فصل دو : جریان اطلاعات در یاخته

گفتار ۱: رونویسی

شکل گلبول قرمز

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

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

٤ نوع نوکلئوتید در DNA وجود دارد که در نوع بازآلی با هم تفاوت دارند.

۲۰ نوع آمینواسید در پلی پپتیدها وجود دارد.

توالی های سه نوکلوئیدی در DNA می تواند ٦٤ حالت داشته باشد.

رمز(کد) : توالی های سه نوکلئوتیدی در DNA را رمز می گویند.

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

پلی پپتیدها بر اساس اطلاعات DNA و توسط رِناتَن ها در سیتوپلاسم ساخته می شوند.

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

دستورات ساخت پلی پپتید به وسیله RNA به بیرون هسته انتقال می یابد.

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 می گیرد.

شباهت رونویسی و همانندسازی

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

۲ -هر دو فرایند بوسیله آنزیم ها انجام می شوند.

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

٤ -هر دو فرایند بر مبنای قرارگیری بازهای مکمل دربرابر هم انجام می شوند.

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 مراز (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 رناتنی(rRNA)

۲ -رنابسپاراز۲ : از ژن های مربوط به رناهای پیک (mRNA) رونویسی می کند.

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

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

مفاهیم پایه

راه‌انداز : توالی‌های نوکلئوتیدی ویژه در DNA که رنابسپاراز آن را شناسایی می‌کند تا اولین نوکلوئید مناسب برای رونویسی شناسایی شود.

جایگاه آغاز رونویسی : اولین نوکلئوتیدDNAی که بوسیله رنابسپاراز باید رونویسی شود.

جایگاه پایان رونویسی : توالی‌های خاصی در DNA که با رونویسی بوسیله رنابسپاراز ، فرایند رونویسی به پایان می‌رسد.

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

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

نکته : محل راه‌انداز با جایگاه آغاز مقداری فاصله دارد و این دو به هم نچسبیده‌اند.

مراحل رونویسی

دقت : رونویسی فرایندی پیوسته است.

مرحله آغاز رونویسی

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

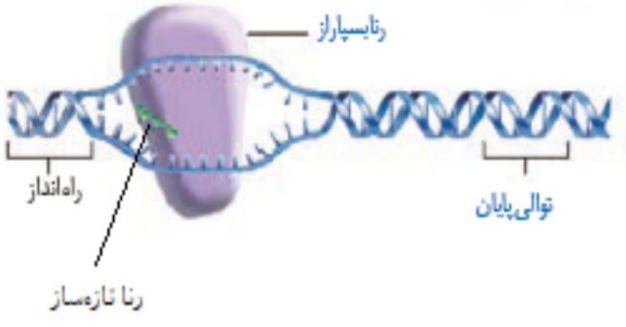
۲- باز کردن دو رشته DNA از هم در محل جایگاه آغاز تا مقداری پس از آن (ایجاد حباب رونویسی) توسط رنابسپاراز

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 فسفاته مکمل از نوع RNAیی قرار می گیرد و سپس نوکلئوتید RNAیی با پیوند فسفو دی استر به هم متصل می شوند.

نکته: در رونویسی مکمل نوکلئوتید آدنین‌دار، نوکلئوتید یوراسیل‌دار است.



