



جزوه کنکوری گفتار ۱ و ۲ فصل یک زیست دوازدهم

مولکول های اطلاعاتی

به کسی رویا نمیفروشیم!

در دنیای زیست می‌خواهیم با هم از یادگیری زیست شناسی لذت ببریم، اگر می‌خواهید در کمتر از یک ماه رتبه تک رقمی شوید، اگر می‌خواهید بدون هیچ زحمتی زیست رو ۱۰۰ بنزید بهتره جای دیگه ای دنبالش باشید!

در دنیای زیست بجای تکیه بر مطالب انگیزشی رسالتمون رو بر آموزش اصولی و صحیح و جذاب گذاشتیم

قراره از زیست شناسی لذت ببریم!

« آگه آسون بود همه انجامش می دادن »

فهرست

گفتار ۱: نوکلئیک اسید ها.....	۴
گریفیت.....	9
آزمایش های گریفیت.....	14
آزمایشات ایوری.....	23
ساختار نوکلئیک اسید ها.....	33
دو سر یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی.....	48
تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا.....	52
استفاده از پرتو ایکس برای تهیه ی تصویر از دنا.....	54
مدل مولکولی دنا.....	59
نکات کلیدی مدل واتسون و کریک.....	63
رنا و انواع آن.....	68
ژن چیست؟.....	70
دخالته نوکلئوتیدها در واکنش های سوخت و سازی.....	71
گفتار ۲: همانند سازی دنا.....	۷۵
انواع طرح های پیشنهادی برای همانند سازی دنا.....	75
کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟.....	81
عوامل و مراحل همانندسازی.....	94
مراحل همانندسازی.....	95
دوراهی همانند سازی.....	99
فعالیت های آنزیم دنا بسپاراز.....	104
همانند سازی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها.....	109
همانند سازی در یوکاریوت ها.....	113



فصل ۱

مولکول‌های اطلاعاتی

خلاصه‌ی درس

گفتار ۱: نوکلئیک اسیدها

یکی از پرسش‌هایی که یافتن جوابی برای آن بیش از پنجاه سال طول کشید، این بود که ژن چیست و از چه ساخته شده است؟ پاسخ این سؤال، به ظاهر شاید ساده باشد ولی برای رسیدن به آن، پژوهش‌ها و آزمایش‌های زیادی انجام شد که در حال حاضر هم ادامه دارد.

در این فصل مطالب در قالب زنجیره‌ای از آزمایش‌ها توضیح داده می‌شود که نتایج آنها آگاهی ما را از ژن و مولکول‌های مرتبط به آن یعنی دنا (DNA)، رنا (RNA) و پروتئین بیشتر

می کند. آشنا شدن با ساختار این مولکول ها مقدمه ای است برای فهم بهتر فصل های دیگر این کتاب. همچنین، در کنار این مباحث با سازوکار مولکولی و چگونگی ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی آشنا می شویم.

نوکلئیک اسیدها

گفتار ۱

هریک از یاخته های بدن ما ویژگی هایی مانند شکل و اندازه دارند. این ویژگی ها تحت فرمان هسته هستند. دستورالعمل های هسته در حین تقسیم از یاخته ای به یاخته دیگر و در حین تولید مثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود. اطلاعات و دستورالعمل فعالیت های یاخته در چه قسمتی از هسته ذخیره می شود؟ قبلاً آموختیم که فام تن ها در هسته قرار دارند و در ساختار آنها دنا و پروتئین مشارکت می کنند. کدام یک از این دو ماده، ذخیره کننده ی اطلاعات وراثتی است؟

پاسخ این سؤال مشخص شده است. این ماده دنا (نه پروتئین) است که به عنوان ماده ی ذخیره کننده ی اطلاعات وراثتی عمل می کند. اما دانشمندان چگونه به این پاسخ رسیده اند؟

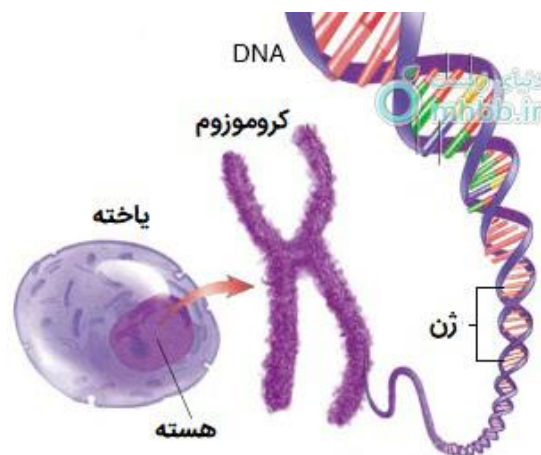
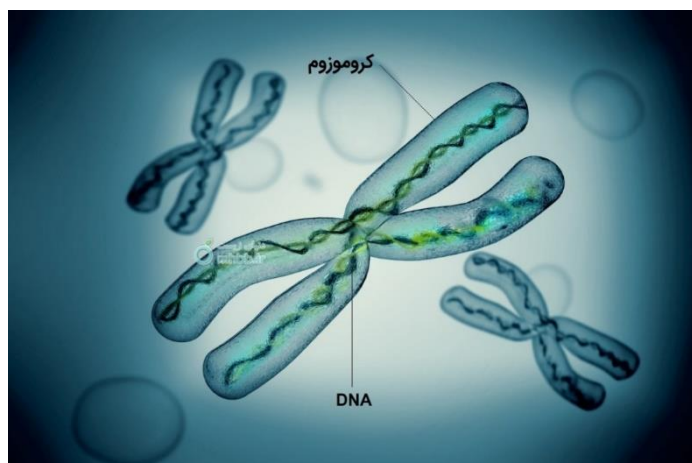
چرا هسته مرکز فرماندهی یاخته است؟

درون هسته مولکول های دنا، رنا و انواعی از پروتئین ها وجود دارند. از بین این ها مولکول ها، دنا از همه مهم تر است

شما سال قبل در فصل 6 یاد گرفتید که فام تن ها در هسته قرار دارن و در ساختار آن ها دنا و پروتئین مشارکت می کنن. به نظر شما از بین دنا و پروتئین کدام یک ذخیره کننده ی اطلاعات وراثتی است؟ بله! دنا به عنوان ماده ی ذخیره کننده ی اطلاعات وراثتی عمل می کند

اطلاعات وراثتی در بخش هایی از مولکول دنا به نام ژن ذخیره می شوند. در ادامه می خوانید که ژن ها به واسطه ی تولید رنا و پروتئین اندازه، شکل و فعالیت یاخته را کنترل می کنند. دستورالعمل های هسته در حین تقسیم از یاخته ای به یاخته ی دیگر و در حین تولید مثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود.

نکته: از آن جایی که هسته از طریق مولکول دنا همه ی فعالیت های یاخته را کنترل می کند، بنابراین در ساخت هر مولکول در یاخته دنا به نوعی تاثیر گذار است.



آیا همه ی یاخته های بدن ما توانایی تقسیم شدن رو دارند؟ نه!!! هر یاخته ی هسته دار

در بدن انسان توانایی تقسیم شدن ندارد: مانند گویچه های سفید دانه دار.

نکته: همه ی یاخته های بدن توانایی تقسیم شدن ندارند مانند نوتروفیل ها، یاخته های

ماهیچه ی اسکلتی. نوروں ها هم به ندرت تقسیم می شوند.

نکته: بعضی از یاخته های یوکاریوتی بالغ، هسته ندارند. این یاخته ها زمانی نابالغ بوده اند،

هسته داشته اند و پس از ساختن مواد مورد نیاز خود، هسته را از دست داده اند. مانند گویچه های قرمز و یاخته های آوند آبکشی.

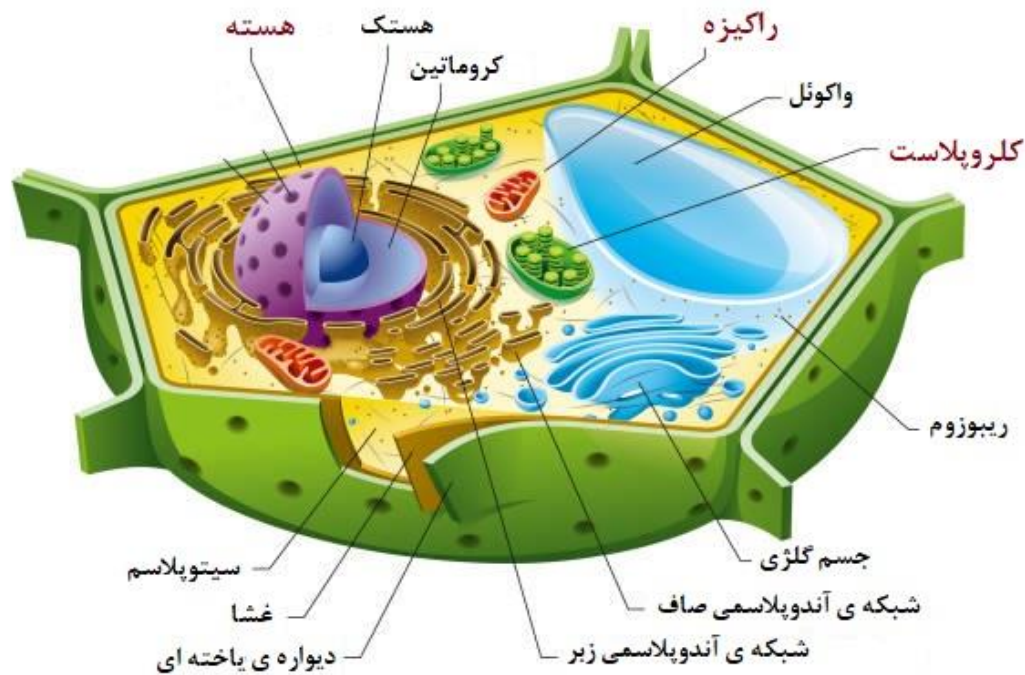
آیا همه ی یاخته های بدن انسان توانایی انتقال اطلاعات به نسل بعد رو دارند؟

نه!! هر یاخته ای از بدن انسان توانایی انتقال اطلاعات به نسل بعد را ندارد. یاخته های زاینده در اندام های جنسی می تونن اطلاعات را به نسل بعد منتقل کنند. (اغلب یاخته های بدن نمی توانند اطلاعات را به نسل بعد منتقل کنند).

منظور از اغلب یاخته های بدن کدام یاخته ها هستند؟ یاخته های پیکری.

کدام اندامک ها می توانند محل ذخیره ی اطلاعات و دستورالعمل های فعالیت یاخته باشند؟

هسته، میتوکندری (راکیزه) کلروپلاست (یا سبز دیسه). هر سه دو غشا دارند و دارای ماده ی ژنتیکی می باشند.. دنای هسته خطی می باشد اما دنای میتوکندری و کلروپلاست حلقوی است (دو سر دنا به هم وصله!)



ترکیب - دهم

هسته دارای دو غشای (۴ لایه ی فسفولیپیدی) منفذ دار است که از این منافذ، پروتئین، رنا و بسیاری از مواد دیگر می توانند عبور کنند. بخش هایی از لایه ی خارجی غشا هسته به غشا شبکه ی آندوپلاسمی متصل است.

پروتئین هایی که از منافذ هسته عبور می کنند شامل هیستون ها، عوامل رونویسی، آنزیم های دنا بسپاراز، هلیکاز و رنا بسپاراز و سایر آنزیم های موثر در همانند سازی و رونویسی می باشد.

شکل هسته در یاخته های تک هسته ای متفاوت است. در بازوفیل و ائوزینوفیل هسته دو قسمتی است. در بازوفیل این دو قسمت روی هم افتاده و در ائوزینوفیل به صورت دمبلی شکل است.

هسته در نوتروفیل چند قسمتی است.

هسته ی مونوسیت خمیده یا لوبیایی شکل و هسته ی لنفوسیت ها گرد یا بیضی شکل است.

نکته: هر یاخته ای که مربوط به یک جاندار تک یاخته ای باشد حتما دارای دنا است اما یاخته ی یک جاندار پر یاخته ای ممکن است دنا نداشته باشد.

نکته: غشاپلاسمایی و سیتوپلاسم در همه ی یاخته های زنده وجود دارد.

خلاصه ی درس

گرفیت

اطلاعات اولیه در مورد ماده ی وراثتی (نه دنا) از فعالیت ها و آزمایش های باکتری شناسی

انگلیسی به نام گرفیت به دست آمد. او سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند. در آن زمان تصور می شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است. گرفیت با دو نوع از این باکتری، آزمایش هایی را روی موش ها انجام داد. نوع بیماری زای آن که پوشینه دار (کپسول دار) است در موش ها سبب سینه پهلوی می شود ولی نوع بدون پوشینه آن موش ها را بیمار نمی کند.

اطلاعات اولیه در مورد ماده ی وراثتی از فعالیت ها و آزمایش های یک باکتری شناس انگلیسی به نام گرفیت به دست آمد. گرفیت سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند. در آن زمان تصور می شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است. البته عامل آنفلوانزا نوعی ویروس است ولی در زمان گرفیت فکر می کردند که عامل آنفلوانزا نوعی باکتری است. استرپتوکوکوس نومونیا عامل ذات الریه هست. به ذات الریه سینه پهلوی هم می گویند که در آن فرد دچار التهاب ریه می شود. چرا به این باکتری ها استرپتوکوکوس

نومونیا می گویند؟ استرپتو یعنی باکتری هایی که به صورت رشته ای دور هم جمع می شوند، کوکوس یعنی کروی، نومونیا اسم گونه باکتری است.

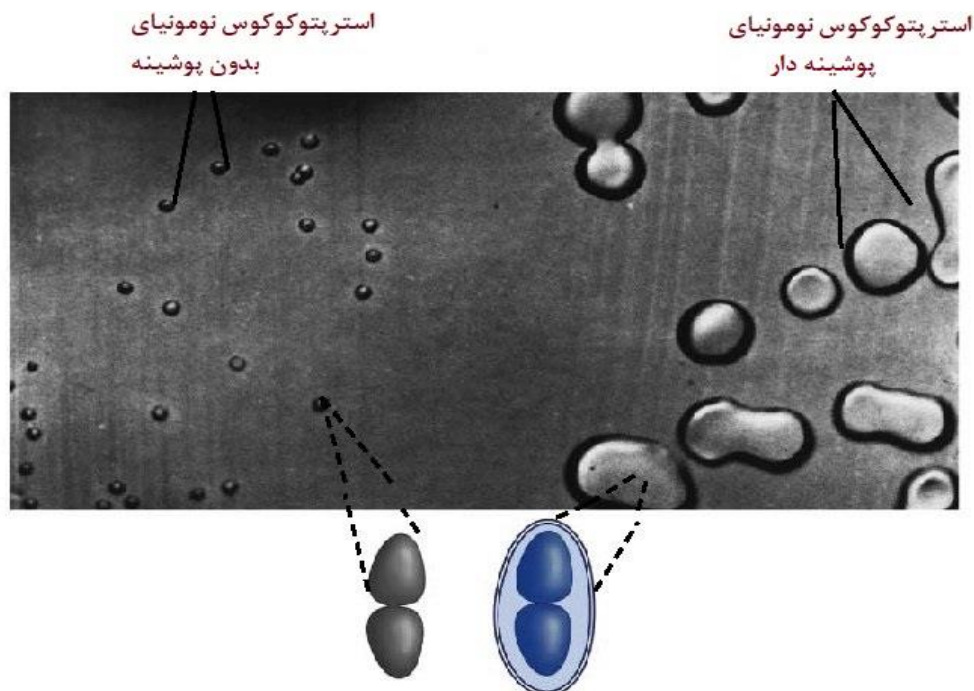
گریفیت با دو نوع از این باکتری ها که از یک گونه بودند، آزمایش هایی را روی موش ها انجام داد نوع بیماری زای این باکتری ها که پوشینه دارد در موش ها سبب سینه پهلوی می شود ولی نوع بدون پوشینه ی آن موش ها را بیمار نمی کند



نکته: ژن های بیماری زایی در باکتری بدون کپسول نیز وجود دارد اما باکتری های بدون کپسول توسط دستگاه ایمنی جانور از بین می روند و به طور طبیعی، در فرد سالم قادر به بیماری زایی نیستند.

نکته: افراد جمعیت استرپتو کوکوس نومونیا: استرپتو کوکوس نومونیا کپسول دار + استرپتو کوکوس نومونیا بدون کپسول

نکته: هر دو مدل باکتری آلوده کننده اند ولی فقط یک مدل بیماری زا می باشد. که آن هم باکتری پوشینه دار هست.



نکته: بزرگترین انواع گونه ی استرپتوکوکوس نومونیا: نوع کپسول دار باکتری استرپتو

کوکوس نومونیا

نکته: هر دو نوع کپسول دار و بدون کپسول باکتری استرپتوکوکوس نومونیا متعلق به یک

گونه هستند و می توانند در تشکیل یک جمعیت مشترک نیز مشارکت داشته باشند این دو

نوع باکتری می توانند خزانه ی ژنی مشترک داشته باشند.

نکته: جنس پوشینه پلی ساکارید است.

نکته: پوشینه در باکتری نقش حفاظتی دارد و از باکتری در برابر سیستم ایمنی موش

محافظت می کند

سیستم ایمنی موش برای هر دو نوع باکتری پادتن ترشح می کند اما فقط باکتری بدون

کپسول را از بین می برد.

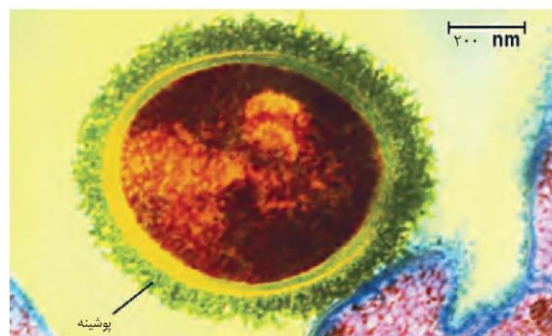
نکته: نوع کپسول دار استرپتو کوکوس نومونیا بزرگتر از نوع بدون کپسول آن است.

نکته: باکتری بدون کپسول آلوده می کند اما بیماری زا نیست. باکتری کپسول دار آلوده می کند و بیماری زا هم هست.

نکته: ماهیت ماده ی وراثتی در نتیجه ی آزمایش های ایوری و همکارانش مشخص شد.

نکته: الگوی همانند سازی دنا توسط مزلسون و استال مشخص شد.

نکات شکل:



✓ اندازه ی باکتری استرپتوکوکوس نومونیا ی پوشینه دار بیش از 200 نانومتر است

✓ ضخامت کپسول بیشتر از سایر پوشش های باکتری است.

✓ باکتری استرپتوکوکوس نومونیا ی پوشینه دار از نوع بدون پوشینه بزرگتر است.

✓ باکتری ها هم دیواره دارند اما دیواره ی آن ها با دیواره یاخته های گیاهی متفاوت

است. ضخامت کپسول از ضخامت دیواره باکتری و غشا بیشتر است. دیواره باکتری بین

غشا و پوشینه وجود دارد.

✓ در باکتری پوشینه دار، پوشینه در خارجی ترین بخش باکتری قرار داشته و سطح صافی ندارد.

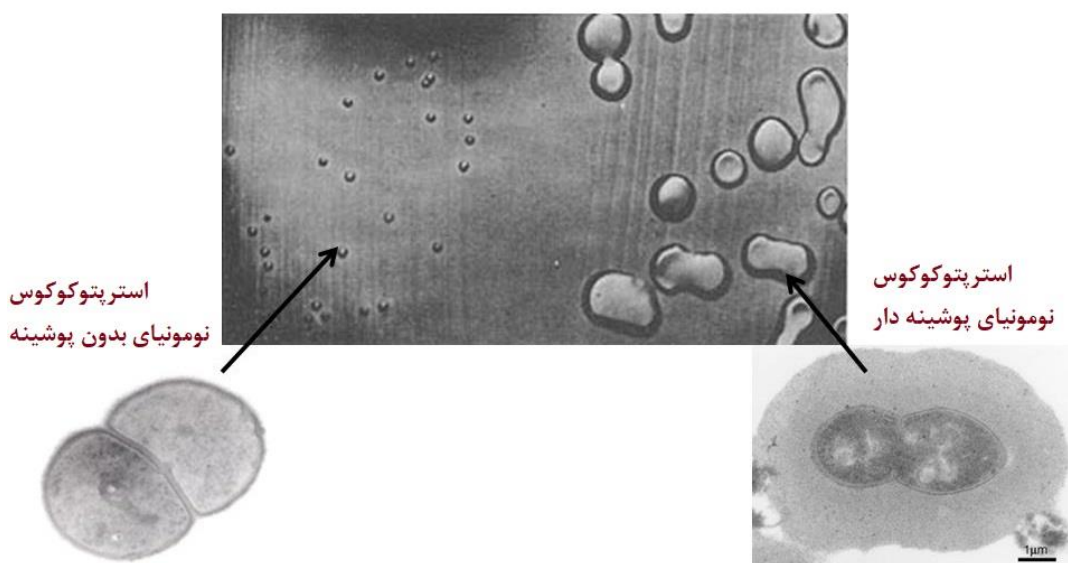
✓ تراکم محتویات درون باکتری در نقاط مختلف سیتوپلاسم به یک اندازه نیست.

ویژگی های مشترک باکتری استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه دار و بدون پوشینه:

✓ هر دو نوع باکتری هم در آزمایشات گریفیت و هم در آزمایشات ایوری مورد استفاده قرار گرفتند

✓ هر دو نوع باکتری سبب تحریک سیستم ایمنی موش می شوند.

✓ هر دو پروکاریوت اند و ویژگی های پروکاریوت ها را دارند



خلاصه ی درس

آزمایش های گریفیت



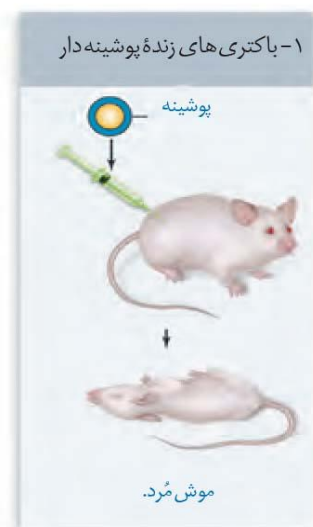
گریفیت مشاهده کرد تزریق باکتری های پوشینه دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آنها می شود؛ در حالی که تزریق باکتری های بدون پوشینه به موش های مشابه، باعث بروز علائم بیماری نمی شود. او در آزمایش دیگری باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما را به موش ها تزریق و مشاهده کرد که موش ها سالم ماندند. گریفیت نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست. سپس مخلوطی از باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما و زنده بدون پوشینه را به موش ها تزریق کرد؛ برخلاف انتظار، موش ها مُردند! او در بررسی خون و شش های موش های مرده، تعداد زیادی باکتری های پوشینه دار زنده مشاهده کرد. مسلماً باکتری های مرده، زنده نشده اند بلکه تعدادی از باکتری های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه دار شده اند.

از نتایج این آزمایش ها مشخص شد که ماده ی وراثتی می تواند به یاخته ی دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

گرفیت آزمایش هایش را در 4 مرحله انجام داد که در ادامه هر یک از مراحل را به صورت کامل بررسی می کنیم.

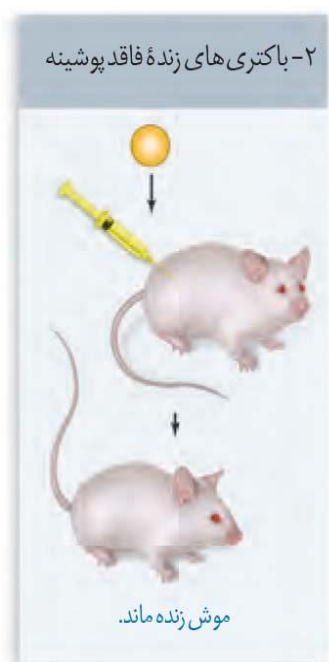
آزمایش اول

در اولین آزمایش گرفیت باکتری های زنده ی پوشینه دار را به موش تزریق کرد. مشاهده کرد که همه ی موش ها به بیماری مبتلا شدن و مردند. در خون و شش موش ها باکتری های پوشینه دار به صورت زنده قابل مشاهده بودند. گرفیت از این آزمایش نتیجه گرفت که باکتری های پوشینه دار می توانند سبب بروز بیماری در موش ها شوند.



آزمایش دوم

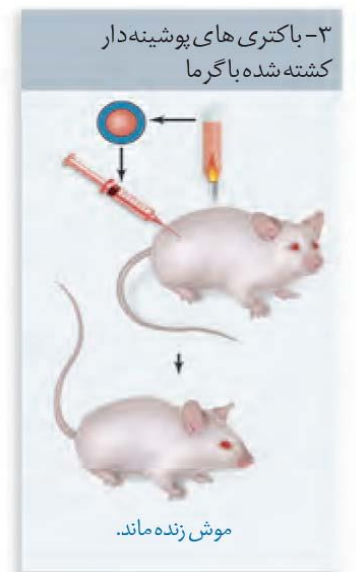
در آزمایش دوم گرفیت باکتری های زنده ی بدون پوشینه را به موش تزریق کرد. مشاهده کرد که موش ها زنده ماندند و دچار بیماری نشدند. در خون و شش موش ها باکتری های بدون پوشینه ی زنده قابل مشاهده نبودند چون این باکتری ها توسط سیستم ایمنی از بین رفته بودند. گرفیت از این آزمایش نتیجه گرفت که باکتری بدون پوشینه نمی تواند سبب بروز بیماری در موش شود



گرفیت بعد از انجام آزمایش اول و دوم با خودش فکر کرد که احتمالاً دلیل مرگ موش‌ها پوشینه است چون باکتری‌های مورد استفاده در آزمایش اول و دوم فقط در وجود پوشینه با هم تفاوت داشتند و گرفیت برای این که مطمئن شود که پوشینه عامل مرگ موش است آزمایش سوم را انجام داد.

آزمایش سوم

در آزمایش سوم گرفیت باکتری‌های پوشینه دار کشته شده با گرما رو به موش تزریق کرد. مشاهده کرد که موش‌ها زنده ماندند و در آن‌ها بیماری ایجاد نشد. در خون و شش موش‌ها باکتری‌های استرپتوکوکوس نومونیا زنده قابل مشاهده نبودند. گرفیت از این آزمایش نتیجه گرفت که باکتری پوشینه دار کشته شده با گرما نمی‌



تواند سبب بروز بیماری در موش شود. او هم چنین نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.

نکته: مقاومت کپسول نسبت به گرما بیشتر از اجزای درونی باکتری است.

نکته: میزان مقاومت کپسول و نوکلئیک اسیدها نسبت به گرما بیشتر از میزان مقاومت پروتئین‌ها و لیپیدها می‌باشد.

نکته: در این آزمایش باکتری بر اثر گرما کشته می‌شود ولی دنا، پوشینه و دیواره سالم باقی می‌ماند، چون به اون میزان حرارت مقاوم اند.

نکته: در آزمایش دوم باکتری ها توسط دستگاه ایمنی کشته شدند اما در آزمایش سوم خود باکتری ها از ابتدا کشته شده بودند.

نکته: از این آزمایش می توان برای تولید واکسن استفاده کرد!

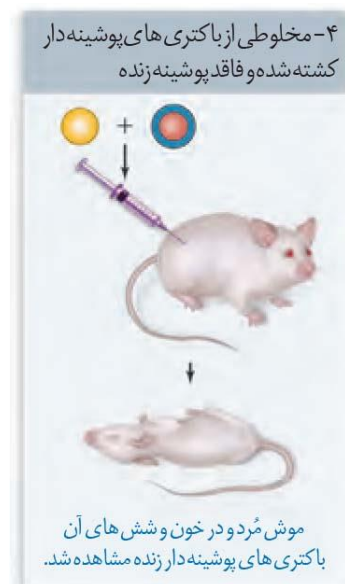
ترکیب - یازدهم و دوازدهم

در گذشته برای تولید واکسن روش هایی مثل ضعیف کردن میکروب ها، کشتن آن ها و یا غیر فعال کردن سموم خالص آن ها به کار می رفت ولی امروزه به کمک مهندسی ژنتیک واکسن تولید می شود. در این روش ژن مربوط به آنتی ژن سطحی عامل بیماری را به یک باکتری یا ویروس غیر بیماری زا منتقل می شود مانند واکسن هپاتیت B

آزمایش چهارم

در آزمایش چهارم گرفتیت مخلوطی از باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما و باکتری های زنده ی بدون پوشینه را به موش تزریق کرد. او مشاهده کرد که موش ها به بیماری مبتلا شدند و مردند. در خون و شش موش ها ی مرده تعداد زیادی باکتری پوشینه دار زنده مشاهده کرد. گرفتیت از این آزمایش نتیجه گرفت که مسلماً باکتری های مرده زنده نشده اند!! بلکه تعدادی از باکتری های بدون

پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه دار شده اند.



نکته: در آزمایش چهارم دو نوع باکتری غیر زنده در خون موش ها مشاهده شد:

۱. باکتری های کپسول دار کشته شده ای که به موش تزریق شده بودند.

۲. باکتری های بدون کپسولی که به موش تزریق شده و توسط دستگاه ایمنی نابود شدند.

نکته: در این آزمایش همه ی باکتری های بدون پوشینه دچار تغییر نمی شوند، بلکه برخی از

آن ها پوشینه دار می شوند.

نکته: گرفتار از وجود نوکلئیک اسید ها و ساختار شیمیایی آن ها مطلع بود؛ چون قبل از

آن، این مولکول توسط دانشمندی به نام فردریک میشر کشف شده بود، ولی گرفتار از عمل، ماهیت و شکل سه بعدی آن اطلاعی نداشت.

