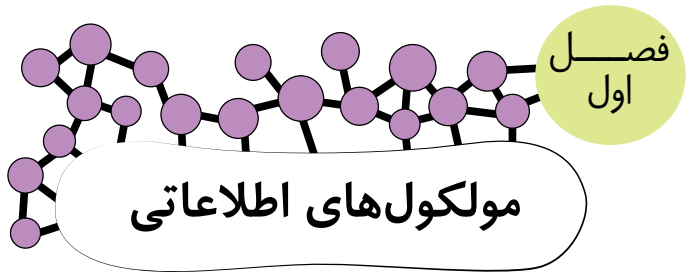
فصل ۱

مولکول‌های اطلاعاتی

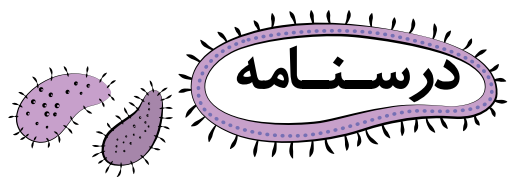
تقدیم به: DNA پلیمراز

به دلیل اینکه اشتباه خودش رو قبول می‌کنه و خودش درستش می‌کنه!



پرسش‌های چهارگزینه‌ای

واژهٔ بیگانه	واژهٔ مصوب	واژه به انگلیسی
آنتی‌ژن	پادگِن	Antigen
پروکاریوت	پیش‌هسته‌ای	Prokaryote
پلازمید	دیسَک	Plasmid
ریبوزوم	رِناتن	Ribosome
ژنوم	ژنگان	Genome
سانتریفوژ	گریزانه	Centrifuge
سانتریفوژ سرعت بالا	فراگریزانه	Ultracentrifuge
فعالیت پلیمرازی	فعالیت بسپارازی	Polymerization
کپسول	پوشینه	Capsule
یوکاریوت	هوهسته‌ای	Eukaryote



در این فصل می‌خواهیم از **مولکول‌ها و عواملی** که باعث به **ارث رسیدن صفات** می‌شوند و چگونگی تولید این مولکول‌ها صحبت کنیم. همانطور که می‌دانید DNA (دنا)، مادهٔ وراثتی یاخته‌های بدن جانداران می‌باشد که **تقریباً** در هر یاخته‌ای وجود دارد. به‌طور کلی باید بدانید که از DNA در طی واکنش‌هایی به نام همانندسازی، DNAهای جدید دختری و سپس طی فرایندی به نام رونویسی، RNA ایجاد می‌شود و در آخر طی ترجمه از روی نوعی RNA (رنا) پروتئین‌سازی صورت می‌گیرد. **همهٔ کارهای درون یاخته و درون بدن جاندار را پروتئین‌ها به عنوان کارگر بدن انجام می‌دهند.**

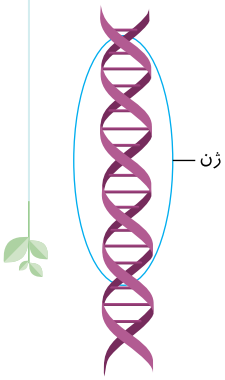
سال‌ها طول کشید تا محققین فهمیدند که **ژن** چیست و چگونه به عنوان **قسمتی از مولکول DNA** و با واسطهٔ تولید پروتئین خاصی در بدن، توانایی ایجاد یک صفت را در جاندار دارد.

در این فصل مجموعه آزمایش‌ها و تاریخچهٔ پیدایش DNA، RNA ، پروتئین و ساختار آن‌ها را بررسی می‌کنیم ولی در ابتدا لازم است که از کتاب علوم سال‌های قبل کمی در مورد مادهٔ وراثتی و پروتئین‌ها یادآوری داشته باشیم.

یادآوری

یادآوری از علوم هشتم و نهم:

۱) ژن، **قسمتی** از مولکول DNA است که دارای اطلاعات و دستورهایی برای تعیین و ایجاد صفات ارثی همهٔ جانداران می‌باشد. ژن‌ها از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند.



۲) بیشتر صفات ارثی مثل رنگ چشم، به دلیل وجود **چند ژن** می‌باشد که با هم کار می‌کنند.

۳) عوامل محیطی که در خارج پیکر جانداران می‌باشند، می‌توانند روی **عمل اغلب ژن‌ها** تأثیر بگذارند و سبب تفاوت بین افراد جمعیت یک نوع جاندار شوند. (از سال دهم به یاد دارید که **گیاه گل ادریسی** در خاک **اسیدی** دارای گلبرگ‌های **آبی رنگ** و در خاک **خنثی** و **قلیایی** دارای گلبرگ‌های **صورتی** رنگ می‌شود در صورتی‌که ژن و دستورالعمل DNA آن‌ها یکسان است.)

۴) در هستهٔ جانداران، هر کروموزوم از DNA و پروتئین به وجود آمده است.

گفتار ۱

همانطور که در زیست یازدهم دیدید، همهٔ **یاخته‌های پیکری** یک جاندار از تقسیم یاختهٔ **تخم** یا **یاختهٔ والدی** ایجاد می‌شوند. در ابتدا همهٔ یاخته‌های یک جاندار پریاخته‌ای همانند هم می‌باشند و تمایزی ندارند ولی پس از مدتی هریک از یاخته‌ها یا بافت‌ها دارای ویژگی‌های اختصاصی مثل شکل، اندازه، توانایی، کار و... متفاوتی می‌شوند. وقتی ویژگی‌های **یک یاخته** را بررسی می‌کنیم، می‌فهمیم که **همهٔ** آن‌ها تحت کنترل فعالیت **ژن‌های درون هسته** می‌باشند. در هستهٔ یاخته‌های یوکاریوتی، کروموزوم‌ها و ژن‌ها روی DNA قرار دارند. در هر یاخته، برحسب نیاز، چند ژن خاص فعال می‌مانند و سایر ژن‌ها غیرفعال می‌شوند و در این حالت به یاختهٔ مورد نظر، تمایز یافته می‌گوییم چون کاری متمایز از سایر یاخته‌ها را انجام می‌دهد.

نکته: انتقال اطلاعات بین یاخته‌ها، در **یک جاندار** در اثر **تقسیم یاخته‌ای** صورت می‌گیرد ولی در **بین نسل‌ها** از طریق **تولیدمثل** و سپس تقسیم یاختهٔ جدید صورت می‌گیرد.

نکته: هر کروموزوم هسته‌ای، حاوی DNA (دنا) و پروتئین می‌باشد. DNA، مادهٔ ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی می‌باشد که در این بخش ما به بررسی تاریخچهٔ پیدایش این مولکول و روش همانندسازی آن می‌پردازیم و در فصل‌های بعد ارتباط آن با پروتئین‌سازی را بررسی کنیم.

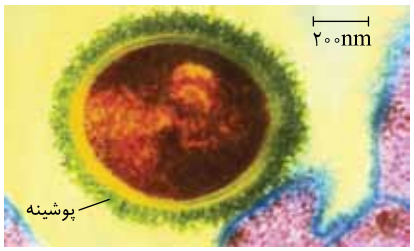
بیشتر بدانید

تاریخچهٔ پیدایش DNA:

اولین بار دانشمندی سوئیسی به نام میشر، در سال ۱۸۶۹، DNA را کشف کرد. وی ترکیبات سفید رنگ با خاصیت اسیدی ضعیفی را از هستهٔ یاخته‌های گویچهٔ سفید بدن انسان و اسپرم ماهی استخراج کرد و با بررسی آن‌ها متوجه شد که حاوی **نیتروژن و فسفات** می‌باشند ولی نسبت این دو ماده (N و PO_4) با سایر ترکیبات یاخته‌ای متفاوت می‌باشد. او این ترکیبات زیستی جدید را چون از هسته استخراج شده بودند و خاصیت اسیدی ضعیفی داشتند، **نوکلئیک‌اسید** نامید. میشر **نتوانست** پی به **اعمال DNA** و **ساختار و ویژگی‌های** آن ببرد و فقط این ماده را کشف کرد.

تحقیقات گریفیت

فردریک گریفیت، باکتری‌شناس انگلیسی بود. او در ابتدا قصد داشت واکسنی بر علیه بیماری آنفلوانزا تولید کند. می‌دانســت که عامل این بیماری نوعی باکتری کروی با کلونی رشته‌ای به نام **اســترپتوکوکوس نومونیا** می‌باشد که ســبب بیماری سینه‌پهلو یا ذات‌الریه می‌شود. گریفیت می‌دانســت که این باکتری، دو نوع (سویه) به نام پوشینه‌دار (کپسول‌دار) و فاقد پوشینه (فاقد کپسول) دارد. وی آزمایشاتی را روی **موش‌ها** انجام داد ولی در طی مراحل آزمایشات خود به مشاهداتی رسید که به جای تولید واکسن، پی به **انتقال مادهٔ وراثتی بین یاخته‌ها** برد.



«باکتری پوشینه‌دار»

بررسی روند آزمایشات گریفیت

آزمایش اول

گریفیت باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار استرپتوکوکوس نومونیا را به موش‌های آزمایشگاه تزریق کرد. پس از مدتی همهٔ موش‌ها دچار علائم سینه‌پهلو شدند و همگی مردند.

