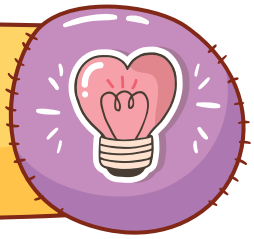


بخش۱: مولکول های زیستی

مواد به دو دسته ی **مواد معدنی و مواد آلی** تقسیم می شوند. **مواد کربن داری که در سلولها ساخته می شوند مواد آلی نام دارند.** دقت داشته باشید که هر ماده ی کربن داری که در داخل سلول ساخته شود **لزوما ماده ی آلی نمی باشد!** مثلا **دی اکسید کربن** در سلولها تولید می شود ولی **ماده ی آلی نمی باشد**. مولکول های آلی **بر اساس اندازه شان** به ۲ دسته ی **کوچک مولکولها و درشت مولکول ها** تقسیم بندی می شوند که خود اینها تقسیم بندی هایی دارند:

کوچک مولکول ها ⟵ مونوساکاریدها ، اسیدهای چرب ، تری گلیسرید ها ، فسفولیپیدها ، استروئیدها ، آمینواسیدها ، نوکلئوتیدها، ویتامین ها و....

درشت مولکول ها ⟵ موادی هستند که از **الحاق مواد کوچک تر** بوجود می آیند. گروهی از درشت مولکول ها، **پلیمر** می باشند. **پلی مر** یا به قول کتاب درسی **بسپار**، از اتصال **چندین مونومر(تک پار) کم و بیش یکسان** به وجود می آید. برای مثال گلیکوژن(پلی ساکارید ذخیره ای در کبد و ماهیچه ها) و یا سلولز(پلی ساکارید موجود در دیواره سلول های گیاهی) که از واحدهای تکراری مشابه گلوکز(نوعی مونومر) ساخته شده اند **پلی مر(بسپار)** محسوب می شوند و در این دو پلی مر، **تمام مونومرها از گلوکز** می باشد. بذارید یه مثال دیگه بزنم. یک پروتئین مثل پپسینوژن رو در نظر بگیرید. در ساختار پپسینوژن تعداد زیادی **آمینواسید** وجود دارد و **این آمینواسیدها کم و بیش به هم شبیه اند.** در واقع در ساختار این پروتئین، **چندین نوع آمینواسید** دیده می شود منتهی همه مونومرها از نوع مونومر آمینواسیدی هستند. پس **بسپارها، از اتصال چندین تک پار کم و بیش یکسان حاصل شده اند.**

در بدن ما انسان ها ۴ نوع مولکول زیستی وجود دارد که در بخش های مختلف کتاب درسی با اون ها آشنا میشیم و در موردشون مطالب مختلفی می خونیم. این مولکول های زیستی عبارتند از:

۱ **کربوهیدرات ها** ۲ **لیپیدها** ۳ **پروتئین ها** ۴ **نوکلئیک اسیدها**

خود این مولکول های زیستی انواع و اقسام مختلفی دارند. گروهی از این مولکول های زیستی بسپار هستند و گروهی دیگر بسپار نیستند. دقت داشته باشید که از بین مواد بالا ، **همه ی پروتئین ها و همه ی نوکلئیک اسیدها درشت مولکول و پلی مرند** اما در مورد کربوهیدرات ها و لیپیدها اینگونه نیست یعنی یک سری شون هم درشت مولکول اند و هم پلی مرند و یک سری شون نه درشت مولکول اند و نه پلی مر! بلکه کوچک مولکول هستند. در ادامه به بررسی هر کدوم از این مولکول های زیستی می پردازیم.

درسنامه۱: کربوهیدرات ها

کربوهیدرات ها مولکول هایی هستند که از آنها تحت عنوان **قند** نیز یاد می شود. این مولکول ها کاربرهای مختلفی دارند. گروهی از کربوهیدرات ها به عنوان **منبع انرژی(گلوکز)**، گروهی در ساختار بخش های مختلف(سلولز در دیواره سلول های گیاهی) به کار می روند. کربوهیدرات ها نقش های مختلفی دارند. کربوهیدرات ها **۳ جور** هستند:

a **مونوساکاریدها:** این قندها درواقع **مونومر برای کربوهیدراتهای درشت** می باشند که **انواع مختلفی** دارند و براساس اینکه در ساختار خود **چه تعداد کربن** دارند به **چندین دسته** تقسیم می شوند. مونوساکاریدی که در کتاب درسی شما به آن اشاره شده است گلوکز می باشد.

نکته مهم *در فصل ۳ می خوانید که سلول ها با استفاده از گلوکز طی فرآیند تنفس سلولی، مولکول*

های پرانرژی **ATP** را تولید می کنند.

واکنش تنفس سلولی آورده شود.

نکته مهم طبق شکل ۲۴ فصل ۲ کتاب دهم، مونوساکاریدها ساختار حلقوی دارند. در ساختار مونوساکاریدها، عناصر کربن، هیدروژن و نیز اکسیژن به کار رفته است. (فصل کتاب دهم۲ از روی شکل ۲۴)

b **دی ساکاریدها:** نوعی کربوهیدرات می باشند که **از اتصال ۲ مونوساکارید** به یکدیگر بوجود می آیند . این اتصال توسط پیوند کوالانسی **طی فرآیند سنتز آبدهی** بوجود می آید. دی ساکاریها هم انواع مختلفی دارند در کتاب درسی شما به **ساکارز و لاکتوز و مالتوز** اشاره شده است. نام دیگر **ساکارز، قند نیشکر** و نام دیگر **لاکتوز، قند شیر** می باشد(فصل ۲ کتاب دهم). همانطور که گفته شد این دی ساکارید **طی واکنش سنتز آبدهی** ساخته می شود که بین مونومرهایشان **۱ پیوند** تولید می شود و به تبع آن **۱ مولکول آب تولید** می شود.

نکته مهم در فصل ۷ کتاب دهم می خوانیم که یکی از اجزاء تشکیل دهنده ی شیره ی پرورده در گیاهان ساکارز می باشد.

نکته مهم در دهان پلی ساکارید نشسته توسط آنزیمی به نام آمیلاز به دی ساکاریدهای مالتوز و دیگر مولکول های قندی تبدیل می شود و این مالتوزها و قندهای کوچک دیگر در روده ی باریک توسط آنزیم های گوارشی روده باریک تجزیه شده و به گلوکز تجزیه می شوند.

نکته مهم بچه ها مونوساکاریدها و دی ساکاریدها پلی مر (بسپار) نمی باشند.

c **پلی ساکاریدها:** این قندها در واقع از اتصال **چندین عدد مونوساکارید طی سنتز آبدهی** به یکدیگر تشکیل شده اند و در واقع **پلی مر(بسپار) حساب می شوند**. پلی ساکاریدها هم **انواع مختلفی** دارند که کتاب درسی به موارد زیر اشاره شده است:

۱ **پلی ساکارید گلیکوژن**
۲ **پلی ساکارید سلولز**
۳ **پلی ساکارید نشاسته**
۴ **پلی ساکارید کیتین**
۵ **پلی ساکارید پکتین**

چند مطلب در مورد این پلی ساکاریدها

گلیکوژن و سلولز و نشاسته پلی ساکاریدهایی هستند که در ساختارشان **فقط و فقط مونومرهای گلوکزی** را دارند یعنی فقط **از یک نوع مونومر**ساخته شده اند(فصل ۲ کتاب دهم). **گلیکوژن را در سلولهای جانوری** می توان یافت و **در گیاهان دیده نمی شود**. نشاسته را **در سلولهای گیاهی و نیز یکسری از آغازیان** می توان یافت که **درون پلاستهای سلول ها**(پلاستها یک سری اندامک می باشند) **ذخیره** می کنند. سلولز هم پلی ساکاریدی می باشد که **در ساختار دیواره همه گیاهان** و همچنین **برخی از آغازیان** می توان یافت اما **در جانوران و باکتری ها و قارچ ها ما سلولز نداریم**.(فصل ۶ کتاب دهم) **کیتین** هم پلی ساکاریدی است که **در نایدیس حشرات** بکار رفته است.(فصل ۳ کتاب دهم) **پکتین** هم پلی ساکاریدی می باشد که **در تیغه میانی** دیواره سلولی سلول های گیاهی به کار رفته است.(فصل ۶ کتاب دهم)

همانطور که گفته شد **آنزیم سلولاز** که باعث **تجزیه ی سلولز** می شود. این آنزیم را **اغلب جانوران نمی توانند بسازند** زیرا اغلب جانوران در ماده ی وراثتی خود **نقشه ی ساخت آن را ندارند**. اما **گروهی از جانوران و گروهی از** میکروب ها این نقشه ی ساخت را دارند و می توانند از روی آن آنزیم سلولاز را بسازند. **جانوران علف خوار و همه چیزخواری که قادر به تولید سلولاز نیستند**، با **هم زیست کردن این میکروب ها در لوله ی گوارش خود** می

توانند سلولزی را که وارد لوله گارششان شده است، تجزیه کنند و گلوکزهای حاصل از تجزیه ی آن را جذب کنند. البته این جذب در جانوران مختلف **بر اساس قرار گیری و موقعیت این میکروب ها** در لوله ی گوارش متفاوت است. در مورد این موضوع در فصل ۲ کتاب دهم خواهید خواند.

نکته مهم *پلی ساکاریدهای سلولز و کیتین هر دو ساختاری می باشند یعنی به عنوان مصالح ساختاری به کار می روند ولی گلیکوژن و نشاسته هر دو ذخیره ای اند. (ذخیره ی انرژی واسه روز مبادا!)*

دقت داشته باشید که **این پلی ساکاریدها همگی طی فرآیند سنتز آبدهی از اتصال مونومرها ساخته می شوند** و به ازای هر پیوند کوالانسی که بین مونومرهایشان تشکیل می شود ۱ مولکول آب آزاد می شود. حالا اگر بخواهیم این ها را در شرایطی به مونومرهایشان تبدیل کنیم باید طی فرآیند هیدرولیز آنها را بشکنیم در نتیجه به ازای هر پیوند کوالانسی که شکسته می شود ۱ عدد مولکول آب مصرف خواهد شد.

