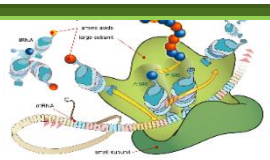


در فرایند رونویسی از روی توالی های **DNA** ، **RNA** ساخته می شود که هر دو از نوکلئوتید تشکیل شده اند . ولی در ساختار پلی پپتیدها ، آمینواسید وجود دارد .

به ساخته شدن پلی پپتید از روی اطلاعات رنای پیک ، ترجمه گفته می شود .

عوامل مورد نیاز برای ترجمه

۱ – ژن **۲– رونوشت ژن**(mRNA) **۳– ریبوزوم** **۴–** tRNA

۵– آمینواسید **۶– آنزیم ها و عوامل پروتئینی** **۷– انرژی**

tRNA یا رنای ناقل :

- این نوع رنا نیز طی فرآیند **رونویسی** به طور مستقیم از روی قسمتی از دنا به نام **ژن tRNA** رونویسی می شود .
- در **پروکاریوتهاآنزیم رنابسپاراز** و در **یوکاریوتها رنا بسپاراز ۳** از روی ژن رونویسی را انجام می دهد.
- در یوکاریوتها در هسته تولید، سپس از منافذ هسته عبور کرده و در سیتوپلاسم فعالیت می کند.(محل تولید و فعالیت در دومکان)
- در پروکاریوتها در سیتوپلاسم تولید و در سیتوپلاسم نیز فعالیت می کند(فعالیت در یک مکان).
- پس از رونویسی دچار تغییراتی می شود تا نهایتاً به شکل سه بعدی و فعال در آید.
- **تک رشته ایست** اما برای رسیدن به ساختار نهایی ، نوکلئوتیدهایی که **مکمل** هستند می توانند با یکدیگر پیوند هیدروژنی برقرار کنند و به همین علت رنای تک رشته ای در بعضی قسمت ها روی خود، تا می خورد و به ظاهر به صورت دورشته ای دیده می شود .

❖ در تا خوردگی اولیه که پیوندهای هیدروژنی تشکیل شده است در ساختار آن :

✓ ۴ساقه ، ۳ حلقه و یک بخش اضافی کوچک دیده می شود به عبارتی در این ساختار ۳ بازوی کامل (۳ ساقه و ۳ حلقه) و یک ساقه پذیرنده وجود دارد.

✓ ساقه ها بخش هایی هستند که بین **بازها**،بر اساس رابطه مکملی پیوند هیدروژنی برقرار شده است و در حلقه ها به دلیل عدم وجودِ رابطهٔ مکملی بین بازها ، پیوند هیدروژنی وجود ندارد.

✓ در این ساختار، که به آن ساختار دوبعدی که دارای تاخوردگی های اولیه است نیز گفته می شود همانندِ ساختار سه بعدی ونهاییِ رنای ناقل، دو جایگاهِ بسیار مهم یا دو توالیِ مهم وجود دارد:

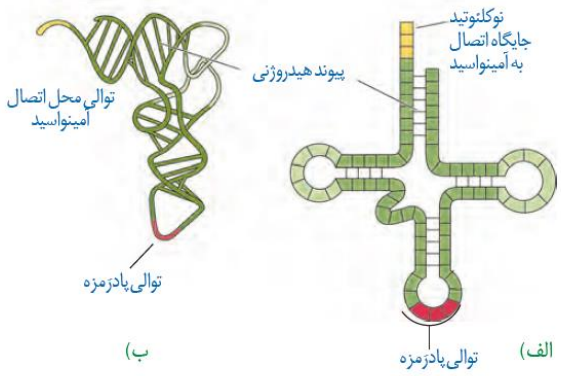
الف – جایگاه پذیرندهٔ آمینواسید: در این جایگاه که به آن ساقهٔ پذیرنده نیز گفته می شود ،حلقه وجود ندارد و در انتهای **یکی از رشته ها** توالیِ ۳ نوکلئوتیدی (توالی محل اتصال)وجود دارد که در مقابل آنها هیچ نوکلئوتیدی وجود ندارد و به **آخرین نوکلئوتیدِ این توالی**، آمینو اسید، توسط آنزیم ویژه ای متصل می شود .

ب – توالیِ آنتی کدون یا پاد رمزه : این توالی نیز از **۳ نوکلئوتید** تشکیل شده است و در انتهای بازویِ **مقابل** با ساقهٔ پذیرنده قرار دارد . این توالی ، می تواند در **مرحلهٔ ترجمه** به صورت موقت با **کدون مکمل** خود پیوند هیدروژنی برقرار نماید

نکتهٔ مهم : آنزیم ویژهٔ اتصال دهندهٔ آمینواسید به رنای ناقل، از طریقِ توالیِ آنتی کدون است که آمینواسیدِ مناسب را به رنای ناقل متصل می کند. این توالی (آنتی کدون) نمی تواند دارای توالی های AUC، ACU و AUU باشد .

