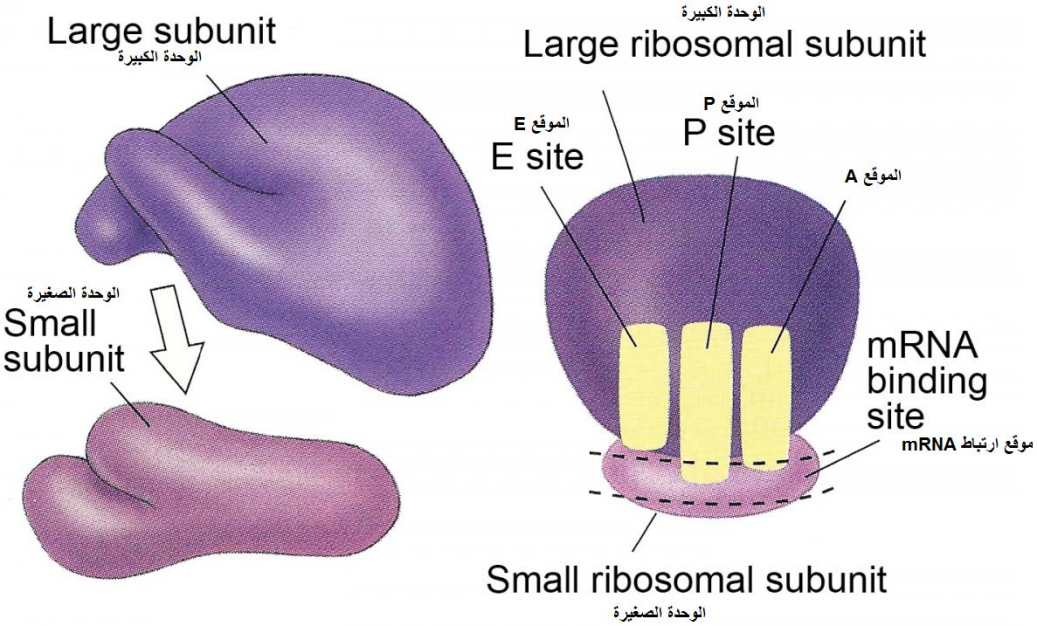
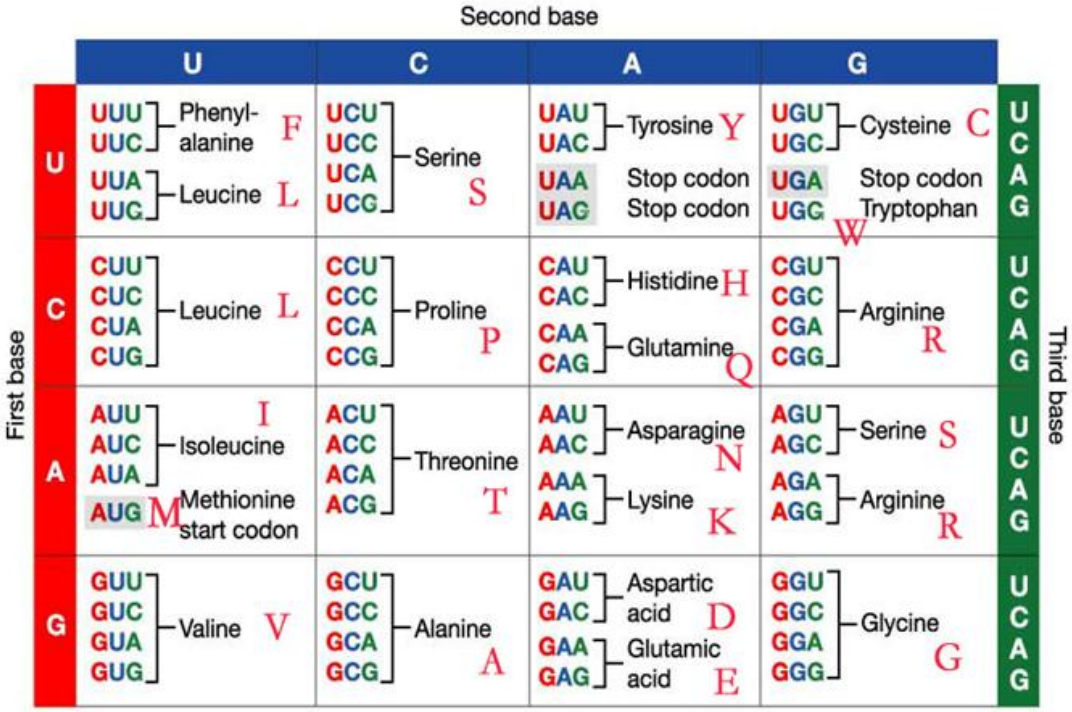
**الرايبوسوم Ribosome:** وهو عبارة عن عضية معقدة التركيب موجودة في جميع خلايا الكائنات الحية حيث يعمل كموقع لتصنيع البروتينات حيويا (الترجمة Translation). الرايبوسوم يتكون من معقد من البروتين والحامض النووي RNA ولذلك فإنه يعتبر رايبونيوكليوبروتين Ribonucleoprotein وكل رايبوسوم ينقسم إلى وحدتين:

