

بخش اول

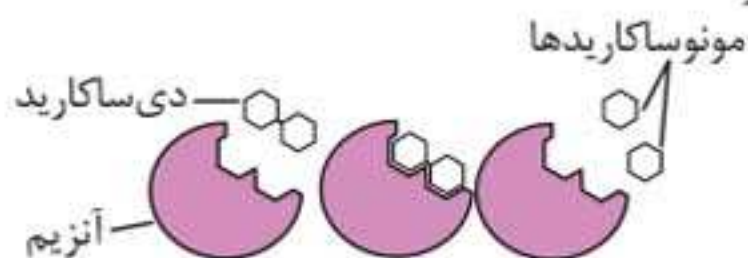
از دنا تا کروموزوم

◀ مولکول‌های زیستی

مولکول‌های زیستی به چهار گروه اصلی کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها طبقه‌بندی می‌شوند:

۱ کربوهیدرات‌ها

از سه عنصر کربن (C)، هیدروژن (H) و اکسیژن (O) ساخته شده‌اند و به سه گروه مونوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها طبقه‌بندی می‌شوند.



مونوساکارید: ساده‌ترین کربوهیدرات‌ها هستند (مانند گلوکز و ریبوز).
دی‌ساکارید: در اثر اتصال دو مونوساکارید یک دی‌ساکارید ایجاد می‌شود.
(مانند ساکارز)

پلی‌ساکارید: در اثر اتصال چندین مونوساکارید یک پلی‌ساکارید ایجاد می‌شود.
(مانند سلولز، گلیکوژن و نشاسته)

⚠ حواستون باشه: ◀ به ترکیباتی که در آن‌ها کربن با پیوند

اشتراکی به اتم‌هایی نظیر H، C، O و هالوژن‌ها متصل باشد، ترکیبات آلی گفته می‌شود.

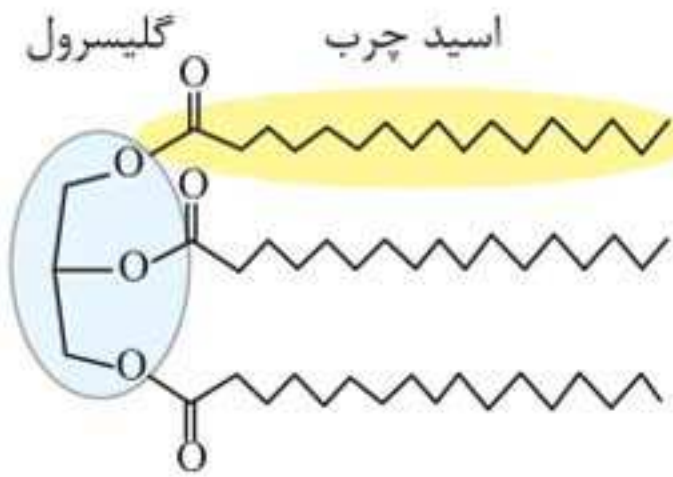
◀ کربن دی‌اکسید (CO_2)، کربن مونواکسید (CO)، بیکربنات و سیانید ترکیبات آلی نیستند.

◀ هر ترکیبی که آلی نیست، ترکیب معدنی نام دارد.



۲ لیپیدها

مولکول‌های آبگریزی که از سه عنصر کربن (C)، هیدروژن (H) و اکسیژن (O) تشکیل شده‌اند و طبقه‌بندی آنها براساس عملکردشان انجام می‌گیرد که شامل تری‌گلیسریدها، فسفولیپیدها، استروئیدها و موم‌ها هستند.



۳ پروتئین‌ها

از مونومرهایی به نام آمینواسید تشکیل شده‌اند که با پیوند پپتیدی به یکدیگر متصل‌اند. این مولکول‌ها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، عنصر نیتروژن را نیز در ساختار خود دارند. در صورت اتصال چندین آمینواسید به یکدیگر و ایجاد شکل فضایی خاص، پروتئین ایجاد می‌شود.

۴ نوکلئیک‌اسیدها

به دو دسته DNA (دورشته‌ای) و RNA (تک‌رشته‌ای) طبقه‌بندی می‌شوند که واحد سازنده آنها نوکلئوتید است. نوکلئیک‌اسیدها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، فسفر را نیز در ساختار خود دارند.

مولکول‌های اطلاعاتی

مولکول دنا (DNA) در همه جانداران وجود دارد و کار یکسانی انجام می‌دهد. این مولکول یکی از ویژگی‌های مشترک بین جانداران مختلف بوده و اطلاعات لازم برای زندگی یاخته در آن ذخیره می‌شود. در یاخته‌های یوکاریوتی اطلاعات و دستورالعمل‌های لازم برای هدایت یاخته در مولکول دنا موجود در هسته قرار دارند. دستورالعمل‌های مختلفی که DNA ارائه می‌دهد باعث ایجاد ویژگی‌های مختلفی در یاخته‌های بدن می‌شود.

ویژگی‌هایی مانند شکل و اندازه در هر یک از یاخته‌های بدن ما تحت فرمان هسته هستند. دستورالعمل‌های هسته در حین فرایند تقسیم یاخته‌ای، از یاخته‌ای به یاخته‌ی دیگر و در حین تولیدمثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود.

مولکولی که به عنوان ماده‌ی ژنتیک در نظر گرفته می‌شود باید سه ویژگی زیر را داشته باشد:

- ۱ ذخیره‌ی اطلاعات ژنتیکی
- ۲ انتقال اطلاعات از نسلی به نسل دیگر
- ۳ پایداری نسبی

⚠ حواستون باشه: پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های ماده‌ی وراثتی است. علت این پایداری وجود پیوند هیدروژنی بین دو رشته‌ی دنا است که باعث می‌شود این دو رشته در کنار هم باقی بمانند.

نوکلئیک‌اسیدها شامل دئوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید (دنا) و ریبونوکلئیک‌اسید (رنا) می‌باشند که از واحدهای تکراری به نام نوکلئوتید تشکیل می‌شوند.

ساختار نوکلئوتید

هر نوکلئوتید از سه جزء تشکیل شده است:

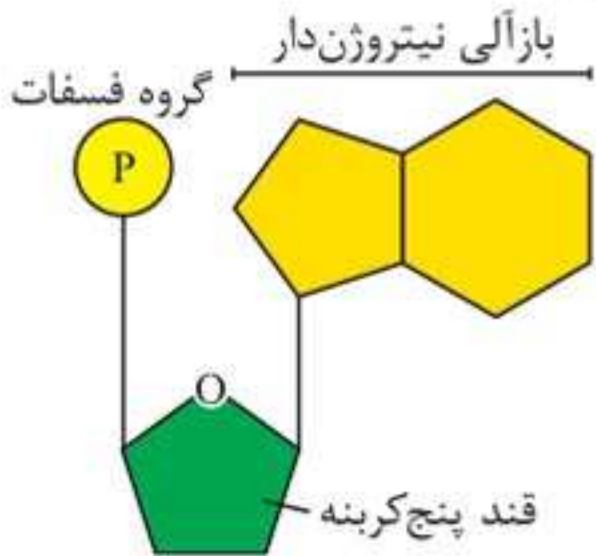
۱. **یک قند پنج‌کربنی (پنتوز):** شامل ریبوز (در ساختار RNA) و دئوکسی‌ریبوز (در ساختار DNA) است.

⚠ حواستون باشه: دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد. این قندهای پنج‌کربنی به صورت یک حلقه‌ی پنج‌ضلعی نمایش داده می‌شوند که در رأس آنها اتم اکسیژن قرار دارد.



۲. یک تا سه گروه فسفات: این گروه یا گروه‌ها با نوعی پیوند اشتراکی

به یک سمت قند پنج کربنی متصل می‌شوند.



۳. باز آلی نیتروژن دار: باز آلی نیز

همانند گروه(های) فسفات با نوعی پیوند اشتراکی به یک سمت قند

پنج کربنی متصل می‌شود.

بازهای آلی براساس تعداد حلقه

به دو دسته بازهای آلی دو حلقه‌ای

(پورینی) و تک حلقه‌ای (پیریمیدینی) طبقه‌بندی می‌شوند. ۵ نوع باز آلی

در یاخته وجود دارد:

پیریمیدین‌ها: شامل بازهای آلی زیر است:

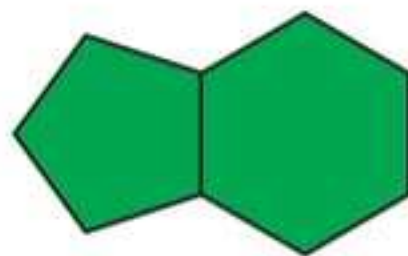
۱ یوراسیل (U) ← فقط مربوط به RNA

۲ تیمین (T) ← فقط مربوط به DNA

۳ سیتوزین (C) ← مشترک بین RNA و DNA

پورین‌ها: شامل بازهای آلی زیر است:

۱ آدنین (A) ← مشترک بین RNA و DNA
۲ گوانین (G)




نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه فسفات با

یکدیگر تفاوت دارند و بر این اساس ۸ نوع نوکلئوتید در ساختار

نوکلئیک‌اسیدها وجود خواهد داشت (۴ نوع نوکلئوتید در ساختار

مولکول DNA و ۴ نوع نوکلئوتید در ساختار مولکول RNA).

