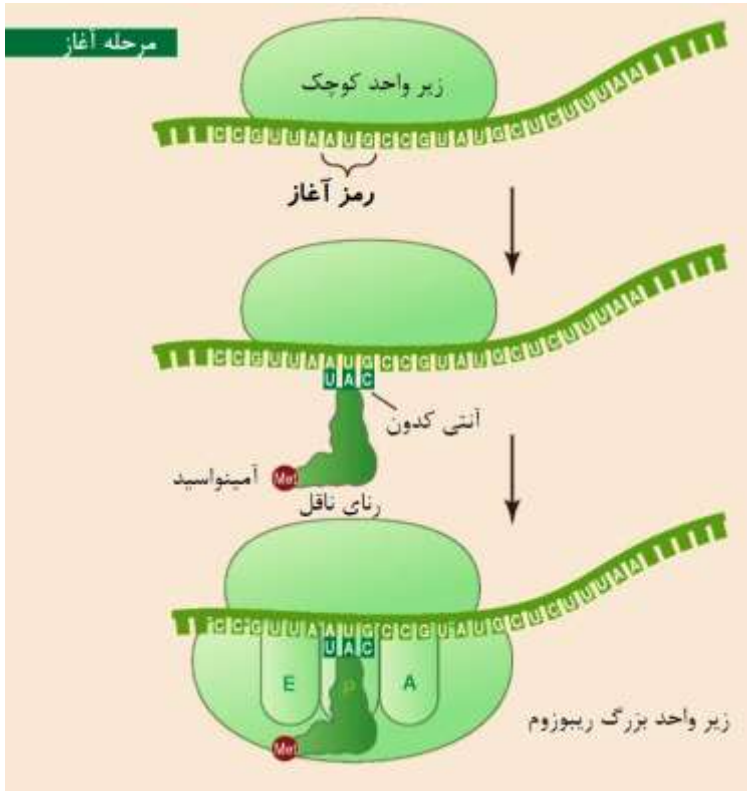


## مراحل ترجمه :

ترجمه نیز فرایندی پیوسته است که برای سادگی در یادگیری آن را به سه مرحله **آغاز،** **طویل شدن** و **پایان** تقسیم می‌کنند.

### ① مرحله آغاز :



در این مرحله بخش‌هایی از رنای پیک، زیر واحد کوچک رناتن را به‌سوی رَمزۀ آغاز (AUG)، هدایت می‌کند.

سپس در این محل رنای ناقلی که مکمل رَمزۀ آغاز (UAC) است به آن متصل می‌شود.

با افزوده شدن زیر واحد بزرگ رناتن به این مجموعه، ساختار رناتن کامل و فعال می‌شود.

در این مرحله جایگاه **P** در رناتن، محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینواسید است.

توجه : این جایگاه در ابتدا توسط رنای ناقل متیونین اشغال می‌شود.

جایگاه **A** محل قرارگیری رنای ناقل بعدی و آمینواسید متصل به آن خواهد بود.

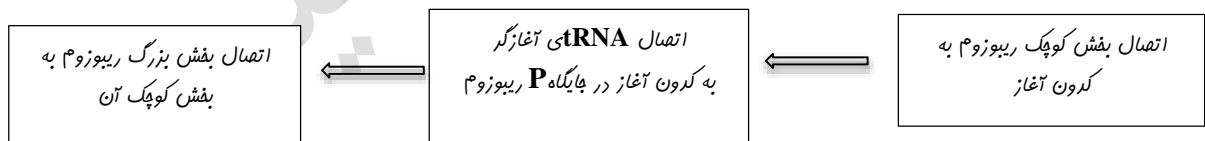
توجه : پیوند پپتیدی در جایگاه **A** برقرار می‌شود.

جایگاه **E** محل خروج رنای ناقل بدون آمینواسید است.

در مرحله آغاز فقط جایگاه **P** پر می‌شود و جایگاه **A** و **E** خالی می‌ماند.

