جامعة المنارة

كلية: العلاج الوظيفي

اسم المقرر: مدخل الى علم وظائف الاعضاء

السنة: الأولى

الفصل الدراسي **العام الدراسي**

الثاني **2025-2024**

الجلسة العملية الرابعة

التعبير الجيني Gene Expression

الأهداف

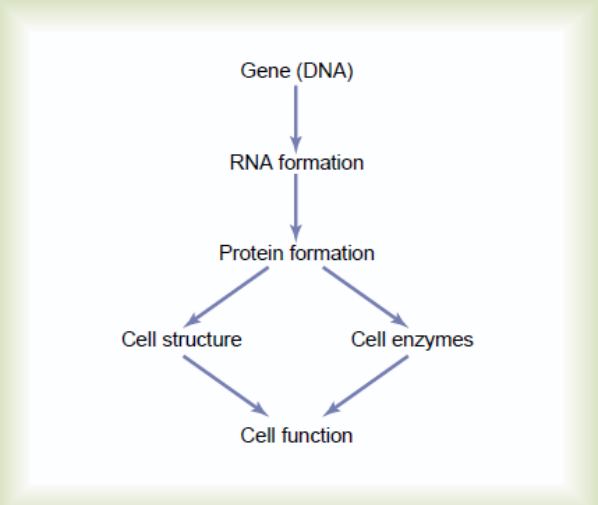
نهدف من هذه الجلسة إلى:

1. التعرّف على تركيب الدنا DNA (الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين).
2. المقارنة بين الأسس الآزوتية الداخلة في تركيب الحموض النووية.
3. التعرّف على مراحل تركيب البروتين.
4. استنتاج الشيفرات، والروامز، والروامز المعاكسة الخاصة بالأحماض الأمينية الداخلة في تركيب البروتين.

المحتوى العلمي

يعلم كل منا أن **المورثات أو الجينات** هي المسؤولة عن انتقال الصفات من الآباء إلى الأبناء، ولكن أغلبنا لا يعرف أن الجينات نفسها تتحكم **بانقسام الخلية**، وكذلك **بفعاليات الخلية** اليومية، ويتم هذا التحكم عن طريق تحديد المواد التي ستصنع في الخلية من إنزيمات، ومواد كيميائية، وبنى وعضيات.

يمثّل الشكل (1) مخططاً لكيفية تحكم المورثة (الجين Gene) بوظائف الخلية بشكل عام. فكل جين، وهو قطعة من حمض نووي يدعى الحمض النووي الريبي منقوص (منزوع) الأكسجين الدنا DNA (Deoxyribonucleic acid)، يتحكم بشكل تلقائي بتشكيل حمض نووي آخر هو الحمض النووي الريبي الرنا RNA (Ribonucleic acid) الذي ينتشر في سيتوبلاسما الخلية ويتحكم بتشكيل بروتين نوعي ما.



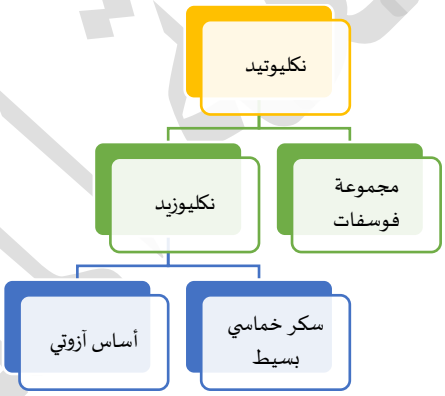
الشكل (1): التحكم الجيني بوظيفة الخلية بشكل عام.

يوجد في كل خلية عادة **زوج وحيد من الجينات** مسؤول عن صنع بروتين خلوي وحيد دون غيره، ولقد ثبت أن خلايا جسم الإنسان تحتوي أكثر من 100,000 زوج جيني، وهذا يعني أن **حوالي 100,000 نوع من البروتينات** المختلفة يصنع ضمن خلايا الجسم، أي أنها لا تصنع جميعها في الخلية نفسها.

تركيب الدنا DNA (الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين Deoxyribonucleic Acid)

تتوضع المادة الوراثية (عند حقيقيات النوى) كما ذكرنا سابقاً على شكل خيوط طويلة جدا ملتفة ضمن النواة تدعى خيوط الكروماتين والتي تتألف كيميائياً من الحموض النووية (الـ DNA بشكل أساسي والقليل من الـ RNA) وبروتينات الهيستونات.

