باسمی تعالی

عنوان: درس نامه

نام درس: زیست شناسی

فصل: دوم(جریان اطلاعات در یاخته ها)

پایه: دوازدهم تجربی

دوره : متوسطه دوم

سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

گروه زیست شناسی استان سیستان و بلوچستان

زهره روشندل هرمزی – شهربانو صدیق سارونی – خدانور پاکزادنیا

گروه زیست شناسی سیستان و بلوچستان

فصل دوم:جریان اطلاعات در یاخته ها:

بیماری کم خونی داسی شکل: (یکی از علل کم خونی)

نحوه انتقال: ارثی اتوزومی (غیر جنسی)

علت ایجاد: نوع تغییر ژنی، باعث تغییر در پروتئین هموگلوبین حاصل و تغییر شکل گویچه قرمز حالت گرد به داسی

نکته: تغییر ژنی بسیار جزئی است. (یک جفت نوکلئوتید)

نکته: این بیماری به نوعی رابطه بین ژن با پروتئین را نشان می دهد .

سوال: چرا بعضی ژن های مانند ژن سازنده هموگلوبین فقط در سلول‌های گویچه قرمز بروز می کند و مثلاً در سلول‌های پوششی پوست بروز نمی کند.

گفتار اول: رونویسی

ارتباط دنا با پروتئین:

واحد سازنده دنا: نوکلئوتید

واحد سازنده پروتئین: آمینو اسید

دستور ساخت پروتئین: در مولکول دنا قرار دارد، از طریق رنای میانجی ارتباط بین نوکلئوتید ژن و آمینو اسیدهای پلی پپتید برقرار می شود.

تبدیل رمز ها:

حروف نوکلئوتیدی: چهار حرفی

تعداد آمینو اسید ها: بیست آمینواسید

- توالی ۳تایی از نوکلئوتیدهای دنا بیانگر نوعی آمینواسید است.
- اگر رمزها را یک حرفی انتخاب کنیم، $(۴)^{۱}$ و رمزها را دو حرفی انتخاب کنیم، $(۴)^{۲}$رمز داریم. نمی توانیم با ۴ یا ۱۶ رمز ۲۰ نوع آمینو اسید را رمزگذاری کنیم
- با ۴ نوع نوکلئوتید بکاررفته در دنا، $(۴)^{۳}$ ، ۶۴ توالی سه نوکلئوتید مختلف ایجاد می شود.
- به هریک از این توالی های سه نوکلئوتیدی در دنا رمز می گویند.
- ۶۱ رمز برای آمینو اسیدها وجود دارد.
- سه رمز، رمز پایان هستند و آمینواسیدی را بیان نمی کنند.
- بعضی از آمینواسیدها بیشتر از یک از رمز دارند.

مولکول میانجی:

مولکول دنا: در هسته سلول های یوکاریوتی

محل ساخت پروتئین: در سیتوپلاسم توسط ریبوزوم ها(رناتن)

چگونگی رسیدن اطلاعات دنا از هسته به ریبوزوم ها در سیتوپلاسم ⟸ وجود مولکول ناقل(mRNA)

رونویسی:

تعریف: ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا.

مقایسه با همانند سازی:

شباهت ها:

۱- اساس هر دو شبیه است.

۲- با توجه به نوکلئوتیدهای دنا، نوکلئوتید های مکمل در رنا قرار می گیرند و متصل می شوند.

تفاوت ها:

۱- در هر چرخه یاخته ای رونویسی می تواند بارها تکرار شود اما همانند سازی یک بار انجام می شود.

۲- قند ریبوز و باز آلی U مختص رونویسی است. قند دئوکسی ریبوز و باز آلی T مختص همانندسازی است.

۳- انجام توسط آنزیم رنابسپاراز _ عدم وجود هلیکاز _ عدم وجود ویرایش

مقایسه رونویسی و همانندسازی		
ویژگی	همانندسازی	رونویسی
محل در سلول یوکاریوت	هسته، در میتوکندری و کلروپلاست هم می تواند صورت گیرد.	هسته، در میتوکندری و کلروپلاست هم می تواند صورت گیرد.
محل در سلول پروکاریوت	سیتوپلاسم	سیتوپلاسم
الگو	کل دو رشته دنا	بخشی از یک رشته دنا
آنزیم های موثر	هلیکاز، دنابسپاراز	رنابسپاراز
پیش ماده آنزیم پلیمراز	دئوکسی ریبو نوکلئوتید	ریبو نوکلئوتید
محصول تولید شده	دو رشته جدید دنا	یک رشته جدید رنا
تعداد در چرخه	یک بار	چند بار
ویرایش	دارد	ندارد

آنزیم های دخیل در رونویسی:

- عمل رونویسی از دنا به کمک آنزیم ها انجام می شود.این آنزیم ها را، تحت عنوان کلی رنابسپاراز نام گذاری می کنند.
- در پروکاریوت ها: یک نوع آنزیم رنابسپاراز برای ساخت رنا
- در یوکاریوت ها:

نوع ۱: برای ساختrRNA یا رنای رناتنی

نوع ۲: برای ساختmRNA یا رنای پیک

نوع ۳: برای ساخت tRNA یا رنای ناقل

مقایسه آنزیم های رونویسی و همانندسازی در سلول یوکاریوت			
ویژگی	**هلیکاز**	**دنابسپاراز(RNA پلیمراز)**	**رنابسپاراز (DNA پلیمراز)**
محل فعالیت	هسته	هسته	هسته
فرآیند	همانندسازی	همانندسازی	رونویسی
شکستن پیوند هیدروژنی	دارد	ندارد	دارد
تشکیل پیوند فسفودی استر	ندارد	دارد	دارد
شکستن پیوند فسفودی استر	ندارد	دارد	ندارد
پیش ماده	دئوکسی ریبو نوکلئوتید	دئوکسی ریبو نوکلئوتید	ریبو نوکلئوتید

رونویسی فرایندی پیوسته است که برای سادگی به ۳ مرحله آغاز، ادامه و پایان تقسیم می شود.

مراحل رونویسی:

مرحله آغاز:

۱- اتصال رنابسپاراز به راه انداز

راه انداز: توالی نوکلئوتیدی ویژه در دنا است، که رنابسپاراز آن را شناسایی می‌کند.

- راه انداز موجب می شود رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا و رونویسی را از آنجا آغاز کند.

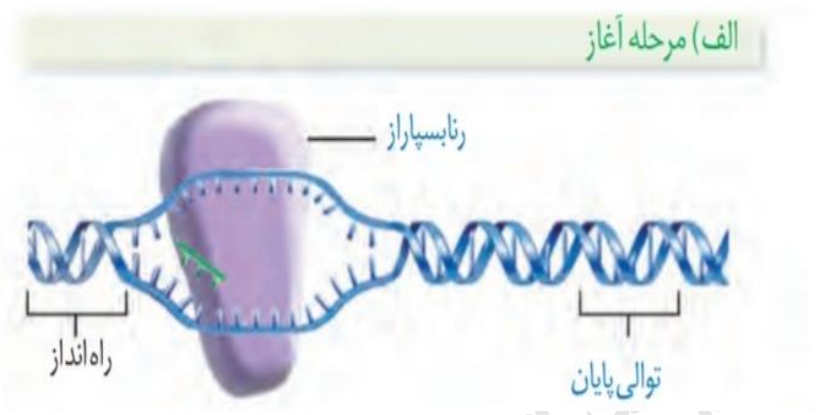
۲- باز کردن دو رشته دنا اندکی جلوتر از قرارگیری راه انداز با شکستن پیوندهای هیدروژنی.

۳-رونویسی از بخش کوچکی از دنا و ساخته شدن زنجیره کوچکی از رنا.

نحوه عمل رنابسپاراز به این صورت 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.

نکته: در رونویسی نوکلئوتید یوراسیل دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین دار دنا قرار می گیرد.

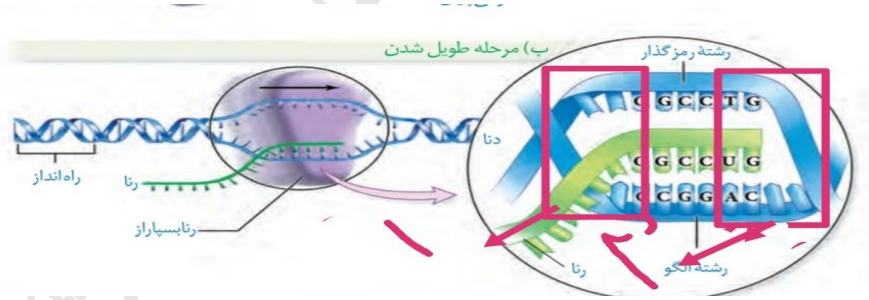
نکته: رونویسی بلافاصله پس از راه انداز آغاز نمی شود. بلکه جایگاه آغاز با آن چند نوکلئوتید فاصله دارد.



مرحله طویل شدن:

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

نکته: محل رونویسی و نواحی مجاور آنها ، حالتی شبیه حباب ایجاد می شود بسوی انتهای ژن پیش می رود.