❖ رنای ناقل برای رسیدن به ساختار سه بعدی و فعالِ خود ، **تاخوردگی های مجددی** پیدا می کند که در این ساختار نیز یک بخشِ محل اتصال آمینواسید و دیگری توالیِ ۳ نوکلئوتیدیِ پاد رمزه

است. در همهٔ رناهای ناقل این دو توالی، وجود دارد و می توان گفت تفاوت رناهای ناقل در آنتی کدونِ(پادرمزه) آنهاست.



- درRNAی ناقل **در حالت فعال (ساختار سه بعدی)** توالی محل اتصال آمینو اسید بر توالی پادرمزه **عمود** است.
- به دلیل آن که کدون های پایان ، به هیچ آمینواسیدی ترجمه نمی شوند پس می توان گفت که تعداد رناهای ناقل در سلول **۶۱ عدد** می باشد.
- واحد سازندهٔ آنتی کدون همانند سایر بخش های رنای ناقل، ریبونوکلئوتیدهایی است که باز آلی آنها U.A ، Gو C می باشد ، پیوند فسفودی استر بین قندهای دو نوکلئوتید مجاور نیز وجود دارد، در ساختار آن باز آلی تیمین و قند دئوکسی ریبوز وجود ندارد.
- tRNAی آغاز گر ، tRNAیی است که آنتی کدونِ آن، UAC است و مسئول حملِ آمینواسید متیونین است و با برقراریِ پیوند هیدروژنی با کدونِ خود در رنای پیک ،در مرحلهٔ آغازِ ترجمه سبب کامل شدنِ ساختار ریبوزوم می گردد ، الگوی ساخت این آنتی کدون در DNA، ATG می باشد.

« چند اصطلاح مهم در ترجمه »

۱ – کدون آغاز : این کدون همانند سایر کدون ها از ۳ ریبونوکلئوتید که با پیوند فسفودی استر توسط RNA پلی مراز(رنا بسپاراز)به یکدیگر متصل شده اند ، تشکیل شده است . این کدون (رمزه)، **کدونAUGاست رمز آن در DNA ، TAC می باشد** .

۲– کدون پایان : سه نوع کدون « UAG ، UGA و UAA »کدون های پایان نام دارند که برای آن ها هیچ **آنتی کدونی** وجود ندارد و به عبارتی این ۳ کدون توسط هیچ tRNA یی شناسایی نمی شوند و این کدون ها به هیچ آمینو اسیدی ترجمه نمی شوند ، با رسیدن ریبوزوم به یکی از این کدون ها ، ترجمه پایان می یابد .

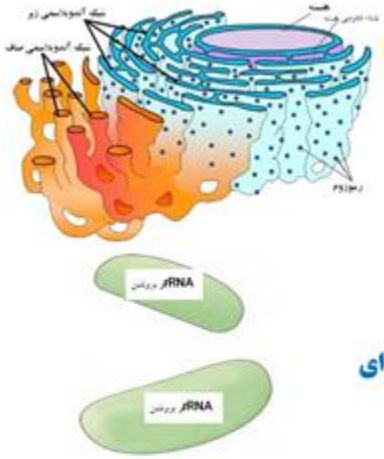
***پس می توان گفت سه نوع آنتی کدون هرگز دیده نمی شوند:« ACU و AUC و AUU »**چون رمزه های پایان آنتی کدون ندارند ... پس تعداد کدونها در سلول بیشتر از تعداد آنتی کدونهاست (۶۴ تا کدون داریم و ۶۱ آنتی کدون)

به عبارتی کدهای TAG، TGA و TAA نمی توانند برای آنتی کدون الگو باشند . اما ژنِ مربوط به تولید tRNA ، می تواند این توالی ها را داشته باشد یعنی برای **سایر بخش های tRNA الگو** باشد .

۳ – آنتی کدون(پادرمزه) : در ساختار نهایی tRNA توالی ۳ نوکلئوتیدی وجود دارد که به آن آنتی کدون یا پادرمزه گویند این توالی با توالی مکمل ۳ نوکلئوتیدی در رنای پیک هنگام ترجمه پیوند هیدروژنی برقرار می کند ، آنتی کدون تعیین میکند کهtRNA کدام آمینواسید را باید حمل کند .

نقش ریبوزوم : در ساختن رشتهٔ پلی پپتیدی نقش دارد به شرط آن که هر دو زیر واحد آن، به یکدیگر متصل شوند.

