

## فصل ۱ - مولکول های اطلاعاتی

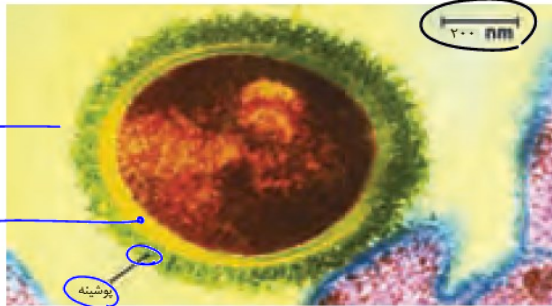
یکی از پرسش هایی که یافتن جوابی برای آن **بیش از پنجاه سال طول کشید**، این بود که **ژن چیست و از چه ساخته شده است؟** پاسخ این سؤال، به ظاهر شاید ساده باشد ولی برای رسیدن به آن، پژوهش ها و آزمایش های زیادی انجام شد که در حال حاضر هم ادامه دارد.

### نوکلئیک اسیدها

هر یک از یاخته های بدن ما ویژگی هایی مانند **شکل و اندازه** دارند. این ویژگی ها تحت فرمان **هسته** هستند. دستورالعمل های **هسته در حین تقسیم** از یاخته ای به یاخته دیگر و در حین **تولیدمثل** از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود. اطلاعات و دستورالعمل فعالیت های یاخته در چه قسمتی از هسته ذخیره می شود؟ قبلاً آموختیم که **فام تن ها (کروموزوم ها)** در هسته قرار دارند و در ساختار آن ها **دنا (DNA) و پروتئین** مشارکت می کنند. کدام یک از این دو ماده، ذخیره کننده اطلاعات وراثتی است؟ پاسخ این سؤال مشخص شده است. این ماده دنا است که به عنوان ماده ذخیره کننده اطلاعات وراثتی عمل می کند، اما دانشمندان چگونه به این پاسخ رسیده اند؟

**اطلاعات اولیه** در مورد ماده وراثتی از فعالیت ها و آزمایش های **باکتری شناسی انگلیسی به نام گریفیت** به دست آمد. او سعی داشت **واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند**. در آن زمان تصور می شد عامل این بیماری، نوعی **باکتری** به نام **استرپتوکوکوس**

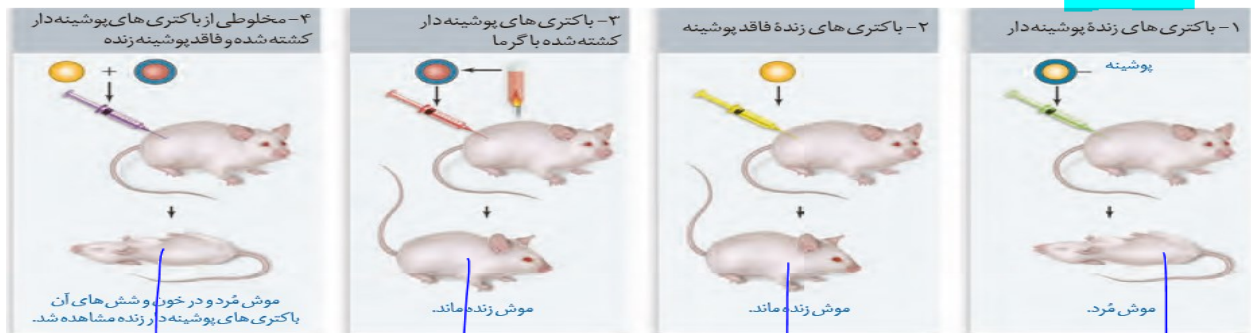
لایه نخل!  
دیواره!



**نومونیا** است. **گرفت با دو نوع** از این باکتری، آزمایش هایی را روی موش ها انجام داد. نوع بیماری زای آن که **پوشینه دار (کپسول پلی ساکاریدی)** است در موش ها سبب **سینه پهلو** می شود ولی نوع بدون پوشینه آن موش ها را بیمار نمی کند.

**گریفیت** مشاهده کرد تزریق باکتری های **پوشینه دار** به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آنها می شود؛ در حالی که تزریق باکتری های **بدون پوشینه** به موش های مشابه، **باعث بروز علائم**

**بیماری نمی شود**. او در آزمایش دیگری باکتری های **پوشینه دار کشته شده با گرما** را به موش ها تزریق و مشاهده کرد که موش ها سالم ماندند. **گریفیت نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست**. سپس مخلوطی از **باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما و زنده بدون پوشینه** را به موش ها تزریق کرد: برخلاف انتظار، موش ها مردند! او در بررسی **خون و شش های موش های مرده**، تعداد **زیادی** باکتری های پوشینه دار زنده مشاهده کرد. مسلماً باکتری های مرده، زنده نشده اند بلکه تعدادی از باکتری های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه دار شده اند. از نتایج این آزمایش ها مشخص شد که **ماده وراثتی می تواند به یاخته دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد**.



باکتری بدون پوشینه مرده  
باکتری بدون پوشینه زنده

باکتری بدون پوشینه زنده

باکتری بدون پوشینه مرده  
باکتری بدون پوشینه زنده

باکتری بدون پوشینه مرده  
باکتری بدون پوشینه زنده

اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت ها و آزمایش های **باکتری شناسی انگلیسی به نام گریفیت** به دست آمد.

**هدف:** تولید واکسن برای آنفلوآنزا

**حدس اولیه:** عامل آنفلوآنزا، نوعی **باکتری به نام استرپتوکوکوس نوموتیا** است. **دو نوع** پوشش دار (پلی ساکاری) و فاقد پوشش

**آزمایشات:**

- (۱) باکتری پوشینه دار (کپسول پلی ساکاریدی) ← موش ← ایجاد سینه پهلو و مرگ!
- (۲) باکتری بدون پوشینه ← موش ← **عدم بروز علائم بیماری و زنده!**
- (۳) باکتری پوشینه دار کشته شده با گرما ← موش ← **عدم بروز علائم بیماری و زنده!**

**هدف:** بررسی بیماری زایی پوشینه

**نتیجه:** وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست.

(۴) مخلوط باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما + باکتری های بدون پوشینه زنده ← موش ← مرگ!

**علت:** در بررسی فون و شش های موش های مرده، تعداد زیادی باکتری های پوشینه دار زنده (شاهده کرد، که این یعنی تعدادی از باکتری های بدون پوشینه از عصاره سلولی باکتری های پوشینه دار کشته شده، با دریافت عامل انتقال صفت پوشینه دار شدن، به نوعی تغییر کرده و پوشینه دار شده اند.

**نتیجه:** از نتایج این آزمایش ها مشخص شد که ماده وراثتی می تواند به یافته دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و یکلونگی انتقال آن مشخص نشد.

### عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دنا است

عامل مؤثر در انتقال این صفت (پوشینه دار شدن) تا حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت همچنان ناشناخته ماند. تا اینکه نتایج کارهای دانشمندی به نام **ایوری و همکارانش** عامل مؤثر در آن را مشخص کرد. آنها **ابتدا** از عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین های موجود را تخریب کردند. آنها سپس باقی مانده محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می گیرد؛ پس می توان نتیجه گرفت که پروتئین ها ماده وراثتی نیستند.

در آزمایش دیگری عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کردند. با اضافه کردن هریک از لایه ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت **فقط** با لایه ای که در آن دنا وجود دارد انجام می شود. نتایج این آزمایش ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است. به عبارت ساده تر، دنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج به دست آمده مورد قبول عده ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین ها ماده وراثتی هستند.

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

تذکره قبل از گریفیت و ایوری **دنا همان پلی ساکاری است که کشته شده بود!**

**ایوری و همکاران**

**هدف:** کشف عامل مؤثر در انتقال صفت پوشینه دار شدن هرور ۱۶ سال بعد از کریفیت

**حدس اولیه:** پروتئین ها ماده وراثتی می باشند.

**روش:**

**آزمایش اول:** (عصاره سلولی باکتری پوشینه دار کشته شده + پروتئاز) + باکتری فاقد پوشینه زنده ← انتقال صفت صورت لایه

$\frac{No}{ep/car/No}$

نتیجه: ماده وراثتی نیست!

**آزمایش دوم:** لایه های فاقد DNA حاصل از سانتریفیوژ پوشینه دار کشته شده جداگانه + باکتری فاقد پوشینه زنده ← انتقال صفت صورت لایه

بیمارفت ep، بیمارفت No، بیمارفت car

یک لایه دارای DNA حاصل از سانتریفیوژ پوشینه دار کشته شده + باکتری فاقد پوشینه زنده ← انتقال صفت صورت لایه

بیمارفت DNA

نتایج این آزمایش ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است. به عبارت ساده تر، دنا همان ماده وراثتی است.

**آزمایش سوم:**

باکتری فاقد پوشینه زنده + عصاره سلولی باکتری پوشینه دار کشته شده + پروتئاز → انتقال صفت صورت لایه

$ep + Prot + No$   
 کر بو هیدراتاز  
 $ep + car + No$   
 پروتئاز  
 $Prot + No + car$   
 پیپر  
 $Prot + car + ep$   
 نوکلئاز

انتقال صفت صورت لایه

ماده وراثتی چون  
 اورج!

ماده وراثتی چون  
 صفت لایه  
 شایسته وراثتی

چند مورد از موارد زیر در رابطه با نتایج آزمایشات فردریک گریفیت صحیح می باشد؟

- باکتری ها می توانند با دریافت ماده ژنتیک از محیط خارج در خصوصیات ظاهری خود تغییراتی ایجاد کنند.
- DNA می تواند از عصاره سلولی باکتری کشته شده کپسول دار به باکتری بدون کپسول زنده انتقال یابد.
- پوشینه باکتری استرپتوکوکوس نومونیا در ایجاد بیماری و مرگ موش ها نقشی ندارد.
- با تزریق باکتری های بدون پوشینه زنده به موش ها نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست.
- در مخلوط باکتری های پوشینه دار کشته شده و بدون پوشینه زنده، همه باکتری های زنده پوشینه دار شدند.
- تزریق مخلوط باکتری بدون پوشینه زنده و پوشینه باکتری پوشینه دار، سبب مرگ موش ها می شود.
- باکتری های بدون پوشینه زنده با دریافت ژن پوشینه، خصوصیات ظاهری خود را تغییر دادند.

ماده وراثتی

بسته ای هست در اینجا  
 آنانی هم نیست  
 دنا ژن پوشینه دار شدن کنار بسته

چند مورد از موارد زیر در رابطه با آزمایشات ایوری و همکاران آن صحیح می باشد؟

- در هر یک از لایه های حاصل از سانتریفیوژ به جز یکی از لایه ها، مولکول دنا وجود داشت.
- با افزودن پروتئاز به عصاره سلولی باکتری با لایه پوشینه نتیجه گرفتند، پروتئین ها ماده وراثتی نیستند.
- فقط در یکی از چهار قسمت پس از افزودن آنزیم تخریب کننده، انتقال صفت صورت گرفت.
- ایوری و همکاران آن ۱۶ سال بعد از کریفیت ساختار شیمیایی مولکول دنا را کشف کردند.
- با افزودن یکی از لایه های حاصل از سانتریفیوژ به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه انتقال صفت صورت گرفت.
- در هر یک از چهار قسمت پس از افزودن آنزیم تخریب کننده به جز یکی از آنها، مولکول دنا وجود داشت.

تجزیه و تحلیل بیولوژی

کنکور ۱۴۰۴

۳- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- تزریق مخلوط باکتری پوشینه دار زنده و آنزیم های تخریب کننده کربوهیدرات ها، سبب مرگ موش می شود.
- عامل بیماری آنفلوآنزا، باکتری استرپتوکوکوس نومونیا می باشد. ~~درست~~
- از نتایج آزمایش های ایوری و همکاران هاهیت ماده وراثتی و چگونگی انتقال آن مشخص شد.
- نتایج آزمایشات افلاکون آنزیم های تخریب کننده، ایوری را به این نتیجه رساند که عامل اصلی در انتقال صفات، دنا است.
- پس از افزودن عصاره باکتری های پوشینه دار به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه، بلافاصله انتقال صفت صورت می گرفت. ~~درست~~

۴- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

با توجه به آزمایشات گرفتیت، فقط در دو مرحله در بدن موش امکان ..... وجود داشت.

مشاهده باکتری پوشینه دار مرده ← ۱ و ۳ و ۴

تولید پادتن و سلول های خاطره بر علیه باکتری تزریق شده ~~در مرحله چهارم~~

ایجاد علائم بیماری و مرگ ۱ و ۴

مشاهده باکتری بدون پوشینه زنده ۲ و ۴

۵- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

در آزمایش بلافاصله ..... از آزمایشی که گرفتیت از آن نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست، .....

۱) قبل - بروز علائم بیماری در موش سبب مرگ آن شده بود.

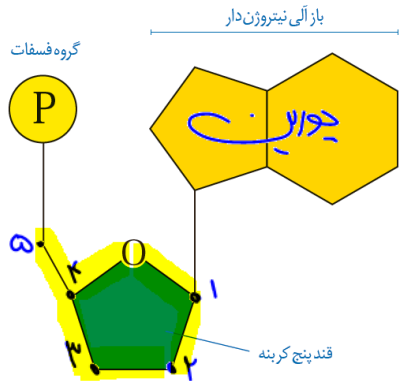
۲) بعد - انتقال ماده وراثتی سبب تغییر باکتری های زنده پوشینه دار شده بود.

۳) قبل - باکتری پوشینه دار کشته شده با گرما به موش تزریق شده بود.

۴) بعد - در خون و شش های موش دو نوع باکتری زنده بدون پوشینه و پوشینه دار مشاهده شد.

## ساختار نوکلئیک اسید (گشودن از کیفیت و ایوری)

نوکلئیک اسیدها که شامل دئوکسی ریبونوکلئیک اسید(دنا) و ریبونوکلئیک اسید(رنا) هستند، همگی بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به نام نوکلئوتید هستند. هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن دار و یک تا سه گروه فسفات.



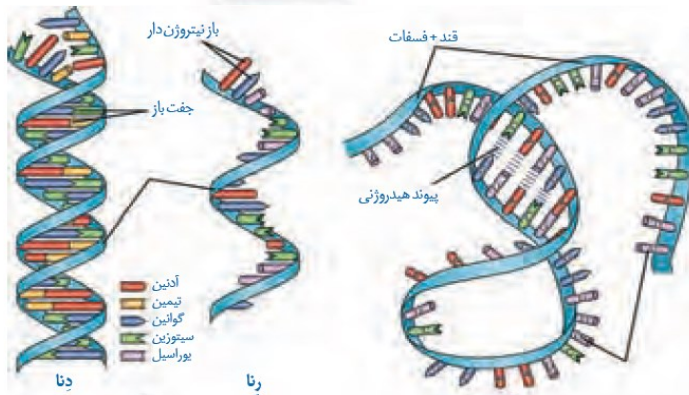
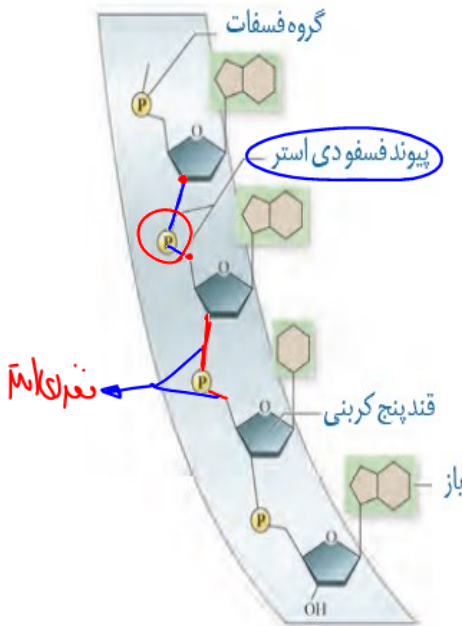
قند پنج کربنه در دنا، دئوکسی ریبوز و در رنا، ریبوز است. دئوکسی ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد. باز آلی نیتروژن دار می تواند پورین باشد که ساختار دو حلقه ای دارد؛ شامل آدنین (A) و گوانین (G) یا می تواند پیریمیدین باشد که ساختار تک حلقه ای دارد؛ شامل تیمین (T) سیتوزین (C) و یوراسیل (U). در دنا باز یوراسیل شرکت ندارد و به جای آن تیمین وجود دارد و در رنا به جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد. نوکلئوتیدها ..... یا ..... حلقه آلی دارند.

نوکلئوتید



نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفو دی استر به هم متصل می شوند و رشته پلی نوکلئوتیدی را می سازند. در تشکیل پیوند فسفو دی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می شود. رشته های پلی نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می سازند مثل رنا، یا به صورت دوتایی مقابل هم قرار می گیرند و نوکلئیک اسیدهایی مثل دنا را می سازند. بنابراین مولکول های دنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول های رنا از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می شوند.

دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتید نیز می توانند با پیوند فسفودی استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید حلقوی را ایجاد کنند؛ برای مثال دنا در باکتری ها (مثل راکیزه و سیزریشه) به صورت حلقوی است. در نوکلئیک اسیدهای خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشته دنا و رنا خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.



دو انتهای رشته های پلی پپتیدی... متفاوت است.  
 دو انتهای رشته های پلی ساکاریدی... یکسان است.  
 و دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتیدی خطی... متفاوت است.  
 می باشد.

در رشته های یک فسفات متفاوت است!

صرفاً برای درک بهتر!!

در یک مولکول DNA خطی - DNA حلقوی - RNA با n نوکلئوتید به ترتیب چند پیوند فسفو دی استر و چند پیوند قند فسفات و چند پیوند قند باز وجود دارد؟

تعداد نوکلئوتید	پیوند فسفو دی استر	پیوند قند فسفات	پیوند قند باز
n	n-2	<del>n-2</del> (n-2)	n
n	n	n	n
n	n-1	<del>n-2</del> (n-1)	n

## تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا به ازای او!

در ابتدا تصور می شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده اند. بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول های دنا از هر جاننداری که به دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد. اما مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که: مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابر می کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.

هدف: کشف نحوه بسته شدن سبب جانها در DNA!

$$1 = \frac{A+G}{A+T} = \frac{T+C}{A+G} \leftarrow \frac{A}{T} = A+G = T+C \leftarrow C=G, A=T \leftarrow \text{چارگاف}$$

کنترل کنیم  
بوی  
بوی

**صرفاً برای درک بهتر!!**

در یک مولکول DNA با ۲۰۰ نوکلئوتید تعداد بازهای آدنین سه برابر تعداد بازهای سیتوزین می باشد. معین کنید در این مولکول تعداد بازهای گوانین چقدر است؟

$N = 200$   
 $A = 3C$   
 $A + C = \frac{N}{2} \rightarrow 3C = 100 \rightarrow C = 50 = 25$

در یک مولکول DNA با ۳۰۰ نوکلئوتید تعداد بازهای آدنین ۲۰ تا بیشتر از تعداد بازهای گوانین است. معین کنید در این مولکول تعداد بازهای تیمین چقدر است؟

$N = 300$   
 $A = 20 + G$   
 $A + G = \frac{N}{2} \rightarrow 2G = 130 \rightarrow G = 65$   
 $T = 135$

### استفاده از پرتو ایکس برای تهیه تصویر از دنا

ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول های دنا تصویری تهیه کردند. با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا



نتایجی را به دست آوردند از جمله اینکه دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکول ها را نیز تشخیص دادند.

## مدل مولکولی دنا



واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش های پارگراف و داده های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته های فور، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش های امروزی مورد تأیید قرار گرفته اند.

### نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته ای را ایجاد می کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ خورده مقایسه می شود.

ستون های این نردبان را قند و فسفات و پله ها را بازهای آلی تشکیل می دهند. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی استر و بین بازهای روبه روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است.

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

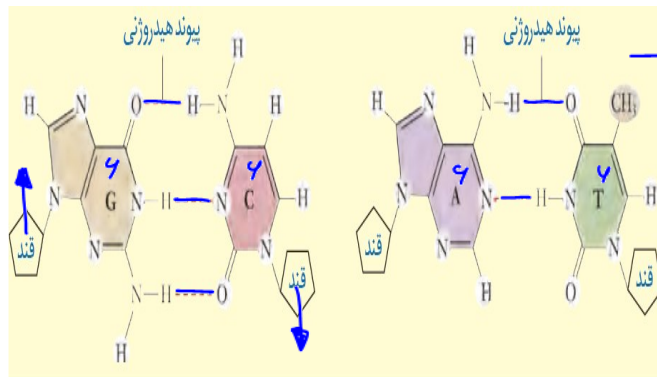
قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک حلقه ای در مقابل یک باز دو حلقه ای قرار می گیرد و باعث پایداری مولکول دنا می شود. قطر مولکول دنا ..... حلقه نیتروژنی و ..... حلقه آلی می باشد.

نتیجه دیگر جفت شدن بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را هم مشخص کند؛ مثلا اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل آن باید TACG باشد.

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



حلقه آلی



جستجو اینها!

پیوند هیدروژنی بین حلقه آلی و حلقه نیتروژنی

قند چسبندگی!

مولکول با دو رشته دنا یکس هم اینها! / فسفات، قند!



رنا	دنا حلقوی	دنا خطی	
			تعداد پیوند فسفو دی استر
			تعداد پیوند قند فسفات
			تعداد پیوند قند باز
			تعداد باز های پورینی
			تعداد حلقه های نیتروژنی
			تعداد کل حلقه ها
			تعداد گروه های فسفات

در بخشی از یک پلازمید با ۳۰۰ حلقه آلی، چند پیوند قند- فسفات وجود دارد؟

۶- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس ابعاد مولکول ها را تشخیص دادند.
- گریفیت با آزمایش بر روی دو نوع باکتری، ماهیت ماده وراثتی را مشخص کرد.
- ویلکینز و فرانکلین نشان دادند که دنا ساختار مارپیچی و چند رشته ای دارد.
- چارگاف نشان داد در مولکول های دنا، آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین رابطه مکملی دارد.
- گریفیت نشان داد که خصوصیات یک باکتری به باکتری دیگر قابل انتقال است.
- ساختار مولکولی دنا توسط واتسون و کریک و ساختار شیمیایی دنا به کمک ایوری و همکاران کشف شد.

۷- چند مورد از موارد زیر در رابطه با ساختار هر مولکول دنا صحیح می باشد؟

- در هر یک از رشته های پلی نوکلئوتیدی دنا، تعداد بازهای پورینی با بازهای پیریمیدینی برابر است.
- مولکول های دنا بی که بازهای سیتوزین بیشتری دارند، پایداری بیشتری دارند.
- قطر یکسان مولکول دنا و انرژی زیاد هر پیوند هیدروژنی، سبب پایداری آن می شود.
- هر یک از فسفات ها با اتصال به هیدروکسیل قند در تشکیل پیوندهای فسفو دی استر شرکت می کنند.
- دو رشته دنا می توانند در بعضی از نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.
- نوکلئوتیدهای مقابل از طریق بازها و نوکلئوتیدهای مجاور از طریق قندها به یکدیگر متصل اند.

۸- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

به طور معمول در هر نوکلئیک اسید ، . . . . .

- (۱) باز آلی هر نوکلئوتید با باز آلی نوکلئوتید مقابل خود دارای پیوندهای هیدروژنی می باشد.
- (۲) قند هر نوکلئوتید با قند نوکلئوتید مجاور خود از طریق پیوند فسفودی استر اتصال دارد.
- (۳) مقدار بازهای آلی تک حلقه ای با مقدار بازهای آلی دو حلقه ای برابر می باشد.
- (۴) قند هر نوکلئوتید با نوعی پیوند اشتراکی به حلقه شش ضلعی باز آلی نیتروژن دار اتصال دارد.

## رنا و انواع آن

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

**رنای پیک (mRNA):** اطلاعات را از دنا به رناتن ها می رساند. رناتن با استفاده از اطلاعات رنای پیک، پروتئین سازی می کند که در فصل بعد با آن آشنا خواهید شد.

**رنای ناقل (tRNA):** آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین سازی به سمت رناتن ها می برد.

**رنای رنانتی (rRNA):** در ساختار رناتن ها علاوه بر پروتئین، رنای رنانتی نیز شرکت دارد.

**رنای کوچک (sRNA):** بعضی از آنها با اتصال به رنای پیک مکمل خود، در تنظیم بیان ژن نقش دارند.

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

۹- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ (( مولکول RNA ..... مولکول DNA ، ..... ))

- (۱) برخلاف — نمی تواند دارای پیوندهای هیدروژنی بین جفت بازها باشد.
- (۲) همانند — تعداد بازهای پورینی و پیریمیدینی برابری در هر مولکول دارد.
- (۳) برخلاف — در ساختار راکیزه و سبز دیسه و رناتن ها یافت می شود.
- (۴) همانند — دارای نقش های آنزیمی و تنظیم بیان ژنی می باشد.

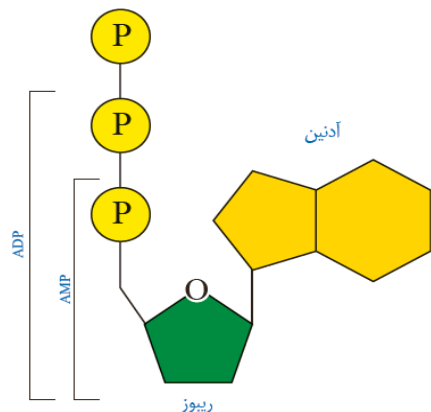
## ژن چیست؟

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

## دخالت نوکلئوتیدها در واکنش های سوخت و سازی

نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار دنا و رنا نقش های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند. برای مثال نوکلئوتید آدنین دار ATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت های مختلف از آن استفاده می کند. همچنین نوکلئوتیدها در ساختار مولکول هایی وارد می شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته ای نقش حامل الکترون را بر عهده دارند. با این مولکول ها در فصل های آینده آشنا خواهید شد.

(.....)



۱۰- کدام یک در رابطه با مولکول ATP صحیح می باشد؟

- ۱) ریبونوکلئوتید آدنین داری بوده که سه فسفات به آن اضافه شده است.
- ۲) دارای سه پیوند پر انرژی بین فسفات های خود می باشد.
- ۳) دارای باز دو حلقه ای بوده که حلقه کوچک آن به قند آن متصل است.
- ۴) مولکول آدنوزینی بوده که دو فسفات به آن اضافه شده است.

۱۱- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

«هر نوکلئوتیدی که ..... دارد، .....»

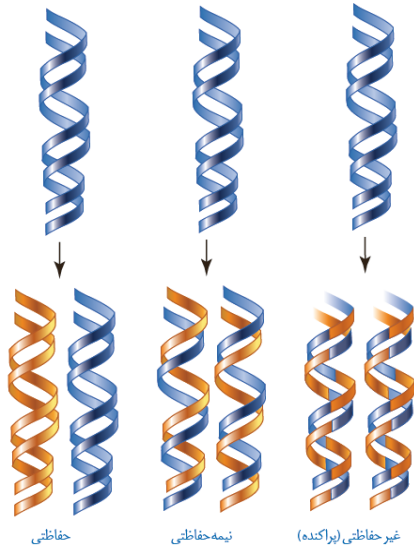
- ۱) در ساختار خود باز آلی گوانین دارد - با نوکلئوتید مقابل خود بیشترین پیوند هیدروژنی را تشکیل می دهد.
- ۲) در ساختار خود سه گروه فسفات دارد - با از دست دادن دو گروه فسفات به نوکلئوتیدی دیگر متصل می شود.
- ۳) به باز آلی نوکلئوتید مجاور خود اتصال دارد - در ساختار خود دارای دو حلقه آلی می باشد.
- ۴) در ساختار خود قند پنج کربنه ریبوز دارد - در ساختار نوکلئیک اسید تک رشته ای شرکت دارد.

۱۲- چند مورد، درباره هر نوکلئوتید موجود در بدن یک فرد سالم صحیح است؟ (د ۱۴۰۰)

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

## هماندسازی دنا

با توجه به اینکه دنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است، این پرسش مطرح می شود که هنگام تقسیم یاخته، این اطلاعات، چگونه بدون کم و کاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می رسند؟ این کار با همانندسازی دنا انجام می شود. به ساخته شدن مولکول دنا جدید از روی دنا قدیمی همانند سازی می گویند. با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است؛ گرچه طرح های مختلفی برای همانندسازی دنا پیشنهاد شده بود.



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

**۲- همانندسازی نیمه حفاظتی:** در این طرح در هر یاخته یکی از دو رشته دنا مربوط به دنا اولیه است و رشته دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر یاخته حاصل، فقط یکی از دو رشته دنا قبلی وجود دارد، به آن نیمه حفاظتی می گویند.

**۳- همانندسازی غیر حفاظتی (پراکنده):** در این طرح هر کدام از دناهای حاصل، قطعاتی از رشته های قبلی و رشته های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند.

۱۳- بر اساس طرح ..... همانندسازی، در مولکول های DNA حاصله .....

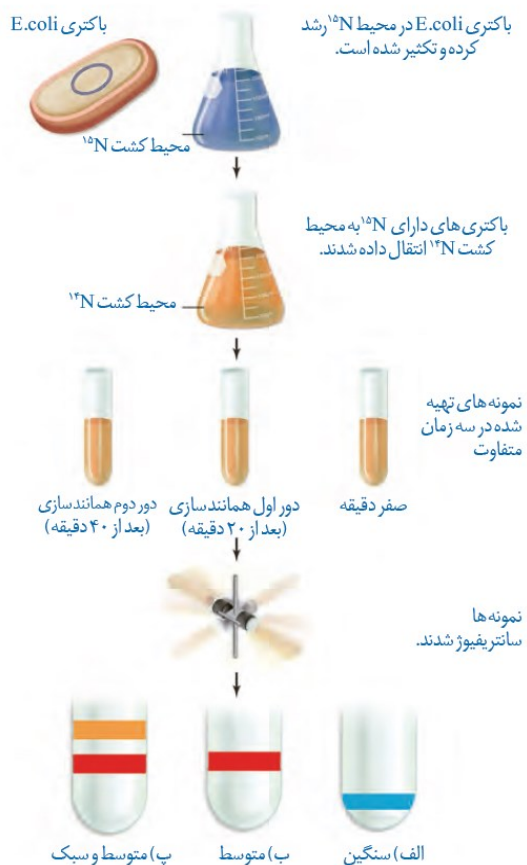
- ۱) نیمه حفاظتی - در هر مولکول نیمی از نوکلئوتیدهای هر رشته قدیمی و نیمی جدید می باشند.
- ۲) حفاظتی - در هر مولکول در هر رشته فقط نوکلئوتیدهای قدیمی قرار گرفته اند.
- ۳) غیر حفاظتی - در هر مولکول نیمی از نوکلئوتیدها قدیمی و نیمی جدید می باشند.
- ۴) نیمه حفاظتی - یک مولکول دارای نوکلئوتیدهای قدیمی و یک مولکول دارای نوکلئوتیدهای جدید می باشند.

۱۴- چند مورد در رابطه با طرح های مختلف پیشنهادی برای همانند سازی به طور صحیح مطرح شده است؟

- در طرح نیمه حفاظتی برخلاف حفاظتی، ممکن است پیوند های هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای قدیمی شکسته شود.
- در طرح غیر حفاظتی برخلاف نیمه حفاظتی، ممکن است پیوند های فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای قدیمی شکسته شود.
- در طرح نیمه حفاظتی برخلاف حفاظتی، ممکن است بین نوکلئوتیدهای قدیمی و جدید پیوند های هیدروژنی تشکیل شود.
- در طرح غیر حفاظتی برخلاف نیمه حفاظتی، ممکن است بین نوکلئوتیدهای قدیمی و جدید پیوند های فسفودی استر تشکیل شود.

۱۵- در مولکول DNA حاصل از همانندسازی ..... ، برخلاف ..... ، ممکن است .....

- ۱) حفاظتی - غیرحفاظتی - نوکلئوتیدها در یک رشته قدیمی و در رشته دیگر جدید باشند.
- ۲) نیمه حفاظتی - حفاظتی - تمام نوکلئوتیدهای هر رشته جدید باشند.
- ۳) غیرحفاظتی - نیمه حفاظتی - نیمی از نوکلئوتیدها قدیمی و نیمی جدید باشند.
- ۴) حفاظتی - نیمه حفاظتی - نوکلئوتیدهای قدیمی وجود نداشته باشد.



## کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

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

دناهایی که با  $^{15}\text{N}$  ساخته می شوند نسبت به دناى معمولی که در نوکلئوتیدهای خود  $^{14}\text{N}$  دارد چگالی بیشتری دارند. بنابراین، بوسیله گریزانه با سرعت بسیار بالا می توان آنها را از هم جدا کرد.

آنها ابتدا باکتری ها را در محیط دارای  $^{15}\text{N}$  کشت دادند.  $^{15}\text{N}$  در ساختار بازهای آلی نیتروژن دار که در ساخت دناى باکتری شرکت می کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری هایی تولید شدند که دناى سنگین تری نسبت به باکتری های اولیه داشتند.

سپس این باکتری ها را به محیط کشت دارای  $^{14}\text{N}$  منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتری ها حدود ۲۰ دقیقه طول می کشد در فواصل ۲۰ دقیقه ای باکتری ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله زمانی، دناى باکتری را استخراج و در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند؛ در نتیجه مواد براساس چگالی در بخش های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند. مراحل آزمایش مزلسون و استال و نتایج آن را در شکل می بینید. همان طور که مشاهده می کنید نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.

آزمایش های مزلسون و استال و نتایج به دست آمده:

الف) دناى باکتری های اولیه پس از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند چون هر دو رشته دناى آنها  $^{15}\text{N}$  و چگالی سنگینی داشت. ب) دناى باکتری های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی  $^{14}\text{N}$  (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن، نوارى در میانه لوله تشکیل دادند. پس دناى آنها چگالی متوسط داشت.

پ) دناى باکتری های حاصل از دور دوم همانند سازی (بعد از ۴۰ دقیقه) پس از گریز دادن دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند. پس نیمی از آنها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند.

## ۱۶- چند مورد از موارد زیر در رابطه با آزمایشات مزلسون و استال صحیح می باشد؟

- آنها ابتدا باکتری های اکلای اولیه را در محیط کشت دارای  $^{14}\text{N}$  کشت دادند.
- DNA باکتری ها را در محلول سزیم کلرید با شیبی از غلظت های یکسان و سرعت بسیار بالا، گریز دادند.
- پس از ۴۰ دقیقه، در نمونه دناى باکتری ها یک مولکول سبک و یک مولکول متوسط حاصل شده بود.
- با توجه به نتایج سانتریفیوژ در دقیقه ۲۰، طرح حفاظتی عدم تایید و طرح های نیمه حفاظتی و غیر حفاظتی تایید می شوند.
- اگر آزمایش ادامه پیدا می کرد در نسل های بعد نیز همواره یک نوار در میانه و یک نوار در بالای لوله تشکیل می شد.

### مزلسون و استال

هدف: تعیین نوع طرح همانندسازی

حدس اولیه: فرضیه های حفاظتی - نیمه حفاظتی - غیر حفاظتی

روش:

نتیجه: همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.

باکتری اکلای با دمای معمولی با نیتروژن  $^{14}N$



پنجاه درصد از نیتروژن در محیط حاوی نیتروژن  $^{15}N$



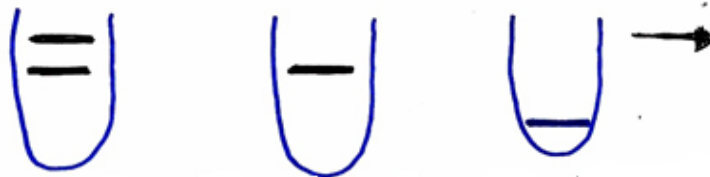
باکتری اکلای با دمای پایین با نیتروژن  $^{15}N$

در یک کشت طاری نیتروژن  $^{14}N$  های



استخراج دمای باکتری ها و لیز کردن در شیبی از محلول نیتروژن با غلظت ها مساوی

این تایید کننده طرح ..... است!



			اگر طرح حفاظتی بود ←
			اگر طرح نیمه حفاظتی بود ←
			اگر طرح غیر حفاظتی بود ←

۱۷- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( در شرایطی مشابه آزمایش مزلسون و استال اگر طرح همانندسازی ..... فرض شود، در دقیقه ..... ، پس

از سانتیویویژ دناهای باکتری های حاصله ..... تشکیل می شود. ))

(۱) نیمه حفاظتی - ۲۰ - یک نوار در بالا و یک نوار در میانه لوله

(۲) حفاظتی - ۴۰ - یک نوار در میانه و یک نوار در بالا لوله

(۳) غیرحفاظتی - ۲۰ - یک نوار در میانه و یک نوار پایین لوله

(۴) حفاظتی - ۶۰ - یک نوار در پایین و یک نوار در بالا لوله

۱۸- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

با توجه به مراحل و نتایج به دست آمده از آزمایش های مزلسون و استال، در هر مرحله ای که .....

(۱) فقط یک نوار در لوله تشکیل شد، در هریک از دناهای باکتری ها هر دو رشته دارای  $^{15}\text{N}$  بود.

(۲) در میانه لوله نوار تشکیل شد، در هریک از دناهای باکتری ها یک رشته دارای  $^{15}\text{N}$  و یک رشته دارای  $^{14}\text{N}$  بود.

(۳) در بالای لوله نوار تشکیل شد، در نیمی از دناهای باکتری ها یک رشته دارای  $^{14}\text{N}$  و یک رشته دارای  $^{15}\text{N}$  بود.

(۴) فقط دو نوار در لوله تشکیل شد، در نیمی از دناهای باکتری ها هر دو رشته دارای  $^{15}\text{N}$  بود.

۱۹- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

«در یکی از طرح های همانندسازی که با نتیجه دقیقه ۲۰ آزمایش مزلسون و استال مطابقت دارد، در هر مولکول دنا حاصل

از همانندسازی یک مولکول دنا اولیه، ..... وجود دارد.»

(۱) بین نوکلئوتیدی قدیمی و جدید، پیوند های هیدروژنی

(۲) بین نوکلئوتیدهای قدیمی، پیوند های هیدروژنی

(۳) بین نوکلئوتیدهای جدید، پیوند های هیدروژنی

(۴) بین نوکلئوتیدهای قدیمی و جدید، پیوند فسفودی استر

### صرفاً برای درک بهتر!!

یک باکتری با DNA دارای نیتروژن های سبک  $^{14}\text{N}$  را در محیط کشت با نیتروژن های سنگین  $^{15}\text{N}$  قرار دادیم. معین کنید پس

از یک ساعت در هر یک از طرح های زیر چه نسبتی از مولکول های حاصله سبک، متوسط و سنگین خواهند بود؟

• نیمه حفاظتی

• حفاظتی

• غیر حفاظتی

یک باکتری با DNA دارای نوکلئوتیدهای سنگین، چهار نسل در یک محیط با نوکلئوتیدهای سبک همانندسازی می‌کند مطلوب است:

- تعداد مولکول های دنا و رشته های حاصله؟
- چه نسبتی از مولکول های دنا حاصله نوکلئوتید سنگین دارند؟
- چه نسبتی از رشته های حاصله نوکلئوتید سبک دارند؟

۲۰- به دنبال یک نسل همانندسازی یک مولکول دنا با نوکلئوتیدهای نیتروژن سنگین، در یک محیط کشت با نیتروژن های سبک چند مورد از موارد زیر رخ می دهد؟

- تشکیل پیوند فسفو دی استر بین دو نوکلئوتید سنگین
- شکستن پیوند فسفو دی استر بین نوکلئوتید سبک و نوکلئوتید سنگین
- تشکیل پیوند هیدروژنی بین دو نوکلئوتید سنگین
- شکستن پیوند فسفو دی استر بین دو نوکلئوتید سبک
- شکستن پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتید سبک و نوکلئوتید سنگین
- تشکیل پیوند فسفو دی استر بین نوکلئوتید سبک و نوکلئوتید سنگین



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

## عوامل و مراحل همانندسازی

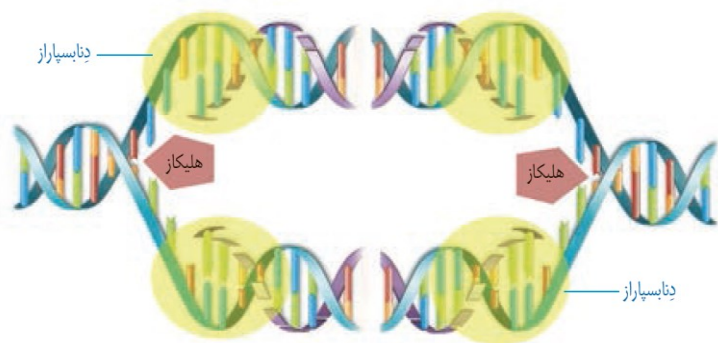
در همانندسازی عوامل متعددی مؤثرند که مهم ترین آنها به شرح زیر است:

- (۱) مولکول دنا به عنوان الگو
- (۲) واحدهای سازنده دنا که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفات هستند که در لحظه اتصال به رشته پلی نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می دهند.
- (۳) آنزیم های لازم برای همانندسازی که ضمن بازکردن دو رشته نوکلئوتیدها را به صورت مکمل روبه روی هم قرار می دهد و با پیوند فسفودی استر به هم وصل می کند.

## مراحل همانندسازی:

**قبل** از همانندسازی دنا باید پیچ و تاب فامینه (کروماتین)، باز و پروتئین های همراه آن یعنی هیستون ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود. این کارها با کمک آنزیم هایی انجام می شود.

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



**انواع دیگری** از آنزیم ها با همدیگر فعالیت می کنند تا یک رشته دنا در مقابل رشته الگو ساخته شود. یکی از مهم ترین آنها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می کند **دنا بسپاراز (DNA پلی مراز)** است. با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می شود؛ به آن همانندسازی دو جهتی نیز می گویند.

## دوراهی همانندسازی:

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



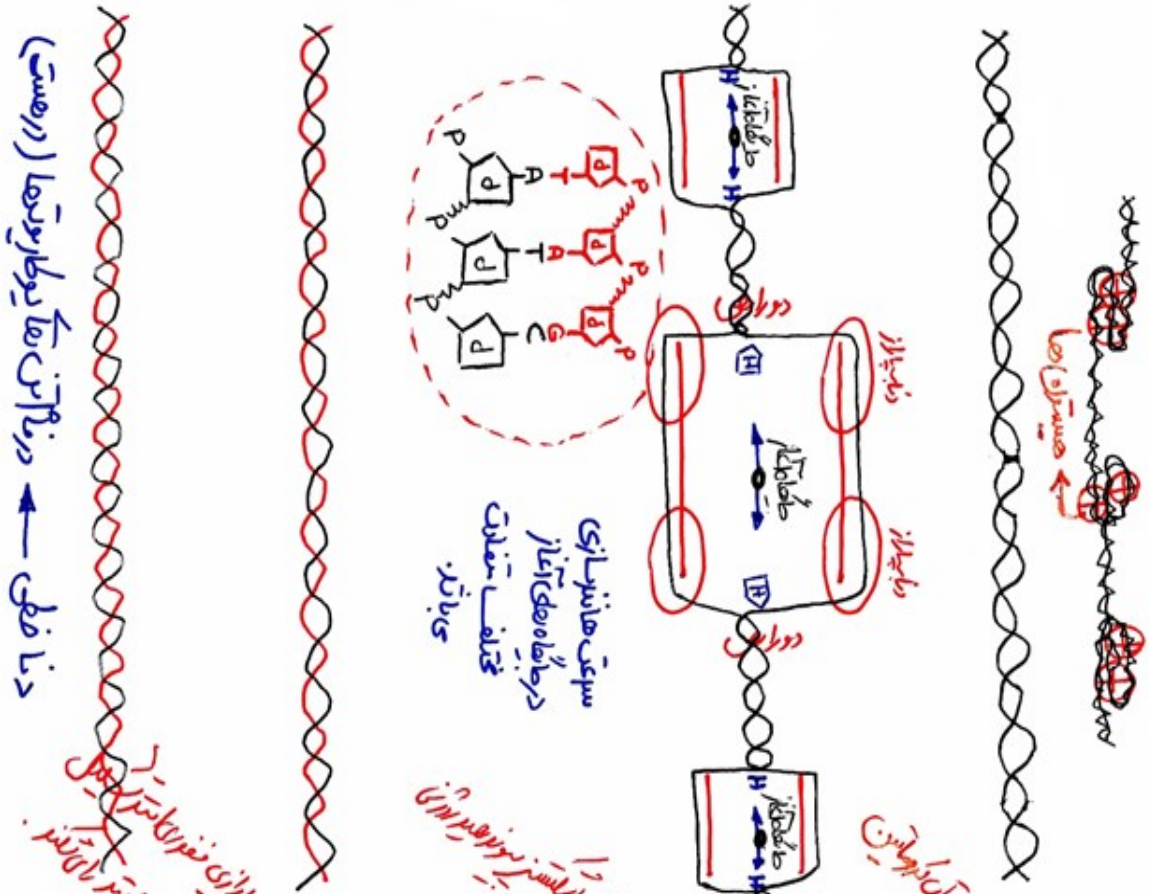
### فعالیت های آنزیم دنا بسپاراز

همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می شود؛ این دقت تا حدود زیادی مربوط به رابطه مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگرچه آنزیم دنا بسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطه مکملی مقابل هم قرار می دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می گیرد، بنابراین آنزیم دنابسپاراز **پس از برقراری هر پیوند فسفودی استر، برمی گردد** و رابطه مکملی نوکلئوتید را بررسی می کند که رابطه آن درست است یا اشتباه؟

اگر اشتباه باشد آن را برداشته ..... و نوکلئوتید درست را به جای آن قرار می دهد. برای حذف نوکلئوتید نادرست باید بتواند پیوند فسفو دی استر را بشکند و نوکلئوتید نادرست را از دنا جدا کند. توانایی بریدن دنا را فعالیت نوکلئازی گویند که در آن پیوند فسفودی استر را تشکیل می دهد و هم فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفو دی استر را برای رفع اشتباه می شکند. فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز را که باعث رفع اشتباه ها در همانندسازی می شود، **ویرایش** می گویند.

نوع آنزیم	نوع فعالیت در همانند سازی
	باز شدن پیچ و تاب فامینه و جداسدن هیستون ها از آن قبل از همانندسازی
	باز شدن مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم
	ساخته شدن یک رشته دنا در مقابل رشته الگو
	جفت کردن نوکلئوتیدهای مکمل با نوکلئوتیدهای رشته الگو
	رفع اشتباه ها در همانندسازی (ویرایش)

آنزیم	توانایی تشکیل	توانایی شکستن
هلیکاز		
دنا بسپاراز		



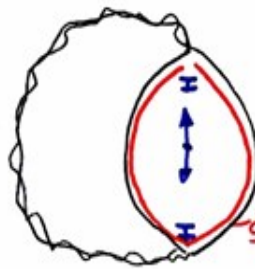
دنا فلفلی ← در نا این ها نیویکلیتورها (در هستی)

اما بسیار از ماهالت بسیار زی نفور لانتیول  
و ماهالت نیوکلیتور نفور لانتیول را نکند.

سین آنتی ۳ هیکلار مایع را بار بار با بار بار لانتیول نیویکلیتور  
در تشریح از هم باز نکند

قبل از فانتیول از بیج ریان نیویکلیتور  
تولانتیول مایع و ستریک مایع را نکند.

دنا صلتوی ← نا این نامی و گنی بگورن ها  
دنا ستریک نیویکلیتور ها (را کدی و در سستی)



دنا ستریک نیویکلیتور ها (را کدی و در سستی)

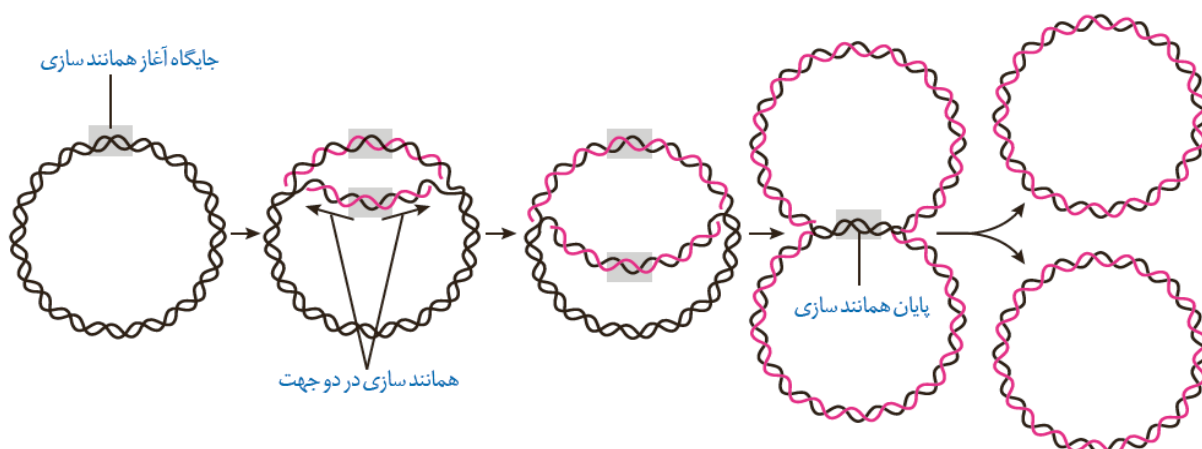
## ۲۱- چند مورد در رابطه با همانند سازی DNA صحیح می باشد؟

- در ابتدای همانند سازی آنزیم هایی پیچ و تاب کروماتین را باز و هیستون ها را جدا می کنند.
- دنا بسیار به تنهایی می تواند نوکلئوتیدهای آزاد مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت کند.
- آنزیم های هلیکاز با شکستن پیوند های هیدروژنی پیچ و تاب کروماتین را باز می کنند.
- هر دنا بسیار بر اساس نوع باز رشته های الگو نوکلئوتیدهای آزاد را به رشته پلی نوکلئوتیدی اضافه می کند.
- DNA پلی مرز در طی ویرایش نوکلئوتید صحیح سه فسفات را جایگزین نوکلئوتید اشتباهی سه فسفات می کند.
- در همانند سازی دنا تشکیل پیوند فسفواستر بعد از شکسته شدن پیوند اشتراکی رخ می دهد.
- در همانند سازی دنا تشکیل پیوندهای هیدروژنی همانند شکستن پیوندهای فسفودی استر رخ می دهد.
- در هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید آزاد سه فسفات، دو تا فسفات از انتهای رشته پلی نوکلئوتیدی جدا می شود.
- آنزیم دناسباز قبل از برقراری هر پیوند فسفودی استر، برمی گردد و رابطه مکملی نوکلئوتید را بررسی می کند.