۱- باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار

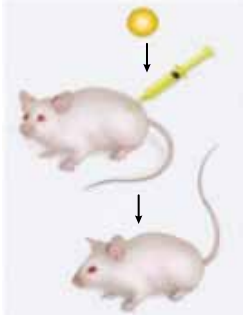
موش مُرد

نکته: دســتگاه ایمنی موش‌ها قادر به شناســایی باکتری پوشــینه‌دار عامل بیماری سینه‌پهلو نیستند و در خون و شش‌های موش‌های مرده تعداد بسیار زیادی باکتری پوشینه‌دار زندهٔ استرپتوکوکوس نومونیا دیده شد.

آزمایش دوم

وقتی باکتری‌های فاقد پوشــینه زنده را به موش‌ها تزریق کرد، مشــاهده کرد که هیچ‌کدام به بیماری سینه‌پهلو مبتلا نشدند و همگی به حیات خود ادامه دادند. در خون و شش‌های این موش‌ها، هیچ باکتری عامل سینه‌پهلویی دیده نشد.

۲- باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه


موش زنده ماند

نکته: دســتگاه ایمنی موش می‌تواند باکتری‌های فاقد پوشــینه را شناســایی کند و با ساخت پروتئین‌های دفاعی (پادتن‌ها) آن‌ها را از بین برده و مانع زیاد شدن آن‌ها شود.

نتیجهٔ گریفیت پس از دو آزمایش اول: از آنجایی‌که در نگاه اول تفاوت دو نوع باکتری تزریق شــده به موش، فقط پوشــینه‌دار و فاقد پوشــینه بودن آن‌ها بود، گریفیت فکر کرد که پوشینه عامل بیماری سینه‌پهلو یا آنفلوانزا در موش‌ها می‌باشد.

آزمایش سوم

گریفیت برای آنکه مطمئن شود که **پوشینه باکتری** عامل بیماری سینه‌پهلو هست یا نه؟! شروع به کار جدیدی کرد. وی باکتری‌های پوشــینه‌دار زنده را در اثر حرارت (گرما) کشــت و سپس آن‌ها را به موش‌ها تزریق کرد. گریفیت ابتدا به این موضوع فکر کرد که در این مادهٔ تزریق شده، پوشینه باکتری وجود دارد ولی فاقد باکتری زنده می‌باشــد. پس از مدتی مشــاهده کرد که موش‌ها زنده ماندند و در خون یا شش‌های موش‌ها نیز باکتری وجود ندارد.

۳- باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما

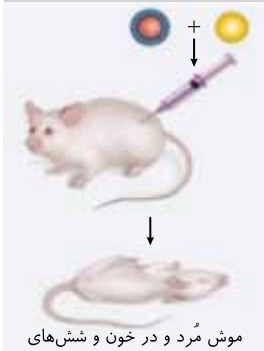
موش زنده ماند

نتیجهٔ آزمایش ســوم: گریفیت به این نتیجه رســید که **پوشینه به تنهایی** و یا همراه باکتری مرده، قادر به ایجاد علائم بیماری سینه‌پهلو و مرگ جاندار نمی‌باشد.

● آزمایش چهارم

در این آزمایش، گریفیت دو ماده‌ای که هریک به تنهایی سبب مرگ موش نمی‌شدند یعنی باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشـینه و باکتری‌های مردهٔ پوشـینه‌دار را با هم مخلوط کرد و مجموعهٔ آن‌ها را به موش‌ها تزریق کرد. **در کمال تعجب!** مشاهده کرد که موش‌ها در اثر سینه‌پهلو مردند. وقتی خون و شش‌های این موش‌های مرده را آزمایش کرد تعجبش بیشـتر شـد، چون مقدار زیادی باکتری زندهٔ پوشینه‌دار در بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده مشاهده کرد.

۴- مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده و فاقد پوشینه زنده

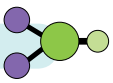


موش مُرد و در خون و شش‌های آن باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده شد

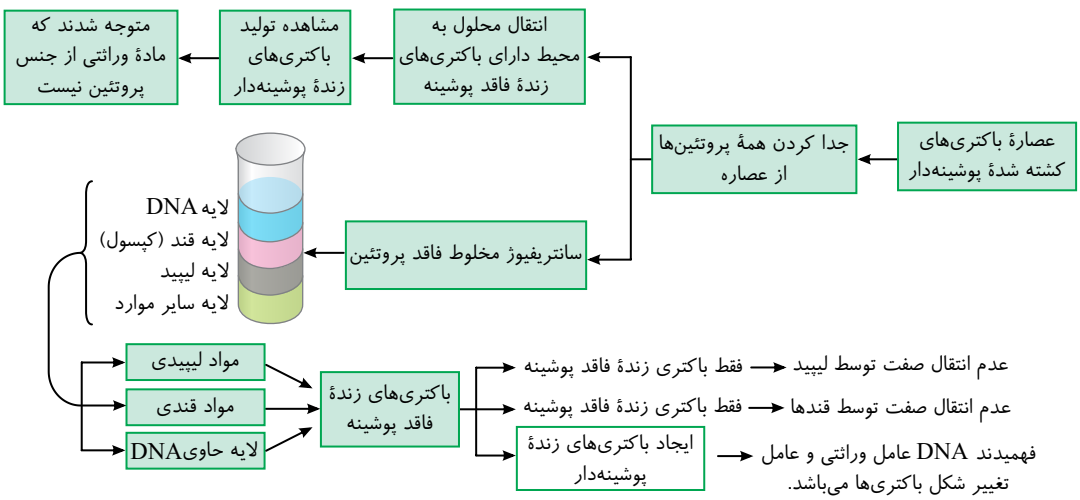
نتیجهٔ آزمایش چهارم: گریفیت در سال ۱۹۲۸ نتیجه گرفت که یا باکتری‌های کشته شده پس از مدتی زنده شـده‌اند ☺ !!! (که فقط در عالم جوک امکان دارد) و یا **تعدادی از باکتری‌های فاقد پوشـینه زنده** در اثر تغییر شکل به باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار تبدیل شده‌اند. وی به این فکر افتاد که حتماً مادهٔ زیستی که به حرارت مقاوم‌تر بوده اسـت ویژگی خود را حفظ کرده اسـت و در مخلوط آزمایش چهارم سـبب تغییر شکل تعدادی از باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشـینه به زندهٔ پوشـینه‌دار شـده‌اند. گریفیت نتوانست ماهیت این ماده و چگونگی انتقال این صفت را مشخص کند ولی بیان کرد که **ماده‌ای وراثتی** سبب انتقال صفت بین دو یاخته شده است.

تا حدود ۱۶ سال پس از گریفیت، مادهٔ ژنتیکی یا عامل انتقال وراثتی صفات به صورت ناشناخته باقی ماند و اغلب محققین، **پروتئین‌ها** را عامل مؤثر در این تغییر شکل می‌دانستند.

آزمایش ایوری و همکارانش



ایوری و همکارانش، محققینی بودند که ابتدا از آزمایش سوم گریفیت، یعنی از عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شده پوشینه‌دار استفاده کردند و همهٔ پروتئین‌های آن را تخریب کردند. (چون سـایر محققین معتقد بودند که پروتئین، عامل تغییر شـکل باکتری زندهٔ فاقد پوشینه به زندهٔ پوشـینه‌دار شده اسـت.) آن‌ها دوباره محلول حاوی عصارهٔ بدون پروتئین را به محیط کشـت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند. مشاهده کردند که تولید باکتری زندهٔ پوشـینه‌دار و انتقال صفت انجام شـد و **نتیجه گرفتند که پروتئین‌ها، مادهٔ وراثتی نیسـتند**. آن‌ها سـپس بقیهٔ محلول بدون پروتئین را در یک دستگاه سانتریفیوژ (گریزانه) با سرعت بالا قرار دادند تا مولکول‌های مختلف در سطوح و لایه‌های مختلف از هم جدا شـوند. در ادامه هر لایه که حاوی یک نوع مولکول بود را به باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشـینه اضافه کردند و مشـاهده کردند که **فقط** هنگامی‌که لایه حاوی **DNA (دنا)** را اضافه کردند، صفت جدید در باکتری‌ها ایجاد شد و آن‌ها پوشینه‌دار شدند. در زیر روند آن را مشاهده می‌کنید:



نتیجهٔ آزمایش ایوری

فهمیدند که DNA همان مادهٔ وراثتی است و عامل تغییر صفت در باکتری فاقد پوشینه می‌باشد که با ساخت پوشینه، سبب پوشینه‌دار شدن این باکتری‌ها می‌شود ولی نتایج آن‌ها با اینکه انکارناپذیر بود، ولی مورد قبول بسیاری از دانشمندان قرار نگرفت.

