درسنامه سوم

ستاد توسعه زیست فناوری

مولکول های زیستی

کارسوق ایده پردازی (دانش پژوهی) مهندسی

ویژه دانش آموزان متوسطه اول مدارس

استعدادهای درخشان تابستان ۹۹

برای کسب اطلاعات بیشتر به کد QR زیر مراجعه کنید:

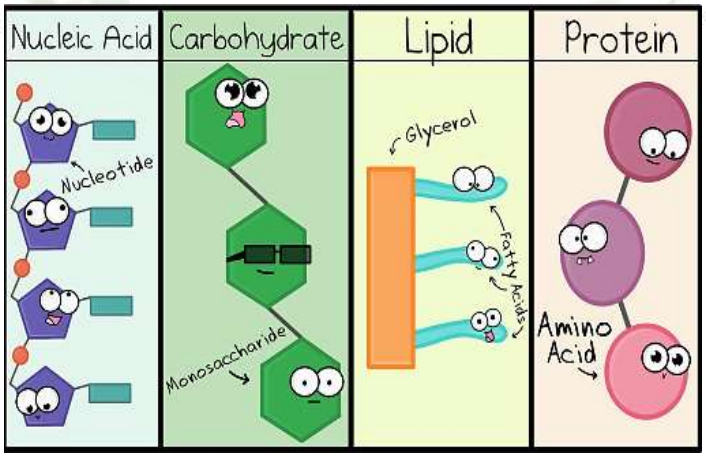
پویا پژوهان بسپار

بسم الله الرحمن الرحیم

بعد از آشنایی اولیه با سلول و اجزاء اصلی آن در جزوه سلول‌ها، در این جزوه قرار است اطلاعاتی در مورد برخی از مولکول‌های ساخته شده توسط سلول‌ها کسب نماییم.

به مولکول‌هایی که توسط یک موجود یا سامانه زنده ساخته می‌شود زیست‌مولکول[1] گفته می‌شود. این مولکول‌ها شامل درشت مولکول‌هایی[2] مانند پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، نوکلئیک اسیدها و چربی‌ها و همچنین ریزمولکول‌هایی که در فعل و انفعالات مختلف سلول همچون سوخت و ساز سلولی و تقسیمات سلولی حضور دارند، می‌باشند.

در اکثر درشت‌مولکول‌ها، ابتدا تعداد کمی از اتم‌ها با پیوند با یکدیگر، ریزمولکولی را ایجاد می‌کنند که نام مخصوص به خود را دارد. در مرحله بعد این ریزمولکول به عنوان زیرواحد، به دیگر ریزمولکول‌هایی از خانواده‌ی خودش متصل شده و درشت‌مولکول مورد نظر را به وجود می‌آورند. کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلوئیک از جمله این درشت مولکول‌ها بوده و زیرواحدهای سازنده آنها به ترتیب منوساکارید، اسید آمینه و نوکلئوتید نام دارند. گروه دیگر درشت‌مولکول‌ها لیپیدها (چربی‌ها) می‌باشند که از اتصال ریزمولکول‌هایی از خانواده‌های مختلف ایجاد می‌شوند.



شکل ۱ : تصویری شماتیک از درشت مولکول‌های مختلف زیستی و زیرواحدهای تشکیل دهنده آنها

[1] . Biomolecule
[2] . macromolecule

کربوهیدرات‌ها (قندها)

کربوهیدرات‌ها به عنوان فراوان‌ترین گروه از مولکول‌های موجود در موجودات زنده بوده و چون از کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده‌اند به آنها کربوهیدرات می‌گویند.

کربوهیدرات‌ها به عنوان یک منبع مهم انرژی هم در گیاهان و هم در جانوران می‌باشند. البته این مولکول‌ها در گیاهان علاوه بر منبع انرژی عملکرد ساختاری نیز دارند. این مولکول‌ها به سه دسته مونوساکاریدها (مولکول‌هایی با یک زیرواحد)، دی ساکاریدها (کربوهیدرات‌هایی با ۲ زیرواحد) و پلی ساکاریدها (کربوهیدرات‌هایی تشکیل شده از زنجیره‌ای از مونوساکاریدها) تقسیم می‌شوند.

مونوساکاریدها (تک قندی ها) ساده‌ترین کربوهیدرات و زیرواحد سازنده دیگر کربوهیدرات‌ها هستند. گلوکز و فروکتوز که هر دو دارای ۶ اتم کربن هستند و ریبوز و دئوکسی ریبوز که دارای ۵ اتم کربن هستند از جمله مونوساکاریدها می‌باشند.

دی ساکاریدها یا دو قندی‌ها از اتصال دو مونوساکارید بدست می‌آیند. از جمله دی‌ساکاریدها میتوان به مالتوز (قند جوانه جو)، لاکتوز (قند شیر که از اتصال گلوکز و گالاکتوز ایجاد می‌شود) و ساکارز (قند شکر که از اتصال فروکتوز و گلوکز ایجاد می‌شود) اشاره نمود.

