جزوه سطح A (نکات مهم تر) پس از تدریس در کلاس حضوری یا مجازی در صفحات پایان گفتار نوشته خواهد شد

فصل دوم – جریان اطلاعات در یاخته

- بیماری کم خونی داسی شکل: نوعی بیماری وراثتی با الگوی غیرجنسی نهفته.

دلیل این بیماری:

جهش ژنی(فقط یک جفت از هزاران جفت نوکلئوتید موجود در DNA تغییر یافته است).

با این تغییر جزئی در ژن، پروتئین هموگلوبینی ساخته می شود که غیرطبیعی است به گونه ای که شکل گلبول قرمز به داس شبیه می شود. این شکل خاص سبب می شود گلبول های قرمز در هم گیر کرده و به هم بچسبند و مسیر رگ را مسدود کنند.

✓ در نوار قلب مبتلایان به بیماری کم خونی داسی شکل، احتمال کاهش ارتفاع QRS زیاد است، زیرا با انسداد احتمالی رگ های کرونری، سکته قلبی رخ می دهد.

- نتیجه گیری: بین یک نقص ژنی و نقص در پروتئین ارتباط وجود دارد.

✓ همه ژن ها (کل اطلاعات وراثتی) درون همه یاخته های هسته دار بدن فرد وجود دارند، اما اطلاعات هر ژن فقط در بعضی یاخته ها استفاده می شود (یاخته هایی که به محصول ژن نیاز دارند). در سایر یاخته ها، ژن خاموش است. مثلاً ژن پپسینوژن فقط در یاخته های اصلی غدد معده روشن (بیان) می شود.

گفتار یکم – رونویسی RNA از روی DNA (روشن شدن ژن):

- اگر DNA را نوعی زبان در نظر بگیریم، 4 حرف الفبا در آن وجود دارد:
آدنین – گوانین – سیتوزین و تیمین.
- اگر پروتئین را نوعی زبان در نظر بگیریم، 20 حرف الفبا در آن وجود دارد: 20 نوع آمینواسید.
- در فرآیند پروتئین سازی (ترجمه) ، اطلاعات از زبان DNA به زبان پروتئین ترجمه می شود، اما تعداد حروف الفبا در این دو زبان برابر نیست.

- برای آنکه همه آمینواسیدها دارای رمز در DNA باشند، باید رمزها سه حرفی باشند یعنی هر 3 عدد نوکلئوتید پشت سرهم به معنی یک آمینواسید باشد مثلاً:
رمز AAA در DNA ، به این معنی است که آمینواسید فنیل آلانین در رشته پلی پپتیدی به کار رود.

✓ با فرمول M^n می توان محاسبه کرد که با M نوع بازآلی چند رمز n حرفی می توان ساخت
مثلاً با 4 نوع باز آلی، 64 رمز سه حرفی می توان ساخت.

- چرا به مولکول DNA ، مولکول میانجی می گویند؟ در یوکاریت ها، DNA درون هسته محصور شده و بیرون نمی رود . از طرف دیگر رناتن (ریبوزوم) ها خارج از هسته و در سیتوپلاسم قرار دارند. پس باید یک مولکول میانجی، اطلاعات را از هسته گرفته و به رناتن (ریبوزوم) ها در سیتوپلاسم برساند تا با کمک این اطلاعات، رناتن (ریبوزوم) ها، پروتئین بسازند.

- عمل رونویسی: ساخته شدن مولکول RNA از روی بخشی از یک رشته DNA .
✓ در عمل همانندسازی، هر دو رشته DNA به عنوان الگو هستند اما در عمل رونویسی یک ژن، فقط یک رشته، به عنوان الگو است.

- هنگام رونویسی، نوکلئوتید یوراسیل دار در برابر نوکلئوتید آدنین دار به کار می رود.

- عمل رونویسی درون هسته یوکاریوت ها، توسط سه نوع آنزیم RNA پلی مراز (رنا بسپاراز) انجام می شود (I و II وIII) .
اما در پروکاریوت ها، میتوکندری ها و کلروپلاست ها فقط یک نوع RNA پلی مراز وجود دارد.

- هنگام رونویسی، شبیه همانندسازی ، در برابر هر نوکلئوتید، نوکلئوتید مکمل قرار می گیرد، با این تفاوت که در رونویسی T وجود ندارد و به جای آن U قرار می گیرد.

- ریبونوکلئوتیدهای شرکت کننده در RNA ، مکمل دئوکسی ریبونوکلئوتیدهای رشته الگوی DNA هستند.
- در هر چرخه کامل یافته ای ، همانندسازی DNA فقط یک بار انجام می شود،
اما رونویسی یک ژن بارها انجام می شود (از روی یک ژن، چندین RNA یکسان ساخته می شود).

