می‌کنند و گلوکز آزاد می‌کنند. دستگاه گوارش انسان و بسیاری از جانوران آنزیم هیدرولیزکننده نشاسته را دارد. سیب‌زمینی و دانه‌هایی مانند گندم، برنج و ذرت، مقدار زیادی نشاسته دارند.

سلول‌های جانوری گلوکز اضافی خود را به صورت گلیکوژن ذخیره می‌کنند. گلیکوژن به نشاسته شباهت بسیار دارد.

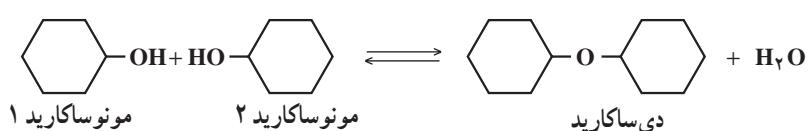


شکل ۱-۶ - سنتز آبدھی (بالا) و هیدرولیز (پایین)

## کربوهیدرات‌ها

مونوساکاریدها ساده‌ترین کربوهیدرات‌ها هستند: مونوساکاریدها، مونومرهای پلیساکاریدها هستند. مهم‌ترین مونوساکاریدها همگزوزها (۶ کربنی) و پنتوزها (۵ کربنی) هستند. مهم‌ترین مونوساکاریدهای ۶ کربنی گلوکز، فروکتوز و گالاکتوز هستند. مهم‌ترین مونوساکاریدهای ۵ کربنی ریبوز و دئوکسی‌ریبوز نام دارند.

گلوکز در گیاهان ساخته می‌شود و به صورت غذا به بدن ما می‌رسد. این مونوساکارید در خون مانگردش می‌کند و به عنوان



شکل ۱-۷ - سنتز آبدھی و هیدرولیز دیساکاریدها

می‌آورند. در شکل ۱-۸ ساختار سه پلی‌ساقارید نشاسته، گلیکوژن و سلولز با یکدیگر مقایسه شده است.

جانوران آتزیمی را که بتواند پیوندهای بین مولکول‌های گلوکز را در مولکول سلولز هیدرولیز کند، نمی‌سازند، بنابراین سلولزی که در مواد غذایی وجود دارد، بدون گوارش یافتن دفع می‌شود. رشته‌های سلولزی که در غذاها وجود دارد، الیاف نامیده می‌شوند. الیاف سلولزی برای کار منظم رودها و جلوگیری از بعضی بیماری‌های گوارشی مورد نیاز هستند. غذای اصلی بعضی جانوران، مانند گاو و مرغیانه سلولز است. در لوله گوارش این جانداران، میکروب‌های مفیدی زندگی می‌کنند که می‌توانند سلولز را هیدرولیز کنند و مورد استفاده خود و جانور میزان قرار دهند.

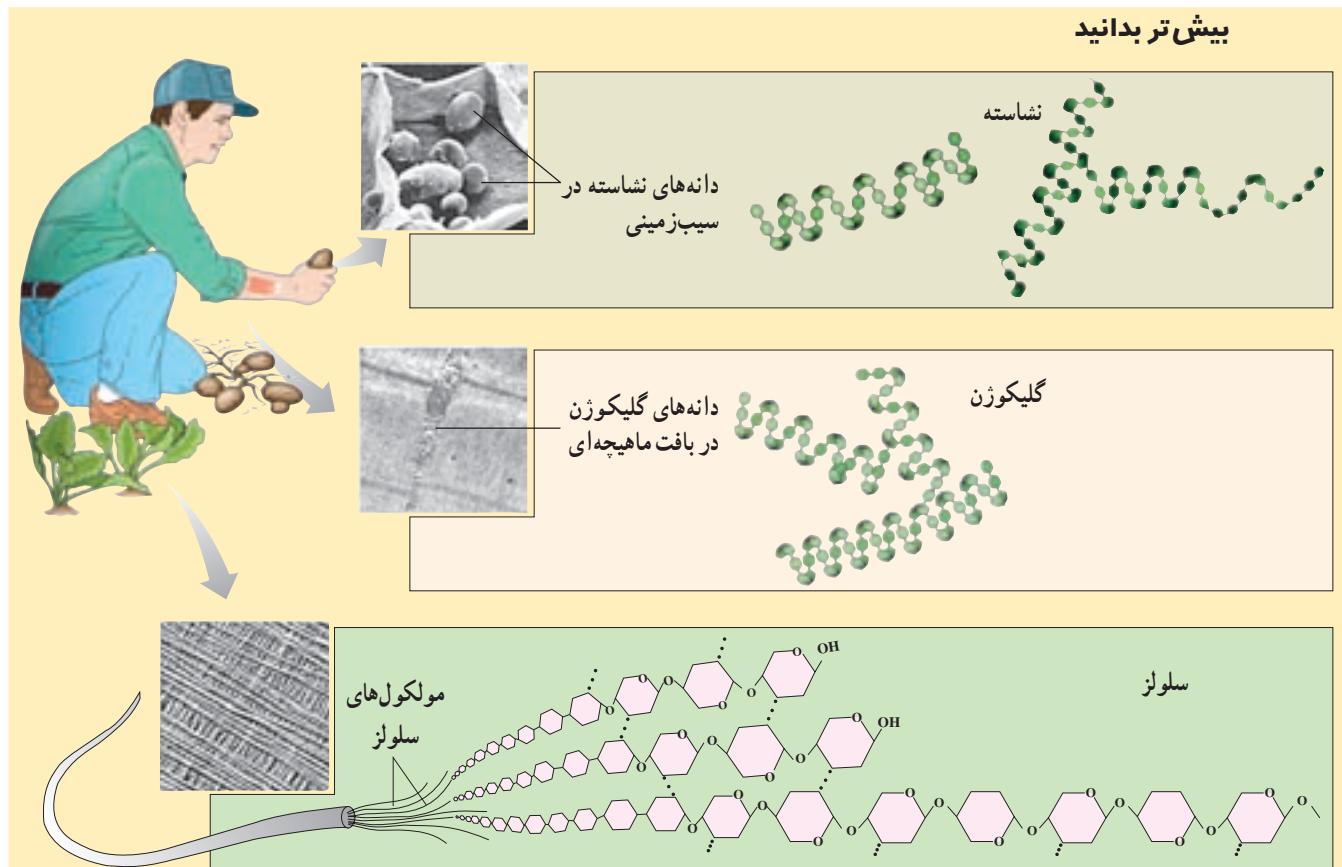
گلیکوژن در بدن ما به صورت ذره‌هایی در سلول‌های جگر و ماهیچه‌ای ذخیره شده است و در صورت نیاز به گلوکز تجزیه می‌شود. گلیکوژنی که در غذاهای جانوری وجود دارد، در دستگاه گوارش ما به گلوکز هیدرولیز می‌شود.