نکته مهم *در فصل گردش مواد می خوانیم که سطح خارجی تمام مویرگهای خونی (نه همه ی مویرگها!) با لایه ای از پلی ساکارید خاص پوشیده شده است. دقت داشته باشید که مویرگهای کلیه فاقد پلی ساکارید در جدار خود هستند.*

توضیح و بررسی موشکافانه

فرض کنید یک سلول تصمیم کبری! می گیرد که برای خودش پلی ساکارید بسازد(این سلول می تونه جانوری باشه و یا گیاهی فرقی نداره!)خوب برای این کار می آید یک گلوکز را می گذارد کنار یک گلوکز دیگر و سپس این دو تا گلوکز را **طی فرآیند انرژی خواه سنتز آبدهی به هم دیگر وصل می کند**. سپس می آید یک گلوکز دیگر را به این دی ساکارید تولید شده متصل می کند و همینطور یکی یکی الی آخر....خوب بچه ها همونطور که دیدین در ابتدای کار این سلول اومد دو تا گلوکز رو به هم وصل کرد و یه دی ساکارید تولید شد. خوب **دی ساکاریدی که دو مونومرش از نوع گلوکز باشه** بهش چی میگفتیم؟ بهش می گفتیم **مالتوز!** پس بچه ها این نکته رو از من به یاد داشته باشید که **همواره!** برای ساخت **تمامی پلی ساکاریدهایی که مونومرشان صرفا گلوکز است(مثل نشاسته و گلیکوژن و سلولز)**، در ابتدا دی ساکارید **مالتوز ساخته می شود!** خدا وکیلی الان نباید جامه های خود می دریدی و نعره کنان سر به بیابون میذاشتی؟ می خندی؟ جدی ام باهات W

سوال: از کجا باید بفهمیم که مالتوز از دو تا گلوکز ایجاد شده است؟

جواب: در فصل ۲ کتاب دهم کتاب درسی می گه که نشاسته و گلیکوژن پلی ساکاریدند و از تعداد زیادی گلوکز تشکیل شده اند. آمیلاز بزاق و لوزالمعده، نشاسته را به دی ساکاریدی به نام مالتوز تبدیل می کند. از اونجایی که نشاسته و گلیکوژن کلا از گلکز ایجاد شدن، قطعا دی ساکارید حاصل شده از تجزیه اونها، صرفا حاوی گلوکز است.

درسنامه۲: لیپیدها

لیپیدها گروهی از مولکول های زیستی می باشند که به ۴ نوع از آنها در کتاب درسی شما اشاره شده است.

۱ **اسیدهای چرب** ۲ **تری گلیسریدها(چربی ها)** ۳ **کلسترول** ۴ **فسفولیپیدها**

لیپیدها **وظایف مختلفی** را دارند مثلا گروهی از لیپیدها **وظیفه ی ذخیره ی انرژی** را دارند گروهی **وظیفه ی ساختاری** را دارند گروهی **وظیفه ی هورمونی دارند گروهی وظیفه دفاعی** دارند و غیره.

اسیدهای چرب

در رابطه با اسیدهای چرب و انواع آن در فعالیت کتاب درسی در فصل ۲ کتاب دهم سوال پرسیده شده است. پس این قسمت خارج از کتاب نیست رفقا 😃 این لیپیدها **از دو بخش** تشکیل شده اند: یک بخش **آب دوست** و یک بخش **آب گریز** که این **بخش آب گریز از زنجیره ی کربنی و هیدروژن** تشکیل شده است. همانطور که می دانید بین کربن ها در زنجیره ی کربنی **پیوند کوالانسی** وجود دارد. در گروهی از اسیدهای چرب **حداقل یکی از** پیوندهای بین کربنهایش در زنجیره ی کربنی **از نوع ۲ گانه یا ۳ گانه** است و این موضوع باعث **خمیده شدن اسکلت کربنی** می شود و با **دور شدن بخشهای اسکلت کربنی** از هم **به صورت مایع** دیده می شوند. به این اسیدهای چرب می گویند **اسیدهای چرب اشباع نشده!** زیرا آن **کربن هایی که پیوند ۲ یا ۳ گانه با هم داده اند** برخلاف سایر کربن ها با دو هیدروژن پیوند برقرار نکرده اند و به عبارتی **از هیدروژن سیر نشده اند!**(اونایی که **پیوند ۳ گانه** داده اند **اصلا هیدروژن** بهشون متصل **نیس** ولی اونایی **پیوند ۲ گانه** دارن فقط **۱ هیدروژن** بهشون وصل شده). ویژگی این اسیدهای چرب(یعنی اشباع نشده ها!) این است که **در دمای اتاق مایع اند** زیرا **نقطه ی ذوبشان پایین** است و در ساختار **روغن های گیاهی مثل روغن زیتون ، روغن آفتابگردان ، روغن ذرت و سایر روغنهای گیاهی** بکار می روند. گروهی دیگر از اسیدهای چرب در ساختار اسکلت کربنی شان **فاقد هیچ گونه پیوند ۲ یا ۳ گانه** می باشند در نتیجه به صورت **خطی و مستقیم** دیده می شوند و **در دمای اتاق جامدند** . بنابراین در این اسیدهای چرب **بیشتر(نه همه!) کربنهایشان دارای ۲ تا هیدروژن اند و سیر شده** می باشند. برای همین به آنها می گویند **اسیدهای چرب سیر شده!** این اسیدهای چرب **در ساختار چربی های جانوری** بکار می روند.

نکته مهم در ساختار اسیدهای چرب سیر شده نسبت به اسیدهای چرب سیر نشده تعداد پیوندهای موجود در ساختار زنجیره ی کربنی بیشتر است!

نکته مهم تفاوت اسیدهای چرب با هم در تعداد کربن ها و تعداد پیوندهای دوگانه و سه گانه در بین اتم های کربن شان می باشد.

نکته مهم همه ی اسیدهای چرب در ساختار خود دارای پیوند دوگانه هستند! بدو بر شکل اسید چرب رو نگاه کن اون اتم اکسیژن پیوند دوگانه داره! (فصل ۲ کتاب دهم از روی شکل ۲۷)

نکته مهم بیشتر (نه همه) چربی های جانوری دارای اسیدهای چرب اشباع شده می باشند. خوردن این چربی ها (چربی های اشباع) میزان لیپوپروتئین های کم چگال (LDL) را زیاد می کند و این موضوع باعث مسدود شدن سرخرگها می شود و احتمال ابتلاء به بیماری های قلب را افزایش می دهد. (فصل ۲ کتاب دهم)

چربی ها

نوعی از لیپیدها می باشند که **یکی از** وظایفشان **ذخیره ی انرژی** می باشد این نوع لیپیدها ساختارشان بصورت زیر است:

۳ تا مولکول اسید چرب + ۱ مولکول گلیسرول (نوعی الکل)

نام دیگر چربی ها **تری گلیسرید می باشد (TG)** که توسط **سلولهای بافت پیوندی چربی در داخل واکوئل هایی خاص ذخیره** می شوند و این سلولها با ذخیره ی این ماده **چاق و چله** می شوند و **اندازه شان بزرگ** می شود. این اسیدهای چرب برای اینکه به **گلیسرول(نوعی الکل است)** متصل شوند باید بین آنها **پیوند برقرار شود (بین اسیدهای چرب و گلیسرول)** که **به ازای هر پیوند برقرار شده ۱ عدد مولکول آب آزاد(تولید)** می شود(در سنتز

آبدهی آب آزاد می شد) بنابراین برای تشکیل تری گلیسرید **۳ تا مولکول آب آزاد** می شود. دقت داشته باشید که اگر بخواهیم تری گلیسرید را به زیرواحدهای سازنده اش تبدیل کنیم باید **طی فرآیند هیدرولیز** پیوند بین اسیدهای چرب با گلیسرول را بشکنیم که **به ازای هر پیوند ۱ مولکول آب مصرف** می شود. اگر **یک اسید چرب** از آن برداریم(مصرف ۱ مولکول آب) می شود **دی گلیسرید** . اگر **۲ اسید چرب** برداریم (مصرف ۲ مولکول آب) می شود **مونوگلیسرید!** اینهایی که گفتم توسط **آنزیم های لیپاز پانکراس در ورده باریک و نیز آنزیم های لیپاز معده در معده** اتفاق می افتد. دقت داشته باشید که برای ساخته شدن تریگلیسرید باید اسیدهای چرب دونه به دونه دسته به دسته !! با نظم و ترتیب به گلیسرول وصل بشن که به ازای هر پیوند ۱ مولکول آب تولید میشه چون نوعی واکنش سنتز آبدهی و انرژی خواه محسوب میشه.

