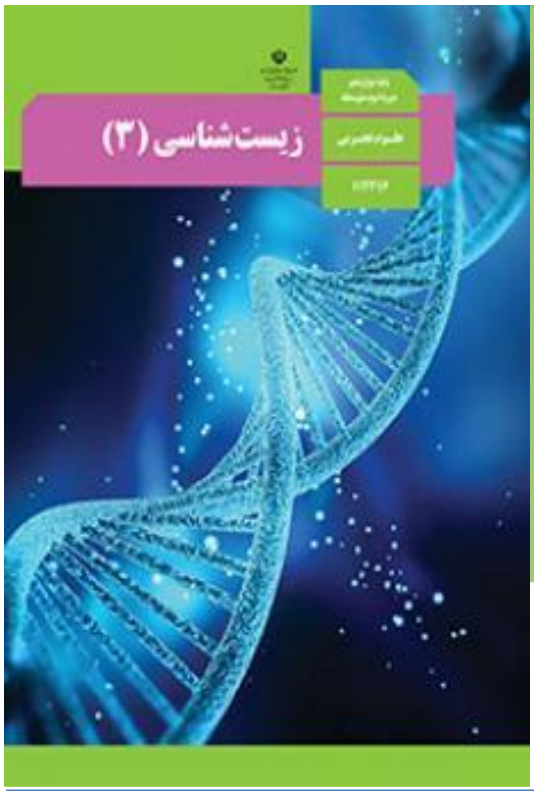
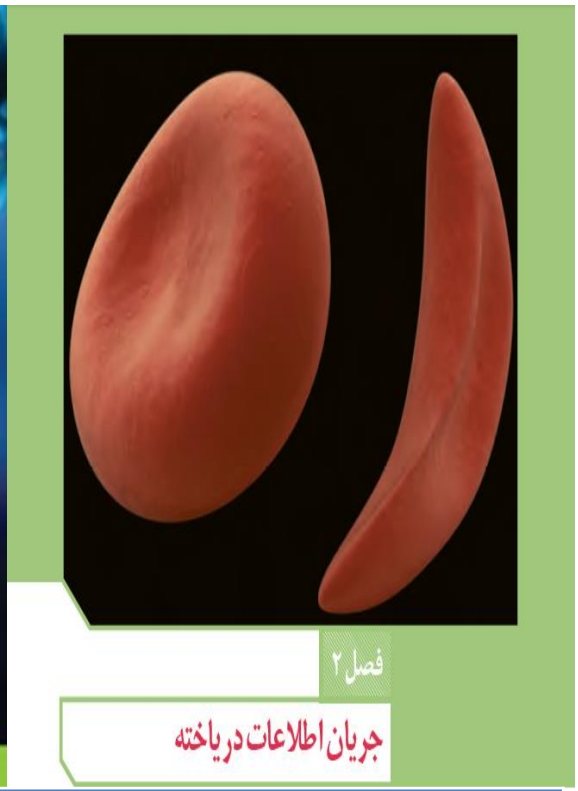
جریان اطلاعات در یاخته

فصل ۲ زیست ۳

تهیه کننده زهرا ضیاء

اداره کل آموزش و پرورش استان فارس
اداره تکنولوژی و گروه های آموزشی و بررسی محتوا

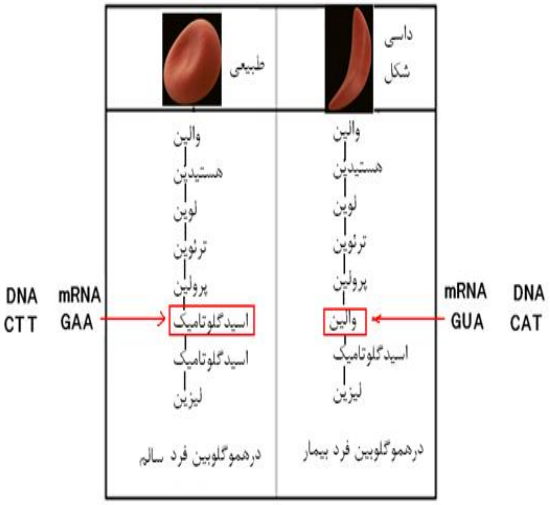




شناسنامه کار	
دوره	متوسطه دوم
گروه	تجربی
موضوع	درسنامه
مولف	زهرا ضیاء
تاریخ ایجاد	۱۴۰۰/۵/۱
تاریخ آخرین ویرایش	
رشته	نظری
پایه	دوازدهم
درس/کتاب	زیست/ زیست شناسی ۳
فصل/پودمان	فصل ۲/ جریان اطلاعات در یاخته

کم خونی داسی شکل Sickle cell anemia

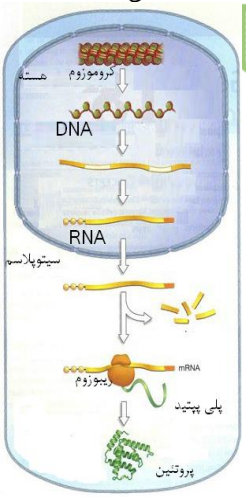
- تصویر دو گویچه قرمز را نشان می دهد. گویچه سمت راست مربوط به شخصی است که دچارنوعی بیماری ارثی به نام **کم خونی داسی شکل** Sickle cell anemia است.
- علت این بیماری نوعی تغییر ژنی است که باعث می شود پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر شود که نتیجه آن تغییر شکل گویچه قرمز از حالت گرد به داسی شکل است.
- این تغییر ژنی، بسیار جزئی است و در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتیدDNA در افراد بیمار تغییر یافته است.
- تغییرآمینواسید شماره ٦ از زنجیره بتای هموگلوبین رخ داده است.
- اسید آمینه والین به جای امینواسید گلوتامیک اسید قرار گرفته است.
- همچنین این بیماری به نوعی، رابطه بین ژن و پروتئین را نشان می دهد.



اطلاعات وراثتی و ارتباط آن با بروز صفات

- اطلاعات ژن ها چگونه در یاخته ها مورد استفاده قرار می گیرد؟
- آیا این اطلاعات در سایر یاخته ها نیز وجود دارد؟
- چرا بعضی ژن ها مانند ژن سازنده هموگلوبین فقط در گویچه های قرمز بروز می کنند و مثلاً در یاخته های بافت پوششی پوست بروز نمی کنند؟
- این موارد نمونه پرسش هایی هستند که در این فصل به آنها پاسخ داده می شود.
- اطلاعات وراثتی همه ی سلول های سازنده بدن ما یکی هست.(همه از سلول زیگوت به وجود آمده است .)
- علت متفاوت بودن شکل ،وظیفه ،ساختار و عملکرد متفاوت سلول ها در بیان ژن در هر نوع سلول خاص می باشد.

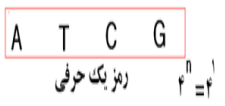
گفتار ۱ رونویسی



- در فصل گذشته دیدید که 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.
- در سلول یوکاریوتی DNA در هسته و اندامک های خاصی مانند میتوکندری و پلاست وجود دارد.
- پروتئین سازی در سیتوپلاسم،توسط ریبوزوم های آزاد،ریبوزوم های متصل به شبکه آندوپلاسمی زبر،ریبوزوم های موجود در اندامک هایی نظیر میتوکندری و پلاست صورت می گیرد.

DNA چگونه نوع آمینواسیدهای پلی پپتید را تعیین می کند؟

- در مولکول DNA، ٤ نوع نوکلئوتید وجود دارد که فقط در نوع بازهای آلی تفاوت دارند.
- درحالی که، پلی پپتیدها از ۲۰ نوع آمینواسید تشکیل شده اند.



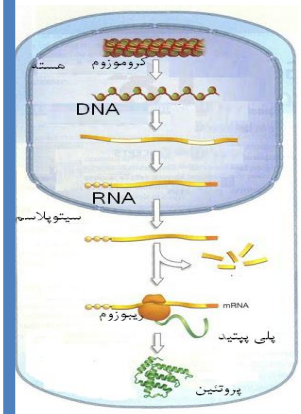
رمزهای وراثتی

- پس از پژوهش هایی مشخص شد که هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای DNA، بیانگر نوعی آمینواسید است.
- با ٤ نوع نوکلئوتید به کار رفته در DNA، ٦٤ 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 DNA **رمز (کد)**می گویند.