- در پروکاریوت ها، همه RNA ها توسط یک نوع آنزیم RNA پلی مراز ساخته می شوند.
- درون هسته یوکاریوت ها هر نوع RNA توسط نوع خاصی از آنزیم RNA پلی مراز ساخته میشود:

rRNA توسط RNA پلی مراز I

mRNA توسط RNA پلیمر از II

tRNA توسط RNA پلی مراز III

- مراحل رونویسی : 1- آغاز 2- طویل شدن 3- پایان

- رونویسی ، یک فرآیند پیوسته است اما برای سهولت در توضیح، آن را در سه مرحله بیان می کنیم.

مهدی سبزی

مرحله آغاز رونویسی:

1- RNA پلی مراز ابتدای ژن را شناسایی می کند.

2- با شکستن پیوندهای هیدروژنی، دو رشته DNA را از هم جدا می کند (آنزیم RNA پلی مراز)

✓ این عمل RNA پلی مراز شبیه به هلیکاز در همانندسازی است.

3- آنزیم RNA پلی مراز، اولین نوکلئوتید مناسب را دقیقاً پیدا می کند (با کمک توالی راه انداز) و سپس رونویسی را از آنجا شروع می کند.

4- در برابر هر نوکلئوتید رشته DNA الگو، نوکلئوتید مکمل را قرار می دهد و سپس آن را به نوکلئوتید قبلی وصل می کند (با پیوند فسفودی استر).

✓ آنزیم RNA پلی مراز می تواند :

الف- پیوندهای هیدروژنی را بشکند. ب- پیوند فسفودی استر ایجاد کند.

✓ هنگام عمل رونویسی، بین رشته DNA الگو و RNA در حال ساخت، پیوندهای هیدروژنی تشکیل می شود، به همین منظور باید دو رشته DNA از یکدیگر جدا شوند، تا رشته الگو بتواند به RNA در حال ساخت وصل شود.

- راه انداز: توالی های نوکلئوتیدی قبل از شروع ژن که محل و جهت صحیح شروع عمل رونویسی را تعیین می کند (فود راه انداز، رونویسی نمی شود).

- در مرحله آغاز رونویسی، زنجیره کوتاهی از RNA ساخته می شود.

✓ ساخته شدن RNA نوعی واکنش سنتز آبدهی است، پس با مصرف انرژی زیستی، تولید آب و کاهش فشار اسمزی همراه است.

- هر چهار نوع RNA پس از تولید، دچار تغییراتی می شود.

مرحله طویل شدن:

- آنزیم RNA پلی مراز روی DNA حرکت کرده و به تدریج با شکستن پیوندهای هیدروژنی، دو رشته DNA را جدا می کند و همزمان نوکلئوتیدهای جدید را به RNA در حال ساخت اضافه می کند، پس به تدریج RNA طویل تر می شود.
- حباب رونویسی: منطقه ای که دو رشته DNA از هم باز شده و رونویسی در حال انجام است.

- پس از عبور RNA پلی مراز از یک نقطه، چند نوکلئوتید عقب تر از آن نقطه ، RNA از رشته الگوی DNA جدا می شود و دو رشته DNA مجدداً به یکدیگر متصل می شوند (با پیوندهای هیدروژنی).
- ✓ دقت شود که در رونویسی، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته DNA ابتدا شکسته و سپس مجدداً تشکیل می شوند، اما پیوندهای هیدروژنی بین RNA و رشته الگوی DNA ، ابتدا تشکیل و سپس شکسته می شوند.

مرحله پایان:

- جایگاه پایان رونویسی، توالی ویژه ای در انتهای ژن که در آن ،آنزیم RNA پلی مراز از RNA و DNA جدا می شود.
همچنین RNA نیز از DNA جدا شده و دو رشته DNA مجدداً به هم وصل می شوند.
- **ژن:** بخشی از مولکول DNA دو رشته ای که اطلاعات مربوط به یک مولکول RNA در آن ذخیره شده است.
- در یک مولکول DNA ، هزاران ژن پشت سر هم قرار دارند.

- در هر ژن، فقط یکی از دو رشته DNA مورد رونویسی قرار می گیرد. ممکن است برای یک ژن، رشته DNA مورد رونویسی با ژن دیگر متفاوت باشد.

- رشته الگو: رشته ای که توسط RNA پلی مراز رونویسی می شود.
RNA حاصل مکمل رشته الگو است.

- رشته رمزگزار: رشته ای از ژن که مورد رونویسی قرار نمی گیرد و توالی نوکلئوتیدی آن شبیه RNA است با این تفاوت که در رشته رمزگزار تیمین وجود دارد و در RNA به جای آن یوراسیل.

- رشته های الگو و رمزگزار همان دو رشته DNA هستند پس قند موجود در آنها دئوکسی ریبوز است اما در RNA حاصل، قند ریبوز وجود دارد.

- تغییرات RNA: بسیاری از RNA ها ، قبل از استفاده ، دستخوش تغییراتی می شوند تا بتوانند وظیفه خاص خود را انجام دهند
(RNA ساخته شده در هسته، با RNA فعال در سیتوپلاسم تفاوت دارد).

- دو نوع تغییر در mRNA:

الف- افزوده شدن بخشی هایی به ابتدا و انتهای RNA .

