الفصل / 1 : مقدمة في النباتات

<table>
<tr><td colspan="12">النباتات</td></tr>
<tr><td colspan="3">اللاوعائية</td><td colspan="9">الوعائية</td></tr>
<tr><td rowspan="3">الحزازيات</td><td rowspan="3">الحشائش البوقية</td><td rowspan="3">الحشائش الكبدية</td><td colspan="3">لا بذرية</td><td colspan="6">بذرية</td></tr>
<tr><td rowspan="2">الحزازيات الصواجانية (السنبلة)</td><td colspan="2">السرخسيات</td><td colspan="4">معراة البذور</td><td colspan="2">مغطاة البذور</td></tr>
<tr><td>النباتات المخنثة (ذيل الحصان)</td><td>الخنشاريات</td><td>السيكادات</td><td>النيتوفايت</td><td>الجنكيات</td><td>الخروطيات</td><td colspan="2">النباتات الزهرية</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>ذات الفلقة</td><td>ذات الفلقتين</td></tr>
</table>

1 – 1 : النباتات اللاوعائية :-

❁ ***تنوع النباتات اللاوعائية*** : توجد في الأماكن الرطبة الظليلة + تخزن الغذاء على شكل نشا + صغيرة الحجم + تفتقر إلى تراكيب لنقل الماء والمواد الأخرى (لا وعائية) لذا تنقلها بالانتشار والخاصية الأسموزية .

1/ قسم الحزازيات : المميزات : ليس لديها أوراق بل تراكيب شبيهة بها تقوم بالبناء الضوئي + لديها أشباه جذور لتثبتها في التربة أو غيرها من السطوح + سيقانها تنمو عموديا أو متدلية .

فحم الخَث (فحم البيت) : حزازيات تراكمت عبر الزمن وتعفنت وشكلت ترسبات عميقة منه .

2/ قسم الحشائش البوقية : سبب التسمية : الطور البوغي فيها يشبه البوق (القرن) .

المميزات : وجود بلاستيدة خضراء واحدة كبيرة في الطورين المشيجي والبوغي

+ ينتج الطور البوغي معظم الغذاء المهم للطورين .

3/ قسم الحشائش الكبدية : سبب التسمية : مظهرها يشبه الكبد ولأنها كانت تُستعمل في علاج أمراض الكبد .

المميزات : تنمو موازية لسطح الأرض + تنمو في المناطق الاستوائية والقطبية + هي إما أن تكون : [ثالوسية (جسمية) : تركيبها مجزأ ولين أو ورقية : لها سيقان تحمل تراكيب تشبه الورقة]

+ لها أشباه جذور .

* الانتشار : انتقال المواد المذابة من خارج الخلية إلى داخلها عبر غشاء الخلية عندما يكون تركيز المواد المذابة خارج الخلية أكبر من تركيزها داخلها .

* الخاصية الأسموزية : انتقال الماء من خارج الخلية إلى داخلها عبر الغشاء الخلوي عندما يكون تركيز المواد المذابة داخل الخلية أكبر من تركيزها خارجها .

2 – 1 : النباتات الوعائية اللابذرية :-

❁ **تنوع النباتات الوعائية اللابذرية** : لها أنسجة وعائية + تُظهر تنوعا كبيرا في الشكل والحجم + الطور البوغي يوجد على شكل حامل بوغي (تجمعٌ متراصٌ من التراكيب الحاملة للأبواغ) + أفضل تكيفاً للعيش في البيئات الجافة .

1/ قسم النباتات الصولجانية : الفحم الحجري : بقايا الغطاء النباتي الذي كان أغلبه من الصولجانيات تحول مع مرور الزمن وأصبح جزءاً من الفحم الحجري المستعمل كوقود .

المميزات : الطور البوغي هو السائد + تراكيبها التكاثرية التي تنتج الأبواغ صولجانية الشكل تشبه السنبلة + لها جذور تنمو من قاعدة الساق + لها سيقان إما متفرعة أو غير متفرعة وتنمو عمودية أو زاحفة + ولها تراكيب حرشفية تشبه الأوراق + معظمها نباتات هوائية (نباتات تعيش متعلقة بنبات آخر أو جسم آخر) .

2/ قسم السرخسيات (النباتات المجنحة) : المميزات : الطور البوغي الناضج أكبر بكثير من الطور المشيجي + تستطيع العيش في الظروف الجافة + تنتج الطور البوغي دون إخصاب + يُكوِّن الطور البوغي جذوراً و الرايزوم (ساق سميكة تحت الأرض تخزن الغذاء) + تعد الأوراق (السعفة) من الطور البوغي + يحتوي الكيس البوغي (البثرة) على عدة محافظ بوغية بداخل كل منها الأبواغ .

نباتات التنظيف : تسمى نباتات ذيل الحصان بهذا الإسم لأنها كانت تُستعمل في تنظيف القدور وأواني الطبخ قديماً لاحتوائها على مادة كاشطة تسمى السيليكا .

3 – 1 : النباتات الوعائية البذرية :-

❁ **تنوع النباتات البذرية** : أكثر النباتات انتشاراً على الأرض + تنتج بذوراً تحتوي كل بذرة على طور بوغي صغير يحيط به نسيج لحمايته + للبذور فلقة أو أكثر من فلقة + الطور البوغي هو السائد .

الفلقة : تركيب يخزن الغذاء أو يساعد النبات البوغي الصغير على امتصاص الغذاء .

المغطاة البذور : هي نباتات تشكل بذورها جزءاً من الثمرة .

المعراة البذور : هي نباتات لا تشكل بذورها جزءاً من الثمرة .

انتشار البذور في البيئة : يُعد مهماً لأنه يمنع التنافس بين النباتات الجديدة وآبائها .

الانقسام المنصف للأبواغ ينتج عنه : النبات المشيجي المذكر (حبوب اللقاح) + النبات المشيجي المؤنث (البويضة) .

1/ **قسم نباتات السيكادات** : **المميزات** : تنمو المخاريط الذكرية والمخاريط الأنثوية على نباتات منفصلة + سيقانها طرية تتكون غالباً من نسيج خازن + معراة البذور .

المخروط : يحتوي على التراكيب الذكرية والأنثوية كل على حدة .

2/ **قسم نباتات النيتوفايت** : **المميزات** : جذورها خازنة كبيرة + لها ورقتان تستمران في النمو + تحصل على الرطوبة من الضباب أو الندى أو المطر بوساطة أوراقه + معراة البذور .

3/ **قسم النباتات الجنكية** : **المميزات** : أوراقها صغيرة تشبه المروحة + الأجهزة التكاثرية الذكرية والأنثوية على نباتات منفصلة + تتحمل التلوث + معراة البذور .

س : علل : الأشجار الجنكية المذكرة مفضلة أكثر من المؤنثة لزراعتها في المدن .

حـ : لأن المخاريط اللحمية للأشجار الجنكية المؤنثة تفوح منها رائحة نتنة .

4/ **قسم النباتات المخروطية** : **المميزات** : متباينة الحجم + مهمة اقتصادياً لأنها مصدر للأخشاب ولب الورق والمواد الراتنجية + المخاريط الذكرية والأنثوية على أغصان مختلفة من الشجرة نفسها + أغصانها متدلية فيمنع ذلك الثلوج من تكسير أغصانها + تغطى أوراقها الإبرية أو الحرشفية بطبقة شمعية خارجية من الكيوتين فيقلل ذلك من فقد الماء + معظمها نباتات دائمة الخضرة لأن أوراقها خضراء طوال العام مثل جوز الهند + بعضها نباتات متساقطة الأوراق مثل السرو + معراة البذور .

أمثلة : الصنوبر + السرو + التنوب + الخشب الأحمر .

5/ **قسم النباتات الزهرية** : **المميزات** : أوسع النباتات انتشارا + مغطاة البذور + منها ذات الفلقة والأخرى ذات الفلقتين .

دورات الحياة : تتراوح دورات الحياة بين أسابيع أو سنوات كالتالي :

النوع	المميزات	الأمثلة
سنوية	تكمل دورة حياتها في فصل نمو واحد أو أقل	نباتات الحديقة + معظم الأعشاب
ثنائية الحول	تمتد دورة حياتها على مدى عامين	الجزر + اللفت + الشمندر
معمرة	تنتج أزهارا وبذورا كل عام	أشجار الفواكه + الشجيرات + السوسن + الورد + النباتات العنبية

الفصل / 2 : تركيب النبات ووظائف أجزائه

1 – 2 : خلايا النبات وأنسجته :-

❁ ***خلايا النبات*** : الصفات الفريدة للخلية النباتية : الجدار الخلوي + الفجوة المركزية الكبيرة + البلاستيدات الخضراء . هناك 3 أنواع من الخلايا النباتية تشكل الأنسجة النباتية ، وهي في الجدول التالي :

نوع الخلية	المميزات	الوظائف
البرنشيمية	كثيرة + رقيقة الجدران + مرنة + أساس تركيب النبات	التخزين + البناء الضوئي + تبادل الغازات + الحماية + تعويض الأنسجة التالفة أو استبدالها
الكولنشيمية	طولية الشكل + توجد على صورة سلاسل أو أسطوانات طويلة + سميكة الجدران + مرنة	دعامة الأنسجة المحيطة + إعطاء النبات المرونة + تعويض الأنسجة التالفة أو استبدالها
الإسكلرنشيمية	تفتقر إلى السيتوبلازم والمكونات الحية + صلبة الجدران + لها نوعان : ألياف و خلايا حجرية	الدعامة + النقل

❁ ***الأنسجة النباتية*** : **النسيج** : هو مجموعة من الخلايا تعمل معا للقيام بوظائف معينة .

1/ **الأنسجة المولِّدة** : تُكوِّن مناطق تنقسم خلاياها بسرعة ، وهي 3 أقسام مبينة في الجدول التالي :

النوع	المميزات
الأنسجة المولدة القمية	موجود عند قمم الجذور والسيقان + تسبب زيادة طول النبات
الأنسجة المولدة البينية	موجود على طول سيقان نباتات الفلقة الواحدة + تسبب طول الساق أو الأوراق
الأنسجة المولدة الجانبية	موجود في معراة البذور وذوات الفلقتين وقليل من ذوات الفلقة + تسبب الزيادة في قطر الساق والجذر
	الكامبيوم الوعائي : أسطوانة رقيقة من النسيج المولد تمتد على طول الساق والجذر يُنتج خلايا جديدة تختص بالنقل في بعض الجذور والسيقان .
	الكامبيوم الفليني : يُنتج خلايا تُكوِّن جدراً قاسيةً وتشكل هذه الخلايا طبقةً خارجيةً واقيةً على السيقان والجذور .

2 / **الأنسجة الخارجية** (**البشرة**) : هي طبقة من الخلايا التي تُكوِّن الغطاء الخارجي للنبات .

