

گفتار (۲)
هماندسازی دنا (DNA)

مقدمه:

- به ساخته شدن مولکول دناى جدید از روی دناى قدیمی هماندسازی گویند.
- مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها این امکان را به‌وجود می‌آورد که از روی هر یک از رشته‌های دنا، رشته‌ای مکمل ساخته شود.

انواع طرح‌های (الگوهای) هماندسازی:

۱) هماندسازی حفاظتی

در این طرح هر دو رشته دناى قبلی به‌صورت دست‌نخورده در کنار هم باقی مانده و وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌شوند و دو رشته دناى جدید (مولکول دناى هماندسازی‌شده و جدید) هم وارد یاخته دیگر می‌شوند. چون دناى اولیه در یکی از یاخته‌ها حفظ شده است، به این مدل هماندسازی حفاظتی می‌گویند.

۲) هماندسازی نیمه حفاظتی

در این طرح، در هر یاخته حاصل از تقسیم، یکی از دو رشته دناى آن مربوط به دناى اولیه است و رشته دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر یاخته حاصل فقط یکی از دو رشته دناى قبلی وجود دارد، به آن نیمه حفاظتی می‌گویند.

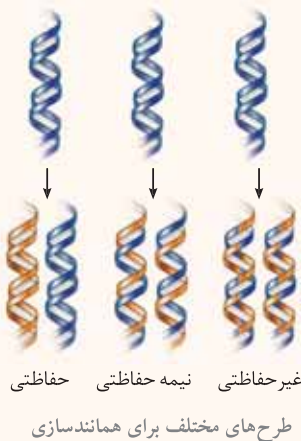
۳) هماندسازی غیرحفاظتی (پراکنده)

در این طرح، هر یک از دناهای حاصل، قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید را به‌صورت پراکنده در خود دارند.

آزمایش مزلسون و استال:

هدف آزمایش: کدام یک از سه طرح هماندسازی مورد تأیید است.

مقدمات لازم: برای شروع کار، آن‌ها می‌بایست بتوانند رشته‌های دناى نوساز (جدید) را از رشته‌های قدیمی تشخیص دهند. آن‌ها برای رسیدن به این هدف دنا را با استفاده از ایزوتوپ سنگین نیتروژن (^{15}N) نشان‌گذاری کردند. دناهایی که با ^{15}N ساخته می‌شوند، نسبت به دناى معمولی که در نوکلئوتیدهای خود ^{14}N دارد، چگالی بیشتری دارند. بنابراین با ابزارهایی مثل فراگرزانه (سانتریفیوژ سرعت بالا) می‌توان آن‌ها را از هم جدا کرد. **تعریف ایزوتوپ:** عناصری که عدد اتمی یکسانی دارند، ولی عدد جرمی آن‌ها متفاوت است. مثلاً عدد اتمی نیتروژن ۷ است ولی می‌تواند با دو عدد جرمی ۱۴ و ۱۵ باشد. (^{14}N ، ^{15}N)



مر احل انجام آزمایش

(۱) کشت باکتری در محیط ^{15}N :

■ آن‌ها ابتدا باکتری‌های اشرشیاکلاهی (*E. coli*) را در محیطی حاوی ^{15}N کشت دادند. در ساختار بازهای آلی نیتروژن‌دار که در ساخت دمای باکتری شرکت می‌کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری‌هایی تولید شدند که دمای سنگین‌تری نسبت به باکتری‌های اولیه داشتند.

(۲) انتقال باکتری‌های ^{15}N به محیط ^{14}N :

■ در ادامه باکتری‌های حاوی دمای ^{15}N را به محیط کشت حاوی نوکلئوتیدهای ^{14}N (نوکلئوتیدهایی با بازهای آلی نیتروژن‌دار معمولی) منتقل کردند. با توجه به این‌که تقسیم باکتری‌ها معمولاً ۲۰ دقیقه طول می‌کشد، در فواصل ۲۰ دقیقه‌ای باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

(۳) سنجش چگالی دناها:

■ برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله زمانی دمای باکتری‌ها را استخراج و در محلولی از سزیم کلرید در سرعتی بسیار بالا سانتریفیوژ کردند. ■ با توجه به این‌که در گریزانه (سانتریفیوژ) میزان حرکت مواد در محلول بر اساس چگالی است و مواد سنگین‌تر، تندتر حرکت می‌کنند و در ته لوله جمع می‌شوند، لذا بر اساس میزان حرکت، نوع دمای تشکیل شده در هر مرحله تشخیص داده شد.

■ دمای باکتری‌ها در سه فاصله زمانی بررسی شد:

(الف) دمای باکتری‌های اولیه پس از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند، چون هر دو رشته دمای آن‌ها حاوی ^{15}N بوده و چگالی سنگینی داشتند. (ب) دمای باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن، نواری در میانه لوله تشکیل دادند، پس دمای آن‌ها چگالی متوسط داشت. از دو رشته دنا، یکی حاوی ^{14}N و دیگری حاوی ^{15}N بود.

(ج) دمای باکتری‌های حاصل از دور دوم همانندسازی (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.

■ در این آزمایش ۳ نوع دنا مورد بررسی قرار گرفت:

(۱) دمای سبک: دمای که هر دو رشته آن حاوی ^{14}N بود.

(۲) دمای با چگالی متوسط: دمای که یک رشته آن حاوی ^{14}N و رشته دیگر حاوی ^{15}N بود.

(۳) دمای سنگین: دمای که هر دو رشته آن حاوی ^{15}N بود.

نتیجه‌گیری:

نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.

سؤال: در روند همانندسازی نیمه حفاظتی، دو رشته دنا چگونه از یکدیگر باز می‌شوند؟

تحقیقات نشان داده است که دو رشته دنا فقط در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود، از هم باز می‌شوند و بقیه قسمت‌ها بسته هستند و به تدریج باز می‌شوند.

تمرین ۱: در محیط کشتی یک عدد باکتری داریم، بعد از ۲ ساعت چند باکتری در ظرف داریم؟

پاسخ: به طور معمول هر باکتری، ۲۰ دقیقه یک بار تقسیم می‌شود.

(تعداد دفعات تقسیم) = $6 = 120 \div 20$ (دقیقه)

$2^6 = 64 =$ تعداد باکتری‌ها $\Rightarrow 2^n =$ تعداد باکتری‌ها بعد از n بار تقسیم

بعد از ۱۲۰ دقیقه (۲ ساعت) ۶۴ باکتری در ظرف وجود دارد.

تمرین ۲: در محیط کشتی ۵ عدد باکتری داریم. اگر هر ۵ دقیقه تقسیم شوند، بعد از ۸۰ دقیقه چند باکتری در ظرف داریم؟

پاسخ:

(تعداد دفعات تقسیم) = $4 = 80 \div 20$

تعداد باکتری‌های حاصل از یک باکتری = $16 = 2^4 \Rightarrow 2^n =$ تعداد باکتری‌ها

تعداد کل باکتری‌های موجود در ظرف = $80 = 16 \times 5$



(الف) دمای باکتری‌های اولیه پس از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند، چون هر دو رشته دمای آن‌ها حاوی ^{15}N بوده و چگالی سنگینی داشتند. (ب) دمای باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن، نواری در میانه لوله تشکیل دادند، پس دمای آن‌ها چگالی متوسط داشت. از دو رشته دنا، یکی حاوی ^{14}N و دیگری حاوی ^{15}N بود.

(ج) دمای باکتری‌های حاصل از دور دوم همانندسازی (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.

■ در این آزمایش ۳ نوع دنا مورد بررسی قرار گرفت:

(۱) دمای سبک: دمای که هر دو رشته آن حاوی ^{14}N بود.

(۲) دمای با چگالی متوسط: دمای که یک رشته آن حاوی ^{14}N و رشته دیگر حاوی ^{15}N بود.

(۳) دمای سنگین: دمای که هر دو رشته آن حاوی ^{15}N بود.

نتیجه‌گیری:

نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.

سؤال: در روند همانندسازی نیمه حفاظتی، دو رشته دنا چگونه از یکدیگر باز می‌شوند؟

تحقیقات نشان داده است که دو رشته دنا فقط در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود، از هم باز می‌شوند و بقیه قسمت‌ها بسته هستند و به تدریج باز می‌شوند.

تمرین ۱: در محیط کشتی یک عدد باکتری داریم، بعد از ۲ ساعت چند باکتری در ظرف داریم؟

پاسخ: به طور معمول هر باکتری، ۲۰ دقیقه یک بار تقسیم می‌شود.

(تعداد دفعات تقسیم) = $6 = 120 \div 20$ (دقیقه)

$2^6 = 64 =$ تعداد باکتری‌ها $\Rightarrow 2^n =$ تعداد باکتری‌ها بعد از n بار تقسیم

بعد از ۱۲۰ دقیقه (۲ ساعت) ۶۴ باکتری در ظرف وجود دارد.

