

کتاب‌های  
سه‌بعدی



درس‌نامه + پرسش‌های چهارگزینه‌ای + پاسخ‌های کاملاً تشریحی

# زیست‌شناسی ۳ (دوازدهم)

دکتر اشکان هاشمی

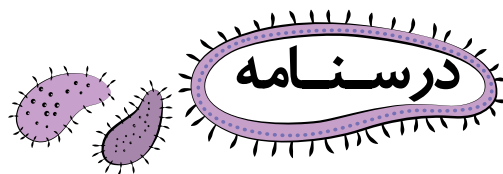


انتشارات  
انگه

شامل فصل‌های اول تا چهارم

## مولکول‌های اطلاعاتی

واژه بیگانه	واژه مصوب	واژه به انگلیسی
آنتی ژن	پادگن	Antigen
پروکاریوت	پیش‌هسته‌ای	Prokaryote
پلازمید	دیسک	Plasmid
ریبوزوم	رِئاتن	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)، ماده 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. همه 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 واسطه تولید پروتئین خاصی در بدن، توانایی ایجاد یک صفت را در جاندار دارد.

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



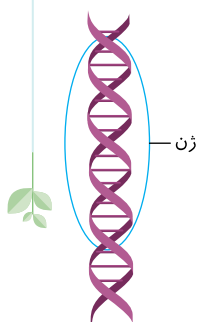
## یادآوری از علوم هشتم و نهم:

(۱) ژن، قسمتی از مولکول DNA است که دارای اطلاعات و دستورهای برای تعیین و ایجاد صفات ارثی همه جانداران می‌باشد. ژن‌ها از یاخته‌ای به یاخته 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 یک نوع جمعیت 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 صورتی که ژن و دستورالعمل DNA آن‌ها یکسان است.)

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



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 هر یک 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، ژن‌ها روی DNA کروموزوم‌ها 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.



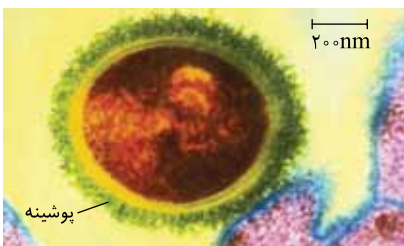
### بیشتر بدانید

#### 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 P) 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



«باکتری پوشینه‌دار»

فردریک گریفیت، باکتری‌شناس انگلیسی بود. او در ابتدا قصد داشت واکسنی برای پیشگیری از بیماری آنفلوآنزا تولید کند. می‌دانست که عامل این بیماری نوعی باکتری کروی با کلونی رشته‌ای به نام استرپتوکوکوس نومونیا می‌باشد که سبب بیماری سینه‌پهلو یا ذات‌الریه می‌شود. گریفیت می‌دانست 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.

### 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.

**نکته:** دستگاه ایمنی موش‌ها قادر به شناسایی و از بین بردن باکتری پوشینه‌دار عامل بیماری سینه‌پهلو نیست. به همین دلیل در خون و شش‌های موش‌های مرده، تعداد بسیار زیادی باکتری پوشینه‌دار زندهٔ استرپتوکوکوس نومونیا دیده شد.





### ● آزمایش دوم

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

**نکته:** دستگاه ایمنی موش می‌تواند باکتری‌های فاقد پوشینه را شناسایی کند و با ساخت پروتئین‌های دفاعی (پادتن‌ها) آن‌ها را از بین برده و مانع زیاد شدن آن‌ها شود.

**نتیجه‌گیری پس از دو آزمایش اول:** از آنجایی که در نگاه اول تفاوت دو نوع باکتری تزریق شده به موش، فقط پوشینه‌دار و فاقد پوشینه بودن آن‌ها بود، گرفتاری تا اینجا فکر کرد که پوشینه عامل بیماری سینه‌پهلو یا آنفلوانزا در موش‌ها می‌باشد.

### ● آزمایش سوم

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

**نتیجه‌گیری سوم:** گرفتاری به این نتیجه رسید که پوشینه به تنهایی و یا همراه باکتری مرده، قادر به ایجاد علائم بیماری سینه‌پهلو و مرگ جاندار نمی‌باشد.

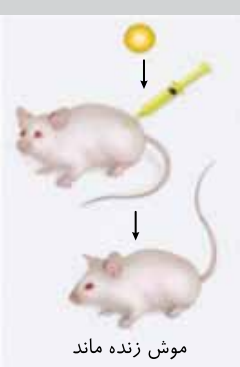
### ● آزمایش چهارم

در این آزمایش، گرفتاری دو ماده‌ای که هر یک به تنهایی سبب مرگ موش نمی‌شدند یعنی باکتری‌های زنده فاقد پوشینه و باکتری‌های مرده پوشینه‌دار را با هم مخلوط کرد و مجموعه آن‌ها را به موش‌ها تزریق کرد. در کمال تعجب! مشاهده کرد که موش‌ها در اثر سینه‌پهلو مردند. وقتی خون و شش‌های این موش‌ها مرده را آزمایش کرد تعجبش بیشتر شد، چون مقدار زیادی باکتری زنده پوشینه‌دار در بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده مشاهده کرد.

**نتیجه‌گیری چهارم:** گرفتاری در سال ۱۹۲۸ نتیجه گرفت که با باکتری‌های کشته شده پس از مدتی زنده شده‌اند! (که فقط در عالم جوک امکان دارد) و یا تعدادی از باکتری‌های فاقد پوشینه زنده در اثر تغییر شکل به باکتری‌های زنده پوشینه‌دار تبدیل شده‌اند. وی به این فکر افتاد که حتماً ماده‌ی زیستی که به حرارت مقاوم‌تر بوده است ویژگی خود را حفظ کرده است و در مخلوط آزمایش چهارم سبب تغییر شکل تعدادی از باکتری‌های زنده فاقد پوشینه به زنده پوشینه‌دار شده‌اند. گرفتاری 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.

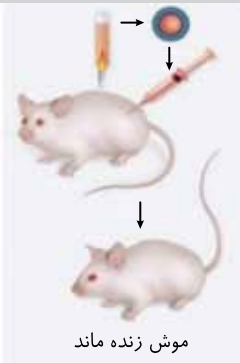


۲- باکتری‌های زنده فاقد پوشینه



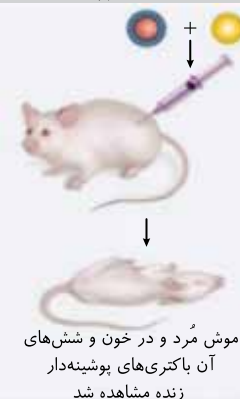
موش زنده ماند

۳- باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما



موش زنده ماند

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



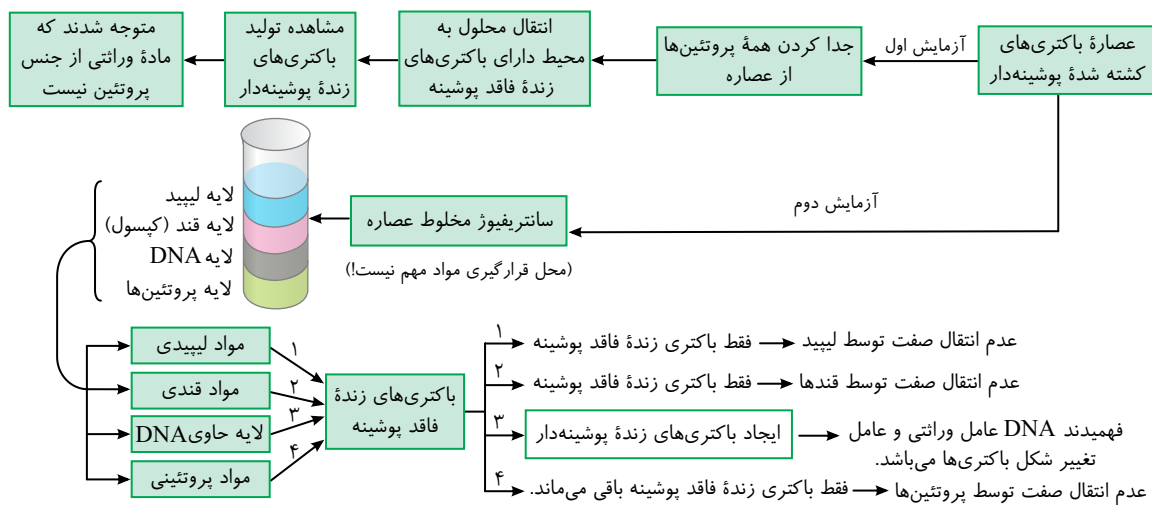
موش مُرد و در خون و شش‌های آن باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده شد

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

### آزمایش‌های ایوری و همکارانش

ایوری و همکارانش، محققینی بودند که ابتدا از آزمایش سوم گرفتاری، یعنی از عصاره استخراج شده از باکتری‌های کشته شده پوشینه‌دار استفاده کردند و همه پروتئین‌های آن را تخریب کردند. (چون سایر محققین معتقد بودند که پروتئین، عامل تغییر شکل باکتری زنده فاقد پوشینه به زنده پوشینه‌دار شده است). آن‌ها دوباره محلول حاوی عصاره بدون پروتئین را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و مشاهده کردند که تولید باکتری زنده پوشینه‌دار و انتقال صفت انجام شد و نتیجه گرفتند که پروتئین‌ها، ماده وراثتی نیستند. آن‌ها سپس در آزمایش دیگری، مخلوط عصاره مورد نظر را در یک دستگاه سانتریفیوژ (گریزانه) با سرعت بالا قرار دادند تا مولکول‌های مختلف در سطوح و لایه‌های مختلف از هم جدا شوند.

در ادامه، هر لایه که حاوی یک نوع مولکول بود را به باکتری‌های زنده فاقد پوشینه اضافه کردند و مشاهده کردند که فقط هنگامی که لایه حاوی DNA (دنا) را اضافه کردند، صفت جدید در باکتری‌ها ایجاد شد و آن‌ها پوشینه‌دار شدند. در زیر روند آن را مشاهده می‌کنید:



### نتیجه آزمایش‌های ایوری

آن‌ها فهمیدند که DNA همان ماده 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.

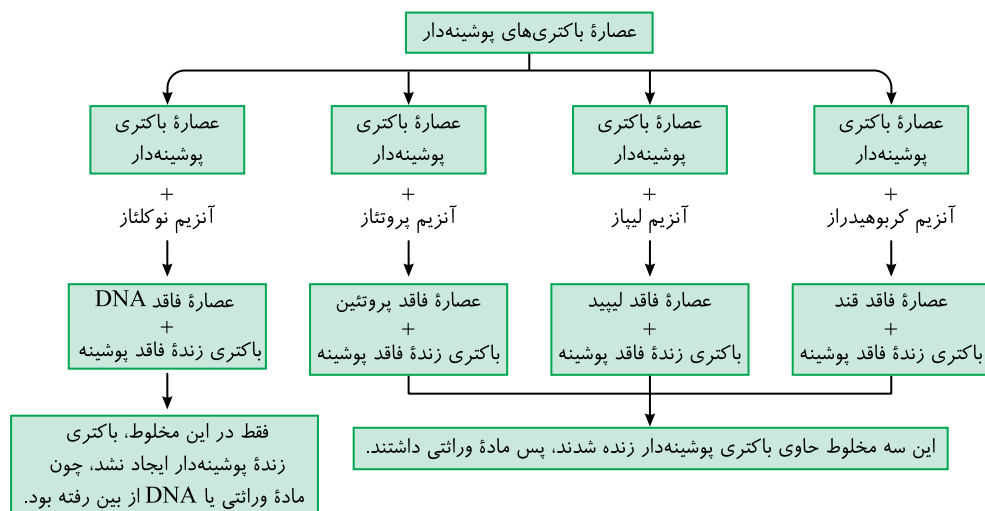
### ادامه تحقیقات پس از نتایج ایوری

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

### آزمایش دیگری از ایوری پس از عدم قبول DNA به عنوان عامل وراثتی

ایوری و همکارانش برای ثابت کردن ادعای خود روش دیگری را به کار گرفتند و از آنزیم‌های هیدرولیزکننده انواع مواد آلی استفاده کردند. بدین صورت که ابتدا عصاره 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 هر کدام یک نوع آنزیم هیدرولاز برای از بین بردن یک نوع ماده آلی اضافه کردند. سپس به عصاره حاصله باکتری‌های زنده 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 آخرین آزمایشات ایوری و همکارانش

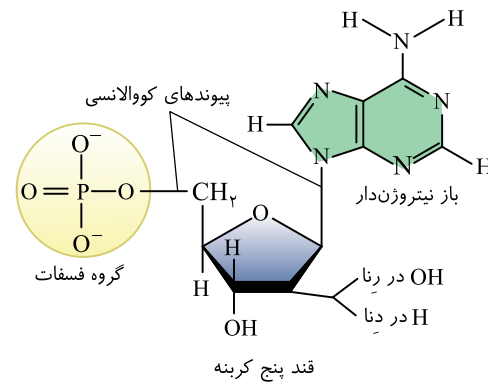
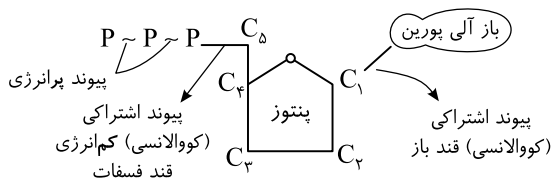


**نکته:** دقت کنید که میسر قبل از گرفتگی پی به وجود DNA برد و ماهیت شیمیایی اسیدی آن را پیدا کرد. سپس گرفتگی متوجه شد که عامل وراثتی سبب تغییر شکل یافته می‌شود. در آخر ایوری فهمید که عامل وراثتی همان DNA می‌باشد، ولی بررسی ساختار DNA و عوامل موجود در آن در اثر تحقیقات بعد از آن‌ها شکل گرفت.

