اعداد
م.م هبه سعد عسل

النيوكليوتيدات والأحماض النووية

النيوكليوتيدات والأحماض النووية

تعد النيوكليوتيدات الوحدات البنائية للأحماض النووية، لذلك قبل إعطاء فكرة عن تركيب الأحماض النووية من الضروري شرح الوحدات البنائية التي تتكون منها الأحماض النووية.

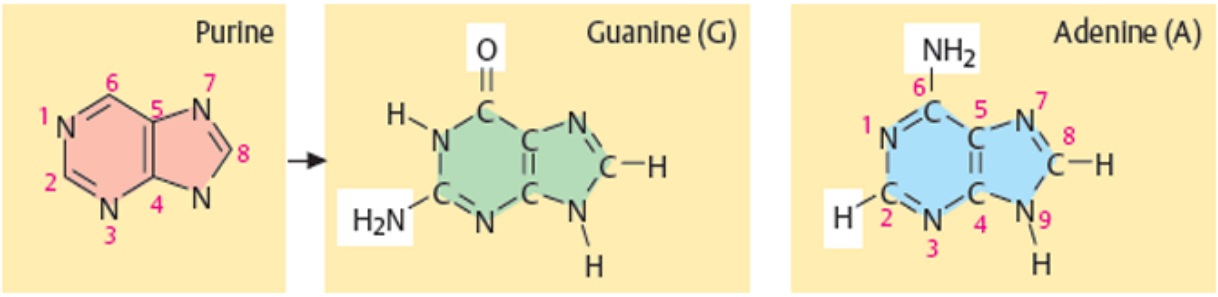
النيوكليوتيدات هي مركبات عضوية تحتوي على قواعد نيتروجينية وسكر خماسي وجزيئة واحدة او أكثر من حامض الفوسفوريك.

1- القواعد النيتروجينية Nitrogen bases

هناك **صنفان أساسيان** من القواعد النيتروجينية المكونة للنيوكليوتيدات وهما البريميدين Pyrimidine والبيورين Purine التي تعد من المركبات الحلقية غير المتجانسة وان القواعد النيتروجينية البيورينية مشتقة من قواعد البريميدين إذ تتكون من حلقة الإمدازول Imadazole ملتحمة مع حلقة البريميدين.

أ- قواعد البيورين Purine bases

توجد قاعدتان من قواعد البيورين الشائعة في الأحماض النووية وهما الأدنين Adenine (A) والكوانين Guanine (G) (تشير A و G إلى الإختصارات المستخدمة للقواعد النيتروجينية) **(الشكل 8-1)**.

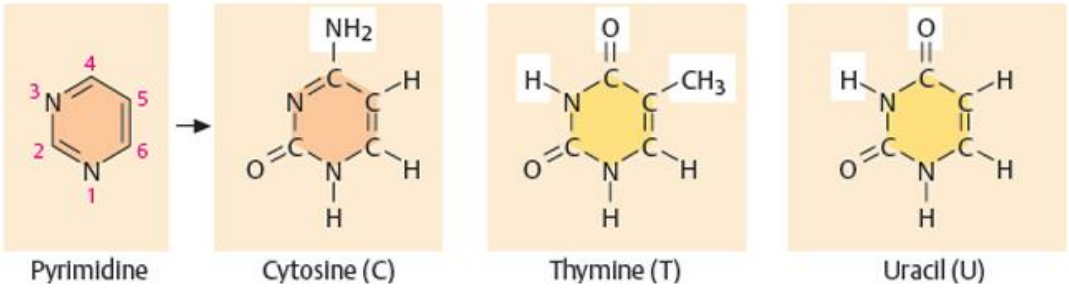


الشكل(1-8): قواعد البيورينات.

هناك قواعد نيتروجينية بيورينية تتكون نتيجة أيض الأدنين والكوانين والتي لا تدخل في تراكيب الأحماض النووية وهي الهايبوزانثين والزانثين وحامض اليوريك والتي سيتم التطرق لها في الجزء الثاني(أيض النيوكليوتيدات).

ب- قواعد البيريميدين Pyrmidine bases

توجد ثلاث قواعد بريمدينية شائعة في الأحماض النووية، وهي يوراسيل (U) Uracil وثايمين Thymine (T) وسايتوسين Cytosine (C) (**الشكل2-8**) (وتشير C, T, U إلى الاختصارات المستخدمة لهذه القواعد).

