بسم الله الرحمن الرحیم

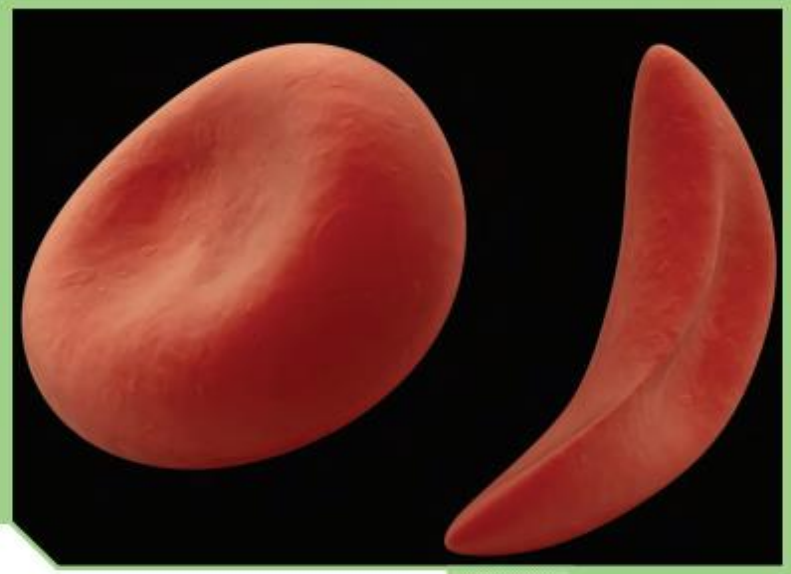
اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

زیست شناسی (۳)

رشتهٔ علوم تجربی

پایهٔ دوازدهم

دورهٔ دوم متوسطه



فصل ۲

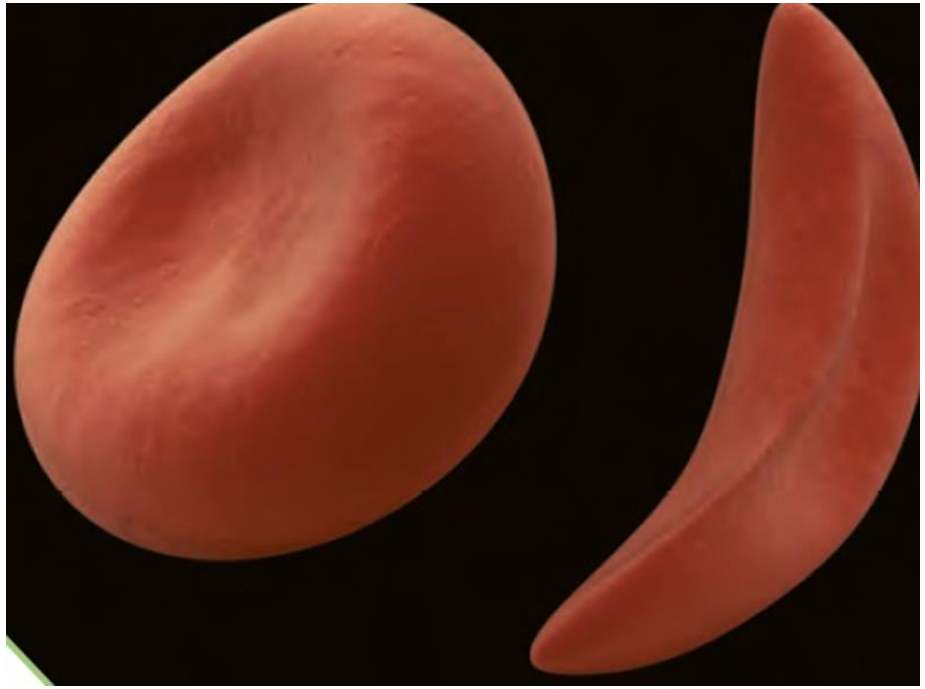
جریان اطلاعات در یاخته

تهیه و تنظیم :
فرانک خانی-ناحیه ۳ کرمانشاه

فهرست مطالب

عنوان مطلب	شماره اسلاید
مقدمه	۳-۴
گفتار ۱ ،رونویسی	۵-۳۷
گفتار۲ ،به سوی پروتئین	۳۸-۷۰
گفتار ۳ ،تنظیم بیان ژن	۷۱-۱۰۰

مقدمه



- تصویر بالا دو گویچه قرمز را نشان می دهد. گویچهٔ سمت راست مربوط به شخصی است که دچار نوعی بیماری ارثی به نام کم خونی داسی شکل است.
- علت بیماری کم خونی داسی شکل نوعی تغییر ژنی است که باعث می شود پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر شود که نتیجه آن تغییر شکل گویچه قرمز از حالت گرد به داسی شکل است.

مقدمه

- این تغییر ژنی، بسیار جزئی است و در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید دنا در افراد بیمار تغییر یافته است.
- این بیماری به نوعی، رابطهٔ بین ژن و پروتئین را نشان می دهد.
  - به نظر شما اطلاعات ژنها چگونه در این یاخته ها مورد استفاده قرار می گیرد؟
  - آیا این اطلاعات در سایر یاخته ها نیز وجود دارد؟
  - چرا بعضی ژنها مانند ژن سازنده هموگلوبین فقط در گویچه های قرمز بروز می کنند و مثلاً در یاخته های بافت پوششی پوست بروز نمی کنند؟

رابطهٔ بین ژن و پروتئین

- واحد سازندهٔ مولکول دنا، نوکلئوتید است ولی پلی پپتیدها از آمینواسید تشکیل شده اند. چون دستورالعمل ساخت پلی پپتیدها در مولکول دنا قرار دارد، پس باید بین نوکلئوتیدهای ژن و آمینواسیدهای پلی پپتید، ارتباطی وجود داشته باشد.

دنا چگونه نوع آمینواسیدهای پلی پپتید را تعیین می کند؟

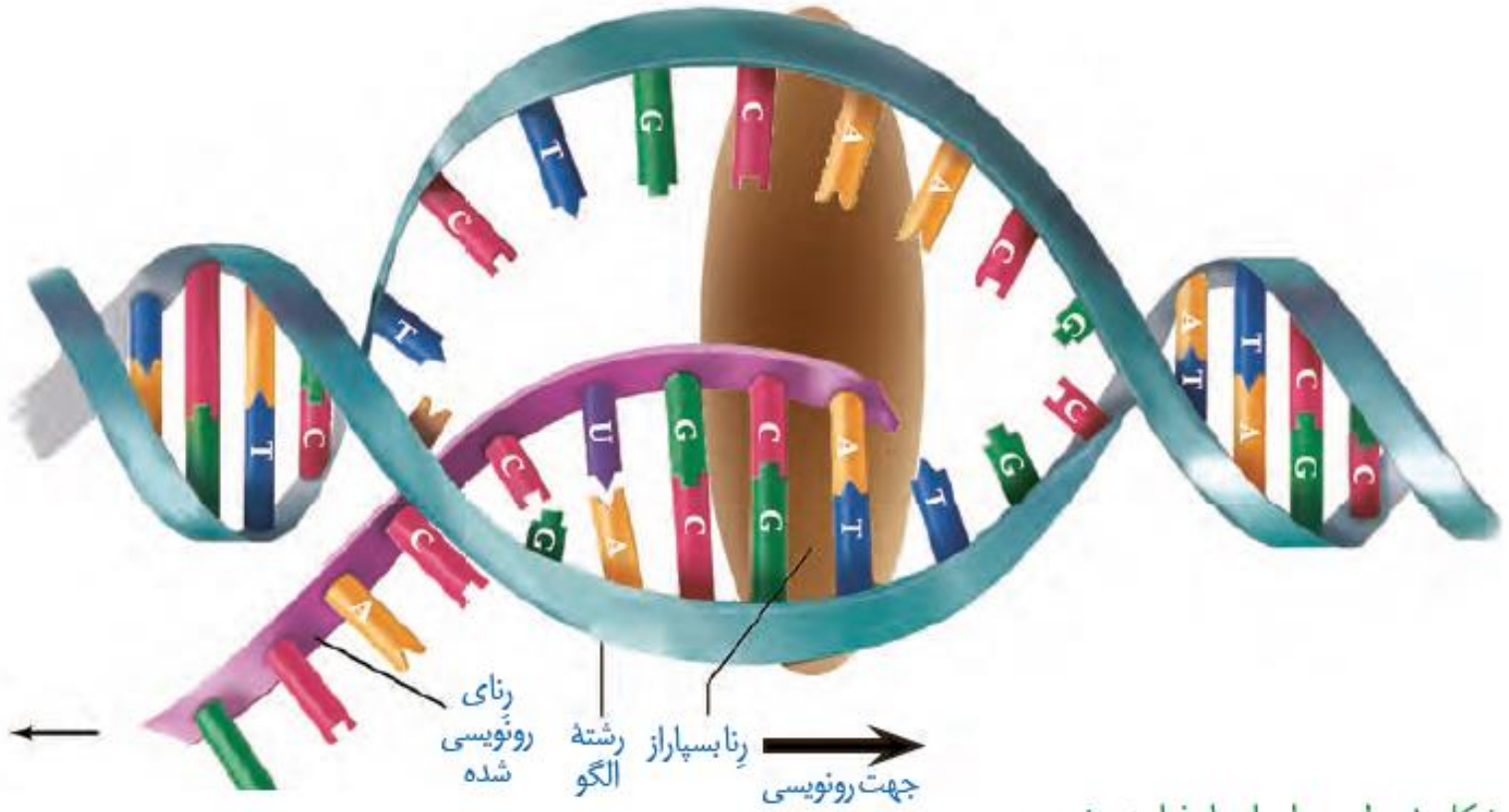
- در مولکول دنا، ۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که فقط در نوع بازهای آلی تفاوت دارند.

- پلی پپتیدها از ۲۰ نوع آمینواسید تشکیل شده اند.
- پس از پژوهشهایی مشخص شد که هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای دنا (ژن)، بیانگر نوعی آمینواسید است.
- با ۴ نوع نوکلئوتید به کار رفته در دنا، ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می شود، که می توانند رمز ساخت پلی پپتیدهایی با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشند.
- به هر یک از این توالی های سه نوکلئوتیدی در دنا رمز می گویند.

نقش مولکول رنا به عنوان میانجی

- پلی پپتیدها بر اساس اطلاعات دنا و توسط رناتن ها (ریبوزوم) در سیتوپلاسم ساخته می شوند.

- در یاخته های دارای هسته، چون رِناتَن ها (ریبوزوم) درون هسته حضور ندارند، فرایند ساخت پلی پپتید در آن انجام نمی شود.
  - با توجه به اینکه اطلاعات دنا برای ساخت پلی پپتید ضروری است و دنا هم از هسته خارج نمی شود دستورات ساخت پلی پپتید چگونه به بیرون هسته منتقل می شود؟
- پاسخ در مولکول رنا است.
- انواعی از رنا در یاخته وجود دارند که در پروتئین سازی نقش دارند.
- رناها از روی مولکول دنا ساخته می شوند.
- به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا، رونویسی گفته می شود (شکل ۱).

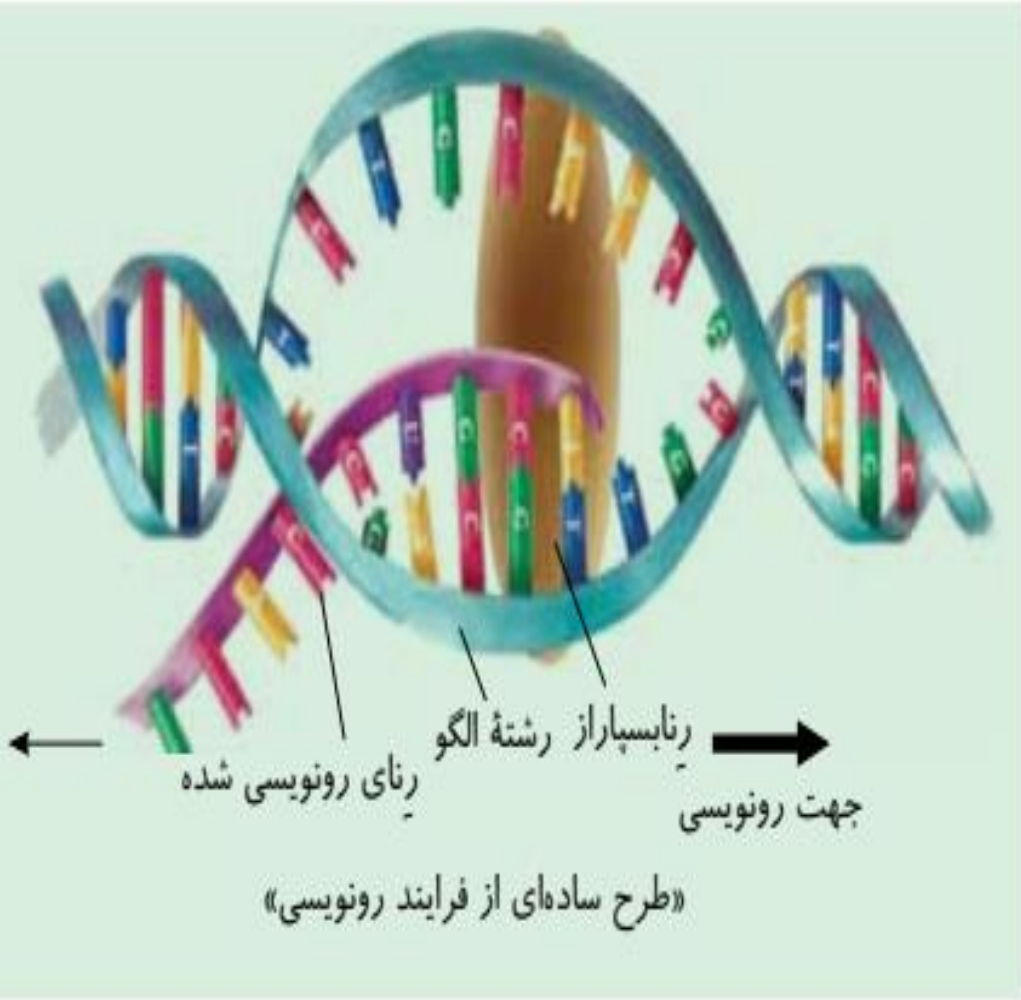


شکل ۱ــ طرح ساده‌ای از فرایند رونویسی

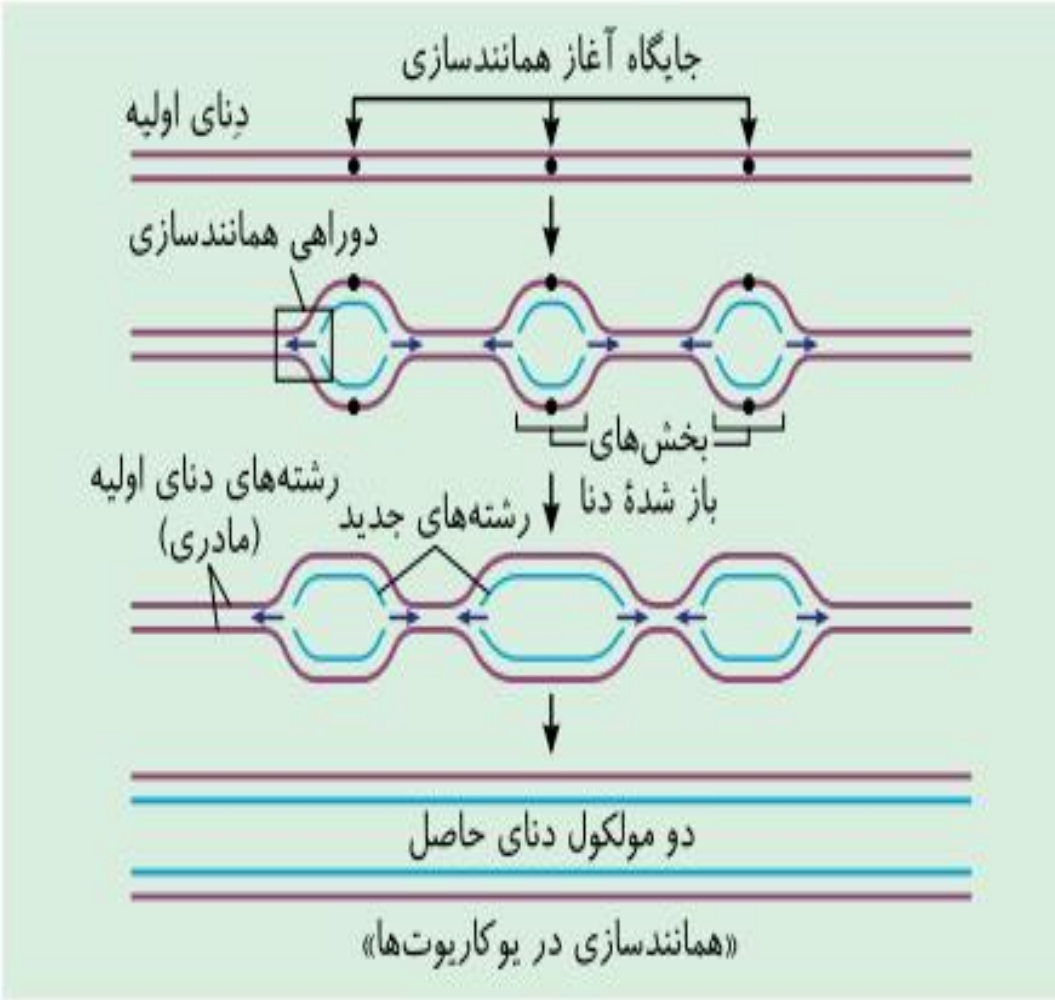
- اساس رونویسی شبیه همانندسازی است. در این فرایند نیز با توجه به نوکلئوتیدهای رشته دنا، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیره رنا قرار می گیرد و به هم متصل می شوند.
- برخلاف همانندسازی که در هر چرخهٔ یاخته ای یکبار انجام می شود، رونویسی یک ژن می تواند در هر چرخه بارها انجام شود و چندین رشته رنا ساخته شود.
- آیا می توانید تفاوتهای دیگری برای این دو فرایند بیان کنید؟

رونویسی

همانندسازی	رونویسی
مولکول ساخته شده DNA	مولکول ساخته شده RNA
هر دو رشته DNA بعنوان الگو	یک رشته DNA بعنوان الگو
سرتاسر مولکول DNA همانندسازی میشود	فقط بخشی از یک رشته DNA رونویسی میشود
با کمک آنزیمهای DNA پلیمراز (دنابسپاراز) و DNA هلیکاز همانندسازی انجام میشود	با کمک آنزیم RNA پلیمراز (رنابسپاراز) رونویسی انجام می شود
از همانندسازی یک DNA دو مولکول DNA حاصل میشود	از رونویسی بخشی از یک رشته DNA یک مولکول RNA حاصل میشود
مولکولهای حاصل دو رشته ای هستند	مولکول حاصل تک رشته ای است
مولکولهای DNA ساخته شده درون هسته باقی می مانند	RNA رونویسی شده از هسته خارج شده به سیتوپلاسم منتقل می شود
در چرخه سلولی یکبار قبل از تقسیم سلولی انجام میشود	بارها در طول چرخه سلولی انجام می شود
در مقابل باز A رشته الگو T قرار می گیرد	در مقابل باز A رشته الگو U قرار می گیرد