الكيوتكل : مادة دهنية تفرزها خلايا البشرة ، **وظيفتها** : التقليل من فقد الماء + منع البكتيريا والميكروبات المسببة للأمراض من دخول النبات . **للبشرة** 3 **أقسام وهي كالتالي** :

النوع	المميزات
الثغور	هي فتحات صغيرة في الأوراق وبعض السيقان الخضراء يدخل خلالها ثاني أكسيد الكربون والماء والأكسجين وغازات أخرى
	الخليتان الحارستان : هما الخليتان المشكلتان للثغر ومهمتهما فتح الثغر وإغلاقه .
الشعيرات الورقية	نتوءات تنتجها خلايا البشرة على الأوراق والسيقان ومهمتها : حماية النبات من الحشرات والحيوانات المفترسة + تطلق بعضها مواد سامة عند لمسها + تحفظ النبات بارداً لأنها تعكس أشعة الشمس
الشعيرات الجذرية	امتدادات هشة تخرج من خلايا البشرة في الجذر ومهمتها : زيادة المساحة السطحية للجذر + امتصاص الماء والمواد بكميات أكبر

3 / **الأنسجة الوعائية** : مهمتها نقل الماء والغذاء والمواد المذابة ، وهي على نوعين هما : الخشب + اللحاء

النوع	المميزات
الخشب	هو النسيج الوعائي الناقل للماء والمواد الذائبة فيه بعيداً عن الجذور ، ويتألف من خلايا متخصصة هي الأوعية الخشبية والقصيبات .
	الأوعية الخشبية : خلايا أنبوبية تتراص طرفا لطرف فتشكل أشرطة من الخشب مفتوحة الطرفين ، ومهمتها : تسمح للماء والمواد المذابة فيه بالتدفق بحرية خلالها .
	القصيبات : خلايا أسطوانية الشكل طويلة ذات أطراف مثقبة وتتكون عند نضجها من جدر خلوية فقط ، وهي أقل كفاءة في عملية النقل من الأوعية الخشبية .
اللحاء	هو النسيج الوعائي الرئيس الذي ينقل الغذاء : من الأوراق والسيقان إلى الجذور + من الجذور إلى السيقان والأوراق .
	الخلايا الحجرية + الألياف : لا تستعمل في النقل إنما توفر الدعم للنبات فقط .
	الأنابيب الغربالية + الخلايا المرافقة : تتحكم في عملية نقل الغذاء من الجذور إلى السيقان والأوراق ذهاباً وإياباً .
	الصفائح الغربالية (الخلوية) : لها ثقوب واسعة تسمح بمرور المواد المذابة من خلالها .

4 / **الأنسجة الأساسية** : تتكون من خلايا : برنشيمية + كولنشيمية + إسكلرنشيمية .

وظيفتها : 1/ تقوم البلاستيدات الخضراء فيها بالبناء الضوئي وإنتاج الجلوكوز .

2/ تقوم الفجوات الكبيرة فيها بتخزين السكريات والنشاء والزيوت ومواد أخرى .

3/ تقوم بدور الدعامة في النبات .

2 – 2 : هرمونات النباتات واستجاباتها :-

❁ **الهرمونات النباتية** : مركبات عضوية تُصنع في جزء معين من المخلوق الحي وتنتقل إلى جزء آخر وتؤثر فيه .

هناك 4 أنواع للهرمونات النباتية موضحة في الجدول التالي :

أسم الهرمون	المميزات	الوظيفة
الأكسين	يُنتج في القمة النامية والبراعم والأوراق الصغيرة	ينبه استطالة الخلايا + يسبب سيادة القمة النامية فينمو النبات نحو الأعلى + يؤثر في تكوين الثمار ويؤخر سقوطها
الجبريلينات	تنتقل في الأنسجة الوعائية	تسبب استطالة الخلايا وتحفز انقسامها فيزيد طول النبات + تؤثر في نمو البذور
الإيثيلين	الهرمون الغازي الوحيد + يوجد في الثمار الناضجة والأوراق والأزهار المتساقطة + ينتقل عبر اللحاء + ينتشر بين الخلايا	يؤثر في الثمار في مرحلة النضج فتصبح طرية حلوة المذاق
السايتوكاينينات	تُنتج في الخلايا سريعة الانقسام + تنتقل عبر الخشب	تحفز النمو + تحفز انقسام الخلايا

س : لماذا يشحن المزارعون ثمارهم غير ناضجة ؟ وكيف يعالجونها حين تصل لوجهتها النهائية ؟

جـ : لأن الثمار الناضجة معرضة للإصابة بالكدمات والتلف . يعالجونها بالإيثيلين لتنضج سريعاً .

❁ ***استجابة النبات*** :

* **استجابة الحركة : استجابة النبات مؤقتاً والتي تسبب الحركة بغض النظر عن اتجاه المنبه .**

* **استجابات النمو (الانتحاء) : نمو النبات استجابةً لمنبه خارجي ، وهو على نوعين :**

موجب نحو الجاذبية أو سالب عكس الجاذبية .

الانتحاء	المنبه	الاستجابة
الضوئي	الضوء	النمو نحو الضوء
الأرضي	الجاذبية	موجب : نمو نحو الأسفل أو سالب : نمو نحو الأعلى
اللمسي	ميكانيكي	نمو نحو نقطة التماس أو الملامسة

الفصل / 3 : التكاثر في النباتات الزهرية

1 – 3 : الأزهار :-

❁ ***أعضاء الزهرة*** : الأزهار هي الأعضاء التكاثرية في النباتات الزهرية ، وتتركب من عدة أجزاء هي :

1 / **السبلات** : أوراقها خضراء ، **ووظيفتها** : حماية براعم الأزهار .

2 / **البتلات** : أوراقها ملونة ، **ووظيفتها** : جذب الملقحات + توفير موضع للملقحات للوقوف على الزهرة .

3 / **الأسدية** : تراكيب التكاثر الذكرية . **وتتكون السداة من جزأين هما** :

الجزء	الوظيفة
الخيط	يحمل المتك ويدعمه
المتك	توجد داخله خلايا تنقسم عدة انقسامات لتُكوِّن حبة اللقاح وبداخلها مشيجان مذكران

4 / **الكربلة** : عضو التكاثر الأنثوي . **وتتكون من ثلاثة أجزاء هي** :

الجزء	الوظيفة
الميسم	المكان الذي يحدث فيه التلقيح
القلم	يربط الميسم بالمبيض
المبيض	يُكوِّن البويضة الناضجة

❁ ***تكيفات الزهرة*** :

* **الفروق التركيبية** :

الأزهار الكاملة : هي الأزهار التي لها سبلات وبتلات وأسدية وكربلة واحدة أو أكثر .

الأزهار الناقصة : هي الأزهار التي تفتقر إلى واحدة أو أكثر من هذه الأعضاء .

الأزهار ثنائية الجنس : هي الأزهار التي لها أسدية وكرابل ، **مثل** : تباع الشمس .

الأزهار أحادية الجنس : هي الأزهار التي لها إما أسدية أو كرابل ، **مثل** : النخيل والخيار والقرع .

عدد البتلات : إذا كان عدد البتلات 4 أو 5 أو مضاعفاتهما >>> يكون النبات من ذوات الفلقتين .

إذا كان عدد البتلات 3 أو مضاعفاتها >>> يكون النبات من ذوات الفلقة الواحدة .

* **آليات التلقيح** :

1 / **التلقيح بوساطة الحيوانات** : تقوم الحشرات والحيوانات الصغيرة بنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى ، ويجذبها للأزهار إما ألوانها الزاهية أو رائحتها القوية أو رحيقها السائل حلو المذاق .

2 / **التلقيح بوساطة الرياح** : **الأسدية** : تنتج الكثير من حبوب اللقاح خفيفة الوزن + تكون معرضة للرياح .

المياسم في الكرابل : كبيرة + واسعة .

3 / **التلقيح الذاتي والخلطي** : الأزهار إما أن تلقح نفسها أو أن تلقح زهرةً أخرى على النبات نفسه ، بعض الأزهار يجب أن تُلقح خلطياً حيث تستقبل حبوب لقاح من نبات آخر .

* **طول الفترة الضوئية** :

الفترة الضوئية : هي العامل الحاسم الذي يؤثر في الإزهار وهي عدد ساعات الظلام المتواصلة التي يتعرض لها النبات .

الفترة الحرجة : هي عدد ساعات الظلام التي تحتاجها الزهرة حتى تبدأ في النمو وتزهر .

تصنيف النباتات الزهرية حسب الفترة الحرجة في الجدول التالي :

نوع النبات	الفترة الحرجة	معلومات
نبات النهار القصير	تتعرض لعدد ساعات ظلام أكبر من الفترة الحرجة لها	تزهر شتاءً وربيعاً وخريفاً
نبات النهار الطويل	تتعرض لعدد ساعات ظلام أقل من الفترة الحرجة لها	تزهر صيفاً
نبات النهار المتوسط	تتعرض لساعات ظلام ليس كبيراً أو صغيراً	تزهر في المناطق الاستوائية
نبات النهار المحايد	يزهر النبات في مدى فوق عدد ساعات الظلام	عدد ساعات الظلام غير مؤثر

2 – 3 : *النباتات الزهرية* :-

❁ ***دورة الحياة*** : الجيل البوغي هو السائد في النباتات الزهرية ويدعم الجيل المشيجي .

* **نمو الطور المشيجي** :

1/ **الكرابل** : تنقسم خلية متخصصة في المبيض عدة انقسامات حتى يتكون في البوغ الأنثوي الكبير 8 أنوية : النواتان القطبيتان في المنتصف + 3 أنوية عند فتحة النقير أحدها تتحول لبويضة + 3 أنوية في الجهة الأخرى ، تشكل جميعا الطور المشيجي الأنثوي الناضج .

2/ **الأسدية** : تنقسم خلايا متخصصة في المتك عدة انقسامات حتى يتكون في البوغ الذكري الصغير نواتان : النواة الأنبوبية (الخضرية) وهي كبيرة + النواة المولدة (التناسلية) ، تشكل جميعا الطور المشيجي الذكري الناضج .

* **التلقيح والإخصاب** :

1/ **النواة المولدة (التناسلية)** $\xleftarrow{\text{انقسام متساوي}}$ **نواتان مشيجيتان مذكرتان** .

2/ **نواة مشيج مذكر** + **بويضة** <<< **لاقحة** (**طور بوغي جديد**) (2n)

3/ **نواة مشيج مذكر** + **نواتان قطبيتان** <<< **إندوسبيرم** (3n)

❁ ***نتائج التكاثر*** : **بعد الإخصاب** : تصبح البويضة هي البذرة + يصبح المبيض هو الثمرة .

* نمو البذرة والثمرة :

اللاقحة : تنمو مكونةً الجنين ، وهو إمّا ذو فلقة أو فلقتين .

الإندوسبيرم : يوفر التغذية للجنين .

غلاف البذرة : نسيج واقي مُؤلَّف من تصلب الطبقات الخارجية للبويضة .

* انتشار البذور : تساعد الثمار على انتشار البذور بالإضافة إلى حمايتها ، ويزيد انتشار البذور بعيداً عن النبات الأم من معدل بقاء النسل .