- **الوحدة الصغيرة Small subunit:** والتي ترتبط بالـmRNA من جهة وتقوم بقراءته وترتبط من جهة أخرى بالوحدة الكبيرة.
- **الوحدة الكبيرة Large subunit:** والتي ترتبط بالـtRNA من جهة وبالوحدة الصغيرة من جهة أخرى وتقوم بربط الأحماض الأمينية لتكوين سلاسل الببتيد المتعددة. وتحتوي هذه الوحدة على ثلاث مواقع ارتباط مع الـtRNA:
  - **الموقع A :** وهو الموقع الأول في الوحدة الكبيرة للرايبوسوم والذي يتم شغله عادة من قبل aminoacyl-tRNA وهو الـtRNA الحاوي على الحامض الأميني التالي حسب الشفرة الموجودة في الـmRNA والذ سيتم اضافته لسلسلة الببتيد الحالية.
  - **الموقع P:** وهو الموقع الثاني في الوحدة الكبيرة للرايبوسوم والذي يتم شغله عادة من قبل الـPeptidyl-tRNA اي الـtRNA الذي يحمل سلسلة الببتيد النامية.
  - **الموقع E:** وهو الموقع الذي يشغل عادة من قبل الـtRNA الذي تم اخذ الحامض الأميني منه وتمت اضافته إلى السلسلة الببتيدية النامية deacylated tRNA تمهيدا لمغادرته من الرايبوسوم.



**الشفرة الجينية للأحماض الأمينية Genetic code of amino acids:** وهي مجموعة من القواعد يتم بواسطنها تشفير المعلومات الخاصة بالأحماض الأمينية على شكل تتابعات مكونة من ثلاث قواعد نتروجينية لكل حامض امينني في المادة الوراثية (DNA أو mRNA) والتي يتم ترجمتها فيما بعد إلى بروتين من قبل الكائنات الحية . وقد يحتوي الحامض الأميني على شفرة واحدة كما في حالة المثيونين Methionine أو أكثر من شفرة قد تصل إلى ستة شفرات كما في الآرجينين Arginine. وبشكل عام فإن هذه الشفرات تترجم إلى 20 حامض اميني منها شفرة مسؤلة عن بداية الترجمة (AUG) بالإضافة إلى ثلاث شفرات مسؤولة عن انهاء عملية الترجمة ( UAA, UAG and UGA) والجدول أدناه يبين الشفرات الوراثية لكل حامض أميني والشفرات الأخرى:



