مجموعه کتاب های

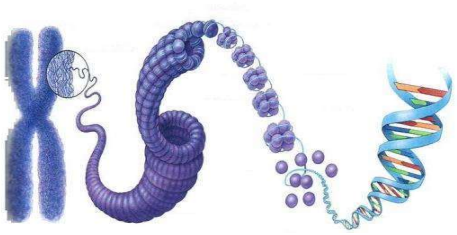
سونامی زیست شناسی ۱۲

فصل اول: مولکول های اطلاعاتی

اشکان زرندی
زیست شناسی

گرافیک: شاهین صباغی

گفتار ۱) نوکلئیک اسیدها



نوکلئیک اسید ها یا اسیدهای هسته ای گروهی از مولکول های آلی هستند که در ساختار آن ها علاوه بر عناصر کربن، هیدروژن و اکسیژن، عناصر نیتروژن و فسفر هم به کار رفته است.

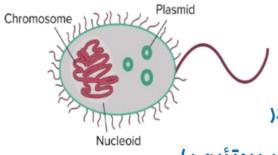
به طور کلی نوکلئیک اسید ها در یاخته به دو دسته طبقه بندی می شوند: **DNA** و **RNA**

این دو مولکول ذخیره و انتقال اطلاعات را در یاخته بر عهده دارند. از آن جایی که نیمه عمر (طول عمر) دنا بیش از رنا است، دنا به عنوان ماده وراثتی یاخته محسوب می شود.

از نظر محل قرار گیری نوکلئیک اسید ها در سلول های یوکاریوتی و پروکاریوتی در دو جا یافت می شوند:

۱. در سلول های یوکاریوتی »»» درون هسته / میتوکندری / پلاست ۲. در سلول های پروکاریوتی

از زیست یازدهم به یاد دارید که وقتی مولکول دنا که خود در حالت طبیعی مارپیچ است، به دور مولکول های هیستون (در سال دوازدهم میخوانید که مهمترین پروتئین ها هیستون بوده اند، نه تنها پروتئین ها) پیچ و تاب میخورد و کروموزموم ها را تشکیل می دهد. بچه ها همین اول کار یادتون باشه که کتاب درسی دوازدهم از واژه کروموزوم برای متوکندری و پلاست استفاده نمی کنه!!! در فصل چهارم به جای واژه کروموزوم میتوکندری از واژه دنای میتوکندری استفاده می کنه!! پس از سطح کتاب ما کروموزوم رو برای سلول های یوکاریوتی در هسته در نظر می گیریم.



در پروکاریوت ها نیز یک کروموزوم اصلی وجود دارد که به غشای باکتری متصل شده است. بعضی باکتری ها علاوه بر کروموزوم اصلی یک کروموزوم کمکی به نام پلازمید دارند.

نکته: کروموزوم‌ها (یا نوکلئوزوم) همانند ریبوزوم‌ها (rRNA + پروتئین) »»» ساختار نوکلئوپروتئینی در نظر گرفته می‌شوند »»» در ساختارهای نوکلئوپروتئینی حداکثر ۲۴ نوع مونومر می‌تواند به کار رود»»» ۴ نوع نوکلئوتید و ۲۰ نوع اسیدآمینه در ساختار پروتئین‌ها به‌کاررفته است.

نکته: به DNA »»» ماده وراثتی و اسید نوکلئیک نیز گفته می‌شود.

درون **DNA** دستورالعمل‌هایی برای فعالیت‌های سلول مانند رشد و تمایز و تقسیم وجود دارد.

دستورالعمل‌های هسته در دو حالت منتقل می‌شوند:

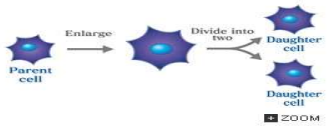
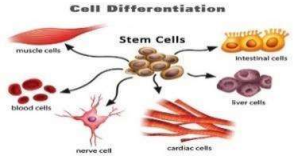
۱. از سلولی به سلول دیگر »»» در حین تقسیم یاخته‌ای (میتوز)

۲. از نسلی به نسل دیگر »»» در حین تولیدمثل (میوز)

نکته: در مثال هایی مانند تقسیم دو تایی در باکتری، در حین تقسیم، اطلاعات از سلول به سلول دیگر و همزمان از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود. اساسا این طور میتوان گفت که در باکتری ها انجام تقسیم دوتایی منجر به تغییر نسل می شود.

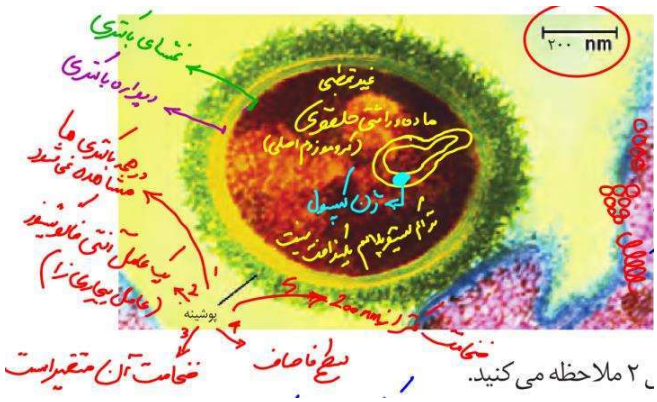
ایستگاه آموزشی: بررسی برخی فعالیت‌های سلول تحت کنترل ژنتیکی است.

فعالیت‌هایی که تحت کنترل ژنتیکی قرار دارند فعالیت‌هایی هستند که دستورالعمل انجام آن‌ها بر روی مولکول **DNA** قرار می‌گیرند. در ذیل مثال‌هایی از این فعالیت‌ها آورده شده است:

ایستگاه رشد و نمو و تمایز		
رشد **Growth**	۱. افزایش **تعداد** سلول‌ها ۲. افزایش **حجم** سلول‌ها (به‌شرط آنکه غیرقابل‌بازگشت باشد)	
نمو **Development**	ورود یک **جاندار** از یک مرحله به مرحله دیگر (مثلاً گیاهی که در فاز رویشی بوده، گل داده است).	
تمایز **Differentiation**	**یاخته** برای یک عملکرد خاص، شکل و ساختار متناسب با آن را به خود بگیرد. (یاخته‌های عصبی طویل‌اند تا پیام عصبی را به دیگر نقاط بدن جابه‌جا کنند).	

نکته: توجه شود که فرایند نمو همراه با رشد و تمایز صورت می‌گیرد.

ایستگاه آنالیز شکل: بررسی استرپتو کوکوس نومونیا



۲ ملاحظه می کنید.

۱) لایه های این باکتری از بیرون به داخل عبارتند از:

۱) کپسول »»» در **بعضی** از باکتری ها وجود دارد

۲) دیواره یاخته ای »»» در **اغلب** باکتری ها وجود دارد

۳) غشا »»»» در **همه** باکتری ها وجود دارد

۲) در مورد **کپسول** باکتری میتوان گفت:

۱) سطح ناصاف »»» کمک به چسبندگی

۲) ضخامت غیر یکنواخت

۳) عامل بیماری زایی باکتری است »»» باعث **آنتی فاگوسیتوز** شدن باکتری می شود.

۳) در مورد **سیتوپلاسم** باکتری میتوان گفت:

۱) تراکم آن در همه قسمت‌ها یکسان نیست.