* إنبات البذور : عملية بدء نمو الجنين .

عوامل تؤثر في الإنبات : الماء + الأكسجين + درجة الحرارة .

الجُذير : أول جزء من الجنين يظهر خارجًا من البذرة . يبدأ امتصاص الماء والمواد المغذية من البيئة

السويقة تحت الفلقية : أول جزء من الجنين (البادرة) يظهر فوق سطح التربة .

مرحلة الكمون : مرحلة لا نمو أو قليلة النمو تدخلها معظم البذور الناتجة عند نهاية فصل النمو .

أنواع الثمار : تنقسم إلى 4 أنواع هي كما يلي :

نوع الثمرة	مثال	الوصف
لحمية بسيطة	الخوخ والتفاح والعنب والبرتقال والطماطم	قد تحتوي على بذرة أو أكثر
مجمعة (ملتحمة)	الفراولة	تتكون من أعضاء زهرية عديدة ملتحمة ببعضها
مركبة (مضاعفة)	الأناناس والتين والتوت	تتكون من أزهار عديدة ملتحمة معاً
جافة	القرون والمكسرات والحبوب	جافة عند نضجها

الفصل / 4 : تركيب الخلية ووظائفها

1 – 4 : التراكيب الخلوية والعضيات :-

❁ **أنواع الخلايا** : تُعد الخلايا الوحدات الأساسية للمخلوقات الحية جميعها . قسمها العلماء إلى مجموعتين :

الخاصية	الخلايا بدائية النواة	الخلايا حقيقية النواة
الحجم	صغيرة	أكبر بمئات المرات
النواة	لا توجد	توجد
عضيات محاطة بأغشية	لا توجد	توجد
أمثلة	معظم الكائنات وحيدة الخلية كالبكتيريا	بعض الكائنات وحيدة الخلية كالطحالب والخميرة + معظم المخلوقات الحية

الغشاء البلازمي : هو حاجز خاص يساعد على ضبط ما يدخل إلى الخلية وما يخرج منها .

العضيات : هي تراكيب خاصة تقوم بوظائف محددة .

النفاذية الاختيارية : خاصية سماح الغشاء البلازمي بمرور بعض المواد إلى الخلية ومنع مواد أخرى .

❁ **تركيب الغشاء البلازمي** : يتكون الغشاء البلازمي من طبقة من الدهون المفسفرة المزدوجة حيث تتجه الرؤوس القطبية مبتعدة عن بعضها نحو الداخل والخارج بينما تترتب الذيول المزدوجة غير القطبية مقابل بعضها .

مكونات الغشاء البلازمي ووظائفها في الجدول التالي :

المكون	الوظيفة
الرؤوس القطبية	تنجذب إلى الماء لأنه قطبي مثلها فتتمكن من مواجهة السوائل داخل الخلية وخارجها
الذيول المزدوجة غير القطبية	تتنافر مع الماء فتفصل بيئة الخلية الداخلية عن بيئتها الخارجية
المستقبلات (بروتينات السطح الخارجي)	ترسل إشارات إلى داخل الخلية
بروتينات الغشاء البلازمي (السطح الداخلي)	تربط الغشاء مع تراكيب الدعم الخلوية الداخلية فتعطي الخلية شكلاً مميزاً
البروتينات الناقلة	قنوات تدخل من خلالها المواد التي تحتاجها إليها الخلية أو تخرج منها الفضلات
الكولسترول غير القطبي	تمنع التصاق ذيول الأحماض الدهنية بعضها مع بعض مما يساهم في سيولة الغشاء
كربوهيدرات الغشاء البلازمي	تحدد خصائص الخلية وتساعدها على معرفة الإشارات الكيميائية فتميز الخلايا الضارة مثلاً

* النموذج الفسيفسائي المائع : بحر من الدهون المفسفرة المزدوجة تعوم فيه الجزيئات في الغشاء البلازمي .

❁ **السيتوبلازم والهيكل الخلوي** :

* الهيكل الخلوي : شبكة مكونة من خيوط دقيقة وأنيبيبات دقيقة .

وظيفته : تدعم الخلية وتعطيها شكلها وتُثبِّت العضيات داخلها + يساعد على حركة الخلية وأنشطتها الأخرى .

المكون	الشكل	الوظيفة
الخيوط الدقيقة	خيوط بروتينية رفيعة طويلة	تعطي الخلية شكلها + تمكنها من الحركة
الأنيبيبات الدقيقة	تراكيب أسطوانية طويلة مجوفة من البروتين	تُكوِّن هيكلاً صلباً + تساعد على حركة المواد داخل الخلية

❁ تراكيب الخلية :

* **النواة** : هي التركيب الذي ينظم عمليات الخلية . وتتألف من عدة مكونات في الجدول التالي :

العضية أو المكون	الوظيفة
الغلاف النووي	غشاء مزدوج يحيط بالنواة وهو حاجز يضبط ما يدخل للنواة وما يخرج منها
الثقوب النووية	تسمح للمواد الأكبر حجماً بدخول النواة والخروج منها
النوية	مصنع إنتاج الرايبوسومات
الرايبوسومات (RNA + بروتين)	موقع بناء البروتينات
السائل النووي	تنغمر فيه مكونات النواة وتتحرك بحرية
المادة الكروماتينية (DNA + بروتين)	تكوين الجينات الوراثية
الكروموسوم (DNA + بروتين)	عبارة عن كروماتيدين متطابقين يحملان نفس الصفات الوراثية أحدهما من الأب والآخر من الأم
الكروماتيد	هو نسخة واحدة من كروموسوم مضاعف ويحمل آلاف الجينات الوراثية
الجين	الوحدات الأساسية للوراثة في الكائنات الحية تتكون من قطعة من ال DNA وتتعلق بصفة محددة
DNA	يخزن المعلومات التي تستخدم في بناء البروتينات اللازمة لنموها ووظيفتها وتكاثرها
RNA	قراءة المعلومات المخزنة على DNA لصناعة البروتينات

* **الرايبوسومات** : غير محاطة بغشاء ، أماكن تواجدها : النوية + الشبكة الإندوبلازمية الخشنة + السيتوبلازم .

الرايبوسومات الحرة الموجودة في السيتوبلازم : تنتج بروتينات تستخدم داخل سيتوبلازم الخلية .

الرايبوسومات المرتبطة بالشبكة الإندوبلازمية : تنتج بروتينات إما أن تكون جزءاً من الغشاء البلازمي أو تُنقل البروتينات إلى خارج الخلية أو تنتقل إلى عضيات أخرى .

* **الشبكة الإندوبلازمية** : وهي على نوعين هما :

الشبكة الإندوبلازمية	الوظيفة
الخشنة	توجد عليها رايبوسومات تصنع البروتينات تمهيداً لنقلها إلى الخلايا الأخرى
الملساء	تقوم ببناء الكربوهيدرات والدهون المعقدة والمفسفرة + إزالة السموم في الكبد

* **جهاز جولجي** : أغشية أنبوبية متراصة ومسطحة .

وظيفتها : تستقبل البروتينات التي تصنعها الرايبوسومات المرتبطة بالشبكة الإندوبلازمية الخشنة ثم تقوم بتعديلها وترتيبها وتغليفها لنقلها خارج الخلية .

* **الفجوات** : حويصلات محاطة بغشاء + كبيرة في الخلية النباتية + صغيرة في الخلية الحيوانية إن وجدت .

وظيفتها : تخزين الغذاء والإنزيمات والمواد التي تحتاجها الخلية أو تخزين الفضلات .

* **الأجسام المحللة (الليسوسومات) : حويصلات محاطة بغشاء تحوي مواد هاضمة .**

وظيفتها : هضم وتحليل العضيات وجزيئات المواد المغذية الزائدة وتهضم أيضا البكتيريا والفيروسات التي تهاجم الخلية .

* **المريكزات : مجموعة من الأنيبيبات الدقيقة قريبة من أنوية الخلايا الحيوانية .**

وظيفتها : تعمل في أثناء انقسام الخلية الحيوانية .

* **الميتوكندريا : عضيات محاطة بغشاء خارجي وغشاء داخلي كثير الطيات والانثناءات .**

وظيفتها : إنتاج الطاقة لذا تُعرف بمصانع الطاقة .

* **البلاستيدات الخضراء : عضيات توجد في الخلايا النباتية .**

وظيفتها : امتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية بواسطة عملية البناء الضوئي + تخزين النشا والدهون .

* **الجدار الخلوي : شبكة من الألياف السميكة الصلبة السيليولوزية تحيط بالخلية النباتية من الخارج .**

وظيفته : تحمي الخلية وتوفر لها الدعامة .

* **الأهداب والأسواط : أنيبيبات دقيقة مرتبة في نمط معين تغطي سطوح بعض حقيقية النواة تمتد خارج الغشاء البلازمي . والأهداب قصيرة وكثيرة أما الأسواط فأطول وأقل عدداً .**

وظيفتها : تساهم في الحركة والتغذية وسحب المواد نحو سطح الخلية .

2 – 4 : كيمياء الخلية :-

❁ **الكيمياء العضوية** : يدخل عنصر الكربون في معظم الجزيئات الحيوية . تستطيع ذرة كربون واحدة تكوين 4 روابط مشتركة مع الذرات الأخرى ، مما ينتج عنها مركبات عضوية متنوعة ، قد تكون على صورة : سلاسل مستقيمة أو سلاسل متفرعة أو مركبات حلقية .

❁ **الجزيئات الكبيرة (البوليمرات)** : جزيئات كبيرة مكونة من وحدات متكررة من مركبات متشابهة أو قريبة التشابه تسمى الوحدات الأساسية (مونومرات) ترتبط معاً بسلسلة من الروابط المشتركة (التساهمية) .

* أقسام المركبات الحيوية : تنقسم إلى 4 مجموعات رئيسة هي :

1/ الكربوهيدرات : تتكون من : الكربون (C) + الهيدروجين (H_2) + الأكسجين (O) بهذه النسب .

أنواعها : أ/ السكريات الأحادية (البسيطة) : مثل : الجلوكوز + الفركتوز .

ب/ السكريات الثنائية : مثل : سكر المائدة السكروز (جلوكوز + فركتوز) + اللاكتوز من مكونات الحليب .

جـ/ السكريات المتعددة : مثل : الجلايكوجين + السليلوز + الكايتين .

الوظيفة : مصدر للطاقة + مخزن للطاقة + دعم تركيبي .

2/ الدهون : تتكون من : أحماض دهنية + جلسرين + مكونات أخرى .

أنواعها : أ/ الدهون المشبعة : الروابط بين ذرات الكربون أحادية .

ب/ الدهون غير المشبعة : تحوي رابطة ثنائية أو أكثر بين ذرات الكربون .

جـ/ الدهون المفسفرة : دهون الغشاء الخلوي وهي لا تذوب في الماء .

د/ الستيرويدات : منها : الكولسترول + الهرمونات + فيتامين D .

الوظيفة : تخزن الطاقة + تشكل حواجز .