پلی‌ساقاریدها بیشتر در ساختار سلول‌ها و نیز استحکام آنها نقش دارند. سلولز که بیشترین ترکیب آلى طبیعت را تشکیل می‌دهد، به صورت رشته‌هایی محکم در ساختار دیواره سلولی گیاهان شرکت دارد. مولکول سلولز رشته‌ای و بدون انشعاب است. چند هزار از این رشته‌ها در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و یک فیبریل سلولزی تشکیل می‌دهند. لایه‌های سلولزی در دیواره‌های سلولی با سایر مواد ترکیب می‌شوند و ساختاری محکم را به وجود

### خود آزمایی ۱۱

- ۱- سه نوع دی‌ساقارید نام بیرید و بگویید که هر کدام از چه مونو‌ساقاریدهایی تشکیل شده‌اند؟
- ۲- شکل ذخیره‌ای گلوکز در جانوران و گیاهان کدام است؟
- ۳- چرا انسان نمی‌تواند سلولز را تجزیه کند؟
- ۴- رشته‌های سلولزی موجود در غذاها چه نام و چه اهمیتی دارد؟

### بیشتر بدانید



شکل ۸— مقایسه ساختار سه پلی‌ساقارید نشاسته، گلیکوژن و سلولز

### فعالیت ۱-۱



### روزنامه‌های خوراکی

کاغذ عمدتاً از سلولز تشکیل شده است. روشی برای تبدیل روزنامه‌های باطله به قند پیشنهاد کنید. پیش‌بینی می‌کنید چه مشکلاتی در این راه وجود خواهد داشت؟ چه کارهای احتیاطی باید برای این کار انجام داد؟

نگاه کنید، در آنجا پیوندی دو گانه بین دو اتم کربن می‌بینید. به چنین مولکولی، مولکول سیرنشده گفته می‌شود. مولکول سیرنشده مولکولی است که حداقل یک پیوند دو یا سه گانه دارد، یعنی تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در آن کمتر از حدی است که آن مولکول می‌تواند در حالت حداکثر داشته باشد. خمیدگی‌هایی که در اسیدهای چرب سیرنشده وجود دارد، باعث می‌شود بخشی از این مولکول‌ها از یکدیگر فاصله بگیرند و درنتیجه این مولکول‌ها در دمای معمولی اتاق مایع و روان هستند. روغن ذرت، روغن آفتاب‌گردان، روغن زیتون و سایر روغن‌های گیاهی، سیرنشده هستند. چربی‌هایی که حداکثر تعداد هیدروژن را دارند، سیرشدۀ نام دارند. روی بعضی از قوطی‌های روغن‌های خوراکی نوشته شده است: «روغن نباتی جامد هیدروژنه». روغن‌های نباتی مایع را با افزودن هیدروژن به مولکول آنها، به حالت جامد درمی‌آورند.

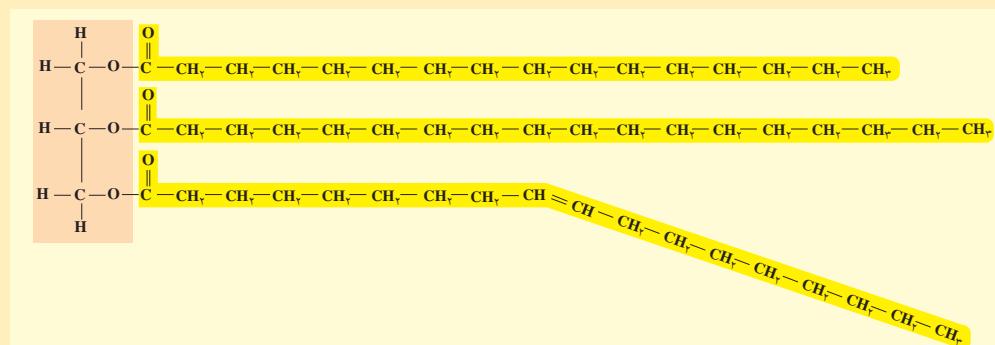
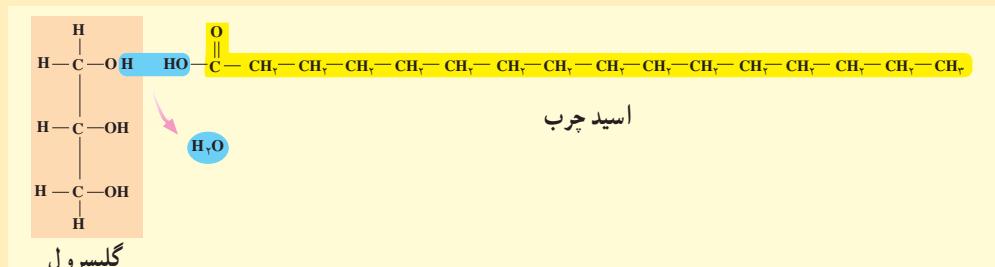
ترکیب‌های بسیار متفاوتی در گروه لیپیدها قرار می‌گیرند و پژوهی همه لیپیدها آب‌گریزبودن آنهاست. روغن‌ها و چربی‌ها انواعی از لیپیدها هستند و ساختار آنها از مولکول‌های اسید چرب و گلیسرول ساخته شده است.

