

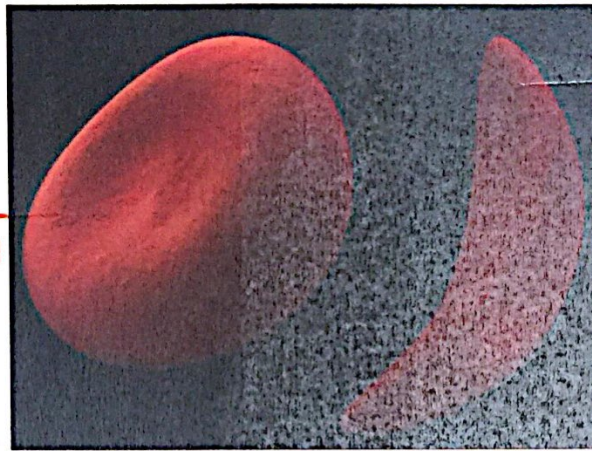


به صورت خوشه ای در کنار یکدیگر قرار می گیرند
 پس به راحتی از مویرگ های خونی
 عبور نمی کنند و منجر به توقف جریان
 خون می گردد. در ۵٪ تا ۱۰٪ می شوند.
 تقریباً قرص داسی بعد از ۲۰-۱۰ روز
 از بین می روند



فصل ۲: جریان اطلاعات در یاخته

اُفت کارایی گلوبول قرمز برای اکسیژن رسانایی بافت ها



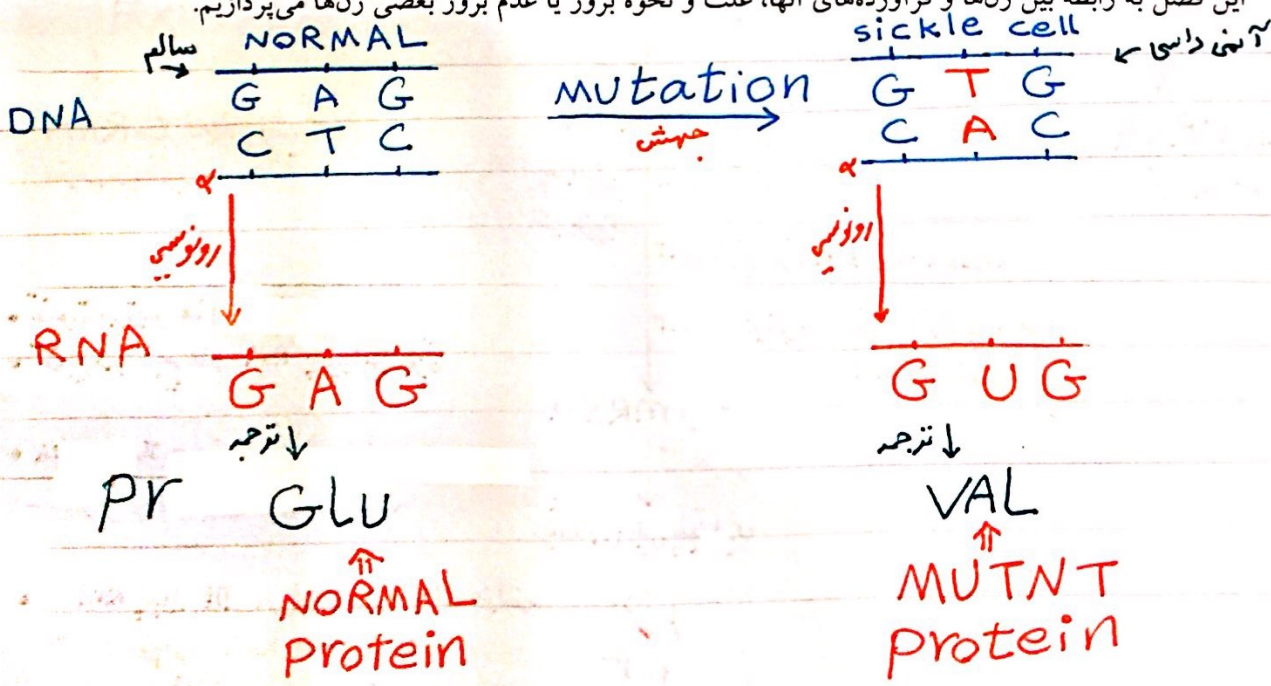
sickle cell

normal Red blood cell ← تقریباً ۱۲۰ روز زنده اند

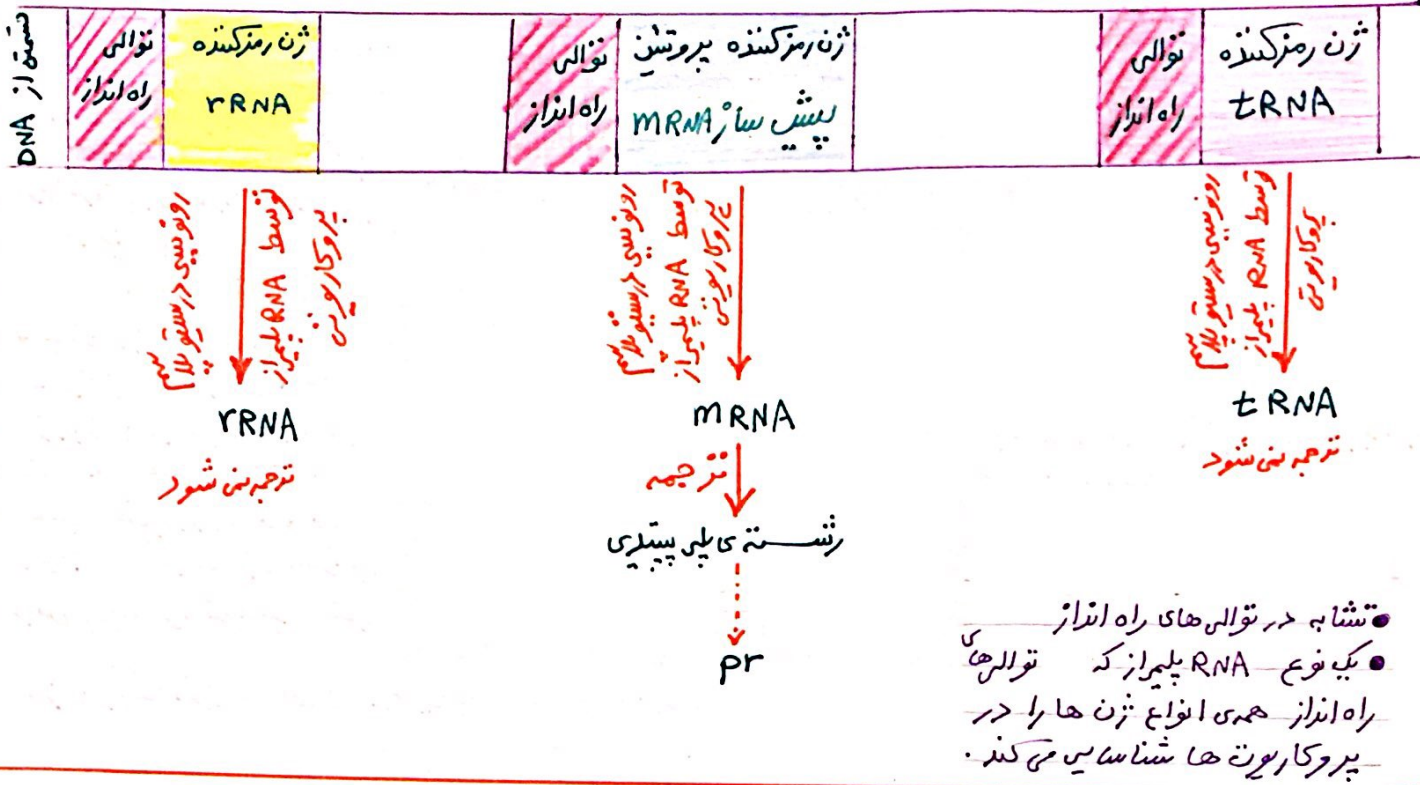
- جهش در ژن HBB:
- یک نوکلئوتید با باز آلنی T جای خود را با یک نوکلئوتید دیگر با باز آلنی A عوض می کند.
- نتیجه تغییر در کدون GAG به GTG و جایگزینی اسید آمینه والین به جای گلوتامیک اسید می شود.

