

سَلَامُ اللَّهِ عَلَى مُحَمَّدٍ

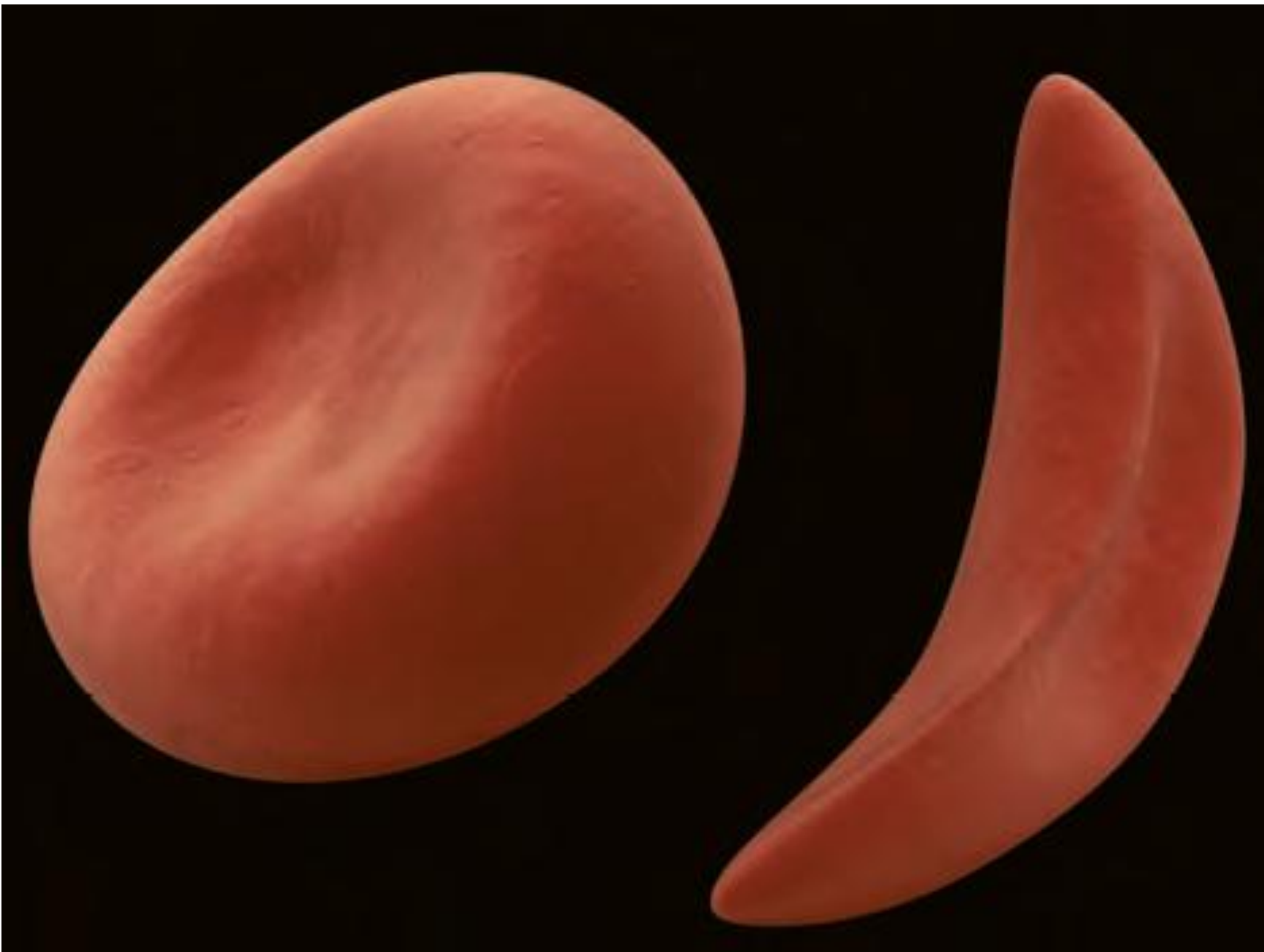
وَعَلَىٰ آلِهِ
وَحَبَرِهِ
وَبَارِعَاتِهِ



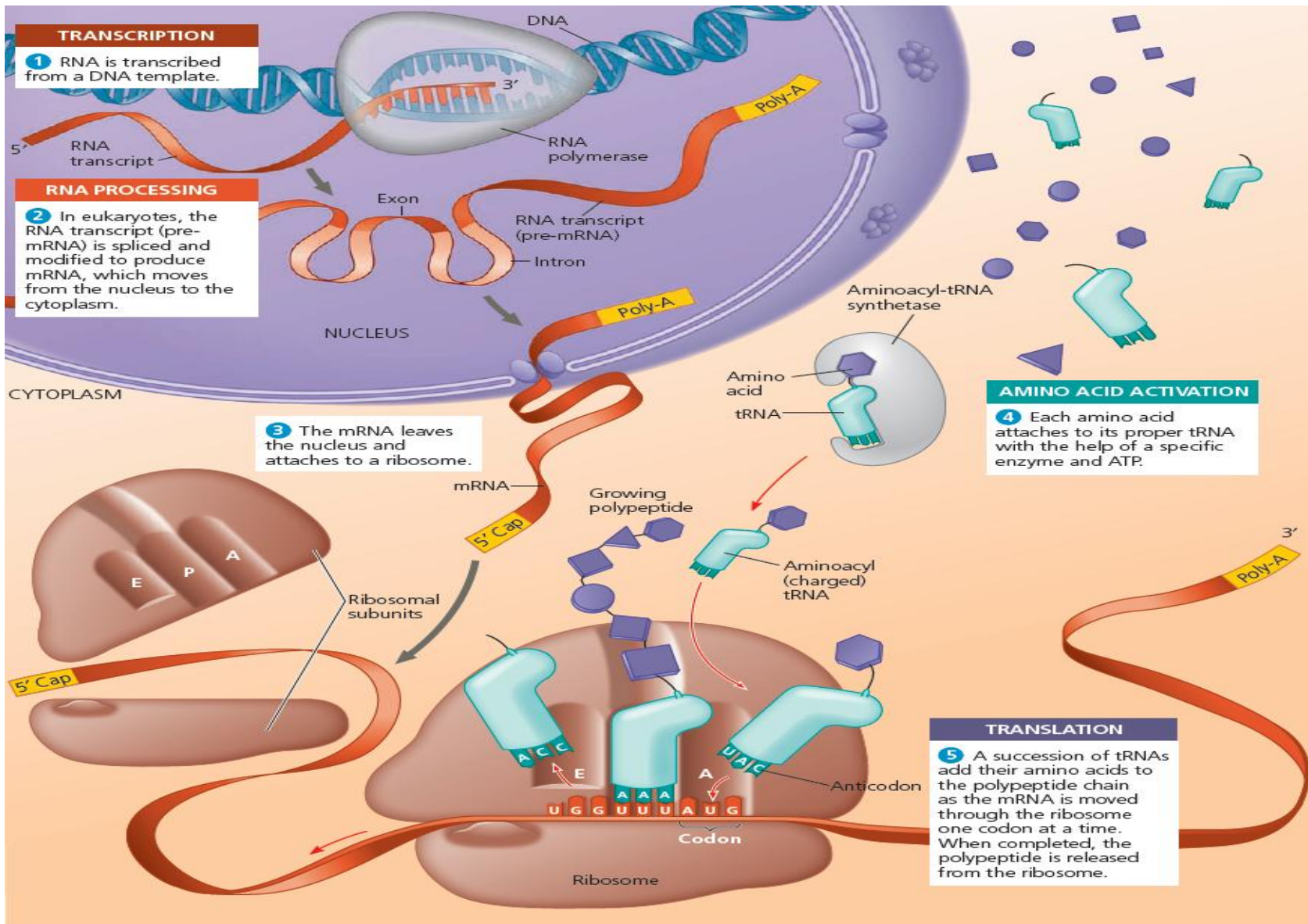
فصل ۲

گفتار ۲

به سوی پروتئین

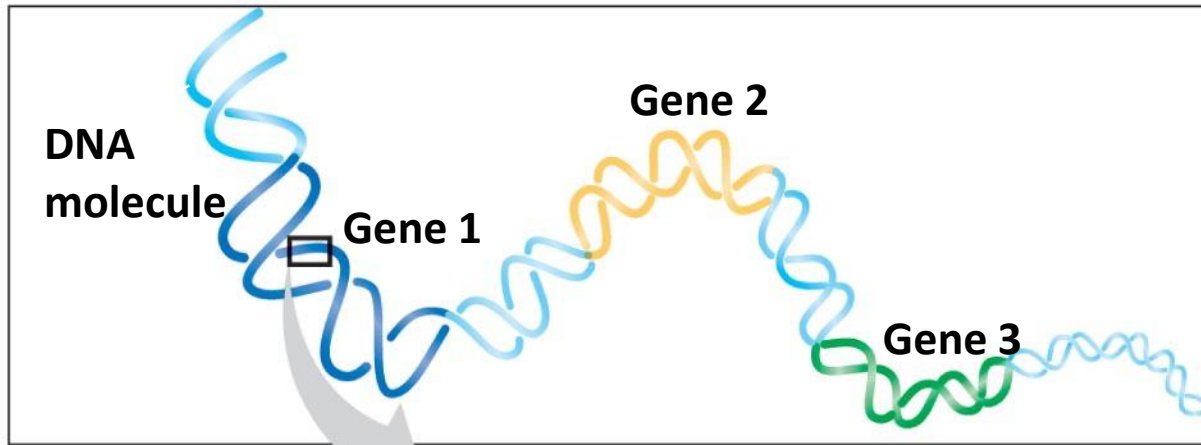


جریان اطلاعات در یاخته

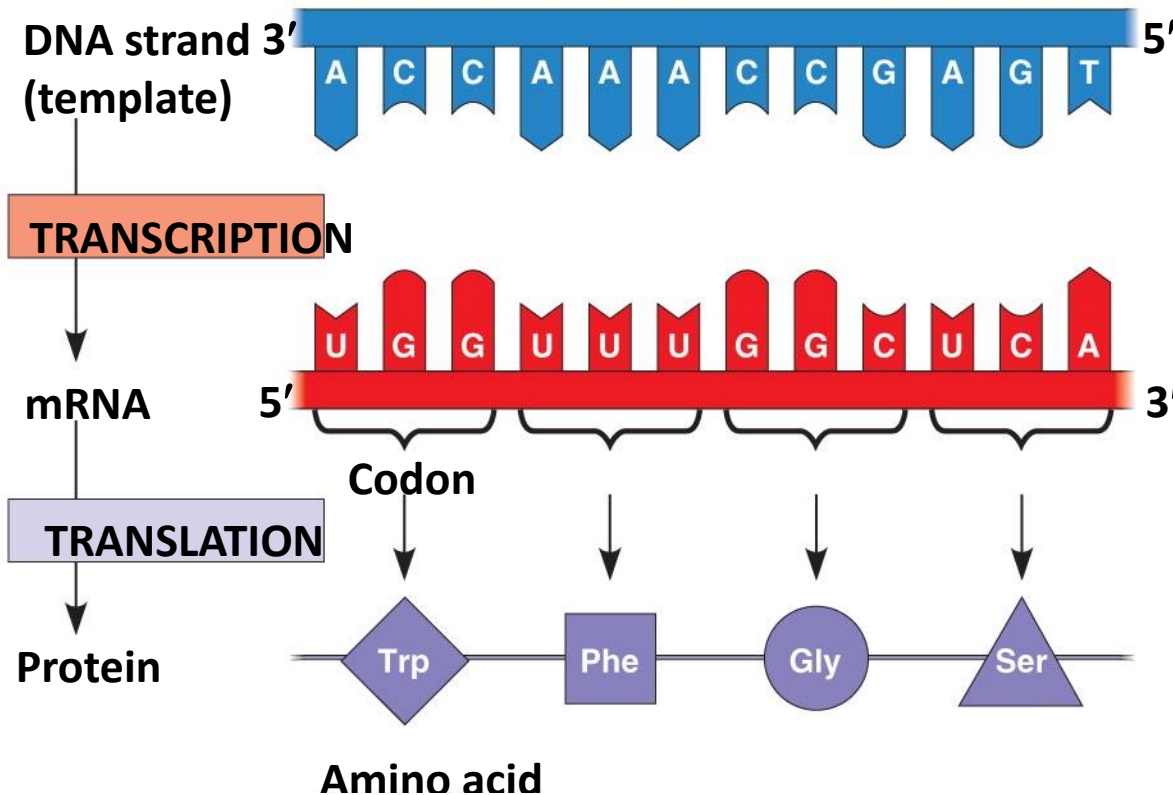


واحدهای سازنده ی **DNA** نوکلئوتید و واحدهای سازنده پلی پپتید، آمینو اسید است.

پس باید بین نوکلئوتیدهای ژن و آمینواسیدهای پلی پپتید، پل ارتباطی یا یک میانجی وجود داشته باشد. همانطور که گفته شد این میانجی مولکول **RNA** است.



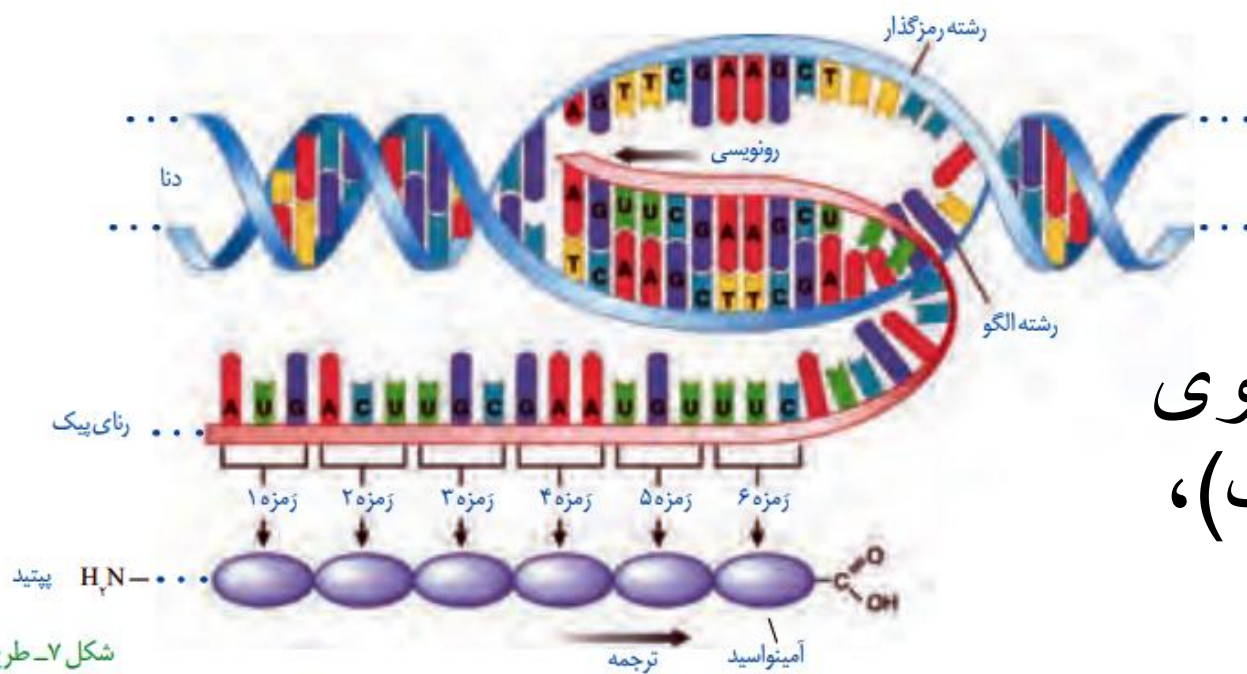
اطلاعات موجود در **ژن (بخشی از DNA)** ابتدا به **RNA** انتقال می یابد و حالا از این اطلاعات باید برای تولید پروتئین استفاده شود.



RNA از نوکلئوتید تشکیل شده است ولی در ساختار پلی پپتیدها، آمینواسید وجود دارد.

در واقع باید **زبان نوکلئیک اسیدی** که با حروف نوکلئوتیدی است به زبان پروتئین که با حروف آمینواسیدی است، برگردانده شود.