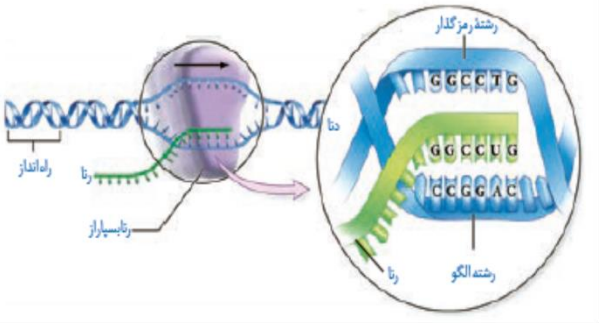
مرحله طویل شدن

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

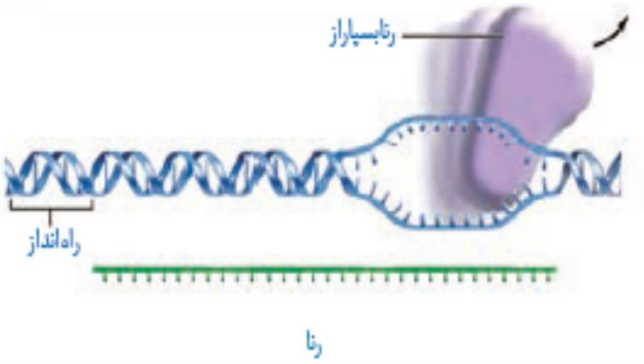
رنابسپاراز ، رونویسی از روی توالی های ویژه پایان که در DNA قرار دارند را انجام داده و باعث پایان یافتن فرآیند رونویسی می‌شود.

نکته : توالی‌های پایان رونویسی می‌شوند.

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

دقت : آنزیم رنابسپاراز در تمام مراحل رونویسی هر دو رشته DNA را دربرمی‌گیرد. ، برعکس دنابسپاراز که درهنگام همانندسازی فقط رشته الگو DNA را دربرمی‌گیرد.

نکته : در مرحله آغاز ، حباب رونویسی تشکیل شده ، در مرحله طویل شدن حباب حرکت می‌کند ، در مرحله پایان حباب از بین می‌رود.



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

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

رشته رمزگذار: رشته‌ی 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 نوکلئوئید یوراسیل دار به جای نوکلئوئید تیمین دار در DNA است.

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

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

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

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

۲ - جهت رونویسی این ژن‌ها یکسان است.

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

تغییرات رنای پیک

در یوکاریوت‌ها، RNAساخته 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 وحذف توالی‌های معینی از RNA ساخته شده و اتصال سایر بخش‌ها هم که به تولید یک RNAپیک یکپارچه و نهایی منجر می‌شود.

اینترون (میانه) : بخش(توالی)هایی از DNA که رونوشت آنها از RNA پیک سیتوپلاسمی(نهایی) حذف می‌شود.

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

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

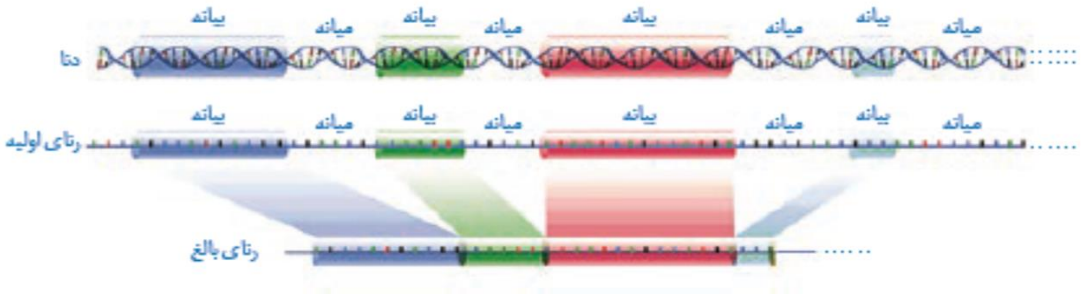
RNA نابالغ (اولیه) : RNA رونویسی شده از رشته الگو که دارای رونوشت های اینترون (میانه) می باشد.

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

مراحل پیرایش :

۱ - جداکردن رونوشت اینترون‌ها از RNA اولیه(نابالغ) با شکستن پیوندهای فسفودی‌استر موجود در دو طرف آنها

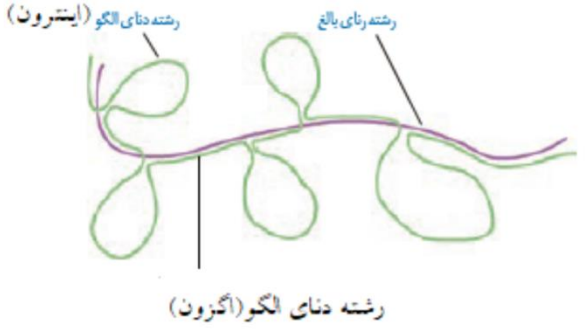
۲- اتصال رونوشت اگزون‌ها به هم با ایجاد پیوندهای فسفودی‌استر بین آنها و تولید RNA نهایی(بالغ)



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 حباب‌های 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 : ژن‌های سازنده RNA رِناتَنی در یاخته‌های تازه تقسیم شده بسیار فعال‌اند و به شدت رونویسی می‌شوند.

