



فصل دو: جریان اطلاعات در یاخته

گفتار ۱: رونویسی

شکل گلوبول قرمز

در بیماری کم خونی داسی شکل، بر اثر تغییراتی که باعث تغییر هموگلوبین می‌گردد، شکل گویچه های قرمز از حالت گرد به حالت داسی تبدیل می‌شود.

نکته: در بیماری کم خونی داسی شکل تنها یک جفت نوکلئوتید در افراد بیمار تغییر یافته است.

۴ نوع نوکلئوتید در DNA وجود دارد که در نوع بازالی با هم تفاوت دارند.

۲۰ نوع آمینواسید در پلی پپتیدها وجود دارد.

توالی های سه نوکلئیدی در DNA می‌تواند ۶۴ حالت داشته باشد.

رمز(کد): توالی های سه نوکلئیدی در DNA را رمز می‌گویند.

نکته: رمزهای موجود در DNA الزاما مربوط به آمینواسیدها نیستند.

پلی پپتیدها بر اساس اطلاعات DNA و توسط رناتن ها در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.

نکته: ریبوزوم ها درون هسته حضور ندارند و فرایند ساخت پلی پپتید در هسته انجام نمی‌شود.

دستورات ساخت پلی پپتید به وسیله RNA به بیرون هسته انتقال می‌یابد.

رونویسی: ساخته شدن RNA از روی بخشی از یک رشته DNA

دقت: رونویسی از روی یکی از دو رشته DNA و از بخشی از آن یک رشته صورت می‌گیرد.

شباهت رونویسی و همانندسازی

۱- در هر دو فرایند DNA به عنوان مولکول الگو استفاده می‌شود.

۲- هر دو فرایند بوسیله آنزیم ها انجام می‌شوند.

۳- در هر دو فرایند ماده اولیه مورد استفاده نوکلئوتیدهای سه فسفات هستند.

۴- هر دو فرایند بر مبنای قرارگیری بازهای مکمل در برابر هم انجام می‌شوند.

۵- محصول هر دو فرایند نوعی نوکلئیک اسید(پلی نوکلئوتید) است.



تفاوت رونویسی با همانندسازی

همانندسازی	رونویسی
هر دو رشته DNA الگو هستند	یکی از رشته های DNA الگو است
کل مولکول DNA همانندسازی می شود	بخشی از یک رشته DNA رونویسی می شود
مولکول حاصل DNA است	مولکول حاصل RNA است
همانندسازی در هر چرخه یاخته ای یک بار انجام می شود	رونویسی در هر چرخه یاخته ای بارها انجام می شود
بازکردن دو رشته DNA از هم بوسیله هلیکاز است	بازکردن دو رشته DNA از هم بوسیله رنابسپاراز است
تشکیل پیوند فسفودی استر بوسیله دنابسپاراز انجام میشود	تشکیل پیوند فسفودی استر بوسیله رنابسپاراز انجام میشود
در مقابل باز A نوع T قرار می گیرد	در مقابل باز A نوع U قرار می گیرد
نوکلئوتیدهای مصرفی از نوع دئوکسی ریبونوکلئوتید هستند	نوکلئوتیدهای مصرفی از نوع ریبونوکلئوتید هستند
دارای ویرایش است	فاقد ویرایش است

رنابسپاراز

آنزیمهای رنابسپاراز (RNA پلیمراز)، عمل رونویسی از DNA را انجام می دهند.
مهم: پروکاریتها دارای یک نوع RNA پلی مرز (رنابسپاراز) می باشند که انواع مختلف RNA را می سازند.
مهم: یوکاریوتها دارای سه نوع رنابسپاراز هستند که هر کدام نوع خاصی از RNA ها را می سازند.

انواع رنابسپارازهای یوکاریوتی

۱- رنابسپاراز ۱: مسئول رونویسی از ژنهای رنای رناتی (rRNA)

۲- رنابسپاراز ۲: از ژن های مربوط به رنهای پیک (mRNA) رونویسی می کند.

۳- رنابسپاراز ۳: از ژن های رنهای ناقل (tRNA) رونویسی می کند.

نکته: سایر انواع RNA ها بوسیله رنابسپاراز ۲ و ۳ رونویسی می شوند.



مفاهیم پایه

راه انداز: توالی های نوکلئوتیدی ویژه در DNA که رنابسپاراز آن را شناسایی می کند تا اولین نوکلئوتید مناسب برای رونویسی شناسایی شود.

جایگاه آغاز رونویسی: اولین نوکلئوتید DNAی که بوسیله رنابسپاراز باید رونویسی شود.

جایگاه پایان رونویسی: توالی های خاصی در DNA که با رونویسی بوسیله رنابسپاراز، فرایند رونویسی به پایان می رسد.

نکته: توالی های جایگاه آغاز و پایان بوسیله رنابسپاراز رونویسی می شوند ولی راه انداز رونویسی نمی شود.

نکته: راه انداز، جایگاه آغاز و پایان رونویسی، همگی از جنس DNA هستند.

نکته: محل راه انداز با جایگاه آغاز مقداری فاصله دارد و این دو به هم نچسبیده اند.

مراحل رونویسی

دقت: رونویسی فرایندی پیوسته است.

