MEDICAL GENETICS

الترجمة واصطناع البروتينات

Translation and protein synthesis

جامعة دمشق

كلية العلوم الصحية-الفصل الثاني

السنة الثانية

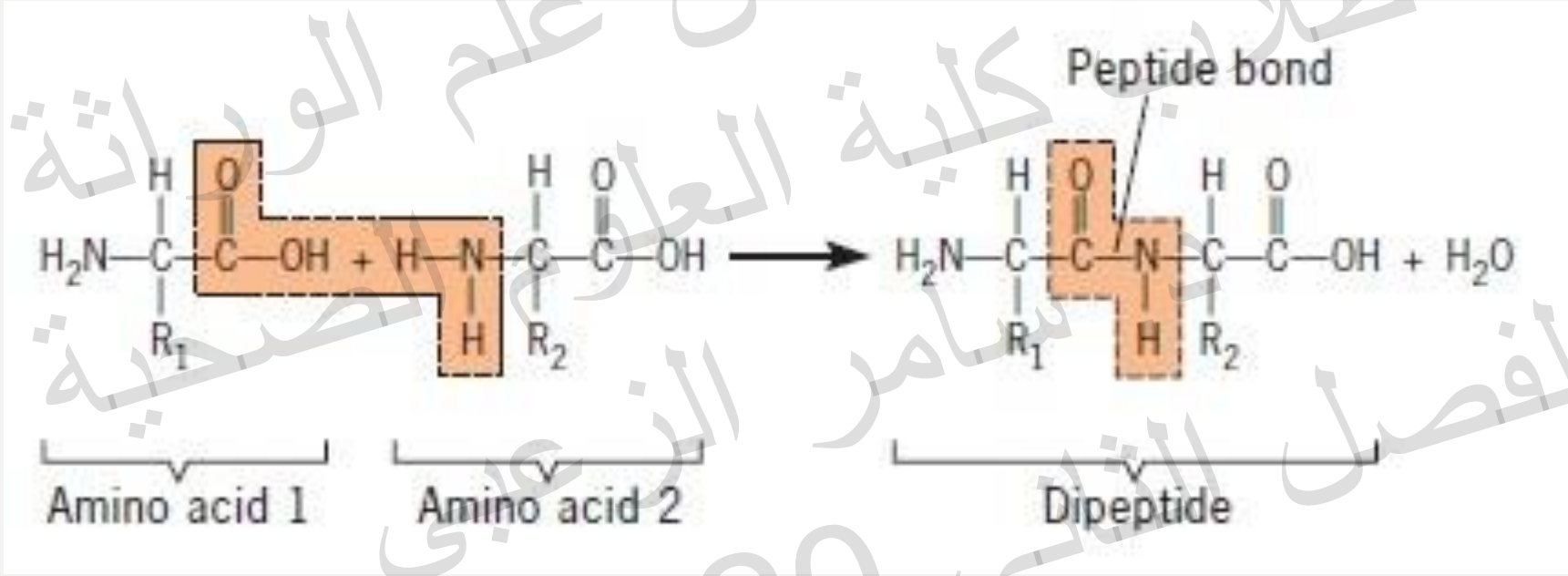
د. سامر الزعبي

2020/06/17

مقتطفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني 2020-2021

مراجعة بنية البروتينات:

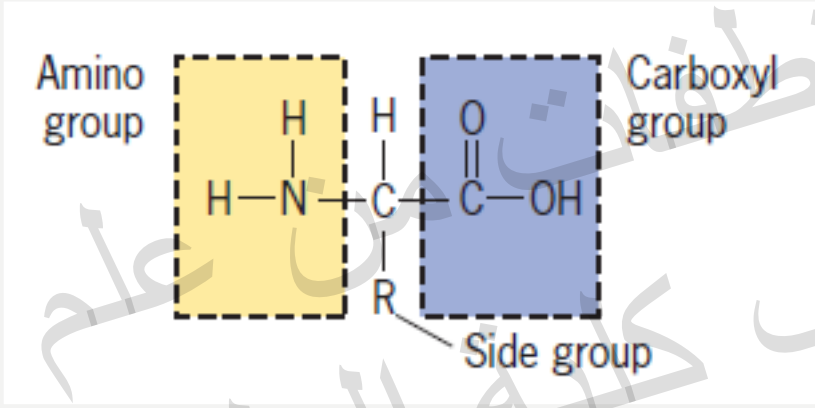
- تشكل البروتينات 15% من الوزن الرطب للخلايا ولها أدواراً هامة في الخلية.
- تتألف البروتينات من عديدات الببتيد، يرمز كلَ عديد ببتيد(سلسلة ببتيدية) أحدُ الجينات.
- يتألف عديد الببتيد من تتال طويل من الأحماض الأمينية المرتبطة معاً بروابط تساهمية تدعى الروابط الببتيدية.



مقرر طلاب كلية العلوم قسم علم الوراثة
طلاب كلية العلوم قسم علم الوراثة والصحة
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني 2020-2021

مراجعة بنية البروتينات:

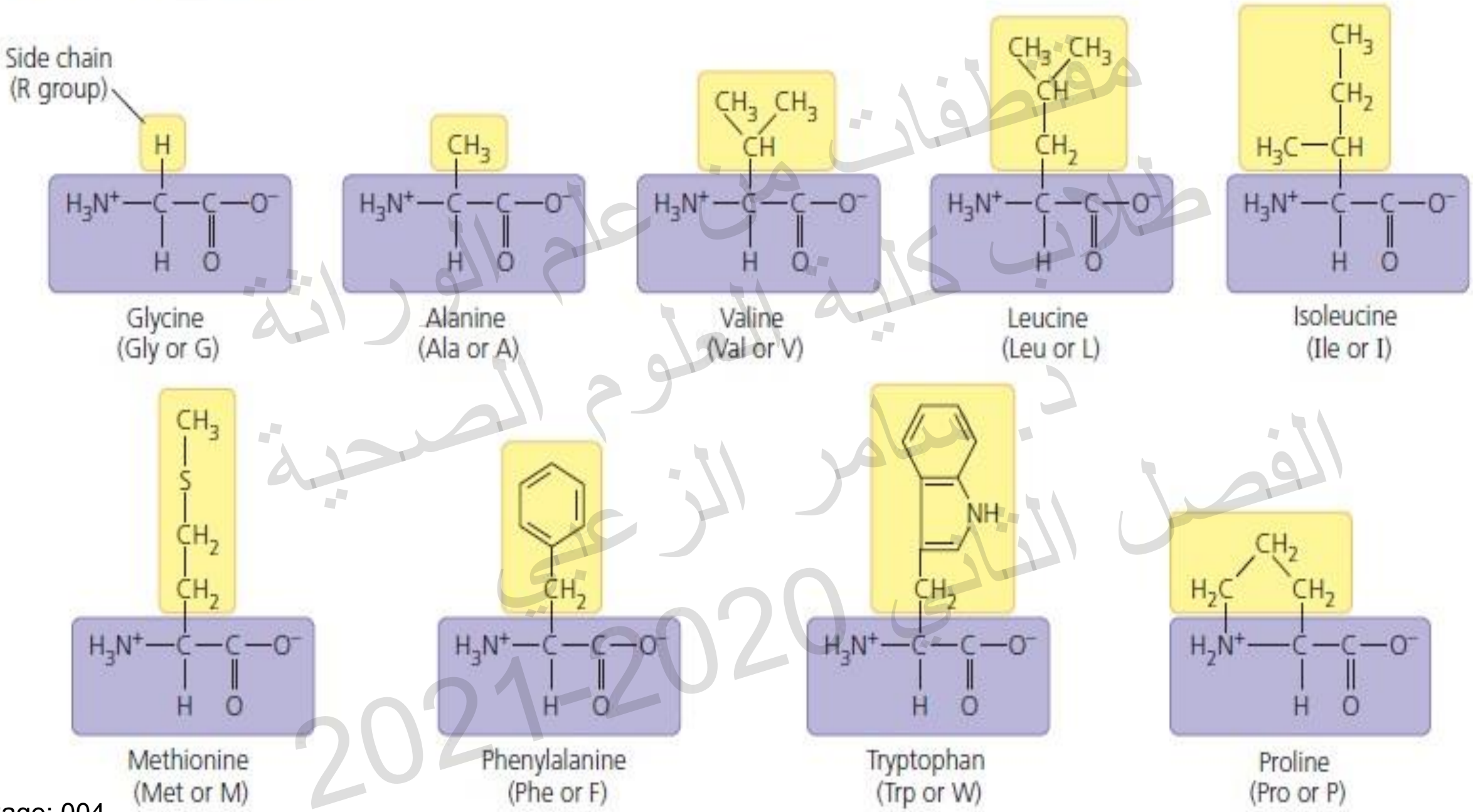
- يوجد 20 حمضاً أمينياً في معظم البروتينات، كل الأحماض (عدا البرولين) تحتوي على مجموعة أمينية حرة ومجموعة كربوكسيلية حرة.



- يتألف الببتيد من اثنين أو أكثر من الأحماض الأمينية، أما عديدات الببتيد فهي تتاليات طويلة من الأحماض الأمينية تتراوح بين (51 في الأنسولين إلى أكثر من 1000 في بروتين الفبروين الموجود في الحرير).
- العدد الكلي لاحتمالات عديد ببتيد بطول 100 حمض أميني هو 20^{100}
- العدد الكلي لاحتمالات عديد ببتيد بطول 7 هو 20^{7} ويساوي 1.28 مليار احتمال.
- الأحماض الأمينية الكارهة للماء (غير القطبية): الغليسين – الألانين – الفالين - اللوسين – الإيزولوسين – البرولين – الفينيل ألانين – التربتوفان – الميثيونين.
- الأحماض الأمينية المحبة للماء (القطبية): السيرين – الثريونين – التيروزين – الأسباراجين – الغلوتامين – السستئين.
- الأحماض الأمينية الحمضية : الحمض الأسبارتي – الحمض الغلوتامي.
- الأحماض الأمينية القلوية: الليزين – الأرجينين – الهستيدين.

مقتطفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني 2020-2021

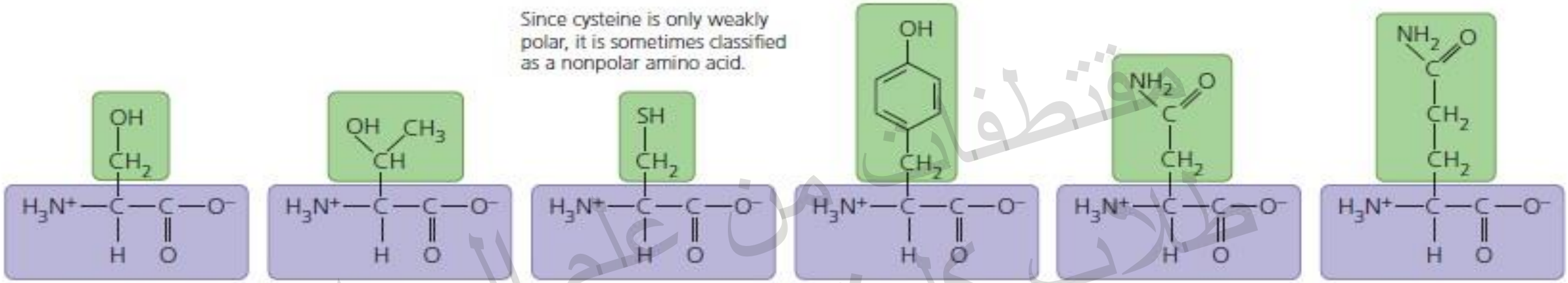
Nonpolar side chains; hydrophobic



مصطفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د.بسام الزعبي
2021-2020
الفصل الثاني

Polar side chains; hydrophilic

Since cysteine is only weakly polar, it is sometimes classified as a nonpolar amino acid.



Serine (Ser or S)

Threonine (Thr or T)

Cysteine (Cys or C)

Tyrosine (Tyr or Y)

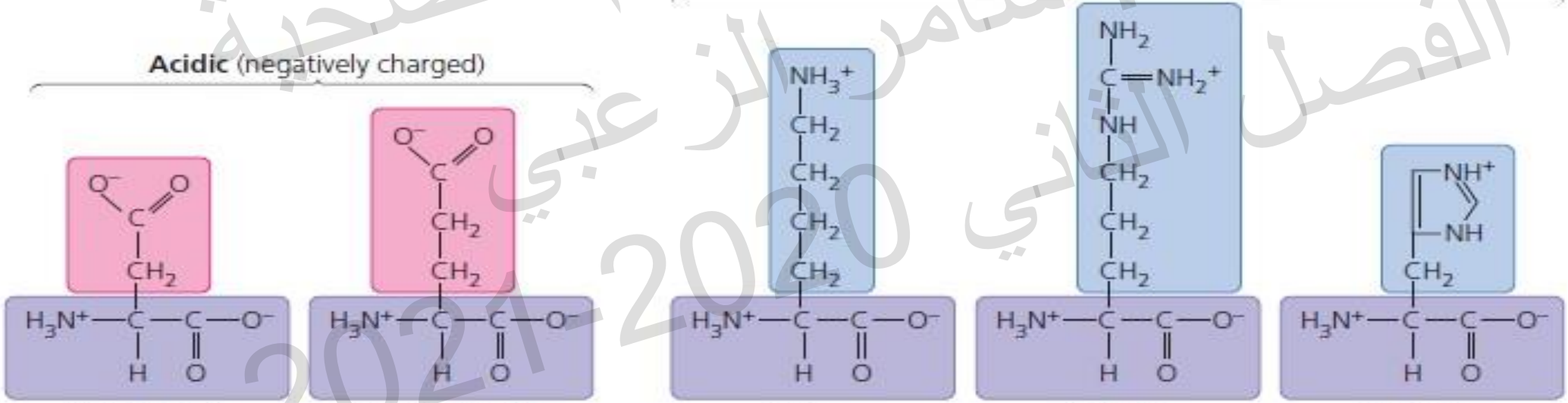
Asparagine (Asn or N)

Glutamine (Gln or Q)

Electrically charged side chains; hydrophilic

Acidic (negatively charged)

Basic (positively charged)



