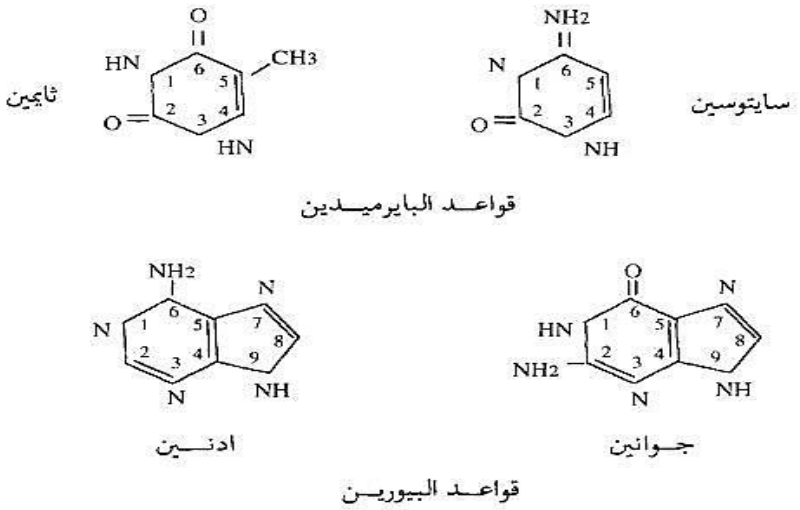
الأحماض النووية

تعرف الأحماض النووية بأنها بوليمرات مؤلفة من وحدات متكررة تدعى النيوكليوتيدات Nucleotides. والأحماض النووية نوعان هما الحمض النووي منقوص الأوكسجين Deoxyribo nucleic acid الذي يرمز له اختصاراً DNA والحمض النووي الريبوزي Ribo nucleic acid الذي يرمز له RNA. تتألف الوحدة الأساسية للحمض النووي (النيوكليوتيد) من قاعدة نيتروجينية Nitrogenous base وسكر خماسي رايبوزي منقوص الأوكسجين Deoxyribose ومجموعة فوسفات. تسلسل القواعد النيتروجينية في شريط الحمض النووي DNA هو الذي يحدد الطبيعة الوراثية المميزة لهذه الجزيئة.

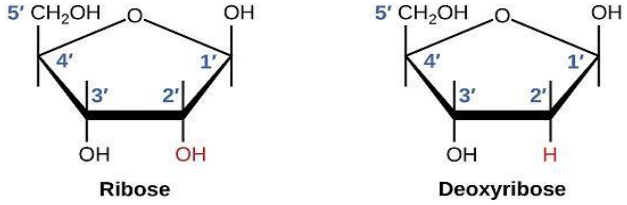
تقع القواعد النيتروجينية في فئتين هما:

- البيرميدينات Pyrimidines: تتألف من حلقة سداسية مفردة وتمثل قواعد الثايمين Thymin (T) والسايتوسين Cytocin (C) واليوراسيل Uracile (U) هذه المجموعة. واليوراسيل يدخل في تركيب الحمض النووي الرايبوزي RNA بدلاً من الثايمين.
- البيورينات Purines: تتألف من حلقة سداسية مرتبطة مع حلقة خماسية وتضم هذه المجموعة قواعد الأدنين Adenine (A) والجوانين Guanine (G).



السكر الخماسي الذي يدخل في تركيب النيوكليوتيد فهو نوعان:

- السكر الخماسي منقوص الأوكسجين Deoxyribose الموجود في الحمض النووي DNA حيث يحتوي هذا السكر على مجموعة واحدة من الهيدروكسيل مرتبطة مع ذرة الكاربون الثالثة.
- السكر الخماسي الريبوزي Ribose الموجود في الحمض النووي RNA الذي يحتوي على مجموعتي هيدروكسيل مرتبطتين مع ذرة الكاربون الثانية والثالثة.



ونظراً لوجود أربع قواعد نيتروجينية في الحامض النووي DNA لذلك فأن هناك أربعة انواع من النيوكليوتيدات تبعاً لذلك. تترتب وحدات النيوكليوتيدات بطريقة خاصة لتأليف سلسلة عديدة النيوكليوتيدات حيث ترتبط ذرة أوكسجين من

مجموعة الفوسفات المربوطة بذرة الكاربون الخامسة للسكر الخماسي لاحد النيوكليوتيدات مع ذرة الكاربون الثالثة للسكر الخماسي للنيوكليوتيد التالي وترتبط ذرة الاوكسجين التابعة لمجموعة الفوسفات لهذا النيوكليوتيد مع ذرة الكاربون الثالثة للنيوكليوتيد التالي الآخر وهكذا يتوالى ارتباط النيوكليوتيدات مع بعضها برابطة فوسفاتية ثنائية الاستر phosphodiester bonds.

