

دلم آرامشی خدای می‌خواهد

فصل دوم زیست شناسی
پایه دوازدهم

دکتر آرزو شاهی



زیست شناسی پایه دوازدهم

فصل دوم گفتار اول



فصل ۲

جریان اطلاعات دریاخته



این بیماری نوعی **تغییر ژنی** است که باعث می شود پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر شود که نتیجه آن تغییر شکل گویچه قرمز از **حالت گرد به داسی شکل** است. این تغییر ژنی، **بسیار جزئی** است و در آن تنها **یک جفت** از صدها جفت نوکلئوتید DNA در افراد بیمار تغییر یافته است. همچنین این بیماری به نوعی، رابطه بین ژن و پروتئین را نشان می دهد.

تغییر ژن پروتئین هموگلوبین ← تغییر پروتئین هموگلوبین ← تغییر شکل گویچه قرمز از **گرد به داسی** ← **داسی**





طبیعی



داسی
شکل

والین
|
هستیدین
|
لوین
|
ترئوین
|
پرولین
|
اسید گلوتامیک
|
اسید گلوتامیک
|
لیزین

در هموگلوبین فرد سالم

والین
|
هستیدین
|
لوین
|
ترئوین
|
پرولین
|
والین
|
اسید گلوتامیک
|
لیزین

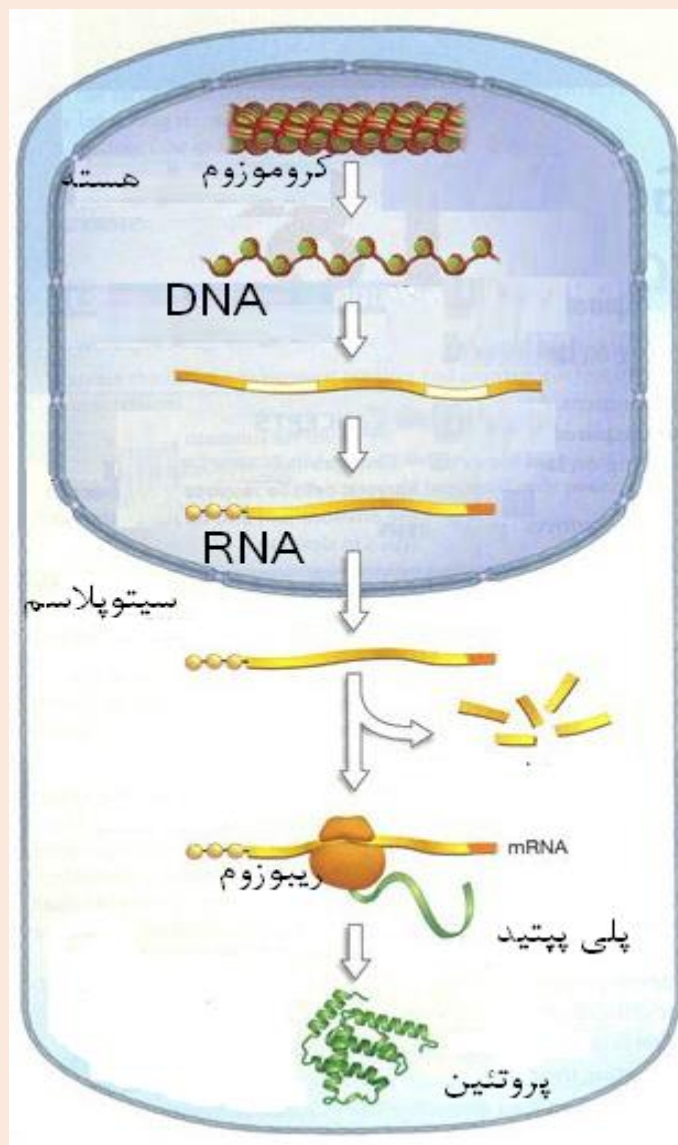
در هموگلوبین فرد بیمار

DNA
CTT

mRNA
GAA

mRNA
GUA

DNA
CAT



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

نکته



در یوکاریوت ها محل DNA در هسته و پروتئین سازی
سیتوپلاسم است

سوال :

با وجود تفاوت محل پروتئین سازی و محل DNA
در یوکاریوت ها چگونه DNA به پلی پپتید تبدیل می شود؟



دانشمندان پیشنهاد کردند احتمالا مولکول رابطی بین این دو
وجود داشته باشد.
چرا؟

دو دلیل RNA رابطه بین DNA و پروتئین را برقرار می کند

• اندازه گیری های گوناگون نشان داده اند که در سلول هایی که در آنها فعالیت **پروتئین سازی** **شدید**، است، **فراوانی** هم یافت می شود. برعکس، در سلول **RNA** ل هایی که فرآیند پروتئین سازی در آنها چندان شدید نیست، **RNA** مقدار نیز کم است.

DNA

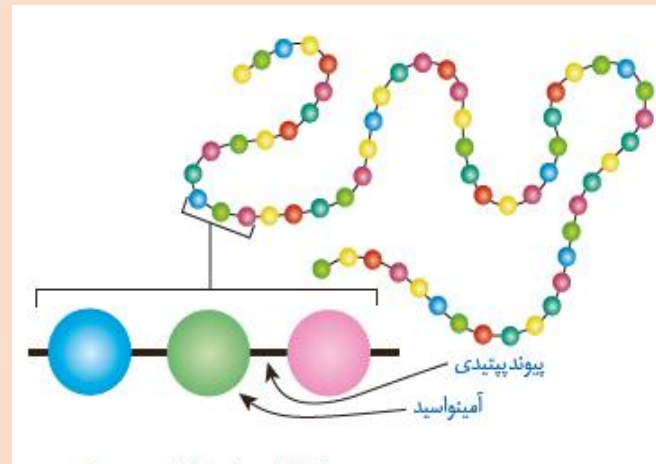
RNA

پروتئین

• از طرف دیگر **RNA** هم در هسته یافت می شود و هم در سیتوپلاسم. بر این اساس دانشمندان به این نتیجه رسیدند که این میانجی، مولکول **RNA** است.

DNA چگونه نوع آمینواسیدهای پلی پپتید را تعیین می کند؟

در مولکول DNA، ۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که فقط در نوع بازهای آلی تفاوت دارند. درحالی که، پلی پپتیدها از ۲۰ نوع آمینواسید تشکیل شده اند.



رمزهای وراثتی

پس از پژوهش‌هایی مشخص شد که هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای DNA، بیانگر نوعی آمینواسید است.

با ۴ نوع نوکلئوتید به کار رفته در DNA، ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌شود، که می‌توانند رمز ساخت پلی‌پپتیدهایی با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشند.

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

باز های نیتروژن دار
A G C T

$$1$$

$$4=4$$

$$2$$

$$4=16$$

$$3$$

$$4= 64$$

نوکلئوتید دوم

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

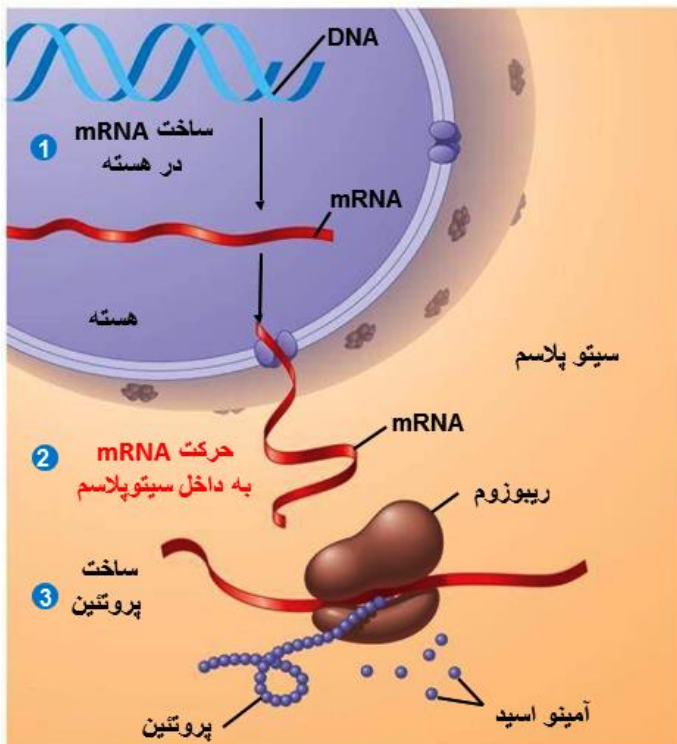
نوکلئوتید اول

نوکلئوتید سوم

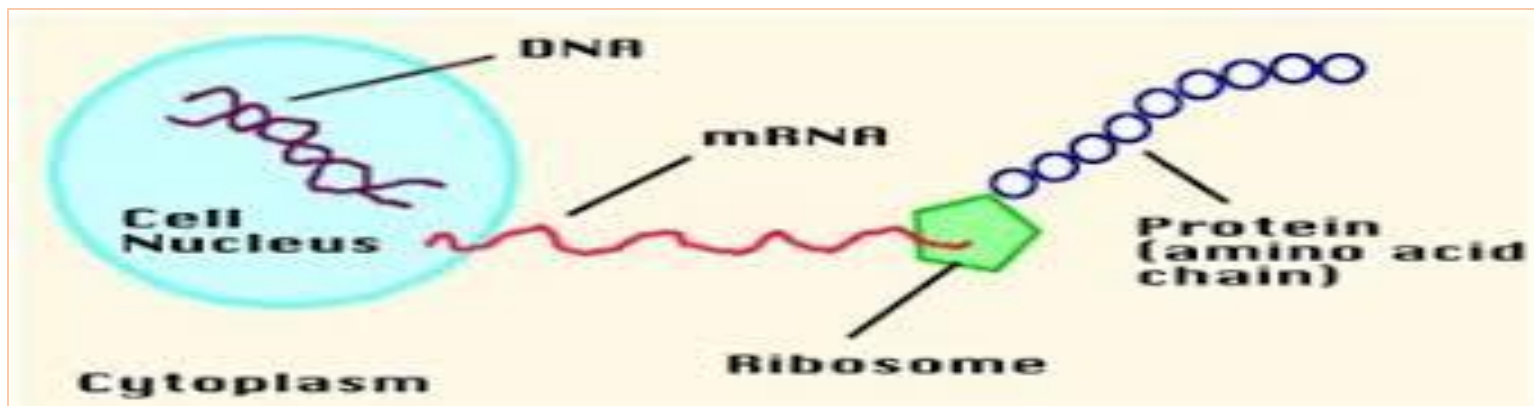
کدون های وراثتی در تمام جانداران عمومی است:

پلی پپتید ها بر اساس اطلاعات DNA و توسط ریبوزوم ها در سیتوپلاسم ساخته می شوند.

دریاخته های دارای هسته، چون ریبوزوم ها درون هسته حضور ندارند، فرایند ساخت پلی پپتید در آن انجام نمی شود. با توجه به اینکه اطلاعات DNA برای ساخت پلی پپتید ضروری است و DNA هم از هسته خارج نمی شود این سؤال پیش می آید که دستورات ساخت پلی پپتید چگونه به بیرون هسته منتقل می شود؟

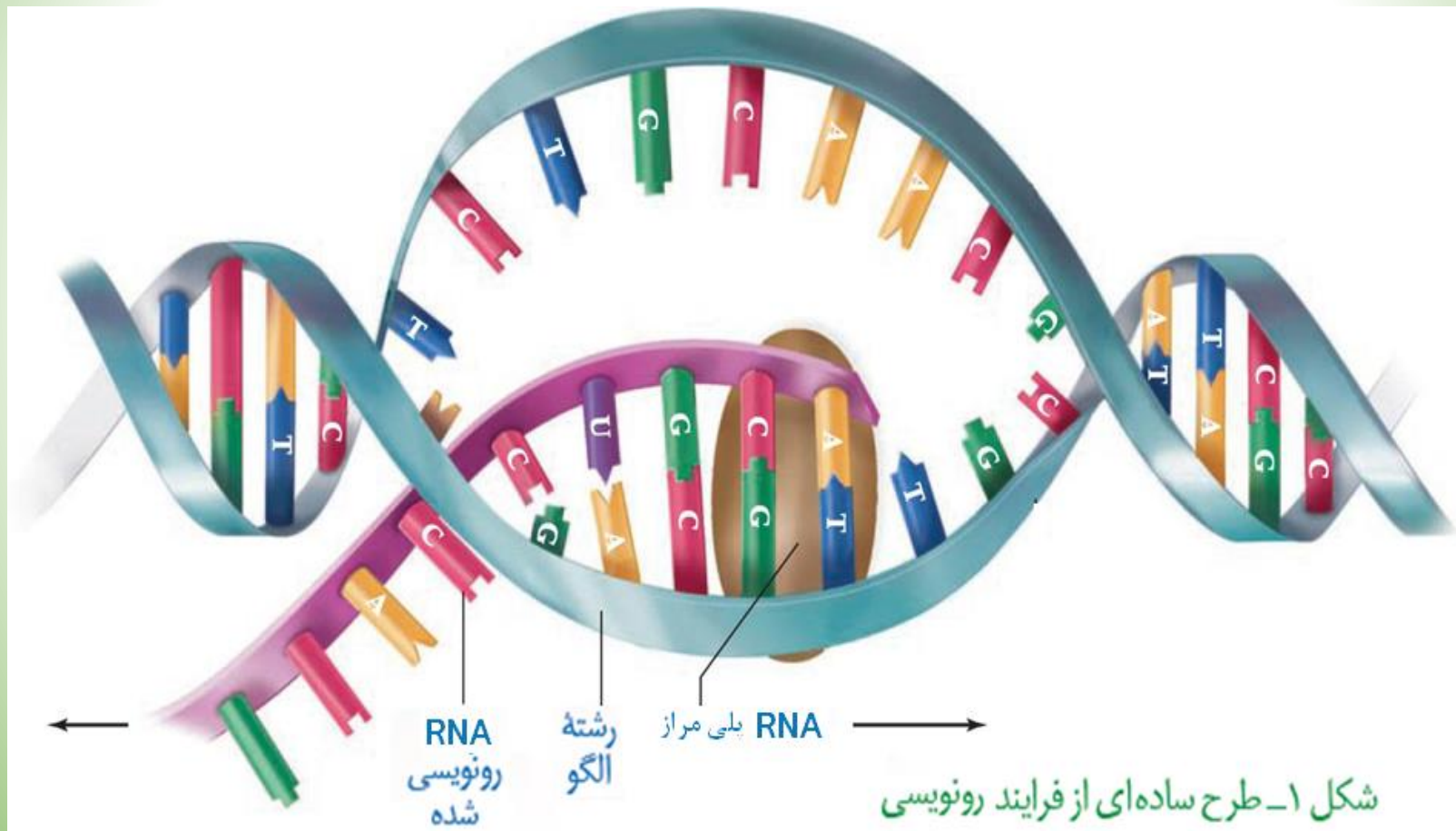


دستورات ساخت پلی پپتید چگونه به بیرون هسته منتقل می شود؟



پاسخ در مولکول RNA است. همان طور که دیدید انواعی از RNA در یاخته وجود دارند که در پروتئین سازی نقش دارند. این RNA ها از روی مولکول DNA ساخته می شوند. به ساخته شدن مولکول RNA از روی بخشی از یک رشته DNA، رونویسی (Transcription) گفته می شود.

به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا
رونویسی گفته می شود

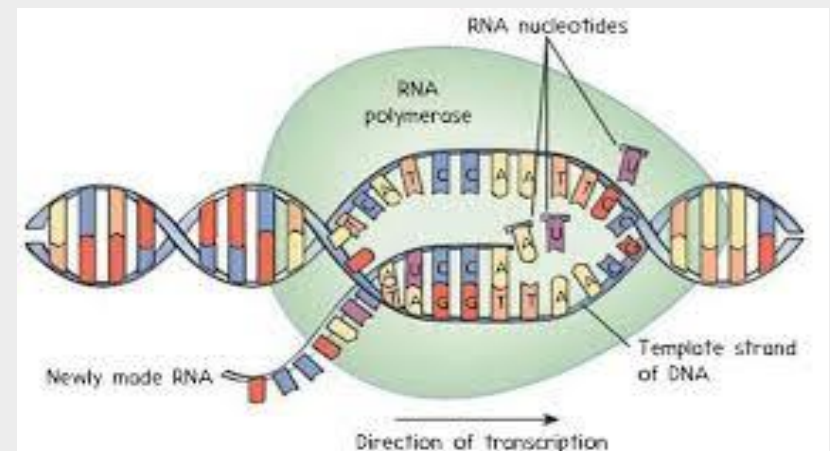
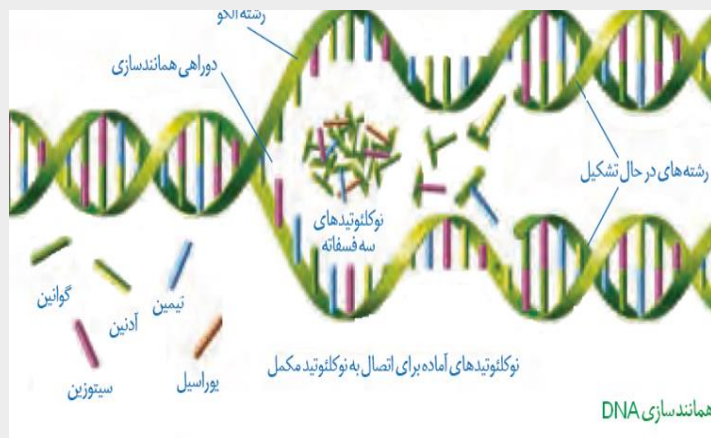


مقایسه رونویسی و همانند سازی

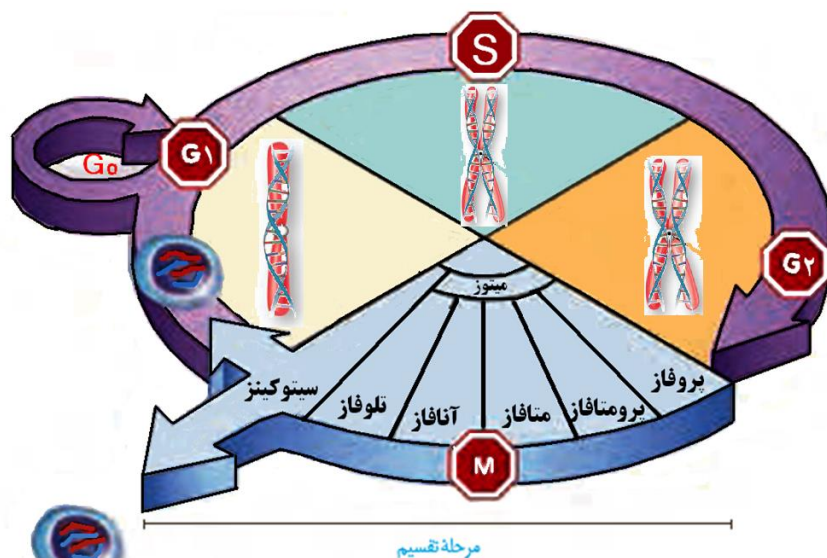
شباهت:

اساس رونویسی شبیه همانند سازی است.

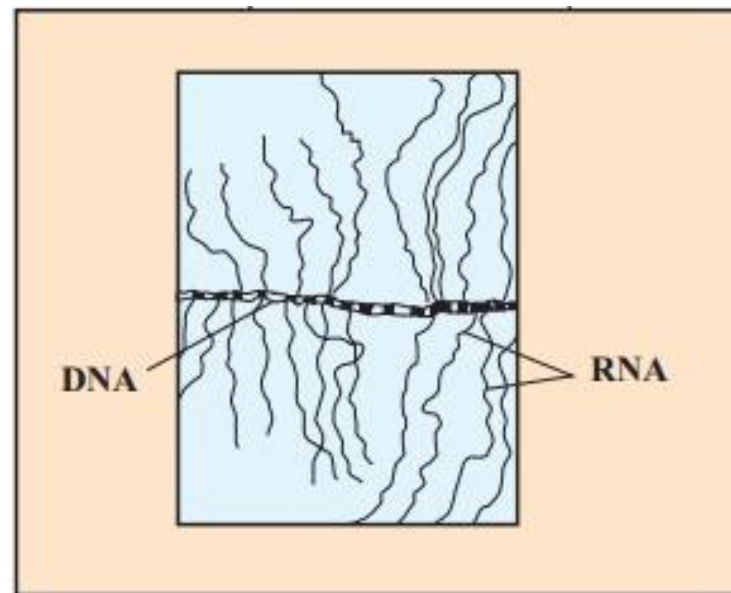
در این فرایند نیز با توجه به نوکلئوتیدهای رشته DNA، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیره RNA قرار می گیرد و به هم متصل می شوند.



مقایسه رونویسی و همانند سازی



شکل ۴. مراحل مختلف چرخه یاخته



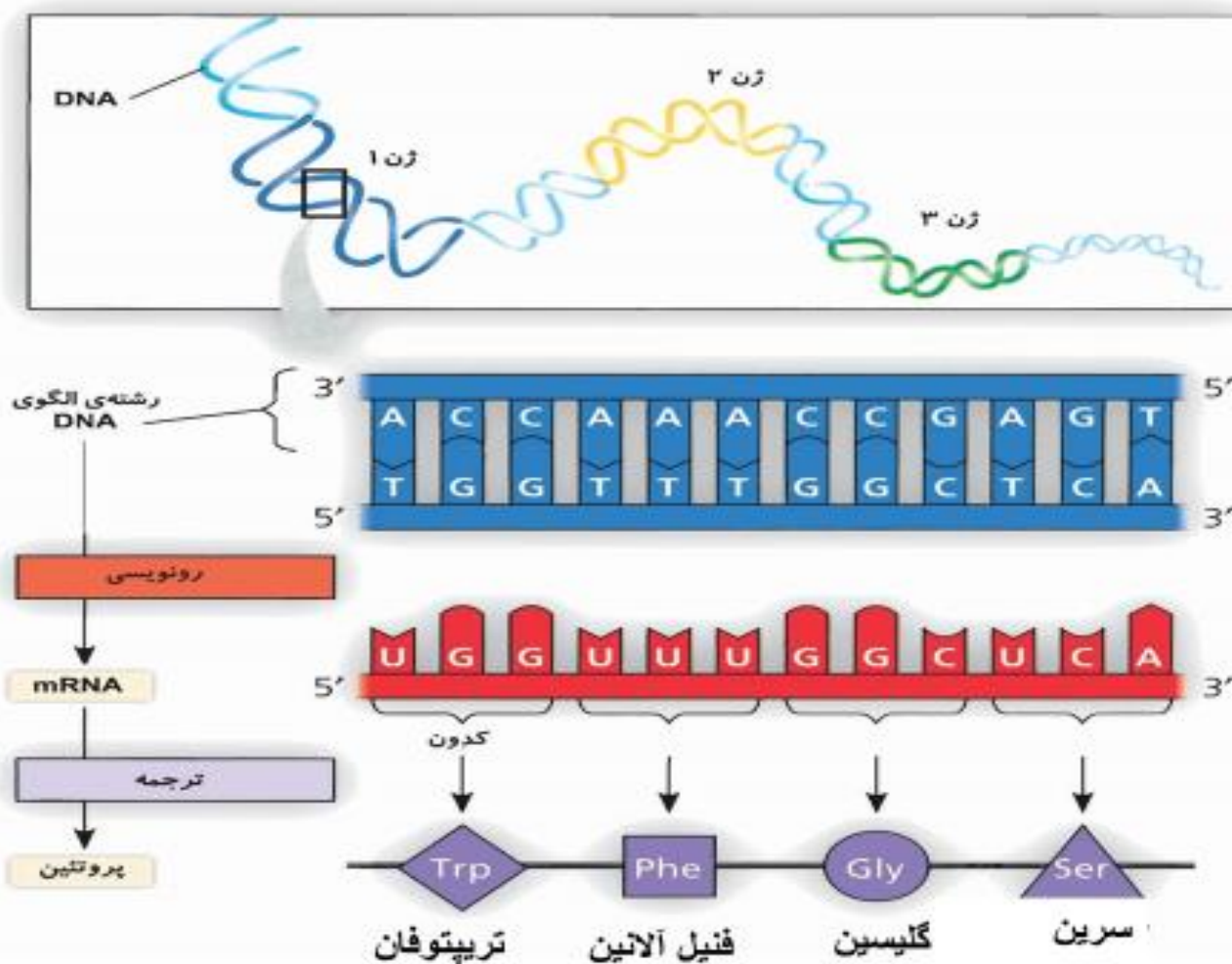
تفاوت

برخلاف همانند سازی که در هر چرخه یاخته ای **یک بار** انجام می شود، رونویسی یک ژن می تواند در هر چرخه **بارها** انجام شود و چندین رشته RNA ساخته شود.

تفاوت همانندسازی و رونویسی

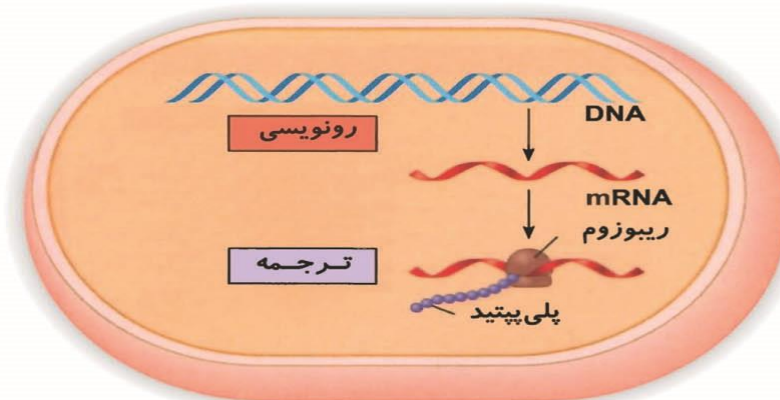
1. در همانندسازی از روی دورشته ی دنا یک دنا ی دورشته ای ایجاد میشود اما در رونویسی از روی یک رشته ی دنا RNA ساخته میشود.
2. آنزیم هایی که در همانندسازی بکار میرود بیشتر DNA پلی مرازو دنا هلیکاز میباشد ولی در رونویسی آنزیم RNA پلی مراز بکار میرود .
3. در همانندسازی از روی هر دورشته کپی برداری میشود ولی در رونویسی از روی یک رشته ی دنا کپی برداری میشود .
4. همانندسازی منجر به تولید دنا شده ولی رونویسی منجر به تولید رنا میشود.
5. همانندسازی در هر چرخه سلولی فقط یکبار انجام میشود ولی رونویسی در هر چرخه میتواند بارها صورت گیرد و در هر رونویسی یک رنا ایجاد میشود.

از ژن تا پروتئین:



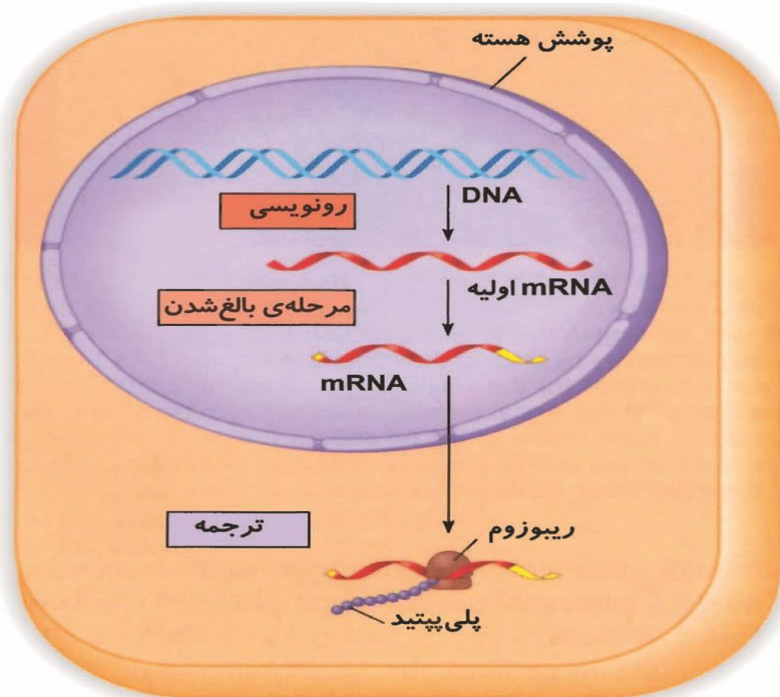
با توجه به مطالبی که قبلا خوانده اید باید بتوانید محل انجام رونویسی و ترجمه را در پروکاریوت ها مقایسه کنید

مقایسه‌ی مراحل پروتئین‌سازی در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها:



سلول پروکاریوتی (باکتری): فاقد هسته است و mRNA بدون تغییر ترجمه می‌شود. رونویسی و ترجمه در یک مکان انجام می‌گیرد.

رونویسی و ترجمه هر دو در
سیتوپلاسم صورت می‌گیرد

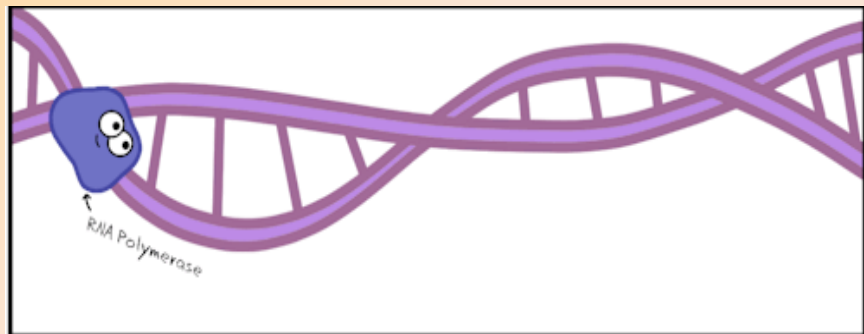
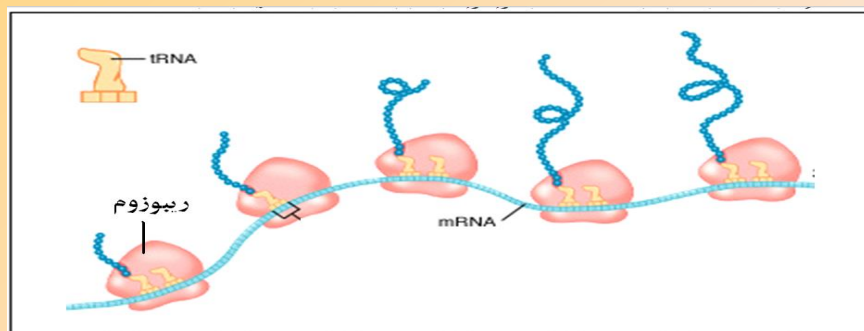


سلول یوکاریوتی: رونویسی و ترجمه در دو مکان جدا از هم انجام می‌شود، mRNA قبل از ترجمه تغییراتی پیدا می‌کند.

رونویسی و بالغ شدن در هسته و ترجمه در
سیتوپلاسم صورت می‌گیرد

آنزیم های ویژه ای رونویسی را تسهیل می کنند

در یاخته انواعی از RNA ساخته می شود. عمل رونویسی از DNA به کمک آنزیم ها انجام می شود. این آنزیم ها را، تحت عنوان کلی RNA پلیمراز RNA Polymerase نام گذاری می کنند.



انواعی از رناها وجود دارند که طی فرایند رونویسی از روی دنا ساخته می شوند مانند **tRNA, mRNA, rRNA** که در پروتئین سازی نقش دارند.

RNA پلیمراز پروکاریوتی و یوکاریوتی

در پروکاریوت ها

یک نوع RNA پلیمراز وظیفه ساخت انواع RNA را بر عهده دارد.