۲) دارای یک **DNA حلقوی متصل به غشا** است »»» به **DNA** به همراه پروتئین های آن کروموزوم اصلی گفته می شود.

۳) حاوی ریبوزوم و ..... است.

۴) اندازه آن از ۲۰۰ نانومتر بیشتر است.

۵) **کپسول باکتری** »»» تحت تاثیر گرما تخریب می شود.

۶) **دیواره سلولی باکتری** »»» تحت تاثیر **آنزیم های لیزوزیمی** تخریب می شود. دیواره توسط شوک الکتریکی و شوک حرارتی یکپارچگی خود را از دست می دهد (ترکیب با فصل ۷ زیست دوازدهم)

۷) **غشای باکتری** »»» تحت تاثیر پروتئین های مکمل یکپارچگی خود را از دست می دهند

AshkanZarandi
اشکان زرندی
زیست شناسی

ایستگاه آموزشی: بررسی آزمایش گریفیت

- ✓ گریفیت یک **باکتری‌شناس** انگلیسی بود.
- ✓ در این آزمایش از موش (جانور یوکاریوت) و باکتری (پروکاریوت) استفاده شد.
- ✓ هدف اولیه آزمایش »» تولید **واکسنی برای آنفولانزا** بود (که در آن زمان تصور می‌شد عامل آنفولانزا **باکتری** موسوم به **استرپتوکوکوس نومونیا** است که دارای دو نوع **کپسول دار** (**پوشینه‌دار**) و **بدون کپسول** (**بدون پوشینه**) است)

نتیجه نهایی آزمایش:

- ○ **کشف اطلاعات اولیه** در مورد ماده وراثتی.
- ○ مشاهده اینکه ماده وراثتی از یاخته‌ای به یاخته دیگر انتقال پیدا می‌کند. (ولی ماهیت ماده وراثتی و نحوه انتقال آن مشخص نشد).

مراحل آزمایش گریفیت

تصویر	مراحل	توضیح
	۱. تزریق باکتری‌های زنده کپسول دار به موش. ۲. باکتری‌های کپسول دار باعث ابتلا موش‌ها به ذات‌الریه می‌شدند و منجر به مرگ آن‌ها می‌شد.	دستگاه ایمنی موش (خطوط دوم به بعد) نمی‌توانند علیه باکتری‌ها کپسول دار واکنش مناسب را نشان دهند »» چون کپسول یک عامل **آنتی فاگوسیتوز** است.
	۱. تزریق باکتری‌های زنده بدون کپسول به موش‌های مشابه. ۲. موش‌ها به بیماری مبتلا نمی‌شدند و علائم بیماری ذات‌الریه در آن‌ها مشاهده نمی‌شد.	باکتری‌های بدون کپسول توسط دستگاه ایمنی موش نابود می‌شدند.
	۱. باکتری‌های کپسول دار با گرما کشته شدند. ۲. باکتری‌های کپسول دار مرده به بدن موش‌های مشابه تزریق شد. ۳. همه موش‌ها زنده ماندند و به بیماری مبتلا نشدند.	از این مرحله از آزمایش نتیجه گرفته شد که صرفاً وجود کپسول عامل مرگ موش‌ها نیست. **DNA** نسبت به گرما مقاوم بود.
	۱. مخلوطی از باکتری‌های کپسول دار مرده (کشته‌شده با گرما – مرحله ۳) و باکتری‌های زنده بدون کپسول (مرحله ۲) را به موش‌های مشابه تزریق کرد. ۲. برخلاف انتظار همگی موش‌ها مردند. ۳. پس از بررسی مشخص شد در ۱- خون و ۲- شش‌های موش‌های کشته‌شده **مقدار زیادی باکتری‌های کپسول دار** مشاهده می‌شود »» یعنی تعداد زیادی (نه همه) باکتری‌های بدون کپسول، کپسول دار شده بودند.	ازآنجاکه آنزیم‌های لازم برای ساخته‌شدن کپسول در مولکول **DNA** باکتری‌های کپسول دار وجود داشت طی این مرحله **DNA** از باکتری‌های مرده کپسول دار به باکتری‌های زنده بدون کپسول منتقل‌شده و در بدن آن‌ها فعالیت خود را آغاز کرده و کپسول ساخته‌شده است. بعدها به این انتقال ماده ژنتیک ترانسفورماسیون گفته شد که منجر به تغییر ژنو تیپ و فنوتیپ باکتری دریافت‌کننده می‌شود. (بعداً میخونیمش)

در مورد آزمایش گریفیت میتوان گفت:

۱. هر مرحله که در آن موش مرد »» ۱ و ۴ / هر مرحله که موش زنده ماند »» ۲ و ۳
۲. هر مرحله که به بدن موش کپسول وارد می شود »» ۱ – ۳ – ۴
۳. هر مرحله ی که در آن از گرما استفاده شد (باکتری کشته شده تزریق شد) »» ۳ – ۴
٤. هر مرحله که در خون موش باکترهای زنده کپسول دار مشاهده شد »» ۱ – ۴ (بعد از انتقال ژن)
٥. هر مرحله که در خون موش باکتری های زنده بدون کپسول مشاهده شد »» ۲ – ۴ (قبل از انتقال ژن)
٦. هر مرحله که نتایج آن برخلاف انتظار گریفیت بود »» ۴
۷. هر مرحله ای که در آن از آنزیم های تخریب کننده استفاده شد »» هیچ

نکات مربوط به آزمایش گریفیث:

۱. توجه شود که گریفیث روی دو **جاندار** کارکرد:

۱. **باکتری** »» **پروکاریوت** (**DNA حلقوی** متصل به غشا / فاقد اندامک غشا دار / دارای تقسیم دوتایی)

۲. **موش (جانور)** »» **یوکاریوت** (مهره‌دار / دفاع اختصاصی + دفاع غیر اختصاصی / پستاندار / **DNA حلقوی** در میتوکندری)

۲. هر جانداری که در آزمایش گریفیث بود دارای **DNA** حلقوی است. چون یاخته های یوکاریوتی در موش میتوانند دارای میتوکندری باشند که حاوی **DNA** حلقوی است.

۳. بر اساس آزمایش‌های گریفیث **چگونگی** انتقال ژن کشف نشد. ولی مشاهده شد. ضمن اینکه گریفیث از **ماهیت مولکول DNA** اطلاعی نداشت.

٤. گریفیث برخلاف ایوری از ماهیت ماکرو مولکول‌ها (درشت مولکول ها) در سلول آگاهی نداشت.

٥. در آزمایش چهارم، گریفیث تغییر **ژنوتیپ** و **فنوتیپ** (شکل ظاهری یک صفت) باکتری‌های بدون کپسول زنده را مشاهده شد. یعنی انتقال ژن تنها در آزمایش چهارم صورت گرفت. (ژنوتیپ است که فنوتیپ را تعیین می کند)

٦. علائم بیماری به‌صورت کیفی است »» یعنی یا بروز می‌کند و موش را می‌کشد (در اثر تزریق باکتری‌های کپسول دار) یا کلاً بروز نمی‌کند »» علائم خفیف و شدید نداریم.

۷. کپسول به‌عنوان یک **عامل آنتی فاگوسیتوز** در نظر گرفته می‌شود »» کپسول در یک باکتری زنده، عامل بیماری زایی است ولی به تنهایی نمی‌تواند بیماری زا باشد.