نکات:

در جلوی حباب رونویسی(شماره ۲):

- قطع پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای دنا توسط آنزیم رنابسپاراز
- تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رنا در حال ساخت و دنا الگو بدون دخالت آنزیم
- تشکیل پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای در حال ساخت توسط آنزیم رنابسپاراز

در عقب حباب رونویسی (شماره ۱):

- قطع پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رنا در حال ساخت و دنا

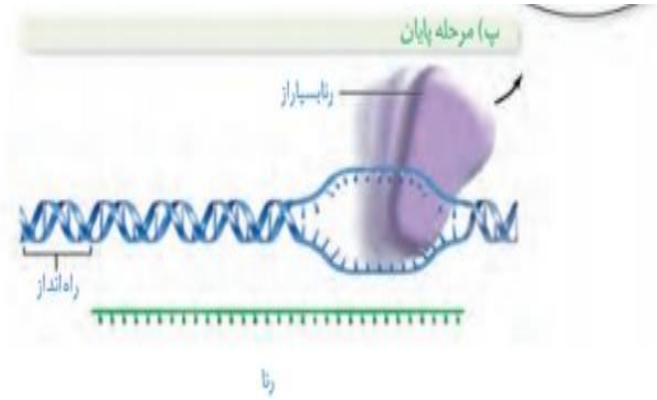
❖ تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای دو رشته دنا

مرحله پایان:

۱- رسیدن رنابسپاراز به توالی ویژه پایان

۲-جدا شدن مولکول دنا و رنا تازه ساخت و رنای تازه ساخت و سپس جدا شدن مولکول دنا و رنا تازه ساخت از هم در محل توالی های پایان

۳- اتصال دو رشته دنا به هم



نکات تکمیلی

مرحله آغاز:

- رنابسپاراز در مرحله آغاز نقشی مشابه هلیکاز نیز دارد. (شکستن پیوند هیدروژنی)
- اولین پیوند شکسته شده در مرحله آغاز بین دئوکسی ریبونوکلئوتید هاست(پیوند هیدروژنی)
- اولین پیوند تشکیل شده، پیوند هیدروژنی بین رشته الگو و رنا است.
- آخرین پیوند تشکیل شده پیوند فسفو دی استر بین ریبونوکلئوتید هاست.
- در مرحله آغاز بر خلاف مرحله طویل شدن و پایان، تشکیل پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنا دیده نمی شود.
- در مرحله آغاز رنای کوچکی ساخته می‌شود که از چندین ریبونوکلئوتید تشکیل شده است، پس همانند مرحله طویل شدن بزرگ شدن رنا دیده می شود.

مرحله طویل شدن:

- رنا بسپاراز در مرحله ادامه نقشی مشابه دنابسپاراز دارد(تشکیل پیوند فسفو دی استر)
- در جلو حباب رونویسی، همانند مرحله آغاز پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتید های دنا شکسته می شود.
- در جلوی حباب، همانند مرحله آغاز پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای در حال ساخت و دنا الگو تشکیل می شود.
- در جلوی حباب، همانند مرحله آغاز پیوند فسفو دی استر بین نوکلئوتیدهای رنا در حال ساخت تشکیل می شود.
- در عقب حباب رونویسی، برخلاف مرحله آغاز پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتید های رنا در حال ساخت و دنا شکسته می شود.

- در عقب حباب رونویسی، برخلاف مرحله آغاز، پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنا تشکیل می شود.

مرحله پایان :

- آخرین پیوندی که در رونویسی شکسته می شود پیوند هیدروژنی بین توالی پایان رونویسی و رنا می‌باشد.
- تشکیل پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنا
- تشکیل پیوند فسفودی استر بین ریبونوکلئوتیدها

شباهت مرحله طویل شدن و پایان رونویسی:

- در هر دو تشکیل پیوند هیدروژنی بین دنا و رنا دیده می‌شود.
- شکست پیوند هیدروژنی بین دنا و دنا
- تشکیل پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنا
- تشکیل پیوند فسفودی استر بین ریبونوکلئوتیدها

نکات تکمیلی:

- تمام طول دنا رونویسی نمی شوند، پس می توان نتیجه گرفت نوکلئوتید های قبل از راه انداز و بعد از توالی پایان رونویسی، رونویسی نمی شود. (بر طبق کتاب درسی)
- توجه: قطعات اولیه دنا ازنا بزرگتر است چون همواره راه انداز رونویسی نمی شود. (بر طبق کتاب درسی)
- در تمام مراحل رونویسی تشکیل پیوند هیدروژنی رشته الگو و غیر الگو، تشکیل پیوند فسفو دی استر بین ریبونوکلئوتید ها و تشکیل پیوند هیدروژنی بین رنا و رشته الگو مشاهده می‌شود.
- در تمام مراحل رونویسی شکست و تشکیل پیوند هیدروژنی مشاهده می‌شود.
- راه انداز توالی دئوکسی ریبونوکلئوتید می باشد و رونویسی نمی شود ولی جایگاه آغاز و پایان رونویسی، رونویسی می شوند. (بر طبق کتاب درسی)

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

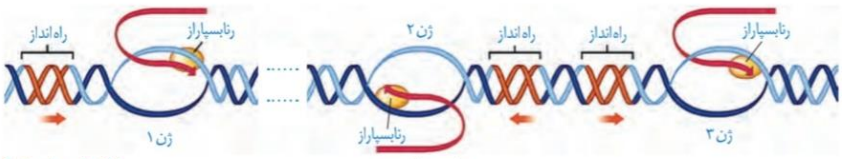
- ❖ رونویسی تنها از روی یک رشته(الگو) انجام می شود.
- ❖ رشته الگو: به بخشی از رشته دنا مکمل رشته رونویسی شده است. رشته الگو می گویند.
- ❖ رشته رمزگذار: رشته مکمل رشته الگو در دناست. زیرا توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنایی است که از روی رشته الگوی آن ساخته می شود.

تفاوت رشته رنا با رشته رمزگذار:

۱_ قند موجود در رنا ریبوز و در رشته رمزگذار دئوکسی ریبوز است.

۲_ به جای نوکلئوتید تیمین دار در دنا، نوکلئوتید یوراسیل دار در رنا قرار دارد.

- رشته مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن های دیگر یکسان یا متفاوت باشد.



شکل ۳ــ همان طور که در شکل مشاهده می‌شود، فقط یکی از دو رشته هر ژن رونویسی می‌شود.

نکات :

- طبق شکل فقط یکی از دو رشته هر ژن رونویسی می شود .
- بین دو ژن مجاور ممکن است ۲ راه انداز وجود داشته باشد یا اصلاراه اندازی وجود نداشته باشد، که این به دلیل جهت رونویسی هر ژن است.
- اگر دو راه انداز در مجاورت یکدیگر قرار گیرند جهت رونویسی ژن های آن ها خلاف جهت هم است.
- در یک مولکول دنا ژن های مختلف می توانند قرار گیرند که جهت رونویسی و رشته الگوی آنها متفاوت باشد.

رنا های ساخته شده دچار تغییر می شوند. (در سلول یوکاریوتی)

رنا های ساخته شده در رونویسی(در هسته) با رناهای موجود در سیتوپلاسم در یاخته‌های یوکاریوتی تفاوت هایی دارد.

رنا ها برای انجام کارهای خود دستخوش تغییراتی می شوند.

تغییرات رنای پیک: (ممکن است رنای پیک دستخوش تغییر شود)

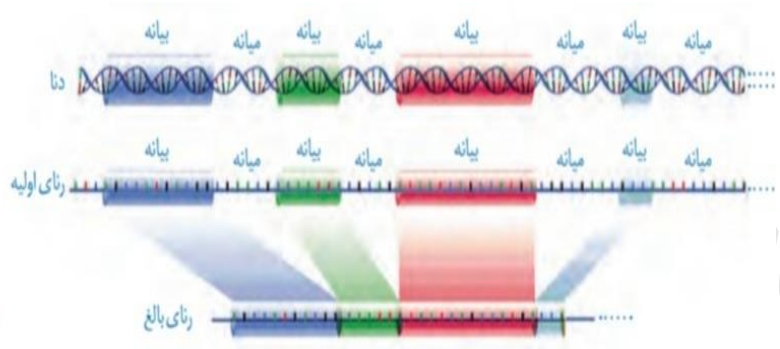
- زمان انجام: در حین رونویسی یا پس از آن
- بررسی یکی از تغییرات: حذف بخش هایی از مولکول رنای پیک
-

اگزون: بخش های از دنا که رونوشت آن ها از رنای پیک سیتوپلاسمی حذف نشده است.

اینترون: بخش‌هایی که در دنا هست ولی رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده است.

- تعداد اگزون و اینترون ها می توانند برابر باشند یا اینترون ها یکی بیشتر از اگزون ها باشد.