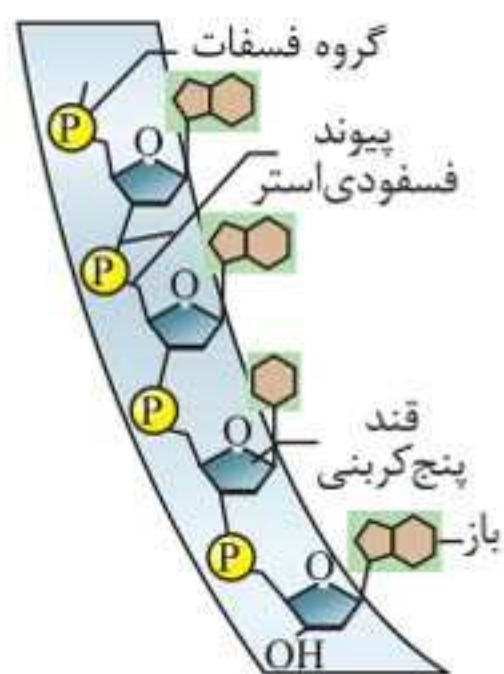
 نکته باران:

- ۱ تمامی پیوندهای موجود در ساختار قند پنج کربنی از نوع یگانه هستند.
- ۲ (PO_4^{3-}) یا همان گروه فسفات دارای بار منفی است، در نتیجه نوکلئوتیدها و نوکلئیک اسیدها نیز بار منفی دارند.
- ۳ در یک نوکلئوتید اگر تعداد گروه‌های فسفات را n در نظر بگیریم $(n - 1)$ پیوند پرانرژی در آن وجود خواهد داشت. مثلاً اگر در یک نوکلئوتید سه عدد گروه فسفات داشته باشد دارای دو پیوند پرانرژی است.
- ۴ نوکلئوتیدها هنگامی که در ساختار نوکلئیک اسیدها قرار نگرفته باشند (نوکلئوتید آزاد در سیتوپلاسم) سه گروه فسفات دارند، اما هنگامی که بخواهند در ساختار نوکلئیک اسیدها قرار بگیرند دو گروه فسفات خود را از دست می‌دهند و تنها یک گروه فسفات خواهند داشت.

انواع پیوند در ساختار نوکلئیک اسیدها

پیوندهای متعددی در ساختار نوکلئیک اسیدها وجود دارد که به بررسی آنها می‌پردازیم:

۱. پیوندهای قند - فسفات (در ساختار رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی):



• الف. بین قند و فسفات دو نوکلئوتید متفاوت

• ب. بین اکسیژن گروه فسفات و کربن شماره ۵

قند پنج کربنی در ساختار یک نوکلئوتید

نوکلئوتیدها با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل

می‌شوند و رشته پلی‌نوکلئوتیدی را می‌سازند.

در پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید

به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط

به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود. بنابراین به

مجموع پیوندهای (الف) و (ب) در ساختار رشته

پلی‌نوکلئوتیدی پیوند فسفودی‌استر می‌گویند.



به عبارتی دیگر پیوند فسفودی استر، پیوند بین دو قند مجاور توسط یک گروه فسفات است. در حقیقت زمانی که نوکلئوتیدها به هم متصل می‌شوند، حد فاصل OH قند یک نوکلئوتید تا قند نوکلئوتید دیگر دو پیوند استری وجود دارد که مجموع آنها را پیوند فسفودی استر می‌نامند.

۲. پیوند کووالان:

در ساختار نوکلئوتیدها نوعی پیوند اشتراکی (کووالان) بین قند ریبوز و باز آلی یا قند ریبوز و گروه فسفات برقرار است.

۳. پیوند هیدروژنی (بین دو رشته پلی نوکلئوتیدی):

در ساختار دنا پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته پلی نوکلئوتیدی برقرار می‌گردد؛ در نتیجه برقراری این پیوند بین بازهای آلی، نوکلئوتیدها روبه‌روی یکدیگر قرار می‌گیرند.

⚠ حواستون باشه: در ساختار همه رناها پیوند فسفودی استر وجود دارد، ولی در ساختار بعضی از RNA ها مانند رنای ناقل (tRNA) پیوند هیدروژنی قابل مشاهده است. این در حالی است که دنا هر دو پیوند فسفودی استر و هیدروژنی را دارد.

انواع نوکلئیک اسید

نوکلئیک اسیدها را می‌توان به دو دسته حلقوی و خطی دسته‌بندی کرد:

۱. نوکلئیک اسید حلقوی:

دو انتهای رشته‌های پلی نوکلئوتیدی می‌توانند با پیوند فسفودی استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید حلقوی را ایجاد کنند. برای مثال دنا در باکتری‌ها به صورت حلقوی است.

توجه کنید که دنا حلقوی هم در یاخته‌های یوکاریوتی و هم در یاخته‌های پروکاریوتی وجود دارد. دنا حلقوی در یاخته‌های پروکاریوتی

به بخش خاصی از غشا متصل است. در حالی که در یوکاریوت‌ها مولکول دناى حلقوی در اندامک‌های میتوکندری (راکیزه) و کلروپلاست (سبز دیسه) حضور دارد.

۲. نوکلئیک اسید خطی:

در نوکلئیک اسید خطی، گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر به صورت آزاد قرار دارد. بنابراین هر رشته دناى خطی و رناى خطی همیشه دو سر متفاوت دارند. توجه کنید که دناى خطی فقط در یاخته‌های یوکاریوتی وجود دارد.

⚠ حواستون باشه: رشته پلی نوکلئوتیدی دارای قطبیت است، زیرا در یک انتهای آن گروه قند و در انتهای دیگر آن گروه فسفات قرار دارد.

RNA و انواع آن

RNA طی فرایند رونویسی از روی بخشی از رشته دنا (رشته الگو) ساخته می‌شود که انواع آن به شرح زیر است:

۱. mRNA (رناى پیک):

در انتقال اطلاعات از دنا به رناتن‌ها (محل پروتئین‌سازی در یاخته) نقش دارد. در واقع رناتن‌ها با استفاده از اطلاعات رناى پیک، پلی‌پپتید را می‌سازند.

۲. rRNA (رناى رناتنی):

همانند پروتئین در ساختار رناتن (ریبوزوم) شرکت دارد. rRNA نقش آنزیمی داشته و در ایجاد پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها مؤثر است.

۳. tRNA (رناى ناقل):

آمینواسیدهای مورد نیاز برای پروتئین‌سازی را از سیتوپلاسم به رناتن حمل می‌کند.

**ژن چیست؟**

ژن قسمتی از مولکول DNA است که به صورت غیرمستقیم برای ساخت پروتئین و به صورت مستقیم برای ساخت RNA به کار می‌رود. همان طور که می‌دانید اطلاعات و دستورالعمل‌های وراثتی در دنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن ذخیره می‌شوند. در واقع ژن بخشی از مولکول دناست که بیان آن می‌تواند به تولید رنا یا رشته‌های پلی‌پپتیدی بیانجامد.


⚠ حواستون باشه: محصول عملکرد ژن‌ها، پروتئین‌ها هستند؛ بنابراین در ایجاد سرطان ژن‌ها نقش دارند.

دانشمندان ژنتیکی

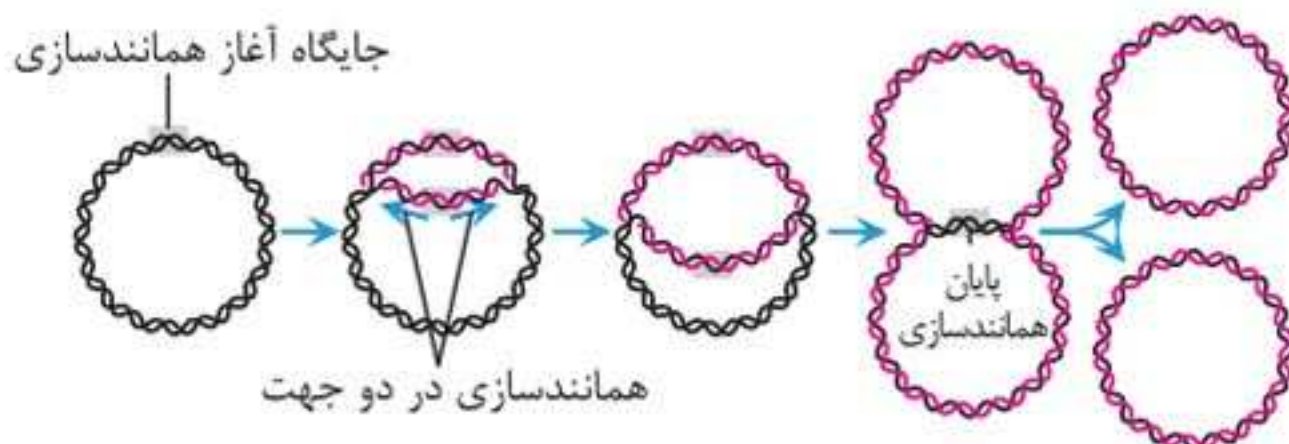
افراد زیادی به بررسی ساختار و عملکرد ماده ژنتیک پرداختند که به بررسی تک‌تک آن‌ها می‌پردازیم. **📢 بد نیست بدانید:** در سال ۱۸۶۹ دانشمندی به نام میشر از هستهٔ یاخته‌های یوکاریوتی ماده‌ای اسیدی استخراج کرد و آن را نوکلئیک‌اسید نامید. او متوجه شد نسبت نیتروژن و فسفات در این ترکیبات با نسبت آن در ترکیبات آلی دیگر متفاوت است.