ب- پیرایش که در طی آن بخش هایی از mRNA حذف شده و سایر بخش ها به یکدیگر متصل می شوند (پس می توان گفت که در طی پیرایش، طول mRNA کوتاه تر می شود).

- کشف پیرایش: دانشمندان mRNA درون سیتوپلاسم را در کنار رشته DNA الگوی مربوطه قرار دادند، مشاهده کردند که بخش هایی با هم مکمل هستند اما بخش هایی از رشته الگو، بدون مکمل می مانند (این بخش های رشته الگوی DNA به صورت حلقه هایی بیرون قرار می گیرند).
- در واقع مکمل بخش های حلقه ای فوق الذکر، در نسخه اولیه mRNA وجود داشته اند اما با عمل پیرایش، حذف شده اند (پس با عمل پیرایش، طول mRNA ، کوتاه تر می شود).

- میانه (اینترون): نواحی از مولکول DNA که رونوشت آن ها در mRNA حذف می شود.
- بیانه (اگزون): نواحی از مولکول DNA که رونوشت آن ها در mRNA باقی می ماند و حذف نمی شود.

- mRNA نابالغ یا اولیه: هم رونوشت میانه (اینترون) ها و هم رونوشت بیانه (اگزون) ها دارد.
- mRNA بالغ: فقط رونوشت بیانه (اگزون) ها را دارد، پس کوتاه تر است.
  - ✓ آنچه که توسط رناتن (ریبوزوم) ها، ترجمه می شود، mRNA بالغ است.

- ✓ mRNA نابالغ فقط درون هسته وجود دارد، اما mRNA بالغ را هم در هسته و هم در سیتوپلاسم، می توان یافت. چون محل انجام پیرایش، درون هسته است.

- ✓ حذف رونوشت های میانه (اینترون) با شکسته شدن پیوندهای فسفودی استر انجام می شود سپس رونوشت های بیانه (اگزون) با پیوندهای فسفودی استر به یکدیگر وصل می شوند.

- ✓ میانه (اینترون) و بیانه (اگزون) دارای قنددئوکسی ریبوز و تیمین هستند و دو رشته ای می باشند چون از جنس DNA هستند
  اما رونوشت میانه (اینترون) و رونوشت بیانه (اگزون) از جنس RNA هستند پس تک رشته ای بوده و دارای قند ریبوز و یوراسیل می باشند.

- همه یاخته های پیکری بدن انسان در نتیجه تقسیم رشتمان (میتوز) ایجاد شده اند، پس ماده وراثتی همه آنها یکسان است (همهٔ ژن ها را دارند).
- گیرنده های آنتی ژن از جنس پروتئین هستند و در سطح خارجی غشاء لنفوسیت ها قرار دارند.

- لنفوسیت ها می توانند بی نهایت نوع گیرنده آنتی ژن را با اطلاعات ژن های یکسانی بسازند، چون می توانند mRNA نابالغ را به صورت های مختلف، پیرایش کنند
  (یعنی چندین نوع mRNA بالغ را از یک نوع mRNA نابالغ به وجود آورند با ترجمه این mRNA های بالغ مختلف، پلی پپتیدی های متنوعی ساخته می شود)

- برای افزایش تنوع در محصولات ژن، ممکن است بخش های بیانه (اگزون) یک رونوشت به بخش هایی از بیانه (اگزون)های رونوشت دیگر وصل شوند.

- ✓ در هر ژن (اگر بیانه و میانه وجود داشته باشد)، همیشه ابتدا و انتها، بیانه (اگزون) است و همیشه بیانه (اگزون) ها و میانه (اینترون) ها به صورت یک در میان قرار گرفته اند.
  (همیشه تعداد بیانه (اگزون) یک عدد بیشتر از تعداد میانه (اینترون) است).

✓ اگر تعداد میانه (اینترون) ها برابر n باشد، تعداد بیانه (اگزون) ها n+1 می باشد و در هنگام پیرایش 2n پیوند فسفودی استر شکسته می شود و n پیوند فسفودی استر تشکیل می شود.

- اندازه رونوشت میانه (اینترون) ممکن است بخش عمده mRNA نابالغ را شامل شود.

- سه فایده وجود میانه (اینترون) ها:

الف- کاهش آسیب ناشی از جهش

(اگر جهش در میانه آسیب رخ دهد، تأثیری نخواهد داشت چون رونوشت میانه (اینترون) حذف می شود).

ب- افزایش تنوع در محصولات

(چون با پیرایش های متفاوت، mRNA های بالغ مختلفی به وجود می آید).

ج- تنظیم رونویسی و تنظیم تعداد رونوشت ها (با افزایش اندازه و تعداد میانه (اینترون) ها، رونویسی زمان بیشتری طول می کشد و در نتیجه محصول مازاد تولید نمی شود).

- اگر به محصول یک ژن، نیاز شدیدی وجود داشته باشد، رونویسی از آن ژن، بیشتر انجام می شود.

