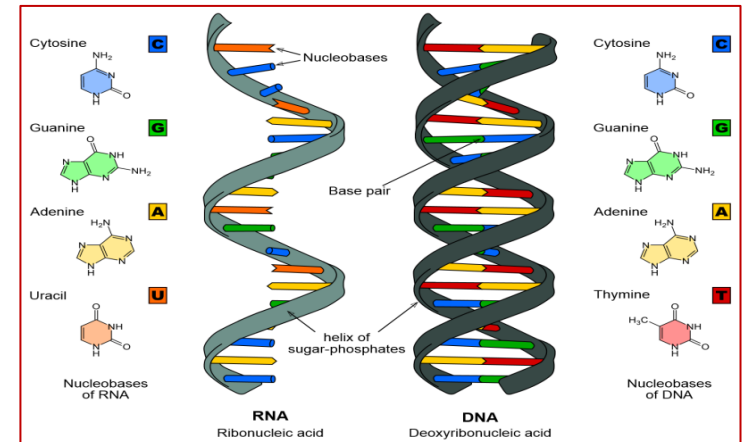


الأحماض النووية

Nucleic Acids

مقرر 101 كيج
محاضرات رقم 21-23
إعداد: أ. عاتكة الشمري

T. Atika AL-Shammari



الأحماض النووية

- هي مركبات كيميائية حيوية تختص بحمل الصفات الوراثية للخلية الموجودة بها.
- تمتاز الأحماض النووية بقدرتها على إستنساخ نفسها وتكوين نسخة مماثلة تنتقل للخلية الجديدة المتكونة لتنشأ حاملة نفس الصفات الوراثية للخلية الأم.
- وتتركز أهمية هذه المركبات في دورها المهم في تصنيع البروتينات، فالصفات الوراثية في الكائنات الحية عبارة عن أرشيف من المعلومات الخاصة بالسلاسل البروتينية الموجودة في كل خلية حية قادرة على تصنيع البروتين.

تركيب الأحماض النووية

- تقسم الأحماض النووية إلى:

- ✓ الحامض النووي الريبوزي منزوع الأكسجين (DNA)

- ✓ الحامض النووي الريبوزي (RNA)

- الأحماض النووية هي عبارة عن سلسلة من وحدات تركيبية متكررة من النيوكليوتيدات (**Nucleotides**).

- تتكون كل نيوكليوتيدة من:

- ✓ سكر خماسي (Pentose)

- ✓ قاعدة نيتروجينية (Nitrogen Base)

- ✓ مجموعة فوسفات (Phosphate group)

تركيب الأحماض النووية

- القواعد النيتروجينية الموجودة في الأحماض النووية هي قواعد البيورين (**Purines**) والبيريميدين (**Pyrimidines**).
- تتكون قواعد البيورين من حلقتي إحداهما خماسية والأخرى سداسية ولها نوعان:
 - الأدينين (**Adenine**) ويرمز له بالرمز A والجوانين (**Guanine**) ويرمز له بالرمز G.
- تتكون قواعد البيريميدين من حلقة واحدة سداسية ولها ثلاثة أنواع:
 - السييتوسين (**Cytosine**) ويرمز له بالرمز C، الثايمين (**Thymine**) ويرمز له بالرمز T واليوراسيل (**Uracil**) ويرمز له بالرمز U.

تركيب الأحماض النووية

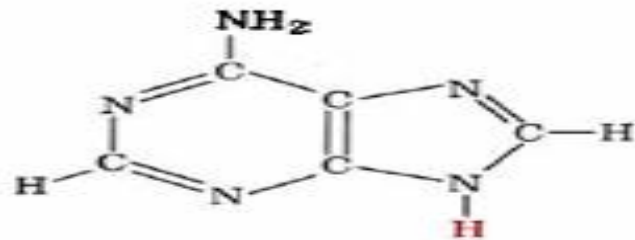
القواعد النيتروجينية المكونة لجزيء الـ DNA:

- الأدينين A
- الجوانين G
- السيتوسين C
- الثايمين T

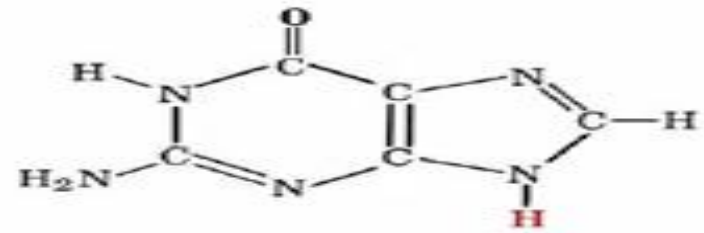
القواعد النيتروجينية المكونة لجزيء الـ RNA:

- الأدينين A
- الجوانين G
- السيتوسين C
- اليوراسيل U

تركيب الأحماض النووية

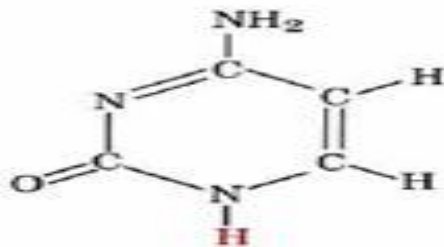


Adenine (A)
(DNA and RNA)

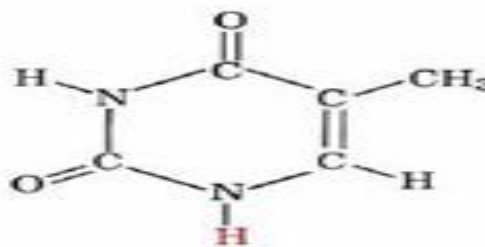


Guanine (G)
(DNA and RNA)

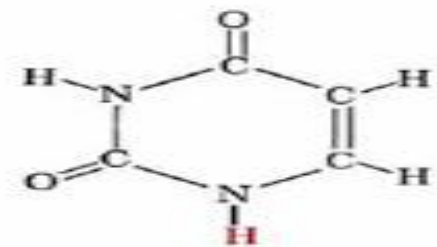
Purines



Cytosine (C)
(DNA and RNA)



Thymine (T)
(DNA only)