فردریک گریفیت (۱۹۲۸)

در زمان فردریک گریفیت (باکتری‌شناس انگلیسی) تصور می‌شد عامل بیماری آنفلوانزا نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است. او سعی داشت علیه آنفلوانزا واکسنی تولید کند. فعالیت‌ها و آزمایش‌های گریفیت باعث شد اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی به دست آید.

 نکته باران:

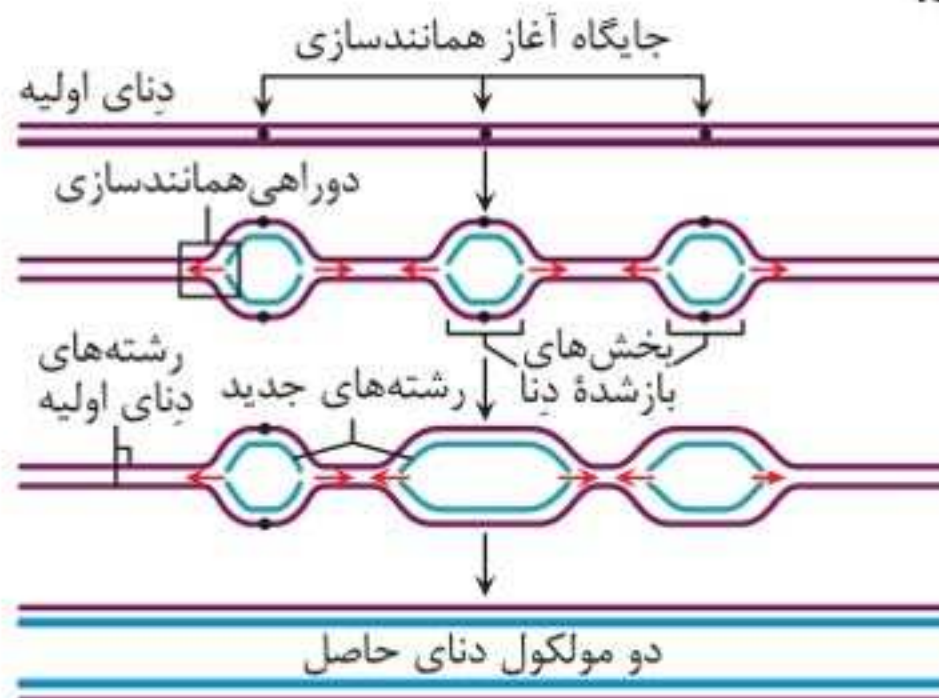
۱ در پروکاریوت‌ها اگر همانندسازی یک‌جهته باشد، یک دوراهی همانندسازی تشکیل می‌شود، اما اگر آن دوجته باشد، نقطه آغاز همانندسازی مقابل نقطه پایان همانندسازی خواهد بود و دو عدد دوراهی همانندسازی تشکیل می‌شود.



۲ همانندسازی در یوکاریوت‌ها بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست. این مسئله به سبب وجود مقادیر زیاد دنا و قرار داشتن در چندین فام‌تن است که هر کدام چندین برابر دنا بکتری‌ها هستند.

۳ همانندسازی دوجته هم در یوکاریوت‌ها و هم در پروکاریوت‌ها دیده می‌شود.

◀ **همانندسازی در یوکاریوت‌ها:** در یوکاریوت‌ها برخلاف پروکاریوت‌ها همانندسازی در چندین جایگاه آغاز می‌شود و در هر جایگاه آغاز دو عدد دوراهی همانندسازی تشکیل می‌شود. در این جانداران نیز همانندسازی دوجته‌ای است.





توجه کنید تعداد جایگاه آغاز همانندسازی در یوکاریوت‌ها حتی می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (مرحله تشکیل بلاستوسیست) سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی زیاد ولی پس از تشکیل اندام‌ها، سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز کم می‌شوند. در حالی که تعداد جایگاه آغاز همانندسازی در DNA پروکاریوت‌ها ثابت است.

مقایسه همانندسازی در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها

◀ ویژگی‌های مشترک همانندسازی در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها:

۱ **تعداد دوراهی همانندسازی:** در هر جایگاه آغاز دو عدد دوراهی همانندسازی دارند.

۲ **همانندسازی دوجهته:** در هر جایگاه آغاز همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود.

۳ **آنزیم‌های مؤثر در همانندسازی:**

- ۱) هلیکاز: شکستن پیوندهای هیدروژنی بین بازهای آلی
- ۲) دنابسپاراز: قراردادن نوکلئوتیدهای جدید در مقابل نوکلئوتیدهای رشته الگو

تفاوت در همانندسازی	یوکاریوت‌ها	پروکاریوت‌ها
تعداد نقاط آغاز همانندسازی	بیش از یک نقطه در بخش‌های مختلف دنا	اغلب یک عدد
زمان همانندسازی	در مرحله S اینترفاز	همزمان با تقسیم یاخته‌ای
پیچیدگی در همانندسازی	به علت وجود مقدار زیادی دنا در یاخته پیچیده است.	ساده‌تر از یوکاریوت‌ها است.

⚠ حواستون باشه: در بدن انسان در هر هسته از یاخته‌های پیکری ۴۴ عدد کروموزوم غیرجنسی و دو عدد کروموزوم جنسی قابل مشاهده است.

در بدن انسان در هر هسته از یک گامت طبیعی ۲۲ کروموزوم غیرجنسی و یک کروموزوم جنسی (X یا Y) وجود دارد.

◀ تعداد کروموزوم‌ها:

انواع یاخته‌های موجود در بدن یک جاندار پریاخته‌ای که توانایی تولیدمثل دارد را می‌توان به دو نوع پیکری و جنسی طبقه‌بندی کرد. همه گونه‌های جانداران تعداد معینی کروموزوم در یاخته‌های پیکری خود دارند که به آن **عدد کروموزومی** (فام‌تنی) می‌گویند. انسان در یاخته‌های پیکری خود دارای ۴۶ عدد کروموزوم است در حالی که در جانداران مختلف از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد کروموزوم قابل مشاهده است اما باکتری‌ها یک کروموزوم دارند.

⚠ حواستون باشه: تعداد کروموزوم‌ها در یاخته‌های پیکری دو برابر تعداد کروموزوم‌ها در یاخته‌های جنسی است. مثلاً در انسان گامت‌ها ۲۳ عدد کروموزوم دارند.

ممکن است تعداد کروموزوم‌ها در یاخته‌های پیکری در بعضی از جانداران یکسان باشد، مثلاً در یاخته‌های پیکری انسان و درخت زیتون، ۴۶ عدد کروموزوم وجود دارد، اما تعداد و نوع ژن‌های موجود در کروموزوم‌های این دو جاندار با یکدیگر یکسان نیست؛ بنابراین ویژگی‌های جانداران وابسته به نوع ژن‌های آنهاست نه صرفاً عدد فام‌تنی آنها!

عدد هاپلوئیدی

به هر سری کروموزومی، یک مجموعه کروموزومی می‌گویند. کروموزوم‌های موجود در هر مجموعه کروموزومی با یکدیگر غیرهمتا هستند. این کروموزوم‌ها از لحاظ شکل و محتوا یکسان نیستند. در



هر مجموعه کروموزومی عدد هاپلوئیدی بیان کننده تعداد کروموزومها است. بر این اساس یاخته‌های هاپلوئیدی تنها یک مجموعه کروموزومی و یاخته‌های دیپلوئیدی (دولاد) دو مجموعه کروموزومی دارند.

⚠ حواستون باشه: یاخته‌هایی که بیش از دو مجموعه کروموزومی دارند را یاخته‌های پلی‌پلوئیدی می‌گویند. مثلاً گیاه موز تریپلوئید ($3n$) است و کروموزوم‌های آن سه به سه با یکدیگر هم‌تا هستند.

با توجه به شکل‌های زیر یک کروموزوم تک کروماتیدی در واقع کروموزومی مضاعف‌نشده است، اما کروموزوم دو کروماتیدی در واقع همان کروموزوم مضاعف‌شده است.



«مضاعف‌شده»



«غیرمضاعف»

⚠ حواستون باشه: در یک مجموعه (n) فام‌تنی، کروموزوم هم‌تا نداریم. اما در یک مجموعه ($2n$) فام‌تنی، کروموزوم‌ها دوبره‌دو هم‌تا هستند.

کروموزوم تک کروماتیدی یک مولکول دنا و دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی دارد، در حالی که یک کروموزوم دو کروماتیدی دو مولکول دنا و چهار رشته پلی‌نوکلئوتیدی دارد اما توجه کنید تعداد سانترومرها در کروموزوم‌های تک کروماتیدی و دو کروماتیدی، باهم برابر است.

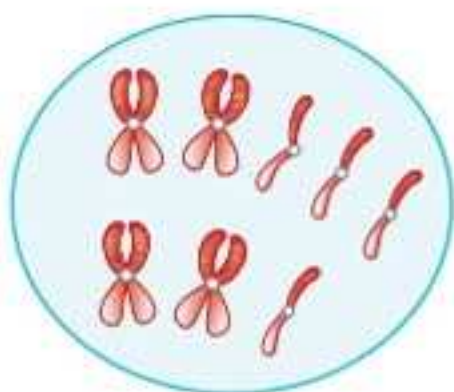
← تعیین تعداد مجموعه کروموزومی و عدد کروموزومی:

مرحله ۱: تعیین یک نوع کروموزوم و شمارش آن

مرحله ۲: شمارش تعداد کل کروموزوم‌ها

مرحله ۳: مشخص کردن تعداد و مجموعه کروموزومی براساس اطلاعات قبلی

پرسش نمونه



۱. تعداد مجموعه کروموزومی و عدد کروموزومی را در شکل نشان داده شده مشخص کنید.