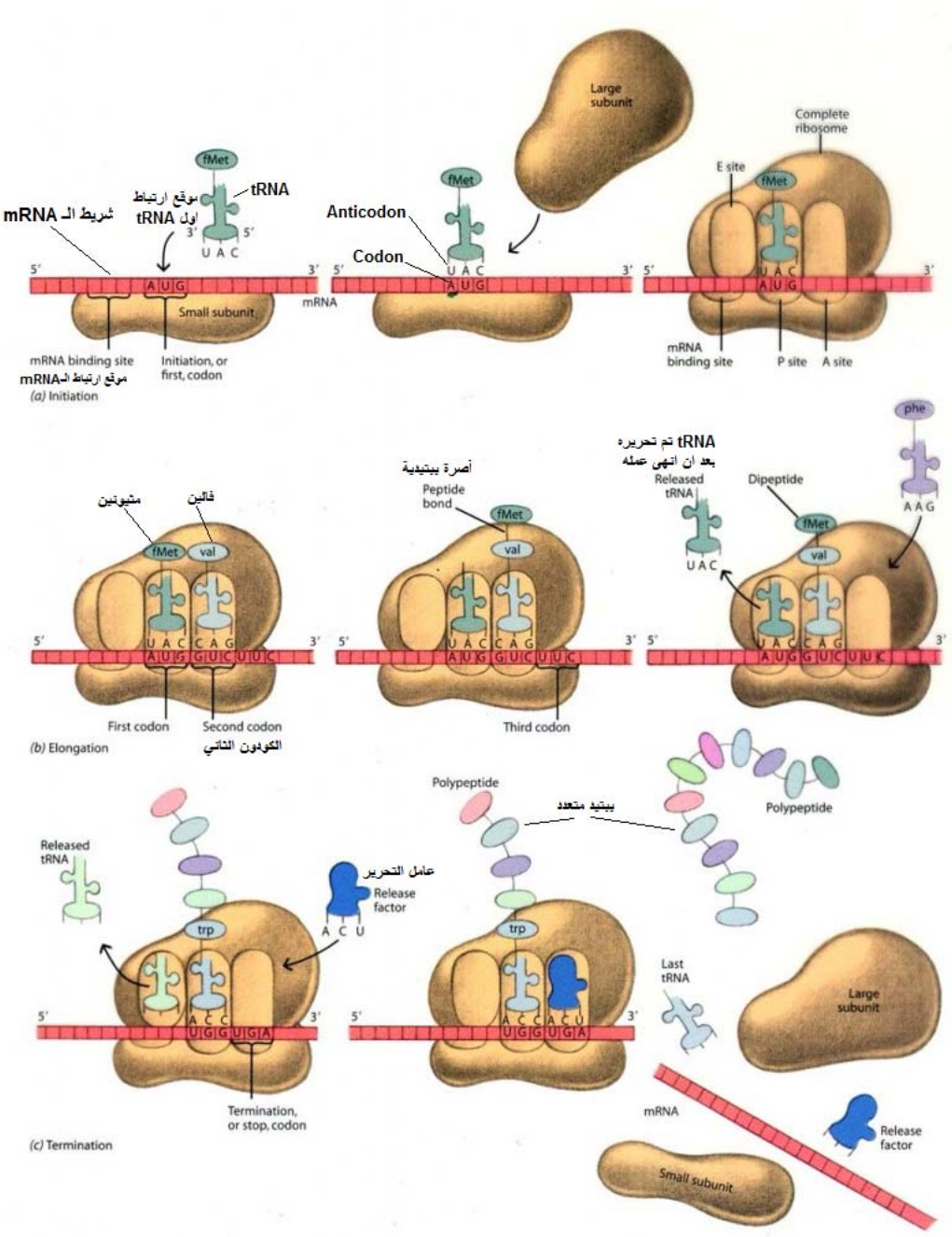

## من الجين إلى البروتين:

وتعرف هذه العملية أيضا بالتعبير الجيني Gene expression والتي يتم من خلالها تصنيع البروتينات (وفي بعض الحالات RNA فقط) حيث تمر هذه العملية بمرحلتين مهمتين وهما:-

- **نسخ الشفرة الوراثية Transcription:** وتتضمن استنساخ الشفرة الوراثية من الـDNA إلى mRNA وتتم هذه العملية داخل النواة في الخلايا حقيقية النواة Eukaryotes بينما تتم في السايتوبلازم في الخلايا بدائية النواة Prokaryotes لعدم وجود نواة فيها. ونظرا لاحتواء