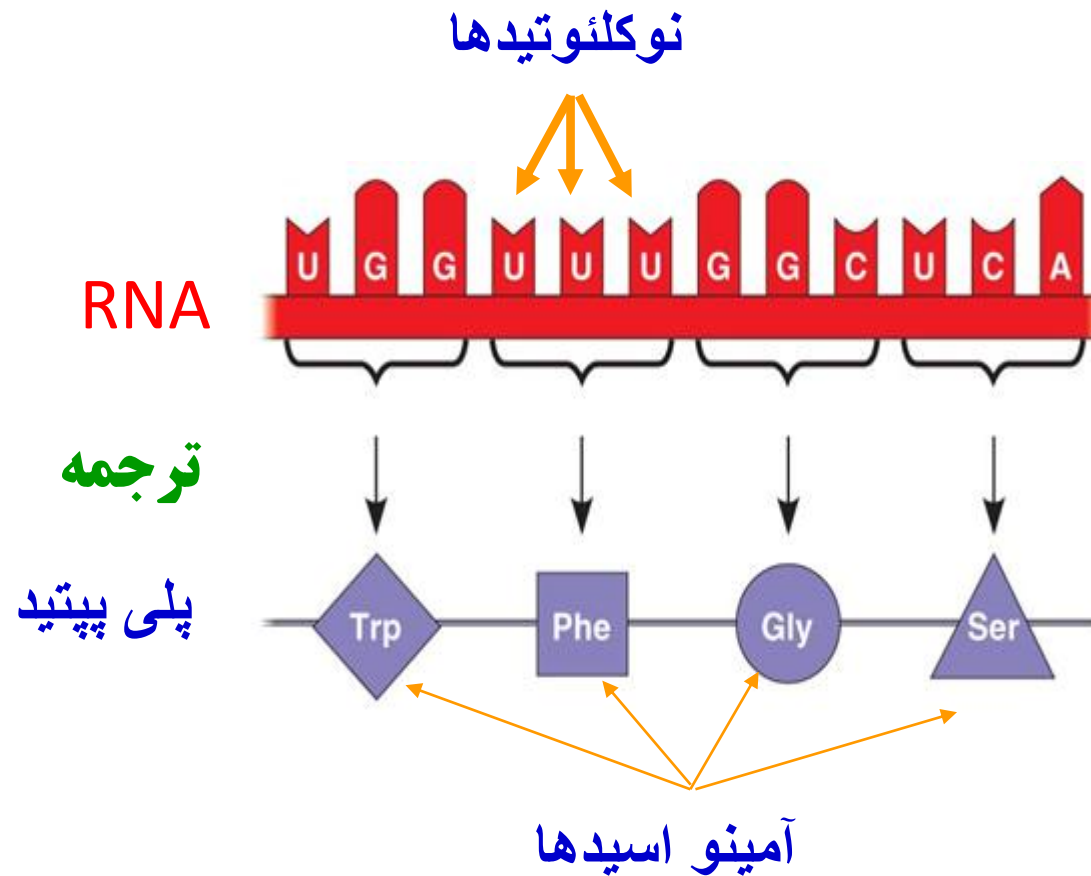
تبدیل زبان نوکلئیک اسیدی RNA به پلی پپتیدی



به ساخته شدن پلی پپتید از روی
اطلاعات mRNA (رنا پیک)،
ترجمه گفته می شود

شکل ۷- طرح ساده ای از رونویسی تا
ترجمه

به فرایند ساخته شدن پلی پپتید از روی اطلاعات **RNA** ی پیک، ترجمه گفته می شود.



باز های نیتروژن دار A G C T

$$4^1 = 4$$

$$4^2 = 16$$

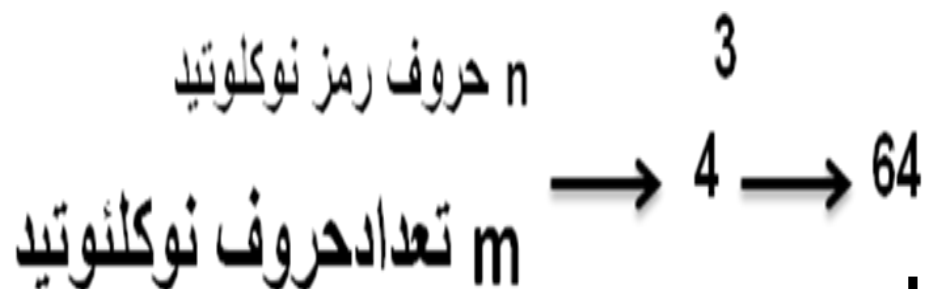
$$4^3 = 64$$

در طبیعت برای DNA چهار حرف داریم.

که به کمک آن می توان روی mRNA کلمات ۳ حرفی ساخت.

که به این کلمات ۳ حرفی کدون (رمز) می گوئیم

و در طبیعت ۶۴ نوع کدون وجود دارد. که از رابطه ی زیر به دست می آید.



از این ۶۴ رمز ۳ تایی آن پایان است. که شامل UAG، UGA، UAA است. (کدون های پایان را باید حفظ کنید) که هرگز اسید آمینه نداشته و حتما روی همه ی mRNA ها یکی از آنها حضور دارد.

نکته مهم هر رمز (غیر از پایان) فقط مربوط به یک اسید آمینه است. ولی یک اسید آمینه می تواند چند رمز داشته باشد.
 نوکلئوتید دوم

نومکوتید سوم

U
C
A
G
U
C
A
G
U
C
A
G
U
C
A
G

	U	C	A	G
U	<div>UUU فنیل آلانین</div> <div>UUC</div> <div>UUA لوسین</div> <div>UUG</div>	<div>UCU سرین</div> <div>UCC</div> <div>UCA</div> <div>UCG</div>	<div>UAU تیروزین</div> <div>UAC</div> <div>UAA پایان</div> <div>UAG پایان</div>	<div>UGU سیستئین</div> <div>UGC</div> <div>UGA پایان</div> <div>UGG تریپتوفان</div>
C	<div>CUU لوسین</div> <div>CUC</div> <div>CUA</div> <div>CUG</div>	<div>CCU پرولین</div> <div>CCC</div> <div>CCA</div> <div>CCG</div>	<div>CAU هیستیدین</div> <div>CAC</div> <div>CAA گلوتامین</div> <div>CAG</div>	<div>CGU آرژنین</div> <div>CGC</div> <div>CGA</div> <div>CGG</div>
A	<div>AUU ایزولوسین</div> <div>AUC</div> <div>AUA</div> <div>AUG متیونین</div>	<div>ACU ترئونین</div> <div>ACC</div> <div>ACA</div> <div>ACG</div>	<div>AAU آسپاراژین</div> <div>AAC</div> <div>AAA لیزین</div> <div>AAG</div>	<div>AGU سرین</div> <div>AGC</div> <div>AGA آرژنین</div> <div>AGG</div>
G	<div>GUU والین</div> <div>GUC</div> <div>GUA</div> <div>GUG</div>	<div>GCU آلانین</div> <div>GCC</div> <div>GCA</div> <div>GCG</div>	<div>GAU آسپارٹیک اسید</div> <div>GAC</div> <div>GAA گلوتامیک اسید</div> <div>GAG</div>	<div>GGU گلی سین</div> <div>GGC</div> <div>GGA</div> <div>GGG</div>

نومکوتید اول

کدون‌های وراثتی در تمام جانداران عمومی است:

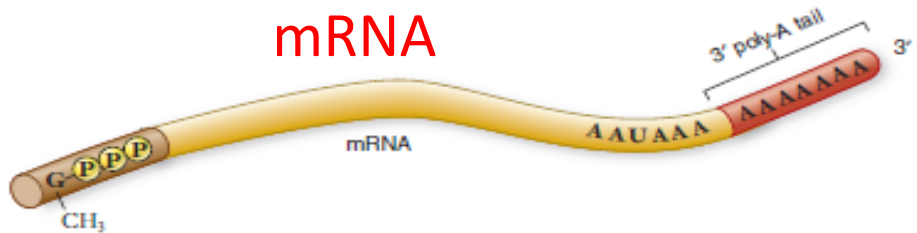
اطلاعات در **DNA** به صورت رمز ذخیره شده اند.

توالی های ۳ نوکلئوتیدی **RNA**ی پیک تعیین می کند که کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی پپتید قرار بگیرد. به این توالی ها، **کُدون** گفته می شود.

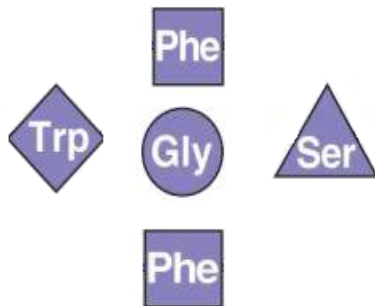
در یاخته ۶۴ نوع کدون وجود دارد

UAG و **UGA**، **UAA** هیچ آمینواسیدی را رمز نمی کنند که به آنها **کدون** پایان می گویند.

رمز آغاز یا **AUG** رمزی است که ترجمه از آن آغاز می شود. این رمز، معرف آمینواسید **متیونین** نیز است.



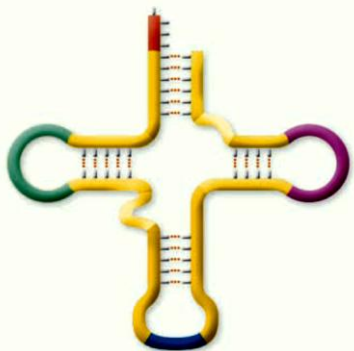
ریبوزوم



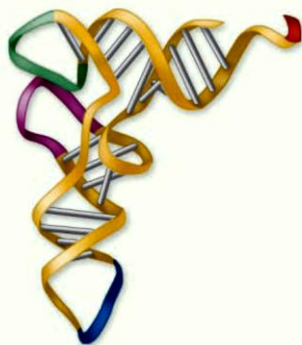
آمینو اسیدها

tRNA

تاخوردگی اولیه



ساختار سه بعدی



نماد



عوامل لازم در ترجمه

mRNA

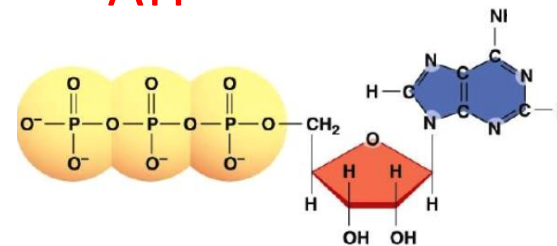
ریبوزوم ها

آمینو اسیدها

RNA های ناقل (tRNA)

ATP

ATP

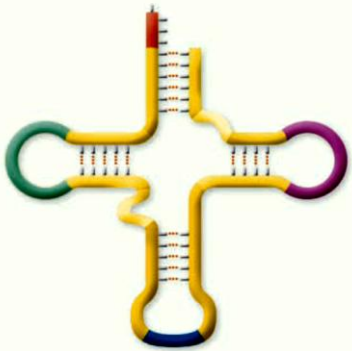


عوامل لازم در ترجمه (RNA ی ناقل)

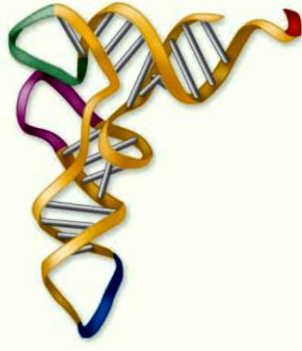
- ترجمه ی mRNA به پروتئین با کمک RNA ناقل (tRNA) صورت می گیرد.
- مولکول های tRNA یکسان نیستند
- هر tRNA نوع آمینو اسید آمینه ویژه ای را حمل می کند.
- هر مولکول tRNA شامل یک رشته RNA است که طولی در حدود ۸۰ نوکلئوتید دارد