پاسخ براساس مراحل ذکر شده عمل می‌کنیم:

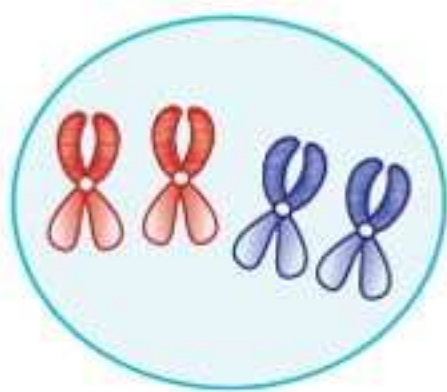
(۱) در نظر گرفتن یک نوع کروموزوم و شمارش آن $\leftarrow 4$ عدد

(۲) شمارش تعداد کل کروموزوم‌ها $\leftarrow 8$ عدد

(۳) تعیین تعداد مجموعه‌های کروموزومی $\leftarrow 4n$

بنابراین عدد کروموزومی این یاخته به صورت $4n = 8$ است و این یاخته چهار مجموعه کروموزومی دارد که در هر مجموعه آن دو عدد کروموزوم غیرهمتا وجود دارد.

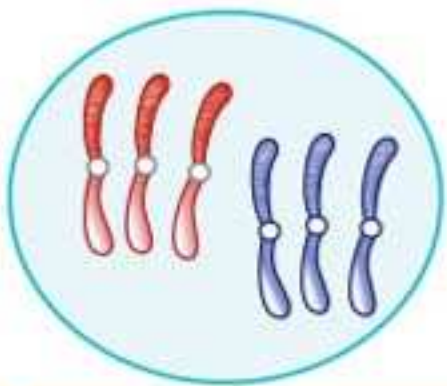
۲. یاخته‌ای با عدد هاپلوئیدی $2n = 4$ را با کروموزوم‌های مضاعف رسم کنید.



پاسخ $2n$ بودن یعنی داشتن دو مجموعه

کروموزومی که مجموعاً ۴ عدد کروموزوم در آنان وجود دارد. با توجه به مضاعف بودن این کروموزوم‌ها می‌توان گفت دو به دو با هم یکسان‌اند.

۳. یاخته‌ای با عدد هاپلوئیدی $3n = 6$ با کروموزوم‌های غیرمضاعف را رسم کنید.



پاسخ غیرمضاعف بودن در واقع همان

تک کروماتیدی بودن است به شکل مقابل توجه کنید.

بخش دوم

رابطه بین ژن و پروتئین

◀ دنا چگونه نوع آمینواسیدهای پلی‌پپتید را تعیین می‌کند؟

در مولکول دنا ۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که تنها از نظر بازهای آلی متفاوت‌اند و در ساختار پلی‌پپتیدها حداکثر ۲۰ نوع آمینواسید وجود دارد بر این اساس و با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای دنا بیانگر نوعی آمینواسید است و به هر یک از این توالی‌های سه نوکلئوتیدی رمز می‌گویند.

نقش مولکول رنا به‌عنوان میانجی

در یاخته‌های یوکاریوتی، ریبوزوم‌ها درون هسته وجود ندارند، بنابراین ساخته‌شدن پلی‌پپتید در آن صورت نمی‌پذیرد. پس با توجه به این که اطلاعات دنا برای ساخت پلی‌پپتید ضروری است و دنا از هسته خارج نمی‌شود، وجود یک مولکول میانجی برای ایجاد ارتباط، لازم است. همان‌طور که گفته شد انواع رناها و عملکرد آن‌ها در یاخته‌های یوکاریوتی به‌صورت زیر است:

⚠ حواستون باشه: آنزیم رنابسپاراز باعث ساخته شدن رناها از روی اطلاعات دنا می‌شود.

۱ رنای رناتنی که توسط رنابسپاراز ۱ ساخته می‌شود و در ساختار رناتن‌ها شرکت دارند.

۲ رنای پیک که توسط رنابسپاراز ۲ ساخته می‌شود و به‌عنوان مولکول میانجی اطلاعات را از دنا به رناتن‌ها می‌رساند.

۳ رنای ناقل که توسط رنابسپاراز ۳ ساخته می‌شود و آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت رناتن‌ها می‌برد.

تنظیم بیان ژن

به فرایندی که تعیین می‌کند در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن‌ها بیان شوند یا بیان نشوند، **تنظیم بیان ژن** می‌گویند. این فرایند بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن تأثیر بگذارد.

تنظیم بیان ژن موجب می‌شود تا جانور به تغییرات پاسخ دهد. به طور مثال در گیاه، نور می‌تواند سبب فعال شدن ژن سازنده آنزیمی شود که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می‌گیرد و در نبود نور این ژن بیان نمی‌شود.

⚠ حواستون باشه: محصول ژن، رنا و پروتئین است. بنابراین تغییر در فعالیت ژن‌ها، بر ساخت این محصولات نیز اثر می‌گذارد.

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها

در این جانداران تنظیم بیان ژن می‌تواند در هر یک از مراحل ساخت رنا و پروتئین تأثیر بگذارد ولی به‌طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی انجام می‌شود. در مواردی هم ممکن است یاخته با تغییر در پایداری (طول عمر) رنا یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.

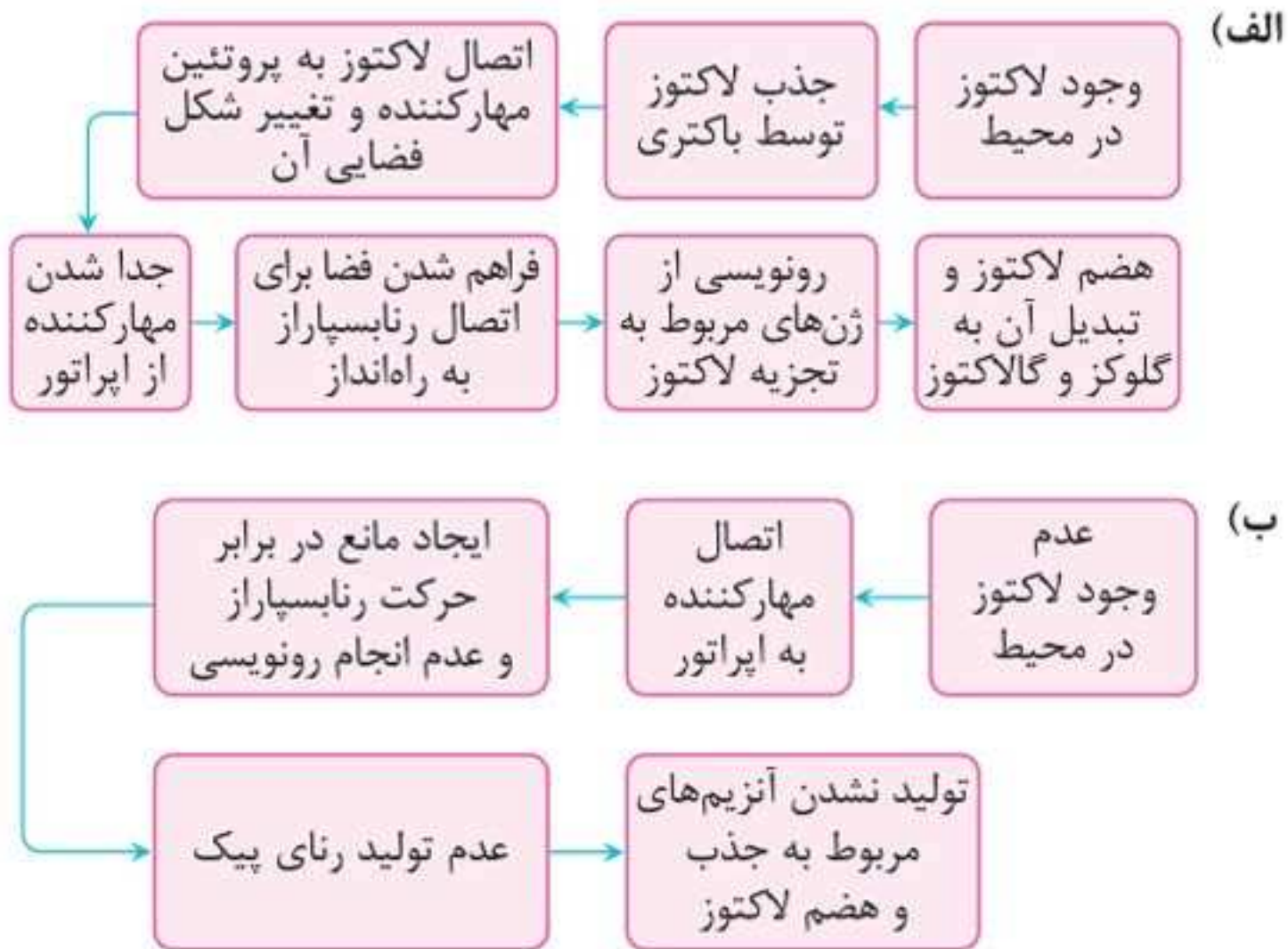
◀ تنظیم رونویسی در پروکاریوت‌ها:

نمونه این تنظیم در نوعی باکتری به نام اشرشیا کلائی وجود دارد که قند مصرفی ترجیحی آن گلوکز است. در این نوع تنظیم عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه‌انداز کمک و یا از این عمل جلوگیری می‌کنند در نتیجه از رونویسی ژن تسهیل یا ممانعت می‌شود.