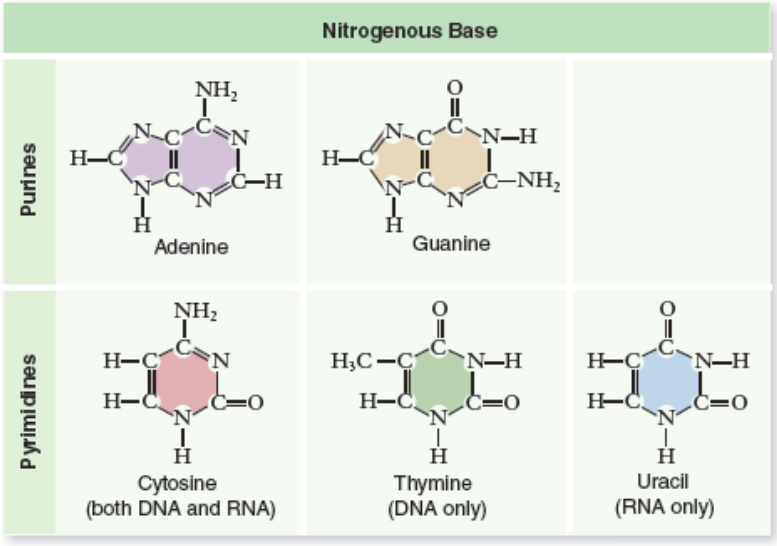
يتألف كل حمض نووي (سواء DNA أو RNA) بدوره من تتالي وحدات تدعى **النكليوتيدات** (النوويدات Nucleotides)، وكل نكليوتيد يتألف من **نكليوزيد** Nucleozide **ومجموعة فوسفات** Phosphate group، والنكليوزيد يتألف من **سكر خماسي بسيط** Pentose sugar **وأساس آزوتي** (قاعدة نتروجينية Nitrogenous base)، الشكل (2).



الشكل (2): تركيب النكليوتيد.

تقسم الأسس الآزوتية الداخلة في تركيب الحموض النووية إلى مجموعتين، الشكل (3):

- **بيريميدينات Pyrimidines**: تضم كل من السيتوزين Cytosine، والتايمين Thymine (الخاص بالـ DNA فقط)، واليوراسيل Uracil (الخاص بالـ RNA فقط).
- **بيورينات Purines**: تضم كل من الغوانين Guanine، والأدينين Adenine.



الشكل (3): الأسس الآزوتية الداخلة في تركيب الحموض النووية.

التعبير الجيني وتركيب البروتين

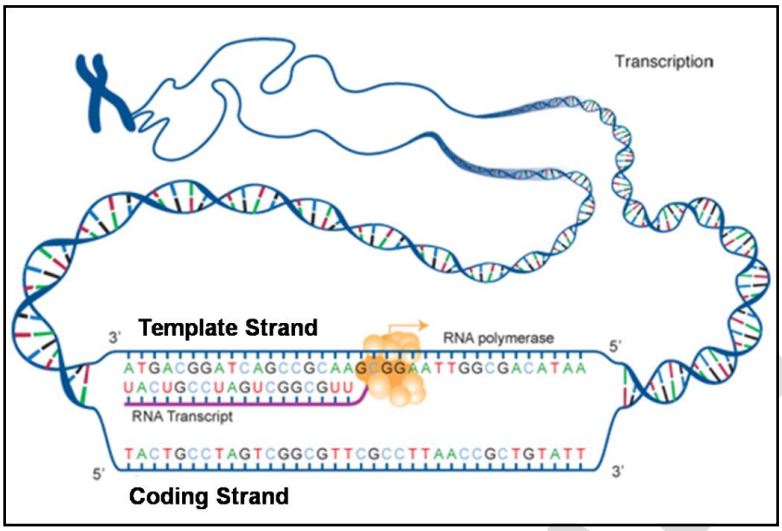
تتضمن العملية الخلوية التي تؤدي إلى تركيب البروتين مرحلتين أساسيتين:

- الأولى وتسمى **الانتساخ** Transcription.
- الثانية وتسمى **الترجمة** Translation.

وتُستعمل خلال هذه العملية بروتينات وإنزيمات مختلفة تقوم بفصل شريطتي الدنا المضاعف واستخلاص المعلومات التي تحويها الجينات وترجمتها، لتعطي المنتج النهائي.