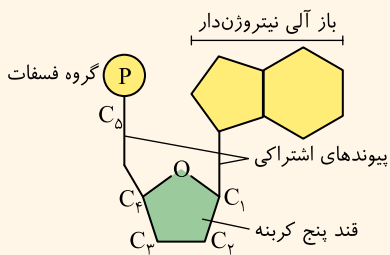


نوکلئیک‌اسیدها، پلیمر (بسپاره) هستند و از مونومر یا واحدهای تکرار شونده‌ای به نام نوکلئوتید به وجود آمده‌اند. هر نوکلئوتید از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

- ۱) قند پنتوز (پنج کربنه) ← ریبوز (در RNA) یا دئوکسی‌ریبوز (در DNA) می‌باشد.
- ۲) یک یا دو یا سه گروه فسفات دارند که پیوند بین فسفات‌ها پراثرزی است.
- ۳) باز آلی نیتروژن‌دار = تک‌حلقه‌ای = پیریمیدین (CUT) دو حلقه‌ای = پورین A و G



**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 حلقه کوچک‌تر خود به کربن شماره ۱ قند وصل می‌شوند.

**نکته:** ریبوز در کربن شماره ۲، یک اتم 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.

$$\text{نوع } ۸ = \text{نوع قند} + \text{باز آلی}$$

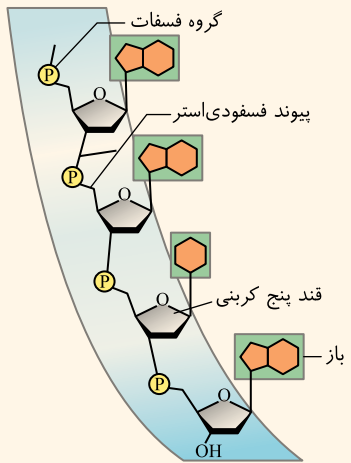
- تیمین ← فقط دئوکسی‌ریبوز
- یوراسیل ← فقط ریبوز
- ریبوز ← سیتوزین
- دئوکسی‌ریبوز ← دئوکسی‌ریبوز
- ریبوز ← گوانین
- دئوکسی‌ریبوز ← دئوکسی‌ریبوز
- ریبوز ← آدنین
- دئوکسی‌ریبوز ← دئوکسی‌ریبوز

هر کدام 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 فسفات 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 رشته خطی ایجاد شود. دو انتهای رشته پلی‌نوکلئوتید مثل هم نیست، در یک انتها فسفات و در انتهای دیگر گروه OH یا هیدروکسیل وجود دارد. پس می‌گوییم رشته پلی‌نوکلئوتید خطی، قطبیت و دو سر آزاد دارد ولی در حالت حلقوی که در باکتری، راکیزه و سبزدیسه‌ها دیده می‌شود، فسفات و OH آزاد در دو سر مولکول DNA و رشته‌های آن دیده نمی‌شود.



**نکته مهم:** در یک نوکلئوتید، بین قند و فسفات آن، یک پیوند فسفواستر یا قند فسفات وجود دارد که به صورت  $(-P-O-)$  نشان داده می‌شود. دقت کنید که پیوند فسفودی‌استر بین دو نوکلئوتید مجاور ایجاد می‌شود که در حقیقت یک پیوند بین  $-OH$  آزاد نوکلئوتید اول با فسفات آزاد نوکلئوتید بعدی زده می‌شود. پیوند فسفودی‌استر را به صورت  $(-O-P-O-)$  نشان می‌دهند که فسفات آن با دو اکسیژن در اطراف پیوند دارد ولی برای تشکیل پیوند فسفودی‌استر فقط یک پیوند جدید تشکیل می‌شود.



«بخشی از رشته نوکلئیک‌اسید»

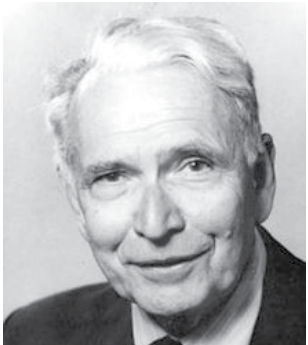


«دنا و دورشته‌ای و رنا تک‌رشته‌ای»



**نکته:** تا قبل از مطالعات چارگاف، اطلاعات درباره DNA عمدتاً به اجزای تشکیل دهنده آن محدود می‌شد و درباره 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 جاندار، 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



چارگاف در سال ۱۹۵۰ با اندازه‌گیری بازهای آلی مختلف در DNA جانداران مختلف، فهمید که در مولکول DNA، بازهای آلی به صورتی قرار گرفته‌اند که تعداد آدنین با تیمین و تعداد گوانین با سیتوزین برابر است. پس می‌توان روابط زیر را در مورد یک مولکول دورشته‌ای DNA به دست آورد.

$$A = T \Rightarrow \begin{cases} \text{تعداد نوکلئوتید DNA} \\ \text{تعداد پیریمیدین} = \text{تعداد پورین} \\ \frac{A}{T} = \frac{G}{C} = \frac{A+C}{T+G} = \frac{A \times G}{T \times C} = 1 \end{cases} \Rightarrow N = 2A + 2G$$

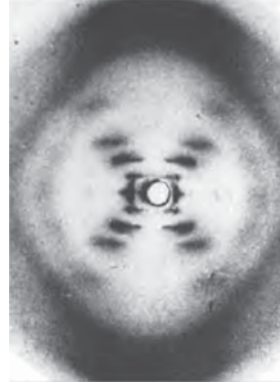
**نکته مهم:** در یک مولکول RNA یا DNA تک‌رشته‌ای هیچ رابطه ریاضی بین بازها وجود ندارد. چون در یک رشته، هیچ محدودیتی در قرارگیری بازهای آلی وجود ندارد.

**نکته مهم:** تحقیقات دانشمندان پس از چارگاف، سبب شد که دلیل برابری A و T یا C و G در مولکول دنا مشخص شود. به عبارتی چارگاف فقط با بررسی مقدار بازها به نتیجه فوق رسیده بود.



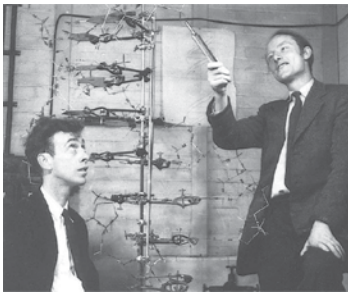
آزمایش ویلکینز و فرانکلین (تاباندن اشعه ایکس)

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



مدل واتسون و کریک (مدل مولکولی DNA)

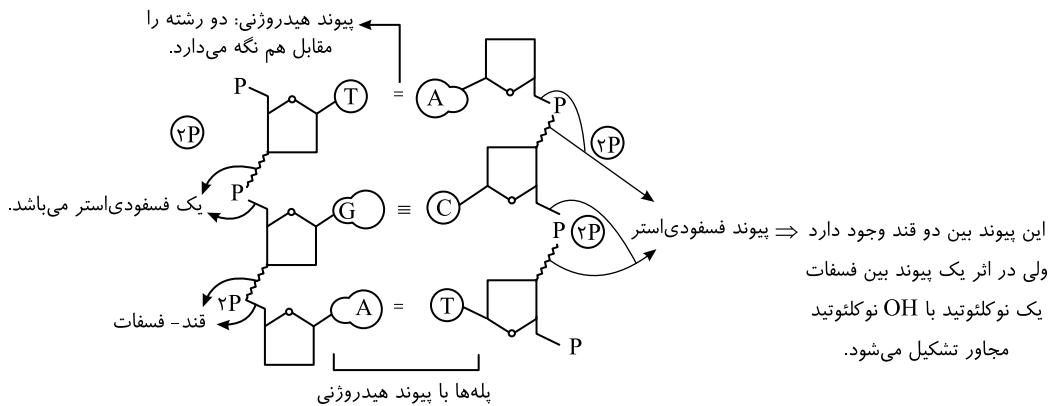
آن‌ها با استفاده از نتایج چارگاف، مطالعات حاصل از تصاویر تهیه شده با اشعه ایکس (فرانکلین و ویلکینز) و اطلاعاتی که از یافته‌های خود داشتند، مدل مولکولی نردبان مارپیچ دوگانه (دو رشته) را پیشنهاد دادند و در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل گرفتند. نتایج حاصل از تحقیقات آن‌ها با پژوهش‌های امروزی نیز مورد تأیید می‌باشد.



«واتسون و کریک و مدل پیشنهادی آن‌ها برای دنا»

● نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

DNA مانند نردبانی مارپیچی است که از دو رشته 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 رشته این نردبان، قند و فسفات 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).

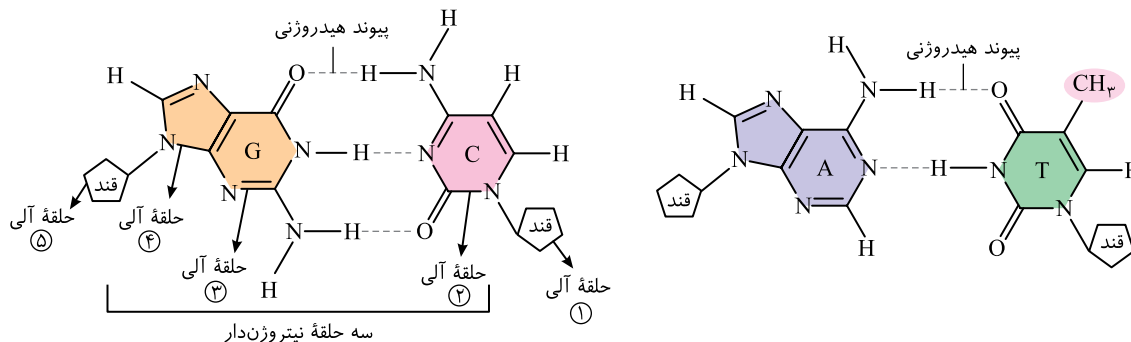


$$\begin{cases} H = 2A + 3G \\ N = 2A + 2G \end{cases} \Rightarrow \boxed{H - N = G = C}$$



**نکته:** هر پله در دو طرف خود، دو نوکلئوتید دارد که بین آنها سه حلقه نیتروژن دار از بازهای آلی مکمل وجود دارد. اگر حلقه های پنتوزی هر نوکلئوتید را نیز حساب کنیم، در دو سمت هر پله، مجموعاً ۵ حلقه آلی وجود دارد.

۱ ~ ۲ ~ ۳ ~ ۴ ~ ۵  
(حلقه آلی) (حلقه نیتروژنی) نوکلئوتید پله



### نکاتی در مورد پیوندهای مولکولی DNA

\* اگر چه طرح سؤال مسئله ای از این فصل مجاز نمی باشد ولی برای بیشتر بدانید شما، مقداری از نکات ریاضی موجود در نوکلئیک اسیدها را در اینجا قرار داده ام!!