هم زمانی چندین رونویسی از یک ژن باعث افزایش سرعت و شدت رونویسی از آن ژن می‌شود.

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 پرمانند از آنها دیده می‌شود.

دقت : در تصویر پرمانند رونویسی از ژن های فعال، RNAهای کوتاه تر در نزدیک ابتدای ژن (نزدیک راه‌انداز) و RNAهای بلندتر در نزدیکی انتهای ژن قرار دارند.

نکات تصویر پرمانند حاصل رونویسی :

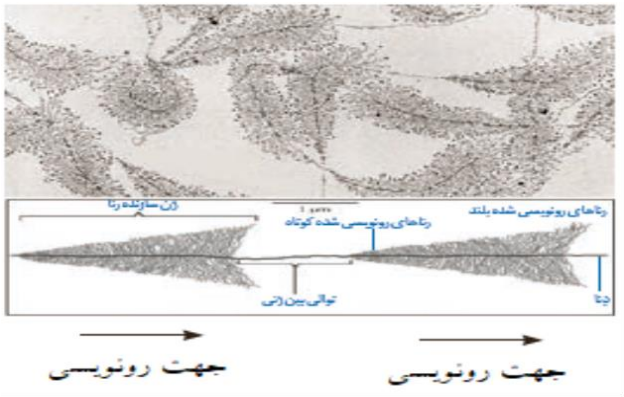
۱ - ابتدا ژن سمت RNA های (رشته های) کوچک است.

۲ -انتهای ژن سمت RNA های (رشته های) بزرگ است .

۳ - جهت حرکت آنزیم رناسپاراز (جهت رونویسی) از سمت RNA های (رشته های) کوچک به سمت بزرگ است.

٤ -در هر پر ، خط میانی ، ژن (DNA)در حال رونویسی است.

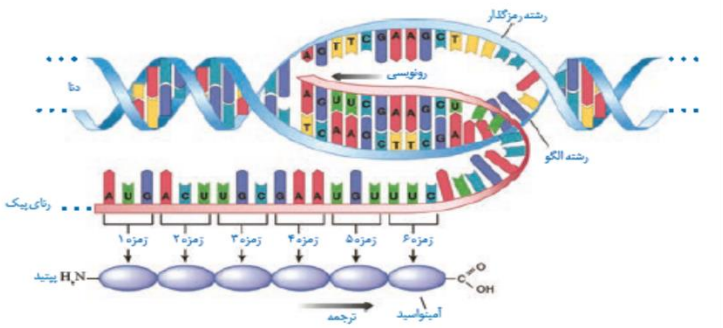
۵– در فاصله بین دو پر توالی بین ژنی وجود دارد.



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 پلی‌پپتید هستند.



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

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

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

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

نکته : با توجه به تغییراتی که عده ای از پروتئین‌ها بعد از ساخت می‌یابند ، 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 - رنای پیک (mRNA)به عنوان رونوشت اطلاعات DNA که در اختیار ریبوزوم (رناتن) قرار می‌گیرد.

٤ - رنای ناقل (tRNA) برای انتقال آمینواسیدها به محل تولید پلی پپتید در رناتن

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

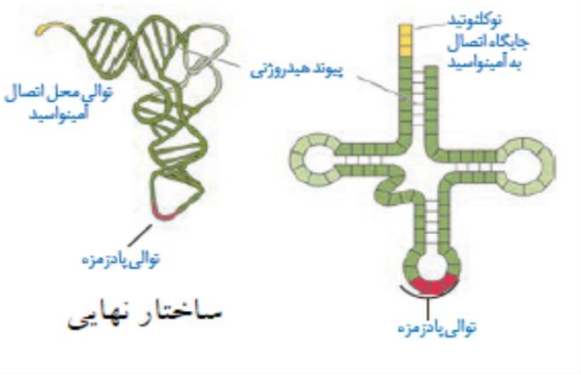
٦- ATP به عنوان مولکول تامین کننده انرژی واکنش پروتئین‌سازی(نوعی واکنش سنتزآبدهی)

رنای ناقل(tRNA)

tRNA تک رشته‌ای روی خود تا خورده و نوکلئوتیدهای مکمل می توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند و در قسمت هایی حالت دو رشته ای در آن ایجاد می‌شود.