tRNA

تاخوردگی اولیه

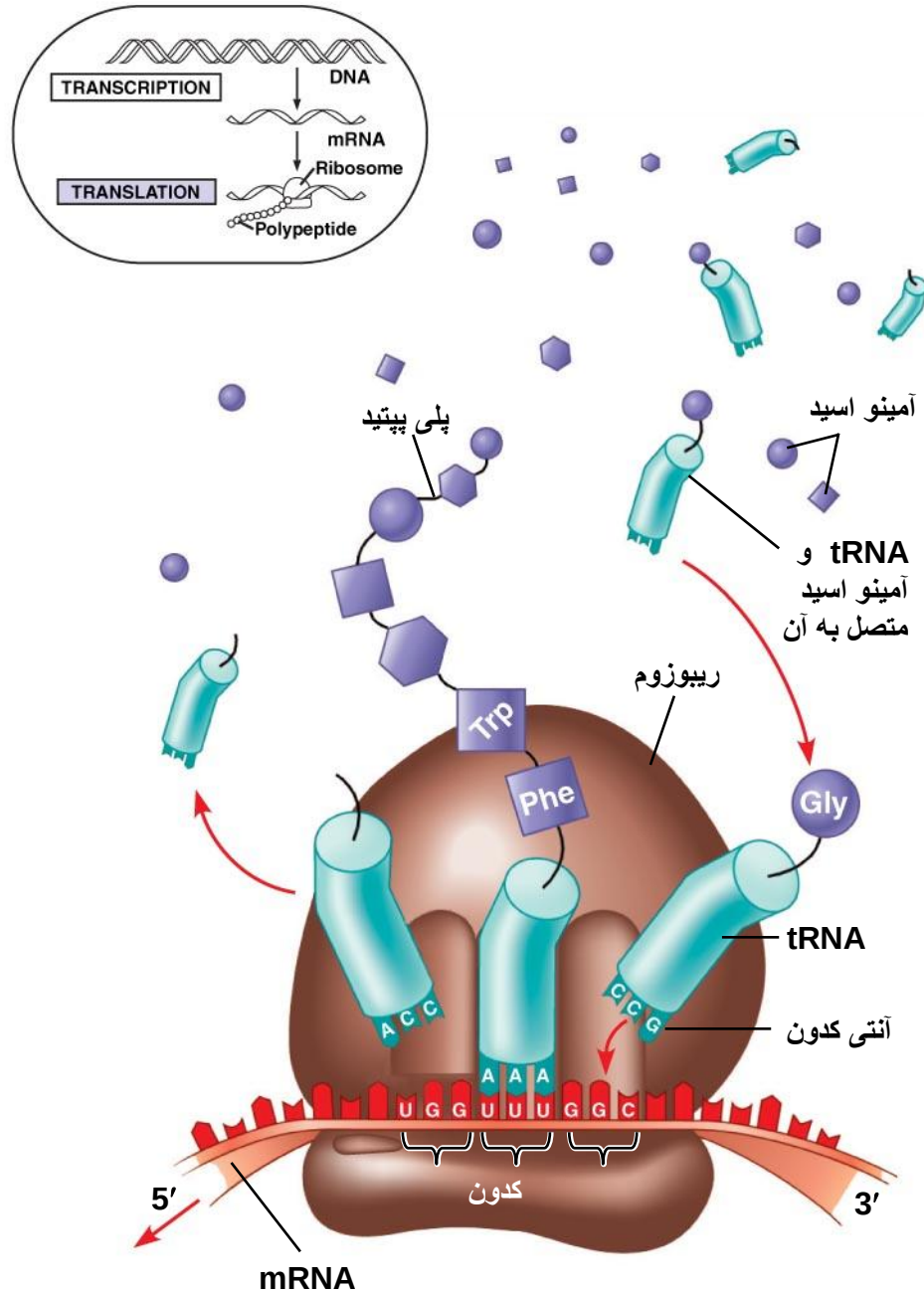


ساختار سه بعدی



نماد



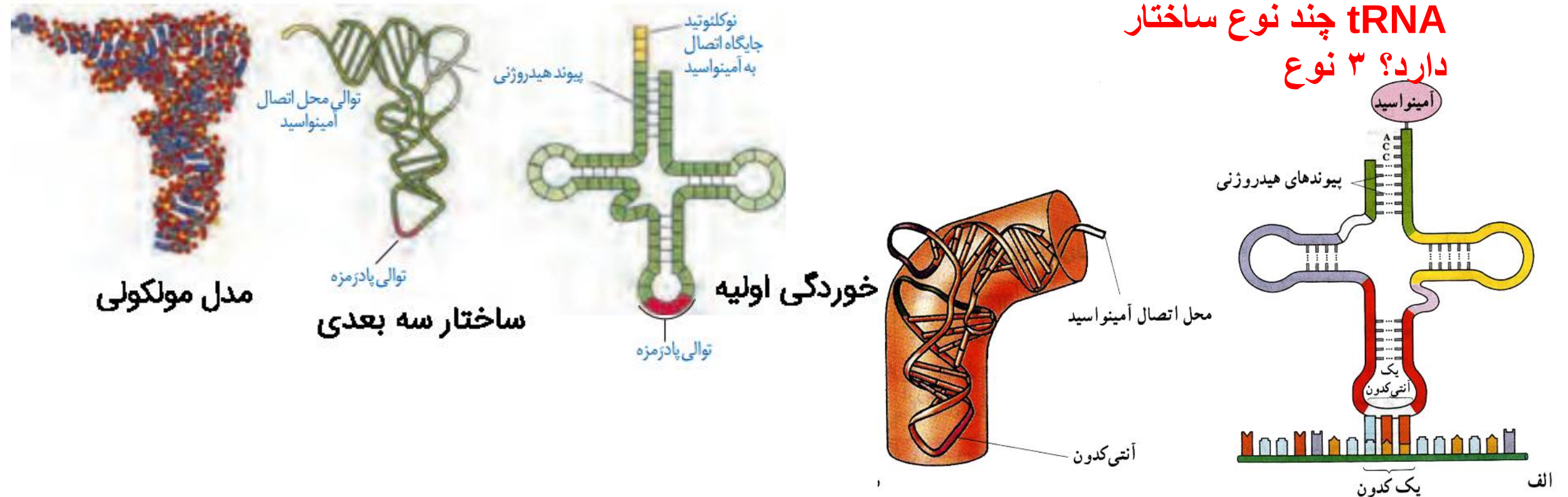


کار tRNA انتقال
آمینو اسیدها به محل
پروتئین سازی است

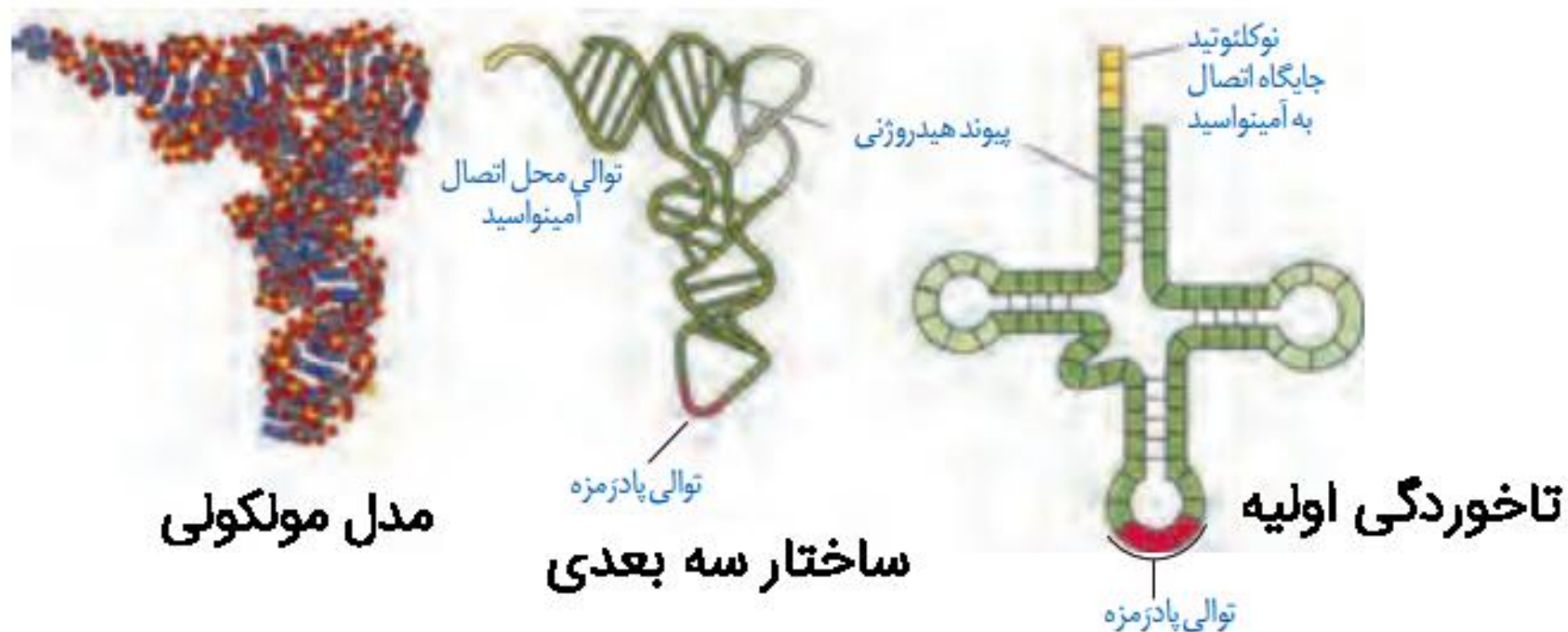
درفرایند پروتئین سازی نقش آوردن آمینو اسید ها به ریبوزوم را بر عهده دارد tRNA

پس از انجام رونویسی از ژن tRNA توسط RNA پلی مرز ۳ (در یوکاریوتها) و RNA پلی مرز ۲ در پروکاریوتها ساختارهای متفاوتی از tRNA (اول یا خطی - دوم یا برگ شبدری - سوم یا ساختار L) شکل می گیرد

tRNA چند نوع ساختار دارد؟ ۳ نوع



RNA ناقل مانند سایر RNA ها پس از رونویسی دچار تغییراتی می شود.
در ساختار نهایی RNA ناقل، نوکلئوتیدهای مکمل می توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند. به همین علت RNA ی تک رشته ای، روی خود تا می خورد.
RNA ناقل در حالت **فعال** ساختار **سه بعدی** دارد.



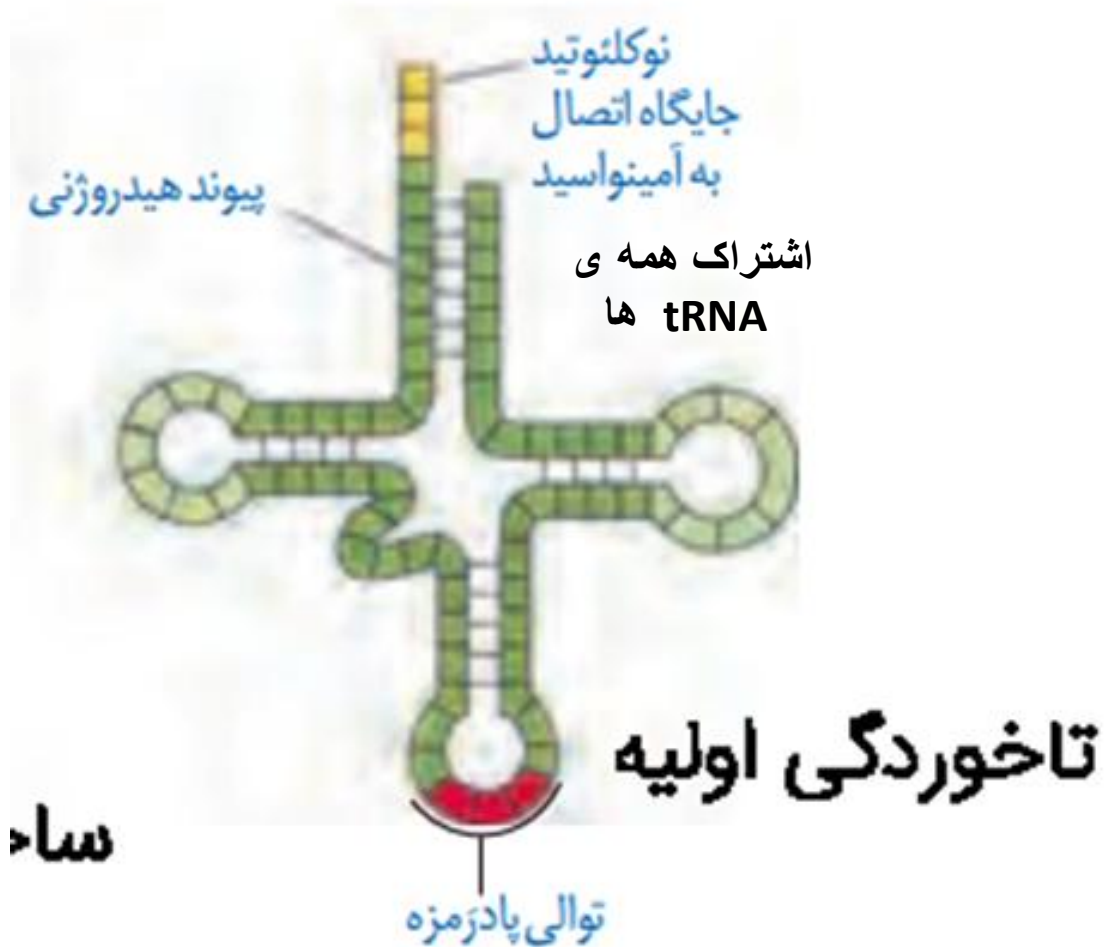
tRNA را با ۵ نام می شناسند ۱-tRNA حامل ۲-tRNA ناقل ۳-آنتی کدون ۴-ضد رمز ۵-حامل اسید آمینه

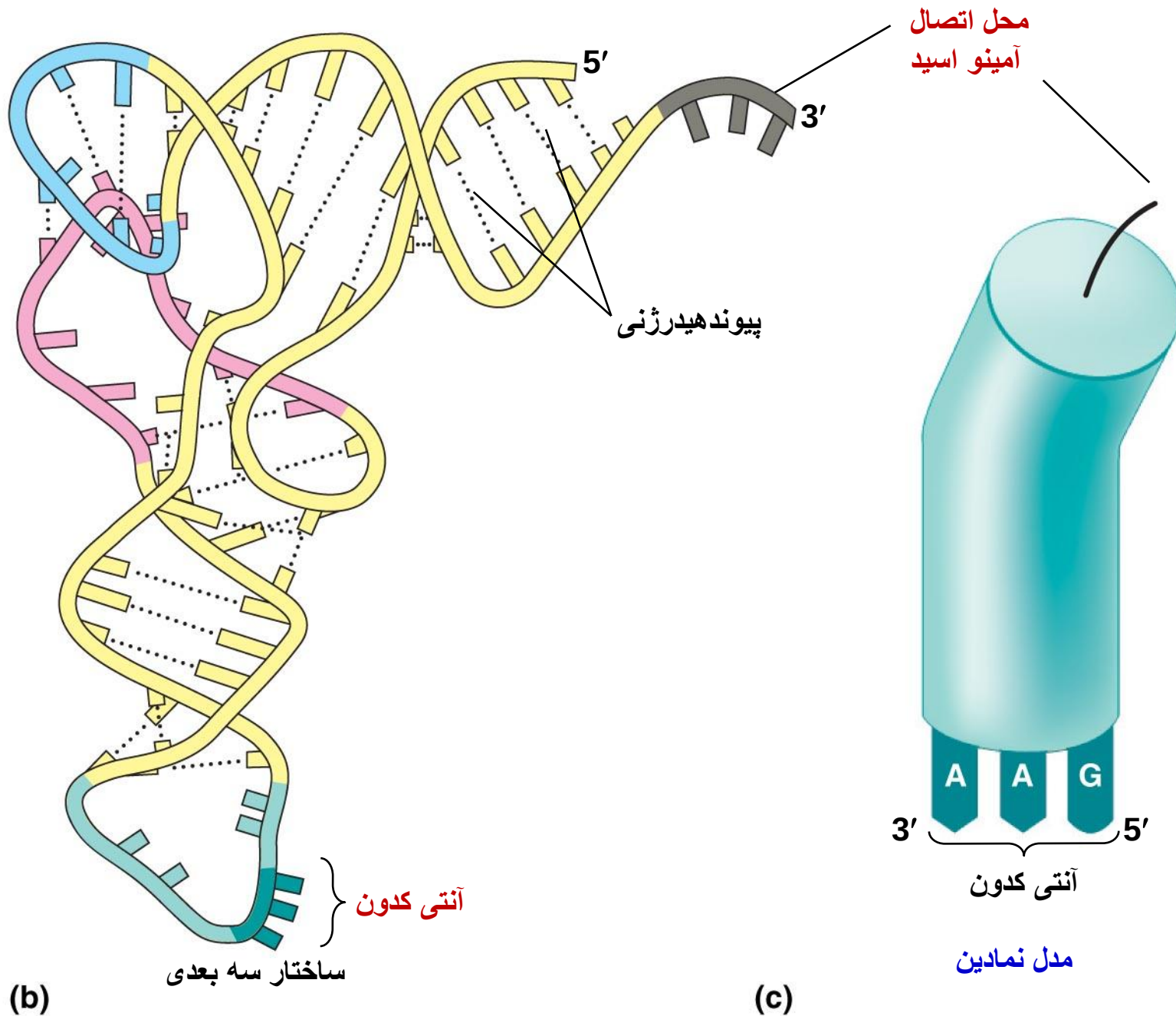
۲-در ساختار برگ شبدری (تاخوردگی اولیه) tRNA چهار حلقه (برگ) دیده می شود.

۳-در محل حلقه ها، نوکلئوتید مکمل و پیوند هیدروژنی یافت نمی شود.

۴-در tRNA پیوند فسفودی استر و هیدروژنی حضور دارد.

۵-علت برگ شبدری شدن (تاخوردگی اولیه) tRNA وجود رابطه مکملی و پیوند هیدروژنی است





ساختار RNA ناقل

در ساختار سه بعدی
tRNA در یک سو
 توالی ۳ نوکلئوتیدی
 به نام **آنتی کدون**
 وجود دارد. در یک
 سوی دیگر **tRNA**
 یک محل برای
 اتصال آمینو اسید
 وجود دارد.