نکته: امکان انتقال اطلاعات وراثتی بین یاخته ها وجود دارد اما امکان انتقال کپسول وجود

ندارد.

نکته: کپسول عامل بیماری زایی و در نتیجه عامل آسیب یاخته های پوششی حبابک ها

نیست.

نکته: گرفتار بعد از انجام آزمایش دوم و سوم که هر یک از این باکتری ها را به صورت مجزا

به موش تزریق کرده بود و موش ها زنده مونده بودن، انتظار داشت در این آزمایش هم موش ها زنده بمانند. در حالی که موش ها مردند. پس نتیجه ی این آزمایش برخلاف انتظار گرفتار بود.

نکته: حواستون باشه که گرفتار متوجه نشد که استرپتو کوکوس نومونیا عامل سینه پهلو

است.

نکته: در آزمایش های اول، سوم و چهارم گریفیت، باکتری های کپسول دار دیده شدند. در آزمایش های اول و چهارم موش به سینه پهلوی مبتلا می شود اما در آزمایش سوم موش سالم باقی می ماند. در آزمایش سوم و چهارم باکتری های کپسول دار تزریق شده توسط گرما کشته شده بودند.

نکته: در آزمایش دوم و چهارم گریفیت باکتری های بدون کپسول زنده دیده می شود.

نکته: در آزمایش اول و چهارم گریفیت باکتری های بیماری زای زنده مشاهده می شوند (هم کپسول دار و هم بدون کپسول)

نکته: از نتایج آزمایشات گریفیت مشخص شد که ماده ی وراثتی می تواند به یاخته ی دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

نکته: در هر آزمایش گریفیت که موش ها مردند، باکتری های کپسول دار زنده در خون مشاهده شدند.

نکته: در همه ی آزمایش های گریفیت به جز آزمایش سوم، باکتری های زنده به خون موش تزریق شدند.

نکته: در همه ی آزمایش های گریفیت به جز آزمایش دوم باکتری های زنده به خون موش تزریق شدند.

نکته: در همه ی آزمایش های گریفیت به جز آزمایش دوم باکتری های کپسول دار به خون موش تزریق شدند.

نکته: فقط در آزمایش چهارم گریفیت، انتقال صفت و انتقال ماده ی وراثتی بین باکتری ها انجام شد. منظور از انتقال صفت پوشینه دار شدن باکتری های بدون پوشینه است.

نکته: در آزمایش هایی از گریفیت که موش ها نمردند، فقط باکتری های بدون کپسول یا باکتری های کپسول دار کشته شده در خون مشاهده شدند.

نکته: انتقال دنا ی باکتری پوشینه دار به باکتری بدون پوشینه سبب ایجاد تراژن نمی شود چون هر دو این باکتری از یک گونه هستند. برای اینکه تراژن محسوب شود باید از دو گونه ی متفاوت باشد.

نکته: همه ی آزمایش های گریفیت که

✓ همه ی آزمایش های گریفیت که موش ها زنده ماندند: آزمایش ۲ + آزمایش ۴

✓ همه ی آزمایش های گریفیت که موش ها مردند: آزمایش ۱ + آزمایش ۴

✓ همه ی آزمایش های گریفیت که باکتری های کپسول دار به موش ها تزریق شدند:

آزمایش ۱ + آزمایش ۳ + آزمایش ۴

✓ همه ی آزمایش های گریفیت که باکتری های بدون کپسول به موش ها تزریق شدند:

آزمایش ۲ + آزمایش ۴

✓ همه ی آزمایش های گریفیت که باکتری های زنده به موش ها تزریق شدند: آزمایش

۱ + آزمایش ۲ + آزمایش ۴

✓ همه ی آزمایش های گریفیت که باکتری های کشته شده به موش تزریق شدند:

آزمایش ۳ + آزمایش ۴

✓ همه ی آزمایش های گریفیت که باکتری ها توسط دستگاه ایمنی نابود شدند: آزمایش

۲ + آزمایش ۴

✓ همه ی آزمایش های گریفیت که در آن ها انتقال صفت صورت گرفت: آزمایش ۴

نکته: در هر آزمایشی از گریفیت که دو نوع باکتری در خون مشاهده شدند، موش ها بیمار شدند و مردند.

نکته: بین دو باکتری پوشینه دار و بدون پوشینه، این پوشینه نبود که منتقل شد بلکه اطلاعات لازم برای ساخت پوشینه منتقل شد.

نکته: در مرحله ی ۴ آزمایش گریفیت در خون موش ها هر دو نوع باکتری پوشینه دار و بدون پوشینه مشاهده می شود.

نکته: در مورد باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما، چون دمای این باکتری ها مقاومت بیشتری نسبت به سایر بخش های باکتری به گرما دارد می تواند به باکتری بدون پوشینه منتقل شود.

نکته: در هر آزمایشی از گریفیت که موش ها زنده ماندند، فقط یک نوع باکتری در خون مشاهده شد.

نکته: در هر چهار مرحله ی آزمایش گریفیت دستگاه ایمنی بدن فعال شد چون یک عامل خارجی به بدن موش وارد شده بود.

نکته: در مرحله ی سوم آزمایش گریفیت عامل بیماری زا وجود ندارد چون باکتری ها کشته شده اند اما دستگاه ایمنی علیه آنتی ژن های سطحی کپسول پادتن ترشح می کند.

نکته: در هر چهار مرحله از آزمایش های گریفیت در بدن موش پادتن تولید می شود.

نکته: در بیماری سینه پهلوی آسیب بافتی در شش ها سبب ایجاد التهاب در حبابک ها و در نهایت اختلال تنفسی می شود که در این حالت اکسیژن رسانی به بافت ها دچار اختلال شده و می تواند منجر به موارد زیر شود:

۱. افزایش ترشح اریتروپویتین از یاخته های کبد و کلیه

۲. افزایش فعالیت مغز قرمز استخوان و یاخته های بنیادی میلوئیدی

۳. افزایش تولید لاکتیک اسید در یاخته های ماهیچه ای بدن

نکته: در آزمایش چهارم گریفیت هم باکتری کپسول دار کشته شده و هم باکتری بدون کپسول کشته شده در خون موش ها مشاهده شد.

نکته: مقاومت مولکول های مختلف باکتری پوشینه دار در برابر گرما یکسان نیست.

نکته: در بیماری سینه پهلوی به دلیل اختلال در شش ها، اکسیژن رسانی به یاخته های بدن کاهش می یابد.

نکته: پروتئین های مکمل در بدن موش منافذی را در غشای باکتری های بدون پوشینه ایجاد کردند و موجب مرگ آن ها شدند.

نکته: ورود باکتری پوشینه دار به بدن موش سبب افزایش تقسیم لنفوسیت B می شود.

ترکیب - دهم

شش ها درون قفسه ی سینه و روی پرده ی ماهیچه ای دیافراگم قرار دارند. بیشتر حجم شش ها را کیسه های حبابکی به خود اختصاص داده و ساختاری اسفنج گونه به شش می دهند. هر یک از شش ها را یک پرده ی دو لایه به نام پرده ی جنب فرا گرفته است. شش راست بزرگتر (سه لوب) و شش چپ به خاطر مجاورت با قلب کوچکتر (دو لوب) است.

خلاصه ی درس

آزمایشات ایوری

عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دنا است

عامل مؤثر در انتقال این صفت تا حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت همچنان ناشناخته ماند. تا اینکه نتایج کارهای دانشمندی به نام ایوری و همکارانش عامل مؤثر در آن را مشخص کرد. آنها ابتدا از عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده ی پوشینه دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین های موجود (نه همه ی مواد آلی) را تخریب کردند. به نظر شما چگونه این کار انجام شد؟

آنها سپس باقی مانده ی محلول (فاقد پروتئین) را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه

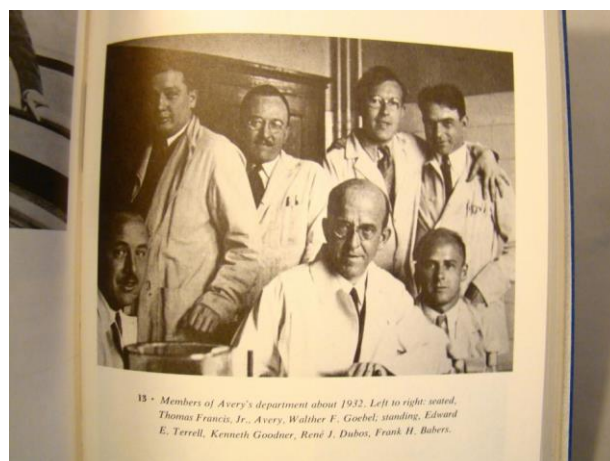
اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می گیرد؛ پس می توان نتیجه گرفت که

پروتئین ها ماده ی وراثتی نیستند.

در آزمایش دیگری عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کردند. با اضافه کردن هریک از لایه ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه ای که در آن دنا وجود دارد انجام می شود.

نتایج این آزمایش ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است. به عبارت ساده تر، دنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج به دست آمده مورد قبول عده ای (نه همه) قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین ها ماده وراثتی هستند.

در آزمایش های دیگری عصاره ی باکتری های پوشینه دار را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات ها، پروتئین ها، لیپید ها، نوکلئیک اسیدها) را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همه ی ظروف انتقال صورت می گیرد به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب کننده دنا است.



آزمایش اول

در آزمایش اول فرضیه ی پروتئینی بودن ماده ی وراثتی رد شد. مراحل کار به این صورت بود که ابتدا از عصاره ی استخراج شده از باکتری های کشته شده ی پوشینه دار استفاده کردند و سپس با استفاده از پروتئاز ها، تمامی پروتئین های موجود را تخریب کردند. در مرحله ی بعد باقی مانده ی محلول را به محیط کشت باکتری های فاقد پوشینه اضافه کردند. آن ها مشاهده کردند که انتقال صفت صورت می گیرد، پس نتیجه گرفتند که پروتئین ها ماده ی وراثتی نیستند.

نکته: در اولین آزمایش ایوری فقط از آنزیم تخریب کننده پروتئین استفاده شد

نکته: عصاره ی مورد استفاده در این آزمایش همانند محلول آزمایش سوم گریفیت بود که پروتئین آن را حذف کرده بودند.

نکته: در آزمایش اول ایوری با اضافه کردن پروتئاز به محیط کشت آنزیم های پروتئینی نیز تخریب می شوند.

نکته: در این آزمایش عامل موثر در انتقال صفت شناسایی نشد، فقط ثابت شد که پروتئین ماده ی وراثتی نیست.

آزمایش دوم

در آزمایش دوم ماهیت ماده ی وراثتی کشف شد. برای انجام این آزمایش آن ها ابتدا از عصاره ی باکتری های کشته شده ی پوشینه دار استفاده کردند سپس عصاره را درون یک گریزانه با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کردند با اضافه کردن هر یک از لایه

ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری های زنده فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه ای که در آن دنا وجود دارد انجام می شود.

نکته: در آزمایش دوم ایوری فقط در یکی از محیط های کشت انتقال صفت صورت گرفت.

نکته: در عصاره ی یاخته چهار نوع ماده ی آلی وجود دارد: کربوهیدرات ها + لیپید ها +

پروتئین ها و نوکلئیک اسید ها

نکته: در زمان سانتریفیوژ این عصاره درون لوله ی آزمایش، بر اساس تفاوت چگالی در مواد

آلی، در چند لایه جدا می شود. این لایه ها شامل: کربوهیدرات + لیپید + پروتئین + دنا

(دئوکسی ریبو نوکلئوتید) + رنا (ریبو نوکلئوتید)

نکته: نتایج این آزمایش مورد قبول عده ای (نه همه!!) قرار نگرفت چون که در اون زمان

بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین ها ماده ی وراثتی هستند

نکته: ایوری و همکارانش برای اینکه اثبات کنند دنا عامل انتقال صفات است یک آزمایش

دیگر هم انجام دادند.

ترکیب - دهم

دانشمندان از گریزانه برای جدا سازی دو بخش خون (خوناب و یاخته های خونی) از هم استفاده می کنند.

آزمایش سوم

برای انجام این آزمایش که آزمایش سوم هست، آن ها عصاره ی باکتری های پوشینه دار را استخراج کرده و این عصاره را به چهار قسمت تقسیم کردند، به هر قسمت آنزیم تخریب کننده

یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات، پروتئین، لیپید و نوکلئیک اسید) را اضافه کردند سپس هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. آن‌ها مشاهده کردند که رد همه‌ی ظروف انتقال صفت صورت می‌گیرد به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب کننده‌ی دنا است. یعنی عصاره‌ای که

حاوی نوکلئاز است چون دنایش تخریب شده نمی‌تواند باعث انتقال صفت شود پس نتیجه گرفتند که ماده‌ی وراثتی همان دنا است.

نکته: در آزمایش سوم ایوری در بیشتر ظرف‌ها دنا تخریب نشد و انتقال صفت صورت گرفت.

نکته: در سومین آزمایش ایوری انواع مختلفی از آنزیم‌های تخریب کننده استفاده شدند (۴ نوع)

نکته: در آزمایش سوم هر بخشی که به محیط کشت باکتری بدون پوشینه اضافه می‌شود، فاقد یک گروه از مواد آلی است.

ترکیب - دوازدهم

در مرحله‌ی سوم از آزمایش ایوری و همکاران، از آنزیم‌های نوکلئاز مثل آنزیم برش دهنده استفاده شد.

نکته: آزمایش ایوری که در آن ...

✓ آزمایش ایوری که در آن پروتئین‌ها تخریب شدند: آزمایش ۱ + آزمایش ۳

✓ آزمایش ایوری که در آن انتقال صفت صورت گرفت: آزمایش ۱ + آزمایش ۲ + آزمایش

۳

✓ آزمایش ایوری که در همه ی محیط کشت ها انتقال صفت صورت گرفت: آزمایش ۱

✓ آزمایش ایوری که فقط در یکی از محیط های کشت انتقال صفت صورت گرفت:

آزمایش ۲

✓ آزمایش ایوری که در تعدادی از محیط های کشت انتقال صفت صورت گرفت: آزمایش

۳

✓ آزمایش ایوری که در آن از سانتریفیوژ با سرعت بالا استفاده شد: آزمایش ۲

✓ آزمایش ایوری که در آن مواد به صورت لایه لایه جدا شدند: آزمایش ۲

✓ آزمایش ایوری که در آن مشخص شد پروتئین ها عامل انتقال صفت نیستند: آزمایش

۱

✓ آزمایش ایوری که در آن مشخص شد دنا عامل انتقال صفت است: آزمایش ۲ (عده ای

از دانشمندان قبول نکردند) + آزمایش ۳ (قبول کردند)

✓ آزمایش ایوری که در آن فقط از آنزیم تخریب کننده پروتئین استفاده شد: آزمایش ۱

✓ آزمایش ایوری که در آن دنا تخریب شد: آزمایش ۳

نکته: در همه ی آزمایش های ایوری از عصاره ی استخراج شده از باکتری های کپسول دار

کشته شده استفاده شد.

نکته: ایوری و همکارانش در هر سه آزمایش از عصاره ی باکتری های کپسول دار کشته شده

استفاده کردند: در آزمایش اول با استفاده از پروتئاز، پروتئین های عصاره یاخته ای باکتری

های کپسول دار کشته شده را تخریب کردند. در آزمایش دوم عصاره ی یاخته ای باکتری های کپسول دار کشته شده را در یک گریزانه با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کردند. در آزمایش سوم عصاره ی یاخته ای باکتری های کپسول دار کشته شده را به چهار بخش تقسیم کردند.

نکته: در آزمایش سوم و چهارم گریفیت و هم چنین همه ی آزمایش های ایوری باکتری های کپسول دار با گرما کشته شدند.

نکته: در آزمایش اول و سوم ایوری اضافه شدن عصاره ی فاقد پروتئین عصاره ی باکتری های کشته شده به محیط کشت رخ داد.

نکته: گریفیت و ایوری هیچ کدام نتوانستند چگونگی انتقال ماده ی وراثتی را کشف کنند.

نکته: در آزمایش دوم ایوری عصاره ی باکتری با سرعت بالا سانتریفیوژ شد و مواد به صورت لایه لایه جدا شدند، انتقال صفت فقط در لایه ای صورت گرفت که در آن دنای باکتری های کپسول دار کشته شده وجود داشت. دقت کنید که دنا و رنا در لایه های مختلفی قرار می گیرند. در لایه ای که دنا قرار دارد رنای باکتری های کپسول دار کشته شده وجود ندارد.

نکته: دقت داشته باشید این که ماده ی وراثتی می تواند به یاخته ی دیگری منتقل شود، در نتیجه ی آزمایش های گریفیت مشخص شد نه ایوری. بعد از آن ایوری ماهیت عامل اصلی انتقال صفت را مشخص کرد و نشان داد که این ماده ی وراثتی که می تواند منتقل شود و صفت را انتقال دهد، مولکول دنا است.

نکته: در هر سه آزمایش ایوری انتقال صفت صورت می گیرد. ولی فقط در یکی از آزمایشات
 گریفیت (مرحله ی ۴) انتقال صفت صورت گرفت.

نکته: در آزمایش دوم ایوری در محیط کشت حاوی نوکلئیک اسید ممکن است انتقال صفت
 صورت نگیرد (در صورتی که نوکلئیک اسید موجود در محیط کشت فقط رنا باشد، انتقال
 صفت صورت نمی گیرد)

نکته: در آزمایش اول و سوم تخریب مولکول آلی داریم. در آزمایش دوم نداریم.

نکته: در همه ی محیط های کشت آزمایش ایوری، باکتری های زنده بدون کپسول وجود
 داشتند.

در سانتریفیوژ ماده ای که پر چگال تر است، سنگین تر است و ته نشین می شود و به ته لوله
 نزدیک تره و ماده ای که کم چگال تر سبک تر به سطح بالا نزدیک تر است.

نکته: بعد از سانتریفیوژ مواد بر اساس چگالی قرار می گیرند.

نکته: به هیچ یک از محیط های کشت آزمایش ایوری، باکتری های کپسول دار (زنده یا غیر
 زنده) اضافه نشد.

نکته: نتایج هر یک از آزمایش های ایوری:

آزمایش اول: پروتئین ها ماده ی وراثتی نیستند.

آزمایش دوم: دنا ماده ی وراثتی است (سایر دانشمندان قبول نکردند)

آزمایش سوم: دنا ماده ی وراثتی است (سایر دانشمندان قبول کردند)

نکته: در آزمایش سوم ایوری با اضافه کردن آنزیم تجزیه کننده ی نوکلئیک اسید، آنزیم هایی که از جنس rRNA هستند نیز تخریب می شوند.

نکته: ایوری فقط در آزمایشات مرحله ی اول و سوم خود از پروتئاز استفاده کرد.

نکته: ایوری فقط دنا (نه رنا) را عامل انتقال صفات می دانست.

نکته: در همه ی محیط های کشت آزمایش سوم ایوری پلی مر دارای مولکول های قندی وجود داشتند زیرا هم نوکلئیک اسید ها و هم کربوهیدرات ها پلی مر یا بسپار های شامل مولکول های قندی هستند و هم چنین در هیچ ظرفی به طور هم زمان نوکلئیک اسید ها و کربوهیدرات ها تجزیه نشوند.

نکته: در همه ی محیط های کشت مورد استفاده ی ایوری فقط باکتری های بدون پوشینه ی زنده وجود داشتند (باکتری های پوشینه دار کشته شده در محیط کشت وجود نداشتند چون که عصاره ی این باکتری های کشته شده به محیط کشت اضافه می شدند نه خود باکتری های کشته شده).

نکته: باکتری ها هیستون ندارند. اما پروتئین هایی برای فشردگی دنا دارند.

نکته: استفاده از عصاره ی باکتری های پوشینه دار فقط در آزمایشات ایوری انجام شد.

جالب است بدانید که

اسوالد تئودور در ایوری فرزند دوم الیزابت کراوی و جوزف فرانسیس ایوری در ۲۱ اکتبر ۱۸۷۷ در هالیفاکس، به دنیا آمد. ایوری پس از شرکت در مدرسه گرامر مال در نیویورک، به آکادمی کولگیت و سپس دانشگاه کولگیت رفت و در آنجا در ادبیات، سفرانی عمومی و بحث و تبادل نظر برتر کلاس شد. ایوری در سال ۱۹۰۰ لیسانس علوم انسانی را دریافت کرد. به دلایلی که مشخص نیست و علی رغم عدم وجود پیشینه علمی، پس از کالج، ایوری رشته پزشکی را انتخاب کرد و وارد کالج پزشکان و جراحان نیویورک شد وی مدرک پزشکی خود را در سال ۱۹۰۴ دریافت کرد. ایوری که از ناتوانی خود در کمک به برقی از بیمارانش ناامید شده بود متوجه شد این حرفه او را به اندازه کافی به چالش نمی کشد، از این رو ایوری در سال ۱۹۰۷ به کار آزمایشگاهی در آزمایشگاه هوگلند در بروکلین، اولین موسسه فصوصی تحقیقاتی باکتری شناسی در کشور مشغول شد. از آنجا که آزمایشگاه با بیمارستان لانگ آیلند همراه بود، وظایف ایوری شامل دوره های تدریس برای دانشجویان پرستاری در این محل بود که وی شناخته شده ترین و ماندگارترین لقب خود (استاد) را بدست آورد.

مدیر آزمایشگاه هوگلند، بنیامین وایت، به ایوری در تکنیک های آزمایشگاهی و بیوشیمی آموزش داد ایوری در ابتدا روی باکتری شناسی ماست کار کرد اما فیلی زود پس از آنکه وایت دچار یک مورد شدید از بیماری عفونی ریوی شد به کار روی عامل این بیماری علاقه مند شد.

هنگام تعطیلات در اواخر تابستان ۱۹۵۴، ایوری درد شدیدی را در شکم خود تجربه کرد و جراحی های بعدی، سرطان گسترده کبد را در این دانشمند بزرگ نشان داد. وی در ۲۰ فوریه ۱۹۵۵ در ۷۷ سالگی در نشویل در گذشت.

خلاصه ی درس

ساختار نوکلئیک اسید ها

نوکلئیک اسیدها که شامل دئوکسی ریبونوکلئیک اسید (دنا) و ریبونوکلئیک

اسید (رنا) هستند، همگی بسیارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به نام

نوکلئوتید هستند. هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج کربنه، یک باز

آلی نیتروژن دار و یک تا سه گروه فسفات. قند پنج کربنه در دنا، دئوکسی ریبوز و

در رنا، ریبوز است. دئوکسی ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد. باز آلی نیتروژن دار

می تواند پورین باشد که ساختار دو حلقه ای دارد؛ شامل آدنین (A) و گوانین (G) یا می

تواند پیریمیدین باشد که ساختار تک حلقه ای دارد؛ شامل تیمین (T) و سیتوزین (C) و

یوراسیل (U) می باشد. در دنا باز یوراسیل شُرکت ندارد و به جای آن تیمین وجود دارد و

در رنا به جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد.

برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن دار و گروه یا گروه های فسفات با پیوند

اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می شوند.

نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند.

نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفودی استر به هم متصل می شوند و رشته ی

پلی نوکلئوتیدی را می سازند. در تشکیل پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه

هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می شود. رشته های پلی

نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می سازند، مثل رنا، یا به صورت دوتایی مقابل هم قرار می گیرند و نوکلئیک اسیدهایی مثل دنا را می سازند.

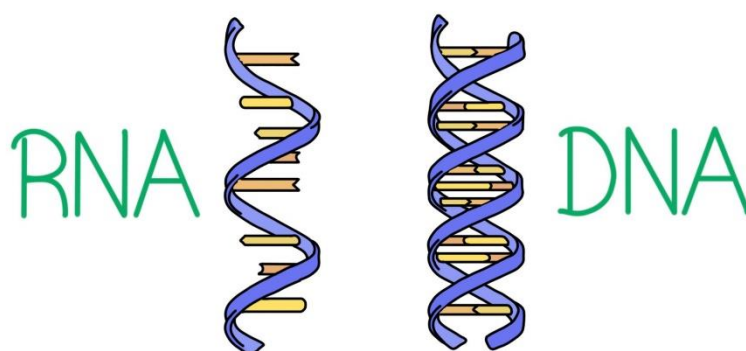
نوکلئیک اسید ها: نوکلئیک اسید ها بسپارهایی (پلیمرهایی) هستند که از واحد های

تکرار شونده به نام نوکلئوتید ساخته شده اند. پلی مر مثل تسبیح هست که دونه های تسبیح رو مونومر میگیریم!!

نوکلئیک اسید ها به دو دسته تقسیم می شوند:

1. دئوکسی ریبو نوکلئوتید اسید (دنا)

2. ریبو نوکلئیک اسید (رنا)

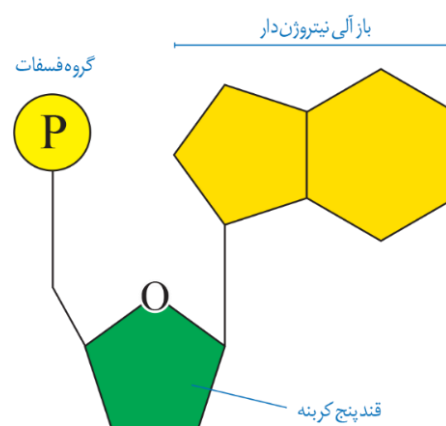


هر نوکلئوتید شامل سه بخش است:

1. یک قند پنج کربنه

2. یک باز آلی نیتروژن دار

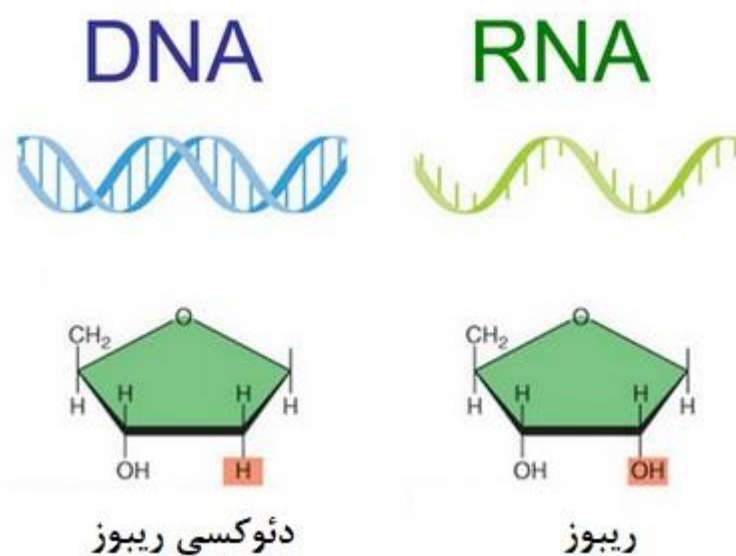
3. یک تا سه گروه فسفات



۱. قند نوکلئوتید ها:

قند موجود در ساختار نوکلئوتید ها نوعی مونوساکارید پنج کربنه است که یک حلقه ی آلی پنج ضلعی دارد. در ساختار قند پنج کربنه همانند سایر کربوهیدرات ها عناصر کربن، هیدروژن و اکسیژن وجود دارد. نوع قند نوکلئوتید های سازنده ی دنا و رنا با هم تفاوت دارد. در دنا، قند دئوکسی ریبوز و در رنا قند ریبوز وجود دارد. دئو یینی فاقد! دئوکسی یینی فاقد یک اتم اکسیژن (نه مولکول اکسیژن). دئوکسی ریبوز یک اتم اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.

نکته: قند پنج کربنه نوکلئوتید ها نیز دارای ساختار حلقوی است و پنج ضلعی می باشد.