تمرین ۲: در محیط کشتی ۵ عدد باکتری داریم. اگر هر ۵ دقیقه تقسیم شوند، بعد از ۸۰ دقیقه چند باکتری در ظرف داریم؟

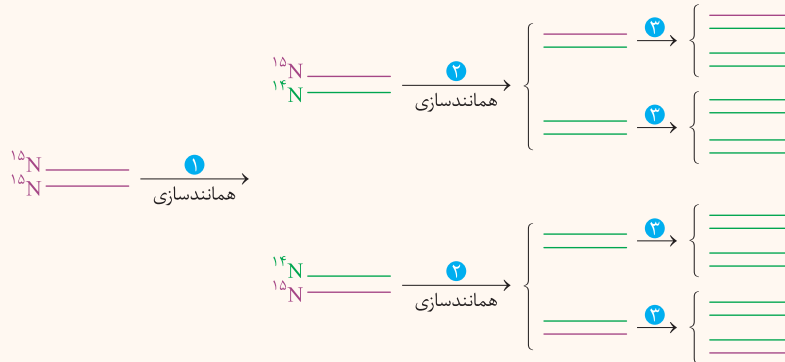
پاسخ:

(تعداد دفعات تقسیم) = $4 = 80 \div 20$

تعداد باکتری‌های حاصل از یک باکتری = $16 = 2^4 \Rightarrow 2^n =$ تعداد باکتری‌ها

تعداد کل باکتری‌های موجود در ظرف = $80 = 16 \times 5$

- تمرین ۳:** اگر یک مولکول DNA در محیط کشتی که حاوی بازهای آلی نیتروژن دار ^{15}N است، ساخته شده باشد، بعد از سه سری (دور) همانندسازی در محیط کشت حاوی بازهای آلی نیتروژن دار ^{14}N ؛ به سوالات زیر پاسخ دهید.
- چه نسبتی از مولکول های DNA ساخته شده حاوی رشته ^{15}N هستند؟
 - چه نسبتی از رشته های حاصل از سه سری همانندسازی، حاوی ^{15}N هستند؟
 - چه نسبتی از رشته های حاصل از سه سری همانندسازی، حاوی ^{14}N هستند؟
 - پس از سری اول همانندسازی اگر DNA های حاصل را سانتریفیوژ کنیم، چند نوار در لوله دیده می شود؟
 - پس از سری دوم همانندسازی اگر DNA های حاصل را سانتریفیوژ کنیم، چند نوار در لوله دیده می شود؟
 - پس از سری سوم همانندسازی اگر DNA های حاصل را سانتریفیوژ کنیم، چند نوار در لوله دیده می شود؟



پاسخ:

۱) بعد از سه سری همانندسازی، ۸ مولکول دنا (۱۶ رشته) حاصل می شود که فقط دو تا از این دناها دارای یک رشته قدیمی هستند، پس جواب می شود:

$$\frac{2}{8} \begin{cases} \leftarrow \text{تعداد دناهایی که حاوی یک رشته } ^{15}\text{N} \text{ هستند} \\ \leftarrow \text{تعداد کل دناها} \end{cases}$$

۲) بعد از سه سری همانندسازی، ۱۶ رشته دنا حاصل می شود که فقط دو رشته حاوی ^{15}N است؛ بنابراین جواب می شود: $\frac{2}{16}$ تعداد کل رشته های حاصل

$$\frac{14}{16} \begin{cases} \leftarrow \text{تعداد رشته های } ^{14}\text{N} \\ \leftarrow \text{تعداد کل رشته های حاصل} \end{cases}$$

۴) پس از سری اول همانندسازی دو مولکول دنا حاصل می شود که هر دو چگالی متوسط دارند، چون یک رشته ^{15}N دارند و یک رشته ^{14}N . پس در لوله فقط یک نوار داریم آن هم وسط لوله.

۵) پس از سری دوم همانندسازی چهار مولکول دنا حاصل می شود که دو تای آنها چگالی سبک (هر دو رشته ^{14}N) و دو تای دیگر چگالی متوسط دارند (یک رشته ^{14}N و یک رشته ^{15}N). پس در لوله دو نوار دیده می شود با قطر برابر.

۶) پس از سری سوم همانندسازی هشت مولکول دنا حاصل می شود که دو تای آنها چگالی متوسط و شش عدد دیگر چگالی سبک دارند. قطعاً قطر نوار چگالی سبکها بیشتر است، چون شش عدد هستند.

چند تا فرمول:
تعداد سری های همانندسازی $\rightarrow 2^n =$ تعداد کل مولکول های دنا بعد از n سری همانندسازی

$2 \times$ تعداد کل مولکول های دنا بعد از n سری همانندسازی = تعداد کل رشته های دنا بعد از n سری همانندسازی

$2^n - 2 =$ تعداد مولکول های دنا که هر دو رشته آنها در محیط کشت جدید ایجاد شده است.

نکته: تعداد مولکول های دنا که یک رشته آنها در محیط قدیم و یک رشته آنها در محیط جدید ایجاد شده است، در هر سری از همانندسازی برابر با عدد ۲ است.

تمرین ۴: اگر یک مولکول دنا (DNA) را وارد محیط کشتی کنیم که حاوی بازهای آلی ^{15}N است، بعد از ۸ دور همانندسازی به سوالات زیر پاسخ دهید.

- (۱) چند مولکول دنا حاصل می‌شود؟
- (۲) چه تعداد از مولکول‌های دنا دارای هر دو رشته ^{15}N هستند؟
- (۳) چه تعداد از مولکول‌های دنا، دارای یک رشته ^{15}N و یک رشته ^{14}N هستند؟
- (۴) چه نسبتی از مولکول‌های دنا دارای هر دو رشته ^{15}N هستند؟
- (۵) چند درصد از مولکول‌های دنا حداقل دارای یک رشته ^{15}N هستند؟

پاسخ:

- (۱) $2^8 = 256$
- (۲) $2^8 - 2 = 254$
- (۳) $2^8 - 2 = 254$
- (۴) $\frac{2^8 - 2}{2^8} = \frac{254}{256}$
- (۵) هر ۲۵۴ مولکول دنا حداقل یک رشته ^{15}N دارند؛ پس می‌شود ۱۰۰ درصد.

عوامل مؤثر در همانندسازی:

در همانندسازی عوامل متعددی مؤثرند که مهم‌ترین آن‌ها ۳ عامل زیر هستند:

- (۱) مولکول دنا (DNA): به عنوان الگو
- (۲) نوکلئوتیدهای سه فسفات: واحدهای سازنده دنا (نوکلئوتیدها) که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای سه فسفات هستند که در لحظه اتصال به رشته پلی‌نوکلئوتیدی در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می‌دهند.
- (۳) آنزیم‌ها: (a) آنزیم‌هایی که نوکلئوتیدها را به صورت مکمل کنار یکدیگر قرار می‌دهند که مهم‌ترین آن‌ها دناپسپاراز است. (b) آنزیمی که دو رشته دنا را از هم جدا می‌کند (هلیکاز).

مراحل همانندسازی دنا (DNA):

- (۱) مرحله آماده‌سازی: قبل از همانندسازی دنا، باید پروتئین‌های اطراف آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود.
- (۲) تشکیل دو راهی همانندسازی: در این مرحله دو رشته الگو باید از هم باز شوند. برای باز شدن دو رشته دنا باید پیوندهای هیدروژنی بین بازهای آلی شکسته شوند. آنزیم هلیکاز این کار را انجام می‌دهد. این آنزیم (a) ابتدا ماریپیچ دنا را باز می‌کند و (b) سپس دو رشته دنا را در محلی از هم فاصله می‌دهد و دو راهی همانندسازی ایجاد می‌شود. در محلی که دو رشته دنا از یکدیگر جدا شده‌اند، ساختار Y مانندی به وجود می‌آید که دوراهی همانندسازی نام دارد.
- (۳) ایجاد رشته جدید از روی رشته الگو:

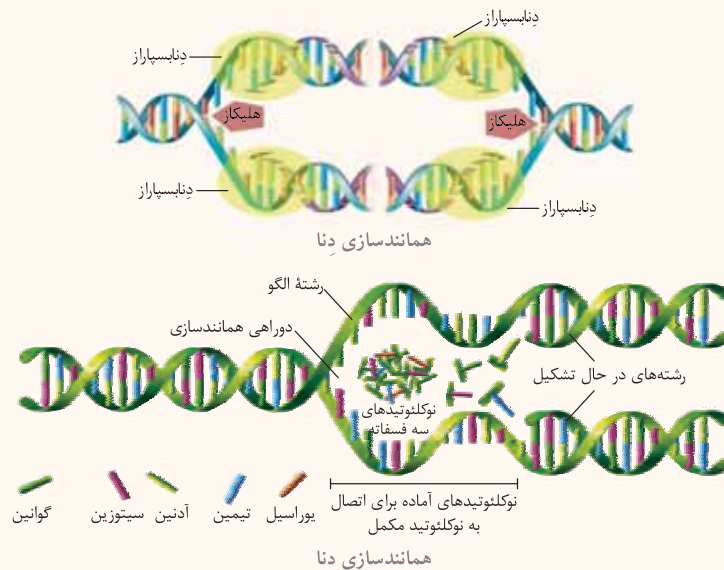
در محل دوراهی همانندسازی، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته الگو گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز می‌شوند و سپس رشته جدید طی مراحل زیر ساخته می‌شود:

(a) انواعی از آنزیم‌ها با یکدیگر فعالیت می‌کنند تا یک رشته دنا در مقابل رشته الگو ساخته شود.