یکی از مهم‌ترین وظایف مولکول‌های چربی درون سلول‌ها، ذخیره انرژی است. یک گرم چربی بیش از دو برابر یک گرم پلی‌ساقارید، مانند نشاسته، انرژی آزاد می‌کند.

به مولکول‌های چربی، تری‌گلیسرید نیز گفته می‌شود. سه اسید چربی که در ساختار هر مولکول تری‌گلیسرید حضور دارند، ممکن است با یکدیگر متفاوت باشند. در بسیاری از چربی‌ها چنین است.

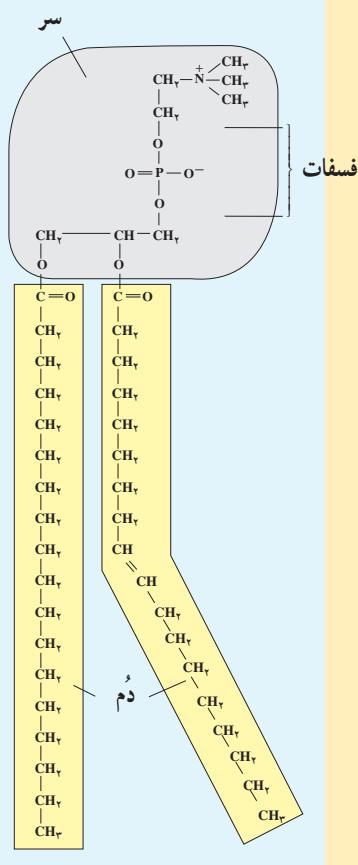
پایین‌ترین اسید چرب مولکول چربی شکل ۱-۹ به سمت پایین خمیده شده است. اگر بادقت به محل خمیدگی

### بیش تر بدانید



شکل ۱-۹- یک مولکول تری‌گلیسرید و چگونگی ساخته شدن آن

## بیش تر بدانید



شكل ۱-۱۰- یک مولکول فسفولیپید

آمینواسید تشکیل شده‌اند. هریک از ما، ده‌ها هزار نوع پروتئین در بدنمان داریم که هرکدام از آنها ساختار سه‌بعدی خاصی دارد و کار ویژه‌ای انجام می‌دهد. پروتئین‌ها در ساختار سلول‌ها و بدن جانداران شرکت دارند و باعث انجام همه کارهای درون سلول‌ها می‌شوند.

بیش تر چربی‌های جانوری سیرشده و درنتیجه جامد هستند. خوردن این گونه چربی‌ها احتمال سخت شدن دیواره رگ‌ها و ابتلا به بیماری‌های قلب و رگ‌ها را افزایش می‌دهد.

**فسفولیپیدها، مومنا و استروئیدها نیز لیپید هستند**  
چربی‌ها تنها یک گروه از لیپیدها هستند. لیپیدهای دیگری نیز در سلول‌ها وجود دارند که هر کدام نقش مهمی ایفا می‌کنند.  
**فسفولیپیدها، مومنا و استروئیدها از این گروه هستند.**

**فسفولیپیدها:** اجزای اصلی غشاها سلولی هستند. ساختار این لیپیدها بسیار به تری گلیسریدها شباهت دارد. تفاوت مهم این دو در آن است که مولکول گلیسرول در فسفولیپیدها به دو اسیدچرب و یک گروه فسفات متصل است.

**مومنا:** مومنا از چربی‌ها آب گریزترند. این ویژگی سبب شده است تا مومنا پوشش مناسبی برای بخش‌های جوان‌گیاهان، میوه‌ها و غیره باشند. بسیاری جانوران، از جمله حشراتی مانند زنبور عسل نیز مومن تولید می‌کنند.

**استروئیدها:** کلسترول یک استروئید است که در غشاها سلولی جانوری یافت می‌شود. سلول‌ها از این ماده برای ساختن سایر استروئیدها، مثلًا هورمون‌های استروئیدی استفاده می‌کنند. افزایش کلسترول خون ممکن است موجب بیماری مربوط به رگ‌ها شود. ساختار همه استروئیدها یکسان و شبیه مولکول کلسترول است.

**پروتئین‌ها در ساختار و کار سلولی نقش اساسی دارند**  
**پروتئین‌ها:** پلی‌مرهایی هستند که از مونومرهایی به نام

### چو آزمایی

۱- ویژگی عمومی لیپیدها چیست؟

۲- تری گلیسرید چیست؟

۳- اسیدهای چرب سیر شده چه تفاوتی با اسیدهای چرب سیر شده دارند؟

۴- چرا روغن‌های گیاهی در دمای اتاق، مایع‌اند؟

۵- فسفولیپیدها چه تفاوتی با تری گلیسریدها دارند؟

۶- دو لیپید نام ببرید که در غشا سلول یافت شود.

۷- کدام استروئید مخصوص غشا سلول‌های جانوری است؟

## آنواع پروتئین‌ها

می‌شوند

پروتئین‌ها، از نظر کاری که در بدن انجام می‌دهند، در

هفت گروه اصلی جای می‌گیرند:

۱- پروتئین‌های ساختاری: تار عنکبوت، ابریشم و حتی موها و ناخن‌های ما از آن جمله‌اند. همچنین رشته‌های موجود در رُباط‌ها و زردی‌ها از پروتئین‌های ساختاری هستند.