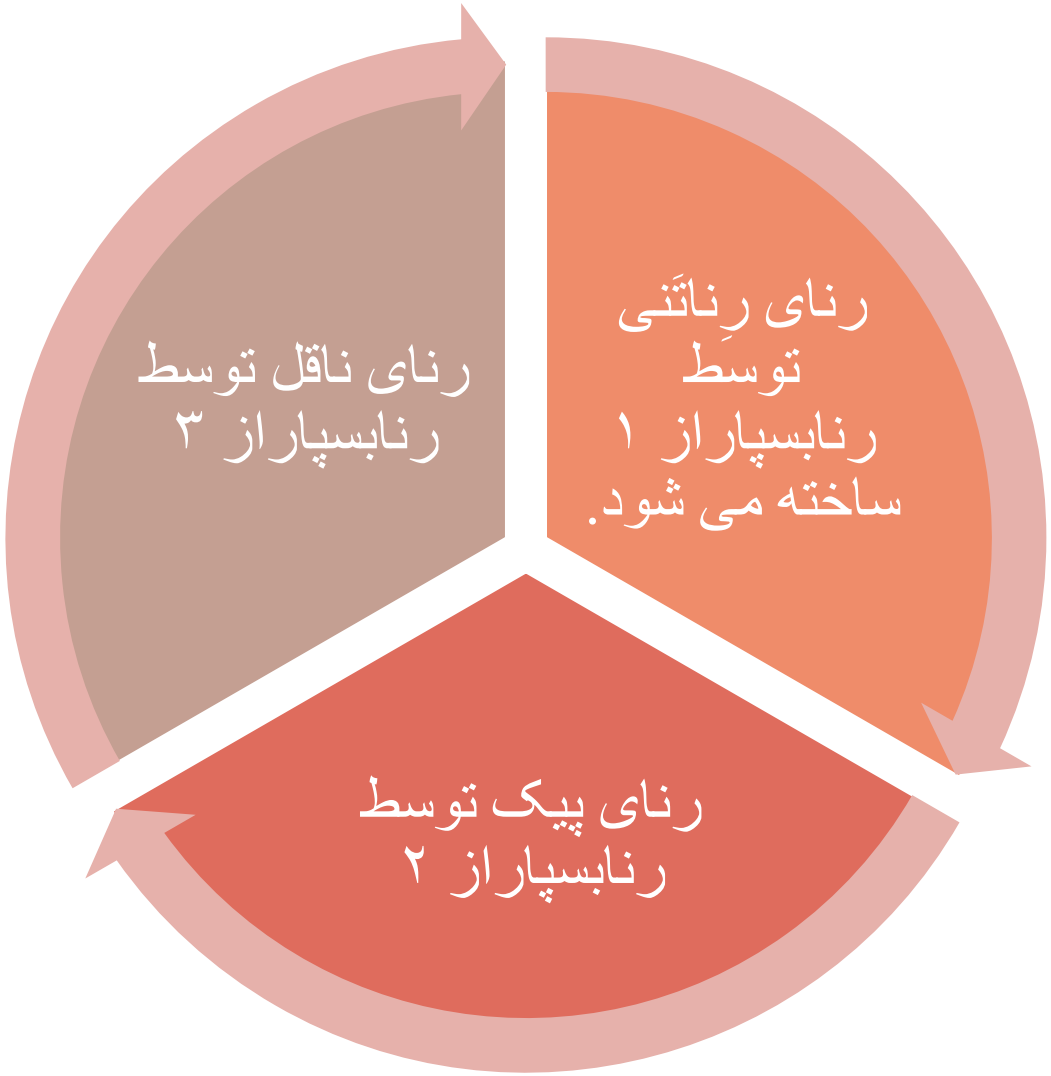
«طرح ساده‌ای از فرایند رونویسی»



«همانندسازی در یوکاریوت‌ها»

آنزیمهای ویژه ای رونویسی را تسهیل می کنند

- در یاخته انواعی از رنا ساخته می شود. عمل رونویسی از دنا به کمک آنزیمها انجام می شود. این آنزیمها را، تحت عنوان کلی رِنابسپاراز (RNAپلیمراز) نامگذاری می کنند.
- در پروکاریوتها یک نوع رنابسپاراز وظیفهٔ ساخت انواع رنا را بر عهده دارد.
- در یوکاریوتها، انواعی از رنابسپاراز، ساخت رناهای مختلف را انجام می دهند؛ مثلاً رنای پیک توسط رنابسپاراز ۲، رنای ناقل توسط رنابسپاراز ۳ و رنای رِناتَنی توسط رنابسپاراز ۱ ساخته می شود.


رنای رِناتَنی
توسط
رنابسپاراز ۱
ساخته می شود.
رنای پیک توسط
رنابسپاراز ۲
رنای ناقل توسط
رنابسپاراز ۳

انواع RNA پلیمرازها

در پروکاریوت‌ها

- ..... نوع RNA پلیمراز وجود دارد که هر سه نوع RNA (r , t , m) را می‌سازد. یک نوع
- در ..... تولید می‌شود و فعالیت می‌کند. سیتوپلاسم

در یوکاریوت‌ها

- ..... نوع RNA پلیمراز (۳ , ۲ , ۱) وجود دارد. سه نوع
- همگی در ریبوزوم ..... ساخته شده و در ..... فعالیت می‌کنند. آزاد در هسته

انواع

- RNA پلیمراز ۱ ← rRNA یا RNA ریبوزومی (رناتنی) را برای شرکت در ..... ریبوزوم می‌سازد. ساختار ریبوزوم

رنای ریبوزومی

- RNA پلیمراز ۲ ← mRNA یا RNA پیک را به عنوان الگوی ساخت رشتهٔ ..... می‌سازد. پلی پپتیدی

رنای پیک

- RNA پلیمراز ۳ ← tRNA یا RNA ناقل را به عنوان ناقل آمینواسید می‌سازد.

رنای ناقل

Telegram:MOHammad_Free

-در مورد رونویسی به پرسشهای زیر پاسخ دهید (خرداد ۹۸):

الف) در هوهسته ای ها (یوکاریوتها) رنای رناتنی (rRNA) توسط کدام رنابسپاراز ساخته می شود؟رنابسپاراز ۱

ب) در کدام مرحله رنابسپاراز راه انداز را شناسایی می کند؟در مرحله آغاز

مراحل رونویسی

- رونویسی فرایندی پیوسته است ولی برای سادگی موضوع، آن را به سه مرحلهٔ ۱- آغاز، ۲- طویل شدن و ۳- پایان تقسیم می کنند.
- در این مراحل، آنزیم رنابسپاراز، عمل رونویسی را از بخشی از یک رشته دنا انجام می دهد.

مراحل رونویسی
۱ـ آغاز
۲ـطویل شدن
۳ـخاتمه

❖مرحله آغاز

❖ در این مرحله، رنابسپاراز به مولکول دنا متصل می شود و دو رشتهٔ آن را از هم باز می کند.

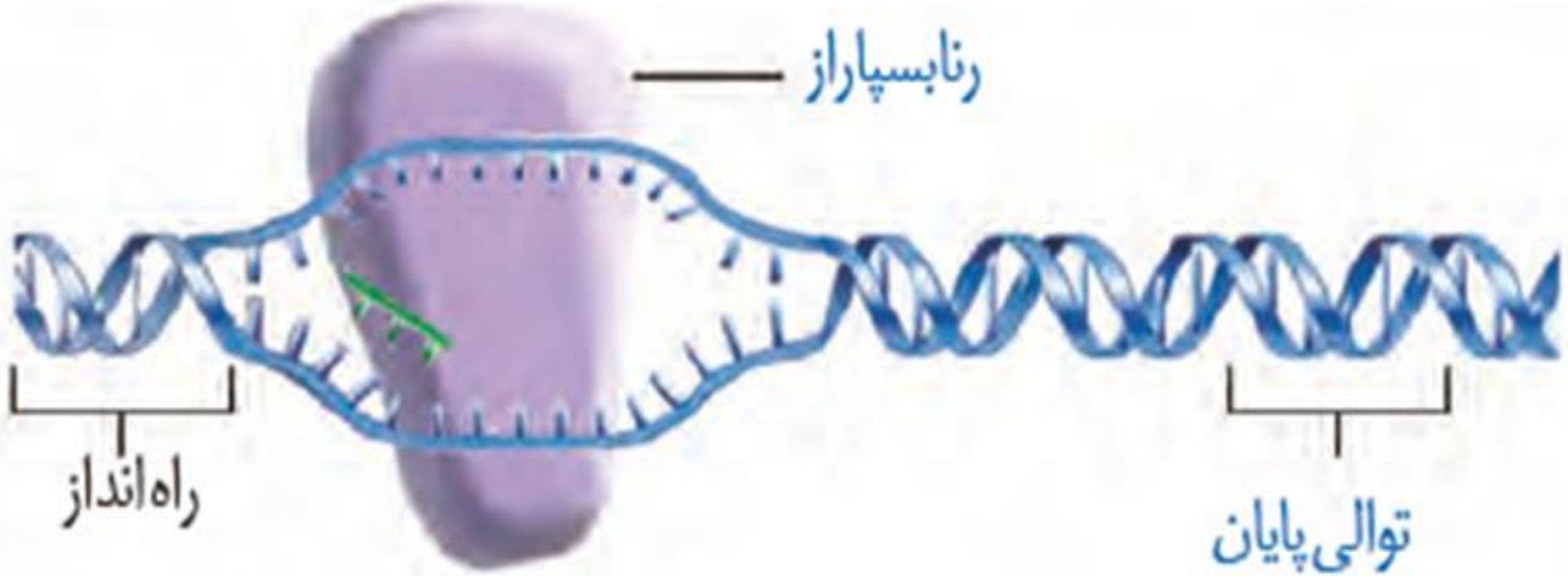
❑ به نظر شما برای باز شدن دو رشته کدام پیوندها در این ناحیه شکسته می شوند؟

✓ پیوند هیدروژنی

❖برای اینکه رونویسی ژن از محل صحیح خود شروع شود توالی های نوکلئوتیدی ویژه ای در دنا وجود دارد که رنابسپاراز آن را شناسایی می کند. به این توالی ها، راه انداز گفته می شود.

❖ راه انداز موجب می شود رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا و رونویسی را از آنجا آغاز کند. در این حالت بخش کوچکی از مولکول دنا باز و زنجیره کوتاهی از رنا ساخته می شود .

الف) مرحله آغاز

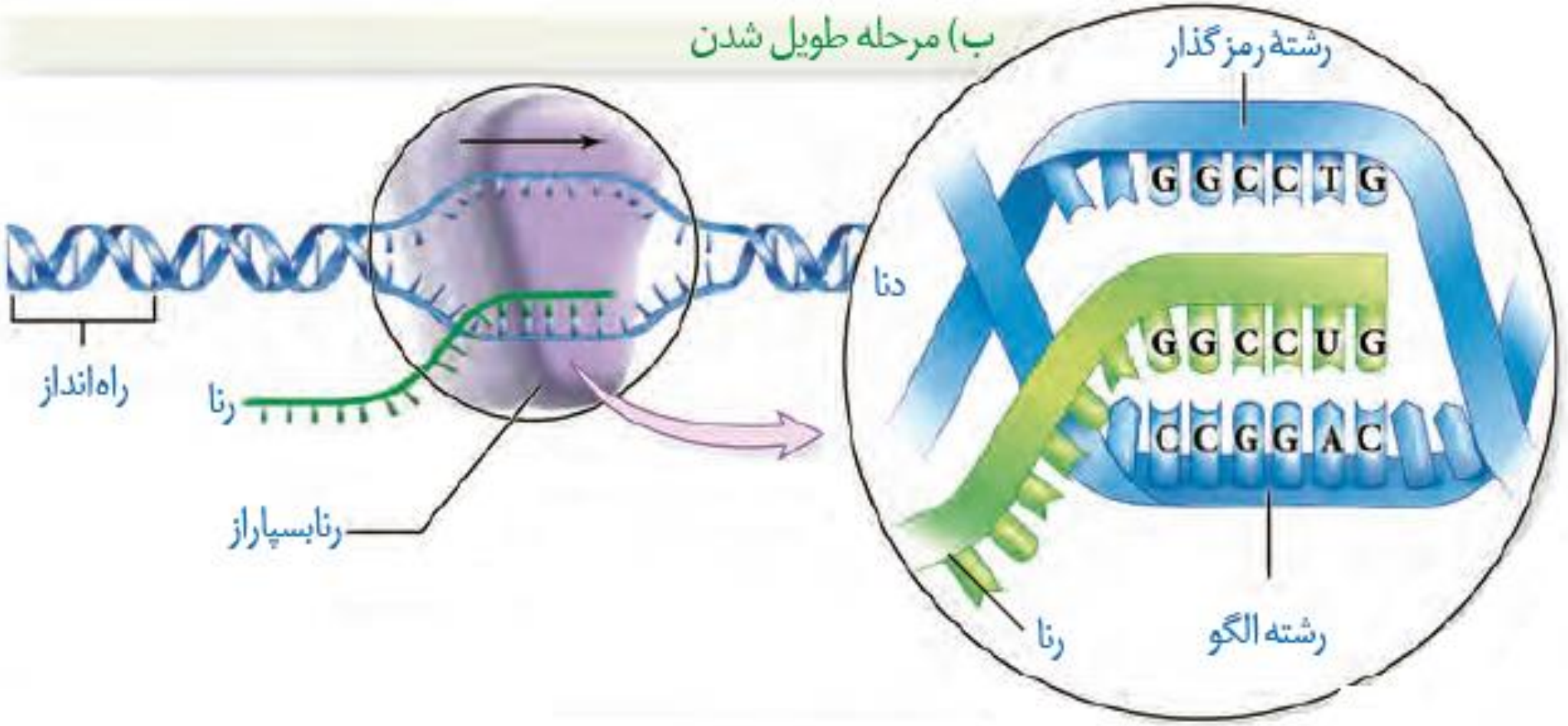


- نحوهٔ عمل رنابسپاراز به این صورت است که آنزیم با توجه به نوع نوکلئوتید رشته الگوی دنا، نوکلئوتید مکمل را در برابر آن قرار می دهد و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی رشته رنا متصل می کند.

- در رونویسی، نوکلئوتید یوراسیل دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین دار دنا قرار می گیرد.

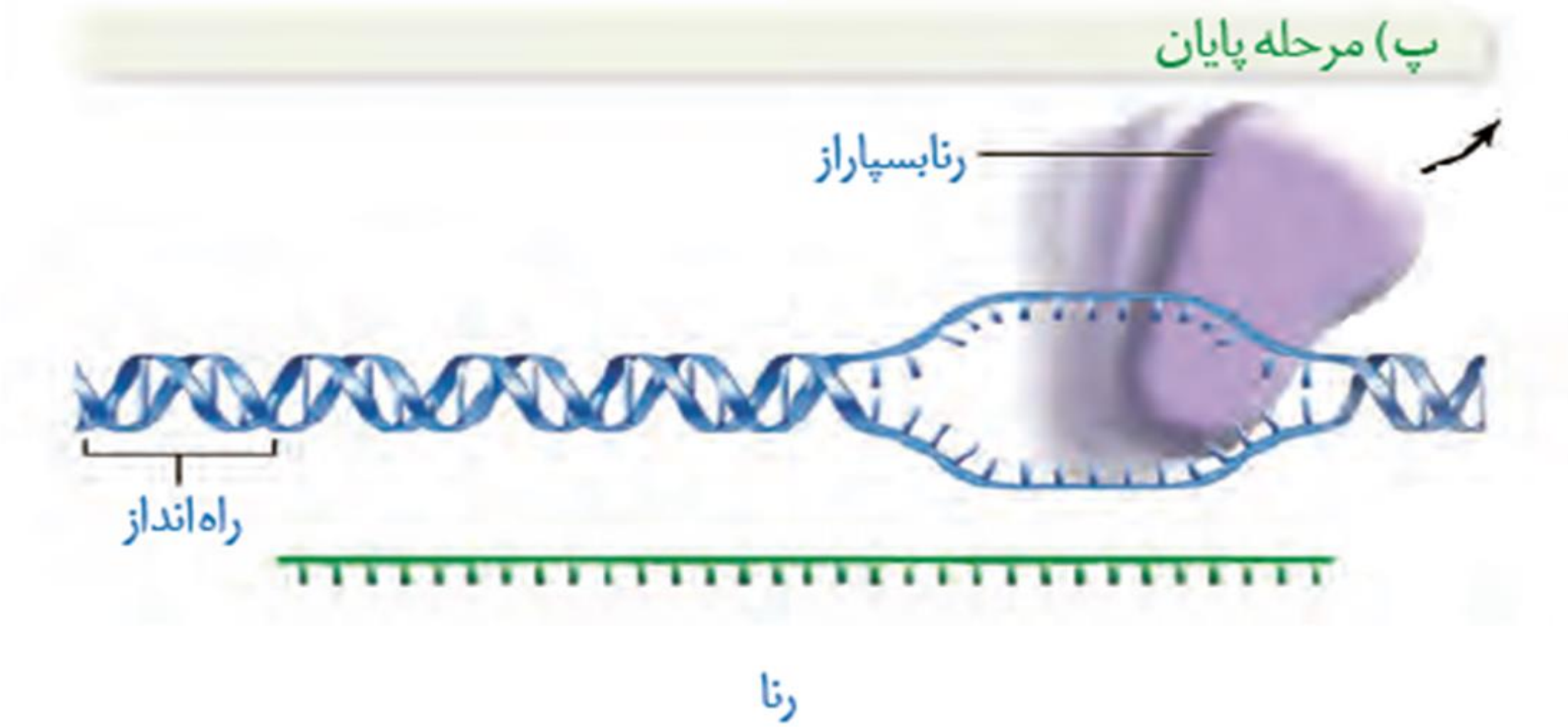
مرحله طویل شدن

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


ب) مرحله طویل شدن
راه انداز
رنا
رنابسپاراز
دنا
رشتهٔ رمزگذار
G G C C T G
G G C C U G
C C G G A C
رنا
رشته الگو

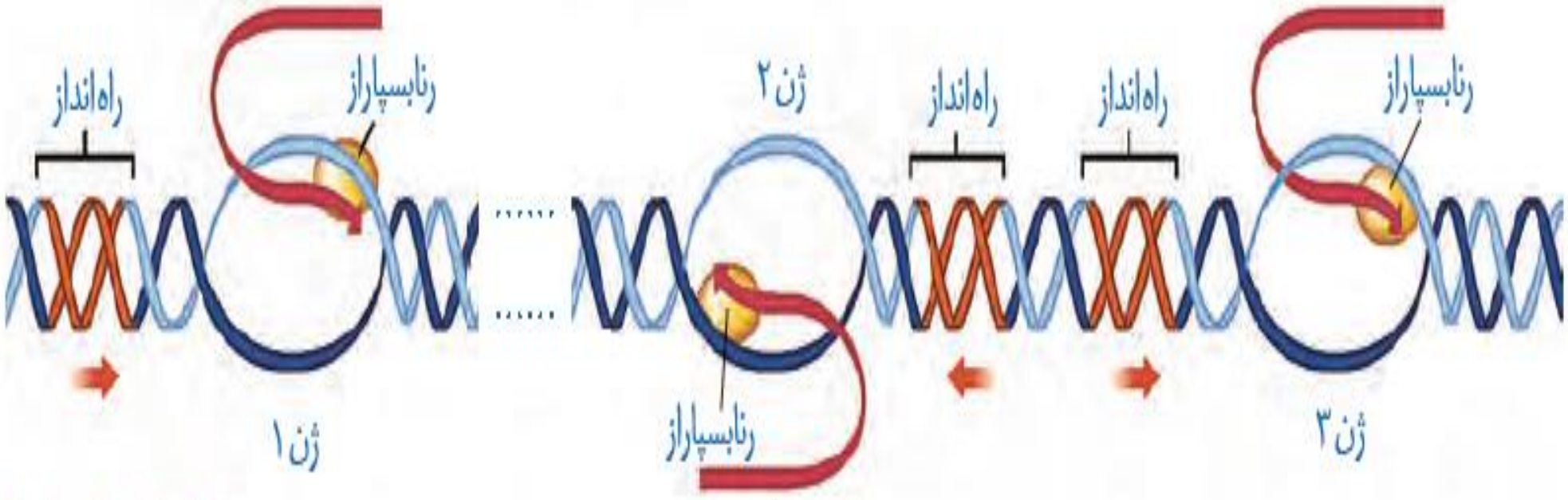
مرحله پایان

- در دنا توالی های ویژه ای وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز می شوند.
- در این محلها، آنزیم از مولکول دنا و رنای تازه ساخت جدا و دو رشتهٔ دنا به هم متصل می شوند.