تعداد رشته خطی - تعداد نوکلئوتید = تعداد پیوند فسفودی استر  
تعداد رشته خطی - (تعداد نوکلئوتید) × ۲ = تعداد پیوند قند فسفات

تعداد پیوند فسفودی استر	پیوند قند - فسفات	پیوند قند باز	نوکلئوتید	قطبیت	
n	۲n	n	n	ندارد	DNA حلقوی
n-۲	۲n-۲	n	n	هر رشته دارد	DNA خطی (دورشته ای)
n-۱	۲n-۱	n	n	دارد	مولکول RNA (یا هر رشته DNA خطی)

### نکات تکمیلی درباره مولکول DNA و آزمایش های مربوط به آن

- مکمل بودن بازهای آلی DNA، نتایج آزمایش های چارگاف را تأیید می کند. این قرارگیری بازها سبب ثبات قطر دو رشته DNA در سراسر مولکول می شود، چون همواره یک باز پورین دوحلقه ای روبه روی یک پیریمیدین تک حلقه ای قرار می گیرد. این ثبات قطر سبب پایداری اطلاعات شده و در فشرده شدن بهتر فام تن ها مؤثر است.
- در مولکول DNA، آدنین همواره روبه روی باز آلی تیمین و گوانین همواره روبه روی باز آلی سیتوزین قرار می گیرد.
- علت قرارگیری بازها روبه روی هم، ساختار سه بعدی آنهاست که آدنین با تیمین و گوانین با سیتوزین، مکمل هستند.
- 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.
- جفت شدن بازهای مکمل، اصل چارگاف را توجیه می کند.
- اطلاعات وراثتی را ترتیب و تعداد بازهای آلی تشکیل می دهند که هیچ محدودیتی در یک رشته وجود ندارد.
- پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد. وجود هزاران یا میلیون ها نوکلئوتید و پیوندهای هیدروژنی فراوان به مولکول DNA حالت پایداری می دهد ولی در موقع نیاز در همانندسازی یا رونویسی می توانند از هم جدا شوند.
- آدنین یک باز آلی است ولی آدنوزین مجموع قند پنتوز و باز آدنین است. تعداد کربن در آدنوزین، پنج تا بیشتر از آدنین است.
- هر نوکلئوتید دو بخش آلی حلقوی دارد: یکی قند پنتوز که یک حلقه ۵ ضلعی بدون نیتروژن است و یکی باز آلی که می تواند یک یا دو حلقه ای باشد و دارای نیتروژن است.
- در جانوران مختلف، مواد زائد نیتروژن دار آمونیاک، اوره یا اوریک اسید از تجزیه بازهای آلی و آمینواسیدها ایجاد می شود.
- تفاوت نوکلئوتیدهای یک نوع نوکلئیک اسید، در نوع بازهای آلی آنهاست ولی در بین دو نوع نوکلئیک اسید 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 برش‌دهنده (فصل ۷) صورت می‌گیرد (البته DNA پلیمراز در عمل ویرایش، فعالیت نوکلئازی هم دارد که در ادامه این فصل بررسی می‌کنیم).

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

۱۴) همه انواع RNAها و DNA موجود در هسته یوکاریوت‌ها ساختار خطی دارند و دو سمت آن مولکول‌ها، متفاوت می‌باشند ولی DNA در پروکاریوت، راکیزه‌ها و سبزیسه‌ها به صورت حلقوی بوده و دو سر آزاد ندارد.

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

۱۶) نوکلئوتید در ساختار ناقلین الکترون اندامک‌ها مثل NADH، FADH<sub>۲</sub> و NADPH که در فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای نقش دارند نیز، وجود دارد. این عوامل را در فصل ۵ و ۶ زیست دوازدهم بررسی خواهیم کرد.

۱۷) در یک رشته DNA بین دو باز آلی مجاور هیچ پیوندی وجود ندارد. برای تجزیه یک رشته 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.

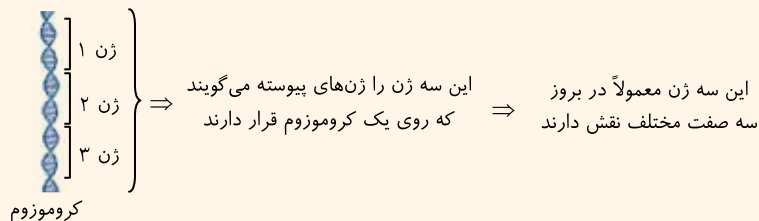
۱۸) از اطلاعات DNA به‌طور مستقیم برای ساخت RNA و به‌طور غیرمستقیم برای ساخت پروتئین استفاده می‌شود. در حقیقت RNA و پروتئین دارای رمزهای وراثتی روی DNA هستند ولی قندها و لیپیدها، رمزی روی DNA ندارند و آن‌ها با واسطه پروتئین‌های آنزیمی در بدن ساخته می‌شوند.

۱۹) در ساخت دنا و رنا با اینکه در قسمت‌هایی از دنا، پیوند هیدروژنی شکسته می‌شود ولی پایداری مولکول دنا اولیه از بین نمی‌رود و این مولکول وظایف خود را در قسمت‌های مختلف انجام می‌دهد.



همانطور که متوجه شدید، اطلاعات وراثتی جانداران در DNA آن‌ها ذخیره شده است. از آنجایی که هر جاندار تعداد صفات و ویژگی‌های زیادی دارد، پس باید هر قسمتی از DNA، سبب ایجاد یک یا چند 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 رشته پلی‌پپتیدی خاص انجام می‌دهد.

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



**نکته:** دقت کنید که ژن‌ها یا DNAهای یوکاریوتی درون هسته قرار دارند ولی پروتئین‌سازی درون ریبوزوم (رئاتن) 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.

## 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 (رنا پیکی): این نوع RNA بعد از ساخته شدن از روی DNA، پیام پروتئین‌سازی را از DNA به ریبوزوم (رئاتن) می‌برد. در حقیقت، پروتئین به‌طور مستقیم از روی رمزهای موجود در mRNA ساخته می‌شود.
  - ۲) tRNA (رنا 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 حملی یک نوع آمینواسید اختصاصی می‌باشد.
  - ۳) rRNA (رنا رئاتنی): 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 می‌خوانیم که نقش آنزیمی نیز دارد. یعنی نوعی آنزیم غیرپروتئینی می‌باشد که مستقیماً از روی DNA ساخته می‌شود.



**نکته:** علاوه بر نقش‌های ذکر شده برای RNAها در نقش‌های آنزیمی متعدد، این مولکول‌ها دخالت بر تنظیم بیان ژن‌ها را نیز بر عهده دارند. یعنی به فعال یا غیرفعال شدن ژن‌های خاص در یاخته‌های مختلف کمک می‌کنند.

- 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<sub>۲</sub> (در تنفس یاخته‌ای) و NADPH (در فتوسنتز) حاوی انواعی از نوکلئوتیدها هستند که برای انتقال الکترون کارایی دارند.

### پرسش‌های چهارگزینه‌ای



- ۱- چند مورد از عبارات زیر در مورد ویژگی‌های ژنتیکی یاخته‌ها صحیح می‌باشند؟  
 الف) شکل و اندازه یاخته هر جاننداری، تحت کنترل ژن‌های هسته می‌باشد.  
 ب) دستورالعمل هر یاخته، با تقسیم یاخته، به یاخته دیگر می‌رسد.  
 ج) دستورالعمل هدایت کننده اطلاعات هسته هر یاخته بدن انسان در DNA قرار دارد.
- ۱) ۲ مورد      ۲) ۱ مورد      ۳) صفر مورد      ۴) ۳ مورد
- ۲- در آزمایش اول گرفتگی ..... آزمایش دوم .....  
 ۱) همانند - شش‌های موش‌ها پر از باکتری شد.  
 ۲) برخلاف - عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار، باعث مرگ موش‌ها شد.  
 ۳) برخلاف - باکتری در مقابل سیستم ایمنی موش محافظت می‌شود. ۴) همانند - مشخص شد که پوشینه عامل سینه‌پهلوی نیست.
- ۳- گرفتگی برای اینکه مطمئن شود که پوشینه، عامل بیماری سینه‌پهلوی می‌باشد، ..... را به موش زد.  
 ۱) مخلوط دو نوع باکتری زنده      ۲) باکتری‌های کشته شده پوشینه‌دار  
 ۳) عصاره باکتری فاقد پوشینه      ۴) مخلوط عصاره پوشینه‌دار و زنده فاقد پوشینه
- ۴- بعد از آزمایشی از گرفتگی که مخلوط دو نوع باکتری را استفاده کرد، ..... آزمایشی که دقیقاً قبل از آن فقط 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 گرفتگی 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 سینه‌پهلوی شد.  
 ۳) از فعالیت‌های او مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند بین یاخته‌ها منتقل شود.  
 ۴) ماهیت ماده 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 ماده 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 عصاره باکتری مرده به زنده
- ۷- در هر آزمایشی از گرفتگی که باعث ایجاد سینه‌پهلوی 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) عصاره نوعی باکتری سبب عفونت در شش موش‌ها شد.  
 ۴) باکتری زنده پوشینه‌دار وارد بدن موش شد.
- ۸- چند مورد از موارد زیر عبارت را نادرست کامل می‌کند؟ «گرفتگی، پس از اضافه کردن مخلوط باکتری فاقد پوشینه و پوشینه‌دار مرده متوجه شد که .....»  
 الف) ماده وراثتی DNA می‌تواند بین یاخته‌ها منتقل شود.  
 ب) برخی باکتری‌های بدون پوشینه، پوشینه‌دار شده‌اند.  
 ج) برخی باکتری‌های بدون پوشینه، پوشینه‌دار شده‌اند.  
 د) پوشینه عامل بیماری سینه‌پهلوی 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.  
 (ج) ابتدا فکر می‌کردند پروتئین عامل اصلی آن است.  
 (۱) ۳ مورد (۲) ۲ مورد (۳) ۱ مورد (۴) صفر مورد
- ۱۰- ایوری در آزمایش خود ..... آزمایش گرفتیت .....  
 (۱) همانند - عامل تغییر حالت باکتری را پیدا کرد.  
 (۳) همانند - ماهیت ماده وراثتی را پیدا نکرد.  
 (۲) برخلاف - DNA یاخته را پیدا کرد.  
 (۴) برخلاف - از محلول آزمایش سوم گرفتیت، 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 سازنده زیرواحدهای رناتن  
 (۳) اندامک ذخیره کننده آب اضافی یاخته  
 (۲) اندامک ATP ساز  
 (۴) اندامک  $O_2$  ساز دو غشایی
- ۱۲- ایوری و همکارانش ابتدا چگونه تشخیص دادند که DNA، عامل پوشینه‌دار شدن باکتری‌های آزمایش چهارم گرفتیت می‌باشد؟  
 (۱) هنگامی که از پروتئین استفاده شد و تغییر شکل باکتری انجام نشد.  
 (۲) هنگامی که از نوکلئاز استفاده شد و تغییر شکل باکتری انجام نشد.  
 (۳) هنگامی که قبل از سانتیفریوژ، عصاره بدون پروتئین سبب انتقال صفت شد.  
 (۴) هنگامی که پس از سانتیفریوژ، فقط لایه حاوی DNA سبب انتقال صفت شد.
- ۱۳- با اضافه کردن کدام یک از مواد زیر، به محیط دارای باکتری فاقد پوشینه، تغییر شکل باکتری صورت نمی‌گیرد؟  
 (۱) مخلوط آزمایش چهارم گرفتیت ولی بدون پروتئین‌ها  
 (۳) DNA باکتری پوشینه‌دار  
 (۲) محیط دارای عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار ولی فاقد نوکلئاز  
 (۴) لایه‌ای که پس از سانتیفریوژ، 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 در برخی افراد می‌تواند سبب تخریب یاخته‌های روده انسان شود.  
 (۴) در مولکول‌های کیلومیکرونی دیده نمی‌شود.
- ۱۵- در آزمایش مقابل در مرحله .....  
 (۱) همانند مرحله (ب)، شش همه موش‌ها پر از باکتری است.  
 (۲) برخلاف مرحله (د)، شش همه موش‌ها پر از باکتری است.  
 (۳) برخلاف مرحله (د)، شش همه موش‌ها فاقد باکتری بیماری‌زا است.  
 (۴) به دلیل تغییر شکل باکتری‌ها، موش‌ها می‌میرند.
- 
- ۱۶- کدام گزینه علت اصلی تغییر شکل باکتری‌ها در آزمایش چهارم گرفتیت را بیان می‌کند؟  
 (۱) عدم وجود آنزیم‌های تخریب کننده DNA  
 (۳) ورود ژن سازنده پوشینه باکتری‌ها به باکتری فاقد پوشینه  
 (۲) وجود پوشینه در اطراف باکتری استرپتوکوکوس نومونیا  
 (۴) نبود پوشینه در اطراف باکتری استرپتوکوکوس نومونیا
- ۱۷- اسیدی که باعث عمل تغییر شکل در باکتری عامل سینه‌پهلو شد، فاقد کدام دو ماده زیر می‌باشد؟  
 (۱) مونوساکارید و حلقه ۶ ضلعی آلی  
 (۳) حلقه آلی نیتروژن‌دار و غیرنیتروژن‌دار  
 (۲) قند ریبوز و پیوند بین بازها  
 (۴) آمینواسید و ریبوز
- ۱۸- مخلوطی که اولین بار در آزمایش ایوری، حاوی دو نوع باکتری استرپتوکوکوس نومونیا بود، .....  
 (۱) فاقد باکتری دارای فعالیت زیستی بود.  
 (۳) در صورت تزریق به موش‌ها، موجب مرگ همگی آن‌ها می‌شود.  
 (۲) بعد از اثر نوکلئازها، توانست موجب تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه شود.  
 (۴) پس از سانتیفریوژ، پروتئین‌های آن را جدا کرده بودند.
- ۱۹- کدام یک از موارد زیر نشان می‌دهد که باکتری‌های بدون پوشینه در آزمایش آخر گرفتیت 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 کننده DNA به عصاره  
 (۱) (ب) و (ج) (۲) (الف) و (ب) (۳) (ج) و (د) (۴) (الف) و (ج)
- ۲۰- کدام یک 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 ماده وراثتی برد.  
 (۳) اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از کارهای گرفتیت به دست آمد.  
 (۴) ایوری در آخرین مدل آزمایش‌های خود، در بیشتر ظروف مورد آزمایش خود تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه را مشاهده کرد.