بعد از کامل شدن دارای ۳ جایگاه می باشد.



ریبوزوم

- تنها جزء مشترک در سیتوپلاسم همهٔ سلول ها
- ✓ جنس : ریبو نوکلئو پروتئینی
- ✓ واحد سازنده : ریبو نوکلئوتید و آمینو اسید
- ✓ تعداد انواع مونومرها : ۲۴ نوع
- ✓ نقش: مشارکت در پروتئین سازی
- ✓ ساختار : متشکل از دو زیر واحد کوچک وبزرگ که هر دو دارای پروتئین و رنای ریبوزومی هستند
- ✓ مکان قرار گیری :
  ۱– آزاد در سیتوپلاسم ویاآزاد در درون اندامک میتوکندری و پلاست
  ۲ – متصل به: غشای شبکهٔ آندوپلاسمی یا غشای خارجی هسته
- ✓ انواع : ۱– ریبوزوم پروکاریوتی که در پرو کاریوتها و اندامکها(میتوکندری و پلاست) دیده می شود
  ۲– ریبوزوم یوکاریوتی

☆

برای سهولت مطالعه ، ترجمه را که فرایندی پیوسته است به ۳ مرحله ی آغاز ، طویل شدن و پایان تقسیم می کنند .

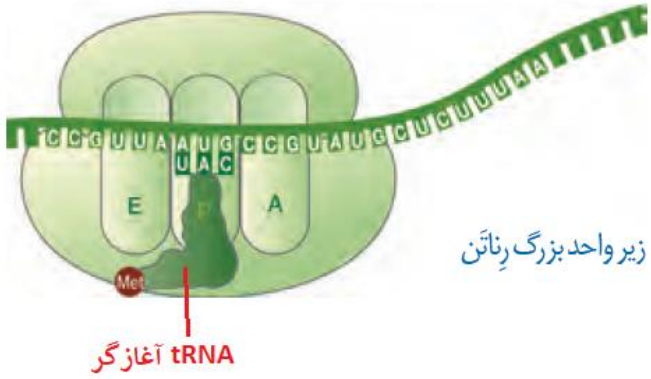
« مراحل ترجمه »

الف) مرحله آغاز

۱ – **بخش هایی از رنای پیک** ، زیرواحد کوچک ریبوزوم را به سوی کدون آغاز هدایت می کند . (پس زیرواحد کوچک به سمت mRNA حرکت می کند .) در نتیجه **زیرواحد کوچک به نحوی به mRNA متصل می شود** که کدون آغاز در جایگاه ویژه ای از زیر واحد کوچک ریبوزوم (جایگاه« P ») قرار می گیرد .

۲- **اتصال tRNA حامل آمینواسید متیونین که به آن tRNA آغازگر نیز گفته می شود** به کدون آغاز و **ایجاد پیوند هیدروژنی** بین کدون آغاز (AUG) و آنتی کدون tRNA آغازگر(UAC).

۳– **اتصال زیرواحد بزرگ ریبوزوم به زیرواحد کوچک** و کامل شدن ساختار ریبوزوم و تشکیل :



الف – جایگاه « A »: جایگاهی است که tRNA حامل آمینواسید در آن قرار می گیرد **و تنها جایگاهی است که پیوند پپتیدی با سنتز آب دهی توسط rRNA در آن، تشکیل می شود.**

ب – جایگاه « P » : جایگاهی است که tRNA حامل رشته پپتیدی در آن قرار می گیرد(tRNA آغازگر، در مرحلهٔ آغاز در این جایگاه قرار می گیرد .

ج – جایگاه E : جایگاهی است که خروج tRNA فاقد آمینواسید در ریبوزوم از طریق آن صورت می گیرد ،در این جایگاه پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی کدون (در مرحلهٔ طویل شدن)، شکسته می شود .

« نکات تکمیلی مرحله آغاز »

۱ – در مرحله آغاز فقط جایگاه « P » توسط tRNA آغازگر اشغال می شود و ۲ جایگاه دیگر خالی و فاقد رنای ناقل است .

۲ – **همیشه اولین رمزه ای که در جایگاه « P » قرار می گیرد کدون آغاز یعنی« AUG» است** و اولین tRNA یی که در جایگاه « P » قرار می گیرد **دارای آنتی کدون« UAC » است و حامل متیونین است.**

۳- **در این مرحله در جایگاه « P » پیوند هیدروژنی بین آنتی کدون tRNA آغازگر و کدون آغاز** تشکیل می شود.

۴- در این مرحله **در جایگاه« E»** کدونِ قبل از کدون آغاز قرار دارد که **ترجمه نمی شود** .