Aspartic acid (Asp or D)

Glutamic acid (Glu or E)

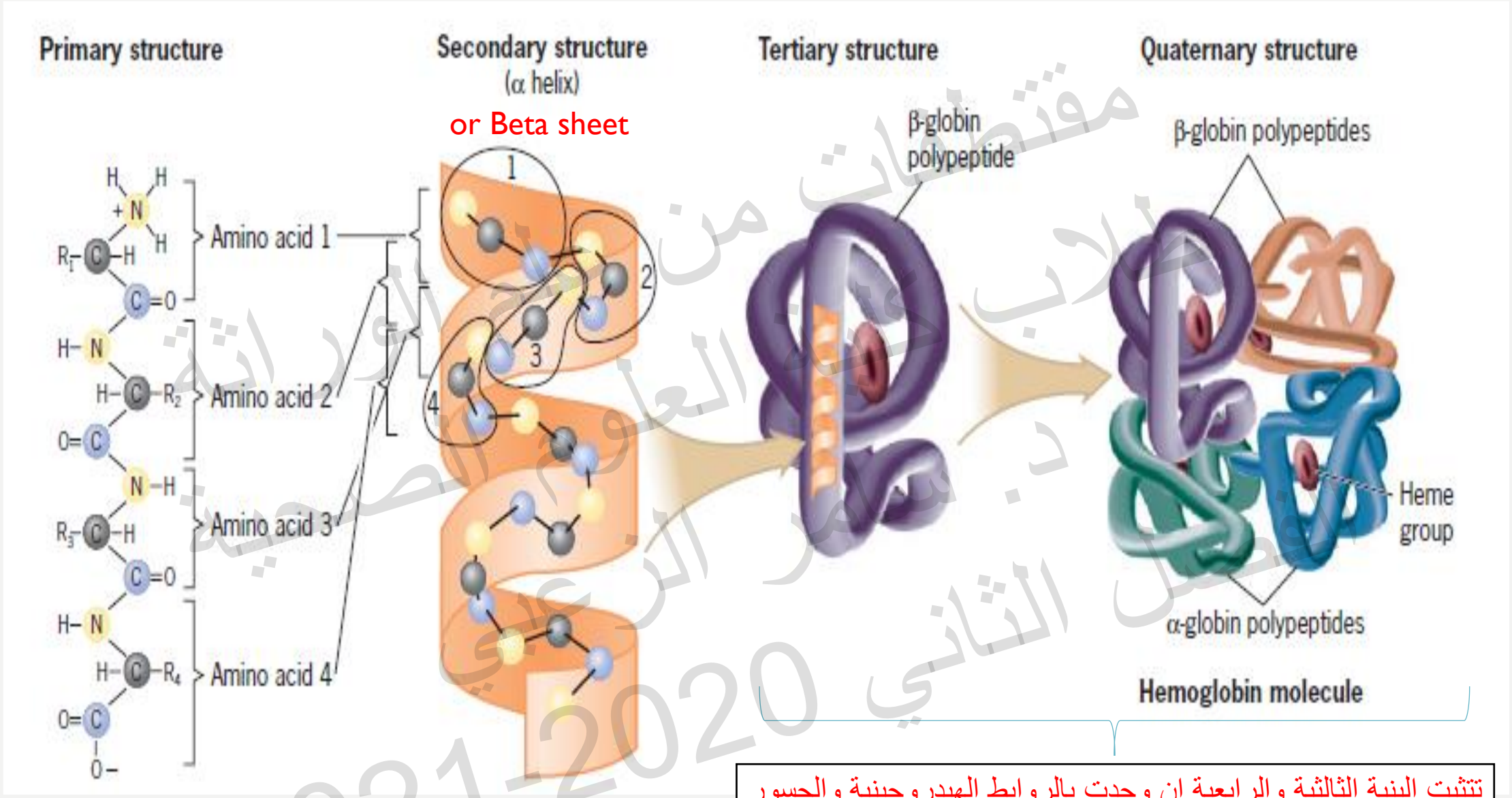
Lysine (Lys or K)

Arginine (Arg or R)

Histidine (His or H)

مصطفى شامل الزعبي
طلاب كلية العلوم الصحية من علم الوراثة
الفصل الثاني 2020-2021

بنية البروتينات



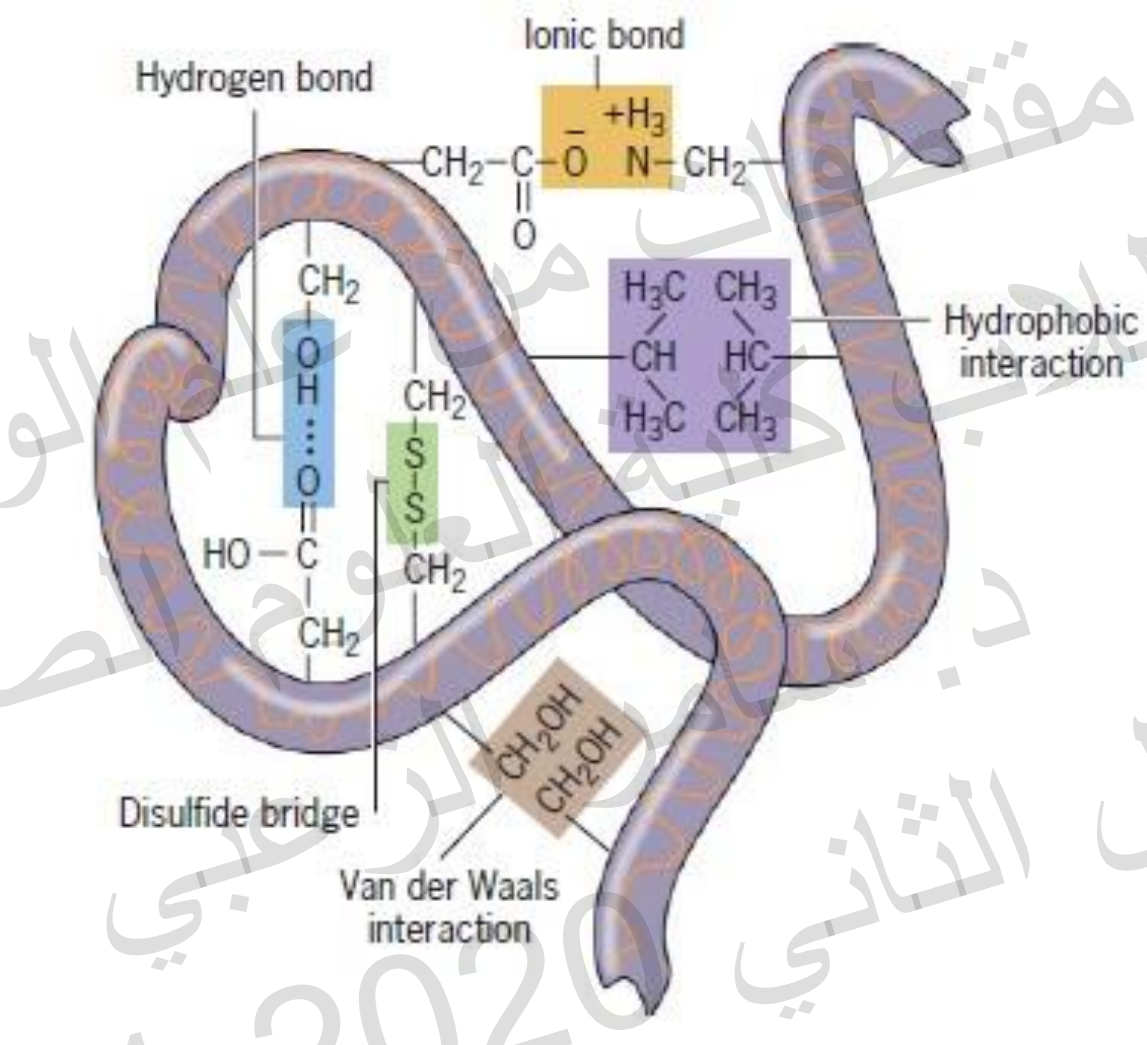
تتثبت البنية الثالثية والرابعية إن وجدت بالروابط الهيدروجينية والجسور الملحية بين الشحنات المتقابلة والروابط الكارهة للماء وقوى فاندرفالس، والروابط ثنائية الكبريت بين ثمالات السيستئين المتقابلة (وهي الأقوى)