گروه زیست شناسی سیستان و بلوچستان

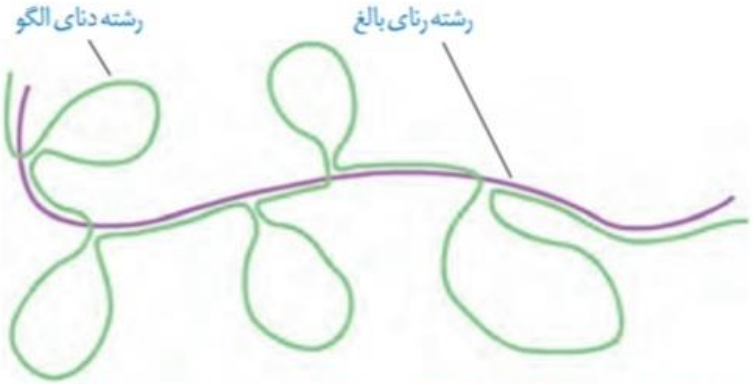


شکل ۴ـ پیرایش در بخشی از رنای یک ژن

نحوه انجام: جدایی و حذف توالی های معینی از رنای ساخته شده بعضی ژن ها و اتصال سایر بخش ها به یکدیگر.

نکته: رنای رونویسی شده از روی رشته الگو در ابتدا دارای رونوشت های اینترون هم است که به آن رنای نابالغ یا اولیه گفته می شود.

- با حذف این رو نوشت های اینترون (جدایی اینترون با شکستن پیوند فسفودی استر) و اتصال بخش های اگزون (اتصال اگزون ها با برقراری پیوند فسفودی استر) رنای بالغ ساخته می‌شود.



شکل ۵ـ طرح ساده‌ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن.
به نظر شما حلقه‌های سبز میانه هستند یا بیانه؟

- در این شکل حلقه های سبز اینترون(میانه) هستند.
- در این شکل تا ۶ اگزون(بیانه) و ۵ تا اینترون(میانه) قرار دارند.

نکات تکمیلی:

- پس از پیرایش رنای بالغ کوتاه تر از رنای اولیه می شود.
- توجه کنید میانه هرگز از دنا حذف نمی شود، مگر هنگام جهش، میانه از رنا حذف می شود.
- رنای پیک وارد شده به سیتوپلاسم، میانه را ندارد.(پس رنا در هسته بالغ می شود) تنها رونوشت بیانه در فرایند پروتئین سازی مورد استفاده قرار می گیرد.
- در هنگام پردازش برای جدا کردن هر رونوشت میانه ابتدا دو پیوند فسفودی استر شکسته می شود، و سپس یک پیوند فسفودی استر تشکیل می شود .
- در یاخته‌های یوکاریوتی، بالغ شدن رنا و حذف رونوشت میانه ها، نه تنها برای رنا های پیک، بلکه برای رنای ناقل و رنای رناتنی نیز صادق است. البته این دو ترجمه نمی شوند.
- تغییرات رنای پیک فقط شامل حذف رونوشت میانه ها نیست، بلکه تغییرات مختلفی بر روی رنای پیک صورت می گیرد.

شدت و میزان رونویسی:

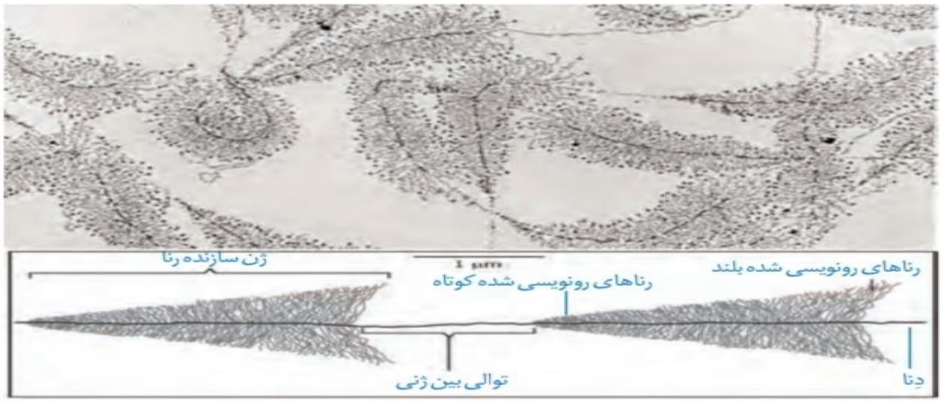
میزان رونویسی یک ژن به طور کلی به مقدار نیاز یاخته به فرآورده‌های آن بستگی دارد.

مثال: بعضی ژن ها مثل ژن‌های سازنده رنای رناتنی دریافت های تازه تقسیم شده بسیار فعالند.

ساختار پر مانند: (تهیه شده با میکروسکوپ الکترونی)

در زمان رونویسی همزمان تعداد زیادی رنابسپاراز(همگی یک نوع هستند) روی یک ژن دیده می شود.

در هر زمان رنابسپاراز ها در مراحل مختلفی از رونویسی هستند. بنابراین اندازه رنا های ساخته شده متفاوت دیده می شود.



شکل ۶ ــ ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن

نکات شکل:

- ❖ توالی بین ژنی رونویسی نمی شود.
- ❖ در حین رونویسی ژن های رنای رناتنی ، ساختارهای پر مانندی(طرح درخت کریسمس) ظاهر می شوند. این ساختار پرمانند از تعدادی ژن های مربوط به رنای رناتنی روی یک کروماتین و قسمت 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 رنا پلی مراز (۱) رونویسی می شوند.
- ❖ رشته های رنای رناتنی حاصل: کوچکترها به محل شروع رونویسی نزدیک ترند و هر چه دورتر می شویم، طول رنای رناتنی بلندتر می شود، تا بالاخره در انتهای ژن رنای رناتنی حاصل جدا می گردد.
- ❖ در ساختار پرمانند راه انداز به شاخه های کوتاه تر و جایگاه پایان به شاخه های بلندتر نزدیک است.
- ❖ یک نوع ژن رونویسی می شود . (ژن رنای رناتنی)
- ❖ یک نوع بسپارازبه تعداد زیاد عمل می کند. (رنابسپاراز ۱)
- ❖ یک نوع رنا به تعداد زیاد حاصل می شود: (رنای رناتنی)
- ❖ جهت حرکت رنابسپاراز ها از چپ به راست است.
- ❖ بیان یک ژن موجب چند تولید رنا از یک نوع می شود.
- ❖ در این ساختار پس از اتصال اولین آنزیم رنابسپاراز به راه انداز ژن و شروع رونویسی، آنزیم های رنابسپاراز بعدی به راه اندازی ژن متصل و رونویسی را شروع می کنند. در نتیجه پیش از پایان یافتن رونویسی آنزیم های اولیه، آنزیم های بعدی می توانند رونویسی خود را شروع نمایند.

گفتار ۲: به سوی پروتئین

- ترجمه به ساخته شدن پلی پپـتید از روی رنای پیک ترجمه گفته می شود .
- **کدون(رمزه)** : توالی های سه نوکلئوتیدی رنای پیک که تعیین می کند که کدام آمینو اسید باید در ساختار پلی پپتید قرار بگیرد.
- از ۶۴ رمزه سه حرفی موجود، سه رمزه موجود UAA, UGA و UAG هیچ آمینو اسیدی را رمز نمی کنند که به آنها رمز های پایان می‌گویند، حضور این رمزه ها در رنای پیک موجب پایان یافتن عمل ترجمه می‌شود.
- رمزه آغاز یا AUG رمزه ای است که ترجمه از آن آغاز می شود. این رمزه معرف آمینو اسید متیونین است.

نکته: رمزه آمینو اسید ها در جانداران یکسانند که این موضوع بیانگر مشترک بودن اجداد جانداران در ساز و کار پروتئین سازی است.