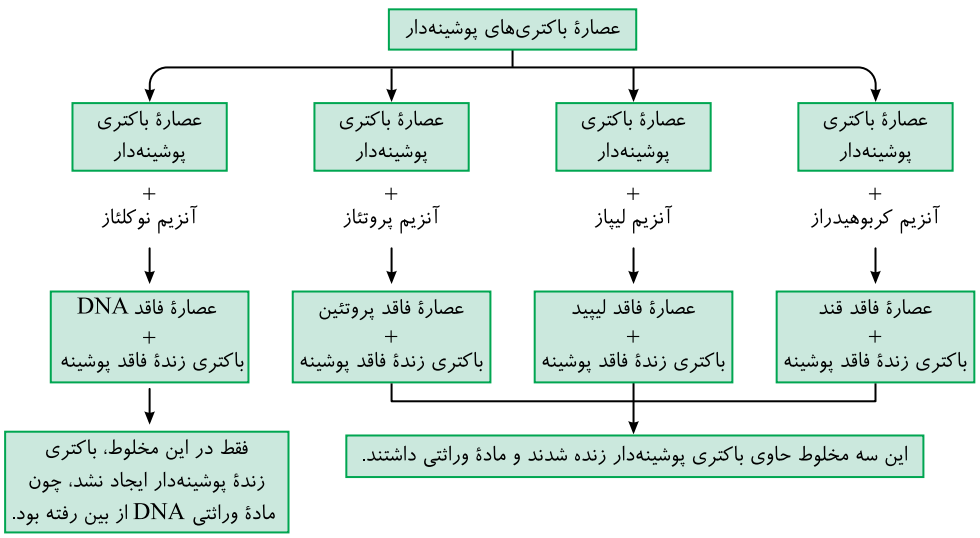
ادامهٔ تحقیقات پس از نتایج ایوری

چون بسیاری از دانشمندان آن زمان معتقد بودند که پروتئین‌ها، مادهٔ وراثتی و عامل انتقال صفات هستند، در نتیجه، نتایج آزمایش ایوری را قبول نکردند و با **روش دیگری** در پی کشف ماهیت مادهٔ وراثتی رفتند. ولی در انتها متوجه شدند که حرف درست و نتیجهٔ درست همان صحبت‌ها و نتایج ایوری بوده است و **DNA مادهٔ وراثتی است.**

روش آزمایش محققین پس از ایوری

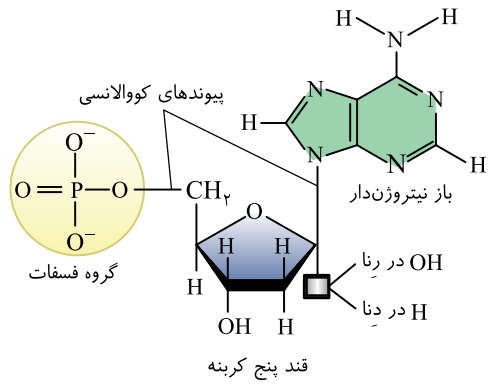
آن‌ها روش دیگری را به کار گرفتند و از **آنزیم‌های هیدرولیزکنندهٔ** انواع مواد آلی استفاده کردند. بدین صورت که ابتدا عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار که حاوی همه نوع مواد آلی قندی، لیپیدی، پروتئینی و DNA و RNA بود را استخراج کردند. این عصاره را به چند قسمت تبدیل کردند و به هرکدام **یک نوع آنزیم هیدرولاز** برای از بین بردن **یک نوع مادهٔ آلی** اضافه کردند. سپس به عصارهٔ حاصله باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه اضافه کردند. آن‌ها در نهایت متوجه شدند که فقط عصاره‌ای که به آن **DNA نوکلئاز** اضافه کرده‌اند و DNAها را از بین برده‌اند، فاقد باکتری پوشینه‌دار می‌باشد. در سایر ظروف **پس از مدتی** باکتری‌های فاقد پوشینه به پوشینه‌دار تبدیل می‌شوند و رشد و تکثیر داشته‌اند.

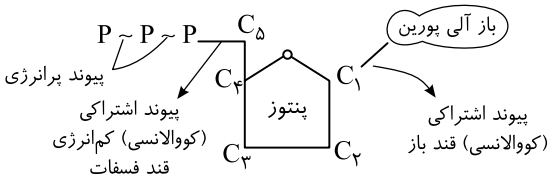
روند کلی آزمایش‌های پس از ایوری



نکته: دقت کنید که میشر قبل از گریفیت **پی به وجود DNA** برد و ماهیت شیمیایی اسیدی آن را پیدا کرد. سپس گریفیت متوجه شد که عامل وراثتی سبب تغییر شکل یاخته می‌شود. در آخر ایوری فهمید که عامل وراثتی همان DNA می‌باشد، ولی بررسی ساختار DNA و عوامل موجود در آن در اثر تحقیقات بعد از آن‌ها شکل گرفت.

نوکلئیک‌اسیدها، پلیمر (بسپاره) هستند و از مونومر یا واحدهای تکرار شونده‌ای به نام **نوکلئوتید** به وجود آمده‌اند. هر نوکلئوتید از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

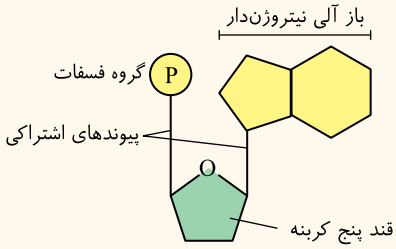




اجزای نوکلئوتیدها:
- ۱) قند پنتوز (پنج کربنه) ← ریبوز (در RNA) یا دئوکسی‌ریبوز (در DNA) می‌باشد.
- ۲) ۱ یا ۲ یا ۳ گروه فسفات که پیوند بین فسفات‌ها پرانرژی است.
- ۳) باز آلی نیتروژن‌دار:
  - تک‌حلقه‌ای = پیریمیدین (CUT)
  - دوحلقه‌ای = پورین G و A

نکته: باز آلی تیمین، فقط در DNA و باز آلی یوراسیل فقط در RNA وجود دارد، ولی سه باز آلی سیتوزین، گوانین و آدنین در DNA و RNA به‌طور مشترک وجود دارد.

نکته: بازهای آلی پورینی با حلقهٔ کوچک‌تر خود به کربن شمارهٔ ۱ قند وصل می‌شوند.



نکته: ریبوز در **کربنِ شمارهٔ ۲**، یک اتمِ اکسیژن بیشتر از دئوکسی‌ریبوز دارد.

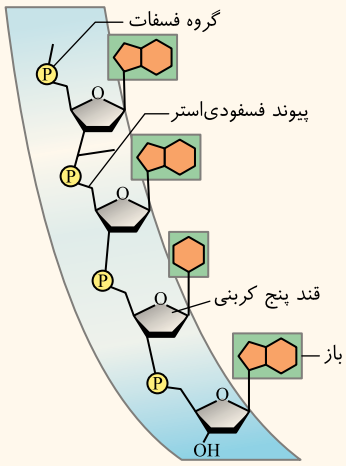
نکته: بدون در نظر گرفتن فسفات‌ها، ۸ نوع نوکلئوتید و با در نظر گرفتن فسفات‌ها ۲۴ نوع نوکلئوتید در طبیعت وجود دارد. چون نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه فسفات می‌توانند با یکدیگر متفاوت باشند.

باز آلی + نوع قند = ۸ نوع

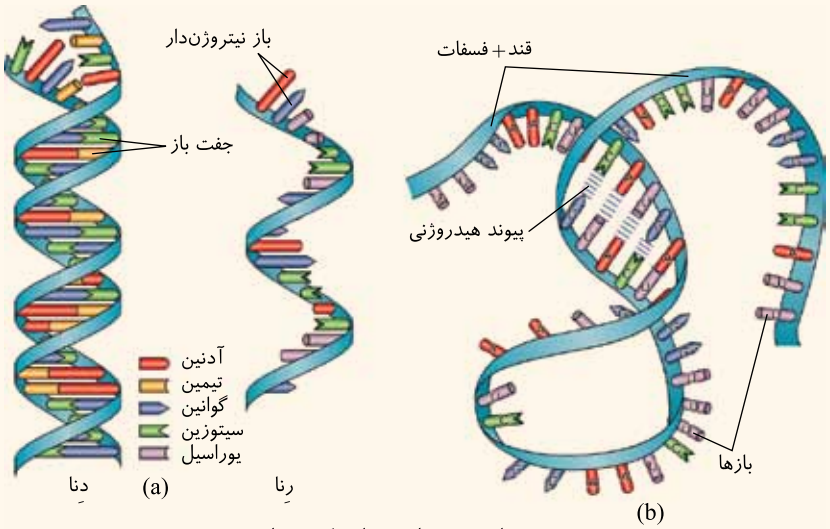
- تیمین ← فقط دئوکسی‌ریبوز
- یوراسیل ← فقط ریبوز
- سیتوزین ← ریبوز / دئوکسی‌ریبوز
- گوانین ← ریبوز / دئوکسی‌ریبوز
- آدنین ← ریبوز / دئوکسی‌ریبوز

هرکدام از این ۸ نوع می‌توانند یک یا دو یا سه گروه فسفات داشته باشند که کلاً ۲۴ نوع نوکلئوتید می‌شوند.

نکته: نوکلئوتیدها به صورت آزاد، سه فسفاته هستند ولی **هنگام برقراری پیوند** با یکدیگر، دو گروه از سه گروه فسفات خود را از دست می‌دهند **و فقط با یک گروه فسفات خود به قند نوکلئوتید مجاور خود متصل می‌شوند.** اتصال فسفات - قند از نوع پیوند اشتراکی (کووالانسی) به نام فسفودی‌استری می‌باشد. به همین ترتیب نوکلئوتید بعدی قرار می‌گیرد تا یک رشتهٔ **خطی** ایجاد شود. **دو انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید مثل هم نیست،** در یک انتها فسفات و در انتهای دیگر گروه OH یا هیدروکسیل وجود دارد. پس می‌گوییم رشتهٔ **پلی‌نوکلئوتید خطی**، قطبیت و دو سر آزاد دارد ولی در حالت حلقوی که در باکتری، میتوکندری و کلروپلاست دیده می‌شود، فسفات و OH آزاد در دو سر مولکول DNA و رشته‌های آن دیده نمی‌شود.