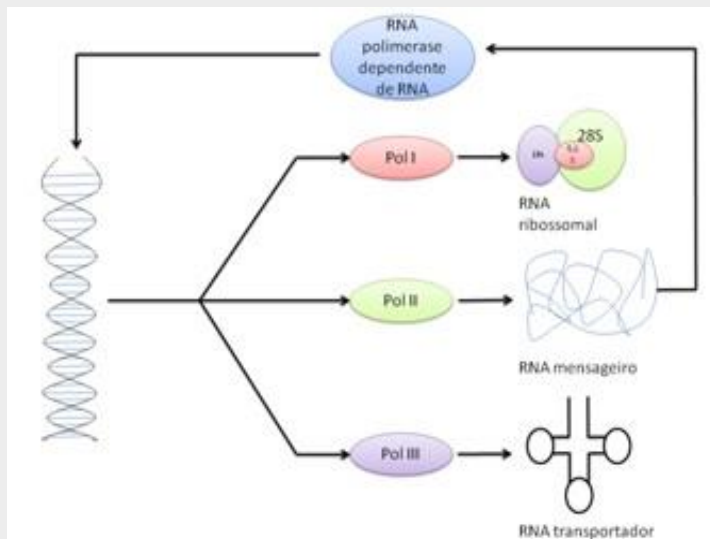
در یوکاریوت ها

انواعی از RNA پلیمراز، ساخت RNA های مختلف را انجام می دهند؛ مثلاً

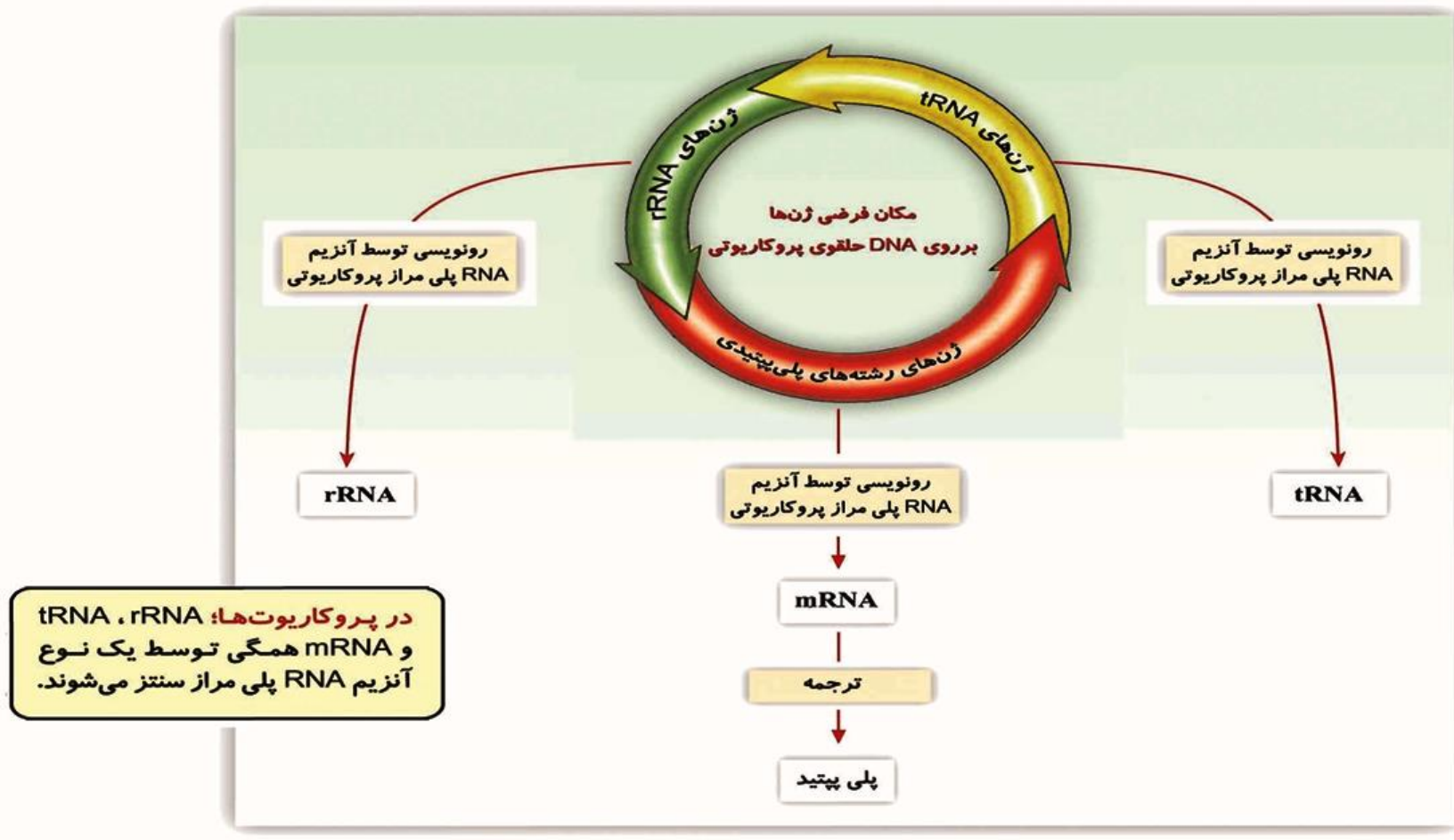
RNA ی پیک توسط RNA پلیمراز ۲

RNA ی ناقل توسط RNA پلیمراز ۳

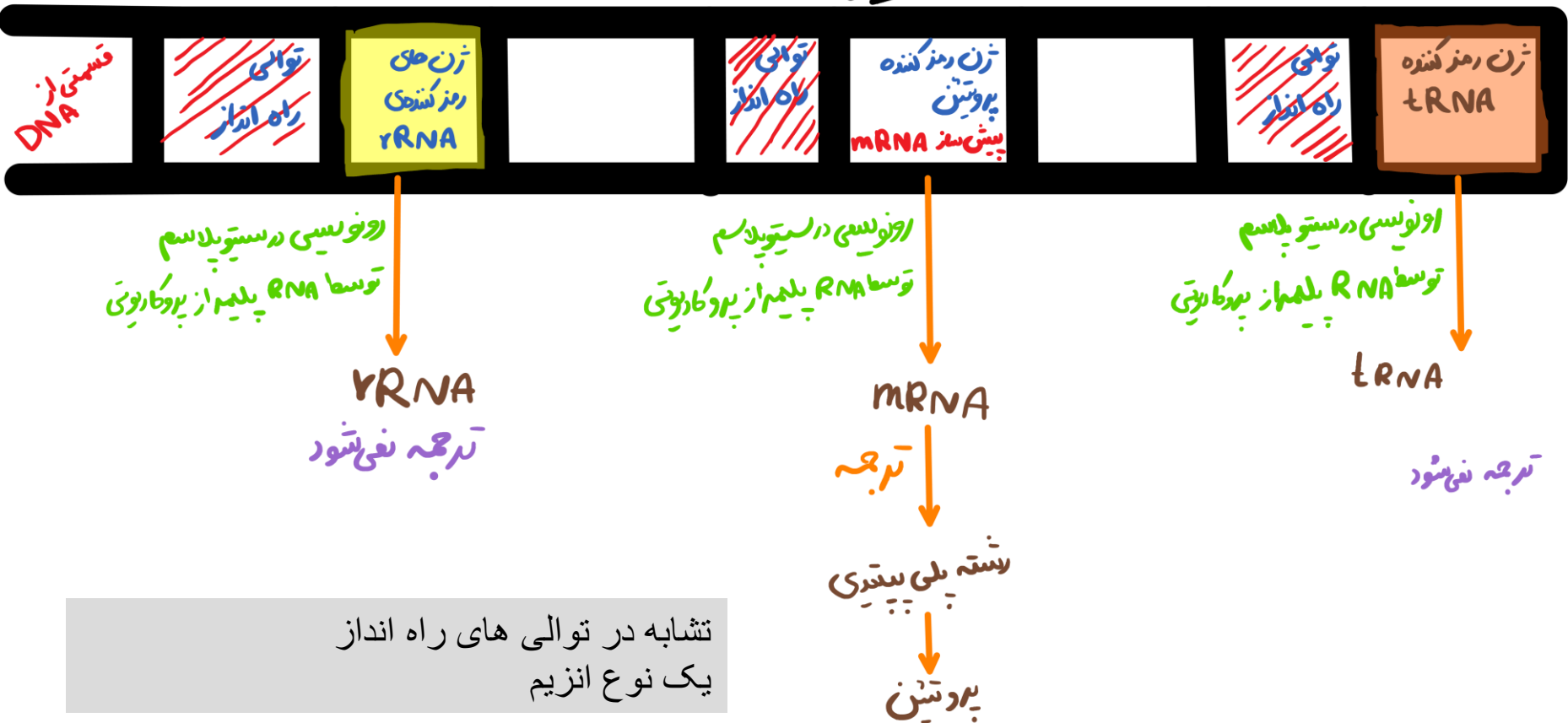
RNA ی ریبوزوم توسط RNA پلیمراز ۱



انواع RNA و انواع پلی‌مرازها در سلول‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی:

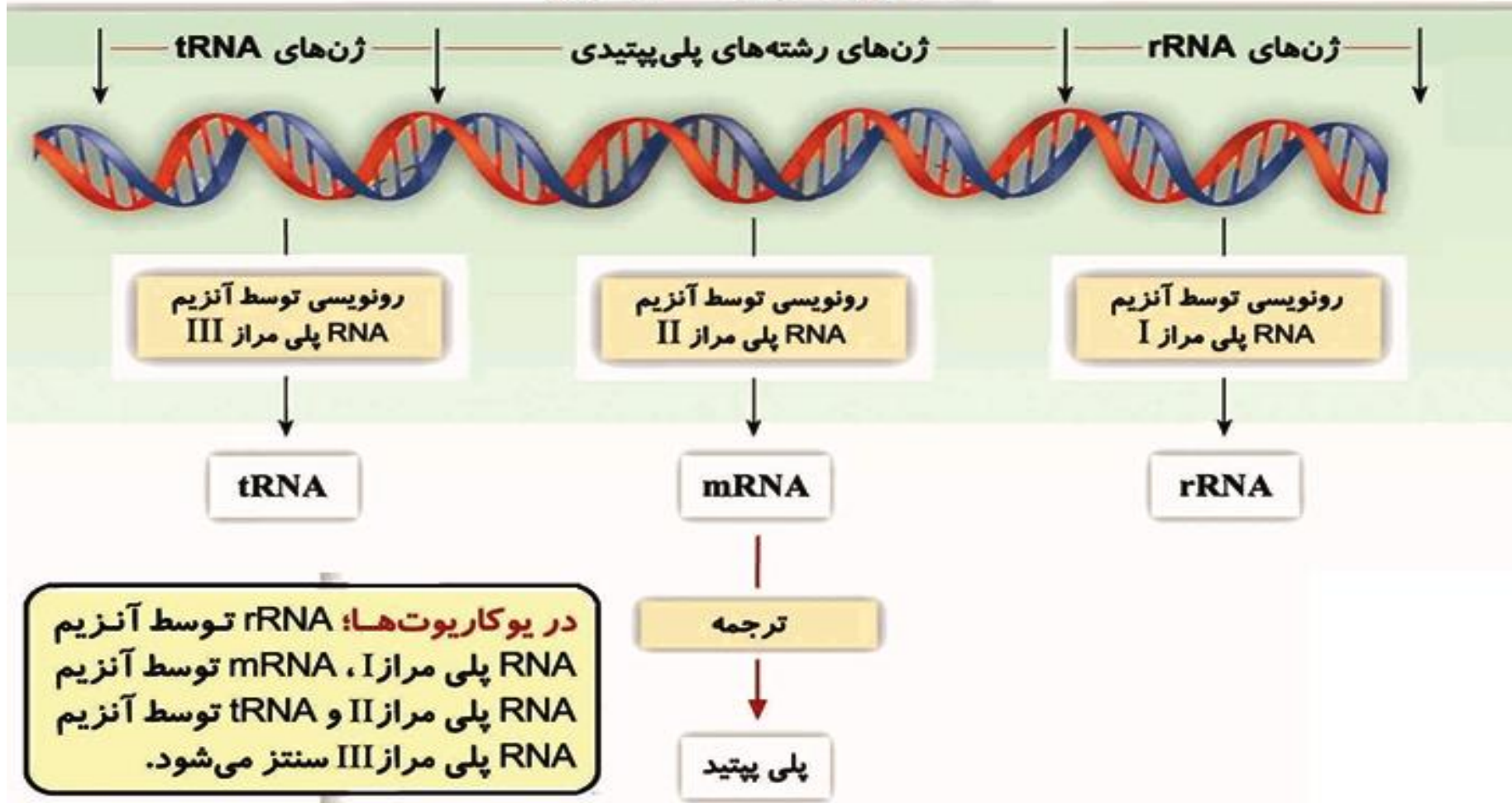


پروکاریوت

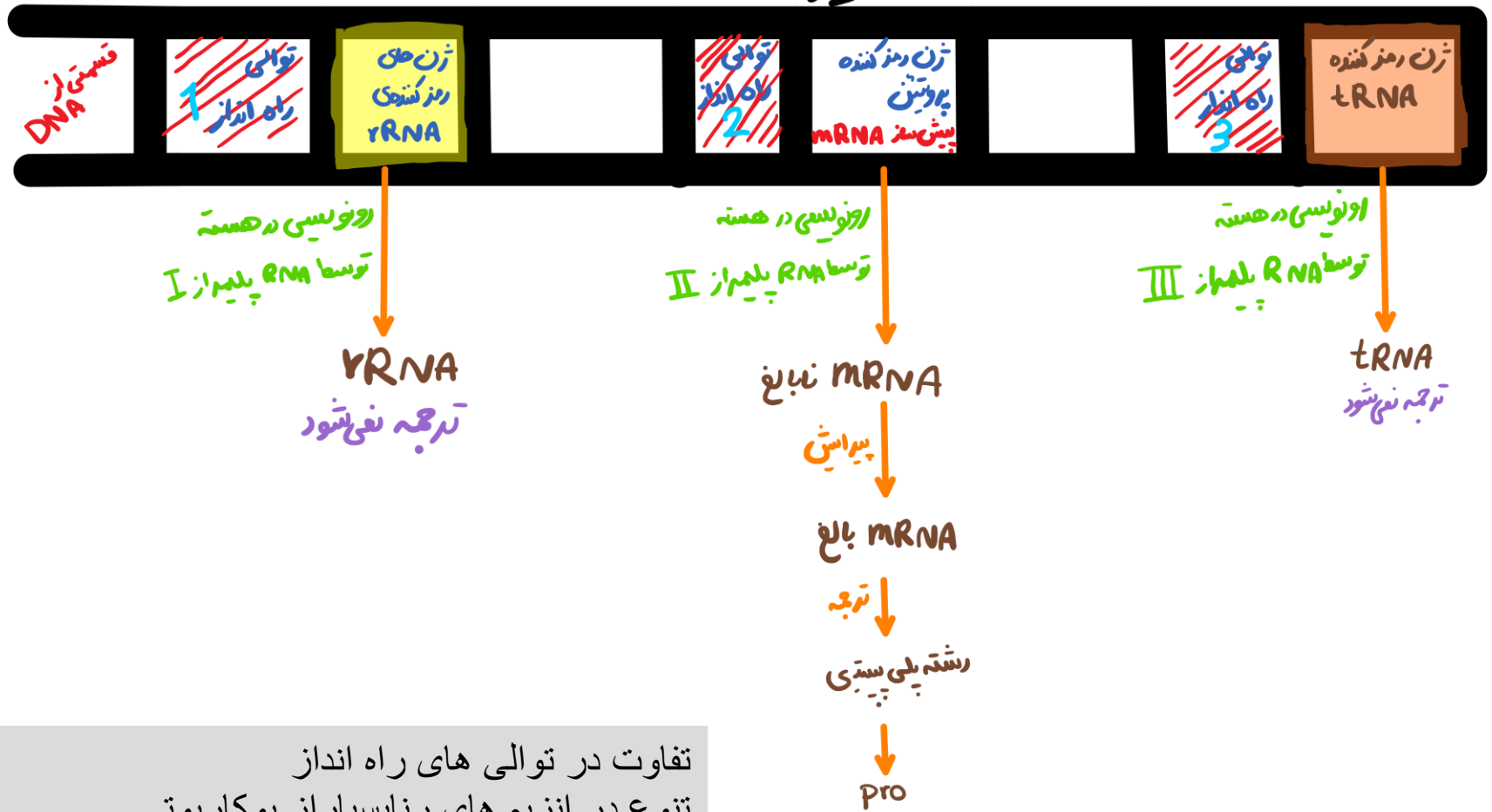


تشابه در توالی های راه انداز
یک نوع انزیم

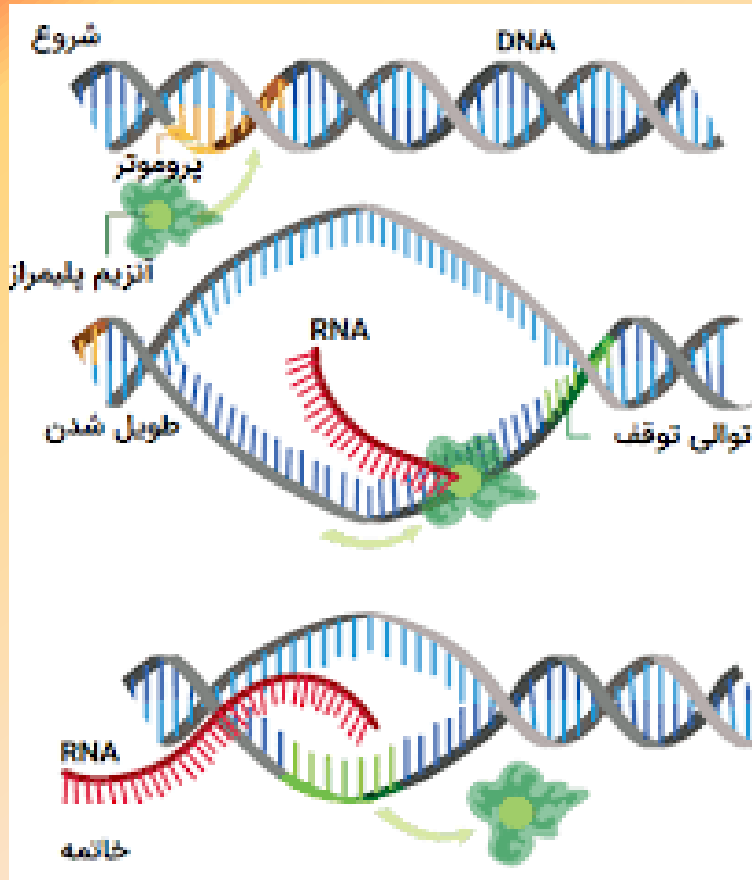
مکان فرضی ژن‌ها بر روی DNA یوکاریوتی



یوکاریوت



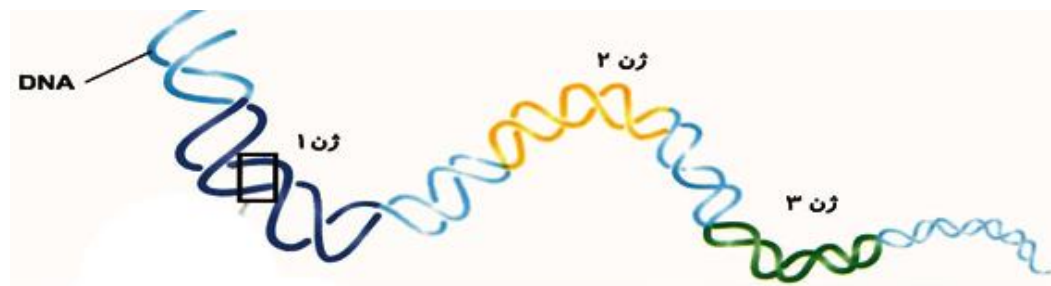
مراحل رونویسی



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

در این مراحل، آنزیم RNA پلیمراز، عمل رونویسی را از بخشی از یک رشته DNA انجام می دهد.





ساختار ژن

• ژن بخشی از مولکول DNA است.



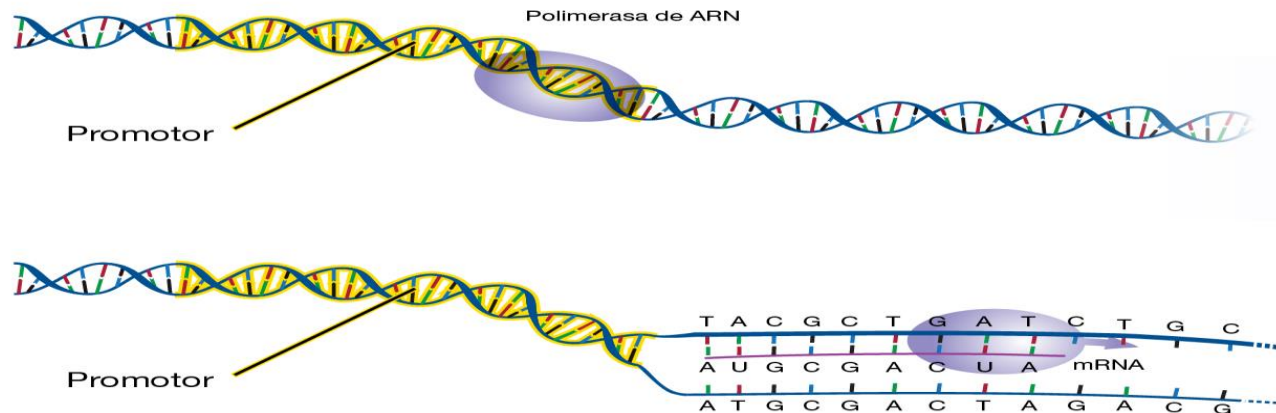
مرحله آغاز Initiation:

❖ اتصال RNA پلیمراز به مولکول DNA

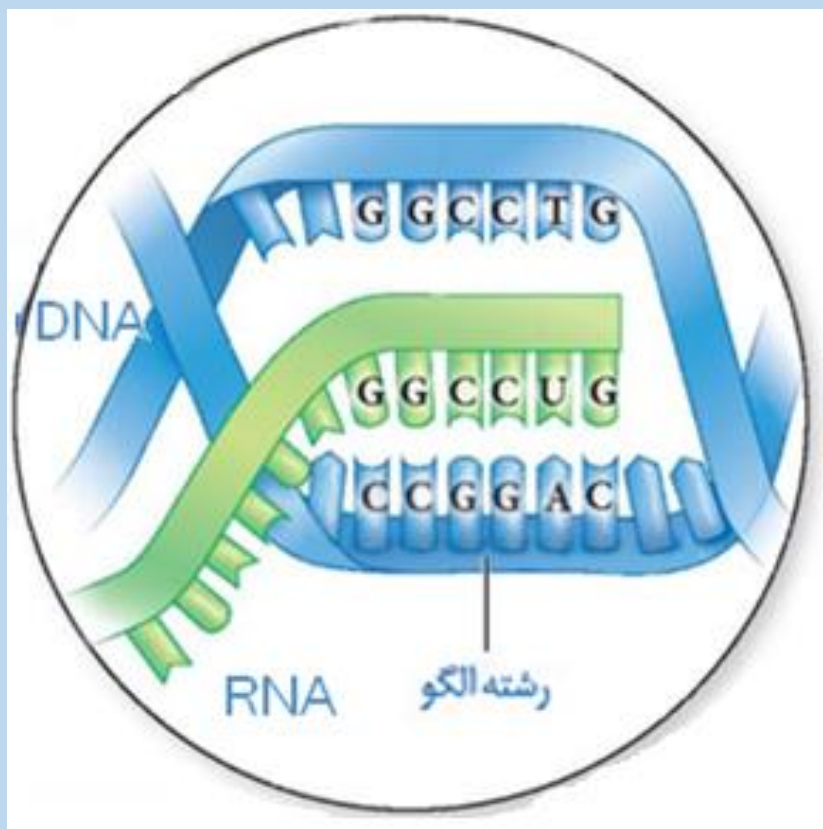
❖ باز شدن دو رشته

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

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

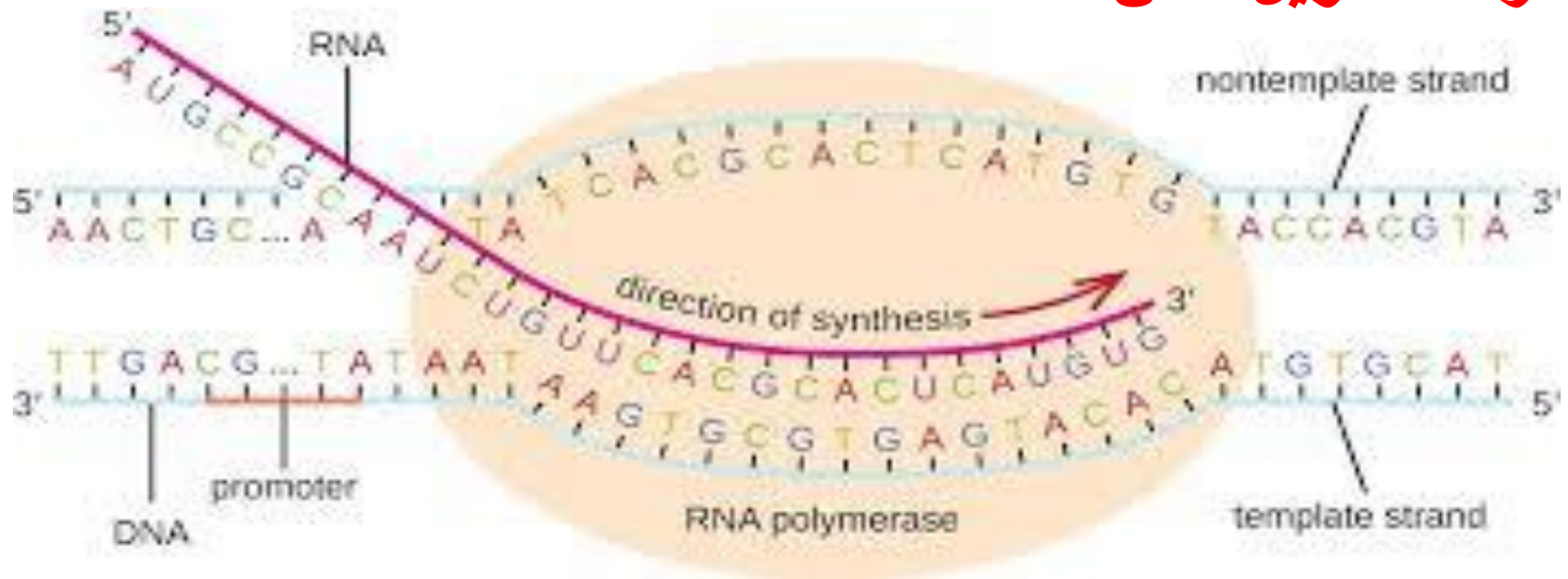


نحوه عمل RNA پلیمراز به این صورت است که آنزیم با توجه به نوع نوکلئوتید رشته الگوی DNA، نوکلئوتید مکمل را در برابر آن قرار می دهد و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی رشته RNA متصل می کند. در رونویسی، نوکلئوتید یوراسیل دار RNA به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین دار DNA قرار می گیرد.

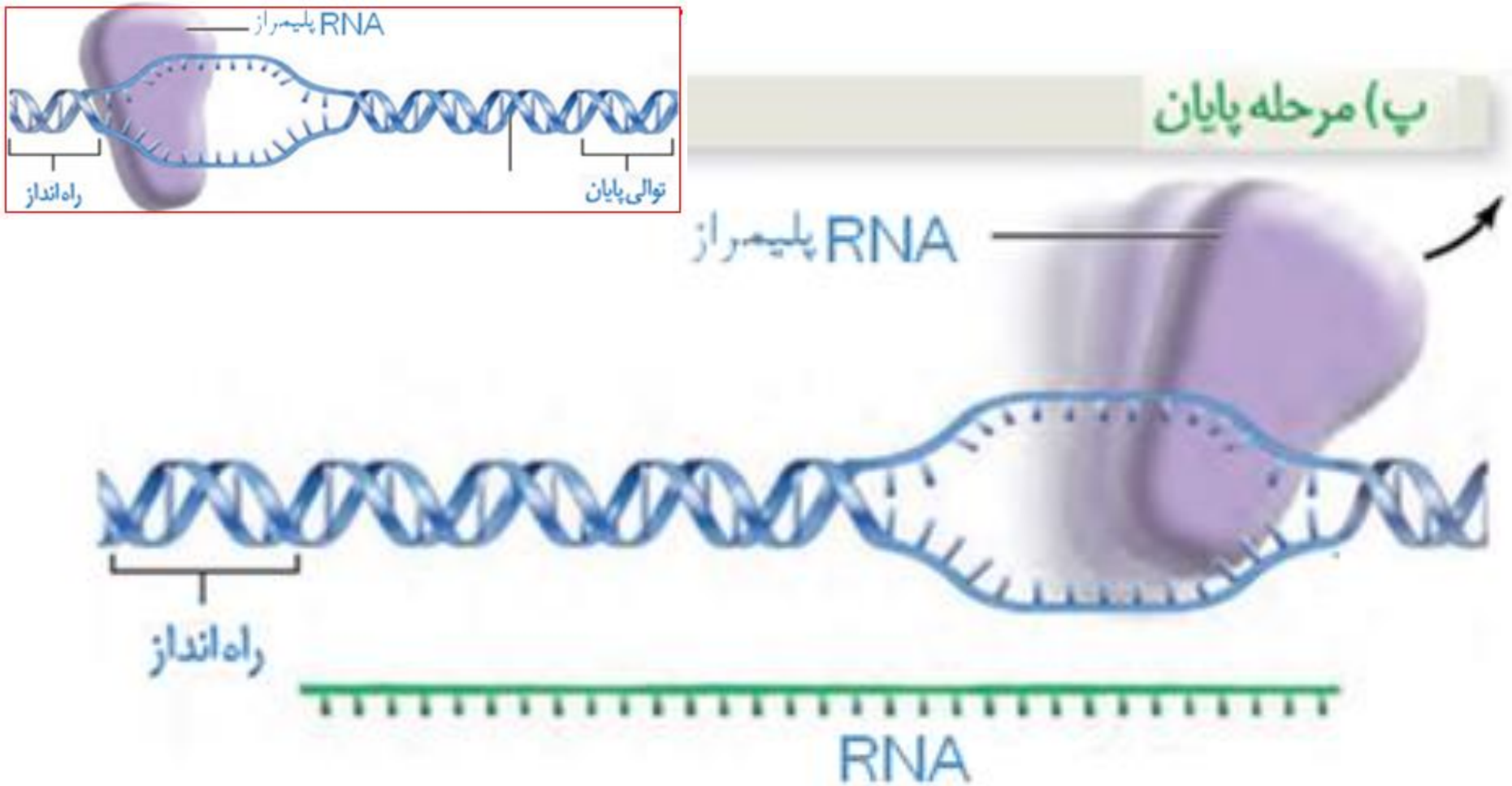


در ناحیه حباب ۳ رشته پلی نوکلئوتیدی در مجاورت یکدیگر قرار دارند دو رشته مربوط به دنا و یک رشته مربوط به رنای در حال ساخت

مرحله طولیل شدن



در این مرحله RNA پلیمراز ساخت RNA را ادامه می دهد که در نتیجه آن، RNA طولیل می شود. همچنان که مولکول RNA پلیمراز به پیش می رود، دو رشته DNA در جلوی آن باز و در چندین نوکلئوتید عقب تر، RNA از DNA جدا می شود و دو رشته DNA مجدداً به هم می پیوندند. بنابراین در محل رونویسی و نواحی مجاور آنها حالتی شبیه حباب ایجاد می شود که به سوی انتهای ژن پیش می رود.