مثال: ژن های سازنده rRNA در یاخته های تازه تقسیم شده به شدت رونویسی می شوند، به طوری که تعداد زیادی آنزیم RNA پلی مراز، ژن را رونویسی می کنند.

- ساختار پرمانند: هنگامی که چندین RNA پلی مراز همزمان، یک ژن را رونویسی می کنند چنین شکلی ایجاد می شود در مجاورت شروع ژن، طول RNA کوتاه است و به سمت انتهای ژن، RNA ها بلندتر می شوند چون بخش بیشتری از ژن ، رونویسی شده است.
- ساختار پرمانند را با میکروسکوپ الکترونی می توان مشاهده کرد.

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✵محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✵محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✵محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✵محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✵محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

گفتار دوم – به سوی پروتئین (ترجمه)

- اصلی ترین محصول ژن ها، پلی پپتیدها هستند.
- ژن ها با واسطه پروتئین ها، صفات را ایجاد می کنند
(یعنی اطلاعات یک ژن به شکل یک پروتئین نمود می یابد).

- **رمزه(کدون)**: به هر رمز سه نوکلئوتیدی در mRNA ، رمزه(کدون) می گویند.
- 64 نوع رمزه(کدون) وجود دارد:

الف- 61 نوع رمزه(کدون) مشخص کننده نوع آمینواسیدهایی هستند که در رشته پلی پپتیدی به کار می روند.

ب- سه نوع رمزه(کدون) به نام رمزه(کدون) های پایان که معرف هیچ آمینواسیدی نیستند.

- هنگام ترجمه(پروتئین سازی) ، هنگامی که رناتن (ریبوزوم) به رمزه(کدون) پایان می رسد، پروتئین سازی خاتمه می یابد.

- رمزه(کدون) ها، عمومی هستند یعنی معنی هر رمزه(کدون) در همه موجودات زنده یکسان است مثلاً رمزه(کدون) AUG در همه موجودات زنده به معنی آمینواسید متیونین است.

- رمزه(کدون) های پایان عبارتند از UAA و UAG و UGA
(به رمزه های پایان، رمزه های بی معنی نیز می گویند، چون هیچ آمینواسیدی را به رمز در نمی آورند).

- رمزه(کدون) شروع عبارت است از AUG
(همیشه پروتئین سازی از این رمزه(کدون) شروع می شود پس اولین آمینواسید همیشه متیونین است).

- ترجمه (پروتئین سازی) یعنی ساخته شدن رشته پلی پپتید بر اساس اطلاعات mRNA، توسط رناتن (ریبوزوم). در واقع رناتن، یکی یکی رمزه ها را می خواند و آمینواسید مربوط به هر رمزه را به زنجیره پلی پپتید، اضافه می کند.

- پروتئین سازی مجموعه ای از واکنش های سنتز آبدهی است (مصرف ATP ، تولید آب و کاهش فشاراسمزی).
- دقت شود که انرژی لازم برای تولید پروتئین از ATP و سایر مولکول های پرانرژی به دست می آید.

---

tRNA (RNA ناقل) :

- نوعی RNA که وظیفه حمل آمینواسیدها در هنگام پروتئین سازی را بر عهده دارد.

- tRNA پس از تولید (پس از رونویسی) دچار تغییرات زیر می شود (ساختارهای مختلف طی این تغییرات ایجاد می شوند. ساختار نهایی و فعال tRNA به شکل ⊥ می باشد):

الف- پس از رونویسی ، که tRNA تک رشته ای است، روی خودش تا می خورد و ساختاری شبیه برگ شبدر به نام ساختار سنجاق سر تولید می کند (که غیرفعال است).

ب- ساختار سنجاق سر، تا خودرگی های بیشتری پیدا می کند تا ساختار سه بعدی یا ⊥ شکل ایجاد شود.

- در ساختار ⊥ شکل دو بخش از بقیه مهم تر هستند:

الف- محل اتصال آمینواسید (توالی CCA)

ب- توالی پادرمزه(آنتی کدون) که یک توالی سه نوکلئوتیدی بوده و مکمل یک نوع رمزه(کدون) است.

- هنگام ترجمه، بین رمزه(کدون) و پادرمزه(آنتی کدون) مکمل آن، پیوندهای هیدروژنی ایجاد می شود. این موضوع سبب می شود تا آمینواسید صحیح به کار رود.

✓ مجموعاً 61 نوع tRNA وجود دارد که تفاوت آنها فقط در پادرمزه(آنتی کدون) آنهاست. رناهای ناقل به جز در ناحیه پادرمزه، در سایر بخش هایشان توالی های مشابهی دارند.

- برای سه رمزه(کدون) پایان، موارد زیر وجود ندارد: پادرمزه(آنتی کدون) – آمینواسید– tRNA

- 61 نوع tRNA برای حمل 20 نوع آمینواسید وجود دارند،
پس چند نوع tRNA می توانند یک نوع آمینواسید را حمل کنند.