أولاً: الانتساخ

تُوجه عملية الانتساخ من قبل الدنا الموجود في نواة الخلية، ويتم نسخ الجين على هيئة شريطة Strand **مفردة** من الـ **mRNA** (الحمض النووي الريبي أحادي السلسلة). يبدأ انتساخ الجين بعد أن ترتبط بروتينات (إنزيمات) تسمى **عوامل الانتساخ العامة General transcription factors** بالمحضِّض القريب Proximal promoter الموجود في الشريطة القالب، وهذا الارتباط يسمح لإنزيم **بوليمراز الرنا RNA polymerase** بانتساخ نكليوتيدات الجين، لإعطاء **رنا مرسال بدئي** (أولي، فتي، غير ناضج) Primary mRNA (Pre- mRNA) الشكل (4)، الذي يعالج بعدها **بالتضفير** ليصبح **رنا مرسال ناضج**.



الشكل (4): مرحلة الانتساخ.

ثانياً: الترجمة

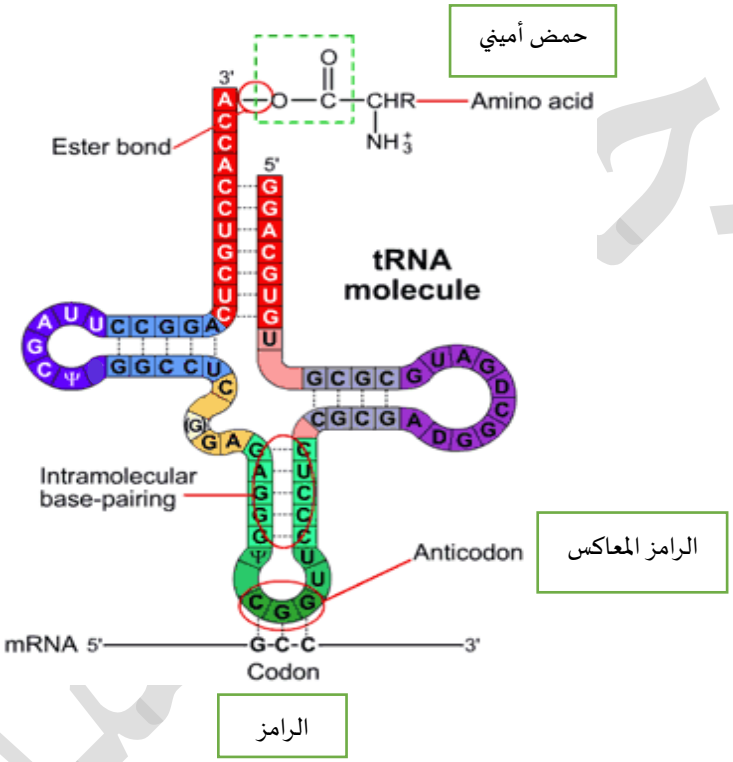
يخرج الرنا المرسال النهائي من النواة عبر **أحد الثقوب النووية** إلى السيتوبلاسما ليوجّه عملية الترجمة، ويقوم الجسيم الريبي (الريبوزوم) بتحويل التعليمات التي يحملها الرنا المرسال إلى البروتينات التي تُبنى منها أجسام الكائنات الحية.

وعند وصول الرنا المرسال إلى الريبوزومات تبدأ عملية صنع البروتين في داخلها، حيث يتم صنع شريط من الحموض الأمينية، يحكم تسلسلها **سلسلة الرامز Codons** التي يحملها الرنا المرسال؛ حيث تدعى كل **ثلاثة** نكليوتيدات من الرنا المرسال بـ **رامز Codon**، وعددها الكلي **64** رامز، نميّز منها رامز **البدء** AUG ورامز **التوقف** (UAA، أو UAG، أو UGA) الجدول (1).