۲- پروتئین‌های منقبض شونده: رشته‌های پروتئینی که باعث حرکت ماهیچه‌ها می‌شوند، از این نوع پروتئین‌ها هستند.

۳- پروتئین‌های ذخیره‌ای: مانند سفیده تخم مرغ که آلبومین نامیده می‌شود. سفیده تخم مرغ منبع مناسبی از آminoاسید‌هاست و جنین جوجه، درحال رشد و نمو خود از آن استفاده می‌کند.

۴- پروتئین‌های دفاعی: نوع دیگر پروتئین‌ها هستند و به بدن برای دفاع از پادتن‌ها از این گروه پروتئین‌ها هستند و به بدن برای دفاع از

سلول‌ها آminoاسید‌های مختلف را با واکنش سنتز آب‌دهی

به یکدیگر متصل می‌کنند. وقتی دو آminoاسید به این طریق به یکدیگر متصل می‌شوند، پیوند پیتیدی بین آنها به وجود می‌آورند.

مولکولی که با ایجاد یک پیوند پیتیدی بین دو آminoاسید به وجود می‌آید، دی‌پیتید نام دارد. دی‌پیتیدها با برقراری پیوندهای

پیتیدی دیگر با سایر آminoاسیدها ترکیب می‌شوند و سرانجام پلی‌پیتید را به وجود می‌آورند. پلی‌پیتیدها پلی‌مرهایی هستند که از اتصال چند عدد تا چندهزار آminoاسید تشکیل شده‌اند.

هر گاه یک یا چند پلی‌پیتید پیچ و تاب بخورند و شکل فضایی خاصی به وجود بیاورند، مولکول حاصل یک پروتئین است.

### بیشتر بدانید



شکل ۱-۱۱- برقراری پیوند پیتیدی بین دو آminoاسید و آزادشدن یک مولکول آب

### فعالیت ۱-۲

#### خواص برخی از ترکیبات شیمیایی مهم بدن



- ۱- مقداری گلوکز جامد و ساکارز را در آب حل کنید. آیا این دو به یک نسبت در آب حل می‌شوند؟ چه تفاوت‌هایی از این نظر بین آنها وجود دارد؟ توضیح دهید.
- ۲- سعی کنید مقداری نشاسته را در آب حل کنید. چرا حل شدن نشاسته در آب مشکل تراز سایر کربوهیدرات‌هاست؟
- ۳- حل شدن چربی و روغن را در آب بررسی کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ خصوصیات چربی‌ها با نقشی که در بدن بر عهده دارند، چه تنااسبی دارد؟
- ۴- مقداری پروتئین محلول، همانند آلبومین را در آب حل کنید. آیا این ماده به راحتی در آب حل می‌شود؟ اگر به آرامی آب را گرم کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟
- ۵- حل شدن پروتئین‌های جامد مثل مو در آب چگونه است؟ تفاوت‌هایی که در ویژگی‌های این دو پروتئین موجود است، چه ارتباطی با نقش آنها در بدن دارد؟

با سرعت بسیار  $H_2O_2$  را به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند: یک مولکول کاتالاز در مدت یک دقیقه، شش میلیون مولکول پراکسیدهیدروژن را تجزیه می‌کند.

در هر سلول بدن ما هزاران نوع آنزیم وجود دارد آنزیم‌ها درون سلول‌ها ساخته می‌شوند. بعضی از آنها پس از تولیدشدن از سلول به بیرون رانده می‌شوند و کار خود را در خارج از سلول انجام می‌دهند. چنین آنزیم‌هایی، آنزیم‌های بروون‌سلولی نامیده می‌شوند. آنزیم‌های گوارشی که به درون معده و رودهٔ ما ترشح می‌شوند، از این گونه آنزیم‌ها هستند.

سایر آنزیم‌ها درون سلول فعالیت دارند. چنین آنزیم‌هایی، آنزیم‌هایی درون‌سلولی نام دارند. این آنزیم‌ها نه تنها به بیشتر واکنش‌های زیستی درون سلول‌ها سرعت می‌بخشند، بلکه در تنظیم کار آنزیم‌های دیگر نیز مؤثرند.

هم‌اکتون هزاران واکنش شیمیایی، همراه با یکدیگر، در بدن ما درحال انجام است. انجام هر واکنش را آنزیم ویژه‌ای تنظیم می‌کند. آنزیم‌ها انجام واکنش‌هایی را که لازم است صورت بگیرند، در زمان مشخصی، عملی می‌کنند.

خود، کمک می‌کنند.

۵- پروتئین‌های انتقال دهنده: نوع دیگر پروتئین‌ها هستند. هموگلوبین که پروتئینی آهن‌دار است، اکسیژن و دی‌اکسید کربن را در خون منتقل می‌کند.

۶- پروتئین‌های نشانه‌ای: مانند بعضی هورمون‌ها که بیام‌های را از بخشی از بدن به بخش دیگر می‌رسانند.

۷- آنزیم‌ها: مهم‌ترین پروتئین‌ها هستند. این مواد به واکنش‌های درون سلول‌ها سرعت می‌بخشند یا آنها را به انجام می‌رسانند.

### آنژیم‌ها مهم‌ترین ابزارهای سلول هستند

آنژیم‌ها واکنش‌دهنده‌های زیستی هستند و بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را که در سلول‌ها انجام می‌شوند، عملی می‌کنند. بدون آنزیم‌ها، واکنش‌های زیستی به اندازه‌ای آهسته صورت می‌گیرند که ادامه زندگی با این حالت، ممکن نیست.