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

نقش مولکول RNA به عنوان میانجی

- 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؟

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

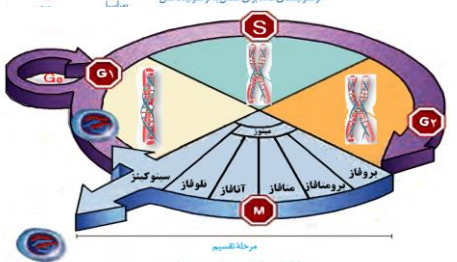
مقایسه رونویسی و همانند سازی

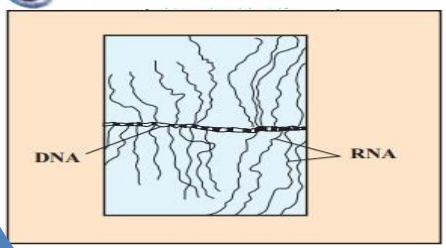
شباهت:

- اساس رونویسی شبیه همانندسازی است. (قانون چارگاف)
- در این فرایند نیز با توجه به نوکلئوتیدهای رشته DNA ، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیره RNA قرار می گیرد و به هم متصل می شوند.

تفاوت

- برخلاف همانندسازی 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.
- همانند سازیDNAفقط در اینتر فاز،(دنای هسته ای در مرحله S و همانند سازی دنای سیتوپلاسمی در مرحله G2)صورت می گیرد.
- پروتئین سازی در اغلب مراحل چرخه سلولی صورت می گیرد.
- جفت شدن نوکلئوتیدها در همانند سازی هر دو دئوکسی ریبونوکلئوتید هستند. در رونویسی یک دئوکسی ریبونوکلئوتید با یک ریبو نوکلئوتید مکمل می شود.
- همانند سازی از همه مولکول دنا صورت می گیرد ،رونویسی فقط از یک بخش و از یک رشته صورت می گیرد
- محصول همانند سازی دنای نیمه حفظ شده هست .اما محصول رونویسی یک رشته رنا می باشد.





➢ **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 نام گذاری می کنند.

1- messenger RNA – (mRNA) RNA پیک

2- transfer RNA – (tRNA) RNA ناقل

3- ribosomal RNA – (rRNA) RNA ریبوزومی

RNAپلیمراز پروکاریوتی و یوکاریوتی

➢ الف)در پروکاریوت ها

❑ یک نوع RNAپلیمراز وظیفه ساخت انواع RNA را بر عهده دارد.

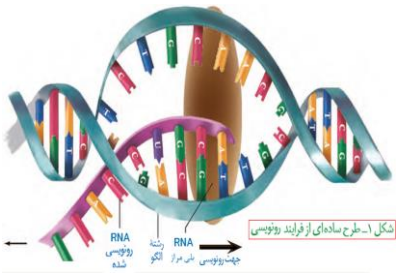
➢ ب)در یوکاریوت ها

➢ انواعی از RNAپلیمراز، ساخت RNAهای مختلف را انجام می دهند

❑ RNAی پیک توسط ⟵ RNA پلیمراز۲

❑ RNA ی ناقل توسط ⟵ RNAپلیمراز۳

❑ RNAی ریبوزوم توسط ⟵RNAپلیمرازا



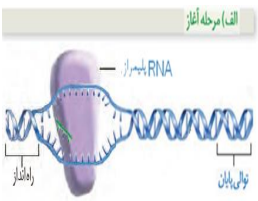
شکل ۱ـ طرح ساده‌ای از فرایند رونویسی

➢ **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 RNAپلیمراز، عمل رونویسی را از بخشی از یک رشته DNA انجام می دهد.

➢ مرحله آغاز Initiation:



➢ در این مرحله، RNAپلیمراز به مولکول DNA متصل می شود و دو رشته آن را از هم باز می کند.

➢ برای باز شدن دو رشته پیوندهای هیدروژنی در این ناحیه شکسته می شوند

➢ برای اینکه رونویسی ژن از محل صحیح خود شروع شود توالی های نوکلئوتیدی ویژه ای در DNA وجود دارد که RNAپلیمراز آن را شناسایی می کند.

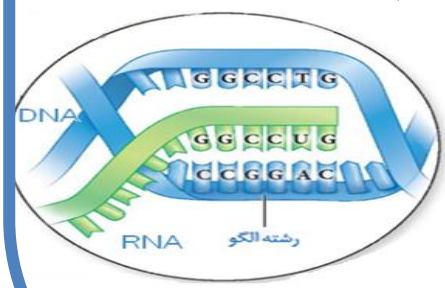
➢ به این توالی ها، ***راه انداز*** Promoter گفته می شود.

➢ راه انداز موجب می شود RNAپلیمراز 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.

➢ در مرحله آغاز اتصال آنزیم به توالی راه انداز را داریم

➢ شکستن پیوند هیدروزنی در ناحیه محدودی از مولکول دنا و تشکیل حباب رونویسی را داریم.



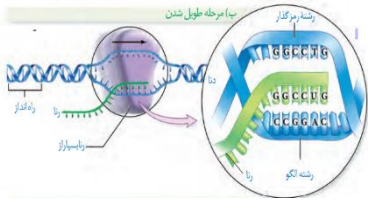
➢ نحوهٔ عمل RNAپلیمراز به این صورت است که آنزیم با توجه به نوع نوکلئوتید رشته الگوی DNA ، نوکلئوتید مکمل را در برابر آن قرار می دهد(اصل چارگاف) و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی رشته RNA متصل می کند.

➢ برقراری پیوند هیدروزنی بین دئوکسی ریبونوکلئوتید و ریبونوکلئوتید- برقراری پیوند هیدروژنی خود بخودی

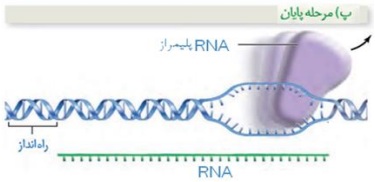
➢ برقراری پیوند فسفودی استر بین ریبونوکلئوتیدها،واکنش انرژیخواه- سنتز

➢ در رونویسی، نوکلئوتید یوراسیل دار RNA به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین دار DNA قرار می گیرد.

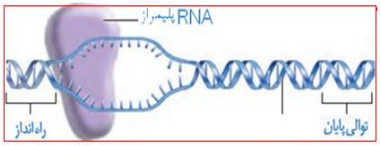
مرحله طویل شدن Elongation:



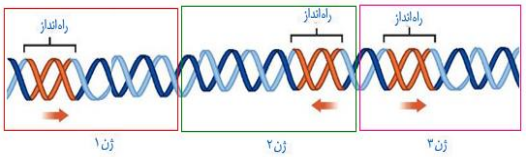
- در این مرحله RNAپلیمراز ساخت RNA را ادامه می دهد که در نتیجه آن، RNAطویل می شود.
- همچنان که مولکول RNAپلیمراز به پیش می رود، دو رشته DNA در جلوی آن باز و در چندین نوکلئوتید عقب تر، RNA از DNA جدا می شود و دو رشته DNA مجدداً به هم می پیوندند.
- در مرحله طویل شدن برقراری پیوند هیدروزنی- تشکیل پیوند فسفودی استر و شکستن پیوند هیدروژنی را داریم.
- قسمتی از مولکول رنای تشکیل شده از حباب رونویسی با شکستن پیوند هیدروژنی خارج می شود.