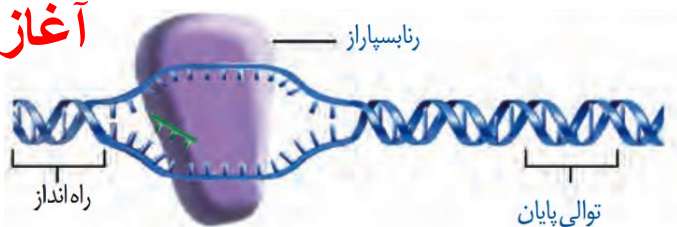


در DNA **توالی های ویژه ای** وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم RNA پلیمراز می شوند. در این محل ها، آنزیم از مولکول DNA و RNA تازه ساخت جدا و دو رشته DNA به هم متصل می شوند.

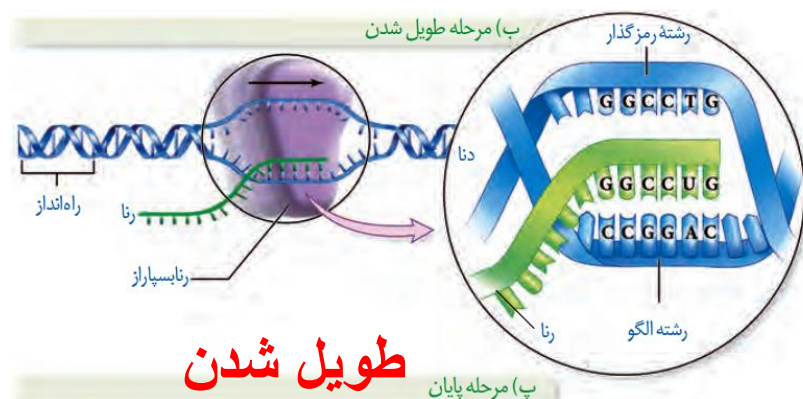
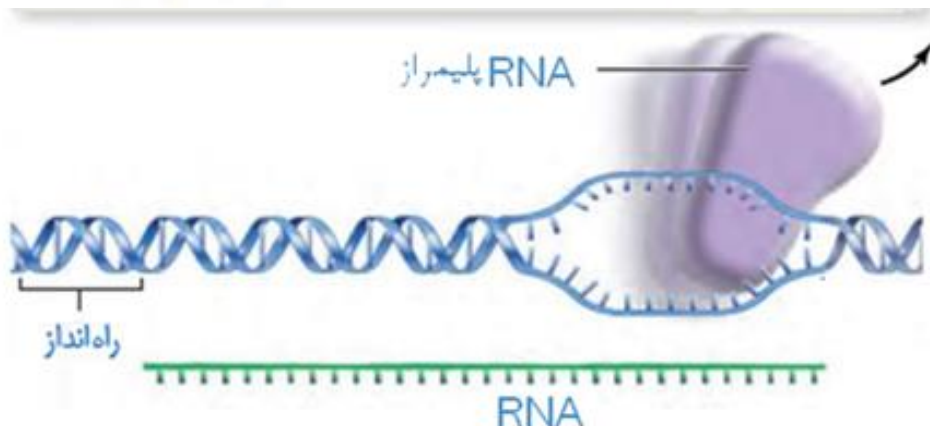
شکسته شدن پیوند هیدروژنی در مراحل مختلف رونویسی

در مرحله آغاز، ادامه و پایان رونویسی پیوند هیدروژنی شکسته می شود.
در مرحله آغاز و طولی شدن پیوند های هیدروژنی بین دو رشته DNA شکسته و دو رشته از هم جدا می شوند .
و در مرحله پایان پیوند هیدروژنی بین RNA و رشته ی الگوی DNA شکسته می شود.
در رونویسی پیوند فسفودی استر شکسته نمی شود. چون ویرایش نداریم ولی ساخته می شود.

آغاز



RNA پلیمراز



طویل شدن

پایان

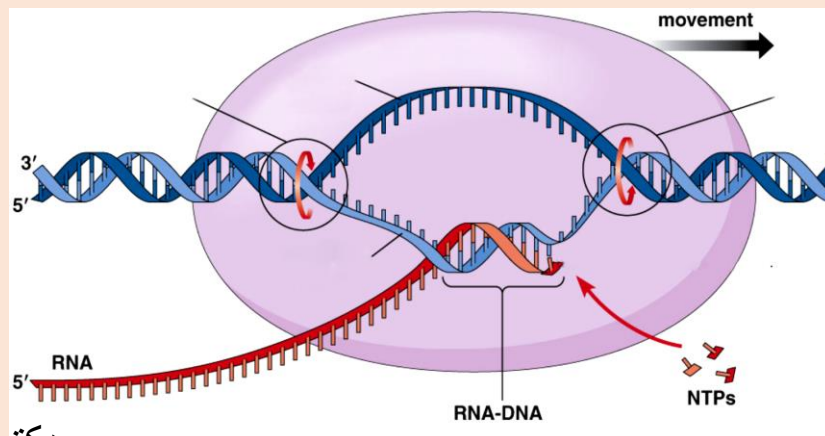
نکات مهم

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

رشته الگو: بخشی از رشته دنا که مکمل رشته ی رنای رونویسی شده است.

رشته رمزگذار: رشته مکمل رشته الگوی رونویسی در دنا

*توالی نوکلئوتیدی رشته ی رمزگذار شبیه رشته رنای رونویسی شده است با این تفاوت که به جای نوکلئوتید تیمین دار (T) در دنا، نوکلئوتید یوراسیل دار در رنا قرار دارد.



به مثال روبرو توجه کنید:

دنا



رشته الگو → **ATCGCGATCGTTC**

رشته رمزگذار → **TAGCGCTAGCAAG**

رنای ساخته شده را با هر دو رشته الگو و رمزگذار مقایسه کنید.

UAGCGCUAGCAAG

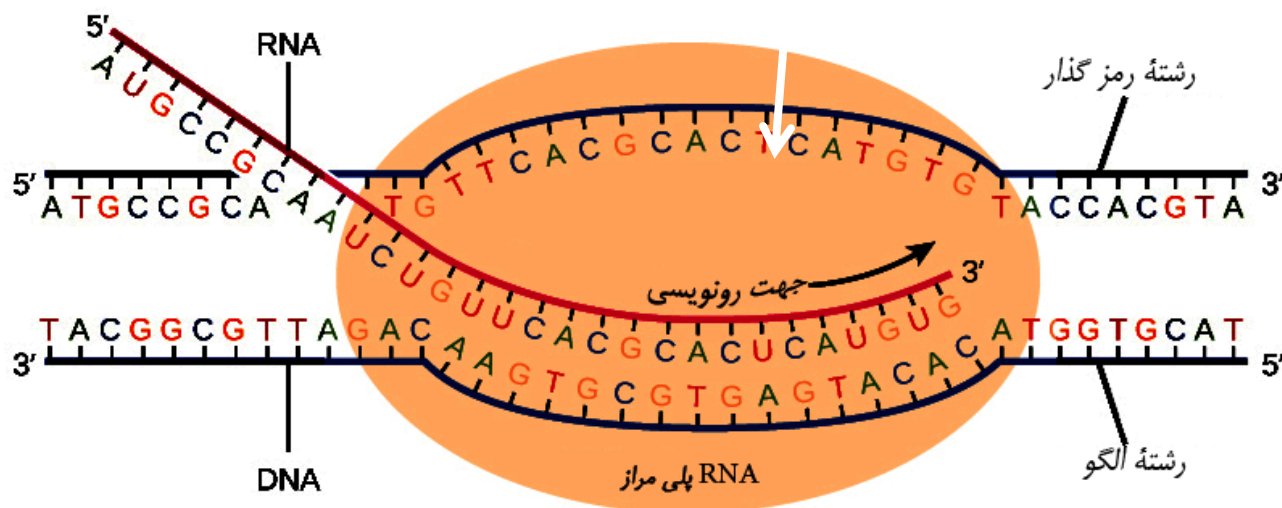
رنای رونویسی شده از رشته الگو



به نظر شما رشته RNA با رشته رمز گذار چه تفاوت هایی دارد؟

در RNA به جای نوکلئوتید تیمین دار از نوکلئوتید یوراسیل دار استفاده می شود.

در RNA برخلاف رشته رمز گذار از نوکلئوتیدهای ریبوز دار استفاده می شود.

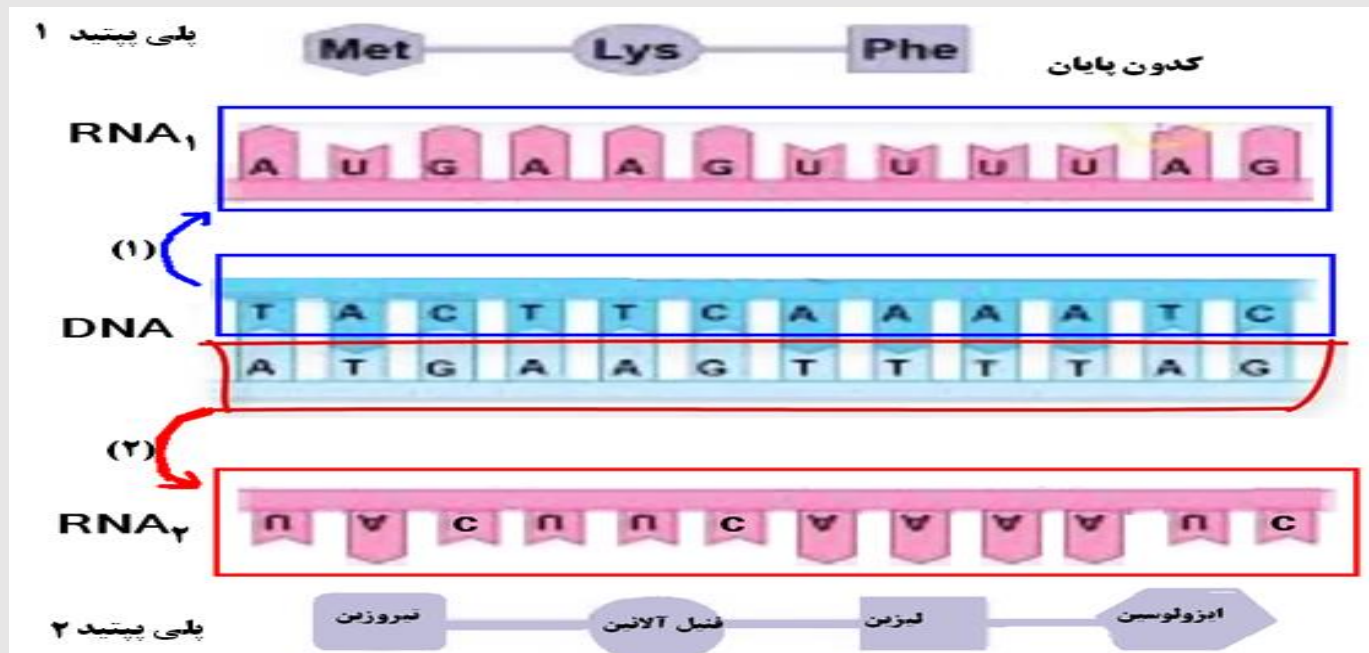


مرحله	اتفاقات
آغاز	1. شناسایی راه انداز توسط رنایلی مرز 2. اتصال رنایلی مرز به دنا 3. شکستن پیوندهای هیدروژنی در بین دو رشته ی دنا توسط رنایلی مرز 4. تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتید های رنا ودنا 5. قرار گرفتن نوکلئوتیدهای مکمل رنا ودنا مقابل هم توسط رنایلی مرز 6. تشکیل پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای رنا وتولید زنجیره رنا
طویل شدن	1. حرکت روبه جتوی رنایلی مرز وشکسته شدن پیوندهای هیدروژنی بین دورشته دنا 2. قرار گرفتن نوکلئوتیدهای مکمل دناورنامقابل هم وتشکیل پیوندهیدروژنی بین انها 3. تشکیل پیوندفسفودی استر بین نوکلئوتیدهای رنا 4. شکسته شدن پیوندهیدروژنی بین رناساخته شده ودنا 5. تشکیل پیوندهیدروژنی بین دورشته دنادرقسمتهای عقب
پایان	1. رسیدن رنایلی مرزبه توالی پایان رونویسی 2. رونویسی توالی پایان(جداشدن دورشته دناباشکسته شدن پیوندهای هیدروژنی وتشکیل پیوندهیدروژنی بین دنا ورننا) 3. جداشدن رنایلی مرز از رناودنا ساخته شده 4. جداشدن کامل رنای ساخته شده ازدنا(باشکسته شدن پیوندهیدروژنی) 5. اتصال دورشته دنبه هم در انتهای ژن (باتشکیل پیوندهای هیدروژنی)

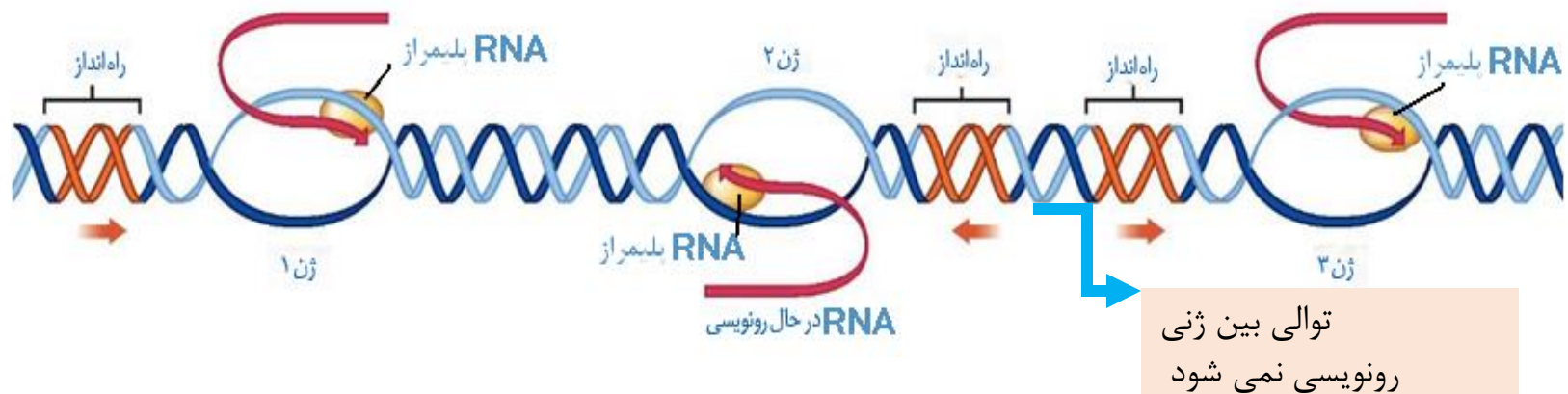
رونویسی ژن

همان طور که گفته شد، ژن بخشی از مولکول DNA ی دو رشته ای است ولی رونویسی از روی هر دو رشته یک ژن انجام نمی شود.

به نظر شما اگر از روی دو رشته یک ژن رونویسی انجام می شد، محصولات این دو رشته مکمل نسبت به هم چگونه می شدند؟ مسلماً رنا و پلی پپتید ساخته شده از روی دو رشته مکمل دنا بسیار متفاوت می شدند. بنابراین برای هر ژن خاص، یکی از دو رشته رونویسی می شود.



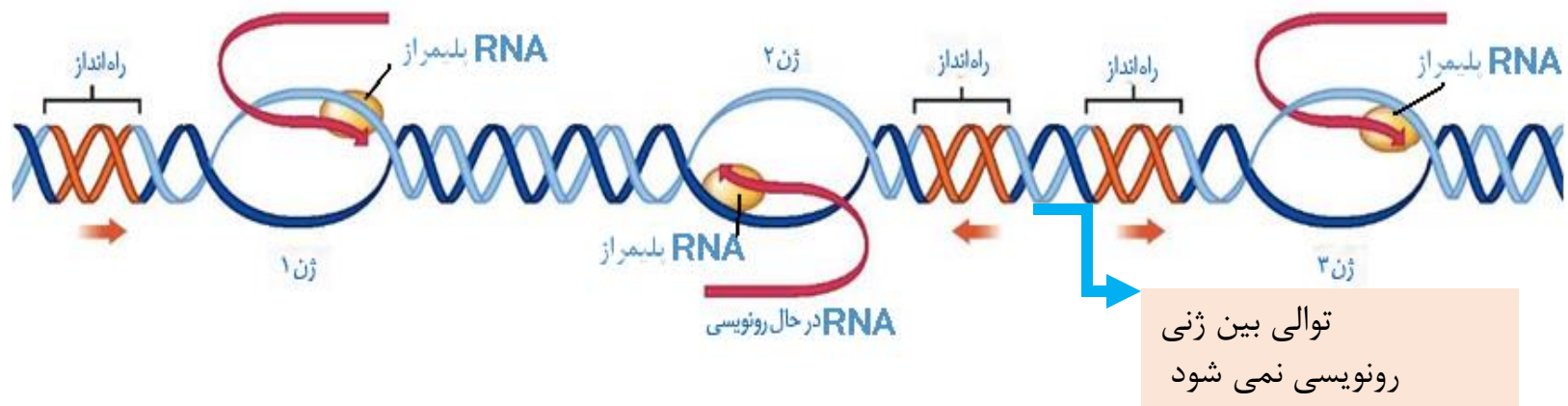
رشتهٔ مورد رونویسی



رشته مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن مجاور خود یکسان یا متفاوت باشد. همان طور که در شکل می بینید رشته DNA ی مورد رونویسی برای سه ژن نشان داده شده یکسان نیست.

در دو ژن مجاور (مانند ژن های ۲ و ۳) جهت حرکت انزیم های رنابسپاراز می تواند عکس همدیگر باشد (بسته به اینکه که کدام رشته دنا الگو باشند).

رشته مورد رونویسی

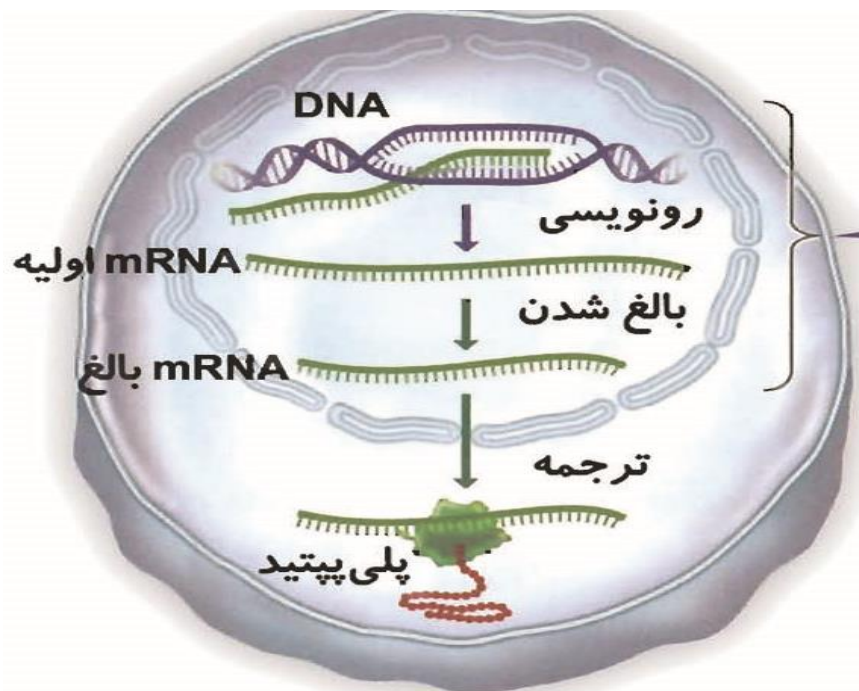


وقتی دو رنابسپاراز هنگام رونویسی از دو ژن مختلف ، در جهت مخالف هم حرکت کنند ، مثلاً به یکدیگر نزدیک شوند (ژنهای ۱ و ۲) و یا از هم فاصله بگیرند (مثلاً ژن های ۲ و ۳) قطعاً رشته ای از دنا که به عنوان الگو عمل می کند با هم متفاوت است .

برای همه ژنهایی که رشته الگوی آنها ، رشته بالایی است مانند ژنهای ۱ و ۳ ، انزیم رنابسپاراز در جهت یکسان حرکت می کند ، این موضوع برای همه ژنهایی که رشته الگوی آنها رشته پایینی دناست نیز صادق است .

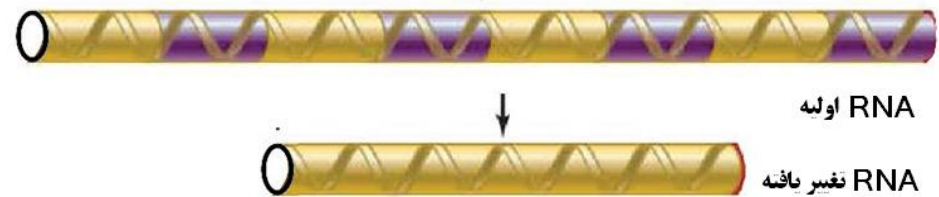
رناهای ساخته شده دچار تغییر می شوند

در چند دهه گذشته، پژوهشگران دریافته‌اند که در یاخته‌های 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 می‌شوند.



در حین رونویسی و
یا پس از آن

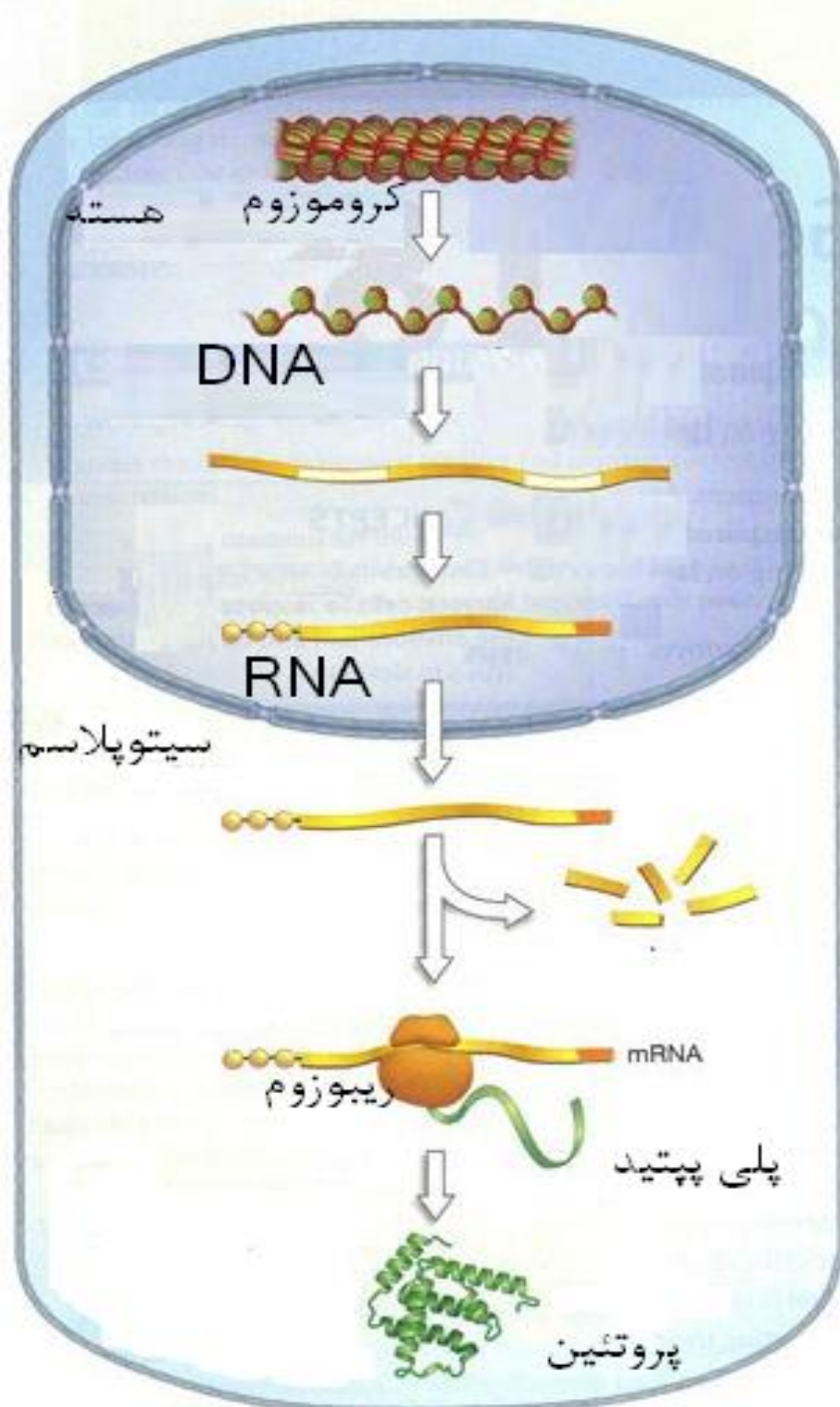
تغییرات RNA ی پیک



mRNA ممکن است دستخوش تغییراتی در حین رونویسی و یا پس از آن شود.

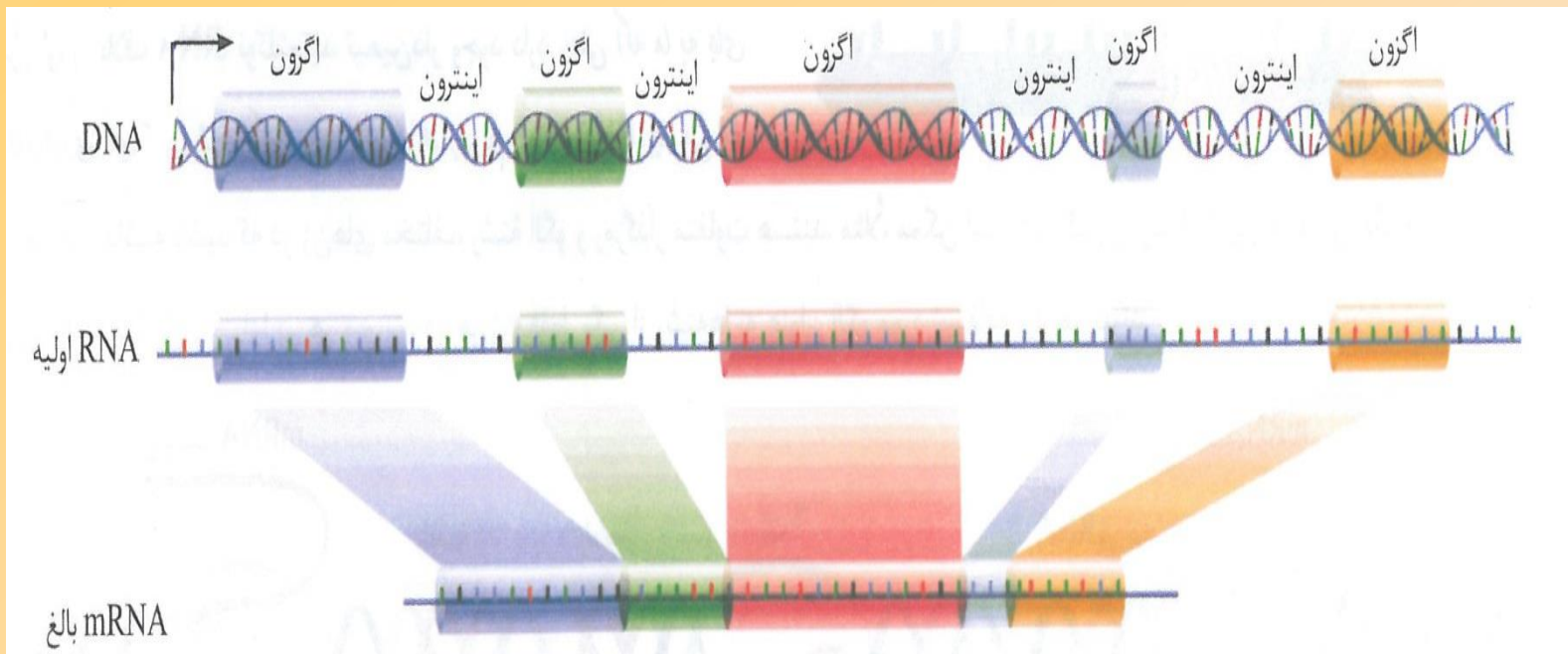
یکی از تغییراتی که در یوکاریوت ها و پس از رونویسی متداول است، حذف بخش هایی از مولکول mRNA است.

در بعضی ژن ها، توالی های معینی از RNA ساخته شده، جدا و حذف می شود و سایر بخش ها به هم متصل می شوند و یک mRNA یکپارچه می سازند. به این فرایند **پیرایش Splicing** گفته می شود.



تغییرات رنای پیک (پیرایش)

- ۱- حذف توالی های معینی از رنای ساخته شده در بعضی از ژن ها
- ۲- اتصال سایر بخش ها به یکدیگر برای تشکیل مولکول رنای پیک بالغ



اینترون (میانہ)

به بخش هایی از DNA که رونوشت آن ها از mRNA حذف می شوند اینترون گفته می شود.

اگزون (بیانہ)

به بخش هایی از مولکول DNA که رونوشت آن ها در مولکول mRNA بالغ نیز باقی می ماند اگزون گفته می شود.

نکته : دقت داشته باشید که اینترون و اگزون ، بخش هایی از مولکول DNA هستند.

نکته : رونوشت اینترون و اگزون در mRNA وجود دارد.

نکته : فقط رونوشت اگزون ها در فرایند پروتئین سازی مورد استفاده قرار می گیرد.