الـDNA في الخلايا حقيقية النواة على مناطق مشفرة تدعى Exons ومناطق غير مشفرة تدعى الـ Introns لذا فإن عملية النسخ في الخلايا الحقيقية النواة تمر بمرحلتين الأولى تتضمن نسخ المناطق المشفرة وغير المشفرة مما ينتج mRNA غير ناضج pre-mRNA تجرى عليه عملية تقطيع وإعادة ربط Splicing لإزالة المناطق غير المشفرة Introns لينتج mRNA ناضج يدعى mature-mRNA ولا تحدث هذه العملية (Splicing) في الخلايا بدائية النواة لعدم وجود الـ Introns في الـ DNA الموجود فيها.

- **الترجمة Translation**: تحدث هذه العملية في السايتوبلازم داخل تراكيب خلوية خاصة تدعى الرايبوسومات Ribosomes حيث أن **البروتين ببساطة عبارة عن سلسلة من الأحماض الأمينية المرتبطة مع بعضها بأواصر ببتيدية وفق تسلسل معين يتم تنظيمه بواسطة شفرة جينية على شكل mRNA**. تنقل هذه الأحماض الأمينية إلى الرايبوسومات عن طريق ربطها مع الحامض النووي الرايبوسومي الناقل tRNA والذي يتكون من جزئين أو طرفين يحمل أحدهما الحامض الأميني بينما يحمل الطرف الثاني الشفرة المتممة لشفرة الحامض الأميني المحمول. وتبدأ العملية بالتصاق الوحدة الصغيرة للرايبوسوم بمنطقة معينة في mRNA في الخلايا البدائية النواة تسمى منطقة Shine-Dalgarno (SD) وهي منطقة تقع عند الطرف '5 وتبعد 6-10 قواعد نتروجينية عن منطقة بداية التشفير AUG اما في الخلايا الحقيقية النواة فإن الوحدة الصغير للرايبوسومات ترتبط عند نهاية '5 للـ mRNA وتنزلق لحين الوصول إلى منطقة AUG فترتبط بها من الأسفل وفي كلتا الحالتين فإن الرايبوسوم يكون قد حدد منطقة بداية التشفير وهنا يتم ارتباط الـtRNA (الحاوي على المثيونين من جهة والشفرة UAC من جهته الثانية) بمنطقة AUG على الـmRNA بعد ذلك تلتحم الوحدة الكبيرة للرايبوسوم مع الوحدة الصغيرة بحيث يتمركز الـtRNA الحامل للمثيونين في الموقع P وتبدأ بعد ذلك عملية تكوين السلسلة الببتيدية حيث يستقبل الموقع A tRNA يحمل حامض أميني اعتمادا على الثلاث قواعد التالية على الـmRNA وبعد التصاقه يتم وصله مع الحامض المحمول على الـtRNA في المنطقة P باصرة ببتيدية ثم ينتقل الـtRNA الموجود في الموقع P إلى الموقع E ليحل محله الـtRNA الذي كان في الموقع A حاملا سلسلة الببتيدات الجديدة بعد ذلك يغادر الـtRNA الموجود في الموقع E الرايبوسوم ويتم استقبال tRNA جديد في الموقع A وتعاد العملية لحين الوصول إلى شفرة التوقف فتنفصل وحدتي الرايبوسوم عن بعضهما وتنتهي عملية الترجمة.


Large subunit
Complete ribosome
fMet
tRNA
موقع ارتباط tRNA اول
شريط الـ mRNA
Anticodon
Codon
E site
P site
A site
mRNA
Small subunit
mRNA binding site
Initiation, or first, codon
موقع ارتباط الـmRNA
(a) Initiation
متيونين
فالين
val
First codon
Second codon
الكودون الثاني
أصرة ببتيدية
Peptide bond
Third codon
tRNA تم تحريره بعد ان انتهى عمله
Released tRNA
Dipeptide
phe
Polypeptide
ببتيد متعدد
عامل التحرير
Release factor
trp
Termination, or stop, codon
(b) Elongation
(c) Termination
Last tRNA