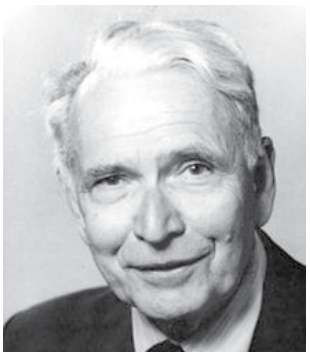
«تشکیل رشتهٔ نوکلئیک‌اسید»



«دنای دورشته‌ای و رنای تک‌رشته‌ای»

نکته: تا قبل از مطالعات چارگاف، اطلاعات دربارهٔ DNA، **عمدتاً به اجزای تشکیل دهندهٔ** آن محدود می‌شد و دربارهٔ **ساختار سه‌بعدی (فضایی)** این مولکول اطلاع چندانی در دسترس نبود. چارگاف و دانشمندان بعدی توانستند ساختار سه‌بعدی DNA را مشخص کنند. در ابتدا و قبل از این بررسی‌ها، تصور بر این بود که چهار نوع نوکلئوتید موجود در DNA هر جانداری، به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند و نسبت چهار نوع باز آلی آن‌ها یکسان می‌باشد. با بررسی‌هایی که در ادامه می‌خوانیم، این تصور از بین رفت.

مطالعات چارگاف



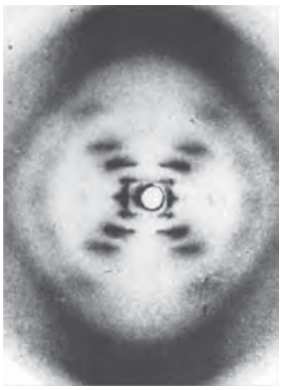
چــارگاف در ســال ۱۹۵۰ با اندازه‌گیری بازهای آلــی مختلف در DNA جانــداران مختلف، فهمید که در مولکــول DNA ، بازهــای آلی به صورتی قرار گرفته‌اند که تعداد آدنیــن با تیمین و تعداد گوانین با سیتوزین برابر است.

$$\begin{cases} A=T \\ G=C \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{پیریمیدین} = \text{پورین} = \dfrac{\text{تعداد نوکلئوتید DNA}}{۲} \\ \dfrac{A}{T}=\dfrac{G}{C}=\dfrac{A+C}{T+G}=\dfrac{A\times G}{T\times C}=۱ \end{cases} \Rightarrow \text{مولکول DNA نوکلئوتید } N=۲A+۲G$$

نکتهٔ مهم: در **یک مولکول** RNA یا DNA تک‌رشته‌ای هیچ رابطه‌ای بین بازها وجود **ندارد**.

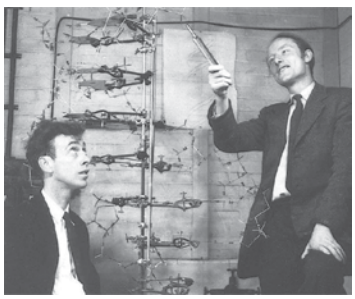
آزمایش ویلکینز و فرانکلین (تاباندن اشعهٔ ایکس)

آن‌ها با تاباندن پرتو ایکس به‌طور مستقیم به مولکول (بلور) DNA، تصاویری به دست آوردند و با بررسی این تصاویر نتایجی در مورد **ساختار DNA** پیدا کردند. این نتایج شــامل این بود که گفتند، DNA حالت **مارپیچی** دارد و حاوی **بیش از یک** رشــته می‌باشد. البته با این روش، **ابعاد مولکول** DNA را نیز تشخیص دادند.



مدل واتسون و کریک (مدل مولکولی DNA)

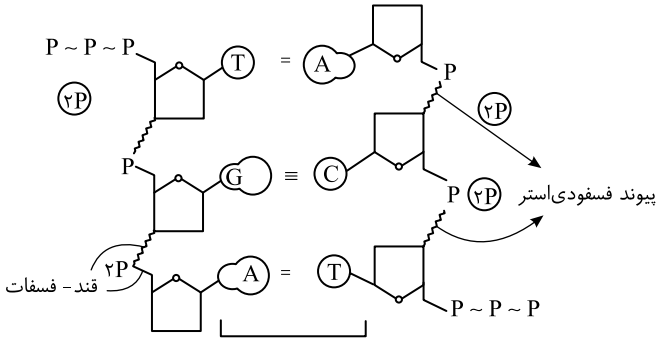
آن‌ها با استفاده از **نتایج چارگاف**، مطالعات حاصل از تصاویر تهیه شده با اشعهٔ ایکس (فرانکلین و ویلکینــز) و اطلاعاتی که **خود از یاخته‌ها** داشــتند، مــدل **مولکولی نردبــان** مارپیچ دوگانه (دو رشــته) را پیشنهاد دادند و در سال ۱۹۶۲ جایزهٔ نوبل گرفتند. نتایج حاصل از تحقیقات آن‌ها با پژوهش‌های امروزی نیز مورد تأیید می‌باشد.



«واتسون و کریک و مدل پیشنهادی آن‌ها برای دنا»

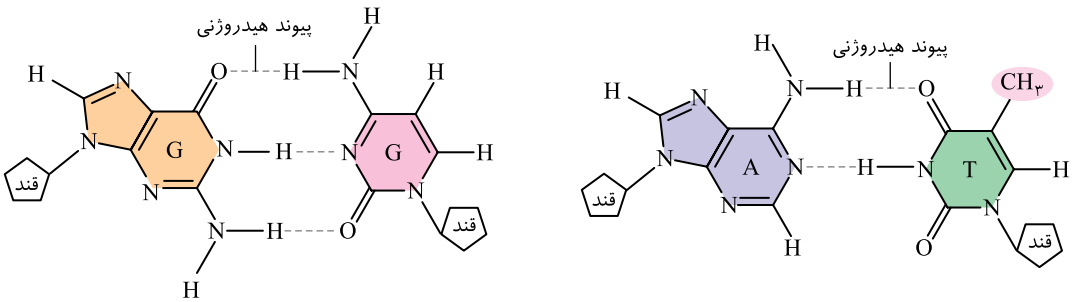
نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

DNA مانند نردبانی مارپیچی اســت که از دو رشــتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی ایجاد شده است. این دو رشته **مکمل و ناهمسو** می‌باشند و حول یک محور **فرضی طولی** پیچیده‌اند. به این مدل، مارپیچ دو رشته‌ای (دوگانه) نیز می‌گویند، که در هر ستون یا رشتهٔ این نردبان، قند و فسفاتِ نوکلئوتیدها با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل‌اند و پله‌های آن، بازهای آلی نیتروژن‌دار هستند که با پیوند هیدروژنی به هم متصل‌اند (بین A و T دو پیوند هیدروژنی و بین C و G سه پیوند هیدروژنی است).



$$\begin{cases} \text{هیدروژنی } H = 2A + 3G \\ \text{نوکلئوتید } N = 2A + 2G \end{cases} \Rightarrow \boxed{H - N = G = C}$$

۱ ~	۲ ~	۳ ~	۵
پله	نوکلئوتید	(حلقهٔ نیتروژنی)	(حلقهٔ آلی)



«مدل مارپیچ دورشته‌ای دنا»

نکاتی در مورد پیوندهای مولکولی DNA

* اگر چه طرح سؤال مسأله‌ای از این فصل مجاز نمی‌باشد ولی برای بیشتر بدانید شما، مقداری از نکات ریاضی موجود در نوکلئیک‌اسیدها را در اینجا قرار داده‌ام!!

تعداد رشتهٔ خطی − تعداد نوکلئوتید = پیوند فسفودی‌استر

تعداد رشتهٔ خطی − (تعداد نوکلئوتید) ×۲ = پیوند قند فسفات

	قطبیت	نوکلئوتید	پیوند قند باز	پیوند قند - فسفات	پیوند فسفودی‌استر
DNA **حلقوی**	ندارد	n	n	۲n	n
DNA **خطی (دورشته‌ای)**	هر رشته دارد	n	n	۲n−۲	n−۲
مولکول RNA **(یا هر رشتهٔ** DNA **خطی)**	دارد	n	n	۲n−۱	n−۱

نکات تکمیلی دربارهٔ مولکول DNA و آزمایش‌های مربوط به آن

۱) مکمل بودن بازهای آلی DNA، نتایج آزمایش‌های چارگاف را تأیید می‌کند. این قرارگیری بازها سبب **ثبات قطر** دو رشته DNA در سراسر مولکول می‌شود، چون همواره یک باز پورین دوحلقه‌ای روبه‌روی یک پیریمیدین تک‌حلقه‌ای قرار می‌گیرد. این ثبات قطر سبب **پایداری اطلاعات** شده و در **فشرده شدن** بهتر کروموزوم‌ها مؤثر است.

۲) در مولکول DNA، آدنین همواره روبه‌روی باز آلی تیمین و گوانین همواره روبه‌روی باز آلی سیتوزین قرار می‌گیرد.

۳) علت قرارگیری بازها روبه‌روی هم، **ساختار سه‌بعدی** آن‌هاست که آدنین با تیمین و گوانین با سیتوزین، **مکمل** هستند.

۴) پایدارترین حالت در اتصال بازهای مکمل هنگامی است که بین A و T دو پیوند هیدروژنی و بین C و G سه پیوند هیدروژنی وجود داشته باشد.