## همانند سازی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها

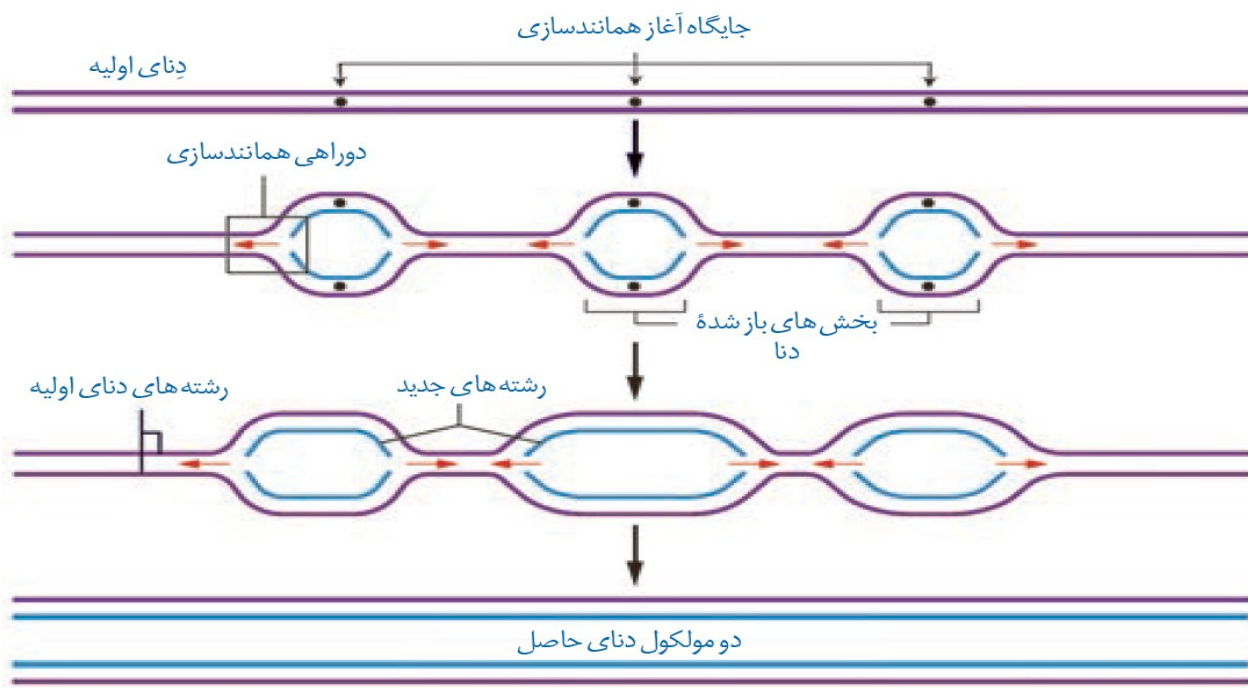
در پروکاریوت ها که شامل همه باکتری ها می شوند، مولکول های وراثتی در غشا محصور نشده و فام تن اصلی دارای یک مولکول دناي حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است. پروکاریوت ها علاوه بر دناي اصلی ممکن است مولکول هایی از دنايی دیگر به نام دیسک (پلازمید) داشته باشند. دیسک یک مولکول دناي دو رشته ای و حلقوی خارج فام تنی است که معمولاً درون باکتری ها و بعضی قارچ ها مثل مخمرها وجود دارد و می تواند مستقل از کروموزوم یا کروموزوم های میزبان همانند سازی کند. دیسک ها را فام تن های کمکی نیز می نامند چون حاوی ژن هایی هستند که در فام تن اصلی باکتری وجود ندارند مثلاً ژن مقاومت به پادزیست (آنتی بیوتیک) در دیسک قرار دارد. اطلاعات این مولکول ها می تواند ویژگی های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی بیوتیک ها.

**اغلب** پروکاریوت ها فقط یک جایگاه آغاز همانند سازی در دناي خود دارند. در این جایگاه دو رشته دنا از هم باز می شوند. همانند یوکاریوت ها، همانند سازی دو جهتی در باکتری ها نیز وجود دارد؛ یعنی از یک نقطه همانند سازی شروع و در دو جهت ادامه می یابد تا به همدیگر رسیده و همانند سازی پایان یابد. (در نقطه ای در مقابل نقطه آغاز)



در یوکاریوت ها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران را شامل می شوند دنا در هر فام تن به صورت خطی است و مجموعه ای از پروتئین ها که مهم ترین آنها هیستون ها هستند همراه آن قرار دارند. بیشتر دنا درون هسته قرار دارد که به آن دنا هسته ای گفته می شود. در یوکاریوت ها علاوه بر هسته، در سیتوپلاسم نیز مقداری دنا وجود دارد که به آن دنا سیتوپلاسمی می گویند. این نوع از دنا که حالت حلقوی دارد در راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست) دیده می شود. همانندسازی در یوکاریوت ها بسیار پیچیده تر از پروکاریوت ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دنا و قرار داشتن در چندین فام تن است که هر کدام از آنها چندین برابر دنا باکتری هستند. بنابراین اگر فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام تن داشته باشند مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازم است. به همین علت در یوکاریوت ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام تن انجام می شود.

تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در یوکاریوت ها حتی می تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (مرهله تشکیل بلاستوسیست) سرعت تقسیم زیاد و تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام ها سرعت تقسیم و تعداد جایگاه های آغاز کم می شوند. با توجه به شکل زیر سرعت همانندسازی در جایگاه های آغاز مختلف یک دنا یوکاریوتی متفاوت است.



## ۲۲- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- در یوکاریوت ها گروهی از فام تن ها دارای دنا خطی و گروهی دارای دنا حلقوی می باشند.
- در یوکاریوت ها برخلاف پروکاریوت ها بیش از یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام تن قرار دارد.
- در یوکاریوت ها همانندسازی همواره به کمک آنزیم هایی از جمله هلیکاز و دناپاراز در هسته صورت می گیرد.
- در یوکاریوت ها در هنگام تشکیل اندام ها سرعت تقسیم و تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی کم می شوند.
- در یوکاریوت ها تعداد نقاط پایان همانندسازی در هر فام تن بیشتر از تعداد نقاط آغاز همانندسازی می باشد.
- در یوکاریوت ها برخلاف پروکاریوت ها همانندسازی به صورت دوجهتی صورت می گیرد.

۲۳- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- قبل از همانندسازی هر مولکول دنا، هیستون های همراه آن توسط آنزیم هایی جدا می شوند.
- هر یک از دناهای سیتوپلاسمی حلقوی بوده و به غشای سلولی متصل می باشند.
- هر یک پروتئین های همراه دناهای خطی هسته به شکل دستجات ۸ تایی قرار گرفته اند.
- در هر یک از پروکاریوت ها علاوه بر دنا اصلی، مولکول های دنا دیگری نیز وجود دارد.
- در هر یک از دناهای هسته ای سرعت همانندسازی در نقاط آغاز مختلف یکسان می باشد.

۲۴- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟ (۹۸د)

((در جاندارانی که عامل اصلی انتقال صفات وراثتی به غشای یاخته، متصل ..... وجود دارد.))

- ۱) است، فقط پروتئین های هیستونی همراه با دنا (DNA)ی آنها
- ۲) نیست، فقط یک جایگاه آغاز همانند سازی در دنا (DNA)ی آنها
- ۳) نیست، در دو انتهای هر یک از رشته های این عامل، ترکیباتی متفاوت
- ۴) است، در ساختار هر واحد تکرار شونده ی دنا (DNA)ی آنها، پیوند فسفودی استری

۲۵- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟ (خ ۹۸)

«در جاندارانی که عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، به غشای یاخته متصل .....».

- ۱) نیست، در هر فام تن (کروموزوم)، می تواند جایگاه های آغاز همانند سازی متعددی به وجود آید.
- ۲) است، در ساختار هر واحد تکرار شونده ی دنا ی آنها، پیوند فسفودی استری وجود دارد.
- ۳) است، با جدا شدن دو گروه فسفات از انتهای رشته ی پلی نوکلئوتیدی دنا ، نوکلئوید جدید به آن اضافه می شود.
- ۴) نیست، آنزیم دور کننده دو رشته دنا از یکدیگر، می تواند نوکلئوتیدها را بر اساس رابطه مکملی مقابل نوکلئوتیدهای رشته الگو قرار دهد.

۲۶- در ارتباط با هر مولکول حامل اطلاعات وراثتی در هو هسته ای (یوکاریوت) ها، کدام مورد صحیح است؟ (۹۹د)

- ۱) هر رشته آن دو سر متفاوت دارد.
- ۲) همانند سازی آن در دو جهت انجام می گیرد.
- ۳) واحدهای سه بخشی آن توسط نوعی پیوند به هم متصل می شوند.
- ۴) تعداد جایگاه های همانند سازی آن بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم می شود.

۲۷- در ارتباط با فرایند همانندسازی در یوکاریوت ها، چند مورد صحیح است؟ (د ۱۴۰۰)

الف- آنزیمی که از وقوع جهش در ماده ژنتیکی ممانعت به عمل می آورد، می تواند نوکلئوتیدها را به صورت تک فسفات به رشته پلی نوکلئوتیدی متصل نماید.

ب- آنزیمی که باعث جدا شدن هیستون ها از مولکول دنا می شود، ماریچ دنا و دو رشته آن را از هم جدا می کند.

ج- آنزیمی که نوکلئوتیدها را به صورت مکمل روبه روی هم قرار می دهد، انرژی فعال سازی واکنش را کاهش می دهد.

د- آنزیمی که پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته مکمل را برقرار می کند، تنها آنزیم دو راهی همانندسازی محسوب می شود.

۲۸- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( هر سلولی که دارای پلازمید حلقوی خارج فام تنی است، ..... ))

- با فعالیت نوکلئازی دنبسپاراز اشتباه ها را در همانندسازی دنا رفع می کند.
- دارای کروموزوم اصلی حلقوی در سیتوپلاسم و متصل به غشای سلولی است.
- تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در آن بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم می شود.
- مولکول های دنا در آن به صورت نیمه حفاظتی همانندسازی می شوند.

۲۹- چند مورد از موارد زیر در رابطه با همانندسازی به طور صحیح مطرح نشده است؟

- قبل از همانندسازی هر مولکول دنا، آنزیم هایی پیچ و تاب فامینه را باز و هیستون ها را از آن جدا می کنند.
- در هنگام همانندسازی هر مولکول دنا، با جدا شدن دو گروه فسفات از انتهای رشته پلی نوکلئوتیدی در حال تشکیل، نوکلئوتید جدید به آن اضافه می شود.
- در هنگام همانندسازی هر مولکول دنا، تشکیل هر پیوند فسفودی استر همواره کمی قبل از شکسته شدن پیوند اشتراکی رخ می دهد.
- در هنگام همانندسازی هر مولکول دنا، آنزیم دنبسپاراز قبل از برقراری هر پیوند فسفودی استر، برمی گردد و رابطه مکملی نوکلئوتید را بررسی می کند.

۳۰- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

با توجه به ساختار نوکلئیک اسیدها به طور معمول، پیوندهای تشکیل دهنده پله های دنا . . . . . پیوندهای تشکیل دهنده ستون های دنا، . . . . .

- (۱) برخلاف - همواره بین اتم های حلقه های آلی شش ضلعی تشکیل می شوند.
- (۲) همانند - ممکن است توسط آنزیم تشکیل دهنده شان شکسته شوند.
- (۳) برخلاف - در ساختار نوکلئیک اسیدهای تک رشته ای یافت نمی شوند.
- (۴) همانند - در فرآیند ساخت هر نوکلئیک اسیدی تشکیل و شکسته می شوند.

۳۱- در ارتباط با فرآیند همانندسازی در یوکاریوت ها، چند مورد صحیح است؟

- آنزیمی که سبب ساخته شدن یک رشته دنا در مقابل رشته الگو می شود - امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش می دهد.
- آنزیمی که سبب شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته مکمل می شود - پیچ و تاب فامینه را باز و هیستون ها را جدا می کند.
- آنزیمی که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می کند - با فعالیت نوکلئازی از وقوع جهش ممانعت به عمل می آورد.
- آنزیمی که سبب ایجاد ساختار Y مانند در همانندسازی می شود - ماریپیچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می کند.

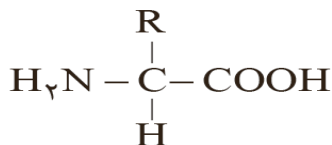
۳۲- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ هر مولکول دنا که . . . . .

- بسته به مراحل رشد و نمو تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در آن تغییر می کند، سرعت همانندسازی در جایگاه های آغاز مختلف آن، یکسان می باشد.
- دارای چندین جایگاه آغاز و پایان همانندسازی می باشد، در دو انتهای هر یک از رشته های آن ترکیبات متفاوتی قرار دارد.
- تعداد جایگاه آغاز و پایان همانندسازی در آن برابر می باشد، در غشا محصور نشده و متصل به غشای سلولی می باشد.
- جایگاه پایان همانندسازی مقابل جایگاه آغاز همانندسازی قرار ندارد، به همراه گروهی از پروتئین ها، واحد های تکراری بنام نوکلئوزوم ایجاد می کند.

## پروتئین ها

**علاوه بر دنا و رنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند** مولکول های دیگری نیز هستند که به انجام فرایندهای مختلف یاخته ای کمک می کنند. از جمله این مولکول ها پروتئین ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته ای دارند.

### ساختار آمینواسیدها

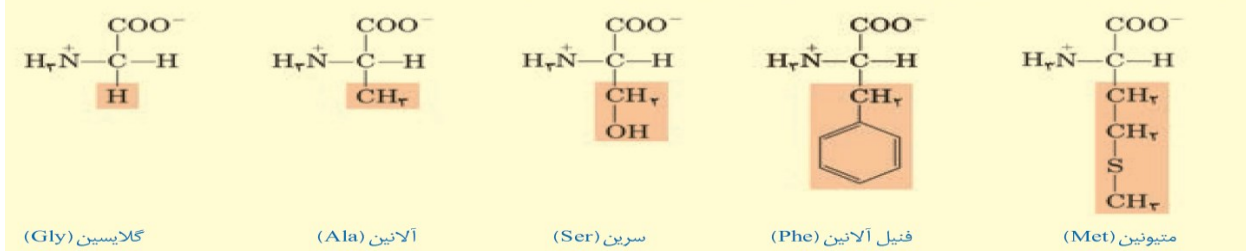


پروتئین ها بسپارهایی از آمینواسیدها هستند. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آنها را مشخص می کند. آمینواسیدها همان طور که از نامشان بر می آید یک گروه آمین ( $\text{NH}_2$ ) و یک گروه اسیدی کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) دارند. همان طور که در

شکل می بینید گروه آمین و کربوکسیل به همراه یک هیدروژن و گروه R همگی به یک کربن مرکزی متصل اند و چهار ظرفیت آن را پر می کنند. گروه R در آمینواسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی های منحصر به فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد. هر آمینواسید می تواند در شکل دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.

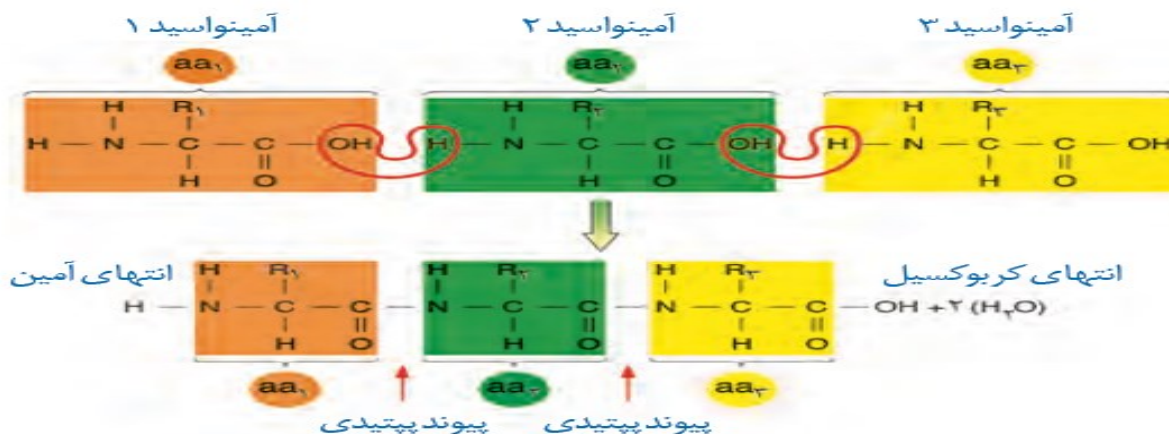
#### بیشتر بدانید

نمونه هایی از آمینواسیدها را در زیر می بینید که به دلیل تفاوت در R ویژگی های متفاوت دارند.



### پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می کند

آمینواسیدهای مختلف با حضور آنزیم، واکنش سنتز آبدهی را انجام می دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید دیگر پیوند اشتراکی ایجاد می کند. این پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را پیوند پپتیدی می گویند. شکل زیر الگوی ساده ای از چگونگی تشکیل این پیوند را نشان می دهد. وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره ای از آمینواسیدها به نام پلی پپتید تشکیل می شود. پروتئین ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتیدها ساخته شده اند. هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از روش های شیمیایی، آمینواسیدها را جدا و آنها را شناسایی می کنند. اگرچه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آنها در ساختار پروتئین ها به کار می روند.



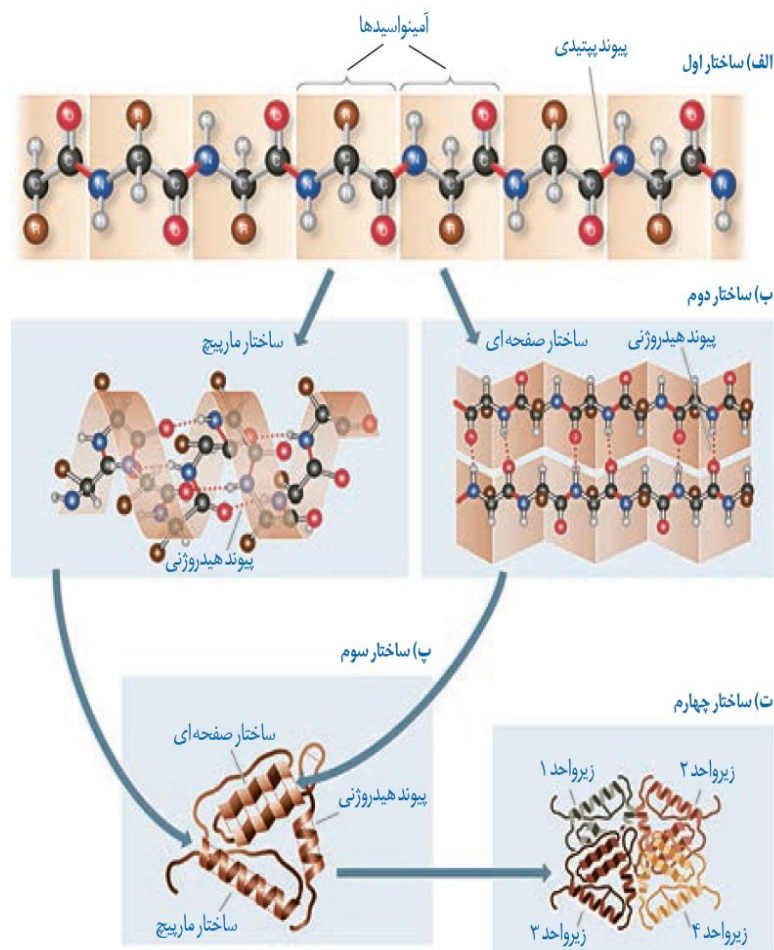


۳۳- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- شکل دهی پروتئین به ماهیت شیمیایی گروه های R آمینواسیدهایش بستگی دارد.
- ۲۰ نوع آمینواسید در طبیعت وجود داشته که تأثیر آنها به ماهیت شیمیایی گروه R آنها بستگی دارد.
- در ساختار هر پروتئین زنجیره های پلی پپتیدی بلند و بدون شاخه قرار گرفته اند.
- در دو انتهای هر رشته پلی پپتیدی یک پروتئین گروه های کربوکسیل قرار دارد.
- پیوند پپتیدی بین کربن کربوکسیل یک آمینواسید با نیتروژن آمین آمینواسید دیگر تشکیل می شود.
- در ساخت یک مولکول پروتئین هموگلوبین با ۵۷۴ آمینواسید، ۵۷۳ مولکول آب تولید می شود.

تعداد رشته های مولکول — تعداد پیش ماده یا فرآورده = تعداد پیوندهای تشکیل یا شکسته شده = تعداد آب تولیدی یا مصرفی

## سطوح مختلف ساختاری در پروتئین ها



شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می کند. یکی از راههای پی بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس است. با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش های دیگر، محققین به ساختار سه بعدی پروتئین ها پی می برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می توانند مشخص کنند.

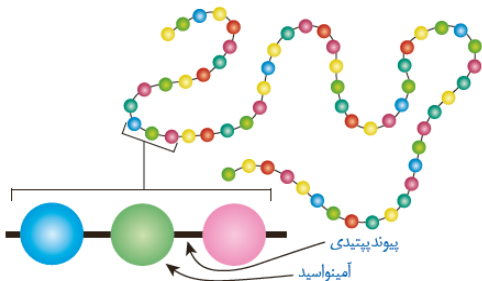
اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد **میوگلوبین** بود. این پروتئین از یک رشته پلی پپتید تشکیل شده است.

میوگلوبین نوعی پروتئین در تارهای ماهیچه ای بویژه قرمزها بوده که دارای یک رشته پلی پپتیدی و یک گروه هم آهن دار است و توانایی ذخیره اکسیژن در سلول های ماهیچه ای را دارا می باشد.

ساختار پروتئین ها در **چهار سطح** بررسی می شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است.

## ساختار اول پروتئین – توالی آمینواسیدها:

نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین ها را تعیین می کند. ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می گیرد و **خطی** است. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است. **تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد.**

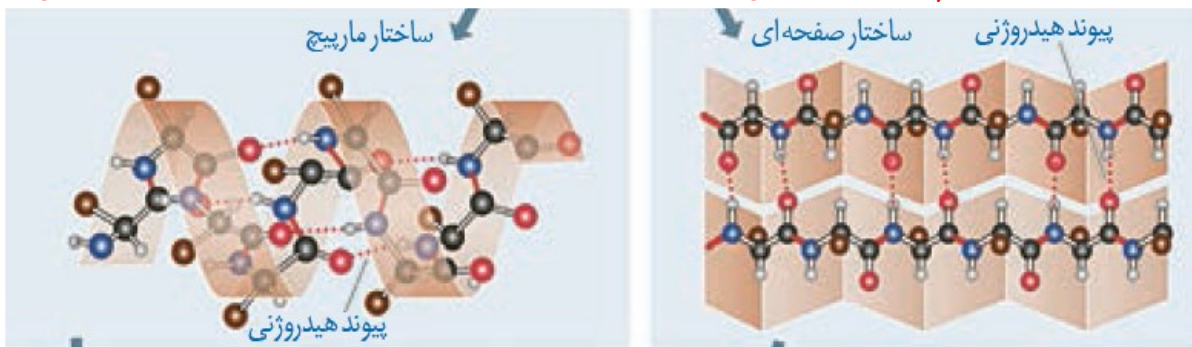


با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین ها وجود ندارد پروتئین های حاصل می توانند بسیار متنوع باشند. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین ها به این ساختار بستگی دارند.

(تشکیل پیوند های پپتیدی بین ..... آمینواسیدهای مجاور سبب تشکیل این ساختار می شود)

## ساختار دوم – الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی:

بین **بخش هایی** از زنجیره پلی پپتیدی می تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود. این پیوندها منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین ها هستند که به چند صورت دیده می شوند. دو نمونه معروف آنها، ساختار مارپیچ و ساختار صفحه ای است. در **هموگلوبین** زنجیره های پپتیدی **مارپیچی** با همکاری همدیگر مولکول هموگلوبین را می سازند که هر کدامشان خصوصیات ساختار دوم را دارند. (تشکیل پیوند های هیدروژنی بین ..... آمینواسیدهای غیر مجاور سبب تشکیل این ساختار می شود)



### در ساختار صفحه ای:

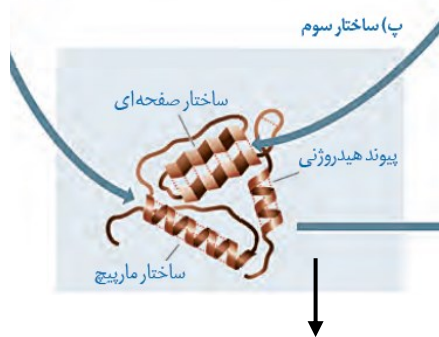
NH و CO یک آمینواسید با CO و NH یک آمینواسید غیرمجاور پیوند هیدروژنی تشکیل داده اند  
آمینواسید ها به صورت یک در میان پیوند هیدروژنی ایجاد کرده اند  
گروه های R به صورت یک در میان در داخل و خارج صفحه قرار گرفته اند  
C مرکزی و R در محل های تافورگی قرار گرفته اند.

### در ساختار مارپیچ:

گروه های R در خارج مارپیچ ها قرار گرفته اند  
NH و CO یک آمینواسید با CO و NH دو آمینواسید غیر مجاور دیگر پیوند هیدروژنی ایجاد کرده اند.

## ساختار سوم – تاخوردده و متصل به هم:

در ساختار سوم، تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ ها رخ می دهد و پروتئین ها به شکل های متفاوتی در می آیند. تشکیل این ساختار در اثر **بر هم کنش های آب گریز** است؛ به این صورت که گروه های R آمینواسیدهایی که آب گریزند، به یکدیگر نزدیک می شوند تا در معرض آب نباشند. سپس با تشکیل پیوندهای دیگری مانند **هیدروژنی، اشتراکی و یونی** ساختار سوم

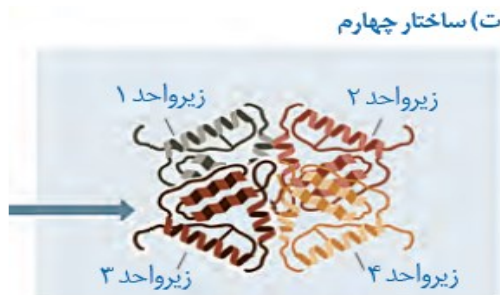


پروتئین تثبیت می شود. مجموعه این نیروها قسمت های مختلف پروتئین را به صورت **به هم پیچیده** در کنار هم نگه می دارند. بنابراین با وجود این نیروها پروتئین های دارای ساختار سوم، **ثبات نسبی** دارند. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد. **میوگلوبین** نمونه ای از پروتئین ها با ساختار سوم است. (**بر هم کنش های آب گریز بین ..... آمینواسیدها سبب تشکیل این ساختار می شود**)

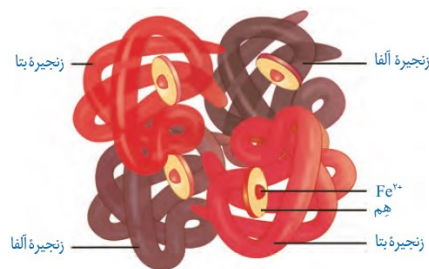
با توجه به این شکل ممکن است در ساختار دوم یک رشته پلی پپتیدی هم ساختار صفحه و هم ساختار مارپیچ تشکیل شود.

## ساختار چهارم – آرایش زیر واحدها:

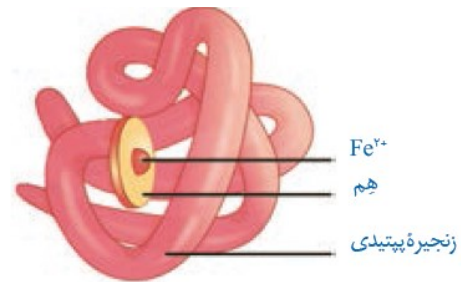
بعضی از پروتئین ها ساختار چهارم دارند، این ساختار هنگامی شکل می گیرد که دو یا چند زنجیره پلی پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. در این ساختار هریک از زنجیره ها نقشی کلیدی در شکل گیری پروتئین دارند. نحوه آرایش این زیر واحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین ها نامیده می شود.



**هموگلوبین** از چهار زنجیره پلی پپتیدی تشکیل شده است. دو زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است. هر نوع زنجیره، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارند. در ساختار دوم به شکل مارپیچ در می آیند. در ساختار سوم هر یک از زنجیره ها به صورت یک زیر واحد، **تاخوردده** و شکل خاصی پیدا می کنند. در نهایت در **ساختار چهارم**، این چهار زیر واحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می دهند.



هموگلوبین با ساختار چهارم



میوگلوبین با ساختار سوم

سطوح مختلف ساختاری در پروتئین ها	
سافتار اول	<b>قطی</b> و با تشکیل پیوند پپتیدی بین آمینو اسیدها (بین $\text{C=O}$ و $\text{N-H}$ های آمینواسیدهای مجاور) نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین ها را تعیین می کند.
سافتار دوم	با تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی (بین $\text{C=O}$ و $\text{N-H}$ های آمینواسیدهای غیرمجاور) <b>به چند صورت مثل سافتار مارپیچ و سافتار صفحه ای</b> در هموگلوبین زنجیره های پپتیدی هر کرامشان خصوصیات سافتار دوم را دارند.
سافتار سوم	<b>تافورده با شکل های متفاوت</b> تشکیل در اثر تافوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ ها و بر هم کنش های آب گیر گروه های <b>R</b> آمینواسیدها و تثبیت با تشکیل پیوندهای هیدروژنی، اشتراکی و یونی
سافتار چهارم	<b>آرایش زیرواحدها:</b> به دنبال قرارگیری دو یا چند زنجیره پلی پپتیدی کنار هم در بعضی از پروتئین ها

### ساختارهای هموگلوبین:

میوگلوبین	هموگلوبین	
		تعداد رشته پلی پپتیدی
		تعداد گروه هم غیر پپتیدی
		ساختار نهایی
		محل
		توانایی اتصال به اکسیژن
		توانایی اتصال به کربن دی اکسید

۳۴- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ (( در ساختار ..... پروتئین ها، ..... ))

(۱) اول- محدودیتی در توالی آمینواسیدها وجود دارد.

(۲) دوم- پیوندهای هیدروژنی بین گروه های R تشکیل می شود.

(۳) سوم- تشکیل پیوند های هیدروژنی سبب تثبیت ساختار پروتئین می شود.

(۴) چهارم- در بعضی از پروتئین هایی با تک رشته پلی پپتیدی تشکیل نمی شود.

۳۵- چند مورد از موارد زیر در رابطه با ساختارهای پروتئین ها صحیح می باشد؟

- تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار و فعالیت هر پروتئین می شود.
- تشکیل پیوندهای یونی در تثبیت ساختار سوم هموگلوبین نقش دارد.
- ساختار دوم هموگلوبین دارای ساختار صفحه ای و ساختار مارپیچ می باشد.
- محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول هر پروتئین وجود ندارد.
- اولین پروتئینی که شناسایی شد دارای یک گروه غیرپپتیدی آهن دار بود.
- همه سطوح ساختاری در پروتئین ها به ساختار اول بستگی دارند.
- در ساختار دوم یک پروتئین ممکن است هم ساختار مارپیچ و هم ساختار صفحه ای تشکیل شود.
- ساختار مارپیچ به دنبال تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین گروه های R آمینواسیدها ایجاد می شود.

۳۶- چند مورد از موارد زیر در رابطه با ساختار پروتئین ها صحیح می باشد؟

- در یک زنجیره پیوند بین گروه CO یک آمینواسید با گروه NH آمینواسید مجاور سبب تشکیل ساختار اول می شود.
- در یک زنجیره پیوند بین گروه R یک آمینواسید با گروه R آمینواسید غیرمجاور سبب تشکیل ساختار سوم می شود.
- در یک زنجیره پیوند بین گروه CO یک آمینواسید با گروه NH آمینواسید غیرمجاور سبب تشکیل ساختار دوم می شود.
- پیوند بین گروه R آمینواسید یک زنجیره با گروه R آمینواسید زنجیره دیگر سبب تشکیل ساختار چهارم می شود.

۳۷- کدام عبارت، درباره ی اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، نادرست است؟ (خ ۹۸)

- (۱) در بخش هایی از این مولکول، ساختارهای متنوعی وجود دارد.
- (۲) ساختار نهایی آن با تشکیل بیش از یک نوع پیوند، تثبیت می شود.
- (۳) هر یک از زنجیره های پلی پپتیدی آن، به صورت یک زیر واحد تا خورده است.
- (۴) با تغییر یک آمینواسید، ممکن است ساختار و عملکرد آن به شدن تغییر یابد.

۳۸- کدام عبارت، درباره ی اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، صحیح است؟ (د ۹۸)

- (۱) در تشکیل ساختار نهایی آن فقط سه نوع پیوند دخالت دارد.
- (۲) با تغییر یک آمینواسید، ساختار و عملکرد آن می تواند به شدت تغییر یابد.
- (۳) هر یک از زنجیره های پلی پپتیدی آن، به صورت یک زیر واحد تا خورده است.
- (۴) با دارا بودن رنگ دانه های فراوان، توانایی ذخیره ی انواعی از گازهای تنفسی را دارد.

۳۹- کدام عبارت، درباره ساختار پروتئین قرمز رنگ موجود در تار ماهیچه ای کند انسان، صحیح است؟ (د ۹۹)

- (۱) بخشی که دارای اتم آهن مرکزی است، جزئی از زنجیره پپتیدی آن محسوب می شود.
- (۲) زنجیره های تاخورده آن، از طریق پیوندهای غیر اشتراکی در کنار یکدیگر قرار می گیرند.
- (۳) همه آمینو اسیدهای موجود در ساختار دوم، از طریق پیوند هیدروژنی با یکدیگر ارتباط دارند.
- (۴) در یک زنجیره، گروه CO یک آمینو اسید به گروه NH آمینو اسید غیر مجاورش نزدیک و پیوند برقرار می نماید.

- ۴۰- کدام عبارت، درباره ساختار پروتئین قرمز رنگ موجود در تار ماهیچه‌ای کند انسان، صحیح است؟ (خ ۹۹)
- ۱) زنجیره‌های تا خورده آن، از طریق پیوندهای غیر اشتراکی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند.
  - ۲) به منظور اتصال به گاز تنفسی، تعدادی اتم آهن مرکزی در بخش پپتیدی زنجیره خود دارد.
  - ۳) همه واحدهای ساختاری موجود در ساختار دوم، از طریق پیوند هیدروژنی با یکدیگر ارتباط دارند.
  - ۴) به دنبال ایجاد نوعی از الگوهای پیوند هیدروژنی، بخشی از زنجیره پلی پپتیدی آن تغییر جهت پیدا می‌کند.

۴۱- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟

(( در بدن انسان هر پروتئین آهن داری که ..... ، ..... ))

- در سلول‌های چند هسته ای ژن یا ژن‌های سازنده آن قرار دارد - پروتئینی دارای ساختار نهایی سوم می‌باشد.
- توانایی اتصال به اکسیژن را دارا می‌باشد - به هر یک از رشته‌های پپتیدی آن یک گروه کروی غیر پپتیدی متصل است.
- برهم کنش‌های آب‌گریز سبب تشکیل ساختار سوم آن می‌شود - در سلولی دارای پروتئین‌های اکتین و میوزین قرار دارد.
- پیوندهای هیدروژنی سبب تشکیل ماریچج در ساختار دوم آن می‌شود - کاهش آن سبب افزایش لاکتیک اسید در خون می‌شود.

۴۲- کدام مورد، عبارت زیر را به‌طور مناسب کامل می‌کند؟ (د ۱۴۰۱)

«در مولکول انسولین، همانند مولکول .....»

- ۱) هموگلوبین، رشته پلی‌پپتیدی ساختار فشرده و نامتقارنی به خود می‌گیرد.
  - ۲) هموگلوبین، زنجیره‌های پلی‌پپتیدی یکسان در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند.
  - ۳) میوگلوبین، همه گروه‌های R آمینواسیدهای آب‌گریز در بخش بیرونی ساختار قرار می‌گیرند.
  - ۴) میوگلوبین، با شکسته شدن هر نوع پیوند شیمیایی، همه سطوح ساختاری پروتئین تغییر می‌یابد.
- ۴۳- با توجه به ساختار دوم پروتئین‌ها و آن دسته از پیوندهای هیدروژنی که منشأ تشکیل دو نمونه معروف این

ساختار هستند، کدام مورد نادرست است؟ (د ۴۰۲)

- ۱) در ساختار ماریچجی، گروه‌های R آمینواسیدها به سمت خارج ساختار قرار می‌گیرند.
- ۲) در ساختار صفحه‌ای، کربن مرکزی آمینواسیدها، تقریباً در محل تاخوردگی قرار دارد.
- ۳) در هر دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین آمینواسیدهای مجاور هم در یک زنجیره پلی‌پپتیدی برقرار می‌شوند.
- ۴) در هر دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین اتم اکسیژن متصل به کربن یک آمینواسید با اتم هیدروژن گروه آمینی آمینواسید دیگر، برقرار می‌شوند.

۴۴- کدام عبارت صحیح است؟ (تیر ۴۰۳)

- ۱) در ساختار دوم میوگلوبین، با مشاهده ساختار صفحه‌ای می‌توان تعداد پیوندهای پپتیدی آن ناحیه را محاسبه نمود.
- ۲) در ساختار نهایی هموگلوبین و میوگلوبین، اتم آهن مستقیماً به گروه‌های R آمینواسیدهای زیر واحد متصل شده است.
- ۳) در ساختار نهایی هموگلوبین، انتهای آمین و کربوکسیل هر زیر واحد از یکدیگر بسیار دور است.
- ۴) در ساختار سوم میوگلوبین و هموگلوبین، همه ساختارهای ماریچجی هم‌اندازه هستند.

## نقش پروتئین ها

پروتئین ها متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند. پروتئین ها در فرایندها و فعالیت های متفاوتی شرکت دارند از جمله فعالیت آنزیمی که در آن به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می کنند. بعضی دیگر از پروتئین ها به صورت گیرنده هایی در سطح یاخته ها قرار دارند؛ مثلا گیرنده های آنتی ژنی در سطح لنفوسیت ها نمونه ای از این پروتئین ها می باشند. برخی پروتئین ها مثل هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می کنند. پمپ سدیم - پتاسیم نیز که با آن آشنا هستید، پروتئینی است که در غشا وجود دارد. این پمپ یون های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه جا می کند و فعالیت آنزیمی هم دارد. کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می شود. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

انقباض ماهیچه ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است. از دیگر پروتئین ها می توان به هورمون ها اشاره کرد. بیشتر هورمون ها از جمله اکسی توسین و انسولین که پیام های بین یاخته ای را در بدن جانوران رد و بدل می کنند تا تنظیم های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند. همچنین پروتئین هایی مثل مهارکننده ها که بعدا با آنها آشنا خواهید شد، نقش های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن ها بر عهده دارند.

عملکرد پروتئین ها	مثال
ساختاری	کلاژن - الاستین
ذخیره ای	گلوتن - آلبومین
انتقال دهنده	هموگلوبین - میوگلوبین - عامل داخلی معده - کانال ها - پمپ ها - آلبومین
تنظیمی	بسیاری از هورمون ها - ناقل های عصبی - مهارکننده - فعال کننده - عوامل رونویسی
گیرنده	گیرنده هورمون - گیرنده ناقل عصبی - گیرنده آنتی ژن
حرکتی	اکتین - میوزین
دفاعی	پادتن - پرفورین - پروتئین مکمل - اینترفرون
آنزیمی	درون یاخته ای: هلیکاز - رنابسپاراز - دنابسپاراز - روبیسکو - اندراز کربنیک - سر میوزین - آنزیم های لیزوزومی
	برون یاخته ای: پروترومبیناز - پلاسمین - پپسین - آمیلاز - لیپاز - لیزوزیم
	غشایی: پمپ سدیم پتاسیم

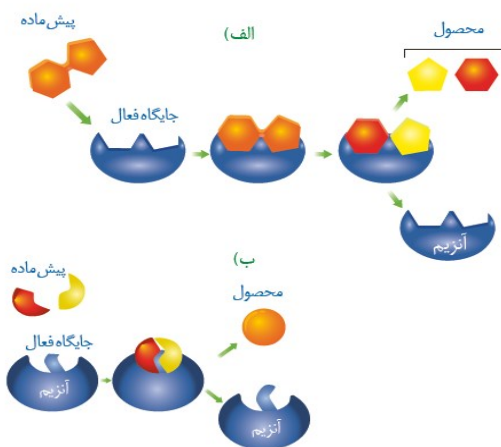
## آنزیم ها

واکنش های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می گیرند که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را انرژی فعال سازی گویند. انجام واکنش ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت و ساز مطرح می شوند همین طور هستند. این واکنش ها با حضور آنزیم انجام می شوند. آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش و انرژی فعال سازی واکنش را کاهش می دهد. همچنین با این کار سرعت واکنش هایی را که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستند زیاد می کند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت و ساز یاخته ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود. آنزیم های ترشحات دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می کنند ولی آنزیم های مؤثر در تنفس یاخته ای، فتوسنتز و همانندسازی درون یاخته فعالیت می کنند. البته گروهی از آنزیم هایی مثل پمپ سدیم - پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می دهند.

## ساختار آنزیم ها

بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستند. (.....).

آنزیم ها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال** دارند. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که پیش ماده در آن قرار می گیرد. ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می کند، پیش ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند **فراورده** یا محصول خوانده می شوند.



بعضی آنزیم ها برای فعالیت به **یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها** نیاز دارند. به مواد **آلی** که به آنزیم کمک می کنند **کوآنزیم** می گویند. وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل **سیانید و آرسنیک** می تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می شوند.

### عملکرد اختصاصی آنزیم ها

هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است. بنابراین گفته می شود که آنزیم ها **عمل اختصاصی** دارند. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.

اگرچه آنزیم ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آن ها **بیش از یک نوع** واکنش را سرعت می بخشند مثلاً..... آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می کنند اما در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانند تا بدن بتواند بارها از آن ها استفاده کند. به همین دلیل یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آن ها از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود.

### عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم ها

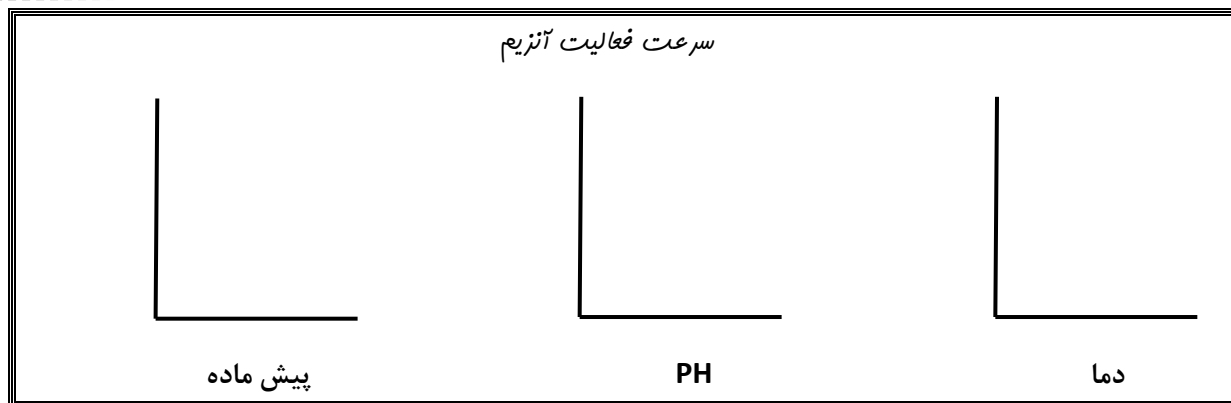
عوامل متعددی از جمله **pH، دما، غلظت آنزیم و پیش ماده** بر سرعت فعالیت آنزیم ها تأثیر می گذارند.

**pH محیط:** pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است؛ مثلاً pH خون حدود ۷/۴ است. البته pH بعضی بخش ها خارج از این محدوده هستند. یکی از این موارد، pH ترشحات معده است که حدود ۲ می باشد. هر آنزیم در یک **pH ویژه** بهترین فعالیت را دارد که به آن **pH بهینه** می گویند؛ مثلاً pH بهینه پپسین حدود ۲ است در حالی که آنزیم هایی که از **لوزالمعده** به روده کوچک وارد می شوند pH بهینه حدود ۸ دارند. تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین می تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش ماده از بین برود، در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می کند.

**دما:** آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیر طبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند. آنزیم هایی که در **دمای پایین غیر فعال** می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.

**غلظت آنزیم و پیش ماده:** مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فراورده در واحد زمان افزایش می یابد. افزایش غلظت پیش ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می یابد که تمامی جایگاه های فعال آنزیم ها با پیش ماده اشغال شوند. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می شود.





## ویژگی های آنزیم ها

- آنزیم ها امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش و انرژی فعال سازی واکنش را کاهش می دهند. همچنین با این کار سرعت واکنش هایی را که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستند زیاد می کنند.
- بیشتر آنزیم ها پروتئینی بوده و برخی از آنها برخی از RNA ها می باشند.
- بعضی آنزیم ها برای فعالیت به یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها نیاز دارند. به مواد آلی که به آنزیم کمک می کنند **کوآنزیم** می گویند.
- هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است. بنابراین گفته می شود که آنزیم ها عمل اختصاصی دارند. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.
- اگرچه آنزیم ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آن ها مثل روبیسکو بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشند.
- آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می کنند
- آنزیم ها در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانند تا بدن بتواند بارها از آن ها استفاده کند. به همین دلیل یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند.
- البته آنزیم ها به مرور مقداری از آن ها از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود.
- عوامل متعددی از جمله pH، دما، غلظت آنزیم و پیش ماده بر سرعت فعالیت آنزیم ها تأثیر می گذارند.

## کاربرد آنزیم ها در صنعت

از آنزیم ها در صنایع متفاوتی مانند تولید دارو، خوراکی، آشامیدنی و سوخت های زیستی استفاده می شود. مثلاً **آنزیم سلولاز** که در تجزیه سلولز به گلوکز نقش دارد از آنزیم های مورد استفاده در کاغذسازی و تولید سوخت زیستی است. آنزیم ها در صنایع غذایی، به ویژه صنایع لبنی از اهمیت ویژه ای برخوردارند. مایه پنیر در واقع نامی عمومی برای آنزیم هایی است که با **دلمه کردن پروتئین شیر** آن را به پنیر تبدیل می کنند. مایه پنیر را به طور سنتی از **معدده نوزادان (شیرخواران) جانورانی** مانند گوسفند و گاو به دست می آورند. امروزه انواعی از مایه پنیرها وجود دارد که از **گیاهان و ریزجانداران (میکروارگانیسم ها)** به دست می آیند. در صنایع شوینده با استفاده از **لیپازها، پروتازها و آمیلازها** انواعی از شوینده ها با قدرت تمیزکنندگی بالا تولید می شوند.

۴۵- کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (د ۱۴۰۱)

«در بدن انسان، همه آنزیم‌ها ..... همه کوآنزیم‌ها .....»

- ۱) برخلاف - همواره با تغییرات دما، تغییر شکل برگشت‌ناپذیری پیدا می‌کنند.
- ۲) برخلاف - در روند تنظیم سوخت‌وساز یاخته‌ها مؤثرند.
- ۳) همانند - در ساختار خود اتم کربن دارند.
- ۴) همانند - فقط یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند.

۴۶- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟ (( آنزیم‌ها همواره ..... ))

- ۱) دارای پیوندهای هیدروژنی و پپتیدی می‌باشند.
- ۲) انرژی فعال سازی واکنش را کاهش می‌دهند.
- ۳) برای فعالیت به کوآنزیم‌ها نیاز دارند.
- ۴) فقط بر روی یک پیش ماده خاص موثر می‌باشند.

۴۷- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟ ((آنزیم ممکن است ..... ))

- در سیتوپلاسم سلول یوکاریوتی سنتز شده ولی در هسته آن فعالیت کند.
- در هسته سلول یوکاریوتی سنتز شده ولی در سیتوپلاسم آن فعالیت کند.
- در یک سلول ساخته شده ولی در سلول دیگر فعال شود.
- به بیش از یک نوع واکنش در یک سلول سرعت ببخشد.

۴۸- چند مورد از موارد زیر در رابطه با آنزیم‌ها صحیح می‌باشد؟

- در هر آنزیم تغییر یک یا چند آمینواسید، باعث تغییر در عملکرد آنزیم می‌شود.
- آنزیم‌ها در همه واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران شرکت کرده و سرعت واکنش را زیاد می‌کنند.
- بعضی از کوآنزیم‌های غیرآلی مثل مس و آهن به عملکرد آنزیم‌ها کمک می‌کنند.
- مایه پنیر را به طور سنتی که از گیاهان و ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) به دست می‌آورند.
- آنزیم‌ها در پایان واکنش‌ها دست نخورده باقی می‌مانند بنابراین یاخته‌ها مجبور به تولید آنزیم‌های جدید نیستند.
- سیانید و آرسنیک با تخریب جایگاه فعال، مانع فعالیت آنزیم‌ها می‌شوند.

۴۹- کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر، نامناسب است؟ (د ۹۹)

«نوعی آنزیم می‌تواند .....»

- ۱) با کمک فرآیندی انرژی‌زا، نوعی واکنش انرژی خواه را به انجام رساند.
- ۲) پیوندی را که در یک مرحله ایجاد کرده است، در مرحله دیگری بشکند.
- ۳) از طریق کاهش انرژی فعال سازی واکنش‌های انجام نشدنی را ممکن سازد.
- ۴) از طریق اتصال با مولکول‌های دیگر، تمایل خود را به پیش ماده تنظیم کند.

۵۰- چند مورد از موارد زیر در رابطه با آنزیم ها صحیح می باشد؟

- آنزیم هایی که در دمای بالا غیرفعال می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.
- همه آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد بهترین فعالیت را دارند.
- سیانید و آرسنیک با تاثیر بر پیوند های شیمیایی آنزیم سبب تغییر شکل آنزیم می شوند.
- همه آنزیم های موجود در خون انسان در pH حدود ۷/۴ بیشترین فعالیت را دارند.
- همه آنزیم هایی که در سیتوپلاسم یک سلول ساخته می شوند، دارای پیوند های پپتیدی می باشند.

۵۱- با توجه به بدن انسان، چند مورد را می توان نوعی مولکول زیستی دانست؟ (تیر ۴۰۳)

- الف: هر ترکیبی که در نتیجه فعالیت آنزیم تولید می شود.
- ب: هر ترکیبی که آنزیم برای فعالیت خود به آن نیاز دارد.
- ج: هر ترکیبی که وجود آن در روند انعقاد خون لازم است.
- د: هر ترکیبی که بسپاری از واحدهای تکرار شونده است.