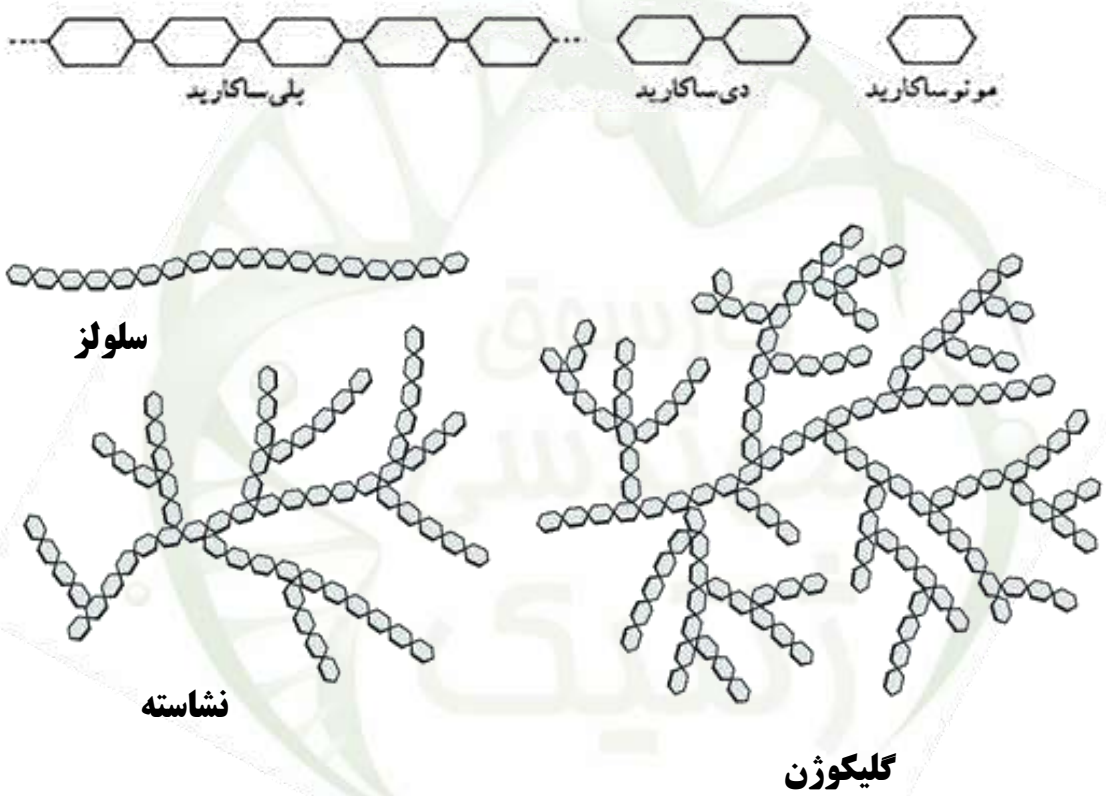
از اتصال تعداد زیادی مونوساکارید به هم، پلی‌ساکاریدها به وجود می‌آیند. بزرگترین منبع ذخیره‌ای قندها در بدن جانوران پلی‌ساکاریدِ گلیکوژن و در گیاهان پلی‌ساکاریدِ نشاسته می‌باشد. نشاسته که در محصولاتی سیب زمینی، گندم و برنج به وفور یافت می‌شود، از بهم پیوستن مونوساکاریدها به اشکال مختلف حاصل شده و در طی فرآیند گوارش مجددا به مونوساکاریدها تبدیل می‌شود. گلیکوژن تنها شکل ذخیره انرژی به صورت کربوهیدرات در بدن انسان است. درصورتیکه فردی گرسنه باشد و غذا نخورد، قند خون مورد نیاز آن توسط گلیکوژن تأمین می‌شود. گلیکوژن موجود در ماهیچه‌ها، نیازهای عضلانی او را تأمین می‌کند.

نکته

فرم کربوهیدرات	مثال کربوهیدرات	مثالی از کاربرد در گیاهان	مثالی از کاربرد در جانوران
مونوساکارید	**گلوکز گالاکتوز فروکتوز**	فروکتوز به عنوان یک ترکیب در میوه-ها باعث شیرین شدن آنها می‌شود. شیرین شدن میوه‌ها باعث ترغیب حیوانات مختلف به خوردن میوه‌ها شده و در نتیجه دانه داخل میوه‌ها پراکنده می‌شود.	گلوکز به عنوان منبع مورد استفاده برای تنفس سلولی و تولیدکننده انرژی بوده که با مصرف غذاهای حاوی کربوهیدرات‌ها تامین می‌شود.
دی‌ساکارید	**مالتوز لاکتوز ساکارز**	بخشی از ساکارز در گیاهان به عنوان منبع انرژی بوده و بخشی از آن از برگ‌ها به بافت‌های ذخیره‌ای گیاهان منتقل می‌شود.	لاکتوز دی‌ساکاریدی است که در شیر موجود بوده و نقش تولید انرژی برای نوزادان شیرخوار در پستانداران را ایفا می‌کند.
پلی‌ساکارید	**نشاسته گلیکوژن سلولوز**	سلولوز به عنوان یک ترکیب ساختاری در دیواره سلولی در سلول‌های گیاهی بوده و نشاسته به عنوان یک ماده غذایی استفاده می‌شود.	گلیکوژن به عنوان کربوهیدرات ذخیره‌ای در جانوران بوده که در بافت‌های کبد و ماهیچه‌ها یافت می‌شود.