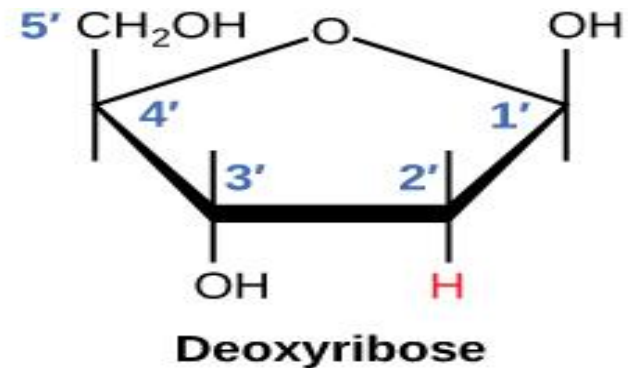
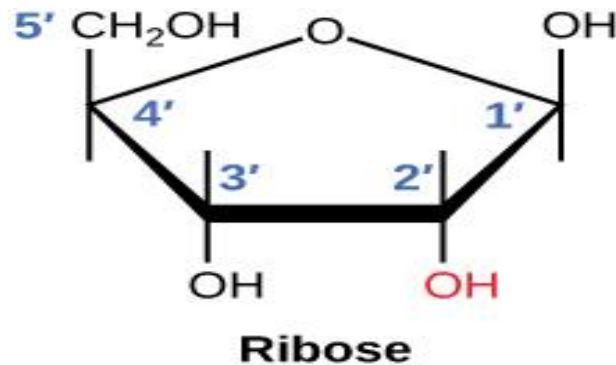


Uracil (U)
(RNA only)

Pyrimidines

تركيب الأحماض النووية

- السكر الخماسي الموجود في تركيب الـ DNA عبارة عن سكر الريبوز المنقوص الأكسجين (2-Deoxyribose) عند ذرة الكربون رقم 2، أما السكر الموجود في تركيب الـ RNA هو سكر الريبوز (Ribose).

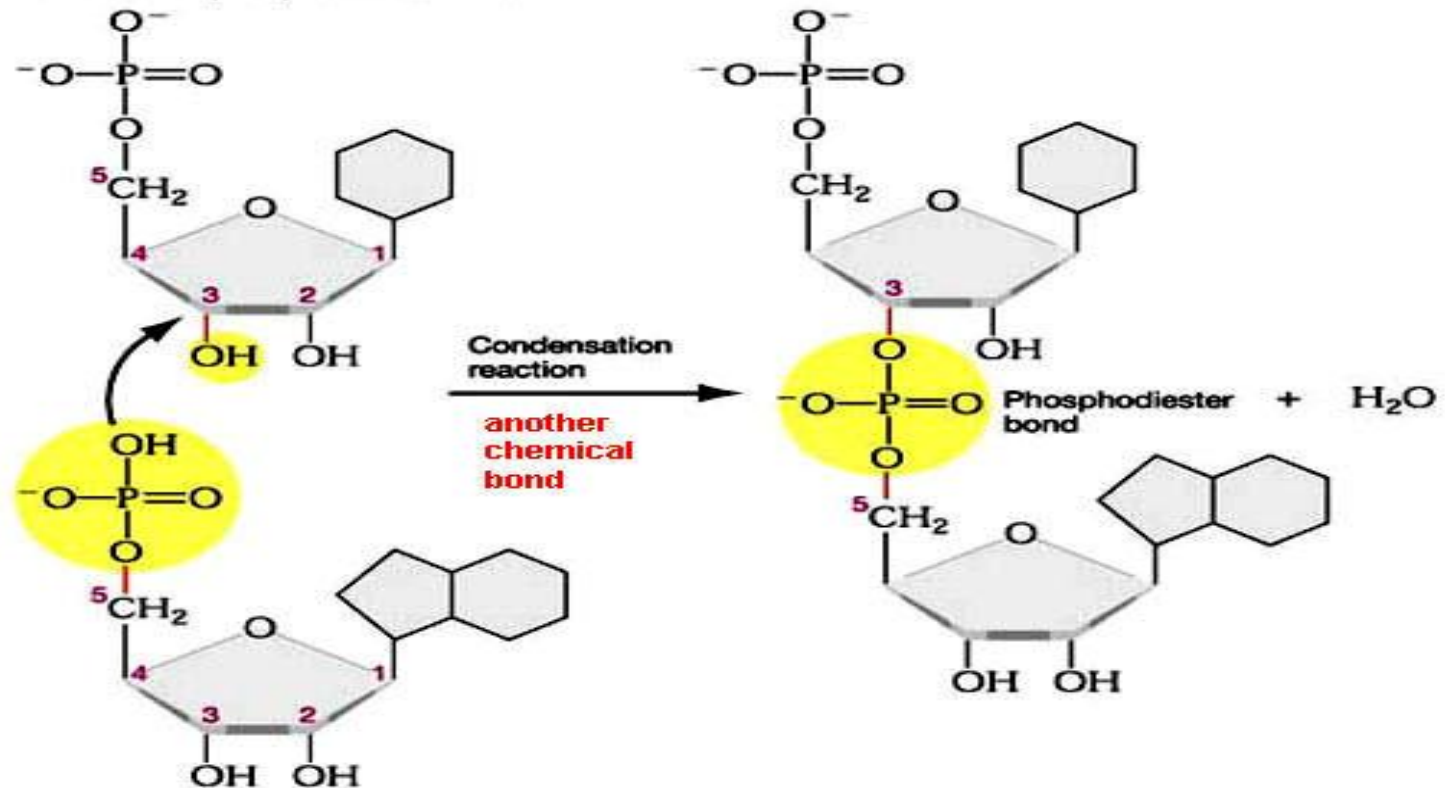


تركيب الأحماض النووية

- يرتبط حمض الفوسفوريك بمجموعة الهيدروكسيل (**5-OH**) المرتبطة بذرة الكربون رقم 5 للسكر الخماسي (سواء في الـ DNA أو الـ RNA).
- تعمل مجموعة الفوسفات على ربط وحدتي سكر متجاورتين عن طريق إنشاء رابطة فوسفو إستيرية ثنائية (**Phosphodiester Bond**)، حيث ترتبط مع ذرة الكربون رقم 3 في وحدة السكر الأول وترتبط مع ذرة الكربون رقم 5 في وحدة السكر التالي.
- يعتبر السكر الخماسي ومجموعة الفوسفات المكونان الأساسيان لهيكل الحمض النووي أما القواعد النيتروجينية فهي المكون للشفرات الوراثية (**Genetic Code**) في الأحماض النووية.