- ۲۱- ایوری در آخرین آزمایش خود، آنزیمی را به محیط کشت اضافه کرد که بسیاری از محققین عقیده داشتند پیش‌ماده آن، عامل تغییر شکل باکتری‌ها بوده است، انواعی از این آنزیم، می‌تواند .....  
 (۱) در ساختار ماده ژنتیکی وجود داشته باشد.  
 (۲) به‌طور غیرفعال از خارج لوله گوارش انسان وارد دوازدهه شود.  
 (۳) در روده انسان به صورت غیرفعال تولید شود.  
 (۴) در روده 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 گرفتاریت می‌شوند.  
 (۴) فاقد مولکول‌های آلی نیتروژن‌دار بدون فسفر می‌باشند.
- ۲۳- در آخرین آزمایشات ایوری، برای فهمیدن اینکه پروتئین عامل تغییر شکل باکتری نیست، از چه ماده‌ای استفاده شد و نتیجه آن چه بود؟  
 (۱) سانتریفیوژ مخلوط بدون پروتئین - عدم ایجاد باکتری عامل سینه‌پهلو (۲) پروتئاز - ایجاد باکتری زنده پوشینه‌دار  
 (۳) سانتریفیوژ مخلوط بدون پروتئین - ایجاد باکتری زنده پوشینه‌دار (۴) پروتئاز - عدم ایجاد باکتری عامل سینه‌پهلو
- ۲۴- گرفتاریت با ..... دریافت که پوشینه باکتری عامل مرگ موش‌ها نیست.  
 (۱) تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده به موش‌ها  
 (۲) تهیه 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 پوشینه‌دار کشته شده و بدون پوشینه زنده به موش‌ها
- ۲۵- دانشمندان قبل از ایوری نتوانسته بودند، .....  
 (۱) با ساختار شیمیایی نوکلئیک‌اسیدها آشنا شوند.  
 (۲) با نمونه‌ای از باکتری‌های پوشینه‌دار مرده آزمایش کنند.  
 (۳) DNA دارای رشته نوکلئوتیدی خطی استخراج کنند.  
 (۴) عمل و ماهیت DNA را پیدا کنند.
- ۲۶- چند مورد از اعمال زیر در اولین و دومین آزمایشات ایوری و همکاری‌های انجام گرفت؟  
 الف) تهیه مخلوط عصاره باکتری‌های کشته شده پوشینه‌دار و زنده فاقد پوشینه و جدا کردن پروتئین‌های آن‌ها  
 ب) سانتریفیوژ مخلوط دارای DNA پلیمرز باکتری پوشینه‌دار آزمایش دوم گرفتاریت با سرعت بالا  
 ج) انتقال هر لایه حاصل از سانتریفیوژ به محیط کشت باکتری‌های فاقد پوشینه  
 د) اضافه کردن آنزیم‌های هیدرولاز به عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار مرده  
 (۱) مورد ۳ (۲) مورد ۲ (۳) مورد ۱ (۴) مورد ۴
- ۲۷- میسر اولین بار از یاخته ..... اندامک غشادار، ..... نوع اسید هسته‌ای را استخراج کرد و به دلیل داشتن ..... آن را نوکلئیک‌اسید نام‌گذاری کرد.  
 (۱) فاقد - دو - نوکلئوتید (۲) دارای - یک - خاصیت اسیدی  
 (۳) دارای - دو - خاصیت اسیدی (۴) دارای - دو - نوکلئوتید
- ۲۸- چند مورد از عبارات زیر در مورد ساختار نوکلئیک‌اسیدها صحیح می‌باشد؟  
 الف) تفاوت قند دو نوع نوکلئیک‌اسید، عامل اصلی در تفاوت نوکلئوتیدهای آن‌هاست.  
 ب) این مولکول‌ها همانند انواع قندها و پروتئین‌ها از نوع پلیمر (بسیار)، هستند.  
 ج) در DNA و RNA، سه نوع نوکلئوتید مشابه می‌توان یافت.  
 د) با توجه به فسفات‌ها در ساختار نوکلئیک‌اسیدها حداقل ۸ نوع و حداکثر ۲۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد.  
 (۱) مورد ۱ (۲) مورد ۲ (۳) مورد ۳ (۴) مورد ۴
- ۲۹- برخی پلیمرها حاوی ماده آلی نیتروژن‌دار هستند، همه این پلیمرها می‌توانند کدام ویژگی زیر را داشته باشند؟  
 (۱) در ساختن نوعی ماده زائد نیتروژن‌دار بسیار سمی کمک می‌کنند.  
 (۲) در تولید ماده دفعی نیتروژن‌داری به کار می‌روند که زیادی آن‌ها در مفاصل ایجاد نقرس می‌کند.  
 (۳) در ساختار عامل ایجادکننده گروه خونی AB وجود داشته باشند.  
 (۴) در کوتینی یا کیتینی شدن مواد گیاهی استفاده می‌شوند.
- ۳۰- در مورد مطالعات چارگاف روی DNA نمی‌توان گفت، .....  
 (۱) تعداد بازهای پورین با پیریمیدین برابر است.  
 (۲) دلیل برابری نسبت  $\frac{A}{T}$  با  $\frac{G}{C}$  به دست نیامد.  
 (۳) نسبت  $\frac{A}{T}$  همواره برابر نسبت  $\frac{C}{G}$  بود.  
 (۴) که DNA مارپیچی با نسبت  $1 = \frac{A}{T}$  می‌باشد.
- ۳۱- چند مورد از عبارات زیر درباره روش پرتو X در مورد DNA صحیح نمی‌باشد؟  
 الف) برای تهیه تصویر از DNA استفاده شد.  
 ب) با استفاده از آن پی به دو رشته‌ای بودن DNA بردند.  
 ج) در این روش ابعاد مولکول را تشخیص دادند.  
 د) با این روش مارپیچی بودن DNA نیز مشخص شد.  
 (۱) مورد ۲ (۲) مورد ۳ (۳) مورد ۱ (۴) صفر مورد

- ۳۲- در مولکول DNA هر یاخته‌ای، .....  
 (۱) نوکلئوتیدهای سه فسفات و وجود دارد.  
 (۳) تعداد پیوند فسفودی‌استری کمتر از تعداد بازهای آلی می‌باشد.  
 (۴) تعداد پیریمیدین‌ها از تعداد پیوند هیدروژنی کمتر می‌باشد.  
 (۲) به تعداد پیوند فسفودی‌استر، پیوند اشتراکی وجود دارد.
- ۳۳- در مورد فعالیت‌ها و نتایج واتسون و کریک، نمی‌توان گفت، .....  
 (الف) آن‌ها از پیوندهای شیمیایی اطلاعاتی نداشتند.  
 (ب) در مدل آن‌ها، DNA حول یک محور فرضی پیچیده‌اند.  
 (ج) در مدل آن‌ها، برای از بین رفتن ارتباط درون پله‌ها، باید پیوند هیدروژنی را از بین برد.  
 (د) در مدل آن‌ها، پله‌ها با دو یا سه پیوند اشتراکی ایجاد شده است.
- (۱) (الف) و (د) (۲) (ب) و (ج) (۳) (الف) و (ج) (۴) (ب) و (د)
- ۳۴- کدام گزینه در مورد ساختار مولکول DNA صحیح می‌باشد؟  
 (۱) بازهای A و T از نظر ساختار سه‌بعدی مشابه هستند.  
 (۲) برخی بازهای پورینی و پیریمیدینی می‌توانند از نظر ساختار سه‌بعدی مکمل نباشند.  
 (۳) اطلاعات وراثتی را تعداد بازهای یک مولکول DNA تعیین می‌کنند.  
 (۴) در یک رشته DNA نسبت  $\frac{C}{G} = 1$  می‌باشد.
- ۳۵- با استفاده از روش تاباندن پرتو ایکس، مشخص شد که .....  
 (۱) در همه DNAها نسبت A به T و C به G برابر ۱ است.  
 (۲) مولکول DNA مارپیچی می‌باشد و بیشتر از یک رشته دارد.  
 (۳) DNA دو رشته‌ای است که این دو رشته حول یک محور فرضی به دور یکدیگر پیچیده‌اند.  
 (۴) دو رشته DNA را پیوند هیدروژنی بین بازها کنار یکدیگر نگه می‌دارد.
- ۳۶- در ساختار هر نوکلئوتید، بخشی که همانند ..... فاقد ..... می‌باشد، قطعاً دارای ..... است.  
 (۱) واحد سازنده لیپاز - نیتروژن - اکسیژن  
 (۲) لسیتین - فسفر - نیتروژن  
 (۳) عامل اسیدی و آمینی واحد سازنده لیپاز - ساختار حلقوی - اکسیژن  
 (۴) لسیتین - ساختار حلقوی - نیتروژن
- ۳۷- در مدل مارپیچ دو رشته‌ای، مارپیچ DNA، همانند نردبانی است که ستون‌های آن را ..... تشکیل می‌دهند و پله‌های نردبان، دارای ..... می‌باشد.  
 (۱) بازهای آلی - پنج گروه آلی حلقه‌دار نیتروژنی  
 (۲) نوکلئوتیدها - سه حلقه آلی نیتروژن‌دار  
 (۳) گروه‌های قند و فسفات - سه حلقه آلی نیتروژن‌دار  
 (۴) گروه‌های قند و فسفات - پنج حلقه آلی نیتروژن‌دار
- ۳۸- با توجه به روش تاباندن پرتو ایکس، تمام نتایج زیر مطرح شد به جز .....  
 (۱) ابعاد مولکول مورد مطالعه  
 (۲) داشتن بیش از یک رشته  
 (۳) مارپیچی بودن DNA  
 (۴) وجود پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی
- ۳۹- مدلی که امروزه از DNA ارائه می‌شود، ..... است.  
 (۱) برخلاف مدل واتسون و کریک، مارپیچ دو رشته‌ای  
 (۲) نشان‌گر دو یا چند رشته‌ای بودن DNA  
 (۳) بیانگر وجود پیوندهای اشتراکی و هیدروژنی  
 (۴) با مدل قدیمی DNA، بسیار متفاوت
- ۴۰- در نوکلئوتیدها، قسمت یا قسمت‌هایی که ..... فاقد .....  
 (۱) از دو طرف خود پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهند - نیتروژن می‌باشند.  
 (۲) در تشکیل فسفودی‌استر شرکت دارند - حلقه ۵ ضلعی می‌باشند.  
 (۳) دو حلقه آلی دارند - توانایی تشکیل پیوند با نوکلئوتید دیگری می‌باشند.  
 (۴) فاقد حلقه آلی می‌باشند - عامل هیدروکسیل نمی‌باشند.
- ۴۱- در آزمایشی که اولین بار مشخص کرد DNA حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد، از ماده‌ای استفاده کردند که معمولاً .....  
 (۱) در رادیولوژی استفاده نمی‌شود.  
 (۲) برای جنین ضرری ندارد و در سونوگرافی استفاده می‌شود.  
 (۳) باعث سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همه بدن می‌شود.  
 (۴) می‌تواند سبب روند جدا نشدن فام‌تن‌ها شود.
- ۴۲- پیوندی که مستقیماً به نگه داشتن دو رشته DNA در کنار هم کمک می‌کند، کدام ویژگی زیر را دارد؟  
 (۱) در اثر اتصال گروه فسفات به گروه هیدروکسیل ایجاد شده است.  
 (۲) می‌تواند سبب ایجاد DNA حلقوی شود.  
 (۳) در یک رشته پلی‌پپتیدی وجود ندارد.  
 (۴) با وجود انرژی کم، سبب پایداری مولکول می‌شود.
- ۴۳- تا پیش از ایوری، طبق تصور عمومی، عامل تغییر شکل باکتری‌ها، مولکولی دارای ..... بود.  
 (۱) قابلیت تجزیه شدن توسط پپسینوزن  
 (۲) پیوندهای اشتراکی CONH  
 (۳) مونومرهای مونوساکاریدی  
 (۴) پیوندهای اشتراکی بین هیدروکسیل و فسفات
- ۴۴- طبق نتایج مطالعات ..... برخلاف .....، می‌توان گفت که در مولکول DNA .....  
 (۱) چارگاف - واتسون و کریک - به تعداد پورین، مولکول پیریمیدین‌دار وجود دارد.  
 (۲) به کمک پرتو ایکس - مدل مارپیچ دو رشته‌ای - بیش از یک رشته وجود دارد.  
 (۳) به کمک پرتو ایکس - چارگاف - مقدار آدنین با تیمین برابر است.  
 (۴) واتسون و کریک - چارگاف - بین بازهای آلی پیوند هیدروژنی وجود دارد.



