گفتار ۱

بیماری کم‌خونی داسی‌شکل

- نوعی بیماری ارثی مستقل از جنس نهفته می‌باشد که به صورت Hb^SHb^S در فرد بروز می‌یابد.
- جهش ژنی جانشینی کوچک در یک جفت نوکلئوتید دارند.
- فقط در ششمین آمینواسید زنجیرهٔ بتای هموگلوبین با نوع طبیعی تفاوت دارند ← والین به جای گلوتامیک اسید دارند.
- این بیماری ارتباط بین ژن و پروتئین را نشان می‌دهد.
- هموگلوبین و گویچهٔ قرمز این افراد به جای گرد بودن، به صورت داسی‌شکل می‌باشد.
- افراد بیمار (Hb^SHb^S) و ناقل سالم (Hb^AHb^S) برخلاف افراد فاقد الل بیماری Hb^AHb^A، نسبت به مالاریا مقاوم هستند.
- افراد بیمار معمولاً به سن بلوغ نمی‌رسند و می‌میرند.

رونویسی

نکات

- دنا از ۴ نوع نوکلئوتید تشکیل شده است که تفاوت آن‌ها در بازهای آلی است.
- توالی ۳تایی از نوکلئوتیدها بیانگر نوعی آمینواسید (۲۰ نوع آمینواسید) است.
- با ۴ نوع نوکلئوتید ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌شود.
- به هر یک از این توالی‌های سه‌تایی (سه‌نوکلئوتیدی) در دنا، رمز می‌گویند.
- رونویسی ← به ساخته شدن مولکول رنا از روی **بخشی** از یک رشتهٔ دنا می‌گویند.
- رنا نقش مولکول میانجی را دارد که اطلاعات دنا را برای ساخت پلی‌پپتید به رناتن در سیتوپلاسم انتقال می‌دهد.
- اساس رونویسی شبیه همانندسازی است (با توجه به نوکلئوتیدهای رشتهٔ دنا، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیرهٔ رنا قرار می‌گیرند و به هم متصل می‌شوند).
- برخلاف همانندسازی که در هر چرخهٔ یاخته‌ای یک‌بار انجام می‌شود، رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخه بارها انجام شود.
- نوکلئوتید یوراسیل‌دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین‌دار دنا قرار می‌گیرد.
- ریبوزوم به صورت کامل و فعال در هسته وجود ندارد ولی درون میتوکندری، پلاست‌ها، روی شبکهٔ آندوپلاسمی و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارند و پروتئین‌سازی می‌کنند.
- رونویسی برخلاف همانندسازی، فرایندی یک‌جهته و فاقد دوراهی می‌باشد.

آنزیم‌های مورد نیاز (تحت عنوان کلی رنابسپاراز)

- پروکاریوت ← یک نوع رنابسپاراز وظیفهٔ ساخت انواع رنا را برعهده دارد.
- یوکاریوت
  - رنابسپاراز ۱ ← سنتز رنای رناتنی ($rRNA$)
  - رنابسپاراز ۲ ← سنتز رنای پیک ($mRNA$)
  - رنابسپاراز ۳ ← سنتز رنای ناقل ($tRNA$)

محل فرایند

- در سیتوپلاسم پروکاریوت‌ها انجام می‌شود.
- درون میتوکندری و کلروپلاست صورت می‌گیرد.
- در هستهٔ یوکاریوت‌ها انجام می‌شود.

مراحل رونویسی (فرایندی پیوسته)

- همانند عمل همانندسازی به صورت پیوسته صورت می‌گیرد.

۱ مرحلهٔ آغاز

1. رنابسپاراز توالی‌های نوکلئوتیدی ویژه‌ای در دنا به نام راه‌انداز را برای رونویسی ژن از محل صحیح خود شناسایی می‌کند ← آنزیم روی هر دو رشتهٔ دنا قرار می‌گیرد.
2. راه‌انداز موجب می‌شود رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به‌طور دقیق پیدا و تولید رنا را از آنجا آغاز کند.
3. RNA پلیمراز (رنابسپاراز)، بخش **کوچکی** از مولکول دنا را باز می‌کند.
4. نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته با قند ریبوز روبه‌روی رشتهٔ الگوی دنا قرار می‌گیرند.
5. دو فسفات نوکلئوتید جدید با شکستن پیوند اشتراکی جدا می‌شود و سپس به نوکلئوتید قدیم با پیوند فسفودی‌استر متصل می‌شود.
6. زنجیرهٔ **کوتاهی** از رنا در این مرحله ساخته می‌شود.
7. در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا شکسته و بین رنا و دنا تشکیل می‌شود.
8. در این مرحله، پیوند اشتراکی بین فسفات‌های هر نوکلئوتید شکسته می‌شود.
9. در این مرحله، تعداد کمی پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای ریبوزدار متصل می‌شود.

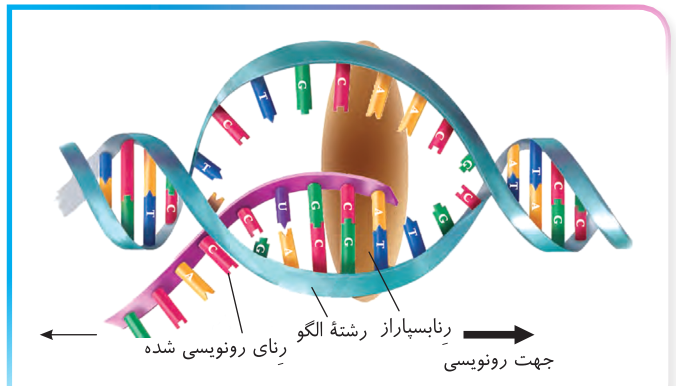
۲ مرحلهٔ طویل شدن

1. رنابسپاراز ساخت رنا را ادامه می‌دهد.
2. دو رشتهٔ دنا در جلوی آن باز و RNAسازی ادامه می‌یابد و در چندین نوکلئوتید عقب‌تر، رنای در حال تولید از دنا جدا می‌شود.
3. دو رشتهٔ دنا مجدداً به هم می‌پیوندند.
4. در این مرحله پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا، هم تشکیل و هم شکسته می‌شود.
5. بیشترین پیوند فسفودی‌استر رنا در این مرحله تشکیل می‌شود.

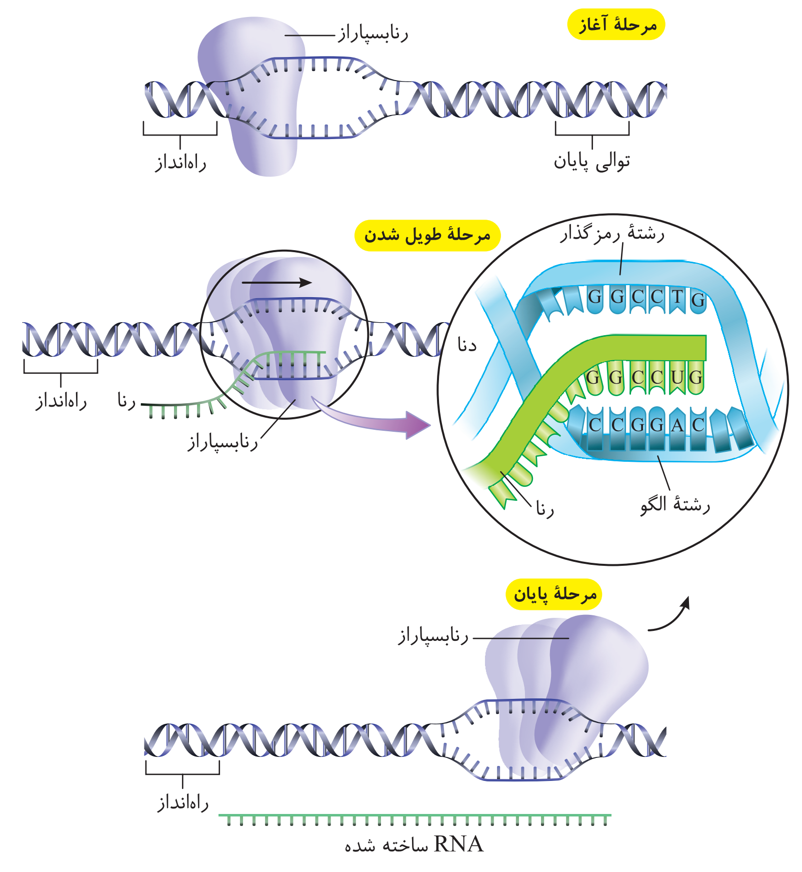
۳ مرحلهٔ پایان

- در دنا توالی‌های ویژه‌ای به نام **پایان رونویسی** وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز می‌شود.
- توالی پایان نیز توسط رنابسپاراز رونویسی می‌شود.
- رنای تولید شده ابتدا از دنا و رنابسپاراز جدا می‌شود.
- آنزیم از مولکول دنا جدا می‌شود.
- دو رشتهٔ دنا با پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند.
- همانند مرحله قبل پیوندهای هیدروژنی بین رنا و دنا هم تولید و هم تخریب می‌شوند.

- فقط در مرحلهٔ آغاز، پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا تجزیه نمی‌شود.
- در هر سه مرحله، شکستن پیوند اشتراکی بین فسفات‌های هر نوکلئوتید و تشکیل پیوند هیدروژنی و فسفودی‌استر صورت می‌گیرد.
- رنابسپاراز برخلاف دنابسپاراز، قدرت ویرایش و تجزیهٔ پیوند فسفودی‌استر ندارد.



«طرح ساده‌ای از فرایند رونویسی»

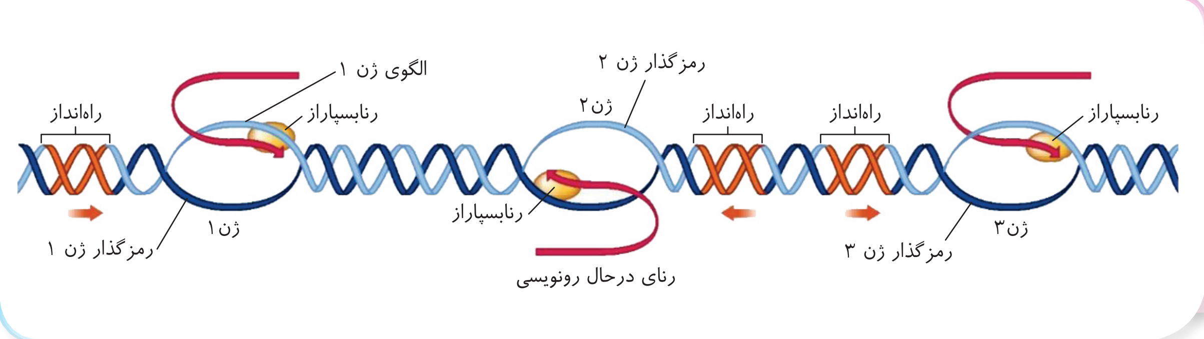


«مراحل مختلف رونویسی»

دو نوع رشتهٔ دنا در هر ژن

رشتهٔ الگو
- رشتهٔ دنا که مکمل رنای رونویسی شده است را رشتهٔ الگو می‌گویند.
- در یک مولکول دنا رشتهٔ مورد رونویسی یک ژن، ممکن است با رشتهٔ مورد رونویسی ژن‌های دیگر یکسان یا متفاوت باشد.