## فصل ۲ – جریان اطلاعات در یاخته



تصویر مقابل دو گویچه قرمز را نشان می دهد. گویچه سمت راست مربوط به شخصی است که دچار نوعی بیماری ارثی به نام کم خونی داسی شکل است. علت این بیماری نوعی تغییر ژنی است که باعث می شود پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر شود که نتیجه آن تغییر شکل گویچه قرمز از حالت گرد به داسی شکل است. این تغییر ژنی، بسیار جزئی است و در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید دنا در افراد بیمار تغییر یافته است. همچنین این بیماری به نوعی، رابطه بین ژن و پروتئین را نشان می دهد.

DNA (ژن)

پروتئین

### دنا چگونه نوع آمینواسیدهای پلی پپتید را تعیین می کند؟

در فصل گذشته دیدید که واحد سازنده مولکول دنا، نوکلئوتید است ولی پلی پپتیدها از آمینواسید تشکیل شده اند. چون دستور العمل ساخت پلی پپتیدها در مولکول دنا قرار دارد، پس باید بین نوکلئوتیدهای ژن و آمینواسیدهای پلی پپتید، ارتباطی وجود داشته باشد.

آموختید که در مولکول دنا، ۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که فقط در نوع بازهای آلی (.....) تفاوت دارند. درحالی که، پلی پپتیدها از ۲۰ نوع آمینواسید تشکیل شده اند. پس از پژوهش هایی مشخص شد که هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای دنا، بیانگر نوعی آمینواسید است. با ۴ نوع نوکلئوتید به کار رفته در دنا، ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می شود که می توانند رمز ساخت پلی پپتیدهایی با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشند؛ به هر یک از این توالی های سه نوکلئوتیدی در دنا رمز می گویند. به دنبال رونویسی و ساخته شدن mRNA از روی ژن های DNA، از روی این رمزهای ۳ نوکلئوتیدی، در رنای پیک، رمزه (کدون) های سه نوکلئوتیدی ایجاد می شوند. پس در یاخته ها ۶۴ نوع رمزه نیز وجود داشته که تعیین می کنند کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی پپتیدها قرار بگیرد. تذکر! هر رمز یا رمزه اختصاصی بوده و فقط مربوط به یک نوع آمینواسید رنوی بسیار از آمینواسیدها دارای بیش از یک نوع رمز یا رمزه می باشند.

**صرفاً برای درک بهتر!!**

**چرا رمزهای دنا سه نوکلئوتیدی اند؟**

اگر در سلول ۵ نوع نوکلئوتید در ساختار DNA داشتیم، رمزهای آمینواسیدها چند نوکلئوتیدی می شدند؟

۱- کدام عبارت زیر صحیح می باشد؟

- ۱) یکنوع رمز ممکن است توانایی تولید بیش از یک نوع رمزه را داشته باشد.
- ۲) یکنوع رمزه ممکن است متعلق به بیش از یک نوع آمینواسید باشد.
- ۳) یکنوع آمینواسید ممکن است دارای بیش از یک نوع رمز باشد.
- ۴) یکنوع رمز ممکن است متعلق به بیش از یک نوع آمینواسید باشد.

## نقش مولکول رنا به عنوان میانجی

می دانید که پلی پپتیدها بر اساس اطلاعات دنا و توسط رناتن ها **در سیتوپلاسم** ساخته می شوند. در یاخته های دارای هسته،

چون رناتن ها درون هسته حضور ندارند!! فرایند

ساخت پلی پپتید در آن انجام نمی شود.

باتوجه به اینکه اطلاعات دنا برای ساخت پلی پپتید

ضروری است و دنا هم از هسته خارج نمی شود، این

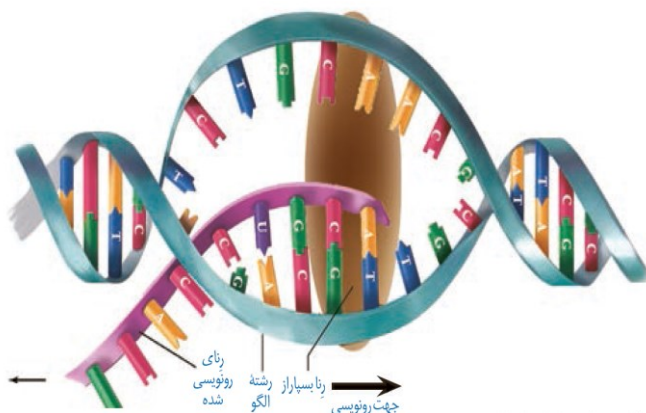
سوال پیش می آید که دستورات ساخت پلی پپتید

چگونه به بیرون هسته منتقل می شود؟

پاسخ در مولکول **رنا** است. همان طور که دیدید

**انواعی از رنا در یاخته وجود دارند که در**

**پروتئین سازی نقش دارند.** این رناها از روی مولکول



دنا ساخته می شوند. به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا، **رونویسی** گفته می شود. اساس رونویسی شبیه

همانندسازی است. در این فرایند نیز با توجه به نوکلئوتیدهای رشته دنا، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیره رنا قرار می گیرد و به هم

متصل می شوند. برخلاف همانندسازی که در هر چرخه یاخته ای یک بار انجام می شود، رونویسی یک ژن می تواند در هر چرخه

بارها انجام شود و چندین رشته رنا ساخته شود.

۲- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- در بیماری کم خونی داسی شکل فقط یک نوکلئوتید از ژن پروتئین هموگلوبین تغییر یافته است.
- به طور کلی در مرحله وقفه دوم از چرخه یاخته ای رونویسی بیش از سایر مراحل رخ می دهد.
- در رونویسی برخلاف همانندسازی مکمل بخشی از یکی از رشته های DNA ساخته می شود.
- همانندسازی دناهای سلول فقط در مرحله S چرخه یاخته ای صورت می گیرد.
- رنا پیک برخلاف سایر رناها در پروتئین سازی در یاخته ها نقش دارد.

## مراحل رونویسی

رونویسی فرایندی پیوسته است ولی برای سادگی موضوع، آن را به سه مرحله آغاز، **طویل شدن** و **پایان** تقسیم می کنند. در این

مراحل، آنزیم رنابسپاراز، عمل رونویسی را از بخشی از یک رشته دنا انجام می دهد.

**مرحله آغاز:**

در این مرحله، **رنابسپاراز** به مولکول دنا متصل می شود و دو رشته آن را از هم باز می کند. به نظر شما برای باز شدن دو رشته کدام پیوندها در این ناحیه شکسته می شوند؟.....

برای اینکه رونویسی ژن از محل صحیح خود شروع شود توالی های نوکلئوتیدی ویژه ای در دنا وجود دارد که رنابسپاراز آن را شناسایی می کند. به این توالی ها، راه انداز گفته می شود. .... راه انداز موجب می شود رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا و رونویسی را از آنجا آغاز کند.....

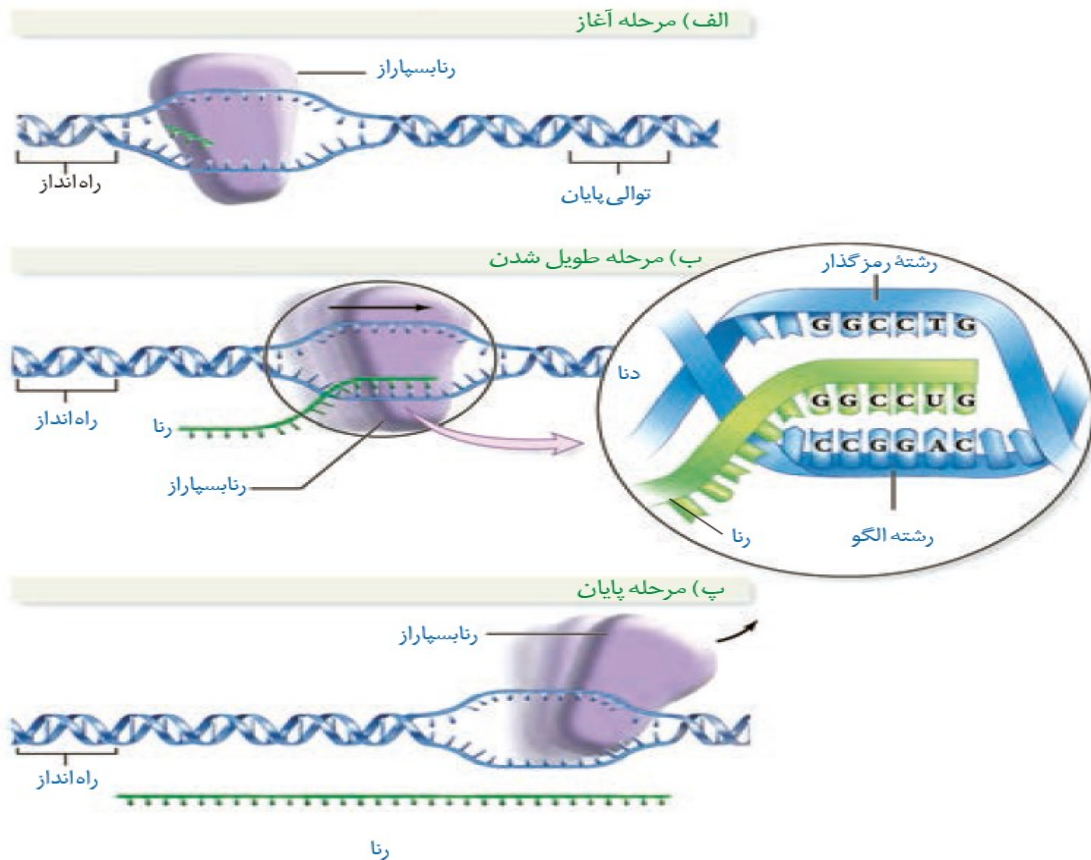
در این حالت بخش کوچکی از مولکول دنا باز و زنجیره کوتاهی از رنا ساخته می شود. نحوه عمل رنابسپاراز به این صورت است که آنزیم با توجه به نوع نوکلئوتید رشته الگوی دنا، نوکلئوتید مکمل را در برابر آن قرار می دهد (.....). و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی رشته رنا متصل می کند. (.....) در رونویسی، نوکلئوتید یوراسیل دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین دار دنا قرار می گیرد.

**مرحله طویل شدن:**

در این مرحله رنابسپاراز ساخت رنا را ادامه می دهد که در نتیجه آن، رنا طویل می شود ..... همچنان که مولکول رنابسپاراز به پیش می رود، دو رشته دنا در جلوی آن باز (.....) و در چندین نوکلئوتید عقب تر، رنا از دنا جدا می شود (.....) و دو رشته دنا مجدداً به هم می پیوندند. (.....)

**مرحله پایان:**

در دنا توالی های ویژه ای وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز می شوند. در این محل ها، آنزیم از مولکول دنا و رنای تازه ساخت جدا (.....) و دو رشته دنا به هم متصل می شوند. (.....)





۳- کدام مورد عبارت زیر را در رابطه با رونویسی به طور صحیح تکمیل می کند؟

((در مرحله طویل شدن برخلاف مرحله آغاز، .....))

- ۱) پیوند هیدروژنی بین باز تک حلقه ای و دو حلقه ای دنا شکسته می شود.
- ۲) پیوند فسفو دی استر بین قند و فسفات های رنا تشکیل می شود.
- ۳) پیوند هیدروژنی بین بازهای پورینی و پیریمیدینی دنا تشکیل می شود.
- ۴) پیوند فسفو دی استر بین قند های دو نوکلئوتید مجاور در دنا تشکیل می شود.

۴- چند مورد از موارد زیر در جریان رونویسی رخ نمی دهد؟

- تشکیل پیوند هیدروژنی بین بازهای دئوکسی ریبو نوکلئوتید و ریبونوکلئوتید
- تشکیل پیوند فسفو دی استر بین دئوکسی ریبو نوکلئوتید و ریبونوکلئوتید
- شکستن پیوند هیدروژنی بین بازهای ریبو نوکلئوتید و ریبونوکلئوتید
- شکستن پیوند فسفو دی استر بین ریبو نوکلئوتید و ریبونوکلئوتید
- تشکیل پیوند هیدروژنی بین بازهای دئوکسی ریبو نوکلئوتید و دئوکسی ریبونوکلئوتید
- تشکیل پیوند فسفو دی استر بین ریبو نوکلئوتید و ریبونوکلئوتید

۵- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

((در همانندسازی برخلاف رونویسی ..... صورت می گیرد.))

- تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین دئوکسی ریبونوکلئوتید و دئوکسی ریبونوکلئوتید
- شکستن پیوند های فسفو دی استر بین دئوکسی ریبونوکلئوتید و دئوکسی ریبونوکلئوتید
- تشکیل پیوندهای فسفودی استر بین دئوکسی ریبونوکلئوتید و دئوکسی ریبونوکلئوتید
- شکستن پیوند های هیدروژنی بین دئوکسی ریبونوکلئوتید و دئوکسی ریبونوکلئوتید

۶- چند مورد از موارد زیر به طور صحیح مطرح نشده است؟

- در رونویسی یک ژن از یک مولکول دنا خطی، پس از جدا شدن مولکول دنا از جایگاه فعال رنابسپاراز، رنای تازه ساخت نیز از آن جدا می شود.
- در همانندسازی دو جهتی یک مولکول دنا با یک جایگاه آغاز، پس از تشکیل آخرین پیوند های فسفو دی استر، دو رشته مولکول دنا اولیه کاملاً از هم جدا می شوند.
- در همانندسازی یک مولکول دنا خطی با چند جایگاه آغاز، پس از باز شدن ماریپچ دنا، پروتئین های همراه دنا از آن جدا می شوند.
- در رونویسی یک ژن از یک مولکول دنا خطی، پس از اتصال رنابسپاراز به جایگاه آغاز رونویسی، اولین پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنا الگو شکسته می شود.



توانایی شکستن	توانایی تشکیل	
		DNA پلی مرز
		RNA پلی مرز
		هلیکاز

## تفاوت های همانند سازی و رونویسی

رونویسی	همانند سازی	تفاوت
		تعداد رشته های الگو
		تعداد رشته های حاصل
		نوع مولکول حاصل
		نوع نوکلئوتید پیش ساز
		جهت
		بخشی از DNA که الگو است
		مکمل آدنین
		نوع آنزیم
		آنزیم باز کننده دو رشته DNA
		ویرایش

## آنزیم های ویژه ای رونویسی را تسهیل می کنند

در یاخته انواعی از رنا ساخته می شود. عمل رونویسی از دنا به کمک آنزیم ها انجام می شود. این آنزیم ها را، تحت عنوانی کلی رنابسپاراز نام گذاری می کنند.

در پروکاریوت ها یک نوع رنابسپاراز وظیفه ساخت انواع رنا را بر عهده دارد. در یوکاریوت ها، انواعی از رنابسپاراز، ساخت رناهای مختلف را انجام می دهند؛ مثلا **رنای پیک توسط رنابسپاراز ۲، رنای ناقل توسط رنابسپاراز ۳ و رنای رناتی توسط رنابسپاراز ۱** ساخته می شود. در یوکاریوت ها رنابسپاراز نمی تواند به تنهایی راه انداز را شناسایی کند و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین هایی به نام **عوامل رونویسی** هستند. گروهی از این پروتئین ها با اتصال به نواحی خاصی از راه انداز، رنابسپاراز را به محل راه انداز هدایت می کند.

۱:  
۲:  
۳:

} انواع RNA پلی مرز  
پروکاریوتی:

- تمرین:** رونویسی هر یک از ژن‌هایی زیر در سلول‌های زنده توسط کدام نوع از RNA پلی‌مرازها صورت می‌گیرد؟
- (الف) ژن سازنده RNA رنای رنانتی در ریزوبیوم  
 (ب) ژن سازنده کدون آغاز در پارامسی  
 (ج) ژن سازنده عوامل رونویسی  
 (د) ژن سازنده حامل آمینواسید متیونین  
 (ه) ژن سازنده پاد رمزه آغاز در توپره واش  
 (و) ژن سازنده رنابسپاراز ۱

- تمرین:** سنتز هر یک از مولکول‌های زیر در سلول‌های زنده توسط کدام صورت می‌گیرد؟
- (الف) عوامل رونویسی  
 (ب) افزاینده  
 (ج) رمزه آغاز  
 (د) پاد رمزه آغاز

- ۷- رونویسی ژن سازنده عامل سنتز کننده عامل حمل کننده آمینواسید متیونین به جایگاه P ریبوزوم در گاو، به عهده کدامیک می‌باشد؟
- (۱) ریبوزوم (۲) رنابسپاراز ۳ (۳) رنا بسپاراز ۲ (۴) tRNA

۸- کدام دو مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (مجدد ۴۰۱)

« در انسان، دنا بسپاراز ..... رنابسپاراز، همواره ..... »

- (الف) همانند - دو رشته‌ی خطی با دو انتهای متفاوت ایجاد می‌کند.  
 (ب) برخلاف - مولکول‌هایی را ایجاد می‌کند که به رشته‌الگو متصل باقی می‌ماند.  
 (ج) همانند - در واحدهای تکرارشونده خود قندی پنج کربنی دارد.  
 (د) برخلاف - می‌تواند عمل ویرایش مولکول ساخته شده را به انجام برساند.

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

۹- برای تکمیل عبارت زیر، کدام مورد، مناسب نیست؟ (دی ۴۰۱)

« هر بسپاری که به طور کامل ساخته شده و محصول مستقیم یکی از رشته‌های دنا (DNA) ی هسته اوگلاست، ..... است. »

- (۱) در طی ساخته شدن، به تدریج از رشته‌الگو جدا شده  
 (۲) حاصل فعالیت بیش از یک کاتالیزور زیستی  
 (۳) در طی فرایندی سه مرحله‌ای تولید شده  
 (۴) دارای دو انتهای متفاوت

## فقط یکی از دو رشته دنا در هر ژن رونویسی می شود.

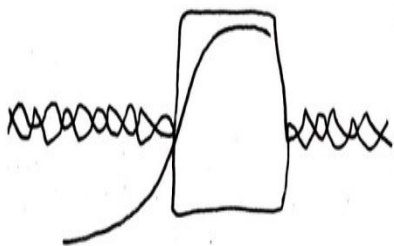
همان طور که گفته شد، ژن بخشی از مولکول دنا که دو رشته ای است ولی رونویسی از روی هر دو رشته یک ژن انجام نمی شود. به نظر شما اگر از روی دو رشته یک ژن رونویسی انجام می شد، محصولات این دو رشته مکمل نسبت به هم چگونه می شدند؟ مسلماً رنا و پلی پپتید ساخته شده از روی دو رشته مکمل دنا بسیار متفاوت می شدند. بنابراین برای هر ژن خاص، یکی از دو رشته رونویسی می شود. به بخشی از رشته دنا که مکمل رشته رنا می شود **رشته الگو** می گویند. به رشته مکمل همین بخش در مولکول دنا، **رشته رمزگذار** گفته می شود، زیرا توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنا می باشد که از روی رشته الگوی آن ساخته می شود. به نظر شما رشته رنا با رشته رمزگذار چه تفاوت هایی می تواند داشته باشد؟ پاسخ در نوکلئوتیدهای مورد استفاده است؛ مثلاً به جای نوکلئوتید تیمین دار در دنا، نوکلئوتید یوراسیل دار در رنا قرار دارد. رشته مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن های دیگر **یکسان یا متفاوت** باشد.



### ۱۰- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- در هر مولکول دنا فقط یکی از دو رشته رونویسی می شود.
- در یک مولکول دنا جهت رونویسی ژن های مختلف با یکدیگر همواره یکسان است.
- مکمل رشته رمزگذار یک ژن، هیچ گاه ساخته نمی شود.
- نوکلئوتیدهای رنا می مکمل هر ژن، ممکن است با نوکلئوتیدهای رشته رمزگذار آن کاملاً یکسان باشد.
- بین دو راه انداز متوالی در دنا همواره یک ژن قرار گرفته است.

### تمرین: در طرح روبرو معین کنید



الف) حداقل و حداکثر چند نوع باز می توانیم داشته باشیم؟


ب) حداقل و حداکثر چند نوع نوکلئوتید می توانیم داشته باشیم؟

### ۱۱- چند مورد از موارد زیر در مورد رونویسی صحیح می باشد؟

- نوع نوکلئوتیدی که در همانند سازی و رونویسی مقابل نوکلئوتید C دار قرار می گیرد، یکسان است.
- محصول حاصل از رونویسی ژن ها در سلول های یوکاریوتی همواره mRNA است.
- رونویسی همانند همانند سازی هم در هسته و هم در سیتوپلاسم سلولهای یوکاریوتی رخ می دهد.
- تنوع عملکرد رنا بسیاراز پروکاریوتی بیشتر از هر یک از رنا بسیارازهای یوکاریوتی است.
- همانند سازی ژن ها برخلاف رونویسی آنها، فقط به کمک یک نوع آنزیم صورت می گیرد.

۱۲- در استرپتوکوکوس نومونیا، ..... پارامسی، هر ژن پیام خود را به طور ..... به مولکولی انتقال می دهد که دارای ..... می باشد.

- (۱) برخلاف - مستقیم - توالی کدون ها  
 (۲) همانند - غیرمستقیم - توالی پاد رمزه  
 (۳) برخلاف - غیرمستقیم - پیوندهایی پپتیدی  
 (۴) همانند - مستقیم - پیوندهای فسفو دی استر

۱۳- فرض می کنیم در قطعه ای از مولکول دنای (  ) یک یاخته جانوری فعال، دو ژن سازنده رنای رنانتی (rRNA)، با فاصله ای در پشت سر هم قرار دارند. در صورتی که رنابسپارازهای این دو ژن، در دو جهت متفاوت حرکت کنند، کدام مورد نادرست است؟ (۴۰۲د)

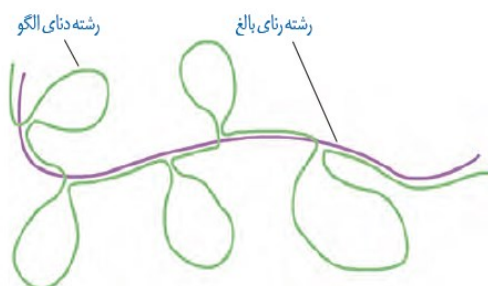
- (۱) ممکن است راه انداز این دو ژن، به یکدیگر نزدیک باشند.  
 (۲) ممکن است بسپارهای ساخته شده در بیان ژن ها دخالت داشته باشند.  
 (۳) به طور حتم، رشته رمزگذار یک ژن با رشته رمزگذار ژن دیگر، متفاوت است.  
 (۴) به طور حتم، از روی توالی های سه تایی رنایهای مورد نظر، پلی پپتیدهایی ساخته می شود.

### رنایهای ساخته شده دچار تغییر می شوند

در چند دهه گذشته، پژوهشگران دریافته اند که در یاخته های **یوکاریوتی**، رنای ساخته شده در رونویسی با رنایی که در سیتوپلاسم وجود دارد تفاوت هایی دارد. بعد ها مشخص شد که این مولکول ها برای انجام کارهای خود دستخوش تغییراتی می شوند.

### تغییرات رنای پیک

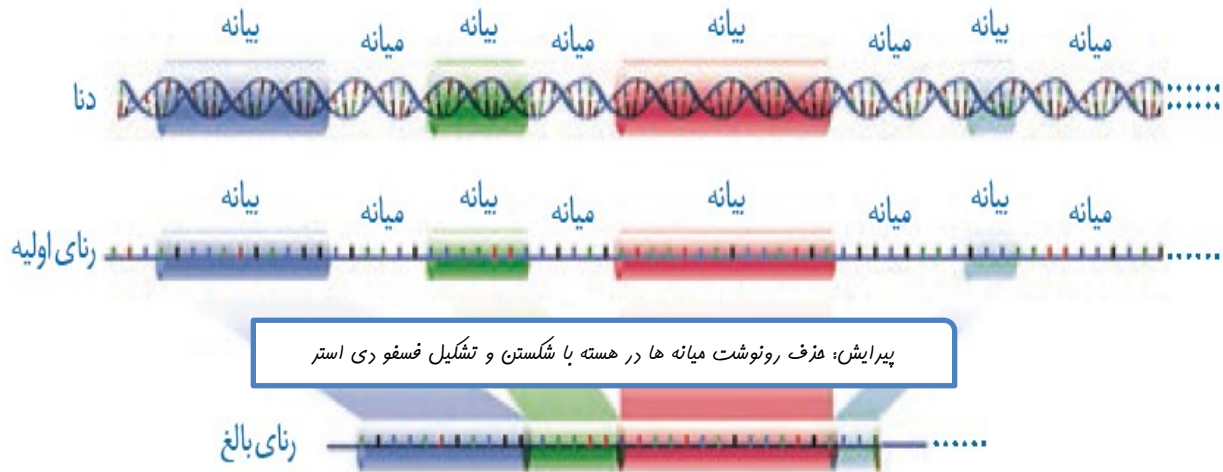
رنای پیک **ممکن است** دستخوش تغییراتی **در حین رونویسی و یا پس از آن** شود. یکی از این تغییرات حذف بخش هایی از مولکول رنای پیک است. در **بعضی** ژن ها، توالی های معینی از رنای ساخته شده، جدا و حذف می شود و سایر بخش ها به هم متصل می شوند و یک رنای پیک یکپارچه می سازند. به این فرایند **پیرایش** گفته می شود.



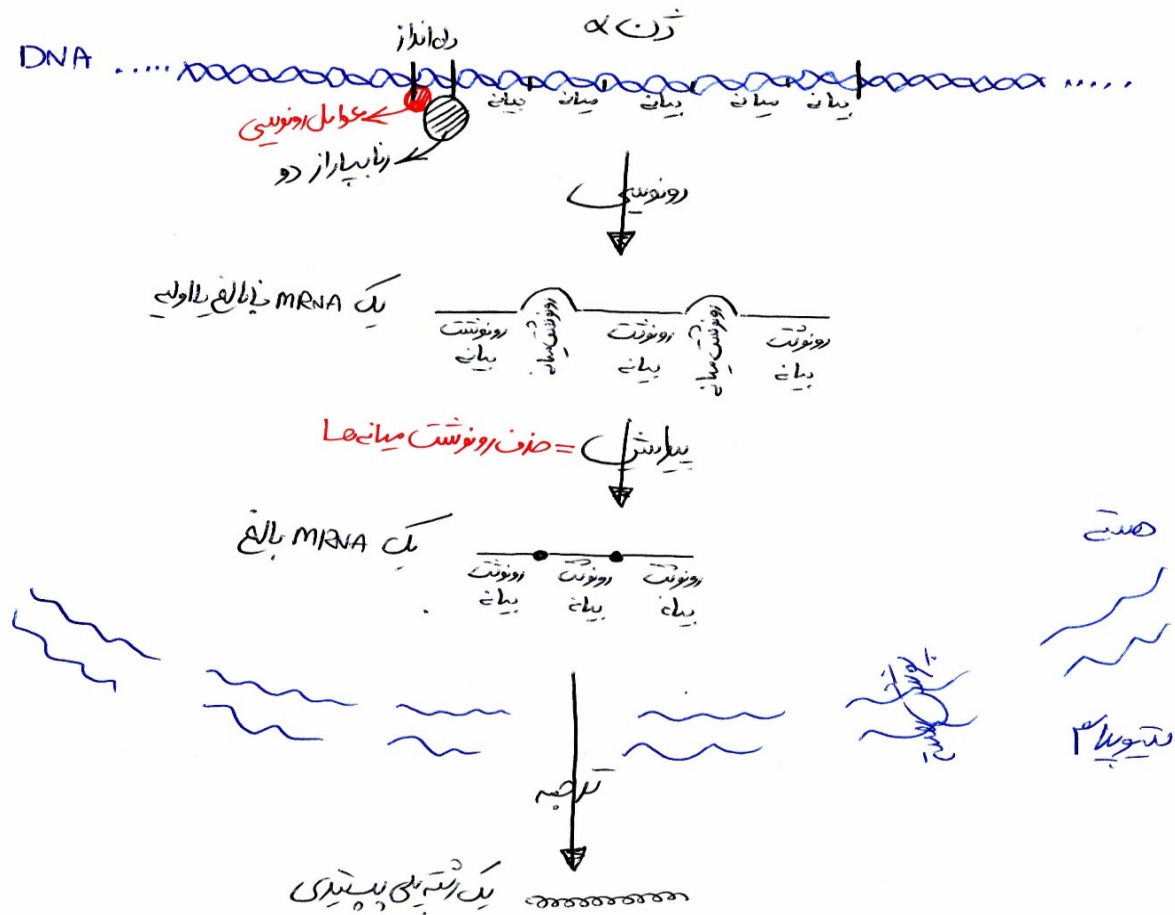
شکل ۵- طرح ساده ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن. به نظر شما حلقه های سبز میانه هستند یا بیانه؟

این فرایند هنگامی آشکار شد که دانشمندان یک رنای پیک درون سیتوپلاسم را با رشته الگوی ژن آن در دنا مجاورت دادند. آنها دریافته اند که بخش هایی از دنای الگو با رنای رونویسی شده، دو رشته مکمل را تشکیل می دهند ولی بخش هایی نیز فاقد مکمل باقی می مانند. این بخش ها به صورت حلقه هایی بیرون از مولکول دو رشته ای قرار می گیرند. به این نواحی که در مولکول دنا وجود دارد ولی رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده **میانه** (اینترون) می گویند. به سایر بخش های مولکول دنا، که رونوشت آنها حذف نمی شوند **بیانه** (اگزون) گفته می شود.

در واقع رنای رونویسی شده از رشته الگو، در ابتدا دارای رونوشت های میانه دنا است. به این رنای، **رنای نابالغ** یا **اولیه** گفته می شود. با حذف این رونوشت ها از رنای اولیه و پیوستن بخش های باقی مانده به هم، **رنای بالغ** ساخته می شود.



**صرفا برای درک بهتر!!**  
 به دنبال پیرایش یک مولکول RNA نابالغ با ۵ رونوشت بیانه چند پیوند فسفو دی استر شکسته و تشکیل می شود؟



۱۴- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- در پیرایش، ایترون ها با شکستن پیوند فسفو دی استر، حذف می شوند.
- همه رنا های یوکاریوتی قبل از حضور در سیتوپلاسم دچار تغییرات می شوند.
- تغییرات رنای پیک یوکاریوتی، همواره پس از رونویسی در هسته صورت می گیرد.
- رنای حاصل از رونویسی بسیاری از ژن ها، پیرایش می شود.
- بیان ه های یک ژن برخلاف میانه های آن توسط رنابسپاراز رونویسی می شوند.
- بخش هایی از رنای پیک قرار گرفته در مقابل رشته الگو دنا مکمل خود به شکل حلقه بیرون می ماند.

۱۵- نوعی جاندار تک سلولی می تواند طی چرخه سلولی خود و با گذشت از نقاط واریسی، در بدن موربانه تولیدمثل نماید.

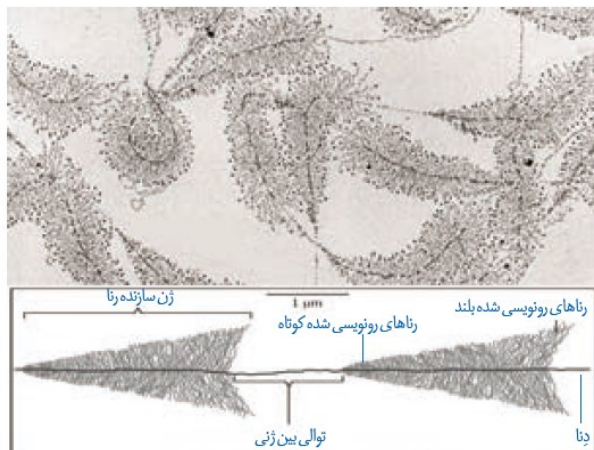
کدام عبارت درباره این جاندار درست است؟ (خ ۹۴)

- ۱) به منظور تولید یک پروتئین ساختاری، RNA پلی مرز به مجموعه راه انداز - پروتئین هدایت می شود.
- ۲) راه انداز ژن های tRNA و mRNA توسط یک آنزیم RNA پلی مرز شناسایی می گردد.
- ۳) فقط بخش هایی از محصول اولیه هر آنزیم RNA پلی مرز مورد ترجمه قرار می گیرد.
- ۴) محصول اولیه فعالیت RNA پلی مرز همواره الگوی ساختن یک پروتئین را دارد.

۱۶- کدام گزینه در رابطه با یوکاریوت ها به طور صحیح مطرح شده است؟

- ۱) هر یک از محصولات رنابسپاراز دو پس از رونویسی دچار تغییراتی می شوند.
- ۲) همه بخش های رونوشت اگزون ها برخلاف رونوشت ایترون ها ترجمه می شوند.
- ۳) به دنبال مجاورت رشته الگو و رنای بالغ، رونوشت ایترون ها حلقه ها را تشکیل می دهند.
- ۴) همه اگزون ها همانند همه ایترون ها می توانند توسط رنابسپاراز ها رونویسی شوند.

## شدت و میزان رونویسی



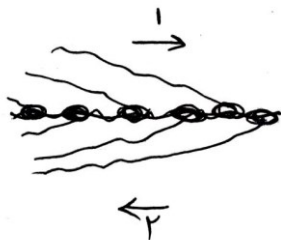
به طور کلی میزان رونویسی یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فرآورده های آن بستگی دارد. بعضی ژن ها، مانند ژن های سازنده رنای رناتنی در یاخته های تازه تقسیم شده بسیار فعال اند؛ زیرا باید تعداد زیادی از نوع این رنا را بسازند.

در این نوع ژن ها، هم زمان تعداد زیادی رنابسپاراز از ژن رونویسی می کنند. به این دلیل که در هر زمان، رنابسپارازها در مراحل مختلفی از رونویسی هستند، در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازه رناهای ساخته شده متفاوت دیده می شود. در

این تصاویر رناها از اندازه کوتاه به بلند دیده می شود. با توجه به شکل آیا می توانید جهت رونویسی هر ژن را مشخص کنید؟

### پس این ساختار نتیجه:

رونویسی همزمان چندین رنابسپاراز (یکنوع) از روی یک ژن و ساخته شدن چندین رنا(یکنوع) در یوکاریوت ها و پروکاریوت ها



۱۷- در طرح مقابل جهت رونویسی کدام بوده و حداکثر چند نوع منومر دیده می شود؟

۱) ۸ - ۱

۲) ۲۸ - ۱

۳) ۸ - ۲

۴) ۲۸ - ۲

۱۸- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( در رونویسی ژن سازنده نوعی رنای ناقل در هسته یوکاریوت ها، ..... ))

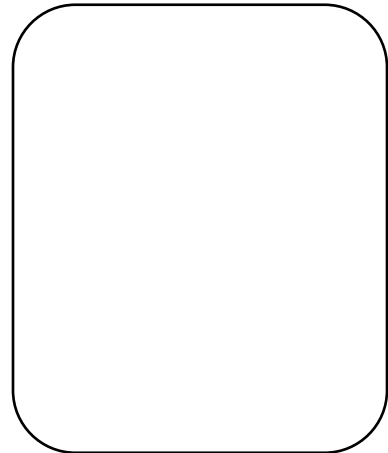
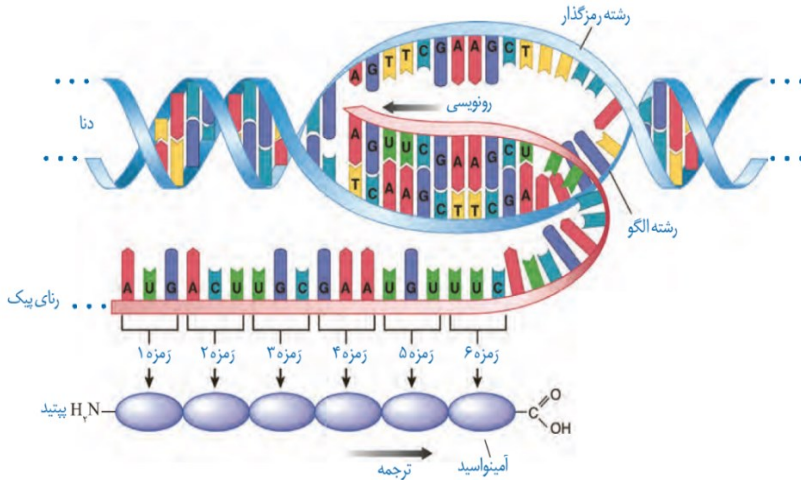
- ۱) توالی های ویژه ای از ژن محل آغاز و پایان رونویسی را تعیین می کنند.
- ۲) در مرحله آغاز و طویل شدن پیوند های هیدروژنی دنا شکسته و تشکیل می شود.
- ۳) چندین آنزیم RNA پلی مرز راه انداز آن را به کمک عوامل رونویسی شناسایی می کنند.
- ۴) همواره یک رشته از ژن مربوط به آن رشته الگو بوده و توسط رنابسپاراز دو رونویسی می شود.

## به سوی پروتئین

پلی پپتیدها از مهم ترین فراورده های ژن ها هستند. پروتئین ها اعمال مختلفی را در بدن انجام می دهند که پیش از این با برخی از آنها آشنا شده اید. اینکه چگونه ژن ها و پروتئین های حاصل از آن، صفات را ایجاد می کنند در آینده مورد بحث قرار می گیرند. در این گفتار به نحوه تبدیل اطلاعات وراثتی رنا، به پروتئین می پردازیم.

### تبدیل زبان نوکلئیک اسیدی رنا به زبان پلی پپتیدی

در فرایند رونویسی از روی توالی های دنا، رنا ساخته می شود که هر دو از نوکلئوتید تشکیل شده اند. ولی در ساختار پلی پپتیدها، آمینواسید وجود دارد. به ساخته شدن پلی پپتید از روی اطلاعات رنای پیک، ترجمه می گویند. طرح ساده ای از ژن تا پلی پپتید را در شکل زیر مشاهده می کنید. توالی های ۳ نوکلئوتیدی رنای پیک تعیین می کند که کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی پپتیدها قرار بگیرد. به این توالی ها، **رمزه (کدون)** گفته می شود. در یاخته ۶۴ نوع روزه وجود دارد. **نکته قابل توجه این است که روزه آمینواسیدها در جانداران یکسان اند.** روزه های UAA، UGA و UAG هیچ آمینواسیدی را رمز نمی کنند که به آنها **رمزه پایان** می گویند، زیرا حضور این روزه ها در رنای پیک موجب پایان یافتن عمل ترجمه می شود. روزه آغاز یا **AUG** روزه ای است که ترجمه از آن آغاز می شود. این روزه، معرف آمینواسید **متیونین** نیز است.



### انواع روزه و آمینواسیدهای مربوط به آنها

		حرف دوم					
		U	C	A	G		
حرف اول	U	UUU فنیل آلانین UUC UUA لوسین UUG	UCU سرین UCC UCA UCG	UAU تیروزین UAC UAA روزه پایان UAG روزه پایان	UGU سیستئین UGC UGA روزه پایان UGG تریپتوفان	U	C
	C	CUU لوسین CUC CUA CUG	CCU پرولین CCC CCA CCG	CAU هیستیدین CAC CAA گلوتامین CAG	CGU آرژینین CGC CGA CGG	U	C
	A	AUU ایزولوسین AUC AUA AUG (متیونین) روزه آغاز	ACU ترئونین ACC ACA ACG	AAU آسپاراژین AAC AAA لیزین AAG	AGU سرین AGC AGA آرژینین AGG	U	C
G	GUU والین GUC GUA GUG	GCU آلانین GCC GCA GCG	GAU آسپارتیک اسید GAC GAA گلوتامیک اسید GAG	GGU گلیسین GGC GGA GGG	U	C	

**طرح پرسش از این جدول در همه آزمون ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.**



۱۹- کدام عبارت زیر صحیح می باشد؟

- ۱) تنوع کدون ها کمتر از تنوع آمینواسید های پروتئین هاست.
- ۲) کدون مربوط به همه آمینواسیدهای طبیعت در بدن انسان وجود دارد.
- ۳) کدون آغاز مربوط به ساخت آمینواسید متیونین است.
- ۴) همه ساختارهای یک پروتئین به نوع و تعداد رمزه های رنای پیک بستگی دارد.

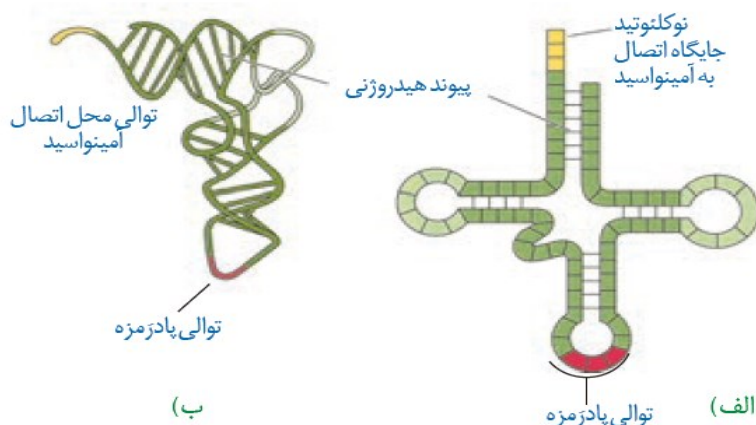
**تمرین:** چند نوع کدون و چند نوع کدون قابل ترجمه در سلول قابل تصور است که حداقل یک نوکلئوتید آدنین دار داشته باشد؟

### عوامل لازم در ترجمه

ترجمه نیازمند عوامل مختلفی است. ترجمه را می توان به یک فرایند آشپزی از روی کتاب آن تشبیه کرد. براساس دستور العمل این کتاب، مواد اولیه به مقدار و ترتیب خاصی استفاده و غذای خاصی درست می شود. در ترجمه هم براساس رمزه های رنای پیک، پلی پپتید خاصی ساخته می شود. مواد اولیه مصرفی در ترجمه، آمینواسیدها هستند. رناتن ها و رناهای ناقل از دیگر عوامل لازم در ترجمه هستند. انرژی لازم برای تهیه پلی پپتید هم از مولکول های پر انرژی مانند ATP به دست می آید.

### ساختار رنای ناقل

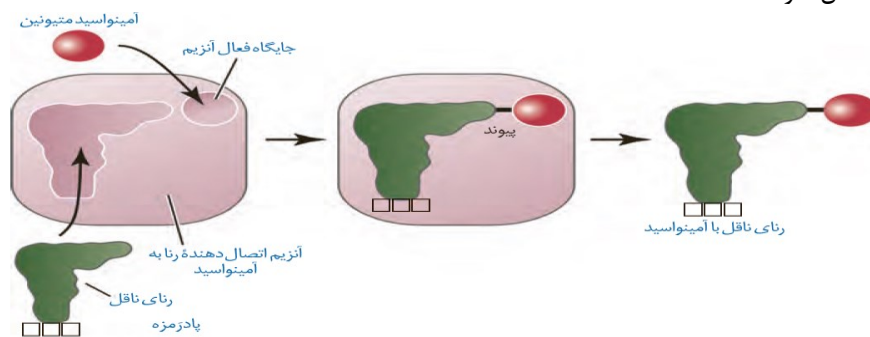
**رنای ناقل پس از رونویسی دچار تغییراتی می شود.** در ساختار نهایی رنای ناقل، نوکلئوتیدهای مکمل می توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند. به همین علت رنای تک رشته ای، روی خود تا می خورد. رنای ناقل تاخوردگی های مجددی پیدا می کند که ساختار سه بعدی را به وجود می آورد. در این ساختار یک بخش محل اتصال آمینواسید (سه نوکلئوتید) و دیگری توالی ۳ نوکلئوتیدی به نام پادرمزه (آنتی کدون) است. هنگام ترجمه، این توالی با توالی رمز مکمل خود پیوند هیدروژنی مناسب برقرار می کند. در همه رناهای ناقل به جز در ناحیه پادرمزه ای، انواع توالی های مشابهی وجود دارند. انتظار این است که به تعداد انواع رمزه ها، پادرمزه وجود داشته باشد ولی تعداد انواع پادرمزه ها کمتر از رمزه ها است؛ مثلا برای رمزه های پایان، رنای ناقل وجود ندارد. (.....)



الف) تاخوردگی اولیه  
ب) ساختار سه بعدی

## نحوه عمل رنای ناقل:

همانطور که گفته شد، آمینواسید به رنای ناقل متصل می شود. در واقع در یاخته ها، **آنزیم های ویژه ای** وجود دارند که براساس نوع توالی پادرمزه، آمینواسید مناسب را به رنای ناقل متصل می کنند؛ یعنی آنزیم با تشخیص پادرمزه در رنای ناقل، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می کند. این فرایند نیازمند انرژی است. حال بر اساس آنچه تاکنون درباره رمزه ها خوانده اید آیا می توانید حدس بزنید رنای ناقل با چه توالی پادرمزه ای می تواند به آمینواسید متیونین متصل شود؟



۲۰- چند نوع پادرمزه قابل تصور است که نوکلئوتید وسط آن یوراسیل دار باشد؟

۷ (۴)

۹ (۳)

۱۴ (۲)

۱۶ (۱)

۲۱- چند مورد از موارد زیر در رابطه با مولکول tRNA صحیح می باشد؟

- توالی محل اتصال آمینواسید هر tRNA، نوع آمینواسیدی را که tRNA حمل می کند، تعیین می کند.
- بین نوکلئوتیدهای هر رشته آن پیوند فسفودی استر و بین نوکلئوتیدهای دو رشته آن پیوند هیدروژنی وجود دارد.
- یک نوع آمینواسید ممکن است توسط چند نوع tRNA حمل شود.
- tRNA ای که دارای پادرمزه AUU می باشد، هیچ آمینواسیدی را حمل نمی کند.
- هر یک از مولکول های tRNA در یوکاریوت ها توسط رنابسپاراز ۳ سنتز می شوند.
- رنای ناقل به جز در ناحیه پادرمزه ای، انواع توالی های مشابهی دارند.
- tRNA ای که دارای پادرمزه UAC است، از روی توالی TAC سنتز شده است.

۲۲- چند مورد از موارد زیر در رابطه با مولکول tRNA صحیح می باشد؟


- در یک انتهای رشته آن بخش اتصال آمینواسید و در انتهای دیگر رشته آن توالی پادرمزه قرار دارد.
- در ساختار نهایی آن به دنبال ایجاد تاخوردگی های مجدد همه نوکلئوتیدها پیوندهای هیدروژنی ایجاد می کنند.
- آمینواسید متیونین با گروه آمین خود به انتهای tRNA ای با پادرمزه UAC متصل است.
- پادرمزه UAC در tRNA از روی رمز ATG در ژن سازنده آن سنتز شده است.
- در یوکاریوت ها اتصال آمینواسید به رنای ناقل توسط رنابسپاراز ۳ صورت می گیرد.

## رمز - رمزه - پادرمزه

به توالی‌های سه نوکلئوتیدی در دنا که نوع آمینواسید را در ساختار پلی‌پپتیدها تعیین می‌کند، رمز گفته می‌شود. به مکمل رمزهای دنا در رنای پیک ( mRNA ) رمزه یا کدون گفته می‌شود. با توجه به اینکه چهار نوع نوکلئوتید در دنا ( A / T / C / G ) و چهار نوع نوکلئوتید در رنای پیک ( A / U / C / G ) وجود دارد،  $(4 \times 4 \times 4 = 64)$  نوع رمز و رمزه قابل تصور می‌باشد. البته لازم به ذکر است که از بین آنها سه تا رمز ( ATT / ATC / ACT ) و سه تا رمزه ( UAA / UAG / UGA ) مربوط به هیچ آمینواسیدی نمی‌باشد. در ساختار tRNA ها توالی سه نوکلئوتیدی به نام پادرمزه وجود داشته که با رمزه مکمل خود در هنگام ترجمه، پیوند هیدروژنی مناسب تشکیل می‌دهد از آنجایی که رمزه‌های پایان مربوط به هیچ یک از آمینواسیدها نبوده پس پادرمزه‌های ( AUU / AUC / ACU ) وجود ندارند. با توجه به تعداد بیشتر رمزه‌ها، رمزه‌ها و پادرمزه‌ها پس بسیاری از آمینواسیدها دارای بیشتر از یک نوع رمز، رمزه و پادرمزه می‌باشند.

۲۳ - چند مورد از موارد زیر صحیح می‌باشد؟

- به ازای هر یک از آمینواسیدها حداقل یک نوع پادرمزه وجود دارد.
- پادرمزه‌هایی با توالی UGA/UAG/UAA در هیچ رنای ناقلی دیده نمی‌شود.
- بسیاری از پادرمزه‌ها مربوط به بیش از یک نوع آمینواسید می‌باشند.
- در ژن‌های مربوط به ساخت پروتئین‌ها، رمزهای ACT/ATC/ATT وجود ندارد.
- هر یک از رمزه‌ها توسط یک پادرمزه شناسایی شده و هر پادرمزه مربوط به یک آمینواسید است.
- هر mRNA پیامی ویژه و غیرتکراری را به سیتوپلاسم می‌آورد.
- ژن‌های mRNA ساز همواره به صورت غیرتصادفی رونویسی می‌شوند.
- هر یک از کدون‌ها تعیین کننده‌ی آمینواسیدی است که در ساختار پلی‌پپتید شرکت می‌کند.
- هر RNA مورد نیاز برای پروتئین سازی، کدون آغاز دارد.

۲۴- فرض می‌کنیم در قطعه‌ای از مولکول دنا (  ) یک یاخته جانوری فعال، دو ژن سازنده رنای ناقل (tRNA)، با فاصله‌ای در پشت سر هم قرار دارند. در صورتی که رنابسپارازهای این دو ژن، در دو جهت متفاوت حرکت کنند، کدام مورد درست است؟

- (۱) به طور حتم، توالی پایان رونویسی این دو ژن، به یکدیگر نزدیک می‌باشد.
- (۲) به طور حتم، بسپارهای ساخته شده آمینواسیدهای متفاوتی را حمل می‌کنند.
- (۳) به طور حتم، رشته رمزگذار یک ژن با رشته رمزگذار ژن دیگر، متفاوت است.
- (۴) به طور حتم، در همه بخش‌های بسپارهای ساخته شده توالی مشابهی وجود دارد.