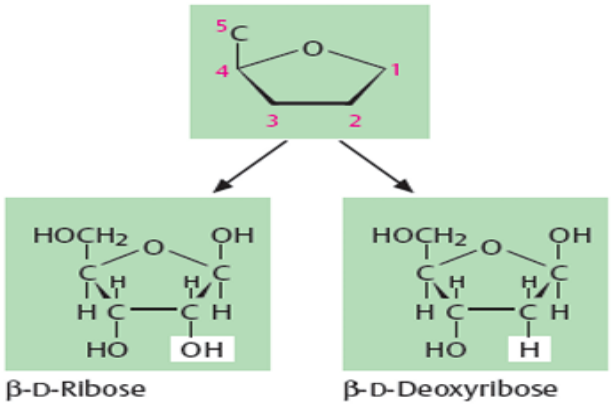


الشكل(2-8): قواعد البيريميدينات.

2- السكريات الخماسية Pentose sugars

هناك نوعان من السكر الخماسي الموجود في النيوكليوتيدات والأحماض النووية وهما سكر الرايبوز D-Ribose في صيغته الحلقية Furan وسكر الديوكسي رايبوزي 2-Deoxyribose الذي تكون فيه مجموعة الهيدروكسيل في ذرة الكاربون رقم 2 مستبدلة بذرة هيدروجين (ويطلق عليه أيضاً منقوص الأوكسجين) وتحدث هذه العملية بالاختزال (**الشكل 7-8**). فالحامض النووي الرايبوزي RNA يحتوي على سكر الرايبوز أما الحامض النووي الديوكسي رايبوزي فيحتوي على سكر الديوكسي رايبوز. إن هذا الاختلاف في السكريات الخماسية ذو تأثير واسع على تركيب وكيميائية الأحماض النووية اذ أن وجود مجاميع الهيدروكسيل في ذرة الكاربون 2 للسكر لا تحدد فقط التراكيب الثانوية المحتملة لجزيئة الـ RNA ولكن تسمح أيضاً أن يكون أكثر تعرضاً للتحليل الكيميائي أو الإنزيمي.

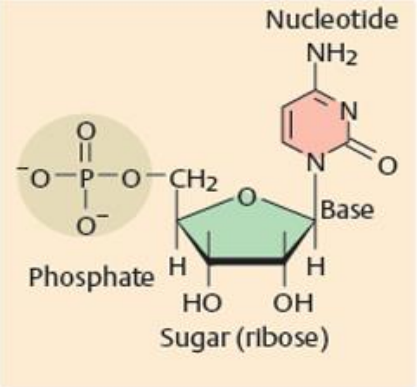
لغرض التفريق بين ترقيم السكر (الرايبوزي أو الديوكسي رايبوزي) الموجود في الحامض النووي عن ترقيم القواعد فقد استخدم الرمز Prime على الأرقام ومثال على ذلك هو: 1′، 2′، 3′ حين الإشارة على مواقع المجموعات على الجزء السكري للنيكليوتيدات والأحماض النووية.



الشكل(7-8): سكر الديوكسي رايبوز والرايبوز .

3- حامض الفوسفوريك Phosphoric acid

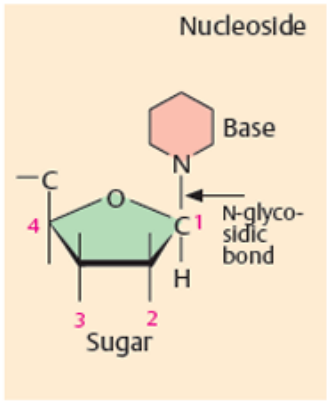
إن مجاميع الهيدروكسيل في المواقع 2′ ، 3′ ، 5′ لسكر الرايبوز وفي المواقع 3′ ، 5′ لسكر الديوكسي رايبوز يمكن أن تتأستر مع حامض الفوسفوريك لتوليد نيوكليوتيدات **(الشكل8-8)** التي تشارك في تكوين الأحماض النووية.



الشكل(8-8): مجموعة الفوسفات في موقع رقم 5′ لسكر الرايبوز في النيوكليوتيد.