مرحله آغاز رونویسی

۱- اتصال رنابسپاراز به راه انداز برای شناسایی اولین نوکلئوتید مناسب برای رونویسی (شناسایی جایگاه آغاز رونویسی)

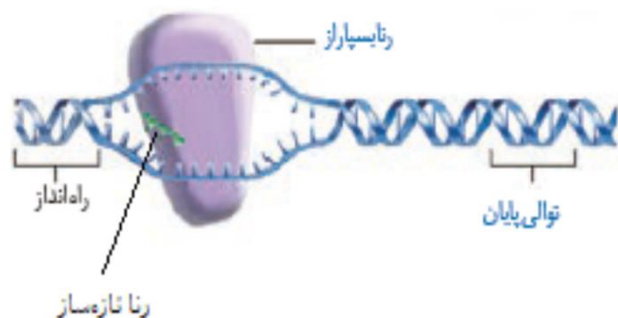
۲- باز کردن دو رشته DNA از هم در محل جایگاه آغاز تا مقداری پس از آن (ایجاد حباب رونویسی) توسط رنابسپاراز

نکته: در این مرحله پیوندهای هیدروژنی بوسیله آنزیم رنابسپاراز شکسته می شوند.

۳- ساختن رشته RNA کوچکی که مکمل بخش ابتدایی رشته DNA الگو است.

دقت: در مقابل هر نوکلئوتید رشته الگو DNA، نوکلئوتید سه فسفات مکمل از نوع RNAی قرار می گیرد و سپس نوکلئوتید RNAی با پیوند فسفودی استر به هم متصل می شوند.

نکته: در رونویسی مکمل نوکلئوتید آدنین دار، نوکلئوتید یوراسیل دار است.





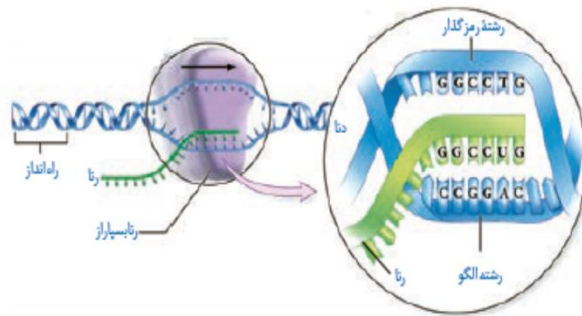
مرحله طویل شدن

در این مرحله طول RNA در حال ساخت افزایش می یابد.

در مرحله طویل شدن، دو رشته DNA در جلو باز می شوند و چند نوکلئوتید عقب تر با جدا شدن RNA از DNA، دوباره دو رشته DNA به هم متصل می شوند.

نکته: در این مرحله پیوندهای هیدروژنی در جلو شکسته و در عقب تشکیل می شوند.

نکته: در مرحله طویل شدن حباب رونویسی در حال حرکت از ابتدا به سمت انتهای ژن است.



مرحله پایان رونویسی

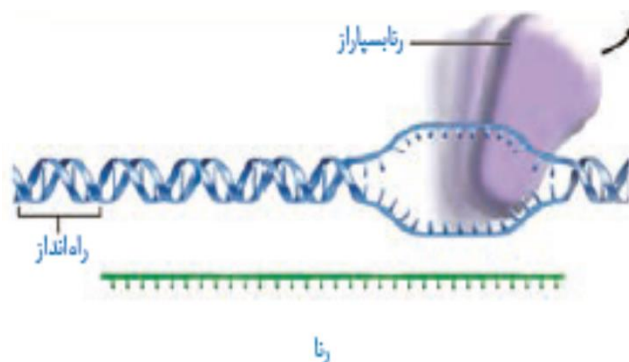
رنابسپاراز، رونویسی از روی توالی های ویژه پایان که در DNA قرار دارند را انجام داده و باعث پایان یافتن فرآیند رونویسی می شود.

نکته: توالی های پایان رونویسی می شوند.

در انتهای مرحله پایان رونویسی، آنزیم رنابسپاراز و RNA تازه ساز از DNA جدا می شوند و حباب رونویسی از بین می رود.

دقت: آنزیم رنابسپاراز در تمام مراحل رونویسی هر دو رشته DNA را دربرمی گیرد. برعکس دنابسپاراز که در هنگام همانندسازی فقط رشته الگو DNA را دربرمی گیرد.

نکته: در مرحله آغاز، حباب رونویسی تشکیل شده، در مرحله طویل شدن حباب حرکت می کند، در مرحله پایان حباب از بین می رود.





مهم : در هر ژن خاص، یکی از دو رشته DNA رونویسی می شود.

رشته الگو: بخشی از یکی از رشته های DNA که مکمل رشته RNA رونویسی شده است. (در واقع رشته ای از ژن که رونویسی می شود).

رشته رمزگذار: رشته ای از DNA که مکمل رشته الگوی DNA است. (رشته ای از ژن که رونویسی نمی شود).

دقت : رشته رمزگذار با RNA رونویسی شده از ژن بسیار شبیه به هم هستند و تفاوت آنها در قرار داشتن نوکلئوتید یوراسیل دار به جای نوکلئوتید تیمین دار در DNA است.

نکته : راه انداز، رشته الگو، رشته رمزگذار و توالی های پایان رونویسی همگی از جنس DNA است.

رشته DNA ای که در یک ژن رونویسی می شود با رشته مورد رونویسی در ژن یا ژن های دیگر ممکن است یکسان یا متفاوت باشد.

نکته : در یک مولکول DNA، ژن هایی که رشته الگو یکسان دارند:

۱ - راه انداز آنها، در سمت یکسانی نسبت هم قرار دارد .

۲ - جهت رونویسی این ژن ها یکسان است.

نکته : دو ژن مجاور که رشته های الگو متفاوت دارند ، ممکن است راه اندازشان مجاور هم بوده یا از هم دور باشند ولی جهت رونویسی آنها با هم متفاوت است.



تغییرات رنای پیک

در یوکاریوت ها، RNA ساخته شده در رونویسی با رنایی که در سیتوپلاسم وجود دارد تفاوت هایی دارد.

رنای پیک ممکن است (نه الزاماً) در هنگام یا پس از رونویسی دچار تغییراتی شود.