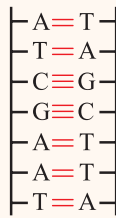
(b) دناپسپاراز (DNA پلیمرز) یکی از مهم‌ترین آنزیم‌هایی است که نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می‌کند. اضافه شدن یک نوکلئوتید بستگی دارد به نوع بازی که در نوکلئوتید رشته الگو قرار دارد. هر بازی باید با بازی روی رشته الگو مکمل باشد. به عنوان مثال A در مقابل T و C در مقابل G قرار می‌گیرد.

نکته: با اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفات به انتهای رشته جدید، دوتا از فسفات‌های آن از مولکول جدا می‌شوند و بین دو نوکلئوتید پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌شود.

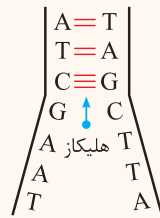
نکته: در ساخته شدن رشته جدید از روی رشته الگو انواعی از آنزیم‌ها دخالت دارند که مهم‌ترین آن‌ها دناپسپاراز است.



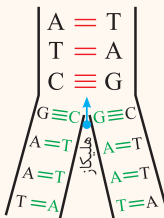
نکته: در هر دوراهی همانندسازی، یک آنزیم هلیکاز و دو آنزیم دنباسپاراز فعالیت دارند.



DNA مادری

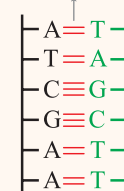


(۱) دو رشته دناى الگو توسط آنزیم هلیکاز از هم جدا می شوند.

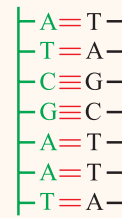


(۲) نوکلئوتیدهای مکمل در مقابل نوکلئوتیدهای رشته‌های الگو قرار گرفته و بین آن‌ها پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. هم‌چنین آنزیم دنباسپاراز بین نوکلئوتیدهای جدید پیوند فسفودی‌استری ایجاد می‌کند.

پیوندهای هیدروژنی



رشته قدیمی (دارای یک رشته قدیمی و یک رشته جدید)
رشته جدید (دارای یک رشته قدیمی و یک رشته جدید)
DNA دختری



DNA دختری (دارای یک رشته قدیمی و یک رشته جدید)

فعالیت‌های آنزیم دنباسپاراز

در روند همانندسازی دنا، آنزیم دنباسپاراز دو نوع فعالیت دارد:

(۱) فعالیت بسپارازی (پلیمرازی):

طی این فعالیت، این آنزیم بین نوکلئوتیدهای جدید، پیوند فسفودی‌استری برقرار کرده و یک رشته جدید ایجاد می‌کند.

(۲) فعالیت نوکلئازی:

همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می‌شود، این دقت تا حدود زیادی به علت رابطه مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگر چه آنزیم دنباسپاراز نوکلئوتیدها را بر اساس رابطه مکملی مقابل هم قرار می‌دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می‌گیرد؛ مثلاً در مقابل A به جای این که T قرار بگیرد، C قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از این اشتباه آنزیم دنباسپاراز (DNA پلیمراز) پس از برقراری هر پیوند فسفودی‌استر، یک بار بر می‌گردد و نوکلئوتید اضافه‌شده را بازبینی می‌کند که رابطه آن با نوکلئوتید الگو صحیح است یا غلط. اگر اشتباه باشد، آن را حذف می‌کند و نوکلئوتید صحیح را به جای آن قرار می‌دهد.

برای حذف نوکلئوتید غلط باید بتواند پیوند فسفودی‌استر را بشکند و آن را از دنا جدا کند. توانایی بریدن دنا را فعالیت **نوکلئازی** گویند که در آن پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود. به فعالیت نوکلئازی دنباسپاراز که باعث تصحیح اشتباهات در همانندسازی می‌شود، **ویرایش** گویند.

نکته: آنزیم دنباسپاراز طی همانندسازی هم پیوند فسفودی‌استر را ایجاد می‌کند (فعالیت بسپارازی) و هم می‌تواند پیوند فسفودی‌استر را بشکند (فعالیت نوکلئازی).

پیش‌هسته‌ای‌ها (پروکاریوت‌ها) و هوسته‌ای‌ها (یوکاریوت‌ها):

پیش‌هسته‌ای‌ها:

پیش‌هسته‌ای‌ها (پروکاریوت‌ها) که همهٔ باکتری‌ها را شامل می‌شوند، اطلاعات وراثتی (دنا) آن‌ها در غشای هسته محصور نشده است. به عبارت دیگر در پیش‌هسته‌ای‌ها مادهٔ وراثتی در سیتوپلاسم آزاد است و در داخل اندامکی با نام **هسته** قرار ندارد.

در باکتری‌ها دو نوع **فام‌تن** (کروموزوم) وجود دارد:

(۱) **فام‌تن اصلی:** این فام‌تن به صورت یک مولکول **دناى حلقوی** است، در سیتوپلاسم باکتری قرار دارد و به غشای پلاسمایی باکتری متصل است. اطلاعات وراثتی اصلی باکتری روی این فام‌تن قرار دارد.

(۲) **دیسک (پلازمید):** پروکاریوت‌ها (باکتری‌ها) علاوه بر دناى اصلی، ممکن است (نه همیشه) مولکول‌هایی از دناى دیگر را نیز به نام **دیسک (پلازمید)** در سیتوپلاسم خود داشته باشند.

دیسک نیز حلقوی بوده و اطلاعات آن می‌تواند ویژگی‌های اضافه‌تری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر پادزیست‌ها (آنتی‌بیوتیک‌ها)

نکته: به دیسک، **فام‌تن کمکی** نیز گفته می‌شود.

هو هسته‌ای‌ها:

بقیهٔ موجودات زنده (جانداران) یعنی **آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران**، هوسته‌ای (یوکاریوت) هستند.

در یوکاریوت‌ها، دنا در هر فام‌تن به صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آن‌ها **هیستون‌ها** هستند، همراه آن قرار دارند.

در یوکاریوت‌ها دو نوع دنا دیده می‌شود:

(۱) **دناى هسته‌ای:** فام‌تن‌هایی را که درون هسته قرار دارند، **دناى هسته‌ای** گویند.

نکته: عدد کروموزومی (فام‌تنی) هر جاندار هوسته‌ای بر اساس تعداد فام‌تن‌های هسته‌ای یک یاختهٔ پیکری آن جاندار محاسبه می‌شود. مثلاً عدد فام‌تنی انسان ۴۶ است، یعنی در هر یاختهٔ پیکری انسان ۴۶ کروموزوم (فام‌تن) هسته‌ای قرار دارد.

۲) دنای سیتوپلاسمی:

در هوهسته‌های ها علاوه بر هسته، در سیتوپلاسم نیز مقداری دنا وجود دارد که به آن **دنا سیتوپلاسمی** گفته می‌شود. این نوع از دنا که حالت حلقوی دارد (مانند DNA باکتری‌ها)، در راکیزه (میتوکندری) و سبزدیسه (کلروپلاست) دیده می‌شود.

◀ **نکته:** در یاخته‌های هوهسته‌ای، بیش‌تر دنا از نوع هسته‌ای است.

◀ **جدول مقایسه پیش‌هسته‌ای‌ها و هوهسته‌ای‌ها:**

ردیف	ویژگی‌ها	پیش‌هسته‌ای (پروکاریوت)	هوهسته‌ای (یوکاریوت)
۱	نوع جاندار	همه باکتری‌ها	آغازیان - قارچ‌ها - گیاهان - جانوران
۲	هسته	ندارند	دارند
۳	اندامک	ندارند	دارند
۴	تک‌یاخته‌ای یا پریاخته‌ای	همه تک‌یاخته‌ای	(۱) تک‌یاخته‌ای: بسیاری از آغازیان و برخی از قارچ‌ها مانند مخمرها (۲) پریاخته‌ای: بقیه یوکاریوت‌ها
۵	نوع دنا (فام‌تن)	حلقوی	دنا خطی ← دنا هسته‌ای دنا حلقوی ← دنا سیتوپلاسمی
۶	پروتئین‌های هیستون	ندارند	دارند
۷	تعداد فام‌تن‌های اصلی	یک عدد	بیش از یک عدد
۸	پلازمید (دیسک)	معمولاً دارند.	فقط در بعضی از قارچ‌ها مانند مخمرها دیده می‌شود.
۹	تنفس یاخته‌ای	دارند	دارند
۱۰	فتوستنز	در بعضی از باکتری‌ها مانند سیانوباکتری	(۱) در بسیاری از گیاهان (به جز گیاهان انگلی) (۲) در بعضی از آغازیان مانند جلبک‌ها
۱۱	نوع تولیدمثل	فقط غیرجنسی	جنسی - غیرجنسی

◀ **مقایسه همانندسازی در پیش‌هسته‌ای‌ها و هوهسته‌ای‌ها:****همانندسازی در پیش‌هسته‌ای‌ها (پروکاریوت‌ها)**

در پیش‌هسته‌ای‌ها دو شیوه همانندسازی دنا دیده می‌شود:

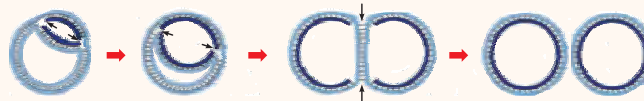
الف) پیش‌هسته‌ای‌هایی که فقط یک نقطه آغاز همانندسازی دارند

اغلب پیش‌هسته‌ای‌ها (پروکاریوت‌ها) فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنا خود دارند. این نقطه در **بخش خاصی** از دنا قرار دارد، در این جایگاه دو رشته دنا از هم جدا می‌شوند. این باکتری‌ها همانندسازی دو جهتی دارند.