آنژیم‌ها وظایفی را که بر عهده دارند، با کارآیی بالایی به انجام می‌رسانند. مثلاً یکی از محصولات جانبی که در سلول‌های جگر ساخته می‌شود، پراکسیدهیدروژن ( $H_2O_2$ ) است. این ماده سمتی است و بنابراین باید فوری تجزیه شود. کاتالاز آنزیمی است که

### بیش تر بدانید

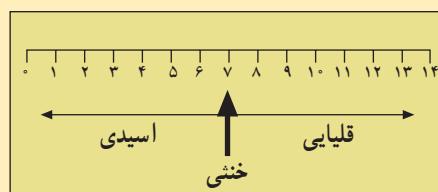
#### pH

pH نشان دهنده‌این است که یک محلول اسیدی، قلیایی، یا خنثی است. مواد ترش مزه مانند آبلیمو و سرکه اسیدی، اما محلول جوش‌شیرین در آب قلیایی است. pH همچنین میزان اسیدی یا قلیایی بودن محلول‌ها را بازگو می‌کند. مقیاس pH از صفر تا ۱۴ است:

pH ۷ خنثی است، یعنی نه اسیدی است و نه قلیایی، مانند آب خالص

pH کمتر از ۷ اسیدی است، هرقدر pH از ۷ کمتر باشد، درجه اسیدی بودن آن بیشتر است.

pH بالاتر از ۷ نشان دهنده قلیایی بودن محیط است. هرقدر pH از ۷ بیشتر باشد، قلیایی بودن آن بیشتر است.



شكل ۱-۱۲

## آنزیم‌ها و یزگی‌های متعدد دارند

آنزیم‌ها پنج یزگی دارند:

۱- بیشتر آنها پروتئینی هستند، امروزه چند آنزیم غیرپروتئینی نیز کشف شده است.

۲- عمل اختصاصی دارند، هر کدام از آنها واکنش خاصی را انجام می‌دهند.

۳- سلول از هر کدام از آنها بارها استفاده می‌کند، چون آنزیم‌ها در واکنش‌هایی که انجام می‌دهند، هیچ تغییری نمی‌کنند.

البته مقدار آنزیم، پس از تولید، رو به کاهش می‌گذارد و برای انجام همیشگی واکنشی خاص، سلول باید دائمآن را تولید کند.

۴- به تغییرات شدید دما حساس‌اند. آنزیم‌ها نیز همانند سایر پروتئین‌ها به گرما حساس‌اند و در گرمای زیاد خواص خود را از دست می‌دهند. بسیاری از آنزیم‌های بدن ما در دمای بالاتر از  $45^{\circ}\text{C}$  غیرفعال می‌شوند.

۵- به تغییرات شدید pH محیط حساس‌اند. بسیاری از آنزیم‌های درون بدن ما در محیط خنثی فعالیت دارند. محیط خنثی محیطی است که نه اسیدی باشد و نه بازی (قلیابی).

## آنزیم‌ها چگونه عمل می‌کنند

برای نشان دادن چگونگی عمل آنزیم‌ها، ساده‌ترین راه، طرحی است که در شکل ۱-۱۳ مشاهده می‌کنید.

آنزیم‌ها نیز مانند سایر پروتئین‌ها شکل سه‌بعدی و یزه‌ای دارند.

بخشی از مولکول آنزیم قالبی است برای چسبیدن به بخشی از پیش‌ماده.

آن بخش از آنزیم که به پیش‌ماده ملحاق می‌شود، جایگاه فعال نام دارد. پس از اتصال پیش‌ماده به جایگاه فعال، واکنش انجام می‌شود.

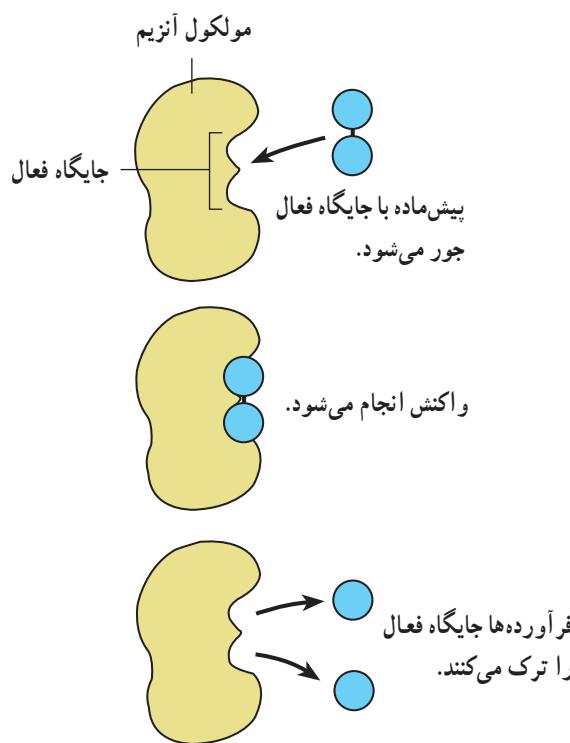
سپس پیش‌ماده که اکنون فرآورده نام دارد، از آن جدا می‌شود.

اکنون می‌توانید حدس بزنید چرا هر آنزیم واکنش خاصی را انجام می‌دهد. بخشی از مولکول آنزیم قالبی است برای مولکول

پیش‌ماده و تنها با آن جفت می‌شود. گرما و تغییرات اسیدی بودن محیط شکل سه‌بعدی آنزیم را تغییر می‌دهد و اتصال پیش‌ماده را به آن غیرممکن می‌سازد.