پیرایش: فرآیند جدا کردن و حذف توالی های معینی از RNA ساخته شده و اتصال سایر بخش ها هم که به تولید یک RNA پیک یکپارچه و نهایی منجر می شود.

ایترون (میانه): بخش (توالی) هایی از DNA که رونوشت آنها از RNA پیک سیتوپلاسمی (نهایی) حذف می شود.

اگزون (بیانه): بخش (توالی) هایی از DNA که رونوشت آنها از RNA پیک سیتوپلاسمی (نهایی) حذف نمی شود.

نکته : توالی های اگزون و ایترون از جنس DNA هستند و رونوشت آنها از جنس mRNA است.



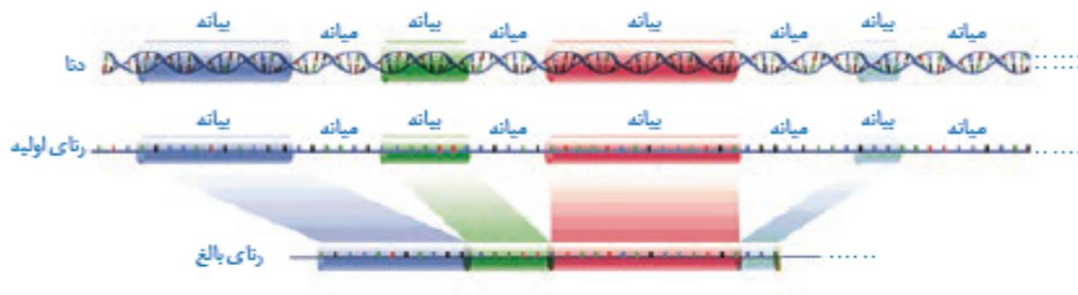
RNA نابالغ (اولیه) : RNA رونویسی شده از رشته الگو که دارای رونوشت های اینترون (میانه) می باشد.

RNA بالغ : RNA یی که رونوشت های اینترون ها (میانه ها) از آن حذف شده اند.

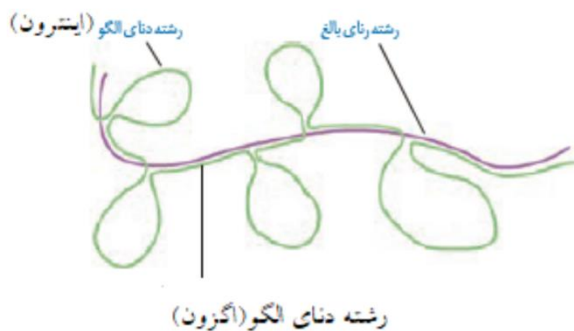
مراحل پیرایش :

۱- جداکردن رونوشت اینترون ها از RNA اولیه (نابالغ) با شکستن پیوندهای فسفودی استر موجود در دو طرف آنها

۲- اتصال رونوشت اگزون ها به هم با ایجاد پیوندهای فسفودی استر بین آنها و تولید RNA نهایی (بالغ)



قراردادن RNA پیک سیتوپلاسمی در مجاورت رشته الگوی ژنی (DNA) که از روی آن رونویسی شده ، باعث ایجاد بخش های حلقه ای شکل می شود که از مولکول دورشته ی حاصل بیرون زده اند. حلقه های بیرون زده از مولکول دورشته ای، مربوط به بخشهایی از رشته ی DNA است که رونوشت آنها حذف شده است.



نکته : در شکل مقابل دقت کنید که هم حباب های سبز رنگ و هم رشته های سبز رنگ از جنس DNA هستند.



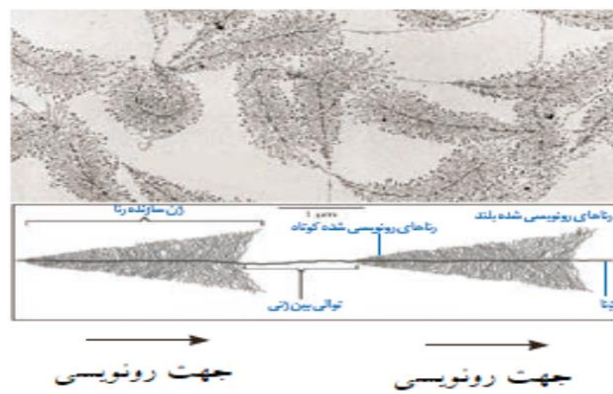
شدت و میزان رونویسی

مقدار رونویسی از یک ژن را، نیاز یاخته به فرآورده های آن ژن مشخص می کند. (رابطه مستقیم)
مثال: ژن های سازنده RNA رناتنی در یاخته های تازه تقسیم شده بسیار فعال اند و به شدت رونویسی می شوند. هم زمانی چندین رونویسی از یک ژن باعث افزایش سرعت و شدت رونویسی از آن ژن می شود. در بعضی از انواع ژنهای فعال، هم زمان تعداد زیادی رنابسپاراز از آن رونویسی می کنند. به دلیل متفاوت بودن مراحل رونویسی در رنابسپارازهایی که همزمان روی یک ژن عمل می کنند، اندازه RNA های ساخته شده متفاوت است و در تصویر میکروسکوپ الکترونی حالتی پرماند از آنها دیده می شود.

دقت: در تصویر پرماند رونویسی از ژن های فعال، RNA های کوتاه تر در نزدیک ابتدای ژن (نزدیک راه انداز) و RNA های بلندتر در نزدیکی انتهای ژن قرار دارند.