۵) جفت شدن بازهای مکمل، اصل چارگاف را توجیه می‌کند.

۶) اطلاعات وراثتی را **ترتیب و تعداد بازها** تشکیل می‌دهند و هیچ محدودیتی **در یک رشته** وجود ندارد.

۷) پیوند **هیدروژنی** به تنهایی انرژی **پیوند کمی** دارد. وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و پیوندهای هیدروژنی فراوان به مولکول DNA حالت **پایداری** می‌دهد ولی در موقع نیاز در همانندسازی یا رونویسی می‌توانند از هم جدا شوند.

۸) آدنین یک باز آلی است ولی آدنوزین مجموع قند پنتوز و باز آدنین است. تعداد کربن در آدنوزین، پنج تا بیشتر از آدنین است.

۹) هر نوکلئوتید دو بخش **آلی حلقوی** دارد: یکی قند پنتوز که یک حلقه ۵ ضلعی بدون نیتروژن است و یکی باز آلی که می‌تواند یک یا دو حلقه‌ای باشد و دارای نیتروژن است.

۱۰) در جانوران مختلف، مواد زائد نیتروژن‌دار آمونیاک، اوره یا اوریک‌اسید از تجزیه بازهای آلی و آمینواسیدها ایجاد می‌شود.

۱۱) تفاوت نوکلئوتیدهای **یک نوع** نوکلئیک‌اسید، **در نوع بازهای آلی** آن‌هاست ولی در بین **دو نوع** نوکلئیک‌اسید DNA و RNA ، تفاوت نوکلئوتیدها **در نوع قند** آن‌ها حتمی است ولی ممکن است نوع باز آلی آن‌ها نیز متفاوت باشد.

۱۲) تشکیل پیوند فسفودی‌استر که یک نوع پیوند اشتراکی (کووالانسی) است، مانند هر پیوند کووالانسی دیگر، با صرف انرژی همراه است. این عمل توسط آنزیم‌های DNA پلیمراز، RNA پلیمراز یا لیگاز صورت می‌گیرد. ولی شکستن آن انرژی‌زا بوده و توسط نوکلئازها مثل آنزیم محدودکننده صورت می‌گیرد (البته DNA پلیمراز در عمل ویرایش، فعالیت نوکلئازی هم دارد).

۱۳) DNA و RNA خطی، بار منفی دارند و در میدان الکتریکی (مثل الکتروفورز) به سمت قطب مثبت می‌روند.

۱۴) همهٔ انواع RNAها و DNA موجود در هسته یوکاریوت‌ها ساختار خطی دارند و دو سمت آن مولکول‌ها، متفاوت می‌باشند ولی در پروکاریوت، میتوکندری و کلروپلاست به صورت حلقوی بوده و دو سر آزاد ندارند.

۱۵) انرژی لازم برای **بیشتر** واکنش‌های زیستی از مولکول **ATP** که نوکلئوتیدی سه فسفاته با قند **ریبوز** است تأمین می‌شود.

۱۶) نوکلئوتید در ساختار ناقلین الکترون اندامک‌ها مثل NADH، $FADH_2$ و NADPH که در فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای نقش دارند نیز، وجود دارد.

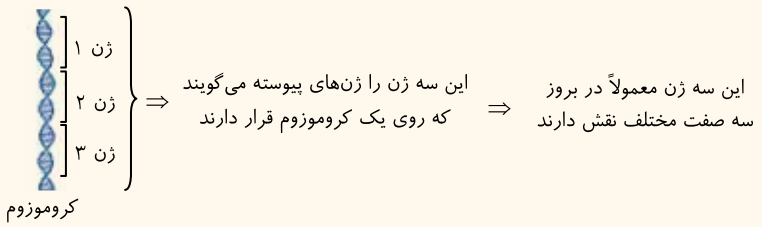
۱۷) در **یک رشتهٔ** DNA بین دو باز مجاور هیچ پیوندی وجود ندارد. برای تجزیهٔ یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید باید پیوند بین قند و فسفات را تجزیه کنیم. دو باز مکمل از دو رشته DNA روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی دارند که برای تشکیل یا تجزیه آن آب مصرف نمی‌شود.

۱۸) از اطلاعات DNA به‌طور **مستقیم** برای ساخت **RNA** و به‌طور **غیرمستقیم** برای ساخت **پروتئین** استفاده می‌شود، در حقیقت RNA و پروتئین دارای رمزهای وراثتی روی DNA هستند ولی قند و لیپید، رمزی روی DNA ندارند و آن‌ها با واسطه پروتئین‌های آنزیمی در بدن ساخته می‌شوند.

همانطور که متوجه شدید، اطلاعات وراثتی جانداران در DNA آن‌ها ذخیره شده است. از آنجایی‌که هر جاندار تعداد صفات و ویژگی‌های زیادی دارد، پس باید **هر قسمتی** از DNA ، سبب ایجاد یک ویژگی شود. **به هر بخشی از مولکول دو رشته‌ای DNA که دستورالعمل بروز صفات را در خود ذخیره کرده است یک ژن می‌گویند.** هر کروموزوم و DNA مرتبط با آن حاوی تعداد **بسیار زیادی ژن** می‌باشد. به ژن‌های قرار گرفته روی یک کروموزوم ژن‌های پیوسته می‌گویند که با هم به نسل بعد یاخته یا جاندار منتقل می‌شوند. در ادامه می‌بینید که هر ژن دستورالعمل ایجاد یک صفت را از طریق تولید **یک یا چند** پروتئین خاص انجام می‌دهد.

نکته: دقت کنید که ژن‌ها یا DNAهای یوکاریوتی درون هسته قرار دارند ولی پروتئین‌سازی درون ریبوزوم (رناتن) سیتوپلاسم صورت می‌گیرد. پس نیاز به یک مولکول میانجی بین آن‌ها وجود دارد که این مولکول همان RNA (رنا) می‌باشد. در این بخش فقط به انواع RNAهای یک یاخته می‌پردازیم و در فصل‌های بعد به چگونگی ساخت آن‌ها و فعالیت‌های بیشتر آن‌ها می‌پردازیم.

نکته: در برخی موارد چند ژن با هم سبب فعالیت و بروز یک صفت می‌شوند. (مثل رنگ چشم یا طول قد و...)



RNA (رنا) و انواع آن

همانطور که در صفحات قبل گفتیم، RNA مولکولی خطی است که معمولاً تک‌رشته‌ای و حاوی تعداد زیادی نوکلئوتید با پیوند فسفودی‌استری می‌باشد **که از روی بخشی از یک رشته مولکول DNA ساخته (رونویسی) می‌شود.** (فصل بعد کامل می‌خوانیم!!)

انواع RNA:

۱) mRNA (رنای پیک): این نوع RNA بعد از ساخته شدن از روی DNA، پیام پروتئین‌سازی را از DNA به ریبوزوم (رناتن) می‌برد. **در حقیقت پروتئین‌سازی به‌طور مستقیم از روی رمزهای موجود در mRNA ساخته می‌شود.**

۲) tRNA (رنای ناقل): این نوع RNA نیز پس از ساخته شدن از روی DNA وارد سیتوپلاسم شده تا آمینواسیدها را برای پروتئین‌سازی به ریبوزوم منتقل کند و در حقیقت وسیله‌ای برای حمالی یک نوع آمینواسید می‌باشد.

۳) rRNA (رنای ریبوزومی): این نوع RNA، ابتدا از روی DNA در هسته ساخته می‌شود و سپس در هستک‌ها به همراه پروتئین‌های ریبوزومی سبب ساخت **زیرواحدهای ریبوزومی** می‌شوند. در حقیقت این RNA در ساختار ریبوزوم‌ها نقش دارد و در آینده می‌خوانیم که **نقش آنزیمی** نیز دارد. یعنی نوعی آنزیم **غیرپروتئینی** می‌باشد که مستقیماً از روی DNA ساخته می‌شود.

نکته: علاوه بر نقش‌های ذکر شده، RNAها دارای نقش‌های **آنزیمی متعدد** می‌باشند و دخالت بر **تنظیم بیان ژن‌ها** را نیز بر عهده دارند.

نقش‌های مختلف نوکلئوتیدها

۱) شرکت در ساختار DNA با قند دئوکسی‌ریبوز
۲) شرکت در ساختار RNAها با قند ریبوز
۳) شرکت در ساختار ریبوزوم به صورت rRNA
۴) به صورت ATP انرژی رایج در یاخته هستند که طی تنفس یاخته‌ای و متابولیسم ایجاد می‌شوند و یاخته در فعالیت‌های مختلف خود از آن استفاده می‌کند.
۵) در فصل سوخت‌وساز (متابولیسم) می‌خوانیم که مولکول‌هایی مثل NADH، $FADH_2$ (در تنفس یاخته‌ای) و NADPH (در فتوسنتز) حاوی انواعی از نوکلئوتیدها هستند که برای انتقال الکترون کارایی دارند.

۱- چند مورد از عبارات زیر در مورد ویژگی‌های ژنتیکی یاخته‌ها صحیح می‌باشند؟

الف) شکل و اندازهٔ یاختهٔ هر جانداری، تحت کنترل ژن‌های هسته می‌باشد.

ب) دستورالعمل هر یاخته، با تقسیم یاخته، به یاختهٔ دیگر می‌رسد.