## می‌توان عمل آنزیم‌ها را سریع‌تر یا کندرتر کرد

هر عاملی که باعث شود که احتمال برخورد پیش‌ماده و آنزیم



شکل ۱-۱۳- چگونگی عمل آنزیم

را با یکدیگر افزایش دهد، باعث سرعت بخشیدن به عمل آنزیم می‌شود. مثلاً افزایش دما باعث افزایش سرعت عمل آنزیم می‌شود. گرما به حرکت مولکول سرعت می‌بخشد و احتمال برخورد تصادفی آنزیم را با پیش‌ماده مربوط به آن افزایش می‌دهد. البته می‌دانید که گرمای پیش از حد بر فعالیت آنزیم‌ها اثر منفی دارد.

بعضی ویتامین‌ها و مواد معدنی اتصال آنزیم را به پیش‌ماده آسان‌تر می‌کنند و بدین سان باعث افزایش سرعت انجام واکنش‌های آنزیمی می‌شوند.

از سوی دیگر بعضی سم‌ها، مانند سیانید و ارسنیک و حشره‌کش‌ها محل جایگاه فعال آنزیم‌ها را اشغال و از فعالیت آنها جلوگیری می‌کنند. اثر بعضی از سم‌ها دائمی و بعضی دیگر موقتی است. در این حالت پیش‌ماده نمی‌تواند به آنزیم متصل شود.

از آنزیم‌ها استفاده‌های زیادی می‌شود آنزیم را می‌توان از سلول‌ها استخراج کرد و مورد استفاده قرار داد. از پروتئازها، یعنی آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین‌ها و نیز لیپازها، یعنی آنزیم‌های تجزیه‌کننده لیپیدها، در پودرهای لباس‌شویی استفاده می‌شود.

**۲—آمیلازها:** نشاسته را به قندهای شیرین تبدیل می‌کند.

از این آنزیم برای تهیه آب میوه، شکلات و سایر مواد مشابه استفاده می‌کنند.

**۳—سلولاز:** سلولز موجود در مواد گیاهی را تجزیه می‌کند. برای نرم کردن مواد گیاهی و خارج کردن پوسته دانه‌ها در کشاورزی از این آنزیم استفاده می‌کنند.

**۴—کاتالاز:** برای ساختن اسفنج کاربرد دارد.

امروز آنزیم‌هایی که در خانه و صنعت کاربرد دارند، از میکروب‌ها استخراج می‌شوند. برای این کار میکروب‌ها را در بشکه‌های بزرگ و مخصوصی، کشت می‌دهند.

یکی از ویژگی‌های آنزیم‌های موجود در پودرهای لباس‌شویی آن است که این آنزیم‌ها در دمای پایین کار خود را به خوبی انجام می‌دهند، بنابراین به آب گرم نیاز ندارند. بعضی افراد به این پودرها حساسیت نشان می‌دهند.

استفاده از آنزیم‌ها در پودرهای لباس‌شویی، مثالی از کاربرد آنزیم‌ها در خانه است. از آنزیم‌ها در صنعت نیز استفاده می‌شود.

مهم‌ترین کاربردهای آنزیم‌ها در صنعت، عبارت‌اند از :

**۱—پروتئازها:** برای نرم کردن گوشت، پوست کدن ماهی، زدودن موهای روی پوست جانوران و تجزیه پروتئین‌های موجود در غذای کودکان خردسال کاربرد دارند.

### بیش تر بدانید

#### نام‌گذاری آنزیم‌ها

آنژیم‌ها معمولاً با افزوختن پسوند ... ساز به نام یا بخشی از نام ماده یا موادی که آنزیم بر آن تأثیر می‌گذارد، نام‌گذاری می‌شوند. بنابراین :

- آنزیم‌هایی که بر کربوهیدرات‌ها تأثیر می‌گذارند، کربوهیدرازها نامیده می‌شوند.

- آنزیم‌هایی که بر لیپیدها تأثیر می‌گذارند، لیپازها نامیده می‌شوند.

- آنزیم‌هایی که بر پروتئین‌ها تأثیر می‌گذارند، پروتئازها نامیده می‌شوند.

هر یک از سه گروه عمده آنزیم‌ها، یعنی کربوهیدرازها، لیپازها و پروتئازها دارای آنزیم‌هایی هستند که بر مواد خاصی اثر می‌گذارند. مثلاً آمیلاز نوعی کربوهیدراز است که واکنش تجزیه‌ی نشاسته (آمیلوز) را به مالتوز تسهیل می‌کند و مالتاز نوعی کربوهیدراز است که واکنش تجزیه‌ی مالتوز به گلوكز را تسهیل می‌کند.

### فعالیت ۱-۳



#### کدام نوع پودرهای لباس‌شویی مناسب‌ترند

آزمایشی طراحی کنید که اثر پودرهای لباس‌شویی بدون آنزیم و پودرهای لباس‌شویی دارای آنزیم را بر لکه‌های روی لباس‌ها، مورد مقایسه قرار دهد.

از درستی مقایسه‌ای که انجام خواهید داد، مطمئن شوید. قبل از شروع آزمایش طرح خود را با معلم‌مان در میان بگذارید و سپس در صورت تأیید، آن را انجام دهید. گزارش کاملی از کار خود را به معلم ارائه دهید.

### فعالیت ۱-۴



یک آنزیم صنعتی به یکی از دو روش زیر با ماده اولیه در تماس قرار می‌گیرد. در روش نخست، محلولی از آنزیم ساخته و سپس با محلول ماده اولیه مخلوط می‌شود. در روش دوم، مولکول‌های آنزیم به طور دائمی به سطح ثابتی مانند ذرات پلاستیک متصل می‌شوند و سپس آن‌ها را در محلول ماده اولیه قرار می‌دهند.