مرحله پایان Termination:



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

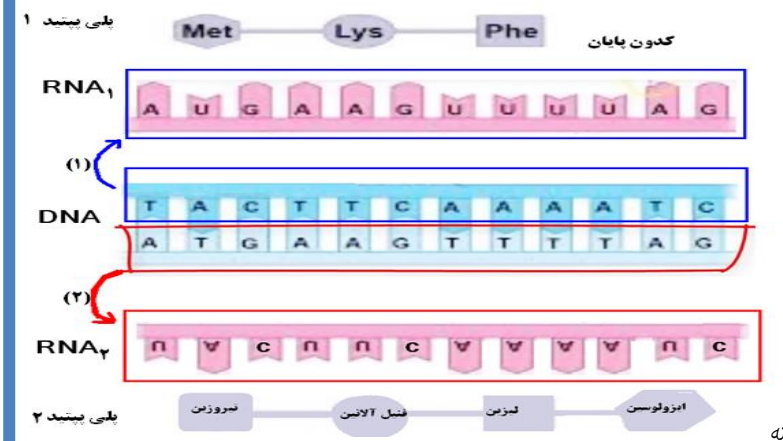


فقط یکی از دو رشته DNA در هر ژن رونویسی می شود

- همان طور که گفته شد، ژن بخشی از مولکول DNA ی دو رشته ای است ولی رونویسی از روی هردو 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؟
- رشته ها متفاوت از یکدیگر خواهند بود.
- قطعا اسیدهای آمینه متفاوت خواهند بود

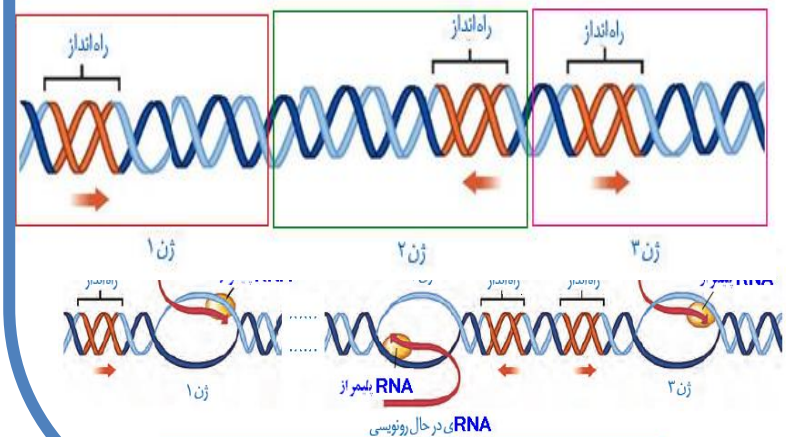
یک ژن یک پلی پپتید

- مسلماً RNA و پلی پپتید ساخته شده از روی دو رشته مکمل DNA بسیار متفاوت می شدند.



فقط یکی از دو رشته DNA در هر ژن رونویسی می شود

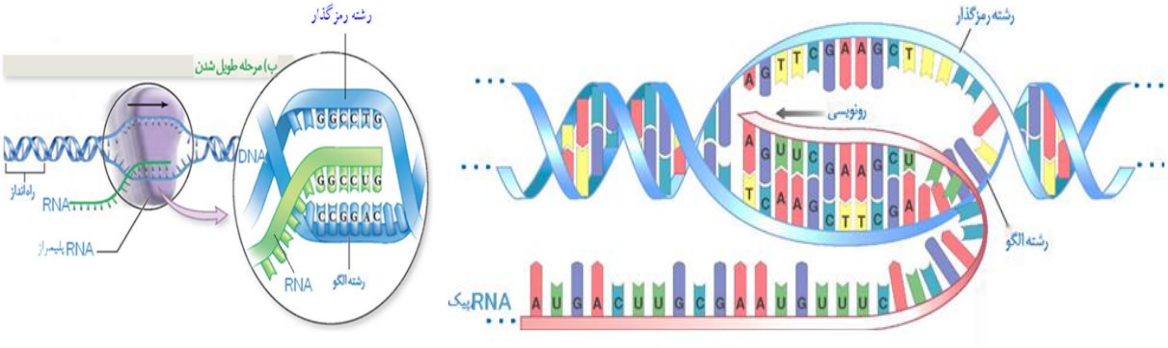
- بنابراین برای هر ژن خاص، یکی از دو رشته رونویسی می شود.



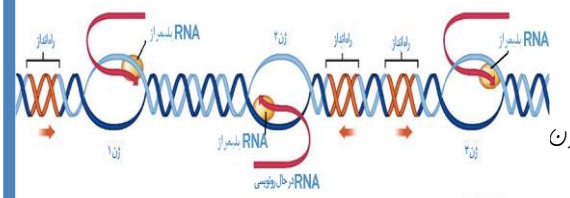
شکل ۳ـ همان طور که در شکل مشاهده می شود، فقط یکی از دو رشته هر ژن رونویسی می شود.

رشته الگو و رشته رمزگذار

- به بخشی از رشته DNA که مکمل رشته RNAی رونویسی شده است **رشته الگو** می گویند (شکل ۷).
- به رشته مکمل همین بخش در مولکول DNA ، رشته رمزگذار گفته می شود، زیرا توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته RNAیی است که از روی رشته الگوی آن ساخته می شود.



- **به نظر شما رشته RNA با رشته رمزگذار چه تفاوت هایی می تواند داشته باشد؟**
- پاسخ در نوکلئوتیدهای مورد استفاده است؛ مثلاً به جای نوکلئوتید تیمین دار در DNA ، نوکلئوتید یوراسیل دار در RNA قرار دارد.
- نوع قند بکار رفته نیز متفاوت خواهد بود

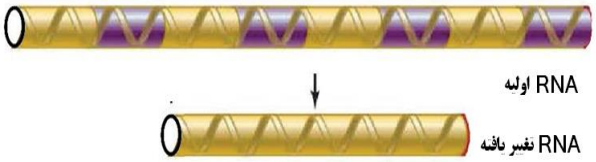


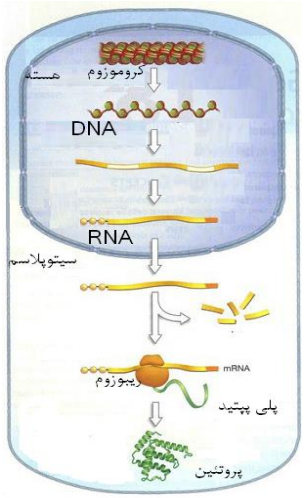
شکل ۳ـ همان طور که در شکل مشاهده می شود، قند پایکی از دو رشته هر ژن رونویسی می شود.

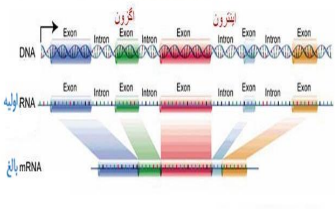
- **رشته مورد رونویسی(رشته الگو)**
- رشته مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن های دیگر یکسان یا متفاوت باشد. (شکل ۳)

RNAهای ساخته شده دچار تغییر می شوند

- در چند دهه گذشته، پژوهشگران دریافتند که در یاخته های یوکاریوتی، RNAی ساخته شده در رونویسی با RNAیی که در سیتوپلاسم وجود دارد تفاوت هایی دارد.
- بعدها مشخص شد که این مولکول ها برای انجام کارهای خود دستخوش تغییراتی می شوند.





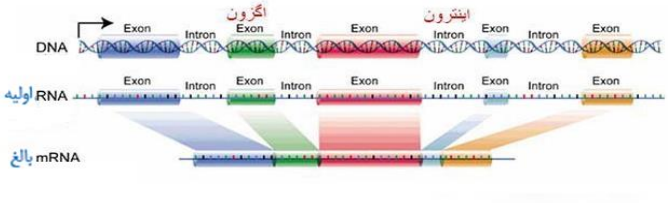


شکل ۴ـ پیرایش در بخشی از RNA ی یک ژن

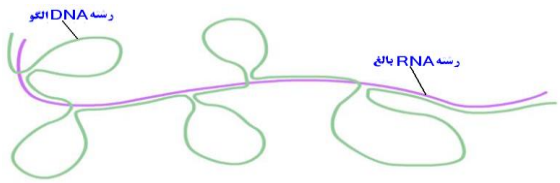
- **تغییرات RNAی پیک (پیرایش)**
- RNA پیک ممکن است دستخوش تغییراتی در حین رونویسی و یا پس از آن شود.
- یکی از این تغییرات، حذف بخش هایی از مولکول mRNA است.
- در بعضی ژن ها، توالی های معینی از RNAی ساخته شده، جدا و حذف می شود و سایر بخش ها به هم متصل می شوند و یک mRNA یکپارچه می سازند.
- به این فرایند **پیرایش** Splicing گفته می شود.
- 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 DNAی الگو با RNA 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.