- در همه یاخته ها، آنزیم هایی وجود دارند که با توجه به پادرمزه(آنتی کدون) خاص tRNA ، آمینواسید مناسب را به tRNA ، متصل می کند
(اتصال آمینواسید به tRNA با پیوند کووالان، واکنش سنتزآبدهی و مصرف انرژی انجام می شود).

- رمزه(کدون) آغاز AUG است.
پادرمزه(آنتی کدون) شروع UAC است.
آمینو اسید شروع متیونین است.

- ساختار رناتن (ریبوزوم):
هر رناتن (ریبوزوم) از دو زیر واحد بزرگ و کوچک ایجاد شده است.
هر کدام از زیرواحدها از مولکول های rRNA و پروتئین ساخته شده اند.

- رناتن (ریبوزوم) در تولید پلی پپتید نقش اساسی دارد.
- rRNA موجود در ساختار رناتن (ریبوزوم)، خاصیت آنزیمی دارد و هنگام پروتئین سازی، بین آمینواسیدها، پیوند پپتیدی ایجاد می کند.

- با فعالیت آنزیمی rRNA ، آب تولید می شود چون تشکیل پیوند پپتیدی نوعی واکنش سنتزآبدهی است (همراه با مصرف ATP)

- هر رناتن (ریبوزوم) کامل، دارای سه جایگاه A و P و E است .
در جایگاه های A و P ، tRNA هایی قرار دارند که آمینواسید به آنها وصل است،
اما در جایگاه E ، tRNA فاقد آمینواسید قرار دارد.

مهدی سبزی

- مراحل ترجمه (پروتئین سازی) : الف- آغاز ب- طویل شدن (ادامه) ج- پایان

هنگامی که پروتئین ساخته نمی شود، دو زیر واحد رناتن (ریبوزوم) از یکدیگر جدا هستند.

الف- مرحله آغاز:

بخش هایی از mRNA، زیر واحد کوچک رناتن (ریبوزوم) را به سمت رمزه آغاز هدایت می کنند.

پس از اتصال زیرواحد کوچک به ابتدای mRNA ، زیرواحد بزرگ نیز به آنها اضافه می شود تا ساختار رناتن کامل شود.

- ✓ در مرحله آغاز، tRNA اول که حاوی آنتی کدون UAC و حامل آمینواسید متیونین است، جایگاه P را اشغال می کند اما در جایگاه های A و E هیچ آنتی کدون و tRNA وجود ندارد.

- ✓ tRNA آغازگر هیچگاه به جایگاه A وارد نمی شود. این tRNA به جایگاه P وارد شده و سپس از جایگاه E خارج می شود.

- ✓ پادرمزه(آنتی کدون) آغاز همانند tRNA آغازگر هیچگاه به جایگاه A وارد نمی شود.

ب- مرحله طویل شدن :

tRNA های مختلف ممکن است به جایگاه A وارد شوند اما فقط tRNA که پادرمزه(آنتی کدون) آن مکمل رمزه(کدون) موجود در جایگاه A است، در آنجا مستقر می شود

(با تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین رمزهو پادرمزه).

اگر رمزه(کدون) و پادرمزه(آنتی کدون) مکمل نباشند، tRNAجایگاه A را ترک می کند.

- پس از استقرار tRNA دوم در جایگاه A (از مرحله آغاز هم tRNA اول در جایگاه P قرار گرفته بود)، آمینواسید اول از tRNA اول جدا شده و به آمینواسید دوم (که به tRNA دوم در جایگاه A وصل است) ، متصل می شود (با پیوند پپتیدی).

✓ پس می توان نتیجه گرفت:

الف- در جایگاه A ، tRNA حتماً به آمینواسید وصل است.

ب- در جایگاه P ، tRNA ممکن است به آمینواسید وصل باشد یا نباشد.

ج-در جایگاه E ، tRNA حتماً بدون آمینواسید است.

- پس از تشکیل پیوند پپتیدی، جا به جایی رخ می دهد، یعنی رناتن (ریبوزوم) به اندازه یک رمزه(کدون) روی mRNA حرکت می کند

(جهت حرکت از سمت رمزه(کدون) آغاز به سمت رمزه(کدون) پایان است).

✓ با اولین جا به جایی، موارد زیر از جایگاه P به جایگاه E می روند:

رمزه(کدون) آغاز – tRNA آغاز – اولین پادرمزه(آنتی کدون)

✓ با اولین جا به جایی، موارد زیر از جایگاه A به جایگاه P می روند:

رمزه(کدون) دوم – tRNA دوم – دومین پادرمزه(آنتی کدون) و یک دی پپتید که شامل آمینواسیدهای اول و دوم است.

✓ با اولین جا به جایی، رمزه(کدون) شماره 3 به جایگاه A وارد می شود

(دقت شود که هنوز tRNA سوم در مقابل کدون سوم قرار ندارد).

✓ با جا به جایی n ام :

الف- رمزه(کدون) شماره n به جایگاه E وارد می شود.

ب- رمزه(کدون) شماره n+1 به جایگاه P وارد می شود.