3/ البروتينات : تتكون من : أحماض أمينية (كربون + أكسجين + هيدروجين + نيتروجين) + ببتيدات

الوظيفة : دعم تركيبي + نقل المواد + إيصال الإشارات + زيادة سرعة التفاعلات + تكوين الهرمونات

الإنزيمات (محفزات حيوية) : بروتينات تسرع التفاعلات الحيوية بخفض طاقة التنشيط التي يتطلبها بدء التفاعل . تؤثر في الكثير من العمليات الحيوية .

طاقة التنشيط : هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل الكيميائي .

المحفز : مادة تقلل طاقة التنشيط التي يتطلبها بدء التفاعل الكيميائي ، إلا أنه لا يزيد من كمية نواتج التفاعل ولا يُستهلك في التفاعل .

المواد المتفاعلة : هي المواد التي ترتبط مع الإنزيم .

الموقع النشط : هو موقع ارتباط المادة المتفاعلة مع الإنزيم حيث يكون لهما شكل متطابق يمكنهما من الارتباط معا .

عوامل مؤثرة في نشاط الإنزيم : الرقم الهيدروجيني + درجة الحرارة .

4/ **الأحماض النووية** : جزيئات كبيرة معقدة تخزن المعلومات الوراثية وتنقلها .

وتتكون من وحدات صغيرة مكررة تسمى النيوكليوتيدات .

كل **نيوكليوتيد** يحتوي على : سكر خماسي الكربون + قاعدة نيتروجينية + مجموعة فوسفات .

أنواعها : أ/ DNA : الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين .

ب/ RNA : الحمض النووي الرايبوزي .

جـ/ ATP : الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ، وهو الذي يخزن الطاقة الكيميائية التي تستخدمها الخلايا في تفاعلاتها المختلفة ، حيث تتحرر الطاقة عند تكسير الرابطة بين مجموعتي الفوسفات ال 2 وال 3 .

الفصل / 5 : الطاقة الخلوية

5 – 1 : كيف تحصل المخلوقات الحية على الطاقة ؟

❁ **تحولات الطاقة** : جميع العمليات الحيوية التي تحدث تحتاج إلى طاقة .

الطاقة : القدرة على إنجاز الشغل .

الديناميكا الحرارية : هي دراسة تدفق الطاقة وتحولها في الكون .

* قوانين الديناميكا الحرارية :

1/ **القانون الأول** (قانون حفظ الطاقة) : الطاقة يمكن أن تتحول من شكل إلى آخر ولكن لا يمكن أن تفنى أو تُستحدث إلا بمشيئة الله سبحانه وتعالى .

2/ **القانون الثاني** : يحدث فقدان في الطاقة عند تحولها من شكلٍ إلى آخر .

مثال على القانونين :

الغذاء (طاقة مخزنة) ⟵ (عندما نأكل) طاقة كيميائية ⟵ (عندما نركض) طاقة ميكانيكية + طاقة حرارية (مفقودة) .

* ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية :

أ/ **ذاتية التغذية** : مخلوقات حية قادرة على صنع غذائها بنفسها .

1/ **ذاتية التغذية الكيميائية** : مواد غير عضوية >>> طاقة كيميائية .

2/ **ذاتية التغذية الضوئية** : طاقة ضوء الشمس >>> طاقة كيميائية .

ب/ **غير ذاتية التغذية** : مخلوقات حية تحتاج إلى الطعام للحصول على الطاقة .

❁ **عملية الأيض** : سلسلة التفاعلات الكيميائية التي تُعَدُّ المادة الناتجة عن أحد تفاعلاتها مادةً متفاعلةً للتفاعل التالي مسارَ الأيض . **مسارات الأيض** نوعان هما :

1/ **مسارات الهدم** : تتحلل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة >>> تحرر الطاقة .

2/ **مسارات البناء** : بناء جزيئات كبيرة من جزيئات صغيرة >>> استهلاك الطاقة .

* **عملية البناء الضوئي** (بناء) : ماء + ثاني أكسيد الكربون ⟵ (ضوء الشمس) سكر + أكسجين .

* **التنفس الخلوي** (هدم) : المواد العضوية + أكسجين ⟵ ثاني أكسيد الكربون + ماء + طاقة .

❁ ATP : **وحدة الطاقة الخلوية** : وهو أهم الجزيئات الحيوية التي تزود الخلايا بالطاقة الكيميائية .

أشكال الطاقة : ضوئية + ميكانيكية + حرارية + كيميائية .

تركيب جزيء الطاقة ATP : ATP يعد أشهر نواقل الطاقة في خلايا جميع أنواع المخلوقات الحية ،

وهو عبارة عن نيوكليوتيد يتكون من : قاعدة نيتروجينية (الأدينين) + سكر الرايبوز + ثلاث مجموعات من الفوسفات .

وظيفة جزيء الطاقة ATP : ATP $\xrightarrow{\text{تتكسر الرابطة بين مجموعتي الفوسفات 2 و 3}}$ ADP + مجموعة فوسفات حرة .

2 – 5 :*البناء الضوئي* :-

❁ ***عملية البناء الضوئي*** : تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مخزنة داخل المركبات العضوية .

تحدث عملية البناء الضوئي في مرحلتين :

❁ ***المرحلة الأولى : التفاعلات الضوئية*** :

تقوم الثايلاكويدات بامتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية على شكل ATP و NADPH لاستخدامها في التفاعلات التي لا تعتمد على الضوء (اللاضوئية) .

* **البلاستيدات الخضراء** : عضيات كبيرة تشبه القرص تمتص الطاقة الضوئية في المخلوقات الحية التي تقوم بالبناء الضوئي . وتحتوي على جُزأين هما :

1/ **ثايلاكويدات** : مجموعة من الأغشية المسطحة تترتب في رزم تسمى **الغرانا** .

وظيفتها : مكان حدوث التفاعلات الضوئية .

2/ **اللُحمة** : سائل يملأ الفراغات المحيطة بالغرانا .

وظيفتها : مكان حدوث التفاعلات اللاضوئية .

* **الأصباغ** : جزيئات ملونة تمتص الضوء توجد في أغشية الثايلاكويد في البلاستيدات الخضراء . ومنها :

1/ **صبغتا الكلوروفيل** a و b : تعكس الضوء الأخضر .

2/ **صبغة بيتا-كاروتين** : تعكس الضوء الأصفر والبرتقالي والأحمر .

* **نقل الإلكترون** : يوجد في غشاء الثايلاكويد نوعان من البروتينات المعقدة المسماة بالأنظمة الضوئية ، يحتوي النظامين الضوئين (I و II) أصباغا تمتص الضوء وبروتينات تؤدي دوراً مهماً في التفاعلات الضوئية ، وأهمها **بروتين الفيرودوكسين** الذي ينقل الإلكترونات إلى ناقل الإلكترون $NADP^+$ مكونا الجزيء المخزن للطاقة NADPH .

* **الأسموزية الكيميائية** : هي عملية يتم فيها إنتاج جزيء ATP نتيجة انتقال الإلكترونات مع تدرج

التركيز حيث تنتقل أيونات H^+ من داخل الثايلاكويد إلى اللُحمة عبر قنوات في الغشاء تسمى إنزيمات بناء الطاقة .

❁ ***المرحلة الثانية : حلقة كالفن (عملية تثبيت الكربون) (ضوئية) :***

يتم فيها تخزين الطاقة في جزيئات عضوية مثل الجلوكوز وهذه المرحلة لا ضوئية وتحدث في اللُحمة ، حيث يقوم إنزيم روبيسكو بتحويل جزيئات ثاني أكسيد الكربون غير العضوية إلى جزيئات عضوية تستخدمها الخلية مصدراً للطاقة .

❁ ***مسارات بديلة :***

تحوي النباتات التي تعيش في مناخات قاسية مسارات بديلة في عملية البناء الضوئي تمكنها من تحويل الحد الأقصى من الطاقة مثل : نباتات C_4 + نباتات الأيض الحمضي العشبي .

3 – 5 :***التنفس الخلوي*** :-

❁ ***التنفس الخلوي*** : عملية تحصل من خلالها الكائنات الحية على الطاقة وذلك بجمع الإلكترونات من المركبات الكربونية مثل الجلوكوز واستخدام طاقتها في إنتاج جزيء ATP الذي يزود الخلايا بالطاقة لتؤدي وظائفها .

يحدث التنفس الخلوي في مرحلتين :

❁ ***المرحلة الأولى : التحلل السكري (لاهوائية) :***

تتحلل جزيئات السكر إلى جزيئات ATP و NADH والتي تدخل في سلسلة من التفاعلات حيث يكون الناتج النهائي عن تحلل جزيء واحد من سكر الجلوكوز : 2 بيروفيت (مخزن للطاقة) + 2 ATP .

❁ ***المرحلة الثانية : التنفس الهوائي*** : وهذه تتم على خطوتين :

1 / حلقة كربس : سلسلة التفاعلات التي يتحلل فيها البيروفيت إلى حمض الستريك ثم إلى ثاني أكسيد الكربون ، حيث يكون الناتج النهائي عن جزيئي بيروفيت :

$$FADH_2\ 2 + NADH\ 8 + ATP\ 2 + CO_2\ 6$$

2 / سلسلة نقل الإلكترون : تستخدم الإلكترونات عالية الطاقة وأيونات الهيدروجين من جزيئات NADH و $FADH_2$ التي أنتجت في حلقة كربس لتحويل ADP إلى ATP . في المخلوقات الحية حقيقية النواة ينتج عن تحلل كل جزيء من الجلوكوز 36 جزيئاً من ATP .

❁ ***التنفس اللاهوائي*** : المسار اللاهوائي الذي يتبع عملية التحلل السكري هو التنفس اللاهوائي أو التخمر

، يحدث في السيتوبلازم ويعيد تزويد الخلية بجزيئات NAD^+ الضروري للتحلل السكري لاهوائياً .

أنواع التخمر : 1/ **التخمر اللبني** (**تخمر حمض اللاكتيك**) : **تنتجه العضلات الهيكلية عند عدم وجود الأكسجين الكافي في الجسم نتيجة القيام بالتمارين الرياضية المجهدة مثلا ، وكذلك تنتجه المخلوقات الحية الدقيقة التي تُستخدم في إنتاج الجبن واللبن والقشدة .**

2/ **التخمر الكحولي** : **يحدث في الخميرة وبعض أنواع البكتيريا .**

❁ ***عمليتا البناء الضوئي والتنفس الخلوي*** : **تشكل هاتان العمليتان دورة ، فالمواد الناتجة عن أحد هذه المسارات الأيضية تشكل مواد متفاعلة للمسار الأيضي الآخر .**

الفصل / 6 : التكاثر الخلوي

6 – 1 : النمو الخلوي :-

❁ ***حدود حجم الخلية*** :

* **نسبة مساحة السطح إلى الحجم : هذا هو العامل الرئيس الذي يحدد حجم الخلية ، ومساحة السطح هي المساحة التي يغطيها الغشاء البلازمي ، مع نمو الخلية يزداد حجمها مقارنة بمساحة سطحها ، وهذا يعني الصعوبة في الحصول على المواد المغذية أو في التخلص من الفضلات ، لذا تنمو الخلايا لتصل إلى أقصى حجم لها ثم تتوقف عن النمو أو تنقسم .**
* **الاتصال الخلوي : هناك عامل آخر يحدد حجم الخلية وهو حاجة بروتينات التواصل الخلوي للحركة خلال الخلية ، وكلما ازداد حجم الخلية قلت قدرة هذه البروتينات على القيام بوظيفتها في إيصال التعليمات للقيام بالوظائف الخلوية .**

❁ ***دورة الخلية*** : **هي تكاثرها عبر دورة نمو وانقسام . هناك 3 مراحل لدورة الخلية كالتالي :**

1 / **الطور البيني : ينقسم إلى 3 مراحل فرعية هي :**

أ/ مرحلة النمو الأول - G_1 : تنمو الخلية وتقوم بوظائفها الطبيعية .