عوامل لازم در ترجمه:

مواد اولیه مصرفی: آمینو اسید ها

دستور ساخت: رنای پیک

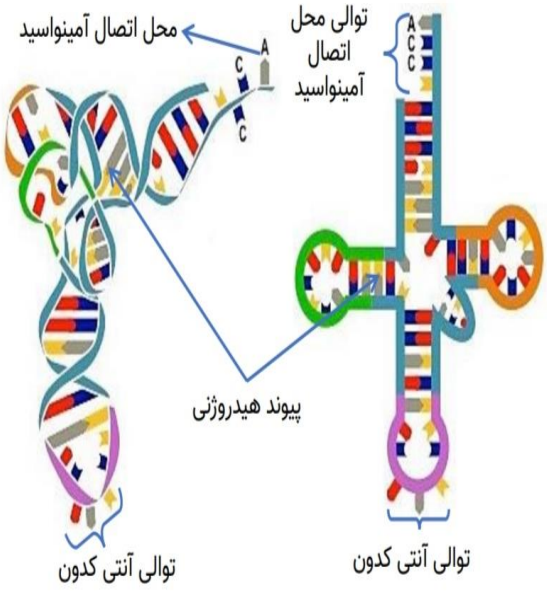
عوامل لازم برای ساخت:: رناتن ها و رنا های ناقل

انرژی لازم: از ATP

نکات تکمیلی:

- رشتهٔ پلی پپتید در یک انتها آمین و در انتهای دیگر گروه کربوکسیل دارد و جهت ترجمه از انتهای آمین به سمت انتهای کربوکسیل است.
- کدون فقط در رنای پیک وجود دارد. رنای پیک در ترجمه به عنوان الگوی مستقیم پروتئین سازی مورد استفاده قرار می گیرد. در واقع توالی آمینواسیدهای پروتئین به ریبونوکلئوتیدهای رنای پیک بستگی دارد.
- هیچ رنای ناقلی با آنتی کدون های AUU ، AUC و ACU وجود ندارد و از ۶۴ رمز وراثتی، ۳ رمز ترجمه نمی شوند و ۶۱ عدد قابل ترجمه اند.
- رنای ناقلی که آمینواسید متیونین را حمل می کند، دارای آنتی کدون UAC بوده و بر روی کدون آغاز می نشیند.
- همواره AUG کدون آغاز است، اما هر کدون AUG ،کدون آغاز نیست؛ یعنی کدون AUG در سایر قسمت های رنای پیک نیز می تواند وجود داشته باشد که کدون آغاز نیست و فقط آمینواسید متیونین را رمز می کند. در کنار کدون آغاز AUG، توالی خاصی وجود دارد که باعث می شود ترجمه از آن کدون شروع شود.
- رونوشت اینترون ها ترجمه نمی شوند. در یاخته های یوکاریوتی، کدون ها جز رونوشت اگزون ها می باشند. البته در رنای پیک توالی های قبل از کدون آغاز و بعد از کدون پایان نیز ترجمه نمی شوند. بنابراین همه ی بخش های رونوشت اگزون ها ترجمه نمی شود.

ساختار رنای ناقل:



- این رنا پس از ساخت مانند سایر رنا ها دچار تغییرات می شود.
- در تاخوردگی اولیه آن نوکلئوتیدهای مکمل می توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند. به همین علت رنای تک رشته ای تا می خورد، در بعضی نواحی ظاهرا دورشته ای دیده میشود و در برخی نواحی هم بدون مکمل و تک رشته دیده می شود.

- سپس تاخوردگی های مجدد پیدا می کند. ساختار سه بعدی را به وجود می آورد.
- در این ساختار یک بخش محل اتصال آمینواسید(با نوکلئوتید دیگر جفت نشده)
- یک بخش ۳ نوکلئوتیدی به نام توالی پادرمزه دارد که وظیفه آن اتصال به رمزه mRNA است.(با پیوند هیدروژنی)
- تفاوت همه ی رنا های ناقل در توالی پادرمزه ای است.

- تعداد انواع پادرمزه کمتر از رمز ه هاست. مثلاً برای رمزه های پایان، رنای ناقل وجود ندارد.

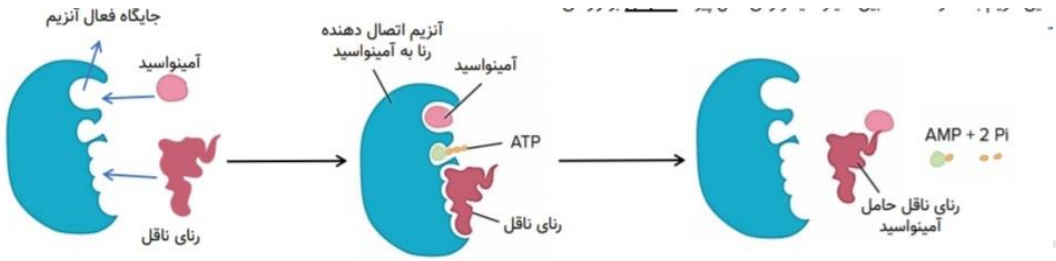
نکات تکمیلی:

- آنتی کدون یا پادرمزه، یک توالی سه نوکلئوتیدی در حلقهٔ پایینی رنای ناقل است و توالی آن در رناهای ناقل مختلف تفاوت دارد. آنتی کدون فقط در ساختار رنای ناقل وجود دارد .
- رنای ناقل دارای ۴ بازو و ۳ بازو است.
- توجه کنید که تفاوت اصلی رناهای ناقل در توالی آنتی کدون هاست نه آمینواسیدی که حمل می کنند.
- علت تاخوردگی های رنای ناقل وجود رابطهٔ مکملی بین برخی نوکلئوتیدها و تشکیل پیوندهای هیدروژنی است .
- همهٔ نوکلئوتیدها در ساختار رنای ناقل پیوند هیدروژنی تشکیل نمی دهند.
- رنای ناقل برای رسیدن به ساختار سه بعدی خود بیش از یک بار تا می خورد. توجه کنید که در فرم تاخورده اولیه مجددا تا می خورد تا به ساختار سه بعدی برسد.
- اتصال رنای ناقل به آمینواسید با نوعی پیوند کووالانسی است، نه فسفودی استر و نه پپتیدی
- آنتی کدون تعیین می کند که رنای ناقل چه آمینواسیدی را حمل کند.
- نوکلئوتید هایی که دارای پیوند هیدروژنی اند دیگر قابلیت برقرار پیوند هیدروژنی را ندارند ولی در محل حلقه ها چون نوکلئوتیدها پیوند هیدروژنی ندارند قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند .
- آمینواسید به جایگاه اتصال آمینو اسیددر رنای ناقل متصل می شود.
- توالی آنتی کدون مشابه توالی رشتهٔ الگوی دنا در خصوص آن رمز است.(به جای تیمین، یوراسیل دارد. البته قند آن نیز متفاوت است)
- هر آمینواسید کدون خاصی در روی رنای پیک دارد. رنای ناقل می تواند آمینواسیدی را حمل کند که آنتی کدون مکمل کدون مربوط به آن آمینواسید داشته باشد.
- هر نوع رنای ناقل فقط می تواند به یک نوع آمینواسید متصل شود. اما بعضی از آمینواسیدها به بیش از یک نوع رنای ناقل متصل می شوند. در واقع می توان گفت یک آمینواسید می تواند توسط چند نوع رنای ناقل حمل شوند ولی هر نوع رنای ناقل فقط به یک نوع آمینواسید متصل می شود.
- تفاوت رناهای ناقل مختلف عمدتا در نوع آنتی کدون آن هست و به جز در نواحی آنتی کدون، در همهٔ انواع توالی های مشابهی دارند.

نحوه ی عمل رنای ناقل

- در یاخته ها، آنزیم های ویژه ای (اتصال دهنده آمینواسید به رنای ناقل) وجود دارند.
- این آنزیم ها براساس نوع توالی پادَرمزه، آمینواسید مناسب را به رنای ناقل متصل می کند .
- آنزیم با تشخیص پادَرمزه در رنای ناقل، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می کند.

- این آنزیم با مصرف ATP بین آمینواسید و رنای ناقل پیوند اشتراکی برقرار می کند.



ساختار رناتن

شکل ۱۰ــ ترتیب قرارگیری زیرواحدهای رناتن

- دارای دو بخش کوچک و بزرگ است.
- هردو بخش از پروتئین و رنای رناتنی ساخته شده اند.
- در یاخته های یوکاریوتی بخش پروتئنی در سیتوپلاسم ساخته می شود. در یاخته های پروکاریوتی هر دو بخش پروتئینی و رنای رناتنی در سیتوپلاسم ساخته می شوند.
- رنای ریبوزومی در هسته رونویسی خواهد شد
- بخش پروتئینی وارد هسته شده با رنا در کنار هم قرار گرفته و ریبوزوم تشکیل می شود.
- نکته مهم: ریبوزوم در ساختار کامل (اتصال بخش کوچک و بزرگ) دارای سه جایگاه است.

جایگاه های ریبوزوم

- جایگاهE : برای خروج رنای ناقل فاقد آمینواسید است.
- جایگاه P : جایگاه قرار گرفتن رشته پلی پپتیدی است
- جایگاه A : جایگاه آمینواسید که به همراه رنای ناقل در آن قرار می گیرد .

نکته : در ساختار ناکامل (جدا بودن بخش کوچک و بزرگ) ریبوزوم جایگاه ها دیده نمی شوند.

نکته: در ساختار کامل جایگاه ها در هر دو زیر واحد دیده می شوند.

نکته: به یاد داشته باشید ریبوزوم ها در سلول های یوکاریوتی می توانند رها در سیتوپلاسم، بر روی شبکه آندوپلاسمی زبر، بر روی پوشش خارجی هسته و درون اندامکهای میتوکندری و کلروپلاست نیز وجود دارند.

مراحل ترجمه

ترجمه نیز مانند رونویسی و میتوز فرایندی پیوسته است که برای سادگی به ۳ مرحله تقسیم می شود.