ج- رمزه(کدون) شماره n+2 به جایگاه A وارد می شود.

مهدی سنجری

✓ اگر تعداد رمزه(کدون) ها n باشد:
تعداد آمینواسیدها n-1 خواهد بود چون برای رمزه(کدون) پایان، آمینواسیدی وجود ندارد (تعداد tRNA ، تعداد آمینواسید و تعداد پادرمزه(آنتی کدون) برابر هستند).

✓ اگر تعداد رمزه(کدون) ها n باشد: تعداد دفعات جا به جایی n-2 خواهد بود.

ج- مرحله پایانی:

- اگر یکی از رمزه(کدون) های پایان (UAA یا UAG یا UGA) به جایگاه A وارد شوند، مرحله پایان شروع می شود.
- برای رمزه(کدون) های پایان، tRNA وجود ندارد، پس جایگاه A توسط عامل آزاد کننده اشغال می شود.
- **عوامل آزادکننده**: پروتئین هایی که فقط به جایگاه A وارد می شوند و سبب:
  1- جدا شدن زنجیره پلی پپتید از آخرین tRNA می شود.
  2- جدا شدن زیر واحدهای رناتن (ریبوزوم) از یکدیگر و آزاد شدن mRNA می شود.
- با تکرار سه مرحله گفته شده (الف و ب و ج)، نسخه های متعدد از یک نوع رشته پلی پپتید ساخته می شود.
- در هر محل از یافته که رناتن (ریبوزوم) وجود داشته باشد، امکان پروتئین سازی نیز وجود دارد.
- در پروتئین ساخته شده ، توالی های آمینواسیدی خاصی وجود دارد که پروتئین را به مقصد خاصی هدایت می کند، که ممکن است شبکه آندوپلاسمی و دستگاه گلژی باشد که در این صورت به خارج یاخته ترشح می شود و ممکن است به اندامک هایی مثل واکوئل و لیزوزوم و میتوکندری و پلاست ها ارسال شود و یا در سیتوپلاسم باقی بماند.

- تنظیم سرعت و مقدار پروتئین سازی:
  بر اساس نیاز یاخته و بدن، سرعت و مقدار پروتئین سازی تنظیم می شود.

- اگر یاخته نیاز به پروتئین سازی شدید داشته باشد، mRNA به صورت همزمان توسط چندین رناتن (ریبوزوم)، ترجمه می شود، به این مجموعه رناتن (ریبوزوم) که روی یک عدد mRNA عمل ترجمه را انجام می دهند، پلی رناتن یا پلی زوم می گویند).

- در پروکاریوت ها (باکتری ها) طول عمر mRNA کوتاه است پس پیش از پایان رونویسی، ترجمه آغاز می شود،
  اما در یوکاریوت ها، عمر mRNA طولانی تر است چون ساز و کارهایی برای حفاظت از mRNA در برابر تخریب وجود دارد.

- پلی رناتن (پلی ریبوزوم) ظاهری شبیه به تسبیح دارد، دانه های تسبیح همان رناتن (ریبوزوم) ها هستند و mRNA شبیه یک نخ است.
- پلی رناتن (پلی ریبوزوم) هم در پروکاریوت ها و هم در یوکاریوت ها دیده می شود.

- یک مثال از عمر طولانی mRNA در یوکاریوت ها: در گلبول قرمز بالغ (فاقد هسته است، اما پروتئین سازی در آن ادامه دارد).

مهدی سبزی

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

گفتار سوم – تنظیم بیان ژن

- همه یاخته های پیکری بدن انسان از نظر اطلاعات ژنتیکی ، نوع ژن ها و تعداد فام تن (کروموزوم) های هسته، یکسان هستند، تفاوت در شکل و عمل این یاخته ها مربوط به این است که در هر نوع یاخته، چه ژن هایی روشن و یا خاموش باشند.

- **ژن روشن**: ژنی که از اطلاعات ذخیره شده در آن استفاده می شود (ژن بیان می شود).
- **ژن خاموش**: ژنی که از اطلاعات ذخیره شده در آن استفاده نمی شود (ژن بیان نمی شود).

- مدت و زمان روشن بودن یک ژن در یاخته های مختلف، ممکن است فرق داشته باشد.

- **فرآیند تنظیم بیان ژن**:
فرآیندهایی که تعیین می کنند که کدام ژن ها در چه هنگام و به چه میزان بیان شوند یا بیان نشوند (این فرآیندها، بسیار پیچیده هستند).

- **پدیده تمایز**: یک یاخته برای انجام دادن وظیفه خاصی، شکل و ساختار خاصی پیدا کند.

- تنظیم بیان ژن سبب می شود تا از یک یاخته، یاخته های مختلفی تمایز یابند
مثلاً تمایز یاخته های مختلف خونی از یاخته های بنیادی میلوییدی در مغز قرمز استخوان.

- محصولات ژن عبارتند از : 1- RNA 2- پروتئین.
با تغییر در فعالیت (بیان) ژن ، میزان این دو محصول نیز تغییر می کند.