تبدیل mRNA نابالغ یا اولیه به mRNA بالغ

- به این نواحی که درمولکول DNA وجود دارد ولی رونوشت آن در mRNA سیتوپلاسمی حذف شده **میانه (اینترون Intron)** می گویند.
- به سایر بخش های مولکول DNA ، که رونوشت آنها حذف نمی شوند **بیانه (اگزون Exon)** گفته می شود.
- در واقع mRNA رونویسی شده از رشته الگو، در ابتدا دارای رونوشت های اینترون DNA است. به این RNA، RNA **ی نابالغ یا اولیه** گفته می شود. با حذف این رونوشت ها از RNA اولیه و پیوستن بخش های باقی مانده به هم، RNA **بالغ** ساخته می شود.



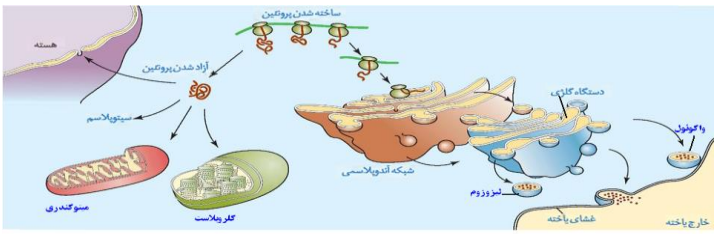
شکل ۴ــ پیرایش در بخشی از RNA ی یک ژن



شکل ۵ــ طرح ساده‌ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن.
به نظر شما حلقه‌های سبز اینترون هستند یا اگزون؟

شدت و میزان رونویسی

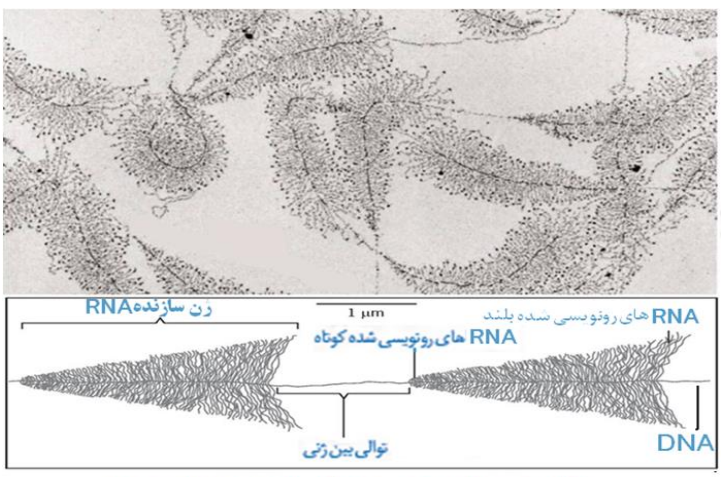
- به طور کلی میزان رونویسی یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فراورده های آن بستگی دارد.
- بعضی ژن ها، مانند ژن های سازنده RNA ریبوزومی در یاخته های تازه تقسیم شده بسیار فعال اند؛ زیرا باید تعداد زیادی از این نوع RNA را بسازند.
- در این نوع ژن ها، هم زمان تعداد زیادی RNAپلیمرازا، از ژن رونویسی می کنند. به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



شکل ۱۴ــ سرنوشت پروتئین‌های ساخته‌شده در سیتوپلاسم

شدت و میزان رونویسی

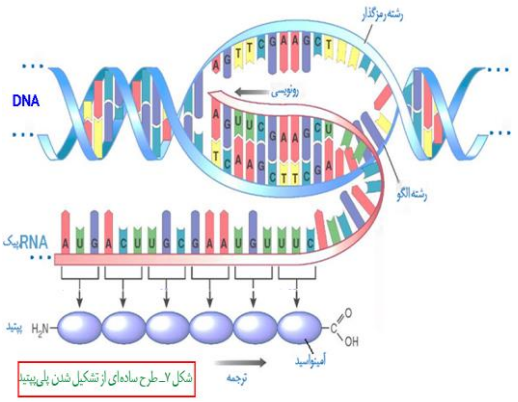
- در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازه RNA های ساخته شده متفاوت دیده می شود.
- در این تصاویر RNAها از اندازهٔ کوتاه به بلند دیده می شود.
- با توجه به شکل آیا می توانید جهت رونویسی هر ژن را مشخص کنید؟
- مولکول وسط DNA هست ،RNA تولید شده ازابتدا تا انتها دارای یک توالی نوکلئوتیدی تعیین شده است که در همه مولکول ها تکرار شده است. توالی های بین ژنی،توالی راه انداز،توالی پایان می تواند باشد.



شکل ۶ــ ساخته شدن هم‌زمان چندین RNA از روی ژن

گفتار ۲ به سوی پروتئین

- پلی پپتیدها از مهم ترین فراورده های ژن ها هستند.
- فرآورده های ژنی می تواند DNA در همانند سازی، RNA در رونویسی و یا پروتئین باشد
- 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 نحوهٔ تبدیل اطلاعات وراثتیِ RNA، به پروتئین می پردازیم.

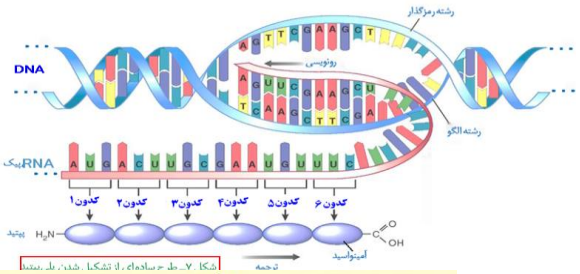


شکل ۷ـ طرح ساده‌ای از تشکیل شدن پلی پپتید

تبدیل زبان نوکلئیک اسیدی RNA به زبان پلی پپتیدی

- 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 ساخته شدن پلی پپتید از روی اطلاعات RNAپیک، **ترجمه** (Translation) گفته می شود.

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.
- کدون ها ریبونوکلئوتید هستند.

انواع کدون

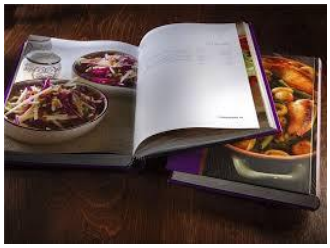
- در یاخته ٦٤ نوع کدون وجود دارد.
- نکته قابل توجه این است که کدون آمینواسیدها در جانداران یکسان اند.
- به نظر شما این موضوع بیانگر چه واقعیتی است؟
- سیر تکاملی و اساس به وجود امدن موجودات زنده از یک سلول اولیه

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

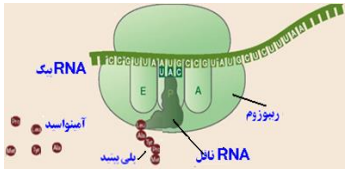
- ترجمه نیازمند عوامل مختلفی است.
- ترجمه را می توان به یک فرایند آشپزی از روی کتاب آن تشبیه کرد. براساس دستورالعمل این کتاب، مواد اولیه به مقدار و ترتیب خاصی استفاده و غذای خاصی درست می شود.



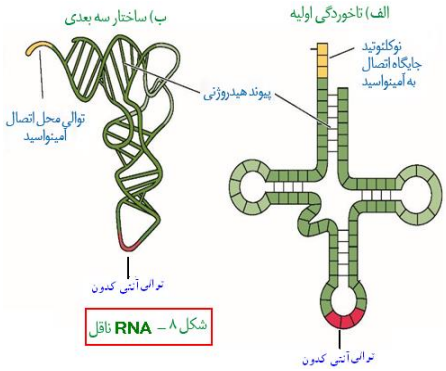
- در ترجمه هم براساس کدون های mRNA، پلی پپتید خاصی ساخته می شود.

عوامل لازم در ترجمه

- مواد اولیه مصرفی در ترجمه:
- ۱- آمینواسیدها
- ۲- ریبوزوم ها
- ۳- RNAهای ناقل از دیگر عوامل لازم در ترجمه هستند.
- ٤-انرژی لازم برای تهیه پلی پپتید هم از مولکول های پر انرژی مانندATP به دست می آید.



ساختار RNA ناقل



- RNA ناقل پس از رونویسی دچار تغییراتی می شود. در ساختار نهایی RNAی ناقل، نوکلئوتیدهای مکمل می توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند.
- به همین علت RNAی تک رشته ای، روی خود تا می خورد.
- RNAی ناقل تاخوردگی های مجردی پیدا می کند که ساختار سه بعدی را به وجود می آورد.