۸. به دنبال آزمایش سوم مشخص شد مقاومت **DNA به گرما نسبتا زیاد** است. یعنی گرمای استفاده شده در آزمایش منجر به تخریب **DNA** و از دست رفتن عملکرد آن نشد.

۹. در بدن موش هیچ‌گونه **اینترفرونی** ترشح نمی‌شود »» چون **بیماری باکتریایی** است. (اینترفرون از یاخته های آلوده به ویروس ترشح می شود)

۱۰. ازآنجاکه باکتری استرپتوکوکوس در **خون** موش‌ها مشاهده شد می‌توان نتیجه گرفت که **پروتئین‌های مکمل فعال‌شده** در خون موش می‌توانند **ساختارهای حلقه مانندی** را در **غشای باکتری بدون کپسول** ایجاد کنند که مشابه یک **روزنه** عمل کرده و باعث مرگ آن می‌شود (پروتئین‌های مکمل روی نوع کپسول دار فاقد عملکرد است)

۱۱. در آزمایش چهارم در خون و شش‌های موش علاوه بر **باکتری‌های کپسول دار**، می‌تواند **باکتری‌های بدون کپسول** هم مشاهده شود (همان باکتری‌هایی که ماده وراثتی کپسول دارها، به آن‌ها منتقل نشده است و از طرفی به علت مرگ موش‌ها، دستگاه ایمنیِ موش نتوانسته آن‌ها را فاگوسیتوز کند)

۱۲. در آزمایش چهارم ترکیب جدیدی از ژن ها مشاهده می شود و بر اساس کتاب درسی میتوان گفت باکتری **تحت دست ورزی ژنتیکی** قرار گرفته و تراژن شده است.

۱۳. با در نظر گرفتن **انتقال ژن** در آزمایش چهارم میتوان گفت انتقال ژن:

۱) همیشه بین **نسل های مختلف** نیست. میتواند درون **یک نسل** رخ دهد (انتقال افقی ژن)

۲) همیشه از طریق **گامت ها** از جانداری به جاندار دیگر رخ نمی دهد.

۳) همیشه منجر به تغییر در تعداد کروموزوم های یاخته دریافت کننده نمی‌شود. (تعداد ژن ها بیشتر می شود ولی تعداد کروموزوم ثابت است)

۱٤. بعد از ابتلا به ذات الریه (نوعی بیماری ششی) اختلال در حمل و نقل گاز های تنفسی رخ می دهد »» به عنوان مثال میتوان **افزایش فعالیت آنزیم کربنیک انیدراز** را به دنبال **افزایش دی اکسید کربن** مشاهده کرد. حتی میتوان **افزایش میزان هورمون اریتروپویتین** را به دنبال کاهش اکسیژن خون نیز متصور شد.

۱٥. از آنجایی که در فرد مبتلا به ذات الریه ظرفیت حمل اکسیژن کم می شود »» میتوان در نظر گرفت میزان **رخداد واکنش تنفس یاخته ای** کاهش می یابد »» پس سطح انرژی در دسترس یاخته های نیز کاهش می یابد.

۱٦. ترکیب با آینده) از آنجا که باکتری ها هاپلوئید هستند، جهش مضاعف شدن در آن ها صورت نمیگیرد. اما افزودن شدن ژن به ماده وراثتی آن ها طی انتقال افقی ژن امکان پذیر است.

۱۷. ذات الریه یک **بیماری باکتریایی** است که شش ها را درگیر می کند. آنفولانزا (مانند آنفولانزای پرندگان) و کرونا **بیماری‌های ویروسی** است که شش ها را درگیر می کند.

ایستگاه آموزشی: نحوه بیماری‌زایی باکتری

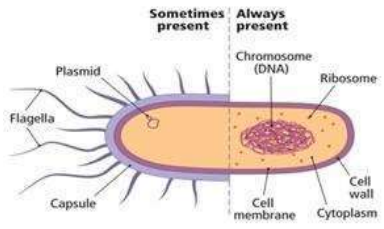
سؤال) **آیا این احتمال وجود دارد که در فردی طبیعی سالم، باکتری بدون کپسول استرپتوکوکوس ایجاد بیماری کند؟** خیر

همان‌طور که میدانیم هورمون کورتیزول با تخریب پروتئین‌های دفاعی بدن باعث سرکوب و تضعیف سیستم ایمنی می‌شود. بنابراین در افرادی که میزان کورتیزول آن‌ها بالاست (مانند افرادی که پیوند عضو شده‌اند) به دلیل تضعیف سیستم ایمنی، باکتری‌های بدون کپسول باعث بیماری می‌شوند.

ایستگاه آموزشی: بررسی کپسول در باکتری‌ها

یکی از عوامل بیماری‌زایی باکتری‌ها **(تو پزشکی پهش میگن ویرولانس)** در نظر گرفته می‌شود

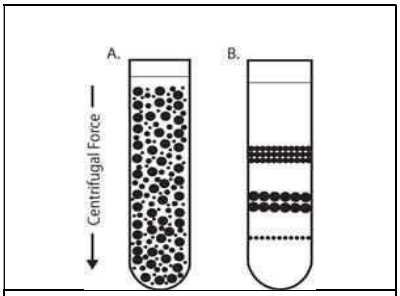
- ✓ در خارجی‌ترین سطح برخی از باکتری‌ها (مانند استرپتوکوکوس نومونیا) مشاهده می‌شود که به‌عنوان عامل بیماری‌زایی باکتری محسوب می‌شود.
- ✓ دارای سطح ناصاف
- ✓ ضخامت آن در تمام طول باکتری یکسان نیست (رجوع به شکل کتاب)
- ✓ باکتری‌های کپسول دار می‌توانند در انسان و موش، هردو، بیماری‌زایی کنند.
- ✓ کپسول باعث مقاومت باکتری در برابر سلول‌های دستگاه ایمنی مانند فعالیت فاگوسیتوزی ماکروفاژ ها می‌شود. (آنتی فاگوسیتوز)



در ادامه درس می‌خوانیم که از روی مولکول **DNA** می‌تواند پروتئین ساخته شود. با توجه به اینکه دیدیم اطلاعات ساخته‌شدن کپسول بر روی مولکول **DNA** قرار دارد، **این سؤال مطرح می‌شود که چگونه از مولکول DNA کپسول پلی ساکاریدی ساخته می‌شود؟؟؟**از روی مولکول **DNA** پروتئین‌هایی ساخته می‌شود که درواقع آنزیم‌هایی هستند که می‌توانند بااتصال مونوساکارید ها به یکدیگر **کپسول پلی ساکاریدی** را در یک باکتری به وجود بیاورد. درواقع **DNA** به‌واسطه سنتز آنزیم‌های پروتئینی، کپسول پلی ساکاریدی را تولید می‌کند.

عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول DNA است (آزمایشات ایوری)

عامل انتقال صفات وراثتی توسط ایوری و همکارانش طی **سه آزمایش** مشخص شد. نتایج به‌دست‌آمده موردقبول عده‌ای قرار نگرفت؛ **چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها، ماده وراثتی هستند.**



سانتریفیوژ مواد را بر اساس ویژگی‌هایی مانند چگالی، شکل و بار الکتریکی تفکیک می‌کند.