نکات تصویر پرماند حاصل رونویسی:

- ۱- ابتدا ژن سمت RNA های (رشته های) کوچک است.
- ۲- انتهای ژن سمت RNA های (رشته های) بزرگ است.
- ۳- جهت حرکت آنزیم رنابسپاراز (جهت رونویسی) از سمت RNA های (رشته های) کوچک به سمت بزرگ است.
- ۴- در هر پر، خط میانی، ژن (DNA) در حال رونویسی است.
- ۵- در فاصله بین دو پر توالی بین ژنی وجود دارد.

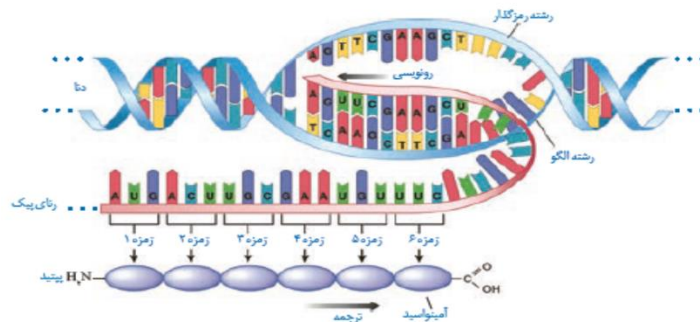




گفتار ۲ : به سوی پروتئین

ترجمه : ساخته شده پلی پپتید از روی اطلاعات RNA پیک

کدون(رمزه) : توالی های ۳ نوکلئوتیدی متوالی روی RNA پیک که تعیین کننده نوع آمینواسیدها در ساختار پلی پپتید هستند.



رمزه(کدون)های آمینواسیدها در تمام جانداران یکسان است.

رمزه های پایانی : رمزه هایی که هیچ آمینواسیدی را رمز نمیکنند. (UAG ، UGA ، UAA)

رمزه(کدون) آغاز : رمزه ی AUG که ترجمه از آن آغاز میشود و مربوط به آمینواسید متیونین است.

نکته : اولین آمینواسید هر رشته پلی پپتید در هنگام ساخت آمینواسید متیونین است.

نکته : با توجه به تغییراتی که عده ای از پروتئین ها بعد از ساخت می یابند ، ممکن است اولین آمینواسید حذف شده و سایر آمینواسیدها بجز متیونین در ابتدای زنجیره قرار گیرند.

نکته : اگر در بخش های غیر ابتدای زنجیره پلی پپتید نیاز به آمینواسید متیونین باشد ، از کدون AUG استفاده می شود.

عوامل مورد نیاز برای ترجمه

۱- مولکول DNA به عنوان منبع اطلاعات مورد نیاز برای ترجمه

۲- آمینواسیدهای بیست گانه به عنوان ماده اولیه

۳- RNA پیک (mRNA) به عنوان رونوشت اطلاعات DNA که در اختیار ریبوزوم (رناتن) قرار می گیرد.

۴- RNA ناقل (tRNA) برای انتقال آمینواسیدها به محل تولید پلی پپتید در رناتن

۵- رناتن(ریبوزوم) به عنوان بخش سازنده پروتئین در یاخته

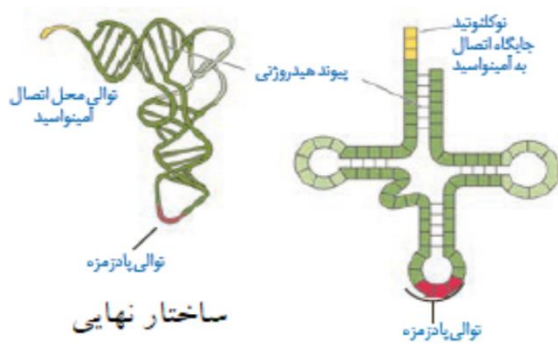
۶- ATP به عنوان مولکول تامین کننده انرژی واکنش پروتئین سازی(نوعی واکنش سنتزآبدهی)



رنای ناقل (tRNA)

tRNA تک رشته‌ای روی خود تا خورده و نوکلئوتیدهای مکمل می‌توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند و در قسمت‌هایی حالت دو رشته‌ای در آن ایجاد می‌شود.

برای ایجاد ساختار نهایی و عملکردی در RNA ناقل، تا خوردگی‌های دوباره در tRNA، باعث ایجاد ساختار سه بعدی و عملکردی در آن می‌شود.



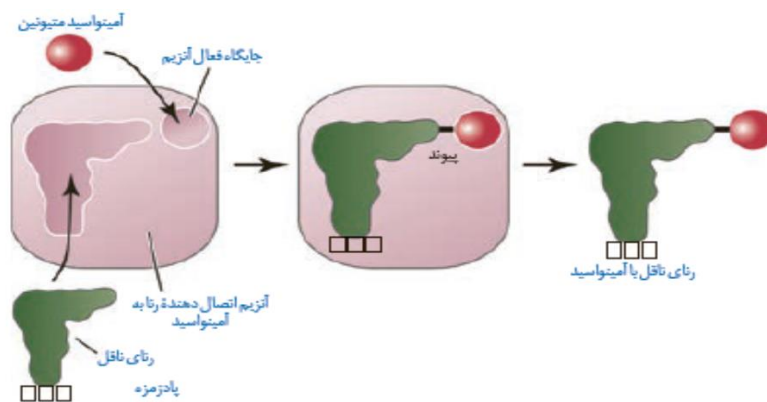
در ساختار سه بعدی tRNA یک بخش محل اتصال آمینواسید و یک بخش دارای توالی ۳ نوکلئوتیدی به نام آنتی‌کدون (پادرمزه) است.

آنتی کدون (پادرمزه): توالی ۳ نوکلئوتیدی روی tRNA که مکمل توالی رمزه است و با آن پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند. نکته: همه رناهای ناقل، به جز در ناحیه پادرمزه ای، دارای انواعی از توالی‌های مشابه هستند.