پ) مرحله پایان
رنابسپاراز
راه‌انداز
رنا

فقط یکی از دو رشتهٔ دنا در هر ژن رونویسی می شود

- ژن بخشی از مولکول دنای دو رشته ای است ولی رونویسی از روی هردو رشته یک ژن انجام نمی شود.
- به نظر شما اگر از روی دو رشتهٔ یک ژن رونویسی انجام می شد، محصولات این دو رشتهٔ مکمل نسبت به هم چگونه می شدند؟
- ✓ مسلماً رنا و پلی پپتید ساخته شده از روی دو رشتهٔ مکمل دنا بسیار متفاوت می شدند.
- بنابراین برای هر ژن خاص، یکی از دو رشته رونویسی می شود.
- به بخشی از رشته دنا که مکمل رشته رنای رونویسی شده است رشته الگو می گویند



رنای در حال رونویسی

شکل ۳ـ همان طور که در شکل مشاهده می‌شود، فقط یکی از دو رشته هر ژن رونویسی می‌شود.

❖ به رشته مکمل همین بخش (رشته الگو) در مولکول دنا، رشته رمزگذار گفته می شود، چرا؟؟؟؟ زیرا توالی نوکلئوتیدی آن (رشته رمزگذار) شبیه رشته رنایی است که از روی رشته الگوی آن ساخته می شود.

❑ به نظر شما رشته رنا با رشته رمزگذار چه تفاوتهایی می تواند داشته باشد؟

✓ پاسخ در نوکلئوتیدهای مورد استفاده است؛ مثلاً به جای نوکلئوتید تیمین دار در دنا، نوکلئوتید یوراسیل دار در رنا قرار دارد.

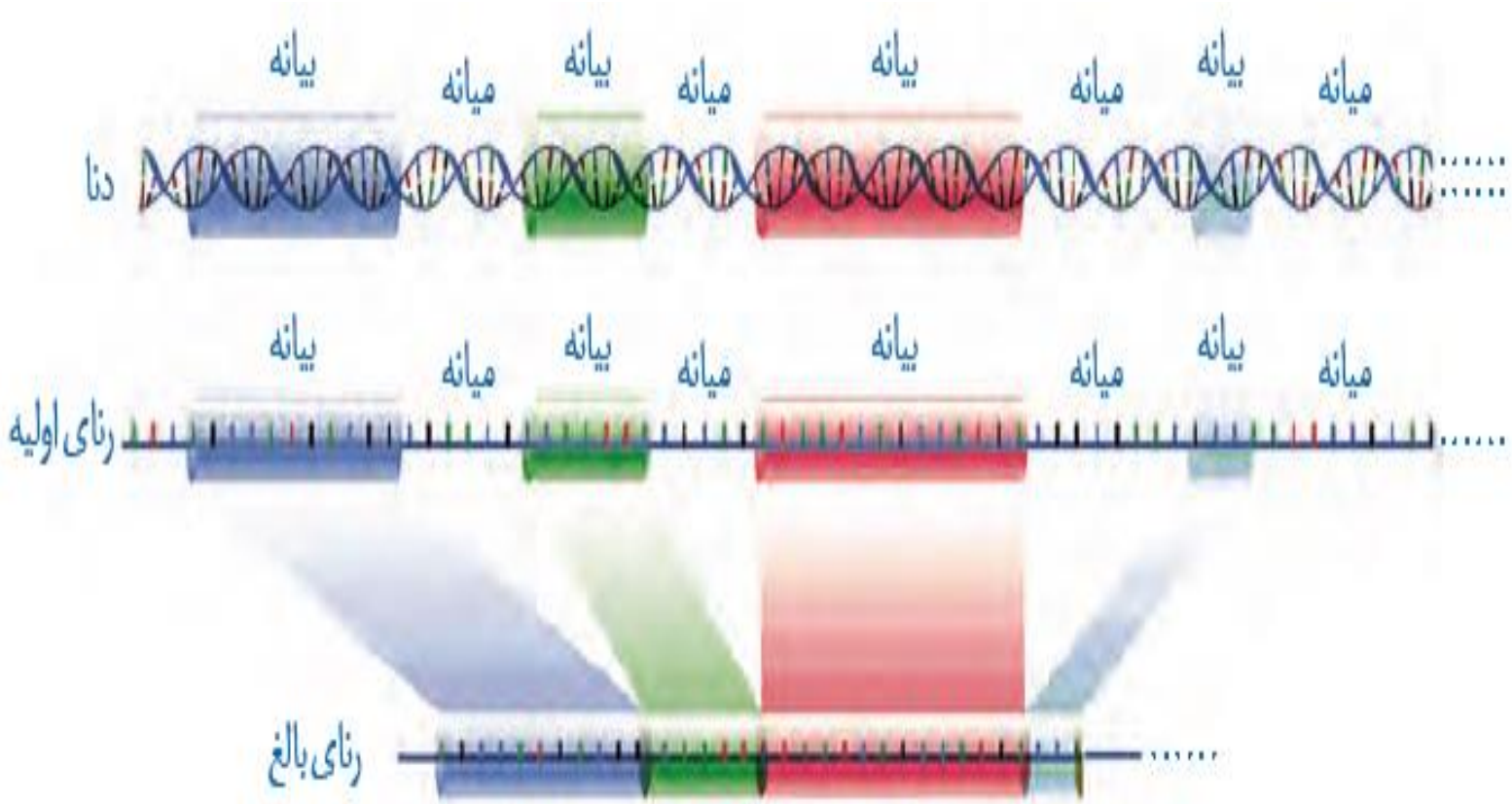
❖ رشته مورد رونویسی (الگو) یک ژن ممکن است با رشته مورد رونویسی ژنهای دیگر یکسان یا متفاوت باشد .

رناهای ساخته شده دچار تغییر می شوند

- در چند دهه گذشته، پژوهشگران دریافتند که در یاخته های یوکاریوتی، رنای ساخته شده در رونویسی با رنایی که در سیتوپلاسم وجود دارد تفاوتهایی دارد. بعدها مشخص شد که این مولکولها برای انجام کارهای خود دستخوش تغییراتی می شوند.

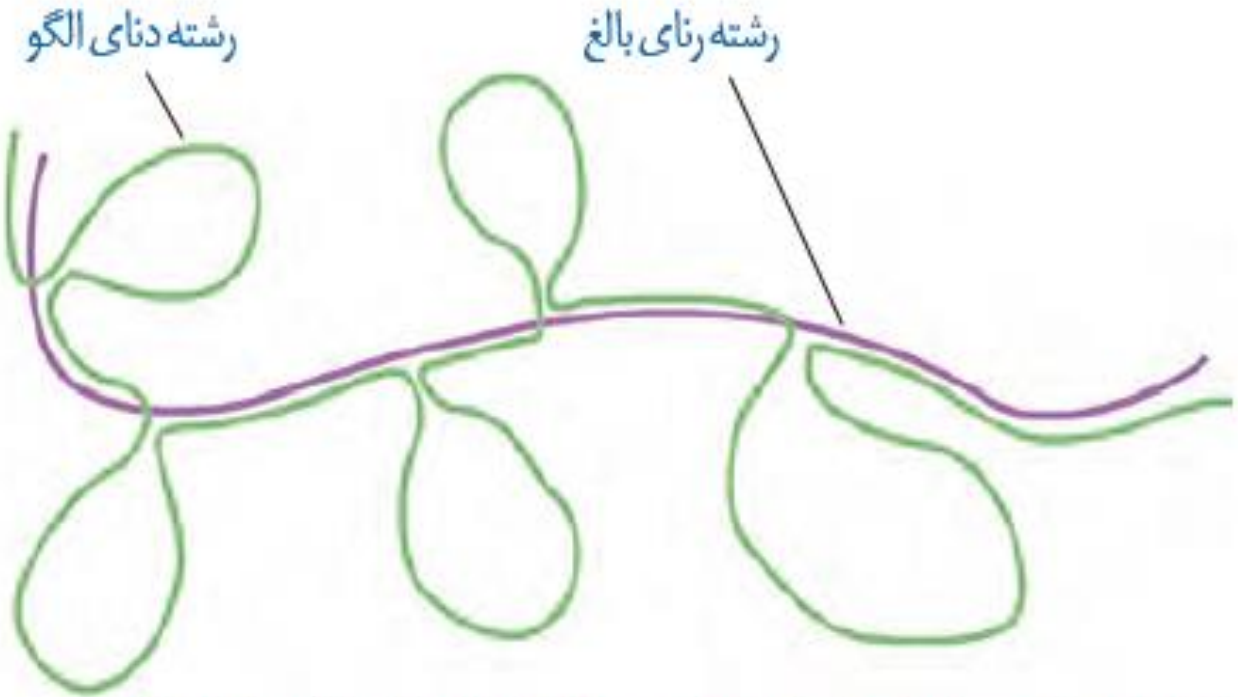
تغییرات رنای پیک

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



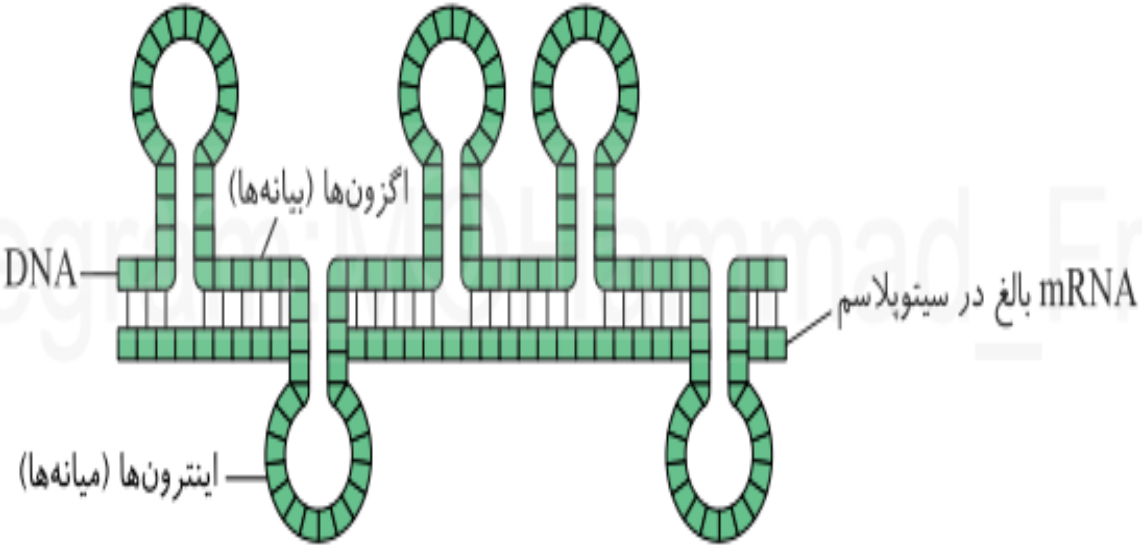
شکل ۴ـ پیرایش در بخشی از رنای یک ژن

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



شکل ۵ــ طرح ساده‌ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن.

به نظر شما حلقه‌های سبز میانه هستند یا بیانه؟



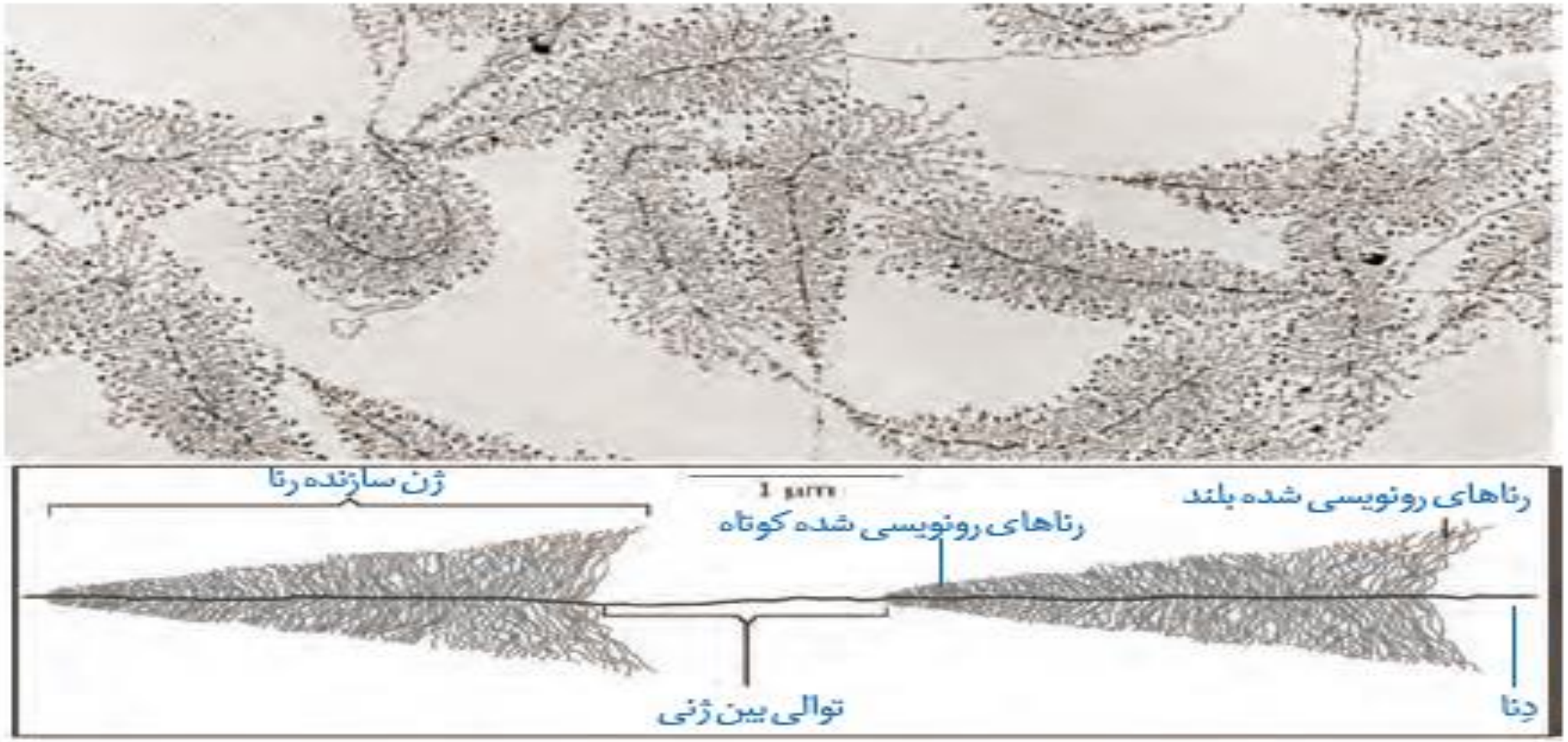
- در واقع رنای رونویسی شده از رشته الگو، در ابتدا دارای رونوشتهای میانه دنا است. به این رنا، رنای نابالغ یا اولیه گفته می شود.
- با حذف این رونوشتها (میانه یا اینترون) از رنای اولیه و پیوستن بخشهای باقی مانده به هم، رنای بالغ ساخته می شود.

شدت و میزان رونویسی

- به طور کلی میزان رونویسی یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فراورده های آن ژن بستگی دارد. بعضی ژنها، مانند ژنهای سازنده رنای رِناتَنی در یاخته های تازه تقسیم شده بسیار فعال اند؛ زیرا باید تعداد زیادی از این نوع رِنا را بسازند.
- در این نوع ژنها، هم زمان تعداد زیادی رنابسپاراز از ژن رونویسی می کنند.

- چرا در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازه رناهای ساخته شده متفاوت دیده می شود؟

✓ به این دلیل که در هر زمان، رنابسپارازها در مراحل مختلفی از رونویسی هستند. در این تصاویر رناها از اندازهٔ کوتاه به بلند دیده می شود .



شکل ۶ ــ ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن

در هر یک از عبارتهای زیر جواب صحیح را از بین کلمات داخل پرانتز انتخاب کنید (خرداد۹۹ خارج کشور)

ب) رنای بالغ حاصل پیوند (میانه ها – بیانه ها) است.بیانه ها

آزمون سراسری

.کدام عبارت، در ارتباط با هوهسته ای ها (یوکاریوت ها) نادرست است؟ (تست ۱۸۶، سراسری داخل ۹۸)

✓ ۱) رناتن (ریبوزوم) ها، می توانند رنا (RNA) های در حال رونویسی را ترجمه نمایند.

۲) اولین آمینواسید در انتهای آمینی پلی پپتیدهای تازه ساخته شده، متیونین است.

۳) در یک مولکول دنا (DNA)، رشته مورد رونویسی برای دو ژن می تواند، متفاوت باشد.

۴) رنا (RNA)های پیک، ممکن است در حین رونویسی و یا پس از آن دستخوش تغییراتی گردند.