مثال‌هایی از کربوهیدرات‌ها و نقش‌های آنها

سلولز نوع دیگری از پلی‌ساکاریدها بوده که تنها در گیاهان تولید شده و در ساخت دیواره سلولی نقش به سزایی دارد.



شکل ۲ : تصویری شماتیک از ساختار کربوهیدرات‌های مختلف

در روده پستانداران گیاه‌خوار آنزیمی برای تجزیه سلولز وجود ندارد.

فکر می‌کنید تجزیه سلولز در دستگاه گوارش آنها چطور انجام می‌شود؟

لیپیدها (چربی ها)

لیپیدها دسته دیگری از مولکول‌های زیستی هستند که در تمامی سلول‌ها یافت می‌شوند و دارای قدرت حل شدن بسیار کمی در آب هستند ولی در حلال‌های آلی مانند اتر، کلروفرم، بنزن و... به خوبی حل می‌شوند و در واقع ویژگی همه آنها آب گریز بودن (از محیط آبی فرار می‌کنند) است. از نظر ساختاری ، لیپیدها در مقایسه با سایر درشت مولکول‌های زیستی کوچک‌ترند.

لیپیدها نیز به عنوان یک منبع انرژی در گیاهان و جانوران مطرح می‌باشند. لیپیدهای ذخیره‌ای در جانوران به صورت جامد بوده و معمولا به عنوان چربی[3] شناخته می‌شوند در حالیکه لیپیدهای ذخیره‌ای در گیاهان به صورت مایع بوده و به عنوان روغن[4] شناخته می‌شوند. انرژی آزادشده از لیپیدها در مقایسه با هیدرات‌های کربن بیش از ۲ برابر می‌باشد.

لیپیدها علاوه بر منبع انرژی، نقش ساختاری و محافظتی نیز دارند. برای مثال در ساختار غشاهای سلولی برخی از لیپیدها (فسفولیپیدها) نقش مهمی ایفا می‌کنند. همچنین تجمع برخی لیپیدها در زیر پوست، لایه محافظتی ای را در مقابل حرارت و ضربه بوجود می‌آورند.

لیپیدها به دستجات مختلفی مانند اسیدهای چرب، تری گلیسریدها، فسفولیپیدها و ... تقسیم می‌گردند.

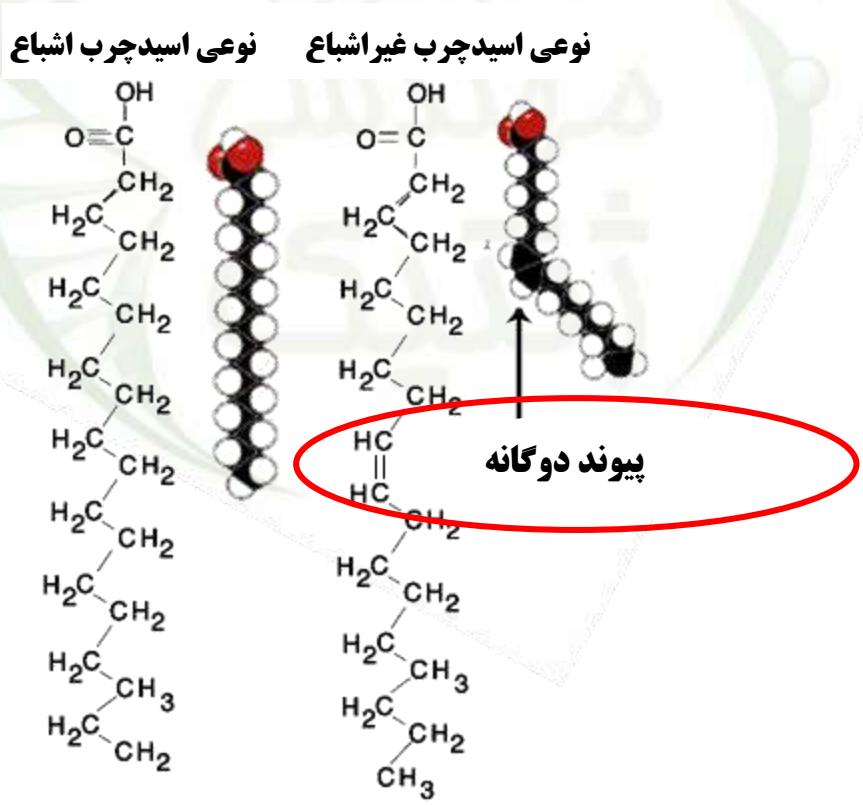
به دلیل نیمه‌هادی بودن، لیپیدها وسیله مناسبی برای حفاظت موجودات خونگرم در مقابل سرمای قطب‌ها به شمار می‌آیند.