تركيب الأحماض النووية

Formation of phosphodiester bond



تركيب الأحماض النووية

النيوكليوسيد Nucleoside:

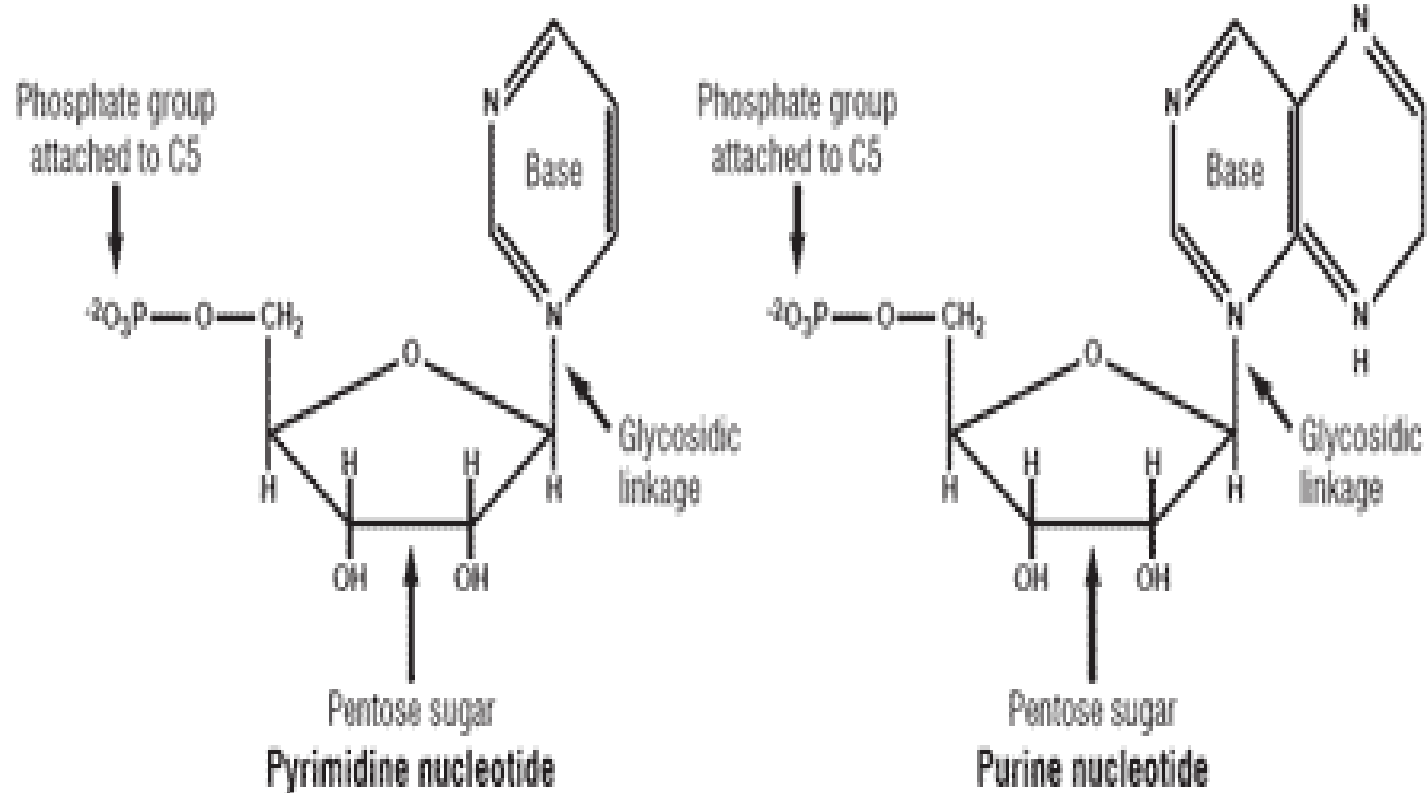
سكر خماسي + قاعدة نيتروجينية

النيوكليوتيد Nucleotide:

سكر خماسي + قاعدة نيتروجينية + مجموعة فوسفات
النيوكليوتيد = النيوكليوسيد + مجموعة فوسفات

- يكون إرتباط القاعدة النيتروجينية بالسكر الخماسي بواسطة رابطة جلايكوسيدية نيتروجينية بين ذرة الكربون رقم 1 في السكر وذرة النيتروجين رقم 1 في البريميدينات ورقم 9 في البيورينات.

تركيب الأحماض النووية



تسمية النيوكليوتيدات

الطريقة الأولى:

يُسمى حمض مشتق من القاعدة النيتروجينية الداخلة في تكوينه، مثال:

- ✓ حمض الأدينيلك وحمض ديوكسي الأدينيلك من الأدينين.
- ✓ حمض الثيميديلك وحمض ديوكسي الثيميديلك من الثايمين.

الطريقة الثانية:

اسم النيوكليوسيد مضاف إليه عدد مجاميع الفوسفات المرتبطة (أحادي- ثنائي- ثلاثي)، مثال:

- ✓ أدينوسين ثلاثي الفوسفات - أدينوسين أحادي الفوسفات من الأدينين.
- ✓ سيتدين ثنائي الفوسفات - سيتدين ثلاثي الفوسفات من السيتوسين.