مهدی سبزی

- **تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها:**

الف- تنظیم ممکن است در هر یک از مراحل ساخت RNA یا پروتئین انجام شود.

ب- معمولاً تنظیم در مرحله رونویسی انجام می شود.

ج-تنظیم بیان ژن ممکن است به شکل تغییر در پایداری RNA یا پروتئین انجام شود.

- **تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها:**

عواملی اتصال آنزیم RNA پلی مراز به توالی راه انداز و همچنین میزان فعالیت این آنزیم را کاهش یا افزایش می دهند که به ترتیب رونویسی از ژن را مهار یا تسهیل می کنند.

مثلاً با اتصال پروتئین مهارکننده به راه انداز، از عمل رونویسی ممانعت می شود.

- گلوکز نوعی مونوساکارید است.

لاکتوز نوعی دی ساکارید است.

استفاده از لاکتوز پیچیده تر از گلوکز بوده و به آنزیم های خاصی نیازمند است، پس باکتری ترجیح می دهد از گلوکز استفاده کند.

- آنزیم های مورد نیاز برای مصرف گلوکز و لاکتوز متفاوت هستند.

- در فقدان گلوکز، باکتری مجبور است از لاکتوز استفاده کند (باکتری اشرشیا کلای).

- هنگامی که در محیط باکتری، گلوکز وجود دارد و یا لاکتوز وجود ندارد، باید تولید آنزیم های تجزیه کننده لاکتوز، کاهش یابد یا متوقف شود.

- در صورتیکه در محیط باکتری لاکتوز وجود داشته باشد اما گلوکز نباشد، باید تولید آنزیم های تجزیه کننده لاکتوز افزایش یابد.

- انواع تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها: الف- تنظیم منفی ب- تنظیم مثبت

الف-تنظیم منفی رونویسی:

- در شروع رونویسی، آنزیم RNA پلی مراز به توالی راه انداز می چسبد و سپس شروع به حرکت کرده و رونویسی را انجام می دهد.
اگر مانعی در سر راه این آنزیم وجود داشته باشد، رونویسی انجام نمی شود (تنظیم منفی).

- **اپراتور**: یک توالی که بین راه انداز و ژن ها قرار گرفته است
(اپراتور محلی است که پروتئین مهارکننده به آنجا متصل شده و مانع عمل رونویسی می شود).

✓ راه انداز ، اپراتور، جایگاه اتصال فعال کننده، توالی افزاینده و ژن های ساختاری از جنس DNA هستند پس ویژگی های عمومی مولکول DNA را دارند:
مارپیچ دو رشته ای – وجود تیمین – قند دئوکسی ریبوز – وجود پیوند های فسفو دی استر بین نوکلئوتیدهای یک رشته – وجود پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای مقابل در دو رشته – همانندسازی توسط دناپلیمراز، هلیکاز و سایر آنزیم ها و ...

✓ فعال کننده، دنابسپاراز، عوامل رونویسی، مهارکننده و رنابسپاراز از جنس پروتئین هستند پس ویژگی های عمومی پروتئین ها را دارند:
واحدهای تشکیل دهنده آنها آمینواسیدها هستند – وجود پیوندهای پپتیدی و هیدروژنی در همه آنها و ...

- اگر پروتئین مهارکننده به اپراتور وصل شود، ژن ها خاموش می شوند،
اما اگر جدا شود، ژن ها رونویسی می شوند.

- ژن های مربوط به تجزیه لاکتوز سه عدد هستند که همگی تحت کنترل یک اپراتور و یک راه انداز می باشند، پس روشن یا خاموش شدن این سه ژن، همزمان انجام می شود.

- اگر در محیط باکتری لاکتوز وجود داشته باشد، لاکتوز به پروتئین مهارکننده چسبیده و سبب تغییر شکل آن می شود، در نتیجه مهارکننده از اپراتور جدا شده و RNA پلی مراز، رونویسی را شروع می کند.
(همچنین لاکتوز، مانع اتصال مهارکننده به اپراتور می شود).

- ✓ این سه ژن (تجزیه لاکتوز) همزمان رونویسی می شوند پس یک مولکول mRNA ساخته می شود که اطلاعات سه ژن را دارد (mRNA سه ژنی) .
با ترجمه این mRNA ، سه زنجیره پلی پپتیدی ساخته می شود.

- ✓ در این mRNA سه ژنی موارد زیر وجود دارد:
الف- فقط سه عدد رمزه آغاز
ب- فقط سه عدد رمزه پایان
ج- حداقل سه رمزهAUG
(چون ممکن است علاوه بر سه کدون شروع، کدون های AUG دیگری نیز وجود داشته باشند)

ب- تنظیم مثبت رونویسی:

- پروتئین هایی به نام فعال کننده به رنابسپاراز (RNA پلی مراز) کمک می کنند تا بتواند به توالی راه انداز متصل شده و رونویسی را شروع کند.