تتثبت بالروابط الهيدروجينية بين الأحماض الأمينية المتقابلة

تسلسل الحموض الأمينية ونوعها

مقتطفات من محاضرات د. سامر الزعبي كلية العلوم الصحية الفصل الثاني 2020-2021

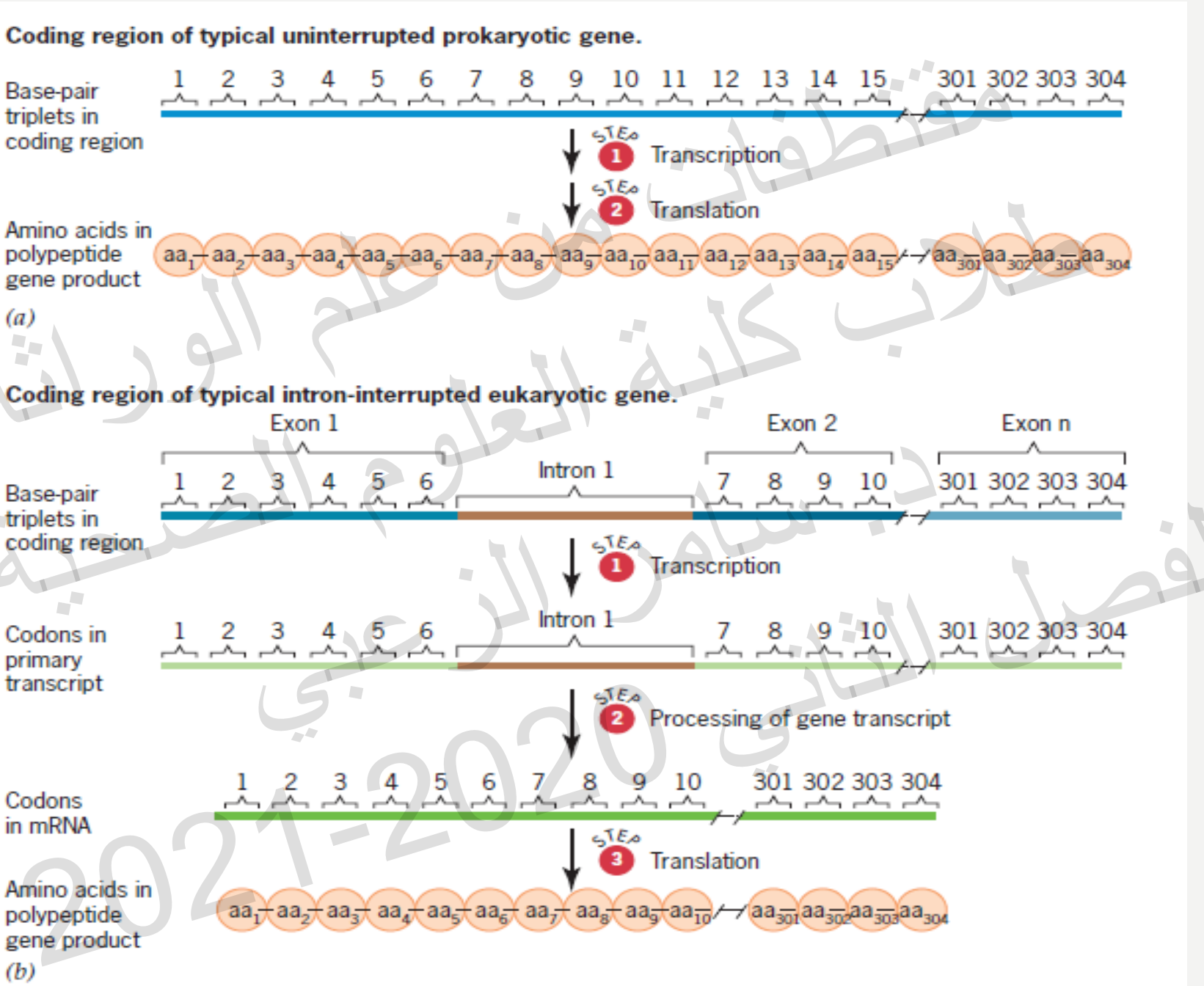
بنية البروتينات



أنواع الروابط المثبتة للبنية الثالثية للبروتين

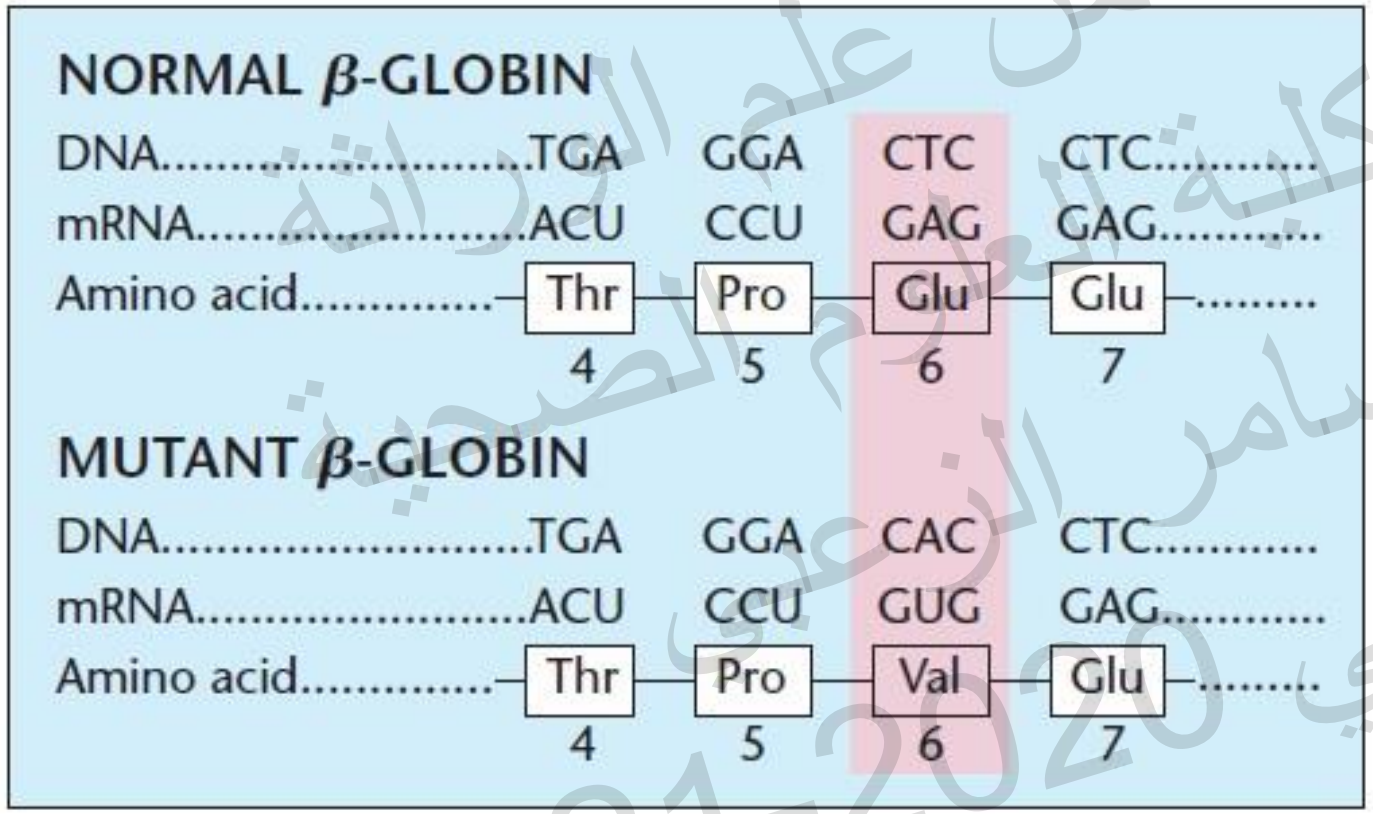
مقتطفات من علم الوراثة
طب وصيدلة العلوج الصحية
د. شامل الرعبي
2021-2020
الفصل الثاني

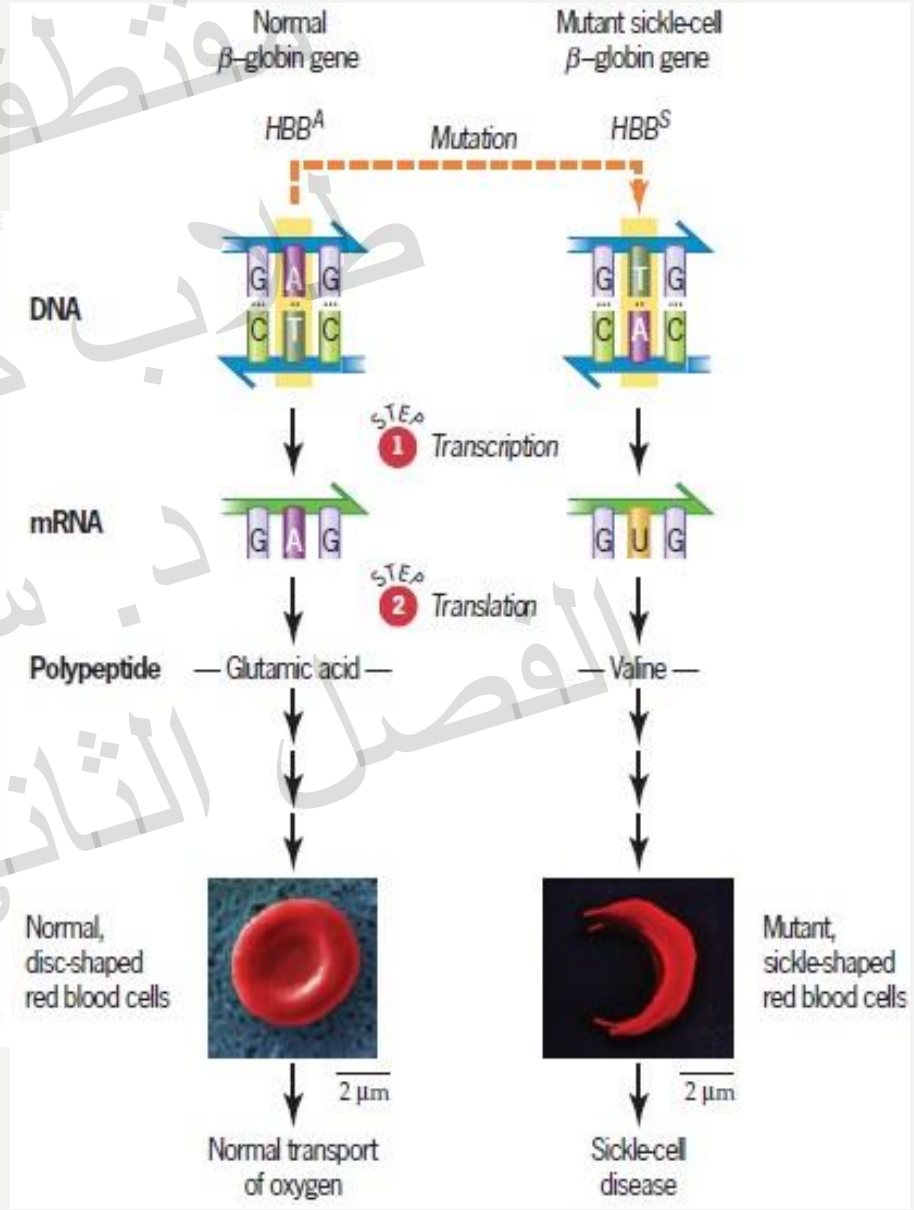
العلاقة الخطية بين الـ RNA المرسال وعديد الببتيد



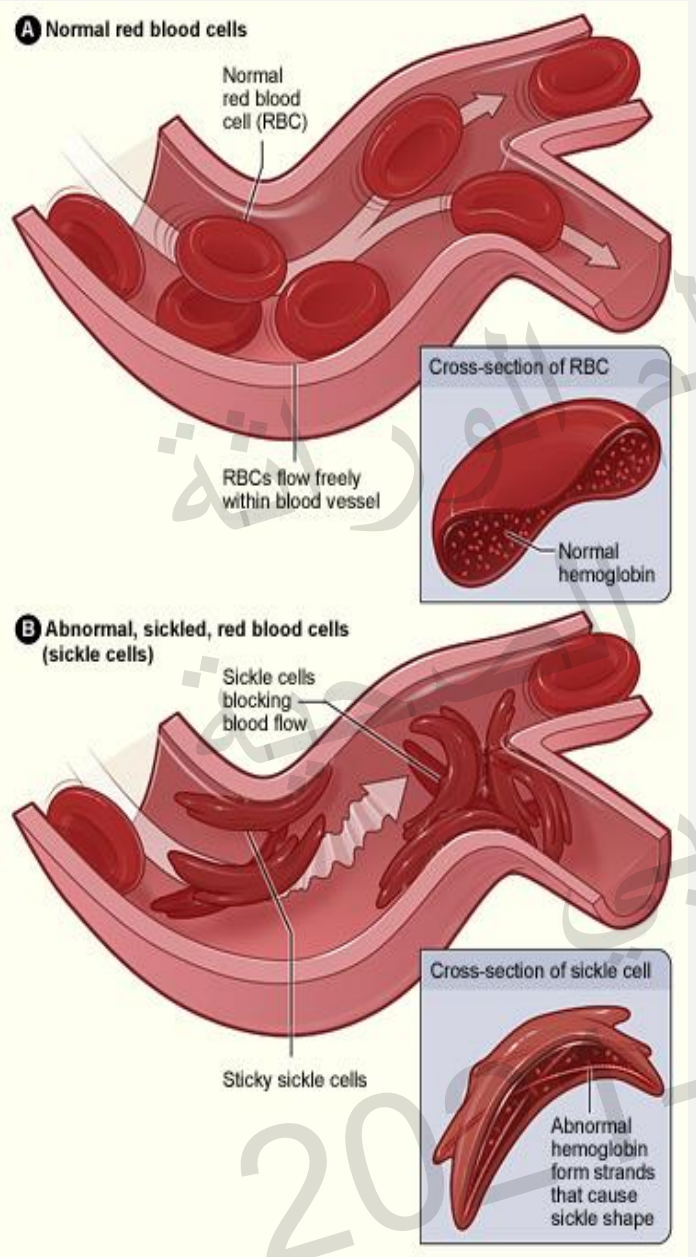
محاضرات مقرر علم الوراثة الطبية
طلاب كلية العلوم الطبية
د. هشام الزعبي
الفصل الثاني
2021-2020

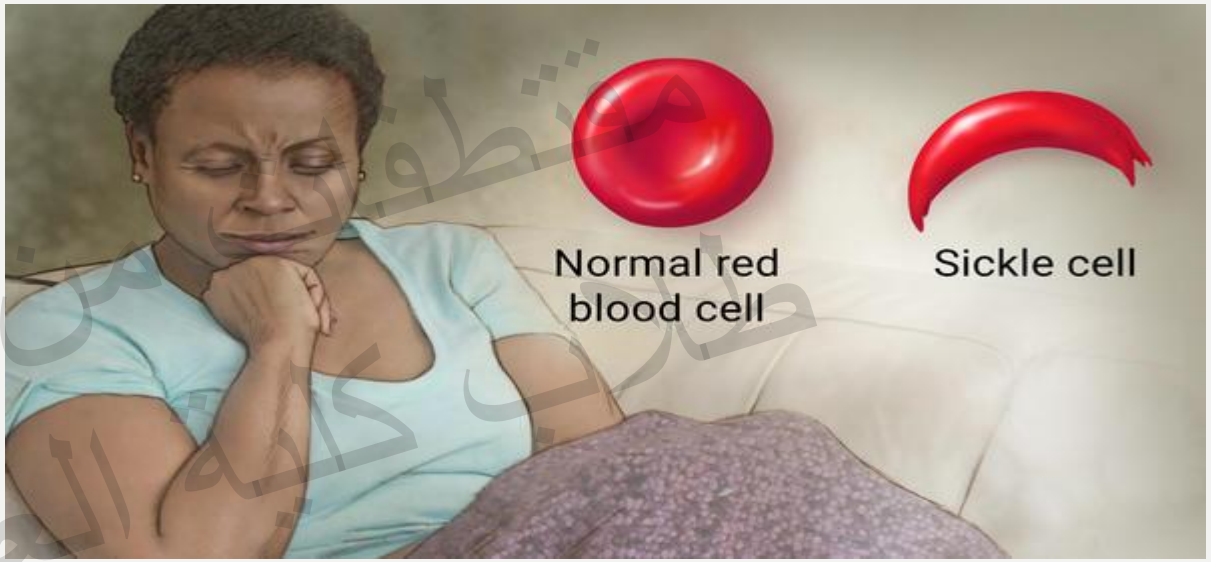
العلاقة الخطية بين الـ RNA المرسال وعديد الببتيد

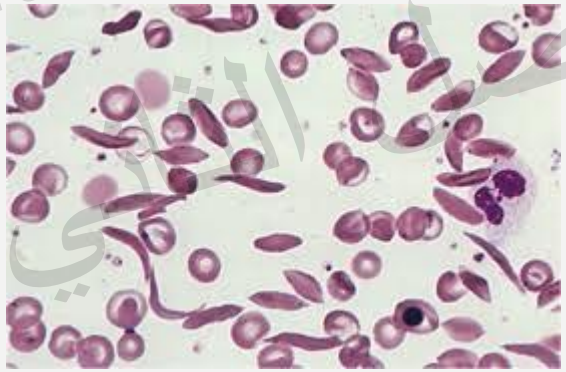




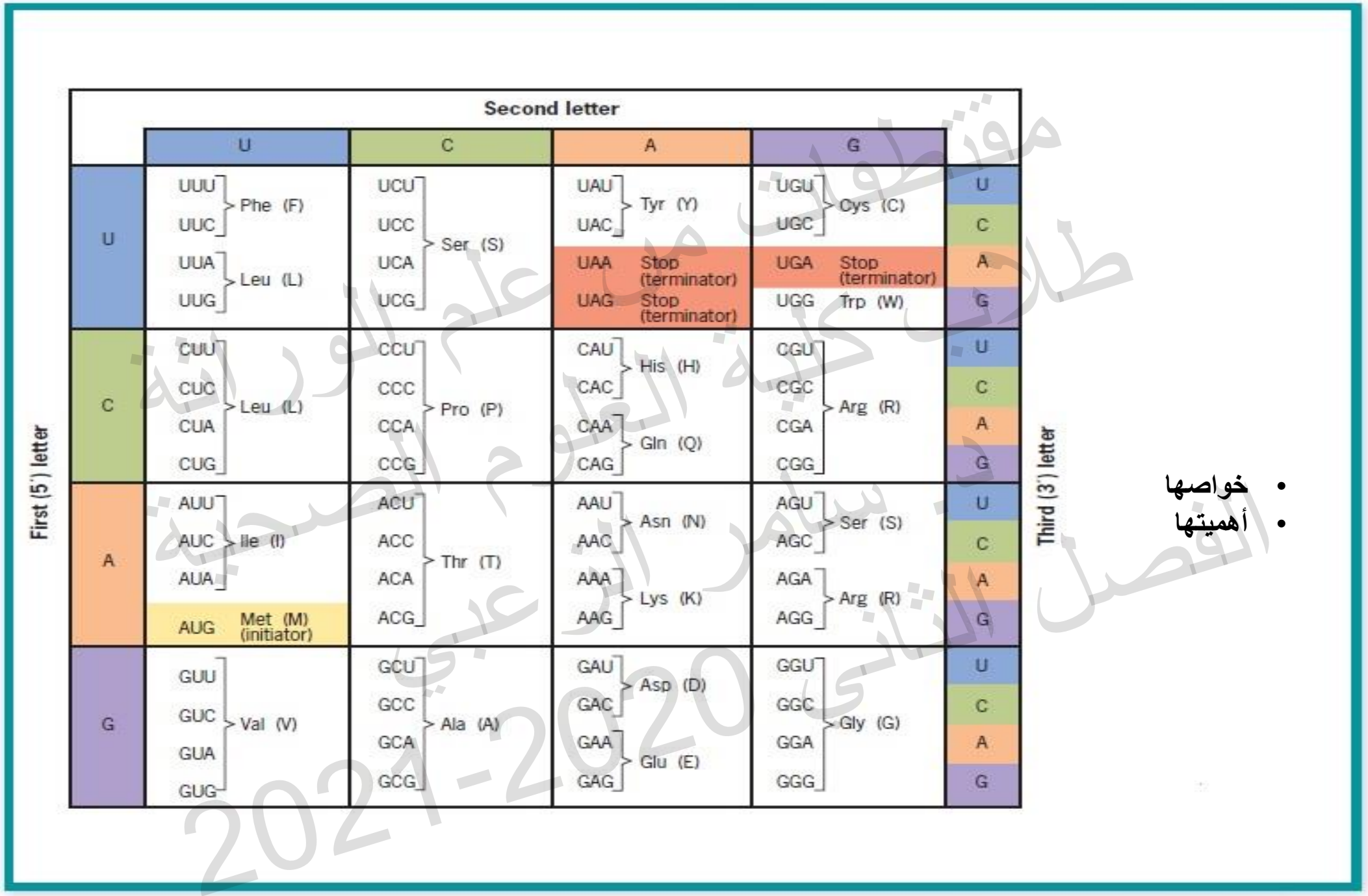
قطوفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الطبية
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني
2021-2020