النيوكليوسيدات Nucleosides

تتكون النيوكليوسيدات بصورة عامة من قاعدة بيورينية او بريمدينية مرتبطة مع السكر الخماسي (الرايبوز أو الديوكسي رايبوز) وذلك من خلال آصرة كلايكوسيدية Glycosidic linkage من نوع بيتا (β) (إذا كانت مجموعة الهيدروكسيل المتصلة بالكاربون للسكر إلى الأعلى) وهو ارتباط بين ذرة كاربون رقم واحد للسكر مع ذرة النيتروجين في الموقع رقم 9 للبيورين او مع ذرة النيتروجين في الموقع رقم واحد للبيريميدين **(الشكل 9-8) وهناك نوعان من النيوكليوسيدات هما:**



الشكل(9-8): تكوين الآصرة الكلايكوسيدية N-glycosidic bond.

اعداد
م.م هبه سعد عسل

النيوكليوتيدات Nucleotides

النيوكليوتيدات هي مركبات ناتجة من أسترة للنيوكليوسيدات بحامض الفوسفوريك مع إحدى مجاميع الهيدروكسيل الحرة للسكر الخماسي أي أن:

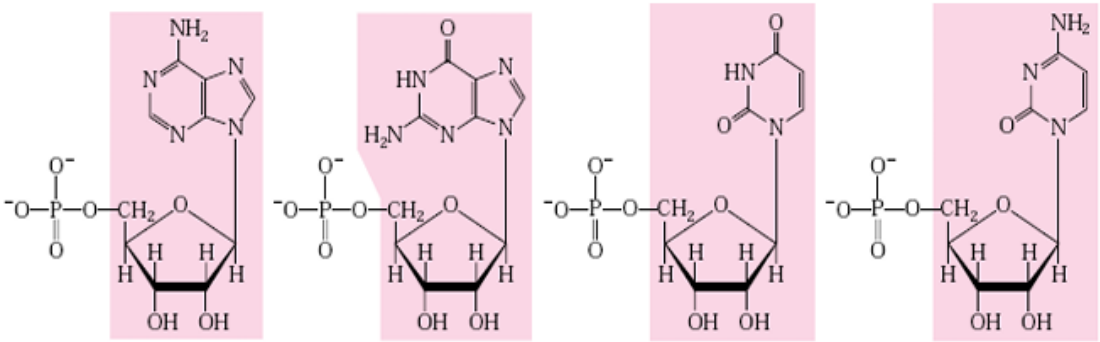
النيوكليوتيد = نيوكليوسيد (قاعدة نيتروجينية مع سكر خماسي) + حامض الفوسفوريك

وكما هو الحال مع النيوكليوسيدات هناك نوعان من النيوكليوتيدات (**الجدول 1-8 و 2-8**):

1- النيوكليوتيدات الرايبوزية : التي تحتوي على سكر الرايبوز لاحظ (**الجدول 1-8**) الذي يشمل أنواع النيوكليوتيدات الرايبوزية و(**الشكل 11-8**) يوضح تراكيبها الكيميائية.

الجدول(1-8) : تسمية القواعد عند تحولها الى الرايبونيكلوسيدات والرايبونيكلوتيدات.

القاعدة النيتروجينية والرمز	الرايبونيكليوسيدات	الرايبونيكليوتيدات والرمز
أدنين (A)	أدينوسين	أدينوسين أحادي الفوسفات(AMP)
كوانين (G)	كوانوسين	كوانوسين أحادي الفوسفات(GMP)
يوراسيل (U)	يوريدين	يوردين أحادي الفوسفات(UMP)
سايتوسين (C)	سايتيدين	سايتيدين أحادي الفوسفات(CMP)

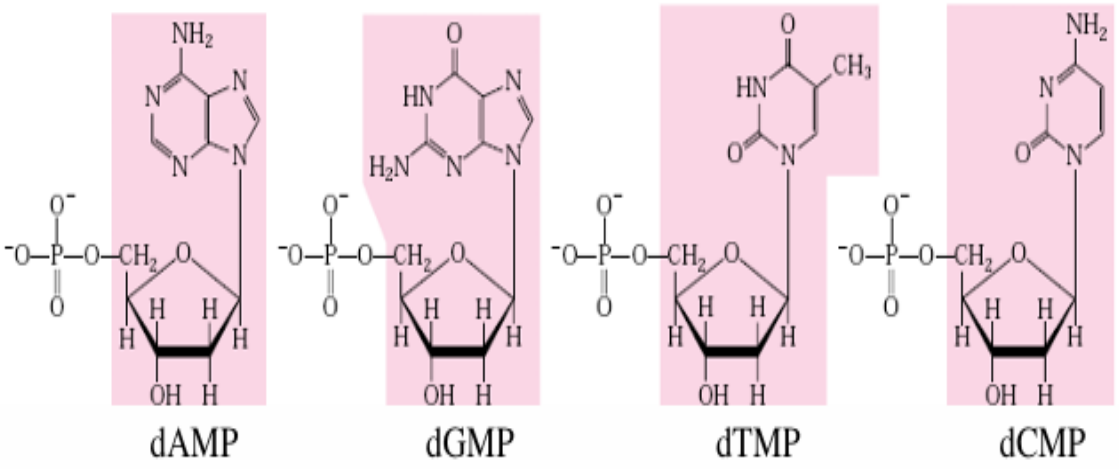


الشكل(11-8): التراكيب الكيميائية للنيوكليوتيدات الرايبوزية.