الگوی وراثت اتوزم مغلوب در موارد این بیماری وجود دارد.

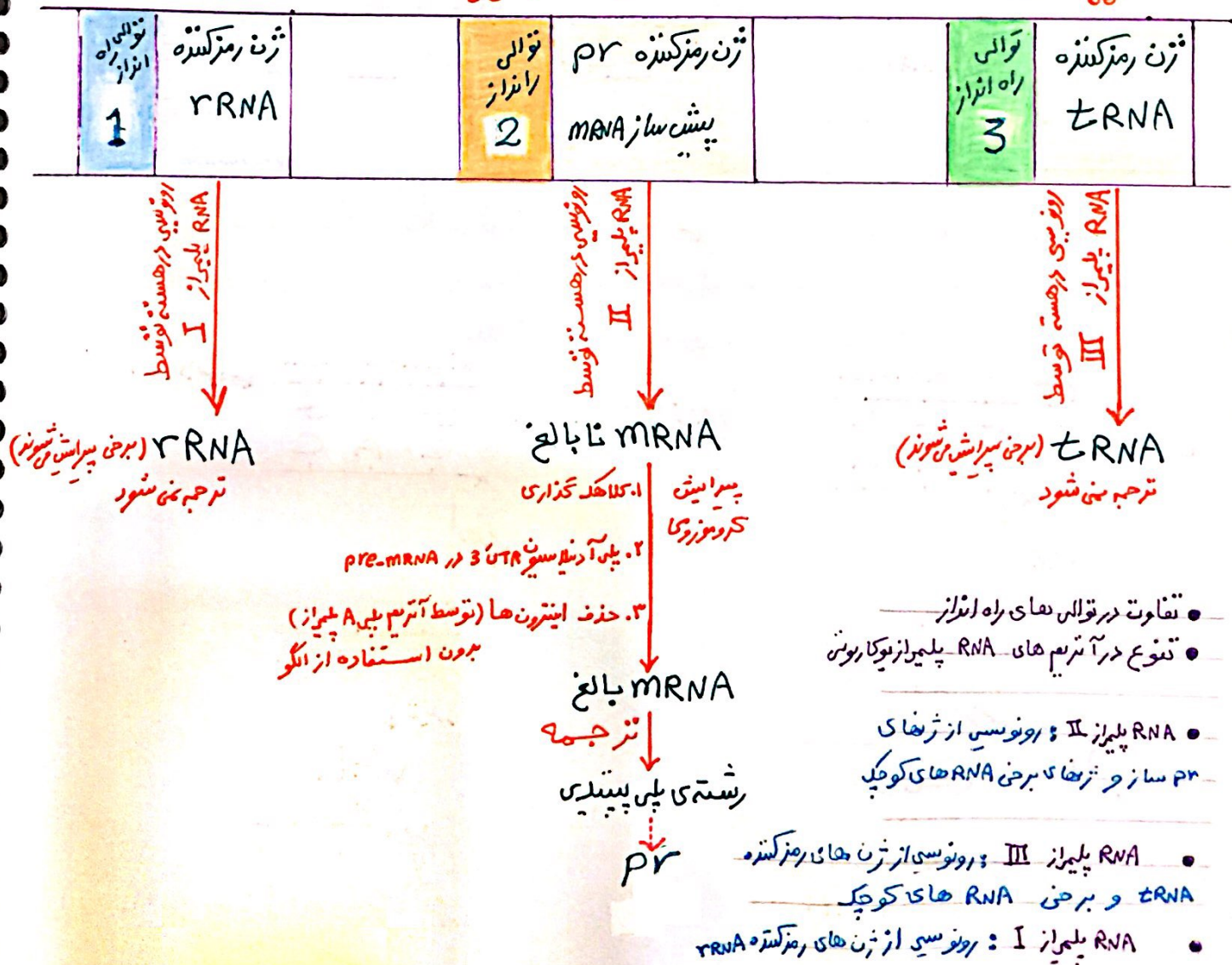
تصویر بالا دو گویچه قرمز را نشان می دهد. گویچه سمت راست مربوط به شخصی است که دچار نوعی بیماری ارثی به نام کم خونی داسی شکل^۱ است. علت این بیماری نوعی تغییر ژنی است که باعث می شود پروتئین هموگلوبین آن دچار تغییر شود و در نتیجه شکل گویچه قرمز از حالت گرد به داسی شکل تغییر کند. این تغییر ژنی بسیار جزئی است و در آن تنها یک جفت از هزاران جفت نوکلئوتید DNA در افراد بیمار تغییر یافته است. این بیماری همچنین نوعی رابطه بین ژن و پروتئین را نشان می دهد. 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 کند و مثلاً در یاخته های بافت پوششی پوست بروز نمی کند؟ این موارد نمونه پرسش هایی هستند که در این فصل به آن ها پاسخ داده می شود. این فصل به رابطه بین ژن ها و فرآورده های آنها، علت و نحوه بروز یا عدم بروز بعضی ژن ها می پردازیم.



پروکارپیوت



پروکاریوت



گفتار ۱: رونویسی از مولکول DNA



در فصل گذشته دیدید که واحد سازنده‌ی مولکول دنا، نوکلئوتید است ولی پلی‌پتیدها از آمینواسید تشکیل شده‌اند. چون دستورالعمل ساخت پلی‌پتیدها در مولکول دنا قرار دارد، پس باید بین نوکلئوتیدهای ژن و آمینواسیدهای پلی‌پتید، ارتباطی وجود داشته باشد.