در جایگاه « A » نیز کدون بعد از کدون آغاز قرار دارد (دومین کدون) **که ترجمه می شود** .

پس در این مرحله **۲ کدون قابل ترجمه(در جایگاه « A » « P »)و یک کدون بدون ترجمه(در جایگاه « E») و یک آنتی کدون که قطعا « UAC » می باشد در ریبوزوم قرار دارد** به عبارتی در مرحلهٔ آغاز فقط یک tRNA می تواند با رمزه یا کدون مربوط به خود **رابطهٔ مکملی** برقرار کند..

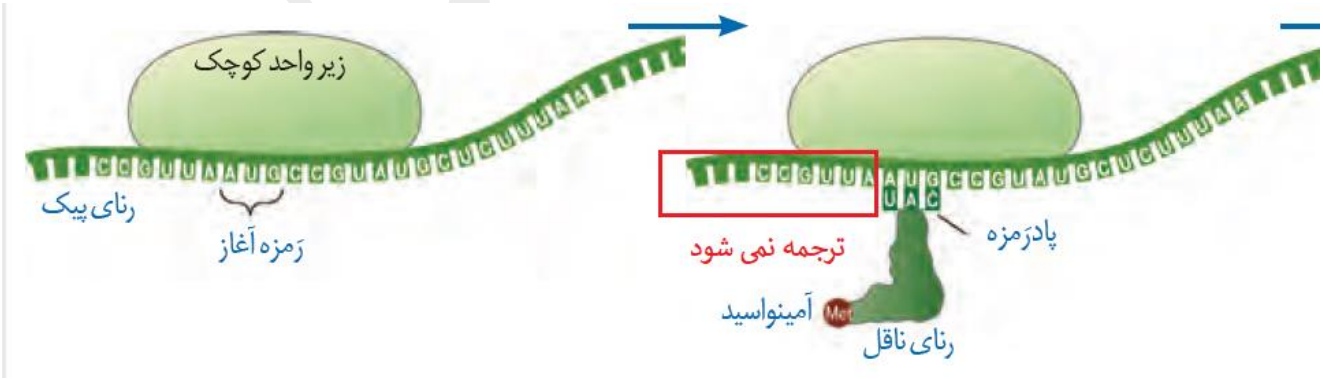
۵- در مرحلهٔ آغاز ،**هیچ پیوند اشتراکی و هیچ پیوند هیدروژنی شکسته نمی شود** و هیچ پیوند **پپتیدی** نیز **تشکیل نمی شود** یعنی آنزیم rRNA در این مرحله فعالیت ندارد (فقط تشکیل پیوند هیدروژنی در جایگاه « P » در این مرحله می باشد) .

۶- **در این مرحله tRNA آغازگر که حامل متیونین است تنها tRNA ایی است که بدون آنکه وارد جایگاه « A » شود در جایگاه « P » قرار می گیرد** . یعنی بقیه tRNA های حاملِ آمینواسید ابتدا وارد جایگاه « A » می شوند .

۷- در این مرحله و قبل از اتصال زیرواحد بزرگ ریبوزوم به زیرواحد کوچک ، جفت شدن کدون و آنتی کدونِ مکمل(برقراریِ پیوند هیدروژنی) سبب آغاز ترجمه می شود. (**آغاز ترجمه قبل از کامل شدن ساختار ریبوزوم**)

۸- مطابق با شکل کتاب، **همه رشته mRNA ترجمه نمی شود** زیرا کدون AUG در ابتدای mRNA نیست .

۹- در مرحله آغاز **هیچ ATP ای مصرف نمی شود و هیچ هیدرولیز و سنتزی نداریم .**



ب) مرحله طویل شدن

۱ – مرحلهٔ طویل شدن بعد از کامل شدن ساختار ریبوزوم آغاز می شود.

۲ - **ورود tRNA های مختلف** حامل آمینواسید در جایگاه « A » صورت می گیرد اما فقط tRNA ای در این جایگاه استقرار می یابد که **آنتی کدونِ مکمل با کدونِ موجود در جایگاه** « A » داشته باشد . در این صورت کدون و آنتی کدون با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می دهند .

نکته : در مرحلهٔ طویل شدن برخلاف مرحلهٔ آغاز ترجمه کدون ها فقط در جایگاه « A » انجام می شود.

۳- آمینواسید موجود در جایگاه « P » یعنی میتونین از tRNA خود جدا شده (**شکستن پیوند کوالان بین آمینواسید و tRNA با هیدرولیز و آزاد شدن انرژی**) و به آمینواسیدِ tRNAیِ ناقلِ موجود در جایگاه « A » با ایجاد **پیوند پپتیدی** (سنتز آبدهی توسط rRNA که نقش آنزیمی دارد) متصل می شود . (در این حالت دو جایگاه « P » و « A » توسط tRNA اشغال است.)