2- النيوكليوتيدات الديوكسي رايبوزية: إن النكليوتيدات التي تحتوي على سكر ديوكسي رايبوز لاحظ (**الجدول 2-8**) والذي يشمل انواع النيوكليوتيدات الديوكسي رايبوزية و**الشكل (12-8)** يوضح تراكيبها الكيميائية.

جدول(2-8) :تسمية القواعد عند تحولها الى الديوكسي رايبونيكلوسيدات والديوكسي رايبو نيكلوتيدات.

القاعدة النيتروجينية والرمز	الديوكسي رايبونيكليوسيدات	الديوكسي رايبونيكليوتيدات والرمز
أدنين (A)	ديوكسي أدينوسين	ديوكسي أدينوسين أحادي الفوسفات (dAMP)
كوانين (G)	ديوكسي كوانوسين	ديوكسي كوانوسين أحادي الفوسفات (dGMP)
ثايمين (T)	ديوكسي ثايميدين	ديوكسي ثايميدين أحادي الفوسفات (dTMP)
سايتوسين (C)	ديوكسي سايتيدين	ديوكسي سايتيدين أحادي الفوسفات (dCMP)

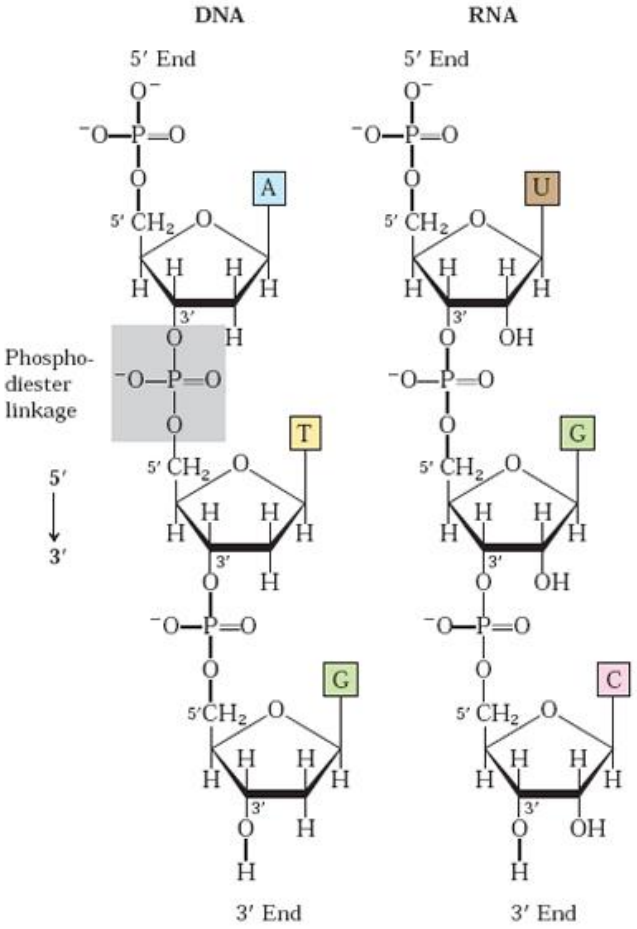


الشكل (12-8): تراكيب النيوكليوتيدات الديوكسي رايبوزية.

الأحماض النووية Nucleic Acids

تتكون الأحماض النووية من سلاسل Chains طويلة من النيوكليوتيـــدات (أي متعـــددة النيوكليوتيـــدات Polynucleotides) ترتبط مع بعضها بوساطة أواصر ثنائي إستر الفوسفات Posphate diester linkage والتي تزيد عدد وحداتها عن عشرة وكذلك يمكن أن يطلق الأحماض النووية على السلسلة النيوكليوتيدية التي يتراوح عدد وحداتها بين 2-10 وتسمى أيضاً بالنيوكليوتيدات قليلـــة الوحـــدات Oligonucleotides. إذ أن القواعد النيتروجينية سواء كانت بيورياً أو بريميديناً مرتبطة بذرة الكاربون رقم واحد للسكر وان ارتباط أي نيوكليوتيد بالنيوكليوتيد الآخر يكون بين ذرة الكاربون 3′ لجزيئة السكر وذرة الكاربون رقم 5′ لجزيئة الـــسكر التالية.