نکته: تعداد انواع پادرمزه (آنتی‌کدون) از رمزه‌ها (کدون) کمتر است، زیرا رمزه‌های پایان فاقد tRNA ناقل هستند.

آنزیم‌های خاصی با تشخیص نوع توالی پادرمزه، آمینواسید متناسب با آن را به tRNA وصل می‌کنند. **دقت:** اتصال آمینواسید به tRNA نوعی واکنش انرژی‌خواه است.

هر آنزیم اتصال دهنده آمینواسید به tRNA، دارای جایگاه‌هایی برای اتصال آمینواسید و tRNA فاقد آمینواسید می‌باشد. **نکته:** آنتی‌کدون UAC مکمل کدون (رمزه) آغاز مربوط به متیونین است.





ریبوزوم (رناتن)

ریبوزوم (رناتن) نوعی اندامک بدون غشا است که وظیفه ساخت پلی پپتیدها را بر عهده دارد.

ساختار ریبوزوم

هر ریبوزوم (رناتن) دارای دو زیر واحد بزرگ و کوچک است.

هر زیر واحد از انواع rRNA و چندین نوع پروتئین رناتنی تشکیل شده است.

در ساختار کامل رناتن، سه جایگاه (A برای ورود RNA ناقل دارای آمینواسید) و P (محل قرارگیری پلی پپتید در حال

ساخت) و E (برای خروج RNA ناقل فاقد آمینواسید) است.

نکته: زمانی که دو زیر واحد بزرگ و کوچک از هم جدا هستند، فاقد جایگاه‌های A و P و E می باشند.

مراحل ترجمه

ترجمه فرایندی پیوسته است.

مراحل ترجمه شامل ۳ مرحله‌ی آغاز، طویل شدن و پایان است.

مرحله آغاز ترجمه

۱- هدایت زیر واحد کوچک رناتن به سوی رمزه آغاز بوسیله بخش ابتدایی mRNA است.

دقت: در این حالت رمزه آغاز در محلی قرار می گیرد که بعد از کامل شدن ساختار رناتن، جایگاه P خواهد بود.

۲- اتصال RNA ناقل دارای پادرمزه آغاز به رمزه آغاز و ایجاد رابطه مکملی بین رمزه و پادرمزه از طریق پیوندهای

هیدروژنی بین بازهای مکمل

۳- قرارگیری زیر واحد بزرگ رناتن روی مجموعه RNA پیک و RNA ناقل متصل شده به رمزه آغاز و تکمیل ساختار

رناتن و ایجاد جایگاه‌های سه گانه E، P و A

نکته: در پایان این مرحله جایگاه‌های A و E خالی بوده و جایگاه P با RNA ناقل دارای آمینواسید متیونین پر شده است.





مرحله طولیل شدن ترجمه

۱- وارد شدن RNA ناقلی که دارای پادرمزه مکمل رمزه جایگاه A است به درون جایگاه A و ایجاد رابطه مکملی بین پادرمزه و رمزه درون جایگاه A با ایجاد پیوند هیدروژنی بین آنها

۲- پس از پر شدن جایگاه های A و P، آمینواسید جایگاه P از RNA ناقل جدا و به آمینواسید جایگاه A با پیوند پپتیدی متصل می شود.

نکته : جایگاه A محل تشکیل پیوند پپتیدی است.

۳- پس از ایجاد پیوند پپتیدی در جایگاه A، رناتن به اندازه یک رمزه به سمت رمزه پایان حرکت می کند.

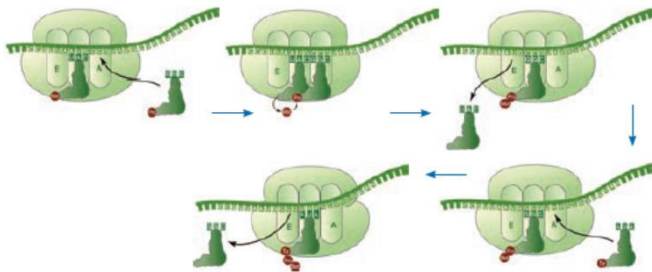
دقت : پس از حرکت رناتن، جایگاه A خالی شده و رشته پلی پپتید در حال ساخت درون جایگاه P قرار می گیرد.

دقت : RNA ناقل بدون آمینواسید وارد جایگاه E شده و از آنجا خارج می شود.

۴- تکرار مراحل ۱ تا ۳، تا رسیدن رناتن به یکی از رمزه های پایانی

نکته : در مرحله طولیل شدن به تعداد پیوند های پپتیدی

موجود در پلی پپتید، رناتن جا به جایی انجام می دهد.



مرحله پایان ترجمه

۱- وارد شدن یکی از رمزه های پایان ترجمه به جایگاه A

۲- عوامل آزادکننده وارد جایگاه A شده و به رمزه پایان متصل می شوند.

نکته : عوامل آزادکننده از جنس پروتئین هستند.

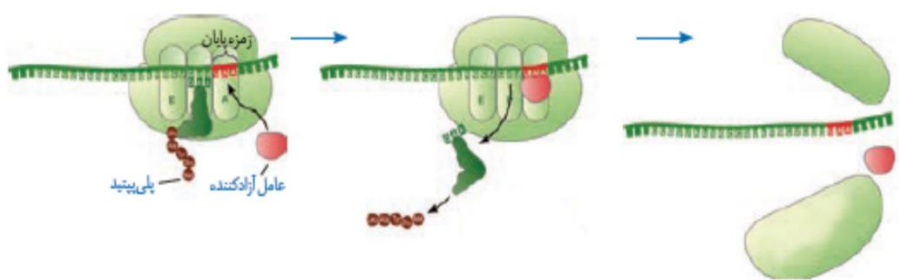
نکته : یک عامل آزادکننده به کدون پایان که فاقد آنتی کدون است متصل می شود.