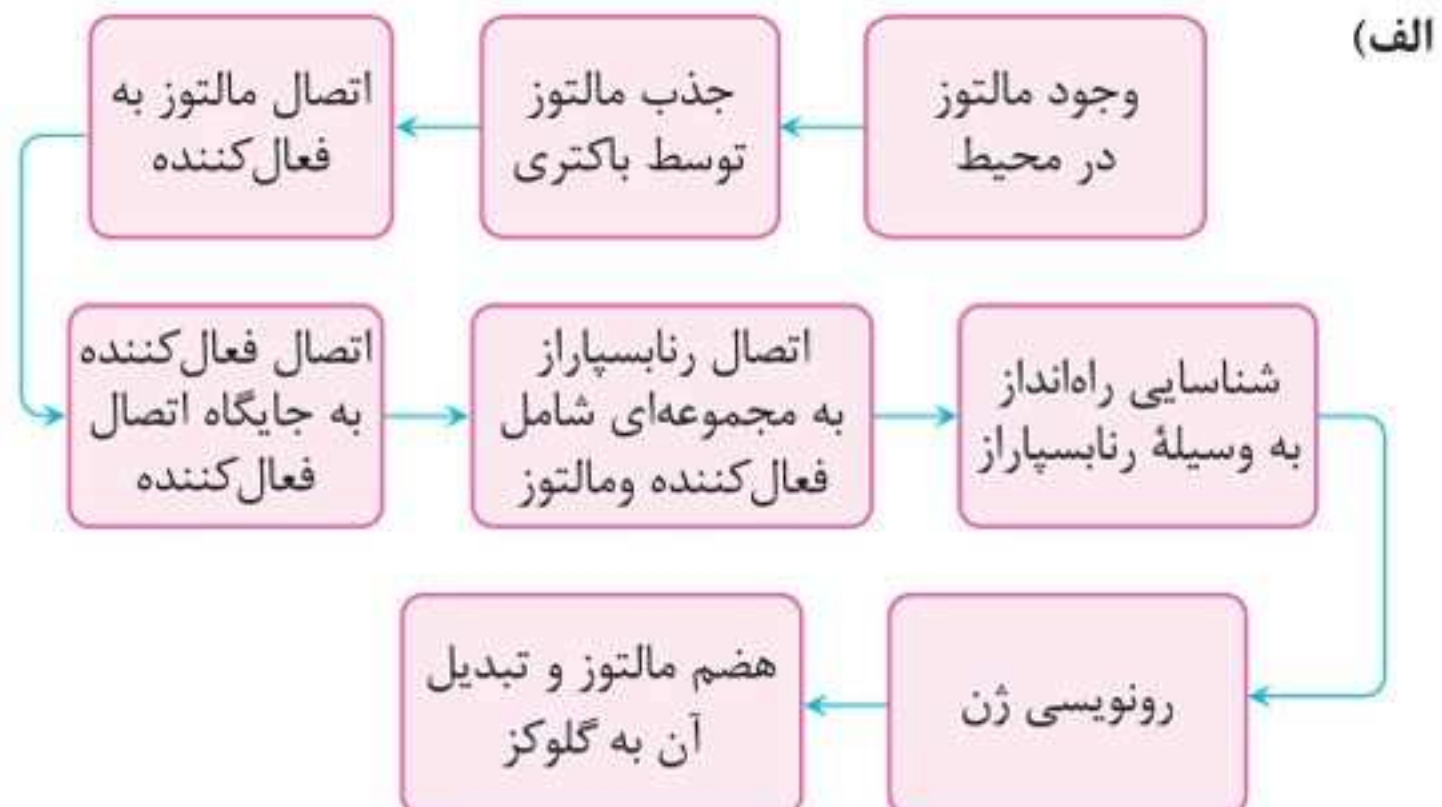


انواع تنظیم رونویسی در پروکاریوت‌ها

۱ تنظیم منفی: به وجود یا عدم وجود لاکتوز در محیط بستگی دارد.



۲ تنظیم مثبت: به وجود یا عدم وجود مالتوز در محیط بستگی دارد.



رابطه بین ژن و پروتئین مهر و ماه



نکته باران:

- ۱ اگر گلوکز در محیط اشرفشیاکلای نباشد، ولی قند دیگری به نام لاکتوز در اختیار آن باشد، باکتری می تواند از این قند استفاده کند.
- ۲ اپراتور و پروتئین فعال کننده تنهامختص یاخته های پروکاریوتی هستند.
- ۳ اپراتور همانند توالی راه انداز و جایگاه اتصال فعال کننده، رونویسی نمی شوند زیرا جزئی از ژن نیستند.
- ۴ به طور معمول در تنظیم مثبت و منفی پروکاریوت ها یک رنای پیک چند ژنی به وجود می آید.

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

رونویسی در یوکاریوت ها همانند پروکاریوت ها، با پیوستن رنابسپاراز به راه انداز آغاز می شود. تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها پیچیده تر از پروکاریوت ها است و می تواند در مراحل بیشتری انجام شود. در یاخته های یوکاریوتی، بیشتر ژن ها در هسته و برخی در راکیزه و دیسه ها قرار دارند. در هر یک از این محل ها یاخته می تواند بر بیان ژن نظارت داشته باشد. بنابراین تنظیم بین ژن می تواند در مراحل متعددی انجام شود.

انواع تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها:

• در حین رونویسی:

الف) اتصال عوامل رونویسی تنها به توالی راه انداز: در این حالت این پروتئین ها رنابسپاراز را به محل راه انداز هدایت می کنند. توجه کنید چون

رابطه بین ژن و پروتئین مهروماه

ب) تنظیم طول عمر رنای پیک: این فرایند هم در یاخته‌های یوکاریوتی و هم در یاخته‌های پروکاریوتی صورت می‌پذیرد. توجه کنید که افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می‌شود و این فرایند در میزان پروتئین‌سازی مؤثر خواهد بود.

• قبل از رونویسی (در سطح فام‌تن):

به‌طور معمول بخش‌های فشرده فام‌تن کمتر در دسترس رنابسپاراز قرار می‌گیرند؛ بنابراین یاخته می‌تواند با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، دسترسی رنابسپاراز به ژن موردنظر را تنظیم کند.

سؤال‌های بخش دوم

- می‌توان گفت همه رناهای موجود در باکتری اشرشیاکلاهی
 - الگوی ساخت چند پلی‌پپتید را به همراه دارند
 - در یک انتهای خود توالی نوکلئوتیدی یکسانی دارند
 - داخل توده متراکمی در هسته تولید می‌شوند
 - در اثر اتصال نوعی آنزیم به مولکول DNA ساخته می‌شوند
- کدام عبارت در رابطه با یاخته‌های هوهسته‌ای (یوکاریوتی) درست است؟
(خارج از کشور ۹۸)
 - رنای پیک فقط در حین رونویسی دستخوش تغییراتی می‌شود.
 - سمتی از رنای پیک که زودتر ساخته می‌شود، دیرتر ترجمه می‌گردد.
 - اولین آمینواسید در انتهای کربوکسیل همه پلی‌پپتیدهای ساخته‌شده، متیونین است.
 - در یک مولکول دنا، رشته مورد رونویسی می‌تواند از یک ژن به ژن دیگر تغییر نماید.



۳. در باکتری اشرشیا کلاهی به دنبال پیوستن فعال کننده به توالی خاصی از دنا (DNA) کدام اتفاق رخ می دهد؟ (خارج از کشور 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 به کمک عوامل رونویسی، راه انداز را شناسایی می کند.

۴. به طور معمول کدام اتفاق در مرحله آغاز ترجمه رخ نمی دهد؟

- (۱) ورود رنای ناقل به درون جایگاه A رناتن
- (۲) تشکیل پیوند هیدروژنی در جایگاه P رناتن
- (۳) اتصال زیر واحد کوچک رناتن به رنای پیک
- (۴) تشکیل جایگاه های A، P و E رناتن

۵. چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می کند؟

«در هر مرحله ای از فرایند رونویسی که به طور حتم نیز قابل مشاهده است.»

الف) پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدها شکسته می شود - حرکت رنابسپاراز بر روی دنا

ب) دو رشته دنا مجدداً به هم متصل می شوند - شکسته شدن پیوند فسفودی استر

ج) پیوند فسفودی استر ایجاد می شود - اتصال رشته الگو و رمزگذار دنا به هم

د) توالی پایان شناسایی می شود - جدا شدن رنابسپاراز از دنا

۲ (۲)

۱ (۱)

۴ (۴)

۳ (۳)

گزینه ۲: این ژن مربوط به تجزیه (نه سنتز) مالتوز است.
گزینه ۴: عوامل رونویسی مختص یوکاریوت‌هاست درحالی که باکتری اشرشیاکلای نوعی یاخته پروکاریوتی است.
۴. گزینه ۱

در مرحله آغاز ترجمه هیچ رنای ناقلی به جایگاه A رناتن وارد نمی‌شود و در این مرحله بدون جایگاه A رناتن بدون مکمل باقی می‌ماند.
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: در مرحله آغاز ترجمه پیوند هیدروژنی در جایگاه P رناتن تشکیل می‌شود. / **گزینه ۳:** در مرحله آغاز ترجمه با اتصال زیرواحد کوچک رناتن به رنای پیک، بخش‌هایی از رنای پیک، زیرواحد کوچک رناتن را به سوی رمزه آغاز هدایت می‌کنند. / **گزینه ۴:** در مرحله آغاز ترجمه بر اثر کامل شدن ساختار رناتن جایگاه‌های A و P، E تشکیل می‌شوند.
۵. گزینه ۱

بررسی همه عبارت‌ها:

الف (نادرست): در همه مراحل رونویسی پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدها شکسته می‌شوند اما حرکت رنابسپاراز بر روی دنا تنها در مراحل طویل شدن و پایان رخ می‌دهد.