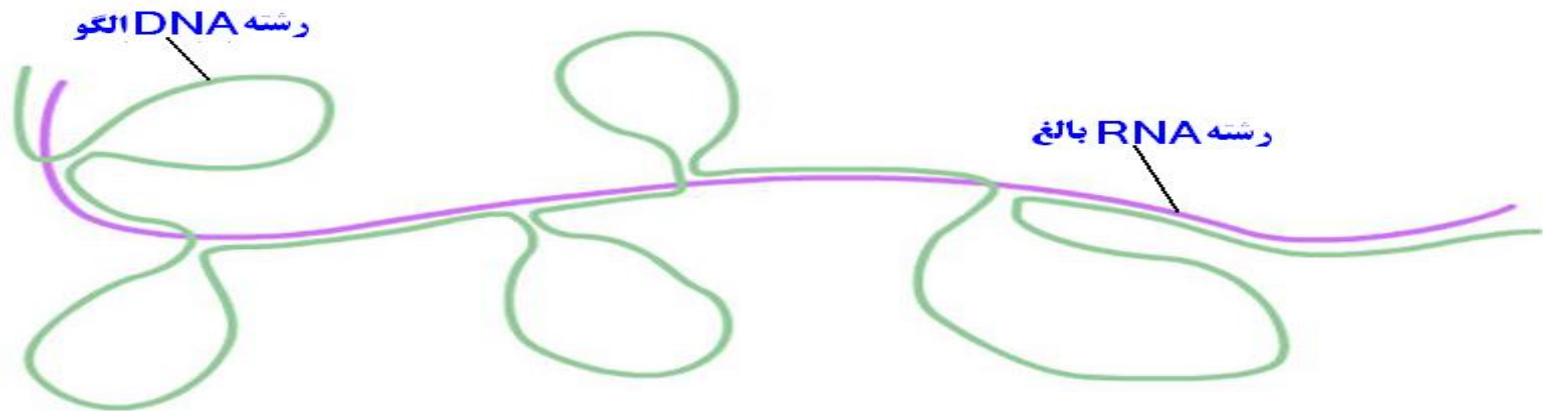
mRNA نابالغ (رنای پیک نابالغ)

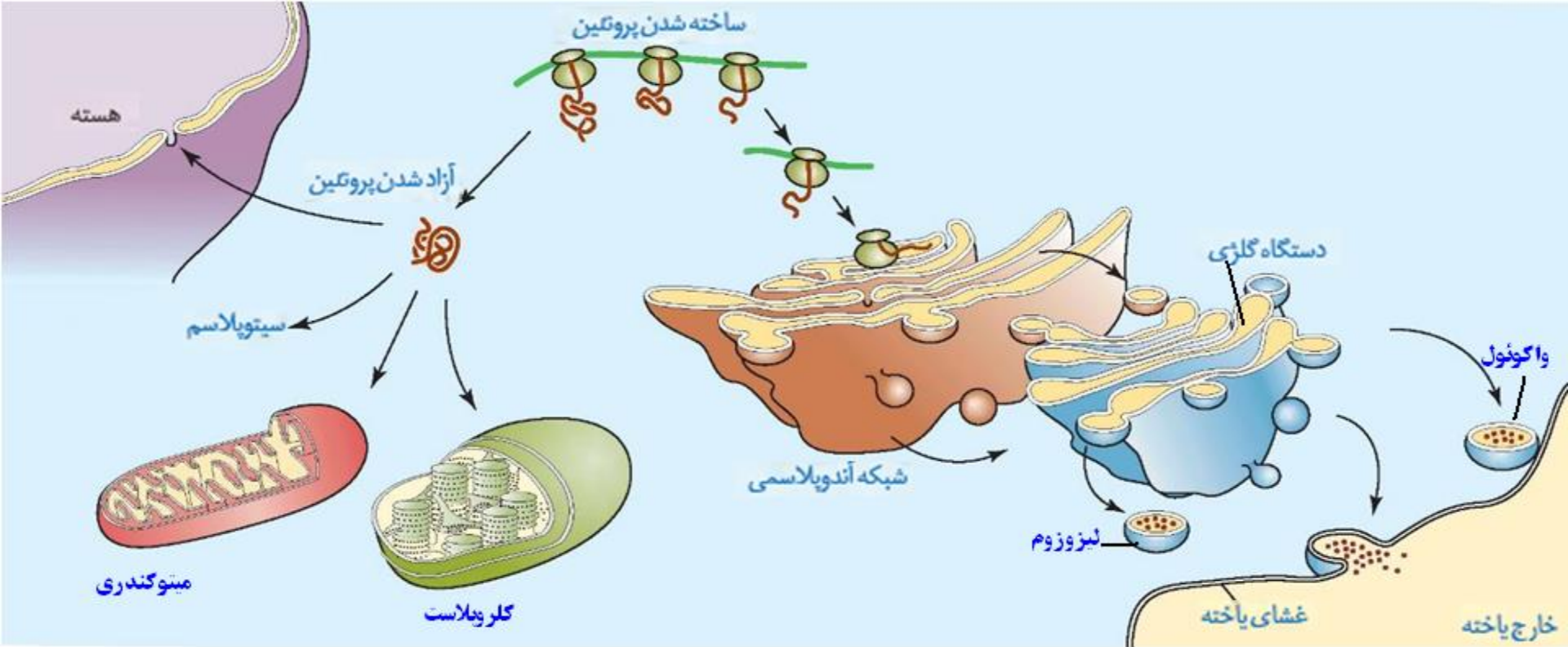
رنایی که مستقیماً از روی DNA رونویسی می شود و دارای رونوشت اینترون است.

mRNA بالغ (رنای پیک بالغ)

مولکولی که در پایان فرایند پیرایش ایجاد می شود و کوتاهتر از رنای پیک نابالغ است.

فرایند ویرایش هنگامی آشکار شد که دانشمندان یک mRNA درون سیتوپلاسم را با رشته الگوی ژن آن در DNA مجاورت دادند. آنها دریافتند که بخش هایی از DNA الگو با mRNA رونویسی شده، دو رشته مکمل را تشکیل می دهند ولی بخش هایی نیز فاقد مکمل باقی می مانند. این بخش ها به صورت حلقه هایی بیرون از مولکول دو رشته ای قرار می گیرند.



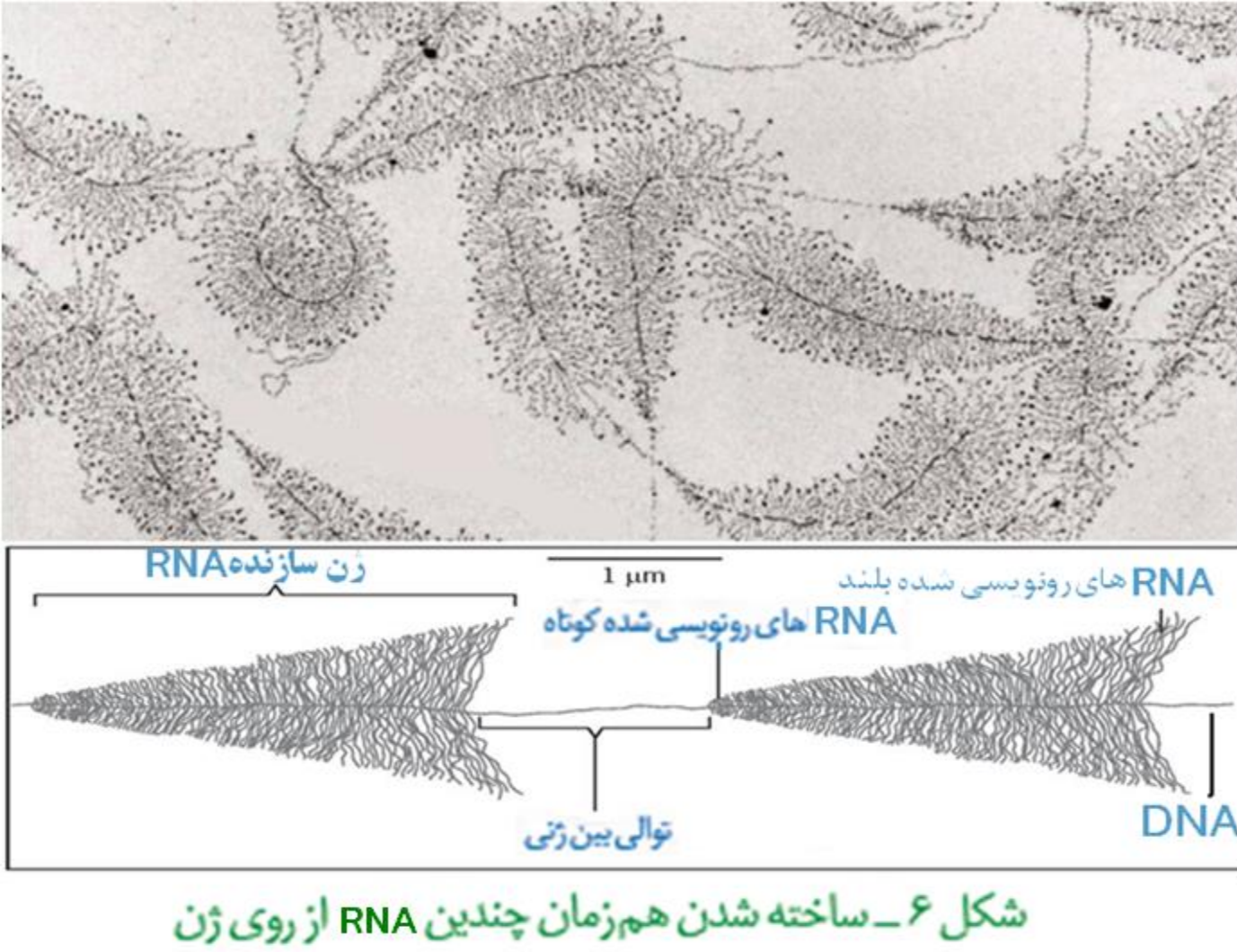


شکل ۱۴- سرنوشت پروتئین های ساخته شده در سیتوپلاسم

شدت و میزان رونویسی

به طور کلی میزان رونویسی یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فراورده های آن بستگی دارد. بعضی ژن ها، مانند ژن های سازنده RNA ریبوزومی (رنا تنی) در یاخته های تازه تقسیم شده بسیار فعال اند؛ زیرا باید تعداد زیادی از این نوع RNA را بسازند. در این نوع ژن ها، هم زمان تعداد زیادی RNA پلیمرازها، از ژن رونویسی می کنند. به این دلیل که در هر زمان، RNA پلیمرازها در مراحل مختلفی از رونویسی هستند.

شدت و میزان رونویسی



در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازه RNA های ساخته شده متفاوت دیده می شود. در این تصاویر RNA ها از اندازه کوتاه به بلند دیده می شود. با توجه به شکل آیا می توانید جهت رونویسی هر ژن را مشخص کنید؟

نمونه سوال امتحانی

۱- درستی و نادرستی جملات زیر را بدون بیان علت آن، مشخص کنید.

الف) رنای فعال در سیتوپلاسم با رنای رونویسی شده در هسته متفاوت است. **ص**

ب) در هر چرخه ی یاخته ای، رونویسی برخلاف همانندسازی یک بار صورت می گیرد. **غ**

ج) فرایند رونویسی فقط در یاخته های دارای هسته، درون سیتوپلاسم انجام می گیرد. **غ**

د) ژن دو رشته ای است ولی رونویسی از روی هردو رشته یک ژن انجام نمی شود. **ص**

نمونه سوال امتحانی

جاهای خالی را با واژه مناسب کامل کنید.

الف) موجب میشود رنابسپاراز اولین نوکلئوتید را به طور دقیق پیدا و رونویسی را از آنجا آغاز کند. **راه انداز**

ب) در رونویسی نوکلئوتید در رنا مکمل نوکلئوتید تیمین دار قرار می گیرد. **ادنین**

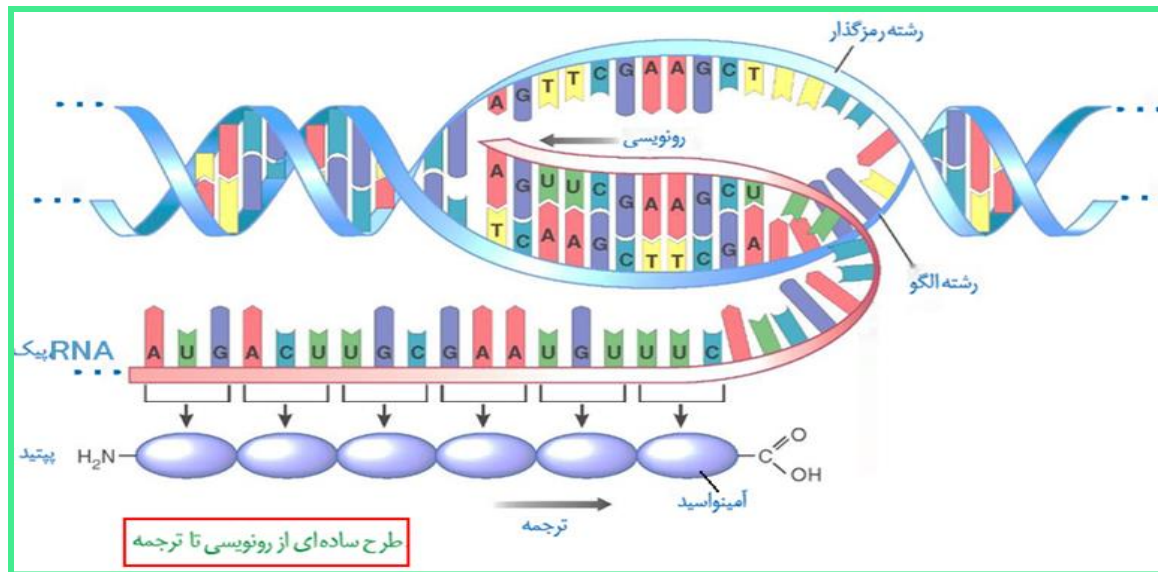
ج) در دنا، توالی نوکلئوتیدی رشته شبیه رشته رنایی است که از روی رشته الگو ساخته می شود. **رمزگذار**

د) نواحی در مولکول دنا که رونوشت آن در رنای پیک حذف شده است را می نامند. **میانہ**

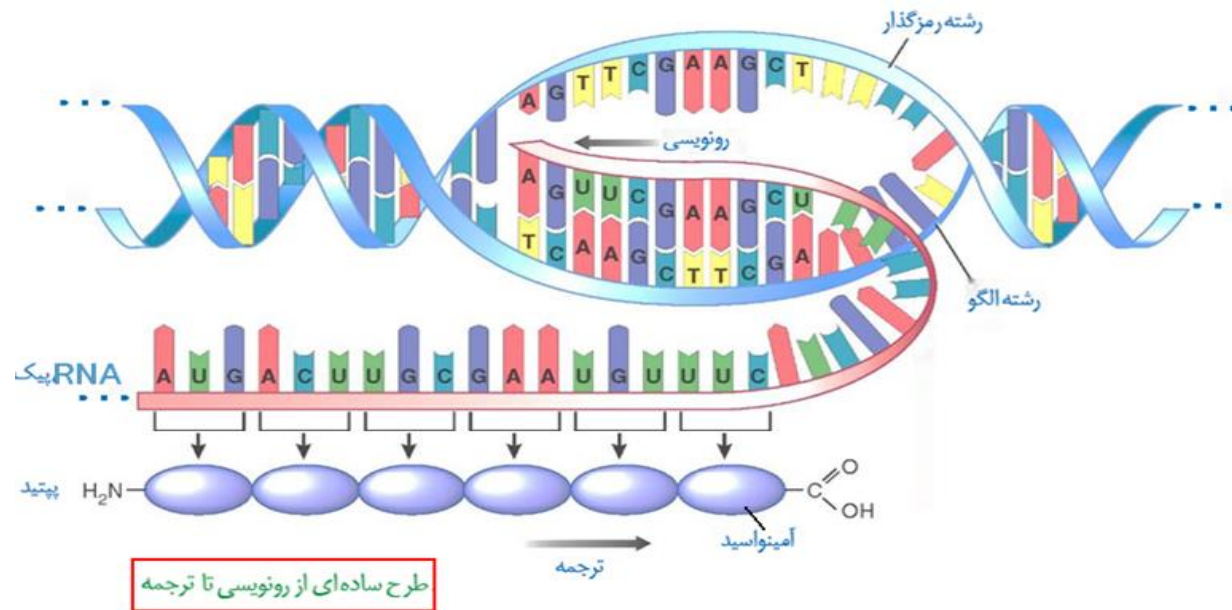
به سوی پروتئین

گفتار ۲

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

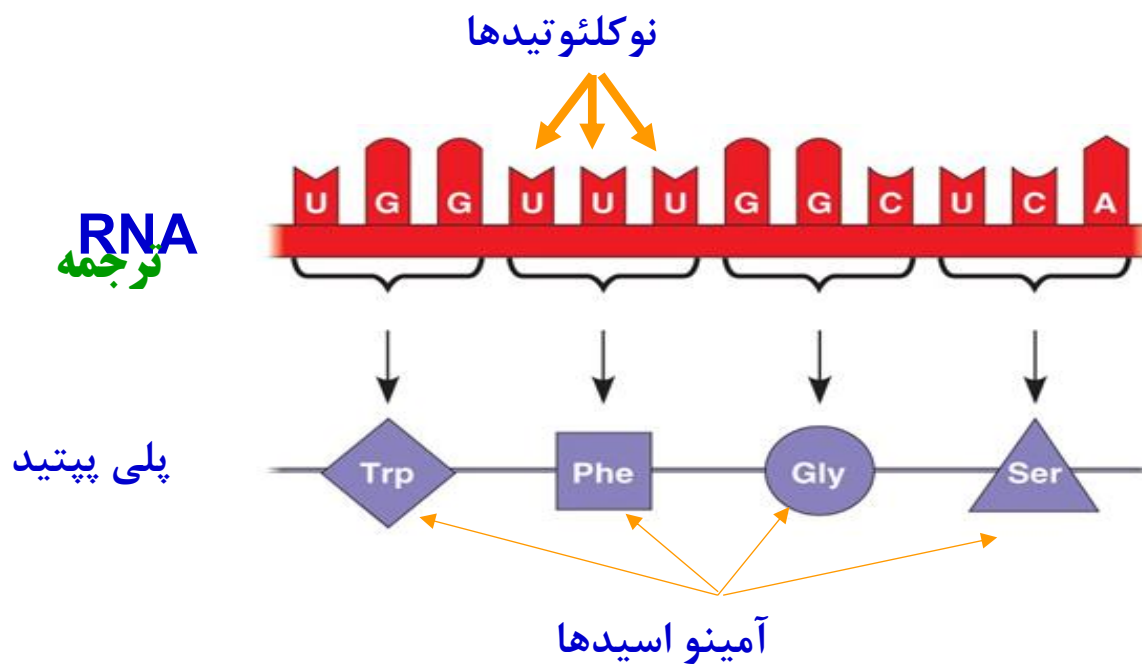


تبدیل زبان نوکلئیک اسیدی RNA به زبان پلی پپتیدی



دانستید که در فرایند رونویسی از روی توالی های DNA ، RNA ساخته می شود که هر دو از **نوکلئوتید** تشکیل شده اند. ولی در ساختار پلی پپتیدها، **آمینواسید** وجود دارد.

به فرایند ساخته شدن پلی پپتید از روی اطلاعات RNA ی پیک، ترجمه
Translation گفته می شود.



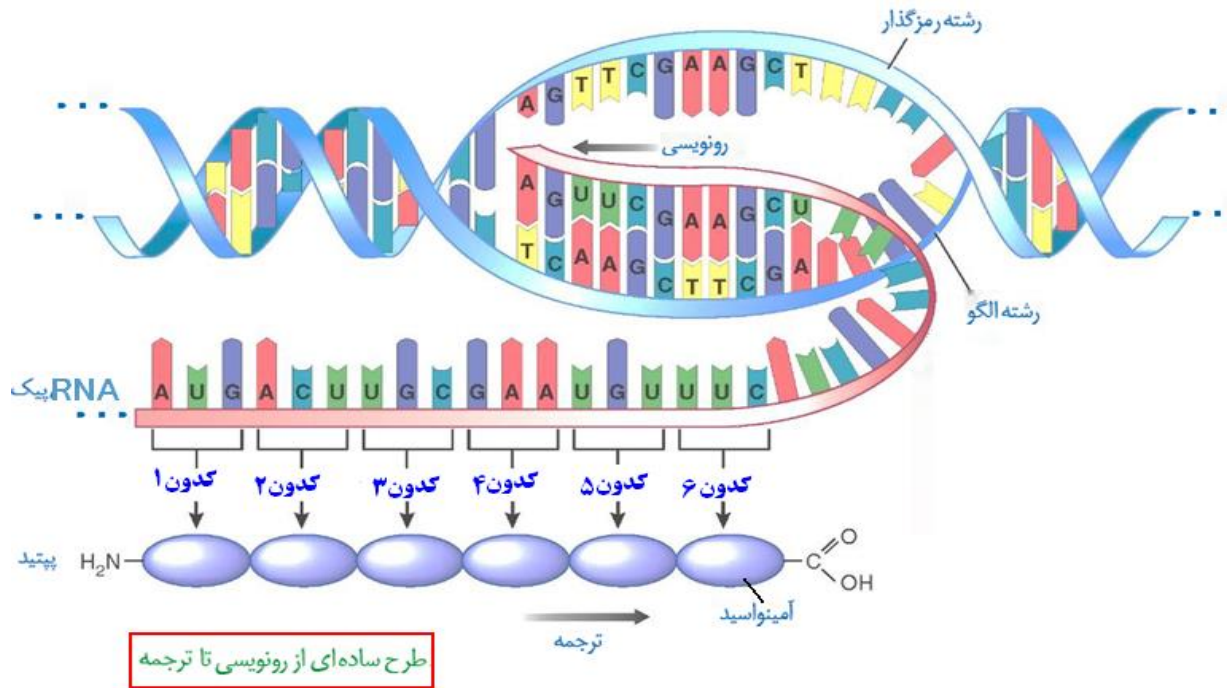
دنا چگونه نوع آمینواسیدهای پلی پپتید را تعیین می کند؟
اطلاعات در DNA به صورت رمز ذخیره شده اند.

رمز: به توالی های سه تایی نوکلئوتیدها در ساختار دنا ها رمز گفته می شود و هر رمز یک معنی خاصی می دهد .

توالی های سه نوکلئوتیدی دنا ۶۴ رمز را ایجاد می کنند با توجه به تعداد رمزها و انواع آمینواسیدها می توانیم بفهمیم که برخی از آمینواسیدها می توانند بیش از یک رمز داشته باشند.

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

کُدون (Codon)



توالی های ۳ نوکلئوتیدی mRNA تعیین می کند که کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی پپتید قرار بگیرد. به این توالی ها، **رمزه (کُدون)** گفته می شود.

انواع کدون

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

در یاخته ۶۴ نوع کدون وجود دارد. نکته قابل توجه این است که کدون آمینواسیدها در جانداران یکسان اند. به نظر شما این موضوع بیانگر چه واقعیتی است؟

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

کدون پایان و کدون آغاز

- کدون های **UAG** و **UAA**، **UGA** هیچ آمینواسیدی را رمز نمی کنند که به آنها **کدون پایان** می گویند، زیرا حضور این کدون ها در mRNA موجب پایان یافتن عمل ترجمه می شود.
- **کدون آغاز** یا **AUG** کدونی است که ترجمه از آن آغاز می شود. این کدون، معرف آمینواسید **متیونین** نیز است.

عوامل لازم در ترجمه:

۱- مولکول دنا (به طور غیرمستقیم)

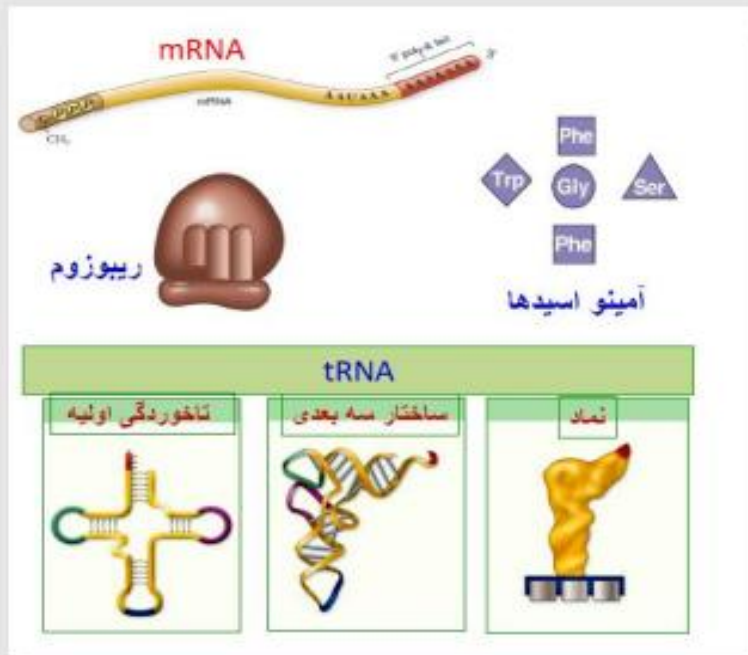
۲- رنای پیک

۳- رنای ناقل

۴- آمینواسید

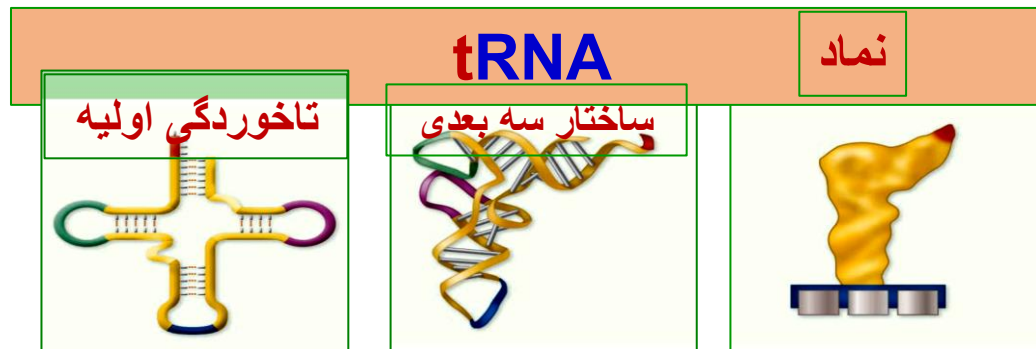
۵- ریبوزوم

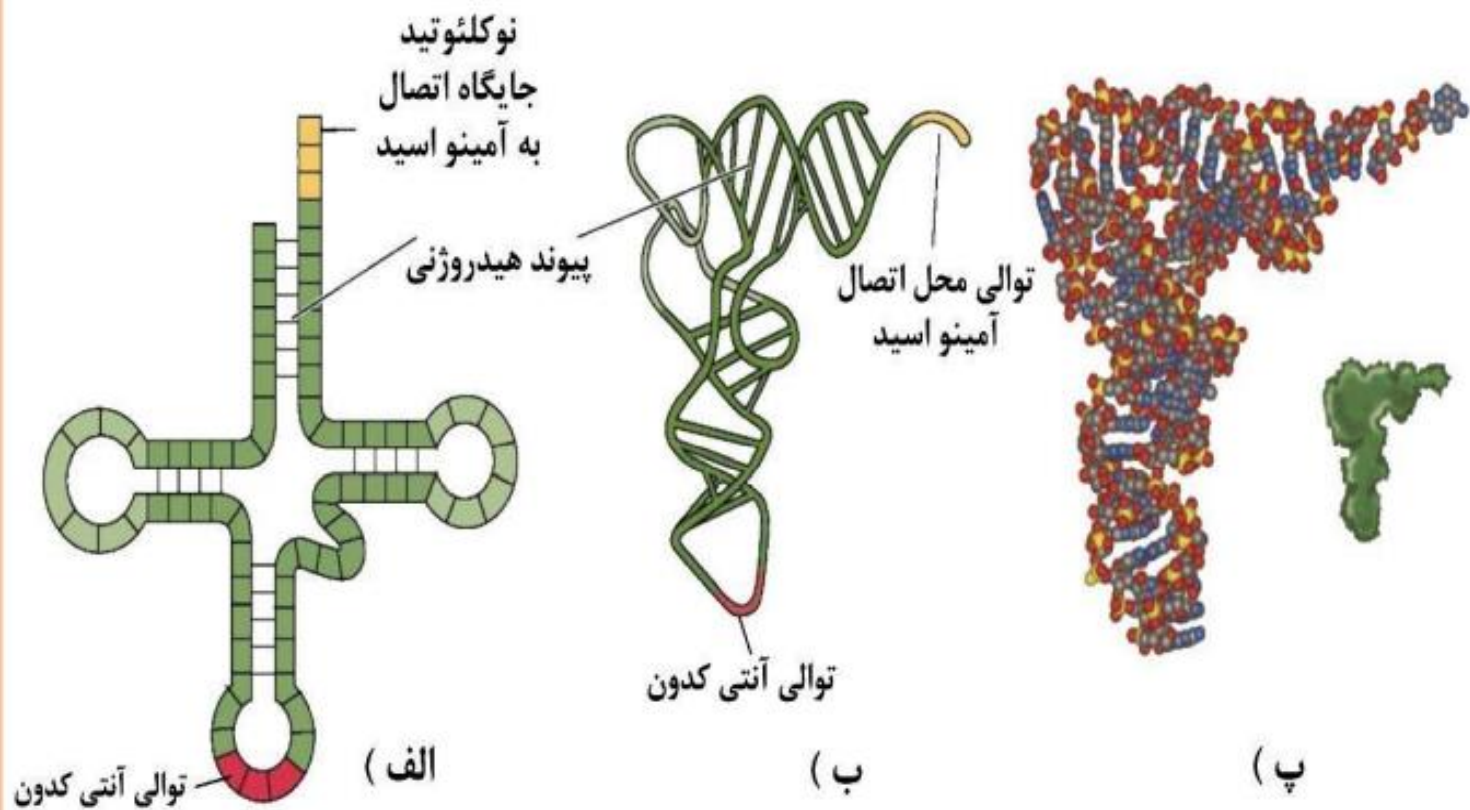
۶- آنزیم و انرژی



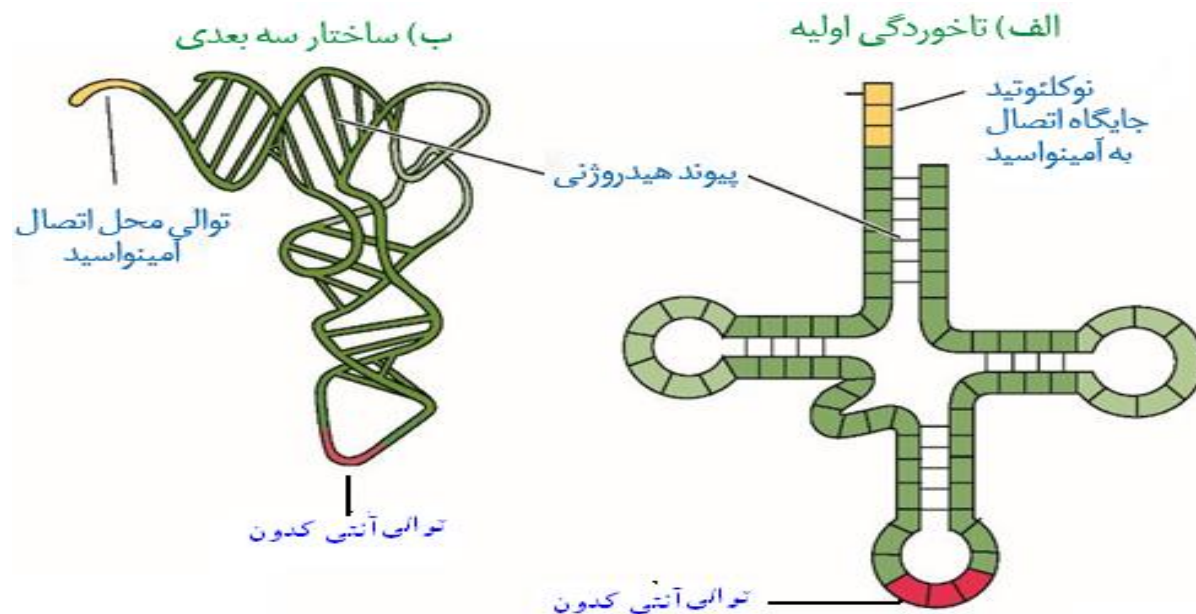
ساختار رنای ناقل

ترجمه mRNA به پروتئین با کمک RNA ناقل صورت می گیرد.
رنای ناقل مانند سایر RNA ها پس از رونویسی دچار تغییراتی می شود، رنای ناقل در یوکاریوتها توسط رنابسپاراز ۳ رونویسی می شود.
در ساختار نهایی RNA ی ناقل، نوکلئوتیدهای مکمل می توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند. به همین علت RNA ی تک رشته ای، روی خود تا می خورد (تا خوردگی اولیه) در این فرم غیرفعال است بعد از اینکه تاخوردگی های مجددی پیدا کرد ساختار سه بعدی به خودش می گیرد. RNA ی ناقل در حالت فعال ساختار سه بعدی دارد.