تسمية النيوكليوتيدات

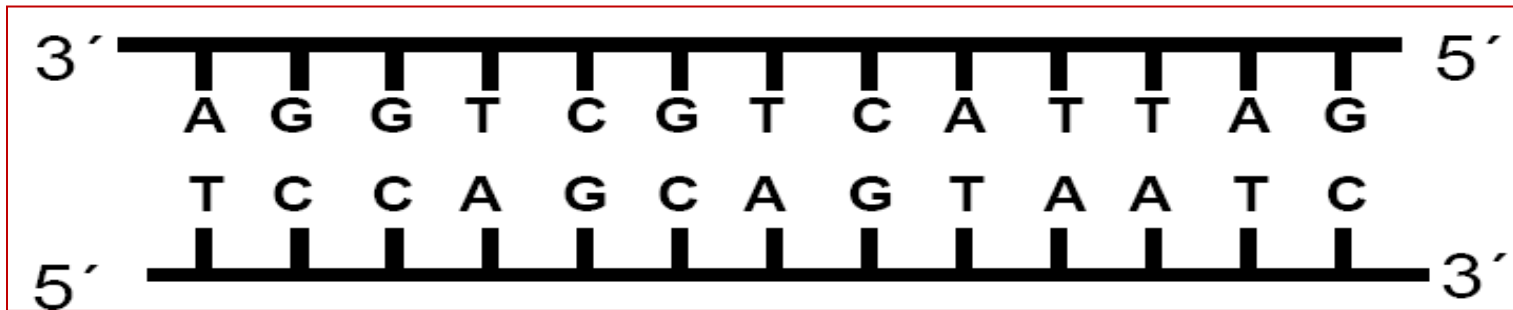
نيوكليوتيد	نيوكليوسيد	قاعدة نيتروجينية
Adenylic Acid حمض أدينيلاك	Adenosine أدينوسين	Adenine أدينين
Guanylic Acid حمض جوانيلاك	Guanosine جوانوسين	Guanine جوانين
Cytidylic Acid حمض سيتيدلياك	Cytidine سيتدين	Cytosine سيتوسين
Thymidylic Acid حمض ثيميديلاك	Thymidine ثيميدين	Thymine ثيامين
Uridylic Acid حمض يوريدلياك	Uridine يوريدين	Uracil يوراسيل

إرتباط النيوكليوتيدات

- ترتبط النيوكليوتيدات مع بعضها البعض مكونة سلسلة من النيوكليوتيدات بواسطة الرابطة الفوسفاتية ثنائية الإستر بين مجموعة الفوسفات والسكر الخماسي.
- في الـ DNA، ترتبط السلسلة النيوكليوتيدية مع سلسلة نيوكليوتيدية أخرى (مكملة لها) عن طريق إنشاء روابط هيدروجينية بينهما، بحيث أن السيتوسين يرتبط مع الجوانين بثلاث روابط هيدروجينية ويرتبط الثيامين مع الأدينين برابطتين هيدروجينيتين.
- ولذلك فإن أي جزيء DNA يحتوي على عدد من القواعد البيورينية مساوياً لعدد القواعد البيريميدينية. أي أن عدد الـ T يساوي عدد الـ A، وعدد الـ G يساوي عدد الـ C.

إرتباط النيوكليوتيدات

- في عام 1953م إكتشف العالمان واتسون وكريك أن جزيء الـ DNA يوجد على هيئة شريط حلزوني مزدوج مكون من سلسلتين متقابلتين معكوسين (**Anti-parallel**) يرتبطان مع بعضهما البعض بروابط هيدروجينية ناشئة بين الأدينين والثيامين من جهة وبين السيتوسين والجوانين من جهة أخرى.



تركيب الحمض النووي الـ DNA

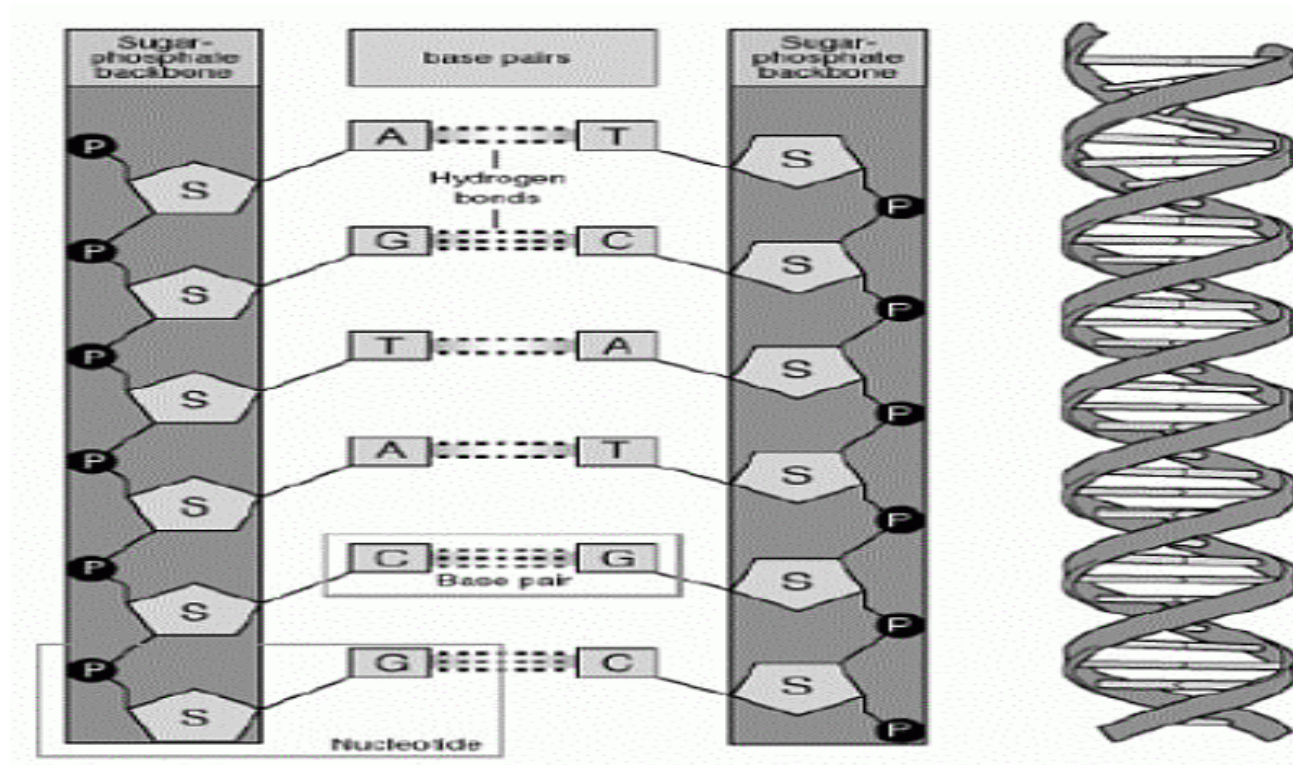
كل نيوكليوتيدة في الـ DNA مكونة من:

- ✓ 2-ديوكسي ريبوز
- ✓ مجموعة فوسفات
- ✓ قاعدة نيتروجينية (A,G,C,T)

الديوكسي نيوكليوتيدات المكونة للـ DNA هي:

- ✓ ديوكسي أدينايليت (dAMP)
- ✓ ديوكسي جوانايليت (dGMP)
- ✓ ديوكسي سايتيدايليت (dCMP)
- ✓ ديوكسي الثايميديايليت (dTMP)

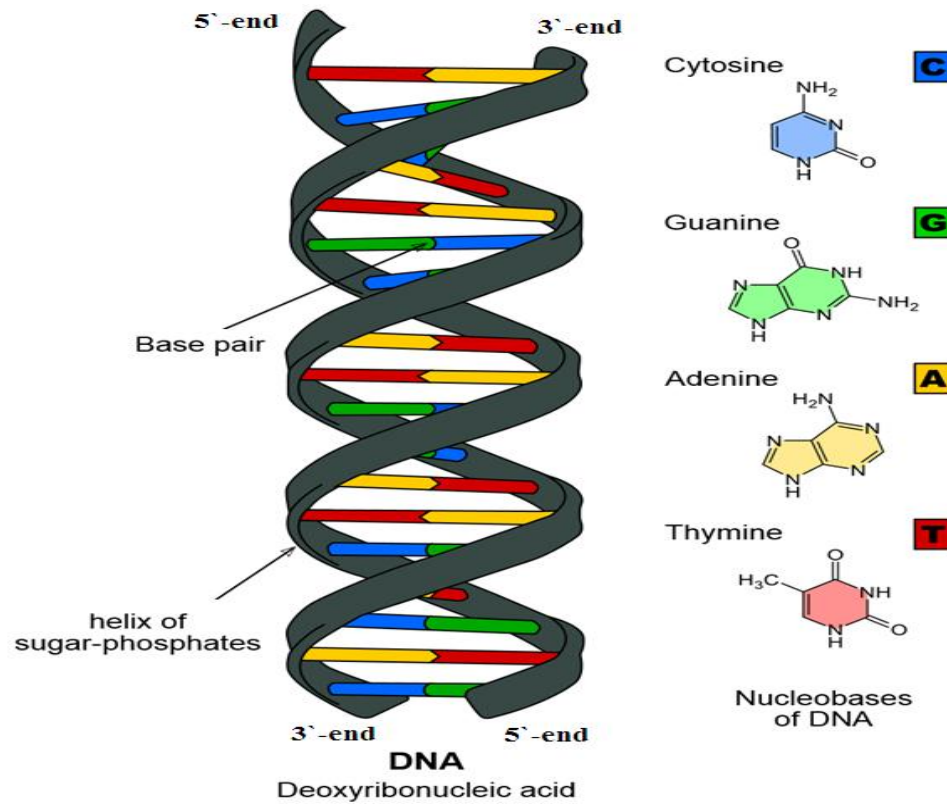
تركيب الحمض النووي الـ DNA



الحمض النووي الـ DNA

- الـ DNA هو عبارة عن جزيء ثنائي السلسلة، تلتف كلاً من هاتين السلسلتين حول الأخرى لتُكون شريط حلزوني مزدوج (**Double Helix**).
- كل سلسلة من هاتين السلسلتين لها نهاية في كل طرف (إذاً لها نهايتين):
 - I.** النهاية الخامسة (5'-end) تكون ذرة الكربون رقم 5 في آخر نيوكليوتيدة في هذه النهاية غير مرتبطة (حرة) بنيوكليوتيدة أخرى.
 - II.** النهاية الثالثة (3'-end) تكون ذرة الكربون رقم 3 في آخر نيوكليوتيدة في هذه النهاية غير مرتبطة (حرة) بنيوكليوتيدة أخرى.

الحمض النووي الـ DNA



الخواص الفيزيائية للـ DNA

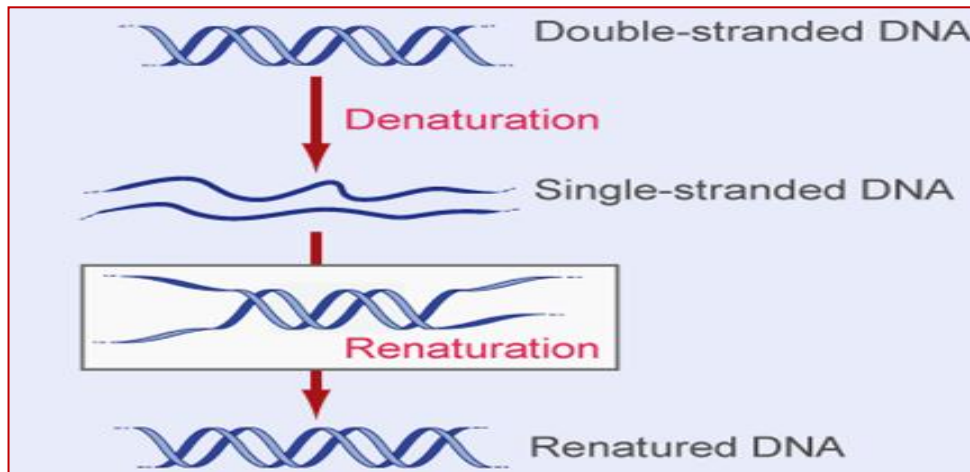
تغير التركيب الطبيعي Denaturation:

- درجات الحرارة المرتفعة أو تغيير الأس الهيدروجيني أو إضافة حمض قوي أو قاعدة قوية يعمل على تفكيك الروابط الهيدروجينية بين سلسلتي الـ DNA مما يؤدي إلى فصلهما عن بعض وتحويل الحمض النووي من حالته الطبيعية حلزون مزدوج السلسلة (**Double Strand**) إلى بناء ضعيف فردي السلسلة (**Single Strand**).
- عند حدوث تغير في طبيعة الحمض النووي الـ DNA، يزداد قدرة هذا الجزيء لإمتصاص ضوء الأشعة فوق بنفسجية.