ج) دستورالعمل هدایت کنندهٔ اطلاعات هستهٔ هر یاختهٔ بدن انسان در DNA قرار دارد.

۱) ۲ مورد **۲)** ۱ مورد **۳)** صفر مورد **۴)** ۳ مورد

۲- در آزمایش اول گریفیت ..... آزمایش دوم .....

۱) همانند - شش‌های موش‌ها پر از باکتری شد.
۲) برخلاف - عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار، باعث مرگ موش‌ها شد.
۳) برخلاف - باکتری در مقابل سیستم ایمنی موش محافظت می‌شود.
۴) همانند - مشخص شد که پوشینه عامل سینه‌پهلو نیست.

۳- گریفیت برای اینکه مطمئن شود که پوشینه، عامل بیماری سینه‌پهلو می‌باشد، ..... را به موش زد.

۱) مخلوط دو نوع باکتری زنده
۲) عصارهٔ باکتری کشته شده پوشینه‌دار
۳) عصارهٔ باکتری فاقد پوشینه
۴) مخلوط عصارهٔ پوشینه‌دار و زنده فاقد پوشینه

۴- بعد از آزمایشی از گریفیت که مخلوط دو نوع باکتری را استفاده کرد، ..... آزمایشی که فقط عصارهٔ یک نوع باکتری را استفاده کرد، .....

۱) همانند - موش‌های مورد آزمایش از بین رفتند.
۲) برخلاف - در شش موش‌ها، باکتری دیده شد.
۳) همانند - در خون موش‌ها، باکتری دیده شد.
۴) برخلاف - اغلب موش‌ها از بین رفتند.

۵- کدام نتیجه‌گیری در مورد فعالیت‌های گریفیت صحیح می‌باشد؟

۱) در آزمایشی که فاقد باکتری زنده بود، مطابق انتظار او موش‌ها از بین نرفتند.
۲) بعد از آزمایش چهارم موفق به کشف واکسنی بر علیه سینه‌پهلو شد.
۳) از فعالیت‌های او مشخص شد که مادهٔ وراثتی می‌تواند بین یاخته‌ها منتقل شود.
۴) ماهیت مادهٔ وراثتی را برخلاف چگونگی انتقال آن بین یاخته بررسی کرد.

۶- ضمن تغییر شکل در استرپتوکوکوس نومونیای فاقد پوشینه کدام پدیده اتفاق می‌افتد؟

۱) انتقال پوشینه به باکتری بدون پوشینه
۲) انتقال مادهٔ ژنتیکی از باکتری کشته شده پوشینه‌دار به بدون پوشینه
۳) فعال شدن و بیان شدن برخی ژن‌های باکتری فاقد پوشینه توسط ژن‌های باکتری پوشینه‌دار
۴) انتقال آنزیم تولید پوشینه از عصارهٔ باکتری مرده به زنده

۷- در هر آزمایشی از گریفیت که باعث ایجاد سینه‌پهلو در موش شد، کدام ویژگی زیر وجود داشت؟

۱) یک نوع باکتری زنده به موش‌ها تزریق شد.
۲) تغییر شکل نوعی باکتری ایجاد شد.
۳) عصارهٔ نوعی باکتری سبب عفونت در شش موش‌ها شد.
۴) باکتری زندهٔ پوشینه‌دار وارد بدن موش شد.

۸- **چند مورد از موارد زیر عبارت را نادرست کامل می‌کند؟**
«گریفیت، پس از اضافه کردن مخلوط باکتری فاقد پوشینه و عصارهٔ پوشینه‌دار متوجه شد که .....»
الف) مادهٔ وراثتی می‌تواند بین یاخته‌ها منتقل شود.
ب) برخی باکتری‌های پوشینه‌دار فاقد فعالیت، فعال شده‌اند.
ج) برخی باکتری‌های بدون پوشینه، پوشینه‌دار شده‌اند.
د) پوشینه عامل بیماری سینه‌پهلو نیست.
۱) ۳ مورد **۲)** ۲ مورد **۳)** ۴ مورد **۴)** صفر مورد

۹- **چند مورد از عبارات زیر در مورد تغییر شکل باکتری‌های عامل سینه‌پهلو صحیح نمی‌باشد؟**
الف) پروتئین در ایجاد آن، نقشی ندارد.
ب) این عمل در شکل ظاهری باکتری تغییر ایجاد می‌کند.
ج) ابتدا فکر می‌کردند پروتئین عامل اصلی آن است.
د) درون بدن همهٔ موش‌های آزمایش چهارم گریفیت این عمل انجام شد.
۱) ۳ مورد **۲)** ۲ مورد **۳)** ۱ مورد **۴)** صفر مورد

۱۰- **ایوری در آزمایش خود ..... آزمایش گریفیت .....**
۱) همانند - عامل تغییر حالت باکتری را پیدا کرد.
۲) برخلاف - DNA یاخته را پیدا کرد.
۳) همانند - ماهیت مادهٔ ژنتیک را پیدا نکرد.
۴) برخلاف - از محلول آزمایش سوم گریفیت، پروتئین‌ها را جدا کرد.

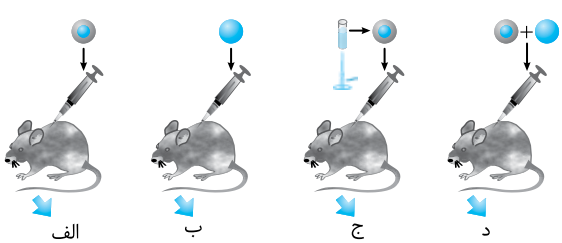
۱۱- **آنزیمی که می‌تواند تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه به عامل سینه‌پهلو را مختل کند، روی مواد درون کدام اندامک اثری ندارد؟**
۱) اندامک سازندهٔ زیرواحدهای ریبوزوم **۲)** اندامک ATPساز
۳) اندامک ذخیره کنندهٔ آب اضافی یاخته **۴)** اندامک O_2ساز دو غشایی

۱۲- **ایوری و همکارانش چگونه تشخیص دادند که DNA ، عامل پوشینه‌دار شدن باکتری‌های آزمایش چهارم گریفیت می‌باشد؟**
۱) هنگامی‌که از پروتئاز استفاده شد و تغییر شکل باکتری انجام نشد.
۲) هنگامی‌که از نوکلئاز استفاده شد و تغییر شکل باکتری انجام نشد.
۳) هنگامی‌که قبل از سانتریفیوژ، عصارهٔ بدون پروتئین سبب انتقال صفت شد.
۴) هنگامی‌که پس از سانتریفیوژ، فقط لایهٔ حاوی DNA سبب انتقال صفت شد.

۱۳- **با اضافه کردن کدام‌یک از مواد زیر، به محیط دارای باکتری فاقد پوشینه، تغییر شکل باکتری صورت نمی‌گیرد؟**
۱) مخلوط آزمایش چهارم گریفیت ولی بدون پروتئین‌ها
۲) محیط دارای عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار ولی فاقد نوکلئاز
۳) DNA باکتری پوشینه‌دار
۴) لایه‌ای که پس از سانتریفیوژ، فاقد نوکلئوتید بود.

۱۴- **ماده‌ای که اغلب دانشمندان زمان ایوری معتقد بودند که عامل تغییر شکل باکتری‌هاست، به‌طور معمول .....**
۱) توسط هر آنزیم بزاق انسان هیدرولیز می‌شود.
۲) اگر در بدن خیلی زیاد شود، می‌تواند سبب افزایش مواد رنگی خون شود.
۳) نوعی از آن می‌تواند سبب تخریب یاخته‌های رودهٔ انسان شود.
۴) در مولکول‌های کیلومیکرونی دیده نمی‌شود.

۱۵- **در آزمایش مقابل در مرحلهٔ .....**
۱) (الف) همانند مرحلهٔ (ب)، شش همهٔ موش‌ها پر از باکتری است.
۲) (الف) برخلاف مرحلهٔ (د)، شش همهٔ موش‌ها پر از باکتری است.
۳) (ب) برخلاف مرحلهٔ (د)، شش همهٔ موش‌ها فاقد باکتری بیماری‌زا است.
۴) (ج) به دلیل تغییر شکل باکتری‌ها، موش‌ها می‌میرند.



۱۶- کدام گزینه علت اصلی تغییر شکل باکتری‌ها در آزمایش چهارم گریفیت را بیان می‌کند؟

۱) عدم وجود آنزیم‌های تخریب کنندهٔ DNA
۲) وجود پوشینه در اطراف باکتری استرپتوکوکوس نومونیا
۳) ورود ژن سازندهٔ پوشینه باکتری‌ها به باکتری فاقد پوشینه
۴) نبود پوشینه در اطراف باکتری استرپتوکوکوس نومونیا

۱۷- اسیدی که باعث عمل تغییر شکل در باکتری عامل سینه‌پهلو شد، فاقد کدام دو مادهٔ زیر می‌باشد؟

۱) مونوساکارید و حلقهٔ ۶ ضلعی آلی
۲) قند ریبوز و پیوند بین بازها
۳) حلقهٔ آلی نیتروژن‌دار و غیرنیتروژن‌دار
۴) آمینواسید و ریبوز

۱۸- مخلوط تهیه شده در آزمایش ایوری، .....

۱) فاقد باکتری دارای فعالیت زیستی بود.
۲) بعد از اثر پروتئازها، توانست موجب تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه شود.
۳) در صورت تزریق به موش‌ها، موجب مرگ همگی آن‌ها می‌شود.
۴) پس از سانتریفیوژ، پروتئین‌های آن را جدا کرده بودند.