مرحله آغاز:

۱- اتصال بخش کوچک ریبوزوم به رنای پیک

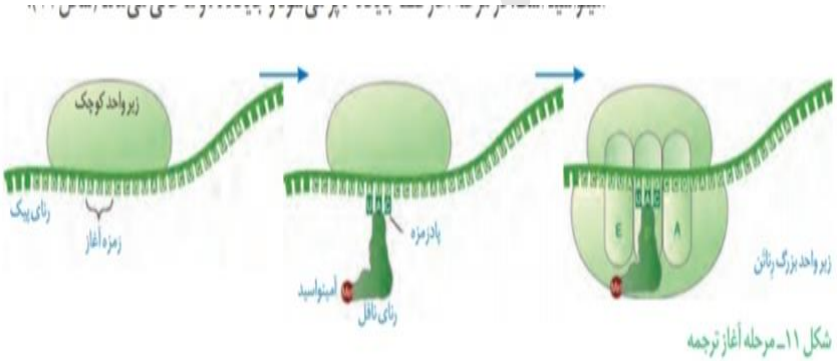
نکته: بخش هایی از رنای پیک، بخش کوچک ریبوزوم را به سمت خود می کشد. بخش کوچک ریبوزوم به بخشی از رنای پیک متصل می شود که کدون آغاز در آنجا قرار دارد .

۲- رنای ناقل آمینواسید متیونین به کدون آعاز متصل می شود.

۳- با اضافه شدن بخش بزرگ ریبوزوم به این مجموعه مرحله آغاز پایان می یابد .

نکته: در این مرحله جایگاه های خروج (E) و آمینواسید (A) خالی هستند .

نکته: نمی توان گفت که رنای ناقل حامل متیونین وارد جایگاه پلی پپتید می شود بلکه این جایگاه است که بروی آن قرار می گیرد.



شکل ۱۱ـ مرحله آغاز ترجمه

مرحله طویل شدن:

۱- با ورود دومین رنای ناقل حاوی آمینواسید به جایگاه A و اتصال با کدون، آغاز می شود.

۲- در این حالت که جایگاه های P و A دارای رنای ناقل هستند پیوند بین آمینواسید متیونین و رنای ناقل جایگاه P شکسته شده و متیونین با پیوند پپتیدی به آمینواسید جایگاه A متصل می شود.

۳- ریبوزوم به انداز یک کدون به سمت کدون پایان حرکت می کند .

۴-رنای ناقل حامل دو آمینواسید(رشته پپتیدی) در جایگاه P و رنای ناقل فاقد آمینواسید در جایگاه E قرار می گیرند.

۵- رنای ناقل فاقد آمینواسید از جایگاه E خارج می شود.

۶- با ورود سومین رنای ناقل مراحل بالا دوباره تکرار می شود.

نکته: در این مرحله ممکن است رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه A شوند ولی فقط رنای ناقلی که آنتی کدونش با کدون این جایگاه مکمل است می تواند استقرار پیدا کند .

نکته: برقراری پیوند پپتیدی بین آمینواسید با رشته در حال ساخت در جایگاه A انجام می شود.

نکته: اتصال آنتی کدون به کدون از طریق پیوند هیدروژنی صورت می گیرد.

نکات تکمیلی:

- ❖ در مرحله طویل شدن ترجمه، در جایگاه A ریبوزوم(که خالی بوده) tRNA دارای آمینو اسید قرار می گیرد بعد سه اتفاق می افتد.

۱- پیوند کووالان بین tRNA(در جایگاه P) می‌شکند. (انرژی تولید می گردد)

۲-آمینو اسید فعلی(متصل به TRNA جایگاه A) با آمینو اسید جدا شده قبلی پیوند پپتیدی می‌دهد.

۳- همزمان دو اتفاق می افتد:

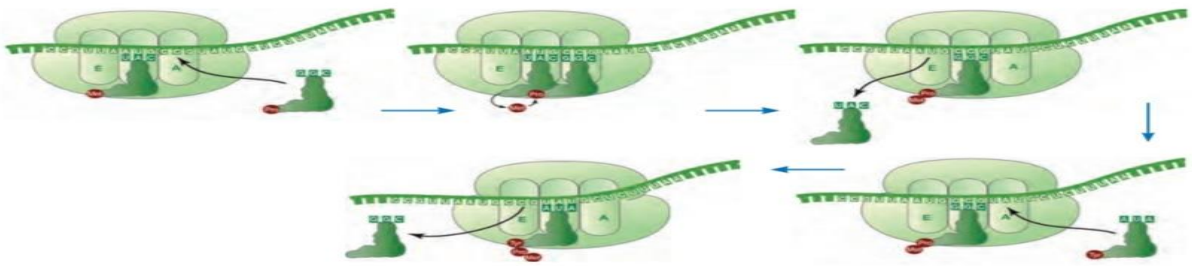
اول: tRNA آمینواسید را از دست داده از جایگاهP خارج شده و وارد جایگاه E می‌شود.

دوم: ریبوزوم به اندازه یک کدون جلو می رود. (عمل جابجایی رخ داده)، tRNA پلی پپتید را به دوش می کشد، از جایگاه A وارد جایگاه P شده، پس جایگاه A دوباره خالی می‌شود.

نکته: با شکستن پیوند کوالان بین آمینو اسید و tRNA انرژی حاصل صرف تشکیل پیوند پپتیدی بین آمینو اسید با آمینو اسید بعدی می شود.

نکته: پیوند هیدروژنی در جایگاهA و P برقرار می شود اما در مرحله طویل شدن در جایگاه E می‌شکند.

نکته: فقط در مرحله طویل شدن، رنای ناقل وارد جایگاه A می شود. اما هم در مرحلهٔ طویل شدن و هم آغاز، رنای ناقل وارد جایگاه P می شود. ورود رنای ناقل به جایگاه E نیز فقط در مرحلهٔ طویل شدن رخ می دهد.



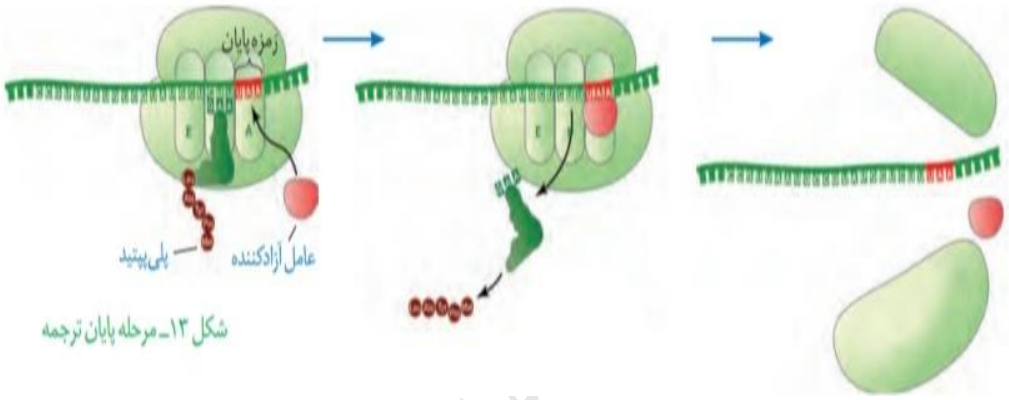
مرحله ی پایان:

۱- با ورود یکی از کدون های پایان به جایگاه A شروع می شود .

۲- چون برای این کدون ها رنای ناقلی وجود ندارد پروتئنی هایی به نام عوامل آزادکننده وارد جایگاه A می شوند.

۳- پروتئین آزادکننده پیوند بین رشته پلی پپتیدی و آخرین رنای ناقل را در جایگاه P می شکند و سبب آزاد شدن پلی پپتید ساخته شده می شود.

۴- پروتئین های آزاد کننده همچنین ابتدا سبب جدا شدن رنای ناقل، رنای پیک و دو زیرواحد ریبوزوم از هم و جدا شدن رنای پیک می شود و ترجمه پایان می پذیرد.



شکل ۱۳ـ مرحله پایان ترجمه

نکات تکمیلی:

- آخرین رنای ناقل از جایگاه P خارج می شود.(برخلاف سایر رناهای ناقل که از جایگاه E خارج می شوند.)
- کدون آغاز وارد جایگاه A نمی شود و فقط در جایگاه P و E دیده می شود. کدون پایان نیز فقط در جایگاه A دیده می شود.
- کدون مربوط به آخرین آمینواسید وارد جایگاه E نمی شود و فقط در جایگاه A و P دیده می شود.
- .در جایگاه P رناتن، پیوندهیدروژنی هم تشکیل و هم شکسته می شود ولی در جایگاه A رناتن، پیوند هیدروژنی فقط تشکیل می شود ولی شکسته نمی شو، درجایگاه E فقط شکسته می شود .
- جایگاه A محل ورود آمینواسید جدید، محل ورود رمز پایان و محل تشکیل پیوند پپتیدی است. همهٔ آمینواسیدها به وسیله ی رنای ناقل آن ها به جایگاه A وارد می شوند به جز متیونین آغازین.
- به دنبال هر پیوند پپتیدی، رناتن یک بار بر روی رنای پیک حرکت می کند، به همین دلیل همواره تعداد حرکات رناتن با تعدد پیوندهای پپتیدی تشکیل شده برابر است.