الخواص الفيزيائية للـ DNA

تغير التركيب الطبيعي :Denaturation

- يُعد التغير في طبيعة الـ DNA عملية عكسية، أي أنه مع خفض درجة الحرارة تتحد السلسلة مع مكملتها عن طريق إنشاء روابط هيدروجينية بين قواعدهما النيتروجينية في عملية تسمى إعادة التركيب الطبيعي (Renaturation).



الخواص الفيزيائية للـ DNA

الحجم والشكل:

- يختلف شكل وحجم الـ DNA باختلاف الكائنات الحية.
- في الكائنات الراقية، يكون شكل الـ DNA حلزوني مستقيم غير متفرغ ويكون حلقي في البكتيريا.

اللزوجة Viscosity:

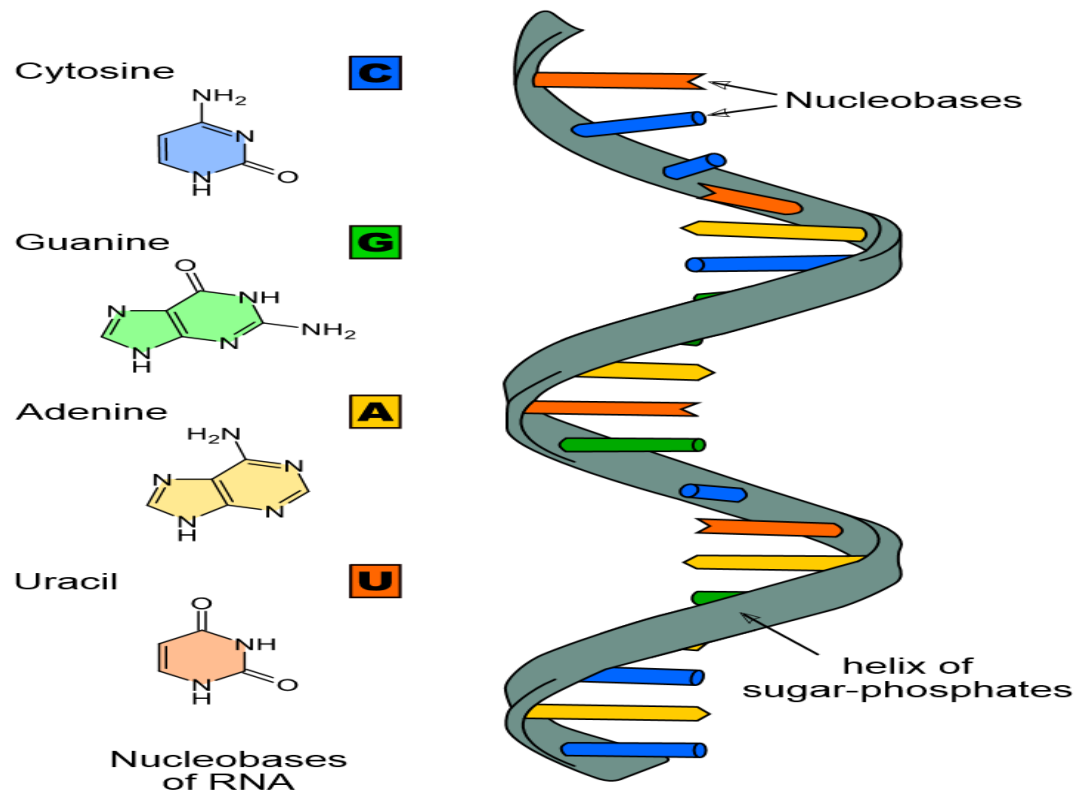
- تتصف الأحماض النووية بأنها ذات لزوجة عالية، وذلك لصلابة البناء الحلزوني المزدوج ولوجود روابط هيدروجينية بين الشريطين، وبالتالي تقل لزوجة الحمض النووي الـ DNA عند ضعف تلك الروابط أو انفصالها.
- ولذلك تزداد كثافة الـ DNA المحتوي على نسبة عالية من الجوانين والسيتوسين.

الحامض النووي الريبوزي الـ RNA

يوجد الحامض النووي الريبوزي الـ RNA بثلاثة أشكال:

- | | |
|-------|-------------------------------------|
| m-RNA | ✓ الحامض النووي الريبوزي الرسول |
| t-RNA | ✓ الحامض النووي الريبوزي الناقل |
| r-RNA | ✓ الحامض النووي الريبوزي الريبوسومي |

الحامض النووي الريبوزي الـ RNA



الحامض النووي الريبوزي الرسول m-RNA

- يُمثل 5-10% من مجموع الحامض النووي الريبوزي في الخلية.
- يحمل الشفرة الوراثية من الـ DNA في النواة وينقلها إلى السيتوبلازم.
- ترتيب سلسلة النيوكليوتيدات في هذا الحمض النووي يمثل ترتيب الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية المراد تصنيعها.
- حيث أن كل ثلاث نيوكليوتيدات متتالية في الحمض النووي الـ m-RNA يُمثل شفرة لإنتاج حمض أميني محدد وتسمى هذه الشفرة (**Codon**).
- لكل بروتين يُصنع داخل الكائن الحي m-RNA خاص به والذي يتحلل بعد تصنيع البروتين.