رشتهٔ رمزگذار
- به رشتهٔ مکمل رشتهٔ الگو در مولکول دنا، رشتهٔ رمزگذار گفته می‌شود.
- توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنایی است که از روی رشتهٔ الگوی آن ساخته می‌شود.
- تفاوتی با رنا در نوکلئوتیدهای آن از نظر قند دارد ولی در مورد باز آلی، فقط به جای نوکلئوتید تیمین در دنا، نوکلئوتید یوراسیل‌دار در رنا قرار دارد.

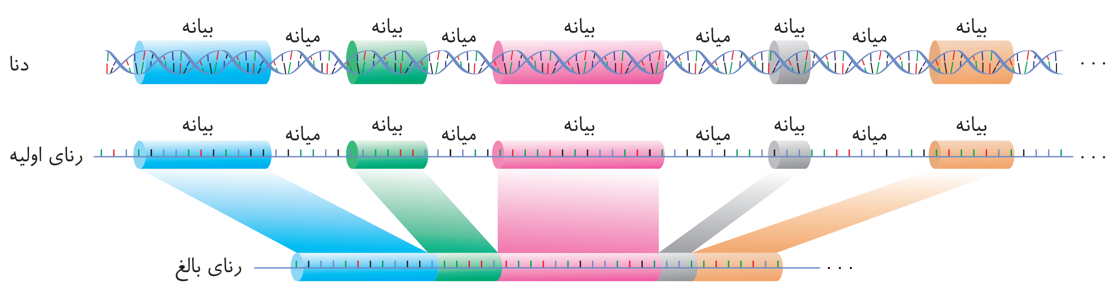


- در یک مولکول دنا، ژن‌هایی که رشتهٔ الگوی یکسانی دارند، جهت رونویسی یکسانی هم دارند (مثل ژن ۱ و ۳).
- اگر بین دو ژن، راه‌اندازی وجود نداشته باشد (مثل ژن ۱ و ۲) ← جهت رونویسی آن‌ها متفاوت است ← رشتهٔ الگوی متفاوت دارند.
- اگر بین دو ژن، دو راه‌انداز وجود داشته باشد (مثل ژن ۲ و ۳) ← جهت رونویسی آن‌ها متفاوت است ← رشتهٔ الگوی متفاوت دارند.
- اگر بین دو ژن، یک راه‌انداز وجود داشته باشد ← جهت رونویسی یکسانی دارند ← رشتهٔ الگوی یکسانی نیز دارند.

تغییرات رنای پیک

- در یوکاریوت‌ها، رنای ساخته شده در هسته با رنای فعال سیتوپلاسمی آن، تفاوت‌هایی دارد.

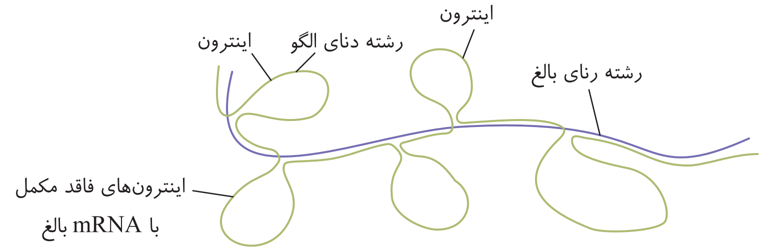
انواع
- تغییرات در حین رونویسی
- تغییرات پس از رونویسی
  - **پیرایش** یکی از این تغییرات است که بخش‌هایی از مولکول‌های رنای پیک به نام رونوشت‌های اینترون حذف می‌شوند.
  - اتصال برخی رناهای کوچک به رنای پیک برای جلوگیری از فعالیت ترجمهٔ ریبوزوم‌ها (رنا‌تن‌ها)



«پیرایش در بخشی از رنای یک ژن»

نکات پیرایش رنای پیک

- رنای ساخته شده در رونویسی هستهٔ یوکاریوت‌ها با رنایی که در سیتوپلاسم آن‌ها وجود دارد، تفاوت‌هایی دارد.
- در **بعضی** ژن‌ها مشاهده می‌شود که RNA پیک سیتوپلاسمی از نمونهٔ هسته‌ای آن کوتاه‌تر است.
- در حقیقت برخی قسمت‌های رونویسی شده، در هسته طی فرایندی به نام پیرایش حذف می‌شوند.
- محققین با مجاور قرار دادن
  - رنای پیک اولیهٔ رونویسی شدهٔ هسته با رشتهٔ الگوی آن در دنا ← متوجه شدند که کاملاً مکمل‌اند و به هم متصل می‌شوند.
  - رنای پیک بالغ سیتوپلاسمی با رشتهٔ الگوی آن در دنا
    - متوجه شدند که برخی قسمت‌های دنا به صورت حلقه درمی‌آیند و مکمل نیستند.
    - به قسمت‌های حلقه شدهٔ دنا، توالی‌های اینترون یا میانه می‌گویند.



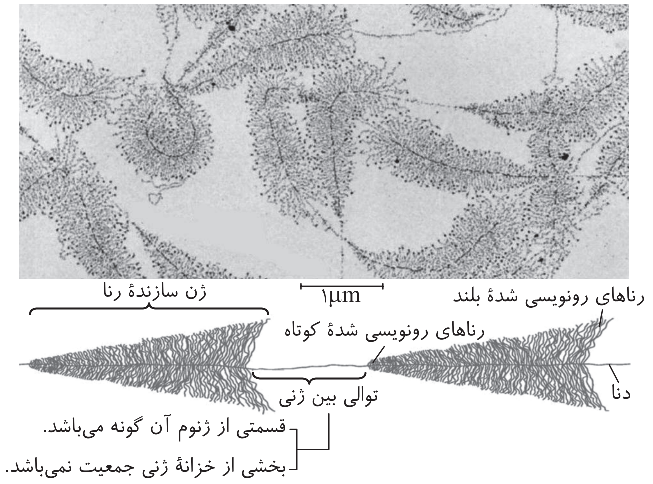
«طرح ساده‌ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن»

تعاریف
- اینترون (میانه) ← بخشی از ژن در مولکول دنا که رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده است.
- اگزون (بیانه) ← سایر بخش‌های ژنی مولکول دنا که رونوشت آن‌ها حذف نمی‌شود.
- رنای نابالغ یا اولیه ← رنای رونویسی شده از رشتهٔ الگو که در ابتدا دارای رونوشت‌های میانه و بیانه دنا است.
- رنای بالغ ← رنایی است که فقط رونوشت‌های اگزون یا میانه دارد.

- برای حذف هر رونوشت اینترون، دو پیوند فسفودی‌استر در رنای پیک اولیه شکسته می‌شود و یکی بین رونوشت‌های اگزون مجاور ایجاد می‌شود.
- اینترون‌ها و اگزون‌ها، توالی‌هایی از یک ژن با اندازه‌های متفاوت می‌باشند.
- تمام نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگوی اینترون و اگزون، رونویسی می‌شوند ولی سپس، تمام بخش‌های رونوشت اینترون‌ها با پیرایش حذف می‌شوند.
- عمل پروتئین‌سازی از روی بخش‌هایی از اگزون‌های باقی‌مانده در رنای پیک بالغ صورت می‌گیرد.

شدت و میزان رونویسی

- میزان رونویسی از یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فراورده‌های حاصل آن بستگی دارد.
- مثال: ژن‌های سازندهٔ رنای رناتنی در یاخته‌های تازه تقسیم شده بسیار فعال‌اند ← این یاخته‌ها باید rRNA زیادی بسازند.
- ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن باعث می‌شود که در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازهٔ رناها از اندازهٔ کوتاه به بلند دیده شود.
- در رونویسی هم‌زمان تعداد زیادی از یک نوع رنا از یک ژن، رناهایی که اندازهٔ بلندتری دارند به توالی پایان نزدیک‌ترند.



«ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن»

گفتار ۲

پروتئین‌ها

تکات

- پلی‌پپتیدها از مهم‌ترین فراورده‌های ژن‌ها هستند که اعمال مختلفی را در بدن انجام می‌دهند.
- از روی توالی دنا، **رونویسی** رنا و از روی رنا با فرایند **ترجمه**، پلی‌پپتید حاصل می‌شود.
- ترجمه ← به ساخته شدن پلی‌پپتید از روی اطلاعات رنای پیک گفته می‌شود.
- پروتئین‌سازی در مناطق دارای ریبوزوم فعال صورت می‌گیرد
  - بستره راکیزه
  - بستره سبزدیسه
  - مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
  - روی شبکهٔ آندوپلاسمی

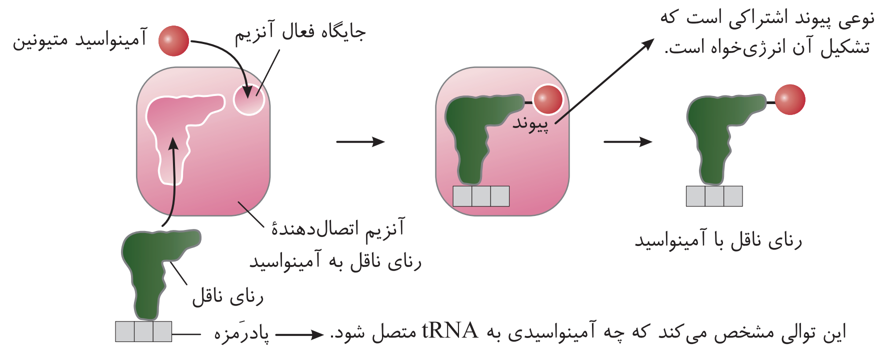
عوامل لازم در ترجمه

۱ آمینواسیدها

- ۲۰ نوع آن‌ها در ساختار پلی‌پپتیدها به کار می‌روند.

۲ رناهای ناقل

- **پس از رونویسی** دچار تغییراتی می‌شوند
  - تاخوردگی اولیه
    - برخی مناطق آن پیوند هیدروژنی دارد.
    - با تشکیل پیوند هیدروژنی روی خود تا می‌خورد.
  - ساختار سه‌بعدی ← تاخوردگی بیشتر
  - هر دو ساختار دارای توالی آنتی‌کدون بدون پیوند هیدروژنی می‌باشند.
  - در هر دو ساختار توالی محل اتصال آمینواسید وجود دارد.
- ساختار
  - محل اتصال آمینواسید در یک سمت آن می‌باشد.
  - پادرمزه (*آنتی‌کدون*)
    - ۶۱ نوع مختلف می‌باشند.
    - عامل تمایز *tRNA*ها می‌باشند.
    - حاوی سه نوکلئوتید هستند.
    - روبه‌روی رمزه‌های مربوط به آمینواسیدها قرار می‌گیرند و با آن‌ها پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند.
  - به‌جز توالی پادرمزه (*آنتی‌کدون*) سایر قسمت‌ها در همهٔ *tRNA*ها، توالی مشابهی دارند.
- تعداد انواع پادرمزه از رمزه کمتر است (*برای رمزه‌های پایان، رنای ناقل وجود ندارد*).
- نحوهٔ عمل
  - هر نوع آمینواسید، به هر نوع رنای ناقل متصل نمی‌شود.
  - آنزیم‌های ویژه‌ای وجود دارد که با تشخیص توالی پادرمزه، آمینواسید مناسب را در سیتوپلاسم به رنای ناقل متصل می‌کنند.
  - اتصال آمینواسید به *tRNA*، نیازمند انرژی می‌باشد.