ب/ مرحلة بناء S - DNA : تقوم الخلية بمضاعفة مادتها الوراثية استعداداً لانقسام الخلية .

جـ/ مرحلة النمو الثاني - G_2 : تتهيأ الخلية لانقسام نواتها .

2 / **الانقسام المتساوي M : تنقسم نواة الخلية ومادتها النووية ، وفيها 4 مراحل فرعية .**

3 / **انقسام السيتوبلازم C : ينقسم سيتوبلازم الخلية مكوناً خليتين جديدتين متطابقتين .**

* **الكروموسومات : تراكيب تحوي المادة الوراثية التي تنتقل من جيل إلى جيل آخر من الخلايا .**
* **الكروماتين : كمية قليلة من المادة الوراثية DNA توجد في نواة الخلية .**

2 – 6 : الانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم :-

❁ **الانقسام المتساوي** : هناك 4 مراحل لهذا الانقسام وهي كالتالي :

1 / **الطور التمهيدي** (الطور الأطول) : يتلاشى الغلاف النووي + تختفي النوية + تتكاثف الكروموسومات على شكل حرف X + تتكون الخيوط المغزلية بين الأقطاب .

2 / **الطور الاستوائي** (الطور الأقصر) : ترتبط الكروموسومات مع الخيوط المغزلية وتصطف على طول خط استواء الخلية .

3 / **الطور الانفصالي** : تنكمش الأنيبيبات الدقيقة وتقصر فتسحب الكروموسومات إلى قطبي الخلية المتقابلين .

4 / **الطور النهائي** : تصل الكرموسومات إلى قطبي الخلية + يتكون الغلاف النووي مرة أخرى + تظهر النوية مرة أخرى + تقل كثافة الكروموسومات .

❁ **انقسام السيتوبلازم** :

في الخلايا النباتية : تتكون صفيحة خلوية تقسم الخلية إلى خليتين جديدتين .

في الخلايا الحيوانية : يحدث تخصر إلى الداخل في منتصف الخلية إلى أن تنقسم الخلية إلى خليتين .

* **الكروماتيدات الشقيقة** : تراكيب تحوي نسخًا متطابقة من DNA .

* **السنترومير** : تركيب في منتصف الكروموسوم يربط الكروماتيدات بعضها مع بعض ، وأهميته أنه يضمن انتقال نسخة كاملة من DNA المتضاعف إلى الخلايا الجديدة في نهاية دورة الخلية .

* **الجهاز المغزلي** : يتكون في الخلايا الحيوانية من : الخيوط المغزلية + المريكزات + الألياف النجمية .

أما في الخلايا النباتية فيتكون من : الخيوط المغزلية + الألياف النجمية .

3 – 6 : تنظيم دورة الخلية :-

❁ **دورة الخلية الطبيعية** : إن وقت انقسام الخلية ومعدله ضروريان لصحة الكائن الحي ، حيث يختلف معدل انقسام الخلية بناء على نوعها ، ويتحكم في دورة الخلية آلية تتضمن بروتينات وإنزيمات خاصة .

* دور البروتينات الحلقية (السايكلينات) : يسيطر ارتباط مجموعات مختلفة من البروتينات الحلقية وإنزيم CDK على نشاطات متنوعة في مراحل مختلفة من دورة الخلية .

* نقاط السيطرة لضبط النوعية : تحتوي دورة الخلية على نقاط سيطرة تتابع دورة الخلية ويمكن أن توقفها إذا حصل خطأ ما .

❁ **دورة الخلية غير الطبيعية** :

مرض السرطان : هو نمو الخلايا وانقسامها بشكل غير منتظم أي فشل في تنظيم دورة الخلية .

أسباب مرض السرطان : 1/ الطفرات أو التغيرات في قطع من DNA التي تسيطر على إنتاج البروتينات وخاصة البروتينات التي تنظم دورة الخلية .

2/ المسرطنات (العوامل والمواد التي تسبب السرطان) مثل : مادة الأسبست + التدخين + الإشعاعات (فوق البنفسجية + السينية) .

وراثة السرطان : الفرد الذي يرث تغيراً واحداً أو أكثر في المادة الوراثية DNA من أحد والديه معرض لخطر الإصابة بالسرطان بنسبة أعلى من الشخص الذي لا يرث هذه التغيرات .

❁ **موت الخلية المبرمج** : انكماش بعض الخلايا - التي تتلف وتصبح غير قابلة للإصلاح - وتقلصها وموتها ضمن عملية منظمة .

❁ **الخلايا الجذعية** : خلايا غير متخصصة تنمو لتصبح خلايا متخصصة إذا وضعت في ظروف مناسبة .

وهناك نوعان رئيسان هما :

1/ الخلايا الجذعية الجنينية : خلايا غير متخصصة ، حين تنفصل عن بعضها تكون قادرة على النمو لمجموعة كبيرة من الخلايا المتخصصة وتكون أنسجة وأعضاء وأجهزة مختلفة .

2/ الخلايا الجذعية مكتملة النمو : خلايا جذعية توجد في أنسجة معينة من جسم الإنسان تستخدم في الحفاظ على النسيج الذي توجد فيه أو إصلاحه كالخلايا الجذعية : العصبية + البنكرياسية .

الفصل / 7 : التكاثر الجنسي والوراثة

7 – 1 : الانقسام المنصف :-

❁ الكروموسومات والعدد الكروموسومي :

الصفة الوراثية : كل خاصية مثل لون الشعر أو الطول أو لون العيون . توجد التعليمات بكل صفة وراثية على الكروموسومات الموجودة داخل نوى الخلايا . يترتب DNA في قطع تسمى الجينات تتحكم بإنتاج البروتينات . يتكون كل كروموسوم من مئات من الجينات يؤدي كل جين منها دوراً مهماً في تحديد خصائص الخلية ووظائفها .

* **الكروموسومات المتماثلة** : هي الكروموسومات التي تشكل زوجاً كل منهما من أب ، ولها نفس الطول وموقع السنترومير ، وتحمل الجينات التي تتحكم في الصفات الوراثية نفسها .

* **الخلايا الأحادية والثنائية المجموعة الكروموسومية** :

الأمشاج : خلايا جنسية تحمل نصف العدد من الكروموسومات . وتكون في الإنسان 23 كروموسوما .

خلية أحادية المجموعة الكروموسومية : هي الخلية التي تحمل العدد n من الكروموسومات .

الإخصاب : اتحاد مشيج مذكر (n) مع مشيج مؤنث (n) .

خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية : هي الخلية التي تحوي العدد 2n من الكروموسومات .

❁ المرحلة الأولى من الانقسام المنصف :

الانقسام المنصف : نوع من أنواع الانقسام الخلوي الذي يختزل عدد الكروموسومات وتتكون الأمشاج .

* مشيج ذكري (حيوان منوي) (n) + مشيج أنثوي (بيضة) (n) $\xrightarrow{\text{إخصاب}}$ لاقحة (2n) .

1/ **الطور البيني** : تضاعف DNA + بناء البروتينات + تكاثف الكروماتين .

2/ **الطور التمهيدي الأول** : تحوي الكروموسومات المتضاعفة كروماتيدات شقيقة ، يتحلل الغلاف النووي ، وتتكون الخيوط المغزلية ، يرتبط كل كروموسومين متماثلين على امتداد طوليهما وتحدث **عملية العبور** (تبادل الأجزاء بين زوج من الكروموسومات المتماثلة) .

3/ **الطور الاستوائي الأول** : تصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة عند خط استواء الخلية ، ثم ترتبط الخيوط المغزلية مع سنترومير كل كروموسوم من الكروموسومات المتماثلة .

4/ **الطور الانفصالي الأول** : تنفصل الكروموسومات المتماثلة وتتحرك إلى أقطاب الخلية المتقابلة .

5/ **الطور النهائي الأول** : تتحلل الخيوط المغزلية ، تبتعد الكروموسومات بعضها من بعض وتتكون نواتان ، تنقسم الخلية .

❁ المرحلة الثانية من الانقسام المنصف :

6/ **الطور التمهيدي الثاني** : تتكاثف الكروموسومات ، تتكون الخيوط المغزلية في كل خلية جديدة ، ترتبط الخيوط المغزلية بالكروموسومات .

7/ **الطور الاستوائي الثاني** : تصطف الكروموسومات على خط استواء كل خلية .

8/ **الطور الانفصالي الثاني** : تنقسم السنترومیرات ، تنفصل الكروماتيدات الشقيقة وتتحرك إلى أقطاب الخلية المتقابلة .

9/ **الطور النهائي الثاني** : يحيط الغلاف النووي بالكروموسومات وتتكون أربع نوى ، تتحلل الخيوط المغزلية ، تنقسم الخلايا .

* **النواتج** : تنتج أربع خلايا مشيجية تحمل كل منها نصف عدد الكروموسومات .

❁ أهمية الانقسام المنصف : تكمن أهميته لأنه يؤدي إلى التنوع الوراثي الذي يحصل في أثناء العبور الجيني وفي أثناء عملية الإخصاب عندما تتحد الأمشاج معاً بصورة عشوائية .

* مقارنة بين الانقسام المنصف والانقسام المتساوي :

الانقسام المنصف	الانقسام المتساوي
يتم على مرحلتين أولى وثانية	يتم على مرحلة واحدة فقط
يتضاعف DNA مرة واحدة قبل المرحلة الأولى	يتضاعف DNA في أثناء الطور البيني
تحدث عملية التصالب بين الكروموسومات في أثناء الطور التمهيدي الأول	لا يحدث تشابك أو تصالب بين الكروموسومات المتماثلة
ينتج عنه 4 خلايا أحادية المجموعة الكرموسومية في كل دورة خلية	ينتج عنه خليتان متطابقتان في كل دورة خلية
الخلايا الجديدة غير متطابقة وراثياً بسبب عملية العبور الجيني	الخلايا الجديدة متطابقة وراثياً
يحدث في الخلايا الجنسية	يحدث في الخلايا الجسمية
يدخل في إنتاج الأمشاج وتوفير التنوع الوراثي في المخلوقات الحية	يدخل في النمو وتعويض الخلايا التالفة

❁ مقارنة بين التكاثرين الجنسي واللاجنسي :

* **التكاثر اللاجنسي** : يرث المخلوق الحي أثناءه جميع الكروموسومات من خلية أم واحدة فتنتج أفراد جديدة مطابقة للخلية الأم تماما .