— فکر می‌کنید از سطح ثابت به چه منظوری استفاده می‌شود؟

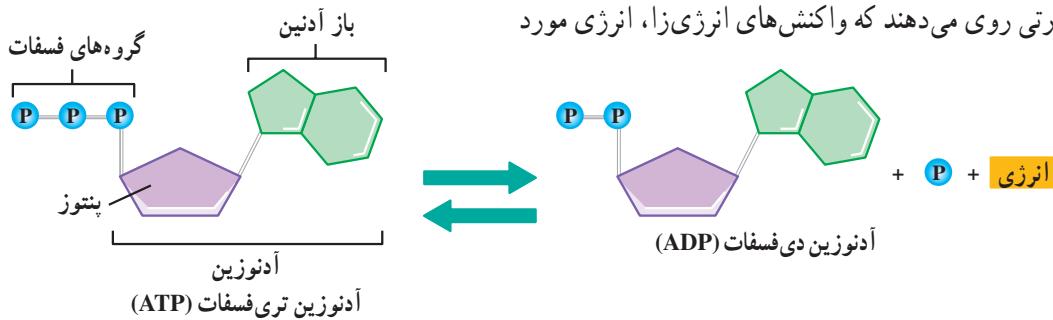
مجموعه اکنش‌هایی که درون سلول‌ها انجام می‌شود، نیاز آنها را فراهم کنند. متابولیسم نام دارد

### ATP انرژی را ذخیره و آزاد می‌کند

بخشی از انرژی‌ای که در واکنش‌های انرژی‌زا آزاد می‌شود، به صورت گرمای درمی‌آید، اما بخش دیگر آن برای تولید موادی که می‌توانند انرژی را در خود ذخیره و در موقع لزوم آن را آزاد کنند، مصرف می‌شود. ATP یا آدنوزین تری‌فسفات چنین ماده‌ای است.

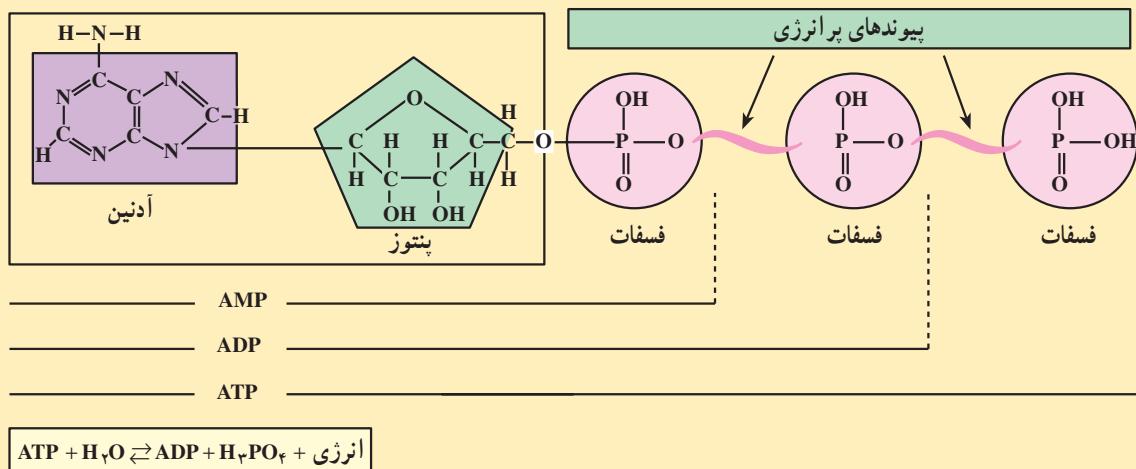
مولکول آدنوزین تری‌فسفات از دو بخش تشکیل شده است. بخشی از آن که آدنوزین نام دارد، خود از یک مولکول پنتوز و یک مولکول آدنین ساخته شده است. آدنین نوعی باز آلی است که در ساختار نوکلئوتیدها شرکت دارد و با علامت A نشان داده می‌شود (کتاب علوم زیستی سال اول). بخش دیگر ATP از سه مولکول فسفات ساخته شده است

نحوه تولید و مصرف ATP در سلول‌ها به شرح زیر است :



شکل ۱۴-۱- تولید و مصرف ATP

### بیشتر بدانید



شکل ۱۵-۱- ساختار ATP، ADP و AMP

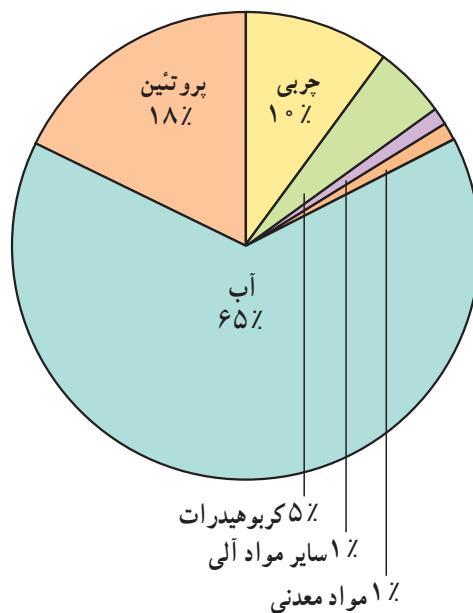
در هر لحظه، درون هر سلول زنده هزاران واکنش، همزمان با یکدیگر در حال انجام هستند. به مجموع این واکنش‌ها متابولیسم یا سوخت‌وساز می‌گویند. ساختن و تجزیه مواد، از واکنش‌های متابولیسمی هستند. بیشتر واکنش‌های متابولیسمی با کمک آنزیم‌ها انجام می‌شوند. بعضی واکنش‌های متابولیسمی به انرژی احتیاج دارند. به چنین واکنش‌هایی انرژی خواه می‌گویند. ساخته شدن مولکول‌های پلی مراز مونومرها انرژی خواه است. فتوسنتز یک واکنش انرژی خواه است.