- ۴۵- چند مورد جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل نمی‌کند؟ «برخی از مواد آلی موجود در باخته، بیش از یک رشتهٔ پلیمری دارند، همهٔ این مواد آلی، .....»
- (الف) حاوی مواد هیدرات کربنی می‌باشند.  
 (ب) حاوی پیوند اشتراکی فسفودی استری می‌باشند.  
 (ج) حاوی پیوند بین مولکولی هیدروژنی می‌باشند.  
 (د) حالت مارپیچی دارند.
- (۱) ۲ مورد (۲) ۳ مورد (۳) ۴ مورد (۴) ۱ مورد
- ۴۶- کدام گزینه درست نمی‌باشد؟
- (۱) برای ترتیب و تعداد بازها در یک رشته نوکلئیک اسید، هیچ محدودیتی وجود ندارد.  
 (۲) اطلاعات وراثتی را ترتیب و تعداد بازهای آلی تشکیل می‌دهند.  
 (۳) علت نحوهٔ جفت شدن بازها را در ساختار آن‌ها باید جستجو کرد.  
 (۴) به دلیل بیشتر بودن تعداد پیوند هیدروژنی بین C و G از A و T، قطر مولکول DNA در سراسر آن یکسان نمی‌باشد.
- ۴۷- کدام عبارت در مورد مولکول DNA صحیح نیست؟
- (۱) پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل آن برقرار می‌شود.  
 (۲) برخلاف اغلب RNAها، تعداد پورین و پیریمیدین یکسانی دارد.  
 (۳) نوکلئوتیدهای هر پله آن، مجموعاً ۵ حلقهٔ آلی دارند.  
 (۴) در هر زنجیرهٔ آن تعداد نوکلئوتیدهای A دار با T دار برابر است.
- ۴۸- دانشمندان با بررسی تصاویر به دست آمده از مولکول DNA با استفاده از پرتو X دریافتند که .....
- (۱) دو رشتهٔ DNA مکمل و ناهمسو هستند.  
 (۲) تعداد A با T و تعداد C با G برابر است.  
 (۳) مولکول DNA به صورت مارپیچی چند زنجیره‌ای است.  
 (۴) پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشتهٔ DNA را در کنار یکدیگر نگه می‌دارد.
- ۴۹- به‌طور معمول، در هر نرده DNA، .....
- (۱) برخلاف نوع دیگر نوکلئیک اسید به تعداد پیوند بین قندها و فسفات‌ها، پیوند فسفودی استر وجود دارد.  
 (۲) همانند برخی RNAها، پیوند هیدروژنی وجود دارد.  
 (۳) پیوند بین بازها سبب پایداری مولکول شده است.  
 (۴) به نسبت RNA، تعداد اکسیژن کمتری در مولکول‌های قندی وجود دارد.
- ۵۰- در یک مولکول DNA، نرده‌ها ..... پله‌ها ..... هستند.
- (۱) همانند - دارای حلقهٔ آلی  
 (۲) برخلاف - دارای مولکول نیتروژن دار  
 (۳) برخلاف - فاقد پیوند شیمیایی  
 (۴) همانند - دارای حلقهٔ نیتروژن دار
- ۵۱- در حالت عادی، در نوکلئیک اسیدها، امکان ندارد که دو نوکلئوتید ..... با پیوند ..... به هم متصل شوند.
- (۱) یک رشته - هیدروژنی (۲) دو رشته - هیدروژنی (۳) یک رشته - اشتراکی (۴) دو رشته - اشتراکی
- ۵۲- در ساختار یک رشتهٔ DNA، پیوند میان دو نوکلئوتید با باز آلی تیمین دار و آدنین، .....  
 (۱) انرژی کمتری از نوکلئوتیدهای سیتوزین دار دارد.  
 (۲) هیدروژنی دوگانه می‌باشد.  
 (۳) بین دو قند با سه گروه فسفات ایجاد می‌شود.  
 (۴) با پیوندی مثل نوکلئوتیدهای A و U دار RNA تشکیل می‌شود.
- ۵۳- بیشترین پیوند هیدروژنی در مولکول DNA بین دو نوع باز آلی ایجاد می‌شود که هر دو نوع قطعاً در ساختار ..... می‌توانند وجود داشته باشند.
- (۱) رناتن و فام‌تن (۲) نوکلئوزوم برخلاف رناتن (۳) ریزوبیوم برخلاف فام‌تن (۴) سوم نوکلئاز و ژن سازنده آن
- ۵۴- واحد سازندهٔ نوکلئیک اسیدها ..... است که از ..... بخش آلی حلقه‌دار تشکیل شده است.
- (۱) نوکلئوتید - ۳ (۲) پنتوز - ۲ (۳) نوکلئوتید - ۲ (۴) پنتوز - ۱
- ۵۵- چند مورد از عبارات زیر در مورد مولکول‌های نوکلئیک اسیدها نادرست است؟
- (الف) بین هر دو نوکلئوتید در مولکول DNA، سه پیوند قند فسفات و یک فسفودی استر وجود دارد.  
 (ب) هر نوکلئوتید جدیدی که به رشتهٔ DNA متصل می‌شود، دو گروه فسفات را از دست می‌دهد.  
 (ج) به دلیل داشتن فسفات در دو سمت رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید، این رشته قابلیت حلقوی شدن دارد.  
 (د) در دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی با بازهای مکمل، همواره نسبت  $\frac{C}{G} = \frac{A}{T} = 1$  می‌باشد.  
 (ه) باز آلی پورین همواره با حلقه‌ای که تعداد اضلاع کمتری دارد به قند پنتوز نوکلئوتید وصل می‌شود.  
 (و) باز آلی عامل تفاوت بین نوکلئوتیدهای یک مولکول نوکلئیک اسید است.
- (۱) ۳ مورد (۲) ۲ مورد (۳) ۴ مورد (۴) ۵ مورد
- ۵۶- کدام ویژگی در مورد نوکلئیک اسیدها طبیعی، صحیح است؟
- (۱) در مولکول‌های RNA نسبت مولکولی آدنین به تیمین همیشه ثابت است.  
 (۲) در RNA تعداد نوکلئوتیدهای گوانین دار و سیتوزین دار برابر است.  
 (۳) در مولکول DNA تعداد نوکلئوتیدهای آدنین دار و سیتوزین دار برابر است.  
 (۴) در مولکول‌های DNA نسبت مولکول سیتوزین دار به گوانین دار همیشه ثابت است.

## پاسخ‌های تشریحی

**۱- گزینه ۲** فقط مورد (ج) صحیح می‌باشد. در هسته یاخته‌های هویسته‌ای، اطلاعات ژنتیکی در DNA فام‌تن‌ها ذخیره شده‌اند. دلیل نادرستی سایر عبارات:

(الف) در پیش‌هسته‌ای‌ها هسته وجود ندارد. ولی در هویسته‌ای‌ها، 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.

**۲- گزینه ۳** این سؤال مقایسه آزمایش اول و دوم گرفتاری 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 گزینه (۳) و نادرستی گزینه (۱).

**نکته:** در آزمایش اول و دوم گرفتاری 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 گزینه (۲) و (۴)).

**۳- گزینه ۲**

**نکته:** گرفتاری 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 آن را که حاوی پوشینه نیز بود، به موش‌ها تزریق کرد ولی مشاهده کرد که موش‌ها بیمار نشدند و پوشینه عامل بیماری نیست.

**۴- گزینه ۲**

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

**۵- گزینه ۳**

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

علت نادرستی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): آزمایش سوم گرفتاری فاقد باکتری زنده بود. بعد از آزمایش اول و دوم، گرفتاری انتظار داشت که عصاره باکتری کشته شده پوشینه‌دار باعث مرگ موش‌ها شود، ولی برخلاف انتظار وی همه موش‌ها سالم ماندند. گرفتاری از این آزمایش فهمید که پوشینه باکتری به تنهایی، عامل بیماری سینه‌پهلو نیست. گزینه (۲): گرفتاری در ابتدا به دنبال کشف واکسنی بر علیه آنفلوآنزا بود ولی در آزمایشات خود به سمت یافتن ماده وراثتی انتقالی بین یاخته رفت.

**۶- گزینه ۲**

**نکته:** از نتایج آزمایش چهارم گرفتاری، 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.

**۷- گزینه ۱** آزمایشات اول و چهارم گرفتاری، 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 گزینه (۲)). در آزمایش چهارم باکتری زنده فاقد پوشینه را با باکتری مرده پوشینه‌دار مخلوط کردند و مانند آزمایش اول یک نوع باکتری زنده وجود داشت (درستی گزینه (۱) و نادرستی گزینه (۴)). دقت کنید که وجود نوعی باکتری کشته شده با حرارت به موش در آزمایش سوم و چهارم دیده شد (نادرستی گزینه (۳)).

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

بررسی عبارات:

(الف) نادرست است. از نتایج آزمایشات گرفتاری، مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند بین یاخته‌ها منتقل شود ولی خود گرفتاری به این مسئله در مورد ماده وراثتی DNA 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، گرفتاری متوجه شد که پوشینه عامل بیماری نیست ولی سؤال در مورد نتایج بعد از آزمایش چهارم می‌باشد.



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

بررسی عبارات:

(الف) نادرست است. وقتی انتقال ژن از باکتری پوشینه‌دار به فاقد پوشینه 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 رخ‌نمود 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-گزینه ۴ ایوری محقق بود که ماهیت ماده وراثتی و نقش آن در تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه به پوشینه‌دار را پیدا کرد. ایوری از محلول آزمایش سوم گرفت که حاوی عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار مرده بود، پروتئین‌ها را تخریب 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 هوسته‌ای کشف شده بود (نادرستی گزینه ۱)، (۲) و (۳) و درستی گزینه ۴.

B ۱۱-گزینه 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. گزینه ۳ عمل واکوئل را نشان می‌دهد که اندامکی فاقد DNA می‌باشد و نوکلئاز روی آن بی‌تأثیر است.

منظور از گزینه ۱ همان هسته است که در هستک‌های آن زیرواحدهای رناتن ساخته می‌شوند. گزینه ۲ همان میتوکندری است که ATP می‌سازد و گزینه ۴ کلروپلاست است که در فتوسنتز سبب تولید  $O_2$  می‌شود.

B ۱۲-گزینه ۴

نکته: ایوری و همکارانش، در آزمایش اول خود از همهٔ انواع آنزیم‌های هیدرولاز استفاده نکردند.

### ترتیب عمل آزمایش ایوری



- ۱) عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده را تهیه کردند و همهٔ پروتئین‌های آن را تخریب 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 گزینه ۴).
- ۵) فهمیدند DNA ماده وراثتی است نه پروتئین‌ها!!
- ۶) ایوری و همکارانش در اولین آزمایشات خود، از انواع مختلف آنزیم‌های هیدرولاز استفاده نکردند (فقط از پروتئاز استفاده کردند).

B ۱۳-گزینه 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 گزینه ۱، (۲) و (۳) چون DNA باکتری پوشینه‌دار وجود دارد، پس این تغییر شکل صورت می‌گیرد ولی در گزینه ۴ چون لایه اضافه شده فاقد نوکلئوتید است پس DNAی وجود ندارد و انتقال صفت نیز صورت نمی‌گیرد. \* در مورد گزینه 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.