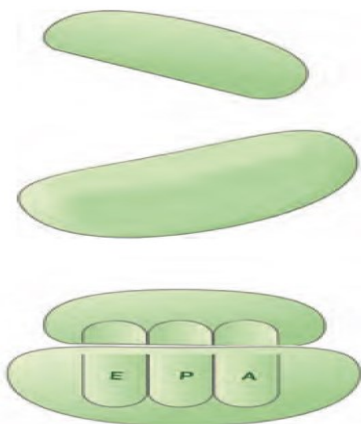
- ۲۵- در بعضی از سلول‌ها، پروتئین‌های سیتوپلاسمی با همکاری پروتئین‌های غشایی و بدون وجود سانتریول، رشته‌های دوک را می‌سازند. کدام عبارت، درباره‌ی این سلول‌ها درست است؟ (خ ۹۵)
- ۱) مولکول‌های حاصل از رونویسی، با رشته‌ی غیرالگوی ژن مکمل هستند.
  - ۲) آنزیم‌هایی که جزء مونوساکاریدی دارند، در سیتوپلاسم آنها فعالیت می‌کنند.
  - ۳) به دنبال وقوع تغییراتی، از طول همه مولکول‌های حاصل از رونویسی کاسته می‌شود.
  - ۴) محصول نهایی هر ژن آنها، یک زنجیره‌ی پلی پپتیدی است.

۲۶- در خصوص اتفاقات موجود در یک یاخته‌ی جانوری فعال، کدام عبارت نادرست است؟ (د ۱۴۰۱)

- ۱) هنگام همانندسازی ژن، همواره نوعی آنزیم، ماریپچ دنا (DNA) و دو رشته‌ی آن را از هم باز می‌کند.
- ۲) هنگام همانندسازی ژن، تشکیل پیوند فسفواستر همواره کمی قبل از شکسته شدن پیوند اشتراکی رخ می‌دهد.
- ۳) پس از ترجمه، با تغییر pH می‌توان گروه‌های R آمینواسیدهای یک پروتئین را در وضعیت جدیدی قرار داد.
- ۴) در یک رنای ناقل (tRNA)، سرانجام دو ناحیه‌ی دارای نوکلئوتیدهای غیر مکمل در مجاورت هم قرار می‌گیرند.

## ساختار رناتن

دانستید که رناتن در ساخت پلی پپتید نقش دارد. رناتن‌ها از دو زیر واحد تشکیل شده‌اند. هر زیر واحد نیز از رنا و پروتئین تشکیل شده است. در یاخته، پروتئین‌های رناتنی ساخته شده و رنای مربوط به آنها در کنار هم قرار گرفته و زیر واحد کوچک و بزرگ رناتن را می‌سازد. رناتن در ساختار کامل، سه جایگاه به نام **A**، **P** و **E** دارد.

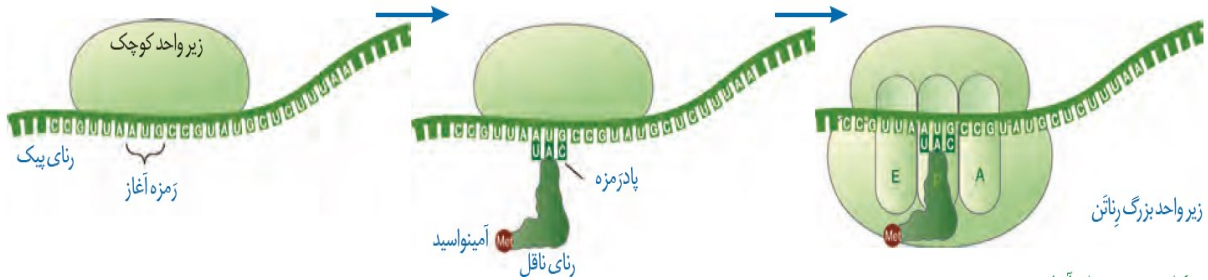


## مراحل ترجمه

ترجمه نیز فرایندی پیوسته است که برای سادگی در یادگیری آن را به سه مرحله آغاز، طویل شدن و پایان تقسیم می‌کنند.

### مرحله آغاز:

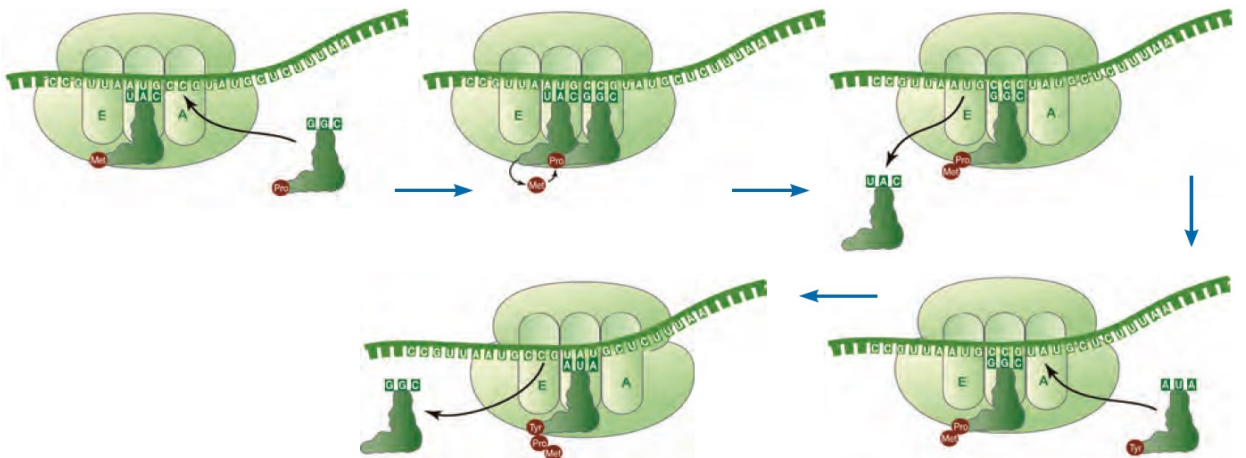
در این مرحله بخش‌هایی از رنای پیک، زیر واحد کوچک رناتن را به سوی رمزه آغاز، هدایت می‌کند. (.....) سپس در این محل رنای ناقلی که مکمل رمزه آغاز است به آن متصل می‌شود. (.....) با افزوده شدن زیر واحد بزرگ رناتن به این مجموعه، ساختار رناتن کامل می‌شود. در این مرحله جایگاه P در رناتن، محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینواسید است. این جایگاه در ابتدا توسط رنای ناقل متیونین اشغال می‌شود. جایگاه A محل قرارگیری رنای ناقل بعدی و آمینواسید متصل به آن خواهد بود. پیوند پپتیدی در جایگاه A برقرار می‌شود. جایگاه E محل خروج رنای ناقل بدون آمینواسید است. در مرحله آغاز فقط جایگاه P پر می‌شود و جایگاه A و E خالی می‌ماند.



**مرحله طویل شدن:**

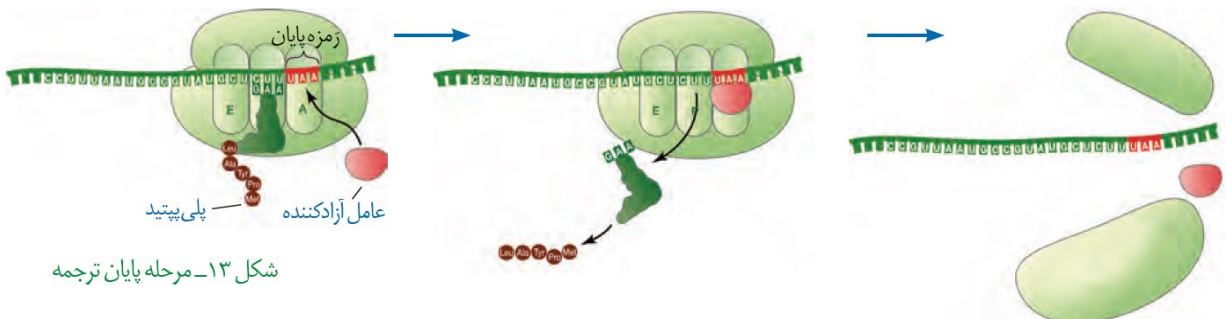
در این مرحله ممکن است رنای ناقل مختلفی وارد جایگاه A رناتن شوند ولی فقط رنایی که مکمل رمزه جایگاه A است، استقرار پیدا می کند؛ در غیر اینصورت جایگاه را ترک می کند. (.....) سپس آمینواسید جایگاه P از رنای ناقل خود جدا می شود (.....) و با آمینواسید جایگاه A پیوند برقرار می کند. (.....)

پس از آن رناتن به اندازه یک رمزه به سوی رمزه پایان پیش می رود. در این موقع رنای ناقل که حامل رشته پپتیدی در حال ساخت است در جایگاه P قرار می گیرد (علت نام گذاری جایگاه P) و جایگاه A خالی می شود تا پذیرای رنای ناقل بعدی باشد. رنای ناقل بدون آمینواسید نیز در جایگاه E قرار می گیرد و سپس از این جایگاه خارج می شود. (.....) این فرایند بارها تکرار می شود و طول زنجیره آمینواسیدی بیشتر می شود تا رناتن به یکی از رمزه های پایان برسد.

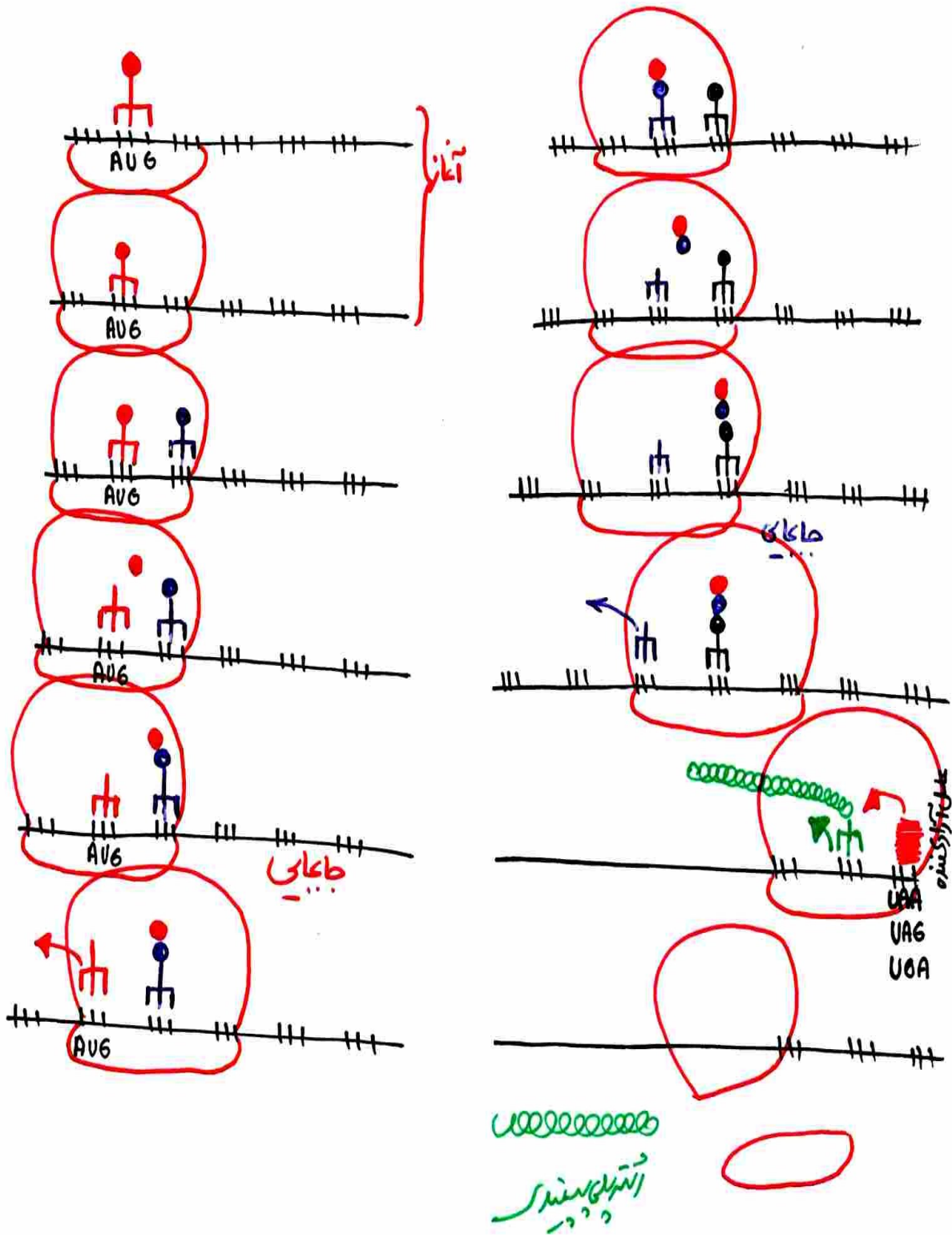


**مرحله پایان:**

با ورود یکی از رمزه های پایان ترجمه در جایگاه A، چون رنای ناقل مکمل آن وجود ندارد، این جایگاه توسط پروتئین هایی به نام عوامل آزاد کننده اشغال می شود. عوامل آزادکننده باعث جداشدن پلی پپتید از آخرین رنای ناقل می شوند؛ (.....) همچنین باعث جداشدن زیر واحد های رناتن از هم و آزاد شدن رنای پیک می شوند. زیر واحدهای رناتن ها می توانند مجددا این مراحل را تکرار کنند تا چندین نسخه از یک پلی پپتید ساخته شود.



شکل ۱۳- مرحله پایان ترجمه



در مرحله آغاز و پایان هر اکثر در یک جایگاه (فقط در جایگاه P) رنای ناقل یافت شده و در مرحله طویل شدن هر اکثر در دو جایگاه (یا A و P یا P و E) رنای ناقل یافت می شود.

نکته:

هر یک از اتفاقات زیر در کدام جایگاه ریبوزوم رخ می دهند؟

- تشکیل پیوند هیدروژنی: - تشکیل پیوند پپتیدی:
- شکستن پیوند هیدروژنی: - شکستن پیوند پپتیدی:

نکته:

در جریان ترجمه تمامی کدون ها ابتدا وارد جایگاه **A** سپس وارد جایگاه **P** و نهایتاً از جایگاه **E** ریبوزوم خارج می شوند بجز کدون آغاز که فقط وارد جایگاه **P** و **E** و کدون پایان که فقط وارد جایگاه **A** و کدون قبل از پایان که فقط وارد جایگاه **A** و **P** می شوند. در جریان ترجمه همه رناهای ناقل از جایگاه **A** رناتن وارد شده و سپس وارد جایگاه **P** شده و نهایتاً از جایگاه **E** خارج می شوند ولی بجز اولین رنای ناقل که از جایگاه **P** وارد شده و از جایگاه **E** خارج می شود و آفرین رنای ناقل که از جایگاه **A** وارد شده و از جایگاه **P** خارج می شود.

۲۷- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ ((تمامی ..... وارد جایگاه ..... رناتن می شوند.))

- کدون ها-P
- کدون ها-E
- کدون ها-A
- آنتی کدون ها-P
- آنتی کدون ها-A
- آنتی کدون ها-E

۲۸- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

((در جریان ترجمه کدون ..... هرگز وارد جایگاه ..... رناتن نمی شود.))

- (۱) P-AUG      (۲) A-AUG      (۳) E-UAA      (۴) A-UAG

نکته: هر کدون **AUG** .....

۲۹- با توجه به طرح زیر آمینواسید شماره ..... متیونین بوده و از ابتدای

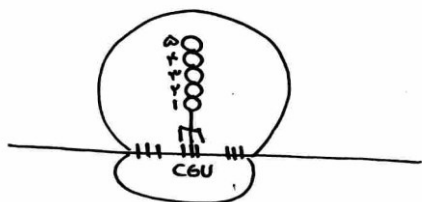
ترجمه این رنای پیک تا این لحظه ریبوزوم ..... بار جابجا شده است.

(۱) ۵ - ۱      (۲) ۴ - ۵

(۳) ۴ - ۱      (۴) ۵ - ۵

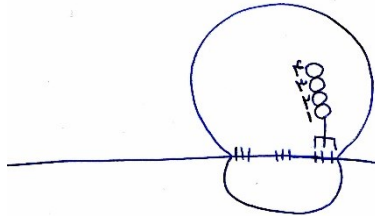
نکته:

ترتیب آمینواسید های متصل به رنای ناقل از ..... بوده پس همواره بالاترین آمینواسید ..... است.



۳۰- با توجه به شکل زیر کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( در جریان ترجمه بین گروه ..... با گروه ..... پیوند پپتیدی ایجاد شده است ))



(۱) آمین شماره ۴ - کربوکسیل شماره ۳

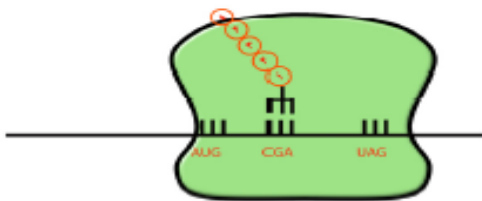
(۲) کربوکسیل شماره ۲ - آمین شماره ۳

(۳) کربوکسیل شماره ۱ - آمین شماره ۲

(۴) کربوکسیل شماره ۳ - آمین شماره ۲

نکته:

تشکیل پیوند پپتیدی همواره در جایگاه A و بین گروه ..... آمینواسید قبلی با گروه ..... آمینواسید بعدی صورت می گیرد.



۳۱- با توجه به شکل مقابل و شماره های به کار برده شده در شکل،

چند مورد از موارد زیر در رابطه با ترجمه این mRNA به طور

صحیح مطرح شده است؟

- آمینواسید شماره ۲، آمینواسید متیونین بوده که با گروه آمین خود با آمینواسید شماره ۳ پیوند پپتیدی تشکیل داده است.
- پیوند پپتیدی بعدی بین گروه کربوکسیل آمینواسید شماره ۱ با گروه آمین آمینواسید بعدی تشکیل می شود.
- آمینواسید شماره ۵، آمینواسید متیونین بوده که با گروه کربوکسیل خود با آمینواسید شماره ۴ پیوند پپتیدی تشکیل داده است.
- آخرین پیوند پپتیدی تشکیل شده بین آمینواسید شماره ۱ و شماره ۲ در جایگاه A ریبوزوم ایجاد شده است.

۳۲- چند مورد از موارد زیر عبارت را به نادرستی تکمیل می کند؟

(( پس از ورود و استقرار چهارمین رنای ناقل ترجمه در ریبوزوم، ..... ))

- دومین tRNA با شکستن پیوندهای هیدروژنی از جایگاه E ریبوزوم خارج می شود.
- گروه آمین سومین آمینواسید با گروه کربوکسیل چهارمین آمینواسید پیوند پپتیدی تشکیل می دهد.
- ریبوزوم برای سومین بار به اندازه یک کدون جابجا می شود.
- سومین tRNA پس از از دست دادن رشته پپتیدی خود، از جایگاه P وارد جایگاه E می شود.

۳۳- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( در جریان ترجمه یک مولکول mRNA در هر جایگاهی از رناتن که ..... ، ..... ))

- (۱) رنای ناقل با رشته پپتیدی وارد آن می شود - پیوند پپتیدی در آن تشکیل می شود.
- (۲) رنای ناقل بدون آمینواسید از آن از ریبوزوم خارج می شود - پیوند هیدروژنی در آن تشکیل می شود.
- (۳) رنای ناقل با رشته پپتیدی از آن خارج می شود - عوامل آزادکننده به آن وارد می شود.
- (۴) رنای ناقل بدون آمینواسید وارد آن می شود - پیوند بین آمینواسید و رنای ناقل شکسته می شود.



۳۴- هنگام ترجمه کدامیک رخ نمی دهد؟

- (۱) ورود آمینواسید به جایگاه A  
 (۲) ورود آمینواسید به جایگاه P  
 (۳) ورود tRNA متصل به پلی پپتید به جایگاه A  
 (۴) ورود tRNA متصل به پلی پپتید به جایگاه P

۳۵- کدامیک از وقایع زیر هنگام ترجمه رخ می دهد؟

- (۱) ورود کدون AUG به جایگاه A ریبوزوم  
 (۲) ورود کدون UAA به جایگاه P ریبوزوم  
 (۳) ورود آنتی کدون AUC به جایگاه A ریبوزوم  
 (۴) ورود آنتی کدون ACU به جایگاه P ریبوزوم

۳۶- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( در جریان ترجمه یک مولکول mRNA در مرحله ای که ..... ممکن است ..... ))

- (۱) پیوند پپتیدی تشکیل می شود - tRNA به همراه آمینواسید وارد جایگاه P شود.  
 (۲) پیوند کووالان بین tRNA و آمینواسید شکسته می شود - دو زیرواحد کوچک و بزرگ ریبوزوم به یکدیگر متصل شوند.  
 (۳) پیوند هیدروژنی شکسته می شود - دو زیرواحد کوچک و بزرگ ریبوزوم از یکدیگر جدا شوند.  
 (۴) پیوند هیدروژنی تشکیل می شود - tRNA بدون آمینواسید از جایگاه P از ریبوزوم خارج شود.

۳۷- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( در جریان ترجمه یک رنای پیک پس از تشکیل چهارمین پیوند پپتیدی ، ..... ))

- (۱) سومین رنای ناقل مستقر شده در ریبوزوم، از جایگاه E خارج می شود.  
 (۲) رنای ناقل پنجمین آمینواسید در جایگاه A ریبوزوم مستقر می شود.  
 (۳) چهارمین رنای ناقل مستقر شده در ریبوزوم، وارد جایگاه E می شود.  
 (۴) پیوند بین زنجیره پلی پپتیدی و چهارمین tRNA سست می شود.

۳۸- در مرحله پایان ترجمه کدامیک می تواند در جایگاه P وجود داشته باشد؟

- (۱) عوامل آزاد کننده (۲) کدون UAG (۳) آنتی کدون UAA (۴) تیمین

۳۹- در مرحله پایان ترجمه کدامیک نمی تواند در جایگاه A وجود داشته باشد؟

- (۱) فسفو دی استر (۲) سیتوزین (۳) رشته پلی پپتیدی (۴) ریبوز

۴۰- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( در مراحل ترجمه یک مولکول رنای پیک ، ..... ))

- (۱) اولین tRNA وارد شده به جایگاه A، از جایگاه E از ریبوزوم خارج می شود.  
 (۲) tRNA به همراه رشته پلی پپتیدی وارد جایگاه A ریبوزوم می شود.  
 (۳) آمینواسید جدا شده از tRNA، به رشته پپتیدی در جایگاه A متصل می شود.  
 (۴) آخرین tRNA مستقر شده در جایگاه A، از جایگاه P از ریبوزوم خارج می شود.

۴۱- به طور معمول در مرحله آغاز ترجمه کدام اتفاق رخ می دهد؟ (خ ۹۴)

- ۱) پس از تکمیل ساختار ریبوزوم ابتدا پیوند tRNA آغازگر و اسید آمینه گسسته می شود.
- ۲) tRNA و اسیدهای آمینه متصل به آن در جایگاه P قرار می گیرند.
- ۳) نوکلئوتیدهای قرارگرفته در جایگاه A بدون مکمل باقی می مانند.
- ۴) اولین پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها برقرار می شود.

۴۲- در استرپتو کوکوس نومونیا، بلافاصله پس از آنکه ساختار ریبوزوم برای ترجمه کامل گردید ..... (خ ۹۳)

- ۱) tRNA مربوط به رمزه دوم وارد جایگاه A می شود.
- ۲) پیوند بین متیونین و tRNA آغازگر گسسته می شود.
- ۳) tRNA آغازگر با کدون آغاز رابطه مکملی برقرار می کند
- ۴) پیوند پپتیدی بین متیونین و دومین آمینواسید ایجاد می شود.

۴۳- در انسان، به منظور تولید یک پروتئین ترشحي توسط لنفوسیت B، پس از برقرار شدن دومین پیوند پپتیدی، کدام اتفاق رخ می دهد؟ (د ۹۹)

- ۱) tRNA بدون آمینو اسید در جایگاه E ریبوزوم قرار می گیرد.
- ۲) پیوند بین زنجیره پلی پپتیدی و دومین tRNA سست می شود.
- ۳) آمینو اسید جایگاه A از رنای ناقل (tRNA) خود جدا می شود.
- ۴) tRNA حامل سومین آمینو اسید به جایگاه A ریبوزوم وارد می گردد.

۴۴- در انسان، به منظور تولید یک پلی پپتید ترشحي توسط لنفوسیت B، لازم است تا هر زمان که رنای ناقل (tRNA) از جایگاه E خارج می شود، به طور حتم، کدام اتفاق رخ دهد؟ (خ ۹۹)

- ۱) tRNA حاوی بیش از یک آمینو اسید در جایگاه P مستقر شود.
- ۲) آمینو اسید جایگاه A، از tRNA ناقل خود جدا گردد.
- ۳) tRNA حامل آمینو اسید، جایگاه A را اشغال نماید.
- ۴) پیوند پپتیدی در جایگاه P برقرار گردد.

۴۵- چند مورد، در ارتباط با مراحل ترجمه در یوکاریوتها درست است؟ (د ۱۴۰۰)

- هر tRNA که فقط حامل یک آمینواسید است، ابتدا به جایگاه A رناتن (ریبوزوم) وارد می شود.
- هر tRNA که وارد جایگاه A رناتن (ریبوزوم) می شود، با رمزه (کدون) ارتباط مکملی برقرار می کند.
- هر tRNA که ارتباط خود را با زنجیره ای از آمینواسیدها قطع می کند، به جایگاه E رناتن (ریبوزوم) منتقل می شود.
- هر tRNA که پس از تکمیل رناتن در جایگاه خود مستقر می شود، می تواند به توالی ای از آمینواسیدها متصل می گردد.

۴۶- چند مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (د ۱۴۰۱)

« با توجه به فرآیند ترجمه در یوکاریوتها می توان بیان داشت: پس از آنکه رنای ناقل (tRNA) ..... رناتن (ریبوزوم) استقرار پیدا می کند، به طور حتم، ..... منتقل خواهد شد. »

- در جایگاه A-tRNA بدون آمینواسید به جایگاه E
- در جایگاه E-tRNA حامل یک آمینواسید به جایگاه A
- حامل توالی آمینواسیدی در جایگاه tRNA-P بدون آمینواسید به جایگاه E
- دارای پادرمزه (آنتی کدون) UAC در جایگاه tRNA-P حامل آمینواسید به جایگاه A

۴۷- کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (خ ۱۴۰۱)

« با توجه به فرآیند ترجمه در یوکاریوت‌ها می‌توان بیان داشت: پس از آن‌که رنای ناقل (tRNA) ..... رناتن (ریبوزوم) استقرار پیدا می‌کند، به‌طور حتم، ..... منتقل خواهد شد. »

- (۱) در جایگاه E - نوعی بسیار به جایگاه A
- (۲) در جایگاه خالی - رنای ناقل حامل پیوندهای پپتیدی به جایگاه P
- (۳) حامل توالی آمینواسیدی در جایگاه P - tRNA بدون آمینواسید به جایگاه E
- (۴) دارای پادرمزه UAC در جایگاه P - tRNA حامل آمینواسید به جایگاه A

۴۸- کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟ (مجدد ۴۰۱)

«با توجه به فرآیند تشکیل یک رشته پلی پپتیدی در یوکاریوت‌ها میتوان بیان داشت: پس از آن که رنای ناقل (tRNA) ..... رناتن (ریبوزوم) استقرار می‌یابد، به‌طور حتم ، ..... منتقل خواهد شد.»

- (۱) در جایگاه E - نوعی بسیار به جایگاه A
- (۲) در جایگاه A - tRNA ی بدون آمینواسید به جایگاه E
- (۳) دارای یک آمینواسید در جایگاه P - tRNA حامل آمینواسید به جایگاه A
- (۴) دارای پاد رمزه‌ی (آنتی کدون) UAC در جایگاه P - tRNA حامل آمینواسید به جایگاه A

۴۹- در خصوص پروتئین‌سازی، کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟ (دی ۴۰۱)

«در زمانی که .....، به‌طور حتم، جایگاه ..... رناتن (ریبوزوم) خالی است.»

- (۱) tRNA حامل یک آمینواسید در جایگاه A استقرار می‌یابد - E
- (۲) تنها tRNA موجود در رناتن، در جایگاه P قرار دارد - E و A
- (۳) پیوند پپتیدی بین دو آمینواسید برقرار می‌شود - E
- (۴) tRNA از جایگاه E رناتن آزاد می‌شود - A

۵۰- در ارتباط با پروتئین‌سازی یک یاخته یوکاریوتی، چند مورد درست است؟ (د ۴۰۲)

الف) در زمانی که اتصال tRNA و توالی آمینواسیدها قطع می‌شود، به‌طور حتم، جایگاه E رناتن (ریبوزوم) خالی است.

ب) در زمانی که tRNA حامل یک آمینواسید در جایگاه A، قرار می‌گیرد، به‌طور حتم، tRNA حامل توالی آمینواسیدی در جایگاه P قرار دارد.

ج) بعد از اینکه tRNA حامل توالی آمینواسیدی در جایگاه P قرار می‌گیرد، به‌طور حتم، بر طول رشته پلی پپتیدی افزوده می‌شود.

د) قبل از اینکه tRNA حامل یک آمینواسید در جایگاه A، قرار گیرد، به‌طور حتم، tRNA بدون آمینواسید از جایگاه E رناتن خارج شده است.

۵۱- با توجه به فرآیند ترجمه کدام گزینه به طور صحیح مطرح شده است؟

- (۱) هر رنای ناقلی که در جایگاه A رناتن مستقر می‌شود، از جایگاه E از رناتن خارج می‌شود.
- (۲) هر رنای ناقلی که در جایگاه P رناتن مستقر می‌شود، از جایگاه E از رناتن خارج می‌شود.
- (۳) هر رنای ناقلی که از جایگاه P از رناتن خارج می‌شود، از جایگاه A وارد رناتن شده است.
- (۴) هر رنای ناقلی که از جایگاه E از رناتن خارج می‌شود، از جایگاه A وارد رناتن شده است.

**تمرین:** در جریان ترجمه یک مولکول mRNA بالغ با ۲۵ کدون مطلوب است:

- تعداد کدونهای قرار گرفته در جایگاه P
- تعداد کدونهای قرار گرفته در جایگاه A
- تعداد کدونهای قرار گرفته در جایگاه E
- تعداد آنتی کدونهای قرار گرفته در جایگاه P
- تعداد آنتی کدونهای قرار گرفته در جایگاه A
- تعداد آنتی کدونهای قرار گرفته در جایگاه E
- تعداد آمینواسیدها و پیوندهای پپتیدی رشته حاصله
- تعداد جابجایی های انجام شده
- تعداد نوکلئوتیدهای بخش رمزگردان ژن مورد نظر

**تمرین:** با توجه به mRNA زیر مطلوب است

ACCAAUGCAAUAUGGAUUACCAGUAGACA

- تعداد آمینواسیدها و پیوندهای پپتیدی رشته حاصله
- سومین کدون وارد شده به جایگاه P
- چهارمین آنتی کدون وارد شده به جایگاه A
- چهارمین توالی قرار گرفته از mRNA در جایگاه E
- سومین نوع کدون وارد شده به جایگاه P
- پس از خروج tRNA با آنتی کدون CUA کدام آنتی کدون وارد جایگاه A می‌شود؟
- آخرین آنتی کدون وارد شده به جایگاه P
- آخرین آنتی کدون وارد شده به جایگاه A
- آخرین آنتی کدون وارد شده به جایگاه E

۵۲- در جریان ترجمه کدامیک نمی‌توانند یکسان باشند؟

- (۱) اولین کدون وارد شده به جایگاه A و P
- (۲) اولین آنتی کدون وارد شده به جایگاه A و P
- (۳) آخرین کدون وارد شده به جایگاه A و P
- (۴) آخرین آنتی کدون وارد شده به جایگاه A و P

۵۳- با توجه به فرآیند ترجمه RNA پیک زیر چند مورد از موارد زیر به طور صحیح مطرح نشده است؟

**ACACAUGCAGCGCUACAAGCGAUAGCAGA**

- پس از خروج RNA ناقل با پادرمزه AUG از رناتن، RNA ناقل حامل پنجمین آمینواسید در جایگاه A مستقر می‌شود.
- پس از تشکیل چهارمین پیوند پپتیدی، رمزه UAC به جایگاه P رناتن منتقل می‌شود.
- پس از انتقال RNA ناقل با پادرمزه UUC به جایگاه P رناتن، پنجمین پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود.
- پس از شکستن پیوند کوالان بین آمینواسید و RNA ناقل با پادرمزه UUC، رناتن برای پنجمین بار به اندازه یک کدون جابه‌جا می‌شود.

۵۴- در خصوص یاخته‌های یوکاریوتی، کدام مورد یا موارد زیر صحیح است؟ (اردیبهشت ۴۰۳)

- (الف) طول هر بیان (اگزون) آنها، از طول میانه (اینترون) مجاورش بیشتر است.
- (ب) در میان نوکلئوتیدهای دو انتهای tRNA آنها، پیوند هیدروژنی وجود دارد.
- (ج) نوکلئوتیدهای آدنین‌دار با جرم‌ها و نقش‌های متفاوت در سیتوپلاسم آنها یافت می‌شود.
- (د) آمینواسید خارج شده از جایگاه P رناتن آنها، از سمت گروه کربوکسیل خود با آمینواسید جایگاه A پیوند برقرار می‌کند.

(۱) «ج» و «د»

(۲) «الف» و «ب»

(۳) «الف»، «ب» و «د»

(۴) «ج»



۵۵- کدام پروتئین های زیر پس از ساخته شدن به دستگاه گلژی منتقل نمی شوند؟

- (۱) هیستون - پروترومبین - کلاژن
- (۲) رنابسپاراز - لیزوزیم - ریز لوله های سانتیریول
- (۳) عوامل رونویسی - پمپ سدیم پتاسیم - اریتروپویتین
- (۴) عامل آزاد کننده ترجمه - رویسکو - میوگلوبین

۵۶- چند مورد، در خصوص یک یاخته سالم و فعال انسان درست است؟ (د ۱۴۰۱)

- پروتئین های غیرترشحي پس از ساخته شدن، به طور حتم جزیی از ساختار یک اندامک می شوند.
- آنزیم های کافنده تن (لیزوزوم)، حین ساخته شدن از سر آمینی خود به شبکه آندوپلاسمی وارد می شوند.
- پروتئین خارج شده از شبکه آندوپلاسمی زبر، به سطحی از دستگاه گلژی وارد می شود که از غشای یاخته دورتر است.
- پروتئین هایی که به درون ماده زمینه ای سیتوپلاسم آزاد می شوند، به طور حتم، توسط رناتن های همان یاخته ساخته شده اند.

۵۷- کدام عبارت در خصوص همه جانداران تک یاخته ای، صحیح است؟ (د ۴۰۲)

- (۱) در همه بخش های رناهای ناقل (tRNA) آن ها، توالی های مشابهی وجود دارد.
- (۲) در آن ها، آمینواسید مناسب به کمک آنزیم ویژه ای به مولکول نوکلئیک اسید متصل می شود.
- (۳) در فرآیند تولید هر پلی پپتید در آن ها، یک رمز (کدون) آغاز و سه رمز (کدون) پایان، شرکت می کنند.
- (۴) پروتئین هایی که در فاصله بین غشای یاخته و هسته آن ها ساخته می شود، سرنوشت های مختلفی پیدا می کنند.

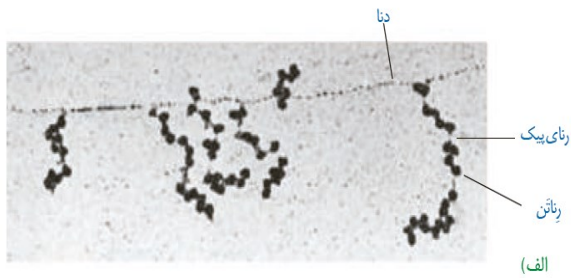
۵۸- چند مورد از موارد زیر در رابطه با پروتئین سازی در یک سلول یوکاریوت زنده و فعال به طور صحیح مطرح شده

است؟

- هر یک از پروتئین های هسته، در حین ساخته شدن از سر آمینی خود وارد هسته می شوند.
- هر یک از پروتئین های سیتوزول، در حین ساخته شدن با تشکیل پیوند های هیدروژنی تاخوردگی ایجاد می کنند.
- هر یک از پروتئین های ترشحي، در حین ساخته شدن از سر آمینی خود وارد شبکه آندوپلاسمی می شوند.
- هر یک از پروتئین های خارج شدن از گلژی، بر اساس توالی های آمینواسیدی وارد وزیکول یا کافنده تن می شوند.

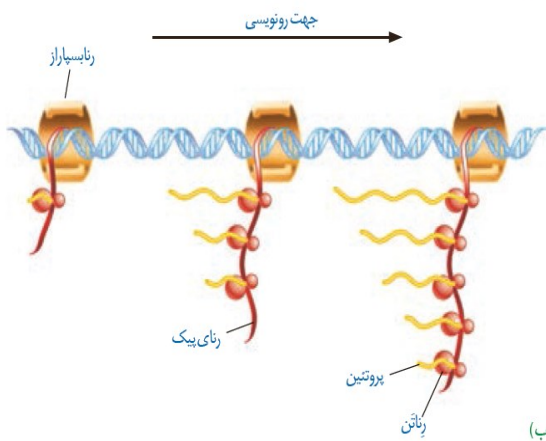
## سرعت و مقدار پروتئین سازی

به طور کلی سرعت و مقدار پروتئین سازی در یاخته ها بسته به نیاز تنظیم می شود. در پروکاریوت ها پروتئین سازی حتی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود؛ زیرا طول عمر رنای پیک در این یاخته ها کم است.



(الف)

برای پروتئین هایی که به مقدار بیشتری مورد نیازند، ساخت پروتئین ها، به طور هم زمان و پشت سرهم توسط مجموعه ای از رئاتن ها انجام می شود تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته شود. در این مجموعه، رئاتن ها مانند دانه های تسبیح و رنای پیک شبیه نخ است که از درون این دانه ها می گذرد. همکاری جمعی رئاتن ها به پروتئین سازی سرعت بیشتری می دهد.



(ب)

تجمع رئاتن ها در یاخته های **یوکاریوتی** نیز دیده می شوند. البته در این یاخته ها، ساز و کارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب وجود دارد. بنابراین، فرصت بیشتری برای پروتئین سازی هست. در مجموع، این عوامل موجب طولانی تر شدن عمر رنای پیک پیش از تجزیه می شود. این تصویر نشان دهنده:

**رونویسی همزمان چندین رئاسپاراز (یک نوع) از روی یک ژن و**

**ساخته شدن چندین رنای پیک (یک نوع) و**

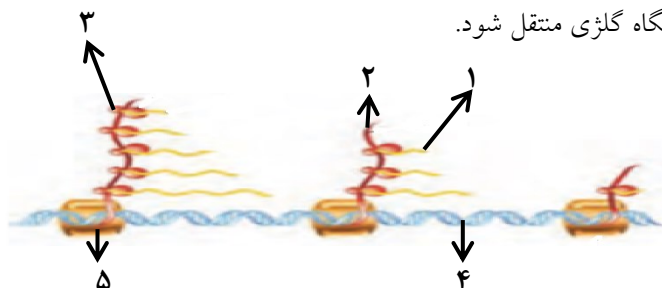
**ترجمه همزمان چندین رئاتن از روی هر رنای پیک و**

**شروع ترجمه پیش از پایان رونویسی در پروکاریوت ها**

پروکاریوت ها	یوکاریوت ها	
		تجمع رئاتن ها و ترجمه همزمان چندین رئاتن از روی هر رنای پیک و تشکیل سافتار تسبیح مانند
		رونویسی همزمان چندین رئاسپاراز از روی یک ژن و سافته شدن چندین رنای پیک و تشکیل سافتار پرماتند
		شروع ترجمه پیش از پایان رونویسی
		طول عمر رنای پیک

۵۹- با توجه به شکل زیر چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- جهت رونویسی از راست به چپ و جهت ترجمه از بالا به پایین است.
- مولکول شماره ۲ ممکن است توانایی حمل آمینواسید ها را داشته باشد.
- مولکول شماره ۵ آنزیم رئاسپاراز ۲ بوده که به کمک عوامل رونویسی راه انداز را شناسایی کرده است.
- مولکول شماره ۱ همانند مولکول شماره ۴ توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی دارد.
- مولکول شماره ۱ ممکن است پس از ساخت به دستگاه گلژی منتقل شود.





۶۰- کدام مورد زیر صحیح می باشد؟

- ۱) در یوکاریوت ها برخلاف پروکاریوت ها ، از روی یک رشته یک ژن به طور همزمان چند تا مولکول رنا در حال ساخت می باشد.
- ۲) در یوکاریوت ها همانند پروکاریوت ها، پیش از پایان رونویسی از روی هر رنای پیک چند تا رشته پپتیدی در حال ساخت می باشد.
- ۳) در یوکاریوت ها برخلاف پروکاریوت ها ، چند نوع رنابسپاراز به طور همزمان در حال رونویسی از یک ژن می باشند.
- ۴) در یوکاریوت ها همانند پروکاریوت ها ، چند تا رناتن به طور همزمان در حال ترجمه یک رنای پیک می باشند.

۶۱- کدام عبارت، در ارتباط با یوکاریوت ها نادرست است؟ (۹۸د)

- ۱) رناتن (ریبوزوم)ها، می توانند رنا (RNA) های در حال رونویسی را ترجمه نمایند.
- ۲) اولین آمینواسید در انتهای آمینی پلی پپتیدهای تازه ساخته شده، متیونین است.
- ۳) در یک مولکول دنا (DNA)، رشته‌ی مورد رونویسی برای دو ژن می تواند، متفاوت باشد.
- ۴) رنا (RNA)های پیک، ممکن است در حین رونویسی و یا پس از آن دستخوش تغییراتی گردند.

**تنظیم بیان ژن: دارای کاربرد در پاسخ به تغییرات به منظور کاهش مصرف انرژی — ایپار یافته های مختلف از یک یافته (تامیز)**  
در سال گذشته آموختید که همه یاخته های پیکری بدن از تقسیم رشتمان (میتوز) یاخته تخم منشا می گیرند. یاخته های حاصل، از نظر فام تنی و ژن ها یکسان اند. با این حال در ادامه تقسیمات و رشد جنین، یاخته های متفاوتی ایجاد می شوند که اعمال مختلفی انجام می دهند؛ مثلا یاخته های عصبی و ماهیچه ای بدن یک فرد، ژن های یکسانی دارند ولی دارای عملکرد و شکل متفاوتی هستند.

## یادآوری!

((نکته بسیار مهم: پس ژنوتیپ همه سلول های پیکری هسته دار بدن ما یکسان بوده و هر ژن ما، در تمام سلول های پیکری هسته دار بدن ما وجود دارد مثلا علی رغم اینکه هورمون انسولین فقط در گروهی از سلول های لوزالمعده ساخته می شود ولی ژن سازنده آن در سلول های هسته دار کبد، کلیه، مغز، کویچه های سفید و تمام سلول های هسته دار ریکرمان وجود دارد.))  
۶۲- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- هر نورون رابط موجود در بخش خاکستری نخاع، حاوی ژن های میلیون ساز می باشد. (خ ۹۴)
- هر اسپرماتوسیت موجود در لوله های اسپرم ساز یک فرد بالغ، حاوی ژن یا ژن های سازنده ی تازک می باشد. (۹۵د)
- به طور معمول در یک فرد بالغ، هر سلول هاپلوئیدی موجود در لوله های اسپرم ساز، ژن های مربوط به آنزیم های سر اسپرم را دارد. (خ ۹۶)
- هر گلبول سفیدی که توانایی دیپلیدز دارد، واجد ژن سازنده ی پرفورین می باشد. (خ ۹۲)
- هر ژن مؤثر در تولید پروتئین مکمل در سلول تولید کننده ی هیستامین یافت می شود. (خ ۹۸)

حال این سؤال مطرح می شود که چگونه ممکن است یاخته هایی با ژن های یکسان تا این حد متفاوت باشند؟ چرا بعضی ژن ها مانند ژن سازنده هموگلوبین فقط در گویچه های قرمز بروز می کنند و مثلا در یاخته های بافت پوششی پوست بروز نمی کنند؟ پاسخ این است که **در هر یاخته تنها تعدادی از ژن ها فعال و سایر ژن ها غیر فعال هستند.** هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می گوئیم آن ژن بیان شده و به اصطلاح روشن است و ژنی که مورد استفاده قرار نمی گیرد خاموش است و به اصطلاح بیان نشده است. مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته های مختلف یک جاندار ممکن است فرق داشته باشد و حتی در یک یاخته هم بسته به نیاز متفاوت باشد. **به فرایند هایی که تعیین می کنند در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن ها بیان شوند و یا بیان نشوند، فرایندهای تنظیم بیان ژن می گویند.** تنظیم بیان ژن فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارند. تنظیم بیان ژن موجب می شود تا جاندار **به تغییرات پاسخ** دهد؛ مثلا در گیاه، نور می تواند باعث فعال شدن ژن سازنده آنزیمی شود که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می گیرد. در نبود نور این ژن بیان نمی شود. همچنین تنظیم بیان ژن می تواند موجب **ایجاد یاخته های مختلفی از یک یاخته** شود. یاخته های متفاوتی که از یاخته های بنیادی مغز استخوان ایجاد می شوند، مثالی مناسب در این مورد هستند. در مورد این یاخته ها در کتاب دهم مطالبی را فرا گرفته اید.



۶۳- اساسی ترین تفاوت دو سلول متعلق به دو فرد مختلف از یک گونه در کدام یک می باشد؟

- (۱) مکانیسم های تنظیم بیان ژن ها
- (۲) محتوای ژنتیکی سلول ها
- (۳) تعداد کروموزوم ها
- (۴) شکل و اندازه کروموزوم ها

۶۴- علت تفاوت سلولهای مختلف بدن یک فرد پرسلولی با یکدیگر در کدام یک می باشند؟

- (۱) مکانیسم های تنظیم بیان ژن
- (۲) محتوای ژنتیکی سلول ها
- (۳) محل قرارگیری ژن ها روی کروموزوم ها
- (۴) نوع و مقدار ژن ها

۶۵- کدامیک فاقد رمز در هسته سلول های کلیوی یک انسان سالم و بالغ می باشد؟

(۴) کلاسترون

(۳) کریبیک انیدراز

(۲) انسولین

(۱) اریتروپوتین

## تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها

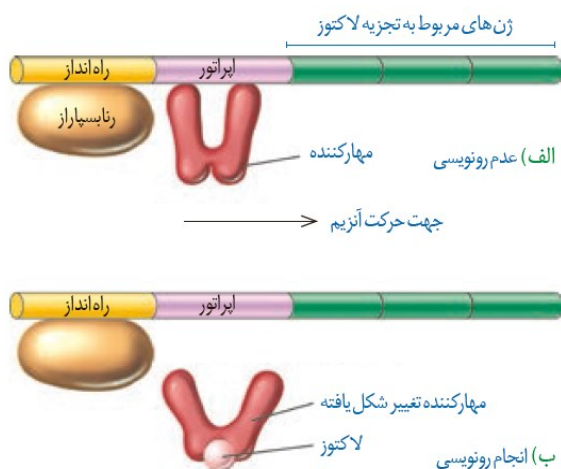
محصول ژن، رنا و پروتئین است. بنابراین، تغییر در فعالیت ژن ها، بر ساخت این محصولات نیز اثر می گذارد. تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها می تواند در هر یک از مراحل ساخت رنا و پروتئین تأثیر بگذارد. ولی به طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی انجام می شود. در مواردی هم ممکن است یاخته با تغییر در پایداری (طول عمر) رنا یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.

## تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها

در این نوع تنظیم عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه انداز کمک و یا مانع حرکت رنابسپاراز می شوند. در نتیجه، رونویسی ژن تسهیل یا ممانعت می شود؛ مثلاً با اتصال پروتئین های خاصی به بخشی از دنا که سر راه رنابسپاراز است، از انجام رونویسی جلوگیری می شود. نمونه این نوع تنظیم، در نوعی باکتری به نام **اشرشیا کلای** شناخته شده است. قند مصرفی ترجیحی این باکتری **گلوکز** است. مراحل تجزیه قند گلوکز در یاخته را در فصول بعد خواهیم آموخت. اگر گلوکز در محیط باکتری وجود نداشته باشد ولی قند دیگری به نام **لاکتوز** در اختیار باکتری قرار بگیرد، باکتری می تواند از این قند استفاده کند. این قند متفاوت از گلوکز بوده است و **آنزیم های** لازم برای مصرف آن نیز متفاوت است. بنابراین وقتی لاکتوز در محیط وجود دارد باکتری باید **آنزیم های تجزیه کننده** آن را بسازد و در نبود یا کاهش لاکتوز نیز ساخت آنزیم های تجزیه کننده آن متوقف یا کاهش پیدا کند. حال این پرسش پیش می آید که باکتری چگونه می تواند حضور لاکتوز در محیط را تشخیص دهد و آنزیم های تجزیه کننده آن را بسازد؟ ژن هایی که این آنزیم ها را می سازند چگونه روشن و یا خاموش می شوند؟ در پروکاریوت ها بیان ژن به دو صورت **منفی و مثبت** تنظیم می شود.

### تنظیم منفی رونویسی:

آموختید که رونویسی با چسبیدن رنابسپاراز به راه انداز مربوط به ژن شروع می شود. حال اگر مانعی بر سر راه رنابسپاراز وجود داشته باشد، رونویسی انجام نمی شود. به این نوع تنظیم، **تنظیم منفی رونویسی** گفته می شود. مانع پیش روی رنابسپاراز نوعی پروتئین به نام **مهارکننده** است. این پروتئین به توالی خاصی از دنا به نام **اپراتور** متصل می شود و جلوی حرکت رنابسپاراز را می گیرد. لاکتوز موجود در محیط به باکتری وارد می شود و با اتصال به مهارکننده، شکل آن را تغییر می دهد. تغییر شکل مهارکننده، آن را از اپراتور جدا می کند و نیز مانع از اتصال آن به اپراتور می شود. با برداشته شدن مانع سر راه، رنابسپاراز می تواند رونویسی ژن ها (سه ژن) را انجام دهد. محصولات این ژن ها (سه ژن) تجزیه لاکتوز را ممکن می کند.



