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.

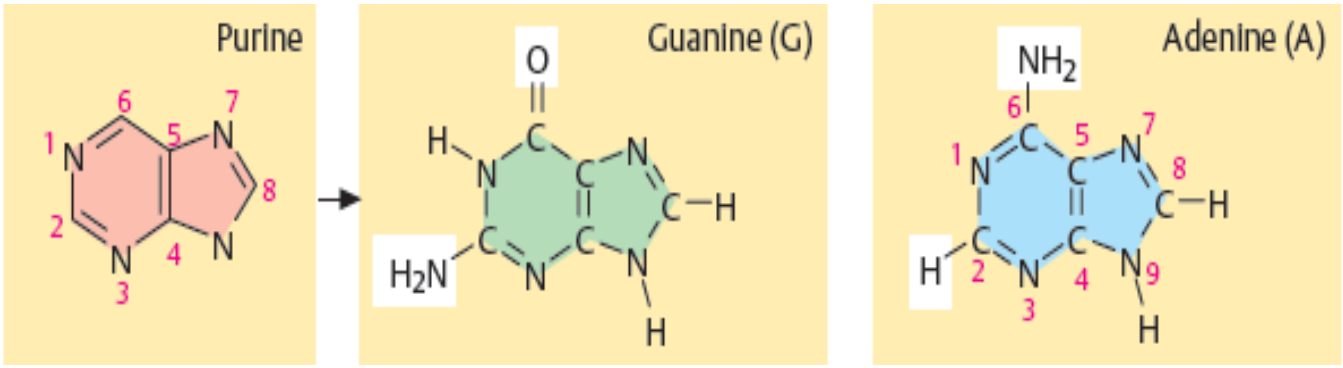
النيوكليوتيدات هي مركبات عضوية تحتوي على قواعد نيتروجينية وسكر خماسي وجزيئة واحدة او أكثر من حامض الفوسفوريك.

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(A) Adenine والكوانين Guanine (G) (تشير A و G إلى الإختصارات المستخدمة للقواعد النيتروجينية) **(الشكل 8-1)**.

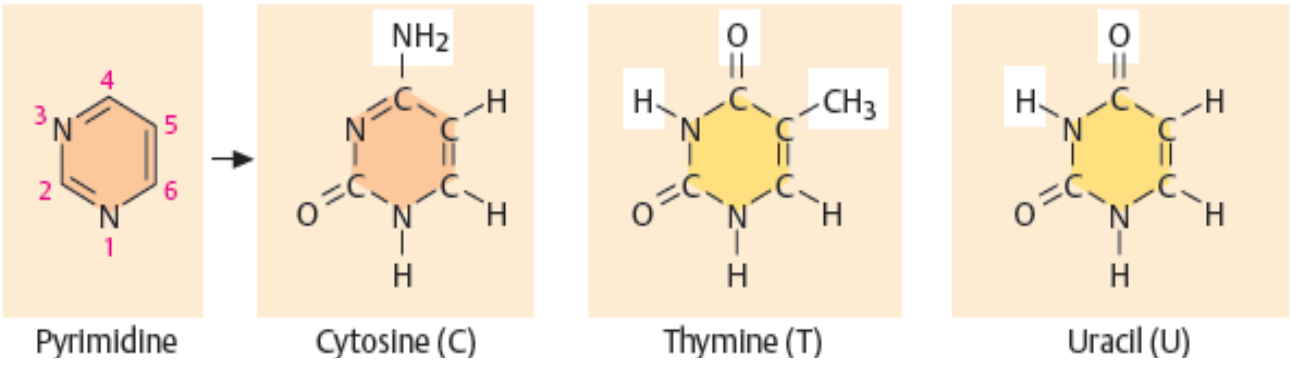


الشكل(1-8): قواعد البيورينات.

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).

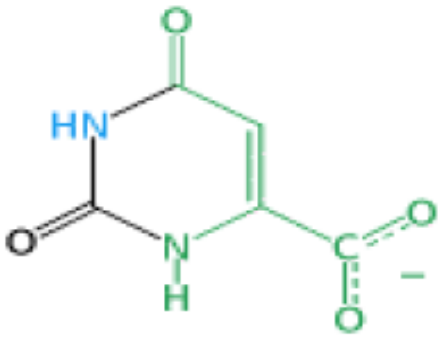
ب- قواعد البيريميدين Pyrmidine bases

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.

وهناك قاعدة نيتروجينية تسمى حامض الأوروتيك Orotic acid **(الشكل 3-8)** التي لا تدخل في تراكيب الأحماض النووية ولكنها تتكون أثناء بناء القواعد البريميدينية في الجسم. توجد قاعدة اليوراسيل في الحامض النووي الرايبوزي فقط Ribonucleic acid (RNA) بينما توجد قاعدة الثايمين فقط في الحامض النـــووي الديوكسي رايبوزي Deoxyribonucleic acid (DNA) .