۳- جداسدن پلی پپتید از RNA ناقل موجود در جایگاه P و خارج شدن از این جایگاه

۴- خارج شدن آخرین RNA ناقل از جایگاه P

نکته : تمام RNA های ناقل از جایگاه E خارج می شوند بجز آخرین RNA ناقل

۵- جداسدن زیرواحدهای کوچک و بزرگ ریبوزوم از هم





سرنوشت پروتئین‌ها

مهم : پروتئین سازی در هر بخشی از یاخته که رناتن ها وجود دارند ، می تواند انجام شود.
نکته : ساخته شدن بوسیله کدام نوع رناتن سیتوپلاسمی ، در تعیین سرنوشت پروتئین ها عامل اصلی می باشد.

انواع مهم رناتن های سیتوپلاسمی

۱- رناتن های آزاد درون ماده زمینه ای سیتوپلاسم :

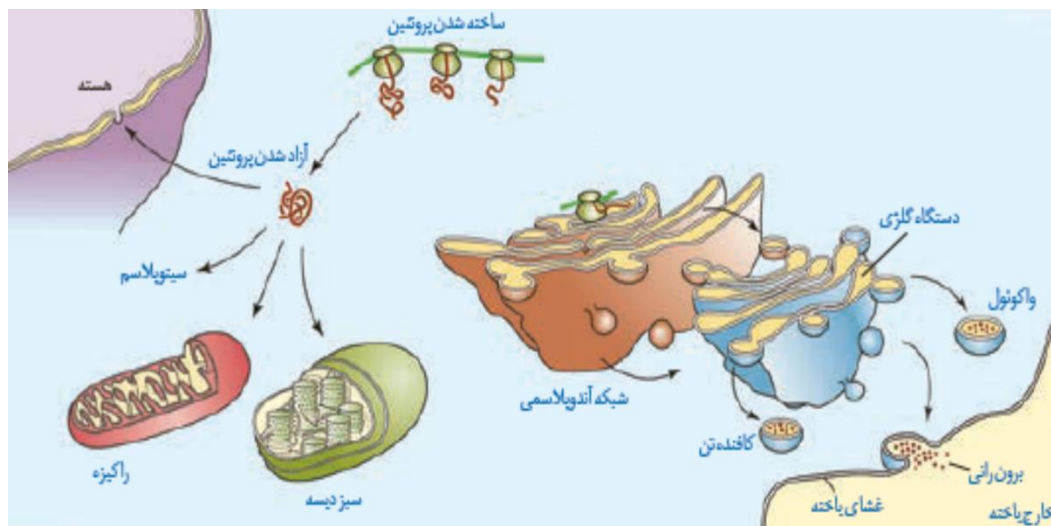
پروتئین های ساخته شده بوسیله این رناتن ها می توانند در سیتوپلاسم مانده یا به هسته، راکیزه و یا دیسه ها (بویژه کلروپلاست) منتقل شوند.

نکته : هر پروتئین بوسیله توالی های آمینو اسیدی موجود در آن، به مقصد خود هدایت می شود.

۲- رناتن های متصل به سطح غشای شبکه آندوپلاسمی زبر :

پروتئین های ساخته شده بوسیله این رناتن ها ، پس از انتقال به دستگاه گلژی، ممکن است از سلول به خارج ترشح شده یا به واکوئول و یا کافنده تن بروند.

نکته : رناتن ها درون میتوکندری (راکیزه) و کلروپلاست (سبز دیسه) نیز وجود دارند.





سرعت و مقدار پروتئین سازی

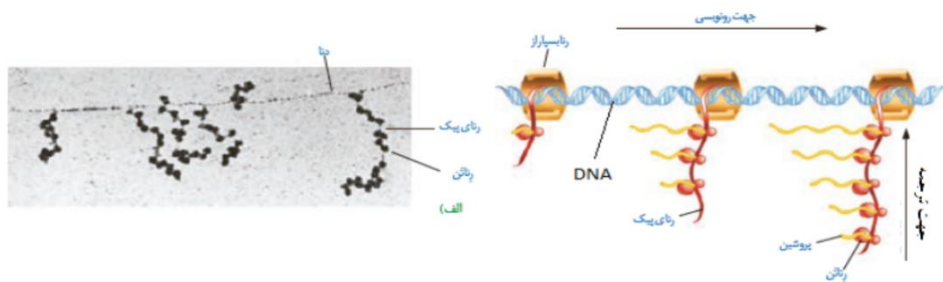
مهم : سرعت و مقدار پروتئین سازی هر ساخته ، براساس نیاز آن تنظیم می شود.

گروه پروکاریوت ها

۱- در پروکاریوت ها طول عمر RNA پیک کم است و پروتئین سازی از روی RNA پیک قبل از پایان گرفتن رونویسی می تواند شروع شود. (همزمانی رونویسی و ترجمه)

۲- مجموعه ای از رناتن ها می توانند همزمان و پشت سر هم از روی یک RNA پیک ، تعداد زیادی پروتئین بسازند.

دقت : عملکرد مجموعه ای از رناتن ها ، مقدار و سرعت پروتئین سازی را افزایش می دهد.



نکات مهم

- ۱- هر چقدر ریبوزوم به رناپاراز نزدیک تر باشد ، طول پلی پپتید بیشتر است.
- ۲- هر چه رناپاراز به انتهای ژن نزدیک تر باشد ، تعداد ریبوزوم بیشتری به mRNA متصل است.
- ۳- جهت رونویسی از سمت دارای تعداد ریبوزوم کمتر به سمت با ریبوزوم بیشتر است.
- ۴- جهت ترجمه از سمت ریبوزوم با پلی پپتید کوتاه تر به سمت ریبوزوم با پلی پپتید بلندتر است.
- ۵- امکان رونویسی بوسیله چند رناپاراز به طور همزمان روی یک ژن وجود دارد.