نکته : در این مرحله **آمینو اسید به تنهایی**(بدون رنای ناقل) **وارد جایگاه « A »** می شود .

۴- **بعد از تشکیل اولین پیوند پپتیدی ، اولین حرکت ریبوزوم به اندازه یک کدون در طول mRNA به سمت کدون پایان صورت می گیرد .**

در نتیجه اولین حرکت ریبوزوم:

اولین tRNAیِ فاقد آمینواسید، از جایگاه « P » خارج و به جایگاه « E» وارد می شود و tRNA یِ دارای رشته پپتیدی در حال ساخت (**در اینجا یک دی پپتید است که اولین آمینو اسیدِآن قطعا میتونین است**) وارد جایگاه « P » می شود و جایگاه« A » از tRNA خالی می شود . در این زمان tRNA موجود در جایگاه « E » **با شکسته شدن پیوند هیدروژنی بین آنتی کدون و کدون موجود در جایگاه** « E » از این جایگاه خارج می شود .

نکته : در این مرحله رشته پپتیدی به همراهِ رنای ناقل وارد جایگاه « P » می شود .

در ادامه به جایگاه « A » tRNA های مختلف حامل آمینواسید وارد شده اما tRNA حامل آمینواسید که آنتی کدونش مکمل کدون موجود در جایگاه « A » است با برقراری پیوند هیدروژنی استقرار می یابد. این فرایند بارها و بارها تکرار می شود و طول زنجیره پپتیدی بیشتر می شود تا آنکه ریبوزوم به یکی از کدون های پایان برسد .

نکات تکمیلی مرحله طویل شدن

۱ – با ورود tRNA دوم به ریبوزوم(دارای ساختار کامل) که حامل دومین آمینواسید است ، مرحله طویل شدن آغاز می شود . **tRNA دوم ، اولین tRNA ای است که وارد جایگاه « A » می شود .**

نکته : **اولین tRNA قبل از تکمیلِ ساختار ریبوزوم** (در مرحله آغاز)با کدون خود پیوند هیدروژنی برقرار کرده است.

۲- **جایگاه « A » تنها جایگاهی است که :**

الف) که در مرحله طویل شدن ، پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی کدون برقرار می شود.

ب) **آمینواسید(متیونین) به تنهایی(** بدون tRNA) **وارد آن می شود .**

ج در آن **پیوند پپتیدی با سنتز آبدهی** و مصرف انرژی و به کمک آنزیم rRNA تشکیل می شود .

د)) **رشته پپتیدی** نیز به تنهایی (بدون tRNA) به این جایگاه وارد می شود .

۳- بعد از تشکیل اولین پیوند پپتیدی ، ریبوزوم اولین جابه جایی خود را انجام می دهد و به اندازه یک کدون در طول mRNA به سمت کدون پایان حرکت می کند .

۴– با اولین جابه جایی ریبوزوم :

الف) **اولین کدونی که ترجمه شد** (رمزه یا کدون آغاز = AUG) و tRNA **آغازگر که فاقد آمینو اسید** است ، وارد جایگاه « E » می گردد . (**بدون آنکه پیوند هیدروژنی شکسته شود**) پس با هر جابه جایی ریبوزوم در هنگام طویل شدن ، یک tRNAی فاقد آمینواسید وارد جایگاه « E » می شود تا بتواند از آنجا خارج شود . (پیوند هیدروژنی در مرحلهٔ طویل شدن دراین جایگاه شکسته می شود .)

ب) tRNA ی موجود در جایگاه « A » که حاوی یک دی پپتید است به جایگاه « P » منتقل می شود . (به **دلیل حرکت ریبوزوم ،هیچ پیوند هیدروژنی شکسته نمی شود .**)

ج) در این حالت جایگاه « A » خالی و آماده پذیرش tRNA حامل آمینواسید بعدی است . tRNA بدون آمینواسید نیز از جایگاه « E » خارج می شود .

د) در جایگاه « A » **پس از اولین جابه جایی** ، **کدون سوم** قرار می گیرد یعنی **دومین کدون بعد از کدون آغاز.**

۵- **سومین tRNA ای که وارد ریبوزوم می شود** ، **دومین tRNA ای است که وارد جایگاه** « A » **می شود.**

الف) در این حالت **دومین آمینواسید،** از جایگاه اتصالِ خود در tRNA ناقل ،که **با اولین آمینواسید** یعنی میتونین پیوند پپتیدی دارد ، **جدا می شود و جایگاه « P » را ترک و به جایگاه « A » می رود .**

ب) **دومین پیوند پپتیدی در جایگاه « A » برقرار می شود**(۳ آمینو اسید به tRNA ناقل در جایگاه « A » متصل است .