بافت چربی ۱۰ سانتی‌متری زیر پوست خرس قطبی آنچنان گرمای بدن خرس را حفظ می‌کند که در تصویربرداری فروسرخ تقریبا ناپیدا هستند.

[3] . fat
[4] . oil

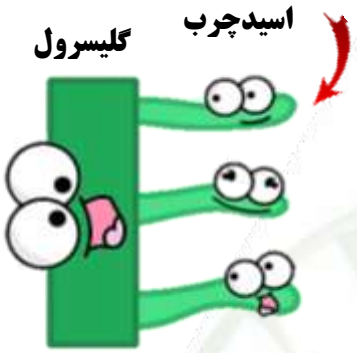
اسیدهای چرب

اسیدهای چرب از یک زنجیره هیدروکربنی خاص تشکیل شده‌اند. با توجه به تعداد مولکول کربن موجود در این زنجیره، اسیدهای چرب متفاوتی وجود دارد. اسیدهای چرب از نظر نوع پیوند کربن به کربن نیز با یکدیگر متفاوت هستند. در برخی از آنها بین کربن‌های اسیدچرب یک پیوند وجود داشته که به آنها اسیدهای چرب اشباع می‌گویند اما در مواردی بین برخی اتم‌های کربن پیوندهای دوگانه وجود دارد که به آنها اسیدهای چرب غیر اشباع می‌گویند.



شکل ۳ : تصویری از ساختار اسیدهای چرب مختلف

تری گلیسریدها



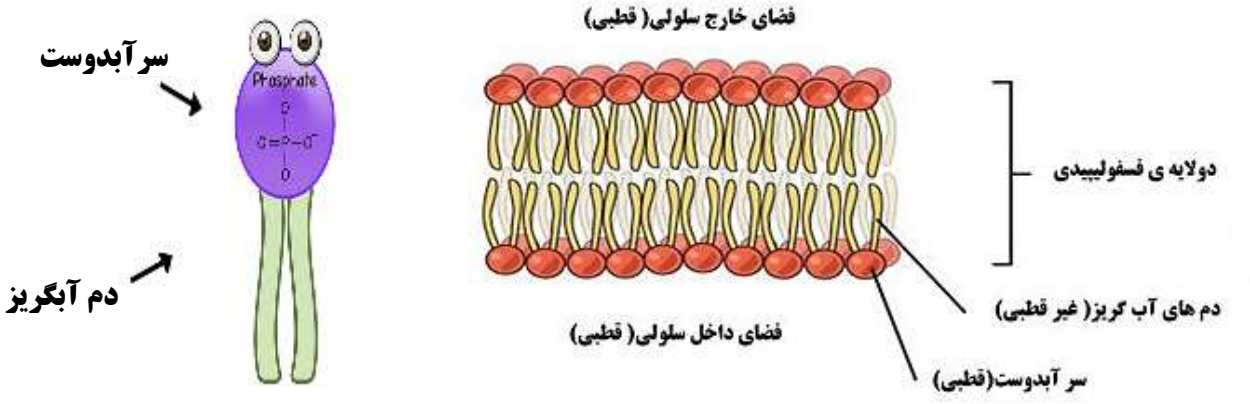
مهمترین شکل ذخیره‌ای لیپیدها تری‌گلیسیریدها هستند که در سلول-های جانوری و گیاهی به صورت ذرات چربی وجود دارند. انرژی حاصل از سوختن تری‌گلیسریدها چند برابر انرژی حاصل ازسوختن قندها یا پروتئین‌ها می‌باشد. تری گلیسریدها از ترکیب سه مولکول اسید چرب و یک مولکول گلیسرول تشکیل می‌شوند.

شکل ۴ : تصویری از ساختار تری‌گلیسرید

فسفولیپیدها

برخلاف تری گلیسریدها که ذخیره‌ای هستند، فسفولیپیدها ترکیبات ساختاری می‌باشند. غشای پلاسمایی و غشای اندامک‌های سلولی از فسفولیپید ساخته شده‌اند. فسفولیپیدها از نظر ساختاری شامل یک سر آب دوست و یک دم آب گریز هستند.

در ساختار غشای پلاسمایی، دولایه از مولکول‌های فسفولیپیدی در کنار هم قرار می‌گیرند به گونه ای که دم های آب گریز برای دور بودن از محیط آبی فضای داخلی و خارجی سلول، به سمت هم جذب می‌شوند و سرهای آب دوست هم به سمت خارج می‌باشند.