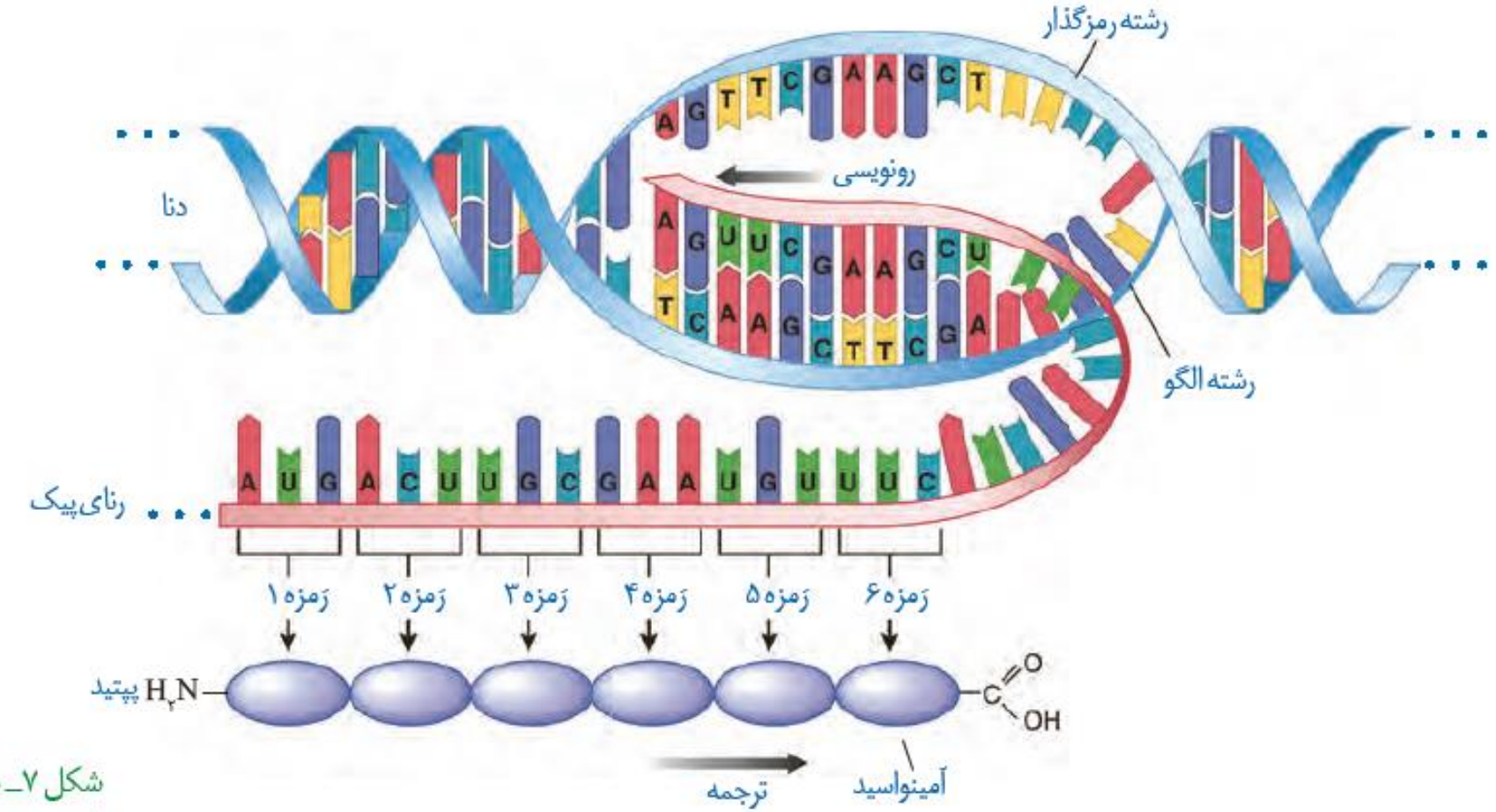
توضیح تست

در یوکاریوت ها بعد از رونویسی در هسته mRNA باید پیرایش شده و بعد از هسته خارج شده و بعد از آن ترجمه می شود.

- پلی پپتیدها از مهمترین فراورده های ژنها هستند.
- پروتئینها اعمال مختلفی را در بدن انجام می دهند.

تبدیل زبان نوکلئیک اسیدی رنا به زبان پلی پپتیدی

- در فرایند رونویسی از روی توالی های دنا، رنا ساخته می شود که هر دو از نوکلئوتید تشکیل شده اند.
- در ساختار پلی پپتیدها، آمینواسید وجود دارد.
- به ساخته شدن پلی پپتید از روی اطلاعات رنای پیک، ترجمه می گویند.



شکل ۷ــ طرح ساده‌ای از تشکیل شدن پلی‌پپتید

- توالی های ۳ نوکلئوتیدی رنای پیک تعیین می کند که کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی پپتید قرار بگیرد. به این توالی ها، رمزه (کُدون) گفته می شود.
- در یاخته ۶۴ نوع رمزه وجود دارد.
- رمزه آمینواسیدها در جانداران یکسان اند.
- رَمزه های UAA، UGA و UAG هیچ آمینواسیدی را رمز نمی کنند که به آنها رَمزهٔ پایان می گویند، چرا؟؟؟؟ زیرا حضور این رَمزه ها در رنای پیک موجب پایان یافتن عمل ترجمه می شود.
- رَمزهٔ آغاز یا AUG رَمزه ای است که ترجمه از آن آغاز می شود. این رمزه، معرف آمینواسید متیونین نیز است.

عوامل لازم در ترجمه

- ترجمه را می توان به یک فرایند آشپزی از روی کتاب آن تشبیه کرد. چرا؟؟؟؟ براساس دستورالعمل این کتاب، مواد اولیه به مقدار و ترتیب خاصی استفاده و غذای خاصی درست می شود.
- در ترجمه هم براساس رمزه های رنای پیک(mRNA)، پلی پپتید خاصی ساخته می شود.
- مواد اولیه مصرفی در ترجمه: ۱- آمینواسیدها هستند. ۲- رِناتَن ها (ریبوزوم) و ۳- رناهای ناقل (tRNA) از دیگر عوامل لازم در ترجمه هستند. ۴- انرژی لازم برای تهیه پلی پپتید هم از مولکولهای پرانرژی مانند ATP به دست می آید.

ساختار رنای ناقل (tRNA)

- رنای ناقل پس از رونویسی دچار تغییراتی می شود.
- در ساختار نهایی رنای ناقل، نوکلئوتیدهای مکمل می توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند. به همین علت رنای تک رشته ای، روی خود تا می خورد . رنای ناقل تاخوردگیهای مجددی پیدا می کند که ساختار سه بعدی را به وجود می آورد.
- در این ساختار یک بخش محل اتصال آمینواسید و دیگری توالی ۳ نوکلئوتیدی به نام پادرمزه (آنتی کدون) است .
- نوکلئوتیدهای این بخش (آنتی کدون) مکمل کدون رنای پیک می باشد.
- هنگام ترجمه،این توالی (آنتی کدون) با توالی رَمزه مکمل خود پیوند هیدروژنی مناسب برقرار می کند.

❖ در همه رناهای ناقل، به جز در ناحیه پاد رمزه ای (آنتی کدون)، انواع توالی های مشابهی وجود دارند. انتظار این است که به تعداد انواع رمزه ها، پاد رمزه وجود داشته باشد ولی تعداد انواع پاد رمزه ها کمتر از رمزه ها است؛ چرا؟؟؟؟؟ مثلاً برای رمزه های پایان، رنای ناقل وجود ندارد.

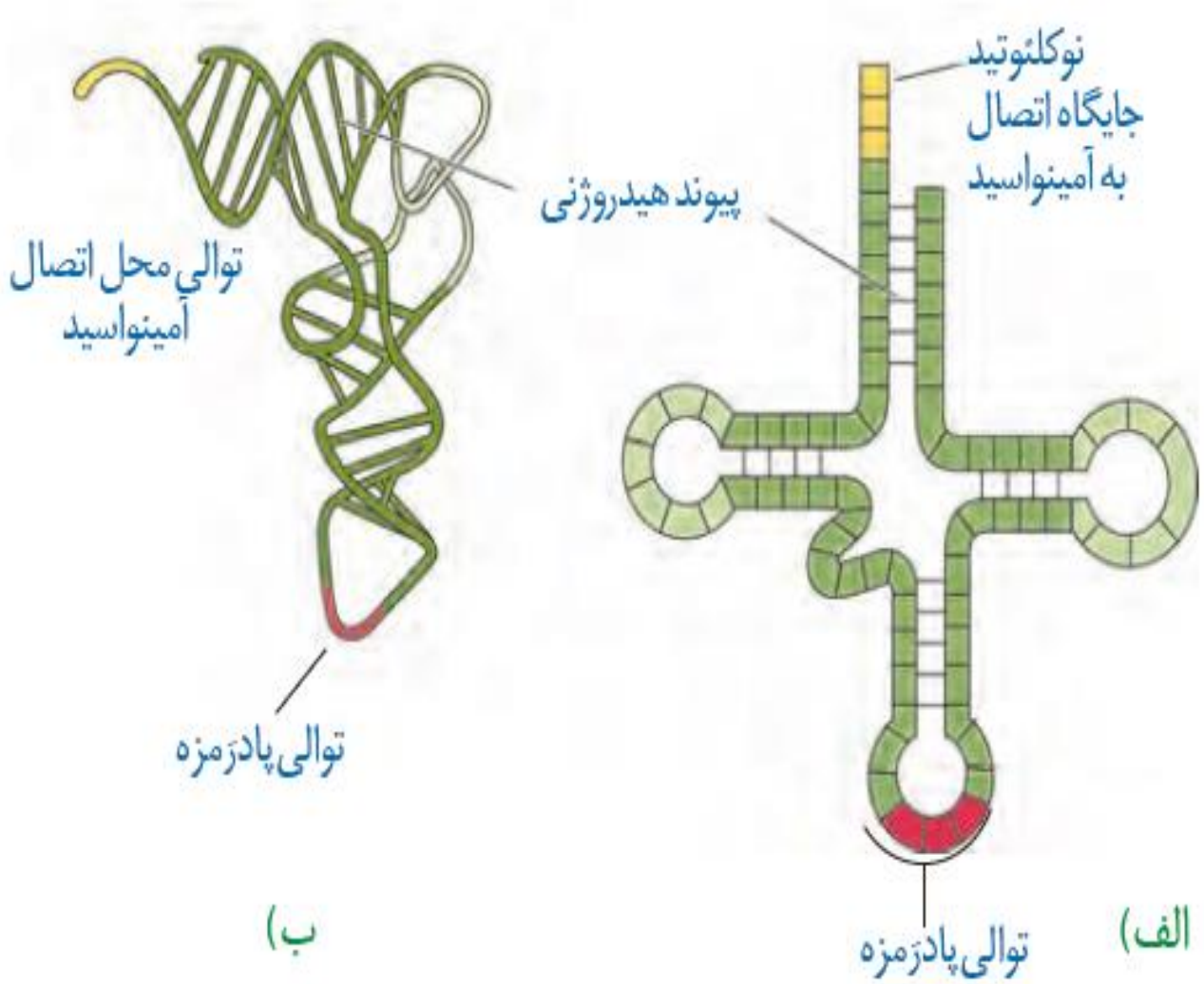
نحوهٔ عمل رنای ناقل

❖ آمینواسید به رنای ناقل متصل می شود.

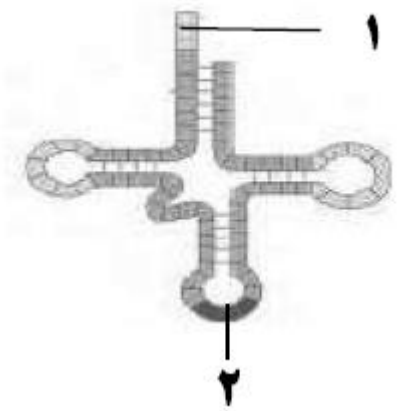
❑ آیا هر نوع آمینواسید به هر نوع رنای ناقل می تواند متصل شود؟خیر

❑ اهمیت بخش پادرَمزه ای در اتصال آمینواسید به رنای ناقل چیست؟تعیین می کند چه آمینو اسیدی به چه نوع tRNA متصل شود

شکل ۸ ـ رنای ناقل
الف) تاخوردگی اولیه
ب) ساختار سه بعدی



-با توجه به شکل به پرسشها پاسخ دهید (خرداد ۹۹ خارج کشور)



الف) تفاوت رناهای ناقل (tRNA) مربوط به کدام شماره در این مولکول است؟**شماره۲**

ب) شکل تاخوردگی اولیه رنای ناقل را نشان می دهد یا ساختار سه بعدی آن را؟**اولین تا خوردگی**

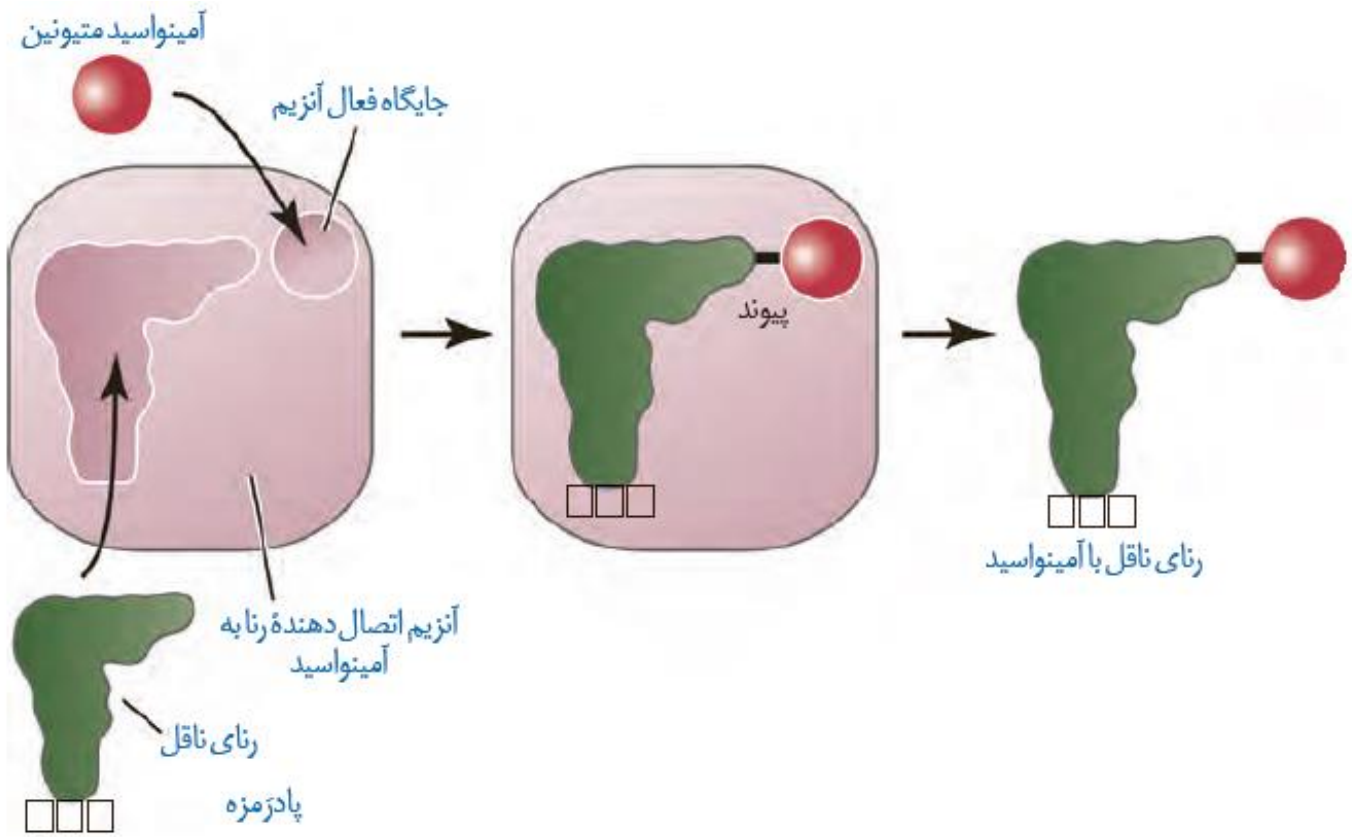
ج) این مولکول در باکتری اشرشیاکلای توسط چه آنزیمی ساخته می شود؟**رنابسپاراز پروکاریوتی**

❖ در واقع در یاخته ها، آنزیمهای ویژه ای وجود دارند که براساس نوع توالی پادَرمزه (آنتی کدون)، آمینواسید مناسب را به رنای ناقل متصل می کنند؛ یعنی آنزیم با تشخیص پادَرمزه در رنای ناقل، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می کند. این فرایند نیازمند انرژی .

- برای اتصال هر آمینواسید به tRNA یک مولکول ATP مصرف می شود.

❑ بر اساس آنچه تاکنون دربارۀ رمزه ها خوانده اید آیا می توانید حدس بزنید رنای ناقل با چه توالی پادَرمزه ای می تواند به آمینواسید متیونین متصل شود؟ **UAC**

شکل ۹ــ نحوهٔ پیوستن آمینواسید به رنای ناقل مربوط به خود توسط آنزیم ویژه آن



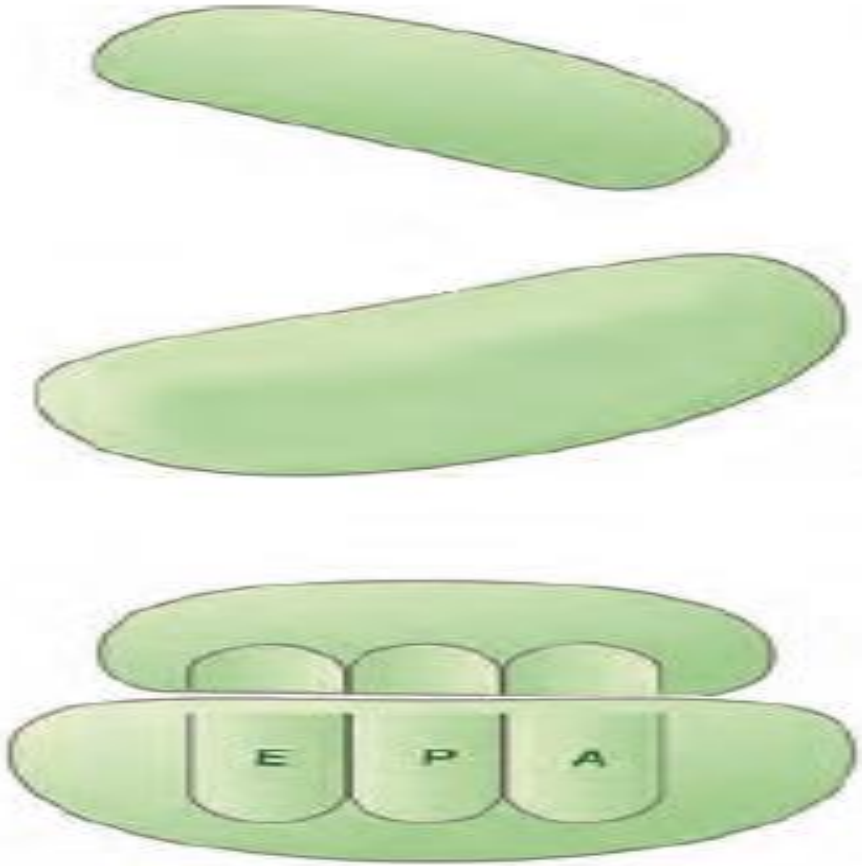
ساختار رِناتَن (ریبوزوم)

- رِناتَن (ریبوزوم) در ساخت پلی پپتید نقش دارد. رِناتَن ها از دو زیر واحد تشکیل شده اند
- هر زیر واحد نیز از رنا و پروتئین تشکیل شده است.
- رِناتَن در ساختار کامل، سه جایگاه به نام A، P و E دارد.