«نحوهٔ پیوستن آمینواسید به رنای ناقل مربوط به خود توسط آنزیم ویژهٔ آن»

۳ رناتن

- درون میتوکندری، کلروپلاست روی شبکهٔ آندوپلاسمی و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم وجود دارد و فعال است.
- محل ساخت پلی‌پپتید می‌باشد.
- از دو زیرواحد کوچک و بزرگ تشکیل شده‌اند.
- هر زیرواحد از رنا و پروتئین تشکیل شده است ← *rRNA* و پروتئین ریبوزومی دارد.
- در ساختار کامل خود، سه جایگاه به نام *A*، *P* و *E* دارد.

۴ رنای پیک

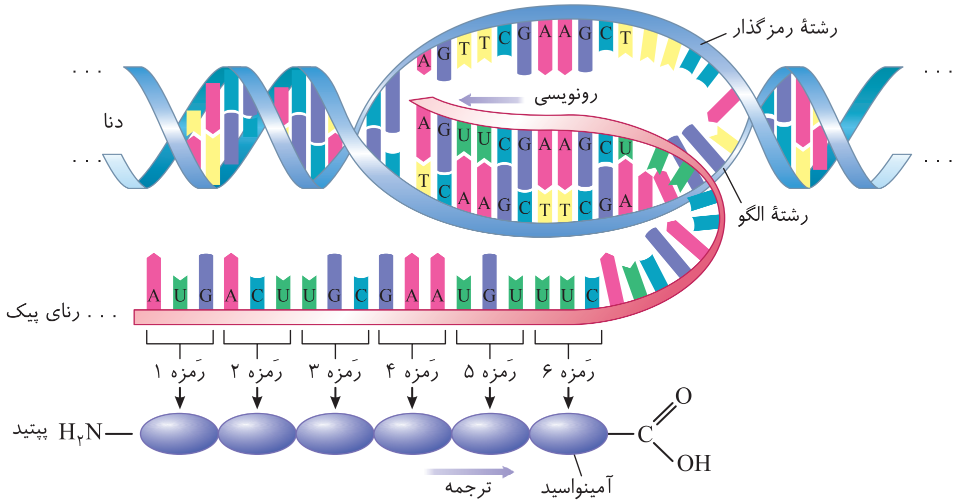
- توالی‌های سه‌نوکلئوتیدی رنای پیک را رمزه (*کدون*) می‌گویند ← این توالی‌ها تعیین می‌کنند که کدام آمینواسید در ساختار پلی‌پپتید قرار بگیرد.
- ۶۴ نوع رمزه وجود دارد که سه‌تای آن رمزهٔ پایان هستند (*UGA*، *UAA* و *UAG*).
- رمزهٔ پایان هیچ آمینواسیدی را رمز نمی‌کند.
- رمزهٔ آغاز یا *AUG* معرف آمینواسید متیونین است.

۵ منبع انرژی واکنش

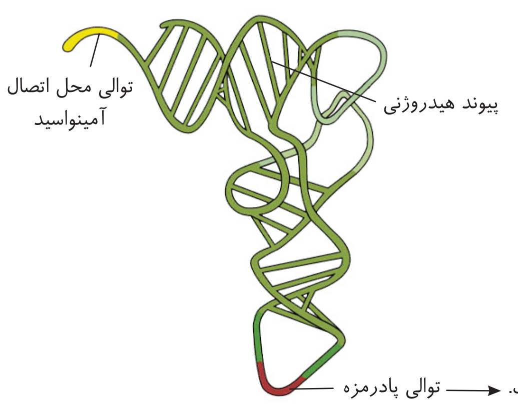
- برای تهیهٔ پلی‌پپتید به مولکول‌های پرانرژی مانند *ATP* نیاز است.

۶ آنزیم‌ها

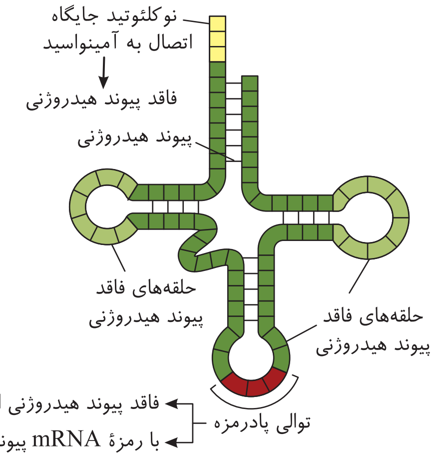
- به صورت متنوع در ریبوزوم به فعالیت می‌پردازند.



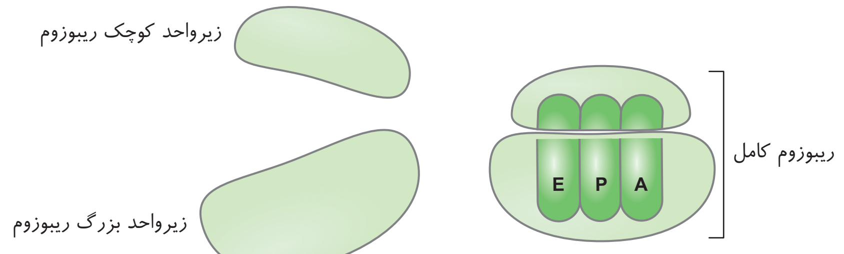
«طرح ساده‌ای از تشکیل شدن پلی‌پپتید»



«ساختار سه‌بعدی tRNA»



«تاخوردگی اولیه»



«ترتیب قرارگیری زیرواحدهای رناتن»

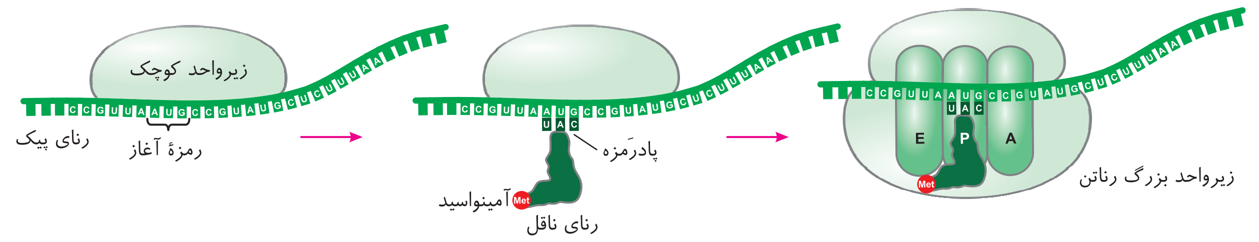
مراحل ترجمه (فرایندی پیوسته)

- تعریف ← ساخت رشتهٔ پلی‌پپتید از روی $mRNA$ در ریبوزوم می‌باشد.
- همانند رونویسی، میتوز و همانندسازی فرایندی پیوسته می‌باشد.

۱ مرحلهٔ آغاز

۱) بخش‌هایی از رنای پیک، زیرواحد **کوچک** رناتن را به سوی رمزهٔ آغاز، هدایت می‌کند تا کدون AUG وارد جایگاه P شود.
۲) رنای ناقل که مکمل رمزهٔ آغاز است، به همراه آمینواسید متیونین وارد ریبوزوم در جایگاه P می‌شود.
۳) زیرواحد بزرگ رناتن به این مجموعه اضافه شده و ساختار رناتن کامل می‌شود.

نکات
- در این مرحله جایگاه P در رناتن محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینواسید متیونین است.
- جایگاه A و E خالی می‌مانند.
- در این مرحله، درون ریبوزوم فقط پیوند هیدروژنی در جایگاه P بین کدون و آنتی‌کدون برقرار می‌شود.
- در این مرحله، قبل از کامل شدن شکل ریبوزوم، اولین رمزه در جایگاه P ترجمه می‌شود.

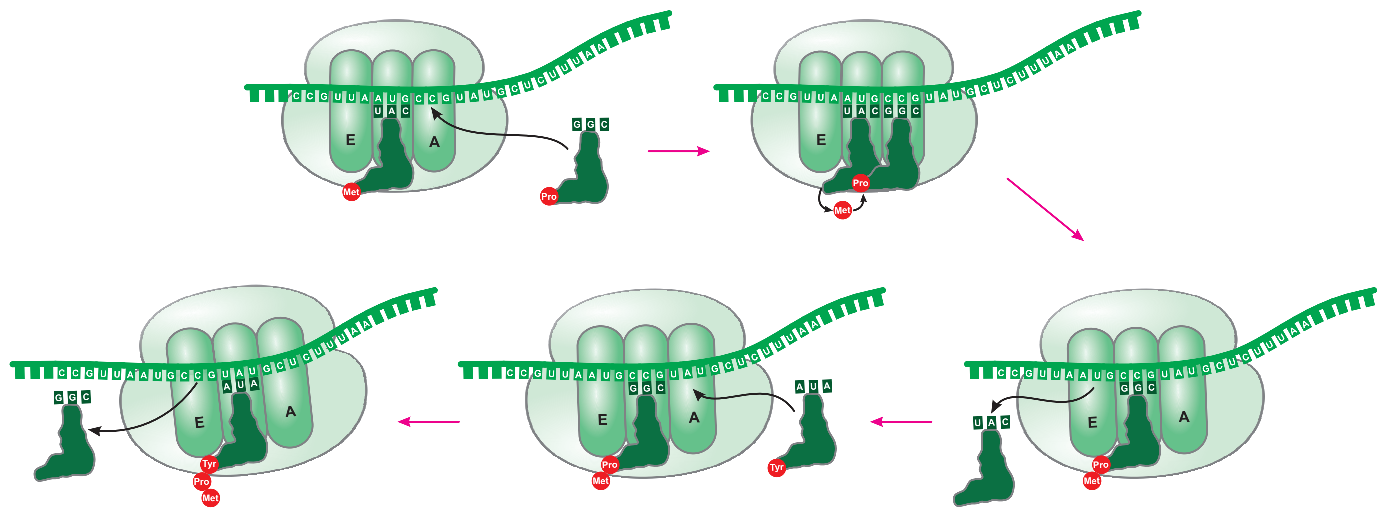


«مرحلهٔ آغاز ترجمه»

۲ مرحلهٔ طویل شدن

۱) رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه A رناتن می‌شوند ولی فقط رنایی که مکمل رمزهٔ جایگاه A است، **استقرار** پیدا می‌کند.
۲) آمینواسید جایگاه P از رنای ناقل خود جدا می‌شود و با آمینواسید جایگاه A پیوند پپتیدی برقرار می‌کند.
۳) رناتن به اندازهٔ یک رمزه به سوی رمزهٔ پایان پیش می‌رود.
۴) رنای ناقل حامل رشتهٔ دی‌پپتیدی در جایگاه P قرار می‌گیرد.
۵) جایگاه A خالی می‌شود تا پذیرای رنای ناقل بعدی باشد.
۶) رنای ناقل بدون آمینواسید نیز در جایگاه E قرار می‌گیرد و سپس از این جایگاه با شکستن پیوند هیدروژنی خارج می‌شود.
۷) این مراحل تکرار می‌شود و طول زنجیرهٔ آمینواسیدی بیشتر می‌شود تا رناتن به یکی از رمزهای پایان برسد.