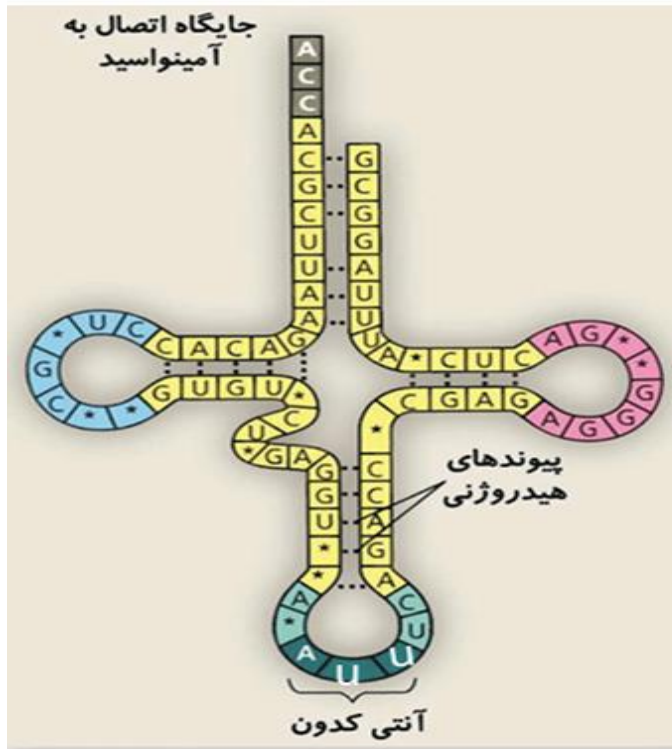
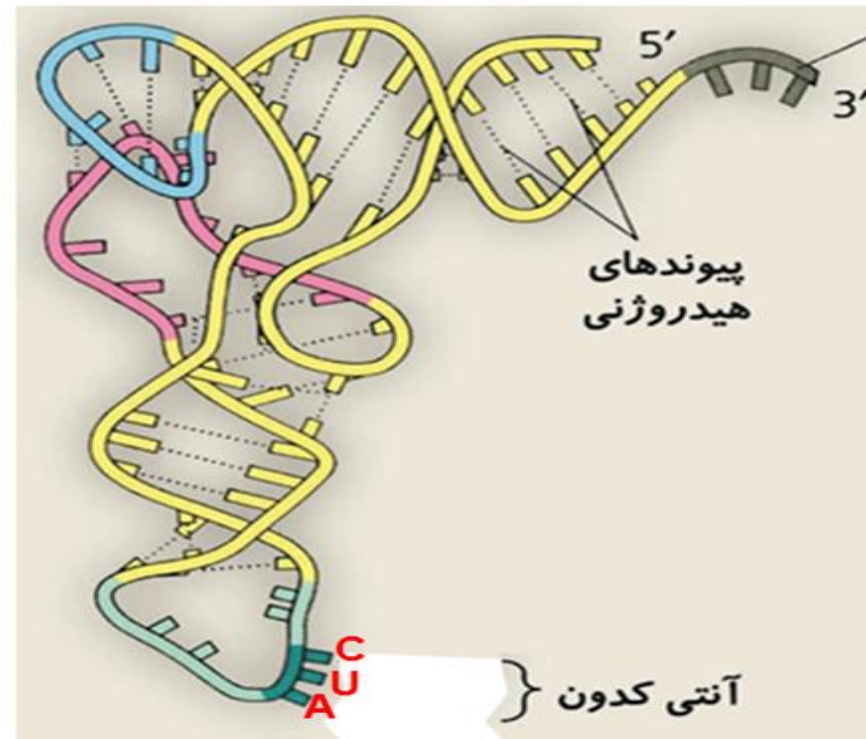
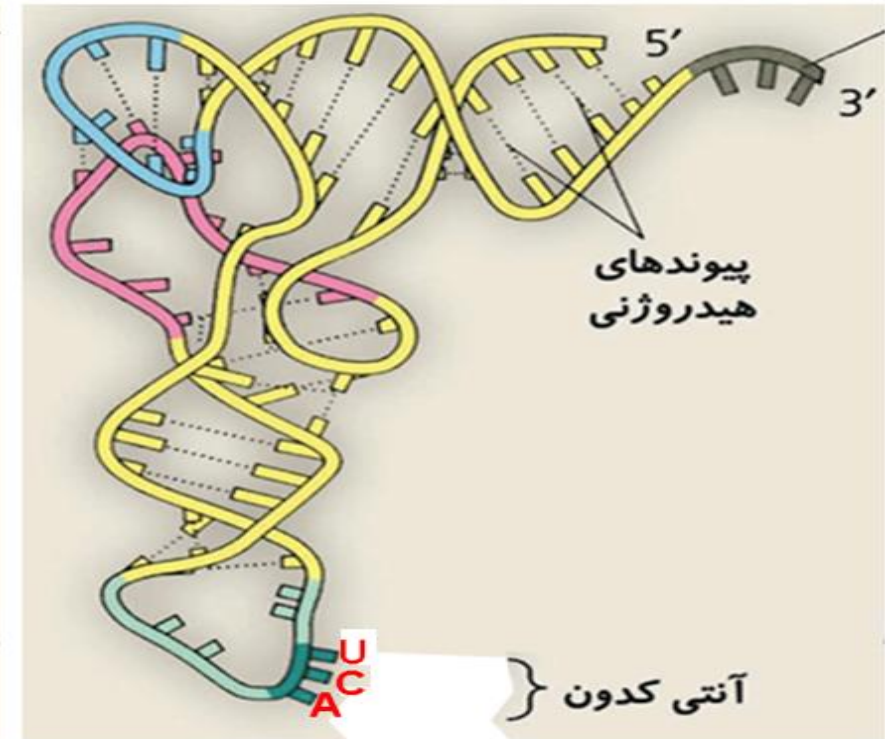
tRNA ها (آنتی کدون ها) زیردر یوکاریوت (هو هسته) ها دیده می شوند یا پروکاریوت ها (پیش هسته) یا هیچ کدام یا هر دو چرا؟

UAA-UAG-UGA
AUU-AUC-ACU

کدون های پایان هستند

پس آنتی کدون های مقابل را به تبع هیچگاه نخواهیم داشت

دقت نمایید ۶ توالی سه حرفی RNA اصلا نمی توانند در اتصال اسید های آمینه نقش داشته باشند

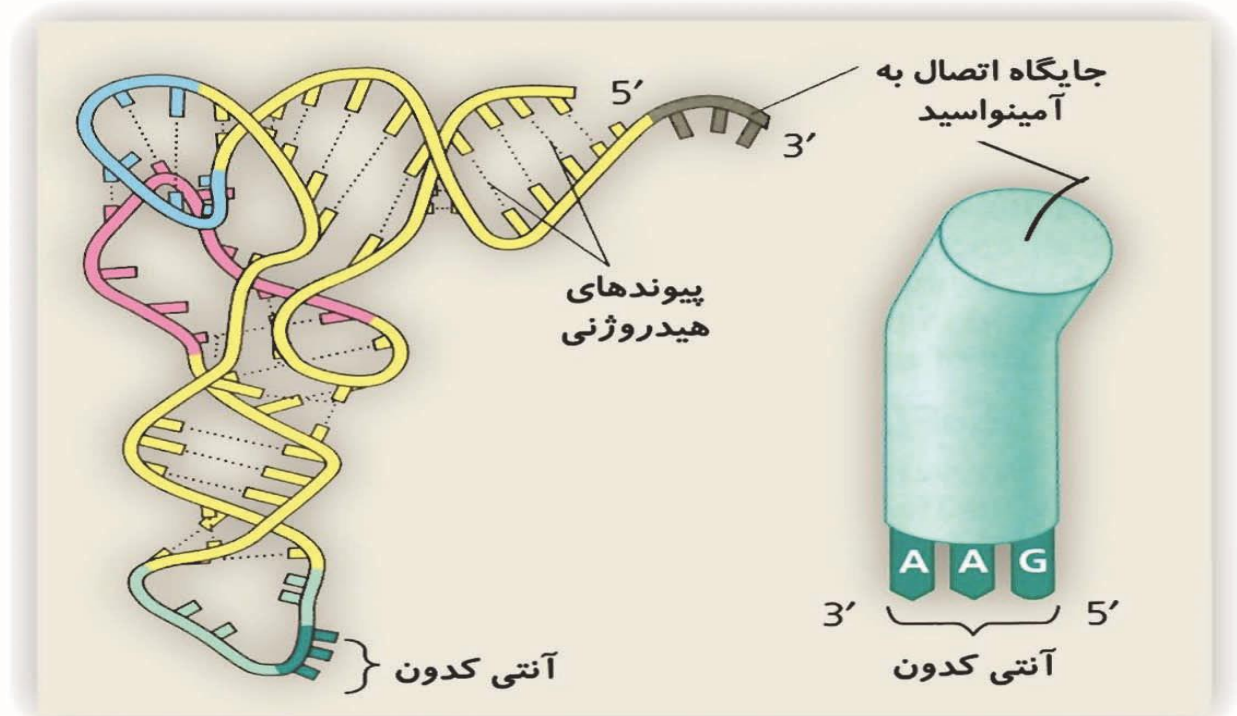


در رابطه با این شکل چطور؟

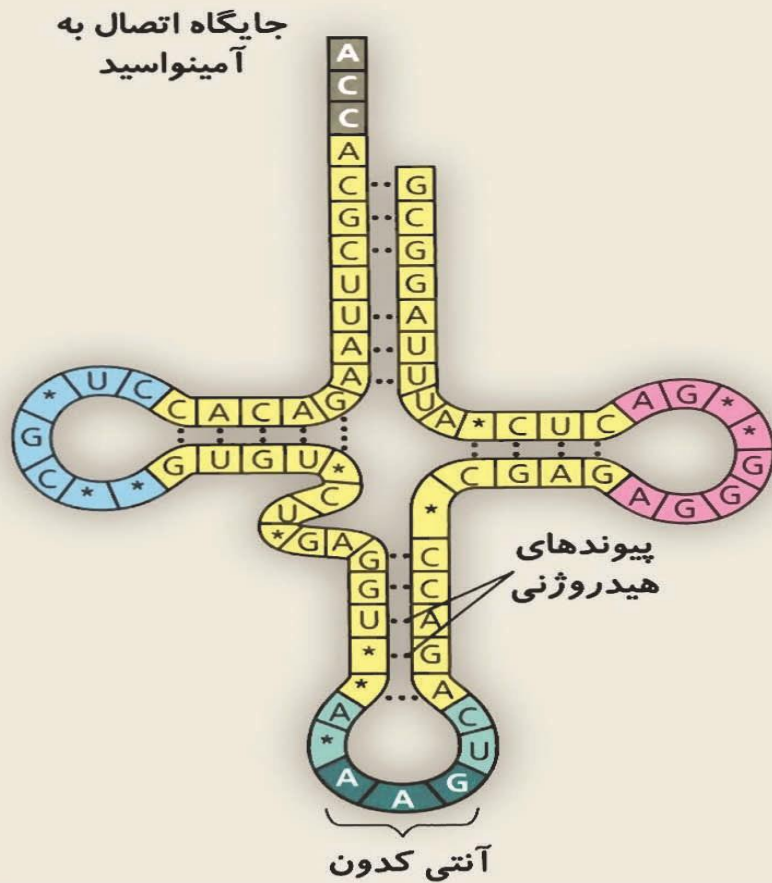
tRNA های (آنتی کدون ها) زیر در **یوکاریوت** ها دیده می شوند یا **پروکاریوت** ها یا **هیچ کدام** یا **هر دو** چرا؟
هر دو

tRNA و کدون ها در تمام موجودات زنده (پروکاریوت و یوکاریوت) اساس مشترک دارند

ساختار tRNA:



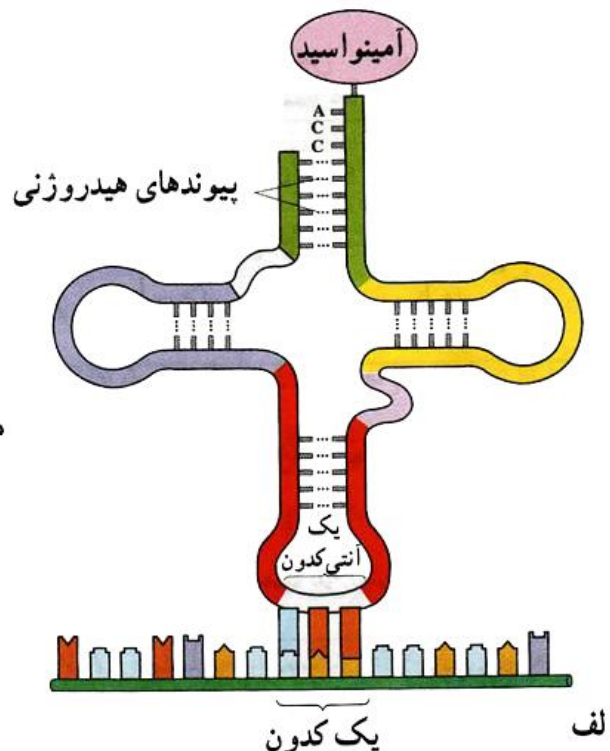
ساختار L شکل (سه بعدی) tRNA. این ساختار درون سلول مشاهده می شود.



ساختار برگ شبدری (دو بعدی) tRNA

آنتی کدون تعیین می کند که آن **tRNA** چه آمینو اسیدی را باید حمل کند.
نوکلئوتیدهای آنتی کدون با نوکلئوتیدهای کدون مکمل خود پیوند هیدروژنی برقرار می کند.

RNA های ناقل به جز در ناحیه آنتی کدون، در همه انواع توالی های **مشابهی (دقت نه اشتراک)** دارند. **تعداد انواع آنتی کدون کمتر از کدون ها است؛** مثلاً برای کدون های پایان، **RNA** ناقل وجود ندارد.



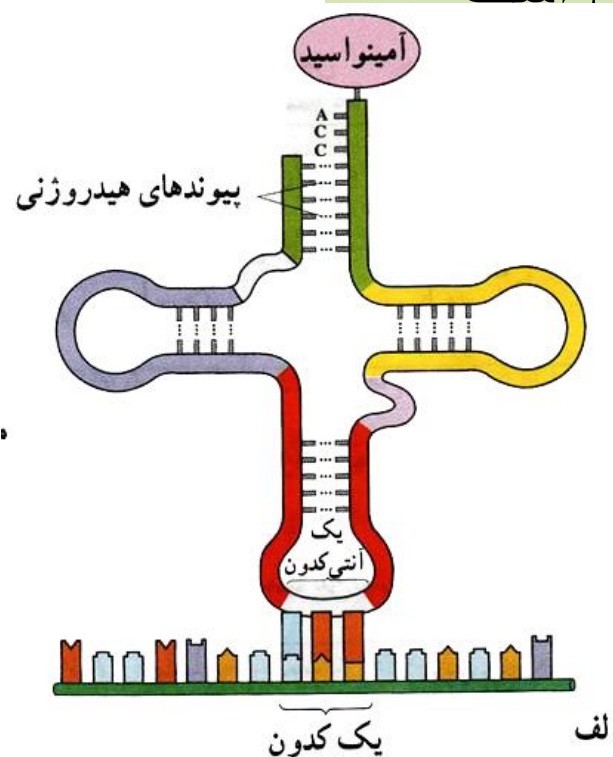
RNA ی ناقل

سؤال:

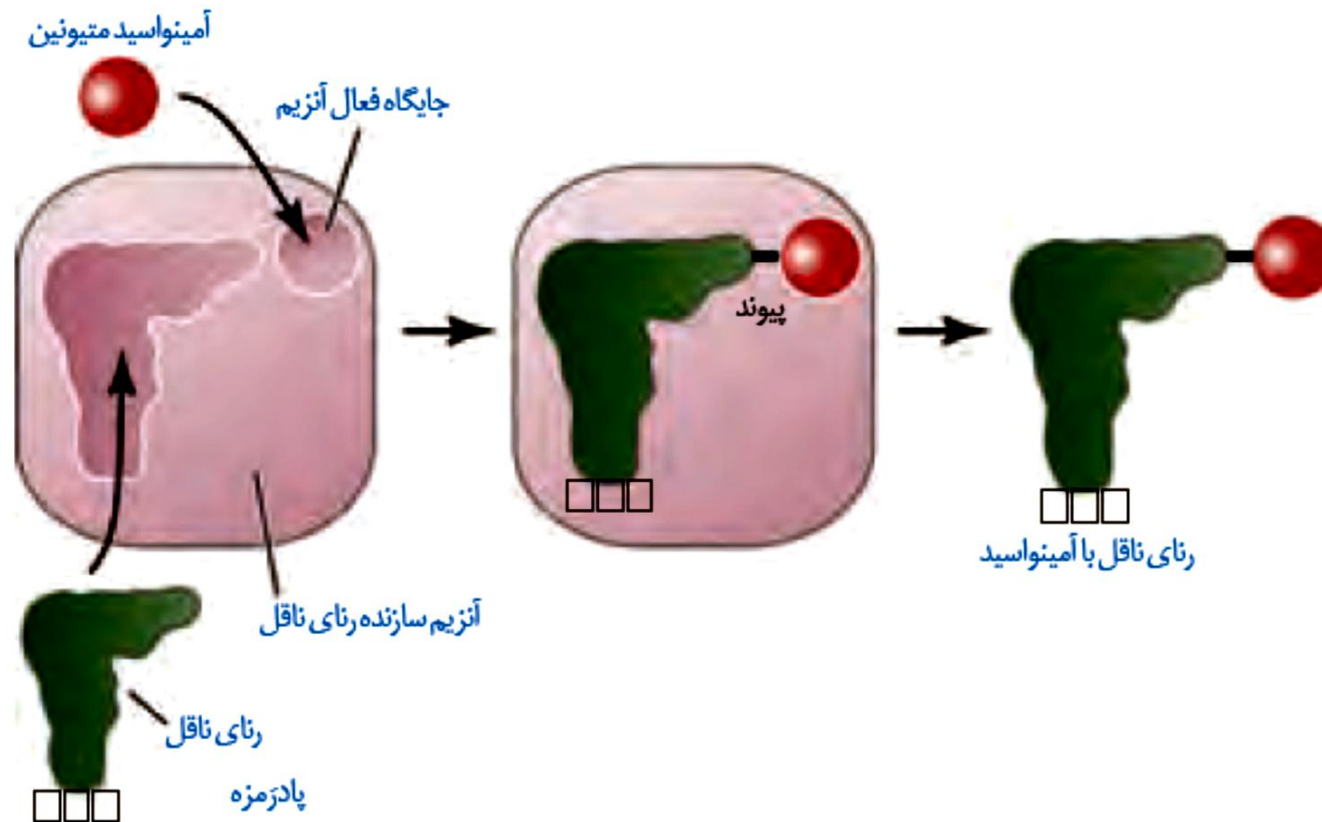
چگونه آمینو اسید به RNA ی ناقل متصل می شود؟

پاسخ

در یاخته ها، آنزیم های ویژه ای وجود دارند که براساس نوع توالی آنتی کدون، آمینواسید مناسب را به **RNA** ی ناقل متصل می کند؛ این فرایند نیازمند انرژی است



اتصال آمینو اسید به RNA ی ناقل



• آنزیم ویژه ای (آمینو اسیل سنتتاز) آمینواسید را به RNA ناقل مناسب متصل می کند.