* **التكاثر الجنسي** : يرث المخلوق الحي أثناءه كروموسوماته مناصفة من قبل أبويه فتنتج أفراد جديدة متغايرة تماماً فيما بينها وتحمل صفات متغيرة وجديدة .

2 – 7 : الوراثة المندلية :-

❁ كيف بدأ علم الوراثة ؟

* **علم الوراثة** : هو دراسة انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى جيل آخر .

* نجح مندل في حل لغز الوراثة بعد دراساته المتعددة على نبات البازلاء .

❁ وراثة الصفات :

* **الجيل الأول والجيل الثاني** : أجرى مندل تلقيحاً خلطياً بين نباتات بازلاء تحمل صفتي البذور الصفراء والخضراء نقية السلالة نتج عنها جيل أول جميع بذوره صفراء ، ثم قام مندل بإجراء تلقيح بين هذه البذور الصفراء من الجيل الأول فنتج عنها جيل ثاني معظم حبوبه صفراء وبعضها خضراء .

* أزواج الجينات : **مصطلحات مندلية** :

الجين المتقابل : صورة أخرى لجين مفرد ينتقل من جيل إلى آخر .

الصفة السائدة : صفة محددة تظهر في أفراد الجيل الأول .

الصفة المتنحية : صفة محددة مستترة أو مخفية في أفراد الجيل الأول .

* **السيادة** : عند عمل نموذج وراثة الصفات ولنأخذ مثلا صفة اللون في بذور نبات البازلاء :

1/ **متماثل الجينات** (**نقي الصفات**) : (**سائد**) البذور الصفراء YY + (**متنحي**) البذور الخضراء yy .

2/ **غير متماثل الجينات** (**غير نقي الصفات أو خليط**) : البذور الصفراء Yy .

* الطراز الجيني والطراز الشكلي :

الطراز الجيني للبازلاء الصفراء هو : إما YY أو Yy .

الطراز الشكلي لبازلاء yy هو : اللون الأخضر .

* **قانون انعزال الصفات** : ينص على أن زوج الجينات المتقابلة المكونة للصفة الواحدة تنفصل في أثناء الانقسام المنصف . وفي أثناء الإخصاب تتحد الجينات المتقابلة للصفة مرة أخرى .

❁ مربع بانيت :

* **التلقيح الأحادي الصفة** : هو دراسة وراثة صفة واحدة فقط مثل دراسة لون بذور البازلاء فقط .

قانون انعزال الصفات

كل صفة وراثية تمثل بزوج من الجينات ينعزلان عند تكوين الأمشاج .

متى تتكون الأمشاج ؟

مثال : عند تزاوج نبات بازلاء بذور صفراء نقية سائدة مع نبات بازلاء بذور خضراء ما الطراز الجيني والشكل المظهري للجيل الثاني

الآباء YY X yy

مربع بينت		Y	Y
F1	y	Yy	Yy
	y	Yy	Yy

الجيل الاول الناتج : الطراز الجيني Yy الشكل المظهري ١٠٠% اصفر هجين

- الجيل الثاني : تهجين افراد الجيل الأول

Yy x Yy

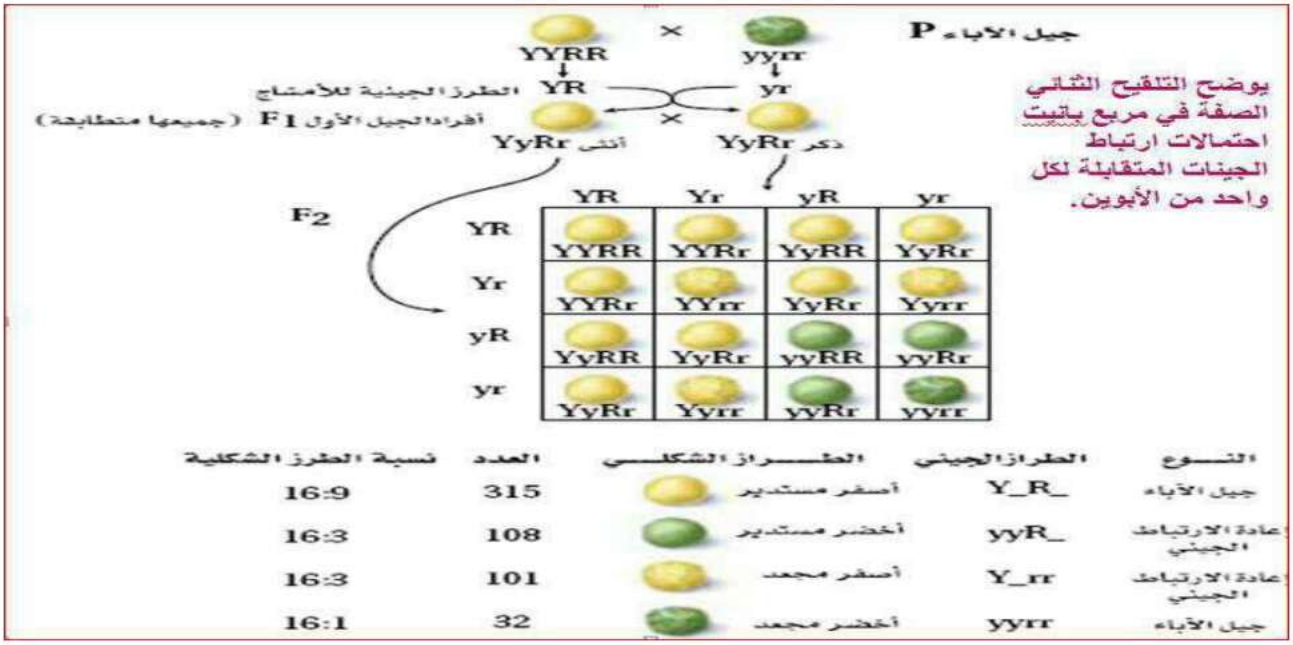
	Y	y
Y	YY	Yy
y	Yy	yy

F2

الجيل الثاني الناتج : الطراز الجيني yy، Yy ، YY

الشكل المظهري : ٣ اصفر : ١ اخضر

* **التلقيح الثنائي الصفة** : **هو دراسة صفتين وراثيتين أو أكثر في النبات نفسه .**



* **قانون التوزيع الحر** : **ينص على أن التوزيع العشوائي للجينات المتقابلة يحدث أثناء تكون الأمشاج حيث تتوزع الجينات على الكروموسومات المنفصلة بشكل حر في أثناء عملية الانقسام المنصف .**

❁ ***الاحتمالات في الوراثة*** : **لم تكن نتائج مندل مساويةً للنسب المذكورة تماماً ولكنها تطابق النتائج المتوقعة بشكل كبير .**

3 – 7 : ارتباط الجينات وتعدد المجموعات الكروموسومية :-

❁ **التراكيب الجينية الجديدة** : هو ارتباط الجينات الجديد الناتج عن العبور الجيني والتوزيع الحر .

عدد التراكيب المحتملة بعد الإخصاب في الإنسان = ($2^{23} \times 2^{23}$) = أكثر من 70 تريليون احتمال .

❁ **ارتباط الجينات** : الكروموسومات تحوي جينات متعددة مسؤولة عن بناء البروتينات الخاصة .

الجينات المرتبطة : جينات تقع قرب بعضها البعض على الكروموسوم نفسه وعادة ما تنتقل معاً كقطعة واحدة في أثناء تكوين الأمشاج .

* خرائط الكروموسومات : تحدث عملية العبور الجيني في الجينات البعيد بعضها عن بعض أكثر من الجينات القريب بعضها إلى بعض .

❁ **تعدد المجموعة الكروموسومية** : وجود مجموعة إضافية واحدة أو أكثر من الكروموسومات في المخلوق الحي . حدوث هذا في الإنسان يُعد قاتلاً ومميتاً ، ولكنه يحدث في بعض الكائنات الحية .

ويختار المزارعون النباتات المتعددة المجموعة الكروموسومية مثل القمح والشوفان وقصب السكر لامتيازها بالصلابة والحيوية والحجم الكبير .

الفصل / 8 : الوراثة المعقدة والوراثة البشرية

8 – 1 : الأنماط الأساسية لوراثة الإنسان :-

❁ **اختلالات وراثية متنحية** : الصفة المتنحية تظهر عندما يكون الفرد متماثل الجينات المتنحية (tt) لتلك الصفة .

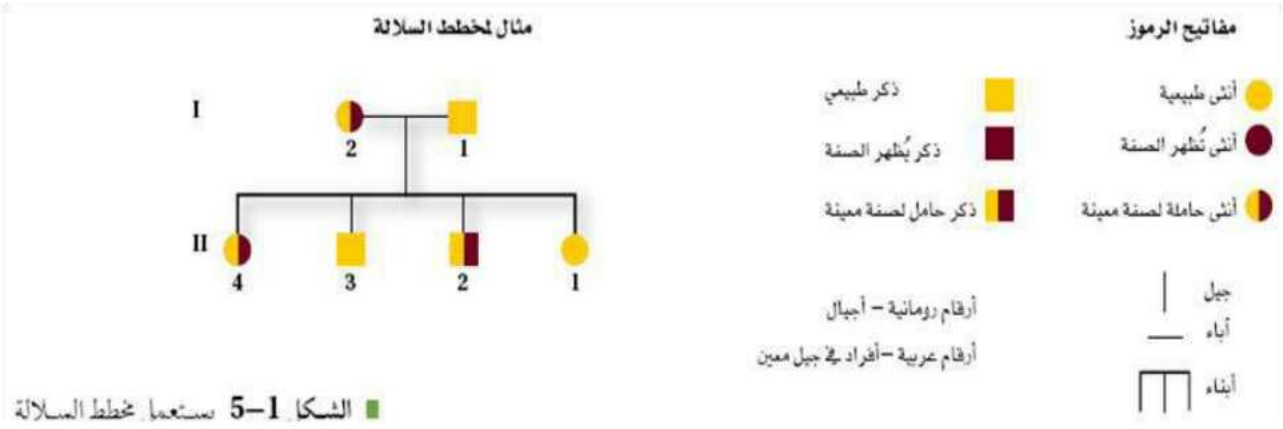
الاختلال الوراثي	السبب	الأثر
التليف الكيسي	تعطل الجين المسؤول عن إنتاج بروتين غشائي	مخاط كثيف في الرئتين + فشل هضمي وتنفسي
المهاق	لا تُنتِج الجينات كميات كافية من صبغة الميلانين	انعدام اللون في الجلد والعيون والشعر + الجلد معرض للتلف + مشكلات في الرؤية
مرض تاي ساكس	غياب الإنزيم الضروري لتحليل الدهون	تراكم دهون في الدماغ + إعاقة عقلية
الجلاكتوسيميا	غياب جين يُنتِج الإنزيم المسؤول عن تحليل الجلاكتوز	إعاقة عقلية + تضخم الكبد + فشل كلوي

حامل الصفة المتنحية : هو الفرد الذي يكون غير متماثل الجينات (Tt) لاختلال وراثي متنحٍ .