ج) **دومین جابه جایی** ریبوزوم صورت می گیرد .

د) **کدون و tRNA دوم که فاقد آمینواسید است از جایگاه « P » خارج و وارد جایگاه « E » می شود و یک کدون جدید به همراهِ آنتی کدونِ خود وارد جایگاه« P » می گردد .**

ه) **با دومین جابه جایی ریبوزوم ، دومین کدون ترجمه شده** وارد « E » می شود و **دومین** tRNA فاقد آمینواسید از ریبوزوم خارج می شود، پس می توان گفت **با تشکیل هر پیوند پپتیدی یک**tRNA **(آنتی کدون) از ریبوزوم خارج می شود .**

۶- فقط tRNA آغازگر وارد جایگاه « P » می شود و بقیه tRNA های حامل آمینواسید ابتدا وارد جایگاه « A » می شوند .

۷- **بعد از تشکیل آخرین پیوند پپتیدی ، ریبوزوم برای آخرین بار جابه جا می شود . در آخرین جابه جایی هیچ** tRNA**یی وارد جایگاه « A » نمی شود .**

نکته : در ساختار رشته پلی پپتیدی در حال ساخت اولین آمینواسید یعنی متیونین پیوند خود را با دومین آمینواسید از طریق عامل کربوکسیل خود برقرار می نماید .

نکته : **آمینواسید متیونین که اولین است ، دورترین آمینواسید به رنای ناقل می باشد . و آمینواسیدی جدیدی که وارد جایگاه « A » می شود و رشته پلی پپتیدی به آن می چسبد ، نزدیک ترین آمینواسید به** tRNA **است . به عبارتی ،آخرین آمینواسید ورودی (جدیدترین) سبب اتصال رشته پپتیدی به** tRNA **می شود .**

نکته : در طول یک mRNA کدون« AUG » می تواند دیده شود و این کدون در **مرحله طویل شدن** ابتدا وارد جایگاه « A » می شود و در این حالت **کدون متیونین محسوب می شود نه کدون آغاز** .

۸- در مرحله طویل شدن پیوند هیدروژنی در جایگاه « A » تشکیل می شود و در جایگاه « P » هیچ پیوند هیدروژنی تشکیل نمی شود . در این مرحله پیوند هیدروژنی فقط در جایگاه « E » شکسته می شود .

۹- در مرحله طویل شدن **ایجاد پیوند پپتیدی فقط در جایگاه « A » می باشد، پس سنتز آبدهی فقط در مرحله طویل شدن صورت می گیرد . در این مرحله پیوند کوالان شکسته می شود** (در جایگاه « P ») پس هیدرولیز هم صورت می گیرد .

۱۰- در این مرحله دو «tRNA » یا با هم در جایگاه « P » و « E » و یا در جایگاه « A » و« P » هستند پس می توان نتیجه گرفت **جایگاه « P » از آغاز تا پایان دارای tRNA است** اما ممکن است tRNA آن حاوی آمینواسید یا رشته پپتیدی نباشد . به دلیل آنکه ممکن است آمینواسید یا رشتهٔ پپتیدی، جایگاه « P » را برای اتصال به آمینواسید جایگاه « A » ترک کرده باشد .

۱۱ – در این مرحله، **امکان ندارد که tRNA حامل آمینو اسید ابتدا به جایگاه « P » ریبوزوم وارد شود.**

۱۲ – جایگاه « P » در مرحله طویل شدن جایگاهی است که :

الف) tRNA حامل رشته پپتیدی به آن وارد می شود.

الف) در آن فقط **پیوند اشتراکی بین آمینواسید متصل به tRNA** یا آخرین آمینواسیدِ موجود در رشتهٔ پپتیدیِ متصل به **tRNA شکسته می شود.**

ب) **هیچ پیوند هیدروژنی در آن تشکیل و شکسته نمی شود.**

ج) مرحله پایان

۱ – با ورود یکی از کدون های پایان در جایگاه « A » ، چون هیچ tRNA حامل آمینواسید برای آن وجود ندارد (فاقد آنتی کدون) **پروتئین هایی تحت عنوان عوامل آزاد کننده** وارد جایگاه « A » می شود . (کدون پایان به آمینواسید ترجمه نمی شود .)

☆ عوامل آزاد کننده سبب می شود تا **پلی پپتید از آخرین tRNA ناقل که در جایگاه « P » قرار دارد جدا شود(شکسته شدن پیوند اشتراکی) .**

۲- tRNA در جایگاه « P » که رشته پلی پپتیدی را رها کرده است ، بدون ورود به جایگاه « E » از جایگاه « P » خارج می شود .