اگر یک مولکول mRNA از مکمل رشته ی DNA با توالی زیر رونویسی شود
آنتی کدون هایی که برای ترجمه آن مورد استفاده قرار می گیرند چند عدد است؟ چرا؟

GTA – AAA – TGA

رشته مورد نظر

CAT – T T T – ACT

مکمل رشته

GUA – A A A – UGA

mRNA مولکول ساخته شده

CAU – U U U – ACU X



آنتی کدون های ساخته شده

UAA-UAG-UGA

چون کدون های پایان هستند

AUU-AUC-ACU

پس آنتی کدون های مقابل را به تبع هیچگاه نخواهیم داشت

ساختار ریبوزوم

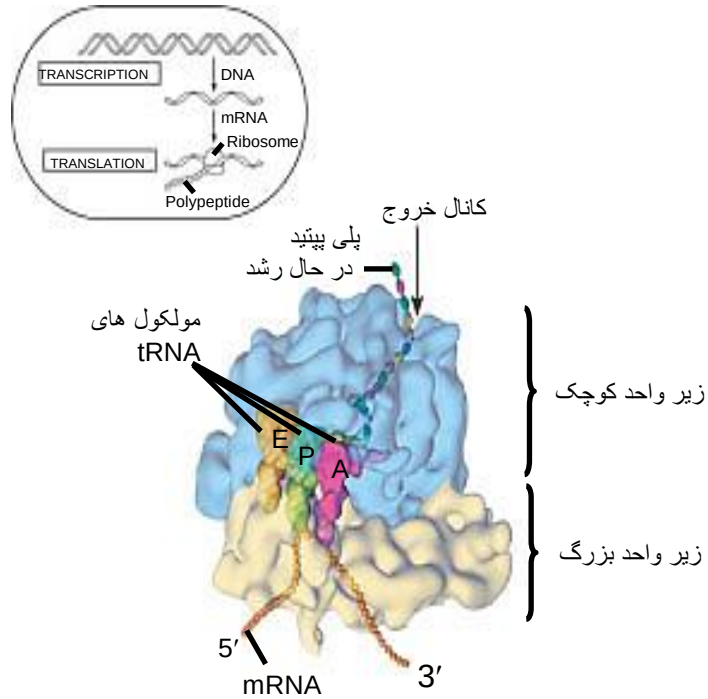
- ریبوزوم ها از دو زیر واحد تشکیل شده است.
- هر زیر واحد نیز از rRNA و پروتئین تشکیل شده است

مونومرهای سازنده ی ریبوزوم(رنا تن) از چیست؟



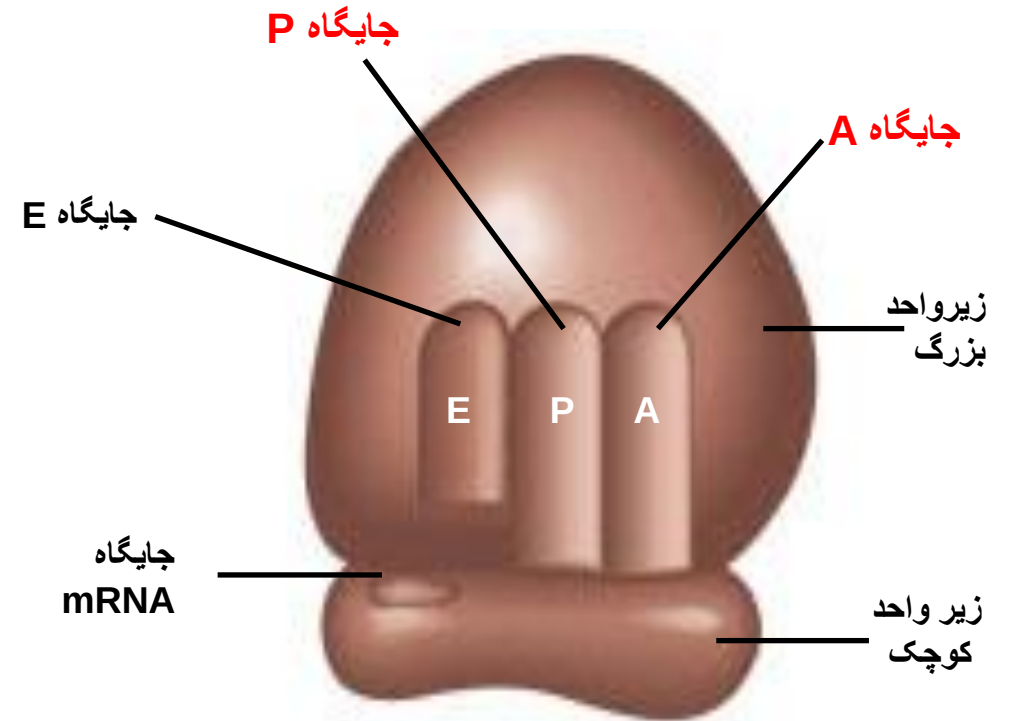
ساختار ریبوزوم

ریبوزوم در ساختار کامل خود، سه جایگاه به نام A، P و E دارد.

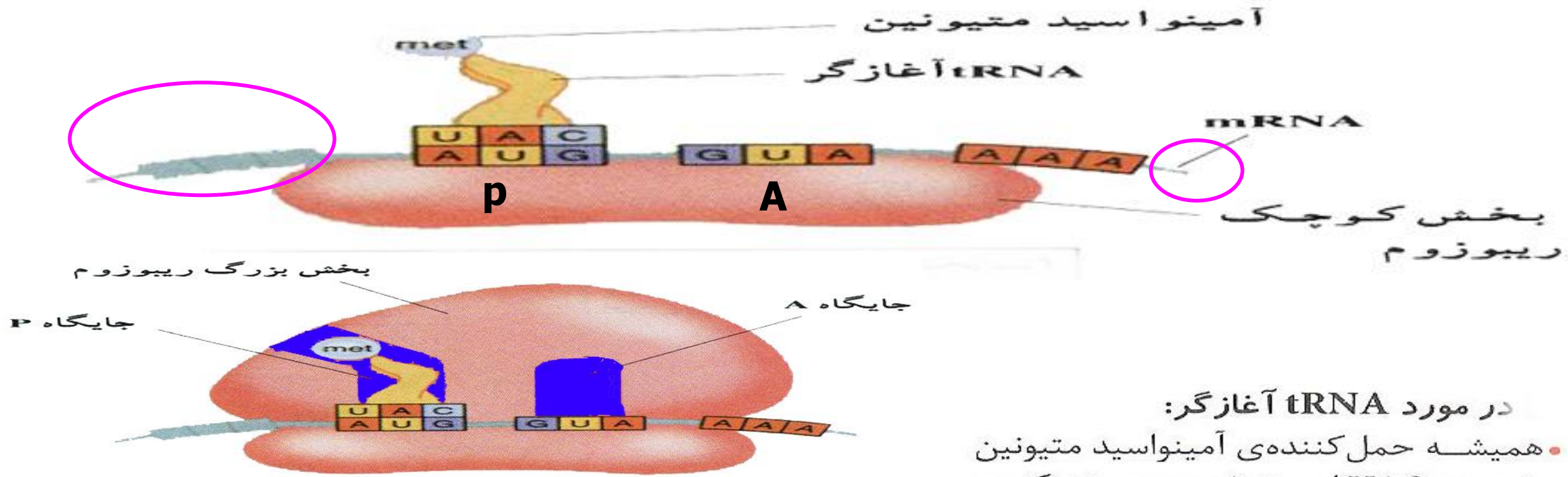


(ب) مدل کامپیوتری ریبوزوم فعال. شکل مدل کلی ریبوزوم باکتریایی را نشان می دهد.

ریبوزوم یوکاریوتی تقریباً مشابه همین است. هر یک از زیر واحدهای ریبوزوم مجموع مولکول های rRNA ریبوزومی و پروتئین ها است.



(الف)



در مورد tRNA آغازگر:

- همیشه حمل کننده ی آمینو اسید متیونین و ضد رمز UAC است (چون همیشه کدون آغاز AUG است).
- دارای دو ویژگی متمایز نسبت به سایر tRNAهاست:

+ تنها tRNA ای است که وارد بخش A ریبوزوم نمی شود (بقیه tRNAها ابتدا وارد جایگاه A و سپس وارد جایگاه P می شوند).

+ تنها tRNA ای است که قبل از به هم پیوستن دو زیر واحد بزرگ و کوچک ریبوزوم وارد آن می شود.

وارد جایگاه A نمی شود

کدون آغاز

کدون پایان وارد جایگاه پ نمیشود

کدون آغاز وارد جایگاه آ نمیشود

مراحل آغاز ترجمه

۱-- بخش کوچک ریبوزوم در مجاورت کدون آغاز (AUG) به mRNA متصل می شود

. (پیوند هیدروژنی نیست) و اولین اتفاق این مرحله است

۲- اولین tRNA که tRNA آغاز گر نام دارد با کدون آغاز رابطه مکملی برقرار می کند (تشکیل پیوند هیدروژنی در جایگاه p)

۳- بخش بزرگ ریبوزوم به بخش کوچک می پیوندد و ساختار ریبوزوم کامل می شود

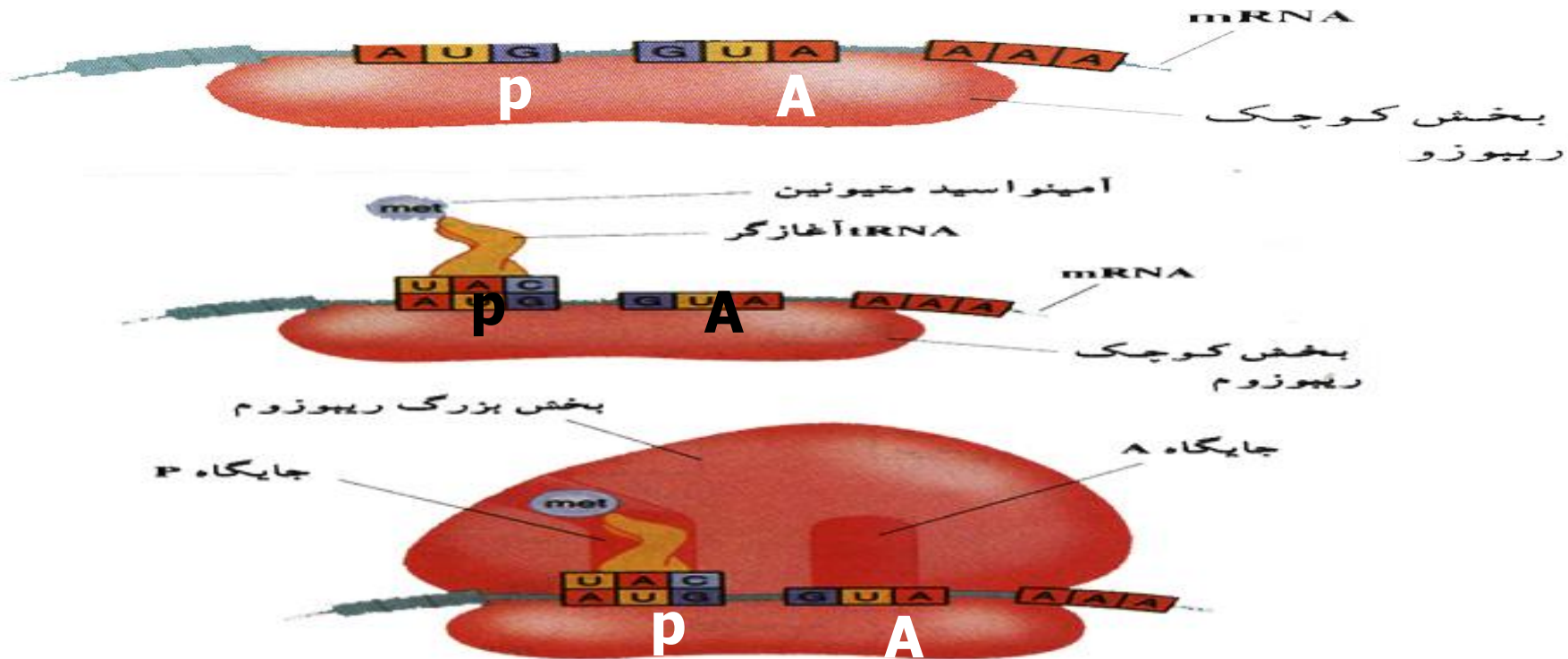
(آخرین مرحله آغاز ترجمه)

نکته مهم: در مرحله آغاز نه پیوند پپتیدی تشکیل و نه می شکند. (البته پیوند هیدروژنی تشکیل می شود)

نکته در مرحله آغاز در جایگاه A ، tRNA وجود ندارد

نکته: tRNA آغازگر تنها RNA که بدون کامل شدن ساختار ریبوزوم روی جایگاه P قرار می گیرد.

نکته: تشکیل پیوند هیدروژنی در جایگاه p یکبار ان هم فقط در مرحله آغاز صورت می گیرد