دنا چگونه نوع آمینواسیدهای پروتئین را تعیین می‌کند؟

آموختید که، در مولکول دنا، ۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که فقط در نوع بازهای آلی تفاوت دارند. درحالی‌که پلی‌پتیدها از ۲۰ نوع آمینواسید تشکیل شده‌اند. پس از پژوهشهایی، مشخص شد که هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای دنا، معادل نوعی آمینواسید است. توالی‌های ۳ نوکلئوتیدی دنا، ۶۴ حالت ایجاد می‌کنند که می‌توانند رمز ساخت پلی‌پتیدهایی با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشند. منظور از رمز، مجموعه نشانه‌هایی

است که برای ذخیره یا انتقال اطلاعات استفاده می‌شود. مثلاً حروف الفبای فارسی نوعی رمز هستند. با توجه به تعداد رمزها و تعداد آمینواسیدها مشخص است که برخی آمینواسیدها می‌توانند بیش از یک رمز داشته باشند. از این ۶۴ کدون، ۳ کدون غیرقابل ترجمه هستند (یعنی برای هیچ آمینواسیدی نیستند). پس $64 - 3 = 61$ یعنی ۶۱ کدون برای رمز دارند. ۲۰ نوع آمینواسید، متبیین و ترمیناتوران یک رمز و بقیه بیش از یک رمز

می‌دانید که ساخت پروتئین‌ها توسط رناتن‌ها (ریبوزوم‌ها) انجام می‌شود. در یاخته‌های دارای هسته، یعنی در یوکاریوت‌ها ریبوزوم‌ها در هسته حضور ندارند و بنابراین فرآیند ساخت پروتئین در هسته انجام نمی‌شود. در این یاخته‌ها، با وجود نقش اساسی دنا برای ساخت پروتئین‌ها، دنا هم از هسته خارج نمی‌شود. حال این سوال پیش می‌آید که دستورات ساخت پروتئین چگونه به بیرون هسته منتقل می‌شود؟ توسط mRNA

پاسخ در مولکول رنا است. در واقع انواعی از رنا در یاخته وجود دارند که در پروتئین‌سازی نقش دارند. این رناها از روی مولکول دنا ساخته می‌شوند. به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا، رونویسی^۱ گفته می‌شود. شکل ۱

همانندسازی: ساخته شدن DNA	از روی همی دو رشته‌ی الگوی DNA
رونویسی: RNA	" " " بخشی از یکی " " " "

نسخه‌برداری = رونویسی = transcription^۱

انواع mRNA + انواع rRNA = ریبوزوم

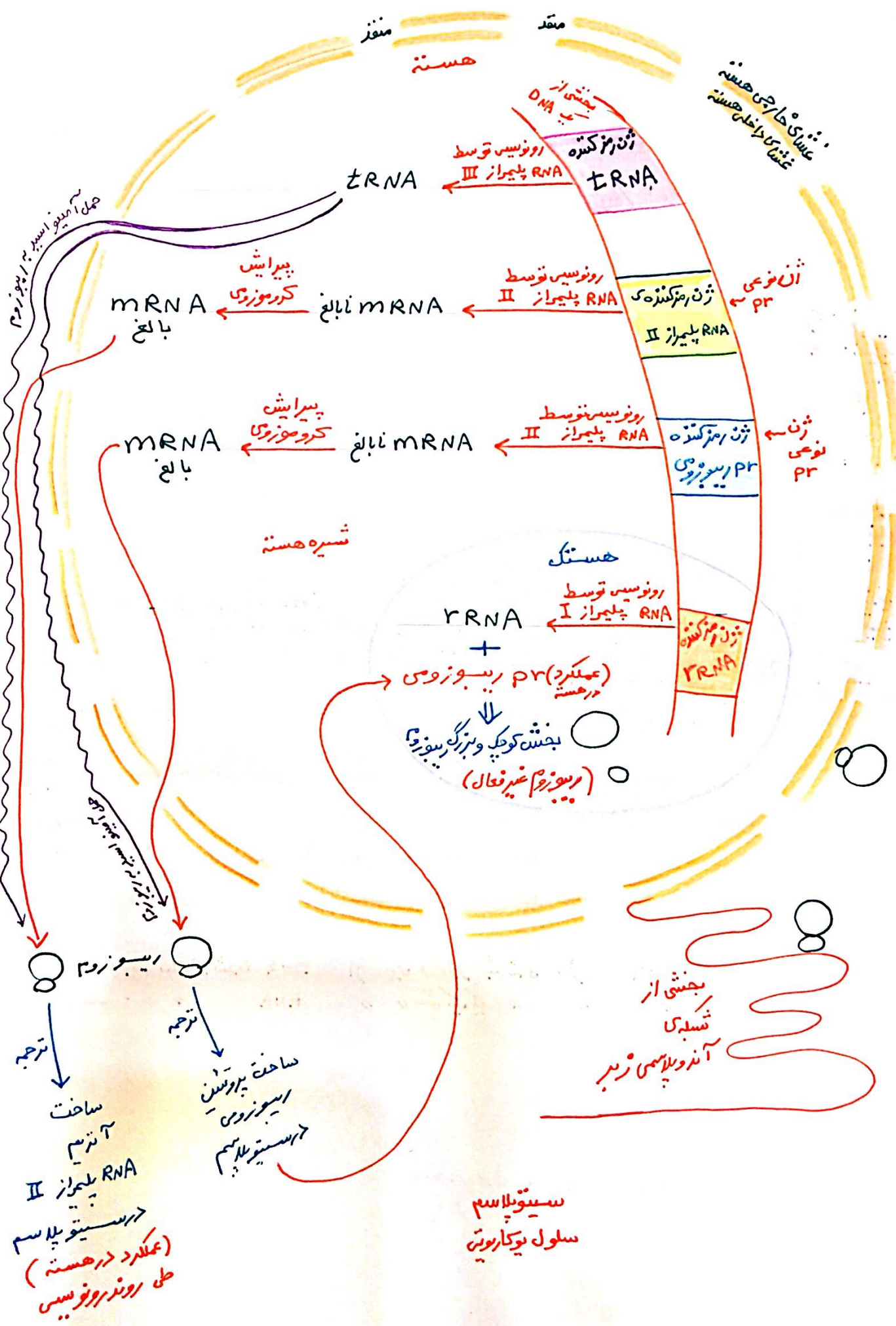


• محل ساخته شدن ریبوزوم‌های زیر واحد های ریبوزوم، در هسته (در غشای هسته) است.