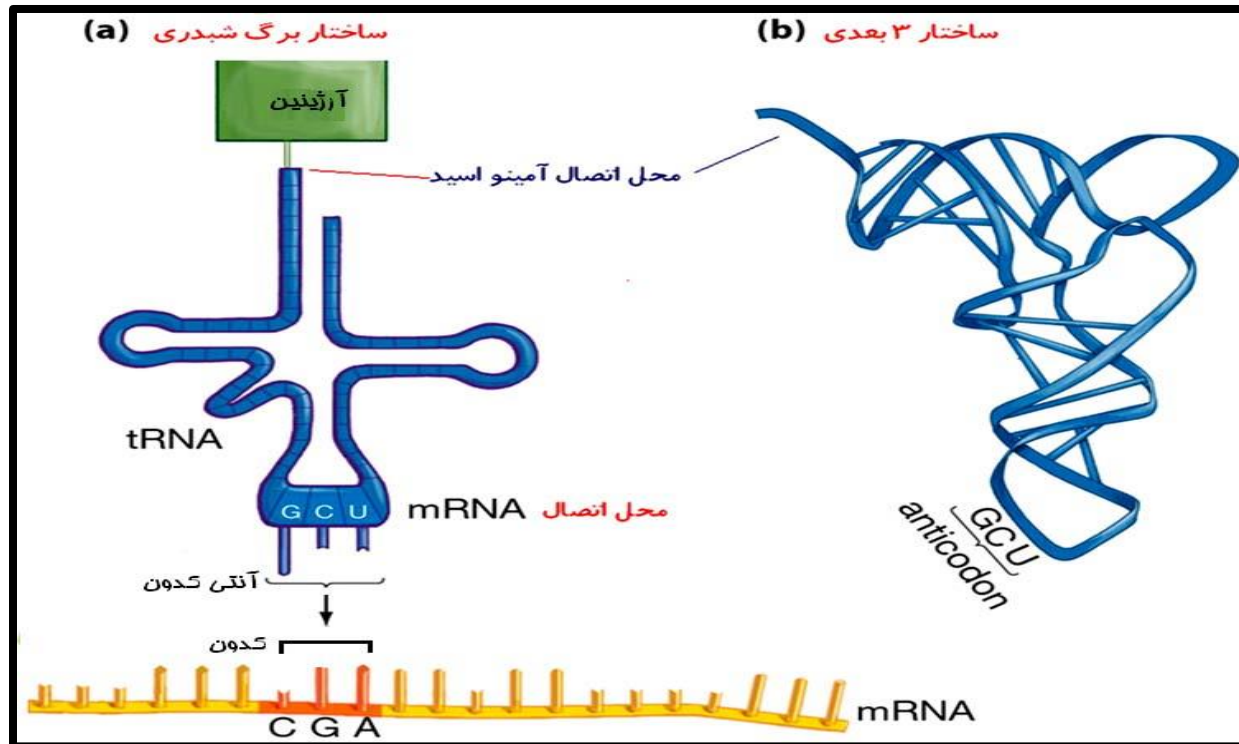


در ساختار رنای ناقل **۴ تا بازو** و **۳ حلقه** وجود دارد. بازوی بالایی که در یک انتهای خود تک رشته ای است حاوی **یک توالی سه نوکلئوتیدی** است امینواسیدی که قرار است رنای ناقل حمل کند به خارجی ترین نوکلئوتید این توالی متصل می شود که **آدنین** است. به این بازو ، بازوی پذیرنده امینواسید می گویند.



آنتی کدون Anticodon

- در ساختار سه بعدی یک بخش محل اتصال آمینواسید و دیگری توالی ۳ نوکلئوتیدی به نام **پادرمزه (آنتی کدون)** است. به نظر شما علت این نام گذاری چیست؟
- هنگام ترجمه، این توالی با توالی کدون مکمل خود پیوند هیدروژنی مناسب برقرار می کند.

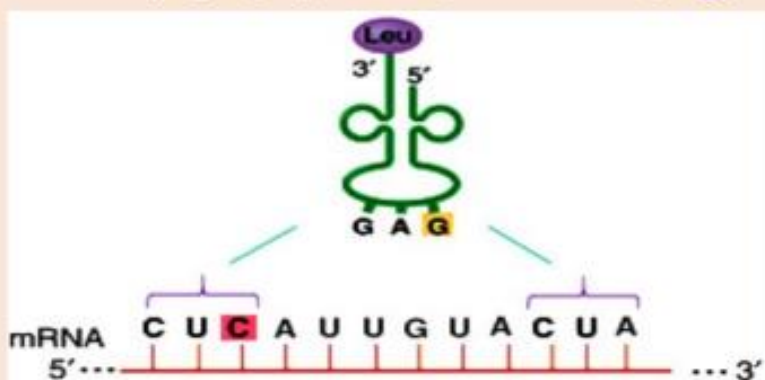


توجه توجه

برای هر آمینواسید حداقل یک نوع tRNA وجود دارد اما هر tRNA فقط به یک نوع آمینواسید می تواند متصل شود. آنتی کدون تعیین می کند که آن tRNA چه آمینو اسیدی را باید حمل کند. نوکلئوتیدهای آنتی کدون با نوکلئوتیدهای کدون مکمل خود پیوند هیدروژنی برقرار می کنند.

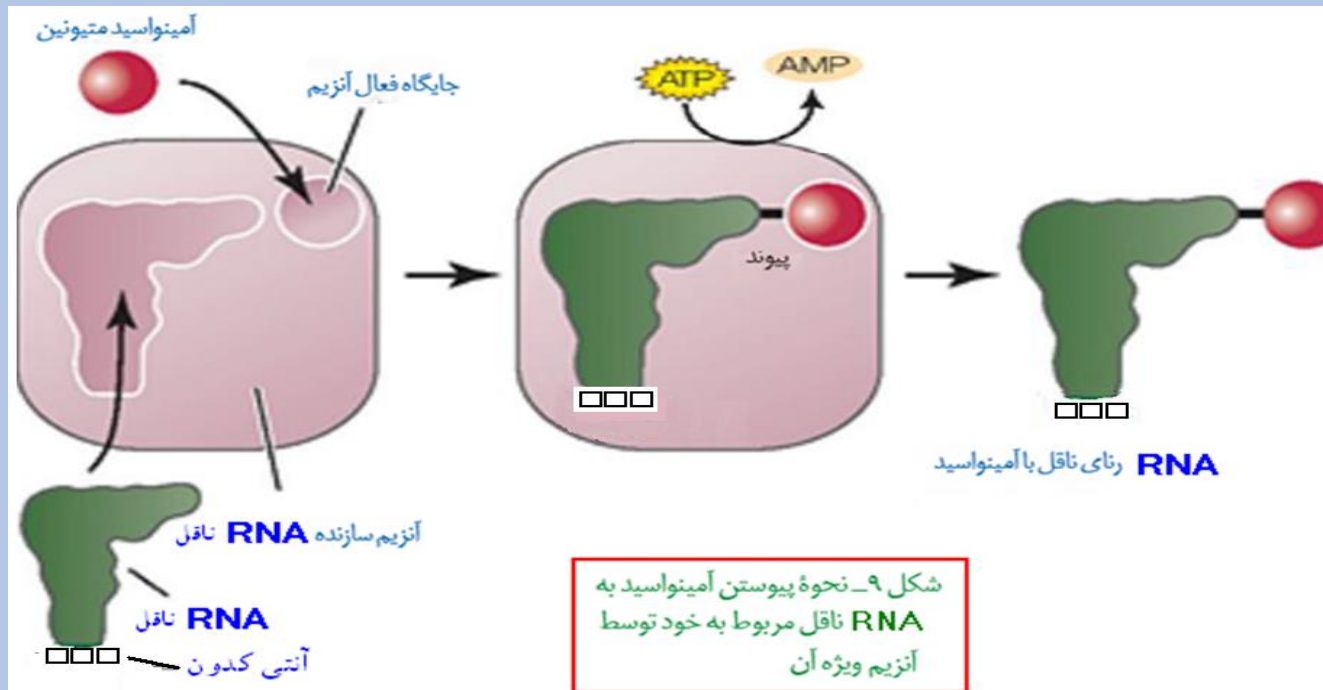
RNA های ناقل به جز در ناحیه آنتی کدون، در همه انواع توالی های مشابهی دارند.

تعداد انواع آنتی کدون کمتر از کدون ها است؛ مثلاً برای کدون های پایان، RNA ی ناقل وجود ندارد. بعضی از RNA های ناقل بیش از یک کدون را شناسایی می کنند.



نحوه عمل RNA ناقل :

همان طور که گفته شد، آمینواسید به RNA ناقل متصل می شود. حال پرسش این است که آیا هر نوع آمینواسید به هر نوع RNA ناقل می تواند متصل شود؟ اهمیت بخش آنتی کدون در این اتصال چیست؟

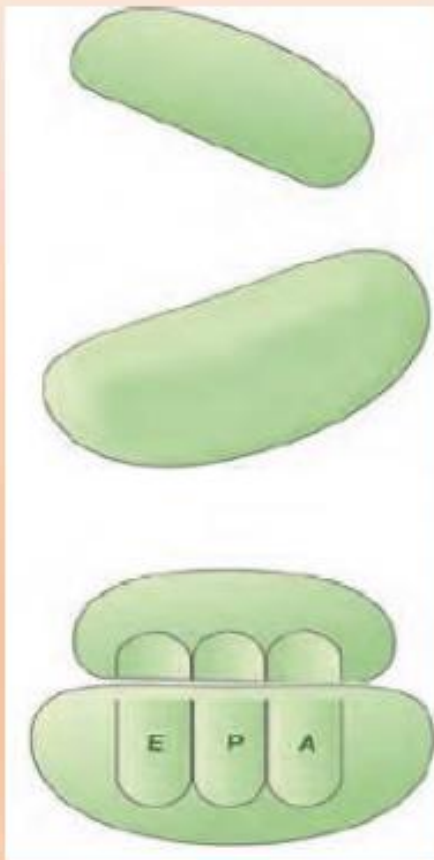


ساختار ریبوزوم

ریبوزومها یکی از اجزای سلولی می باشند که از دو زیر واحد تشکیل شده است یک بخش بزرگ و یک بخش کوچک .

هر زیر واحد نیز از **rRNA** و **پروتئین** تشکیل شده است **rRNA** مولکولی است که هم در ساختار ریبوزومها شرکت می کند و همچنین به عنوان آنزیم عمل می کند .(وظیفه شان ایجاد پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها حین عمل ترجمه میباشد).

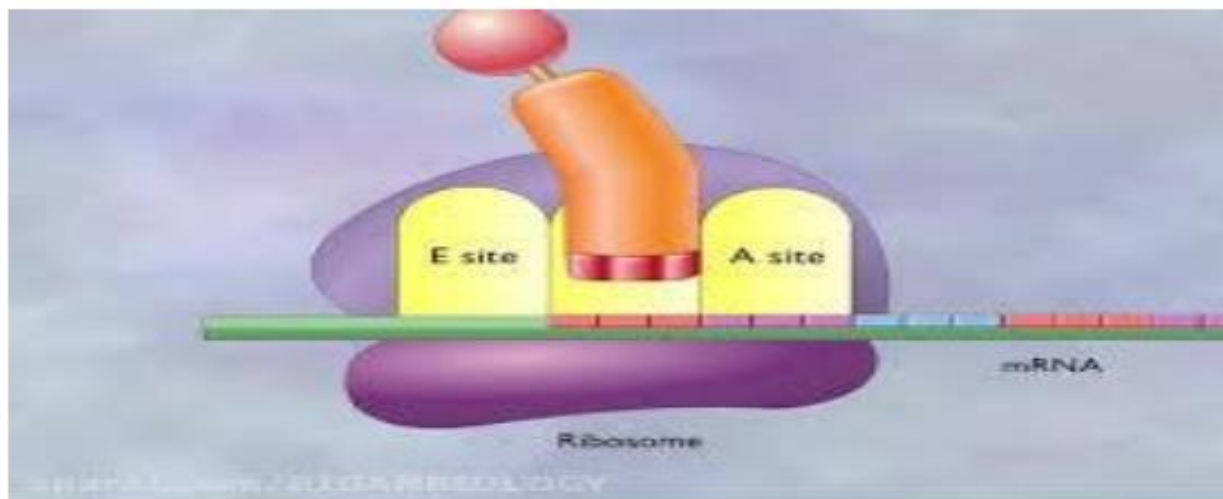
در حالت عادی دوبخش ریبوزوم از هم جدایی باشند و زمان انجام پروتئین سازی به هم متصل می شوند .



در ساختار ریبوزوم سه جایگاه وجود دارد که به ترتیب عبارتند از :
جایگاه A: محلی است که رناهای ناقل همراه با آمینواسید مناسب وارد ریبوزوم می شوند.

جایگاه P: محلی است که پلی پپتید در آن ساخته می شود و بین آمینواسیدها پیوند پپتیدی برقرار می شود.

جایگاه E: محل خروج رناهای ناقل وارد شده به ریبوزوم است .





مراحل ترجمه

ترجمه نیز **فرایندی پیوسته** است که برای سادگی در یادگیری آن را به سه مرحله تقسیم می کنند.

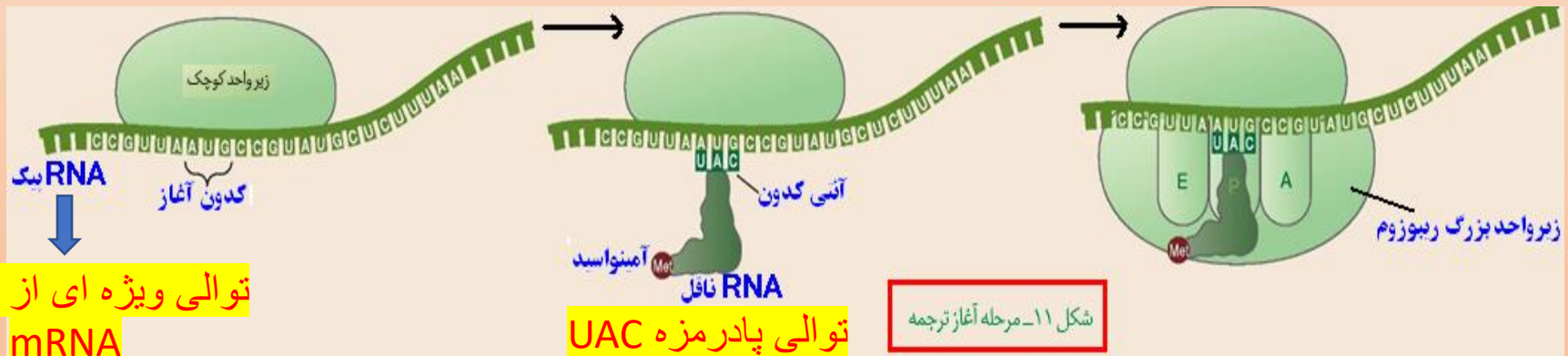
- آغاز
- طویل شدن
- پایان



these genes, expression can be divided into two processes: transcription and translation. In eukaryotic cells,

مرحله آغاز

در این مرحله بخش‌هایی از mRNA، زیر واحد کوچک رناتن را به سوی رمزه آغاز، هدایت می‌کند. سپس در این محل tRNA ناقلی که مکمل کدون آغاز است به آن متصل می‌شود. با افزوده شدن زیر واحد بزرگ ریبوزوم به این مجموعه، ساختار ریبوزوم کامل می‌شود.



دقت کنید که رنای پیک، زیر واحد کوچک رناتن را به سوی AUG هدایت می‌کند.

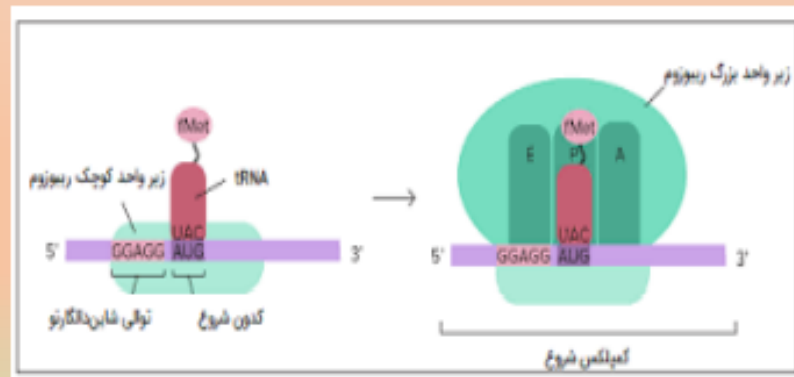
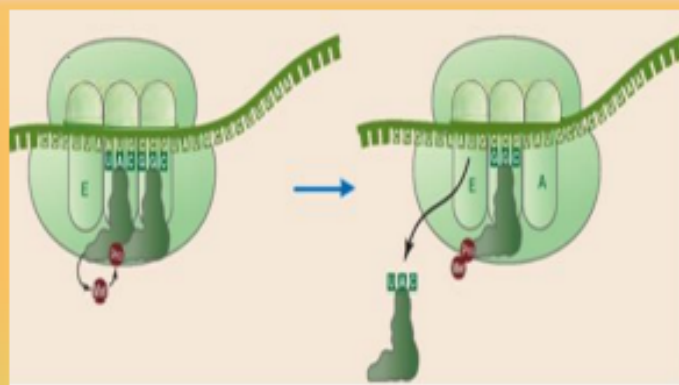
در این مرحله جایگاه P در ریبوزوم، محل قرارگیری tRNA دارای آمینواسید است.

این جایگاه در ابتدا توسط RNA ناقل متیونین اشغال می شود.

جایگاه A محل قرارگیری tRNA بعدی و آمینواسید متصل به آن خواهد بود. پیوند پپتیدی در جایگاه A برقرار می شود.

جایگاه E محل خروج tRNA بدون آمینواسید است.

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

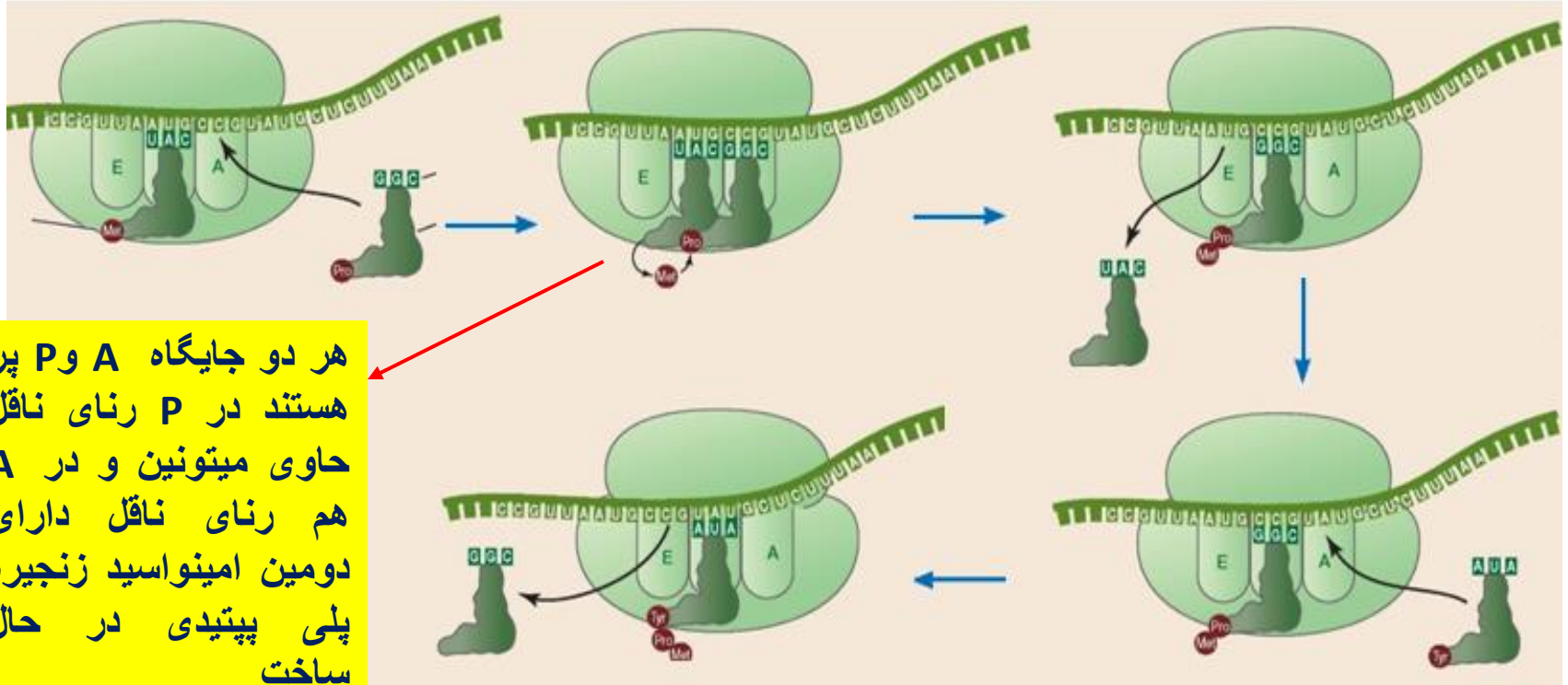


ترجمه کدون آغاز ، قبل از کامل شدن ساختار رناتن انجام می شود.

تمام بخش های یک رنای پیک که برای ترجمه شدن به رناتن متصل می شود ترجمه نمی شود ،بخش های قبل از رمزه آغاز و بخش های قبل از رمزه پایان و حتی خود رمزه پایان ترجمه نمی شوند.

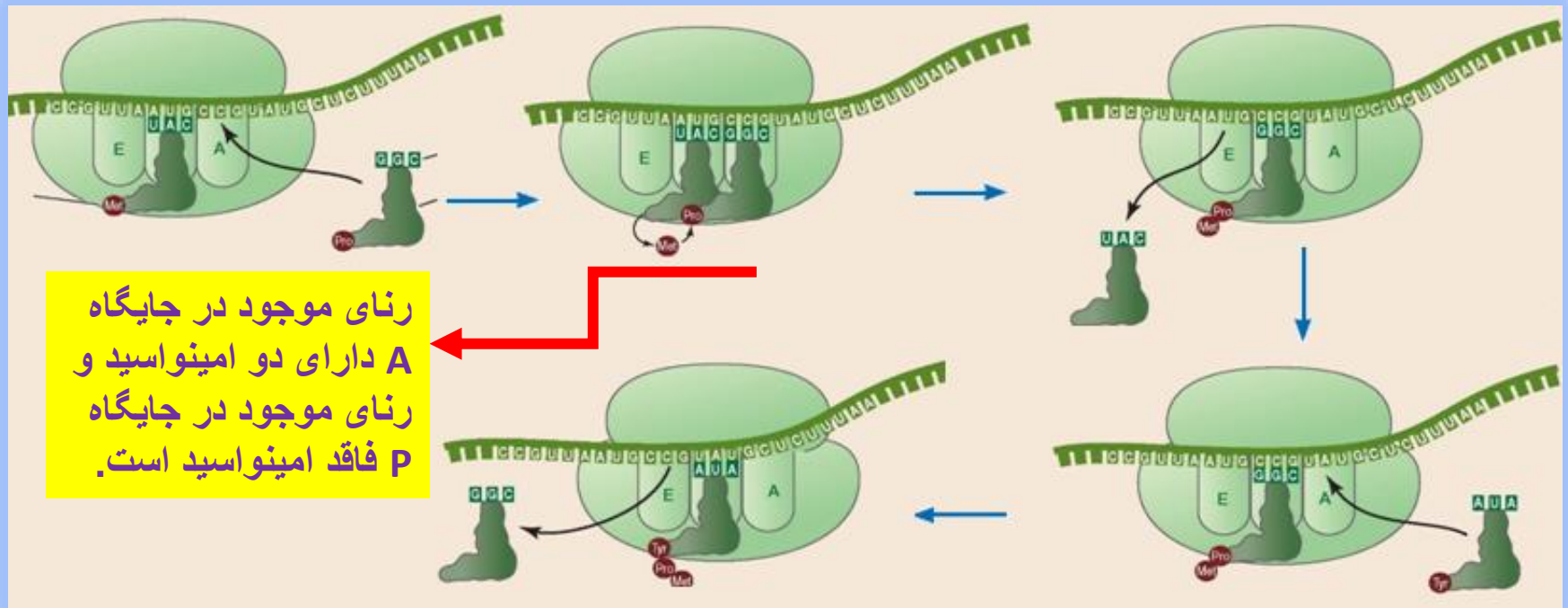


مرحلهٔ طویل شدن



هر دو جایگاه A و P پر هستند در P رنای ناقل حاوی میتونین و در A هم رنای ناقل دارای دومین آمینواسید زنجیره پلی پپتیدی در حال ساخت

در این مرحله ممکن است **RNAهای ناقل** مختلفی وارد **جایگاه A ریبوزوم** شوند ولی فقط **tRNA**یی که مکمل کدون جایگاه A است، استقرار پیدا می کند؛ در غیر این صورت جایگاه را ترک می کند.

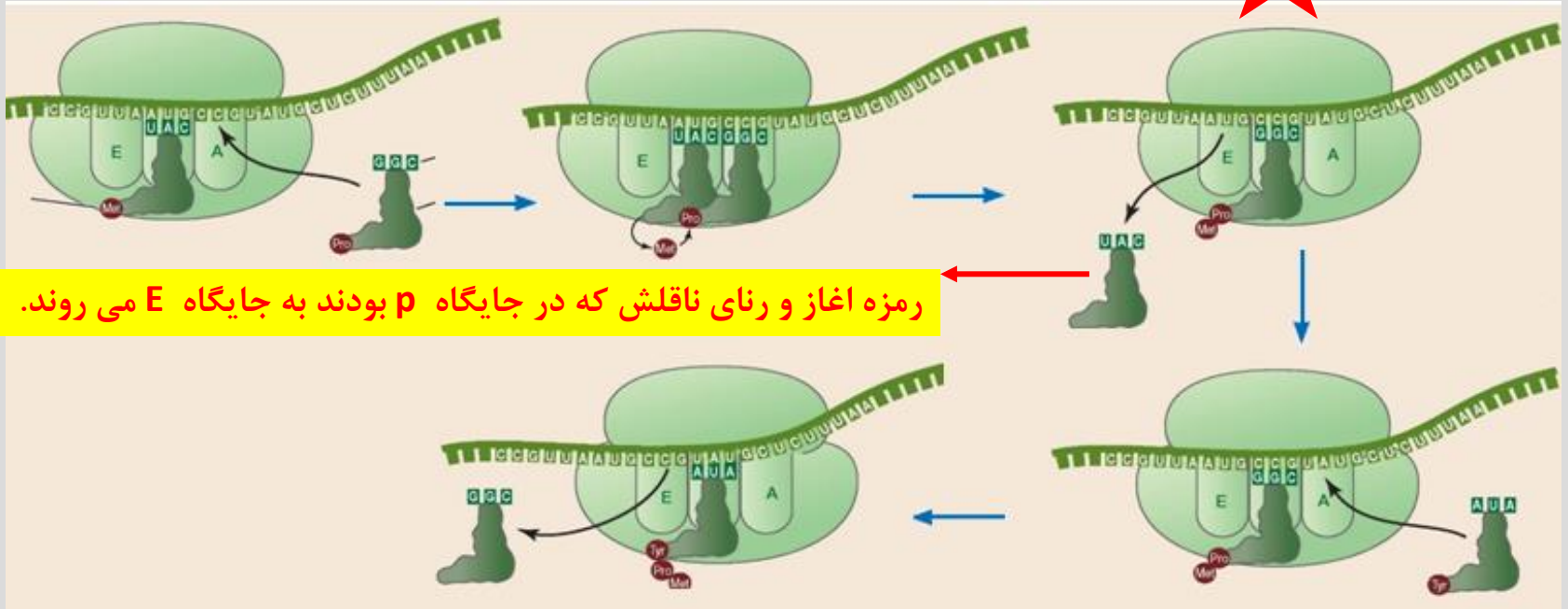


سپس آمینواسید جایگاه P از RNA ناقل خود جدا می شود و با آمینواسید جایگاه A پیوند برقرار می کند. آیا می دانید پیوند حاصل چه نام دارد؟

پپتیدی

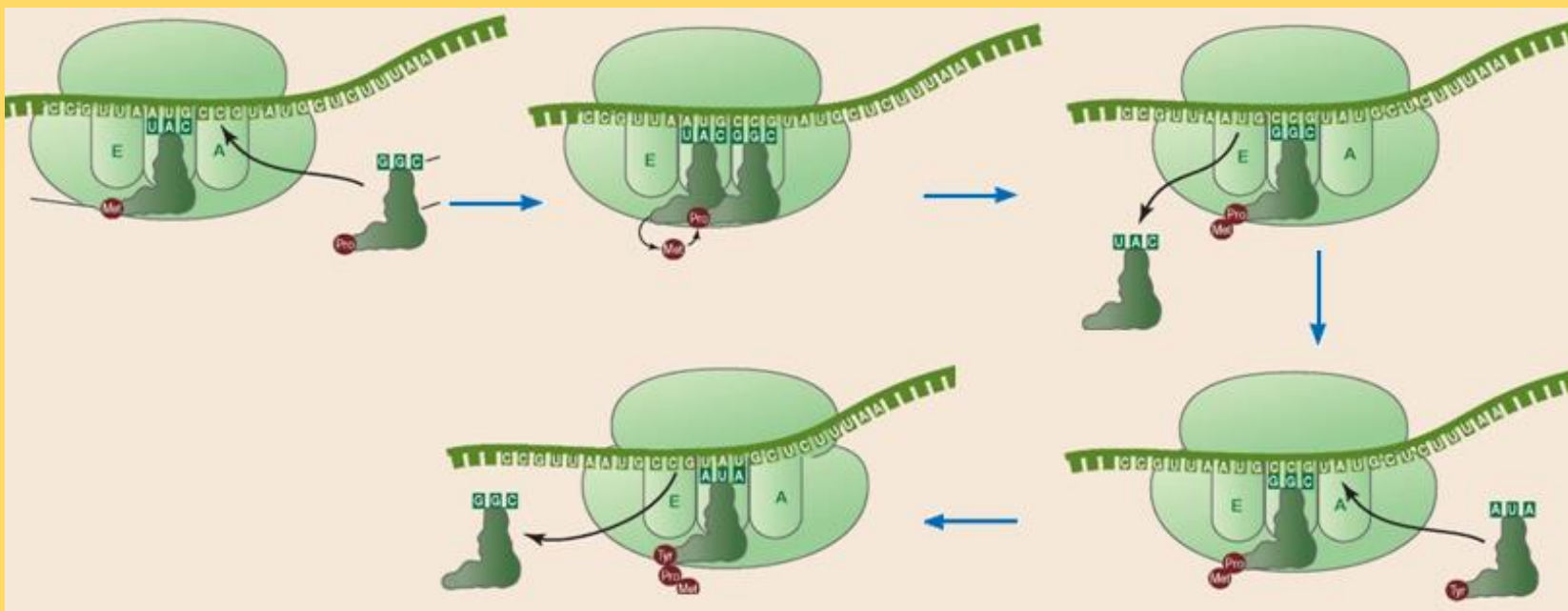
هنگام ساخت یک زنجیره پلی پپتیدی، پیوندهای پپتیدی در جایگاه A ریبوزوم و توسط انزیم غیر پروتئینی rRNA تشکیل می شوند.

جابجایی رناتن



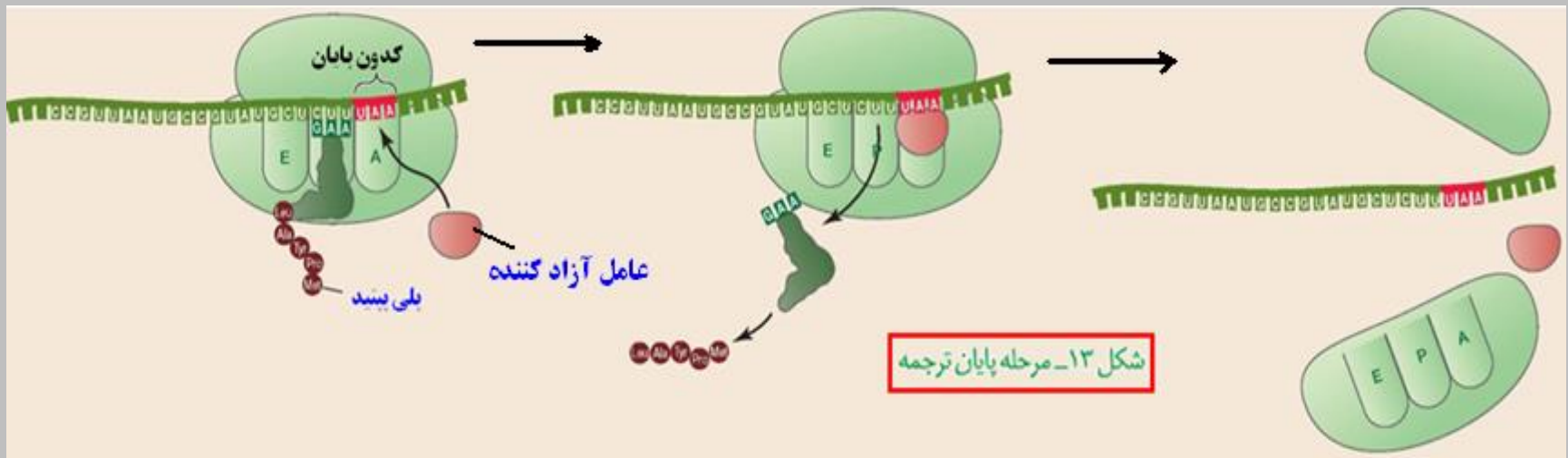
رمزه آغاز و رنای ناقلش که در جایگاه p بودند به جایگاه E می روند.