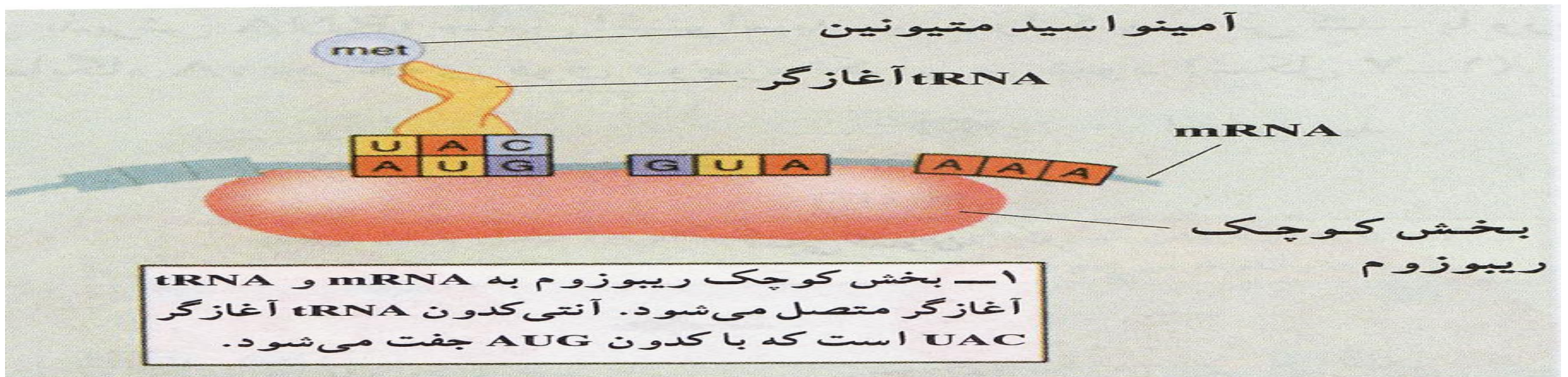


نکته مهم: tRNA شروع (متیونین) کدامیک است؟

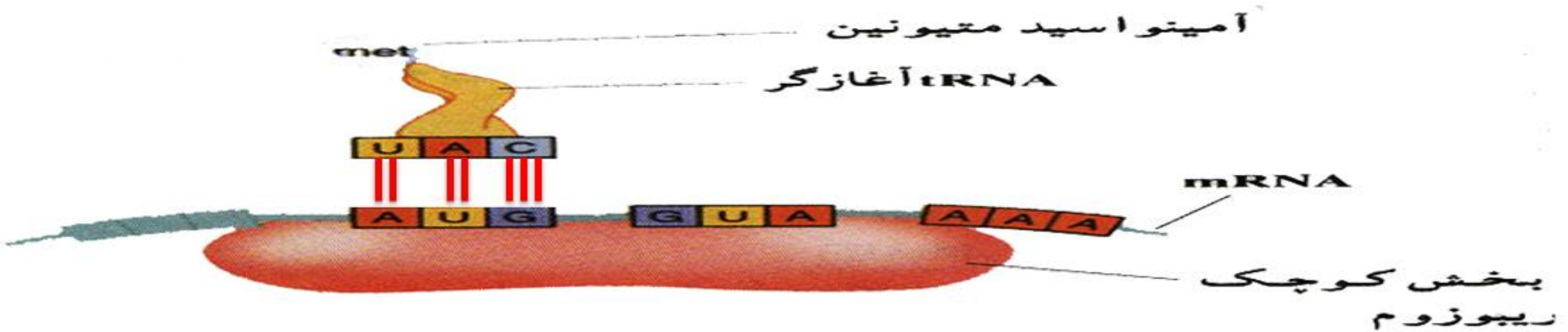
نه کدون شروع

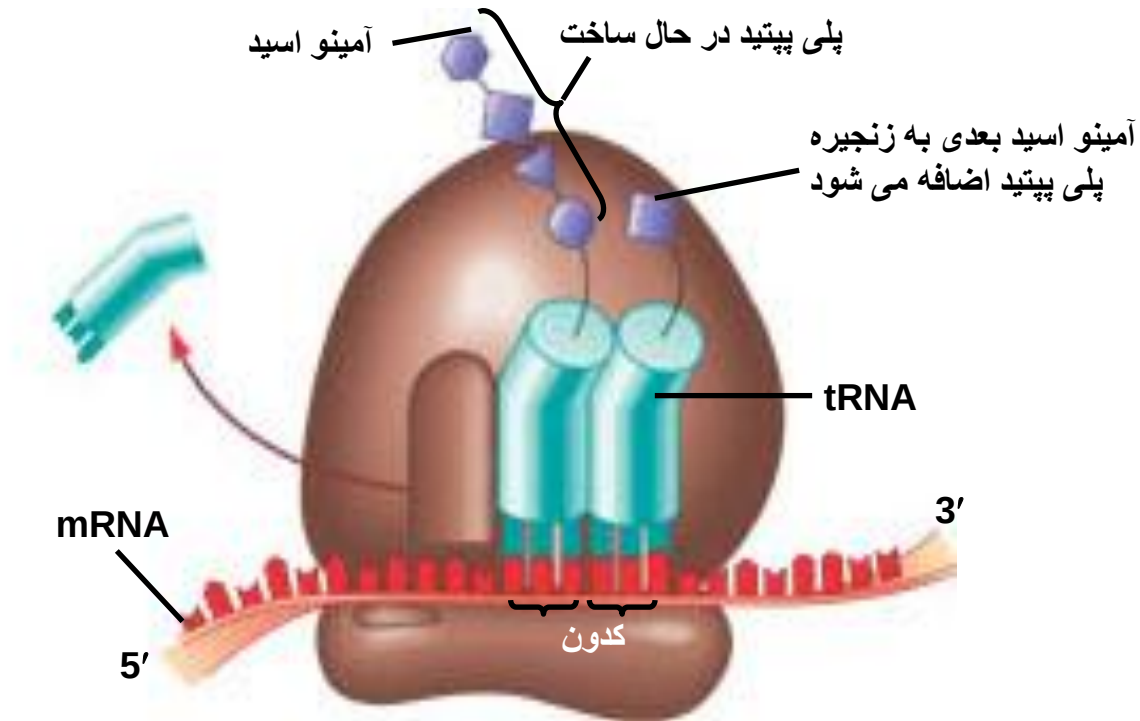


یاس



آنتی کدون آغازگر UAC و کدون آغازی AUG به وسیله عدد پیوند هیدروژنی متصل اند





(ج)

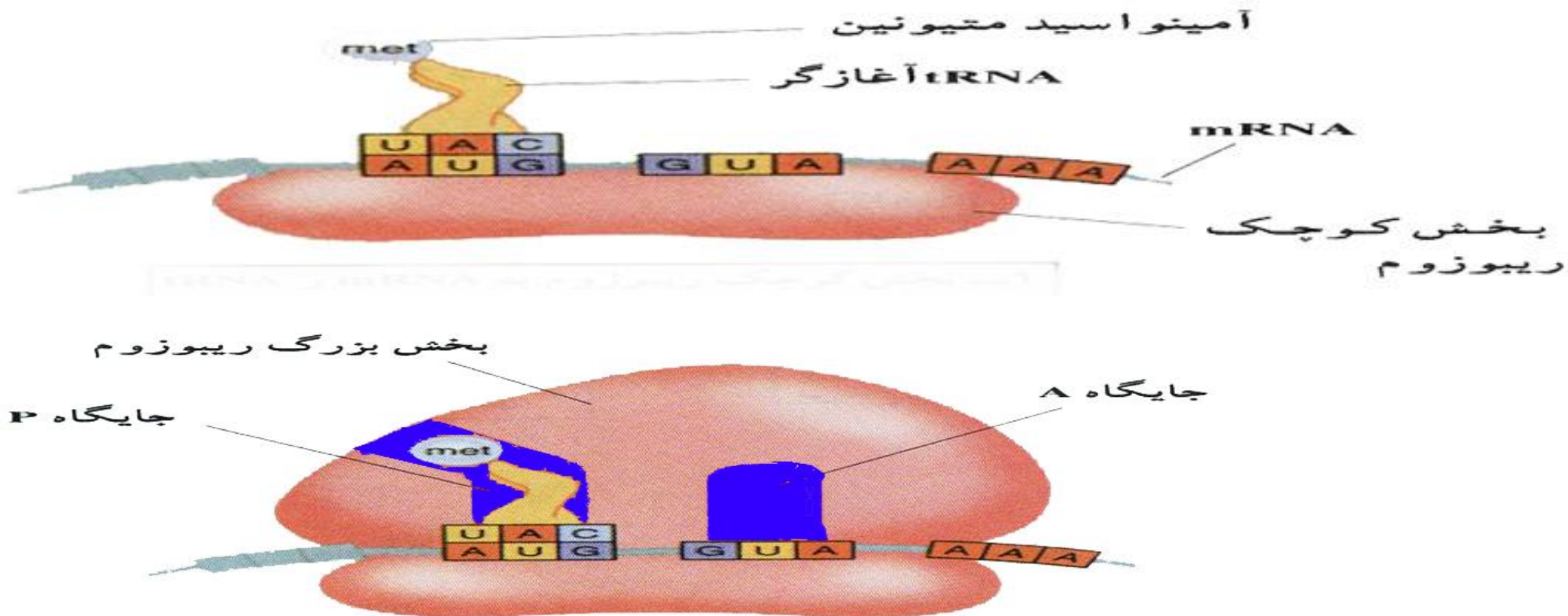
مدل ریبوزوم همراه با mRNA و tRNA. یک tRNA زمانی که آنتی کدون آن با کدون mRNA جفت باشد، در جایگاه اتصال سوار می شود. جایگاه P محل قرار گرفتن tRNA متصل به پلیپپتیدی در حال رشد است. جایگاه A دارای tRNAیی است که اسید آمینه بعدی را به زنجیره پلی پپتیدی اضافه می کند. tRNA ی تخلیه شده از طریق جایگاه E از خارج می شود.

مراحل ترجمه

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

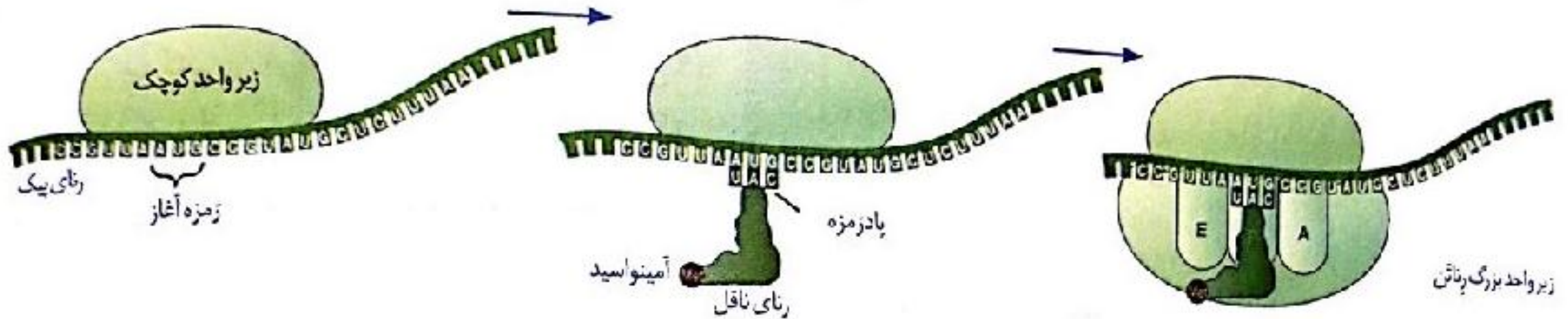
مرحله آغاز:

- در این مرحله بخش هایی از RNA پیک، زیر **واحد کوچک** ریبوزوم را به سوی رمز آغاز، هدایت می کند. سپس در این محل RNA **ناقلی که مکمل رمز آغاز است** به آن متصل می شود. با افزوده شدن زیر **واحد بزرگ ریبوزوم** به این مجموعه، ساختار ریبوزوم کامل می شود.



Initiation

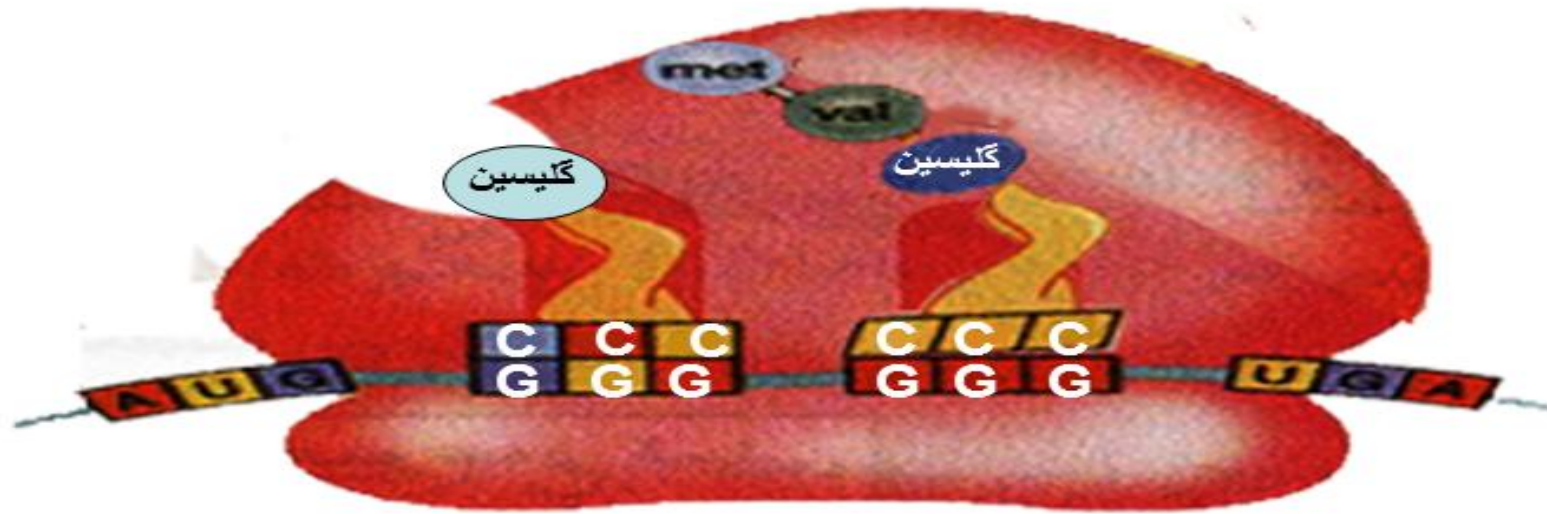
مرحله آغاز:



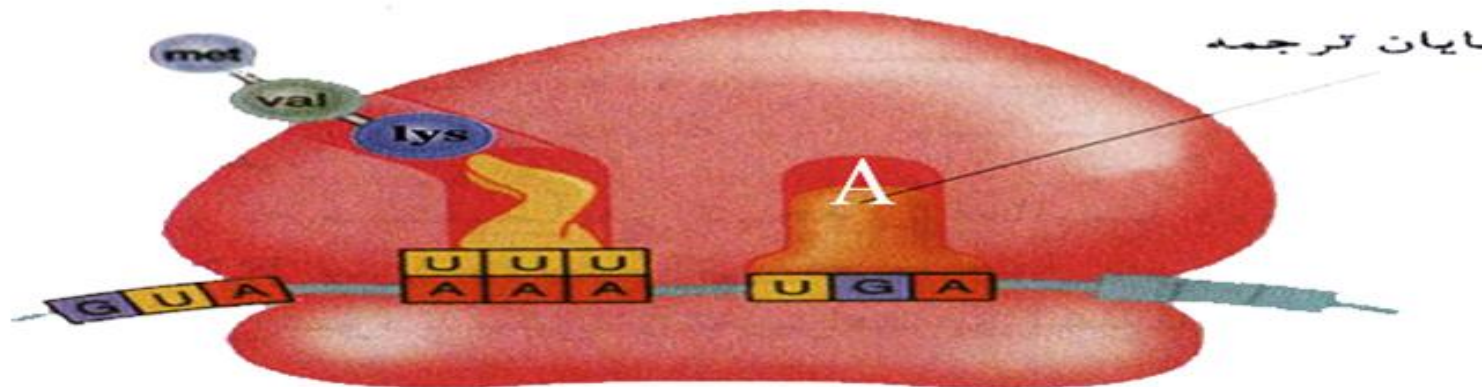
1 در این مرحله بخش هایی از RNA ی پیک، زیر واحد کوچک ریبوزوم را به سوی رمز آغاز، هدایت می کند. سپس در این محل RNA ی ناقلی که مکمل رمز آغاز است به آن متصل می شود

2 با افزوده شدن زیر واحد بزرگ ریبوزوم به این مجموعه، ساختار ریبوزوم کامل می شود. در این مرحله جایگاه P در ریبوزوم، محل قرارگیری رنا ی ناقل دارای آمینواسید است. این جایگاه در ابتدا توسط رنا ی ناقل متیونین اشغال می شود. جایگاه A محل قرارگیری رنا ی ناقل بعدی و آمینواسید متصل به آن خواهد بود.

حد اکثر پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی کدون در جایگاه A ریبوزوم ۹ و جایگاه P نیز ۹ عدد است. در کل ۱۸ پیوند هیدروژنی



حد اقل پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی کدون در جایگاه A ریبوزوم صفر و در جایگاه P ۶ عدد است.

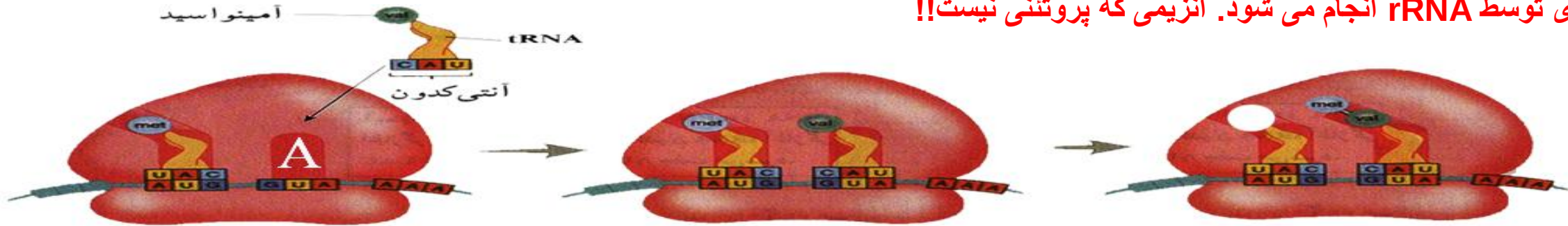


اتفاقات مرحله ادامه ترجمه

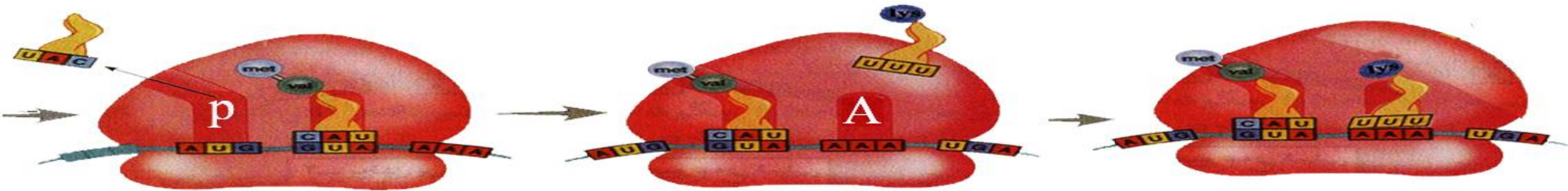
- ۱- با ورود tRNA حامل دومین آمینو اسید به جایگاه A مرحله ادامه شروع می شود
- ۲- آمینو اسید موجود در جایگاه p از tRNA جدا و با آمینو اسید موجود در جایگاه A پیوند پپتیدی می دهد
- ۳- tRNA موجود در جایگاه p دیگر اسید آمینه ندارد ولی هنوز آن را ترک نکرده!! و tRNA موجود در جایگاه p فاقد اسید آمینه و جایگاه A دارای دو اسید آمینه است
- در ادامه مرحله ترجمه اولین پیوند پپتیدی در چه زمانی و مکانی تشکیل می شود؟ قبل از خروج tRNA آغاز گراز جایگاه p، و در جایگاه A تشکیل می شود
- ۴- ریبوزوم به اندازه یک کدون در طول mRNA حرکت می کند.
- ۵- tRNA حامل سومین آمینو اسید به جایگاه A وارد و چرخه تکرار می شود

(جابجایی رخ می دهد)

پیوند پپتیدی توسط rRNA انجام می شود. آنزیمی که پروتئنی نیست!!