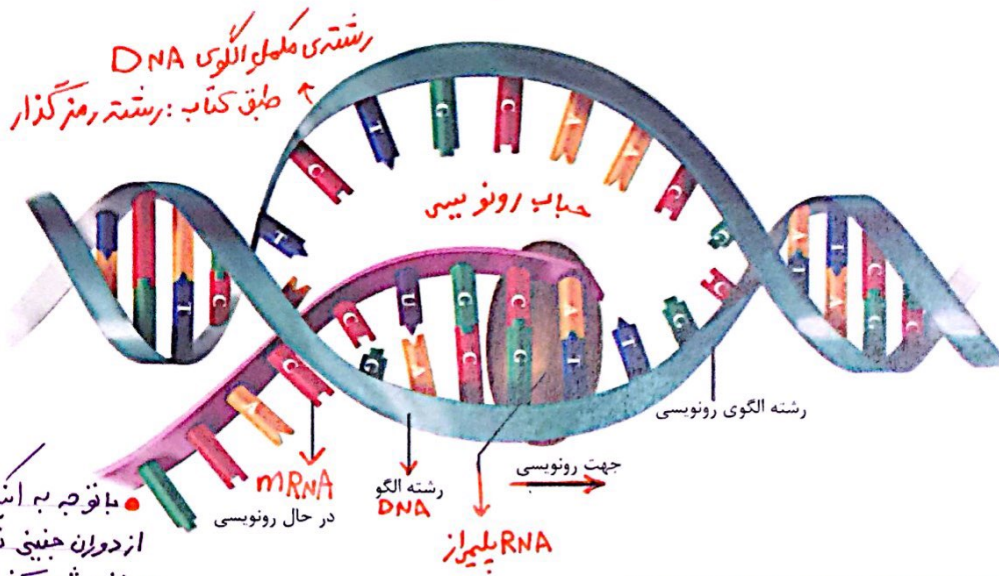
• هر ۳ نوکلئوتید رمز یک آمینواسید است.

۶۴ = ۴

- انواع مونومر DNA
- ۱. نوکلئوتید آدنین دار
- ۲. " تیمین دار
- ۳. " گوانین دار
- ۴. " سیتوزین دار



- در ناحیه حباب ۳ رشته ی پلی نوکلئوتیدی
- در مجاورت یکدیگر قرار دارند ۲ رشته مربوط به
- DNA و یک رشته مربوط به RNA در حال ساخت



شکل ۱- طرح ساده ای از فرایند رونویسی

• با توجه به اینکه ما هیچ خط بعد از دوران جنینی تقسیم نمی شود، اما زنده می مانور شد می کند و در G متوقف است ما می توان گفت که در G و G نیز همانندسازی DNA حلقوی رخ می دهد. **دوکسی ریبونوکلئوتیدی** در مرحله حل مختلف به ویژه در Gr رخ می دهد.

اساس رونویسی شباهت زیادی با همانندسازی دنا دارد. در این فرآیند نیز با توجه به نوکلئوتیدهای رشته DNA **ریبونوکلئوتید** در زنجیره RNA قرار می گیرد و به هم متصل می شوند. برخلاف همانندسازی که در DNA ی خط هسته ای یکبار در S رخ می دهد. اما همانندسازی DNA حلقوی میتوکندری و کلروپلاست در مرحله حل مختلف چرخه یاخته ای یکبار انجام می شود، رونویسی یک ژن می تواند بارها انجام شود و چندین رشته رنا ساخته شود. همانطور که میدانید انواعی از رنا در فرایند رونویسی ساخته می شود.

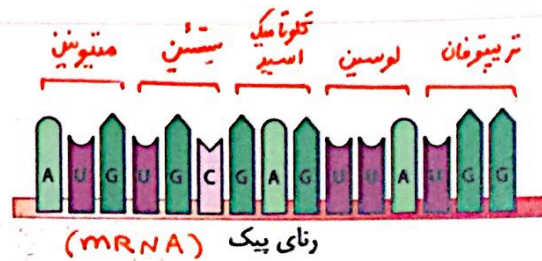
فرایند رونویسی به کمک آنزیم ها انجام می شود. این آنزیم ها را، تحت عنوان کلی رنابسپاراز (RNA پلی مراز) نام گذاری می کنند.

در پروکاریوت ها یک نوع رنابسپاراز وظیفه ساخت انواع رنا را بر عهده دارد. در یوکاریوت ها، انواعی از رنابسپاراز، ساخت رناهای مختلف را انجام می دهند. مثلا رنای پیک توسط رنابسپاراز ۲، رنای ناقل توسط

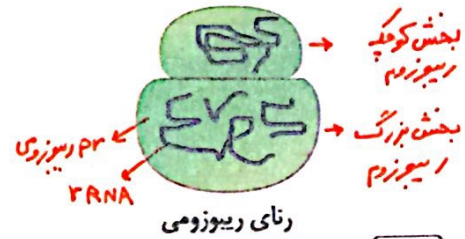
رنابسپاراز ۳ و رنای ریبوزومی توسط رنابسپاراز ۱ ساخته می شود.

RNA پلیماز III rRNA RNA پلیماز I

• هر سه نوکلئوتید روی mRNA یک کدون [صیدیه می شود و رمز نوعی اسید آمینه است]



شکل ۲- انواعی از رنا در یافته



رنا ی ریبوزومی



مراحل رونویسی

شکل L مانند (شکل فعال tRNA) (پسول)

رونویسی فرآیندی پیوسته است ولی برای سادگی موضوع آن را به سه مرحله آغاز، تولید شدن و پایان تقسیم می کنند. در این مراحل، آنزیم رنابسپاراز، عمل رونویسی را از بخشی از یک رشته دنا انجام می دهد.

مرحله آغاز^۱

در این مرحله، رنابسپاراز به مولکول دنا متصل می شود و دو رشته ی آن را از هم باز می کند. به نظر شما کدام پیوندها در این ناحیه شکسته می شوند؟ ^{هیدروژنی} برای این که رونویسی ژن از محل صحیح خود شروع شود توالی های نوکلئوتیدی در دنا وجود دارد که رنابسپاراز آن را شناسایی می کند و بر روی آن قرار می گیرد. به این توالی، راه انداز^۲ گفته می شود. این توالی ها مانند باند فرود، برای فرود صحیح هواپیما است. راه انداز ^{نقطه ی آغاز رونویسی} موجب می شود RNA پلیمراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا کرده و رونویسی را آغاز کنند. در این حالت بخش کوچکی از مولکول دنا باز می شود و زنجیره کوتاهی از رنا ساخته می شود. نحوه عمل رنابسپاراز به صورتی است که آنزیم با توجه به نوع نوکلئوتید رشته الگوی دنا، نوکلئوتید مکمل را در برابر آن قرار می دهد و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی متصل می کند.

مرحله تولید شدن^۳



در این مرحله رنابسپاراز ساخت رنا را ادامه می دهد که در نتیجه آن رنا تولید می شود. همچنان که مولکول رنابسپاراز به پیش می رود، دو رشته دنا در جلوی آن باز و چندین نوکلئوتید عقب تر رشته رنا از دنا جدا

¹ Initiation
² Promoter
³ Elongation

این دو رشته یلیک از نظر باز آلی خواهند بود (به جز T و U)