پس از آن رناتن به اندازه یک رمزه به سوی رمزه پایان پیش می رود در این موقع RNA 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 tRNA بعدی باشد.



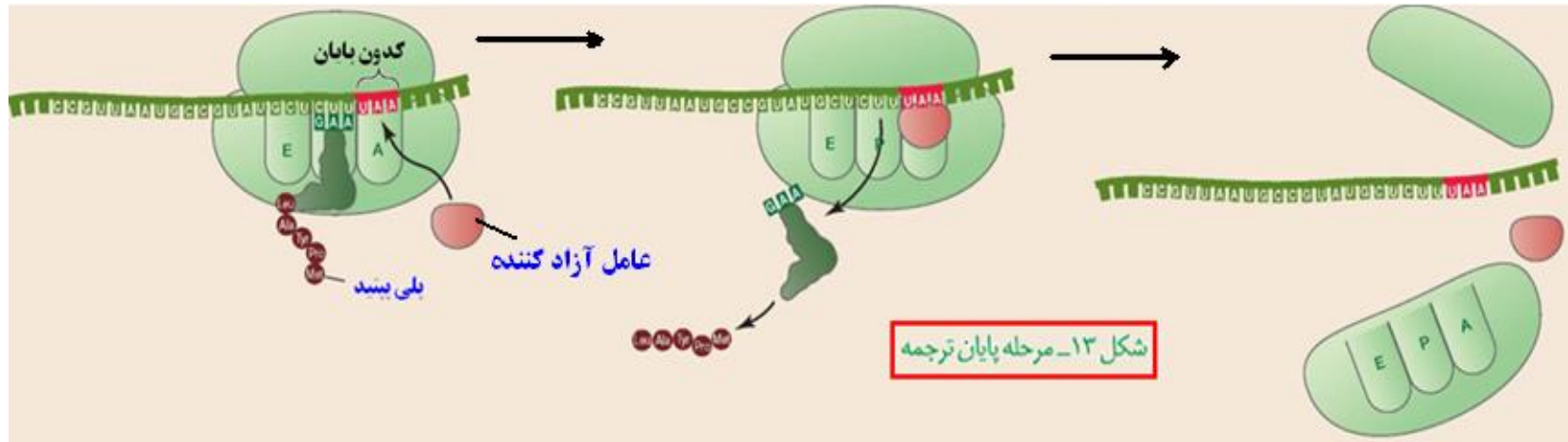
tRNA بدون آمینواسید نیز در جایگاه E قرار می گیرد و سپس از این جایگاه خارج می شود. این فرایند بارها تکرار می شود و طول زنجیره آمینواسیدی بیشتر می شود تا ریبوزوم به یکی از کدون های پایان برسد.

مرحله پایان



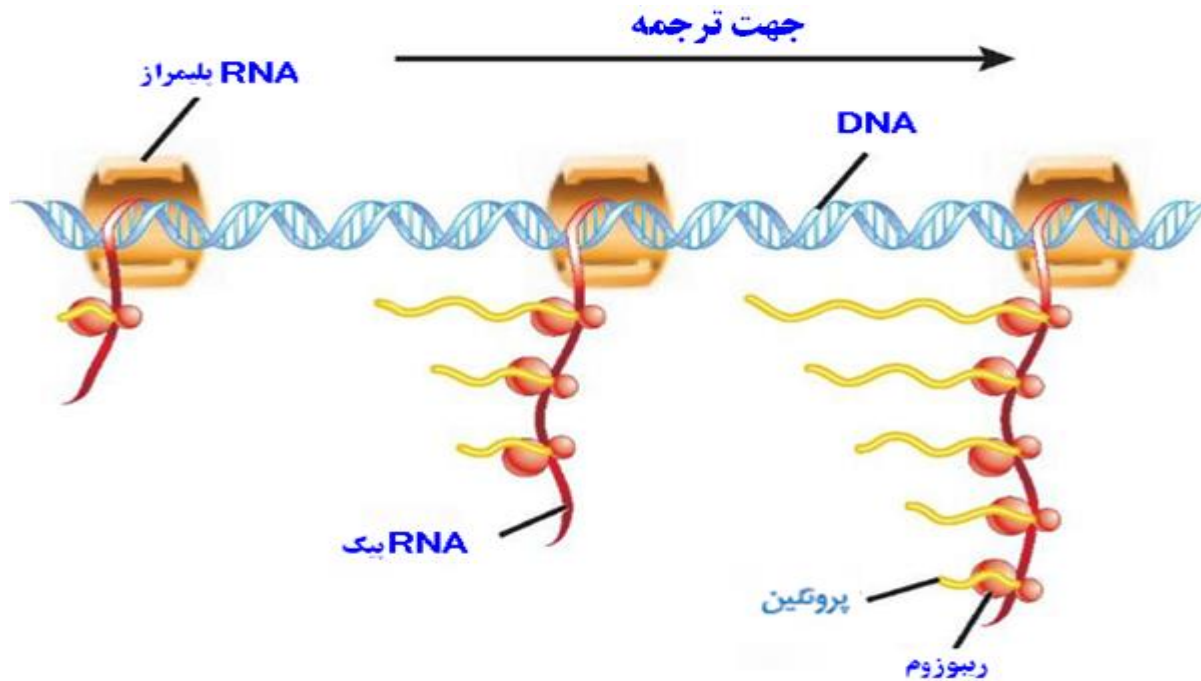
با ورود یکی از کدون های پایان ترجمه در جایگاه A چون tRNA مکمل آن وجود ندارد، این جایگاه توسط پروتئین هایی به نام عوامل آزاد کننده (Release Factors) اشغال می شود.

مرحلهٔ پایان



این پروتئین ها باعث جدا شدن پلی پپتید از آخرین tRNA می شوند. همچنین این پروتئین ها باعث جدا شدن زیرواحدهای ریبوزوم از هم و آزاد شدن mRNA می شوند.

مرحلهٔ پایان

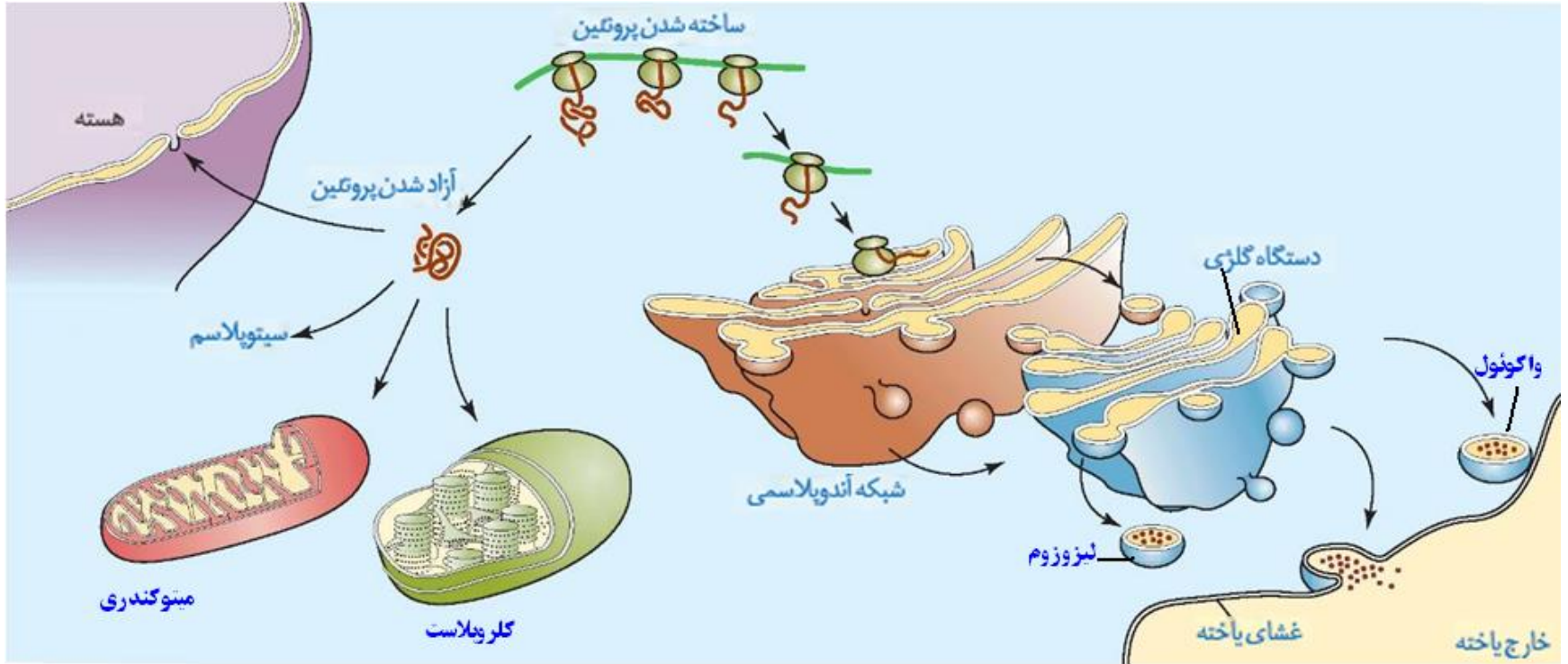


زیرواحدهای ریبوزوم ها می توانند مجدداً این مراحل را تکرار کنند تا چندین نسخه از یک پلی پپتید ساخته شود.



DNA

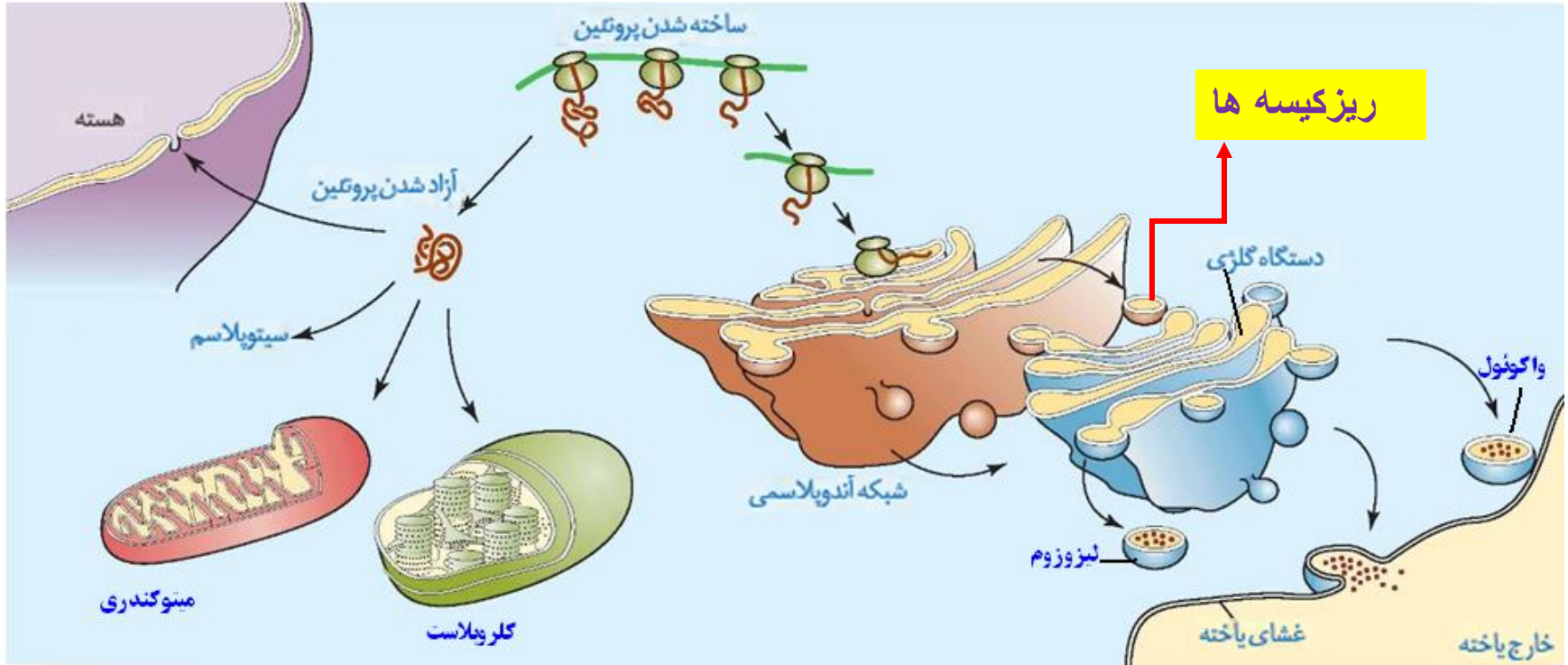
محل پروتئین سازی



شکل ۱۴- سرنوشت پروتئین های ساخته شده در سیتوپلاسم

ممکن است پروتئین ها در بخش های مختلفی از یاخته ساخته شوند. به طور کلی پروتئین سازی در هر بخشی از یاخته که **ریبوزوم ها** حضور داشته باشند می تواند انجام شود.

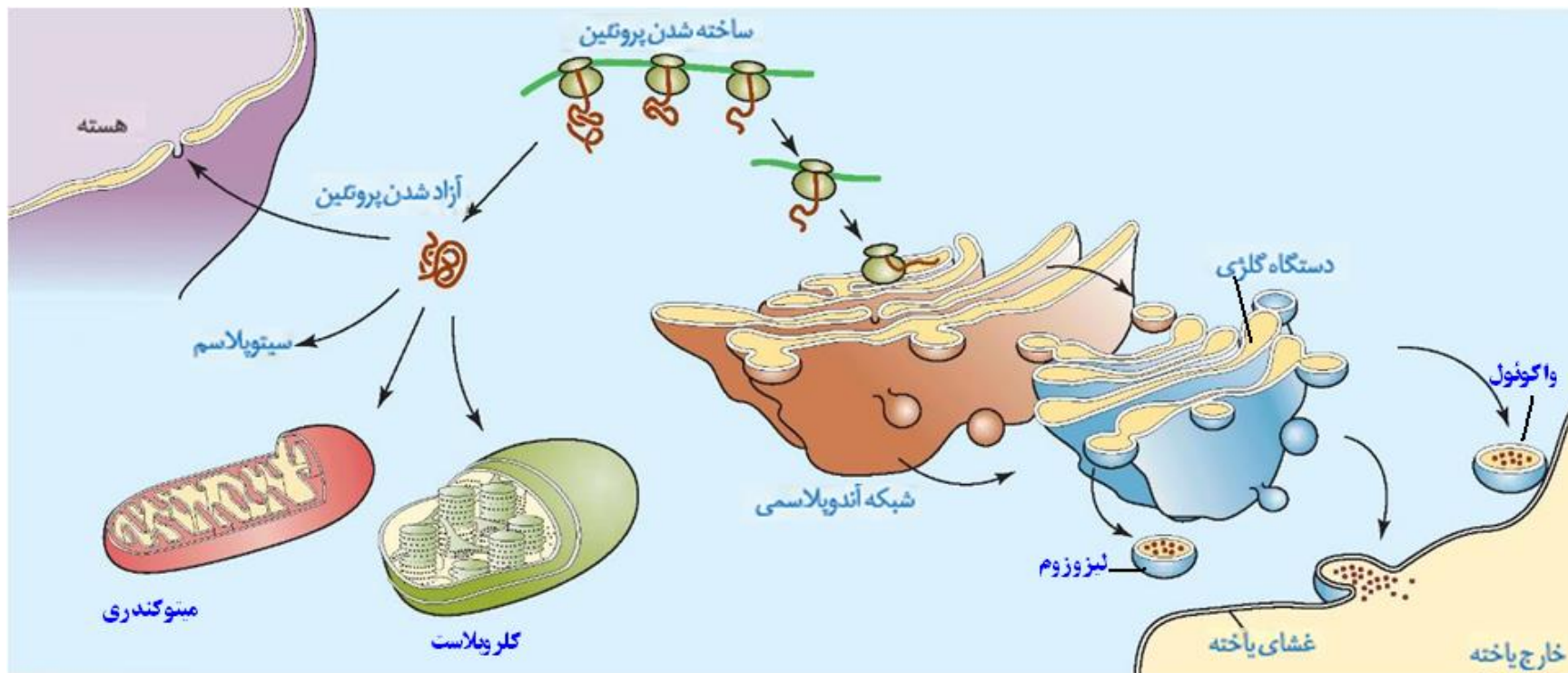
سرنوشت پروتئین ها



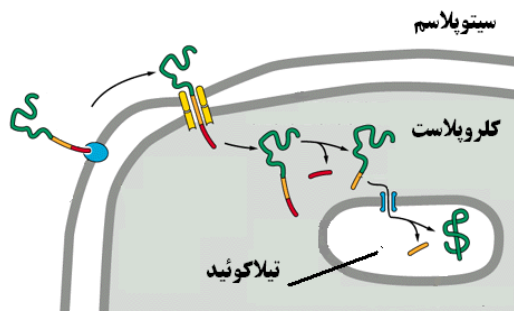
شکل ۱۴- سرنوشت پروتئین های ساخته شده در سیتوپلاسم

پروتئین های ساخته شده در سیتوپلاسم سرنوشت های مختلفی پیدا می کنند. بعضی از این پروتئین ها به شبکه آندوپلاسمی و دستگاه گلژی می روند و ممکن است برای ترشح به خارج رفته یا به بخش هایی مثل واکوئل و لیوزوم بروند. بعضی پروتئین ها نیز در سیتوپلاسم می مانند و یا اینکه به میتوکندری، هسته و یا پلاست ها می روند.

محل پروتئین سازی و سرنوشت آنها

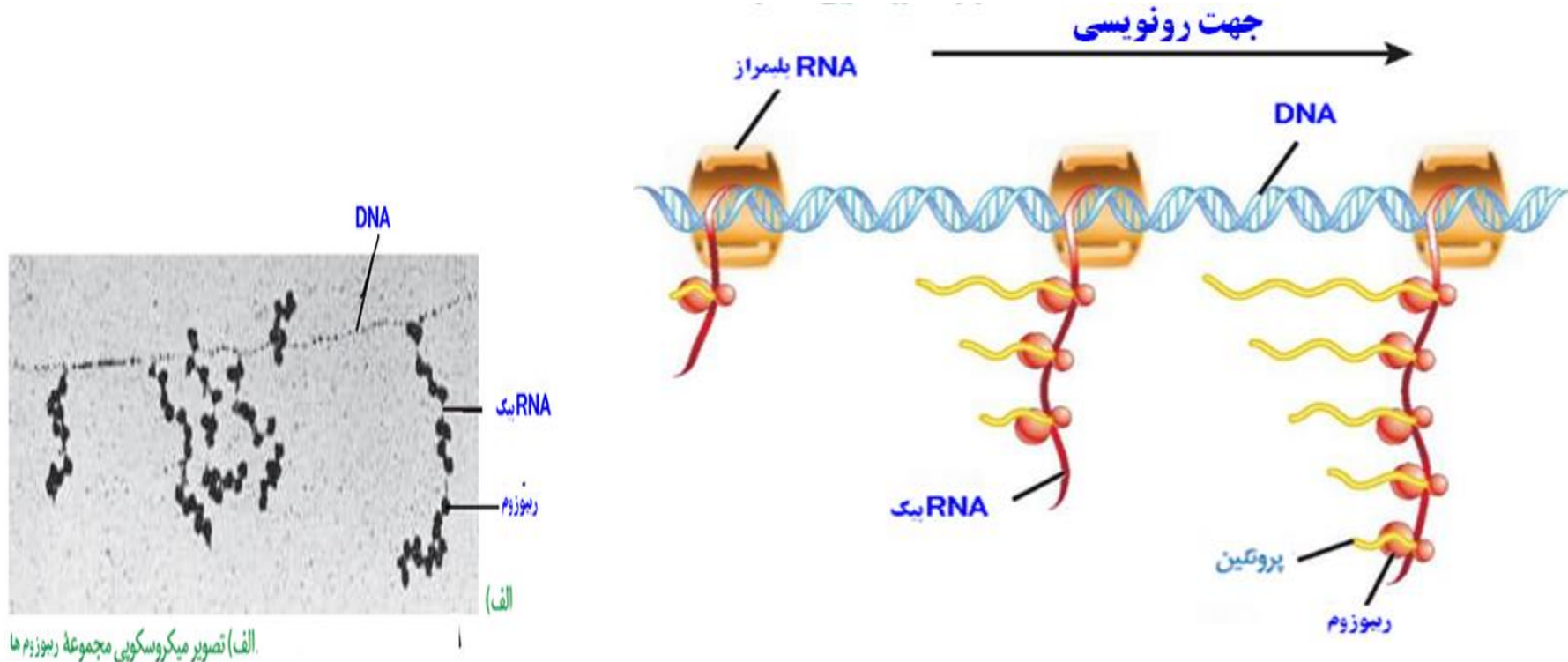


شکل ۱۴- سرنوشت پروتئین های ساخته شده در سیتوپلاسم

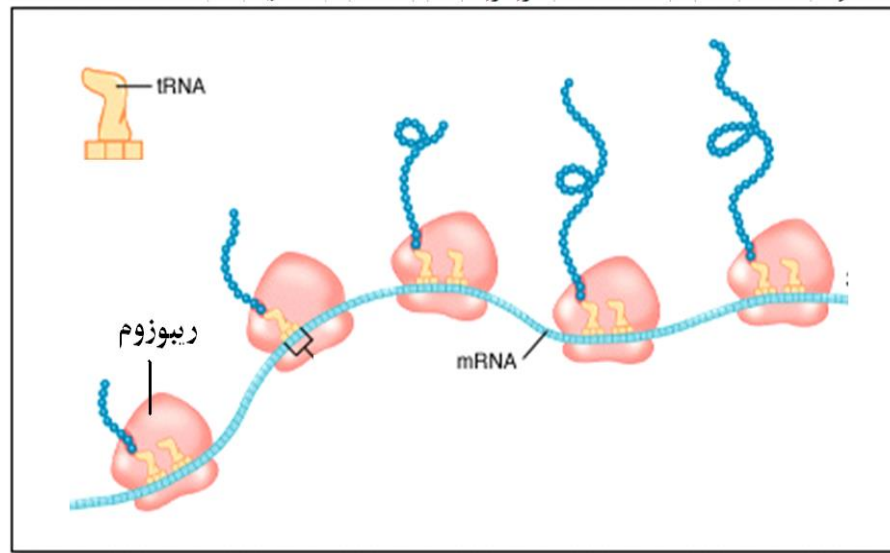


در هر یک از این موارد براساس مقصدی که پروتئین باید برود، توالی های آمینواسیدی در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می کند.

سرعت و مقدار پروتئین سازی



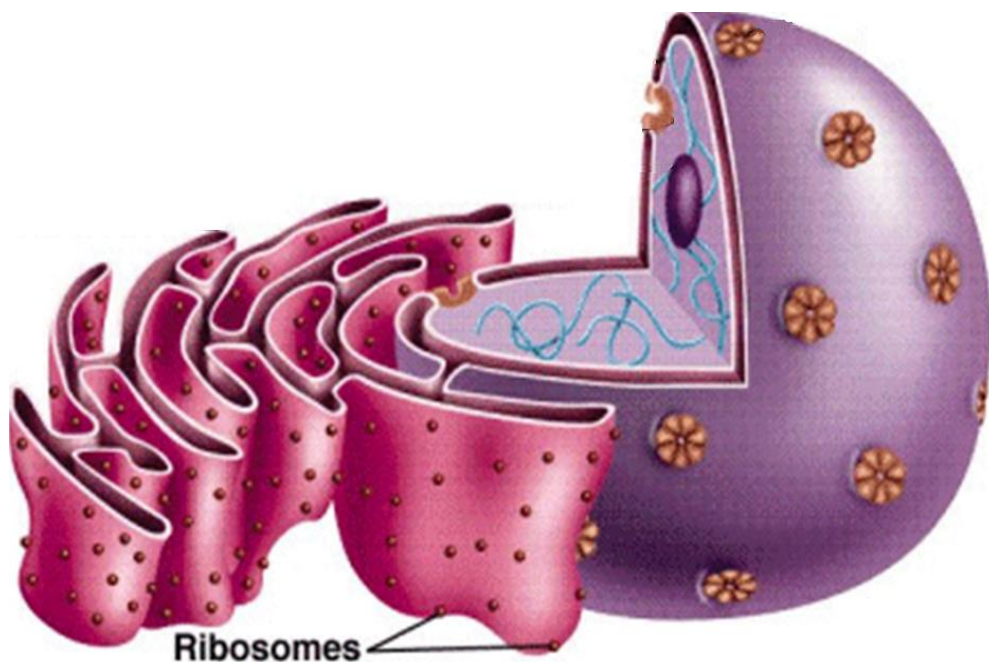
به طور کلی سرعت و مقدار پروتئین سازی در یاخته ها بسته به **نیاز** تنظیم می شود. در پروکاریوت ها پروتئین سازی حتی ممکن است پیش از پایان رونویسی mRNA آغاز شود؛ زیرا طول عمر mRNA در این یاخته ها کم است.



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

مدرس : دکتر ارزو شاهی

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



زیست شناسی پایه دوازدهم

فصل دوم گفتار سوم



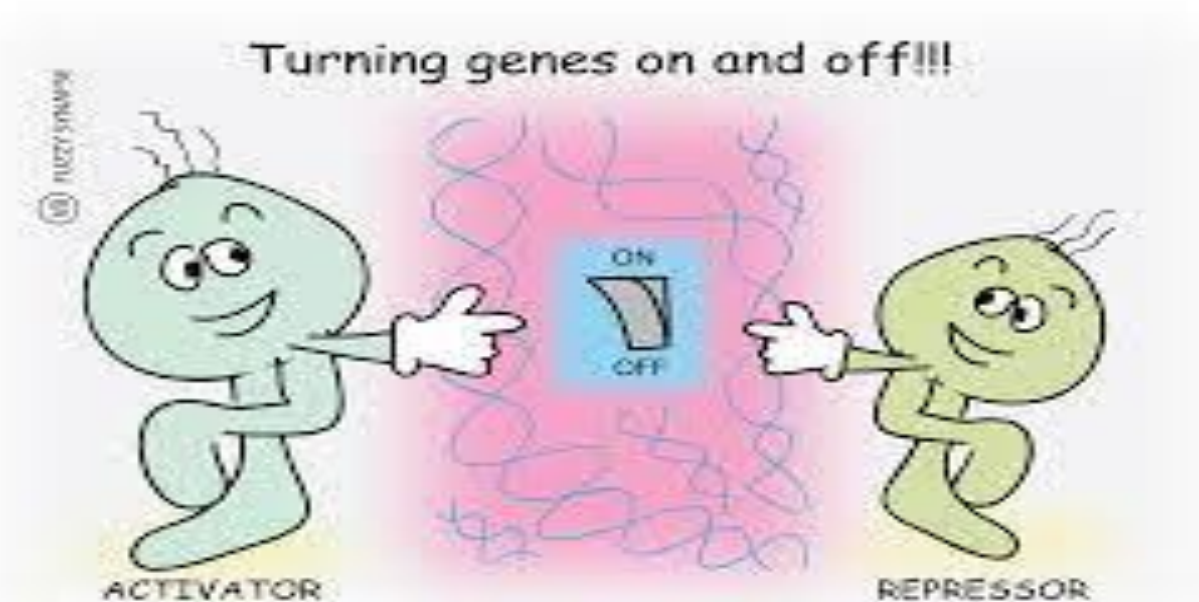
فصل ۲

جریان اطلاعات دریاخته

در سال گذشته آموختید که همه یاخته های پیکری بدن از تقسیم میتوز یاخته تخم ایجاد می شوند. یاخته های حاصل، از نظر کروموزوم و ژن ها یکسان اند. با این حال در ادامه تقسیمات و رشد جنین، یاخته های متفاوتی ایجاد می شوند که اعمال مختلفی انجام می دهند؛ مثلاً یاخته های عصبی و ماهیچه ای بدن یک فرد، ژن های یکسانی دارند ولی دارای عملکرد و شکل متفاوتی هستند. حال این سؤال مطرح می شود که چگونه ممکن است یاخته هایی با ژن های یکسان تا این حد متفاوت باشند؟

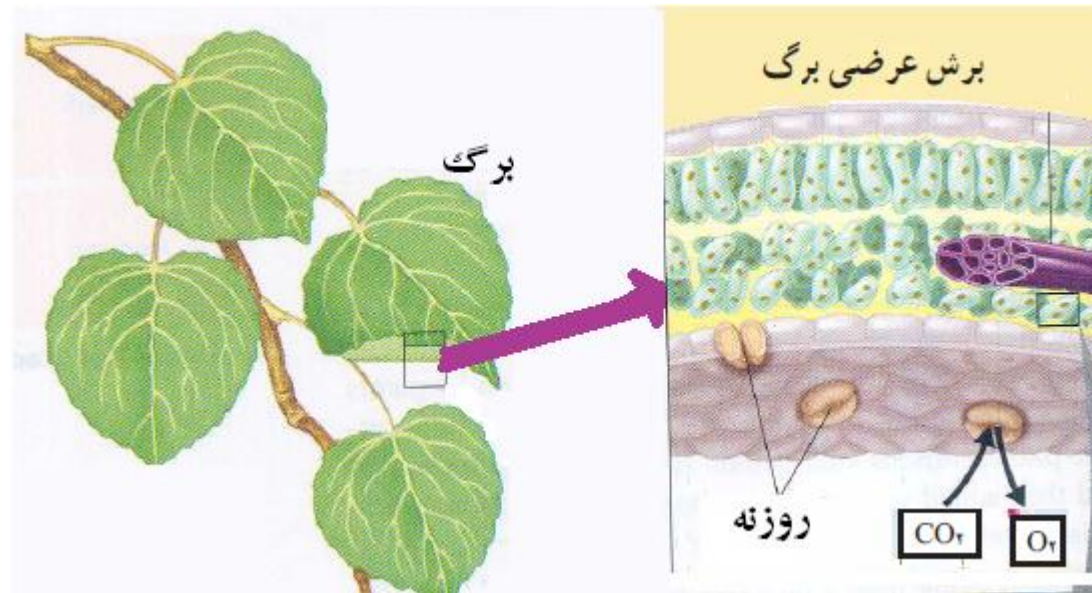


به فرایندهایی که تعیین می کنند در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن ها بیان شوند و یا بیان نشوند، فرایندهای تنظیم بیان ژن (Regulation of gene expression) می گویند.