❁ **اختلالات وراثية سائدة** : وهي التي يكون المسؤول عن ظهورها جينات سائدة (TT) .

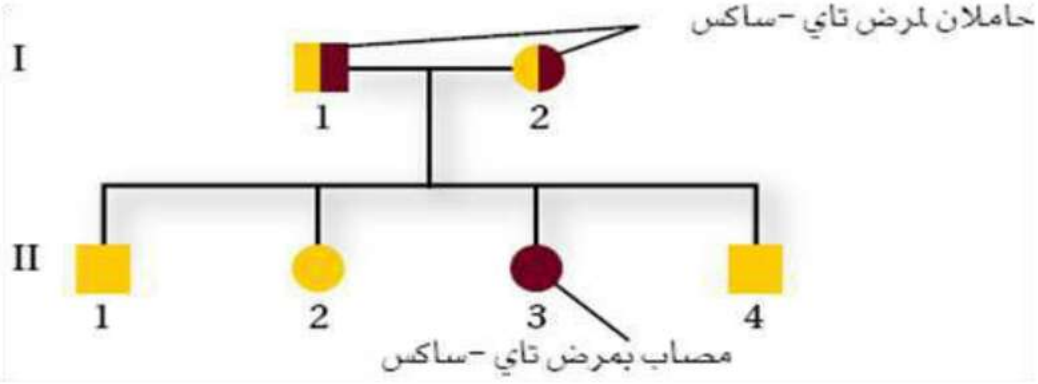
الاختلال الوراثي	السبب	الأثر
مرض هنتجتون	اختلال في أحد الجينات الذي يؤثر في الوظيفة العصبية	تدهور الوظائف العصبية والعقلية + ضعف القدرة على الحركة
عدم نمو الغضروف	اختلال في الجين الذي يؤثر في نمو العظام	أذرع وسيقان قصيرة + رأس كبير

❁ **مخطط السلالة** : شكل يتتبع وراثة صفة معينة خلال عدة أجيال .

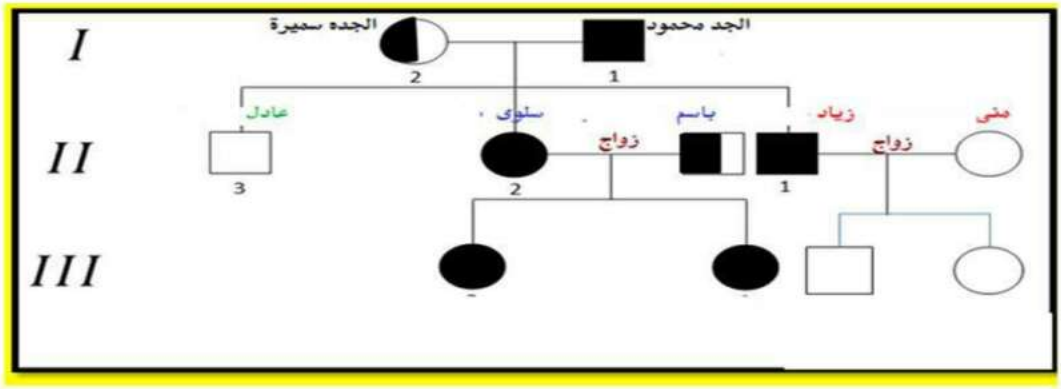


■ الشكل 1–5 يستعمل مخطط السلالة

❁ **تحليل مخطط السلالة** :



- دراسة نقل صفات الانسان من جيل لاخر عن طريق مخطط سلالة الانسان
- * توضيح كيفية عمل مخطط السلالة :
- ١- يرمز للذكر السليم ← حامل للمرض (الصفة) ← مريض
- ٢- يرمز للأنثى السليمة ← حاملة للمرض (الصفة) ← مريضة
- ٣- الخط الافقي تزاوج بين الذكر والأنثى(الآباء معاً) .
- ٤- الخط العمودي انتاج الابناء والأحفاد (ارتباط الآباء بالأبناء



2 – 8 : الأنماط الوراثية المعقدة :-

لا تنطبق الأنماط الوراثية التي وصفها مندل على وراثة الصفات المعقدة مثل :

❁ السيادة غير التامة : يشكل فيها الطراز الشكلي غير متماثل الجينات صفة وسطية بين الطرازين الشكليين متماثلي الجينات الخاصة بالآباء .

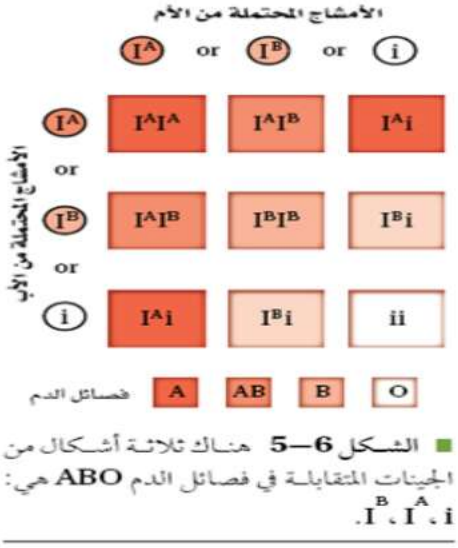
مثال : ينتج لون أزهار نبات شب الليل عن السيادة غير التامة ، فعندما يتزاوج نبات يحمل صفة الأزهار البيضاء النقية (rr) مع نبات يحمل صفة الحمراء النقية (RR) تظهر صفة الأزهار الوردية (Rr) في الجيل الأول ، وعند تلقيح أفراد الجيل الأول ذاتياً تنتج نباتات : حمراء الأزهار + وردية الأزهار + بيضاء الأزهار .

❁ السيادة المشتركة : يظهر أثر كلا الجينين عندما يكون الطراز الجيني لصفة ما غير متماثل الجينات .

مثال : مرض أنيميا الخلايا المنجلية : يؤثر هذا المرض على شكل خلايا الدم الحمراء وكذلك قدرتها على نقل الأكسجين . الأشخاص غير متماثلي الجينات لهذه الصفة (Cc) لديهم خلايا طبيعية وخلايا منجلية في الوقت نفسه حيث تقوم الخلايا الطبيعية بتعويض الخلل الناتج عن الخلايا المنجلية نوعاً ما . يعتبر الأشخاص المصابون بهذا المرض أعلى مقاومة للملاريا من الأشخاص السليمين .

❁ الجينات المتعددة المتقابلة : لا يتم تحديد جميع الصفات الوراثية بوساطة جينين متقابلين دائماً . فبعض الصفات الوراثية تحدد بأكثر من جينين مثل :

1/ **فصائل الدم في الإنسان** : **لها 3 أشكال من الجينات المتقابلة كما هو موضح في الجدول التالي** :



■ الشكل 6—5 هناك ثلاثة أشكال من الجينات المتقابلة في فصائل الدم ABO هي: I^B ، I^A ، i.

2/ **لون الفراء في الأرانب** : **تسيطر فيها 4 جينات على لون الفراء هي** : c ، c^h ، c^{ch} ، C ، **ويمكن كتابة التسلسل السيادي فيما بينها على النحو التالي** : $C > c^{ch} > c^h > c$.

❁ ***تفوق الجينات*** : **وجود جين يخفي صفة جين آخر** .

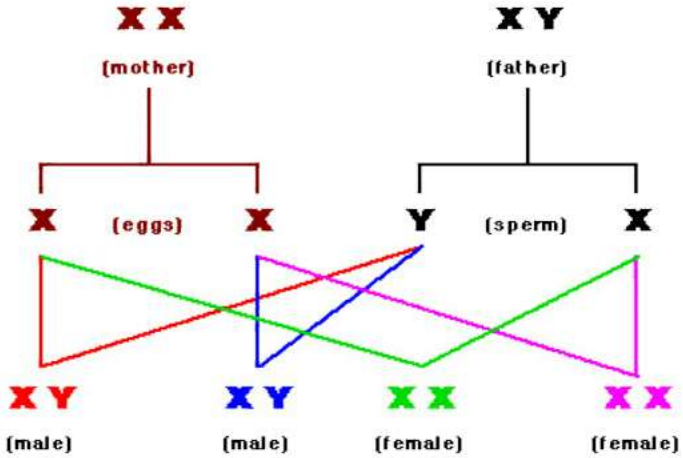
مثال : **لون الفراء في الكلاب** : **يتحكم فيه مجموعتان من الجينات المتقابلة** ،

الجين السائد E : **يحدد ما إذا كان الفرو ذا صبغة غامقة اللون** .

الطراز الجيني ee : **لا توجد أي أصباغ في فرو الكلب** .

الجين السائد B : **يحدد درجة اللون الغامق من الصبغة** .

❁ ***تحديد الجنس*** : **زوج الكروموسوم الجنسي هو الذي يحدد جنس الفرد ، بينما باقي ال 22 زوجًا الأخرى تسمى الكروموسومات الجسمية . الذكر (XY) ، الأنثى (XX) .**

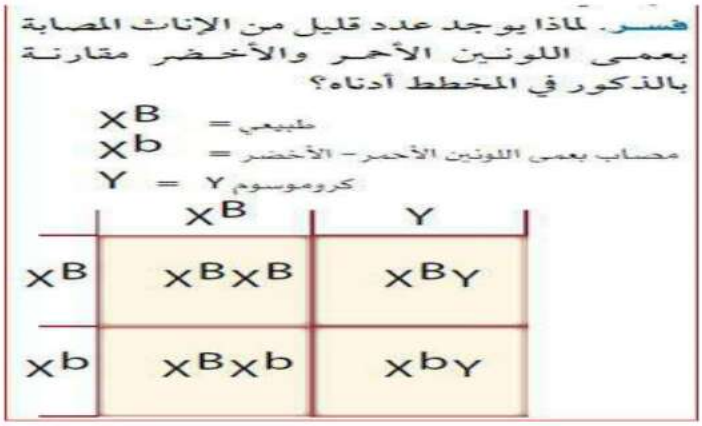


❁ ***تعويض الجرعة*** : الكروموسوم X أكبر حجماً من الكرموسوم Y لذا فإنه يحمل عدداً كبيراً من الجينات المختلفة الضرورية لنمو الذكر والأنثى ، في حين يحمل الكروموسوم Y جينات مرتبطة بشكل أساسي مع ظهور الصفات الذكرية . ولموازنة الفرق بين الذكور XY والإناث XX يتوقف أحد كروموسومات X عن العمل في كل خلايا الإناث الجسمية وتصبح غير فاعلة وتسمى حينها بأجسام بار وهي أجسام داكنة اللون توجد عادة في النواة .