RNA

UAC GGC UUC AGC AUU

شماره
از نو
گرفته و
آلتر
این رشته

مکمل هستند
نه یکسان

DNA

ATG CCG AAG TCG TAA

TAC GGC TTC AGC ATT

آلتر این رشته
گرفته و
از نو
شماره

مکمل هستند
نه یکسان

RNA

AUG CCG AAG UCG UAA

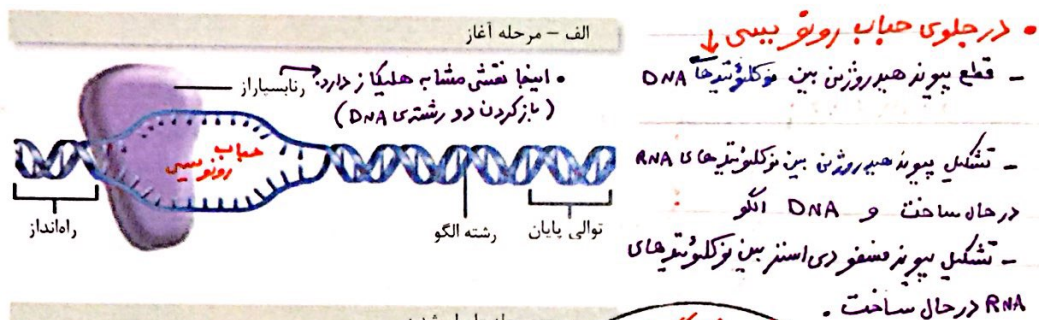
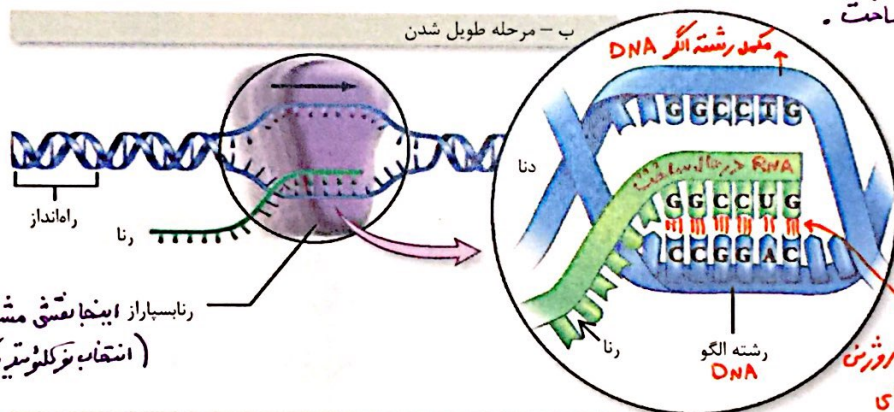
این دو رشته از
نظر باز آلی یکسان خواهند بود (به جز T و U)

شبییه حباب ایجاد می شود که به سوی انتهای ژن پیش می رود (شکل ۳)

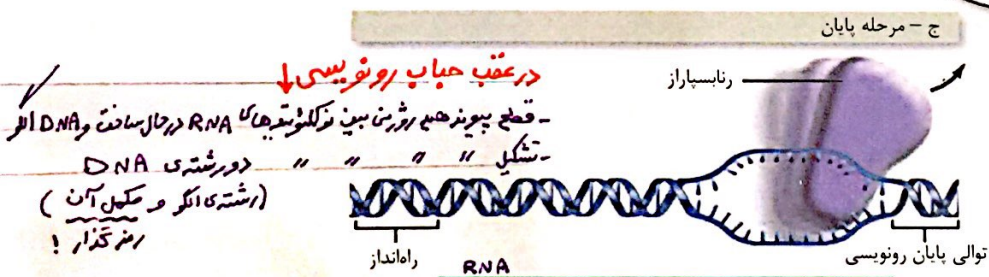
مرحله پایان^۱



محل‌ها، آنزیم از مولکول دنا و رنای تازه ساخت جدا و دو رشته‌ی دنا به هم متصل می‌شوند.



رنا سباز از اینجانبش مشابه DNA پلیمریز دارد .
(انتخاب نوکلئوتید مکمل و قرار دادن در مقابل نوکلئوتید DNA)



رشته‌ی الگوی DNA

شکل ۳- مراحل مختلف رونهیسی

بعضی روی DNA که دستور ساخت RNA و یا رشته ای پس پیستید می رازد خود دارد.

همان‌طور که گفته‌شد، ژن بخشی از مولکول دنا دو رشته‌ای است ولی رنا از روی هردو رشته آن رونویسی

نمی‌شود. به نظر شما رنای رونویسی شده از دو رشته دنا نسبت به هم چگونه‌اند؟ مسلماً پروتئین ساخته شده

از روی این دو رشته رنا بسیار متفاوت خواهد بود. حال پرسش این است که کدام رشته در هر مولکول دنا

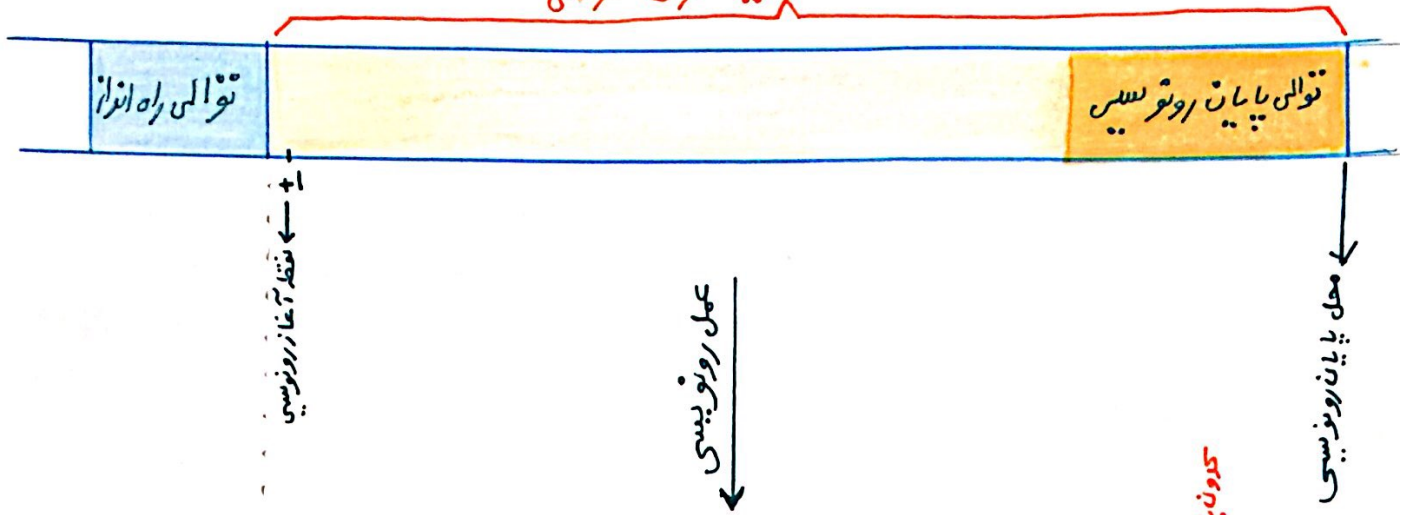
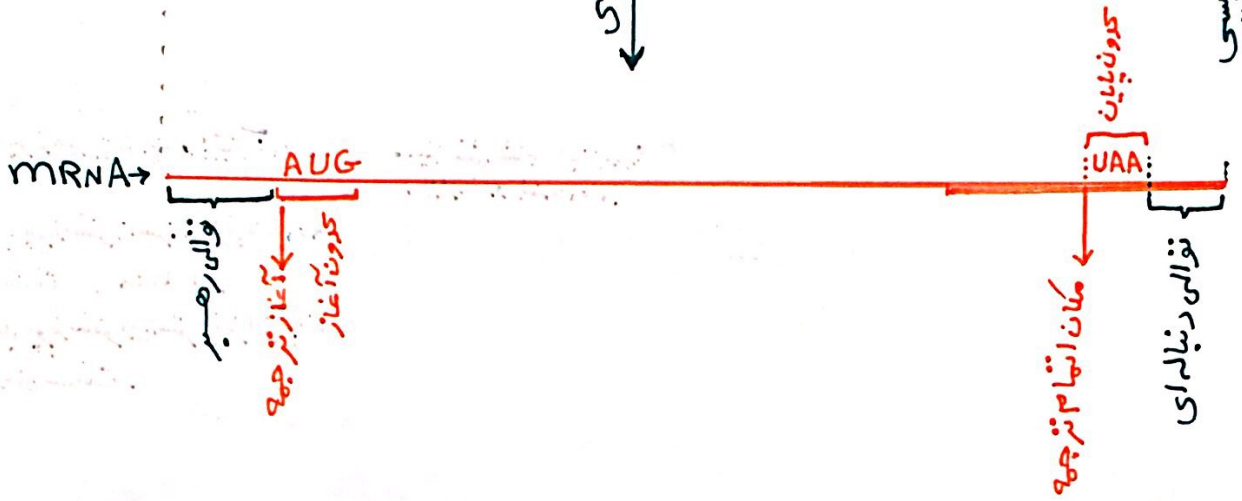
• نگاه از روی یک تریون در نتیجه اسپیالیسینگ متفاوت، mRNA ها متفاوت، در نتیجه پروتئین های متفاوت حاصل می شود.