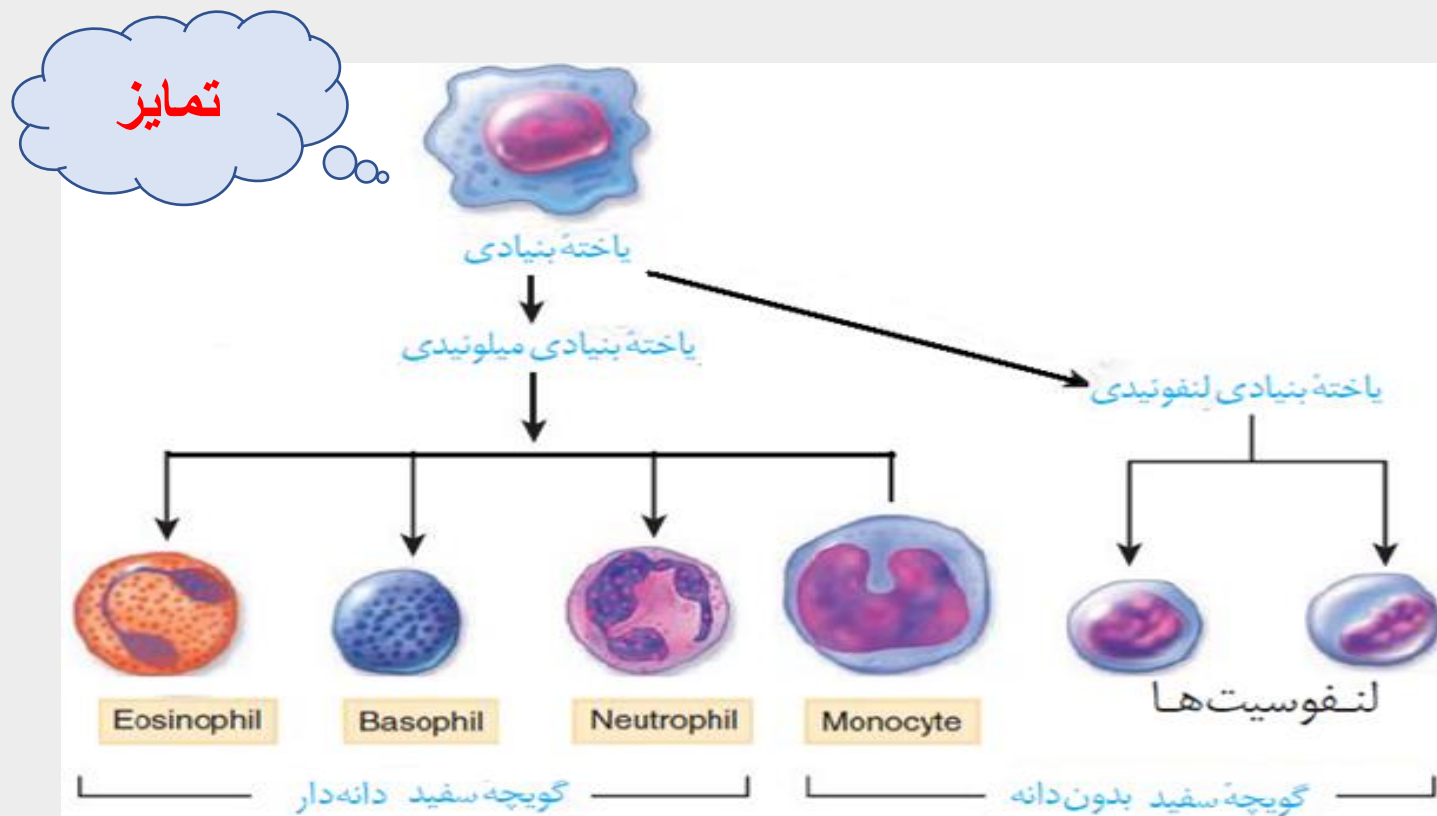


تنظیم بیان ژن فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارند. تنظیم بیان ژن موجب می شود تا جاندار

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



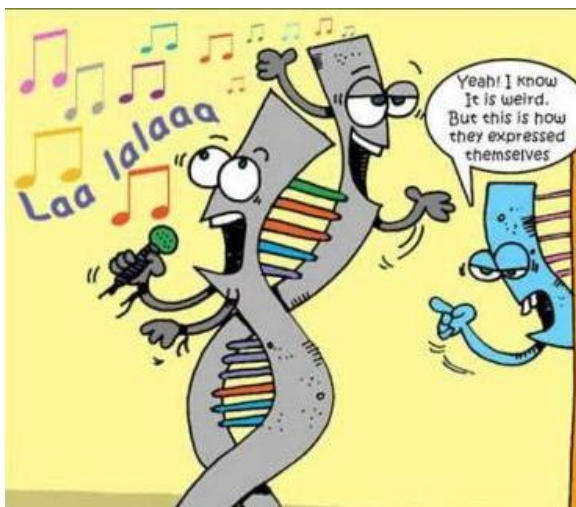
۲- همچنین تنظیم بیان ژن می تواند موجب ایجاد یاخته های مختلفی از یک یاخته شود. یاخته های متفاوتی که از یاخته های بنیادی مغز استخوان ایجاد می شوند، مثالی مناسب در این مورد هستند.



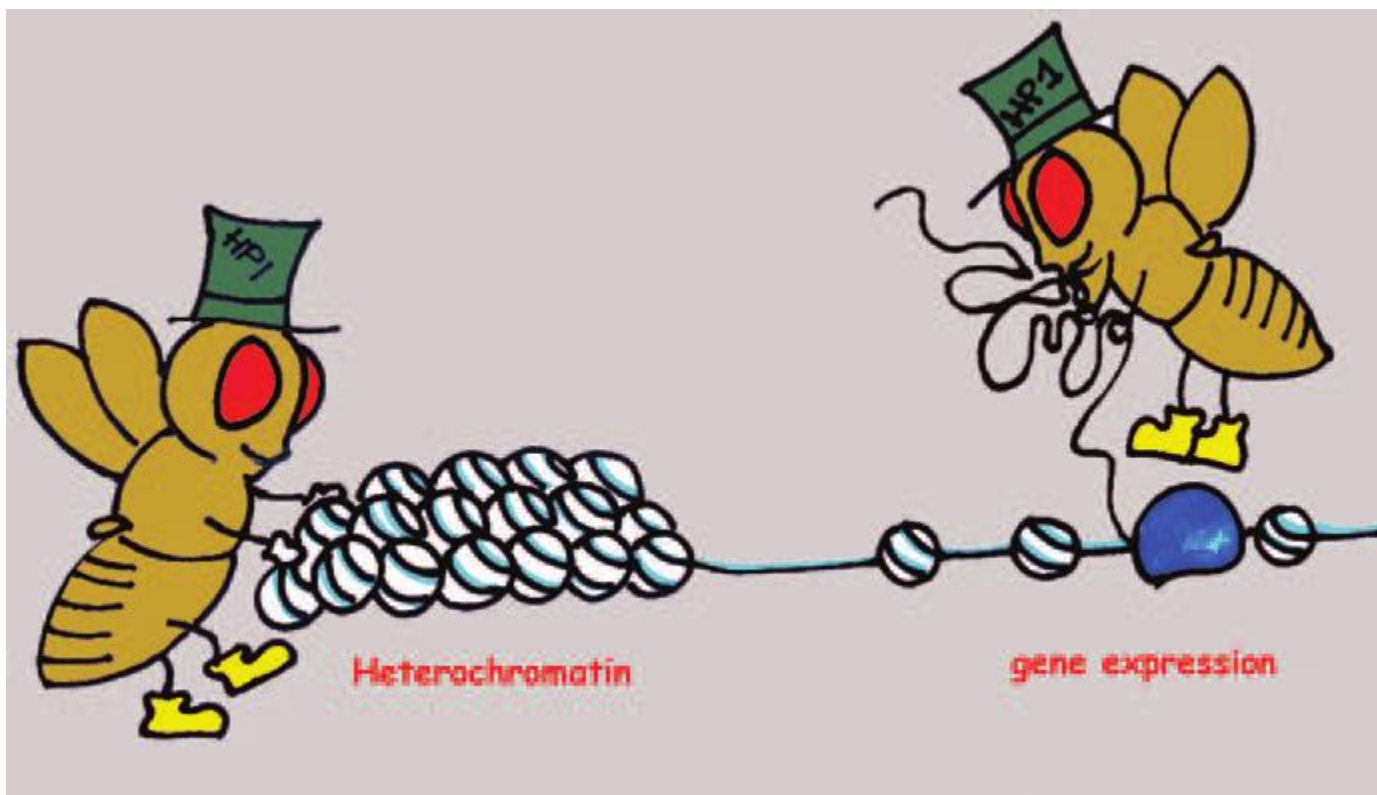
تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها

محصول ژن، **RNA** و **پروتئین** است. بنابراین، تغییر در فعالیت ژن ها، بر ساخت این محصولات نیز اثر می گذارد.

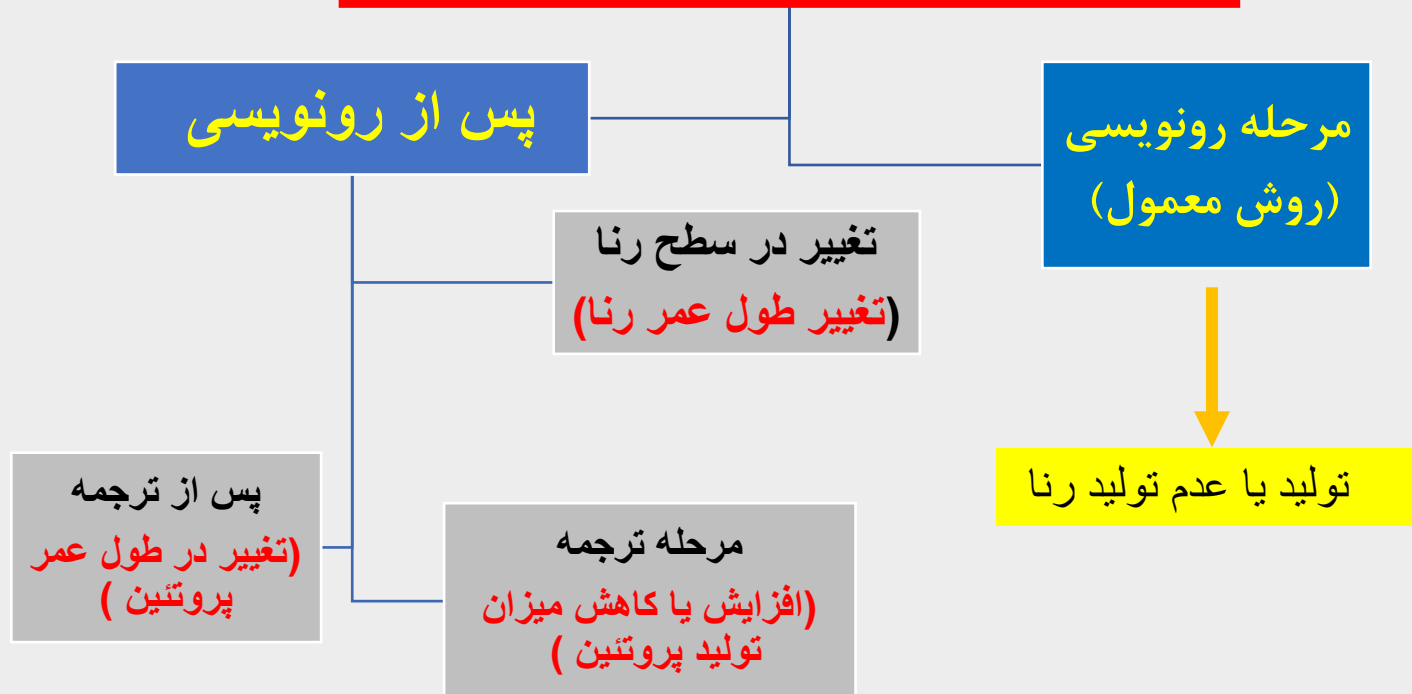
تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها می تواند در هر یک از مراحل ساخت **RNA** و **پروتئین** تأثیر بگذارد ولی به طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحله **رونویسی** انجام می شود. در مواردی هم ممکن است یاخته **با تغییر در پایداری (طول عمر) RNA** یا **پروتئین**، فعالیت آن را تنظیم کند.



پس تنظیم بیان ژن فقط در روشن یا خاموش کردن ان خلاصه نمی شود
نحوه بیان ژن و میزان بیان ان هم جزء تنظیم بیان ژن است.

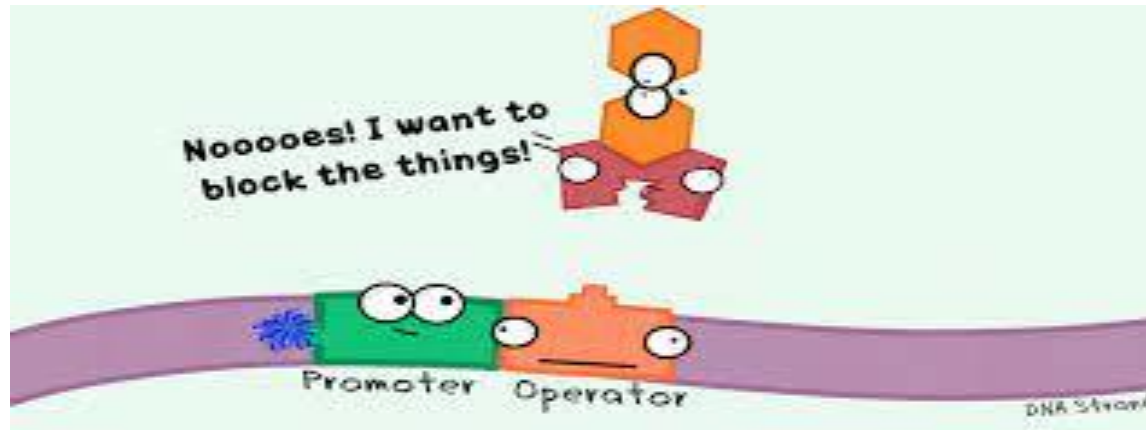


تنظیم بیان ژن در پروکاریوت



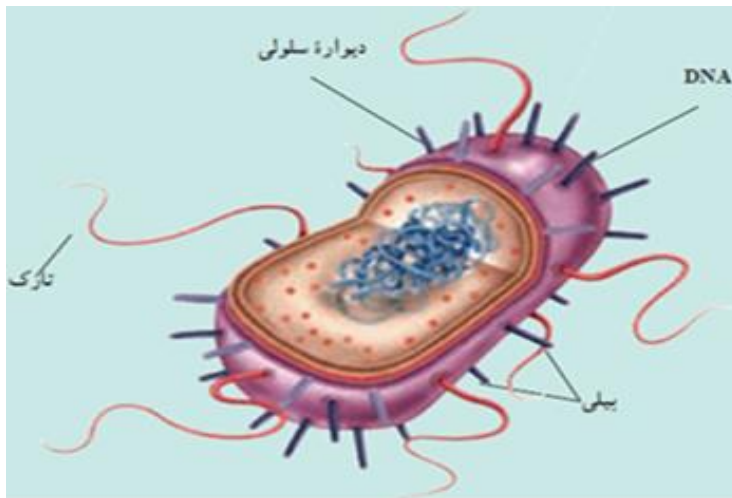
تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها

در این نوع تنظیم **عواملی** به پیوستن RNA پلیمراز 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 پروتئین های خاصی به بخشی از DNA که سر راه RNA پلیمراز است، از انجام رونویسی جلوگیری می شود. نمونه این نوع تنظیم، در نوعی باکتری به نام اشر شیا کلای (*Escherichia coli*) شناخته شده است.

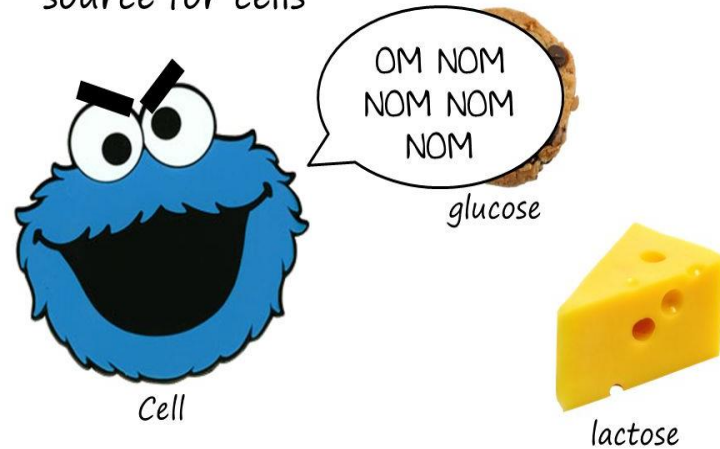


تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها

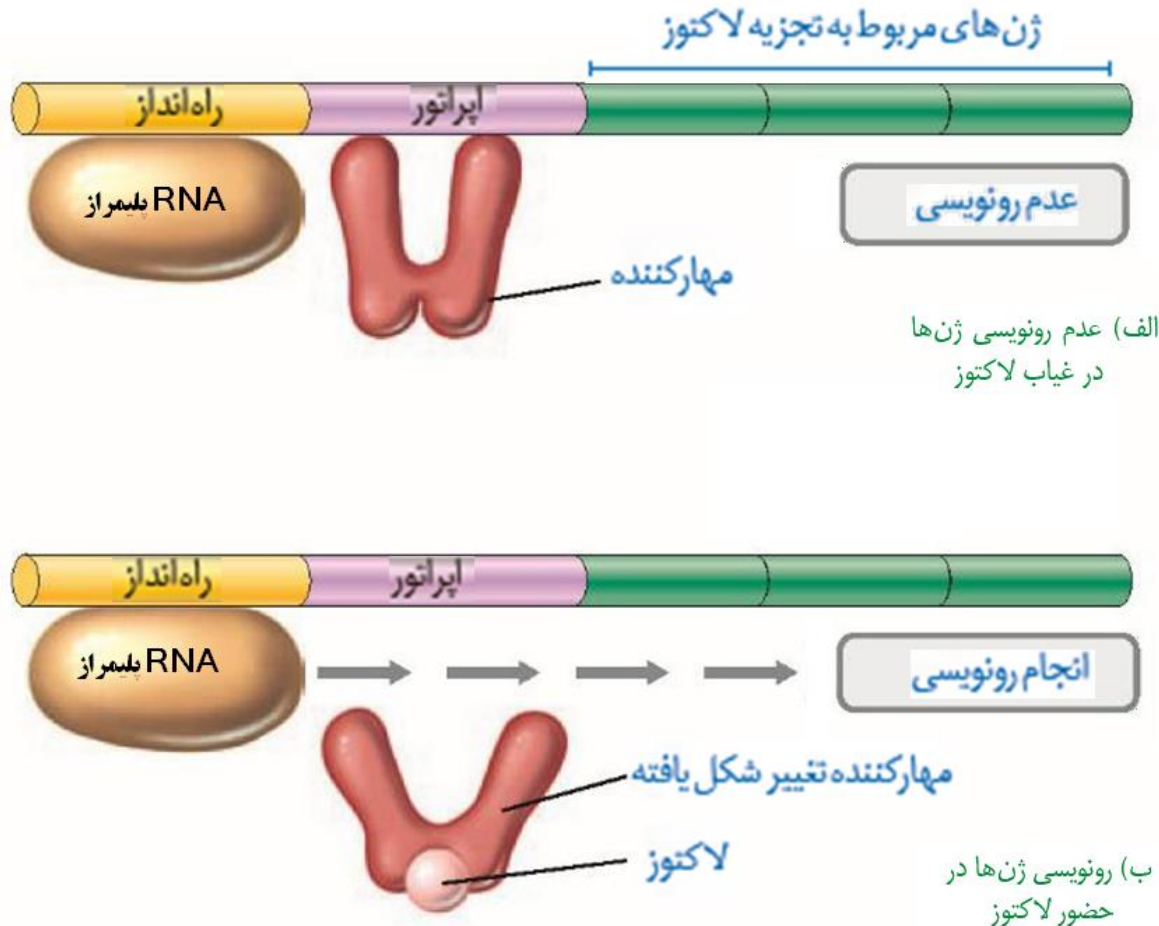
قند مصرفی ترجیحی این باکتری **گلوکز** است.. اگر گلوکز در محیط باکتری وجود نداشته باشد ولی قند دیگری به نام **لاکتوز (Lactose)** در اختیار باکتری قرار بگیرد، باکتری می تواند از این قند استفاده کند. این قند متفاوت از گلوکز بوده است و آنزیم های لازم برای مصرف آن نیز متفاوت است.



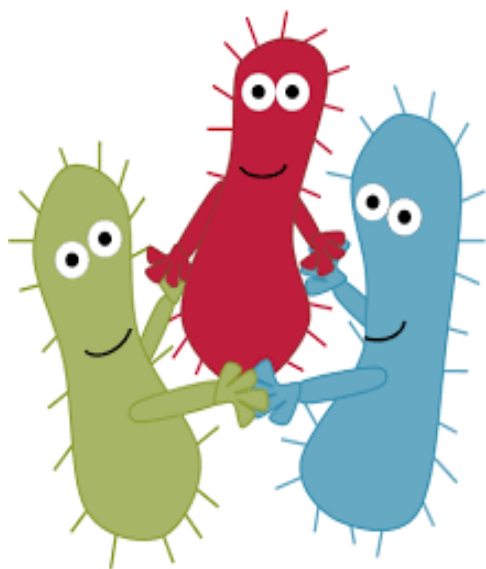
- Glucose is the preferred energy source for cells



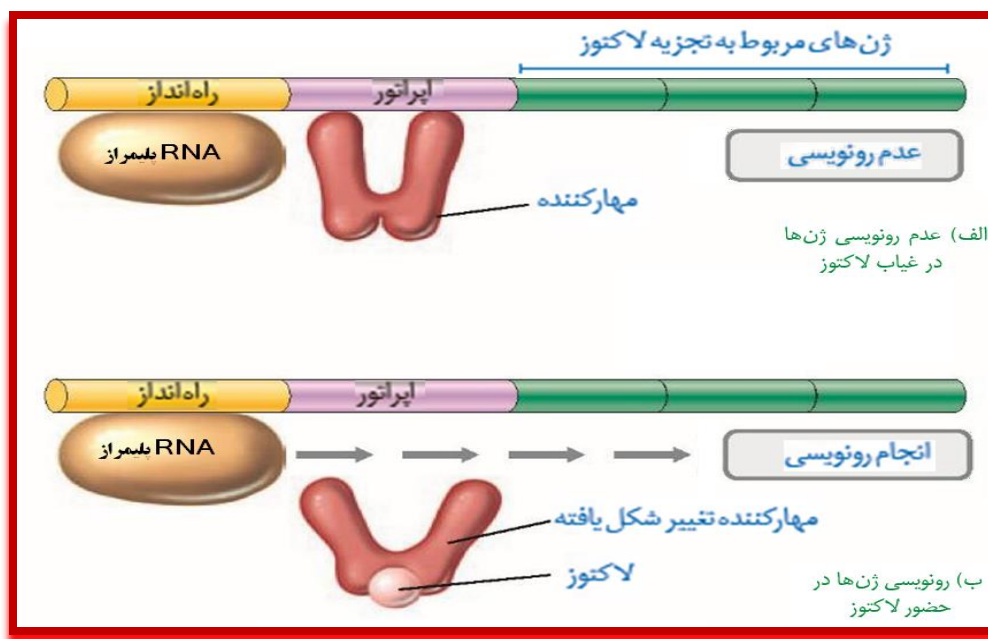
تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها



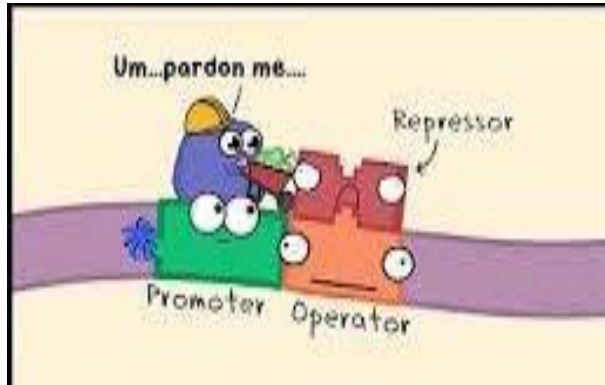
بنابراین وقتی **لاکتوز** در محیط وجود دارد باکتری باید آنزیم های تجزیه کننده آن را بسازد و در نبود یا کاهش لاکتوز نیز ساخت آنزیم های تجزیه کننده آن متوقف یا کاهش پیدا کند.



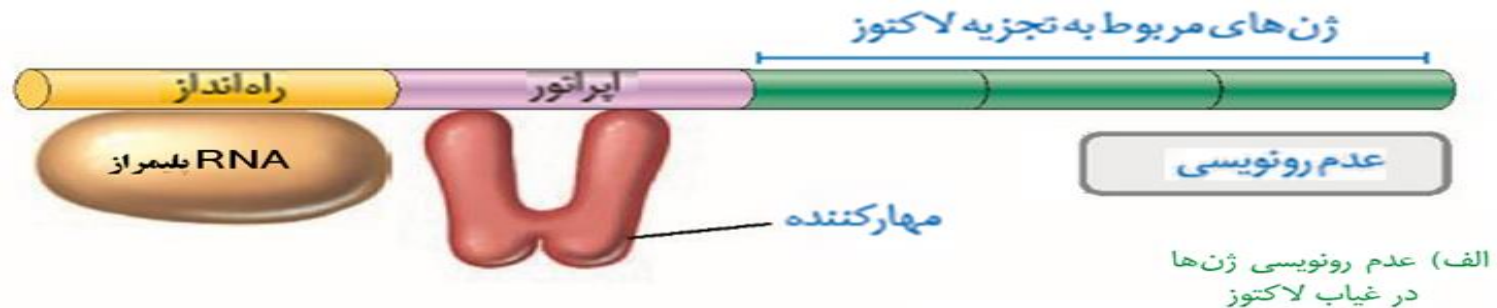
- حال این پرسش پیش می آید که باکتری چگونه می تواند حضور لاکتوز را در محیط تشخیص دهد و آنزیم های تجزیه کننده آن را بسازد؟
- ژن هایی که این آنزیم ها را می سازند چگونه روشن و یا خاموش می شوند؟
- در پروکاریوت ها بیان ژن به دو صورت **منفی و مثبت** تنظیم می شود.



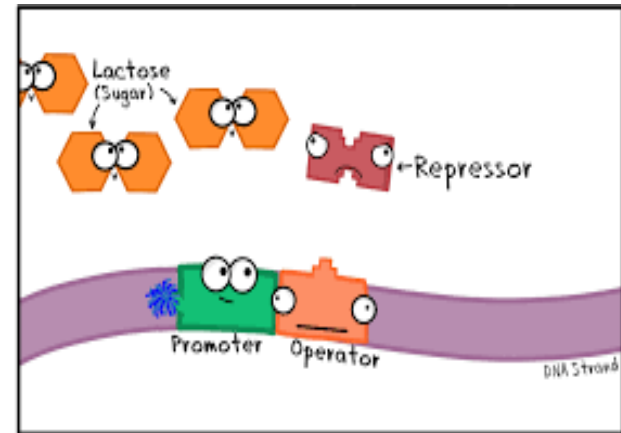
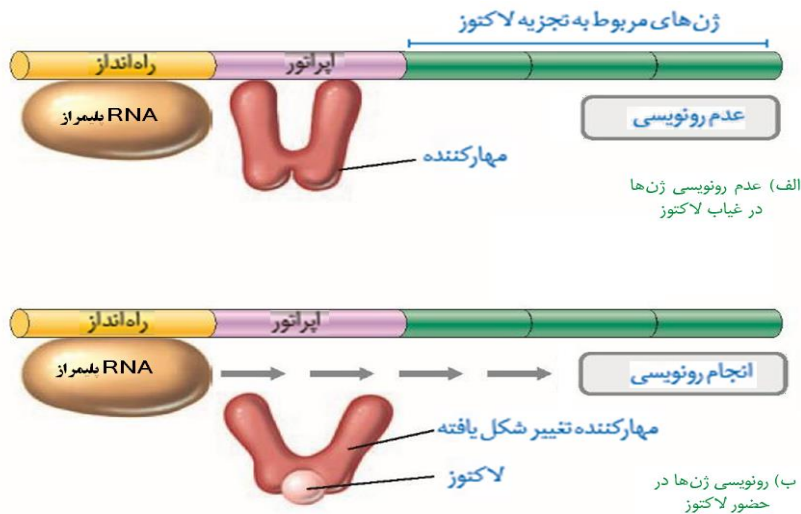
تنظیم منفی رونویسی



در گفتار ۱ آموختید که رونویسی با چسبیدن **RNA پلیمراز** به راه انداز ژن شروع می شود. حال اگر مانعی بر سر راه **RNA پلیمراز** وجود داشته باشد، رونویسی انجام نمی شود. به این نوع تنظیم، تنظیم منفی رونویسی گفته می شود.



مانع پیش روی RNA پلیمراز نوعی پروتئین به نام **مهارکننده** (**Repressor**) است. این پروتئین به توالی خاصی از DNA به نام **اپراتور (Operator)** متصل می شود و جلوی حرکت RNA پلیمراز 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، RNA پلیمراز می تواند رونویسی ژن ها را انجام دهد محصولات این ژن ها تجزیه لاکتوز را ممکن می کند.



تنظیم منفی بیان ژن در پروکاریوت ها



نکته: رنای پیکی که از رونویسی این پکیج ژنی ساخته می شود حاوی سه ژن می باشد که هر کدام از این ژنها یک پلی پپتید خاص را رمز می کنند یعنی با ترجمه این رنای پیک سه نوع پلی پپتید متفاوت تولید خواهد شد.

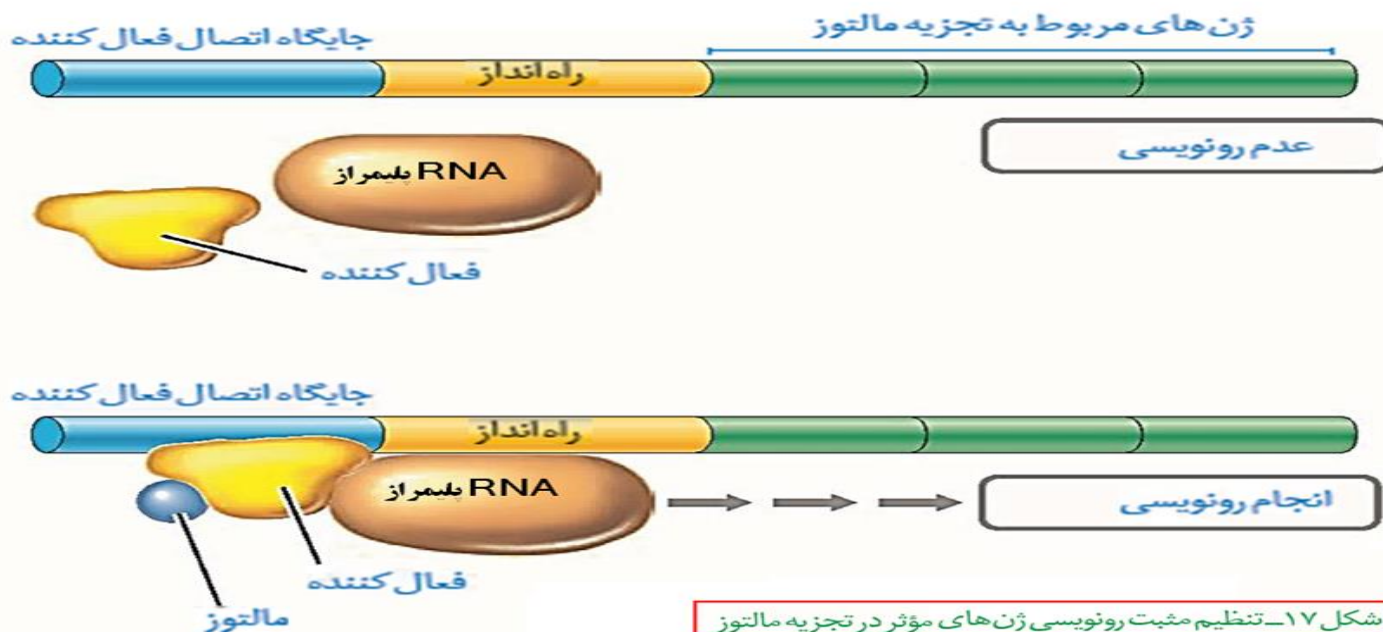
جایگاه آغاز رونویسی در ژن اول و توالی پایان در ژن سوم قرار دارد.