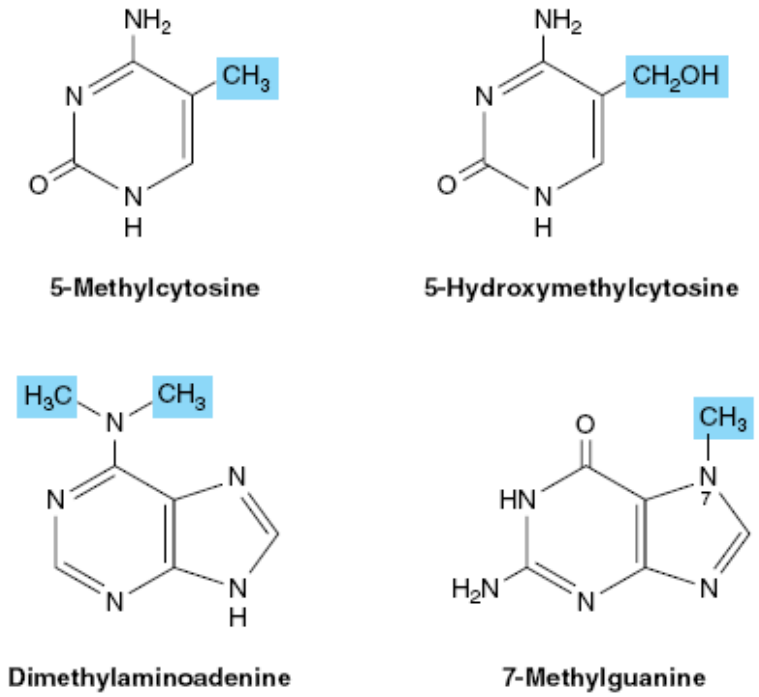


الشكل(3-8): حامض الأورتيك.

أن القواعد النيتروجينية واعتماداً على قيمة الأس الهيدروجيني pH تحت ظروف فسيولوجية معينة تتواجد على هيئة كيتو إينول Keto-enol form **(الشكل 4-8)**، اذ تعطي هذه الحلقات الأروماتية هيئـــة كـــاربوني لاكتام Lactam (هيئة كيتو) أو هيئة كحولي لاكتيم Lactim (هيئة إينول) وان تركيب لاكتام هو الأكثر من الناحية الكمية على هيئة لاكتيم. إن تواجد هذين الشكلين قد اقترحا بسبب أن الأوكسي بيـــورين والأوكـــسي بريميدين يكونان أملاحاً عند تفاعلهما مع القلويات كما أن البيورينات والبريميدينات تكون أملاحاً عند تفاعلها مع الحوامض بسبب احتوائهما على ذرات النيتروجين التي تمثل قاعدة ضعيفة(هيئة الأيمين- الأمين) .

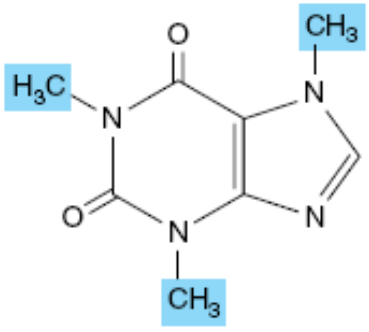
الشكل(4-8): هيئة كيتوإينول وهيئة الإيمين- الأمين التي تتواجد في البيورينات والبريميدينات.

هناك قواعد نيتروجينية ثانوية والتي يمكن أن تتواجد في بعض أنواع البكتريا أو الفايروسات على سبيل المثـــال 5- مثيـــل سايتوســـين 5-Methylcytosine و 5- هيدروكـــسي مثيـــل سايتوســـين 5-Hydroxymethylcytosine وثنائي مثيل أمينوأدنين Dimethylaminoadenine و7- مثيل كـــوانين 7-Methylguanine **(الشكل 5-8)**.



الشكل(5-8): بعض القواعد النيتروجينية الثانوية.

فضلا عن ذلك فهناك قواعد بيورينية تتواجد في النباتات ولكل منها خواص دوائية معينة على سبيل المثال 7،3،1- ثلاثي مثيل زانثين الذي يتواجد في القهوة والاسم الشائع له الكافـــائين Caffeine **(الـــشكل 6-8)**، والشاي الذي يحتوي على 3،1- ثنائي مثيل زانثين والاسم الشائع له الثيوفلين Theophylline والتي تعمل هذه المركبات على تثبيط إنزيم الفوسفوداي إستريز Phosphodiesterase وبالتالي تبقى مادة AMP الحلقي (Cyclic AMP(cAMP)) فعّالة في داخل الجسم وتزداد العمليات الأيضية ويزداد التنبيه لساعات حتى نفاذ تلك الكميات من الجسم.



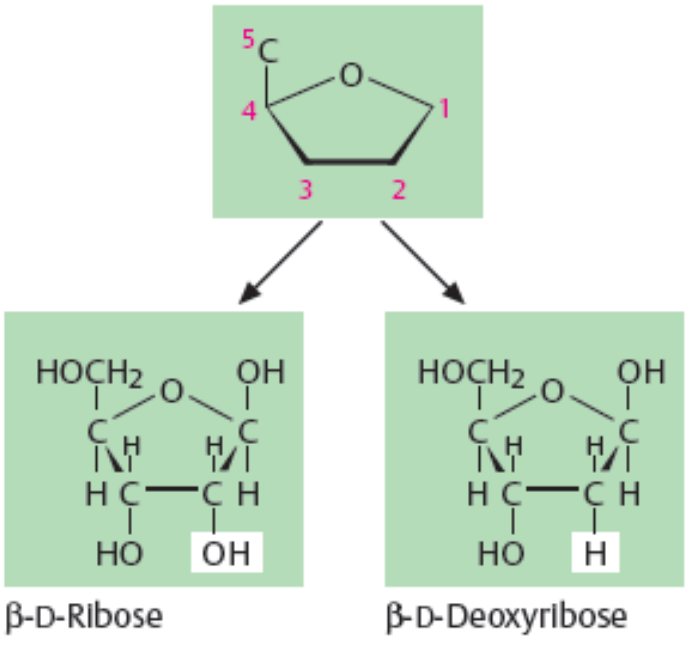
الشكل(6-8): الكافائين.

إن القواعد البيريميدينة والبيورينية لا تذوب في الماء نسبياً وتمتص الأشعة فوق البنفسجية على الطول الموجي 260 نانوميتر ويستفاد من هذه الخاصية في التحليل الكمي للنيوكليوتيدات في الأحماض النووية.

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 .