برای ایجاد ساختار نهایی و عملکردی در RNA ناقل ، تا خوردگی های دوباره در tRNA ، باعث ایجاد ساختار سه بعدی و عملکردی در آن می شود.

.



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 پاد رمزه ای، دارای انواعی از توالی های مشابه هستند.

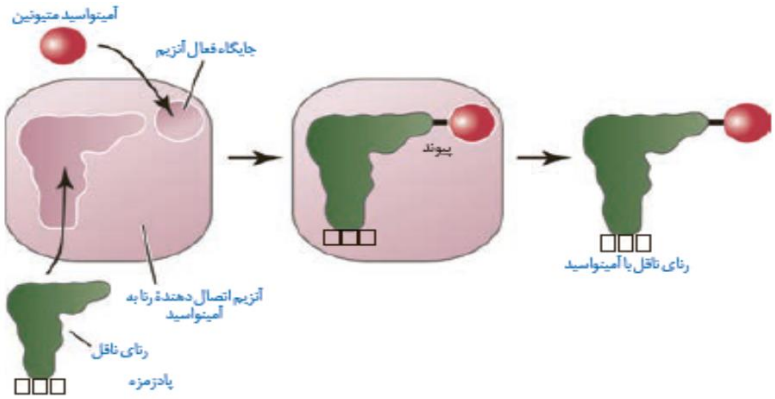
نکته: تعداد انواع پادرمزه (آنتی‌کدون) از رمزه‌ها (کدون) کمتر است ، زیرا رمزه‌های پایان فاقد tRNA ناقل هستند.

آنزیم های خاصی با تشخیص نوع توالی پادرمزه ، آمینواسید متناسب با آن را به tRNA وصل می کنند.

دقت : اتصال آمینواسید به tRNA نوعی واکنش انرژی خواه است.

هر آنزیم اتصال دهنده آمینواسید به tRNA ، دارای جایگاه هایی 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 پلی‌پپتیدها 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 پلی‌پپتید در حال ساخت) و E (برای خروج RNA ناقل فاقد آمینواسید) است.

نکته : زمانی که دو زیرواحد 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 mRNAاست.

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 ، PوA

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

مرحله طویل 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 می‌شود.

نکته : جایگاه A محل تشکیل پیوند پپتیدی است.

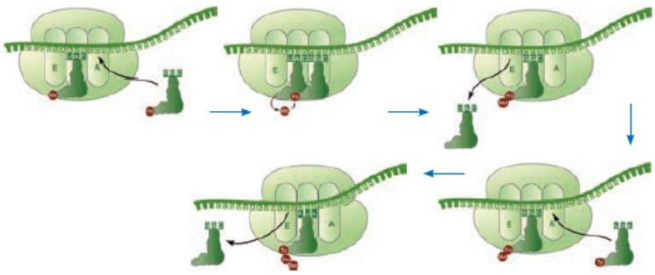
۳ -پس از ایجاد پیوند پپتیدی در جایگاه A ، رناتن به اندازه یک رمزه به سمت رمزه پایان حرکت می‌کند.

دقت : پس از حرکت رناتن، جایگاه A خالی شده و رشته پلی‌پپتید در حال ساخت درون جایگاه P قرار می‌گیرد.

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

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

نکته : در مرحله طویل شدن به تعداد پیوند های پپتیدی موجود در پلی پپتید، رناتن جا به جایی انجام می‌دهد.



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.