د. سامر الزعبي 2019-2020



- خواصها
- أهميتها

مفوضية طرابلس مدرسة علم الوراثة
كلية العلوم الصحية
د. سامر الأسعد
الفصل الثاني
2021-2020

الرامِز الوراثي أو الشيفرة الوراثية The Genetic Code

خصائص الرامِز الوراثي Properties of Genetic Code

حُدّدت المعالم الرئيسية للرامِز الوراثي خلال ستينيات القرن الماضي، وشملت ما يلي:

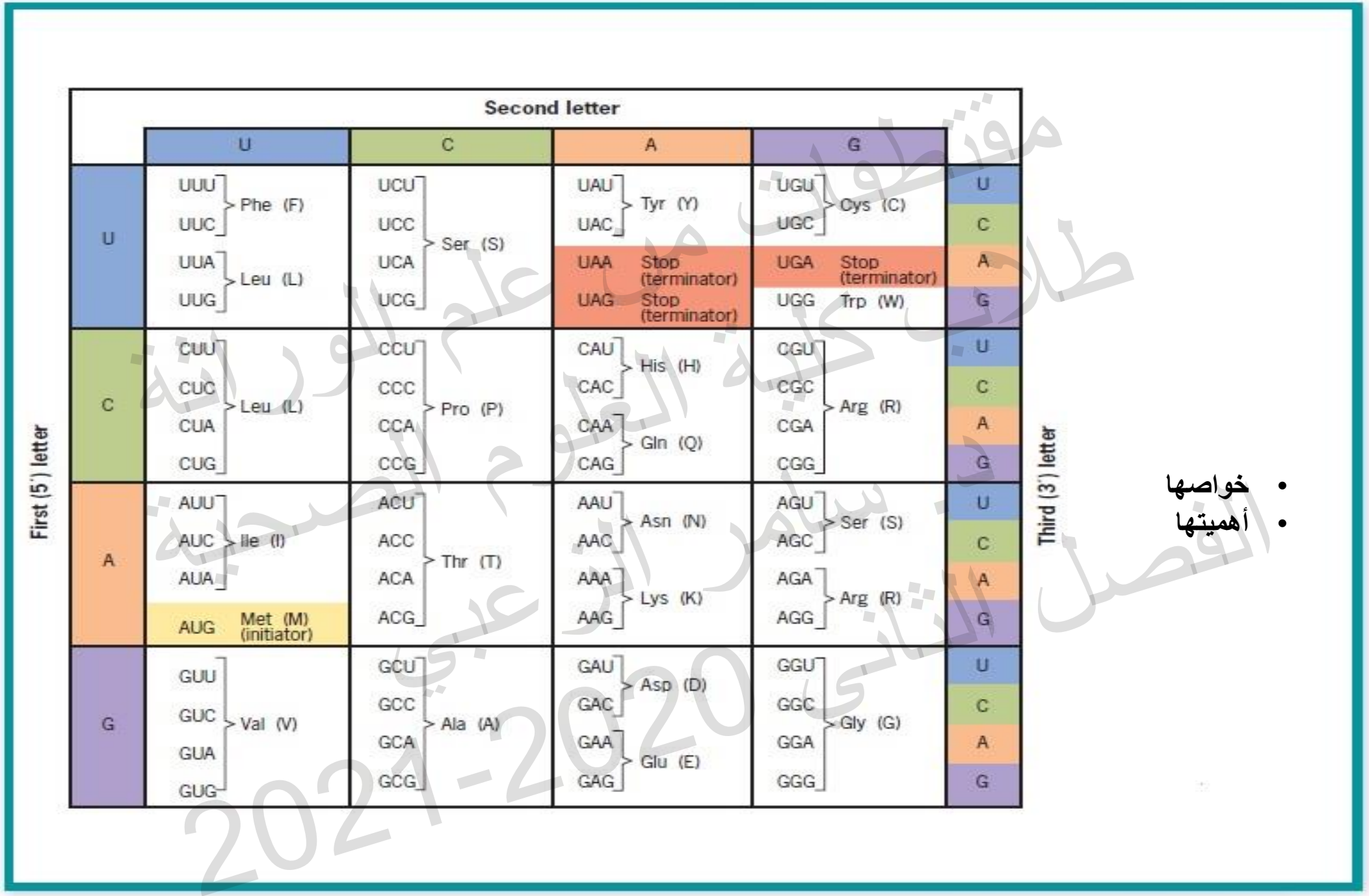
1. يتألف كل رامِز (رامز أو رامز) Codon من ثلاثيات نوكليوتيدية. تحدّد كل ثلاثة نوكليوتيدات من الرنا المرسال (الناضج) حمضاً أمينياً واحداً في عديد الببتيد الناتج.
2. الرامِز الوراثي غير متداخل Nonoverlapping عموماً. ينتمي كل نوكليوتيد إلى واحد فقط من الروامز، باستثناء بعض الحالات الخاصة حين تتداخل بعض الجينات وتتم قراءة التسلسل النوكليوتيدي بإطاري ترجمة مختلفين.
3. الرامِز الوراثي لا يحتوي فواصل. لا توجد فواصل أو أي من علامات الترقيم الأخرى بين المناطق المرمّزة في الرنا المرسال. وخلال الترجمة، تُقرأ الروامز بشكل متتالٍ وغير متقطع.

ملاحظة: يدعى التتالي النوكليوتيدي المستمر للرنا المرسال بدءاً من الرامِز AUG إلى أحد روامز الإيقاف بإطار القراءة المفتوح للترجمة Open reading Frame أو ORF.

4. الرامِز الوراثي متعدد Degenerate. فجميع الأحماض الأمينية، إلا اثنين منها تحدّد بأكثر من ثلاثية نوكليوتيدية، اي أكثر من رامِز.
5. الرامِز الوراثي غير ملتبس Unambiguous. يحدّد كل رامِز حمضاً أمينياً واحداً فقط.
6. الرامِز الوراثي مرتّب ومنظّم. تكون الروامز المرمّزة للحمض الأميني الواحد، وكذلك المرمّزة لأحماض أمينية متشابهة بالخصائص الكيميائية، متشابهة وتختلف عادةً بنوكليوتيد واحد.
7. تتضمّن الروامز الوراثية رامِز بدء Start Codon واحد هو AUG وثلاثة روامز توقّف Stop Codons هي UAA و UGA و UAG.
8. الرامِز الوراثي عامّ تقريباً Nearly Universal. على الرغم من وجود بعض الاستثناءات، تمتلك الروامز نفس المعنى، وتُقرأ بنفس الطريقة تقريباً في جميع الكائنات الحية، من الجراثيم إلى الإنسان.

ملاحظة: تظهر أهمية هذه الصفة لدى إنتاج بروتينات بشرية في الجراثيم عبر إدخال جين بشري فيها تعبّر عن رنا مرسال بشري لتتم قراءته وترجمته بالشكل نفسه في الجراثيم كما في الإنسان.

محاضرات مقرر علم الوراثة الصحية
للسنة الثالثة من علوم الطب
الفصل الثاني 2020-2021
د. سامر الزعبي



- خواصها
- أهميتها

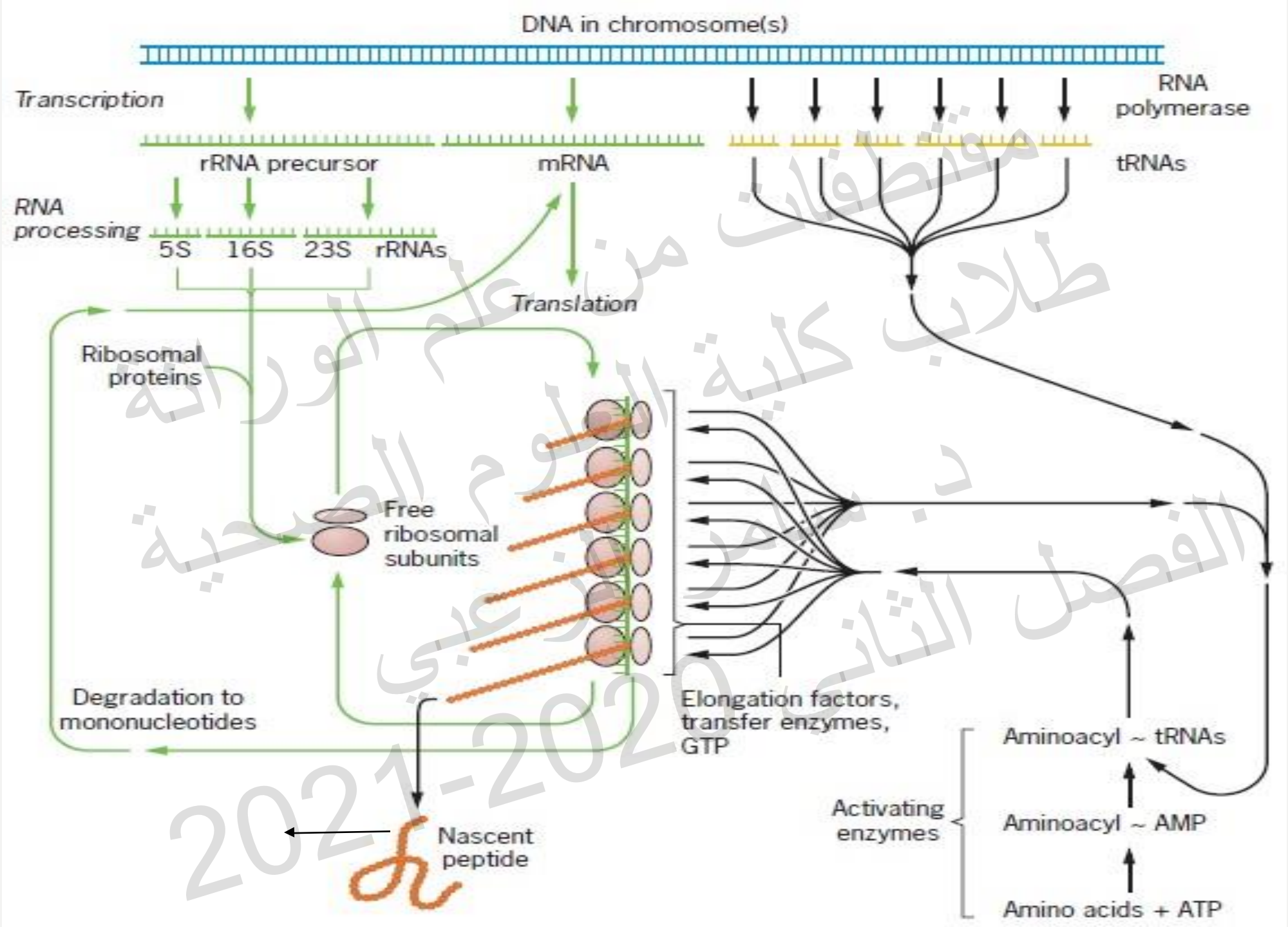
مفتوحة من علم الوراثة
طالبات كلية العلوم الصحية
سامر ابو عربي
الفصل الثاني
2021-2020

- متطلبات ترجمة الرامز الجيني

1. أكثر من 50 عديد ببتيد و 3-5 جزيئات RNA موجودة في كل ريباسة Ribosme
2. على الأقل 20 إنزيماً يقوم كل منها بتنشيط أحد الأحماض الأمينية
3. 40-60 جزيء RNA ناقل مختلف (tRNA)
4. الكثير من البروتينات المنحلة التي تساعد في مراحل البدء والإطالة والإنهاء.

- تحتوي بعض عديدات الببتيد على تتاليات قصيرة من الأحماض الأمينية عند النهايات الأمينية أو الكربوكسيلية التي تعمل كإشارات لنقل عديدات الببتيد إلى حجرات خلوية نوعية مثل الشبكة الإندوبلازمية والمتقدرات والصانعات أو النواة.
- تحتوي البروتينات المفرَزَة على تتالي إشارة عند النهاية الأمينية الذي يوجه عديد الببتيد الناشئ إلى أغشية الشبكة الإندوبلازمية.
- توجد تتاليات على النهاية الأمينية للبروتينات التي تستهدف المتقدرات والصانعات الخضراء.
- تحتوي البروتينات النووية على تتاليات عند النهايات الكربوكسيلية.
- تتم إزالة الببتيدات المستهدِفة (أو تتاليات الإشارة) إنزيمياً بتواسط ببتيدازات Peptidases نوعية بعد نقل البروتين إلى الحجرة الخلوية المناسبة.