❑ رنای رِناتَنی به وسیله کدام رنابسپارازها ساخته می شود؟

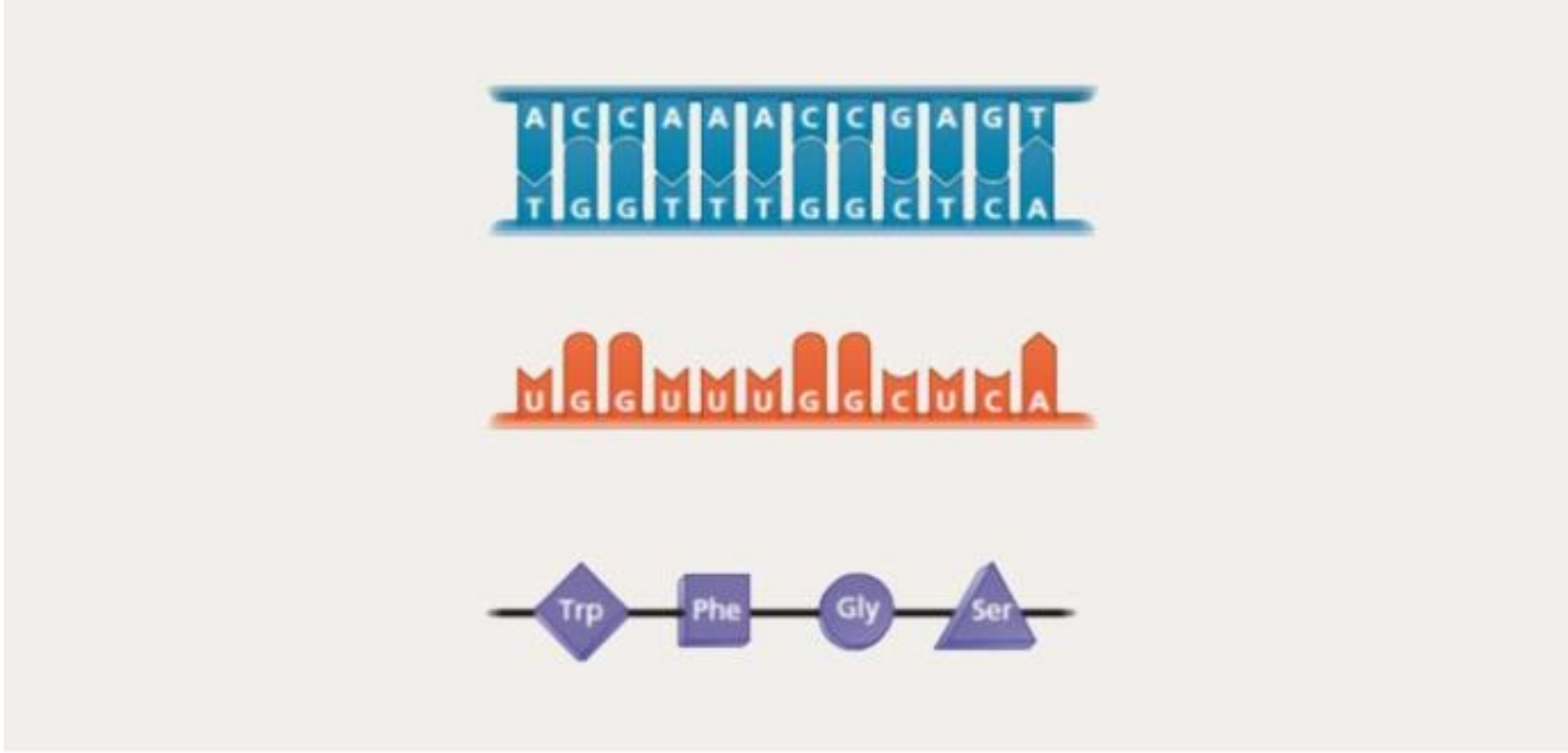
✓در یوکاریوت ها RNA پلیمراز ۱ و در پروکاریوت ها RNA پلی مراز پروکاریوتی

- در یاخته، پروتئینهای رِناتَنی ساخته شده و رنای (rRNA) مربوط به آنها در کنار هم قرار گرفته و زیر واحد کوچک و بزرگ رِناتَن را می سازد.



شکل ۱۰ــ ترتیب قرارگیری زیرواحدهای رِناتن

ترجمه



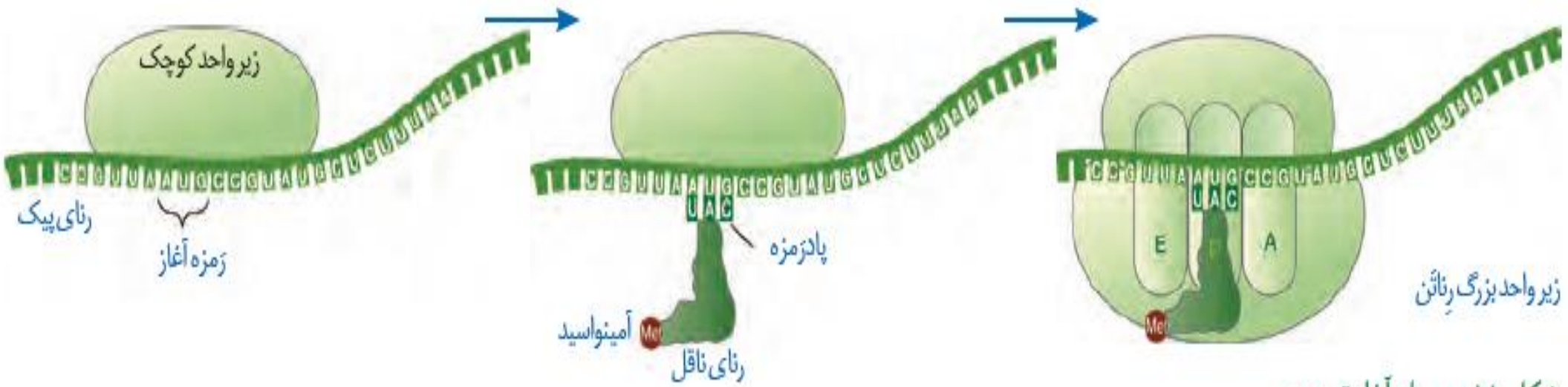
مراحل ترجمه

❖ ترجمه نیز فرایندی پیوسته است که برای سادگی در یادگیری آن را به سه مرحلهٔ آغاز، طویل شدن و پایان تقسیم می کنند.

- مراحل ترجمه
  - ۱ــ مرحله آغاز
    - ۱ــ اتصال زیرواحد کوچک رناتن به رنای پیک
    - ۲ــ قرارگیری رنای ناقل حامل متیونین در جایگاه P
    - ۳ــ اتصال زیرواحد بزرگ رناتن به مجموعهٔ بالا
    - ۴ــ ایجاد جایگاه A و P و E
  - ۲ــ مرحله طویل شدن
    - ۱- قرارگیری رنای ناقل دومین آمینواسید در جایگاه A
    - ۲- اتصال آمینواسید جایگاهP به A
    - ۳- حرکت ریبوزوم به سوی انتهای رنا
    - ۴- خروج رنای ناقل فاقد آمینواسید از جایگاه E
  - ۳ــ مرحله پایان
    - ۱- قرار گیری رمزه پایان در جایگاه A
    - ۲- قرارگیری عوامل آزاد کننده در جایگاه A
    - ۳-جداسازی رنای پیک از ریبورزوم و رنای ناقل از پلی پپتید ساخته شده

مرحله آغاز:

- ۱- در این مرحله بخشهایی از رنای پیک، زیر واحد کوچک رِناتَن را به سوی رمزهٔ آغاز، هدایت می کند.
- ۲- سپس در این محل رنای ناقلی که مکمل رمزه آغاز است به آن متصل می شود.
- ۳- با افزوده شدن زیر واحد بزرگ رِناتَن به این مجموعه، ساختار رِناتَن کامل می شود.
- در این مرحله جایگاه P در رِناتَن، محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینواسید است.
- این جایگاه (P) در ابتدا توسط رنای ناقل متیونین اشغال می شود.
- جایگاه A محل قرارگیری رنای ناقل بعدی و آمینواسید متصل به آن خواهد بود.
- پیوند پپتیدی در جایگاه A برقرار می شود.
- جایگاه E محل خروج رنای ناقل بدون آمینواسید است.



شکل ۱۱ـ مرحله آغاز ترجمه

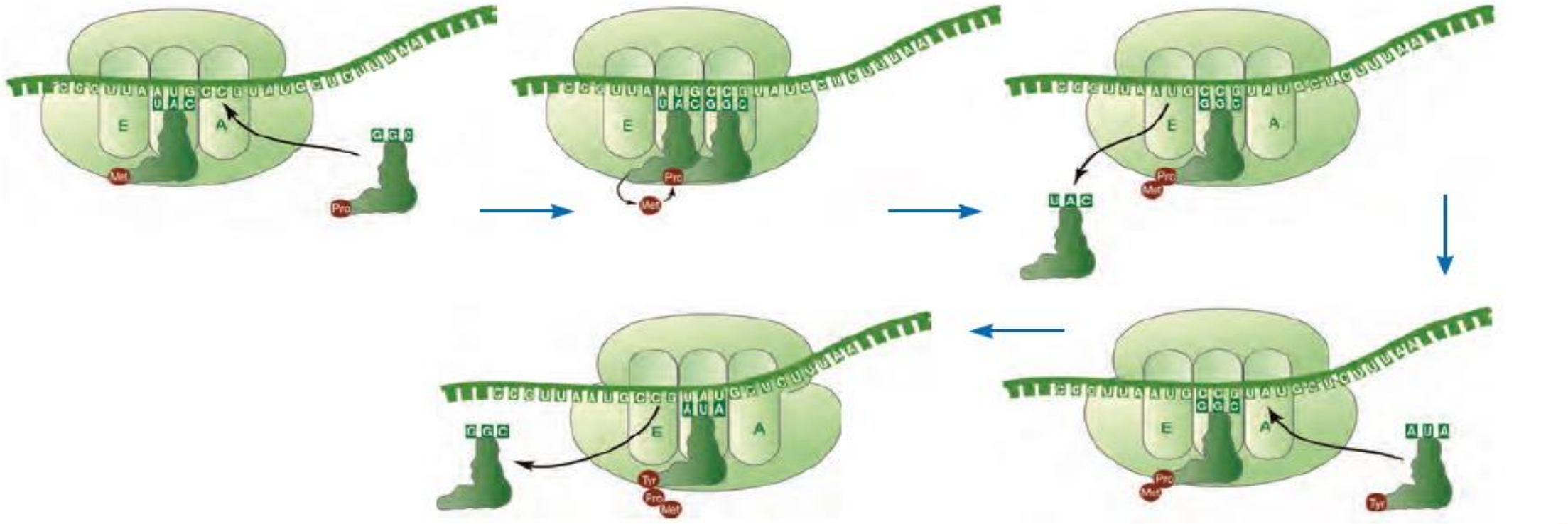
- در مرحله آغاز فقط جایگاه P پر می شود و جایگاه A و E خالی می ماند

ب-مرحلهٔ طویل شدن:

- در این مرحله ممکن است رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه A رِناتَن شوند ولی فقط رنایی که مکمل رمزهٔ جایگاه A است، استقرار پیدا می کند؛ در غیر این صورت جایگاه را ترک می کند.
- سپس آمینواسیدِ جایگاه P از رنای ناقل خود جدا می شود و با آمینواسید جایگاه A پیوند بر قرار می کند.
- آیا می دانید پیوند حاصل چه نام دارد؟ پپتیدی
- پس از آن رِناتَن به اندازهٔ یک رمزه به سوی رمزه پایان پیش می رود.
- در این موقع رنای ناقل که حامل رشته پپتیدی در حال ساخت است در جایگاه P قرار می گیرد (علت نام گذاری جایگاه P) و جایگاه A خالی می شود تا پذیرای رنای ناقل بعدی باشد.
- رنای ناقل بدون آمینواسید نیز در جایگاه E قرار می گیرد و سپس از این جایگاه خارج می شود.

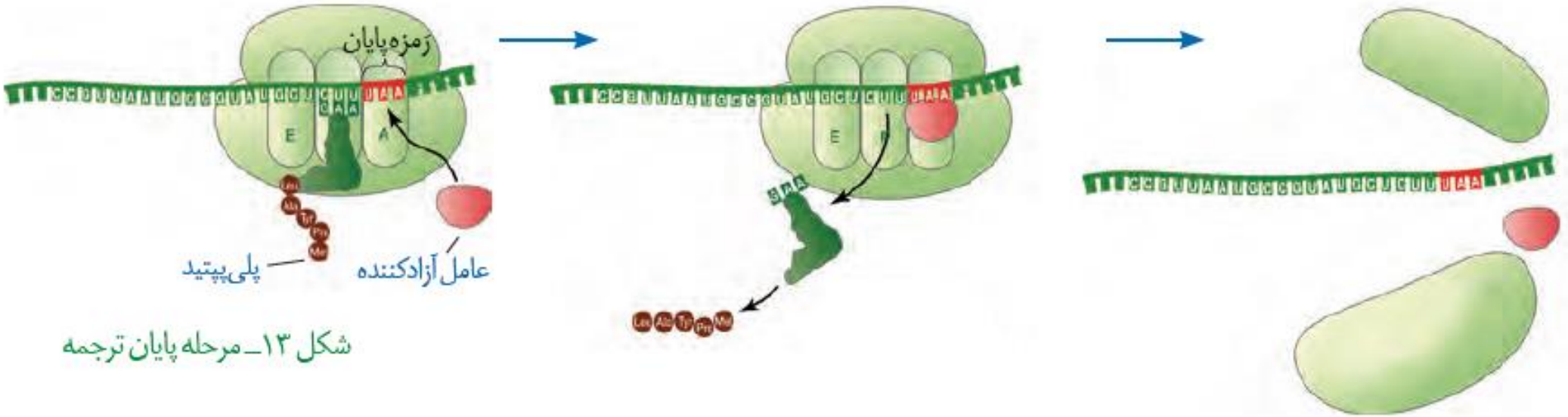
❖ این فرایند بارها تکرار می شود و طول زنجیرهٔ آمینواسیدی بیشتر می شود تا رِناتَن به یکی از رمزه های پایان برسد .

شکل ۱۲ــ مرحله طویل شدن ترجمه

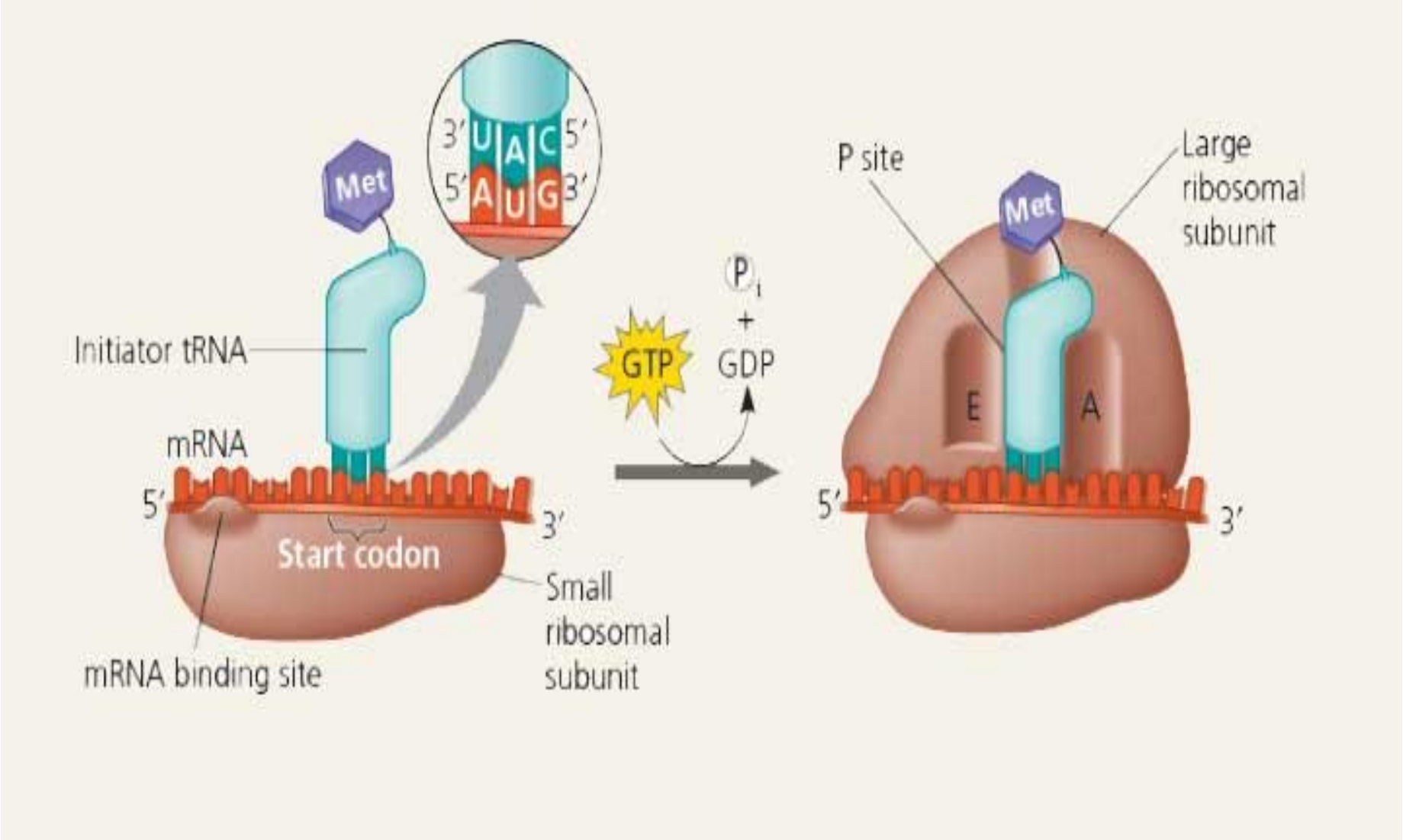


مرحلهٔ پایان:

- با ورود یکی از رمزه های پایان ترجمه در جایگاه A، چون رنای ناقل مکمل آن وجود ندارد، این جایگاه توسط پروتئینهایی به نام عوامل آزادکننده اشغال می شود.
- این پروتئینها (عوامل آزادکننده) باعث ۱- جدا شدن پلی پپتید از آخرین رِنای ناقل می شوند. همچنین این پروتئین ها باعث ۲- جدا شدن زیرواحدهای رِناتَن از هم و ۳- آزاد شدن رنای پیک می شوند.
- زیرواحدهای رِناتَن ها می توانند مجددًا این مراحل را تکرار کنند تا چندین نسخه از یک پلی پپتید ساخته شود .