نکات
- در این مرحله، پیوند اشتراکی بین $tRNA$ و آمینواسید در جایگاه P شکسته می‌شود.
- در این مرحله، پیوند اشتراکی پپتیدی بین آمینواسیدها در جایگاه A تشکیل می‌شود.
- در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه در جایگاه A تشکیل می‌شود.
- در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه در جایگاه E شکسته می‌شود.
- تنها مرحله‌ای از ترجمه است که دو $tRNA$ در ریبوزوم وجود دارد.
- در این مرحله ضمن حرکت رناتن، پلی‌پپتید از جایگاه A به P منتقل می‌شود و جایگاه A خالی می‌شود.
- در ابتدای این مرحله، کدون آغاز در جایگاه P قرار دارد.
- در انتهای این مرحله، کدون پایان در جایگاه A قرار دارد.

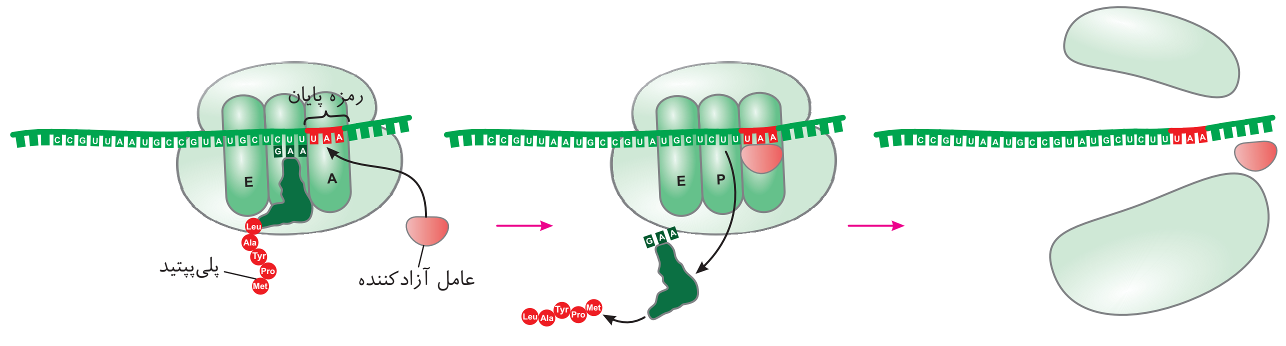


«مرحلهٔ طویل شدن ترجمه»

۳ مرحلهٔ پایان

۱) رنای ناقل جدیدی وارد جایگاه A که رمزهٔ پایان دارد، نمی‌شود.
۲) عوامل پروتئینی آزادکننده وارد جایگاه A می‌شوند و رمزهٔ پایان را شناسایی می‌کنند.
۳) پلی‌پپتید، توسط عوامل آزادکننده از رنای ناقلی در جایگاه P جدا می‌شود.
۴) در نهایت زیرواحدهای رناتن‌ها از هم جدا و رنای پیک آزاد جدا می‌شوند.
۵) زیرواحدهای رناتن دوباره برحسب نیاز یاخته می‌توانند از روی این $mRNA$ به ترجمه بپردازند.

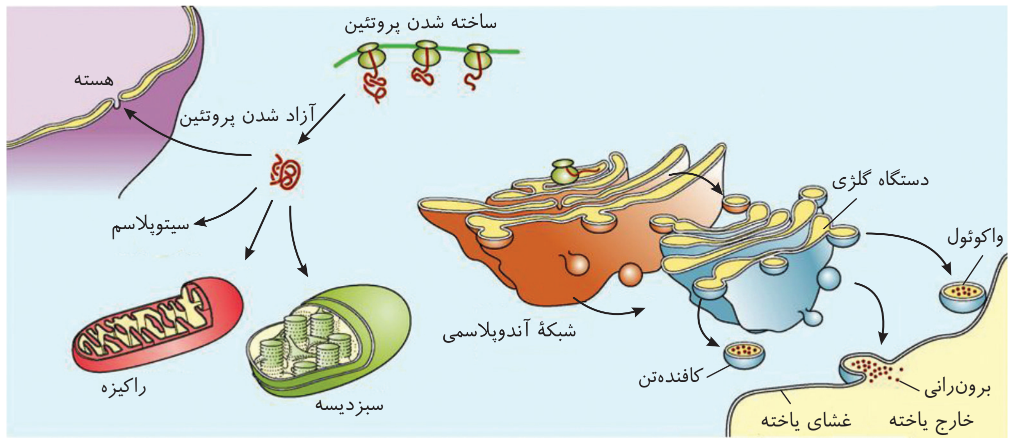
نکات
- در این مرحله، پیوند پپتیدی و هیدروژنی جدید تشکیل نمی‌شود.
- در این مرحله، $tRNA$ انتهایی با شکسته شدن پیوند هیدروژنی از جایگاه P خارج می‌شود.
- همانند مرحلهٔ آغاز، فقط جایگاه P حاوی $tRNA$ می‌باشد.
- در این مرحله، پیوند هیدروژنی بین رمزه و پادرمزه و پیوند اشتراکی $tRNA$ و آمینواسید در جایگاه P شکسته می‌شود.



«مرحلهٔ پایان ترجمه»

مرحلهٔ پروتئین‌سازی و سرنوشت آن‌ها

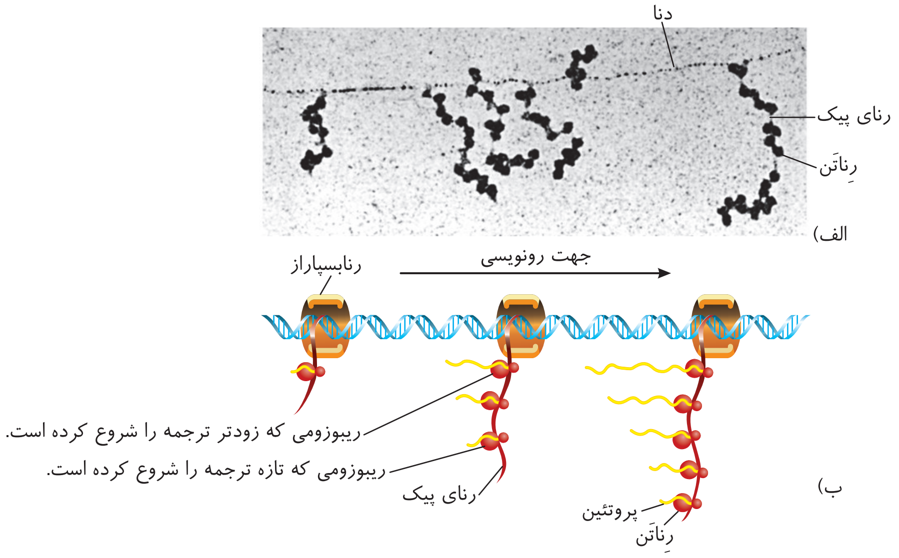
- در هر محلی از یاخته که ریبوزوم فعال وجود دارد، پروتئین‌سازی صورت می‌گیرد
  - پروکاریوت‌ها ← در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
  - یوکاریوت‌ها
    - در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
    - درون راکیزه
    - درون سبزدیسه
    - روی شبکهٔ آندوپلاسمی
- ۱) بعضی از پروتئین‌ها، در ریبوزوم‌های روی شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته شده و وارد این شبکه و دستگاه گلژی می‌شوند و بعد از بسته‌بندی به سوی موارد مقابل می‌روند
  - لیزوزوم‌ها (*کافندتن*) ← آنزیم‌های گوارشی درون‌یاخته‌ای
  - واکوئول (*کریچه*) ← تنظیم آب و ...
  - برای ترشح به خارج یاخته ← آنزیم گوارشی
  - درون غشای یاخته ← پمپ سدیم - پتاسیم و ...
- ۲) بعضی از این پروتئین‌ها که در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند
  - یا در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم می‌مانند ← آنزیم‌های گلیکولیزی و تخمیر
  - یا به هسته می‌روند ← دنابسپاراز، رنابسپاراز، هیستون و هلیکاز
  - یا به میتوکندری می‌روند ← برخی آنزیم تنفس یاخته‌ای
  - یا به پلاست‌ها می‌روند ← برخی آنزیم‌های فتوسنتزی
- هر پروتئین، براساس مقصدی که در یاخته دارد ← توالی‌های آمینواسیدی خاصی برای هدایت به مقصد دارد.



«سرنوشت پروتئین‌های ساخته شده در سیتوپلاسم»

سرعت و مقدار پروتئین‌سازی

- بسته به نیاز هر یاخته تنظیم می‌شود.
- **پروکاریوت‌ها**
  - به دلیل عدم وجود غشای هسته، پروتئین‌سازی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود ← رونویسی و ترجمه به صورت هم‌زمان دیده می‌شود.
  - طول عمر رنای پیک کم است ← در مواردی یاخته آن را پایدارتر می‌کند.
  - برای پروتئینی که به مقدار زیادی مورد نیاز است، ساخت پروتئین به‌طور هم‌زمان و پشت سر هم توسط مجموعه‌ای از رناتن‌ها انجام می‌شود تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته شود.
- در هر جانداری، می‌توان هم‌زمانی فعالیت چند مجموعهٔ رناتن را از روی یک رنای پیک مشاهده کرد ← **افزایش سرعت پروتئین‌سازی**
- **یوکاریوت‌ها**
  - تجمع رناتن‌ها در این یاخته‌ها هم دیده می‌شوند.
  - سازوکارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب وجود دارد ← طولانی‌تر شدن عمر رنای پیک ← فرصت بیشتر برای پروتئین‌سازی
  - در این جانداران نمی‌توان هم‌زمان فرایند رونویسی و ترجمه را از روی یک رنای پیک مشاهده کرد (*بجز در راکیزه و سبزدیسه*).



«الف) تصویر میکروسکوپی مجموعهٔ رناتن‌ها
ب) طرحی ساده از رناتن‌هایی که چند رنای پیک درحال رونویسی را ترجمه می‌کنند.»

گفتار ۳

تنظیم بیان ژن

نکات

- همهٔ یاخته‌های پیکری بدن از تقسیم **میتوز** یاختهٔ تخم منشأ می‌گیرند.
- یاخته‌های حاصل از تقسیم تخم، نظر فام‌تنی و ژن‌ها یکسانند ← تفاوت آن‌ها در نوع بیان ژن‌های آن‌هاست.
- در ادامهٔ تقسیمات و رشد جنین، یاخته‌های متفاوت با اعمال مختلف حاصل می‌شوند (*شکل و عملکرد متفاوت*) ← این عمل در اثر تمایز صورت می‌گیرد.
- روشن شدن ژن (*بیان شدن ژن*) ← هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می‌گوییم آن ژن بیان شده است.
- خاموش شدن ژن (*بیان نشدن ژن*) ← ژنی که در یاخته مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و رونویسی نمی‌شود، خاموش است.
- دلیل تفاوت یاخته‌ها با فام‌تن‌های یکسان ← در هر یاخته، تعدادی از ژن‌ها فعال و سایر ژن‌ها غیرفعال‌اند.
- مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته‌های مختلف یک جاندار ممکن است فرق داشته باشد.
- تنظیم بیان ژن
  - در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن‌ها بیان شوند و یا بیان نشوند.
  - فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارد ← سبب پاسخ جانداران به تغییرات محیطی و سازش آن‌ها می‌شود.
  - مثال: در گیاه ← نور باعث فعال شدن ژن سازندهٔ آنزیمی می‌شود که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می‌گیرد ← در نبود نور ← این ژن رونویسی و بیان نمی‌شود.
  - مثال: تنظیم بیان ژن متفاوت باعث می‌شود که یاخته‌های متفاوتی از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان ایجاد شود.
- محصول ژن، رنا و پروتئین است
  - تنظیم بیان ژن ← می‌تواند باعث افزایش بیان و رونویسی و یا کاهش آن شود.
  - بیان ژن ← سبب افزایش رونویسی می‌شود.