ب (نادرست): در مرحله طویل شدن دو رشته دنا مجدداً به هم متصل می‌شوند اما شکسته شدن پیوند فسفودی استر در هیچ‌یک از مراحل رونویسی قابل مشاهده نیست.

ج (نادرست): ایجاد پیوند فسفودی استر در تمامی مراحل رونویسی صورت می‌پذیرد اما اتصال رشته الگو و رمزگذار دنا به هم تنها در مراحل طویل شدن و پایان قابل مشاهده است.

د (درست): در مرحله پایان، رونویسی توالی پایان شناسایی می‌شود در این مرحله رنابسپاراز از دنا جدا می‌گردد.

انتقال اطلاعات در نسل‌ها

شبهت بین فرزندان و والدین گویای آن است که ویژگی والدین به نحوی به فرزندان منتقل می‌شود. همچنین می‌دانیم که در تولیدمثل جنسی ارتباط بین نسل‌ها را کامه (گامت)‌ها برقرار می‌کنند و ویژگی‌های هر یک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در DNA موجود در گامت‌ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می‌شود. پیش از کشف قوانین وراثت تصور بر آن بود که صفات فرزندان، آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسطی از آن‌هاست؛ مثلاً اگر گلی قرمز با گل سفیدی آمیزش کند، گل حاصل از آن‌ها صورتی خواهد شد! اما مشاهدات متعدد نشان داد که این تصور در رابطه با تمامی گل‌ها درست نیست. نظریه آمیختگی صفات این اصل را باور دارد که صفات فرزندان آمیخته‌ای از صفات والدین است. قوانین این نظریه برای برخی صفات از جمله صفاتی که بین دگره‌های آن‌ها رابطهٔ بارزیت ناقص برقرار است، صدق می‌کند.

⚠ حواستون باشه: طی تقسیم میوز نیمی از ژن‌های فرد وارد هر کامه می‌شود. بر این اساس در انسان، فرزندان نیمی از اطلاعات ژنتیکی خود را از مادر و نیمی دیگر را از پدر دریافت می‌کنند.

در اواخر قرن نوزدهم دانشمندی به نام گریگور مندل با استفاده از علم احتمالات توانست قوانین بنیادین وراثت را کشف کند. در آن زمان هنوز ساختار و عمل دنا و ژن‌ها معلوم نبود.

📌 نکتهٔ ترکیبی: نگرش‌ها، روش‌ها و ابزارهای زیست‌شناسی پس از شناخت مولکول DNA متحول شد. واتسون و کریک ساختار مولکول DNA را مشخص کردند، اما همان‌طور که می‌دانید دانشمندی به نام ایوری و همکارانش DNA را به‌عنوان مادهٔ وراثتی در نظر گرفتند.

را به غشا اضافه می‌کند. اگر هیچ‌یک از این دو آنزیم‌ها وجود نداشته باشند، آن‌گاه هیچ کربوهیدراتی به غشای گویچه قرمز اضافه نخواهد شد، بنابراین برای این صفت، سه دگره وجود دارد. دگره‌ای که آنزیم A را می‌سازد، دگره‌ای که آنزیم B را می‌سازد و دگره‌ای که هیچ آنزیمی نمی‌سازد.

جایگاه ژن‌های گروه خونی ABO در فام‌تن شماره ۹ قرار دارد. ژن‌شناسان دگره‌های A، B و O را به ترتیب با I^A ، I^B و i نشان می‌دهند. این نوع نام‌گذاری به روشنی نشان می‌دهد که دگره I^A و I^B نسبت به هم، هم‌توان، اما نسبت به i بارزند.

جمع‌بندی:

انواع رخ‌نمود و ژن‌نمود گروه خونی ABO

عملکرد آنزیم در گویچه قرمز	ژن‌نمود	رخ‌نمود
آنزیم A کربوهیدرات نوع A را به گیرنده پروتئینی سطح غشا متصل می‌کند.	AA	A
	AO	
آنزیم B کربوهیدرات نوع B را به گیرنده پروتئینی سطح غشا متصل می‌کند.	BB	B
	BO	
آنزیم‌های A و B به ترتیب کربوهیدرات‌های A و B را به گیرنده‌های پروتئین سطح غشا متصل می‌کنند.	AB	AB
هیچ آنزیمی ساخته نمی‌شود و هیچ کربوهیدراتی به گیرنده پروتئینی سطح غشا متصل نمی‌شود.	OO	O

به‌طور کلی برای گروه خونی ABO، ۶ نوع ژنوتیپ و ۴ نوع فنوتیپ وجود دارد.

پرسش نمونه

۲. نحوه ساخت کربوهیدرات‌های A و B در غشای گویچه قرمز چه ارتباطی با ژن دارد؟

پاسخ از روی ژن، آنزیمی پروتئینی ساخته می‌شود که در ساخت کربوهیدرات‌های A و B نقش دارد، بنابراین:

ژن‌های A و B \leftarrow تولید RNA پیک (mRNA) \leftarrow تولید آنزیم‌های A و B \leftarrow اضافه کردن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گلبول قرمز

۳. تعداد جایگاه ژنی برای صفت گروه خونی ABO (یا هر صفت دیگر) در کروموزوم شماره ۹ در مراحل مختلف چرخه یاخته‌ای چگونه می‌تواند باشد؟

پاسخ هنگامی که کروموزوم تک کروماتیدی باشد تنها یک جایگاه ژن ABO در کروموزوم شماره ۹ وجود دارد اما در مرحله S چرخه یاخته‌ای در همانندسازی دنا یک نسخه از DNA ساخته می‌شود و کروموزوم دو کروماتیدی خواهد شد پس در هر کروموزوم شماره ۹ دو جایگاه ژنی برای این جفت فام‌تن وجود خواهد داشت.

نکته باران:

- ۱ گروه خونی ABO یک صفت تک‌جایگاهی و غیرپیوسته است.
- ۲ در تمامی یاخته‌های پیکری انسان (در مرحله G_1 اینترفاز) به جز گویچه‌های قرمز بالغ دو عدد فام‌تن شماره ۹ وجود دارد، پس یاخته‌های پیکری انسان دو دگره برای گروه خونی ABO دارند.
- ۳ صفات از نظر تعداد جایگاه‌هایی که به روی کروموزوم‌ها دارند به دو دسته تک‌جایگاهی و چندجایگاهی تقسیم می‌شوند. بر این اساس صفاتی مثل گروه‌های خونی ABO یک جایگاه مشخص از فام‌تن ۹ را به خود اختصاص داده‌اند و صفاتی تک‌جایگاهی محسوب می‌شوند.



جمع‌بندی: گروه‌های خونی ABO و Rh

ژن‌نمود براساس هر دو صفت	ژن‌نمود گروه خونی Rh	ژن‌نمود گروه خونی ABO	نوع گروه خونی
ABDD	DD	AB	AB ⁺
ABDd	Dd		
ABdd	dd	AB	AB ⁻
OODD	DD	OO	O ⁺
OODd	Dd		
OOdd	dd		
AADD	DD	AA	A ⁺
AADd	Dd	AO	
AODD	Dd	AA	A ⁻
AODd	dd		
AAdd	dd	AO	A ⁻
AOdd		AO	
BBDD	DD	BB	B ⁺
BBDd	Dd	BO	
BODD	Dd	BB	B ⁻
BODd	dd		
BOdd	BO		

اگر تمامی انواع گروه‌های خونی بین فرزندان ممکن باشد ژن‌نمود والدین به صورت AODd و BODd خواهد بود.

در صورتی که والدینی با گروه خونی A و B فرزندی با گروه خونی O داشته باشند. قطعاً والدین ناخالص خواهند بود. اما در صورتی که تولد فرزندی با گروه خونی O در این خانواده ممکن نباشد قطعاً حداقل یکی از والدین فاقد دگره O خواهند بود.

انتقال اطلاعات در نسل‌ها (مهروماه)

در صورتی که والدین گروه خونی O داشته باشند تولد فرزندی با گروه خونی AB در این خانواده غیرممکن است. همچنین اگر والدین گروه خونی AB داشته باشند تولد فرزندی با گروه خونی O در این خانواده دور از انتظار است.

پرسش نمونه

۴. براساس علم ژن‌شناسی

- ۱) همه جانداران ویژگی‌های خود را توسط کامه به نسل بعد منتقل می‌کنند.
- ۲) بیان ژن‌های هر صفت موجب بروز آن در جاندار می‌شود.
- ۳) ویژگی‌های جانداران تحت تأثیر عوامل محیطی تغییر نمی‌کنند.
- ۴) تمامی ویژگی‌های جانداران صفت محسوب می‌شوند.

پاسخ گزینه ۲

در علم ژن‌شناسی ویژگی‌های ارثی جانداران را صفت می‌نامیم و بروز این صفات وابسته به ژن‌های جانداران است.
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: جاندارانی که تولیدمثل غیرجنسی دارند نمی‌توانند ویژگی‌های خود را توسط کامه به نسل بعد منتقل کنند.

گزینه ۳: ویژگی‌های غیرارثی جانداران تحت تأثیر عوامل محیطی تغییر می‌کنند، مثلاً رنگ پوست به علت قراگیری در معرض آفتاب تیره می‌شود.
گزینه ۴: ویژگی جانداران بر دو نوع غیرارثی و ارثی طبقه‌بندی می‌شوند و فقط ویژگی‌های ارثی جانداران را صفات می‌نامند.