شکل ۱۳ـ مرحله پایان ترجمه


3′ U A C 5′
5′ A U G 3′
Met
Initiator tRNA
mRNA
5′
3′
Start codon
mRNA binding site
Small ribosomal subunit
GTP
P_i
+
GDP
P site
Met
Large ribosomal subunit
E
A
5′
3′

۱- در مورد فرآیند ترجمه به پرسشهای زیر پاسخ دهید (خرداد ۹۸)

الف) رمزه (کدون) آغاز یا AUG معرف کدام آمینواسید است؟متیونین

ب) در طول کدام مرحله ترجمه فقط جایگاه P رناتن (ریبوزوم) پر می شود؟آغاز

ج) رنای ناقل بدون آمینواسید از کدام جایگاه رناتن خارج می شود؟جایگاه E

۲- با توجه به mRNA مقابل به پرسشهای زیر جواب دهید (خرداد۹۹ خارج کشور)

AUGUCAAAUCCGUGUUUUAUCUGA

الف)رشته رمزگذار این mRNA را مشخص کنید.

ب) اولین پادرمزه (آنتی کدون) جایگاه P را مشخص کنید.

ج) آخرین پادرمزه جایگاه A را مشخص کنید.

محل پروتئین سازی و سرنوشت آنها

- پروتئینها در بخشهای مختلفی از یاخته ساخته می شوند. به طور کلی پروتئین سازی در هر بخش از یاخته که رِناتَن ها حضور داشته باشند می تواند انجام شود.
- پروتئینهای ساخته شده در سیتوپلاسم سرنوشتهای مختلفی پیدا می کنند.
- بعضی از این پروتئینها به ۱- شبکهٔ آندوپلاسمی و ۲- دستگاه گلژی می روند و ممکن است ۳- برای ترشح به خارج رفته یا ۴- به بخشهایی مثل واکوئول (کریچه) و۵- کافنده تن بروند. بعضی پروتئینها نیز ۶- در سیتوپلاسم می مانند و یا اینکه ۷- به راکیزه ها، ۸- هسته و یا ۹- دیسه ها می روند.
- براساس مقصدی که پروتئین باید برود، توالیهای آمینواسیدی در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می کند.

نکات محل پروتئین‌سازی و سرنوشت محصولات آن‌ها

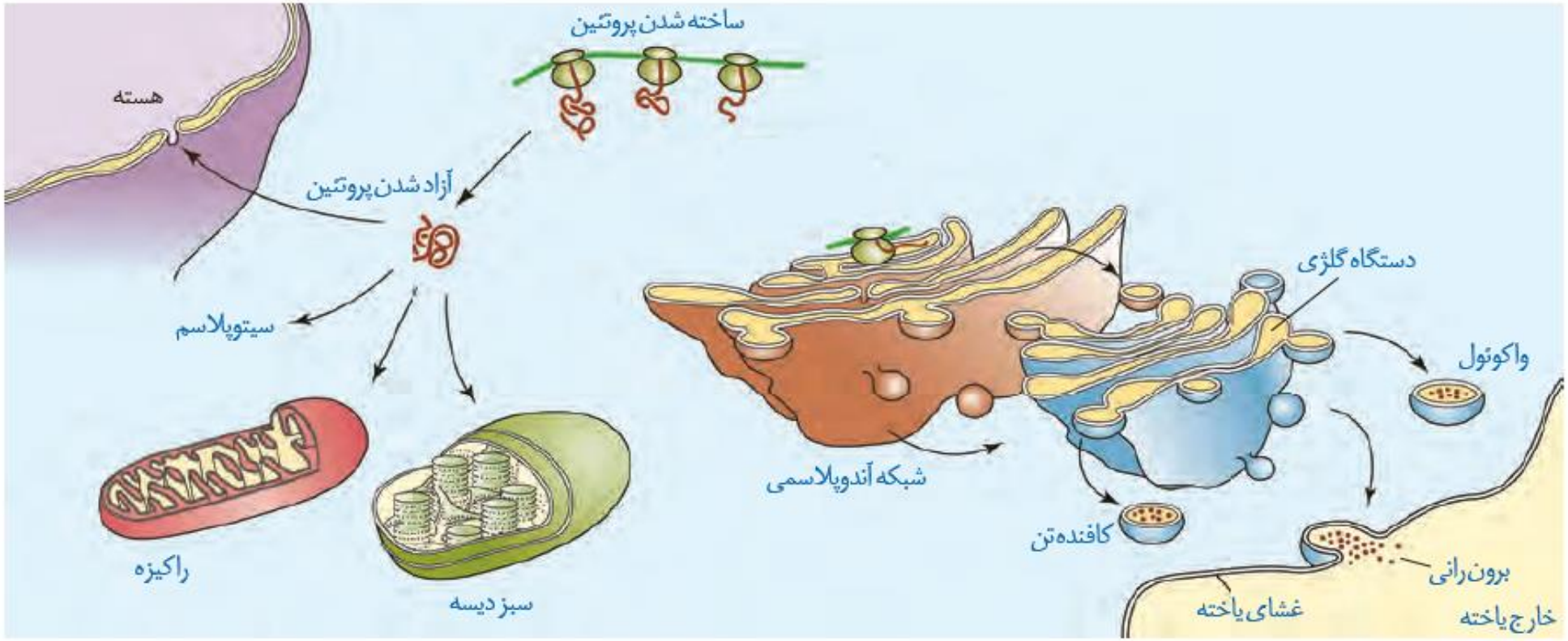
۱) هر بخشی از یاخته که **ریبوزوم** ....کامل دارد می‌تواند پروتئین‌سازی کند. این نواحی می‌تواند در سیتوپلاسم یا درون میتوکندری و پلاست‌ها یا روی ..بخشی از شبکه‌های آندوپلاسمی باشند **ولی زیرواحدهای ریبوزوم ساخته شده در هستک‌های درون هسته قدرت پروتئین‌سازی ندارند.**

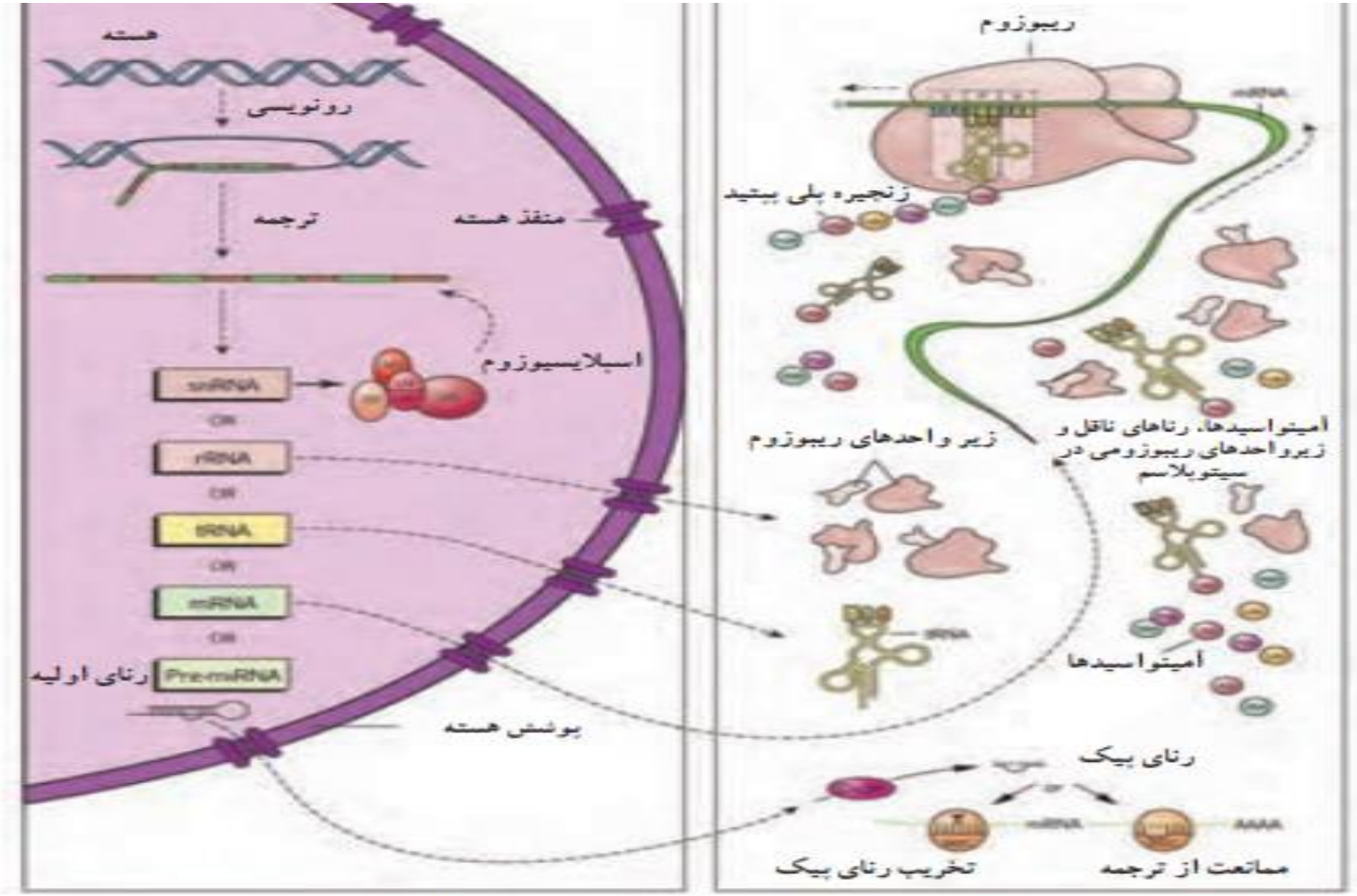
۲) طرح مقصد پروتئین‌های ساخته شده درون ریبوزوم‌های یاخته:

- پروتئین ساخته شده در ریبوزوم‌های سیتوپلاسم
  - یا روی شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته شده و سپس به دستگاه گلژی می‌روند و بسته‌بندی می‌شوند، در نهایت
    - یا به لیزوزوم‌ها (کافنده‌تن) می‌روند (آنزیم‌های گوارشی)
    - یا به واکوئل (کریچه) می‌روند.
    - یا برای ترشح به سمت غشای یاخته می‌روند.
    - یا پروتئین‌های غشای یاخته را می‌سازند.
  - یا درون سیتوپلاسم در ریبوزوم آزاد ساخته می‌شوند
    - یا در سیتوپلاسم می‌مانند.
    - یا به هسته می‌روند (DNA پلیمراز، هلیکاز و رناپلیمرازها)
    - یا به میتوکندری می‌روند ← برخی پروتئین‌های تنفس یاخته‌ای
    - یا به پلاست‌ها می‌روند ← برخی پروتئین‌های مورد نیاز در فتوسنتز

سرنوشت پروتئین ها

شکل ۱۴ـ سرنوشت پروتئین های ساخته‌شده در سیتوپلاسم





شکل ۶ــ رونویسی انواع رنا و سرنوشت آنها

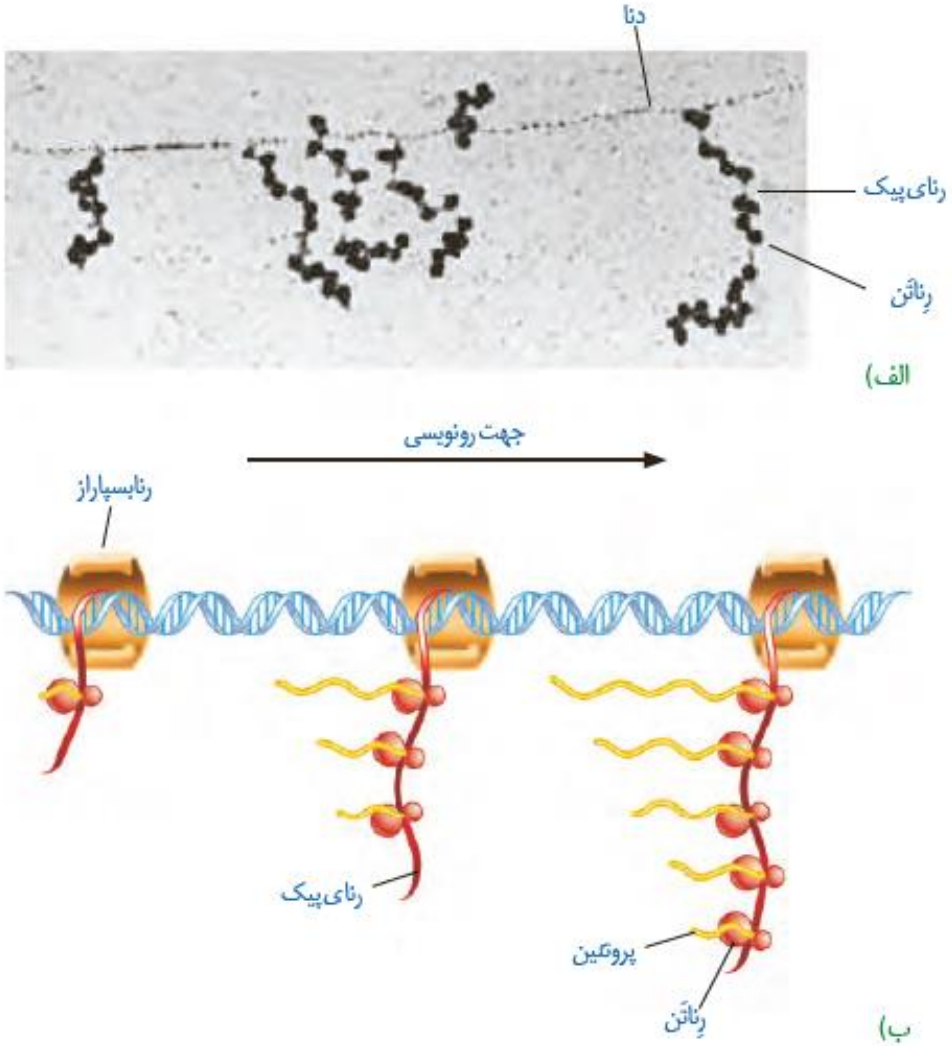
سرعت و مقدار پروتئین سازی

❖ به طور کلی سرعت و مقدار پروتئین سازی در یاخته ها بسته به نیاز تنظیم می شود.

❑ در پروکاریوتها پروتئین سازی حتی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود؛ چرا؟

✓زیرا طول عمر رنای پیک در این یاخته ها کم است.

❖ برای پروتئینهایی که به مقدار بیشتری مورد نیازند، ساخت پروتئینها، به طور هم زمان و پشت سر هم توسط مجموعه ای از رِناتَن ها انجام می شود تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته شود .



شکل ۱۵ــ الف) تصویر میکروسکوپی مجموعهٔ رِناتَن‌ها
ب) طرحی ساده از رِناتَن‌هایی که چند رنای در حال رونویسی را ترجمه می کنند.

- در این مجموعه ، رِناتَن ها مانند دانه های تسبیح و رِنای پیک شبیه نخی است که از درون این دانه ها می گذرد. همکاری جمعی رِناتَن ها به پروتئین سازی سرعت بیشتری می دهد.
- تجمع رِناتَن ها در یاخته های یوکاریوتی نیز دیده می شوند.
- در این یاخته ها ساز و کارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب وجود دارد. بنابراین، فرصت بیشتری برای پروتئین سازی هست.
- در مجموع، این عوامل موجب طولانی تر شدن عمر رنای پیک پیش از تجزیه می شود.

- صحیح یا غلط بودن عبارتهای زیر را مشخص کنید. (خرداد۹۹ خارج کشور)

الف) در پروکاریوتها شروع ترجمه یک رنای پیک mRNA ممکن است قبل از پایان رونویسی آن رنا آغاز شود.(ص)

- صحیح یا غلط بودن عبارات زیر را مشخص کنید (خرداد۹۹ خارج کشور)

- ج) در یوکاریوتها پروتئین سازی حتی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک mRNA آغاز شود.(غ)

-درستی یا نادرستی عبارات زیر را مشخص کنید (خرداد ۹۸)

ج) طول عمر رنای پیک در پیش هسته ایها بیشتر از هوهسته ایها است.(غ)

فعّالیت ۱

الف) چه رابطه‌ای بین طول عمر رنای پیک یاخته‌ها با میزان پروتئین‌سازی آنها برقرار است؟
ب) رونویسی و ترجمه در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها را با هم مقایسه کنید.

الف) هرچه میانگین عمر رنای پیک بیشتر باشد تعداد پلی پپتیدهای ترجمه شده از آن بیشتر خواهد بود.

ب) رونویسی در پروکاریوتها در سیتوپلاسم ولی در یوکاریوتها درون هسته انجام می شود.

- ✓رونویسی در پروکاریوتها توسط یک نوع رنابسپاراز ولی در یوکاریوتها توسط انواعی از رنابسپاراز انجام می شود.
- ✓ترجمه در پیش هسته ای ها ممکن است پیش از پایان رونویسی آغاز شود ولی در یوکاریوتها ترجمه بعد از رونویسی انجام می شود.
- ✓ در پروکاریوتها ترجمه در سیتوپلاسم انجام می شود ولی در یوکاریوتها در سیتوپلاسم و اندامکهایی مثل راکیزه و دیسه ها نیز می تواند انجام شود.