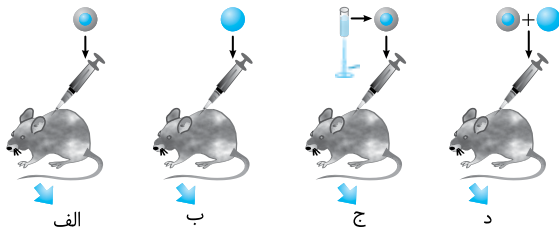
C ۱۴-گزینه ۳ منظور سؤال پروتئین‌ها می‌باشند که اغلب محققین در زمان ایوری فکر می‌کردند عامل تغییر شکل باکتری‌ها هستند. دقت کنید که این سؤال ترکیبی با زیست دهم می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست است. آنزیم‌های بزاق، آمیلاز برای تجزیه نشاسته و لیزوزیم دفاعی هستند که دیوارهٔ باکتری‌ها را از بین می‌برند. / گزینه 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. / گزینه ۳: درست است. در بیماری سلولیک، نوعی پروتئین به نام گلوٹن که در گندم و جو وجود دارد سبب تخریب باخته‌های روده شده و ریزپررها و حتی پرزهای روده را از بین برده و سطح جذب را کاهش می‌دهد. / گزینه 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.



**۱۵- گزینه ۳** در این شکل مورد (الف)، باکتری‌های زنده پوشینه‌دار، آزمایش (ب) باکتری زنده فاقد پوشینه، مورد (ج) باکتری‌های مرده پوشینه‌دار و مورد (د) مخلوط آزمایش چهارم گرفتیت شامل باکتری‌های مرده پوشینه‌دار و زنده 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 مرحله (د) رخ داد (نادرستی گزینه (۴)).

### ۱۶- گزینه ۳

**نکته:** تغییر شکل باکتری‌های فاقد پوشینه به پوشینه‌دار در اثر انتقال ژن صورت می‌گیرد. در حقیقت ژنی که مسئول ساخت آنزیم پوشینه‌ساز است از باکتری پوشینه‌دار مرده به باکتری فاقد پوشینه منتقل شده و سبب ساخت آنزیم پوشینه‌ساز می‌شود.

**۱۷- گزینه ۴** DNA یا دئوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید باعث انتقال صفت ساخت پوشینه و تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه به پوشینه‌دار می‌شود. این اسید، قند مونوساکارید دئوکسی‌ریبوز با حلقه آلی ۵ ضلعی، پیوند هیدروژنی بین بازها (نادرستی گزینه (۲))، بازهای آلی نیتروژن‌دار با حلقه ۵ و ۶ ضلعی نیتروژن‌دار و گروه‌های فسفات دارد ولی فاقد آمینواسید و قند ریبوز می‌باشد.

**۱۸- گزینه ۳** ایوری و همکارانش ابتدا از عصاره آزمایش سوم گرفتیت، تقریباً همه پروتئین‌ها را تخریب کردند و سپس آن را با باکتری‌های زنده فاقد پوشینه مخلوط کردند. سپس مشاهده کردند که در باکتری‌ها، تغییر شکل و باکتری زنده پوشینه‌دار ایجاد می‌شود. پروتئاز روی این مخلوط تقریباً بی‌اثر بود (نادرستی گزینه (۲) و (۴)). همه موش‌ها در اثر تزریق این مخلوط مردند (درستی گزینه (۳)) و سپس با سانتریفیوژ کردن مخلوط فهمیدند که DNA عامل تغییر شکل است ولی در مخلوط اولیه، باکتری زنده فاقد پوشینه وجود داشت (نادرستی گزینه (۱)). دقت کنید که سانتریفیوژ را بعد از ایجاد مخلوط و جدا کردن پروتئین‌ها انجام دادند.

**۱۹- گزینه ۱** موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشند.

**نکته:** هر عاملی که باعث پدیدار شدن باکتری‌های زنده پوشینه‌دار یا مرگ موش در اثر تزریق مخلوط آزمایش چهارم گرفتیت شود، نشان دهنده تغییر شکل باکتری‌های فاقد پوشینه به پوشینه‌دار بوده است. این موارد را در عبارت‌های (ب) و (ج) مشاهده می‌کنیم ولی موارد (الف) و (د) سبب مرگ موش و تغییر شکل باکتری‌ها نشده‌اند. (باکتری‌ها را در خون و شش موش‌های مرده یعنی در دستگاه گردش خون و تنفس آن‌ها می‌توان مشاهده کرد).

### ۲۰- گزینه ۲

**نکته:** ایوری ابتدا پروتئین‌ها را از عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار تخریب کرد و متوجه شد که باز هم تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه رخ می‌دهد ولی با این آزمایش فهمید که پروتئین، ماده وراثتی نمی‌باشد.

**دلیل درستی سایر گزینه‌ها:**

گزینه (۱): قبل از ایوری و گرفتیت، دانشمندی به نام میشر، نوکلئیک‌اسیدها را کشف کرده بود. / گزینه (۳): باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گرفتیت، اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی را به دست آورد. / گزینه (۴): پس از آزمایش اول ایوری، آن‌ها آنزیم‌های هیدرولاز مختلفی را به مخلوط آزمایش اول ایوری اضافه کردند ولی فقط در ظرفی که به آن نوکلئاز اضافه شده بود، تغییر شکل باکتری دیده نشد.

**۲۱- گزینه ۲** منظور سؤال آنزیم پروتئاز می‌باشد که پروتئین‌ها را در آزمایش ایوری از بین برد (چون بسیاری از محققین معتقد بودند که پروتئین عامل تغییر شکل باکتری‌ها می‌باشد). آنزیم‌های پروتئاز در لوزالمعده و معده تولید می‌شوند که ابتدا به صورت غیرفعال می‌باشند (نادرستی گزینه (۱)). پروتئازهای درون روده می‌توانند از معده به صورت پپسین فعال و یا از لوزالمعده به صورت غیرفعال وارد دوازدهه شوند. دقت کنید که لوزالمعده جزء غدد گوارشی است ولی از اعضای لوله گوارش نمی‌باشد (درستی گزینه (۲) و نادرستی گزینه (۳)). در مورد گزینه (۴) هم دقت کنید که در روده بزرگ، ویتامین‌ها توسط باکتری‌ها تولید می‌شوند که پروتئازها باعث مرگ آن‌ها نمی‌شوند.

**۲۲- گزینه ۴** وقتی ایوری، مخلوط آزمایش خود را وارد سانتریفیوژ با سرعت بالا کرد، تقریباً همه پروتئین‌ها را تخریب کرده بود. در نتیجه لایه‌های به دست آمده، حاوی مواد قندی، لیپیدی و نوکلئیک‌اسیدی بوده است و مولکول‌های آلی نیتروژن‌دار بدون فسفر یعنی مثل آمینواسید نداشته است (درستی گزینه (۴)).

**دلیل نادرستی سایر گزینه‌ها:**

گزینه (۱): اضافه کردن پروتئاز به لایه‌های بدون پروتئینی، تغییری در آن‌ها ایجاد نمی‌کند، پس لایه حاوی DNA آن دست نخورده است و سبب تغییر شکل باکتری می‌شود. / گزینه (۲): فقط لایه حاوی نوکلئیک‌اسید DNA، سبب تغییر شکل باکتری می‌شود. / گزینه (۳): در صورت اضافه کردن نوکلئاز، تغییر شکل باکتری فاقد پوشینه به پوشینه‌دار صورت نمی‌گیرد ولی دوتا شدن باکتری‌های فاقد پوشینه ادامه دارد و محیطی دارای باکتری‌های زنده فاقد پوشینه ایجاد می‌شود.

### ۲۳- گزینه ۲

**نکته:** ایوری در برخی آزمایشات خود، از سانتریفیوژ کردن عصاره بدون پروتئین استفاده کرد ولی در آخرین آزمایش خود، با اضافه کردن آنزیم‌های هیدرولیزکننده مواد آلی تحقیقات خود را انجام داد. اضافه کردن پروتئاز و از بین بردن پروتئین، مانع عمل تغییر شکل باکتری‌ها نشد و بالاخره همه آن‌ها قانع شدند که پروتئین، عامل تغییر شکل و ماده وراثتی نبوده است.

- A) ۲۴-گزینه ۱** **۱** - کیفیت برای آنکه مطمئن شود که پوشینه عامل بیماری سینه‌پهلو است یا نه، به موش‌ها، باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده را زد و مشاهده کرد که بیماری در موش‌ها ایجاد نمی‌شود و به این نتیجه رسید که پوشینه عامل بیماری سینه‌پهلو نیست.
- B) ۲۵-گزینه ۴** **۴** - قبل از ایوری عمل و ماهیت DNA مشخص نشده بود ولی ساختار شیمیایی آن شناخته شده بود. میسر DNA را از هسته یاخته هوسته‌ای استخراج کرده بود و کیفیت نیز باکتری‌های کشته شده پوشینه‌دار را استخراج کرده بود.
- C) ۲۶-گزینه ۳** **۳** - فقط مورد (ج) انجام گرفت.

در آزمایش ایوری، پروتئین‌ها را در عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده تخریب کردند و سپس با باکتری فاقد پوشینه مخلوط کردند. در آخر، آن را وارد سانتریفیوژ با سرعت بالا کردند و هر لایه را به مخلوط اولیه اضافه کردند ولی مشاهده شد که فقط لایه حاوی DNA سبب تغییر شکل باکتری‌ها شد (درستی ج).  
**بررسی عبارات نادرست:**

(الف) ایوری از عصاره باکتری‌های کشته شده پوشینه‌دار همه پروتئین‌ها را تخریب کرد، نه از مخلوط دو نوع باکتری!! (ب) DNA پلیمر از نوعی پروتئین است و قبل از سانتریفیوژ، آن‌ها را در عصاره تخریب کردند. (د) اضافه کردن آنزیم‌های هیدرولاز، آخرین مدل از آزمایشات ایوری بود که می‌خواستند ثابت کنند، پروتئین، ماده وراثتی نمی‌باشد.

- A) ۲۷-گزینه ۲** **۲** - میسر قبل از ایوری، از هسته یاخته هوسته‌ای DNA (یعنی یک نوع نوکلئیک‌اسید) را استخراج کرد و به دلیل خاصیت اسیدی، آن را نوکلئیک‌اسید نامید و بعدها معلوم شد که نوکلئیک‌اسیدها در یاخته دو نوع RNA و DNA دارند. (سؤال از بخش بیشتر بدانید است!!)
- C) ۲۸-گزینه ۱** **۱** - فقط مورد (الف) صحیح است.

**بررسی عبارات:**

(الف) درست است. تفاوت اصلی و علت نام‌گذاری DNA و RNA، بر پایه قند دئوکسی‌ریبوز یا ریبوز موجود در نوکلئوتیدهای مختلف آن‌هاست. قند ریبوز موجود در RNA، یک اتم اکسیژن در کربن شماره ۲ از قند دئوکسی‌ریبوز موجود در DNA، بیشتر دارد. (ب) نادرست است. پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها از پلیمرها (بسپارها) هستند ولی قندها می‌توانند سه نوع مونوساکارید، دی‌ساکارید و پلی‌ساکارید داشته باشند که فقط نوع پلی‌ساکارید آن‌ها پلیمر می‌باشد. (ج) نادرست است.

**نکته:** به دلیل تفاوت همیشگی در نوع قند نوکلئوتیدهای DNA و RNA، هیچ‌گاه دو نوکلئوتید این دو مولکول کاملاً مشابه نیستند ولی سه نوع باز آلی آدنین، سیتوزین و گوانین در دو مولکول نوکلئیک‌اسید DNA و RNA مشابه هم می‌باشند.

(د) نادرست است.



**نکته:** در ساختار نوکلئیک‌اسیدها (DNA و RNA)، نوکلئوتیدها به صورت یک فسفات قرار دارند که ۴ نوع در DNA و ۴ نوع در RNA وجود دارد ولی در طبیعت با توجه به تعداد فسفات‌ها ۲۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که ۸ نوع یک فسفات، ۸ نوع دو فسفات و ۸ نوع سه فسفات وجود دارد. (نوکلئوتیدهای موجود در ساختار نوکلئیک‌اسیدها، همگی تک‌فسفات هستند.)

**نکته:** تفاوت نوکلئوتیدهای DNA و RNA، همواره در نوع قند آن‌هاست که در RNA به صورت ریبوز و در DNA به صورت دئوکسی‌ریبوز می‌باشد ولی علاوه بر این مورد می‌توان تفاوت دو نوع نوکلئوتید آن‌ها را در باز آلی یوراسیل و تیمین هم در نظر گرفت.