همانندسازی دو جهتی:

در این نوع همانندسازی، در یک جایگاه آغاز، همانندسازی در دو جهت شروع و ادامه می‌یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد. بنابراین در این نوع از همانندسازی یک جایگاه شروع (دو تا دو راهی همانندسازی) داریم و یک جایگاه پایان.

◀ **نکته:** در همانندسازی دو جهته جایگاه شروع در مقابل جایگاه پایان است.



همانندسازی دو جهتی دنا در پیش‌هسته‌ای با یک نقطه آغاز

ب) پیش‌هسته‌ای‌هایی که چند نقطه آغاز همانندسازی دارند

این گروه از باکتری‌ها مانند هوهسته‌ای‌ها (یوکاریوت‌ها) بیش از یک جایگاه آغاز همانندسازی دارند. همانندسازی در این باکتری‌ها نیز دو جهتی است.

هماندسازی در هوهسته‌ای‌ها (یوکاریوت‌ها)

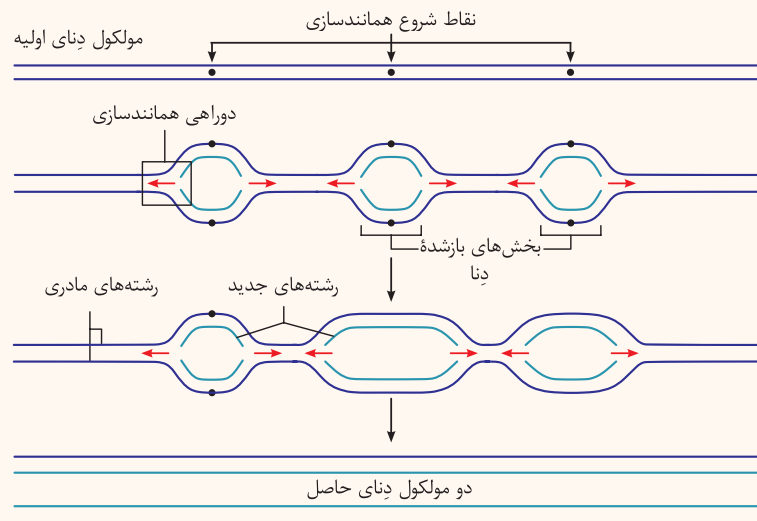
در هوهسته‌ای‌ها به دلیل وجود مقدار زیاد دنا و قرار داشتن در چندین فام‌تن که هر کدام از آن‌ها چندین برابر یک دنا بکتری هستند، مسئله هماندسازی بسیار پیچیده است.

اگر یک نقطه شروع در هر فام‌تن داشته باشیم، مدت زمان لازم برای انجام هماندسازی خیلی زیاد می‌شود. راه حل این است که در هوهسته‌ای‌ها هماندسازی از چندین نقطه شروع شود.

تعداد نقطه‌های آغاز مورد استفاده در هوهسته‌ای‌ها (یوکاریوت‌ها) حتی می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود. ابتدا با تعداد کم‌تری از نقاط آغاز، هماندسازی شروع می‌شود. هنگامی که سرعت تقسیم یاخته‌ای زیاد می‌شود، تعداد نقاط شروع مورد استفاده نیز افزایش می‌یابد و زمانی که سرعت تقسیم کاهش می‌یابد، نقاط آغاز مورد استفاده هم کم‌تر می‌شود.

مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (نوعی بلاستوسیست) سرعت تقسیم زیاد و نقاط آغاز هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام‌ها سرعت تقسیم کم شده و نقاط آغاز هماندسازی هم کم می‌شود.

یادآوری از زیست ۱۱: مورولا توده پر یاخته‌ای است که از تقسیم یاخته تخم در لوله فالوپ ایجاد می‌شود. مورولا پس از رسیدن به رحم به شکل کره توخالی درآمده و درون آن با مایعات پر می‌شود و به بلاستوسیست تبدیل می‌شود.



توضیح: در شکل بالا ۳ نقطه شروع هماندسازی و به ازای هر نقطه شروع دو عدد دوراهی هماندسازی داریم، پس در این شکل ۶ عدد دوراهی هماندسازی داریم. به ازای هر دوراهی هماندسازی یک آنزیم هلیکاز لازم است. بنابراین ۶ عدد آنزیم هلیکاز نیز در این شکل لازم است. به ازای هر دوراهی هماندسازی دو عدد آنزیم دنابسیپاراز لازم است. پس در این شکل ۱۲ عدد آنزیم دنابسیپاراز فعال است.

تمرین ۵: در قسمتی از دنا یک یاخته هوهسته‌ای ۵ نقطه شروع هماندسازی وجود دارد. مطلوب است محاسبه:

(۱) تعداد دو راهی هماندسازی

(۲) تعداد آنزیم‌های هلیکاز

(۳) تعداد آنزیم‌های دنابسیپاراز

پاسخ: (۱) از آن‌جا که هماندسازی در یوکاریوت‌ها دو جهته است، پس به ازای هر نقطه شروع دو عدد دو راهی هماندسازی داریم. بنابراین در این قسمت از DNA $(5 \times 2 = 10)$ ده عدد دو راهی هماندسازی داریم.

(۲) به ازای هر دو راهی هماندسازی یک آنزیم هلیکاز لازم است؛ پس چون ده دو راهی هماندسازی داریم، بنابراین ده آنزیم هلیکاز داریم.

(۳) به ازای هر دو راهی هماندسازی ۲ عدد آنزیم دنابسیپاراز لازم است. بنابراین $(10 \times 2 = 20)$ بیست آنزیم دنابسیپاراز لازم است.