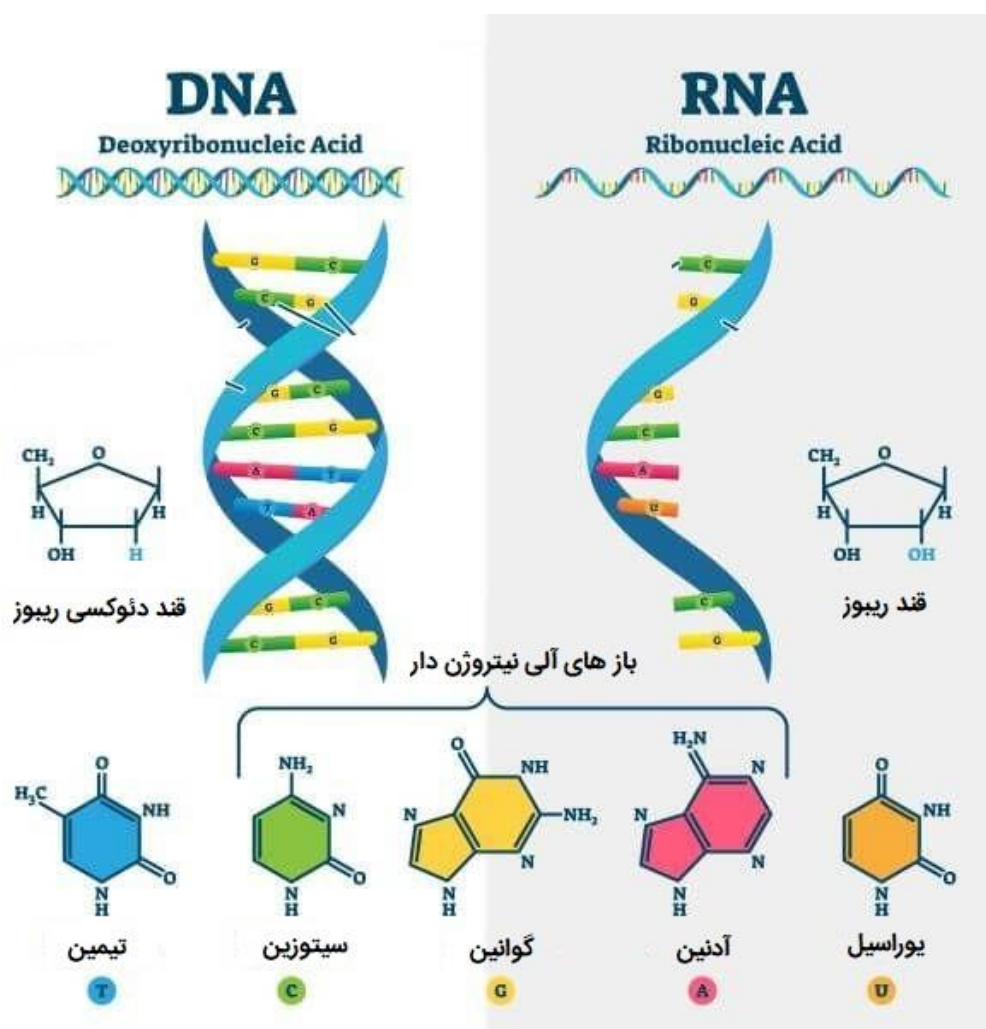


۲. باز آلی نیتروژن دار

باز آلی مولکولی نیتروژن دار و آلی است و ساختاری حلقوی دارد. در ساختار آن عنصر های کربن، هیدروژن، نیتروژن و اکسیژن وجود دارد؛ چون در ساختارش نیتروژن وجود دارد در صورت تجزیه ی باز آلی مواد زائد نیتروژن دار تولید می شود. در هر نوکلئوتید یک باز آلی

وجود دارد و این باز آلی با پیوند اشتراکی (کوالانسی) به یکی از کربن های قند پنج کربنه متصل می شود.

باز های آلی نیتروژن دار یا تک حلقه ای (پیریمیدین) و یا دو حلقه ای (پورین) هستند. باز های پورین شامل آدنین و گوانین هستند و در ساختار خود یک حلقه ی شش ضلعی و یک حلقه ی پنج ضلعی دارند. باز های پیریمیدین شامل تیمین، سیتوزین و یوراسیل هستند و فقط یک حلقه ی شش ضلعی دارند.



نکته: همه ی انواع پورین ها در همه ی انواع نوکلئیک اسید ها قابل مشاهده هستند.

نکته: در هر نوکلئوتید باز آلی نیتروژن دار قطعا حلقه ی شش ضلعی دارد.

نکته: در دنا باز یوراسیل وجود ندارد و به جای آن تیمین هست و در رنا به جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد؛ پس می توان گفت که باز های آدنین، سیتوزین و گوانین هم در دنا و هم در رنا یافت می شوند.

نکته: در ساختار همه ی انواع باز های آلی، حلقه ی شش ضلعی کربن دار وجود دارد.

نکته: باز های آلی دو حلقه ای (پورینی) بین دنا و رنا مشترک هستند، ولی هر باز آلی تک حلقه ای بین دنا و رنا مشترک نیست.

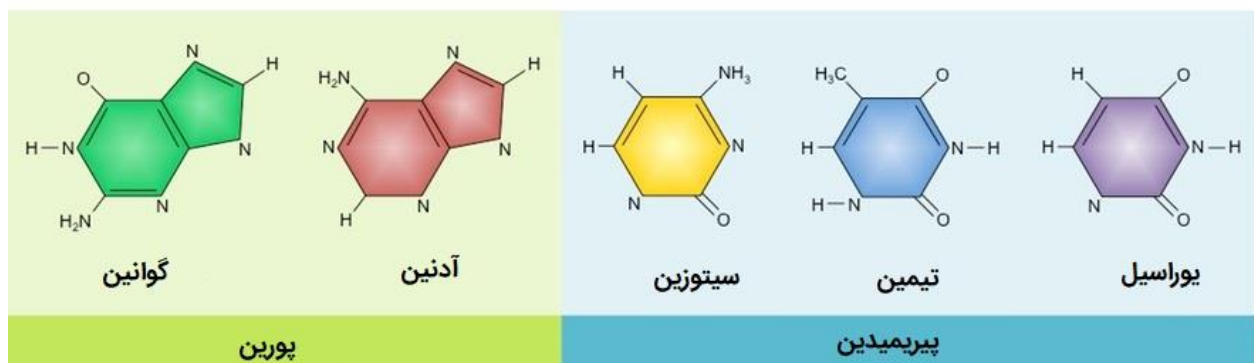
نکته: در مولکول دنا (نه هر نوکلئیک اسید) تعداد باز های دو حلقه ای و تک حلقه ای برابر است. این مورد درباره ی رنا صدق نمی کند.

نکته: فقط باز های آلی پورین در ساختار خود حلقه ی نیتروژن دار پنج ضلعی دارند.

نکته: باز های آدنین، سیتوزین و گوانین به کار رفته در دنا و رنا تفاوتی با هم ندارند ولی نوکلئوتید های آدنین دار و سیتوزین دار در دنا و رنا به دلیل تفاوت در نوع قند هایشان با هم تفاوت دارند.

نکته: تنها نوع باز آلی تک حلقه ای (پیریمیدین) که هم در رنا و هم در دنا وجود دارد سیتوزین است.

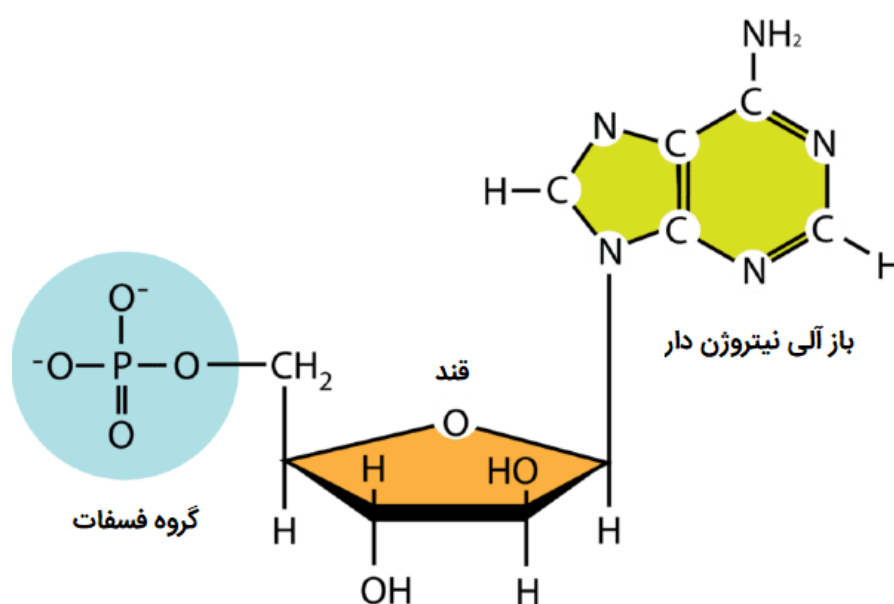
نکته: آدنین، گوانین و سیتوزین هم با ریبوز پیوند تشکیل می دهند هم دئوکسی ریبوز. تیمین فقط با دئوکسی ریبوز و یوراسیل فقط با ریبوز پیوند تشکیل می دهد.



۳. گروه فسفات

گروه فسفات بخش معدنی هر نوکلئوتید محسوب می شود و دارای عناصر فسفر و اکسیژن است. این بخش از نوکلئوتید ها فاقد حلقه ی آلی است.

هر نوکلئوتید می تواند یک تا سه گروه فسفات داشته باشد. نوکلئوتید های آزاد درون سیتوپلاسم و سه فسفات ه وقتی در ساختار دنا و یا رنا قرار می گیرند دو گروه فسفات خودشان را از دست می دهند و به صورت تک فسفات ه در می آیند.



در یک نوکلئوتید سه فسفات فقط یکی از فسفات ها با پیوند اشتراکی به نام قند فسفات به بخش کربوهیدراتی نوکلئوتید متصل می شود. پیوند بین فسفات ها نوعی پیوند اشتراکی می باشد.

برای اینکه یک نوکلئوتید تشکیل شود باید باز آلی نیتروژن دار و گروه یا گروه های فسفات با پیوند اشتراکی به دو سمت قند متصل شوند.

نکته: در نوکلئیک اسید های خطی بیشتر فسفات ها بین دو قند قرار دارند. در مولکول RNA خطی یک فسفات و در مولکول DNA خطی دو فسفات وجود دارد که بین دو قند قرار ندارند.

نکته: DNA و RNA به خاطر فسفات بار منفی می گیرند.

ترکیب - دهم و دوازدهم

- ✓ از فسفات جهت ساخت نوکلئیک اسید، ATP، کراتین فسفات، فسفولیپید و استحکام استخوان ها استفاده می شود.
- ✓ فسفات در ساختار ترکیباتی مانند ریبولوزیس فسفات، ریبولوز فسفات و قند های سه کربنه نیز دیده می شود.
- ✓ شکل جذبی فسفر در گیاهان به صورت یون های فسفات است که بیشتر از خاک جذب می شود.
- ✓ کمبود فسفر در خاک سبب محدود شدن رشد گیاه می شود.
- ✓ فسفات در خاک فراوان است ولی اغلب برای گیاهان غیر قابل دسترس است؛ چون فسفات اتصالات محکمی با بعضی از ترکیبات معدنی خاک دارد. جبران کمبود فسفر در گیاهان از طریق ایجاد شبکه ی گسترده از ریشه ها، ایجاد ریشه هایی با تار کشنده بیشتر و همزیستی با قارچ ها اتفاق می افتد.

نکته: نوکلئوتید ها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه های فسفات با هم تفاوت دارند

بنابراین همه ی نوکلئوتید های به کار رفته در دنا با نوکلئوتید های به کار رفته در رنا با

یکدیگر متفاوت اند چون حداقل در نوع قند به کار رفته در آن ها تفاوت وجود دارد.

نکته: هر پیوند فسفودی استر شامل دو پیوند قند - فسفات است.

نکته: در رنا باز های آلی یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی می توانند با یکدیگر پیوند هیدروژنی

تشکیل دهند اما در مولکول دنا باز های آلی هر رشته پلی نوکلئوتیدی فقط با باز آلی مکمل

خود در رشته ی مقابل پیوند هیدروژنی تشکیل می دهند.

نکته: گروه فسفات به یکی از کربن ها که در خارج از حلقه قرار دارد با پیوند اشتراکی از نوع

قند فسفات متصل می شود. و باز آلی نیتروژن دار به یکی از کربن های قند پنج کربنی که

درون حلقه قرار دارد با پیوند اشتراکی از نوع قند باز متصل می شود.

نکته: نوکلئیک اسیدی که

✓ نوکلئیک اسیدی که دو رشته ی پلی نوکلئوتیدی دارد: دنا

✓ نوکلئیک اسیدی که فقط یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی دارد: رنا

✓ نوکلئیک اسیدی که در آن رشته ی پلی نوکلئوتیدی دارای دو انتهای متفاوت است: دنا

و رنا

✓ نوکلئیک اسیدی که دو انتهای رشته ی پلی نوکلئوتیدی آن به یکدیگر متصل می

شوند: دنا ی حلقوی

✓ نوکلئیک اسیدی که دارای دو انتهای متفاوت است: رنا

✓ نوکلئیک اسیدی که بین باز های آلی آن پیوند هیدروژنی وجود دارد: دنا و بعضی از رنا ها

✓ نوکلئیک اسیدی که باز های آلی یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی آن با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می دهند: رنا

✓ نوکلئیک اسیدی که در ساختار آن قند ریبوز و باز آلی یوراسیل دار وجود دارد: رنا

✓ نوکلئیک اسیدی که تعداد پیوند های فسفو دی استر و نوکلئوتید های آن برابر است: دنای حلقوی

✓ نوکلئیک اسیدی که در آن تعداد باز های پورین و پیریمیدین برابر است: دنا

نکته: پیوند بین باز های آلی و قند پنج کربنی نوکلئوتید ها، پیوند اشتراکی (کوالانسی) است.

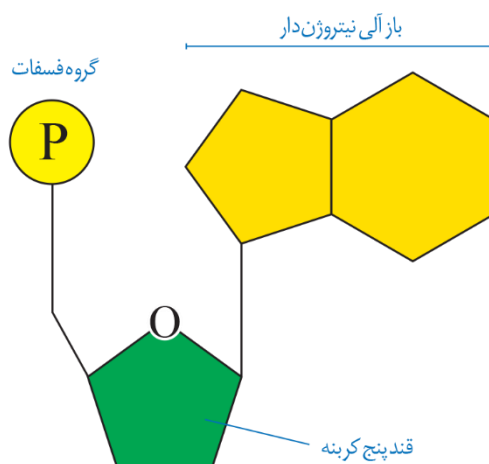
نکته: در انتهای قندی رشته ی پلی نوکلئوتیدی خطی، گروه هیدروکسیل **کربن شماره ۳ قند** در تشکیل پیوند فسفودی استر شرکت نمی کند اما گروه هیدروکسیل کربن شماره ۵ در تشکیل پیوند فسفو دی استر مشارکت دارد. در انتهای دیگر رشته ی پلی نوکلئوتیدی خطی، حالت برعکس وجود دارد و کربن شماره ۳ قند در تشکیل پیوند فسفودی استر شرکت دارد.

نکته: درون یک یاخته حداکثر ۲۴ نوع مونومر نوکلئوتیدی برای نوکلئیک اسید ها وجود دارد. از نظر قند دو نوع و از نظر نوع باز آلی ۵ نوع و از نظر تعداد فسفات هم ۳ نوع وجود دارد.

نکته: گروه فسفات حداکثر در تشکیل یک پیوند فسفودی استر شرکت دارد و ممکن است در تشکیل پیوند فسفودی استر نیز شرکت نداشته باشد. اما مولکول قند در تشکیل حداقل یک و حداکثر دو پیوند فسفودی استر مشارکت دارد.

نکته: کنار هم قرار گرفتن نوکلئوتید ها در یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی مربوط به پیوند اشتراکی (فسفودی استر) است. اما کنار هم قرار گرفتن دو رشته ی پلی نوکلئوتیدی ناشی از تشکیل پیوند های هیدروژنی است.

نکات شکل:



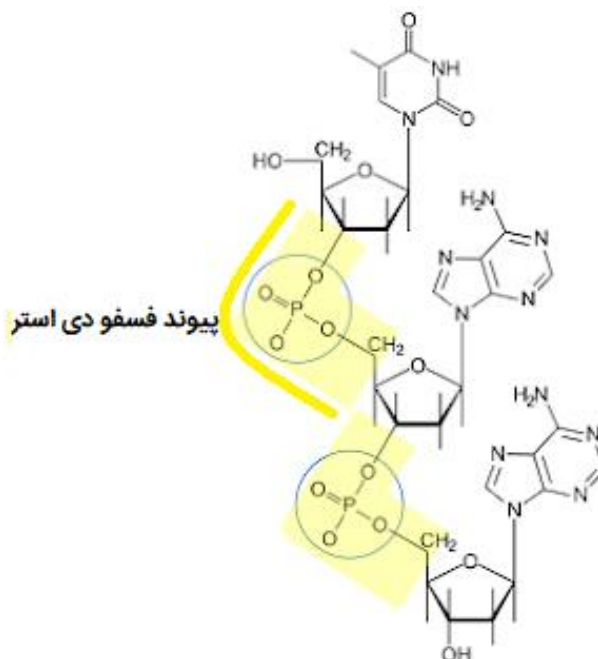
- ✓ باز آلی نیتروژن دار و گروه فسفات به دو قسمت متفاوت از قند متصل می شوند.
- ✓ باز آلی نیتروژن دار در صورت دو حلقه ای بودن، از حلقه ی کوچکتر خود (پنج ضلعی) به قند متصل می شود.
- ✓ هر نوکلئوتید دارای دو بخش حلقوی آلی است: باز آلی و قند پنج کربنه
- ✓ در یک نوکلئوتید حداقل دو حلقه ی آلی (یک حلقه مربوط به قند و یک حلقه مربوط به باز آلی) و حداکثر سه حلقه ی آلی (یک حلقه مربوط به قند و دو حلقه مربوط به باز آلی) مشاهده می شود.
- ✓ یکی از کربن های قند پنج کربنی در نوکلئوتید ها در خارج از ساختار حلقه قرار دارد، بنابراین درون حلقه ۴ کربن (نه پنج کربن) وجود دارد

- ✓ در نوکلئوتید های دارای باز آلی پورین پیوند اشتراکی بین قند و باز بین دو حلقه ی پنج ضلعی (نه پنج کربنه) تشکیل می شود.
- ✓ در ساختار قند پنج کربنه در یکی از راس های حلقه ی پنج ضلعی قند، اتم اکسیژن قرار دارد.
- ✓ هر نوکلئوتید یک قند و یک باز آلی دارد، بنابراین همه ی نوکلئوتید ها از نظر تعداد قند و باز آلی مشابه هستند. ولی همه ی نوکلئوتید ها از نظر تعداد حلقه ی پنج ضلعی مشابه نیستند. نوکلئوتید های پورینی دو حلقه ی پنج ضلعی (یکی مربوط به قند و دیگری مربوط به باز آلی) و نوکلئوتید های پیریمیدینی یک حلقه ی پنج ضلعی (قند) دارند؛ پس می توان گفت هر نوکلئوتید حداقل یک حلقه ی پنج ضلعی دارد.
- ✓ هر نوکلئوتید قطعا یک حلقه ی شش ضلعی دارد؛ چون باز آلی از هر نوعی که باشد قطعا یک حلقه ی شش ضلعی دارد.
- ✓ در همه ی نوکلئوتید ها اتصال حلقه ی شش ضلعی به پنج ضلعی وجود دارد با این تفاوت که در نوکلئوتید های دارای باز های پورینی حلقه های شش و پنج ضلعی باز آلی به هم متصل هستند ولی در نوکلئوتید های پیریمیدینی اتصال بین حلقه ی شش ضلعی باز آلی و حلقه ی پنج ضلعی قند برقرار می شود.

پیوند فسفو دی استر

برای تشکیل یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی، نوکلئوتید های مجاور (نه مقابل) با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفو دی استر به هم متصل می شوند. پیوند فسفو دی استر در واقع پیوند بین دو قند است که به واسطه ی گروه فسفات ایجاد می شود. برای ایجاد پیوند فسفو دی استر،

فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل نوکلئوتید مجاور متصل می شود. فسفو در فسفو دی استر به معنای فسفات و دی استر یعنی دو پیوند استری



نکته: پیوند فسفودی استر شامل دو پیوند استری است که توسط گروه فسفات تشکیل می شود:

۱. پیوند بین فسفات یک نوکلئوتید و قند همان نوکلئوتید

۲. پیوند بین فسفات با قند نوکلئوتید بعدی

نکته: در نوکلئیک اسید های حلقوی گروه فسفات همه ی نوکلئوتید های سازنده ی آن در تشکیل پیوند فسفو دی استر نقش دارند.

نکته: در دنای خطی بیشتر فسفات ها در پیوند فسفودی استر و در دنای حلقوی همه ی فسفات ها در پیوند فسفو دی استر شرکت دارند.

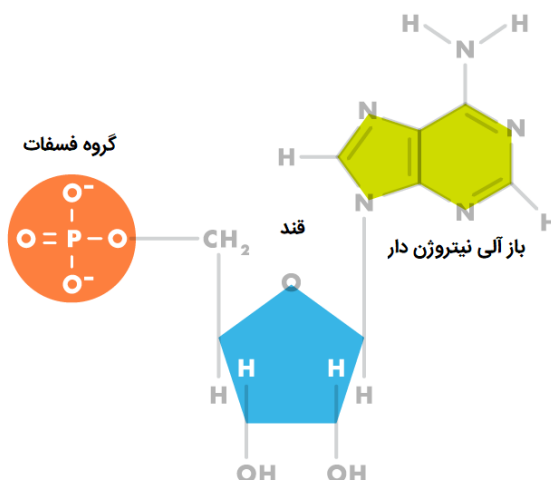
نکته: حذافصل گروه هیدروکسیل قند یک نوکلئوتید تا قند نوکلئوتید دیگر، دو پیوند استری وجو دارد که مجموع این دو پیوند را پیوند فسفودی استر می گوییم.

نکته: در مولکول دنای خطی تعداد پیوند های فسفودی استر دو عدد از تعداد نوکلئوتید ها کمتر است.

نکته: چه آنزیم هایی می توانند پیوند فسفودی استر تشکیل دهد: آنزیم های دنا بسپاراز و رنا بسپاراز به ترتیب در فرایند های همانند سازی و رونویسی پیوند فسفودی استر را تشکیل می دهند. آنزیم لیگاز آنزیم دیگری است که در مهندسی ژنتیک می تواند پیوند فسفودی استر را تشکیل دهد.

نکته: چه آنزیم هایی می توانند پیوند فسفودی استر را بشکنند؟ آنزیم دنا بسپاراز با خاصیت نوکلئازی، آنزیم های برش دهنده ی باکتری ها نیز می توانند پیوند فسفودی استر را بشکنند. در همه ی نوکلئوتید ها حلقه ی پنج ضلعی وجود دارد که مربوط به قند ریبوز است. باز پورین نیز دارای حلقه ی پنج ضلعی است.

دو مدل پیوند اشتراکی داریم: بین قند و باز آلی، بین قند و فسفات



نکته: درون هر نوکلئوتید یک پیوند قند فسفات وجود دارد. ولی پیوند فسفو دی استر شامل

دو پیوند قند فسفات است که بین دو نوکلئوتید قرار دارد. در زمان تشکیل پیوند فسفو دی

استر بین دو نوکلئوتید فقط یک پیوند قند فسفات ایجاد می شود.

نکته: از دو بخش پیوند فسفو دی استر یک بخش آن درون نوکلئوتیدی است و پیوند قند -

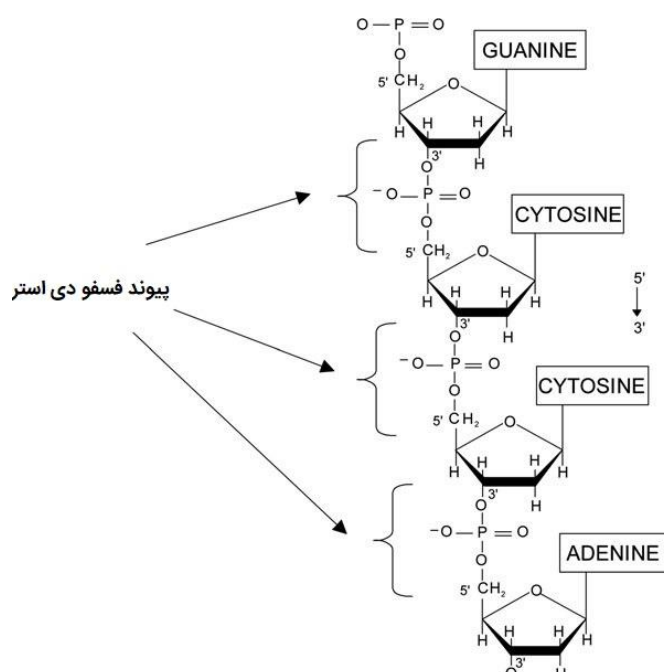
فسفات دوم که بین دو نوکلئوتید شکل می گیرد، جدید است و باعث ایجاد اتصال دو

نوکلئوتید مجاور و تشکیل پیوند کامل فسفودی استر می شود.

نکته: هر نوکلئیک اسیدی که درون هسته فعالیت می کند دنا است و دارای دو رشته ی پلی

نوکلئوتیدی می باشد.

نکته: همه ی مولکول های رنا در سیتوپلاسم فعالیت می کنند.



نکته: مولکول دنا در سیتوپلاسم نیز می تواند فعالیت کند. در یاخته های پروکاریوتی دنا در

سیتوپلاسم قرار دارد.

نکته: پیوند هیدروژنی بین زیر واحد های دنا و رنای ناقل وجود دارد نه هر نوکلئیک اسید.

نکته: در هر نوکلئوتید چیزی به اسم حلقه ی پنج کربنی وجود ندارد. اما در هر نوکلئوتید یک حلقه ی پنج ضلعی داریم.

نکته: در هر مولکول دنا تعداد نوکلئوتید ها کمتر از تعداد حلقه ی پنج ضلعی است.

نکته: اگر یک نوکلئیک اسید فقط دارای باز های پورین باشد حتما رنا می باشد چون در دنا تعداد باز های پورین با پیریمیدین برابر است.

نکته: مولکول دنا دارای دو شیار با اندازه های متفاوت در قسمت خارجی مارپیچ است، شیار بزرگ و شیار کوچک، اما قطر مولکول دنا در همه ی قسمت ها یکسان است و در نتیجه فاصله ی دو ستون در ساختار دنا در بخش های مختلف یکسان است چون همیشه مقابل یک باز تک حلقه ای، یک باز دو حلقه ای قرار می گیرد.

نکته: هر نوکلئوتید در باز آلی خود دارای یک حلقه ی شش ضلعی است پس تعداد حلقه های شش ضلعی با تعداد نوکلئوتید ها برابر است.

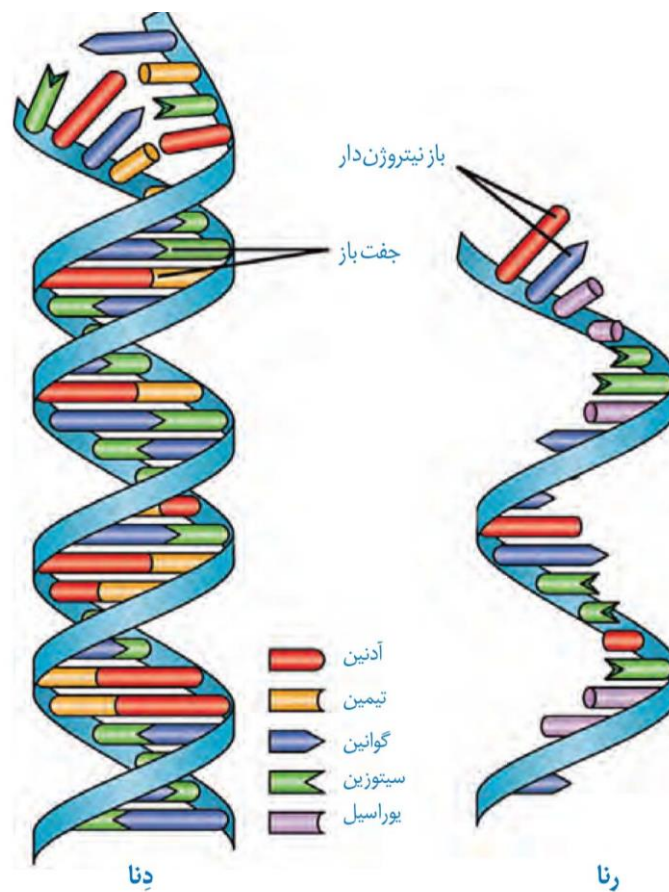


خلاصه ی درس

دو سر یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی

مولکول های دنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول های رنا از یک رشته پلی

نوکلئوتید تشکیل می شوند



دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتید نیز می توانند با پیوند فسفودی استر به

هم متصل شوند و نوکلئیک اسید حلقوی را ایجاد کنند؛ برای مثال دنا در باکتری

ها به صورت حلقوی است. در نوکلئیک اسیدهای خطی گروه فسفات در یک

انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشته ی دنا و رِنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.

اگر به دو انتهای رشته ی پلی نوکلئوتید نگاه کنید متوجه می شوید که در یک انتهای آن گروه هیدروکسیل و در انتهای دیگر گروه فسفات آزاد قرار دارد. در نتیجه یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی خطی همواره دو انتهای متفاوت دارد.

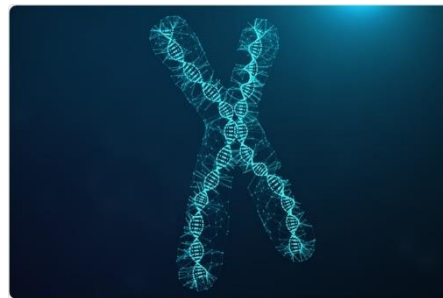
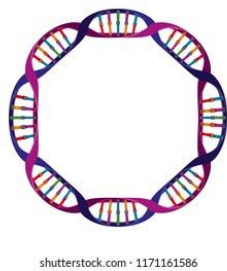
نکته: در نوکلئیک اسید های خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است. هر رشته دنا و رِنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارند. این موضوع در مورد نوکلئیک اسید های حلقوی صدق نمی کند.

نکته: دقت کنید که دنا ی خطی دارای دو انتهای مشابه است ولی هر رشته ی پلی نوکلئوتیدی آن دارای دو انتهای متفاوت است. در دنا ی خطی در هر انتها یک فسفات و یک گروه هیدروکسیل وجود دارد در نتیجه هر دو انتها مشابه هستند.

نکته: در یک نوکلئیک اسید خطی هر نوکلئوتیدی که فقط یک پیوند فسفو دی استر تشکیل می دهد، در یک انتهای رشته ی پلی نوکلئوتیدی قرار دارد.

نکته: باز آلی و گروه فسفات با پیوند اشتراکی به قند پنج گربنه متصل می شوند. در واقع ی سره پیوند قند هست! ولی نوع پیوند اشتراکیشان با هم متفاوت است.