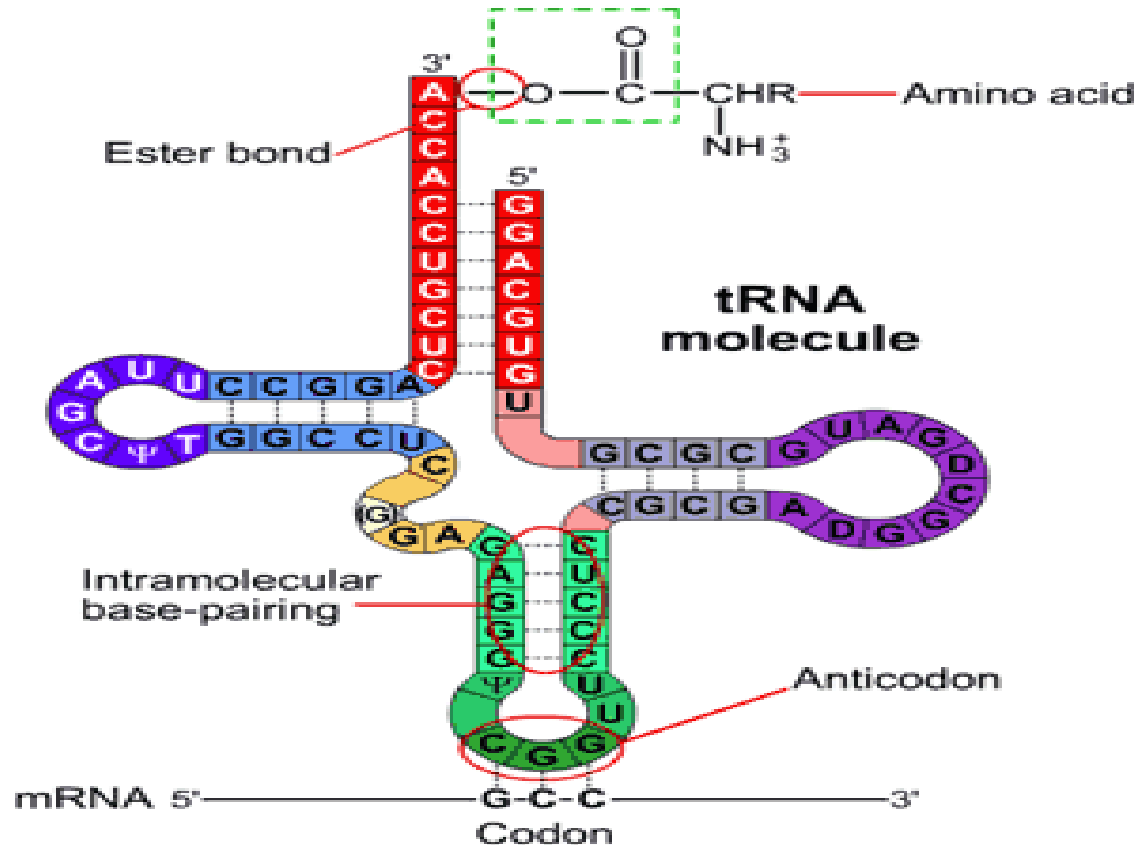
الحامض النووي الريبوزي الناقل t-RNA

- يُمثل حوالي 10-20% من مجموع الحامض النووي الريبوزي في الخلية وهو أصغرها حجماً حيث يحتوي على 70 إلى 80 وحدة من النيوكليوتيد.
- يقوم الـ t-RNA بفك شيفرة النيوكليوتيدات الموجودة في الـ m-RNA الذي هاجر من النواة إلى السيتوبلازم ويقوم أيضاً بنقل الأحماض الأمينية من السيتوبلازم إلى موقع ارتباطها في الريبوسومات حسب تسلسل الشيفرة الوراثية.
- يحتوي كل t-RNA في نهايته السفلى على شفرة مضادة (**Anti-codon**) خاصة بحمض أميني معين ومكملة للشفرة الوراثية في الـ m-RNA حيث يرتبطان مع بعضهما البعض في هذه المنطقة بروابط هيدروجينية.