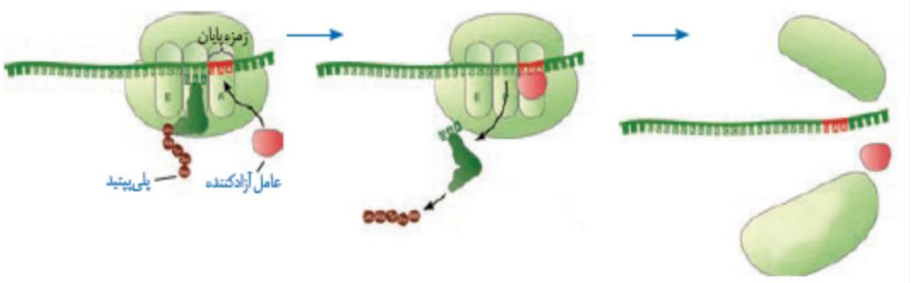
نکته : یک عامل آزادکننده به کدون پایان که فاقد آنتی کدون است متصل می‌شود.

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

٤ - خارج شدن آخرین RNA ناقل از جایگاه P

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

۵- جداشدن زیرواحدهای کوچک و بزرگ ریبوزوم از هم



سرنوشت پروتئین‌ها

مهم : پروتئین سازی در هر بخشی از یاخته که رِناتَن ها وجود دارند ، می تواند انجام شود.

نکته : ساخته شدن بوسیله کدام نوع رناتن سیتوپلاسمی ، در تعیین سرنوشت پروتئین‌ها عامل اصلی می باشد.

انواع مهم رناتن‌های سیتوپلاسمی

۱ -رناتن‌های آزاد درون ماده زمینه ای سیتوپلاسم:

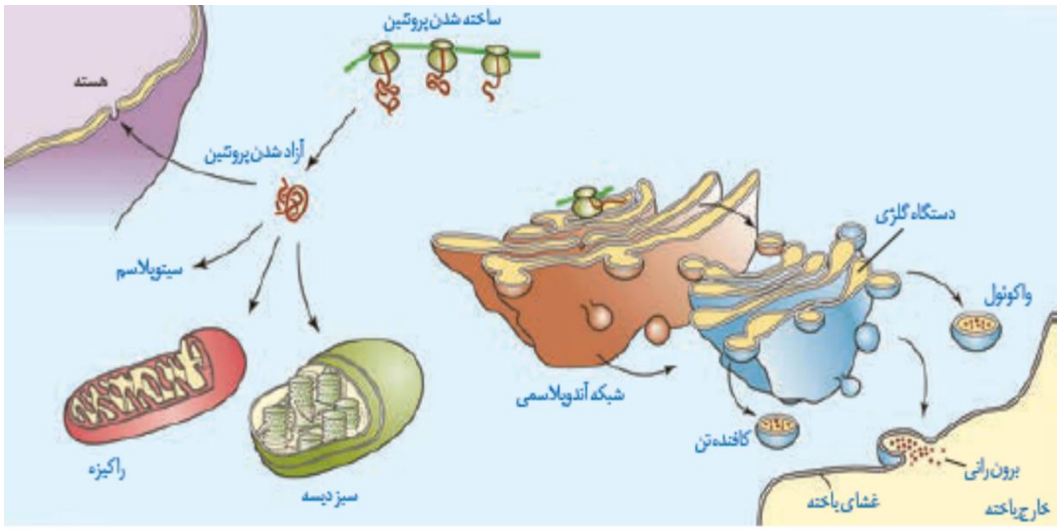
پروتئین های ساخته شده بوسیله این رناتن ها می توانند در سیتوپلاسم مانده یا به هسته، راکیزه و یا دیسه‌ها (بویژه کلروپلاست) منتقل شوند.

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

۲ -رناتن‌های متصل به سطح غشای شبکه‌آندوپلاسمی زبر:

پروتئین‌های ساخته شده بوسیله این رناتن‌ها ، پس از انتقال به دستگاه گلژی، ممکن است از سلول به خارج ترشح شده یا به واکوئول و یا کافنده تن بروند.

نکته : رناتن‌ها درون میتوکندری(راکیزه) و کلروپلاست(سبزدیسه) نیز وجود دارند.