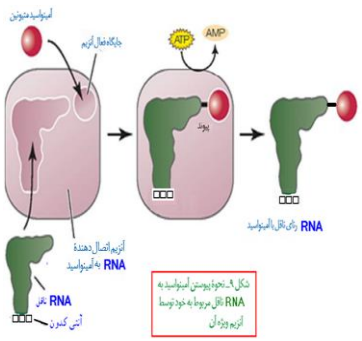
آنتی کدون Anticodon

- 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.

انواع RNA ناقل

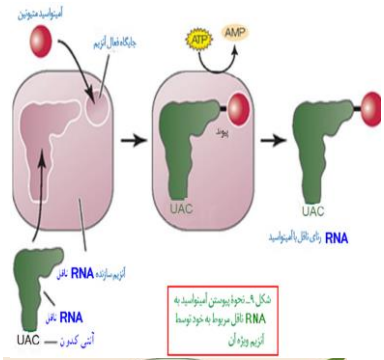
- در همه RNAهای ناقل به جز در ناحیه آنتی کدون، انواع توالی های مشابهی وجود دارند.
- انتظار این است که به تعداد انواع کدون ها، آنتی کدون وجود داشته باشد ولی تعداد انواع آنتی کدون کمتر از کدون ها است؛ مثلاً برای کدون های پایان، RNA ناقل وجود ندارد.

نحوهٔ 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؟
- در واقع در یاخته ها، آنزیم های ویژه ای وجود دارند که براساس نوع توالی آنتی کدون، آمینواسید مناسب را به RNA ناقل متصل می کنند؛ یعنی آنزیم با تشخیص آنتی کدون در RNA ناقل ، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می کند.
- این فرایند نیازمند انرژی است.

نحوهٔ عمل RNA ناقل

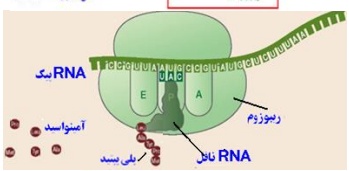


شکل ۹ــ نحوهٔ پیوستن آمینواسید به RNA ناقل مربوط به خود توسط آنزیم ویژه آن

- حال بر اساس آنچه تاکنون دربارهٔ کدون ها خوانده اید آیا می توانید حدس بزنید RNA ناقل با چه توالی آنتی کدون می تواند به آمینواسید متیونین متصل شود؟

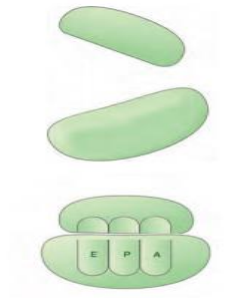
ساختار ریبوزوم

- دانستید که ریبوزوم در ساخت پلی پپتید نقش دارد.
- ریبوزوم ها از دو زیر واحد تشکیل شده اند.
- هر زیر واحد نیز از RNA و پروتئین تشکیل شده است.
- به یاد می آورید که RNA ی ریبوزومی به وسیله کدام RNA پلیمرازها ساخته می شود؟



RNA ی ریبوزوم توسط RNA پلیمرازا

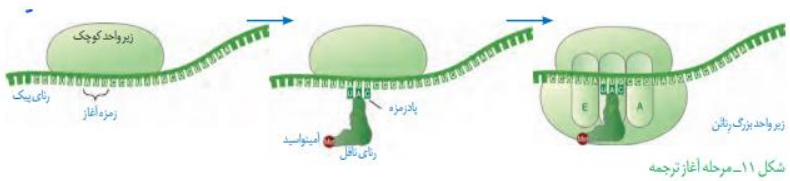
- در یاخته، پروتئین های ریبوزومی ساخته شده و RNA ی مربوط به آنها در کنار هم قرار گرفته و زیر واحد کوچک و بزرگ ریبوزوم را می سازد.
- ریبوزوم در ساختار کامل، سه جایگاه به نام، A، P و E دارد که با آنها در ادامه آشنا خواهیم شد.



شکل ۱۰ــ ترتیب قرارگیری زیرواحدهای ریبوزوم

مراحل ترجمه

- ترجمه نیز فرایندی پیوسته است که برای سادگی در یادگیری آن را به سه مرحله تقسیم می کنند.
- آغاز
- طویل شدن
- پایان



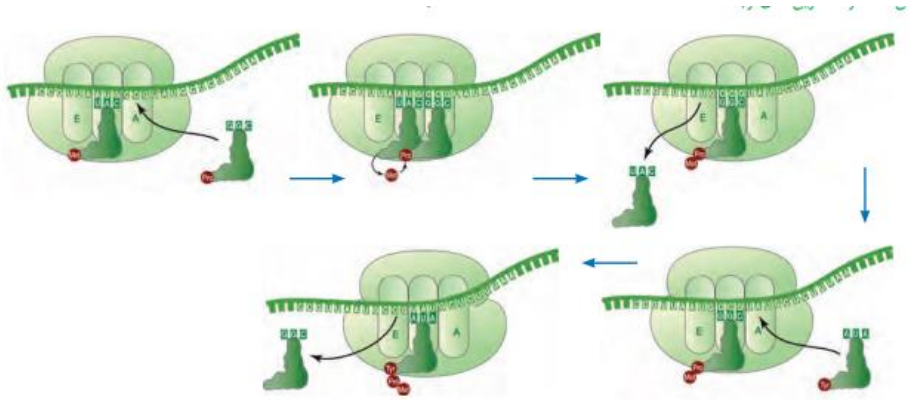
شکل ۱۱ــ مرحله آغاز ترجمه

مرحله آغاز

- در این مرحله بخش هایی از mRNA، زیر واحد کوچک ریبوزوم را به سوی کدون آغاز،هدایت می کند.
- ابتدا اتصال جزکوچک ریبوزوم به سمت توالی آغازین صورت می گیرد.
- سپس در این محل RNA ناقلی که مکمل کدون آغاز است به آن متصل می شود.
- با افزوده شدن زیر واحد بزرگ ریبوزوم به این مجموعه، ساختار ریبوزوم کامل می شود.
- در این مرحله جایگاه P اشغال و جایگاه E , A خالی هستند.
- در این مرحله جایگاه P در ریبوزوم، محل قرارگیری tRNA دارای آمینواسید متیونین 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.(محل مصرف شدن انرژی زیستی و آزاد شدن مولکول آب)
- جایگاه E محل خروج tRNA بدون آمینواسید است.

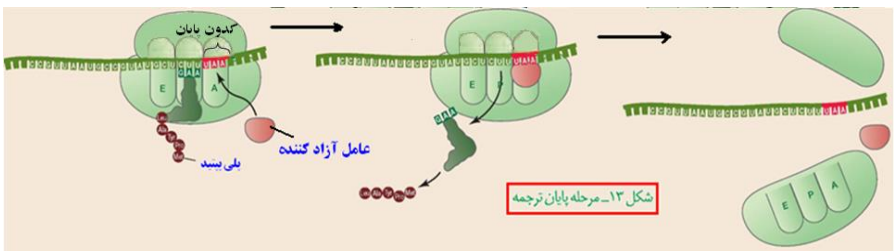
مرحله طویل شدن

- در این مرحله ممکن است RNAهای ناقل مختلفی وارد جایگاه A ریبوزوم شوند
- فقط tRNAیی که مکمل کدون جایگاه A است، استقرار پیدا می کند؛ در غیر این صورت جایگاه را ترک می کند.
- آمینواسیدِ جایگاه P از RNA ناقل خود جدا می شود و با آمینواسید جایگاه A پیوند بر قرار می کند. آیا می دانید پیوند حاصل چه نام دارد؟
- پس از آن ریبوزوم به اندازهٔ یک کدون به سوی کدون 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 زنجیرهٔ آمینواسیدی بیشتر می شود تا ریبوزوم به یکی از کدون های پایان برسد.

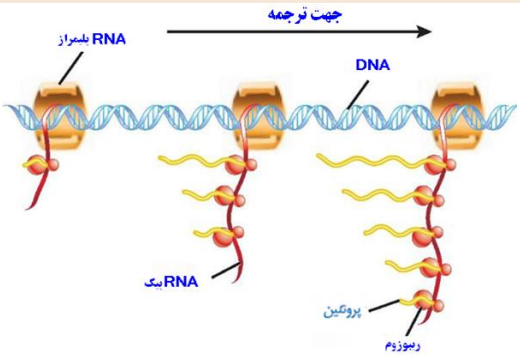


مرحله پایان

- 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 آزادکننده اشغال می شود.
- عوامل آزادکننده باعث جدا شدن پلی پپتید از آخرین tRNA می شوند.
- همچنین باعث جدا شدن زیرواحدهای ریبوزوم از هم و آزاد شدن mRNA می شوند.
- زیرواحدهای ریبوزوم ها می توانند مجدداً این مراحل را تکرار کنند تا چندین نسخه از یک پلی پپتید ساخته شود.