### شکل - مرحله آغاز ترجمه

### ☞ مرحله‌ی آغاز ترجمه در یک نگاه :



### ☞ در مرحله‌ی آغاز ترجمه اتفاقات زیر رخ نمی‌دهد :

a- tRNA حامل آمینواسید هیچگاه وارد جایگاه **A** ریبوزوم نمی‌شود.

b- پیوند پپتیدی تشکیل نمی‌شود.

c- پیوند بین آمینواسید و توالی **CCA** در tRNA شکسته نمی‌شود.

d- در جایگاه **A** ریبوزوم پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌شود.

e- جابه‌جایی صورت نمی‌گیرد و ریبوزوم بر روی رشته‌ی mRNA حرکت نمی‌کند.

f- در مرحله‌ی آغاز **UAC** (آنتی کدون tRNA) به **AUG** (کدون آغاز) متصل می‌شود و ۷ تا پیوند هیدروژنی در جایگاه **P** تشکیل می‌شود.

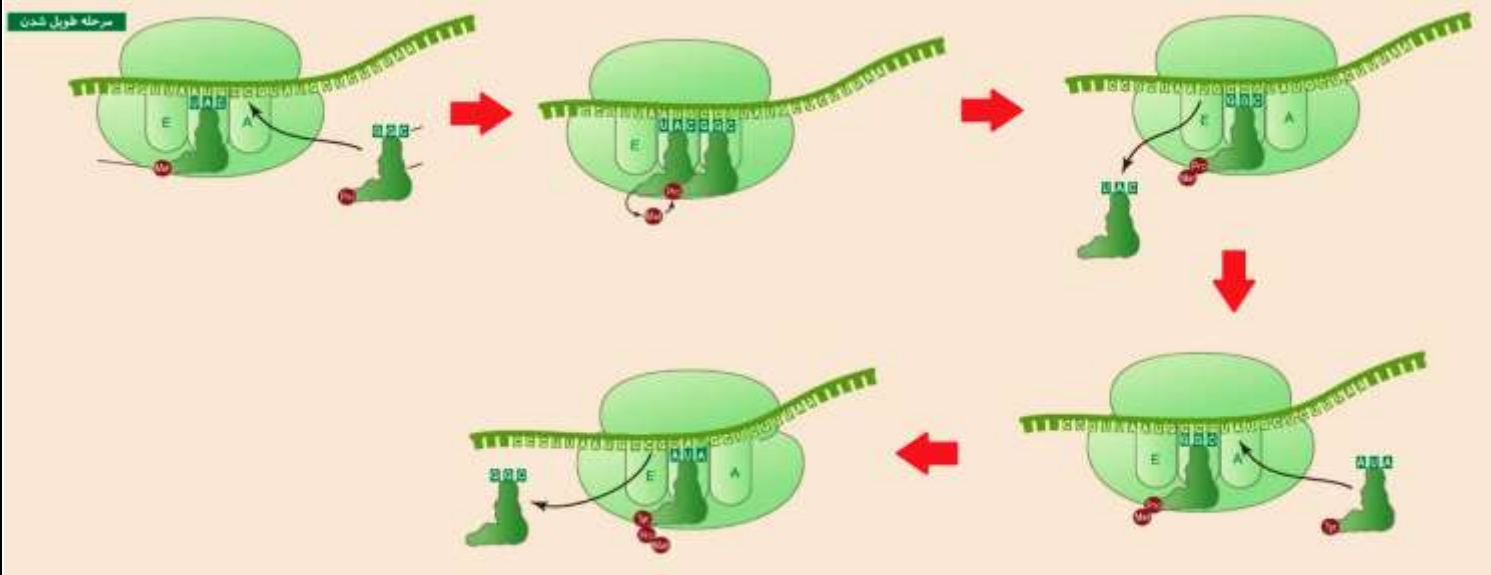
g- در مرحله‌ی آغاز فقط یک tRNA در ریبوزوم حضور دارد.

نکته: هر قسمتی از mRNA که زودتر ساخته می‌شود، زودتر نیز ترجمه می‌گردد.