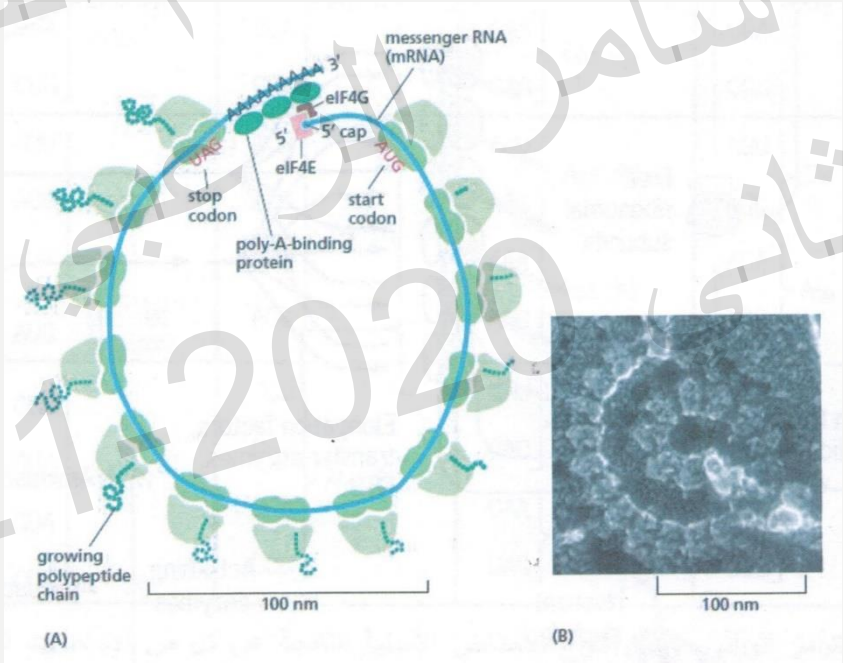
محاضرات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
الفصل الثاني 2021-2020
د. سامر الزعبي



مواضيع مفيدة من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. محمد عزعبي
الفصل الثاني
2021-2020

الريباسات Ribosomes

- مختبرات مع آلات و معدات لصنع البروتينات.
- غير نوعية !!!!!!!!!!!!!!!!!
- تتم ترجمة جزيء الـ RNA المرسال نفسه بشكل متزامن من قبل عدة ريباسات مما ينتج عنه تشكل بنية عديدات الريباسات Polyribosomes أو الجسميات المتعددة Polysomes.
- ثلث الكتلة الجافة لمعظم الخلايا من جزيئات تساهم بشكل مباشر في اصطناع البروتينات.
- تنتشر الريباسات في أرجاء الخلية عند بدائيات النوى.
- تتوضع الريباسات في الهيولى عند حقيقيات النوى، بشكل مكثف على الوجه الهيولي لأغشية الشبكة الإندوبلاسمية.



مفرغات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
سامر الرفاعي
2021-2020
الفصل الثاني

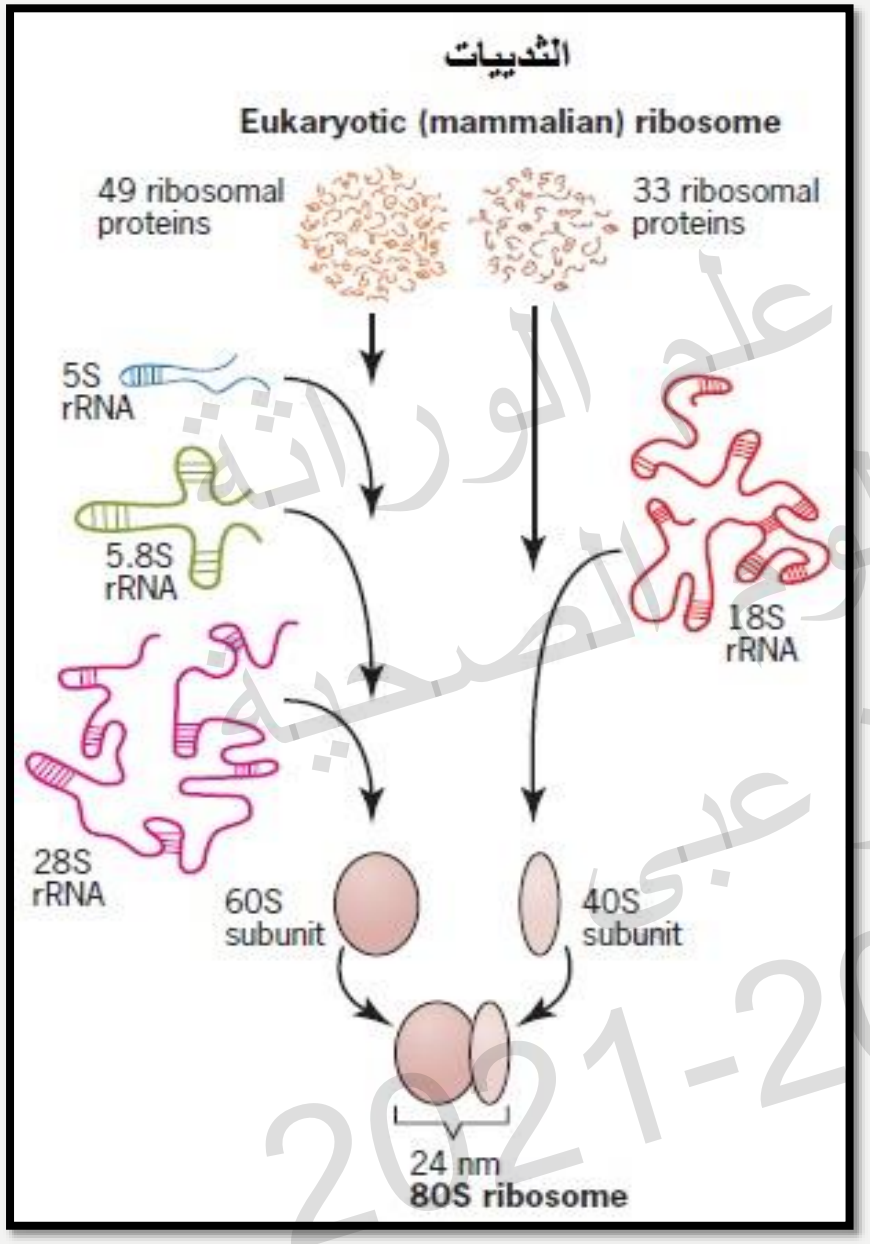
الريباسات Ribosomes

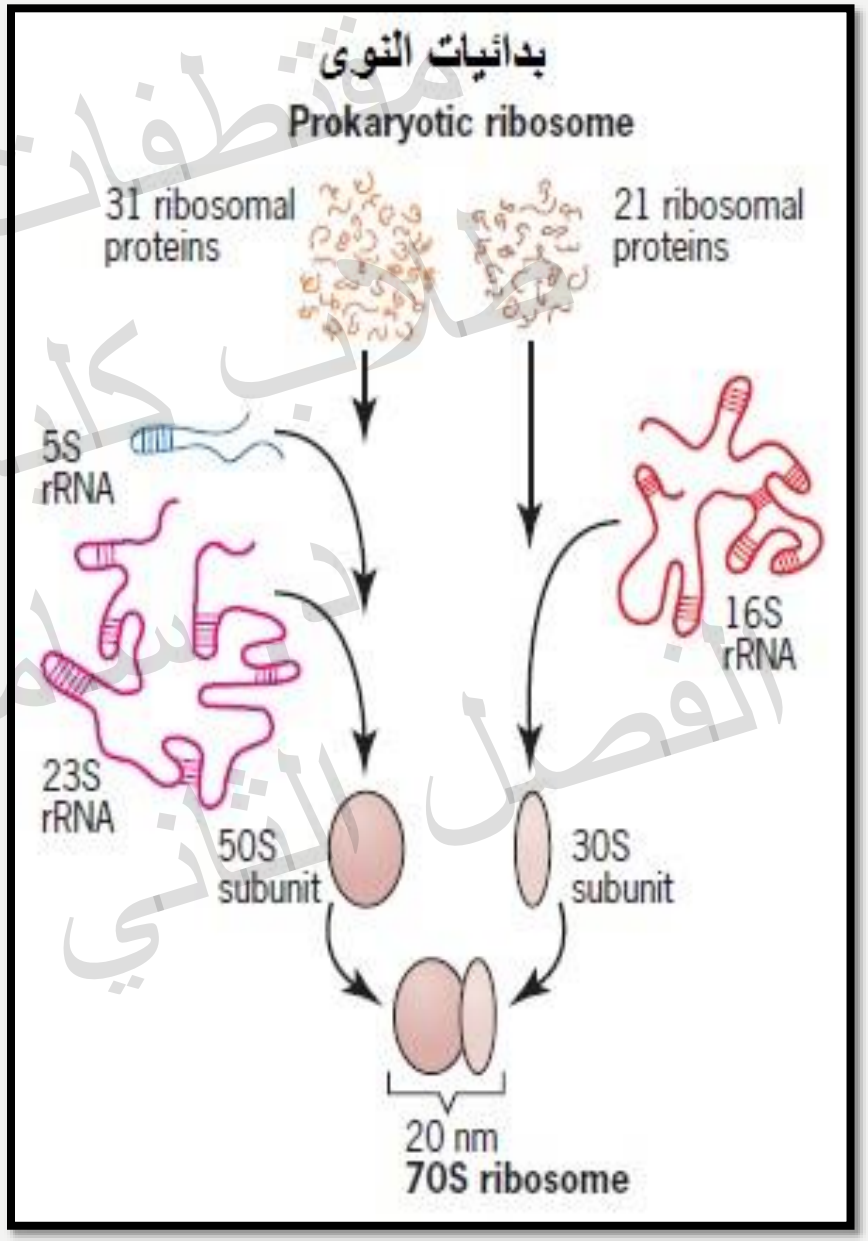
- تتكون الريباسات من تقريباً 50% بروتين و 50% جزيئات RNA.
- تتألف من وحيدتين، كبيرة و صغيرة، مختبرات مع آلات و معدات لصنع البروتينات.
- تتألف كل وحيدة من جزيء RNA كبير مطوي تتجمع عليه البروتينات الريباسية.

	بدائيات النوى	حقيقيات النوى	المتقدرات و الصانعات الخضراء (ح ق ن)
عامل تسدم الريباسة	70S	80S	60S
البنية ثلاثية الأبعاد	نفسها	نفسها	نفسها

مقتطفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. شامر الزعبي
الفصل الثاني 2020-2021

Ribosomes الريباسات





مقتطفات من علم الوراثة
كلية العلوم الصحية
د. سامر الزعبي
2021-2020
الفصل الثاني

الريباسات Ribosomes

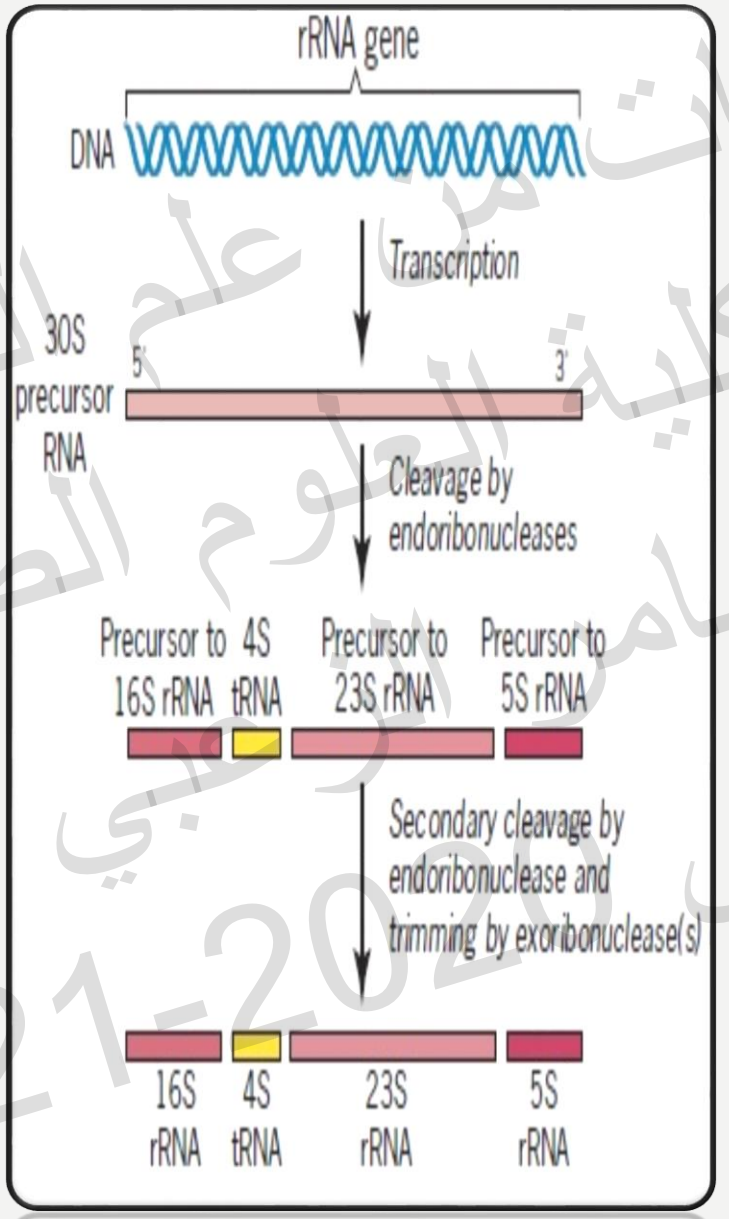
بدائيات النوى		
	الوحيدة الصغيرة (30S)	الوحيدة الكبيرة (50S)
المحتوى	رنا ريباسي 16S+21 عديد ببتيد مختلف	جزيئين رنا ريباسي 5S و 23S + 31 عديد ببتيد مختلف

الثدييات		
	الوحيدة الصغيرة (40S)	الوحيدة الكبيرة (60S)
المحتوى	رنا ريباسي 18S+33 عديد ببتيد مختلف	3 جزيئات رنا ريباسي 5S و 5.8S و 28S + 49 عديد ببتيد مختلف