آزمایش اول) آیا پروتئین‌ها مسئول انتقال صفات هستند؟

کشته شدن باکتری کپسول دار »»» استخراج عصاره‌ی باکتری (حاوی سیتوپلاسم و آنزیم‌های مختلف موجود در آن) »»» تخریب کردن تمام پروتئین‌های موجود در آن به‌وسیله **آنزیم پروتئاز**»»» اضافه کردن باقیمانده عصاره به محیط کشت **باکتری‌های فاقد کپسول** »»» مشاهده کردند بسیاری از باکتری‌های بدون کپسول، کپسول دار شدند (یعنی علی‌رغم اینکه پروتئین‌ها را تخریب کرده بودند انتقال صفت صورت گرفته است) »»» می‌توان نتیجه گرفت پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند.

آزمایش دوم) ماهیت ماده وراثتی چیست؟

قرار دادن مخلوط به‌دست‌آمده (عصاره‌ی باکتری کشته‌شده کپسول دار) در سانتریفیوژ با سرعت بالا »»» جدا شدن مواد به صورت لایه‌لایه که هر لایه محتوی یک نوع ماکرو مولکول است (مثلاً یک‌لایه حاوی **DNA** و لایه دیگر حاوی پروتئین) »»» اضافه کردن هریک از لایه‌ها به‌صورت جداگانه به محیط کشت حاوی باکتری‌های فاقد کپسول »»» مشاهده کردند انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن مولکول **DNA** وجود دارد صورت می‌گیرد. بنابراین نتیجه گرفته شد که ماهیت ماده وراثتی **DNA** است.

نکته: در آزمایش دوم (برخلاف آزمایش اول) تخریب پروتئین‌ها صورت نگرفت.

آزمایش سوم) تأیید اینکه ماهیت ماده وراثتی همان DNA است.

استخراج عصاره باکتری کشته‌شده کپسول دار (حاوی کربوهیدرات، پروتئین، لیپید و اسید نوکلئیک) »»» تقسیم کردن این عصاره به چهار قسمت و ریختن هر قسمت به درون یک لوله‌آزمایش حاوی محیط کشت باکتری‌های زنده فاقد کپسول »»» اضافه کردن آنزیم‌های تخریب‌کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدراز، پروتئاز، لیپاز، نوکلئاز) به‌صورت جداگانه به لوله‌های آزمایش »»» مدتی رها کردند تا تکثیر و ترانسفورماسیون احتمالی انجام شود »»» در همه لوله‌ها انتقال **DNA** (ترانسفورماسیون) صورت گرفت. به‌جز ظرفی که **DNA** آن توسط آنزیم‌های نوکلئاز تخریب‌شده بود.

نکات مربوط به آزمایش ایوری:

۱. در همه مراحل آزمایشات ایوری از **باکتری های زنده بدون کپسول** و **عصاره باکتری ها کپسول دار مرده**، استفاده شد.

۲. هم در آزمایش ایوری (مرحله ۲) و هم در آزمایش مزلسون و استال (**جلوگیری میخونیمش**)، از سانتریفیوژ استفاده شد.

۳. **DNA** همان ماده وراثتی است (مولکولی حاوی اطلاعات وراثتی) که می‌تواند از سلولی به سلول (جانداری به جاندار دیگر) منتقل شود »»» اطلاعات وراثتی در واحدهایی به نام ژن سازمان‌دهی می‌شود.

۴. انتقال **DNA** به تغییر در خصوصیات ظاهری (فنوتیپ) جاندار پذیرنده منجر می‌شود (باکتری‌های بدون کپسول، کپسول دار شدند) »»» مشاهده می‌شود که **تغییر ژنوتیپ** (تیپ ژنی جاندار) منجر به **تغییر فنوتیپ** (کپسول دار شدن باکتری) می‌شود.

۵. ایوری از ماهیت چهار نوع **ماکرومولکول آلی** در سلول و همچنین از **آنزیم های تجزیه کننده آن ها** آگاهی داشت (برخلاف گریفیت)

۶. در آزمایش **اول** همانند آزمایش **سوم**، از **پروتئاز** استفاده می شود.

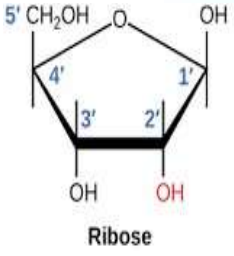
۷. **در آزمایش دوم از هیچ گونه آنزیمی استفاده نشد.** همچنین باید توجه داشت که در هیچ یک از مراحل آزمایشات **گریفیت** از آنزیم تخریب کننده استفاده نشد.

۸. آیا در آزمایش اول ایوری مخلوط حاوی عصاره باکتری که به محیط کشت اضافه شد حاوی پروتئین بود؟ بله!! گرچه **پروتئین های درون عصاره** تخریب شده بود اما مخلوط اضافه شونده **حاوی آنزیم های پروتئاز بود. این آنزیم ها از جنس پروتئین هستند.**

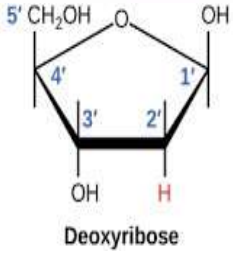
۹. در هر سه مرحله آزمایش عصاره ی کامل باکتری کپسول دار مرده اضافه نشد. یعنی در هر مرحله آزمایش بخشی از عصاره (نه همه مواد آلی) مورد استفاده قرار گرفت.

۱۰. در اثر افزودن آنزیم کربوهیدراز، هر قندی در عصاره تخریب نشد. چون در **DNA** قند های ۵ کربنی وجود دارد که سالم ماندند.

۱۱. هر آزمایشی که در آن **ماده آلی حاوی نیتروژن** تخریب می شود »»» آزمایش ۱ (تخریب پروتئین) + آزمایش ۳ (به دلیل تخریب پروتئین و نوکلئیک اسید)



Ribose



Deoxyribose

ساختار نوکلئیک اسید

نوکلئیک اسیدها بر اساس **نوع قند بکار رفته** در آن‌ها به دو نوع تقسیم‌بندی می‌شود:

۱. **دئوکسی ریبو** نوکلئیک اسید (**DNA**) »»» که در آن قند **دئوکسی ریبوز** به‌کاررفته است.

۲. **ریبو** نوکلئیک اسید (**RNA**) »»» که در آن قند **ریبوز** به‌کاررفته است.

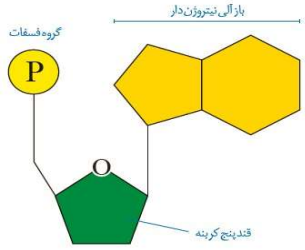
هر نوکلئیک اسید، پلیمری از واحدهای تکرارشونده به نام نوکلئوتید (مونومر) است.

نکته: ازآنجا که **دئوکسی ریبوز** در ساختار خود یک اکسیژن از **ریبوز** کمتر دارد »»» می‌توان گفت وزن مولکولی دئوکسی ریبوز از ریبوز کمتر است.