۵. چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کنند؟

«در صفت تعداد انواع ژن نمود از تعداد انواع رخ نمود»

الف) رنگ گل میمونی - کمتر - است

ب) گروه خونی Rh - بیشتر - نیست

⚠️ حواستون باشه: دختر یا پسر بودن فرزندان در مسائل گروه خونی اهمیتی ندارد.

گزینه «۴»: اگر والدین را DD در نظر بگیریم در این حالت فرزندان نیز DD خواهند بود و فقط در صورتی که هر دو والد را ناخالص در نظر بگیریم (Dd) متنوع‌ترین فرزندان از نظر صفات Rh در این خانواده متولد می‌شوند.

برای تعیین گروه خونی فرزندان گروه‌های خونی ABO و Rh را به صورت مجزا محاسبه می‌کنیم. به سؤال‌های بعدی توجه کنید.

? پرسش نمونه

۷. از نظر گروه خونی Rh و ABO متنوع‌ترین گروه خونی در بین فرزندان در حالتی دیده می‌شود که زن نمود والدین باشد.

پاسخ برای ایجاد بیشترین تنوع در بین گروه‌های خونی نیاز است که والدین ناخالص باشند. در سؤالات تستی می‌توان از گزینه‌ها نیز برای حل سؤال استفاده کرد.

گام اول: محاسبه گروه خونی Rh:

$$Dd \times Dd = \begin{matrix} \text{Rh مثبت} & \text{Rh منفی} \\ \hline DD + Dd + dd \end{matrix}$$

گام دوم: محاسبه گروه خونی ABO:

$$AO \times BO = \begin{matrix} \text{گروه خونی} & \text{گروه خونی} & \text{گروه خونی} & \text{گروه خونی} \\ \hline AB & A & B & O \end{matrix}$$

گام سوم: تلفیق دو صفت: پس زن نمود والدین به این صورت است:
AODd × BODd

← تعیین روابط بین دگرهای براساس تعداد رخ نمود و ژن نمود:

در کتاب‌های مختلف روش‌های متعددی برای بررسی روابط بین دگرهای وجود دارد، اما در اینجا پرکاربردترین و ساده‌ترین روش را بررسی می‌کنیم.

نوع رابطه بین دگرهای	رابطه بارز و نهفتگی	رابطه هم‌توانی	رابطه بارزیت ناقص	صفات تحت تأثیر محیط
مقایسه تعداد رخ نمود و ژن نمود	تعداد ژن نمود بیشتر از تعداد رخ نمود	تعداد ژن نمود برابر است با تعداد رخ نمود	تعداد ژن نمود برابر است با تعداد رخ نمود	تعداد رخ نمود بیشتر از تعداد ژن نمود

محاسبه انواع رخ نمود

گام اول: محاسبه انواع ژن نمودها (برای محاسبه انواع ژن نمودها از

رابطه $\frac{n(n+1)}{2}$ استفاده می‌کنیم. n تعداد دگرها است.)

گام دوم: محاسبه انواع روابط بارز و نهفتگی با فلش (↪)

گام سوم: تفاضل انواع ژن نمودها از انواع روابط بارز و نهفتگی

پرسش نمونه

۹. یک صفت تک‌جایگاهی و غیرجنسی به وسیله ۴ دگر کنترل

می‌شود. دگرهای ۲ بر ۴ و ۱ بر ۳ بارز است و بین دگرهای ۱ و ۲

رابطه هم‌توانی برقرار است مطلوب است:

الف) تعداد انواع ژن نمود:

ب) تعداد انواع رخ نمود:

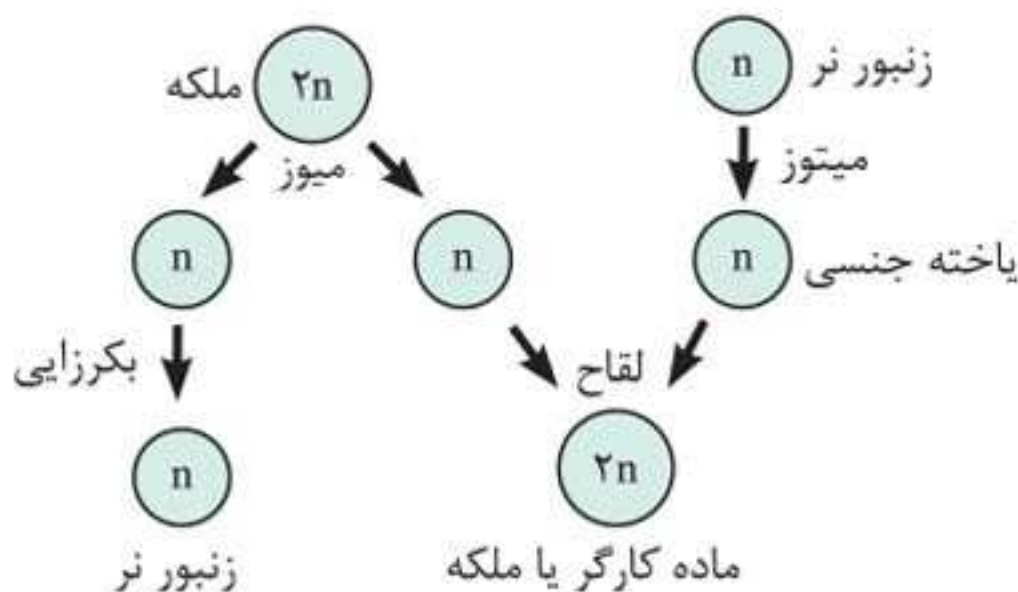
$$\frac{n(n+1)}{2} = \frac{4(5)}{2} = 10$$

گام اول: محاسبه انواع ژن نمود

بخش چهارم ژنتیک جانوری

بکرزایی در زنبور عسل

زنبورهای عسل ماده دیپلوئیدند ($2n$) و به صورت زنبورهای ملکه یا کارگر مشاهده می‌شوند. از میان زنبورهای عسل ماده، زنبورهای کارگر نازا (عقیم) هستند و فقط زنبور عسل ملکه می‌تواند با انجام تقسیم میوز تخمک هاپلوئید (n) تولید کند. براساس شکل زیر پس از ایجاد تخمک هاپلوئید دو حالت وجود دارد.



- ۱ در صورتی که تخمک بدون انجام لقاح شروع به تقسیم کند جاندار هاپلوئیدی به وجود می‌آید که زنبور عسل نر است. توجه کنید که زنبور عسل نر توانایی انجام تقسیم میوز را ندارد و با کمک تقسیم میوز گامت تولید می‌کند.
- ۲ در صورت لقاح تخمک (n) با اسپرم (n) یک یاخته دیپلوئیدی ($2n$) به نام تخم ایجاد می‌شود و در پی رشد این یاخته زنبور عسل ماده (ملکه یا کارگر) به وجود می‌آید.

ژنتیک در زنبور عسل

اگر ژن نمود ملکه را AA فرض کنیم، دو نکته اساسی برای حل مسائل ژنتیک در زنبور عسل وجود دارند.

۱ زنبور ملکه تقسیم میوز انجام می‌دهد و بدون انجام لقاح طی بکرزایی زنبور نر را ایجاد می‌کند. بر این اساس ژن نمود زنبور ملکه AA و ژن نمود تخمک هاپلوئیدی و زنبور نر A در نظر گرفته می‌شود.

زنبور نر (A) $\xrightarrow{\text{بکرزایی}}$ تخمک (A)

(A) $\xrightarrow{\text{میوز}}$ ملکه (AA)

۲ در صورتی که زنبور ملکه پس از انجام تقسیم میوز با زنبور نر هاپلوئیدی با ژن نمود B لقاح کند. زنبور ماده کارگر یا ملکه ژن نمود AB خواهد داشت. به آمیزش زیر توجه کنید.

(AB) زنبور ماده $\xrightarrow{\text{لقاح}}$ تخمک (A) $\xrightarrow{\text{میوز}}$ ملکه (AA)
 کارگر یا ملکه $\xrightarrow{\text{میتوز}}$ گامت (B) $\xrightarrow{\text{میتوز}}$ زنبور نر (B)

؟ تست نمونه

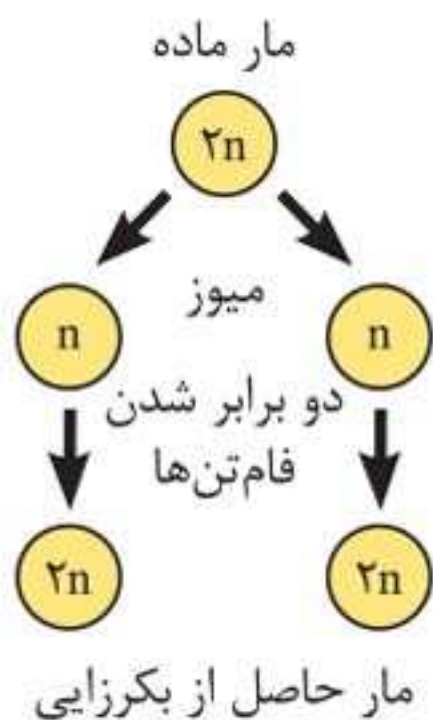
۱. در صورتی که صفت رنگ بال در زنبور عسل نوعی صفت مستقل از جنس فرض شود و دگره رنگ سیاه (A) و دگره رنگ زرد (B) باشد و بین دگره‌ها رابطهٔ بارزیت ناقص وجود داشته باشد. در صورت آمیزش زنبور نر با زنبور ملکه زنبور عسل ایجاد شده همواره