بعضی دیگر از واکنش‌های متابولیسمی انرژی‌زا هستند. یعنی هنگام انجام شدن مقداری انرژی آزاد می‌کنند. واکنش‌هایی مانند سنتز آبدهی انرژی خواه هستند. انتقال بعضی مواد در بخش‌های مختلف سلول، یا تبادل آنها بین سلول و محیط پیرامون نیز انرژی خواه است. واکنش‌های انرژی خواه در صورتی روی می‌دهند که واکنش‌های انرژی‌زا، انرژی مورد

**فعالیت ۵-۱**

بدن شما از چه ساخته شده است

- ۱- خودتان را وزن کنید و وزن خود را به کیلوگرم یادداشت کنید.
- ۲- به شکل زیر توجه کنید. در این شکل نسبت مواد مختلفی را که در بدنه یک انسان وجود دارند، نشان می‌دهد. فرض کنید در صد مواد تشکیل دهنده بدنه شما نیز مشابه مقادیری است که در این شکل نشان داده شده‌اند.
- ۳- مقدار مواد مختلف تشکیل دهنده بدنه خود را محاسبه کنید.



شکل ۱-۱۶- درصد مواد تشکیل دهنده بدنه

**خود آزمایی ۵-۱**

- ۱- پروتئین‌ها چه کارهایی را انجام می‌دهند؟
- ۲- آنزیم‌ها از نظر محل اثر خود، به چند گروه تقسیم می‌شوند؟ نام ببرید.
- ۳- ویژگی مشترک آنزیم‌ها کدام است؟
- ۴- چرا آنزیم‌ها عمل اختصاصی دارند؟
- ۵- پیوند پپتیدی بین چه مولکول‌هایی برقرار می‌شود؟
- ۶- پلی‌پپتید چیست؟
- ۷- منظور از متابولیسم چیست؟
- ۸- واکنش‌های انرژی خواه، کدام‌اند؟
- ۹- انرژی واکنش‌های انرژی خواه چگونه تأمین می‌شود؟
- ۱۰- انرژی چگونه در ATP ذخیره و آزاد می‌شود؟

## فعالیت ۱۶



میکروب‌ها با ترشح آنزیم‌های خارج‌سلولی از مواد غذایی استفاده می‌کنند.

**مواد لازم:** ۱- یک عدد ظرف پتری سترون با گنجایش ۱۵ تا ۲۰ میلی‌لیتر محلول ۲٪ درصد نشاسته که به آگار سترون اضافه شده است.

۲- یک گرم خاک خشک که از عمق ۱۰ سانتی‌متری باغچه برداشته‌اید.

۳- مقداری محلول یُددار (یک گرم بلور یُد و ۲ گرم یُدید پتانسیم که در ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطور حل شده‌اند)

۴- ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطور سترون

۵- یک عدد سواب سترون پنهانی

**روش کار:** یک گرم خاک خشک را در ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطور استریل بریزید و بهم بزنید، تا کاملاً با آب مخلوط شود. سواب را به خاک آغشته کنید و مطابق شکل روی آگاری که در ظرف پتری قرار دارد، بکشید. تاریخ شروع آزمایش را روی در ظرف پتری بنویسید و ۲ تا ۳ روز آن را در دمای ۳۰°C قرار دهید.

پس از آن، بادقت، مقداری محلول یُددار را بر سطح ظرف پتری بریزید، به‌طوری که سطح آن را به‌طور کامل تا عمق یک میلی‌متر پوشاند.

- آنچه مشاهده می‌کنید شرح دهید. چرا این اتفاق افتاده است؟



۲

یک ظرف پتری دارای نشاسته و آگار تهیه کنید.



۱

یک گرم خاک را در ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطور بریزید.



۴

ظرف را به مدت ۲ تا ۳ روز در دمای حدود ۳۰°C قرار دهید.



۳

خاکی را که در آب معلق شده است به درون یک ظرف پتری منتقل کنید.



۵

محلول یُددار را روی محیط کشت  
بریزید و نتیجه را مشاهده کنید.

شکل ۱۷- جستجوی آمیلاز در میکروب‌های خاک

## فعالیت ۷\_۱



- ۱- چه عواملی به ایجاد گوناگونی جانداران کمک می کنند؟
- ۲- بین اتم های موجود در مولکول های آلبی ممکن است یک یا چند پیوند برقرار باشد. به تصاویر مربوط به مولکول های آلبی این فصل دقت کنید و تعداد این پیوندها و نیز نوع عناصر مربوطه را پیدا کنید.
- ۳- مثال هایی غیر زیستی برای مونومر و پلیمر پیدا کنید.
- ۴- دو واکنش هیدرولیز و سنتز آب دهی را با استفاده از جدولی دو ستونی، با یکدیگر مقایسه کنید.
- ۵- چرا لیپیدها را که از نظر ویژگی ها با یکدیگر تفاوت های بسیاری دارند، در یک گروه جای می دهند؟
- ۶- اصطلاحات زیر را توضیح دهید : الف. جایگاه فعال آنزیم ب. تخصصی بودن کار آنزیم
- ۷- ۵۱ آمینواسید با واکنش سنتز آب دهی با یکدیگر ترکیب شده اند و یک پلی پپتید به وجود آورده اند. در این واکنش ها چند مولکول آب آزاد شده است؟
- ۸- در شکل زیر دو نوع تری گلیسرید نشان داده شده است. تعیین کنید گوارش کدام یک آسان تر است. چرا؟