شکل ۵ : تصویری شماتیک از ساختار فسفولیپید(سمت چپ) و غشای سلولی (**سمت راست**)

پروتئین‌ها

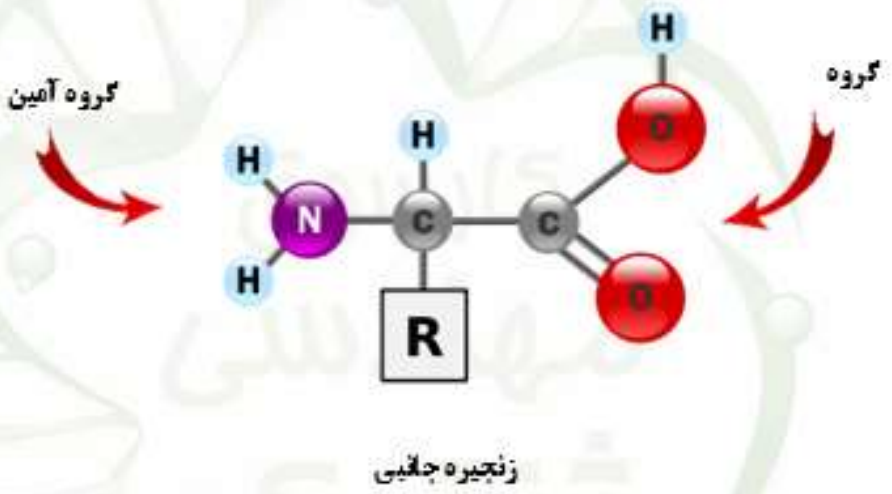
پروتئین‌ها یکی دیگر از درشت‌مولکول‌های زیستی هستند که از زیرواحدهایی به نام اسیدآمینه ساخته شده‌اند. این مولکول‌ها در بسیاری از اعمال بدن موجود زنده از جمله حرکت اندام‌ها و مکانیسم‌های دفاعی در برابر مواد خارجی، نقش مهمی دارند. به عنوان مثال پروتئین ضروری‌ترین عنصر در ساختمان ماهیچه محسوب شده و بدون آن بدن نمی‌تواند ماهیچه سازی کند.

از مهم‌ترین منابع غذایی پروتئینی می‌توان گوشت قرمز، گوشت سفید مانند مرغ و ماهی، تخم مرغ و فرآورده‌های لبنی مانند شیر، پنیر، ماست را نام برد. سویا، نخود فرنگی، و حبوباتی مانند لوبیا چیتی و ماش، غلاتی مانند گندم و مغزهای خوراکی مانند پسته، بادام و گردو نیز جزء منابع پروتئینی گیاهی می‌باشند.

می‌توان گفت تقریباً برای هر فعالیتی در بدن انسان پروتئین‌ها لازم و ضروری می‌باشند. پروتئین‌ها در خون شما گردش می‌نمایند، از بافت‌های شما ترشح می‌شوند و در پوست و موهای شما حضو دارند. پروتئین‌ها مواد تشکیل دهنده اصلی ساختارهای حیات از رشته‌های ابریشم تا شاخ گوزن می‌باشند.

پروتئین‌ها مانند یک تسبیح طولانی بوده که اسیدهای آمینه حکم دانه‌های آن تسبیح را دارند. در ساختمان پروتئین‌ها، تعداد ۲۰ نوع اسید آمینه استاندارد با شکل، اندازه و ویژگی‌های خاص خود وجود دارد.

هر اسید آمینه دارای یک اتم کربن مرکزی بوده که یک اتم هیدروژن (H)، یک گروه آمین ($-NH_2$)، یک گروه کربوکسیل (-COOH) و یک زنجیره جانبی (R) به آن متصل می‌باشد.