نکته مهم گلیسرول دارای ۳ عدد کربن می باشد که به هرکدام یک اسید چرب متصل می باشد. این مولکول ۳ عدد اتم اکسیژن نیز دارد. (فصل ۲ کتاب دهم از روی شکل ۲۷)

نکته مهم در ساختار تری گلیریدی که در شکل ۲۷ نشان داده شده است، اسیدهای چرب متفاوت از هم می باشند. دو اسید چرب بالایی مشابه هم و اسید چرب پایینی متفاوت از دوتای دیگر است. (فصل ۲ کتاب دهم از روی شکل)

نکته مهم اگر اسیدهای چرب تری گلیسرید از نوع اشباع نشده باشند، چربی مایع خواهد بود. چربی نشان داده شده در شکل ۲۷ از نوع جامد است چون اسید های چرب آن اشباع می باشند. (فصل ۲ کتاب دهم از روی شکل)

نکته مهم فراوان ترین لیپیدهای رژیم غذایی تری گلیریدها هستند که معمولا آنها را چربی می نامند. (فصل ۲ کتاب دهم)

فسفولیپیدها

این لیپیدها **فراوانترین مولکولهای موجود در غشاء سلولها** می باشند. فسفولیپیدها ساختارشان به این صورت است که **دارای ۲ مولکول اسید چرب و ۱ مولکول فسفات و ۱ مولکول گلیسرول** می باشد. **مولکول فسفات و گلیسرول بخش آب دوست و مولکولهای اسید چرب بخش آب گریز** فسفولیپید می باشند. فسفولیپیدها **بسیار شبیه** به **تری گلیسریدها** می باشند. جهت تولید آن **دو پیوند بین گلیسرول با اسیدهای چرب**(با هر کدام یک عدد پیوند برقرار می کند) ایجاد می شود سپس **این دی گلیسرید بوجود آمده با یک فسفات پیوند** برقرار می کند و در نتیجه فسفولیپید ساخته می شود. **فسفولیپیدها اجزاءاصلی غشاء های سلولی در همه ی سلول ها** هستند. در غشاهای سلولی فسفولیپیدها اینگونه قرار می گیرند که **سرهای آبگریزشان(دم هیدروکربنی اسیدهای چرب) به سمت یکدیگر و سرهای آبدوستشان(گروه فسفات و گلیسرول) از هم دور می باشند** و در ارتباط با **آب داخل(سیتوسل) و بیرون(مایع میان بافتی)** سلول می باشند.

نکته مهم در فرآیند تولید فسفولیپیدها **همانند تری گلیسریدها** ۳ تا مولکول آب تولید می شود زیرا ۳ تا پیوند کواکان تولید می شود . برای تجزیه ی آن هم باید ۳ تا مولکول آب مصرف کنیم.

کلسترول

کلسترول ها گروه دیگری از لیپیدها می باشند که در ساختار خود **۴ حلقه ی آلی** دارند. با توجه به شکل کتاب

درسی از این ۴ حلقه **۳ تای آنها ۶ ضلعی** می باشد و **یکی از آنها ۵ ضلعی** می باشد. کلسترول در ساختار **غشاء های جانوری** کاربرد دارد . اگر به شکل کتاب درسی نگاه کنید می بینید که کلسترول **درضخامت غشاء سلولهای جانوری(نه گیاهی و نه باکتریایی)** لا به لای مولکول های فسفولیپید در هر دو لایه ی سفولیپیدی قرار گرفته اند. با توجه به شکل کتاب **کلسترول ها حلقه ی ۵ کربنی شان آزاد است**. دقت داشته باشید که هر کلسترول فقط در یک لایه فسفولیپیدی قرار میگیرد.

نکته مهم کلسترول در ساختار صفرا (ماده ترشح شده از کبد حضور دارد که همراه با لیتین (نوعی فسفولیپید) در هضم چربی ها نقش دارد و باعث افزایش جذب مواد لیپیدی می شوند. (فصل ۲ کتاب دهم)

نکته مهم افزایش کلسترول خون می تواند باعث مسدود شدن سرخرگ ها شود. (فصل ۲ کتاب دهم)

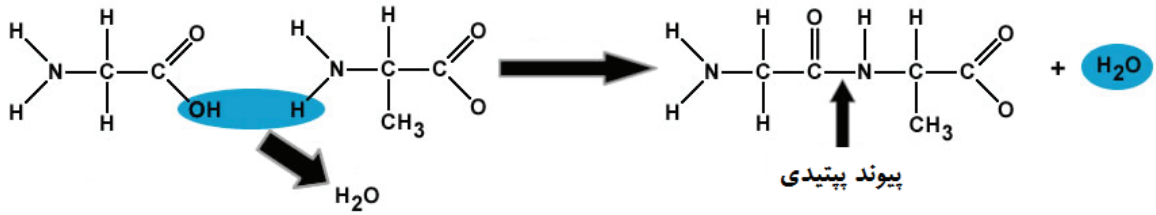
نکته مهم این جمله که بگوییم همه ی لیپیدها در ذخیره ی انرژی نقش دارند غلط است! مثلا کوتین در گیاهان نقش حفاظتی دارد و نه نقش ذخیره ی انرژی.

نکته مهم یاخته های درون پوست (آندودرم) در دیواره جانبی خود دارای نواری از جنس چوب پنبه (سوبرین) هستند که به آن نوار کاسپاری گفته می شود. چوب پنبه ها نوعی لیپید می باشند. (فصل ۷ کتاب دهم)

نکته مهم در گیاهان لایه ای روی سطح بیرونی بیشتر یاخته های رویوست قرار دارد. این لایه پوستک نامیده می شود. پوستک نسبت به آب نفوذناپذیر می باشد و از جنس ترکیبات لیپیدی مانند کوتین است. (فصل ۷ کتاب دهم)

درسنامه۳: پروتئین ها

یکی دیگر از درشت مولکولها می باشند که **پلی مر محسوب می شوند**. مونومرهای آنها **آمینواسیدها** هستند که توسط **پیوند پپتیدی** به یکدیگر متصل می شوند. اگر **۲ آمینواسید** به هم متصل شوند به ترکیب حاصل **دی پپتید** می گویند که دارای **۱ پیوند پپتیدی** می باشد. اگر یک مولکول دیگر یا بیشتر هم به آن اضافه شود به آن **پلی پپتید** می گویند. پلی پپتیدها وقتی ساخته شدند **شکل فضایی خاصی** می گیرند و **در این صورت به آنها پروتئین می گویند**. در واقع وقتی یک رشته ی پلی پپتیدی ساخته می شود این رشته چندین مرحله را می گذارند و پیچ و تاب های مختلفی می خورد و یک شکل فضایی مشخص به خود میگیرد. یک پروتئین می تواند **فقط از یک رشته ی پلی پپتیدی** تشکیل شده باشد و می تواند **از چند رشته پلی پپتیدی** تشکیل شده باشد. **بیشتر(نه همه!)** پروتئینهای بدن ما **چند پلی پپتیدی** هستند. اتصال دو آمینواسید به یکدیگر همانند سایر اتصالات **طی فرآیند سنتز آبدهی** انجام می شود و به ازای هر پیوند پپتیدی **۱ مولکول آب تولید** می شود. یکی از آمینواسیدها گروه OH را می دهد و یکی دیگر هم گروه H را می دهد. با توجه به شکل پیوند پپتیدی **بین کربن یکی از آمینواسیدها و نیتروژن آمینواسید دیگری** برقرار شده است.



نکته مهم پروتئین‌ها شامل تک رشته‌ی پلی پپتیدی و چند رشته‌ی پلی پپتیدی می باشند:

تک رشته‌ای ها ⟵ رشته‌های ارتجاعی (کشان) و کلاژن ها در بافت پیوندی (ترکیب با فصل ۲ کتاب دهم)

چند رشته‌ای ها ⟵ هموگلوبین (۴ تا پلی پپتید به نام گلوبین) + پروتئین های اکتین و میوزین در عضلات مخطط (فصل ۲ کتاب یازدهم از روی شکل)

نکته مهم در ساختار آمینواسیدها گروه های آمینی وجود دارد که در اثر متابولیسم آنها در سلولها مواد زائد نیتروژن دار مختلفی تولید می شود. مثلا در انسان اوره، اوریک اسید و کراتینین تولید می شود که از طریق کلیه ها دفع می شوند.

پروتئین ها از نظر عملکرد

خوب همونطور که اشاره کردم پروتئین ها تو **انجام همه ی کارهای داخل سلول ها نقش دارن!** حالا در یکسری از کارها مستقیما و در یکسری ها کارها به صورت غیرمستقیم نقش دارند. با توجه به گستردگی کارهایی که پروتئین ها انجام می دن ما اون ها رو براتون با توجه به کاری که انجام می دن و نقشی که ایفا می کنن تقسیم بندی کردیم:

a **پروتئین های ساختاری**: پروتئین هایی هستند که تو **ساختار بخش های مختلف** بکار می رن! برای همین بهشون می گن **پروتئین های ساختاری!** تو کتاب درسی به انواع مختلفی از پروتئین های ساختاری اشاره شده و برخی از این پروتئین ها رو شما باید با تحلیل و استنباط متوجه بشید. **از جمله ی پروتئین های ساختاری می توان به موارد زیر اشاره کرد:**

- **پروتئین های کلاژن و کشسانی(فصل ۲ کتاب دهم)**v
- **پروتئین های هیستون در ساختار کروموزوم ها(فصل ۲ کتاب یازدهم)**
- **پروتئین های موجود در ساختار غشاء پلاسمایی سلول ها(فصل ۲ کتاب دهم)**

b **پروتئین های منقبض شونده**: داخل **سلول های عضلانی** ما **(صاف، قلبی و اسکلتی)** یک سری **پروتئین های رشته ای** وجود دارند که با **انقباض و انبساط** خود(یعنی جمع شدن و باز شدن) باعث انقباض و انبساط عضلات می شوند. از جمله ی این پروتئین ها می توان به **اکتین ها و میوزین ها** اشاره کرد.