سرعت و مقدار پروتئین سازی

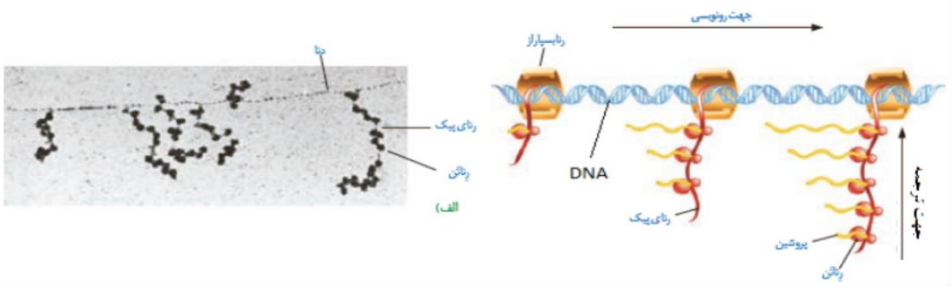
مهم : سرعت و مقدار پروتئین سازی هر ساخته ، براساس نیاز آن تنظیم می‌شود.

گروه پروکاریوت‌ها

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

۲ - مجموعه‌ای از رناتن‌ها می‌توانند همزمان و پشت‌سر هم از روی یکRNA پیک ، تعداد زیادی پروتئین بسازند.

دقت : عملکرد مجموعه‌ای از رناتن‌ها ، مقدار و سرعت پروتئین‌سازی را افزایش می‌دهد.



نکات مهم

۱ -هر چقدر ریبوزوم به رنابسپاراز نزدیک‌تر باشد ، طول پلی‌پپتید بیشتر است.

۲ -هر چه رنابسپاراز به انتهای ژن نزدیک‌تر باشد ، تعداد ریبوزوم بیشتری به mRNA متصل است.

۳ -جهت رونویسی از سمت دارای تعداد ریبوزوم کمتر به سمت با ریبوزوم بیشتر است.

٤ -جهت ترجمه از سمت ریبوزوم با پلی‌پپتید کوتاه‌تر به سمت ریبوزوم با پلی‌پپتید بلندتر است.

۵- امکان رونویسی بوسیله چند رنابسپاراز به طور همزمان روی یک ژن وجود دارد.

گروه یوکاریوت‌ها

۱ - مجموعه رناتن‌ها علاوه بر پروکاریوت ها ، در یوکاریوت ها نیز دیده می‌شوند.

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 می‌آورد.

نکته : افزایش طول عمر RNA پیک باعث افزایش مقدار پروتئین‌سازی 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 ژن ها یکسان‌اند.

در هر یاخته، تعدادی از ژن ها فعال است و سایر ژن ها 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 یاخته های مختلف بر اساس نیاز، مقدار، مدت و زمان ، استفاده از یک ژن متفاوت است.

تنظیم بیان ژن : فرایندی که زمان، مقدار و نوع ژن هایی 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 پروکاریوت ها

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 پروکاریوت ها

در پروکاریوت ها، 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 آنزیم های تجزیه کننده آن را می‌سازد و در صورت نبودن یا کاهش لاکتوز ، ساخت آنزیم های تجزیه کننده آن را متوقف کرده یا کاهش می‌دهد.

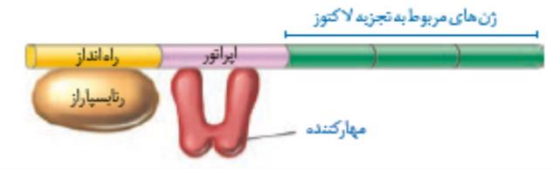
تنظیم منفی رونویسی

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



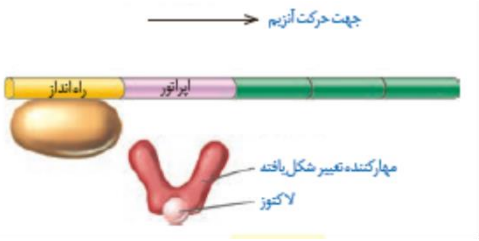
پروتئین مهارکننده با اتصال به توالی اپراتور، جلوی حرکت رنابسپاراز را می‌گیرد.

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 مهار کننده از اپراتور ، باعث برداشته شدن مانع سر راه رنابسپاراز شده و رونویسی از ژن‌ها انجام می‌گردد.