إن السلسلة الطويلة من النيوكليوتيدات والتي يكون فيها السكر الخماسي من نوع ديوكسي رايبوزي تسمى بالحامض النووي الديوكسي رايبوزي Deoxyribonucleic acid (DNA) أما إذا كان السكر الخماسي من نوع رايبوز فيسمى الحامض النووي الرايبوزي Ribonucleic acid (RNA) (**الشكل 20–8**).



الشكل(20–8): الأحماض النووية.

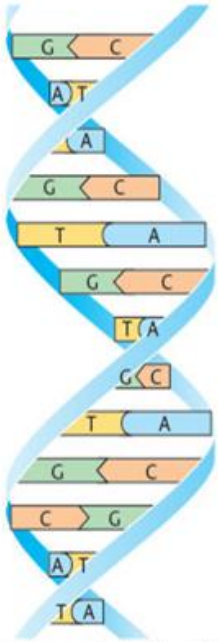
اعداد
م.م هبه سعد عسل

الحامض النووي الديوكسي رايبوزي Deoxyribonucleic acid (DNA)

الخواص العامة:

1- تتألف جزيئة الـ DNA من سلسلتين طويلتين من متعدد النيوكليوتيد ملفوفتين على بعضهما مكونتين الحلزون المزدوج Double Helix (**الشكل 22-8**) . وتشغل القواعد النيتروجينية المنطقة الداخلية من الحلزون اما الفوسفات وسكر الديكوسي فيشغل المنطقة الخارجية (المحبة للماء) والذي اقترح من قبل العالمين واتسون وكرك (Watson and Crick) عام 1953.

2- وجد العالم جاركاف Chargaff والعاملون معه إن مجموع نيوكليوتيدات البيورين(A + G) في الـ DNA مساوية لمجموع نيوكليوتيدات البيريميدين(C + T) أي أن كمية الأدنينA في السلسلة الأولى مساوية لكمية الثايمين في السلسلة الثانية وكذلك الحال بالنسبة لكمية الكوانين G تكون مساوية لكمية السايتوسين C، ونسبة A على T تساوي واحد، وكذلك نسبة G على C تساوي واحد وتسمى هذه الحالة بتكافؤ القواعد Base equivalences في الـ DNA.



الشكل(22-8): الحلزون المزدوج.

يحتوي الـ DNA على النيوكليوتيدات الأربعة الأساسية بوصفها وحدات بنائية وهي (dAMP, dGMP, dTMP, dCMP) مرتبطة مع بعضها وبتعاقب مختلف باختلاف الكائنات الحية أجناسها وأنواعها.

الحامض النووي الرايبوزي الرايبوزومي (rRNA)

الخواص العامة:

4- تكون نسبة rRNA أعلى من بقية أنواع الـ RNA في الخلية بـ 80% من RNA الكلي ويكون 65% من وزن الرايبوزومات. والرايبوزومات عبارة عن حامض نووي مرتبط مع بروتين يسمى رايبونيوكليوبروتين Ribonucleoprotein. قد تتجمع عدد كبير من الرايبوزومات على جزيئة واحدة من mRNA بالتالي تسمى Polyribosomes او قد تسمى اختصاراً Polysomes وتوجد في الخلايا حقيقية النواة.

2- يوجد عدة أنواع من rRNA إعتماداً على الوزن الجزيئي وهي 5S و 16S و 23S و 30S ...الخ ويرمز الحرف S إلى وحدة سفيد بيرك Svedberg وهي عبارة عن الوحدة الأساسية لقياس معامل الترسيب Sedimentation coefficient في مجال الطرد المركزي الفائق السرعة Ultracentrifuge.

3- يحوي rRNA على عدد قليل من القواعد النيتروجينية غير الشائعة والتي تختلف عن القواعد النيتروجينية (A,U,C,G) باحتوائها على مجموعة المثيل.

4- يحوي rRNA في الغالب على القواعد النيتروجينية C و G بنسبة 50 – 60% من التركيب الكلي.