نکته : اولین« tRNA » به جایگاه « P » وارد می شود(در مرحلهٔ آغاز) ، آخرین « tRNA » نیز از جایگاه « P » خارج می شود (در مرحلهٔ پایان).

☆ نکته : **پیوند بین کدون و آنتی کدون در مرحله پایان برخلاف مرحله طویل شدن در جایگاه « P » شکسته می شود .**

۳- زیرواحدهای کوچک و بزرگ ریبوزوم نیز از یکدیگر جدا می شوند و می توانند مجدداً به یکدیگر پیوسته و این مراحل را تکرار کنند تا چندین نسخه از یک پلی پپتید ساخته شود .

«نکات تکمیلی مرحله پایان »

۱ - **آخرین کدون** که در جایگاه « A » قرار می گیرد یکی ازکدون های (رمزه های)پایان است و **آخرین کدون که درجایگاه** « P » قرار می گیرد **یک کدون قبل از کدون پایان** است و آخرین کدونی که در جایگاه « E » قرار می گیرد ، **۲ کدون قبل از کدون پایان** است .

۲– آخرین آنتی کدونی که در جایگاه « P » قرار می گیرد ، آنتی کدونِ کدونِ قبل از کدون پایان است .

۳- آخرین آنتی کدونی که وارد جایگاه « A » وجایگاه « P » می شود همواره یکسان است . زیرا پس از آخرین حرکت ریبوزوم آنتی کدون از جایگاه« A » وارد جایگاه « P » می شود و چون کدون پایان آنتی کدونی ندارد پس دیگر رنای ناقلی هم به جایگاه « A » وارد نمی شود .

۴- دو کدون در ریبوزوم قرار می گیرند اما به آمینواسید ترجمه نمی شوند :

الف) کدونی که در مرحله آغاز در جایگاه « E » قرار دارد و قبل از کدون آغاز است .

ب) کدون پایان در جایگاه « A »

۵– تنها کدونی که ابتدا وارد جایگاه « P » و سپس « E » می شود ، کدون آغاز است .

۶ – تنها کدونی که ابتدا به جایگاه « A » و سپس به جایگاه « P » وارد، و هرگز به جایگاه« E » وارد نمی شود آخرین کدونِ قابلِ ترجمه ، یعنی کدونِ قبل از کدون پایان است .

نکته: همهٔ کدون ها به غیر از کدونِ آغاز و کدونِ قبل از کدونِ پایان، به هر سه جایگاه ریبوزوم وارد می شوند.

۷– تنها کدونی که فقط وارد جایگاه « A » می شود و به « P » و « E » وارد نمی شود ، کدون پایان است .

۸– کدونِ پایان و کدونِ ما قبل آخر ، کدون هایی هستند که به جایگاه « E » وارد نمی شوند .

۹ – تنها آنتی کدونی که وارد جایگاه « P » می شود و به جایگاه « A » نمی رود ، آنتی کدون tRNA آغازگر است .

۱۰– تنها آنتی کدونی که وارد جایگاه « E » برای خروج نمی شود ، آنتی کدون ، کدونِ ما قبل آخر است .

«محل ساخته شدن پروتئین ها»

در پروکاریوت ها

در پروکاریوت ها ، ریبوزوم ها در سراسر سیتوپلاسم پراکنده شده اند و پروتئین سازی می کنند ، بنابراین هر جایی از سیتوپلاسم که ریبوزوم وجود دارد ، پروتئین سازی نیز انجام می شود .

در پروکاریوت ها هیچ اندامک غشاداری وجود ندارد و تمام فرایند ها و فعالیت هایشان در سیتوپلاسم اتفاق می افتد . بنابراین در باکتری ها پس از اینکه پروتئین ها توسط ریبوزوم ساخته شدند ، دو سرنوشت دارند :

۱ – در سیتوپلاسم باقی می مانند مثل آنزیم هلیکاز ، دنا بسپاراز ، رنا بسپاراز و ...

۲- پس از ساخته شدن در سیتوپلاسم ، در ساختار غشا و دیواره سلولی قرار می گیرند و یا به بیرون از سلول ترشح می شوند .