شکل ۶: ساختمان کلی یک اسید آمینه

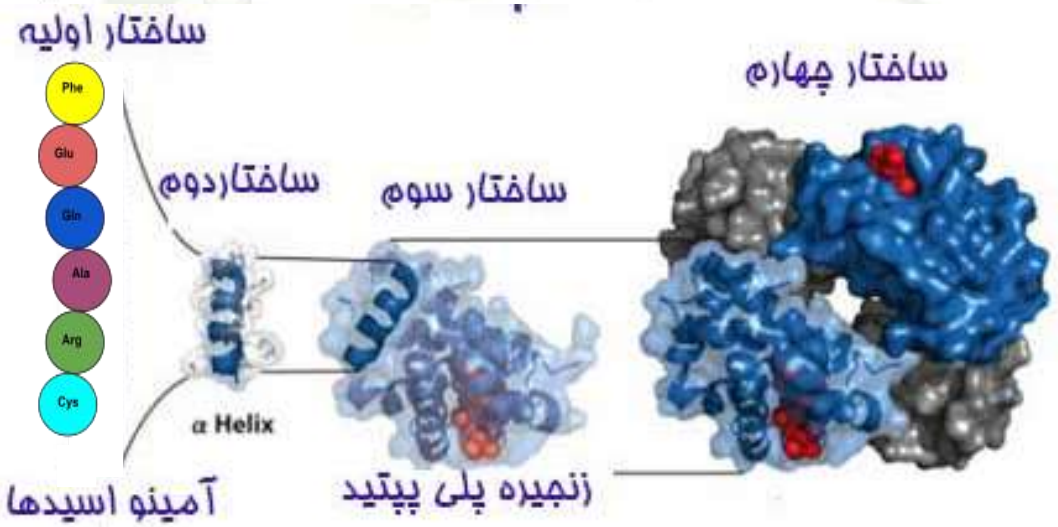
با توجه به گروه‌های شیمیایی تشکیل دهنده زنجیره جانبی ۲۰ نوع اسید آمینه استاندارد مختلف که سازنده پروتئین‌ها می باشند ایجاد می‌گردند. به عبارت دیگر زبان پروتئین از ۲۰ حرف تشکیل شده که با استفاده از آنها می‌توان کلمات زیادی ساخت. تعداد اسیدهای آمینه و ترتیب قرار گرفتن آنها باعث ایجاد پروتئین‌های مختلف می‌شود. هر پروتئین دارای توالی اختصاصی از اسیدهای آمینه می‌باشد. در برخی موارد ممکن است تعداد اسیدهای آمینه تشکیل دهنده دو پروتئین با یکدیگر یکسان باشد اما اختلاف در ترتیب قرار گرفتن اسیدهای آمینه آن دو سبب ایجاد تفاوت در ویژگی‌های منحصر به فرد هر پروتئین می‌شود.

زنجیره اسید آمینه‌ای پس از تشکیل، مستقیم و خطی باقی نمانده، بلکه پیچ وتاب خورده و با تشکیل برخی پیوندهای شیمیایی درون مولکولی ساختار خاصی را به خود می‌گیرد. براساس تغییراتی که در رشته اسیدآمینه ایجاد می‌شود برای پروتئین‌ها ۴ ساختار مختلف وجود دارد.

انواع ساختار پروتئین‌ها

قرار گرفتن اسیدهای امینه پشت سرهمدیگر که به صورت یک زنجیر به هم متصل شده اند، ساختار نوع اول را میسازند. زنجیره ی اسیدهای آمینه که براثر چرخش و اتصالات خاصی بین امینواسیدهای یک زنجیره، به شکل مارپیچ در می‌آیند، ساختار نوع دوم است. ایجاد حالت سه بعدی که پروتئین بعد از پیچش به خود می‌گیرد، ساختار سوم ایجاد می‌شود و از قرارگیری چند زنجیره پروتئین در کنار هم نیز ساختار چهارم ایجاد می‌شود.

(اگه فیلم سلول رو با دقت مشاهده کرده باشید الان میدانید که تغییرات رخ داده در ساختار پروتئین در چه بخش‌هایی از سلول رخ می‌دهد.)



شکل ۷ : ساختارهای مختلف پروتئین

نمونه‌هایی از پروتئین‌های خاص

تارهای عنکبوت و رشته‌های ابریشم از پروتئین محکم و انعطاف پذیری به نام «فیبروئین» (Fibroin) ساخته شده‌اند. تار عنکبوت قوی‌تر از یک رشته فولادی با قطر برابر با آن و با کشسانی بسیار بیشتر می‌باشد. دانشمندان امیدوار به ساخت جلیقه ضد گلوله و مفاصل مصنوعی با استفاده از تارهای عنکبوت می‌باشند.

کرمِ شب‌تاب حشره‌ای می‌باشد که از خود نور منتشر می‌کند. این نور حاصل فعالیت پروتئینی به نام «لوسیفراز» (Luciferase) است.

پروتئین فلورسنت سبز یا GFP پروتئینی دارای ۲۳۸ اسید آمینه است که نخستین بار از نوعی عروس دریایی به دست آمده است. این پروتئین که زیر تابش فرابنفش از خود نور سبز ساطع می‌کند به عنوان ابزاری مهم در آشکارسازی فرایندهای گوناگون در زیست‌شناسی به کار می‌رود. جایزه نوبل شیمی سال ۲۰۰۸ به کاشفان این پروتئین داده شد.