نکته: دنا به دو شکل دیده می شود: خطی و حلقوی



نکته: اگر دو انتهای یک دناى خطى با هم پیوند فسفودی استر تشکیل بدهند، دناى حلقوى

ساخته مى شود. در باکتری دنا به صورت حلقوى است

نکته: در دناى حلقوى تعداد پیوند هاى فسفو دی استر با تعداد نوکلئوتید ها برابر است.

نکته: اگر دنا حلقوى باشد تعداد پیوند هاى قند - فسفات دقیقا دو برابر تعداد پیوند هاى

فسفو دی استر است..

نکته: در دو دناى خطى و حلقوى با تعداد نوکلئوتید برابر، تعداد پیوند فسفودی استر در دناى

حلقوى، دو تا از دناى خطى بیشتر است.

نکته: در نای حلقوى و خطى تعداد گروه هاى فسفات با باز آلی برابر است.

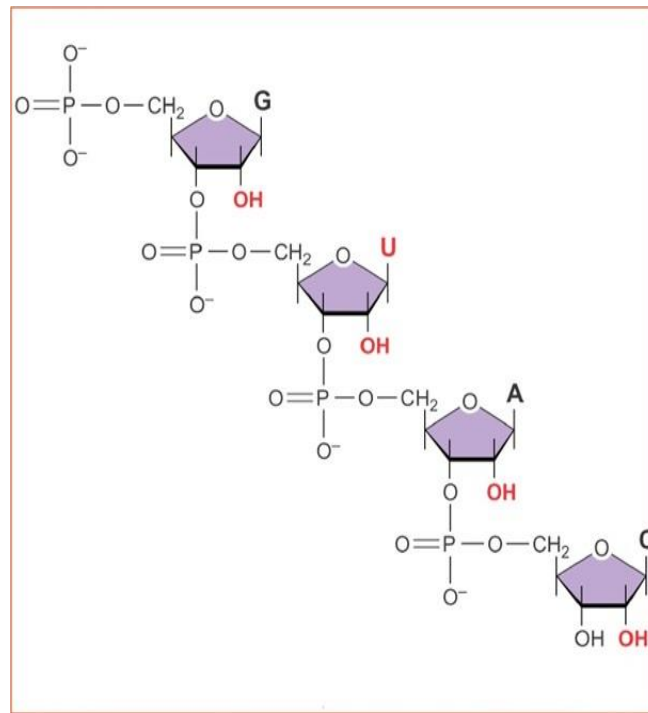
نکته: در یاخته هاى پروکاریوتى مانند باکتری ها هسته وجود ندارد و فام تن اصلی باکتری ها

در سیتوپلاسم قرار گرفته است و به غشا پلاسمای متصل مى باشد.

در هر نوع رشته ی پلی نوکلئوتیدی مى توان گفت که:

الف. بین دو قند دو نوکلئوتید مجاور قطعن یک گروه فسفات قرار دارد.

ب. بین دو فسفات از دو نوکلئوتید مجاور الزاما یک قند پنج کربنه قرار دارد.



نکته: دنا دو رشته ی پلی نوکلئوتیدی و رنا یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی دارد



نکته: وقتی نوکلئوتید آدنین دار باشد به کل نوکلئوتید، نوکلئوتید A می گویند و وقتی که نوکلئوتید تیمین دار باشد به کل نوکلئوتید نوکلئوتید T می گویند و

نکته: در پروکاریوت ها نوکلئیک اسید خطی (رنا!!) دیده می شود اما دنا ی خطی نه!! در یوکاریوت ها هم دنا ی خطی و هم دنا ی حلقوی (میتوکندری و کلروپلاست) و هم نوکلئیک اسید خطی (هم دنا و هم رنا) دیده می شود.

خلاصه ی درس

تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا

در ابتدا تصور می شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا (نه در یاخته و در رنا) به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده اند. بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار 4 نوع باز آلی در تمامی مولکول های دنا از هر جاندار ی که به دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد.

اما مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می کند. تحقیقات بعدی دانشمندان (نه خود چارگاف) دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.

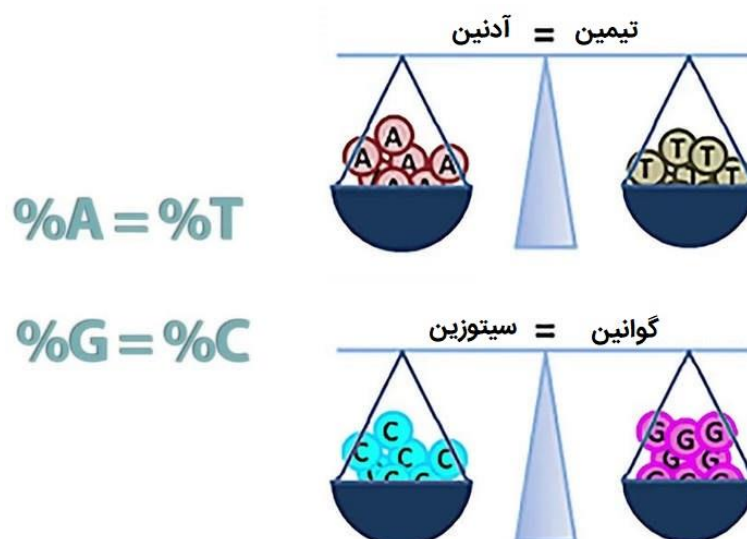
چارگاف

در ابتدا دانشمندان تصور می کردند که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در دنا وجود دارند. منظور از 4 نوع نوکلئوتید: نوکلئوتید A یا نوکلئوتید آدنین دار ، نوکلئوتید G یا نوکلئوتید گوانین دار، نوکلئوتید T یا نوکلئوتید تیمین ، نوکلئوتید C یا نوکلئوتید سیتوزین دار.

بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار 4 نوع باز آلی در تمامی مولکول های دنا از هر جاندارى با یکدیگر برابر باشد عینی اگر یک مولکول دنا 400 نوکلئوتید داشته باشد، از آنجایی که هر نوکلئوتید دارای یک باز آلی است یعنی تعداد نوکلئوتید ها با تعداد باز های آلی برابر است پس در این مولکول 400 باز آلی وجود دارد که مقدار هر نوع باز آلی 100 عدد است.

نکته: تصور اولیه درباره ی تعداد باز های آلی در هر مولکول دنا به این صورت بود که هر یک از باز های آلی آدنین، گوانین، سیتوزین و تیمین ۲۵ درصد کل باز های آلی یک مولکول دنا را شامل می شوند و در واقع مقدار هر باز آلی با باز های آلی دیگر برابر است.

مشاهدات چارگاف نشان داد که در دنا مقدار آدنین با مقدار تیمین و مقدار سیتوزین با مقدار گوانین برابر است. البته چارگاف دلیل برابری را نمی دانست فقط این موضوع را کشف کرد. بعد ها فهمیدن که دلیل این برابری مربوط به جفت شدن باز ها است.



نکته: قانون چارگاف فقط در مورد مولکول دناى حلقوى و خطى است نه در مورد هر

نوکلئیک اسید

نکته: با توجه به مشاهدات چارگاف مى توان گفت در یک مولکول دنا مجموع باز های آلی

گوانین و تیمین با مجموع باز های آلی آدنین و سیتوزین برابر است.

نکته: چارگاف گفت که تعداد باز های پورین با تعداد باز های پیریمیدین برابر است.

نکته: چارگاف فقط در دنا گفت که نسبت آدنین با تیمین برابر است نه در هر نوکلئیک اسید

خلاصه ی درس

استفاده از پرتو ایکس برای تهیه ی تصویر از دنا

ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول های دنا تصاویری تهیه کردند. با

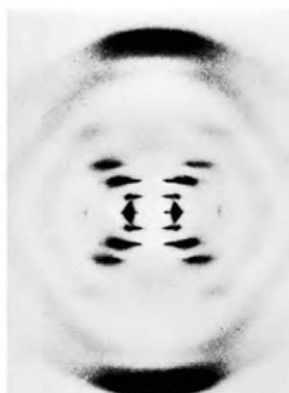
بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند از جمله اینکه دنا حالت

مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکول ها را نیز

تشخیص دادند.



فرانکلین



ویلکینز

ویلکینز و فرانکلین

ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول های دنا تصاویری را تهیه کردند

برای تهیه ی این تصاویر پشت سر یک بلور یک صفحه حساس فیلم قرار می دهند و پرتو

ایکس را به بلور می تابانند، پرتو ایکس به بلور برخورد می کند و پراکنده می شود و روی

صفحه ی حساس فیلم پشت سرش ثبت می شود.

با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی گرفتند از جمله اینکه دنا حالت مارپیچی و

بیش از یک رشته دارد، ابعاد مولکول های دنا را نیز تشخیص دادند.

نکته: در تصاویر تهیه شده توسط ویلکینز و فرانکلین:

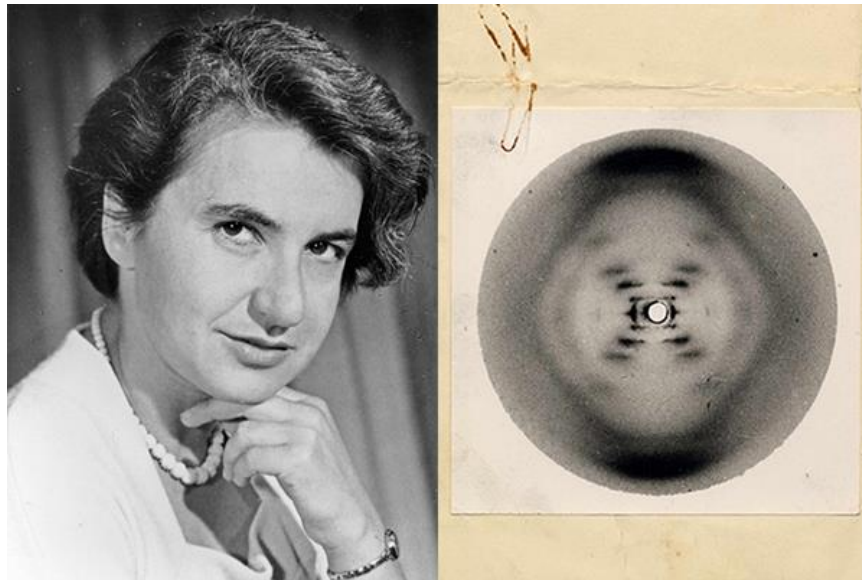
- ✓ برخی خطوط تیره اندازه متفاوتی با یکدیگر دارند
- ✓ خطوط تیره به صورت گسسته مشاهده می شوند
- ✓ در مرکز تصاویر تهیه شده بخشی روشن قرار گرفته بود.
- ✓ نقطه ی مرکزی تصویر بخشی روشن است.
- ✓ بخش های تیره در راستاهای مختلفی قرار دارند (در یک راستا قرار ندارند)
- ✓ خطوط تیره تشکیل شده در این تصویر پیوسته نیستند، به صورت گسسته می باشند.
- ✓ بخش های تیره با اندازه های متفاوتی در این تصویر وجود دارند.

ترکیب - دهم و دوازدهم

✓ استفاده از پرتو X نمونه ای از نگرش بین رشته ای در زیست شناسی است.

✓ یکی از راه های پی بردن به شکل پروتئین، استفاده از پروتوهای X است.

نکته: ویلکینز و فرانکلین ثابت نکردند که دنا دو رشته ای است. بلکه فقط گفتند که مولکول دنا بیش از یک رشته دارد. تشخیص دو رشته ای بودن مولکول دنا توسط واتسون و کریک انجام شد.



mhbb.ir



دنیای زیست

جالب است بدانید که

جیمز واتسون، فرانسیس کریک و موریس ویلکینز در سال 1962 میلادی به فاطر کشف سافتار DNA جایزه نوبل دریافت کردند اما رزالیند در سال 1958 میلادی و قبل از دریافت این جایزه به فاطر ابتلا به سرطان جان خود را از دست داد و نتوانست چنین روزی را در زندگی خود ببیند. رزالیند در تاریخ 25 جولای سال 1920 میلادی در لندن متولد شد. در سال 1938 میلادی، او به Newnham رفت که در واقع یکی از دو کالج اختصاص یافته به زنان در دانشگاه کمبریج بود و در آنجا به مطالعه شیمی-فیزیک پرداخت. رزالیند در سال 1941 میلادی فارغ التحصیل شد و یک سالی را صرف کار کردن در آزمایشگاهی به نام R. G. W. Norrish کرد که از پیشگامات شیمی نور محسوب می شد. سال بعد او تحصیلاتش را در مقطع دکتری آغاز کرد و و همزمان در انجمن تحقیقاتی ذغال سنگ بریتانیا مشغول به کار شد؛ یک گروه غیر انتفاعی که تحقیقاتی را در زمینه ذغال سنگ انجام می داد و به مطالعه در مورد سافتارهای میکروسکوپی این ماده و کربن می پرداخت. او پس از اتمام تحصیلاتش در دوره دکتری، شغلی را در آزمایشگاه شیمی مرکزی خدمات دولت شروع کرد. رزالیند در آنجا با تکنیکی برای تصویربرداری از ترکیبات کربنی آشنا شد که کریستالوگرافی اشعه ایکس نام داشت و در آن پروتئین ها و دیگر ترکیبات کریستالی شده و سپس با استفاده از اشعه ایکس از آنها عکسبرداری به عمل می آمد. رزالیند به تدریج استاد این کار شد و عکس های گرفته شده توسط او نقشی کلیدی را در کشف سافتار DNA ایفا کردند. در سال 1950 میلادی، رزالیند مجدداً به انگلستان بازگشت تا عنوان فلو شپ را در یک آزمایشگاه بیوفیزیک به نام John Randall در کینگز کالج لندن دریافت نماید. این آزمایشگاه از رزالیند خواسته بود که کارهایش را بر مبنای تکنیک کریستالی کردن و تصویربرداری از پروتئین ها انجام دهد. با این همه موریس ویلکینز رئیس آزمایشگاه کمکی این مرکز به او پیشنهاد داد که روی DNA کار کند.

جالب است بدانید که

ویلیکینز تلاش داشت که با فرانکلین وارد همکاری شود اما یک سوء تفاهم باعث شد که روابط آنها به تیرگی بگراید. در مقابل رزالیند با ریموند گازلینگ وارد همکاری شد و تمام تلاش خود را صرف عکس برداری از DNA با استفاده از پرتو اکس کرد. در ژانویه سال 1953 میلادی، ویلیکینز یکی از عکس های DNA گرفته شده با اشعه ایکس را که توسط رزالیند تهیه شده بود به این دو نفر نشان داد که حالا تحت عنوان عکس شماره 51 از آن یاد می شود. وی همچنین خلاصه ای از تحقیقات منتشر نشده رزالیند را که به شورای تحقیقات پزشکی داده بود در اختیار آنها قرار داد.

در آوریل همان سال، واتسون و کریک سافتار DNA را در نشریه نیچر به چاپ رساندند و هیپگاه به فرانکلین نگفتند که عکس 51 را دیده اند اما کریک بعدها خودش تایید کرد که تنها چند گام تا تشفیص کامل DNA فاصله داشته.

فرانکلین و گازلینگ یافته های خود که با استفاده از اشعه ایکس کشف کرده بودند را در همان شماره از نشریه نیچر منتشر کردند اما کلیه اعتبار این یافته ها به واتسون، کریک و ویلیکینز رسید. فرانکلین تصمیم گرفت که کارش را به آزمایشگاه J. D. Bernal در کالج Birkbeck انتقال دهد و در آنجا به مطالعه پیرامون سافتار ویروس های گیاهی به خصوص ویروس موزاییک توتون و ویروس فلج اطفال بپردازد.

در آنجا او عکس هایی با جزئیات بالا را از این ویروسها دریافت کرد و در سال 1956 میلادی، موسسه رویال انگلیس از او به خاطر انجام این تحقیقات تقدیر و تشکر به عمل آورد.

در همان سال پزشک معالج تشفیص داد که رزالیند به سرطان تومردان مبتلا شده و به همین خاطر اعمال جراحی و روش های درمانی مفصلی روی او پیاده سازی شد اما درمان ها اثری موقتی داشتند و رزالیند عاقبت در 16 آوریل 1958 میلادی در سن 37 سالگی از دنیا رفت.

خلاصه ی درس

مدل مولکولی دنا

واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش های چارگاف و داده های حاصل از تصاویر

تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را

ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. نتایج حاصل از این تحقیقات

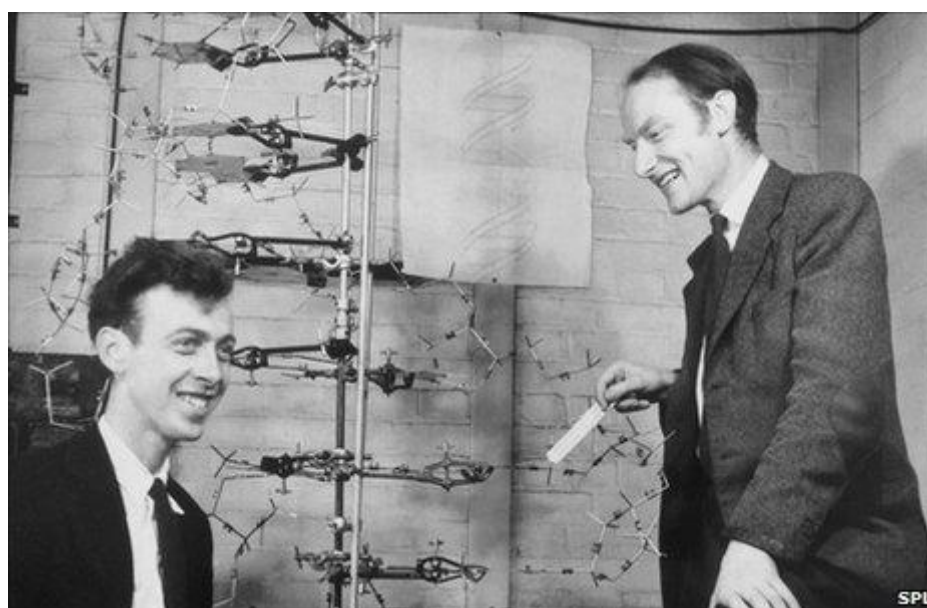
با پژوهش های امروزی مورد تأیید قرار گرفته اند.

مدل واتسون و کریک

واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش های چارگاف، داده های حاصل از تصاویر تهیه شده

با پرتو ایکس (نتایج تحقیقات ویلکینز و فرانکلین) و با استفاده از یافته های خود مدل مولکولی

نردبان مارپیچ را ساختند. به نردبان مارپیچ، مارپیچ دو گانه هم می گویند.



نکته: ساختار شیمیایی ماده ی وراثتی دنا توسط واتسون و کریک و با توجه به نتایج پژوهش های چارگاف و روزالین و فرانکلین مشخص شد.

نکته: ویلکینز و فرانکلین گفتن که مولکول دنا بیش از یک رشته دارد اما نفهمیدن که چند رشته دارد. واتسون و کریک مشخص کردن که دنا دو رشته دارد

mhbb.ir



دنیای زیست

جالب است بدانید که

جیمز دیویی واتسون (به انگلیسی: James Dewey Watson) (زاده‌ی ۶ آوریل ۱۹۲۸ میلادی در شیکاگو، ایلینوی) زیست‌شناس مولکولی، زیست‌فیزیک‌دان، جانورشناس و متفحص علم ژنتیک آمریکایی است. جیمز واتسون در سن ۱۵ سالگی وارد دانشگاه شیکاگو شد. سال ۱۹۴۶ به‌صورت اتفاقی با کتاب معروف اروین شرودینگر با نام زندگی چیست روبرو شد که این کتاب باعث شد تا مسیر زندگی وی تغییر کند و رشته‌ی خود را از پرند شناسی به ژنتیک تغییر دهد. واتسون در سال ۱۹۴۷ کارشناسی خود را در رشته‌ی جانورشناسی گرفت. سپس برای پیگیری رشته‌ی ژنتیک به دانشگاه ایندیانا رفت و سال ۱۹۵۰ دکترای خود را از این دانشگاه دریافت کرد. او در فصل بهار سال ۱۹۵۱ به همراه «لکسر» به مقر جانورشناسی ناپل عزیمت کرد و طی حضورش در یکی از سمپوزیوم‌های علمی با «موریس ویلکینز» ملاقات کرد و برای نخستین دفعه قفسه الگوی انکسار اشعه X در بلور DNA دقت او را جلب کرد و ذیل تاثیر آن، مورد اصلی پژوهش‌ها فویش را بر مورد سافتار شیمیایی اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها متمرکز کرد و در همین راستا آزمایشگاه مجهز دانشکده کاوندیش را تحت عنوان رأس پژوهش‌ها علمی فویش برگزید.

اندرکی بعد واتسون با دانشمند دیگری به نام «فرانسیس کریک» آشنا شد که از قضا او نیز علاقه شدیدی به کشف سافتار DNA داشت. بدین ترتیب همکاری این دو آغاز شد و پس از چندی براساس شواهد تجربی و همپنین آزمایش‌های متعدد برای مطالعه سافتار زنجیره‌ای پلی نوکلئوتیدها توانستند سافتار اولیه DNA را بیابند که به عنوان گام نخستین موفقیت آمیز نبود. اما تلاش دوم این دو دانشمند که بیش از پیش بر شواهد تجربی استوار بود توانست نظر دانشمندان معاصر را به خود جلب کند که فبر از سافتار مارپیچی DNA می‌داد. طی دهه ۱۹۶۰ واتسون به یکی از معروف‌ترین نویسندگان علمی بدل شد و کتاب‌هایی پر فروش به نام «بیولوژی مولکولی ژن» و «بیوگرافی «مارپیچ دوگانه» را به رشته تحریر درآورد.

جالب است بدانید که

شهرت فراگیر واتسون و دستاوردهای علمی او باعث شد به عنوان استاد زیست شناسی در هاروارد مشغول به کار شود، کرسی ارزشمندی که برای بیش از دو دهه در اختیار داشت. وی همزمان از سال ۱۹۶۸ مدیریت آزمایشگاه مشهور «کلر اسپرینگ هاربر» یا CSHL در نیویورک را نیز بر عهده داشت و حتی به فاطر تحقیقات، تدریس در هاروارد را رها کرد. طی ۳۵ سال هدایت واتسون این آزمایشگاه به یکی از مراکز جهانی تحقیقات زیست شناسی مولکولی تبدیل شد.

او در ۱۹۹۰ به عنوان سرپرست «پروژه ژنوم انسانی» انتخاب شد و ۲ سال نیز در این سمت باقی ماند. این طرح بلندپروازانه و ۳ میلیارد دلاری با هدف نقشه برداری و تعیین توالی کل ژنوم انسان صورت پذیرفت و ۲۰ دانشگاه از کشورهای پیشرفته در آن مشارکت داشتند. جیمز واتسون در سال ۲۰۰۷ طی مصاحبه با نشریه «ساندی تایمز» اظهاراتی جنجالی را در مورد برتری نژاد سفید بر سیاه از نظر هوش و ذکاوت را مطرح کرد که تمام اعتبار او در سال های گذشته را نابود کرد و به افراج وی از مدیریت CSHL منجر شد. او چند روز بعد و طی مصاحبه با آسوشیتد پرس گفته هایش را رد کرد و مدعی شد که از نظر علمی نژاد در سطح هوش انسان ها نقشی ندارد. CSHL علی رغم افراج واتسون از تمامی سمت های مدیریتی به فاطر اظهار پشیمانی به او اجازه داد که در دخترش به تحقیقات ادامه داده و برقی از عناوینش را حفظ کند. هرچند پس از مدتی مشخص شد که اظهار پشیمانی او چندان صادقانه نبوده است. عواقب این سفنان به همین با فتم نشد و تور علمی او برای امضای کتابش نیز کنسل گردید. در نهایت او برای تامین هزینه تحقیقات ناچار به فروش جایزه نوبلش شد. این جایزه در هراج کریستی به مبلغ ۴.۷ میلیون دلار توسط «الیشر عثمانوف» میلیارد روسی خریداری شد اما او مدال نوبل را دوباره به واتسون تقدیم کرد؛ رویدادی که جیمز واتسون از آن به عنوان بهترین مراسم تقدیر عمرش نام برده است.

خلاصه ی درس

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

هر مولکول دنا (هم خطی و هم حلقوی) در حقیقت از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته ای را ایجاد می کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ خورده مقایسه می شود. ستون های این نردبان را قند و فسفات و پله ها را بازهای آلی تشکیل می دهند. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی استر، و بین باز های روبه روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است.

پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می دارد. این پیوندها بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می شوند. آدنین (A) با تیمین (T) (نه یوراسیل) روبه روی هم قرار می گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می شوند. به این جفت بازها بازهای مکمل می گویند. بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می شود.

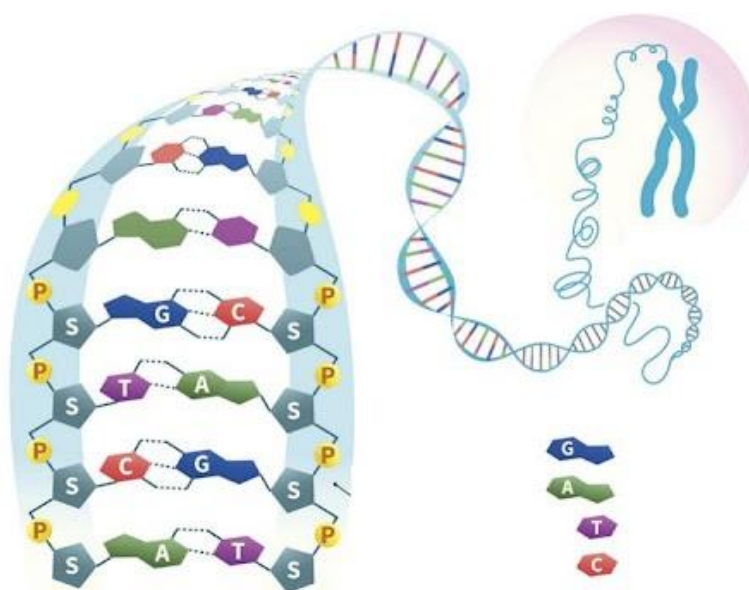
قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک حلقه ای در مقابل یک باز دو حلقه ای قرار می گیرد و باعث پایداری مولکول دنا می شود.

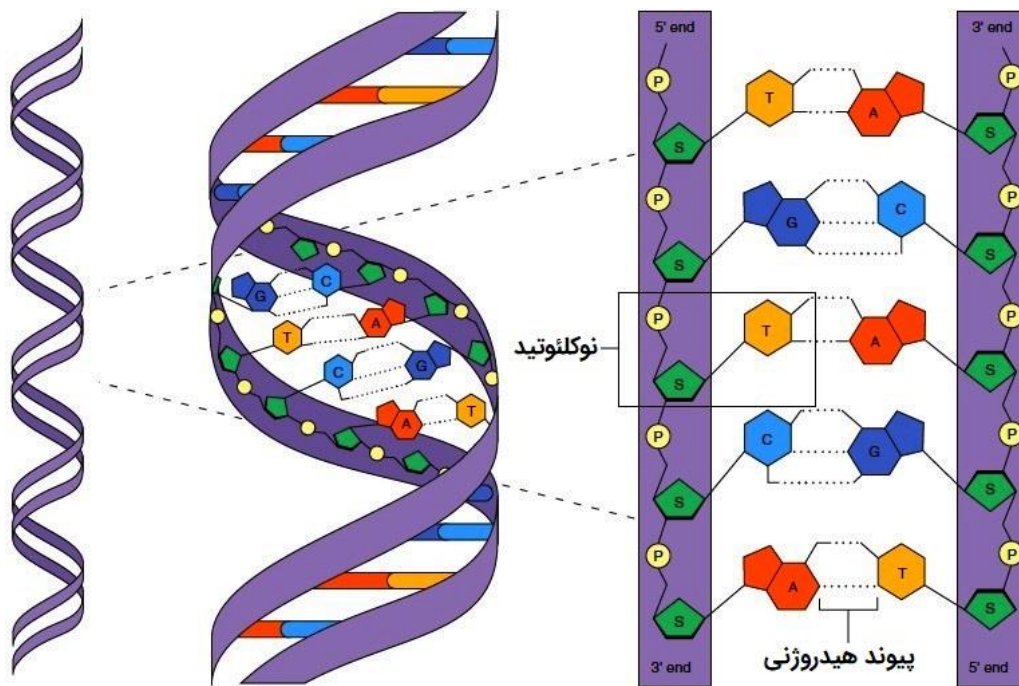
نتیجه دیگر جفت شدن بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشته ی یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می تواند ترتیب نوکلئوتیدهای

رشته ی دیگر را هم مشخص کند؛ مثلاً اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشته ی مکمل آن باید TACG باشد.

اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها به مولکول دنا حالت پایدارتری می دهد. در عین حال، دو رشته دنا در موقع نیاز (مانند رونویسی و همانند سازی) هم می توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.

هر مولکول دنا هم خطی و هم حلقوی از دو رشته ی پلی نوکلئوتیدی ساخته شده اند که به دور محور طولی فرضی پیچ خورده و ساختار مارپیچ دو رشته ای را ایجاد می کند. این مارپیچ رو اغلب با یک نردبان پیچ خورده مقایسه می کنند. ستون های این نردبان را قند و فسفات و پله هارا باز های آلی تشکیل می دهند. پیوند فسفو دی استر هم در ستون ها وجود دارد. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفو دی استر و بین باز های روبه روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است. پس پله های نردبان را باز های آلی و پیوند هیدروژنی بین آن ها تشکیل می دهند.