سؤالات



- ۱- دنا به عنوان ماده وراثتی حاوی است.
- ۲- با وجود تا حد زیادی همانندسازی دقیق دنا قابل توضیح است.
- ۳- دو دانشمند به نام‌های و توانستند مدل صحیح همانندسازی دنا را نشان دهند.
- ۴- استال و مزلسون برای تعیین طرح صحیح همانندسازی دنا از برای تشخیص دنا قدیمی از جدید استفاده کردند.
- ۵- دناهایی که با ^{15}N ساخته می‌شوند نسبت به دنا معمولی، چگالی دارند. بنابراین با ابزارهایی مثل می‌توان آن‌ها را از هم جدا کرد.
- ۶- استال و مزلسون برای بررسی نحوه همانندسازی دنا از کشت باکتری‌ها در محیط حاوی استفاده کردند.
- ۷- در آزمایش دوم، استال و مزلسون باکتری‌های حاوی ^{15}N را به محیط کشت حاوی منتقل کردند.
- ۸- تقسیم باکتری‌ها حدود طول می‌کشد.
- ۹- برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله زمانی، باید آن‌ها را استخراج و در محلول در سرعتی بالا سانتریفیوژ کرد.
- ۱۰- در گریزانه (سانتریفیوژ) میزان حرکت مواد در محلول بر اساس است و مواد تندتر حرکت می‌کنند.
- ۱۱- آزمایش استال و مزلسون نشان داد که همانندسازی دنا است.
- ۱۲- در سانتریفیوژ دنا باکتری‌های اولیه آزمایش استال و مزلسون تعداد نوار در بخش لوله تشکیل شد.
- ۱۳- بعد از دور اول همانندسازی دنا، در لوله سانتریفیوژ تعداد نوار در بخش لوله مشاهده شد.
- ۱۴- بعد از دور دوم همانندسازی دنا، دنا باکتری‌ها بعد از سانتریفیوژ تعداد نوار در بخش تشکیل دادند.
- ۱۵- در حین همانندسازی دنا، تمام قسمت‌های مولکول است به‌جز بخشی که در حال همانندسازی است و سپس به تدریج می‌شوند.
- ۱۶- قبل از همانندسازی دنا، از آن جدا می‌شوند و دو رشته الگو هم باید از هم باز شوند.
- ۱۷- کار باز کردن مارپیچ دنا بر عهده آنزیم است.
- ۱۸- کار جفت کردن نوکلئوتیدهای جدید با نوکلئوتیدهای رشته الگو در حین همانندسازی بر عهده آنزیمی به نام است.
- ۱۹- واحدهای سازنده رشته جدید دنا درون یاخته به‌صورت نوکلئوتیدهای هستند.
- ۲۰- در محلی که دو رشته دنا از یکدیگر جدا می‌شوند، ساختار مانندی به‌وجود می‌آید که نامیده می‌شود.
- ۲۱- دنباسپاراز نوکلئوتیدها را به رشته در حال ساخت اضافه می‌کند.
- ۲۲- اضافه شدن یک نوکلئوتید بستگی به نوع دارد که در نوکلئوتید رشته الگو قرار دارد.
- ۲۳- با اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفات عدد از فسفات‌های آن از مولکول جدا می‌شود.
- ۲۴- توانایی بردن دنا را فعالیت گویند.
- ۲۵- آنزیم دنباسپاراز هم فعالیت دارد و هم فعالیت
- ۲۶- کروموزوم (فام‌تن) اصلی باکتری‌ها به‌صورت است که در قرار گرفته است.
- ۲۷- کروموزوم (فام‌تن) اصلی باکتری‌ها به متصل است.
- ۲۸- پیش‌هسته‌ای‌ها علاوه بر دنا اصلی، مولکول‌هایی از دنا دیگری به نام دارند.
- ۲۹- در یوکاریوت‌ها (هوهسته‌ای‌ها) مولکول دنا در هر به‌صورت است.
- ۳۰- در هوهسته‌ای‌ها در کنار دنا، مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آن‌ها هستند، قرار دارند.
- ۳۱- در هوهسته‌ای‌ها هم دنا هسته‌ای مشاهده می‌شود که حالت دارد و هم دنا سیتوپلاسمی که حالت دارد.
- ۳۲- در هوهسته‌ای‌ها، دنا حلقوی درون اندامک‌های سیتوپلاسمی نظیر و دیده می‌شود.
- ۳۳- اغلب پیش‌هسته‌ای‌ها فقط یک در دنا خود دارند.
- ۳۴- در هوهسته‌ای‌ها در هر فام‌تن نقطه آغاز همانندسازی وجود دارد.
- ۳۵- تعداد نقاط آغاز همانندسازی در هوهسته‌ای‌ها می‌تواند بسته به تنظیم شود.
- ۳۶- هنگام افزایش سرعت تقسیم سلولی نقاط آغاز همانندسازی در هوهسته‌ای‌ها می‌یابد.
- ۳۷- در مراحل مورولا و بلاستولا سرعت تقسیم و نقاط آغاز همانندسازی هم است.
- ۳۸- در طی عمل ویرایش، آنزیم باعث شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر نوکلئوتید غلط می‌گردد.

(نهاي - فرداد ۹۱)



- ۳۹- وجود رابطه مکملی بین بازها امکان ساخت یک رشته را از روی رشته دیگر دنا فراهم می‌کند.
- ۴۰- در همانندسازی حفاظتی هر رشته دنا جدید وارد یکی از یاخته‌های حاصل خواهد شد.

- ۴۱- در همانندسازی غیرحفاظتی در هر یاخته فقط یکی از دو رشتهٔ دناى قبلى وجود دارد.
- ۴۲- در همانندسازی نیمه حفاظتی هر کدام از دناهای حاصل، قطعاتی از رشته‌های قدیمی و جدید را به‌صورت پراکنده در خود خواهد داشت.
- ۴۳- استال و مزلسون ابتدا باکتری‌ها را در محیط حاوی ^{15}N کشت دادند.
- ۴۴- دناى باکتری‌های اولیه در آزمایش استال و مزلسون سنگین‌تر از دناى باکتری‌های معمولی بود.
- ۴۵- استال و مزلسون باکتری‌های حاوی دناى سنگین را به محیط حاوی ایزوتوپ سنگین نیتروژن منتقل کردند.
- ۴۶- استال و مزلسون هر ۲۰ دقیقه یک بار دناى باکتری‌ها را استخراج و سانتریفیوژ (گریزانه) می‌کردند.
- ۴۷- دناى باکتری‌های اولیه بعد از سانتریفیوژ در لوله، ۲ نوار تشکیل داده بودند.
- ۴۸- در آزمایش استال و مزلسون، دناى باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی، در لولهٔ گریزانه یک نوار در میانهٔ لوله تشکیل داده بودند.
- ۴۹- بعد از گذشت ۴۰ دقیقه باگریز دادن دناى باکتری‌ها، استال و مزلسون دو نوار، یکی در پایین و یکی در میانهٔ لوله آزمایش مشاهده کردند.
- ۵۰- در هنگام همانندسازی، دو رشتهٔ دنا توسط هلیکاز به‌صورت کامل از هم جدا می‌شوند.
- ۵۱- واحدهای سازندهٔ دنا، نوکلئوتیدهای تک‌فسفات‌اند که توسط دنا‌بسیاراز به انتهای رشتهٔ در حال ساخت افزوده می‌شوند.
- ۵۲- در حین همانندسازی DNA، باید پروتئین‌های هیستونی از آن جدا شوند.
- ۵۳- در محل دو راهی همانندسازی، ۲ نوع آنزیم متفاوت مشاهده می‌شود.
- ۵۴- در هر دو راهی همانندسازی ۳ عدد آنزیم از ۲ نوع متفاوت داریم.
- ۵۵- دنا‌بسیاراز نوکلئوتیدهای جدید را به ابتدای رشتهٔ در حال تشکیل اضافه می‌کند.
- ۵۶- همانندسازی دنا بر اساس رابطهٔ مکملی بازها بوده و کاملاً دقیق و بدون اشتباه انجام می‌شود.
- ۵۷- دنا‌بسیاراز هم خاصیت نوکلئازى دارد و هم فعالیت بسیارى.
- ۵۸- آنزیم دنا‌بسیاراز با فعالیت بسیارى خود می‌تواند فرایند ویرایش را انجام دهد.
- ۵۹- در استرپتوکوکوس نومونیا، کروموزوم (فام‌تن) اصلی به غشای یاخته متصل شده است.
- ۶۰- در یک یاختهٔ هوهسته‌ای بر خلاف یاختهٔ پیش‌هسته‌ای، مولکول دناى حلقوى مشاهده نمی‌شود.
- ۶۱- در همهٔ پیش‌هسته‌ای‌ها فقط یک نقطهٔ آغاز همانندسازی در دنا وجود دارد.
- ۶۲- همانندسازی دو جهتی مختص یاخته‌های هوهسته‌ای‌ها است.
- ۶۳- در حین انجام همانندسازی دو جهتی یک حباب شکل می‌گیرد که حاوی ۴ عدد دنا‌بسیاراز و ۲ عدد هلیکاز است.
- ۶۴- طبق اصول ایوری، می‌توان جفت شدن بازهای مکمل در حین همانندسازی را بررسی نمود.

(نهایی - شهریور ۹۰)

سوالات تستی

- ۶۵- در رابطه با آزمایشاتی مشابه آزمایش استال و مزلسون، کدام یک از عبارات زیر درست است؟
- (۱) دناى باکتری‌های اولیه که در محیط حاوی ایزوتوپ نیتروژن ^{15}N رشد داده شده بودند، یک نوار در بخش بالای لولهٔ گریزانه تشکیل خواهند داد.
- (۲) دناى باکتری‌های منتقل شده به محیط کشت حاوی ^{14}N بعد از گذشت ۲۰ دقیقه دو نوار خواهند ساخت، یکی در بالا و دیگری در میانهٔ لوله.
- (۳) دناى باکتری‌های منتقل شده به محیط کشت حاوی ^{14}N بعد از گذشت ۴۰ دقیقه فقط یک نوار در میانهٔ لوله تشکیل خواهند داد.
- (۴) دناى باکتری‌های منتقل شده به محیط کشت حاوی ^{14}N بعد از گذشت ۶۰ دقیقه دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل خواهند داد.
- ۶۶- کدام یک از گزینه‌های زیر در دو راهی همانندسازی دیده نمی‌شود؟
- (۱) دو عدد آنزیم هلیکاز (۲) دو عدد آنزیم دنا‌بسیاراز (۳) یک عدد آنزیم هلیکاز (۴) سه عدد آنزیم از دو نوع متفاوت
- ۶۷- در کدام یک از جانداران زیر احتمالاً فقط یک نقطهٔ آغاز همانندسازی وجود دارد؟
- (۱) پارامسی (۲) ملخ (۳) استرپتوکوکوس نومونیا (۴) اسفنج
- ۶۸- در کدام یک از گزینه‌های زیر نقاط آغاز همانندسازی از سایرین بیش‌تر است؟
- (۱) مغز استخوان (۲) مورولا (۳) عضلهٔ سه سر ران (۴) چشم
- ۶۹- کدام یک از عبارات زیر درست است؟
- (۱) واحدهای سازندهٔ دنا، نوکلئوتیدهای تک فسفات هستند که بر اساس رشتهٔ الگو به هم وصل می‌شوند.
- (۲) آنزیم هلیکاز با قطع پیوندهای فسفودی‌استر می‌تواند در ویرایش نوکلئوتید اشتباه نقش داشته باشد.
- (۳) آنزیم دنا‌بسیاراز، نوکلئوتید سه‌فسفات را به انتهای رشتهٔ دناى در حال تشکیل اضافه می‌کند.
- (۴) در دوراهی همانندسازی که ساختاری شبیه حرف Y دارد، یک دنا‌بسیاراز و دو عدد هلیکاز مشاهده می‌شود.
- ۷۰- به تولید و ساخته شدن کدام یک از مولکول‌های زیر همانندسازی گفته می‌شود؟
- (۱) رنا (۲) پروتئین (۳) دنا (۴) گلیکوژن