۱۹- کدام‌یک از موارد زیر نشان می‌دهد که باکتری‌های بدون پوشینه در آزمایش آخر گریفیت از نظر ژنتیکی تغییر کرده‌اند؟

الف) عدم مرگ موش‌ها در اثر تزریق باکتری‌های بدون پوشینه
ب) پیدایش باکتری‌های زنده پوشینه‌دار در دستگاه گردش خون و تنفس موش‌های مرده
ج) مرگ سایر موش‌ها در اثر تزریق باکتری‌های موجود در شش‌های موش‌های مرده به آن‌ها
د) عدم مرگ موش قبل از افزودن آنزیم‌های تخریب کنندهٔ DNA به عصاره

۱) (ب) و (ج)
۲) (الف) و (ب)
۳) (ج) و (د)
۴) (الف) و (ج)

۲۰- کدام‌یک از جملات زیر نادرست است؟

۱) کشف نوکلئیک‌اسیدها قبل از آزمایشات ایوری انجام شد.
۲) ایوری با جدا کردن پروتئین‌های عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار، پی به ماهیت مادهٔ وراثتی برد.
۳) اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی از کارهای گریفیت به دست آمد.
۴) محققین بعد از ایوری، در بیشتر ظروف مورد آزمایش خود تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه را مشاهده کردند.

۲۱- محققین پس از ایوری آنزیمی را به محیط کشت اضافه کردند که بسیاری از محققین عقیده داشتند پیش‌ماده آن، عامل تغییر شکل باکتری‌ها بوده است، انواعی از این آنزیم، می‌تواند .....

۱) در ساختار مادهٔ ژنتیکی وجود داشته باشد.
۲) به‌طور غیرفعال از خارج لولهٔ گوارش انسان وارد دوازدهه شود.
۳) در رودهٔ انسان به صورت غیرفعال تولید شود.
۴) در رودهٔ بزرگ سبب مرگ عامل سازنده ویتامین B شود.

۲۲- مواد به دست آمده در لایه‌های حاصل از سانتریفیوژ آزمایش ایوری، .....

۱) تحت تأثیر پروتئاز، نمی‌توانند سبب تغییر شکل باکتری‌ها شوند.
۲) در چند لایه سبب تغییر شکل نوعی باکتری می‌شوند.
۳) تحت تأثیر نوکلئاز، مانع ایجاد باکتری در مخلوط آزمایش چهارم گریفیت می‌شوند.
۴) فاقد مولکول‌های آلی نیتروژن‌دار بدون فسفر می‌باشند.

۲۳- در آزمایشات محققین پس از ایوری، برای فهمیدن اینکه پروتئین عامل تغییر شکل باکتری نیست، از چه ماده‌ای استفاده شد و نتیجهٔ آن چه بود؟

۱) سانتریفیوژ مخلوط بدون پروتئین - عدم ایجاد باکتری عامل سینه‌پهلو
۲) پروتئاز - ایجاد باکتری زندهٔ پوشینه‌دار
۳) سانتریفیوژ مخلوط بدون پروتئین - ایجاد باکتری زندهٔ پوشینه‌دار
۴) پروتئاز - عدم ایجاد باکتری عامل سینه‌پهلو

۲۴- گریفیت با ..... دریافت که پوشینه باکتری عامل مرگ موش‌ها نیست.

۱) تزریق عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دارِ کشته شده به موش‌ها
۲) تهیهٔ DNA خالص باکتری‌های پوشینه‌دار و افزودن آن به محیط کشت باکتری‌های بدون پوشینه
۳) تزریق باکتری‌های بدون پوشینه به موش‌ها
۴) تزریق مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دارِ کشته شده و بدون پوشینه زنده به موش‌ها

فصل اول

مولکول‌های اطلاعاتی

پاسخ‌های تشریحی

B **۱-گزینهٔ ۲** فقط مورد (ج) صحیح می‌باشد. در هسته یاخته‌های یوکاریوتی، اطلاعات ژنتیکی در DNA کروموزوم‌ها ذخیره شده‌اند.

دلیل نادرستی سایر عبارات:

الف) در **پروکاریوت‌ها** هسته وجود ندارد. ولی در **یوکاریوت‌ها**، ویژگی‌های هر یاخته، مانند شکل، اندازه و توانایی‌های آن‌ها تحت کنترل ژن‌های **هسته** می‌باشد.

ب) دستورالعمل یاخته‌ها یا با تقسیم شدن به یاخته‌های دختری می‌رسد و یا **با لقاح** به یاخته تخم (زیگوت) می‌رسد.

B **۲-گزینهٔ ۳** این سؤال مقایسه آزمایش **اول و دوم** گریفیت روی موش‌ها می‌باشد. در آزمایش اول، باکتری‌های پوشینه‌دار سبب بیماری سینه‌پهلو در موش‌ها شدند و موش‌ها مردند. در آزمایش شش‌ها یا خون موش‌ها، مشاهده شد که مقدار زیادی باکتری وجود دارد که از اثر دفاعی سیستم ایمنی موش در امان مانده‌اند، ولی در آزمایش دوم، سیستم ایمنی موش موفق شده بود، باکتری‌های فاقد پوشینه را از بین ببرد و بیماری سینه‌پهلو در موش‌ها ایجاد نشده بود (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینهٔ (۱)).

نکته: در آزمایش اول و دوم گریفیت از عصاره باکتری یا باکتری‌های کشته شده استفاده نشده بود. پس از این دو آزمایش، محققین گفتند که پوشینه یا پوشش باکتری سبب ایجاد سینه‌پهلو می‌شود (نادرستی گزینهٔ (۲) و (۴)).

A **۳-گزینهٔ ۲**

نکته: گریفیت پس از آزمایش دوم خود برای اینکه مطمئن شود که پوشینه باکتری عامل بیماری سینه‌پهلو بوده است، باکتری‌های زنده پوشینه‌دار را توسط حرارت کشت و عصاره آن را که حاوی پوشینه **نیز** بود، به موش‌ها تزریق کرد ولی مشاهده کرد که موش‌ها بیمار نشدند و پوشینه عامل بیماری نیست.

B **۴-گزینهٔ ۲**

نکته: این سؤال، مقایسهٔ بین قسمت اول در مورد آزمایش چهارم گریفیت و قسمت دوم در مورد آزمایش سوم می‌باشد که مرگ موش‌ها ایجاد شده‌اند. در آزمایش چهارم، باکتری‌های زنده فاقد پوشینه در حضور عصاره باکتری مرده پوشینه‌دار، به باکتری‌های پوشینه‌دار تبدیل شدند و مرگ **همه** موش‌ها را سبب شدند (نادرستی گزینهٔ (۴)). در شش‌های موش‌های مرده، مقدار زیادی باکتری بیماری‌زا دیده شد. ولی در آزمایش سوم، فقط عصاره باکتری کشته شده پوشینه‌دار را به موش‌ها زدند که باعث بیماری نشد چون **باکتری‌های فعالی** در بدن موش وجود نداشت.

B **۵-گزینهٔ ۳**

نکته: از نتایج بعد از چهار آزمایش گریفیت مشخص شد که **ماده وراثتی** می‌تواند بین یاخته‌ها، منتقل شود ولی **ماهیت ماده وراثتی** و **چگونگی انتقال آن** بین یاخته‌ها مشخص نشد (درستی گزینهٔ (۳) و نادرستی گزینهٔ (۴)). **(دقت کنید که این مورد نتایج محققین بعد از گریفیت بود نه خود گریفیت!!!)**

علت نادرستی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): آزمایش **سوم** گریفیت فاقد باکتری زنده بود. بعد از آزمایش اول و دوم، گریفیت انتظار داشت که عصاره باکتری کشته شده پوشینه‌دار باعث مرگ موش‌ها شود، ولی برخلاف انتظار وی همهٔ موش‌ها سالم ماندند. گریفیت از این آزمایش فهمید که پوشینه باکتری **به تنهایی**، عامل بیماری سینه‌پهلو نیست.

گزینهٔ (۲): گریفیت در ابتدا به دنبال کشف واکسنی بر علیه آنفلوانزا بود ولی در آزمایشات خود به سمت یافتن ماده وراثتی انتقالی بین یاخته رفت.

A **۶-گزینهٔ ۲**

نکته: از نتایج آزمایش چهارم گریفیت، محققین متوجه شدند که ماده وراثتی باقی‌مانده در **عصاره** باکتری پوشینه‌دار مرده سبب تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه زنده شد و آن را به باکتری زنده پوشینه‌دار تبدیل کرد.

نکته: **ژن‌های** باکتری پوشینه‌دار با ایجاد **آنزیم‌های** ویژه‌ای سبب تولید پوشینه در مخلوط آزمایش چهارم شد و باکتری پوشینه‌دار زنده ایجاد کرد. چون پوشینه از جنس قند است و روی ژن، رمزی ندارد ولی با واسطه آنزیم، ساخته می‌شود.