- مثال: اگر قند مالتوز در محیط باکتری وجود داشته باشد، اشرشیا کلای، آنزی هایی را می سازد تا مالتوز را تجزیه کند (در عدم وجود مالتوز، این آنزیم ها ساخته نمی شوند).

- در حضور مالتوز در محیط باکتری، انواعی از پروتئین های فعال کننده به توالی های خاصی از DNA متصل می شوند، به این توالی ها، جایگاه اتصال فعال کننده می گویند.
پروتئین فعال کننده پس از اتصال به این جایگاه، به RNA پلی مراز کمک می کند تا به راه انداز وصل شده و رونویسی را شروع کند.

- ابتدا مالتوز به پروتئین فعال کننده می چسبد. این موضوع سبب می شود تا فعال کننده به جایگاه مربوطه وصل شود.

- ترتیب وقایع:

1- اتصال مالتوز به پروتئین فعال کننده

2- اتصال پروتئین فعال کننده به جایگاه

3- اتصال RNA پلی مراز به راه انداز

✓ راه انداز بین جایگاه اتصال فعال کننده و ژن ها قرار گرفته است (ترتیب مهم است).

✓ اپراتور بین راه انداز و ژن ها قرار گرفته است.

✓ جایگاه اتصال فعال کننده از جنس DNA است پس همه ویژگی های DNA را دارد (وجود تیمین و...)

- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها پیچیده تر است، به دلایل زیر:

الف- بیشترین ژن ها درون هسته قرار دارند و بعضی درون میتوکندری و کلروپلاست که باید به همه آنها نظارت شود.

ب- همه ژن ها درون غشاهایی محصور شده اند

(پوشش هسته – دو عدد غشا میتوکندری – دو عدد غشا کلروپلاست).

- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها در مراحل متعدد و بیشتری انجام می شود.

- در همه موجودات زنده (پروکاریوت ها و یورکایوت ها) ، رونویسی با پیوستن RNA پلی مراز به راه انداز شروع می شود.

با این تفاوت که در یوکاریوت ها، این آنزیم نمی تواند به تنهایی به راه انداز متصل شود و حضور عوامل رونویسی الزامی است.

- **عوامل رونویسی:**

از جنس پروتئین هستند و به نواحی خاصی از راه انداز متصل می شوند.
سپس آنزیم رنابسپاراز را به محل راه انداز هدایت می کنند.

- *تمایل پیوستن عوامل رونویسی به راه انداز، متغیر است و توسط عواملی تغییر می کند*
مثلاً توالی های راه انداز که برای ژن های مختلف در بخش های متفاوتی قرار دارند.
پس تمایل عوامل رونویسی برای پیوستن به راه اندازهای مختلف، متفاوت است.

- *توالی افزاینده : بخش هایی از DNA که ممکن است از راه انداز و ژن فاصله زیادی داشته باشند.*
گروه دیگری از عوامل رونویسی به توالی افزاینده متصل می شوند و در DNA ، خمیدگی ایجاد می کنند
تا عوامل رونویسی متصل به افزاینده در مجاورت عوامل رونویسی متصل به راه انداز قرار گیرند.
این مجاورت سبب می شود، سرعت رونویسی و در نتیجه مقدار رونویسی افزایش یابد.

- *عوامل رونویسی که به راه انداز متصل می شوند با عامل رونویسی که به افزاینده وصل می شوند تفاوت دارند اما همه از جنس پروتئین هستند.*

✓ *در یوکاریوت ها اتصال عوامل رونویسی(دی مر) به راه انداز الزامی است*
اما اتصال عامل رونویسی(مونومر) به افزاینده ، ممکن است انجام شود.

✓ DNA به گونه ای خمیده می شود که عامل رونویسی متصل به افزاینده ، هم با RNA پلی مراز و هم با عوامل رونویسی متصل به راه انداز، تماس مستقیم داشته باشند.

- *در یوکاریوت ها، تنظیم بیان ژن ممکن است در مراحلی به جز رونویسی انجام شود*
(قبل یا بعد از رونویسی)

روش های تنظیم غیررونویسی :

الف- RNA های کوچک : این RNA های کوچک به mRNA متصل می شوند تا از عمل ترجمه توسط رناتن (ریبوزوم) جلوگیری کنند (در پی توقف ترجمه، پس از مدتی mRNA تجزیه می شود).

ب- تغییر فشردگی فام تن (کروموزوم):
هر نقطه از فام تن (کروموزوم) که فشرده تر باشد، دسترسی RNA پلی مراز به آنجا کمتر است.
از این موضوع برای تنظیم بیان ژن استفاده می شود.

ج- نقش میانه (اینترون) ها:
با افزایش طول و تعداد میانه (اینترون) ها، زمان پروتئین سازی بیشتر می شود.

د- طول عمر mRNA :
با افزایش طول عمر mRNA ، میزان محصول پروتئینی هم بیشتر می شود.

علاوه بر موارد فوق ، روش های دیگری نیز وجود دارند که نحوه عمل بسیاری از آنها مشخص نیست.

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری