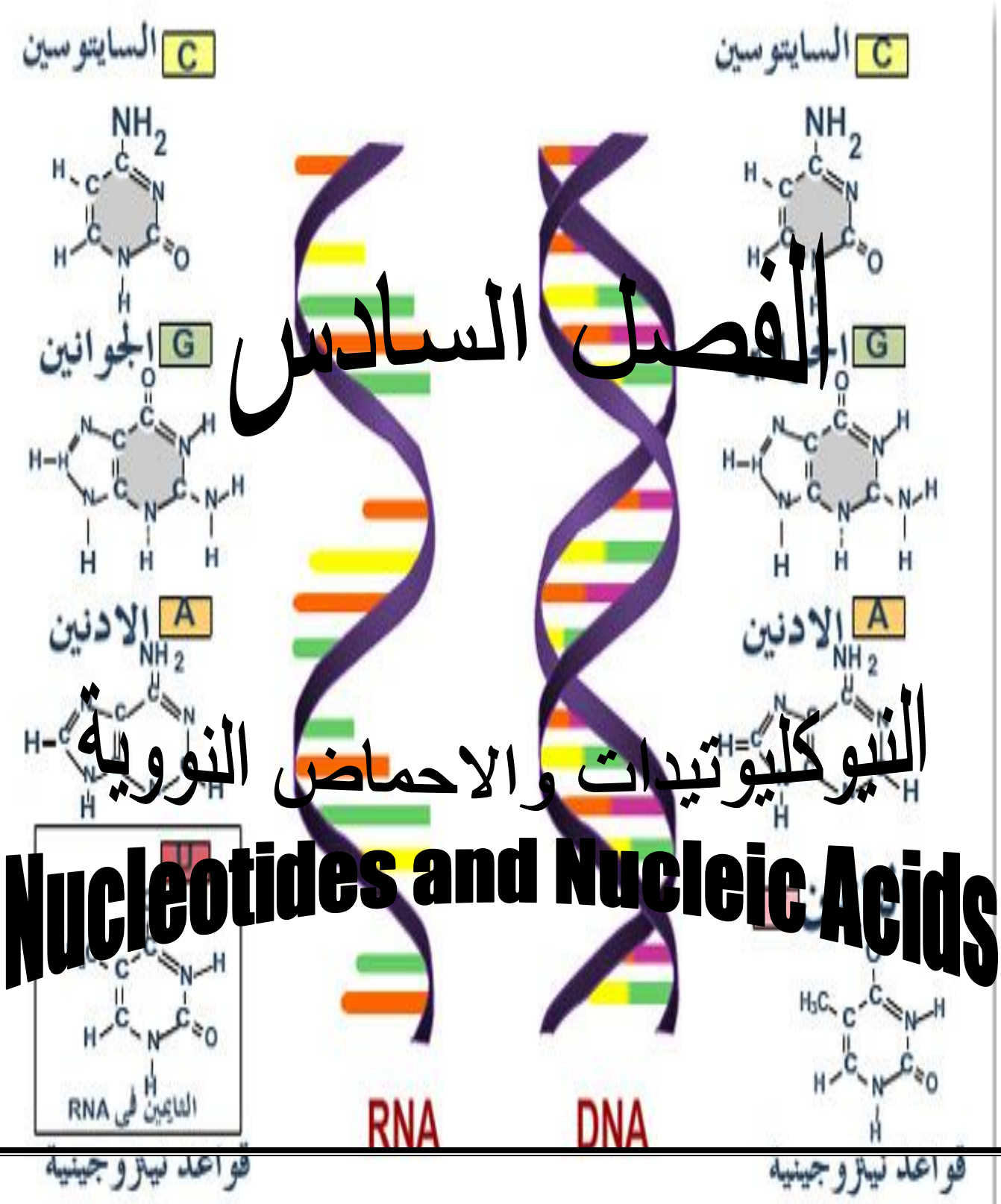
س12/ وضح بمعادلة كيميائية العلم التخصصي لانزيم دي- حامض اميني- اوكسيديس؟ وماهي نوع الاحماض الامينية التي يتخصصها هذا الانزيم؟

س13/ وضح بالتفصيل تأثير الدالة الحامضية ودرجة الحرارة على الخواص الحركية للانزيمات؟



الفصل السادس

النيوكليوتيدات والاحماض النووية

Nucleotides and Nucleic Acids

النيوكليوتيدات Nucleotides:

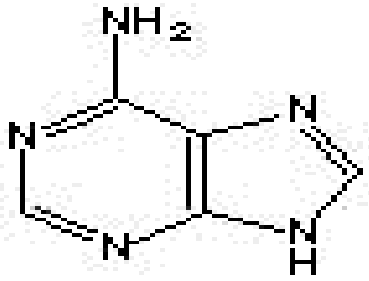
وهي جزيئات خلوية مهمة ذات وزن جزيئي قليل حيث تشارك في عمليات حياتية شتى مثل Pyrimidine and Purine .

اهميتها:

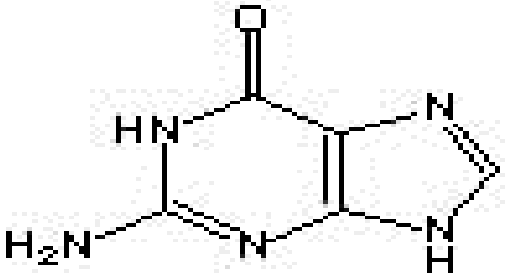
1- تعمل كوحدات تركيبية للاحماض النووية DNA and RNA .
2- تشارك في الية نقل المعلومات الوراثية.
3- تعمل في الانظمة الحياتية كافة كمصدر غني بالطاقة وغالبا بالشكل ATP .
4- تعمل كمؤشرات تنظيمية لعمليات ايضية مختلفة مثل Camp.
5- تعمل كمرافقات انزيمية مثل NAD+ , NADP+, FAD .
6- تشارك في العمل كمركبات وسطية في التكوين الحياتي للكاربوهيدرات مثل الدهون المعقدة.

القواعد النتروجينية البايريميدين والبيورين ومشتقاتها:

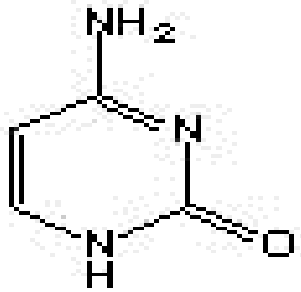
ان قواعد البيورين الرئيسية التي تدخل في تركيب الاحماض النووية هي Adenine, Guanine بينما القواعد البايريميدينية هي Thymine, Uracil, Cytosine هي وكما موضح تركيبهم الكيميائي التالي:



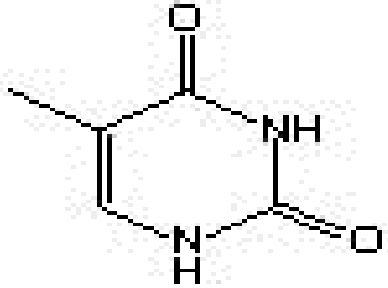
Adenine



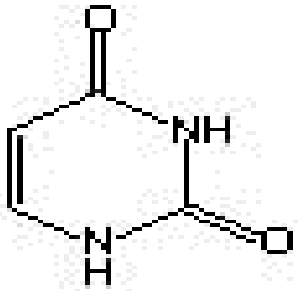
Guanine



Cytosine



Thymine



Uracil

وهناك اثنان من قواعد البيورين الثانوية هما Xanthine and Hypoxanthine الموجودان كمركبات وسطية ناتجة من العمليات الايضية للادينين والزانثين.

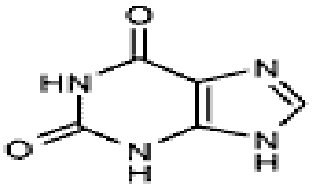
<u>في النبات</u> توجد مجموعة من قواعد البيورين التي تحتوي معوضات مثل المثيل، وتمتلك العديد من هذه القواعد خصائص عقاقيرية منبهة مثل:

1- **<u>القهوة</u>: وتحتوي على القاعدة البيورينية Caffine**

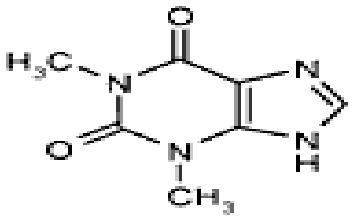
2- **<u>الشاي</u>: ويحتوي على Theophylline**

3- **<u>الكاكاو</u>: ويحتوي على Threobromine**

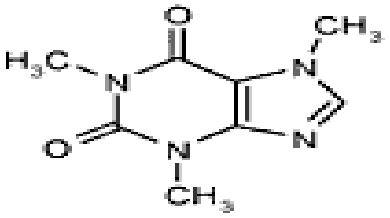
وكما موضح تراكيبهم الكيميائية التالية:



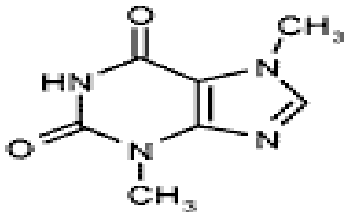
Xanthine
(dioxypurine)



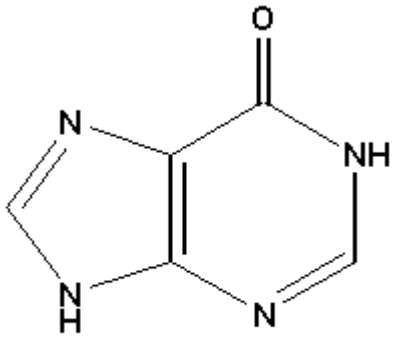
Theophylline
(1,2-dimethylxanthine)



Caffeine
(1,3,7-trimethylxanthine)



Theobromine
(3,7-dimethylxanthine)



Hypoxanthine

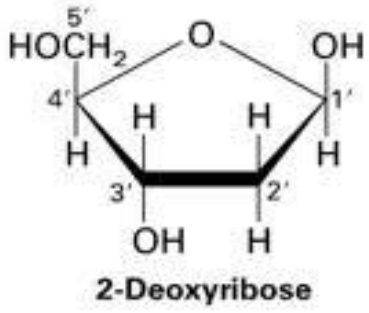
وهناك ايضا قواعد بيورينية وبايريميدينية اخرى لكن توجد بنسب ضئيلة في الاحماض النووية للبكتريا والفايروسات وكذلك توجد في الحامض النووي الرايبوزي الناقل لكل من الخلايا بدائية وحقيقة النواة وفي الحامض النووي الرسول لخلايا الحيوانات الثدية.

مركبات النيوكليوسيد والنيوكليوتيد ومشتقاتهما:

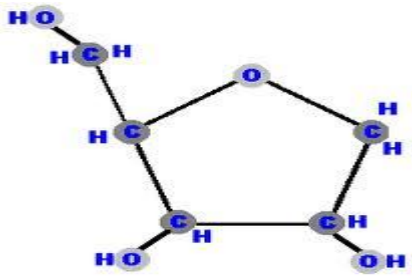
1- النيوكليوسيد:

يتالف من قاعدة بيورين او بايريميدين متصلة بوحدة سكر (رايبوز او دي اوكسي رايبوز) وتكون الاصرة الرابطة بينهما متصلة بذرة نتروجين للقاعدة النتروجينية (الموقع 1 في البايريميدين والموقع 9 في

البيورين مع الموقع 1 في السكر) وتدعى هذه الاصرة بـ N- glycosidic bond وتسمى النيوكليوسيدات الاربع الرئيسية بـ Adenosine, Guanosine, Cystidine, Uridine.

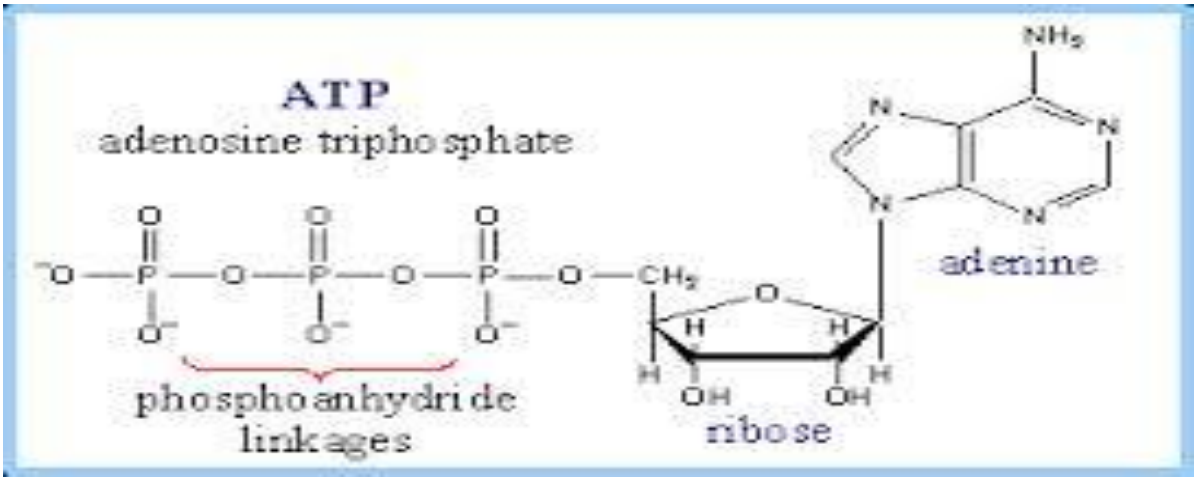


2-Deoxyribose



2- النيوكليوتيد:

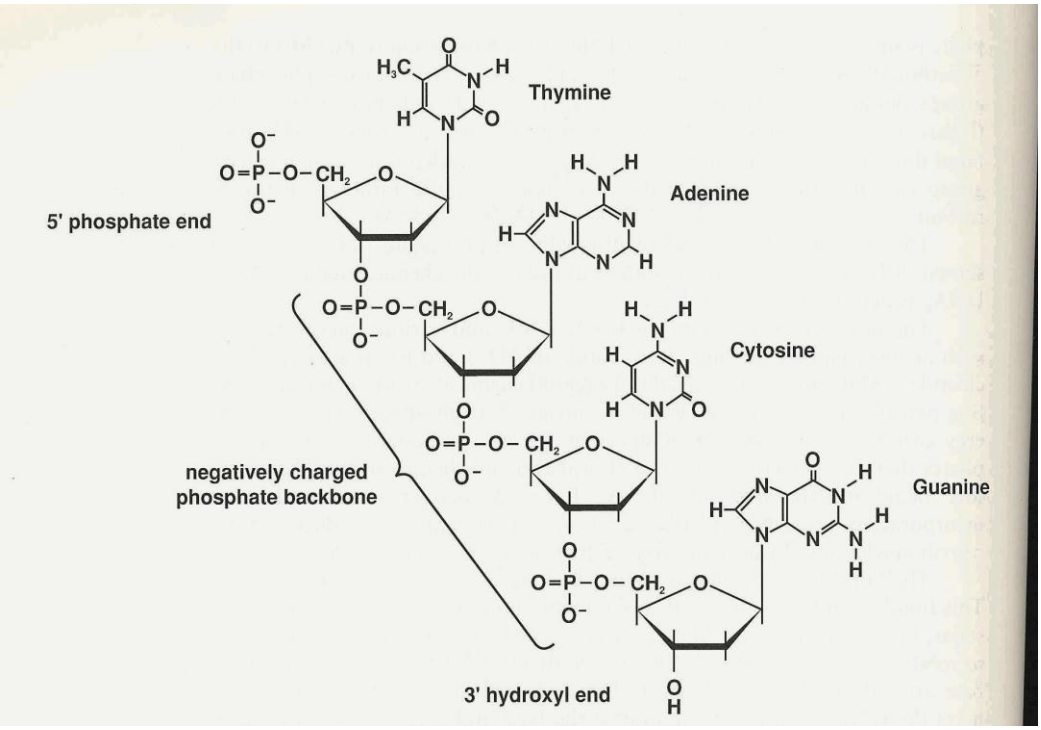
وهو نيوكليوسيد مفسفر (نيوكليوسيد + حامض الفسفوريك) حيث تكون فيه مجموعة الهيدروكسيل او اكثر للسكر الرايبوزي او دي اوكسي رايبوز متأسترة مع حامض الفسفوريك، ويكون موقع الارتباط في الاواصر`3 و `5 في السكر. كما يوجد العديد من النيوكليوتيدات ومشتقاتها بصورة حرة في الانسجة وهي تشارك في العمليات الايضية المختلفة مثل ATP, ADP, AMP الموضح تركيبه الكيميائي التالي:



الاحماض النووية Nucleic acids :

تمثل النوع الرابع للجزيئات الحياتية الكبيرة الموجودة في الخلية الحية وتتكون من وحدات متكررة من النيوكليوتيدات المرتبطة مع بعض بواسطة الاواصر`3 - `5 فوسفات ثنائية الاستر حيث ترتبط

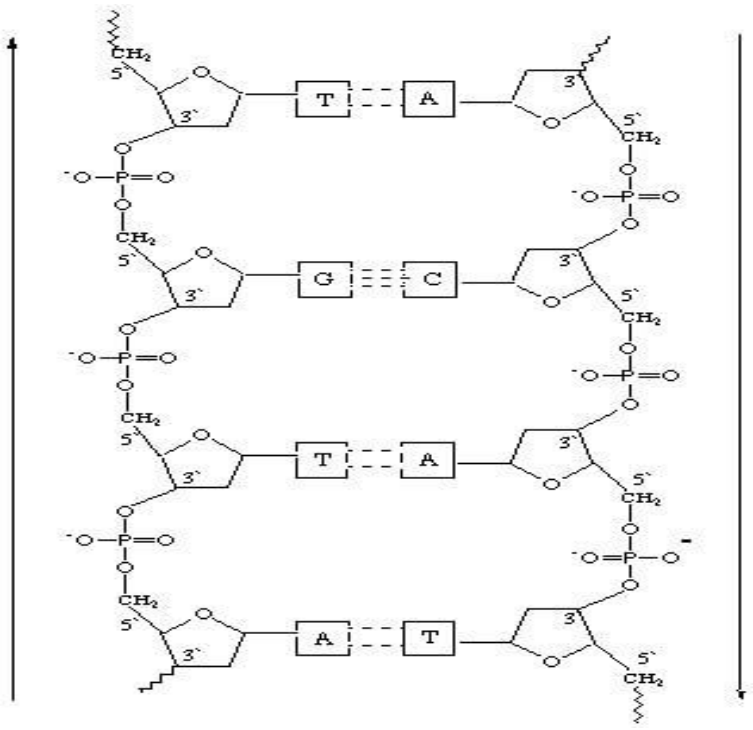
`OH -3 للسكر في جزيء النيوكليوتيد الواحد مع مجموعة الفوسفات في `OH-5 للسكر في جزيء النيوكليوتيد الذي يليه وبالتالي تتكون الاحماض النووية من عمود فقري من وحدات السكر والفوسفات المتعاقبة تبرز عنه القواعد النتروجينية وكما موضح في الشكل التالي:



ويوجد نوعان من الاحماض النووية هما:

1- الحامض النووي دي اوكسي رايبوز (Deoxyribo Nucleic Acid (DNA) :

يعتبر الـ DNA عنصر الوراثة في الخلية وان المعلومات الوراثية تكمن في التسلسل المحدد للقواعد النتروجينية التي تؤلف سلسلة DNA ، كما انه يحتوي على الجين GENE الذي هو جزء صغير معين من DNA (الكروموسوم) وهو دالة يحمل المعلومات الوراثية لبروتين واحد معين.



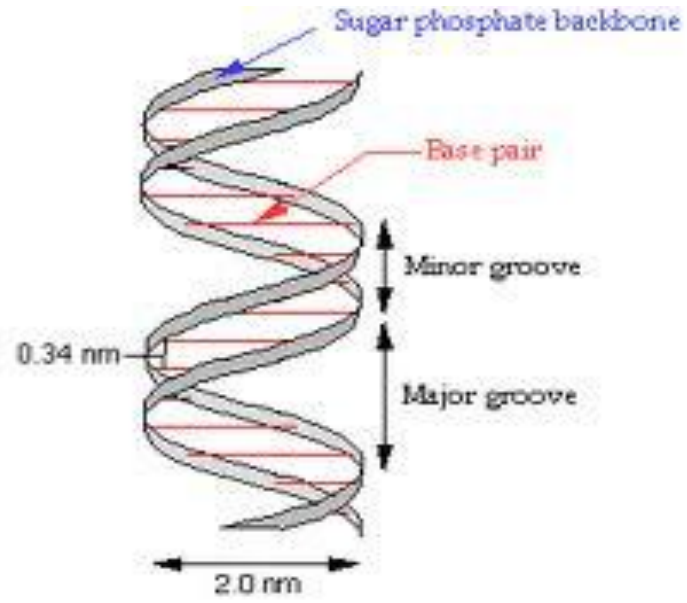
خصائصه:

1- **تحتوي الخلايا بدائية النواة على جزيء واحد من DNA وله وزن جزيئي يزيد على 2 * 109 ويشكل حوالي 1% من وزن الخلية الكلي.**

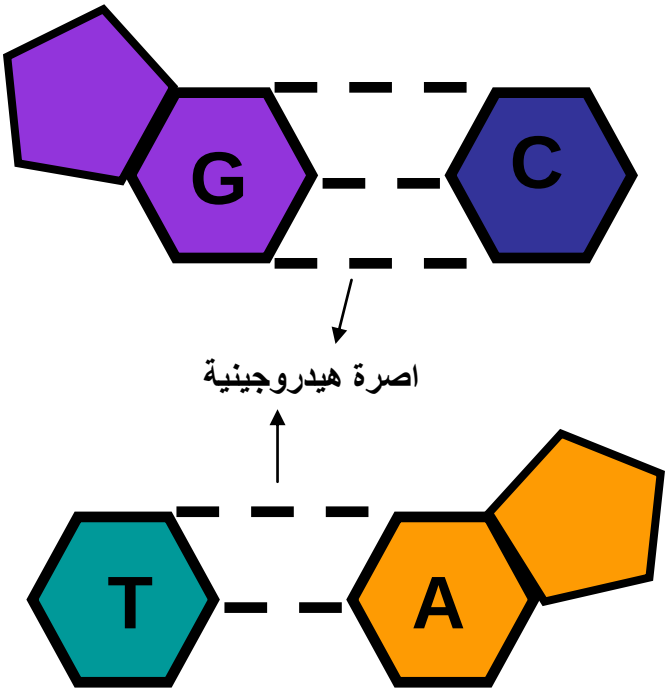
2- **تحتوي الخلايا حقيقة النواة على عدد من جزيئات DNA وتكون عادة متحدة مع بروتينات قاعدية كالهستون والبروتامين ويتحدد وجود جزيئات DNA في نواة الخلية وبصورة متخصصة في الكروموسومات.**

3- **يحتوي DNA في جميع انواع الخلايا على اربح وحدات رئيسة من النيوكليوتيدات الاحادية هي CMP, TMP, GMP, AMP متصلة بترتيب محتلف بواسطة الاواصر`3 -`5 فوسفات ثنائية الاستر.**

4- **يتالف DNA من سلسلتين طويليتين مزدوجتين لمتعدد النيوكليوتيد وتكون وحدات السكر فيه نوع دي اوكسي رايبوز.**



5- لقد وجد العالم Chargaff والعاملون معه في 1950 ان مجموع نيوكليوتيدات البيورين مساوية لمجموع نيوكليوتيدات البايريميدين في جزيء DNA حيث ان تكافؤ القواعد النتروجينية ادى الى اقتراح بان في جزيء DNA يقترن الادينين مع الثيامين (A = T) باصرتين هيدروجينيتين والكوانين مع السايتوسين (G = C) بثلاث اواصر هيدروجينية وكما موضح في الشكل التالي:



<u>نموذج Watson- Grick لتفسير تركيب جزيء DNA:</u>

لقد افترض العالمان واتسون وغريك عام 1953 نموذجا ثلاثي الابعاد لتركيب DNA بالاعتماد على نتائج التحليل بالاشعة السينية وتكافؤ القواعد النتروجينية وغيرها من الخصائص الكيمياوية والفيزياوية لجزيء DNA وكذلك افتراض الميكانيكية التي بواسطتها يتم تكرار المعلومات الوراثية، حيث يشير النموذج الى:

1- ان جزيء DNA يتكون من سلسلتين حلزونيتين من متعدد النيوكليوتيد ملتفتين حول محور واحد لتكوين حلزون مزدوج Double Helix وان هاتان السلسلتان تسيران باتجاهين متعاكسين وغير متوازيتين.

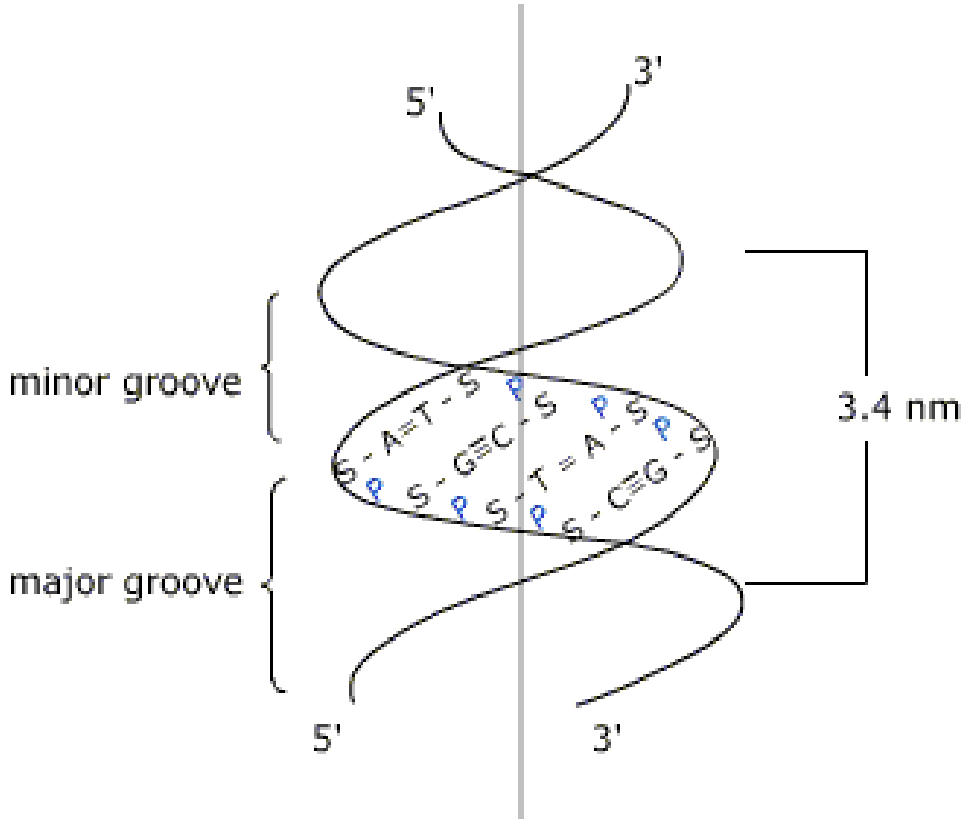
2- تقترن قواعد السلسلة الاولى بالمستوى نفسه مع قواعد السلسلة الثانية.

3- ان قواعد البيورين والبايريميدين لكل سلسلة تكون مرتبة الى الداخل من الحلزون المزدوج وان مستوياتها توازي احداها الاخرى.

4- يتم الاقتران بين القواعد التي تتلائم داخل التركيب فقط بواسطة اواصر هيدروجينية.

5- ان ازواج القواعد المقترنة الملائمة هي A = T, G = C والتي تعطي اعظم ثبات واستقرار لـ DNA.

وكما موضح في الشكل التالي:

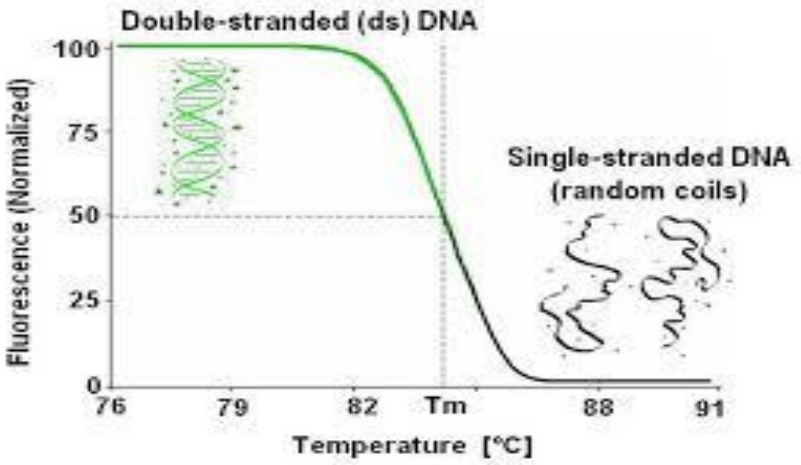


الخواص الفيزياوية لجزيء DNA :

يمكن فصل وتنقية جزيء DNA الطبيعي بشكله الحلزوني المزدوج من خلايا ممزقة بواسطة الاستخلاص بمحلول ملحي مخفف يتبعه ترسيب بالكحول البارد حيث يكون جزيء DNA عديم الذوبان فيه ويمكن تنقيته بواسطة احدى طرق التحليل الكروموتوغرافي، وان اهم الخصائص الفيزيائية لجزيء DNA هي:

1- درجة ذوبان جزيء DNA :

تتحطم جزيئات DNA بزيادة قليلة في درجات الحرارة وهي عكس البروتينات التي تفقد صفاتها الطبيعية بصورة تدريجية في مدى واسع من درجات الحرارة، حيث ان نقطة التحول الحاد تشبه درجة الذوبان الحادة للبلورات العضوية البسيطة وتعرف الدرجة الحرارية التي يحدث فيها تغير الصفات الطبيعية او تحطيم جزيء DNA بدرجة الذوبان Melting وتختلف درجة الذوبانية باختلاف نماذج جزيء DNA في الخلايا. كما ان التعيين الدقيق لدرجة ذوبان نماذج متعددة من DNA وتحت ظروف ثابتة من درجة حامضية وقوة ايونية يمكن ان تعطينا بصورة دقيقة التكوين القاعدي لجزيء DNA معين وكما موضح في المخطط التالي:



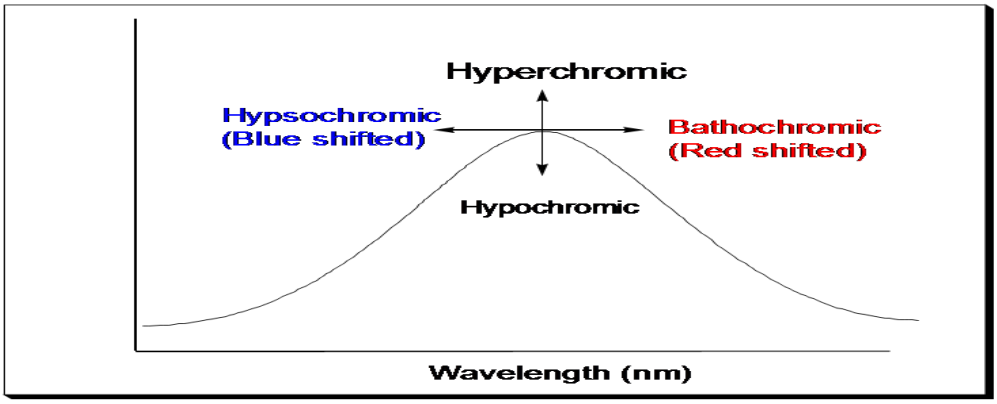
2- تغير الصفات الطبيعية (المسخ) لجزيء DNA :

يكون الحلزون المزدوج لجزيء DNA ثابتا تماما عند دالة حامضي تساوي 7 ودرجة حرارة اعتيادية ولكن التغير المفاجيء العالي للدالة الحامضية ودرجة الحرارة اكثر من 90 درجة مئوية او تعرضه لتركيز عال للكحول واليوريا وبعض المواد الاخرى فانها تسبب تغيرا في التواءاته الحرزونية وانعدام في ترتيبها وهي عوامل مشابه لتلك العوامل المؤثرة على البروتينات والتواءاتها. كما ان جزيء DNA الطبيعي يكون ثابت التركيب بواسطة قوتين هما الاصرة الهيدروجينية والهايدروفوبيك، واذا

اعيقت احدى هاتين القوتين او كلتاهما فان الحلزون المزدوج يعاني من انفكاك التواءاته الى التواءات مبعثرة وغير مرتبة غير انه لا يحدث اي كسر للاواصر التساهمية في هيكل جزيء DNA .

3- ظاهرة Hyperchromic :

وهي الظاهرة التي تمتص فيها النيوكليوتيدات والاحماض النووية الاشعة الضوئية فوق البنفسجية بقوة عند 260 نانومتر وعندما يمسخ جزيء DNA الطبيعي فهناك زيادة نشيطة في الامتصاص الضوئي عند 260 نانومتر. حيث ان نسبة ازدياد امتصاص الضوء عند التسخين يتناسب مباشرة مع كمية ازواج القواعد A = T لذا يمكن حساب التكوين القاعدي لجزيء DNA بواسطة قياسات الطيف الضوئي لتاثير الزيادة الضوئية المصاحبة للحرارة وكما موضح في المخطط التالي:



الطفرة الوراثية Mutation :

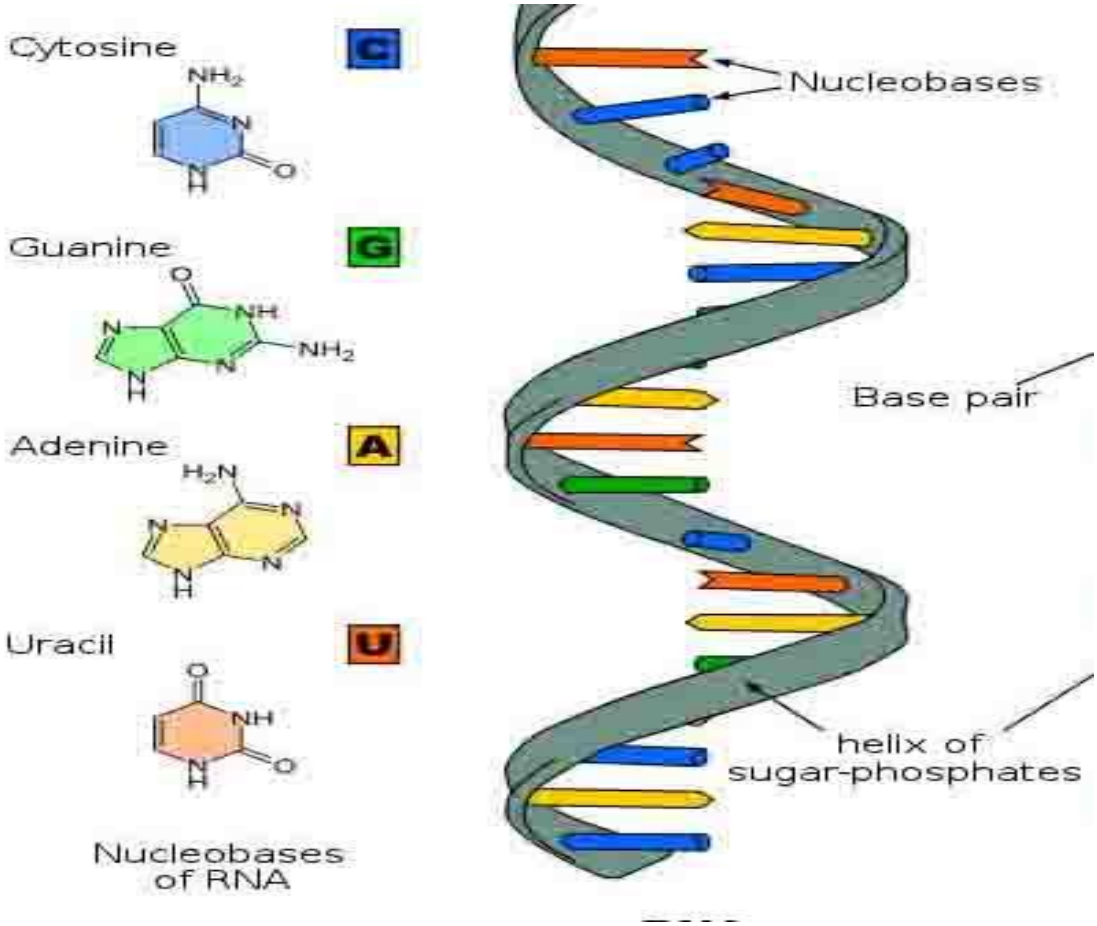
هي وحدة نيوكليوتيد واحد يتم فيها احلال قاعدة بيورين محل قاعدة بايريميدين وبالعكس مثل الادينين محل الاديني محل الثايمين والكوانين محل السايتوسين وفي بعض الاحيان تحذف عدة نيوكليوتيدات فتسبب الطفرة او مرض معين.

العوامل المؤثرة على الطفرة الوراثية:

1- تحدث تغيرات كيمياوية او فيزياوية لجزيء DNA تتوارثها الاجيال حيث تتكون بروتينات يكون تسلسل احماضها الامينية متغيرا نتيجة تغير وحدات النيوكليوتيد وغالبا ما تكون هذه البروتينات المريضة تنقصها الفعالية الحيوية الطبيعية التي قد تؤدي الى موت الكائن الحي.
2- الطاقة الاشعاعية على شكل اشعة سينية او الفوق البنفسجية.
3- عوامل كيمياوية لها القدرة على الارتباط الكيمياوي مع القواعد النتروجينية في جزيء DNA المتحورة، كما ان بعض العوامل لها القدرة على حذف او ادخال قواعد نتروجينية.

2- الحامض النووي الرايبوزي (RiboNucleic Acid (RNA) :

يتالف جزيء RNA من سلسلة طويلة واحدة لمتعدد النيوكليوتيدات وتكون وحدات السكر فيها الرايبوزوتحتوي السلسة على القواعد الرئيسية الاربع وهي Adenine, Guanine, Uracil, and Cytosine ، كما تحتوي على قواعد تكون من مشتقات القواعد الرئيسية الاربع او على قواعد نتروجينية نادرة مثل Pseudouridylic acid . ويتكون جزيء RNA من ثلاثة انوع رئيسية هي tRNA, rRNA, mRNA وتم اكتشاف 8 انواع اخرى جديدة هي: snRNA (small nuclear), snoRNA (small nucleolar), scaRNA (small cajal body-specific), miRNA (micro), siRNA (small interfering), gRNA (guide), eRNA (efference),tmRNA . وتوجد باشكال جزيئية متعددة وفي بكتريا E. Coli ، حيث يكون معظم RNA موجودا في السايتوبلازم غير انه في الخلايا حقيقة النواة يكون منتشرا في النواة وفي الرايبوسومات والمايتوكوندريا وكذلك في السايتوبلازم ويوضح الشكل التالي تركيب جزيء RNA :



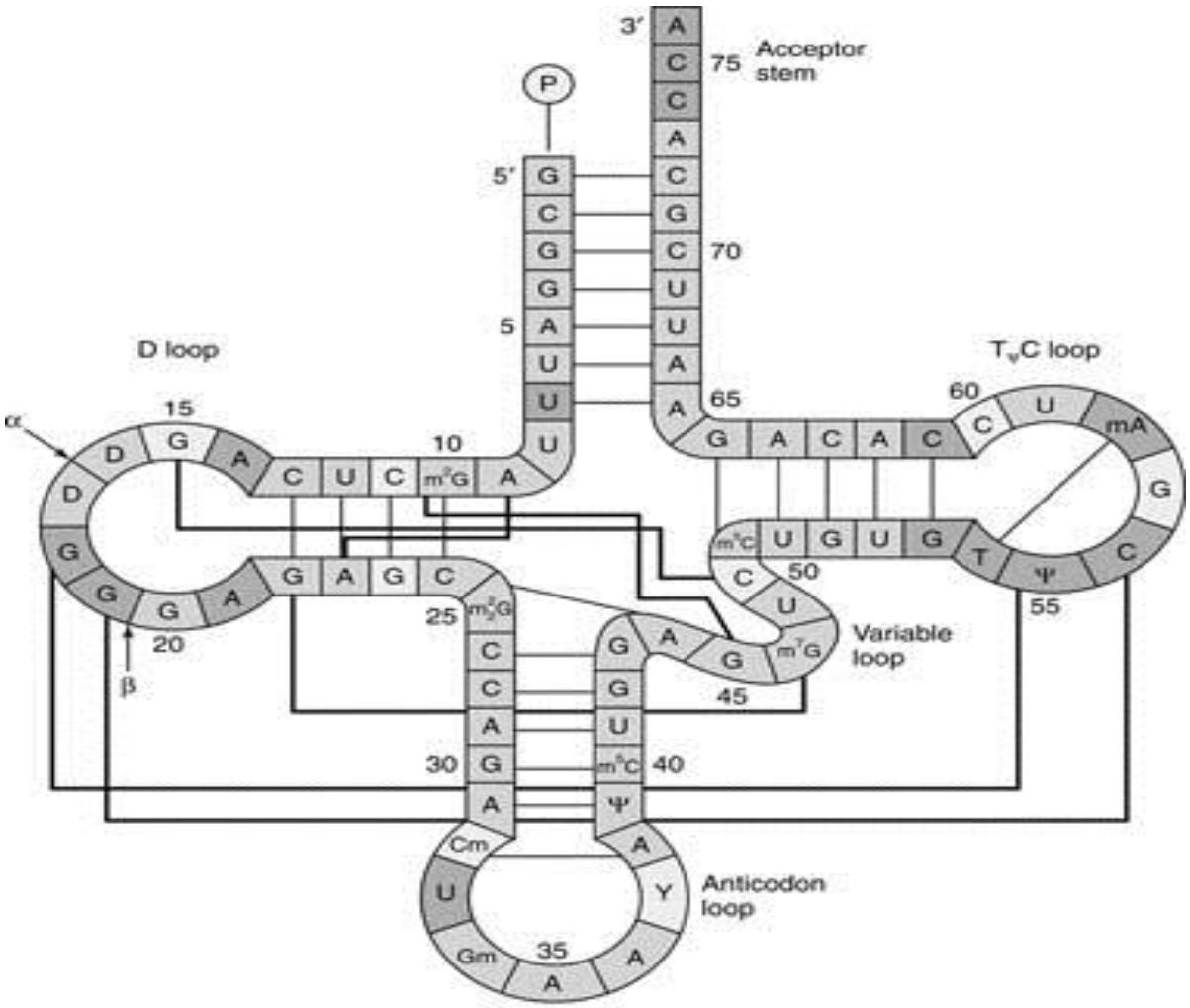
وسوف نتطرق للانواع الثلاثة الرئيسية وخصائصها بالتفصيل وهي:

1- الحامض النووي الرايبوزي الناقل Transfer RNA :

خصائصه:

1. **يوجد في السايتوبلازم ويشكل 10-15% من RNA الكلي للخلية.**
2. **تعمل جزيئات tRNA على نقل الاحماض الامينية الى مراكز محددة في مواقع تكوين البروتين.**
3. **يتخصص جزيء tRNA وحد لكل حامض اميني وقد يصل عدد الجزيئات الى 10^8 جزيئة في الخلية الحيوانية الواحدة.**
4. **يتراوح طول السلسلة النيوكليوتيدية المكونة لجزيء tRNA من 67-85 وحدة نيوكليوتيد.**
5. **يحتوي جزيء tRNA بالاضافة الى النيوكليوسيدات الاربع الرئيسية الشائعة الى رايبونيوكليوسيدات اخرى نادرة وغير اعتيادية تساعد في تخصص RNA .**
6. **لجزيء tRNA تركيب ثالثي يتضمن مناطق حلزونية والتفافات حيث ان السلسلة النيوكليوتيدية لجزيء RNA تكون تركيبا له شكل ورقة البرسيم.**
7. **ان احد طرفي جزيء tRNA ينتهي بمتخلف ادينوسين- `3 وهو الطرف المتاستر مع الحامض الاميني المعين.**
8. **ان كل جزيئة tRNA تحتوي على ثلاثة نيوكليوتيدات متعاقبة ومحددة وتشغل موضعا معينا واحدا في التركيب الذي يشبه ورقة البرسيم وتدعى هذه بالدالة المقابلة او المكملة Anticodon حيث يكون كل من الدالة المقابلة مكملة لتعاقب نيوكليوتيد ثلاثي معين في mRNA والذي يسمى بالشفرة Codon والاخير متخصص لحامض اميني معين.**

ويوضح الشكل التالي تركيب عام لـ tRNA (ورقة البرسيم)



2- الحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي Ribosoal RNA :

خصائصه:

1. **يؤلف 80% من تركيب الرايبوسومات في الخلية حيث تحتوي دقائق الرايبوسومات التي يبلغ قطرها حوالي 20 نانومتر على بروتين و RNA (الرايبوسومات هي مواقع لتكوين البروتين).**
2. **تشخص الرايبوسومات بدلالة معامل الترسيب العائدة لها والتي يعبر عنها بوحدات Suedberg (S) حيث في الخلية الحيوانية يوجد $5 * 10^6$ من الرايبوسومات يترسب كل منها تقريبا عند 80S وفي البكتريا 70S .**

3. تتالف الرايبوسومات من وحدتين ثانويتين مختلفتين في الحجم تعملان كوحدة متكاملة في التكوين الحياتي للبروتينات ويحوي تركيب كل من هاتين الوحدتين على RNA الرايبوسومي الذي يؤلف اكثر من النصف بينما يؤلف البروتين الجزء المتبقي.
4. تحتوي الوحدة الثانوية الصغيرة للرايبوسوم على جزيء RNA الرايبوسومي واحد وعدد من البروتينات بينما تحتوي الوحدة الكبيرة على جزيئتين من RNA الرايبوسومي وعدد من البروتينات.
5. يحتوي RNA الرايبوسومي على القواعد النتروجينية كوانين وسايتوسين بنسبة 50-60% من التركيب الكلي كما يحتوي على قواعد نتروجينية نادرة اخرى.
6. لجزيء RNA الرايبوسومي تركيب ثالثي يحتوي على مناطق حلزونية مزدوجة واخرى منفردة، وتتمركز اغلب جزيئاته على سطح الرايبوسومات وبالتالي يسهل تداخله مع مكونات RNA الاخرى اللازمة لعملية تكوين البروتينات.

3- الحامض النووي الرايبوزي الرسول Messenger RNA :

خصائصه:

1. يؤلف جزيء mRNA 3-5% من RNA الخلية ويتميز باتحاده العكسي مع الرايبوسومات مكونا Polysomes.
2. يوجد حوالي 1000 جزيء mRNA في بكتري E. Coli وعندما يكون معدل طول السلسلة البروتينية 300-500 حامض اميني يكون طول جزيء mRNA المطابق 900-1500 نيوكليوتيد.
3. ان كل جزيء mRNA يحمل شفرات تحدد تكوين ونوع واحد من البروتين او تحمل شفرات تحدد تكوين اكثر من نوع واحد من جزيئات البروتين وتدعى Polycistronic mRNA وهي تحتوي على عدد اكثر من النيوكليوتيدات.
4. تتميز جزيئات mRNA في بعض الخلايا حقيقة وبدائية النواة باحتوائها على متخلفات ادينوسين متعاقبة ومتصلة عند الطرف `3 ويتراوح عددها 60-200.
5. تمتلك جزيئات mRNA تركايب مجسامية مختلفة.
6. تتكون جزيئات mRNA داخل نواة الخلية بالية معينة تدعى Transcription بحيث يكون تسلسل القواعد النتروجينية في جزيء mRNA مكملا" لتسلسل القواعد

النتروجينية في سلسلة الحامض النووي DNA بعد ذلك تنتقل جزيئات mRNA المختلفة الى الرايبوسومات حيث تحدد ترتيب وتعاقب الاحماض الامينية خلال تكوين البروتينات.

7. يبلغ نصف عمر mRNA في البكتريا اقل من دقيقتين وهو وقت طويل نسبيا اذا ما قورن بالوقت 10-20 ثانية وهو الوقت اللازم لتكوين جزيئة بروتين كاملة.
8. يكون نصف عمر mRNA في الخلايا الحيوانية بضع ساعات او ايام حيث تكون سرعة تكوين البروتين بمعدل 100 اصرة ببيتيدية في الدقيقة الواحدة.

تستخدم تقنيات عديدة حديث في دراسة الجينات الوراثية للامراض الوراثية والمزمنة والسرطانية وسوف نتطرق الى احد هذه التقنيات وهي:

: Polymerase Chain Reaction (PCR)

ان التطور في مجال التكنولوجيا الحيوية والذي يقوم على التعامل مع الحامض النووي DNA بشكل اساسي استدعى العلماء الى ايجاد طريقة او تقنية تساعد على مضاعفة كمية الحامض النووي DNA بشكل كبير. ولقد ادت المحاولات العديدة للعلماء الى اكتشاف تقنية PCR عام 1983 من قبل العالم كيري مولس الذي حصل على جائزة نوبل في الكيمياء عام 1993، فكانت هذه التقنية بوابة لكثير من التطورات المتسارعة في مجال التكنولوجيا الحيوية. حيث تقوم فكرة تقنية PCR إلى القيام بتضخيم جزيئات قليلة من الحامض النووي DNA ، بعد استخلاصه من خلايا أو سوائل الجسم وبالتالي الحصول على كميات كبيرة منها والتى تمكننا من إجراء التحليل عليه. يمكن اعتبار تقنية PCR ترجمة مبسطة لعملية استنساخ الحامض النووي DNA أثناء الانقسام الخلوي ولكن كان من عيوب هذه التقنية عدم وجود نظام اصلاح اخطاء الارتباط الخاطيء. ولكي يتم هذا الاسنتساخ، لا بد من توفر مواد معينة تساعد على ذلك :

1- جهاز للتحكم بدرجات حرارة التفاعل بشكل دقيق ومتتالي (الدورة الحرارية Thermocycle):

يقوم هذا الجهاز بتغير درجة الحرارة بشكل سريع، لان تغير درجة الحرارة هو الاساس الذي تقوم عليه فكرة هذه التقنية. .

2- انزيم Taq polymerase: وهو الانزيم الذي يقوم ببناء وترتيب القواعد النتروجينية، حيث يجب ان يكون مقاوم للحرارة ليتمكن من العمل. وقد استخلص هذا الانزيم من بكتريا الينابيع الحارة المسماة Thermus aquaticus.

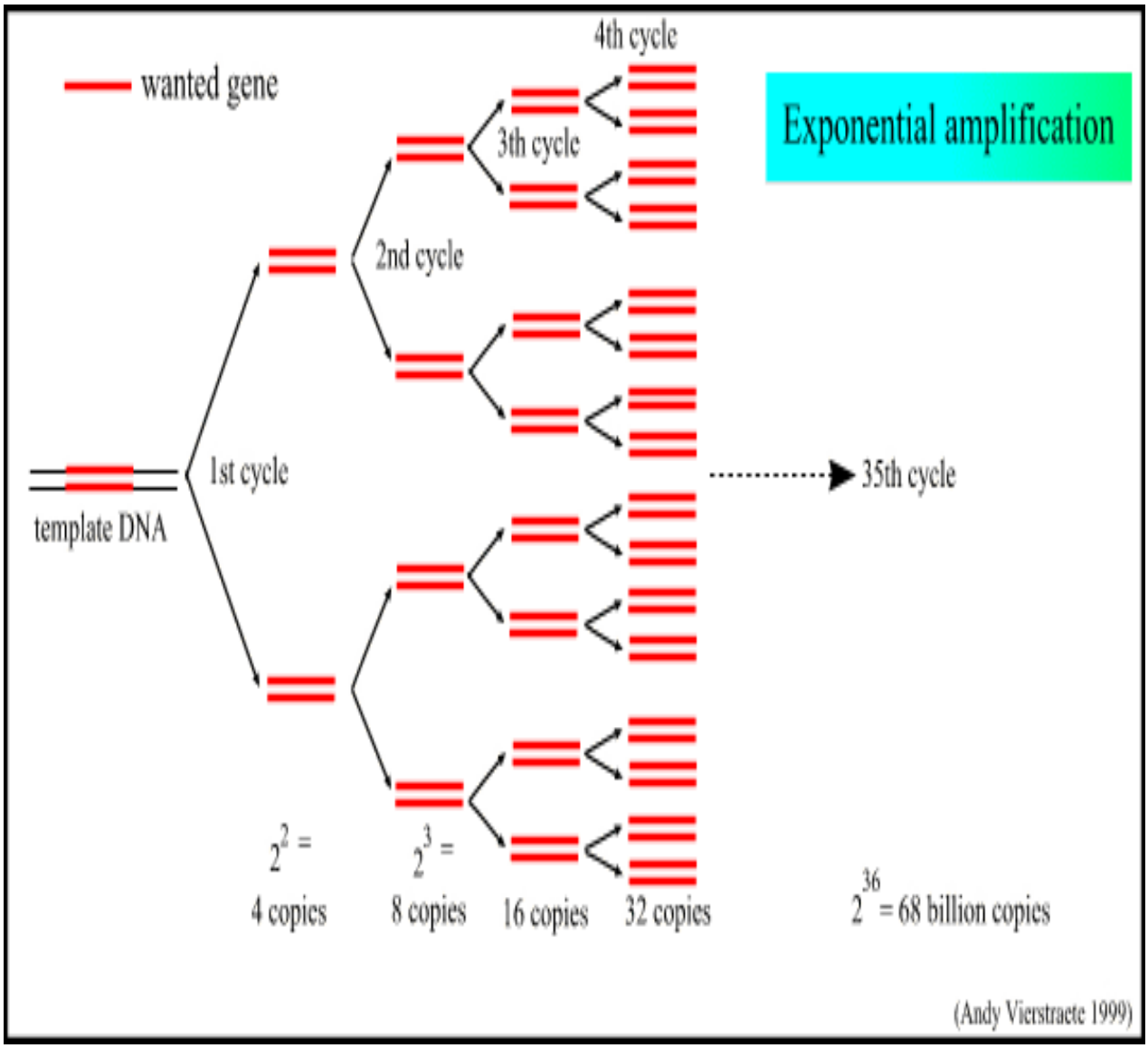
3- وجود نسخة من الحامض النووي DNA المراد نسخه.