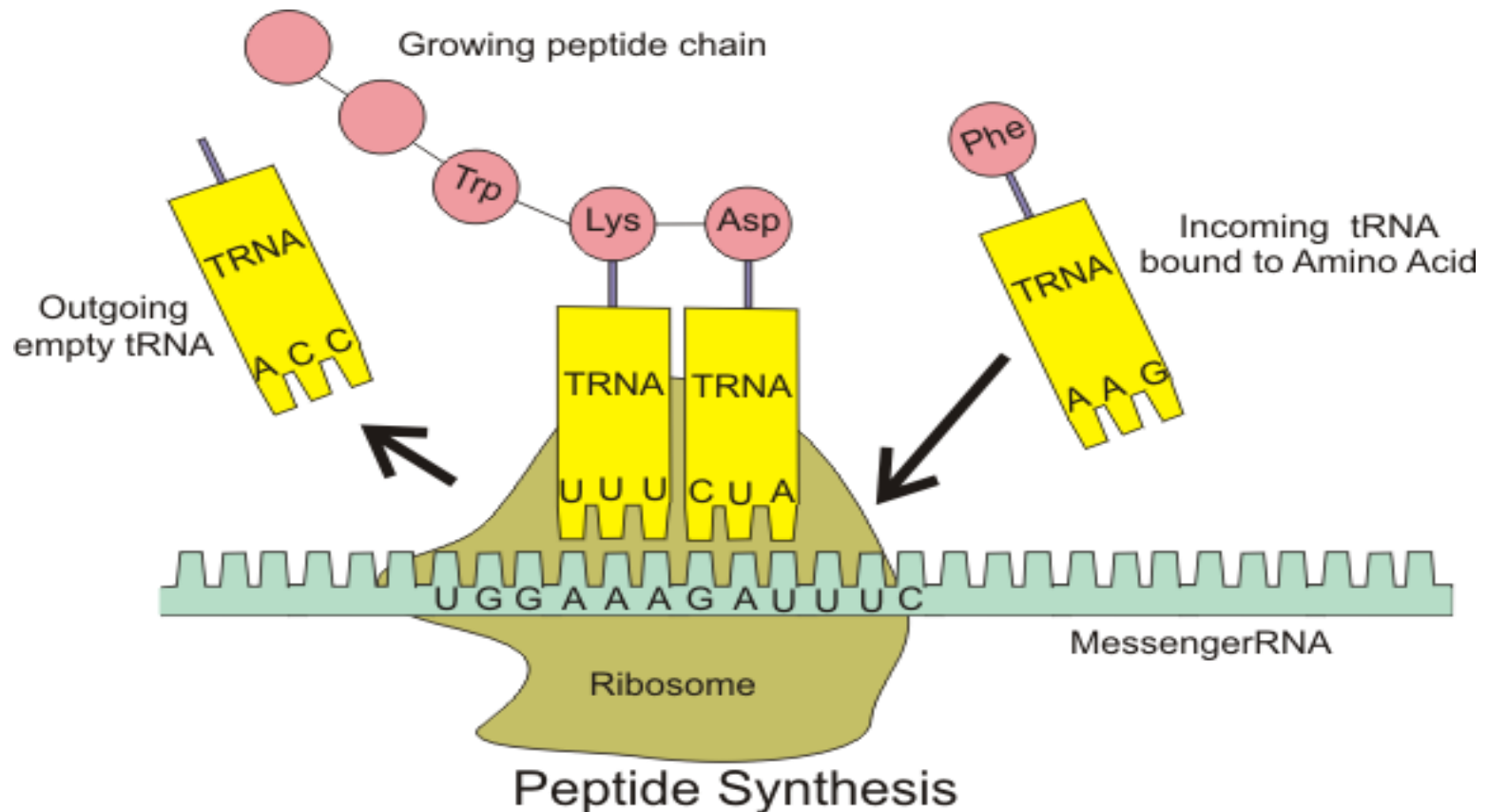
الحامض النووي الريبوزي الناقل t-RNA

- ترتبط الأحماض الأمينية بالـ t-RNA في طرفها الأعلى برابطة إستيرية عن طريق إنزيم Amino acyl t-RNA synthase.
- يوجد على الأقل 20 t-RNA (واحد خاص لكل حمض أميني).
- على عكس الرسول، الحمض النووي الريبوزي الناقل لا يتحلل بعد تصنيع البروتين.

الحامض النووي الريبوزي الناقل t-RNA



الحامض النووي الريبوزي الناقل t-RNA



الحامض النووي الريبوزي الريبوسومي r-RNA

- يُمثل 60-70% من مجموع الحامض النووي الريبوزي في الخلية وهو أكبرها حجماً حيث يتكون من 4500 وحدة من النيوكليوتيد.
- يوجد في السيتوبلازم مرتبطاً بالريبوسومات ليساعدها في أداء وظيفتها وتصنيع البروتين تبعاً للمعلومات الوراثية الموجودة في الـ m-RNA.
- وهو مثل الحامض النووي الريبوزي الناقل لا يتحلل بعد تصنيع البروتين.

الشجرة الوراثية

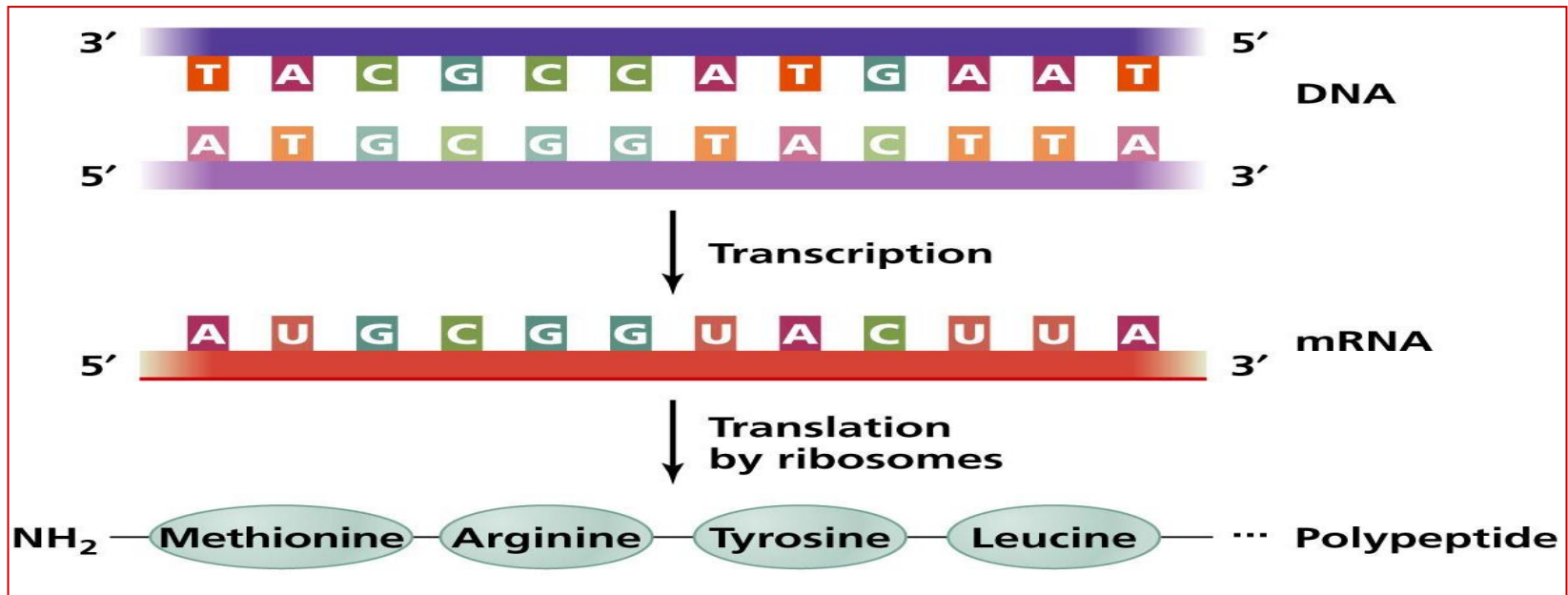
يوجد 64 شفرة وراثية مختلفة لإنتاج الـ 20 حمض أميني المكون للبروتين.

		Second Letter								
		U		C		A		G		
1st letter	U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC Ser UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA Stop UAG Stop	UGU Cys UGC UGA Stop UGG Trp	U C A G				
	C	CUU CUC Leu CUA CUG	CCU CCC Pro CCA CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU CGC Arg CGA CGG	U C A G				
	A	AUU AUC Ile AUA AUG Met	ACU ACC Thr ACA ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G				
	G	GUU GUC Val GUA GUG	GCU GCC Ala GCA GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU GGC Gly GGA GGG	U C A G				
										3rd letter

المبدأ المركزي للجينات الجزيئية

Central Dogma of Molecular Genetics

عملية تصنيع البروتينات في الخلايا تبدأ من الـ DNA وتستمر بمساعدة أنواع الـ RNA الثلاثة حتى تنتهي بتصنيع جزيء البروتين الكامل.



*Do you have any
question?*