(روشن شدن ژن‌ها)



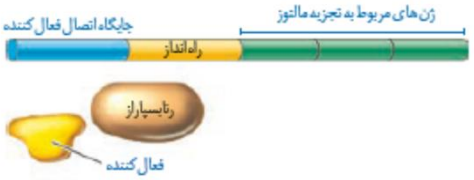
تنظیم مثبت رونویسی

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 آنزیم های تجزیه کننده آن ، این آنزیم‌ها ساخته نمی‌شود.

به دلیل عدم اتصال پروتئین فعال‌کننده به جایگاه اتصال فعال‌کننده ، امکان اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز نیست و رونویسی از ژن‌ها انجام نمی‌شود.

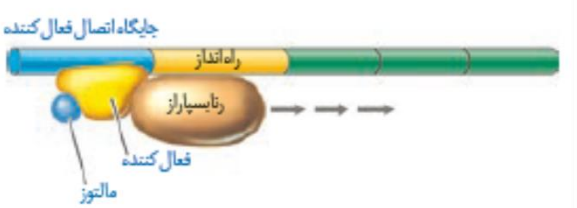


وضعیت روشن ژن‌ها

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

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

۳– اتصال رنابسپاراز به پروتئین فعال‌کننده 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 توالی های تنظیمی هستند.

۲ - مهارکننده و فعال‌کننده ، جزء پروتئین های تنظیمی هستند.

۳ - لاکتوز و مالتوز ، جزء عوامل تنظیمی هستند.

٤ - اپراتور بین راه انداز 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 یوکاریوت ها نسبت به پروکاریوت ها پیچیده تر است و می‌تواند در مراحل بیشتری انجام می‌شود.

دقت : در یوکاریوت ها، بیشتر ژن ها در هسته و برخی در راکیزه و دیسه ها وجود دارند.

عوامل رونویسی : انواعی از پروتئین‌ها که با اتصال به نواحی خاصی از راه‌انداز(نه کل راه‌انداز) ، رنابسپاراز را به محل راه‌انداز هدایت می کند.

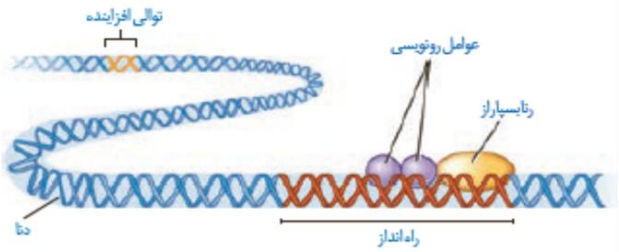
تمایل عوامل رونویسی بر اثر عواملی قابل تغییر است و بر این اساس مقدار رونویسی از ژن تغییر می کند.

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 بخش های خاصی از DNA به نام توالی افزاینده متصل می‌شوند تا با ایجاد خمیدگی در DNA و کنار هم قرار گرفتن همه‌ی عوامل رونویسی، سرعت رونویسی زیاد شود.

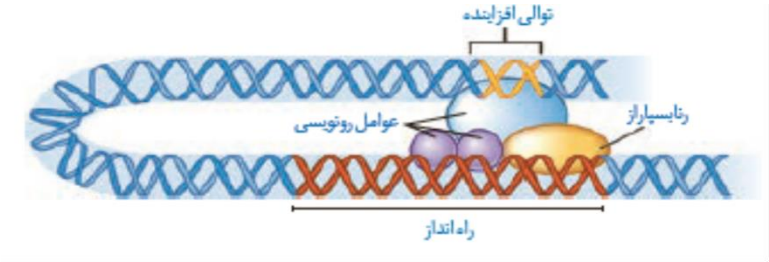
نکته : توالی های افزاینده و راه انداز هر دو نوعی توالی تنظیمی هستند ولی با هم متفاوت هستند.

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

نکته : عوامل رونویسی هم نوعی پروتئین تنظیمی می‌باشند.

نکته : توالی‌های افزاینده مانند جایگاه فعال‌کننده در سمت مخالف راه‌انداز نسبت به ژن قرار دارند.

نکته : عوامل رونویسی متصل به توالی افزاینده 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 می شود.

ب) تنظیم طول عمر رنای پیک

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

نکته : افزایش طول عمر رنای پیک ، موجب افزایش محصول می شود.

۲ – تنظیم در سطح فام تنی(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.