إن اتجاه ذرة الكاربون الخامسة لنيوكليوتيد مع ذرة الكاربون الثالثة لنيوكليوتيد آخر يستمر على طول السلسلة مما يولد قطبية مهمة جداً في تضاعف الحمض النووي وتعبير المورثات. ونتيجة لذلك فأن إحدى نهايات سلسلة الحمض النووي تحتوي على مجموعة فوسفوريل 5-Phosphoryl بينما تحتوي النهاية الثانية على مجموعة هيدروكسيل 3-Hydroxyl ونظراً لوجود سلسلتين في الحمض النووي DNA فأنهما تترتبان بطريقة ذات اتجاهات متعاكسة ويطلق عليه (التوازي المتضاد Antiparallel.

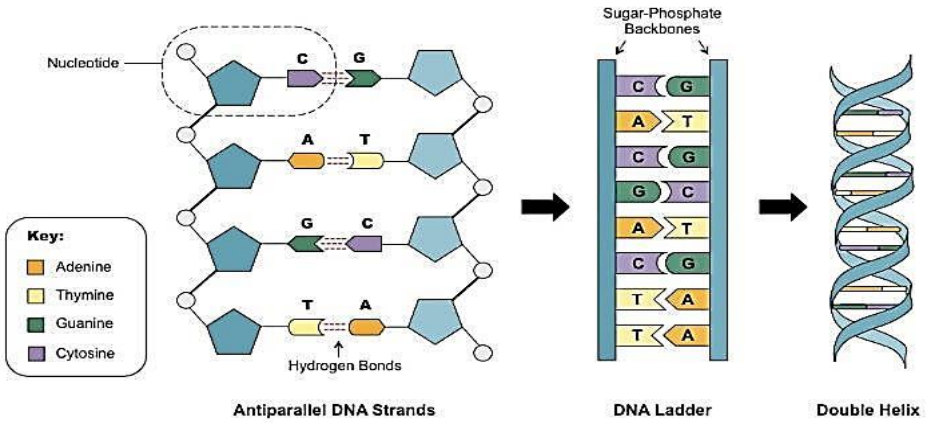
ترتبط سلسلتا الحمض النوويDNA مع بعضهما بواسطة القواعد النايتروجينية التي ترتبط مع بعضها عن طريق الروابط الهيدروجينية. ويتم من خلالها ارتباط الادنين مع الثايمين والجوانين مع السايتوسين.

يختلف الحمض النووي RNA قليلاً عن الحمض النووي DNA حيث إنه بالإضافة لما أشرنا سابقاً إلى اختلاف نوع السكر الخماسي وكذلك اليوراسيل الذي يحل بدلاً من الثايمين في الحمض النووي RNA. فأن الحمض النووي RNA هو سلسلة مفردة.

نظرية الحلزون المزدوج

لقد توصل كل من كريك وواطسون Crick and Watson عام ١٩٥٣م إلى طبيعة البنيان الجزئي أو تركيب جزيء الحمض النووي DNA، وحازا على جائزة نوبل ١٩٦٢م على هذا الاكتشاف العلمي. ويعد هذا الانجاز واحداً من أهم الانجازات في تاريخ علوم الحياة حيث مهد الطريق لفهم وظائف الجين على المستوى الجزيئي فقد وجد هذا العالمان من خلال دراستهما أن جزيء DNA يتكون من سلسلتين من جزيئات الفوسفات والسكر الخماسي يتصل بعضها ببعض وبالقواعد النيتروجينية المرتبطة بروابط هيدروجينية ويلتفان حول بعضهما البعض ليكونا حلزوناً مزدجاً منتظماً يبلغ قطره ٢٠ انكستروم.

- تشكل وحدات السكر الخماسي ومجموعة الفوسفات الجزء الخارجي للحلزون في حين تبرز القواعد النتروجينية من العمود الفقري إلى الداخل وبمستوى عمودي على محور الحلزون.
- تكون المسافة الفاصلة بين قاعدة وأخرى ٣.٤ انكستروماً مما يعني ان كل سلسلة تحتوي على عشرة نيوكليوتيدات في كل لفة كاملة بمسافة ٣٤ انكستروم.
- ترتبط سلسلتا الحلزون مع بعضهما بواسطة الروابط الهيدروجينية المتكونة بين ازواج القواعد النيتروجينية حيث يزدوج الادنين مع الثايمين بواسطة اصرتين هايدروجيتين والجوانين دائماً مع السايتوسين بواسطة ثلاثة اواصر هيدروجينية.
- يمثل الشريط الأول القائم الأول للسلم، والشريط الثاني يمثل القائم الثاني والقواعد تمثل درجات السلم، والروابط تمثل المسامير.