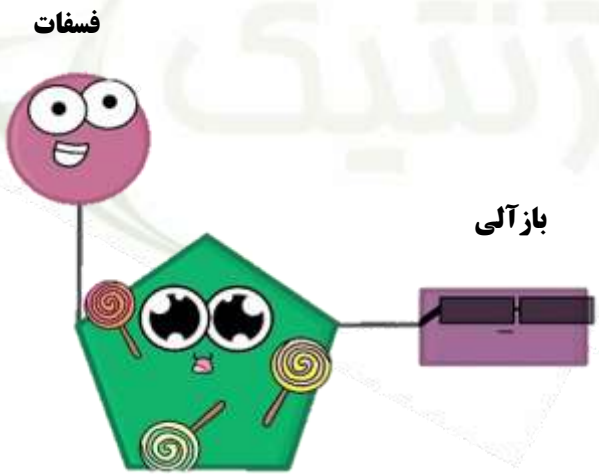
اسید نوکلئیک‌ها

اسید نوکلئیک‌ها دسته دیگری از درشت‌مولکول‌های زیستی هستند که وظیفه ذخیره اطلاعات ژنتیکی (اساسی ترین اطلاعات حیات) را در سلول بر عهده دارند. اسیدهای نوکلئیک در همه جانداران یافت می‌شوند و جایگاه آنها در هسته و سیتوپلاسم سلول است.

زیرواحد تشکیل دهنده اسیدهای نوکلئیک مولکولی به نام نوکلئوتید می‌باشد. در واقع اسیدهای نوکلئیک زنجیره‌های طویلی هستند که از به هم پیوستن نوکلئوتیدها حاصل می‌شوند.

نوکلئوتیدها خود دارای سه زیرواحد می‌باشند.

۱. قند پنج کربنه (پنتوز)، که خود بر دو نوع ریبوز و دئوکسی ریبوز می‌باشد.
۲. باز آلی نیتروژن‌دار حلقوی که بر پنج نوع آدنین (A)، گوانین (G)، سیتوزین (C)، تیمین (T) و یوراسیل (U) می‌باشد.
۳. گروه فسفات



شکل ۸ : اجزاء تشکیل دهنده یک نوکلئوتید

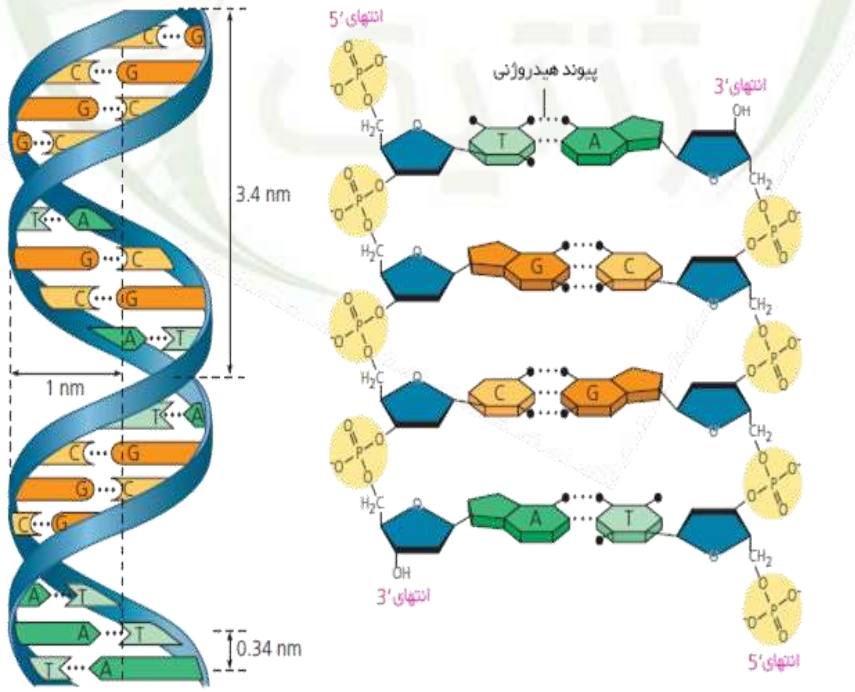
اسیدهای نوکلئیک دو نوع هستند :

آرانآ (RNA) و دی‌انآ (DNA)؛ DNA به طور عمده در هسته سلول یافت می‌شود در حالی که RNA به طور عمده در سیتوپلاسم و خارج از هسته دیده می‌شود.

پشت سر هم قرار گرفتن نوکلئوتیدها باعث ایجاد رشته پلی‌نوکلئوتیدی می‌شود که ساختار اول DNA است.