رونویسی و ترجمه همزمان

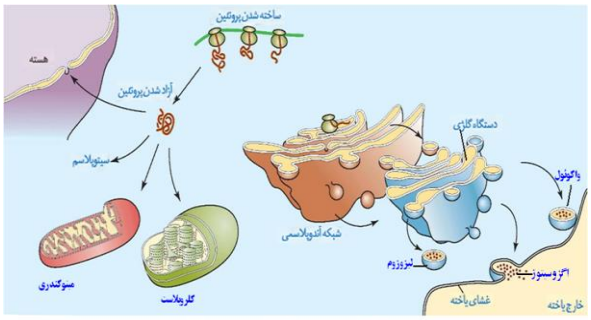


- ترجمه همزمان چند ریبوزوم از یک RNA در حال ساخت
- همه ی رنا ها از یک زن ساخته شده اند پس توالی نوکلئوتیدی یکسان خواهند داشت.
- در نهایت همه ژنیره های پلی پپتیدی مشابه هم خواهند بود.

ب) طرحی ساده ازریبوزوم هایی که چند RNAی در حال رونویسی را ترجمه می کنند.

محل پروتئین سازی و سرنوشت آنها

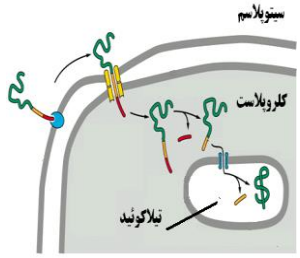
- پروتئین ها در بخش های مختلفی از یاخته ساخته می شوند.
- به طور کلی پروتئین سازی در هر بخشی از یاخته که ریبوزوم ها حضور داشته باشند می تواند انجام شود.
- پروتئین های ساخته شده در سیتوپلاسم سرنوشت های مختلفی پیدا می کنند.
- بعضی از این پروتئین ها به شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی می روند و ممکن است برای ترشح به خارج رفته یا به بخش هایی مثل واکوئل و لیزوزوم بروند.
- بعضی پروتئین ها نیز در سیتوپلاسم می مانند و یا اینکه به میتوکندری، هسته و یا پلاست ها می روند.



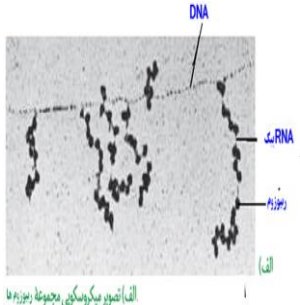
شکل ۱۴ـ سرنوشت پروتئین‌های ساخته‌شده در سیتوپلاسم

- 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.
- 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.

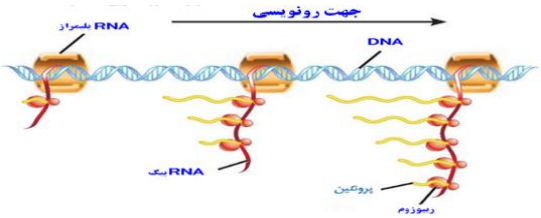
سرعت و مقدار پروتئین سازی



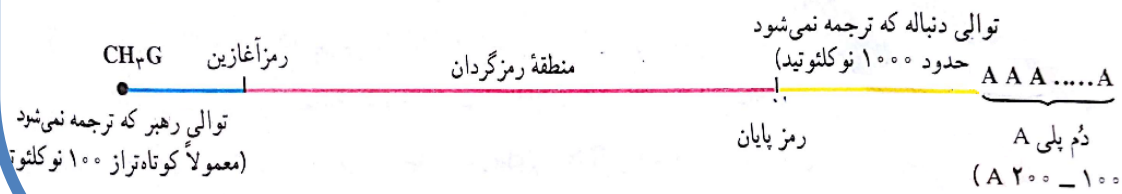
- برای پروتئین هایی که به مقدار بیشتری مورد نیازند، ساخت پروتئین ها، به طور هم زمان و پشت سر هم توسط مجموعه ای از ریبوزوم ها انجام می شود تا پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته شود.
- در این مجموعه ، ریبوزوم ها مانند دانه های تسبیح و mRNA شبیه نخی است که از درون این دانه ها می گذرد.
- همکاری جمعی ریبوزوم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



الف) تصویر میکروسکوپی مجموعهٔ ریبوزوم ها



- 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.



شکل ۸ ــ۶ــ mRNA نمونه‌وار بالغ یوکاریوتی. نوکلئوتیدهای تشکیل دهندهٔ توالی دنباله پس از برداشتن نوکلئوتیدها از انتهای ۳′ رونوشت اوّلیه،باقی‌مانده است و به انتهای ۳′ توالی دنباله، دم پلی A افزوده می‌شود.

فعالیت ۱

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

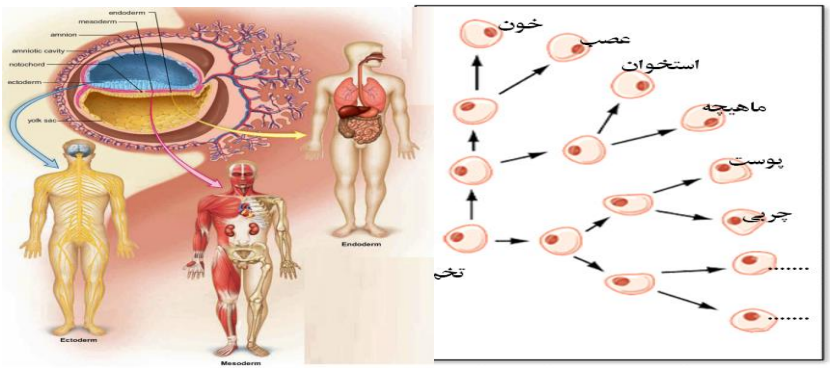
الف)هرچه میانگین عمر RNA پیک بیشتر باشد تعداد پلی پپتید های ترجمه شده از آن بیشتر خواهد بود .

ب)

	پروکاریوت	یوکاریوت
محل رونویسی	در سیتوپلاسم	در هسته
RNAپلیمراز	یک نوع	سه نوع
ترجمه	ممکن است پیش از پایان رونویسی آغاز شود	ترجمه بعد از رونویسی انجام می شود
محل ترجمه	در سیتوپلاسم	در سیتوپلاسم و اندامک هایی مثل میتوکندری و پلاست ها نیز می تواند انجام شود.

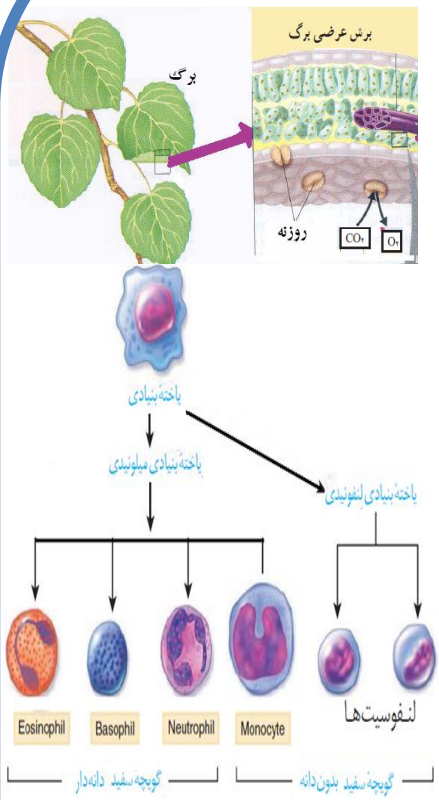
گفتار ۳ تنظیم بیان ژن

- همه یاخته های پیکری بدن از تقسیم میتوز یاخته تخم ومنشا می گیرند.
- یاخته ها ی حاصل، از نظر کروموزومی 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.
- 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؟