- ۷۱- ایزوتوپ سنگین N^{15} در کدام بخش از ساختار مولکول دنا وارد می‌شود؟
 (۱) باز آلی (۲) قند پنج‌کربنه (۳) گروه فسفات (۴) همه موارد
- ۷۲- آنزیم هلیکاز چه نوع پیوندهایی را می‌شکند؟
 (۱) فسفودی استر (۲) یونی (۳) اشتراکی (۴) هیدروژنی
- ۷۳- در محلی که دو رشته دنا از هم باز می‌شوند، ساختار مانند به‌وجود می‌آید.
 (۱) $Y - 4$ (۲) $X - 4$ (۳) $Y - 2$ (۴) $X - 2$
- ۷۴- نوکلئوتیدهای فسفات با از دست دادن فسفات خود به انتهای رشته در حال ساخت اضافه می‌شوند.
 (۱) دو - یک (۲) سه - دو (۳) سه - یک (۴) دو - دو

انتخاب‌واره

- ۷۵- در همانندسازی (حفاظتی - غیرحفاظتی) در هر باخته، دناهایی وجود دارد که قطعات قدیم و جدید را به‌صورت پراکنده در خود دارند.
- ۷۶- آزمایشات استال و مزلسون ثابت کردند که همانندسازی دنا به روش (نیمه حفاظتی - حفاظتی) انجام می‌شود.
- ۷۷- در همانندسازی به روش (نیمه حفاظتی - حفاظتی) هر دو رشته دنا جدید وارد یک باخته می‌شوند.
- ۷۸- کار باز کردن ۲ رشته دنا در هنگام همانندسازی بر عهده آنزیم (دناپسپاراز - هلیکاز) است.
- ۷۹- آنزیم دناپسپاراز با استفاده از فعالیت (پسپارازی - نوکلئازی) خود می‌تواند پیوندهای فسفودی استر بسازد.
- ۸۰- آنزیم دناپسپاراز با استفاده از فعالیت (نوکلئازی - پسپارازی) خود می‌تواند در ویرایش نوکلئوتید اشتباه نقش داشته باشد.
- ۸۱- در هر دو راهی همانندسازی تعداد (دو - چهار) آنزیم دناپسپاراز وجود دارد.
- ۸۲- در هر دو راهی همانندسازی (یک - دو) عدد آنزیم هلیکاز قابل مشاهده است.
- ۸۳- آنزیم دناپسپاراز نوکلئوتیدهای (تک فسفات - سه فسفات) را به بخش (ابتدای - انتهای) رشته در حال ساخت اضافه می‌کند.
- ۸۴- نوکلئوتیدهای موجود در ساختار دنا (تک فسفات - سه فسفات) هستند.
- ۸۵- (قبل از - هم‌زمان با) اضافه شدن نوکلئوتیدهای سه فسفات به رشته در حال ساخت، دو عدد از فسفات‌ها از مولکول جدا می‌شوند.
- ۸۶- فام‌تن (ریزوبیوم - قارچ‌ریشه‌ای) از دنا خطی تشکیل شده است.

تعریف کنید

- ۸۷- همانندسازی ۸۸- همانندسازی حفاظتی ۸۹- همانندسازی نیمه حفاظتی ۹۰- همانندسازی غیرحفاظتی
- ۹۱- فعالیت نوکلئازی ۹۲- فعالیت پلیمرازی ۹۳- ویرایش ۹۴- دو راهی همانندسازی
- ۹۵- نقطه آغاز همانندسازی

پاسخ دهید

- ۹۶- علت همانندسازی دقیق دنا چیست؟
- ۹۷- طرح‌های پیشنهادی برای همانندسازی دنا را نام ببرید.
- ۹۸- آزمایشات استال و مزلسون کدام طرح همانندسازی دنا را تأیید کردند؟
- ۹۹- سه عامل مؤثر در همانندسازی را ذکر کنید.
- ۱۰۰- قبل از آغاز همانندسازی چه تغییری در ساختار کروماتین ایجاد می‌شود؟
- ۱۰۱- در یک دو راهی همانندسازی چه تعداد آنزیم و از چه نوعی وجود دارد؟
- ۱۰۲- برای همانندسازی دنا در ابتدا کدام آنزیم وارد عمل می‌شود؟ نقش این آنزیم چیست؟
- ۱۰۳- ویرایش مولکول دنا توسط چه آنزیمی صورت می‌گیرد؟ نام ببرید.
- ۱۰۴- مفهوم همانندسازی نیمه حفاظتی را بنویسید.
- ۱۰۵- در مورد همانندسازی دنا به سؤالات زیر پاسخ دهید:
 (آ) کدام آنزیم باعث جدا شدن دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی دنا در طی همانندسازی می‌شود؟
 (ب) کدام آنزیم در فرایند ویرایش مؤثر است؟
- ۱۰۶- آنزیم دناپسپاراز چگونه مانع بروز اشتباه در حین همانندسازی می‌شود؟
- ۱۰۷- در ارتباط با همانندسازی دنا به سؤالات زیر پاسخ دهید:
 (آ) کدام آنزیم نوکلئوتیدهای غلط را جدا و آن را با نوکلئوتید درست تعویض می‌کند؟
 (ب) باکتری‌ها معمولاً دارای چند دو راهی همانندسازی هستند؟
- (نهایی - شهریور ۹۱)
 (نهایی - دی ۹۰)
 (نهایی - فراداد ۹۱)
 (نهایی - دی ۹۱)
 (نهایی - فراداد ۹۲ - با اندکی تغییر)
 (نهایی - دی ۹۲)

(نهایی - فررداد ۹۳)

۱۰۸- به سوالات زیر پاسخ دهید:

(آ) در همانندسازی دنا، آنزیم هلیکاز موجب گسستگی کدام پیوندهای این مولکول می‌شود؟
(ب) تعداد دو راهی همانندسازی را در باکتری‌ها و سلول‌های یوکاریوتی با هم مقایسه کنید.

(نهایی - شهریور ۹۳)

۱۰۹- در همانندسازی دنا، دنابسپاراز چگونه ویرایش را انجام می‌دهد؟

(نهایی - دی ۹۳)

۱۱۰- پاسخ سوالات زیر را بنویسید:

(آ) در همانندسازی دنا کدام آنزیم کار ویرایش را بر عهده دارد؟
(ب) کدام یک از جانوران مقابل، بیش از ۲ دو راهی همانندسازی ایجاد می‌کنند؟ (۱) باکتری (۲) انسان

(نهایی - فررداد ۹۴)

۱۱۱- در ارتباط با همانندسازی دنا به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

(آ) آنزیم دنابسپاراز علاوه بر کمک به همانندسازی دنا، چه توانایی دیگری دارد؟ (نام ببرید)

(ب) در کدام یک از یاخته‌های زیر هنگام همانندسازی دنا، معمولاً ۲ دو راهی همانندسازی تشکیل می‌شود؟ (۱) استرپتوکوکوس نومونیا (۲) لنفوسیت B انسان

(نهایی - شهریور ۹۴)

۱۱۲- محل خاصی را که دو راهی همانندسازی در آن به وجود می‌آید، نام ببرید.