شکست بین پیوند ادنین آنتی کدون و اسید آمینه آن در جایگاه p صورت می گیرد. نه A



سه اتفاقات مرحله جابجایی

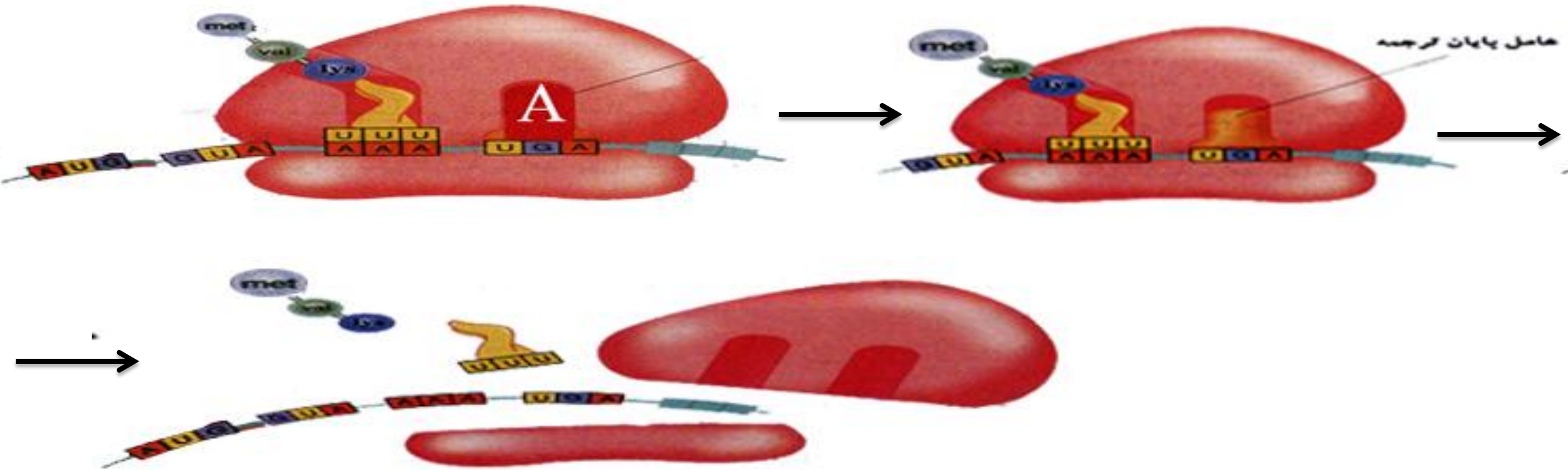
- ۱- درحین این جابجایی tRNA موجود در جایگاه p وارد جایگاه A شده و ریبوزوم را ترک می کند.
- ۲- tRNA موجود در جایگاه A همراه پلی پپتیدی که حمل می کند به جایگاه p منتقل می شود.
- ۳- جایگاه A خالی و آماده پذیرش tRNA آمینواسید جدید می شود. البته اگر کدون پایان نباشد!!!

دقت نمایید tRNA حامل لیزین uuu است.

کدون فنیل آلانین uuu است!!!

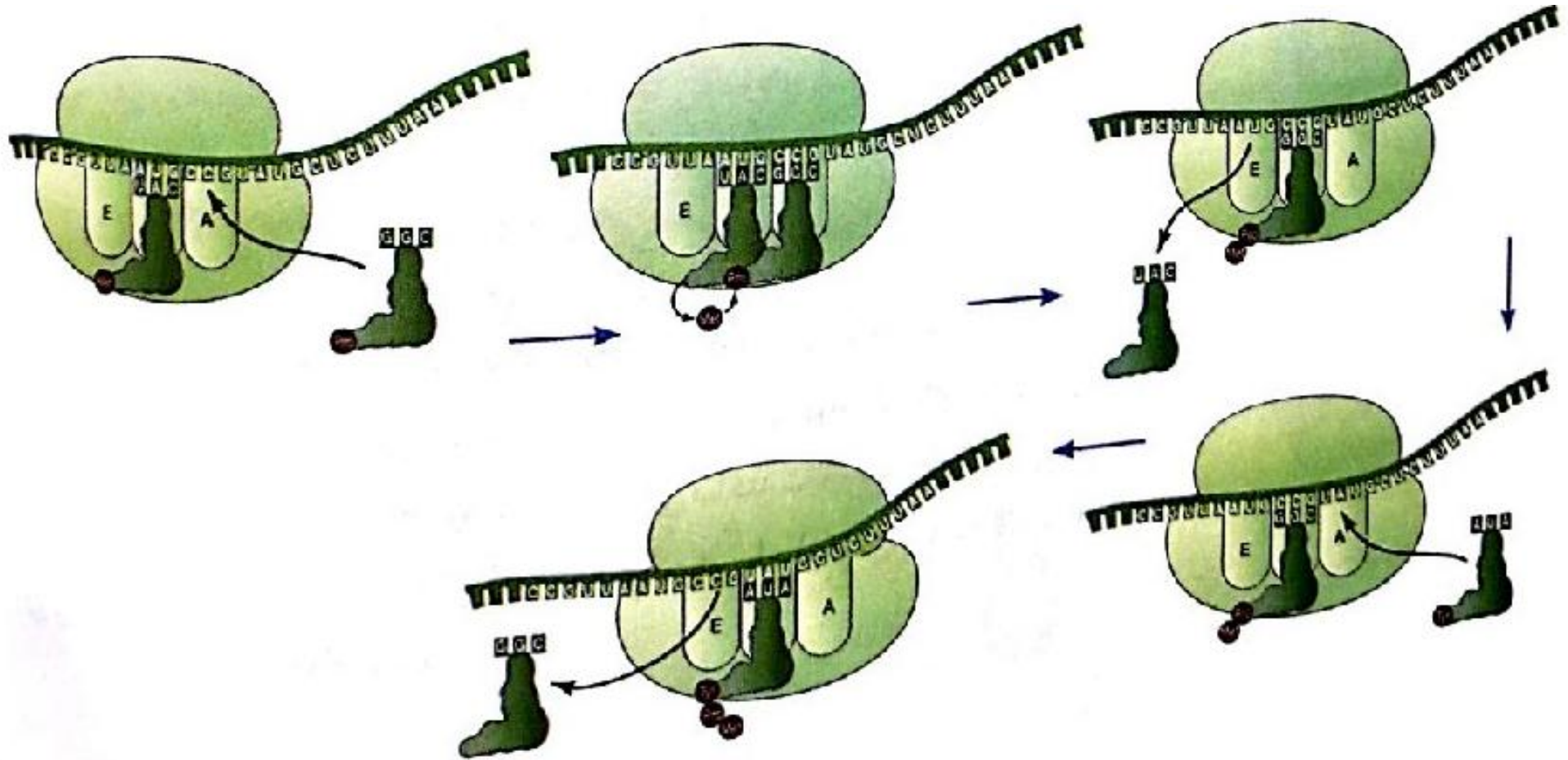


- ۱- ورود یکی از **کدون** های پایان UAA-UAG-UGA به جایگاه A (اولین اتفاق)
- ۲- ورود پروتئین های به نام **عوامل آزاد کننده** ترجمه به جایگاه A
- ۳- **عوامل آزاد کننده** پیوند بین آخرین tRNA موجود در جایگاه **p** را با پلی پپتید را هیدرولیز (مصرف آب در مرحله پایان) می کند.
- ۴- پلی پپتید ساخته شده رها میشود.
- ۵- **عوامل آزاد کننده** دو بخش کوچک و بزرگ ریبوزوم از هم جدا و mRNA آزاد می شود



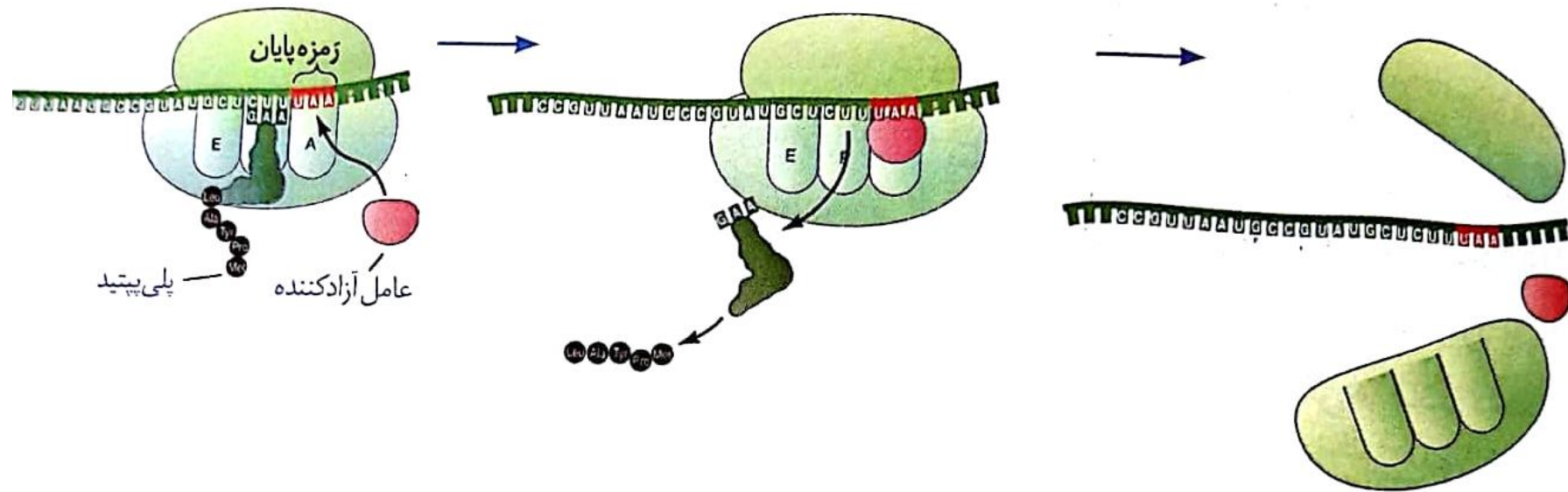
مرحله طویل شدن:

- در مرحله طویل شدن در این مرحله آمینو اسیدها یکی یکی به آمینو اسید قبلی اضافه می شوند



مرحله پایان:

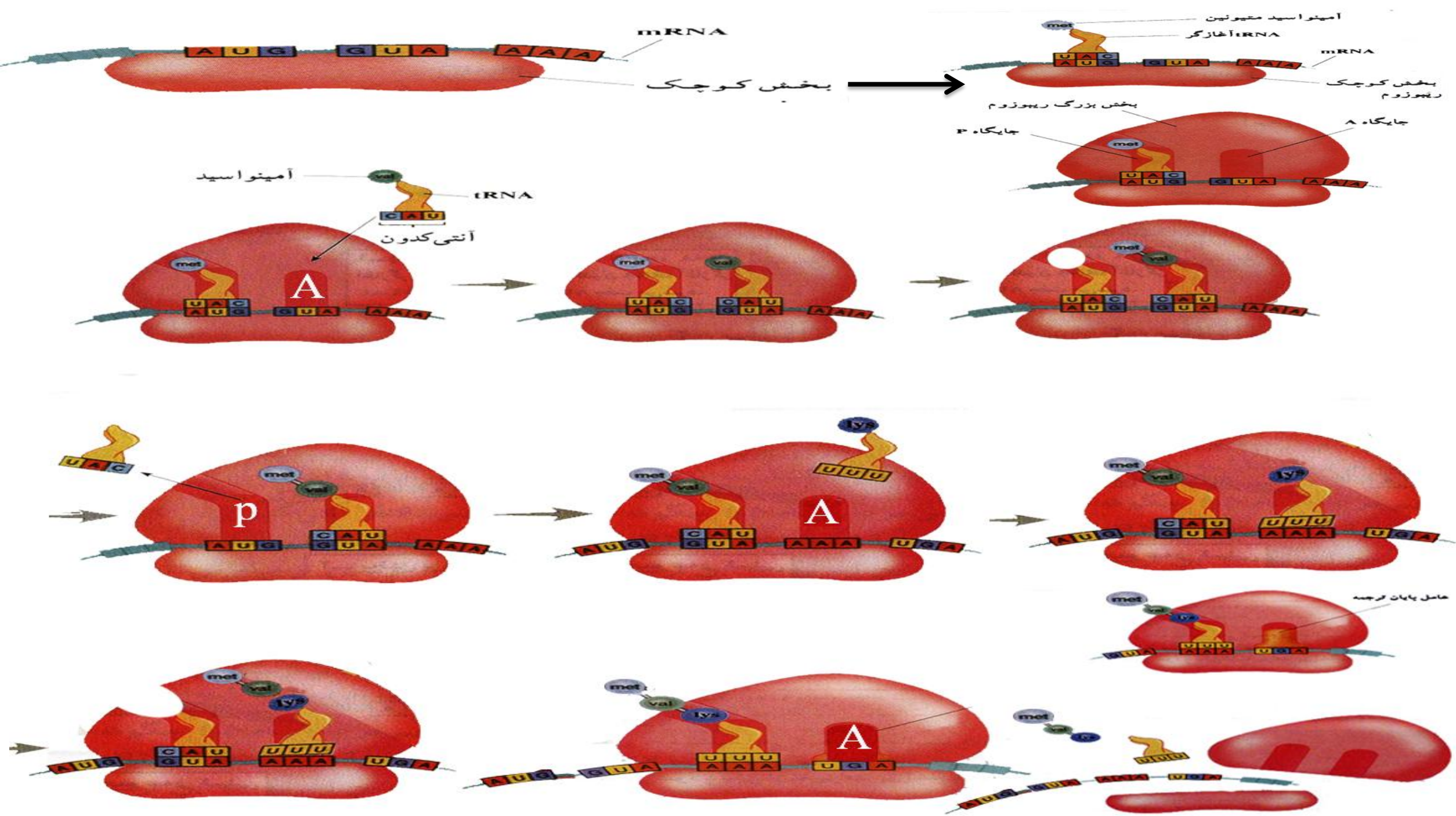
- با ورود یکی از رمزهای پایان ترجمه به جایگاه A ترجمه پایان می پذیرد.