نکته: در مدل نردبان مارپیچی در پله ها پیوند های هیدروژنی بین دو حلقه ی شش ضلعی تشکیل می شوند.

نکته: در دنا، در ستون های نردبان قند ریبوز و در پله ها باز آلی یوراسیل وجود ندارد.

نکته: در مدل نردبان مارپیچ، پیوند اشتراکی هم در ستون ها و هم در پله ها وجود دارد. در پله ها بین عناصر سازنده ی باز های آلی وجود دارد

نکته: در نوکلئوتید ها مولکول های قند و باز های پورین دارای یک حلقه ی پنج ضلعی

هستند. پس تعداد حلقه های پنج ضلعی هر رشته برابر است با تعداد نوکلئوتید ها + تعداد باز های آلی پورین

نکته: پیوند های هیدروژنی بین باز ها دو رشته ی دنا را در مقابل هم نگه می دارد. این پیوند ها بین جفت باز ها به صورت اختصاصی تشکیل می شوند. آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین جفت می شود. به این جفت باز ها، باز های مکمل می گوییم.

نکته: وجود تعداد زیاد پیوند هیدروژنی (با انرژی پیوند کم) باعث افزایش پایداری دنا می شود. ولی دو رشته ی دنا می توانند در بعضی از نقاط از یکدیگر جدا می شوند (بدون ایجاد اختلال در پایداری مولکول دنا).

نکته: آدنین با تیمین دو پیوند هیدروژنی و سیتوزین با گوانین سه پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد. یک پیوند بیشتر شکل می دهند. پس بین سیتوزین و گوانین نسبت به آدنین و تیمین پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می شود.

نکته: در مولکول دنا شیار های بزرگ و شیار های کوچک وجود دارند که به صورت یک در میان قرار گرفته اند.

نکته: در هر مولکول دنا (نه رشته ی دنا!!) به طور طبیعی به تعداد باز های آلی پورینی، پیریمیدینی هم داریم.

نکته: در مقابل هر باز پورینی یک باز پیریمیدینی می‌شده که در مجموع سه حلقه را تشکیل می دهند یک حلقه مربوط به باز پیریمیدینی و دو حلقه مربوط به باز پورینی. یعنی در مدل مارپیچ دو رشته ای، پله ها حاصل از پیوند یک باز آلی تک حلقه ای و یک باز آلی دو حلقه ای هستند. این امر سبب می شود تا قطر دنا ثابت باشد. باعث پایداری مولکول دنا می شود.

نکته: جفت شدن باز های مکمل سبب می شود که زمانی که ترتیب باز های یک رشته را بدانیم می توانیم ترتیب باز های رشته ی دیگر را مشخص کنیم مثلا اگر ترتیب نوکلئوتید های در یک رشته ATCG باشد ترتیب نوکلئوتید ها در رشته ی مکمل باید TAGC باشد.

نکته: اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد ولی وجود هزاران یا میلیون ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن ها به مولکول دنا حالت پایداری می دهد.

نکته: دو رشته ی دنا در موقع نیاز (جلوتر می خونید که منظور زمان رونویسی و همانند سازی است) می توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند بدون اینکه پایداری آن ها به هم بخورد.

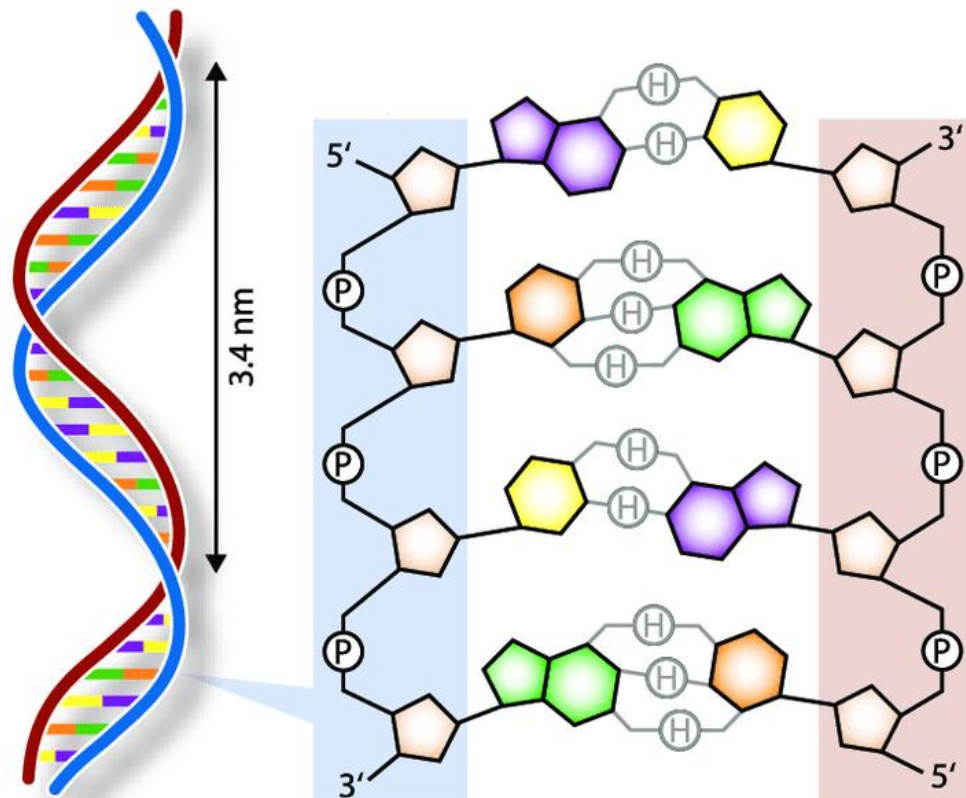
نکته: باز آلی نیتروژن دار از یک سمت با باز مکمل خودش پیوند هیدروژنی برقرار می کند و از سمت دیگر با قند پیوند کوالانسی (یا اشتراکی) برقرار می کند

نکته: مدل مارپیچ دو رشته ای واتسون و کریک به دلیل وجود باز های مکمل تاییدی به یافته های چارگف بود.

نکته: در هر بخشی از دنا که میزان باز های آلی سیتوزین و گوانین بیشتر از ادنین و تیمین باشد، پایداری دنا بیشتر است، چون پیوند های بیشتری بین این دو باز وجود دارد.

نکته: یادتون باشه قرار گیری هر باز آلی دو حلقه ای مقابل یک باز آلی تک حلقه ای منجر به تشکیل پیوند هیدروژنی نمی شود. باز ها باید مکمل هم باشند.

نکته: در یک دناى طبیعى همواره بین دو قند مقابل سه حلقه ی آلى مشاهده می شود که حلقه ی مرکزی شش ضلعی است.



خلاصه ی درس

رنا و انواع آن

گفتیم که نوع دیگری از نوکلئیک اسید ها، رنا است. مولکول رنا تک رشته ای است و از روی بخشی از یکی از رشته های دنا ساخته می شود. رناها نقش های متعددی دارند که به بعضی از آنها اشاره می کنیم:

رناى پیک (mRNA): اطلاعات را از دنا به رنا تن ها می رساند. رنا تن با استفاده از اطلاعات رناى پیک، پروتئين سازى می کند.

رِنای ناقل (tRNA): آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین سازی به سمت رِناتن ها

می برد.

رِنای رِناتنی (rRNA): در ساختار رِناتن ها علاوه بر پروتئین، رِنای رِناتنی نیز شرکت دارد.

علاوه بر این نقش ها، رِنایها نقش آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن نیز دارند.

نکته: رِنای پیک، رِنای ناقل و رِنای رِناتنی می توانند از منافذ هسته عبور کنند.

نکته: رِنای می تواند پیوند هیدروژنی داشته باشد می تواند نداشته باشد

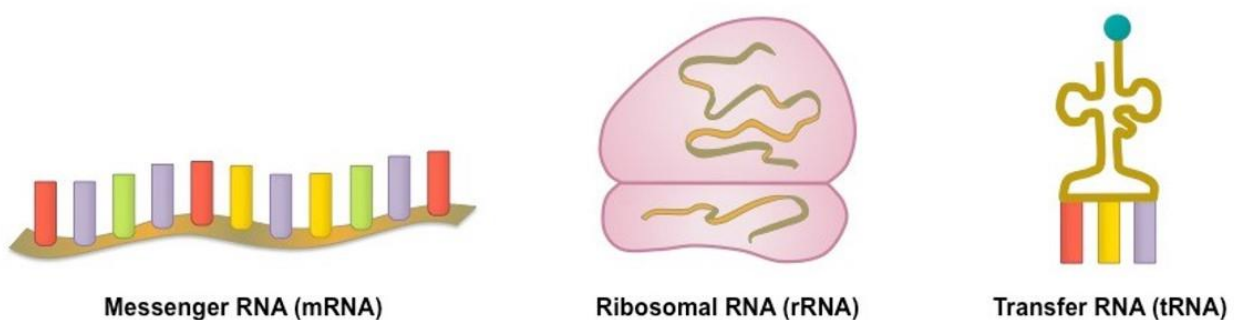
نکته: رِنای مولکولی تک رشته ای است و قطر آن به علت وجود باز های آلی تک حلقه ای و دو

حلقه ای در نقاط مختلف متغیر است.

نکته: در مولکول دنا هم حتما پیوند هیدروژنی داریم.

نکته: مولکول رِنای مولکولی خطی و تک رشته ای است که از روی بخشی از یکی از رشته های

دنا طی فرایند رونویسی ساخته می شود.



mRNA: دنا در هسته و محل پروتئین سازی در سیتوپلاسم است. mRNA دستور ساخت

پروتئین را از هسته می گیره و میره به سیتوپلاسم. رِناتن با استفاده از اطلاعات رِنای پیک،

پروتئین سازی می کند.

tRNA: آمینواسید ها را برای استفاده در پروتئین سازی به سمت رناتن ها می برد. این نوع رنا با وجود اینکه تک رشته ای است اما در بخش هایی از آن در اثر تاخوردگی پیوند هیدروژنی تشکیل می شود. در این پیوند های هیدروژنی، باز آلی یوراسیل در برابر آدنین و باز آلی سیتوزین در برابر گوانین قرار می گیرد.

rRNA: در ساختار رناتن ها علاوه بر پروتئین، رنای رناتنی نیز شرکت دارد.

نکته: هر سه نوع رنا در پروتئین سازی نقش دارند. رنای پیک حاوی اطلاعات لازم برای پروتئین سازی است. رنای ناقل آمینواسید های لازم را به رناتن حمل می کند و رنای رناتنی هم در تشکیل رناتن دخالت دارد.

نکته: رنا ها نقش آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن (فعال یا غیر فعال کردن ژن) نیز دارند.

خلاصه ی درس

ژن چیست؟

طبق آزمایش های ایوری و همکارانش، اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می شوند. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده اند. ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می تواند به تولید رنا یا پلی پپتید بینجامد. اینکه رنا چگونه دستورالعمل های دنا را اجرا می کند، در فصل های آینده با آن آشنا خواهید شد.

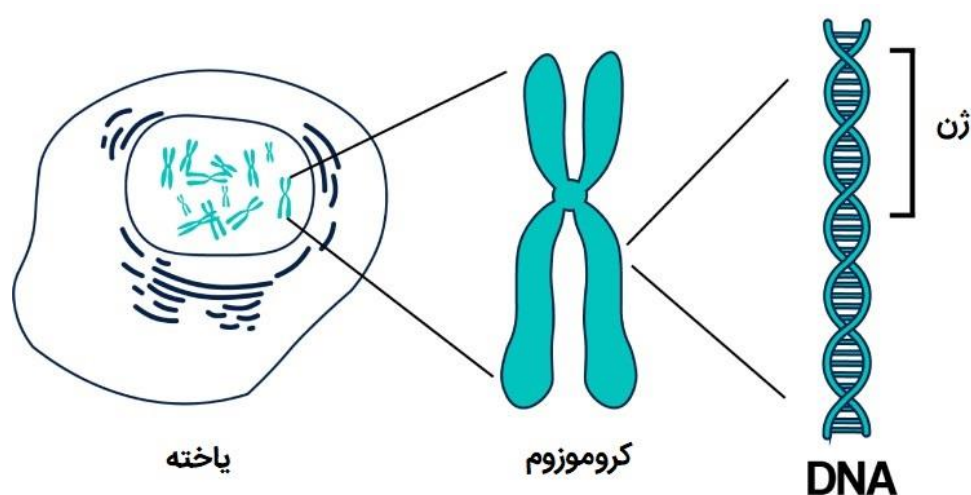
دخالت نوکلئوتیدها در واکنش های سوخت و سازی

نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار دنا و رنا نقش های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند.

برای مثال نوکلئوتید آدنین دار ATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت های مختلف از آن استفاده می کند.

همچنین نوکلئوتیدها در ساختار مولکول هایی وارد می شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته ای نقش حامل الکترون را بر عهده دارند. با این مولکول ها در فصل های آینده آشنا خواهید شد.

طبق آزمایش های ایوری و همکارانش، اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود. این اطلاعات در واحد هایی به نام ژن سازماندهی شده اند. ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می تواند به تولید رنا یا پلی پپتید بینجامد.



نکته: در یک جاندار میزان پایداری ژن ها می تواند با هم تفاوت داشته باشد؛ در ژن هایی که نوکلئوتید های گوانین دار و سیتوزین دار بیشتر است، پایداری هم بیشتر است.

نکته: بیان گروهی از ژن ها فقط به تولید رنا و بیان گروهی دیگر به تولید رنا و پلی پپتید می انجامد.

نکته: ژن بخشی از مولکول دنا است پس ساختار دنا و ژن مثل هم است.

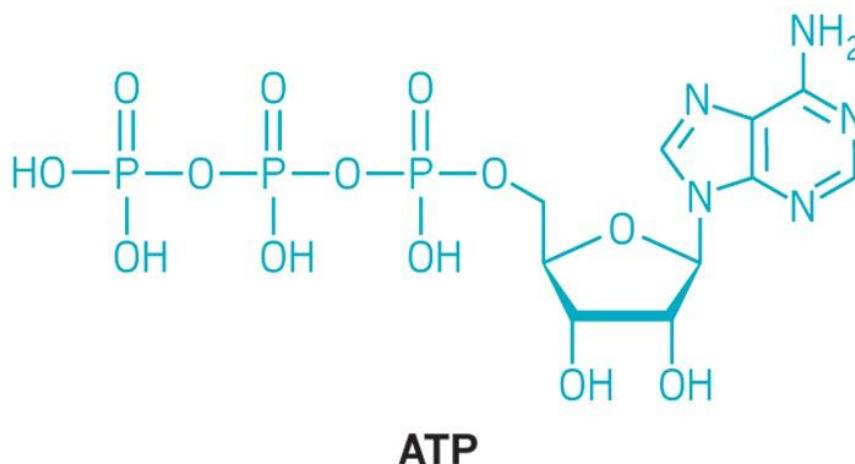
نوکلئیک اسید ها

رنا	دنا
تک رشته ای	دو رشته ای
فاقد قند ریبوز و باز تیمین	فاقد قند ریبوز و باز یوراسیل
توانایی ذخیره ی اطلاعات را دارند	توانایی ذخیره ی اطلاعات را دارند
خطی	خطی – حلقوی
می تواند فعالیت آنزیمی داشته باشد	فعالیت آنزیمی ندارد
بار منفی دارد	بار منفی دارد

ATP

نکته: نوکلئوتید ها علاوه بر شرکت در ساختار دنا و رنا نقش های اساسی دیگری نیز در یاخته بر عهده دارند. مثلا نوکلئوتید آدنین دار ATP به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت های مختلف از آن انرژی استفاده می کند

نکته: قند به کار رفته در ساختار ATP ریبوز است نه دئوکسی ریبوز و باز آن آدنین است که یک باز دو حلقه ای یا پورینی می باشد.



ترکیب - دهم، یازدهم و دوازدهم

در فرایندهای زیر از انرژی ATP استفاده می شود:

درون بری و برون رانی، فرایندهای بازجذب و ترشح بیشتر به صورت فعال و با مصرف انرژی است، جدا شدن سر میوزین از اکتین، بازگشت یون کلسیم به شبکه ی آندوپلاسمی با توقف پیام عصبی، بارگیری و باربرداری آبکشی در انتقال شیره ی پرورده، جا به جایی یون های سدیم و پتاسیم توسط پمپ سدیم - پتاسیم، آزاد شدن ناقل عصبی از پایانه ی آکسون، ترشح هورمون ها، حرکت اسپرم، انتقال یون های معدنی به درون آوند چوبی توسط یاخته های درون پوست و یاخته های زنده ی درون استوانه ی آوندی به منظور ایجاد فشار ریشه ای، تامین انرژی فعال سازی واکنش قند کافت و ...

نکته: نوکلئوتیدهایی که در واکنش های سوخت و سازی دخالت دارند: نوکلئوتیدهایی مثل

ناقل های انرژی و الکترون مانند: $FADH_2$ ، $NADPH$ ، $NADH$ ، ATP

نکته: در فرایند برون رانی نوکلئوتید ها می توانند نقش ایفا می کنند زیرا این فرایند نیازمند انرژی (ATP) می باشد.

نکته: همچنین نوکلئوتید ها در ساختار مولکول هایی وارد می شوند که در فرایند های فتوسنتز و تنفس یاخته ای نقش حامل الکترون (مانند NADH , NADPH , FADH_2) را بر عهده دارند.

mhbb.ir



دنیای زیست

گفتار ۲ همانندسازی دنا

خلاصه ی درس

گفتار ۲: همانند سازی دنا

با توجه به اینکه دنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است، این پرسش مطرح می شود که هنگام تقسیم یاخته، این اطلاعات، چگونه بدون کم و کاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می رسند؟

این کار با همانندسازی دنا انجام می شود. به ساخته شدن مولکول دنا ی جدید از روی دنا ی قدیمی همانند سازی می گویند.

با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه ی مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است؛ گرچه طرح های مختلفی برای همانندسازی دنا پیشنهاد شده بود

انواع طرح های پیشنهادی برای همانند سازی دنا

۱. همانندسازی حفاظتی: در این طرح هر دو رشته ی دنا ی قبلی (اولیه) به صورت دست نخورده باقی مانده ، وارد یکی از یاخته های حاصل از تقسیم می شوند، دو رشته دنا ی جدید هم وارد یاخته ی دیگر می شوند. چون دنا ی اولیه به صورت دست نخورده در یکی از یاخته ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می گویند.

۲. **هماندسازی نیمه حفاظتی:** در این طرح در هر یاخته یکی از دو رشته دنا مربوط به

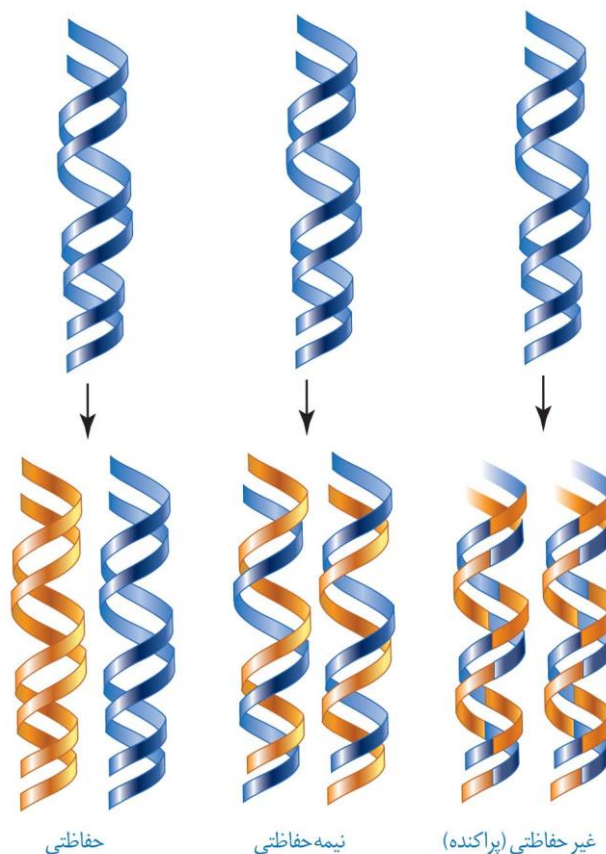
دناي اولیه است و رشته ی دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر

یاخته ی حاصل، فقط یکی از دو رشته دناي قبلی وجود دارد، به آن نیمه حفاظتی می

گویند.

۳. **هماندسازی غیر حفاظتی (پراکنده):** در این طرح هر کدام از دناهای حاصل، قطعاتی

از رشته های قبلی و رشته های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند.



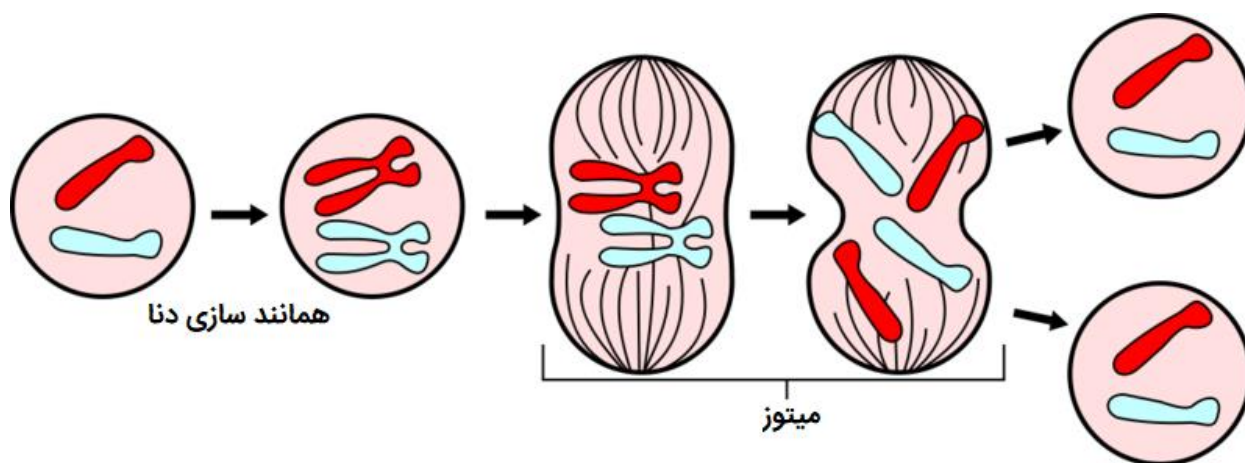
در زیست یازدهم یاد گرفتید که وقتی یک یاخته میتوز و تقسیم سیتوپلاسم انجام می دهد،

دو یاخته ی جدید ایجاد می شود که به این یاخته های جدید اصطلاحاً یاخته ی دختری می

گویند. تعداد کروموزوم های هر یک از یاخته های دختری با تعداد کروموزوم های یاخته ی مادری برابر است.

نکته: تقسیم میوز و میتوز فقط در یاخته های هسته دار (یوکاریوتی) مشاهده می شوند.

قبل از اینکه یاخته ی مادری تقسیم شود، دنا ی آن در مرحله ی S اینترفاز همانند سازی می کند برای اینکه از هر دنا دو نسخه داشته باشد و به هر یاخته ی دختری یک نسخه از آن را بدهد.



نکته: در هسته ی یاخته هایی که تقسیم می شوند همانند سازی دنا قبل از تقسیم یاخته انجام می شود.

به ساخته شدن مولکول دنا ی جدید از روی دنا ی قدیمی همانند سازی می گویند. همانند سازی دنا با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه ی مکملی بین باز ها تا حد زیادی قابل توضیح است.

ترکیب - یازدهم

در یاخته های یوکاریوتی در مرحله ی S چرخه ی یاخته ای، دنا ی هسته و در مرحله ی G2 دنا ی راکیزه و دیسه ها همانند سازی می شود.

نکته: پروتئین ها، نوکلئیک اسید ها (مثل دنا و رنا) و هم چنین پلی ساکارید ها پلی مر های زیستی هستند.

انواع طرح های پیشنهادی برای همانند سازی دنا

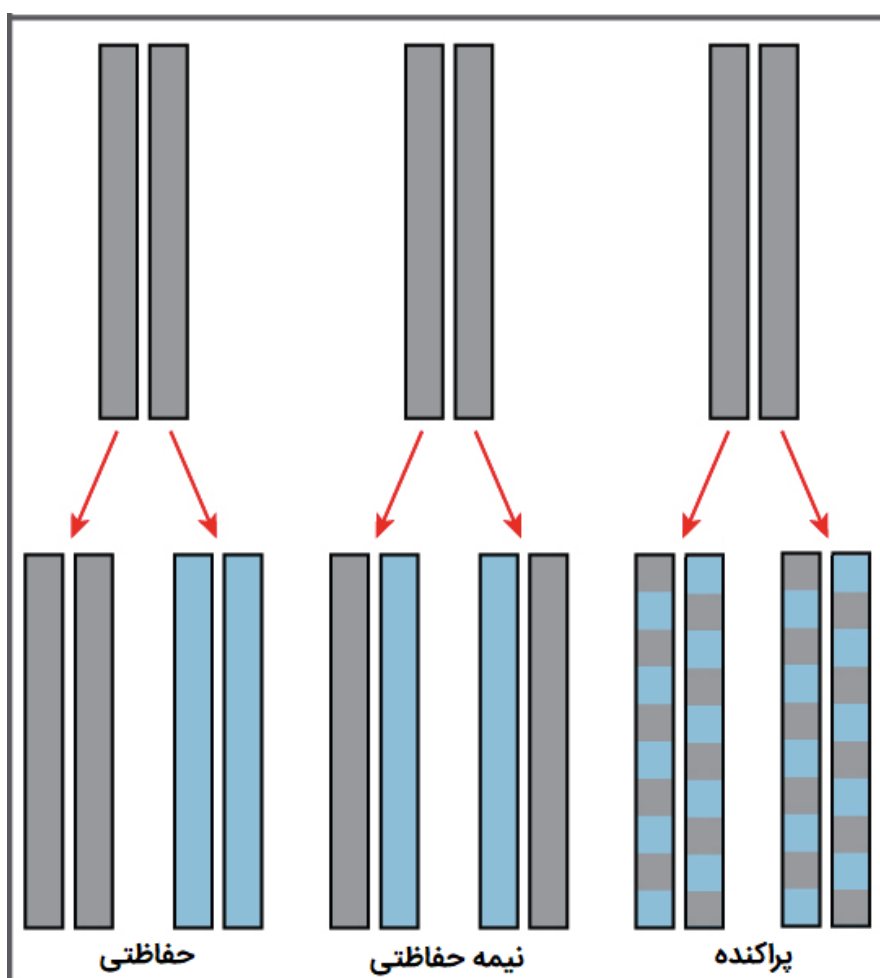
همانند سازی حفاظتی: در این طرح مولکول دنا ی مادری به طور کامل حفظ میشه. به این صورت که پس از همانند سازی دنا، دو مولکول دنا داریم. یکی از مولکول های دنا هر دو رشته اش قدیمی و متعلق به یاخته ی مادری است و دنا ی دیگر هر دو رشته اش جدید هست. پس از پایان همانند سازی یاخته یمادری تقسیم میشه، و دو تا یاخته ی جدید را به وجود می آورد. مولکول دنا ی دارای دو رشته ی مادری وارد یکی از یاخته ها میشه و مولکول دنا ی دارای دو رشته ی جدید وارد یاخته ی دیگر می شود. چون دنا ی اولیه به صورت دست نخورده در یکی از یاخته ها حفظ شده است. به این طرح همانند سازی حفاظتی گفته می شود.

همانند سازی نیمه حفاظتی: در این طرح پس از همانند سازی دو مولکول دنا داریم که هر مولکول دنا دارای یک رشته ی مادری و یک رشته ی جدید است. هم زمان با تقسیم یاخته ی مادری هر یک از این مولکول های دنا به یکی از یاخته های دختری منتقل می شوند. چون در هر یاخته ی حاصل فقط یکی از دو رشته ی دنا ی قبلی وجود دارد به این طرح همانند سازی نیمه حفظ شده می گویند.

همانند سازی غیر حفاظتی (پراکنده): در این طرح هر رشته از دناهای حاصل، حاوی

قطعاتی از رشته های قبلی و رشته های جدید به صورت پراکنده درون خود است. در طرح غیر

حفاظتی هر دو رشته ی یک مولکول دنا حاصل، دارای قطعات قدیمی و جدید است.



نکته: در همانند سازی غیر حفاظتی پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتید های جدید و قدیمی

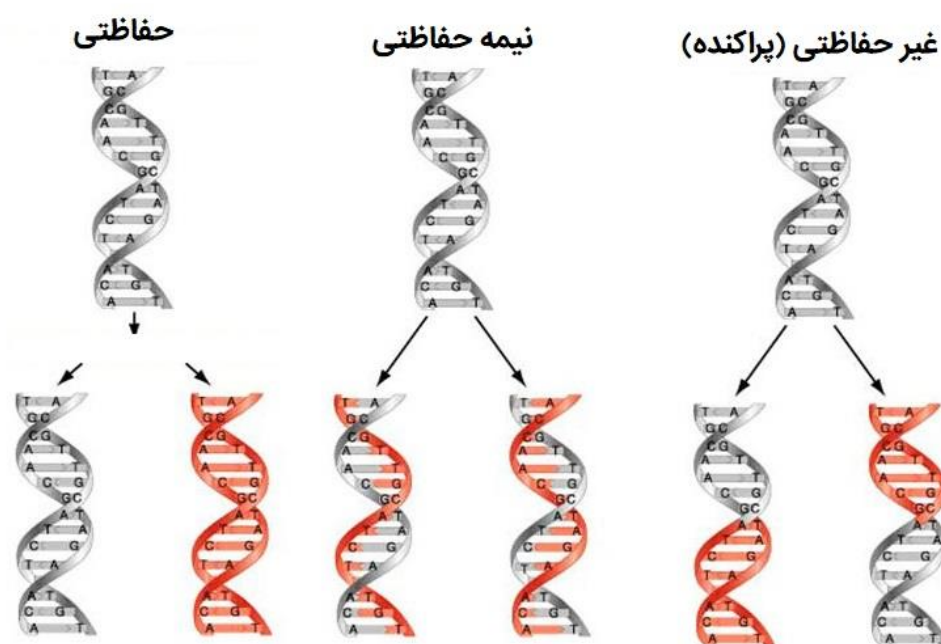
مشاهده می شود.