4- مجموعة متفرقة من القواعد النتروجينية A, G, T, C ليتمكن الانزيم من ترتيبها في مواقعها اثناء عملية نسخ الحامض النووي DNA.

5- Primer : وهو قطعة صغيرة من الحامض النووي DNA ليتكمن الانزيم من بدء البناء والنسخ عليها.

6- محلول او وسط (dNTPs) ليتم فيه التفاعل والذي يختلف من تفاعل لاخر.

وكما موضح في المخطط التالي:



عملية النسخ:

بعد وضع الحامض النووي المراد نسخه مع البرايمر وانزيم البوليميز ومجموعة من الاحماض النووية في انبوبة داخل جهاز التحكم الحراري فان هناك ثلاثة مراحل منفصلة تمر بها عملية النسخ وهي:

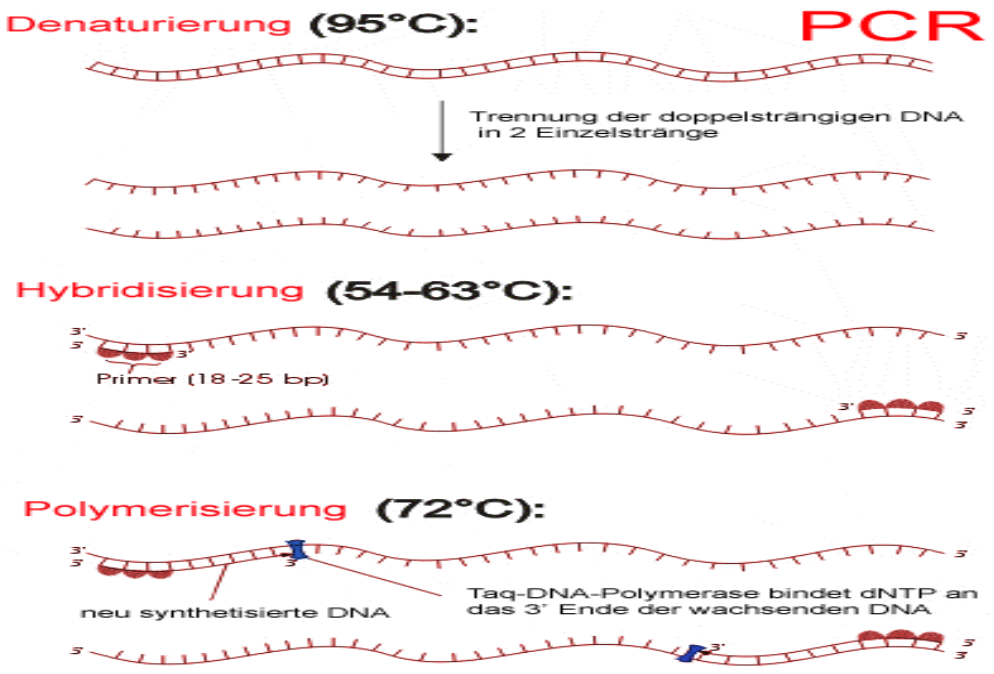
1- مرحلة التفكيك Denaturation : ويتم فيها رفع درجة الحرارة الى 94 مئوية لغرض فك ارتباط الحامض النووي الاصلي.

2- مرحلة الالتصاق Annealing : ويتم فيها خفض درجة الحرارة 55-60 مئوية لكي يقوم البرايمر بالارتباط فيزيائيا بواسطة الروابط الهيدروجينية مع الحامض النووي الاصلي.

3- مرحلة الامتداد Extension : ويتم فيها رفع درجة الحرارة الى 75 مئوي ليقوم البرايمر بعمله في بناء الحامض النووي الجديد.

وهذه المراحل الثلاث تعتبر دورة كاملة حيث يصبح فيها الحامض النووي DNA الاصلي قد تضاعف، وتعتمد كمية ناتج الحامض النووي على عدد الدورات.

وكما موضح في المخطط التالي:



تطبيقات PCR :

تستخدم تقنية PCR في مجالات عديدة مثل:

1. الكشف المباشر للعامل الممرض (جرثومي – فيروسي – طفيلي...)

2. تحديد الحمل الفيروسي Viral Load وتحديد إمكانية المعالجة أم لا

3. تحديد الأنماط الجينية Genotyping للفيروس الكبدي C

4. الأمراض الوراثية

5. تشخيص الأمراض السرطانية بالكشف الجيني للتوضع الغير طبيعي

6. تعيين الأنماط النسيجية HLA- tissuc typing في مجال زراعة الأعضاء

8. تلعب تقنية PCR دوراً هاماً في الطب الجنائي والشرعي.

وهناك نوعان من تقنية PCR:

1- PCR العادي: وهو ما تم شرحه اعلاه.

2- Real Time PCR (RT-PCR): وهو يقوم على نفس المبدأ لكن الخلاف الوحيد يكون مرتبط الجهاز بكمبيوتر لتحديد الوقت الحقيق لبدا التفاعل ومن ثم الكمية الحقيقية لعدد نسخ الحامض النووي DNA ويعتمد ذلك على وجود قواعد نتروجينية حرة مشعة لتحديد ذلك مما يسهل على الباحثين الوقت لتحدد وجود الجين بدون الوصول الى نهاية الدورات الحرارية المحددة.

أخيراً وليس أخرا، كانت تقنية PCR تستخدم في تسعينيات القرن الماضي كاختبارات استقصائية متممة، ولكن في نهاية القرن العشرين بدأت هذه التقنية تحل محل تقنيات كثيرة أخرى لأنها أثبتت فعالية كبيرة ودقة ممتازة. وفي مطلع القرن الواحد والعشرين وبعد إتمام سلسلة الجينوم البشري، أصبح ينظر إلى كامل هذا القرن بأنه قرن الجينوميات Genomics وسيكون لتقنية PCR دوراً أساسياً في هذه الثورة العلمية الكبرى.

أسئلة الفصل السادس:

س1/ اذا كان السكر المرتبط بالقاعدة النتروجينية من نوع 2- دي اوكسي فكيف يتم تسمية النيوكليوسيدات الاربع الرئيسية؟ موضحا تركيبهم الكيميائي.

س2/ لماذا جميع النيوكليوتيدات المحتوية على فوسفات هي أحماض؟

س3/ اكتب التركيب الكيميائي لثلاث نيوكليوتيدات مرتبطة مع سكر دي اوكسي الموجودة في الاحماض النووية DNA , RNA للخلايا؟

س4/ ما هي وظيفة كل من حامض الادينااليك وحامض اليوريداليك؟

س5/ كيف يتكون AMP الحلقي؟ وما هي الوظائف التي يقوم بها في الانسان والحيوان؟

س6/ ماهو الفرق بين الاحماض النووية DNA و RNA من ناحية التركيب الكيميائي؟

س7/ ماهي اوجه الاختلاف بين الاحماض النووية الدي اوكسي الرايبوزية المعزولة من انواع مختلفة من الكائنات؟

س8/ ارسم مخطط يوضح التاصر الهيدروجيني بين السلسلتين المتقابلتين (T=A) لجزيء DNA ؟

س9/ ارسم مخطط يوضح التاصر الهيدروجيني بين السلسلتين المتقابلتين (G=C) لجزيء DNA ؟

س10/ مالمقصود بدرجة الذوبان؟ ولماذا تزداد درجة الذوبان بصورة خطية مع ازدياد ازواج القواعد G=C ؟

س11/ ارسم مخطط يوضح بالتفصيل منحنى درجة الذوبان لـ DNA البكتيري؟

س12/ لماذا تمتص النيوكليوتيدات الطليقة ضوءا" اكبر؟

س13/ ما المقصود بالطفرة الوراثية؟ وماهي العوامل المؤثرة عليها؟

س14/ اذكر ثلاث خصائص لكل من:-

1- tRNA. 2- mRNA. 3-rRNA