- C) ۲۹-گزینه ۱** **۱** - منظور این سؤال، پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها هستند که همگی حاوی ماده آلی نیتروژن‌دار آمینواسیدی یا نوکلئوتیدی می‌باشند. از متابولیسم هر دو این مواد، آمونیاک ایجاد می‌شود که سمی‌ترین ماده زائد نیتروژن‌دار می‌باشد (درستی گزینه ۱). اوریک‌اسید که در گزینه ۲ مدنظر می‌باشد، فقط از تجزیه نوکلئیک‌اسیدها ایجاد می‌شود. گزینه ۳ نادرست است چون گروه خونی AB، حاصل وجود نوعی کربوهیدرات در غشای گویچه‌های قرمز است که در فصل ۳ می‌خوانیم. در مورد گزینه ۴ هم اصلاً نوکلئیک‌اسید در کوتین یا کیتین وجود ندارد چون حاوی مواد لیپیدی یا قندی می‌باشد.

- B) ۳۰-گزینه ۴** **۴**

### چارگاف



در مورد مطالعات چارگاف روی مولکول DNA به نکات زیر توجه کنید:

- قبل از چارگاف، دانشمندان تصور می‌کردند که چهار نوع نوکلئوتید موجود در DNA به نسبت مساوی در مولکول توزیع شده است.
- مطالعات چارگاف این نتیجه را داشت که در هر مولکول DNA جانداران، مقدار A با T و C با G برابر است.
- چارگاف روی DNA جانداران مختلفی تحقیق کرد.
- از مطالعات چارگاف می‌توان نتیجه گرفت که در DNA، نسبت  $\frac{\text{پورین}}{\text{پیریمیدین}}$  همواره برابر یک می‌باشد (نادرستی گزینه ۱).
- نسبت  $\frac{C}{G}$  و  $\frac{A}{T}$  برابر یک، از نتایج مطالعات چارگاف می‌باشد (نادرستی گزینه ۳).

۶ از مطالعات چارگاف نمی‌توان نتیجه گرفت که مولکول DNA حالت مارپیچی دارد (درستی گزینه ۴).

۷ دلیل اینکه تعداد آدنین با تیمین و تعداد سیتوزین با گوانین در مولکول DNA هر جانداری برابر است را مطالعات و تحقیقات بعد از چارگاف به کمک زدن اشعه ایکس و... پیدا کردند (نادرستی گزینه ۲).

۸ از مطالعات چارگاف به این نتیجه رسیدند که DNA بیش از یک رشته دارد.

۳۱- گزینه ۳ فقط مورد (ب) نادرست می‌باشد.



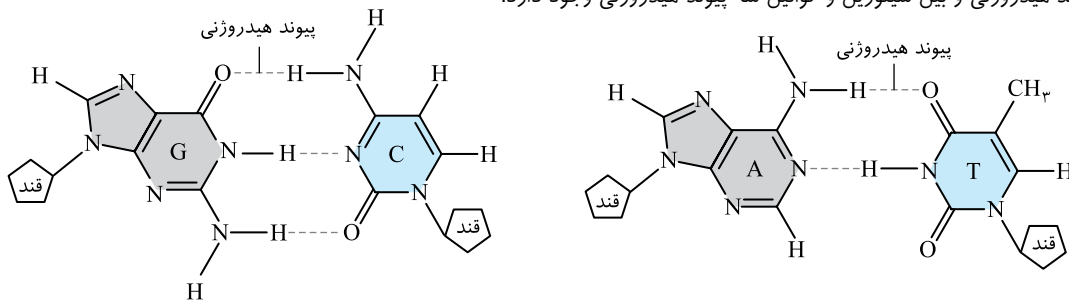
### نکات بررسی DNA با پرتو ایکس

- این روش بعد از مطالعات چارگاف و برای تهیه تصویر از دنا (DNA) انجام شد (درستی الف).
- با استفاده از تصاویر ایجاد شده از DNA به کمک اشعه ایکس برای اولین بار فهمیدند که DNA حالت مارپیچی دارد و بیش از یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی دارد ولی اینکه دقیقاً دو رشته‌ای است را متوجه نشدند!! (نادرستی ب).
- با استفاده از اشعه ایکس، ابعاد مولکول DNA را نیز تشخیص دادند (درستی ج).
- پیدا کردن حالت مارپیچی DNA، یکی از مهم‌ترین نتیجه حاصل از زدن پرتو ایکس به DNA بود (درستی د).



۳۲- گزینه ۴

**نکته:** تعداد پورین یا پیریمیدین‌ها، همواره نصف تعداد کل نوکلئوتیدهای یک مولکول DNA می‌باشد و به دلیل اینکه پیوند هیدروژنی، همواره بین دو نوکلئوتید می‌باشد پس همواره تعداد پورین یا پیریمیدین از تعداد پیوند هیدروژنی کمتر می‌باشد. اگر به شکل بیشتر بدانید کتاب درسی دقت کرده باشید، بین آدنین و تیمین، دو پیوند هیدروژنی و بین سیتوزین و گوانین سه پیوند هیدروژنی وجود دارد.



بررسی نادرستی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): نوکلئوتیدهای موجود در مولکول DNA و RNA به صورت یک فسفات می‌باشند. / گزینه (۲): دقت کنید که در مولکول DNA، تعداد پیوندهای اشتراکی که بین دو نوکلئوتید قرار دارند، به تعداد پیوند فسفودی‌استرهاست. در حقیقت هر پیوند فسفودی‌استر نوعی پیوند اشتراکی است ولی علاوه بر آن، بین آنها تعداد زیادی پیوند اشتراکی دیگر هم وجود دارد. / گزینه (۳):

**نکته:** در مولکول DNA خطی، تعداد پیوند فسفودی‌استر، دو عدد از تعداد نوکلئوتیدها و بازهای آلی کمتر است ولی در DNA حلقوی تعداد پیوند فسفودی‌استر با تعداد بازهای آلی و نوکلئوتیدها برابر می‌باشد.

۳۳- گزینه ۱ موارد (الف) و (د) را برحسب متن سؤال، نمی‌توان گفت و پاسخ هستند.

### مدل واتسون و کریک

- آنها با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و یافته‌های خود، مدلی برای مولکول DNA ارائه دادند که مورد تأیید تحقیقات امروزی نیز می‌باشد.
- آنها می‌دانستند که DNA مارپیچی است که بیش از یک رشته دارد و دارای بازهای آلی و نوکلئوتید با پیوندهای شیمیایی می‌باشد (درستی الف).
- بیان داشتند که هر DNA از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ایجاد شده است و دور محور فرضی پیچیده است که به صورت مارپیچ دو رشته‌ای می‌باشد (نادرستی ب).
- آنها DNA را مانند نردبانی تصور می‌کردند که نرده‌ها فسفات و قند با پیوند فسفودی‌استر و پله‌ها دارای پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی می‌باشند (نادرستی ج).
- پیوند هیدروژنی دو یا سه‌تایی بین بازها سبب نگهداری دو رشته در کنار هم می‌شود نه پیوند اشتراکی!! (درستی د).



۳۴- گزینه ۲

**نکته:** بازهای A با T و C با G به دلیل ساختار سه‌بعدی مکمل نه یکسان (مثل قفل و کلید یا پادگن و آنتی‌بادی) روبه‌روی هم قرار می‌گیرند (نادرستی گزینه (۱)). در دو رشته DNA، بازهای پورینی روبه‌روی پیریمیدینی قرار می‌گیرند ولی نه اینکه هر پورینی روبه‌روی هر پیریمیدینی قرار بگیرد که در گزینه (۲) گفته است. مثلاً A پورین است ولی با C که پیریمیدین است مکمل نیست.

**نکته:** اطلاعات وراثتی را تعداد و ترتیب بازهای یک مولکول DNA مشخص می‌کند (نادرستی گزینه (۳)).

**نکته:** نسبت  $\frac{C}{G} = \frac{A}{T} = 1$  در مورد یک مولکول DNA صحیح است ولی در یک رشته DNA یا یک رشته RNA هر رابطه و تعدادی در

مورد بازها محتمل است، چون قانون خاصی در قرارگیری نوکلئوتیدها در یک رشته وجود ندارد.





## A ۳۵-گزینۀ ۲

آزمایشات مختلف در مورد مولکول DNA نتایج زیر را به همراه داشت:

(۱) آزمایشات گرفتیت ← متوجه شد که باکتری‌ها می‌توانند تغییر شکل یابند.

(۲) آزمایشات ایوری ← متوجه شد که ماهیت ماده وراثتی از DNA است که عامل تغییر شکل برخی باکتری‌ها می‌باشد.

(۳) آزمایش چارگاف ← متوجه شد که در مولکول DNA نسبت  $\frac{G}{C} = \frac{A}{T} = \frac{\text{پورین}}{\text{پیریمیدین}}$  (نادرستی گزینۀ (۱)).

(۴) آزمایش تاباندن پرتو ایکس ← متوجه شدند که DNA ماریچی است که بیش از یک رشته دارد، البته ابعاد DNA را نیز پیدا کردند (درستی گزینۀ (۲) و نادرستی گزینۀ (۳)).

(۵) مدل واتسون و کریک ← از ساختارهای شیمیایی بین نوکلئوتیدهای DNA و پیوند فسفودی‌استر و هیدروژنی اطلاع داشتند و مدل نردبانی را ارائه دادند (نادرستی گزینۀ (۴)).

(۶) آزمایش مزلسون و استال ← دریافتند که همانندسازی DNA به صورت نیمه‌حفاظتی می‌باشد.



## C ۳۶-گزینۀ ۳

یک نوکلئوتید از سه بخش قند حلقوی پنتوز، باز آلی یا ساختار یک یا دو حلقه‌ای و گروه فسفات ( $PO_4$ ) تشکیل شده است که اتم اکسیژن در هر سه قسمت آن (به‌جز باز آلی آدنین) وجود دارد ولی نیتروژن فقط در بخش باز آلی آن وجود دارد. از طرفی در گزینۀ‌های (۱) و (۳) واحد سازنده لیپاز را خواسته است. همانطور که می‌دانید، لیپاز نوعی پروتئین بوده و واحد سازنده آن آمینواسید است که ساختار حلقوی در بخش کربوکسیل و آمین خود ندارد ولی اکسیژن در بخش کربوکسیل خود دارد (درستی گزینۀ (۳)). دلیل نادرستی گزینۀ (۱) این است که آمینواسید یا واحد سازنده لیپاز، دارای نیتروژن می‌باشد. در مورد دو گزینۀ (۲) و (۴) دقت کنید که لسیتین موجود در صفرا نوعی فسفولیپید است که دو قسمت اسید چربی و سر فسفات دار دارد (نادرستی گزینۀ (۲)). در آخر نیز توجه داشته باشید که گروه فسفات در ساختار نوکلئوتیدها، فاقد بخش حلقوی و نیتروژن می‌باشد (نادرستی گزینۀ (۴)).

## A ۳۷-گزینۀ ۳

**نکته:** در مدل واتسون و کریک، DNA را نردبانی پیچ خورده حول یک محور فرضی در نظر می‌گیرند که نرده‌های آن را فسفات و قند با پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌دهند ولی پله‌های آن، شامل بازهای آلی نیتروژن‌دار با پیوند هیدروژنی می‌باشند. هر پله شامل دو باز آلی می‌باشد که یکی پورین دو حلقه‌ای و دیگری پیریمیدین تک‌حلقه‌ای می‌باشد.

**نکته:** در مولکول DNA، هر دو نوکلئوتید مقابل هم دارای ۵ حلقه آلی می‌باشند که دوتای آن مربوط به حلقه‌های قندی و بدون نیتروژن به نام دئوکسی‌ریبوز بوده و سه تای دیگر مربوط به حلقه‌های نیتروژن‌دار باز آلی می‌باشند.

## A ۳۸-گزینۀ ۴

با استفاده از تصاویر به دست آمده از پرتو ایکس بر روی مولکول‌های DNA، محققین توانستند اطلاعاتی در مورد ابعاد مولکول، ماریچی بودن و بیش از یک رشته داشتن DNA به دست بیاورند ولی در مورد پیوندهای شیمیایی فسفودی‌استر و هیدروژنی اطلاعاتی به دست نیاوردند.

## A ۳۹-گزینۀ ۳

مدل امروزی DNA همانند مدل ارائه شده توسط واتسون و کریک به صورت ماریچ دو رشته‌ای و مبتنی بر وجود پیوندهای فسفودی‌استر اشتراکی و هیدروژنی می‌باشد.