B **۷-گزینهٔ ۱** آزمایشات **اول و چهارم** گریفیت، باعث ایجاد بیماری سینه‌پهلو در موش‌ها شد. در آزمایش اول باکتری‌های **پوشینه‌دار زنده** را به موش زدند ولی تغییر شکل باکتری در آن دیده نشد (نادرستی گزینهٔ (۲)). در آزمایش چهارم **باکتری زنده فاقد پوشینه** را با عصاره باکتری مرده پوشینه‌دار مخلوط کردند و مانند آزمایش اول **یک نوع** باکتری زنده وجود داشت (درستی گزینهٔ (۱) و نادرستی گزینهٔ (۴)). دقت کنید که زدن عصاره نوعی باکتری به موش در آزمایش سوم و چهارم دیده شد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

C **۸-گزینهٔ ۱** موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

بررسی عبارات:

الف) نادرست است. از نتایج آزمایشات گریفیت، مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند بین یاخته‌ها منتقل شود ولی خود گریفیت به این مسئله در مورد ماده وراثتی پی نبرد.

ب) نادرست و (ج) درست است. در این آزمایش باکتری مرده به صورت فعال و زنده درنیامده است بلکه **برخی باکتری‌های فاقد پوشینه** در اثر تغییر شکل به صورت پوشینه‌دار درآمده‌اند.

د) نادرست است. از نتایج پس از آزمایش اول و دوم، گریفیت متوجه شد که پوشینه عامل بیماری نیست ولی سؤال در مورد نتایج بعد از آزمایش چهارم می‌باشد.

B **۹-گزینهٔ ۳** فقط مورد (الف) نادرست می‌باشد.

بررسی عبارات:

الف) نادرست است. وقتی انتقال ژن از باکتری فاقد پوشینه به پوشینه‌دار انجام شد، ابتدا با رونویسی و پروتئین‌سازی، آنزیم پوشینه‌ساز ایجاد شد و سپس این آنزیم (پروتئین) سبب ساخت پوشینه شد.

نکته: پوشینه هیدرات کربنی است و مستقیماً از روی ژن ساخته نمی‌شود ولی آنزیم خاصی در ساخت آن نقش دارد.

ب) درست است. در اثر تغییر شکل، باکتری فاقد پوشینه به پوشینه‌دار تبدیل می‌شود و **شکل ظاهری** یا **فنوتیپ** باکتری تغییر می‌کند.

ج) درست است. قبل از نتایج آزمایشات ایوری، بسیاری از دانشمندان معتقد بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.

د) درست است. در همهٔ موش‌های آزمایش چهارم تغییر شکل و ایجاد باکتری پوشینه‌دار صورت گرفت و به همین دلیل همهٔ موش‌ها مردند.

B **۱۰-گزینهٔ ۴** ایوری محققی بود که ماهیت ماده وراثتی و نقش آن در تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه به پوشینه‌دار را پیدا کرد. ایوری از محلول آزمایش سوم گریفیت که حاوی عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار مرده بود، پروتئین‌ها را جدا کرد و با اضافه کردن باقی‌مانده آن به باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه، متوجه شد که باز هم تغییر شکل باکتری صورت می‌گیرد و مطمئن شد که پروتئین عامل وراثتی نبوده است. قبل از این دو محقق، DNA توسط دانشمند دیگری به نام میشر و از یاخته یوکاریوتی کشف شده بود (نادرستی گزینهٔ (۱)، (۲) و (۳) و درستی گزینهٔ (۴)).

B **۱۱-گزینهٔ ۳**

نکته: در این سؤال دقت کنید که عامل تغییر شکل دهنده باکتری‌ها، DNA بود و عاملی که DNA را از بین می‌برد، همان آنزیم **نوکلئاز** می‌باشد. چون DNA درون هسته، میتوکندری و کلروپلاست وجود دارد، پس نوکلئاز روی این اندامک‌ها مؤثر می‌باشد. گزینهٔ (۳) عمل واکوئل را نشان می‌دهد که اندامکی فاقد DNA می‌باشد و نوکلئاز روی آن بی‌تأثیر است.

منظور از گزینهٔ (۱) همان هسته است که در هستک‌های آن زیرواحدهای ریبوزوم ساخته می‌شوند. گزینهٔ (۲) همان میتوکندری است که ATP می‌سازد و گزینهٔ (۴) کلروپلاست است که در فتوسنتز سبب تولید O_2 می‌شود.

B **۱۲-گزینهٔ ۴**

نکته: ایوری و همکارانش برای بررسی ماهیت ماده وراثتی از آنزیم‌های هیدرولاز استفاده نکردند.

ایستگاه ترتیب عمل آزمایش ایوری

۱) عصاره پوشینه‌دار کشته شده را تهیه کردند و همهٔ پروتئین‌های آن را جدا کردند و سپس باکتری‌های زنده فاقد پوشینه را به آن اضافه کردند.

۲) مخلوط حاصل سبب تغییر شکل باکتری شد و فهمیدند که پروتئین در عصاره، عامل تغییر شکل و مادهٔ وراثتی نبوده است.

۳) مخلوط باقی‌مانده فاقد پروتئین را با سرعت بالا، سانتریفیوژ کردند و مواد آن را لایه لایه جدا کردند.

۴) فقط لایه‌ای که حاوی DNA بود، سبب تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه به پوشینه‌دار شد (درستی گزینهٔ (۴)).

۵) فهمیدند DNA ماده وراثتی است نه پروتئین‌ها!!!

۶) ایوری و همکارانش در آزمایشات خود از آنزیم‌های تجزیه‌کننده مواد آلی استفاده نکردند.

B **۱۳-گزینهٔ ۴** دقت کنید که وقتی در محیط، باکتری زنده فاقد پوشینه وجود دارد، اضافه کردن DNA یا عصاره باکتری پوشینه‌دار می‌تواند سبب تغییر شکل باکتری‌های اولیه شده و باکتری‌های پوشینه‌دار زنده ایجاد شود. در گزینهٔ (۱)، (۲) و (۳) چون DNA باکتری پوشینه‌دار وجود دارد، پس این تغییر شکل صورت می‌گیرد ولی در گزینهٔ (۴) چون لایه اضافه شده فاقد نوکلئوتید است پس DNAای وجود ندارد و انتقال صفت نیز صورت نمی‌گیرد.

* در مورد گزینهٔ (۲) دقت کنید که ساخت باکتری پوشینه‌دار ادامه می‌یابد و انتقال صفت صورت می‌گیرد، چون آنزیم نوکلئاز هم وجود ندارد تا نوکلئیک‌اسیدها را از بین ببرد.

C **۱۴-گزینهٔ ۳** منظور سؤال **پروتئین‌ها** می‌باشند که اغلب محققین در زمان ایوری فکر می‌کردند عامل تغییر شکل باکتری‌ها هستند. دقت کنید که این سؤال ترکیبی با زیست دهم می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): نادرست است. آنزیم‌های بزاق، آمیلاز برای تجزیه نشاسته و لیزوزیم دفاعی هستند که دیوارهٔ باکتری‌ها را از بین می‌برند.

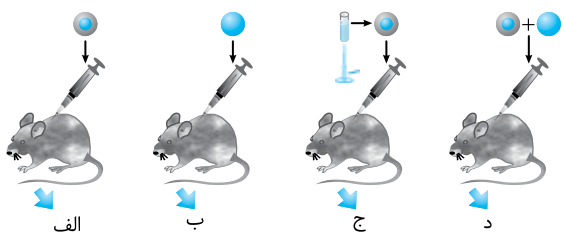
گزینهٔ (۲): نادرست است. **زیادی کلسترول** سبب ایجاد سنگ صفرا و انسداد مجاری صفراوی و بالا رفتن بیلی‌روبین رنگی خون می‌شود و ربطی به پروتئین‌ها ندارد.

گزینهٔ (۳): درست است. در بیماری **سلیاک**، نوعی **پروتئین** به نام **گلوتن** که در **گندم و جو** وجود دارد سبب تخریب یاخته‌های روده شده و ریزپرزها و حتی پرزهای روده را از بین برده و سطح جذب را کاهش می‌دهد.

گزینهٔ (۴): نادرست است. چون در کیلومیکرون‌ها علاوه بر مواد لیپیدی، مواد پروتئینی نیز مشاهده می‌شود.

توجه مهم: دوستان عزیز اخیراً در بسیاری از تست‌های کنکور دیده شده است که یک **مفهوم** را طراح مدنظر می‌گیرد (مانند پروتئین در سؤال قبل) و **در مورد آن توضیحی ارائه می‌دهد** و سپس سایر گزینه‌ها را به صورت ترکیبی از کتاب‌های دیگر طرح می‌کند. این روش را در تست‌های فصل‌های مختلف کتاب الگو زیاد مشاهده می‌کنید.

C **۱۵-گزینهٔ ۳** در این شکل مورد (الف)، باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار، آزمایش (ب) باکتری زندهٔ فاقد پوشینه، مورد (ج) عصاره باکتری‌های مرده پوشینه‌دار و مورد (د) مخلوط آزمایش چهارم گریفیت شامل باکتری‌های زنده پوشینه‌دار و مرده فاقد پوشینه به موش تزریق شده است. در آزمایش (الف) و (د) موش‌ها مردند و در خون و شش‌های آن‌ها باکتری‌های پوشینه‌دار زیادی دیده شد ولی در آزمایش‌های (ب) و (ج) بیماری سینه‌پهلو در موش‌ها ایجاد نشد و باکتری عامل سینه‌پهلو در بدن آن‌ها وجود نداشت.



نکته: تغییر شکل باکتری و پوشینه‌دار شدن آن‌ها فقط در مرحلهٔ (د) رخ داد (نادرستی گزینهٔ (۴)).