نکته مهم پروتئین های رشته‌ای که در فرآیند سیتوکینز (دو نیم شدن سلول) سلول های فاقد دیواره (مثل سلول های جانوری) نقش دارند جزء پروتئین های انقباضی می باشند.

c **پروتئین های دفاعی**: همونطور که از اسمشون مشخصه **تو دفاع از بدن** ما نقش دارن. در واقع این پروتئین ها **جزئی از سیستم دفاعی بدن** ما محسوب می شن که در کتاب یازدهم در فصل ۵ به صورت مفصل با هاشون آشنا میشید. این پروتئین ها عبارتند از:

۱ پادتن ها ۲ پروتئین های پرفورین ۳ پروتئین های مکمل ۴ اینترفرون ها

d **پروتئین های ذخیره ای:** پروتئین هایی هستند که برای روز مبادا ذخیره می شوند تا از آنها به عنوان **منبع انرژی** استفاده شود.

نکته مهم پروتئین گلوتن یک پروتئین ذخیره ای در گریچه (واکوئول) بذر گندم و جو می باشد. رویان هنگام رشد و نمو از این ماده استفاده می کند. (فصل ۶ کتاب دهم)

e **پروتئین های نشانه ای:** پروتئین هایی هستند که وظیفه شون **رسوندن یک پیام از جایی به جایی دیگر** هستش. وقتی که پروتئین های نشانه ای به سلول هدف خودشون می رسن با اثر گذاشتن روی اون باعث **تغییر فعالیت سلول هدف** می شن. **از جمله پروتئین های نشانه ای می تونیم به هورمون های پروتئینی** اشاره کنیم که در سال آینده باهاشون آشنا میشید.

f **پروتئین های انتقالی:** این پروتئین ها موادی را (از جمله **گازهای تنفسی، هورمون ها در خون** و....)با خود **حمل می کنند و یا اینکه باعث انتقال مواد** می شوند. برای همین به این پروتئین ها ، **پروتئین های انتقالی** گفته می شود. از جمله ی **پروتئین های انتقالی که در کتاب درسی ذکر شده است شامل موارد زیر می باشد:**

۱ فاکتور داخلی معده ۲ پروتئین های ناقل در غشاء سلول ها ۳ هموگلوبین ها

g **پروتئین های انعقادی:** یکسری از پروتئین ها می باشند که **در خون** وجود دارند. این پروتئین ها همانطور که از نامشان پیداست **وظیفه ی انعقاد** را دارند. از جمله ی پروتئین های انعقادی که در فصل ۴ کتاب دهم ذکر شده است می توان به موارد زیر اشاره کرد: **ترومبوپلاستین ، فیبرین(نامحلول) ، فیبرینوژن ، ترومبین ، پروترومبین**

h **آنزیم ها: آنزیم ها مهم ترین پروتئین های بدن و ابزار سلولی** می باشند که **انواع مختلفی دارند** و این مواد در واقع مثل یک **کاتالیزور باعث افزایش سرعت** واکنش های داخل سلول می شوند و **یا اینکه آنها را به انجام می رسند.** این مواد در واقع نوعی کاتالیزور هستند و باعث افزایش سرعت واکنش های درون سلولها می شوند. ولی **خودشان مصرف نمی شوند.** آنزیم ها **بیشترشان(نه همه!) پروتئینی** هستند و **برخی شان از جنس ریبونوکلئوتید** می باشند. بسیاری از(نه همه!) واکنش های شیمیایی را که در سلول ها انجام می شود، آنزیم ها عملی می کنند. پسوند آز نشاندهنده آنزیم بودن می باشد. مثلا لیپاز یک آنزیم است. آمیلاز هم یک آنزیم است. این دو به ترتیب آنزیم های تجزیه کننده چربی و آمیلوز(نشاسته) می باشند. آنزیم ها از نظر اینکه کجا فعالیت می کنند به دو دسته تقسیم می شوند: آنزیم های درون سلولی که درون سلول فعالیت می کنند و آنزیم های برون سلولی که به بیرون از سلول ترشح می شوند. آمیلازهای تولید شده توسط انسان، نوعی آنزیم برون سلولی هستند چون به بیرون از سلول ها ترشح می شوند. آنزیم فعالیت شان اختصاصی می باشد به این صورت که برای هر ماده ای که روی آن کار می کنند یک جایگاه دارند. این موضوع را می توان از شکل الف ۲۴ فصل ۲ کتاب دهم متوجه شد. آنزیم ها در ساختار خود **جایگاهی دارند بنام جایگاه فعال** که از نظر **شکل فضایی و ۳ بعدی** برای ماده ای که روی آن کار می کند **اختصاصی** شده است یعنی با شکل آن کامل می شود **(مثل قانون قفل و کلید)**

با توجه به اختصاصی بودن جایگاه آنزیم هر آنزیم، عمل آنزیم ها اختصاصی می باشد و روی هر ماده ای نمی توانند اثر بگذارند. هر آنزیم روی ماده یا ماده های خاصی اثر میگذارد. فعالیت آنزیم تحت تاثیر PH و دمای محیط می باشد. یکسری از آنزیم ها در مای خنثی حداکثر فعالیت را دارند، یکسری هم در محیط های اسیدی و یکسری دیگر هم در محیط های قلیایی. برای مثال در فعالیت کتاب درسی فصل ۲ کتاب دهم خواهید خواند که پپسین ها آنزیم هایی هستند که در دنای ۳۷ درجه سلیسیوس و PH اسیدی حداکثر فعالیت را دارند. انشالا از علوم یه چیزایی یادتون مونده دیگه؟ PH رو بگم بهتون؟ باشه میگم

PH نشان دهندهی این است که یک محلول اسیدی، قلیایی یا خنثی است. **مواد ترش** مزه مانند **لیمو و سرکه**

اسیدی، اما **محلول جوش شیرین در آب قلیایی** است. PH همچنین میزان اسیدی یا قلیایی بودن محلول ها را بازگو میکند. مقیاس PH از صفر تا ۱۴ میباشد به این صورت که :

- **PH هفت نه اسیدی است و نه قلیایی!!** بلکه **خنثی** می باشد مانند **آب خالص** .
- **PH کمتر از ۷ اسیدی میباشد** و هر چقدر **از ۷ کمتر** باشد، درجهی **اسیدی بودن** آن **بیشتر** است.
- **PH بالاتر از ۷ قلیایی نشان دهندهی قلیایی بودن** محیط میباشد. هر چقدر **از ۷ بالاتر** باشد میزان **قلیایی بودن** آن **بیشتر** است.

آنزیم های ذکر شده در کتاب درسی دهم: ترومبین، رنین، آنزیم های لیزوزومی، انیدرازکربنیک، پروترومبیناز، لیزوزیم، لیپاز، آمیلاز، پپسین و تریپسین

درسنامه۶: نوکلئیک اسیدها

نوکلئیک اسیدها گروهی از **پلی مرها(درشت مولکول)** هستند که از واحدهای کوچکتری(مونومر) بنام **نوکلئوتید** تشکیل شده اند. در ساختار یک نوکلئیک اسید چندین عدد نوکلئوتید توسط پیوندهایی به یکدیگر متصل شده اند. هر نوکلئوتید دارای ۳ بخش است که عبارتند از: باز آلی نیتروژن دار ، بخش قندی و گروه فسفات. در سال دوازدهم به طور مفصل با نوکلئیک اسیدها آشنا خواهید شد. یک مثال بارز نوکلئوتید که در کتاب دهم به آن اشاره شده است مولکولی به نام ATP می باشد. این مولکول دارای ۳ گروه فسفات می باشد.. سلول های بدن ما برای اینکه بتوانند از انرژی ذخیره شده درمواد مغذی مثل گلوکزها و چربی ها استفاده کنند، **آنها** را طی فرآیند تنفس سلولی به مولکول های پرانرژی از جمله ATP تبدیل می کنند. این انرژی در پیوندهای بین گروه های فسفات ذخیره شده است. وقتی سلول می خواهد از انرژی این مولکول استفاده کند، پیوند های پرانرژی بین گروه ها فسفات این مولکول را می شکند و از انرژی آزاد شده استفاده می کند.

بخش۲: هیدرولیز و سنتز آبدهی

در کتاب درسی در رابطه با تولید و تجزیه مولکول های زیستی در جاهای مختلفی بحث شده است. مثلا در فصل ۲ کتاب دهم در بحث گوارش مولکول های زیستی بارها از واژه تجزیه و هضم مواد غذایی صحبت شده است. برای این کار لازم هستش که با دو فرآیند هیدرولیز و سنتز آبدهی آشنا بشید چرا که در کتاب درسی به صورت مستقیم به هیدرولیز اشاره شده و حتی شکل هم آورده و درموردش صحبت کرده. پس رفقا اینا خارج از کتاب نیست

درسنامه۱: سنتز آبدهی

مواد کوچک مولکول(برای مثال مونومرها) طی فرآیندی بنام **سنتز آبدهی** به یکدیگر وصل می شوند و به تعبیر من این مواد روی هم سوار می شوند و با یکدیگر **پیوند کوالانسی** برقرار می کنند تا یک مولکول جدید(یا مولکول کوچک جدید که از قبلی ها بزرگتر می باشد یا درشت مولکول جدید مثل پلی مر) بوجود بیاید. از این جهت به این واکنش می گویند سنتز آبدهی که طی آن **یکی از کوچک مولکول ها یک گروه هیدروکسیل(-OH) می دهد و کوچک مولکول دیگر یک هیدروژن می دهد** و در نتیجه این دو ماده با هم ترکیب شده و **مولکول آب** را بوجود می آورند. در نتیجه **به ازای تشکیل هر پیوند کوالانسی ۱ عدد مولکول آب آزاد(تولید) می شود.**

نکته مهم دقت داشته باشید که همه گروه های هیدروکسیل یا همه اتم های هیدروژن با یکدیگر ترکیب نمی شوند بلکه گروهی شان و به قول کتاب برخی شان !! با هم ترکیب می شوند.