۱۱۳- چرا تعداد نقاط آغاز همانندسازی در هوهسته‌های با بیش از یک عدد است؟

۱۱۴- تعداد نقاط آغاز مورد استفاده در هوهسته‌های با چه عواملی بستگی دارد؟

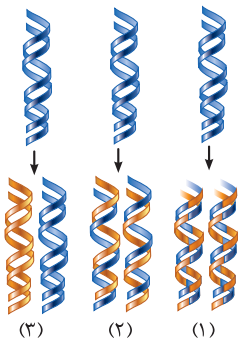
۱۱۵- در کدام مراحل از رشد و نمو، تعداد نقاط آغاز همانندسازی زیاد و در کدام مراحل کم‌تر می‌شود؟

بخش چهارم - تطبیق

- | B | A |
|------------------------------|---|
| (آ) پیش‌هسته‌های | ۱۱۶- وجود قطعات قدیم و جدید دنا به صورت پراکنده در یاخته |
| (ب) دو راهی همانندسازی | ۱۱۷- وجود اغلب یک نقطه آغاز همانندسازی |
| (پ) فعالیت نوکلئاز | ۱۱۸- تأیید این طرح توسط آزمایش استال و مزلسون انجام شد. |
| (ت) همانندسازی غیرحفاظتی | ۱۱۹- تعداد نقاط آغاز همانندسازی در این مرحله زیاد است. |
| (ث) دنابسپاراز (DNA پلیمراز) | ۱۲۰- شکستن پیوند فسفودی‌استر |
| (ج) همانندسازی نیمه حفاظتی | ۱۲۱- این آنزیم توانایی شکستن پیوندهای هیدروژنی را دارد. |
| (چ) سبزدیسه و راکیزه | ۱۲۲- تشکیل پیوند فسفودی‌استر |
| (ح) مورولا | ۱۲۳- این آنزیم توانایی تشکیل و شکستن پیوند فسفودی‌استر را دارد. |
| (خ) هلیکاز | ۱۲۴- در این اندامک‌ها دنا حلقوی دیده می‌شود. |
| (د) فعالیت بسپارازی | ۱۲۵- ساختاری که در نقطه آغاز همانندسازی تشکیل می‌شود. |

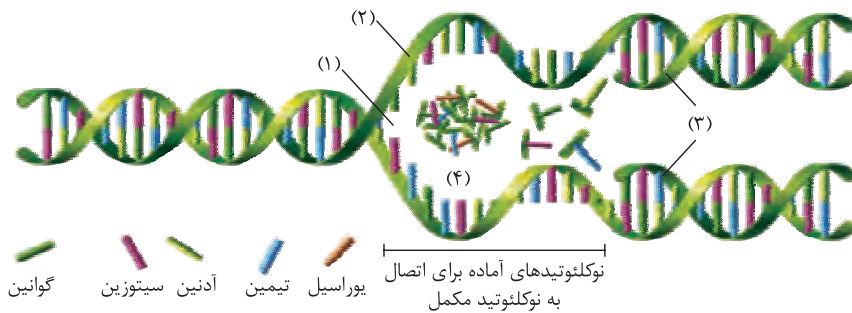
سوالات ترمیمی

۱۲۶- هر یک از طرح‌های مقابل کدام نوع همانندسازی را نشان می‌دهد؟



۱۲۷- طرح مقابل چه فرایندی را نشان می‌دهد؟ شماره‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.





۱۲۸- نام‌گذاری کنید.

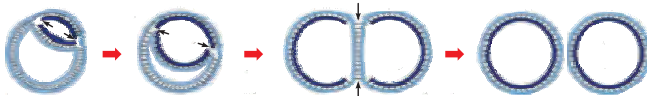
۱۲۹- (آ) تصویر زیر کدام نوع همانندسازی را نشان می‌دهد؟

(ب) این نوع همانندسازی در کدام دسته از

جانداران قابل مشاهده است؟

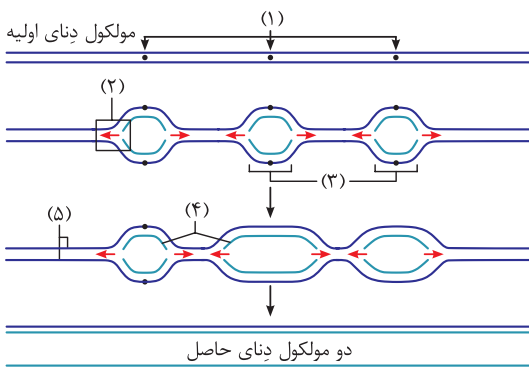
(پ) چند نقطه آغاز در این نوع همانندسازی وجود

دارد؟



۱۳۰- (آ) طرح زیر همانندسازی دنا را در کدام جانداران نشان می‌دهد؟

(ب) شماره‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.



پاسخ سؤالات

- ۱۸ DNA پلیمرز (دناسیپاراز)
- ۱۹ سه فسفات
- ۲۰ Y - دوراهی همانندسازی
- ۲۱ انتهای
- ۲۲ بازی
- ۲۳ دو
- ۲۴ نوکلئازی
- ۲۵ بسیاری - نوکلئازی
- ۲۶ یک دناي حلقوی - سیتوپلاسم
- ۲۷ غشای پلاسمایی یاخته
- ۲۸ دیسک (پلازمید)
- ۲۹ کروموزوم (فام‌تن) - خطی
- ۳۰ هیستون
- ۳۱ خطی - حلقوی
- ۳۲ میتوکندری (راکیزه) - کلروپلاست (سبز دیسه)
- ۳۳ نقطه آغاز همانندسازی
- ۳۴ چندین

- ۱ اطلاعات یاخته
- ۲ رابطه مکملی بین بازها
- ۳ مزلسون - استال
- ۴ ایزوتوپ سنگین نیتروژن (^{15}N)
- ۵ بیش‌تری - سانتیفریوژ سرعت بالا (فراگرزانه)
- ۶ ^{15}N
- ۷ ^{14}N
- ۸ ۲۰ دقیقه
- ۹ سزیم کلرید
- ۱۰ چگالی - سنگین‌تر
- ۱۱ نیمه حفاظتی
- ۱۲ یک - انتهایی
- ۱۳ یک - میانه
- ۱۴ دو - بالا و میانی
- ۱۵ بسته - باز
- ۱۶ هیستونها
- ۱۷ هلیکاز

- ۶۲ نادرست - در پیش هسته‌ای‌ها هم همانندسازی دو جهتی وجود دارد.
- ۶۳ درست
- ۶۴ نادرست - طبق اصول چارگاف و مدل واتسون و کریک، می‌توان جفت شدن بازهای مکمل در حین همانندسازی را بررسی نمود.
- ۶۵ گزینه (۴) - دور سوم همانندسازی (بعد از گذشت ۶۰ دقیقه) مشابه همان دور دوم خواهد بود. در آزمایشات استال و مزلسون در دور دوم، دو نوار یکی در بالا و دیگری در میانه لوله آزمایش تشکیل شد.
- ۶۶ گزینه (۱) - در دو راهی همانندسازی ۱ عدد هلیکاز و ۲ عدد دنابسپاراز (DNA پلیمراز) دیده می‌شود؛ یعنی ۳ عدد آنزیم از ۲ نوع متفاوت.
- ۶۷ گزینه (۳) - در پیش هسته‌ای‌ها (پروکاریوت‌ها) اغلب فقط یک نقطه آغاز همانندسازی مشاهده می‌شود. استرپتوکوکوس نومونیا یک پیش هسته‌ای و سایر گزینه‌ها، هوهسته‌ای هستند.
- ۶۸ گزینه (۲) - در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا سرعت تقسیم زیاد و نقاط آغاز هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام‌ها، سرعت تقسیم و نقاط آغاز کم می‌شوند.
- ۶۹ گزینه (۳) بررسی سایر گزینه‌ها:
- (۱) نادرست - واحدهای سازنده DNA، نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفات هستند.
- (۲) نادرست - آنزیم دنابسپاراز با قطع پیوندهای فسفودی‌استر و خاصیت نوکلئازی خود می‌تواند در فرایند ویرایش نوکلئوتید اشتباه نقش داشته باشد.
- (۴) نادرست - در دو راهی همانندسازی که شبیه حرف Y است، دو عدد دنابسپاراز (DNA پلیمراز) و یک عدد هلیکاز وجود دارد.
- ۷۰ گزینه (۳)
- ۷۱ گزینه (۱)
- ۷۲ گزینه (۴)
- ۷۳ گزینه (۳)
- ۷۴ گزینه (۲)
- ۷۵ غیرحفاظتی
- ۷۶ نیمه حفاظتی
- ۷۷ حفاظتی
- ۷۸ هلیکاز
- ۷۹ بسپارازی (پلیمرازی)
- ۸۰ نوکلئازی
- ۸۱ دو
- ۸۲ یک
- ۸۳ سه فسفات - انتهای
- ۸۴ تک فسفات
- ۸۵ هم‌زمان با
- ۸۶ قارچ‌ریشه‌ای
- ۸۷ به ساخته شدن مولکول DNA جدید از روی DNA قدیمی همانندسازی گویند.