• گاہ یکہ ترن - یکہ رشتہ کا پیر بستہ ہی صحیح است .

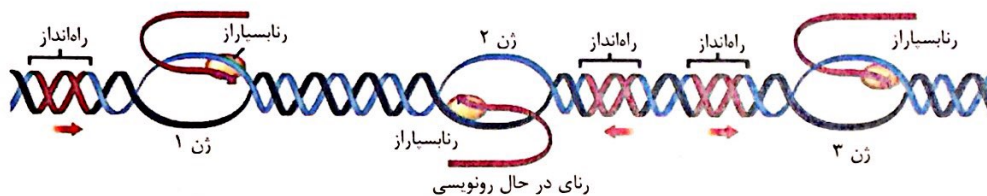
• نگاه یک‌شزن - یک خانوار می‌باشد صحیح است.

¹ Termination

یک ژن فرضی



مورد رونویسی قرار می‌گیرد. پاسخ این است که برای هر ژن یکی از دو رشته همیشه مورد رونویسی قرار می‌گیرد همان‌طور که در شکل ۴ می‌بینید رشته دنا مورد رونویسی برای سه ژن نشان داده شده متفاوتند. به بخشی از رشته دنا که مکمل رشته رنا می‌باشد است رشته الگو^۱ می‌گویند. به رشته مکمل همین بخش در مولکول دنا، رشته رمزگذار گفته می‌شود، زیرا توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنایی است که ساخته می‌شود. به نظر شما رشته رنا با رشته رمزگذار چه تفاوتی می‌تواند داشته باشد؟ پاسخ در نوکلئوتیدهای مورد استفاده است. مثلاً به جای نوکلئوتید تیمین دار در دنا، نوکلئوتید یوراسیل دار در رنا قرار دارد.



شکل ۴: همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، برای هر ژن یکی از دو رشته الگو قرار می‌گیرد که این بخش ممکن است در هر یک از دو رشته دنا باشد.

• رناهای ساخته شده دچار تغییر می‌شوند.

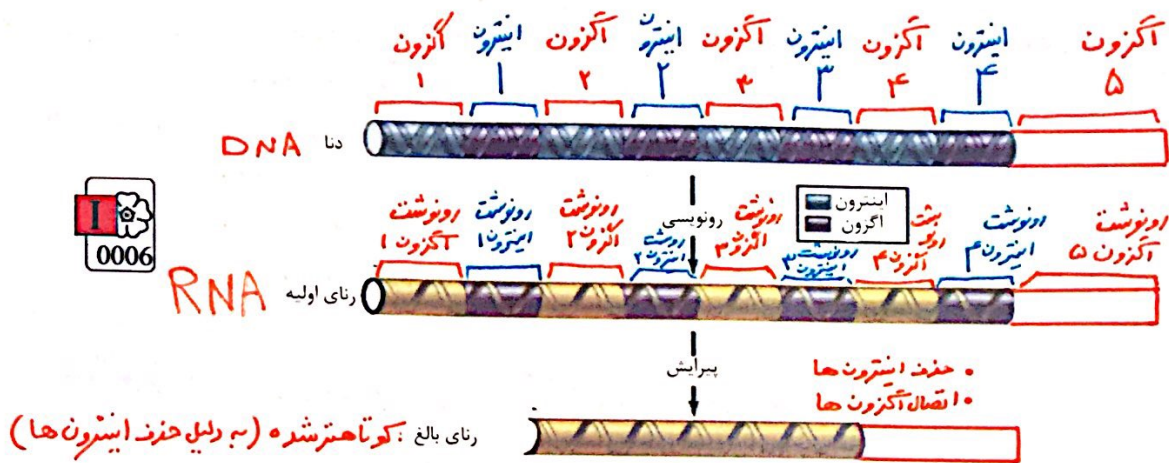
چند دهه قبل پژوهشگران دریافتند که در سلولهای یوکاریوتی، رنا ساخته شده در رونویسی با رنایی که در سیتوپلاسم وجود دارد تفاوت‌هایی دارد. بعدها مشخص شد که این تغییرات در بسیاری دیگر رناها وجود دارد. بنابراین معلوم شد که این مولکول‌ها برای انجام وظایف خود دستخوش تغییرات می‌شوند.

تغییرات رنا پیک (cap) شکل کلاه میل کوانتین (5' UTR) حذف اینترون پس از آن شود. افزوده شدن بخش‌هایی رنا پیک ممکن است دستخوش تغییراتی در حین رونویسی و یا پس از آن شود.

به ابتدا و انتهای رنا، از جمله این تغییرات هستند. تغییر دیگری که پس از رونویسی در یوکاریوت‌ها متداول است، حذف بخش‌هایی از مولکول رنا پیک است. در بعضی ژن‌ها، توالی‌های معینی از رنا ساخته شده، جدا می‌شود و سایر بخش‌ها به هم متصل می‌شوند و یک رنا پیک یک پارچه می‌سازند. به این فرآیند پیرایش^۲ گفته می‌شود (شکل ۵).