توجه توجه

گروه های هیدروکسیل و اتم هیدروژن **یک مولکول** با هم ترکیب **نمی شوند** بلکه هیدروکسیل یکی با هیدروژن یکی دیگه **میریزن رو هم!** و مولکول آب متولد می شود.

نکته مهم واکنش سنتز آبدهی نوعی واکنش انرژی خواه می باشد یعنی برای تشکیل پیوند بین کوچک مولکول ها به انرژی زیستی نیازمندیم.

نکته مهم در فرآیند سنتز آبدهی چون مولکول های آب تولید می شوند پس می توان گفت باعث رقیق شدن داخل سلول می شود پس باعث کاهش فشار اسمزی می شود!

درسنامه۲: هیدرولیز

گاهی اوقات در سلول به دلایلی نیاز است که یکسری از مواد به مواد ریزتری تبدیل شوند مثلا پلی مرها به مونومرهای سازنده شان تبدیل شوند!. طی این واکنش **پیوند کوالانسی بین مونومرها شکسته می شوند** تا آنها از هم جدا بشوند که **به ازای هر پیوند کوالانسی شکسته شده ۱ مولکول آب مصرف می شود** یعنی به یکی از کوچک مولکول ها ۱ گروه هیدروکسیل و یکی دیگر ۱ عدد هیدروژن می دهیم تا آنها را راضی کنیم که باباجون شماها به درد هم نمی خورید! در نتیجه اینها از هم جدا می شوند! *فیلی از بچه ها اشتباه می کنن این که کدوم فرآیند آب مصرف میشه و کدوم فرآیند آب تولید میشه. سنتز آبدهی اسمش روشه و آب میده اما هیدرولیز برعکس! لیز یعنی تجزیه شدن و هیدرو یعنی آب! پس بچه ها هیدرولیز یعنی تجزیه به کمک آب!*

نکته مهم واکنش هیدرولیز برعکس سنتز آبدهی می باشد و انرژی زا است یعنی در مجموع باعث تولید انرژی در سلول خواهد شد. هرچند برای شکستن پیوندهای کوالانسی آن انرژی صرف می شود ولی انرژی تولید شده بیشتر از انرژی مصرفی است.

نکته مهم در فرآیند هیدرولیز چون مولکول های آب مصرف می شوند پس می توان گفت که این فرآیند باعث غلیظ شدن داخل سلول می شود پس باعث افزایش فشار اسمزی می شود.

نکته مهم دقت داشته باشید در هر واکنشی که مولکول های آب مصرف بشود نمی توان گفت که حتما! از نوع هیدرولیز است! مثلا آنزیمی در گویچه های قرمز بنام آنزیم انیدرازکربنیک با ترکیب آب و دی اکسید کربن باعث تولید اسید کربنیک می شود!

$$H_2O + CO_2 \longrightarrow H_2CO_3$$

چند تا مثال از هیدرولیزها:

هیدرولیز گلیکوژن ⟵ آمیلازها گلیکوژن را در لوله گوارش تجزیه می کنند.

هیدرولیز سلولز به گلوکزهای سازنده ی آن ⟵ گروهی از جانداران قادر هستند تا سلولز را تجزیه کرده(به کمک **آنزیم سلولاز**) و گلوکز حاصل از آن را جذب کرده و از آن برای خود انرژی تولید کنند. اغلب جانوران قادر به تولید سلولاز نیستند.

هیدرولیز تری گلیسرید به مواد سازنده ی آن (گلیسرول و اسیدهای چرب) ⟵ لیپازهای معده و پانکراس با اثر گذاشتن روی تری گلیسریدها آنها را به اسیدهای چربو گلیسرول تبدیل می کنند. البته یکسری از تری گلیسریدها را به مونوگلیسرید تبدیل می کند.

هیدرولیز نشاسته در دهان و روده باریک توسط آمیلاز ⟵ آنزیم های آمیلاز بزاقی و پانکراسی به ترتیب در دهان و روده باریک پلی ساکاریدهای نشاسته را هیدرولیز میکنند که حاصل آن تولید دی ساکاریدهای مالتوزو دیگر مولکول های قندی می باشد که بیش از دو مونوساکارید در ساختار خود دارند.

نکته مهم *در هر هیدرولیزی همواره مونومر تولید نمی شود! مثلا نشاسته توسط آمیلاز هیدرولیز می شود اما دی ساکارید مالتوز نتیجه ی هیدرولیز است! یا مثلا آنزیم های پپسین در معده پلی پپتیدها را تجزیه می کنند و آنها را به پپتیدهای کوچک تبدیل می کنند و نه آمینواسید! (فصل ۲ کتاب دهم)*

نکته مهم *دقت داشته باشید که موسین ماده ای می باشد در بزاق که مولکول های آب را جذب خودش می کند! نه اینکه مصرف کند! اما در فرآیند هیدرولیز آب مصرف می شود!*

جدول مقایسه ای

مورد مقایسه	سنتز آبدهی	هیدرولیز
تبدیل مولکول های	ریز به درشت	درشت به ریز
تولید یا مصرف آب	تولید آب	مصرف آب
نوع واکنش	انرژی خواه	انرژی زا
تشکیل یا شکست پیوند	تشکیل	شکسته شدن
محل انجام واکنش	داخل سلول(معمولا)	داخل یا خارج سلول
تولید یا مصرف مونومر	مصرف می شود	تولید می شود

درسنامه۳ : مسائل هیدرولیز و سنتز آبدهی

طراح کنکور با توجه به اینکه در رابطه با هیدرولیز صحبت شده تو کتاب درسی و بحث شکل هایی که آورده، می تونه یکسری مسئله از این مباحث طرح کنه. پس این درسنامه رو به هیچ وجه از دست ندید.

اگر یک پلی مر دارای **n تا مونومر** در ساختار خود باشد. در ساختار آن تعداد پیوندهای کوالان و مولکولهای آب مورد نیاز برای شکستن پیوندهای کوالان را حساب کنید:

اگر پلی مر ما خطی باشد (۲ انتها آزاد) ⟵ از **تعداد مونومرها ۱ عدد را کم می کنیم و تعداد پیوندها بدست می آید**

اگر پلی مر ما حلقوی باشد (۲ انتها به هم وصل) ⟵ **تعداد مونومرها با تعداد پیوندها برابر است.**

تعداد پیوندها برابر با تعداد مولکولهای آب مورد نیاز برای شکستن و تجزیه ی کامل پلی مر مورد نظر می باشد.

چون به ازاء هر پیوند ۱ عدد مولکول آب مصرف می شود.

نکته مهم *یک رشته ی پلی ساکاریدی نشاسته را که دارای* **n تا گلوکز** *است اگر توسط آمیلاز تجزیه*

کنیم چند پیوند شکسته می شود ؟ چند مولکول آب باید مصرف شود؟ از آنجایی که آمیلاز باعث تجزیه ی نشاسته به دی مرهای مالتوز و نیز مولکول های قندی دیگر می شود، می توان گفت که قطعا هر چقدر که نشاسته پیوند داشته باشد (بین مونومرهایش) کم از نصف اون توسط آمیلازها شکسته خواهد شد.

توضیح و بررسی موشکافانه

با توجه به شکل **ساختار هموگلوبین** در فصل تبادل گازهای همین کتاب، هموگلوبین **از ۴ رشته ی پلی پپتیدی** ساخته شده است. پس اگر بخواهیم بگوییم که در بخش پروتئینی هموگلوبین **چند تا پیوند پپتیدی** وجود دارد باید بگوییم که اگر **تعداد کل آمینواسیدها را در ۴ تا رشته ی پلی پپتیدی آن n در نظر بگیریم** و از آنجایی که می دانیم **هر رشته ی پلی مری خطی یک عدد پیوند پپتیدی کمتر از تعداد آمینواسیدهایش دارد** ، می توانیم اینطور نتیجه بگیریم که عاغا! **در ساختار یک مولکول هموگلوبین n-4 تا پیوند پپتیدی داریم پس n-4 مولکول آب به هنگام ساخته شدن این رشته های پلی پپتیدی آزاد شده و همچنین برای تجزیه ش همین مقدار آب مصرف خواهد شد!**

بخش۱: یاخته(سلول) و اندامک های آن

سلول یک **محیط بسته** می باشد که متشکل از **مواد آلی مختلف شامل لیپیدها، پروتئین ها، کربوهیدرات ها و نوکلئیک اسید ها** می باشد که **در داخل مایعی** قرار دارند. به این **مایع و اجزاء داخل آن** می گویند **سیتوپلاسم یا میان یاخته!** که اطراف این سیتوپلاسم را یک لایه **غشاء پلاسمایی** فراگرفته است. جنس این غشاء از **فسفولیپید، پروتئین و قند** می باشد. غشاء پلاسمایی وظیفه اش حفاظت از سلول و نیز کنترل ورود و خروج مواد می باشد. سلول ها قادرند **با محیط اطراف خود ارتباط** برقرار کنند و **فعالیت های متابولیسمی(مثلا تنفس سلولی، ساخت مواد مختلف، تجزیه مواد مختلف و...)** انجام بدهند یعنی **زنده اند!**

گروهی از سلول ها و جانداران تکی زندگی می کنند! که به آنها **تک سلولی** می گویند مثل **باکتری ها ، بسیاری از(نه همه!) آغازیان(مثل پارامسی) و برخی از قارچ ها مثل مخمر ها.** گروهی از جانداران **به صورت پرسلولی** هستند یعنی سلول هایشان دوست دارند چند نفره زندگی کنند و **در صورت جدایی از این گروه می میرند** زیرا با **هماهنگی یکدیگر کارها را تقسیم** می کنند و **به یکدیگر وابسته** می باشند. گروهی هم زیرآبی می روند! و اَدای اجتماعی بودن را در می آورند! یعنی توی جمع هستن ولی با جمع نیستن! به این جور سلول ها می گن **شبه پرسلولی یا کلنی فاقد تمایز!** که مثال آن **را در باکتری های خاصی که در سال دوازدهم با آنها آشنا خواهید شد، می بینید.** گروهی از مواد هستند که سلول نیستند اما یکسری از ویژگی های حیات را دارند. مثال بارز آن ویروس ها می باشند.