الحرف الأول	الحرف الثاني U	الحرف الثاني C	الحرف الثاني A	الحرف الثاني G	الحرف الثالث
U	UUU فنيل ألنين (Phe)	UCU سيرين (Ser)	UAU تيروزين (Tyr)	UGU سيستيين (Cys)	U
	UUC فنيل ألنين (Phe)	UCC سيرين (Ser)	UAC تيروزين (Tyr)	UGC سيستيين (Cys)	C
	UUA لوسين (Leu)	UCA سيرين (Ser)	UAA توقف	UGA توقف	A
	UUG لوسين (Leu)	UCG سيرين (Ser)	UAG توقف	UGG تريبتوفان (Try)	G
C	CUU لوسين (Leu)	CCU برولين (Pro)	CAU هيستيدين (His)	CGU أرجينين (Arg)	U
	CUC لوسين (Leu)	CCC برولين (Pro)	CAC هيستيدين (His)	CGC أرجينين (Arg)	C
	CUA لوسين (Leu)	CCA برولين (Pro)	CAA غلوتامين (Gln)	CGA أرجينين (Arg)	A
	CUG لوسين (Leu)	CCG برولين (Pro)	CAG غلوتامين (Gln)	CGG أرجينين (Arg)	G
A	AUU إيزولوسين (Ile)	ACU تريونين (Thr)	AAU أسبارجين (Asn)	AGU سيرين (Ser)	U
	AUC إيزولوسين (Ile)	ACC تريونين (Thr)	AAC أسبارجين (Asn)	AGC سيرين (Ser)	C
	AUA إيزولوسين (Ile)	ACA تريونين (Thr)	AAA ليزين (Lys)	AGA أرجينين (Arg)	A
	AUG ميتيونين (Met)	ACG تريونين (Thr)	AAG ليزين (Lys)	AGG أرجينين (Arg)	G
G	GUU فالين (Val)	GCU ألانين (Ala)	GAU حمض أسبارتيك (Asp)	GGU غليسين (Gly)	U
	GUC فالين (Val)	GCC ألانين (Ala)	GAC حمض أسبارتيك (Asp)	GGC غليسين (Gly)	C
	GUA فالين (Val)	GCA ألانين (Ala)	GAA حمض غلوتاميك (Glu)	GGA غليسين (Gly)	A
	GUG فالين (Val)	GCG ألانين (Ala)	GAG حمض غلوتاميك (Glu)	GGG غليسين (Gly)	G

الجدول (1): الرامز الـ 64 الخاصة بـ mRNA والحمض الأميني المقابل لكل منها.

يتطلب نقل الحموض الأمينية وتفعيلها وجود الرنا **الناقل tRNA**، وهو حمض نووي قصير يلتف على نفسه ليشكل بنية تتكون من ثلاثة رؤوس (يشبه ورقة البرسيم)، يحمل أحدهما **رامز معاكس (مضاد) Anticodon** (خاص بحمض أميني معيّن) يتعرف رامز محدد Codon على الرنا المرسال تُرمِّز هذا الحمض الأميني الذي يرتبط على الذراع المقابل لهذا الرأس، وبهذا يوجد لكل حمض أميني من الحموض الأمينية العشرين رنا ناقل خاص به، الشكل (5).



الشكل (5): بنية جزيء الرنا الناقل tRNA.

تطبيق عملي (1):

يمثّل الشكل المرفق شكلاً تخطيطياً لتركيب جزيء بروتين:

G C T ....
C....A .... ← DNA

...G... G...A ..... ← مرسال RNA

....C... G C A ← ناقل RNA

(.....) ← ح1 + ح2 + ح3

حيث ح1 ، ح2 ، ح3 هي حموض أمينية والمطلوب:

1- أكمل الفراغات الموجودة على الشكل.

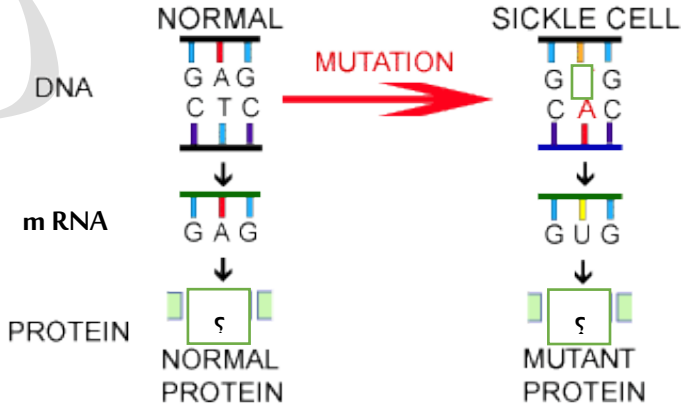
2- ما هي الشيفرة الوراثية للحمض الأميني ح1، وما اسم هذا الحمض؟

3- ما هي رامزة الحمض الأميني ح2، وما اسم هذا الحمض؟

4- ما هو الرامز المعاكس للحمض الأميني ح3، وما اسم هذا الحمض؟

تطبيق عملي (2):

يحدث فقر الدم المنجلي Sickle Cell Anemia بسبب طفرة نقطية Point Mutation في جين بيتا غلوبين. تؤدي إلى تغير نكليوتيد واحد فقط كما في الشكل المرفق:



1. حدد النكليوتيد المتغيّر نتيجة هذه الطفرة.
2. حدد الحمض الأميني الطبيعي والرامز المعاكس الخاص به.
3. حدد الحمض الأميني الطافر ، والرامز المعاكس الخاص به.
4. لماذا سمي فقر الدم المنجلي بهذا الاسم؟

انتهت الجلسة... بالتوفيق للجميع

جامعة المنارة