تذکر : نوکلئوتیدهای قبل از رمز آغاز، رمز پایان و بعد از رمز پایان هیچگاه ترجمه نمی‌شوند. پس رونوشت جایگاه آغاز رونویسی و پایان رونویسی هیچگاه ترجمه نمی‌شود.

## 2 مرحله طویل شدن :

- (a) در این مرحله ممکن است رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه A رناتن شوند ولی فقط رنایی که مکمل رمزه جایگاه A است، استقرار پیدا می‌کند.
- نکته : اگر رنای ناقلی مکمل رمزه (پادرمزه) جایگاه A را نداشته باشد و وارد این جایگاه شود، باید آن را ترک کند.
- (b) پس از ورود رنای ناقلی مکمل رمزه (پادرمزه) جایگاه A، آمینواسید جایگاه P از رنای ناقل خود جدا می‌شود و با آمینواسید جایگاه A پیوند پپتیدی برقرار می‌کند.
- (c) همزمان با اتصال دو آمینواسید و تشکیل پیوند پپتیدی، آنزیم rRNA فعالیت می‌کند و یک مولکول آب آزاد می‌شود.
- (d) پس از آن رناتن به اندازه یک رمزه به سوی رمزه پایان پیش می‌رود (جابه‌جایی).
- (e) در این موقع رنای ناقل که حامل رشته پپتیدی در حال ساخت است در جایگاه P قرار می‌گیرد.
- (f) جایگاه A خالی می‌شود تا پذیرای رنای ناقل بعدی باشد.
- (g) رنای ناقل بدون آمینواسید نیز در جایگاه E قرار می‌گیرد و سپس از این جایگاه خارج می‌شود.
- (h) این فرایند بارها تکرار می‌شود و طول زنجیره آمینواسیدی بیشتر می‌شود تا رناتن به یکی از روزه‌های پایان برسد.



### نکته: مرحله طویل شدن ترجمه

در حین اولین جابه‌جایی اتفاقات زیر رخ می‌دهد:

"حال تصور کنید اولین جابه‌جایی ریبوزوم است."

- a- ریبوزوم به اندازه‌ی یک کدون (سه نوکلئوتید) در طول mRNA به سمت رمزه پایان حرکت می‌کند.  
نکته : در این حالت رمزه آغاز (اولین کدون) از جایگاه P (ریبوزوم) خارج و وارد جایگاه E می‌شود.  
نکته : کدون موجود در جایگاه A وارد جایگاه P ریبوزوم می‌شود.  
نکته : کدون جدید (سومین کدون) وارد جایگاه A ریبوزوم می‌شود.
- b- tRNA موجود در جایگاه P (که آمینواسید نداشت- اولین tRNA)، به جایگاه E ریبوزوم می‌رود.
- c- tRNA موجود در جایگاه A (دومین tRNA) که ۲ تا آمینواسید به آن متصل است وارد جایگاه P ریبوزوم می‌شود.
- d- در این حالت جایگاه A ریبوزوم که در آن سومین کدون قرار دارد، خالی بوده و آماده ی پذیرش tRNA حامل آمینواسید سوم است.

**نکته :** تا الان به جایگاه A سومین کدون و به جایگاه P دومین کدون وارد شده است و به جایگاه E اولین کدون وارد شده!

**نکته :** تا الان به هرکدام از جایگاه‌های ریبوزوم (A و P) ۲ تا کدون وارد شده است.

⑤ با ورود tRNA حامل آمینواسید بعدی به جایگاه A، چرخه فوق تکرار می‌شود.