محل پروتئین سازی و سرنوشت آنها

الف) پروتئین ساخته شده بوسیله ریبوزوم های(رناتن) آزاد در سیتوپلاسم

۱- ورود به هسته : (پروتئین های و آنزیم های که درون هسته عمل می کنند مثل هیستون، عوامل رونویسی، هلیکاز، دنا بسپاراز و رنا بسپاراز)

۲- ورود به اندامک هایی مانند میتوکندری و کلروپلاست (در درون کلروپلاست و میتوکندری نیز پروتئین سازی صور ت می گیرد زیرا کلروپلاست و میتوکندری دارای دستگاه رونویسی و ترجمه می باشند. ریبوزوم های موجود در میتوکندری و کلروپلاست به ریبوزوم های موجود در سیتوپلاسم سلول یوکاریوتی کوچکتر و ساده تر هستند.)

۳- ماندن در سیتوپلاسم. (پروتئین های اکتین و میوزین موجود در سیتوپلاسم ماهیچه)

ب) پروتئین های ساخته شده بوسیله ریبوزوم های(رناتن) روی شبکه آندوپلاسمی زبر

- ❖ پروتئین ساخته شده به وسیله رناتن های(ریبوزوم) روی شبکه آندوپلاسمی زبر، وارد شبکه آندوپلاسمی زبر شده و در آنجا تغییراتی روی آن صورت گرفته، سپس از شبکه آندوپلاسمی زبر به دستگاه گلژی می رود . سپس هدف نهایی پروتئین مشخص می گردد.

۱- پروتئین ها و آنزیم ها که به خارج از سلول با برون رانی یا اگزوسیتوز ترشح می شوند. (مثل انواع آنزیم های گوارشی، پادتن، پرفورین، اینترفرون)

۲-پروتئین ها و آنزیم هایی که در غشای سلول قرار می‌گیرند. (مثل پروتئین کانالی (نشتی _ دریچه دار)، پمپ پتاسیم-سدیم و گیرنده هورمون)

۳- آنزیم های درون واکوئل (کریچه)

۴- آنزیم‌های درون لیزوزوم (کافنده تن)

سرعت و مقدار پروتئین سازی

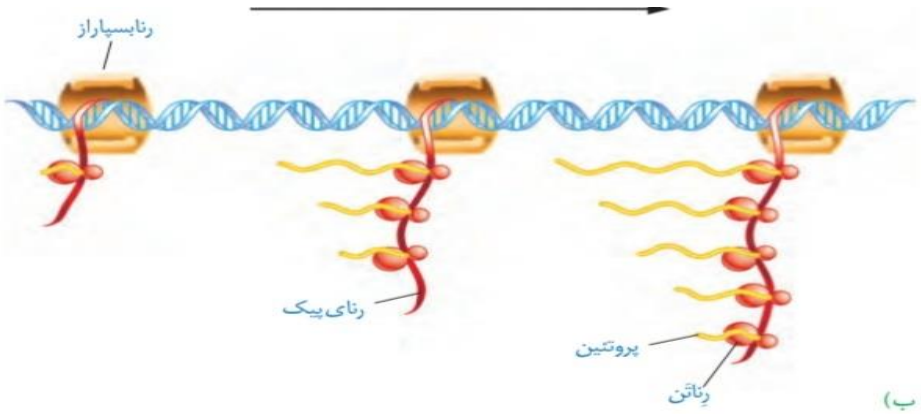
سرعت و مقدار پروتئین سازی در یاخته ها بسته به نیاز آن یاخته ها به پروتئین مورد نظر تنظیم می شود.

پروکاریوت ها:

الف) انجام همزمان پروتئین سازی و رونویسی: به دلیل عمر کوتاه رنای پیک در این یاخته ها ممکن است قبل از پایان رونویسی پروتئین سازی شروع شود.

ب) پروتئین سازی مجموعه ریبوزوم ها: اگر یاخته مقدار زیادی از پروتئین را نیاز داشته باشد مجموعه ای از رناتن ها به صورت همزمان و پشت سر هم می توانند بروی یک رشته رنای پیک عمل ترجمه را انجام دهند و تعداد بیشتری پروتیئن تولید کنند.

در این مجموعه، رناتن ها مانند دانه های تسبیح و رنای پیک شبیه نخی است که از درون این دانه ها می گذرد. همکاری جمعی رناتن ها به پروتئین سازی سرعت بیشتری می دهد.



شکل ۱۵ــ الف) تصویر میکروسکوپی مجموعهٔ رِناتن‌ها
ب) طرحی ساده از رناتن‌هایی که چند رنای در حال رونویسی را ترجمه می‌کنند.

نکات شکل :

- جهت رونویسی از سمت رنای کوچک به سمت رنای بلندتر است.
- جهت ترجمه از سمت پلی پپتید کوتاه تر به سمت پلی پپتید بلندتر است. جهت ترجمه به سوی دناست.
- ریبوزومی که طول رشته پلی پپتید بیشتری دارد زودتر از بقیه ریبوزوم ها عمل ترجمه را آغاز نموده است.
- در شکل میکروسکوپی بالا، در حین رونویسی رنای پیک، شروع ترجمه را از انتهای رنای پیک نشان می دهد. این یعنی این یک یاختهٔ پروکاریوتی است و یا در میتوکندری و یا کلروپلاست یک یاختهٔ یوکاریوتی این اتفاق رخ می دهد.
- تجمع رناتن ها هم در یاخته های یوکاریوتی و هم پروکاریوتی مشاهده می شود

نکته طول عمر رنای پیک در یوکاریوت ها بیش از پروکاریوت هاست. در نتیجه رنای پیک فرصت بیشتری برای پروتئین سازی دارد

یوکاریوت ها:

الف) پروتئین سازی مجموعه ای از ریبوزوم ها: در یوکاریوت ها نیز مانند پروکاریوت ها وجود دارد .

ب) عمر بیشتر رنای پیک: سازوکارهایی در یوکاریوت ها وجود دارد که مانع تجزیه زودهنگام رنای پیک شده و در مجموع ریبوزوم ها زمان بیشتری برای پروتئین سازی دارند.

مقایسه رونویسی	مکان	مدت زمان انجام	طول عمر محصولات	تنوع آنزیم	نوع محصول
پروکاریوت	سیتوپلاسم	کوتاه تر	کم	کم	رنا
یوکاریوت	هسته	طولانی تر	زیاد	زیاد	رنا

مقایسه ترجمه	مکان	مدت زمان انجام	طول عمر محصولات	تنوع آنزیم	نوع محصول
پروکاریوت	سیتوپلاسم	کوتاه تر	کم	کم	رشته پلی پپتید، پروتئین
یوکاریوت	سیتوپلاسم	طولانی تر	زیاد	زیاد	رشته پلی پپتید، پروتئین

گفتار ۳: تنظیم بیان ژن

همه یاخته های پیکری بدن از تقسیم رشتمان (میتوز) یاخته تخم منشأ می گیرند. یاخته های حاصل، از نظر فام تنی و ژن ها یکسان اند. با این حال در ادامهٔ تقسیمات و رشد جنین، یاخته های متفاوتی ایجاد می شوند که اعمال مختلفی انجام می دهند؛ مثال سلول 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.

ژن روشن (بیان ژن) : هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار گیرد .

ژن خاموش (عدم بیان ژن) : هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار نگیرد .

تنظیم بیان ژن: شامل فرایندهایی که تعیین می کنند کدام ژن، چه زمانی و به چه مقداری بیان شود.

مثال هایی از تنظیم بیان ژن:

پاسخ به محیط

- جاندار می تواند در پاسخ به محیط یکسری ژن ها را روشن یا خاموش کند.

مثال: در گیاه در صورت وجود نور ژنی بیان می شود که محصول آن آنزیمی است که در فتوسنتز دخالت دارد. در نبود نور این ژن خاموش می ماند.

گروه زیست شناسی سیستان و بلوچستان

تمایز یاخته ای: ایجاد یاخته های مختلف از یک یاخته بنیادی با بیان ژن های مختلف در هر کدام از یاخته ها

مثال: یاخته بنیادی مغز استخوان

- یاخته بنیادی میلوئیدی
  - گلبول قرمز
  - پلاکت ها
  - مونوسیت،نوتروفیل،ائوزینوفیل،نوتروفیل
- یاخته بنیادی لنفوئیدی ⟸ لنفوسیت ها

نکته: انواع دیگری از یاخته های بنیادی مغز استخوان هستند که می توانند به رگ های خونی و ماهیچه ی اسکلتی و قلبی تبدیل شوند.

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها می تواند در هر یک از مراحل ساخت رنا 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) رنا یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.