(۱) AA - B - نوعی زنبور ماده است که ژن نمود آن AB است

(۲) AA - B - زنبورهای عسل نر حاصل از این لقاح ترکیبی از رنگ‌های سیاه و زرد را خواهند داشت

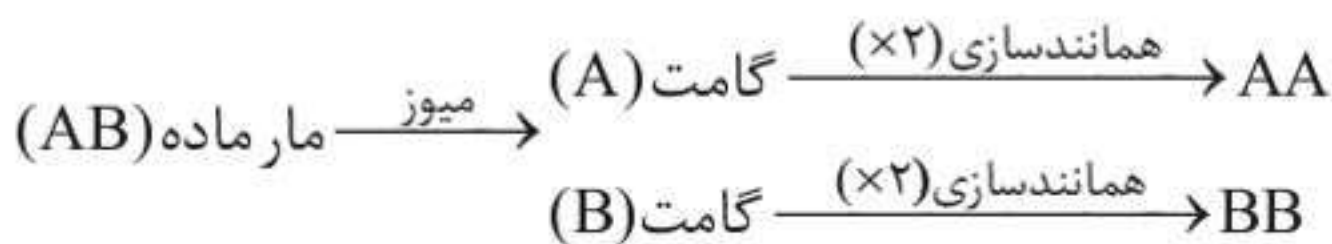
(۳) A - BB - ژن نمود فرزندان AB خواهد بود و در این حالت زنبورها ملکه یا کارگر خواهند بود

(۴) B - AB - تمامی زاده‌های مادهٔ متولد شده بال زرد رنگی خواهند داشت



در صورتی که ژن نمود مار ماده AA فرض شود تمامی گامت‌های ایجاد شده ژن نمود A و تمامی مارهای حاصل از بکرزایی ژن نمود AA خواهند داشت.

در صورتی که ژن نمود مار ماده AB فرض شود به علت تولید گامت‌های A و B مارهای حاصل از بکرزایی می‌تواند AA و BB باشد به نمودار زیر توجه کنید.



نکته باران:

- ۱ زنبورهای حاصل از بکرزایی همگی هاپلوئید و نر هستند.
- ۲ مارهای حاصل از بکرزایی همگی دیپلوئیدند.
- ۳ همه زنبورهای حاصل از لقاح، دیپلوئید و ماده (ملکه یا کارگر) هستند.
- ۴ در جمعیت زنبورهای عسل فقط زنبورهای ملکه و نر می‌توانند تولیدمثل انجام دهند.

گزینه ۱: گامت‌های تولیدی توسط کرم‌خاکی اول AB و گامت‌های تولیدی در کرم‌خاکی دوم ab است و تنها ژن‌نمود ایجادشده به صورت AaBb است.

گزینه ۲: گامت‌های تولیدی توسط کرم‌خاکی اول به صورت AB و Ab و برای کرم‌خاکی دوم به صورت Ab و ab است. بنابراین ژن‌نمودهای زیر برای زاده‌ها قابل تصور است:

AAbb , AaBb , AABb , Aabb

گزینه ۳: گامت‌های تولیدی توسط کرم‌خاکی اول AB و aB و اما تنها گامت تولیدی توسط کرم‌خاکی دوم Ab است. ژن‌نمود زاده‌های حاصل به صورت زیر خواهند بود.

AABb , AaBb

گزینه ۴: گامت‌های تولیدی توسط کرم‌خاکی اول AB و aB است و کرم‌خاکی دوم تنها می‌تواند گامت ab را تولید کند، پس ژن‌نمود زاده‌ها به این صورت خواهد بود:

AaBb , aaBb

بر این اساس در گزینه ۲ بیشترین تنوع ژنتیکی وجود دارد.

سؤال‌های بخش چهارم



۱. در جمعیت زنبورهای عسل در بررسی نوعی بیماری مستقل از جنس هر زاده می‌تواند والدی داشته باشد.

(۱) نهفته - نر بیمار - هاپلوئید و بیمار

(۲) بارز - ماده بیمار - دیپلوئید و ناخالص

(۳) نهفته - نر سالم و خالص - دیپلوئید و بیمار

(۴) بارز - ماده سالم - هاپلوئیدی با جنسیت مشابه خود

بخش هشتم

آزمون جامع

سؤال‌های بخش هشتم



۱. گریفیت سعی داشت واکسنی برای نوعی بیماری تولید کند که در رابطه با افراد مبتلا به این بیماری می‌توان گفت
 - (۱) گروهی از یاخته‌های اندام قرار گرفته بر روی پرده دیافراگم آن‌ها، می‌توانند نوعی پروتئین مؤثر در دفاع غیراختصاصی ترشح می‌کنند
 - (۲) به علت فعالیت دستگاه ایمنی تولید لنفوسیت T در آن‌ها کمتر از حد طبیعی است
 - (۳) همواره دو نوع سویهٔ مختلف باکتری استرپتوکوکوس نومونیا را در یاخته‌های پیکری خود دارند
 - (۴) در صورت ساخت پروتئین مترشحه از یاخته‌های آسیب‌دیدهٔ آن‌ها به روش مهندسی ژنتیک فعالیت این پروتئین بیشتر از حالت طبیعی خواهد بود
۲. کدام گزینه در رابطه با مولکولی که رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی آن به دور محور فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند، به درستی بیان شده است؟
 - (۱) نگرش و ابزارهای زیست‌شناسی پس از شناخت ساختار این مولکول توسط ویلکینز و فرانکلین متحول شد.
 - (۲) در ساختار آن برخلاف دیگر نوکلئیک‌اسیدها بازهای حلقوی پورینی و پیریمیدینی وجود دارند.
 - (۳) پایداری اطلاعات در سامانهٔ زنده از ویژگی‌های این مولکول است با این حال این ماده به‌طور محدودی تغییرپذیر است.
 - (۴) به منظور انجام عملکرد صحیح خود باید از هسته به سیتوپلاسم وارد شود.

۳. به طور معمول یاخته‌هایی که تنها یک کروموزوم اصلی دارند بر خلاف یاخته‌هایی که واجد دناى خطی‌اند، چه مشخصه‌ای دارند؟
- (۱) در فرایند همانندسازی آنها در هر جایگاه آغاز، دو عدد دوراهی همانندسازی تشکیل می‌شود.
 - (۲) در هر جایگاه آغاز همانندسازی آنها ممکن است دو آنزیم هلیکاز و چهار آنزیم دنابسپاراز فعالیت کنند.
 - (۳) در کروموزوم آنها متنوع‌ترین مولکول زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی وجود ندارد.
 - (۴) مولکول وراثتی در این یاخته‌ها در غشا محصور نشدن و کروموزوم اصلی به غشای پلاسمایی متصل است.

۴. کدام گزینه جمله زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

«با توجه به آزمایش‌های می‌توان بیان داشت که»

- (۱) چارگاف - تعداد بازهای آلی پورینی در مولکول دنا با تعداد بازهای آلی پیریمیدینی برابر است
 - (۲) ویلکینز و فرانکلین - دنا حالت مارپیچی دارد و واجد بیش از یک رشته است
 - (۳) ایوری و همکارانش - عامل انتقال صفات دنا است و ماهیت پروتئینی ندارد
 - (۴) مزلسون و استال - همانندسازی دنا به صورت غیرحفاظتی است
۵. چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در هر مرحله از تقسیم یک یاخته اووگونی (مامه‌زا) که قطعاً»

الف) در پایان آن نقطه واریسی وجود دارد - بهترین مرحله برای تهیه کاریوتیپ است

ب) امکان حرکت کروموزوم‌ها در سیتوپلاسم وجود دارد - جفت سانتیریول‌ها به قطبین یاخته حرکت می‌کنند

ج) عدد کروموزومی یاخته به طور موقت دو برابر می شود - رشته های دوک در حال تخریب شدن هستند
 د) پوشش هسته مجدداً تشکیل می شود - از میزان فشردگی کروموزوم ها کاسته می شود

۱ (۱) ۲ (۲)

۳ (۳) ۴ (۴)

۶. کدام گزینه ویژگی مرحله ای از تقسیم کاستمان ۱ است که احتمال وقوع پدیده پلی پلوئیدی شدن در آن وجود دارد؟

۱) امکان جدا شدن کروماتیدهای خواهری همانند کوتاه شدن رشته های دوک در این مرحله وجود دارد.

۲) پیش از این مرحله رشته های دوک، تترادها را در سطح استوایی یاخته قرار می دهند.

۳) پس از این مرحله پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تجزیه می شود.

۴) امکان حرکت کروموزوم های همتا برخلاف تشکیل پوشش هسته در این مرحله وجود ندارد.

۷. مجموعه ای از فرایندهای دقیق و برنامه ریزی شده که به دنبال آن در چند ثانیه پروتئین های تخریب کننده در یاخته شروع به تجزیه اجزای یاخته و مرگ آن می کنند،.....

۱) در گیاهان با ترشح سالیسیلیک اسید از یاخته های سالم همراه است

۲) در انسان به دنبال اتصال لنفوسیت T کشنده به یاخته هدف و ترشح پرفورین انجام می گیرد

۳) در رویان همه پرندگان و انسان باعث می شود همه انگشتان کاملاً از هم جدا شوند

۴) در مهره داران نمی تواند تحت تأثیر عوامل محیطی با پیر شدن یاخته بروز پیدا کند