مهارکننده تغییر شکل یافته لاکتوز

ب) انجام رونویسی

ترکیب زمان روشن بودن (وپور لاکتوز و نبور گلوکز) :

ترکیب زمان خاموش بودن (نبور لاکتوز یا وپور گلوکز) :

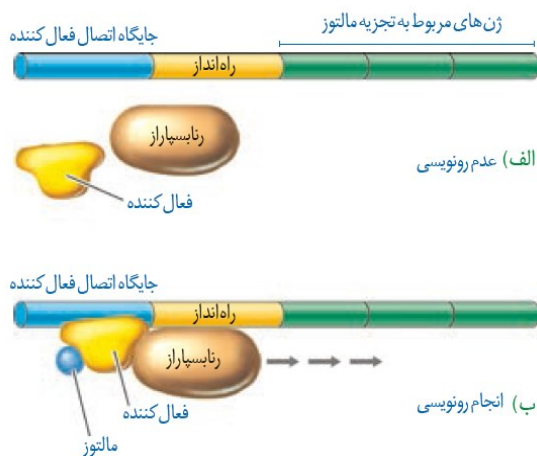
۶۶- چند مورد از موارد زیر عبارت زیر را به درستی تکمیل می کند؟

(( در باکتری ا.کلای در هنگام حضور لاکتوز و عدم حضور گلوکز ..... ))

- به دنبال تغییر شکل مهار کننده، RNA پلی مراز به راه انداز اتصال می یابد.
- آنزیم هایی با ساختار نهایی سوم تولید شده که در تجزیه لاکتوز دارای نقش می باشند.
- اتصال لاکتوز به اپراتور سبب تغییر شکل سه بعدی پروتئین مهارکننده می شود.
- بیان ژن های سازنده پروتئین مهارکننده در باکتری ا.کلای متوقف می شود.
- به دنبال رونویسی از ژن های مربوطه یک رنای سه ژنی حاصل می آید.
- با اتصال لاکتوز به رنابسپاراز پروکاریوتی رونویسی از ژن های مربوطه صورت می گیرد.

### تنظیم مثبت رونویسی:

در این نوع تنظیم، پروتئین های خاصی به رنابسپاراز کمک می کنند تا بتواند به راه انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند. مثال این نوع تنظیم نیز در باکتری اشرشیاکلای وجود دارد. مشخص شده که اگر در محیط باکتری، قند مالتوز وجود داشته باشد، درون باکتری آنزیم هایی (سه آنزیم) ساخته می شوند که در تجزیه آن دخالت دارند.



در عدم حضور مالتوز این آنزیم ها ساخته نمی شوند چون باکتری نیازی به آنها ندارد. تنظیم رونویسی در مورد این ژن ها (سه ژن) به صورت مثبت انجام می شود. در حضور قند مالتوز، انواعی از پروتئین به نام فعال کننده وجود دارند که به توالی های خاصی از دنا متصل می شوند. به این توالی ها جایگاه اتصال فعال کننده گفته می شود. در حضور مالتوز در محیط، پروتئین فعال کننده به جایگاه خود متصل می شود و پس از اتصال به رنابسپاراز کمک می کند تا به راه انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند. اتصال مالتوز به فعال کننده باعث پیوستن آن به جایگاه اتصال شده و رونویسی شروع می شود.

تنظیم بیان سه ژن سازنده آنزیم های تجزیه لاکتوز در باکتری ا.کلای	
اتصال مهارکننده به اپراتور و ایجاد سد در برابر رنابسپاراز	<b>زمان خاموش:</b> نبود لاکتوز یا وجود گلوکز
اتصال لاکتوز به مهارکننده و تغییر شکل آن و جداسدن آن از اپراتور	<b>زمان روشن:</b> وجود لاکتوز و نبود گلوکز
تنظیم بیان سه ژن سازنده آنزیم های تجزیه مالتوز در باکتری ا.کلای	
عدم اتصال رنابسپاراز به راه انداز	<b>زمان خاموش:</b> نبود مالتوز یا وجود گلوکز
اتصال مالتوز به انواعی از پروتئین ها بنام فعال کننده و اتصال فعال کننده به جایگاه اتصال خود و سپس کمک فعال کننده به رنابسپاراز برای اتصال به راه انداز	<b>زمان روشن:</b> وجود مالتوز و نبود گلوکز



۶۷- چند مورد از موارد زیر در رابطه با تنظیم بیان ژن های ا.کلای صحیح می باشد؟

- تنظیم بیان ژن ها همواره در مرحله رونویسی صورت می گیرد.
- رونویسی از ژن های آنزیم های تجزیه کننده مالتوز و لاکتوز توسط یک نوع آنزیم صورت می گیرد.
- جایگاه اتصال مهارکننده همانند فعال کننده بعد از راه انداز می باشد.
- تعداد ژن های مربوط به تجزیه لاکتوز و مالتوز یکسان است.
- لاکتوز همانند مالتوز سبب رونویسی از گروهی از ژن های خاموش باکتری می شوند.
- در پی اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده، گلوکز بیشتری در اختیار سلول قرار می گیرد.

۶۸- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ (( پس از اتصال ..... ، ..... ))

- ۱) مالتوز به مهارکننده- مانعی در برابر حرکت رنابسپاراز ایجاد می شود.
- ۲) لاکتوز به اپراتور - رونویسی از ژن های مربوطه صورت می گیرد.
- ۳) لاکتوز به مهارکننده - سبب اتصال مهارکننده به اپراتور می شود.
- ۴) مالتوز به فعال کننده - رنابسپاراز به توالی راه انداز متصل می شود.

۶۹- کدام گزینه در رابطه با ژن های سازنده آنزیم های تجزیه کننده لاکتوز در باکتری اشرشیاکلای صحیح می باشد؟

- ۱) در انتهای هر یک از سه ژن مربوط به آن ها، یک توالی پایان رونویسی قرار گرفته است.
- ۲) به دنبال رونویسی از آنها یک رنای پیک با یک رمزه آغاز و یک رمزه پایان ایجاد می شود.
- ۳) از ترجمه رنای پیک حاصل از رونویسی آنها، سه آنزیم یکسان برای تجزیه لاکتوز تولید می شود.
- ۴) هر رنای پیک حاصل از آنها توسط یک رنابسپاراز بدون کمک برای شناسایی راه انداز، تولید می شود.

۷۰- با توجه به تنظیم بیان ژن های مربوط به تجزیه لاکتوز و مالتوز در باکتری ا.کلای، چند مورد به طور صحیح مطرح نشده است؟

- اتصال لاکتوز به مهار کننده سبب اتصال رنابسپاراز به راه انداز و شناسایی آن می شود.
- اتصال فعال کننده به جایگاه اتصالش مانع حرکت رنابسپاراز و رونویسی از ژن ها می شود.
- اتصال مالتوز به فعال کننده سبب تغییر شکل آن و جدا شدن از جایگاه اتصالش می شود.
- اتصال مهارکننده به بخشی از ژن، از سنتز نوعی رنای پیک چند ژنی جلوگیری می شود.

۷۱- کدام گزینه، عبارت زیر را به صورت مناسب کامل می کند؟ (۹۸د)

«در صورت حضور قند مالتوز در محیط باکتری اشرشیاکلای و دنبال اتصال فعال کننده به .....».

- ۱) راه انداز، عوامل رونویسی بر روی توالی افزایشده قرار می گیرند.
- ۲) مالتوز، مهار کننده تغییر شکل می دهد و از اپراتور جدا می گردد.
- ۳) رنابسپاراز (RNA پلیمراز)، ژن های مربوط به سنتز مالتوز رونویسی می شوند.
- ۴) توالی خاصی از دنا (DNA)، اولین نوکلئوتید مناسب برای رونویسی مورد شناسایی قرار می گیرد.

۷۲- در باکتری اشرشیاکلای، به دنبال پیوستن فعال کننده به توالی خاصی از دنا (DNA) کدام اتفاق رخ می دهد؟(خ ۹۸)

- ۱) اتصال مالتوز به نوعی پروتئین قطع می گردد.
- ۲) ژن های مربوط به سنتز مالتوز رونویسی می شوند.
- ۳) اولین نوکلئوتید مناسب توسط رنابسپاراز (RNA پلیمراز) رونویسی می شود.
- ۴) رنابسپاراز (RNA پلیمراز) به کمک عوامل رونویسی، راه انداز را شناسایی می کند.

۷۳- با توجه به اپران لک در باکتری *E. coli*، کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر، مناسب است؟ (د ۹۹)

«ترکیبی که به عنوان ..... شناخته می‌شود، .....»

- ۱) مهار کننده - به توالی خاصی از DNA بیش از نوعی قند تمایل دارد.
- ۲) آنزیم ویژه رونویسی - نیازمند پروتئین‌هایی برای شناسایی راه اندازه است.
- ۳) فعال کننده - پس از اتصال به نوعی قند، به جایگاه ویژه خود اتصال می‌یابد.
- ۴) محرک فعالیت رنا بسپاراز (RNA پلماز) - نوعی دی ساکارید به حساب می‌آید.

۷۴- با توجه به اپران لک در باکتری *E. coli*، کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (خ ۹۹)

«ترکیبی که به عنوان ..... شناخته می‌شود، همواره .....»

- ۱) مهار کننده - به توالی خاصی از DNA، بیش از نوعی قند تمایل دارد.
- ۲) محرک فعالیت رنا بسپاراز (RNA پلی مرز) - نوعی مونوساکارید است.
- ۳) آنزیم ویژه رونویسی - می‌تواند توالی‌های بین ژنی اپران را رونویسی نماید.
- ۴) فراورده نهایی ژن - در افزایش سرعت نوعی از واکنش‌های شیمیایی نقش دارد.

۷۵- وجه مشترک هر دو نوع تنظیم مثبت و منفی رونویسی در باکتری اشرشیاکلاهی کدام است؟ (د ۱۴۰۰)

- ۱) هر پروتئینی که بر روی توالی خاصی از DNA قرار می‌گیرد، ژن یا ژن‌های سازنده آن با نوع دیگری رنابسپاراز، رونویسی شده است.
- ۲) هر پروتئینی که آنزیم رونویسی کننده را به سمت راه اندازه حرکت می‌دهد، می‌تواند به قند دی‌ساکاریدی اتصال یابد.
- ۳) هر پروتئینی که ژن‌های مربوط به تجزیه قند را رونویسی می‌کند، توسط فعال کننده به راه اندازه متصل می‌شود.
- ۴) هر پروتئینی که به قندی متفاوت از گلوکز متصل می‌گردد، در شروع حرکت آنزیم رونویسی کننده نقش دارد.

۷۶- کدام وجه مشترک هر دو نوع تنظیم مثبت و منفی رونویسی در باکتری اشرشیاکلاهی محسوب نمی‌شود؟ (خ ۱۴۰۰)

- ۱) هر پروتئینی که به نواحی خاصی از راه‌اندازه متصل می‌شود، رنابسپاراز را به محل راه‌اندازه هدایت می‌کند.
- ۲) هر پروتئینی که به نوعی قند دی‌ساکاریدی اتصال می‌یابد، بر فعالیت آنزیم رونویسی کننده تأثیر می‌گذارد.
- ۳) هر پروتئینی که بر روی توالی خاصی از DNA قرار می‌گیرد، ژن یا ژن‌های آن توسط یک نوع رنابسپاراز رونویسی شده‌اند.
- ۴) هر پروتئینی که ژن‌های مربوط به تجزیه نوعی قند را رونویسی می‌کند، به کمک توالی‌های ویژه‌ای در دنا جایگاه آغاز رونویسی ژن‌ها را شناسایی می‌کند.

۷۷- مطابق با مطالب کتاب درسی، کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟ (د ۱۴۰۱)

«در پی تغییر محیط کشت باکتری اشرشیاکلاهی، از محیطی که تنها قند آن ..... است به محیطی که تنها قند آن

..... است و به منظور تنظیم بیان ژن در این باکتری .....»

- ۱) لاکتوز - گلوکز - تغییر در ساختار مهارکننده به وجود می‌آید.
- ۲) لاکتوز - مالتوز - نوعی پروتئین به رنابسپاراز متصل می‌شود.
- ۳) مالتوز - لاکتوز - مهارکننده از فعالیت فعال کننده ممانعت به عمل می‌آورد.
- ۴) گلوکز - لاکتوز - رنابسپاراز بر روی توالی نوکلئوتیدی مجاور راه‌اندازه قرار می‌گیرد.

۷۸- مطابق با مطالب کتاب درسی، کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (خ ۱۴۰۱)  
 «در پی تغییر محیط کشت باکتری اشرشیاکلائی، از محیطی که تنها قند آن ..... است به محیطی که تنها قند آن ..... است و به منظور تنظیم بیان ژن در این باکتری .....»

- ۱) لاکتوز - گلوکز - محتوای آنزیمی یاخته، به واسطه فعالیت نوع دیگری رنابسپاراز عوض می شود.
- ۲) گلوکز - لاکتوز - مهارکننده به نوعی توالی نوکلئوتیدی اتصال می یابد.
- ۳) مالتوز - لاکتوز - فعال کننده از دو نوع پروتئین جدا می شود.
- ۴) لاکتوز - مالتوز - نوعی پروتئین به رنابسپاراز متصل می شود.

۷۹- مطابق با مطالب کتاب درسی، کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (مجدد ۴۰۱)  
 « در پی تغییر محیط کشت باکتری اشرشیاکلائی، از محیطی که تنها قند آن ..... است به محیطی که تنها قند آن ..... است و به منظور تنظیم بیان ژن در این باکتری .....»

- ۱) گلوکز - لاکتوز - عوامل رونویسی به رنابسپاراز متصل می شود.
- ۲) لاکتوز - گلوکز - تغییری در ساختار مهارکننده به وجود می آید.
- ۳) لاکتوز - مالتوز - فعال کننده به دو نوع پروتئین متصل می شود.
- ۴) مالتوز - لاکتوز - مهارکننده از فعالیت فعال کننده ممانعت به عمل می آورد.

۸۰- با توجه به مطالب کتاب درسی، وجه مشترک دو تنظیم مثبت و منفی، در باکتری اشرشیاکلائی کدام است؟ (دی ۴۰۱)  
 ۱) رنابسپاراز، ابتدا توالی نوکلئوتیدی مجاور نخستین ژن را شناسایی می کند.  
 ۲) بسپار آمینواسیدی متصل به نخستین ژن، در تولید رنای نابالغ نقش دارد.  
 ۳) توالی نوکلئوتیدی مجاور راه انداز، به نوعی پروتئین چسبیده به قند متصل می شود.  
 ۴) در پی اتصال نوعی بسپار آمینواسیدی به راه انداز، پیوند میان دو رشته دنا (DNA) باز می شود.

۸۱- چند مورد می تواند از پیامدهای وقوع جهش در دنا (DNA)ی باکتری اشرشیاکلائی باشد؟ (د ۹۸)

- الف - تغییر در جایگاه فعال آنزیم تجزیه کننده ی لاکتوز
- ب - عدم اتصال مهارکننده به بخشی از ژن
- ج - عدم اتصال لاکتوز به نوعی پروتئین
- د - افزایش فعالیت رنابسپاراز (RNA پلی مرز)

۸۲- کدام مورد بدون نیاز به دخالت آنزیم صورت می گیرد؟ (خ ق ۹۸)

- ۱) متابولیسم لاکتوز در باکتری اشرشیاکلائی
- ۲) دور شدن دو راهی های همانند سازی از یکدیگر در ریزوبیوم
- ۳) جدا شدن آخرین tRNA از رشته ی پلی پپتید به هنگام ترجمه در اوگلنا
- ۴) ایجاد پیوند بین بازهای آلی موجود در بخش های مختلف tRNAی اسپروژیر



توالی های تنظیمی (بین ژنی)			
نام	پروکاریوت یا یوکاریوت	محل	عملکرد
راه انداز	هر دو	قبل از ژن	تعیین محل صبیح شروع رونویسی
اپراتور	پروکاریوت	بعد از راه انداز	قطع رونویسی
افزاینده	یوکاریوت	فیلی قبل تر از راه انداز	افزایش سرعت و مقدار رونویسی
جایگاه اتصال فعال کننده	پروکاریوت	قبل راه انداز	کمک به قرارگیری رنابسپاراز بر روی راه انداز

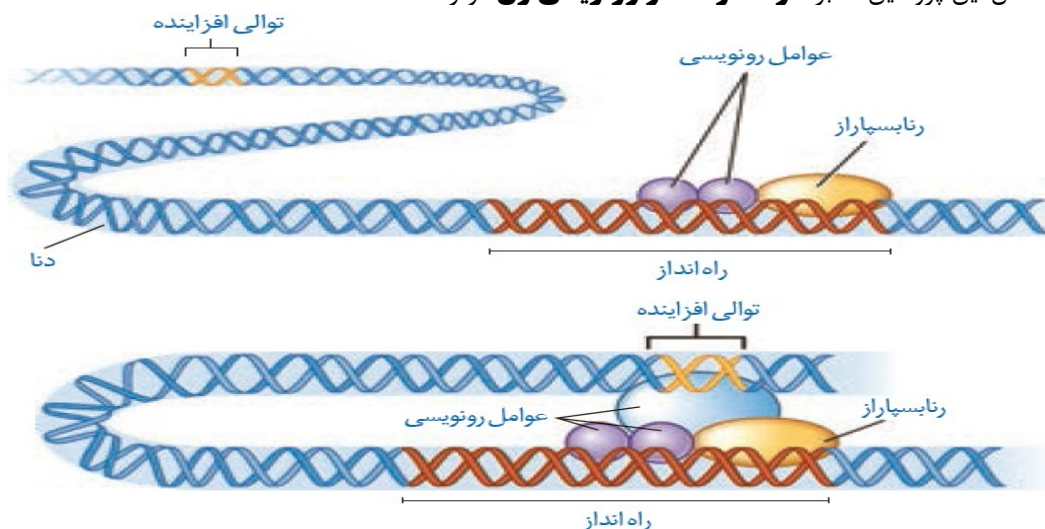
## تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها پیچیده تر از پروکاریوت هاست و می تواند در **مراحل بیشتری** انجام شود. یاخته های یوکاریوتی به وسیله غشاها به بخش های مختلفی تقسیم شده اند. بنابراین، برای آنکه یاخته نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد، آن ماده باید به طریقی از غشاها عبور کند و ژن ها را تحت تاثیر قرار دهد. در یاخته های یوکاریوتی، بیشتر ژن ها در هسته و برخی در راکیزه ها و دیسه ها قرار دارند. در هر یک از این محل ها، یاخته می تواند بر بیان ژن نظارت داشته باشد. بنابراین تنظیم بیان ژن می تواند در **مراحل متعددی** انجام شود.

### تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی

در یوکاریوت ها نیز مانند پروکاریوت ها، رونویسی با پیوستن رنابسپاراز به راه انداز آغاز می شود. در یوکاریوت ها رنابسپاراز نمی تواند به تنهایی راه انداز را شناسایی کند و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین هایی به نام عوامل رونویسی هستند. گروهی از این پروتئین ها با اتصال به نواحی خاصی از راه انداز، رنابسپاراز را به محل راه انداز هدایت می کند، چون **تمایل پیوستن این پروتئین ها به راه انداز در اثر عواملی تغییر می کنند، مقدار رونویسی ژن آن هم تغییر می کند.**

در **یوکاریوت ها** ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخش های خاصی از دنا به نام توالی افزایش دهنده متصل شوند. با پیوستن این پروتئین ها به توالی افزایش دهنده و ایجاد خمیدگی در دنا، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می گیرند. کنار هم قرارگیری این عوامل، سرعت رونویسی را افزایش می دهند. توالی های افزایش دهنده متفاوت از راه انداز هستند و ممکن است در فاصله دوری از ژن قرار داشته باشند. اتصال این پروتئین ها بر **سرعت و مقدار رونویسی ژن** موثر است.



## تنظیم بیان ژن در مراحل غیر رونویسی

در یوکاریوت ها تنظیم بیان ژن می تواند پیش از رونویسی یا پس از آن هم انجام شود. **اتصال بعضی از رناهای کوچک مکمل به رنای پیک** مثالی از تنظیم بیان ژن پس از رونویسی است. با اتصال این رناها، از کار رناتن جلوگیری می شود. در نتیجه، عمل ترجمه متوقف و رنای ساخته شده پس از مدتی تجزیه می شود.

روش تنظیم دیگر در سطح فام تنی است. به طور معمول بخش های فشرده فام تن کمتر در دسترس رنابسپاراز ها قرار می گیرند بنابراین یاخته می تواند با **تغییر در میزان فشردگی فام تن در بخش های خاصی**، دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نیاز تنظیم کند. به نظر شما این تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی است یا پس از آن؟ .....

از روش های دیگر تنظیم بیان ژن **طول عمر رنای پیک** است. **افزایش طول عمر رنای پیک** موجب افزایش محصول می شود. این فرایند ها در میزان پروتئین سازی موثر خواهند بود. شیوه های دیگری نیز در تنظیم بیان ژن مؤثرند که نحوه عمل بسیاری از آنها ناشناخته است.

پروکاریوت ها	در مواردی	با تغییر در پایداری (طول عمر) رنا یا پروتئین
تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها می تواند در هر یک از مراحل سافت رنا و پروتئین تأثیر بگذارد.	به طور معمول	<b>منفی:</b> با اتصال مهارکننده به اپراتور و ایبار مانع سر راه رنابسپاراز
		<b>مثبت:</b> با اتصال پروتئین فعال کننده به جایگاه اتصال خود و کمک به رنابسپاراز برای اتصال به راه انداز
مکانیسم های تنظیم بیان ژن یوکاریوت ها پیچیده تر در مراحل بیشتر	در مرحله رونویسی	با تغییر تمایل پیوستن پروتئین های عوامل رونویسی به راه انداز، مقدار رونویسی ژن آن هم تغییر می کند.
		با اتصال عوامل رونویسی دیگری به بخش های خاصی از دنا به نام توالی افزایشنده و ایبار فمیدگی در دنا، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می گیرند و سرعت رونویسی و مقدار رونویسی ژن را افزایش می دهند.
	پیش از رونویسی	با تغییر در میزان فشردگی فام تن در بخش های خاصی، دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نیاز تنظیم می کند.
	پس از رونویسی	اتصال بعضی از رناهای کوچک مکمل به رنای پیک، از کار رناتن جلوگیری، عمل ترجمه متوقف و رنای ساخته شده پس از مدتی تجزیه می شود.
		با افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می شود.

۸۳- با توجه به مکانیسم های تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها کدام مورد سبب افزایش تولید محصول ژن می شود؟

- (۱) افزایش فشردگی در بخش هایی از فام تن
- (۲) اتصال رنا های کوچک به رنای پیک
- (۳) اتصال عوامل رونویسی به توالی افزایشنده
- (۴) اتصال پروتئین فعال کننده به جایگاه اتصال خود

۸۴- در هنگام صعود به ارتفاعات در تنظیم بیان ژن اریتروپویتین کدام یک ممکن رخ دهد؟

- ۱) کاهش طول عمر رناهای پیک حاصل از رونویسی ژن های آن (۲) آغاز ترجمه توسط مجموعه از رناتن ها پیش از پایان رونویسی
- ۳) جداسدن پروتئین مهارکننده از جایگاه اتصال خود (۴) کاهش فشردگی ژن های مربوطه در فام تن

۸۵- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ (( اتصال ..... ، سبب ..... ))

- ۱) عوامل رونویسی به افزایشده - اتصال رنابسپاراز به راه انداز می شود.
- ۲) رنابسپاراز ۱ به افزایشده - تولید رنای رناتنی می شود.
- ۳) عوامل رونویسی به راه انداز - افزایش سرعت رونویسی می شود.
- ۴) رنابسپاراز ۳ به راه انداز - تولید رنای ناقل می شود.

۸۶- در یوکاریوت‌ها، چند مورد را می توان مربوط به تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی دانست؟ (د ۱۴۰۰)

- میزان دسترسی پیش ماده به آنزیم
- اتصال رناهای کوچک به نوعی ریبونوکلیتیک اسید
- تغییر در فشردگی واحدهای تکراری در رشته کروماتین
- خمیدگی یا عدم خمیدگی در بخشی از مولکول دنا (DNA)

۸۷- کدام مورد، به طور حتم مربوط به تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی است؟ (خ ۱۴۰۰)

- ۱) میزان دسترسی پیش ماده به آنزیم
- ۲) اتصال رناهای کوچک به نوعی ریبونوکلیتیک اسید
- ۳) تغییر در فشردگی واحدهای تکراری در رشته کروماتین
- ۴) افزایش طول عمر مولکول میانجی دنا (DNA) و رناتن

۸۸- در خصوص فرایند تنظیم بیان ژن در هستهٔ یاختهٔ میانبرگ لوییا، کدام مورد زیر، به طور حتم

صحیح است؟ (اردیبهشت ۴۰۳)

- ۱) گروهی از لیپیدها در این فرایند نقش مؤثری دارند.
- ۲) این فرایند بر تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی یاخته بی‌تأثیر است.
- ۳) فقط نوعی مولکول شیمیایی یا زیستی، محرک اولیهٔ این فرایند است.
- ۴) هر پروتئین مؤثر در این فرایند، فقط به یک نوع بسپار متصل می‌شود.

۸۹- مطابق با اطلاعات کتاب درسی و با توجه به فرایند تنظیم بیان ژن در هستهٔ یوکاریوت‌ها در مرحلهٔ رونویسی، کدام

عبارت نادرست است؟ (تیر ۴۰۳)

- ۱) بعضی از عوامل رونویسی، در ابتدا به توالی‌هایی متصل می‌شوند که با فاصله زیادی از راه‌انداز قرار دارند.
- ۲) همهٔ عوامل رونویسی، سرانجام با قرار گرفتن در کنار یکدیگر، سرعت رونویسی را افزایش می‌دهند.
- ۳) رنابسپاراز، در ابتدا به توالی خاصی متصل می‌شود و دو رشتهٔ آن را برای رونویسی از هم باز می‌کند.
- ۴) رنابسپاراز، تحت تأثیر پروتئین‌های ویژه‌ای، مقدار رونویسی ژن‌ها را افزایش یا کاهش می‌دهد.

- ۹۰- با توجه به فرآیندهای تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی، که در کتاب درسی آمده است، چند مورد زیر درست است؟ (د ۰۲)
- الف) در تنظیم مثبت برخلاف تنظیم منفی، در پی پیوستن پروتئین به توالی نوکلئوتیدی و پیوستن پروتئین به پروتئین، پیوستن قند به پروتئین امکان پذیر می شود.
- ب) در تنظیم منفی همانند تنظیم مثبت، هر پروتئینی که در تنظیم بیان ژن مؤثر است، جایگاهی برای اتصال به قند دارد.
- ج) در نوعی تنظیم، در صورت اتصال بیش از دو پروتئین به توالی های نوکلئوتیدی، رونویسی تسریع می شود.
- د) در نوعی تنظیم، تمایل پیوستن پروتئین ها به بخشی از مولکول دیگر، تحت تأثیر عواملی تغییر می کند.

۹۱- کدام مورد، ویژگی مشترک همه ی جاندارانی است که بخش عمده ی فتوسنتز را انجام می دهند و در محیط های متفاوت خشکی و آبی زندگی می کنند؟ (د ۹۸)

- ۱) آنزیم رنابسپاراز (RNA) پلیمراز) در طی بیش از سه مرحله، عمل رونویسی را به انجام می رساند.
- ۲) عواملی می توانند با عبور از طریق غشاءهای درون یاخته ای، رونویسی ژن ها را تحت تأثیر قرار می دهند.
- ۳) رنابسپاراز (RNA) پلیمراز) می تواند به تنهایی نوعی توالی نوکلئوتیدی ویژه ی شروع رونویسی را شناسایی کند.
- ۴) پروتئین ها می توانند به طور همزمان و پشت سر هم توسط مجموعه ای از رناتن (ریبوزوم ها) ساخته شوند.

۹۲- چند مورد، درباره ی همه ی جاندارانی صادق است که در محیط های متفاوت خشکی و آبی زندگی می کنند و انجام بخش عمده فتوسنتز را بر عهده دارند؟ (خ ۹۸)

- الف - رناتن (ریبوزوم) ها، عمل ترجمه را قبل از پایان رونویسی آغاز می کنند.
- ب - محصولات اولیه ی رونویسی همه ی ژن ها، پیش سازهای رنا (RNA) ی پیک هستند.
- ج - با قرار گرفتن عوامل رونویسی در کنار هم، سرعت رونویسی افزایش می یابد.
- د - پروتئین ها می توانند بطور همزمان و پشت سرهم توسط مجموعه ای از رناتن (ریبوزوم) ها ساخته می شوند.

۹۳- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟

«در همه ی جانداران، هر رنا (RNA) بی که ..... دارد، فقط .....». (خ ۹۸)

- ۱) در ساختار خود پیوندهای اشتراکی - از رونویسی یک ژن حاصل شده است.
- ۲) در ساختار خود رمزه (کدون) پایان - در درون هسته ی یاخته پیرایش می شود.
- ۳) به رشته ی پلی پپتیدی در حال ساخت اتصال - توسط یک رنابسپاراز (RNA) پلیمراز ساخته شده است.
- ۴) به رشته ی رمزگذار شباهت بسیار - از طریق رمزه (کدون) های خود با پادرمزه (آنتی کدون) ها ارتباط برقرار می کند.

۹۴- کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر، نامناسب است؟ «در همه ی جاندارانی که .....» (د ۱۴۰۱)

- ۱) با ریشه گیاهان رابطه همزیستی دارند، رنای پیک در حین یا پس از رونویسی دستخوش پیرایش می شود.
- ۲) می توانند ناقل همسانه سازی را دریافت و تکثیر کنند، نوعی رنا (RNA)، در کاهش انرژی فعال سازی واکنش ها نقش دارد.
- ۳) با استفاده از بخش های رویشی تکثیر می یابند، مولکول های حامل الکترون در ماده زمینه سیتوپلاسم یاخته تولید می شوند.
- ۴) فام تن اصلی موجود در سیتوپلاسم آن ها به غشای یاخته اتصال دارد، آنزیم رنابسپاراز، راه انداز تمام ژن ها را شناسایی می کند.

۹۵- کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (مجدد ۴۰۱)

« فقط در یاخته‌هایی که ..... »

- (۱) یکی از دو رشته‌ی هر ژن رونویسی می‌شود، مولکول‌هایی از انجام رونویسی ممانعت به عمل می‌آورند.
- (۲) تنظیم بیان ژن در آن‌ها پیچیده‌تر است، سرعت و مقدار پروتئین‌سازی بسته به نیاز تنظیم می‌شود.
- (۳) تولید پروتئین در آن‌ها با تجمعی از رناتن (ریبوزوم‌ها) همراه است، ساختار رنا (RNA) های تولید شده تغییر می‌کند.
- (۴) فام تن (کروموزوم) ها توسط غشایی درونی محصور می‌شوند، با خمیده شدن دنا (DNA) رونویسی انجام می‌شود.

۹۶- در ارتباط با موجوداتی که توانایی تولید محصولات لبنی مانند ماست و پنیر را دارند، کدام عبارت

نادرست است؟ (تیر ۴۰۳)

- (۱) هر tRNA آنها، محصول یک ژن است.
- (۲) فرایند پروتئین‌سازی از ابتدای رنای پیک آنها آغاز می‌شود.
- (۳) تعداد انواع پادرمزه (آنتی‌کدون)های آنها، کمتر از رمزه (کدون)ها است.
- (۴) دنا آنها بین جایگاه آغاز و پایان RNA سازی، رونویسی می‌شود.

۹۷- کدام عبارت نادرست است؟ (تیر ۴۰۳)

- (۱) در اشرشیاکلائی، محل باز شدن موضعی دو رشته دنا به هنگام رونویسی، محل تشکیل پیوند فسفودی‌استر است.
- (۲) در آزولا، به هنگام رشتمان (میتوز)، دنا مادر و دنا جدید به طور مساوی بین دو یاخته جدید توزیع می‌شود.
- (۳) در استرپتوکوکوس نومونیا، نقطه پایان همانندسازی در مقابل محل آغاز همانندسازی قرار دارد.
- (۴) در اسپروژیر، فعالیت هلیکاز قبل از جدا شدن هیستون‌ها از مولکول دنا، رخ می‌دهد.

۹۸- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟

در هر یک از جاندارانی که در مهمترین انواع همزیستی ها با گیاهان شرکت دارند، .....

- (۱) اتصال بعضی از رناهای کوچک به رنای پیک، سبب تجزیه رنای پیک پس از مدتی می‌شود.
- (۲) اتصال گروهی از پروتئین ها به توالی‌هایی از دنا سبب اتصال رنابسپاراز به راه انداز می‌شود.
- (۳) تغییر تعداد نوکلئوزوم‌های فام تن ها، دسترسی رنابسپاراز برای رونویسی یک ژن را تنظیم می‌کند.
- (۴) اتصال گروهی از عوامل رونویسی به توالی‌هایی از دنا سبب افزایش مقدار و سرعت رونویسی می‌شود.

۹۹- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟

«مولکول‌های حاصل از فرآیند مشخص شده در شکل زیر ممکن است، .....»



- الگویی از پیوندهای هیدروژنی سبب ایجاد تاخوردگی در ساختار آن‌ها شود.
- با جلوگیری از فعالیت رناتن‌ها سبب کاهش تولید نوعی هورمون در سلول شود.
- سبب افزایش سرعت در گروهی از واکنش‌های انجام‌شدنی سلول شود.
- در ساختار هر واحد تکرارشونده آن پیوند فسفودی‌استر وجود داشته باشد.

یوکاریوت ها	پروکاریوت ها	تفاوت
فطی و حلقوی	حلقوی	نوع دنا
۲ یا بیشتر فام تن فطی در هسته و تعدادی دنا حلقوی در سیتوپلاسم	یک فام تن اصلی حلقوی متصل به غشا در برفی علاوه بر آن تعدادی فام تن کمکی	تعداد دنا
چند تا در هر دنا فطی	اغلب یکی در هر دنا	تعداد نقاط آغاز همانندسازی
بیشتر از سه	یکی	تنوع رنابسپاراز
کم	زیاد	تنوع عملکرد رنابسپاراز
دارد	ندارد	نیاز به کمک عوامل رونویسی
دارد	ندارد	پیرایش
دارد	ندارد	اکزون و اینترون
دارد	ندارد	افزاینده
ندارد	دارد	اپرانور
ندارد	دارد	مهار کننده و فعال کننده
زیاد	کم	طول عمر رنایک
ندارد	دارد	آغاز ترجمه پیش از پایان رونویسی
زیاد	کم	پیچیدگی تنظیم بیان ژن
زیاد	کم	فرصت برای تنظیم بیان ژن
دارد	دارد	تجمع رناتن ها روی رنای پیک
دارد	دارد	تجمع رنابسپاراز ها روی یک ژن
ندارد	دارد	رنای چند ژنی
ندارد	دارد	یک راه انداز برای چند ژن
هسته و سیتوپلاسم	سیتوپلاسم	محل رونویسی و همانندسازی
سیتوپلاسم	سیتوپلاسم	محل ترجمه
هسته و سیتوپلاسم	سیتوپلاسم	محل تنظیم بیان ژن

## فصل ۳ – انتقال اطلاعات در نسل ها

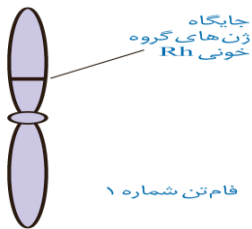
### مفاهیم پایه وراثت:

شبهات بین فرزندان و والدین، گویای آن است که ویژگی های والدین به نحوی به فرزندان منتقل می شود. همچنین می دانیم که در تولید مثل جنسی ارتباط بین نسل ها را گامت ها برقرار می کنند و ویژگی های هر یک از والدین توسط دستورالعمل هایی که در دمای موجود در گامت ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می شود. **پیش از کشف قوانین وراثت**، تصور بر آن بود که صفات فرزندان، **آمیخته ای از صفات والدین و حد واسطی از آنهاست**. مثلاً اگر یکی از والدین بلند قد و دیگری کوتاه قد باشد، فرزند آنان قدی متوسط خواهد داشت. اما مشاهدات متعدد نشان داد که این تصور درست نیست. در اواخر قرن نوزدهم، زمانی که **هنوز ساختار و عمل دنا و ژن ها معلوم نبود**، دانشمندی به نام **گریگور مندل** توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند. به کمک این قوانین، می شد صفات فرزندان را پیش بینی کرد.

هر یک از ما ویژگی هایی داریم که ما را با آنها می شناسند. بعضی از این ویژگی ها را از والدین خود دریافت کرده ایم؛ مثل رنگ چشم، رنگ مو یا گروه خونی. ویژگی هایی را هم می شناسیم که ارثی نیستند؛ مثل تیره شدن رنگ پوست که به علت قرار گرفتن در معرض آفتاب ایجاد شده است.

**صفت و شکل های آن:** در علم ژن شناسی، ویژگی های ارثی جانداران را **صفت** می نامند. ژن شناسی، شاخه ای از زیست شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می پردازد. هر یک از افراد جمعیت، ویژگی هایی دارد که ممکن است این ویژگی ها به نسل بعد منتقل شوند.

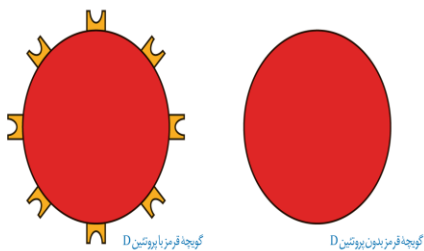
هر یک از صفاتی که نام بردیم به شکل های مختلفی دیده می شوند. مثلاً رنگ چشم ممکن است به رنگ مشکی، قهوه ای، سبز یا آبی باشد. یا حالت مو ممکن است به شکل صاف، موج دار یا فر دیده شود. به انواع مختلف یک صفت، **شکل** های آن صفت می گویند.



**ژن:** بخشی از مولکول DNA است که بیان آن به تولید RNA یا پلی پپتید می انجامد. مثلاً ژن مربوط به ساخت پروتئین Rh در غشای گویچه قرمز (پروتئین D) بر روی فام تن شماره ۱ و یا ژن های مربوط به ساخت آنزیم های کربوهیدرات های A و B غشای گویچه های قرمز بر روی فام تن شماره ۹ قرار گرفته است.

**کروموزوم همتا (همولوگ) یا هم ساخت:** به کروموزوم های هم شکل (محل سانترومر)، هم اندازه با محتوای ژنتیکی مشابه نسبت به هم، همتا گفته می شود.

**آلل (دگره):** به ژن هایی که در کنترل یک صفت نقش داشته و در جایگاه یکسانی از کروموزوم های همتا قرار گرفته اند، نسبت به هم آلل گفته می شود (*شکل های مختلف یک صفت با جایگاه ژنی یکسان*). به طور مثال دو ژن در ارتباط با پروتئین D (رزوس یا Rh)،

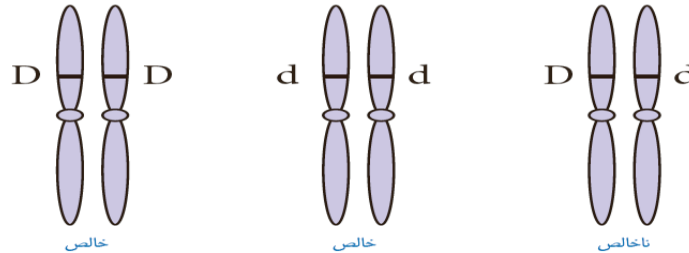


در میان مردم دیده می شود؛ ژنی که می تواند پروتئین D را بسازد و ژنی که نمی تواند پروتئین D را بسازد. این دو ژن را به ترتیب D و d می نامیم که نسبت به هم، به آن ها **دگره (آلل)** می گویند. D و d جایگاه یکسانی در فام تن شماره یک دارند. توجه داشته باشید که هر فام تن شماره ۱ در این جایگاه ژن D یا d را دارد و نه هر دو را. به این جایگاه از فام تن شماره ۱، **جایگاه ژن های Rh** می گویند. D و d که شکل های مختلف صفت Rh را تعیین می کنند و هر دو

جایگاه ژنی یکسانی دارند؛ **دگره (آلل)** هم هستند. اگر پروتئین D در غشای گویچه های قرمز وجود داشته باشد، گروه فونی Rh مثبت و اگر وجود نداشته باشد، گروه فونی Rh منفی خواهد شد.

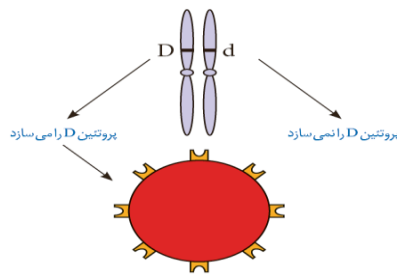
**خالص و ناخالص:**

هرگاه در سلولی ژن های مربوط به یک صفت یکسان بودند مثل AA یا WW به سلول در مورد آن صفت **خالص** و هرگاه متفاوت بودند مثل Aa یا Rr به سلول در مورد آن صفت **ناخالص** گفته می شود. به طور مثال از آنجا که هر یک از ما دو فام تن ۱ داریم، پس دو دگره هم برای Rh داریم. بنابراین ممکن است هر دو فام تن شماره ۱، D یا هر دو d را داشته باشند. در این صورت می گویند فرد برای این صفت **خالص** است. اما اگر یک فام تن D و دیگری d را داشته باشد می گویند فرد برای این صفت، **ناخالص** است.



**رابطه بین دگره ها:**

گاهی آلل های یک صفت رابطه **بارز و نهفتگی** داشته که طبق قرارداد، دگره بارز را با حرف بزرگ و دگره نهفته را با حرف کوچک آن نشان می دهیم. به طور مثال در رابطه با صفت Rh، مشاهدات نشان می دهند که افراد ناخالص، گروه خونی مثبت را خواهند داشت. بنابراین اگر دو دگره D و d کنار هم قرار بگیرند، این آلل D است که بروز می کند. در چنین حالتی گفته می شود که آلل D (ژن Rh مثبت) بارز و آلل d (ژن Rh منفی) نهفته می باشد.



توضیح علت رابطه بارز و نهفتگی دگره های گروه خونی Rh کار آسانی است. داشتن تنها یک دگره D کافی است تا در غشای گویچه های قرمز پروتئین D مشاهده شود به همین علت، گروه خونی فردی که برای این صفت ناخالص است، مثبت خواهد شد.

در گروه خونی ABO خون به چهار گروه A، B، AB و O گروه بندی می شود. این گروه بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام های A و B در غشای گویچه های قرمز است.

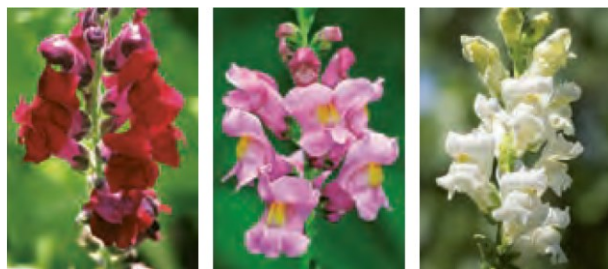
	گروه خونی A	گروه خونی B	گروه خونی AB	گروه خونی O
گویچه قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچه قرمز	A	B	A و B	هیچ کدام

اضافه شدن کربوهیدرات های A و B به غشای گلبول قرمز، یک واکنش آنزیمی است. دو نوع آنزیم وجود دارد. یکی آنزیم A، که کربوهیدرات A را به غشا اضافه می کند و دیگری آنزیم B، که کربوهیدرات B را اضافه می کند. اگر هیچ یک از این دو آنزیم وجود نداشته باشند، آن گاه هیچ کربوهیدراتی اضافه نخواهد شد. بنابراین برای این صفت، سه دگره وجود دارد. دگره ای که آنزیم A را می سازد، دگره ای که آنزیم B را می سازد و دگره ای که هیچ آنزیمی نمی سازد. جایگاه ژن های گروه خونی ABO در فام تن شماره ۹ است.



برای سادگی، این سه دگره را به ترتیب **A**، **B** و **O** می نامیم. در این جا تشخیص گروه خونی برای افراد خالص **AA**، **BB** یا **OO** آسان است: گروه خونی به ترتیب **A**، **B** یا **O** می شود. اما آیا می توانید گروه خونی افراد ناخالص را حدس بزنید؟ افراد ناخالص برای این دگره ها عبارت اند از **AO**، **BO** و **AB**. آیا می توانید حدس بزنید گروه خونی فردی که **AO** است، چیست؟ دگره **A** آنزیم **A** را می سازد اما دگره **O** هیچ آنزیمی نمی سازد. پس گروه خونی این فرد **A** خواهد شد. به همین علت گفته می شود **A** نسبت به **O** بارز است. همین استدلال را می توان برای فرد **BO** به کار برد. دگره **B** هم نسبت به دگره **O** بارز است. در فرد **AB** هر دو آنزیم ساخته می شوند و به همین علت گلبول قرمز هر دو کربوهیدرات **A** و **B** را خواهد داشت. در اینجا رابطه بین دو دگره **A** و **B**، دیگر از نوع بارز و نهفتگی نیست. چنین رابطه ای را **هم توانی** می نامیم و می گوئیم دگره های **A** و **B** نسبت به یکدیگر، هم توان هستند. **در هم توانی، اثر آلل ها، همراه با هم ظاهر می شود.**

ژن شناسان دگره های **A**، **B** و **O** را به ترتیب با  $I^A$ ،  $I^B$  و  $i$  نشان می دهند. این نوع نام گذاری به روشنی نشان می دهد که دگره  $I^A$  و  $I^B$  نسبت به هم هم توان اما نسبت به  $i$  بارزند. تا اینجا با دو نوع رابطه دگره ای آشنا شدیم: یکی **بارز و نهفتگی** و دیگری **هم توانی**. رابطه دیگری نیز بین دگره ها برقرار است و آن موقعی است که **صفت در حالت ناخالص، به صورت حدواسط حالت های خالص مشاهده می شود.**



این بار مثالی از گیاهان بیاوریم. رنگ گل میمونی مثال خوبی است. دو دگره برای رنگ گل میمونی وجود دارد که یکی قرمز و دیگری سفید است. این دو را به ترتیب **R** و **W** نشان می دهیم. در حالت **RR** رنگ گل، قرمز و در حالت **WW** رنگ گل، سفید است. رنگ گل **RW**، صورتی است. رنگ صورتی، حالت حد واسط قرمز و سفید است. در این حالت گفته می شود که **رابطه بارزیت ناقص** برقرار است.

بنابراین گاهی آلل های یک صفت، رابطه بارز و نهفتگی داشته (مثل ژنهای **D** نسبت به **d** در صفت **Rh** و یا ژنهای **A** نسبت به **O** و **B** نسبت به **O** در صفت گروه فونی) گاهی آلل ها فاقد رابطه بارز و نهفتگی بوده که در این حالت، رابطه آلل ها به دو شکل **بارزیت ناقص** (مثل رنگ گل میمونی و حالت موی انسان) و یا هم توانی (مثل آلل های **A** نسبت به **B** در گروه فونی) می باشد.

**ژنوتیپ (ژن نمود) و فنوتیپ (رخ نمود):** ترکیب آلل ها را در فرد، ژنوتیپ (ژن نمود) و شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت را فنوتیپ (رخ نمود) می نامیم.

ژنوتیپ	ژنوتیپ	ژنوتیپ	ژنوتیپ
	<b>AB</b>		<b>DD</b>
	<b>OO</b>		<b>Dd</b>
	<b>AA</b>		<b>dd</b>
	<b>WW</b>		<b>AO</b>
	<b>RR</b>		<b>BO</b>
	<b>RW</b>		<b>BB</b>

## ۱- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- کربوهیدرات A و کربوهیدرات B از روی ژن های A و B بر روی کروموزوم شماره ۹ ساخته می شوند.
- صفت گروه خونی در حالت ناخالص، به صورت حدواسط حالت های خالص مشاهده می شود.
- ژن ساخت پروتئین رزوس در مجاورت سانترومر کروموزوم شماره ۱ قرار گرفته است.
- گل میمونی ای که در یکی از فام تن هایش آل R دارد، ممکن نیست سفید رنگ شود.
- صفت رنگ چشم انسان همانند صفت گروه خونی ABO دارای بیش از دو دگره می باشد.
- اضافه شدن کربوهیدرات های گروه خونی به غشای گویچه های قرمز توسط سه نوع آنزیم صورت می گیرد.
- پس از کشف ساختار و عمل دنا، گریگور مندل قوانین وراثت را کشف کرد.
- بعضی از صفات ما مثل تیره شدن رنگ پوست که به علت قرار گرفتن در معرض آفتاب ایجاد شده است، ارثی نیستند.
- دگره D آنزیمی را می سازد که پروتئین D را به غشای گویچه های قرمز اضافه می کند.
- در صفت حالت مو انسان، اثر آلل ها، همراه با هم ظاهر می شوند.
- افرادی که در مورد صفتی ژن نمود ناخالص دارند همواره رخ نمود بارز را نشان می دهند.
- در هر صفت تعداد انواع رخ نمود ها کوچکتر یا مساوی تعداد انواع ژن نمودها می باشد.

## نحوه وراثت در انواع صفات

به یاد دارید که فام تن ها به دو دسته غیرجنسی و جنسی تقسیم می شوند. فام تن های جنسی انسان X و Y هستند. صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از فام تن های غیرجنسی قرار داشته باشد، **صفت مستقل از جنس (اتوزومی)** و صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از دو فام تن جنسی قرار داشته باشد، **وابسته به جنس** می گویند.

## وراثت صفات مستقل از جنس

صفات مستقل از جنس چگونه به ارث می رسند؟ Rh یک صفت مستقل از جنس است. اگر پدر و مادری هر دو ژن نمود Dd داشته باشند، چه ژن نمود یا ژن نمودهایی برای فرزندان آنها مورد انتظار است؟

می دانیم هر یک از پدر و مادر، از هر جفت فام تن همتا تنها یکی را از طریق گامت ها به نسل بعد منتقل می کنند. در این مثال، هم پدر و هم مادر از نظر Rh دو نوع گامت تولید می کنند: یکی گامتی که D دارد و دیگری که d گامتی که d دارد. ژن نمود فرزندان به این بستگی دارد که کدام گامت ها با یکدیگر لقاح پیدا کنند. ژن نمود

گامت‌ها	D	d
D	DD	Dd
d	dD	dd

فرزندان را می توان با روشی به نام **مربع پانت** به دست آورد. **پانت نام** دانشمندی است که این روش را پیشنهاد کرده است.

در روش مربع پانت، گامت های والدین را به طور جداگانه در سطر و ستون یک جدول می نویسیم و بعد خانه های جدول را با کنار هم قرار دادن گامت های سطر و ستون متناظر هم پر می کنیم. باید توجه داشت که

ژن نمودهای Dd و dD یکسان اند. بنابراین هر فرزندی که متولد می شود می تواند یکی از ژن نمود های DD، Dd و dd را داشته باشد.