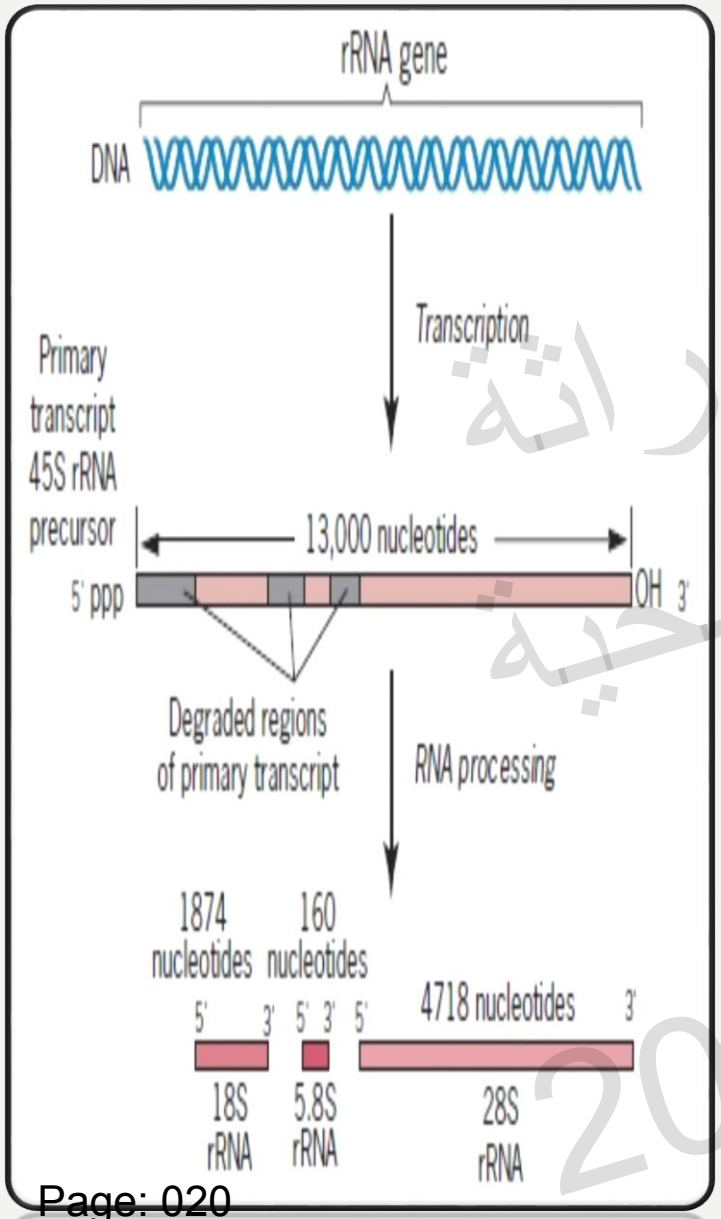
مقتطفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني 2020-2021

انتساخ وشطر جزيئات الـ RNA الريباسي اللاحق للانتساخ

بدائيات النوى



الثدييات



- تُنتسَخ جزيئات الـ rRNA من سلاسل الـ DNA المرصافة. يحدث اصطناع جزيئات الـ rRNA في حقيقيات النوى داخل النوية بتواسط إنزيم البولميراز الـ RNA الأول Pol I، تُعد النوية جزءاً كثيفاً جداً من النواة وهي تتخصص في اصطناع جزيئات الـ rRNA وتجميعه مع البروتينات الريباسية.
- تكون جينات جزيئات الـ rRNA في الـ DNA على شكل مصفوفات متعاقبة ومتجاورة تفصلها مناطق غير حاوية على جينات.
- تنتسخ جينات جزيئات الـ rRNA على شكل طلائع rRNA (rRNA Precursors) تخضع لاحقاً لشطر post-transcriptional cleavge للانتساخ يؤدي إلى جزيئات rRNA ناضجة أصغر حجماً.
- تكون طليعة rRNA بحجم 30S في جراثيم E. coli وينتج عن شطرها الإنزيمي جزيئات rRNA ناضجة بحجم 23S, 16S, 5S إضافة إلى جزيء RNA ناقل (tRNA) بحجم 4S.
- في الثدييات تكون طليعة rRNA بحجم 45S وينتج عن شطرها جزيئات rRNA ناضجة بحجم 28S, 18S, 5.8S ، بينما ينتج جزيء rRNA بحجم 5S عن شطر طليعة rRNA لجين مختلف آخر.

مقتطفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. سامر الرفاعي
2021-2020

انتساخ وشطر جزيئات الـ RNA الريباسي اللاحق للانتساخ

- توجد جينات جزيئات الـ rRNA بعدة نسخ في مجائن Genomes جميع الكائنات الحية وذلك لتلبية العدد الكبير من الجسيمات الريبية (الريباسات) الموجودة داخل الخلايا الحية.
- في E. coli تنتشر 7 جينات rRNA في 3 مواقع مختلفة لصبغي الخلية الوحيد.
- يتراوح عدد نسخ جينات الـ rRNA في حقيقيات النوى بين مئات إلى آلاف النسخ متوزعة بين عدة صبغيات.
- توجد في الإنسان مواقع جينات الـ rRNA (28S, 18S, 5.8S) في الصبغيات 13 و 14 و 15 و 21 و 22 ، بينما توجد مواقع جينات 5S في عدة صبغيات أخرى.

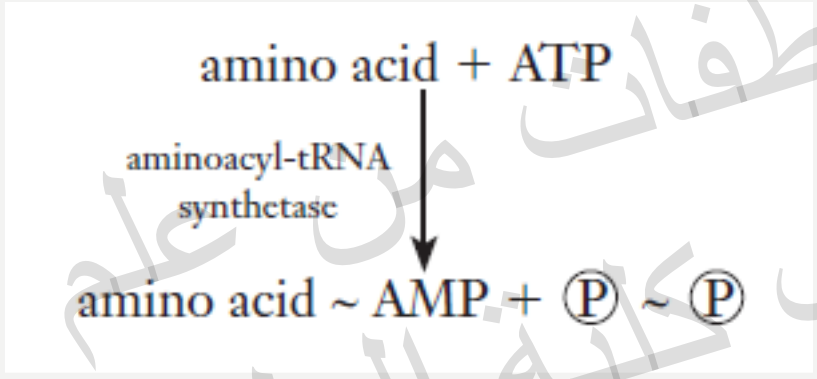
محاضرات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني 2020-2021

جزيئات الـ RNA الناقل Transfer RNAs (tRNAs)

- يبلغ حجمها 4S و يتراوح طولها بين 70- 95 نوكليوتيداً.
- تُنتسَخ جزيئات الـ tRNA على شكل طلائع تخضع فيما بعد لعمليات عدة كالشطر و المثيلة و تعديل بعض الأسس النوكليوتيدية.
- يتم تعديل أسس الـ A, U, G, and C, tRNA (بعد الانتساخ) لينتج عنها نوكليوتيدات غير عادية توجد في جزيئات الـ tRNA.
- تحتوي جزيئات الـ tRNA على تتالي نوكليوتيدي ثلاثي يسمى الرامز المعاكس أو Anticodon وهو متمم لتتالي أحد الروامز Codons في جزيء الـ RNA المرسال.
- يتشافع الـ Anticodon مع الـ Codon أثناء عملية الترجمة.
- يوجد 1 إلى 4 جزيئات tRNA لكل حمض من الأحماض الأمينية.
- ترتبط الأحماض الأمينية بجزيئات الـ tRNA عبر روابط عالية الطاقة بين المجموعات الكربوكسيلية للأحماض الأمينية و النهاية الهيدروكسيلية `3 لجزيئات الـ tRNA.
- يتم تحميل الحمض الأميني على جزيء الـ tRNA عبر خطوتين بواسطة إنزيم Aminoacyl-tRNA Synthetase كما في الشكل التالي:

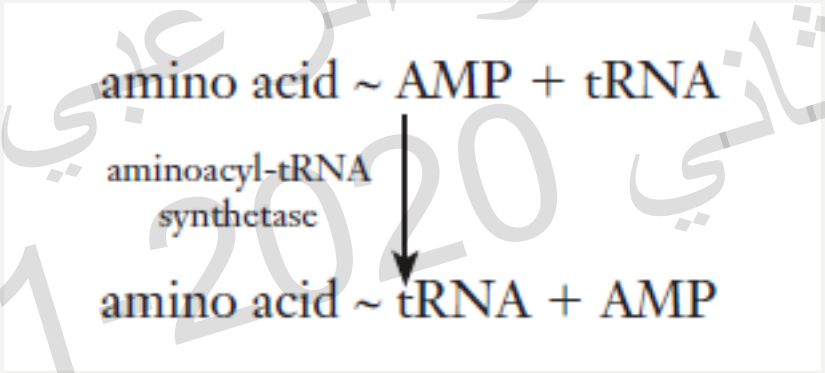
موقع طلاب من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. سامر الرعبي
الفصل الثاني 2021-2020

تحميل الحمض الأميني على جزيء الـ RNA الناقل الخاص به



Step 1

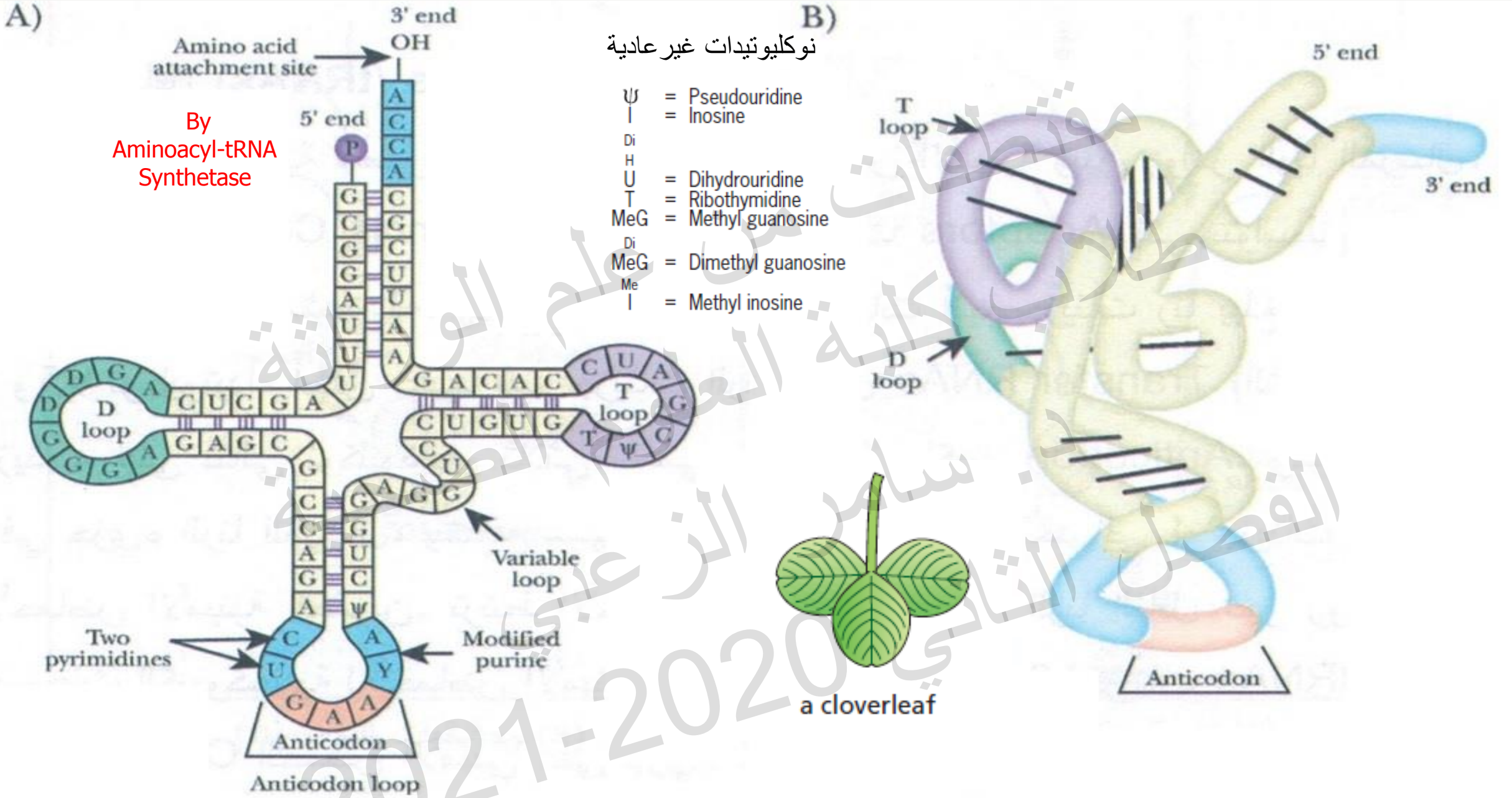
تفعيل الحمض الأميني



Step 2

ربط الحمض الأميني المفعل إلى النهاية 3` لجزيء الـ tRNA.

مقتطفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني 2020 2021



بنية جزيء الرنا الناقل

مقتطفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصيدلية
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني
2021-2020

أطوار الترجمة

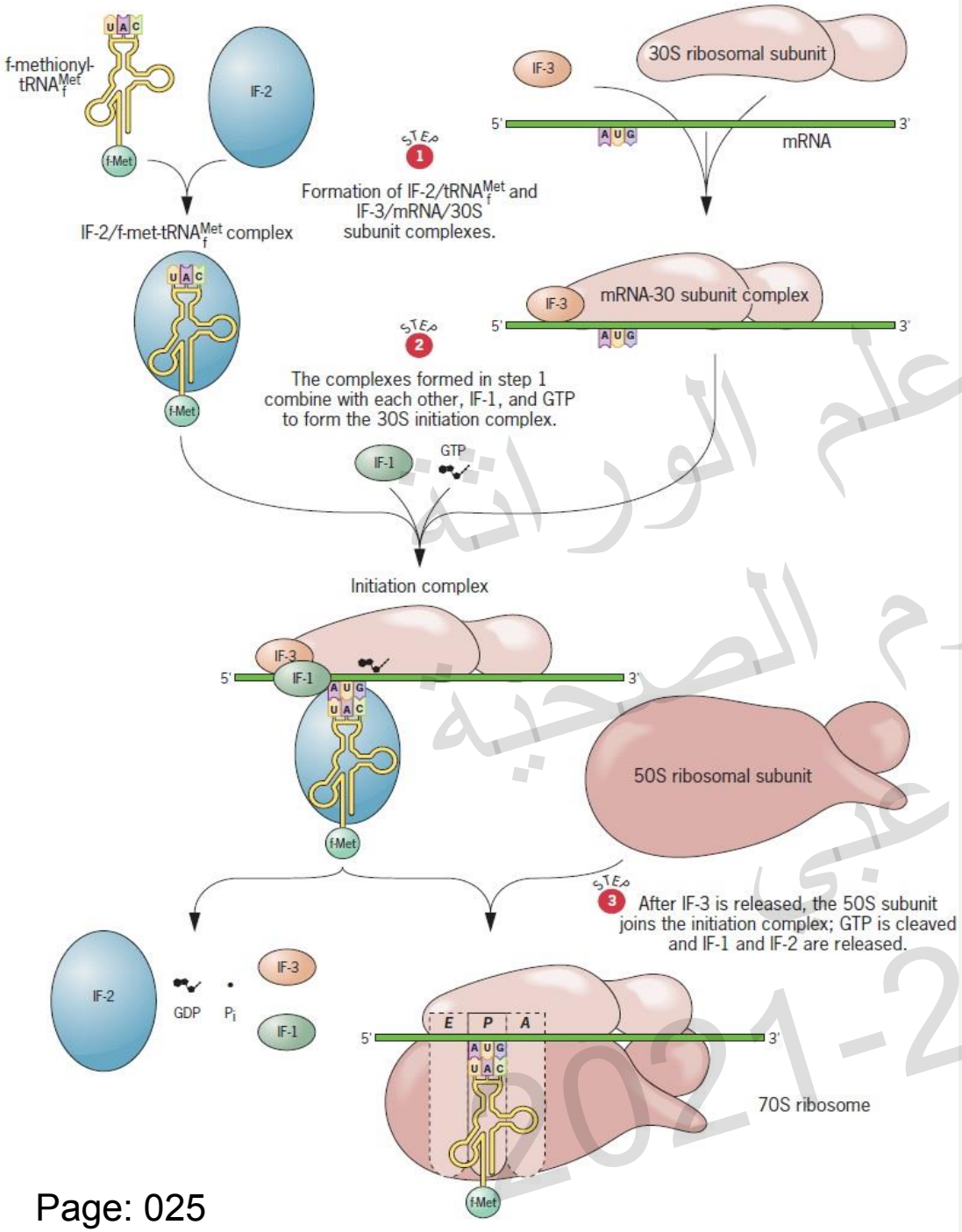
- طور البدء Initiation Phase

تعريفه: جميع الأحداث التي تسبق تشكل الرابطة الببتيدية التي تربط الحمضين الأول والثاني في سلسلة عديد الببتيد.

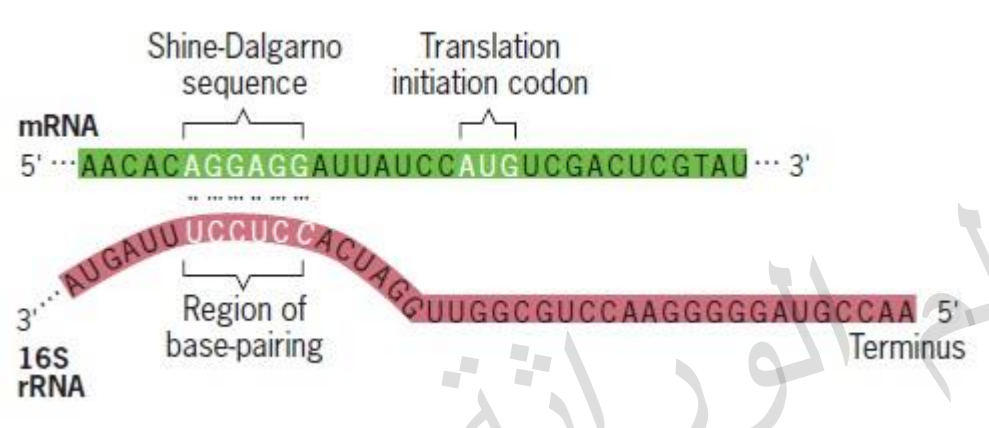
متطلباته في E. coli: الوحيدة الصغيرة 30S، الوحيدة الكبيرة 50S و جزيء mRNA و جزيء tRNA بادئ وثلاثة عوامل بدء هي IF1 ، IF2 ، IF3 و جزيء GTP واحد.

يبدأ طور البدء بتشكيل المعقد الأول بارتباط عامل البدء IF2 و الـ tRNA المحمل بالميثيونين، و المعقد الثاني بارتباط جزيء الـ mRNA والوحيدة الصغيرة 30S و عامل البدء IF3 الذي يتحكم بقدرة الوحيدة على البدء.

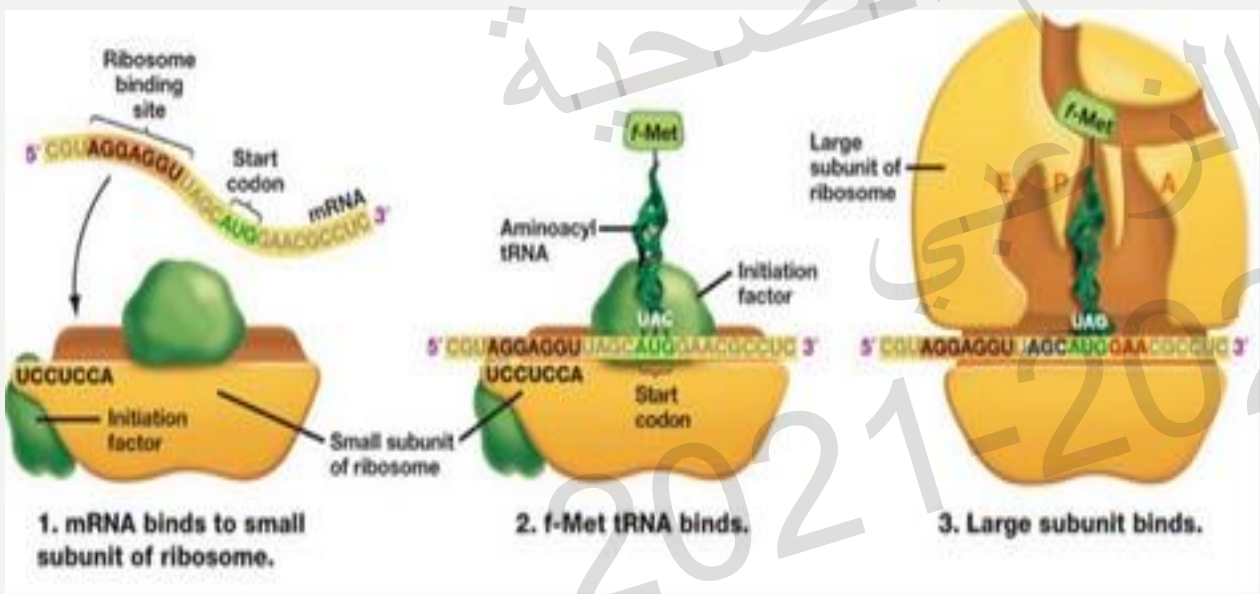
يرتبط المعقدان الأول والثاني مع بعضهما ومع العامل IF1 وجزيء GTP لتشكيل معقد 30S الكامل الذي تنضم إليه في الخطوة الأخيرة الوحيدة الكبيرة 50S لتشكيل الريباسة 70S الكاملة مع تحرر عوامل البدء الثلاثة و حلمهة جزيء GTP إلى GDP و فوسفات لا عضوية (Pi).



موقع نبات من علم الوراثة
كلية العلوم الصحية
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني
2021-2020



تشافع تتالي Shine Dalgarno



- يعتمد تشكيل المعقد 30S مع جزيء mRNA على تشافع تتالي نوكليوتيدي موجود عند النهاية `3 لـجزيء 16S rRNA (المتضمن في 30S) مع تتالي نوكليوتيدي موجود عند النهاية `5 لجزيء mRNA يدعى بتتالي Shine Dalgarno في القسم غير المترجم أي `5 Untranslated region (`5 UTR).

- تقوم إضافة الوحيدة الكبيرة 50S إلى معقد البدء بإرساء الميثيونيل tRNA في موقع البتيديل P (P site) حيث يتشافع الرامز المعاكس لـ tRNA مع رامز البدء AUG وبذلك يكون الميثيونيل tRNA هو الـ RNA الناقل الوحيد الذي يدخل الجسيم الريبي في الموقع P بشكل مباشر دون المرور أولاً بالموقع A.

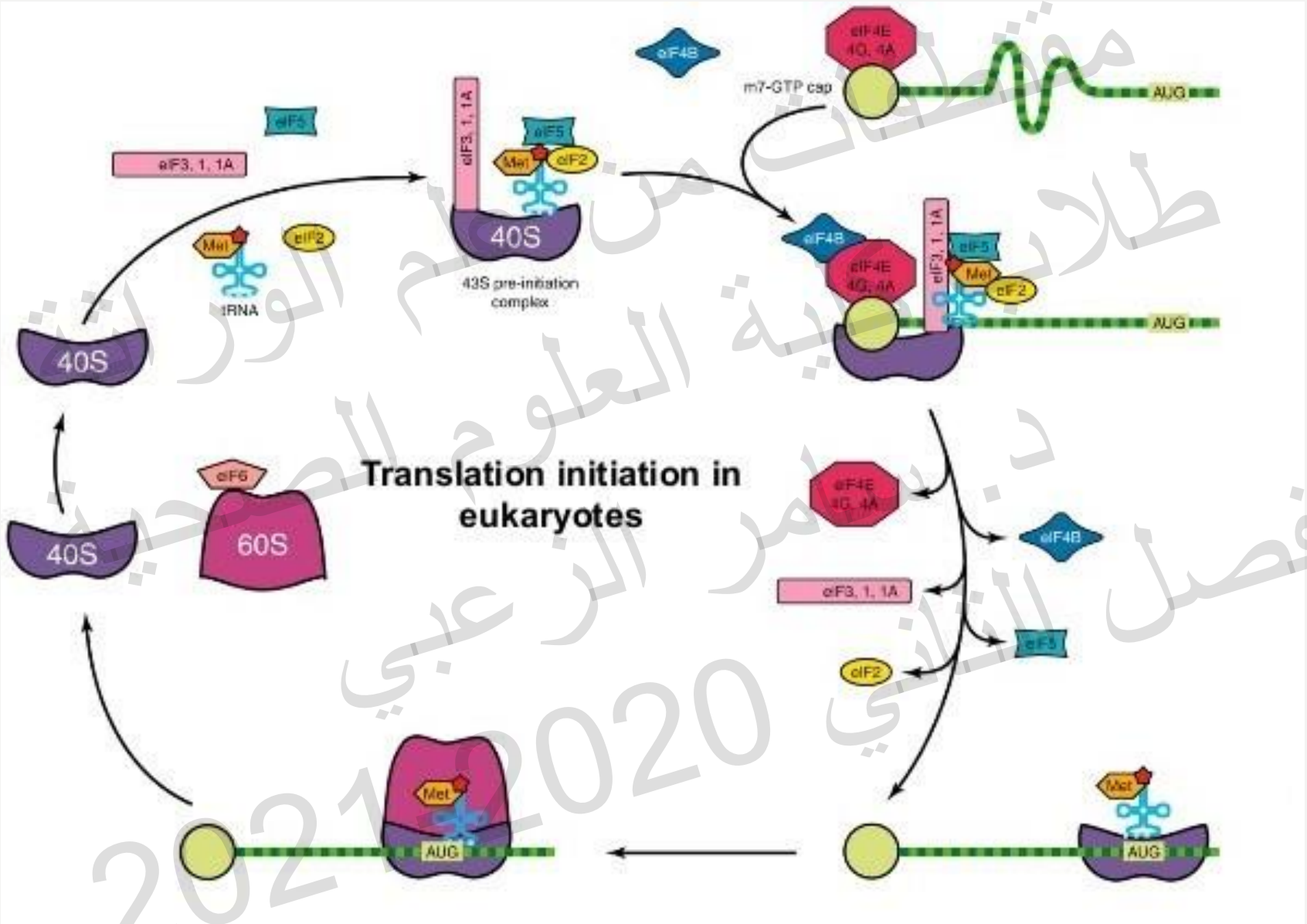
موقع نوفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني
2021-2020

الفرق في طور البدء Initiation Phase

بدائيات النوى	حقيقيات النوى
اقل تعقيداً	أكثر تعقيداً متضمناً الكثير من عوامل البدء
الميثيونين معدل يضاف له جذر الفورميل	الميثيونين غير معدل و لا يضاف له جذر الفورميل
تشكل معقد البدء يحتاج لوجود تتالي Shine Dalgarno	يتشكل معقد البدء في النهاية `5 للـ RNA المرسال دون وجود تتالي Shine Dalgarno • تبدأ الترجمة عند أقرب تتالي لـ AUG من النهاية `5 للـ RNA المرسال • يرتبط الميثيونيل tRNA مع عامل بدء ويدخل الموقع P مباشرة. • يرتبط بروتين رابط للقلنسوة Cap-Binding Protein (CBP) إلى القلنسوة 7-methyl guanosine عند النهاية `5 للـ RNA المرسال، وهذا يؤدي إلى ارتباط عوامل بدء أخرى إلى معقد CBP-mRNA ثم بوحيدة 40S • يتحرك كامل المعقد بالاتجاه `5 إلى `3 باحثاً عن رامز AUG وحين يجده، تتحرر عوامل البدء من المعقد وترتبط الوحيدة 60S إلى المعقد السابق لتشكيل الريبوزم 80S الكامل والذي يكون جاهزاً لطور الإطالة.