نکته مهم سلول به محیط بسته‌ای گفته می شود که توسط غشاء پلاسمایی از جنس فسفولیپید و پروتئین و قند احاطه شده است . در داخل آن مایعی قرار دارد که در داخل آن مایع مواد مختلف شناورند. این جزئیات در سلول های مختلف متفاوت است. به مایع داخل سلول به همراه اجزاء سلولی شناور (بجز هسته) در آن می گویند سیتوپلاسم! یعنی اینجوری می شود:

سیتوپلاسم (میان یاخته) = سیتول + اجزاء سلولی و اندامک ها (به جز هسته)

سلول ها دو جورند: سلول های **یوکاریوت و سلول های پروکاریوت!**. اساس تقسیم بندی سلول ها به یوکاریوت و

پروکاریوت، **وجود اندامک هسته** می باشد. در سلول های یوکاروت **ماده وراثتی** سلول درون یک پوششی به نام **هسته** محصور می باشد اما در سلول های پروکاریوت ماده وراثتی را پوشش هسته احاطه نکرده است و کلا **هسته سازمانه یافته ندارند**. خوب حالا کیا یوکاریوت هستند و کیا پروکاریوت هستند؟ پایین رو نگاه کنی حله:

یوکاریوت ها ⟵ شامل **قارچ ها ، گیاهان ، آغازیان و جانوران** می شوند.

پروکاریوت ها ⟵ **باکتری ها**

همونطور که گفته شد سلول **از دو بخش** تشکیل شده است یک بخش بنام **سیتوپلاسم(مایع داخل سلول به همراه اجزاء سلولی داخل آن)** و یک بخش بنام **غشاء پلاسمایی** که سیتوپلاسم سلول را احاطه کرده است.

نکته مهم *وجود غشاء پلاسمایی یکی از ویژگی های مشترک همه یاخته ها می باشد. (فصل ۱ کتاب دهم)*

تمامی انواع سلول ها (باکتری ها ، گیاهان ، جانوران ، آغازیان ، قارچ ها) **دارای غشاء پلاسمایی و سیتوپلاسم** می باشند که از جنس **۲ لایه ی فسفولیپید** می باشد و **در ضخامت و نیز سطوح بالایی و پایینی** این غشاء **پروتئین هایی** قرار دارند. همچنین به **سطوح بالایی غشاء (نه سطوح داخلی !) قندهایی با تعداد مونوساکارید کم** متصل شده اند.

درسنامه۱: غشاء پلاسمایی سلول

گفتیم که اطراف سیتوپلاسم **تمامی سلول های زنده(نه مرده!)** را یک غشایی بنام **غشای پلاسمایی** احاطه کرده است. پس با توجه به این توضیحات می توانیم بگوییم که **همه ی سلولهای زنده دارای غشاء پلاسمایی هستند**. غشاء پلاسمایی سلول دارای خاصیت نفوذپذیری انتخابی است. یعنی فقط به یک سری از مواد اجازه عبور می دهد. مثلا مولکول های آب می توانند از غشاء پلاسمایی عبور کنند. در اینجا به صورت کامل ساختار غشاء پلاسمایی یک سلول را بررسی می کنیم. غشاء پلاسمایی سلول از **۲ لایه ی فسفولیپیدی** تشکیل شده است که در قسمت هایی از ساختار خود **دارای پروتئین** هم می باشد . اگر به شکل کتاب درسی خوب نگاه کنید می بینید که در برخی از مناطق غشاء پلاسمایی **به این فسفولیپیدها و پروتئین ها مولکول های قندی با زنجیره های کوچک(تعداد مونومر کم)** متصل شده اند. با توجه به شکل کتاب درسی این زنجیره های کوچک قندی را **فقط در سطح خارجی(نه داخلی!)** می بینیم.

تو یه نگاه کلی به غشاء پلاسمایی می تونیم به این موضوع پی ببریم که **بیشترین تعداد مولکول های غشاء را فسفولیپیدها** تشکیل داده اند.(بچه ها دقت داشته باشین که **سنگین ترین نه ها! بلکه بیشترین تعداد!**. راستی **سنگین ترین مولکول های غشاء** کیا می شن؟ آ باریکلا! **پروتئین ها سنگین مولکول های غشاء هستن**)

نکته مهم *در فصل ۲ کتاب دهم می خوانیم که پروتئین ها چگالی شان نسبت به لیپیدها بیشتر است.*

هر مولکول فسفولیپید از ۲ بخش تشکیل شده است:

a **بخش آب دوست** ⟵ این قسمت دارای **یک گروه فسفات به همراه گلیسرول** می باشد.

b **بخش آب گریز** ⟵ این قسمت **از ۲ مولکول اسیدچرب** تشکیل شده است.

سرهای آب گریز(اون قسمت هایی که دارای اسیدهای چرب هستن) فسفولیپیدها **به طرف هم** می باشد و **سرهای آبدوست از هم دور** می باشند (در **لایه ی خارجی سرهای آب دوست به سمت محیط بیرون از سلول** و در **لایه ی داخلی سرهای آب دوست به سمت سیتوپلاسم** سلول قرار گرفته اند.)

نکته مهم *از اونجایی که هر فسفولیپید خودش ۲ تا مولکول اسیدچرب داره پس می تونیم بگیم در واقع*

بیشترین مولکول های غشاء پلاسمایی اسیدهای چرب هستن.

توضیح و بررسی موشکافانه

بچه ها اگه به شکل کتاب درسی خوب دقت کنید می تونید چند تا نکته ی خفن و باحال! رو از دل این شکل بکشید بیرون. با توجه به شکل کتاب درسی **در ضخامت غشاء پلاسمایی سلول های جانوری(نه همه سلول ها!)** مولکولی دیده می شود که در واقع **کلسترول** می باشد! با توجه به شکل این کلسترول **هم در لایه ی فسفولیپیدی بالایی** قرار دارد(یعنی **بین فسفولیپیدهای لایه ی بالایی** قرار گرفته است) و **هم در لایه ی فسفولیپیدی پایینی!** منتهی حواستون باشه که بچه ها **کلسترول فقط به یکی از لایه ها وصله** و به دو لایه ی فسفولیپیدی همزمان متصل نیست. یک نکته ی دیگر هم اینکه **کلسترول به صورت یکی در میان** یعنی **به صورت متناوب!** در لایه های پایینی و بالایی قرار گرفته است.

نکته مهم در غشاء پلاسمایی همه سلول ها (چه پروکاریوت و چه یوکاریوت) ، فسفولیپید یافت می شود. در غشاء سلول های جانوری علاوه بر فسفولیپید، لیپید دیگری به نام کلسترول نیز یافت می شود. این ماده در غشاء سلول های گیاهی وجود ندارد.

نکته مهم با توجه به شکل کتاب درسی حلقه ی ۵ ضلعی کلسترول به سر فسفولیپید متصل نیست و آزاد می باشد.

نکته مهم با توجه به شکل کتاب درسی می بینیم که اولا قندها فقط به لایه ی خارجی متصل هستند دوما قندهای متصل به غشاء دارای اشکالاتی هستند که متفاوت از هم می باشند.

نکته مهم یکی از قندها به فسفولیپیدها وصل شدن که بهشون می گن گلیکولیپید و یک سری شون هم به پروتئین ها وصل شدن که بهشون می گن گلیکوپروتئین!

نتیجه گیری مهم: قندها هم به فسفولیپیدها و هم به پروتئین ها وصل هستند اما اینکه به صورت همزمان به هر دو وصل باشن نه!

در ساختار غشا **یک سری پروتئین** دیده می شود. این پروتئین ها به طور کلی به دو دسته ی **پروتئین های سراسری و پروتئین های سطحی** تقسیم می شوند. پروتئین های سراسری **تمام عرض غشاء** را طی می کنند اما پروتئین های سطحی **فقط در یکی از دو لایه فسفولیپیدی** یافت می شوند. پروتئین های غشاء از نظر عملکرد **انواع مختلفی** دارند. مثلا گروهی از آنها در حکم **گیرنده** مولکول های شیایی خاصی می باشند. برای مثال **گیرنده ی هورمونی** هستند. گروهی دیگر **آنزیم** هستند که مثال بارز این نوع پروتئین را در **غشاء یاخته های پرز روده باریک** در فصل ۲ کتاب دهم خواهیم دید. گروهی دیگر پروتئین هایی می باشند که یک سری مواد را که قادر به عبور از لا به لای مولکول های فسفولیپیدی غشا نمی باشند، از خود عبور می دهند. برای مثال **پروتئین های ناقل و پروتئین های کانالی** از این نوع پروتئین ها می باشند که در جاهای کتاب درسی با آنها آشنا خواهید شد.