گروه یوکاریوت ها

- ۱- مجموعه رناتن ها علاوه بر پروکاریوت ها ، در یوکاریوت ها نیز دیده می شوند.
 - ۲- ایجاد سازوکارهای حفاظتی خاص برای جلوگیری از تخریب RNA پیک در یوکاریوت ها ، باعث افزایش طول عمر RNA پیک شده و فرصت بیشتری برای پروتئین سازی بوجود می آورد.
- نکته :** افزایش طول عمر RNA پیک باعث افزایش مقدار پروتئین سازی می شود و روی سرعت آن تاثیر ندارد.



گفتار ۳: تنظیم بیان ژن

مهم: همه یاخته‌های پیکری بدن از تقسیم میتوز یاخته تخم بوجود می‌آیند و از نظر فام تنی و ژن‌ها یکسان‌اند. در هر یاخته، تعدادی از ژن‌ها فعال است و سایر ژن‌ها غیر فعال هستند. ژن روشن (بیان شده): ژنی است که در یک یاخته مورد استفاده قرار می‌گیرد. ژن خاموش (بیان نشده): ژنی است که در یاخته مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. **دقت:** در یاخته‌های مختلف بر اساس نیاز، مقدار، مدت و زمان، استفاده از یک ژن متفاوت است. **تنظیم بیان ژن:** فرایندی که زمان، مقدار و نوع ژن‌هایی که باید بیان شوند یا بیان نشوند را تعیین می‌کند. **اثرات تنظیم بیان ژن**

- ۱- پاسخ جاندار به تغییرات. **مانند:** فعال شدن ژن سازنده آنزیم‌های فتوسنتزی در حضور نور
- ۲- ایجاد انواع مختلف یاخته‌ها از یک یاخته. **مانند:** انواع یاخته‌های خونی تولیدشده بوسیله سلول‌های بنیادی مغز استخوان

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها

در پروکاریوت‌ها، تنظیم بیان ژن در هر یک از مراحل ساخت RNA یا پروتئین می‌تواند انجام شود ولی معمولاً در مرحله رونویسی صورت می‌گیرد.

نکته: تغییر در طول عمر (پایداری) RNA یا پروتئین در بعضی موارد می‌تواند فعالیت این مواد را تنظیم کند.

تنظیم رونویسی در پروکاریوت‌ها

در پروکاریوت‌ها، عواملی به اتصال رنابسپاراز به توالی راه انداز کمک کرده یا مانع حرکت رنابسپاراز می‌شوند تا رونویسی از ژن تسهیل شده یا جلوی آن گرفته شود.

باکتری اشرشیا کلای مصرف قند گلوکز را بر سایر قندها ترجیح می‌دهد.

در صورت نبودن گلوکز در محیط و وجود لاکتوز، باکتری آنزیم‌های تجزیه کننده آن را می‌سازد و در صورت نبودن یا کاهش لاکتوز، ساخت آنزیم‌های تجزیه کننده آن را متوقف کرده یا کاهش می‌دهد.

تنظیم منفی رونویسی

نوعی از تنظیم که در آن قرار گرفتن یک مانع در مسیر رنابسپاراز، باعث می‌شود که رونویسی انجام شود.

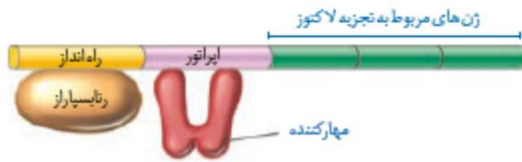
اپراتور: توالی خاصی در DNA که بین راه انداز و محل شروع رونویسی از ژن قرار دارد.

دقت: توالی اپراتور رونویسی نمی‌شود.



وضعیت خاموش ژن‌ها

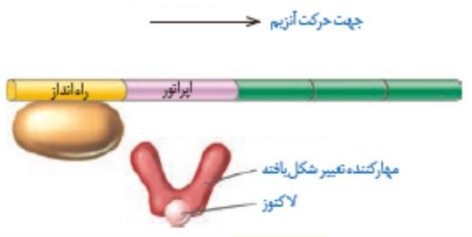
پروتئین مهارکننده با اتصال به توالی اپراتور، جلوی حرکت رنابسپاراز را می‌گیرد.



وضعیت روشن ژن‌ها

۱- وارد شدن لاکتوز به سلول و اتصال لاکتوز (عامل تنظیمی) به مهارکننده، باعث تغییر شکل مهارکننده شده و آن را از اپراتور جدا می‌کند.

۲- جدا شدن مهارکننده از اپراتور، باعث برداشته شدن مانع سر راه رنابسپاراز شده و رونویسی از ژن‌ها انجام می‌گردد. (روشن شدن ژن‌ها)



تنظیم مثبت رونویسی

نوعی از تنظیم که در آن پروتئین‌های خاصی به رنابسپاراز کمک می‌کنند تا به راه انداز متصل شده و رونویسی را شروع کند.

وضعیت خاموش ژن‌ها

در صورت عدم وجود مالتوز در محیط، به دلیل عدم نیاز به آنزیم‌های تجزیه کننده آن، این آنزیم‌ها ساخته نمی‌شود. به دلیل عدم اتصال پروتئین فعال کننده به جایگاه اتصال فعال کننده، امکان اتصال رنابسپاراز به راه انداز نیست و رونویسی از ژن‌ها انجام نمی‌شود.