## فعالیت: پدری گروه خونی O و مادری گروه خونی AB دارد.

چه ژن نمود و رخ نمودهایی برای فرزندان آنان پیش بینی می کنید؟

$RW \times RW$	$Aa \times Aa$	$Aa \times AA$	$Aa \times aa$	$AA \times aa$	
					گامت ها
					ژنوتیپ فرزندان تعداد انواع ژنوتیپ
					فنوتیپ فرزندان تعداد انواع فنوتیپ

۲- با توجه به آمیزش زیر انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید؟

$$AaBbdd \times AabbDd$$

۳- با توجه به آمیزش زیر انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید؟

$$AaBbRW \times AaBBRW$$

۴- در گیاه نخود فرنگی، صفت بلندی ساقه بر کوتاهی و رنگ زرد دانه بر رنگ سبز و صفت صافی دانه بر چروکیدگی دانه غالب است. اگر افرادی که از نظر هر سه صفت ناخالص هستند، خود لقاحی نمایند. انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید؟ (۹۶د)

۵- در هر یک از آمیزش های زیر بدون در نظر گرفتن کراسینگ اور، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید؟

$$\frac{ABd}{abD} \times \frac{AbD}{abd} \qquad \frac{aBd}{abD} \times \frac{ABD}{abD} \qquad \frac{aBd}{abD} \times \frac{ABD}{ABD}$$

۶- با توجه به آمیزش زیر احتمال ایجاد ژنوتیپ نوترکیب ..... و فنوتیپ نوترکیب ..... در فرزندان قابل

$$AaBBRW \times AabbRW$$

تصور می باشد.

$$aBRW - AaBBRR \quad (۱)$$

$$ABRW - AaBbWW \quad (۲)$$

$$AbW - AabbRW \quad (۳)$$

$$aBW - aaBbRW \quad (۴)$$

۷- با توجه به آمیزش زیر احتمال ایجاد ژنوتیپ نوترکیب ..... و فنوتیپ نوترکیب ..... در فرزندان قابل

$$AaBbdd \times AaBBDD$$

تصور می باشد.

$$abd - AaBbDd \quad (۱)$$

$$ABd - aabbdd \quad (۲)$$

$$ABD - AaBBDD \quad (۳)$$

$$aBd - AaBBdd \quad (۴)$$

## گروه های خونی

وقتی می گویند گروه خونی شخصی  $A^+$  است در واقع دو گروه خونی را برای او مشخص کرده اند. یکی گروه خونی معروف به ABO و دیگری گروه خونی ای به نام Rh. در ادامه این دو گروه خونی را بررسی می کنیم.

**صفت گروه خونی ABO** نوعی صفت مستقل از جنس و تک جایگاهی بوده که جایگاه ژن های مربوط به آن، بر روی فام تن شماره ۹ قرار دارد. این صفت تحت کنترل سه آلل  $I^A$  و  $I^B$  و  $i$  بوده که آلل های  $I^A$  و  $I^B$  بر  $i$  غالب بوده و نسبت به هم، هم توان می باشند. آلل  $I^A$  آنزیم A (اضافه کننده کربوهیدرات A به غشای گویچه های قرمز) و آلل  $I^B$  آنزیم B (اضافه کننده کربوهیدرات B به غشای گویچه های قرمز) را می سازند ولی آلل  $i$  هیچ آنزیمی را نمی سازد.

**صفت گروه خونی Rh** نیز نوعی صفت مستقل از جنس و تک جایگاهی بوده که جایگاه ژن های مربوط به آن بر روی فام تن شماره ۱ قرار دارد. این صفت تحت کنترل دو آلل D (الل بارز) مربوط به ژن Rh مثبت و آلل d (الل نهفته) مربوط به ژن Rh منفی می باشد. آلل D می تواند پروتئین D غشای گویچه های قرمز را بسازد ولی آلل d نمی تواند پروتئین D را بسازد.

صفت گروه خونی Rh			صفت گروه خونی ABO		
ژنوتیپ	فنوتیپ	غشای گویچه قرمز	ژنوتیپ	فنوتیپ	غشای گویچه قرمز

۸- معین کنید برای دو صفت گروه خونی و Rh چند نوع ژنوتیپ و فنوتیپ در جامعه قابل تصور است؟

تعداد انواع ژنوتیپ:

تعداد انواع فنوتیپ:

## نکات گروه خونی:

۱- هرگاه در خانواده ای عنوان شود احتمال ایجاد هر چهار نوع گروه خونی در فرزندان وجود دارد، والدین عبارتند از:

۲- هرگاه در خانواده ای عنوان شود احتمال یکسان شدن گروه خونی فرزندان با والدین وجود ندارند، والدین عبارتند از:

۳- با توجه به نسبت های داده شده در فرزندان والدین را بیابید:

$$\frac{1}{4}A, \frac{1}{2}B, \frac{1}{4}AB \longrightarrow$$

$$\frac{1}{4}B, \frac{1}{2}A, \frac{1}{4}AB \longrightarrow$$

$$\frac{1}{4}A, \frac{1}{2}AB, \frac{1}{4}B \longrightarrow$$

۴- بیشترین تعداد ژنوتیپ احتمالی مربوط به گروه های خونی ..... و کمترین تعداد ژنوتیپ احتمالی مربوط به گروه های خونی ..... است.

۵- گروه خونی ..... و ..... را نمی توان با هم در دو نسل یک خانواده (والدین و فرزندان) به طور همزمان دید. یعنی والد ..... فرزند ..... و یا والد ..... فرزند ..... ندارد.

۶- ژنوتیپ والد A که فرزند B یا O دارد، ..... و ژنوتیپ والد B که فرزند A یا O دارد، ..... است.

برای صفت Rh، ۶ نوع آمیزش قابل تصور است :		
<b>DD × DD</b>	<b>DD × dd</b>	<b>DD × Dd</b>
DD(+)	Dd(+)	Dd(+)-DD(+)
<b>Dd × dd</b>	<b>dd × dd</b>	<b>Dd × Dd</b>
Dd(+)-dd(-)	dd(-)	DD(+)-Dd(+)-dd(-)

برای صفت تک جایگاهی سه آللی گروه خونی ABO، ۲۱ نوع آمیزش قابل تصور است که این آمیزش ها عبارتند از:

AB×AB	BB×BB	AA×AA
A-AB-B	B	A
BO×BO	AO×AO	OO×OO
B-O	A-O	O
AO×AA	AO×BB	AO×AB
A	AB-B	A-AB-B
AO×OO	AO×BO	BO×BB
A-O	A-AB-O-B	B
BO×AB	BO×OO	BO×AA
AB-A-B	B-O	AB-A
AB×OO	AB×AA	AB×BB
A-B	AB-A	AB-B
OO×AA	OO×BB	AA×BB
A	B	AB

## مسائل گروه خونی

۹- مردی با گروه خونی  $A^+$  و زنی با گروه خونی  $B^+$  دختری با گروه خونی  $O^-$  دارند. انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان این خانواده را معین کنید؟

۱۰- مردی با گروه خونی  $AB^+$  و زنی با گروه خونی  $A^-$  دختری با گروه خونی  $B^-$  دارند. انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان این خانواده را معین کنید؟

نکته :

۱۱- مردی با گروه خونی  $B^+$  و زنی با گروه خونی  $AB^-$  دختری با گروه خونی  $A^-$  دارند. انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان این خانواده را معین کنید؟

۱۲- در خانواده ای شامل مرد  $A^+$  و زن  $B^-$  و مادر شوهر  $B^-$  و پدر زن  $A^+$ ، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان این خانواده را معین کنید؟

۱۳- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور نادرست تکمیل می کند؟

«فرزند اول خانواده ای دارای گروه خونی  $A$  می باشد. اگر بدانیم در این خانواده لزوماً .....، در این خانواده .....»

- گروه خونی هر دو والد یکسان است- ممکن است فرزند بعدی با گروه خونی  $O$  متولد شود.
- فقط دو نوع گروه خونی دیگر در فرزندان می تواند ایجاد شود- لزوماً حداقل یکی از والدین دارای هر دو کربوهیدرات گروه خونی می باشد.
- گروه خونی همه فرزندان یکسان می شود- لزوماً هر دو والد دارای کربوهیدرات  $A$  می باشند.
- گروه خونی فرزندان متفاوت با والدین می شود- ممکن است فرزند بعدی با گروه خونی  $B$  متولد شود.

۱۴- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

« فرزند اول خانواده‌ای دارای گروه خونی B می باشد. اگر بدانیم در این خانواده لزوماً ..... ، در این خانواده ممکن است ..... »

- گروه خونی فرزند بعدی AB می باشد - یکی از والدین فاقد کربوهیدرات گروه خونی باشد.
- گروه خونی فرزند بعدی A می باشد - یکی از والدین فاقد کربوهیدرات گروه خونی باشد.
- گروه خونی فرزند بعدی O می باشد - فقط سه نوع گروه خونی در فرزندان ایجاد شود.
- گروه خونی فرزند بعدی AB می باشد - گروه خونی هر دو والد متفاوت با فرزندان باشد.

۱۵- مردی دارای کربوهیدرات A گروه خونی و پروتئین D با موهای صاف و زنی فاقد کربوهیدرات گروه خونی و پروتئین D با موهای موج دار، پسری با کربوهیدرات B گروه خونی و فاقد پروتئین D دارند. در این خانواده احتمال تولد کدام فرزند ممکن است؟

- (۱) پسری فاقد کربوهیدرات گروه خونی، فاقد پروتئین D با موهای موج دار
- (۲) دختری دارای هر دو نوع کربوهیدرات گروه خونی، دارای پروتئین D با موهای صاف
- (۳) پسری دارای کربوهیدرات A گروه خونی، فاقد پروتئین D با موهای فر
- (۴) دختری دارای کربوهیدرات B گروه خونی، دارای پروتئین D با موهای موج دار

۱۶- مردی دارای کربوهیدرات B گروه خونی و پروتئین D با موهای فر و زنی فاقد کربوهیدرات گروه خونی و دارای پروتئین D با موهای موج دار دارای پسری با کربوهیدرات A گروه خونی و فاقد پروتئین D می باشند. در این خانواده احتمال تولد کدام فرزند ممکن است؟

- (۱) پسری فاقد کربوهیدرات گروه خونی، دارای پروتئین D با موهای فر
- (۲) دختری دارای کربوهیدرات A گروه خونی، فاقد پروتئین D با موهای صاف
- (۳) پسری دارای کربوهیدرات B گروه خونی، فاقد پروتئین D با موهای موج دار
- (۴) دختری دارای هر دو نوع کربوهیدرات گروه خونی، دارای پروتئین D با موهای موج دار

۱۷- در صورت امکان ازدواج مردی که دارای هر دو نوع آنزیم کننده کربوهیدرات‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است با هر زنی که فقط توانایی تولید یک نوع آنزیم را دارد، تولد کدام مورد یا موارد زیر، محتمل خواهد بود؟ (تیر ۴۰۳)

- الف: دختری با توانایی تولید هر دو نوع آنزیم
- ب: پسری با ژن‌نمود (ژنوتیپ) خالص
- ج: دختری با ژن‌نمود (ژنوتیپ) ناخالص
- د: پسری فاقد توانایی ساختن هر دو نوع آنزیم

(۱) «د» (۲) «الف»

(۳) «ب»، «ج» و «د» (۴) «الف»، «ب» و «ج»



## وراثت صفت وابسته به X

گاهی ژن صفتی که بررسی می شود در فام تن X قرار دارد. به چنین صفاتی، صفت وابسته به X می گویند. **هموفیلی**، یک بیماری وابسته به X و نهفته است یا به عبارتی دیگر، دگره این بیماری که روی فام تن X قرار دارد نهفته است. در این بیماری، فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می شود. **شایع ترین** نوع هموفیلی به **فقدان** عامل انعقادی **VIII (هشت)** مربوط است. دگره بیماری هموفیلی را h می نامیم؛ دگره سالم ژن، H نامیده می شود. برای آنکه نشان دهیم این صفت وابسته به X است، دگره ها را به صورت بالانویس X می نویسیم:  $X^H$  و  $X^h$ .

	مرد	زن	رخ نمود
ژن نمود	$X^HY$	$X^HX^H$	سالم
	—	$X^HX^h$	سالم
	$X^hY$	$X^hX^h$	هموفیل

جدول مقابل انواع ژن نمودها و رخ نمودها را برای هموفیلی نشان می دهد. دقت کنید که در فام تن Y جایگاهی برای دگره های هموفیلی وجود ندارد. فرد با ژنوتیپ  $X^HX^h$  که سالم است، ناقل نامیده می شود؛ زیرا می تواند ژن بیماری را به نسل بعد منتقل کند. **ناقل** برون فنوتیپ **مسوب نشده** و فنوتیپ **افراد ناقل همان سالم است**. در مورد این بیماری و سایر بیماری های وابسته به X، مرد ناقل قابل تصور نیست.

۱۸- اگر صفت رنگ چشم در مگس ها وابسته به X، دو آلی و با بارزیت ناقص باشد. کدام مگس زیر قابل تصور نمی باشد؟

(۴) ماده خاکستری

(۳) نر خاکستری

(۲) ماده سیاه

(۱) نر سفید

برای پیش بینی ژن نمودها و رخ نمودهای صفات وابسته به X در نسل های بعد، می توان همچنان از مربع پانت استفاده کرد. به مثال زیر توجه کنید.

**مثال: مردی هموفیل قصد دارد با زنی ازدواج کند که سالم است و ناقل هم نیست. زن می خواهد بداند**

گامت ها	$X^h$	Y
$X^H$	$X^HX^h$ دختر ناقل	$X^HY$ پسر سالم

**آیا ممکن است فرزند حاصل از این ازدواج، هموفیل باشد؟**  
ژن نمود مرد هموفیل  $X^hY$  و گامت هایی که تولید می کند  $X^h$  و Y است. ژن نمود زن سالم  $X^HX^H$  است و برای این صفت فقط یک نوع گامت، یعنی  $X^H$  تولید می کند. ژن نمودها و رخ نمود های نسل های بعد را می توان به کمک مربع پانت یافت. بنابراین فرزندان حاصل از این ازدواج هموفیل نخواهند بود.

**فعالیت: مردی سالم قصد دارد با زنی هموفیل ازدواج کند.**

**چه ژن نمود و رخ نمودهایی برای فرزندان آنان پیش بینی می کنید؟**

در مورد صفت هموفیلی ۶ نوع آمیزش در جامعه قابل تصور است:

$x^H y . x^H x^H$	$x^H y . x^H x^h$
$x^H y - x^H x^H$ دختر سالم    پسر سالم	$x^H y - x^h y - x^H x^H - x^H x^h$ دختر سالم    پسر بیمار    پسر سالم    دختر سالم
$x^H y . x^h x^h$	$x^h y . x^H x^h$
$x^h y - x^H x^h$ دختر سالم    پسر بیمار	$x^H y - x^h y - x^H x^h - x^h x^h$ دختر بیمار    دختر سالم    پسر بیمار    پسر سالم
$x^h y . x^H x^H$	$x^h y . x^h x^h$
$x^H y . x^H x^h$ دختر سالم    پسر سالم	$x^h y - x^h x^h$ دختر بیمار    پسر بیمار

در مورد بیماری هموفیلی، مرد سالم هرگز دختر هموفیل و زن هموفیل هرگز پسر سالم ندارد.

بیماری های وراثتی انسان					
وابسته به x و بارز	وابسته به x و نهفته هموفیلی	مستقل از جنس و بارز	مستقل از جنس و نهفته کم خونی داسی    فنیل کتونوری		
$X^b Y$	$X^H Y$	tt	$Hb^A Hb^A - Hb^A Hb^S$ ناقل	PP-Pp ناقل	مرد سالم
$X^B Y$	$X^h Y$	TT-Tt	$Hb^S Hb^S$	pp	مرد بیمار
$X^b X^b$	$X^H X^H - X^H X^h$ ناقل	tt	$Hb^A Hb^A - Hb^A Hb^S$ ناقل	PP-Pp ناقل	زن سالم
$X^B X^B - X^B X^b$	$X^h X^h$	TT-Tt	$Hb^S Hb^S$	pp	زن بیمار

ناقل بودن در بیماری های بارز مطرح نمی شود.  
مرد ناقل فقط در بیماری های مستقل از جنس و نهفته مطرح می شود.

۱۹- از ازدواج مردی با گروه خونی AB و مبتلا به بیماری هموفیلی و زنی سالم با گروه خونی B، پسری با گروه خونی A و مبتلا به هموفیلی و دختری مبتلا به فنیل کتونوری متولد گردید، در این خانواده انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید؟

۲۰- حاصل ازدواج مردی هموفیل و دارای پروتئین D و زنی مبتلا به بیماری فنیل کتونوری با گروه خونی A<sup>+</sup>، دختری هموفیل با گروه خونی AB<sup>+</sup> و پسری مبتلا به بیماری فنیل کتونوری با گروه خونی O<sup>-</sup> است. در این خانواده، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید؟

۲۱- از ازدواج مردی مبتلا به هانتینگتون (بیماری مستقل از جنس بارز) و دارای گروه خونی AB با زنی سالم و دارای گروه خونی O، پسری هموفیل متولد گردیده است. اگر این خانواده از نظر صفت فنیل کتونوری به طور معمول بتوانند صاحب فرزندی شوند که بعضی از آنها ژنوتیپی متفاوت با والدین داشته باشند، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید؟

۲۲- از ازدواج مردی مبتلا به بیماری هانتینگتون (بیماری مستقل از جنس بارز) با گروه خونی AB و زنی سالم با گروه خونی A، پسری هموفیل با گروه خونی B و پسری مبتلا به تحلیل عضلانی دوشن (بیماری وابسته به x و نهفته) متولد گردید، در این خانواده، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان را معین کنید؟

۲۳- در یک خانواده، مادر گروه خونی AB دارد و علاوه بر داشتن پروتئین D در غشای گویچه های قرمز خود، می تواند عامل انعقادی شماره ۸ را بسازد و پدر گروه خونی B و پروتئین D دارد و فاقد عامل انعقادی شماره ۸ است. اگر دختر این خانواده، فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و فاقد پروتئین D باشد و بتواند فقط کربوهیدرات A گروه خونی را بسازد، در این صورت، تولد کدام فرزند غیرممکن است؟ (۹۸د)

- ۱) پسری دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و دارای پروتئین D و سالم از نظر فرایند لخته شدن خون.
- ۲) پسری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D.
- ۳) دختری دارای هر دو نوع کربوهیدرات های گروه خونی و دارای پروتئین D و سالم از نظر فرایند لخته شدن خون.
- ۴) دختری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و فاقد هر دو نوع کربوهیدرات های گروه خونی و دارای پروتئین D.

۲۴- در یک خانواده پدر و مادر به ترتیب گروه خونی A و B را دارند و هر دو علاوه برداشتن پروتئین D در غشای گویچه های قرمز خود، می توانند عامل انعقادی شماره ۸ را بسازند. اگر پسر این خانواده، فاقد عامل انعقادی شماره ۸ باشد و نتواند کربوهیدرات های گروه خونی و نیز پروتئین D را بسازد، در این صورت، تولد کدام فرزند در این خانواده غیرممکن است؟ (خ ۹۸)

- ۱) دختری دارای عامل انعقادی شماره ۸ و دارای پروتئین D و فاقد هر دو نوع کربوهیدرات های گروه خونی.
- ۲) پسری دارای عامل انعقادی شماره ۸ و با توانایی تولید یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D.
- ۳) پسری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای فقط یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد پروتئین D.
- ۴) دختری با اختلال در فرایند لخته شدن خون و دارای هر دو نوع کربوهیدرات های گروه خونی و دارای پروتئین D.

۲۵- در خانواده ای که والدین هر دو سالم اند، دختری فاقد آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین با گروه خونی B و پسری فاقد عامل انعقادی شماره هشت با گروه خونی A متولد گردید. با فرض یکسان بودن گروه خونی والدین، تولد کدام فرزند در این خانواده ممکن است؟ (۹۹د)

- ۱) پسری با گروه خونی O و فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و دارای آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین
- ۲) پسری با گروه خونی AB، و دارای عامل انعقادی شماره ۸ و فاقد آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین
- ۳) دختری با گروه خونی O و فاقد آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین و دارای عامل انعقادی شماره ۸
- ۴) دختری با گروه خونی AB، و فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و دارای آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین

۲۶- پدری سالم با موهای صاف و دارای کربوهیدرات A گروه خونی و مادری سالم با موهای موج دار و فاقد کربوهیدرات گروه خونی، پسری با کربوهیدرات B گروه خونی داشته که نمی تواند عامل انعقادی شماره ۸ را بسازد و دختری با کربوهیدرات A گروه خونی داشته که فاقد آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین می باشد. در این خانواده تولد چند مورد از فرزندان زیر غیرممکن است؟

- پسری دارای عامل انعقادی شماره ۸ با موهای صاف و فاقد هر دو نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین
- پسری با اختلال در لخته شدن خون با موهای موج دار و دارای هر دو نوع کربوهیدرات گروه خونی و فاقد آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین
- دختری با اختلال در لخته شدن خون با موهای صاف و دارای فقط یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و دارای آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین
- دختری دارای عامل انعقادی شماره ۸ با موهای فر و دارای فقط یک نوع کربوهیدرات گروه خونی و دارای آنزیم تجزیه کننده فنیل آلانین

۲۷- والدین سالم با گروه خونی یکسان، صاحب پسرای سالم به نام علی با گروه خونی A و پرهام با گروه خونی B شده اند. معین کنید از ازدواج پرهام با آریتا تولد کدام فرزند ممکن است؟

- ۱) پسری دارای عامل انعقادی شماره ۸ و با گروه خونی A
- ۲) پسری فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و با گروه خونی AB
- ۳) دختری دارای عامل انعقادی شماره ۸ و با گروه خونی O
- ۴) دختری فاقد عامل انعقادی شماره ۸ و با گروه خونی B

۲۸- در همه بیماری های مطرح شده در بخش ژنتیک (فصل سوم) کتاب درسی، با فرض این که پدر بیمار و مادر سالم باشد، وجود کدام مورد غیر ممکن خواهد بود؟ (د ۹۹)

- ۱) فرزندی با ژن نمود (ژنوتیپ) پدر
- ۲) دختری بیمار و پسری سالم
- ۳) فرزندی با ژن نمود (ژنوتیپ) مادر
- ۴) دختری سالم با ژن نمود (ژنوتیپ) خالص

۲۹- فقط در نوعی از بیماری‌های مطرح شده در بخش ژنتیک (فصل سوم) کتاب درسی، با فرض این که پدر بیمار و مادر سالم باشد، تولد ..... ممکن خواهد بود. (خ ۹۹)

(۱) فرزندی با ژن نمود (ژنوتیپ) ناخالص

(۲) دختر بیمار و پسر سالم

(۳) دختری با ژن نمود (ژنوتیپ) متفاوت با مادر

(۴) پسری با ژن نمود (ژنوتیپ) یکسان با مادر

۳۰- با توجه به بیماری‌های هموفیلی و داسی شدن گلبول‌های قرمز، در صورت ازدواج هر زن و مرد سالمی با یکدیگر، تولد چند مورد زیر ممکن است؟ (د ۱۴۰۰)

الف - پسری سالم

ب- پسری بیمار

ج- دختری بیمار و خالص

د- دختری سالم و ناخالص

۳۱- با توجه به بیمارهای هموفیلی و داسی شدن گلبول‌های قرمز، در صورت ازدواج هر زن و مرد سالمی با یکدیگر، تولد کدام فرزند ممکن است؟ (خ ۱۴۰۰)

(۱) پسری بیمار و ناخالص (۲) دختری بیمار و خالص (۳) پسری سالم و ناخالص (۴) دختری سالم و خالص

۳۲- در مطالعه دو بیماری هموفیلی و کم‌خونی داسی‌شکل، با فرض این که مادر خالص و فقط یکی از والدین بیمار باشد، در شرایط معمول، تولد کدام فرزند برای همه حالات ممکن است؟ (د ۱۴۰۱)

(۱) دختر بیمار (۲) دختر سالم و ناخالص

(۳) پسر بیمار (۴) پسر سالم و خالص

۳۳- در مطالعه دو بیماری هموفیلی و کم‌خونی داسی‌شکل و در شرایط طبیعی محیط، با فرض این که فقط یکی از والدین سالم باشد، در شرایط معمول، تولد کدام فرزند برای همه حالات ممکن است؟ (خ ۱۴۰۱)

(۱) دختر سالم و ناخالص (۲) پسر سالم و خالص

(۳) دختر بیمار (۴) پسر بیمار

۳۴- در مطالعه‌ی دو بیماری هموفیلی و کم خونی داسی شکل با فرض این که فقط یکی از والدین در شرایط محیطی معمولی بیمار باشد در شرایط معمول تولد کدام فرزند برای همه حالات غیر ممکن است؟ (مجدد ۴۰۱)

(۱) پسر سالم (۲) دختر سالم و خالص (۳) پسر بیمار (۴) دختر سالم و ناخالص

۳۵- با در نظر گرفتن شرایط عادی محیط، چند مورد، برای هر دو نوع صفت مطرح شده در فصل سوم و چهارم کتاب دوازدهم درست است؟ (دی ۴۰۱)

الف: تولد دختری بیمار از مادری بیمار و پدری سالم

ب: تولد دختری سالم از پدری بیمار و مادری سالم

ج: تولد پسری سالم از مادری بیمار و پدری سالم

د: تولد پسری بیمار از پدری بیمار و مادری سالم

۳۶- با توجه به دو صفت داسی شدن گلبول‌های قرمز و هموفیلی در انسان (در شرایط طبیعی)، کدام مورد برای همه حالات، محتمل است؟ (د ۴۰۲)

(۱) تولد پسری بیمار از مادری ناخالص

(۲) تولد پسری بیمار از مادری خالص و بیمار

(۳) تولد دختری سالم و ناخالص از مادری ناخالص

(۴) تولد دختری سالم و خالص از مادری خالص و سالم

۳۷- با توجه به بیماری کم‌خونی ناشی از گویچه‌های قرمز داسی‌شکل و با فرض عادی بودن شرایط محیط و ممکن بودن ازدواج‌های زیر، کدام عبارت صحیح است؟ (تیر ۴۰۳)

(۱) در صورت ازدواج مردی کاملاً سالم با زنی با هر نوع ژن‌نمود (ژنوتیپ)، تولد پسری بیمار محتمل است.

(۲) در صورت ازدواج زنی سالم با مردی با هر نوع ژن‌نمود (ژنوتیپ)، تولد دختری بیمار محتمل است.

(۳) در صورت ازدواج مردی بیمار با زنی با هر نوع ژن‌نمود (ژنوتیپ)، تولد پسری ناقل محتمل است.

(۴) در صورت ازدواج زنی ناقل با مردی با هر نوع ژن‌نمود (ژنوتیپ)، تولد دختری ناقل محتمل است.

۳۸- در بررسی نوعی بیماری ژنی که با فقدان عامل انعقادی VIII بروز می‌کند، با فرض ممکن بودن ازدواج‌های زیر، کدام مورد نامحتمل است؟ (اردیبهشت ۴۰۳)

(۱) تولد پسر سالم از پدر سالم و مادر ناقل

(۲) تولد پسر بیمار از پدر بیمار و مادر ناقل

(۳) تولد دختر سالم از پدر سالم و هر مادر خالص

(۴) تولد دختر بیمار از پدر بیمار و مادر سالم خالص

۳۹- اگر بیماری وراثتی انسان را ..... در نظر بگیریم، از ازدواج مرد بیمار و زن سالم تولد ..... غیرممکن خواهد بود.

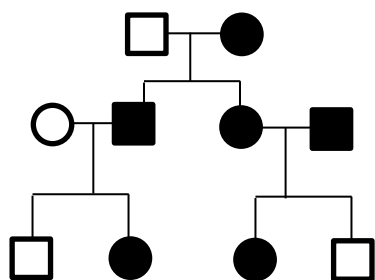
- (۱) اتوزوم و نهفته- دختر بیمار و پسر سالم
- (۲) اتوزوم و بارز- دختر سالم و پسر بیمار
- (۳) وابسته به X و نهفته- دختر بیمار و پسر سالم
- (۴) وابسته به X و بارز- دختر سالم و پسر بیمار

۴۰- اگر بیماری وراثتی انسان را ..... در نظر بگیریم، از ازدواج مرد سالم و زن بیمار تولد ..... غیرممکن خواهد بود.

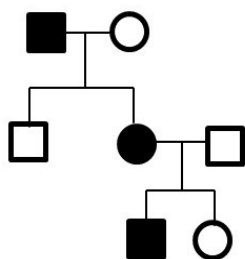
- (۱) اتوزوم و نهفته- دختر بیمار و پسر سالم
- (۲) اتوزوم و بارز- دختر سالم و پسر بیمار
- (۳) وابسته به X و نهفته- دختر بیمار و پسر سالم
- (۴) وابسته به X و بارز- دختر سالم و پسر بیمار

۴۱- دودمانه زیر مربوط به نوعی بیماری وابسته به X و بارز می باشد. ژنوتیپ همه افراد این دودمانه را معین کنید؟

(● = زن بیمار - ○ = زن سالم - ■ = مرد بیمار - □ = مرد سالم)



۴۲- دودمانه زیر مربوط به نوعی بیماری وابسته به X و نهفته می باشد. ژنوتیپ همه افراد این دودمانه را معین کنید؟



۴۳- چند مورد را می توان درباره مردی با گروه خونی  $O^+$  و درگیر با مشکل انعقاد خون، با قاطعیت بیان داشت؟ (د ۱۴۰۰)

- الف- بر روی فام تن (کروموزوم) شماره ۹، فاقد هر گونه دگره (الل) گروه خونی است.
- ب- بر روی نوعی فام تن (کروموزوم) جنسی آن، دگره ای (اللی) نهفته قرار گرفته است.
- ج- بر روی یکی از بلندترین فام تن (کروموزوم) های موجود در کاریوتیپ آن، ژن D واقع شده است.
- د- گویچه های قرمز کربوهیدرات دار آن، از یاخته هایی با توانایی تولید چندین نوع یاخته ایجاد شده اند.



۴۴- کدام عبارت در ارتباط با انسان صحیح است؟ (۹۹د)

- ۱) در همه افراد، بروز یک ویژگی خاص همواره ناشی از حضور دو دگره (الل) است.
- ۲) اثر دو دگره (الل) مربوط به دو فام تن (کروموزوم) غیر جنسی، می تواند همراه با هم ظاهر شود.
- ۳) دو نوع کربوهیدرات، با حضور دو نوع دگره (الل) موجود در غشای گویچه های قرمز تولید می شوند.
- ۴) وجود پروتئین D بر غشای گویچه های قرمز به طور حتم وابسته به حضور دو دگره (الل) یکسان است.

۴۵- چند مورد برای کامل کردن عبارت زیر درست است؟ (مجدد ۴۰۱)

«در انسان ، .....»

- یک فرزند می تواند با دریافت ژن از یکی از والدین خود، بیمار شود.
- همه ژن های بارز فقط در صورت خالص بودن می توانند رخ نمود (فنوتیپ) خود را ظاهر سازند.
- هر فرزندی با ژن نمود ژنوتیپ ناخالص همواره والدینی با ژن نمود خالص ولی غیریکسان دارد.
- یک فرزند بیمار، می تواند ژن نمودی (ژنوتیپی) غیریکسان نسبت به ژنوتیپ والدین بیمار خود داشته باشد.

۴۶- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

مردی هموفیل و زنی سالم، پسری هموفیل و پسری کوررنگ (بیماری وابسته به X و نهفته) دارند. اگر در کروموزوم های جنسی مادر کراسینگ اور رخ دهد ، از لقاح گامت نو ترکیب مادر ..... لقاح گامت والدی مادر، می تواند ..... متولد شود.

- برخلاف - پسر سالم
- همانند - دختری با ژن نمود مشابه مادر
- برخلاف - دختر کوررنگ
- همانند - پسری با ژن نمود مشابه پدر

### صفات پیوسته و گسسته

اندازه قد شما چقدر است؟ اگر از هم کلاسی ها خود اندازه قدشان را بپرسید، اعداد گوناگونی را خواهید شنید. اندازه قد صفتی پیوسته است. (به این معنی که هر عددی بین یک حداقل و یک حداکثر، ممکن است باشد). آیا می توان گفت که Rh هم، چنین است؟ در میان انسان ها، صفت Rh تنها به دوشکل مثبت و منفی دیده می شود؛ بنابراین Rh صفتی گسسته است.

### صفات تک جایگاهی و چند جایگاهی

صفاتی که تا اینجا بررسی کردیم، صفاتی هستند که یک جایگاه ژن در فام تن دارند. برای مثال، دگره صفت گروه های خونی ABO یک جایگاه مشخص از فام تن ۹ را به خود اختصاص داده اند. چنین صفاتی را **تک جایگاهی** می نامیم.

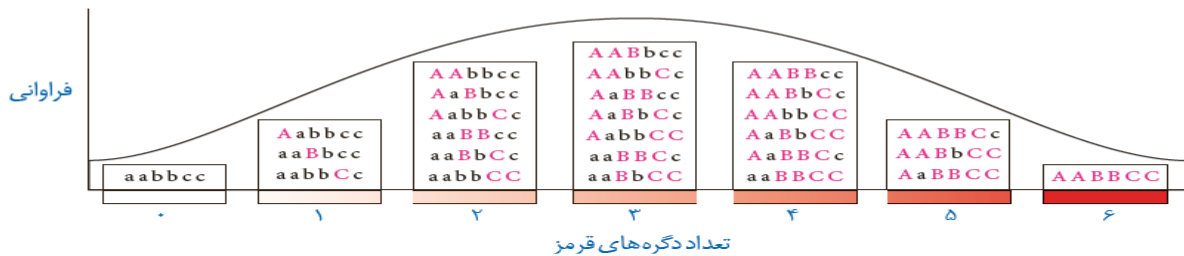
در مقابل، صفاتی هستند که در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد. رنگ نوعی ذرت مثالی از صفات **چندجایگاهی** است. رنگ این ذرت طیفی از سفید تا قرمز است.

صفت رنگ در این نوع ذرت صفتی با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره دارند. برای نشان دادن ژن ها در این سه جایگاه،



از حروف بزرگ و کوچک A، B و C استفاده می کنیم. بر حسب نوع ترکیب دگره ها، رنگ های مختلفی ایجاد می شود. دگره های بارز، رنگ قرمز و دگره های نهفته، رنگ سفید را به وجود می آورند. بنابراین رخ نمودهای دو آستانه طیف، یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژن نمودهای AABBCc و aabbcc را دارند. در رخ نمودهای ناخالص، هر چه تعداد دگره های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ قرمز بیشتر است.

چنان که می بینیم صفات چندجایگاهی رخ نمودهای پیوسته ای دارند. یعنی افراد جمعیت این ذرت، در مجموع طیف پیوسته ای بین سفید و قرمز را به نمایش می گذارند. به همین علت، نمودار توزیع فراوانی این رخ نمودها شبیه زنگوله است.



۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	درجه قرمزی (تعداد دگره قرمز)
۱	۳	۶	۷	۶	۳	۱	تعداد انواع ژنوتیپ

در مورد این صفت ..... نوع ژن نمود قابل تصور بوده که ..... تا از آن ها فراوانترین رخ نمودها را دارا می باشند.

نکته: در هر یک از سلول های دولا د هسته دار انسان، در مورد صفات مستقل از جنس N جایگاهی، ۲N دگره وجود دارد مثلا در مورد صفت تک جایگاهی گروه فونی ABO ..... دگره و در مورد یک صفت چهار جایگاهی ..... دگره، در هر سلول دولا د بدن ما وجود دارد. در ضمن در مورد صفات N جایگاهی وابسته به X در هر یک از سلول های دولا د مردان ..... دگره و زنان ..... دگره وجود دارد.

۴۷- با توجه به این که صفت رنگ در نوعی ذرت، صفتی با سه جایگاه ژنی است و هر جایگاه دو دگره (الل) دارد و دگره های بارز، رنگ قرمز و دگره های نهفته، رنگ سفید را به وجود می آورند و رخ نمود (فنتوتیپ) های دو آستانه ی طیف که قرمز و سفید هستند به ترتیب ژن نمود (ژنوتیپ) های AABbCC و aabbcc را دارند، بنابراین ذرت هایی که از آمیزش دو ذرت با ژن نمود (ژنوتیپ) های AAbbCC و aaBBCC به وجود می آیند، از نظر رنگ به کدام ذرت شباهت بیشتری دارند؟ (۹۸د)

- (۱) aaBbCC (۲) AABbCc (۳) AaBBCC (۴) AABbCC

۴۸- با توجه به صفت چند جایگاهی مربوط به رنگ نوعی ذرت، کدام مورد، از نظر رخ نمود (فنتوتیپ) به ذرتی با ژن نمود (ژنوتیپ) aaBBCC شباهت کمتری دارد؟ (۹۹د)

- (۱) AAbbCc (۲) AABbCC (۳) aaBbCc (۴) Aabbcc

۴۹- با توجه به صفت چند جایگاهی مربوط به رنگ نوعی ذرت، ذرت هایی که از آمیزش دو ذرت با ژن نمود aaBbCC و AaBBCC بوجود می آیند، از نظر رنگ به کدام ذرت شباهت کمتری دارند؟

- (۱) AABbCc (۲) AaBBcc (۳) Aabbcc (۴) AABbCC

۵۰- با توجه به صفت چند جایگاهی مربوط به رنگ نوعی ذرت، ذرت هایی که از آمیزش دو ذرت با ژن نمود AabbCc و AaBBCC بوجود می آیند، از نظر رنگ به کدام ذرت شباهت کمتری دارند؟

- (۱) AaBbCC (۲) AaBBCC (۳) Aabbcc (۴) AABbCC

۵۱- با توجه به صفت چند جایگاهی مربوط به رنگ نوعی ذرت، در کدام آمیزش زیر امکان ایجاد ذرتی با رنگی مشابه فراوان ترین رنگ در جامعه، وجود ندارد؟

(۱)  $AaBBCC$  و  $aaBbCc$

(۲)  $AABbcc$  و  $AAbbCc$

(۳)  $AABBCC$  و  $AaBBCC$

(۴)  $AaBBcc$  و  $AaBbcc$

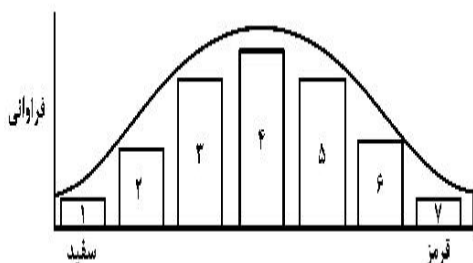
۵۲- با توجه به صفت چند جایگاهی مربوط به رنگ نوعی ذرت در کتاب درسی، ذرت هایی که در هر سه جایگاه ژنی خود دگره نهفته دارند، از لحاظ فنوتیپ نمی توانند با کدام گزینه در یک بخش قرار بگیرند؟

(۱)  $aaBbcc$  (۲)  $AaBBCC$  (۳)  $AAbbcc$  (۴)  $aaBBCC$

۵۳- با توجه به نمودار توزیع فراوانی رنگ ذرت (صفت چند جایگاهی) در کتاب درسی، کدام گزینه در گروهی قرار گرفته که از نظر فراوانی مشابه گروه ژنوتیپ  $AaBbcc$  می باشد؟

(۱)  $AAbbCc$  (۲)  $AABbCC$  (۳)  $aaBbcc$  (۴)  $AaBBCC$

۵۴- با توجه به نمودار توزیع فراوانی رنگ ذرت در کتاب درسی، کدام عبارت نادرست است؟ (د ۱۴۰۰)



(۱) ژن نمود (ژنوتیپ) حاوی همه‌ی انواع دگره (ال)ها در بخش ۴، وجود دارد.

(۲) هر ژن نمود (ژنوتیپ) در بخش ۵، در هر جایگاه ژنی، دگره (ال) بارز دارد.

(۳) هر ژن نمود (ژنوتیپ) در بخش ۶، در یک جایگاه ژنی ناخالص است.

(۴) هر ژن نمود (ژنوتیپ) در بخش ۲، در دو جایگاه ژنی خالص است.

۵۵- کدام مورد، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟ (د ۱۴۰۱)

«صفت رنگ ذرت با سه جایگاه ژنی مورد بررسی قرار گرفته است و هر جایگاه دارای دو دگره (الل) است. برای نشان دادن ژن‌ها در این سه جایگاه از حروف بزرگ و کوچک A, B و C استفاده می کنیم. با توجه به نمودار کتاب درسی، همه ژنوتیپ‌هایی که فقط ..... دارند، ..... هستند.»

(۱) یک جایگاه ژنی خالص غالب - در فاصله یکسانی از ذرت کاملاً قرمز

(۲) دو جایگاه ژنی ناخالص - به ذرت کاملاً سفید نزدیک‌تر از ذرت کاملاً قرمز

(۳) دو جایگاه خالص مغلوب - به ذرت کاملاً قرمز نزدیک‌تر از ذرت کاملاً سفید

(۴) یک جایگاه ژنی خالص غالب و یک جایگاه ژنی مغلوب - در فاصله یکسانی از ذرت کاملاً سفید و ذرت کاملاً قرمز

۵۶- صفت رنگ در نوعی ذرت، صفتی با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره (الل) دارند. با توجه به نمودار توزیع فراوانی رخ نمود (فنوتیپ)ها در کتاب درسی، کدام دو ژن نمود (ژنوتیپ) با فاصله‌ی یکسانی از زاده‌های حاصل از لقاح دو ژن نمود  $AABBcc$  و  $aabbCC$  قرار دارند؟ (مجدد ۴۰۱)

(۱)  $Aabbcc$  و  $AABBCC$

(۲)  $AABbCC$  و  $aabbCC$

(۳)  $aabbcc$  و  $AABBcc$

(۴)  $AABbCC$  و  $aaBbcc$

۵۷- صفت رنگ در نوعی ذرت، دارای سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره (الل) دارد و برای نشان دادن ژن‌ها در این سه جایگاه، از حروف بزرگ و کوچک A, B و C استفاده می کنیم. دگره (الل)های بارز، نشانگر رنگ قرمز و دگره‌های نهفته، رنگ سفید را به وجود می آورند. کدام دو ذرت از نظر رنگ، شباهت بیشتری به یکدیگر دارند؟ (دی ۴۰۱)

(۱) ذرتی که دو جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی نهفته دارد و ذرتی که فقط یک جایگاه ژنی ناخالص و فقط یک جایگاه ژنی نهفته دارد.

(۲) ذرتی که دو جایگاه ژنی ناخالص و یک جایگاه ژنی خالص بارز دارد و ذرتی که دو جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی ناخالص دارد.

(۳) ذرتی که یک جایگاه ژنی خالص بارز و دو جایگاه ژنی ناخالص دارد و ذرتی که یک جایگاه ژنی خالص بارز و دو جایگاه ژنی نهفته دارد.

(۴) ذرتی که دو جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی نهفته دارد و ذرتی که دو جایگاه ژنی ناخالص و یک جایگاه ژنی خالص بارز دارد.

۵۸- با توجه به اینکه صفت رنگ در نوعی ذرت، صفتی با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو دگره (الل) دارد، برای نشان دادن ژن‌ها در این سه جایگاه از حروف بزرگ و کوچک A، B و C استفاده می‌کنیم. نظر به اینکه صفات چندجایگاهی، رخ نمود (فنوتیپ)‌های پیوسته‌ای دارند و نمودار توزیع فراوانی این رخ نمود (فنوتیپ)‌ها شبیه به زنگوله است، کدام مورد، عبارت زیر را به‌طور مناسب کامل می‌کند؟ «همهٔ ذرت‌هایی که فقط ..... دارند، با فاصلهٔ یکسان از ذرت‌هایی قرار دارند که فقط دارای ..... هستند.» (د ۴۰۲)

(۱) دو جایگاه ژنی خالص - سه جایگاه ژنی ناخالص

(۲) یک جایگاه ژنی ناخالص - دو جایگاه ژنی ناخالص

(۳) دو جایگاه ژنی ناخالص - یک جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی نهفته

(۴) سه جایگاه ژنی خالص - دو جایگاه ژنی خالص بارز و یک جایگاه ژنی ناخالص

## اثر محیط

گاهی برای بروز یک رخ نمود تنها وجود ژن کافی نیست. برای مثال در گیاهان، ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن، به نور هم نیاز دارد. محیط انسان، شامل عوامل متعددی است. تغذیه و ورزش عواملی محیطی اند که می‌توانند بر ظهور رخ نمود اثر بگذارند. به عنوان مثال، قد انسان به تغذیه و ورزش هم بستگی دارد. بنابراین نمی‌توان تنها از روی ژن‌ها، علت اندازه قد یک نفر را توضیح داد.

## مهاری بیماری‌های ژنتیک

گرچه نمی‌توان بیماری‌های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد معدود) اما گاهی می‌توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری‌های ژنی را مهار کرد. مثال این موضوع، بیماری فنیل کتونوری (PKU) است. در این بیماری آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می‌تواند تجزیه کند وجود ندارد. تجمع فنیل آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می‌شود. در این بیماری، مغز آسیب می‌بیند. خوشبختانه می‌توان از بروز این بیماری جلوگیری کرد. اما چگونه؟ علت این بیماری، تغذیه از پروتئین‌های حاوی فنیل آلانین است. پس با تغذیه نکردن از خوراکی‌هایی که فنیل آلانین دارند، می‌توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.

فنیل کتونوری یک بیماری نهفته است. وقتی نوزاد متولد می‌شود، علائم آشکاری ندارد. در عین حال، تغذیه نوزاد مبتلا به فنیل کتونوری با شیر مادر (که حاوی فنیل آلانین است) به آسیب یاخته‌های مغزی او می‌انجامد. به همین علت، نوزادان را در بدو تولد از نظر ابتلای احتمالی به این بیماری، با انجام آزمایش خون بررسی می‌کنند. در صورت ابتلا، نوزاد با شیرخشک‌هایی که فاقد فنیل آلانین است تغذیه می‌شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم‌های بدون (یا کم) فنیل آلانین استفاده می‌شود.



شکل ۱۰-۱ خون‌گیری از نوزاد برای انجام آزمایش‌های بدو تولد

۵۹- چند مورد از موارد زیر در رابطه با بیماری فنیل کتونوری صحیح می باشد؟

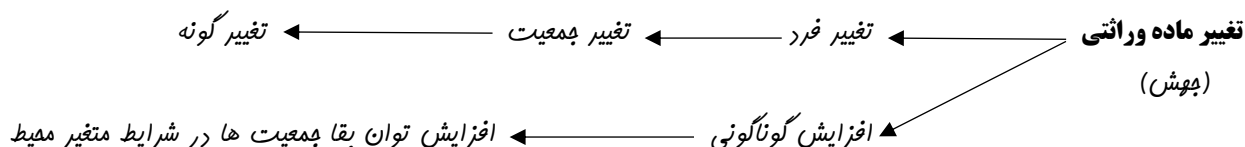
- برای جلوگیری از بروز اثرات این بیماری از شیرخشک های دارای نوعی آنزیم تجزیه کننده استفاده می شود.
- کاهش نوعی آنزیم در افراد مبتلا، سبب ایجاد ترکیبات خطرناک و آسیب های مغزی می شود.
- در خون نوزاد مبتلا، در آزمایش های بدو تولد، نوعی آمینواسید بیش از حد معمول می باشد.
- کاهش نوعی آمینواسید در سلول های مغزی سبب آسیب دیدگی آنها می شود.

## فصل ۴ - تغییر در اطلاعات وراثتی

پایداری اطلاعات در سامانه های زنده، یکی از ویژگی های ماده وراثتی است اما در عین حال، ماده وراثتی به طور محدود تغییر پذیر است.

(ویژگی های ماده وراثتی؛ .....)

این تغییرپذیری **باعث ایجاد گوناگونی** می شود و چنان که خواهیم دید **توان بقای جمعیت ها** را در شرایط متغیر محیط افزایش می دهد و **زمینه تغییر گونه ها** را فراهم می کند. در این فصل با انواع تغییرات ماده وراثتی و اثرات آن بر فرد، جمعیت و گونه آشنا خواهیم شد.

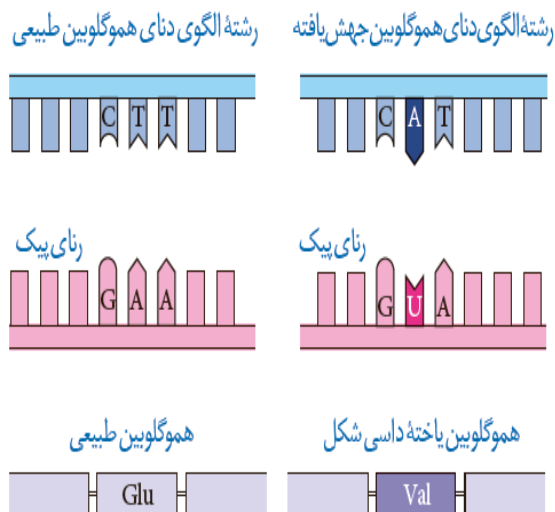


### ۱- تغییر در ماده وراثتی جانداران (فرد)

تغییرپذیری ماده وراثتی پیامدهای مختلفی دارد. تغییر، ممکن است **خنثی یا مضر یا مفید** باشد. تغییر در ماده وراثتی چگونه رخ می دهد و چه چیزی پیامد آن را تعیین می کند؟ در ادامه به این سؤالات پاسخ خواهیم داد.

#### جهش

در فصل ۲ با کم خونی ناشی از گویچه های قرمز داسی شکل آشنا شدیم و دیدیم که علت این بیماری، تغییر شکل در مولکول های هموگلوبین است. دانشمندان با مقایسه آمینواسیدهای هموگلوبین های سالم و تغییر شکل یافته، دریافتند که این دو هموگلوبین فقط در **ششمین آمینو اسید از زنجیره بتا** متفاوت اند. مقایسه ژن های زنجیره بتای هموگلوبین در بیماران و افراد سالم نشان می دهد که در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، **نوکلئوتید A به جای T** قرار گرفته است. شگفتا که تغییر در یک نوکلئوتید از میلیون ها نوکلئوتید انسان، می تواند پیامدی این چنین وخیم را به دنبال داشته باشد. تغییر **ماندگار** در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی را جهش می نامند.



کم خونی داسی شکل	طبیعی	
		رمز ششمین آمینواسید در رشته الکو ژن زنجیره بتای هموگلوبین
		مکمل آن در رشته رمز گذار ژن زنجیره بتای هموگلوبین
		رمز ششمین آمینواسید در رنای پیک ژن زنجیره بتای هموگلوبین
		ششمین آمینو اسید زنجیره های بتای هموگلوبین



۱- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( در بیماری کم خونی داسی شکل نسبت به افراد طبیعی ..... تغییر یافته است.))