**چندتا نکته :**

- a- در مرحله‌ی طویل شدن ترجمه همه‌ی tRNAهای ورودی به ریبوزوم، ابتدا وارد جایگاه A و سپس P می‌شوند. و در نهایت از جایگاه E خارج می‌شوند. تذکر : در مرحله‌ی آغاز ترجمه tRNA آغازگر مستقیماً وارد جایگاه P شده و در مرحله طویل شدن در حین اولین جابه‌جایی از جایگاه E خارج می‌شود.
- b- بعد از تشکیل آخرین پیوند پپتیدی، آخرین جابه‌جایی صورت می‌گیرد و tRNA حامل رشته‌ی پلی‌پپتیدی وارد جایگاه P و کدون پایان وارد جایگاه A ریبوزوم می‌شود و فرآیند ترجمه وارد مرحله‌ی پایان ترجمه می‌شود.
- c- فرض کنید کدون AUG در مرحله طویل شدن وارد جایگاه A ریبوزوم شود. در این حالت tRNA حامل متیونین (با آنتی‌کدون UAC) وارد جایگاه A ریبوزوم می‌شود. دقت کنید به این tRNA دیگر tRNA آغازگر نمی‌گویند. حال بعد از تشکیل پیوند پپتیدی و وقوع جابه‌جایی؛ tRNA مذکور وارد جایگاه P در ریبوزوم می‌شود.
- d- در مرحله‌ی طویل شدن ترجمه، tRNA موجود در جایگاه A یا P می‌تواند به بیش از یک آمینواسید اتصال یافته باشد. تذکر مهم : رنای ناقل موجود در جایگاه E همواره فاقد آمینواسید است.
- e- در مرحله‌ی طویل شدن ترجمه، tRNA موجود در جایگاه A حداقل یک آمینواسید دارد. (هنگامی که تازه وارد جایگاه A شده است).
- f- در مرحله‌ی طویل شدن ترجمه، tRNA موجود در جایگاه E اصلاً آمینواسید ندارد (که باید ریبوزوم را ترک کند) یا در جایگاه P بیش از یک آمینواسید به آن متصل شده است.
- g- در مرحله‌ی طویل شدن ترجمه، هیچگاه tRNA ایی که فقط یک آمینواسید دارد وارد جایگاه P نمی‌شود.

**h- همه‌ی اتفاقاتی که در حین مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه در جایگاه P ریبوزوم رخ می‌دهد:**

۱- شکستن پیوند بین آمینواسید (یا رشته‌ی پلی‌پپتیدی) و tRNA

۲- خروج کدون‌هایی که رمز آن‌ها به آمینواسید در رشته‌ی پلی‌پپتیدی ترجمه شده است.

**i- همه‌ی اتفاقاتی که در حین مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه در جایگاه A ریبوزوم رخ می‌دهد:**

۱- تشکیل پیوند هیدروژنی بین آنتی‌کدون (tRNA) جدیدالورود و کدون.

۲- تشکیل پیوند پپتیدی بین رشته‌ی پلی‌پپتیدی و آمینواسید tRNA جدیدالورود.

۳- آزاد شدن مولکول آب به دلیل تشکیل پیوند پپتیدی.

۴- ورود همه‌ی tRNAهای جدید در حین مرحله ادامه‌ی ترجمه.

۵- ورود کدون جدید که هنوز رمز آن به آمینواسید ترجمه نشده است.

**z- همه‌ی اتفاقاتی که در حین مرحله‌ی ادامه‌ی ترجمه در جایگاه E ریبوزوم رخ می‌دهد:**

۱- شکستن پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی‌کدون (ضدکدون)

۲- خروج همه‌ی tRNAهایی که بدون آمینواسید هستند.

k- همیشه آمینواسید ابتدایی رشته‌ی پلی‌پپتیدی آمینواسید متیونین است. اگر گفتیر ۱۵۱