پروکاریوت‌ها

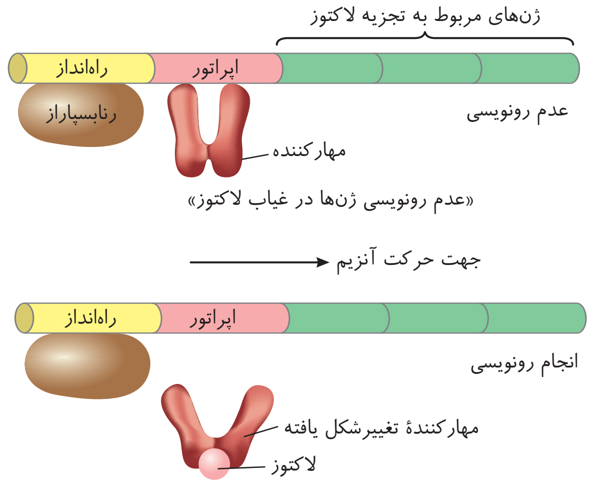
نکات

- تنظیم بیان ژن می‌تواند در هر یک از مراحل ساخت رنا و پروتئین تأثیر بگذارد (*به‌طور معمول در مرحلهٔ رونویسی*).
- در مواردی ممکن است یاخته با تغییر در پایداری رنا و پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.
- عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه‌انداز کمک می‌کند (*تنظیم مثبت*) و یا مانع حرکت رنابسپاراز می‌شود (*تنظیم منفی*).
- قند مصرفی ترجیحی باکتری اشرشیاکلای، گلوکز است، در صورتی که گلوکز در محیط وجود نداشته باشد و لاکتوز در اختیار باکتری قرار بگیرد، باکتری می‌تواند از این قند استفاده کند.

انواع تنظیم

۱ تنظیم منفی رونویسی

۱) در این تنظیم بیان، بین راه‌انداز و اولین ژن، توالی **اپراتور** وجود دارد.
۲) در این نوع تنظیم بیان، پروتئین‌هایی به نام **مهارکننده** با تمایل زیاد به اپراتور وجود دارند.
۳) اگر مانعی (*مهارکننده*) بر سر راه رنابسپاراز وجود داشته باشد، **رونویسی** انجام نمی‌شود.
۴) مانع پیش‌روی رنابسپاراز نوعی پروتئین به نام مهارکننده است که به اپراتور (*توالی خاص از دنا*) متصل می‌شود.
۵) در این ژن‌ها، رنابسپاراز **به تنهایی** راه‌انداز را شناسایی می‌کند و **مستقیماً** به آن متصل می‌شود.
۶) ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، به صورت سه ژن مجاور هم بوده که ژن وسط، فاقد نقطهٔ آغاز و توالی پایان رونویسی است.
۷) این ژن‌ها در صورتی رونویسی و بیان می‌شوند که گلوکز محیط باکتری کم باشد ولی لاکتوز در محیط زیاد شود.
۸) در صورت عدم وجود لاکتوز کافی، مهارکننده به اپراتور متصل می‌شود و **مانع حرکت** رنابسپاراز روی دنا می‌شود.
۹) در صورت وجود لاکتوز کافی و کمبود گلوکز، ابتدا مقداری لاکتوز وارد باکتری می‌شود.
۱۰) لاکتوز موجود در باکتری، با **اتصال** به مهارکننده، شکل آن را تغییر می‌دهد.
۱۱) **تغییر شکل** مهارکننده، آن را از اپراتور جدا می‌کند و یا مانع اتصال آن‌ها به اپراتور می‌شود.
۱۲) در این حالت رونویسی **ادامه** می‌یابد و رنابسپاراز روی دنا حرکت کرده و از ابتدای ژن اول شروع به رونویسی می‌کند.
۱۳) ابتدا **یک** مولکول رنای پیک ساخته می‌شود که رونوشت هر سه ژن را در خود دارد.
۱۴) محصولات ترجمهٔ این ژن‌ها آنزیم**هایی** هستند که با هیدرولیز، تجزیهٔ لاکتوز را ممکن می‌کند تا مقداری گلوکز و گالاکتوز ایجاد شود.

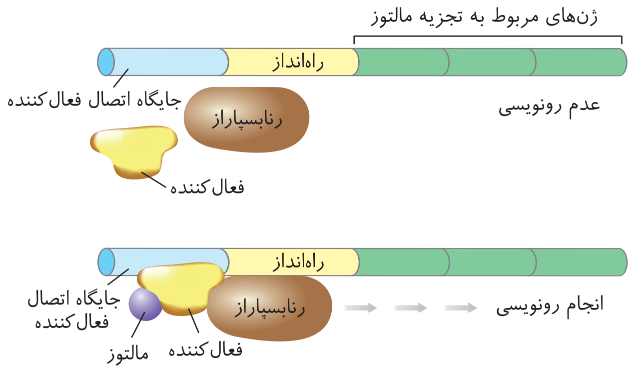


«عدم رونویسی ژن‌ها در غیاب لاکتوز»

«رونویسی ژن‌ها در حضور لاکتوز»

۲ تنظیم مثبت رونویسی

۱) در این روش، پروتئین‌های خاصی به نام **فعال‌کننده** به رنابسپاراز **کمک** می‌کنند تا بتواند به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.
۲) در این ژن‌ها، راه‌انداز به اولین ژن متصل است و فاصله‌ای بین آن‌ها وجود ندارد.
۳) در این روش، مانعی در سر راه رنابسپاراز متصل به دنا وجود نخواهد داشت.
۴) در این ژن‌ها، قبل از راه‌انداز، جایگاه اتصال پروتئین **فعال‌کننده** روی دنا وجود دارد.
۵) ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، به صورت سه ژن مجاور هم می‌باشند که هدف آن‌ها تجزیهٔ مالتوز است.
۶) این ژن‌ها در حالتی بیان می‌شوند که مالتوز در محیط باکتری زیاد و گلوکز کم باشد.
۷) قند مالتوز مثالی از آن است که با حضور این قند در محیط باکتری، آنزیم‌هایی در درون آن ساخته می‌شود که قند مالتوز را تجزیه کند.
۸) در حضور قند مالتوز **انواعی** از پروتئین‌ها به نام فعال‌کننده وجود دارند که به توالی‌های خاصی از دنا در قبل از راه‌انداز متصل می‌شوند.
۹) این توالی خاص جایگاه اتصال فعال‌کننده نام دارد که به راه‌انداز متصل است ← ولی با ژن‌ها فاصله دارد.
۱۰) مالتوز وارد شده به باکتری، ابتدا به فعال‌کننده متصل شده و سپس **این مجموعه** به توالی قبل از راه‌انداز متصل می‌شود.
۱۱) اتصال مالتوز به فعال‌کننده، تغییر شکلی در پروتئین فعال‌کننده ایجاد نمی‌کند (*برخلاف اتصال لاکتوز به مهارکننده*).
۱۲) سپس این مجموعه، به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز کمک می‌کند و رونویسی شروع می‌شود.
۱۳) با بیان این ژن‌ها، ابتدا یک *mRNA* دارای رونوشت هر سه ژن رونویسی می‌شود.
۱۴) *mRNA* ساخته شده قادر به تولید سه رشتهٔ پلی‌پپتیدی مختلف می‌باشد که آنزیم‌های مورد نیاز تجزیهٔ مالتوز می‌باشند.



«تنظیم مثبت رونویسی ژن‌های مؤثر در تجزیهٔ مالتوز»

نکات مشترک ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز و مالتوز در باکتری اشرشیاکلای

- در هر دو مورد، **سه** ژن مجاور هم وجود دارد که همگی توسـط **یک راه‌انداز** بیان می‌شـوند.
- **ژن دوم** آن‌ها فاقد نقطهٔ آغاز و توالی پایان رونویسی می‌باشد.
- این سه ژن، فقط یک نقطهٔ آغاز رونویسی در ابتدای ژن اول و یک توالی پایان رونویسی در انتهای ژن سوم دارند.
- با بیان آن‌ها، ابتدا **یک** رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی $mRNA$ رونویسی می‌شود.
- هر $mRNA$ آن‌ها، **سه** رمزهٔ آغاز و سه رمزهٔ پایان ترجمه دارد.
- از روی $mRNA$ آن‌ها، **سه** رشته پلی‌پپتید ایجاد می‌شود که سه آنزیم تک‌رشته‌ای با ساختار نهایی **سوم** پروتئینی می‌باشند.
- محصولات آن‌ها، آنزیم‌های هیدرولیزکنندهٔ **دی‌ساکاریدها** می‌باشند که در کمبود گلوکز ایجاد شده‌اند.
- آنزیم‌های نهایی آن‌ها در کمبود گلوکز ایجاد شده‌اند ولی سبب افزایش گلوکز **درون** باکتری می‌شوند.

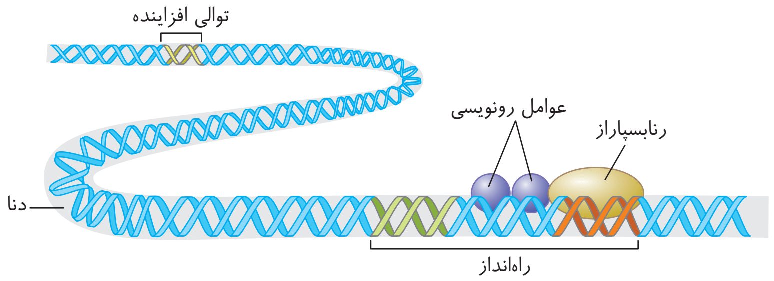
یوکاریوت‌ها

- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها، پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست و می‌تواند در مراحل بیشتری انجام شود.
- در این یاخته‌ها بیشتر ژن‌ها در هسته و برخی در راکیزه و دیسه قرار دارند.
- یاخته‌های آن‌ها به وسیلهٔ غشاها به بخش‌های مختلفی تقسیم شده‌اند.
- یاخته در هسته، راکیزه و پلاست می‌تواند بر بیان ژن‌ها نظارت کند.

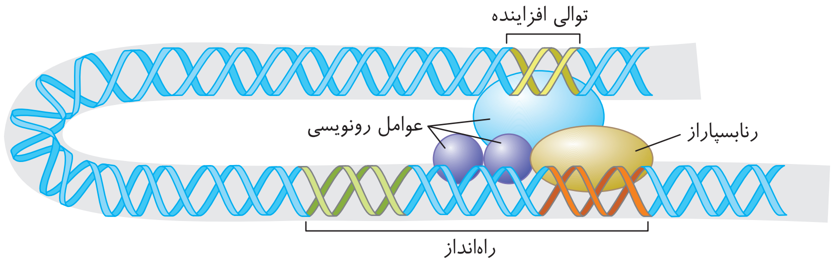
مراحل مختلف تنظیم بیان ژن

در مرحلهٔ رونویسی

- در یوکاریوت رنابسـپاراز نمی‌تواند **به تنهایی** راه‌انداز را شناسـایی کند و نیازمند پروتئین‌هایی به نام **عوامل رونویسی** اسـت.
- عوامل رونویسی با اتصال به **نواحی خاصی** از راه‌انداز، رنابسپاراز را به محل راه‌انداز هدایت می‌کنند.
- چون تمایل پیوستن عوامل رونویسی به راه‌انداز در اثر عواملی **تغییر** می‌کنند، مقدار رونویسی ژن هم تغییر می‌کند.
- ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخش‌های خاصی از دنا در پشت راه‌انداز و با فاصله‌ای به نام توالی افزاینده متصل شوند.
- با پیوستن این پروتئین‌ها به توالی افزاینده و با ایجاد **خمیدگی در دنا**، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می‌گیرند.
- با کنار هم قرار گرفتن این عوامل سرعت رونویسی را افزایش می‌دهد.
- توالی‌های افزاینده **ممکن** است نزدیک و یا در فاصلهٔ **دورتری** از ژن قرار داشته باشد.
- اتصال این پروتئین‌های عامل رونویسی بر **سرعت** و **مقدار** رونویسی ژن مؤثر است.
- عوامل رونویسی روی افزاینده، **بعد** از ایجاد خمیدگی، به عوامل و رنابسپاراز روی راه‌انداز متصل می‌شود.



«تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها»



«توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن»

در مراحل غیررونویسی

- **پیش** از رونویسی ← در سطح **فام‌تنی** است
  - امکان رونویسی در کروموزوم فشرده‌تر و حاوی هیستون زیاد، **کمتر** از سایر کروموزوم‌هاست ← در هنگام **تقسیم یاخته** احتمال رونویسی کمتر می‌شود.
  - با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، میزان دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم می‌کند ← امکان رونویسی و بیان ژن در **اینترفاز** از تقسیم بیشتر است.
- **پس** از رونویسی
  - اتصال بعضی از رناهای کوچک **مکمل** به رنای پیک
    - ① از کار رناتن در پیدا کردن رمز آغاز ترجمه جلوگیری می‌کند.
    - ② با تجزیهٔ رنای پیک، عمل ترجمه را متوقف می‌کند ← طول عمر رنای **پیک** را کاهش می‌دهد.
  - افزایش طول عمر رنای پیک ← مدت زمان ترجمه بیشتر می‌شود ← مقدار محصول زیاد می‌شود.

۱ در مرحله .... آنزیمی که به کمک عامل رونویسی راه‌انداز را شناسایی می‌کند، به‌طور قطع ....

۱) طویل شدن از ساخت - پیوندهای فسفودی‌استر زیادی بین نوکلئوتیدهای ریبوزدار ایجاد می‌شود.
۲) آغاز از فعالیت - فقط یک رمزه در جایگاه P ترجمه می‌شود.
۳) پایان از فعالیت - توالی ویژه‌ای از رشته الگوی دنای حلقوی رونویسی می‌شود.
۴) آغاز از ساخت - پیوند کووالانسی بین دو واحد سازنده آن ایجاد نمی‌شود.

۲ نوعی RNA برای فعالیت باید تعدادی توالی رونویسی شده آن پیرایش شود. کدام گزینهٔ زیر در مورد این RNA صحیح است؟

۱) پس از بالغ شدن برحسب نوع توالی سه نوکلئوتیدی خود به نوع خاصی از آمینواسید متصل می‌شود.
۲) هم‌زمان با رونویسی خود می‌تواند با انواع RNA دیگر پیوند هیدروژنی برقرار کند.
۳) پس از بالغ شدن، در هر مرحله‌ای که رشته پلی‌پپتید از tRNA مکمل آن جدا شود، رناتن روی آن حرکت می‌کند.
۴) پس از کوتاه شدن طول آن، ممکن است نوعی RNA کوچک با توالی ابتدای آن مکمل شود.

۳ اگر در محیط زندگی باکتری‌های اشرشیاکلای، لاکتوز و مالتوز برخلاف گلوکز زیاد باشد، قطعاً در پی اتصال ....

۱) مالتوز به فعال‌کننده، ابتدا رنابسپاراز به آن‌ها متصل شده و سپس به توالی‌های خاصی از دنا متصل می‌شوند.
۲) قند شیر به نوعی پروتئین، توالی تنظیمی بین راه‌انداز و ژن اول، فاقد مهارکننده می‌شود.
۳) فعال‌کننده به اپراتور، رنابسپاراز توانایی اتصال به راه‌انداز متصل به ژن‌ها را پیدا می‌کند.
۴) دی‌ساکارید به نوعی پروتئین، این پروتئین تغییر شکل می‌یابد و سبب ساخت یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی می‌شود.

۴ در مراحل ساخت رنای پیک، مرحله‌ای که .... صورت می‌گیرد، در مرحله بعد از آن، ....

۱) شروع باز شدن دو رشته دنا – زنجیره کوچک رنا تولید می‌شود.
۲) شروع جدایی رنا از دنا – رمزه‌های پایان شناسایی می‌شوند.
۳) آخرین جدایی گروه فسفات از نوکلئوتید جدید – رنابسپاراز ۲ از دنا جدا می‌شود.
۴) شناسایی بخش تنظیمی – جدایی رنا از دنا آغاز می‌شود.

۵ در مورد رونویسی در یوکاریوت‌ها و تغییرات روی محصول اولیه کدام گزینه نادرست نمی‌باشد؟

۱) اگر بین دو ژن متوالی روی یک DNA، یک عدد راه‌انداز وجود داشته باشد، جهت رونویسی آن دو ژن قطعاً یکسان خواهد بود.
۲) ژن‌های سازنده پروتئین رناتنی در یاخته‌های تازه تقسیم شده بسیار فعال‌اند.
۳) در حین رونویسی، ممکن است رناهای کوچک مکملی روی رنای پیک آن قرار بگیرد.
۴) در اتصال رنای پیک بالغ با رشته دنای الگو، قسمت‌هایی از دنا که حلقه ایجاد می‌کند، رونوشت اینترون‌ها است.

۶ چند عبارت زیر در مورد ساختار و عمل tRNA و رناتن صحیح می‌باشد؟

الف) توالی دو انتهای هر الگوی ژن‌های رمزکننده رنای ناقل، مشابه دیگر ژن‌های tRNAساز می‌باشد.
ب) آنزیم‌های ویژه‌ای بر اساس نوع توالی رمزه‌ها، آمینواسیدها را به یک سر tRNA متصل می‌کنند.
ج) هر رناتن همانند کروماتین از نوکلئیک اسید و پروتئین به وجود آمده است.
د) در ساختار سه‌بعدی tRNA برخلاف ساختار اولیه آن پیچ‌خوردگی و پیوند هیدروژنی وجود دارد.

۱) ۱مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۷ در مرحله .... از ساخت آمیلاز، بلافاصله بعد از ....

۱) طویل شدن – ترجمه رمزه موجود در جایگاه P، پیوند پپتیدی در جایگاه A تشکیل می‌شود.
۲) آغاز – تشکیل پیوند پپتیدی، رناتن به اندازه یک رمزه حرکت می‌کند.
۳) پایان – ورود عامل آزادکننده به جایگاه A، پیوند پپتیدی بین پلی‌پپتید و tRNA آخر جدا می‌شود.
۴) طویل شدن – حرکت رناتن روی mRNA، نوعی RNA وارد جایگاه E و P می‌شود.

۸ در مورد محل، سرنوشت و تنظیم پروتئین‌سازی در یوکاریوت‌ها کدام گزینه صحیح می‌باشد؟

۱) در درشت‌خوارها، آنزیم‌های لازم برای هیدرولیز پادتن در کافنده‌تن‌ها تولید می‌شوند.
۲) آنزیم‌های سازنده عوامل مورد نیاز حلقهٔ انقباضی پوست، در رناتن مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند.
۳) در یوکاریوت‌ها برخلاف پروکاریوت‌ها، یک رناتن نمی‌تواند از روی رنای در حال رونویسی، تعدادی پروتئین بسازد.
۴) در یاخته نگهبان روزنه، هر آنزیم زنجیرهٔ انتقال الکترون همانند هیستون‌ها در رناتن مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شوند.

۹ چند مورد زیر دربارهٔ تنظیم بیان ژن‌های مختلف در پروکاریوت‌ها صحیح است؟

الف) می‌تواند با فعالیت پروتئین مهارکننده یا عدم فعالیت پروتئین فعال‌کننده صورت بگیرد.
ب) در تنظیم بیان منفی و مثبت آن‌ها، برای شروع رونویسی، تغییر شکل پروتئین مهارکننده یا فعال‌کننده مورد نیاز است.
ج) در تنظیم ژن‌های هیدرولیز مالتوز، همانند لاکتوز، همواره ابتدا دی‌ساکارید باید به نوعی پروتئین غیرمتصل به دنا وصل شود.
د) رنابسپاراز در بخش تنظیم‌کننده مربوط به ژن‌های تجزیهٔ مالتوز برخلاف لاکتوز، قادر به شناسایی راه‌انداز نمی‌باشد.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۰ کدام گزینهٔ زیر در مورد تنظیم بیان ژن در عامل بیماری سیاهک غلات درست می‌باشد؟

الف) رنابسپاراز آن‌ها همانند برخی توالی‌های عامل سینه‌پهلو، برای اتصال به راه‌انداز به عامل رونویسی نیاز دارد.

ب) گروهی از عوامل رونویسی به نواحی خاصی از راه‌انداز در پشت جایگاه رنابسپاراز متصل می‌شوند.

ج) مقدار رونویسی آن‌ها، بستگی به عوامل مختلف برای تغییر تمایل عامل رونویسی به راه‌انداز و توالی افزاینده دارد.

د) پس از ایجاد خمیدگی، در بین پروتئین‌های متصل به راه‌انداز آن‌ها، فقط عوامل رونویسی توانایی اتصال به عوامل روی توالی افزاینده دارند.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۱ کدام‌یک عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در صورت جهش در .... در باکتری اشرشیاکلای می‌توان انتظار داشت که ....»

۱) توالی بین راه‌انداز و اولین ژن تجزیهٔ مالتوز – اتصال دنابسپاراز به راه‌انداز دچار اختلال شود.

۲) بخش تنظیمی مرتبط با ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز – ساختار سه‌بعدی تعدادی آنزیم تغییر کند.

۳) ژن تولید عامل رونویسی – مقدار رونویسی و ترجمه در جاندار دچار تغییر شود.

۴) ژن تولید پروتئین فعال‌کننده – مقدار کافی هیدرولیز پیوند بین دو مولکول گلوکز دچار اشکال شود.

۱۲ در هر مرحله‌ای از .... رنای پیک که .... قطعاً ....

۱) تولید – زنجیرهٔ کوتاهی از مولکول تولید می‌شود – محصول در حال ساخت، از رشته الگوی خود نیز جدا می‌شود.

۲) ترجمه – توالی ویژه پایان شناسایی می‌شود – رنابسپاراز پس از جدا شدن محصول، از دنا جدا می‌شود.

۳) تولید – رشته رمزگذار و الگو برای اولین‌بار دوباره با هم جفت می‌شوند – بیش از دو نوع نوکلئوتید وجود دارد.

۴) ترجمه – رناهای ناقل متعددی وارد جایگاه A رناتن می‌شود – عامل آزادکننده در یاخته وجود ندارد.

۱۳ چند عبارت زیر صحیح می‌باشد؟

الف) اتصال رنای کوچک به رنای ناقل، مثالی از تنظیم بیان ژن، پس از رونویسی در پلاناریا می‌باشد.