ساختار یک نوکلئوتید:

نوکلئوتید ها شامل سه بخش هستند (واحد های سه بخشی):

اجزای سازنده یک نوکلئوتید		
قند پنج کربنی	ریبوز	در **RNA**
	دئوکسی ریبوز	در **DNA**
یک تا سه گروه فسفات	آلفا / بتا / گاما (نام گذاری در کتاب نیست)	عامل بار منفی اسیدهای هسته‌ای
یک باز آلی نیتروژن دار	**A T C G (U)**	پورین (دو حلقه‌ای) : **A G** پریمیدین (تک حلقه‌ای) : **C U T**



نکات مربوط به نوکلئوتید:

۱. توجه شود که همیشه نوکلئوتیدها سه فسفاتی نیستند. مثلاً وقتی **ATP** به **ADP** تبدیل شود دارای دو فسفات است.

۲. نوکلئوتیدها می‌توانند حداکثر ۳ (در صورتی که باز آلی به کار رفته در آن پورین باشد) و حداقل ۲ (در صورتی که باز آلی به کار رفته در آن پیریمیدن باشد) حلقه آلی داشته باشند.

۳. باز آلی تیمین، فقط در **DNA** و باز آلی یوراسیل فقط در **RNA** به کار می رود.

٤. بین گروه ها فسفات در نوکلئوتید ها نیز پیوند کووالانسی مشاهده می شود. یعنی میتوان گفت پیوند کوالانسی درون یک نوکلئوتید در قسمت های زیر مشاهده می شود: ۱- بین باز آلی نیتروژن دار و قند ۲- بین گروه فسفات (آلفا) و قند ۳- بین گروه های فسفات با یکدیگر

٥. در بازهای آلی پورینی، یک باز آلی در سمت حلقه کوچکتر با قند پیوند کووالانسی تشکیل می دهد. در موکول دنا (دو رشته ای) از سمت حلقه بزرگتر پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد.

٦. در مورد قند توجه شود که: نوعی قند پنتوز است / وزن مولکولی ریبوز از دئوکسی ریبوز بیشتر است / حلقه ۵ ضلعی داریم ولی حلقه ۵ کربنی نداریم. یک قند از یک سمت با باز آلی و از سمت دیگر به گروه یا گروه های فسفات متصل می شود.

۷. هر نوکلئوتید حداقل دارای دو حلقه آلی است.

۸. هر پیوندی که درون یک نوکلئونید دیده می شود کوولانسی است. بین نوکلئوتید ها هم میتواند پیوند هیدروژنی و هم پیوند کووالانسی مشاهده شود.

بررسی انواع حالت‌های نوکلئوتید های ATCG		
اجزا	**نوع**	**تعداد حداکثر انواع**
تعداد فسفات	یک تا سه	۳
نوع قند	ریبوز یا دئوکسی ریبوز	۲
نوع باز آلی	**ATCG** یا **AUCG**	۴
مجموع		حداکثر ۲۴ نوع نوکلئوتید

تنوع در نوکلئوتید ها:

اساساً نوکلئوتیدها (نه فقط آن‌هایی که در ساختار نوکلئیک اسیدها به کار می‌روند) ازنظر ۱- نوع قند، ۲- نوع باز آلی و ۳- تعداد گروه‌های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند »»» بر این اساس نوکلئوتید ها می‌توانند ماکسیمم ۲۴ نوع باشند.

نکته: یادتون باشه هیچ موقع باز آلی U به قند دئوکسی ریبوز متصل نمیشه. هیچ موقع هم باز آلی T به قند ریبوز متصل نمی‌شود.

ایستگاه آموزشی: وزن مولکول نوکلئوتیدها

در موارد زیر می‌توانند باعث تغییر در وزن مولکولی شوند:

۱. وزن مولکولی ریبوز از دئوکسی ریبوز بیشتر است. (به‌اندازه یک اتم اکسیژن)

۲. وزن مولکولی پورین‌ها (دو حلقه‌ای) از پریمیدین ها (تک حلقه‌ای) بیشتر است.

۳. نوکلئوتید های آزاد (سه فسفاته) دارای وزن مولکولی بیشتری نسبت به نوکلئوتیدهای به‌کاررفته در ساختمان نوکلئیک اسیدها (تک فسفاته) هستند.

نکته: اگر وزن مولکولی در DNA یا RNA بررسی شود به پارامتر تعداد فسفات توجه نمی‌شود »»» چون همه نوکلئوتید های به‌کاررفته در آن‌ها تک فسفاتی هستند.

دخالت نوکلئوتیدها در واکنش‌های سوخت و سازی

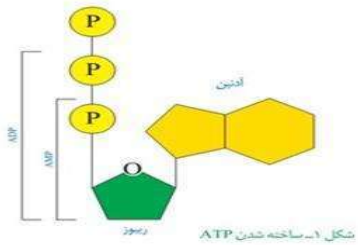
توجه شود که نوکلئوتیدها علاوه بر اینکه به‌عنوان زیر واحدهای **DNA** و **RNA** به کار می‌روند، انواع دیگر با کارکرد های متفاوت دارند.

مثال هایی از کاربرد نوکلئوتید ها		
نوع	**نام علمی**	**کاربرد**
ATP	آدنوزین تری فسفات	شکل رایج انرژی در همه سلول‌ها
$FADH^{2}$	فلاوین آدنین دی نوکلئوتید	نوعی حامل الکترون تولید در چرخه کربس مصرف در زنجیره انتقال الکترون غشای داخلی میتوکندری
NADH.H+	نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید	نوعی حامل الکترون است که در واکنش‌های اکسایش و کاهش و در تنفس سلولی نقش اساسی دارد.
NADPH	نیکوتین آمید آدنین فسفات دی نوکلئوتید	نوعی حامل الکترون است در فرایند فتوسنتز نقش دارد.

ایستگاه آموزشی: بررسی تخصصی مولکولی ATP

یاخته شکل‌های مختلفی از انرژی را مصرف می‌کند که رایج‌ترین آن استفاده از انرژی پیوند بین گروه های فسفات در مولکول **ATP** است.

توجه شود که بین گروه‌های فسفات در ساختار یک نوکلئوتید سه فسفاته، پیوندهای کووالانسی بسیار پرانرژی وجود دارد که در اثر شکسته شدن آن ها طی واکنش هیدرولیز، انرژی زیادی آزاد می شود. قند به کار رفته در مولکول **ATP** تامین کننده انرژی، ریبوز است.



شکل ۱ـ ساخته شدن ATP

انواع ATP

باید توجه شود که بر اساس نوع قند، دو نوع **ATP** وجود دارد:

۱. در نوع ۱، قند به‌کاررفته در **ATP دئوکسی ریبوز** است «««» در ساختار **DNA** به کار می‌رود.

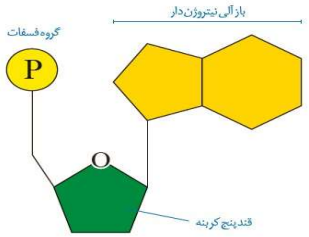
۲. در نوع ۲، قند به‌کاررفته در ساختمان آن ریبوز است «««» هم میتواند در ساختار **RNA** به کار رود و هم به عنوان سوخت رایج یاخته کاربرد دارد.

بررسی تخصصی انواع پیوندهای مرتبط با نوکلئوتید:

برای بررسی پیوندهای مرتبط با نوکلئوتیدها و برای تسهیل مطالعه پیوندها را به دو بخش تقسیم می‌کنیم.