### ③ مرحله پایان :

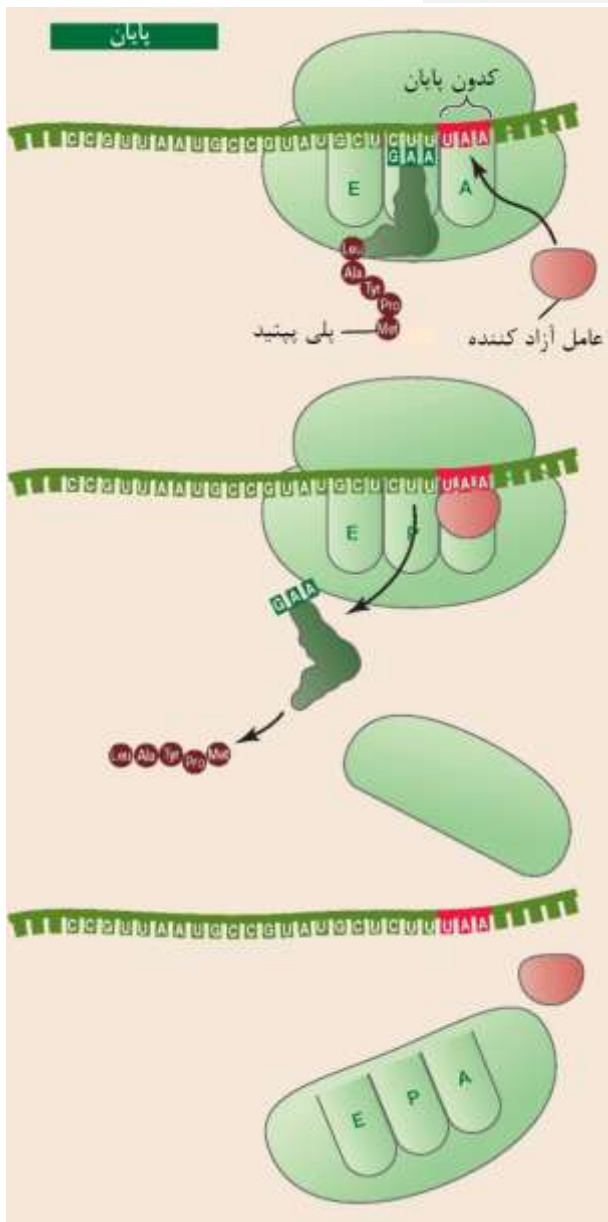
ورود یکی از رمزهای پایان ترجمه (UAA, UAG و UGA) به جایگاه A رناتن

چون رنای ناقل مکمل این رمز وجود ندارد، این جایگاه توسط پروتئین‌هایی به نام عوامل آزادکننده اشغال می‌شود.

**عوامل آزادکننده باعث :** جدا شدن پلی‌پپتید از آخرین رنای ناقل می‌شوند.

همچنین جدا شدن زیرواحدهای رناتن از هم و آزاد شدن رنای پیک می‌شوند.

تذکر : زیرواحدهای رناتن‌ها می‌توانند مجدداً این مراحل را تکرار کنند تا چندین نسخه از یک پلی‌پپتید ساخته شود.



### شکل مقابل - مرحله پایان ترجمه

چندتا نکته در ارتباط با مرحله پایان :

a- برای کدون‌های پایان ضد رمز (آنتی‌کدون) وجود ندارد پس در جاندارن

آنتی‌کدون‌های AUU, AUC, و ACU وجود ندارد.

تذکر : AUU, AUC, و ACU می‌تواند به عنوان کدون (نه آنتی‌کدون) در mRNA حضور داشته باشند.

b- آخرین کدون که وارد جایگاه A می‌شود **حتماً** کدون پایان است.

c- آخرین کدون که وارد جایگاه P می‌شود، همان کدونی است که طی آخرین

جابه‌جایی از جایگاه A وارد جایگاه P شده است. و آخرین tRNA به آن اتصال یافته است.

d- در مرحله‌ی آغاز، کدون آغاز و tRNA آغازگر فقط وارد جایگاه P می‌شوند. در

مرحله‌ی پایان، کدون پایان فقط وارد جایگاه A می‌شود.

در مرحله‌ی طویل شدن ترجمه همه‌ی کدون‌ها و tRNAهای آنها ابتدا وارد

جایگاه A و سپس جایگاه P می‌شوند و در نهایت از جایگاه E خارج می‌شوند.

تذکر: آخرین tRNA برخلاف همه tRNAهای دیگر، از جایگاه P خارج می‌شود.