در یوکاریوت ها

پروتئین ها یا :

۱- توسط **ریبوزوم های آزاد** در سیتوپلاسم ساخته می شوند

۲ - یا ریبوزوم حرکت کرده و در سطح شبکه آندوپلاسمی به واسطه **زیرواحد بزرگش** متصل شده و پروتئین خود را به درون شبکه می فرستد . این پروتئین از شبکه آندوپلاسمی به وسیله وزیکول هایی خارج می شود و از طریق سطح پذیرنده اجسام گلژی ، وارد گلژی می شود و در آن جا توالی های آمینواسیدی نشانه گذاری می شوند و پروتئین از جسم گلژی به صورت وزیکول هایی نیز خارج می شود . وزیکول حاوی پروتئین پس از خارج شدن از جسم گلژی ، ممکن است به ۳ سرنوشت زیر را داشته باشد :

۱ – یا اندامک لیزوزوم (کافنده تن) و واکوئل را به وجود می آورد .

۲–یا به سمت غشای سلولی می رود و پروتئین آن در ساختار غشا قرار می گیرد .

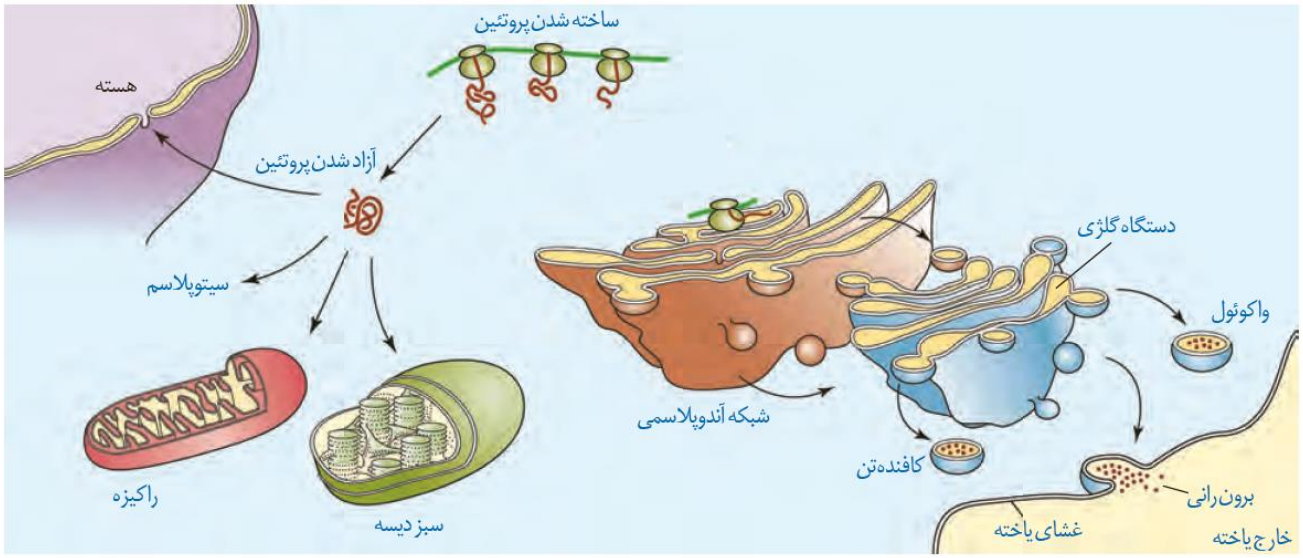
۳– یا به سمت غشای سلولی می رود و از طریق اگزوسیتوز و با مصرف ATP ، به خارج از سلول ترشح می شود .

ریبوزوم های آزاد در سیتوپلاسم

پروتئین ها پس از ساخته شدن در ریبوزوم های آزاد ، به شبکه آندوپلاسمی فرستاده نمی شوند ، بلکه یا در سیتوپلاسم می مانند یا به هسته ، میتوکندری یا پلاست ها می روند .

۱ – **پروتئین هایی که در سیتوپلاسم می مانند** مانند : پروتئین های موجود در ساختار ریبوزوم ها ، پروتئین های اکتین و میوزین موجود در سلول های ماهیچه ای ، هموگلوبین موجود در گلبول های قرمز بالغ ، سانتریول ها و ...

۲- بخشی (چون میتوکندری و پلاست ها هم خودشان پروتئین می سازند) از پروتئین هایی که درون میتوکندری و پلاست ها فعالیت می کنند مانند : آنزیم های رنابسپاراز و دنابسپاراز و هلیکاز در میتوکندری ها و پلاست ها

۳- **پروتئین ها و آنزیم هایی که درون هسته فعالیت می کنند** مانند: انواع رنابسپارازها، دنابسپاراز، هلیکاز، هیستون ها و ...

☆ **همچنین درون میتوکندری و کلروپلاست نیز ریبوزوم وجود دارد . این ریبوزوم ها رناهای پیک تولید شده در میتوکندری و کلروپلاست را ترجمه می کنند و بر اساس اطلاعات رنای پیک ، پروتئین های مورد نیاز خود را می سازند .**