پیوندهای درون ساختار نوکلئوتیدها

درون یک نوکلئوتید، باز آلی و نزدیک ترین گروه فسفات به قند، هر کدام توسط یک پیوند کووالانسی (اشتراکی) به قند پنج کربنی متصل می شوند. همچنین باید توجه داشت که پیوند بین گروه های فسفات نیز از نوع کووالانسی است.

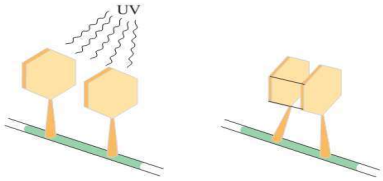


پیوندهای بین نوکلئوتید ها

عموماً بسته به موقعیت نوکلئوتیدها، نسبت به یکدیگر سه نوع پیوند می‌تواند بین آن‌ها شکل گیرد:

۱- پیوند فسفودی استر «««» بین نوکلئوتید های مجاور ۲-پیوند هیدروژنی «««» بین نوکلئوتید های مقاب ۳- پیوند کووالانسی «««» بین دو باز آلی تیمین در نوکلئوتید های مجاور هم

الف) پیوند غیر هیدروژنی بین بازهای آلی (پیوند کووالانسی)

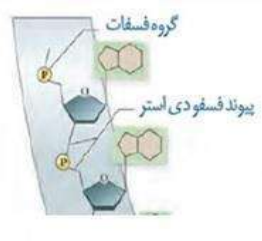


در فصل چهارم زیست دوازدهم می خوانیم اشعه فرابنفش خورشید می‌تواند باعث ایجاد جهش در مولکول **DNA** شود. طی این جهش اشعه فرابنفش باعث تشکیل نوعی پیوند کووالانسی بین باز های آلی تیمین بین نوکلئوتید مجاور می شود. در این صورت گفته می شود یک **دایمر تیمین** ایجاد شده است. «««» در این حالت بین دو نوکلئوتید دو پیوند وجود دارد :

۱. پیوند بین قند های دو نوکلئوتید مجاور (فسفودی استر کووالانسی)

۲. پیوند بین باز های آلی تیمین (کووالانسی)

ایستگاه آموزشی: پیوند فسفودی استر کووالانسی



- ✓ بین نوکلئوتید های **مجاور** (نه مقابل) در **یک رشته پلی نوکلئوتیدی** برقرار می‌شود. »»» این پیوند بین قند یک نوکلئوئید با قند نوکلئوتید مجاور برقرار می شود.
- ✓ **در تشکیل** آن فسفاتِ یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.
- ✓ در فصل هفتم زیست دوازدهم میخوانیم که این پیوند توسط **آنزیم‌های برش دهنده** شکسته می‌شود. این آنزیم ها بخشی از سامانه دفاعی باکتری ها محسوب می شوند.
- ✓ این پیوند در فرایند **ویرایش آنزیم DNA پلی‌مراز** شکسته می‌شود. (طی فرآیند نوکلئازی **DNA** پلی مراز)
- ✓ تعداد پیوندهای فسفودی استر در یک‌رشته **خطی** برابر با **n-۱** و در یک‌رشته **حلقوی** برابر با **n** هست. (**n** برابر است با تعداد نوکلئوتیدها)
- ✓ نوعی پیوند قند- فسفات در نظر گرفته می شود.

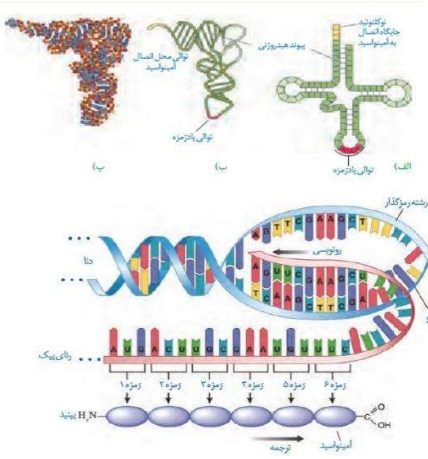
نکته: هرگاه گفته شود تمام گروه‌های فسفات یک مولکول DNA در تشکیل پیوند شرکت کرده‌اند »»» آن مولکول DNA حلقوی است.

نکته: هرگاه گفته شود بیشتر گروه‌های فسفات در تشکیل پیوند نقش دارند »»» آن مولکول خطی است.

ب) پیوند هیدروژنی

- ✓ به صورت خود به خودی بین نوکلئوتید های مقابل برقرار می‌شود. برای تشکیل آن نیاز به آنزیم و صرف انرژی نیست.
- ✓ به‌صورت اختصاصی بین جفت بازها تشکیل می‌شود
- ✓ شکستن پیوندهای هیدروژنی نیاز به آنزیم دارد »»» **آنزیم هلیکاز** در فرایند **همانندسازی**، **آنزیم RNA پلی مراز** در فرایند **رونویسی** به طور مستقیم در شکستن این پیوندها نقش دارند. در فصل هفتم زیست دوازدهم خواهیم خواند که آنزیم های برش دهنده نیز میتوانند به طور غیر مستقیم در شکسته شدن این پیوند نقش داشته باشند.
- ✓ در ساختار **DNA**، سیتوزین با سه پیوند هیدروژنی به گوانین و آدنین با دو پیوند هیدروژنی به تیمین متصل می‌شوند.
- ✓ پیوند هیدروژنی هم در مولکول **DNA** و هم در مواردی در مولکول **RNA** مشاهده می‌شود.
- ✓ باعث یکسان شدن قطر مولکول (نه رشته) **DNA** در سراسر طول آن می‌شود »»» موجب کمک به پایداری مولکول می‌شود.
- ✓ دارای انرژی پیوند کم است اما چون تعداد آن‌ها زیاد است نقش بیشتری در حفظ پایداری مولکول **DNA** دارد.

ایستگاه آموزشی: بررسی پیوند هیدروژنی در مولکول تک‌رشته‌ای RNA



سؤال) پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتید های به‌کاررفته در دو رشته مقابل‌مشاهده می‌شود. آیا می‌توان در مولکول RNA که به‌صورت تک‌رشته‌ای است نیز پیوند هیدروژنی را مشاهده کرد؟

پاسخ) در یکی از انواع **RNA** به نام **tRNA** تک‌رشته‌ای، **RNA** می‌تواند طوری تا بخورد که نوکلئوتید های به‌کاررفته در یک‌رشته، روبروی یکدیگر قرار بگیرند و بین آن‌ها پیوند هیدروژنی تشکیل گردد.

سؤال) آیا می‌توان بین یک‌رشته از RNA و یک‌رشته از DNA پیوند هیدروژنی مشاهده کرد؟

پاسخ مثبت است. در هنگام رونویسی (ساخته‌شدن **RNA** از روی یک‌رشته **DNA**) که حباب رونویسی تشکیل می‌شود، می‌توان در این ناحیه که هیبرید **DNA -RNA** تشکیل می‌شود، پیوند هیدروژنی را مشاهده کرد.