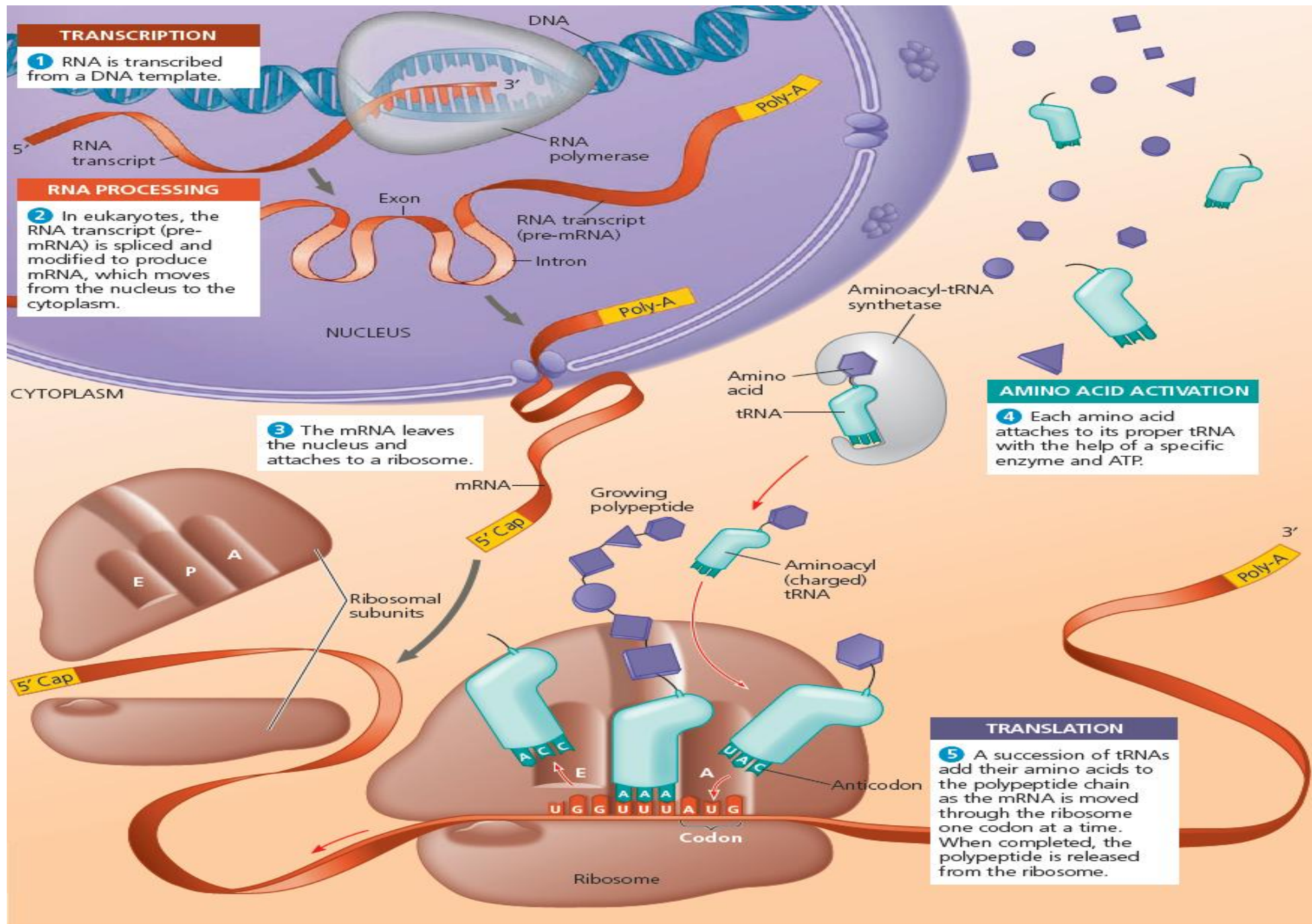


① با ورود یکی از رمزهای پایان ترجمه به جایگاه A این جایگاه توسط پروتئین هایی به نام عوامل آزادکننده اشغال می شود

② این پروتئین ها باعث جدا شدن پلی پپتید از آخرین RNA ی ناقل می شوند..

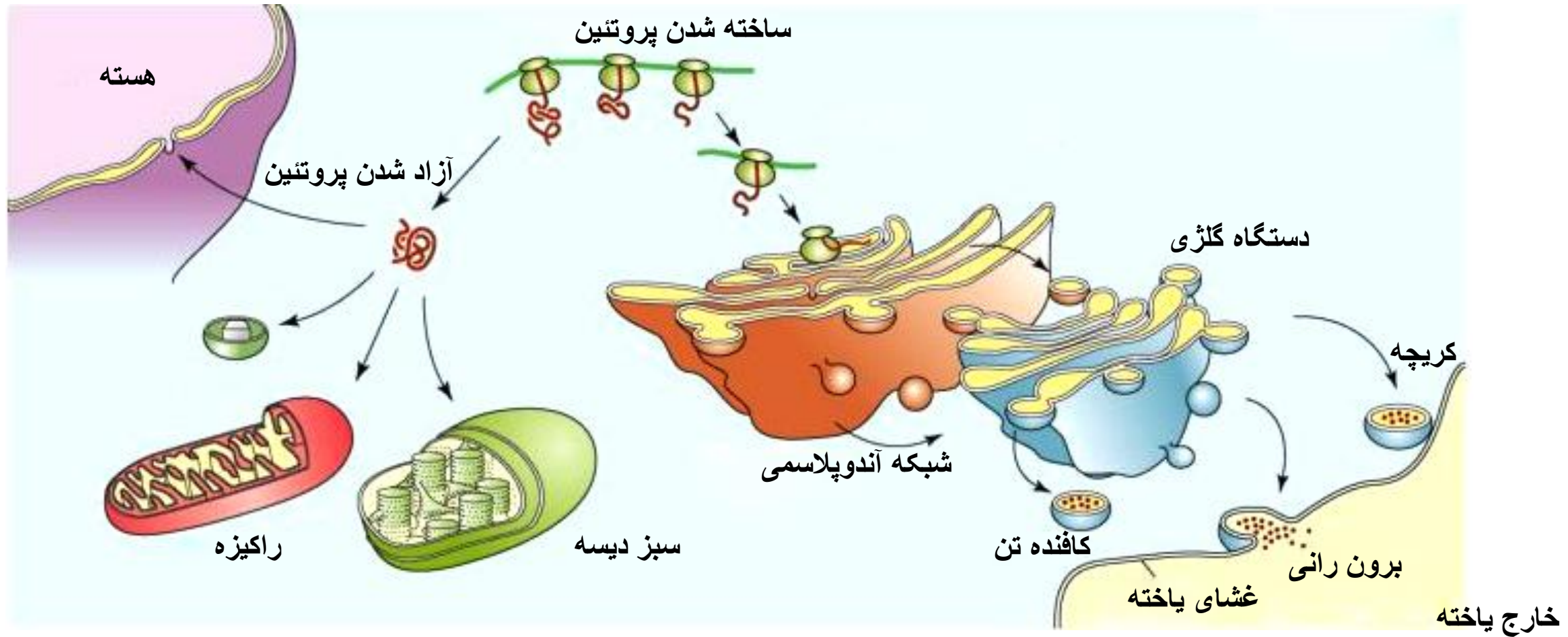
③ این پروتئین ها باعث جدا شدن زیرواحدهای ریبوزوم از هم و آزاد شدن RNA ی پیک می شوند.





رونویسی
و ترجمه
در یک
نگاه

محل پروتئین سازی و سرنوشت آنها



محل پروتئین سازی و سرنوشت آنها



انتقال به واکوئل



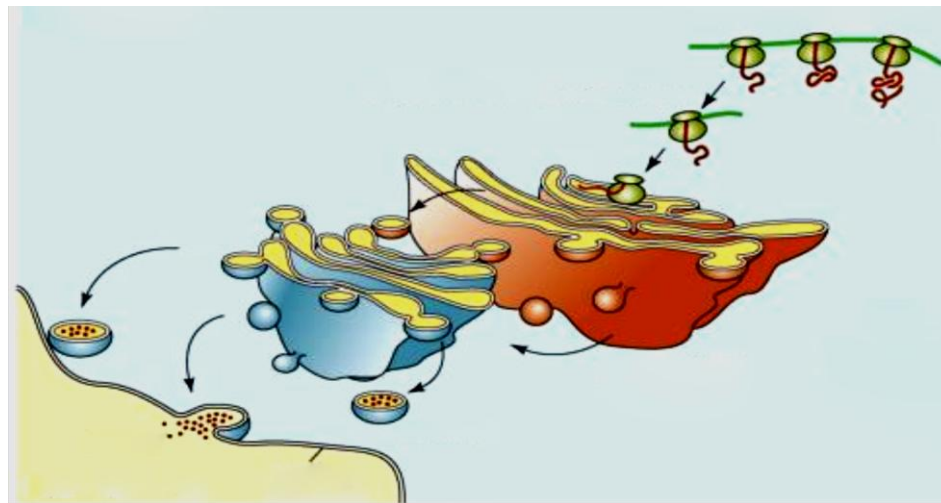
انتقال به لیزوزوم

ترشح به خارج سلول

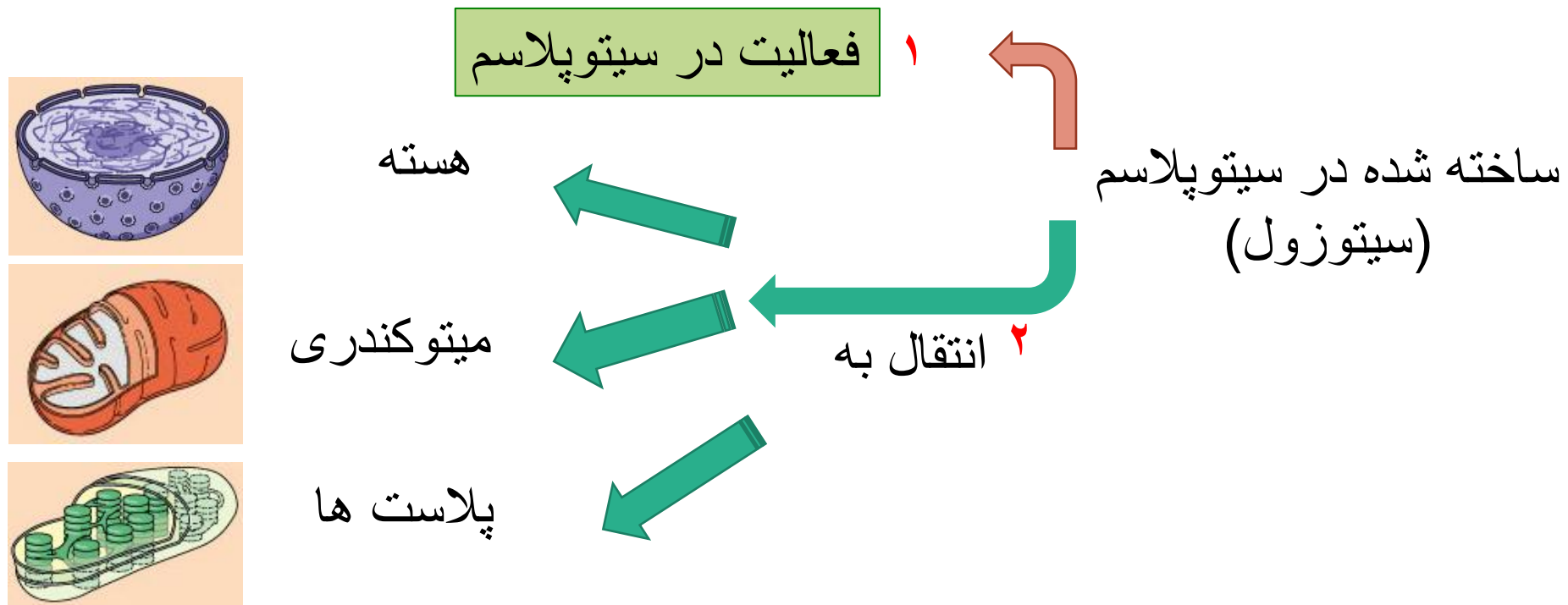
دستگاه گلژی

انتقال به

وارد شده به شبکه
آندوپلاسمی (ER)



محل پروتئین سازی و سرنوشت آنها



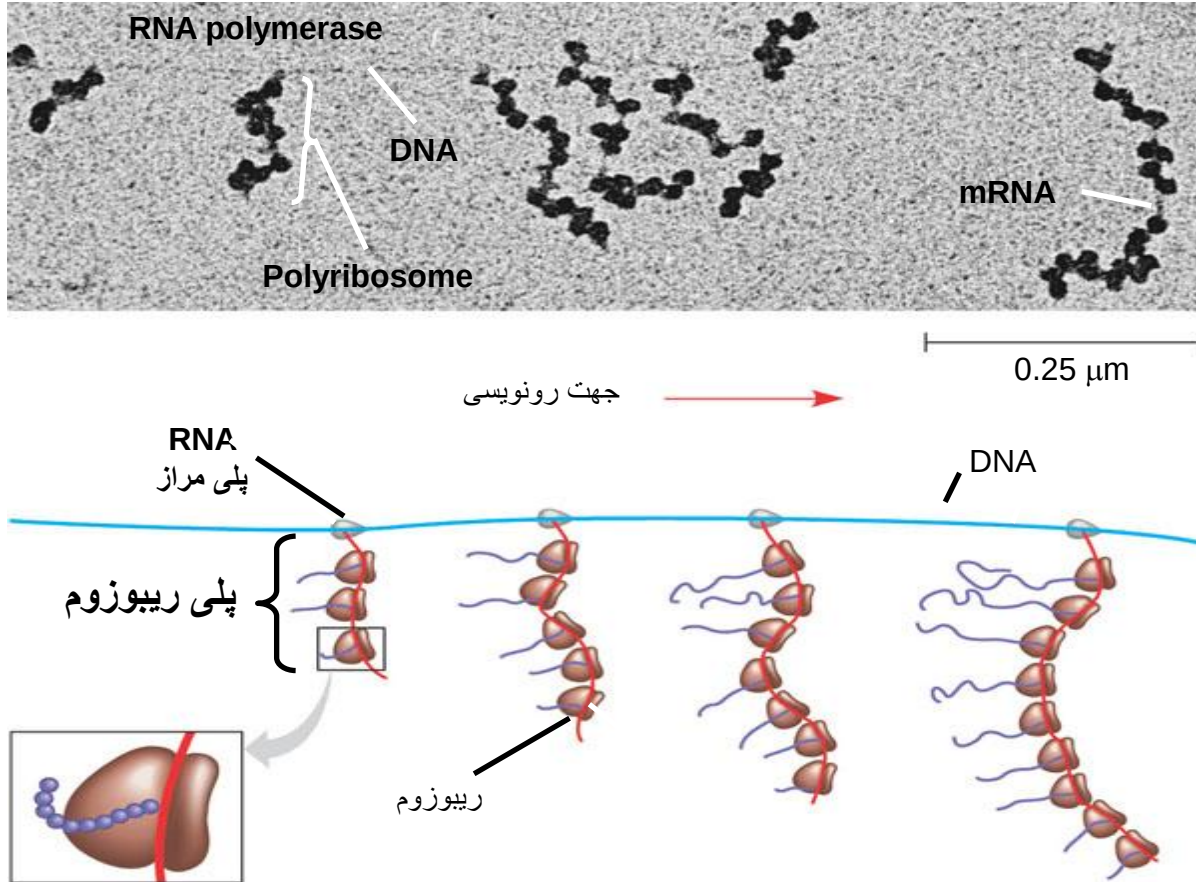
توالی های آمینواسیدی خاص (توالی راهنما) پروتئین را به مقصد هدایت می کند.

سرعت و مقدار پروتئین سازی

سرعت و مقدار پروتئین سازی در یاخته ها بسته به نیاز تنظیم می شود

در پروکاریوت ها پروتئین سازی حتی ممکن است پیش از پایان رونویسی RNA ی پیک آغاز شود؛

سرعت و مقدار پروتئین سازی



برای پروتئین هایی که به مقدار بیشتری مورد نیازند، ساخت پروتئین ها، به طور هم زمان و پشت سر هم توسط مجموعه ای از ریبوزوم ها انجام می شود تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته شود

در این مجموعه ، ریبوزوم ها مانند دانه های تسبیح و RNA ی پیک شبیه نخی است که از درون این دانه ها می گذرد.

فَعَالِیت ۱

الف) چه رابطه ای بین طول عمر **RNA** ی پیک یاخته ها با میزان پروتئین سازی آنها برقرار است؟
ب) رونویسی و ترجمه در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها را با هم مقایسه کنید.

• سؤال ؟

• علت بیماری کم خونی داسی چیست؟

پاسخ:

نوعی تغییر ژنی است که در آن تنها **یک جفت** از صدها جفت نوکلئوتید DNA در افراد بیمار تغییر یافته است که باعث می شود **پروتئین هموگلوبین** حاصل از آن دچار **تغییر** شود که نتیجه آن تغییر شکل **گویچه قرمز** از حالت **گرد به داسی** شکل است.

گفتم: کاش میدانستم چه روزی می آیی
تابه حرمت آمدنت گناه نکنم.
گفت: کاش میدانستم چه روزی گناه نمیکنی
تابه حرمت گناه نکردنت می آمدم...
اللهم عجل لوليک الفرج.

پایان گفتار دوم از فصل ۲ کتاب زیست شناسی دوازدهم

التماس دعا