درسنامه۲: سیتوپلاسم و اندامک های سلول

سیتوپلاسم مایعی است در داخل سلول که **پر از ساختار ها و اجزاء سلولی**(مثل اندامک های مختلف) که هر کدام از این اجزاء **وظیفه ی خاص** خود را دارند. به مایع موجود در سیتوپلاسم می گویند **سیتوسل!** که شامل **آب** + **یون ها**

و مـواد مختلـف مثـل پروتئیـن هـا ، نوکلئیـک اسـید هـا و... مـی باشـد. دقـت داشـته باشـید کـه سیتوسـل فقـط بـه قسـمتِ مایـع سیتوپلاسـم گفتـه مـی شـود! در واقـع رابطـه ی زیـر برقـرار مـی باشـد:

سیتوپلاسم = سیتوسل (آب و یون ها و املاح و پروتئین ها و دیگر مواد) + ساختارهای سلولی (مثل اندامک ها به جز هسته)

نکته مهم *تمامی انواع سلول های زنده (نه مرده) دارای غشاء پلاسمایی و سیتوپلاسم هستند.*

سـاختارهای سـلولی کـه در داخـل سـلول هـا قـرار دارنـد **بـا توجـه بـه اینکـه غشـاء** (از ۲ لایـه ی فسـفولیپیدی تشـکیل شـده اسـت) **دارنـد یـا نـه!** بـه دو دسـته تقسـیم مـی شـوند. بـه ایـن صـورت کـه:

a ساختارهایی کـه غشـاء دارنـد ⟵ بـه آنهـا **اندامـک هـای غشـاء دار** مـی گوینـد. اندامـک هـای غشـاء داری کـه در کتـاب درسـی نـام آنهـا ذکـر شـده اسـت:

۱ شبکه ی آندوپلاسمی ۲ هسته ۳ پراکسی زوم ۴ لیزوزوم(کافندهتن)
۵ واکوئول(کریچه) ۶ کلروپلاست(دیسه) ۷ میتوکندری(راکیزه) ۸ جسم گلژی

نکته مهم *اندامک های غشاء دار فقط و فقط در سلول های یوکاریوت دیده می شود! یعنی در همه جانداران به جز باکتری ها! (در قارچ ها، گیاهان، جانوران و همچنین آغازیان می توان اندامک ها را دید.*

b ساختارهایی کـه فاقـد غشـاء هسـتند ⟵ بـرای ایـن سـاختار هـا **معمـولا از لفـظ اندامـک اسـتفاده نمـی شـود** و مـی گوینـد **سـاختار سـلولی بـدون غشـاء!** سـاختارهای سـلولی بـدون غشـایی کـه در کتـاب درسـی بـه آنهـا اشـاره شـده اسـت شـامل:

۱ ریبوزوم ها(رناتن ها) ۲ سانتریول ها(میانک ها)

عـلاوه بـر سـاختارهای **بـدونِ غشـاءِ سـلولی** کـه در بـالا ذکـر شـد ، سـاختارهای دیگـری نیـز وجـود دارنـد کـه **بـدون غشـاء هسـتند** منتهـی برخـلاف بالایـی هـا **در داخـل سـلول نیسـتند** بلکـه بـه صـورت **ضمائمـی از سـلول** بیـرون زده انـد یـا **در اطـراف سـلول** قـرار دارنـد.

از جمله ی این ضمائم می توان به موارد زیر اشاره کرد:

a تاژک ها b مژک ها c دیواره ی سلولی

نکته مهم *مژک ها زائده هایی هستند که آنها را فقط و فقط در یوکاریوت ها می توان یافت تازه اونم در برخی از یوکاریوت ها دیده می شود .*

سلولهای مژک داری که در کتاب درسی به آنها اشاره شده است شامل موارد زیر می باشد:

- **سلولهای مژک دار بینی، نای، نایژهها، نایژکها(فصل ۵کتاب دهم)**
- **سلولهای مژک دار گیرندهای در حلزون گوش و مجاری نیم دایره (فصل ۲ کتاب یازدهم)**
- **سلولهای مژک دار لولههای فالوپ(فصل ۷ کتاب یازدهم)**
- **پارامسی(فصل ۲ کتاب دهم)**
- **سلولهای مژک دار گیرندهای در کانالهای جانبی ماهیها(فصل ۲ کتاب یازدهم)**

نکته مهم *بچه ها در بعضی از سلول ها مژک ها همواره در حال حرکت هستند مثلا مژک های سلول*

های پوشاننده ی مجاری تنفسی که به سوی حلق در حال زنش هستند اما سلول هایی داریم که مژک هاشون همیشه و هر لحظه در زنش نیست! تازه خودشم حرکت نمی کنه! مثلا مژک های موجود در مجاری نیم دایره ی گوش که تغییر موقعیت باعث حرکت مژک ها میشه (بدون مصرف انرژی زیستی در درون سلول!) یا مژک های موجود در حلزون گوش !

نتیجه گیری مهم: در گروهی از سلول ها مژک ها **عامل حرکت** هستند(مثال: پارامسی)، در گروهی از سلول ها مژک ها **مواد اطراف خود را به حرکت** در می آورند(مثال: در مجاری تنفسی و لوله های فالوپ) و در گروهی هم موجب به حرکت در آمدن سلول و یا مواد اطراف نمی شوند بلکه **حرکت مواد محیط آنها را به حرکت** در می آورد(مثال: سلول های گیرنده در مجاری گوش و کانال جانبی ماهی ها)

نکته مهم *تاژک را در انواع سلول های یوکاریوتی و پروکاریوتی می توان دید.*

سلول های تاژک داری که در کتاب درسی به آنها اشاره شده است و شاما باید بلد باشید شامل موارد زیر است:

- **سلول های لایه ی داخلی(نه خارجی!)** بدن **هیدر**(لایه ی پوششی کیسه ی گوارشی) که هر کدام از سلول ها **از یک عدد تا چندین عدد تاژک** دارند.(فصل ۲ کتاب دهم)
- **سلول های اسپرم انسان که یک عدد تاژک بلند دارد(فصل ۷ کتاب یازدهم)**
- **برخی از باکتری ها تاژک دارند(کتاب علوم)**

ریبوزوم(رناتن)ها

ریبوزوم ها یا به قول کتاب درسی رنا تن ها! جزء **ریزترین اجزاء سلولی** محسوب می شوند که نقش آنها **پروتئین سازی** می باشد. ریبوزوم ها **در تمامی انواع سلول های یوکاریوتی و پروکاریوتی** یافت می شوند که **در پروکاریوت ها (باکتری ها) در سیتوپلاسم شناورند** و **در یوکاریوت ها به صورت شناور در سیتوپلاسیم ، داخل اندامک های میتوکندری ، کلروپلاست و هسته و همچنین چسبیده به جدار خارجی شبکه ی آندوپلاسمی غشاء خارجی هسته** دیده می شوند. همه پروتئین هایی که توسط سلول ها ساخته می شود، توسط ریبوزوم ها تولید می گردد. با فرآیند پروتئین سازی در سال دوازدهم به طور مفصل آشنا خواهید شد.

نکته مهم *ریبوزوم ها در همه سلول های زنده ی پروکاریوت و یوکاریوت وجود دارد. (یعنی در همه ی انواع سلول ها!!)*

توجه توجه

سلول های زنده ای که ساختارها و اندامک های خود را از دست داده باشند **فاقد ریبوزوم** می باشند . برای مثال **گویچه های قرمز ها و سلول های آوند آبکش ریبوزوم ندارند.**

سانتریول(میانک)ها

همه سلول ها به جز «**پروکاریوت ها** + **بیشتر گیاهان**» دارای سانتریول اند. در جانوران **هر سلول ۱ جفت (۲ تا)** سانتریول دارد که در کنار یکدیگر **با زاویه ی ۹۰ درجه** نسبت واقع شده اند. طبق شکل کتاب درسی در فصل ۶ کتاب یازدهم، هر سانتریول **از ۲۷ تا لوله ی پروتئینی به نام ریز لوله** تشکیل شده است که **در ۹ دسته ی ۳ تایی** قرار گرفته اند.

نکته مهم سانتریول ها در همه ی سلول های جانوری + قارچ ها + آغازیان و برخی از (نه همه!) گیاهان دیده می شود و در بقیه یعنی بیشتر گیاهان + همه ی باکتری ها دیده نمی شود. گیاهان نهاندانه فاقد سانتریول می باشند.

نکته مهم هر سلول ۲ تا سانتریول دارد بنابراین سانتریول های یک سلول در حالت استراحت جمعا از ۵۴ میکروتوبول ساخته شده اند. (فصل ۶ کتاب یازدهم)

نکته مهم سانتریول ها که از جنس پروتئین اند توسط ریبوزوم ساخته می شوند.

سانتریول ها **وظایف مختلفی** را انجام می دهند اما **یکی از وظایف مهم آنها تشکیل دوک تقسیم** می باشد. با دوک تقسیم در کتاب علوم آشنا شدید. در کتاب یازدهم به صورت مفصل در موردش خواهید خواند.

دیواره ی سلولی

وظیفه ی دیواره ی سلولی **حفاظت از سلول** + **حفظ ریخت سلول** + **استحکام و جلوگیری از ترکیدن سلول** می باشد. دیواره سلولی در گروهی از جانداران دیده می شود. به طور کلی سلول های جانوری و برخی از آغازیان و برخی از باکتری ها فاقد دیواره می باشند. گیاهان و قارچ ها و باکتری ها دارای دیواره می باشند. در فصل ۶ کتاب دهم با ساختار دیواره سلولی گیاهان آشنا می شوید.

نکته مهم در دیواره سلول های گیاهی، پروتئین و پلی ساکارید وجود دارد. بخش عمده دیواره سلول های گیاهی از سلولز می باشد. سلولز یک پلی ساکارید می باشد.

نکته مهم در هر سلولی که فعالیت خاصی انجام می دهد ، اندامک مربوطه برای این کار و فعالیت خاص وسیعتر و گسترده تر و همچنین تعدادش بیشتر خواهد بود.

میتوکندری (راکیزه)

میتوکندری(راکیزه) یکی دیگر از اندامک های درون سلول ها می باشد که وظیفه ی آن **تولید انرژی زیستی** از مولکول های مغذای مانند کربوهیدرات ها و لیپیدها می باشد. در فصل ۳ کتاب دهم می خوانید که سلول ها با فرآیندی به نام **تنفس سلولی** که بخشی از آن در میتوکندری ها انجام می شود، **مولکول های پرانرژی ATP** تولید می کنند. هر سلولی که به انرژی زیادی نیاز داشته باشد **راکیزه های بزرگ و زیادی** خواهد داشت.