نکات کلی مربوط به رشته های پلی نوکلئوتیدی یک مولکول DNA:

۱. مولکول **DNA** خطی از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ناهمسو تشکیل شده است.
۲. جهت طویل شدن هر رشته پلی نوکلئوتیدی در یک مولکول **DNA** همیشه از سمت ۳پریم است.
۳. در یک مولکول **DNA** طبیعی همیشه تعداد باز های پورینی با تعداد باز های پیریمیدینی برابر است.
٤. در یک **جفت نوکلئوتید**، ۵ حلقه آلی (دو تا حلقه برای قند و ۳ تا حلقه برای باز های آلی نیتروژن دار) و در یک **جفت باز** سه حلقه آلی به کار رفته است.
٥. از آنجایی که همیشه در مقابل یک باز آلی پورینی، یک باز آلی پیریمیدینی قرار می گیرد، قطر مولکول **DNA** طبیعی در تمام نقاط آن یکسان است.
٦. بین باز های آلی سیتوزین و گوانین **سه پیوند هیدروژنی** و بین باز های آلی تیمین و آدنین **دو پیوند هیدروژنی** تشکیل می شود. توجه شود که **تشکیل** پیوند های هیدروژنی به صورت **خود به خودی** است و در ایجاد آن ها **هیچ آنزیمی** مشارکت نمی کند. ولی **شکستن** آن نیازمند مداخله آنزیمی است.
۷. پیوند فسفودی استر بین **قند یک نوکلئوتید** با قند نوکلئوتید دیگر برقرار می شود. یعنی در واقع پیوند فسفودی استر دو قسمتی است. در تشکیل یک قسمت از پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید با گروه هیدروکسیل متصل به کربن ۳پریم قند نوکلئوتید دیگر پیوند برقرار می کند. برقراری پیوند فسفودی استر در **DNA**، توسط **آنزیم DNAپلی مراز** انجام می شود که در ادامه با آن آشنا خواهیم شد.
۸. در رشته پلی نوکلئوتیدی **خطی**، نوکلئوتیدهای دو انتهای رشته، در تشکیل **یک پیوند فسفودی** استر شرکت می کنند.
۹. در مولکول **DNA حلقوی**، هر نوکلئوتید در تشکیل **دو پیوند فسفودی استر** شرکت می کند. (تعداد نوکلئوتید برابر است با تعداد پیوند فسفودی استر)
۱۰. در یک **DNA** طبیعی تعداد فسفات ها و باز های آلی با یکدیگر برابر است.

سراسری ۱۴۰۰

۱۶۷- چند مورد دربارهٔ **هر نوکلئوتید** موجود در بدن یک فرد سالم صحیح است؟

الف- باز آلیِ تک حلقه‌ای یا دو حلقه‌ایِ متصل به ریبوز دارد.
ب- گروه یا گروه‌های فسفات آن، با پیوند کووالانسی به قند اتصال دارد.
ج- از طریق نوعی پیوند اشتراکی به نوکلئوتید دیگری متصل شده است.
د- طیِ فرایند اکسایش در غشای درونی راکیزه (میتوکندری) تولید گردیده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶۷- **پاسخ گزینه ۱ است.** فقط مورد (ب) درست است.

بررسی موارد: الف) گروهی از نوکلئوتیدها قند دئوکسی ریبوز دارند./ ب) هر نوکلئوتید حداقل یک گروه فسفات دارد که از طریق پیوند کووالان به قند اتصال دارد./ ج) نوکلئوتید می‌تواند به صورت آزاد درون سیتوپلاسم باشد. / د) هر نوکلئوتیدی که **ATP** که نیست! ! !

خطی یا حلقوی بودن رشته‌های پلی نوکلئوتیدی (قطبی یا غیر قطبی بودن)

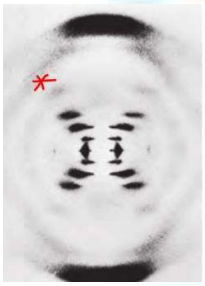
- ✓ اگر نوکلئیک اسید به‌صورت خطی باشد ازآنجایی‌که در یک انتها گروه هیدروکسیل و در انتهای دیگر گروه فسفات قرار می‌گیرد، می‌گویند این رشته به‌صورت قطبی است. نوکلئیک اسید قطبی دو انتهای متفاوت دارد.
- ✓ اگر دو انتهای مولکول پلی نوکلئوتیدی به‌وسیله پیوند فسفو دی استر کووالانسی به هم متصل شوند یک **نوکلئیک اسید حلقوی** را ایجاد می‌کند که **غیرقطبی** است. »»» مولکول **DNA** در باکتری‌ها (یاخته پروکاریوتی) و در میتوکندری و پلاست (یاخته یوکاریوتی) مشاهده می‌شود.

تلاش برای کشف ساختار مولکولی DNA (مدل چارگف)

مشاهدات و تحقیقات چارگف که بر روی **DNA های طبیعی** موجودات کار می‌کرد مشخص کرد که:

۱. در هر مولکول (نه رشته) **DNA** طبیعی، مقدار آدنین با تیمین برابر است و مقدار سیتوزین با گوانین.
۲. طی این تحقیقات **دلیل** این برابری مشخص نشد!!! »»» تحقیقات بعدی دلایل آن را مشخص کرد.
۳. مواردی مانند جهش (**DNA** های غیرطبیعی) در نظر گرفته نشده بود.
٤. همه موجودات زنده در مولکول **DNA** ی خود همین ۴ نوع نوکلئوتید را دارند ولی تفاوت، در تعداد و نوع بازهای به‌کاررفته در آن است.

نکته: توجه شود که قوانین چارگف فقط برای مولکول DNA صحیح است »»» نه برای همه‌ی نوکلئیک اسیدها (برای RNA تک‌رشته‌ای صادق نیست)



استفاده از پرتو ایکس برای تهیه تصویر از DNA

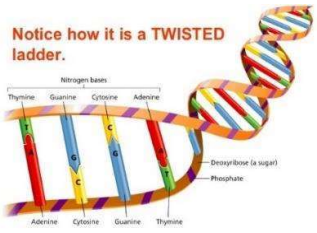
ویلکینز و فرانکلین به یک مولکول **DNA** پرتو ایکس تاباندند »»» از آن **تصـویر** تهیه کردند »»» این تصـاویر ۱- **سـاختار** و ۲- **ابعاد** مولکول **DNA** را نشان می‌داد.

با بررسی این تصاویر که ساختار**DNA** رو نشان می‌داد به **Double Helix** بودن پی بردند. یعنی:

۱. مولکول**DNA** از بیش از یک رشته پلی نوکلئوتیدی تشکیل‌شده است. (تعداد دقیق آن مشخص نشد)
۲. حالت مارپیچی دارد. ۳. تشخیص ابعاد مولکول **DNA**

نکات:

۱. مدل مارپیچی دنا توسط ویلکینز و فرانکلین و مدل نردبان مارپیچ توسط واتسون و کریک مشخص شد.
۲. از پرتو ایکس برای مشاهده آمینو اسیدها و پروتئین ها نیز استفاده می شود (در گفتار سوم میخوانیم)
۳. در کاریوتیپ نیز از تصویر کروموزم ها استفاده شد.