محاضرات مادة علم الوراثة الصحية من كلية الطب د. سامر الفصل الثاني 2020-2021

طور البدء Initiation Phase في حقيقيات النوى



مقتطفات من علم الوراثة طلابية العلوم الصحية د. بسام الزعبي الفصل الثاني 2020 2021

أطوار الترجمة

- طور الإطالة Elongation Phase

يكون طور الإطالة متماثل عند كل من بدائيات و حقيقيات النوى مع اختلاف عوامل الإطالة Elongation factors.

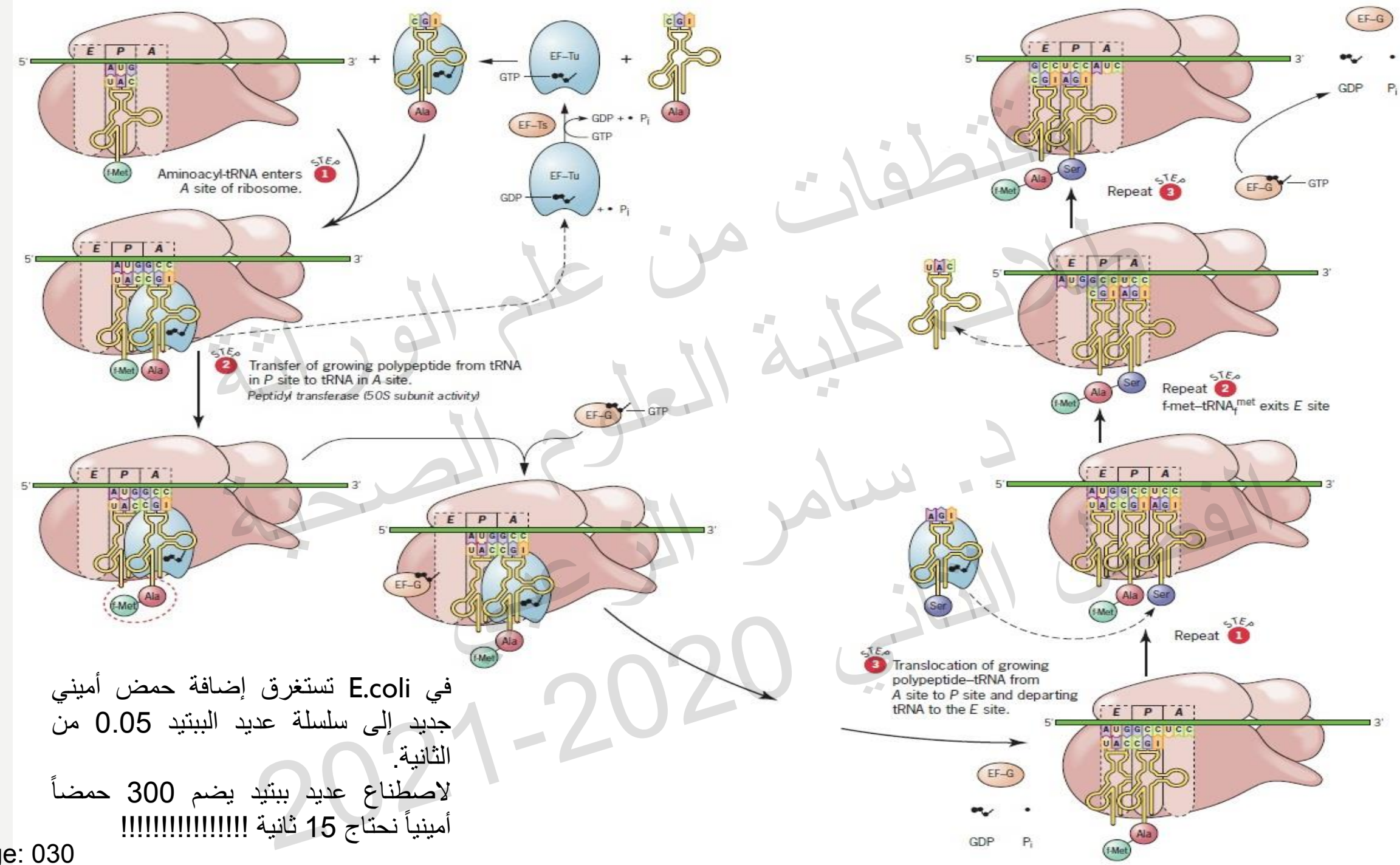
انظر الشكل التالي في الشريحة التالية:

يحفز تشكيل الرابطة الببتيدية بين النهاية الأمينية للحمض الأميني المحمل على ناقله في الموقع A و النهاية الكربوكسيلية لسلسة عديد الببتيد المحمل في الموقع P بتواسط الفعالية الإنزيمية الناقلة للببتيد Peptidyl Transferase Activity التي يتمتع بها جزيء 23S rRNA المتضمن في الوحيدة الكبيرة 50S.

يتطلب تشكيل الرابطة الببتيدية حلمهة جزيء GTP الذي أحضره عامل البدء EF-Tu.

انظر الشكل التالي في الشريحة التالية:

محاضرات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. سامر الزعبي
الفصل الثاني 2020-2021



في E.coli تستغرق إضافة حمض أميني جديد إلى سلسلة عديد الببتيد 0.05 من الثانية.

لاصطناع عديد ببتيد يضم 300 حمضاً أمينياً نحتاج 15 ثانية !!!!!!!!!!!!!!!!

محاضرات من علم الوراثة
كلية العلوم الصحية
د. سامر الزعبي
2021-2020

أطوار الترجمة

- طور الإنهاء Termination Phase

➢ بدايته: ينتهي طور الإطالة حين يدخل أي رامز من روامز التوقف الثلاثة (UAA, UAG, UGA) إلى الموقع A في الريبوزوم.

➢ لا توجد أي جزيئات tRNA تحتوي على روامز معاكسة يمكنها التشافع مع أي من روامز التوقف.

➢ حين يصل أحد روامز التوقف إلى الموقع A، تتوقف الريباسة لفترة قصيرة جداً.

➢ في غضون ذلك، تتعرف على روامز التوقف بروتينات تسمى عوامل الإطلاق Release Factors (RFs) التي تمتلك بنية فراغية شبيهة ببنية الـ tRNA تمكنها من الدخول و الارتباط في الموقع A.

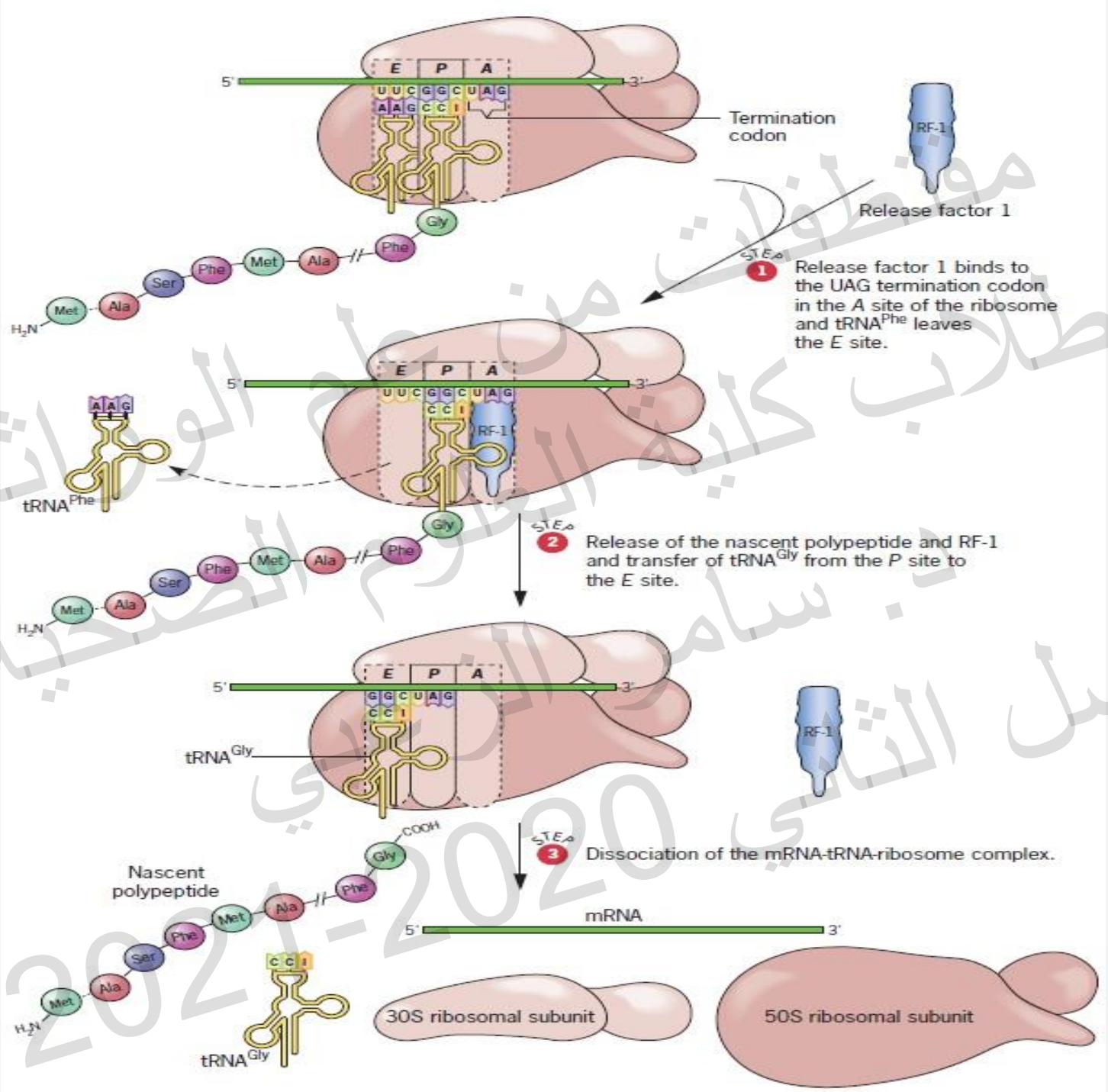
عوامل الإطلاق Release Factors (RFs)	
بدائيات النوى	حقيقيات النوى
RF1 يتعرف على UAG, UAA	عامل إطلاق وحيد Eukaryote RF (eRF) يتعرف على روامز التوقف الثلاثة
RF2 يتعرف على UGA, UAA	

➢ يغير ارتباط عامل الإطلاق في الموقع A فعالية الببتيديل ترانسفيراز للـ23S rRNA المتضمن في الوحيدة الكبيرة 50S، حيث يضيف جزيء ماء إلى النهاية الكربوكسيلية لسلسلة الببتيد.

➢ يطلق إضافة الماء عديد الببتيد من جزيء الـ RNA الناقل في الموقع P و يحفز انتقال الـ RNA الناقل الفارغ إلى الموقع E.

➢ يتحرر جزيء الـ mRNA من الريباسة التي تتفكك إلى وحيدتها المنفصلتين ليتم استخدامهما ثانية.

مختصرات من علم الوراثة
طالبات كلية العلوم الصحية
د. شامر النعيمي
الفصل الثاني 2021-2020



مواضيع من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. سامر الخطيب
الفصل الثاني
2021-2020

مواقع الترجمة ومصائر البروتين Translation sites & protein destinies

- البروتينات الهيولية: تضم بروتينات الهيكل الخلوي: تحصل ترجمتها على الريباسات الحرة في هيولى الخلية، وغالباً على الجسيمات المتعددة Polysomes المكونة من تجمع الريباسات على جزيء الـ RNA المرسال نفسه.
- بروتينات المتقدرات والصانعات الخضراء: تحصل ترجمة بعض بروتينات هاتين العضيتين على الريباسات الموجودة داخلهما، بينما تأتي الكثير من البروتينات الأخرى إليهما من هيولى الخلية بعد ترجمتها هناك و امتلاكها تسلسلات إشارية نوعية لهاتين العضيتين تتواسط توجيه هذه البروتينات إلى المتقدرات والصانعة الخضراء.
- البروتينات المفرزة في حقيقيات النوى: مثل الأنسولين، تحصل ترجمة هذه البروتينات على الريباسات المرتبطة بأغشية الشبكة الهيولية الباطنة. (يجري تشكيل معقد الريباسة 80S مع mRNA المشفر لهذه البروتينات والبدء بأولى خطوات الإطالة يحصل في الهيولى و من ثم يجلب التتالي الإشاري في النهاية الأمينية لعديد الببتيد معقد الترجمة إلى أغشية الشبكة الهيولية الباطنة بسبب وجود مستقبل له على الغشاء يسهل دخول المعقد إلى غشاء الشبكة، حيث تستمر إطالة سلسلة عديد الببتيد مع دخوله إلى لمعة الشبكة الهيولية الباطنة. يتبع ذلك شطر الببتيد الإشاري بتواسط إنزيم Signal peptidase وتحررعديد الببتيد إلى داخل اللمعة ومن ثم طيه وانتقاله داخل الحويصلات إلى جهاز غولجي ومن ثم إلى غشاء الخلية قبل أن يُفرز عديد الببتيد إلى خارج الخلية.
- بروتينات الجسيمات الحالة: تحصل ترجمة هذه البروتينات بشكل مماثل للبروتينات المفرزة مع فارق أن جهاز غولجي في حالة الجسيمات الحالة يُعلب هذه البروتينات ضمن حويصلات تتحول إلى جسيمات حالة.
- البروتينات العابرة للغشاء الهيولي Transmembrane proteins : تحصل ترجمة بروتينات الغشاء، و معظم البروتينات الأخرى في أغشية العضيات، بشكل مشابه للبروتينات المفرزة. أي تبدأ الترجمة أولاً في الهيولى، ثم يتم جلب الريباسات إلى أغشية الشبكة الهيولية الباطنة ولكن تحتوي البروتينات العابرة للغشاء على تتالي حموض أمينية كارهة للماء تتوسط إرساء البروتين الغشائي داخل الشبكة الهيولية الباطنة لتتشكل لاحقاً حويصلات تحتوي هذه البروتينات في أغشيتها و تنتقل لتتصهر مع الغشاء السيتوبلاسمي.

مقتطفات من علم الوراثة
طلاب كلية العلوم الصحية
د. شامر الزعبي
الفصل الثاني 2020-2021

شكراً لاستماعكم