- ساختار اول پروتئین هموگلوبین
- نوکلئوتید سوم ششمین رمزه از رنای پیک حاصل از رونویسی ژن بتای هموگلوبین
- ساختار چهارم پروتئین هموگلوبین
- ششمین آمینواسید وارد شده به جایگاه A رناتن در ترجمه رنای پیک حاصل از ژن بتای هموگلوبین
- ششمین رنای ناقل شرکت کننده در ترجمه رنای پیک حاصل از ژن بتای هموگلوبین
- یک نوکلئوتید از ژن سازنده زنجیره بتای هموگلوبین
- در رشته رمز گذار ژن سازنده بتای هموگلوبین، یک باز تک حلقه ای به یک باز دو حلقه ای
- یک آمینواسید در هر پروتئین هموگلوبین
- افزایش تفاوت توالی بازهای رنای پیک و رشته رمز گذار ژن بتای هموگلوبین
- هفدهمین نوکلئوتید رنای پیک حاصل از رونویسی ژن بتای هموگلوبین

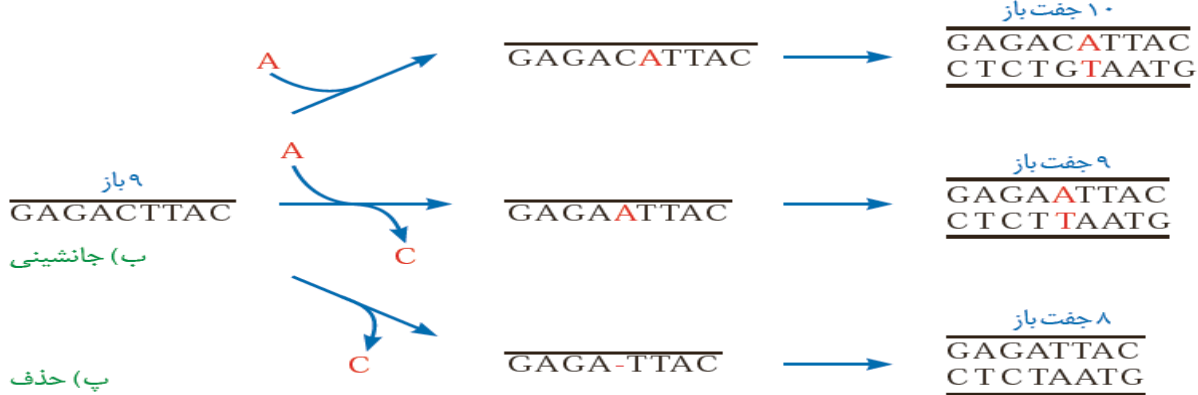
## انواع جهش

در مثال بالا دیدیم که جهش در یک نوکلئوتید رخ داده است، اما جهش می تواند در اندازه بسیار وسیع تری هم رخ دهد. گاهی جهش آن قدر وسیع است که حتی **ساختار یا تعداد فام تن** را تغییر می دهد. بر همین اساس، جهش ها را به دو گروه **کوچک و بزرگ** تقسیم می کنند.

### جهش های کوچک:

این جهش ها **یک یا چند نوکلئوتید** را در بر می گیرند. انواع جهش های کوچک در شکل زیر نشان داده شده اند. (.....)

الف) اضافه



مثال یاخته های داسی شکل، نمونه ای از **جهش کوچک** است. در اینجا یک نوکلئوتید، جانشین نوکلئوتید دیگری شده است. این نوع جهش را **جانشینی** می نامند. از آن جایی که این جهش سبب تغییر در نوع آمینواسید در زنجیره پلی پپتیدی شده است؛ این نوع جهش جانشینی را، **جهش دگر معنا** می نامند. به علت وجود رابطه مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته DNA، نوکلئوتید مقابل آن را در رشته دیگر (*رشته مکمل*) تغییر می دهد به همین علت، جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در **یک جفت نوکلئوتید** منجر می شود. نباید تصور کرد که جهش جانشینی همیشه باعث تغییر در توالی آمینواسیدها می شود. زیرا گاهی جهش، رمز یک آمینواسید را به رمز دیگری برای همان آمینواسید تبدیل می کند. این نوع جهش تأثیری بر توالی آمینواسیدها نخواهد گذاشت. چنین جهشی را **جهش خاموش** می نامند. این امکان وجود دارد که جهش جانشینی رمز یک آمینواسید را به رمز پایان ترجمه تبدیل کند که در این صورت پلی پپتید حاصل از آن، کوتاه خواهد شد به این جهش، **جهش بی معنا** می گویند.

**اگر یک جهش کوچک جانشینی در بخش های قابل ترجمه ژن سنتز کننده یک رشته پلی پپتیدی رخ دهد:**

اگر جهش جانشینی سبب تغییر رمزه پایان به رمزه غیر پایان شود، طول رشته پپتیدی حاصله ..... می یابد.

اگر جهش جانشینی سبب تبدیل رمزه ای به رمزه پایان شود، طول رشته پپتیدی حاصله ..... می یابد.

اگر جهش جانشینی سبب تبدیل رمزه ای به رمزه AUG شود، طول رشته پپتیدی حاصله .....

اگر جهش جانشینی سبب تغییر رمزه آغاز شود، طول رشته پپتیدی حاصله .....

به جز موارد بالا اگر جهش جانشینی سبب تغییر رمزه ای به رمزه ای دیگر شود، طول رشته پپتیدی حاصله .....

جهش های اضافه و حذف، انواع دیگر جهش های کوچک اند. در این جهش ها به ترتیب یک یا چند نوکلئوتید اضافه یا حذف می شود. می دانیم که رمز دنا به صورت دسته های سه تایی از نوکلئوتیدها خوانده می شود. اگر نوکلئوتیدی اضافه یا حذف شود ممکن است پیامد وخیمی داشته باشد. برای درک بهتر موضوع، به این مثال توجه کنید. جمله «این سیب سرخ است» را که با کلمات سه حرفی نوشته شده است، به صورت زیر در نظر بگیرید:

ای ن / اس ی ب / اس ر خ / اس ت

اگر یک حرف به جایی درون این جمله اضافه شود چگونه خوانده می شود؟ قرار است این جمله را همچنان به صورت کلمات سه حرفی بخوانیم:

ای ن / اس ی ب / اس ر / اس ت

می بینیم که جمله معنای خود را از دست می دهد. جهش های از نوع اضافه و حذف را که باعث چنین تغییری در خواندن می شوند، **جهش تغییر چارچوب خواندن** می نامند. البته جهش های اضافه و حذف الزاما به تغییر چارچوب خواندن نمی انجامند. (به طور کلی اگر تکرار نوکلئوتیدهای هزف یا اضافه شده مضرب ۳ نباشد ..... و اگر تکرار نوکلئوتیدهای هزف یا اضافه شده مضرب ۳ باشد .....

**در شکل زیر ، تأثیر جهش بر توالی یک پروتئین فرضی نشان داده شده است.**

نوع طبیعی	
دنا TACTTCAAACCGATT ATGAAGTTTGGCTAA	رئای پیک AUGAAGUUUGGCUAA پروتئین Met Lys Phe Gly پایان
<b>جانشینی</b>	<b>حذف یا اضافه جفت نوکلئوتید</b>
T به جای C TACTTCAAATCGATT ATGAAGTTTGGCTAA A به جای G AUGAAGUUUAGCUAA پروتئین Met Lys Phe Ser پایان دگر معنا (تغییر در آمینو اسید)	A اضافه TACATTCAAACCGATT ATGTAAGTTTGGCTAA U اضافه AUGAAGUUUGGCUAA پروتئین Met پایان تغییر چارچوب
A به جای G TACTTCAAACCAATT ATGAAGTTTGGTTAA U به جای C AUGAAGUUUGGUUAA پروتئین Met Lys Phe Gly پایان خاموش (بدون تغییر در توالی آمینو اسیدها)	A حذف TACTTCAACCGATT ATGAAGTTTGGCTAA U حذف AUGAAGUUUGGCUAA*** پروتئین Met Lys Leu Ala*** تغییر چارچوب
A به جای T TACATCAAACCGATT ATGTAGTTTGGCTAA U به جای A AUGAAGUUUGGCUAA پروتئین Met پایان بی معنا (ایجاد رمز پایان)	TTC حذف TACAAACCGATT ATGTTTGGCTAA AAG حذف AUGUUUGGCUAA پروتئین Met Phe Gly پایان جهش تغییر چارچوب خواندن رخ نمی دهد اما یک آمینو اسید حذف شده است.

۲- با توجه به توالی رشته الگو ژن سازنده رشته پلی پپتیدی فرضی زیر معین کنید؟

TACTTCAAACCGATT

- تعداد آمینو اسید ها رشته پلی پپتیدی حاصله
- تعداد پیوند های پپتیدی رشته پلی پپتیدی حاصله
- اگر در دهمین نوکلئوتید T به جای C جانشین شود
- اگر در چهارمین نوکلئوتید A به جای T جانشین شود
- اگر در دوازدهمین نوکلئوتید A به جای G جانشین شود
- اگر نهمین نوکلئوتید حذف شود
- اگر نوکلئوتیدهای چهارم-پنجم-ششم حذف شوند
- اگر بین نوکلئوتیدهای سوم و چهارم نوکلئوتید A دار اضافه شود

۳- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( با توجه به رشته الگو ژن پروتئین فرضی زیر، اگر به دنبال جهش، نوکلئوتید سوم رمز .....، لزوماً ..... ))

GCTGTACATGTAGATGAAAATCGTCG

- (۱) چهارمین آمینواسید، نوکلئوتید C به جای G قرار بگیرد - جهش خاموش رخ می دهد.
- (۲) دومین آمینواسید، حذف شود - با تغییر چارچوب طول پروتئین حاصل افزایش می یابد.
- (۳) سومین آمینواسید، نوکلئوتید C به جای G قرار بگیرد - جهش دگر معنا رخ می دهد.
- (۴) چهارمین آمینواسید، حذف شود - با تغییر چارچوب طول پروتئین حاصل کاهش می یابد.

۴- اگر توالی بخشی از رشته رمزگذار ژن زنجیره بتای هموگلوبین در فرد مبتلا به بیماری گویچه های قرمز داسی شکل (در شرایط معمولی) به صورت ACTCCTGTAGAG باشد. توالی رشته الگو در یک فرد کاملاً سالم کدام است؟ (تیر ۴۰۳)

ACTCCTGAAGAG (۲)

ACUCCUCUGUAGAG (۱)

TGAGGACTTCTC (۴)

TGAGGACATCTC (۳)

۵- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ (د ۹۲)

(( هر جهش ..... ، ..... است. ))

- (۱) کوچک، نوعی جهش جانشینی
- (۲) کوچک، بر بیان ژن تاثیر گذار
- (۳) جانشینی، بر مولکول حاصل از رونویسی بی تاثیر
- (۴) تغییر چارچوب، نوعی جهش کوچک

۶- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

(( بروز هر جهش کوچک در یک ژن، همواره تغییری در ..... ایجاد می کند. ))

- (۱) ترتیب آمینواسیدها  
 (۲) تعداد منومرهای RNA  
 (۳) طول مولکول های حاصل از ترجمه  
 (۴) مولکولهای حاصل از رونویسی

۷- در ژن پروتئین ساز باکتری مولد ذات الریه، جهش کوچک از نوع ب روی داده است. در این باکتری، ممکن است تغییری

در کدام مورد ایجاد شود؟ (خ ۹۴)

- (۱) چارچوب خواندن رمزها  
 (۲) اندازه توالی افزاینده  
 (۳) اندازه عامل انتقال یافته در آزمایش گریفیت  
 (۴) اندازه رونوشت ژن

۸- کدام گزینه به طور صحیح مطرح شده است؟

- (۱) جهش حذف و اضافه در یک ژن همواره سبب تغییر در ساختار پروتئین حاصله می شود.  
 (۲) جهش جانشینی در یک ژن ممکن نیست تغییری در طول RNA حاصله ایجاد کند.  
 (۳) جهش حذف و اضافه در یک ژن همواره سبب تغییر طول RNA حاصله می شود.  
 (۴) حذف یک نوکلئوتید از یک ژن همواره سبب تغییر چارچوب خواندن در ترجمه می شود.

۹- کدام گزینه صحیح است؟ (د ۱۴۰۰)

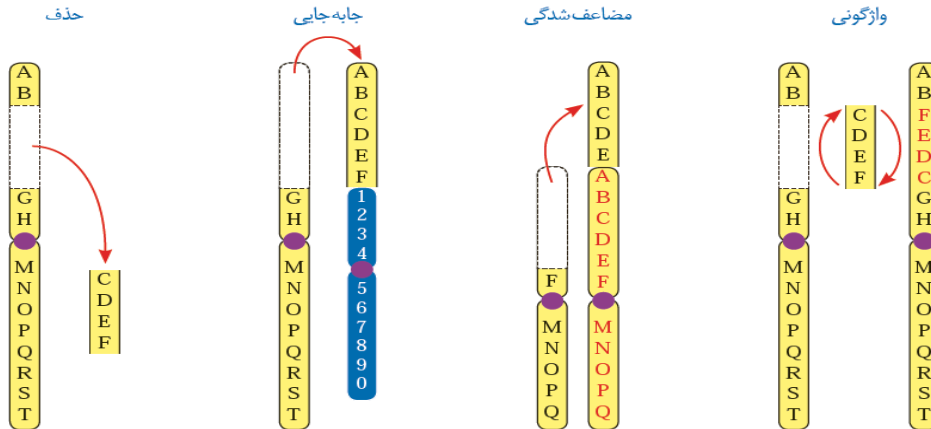
- (۱) جهش دگر معنا برخلاف جهش حذف، به تغییر در پلی پپتید ساخته شده می انجامد.  
 (۲) جهش حذف برخلاف جهش بی معنا، به تغییر محصول حاصل از رونویسی می انجامد.  
 (۳) جهش خاموش همانند جهش بی معنا، باعث عدم تغییر رمز یک نوع آمینواسید می شود.  
 (۴) جهش دگر معنا همانند جهش خاموش، به عدم تغییر تعداد نوکلئوتیدهای یک ژن می انجامد.

۱۰- کدام عبارت درست است؟ (خ ۱۴۰۰)

- (۱) جهش دگر معنا برخلاف جهش بی معنا، به تغییر محصول حاصل از رونویسی می انجامد.  
 (۲) جهش دگر معنا همانند جهش خاموش، به تغییر تعداد نوکلئوتیدهای ژن می انجامد.  
 (۳) جهش حذف همانند جهش بی معنا، به تغییر پلی پپتید ساخته شده می انجامد.  
 (۴) جهش خاموش برخلاف جهش حذف، منجر به تغییر در نوع آمینو اسید می شود.

## جهش های بزرگ (ناهنجاری های فام تنی):

جهش ممکن است در مقیاس وسیع تری رخ دهد تا جایی که به ناهنجاری های فام تنی منجر شود. زیست شناسان با مشاهده کاریوتیپ می توانند از وجود چنین ناهنجاری هایی آگاه شوند. در سال گذشته با نشانگان داون آشنا شدید. می دانید که مبتلایان به این بیماری یک فام تن ۲۱ اضافی دارند. تغییر در تعداد فام تن ها را **ناهنجاری عددی** در فام تن ها می نامند. نوع دیگری از ناهنجاری فام تنی، **ناهنجاری ساختاری** است. انواع این جهش ها در شکل زیر نشان داده شده اند.



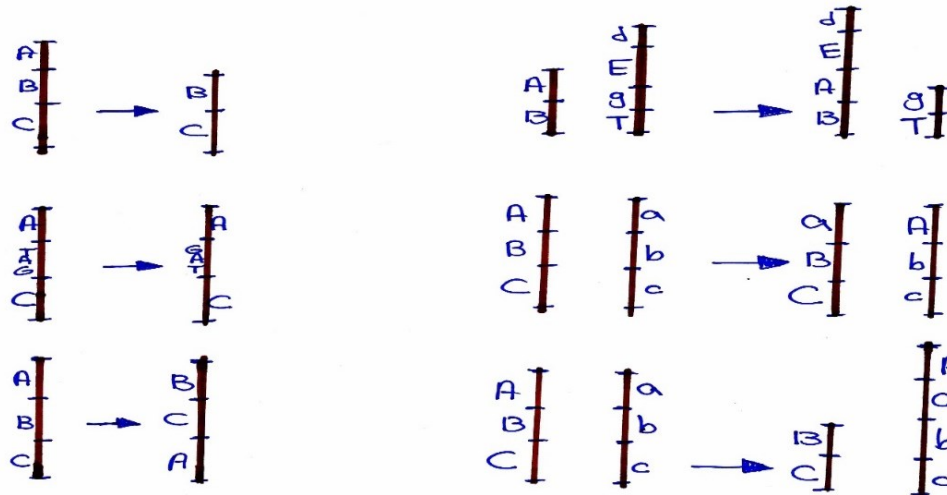
همان طور که در شکل می بینید، ممکن است قسمتی از فام تن از دست برود که به آن **حذف** می گویند. جهش های فام تنی حذفی غالباً باعث مرگ می شوند.

**جابہ جایی**، نوع دیگری از ناهنجاری فام تنی است که در آن قسمتی از یک فام تن به فام تن غیرهمتا یا حتی بخش دیگری از همان فام تن منتقل می شود.

اگر قسمتی از یک فام تن به فام تن همتا جابه جا شود، آن گاه در فام تن همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می شود. به این جهش، **مضاعف شدگی** می گویند.

نوع دیگری از ناهنجاری های فام تنی، **واژگونی** است که در آن جهت قرارگیری قسمتی از یک فام تن در جای خود معکوس می شود.

۱۱- معین کنید هر یک از موارد زیر نشان دهنده کدام نوع از جهش های فام تنی می باشند؟



نکته: تبادل دوطرفه قطعه بین کروموزوم های همتا



البته این نوع تقسیم بندی کتاب در جوش های کوچک مشروط به این است که جوش در بخش های قابل ترجمه ژن های پروتئین ها رخ دهد

۱۲- چند مورد، در ارتباط با انسان صحیح است؟ (خ ۹۹)

- عملکرد هر آنزیم، تحت تأثیر جهش دستخوش تغییر می گردد.
- نوعی جهش می تواند هر دو فام تن (کروموزوم) همتا را تحت تأثیر قرار دهد.
- در پی وقوع نوعی جهش در رمزه (کدون) پایان، بر طول فرآورده ژن افزوده می شود.
- در هر جهش کوچک، همواره نوکلئوتید یا نوکلئوتیدهایی اضافه، حذف و جانشین می گردد.

۱۳- کدام عبارت، در ارتباط با ناهنجاری های فام تنی (کروموزومی) در سطح وسیع و از نوع مضاعف شدگی،

نادرست است؟ (خ ۹۸)

- (۱) از طریق کاریوتیپ قابل مشاهده و شناسایی است.
- (۲) در پی وقوع بعضی جهش های جا به جایی رخ می دهد.
- (۳) باعث تغییر در تعداد فام تن های (کروموزوم های) یاخته می شود.
- (۴) می تواند منجر به تشکیل یاخته های جنسی غیرطبیعی گردد.

۱۴- چند مورد، در ارتباط با جهش‌های کوچکی که در توالی‌های غیرتنظیمی ژن پروکاریوت‌ها رخ می‌دهد، درست است؟ (تیر ۴۰۳)

الف: هر جهشی که بر طول پلی‌پپتید می‌افزاید، به طور حتم نوعی جهش اضافه محسوب می‌شود.

ب: جهشی که از طول پلی‌پپتید می‌کاهد، ممکن است نوعی جهش جابه‌جایی باشد.

ج: هر جهشی که باعث ایجاد تغییر در آمینواسید پلی‌پپتید می‌شود، به طور حتم پیامد وخیمی دارد.

د: جهشی که بر توالی آمینواسیدهای پلی‌پپتید بی‌تأثیر است، ممکن است نوعی جهش جانشینی محسوب شود.

۱۵- چند مورد از موارد زیر صحیح می‌باشد؟

- در جهش جابجایی همانند واژگونی ممکن است اندازه هیچ فام‌تنی تغییر نکند.
- در کراسینگ‌اور همانند پلی‌پلوئیدی شدن، نوعی ناهنجاری در تقسیم سلولی رخ داده است.
- جهش مضاعف‌شدگی در سلول اووسیت اولیه انسان، سبب تغییر دو فام‌تن در تخمک حاصل از آن می‌شود.
- جهش فام‌تنی حذف و واژگونی ممکن است توسط کاریوتیپ قابل تشخیص باشند.

۱۶- مطابق با اطلاعات کتاب درسی، چند مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (د ۱۴۰۱)

«در انسان، آن دسته از تغییرات بزرگ ساختاری در ماده ژنتیکی که .....»

- فقط در یک فام‌تن (کروموزوم) رخ می‌دهد، ممکن است بر تغییر محل سانترومر آن فام‌تن بی‌تأثیر باشد.
- مضاعف‌شدگی نامیده می‌شود، به طور حتم، در پی وقوع دو نوع ناهنجاری فام‌تنی (کروموزومی) رخ می‌دهد.
- فقط در بین فام‌تن (کروموزوم)‌های همتا ایجاد می‌شود، ممکن است ترکیب دگره‌ای (اللی) آن فام‌تن‌ها را تغییر دهد.
- بر تغییر طول یک فام‌تن مؤثر است، به طور حتم، در فام‌تن همتا یا فام‌تن غیرهمتای آن، تغییر ساختاری ایجاد می‌کند.

۱۷- کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (خ ۱۴۰۱)

«مطابق با کتاب درسی، در انسان، آن دسته از تغییرات بزرگ ساختاری در ماده ژنتیکی که ..... به طور حتم .....»

- ۱) بر تغییر طول یک فام‌تن (کروموزوم) مؤثر است - در فام‌تن همتا یا فام‌تن غیرهمتای آن، تغییر ساختاری ایجاد می‌کند.
- ۲) فقط در بین فام‌تن (کروموزوم)‌های همتا ایجاد می‌شود - ترکیب دگره‌ای (اللی) آن فام‌تن‌ها را تغییر می‌دهد.
- ۳) مضاعف‌شدگی نامیده می‌شود - در پی وقوع دو نوع ناهنجاری فام‌تنی (کروموزومی) رخ می‌دهد.
- ۴) فقط در یک فام‌تن (کروموزوم) رخ می‌دهد - بر تغییر محل سانترومر آن فام‌تن بی‌تأثیر باشد.

۱۸- با توجه به ناهنجاری‌های فام‌تنی مطرح شده در کتاب درسی که بر روی فام‌تن‌های مضاعف‌نشده و طبیعی رخ می‌دهد،

کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر، نامناسب است؟ (د ۴۰۲)

«پیامد هر نوع ناهنجاری فام‌تنی (کروموزومی) که ..... ممکن است فام‌تنی باشد که

.....»

۱) می‌تواند در نتیجه وقوع دو شکست در طول فام‌تن ایجاد شود - طول کوتاهی دارد

۲) می‌تواند در نتیجه وقوع یک شکست در طول فام‌تن ایجاد شود - دارای یک سانترومر است

۳) بر مقدار ماده ژنتیکی فام‌تن بی‌تأثیر است - موقعیت سانترومری متفاوتی دارد

۴) بر مقدار ماده ژنتیکی فام‌تن تأثیرگذار است - دارای یک سانترومر است

۱۹- با توجه به نمونه‌های مطرح شده در کتاب درسی، چند مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟  
 «هر تغییر ساختاری در ماده ژنتیکی که ..... را تحت تأثیر قرار می‌دهد، در تشکیل فام‌تنی (کروموزومی) نقش دارد که نسبت به حالت اولیه خود ..... است.» (اردیبهشت ۴۰۳)

الف) فقط یک فام‌تن (کروموزوم) - فاقد بعضی از ژن‌ها

ب) فام‌تن (کروموزوم)های غیرهمتا - دارای طول متفاوتی

ج) فام‌تن (کروموزوم)های همتا - دارای دو نسخه از بعضی ژن‌ها

د) فقط یک فام‌تن (کروموزوم) - از نظر موقعیت سانترومر متفاوت

۲۰- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل نمی‌کند؟

«نوعی ناهنجاری بزرگ ساختاری، سبب تغییر فام‌تن شماره ۱ موجود در اسپرم فردی شده است، اگر .....، به طور حتم، .....»

- این فام‌تن دارای ژن‌های **D** و **d** باشد - در سلول سازنده دو نوع ناهنجاری فام‌تنی رخ داده است.
- اندازه این فام‌تن تغییر نکرده باشد - توسط کاریوتیپ سلول تخم حاصل از آن قابل تشخیص نمی‌باشد.
- این فام‌تن دارای ژن‌های **I<sup>A</sup>** یا **I<sup>B</sup>** باشد - در سلول سازنده ناهنجاری فام‌تنی جابه‌جایی رخ داده است.
- تغییر این فام‌تن توسط کاریوتیپ سلول تخم حاصل از آن قابل تشخیص باشد - در سلول سازنده ناهنجاری فام‌تنی حذف رخ داده است.

## پیامدهای جهش

تأثیر جهش به عوامل مختلفی بستگی دارد. یکی از این عوامل، **محل وقوع جهش در ژنگان (ژنوم) است**. ژنگان به کل محتوای ماده وراثتی گفته می‌شود و برابر است با مجموع محتوای ماده وراثتی هسته ای و سیتوپلاسمی. طبق قرارداد، ژنگان هسته ای را معادل مجموعه ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع فام‌تن‌ها در نظر می‌گیرند. ژنگان هسته ای انسان شامل ۲۲ فام‌تن غیرجنسی و فام‌تن جنسی **X** و **Y** است. دمای راکیزه، ژنگان سیتوپلاسمی را در ژنگان انسان تشکیل می‌دهد.

۲۱- با استفاده از کدامیک از سلولهای زیر می‌توان ژنوم انسان را به طور کامل به دست آورد؟

- ۱) اسپرم      ۲) سلول زاینده اسپرم      ۳) تخمک      ۴) سلول زاینده تخمک

ژن‌ها فقط بخشی از ژنگان اند. ممکن است جهش در **توالی‌های بین ژنی** رخ دهد. در این صورت بر توالی محصول ژن، اثری نخواهد گذاشت. اگر جهش درون ژن رخ دهد، آن گاه پیامدهای آن مختلف خواهد بود. آنزیمی را در نظر بگیرید که در ژن آن جهش جاننشینی رخ داده و رمز یک آمینواسید را به آمینواسید دیگری تبدیل کرده است. آیا این جهش باعث تغییر در عملکرد آنزیم خواهد شد؟

پاسخ این سؤال به محل وقوع تغییر در آنزیم بستگی دارد. اگر جهش باعث تغییر در **جایگاه فعال آنزیم** شود، آن گاه احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است. اما اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ دهد، به طوری که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است.



گاهی جهش در یکی از توالی های تنظیمی رخ می دهد، مثلاً در راه انداز یا افزاینده. این جهش بر توالی پروتئین اثری نخواهد داشت بلکه بر مقدار آن تأثیر می گذارد. جهش در راه انداز، ممکن است آن را به راه اندازی قوی تر یا ضعیف تر تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از ژن، محصول آن را نیز بیشتر یا کمتر کند.

**در ژن:** برون تغییر در سافتار و عملگر موصول یا

با تغییر در سافتار و عملگر موصول یا

با تغییر در سافتار و برون تغییر در عملگر موصول (مثلاً برون تغییر هایگاه فعال آنزیم)

**در توالی های بین ژنی:** برون تغییر در سافتار و عملگر موصول

مثلاً در توالی های تنظیمی: با تغییر مقدار موصول (مثلاً تبدیل راه انداز ضعیف به قوی)

اثر جهش در ژنوم

۲۲- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- هر نوع جهش بزرگ و کوچک توسط کاریوتیپ قابل تشخیص می باشد.
- ژنگان انسان فقط شامل همه ژن های هسته ای و سیتوپلاسمی می باشد.
- هر سلول هسته دار یک زن، نیمی از ژنگان خود را از مادر و نیمی را از پدر دریافت کرده است.
- هر نوع جهش جانیشینی دگر معنا در ژن سازنده یک پروتئین سبب تغییر عملکرد آن می شود.
- جهش در توالی های بین ژنی بر توالی محصول ژن، اثری نخواهد گذاشت.
- در ژنگان هسته ای افراد مبتلا به داون، سه نسخه از کروموزوم ۲۱ وجود خواهد داشت.

۲۳- چند مورد از موارد زیر می تواند از پیامدهای وقوع جهش کوچک در ژن هورمون اریتروپویتین در سلول های

درون ریز کلیه باشد؟

- افزایش مقدار تولید اریتروپویتین با تبدیل راه انداز ضعیف به راه انداز قوی
- تغییر ساختار هورمون اریتروپویتین بدون تغییر عملکرد آن
- تغییر در توالی RNA حاصل از رونویسی آن بدون تغییر در ساختار اریتروپویتین
- عدم ساخت اریتروپویتین در سلول جهش یافته

۲۴- کدام گزینه عبارت زیر را به طور مناسب تکمیل می کند؟ (مجدد ۴۰۱)

« در یوکاریوت ها وقوع هرگونه جهش در..... ، بر..... تأثیر خواهد گذاشت.»

(۱) تعداد نوکلئوتیدهای ژن، سطوح مختلف ساختاری پروتئینها

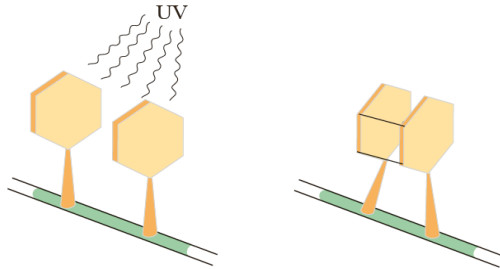
(۲) کدون (رمزه) پایان، طول پلی پپتید ساخته شده

(۳) توالی تنظیمی ژن، چارچوب خواندن ژن

(۴) توالی بین ژنی، توالی محصول ژن

## علت جهش

گرچه سازوکارهای دقیقی برای اطمینان از صحت همانندسازی دنا وجود دارد اما با وجود این ها، گاهی در همانندسازی خطاهایی رخ می دهد که باعث جهش می شوند. جهش، تحت اثر عوامل جهش زا هم رخ می دهد. عوامل جهش زا را می توان به دو دسته **فیزیکی و شیمیایی** تقسیم کرد.



پرتوی فرابنفش یکی از عوامل جهش زای فیزیکی است. این پرتو، که در نور خورشید وجود دارد، باعث تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم در دنا می شود که به آن **دوپار تیمین (دیمر تیمین)** می گویند. دوپار تیمین با اختلال در عملکرد **آنزیم دنا بسپاراز**، همانندسازی دنا را با مشکل مواجه می کند. از مواد شیمیایی جهش زا می توان به **بنزوپیرن**

اشاره کرد که در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد می کند که به سرطان منجر می شود.

جهش ارثی یا اکتسابی است. جهش ارثی از یک یا هر دو والد به فرزند می رسد. این جهش در **گامت ها** وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می کنند. در این صورت همه یاخته های حاصل از آن تخم، دارای آن جهش اند.

جهش اکتسابی از محیط کسب می شود. مثلاً سیگار کشیدن می تواند باعث ایجاد جهش در یاخته های **دستگاه تنفس** شود.

سبک زندگی و تغذیه سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند. ورزش و وزن مناسب، از عوامل مهم در حفظ

سلامت اند. در سال های قبل دیدید که غذاهای گیاهی که پاد اکسنده و الیاف دارند در پیشگیری از سرطان مؤثرند.

(ترکیبات رنگی در واکوئول مثل ..... و در کروموپلاست مثل ..... پاراکسنده (آنتی اکسیران) اند و ترکیبات .....

در ساقتهن داروهای فندسرطان به کار می روند.) در عین حال، شیوه فرآوری و پخت غذا بر سلامت آن اثر می گذارد. تحقیقات

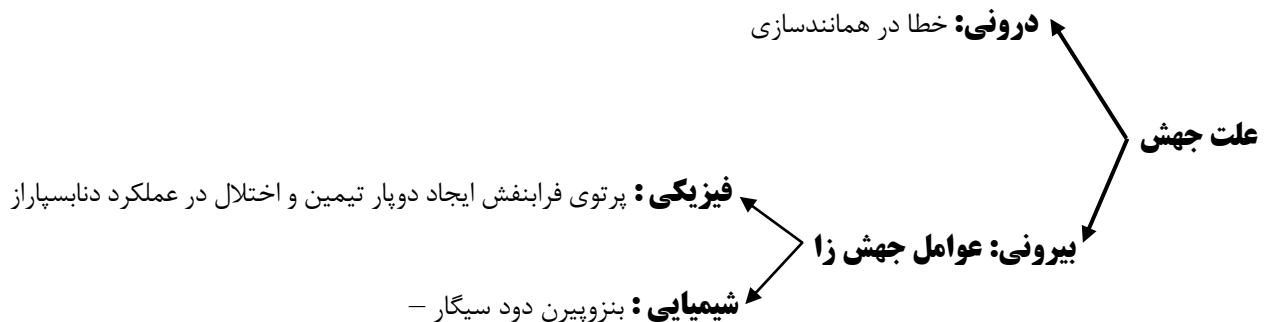
نشان داده است در مناطقی که مصرف غذاهای نمک سود یا دودی شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری دارد. همچنین،

ارتباط بعضی از سرطان ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است. گزارش های متعددی در

دست است که نشان می دهد ترکیبات نیتريت دار مانند سدیم نیتريت، که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس

و کالباس به آنها اضافه می شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می شوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان زایی دارند. بنابراین

مصرف زیاد چنین موادغذایی از عوامل ایجاد سرطان است.



غذاهای نمک سود یا دودی شده - غذاهای کباب شده یا سرخ شده - ترکیبات نیتريت دار در محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس

۲۵- کدام گزینه در رابطه با جهش به طور صحیح مطرح شده است؟

- ۱) خطا در همانندسازی می تواند سبب تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم شود.
- ۲) ترکیبات نیتريت دار در بدن به طور مستقیم سبب تغییرات ژنتیکی و سرطان زایی می شوند.
- ۳) ایجاد دوپار تیمین در ساختار دنا بسپاراز، همانندسازی را با مشکل مواجه می کند.
- ۴) جهش در سلول های پیکری می تواند به سلولهای نسل بعد آن ها منتقل شود.

۲۶- کدام مورد یا موارد زیر، در خصوص ساختار دوپار (دیمر) تیمین درست است؟ (تیر ۴۰۳)

- الف: بر عملکرد دنا بسپاراز به هنگام همانندسازی تأثیر می گذارد.
- ب: پیوندی دارد که میان تیمین های دو رشته پلی نوکلئوتیدی برقرار می شود.
- ج: مانند سدیم نیتريت، در بدن به ترکیبی تبدیل می شود که قابلیت سرطان زایی دارد.
- د: حاصل پیوندهایی است که در نزدیکی توالی قند - فسفات شکل می گیرد.
- ۱) «الف»، «ب»، «ج» و «د»
  - ۲) «ب»، «ج» و «د»
  - ۳) «الف» و «د»
  - ۴) «الف»

## ۲- تغییر در جمعیت ها

بعد از کشف پادزیست ها (آنتی بیوتیک ها) در نیمه قرن گذشته، آدمی به یکی از کارآمدترین ابزارهای دفاعی در برابر باکتری های بیماری زا مجهز شد و توانست در نبرد با آنها پیروز شود. با این وجود، مدتی است که از گوشه و کنار دنیا خبر می رسد باکتری ها نسبت به پادزیست ها مقاوم شده اند. گرچه دانشمندان با طراحی داروهای جدید، برتری انسان را در این نبرد همچنان حفظ کرده اند اما در عین حال، روند مقاوم شدن باکتری ها آدمی را سخت نگران کرده است. مقاوم شدن باکتری ها نسبت به داروها، یکی از مثال هایی است که نشان می دهد موجودات زنده می توانند در گذر زمان تغییر کنند. این تغییر چگونه رخ می دهد؟ (با اثر انقلاب طبیعی)

### تغییر در گذر زمان

به انسان های اطراف خود نگاه کنید. همه انسان ها ویژگی های مشترکی دارند که باعث می شود آنان را در گروهی به نام (انسان ها) قرار دهیم. در عین حال، در میان انسان ها «تفاوت های فردی» نیز وجود دارد که باعث شناخت آنها از یکدیگر می شود. تفاوت های فردی منحصر به انسان نیست. در میان افراد گونه های دیگر هم تفاوت های فردی مشاهده می شود. تفاوت های فردی چگونه می تواند در پایداری گونه مؤثر باشد؟ این سؤال را با ذکر مثالی پاسخ می دهیم. فرض کنید در نوعی از جانوران، افراد تحمل متفاوتی نسبت به سرما دارند؛ یعنی بعضی ها می توانند سرما را تحمل کنند. اگر سرمای شدیدی رخ دهد، آنان که سرما را تحمل می کنند شانس بیشتری برای زنده ماندن دارند. بنابراین، این افراد، بیشتر از دیگران تولیدمثل می کنند و در نتیجه صفت تحمل سرما، بیش از گذشته، به نسل بعد منتقل می شود. اگر سرما همچنان ادامه یابد، باز هم آنها که سرما را تحمل می کنند، شانس بیشتری برای تولیدمثل و انتقال صفت به نسل های بعد را خواهند داشت. بنابراین، بعد از مدتی با جمعیتی روبه رو خواهیم شد که در آن، تعداد افرادی که سرما را تحمل می کنند در مقایسه با جمعیت اول، بیشتر است و این یعنی تغییر در جمعیت.

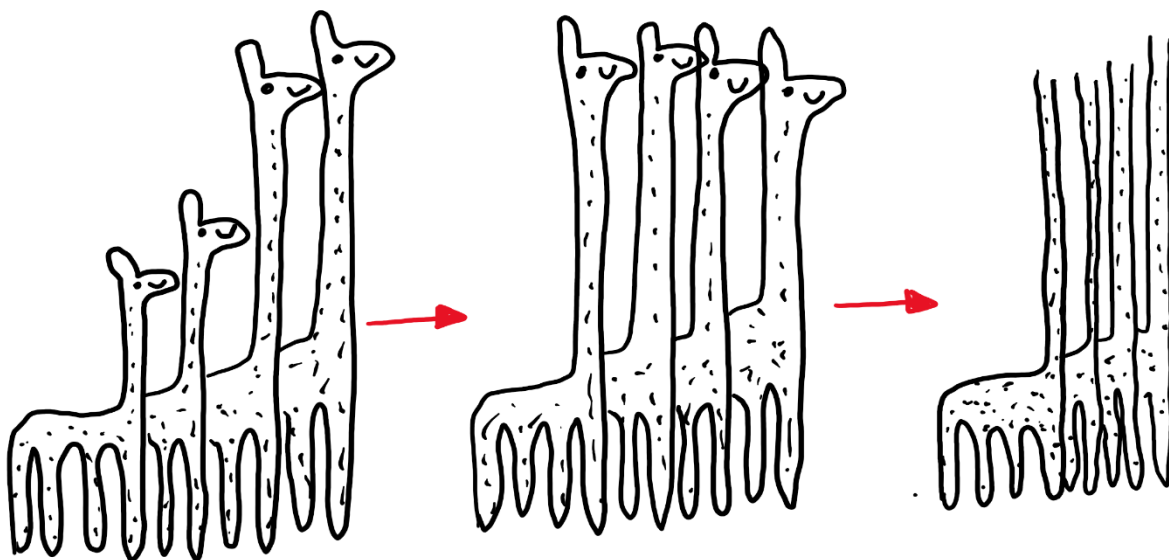
مثال ساده ای که در بالا عنوان شد، نشان می دهد که برای تغییر، شرایطی لازم است. یکی از این شرایط، وجود تفاوت های فردی است. وقتی تفاوت فردی هست، این سؤال پیش می آید که کدام تفاوت ها بهترند. در مثال ما، آنها که سرما را تحمل می کردند، در مقایسه با بقیه، شانس بیشتری برای زنده ماندن داشتند. با کمی دقت متوجه می شویم که این بهتر بودن یک صفت همیشگی نیست؛ بلکه شرایط محیط، تعیین کننده صفات بهتر است. اگر هوا به جای سرد شدن گرم می شد، آن گاه افراد دیگری شانس زنده ماندن داشتند. بنابراین، زیست شناسان از واژه «صفت بهتر» استفاده نمی کنند بلکه به جای آن می گویند «صفت سازگارتر با محیط». به روشنی دیده می شود این، «محیط» است که تعیین می کند کدام صفات با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شوند. این فرایند را که در آن افراد سازگارتر با محیط انتخاب می شوند، یعنی آنهایی که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند، انتخاب طبیعی می نامند.

انتخاب طبیعی می تواند علت مقاوم شدن باکتری ها به پادزیست ها را نیز توضیح دهد. در این مثال باکتری های غیرمقاوم از بین می روند و باکتری های مقاوم تکثیر می شوند و به تدریج همه جمعیت را به خود اختصاص می دهند؛ در نتیجه جمعیت از غیرمقاوم به مقاوم تغییر می یابد.



وقتی از تفاوت های فردی سخن می گوئیم در واقع در حال بررسی جمعیتی از افراد هستیم نه یک فرد. انتخاب طبیعی جمعیت را تغییر می دهد نه فرد را. **جمعیت، به افرادی گفته می شود که به یک گونه تعلق دارند و در یک زمان و مکان زندگی می کنند.**

**خزانه ژن:** قبل از کشف مفاهیم پایه ژنتیک، زیست شناسان جمعیت را بر اساس صفات ظاهری توصیف می کردند. مثل گوناگونی رنگ بدن در یک جمعیت جانوری یا گوناگونی رنگ گلبرگ در یک جمعیت گیاهی. با شناخت ژن ها، این امکان فراهم شد که زیست شناسان، جمعیت را بر اساس ژن های آن توصیف کنند. **مجموع همه دگره های موجود در همه جایگاه های ژنی افراد یک جمعیت را خزانه ژن آن جمعیت می نامند.**



۲۷- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

«پشه های آنوفل امروزی برخلاف پشه های نسل های قبیل در برابر سم د.د.ت مقاومت نشان می دهند علت این مقاومت این است

که به دنبال مصرف مکرر سم .....»

(۱) پشه ها در گذر زمان مقاوم شده اند.

(۲) جهش باعث ایجاد پشه های مقاوم شده است.

(۳) پشه های مقاوم انتخاب شده و ژن مقاومت را به نسل های بعد منتقل کردند.

(۴) پشه ها مقاوم شده و مقاومت حاصله را به نسل های بعد منتقل کرده اند.

۲۸- انتخاب طبیعی نمی تواند ..... (۹۳د)

- (۱) خزانه ژنی جمعیت را تغییر دهد.  
 (۲) بر رخ نمود افراد جمعیت مؤثر باشد.  
 (۳) فراوانی اللهای نامطلوب را کاهش دهد.  
 (۴) سبب پیدایش دگره های سازگار شود.

۲۹- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- بر اساس انتخاب طبیعی افرادی که سازگاری بیشتری با محیط دارند، بیشترین تعداد زاده ها را تولید می کنند.
- جهش زمینه تغییر گونه ها را فراهم می کند.
- همه باکتری هایی که در این لحظه در روده شما زندگی می کنند، تشکیل یک جمعیت را می دهند.
- افراد متعلق به دو جمعیت لزوماً متعلق به دو گونه مختلف می باشند.
- انتخاب طبیعی سبب سازگار شدن هر یک از افراد جمعیت می شود.
- جهت و مقدار تغییرگونه ها را محیط تعیین می کند.

## تبادل در جمعیت

اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگره ها یا ژن نمود ها از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد، آن گاه می گویند جمعیت در حال تبادل ژنی است. تا وقتی جمعیت در حال تبادل است، تغییر در آن، مورد انتظار نیست.

اگر جمعیت از تبادل خارج شود، روند تغییر را در پیش گرفته است. عوامل زیر باعث می شوند جمعیت از حال تبادل خارج شود.

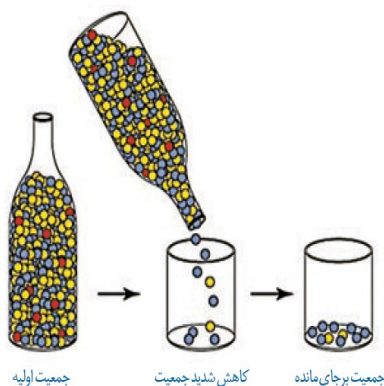
### الف) جهش:

یک باکتری را در نظر بگیرید که هر ۲۰ دقیقه تقسیم می شود. اگر جهش رخ دهد، آن گاه دگره های جدیدی ایجاد می شوند که این یعنی تغییر در فراوانی نسبی دگره ها. جهش، با افزودن دگره های جدید، خزانه ژن را غنی تر می کند و گوناگونی را افزایش می دهد. بسیاری از جهش ها تأثیری فوری بر رخ نمود ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند. اما با تغییر شرایط محیط ممکن است دگره جدید، سازگارتر از دگره یا دگره های قبلی عمل کند.

### ب) رانش دگره ای:

فرض کنید گله ای شامل ۱۰۰ گوسفند در حال عبور از ارتفاعات است. حین عبور، تعدادی گوسفند به پایین سقوط می کنند و می میرند. اگر این گوسفندان زاده ای نداشته باشند، شانس انتقال ژن های خود به نسل بعد را از دست داده اند. به فرایندی که باعث تغییر فراوانی دگره ای بر اثر رویدادهای تصادفی می شود، رانش دگره ای می گویند.

رانش دگره ای گرچه فراوانی دگره ها را تغییر می دهد اما برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی انجامد.



جمعیت اولیه

کاهش شدید جمعیت

جمعیت برجای مانده

به مثال دیگری توجه کنید. گاهی در حوادثی نظیر سیل، زلزله، آتش سوزی و نظایر آن، تعداد آنهایی که می میرند ممکن است بیش از آنهایی باشند که زنده می مانند. بنابراین فقط بخشی از دگره های جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی مانده خواهد رسید و جمعیت آینده از همین دگره های برجای مانده تشکیل خواهند شد. در این صورت نیز فراوانی دگره ها تغییر می کند اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آنها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.

هرچه اندازه یک جمعیت کوچک تر باشد، رانش دگره ای اثر بیشتری دارد. به همین علت، برای آنکه جمعیتی در تبادل باشد، باید اندازه بزرگی داشته باشد. منظور از اندازه جمعیت، تعداد افراد آن است.

**(پ) شارش ژن:**

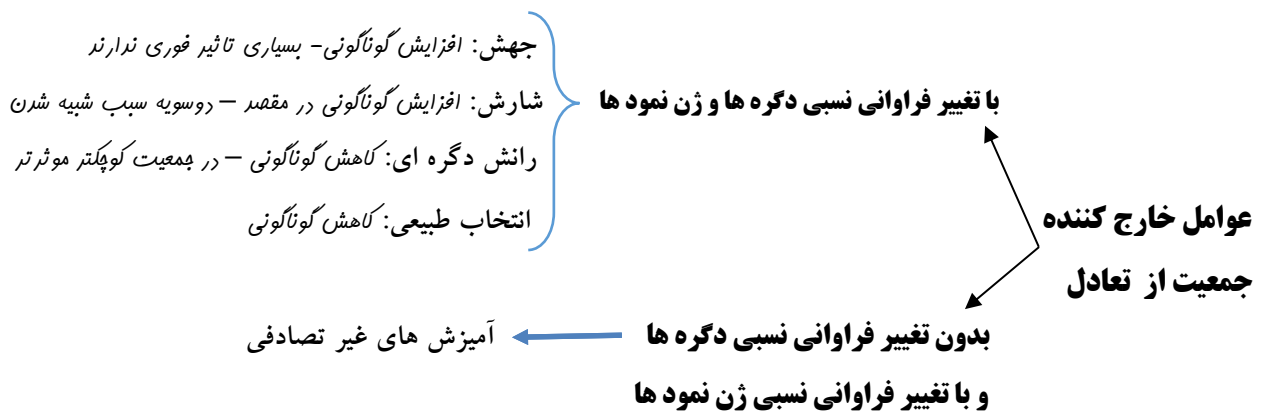
وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می کنند، در واقع تعدادی از دگره های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می کنند و سبب تغییر در فراوانی نسبی دگره های هر دو جمعیت می شود. به این پدیده، شارش ژن می گویند. اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه می شود.

**(ت) آمیزش غیر تصادفی:**

برای آنکه جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش ها در آن تصادفی باشند. آمیزش تصادفی آمیزشی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد. اگر آمیزش ها به رخ نمود یا ژن نمود بستگی داشته باشد دیگر تصادفی نیست و فراوانی نسبی ژن نمود ها را تغییر می دهد. برای مثال، جانوران جفت خود را بر اساس ویژگی های ظاهری و رفتاری انتخاب می کنند.

**(ث) انتخاب طبیعی:**

انتخاب طبیعی فراوانی دگره ها را در خزانه ژنی تغییر می دهد. انتخاب طبیعی افراد سازگارتر با محیط را بر می گزیند و از فراوانی دیگر افراد می کاهد. به این ترتیب، خزانه ژن نسل آینده دستخوش تغییر می شود. در مثال ابتدای این گفتار، دیدیم که چگونه در نتیجه انتخاب طبیعی، بعضی از باکتری ها نسبت به تغییر شرایط (حضور پادزیست ها) سازش پیدا کرده اند.



بنابراین برای برقرار ماندن تعادل در جمعیت، باید در آن جمعیت:

- ✓ جهش ژنی رخ ندهد.
- ✓ مهاجرت صورت نگیرد.
- ✓ جفت گیری ها به ژنوتیپ و فنوتیپ افراد وابسته نباشند.
- ✓ جمعیت به قدری بزرگ باشد که بر اثر نوسانات تصادفی، فراوانی الی ها تغییر نکنند.
- ✓ انتقاب طبیعی رخ ندهد؛ یعنی، احتمال بقا و تولید مثل برای همه افراد آن یکسان باشد.

۳۰- کدام یک از الی ها، زودتر از جمعیت حذف می شوند؟

- (۱) نامطلوب بارز (۲) نامطلوب نهفته (۳) مطلوب بارز (۴) مطلوب نهفته

## ۳۱- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- شارش ژن سبب افزایش تنوع درون جمعیت ها و کاهش تفاوت ها بین جمعیت ها می شود.
- برای آنکه جمعیتی در تعادل باشد، باید اندازه بزرگی داشته و آمیزش ها در آن غیر تصادفی باشد.
- انتخاب طبیعی و رانش باعث تغییر فراوانی دگره ای بر اثر رویدادهای تصادفی می شوند.
- جهش در شرایطی می تواند سبب سازش پذیری فرد با محیط شود.
- پدیده‌ی رانش دگره ای معمولاً به کاهش تنوع می انجامد.
- بسیاری از جهش ها تأثیری فوری بر رخ نمود ندارند.
- تا وقتی جمعیت در حال تعادل است، تغییر در آن، مورد انتظار نیست.

۳۲- کدام عبارت نادرست است؟ (۹۷د)

- (۱) رانش ژن در جمعیت‌های مختلف، تأثیرات غیر یکسانی دارد.
- (۲) شارش ژن می‌تواند سبب افزایش ویژگی‌های مشترک دو جمعیت شود.
- (۳) شارش ژن همانند جهش، با تغییر در ماده ژنتیک افراد، تنوع جمعیت را افزایش می‌دهد.
- (۴) رانش ژن برخلاف آمیزش‌های غیر تصادفی، فراوانی الل‌ها را در خزانه ژنی یک جمعیت تغییر می‌دهد.