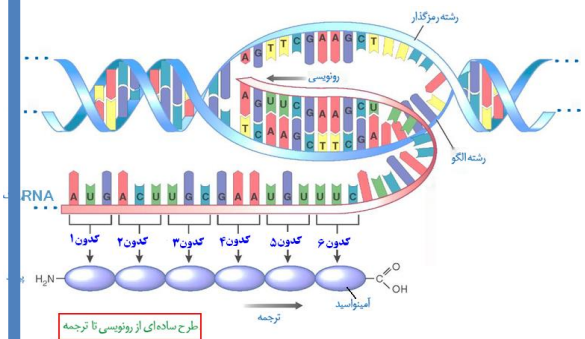
- پاسخ این است که در هر یاخته تنها تعدادی از ژن ها فعال و سایر ژن ها غیر فعال هستند.
- هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می گوییم آن ژن بیان شده و به اصطلاح **روشن** است و ژنی که مورد استفاده قرار نمی گیرد **خاموش** است و به اصطلاح بیان نشده.
- مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در 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 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، 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-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. در مورد این یاخته ها در کتاب دهم مطالبی را فرا گرفتید. می توانید برخی یاخته های حاصل از یاخته های بنیادی مغز استخوان را نام ببرید؟



- سلول بنیادی مغز استخوان
  - سلول بنیادی لنفوئیدی
    - لنفوسیت B
    - لنفوسیت T
  - سلول بنیادی میلوئیدی
    - ائوزینوفیل
    - بازوفیل
    - نوتروفیل
    - مونوسیت
    - مگاکاریوسیت
    - اریتروسیت

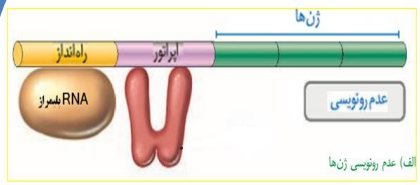
- تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها

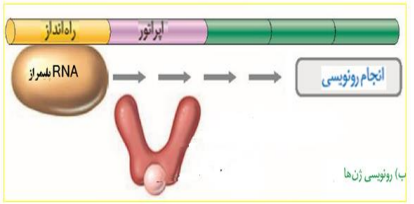


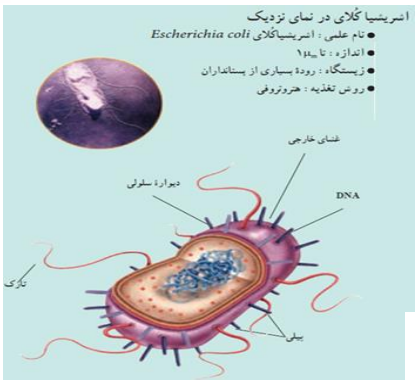
- محصول ژن، **RNA** و **پروتئین** است.
- تغییر در فعالیت ژن ها، بر ساخت این محصولات نیز اثر می گذارد.
- تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها می تواند در هر یک از مراحل ساخت RNA و پروتئین تأثیر بگذارد ولی به طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحله **رونویسی** انجام می شود.
- در مواردی هم ممکن است یاخته با تغییر در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

تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها

- در این نوع تنظیم عواملی به پیوستن RNAپلیمراز به توالی راه انداز کمک و یا مانع حرکت RNAپلیمراز می شوند.
- در نتیجه، رونویسی ژن تسهیل یا ممانعت می شود؛ مثلاً با اتصال پروتئین های خاصی به بخشی از DNA که سر راه RNAپلیمراز است، از انجام رونویسی جلوگیری می شود.
- نمونه این نوع تنظیم، در نوعی باکتری به نام **اشر شیا کلای** (Escherichia coli) شناخته شده است.

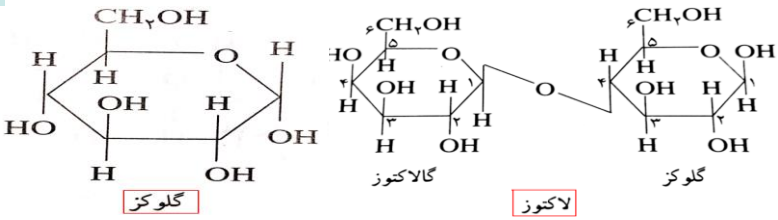






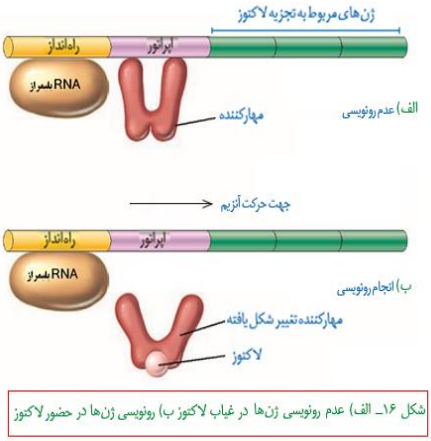
تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها

- 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.



تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها

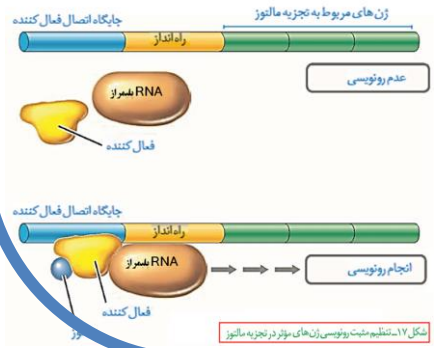
- بنابراین وقتی لاکتوز در محیط وجود دارد باکتری باید آنزیم های تجزیه کننده آن را بسازد و در نبود یا کاهش لاکتوز نیز ساخت آنزیم های تجزیه کننده آن متوقف یا کاهش پیدا کند.
- حال این پرسش پیش می آید که باکتری چگونه می تواند حضور لاکتوز را در محیط تشخیص دهد و آنزیم های تجزیه کننده آن را بسازد؟
- ژن هایی که این آنزیم ها را می سازند چگونه روشن و یا خاموش می شوند؟



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

تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها

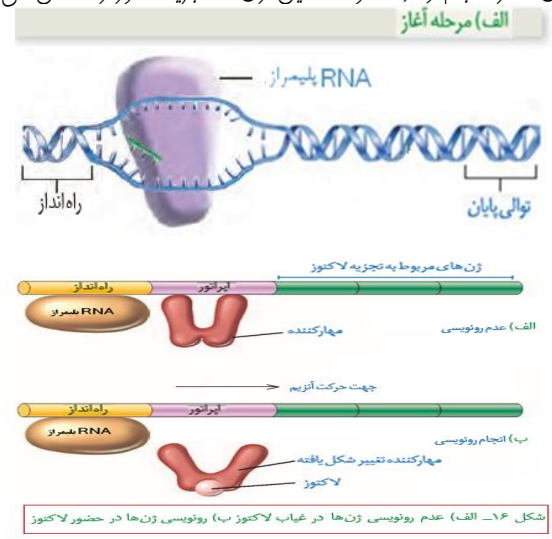
- در پروکاریوت ها بیان ژن به دو صورت **منفی و مثبت** تنظیم می شود.



شکل ۱۷ـ تنظیم مثبت رونویسی ژن‌های مؤثر در تجزیه مالتوز

تنظیم منفی رونویسی

- رونویسی با چسبیدن RNAپلیمراز به راه انداز مربوط به ژن شروع می شود.
- حال اگر مانعی بر سر راه RNAپلیمراز وجود داشته باشد، رونویسی انجام نمی شود.
- به این نوع تنظیم، تنظیم منفی رونویسی گفته می شود
- 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، RNAپلیمراز می تواند رونویسی ژن ها را انجام دهد محصولات این ژن ها تجزیه لاکتوز را ممکن می کند



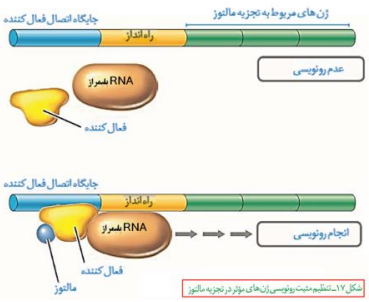
شکل ۱۶ــ الف) عدم رونویسی ژن‌ها در غیاب لاکتوز ب) رونویسی ژن‌ها در حضور لاکتوز

تنظیم منفی رونویسی:

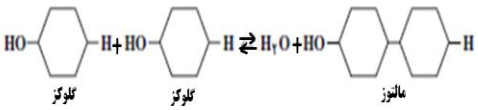
- **الف) عدم رونویسی** مانع پیش روی RNAپلیمراز نوعی پروتئین به نام **مهارکننده** (Repressor) است. این پروتئین به توالی خاصی از DNA به نام **اپراتور** (Operator) متصل می شود و جلوی حرکت RNA پلیمراز را می گیرد.