کنکور ۹۸ خارج از کشور

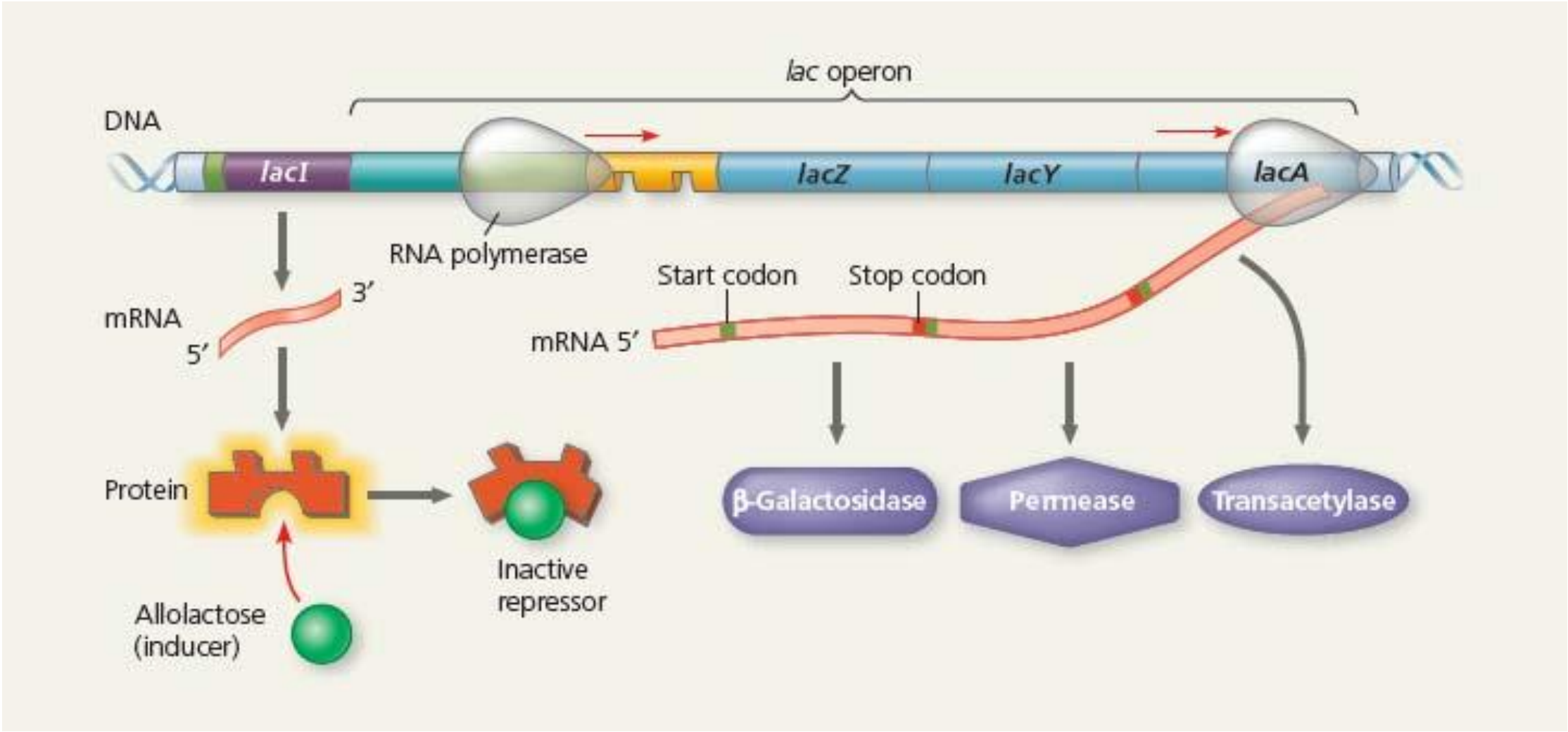
کدام عبارت، در مورد هوهسته ای ها (یوکاریوت ها)، صادق است؟ (تست ۱۵۹، سراسری خارج ۹۸)

۱) رنا (RNA)های پیک فقط در حین رونویسی دستخوش تغییراتی می شود.

۲) سمتی از رنا (RNA)های پیک که زودتر ساخته شده، دیرتر ترجمه می گردد.

۳) اولین آمینواسید در انتهای کربوکسیل همه پلی پپتیدهای تازه ساخته شده، متیونین است.

✓۴) در یک مولکول دنا (DNA)،رشته مورد رونویسی می تواند از یک ژن به ژن دیگر تغییر نماید


lac operon
DNA
lacI
lacZ
lacY
lacA
RNA polymerase
mRNA
3′
5′
Start codon
Stop codon
mRNA 5′
Protein
Inactive
repressor
Allolactose
(inducer)
β-Galactosidase
Permease
Transacetylase

- همه یاخته های پیکری بدن از تقسیم رشتمان (میتوز) یاخته تخم منشأ می گیرند.
- یاخته های حاصل، از نظر فام تنی (کروموزومی) و ژنها یکسان اند.
- با این حال در ادامهٔ تقسیمات و رشد جنین، یاخته های متفاوتی ایجادمی شوند که اعمال مختلفی انجام می دهند؛ مثلاً یاخته های عصبی و ماهیچه ای بدن یک فرد، ژنهای یکسانی دارند ولی دارای عملکرد و شکل متفاوتی هستند.

❑ چگونه ممکن است یاخته هایی با ژنهای یکسان تا این حد متفاوت باشند؟

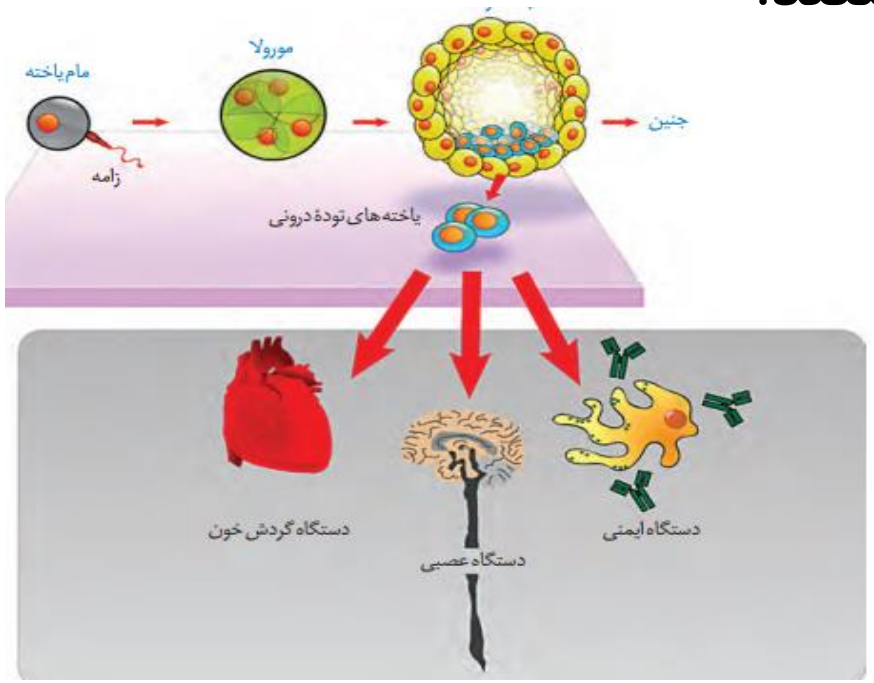
✓ پاسخ این است که در هر یاخته تنها تعدادی از ژنها فعال و سایر ژنها غیر فعال هستند.

- هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می گوییم آن ژن بیان شده و به اصطلاح روشن است و ژنی که مورد استفاده قرار نمی گیرد خاموش و به اصطلاح بیان نشده است.
- مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته های مختلف یک جاندار ممکن است فرق داشته باشد و حتی در یک یاخته هم بسته به نیاز متفاوت باشد.
- به فرایندهایی که تعیین میکنند در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژنها بیان شوند و یا بیان نشوند، فرایندهای تنظیم بیان ژن می گویند.
- تنظیم بیان ژن فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارند.

❖ تنظیم بیان ژن موجب می شود تا:

❖ ۱- جاندار به تغییرات پاسخ دهد؛ مثلاً در گیاه، نور می تواند باعث فعال شدن ژن سازندهٔ آنزیمی شود که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می گیرد. در نبود نور این ژن بیان نمی شود.

❖ ۲- ایجاد یاخته های مختلفی از یک یاخته شود. یاخته های متفاوتی که از یاخته های بنیادی مغز استخوان ایجاد می شوند، مثالی مناسب در این مورد هستند.



تنظیم بیان ژن در پروکاریوتها

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

تنظیم رونویسی در پروکاریوتها

❖ در این نوع تنظیم عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه انداز کمک و یا از این کار جلوگیری می کنند. در نتیجه، رونویسی ژن تسهیل یا ممانعت می شود؛ مثلاً با اتصال پروتئینهای خاصی (مهارکننده) به بخشی از دنا که سر راه رنابسپاراز است، از انجام رونویسی جلوگیری می شود (تنظیم منفی).

❖نمونهٔ این نوع تنظیم، در نوعی باکتری به نام اشرشیاکلای شناخته شده است. قند مصرفی ترجیحی این باکتری گلوکز است.

- اگر گلوکز در محیط باکتری وجود نداشته باشد ولی قند دیگری به نام لاکتوز در اختیار باکتری قرار بگیرد، باکتری می تواند از این قند استفاده کند.
- لاکتوز متفاوت از گلوکز بوده و آنزیمهای لازم برای مصرف آن نیز متفاوت است.
- بنابراین وقتی لاکتوز در محیط وجود دارد باکتری باید آنزیمهای تجزیه کننده آن را بسازد و در نبود یا کاهش لاکتوز نیز ساخت آنزیمهای تجزیه کننده آن متوقف یا کاهش پیدا کند.

- باکتری چگونه می تواند حضور لاکتوز را در محیط تشخیص دهد و آنزیمهای تجزیه کننده آن را بسازد؟
- ژنهایی که این آنزیمها را می سازند چگونه روشن و یا خاموش می شوند؟

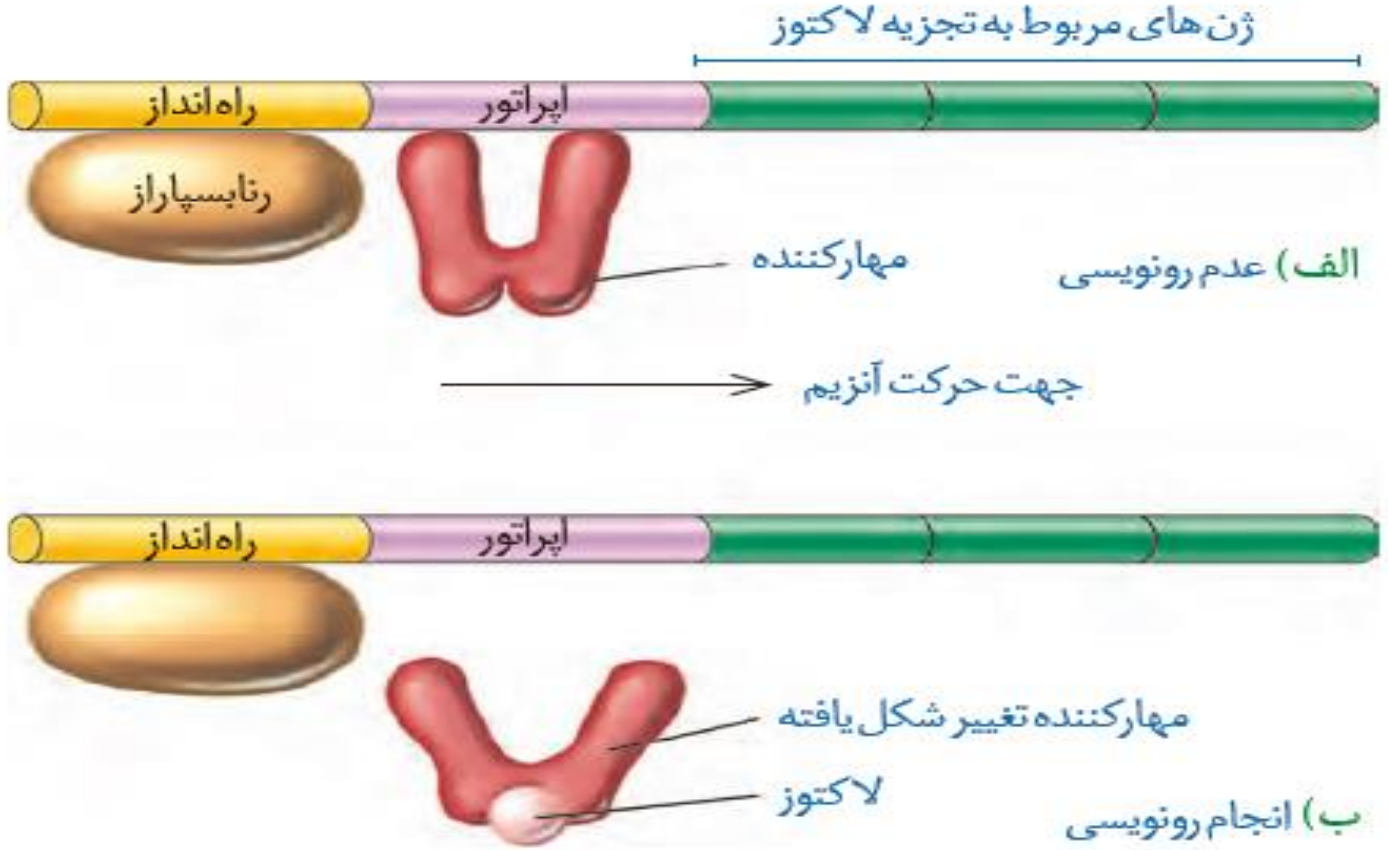
- در پروکاریوتها بیان ژن به دو صورت منفی و مثبت تنظیم می شود.

تنظیم منفی رونویسی

- رونویسی با چسبیدن رنابسپاراز به راه انداز ژن شروع می شود.
- حال اگر مانعی بر سر راه رنابسپاراز وجود داشته باشد، رونویسی انجام نمی شود. به این نوع تنظیم، تنظیم منفی رونویسی گفته می شود.
- مانع پیش روی رنابسپاراز نوعی پروتئین به نام مهارکننده است.
- این پروتئین به توالی خاصی از دنا به نام اپراتور متصل می شود و جلوی حرکت رنابسپاراز را می گیرد

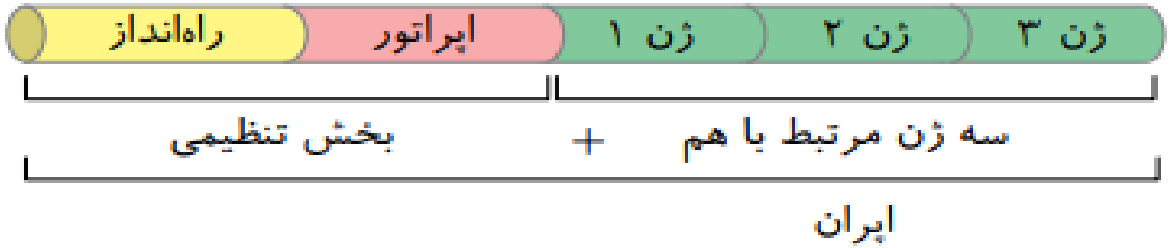
- لاکتوز موجود در محیط به باکتری وارد می شود و با اتصال به مهارکننده، شکل آن را تغییر می دهد.
- تغییر شکل مهارکننده، آن را از اپراتور جدا می کند و نیز مانع از اتصال آن به اپراتور می شود.
- با برداشته شدن مانع سر راه، رنابسپاراز می تواند رونویسی ژنها را انجام دهد.
- محصولات این ژنها تجزیه لاکتوز را ممکن می کند.

شکل ۱۶ــ الف) عدم رونویسی ژن‌ها در غیاب لاکتوز ب) رونویسی ژن‌ها در حضور لاکتوز



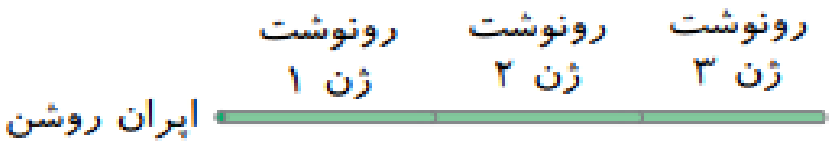
بیشتر بدانید

تنظیم منفی در پروکاریوت به دو صورت **القایی**[1] و **مهاری**[2] انجام می‌شود. در حالت القایی، حضور یک ماده موجب بیان ژن‌ها می‌شود. تنظیم بیان ژن در حضور لاکتوز مثالی از تنظیم منفی از نوع القایی است. در حالت مهاری، حضور یک ماده موجب خاموش شدن ژن و عدم بیان آنها می‌شود. مثال این نوع تنظیم در مورد آمینواسید **تریپتوفان** دیده می شود. در باکتری اشرشیاکلای با حضور تریپتوفان، ژن‌هایی که در ساخت آن دخالت دارند خاموش می‌شوند. وقتی تریپتوفان در محیط نیست، این ژن‌ها روشن می‌شوند تا آنزیم‌های سازندهٔ تریپتوفان ساخته شوند.



اپران

رونویسی



یک mRNA از روی سه ژن ساخته شده است.

ترجمه

سه رشتهٔ پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود.

تنظیم بیان ژن منفی در رونویسی پروکاریوت‌ها ← اپراتور و مهارکننده دارند.

جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید (خرداد۹۹ خارج کشور)

ج) در تنظیم منفی رونویسی، پروتئین مهار کننده به توالی خاصی از دنا به نام ..... متصل می شود.