الحمض النووي الريبوزي RNA

ذكرنا سابقاً تركيب الحمض النووي RNA واختلافه عن الحمض النووي DNA في نوع السكر الخماسي والقواعد النيتروجينية. يوجد في النواة والسايتوبلازم والرايبوسومات وفي بعض عضيات الخلية. تتكون المادة النووية في بعض الكائنات مثل فيروس تبرقش ورق نبات التبغ من RNA فقط. يتواجد الحمض النووي الريبوزي على ثلاث انواع هي:

الحمض النووي المرسال Messenger RNA

ويرمز له بالرمز mRNA والذي يقوم بحمل الرسالة الوراثية (المعلومات الوراثية) من الحمض النووي DNA في النواة إلى بعض العضيات في الخلية مثل الريبوسومات في عملية تخليق البروتين.

الحمض النووي الناقل Transfer RNA

ويرمز له tRNA وهو الحمض النووي الذي يقوم بنقل المكونات اللازمة لتخليق شيء ما في الخلية إلى مواضع تخليقها، كما هو الحال عندما ينقل tRNA الأحماض الأمينية النشيطة من السيتوبلازم وأماكن تخليقها ليوصلها إلى مراكز بناء البروتين على الرايبوسومات، وهو المسؤول عن وضع كل حمض أميني في مكانه الصحيح في السلسلة الببتيدية بالتوافق مع الشفرة الوراثية التي يحملها الحمض النووي المرسال mRNA.

الحمض النووي الريبوسومي Ribosomal RNA

ويرمز له بالرمز rRNA، وهو حمض نووي يدخل في تركيب الريبوسومات الموجودة على الشبكة الاندوبلازمية الداخلية المحببة والتي تشكل (الرايبوسومات) مركز بناء البروتين في الخلية وفقاً للتعليمات التي يحملها mRNA.

تضاعف الحامض النووي DNA replication

يعد من أهم العمليات الحيوية الخلوية، فلولا تضاعف الحامض النووي DNA لماتت معظم الخلايا، فهي وسيلة للتطور والتجديد والنمو. تنتهي العملية ببناء جزيئي DNA مطابقان لجزيء الحامض النووي منقوص الأوكسجين الرئيسي، وتكون عملية تضاعف DNA على ثلاث انواع: التضاعف المحافظ، التضاعف شبه المحافظ والتضاعف المنتشر.

يتضاعف DNA بطريقة التضاعف شبه المحافظ Semiconservative replication، وتتم العملية كالآتي:

- تحطم الأواصر الهيدروجينية التي تربط أزواج القواعد النيتروجينية في الشريطين، وتبدأ العملية في منطقة معينة تسمى بداية التضاعف أو أصل التضاعف Origin of replication ويتم ذلك بمساعدة أنزيم فك الحلزنة الذي يسمى Helicase.
- يبدأ عند هذه المناطق بناء الأشرطة الجديدة باستخدام النيوكليوتيدات الأربعة واستناداً إلى تسلسل النيوكليوتيدات في القالب يتم ربطها مع بعضها البعض بواسطة أنزيم بلمرة الحمض النووي DNA polymerase. يكون بناء

أحدى السلسلتين الجديدتين بشكل مستمر وسريع، وتسمى بالسلسلة المتقدمة وتتخذ من سلسلة الحمض النووي الاصلية ذات الاتجاه ٥˜- ٣˜ قالباً وسبب سرعتها وجود مجموعة الهايدروكسيل متاحة مما يسهل عمل الانزيم، اما السلسلة المقابلة فيكون بناؤها بطيء نسبياً وتسمى بالسلسة المتأخرة وتتخذ من سلسلة الحمض النووي الاصلية ذات الاتجاه ٣˜ – ٥˜ قالبا.

- تستمر عملية استمرار الانفصال في الموقع مع استمرار البناء في النسخة الجديدة حتى اكتمال انفصال الاشرطة الابوية تماما بحيث تنتهي عملية التضاعف بالحصول على زوجين من الاشرطة المزدوجة كل منهما يحتوي على شريط ابوي واخر جديد ويتم ربط النيوكليوتيدات بالتي سبقتها بواسطة الانزيم اللاحم Ligase وذلك عن طريق تكوين الآصرة الفوسفاتية ثنائية الاستر بين ذرتي الكاربون الثالثة والخامسة.