مرحله رونویسی (معمولا)

- تنظیم منفی رونویسی: عدم حرکت رنابسپاراز بروی ژن ⟸ ممانعت از رونویسی
- تنظیم مثبت رونویسی: کمک به اتصال رنابسپاراز به راه انداز ⟸ تسهیل در رونویسی

مرحله پس از رونویسی (بعضا)

- تغییر در سطح رنا
  - با تغییر در طول عمر رنا
  - افزایش رونویسی با رونویسی همزمان چند رنابسپاراز
- مرحله ترجمه ⟸ افزایش میزان تولید پروتئین با ترجمه همزمان چند ریبوزوم بروی یک رنا
- مرحله پس از ترجمه ⟸ با تغییر در طول عمر پروتئین

گروه زیست شناسی سیستان و بلوچستان

نکته: در پروکاریوت ها تنظیم بیان ژن اغلب در مرحله رونویسی انجام می شود اگر به محصول یک ژن (رنا یا پروتئین) نیاز باشد رونویسی می شود و اگر نیاز نباشد رونویسی نمی شود.

تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها

در این نوع تنظیم عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه انداز کمک و یا مانع حرکت رنابسپاراز می شوند.در نتیجه، رونویسی ژن تسهیل یا ممانعت می شود؛ مثلا با اتصال پروتئین های خاصی به بخشی از دنا که سر راه رنابسپاراز است، از انجام رونویسی جلوگیری می شود.

تنظیم بیان ژن در باکتری اشرشیا کلای:

رژیم غذایی اشرشیا کلای
- وجود گلوکز: ترجیحا قند گلوکز
- در صورت نبود گلوکز: می تواند از لاکتوز(در صورت وجود) استفاده کند.

- برای تجزیه لاکتوز آنزیم های متفاوتی از گلوکز مورد نیاز است.
- بنابراین باکتری در صورت لزوم بایستی ژن های این آنزیم ها را فعال کند.
- یا در صورت لزوم میزان رونویسی از ژن های آنها را کاهش داده یا متوقف نماید.

تنظیم منفی رونویسی

ساختار ژن
- بخش کد شونده
  - شامل ۳ ژن است.
  - با بیان آنها ۳ آنزیم تولید می شود
- بخش تنظیمی
  - راه انداز : محل اتصال رنابسپاراز
  - اپراتور: محل اتصال مهارکننده و بین راه انداز و ژن های تجزیه لاکتوز قرار دارد.

گروه زیست شناسی سیستان و بلوچستان

نحوه تنظیم

الف. عدم رونویسی

شرایط: عدم حضور لاکتوز در محیط.

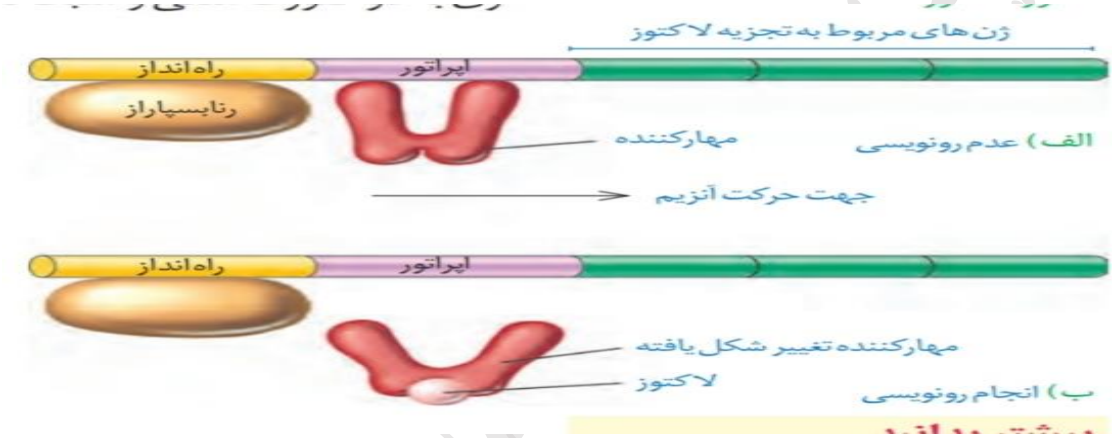
در این شرایط پروتئین مهارکننده به اپراتور متصل است . با وجودی که آنزیم رنابسپاراز به راه اندازه متصل شود، چون پروتئین مهارکننده مانع حرکت آن است. نمی تواند رونویسی را انجام دهد.

ب)انجام رونویسی

شرایط: عدم حضور گلوکز و حضور لاکتوز در محیط: تحت این شرایط لاکتوز به مهارکننده متصل می شود

با این اتصال شکل مهارکننده تغییر کرده و نمی تواند به اپراتور متصل شود.

نتیجه: مانعی برای رونویسی توسط رنابسپاراز وجود ندارد.



نکات تکمیلی:

بررسی حالت های مختلف :

۱- اگر گلوگز در محیط باشد: از ژن های تجزیه کنندهٔ لاکتوز رونویسی نمی شود .

۲- اگر لاکتوز در محیط باکتری نباشد: از ژن های تجزیه کنندهٔ لاکتوز رونویسی نمی شود.

۳-اگر گلوکز و لاکتوز در محیط نباشند: از ژن های تجزیه کنندهٔ رونویسی نمی شود.

۴- اگر لاکتوز در محیط باشد ولی گلوکز نباشد: از ژن های تجزیه کننده لاکتوز رونویسی می شود.

- لاکتوز یک دی ساکارید است که از ترکیب دو مونوساکارید گلوکز و گالاکتوز به وجود می آید.

  آب + لاکتوز ⟹ گالاکتوز + گلوکز

- اتصال مهارکننده به اپراتور مانع از اتصال رنابسپاراز به راه انداز نمی شود، بلکه با جلوگیری از حرکت رنابسپاراز مانع رونویسی می شود.

- برای بیان ژن های بالا: ۱-گلوکز نباید در محیط نباشد. ۲- لاکتوز در محیط باشد.
- در تنظیم منفی رونویسی لاکتوز یک راه انداز، یک اپراتور و سه ژن وجود دارند و محصول یک رنای پیک دارای رونوشت ۳ ژن است و محصول ترجمه ی رنای پیک آن سه رشته پلی پپتیدی است.
- در ژن های تجزیه کنندهٔ لاکتوز نقطهٔ آغاز رونویسی فقط روی ژن اول قرار دارد و جایگاه پایان رونویسی در انتهای ژن ۳ قرار دارد. یعنی ژن ۲ و ۳ دارای نقطهٔ آغاز رونویسی نمی باشند.
- در یک رنای پیک سه ژنی، سه کدون آغاز و سه کدون پایان وجود دارد. (در هر رونوشت ژن یک کدون آغاز و یک کدون پایان)
- اپراتور طبق شکل بعد از راه انداز و قبل از ژن های تجزیه کنندهٔ لاکتوز قرار دارد
- برای تجزیه لاکتوز و استفاده از آن، وجود سه آنزیم الزامی است.
- راه انداز و اپراتور، تنظیم بیان همزمان سه ژن را بر عهده دارند
- اپراتور و مهارکننده در دنای هسته ای یوکاریوت ها وجود ندارند.
- mRNAحاصل از رونویسی ژن های مربوط به تجزیه لاکتوز را mRNA چند ژنی می گویند زیرا محصول چند ژن است.

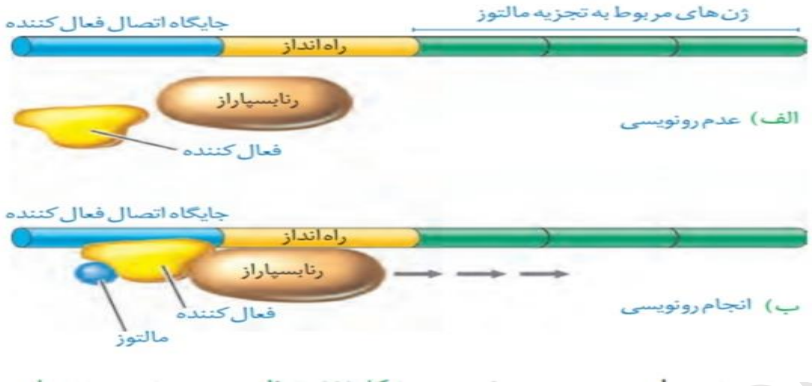
تنظیم مثبت رونویسی

شرایط ایجاد : حضور مالتوز – عدم حضور گلوکز

نوع بیان ژن:
- روشن شدن ژن های مربوط به ساخت آنزیم های تجزیه مالتوز
- خاموش شدن یا عدم ساخت آنزیم ها در صورت وجود گلوکز یا عدم حضور مالتوز

نحوه عمل:
- اتصال مالتوز به پروتئینی به نام فعال کننده
- درنتیجه اتصال فعال کننده مالتوز به جایگاه فعال کننده (کمی قبل از راه انداز)
- کمک به رنابسپاراز برای اتصال به راه انداز و انجام رونویسی

گروه زیست شناسی سیستان و بلوچستان



نکات تکمیلی:

- مالتوز یک دی ساکارید است.