نکته مهم طبق شکل ۱ فصل ۲ کتاب دهم داخل هر سلول چندین عدد راکیزه (میتوکندری) وجود دارد.

نکته مهم درون میتوکندری ها، **DNA** حلقوی یافت می شود.

نکته مهم گویچه های قرمز انسان و بسیاری از جانوران دیگر فاقد اندامک می باشند. این سلول ها میتوکندری نیز که یک نوع اندامک است ندارند. (فصل ۴ کتاب دهم)

نکته مهم سلول های مرده کلا اندامک ندارند. سلول های مرده سطح بافت پوششی سنگفرشی

پوست، سلول های مرده گیاهی (اسکلرانشیم، فیبر، سلول های کلرهک و..) فاقد میتوکندری اند.

شبکه ی آندوپلاسمی

یکی از اندامک های کلیدی در داخل سلول ها **شبکه ی آندوپلاسمی** هستش. این اندامک در واقع به صورت **یکسری کیسه ها** + **یکسری لوله ها** که به **همدیگه وصلن!** تشکیل شدن. جنس این کیسه ها و لوله ها از **غشاء فسفولیپیدی** هستش. وظایف این اندام مهم عبارتند از: **تولید مواد مختلف مثل لیپیدها، گروهی از پروتئین ها(توسط ریبوزوم های روی سطح خود) و غشاء سازی**(کتاب علوم) و نیز **انباشته کردن یون های کلسیم**(فصل ۳ کتاب یازدهم). **از جمله سلول هایی که فعالیت ترشحی شون بالاست و در نتیجه شبکه ی آندوپلاسمی در اون ها گسترده هستش شامل موارد زیر میشه:**

سلول های پوششی غدد برون ریز و درون ریز ⟵ تولید و ترشح مواد مختلف(کتاب علوم، فصل ۲ کتاب دهم و فصل ۴ کتاب یازدهم)

سلول های پلاسموسیت ⟵ این سلول ها **وظیفه شان ترشح پادتن ها** می باشد.(فصل ۵ کتاب یازدهم)

سلول های ماستوسیت ⟵ این سلول ها **در طی فرآیند آلرژی هیستامین** را ترشح می کنند (فصل ۵ کتاب یازدهم)

یاخته های کشنده طبیعی ⟵ این سلول ها **در مبارزه با سلول های آلوده به ویروس و همچنین سلول های سرطانی** در بدن پروتئین های خاصی به نام **پرفورین** را ترشح می کنند.(فصل ۵ کتاب یازدهم)

سلول های عضلانی ⟵ سلول های عضلانی **برای اینکه عمل انقباض را در خود انجام بدهند** نیاز به یون کلسیم دارند برای همین این سلول ها شبکه ی آندوپلاسمی گسترده ای دارند.(فصل ۳ کتاب یازدهم)

لیزوزوم(کافنده تن)ها

اندامک های **کوچک و فراوانی** هستند که وظایف مختلفی را در سلول برعهده دارند. دو تا این وظایف عبارتند از:

a **گوارش اندامک های پیر و فرسوده و آسیب دیده در سلول**

b **گوارش تکه های داخل واکوئل غذایی**(واکوئل غذایی یعنی **موادی داخل حصاری از غشاء سلول** که طی اندوسیتوز این مواد وارد سلول شده اند)

نکته مهم هر سلولی که خیلی از کارهایش وابسته به گوارش توسط آنزیم های لیزوزومی باشد تعداد این اندامک در آن سلول زیاد است . یعنی هر سلولی که تو کار ترکوندن و این حرفا باشه!

از جمله سلول هایی که تو کار ترکوندنن! شامل موارد زیر میشه: سلول های فاگوسیت (نوتروفیل ، ماکروفاژ ، ائوزینوفیل ، مونوسیت)

این سلول ها **تعداد لیزوزوم هاشون** نسبت به بقیه ی سلول های عادی بدن **بیشتره** چون میکروب ها رو فاگوسیتوز (بلعیدن) می کنن و با آنزیم های هیدرولازی که در داخل اندامک لیزوزوم شون هستش اون ها رو از بین می برن یا به عبارتی! چی! می ترکونن! پس بچه ها **اندامک لیزوزوم یک مکانی است برای ترکوندن!** پس اونجا **کلی آب مصرف میشه** چون **به کمک آب عمل هیدرولیز** انجام میشه. پس **سلول های فاگوسیت کننده** نسبت به بقیه سلول ها **آب زیادی مصرف** می کنند.

واکوئل(کریچه)

یکی دیگر از اندامک های درون سلول می باشد که کتاب درسی به واکوئل می گوید کریچه!. کریچه ها انواع مختلفی دارند و هر کدام از این ها وظایف خاص خود را دارند. مثلا **کریچه های دفعی، کریچه های انقباضی، کریچه های مرکزی و غیره**. در مورد کریچه ها خیلی صحبت نمی کنم و تو هر فصل در مورد همون نوع کریچه

صحبت خواهم کرد.

جسم گلژی

جسم گلژی در واقع **حکم گمرک** را برای سلول دارد. موادی که توسط **شبکه های آندوپلاسمی** ساخته می شوند و به صورت **وزیکول** در می آیند **ابتدا باید به گمرک** سلول یعنی **اجسام گلژی** بروند و توسط آن ها **بررسی** شوند تا **تغییرات** روی آنها انجام شود **و** پس از آن به خارج از سلول هدایت شوند **یا** اینکه به قسمت خاصی از سلول هدایت می شوند.

نکته مهم رابطه ی بین شبکه ی آندوپلاسمی با اجسام گلژی از طریق وزیکول ها (کیسه های غشایی!) می باشد.

نکته مهم در فصل ۶ سال یازدهم می خوانیم که جسم گلژی در پایان تلوفاز و سیتوکینز سلول های دارای دیواره وزیکول هایی را از خود به وسط سلول می فرستد و از ادغام این وزیکول ها دیواره ی سلولی بین دو سلول ایجاد می شود. پس می تونیم بگیم جسم گلژی در دیواره سازی و سیتوکینز سلول های دیواره دار (مثل سلول های گیاهی) نقش داره.

نکته مهم گستردگی گلژی در سلول ها به فعالیت ترشحی سلول ها بستگی دارد. هرچقدر سلول فعالیت ترشحی بیشتری داشته باشد گلژی گسترده تری خواهد داشت.

هسته

هسته **همانند کلروپلاست و میتوکندری دارای ۲ غشاء** می باشد یعنی **۴ لایه ی فسفولیپیدی! دارد.** با توجه به شکل کتاب درسی **غشای خارجی هسته با غشای داخلی ش** در بخش هایی پَرچ شده اند! درواقع پروتئینهایی باعث **بوجود آمدن منفذهایی در غشاء ها** شده اند که **ارتباط سیتوپلاسم و درون هسته از طریق همین منفذ ها** می باشد. درون هسته مایعی قرار دارد به نام **شیره ی هسته** که شامل مواد زیر می باشد: **DNA (دنا) خطی همراه با پروتئین هایش(هیستون ها)** + **آب** + **هستک ها** + **اسکلت هسته ای** + **پروتئین های مختلف**

نکته مهم : ماده ی وراثتی سلولهای یوکاریوتی (نه پروکاریوتی!) بیشترش در هسته است نه تمامش !! زیرا بخشی از ماده ی وراثتی یک سلول در میتوکندری و کلروپلاست هایش حضور دارد که DNA حلقوی است.

این که هستک چیه تو کتاب درسی اشاره ای بهش نشده و فقط در کتاب یازدهم ازش اسم برده شده است. DNA درون هسته به صورت **کروماتین و کروموزوم** سازمانه یافته است. این که کروموزوم و کروماتین یعنی چی، تو فصل ۶ یازدهم می خونیش و میفهمی 😊

نکته مهم DNA یکی از شباهت های جانداران مختلف است. این مولکول در همه جانداران وجود دارد و کار یکسانی انجام می دهد.

نکته مهم بیشتر (نه همه) سلول ها دارای یک هسته می باشند اما برخی از سلول ها فاقد هسته و برخی دارای بیش از یک هسته می باشند.

سلول های فاقد هسته ای که در کتاب درسی ذکر شده است:

a **باکتری ها** b **گویچه های قرمز در انسان و بسیاری از(نه همه) جانوران دیگر**

c سلول های آوند آبکشی

d سلول های مرده (مثل سلول های اسکلرانشیم ، کلاهک ، چوب پنبه و...)

نکته مهم سلول های بالا چون هسته ندارند می توان گفت که فاقد DNA خطی می باشند.

سلول های دو هسته ای که در کتاب درسی ذکر شده است :

a برخی از سلول های عضلات قلبی

سلول های چند هسته ای که در کتاب درسی ذکر شده است:

b سلول های عضلانی مخطط

نکته مهم با توجه به شکل اگر اندازه ی اندامک ها را مقایسه کنیم اینجوری می شود:

بزرگترین اندامک ← واکوئل مرکزی

کوچکترین ساختار ← ریبوزوم

بیشترین ساختار ← ریبوزوم

نکته مهم تمامی اندامک ها (ساختارهای دارای غشاء) دارای ۲ لایه ی فسفولیپیدی هستند به جزء کلروپلاست ، هسته و میتوکندری که ۲ لایه غشاء دارند یعنی ۴ لایه ی فسفولیپیدی !!

نکته مهم از بین ساختارهای سلولی ، اندامک ها یعنی ساختارهای غشاء دار را در باکتری ها نداریم اما ریبوزوم ها را داریم.