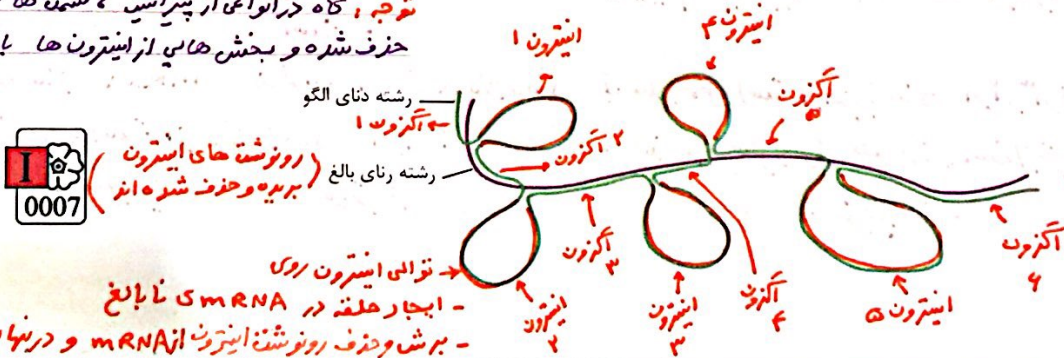
splicing

^۱ Template
^۲ splicing



این فرایند هنگامی آشکار شد که دانشمندان یک رنای پیک درون سیتوپلاسم را با رشته‌ی الگوی ژن آن در دنا مجاورت دادند. آنها دریافتند که بخشهایی از دنا الگو با رنای رونویسی شده، دو رشته مکمل را تشکیل می‌دهند، ولی بخش‌هایی فاقد مکمل باقی می‌مانند. این بخش‌ها به صورت حلقه‌هایی بیرون از مولکول دو رشته‌ای قرار می‌گیرند. به این نواحی که در مولکول دنا وجود دارد ولی رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده اینترون^۱ می‌گویند. به سایر بخش‌های مولکول دنا، که رونوشت آن‌ها حذف نمی‌شوند اکزون^۲ گفته می‌شود (شکل ۶). در واقع رنای رونویسی شده از رشته الگو، دارای اینترون است.

به این رنا، رنای نابالغ یا اولیه^۳ گفته می‌شود. پس از پیرایش رنای بالغ^۴ رونوشت اینترون ندارد. پس کوتاه‌ترین شود. توجه: کلاه در انواع از پیرایش، قسمت‌هایی از اکزون‌ها حذف شده و بخش‌هایی از اینترون‌ها باقی می‌مانند.



شکل ۶- طرح ساده ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن
۴ اکزون و ۵ اینترون در شکل مشاهده می‌شود (به تعداد اتصال اکزون‌ها)
۵ = پ. ف. ک. تشکیل شد

$$\begin{aligned} \text{تعداد اینترون} &= ۲ \times \text{تعداد پیوندهای فسفودی استر که طی پیرایش شکسته می‌شود} \\ \text{تعداد اینترون} &= \text{تعداد اکزون} - ۱ \end{aligned}$$

- 1 Intron
- 2 Exon
- 3 Precursor mRNA (pre-mRNA)
- 4 Mature messenger RNA

در محل شکستن اینترون‌ها، پیوندهای فسفودی استر می‌شکنند.
انفصال اکزون‌ها، " " " " تشکیل می‌شود.

$$\text{تعداد اکزون} - ۱ = \text{تعداد اینترون}$$

● پیردازش افتراقی RNA (گیلبرت)

- تنظیم بیان ژن ها محدود به رونویسی متفاوت از DNA نیست. حتی اگر یک RNA ویژه ساخته شود ضمانت وجود ندارد که حتماً یک پروتئین فعال در سلول تولید کند. برای تبدیل شدن به یک p۲ فعال، RNA باید
 ۱. با حذف اینترون ها به RNA ی بیک پیردازش شود.
 ۲. از هسته به سیتوپلاسم منتقل شود.
 ۳. توسط سیستم سنتز p۲ ترجمه شود. در بعضی موارد، p۲ ساخته شده بالغ نیست و باید
 ۴. طی تغییرات پس از ترجمه، به فرم فعال تبدیل شود.

طی تکون، در هر یک از این مراحل، تنظیم امکان پذیر است.

- ماهیت تمایز، تولید مجموعه های متفاوت p۲ ها، در انواع مختلف سلول ها است.
- تنظیم بیان ژن در باکتری ها در سطوح رونویسی، ترجمه و تغییرات p۲ ای (عباز ترجمه) قابل انجام است.
- در نوکاریوت ها امکان تنظیم در سطح دیگری هم وجود دارد (کنترل در سطح پیردازش و انتقال RNA)

● دو راه عمده برای تنظیم تکون از طریق پیردازش افتراقی RNA وجود دارد:

- ① سانسور: انتخاب اینکه کدام رونوشت هسته ای (nRNA)، به mRNA های سیتوپلاسمی پیردازش شوند. سلول های مختلف رونوشت های هسته ای متفاوت را برای پیردازش و انتقال به سیتوپلاسم به عنوان mRNA انتخاب میکنند. بنابراین، ذخیره ی یکسان از رونوشت های هسته ای میتواند جمعیت های متفاوتی از mRNA های سیتوپلاسمی را در انواع مختلف سلول ها تولید کند.

② پیردازش افتراقی RNA: پیرایش پیش سازهای RNA به پیام هایی برای p۲ های مختلف از طریق استفاده از ترکیبات مختلف آنزوم ها است.

- اگر یک پیش ساز mRNA توانی آنزوم داشته باشد یک سلول ممکن است از آنزوم های او ۱ و ۲ و ۳ استفاده کند. یک سلول دیگر ممکن است از آنزوم های او ۱ و ۲ استفاده کند و یک سلول دیگر هم ممکن است از ترکیب دیگری استفاده کند. بنابراین یک ژن مفرد میتواند خانواده ی بزرگی از پروتئین ها را تولید کند.

● مثالهایی از پیرایش متناوب RNA

کلاژن نوع II ← در کدروستیه های پیش ساز
← در بالغ

انتخاب آنزوم
۳ و ۲ و ۱
" " ۲ و ۱

گیرنده ی Fgf2 ← در آکتودرم انزوم حرکتی
← در ضروف

" " ۷ و ۸ و ۱۰
" " ۷ و ۹ و ۱۰

BCL-x ← BCL-x_L (ایزوفرم بزرگ p۲ Bcl-x)
← BCL-x_S (" " کوچک ")

" " ۳ و ۲ و ۱ ← مهار مرگ سلولی
" " ۳ و ۲ و ۱ ← القای مرگ سلولی
↓
قسمتی از آنزوم حذف شده است