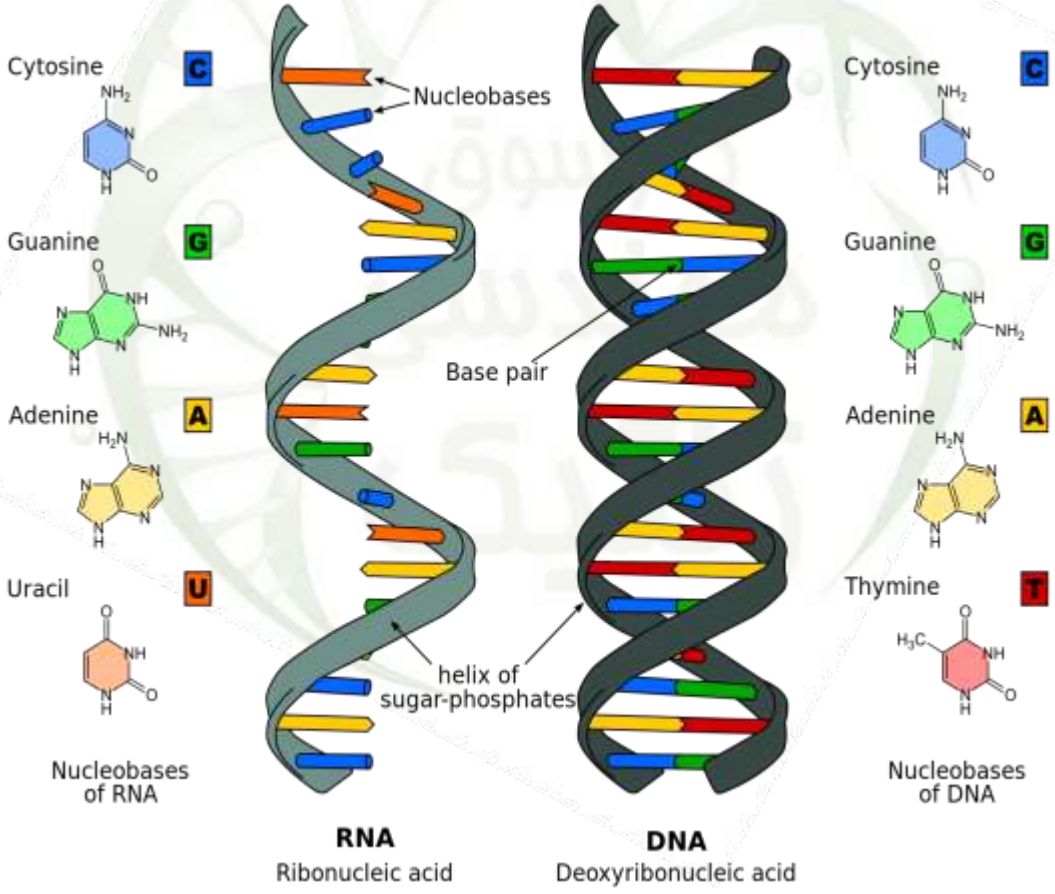
ساختار دوم DNA یک مارپیچ دوگانه است که در آن دو رشته DNA به یکدیگر پیچ خورده و از طریق پیوندهای هیدروژنی بین بازهای یک رشته و بازهای رشته دیگر به هم متصل شده‌اند. اتصال رشته‌ها به گونه‌ایست که بازهای A و T با هم و بازهای C و G نیز با هم تشکیل پیوند می‌دهند.

به عبارت دیگر DNA یک مولکول دورشته‌ای شبیه نردبان است که به طور مارپیچ حول یک محور فرضی پیچ می‌خورد. پله‌های این نردبان را بازهای آلی و دوپایه آن را گروه‌های فسفات و قند تشکیل می‌دهند.



شکل ۹ : مولکول DNA، سمت راست ساختار اول DNA که از اتصال نوکلئوتیدها به یکدیگر ایجاد می‌شود (به چگونگی اتصال بازها به یکدیگر دقت کنید)؛ سمت چپ: ساختار نردبانی مارپیچ DNA

برخلاف DNA مولکول RNA به صورت تک‌رشته‌ای بوده و فقط در برخی از انواع آن در محل‌های خاصی پیوندهای هیدروژنی در داخل یک رشته ایجاد می‌شود. یکی دیگر از اختلافات RNA با مولکول DNA در این است که به جای باز تیمین در RNA باز یوراسیل قرار دارد.



شکل ۱۰ : سمت راست مولکول دورشته‌ای DNA و نوکلئوتیدهای تشکیل دهنده آن، سمت چپ: مولکول تک رشته‌ای RNA و نوکلئوتیدهای تشکیل دهنده آن

در حالیکه DNA در بیشتر موجودات نقش مادهٔ ژنتیکی را بازی میکند، RNA دارای نقش‌های متفاوتی است در برخی ویروس‌ها به عنوان مادهٔ ژنتیکی می‌باشد اما بزرگترین گروه از مولکول‌های RAN بعنوان یک مولکول حدواسط برای انتقال اطلاعات از مولکول‌های DNA برای ساخت مولکول پروتئین می‌باشند. گروه‌های دیگر این مولکول نیز در ساخت پروتئین نقش دارند.

- **تحقیق کنید DNA به غیر از هسته در چه بخش‌هایی از سلول‌های یوکاریوتی وجود دارد.**
- **در مورد انواع مولکول RNA و نقش آنها در فعالیت‌های سلول جستجو کنید.**

بسپار را در شبکه های اجتماعی دنبال کنید
@basparmedia