✓اپراتور

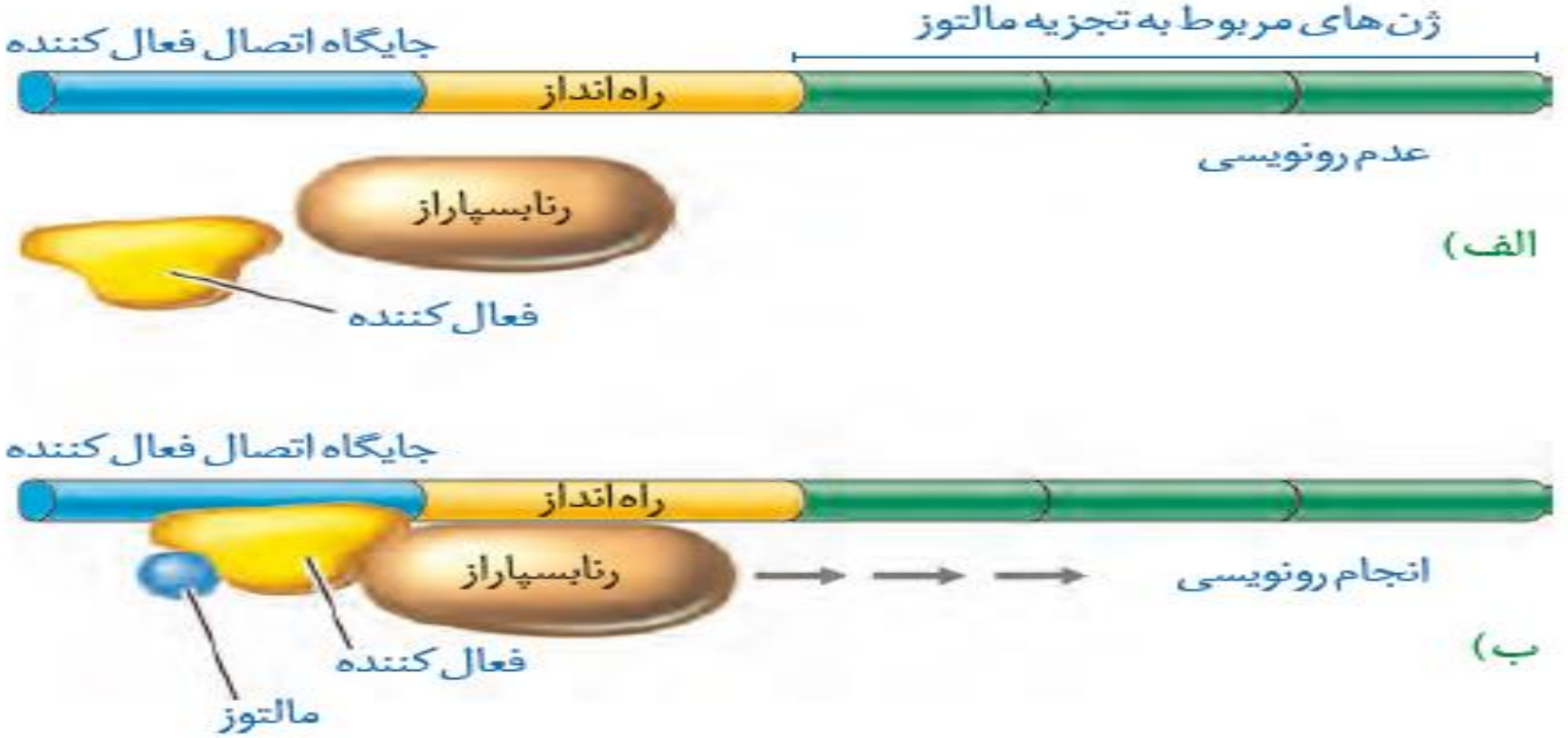
تنظیم مثبت

- در این نوع تنظیم، پروتئینهای خاصی به رنابسپاراز کمک می کنند تا بتواند به راه انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.
- مثال این نوع تنظیم نیز در باکتری اشرشیاکلای وجود دارد.
- اگر در محیط باکتری، قند مالتوز وجود داشته باشد، درون باکتری آنزیمهایی ساخته می شوند که در تجزیهٔ آن دخالت دارند. در عدم حضور مالتوز این آنزیمها ساخته نمی شوند چون باکتری نیازی به آنها ندارد.
- در حضور قند مالتوز، انواعی از پروتئین به نام فعال کننده وجود دارند که به توالی های خاصی از دنا متصل می شوند. به این توالی ها جایگاه اتصال فعال کننده گفته می شود.
- در حضور مالتوز در محیط، پروتئین فعال کننده به جایگاه خود متصل می شود و پس از اتصال، به رنابسپاراز کمک می کند تا به راه انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.

- چه عاملی سبب می شود که فعال کننده به جایگاه خود بچسبد؟

✓ این عامل مالتوز است.

❖ اتصال مالتوز به فعال کننده باعث پیوستن آن به جایگاه اتصال شده و رونویسی شروع می شود .



شکل ۱۷ــ تنظیم مثبت رونویسی ژن‌های مؤثر در تجزیه مالتوز

- تنظیم بیان ژن
  - ۱- اهمیت تنظیم بیان ژن
  - ۲- مثال‌هایی دربارهٔ تنظیم بیان ژن
    - ۱- ژن سازندهٔ یکی از آنزیم‌های مؤثر بر فتوسنتز و اثر نور بر آنها
    - ۲- بیان بعضی ژنهای یاخته بنیادی مغز قرمز استخوان
  - ۳- تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها
    - ۱- مراحل مختلف تنظیم بیان ژن
      - در مرحلهٔ ساخت رنا
      - در مرحلهٔ ساخت پروتئین
      - در مرحلهٔ پس از ساخت پروتئین
    - ۲- تنظیم رونویسی
      - تنظیم منفی
        - ۱ـ مهاری : لاکتوز در E.coli
        - ۲ـ القایی : تریپتوفان در E.coli
      - تنظیم مثبت : مالتوز در E.coli

کنکور ۹۸

۱۹۰- کدام گزینه، عبارت زیر را به‌طور مناسب کامل می‌کند؟

«در صورت حضور قند مالتوز در محیط باکتری اشرشیاکُلای و به دنبال اتصال فعال‌کننده به .....»

۱) راه‌انداز، عوامل رونویسی بر روی توالی افزاینده قرار می‌گیرند.

۲) مالتوز، مهارکننده تغییر شکل می‌دهد و از اپراتور جدا می‌گردد.

۳) رنابسپاراز (RNA پلی‌مراز)، ژن‌های مربوط به سنتز مالتوز رونویسی می‌شوند.

۴) توالی خاصی از دنا (DNA)، اولین نوکلئوتید مناسب برای رونویسی مورد شناسایی قرار می‌گیرد.

گزینه ۴

کنکور خارج از کشور ۹۸

۱۹۷- در باکتری اشرشیاکلای، به دنبال پیوستن فعال‌کننده به توالی خاصی از دنا (DNA) کدام اتفاق رخ می‌دهد؟

۱) اتصال مالتوز به نوعی پروتئین قطع می‌گردد.

۲) ژن‌های مربوط به سنتز مالتوز رونویسی می‌شوند.

۳) اولین نوکلئوتید مناسب توسط رنابسپاراز (RNA پلی‌مراز) رونویسی می‌شود.

۴) رنابسپاراز (RNA پلی‌مراز) به کمک عوامل رونویسی، راه‌انداز را شناسایی می‌کند.

گزینه ۳

-در هریک از عبارتهای زیر جواب صحیح را از بین کلمات داخل پرانتز انتخاب کنید (خرداد ۹۸).

ب) در تنظیم (منفی – مثبت) رونویسی، پروتئینهای خاصی به رنابسپاراز (RNA پلیمراز) کمک می کنند تا بتواند به راه انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.

✓ مثبت

تنظیم بیان ژن در یوکاریوتها

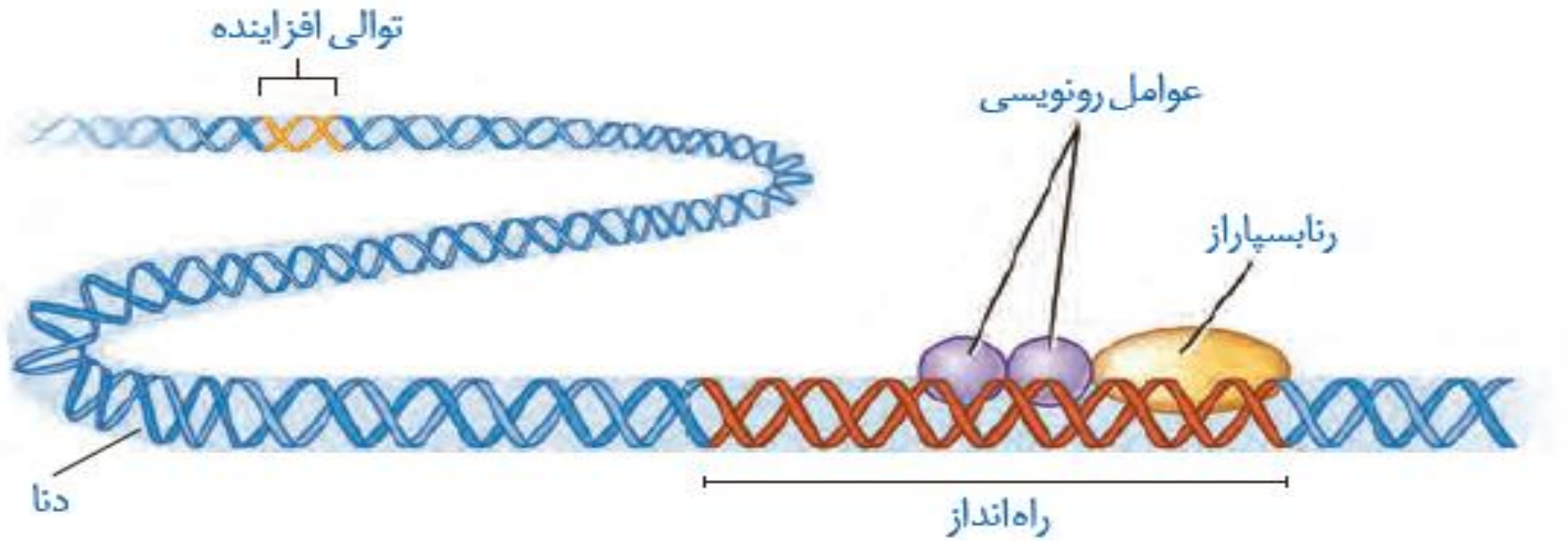
- تنظیم بیان ژن در یوکاریوتها پیچیده تر از پروکاریوتها است و می تواند در مراحل بیشتری انجام شود.
- یاخته های یوکاریوتی به وسیله غشاها به بخشهای مختلفی تقسیم شده اند. بنابراین، برای آنکه یاخته بخواهد نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد باید آن ماده به طریقی از غشاها عبور کنند و ژنها را تحت تأثیر قرار دهند.
- در یاخته های یوکاریوتی، بیشتر ژنها در هسته و برخی در راکیزه ها و دیسه ها قرار دارند.
- در هر یک از این محلها، یاخته می تواند بر بیان ژن نظارت داشته باشد. بنابراین تنظیم بیان ژن می تواند در مراحل متعددی انجام شود.

- ۴ـ تنظیم بیان ژن
  - ۴ـ تنظیم بیان ژن در یوکاریوتی
    - ۱ـ مراحل مختلف تنظیم بیان ژن
      - ۱ـ پیش از رونویسی
      - ۲ـ هنگام ساخت رنا
      - ۳ـ هنگام ساخت پروتئین
      - ۴ـ پس از ساخت پروتئین
    - ۲ـ تنظیم رونویسی
      - ۱ـ اثر عوامل رونویسی بر راه‌انداز
      - ۲ـ اثر عوامل رونویسی دیگر بر توالی افزاینده
    - ۳ـ تنظیم بیان ژن در مراحل غیر رونویسی
      - ۱ـ اتصال رناهای کوچک مکمل به رنای پیک (ممانعت از ترجمه)
      - ۲ـ تنظیم بیان ژن با تغییر فشردگی فام‌تن
      - ۳ـ تغییر در طول عمر رنای پیک

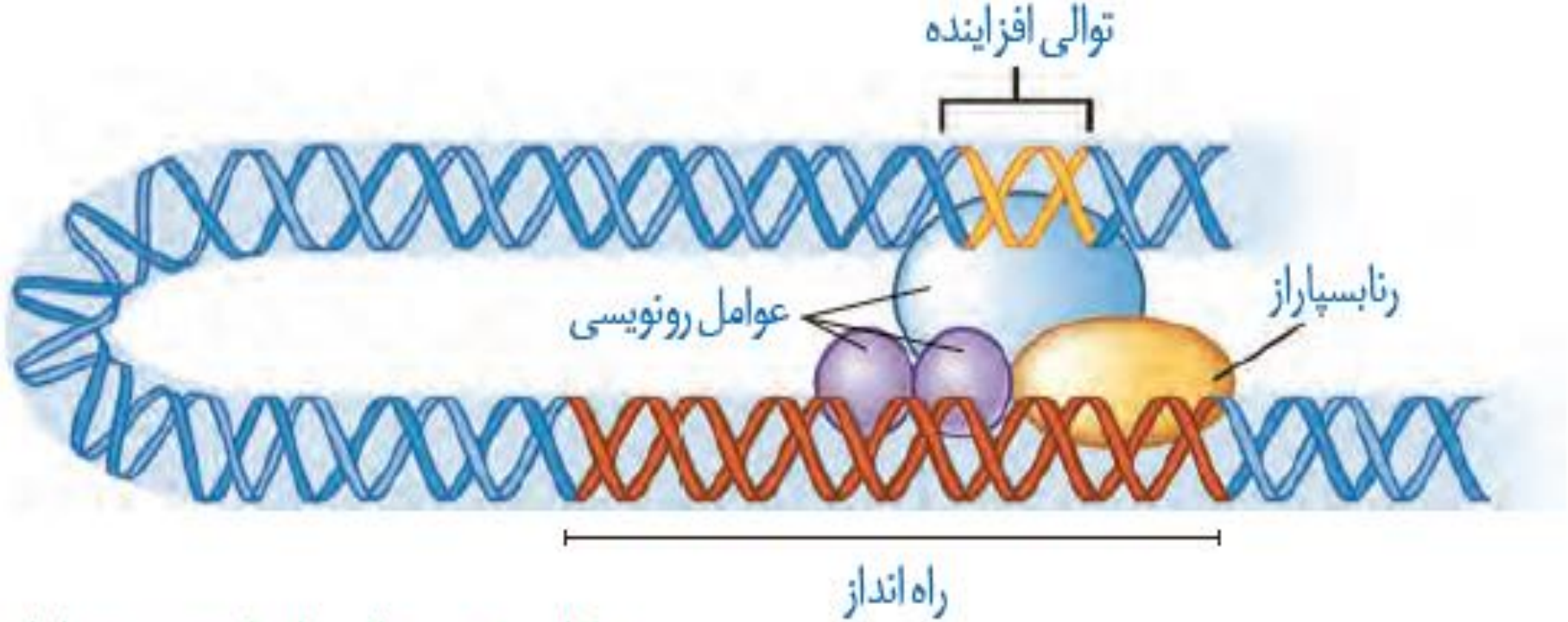
تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی:

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

- در یوکاریوتها ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخشهای خاصی از دنا 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 می گیرند.
- کنار هم قرارگیری این عوامل، سرعت رونویسی را افزایش می دهند.
- تواليهای افزاینده متفاوت از راه انداز هستند و ممکن است در فاصله دوری از ژن قرار داشته باشند.
- اتصال این پروتئینها بر سرعت و مقدار رونویسی ژن مؤثر است .



شکل ۱۸ــ تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها



شکل ۱۹ـ توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن

تنظیم بیان ژن در مراحل غیررونویسی:

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

❖۲- روش تنظیم دیگر در سطح فام تنی است.

❖ به طور معمول بخشهای فشرده فام تن کمتر در دسترس رنابسپارازها قرار می گیرند بنابراین یاخته می تواند با تغییر در میزان فشردگی فام تن در بخشهای خاصی، دسترسی رنا بسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم کند.

❑ به نظر شما این تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی است یا پس از آن؟

✓پیش از رونویسی

❖ ۳- از روشهای دیگر تنظیم بیان ژن طول عمر رنای پیک است.

❖ افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می شود.

❖ این فرایندها در میزان پروتئین سازی مؤثر خواهند بود.

۳- از روشهای دیگر تنظیم بیان ژن طول عمر رنای پیک است.

- افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می شود.
- این فرایندها در میزان پروتئین سازی مؤثر خواهند بود.
- شیوه های دیگری نیزدر تنظیم بیان ژن مؤثرند که نحوه عمل بسیاری از آنها ناشناخته است.

جمع بندی تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

تنظیم بیان ژن

یوکاریوت ها

- در یوکاریوت ها بدلیل دارا بودن غشای هسته تنظیم بیان ژن در مراحل بیشتری نسبت به پروکاریوت های انجام می شود.

ژن های یوکاریوتی

- هسته ای: اغلب ژن ها در قالب دنای خطی
- سیتوپلاسمی
  - پلاستی: دنای حلقوی در تمامی پلاست ها
  - میتوکندری: دنای حلقوی

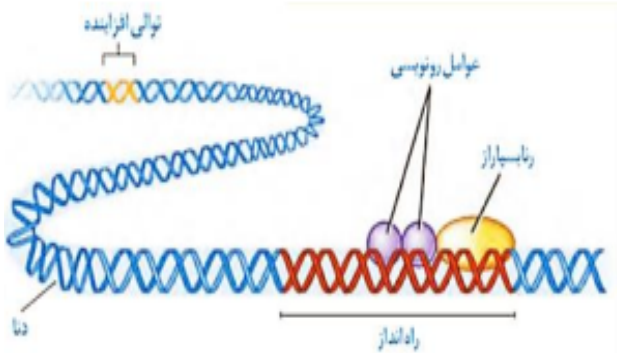
مرحله رونویسی

نکته مهم: در یوکاریوت ها رنابسپاراز نمی تواند به تنهایی راه انداز را شناسایی کند.

عوامل رونویسی

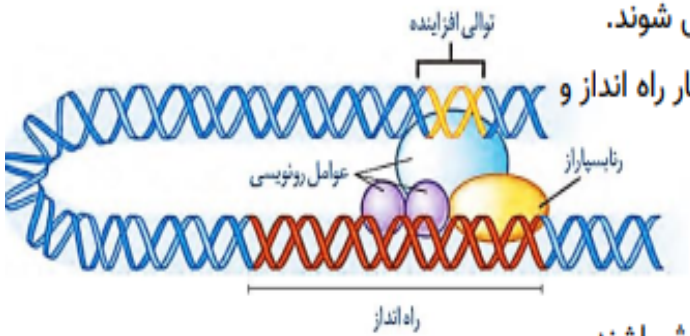
الف. متصل به راه انداز

- برای اتصال رنابسپاراز به راه انداز ضروری هستند.
- به نواحی خاصی از راه انداز متصل می شوند و سبب هدایت رنابسپاراز به راه انداز می شوند.
- در اثر عواملی تمایل پیوستن این پروتئین ها به راه انداز تغییر می کند.
- در اثر این تغییر مقدار رونویسی از ژن نیز تغییر می کند.



ب. متصل به توالی افزاینده

- این عوامل با توالی افزاینده که متفاوت از راه انداز است متصل می شوند.
- با ایجاد خمیدگی در دنا توالی افزاینده و عوامل متصل به آن در کنار راه انداز و عوامل متصل به آن قرار می گیرند.
- این اجتماع عوامل سبب افزایش سرعت رونویسی می شود.
- توالی افزاینده ممکن است در فاصله دوری از راه انداز باشد.



- عوامل متصل به افزاینده می توانند بر مقدار و سرعت رونویسی موثر باشند.

جمع بندی تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها ش

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

پیش از رونویسی

- می تواند در سطح فامتنی انجام شود.
- به طور معمول مناطق فشرده فام تن کمتر در دسترس رنابسپاراز قرار می گیرند.
- بنابراین با تغییر در میزان فشردگی فام تن دسترسی رنابسپاراز به ژن مورد نظر تغییر می کند.

پس از رونویسی

استفاده از رناهای کوچک

- این کار با اتصال برخی رناهای کوچک به رنای پیک انجام می شود.
- با این اتصال ریبوزوم متوقف و عمل ترجمه اتمام می یابد.
- رنای پیک ساخته شده پس از مدتی تجزیه می شود.

تغییر طول عمر رنای پیک

- برای مثال با افزایش طول عمر رنای پیک میزان محصول ازایش می یباد.
- این فرایندها در میزان پروتئین سازی موثر هستند.