تنظیم مثبت رونویسی:

- در این نوع تنظیم، پروتئین های خاصی به RNAپلیمراز 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**(Maltors) وجود داشته باشد، درون باکتری آنزیم هایی ساخته می شوند که در تجزیهٔ آن دخالت دارند.
- در عدم حضور مالتوز این آنزیم ها ساخته نمی شوند چون باکتری نیازی به آنها ندارد.

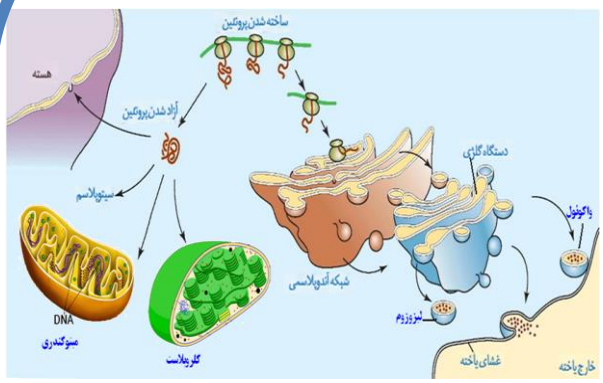


شکل ۱۷ــ تنظیم مثبت رونویسی ژن‌های مؤثر در تجزیه مالتوز

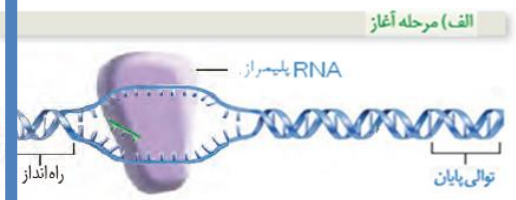


- تنظیم رونویسی در مورد این ژن ها به صورت مثبت انجام می شود.
- در حضور قند مالتوز، انواعی از پروتئین به نام **فعال کننده** (Activator) وجود دارند که به توالی های خاصی از DNA متصل می شوند.
- به این توالی ها **جایگاه اتصال فعال کننده** (Activator Binding Site) گفته می شود
- در حضور مالتوز در محیط، پروتئین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

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

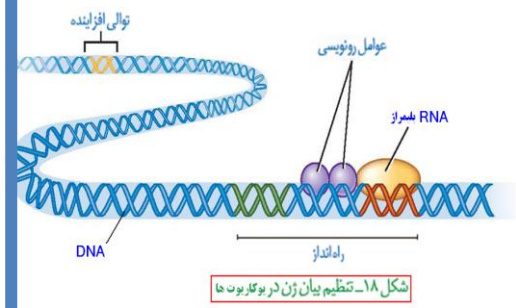


- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها پیچیده تر از پروکاریوت هاست و می تواند در مراحل بیشتری انجام شود.
- یاخته های یوکاریوتی به وسیله غشاها به بخش های مختلفی تقسیم شده اند.
- بنابراین، اگر یاخته بخواهد نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد باید این عوامل به طریقی از غشاها عبور کنند و ژن ها را تحت تأثیر قرار دهند.
- در یاخته های یوکاریوتی، بیشتر ژن ها در هسته و برخی در میتوکندری و پلاست ها 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 RNAپلیمراز نمی تواند به تنهایی راه انداز را شناسایی کند و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین هایی به نام **عوامل رونویسی** (Transcription Factors) هستند.



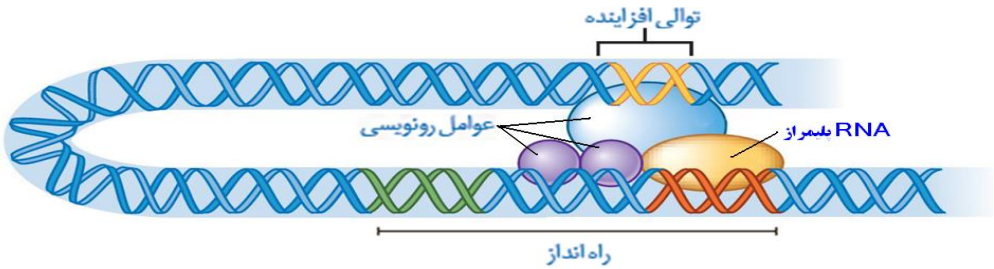
شکل ۱۸ـ تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی

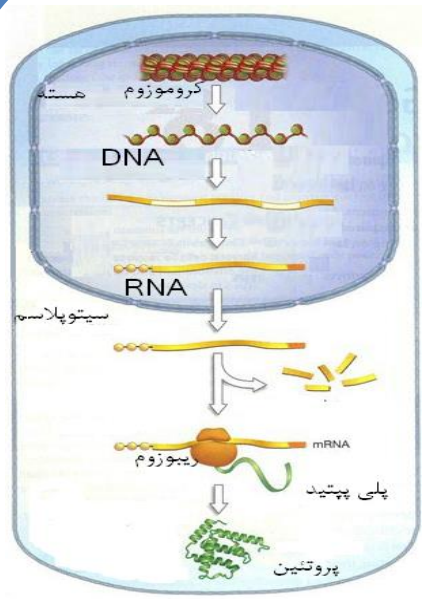
- گروهی از پروتئین ها با اتصال به نواحی خاصی از راه انداز، RNAپلیمراز را به محل راه انداز هدایت می کند، چون تمایل پیوستن این پروتئین ها به راه انداز در اثر عواملی تغییر می کنند، مقدار رونویسی ژن آن هم تغییر می کند.

تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی

- 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



شکل ۱۹ـ توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن



تنظیم بیان ژن

۱- 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

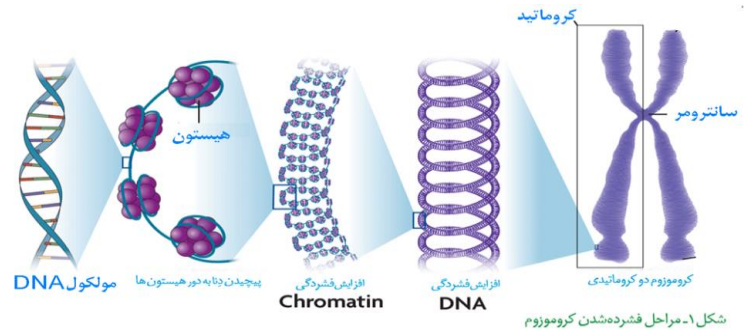
۲- در سطح کروموزوم

به طور معمول بخش های فشرده کروموزوم کمتر در دسترس RNAپلیمرازها قرار می گیرند.

بنابراین یاخته می تواند با تغییر در میزان فشردگی کروموزوم در بخش های خاصی، دسترسی RNAپلیمراز را به ژن مورد نظر تنظیم کند.

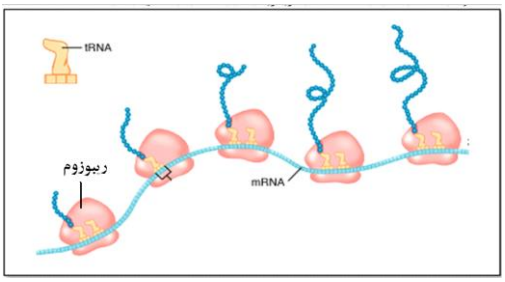
به نظر شما این تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی است یا پس از آن؟

تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی



شکل ۱- مراحل فشرده‌شدن کروموزوم

تنظیم بیان ژن در مراحل غیررونویسی



۳- طول عمر RNA پیک

افزایش طول عمر RNA پیک موجب افزایش محصول می شود.

این فرایندها در میزان پروتئین سازی مؤثر خواهند بود.

تنظیم بیان ژن در مراحل غیررونویسی

۴- شیوه های دیگری نیز در تنظیم بیان ژن مؤثرند که نحوه عمل بسیاری از آنها ناشناخته است.

کروموزوم X درپستانداران ،افراد ماده ،یکی از کروموزوم ها غیر فعال خواهد شد

در هر سلول فقط یکی از X ها فعال خواهد بود