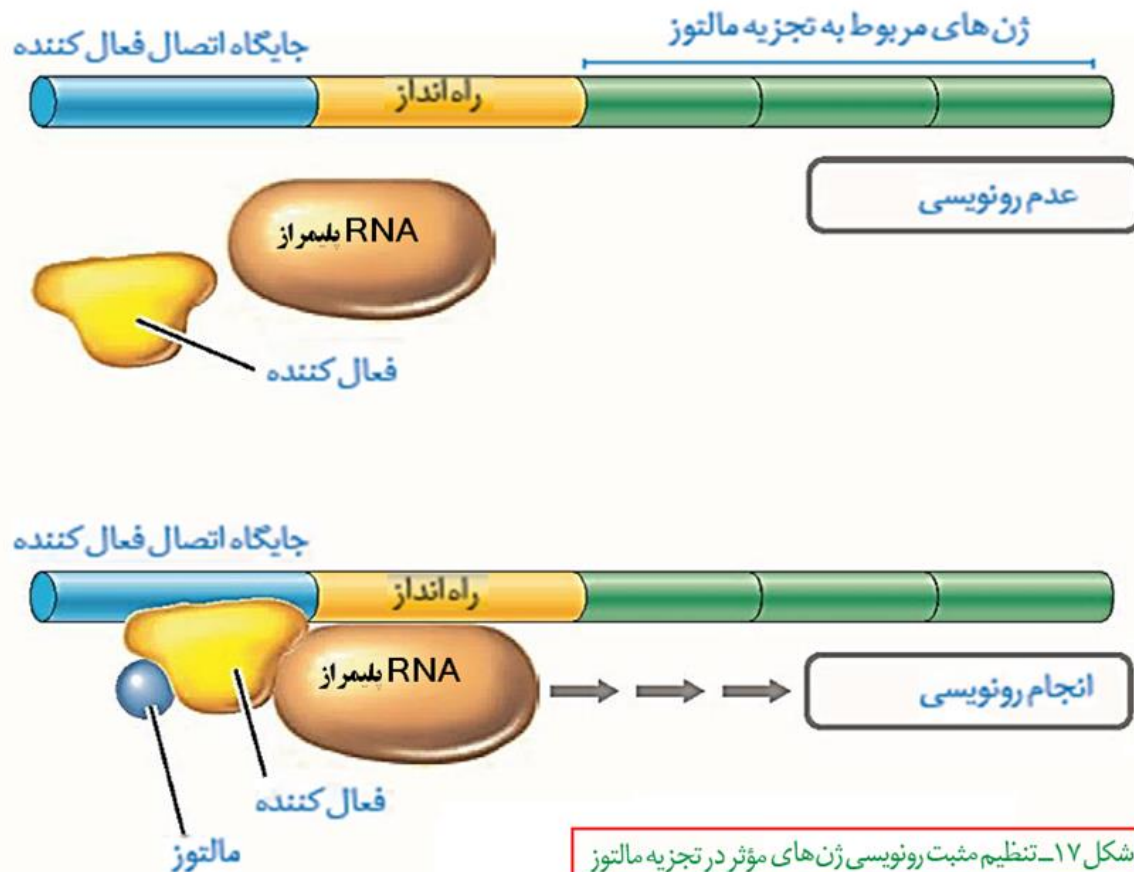
این ژنها همگی با هم یک راه انداز مشترک دارند که با ژنها فاصله دارد.

تنظیم مثبت رونویسی

در این نوع تنظیم، پروتئین های خاصی به RNA پلیمراز کمک می کنند تا بتواند به راه انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند. مثال این نوع تنظیم نیز در باکتری اشرشیاکلای وجود دارد. مشخص شده که اگر در محیط باکتری، قند مالتوز (Maltose) وجود داشته باشد، درون باکتری آنزیم هایی ساخته می شوند که در تجزیه آن دخالت دارند. در عدم حضور مالتوز این آنزیم ها ساخته نمی شوند چون باکتری نیازی به آنها ندارد.

تنظیم رونویسی در مورد این ژن ها به صورت مثبت انجام می شود. در حضور قند مالتوز، انواعی از پروتئین به نام **فعال کننده (Activator)** وجود دارند که به توالی های خاصی از DNA متصل می شوند. به این توالی ها **جایگاه اتصال فعال کننده (Activator Binding Site)** گفته می شود. در حضور مالتوز در محیط، پروتئین فعال کننده به جایگاه خود متصل می شود و پس از اتصال به RNA پلیمراز کمک می کند تا به راه انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.

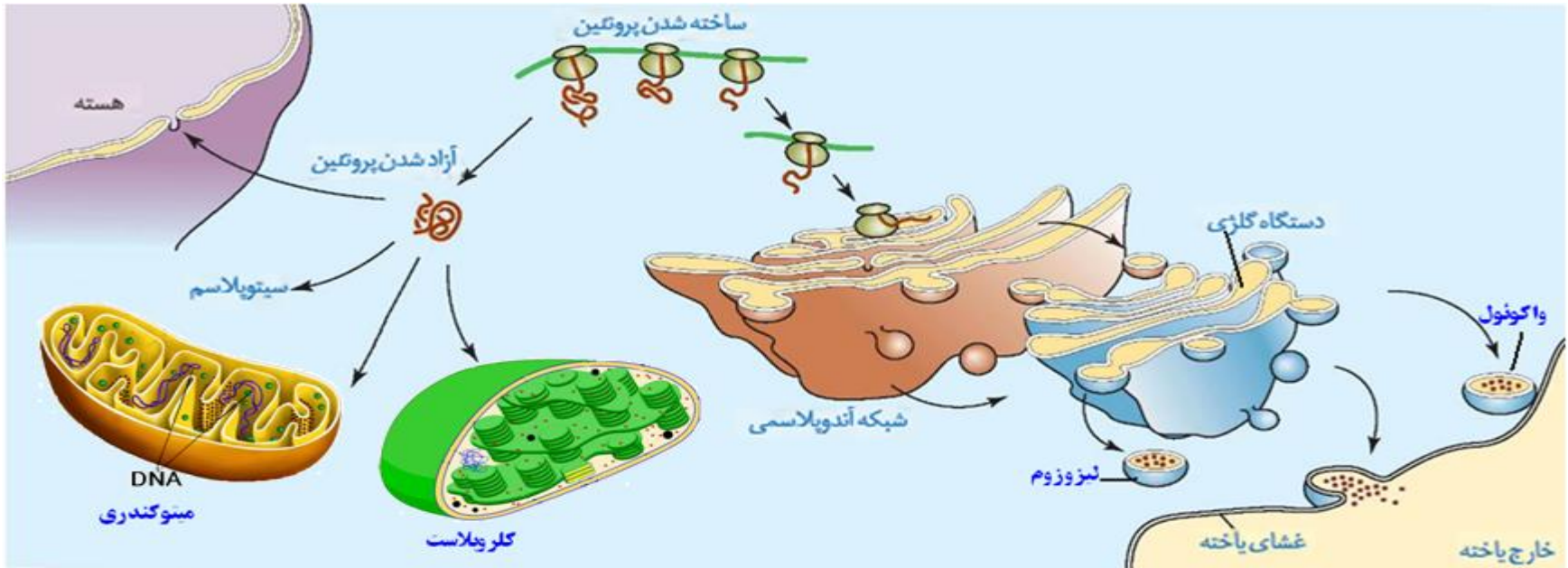




شکل ۱۷- تنظیم مثبت رونویسی ژن های مؤثر در تجزیه مالتوز

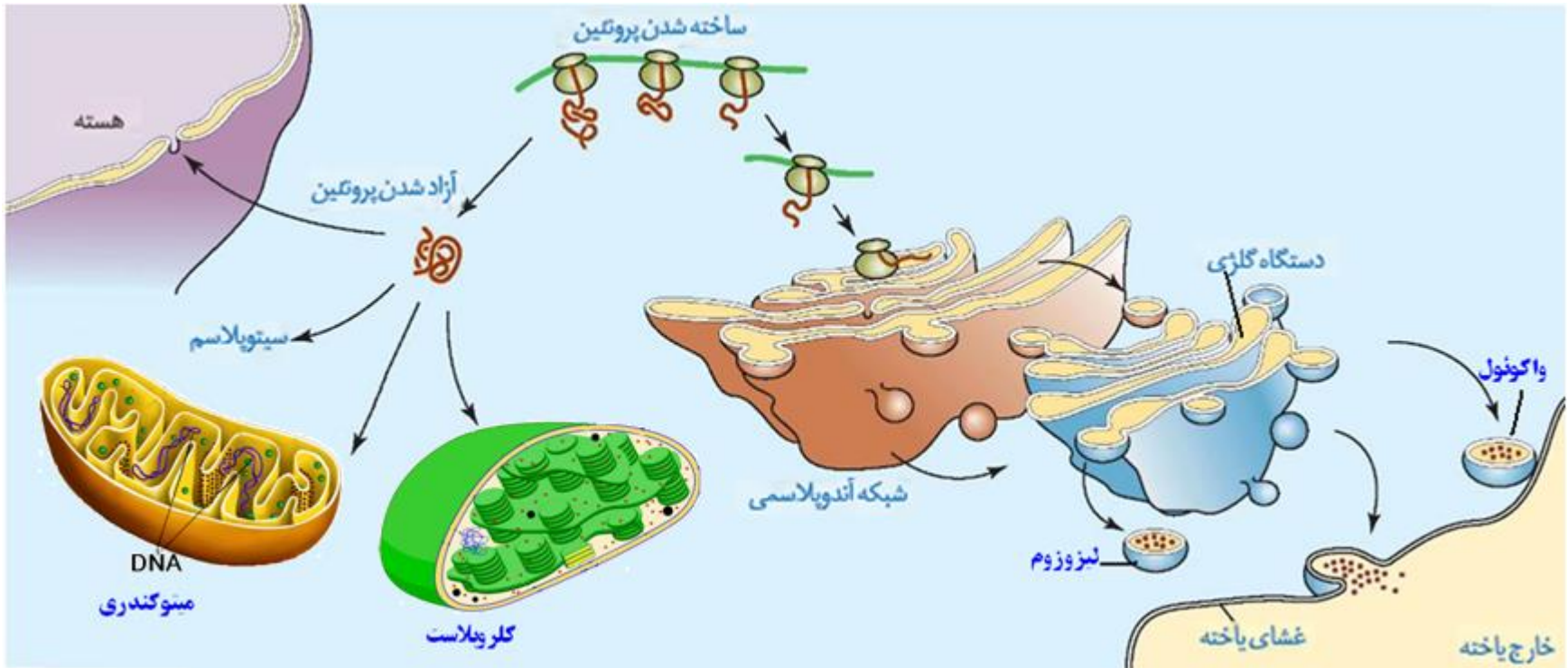
- چه عاملی سبب می شود که فعال کننده به جایگاه خود بچسبد؟
- این عامل مالتوز است.
- اتصال مالتوز به فعال کننده باعث پیوستن آن به جایگاه اتصال شده و رونویسی شروع می شود.

تنظیم بیان ژن در هو هسته ای ها



تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها پیچیده تر از پروکاریوت هاست و می تواند در مراحل بیشتری انجام شود. **یاخته های یوکاریوت به وسیله غشاها به بخش های مختلفی تقسیم شده اند.** بنابراین، اگر یاخته بخواهد نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد باید این عوامل به طریقی از غشاها عبور کنند و ژن ها را تحت تأثیر قرار دهند.

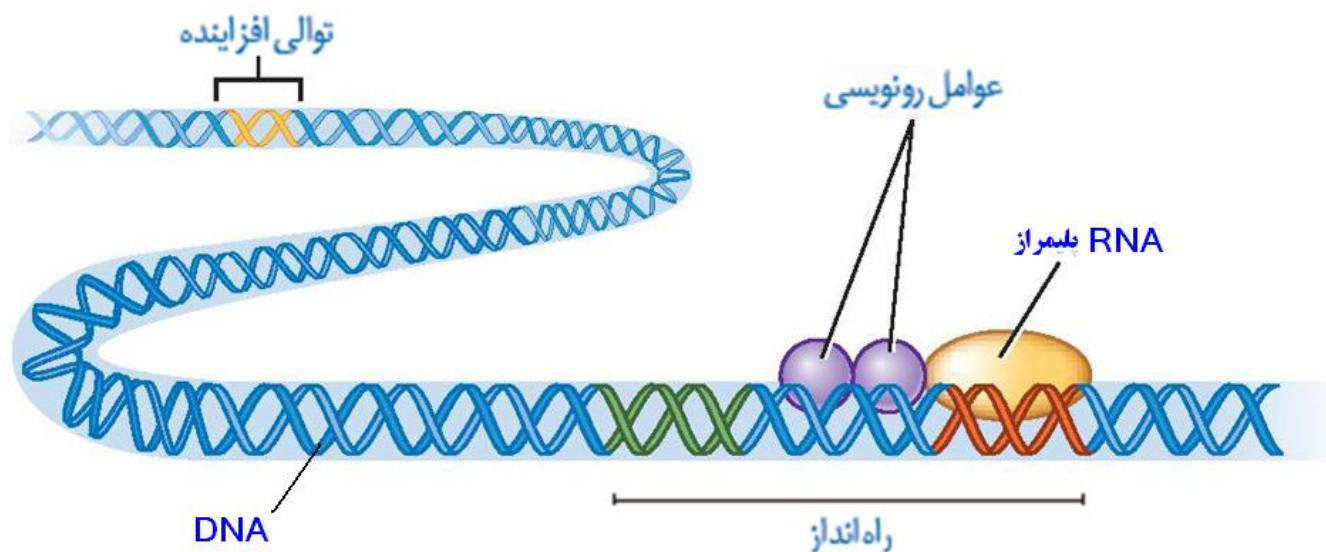
تنظیم بیان ژن در هو هسته ای ها



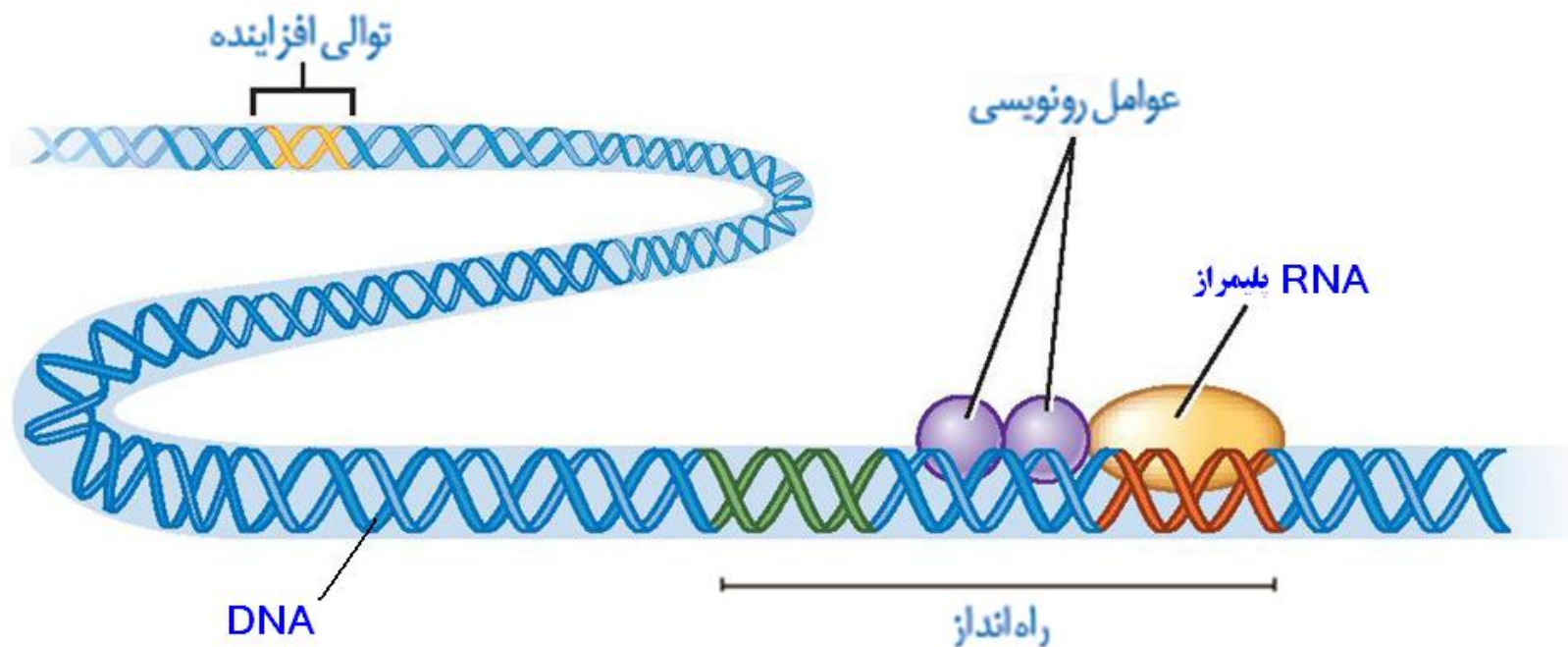
در یاخته های یوکاریوت، بیشتر ژن ها در هسته و برخی در میتوکندری و کلروپلاست قرار دارند. در هر یک از این محل ها، یاخته می تواند بر بیان ژن نظارت داشته باشد. بنابراین تنظیم بیان ژن می تواند در مراحل متعددی انجام شود.

تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی

در یوکاریوت ها نیز مانند پروکاریوت ها، رونویسی با پیوستن RNA پلیمراز به راه انداز آغاز می شود. در یوکاریوت ها RNA پلیمراز نمی تواند به تنهایی راه انداز را شناسایی کند و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین هایی به نام **عوامل رونویسی (Transcription Factors)** هستند.

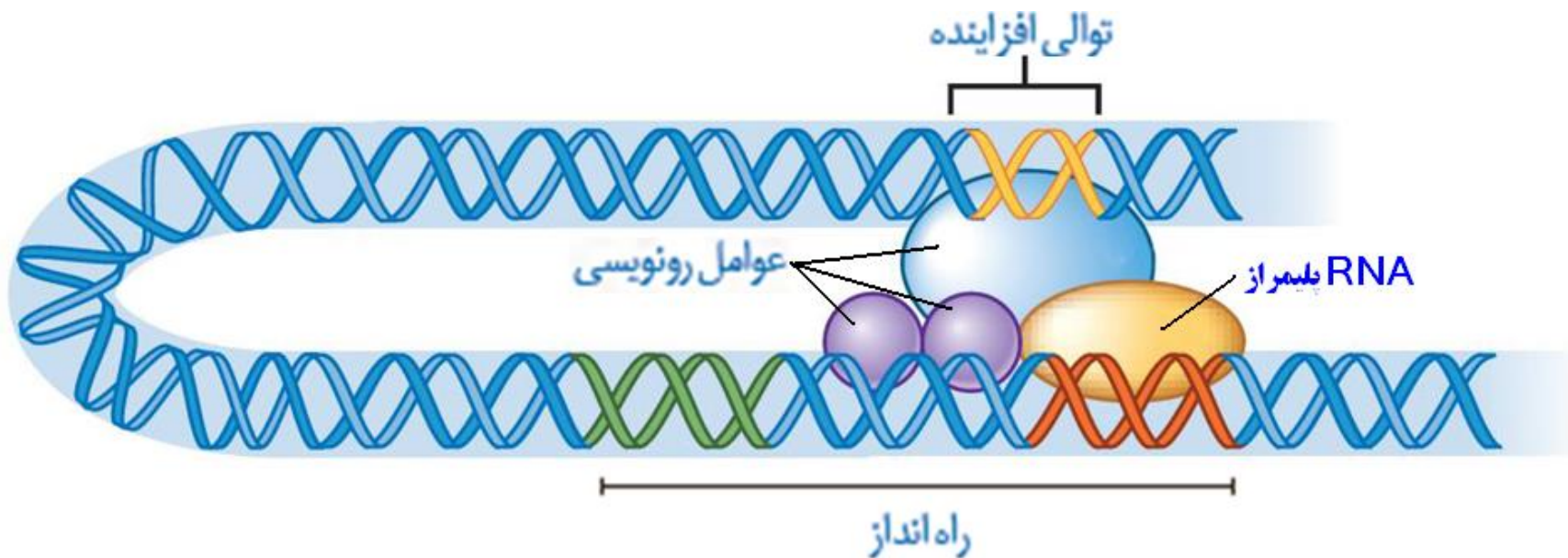


شکل ۱۸- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

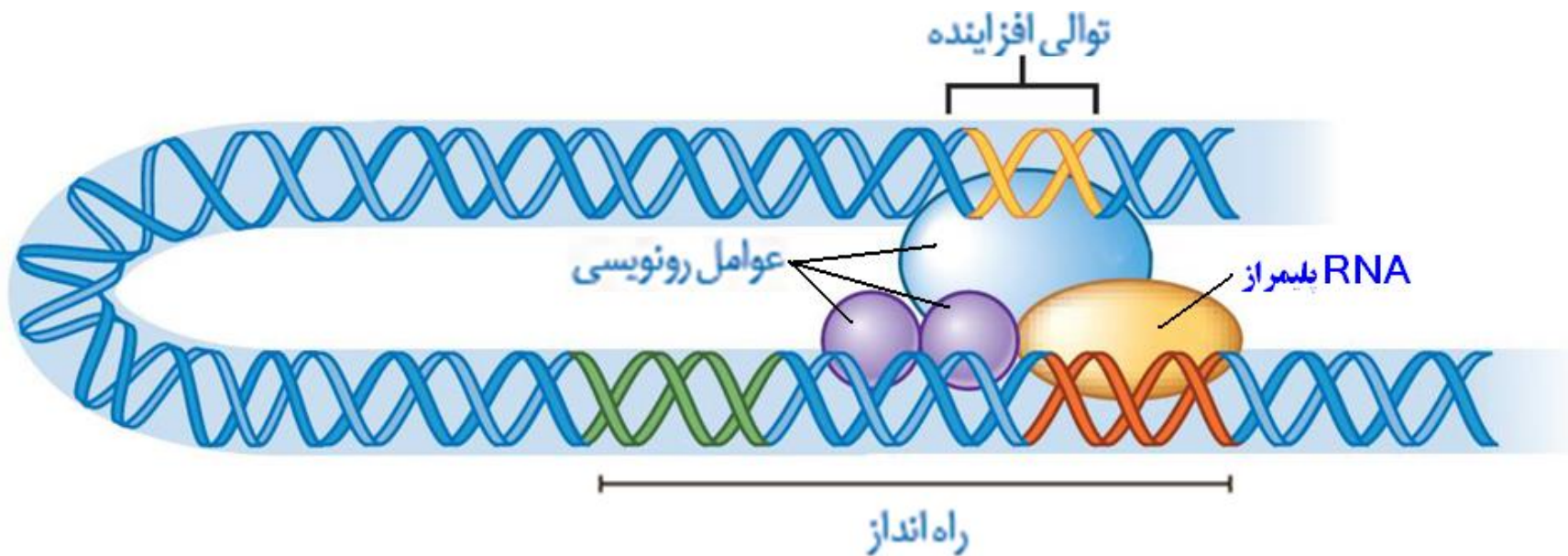


شکل ۱۸- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

گروهی از این پروتئین ها با اتصال به نواحی خاصی از راه انداز، RNA پلیمراز را به محل راه انداز هدایت می کند، چون تمایل پیوستن این پروتئین ها به راه انداز در اثر عواملی تغییر می کنند، مقدار رونویسی ژن آن هم تغییر می کند.



در یوکاریوت ها ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخش های خاصی از DNA به نام **توالی افزاینده (Enhancer)** متصل شوند. با پیوستن این پروتئین ها به توالی افزاینده و با ایجاد خمیدگی در DNA ، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می گیرند.

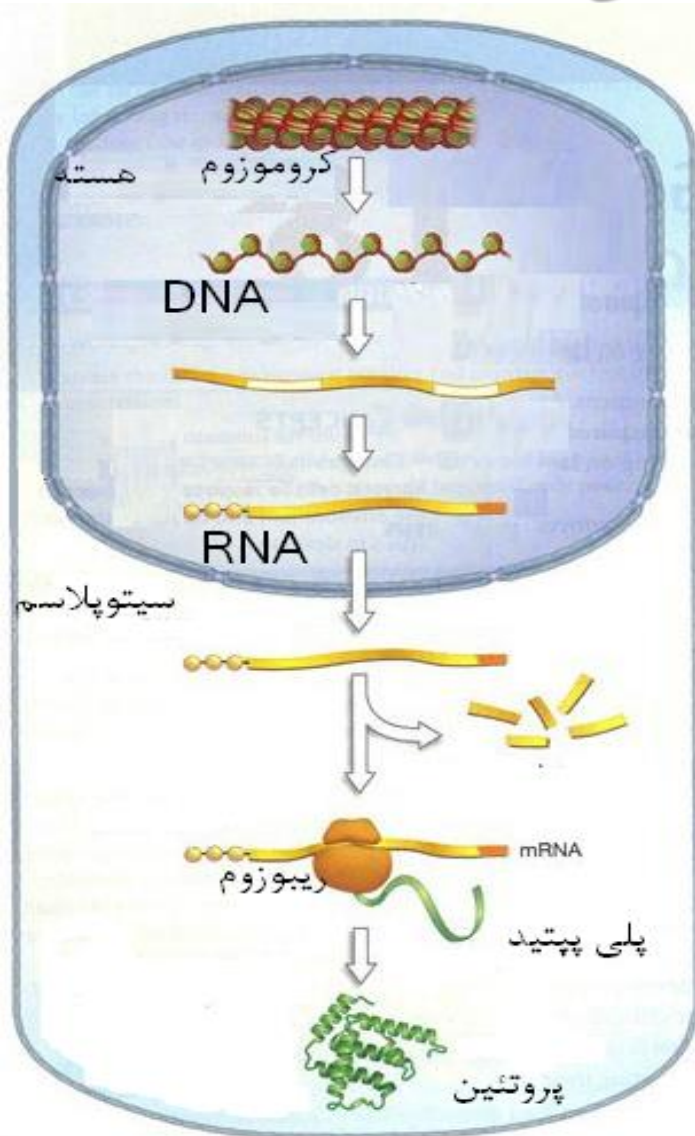


کنار هم قرارگیری این عوامل، سرعت رونویسی را افزایش می دهند. توالی های افزاینده متفاوت از راه انداز هستند و ممکن است در فاصله دوری از ژن قرار داشته باشند. **اتصال** این پروتئین ها بر سرعت و مقدار رونویسی ژن مؤثر است

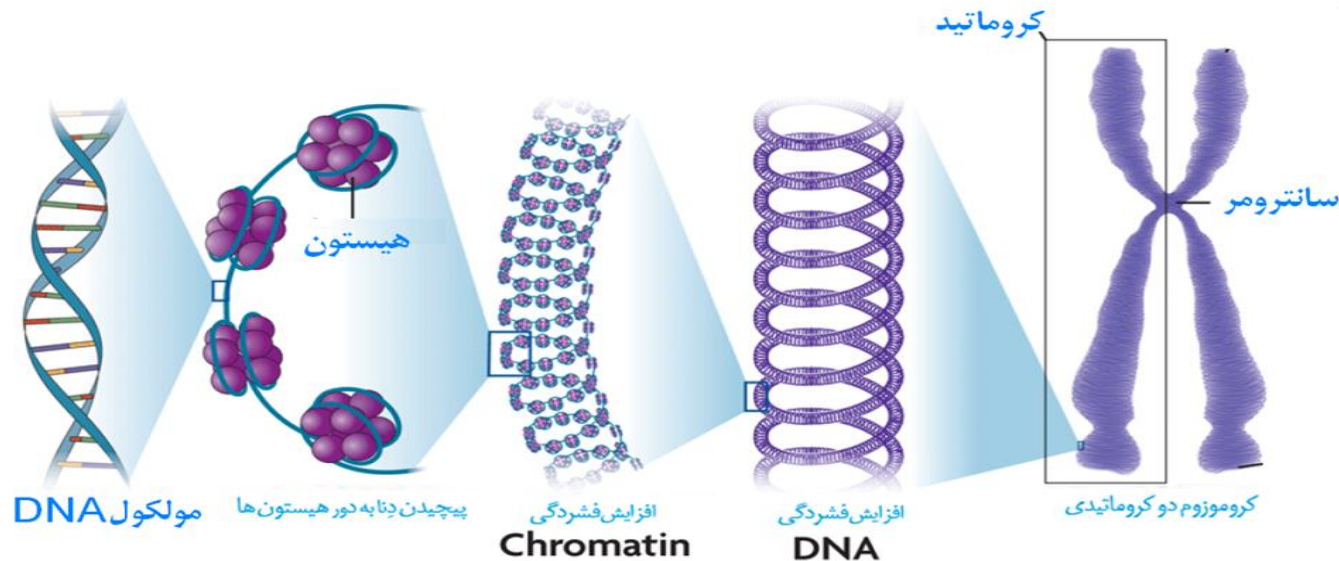
تنظیم بیان ژن در مراحل غیر رونویسی

در سطح رونویسی :

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



تنظیم بیان ژن در مراحل غیررونویسی

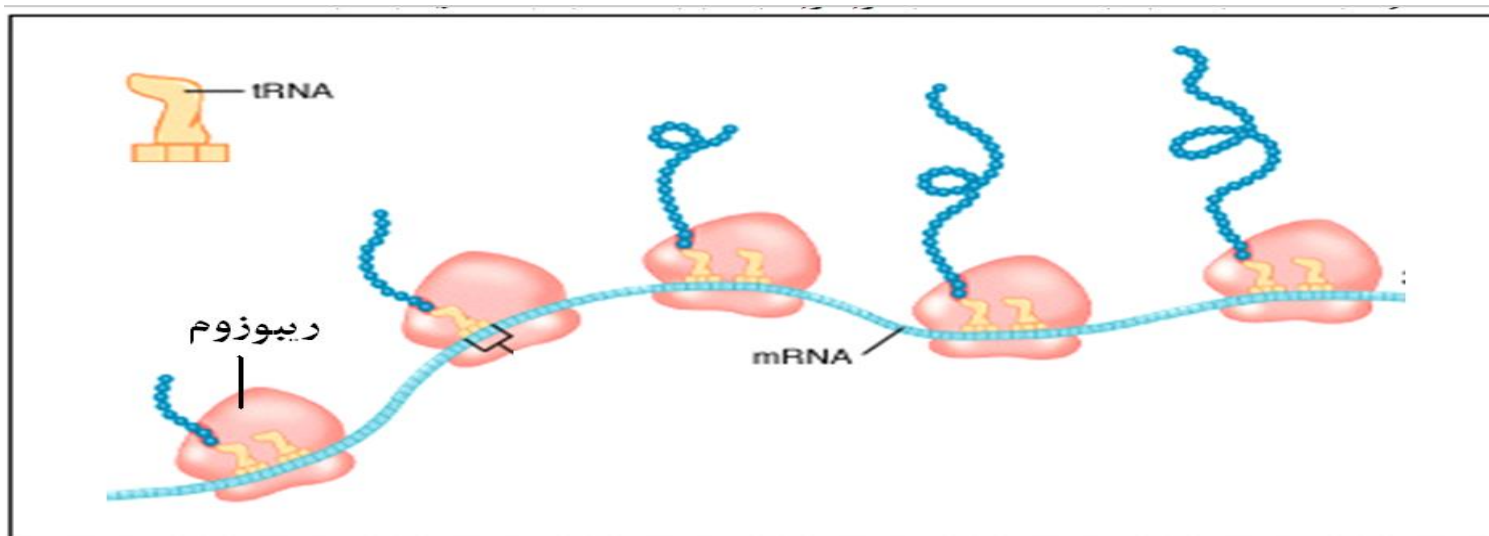


در سطح کروموزوم

به طور معمول بخش های فشرده کروموزوم کمتر در دسترس RNA پلیمرازها قرار می گیرند بنابراین یاخته می تواند با تغییر در میزان فشردگی کروموزوم در بخش های خاصی، دسترسی RNA پلیمراز را به ژن مورد نظر تنظیم کند. به نظر شما این تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی است یا پس از آن؟

تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی

تنظیم بیان ژن در مراحل غیر رونویسی



طول عمر RNA پیک

افزایش طول عمر RNA پیک موجب افزایش محصول می شود. این فرایندها در میزان پروتئین سازی مؤثر خواهند بود.

پایان