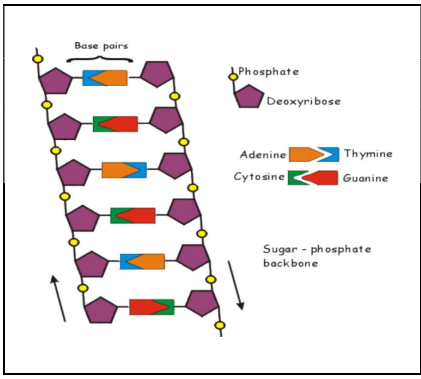
مدل مولکولی DNA (نردبان مارپیچ)

درواقع این مدل که توسط واتسون و کریک مطرح شد یک مدل تعاملی است که طی آن از نتایج آزمایش‌های دانشمندان قبل استفاده شد. با استفاده از: ۱- نتایج آزمایش چارگف ۲- نتایج آزمایش ویلکینز و فرانکلین و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و ۳- با استفاده از یافته‌های خود، مدل نردبانی مارپیچ را ساختند.

این داده‌ها نه‌تنها مبتنی بر نظریات دانشمندان قبل بود بلکه پژوهش‌های امروزی نیز آن را تأیید می‌کند.

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

۱. هر مولکول **DNA** در حقیقت مارپیچ دو رشته‌ای است (مانند نردبان پیچ‌خورده) در حقیقت از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محور فرضی پیچیده شده است »»» ایجاد ساختار مارپیچ دو رشته‌ای.



اجزا نردبان مارپیچ	
اجزا	**معادل**
ستون‌های نردبان	قند و فسفات و پیوند بین آن‌ها (پیوند فسفودی استر)
پله‌های نردبان	جفت بازها و پیوندهای بین آن‌ها (پیوند هیدروژنی)

۲. بین بازهای مقابل هم رابطه مکملی وجود دارد که بین آن‌ها پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود و دو رشته **DNA** را در مقابل هم نگه می‌دارد.

۳. مکمل بودن نوکلئوتید ها کمک می‌کند با داشتن توالی یک‌رشته نوکلئوتیدی، توالی رشته دیگر را پیش‌بینی کرد.

٤. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی استر برقرار می‌شود

خوبه که بدونید: در هر دور پیچش DNA، ۱۰ جفت نوکلئوتید وجود دارد. (**۱۰ base pairs per turn**)

ایستگاه جمع‌بندی: مدل‌های DNA

۱. می‌توان گفت دو رشته‌ای بودن **DNA** وجه اشتراک همه مدل‌های پیشنهادی است. (بعد کشف ماهیت ماده وراثتی)

۲. **مارپیچی بودن** وجه اشتراک ویلکینز- فرانکلین با واتسون-کریک است.

۳. **نردبانی بودن فقط** در مدل واتسون کریک قابل‌مشاهده است.

نکته: همیشه در یک مولکول DNA تعداد پیوندهای هیدروژنی بیشتر از فسفو دی استر است.

سراسری ۱۴۰۳– اردیبهشت

۳۹- به طور معمول و با توجه به اطلاعات کتاب درسی، کدام عبارت درباره ساختارهای مارپیچی شکل و منظم موجود در یاخته ماهیچه توأم انسان صدق می کند؟

۱) هنگام تشکیل پیوند اشتراکی بین واحدهای سازنده همه آنها، فقط مولکول آب آزاد شده است.

۲) همه آنها دورشته ای و حاوی انم های کربن هیدروژن و اکسیژن هستند.

۳) فقط بعضی از آنها جهت فعالیت زیستی به نوعی ماده آلی وابسته اند.

۴) فقط بعضی از آنها، توسط پوشش دو غشایی احاطه شده اند.

پاسخ: گزینهٔ ۴

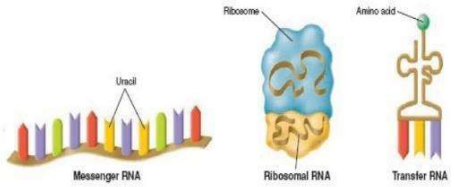
منظور صورت سؤال، مولکول دنا و رشته های اکتین می باشد که ساختار های مارپیچی شکل و منظمی هستند. هم چنین طبق شکل کتاب درسی، مولکول رنا نیز دارای ساختار مارپیچ منظم است. از این بین تنها دنا توسط پوشش دو غشایی هسته احاطه شده است.

بررسی سایر گزینه ها: گزینهٔ ۱) دقت کنید در زمان اتصال زیرواحدهای سازندهٔ مولکول دنا، گروه های فسفات نیز آزاد می شوند.

گزینهٔ ۲) مطابق شکل کتاب درسی، دنا و رشتهٔ اکتین دو رشته ای هستند و مولکول زیستی می باشند و حاوی اتم های کربن، هیدروژن و اکسیژن هستند. برای رنا صادق نیست.

گزینهٔ ۳) دقت کنید که هردو نوع ساختار برای فعالیت های زیستی خود به نوعی مادهٔ آلی وابسته هستند مثلاً آنزیم های رنابسپاراز و مولکول میوزین.

RNA و انواع آن



در جدول زیر به ذکر تیتر وار برخی ویژگی های مولکول های **RNA** پرداخته شـده اسـت. در فصـل دوم زیست دوازدهم به تفصیل به فرایند رونویسی و انواع مولکول های **RNA** پرداخته شده است.

بررسی انواع RNA و نقش‌های آن‌ها	
نوع	**توضیح**
mRNA	توالیِ نوکلئوتیدی روی **mRNA** تعیین می‌کند که در ریبوزوم، چه اسیدآمینه‌هایی به یکدیگر متصل شود و پلی پپتید ساخته شود »»» این مولکول، اطلاعات روی مولکول **DNA** را به ریبوزوم می‌رساند. هم در هسته مشاهده می‌شود و هم در سیتوپلاسم »»» تنها در صورتی می‌تواند از هسته خارج شود که بالغ و پیرایش شده باشد و به‌این‌ترتیب اطلاعات را از هسته به سیتوپلاسم می‌آورد.
tRNA	اسیدآمینه‌ها را با توجه به توالی موجود در **mRNA** به داخل ریبوزوم‌ها می‌آورد.
rRNA	۱) نقش ساختمانی دارد و در ساختار خودِ ریبوزوم به کار می‌رود. ۲) این **RNA** می‌تواند نقش آنزیمی نیز داشته باشد (در برقراری پیوندهای پپتیدی درون ریبوزوم نقش دارد). ۳) نقشِ دخالت در تنظیم بیان ژن.

ایستگاه آموزشی: بررسی تک‌رشته‌ای یا دو رشته‌ای بودن RNA

سؤال) **آیا ممکن است مولکول رنا به‌صورت دو رشته‌ای باشد؟**

توجه شود که **RNA** همیشه به‌صورت تک رشته مشاهده نمی‌شود. در ساختار دو بعدی **tRNA** وقتی بازهای آلی مکمل رو به روی یکدیگر قرار می‌گیرند در آن مناطق پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. بنابراین **tRNA** در ساختار دوبعدی در قسمت‌های ساقه به‌صورت دو رشته مشاهده می‌شود.

ژن چیست؟

- ✓ ژن بخشی از مولکول **DNA** است که از روی آن رونویسی و ترجمه صورت می‌گیرد و به تولید پلی پپتید می‌انجامد.
- ✓ ژن دستورالعمل بروز صفات را در خود ذخیره می‌کند.
- ✓ توجه شود که ژن علاوه بر توالی‌های رونویسی شونده، توالی‌های تنظیمی هم دارد که از روی آن ها رونویسی نمی شود.

AshkanZarandi
اشکان زرندی
زیست شناسی