ب) تراکم بیشتر نوکلئوزوم‌ها مرحله‌ای از بیان ژن عامل باریک و درازکنندهٔ دانه رست برنج، قبل از رونویسی می‌باشد.

ج) تغییر در پایداری یا طول عمر رنای پیک در هر جاندار فتوسنتزکننده می‌تواند صورت بگیرد.

د) در پیرایش رنای پیک، هر رونوشت اینترون در محل تولید خود، حذف می‌شود.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۴ در تنظیم منفی رونویسی پروکاریوت‌ها .... تنظیم مثبت رونویسی آن‌ها، ....

۱) همانند – چند ژن مجاور هم می‌توانند یک اپراتور داشته باشند.

۲) برخلاف – راه‌انداز بین ژن‌های رونویسی شونده و توالی تنظیمی دیگری وجود دارد.

۳) همانند – یاخته نمی‌تواند با تغییر در پایداری RNA یا پروتئین، فعالیت این ژن‌ها را تنظیم کند.

۴) برخلاف – رنابسپاراز برای شناسایی راه‌انداز به عوامل رونویسی نیاز ندارد.

۱۵ وقوع نوعی اختلال (جهش) در ژن ساخت .... اشرشیاکلای، اتصال .... را مختل می‌سازد.

۱) مهارکننده – لاکتوز به اپراتور ۲) فعال‌کننده – عامل رونویسی به راه‌انداز

۳) فعال‌کننده – رنابسپاراز به راه‌انداز ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز ۴) مهارکننده – مالتوز به راه‌انداز

۱۶ در جانداری که پردهٔ صماخ روی پاهای جلویی خود دارد، ....

۱) رونویسی از چند ژن مجاور هم، فقط توسط یک راه‌انداز ممکن می‌شود.

۲) تنظیم بیان ژن در خارج از هستهٔ یاخته‌ها قابل انجام نیست.

۳) به دلیل وجود غشای هسته، فرصت کمتری برای تنظیم بیان ژن وجود دارد.

۴) برخلاف عامل سینه‌پهلو، تنظیم بیان ژن‌ها قبل از رونویسی نیز صورت می‌گیرد.

۱۷ محل سنتز .... برخلاف .... در .... یاخته اصلی معده انسان نمی‌باشد.

۱) پپسینوژن – هلیکاز – سیتوپلاسم ۲) توالی‌های راه‌انداز متنوع – الگوی هلیکاز – هسته

۳) انسولین – فاکتور داخلی – هسته ۴) افزایندهٔ ژن – پپسینوژن – سیتوپلاسم

۱۸ چند مورد از عبارت‌های زیر دربارهٔ تنظیم بیان و ساختار ژن‌های پروکاریوتی درست است؟

الف) هر تنظیم بیان مثبت یا منفی رونویسی آن‌ها، روی ژن‌هایی با یک جایگاه آغاز و یک توالی پایان رونویسی انجام می‌شود.

ب) هر تنظیم آن‌ها نیاز به یک راه‌انداز و یک توالی دیگر در بخش تنظیمی دارد.

ج) هر توالی اپراتوردار آن‌ها با تنظیم منفی رونویسی بیان می‌شود.

د) همواره رنابسپاراز آن‌ها برای اتصال به راه‌انداز، مستقل عمل می‌کند.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۹ پس از افزودن لاکتوز به محیط کشت باکتری اشریشیاکُلای، کدام عبارت دربارهٔ لاکتوز درست است؟

۱) پس از تجزیه شدن به درون باکتری منتقل می‌شود. ۲) همانند مهارکننده می‌تواند به اپراتور متصل گردد.

۳) سبب می‌شود تا ژن سازندهٔ پروتئین مهارکننده روشن شود. ۴) تغییری در شکل سه‌بعدی پروتئین مهارکننده ایجاد می‌کند.

۲۰ **در مرحله .... آنزیمی که توالی افزاینده برای رونویسی به کمک آن نیاز دارد، به‌طور قطع ....**

۱) طویل شدن از ساخت – پیوندهای اشتراکی فسفردار تشکیل می‌شود.

۲) آغاز از فعالیت – اولین رمزه را در جایگاه P ترجمه می‌کند.

۳) پایان از فعالیت – الگوی آن فاقد دو سر آزاد می‌باشد.

۴) آغاز از ساخت – جدا شدن آب در اثر اتصال گروه آمین به کربوکسیل صورت نمی‌گیرد.

پاسخ آزمون هدیه

(C) ۱ — ۴ این سؤال متن زیبا و نکته‌داری دارد. آنزیمی که به کمک عامل رونویسی، راه‌انداز را شناسایی می‌کند، می‌تواند رنابسپاراز ۱ یا ۲ یا ۳ **یوکاریوتی** باشد. این آنزیم خود طی فرایند **ترجمه** از روی رنای پیک **تولید** می‌شود ولی ضمن **فعالیت** خود به **رونویسی** ژن‌ها در هسته می‌پردازد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. ساخت این آنزیم طی ترجمه صورت می‌گیرد که طی مرحلهٔ طویل شدن آن پیوندهای پپتیدی زیادی تشکیل می‌شوند (نه فسفودی‌استر!). / گزینهٔ (۲): نادرست است. فعالیت این آنزیم در فرایند رونویسی است که در مرحلهٔ آغاز آن رنای کوچک تولید می‌شود و از رناتن و جایگاه P استفاده نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. سؤال در مورد یوکاریوت‌هاست و عمل عامل رونویسی در دنای حلقوی آن نقش ندارد. / گزینهٔ (۴): درست است. در مرحلهٔ آغاز از ترجمه یا ساخت این آنزیم، فقط آمینواسید متیونین اول ترجمه می‌شود و هنوز هیچ پیوند پپتیدی تشکیل نشده است.

(B) ۲ — ۴ سؤال در مورد رنای پیک یا mRNA یوکاریوتی می‌باشد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. هیچ‌گاه رنای پیک به آمینواسید متصل نمی‌شود. / گزینهٔ (۲): نادرست است. در یوکاریوت‌ها به دلیل وجود غشای هسته، همواره فرایند رونویسی در هسته و ترجمه در سیتوپلاسم به‌طور مجزا صورت می‌گیرد. یعنی نمی‌توان رنایی یافت که هم در انتهای خود در حال رونویسی و مکمل‌گذاری با دنا باشد و هم از ابتدای خود به رنای ناقل برای ترجمه متصل باشد. / گزینهٔ (۴): درست است. رنای پیک یوکاریوتی، پس از ساخته شدن، طی پیرایش، با حذف رونوشت‌های اینترون (میانه) کوتاه می‌شود. این رنای پیک ممکن است در هنگامی که یاخته نیازی به ترجمهٔ یک نوع رنای پیک ندارد، قطعه‌ای رنای کوتاه با ابتدای آن مکمل شود و با پیوند هیدروژنی به آن متصل شود تا رناتن نتواند رمزهٔ آغاز ترجمه را تشخیص دهد.

(B) ۳ — ۲ در حالتی که گلوکز کم ولی لاکتوز و مالتوز در اطراف باکتری اشرشیاکلای زیاد باشد، این دی‌ساکاریدها با ورود به یاخته و مکانیسم‌های مختلف تنظیم منفی و مثبت رونویسی سبب بیان ژن‌های تجزیه کننده این دی‌ساکاریدها می‌شوند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. طبق متن کتاب درسی، ابتدا مجموعه مالتوز و فعال‌کننده به جایگاه مخصوص خود در قبل از راه‌انداز متصل می‌شوند و سپس رنابسپاراز به آن‌ها و راه‌انداز می‌پیوندد. / گزینهٔ (۲): درست است. در پی اتصال لاکتوز (قند شیر) به مهارکنندهٔ روی اپراتور، با تغییر شکل مهارکنندهٔ اپراتور که میان راه‌انداز و ژن است، خالی شده و رنابسپاراز برای رونویسی تحریک می‌شود و به راه می‌افتد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. فعال‌کنندهٔ مربوط به تنظیم مثبت رونویسی در ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز است و به اپراتور کاری ندارد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز، اتصال دی‌ساکارید به فعال‌کننده سبب تغییر شکل آن نمی‌شود ولی در ژن‌های تجزیهٔ لاکتوز، دی‌ساکارید با تغییر شکل مهارکننده، به فعالیت می‌پردازد.

(B) ۴ — ۴ سؤال در مورد مراحل رونویسی برای ساخت رنای پیک است. توجه داشته باشید که در این تست، مرحلهٔ بعدی را خواسته نه همان مرحله‌ای که اتفاقات مذکور رخ داده‌اند. در گزینهٔ (۴)، دقت کنید که شناسایی بخش تنظیمی (راه‌انداز) در مرحلهٔ آغاز رخ می‌دهد و پس از آن در مرحلهٔ طویل شدن شروع جدایی رنا از دنا صورت می‌گیرد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): هر دو کار در مرحلهٔ آغاز رونویسی است. / گزینهٔ (۲): شناسایی رمزه پایان مربوط به مرحلهٔ پایان ترجمه است نه رونویسی! / گزینهٔ (۳): جدایی آخرین گروه فسفات با رونویسی آخرین نوکلئوتید توالی پایان صورت می‌گیرد که مرحلهٔ بعدی ندارد.

(B) ۵ — ۱

در صورتی که در یک مولکول دنا یوکاریوتی، بین دو ژن متوالی:
- راه‌اندازی نباشد ← قطعاً جهت رونویسی در رشتهٔ الگوی آن‌ها متفاوت است.
- دو راه‌انداز باشد ← قطعاً جهت رونویسی و رشتهٔ الگوی آن‌ها متفاوت است.
- یک راه‌انداز باشد ← قطعاً جهت رونویسی و رشتهٔ الگوی یکسانی دارند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): در یاخته‌های تازه تقسیم شده، ژن‌های سازندهٔ **رنای** رناتنی بسیار فعالند. / گزینهٔ (۳): اتصال رنای کوچک به رنای پیک، **پس از پایان** رونویسی و برای مهار ترجمه رخ می‌دهد. / گزینهٔ (۴): رونوشت اینترون (میانه) مربوط به رنای نابالغ است. دقت کنید که دنا دارای بیانه و میانه است نه رونوشت آن‌ها و در حلقه‌های تشکیل شده، خود میانه بر روی دنا دیده می‌شود!

(C) ۶ — ۲ موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) درست است. در رنای ناقل و الگوی سازنده آن‌ها، تفاوت فقط در توالی پادرمزهٔ آن‌هاست و سایر قسمت‌های مولکول از جمله دو سر آن توالی مشابهی در همه انواع آن دارد. / ب) نادرست است. اتصال رنای ناقل به آمینواسید، به توالی پادرمزه بستگی دارد. (نه رمزه!) / ج) درست است. رناتن از رنا و پروتئین رناتنی ایجاد شده و کروماتین از دنا و پروتئین است که هر دو نوکلئوپروتئینی هستند. / د) نادرست است. هم در ساختار تاخوردهٔ اولیه و هم در ساختار سه‌بعدی نهایی رناهای ناقل، پیوند هیدروژنی دیده می‌شود.

(C) ۷ — ۴ در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، با هر حرکت رناتن، رنای ناقل به همراه رشته پلی‌پپتید خود از جایگاه A به P می‌آید و tRNA موجود در جایگاه P، بدون آمینواسید، برای خروج از رناتن به جایگاه E می‌رود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ طویل شدن، ترجمه هر رمزه‌ای فقط در جایگاه A صورت می‌گیرد. / گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ آغاز پیوند پپتیدی تشکیل نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): نوع پیوند اشتراکی بین tRNA و آمینواسید، از نوع پپتیدی نمی‌باشد.