## C ۴۰-گزینۀ ۱

یک نوکلئوتید از سه بخش، قند پنتوز، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه فسفات تشکیل شده است که قند پنتوز آن توسط دو پیوند اشتراکی از یک طرف به باز آلی نیتروژن‌دار و از یک طرف به گروه فسفات متصل می‌باشد. همانطور که می‌دانید مولکول‌های قندی فاقد نیتروژن می‌باشند (درستی گزینۀ (۱)).

**علت نادرستی سایر گزینۀ‌ها:**

گزینۀ (۲): پیوند فسفودی‌استر بین گروه فسفات و قند پنتوز نوکلئوتید دیگر برقرار می‌شود که هر دو بخش فاقد نیتروژن هستند ولی قند دارای حلقه ۵ ضلعی می‌باشد.

گزینۀ (۳): قسمتی که دو حلقه آلی دارد منظور باز آلی پورینی می‌باشد که با پیوند هیدروژنی به باز پیریمیدین نوکلئوتید مقابل اتصال دارد.

گزینۀ (۴): در نوکلئوتید فقط قسمت گروه‌های فسفات فاقد حلقه آلی می‌باشد که این گروه عامل اسیدی دارد نه هیدروکسیل (OH).

## B ۴۱-گزینۀ ۴

دانشمندان با زدن اشعه ایکس به مولکول DNA و تجزیه و تحلیل تصاویر حاصل از آن برای اولین بار متوجه شدند که DNA مولکولی است که بیش از یک رشته ماریچی دارد. منظور این سؤال اشعه ایکس می‌باشد. در کتاب یازدهم خواندیم که اشعه ایکس در رادیولوژی به کار می‌رود و برخلاف اشعه ماوراء صوت که در سونوگرافی به کار می‌رود برای انسان و جنین بیماری‌زا می‌باشد (نادرستی گزینۀ (۱) و (۲)). این اشعه می‌تواند در پرتودرمانی افراد مبتلا به سرطان، به‌طور مستقیم تقسیم یاخته‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و سرعت تقسیم آن‌ها را محدود کند ولی سرکوب تقسیم همه یاخته‌های بدن، از ویژگی‌های داروهای شیمی‌درمانی می‌باشد (نادرستی گزینۀ (۳)).

**نکته:** اشعه ایکس، اشعه زیان‌باری است که سبب اشکال در تقسیم یاخته می‌شود و می‌تواند در افرادی که مداوم تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند سبب جدا نشدن فام‌تن‌ها و ایجاد فرزندان دچار بیماری ژنتیکی مثل سندرم داون شود (درستی گزینۀ (۴)).

## B ۴۲-گزینۀ ۴

منظور سؤال پیوند هیدروژنی می‌باشد که با اتصال دو باز آلی مکمل به هم، سبب پایداری و نگهداری مولکول DNA و دو رشته آن در کنار هم می‌شود. این پیوند به تنهایی انرژی کمی دارد. یک پیوند بین مولکولی بین اتم هیدروژن یک مولکول با اتم نیتروژن، اکسیژن یا فلئور از مولکول دیگر می‌باشد.

**علت نادرستی سایر گزینۀ‌ها:**

گزینۀ (۱): اتصال گروه فسفات به گروه هیدروکسیل قند، یک پیوند اشتراکی از نوع فسفودی‌استر می‌باشد. / گزینۀ (۲): ایجاد DNA حلقوی در باکتری‌ها یا میتوکندری و کلروپلاست در اثر پیوند فسفودی‌استر بین دو نوکلئوتید انتهایی هر رشته DNA می‌باشد. / گزینۀ (۳): رشته‌های پلی‌پپتیدی در ساختار دوم و سوم خود حاوی پیوند هیدروژنی می‌باشند. (ساختار پروتئین‌ها را در گفتار آخر همین فصل می‌خوانیم.)

## A ۴۳-گزینۀ ۲

اغلب دانشمندان قبل از ایوری، پروتئین را ماده ژنتیکی و عامل تغییر شکل دهنده باکتری‌ها می‌دانستند. در پروتئین‌ها، آمینواسیدها با پیوند اشتراکی و از طریق اتصال عامل اسیدی به آمینی به صورت CONH- متصل می‌شوند که به پیوند پپتیدی معروف می‌باشد.

\* دقت کنید که پروتئین‌ها فاقد مونوساکارید و فسفات می‌باشند (نادرستی گزینۀ (۳) و (۴)) و توسط پپسین معده تجزیه می‌شوند نه پپسینوزن! چون پپسینوزن نوعی پروتئاز غیرفعال است.

**۴۴-گزینه ۴** چارگاف فقط به بررسی کمی در DNA پرداخت و به این نتیجه رسید که تعداد آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین برابر است ولی به بررسی پیوندهای فسفودی استر و هیدروژنی پرداخت (درستی گزینه ۴) و نادرستی گزینه ۱).

**نکته:** مطالعات پرتو اشعه ایکس و مدل واتسون و کریک هر دو معتقد بودند که DNA بیشتر از یک رشته دارد (نادرستی گزینه ۲) و (۳).

**۴۵-گزینه ۲** موارد (الف)، (ب) و (د) عبارت را به نادرستی تکمیل می کنند. منظور این سؤال DNA و پروتئین های دارای چند رشته زیر واحدی می باشد و باید در عبارات به دنبال ویژگی غیر مشترک آنها بگردیم تا عبارت را نادرست تکمیل کند.

**بررسی عبارات:**

(الف) نادرست تکمیل می کند. در نوکلئوتیدهای DNA برخلاف آمینواسید پروتئین ها، قند پنتوز یا هیدرات کربن وجود دارد. / (ب) نادرست تکمیل می کند. پروتئین و DNA حاوی پیوند اشتراکی می باشند ولی نوع آن در پروتئین ها به صورت پپتیدی و در نوکلئیک اسیدها به صورت فسفودی استر می باشد. / (ج) درست تکمیل می کند. هر مولکول DNA و پروتئین دارای بیش از یک رشته پلی پپتید، حاوی پیوند هیدروژنی می باشد. / (د) نادرست تکمیل می کند. ساختار چهارم پروتئین ها همانند مولکول DNA، می تواند شکل مارپیچی داشته باشد و همیشگی نیست چون در برخی موارد حالت صفحه مانند دارند.

**۴۶-گزینه ۴** قرارگیری جفت بازها به صورت مکمل، باعث می شود که قطر مولکول DNA در سراسر آن یکسان باشد، چون همواره یک باز آلی دو حلقه ای روبه روی باز تک حلقه ای قرار دارد ولی سایر گزینه ها صحیح می باشند.

**۴۷-گزینه ۴** در هر زنجیره DNA یا هر رشته RNA نمی توان تعداد دقیقی از نوع نوکلئوتیدها و بازهای آلی آنها را پیش بینی کرد و محدودیتی برای بازها وجود ندارد ولی در یک مولکول DNA تعداد پورین ها با پیریمیدین ها همواره برابر می باشد (نادرستی گزینه ۴).

**نکته:** دقت کنید که به طور تصادفی ممکن است در یک رشته DNA یا RNA، تعداد بازهای پورین با پیریمیدین برابر باشد ولی همیشگی و قانون نمی باشد (درستی گزینه ۲).

\* گزینه ۱) و (۳) نیز صحیح می باشد. بین بازهای مکمل در دو رشته DNA پیوند هیدروژنی برقرار می شود. دو نوکلئوتید به کار رفته در یک پله، دارای ۳ حلقه نیتروژن دار آلی و به همراه دو حلقه بدون نیتروژن در قند پنتوز می باشند. در نتیجه مجموعاً بین دو نوکلئوتید یک پله، ۵ حلقه آلی کربن دار موجود می باشد.

**۴۸-گزینه ۳** با استفاده از برخورد اشعه ایکس به مولکول DNA و تحلیل تصاویر ایجاد شده، اطلاعاتی در مورد ابعاد و مارپیچی بودن رشته های DNA به دست آمد ولی از پیوندهای شیمیایی و رابطه مکملی بازها اطلاعاتی به دست نیاورد.

**۴۹-گزینه ۴**

**نکته:** همانطور که می دانید قند به کار رفته در نوکلئوتیدهای DNA از نوع دئوکسی ریبوز می باشد که هر کدام یک اتم اکسیژن در کربن شماره ۲ خود، از قند ریبوز موجود در RNA کمتر دارند (درستی گزینه ۴). در یک رشته DNA هیچ گاه پیوند هیدروژنی وجود ندارد ولی در tRNA که نوعی RNA می باشد، می توانیم پیوند هیدروژنی را در برخی قسمت ها مشاهده کنیم و همانطور که گفتیم پیوند هیدروژنی بین بازها سبب پایداری رشته می شود (نادرستی گزینه ۲) و (۳).  
**نکته:** همواره در هر رشته نوکلئیک اسید، به ازای هر پیوند فسفودی استر، دو تا پیوند قند فسفات وجود دارد (نادرستی گزینه ۱).

**۵۰-گزینه ۱** در مولکول DNA، زنده ها از قند حلقوی ۵ کربنه (فاقد نیتروژن) و گروه فسفات با پیوند اشتراکی فسفودی استر به وجود آمده اند ولی پله ها بازهای آلی نیتروژن دار هستند که روبه روی پورین دو حلقه ای همواره پیریمیدین تک حلقه ای قرار می گیرد.

**۵۱-گزینه ۴** در یک رشته پلی نوکلئوتید، دو نوکلئوتید مجاور با پیوند فسفودی استر به هم وصل می شوند البته در tRNA می توان دو نوکلئوتید یک رشته را با پیوند هیدروژنی متصل به هم نیز مشاهده کرد. دقت کنید که در دو رشته پلی نوکلئوتیدی، دو نوکلئوتید روبه روی هم، فقط با پیوند هیدروژنی به هم متصل اند.

**۵۲-گزینه ۴** در این سؤال باید به کلمه «یک رشته» دقت کنید و گول مکمل بودن آدنین و تیمین را نخورید. در یک رشته پیوند بین دو نوکلئوتید از نوع فسفودی استر می باشد که در RNA نیز با هر نوع نوکلئوتیدی می تواند صورت بگیرد.

**۵۳-گزینه ۱**

**نکته:** پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی سیتوزین و گوانین، سه عدد می باشد ولی بین آدنین و تیمین دو تا وجود دارد. منظور این سؤال بازهای سیتوزین و گوانین هستند که هم در انواع RNA و هم در DNA وجود دارند. در گزینه ۱)، رناتن دارای tRNA و فام تن دارای DNA بوده و هر دو این بازهای آلی را می توانند، دارا باشند. در مورد گزینه ۲) و (۳) کلمه «برخلاف» آنها را نادرست کرده است. در مورد گزینه ۴) دقت کنید که نوکلئاز نوعی آنزیم پروتئینی است که از آمینواسید ایجاد شده است نه نوکلئوتید!!

**۵۴-گزینه ۳** واحد سازنده نوکلئیک اسیدها، نوکلئوتید است که از سه بخش قند، باز آلی و فسفات تشکیل شده است ولی دو بخش قند و باز آلی آن حلقوی است و از مواد آلی ایجاد شده اند.

**۵۵-گزینه ۱** موارد (الف)، (ج) و (د) نادرست می باشند.

**بررسی عبارات:**

(الف) نادرست است. بین دو نوکلئوتید دو تا پیوند بین قند و فسفات وجود دارد، یکی همان فسفودی استر است و یکی قند فسفات درون یک نوکلئوتید. / (ب) درست است. برای تشکیل هر پیوند فسفودی استر دو تا فسفات آزاد می شود و نوکلئوتید جدید نیز به محض اتصال به رشته، دو گروه فسفات خود را از دست می دهد. / (ج) نادرست است. توانایی حلقوی شدن DNA به دلیل قدرت تشکیل پیوند فسفودی استر بین گروه فسفات و عامل هیدروکسیل قند در دو سر یک رشته DNA می باشد. /

(د) نادرست است. در دو رشته پلی نوکلئوتید مولکول DNA، نسبت  $\frac{C}{G}$  و  $\frac{A}{T}$  برابر ۱ است (نه هر دو رشته پلی نوکلئوتید!!!) مثلاً RNA نیز از روی DNA ساخته شده و مکمل آن می باشد ولی تیمین ندارد. /

(ه) درست است. با توجه به شکل مقابل می توانید متوجه شوید که پورین ها با حلقه ۵ ضلعی خود به قند وصل می شوند. /

(و) درست است. در یک نوع نوکلئیک اسید، قندها یا ریبوز و یا دئوکسی ریبوز هستند و این باز آلی آنها است که عامل تفاوت می باشد.