نکته: در طرح غیر حفاظتی که الگوی استفاده از قطعات جدید و قدیمی در هر دو مولکول

دنا حاصل شبیه یکدیگر است.

نکته: در طرح حفاظتی و غیر حفاظتی دنايي توليد مي شود که در هر دو رشته ي خود نوکلئوتيد هاي جديد دارد.

نکته: در بين سه طرح ارائه شده برای همانند سازی، روش غير حفاظتی تنها روشی است که در آن پیوند فسفو دی استر بين نوکلئوتيد هاي دناي مادري شکسته مي شود و در هر رشته بين نوکلئوتيد هاي جديد و قدیمی پیوند فسفو دی استر تشكيل مي شود. (چون در اين روش بايد ي قطعه از دناي مادري شکسته بشه و به جاش دناي جديد قرار بگيره، شکسته شدن يک قطعه از دنا سب شکسته شدن پیوند هاي فسفو دی استر مي شود)



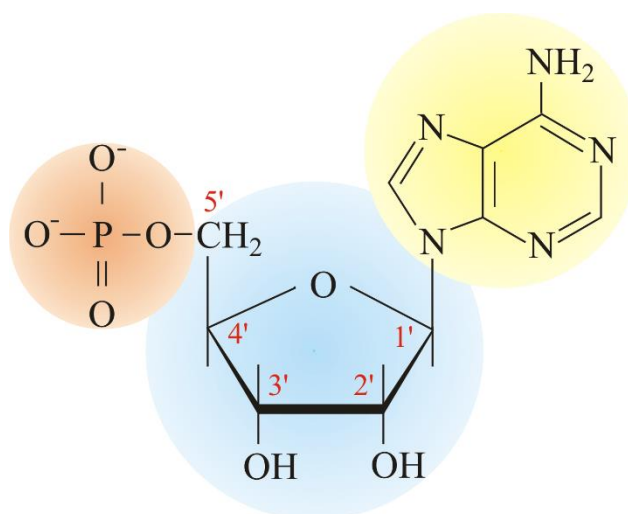
نکته: در هر سه طرح در نهایت از یک مولکول دنا دو مولکول دنا حاصل می شود. در طرح حفاظتی از دو مولکول دناي حاصل، یکی دارای دو رشته ي قدیمی و دیگری دارای دو رشته ي جديد است. در طرح نیمه حفاظتی، در هر دو مولکول دناي حاصل یکی از رشته ها قدیمی و رشته ي ديگر جديد است. اما در طرح غير حفاظتی در هر رشته ي مولکول دنا بعضی از قسمت ها قدیمی و بعضی از قسمت ها جديد است.

خلاصه ی درس

کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

مزلسون و استال با به کارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را به دست آوردند. آنها فرضیه های متعدد ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند تا بتوانند به پاسخ قانع کننده ای برسند. برای شروع کار، آنها باید بتوانند رشته های دنا ی نوساز را از رشته های قدیمی تشخیص دهند. آنها با این هدف دنا را با استفاده از نوکلئوتید هایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (N_{15}) دارند، نشانه گذاری کردند.

برای شروع مزلسون و استال اول باید راهی برای تشخیص رشته های دنا ی جدید از رشته های دنا ی قدیمی پیدا می کردند. برای این کار آن ها از دو ایزوتوپ مختلف نیتروژن استفاده کردند. نیتروژن 15، ایزوتوپ سنگین نیتروژن و نیتروژن چهارده، ایزوتوپ سبک نیتروژن است. **نکته:** تنها بخشی از نوکلئوتید که نیتروژن دارد باز آلی نیتروژن دار است. پس با استفاده از انواع نوکلئوتید هایی که نیتروژن سنگین یا سبک دارند می توانیم دو نوع نوکلئوتید و در نهایت دو نوع دنا داشته باشیم.

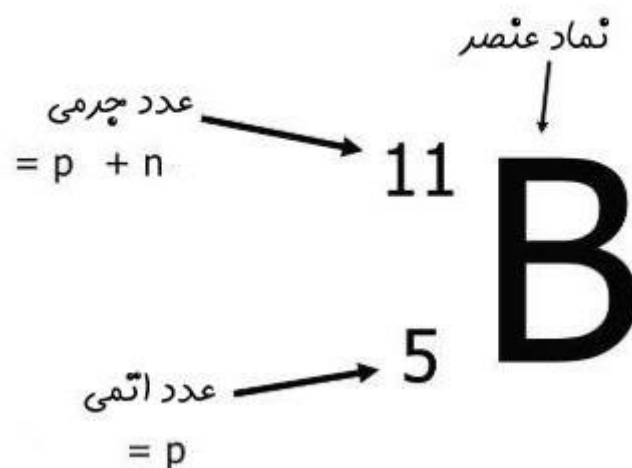


نکته: نیتروژن معمولی نوکلئوتیدها نیتروژن چهارده می باشد که از نیتروژن 15 سبک تر است. بنابراین با نشانه گذاری یکسری از دناها با نیتروژن 15 دو نوع رشته ی دنا خواهیم داشت. یکسری که در ساختارشان نیتروژن چهارده دارند و سری بعدی که سنگین ترند و نیتروژن 15 دارند.

نکته: عدد جرمی نیتروژن 15 و عدد اتمی آن 7 است.

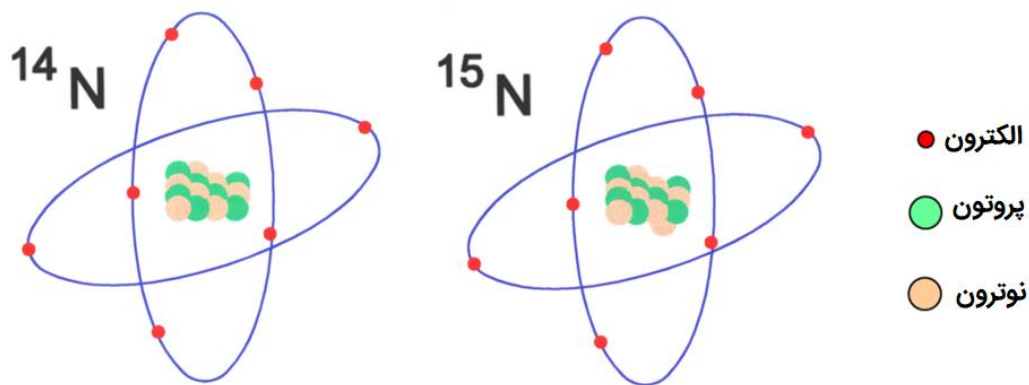
عدد اتمی: به تعداد پروتون عدد اتمی می گویند.

عدد جرمی: به مجموع تعداد پروتون و نوترون عدد جرمی می گویند.



ایزوتوپ: به اتم های یک عنصر که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت دارند، ایزوتوپ می گویند.

نکته: در ایزوتوپ ها، ایزوتوپی که عدد جرمیش بیشتر است، چگالی آن هم بیشتر می باشد.



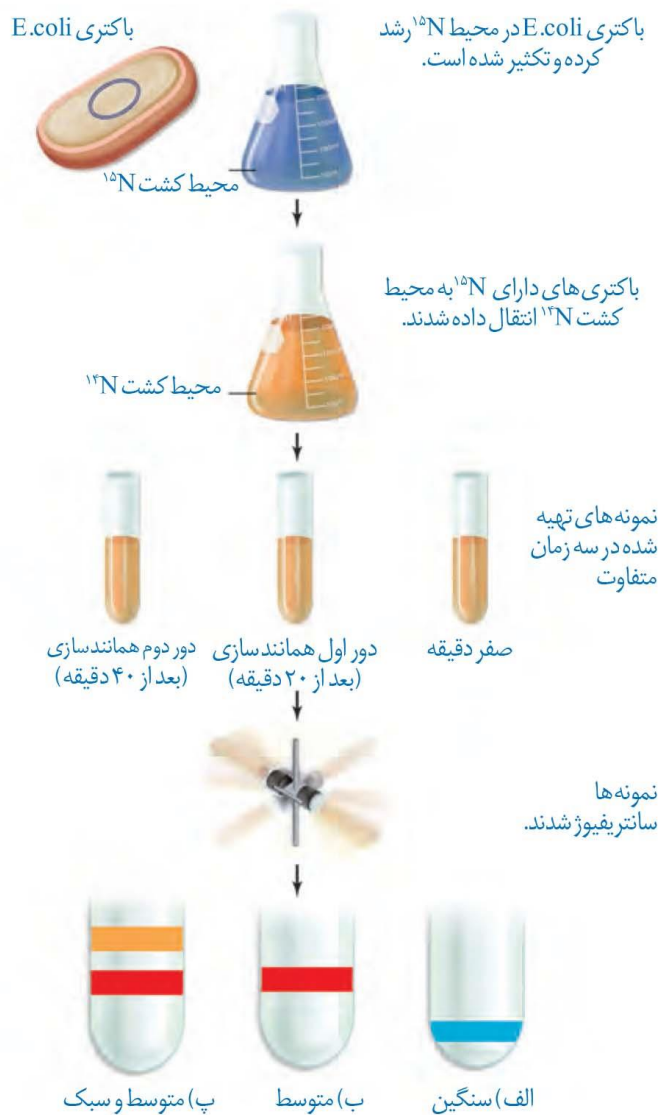
خلاصه ی درس

دناهایی که با N_{15} ساخته می شوند نسبت به دنا ی معمولی که در نوکلئوتیدهای خود N_{14} دارد چگالی بیشتری دارند. بنابراین، به وسیله گریزانۀ با سرعت بسیار بالا می توان آنها را از هم جدا کرد.

آنها ابتدا باکتری ها را در محیط دارای N_{15} کشت دادند. در ساختار بازهای آلی نیتروژن دار که در ساخت دنا ی باکتری شرکت می کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله (نه یک مرحله) رشد و تکثیر در این محیط، باکتری هایی تولید شدند که دنا ی سنگین تری نسبت به باکتری های اولیه داشتند. سپس این باکتری ها را به محیط کشت دارای N_{14} منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتری ها حدود ۲۰ دقیقه طول می کشد در فواصل ۲۰ دقیقه ای باکتری ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله ی زمانی، دنا ی باکتری را استخراج و در شیمی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت (نه یکسان) و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند؛ در نتیجه مواد بر اساس چگالی در بخش های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند.

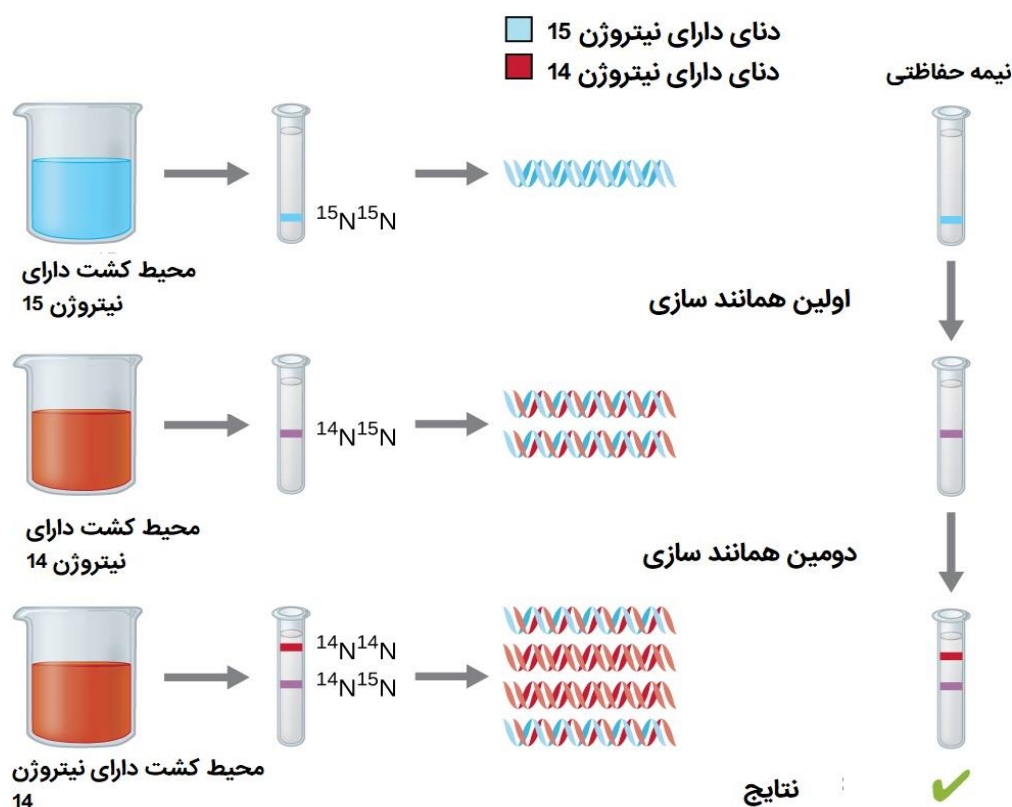
همان طور که مشاهده می کنید نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.



مراحل آزمایش مزلسون و استال

1. مرحله ی اول:

آن ها باکتری هایی که به طور طبیعی در ساختارشان ان 14 دارند را در محیط کشتی که دارای ان 15 بود، وارد کردند. باکتری ها برای همانند سازی به نوکلئوتید نیاز دارند. پس باکتری ها از نیتروژن 15 استفاده کردند و باز های آلی مورد نیازشان را ساختند و سپس باکتری ها با استفاده از این باز هایی که نیتروژن 15 دارند، نوکلئوتید های جدید می سازند و سپس از این نوکلئوتید های حاوی نیتروژن 15 برای همانند سازی استفاده می کنند.

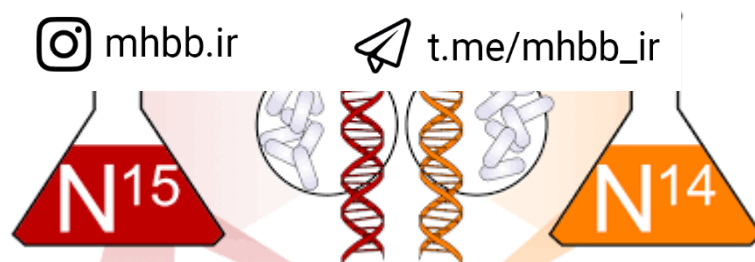


نکته: چون سرعت تقسیم باکتری زیاد است. باکتری را در محیط کشت نیتروژن 15 قرار دادند. باکتری وقتی می خواهد تقسیم شود در مرحله ی همانند سازی دنا ی حلقوی باکتری برای ساخت باز آلی از این نیتروژن 15 استفاده می کند.

پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری هایی تولید شدند که همگی دنا ی سنگین تری نسبت به باکتری اولیه داشتند (چون در دنا ی باکتری ها به جای نیتروژن 14، نیتروژن 15 بود و این نیتروژن سنگین تر از نیتروژن 14 هست).

نکته: مزلسون و استال در ادامه تعدادی از باکتری ها را از محیط کشت جدا کردند و دنایشان را که حاوی نیتروژن 15 بود استخراج کردند و در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های مختلف قرار دادند و در سرعتی بسیار بالا گریزانه دادند. چون هر دو رشته ی دنا نوکلئوتید های دارای نیتروژن 15 داشتند، چگالی سنگینی داشته و پس از سانتریفیوژ در انتهای لوله، یک نوار تشکیل شد که حاوی دنا های نیتروژن 15 دار بود. این آزمایش تایید کرد که همگی دناها دارای نیتروژن 15 هستند.

نکته: در آزمایش از شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت استفاده می کنیم؛ به طوری از ته لوله به سمت سر لوله محلول رقیق تر می شود. بنابراین مولکول دنا با توجه به چگالی اش در یک قسمت محلول که با آن هم چگال است به دام می افتد. با توجه به اینکه می دانیم چگالی هر قسمت از محلول چقدره می توانیم با توجه به آن چگالی دنا ی قرار گرفته در آن را حدس بزنیم.



نکته: در هنگام سانتریفیوژ چگالی های هم چگال میان کنار هم قرار می گیرند.

نکته: وقتی مولکول های دنا بعد از گریزانه در قسمت پایین لوله قرار بگیرند؛ یعنی همگی

دارای نیتروژن 15 هستند. وقتی در بالای لوله قرار بگیرند یعنی همگی دارای نیتروژن 14

هستند. اما اگر در قسمت وسط قرار بگیرند؛ یعنی در مولکول های دنا هم زمان، هم نیتروژن

14 و هم نیتروژن 15 قرار دارند.

مرحله ی دوم:

مزلسون و استال باکتری های با دنا ی سنگین را که در مرحله ی قبل تولید کرده بودند حالا

به محیط کشت دارای نیتروژن 14 منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتری ها حدود 20

دقیقه طول می کشد. آن ها برای اینکه فقط یک دور به باکتری ها اجازه ی همانند سازی

بدهند، 20 دقیقه بعد باکتری ها را از محیط کشت جدا کرده و برای سنجش چگالی دنا ی

باکتری ها، دنا ی آن ها را استخراج کردند و دنا ی استخراج شده را در محلول سزیم کلرید با

غلظت های متفاوت قرار دادند و در گریزانه با سرعت بسیار بالا گریز دادند. آن ها مشاهده

کردند دنا ی باکتری های حاصل از دور اول همانند سازی (بعد از 20 دقیقه) در محیط

نیتروژن 14 پس از سانتریفیوژ یک نوار تشکیل می دهد. آن هم در وسط لوله این یعنی اینکه

دناهای باکتری های دور اول همانند سازی در محیط نیتروژن 14 چگالی متوسطی دارند،

یعنی در هر مولکول دنا هم نیتروژن 14 و هم نیتروژن 15 وجود دارد.

نکته: بین زمان رسیدن مولکول ها به انتهای لوله و چگالی آن ها رابطه ی معکوس وجود دارد.

نکته: در گریزانه میزان حرکت مواد در محلول بر اساس چگالی است و مواد سنگین تر تند تر حرکت می کنند و در نتیجه زودتر به انتهای لوله می رسند.

وقتی باکتری هایی که هر دو رشته ی دنای آن ها فقط دارای نیتروژن 15 هستند در محیط کشت دارای نیتروژن 14 قرار بگیرند، تقسیم می شوند و طی همانند سازی دنای آن ها، دو رشته ی دنا از هم جدا می شوند و مقابل هر رشته ی مادری که نیتروژن 15 دارد یک رشته ی مکمل و جدید با نوکلئوتید های نیتروژن 14 تشکیل می شود. (چون در محیط کشت نیتروژن 14 وجود دارد) بنابراین دناهای دختری یک رشته ی قدیمی نیتروژن 15 دار و یک رشته ی جدید یعنی نیتروژن 14 دار دارند.

مرحله ی سوم:

در این مرحله مزلسون و استال اجازه دادند که باکتری های دور اول همانند سازی، باز هم به رشد و تکثیر خود در محیط کشت دارای نیتروژن 14 ادامه دهند و باکتری های دور دوم همانند سازی در محیط نیتروژن 14 را ایجاد کنند. آن ها پس از گذشت 20 دقیقه ی دیگر (حدود 40 دقیقه از ابتدای قرار گیری باکتری ها در محیط کشت حاوی نیتروژن 14) تعدادی از باکتری های دور دوم همانند سازی را از محیط کشت جدا کردند و دنایشان را استخراج کردند و دوباره آن را در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت قرار دادند و سپس محلول را با سرعت بسیار بالا سانتریفیوژ کردند.

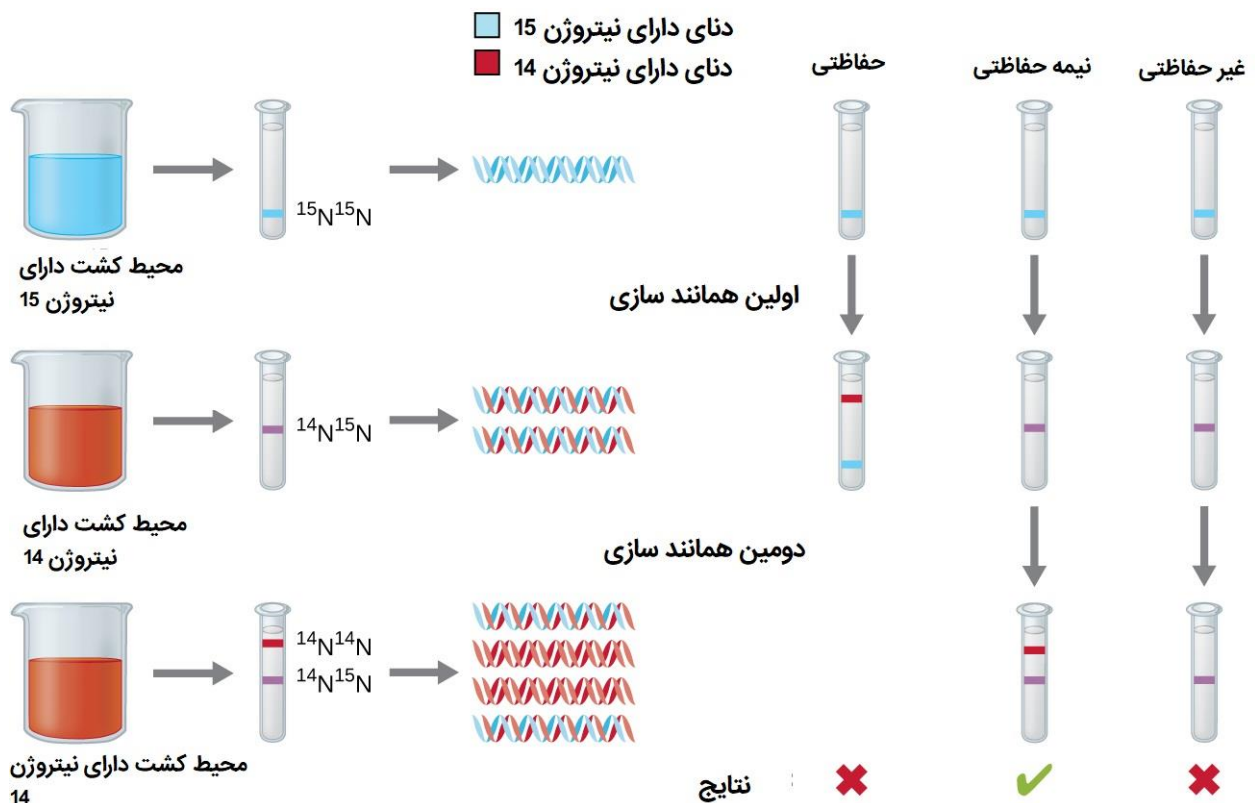
نکته: حواستون باشه که دنای باکتری ها سانتریفیوژ می شوند نه خود باکتری ها

پس از سانتریفیوژ دیدند که این بار دو تا نوار تشکیل شده است. یک نوار در میانه ی لوله (حاوی نیتروژن 14 و 15) یک نوار در بالای لوله (حاوی نیتروژن 14). از آن جایی که این دو

نوار ضخامت یکسانی داشتند، پس یعنی تعداد دناهایی که در این دو نوار جمع شده اند با هم برابرند. بنابراین آن ها نتیجه گرفتند که نیمی از دناهای باکتری های نسل دوم، چگالی سبک (یعنی دارای نیتروژن 14 هستند) و نیمی دیگر چگالی متوسط دارند.

نکته: پس از بررسی نمونه ی تهیه شده در دقیقه ۲۰ (پایان دور اول همانند سازی) مشخص شد که همانند سازی به صورت حفاظتی انجام نمی شود اما مشخص نشد که همانند سازی به صورت نیمه حفاظتی است.

نکته: هر باکتری حاصل از دور اول همانند سازی در محیط کشت 14 یک دنا ی حلقوی دارد که یک رشته ی آن نیتروژن 15 دار و رشته ی دیگر نیتروژن 14 دار است. بنابراین با همانند سازی دنا ی آن ها، این دو رشته از هم جدا می شوند. سپس از روی رشته ی نیتروژن 15 دار یک رشته ی جدید و مکمل نیتروژن 14 دار (چون محیط کشت فقط دارای نیتروژن 14 است) و از روی رشته ی دیگر که نیتروژن 14 دار است رشته ی جدید و مکمل نیتروژن 14 تشکیل می شود؛ بنابراین پس از دور دوم همانند سازی دو نوع مولکول دنا از نظر چگالی ایجاد می شود که یکی دارای دو رشته ی نیتروژن 14 دار (هر دو رشته جدید اند) است و چگالی سبک دارد و دیگری حاوی یک رشته ی نیتروژن 15 دار و یک رشته ی نیتروژن 14 دار است (یک رشته جدید و یک رشته قدیمی است) و چگالی متوسطی دارد.



نکته: در آزمایش مزلسون و استال سرعت حرکت مولکول های دنا در لوله ی آزمایش با وزن مولکولی آن ها رابطه ی مستقیم داشت.

نکته: مزلسون و استال با انجام این آزمایش ها فهمیدند که دنا به روش نیمه حفاظتی همانند سازی می کند.

نکته: اگر همانند سازی دنا به روش حفاظتی باشد، در این حالت در دور اول همانند سازی در محیط کشت دارای نیتروژن 14 از هر باکتری دو باکتری ایجاد می شود که یکی از آن ها هر دو رشته اش قدیمی است و نیتروژن 15 دارد و باکتری دیگر هر دو رشته ی 14 را دارد و دارای نیتروژن 14 است. در نتیجه پس از سانتریفیوژ یک نوار در انتهای لوله و یک نوار در

بالای لوله تشکیل می شود. اما در آزمایش مزلسون و استال پس از سانتریفیوژ در انتهای دور اول همانند سازی تنها یک نوار در میانه ی لوله تشکیل شد. در نتیجه طرح حفاظتی رد شد.

طرح نیمه حفاظتی و غیر حفاظتی هر دو پس از سانتریفیوژ دور اول یک نوار تشکیل می دهند چون بر اساس طرح نیمه حفاظتی پس از دور اول همانند سازی دناهایی خواهیم داشت که یک رشته ی حاوی نیتروژن 14 و یک رشته ی حاوی نیتروژن 15 دارند و پس از سانتریفیوژ فقط یک نوار در میانه ی لوله تشکیل می دهند. بر اساس طرح غیر حفاظتی نیز پس از دور اول همانند سازی دناهایی خواهیم داشت که در هر رشته شان قطعاتی از رشته های جدید و قدیمی دارند و در ضمن الگوی قرار گیری این قطعات پراکنده یکسان است. خب در این حالت هم پس از دور اول همانند سازی یک نوار در میانه ی لوله تشکیل می شود. به همین دلیل مزلسون و استال سراغ مرحله ی بعدی آزمایش رفتند و مشاهده کردند که وقتی دنا ی باکتری های حاصل از دور دوم همانند سازی را گریز می دهند دو نوار تشکیل می شود یکی در بالای لوله و دیگری در وسط لوله، این امر تایید کننده ی طرح نیمه حفاظتی بود. چون اگر الگوی همانند سازی غیر حفاظتی بود، دوباره پس از سانتریفیوژ فقط یک نوار تشکیل می شد. چرا که بر اساس طرح غیر حفاظتی، هر چند مرحله ی همانند سازی هم که انجام شود باز دناهایی ایجاد می شود که در هر رشته شان دارای قطعاتی از رشته های قدیمی و جدید هستند و الگوی قرار گیری این قطعات رشته های جدید و قدیمی در تمام مولکول های دنا ی آن دور همانند سازی، ثابت است. و در نتیجه تمام این مولکول های دنا چگالی یکسانی دارند.

نکته: در همانند سازی حفاظتی همواره دو نوار تشکیل می شود یک نوار در بالای لوله و یک نوار در پایین لوله

نکته: در همانند سازی غیر حفاظتی همواره یک نوار در وسط لوله تشکیل می شود.

نکته: در همانند سازی نیمه حفاظتی پس از دور اول همانند سازی فقط یک نوار در وسط لوله

تشکیل می شود. بعد از دور دوم یک نوار هم در بالای لوله تشکیل می شود و تعداد نوار های تشکیل شده بعد از دور دوم دو عدد است.

در آزمایش مزلسون و استال حاصل سانتیفریوژ دنا ی استخراج شده...

1. اگر همانند سازی به صورت حفاظتی بود، چون یکسری مولکول دنا همگی دارای

نیتروژن سنگین و یکسری همگی دارای نیتروژن سبک اند از دقیقه ی 20 به بعد همواره دو نوار در لوله ی آزمایش مشاهده می شود. یکی در بالای لوله و دیگری در پایین لوله و ضخامت نوار بالایی در هر نسل همانند سازی افزایش می یابد.