آب + مالتوز ⟹ گلوکز + گلوکز

- در تنظیم مثبت رونویسی پروتئین هایی به نام فعال کننده وجود دارند که با اتصال به جایگاه فعال کننده، موجب اتصال رنابسپاراز به راه انداز و شروع رونویسی می شوند.
- جایگاه اتصال فعال کننده نوعی توالی تنظیمی است و قبل از راه انداز قرار دارد و رونویسی نمی شود.
- راه انداز ژن های آنزیم های تجزیه کنندهٔ مالتوز، برخلاف راه انداز ژن های تجزیه کنندهٔ لاکتوز، در مجاورت محل شروع رونویسی است.
- برای تجزیه مالتوز همانند لاکتوز، حضور سه آنزیم الزامی است که تولید آنها، تحت کنترل یک رنای پیک سه ژنی است.
- جایگاه اتصال فعال کننده و راه انداز، بیان هم زمان سه ژن مربوط به تجزیهٔ مالتوز را کنترل می کنند.
- اپران سه ژنی در تنظیم مثبت مالتوز فاقد اپراتور است.
- در غیاب مالتوز، هیچ پروتئینی به توالی تنظیمی ژن های مربوط به تجزیهٔ مالتوز متصل نیست. اما در غیاب لاکتوز، پروتئین مهار کننده به بخش تنظیمی ژن های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز متصل می شود.
- فعال کننده برخلاف مهارکننده، زمانی می تواند به دنا متصل شود که نوعی دی ساکارید به آن متصل باشد.
- تا قبل از اتصال فعال کننده به جایگاه اتصال فعال کننده، رنا بسپاراز به راه انداز متصل نمی شود.
- در تنظیم مثبت پروکاریوت ها، رناپسپاراز همانند یوکاریوت ها نمی تواند به تنهایی به راه انداز متصل شود.

گروه زیست شناسی دبیرستان بلوچستان

مقایسه اپران لک (لاکتوز) و اپران مالتوز		
باکتری اشرشیا کلای	اپران لک (تنظیم منفی رونویسی)	اپران مالتوز (تنظیم مثبت رونویسی)
تعداد ژن	۳	۳
تعداد جایگاه آغاز رونویسی	۱	۱
تعداد جایگاه پایان رونویسی	۱	۱
تعداد رنای پیک یا mRNA	۱	۱
تعداد کدون آغاز	۳	۳
تعداد کدون پایان	۳	۳
نقش پروتئین در شناساندن راه انداز به رنابسپاراز	-	+
محل اتصال پروتئین تنظیمی به دنا	بعد از راه انداز	قبل از راه انداز
فاصله بین راه انداز و ژن	وجود ندارد	وجود دارد
تعداد رشته پلی پپتید	۳	۳

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 برای آن که یاخته نسبت به ماده ای واکنش نشان دهد، آن ماده باید به طریقی از غشاها عبور کند و ژن ها را تحت تاثیر قرار دهد.
- در یاخته های یوکاریوتی، بیشتر ژن ها در هسته و برخی در راکیزه (میتوکندری) دیسه ها (کلروپلاست) قرار دارند. در هر یک از محل ها ، یاخته می تواند بر بیان ژن نظارت داشته باشد.
- تنظیم بیان ژن می تواند در مراحل متعددی انجام شود.

نکته: در یوکاریوت ها بدلیل دارا بودن غشای هسته تنظیم بیان ژن در مراحل بیشتری نسبت به پروکاریوت های انجام می شود.

تنظیم بیان ژن در مرحله ی رونویسی

- در یوکاریوت ها مانند پروکاریوت ها ، رونویسی با پیوستن رنابسپاراز به راه انداز آغاز می شود.

نکته مهم: در یوکاریوت ها رنابسپاراز نمی تواند به تنهایی راه انداز را شناسایی کند.

- برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین هایی به نام عوامل رونویسی هستند.

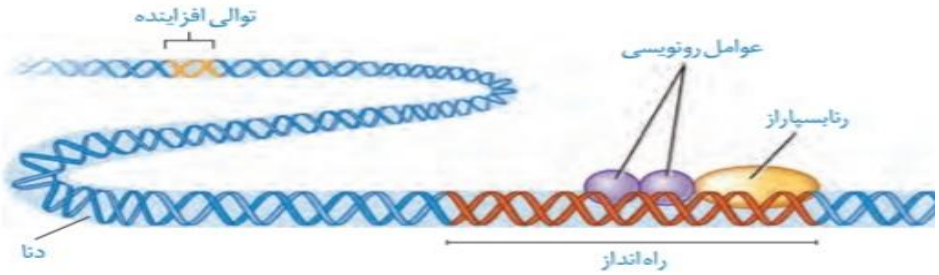
عوامل رونویسی

برای اتصال رنابسپاراز به راه انداز ضروری هستند.

به نواحی خاصی از راه انداز متصل می شوند و سبب هدایت رنابسپاراز به راه انداز می شوند.

الف. متصل به راه انداز در اثر عواملی تمایل پیوستن این پروتئین ها به راه انداز تغییر می کند.

در اثر این تغییر مقدار رونویسی از ژن نیز تغییر می کند.



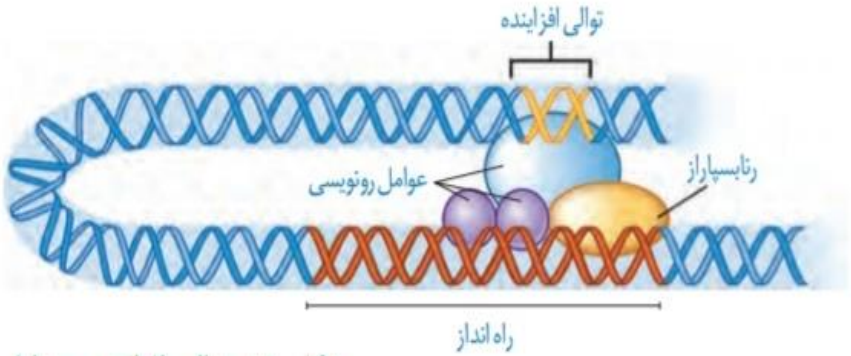
این عوامل با توالی افزاینده که متفاوت از راه انداز است متصل می شوند.

با ایجاد خمیدگی در دنا توالی افزاینده و عوامل متصل به آن در کنار راه انداز و عوامل متصل به آن قرار می گیرند.

ب) متصل به توالی افزاینده این اجتماع عوامل سبب افزایش سرعت رونویسی می شود.

توالی افزاینده ممکن است در فاصله دوری از راه انداز باشد.

عوامل متصل به افزاینده می توانند بر مقدار و سرعت رونویسی موثر باشند.



شکل ۱۹ـ توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن

نکات تکمیلی:

- تنظیم مثبت رونویسی در پروکاریوت ها از نظر نیاز رنابسپاراز به عواملی برای اتصال به راه انداز مشابه تنظیم رونویسی در یوکاریوت هاست.
- در صورت عدم ایفای نقش توسط توالی افزاینده، رونویسی انجام می شود منتها با سرعت کم! اینگونه نیست که رونویسی صورت نگیرد.
- عوامل رونویسی فقط در یاخته های یوکاریوتی وجود دارند و در باکتری ها دیده نمی شوند.
- طبق کتاب درسی توالی افزاینده فقط در یاخته های یوکاریوتی وجود دارد. جایگاه اتصال فعال کننده و اپراتور نیز فقط در یاخته های پروکاریوتی وجود دارند. همهٔ این توالی ها، بخشی از دنا می باشند و از دئوکسی ریبونوکلئوتید ساخته شده اند.
- راه انداز و توالی افزاینده رونویسی نمی شوند.
- مونومرهای سازنده عوامل رونویسی، RNAپلی مراز و پروتئین مهارکننده، آمینواسید و مونومرهای سازنده توالی افزاینده و راه انداز، دئوکسی ریبونوکلئوتید است
- در یوکاریوت ها به علت جدایی محل انجام رونویسی از ترجمه، فرصت بیشتری برای تنظیم بیان ژن وجود دارد
- در یوکاریوت ها علاوه بر راه انداز، توالی های دیگری از DNA نیز در رونویسی دخالت دارند مانند (توالی افزاینده.)

گروه زیست شناسی سیستان و بلوچستان

تنظیم بیان ژن در مراحل غیر رونویسی

پیش از رونویسی

- می تواند در سطح فام تنی انجام شود
- به طور معمول مناطق فشرده فام تن کمتر در دسترس رنابسپاراز قرار می گیرند.
- بنابراین با تغییر در میزان فشردگی فام تن دسترسی رنابسپاراز به ژن مورد نظر تغییر می کند .

پس از رونویسی

استفاده از رناهای کوچک

- این کار با اتصال برخی رناهای کوچک به رنای پیک انجام می شود.
- با این اتصال ریبوزوم (رناتن) متوقف و عمل ترجمه اتمام می یابد.
- رنای پیک ساخته شده پس از مدتی تجزیه می شود .

تغییر طول عمر رنای پیک

- برای مثال با افزایش طول عمر رنای پیک میزان محصول افزایش می یابد.
- این فرایندها در میزان پروتئین سازی موثر هستند.

گروه زیست شناسی استان سیستان و بلوچستان