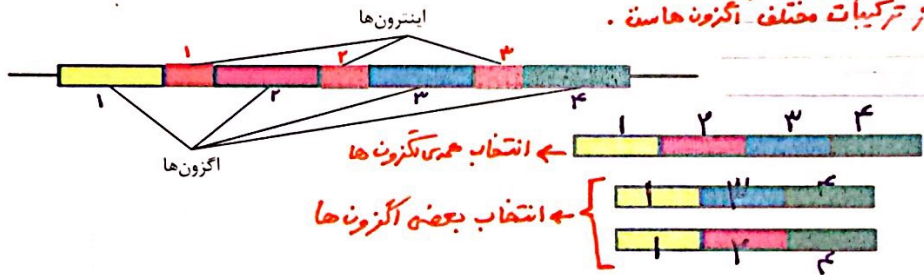
پیرایش‌های مشابه و متفاوت



ژنهای سلول‌های پیکری یک انسان یکسان است که علت آن همانندسازی یکسان و تقسیم دقیق ماده وراثتی بین سلولهای در حال تقسیم است. ولی در بدن یک فرد لنفوسیت‌ها قادرند گیرنده‌های آنتی ژنی با تنوع بی‌شمار تولید کنند که همه آن‌ها از ژنهای یکسانی ایجاد شده‌اند. علت این تنوع، تفاوت در پیرایش‌های یک ژن است. پیرایش‌های متفاوت از یک ژن منجر به ساخته شدن رنایهای مختلف می‌شود که می‌تواند پلی‌پپتیدهای متفاوتی را ایجاد کند. در پیرایش حتی ممکن است بخش‌های اگزون یک رونوشت به بخشهایی از اگزون‌های رونوشت دیگر متصل شود و بر گوناگونی محصول اضافه کند (شکل ۷)

یک ژن - چندین p

انتخاب ترکیبات مختلف اگزون ها



• یک ژن را می‌توان به روش‌های مختلفی به mRNA تبدیل کرد.
• استفاده از ترکیبات مختلف اگزون‌هاست.



شکل ۷- پیرایش‌های متفاوت یک ژن: با کنار هم قرار گیری متفاوت اگزون‌ها، ترکیب‌های متفاوتی حاصل می‌شود. تولید p های متفاوت

نقش زیستی اینترون‌ها و اگزون‌ها



اندازه اینترون‌ها ممکن است بخش عمده‌ای از رنای اولیه را تشکیل دهد که در رنای بالغ حذف شده است. پس نقش زیستی این اجزا در یاخته چیست؟
تعداد و اندازه اینترون‌ها در زمان بلوغ و زنی شدن تغییر می‌کند. ← محصول کمتر
به نظر می‌رسد یکی از نقش‌های اینترون تنظیم رونویسی و در نتیجه تعداد رونوشت‌ها است. با افزایش تعداد و اندازه اینترون‌ها، رونویسی از ژن‌ها بیشتر طول می‌کشد در نتیجه محصول کمتری تولید می‌شود.
همان‌طور که در مورد پادتن‌ها دیدید، نقش دیگر اینترون‌ها، ایجاد تنوع در محصول است که نتیجه پیرایش متفاوت رنای پیک است. نقش دیگری که برای اینترون‌ها در نظر می‌گیرند، کاهش آسیب‌های موثر به دنا است زیرا برخی آسیب‌ها ممکن است در محل اینترون‌ها رخ دهند. که با حذف آن‌ها، اثری نخواهند داشت.

• اینترون به معنای ناحیه بین ژن intragenic region است.
• له‌ونیز " " توالتی مداخله گر intervening sequences است.

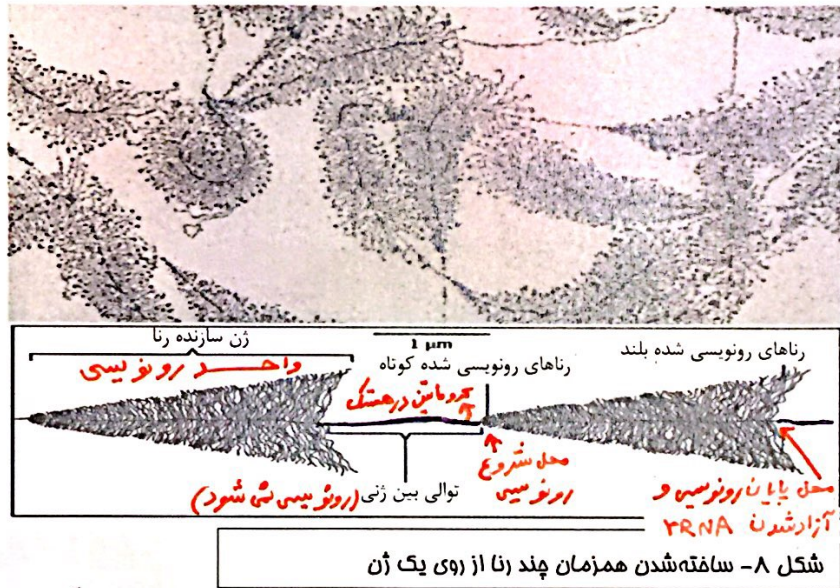
- اندازه‌ی اینترون‌ها و تعداد اینترون‌ها در موجودات مختلف گوناگون است. (در مستوکندری مهره داران اینترون وجود ندارد)
- نقش اینترون‌ها: ۱. اینترون‌ها در پشتیبانی از اگزون‌ها در برابر جهش‌های مخرب موثرند.
۲. تعداد قابل توجهی از جهش‌ها در بخش‌های اینترون‌ها که اغلب تعداد نوکلئوتیدهای بیشتر از اگزون‌ها دارند اتفاق می‌افتد.
۳. پیرایش‌های تهایزی ← تولید چندین p از یک ژن
۴. نظریه‌ی اینترون‌ها و تکامل (تلاطم اگزون‌ها)

• در سلولهای که متابولیسم بالایی دارند و بسیار فعالند :

شدت و میزان رونویسی ← **بین ژن rRNA** ← **ساخت rRNA** ← **ساخت ریبوزوم** ← **pr سازی سلول** ↑



به طور کلی میزان رونویسی یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فرآورده های آن بستگی دارد. بعضی ژن ها، مانند ژن های سازنده **rRNA** در یاخته های تازه تقسیم شده بسیار فعالند زیرا باید تعداد زیادی از این نوع رنا را بسازند. در این نوع ژن ها، همزمان تعداد زیادی **rRNA پلیمرز I** از ژن رونویسی می کنند. چون در هر زمان، رنابسپارازها در مراحل مختلفی از رونویسی هستند، در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازه رناهای ساخته شده متفاوت دیده می شود. در این تصاویر رناها از اندازه کوچک به بزرگ دیده می شود. (شکل ۸)



- در حین رونویسی ژن های rRNA ، ساختارهای پرماتندی (طرح درفت کریسمس) ظاهر می شوند. این ساختارهای پرماتند از تعداد ژن های مربوط به rRNA روی یک کروماتین و قسمت ها (توالی های) بین آنها (که رونویسی نمی شوند) تشکیل شده است.
- هر ژن دارای یک محل شروع رونویسی است که به طور همزمان توسط تعداد زیادی RNA پلیمرز I رونویسی می شوند.
- رشته های rRNA حاصل : کوچکترها به محل شروع رونویسی نزدیکترین و هر چه دورتر شویم ، طول rRNA بلندتر می شود تا بالاخره در انتهای ژن rRNA حاصل جدا می گردد.

• در ساختار پرماتند :

یک نوع ژن	:	ژن rRNA	رونویسی می شود
یک نوع RNA پلیمرز	:	RNA پلیمرز I	به تعداد زیاد عمل می کنند
یک نوع RNA	:	rRNA	به تعداد زیاد حاصل می شوند