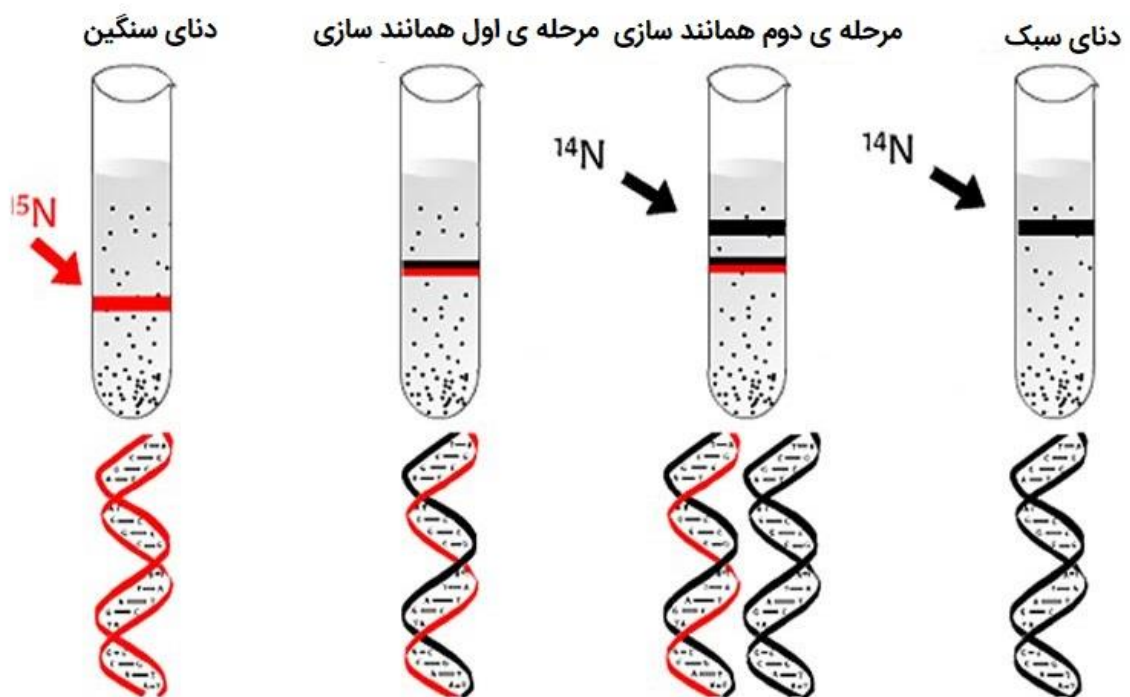
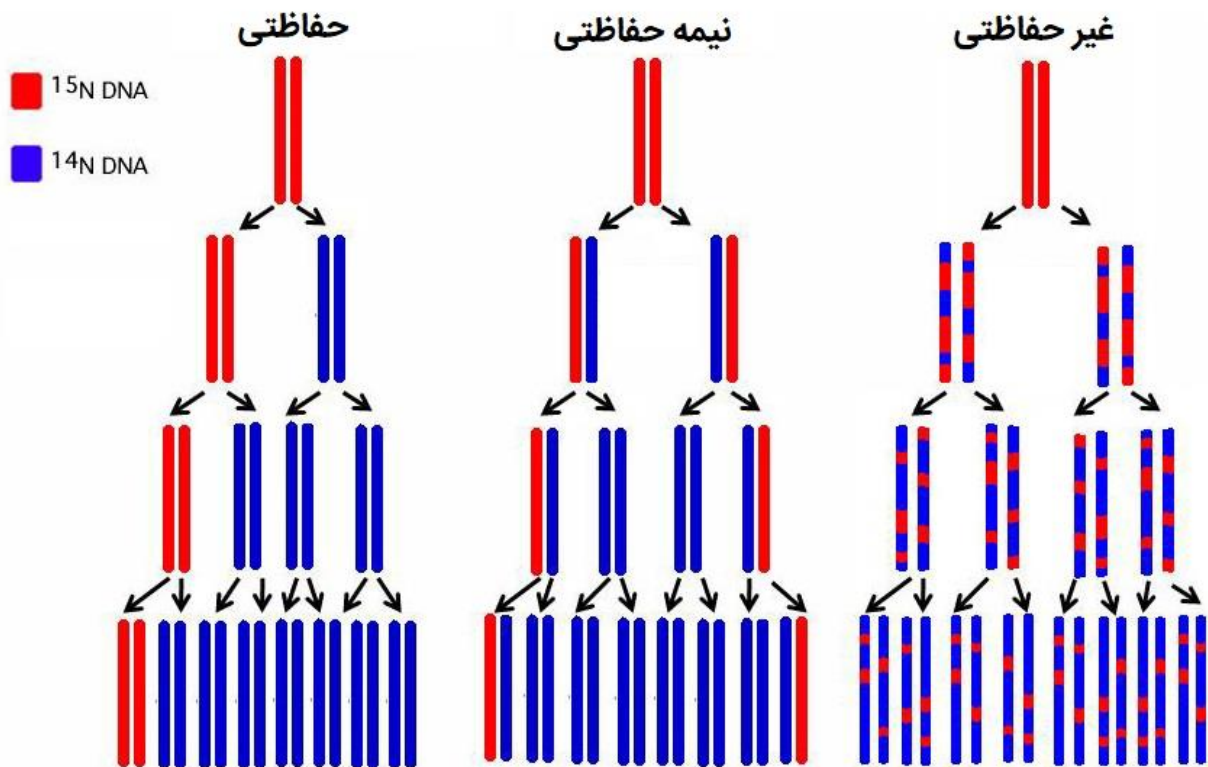
2. اگر همانند سازی به صورت نیمه حفاظتی باشد از دقیقه ی 40 به بعد چون یکسری

مولکول های دنا دارای رشته های قدیمی (نیتروژن سنگین) به همراه رشته های جدید (نیتروژن سبک) و سری های جدید تر دنا همگی دارای نیتروژن سبک اند. همواره دو نوار در لوله ی آزمایش مشاهده می شود. یکی در بالای لوله و دیگری در وسط لوله. ضخامت نوار بالایی در هر نسل همانند سازی افزایش می یابد.

3. اگر همانند سازی به صورت غیر حفاظتی بود از دقیقه ی 20 به بعد همواره یک نوار در

وسط لوله تشکیل خواهد شد. چون همواره هر دنا ی ایجاد شده دارای هر دو نوع نیتروژن است.

دقت کنید در گریزانه با سرعت بسیار بالا رشته های هر مولکول دنا از هم تفکیک نشده اند بلکه مولکول های دنا بر اساس چگالی تفکیک شده اند.



خلاصه ی درس

با مشخص شدن اینکه همانندسازی به صورت نیمه حفاظتی انجام می شود، سؤال دیگری مطرح شد. اینکه دو رشته دنا چگونه از یکدیگر باز می شوند؟ آیا هر دو رشته کاملاً از یکدیگر جدا می شوند و سپس همانندسازی انجام می شود یا جدا شدن دو رشته به صورت تدریجی و همراه با آن همانندسازی انجام می شود؟ تحقیقات نشان داده است در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود دو رشته از هم بازمی شوند. بقیه قسمت ها بسته هستند و به تدریج باز می شوند.

عوامل و مراحل همانندسازی

در همانندسازی عوامل متعددی مؤثرند که مهم ترین آنها به شرح زیر است:

— مولکول دنا به عنوان الگو

— واحدهای سازنده ی دنا که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفات هستند که در لحظه ی اتصال (نه قبل از اتصال) به رشته پلی نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می دهند.

— آنزیم های لازم برای همانندسازی که ضمن بازکردن دو رشته نوکلئوتید ها را به صورت مکمل روبه روی هم قرار می دهد و با پیوند فسفودی استر به هم وصل می کند.

در همانندسازی عوامل متعددی مؤثرند که مهم ترین آنها به شرح زیر است:

1. مولکول دنا به عنوان الگو

2. نوکلئوتید های آزاد داخل یاخته: به عنوان واحد های سازنده ی دنا که کنار هم قرار می

گیرند، رشته ی مکمل الگو را می سازند. این نوکلئتید های آزاد داخل یاخته دارای قند دئوکسی ریبوز و سه فسفات هستند که در لحظه ی اتصال به رشته ی پلی نوکلئوتیدی در حال ساخت دو فسفات خود را با شکسته شدن پیوند اشتراکی بین فسفات اول و دوم توسط دنابسپاراز از دست می دهند.

3. آنزیم ها: آنزیم های مختلفی در فرایند همانند سازی دنا نقش دارند که مهم ترین آن ها،

آنزیم هلیکاز و دنا بسپاراز (DNA پلی مراز) است. این آنزیم ها ضمن باز کردن دو رشته، نوکلئوتید ها را به صورت مکمل رو به رو ی هم قرار می دهند و با پیوند فسفو دی استر به هم وصل می کنند.

خلاصه ی درس

مراحل همانند سازی

قبل از همانند سازی دنا باید پیچ و تاب فامینه، باز و پروتئین های همراه آن یعنی

هیستون ها از آن جدا شوند تا همانند سازی بتواند انجام شود. این کارها با کمک آنزیم

هایی انجام می شود. سپس آنزیم هلیکاز مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می کند.

انواع دیگری از آنزیم ها با همدیگر فعالیت می کنند تا یک رشته دنا در مقابل رشته الگو

ساخته شود.

یکی از مهم ترین آنها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می

کند دنا بسپاراز (DNA پلی مراز) است. با توجه به اینکه در محل همانندسازی،

همانندسازی در دو جهت انجام می شود؛ به آن همانندسازی دو جهتی نیز می گویند.

در زیست یازدهم خواندیم که در ساختار فام تن ها علاوه بر مولکول دنا، پروتئین هایی نیز وجود دارند که در فشرده سازی دنا نقش دارند. در یاخته های یوکاریوتی مهم ترین پروتئین هایی که به دنا وصل می شوند **هیستون ها** هستند. هر کروماتین واحد های تکراری به نام هسته تن (یا نوکلئوزوم) دارد. در هر هسته تن مولکول دنا حدود دو دور به دور 8 مولکول پروتئینی به نام هیستون می پیچد. برای اینکه همانند سازی انجام شود باید این پروتئین ها از دنا جدا شوند.

نکته: پروتئین همراه دنا در هسته ی یاخته های یوکاریوتی، پروتئین هیستون است. در فام تن حلقوی هیستون وجود ندارد اما پروتئین های دیگری همراه دنا هستند که آنزیم ها آن ها را جدا می کنند.

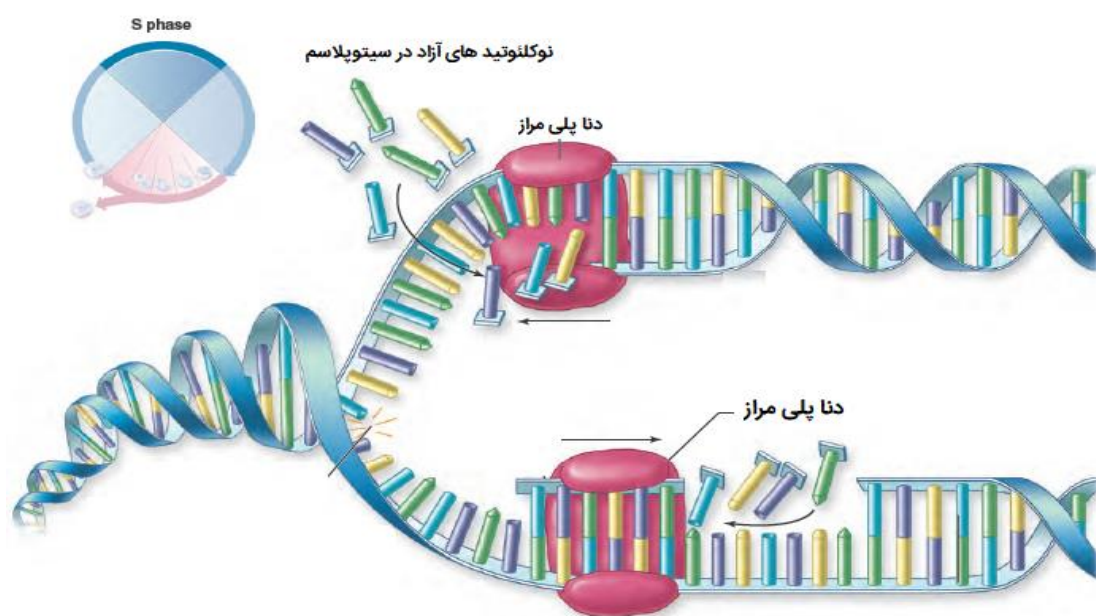
قبل از شروع همانند سازی آنزیم هایی پیچ و تاب فامینه را باز و پروتئین های همراه آن یعنی هیستون ها را از آن جدا می کنند تا همانند سازی انجام شود. سپس آنزیم هلیکاز مارپیچ دنا و دو رشته ی آن را از هم باز می کند. در هر مولکول دنا بخش هایی به نام جایگاه آغاز همانند سازی وجود دارد که آنزیم هلیکاز آن را شناسایی و از این محل به دنا متصل می شود. هلیکاز ابتدا مارپیچ دنا را باز و بعد در قسمتی از دنا با شکستن پیوند های هیدروژنی بین باز های مکمل، دو رشته ی آن را از هم جدا می کند

حواستون باشه هلیکاز دو رشته ی دنا را کاملاً از هم جدا نمی کند بلکه فقط در منطقه یا مناطق خاصی دو رشته ی دنا ی مادری را از هم فاصله می دهد و بقیه ی قسمت ها بسته می مانند، سپس به صورت تدریجی باز کردن دو رشته را ادامه می دهد و همانطور که رشته ها در محل های مخصوص باز می شوند همانند سازی هم انجام می شود تا اینکه در نهایت دو مولکول دنا خواهیم داشت.

نکته: هلیکاز دو نقش در همانند سازی دارد:

۱. باز کردن مارپیچ دنا

۲. شکستن پیوند هیدروژنی و جدا کردن دو رشته ی دنا از یکدیگر



در محلی که دو رشته ی دنا از هم باز می شوند همانند سازی هم از چپ انجام می شود و هم از راست هر کدام از این دو جهت که حالتی شبیه به حرف Y دارند یک دو راهی همانند سازی هستند

در این زمان انواع دیگری از آنزیم ها با هم فعالیت می کنند تا یک رشته ی دنا در مقابل رشته ی الگو ساخته شود یکی از مهم ترین آن ها دنا بسپاراز (DNA پلی مرز) است. این آنزیم نوکلئوتید های مکمل را در مقابل نوکلئوتید های رشته ی الگو قرار می دهد و بین نوکلئوتید های جدید پیوند فسفو دی استر برقرار می کند.

نکته: فعالیت هلیکاز فقط در آغاز همانند سازی نیست. با توجه به اینکه باز شدن دو رشته ی دنا تدریجی صورت می گیرد، پس هلیکاز ها تقریباً تا پایان همانند سازی فعال اند.

نکته: هلیکاز همانند دنا بسپاراز توانایی تجزیه ی پیوند را دارد اما در واکنش هیدرولیز (آبکافت) شرکت نمی کند. زیرا تجزیه ی پیوند های هیدروژنی، واکنش هیدرولیزی محسوب نمی شود.

مراحل اضافه شدن یک نوکلئوتید جدید به رشته ی در حال ساخت:

الف. قرار دادن نوکلئوتید مناسب مقابل نوکلئوتید رشته ی الگو: دنباسپاراز در طول رشته ی الگو حرکت می کند و نوکلئوتید هایی با باز مکمل را در مقابل نوکلئوتید های رشته ی الگو قرار می دهد. یعنی در مقابل تیمین، آدنین و در مقابل سیتوزین، گوانین را قرار می دهد.

ب. ایجاد پیوند هیدروژنی به صورت خود به خودی بین دو باز آلی مکمل مربوط به نوکلئوتید رشته ی الگو و نوکلئوتید جدید.

ج. شکسته شدن پیوند اشتراکی بین فسفات های نوکلئوتید سه فسفات و جدا شدن دو فسفات از آن

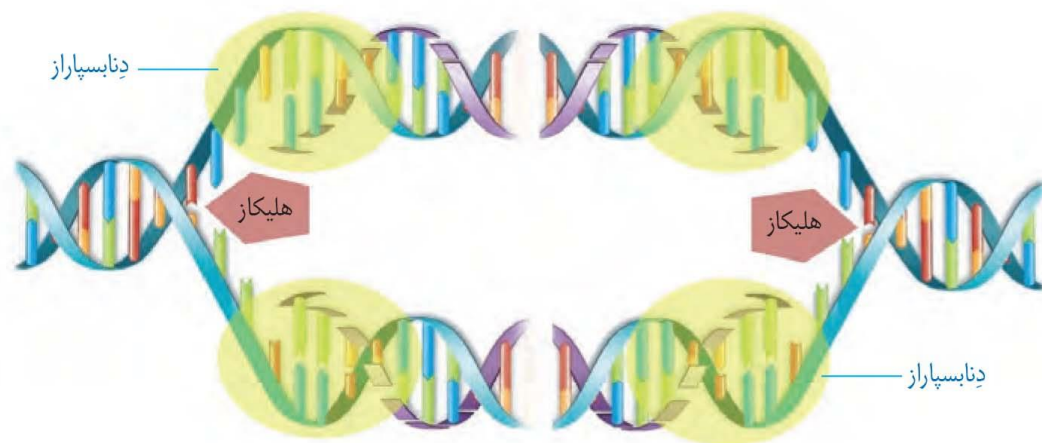
د. تشکیل پیوند فسفودی استر بین فسفات نوکلئوتید جدید و قند نوکلئوتید قبلی موجود در رشته ی در حال ساخت

خلاصه ی درس

دوراهی همانند سازی

در محلی که دو رشته ی دنا از هم جدا می شوند، دو ساختار Y مانند به وجود می آید که به هریک از آنها دوراهی همانندسازی می گویند. در فاصله ی بین این دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده اند. همچنین پیوندهای فسفودی استر جدیدی در حال تشکیل هستند. دنا بسپاراز نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می کند. اضافه شدن یک نوکلئوتید به نوع بازی بستگی دارد که در نوکلئوتید رشته الگو قرار دارد. هر نوکلئوتید باید با نوکلئوتید روی رشته الگو مکمل باشد. هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفات به انتهای رشته پلی نوکلئوتید دو تا از فسفات های آن از مولکول جدا می شوند و نوکلئوتید به صورت تک فسفات به رشته متصل می شود.

همانطور که گفتیم در محلی که دو رشته ی دنا از هم جدا می شوند، دو ساختار Y مانند به وجود می آید که به هریک از آنها دوراهی همانندسازی می گویند. در فاصله ی بین این دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده اند. همچنین پیوندهای فسفودی استر جدیدی در حال تشکیل هستند.



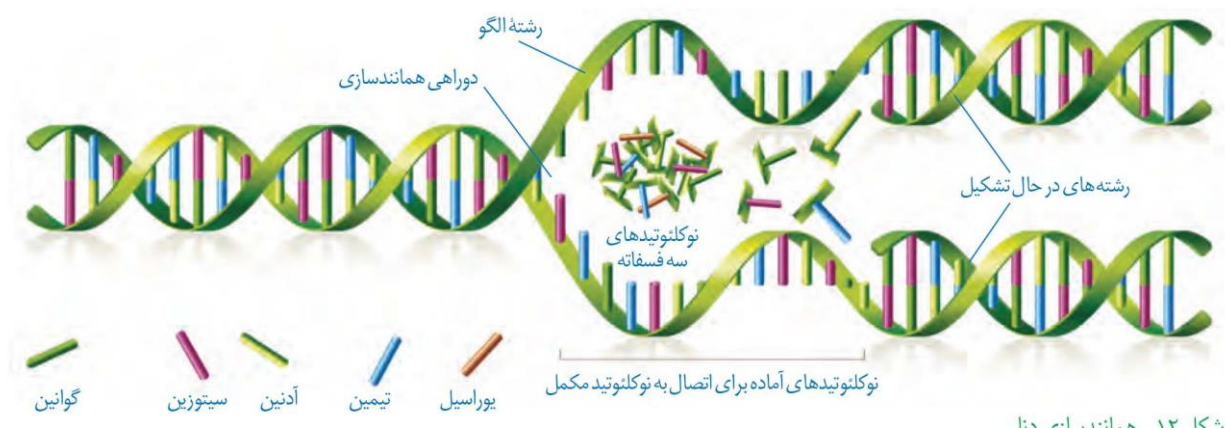
نکته: همواره در هر دو راهی همانند سازی دو آنزیم دنا بسپاراز و فقط یک آنزیم هلیکاز وجود دارد.

نکته: همواره تعداد دوراهی های همانند سازی دو برابر تعداد جایگاه آغاز همانند سازی است.

نکته: در هر دوراهی همانند سازی، همانند سازی در یک جهت انجام می شود اما چون در یک نقطه ی آغاز همانند سازی دو دوراهی تشکیل می شود می توان گفت از هر نقطه ی آغاز همانند سازی، همانند سازی در دو جهت ادامه می یابد.

نکته: اغلب دو راهی های همانند سازی در دنا ی خطی یوکاریوت ها در نهایت به دوراهی همانند سازی مجاور می رسند. اما دو راهی های همانند سازی دو انتهای دنا به انتهای دنا می رسند نه به دوراهی همانند سازی دیگر.

نکات شکل:



1. هم زمان با ساخته شدن رشته ی جدید، مولکول دنا به تدریج پیچ می خورد و در پایان همانند سازی دو مولکول دنا ی پیچ خورده ایجاد می شود.
 2. در محل دوراهی همانند سازی، نوکلئوتید هایی با قند ریبوز و باز آلی یوراسیل دار هم وجود دارد. ولی در همانند سازی استفاده نمی شود.
 3. نوکلئوتید های جدید به انتهای رشته ی در حال ساخت اضافه می شوند نه ابتدای آن.
 4. در هر دوراهی همانند سازی، هر آنزیم دنا بسیار از فقط یکی از رشته های دنا ی مادری را در بر می گیرد و از روی آن الگو برداری می کند.
- نکته:** قبل از همانند سازی دنا باید پیچ و تاب دنا باز و پروتئین های همراه دنا از آن جدا شوند این کار به کمک آنزیم هایی به جز هلیکاز انجام می شود. آنزیم هلیکاز علاوه بر شکستن پیوند های هیدروژنی و باز کردن دو رشته ی دنا از هم، مارپیچ دنا را نیز باز می کند.

سوال: همانند سازی دنا در هسته انجام می شود. نوکلئوتید های آزاد در سیتوپلاسم قرار

دارند، چجوری نوکلئوتید های آزاد وارد هسته میشن؟ از طریق منافذ هسته

نکته: علاوه بر هلیکاز و دنا بسپاراز آنزیم های دیگری نیز در همانند سازی موثر هستند. بیش

از دو نوع آنزیم در همانند سازی مولکول دنا نقش دارند.

نکته: نوکلئوتید های آزاد سه فسفات در سیتوپلاسم و در هسته (قبل از اتصال) دیده می شود.

نکته: باز شدن پیچ و تاب دنا قبل از شروع همانند سازی رخ می دهد نه هنگام همانند سازی.

نکته: برای شکستن پیوند های بین دو فسفات هیدرولیز انجام می شود که انرژی را می دهد.

نکته: اولین پیوندی که نوکلئوتید جدید در حال اضافه شدن به رشته ی پلی نوکلئوتیدی

تشکیل می دهد، پیوند هیدروژنی است.

نکته: تشکیل پیوند فسفو دی استر انرژی خواه هست و این انرژی از انرژی شکستن پیوند بین

فسفات ها استفاده می شود.

نکته: در یاخته های یوکاریوتی محل تولید و فعالیت آنزیم دنا بسپاراز هسته یکسان نیست.

نکته: هلیکاز و دناپلیمراز از جنس پروتئین است. و در مرحله ی G1 ساخته می شود.

نکته: آنزیم دنا بسپاراز راکیزه و پلاست درون این اندامک ها ساخته می شود و در همان محل

فعالیت می کنند.

نکته: باز شدن پیچ و تاب دنا جزء همانند سازی نیست. قبل از همانند سازی پیچ و تاب باز

می شود.

نکته: در فرایند همانند سازی همواره شکستن پیوند هیدروژنی و تشکیل پیوند هیدروژنی قبل از تشکیل پیوند فسفو دی استر رخ می دهد.

نکته: به ازای هر نقطه ی آغاز همانند سازی دو آنزیم هلیکاز و چهار آنزیم دنا پلیمراز فعالیت می کنند و دو دو راهی همانند سازی دیده می شود. و همانند سازی دو جهته است.

نکته: هنگام همانند سازی، پروتئین های همراه دنا از آن جدا می شوند اما آنزیم های لازم برای همانند سازی به دنا متصل می شوند. آنزیم های موثر در همانند سازی پروتئینی هستند. بنابراین هنگام همانند سازی نیز پروتئین به دنا متصل است.

نکته: فعالیت آنزیم هلیکاز مقدم است بر آنزیم دنا پلی مرار

نکته: آنزیمی که نوکلئوتید های مکمل را با نوکلئوتید های رشته ی الگو جفت می کند آنزیم دنا بسپاراز است.

نکته: دنا پلیمرار توانایی شکستن(نوکلئازی؛ هیدرولیز) و تشکیل پیوند فسفو دی استر(فعالیت پلی مرارزی؛ سنتز آبدهی) را دارد.

نکته: عامل اصلی دقیق انجام شدن همانند سازی وجود رابطه ی مکملی بین نوکلئوتید ها می باشد.

سوال: آیا ممکنه اشتباهات اصلاح نشود و به نسل بعد منتقل شود؟ بله. به این اشتباهات

تصحیح نشده جهش می گویند.

نکته: در محل دو راهی های همانند سازی نوکلئوتید های یوراسیل دار و نوکلئوتید های سه فسفات نیز حضور دارند.

نکته: شکستن پیوند هیدروژنی در دنا نیازمند وجود آنزیم (هلیکاز) است اما برای تشکیل این پیوند عملکرد آنزیم ضرورتی ندارد این پیوند به صورت خود به خود و بر اساس رابطه ی مکملی شکل می گیرد.

نکته: هنگام تشکیل پیوند فسفودی استر در همانند سازی و رونویسی، دو فسفات از نوکلئوتید های سه فسفات جدا می شود پس مقدار فسفات آزاد درون یاخته افزایش می یابد.

خلاصه ی درس

فعالیت های آنزیم دنا بسپاراز

همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می شود؛ این دقت تأحدود زیادی مربوط به رابطه ی

مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگرچه آنزیم دنا بسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطه ی

مکملی مقابل هم قرار می دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می گیرد؛

بنابراین آنزیم دنا بسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی استر، برمی گردد و رابطه ی

مکملی نوکلئوتید را بررسی می کند که رابطه ی آن درست است یا اشتباه؟ اگر اشتباه باشد

آن را برداشته و نوکلئوتید درست را به جای آن قرار می دهد. برای حذف نوکلئوتید نادرست

باید بتواند پیوند فسفودی استر را بشکند و نوکلئوتید نادرست را از دنا جدا کند. توانایی

بریدن دنا را فعالیت نوکلئازی گویند که در آن پیوند فسفودی استر می شکند. بنابراین

آنزیم دنا بسپاراز، هم فعالیت بسپارازی (پلیمرازی) دارد که در آن پیوند فسفودی استر را

تشکیل می دهد و هم فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفودی استر را برای رفع اشتباه می شکند. فعالیت نوکلئازی دنبسپاراز را که باعث رفع اشتباه ها در همانندسازی می شود، ویرایش می گویند.

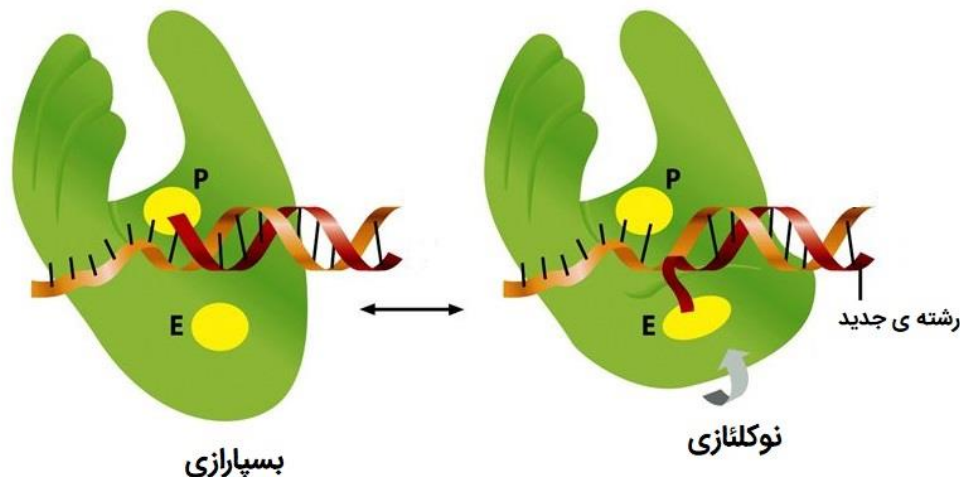
نکته: آنزیم دنبسپاراز که مهم ترین آنزیم بین آنزیم های موثر در ساخت یک رشته ی دنا در مقابل رشته ی الگو است، دارای دو نوع فعالیت بسپارازی و نوکلئازی است.

فعالیت بسپارازی

دنبسپاراز در طول رشته ی مادری حرکت می کند و نوکلئوتید های آن را یکی یکی نگاه می کند و نوکلئوتید هایی با باز مکمل را در مقابل آن ها قرار می دهد، یعنی در مقابل تیمین، آدنین و در مقابل سیتوزین گوانین را قرار می دهد. همین طور که دنبسپاراز در طول رشته ی مادری جلو می رود و مقابل نوکلئوتید های آن، نوکلئوتید های جدید و مکمل قرار می دهد، بین نوکلئوتید های جدید مجاور هم پیوند فسفو دی استر تشکیل می دهد. به این کار دنا بسپاراز فعالیت پلی مرازی (بسپارازی) گفته می شود. پس در فعالیت بسپارازی بین نوکلئوتید ها پیوند فسفو دی استر ایجاد می شود.