- ۳۵ مراحل رشد و نمو
- ۳۶ افزایش
- ۳۷ زیاد - زیاد
- ۳۸ دنابسپاراز (DNA پلیمراز)
- ۳۹ درست
- ۴۰ نادرست - در همانندسازی حفاظتی هر ۲ رشته جدید حاصله وارد یک یاخته شده و یاخته دیگر دارای ۲ رشته قدیمی خواهد بود.
- ۴۱ نادرست - در همانندسازی غیرحفاظتی هر کدام از DNAهای حاصله، قطعاتی از رشته‌های قدیمی و جدید را به صورت پراکنده در خود خواهد داشت.
- ۴۲ نادرست - در همانندسازی نیمه حفاظتی در هر یاخته دانی داریم که یک رشته جدید و یک رشته قدیمی دارد.
- ۴۳ درست
- ۴۴ درست
- ۴۵ نادرست - استال و مزلسون باکتری‌های حاوی DNA سنگین را به محیط کشت حاوی ^{14}N انتقال دادند.
- ۴۶ درست
- ۴۷ نادرست - در DNA باکتری‌های اولیه تماماً ^{15}N وجود داشته و بنابراین فقط یک نوار در لوله مشاهده گردید. (در بخش انتهایی لوله)
- ۴۸ درست
- ۴۹ نادرست - بعد از دور دوم همانندسازی (بعد از ۴۰ دقیقه) دو نوار در لوله مشاهده شد؛ یکی در میانه لوله و دیگری در بخش بالایی لوله.
- ۵۰ نادرست - فقط در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود، دو رشته از هم باز می‌شوند. بقیه قسمت‌ها بسته‌اند و به تدریج توسط هلیکاز باز می‌گردند.
- ۵۱ نادرست - واحدهای سازنده DNA، نوکلئوتیدهای سه فسفات‌اند که توسط دنابسپاراز به انتهای رشته در حال ساخت متصل می‌گردند و قبل از اتصال، ۲ فسفات را از دست می‌دهند.
- ۵۲ نادرست - قبل از همانندسازی، هیستون‌ها از DNA جدا می‌شوند.
- ۵۳ درست - هلیکاز و دنابسپاراز
- ۵۴ درست - ۲ عدد دنابسپاراز و یک عدد هلیکاز
- ۵۵ نادرست - دنابسپاراز نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل می‌افزاید.
- ۵۶ نادرست - اگرچه آنزیم، نوکلئوتیدها را بر اساس رابطه مکملی کنار هم قرار می‌دهد، ولی گاهی در این مورد اشتباهاتی هم صورت می‌گیرد که آنزیم در نهایت آن‌ها را ویرایش می‌کند.
- ۵۷ درست
- ۵۸ نادرست - فرایند ویرایش، حاصل فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز است.
- ۵۹ درست - استرپتوکوکوس نومونیا یک باکتری است! در باکتری‌ها، کروموزوم اصلی یک DNA حلقوی متصل به غشا است.
- ۶۰ نادرست - در راکیزه و سبزیسه مولکول DNA حلقوی وجود دارد.
- ۶۱ نادرست - در اغلب پیش هسته‌ای‌ها (پروکاریوت‌ها) فقط یک نقطه آغاز همانندسازی وجود دارد، نه در همه آن‌ها!

- ۱۰۹ دنابسپاراز بعد از برقراری پیوند فسفودی استر یک بار برمی‌گردد و نوکلئوتید را از نظر صحت رابطهٔ مکملی بازبینی می‌نماید. در صورتی که نوکلئوتید نادرست باشد، با خاصیت نوکلئازی خود پیوند فسفودی استر آن را قطع کرده و آن را با یک نوکلئوتید درست جایگزین می‌کند.
- ۱۱۰ (آ) دنابسپاراز (ب) انسان
- ۱۱۱ (آ) ویرایش (ب) استریتوکوکوس نومونیا
- ۱۱۲ نقطهٔ آغاز همانندسازی
- ۱۱۳ زیرا در یوکاریوت‌ها مقدار زیادی دنا (DNA) در چندین فام‌تن (کروموزوم) وجود دارد. اگر فقط یک نقطهٔ شروع در هر کروموزوم داشته باشند، مدت زمان لازم برای انجام همانندسازی بسیار زیاد می‌شود.
- ۱۱۴ بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم می‌شود. ابتدا با تعدادی آغاز می‌شود. هنگامی که سرعت تقسیم سلولی زیاد می‌شود، تعداد نقاط شروع مورد استفاده هم افزایش می‌یابد.
- ۱۱۵ در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا سرعت تقسیم زیاد و نقاط آغاز همانندسازی هم زیاد است، ولی پس از تشکیل اندام‌ها سرعت تقسیم و نقاط آغاز کم می‌شوند.
- ۱۱۶ ت
- ۱۱۷ آ
- ۱۱۸ ج
- ۱۱۹ ح
- ۱۲۰ پ
- ۱۲۱ خ
- ۱۲۲ د
- ۱۲۳ ث
- ۱۲۴ چ
- ۱۲۵ ب
- ۱۲۶ (۱) غیرحفاظتی (پراکنده)
(۲) نیمه حفاظتی
(۳) حفاظتی
- ۱۲۷ همانندسازی دنا (DNA)
(۱) دنابسپاراز (DNA پلیمراز)
(۲) هلیکاز
(۱) دوراهی همانندسازی
(۲) رشتهٔ الگو
(۳) رشته‌های در حال تشکیل
(۴) نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته
- ۱۲۹ (آ) همانندسازی دوجیتی
(ب) در پروکاریوت‌ها (پیش‌هسته‌ای‌ها)
(پ) یک نقطهٔ آغاز
(آ) در یوکاریوت‌ها (هسته‌ای‌ها)
- ۱۳۰ (ب) (۱) نقاط شروع همانندسازی
(۲) دوراهی همانندسازی
(۳) بخش‌های باز شدهٔ DNA
(۴) رشته‌های جدید
(۵) رشته‌های مادری

- ۸۸ نوعی از همانندسازی که در آن هر دو رشتهٔ قدیمی به‌صورت دست‌نخورده باقی مانده و وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌شوند و دو رشتهٔ دنا جدید هم وارد یاختهٔ دیگر می‌گردند.
- ۸۹ در این طرح در هر یاخته یکی از دو رشتهٔ دنا مربوط به دنا اولیه و رشتهٔ دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است.
- ۹۰ طرحی است که بر اساس آن هر کدام از دناهای حاصل، قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید را به‌صورت پراکنده در خود دارند.
- ۹۱ توانایی بریدن دنا را فعالیت نوکلئازی گویند که در آن پیوند فسفودی استر می‌شکند.
- ۹۲ فعالیت آنزیم دنابسپاراز را گویند که در آن پیوند فسفودی استر تشکیل می‌شود.
- ۹۳ فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز را که باعث تصحیح اشتباهات در همانندسازی می‌شود، ویرایش گویند.
- ۹۴ در محلی که دو رشتهٔ دنا از هم جدا شده‌اند، ساختاری شبیه حرف Y ایجاد می‌شود که دو راهی همانندسازی نام دارد.
- ۹۵ این نقطه جایگاه خاصی از دنا است که از آن جا دو رشتهٔ دنا از هم باز می‌شوند.
- ۹۶ با وجود رابطهٔ مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دقیق دنا (DNA) قابل توضیح است.
- ۹۷ همانندسازی حفاظتی - نیمه حفاظتی - غیرحفاظتی
- ۹۸ طرح نیمه حفاظتی
- ۹۹ (۱) مولکول دنا به عنوان الگو (۲) آنزیمی که نوکلئوتیدها را به‌صورت مکمل کنار هم قرار دهد. (۳) واحدهای سازندهٔ دنا که بتواند در کنار هم نسخهٔ مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته هستند.
- ۱۰۰ پروتئین‌های اطراف دنا (DNA) یعنی هیستون‌ها از آن جدا می‌شوند.
- ۱۰۱ دو عدد دنابسپاراز (DNA پلیمراز) و یک عدد هلیکاز
- ۱۰۲ هلیکاز - شکستن پیوندهای هیدروژنی بین بازهای مکمل و جدا کردن دو رشتهٔ دنا از هم
- ۱۰۳ DNA پلیمراز (دنا بسپاراز)
- ۱۰۴ در این طرح در هر یاخته، یکی از دو رشتهٔ دنا (DNA) آن مربوط به دنا اولیه است و رشتهٔ دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر یاختهٔ حاصل فقط یکی از دو رشتهٔ دنا قبلی وجود دارد، به آن نیمه حفاظتی گویند.
- ۱۰۵ (آ) هلیکاز (ب) DNA پلیمراز (دنا بسپاراز)
- ۱۰۶ برای جلوگیری از اشتباه در حین همانندسازی، آنزیم دنابسپاراز پس از برقراری پیوند فسفودی استر، یک بار برمی‌گردد و نوکلئوتید را بازبینی می‌کند که رابطهٔ آن صحیح است یا غلط. اگر اشتباه باشد آن را حذف کرده و نوکلئوتید درست را قرار می‌دهد. برای حذف نوکلئوتید غلط باید بتواند پیوند فسفودی استر را بشکند و آن را از دنا جدا کند. این کار را با فعالیت نوکلئازی خود انجام می‌دهد.
- ۱۰۷ (آ) دنابسپاراز (DNA پلیمراز) (ب) دو عدد
- ۱۰۸ (آ) هیدروژنی (ب) در باکتری‌ها معمولاً ۲ عدد ولی در یوکاریوت‌ها زیاد