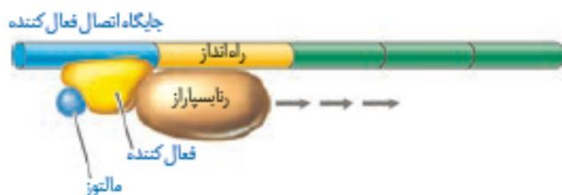


وضعیت روشن ژن‌ها

۱- در حضور مالتوز، پروتئین‌های فعال کننده ابتدا به مالتوز متصل می‌شود.

۲- مجموعه پروتئین فعال کننده - مالتوز به توالی خاصی از DNA به نام جایگاه اتصال فعال کننده وصل می‌شود.

۳- اتصال رنابسپاراز به پروتئین فعال کننده متصل به جایگاه، باعث می‌گردد تا رنابسپاراز به راه انداز متصل شده و رونویسی از ژن‌ها را شروع کند.





نکات مهم

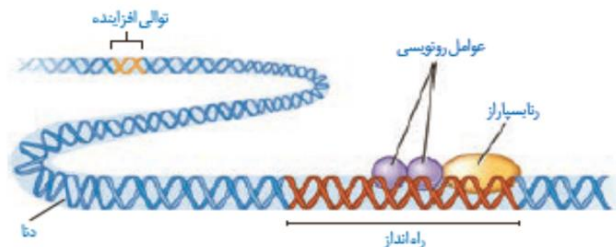
- ۱- توالی‌های راه‌انداز، اپراتور و جایگاه اتصال فعال‌کننده، جزء توالی‌های تنظیمی هستند.
- ۲- مهارکننده و فعال‌کننده، جزء پروتئین‌های تنظیمی هستند.
- ۳- لاکتوز و مالتوز، جزء عوامل تنظیمی هستند.
- ۴- اپراتور بین راه‌انداز و اولین ژن مورد رونویسی قرار دارد ولی جایگاه اتصال فعال‌کننده، در سمت مخالف راه‌انداز با ژن‌های مورد رونویسی است.
- ۵- ممکن است چند ژن در کنار هم دارای یک راه‌انداز باشند.

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها نسبت به پروکاریوت‌ها پیچیده‌تر است و می‌تواند در مراحل بیشتری انجام می‌شود. **دقت:** در یوکاریوت‌ها، بیشتر ژن‌ها در هسته و برخی در راکیزه و دیسه‌ها وجود دارند. **عوامل رونویسی:** انواعی از پروتئین‌ها که با اتصال به نواحی خاصی از راه‌انداز(نه کل راه‌انداز)، رنابسپاراز را به محل راه‌انداز هدایت می‌کند. تمایل عوامل رونویسی بر اثر عواملی قابل تغییر است و بر این اساس مقدار رونویسی از ژن تغییر می‌کند.

تنظیم بیان ژن هنگام رونویسی

- ۱- اتصال تعدادی از عوامل رونویسی به بخشی از راه‌انداز
- ۲- اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز به کمک عوامل رونویسی متصل به راه‌انداز(رنابسپاراز به بعضی از این عوامل متصل می‌شود).



- ۳- انجام رونویسی از ژن بوسیله رنابسپاراز و بیان آن ژن

مهم: بعضی عوامل رونویسی به بخش‌های خاصی از DNA به نام توالی افزایشنده متصل می‌شوند تا با ایجاد خمیدگی در DNA و کنار هم قرار گرفتن همه‌ی عوامل رونویسی، سرعت رونویسی زیاد شود.

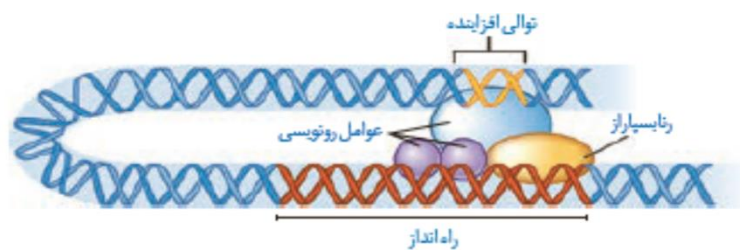
نکته: توالی‌های افزایشنده و راه‌انداز هر دو نوعی توالی تنظیمی هستند ولی با هم متفاوت هستند.

نکته: توالی‌های افزایشنده ممکن است در فاصله دوری از ژن قرار گرفته باشند.

نکته: عوامل رونویسی هم نوعی پروتئین تنظیمی می‌باشند.



نکته: توالی‌های افزایشنده مانند جایگاه فعال‌کننده در سمت مخالف راه‌انداز نسبت به ژن قرار دارند.
نکته: عوامل رونویسی متصل به توالی افزایشنده بر سرعت و مقدار رونویسی اثر می‌گذارند.



تنظیم بیان ژن در مراحل غیررونویسی

در یوکاریوت‌ها تنظیم بیان ژن می‌تواند پیش از رونویسی یا بعد از آن صورت گرفته باشد.

۱ - تنظیم بیان ژن پس از رونویسی

الف) با اتصال RNA های کوچک به mRNA، جلوی عمل رناتن‌ها گرفته شده و ترجمه متوقف می‌شود.

ب) تنظیم طول عمر RNA پیک

بین طول عمر RNA پیک و میزان محصول رابطه مستقیم وجود دارد.

نکته: افزایش طول عمر RNA پیک، موجب افزایش محصول می‌شود.

۲ - تنظیم در سطح فام‌تنی (پیش از رونویسی)

تغییر در میزان فشردگی کروموزوم در بخش‌هایی خاص، می‌تواند دسترسی رنابسپاراز به ژن را تنظیم کرد.

نکته: بخش‌های فشرده کروموزوم کمتر در دسترس رنابسپارازها قرار می‌گیرند.