زمانی که نوکلئوتیدی در برابر نوکلئوتید مکملش قرار می گیرد. بین باز های آلی آن ها پیوند هیدروژنی تشکیل می شود. پس می توان گفت دنا بسپاراز به طور غیر مستقیم در تشکیل پیوند های هیدروژنی بین باز های مکمل رشته ی مادری و رشته ی جدید نقش دارد و شرایط را برای تشکیل این پیوند ها فراهم می کند.

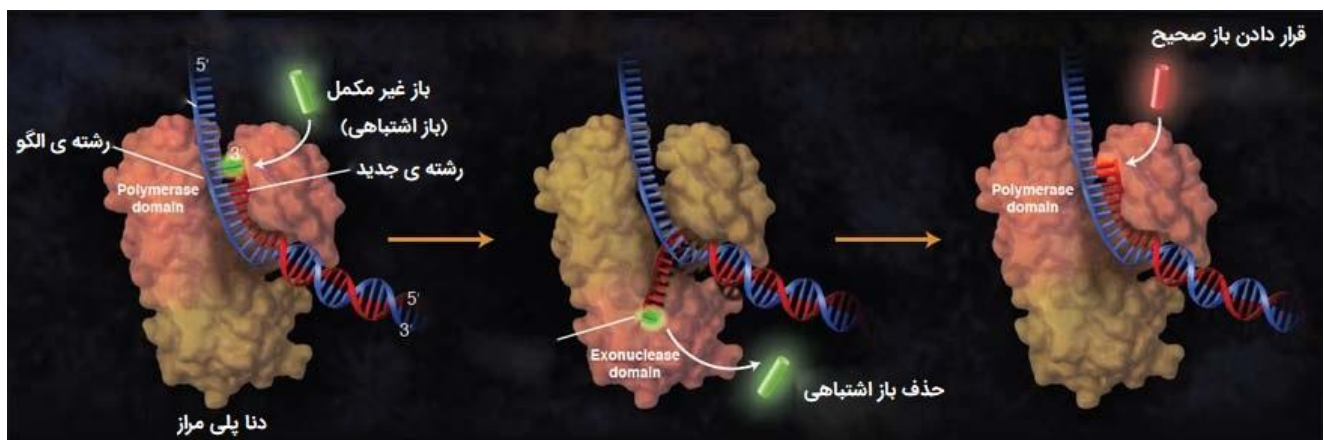
مثلا اگر در رشته ی مادری توالی T و G باشد دنباسپاراز در مقابل تیمین آدنین و در مقابل گوانین سیتوزین قرار می دهد و سپس بین نوکلئوتید آدنین و سیتوزین پیوند فسفو دی استر برقرار می کند.



فعالیت نوکلئازی

به دلیل رابطه ی مکملی بین باز های آلی نیتروژن دار، دنباسپاراز مکمل هر باز را در رو به رویش قرار می دهد. به خاطر همین همانند سازی دنا با دقت زیادی انجام می شود اما ممکنه دنا بسپاراز اشتباه کنه و نوکلئوتید غیر مکملی را در برابر نوکلئوتید های رشته ی مادری قرار بده. مثلا در مقابل باز سیتوزین به جای گوانین، تیمین قرار بده! دنا بسپاراز برای جلوگیری از اینگونه اشتباهات، هر بار بعد از اینکه نوکلئوتید جدیدی را مقابل نوکلئوتید های رشته ی مادری قرار داد و آن را با پیوند فسفو دی استر به نوکلئوتید مجاور متصل کرد بر می گردد و رابطه ی مکملی نوکلئوتید رو بررسی می کند. اگر رابطه ی مکملی صحیح باشد که هیچ اما اگه اشتباه باشد نوکلئوتید نادرست را بر می دارد و به جای آن نوکلئوتید صحیح رو می گذارد. برای این کار پیوند فسفو دی استر بین نوکلئوتید نادرست و نوکلئوتید مجاورش را میشکنند و

نوکلئوتید نادرست را بر میدارد. به توانایی بریدن دنا فعالیت نوکلئازی می گویند که در آن پیوند فسفو دی استر شکسته می شود. دنا بسپاراز به جای نوکلئوتید نادرست، نوکلئوتید صحیح را قرار می دهد. و بین آن و نوکلئوتید مجاور پیوند فسفو دی استر برقرار می کند. به این فرایندی که در ون با فعالیت نوکلئازی دنا بسپاراز اشتباهات همانند سازی رفع می شود، **ویرایش می گویند.**



در هر دو راهی همانند سازی چه چیز هایی دیده می شود؟

یک عدد آنزیم هلیکاز، دو تا آنزیم دنا بسپاراز، انواعی از آنزیم ها، شکسته شدن پیوند های هیدروژنی بین دو رشته ی دنا ی مادری توسط هلیکاز، فعالیت بسپارازی دنا بسپاراز، فعالیت نوکلئازی دنا بسپاراز (در صورتی که به ویرایش نیاز باشد فعالیت نوکلئازی دنباسپاراز دیده می شه)

نکته: دنباسپاراز در دو جهت می تواند حرکت کند در فعالیت بسپارازی به سمت جایگاه پایان همانند سازی و در فعالیت نوکلئازی به سمت جایگاه آغاز همانند سازی.

نکته: برگشت دنا بسپاراز در خلاف جهت همانند سازی ارتباطی به صحیح یا غلط بودن

نوکلئوتید قرار گرفته در رشته ی در حال ساخت ندارد.

نکته: آنزیم های هلیکاز و دنا بسپاراز توانایی شکستن نوعی پیوند بین نوکلئوتیدی را دارند.

نکته: دنا بسپاراز همواره پس از ایجاد هر پیوند فسفو دی استر در رشته ی در حال ساخت

یک بار بر می گردد و صحت رابطه ی مکملی نوکلئوتید قرار گرفته در رشته را باز بینی می

کند. ویرایش فقط فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز است. نه هر فعالیت این آنزیم.

نکته: تنوع پیوند های اشتراکی که توسط دنابسپاراز تشکیل می شود (فسفو دی استر) کمتر از

تنوع پیوند های اشتراکی است که توسط این آنزیم شکسته می شود (پیوند اشتراکی بین

فسفات های نوکلئوتید سه فسفات در زمان اضافه کردن نوکلئوتید به رشته ی در حال ساخت،

پیوند فسفو دی استر).

نکته: دنا پلیمراز توانایی شکستن (نوکلئازی؛ هیدرولیز) و تشکیل پیوند فسفو دی استر (فعالیت

پلی مرازی؛ سنتز آبدهی) را دارد.

سوال: آیا ممکنه اشتباهات اصلاح نشود و به نسل بعد منتقل شود؟ بله. به این اشتباهات

تصحیح نشده جهش می گویند.

نکته: در همانند سازی نسبت به رونویسی تنوع آنزیمی بیشتری وجود دارد.

نکته: در همانند سازی نسبت به رونویسی تعداد آنزیم ها بیشتر است.

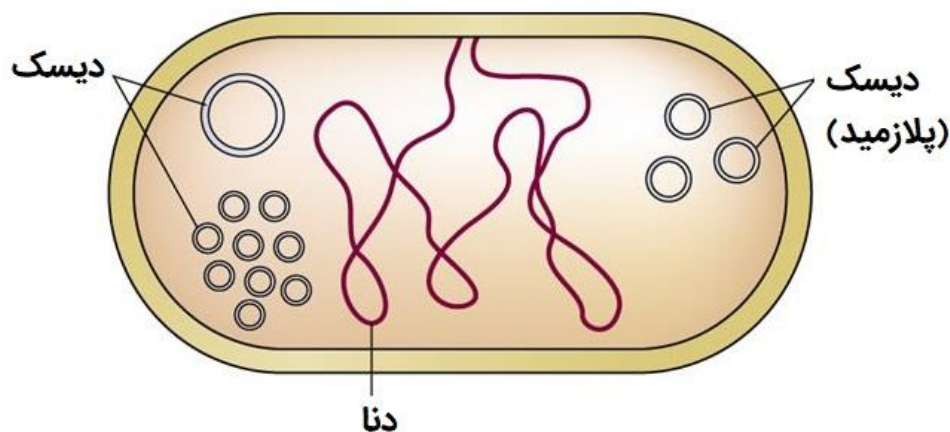
خلاصه ی درس

همانند سازی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها

در پروکاریوت ها که شامل همه ی باکتری ها می شوند، مولکول های وراثتی در غشا محصور نشده و فام تن اصلی دارای یک مولکول دنا ی حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است. پروکاریوت ها علاوه بر دنا ی اصلی ممکن است مولکول هایی از دنا یی دیگر به نام دیسک (پلازمید) داشته باشند. اطلاعات این مولکول ها می تواند ویژگی های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر پادزیست (آنتی بیوتیک) ها اغلب پروکاریوت ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنا ی خود دارند. در این جایگاه دو رشته دنا از هم باز می شوند. همانند یوکاریوت ها، همانندسازی دو جهتی در باکتری ها نیز وجود دارد؛ یعنی از یک نقطه همانندسازی شروع و در دو جهت ادامه می یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد.

در پروکاریوت ها که شامل همه ی باکتری ها می شوند، مولکول های وراثتی در غشا محصور نشده (اندامک غشا دار مانند هسته ندارند) و فام تن اصلی دارای یک مولکول دنا ی حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است. پروکاریوت ها علاوه بر دنا ی اصلی ممکن است مولکول هایی از دنا یی دیگر به نام دیسک (پلازمید) داشته باشند. اطلاعات این مولکول ها می تواند ویژگی های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر پادزیست (آنتی بیوتیک ها)

نکته: هر باکتری دیسک ندارد. تعداد دیسک در یک باکتری می تواند بیشتر از یک عدد باشد؛ هم چنین دیسک به غشای یاخته متصل نمی شود.



نکته: در باکتری ها نوکلئیک اسید خطی وجود دارد (مثل رنا) ولی دنا ی خطی وجود ندارد.

نوکلئیک اسید ها به دو دسته دنا و رنا تقسیم می شوند. وقتی می گه نوکلئیک اسید خطی منظورش دنا و رنا ی خطی هست. در باکتری ها فقط رنا خطی می باشد. دنا حلقوی هست.

نکته: در پروکاریوت ها فقط دنا ی اصلی به غشا متصل است. در پروکاریوت ها دنا می تواند به غشا متصل نباشد مانند دیسک

نکته: در همانند سازی دو جهتی دنا در باکتری ها با افزایش فاصله ی بین دو راهی های همانند سازی مولکول های دنا ی جدید به حالت مارپیچ دیده می شوند.

نکته: در همانند سازی دنا ی حلقوی با یک جایگاه آغاز و همانند سازی دو جهتی، دو راهی های ایجاد شده ابتدا از هم دور و سپس به هم نزدیک می شوند.

نکته: در همانند سازی دناى خطى چندین دو راهی همانند سازی ایجاد می شود. دوراهی هایی که در یک بخش باز شده از دنا ایجاد می شوند همواره از یکدیگر دور شده ولی دو راهی های تشکیل شده در دو بخش مختلف می توانند به هم نزدیک شوند.

نکته: همانند سازی در پروکاریوت ها درون سیتوپلاسم انجام می شود. اغلب پروکاریوت ها فقط یک جایگاه آغاز همانند سازی در دناى خود دارند. در این جایگاه دو رشته ی دنا توسط آنزیم هلیکاز از هم باز می شوند و دنا بسپاراز و آنزیم های دیگر با همکاری همدیگر دناى مادری را همانند سازی می کنند. همانند سازی دو جهتی همانند یوکاریوت ها، در باکتری ها نیز وجود دارد. در همانند سازی دو جهتی، در هر بخش باز شده ی دنا دو تا دوراهی همانند سازی وجود دارد. در هر دو راهی یک آنزیم هلیکاز دو رشته ی مادری را از هم جدا می کند. ودنا بسپاراز ها هم با الگو برداری از دناى مادری رشته های جدید را می سازند.

ترکیب - دوازدهم

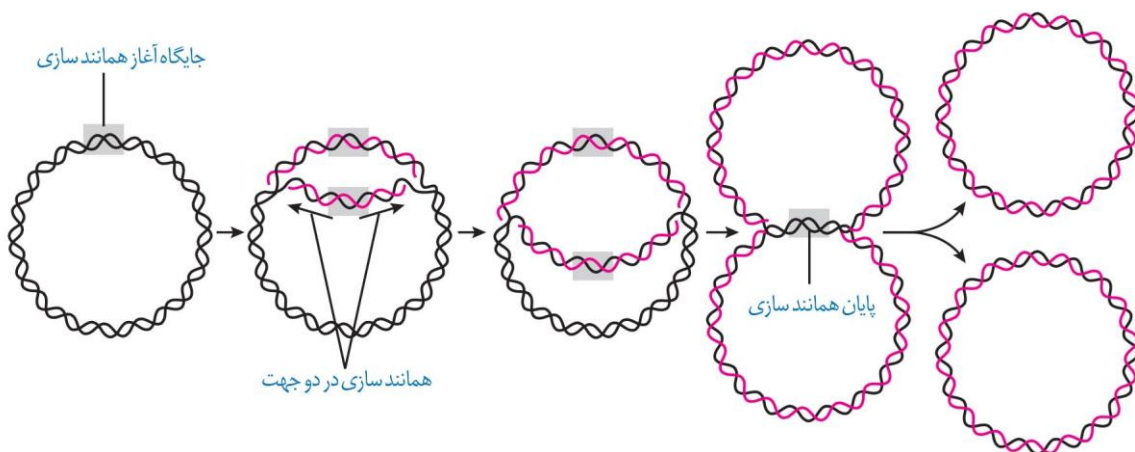
دیسک یک مولکول دناى دو رشته ای و حلقوی خارج فام تنی است که معمولا درون باکتری ها و بعضی قارچ ها مثل مخمر وجود دارد. دیسک ها می توانند مستقل از دناى اصلی یاخته ی میزبان همانند سازی کنند. دیسک ها را فام تن کمکی می نامند چون حاوی ژن هایی هستند که در فام تن اصلی باکتری وجود ندارند؛ مثل ژن افزایش مقاومت به پادزیست. بسیاری از دیسک ها دارای ژن های مقاومت به پادزیست هستند. چنین ژن هایی به باکتری این توانایی را می دهند که پادزیست ها را به موادی غیر کشنده و قابل استفاده برای خود تبدیل کنند.

نکات شکل همانند سازی در باکتری:

✓ در طول همانند سازی بخش هایی از یکی از رشته های الگو می توانند به یکدیگر نزدیک شوند.

✓ دو رشته ی الگو می توانند بین رشته های پلی نوکلئوتیدی جدید قرار بگیرند.

✓ هم زمان با افزایش طول رشته های پلی نوکلئوتیدی جدید فاصله ی آن ها از یکدیگر افزایش می یابد.



نکته: هنگام همانند سازی مولکول دناى حلقوى، در رشته های پلی نوکلئوتیدی در حال ساخت دو انتهای آزاد مشاهده می شود.

نکته: در همانند سازی دو جهتی در باکتری که دارای یک جایگاه آغاز همانند سازی است، نقطه ی پایان همانند سازی روبه روی جایگاه آغاز قرار دارد، ولی اگر همانند سازی یک جهتی و یک جایگاه آغاز همانند سازی داشته باشیم، آنگاه جایگاه پایان همانند سازی در مجاورت جایگاه آغاز است.

نکته: در باکتری ها، فقط در صورتی همانند سازی در مقابل نقطه ی آغاز به پایان می رسد که یک جایگاه آغاز در دنا وجود داشته باشد و همانند سازی دو جهتی انجام شود.

نکته: در همانند سازی دو جهتی در باکتری ها (در صورت وجود یک جایگاه آغاز همانند سازی) ابتدا هلیکاز های متصل به جایگاه آغاز از هم دور و سپس در مجاورت جایگاه پایان همانند سازی به هم نزدیک می شوند.

نکته: در باکتری ها اطلاعات اصلی و ضروری برای زندگی یاخته، در دنا ی حلقوی فام تن اصلی که به غشا پلاسمایی متصل است ذخیره می شود در دیسک اطلاعات مربوط به ویژگی های غیر ضروری ذخیره می شود.

نکته: در یاخته های پروکاریوتی دوراهی های همانند سازی تشکیل شده در یک جایگاه آغاز همانند سازی در ابتدا از یکدیگر دور و سپس به یکدیگر نزدیک می شوند. اما در یاخته های یوکاریوتی دوراهی های همانند سازی تشکیل شده در یک جایگاه آغاز فقط از یکدیگر دور می شوند.

خلاصه ی درس

همانند سازی در یوکاریوت ها

در یوکاریوت ها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران را شامل می شوند دنا در هر فام تن به صورت خطی است و مجموعه ای (نه یک نوع پروتئین) از پروتئین ها که مهم ترین آنها هیستون ها هستند همراه آن قرار دارند. بیشتر دنا درون هسته قرار دارد که به آن دنا ی هسته ای می گویند. در یوکاریوت ها علاوه بر هسته در

سیتوپلاسم نیز مقداری دنا وجود دارد که به آن دنا سیتوپلاسمی می گویند. این نوع از دنا که حالت حلقوی دارد در راکیزه (میتوکندری) و دیسک (پلاست) دیده می شود.

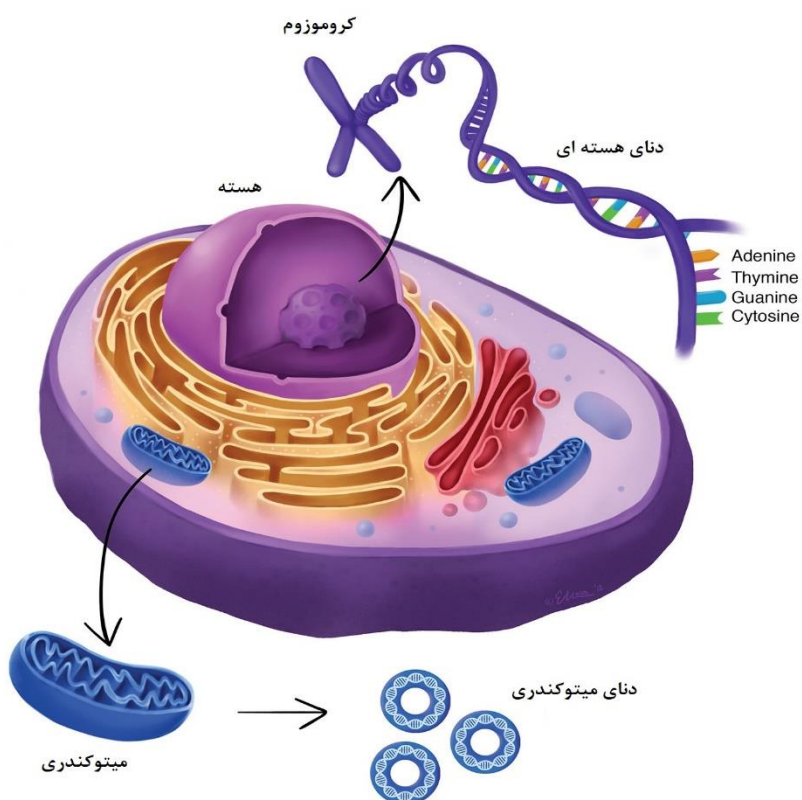
همانندسازی در یوکاریوت ها بسیار پیچیده تر از پروکاریوت ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دنا و قرار داشتن در چندین فام تن است که هر کدام از آنها چندین برابر دنا باکتری هستند. بنابراین اگر فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام تن داشته باشند مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازم است .

به همین علت در یوکاریوت ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام تن انجام می شود. تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در یوکاریوت ها حتی می تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (مرحله تشکیل بلاستوسیست) سرعت تقسیم زیاد و تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام ها، سرعت تقسیم و تعداد جایگاه های آغاز کم می شوند.

در یوکاریوت ها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران را شامل می شوند دنا در هر فام تن به صورت خطی است و مجموعه ای از پروتئین ها (نه یک پروتئین) که مهم ترین آنها هیستون ها هستند (پروتئین غیر هیستونی هم داریم). همراه آن قرار دارند. بیشتر دنا درون هسته قرار دارد که به آن دنا هسته ای می گویند (دنا اصلی یوکاریوت ها دنا هسته ایه). در یوکاریوت ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دنا وجود دارد که

به آن **دِنای سیتوپلاسمی** می گویند. این نوع از دِنَا که حالت حلقوی دارد در راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست) دیده می شود.

نکته: در جانداران یوکاریوتی دِنای اصلی درون هسته فعالیت می کند اما محل فعالیت مولکول های رِنَا در سیتوپلاسم است. البته در راکیزه و پلاست محل فعالیت دِنَا و رِنَا یکسان است.



نکته: در جانداران پروکاریوتی محل تولید و فعالیت دِنَا و رِنَا سیتوپلاسم است.

نکته: همانندسازی در یوکاریوت ها بسیار پیچیده تر از پروکاریوت ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دِنَا و قرار داشتن در چندین فام تن است که هر کدام از آنها چندین برابر دِنای باکتری هستند. بنابراین اگر فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام تن داشته

باشند مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازم است. به همین علت در یوکاریوت ها آغاز همانند سازی در چندین نقطه از هر فام تن انجام می شود و به این صورت مدت زمان لازم برای همانند سازی آن فام تن کاهش می یابد.

نکته: در یوکاریوت ها و پروکاریوت ها دنای حلقوی در سیتوپلاسم قرار دارد

نکته: دنای خطی در یوکاریوت ها در هسته و در پروکاریوت ها وجود ندارد.

نکته: در هسته ی یاخته های یوکاریوتی بیش از یک مولکول دنا وجود دارد و همانند سازی بیش از یک مولکول انجام می شود. در یاخته های یوکاریوتی فقط یک دنای اصلی وجود دارد اما ممکن است دیسک نیز وجود داشته باشد. بنابراین در باکتری ها نیز امکان همانند سازی چند مولکول دنا وجود دارد.

نکته: تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی در کروموزوم یوکاریوت ها متعدد و متغیر است.

تعداد این جایگاه ها از یاخته ای به یاخته ی دیگه متفاوت است و تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی حتی در یاخته بسته به این که در چه مرحله ای از رشد و نمو قرار دارد، متفاوت است و می تواند کم و زیاد شود.

نکته: در یاخته های یوکاریوتی تغییر سرعت تقسیم با تغییر در تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی رخ می دهد. با تغییر تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی سرعت همانند سازی و در نتیجه مدت زمان مرحله ی S چرخه ی یاخته ای تغییر می کند.

نکته: حواستون باشه تغییر در تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی فقط در یوکاریوت هاست.

نکته: در یاخته های یوکاریوتی تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی همواره از تعداد دوراهی های همانند سازی کمتر است؛ چون به ازای هر جایگاه آغاز، دو دوراهی همانند سازی ایجاد می شود.

نکته: یاخته ای که در آن ...

- ✓ یاخته ای که در آن فقط دنا ی حلقوی وجود دارد: یاخته ی پروکاریوتی
- ✓ یاخته ای که در آن هم دنا ی حلقوی و هم دنا ی خطی وجود دارد: یاخته ی یوکاریوتی
- ✓ یاخته ای که در آن دنا ی متصل به غشا وجود دارد: یاخته ی پروکاریوتی
- ✓ یاخته ای که در آن بیش از یک مولکول دنا وجود دارد: یاخته ی یوکاریوتی، یاخته ی پروکاریوتی (در صورت داشتن دیسک)
- ✓ یاخته ای که در دنا ی آن بیش از یک جایگاه آغاز همانند سازی وجود دارد: یاخته ی یوکاریوتی و یاخته ی پروکاریوتی
- ✓ یاخته ای که در آن فقط یک جایگاه آغاز همانند سازی وجود دارد: یاخته ی پروکاریوتی + یاخته ی یوکاریوتی (دنا ی راکیزه و پلاست + دیسک در مخمر ها)
- ✓ یاخته ای که در آن محل همانند سازی و پروتئین سازی یکسان است: یاخته ی پروکاریوتی + یاخته ی یوکاریوتی (در راکیزه و پلاست)
- ✓ یاخته ای که در آن تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی می تواند متنوع باشد: یاخته ی یوکاریوتی
- ✓ یاخته ای که همراه دنا ی آن پروتئین وجود دارد: یاخته ی یوکاریوتی + یاخته ی پروکاریوتی

مثال هایی از تغییر در تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی در شرایط مختلف

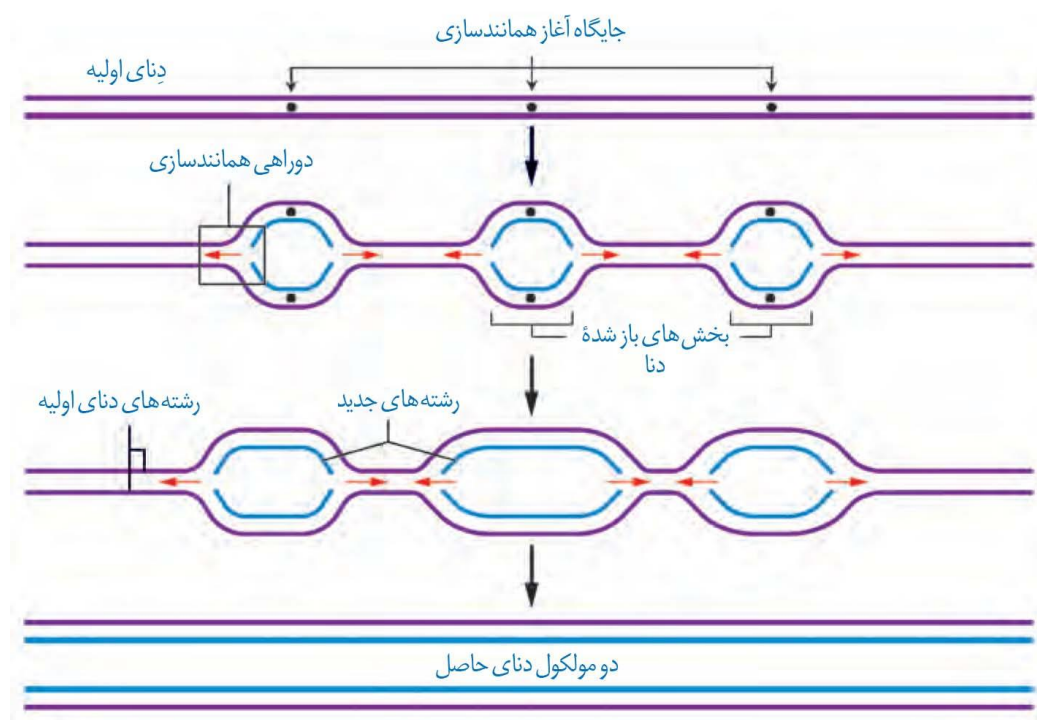
1. **یاخته های مریستمی در گیاهان و یاخته های بنیادی مغز قرمز استخوان به دلیل سرعت بالای تقسیم شدن باید تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی در دنایشان بیشتر از سایر یاخته ها باشد تا دنایشان سریعتر همانند سازی کند.**
2. **یاخته های سرطانی**
3. **وجود نوعی عامل رشد در پوست انسان در زیر محل زخم**
4. **هورمون های محرک رشد در گیاهان یعنی سیتوکینین ها و جیبرلین ها.**
5. **در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا چون سرعت تقسیم زیاد است تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی هم زیاد شده است ولی پس از تشکیل اندام ها سرعت تقسیم و تعداد جایگاه های آغاز همانند سازی کم می شود.**

ترکیب - یازدهم

یاخته های بنیادی مورولا به همه ی انواع یاخته های جنینی و خارج جنینی (جفت و پرده ها) متمایز می شوند. مورولا توده ی یاخته ای توپر می باشد که حاصل تقسیمات میتوزی یاخته ی تخم است و در لوله ی فالوپ به سمت رحم حرکت می کند.

- چرا بخش های باز شده ی دنا یا همان حباب های همانند سازی اندازه های متفاوتی دارند؟ در صورتی که هم زمان همانند سازی را شروع کرده اند؟ به علت سرعت متفاوت آنزیم های موثر در همانند سازی است. سرعت آنزیم در هر حباب همانند سازی به عوامل**

مختلفی بستگی دارد مانند نوع جفت باز های مکمل. اگر مقدار آدنین و تیمین بیشتر باشد زودتر از هم باز می شوند و اگر مقدار سیتوزین و گوانین بیشتر باشد دیر تر باز می شوند.



نکته: هلیکاز برای شکستن پیوند های هیدروژنی نیاز به انرژی دارد. از آن جایی که بین

سیتوزین و گوانین نسبت به آدنین و تیمین پیوند های هیدروژنی بیشتری وجود دارد. انرژی لازم برای شکستن پیوند بین سیتوزین و گوانین بیشتر است. بنابراین در بخش هایی از دنا که تعداد سیتوزین و گوانین بیشتر است، انرژی بیشتری توسط هلیکاز باید مصرف شود.

نکته: در یک حباب همانند سازی دو آنزیم هلیکاز از هم دور می شوند ولی آنزیم های موجود در دو حباب مجاور می توانند به هم نزدیک شوند.

نکته: باز کردن دو رشته ی دنا در قسمت هایی که تعداد بیشتری باز سیتوزین و گوانین دارند سخت تر و زمان بر تر است.

نکته: اندازه ی بخش های باز شده ی دنا در فرایند همانند سازی با سرعت متفاوتی می تواند افزایش یابد یعنی سرعت همانند سازی در بخش های مختلف می تواند متفاوت باشد.