۳۳- کدام عبارت درباره‌ی یک جمعیت طبیعی نادرست است؟ (۹۶د)

- (۱) بیش از یک عامل می‌تواند سبب افزایش تنوع الل‌های آن شود.
- (۲) انتخاب طبیعی می‌تواند در جهت افزایش نوعی از آل‌های آن عمل نماید.
- (۳) کاهش توان زیستی افراد می‌تواند ناشی از افزایش تنوع الل‌های آن باشد.
- (۴) هر عامل تغییر دهنده‌ی فراوانی الل‌ها، بر کاهش الل‌های نامطلوب آن مؤثر است.

۳۴- کدام عبارت نادرست است؟ (خ ۹۸)

- (۱) اندکی از جهش‌ها، تأثیری فوری بر رخ نمود (فنوتیپ) دارند.
- (۲) انتخاب طبیعی، ضامن بقای همه‌ی زاده‌های فرد سازگار با محیط است.
- (۳) نوعی عامل تغییر دهنده‌ی فراوانی دگره (الل‌ها)، خزانه ژنی جمعیت را غنی تر می‌سازد.
- (۴) فراوانی دگره‌ای (الل‌ی) یک جمعیت، می‌تواند بر اثر رویدادهای تصادفی تغییر نماید.

۳۵- کدام گزینه در مورد رانش دگره‌ای نادرست است؟ (۹۸د)

- (۱) در اثر حوادث طبیعی رخ می‌دهد.
- (۲) باعث خارج شدن جمعیت از حالت تعادل می‌شود.
- (۳) در جمعیت‌هایی با اندازه‌ی کوچکتر تأثیر بیشتری دارد.
- (۴) باعث سازگاری دگره (الل‌های باقی مانده‌ی جمعیت با محیط می‌شود.

## ۳۶- با در نظر گرفتن عوامل مؤثر بر تغییر جمعیت‌ها، کدام عبارت درست بیان شده است؟ (د ۱۴۰۰)

- (۱) عاملی که افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند، ممکن است ژنوتیپ فرد در جمعیت تغییر دهد.
- (۲) عاملی که خزانه‌ی ژنی جمعیت را غنی‌تر می‌سازد، ممکن است توان بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا ببرد.
- (۳) عاملی که خزانه‌ی ژنی دو جمعیت را شبیه به هم می‌کند، به‌طور حتم تعادل ژنی را در هر دو جمعیت برقرار می‌سازد.
- (۴) عاملی که فراوانی دگره‌ای جمعیت را بر اثر رویدادهای تصادفی تغییر می‌دهد، به‌طور حتم در جمعیت‌های بزرگ بیشترین تأثیر را دارد.



۳۷- کدام عبارت درست است؟ (د ۱۴۰۱)

- ۱) افرادی که در ماده ژنتیکی آن‌ها، تغییر ماندگاری ایجاد شده است، به‌طور حتم، توسط انتخاب طبیعی حمایت می‌شوند.
  - ۲) افرادی که شانس انتقال ژن‌های خود را به نسل بعد از دست داده‌اند، به‌طور حتم، تحت تأثیر رانش دگره‌ای قرار گرفته‌اند.
  - ۳) افرادی که با انتخاب جفت، موفقیت تولیدمثلی خود را تضمین می‌کنند، به‌طور حتم، فراوانی دگره‌های جمعیت را تغییر می‌دهند.
  - ۴) افرادی که توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا برده‌اند، به‌طور حتم حاصل فرایند نوترکیبی یا جهش هستند.
- ۳۸- عاملی که باعث می‌شود تا در گذر زمان، جمعیت غیرمقاوم باکتری‌ها (نسبت به پادزیست) در پاسخ به محیط، به جمعیتی مقاوم تغییر یابد، کدام مشخصه زیر را ندارد؟ (دی ۴۰۱)

- ۱) همانند نوترکیبی، باعث افزایش گوناگونی افراد جمعیت می‌شود.
- ۲) برخلاف بعضی از جهش‌ها، بر تغییر رخ نمود (فنوتیپ) افراد بی تأثیر است.
- ۳) همانند رانش دگره‌ای، می‌تواند به جدایی تولیدمثلی افراد یک گونه کمک کند.
- ۴) برخلاف آمیزش تصادفی، فراوانی نسبی دگره (الل)‌های جمعیت را تغییر می‌دهد.

۳۹- کدام گزینه عبارت زیر را به‌طور صحیح تکمیل می‌کند؟  
 (( در هر جمعیتی که ..... ، ..... ))

- ۱) تعداد افراد زیادی داشته باشد - در تغییر فراوانی نسبی دگره‌های آن، رانش اثری ندارد.
- ۲) فراوانی نسبی دگره‌ها از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد - تعادل ژنی برقرار است.
- ۳) آمیزش‌ها به رخ نمود یا ژن نمود افراد بستگی نداشته باشد - فراوانی نسبی ژن نمودها ثابت می‌ماند.
- ۴) شانس بقا و زادآوری افراد سازگارتر بیشتر باشد - فراوانی نسبی دگره‌ها تغییر می‌کند.

۴۰- چند مورد از موارد زیر بطور صحیح مطرح نشده است؟

- رانش ژن در دو جمعیت می‌تواند سبب افزایش تفاوت‌های دو جمعیت شود.
- انتخاب طبیعی سبب افزایش توان بقا جمعیت در شرایط محیطی متغیر می‌شود.
- شارش بین دو جمعیت می‌تواند سبب کاهش تفاوت‌های دو جمعیت شود.
- انتخاب طبیعی سبب کاهش گوناگونی و تغییر فراوانی دگره‌ها در جمعیت می‌شود.

**کاهش گوناگونی: رانش و انتخاب طبیعی**

**افزایش گوناگونی: جهش و شارش**

**عوامل موثر بر گوناگونی جمعیت‌ها**

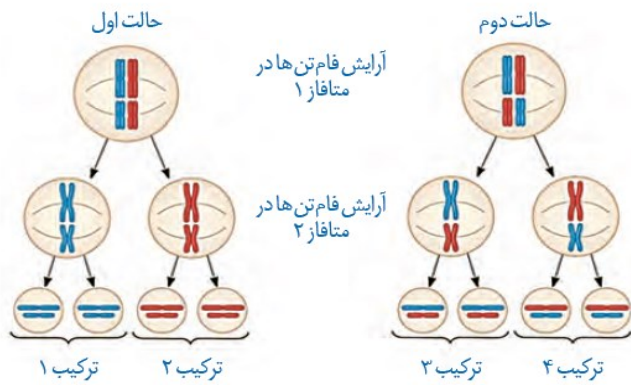
**تداوم گوناگونی: اهمیت ناقلمن‌ها - تنوع آلی گامت‌ها به دنبال آرایش‌های تترادی - کراسینگ اور**

## تداوم گوناگونی در جمعیت‌ها

دانستیم که نتیجه انتخاب طبیعی، سازگاری بیشتر جمعیت با محیط است. با انتخاب شدن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، دیدیم که گوناگونی در میان افراد یک جمعیت، توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می‌برد. از این رو به سازوکارهایی نیاز است که با وجود انتخاب طبیعی، گوناگونی تداوم داشته باشد. در ادامه، این سازوکارها را بررسی می‌کنیم.

**الف) گوناگونی دگره ای در گامت ها:**

در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق گامت هایی که می سازد، نیمی از فام تن های خود را به نسل بعد منتقل می کند. اینکه هر گامت کدام یک از فام تن ها را منتقل می کند، به آرایش چهار تاییه ها (تتراده) در میوز ۱ بستگی دارد. در متافاز میوز ۱، فام تن ها با آرایش های مختلفی ممکن است در سطح میانی یاخته قرار گیرند که به ایجاد گامت های مختلف می انجامد. در شکل مقابل نحوه توزیع فام تن ها طی میوز نشان داده شده است.



تعداد جفت کروموزوم های ناقص

$$\frac{2^n}{2}$$

تعداد انواع گامت ها برابر است با:

$$\frac{2^{n-1}}{2}$$

تعداد انواع آرایش فام تن ها در متافاز ۱ برابر است با:

اگر تعداد جفت کروموزوم های ناقص و فام تن مشخص نبود، همه جفت کروموزوم ها را ناقص فرض می کنیم.

**صرفاً برای درک بهتر!!**

- سلول  $2n = 10$  به دنبال میوز توانایی تشکیل چند نوع گامت و چند نوع آرایش تترادی در متافاز I را دارا می باشد؟

- سلول  $2n = 20$  که دو جفت از کروموزوم های آن کاملاً خالص است. به دنبال تقسیم میوز توانایی تشکیل چند نوع گامت و چند نوع آرایش تترادی در متافاز I را دارا می باشد؟

- با توجه به ژنوتیپ های داده شده هر یک از سلول ها توانایی تولید چند نوع گامت را دارا می باشد؟

- AaBBDDdEETt

- AABbRWMMSh

$$\frac{ABC}{abc}$$

: بدون کراسینگ اور

: با کراسینگ اور

$$- Aa \frac{Bd}{bD} RW \frac{MTE}{Nte}$$

: بدون کراسینگ اور

: با کراسینگ اور

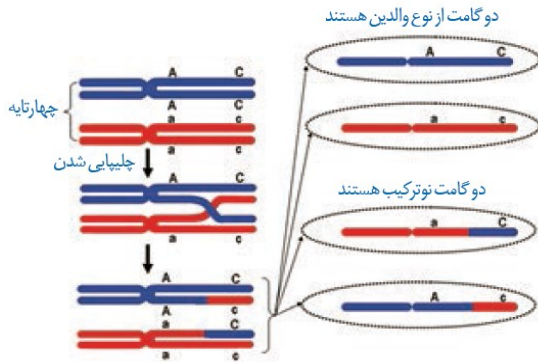
$$- Aa \frac{BDER}{bdew} Tt \frac{MH}{MH}$$

: بدون کراسینگ اور

: با کراسینگ اور

**(ب) نوترکیبی:**

در میوز ۱، هنگام جفت شدن فام تن های همتا و ایجاد چهارتایه، ممکن است قطعه ای از فام تن بین فامینک های غیرخواهری مبادله شود. این پدیده را چلیپایی شدن (کراسینگ اور) می گویند. اگر قطعات مبادله شده حاوی دگره های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از دگره ها در این دو فامینک به وجود می آید و به آنها فامینک های نوترکیب می گویند. از میان گامت ها، آنهایی که فامینک های نوترکیب را دریافت می کنند، گامت نوترکیب نامیده می شوند.



تبادل دو طرفه بین کروماتید های غیرخواهری کروموزوم های همتا در سافتار تتراد در میوز یک

نکته: به دنبال وقوع کراسینگ اور ممکن است از هر سلول به دنبال میوز چهار نوع گامت ایجاد گردد.

۴۱- از آمیزش فردی با ژننمود (ژنوتیپ)  $\frac{ABC}{abc}$  با فردی با ژننمود مشابه، احتمال تولد فرزندی با کدام ژننمود غیرممکن است؟ (در صورتی که احتمال وقوع چلیپایی شدن (کراسینگ اور) فقط در فرد اول و در بین دو دگره (الل) (C و B) و (b و c) وجود داشته باشد). (د ۴۰۲)

- (۱)  $\frac{aBC}{abc}$  (۲)  $\frac{ABc}{ABC}$  (۳)  $\frac{abc}{ABC}$  (۴)  $\frac{ABC}{abC}$

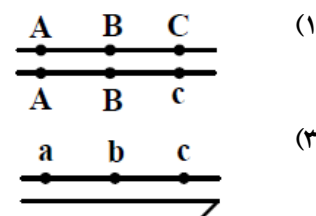
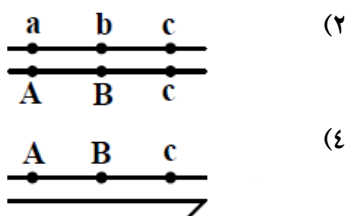
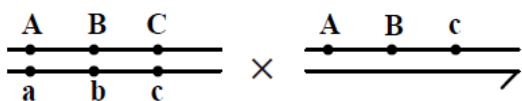
۴۲- از آمیزش افرادی با ژنوتیپ های  $\frac{ABC}{Abc} \times \frac{abc}{AbC}$  با فرض این که احتمال کراسینگ اور در هر دو فرد و فقط بین دگره های (A,a) وجود داشته باشد، احتمال تولد فرزندی با کدام ژنوتیپ وجود ندارد؟

- (۱)  $\frac{abc}{abC}$  (۲)  $\frac{aBc}{AbC}$  (۳)  $\frac{Abc}{abC}$  (۴)  $\frac{abC}{ABC}$

۴۳- از آمیزش افرادی با ژنوتیپ های  $\frac{AbC}{aBc} \times \frac{ABC}{abC}$  با فرض این که احتمال کراسینگ اور در هر دو فرد و در بین دو دگره (الل) (B,C) و (b,c) وجود داشته باشد. احتمال تولد فرزندی با کدام ژنوتیپ وجود ندارد؟

(۱)  $\frac{ABC}{ABc}$       (۲)  $\frac{abc}{abC}$       (۳)  $\frac{aBc}{AbC}$       (۴)  $\frac{AbC}{Abc}$

۴۴- با فرض اینکه زن های مورد نظر بر روی فام تن (کروموزوم) های جنسی انسان قرار دارد، کدام زاده حاصل گامت نوترکیب است؟ (علامت «————» نشان دهنده فام تن y است). (ارديبهشت ۴۰۳)



۴۵- چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می نماید؟ (د ۹۴)  
 ((در جانوران هر نوع .....))

الف- تبادل قطعه بین دو کروموزوم جهش نام دارد.

ب- لقاح تصادفی به بروز فنوتیپ جدید زاده ها می انجامد.

ج- تغییری در عدد کروموزومی سلول ها جهش محسوب می شود.

د- تفکیک کروموزومی در والدین باعث نوترکیبی گامت ها می شود.

۴۶- کدام عبارت، درباره ی ملخ های یک جمعیت درست است؟ (د ۹۵)

(۱) هر صفت جهش یافته ای، از والدین به همه ی زاده ها منتقل می شود.

(۲) فرآیند کراسینگ اور می تواند منجر به عدم تولید گامت نوترکیب شود.

(۳) به دنبال هر جهش، تغییری در تعداد نوکلئوئیدهای یک ژن رخ می دهد.

(۴) هر سلول با داشتن دو مجموعه کروموزوم، می تواند گامت نوترکیب ایجاد کند.

۴۷- چند مورد از موارد زیر در رابطه با کراسینگ اور نادرست می باشد؟

- می تواند سبب تغییر اندازه دو فام تن همتا در هنگام تقسیم میوز یک شود.
- همواره سبب ایجاد گامت های نوترکیب و تداوم گوناگونی در جمعیت می شود.
- هنگام تشکیل هر تتراد با تبادل قطعه ای بین کروماتیدهای غیر خواهری صورت می گیرد.
- در هر سلول با دو مجموعه کروموزوم می تواند سبب تولید گامت های نوترکیب شود.

۴۸- کدام عبارت دربارهٔ همهٔ سازوکارهایی صادق است که سبب می‌شوند با وجود انتخاب طبیعی، گوناگونی ادامه یابد؟  
(تیر ۴۰۳)

- (۱) دگرهای جدیدی را به خزانه ژنی جمعیت می‌افزایند.
- (۲) فراوانی دگرهای جمعیت را تغییر می‌دهند.
- (۳) در جمعیت در حال تعادل رخ می‌دهند.
- (۴) بر ژن‌نمود (ژنوتیپ) افراد نسل بعد بی‌تأثیرند.

### مسائل گامت جانوری

چند گامت تولید می‌کند؟

چند نوع گامت تولید می‌کند؟

چند نوع گامت می‌تواند تولید کند؟

چند نوع آرایش تترادی می‌تواند تولید کند؟

با کراسینگ اور چند گامت تولید می‌کند؟

با کراسینگ اور چند نوع گامت تولید می‌کند؟

با کراسینگ اور چند نوع گامت می‌تواند تولید کند؟

سلول  $Aa \frac{Bd}{bD} RW$

**پ) اهمیت ناخالص ها:**

اهمیت ناخالص ها در تداوم گوناگونی را می توان به وسیله بیماری کم خونی ناشی از گویچه های قرمز داسی شکل نیز نشان داد. افراد مبتلا به بیماری گویچه های قرمز داسی شکل  $\text{Hb}^S\text{Hb}^S$  دارند و در سنین پایین معمولاً می میرند.  $\text{Hb}^A\text{Hb}^S$  ناخالص ها است و وضع بهتری دارند. گویچه های قرمز آنها فقط هنگامی داسی شکل می شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد.

ژن شناسان با مطالعه توزیع این بیماری در جهان دریافته اند که فراوانی دگره  $\text{Hb}^S$  در مناطقی که مالاریا شایع است، بسیار بیشتر از سایر مناطق است. بیماری مالاریا به وسیله **نوعی انگل تک یاخته ای** ایجاد می شود که بخشی از چرخه زندگی خود را در گویچه های قرمز می گذراند. افرادی که گویچه سالم دارند، یعنی  $\text{Hb}^A\text{Hb}^A$  هستند، در معرض خطر ابتلا به مالاریا قرار دارند. این انگل **نمی تواند** در افراد  $\text{Hb}^A\text{Hb}^S$  سبب بیماری شود، پس افراد  $\text{Hb}^A\text{Hb}^S$  در برابر مالاریا مقاوم اند. بنابراین، وجود دگره  $\text{Hb}^S$  در این منطقه باعث بقای جمعیت می شود؛ حال آنکه این دگره در سایر مناطق، دگره مطلوبی نیست. این مثال، مثال خوبی است که نشان می دهد شرایط محیط، تعیین کننده صفتی است که حفظ می شود.

(بنابراین اگر شایستگی افراد ناخالص از شایستگی افراد هر دو نوع خالص (بارز و نهفته) بیشتر باشد، هیچ کدام از دو آلل از جمعیت حذف نمی شوند و کوناگونی در جامعه حفظ می شود.)

**صرفاً برای درک بهتر!!**

	سهم نسبی هر فرد در تشکیل نسل بعد			فراوانی دگره $\text{Hb}^S$	ترتیب فراوانی $\text{Hb}^S\text{Hb}^S$
	$\text{Hb}^A\text{Hb}^A$	$\text{Hb}^A\text{Hb}^S$	$\text{Hb}^S\text{Hb}^S$		
مناطق معمولی					
مناطق کوهستانی (فشار اکسیژن کم)					
مناطق مالاریا خیز					

**۴۹- گزینه ی نادرست کدام است؟**

- ۱) افراد مبتلا به کم خونی داسی شکل به علت کم خونی شدید، در سنین پایین معمولاً می میرند.
- ۲) هنگام کمبود اکسیژن محیط، گویچه های قرمز افراد ناخالص، داسی شکل شده، مویرگ ها را می بندند.
- ۳) شانس زنده ماندن افراد ناخالص برای کم خونی داسی شکل در مناطق مالاریا خیز بیشتر از مناطق معمولی است.
- ۴) فراوانی دگره کم خونی داسی شکل در جوامع معمولی کم تر از جوامع مالاریا خیز است.

**۵۰- چند مورد از موارد زیر در رابطه با فرد مبتلا به مالاریا صحیح می باشد؟ (۹۷د)**

- نیاز شدید بدن به نوعی از ترشحات کلیه ها و کبد
- افزایش فعالیت ترشحاتی گروهی از گرانولوسیت ها
- افزایش فعالیت درشت خوارها در طحال
- افزایش مصرف نوعی ویتامین در مغز استخوان

۵۱- با توجه به مطالب کتاب درسی، در یک منطقه مالاریا خیز، پدر خانواده به سبب شکل گویچه‌های قرمز خود، در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا قرار دارد، در حالی که مادر خانواده نسبت به این بیماری مقاوم است. تولد کدام فرزند در این خانواده غیرممکن است؟ (د ۱۴۰۰)

- ۱) پسری با گویچه‌های قرمز کاملاً غیر طبیعی و در معرض خطر مرگ و میر در سنین پائین
- ۲) پسری با گویچه‌های قرمز طبیعی و در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا
- ۳) دختری حساس نسبت به کمبود اکسیژن محیط
- ۴) دختری مقاوم نسبت به انگل مالاریا

۵۲- مطابق با مطلب کتاب درسی، در یک منطقه مالاریا خیز، مادر خانواده به سبب شکل گویچه‌های قرمز خود، در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا قرار دارد، در حالی که پدر نسبت به این بیماری مقاوم است. تولد کدام فرزند در این خانواده ممکن است؟ (خ ۱۴۰۰)

- ۱) دختری تماماً دارای گویچه‌های قرمز طبیعی و مقاوم نسبت به بیماری مالاریا
- ۲) پسری که در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا و دارای گویچه‌های قرمز کاملاً طبیعی
- ۳) دختری در معرض خطر مرگ و میر در سنین پایین و دارای گویچه‌های قرمز کاملاً غیر طبیعی
- ۴) پسری تماماً دارای گویچه‌های قرمز غیر طبیعی و بسیار حساس نسبت به کمبود اکسیژن محیط

۵۳- در صورتی که گویچه‌های قرمز پدر و مادر خانواده فقط در مقدار کم اکسیژن محیط داسی شکل شود، در یک منطقه مالاریا خیز، تولد چند مورد از فرزندان در این خانواده ممکن است؟ (د ۱۴۰۱)

- دختری مقاوم نسبت به بیماری مالاریا
- دختری در معرض خطر ابتلا به بیماری مالاریا
- پسری کاملاً سالم با ژن‌نمودی (ژنوتیپی) شبیه به ژن‌نمود مادر
- پسری دارای گویچه‌های داسی شکل با ژن‌نمودی (ژنوتیپی) متفاوت از ژن‌نمود پدر

۵۴- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟

(( ورود عامل مالاریا به جریان خون هر فرد سالم با گروه خونی AB سبب می‌شود که ..... ))

- ۱) عامل مالاریا سلولی با دو نوع دگره گروه خونی را آلوده کند.
- ۲) سلولی با دو نوع کربوهیدرات گروه خونی عامل مالاریا را مورد حمله قرار دهد.
- ۳) سلولی با دو نوع دگره گروه خونی عامل مالاریا را مورد حمله قرار دهد.
- ۴) عامل مالاریا سلولی با دو نوع کربوهیدرات گروه خونی را از بین ببرد.

۵۵- چند مورد از موارد زیر به طور صحیح مطرح شده است؟

- فراوانی دگره  $Hb^s$  در مناطقی که شانس بقای افراد  $Hb^A Hb^A$  کاهش یافته، بسیار کمتر از سایر مناطق است.
- در هموگلوبین افراد  $Hb^s Hb^s$  نسبت به افراد  $Hb^A Hb^A$ ، تعداد آمینواسیدی که سبب تحریک مزه اوامی می‌شود، بیش‌تر است.

- شانس بقای افراد  $Hb^A Hb^s$  در مناطق مالاریا خیز بیش‌تر از مناطق معمولی است.
- دگره  $Hb^s$  در مناطق مالاریا خیز برخلاف سایر مناطق سبب بقای جمعیت می‌شود.

## ۳- تغییر در گونه ها

گونه های بسیاری روی کره زمین زندگی می کنند. آیا این گونه ها در گذشته های دور هم وجود داشته اند؟ یا اینکه در طول زمان پدید آمده اند؟ **شواهدی** وجود دارند که نشان می دهند گونه ها در طول زمان تغییر کرده اند.

(.....)

### (۱) سنگواره ها

در سال های قبل، با انواع سنگواره ها و نحوه تشکیل آنها آشنا شده اید. به یاد دارید که سنگواره عبارت بود از بقایای یک جاندار یا آثاری از جاندارانی که در گذشته دور زندگی می کرده است. سنگواره معمولاً حاوی قسمت های سخت بدن جانداران (مثل استخوان ها یا اسکلت خارجی) است. گاهی ممکن است کل یک جاندار سنگواره شده باشد مثل **ماموت های** منجمد شده ای که همه قسمت های بدن آنها، حتی پوست و مو، حفظ شده اند یا حشراتی که در رزین های گیاهان به دام افتاده اند. سنگواره ها اطلاعات فراوانی به ما می دهند. **دیرینه شناسان**، که به مطالعه سنگواره ها می پردازند، دریافته اند که در گذشته جاندارانی زندگی می کرده اند که امروز دیگر نیستند، مثل **دایناسورها**. در مقابل، جاندارانی هم هستند که امروز زندگی می کنند، اما در گذشته زندگی نمی کرده اند مثل **گل لاله یا گربه**. در این میان، گونه هایی هم هستند که از گذشته های دور تا زمان حال زندگی کرده اند مثل **درخت گیسو**. شواهد سنگواره ای نشان می دهند که این درخت در **۱۷۰ میلیون سال پیش** هم وجود داشته است.



*برگ درخت گیسو و سنگواره آن*

دیرینه شناسان قادرند عمر یک سنگواره را تعیین کنند. آنان اکنون می دانند که در هر زمان، چه جاندارانی وجود داشته اند. در مجموع، سنگواره ها نشان می دهند که در زمان های مختلف، زندگی به شکل های مختلفی جریان داشته است.

### سنگواره ها



## ۲) تشریح مقایسه ای

در تشریح مقایسه ای اجزای پیکر جانداران گونه های مختلف با یکدیگر مقایسه می شود. این مقایسه نشان می دهد که ساختار بدنی بعضی گونه ها از طرح مشابهی برخوردار است. مقایسه اندام حرکتی جلویی در مهره داران مختلف، از **طرح ساختاری یکسان** حکایت دارد.

اندام هایی را که طرح ساختاری آنها یکسان است، حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند، **اندام ها یا ساختارهای همتا** می نامند. دست انسان، بال پرنده، **باله دلفین و دست گربه** مثال هایی از اندام های همتا هستند.

زیست شناسان بر این باورند که این گونه ها، **نیای مشترکی** دارند یعنی اینکه در گذشته از گونه مشترکی مشتق شده اند. به همین علت این شباهت ها میان آنها دیده می شود. گونه هایی را که نیای مشترکی دارند **گونه های خویشاوند** می گویند.



از خویشاوندی موجودات زنده در رده بندی هم استفاده می شود. دلفین با شیرکوهی خویشاوندی نزدیک تری دارد تا با کوسه. بنابراین دلفین و شیرکوهی در یک گروه قرار می گیرند.

زیست شناسان از ساختارهای همتا برای رده بندی جانداران استفاده می کنند و جانداران خویشاوند را در یک گروه قرار می دهند.

ساختارهایی را که **کار یکسان اما طرح ساختاری متفاوت** دارند، ساختارهای **آنالوگ** می نامند. بال کبوتر و بال پروانه آنالوگ اند چون هر دو برای پرواز کردن اند (کار یکسان) گرچه ساختارهای متفاوتی دارند. این ساختارها نشان

می دهند که برای پاسخ به یک نیاز، جانداران به روش های مختلفی سازش پیدا کرده اند.

تشریح مقایسه ای علاوه بر آشکار کردن خویشاوندی گونه ها، اطلاعات دیگری را نیز فراهم می کند. وقتی گونه های مختلف را مقایسه می کنیم، گاهی به ساختارهایی بر می خوریم که در یک عده بسیار کارآمد هستند اما در عده دیگر، کوچک یا ساده شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند. این ساختارهای کوچک، ساده یا



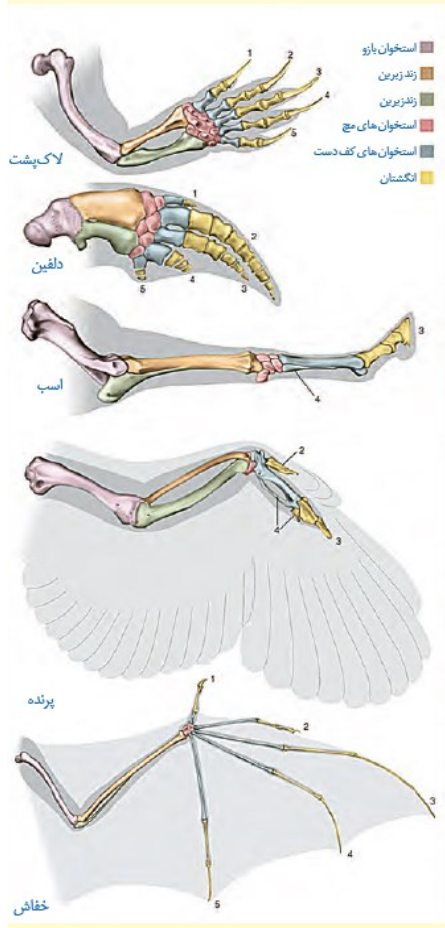
بقایای پا در مار پیتون

ضعیف شده را **سستیجیال** (به معنی ردپا) می نامیم. مار پیتون با اینکه پا ندارد اما بقایای پا در لگن آن به صورت **سستیجیال** موجود است و این حاکی از وجود رابطه ای میان آن و دیگر مهره داران است. در واقع ساختارهای **سستیجیال** ردپای تغییر گونه ها هستند. شواهد متعددی در دست است که نشان می دهد مارها از تغییر یافتن سوسمارها پدید آمده اند.

ران مار اندامی ..... بوده و نسبت به ران سایر مهره داران فشگی زی ..... می باشد.

### ساختارهای همتا

طرح ساختاری یکسان در اندام حرکتی جلویی بعضی از مهره داران



## ۵۶- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- ساختارهای همتا سازش به روش های مختلفی برای پاسخ به یک نیاز را نشان می دهند.
- وجود ساختارهای آنالوگ نشان دهنده خویشاوندی و وجود نیای مشترک می باشند.
- علت وجود ساختارهای آنالوگ در گونه های متفاوت، مشتق شدن از یک نیای مشترک است.
- هر ساختار وستیجیال ردپا تغییر گونه ها بوده و کوچک، ساده و فاقد کار خاصی می باشد.
- ساختارهای وستیجیال جاندار حاکی از وجود رابطه ای میان آن جاندار و دیگر مهره داران است.
- اندام حرکت جلویی در جانداران مختلف، نسبت به هم همتا می باشند.
- ساختارهایی را که کار یکسان و طرح ساختاری یکسان دارند، ساختارهای همتا می نامند.

## ۵۷- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

«مقایسه اندام های حرکتی اسب با . . . . . نشان دهنده . . . . . می باشد.»

- بقایای پا در مار - وجود رابطه ای بین آنها
- باله دلفین - وجود خویشاوندی و قرار گرفتن در یک گروه رده بندی
- پاهای جلوی ملخ - روش های مختلف سازش برای پاسخ به یک نیاز
- بال خفاش - مشتق شدن از یک گونه مشترک در گذشته

## ۳) مطالعات مولکولی

مقایسه گونه ها را می توان در تراز ژنگان هم انجام داد. از این مقایسه، اطلاعات ارزشمندی به دست می آید. مثلاً اینکه کدام ژن ها در بین گونه ها مشترک اند و کدام ژن ها ویژگی های خاص یک گونه را باعث می شوند. همچنین، زیست شناسان از مقایسه بین دنا ی جانداران مختلف برای تشخیص خویشاوندی آنها استفاده می کنند. هرچه بین دنا ی دو جاندار شباهت بیشتری وجود داشته باشد، خویشاوندی نزدیک تری دارند. همچنین می توان به تاریخچه تغییر آنها پی برد. توالی هایی از دنا را که در بین گونه های مختلف دیده می شوند توالی های حفظ شده می نامند.

## ۵۸- چند مورد از موارد زیر صحیح می باشد؟

- زیست شناسان از تشریح مقایسه ای و ژنگان شناسی مقایسه ای برای تشخیص خویشاوندی جانداران استفاده می کنند.
- هرچه دنا ی دو جاندار شباهت بیشتری داشته باشد، خویشاوندی نزدیک تری دارند.
- سنگواره ها همواره حاوی قسمت های سخت بدن جانداران مثل استخوان ها یا اسکلت خارجی است.
- گونه هایی مثل گل لاله یا گربه هم هستند که از گذشته های دور تا زمان حال زندگی کرده اند.

## ۵۹- کدام عبارت در ارتباط با زیست شناسان صحیح است؟ (۹۹د)

- ۱) افراد دارای ساختارهای همتا را دارای یک نیای مشترک می دانند.
- ۲) ساختارهای آنالوگ را به عنوان شواهدی برای تغییر گونه ها در نظر می گیرند.
- ۳) توالی های آمینواسیدی حفظ شده پروتئین ها را فقط خاص افراد یک گونه می دانند.
- ۴) معتقدند، اندام های وستیجیال در همه جانداران تکامل یافته، دارای نقش بسیار جزئی است.

۶۰- کدام مورد، درست است؟ (دی ۴۰۱)

- ۱) هر نوع تغییر در ماده وراثتی جانور که ممکن است مفید، مضر و یا خنثی باشد، نوعی جهش محسوب می‌شود.
- ۲) هر زیست‌بوم، متشکل از بوم‌سازگان‌هایی است که از نظر اقلیم و پراکنندگی جانداران متفاوت هستند.
- ۳) برای شناخت افراد یک جمعیت، کافی است هم‌گونه بودن آن افراد مورد تأیید قرار گیرد.
- ۴) زیست‌فناوری و تشریح مقایسه‌ای، شواهدی مبنی بر تشخیص خویشاوندی گونه‌ها ارائه می‌دهند.

۶۱- چند مورد از موارد زیر عبارت را به طور صحیح تکمیل نمی‌کند؟

در هر جمعیت طبیعی، ..... می‌نامند.

- مجموع ماده وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی همه افراد جمعیت را، خزانه‌زنی
- ساختارهایی که کار یکسان ولی طرح ساختاری متفاوت دارند را، ساختارهای آنالوگ
- ساختارهایی که در گروهی از افراد، کوچک، ساده یا ضعیف شده را، ساختارهای وستیجیال
- توالی‌هایی از دنا که در هر یک از افراد جمعیت دیده می‌شوند را، توالی‌های حفظ شده

## گونه زایی

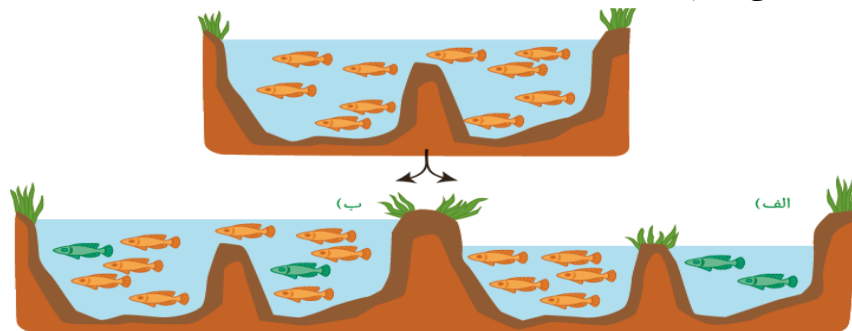
تعاریف مختلفی برای گونه وجود دارد که هر کدام در محدوده مشخصی کارآمدند. یکی از تعاریف رایج برای گونه، تعریفی است که **ارنست مایر** ارائه کرده است و برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل جنسی دارند.

**((گونه در زیست‌شناسی به جاندارانی گفته می‌شود که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های زیستا و زایا به وجود آورند ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت آمیز داشته باشند.))**

زیستا در تعریف بالا، به جاندار می‌گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد. همچنین، منظور از آمیزش موفقیت آمیز، آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیستا و زایا منجر شود.

اگر میان افراد یک گونه جدایی تولیدمثلی رخ دهد، آن‌گاه خزانه ژنی آنها از یکدیگر جدا و احتمال تشکیل گونه جدید فراهم می‌شود. منظور از جدایی تولیدمثلی، عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند. به طور کلی ساز و کارهایی را که باعث ایجاد گونه‌ای جدید می‌شوند، به دو گروه تقسیم می‌کنند: **گونه زایی**

**دگر میهنی** که در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد و **گونه زایی هم میهنی** که در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد. در شکل زیر این دو نوع گونه‌زایی با هم مقایسه شده‌اند.



### گونه زایی دگر میهنی:

گاهی بر اثر وقوع رخداد‌های زمین‌شناختی و سدهای جغرافیایی، یک جمعیت، به دو قسمت جداگانه تقسیم می‌شود. مثلاً در نتیجه پدیده کوه‌زایی، ممکن است در یک منطقه مثلاً کوه، دره و یا دریاچه ایجاد شود و یک جمعیت را به دو قسمت تقسیم کند. این سدهای جغرافیایی، ارتباط دو قسمت را - که قبلاً به یک جمعیت تعلق داشتند - قطع می‌کنند و بین آنها دیگر **شارش ژن صورت نمی‌گیرد**. بر اثر وقوع پدیده‌هایی همچون **جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی**، به تدریج دو جمعیت یاد شده با یکدیگر متفاوت می‌شوند. از آنجا که شارش ژن میان آنها وجود ندارد، این تفاوت بیشتر و بیشتر می‌شود تا جایی که حتی اگر این دو جمعیت کنار هم باشند، آمیزشی بین آنها رخ نخواهد داد (مثلاً زمان تولیدمثل آنها فرق کند)؛ بنابراین می‌توان آنها را دو گونه مجزا به شمار آورد. اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است کوچک باشد، آن وقت اثر **رانس ژن** را نیز باید در نظر گرفت که خود بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می‌افزاید.

۶۲- در گذشته، به منظور اشتقاق دو گونه مارمولک شاخ دار، از یک گونه‌ی نیایی به دنبال گونه‌ی زایی دگر میهنی، ابتدا ..... (د ۹۳)

- ۱) تنها عامل تغییر دهنده‌ی آلل‌ها فعال گردید.
- ۲) همه‌ی عوامل موثر بر تغییر فراوانی آلل‌ها دست به کار شدند.
- ۳) بعضی از اعضای جمعیت متحمل تغییرات ناگهانی و جدایی تولید مثلی شدند.
- ۴) یکی از نیروهای موثر بر تغییر ساختار ژنی جمعیت، متوقف یا کند گردید.

۶۳- چند مورد از موارد زیر عبارت را به‌طور صحیح تکمیل می‌کند؟

- پدیده‌ی کوه‌زایی در نوعی سازوکار برای ایجاد گونه‌ای جدید سبب قطع عاملی شده که این عامل می‌تواند ..... .
- با تغییر فراوانی نسبی دگرها، سبب خارج شدن جمعیت‌ها از حالت تعادل شود.
  - با افزودن دگرهای جدید خزانه ژنی جمعیت را غنی‌تر کرده و گوناگونی را افزایش دهد.
  - توانایی بقا جمعیت را در شرایط جدید و متغیر محیطی افزایش دهد.
  - در شرایطی سبب کاهش تفاوت‌ها بین جمعیت‌ها و شبیه شدن خزانه ژنی آنها شود.

۶۴- درخصوص آن دسته از عواملی که جمعیت کوچک را از حالت تعادل خارج می‌کنند و در گونه‌زایی دگر میهنی نقش دارند، کدام مورد درست است؟ (د ۴۰۲)

- ۱) همه‌ی آنها، گوناگونی را در جمعیت‌ها افزایش می‌دهند.
- ۲) همه‌ی آنها باعث افزایش فراوانی افرادی می‌شوند که ژن‌نمود (ژنوتیپ) ناخالص دارند.
- ۳) فقط بعضی از آنها باعث می‌شوند تا به‌طور پیوسته، تعدادی از دگره (الل)های جمعیت مبدأ به جمعیت مقصد وارد شوند.
- ۴) فقط بعضی از آنها باعث می‌شوند تا بدون نیاز به پیدایش دگره‌های جدید، بر تنوع ژنتیکی جمعیت افزوده شود.

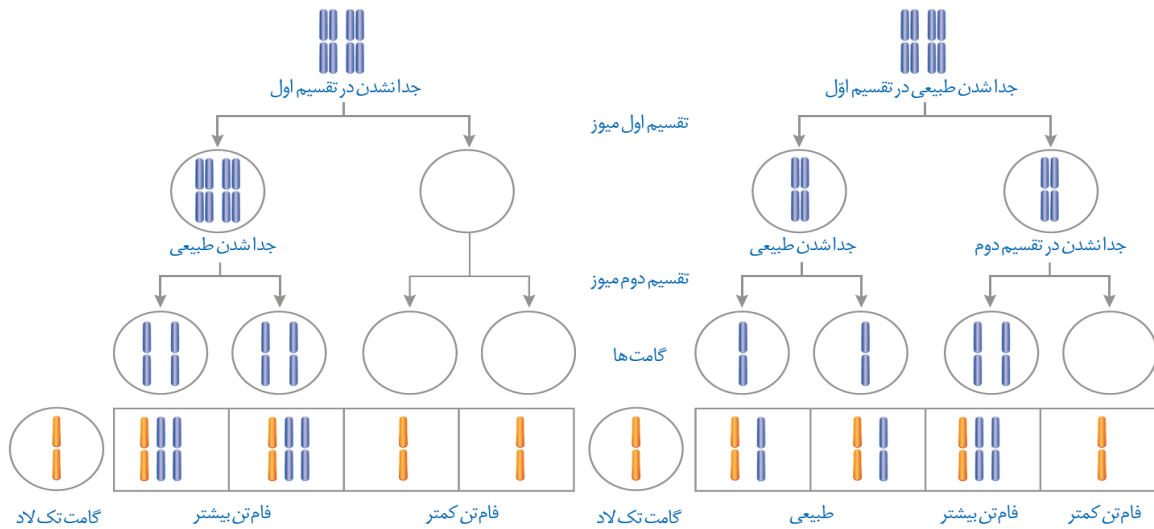
۶۵- درخصوص عواملی که جمعیت کوچک را از حالت تعادل خارج می‌کنند و در گونه‌زایی دگر میهنی نقش دارند، کدام مورد نادرست است؟ (خ ۴۰۲)

- ۱) همه‌ی آنها می‌توانند با ایجاد تغییراتی در فراوانی دگره (الل)های جمعیت، تغییری در خزانه ژنی جمعیت ایجاد کنند.
- ۲) فقط بعضی از آنها، پیوسته باعث می‌شوند تا تعدادی از دگره‌ها (الل)های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد نمایند.
- ۳) فقط بعضی از آنها باعث می‌شوند تا بدون نیاز به پیدایش دگره (الل)های جدید، بر تنوع ژنتیکی جمعیت بیفزایند.
- ۴) همه‌ی آنها کمک می‌کنند تا در نهایت، میان افراد یک گونه با افراد دیگری از همان گونه، جدایی تولیدمثلی رخ دهد.

گونه زایی هم میهنی:

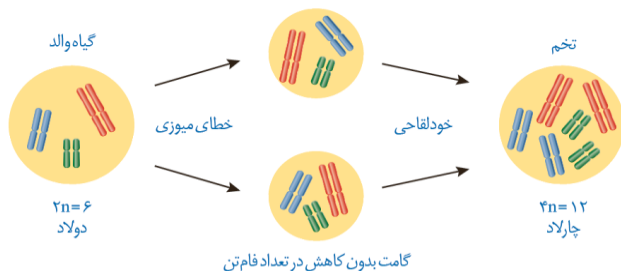
گاهی بین جمعیت هایی که در یک زیستگاه زندگی می کنند، جدایی تولیدمثلی اتفاق می افتد و در نتیجه، گونه جدیدی حاصل می شود. این نوع گونه زایی را **گونه زایی هم میهنی** می نامند. در گونه زایی هم میهنی، برخلاف گونه زایی دگر میهنی، جدایی جغرافیایی رخ نمی دهد. پیدایش گیاهان چندلادی (پلی پلوئیدی)، مثال خوبی از گونه زایی هم میهنی است. چندلادی به تولید گیاهانی منجر می شود که زیستا و زایا هستند اما نمی توانند در نتیجه آمیزش با افراد گونه نیایی خود، زاده های زیستا و زایا پدید آورند و بنابراین گونه ای جدید به شمار می روند.

گیاهان چندلادی بر اثر **خطای میوزی** ایجاد می شوند. می دانیم که **جدا نشدن فام تن ها در میوز** به تشکیل گامت هایی با عدد فام تنی غیر طبیعی منجر می شود و اگر این گامت ها با گامت طبیعی لقاح کنند تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد.



در اوایل دهه ۱۹۰۰ دانشمندی به نام **هوگو دووری** که با گیاهان گل مغربی  $2n=14$  کار می کرد، متوجه شد که یکی از گل های مغربی **ظاهری متفاوت** با بقیه دارد. وی با بررسی فام تن های آن دریافت که این گیاه به جای ۱۴ فام تن، ۲۸ فام تن دارد و بنابراین **چارلاد (تتراپلوئید)  $4n$**  است. گامت هایی که گیاه چارلاد ایجاد می کند، دولا  $(2n)$  اند نه تک لاد  $(n)$ . اگر گامت های این گیاه با گامت های گیاهان طبیعی، که تک لادند، آمیزش کنند تخم های حاصل سه لاد (تریپلوئید یا  $3n$ ) خواهند شد. **گیاه سه لاد حاصل از نمو این تخم، نازاست.**

اما اگر گیاه چارلاد بتواند خودلقاحی انجام دهد، یا در نزدیکی آن گیاه چارلاد مشابه دیگری وجود داشته باشد، یاخته تخم  $4n$  خواهد بود و گیاهی که از آن ایجاد می شود، قادر به میوز بوده، بنابراین زایاست. این گیاه، با جمعیت نیایی خود (که  $2n$  بودند)، نمی تواند آمیزش کند و بنابراین به گونه جدیدی تعلق دارد که افراد آن  $4n$  هستند. شکل زیر این ساز و کار را برای گیاهی با ۶ فام تن نشان می دهد.



انواع گل های مغربی

## تفاوت‌های گونه زایی دگر میهنی و هم میهنی:

- 
- 
- 

۶۶- گونه تشکیل شده در بررسی هوگو دووری .....

- ۱) فنوتیپ و ژنوتیپ متفاوتی با گونه قبلی داشت.
- ۲) از آمیزش آن با گونه قبلی تخم تشکیل نمی شد.
- ۳) به دنبال قطع شارش با گونه قبلی ایجاد شده بود.
- ۴) توانایی تشکیل تتراد و تولید گامت را نداشت.

۶۷- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟ (( گیاه حاصل از نمو هر تخم گل مغربی لزوما ..... ))

- ۱) توانایی تشکیل زاده های زیستا با زندگی طبیعی دارد.
- ۲) توانایی تکثیر ژن های والدین خود را دارا می باشد.
- ۳) توانایی آمیزش موفقیت آمیز با هر یک از والدین خود را دارد.
- ۴) توانایی خودلقاحی با گامت های خود را دارا می باشد.

۶۸- کدام گزینه عبارت را به طور صحیح تکمیل می کند؟

«اگر در هنگام تقسیم میوز در یک سلول دیپلوئید گل مغربی در مرحله ..... در یک سلول فام تن های شماره یک جدا نشوند، .....»

- ۱) آنافاز دو - نیمی از سلول های حاصله دارای دو فام تن شماره یک می باشد.
- ۲) آنافاز یک - نیمی از سلول های حاصله دارای یک فام تن شماره یک می باشد.
- ۳) آنافاز دو - نیمی از سلول های حاصله فاقد فام تن شماره یک می باشند.
- ۴) آنافاز یک - نیمی از سلول های حاصله دارای دو فام تن شماره یک می باشد.

۶۹- در ارتباط با همه ساز و کارهایی که باعث ایجاد گونه ای جدید می شود، کدام مورد به طور حتم صادق است؟ (۹۹د)

- ۱) به وجود آمدن کامه (گامت) هایی متفاوت (از نظر محتوی ژنی) با کامه (گامت) های طبیعی والدین الزامی است.
- ۲) انتخاب طبیعی با ایجاد تغییر در افراد، فراوانی دگره (الل) های جمعیت را تغییر می دهد.
- ۳) در ابتدا رانش دگره ای، به شدت بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می افزاید.
- ۴) مانع جغرافیایی از شارش ژن، جلوگیری می نماید.

۷۰- کدام گزینه در رابطه با هر نوع ساز و کاری که باعث ایجاد گونه جدید می شود، صحیح می باشد؟

- (۱) اگر جمعیت ها کوچک باشند، رانش ژن سبب افزایش تفاوت ها بین افراد هر جمعیت می شود.
- (۲) ایجاد جدایی تولیدمثلی بین افراد یک گونه سبب جدانشدن خزانه ژنی آنها از یکدیگر می شود.
- (۳) جهش های بزرگ یا کوچک به تدریج سبب افزایش تفاوت ها در افراد جمعیت ها می شود.
- (۴) انتخاب طبیعی سبب افزایش تفاوت ها در جمعیت ها و ایجاد جدایی تولید مثلی می شود.

۷۱- کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟ (د ۱۴۰۱)

«در پی بررسی انواعی از خطاهای کاستمانی (میوزی) که در یک یاخته پیکری انسان به وقوع می پیوندد، می توان بیان کرد: با فرض این که جدا نشدن فام تن (کروموزم)ها در یکی از تقسیمات دوم کاستمان (میوز) صورت بگیرد، ..... زمانی که جدا نشدن فام تنها در تقسیم اول کاستمان به انجام برسد، ..... تولید می شود.»

- (۱) برخلاف - گامت های طبیعی
- (۲) نسبت به - گامت های متنوع تری
- (۳) نسبت به - تعداد کمتری گامت غیرطبیعی
- (۴) همانند - به تعداد گامت های طبیعی، گامت های غیرطبیعی

۷۲- کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر، نامناسب است؟ (دی ۴۰۱)

«فرض کنید که در گیاه گل مغربی (۲n)، جدا نشدن فام تن (کروموزوم)ها در یکی از تقسیمات دوم میوز صورت بگیرد، در صورتی که گامت های این گیاه با گامت های گیاه چارلاد (تتراپلوئید) لقاح انجام دهد، تعداد زاده هایی که ..... هستند، بیش از زاده هایی است که ..... را دارند.»

- (۱) حامل کمترین فام تن - بیشترین فام تن
- (۲) دارای سه مجموعه فام تن - دو مجموعه فام تن
- (۳) فقط زیستا - چهار مجموعه فام تن
- (۴) حامل ژن های هر دو والد - فقط ژن های یک والد

۷۳- کدام گزینه عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل نمی کند؟

«در گیاه گل مغربی ۲n، با فرض این که جدا نشدن فام تنها در یکی از تقسیمات دوم میوز صورت بگیرد ..... زمانی که جدا نشدن فام تنها در تقسیم اول میوز به انجام برسد، در صورت لقاح این گامت ها با گامت های طبیعی گیاه تتراپلوئید، .....»

- (۱) نسبت به - زاده های متنوع تری تولید می شود.
- (۲) همانند - تعداد زاده های دیپلوئید برابر با تعداد زاده های تتراپلوئید می باشد.
- (۳) نسبت به - تعداد زاده های زیستا کم تری تولید می شود.
- (۴) همانند - زاده های دیپلوئید، ژن های فقط یک والد را دریافت کرده اند.