(C) ۸ — ۲ حلقهٔ انقباضی برای تقسیم یاختهٔ جانوری کاربرد دارد که در سیتوپلاسم فعالیت می‌کند، پس پروتئین‌های اکتین و میوزین آن توسط رناتن آزاد در سیتوپلاسم تولید می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): آنزیم‌های گوارش درون‌یاخته‌ای، در رناتن شبکهٔ آندوپلاسمی تولید شده ولی در کافنده‌تن‌ها فعالیت می‌کنند. / گزینهٔ (۳): همواره طی ترجمه، هر رناتن می‌تواند یک رشتهٔ پلی‌پپتید بسازد و از طرفی در هر دو نوع جاندار چندین رناتن می‌تواند از یک رنای پیک ترجمه کند. / گزینهٔ (۴): برخی پروتئین‌های راکیزه و دیسه‌ها، توسط رناتن سیتوپلاسم و برخی توسط خود اندامک تولید می‌شود.

(C) ۹ — ۱ فقط مورد (الف) صحیح است.

تله‌های تستی الف) درست است. واژه بیان ژن به معنی فعالیت و رونویسی از ژن است ولی تنظیم بیان ژن را می‌توان هم برای روشن شدن و هم برای خاموش شدن ژن در نظر گرفت. / ب) نادرست است. در تنظیم مثبت رونویسی، تغییر شکلی در پروتئین فعال‌کننده ایجاد نمی‌شود. / ج) نادرست است. در تنظیم بیان ژن‌های تجزیه لاکتوز، این قند با اتصال به مهارکنندهٔ روی اپراتور، وارد فعالیت می‌شود. / د) نادرست است. رنابسپاراز پروکاریوتی قادر به **شناسایی** راه‌انداز خود می‌باشد ولی برای **اتصال** به آن‌ها در ژن‌هایی با تنظیم مثبت، نیاز به فعال‌کننده دارد.

C ۱۰ — ۲ موارد (ب) و (ج) صحیح است. سیاهک غلات نوعی قارچ و یوکاریوت می‌باشد.

تله‌های تستی الف) نادرست است. عامل سینه‌پهلو نوعی پروکاریوت است و عامل رونویسی ندارد. / ب) درست است. براساس شکل کتاب درسی راه‌انداز یوکاریوتی جایگاه‌های مختلفی دارد که عوامل رونویسی به قبل از محل اتصال رنابسپاراز متصل می‌شوند. / ج) درست است. عوامل رونویسی با تمایل مختلف خود به راه‌انداز و افزاینده، مقدار رونویسی و سرعت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. / د) نادرست است. هم رنابسپاراز و هم عوامل رونویسی روی راه‌انداز، پس از تاخوردگی دنا، توانایی اتصال به عوامل رونویسی روی افزاینده را دارند.

B ۱۱ — ۴ در صورت اشکال در پروتئین فعال‌کنندهٔ ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، بیان نمی‌شوند و پیوند بین گلوکزهای تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها نیز هیدرولیز نمی‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز، راه‌انداز به ژن اول متصل است و بین آن‌ها توالی خاصی وجود ندارد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. بخش تنظیمی مربوط به ژن، در تولید ساختار رنا و پروتئین نقش ندارد و فقط مقدار آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. باکتری عامل رونویسی ندارد.

C ۱۲ — ۳ منظور مرحلهٔ طویل شدن رونویسی است که طی آن علاوه بر نوکلئوتیدهای دنای الگو و رمزگذار، نوکلئوتیدهای ریبوزدار رنا هم وجود دارد.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. تولید رنا مربوط به رونویسی است که زنجیره کوچک در مرحلهٔ آغاز تولید می‌شود ولی جدایی رنا از دنا مربوط به مرحلهٔ طویل شدن است. / گزینهٔ (۲): نادرست است. منظور مرحلهٔ پایان **ترجمه** است ولی دقت کنید که رنابسپاراز مربوط به عمل رونویسی است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، تعداد زیادی رنای ناقل وارد رناتن در جایگاه A می‌شود ولی فقط یکی از آن‌ها مستقر می‌شود. از طرفی عامل آزاد کننده در مرحلهٔ پایان ترجمه وارد رناتن می‌شود. دقت کنید که در این عبارت عنوان کرده که عامل آزادکننده در **یاخته** وجود ندارد که این غلط است چون این عامل در مرحلهٔ طویل شدن هنوز وارد رناتن نشده است (بالاخره در یاخته وجود دارد ولی هنوز وارد رناتن نشده است).

B ۱۳ — ۲ موارد (ج) و (د) صحیح هستند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. در تنظیم بیان ژن، پس از رونویسی، برخی موارد در یوکاریوت‌ها، رنای کوچکی به ابتدای رنای **پیک** مکمل و اضافه می‌شود (نه رنای ناقل!). / ب) نادرست است. با توجه به **تنظیم** بیان ژن قبل از شروع رونویسی یوکاریوت‌ها، هر چه تراکم کروموزوم و نوکلئوزوم‌ها بیشتر باشد، امکان شروع رونویسی کمتر است ولی دقت کنید که **بیان ژن** گفته شده و از رونویسی شروع می‌شود (نه تنظیم بیان!) (این عامل همان قارچ جیبرلا یوکاریوتی است که در فصل آخر یازدهم خواندید). / ج) درست است. تغییر در پایداری و طول عمر رنا و پروتئین در پروکاریوت و یوکاریوت دیده می‌شود. / د) درست است. محل تولید و حذف رونوشت‌های اینترون در هسته می‌باشد.

C ۱۴ — ۳

نکته

در پروکاریوت‌ها، به‌طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحلهٔ رونویسی انجام می‌شود ولی در مواردی هم ممکن است یاخته با تغییر در پایداری RNA یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند ولی این موارد در تنظیم منفی و مثبت رونویسی انجام نمی‌شود (از طرفی در یوکاریوت‌ها نیز سازوکارهایی برای افزایش طول عمر رنا و بیان بیشتر ژن‌ها وجود دارد).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): چند ژن مجاور هم برای ساخت یک mRNA ویژگی تنظیم بیان در اغلب ژن‌های پروکاریوت‌های می‌باشد ولی دقت کنید که داشتن **اپراتور**، مخصوص تنظیم منفی بیان ژن و جایگاه اتصال فعال‌کننده مخصوص تنظیم مثبت بیان ژن می‌باشد پس توالی اپراتور در تنظیم مثبت رونویسی نقشی ندارد. / گزینهٔ (۲): در تنظیم منفی رونویسی، توالی اپراتور بین راه‌انداز و ژن‌های رونویسی شونده وجود دارد ولی در تنظیم مثبت رونویسی، راه‌انداز در کنار ژن‌های رونویسی شونده و بین اولین ژن و توالی اتصال فعال‌کننده می‌باشد.

گزینهٔ (۴): **عوامل رونویسی مخصوص تنظیم بیان ژن یوکاریوت‌هاست و به تنظیم منفی یا مثبت پروکاریوت ربطی ندارد.**

A ۱۵ — ۳ در تنظیم مثبت رونویسی برای ژن‌های تجزیه مالتوز، وجود فعال‌کننده و عامل محیطی سبب کمک به اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز می‌شود، پس جهش یا اختلال در ژن ساخت فعال‌کننده، مانع این اتصال می‌شود (درستی ج).

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در سیستم ژنی تجزیه لاکتوز، اتصال لاکتوز به اپراتور صورت نمی‌گیرد، چون لاکتوزها ابتدا به مهارکننده متصل شده تا آن‌ها را از اپراتور جدا کنند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. اشکال در عامل رونویسی، شناسایی راه‌انداز توسط رنابسپاراز یوکاریوتی را به مشکل می‌اندازد. / گزینهٔ (۴): نادرست است. در تنظیم مثبت رونویسی برای ژن‌های تجزیهٔ مالتوز، مهارکننده نقشی ندارد و از سوی دیگر، مالتوز هیچ‌گاه به راه‌انداز متصل نمی‌شود.

B ۱۶ — ۴ جیرجیرک نوعی یوکاریوت است **پس توالی چندژنی مجاور هم ندارد** (نادرستی گزینهٔ (۱)) و تنظیم بیان ژن آن از **قبل از رونویسی** تا پس از ترجمه در سیتوپلاسم صورت می‌گیرد که مهم‌ترین مرحلهٔ آن شروع رونویسی است (نادرستی گزینهٔ (۲) و درستی گزینهٔ (۴)) و به دلیل وجود غشای هسته فرصت **بیشتری** برای مراحل بیان ژن دارد (نادرستی گزینهٔ (۳)).

A ۱۷ — ۴

نکته

پپسینوژن، انسولین، هلیکاز و سایر پروتئین‌ها همگی در سیتوپلاسم یاخته پیتیک (اصلی) و در رناتن ساخته می‌شوند ولی توالی افزاینده قسمتی از DNA یوکاریوت است که در هسته با همانندسازی ساخته می‌شود. (فاکتور داخلی معده و HCl در یاخته‌های حاشیه‌ای معده تولید می‌شود.)

B ۱۸ — ۳ فقط مورد (د) نادرست می‌باشد.

تله‌های تستی الف) درست است. همواره در رونویسی، یک نقطهٔ آغاز و یک جایگاه پایان **رونویسی** وجود دارد. آن چیزی که متفاوت است، تعداد رمزه‌های آغاز و پایان ترجمه می‌باشد که در توالی‌های چند ژنی پروکاریوت، به ازای هر ژن، یک رمزه آغاز و یک رمزه پایان ترجمه در mRNA وجود دارد. / ب) درست است. در تنظیم مثبت رونویسی، به‌جز راه‌انداز، توالی اتصال فعال‌کننده و در تنظیم منفی رونویسی، به‌جز راه‌انداز، توالی اپراتور هم در بخش تنظیمی پروکاریوت‌ها وجود دارند. / ج) درست است. همواره اپراتور، توالی در بخش تنظیمی ژن‌ها می‌باشد که در تنظیم منفی رونویسی شرکت داشته و با پر شدن توسط پروتئین مهارکننده، سبب خاموش شدن ژن‌ها می‌شود. / د) نادرست است. در تنظیم مثبت رونویسی، رنابسپاراز می‌تواند مستقلاً راه‌انداز را شناسایی کند ولی برای اتصال به آن، عوامل کمکی مثل فعال‌کننده دارد.

A ۱۹ ۴ لاکتوز باید به درون باکتری E.coli وارد شود و با اتصال به پروتئین تنظیمی مهارکننده سبب تغییر سه‌بعدی آن شده و اپراتور را خالی می‌کند تا ژن روشن شود ولی لاکتوز مستقیماً به اپراتور متصل نمی‌شود.

C ۲۰ ۴ منظور آنزیم رنابسپاراز یوکاریوتی است.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. ساخت این آنزیم در مرحلهٔ ترجمه می‌باشد که پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود نه فسفودی‌استر. / گزینهٔ (۲): نادرست است. فعالیت رنابسپاراز در رونویسی کردن می‌باشد که رمزه و جایگاه P در آن تأثیر ندارد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. رنابسپاراز یوکاریوتی از دنای خطی رونویسی می‌کند. / گزینهٔ (۴): درست است. در آغاز ترجمه رنابسپاراز، پیوند پپتیدی در رناتن تشکیل نمی‌شود.