❁ ***الصفات المرتبطة مع الجنس*** : صفات تتحكم فيها جينات موجودة على الكروموسوم X الذي يمنع أو يقلل فرصة ظهور ظهور الصفات المتنحية في الإناث . أمثلة :

1/ نزف الدم (هيموفيليا) : يتميز بتأخر تجلط الدم ، وهو أكثر شيوعا بين الذكور عنه في الإناث .

2/ عمى اللونين الأحمر – الأخضر : صفة مرتبطة بالجنس متنحية X^bY



* هناك صفات متأثرة بالجنس : هي صفات عندما يكون الجين سائداً في أحد الجنسين ولكنه متنح في الجنس الآخر مثل جين الصلع متنح في الإناث وسائد في الذكور .

❁ ***الصفات المتعددة الجينات*** : هي الصفات الشكلية الناتجة عن التفاعل بين العديد من أزواج الجينات مثل : لون الجلد + طول القامة + لون العيون + نمط بصمة الإصبع .

❁ ***التأثيرات البيئية*** : للبيئة أثر في الطراز الشكلي ، أمثلة :

1/ أشعة الشمس والماء : تفقد النباتات أوراقها استجابة لنقص الماء .

2/ درجة الحرارة : يكون لون القطة السيامية في المناطق الباردة أغمق لوناً منه في المناطق الدافئة لتأثر الجين المسؤول عن اللون فيها بدرجة الحرارة .

❁ ***دراسات التوائم*** : الصفات التي تظهر بكثرة في التوائم المتطابقة تتحكم فيها الوراثة أما الصفات التي تظهر بشكل مختلف فيها فتتأثر بالبيئة .

3 – 8 : الكروموسومات ووراثة الإنسان :-

❁ **المخطط الكروموسومي** : هو صورة مجهرية تترتب فيه الكرموسومات المتشابهة في صورة أزواج قصيرة .

❁ **القطع الطرفية** : أغطية واقية تغطي أطراف الكروموسومات تحمي تركيب الكروموسوم .

❁ **عدم انفصال الكروموسومات** : قد تنتج الأمشاج التي تحوي أعداداً غير طبيعية من الكروموسومات بسبب عدم انفصالها في أثناء الانقسام المنصف وتتكون نتيجة لذلك خلايا أحادية أو ثلاثية المجموعة الكروموسومية . أمثلة :

1/ متلازمة داون : ينتج عن إضافة كروموسوم إلى زوج الكرموسومات 21 .

2/ الكروموسومات الجنسية : بعض آثار عدم الانفصال موضحة في الجدول .

الجدول 4–5 عدم الانفصال في الكروموسومات الجنسية

الطراز الجيني	XX	XO	XXX	XY	XXY	XYY	OY
مثال							
الطراز الشكلي	أنثى طبيعية	أنثى مصابة بمتلازمة تيرنر	أنثى طبيعية تقريبًا	ذكر طبيعي	ذكر مصاب بمتلازمة كلينفلتر	ذكر سليم أو طبيعي إلى حد كبير	يسبب الوفاة

❁ **الفحص الجنيني** : يكون البحث عن اختلالات وراثية في الجنين في مرحلة الحمل بعدة طرق منها :

أخذ عينة من السائل الأمنيوني + أخذ عينة من خملات الكوريون + أخذ عينة من دم الجنيني .

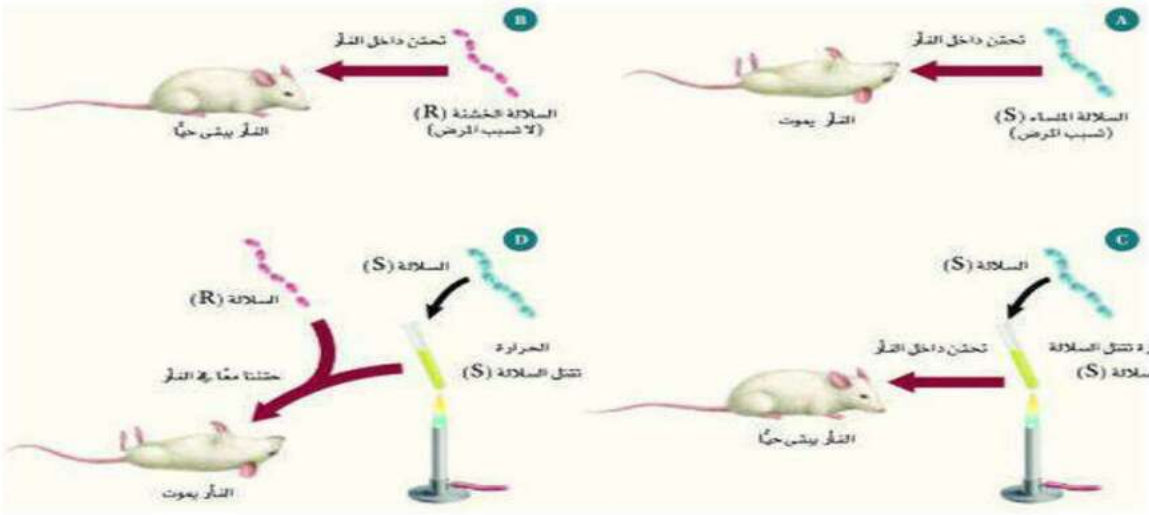
الفصل / 9 : الوراثة الجزيئية

9 – 1 : المادة الوراثية DNA :-

❁ اكتشاف المادة الوراثية :

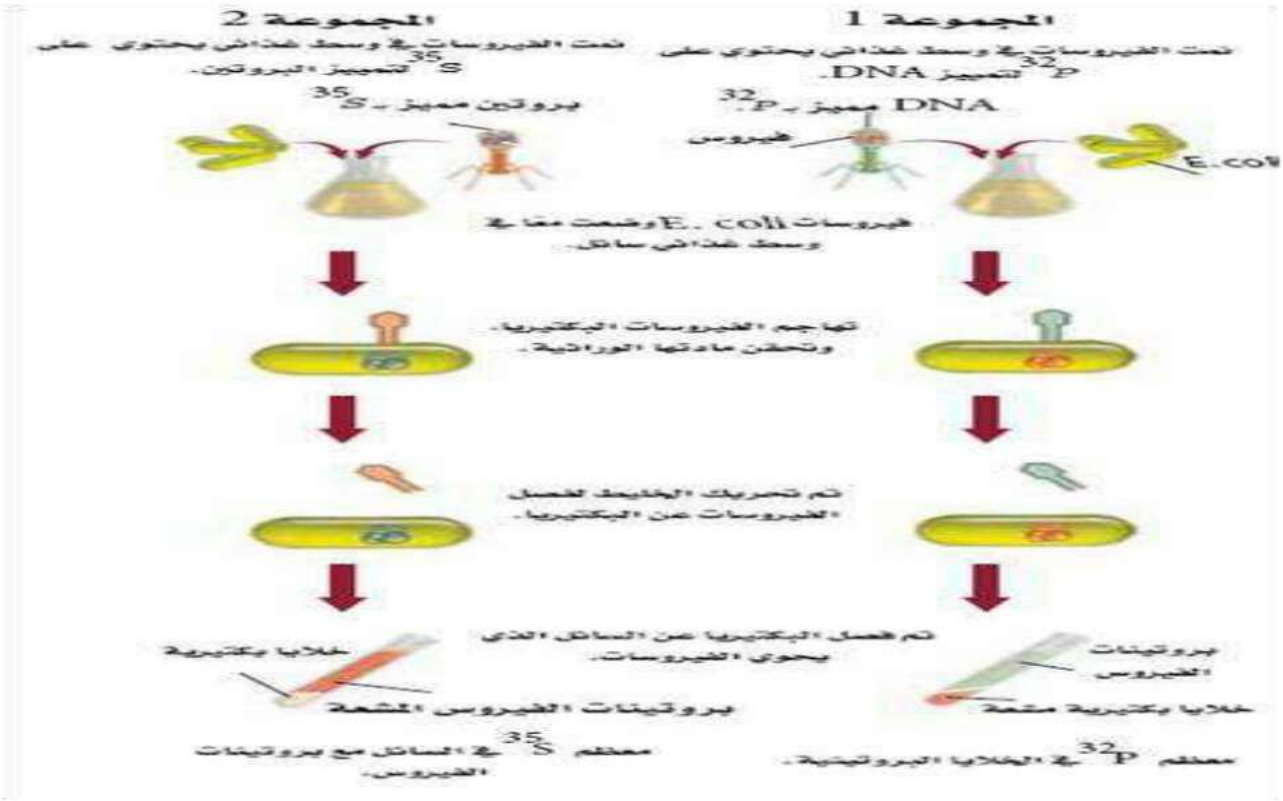
* **العالم جريفيث** : أجرى أول تجربة رئيسة أدت إلى اكتشاف DNA بوصفه مادة الوراثة .

حيث توضح تجربة جريفيث تحول البكتيريا الخشنة R إلى بكتيريا ملساء S .



* **العالم أفري** : تعرف على الجزيء الذي حول البكتيريا من السلالة R إلى السلالة S .

* **العالمان هيرشي وتشيس** : استعملا تقنية العلامات المشعة في توضيح أن DNA هو المادة الوراثية في الفيروسات



الجدول 1–3	ملخص نتائج هيرشي وتشيس		
المجموعة 1 (فيروسات مميزة بـ ^{32}P)		المجموعة 2 (فيروسات مميزة بـ ^{35}S)	
بكتيريا مصابة	سائل يحتوي على فيروسات	بكتيريا مُصابة	سائل يحتوي على فيروسات
• DNA فيروس مميز بـ (^{32}p) داخل خلايا البكتيريا. • تضاعَف الفيروس. • الفيروسات الجديدة تحوي ^{32}p.	• لا يوجد DNA مميز. • لم تتضاعف الفيروسات.	• لا توجد بروتينات فيروس مميزة بـ (^{35}S). • تضاعف الفيروس. • لم تكن الفيروسات الجديدة مميزة.	• توجد بروتينات مميزة. • لم تتضاعف الفيروسات.

❁ تركيب DNA :

* **العالم ليفين : حدد التركيب الأساسي للنيوكليوتيدات وعرفها بأنها وحدات بنائية للأحماض النووية وتتكون من : سكر خماسي الكربون + مجموعة فوسفات + قاعدة نيتروجينية . هناك حمضان نوويان هما :**

1/ **نيوكليوتيدات DNA : سكر رايبوز منقوص الأكسجين + مجموعة فوسفات + إحدى 4 قواعد نيتروجينية هي : الأدينين (A) + الثايمين (T) + السايتوسين (C) + الجوانين (G) .**

2/ **نيوكليوتيدات RNA : سكر رايبوز + مجموعة فوسفات + إحدى 4 قواعد نيتروجينية هي : الأدينين (A) + اليوراسيل (U) + السايتوسين (C) + الجوانين (G) .**

* **العالم تشار جاف : حلل نسب القواعد النيتروجينية في DNA ، وسمي اكتشافه بـ قاعدة تشار جاف : G = C و A = T .**

* **العالم ويلكنز : استخدم تقنية تشتت الأشعة السينية على جزيء DNA .**

* **العالمة فرانكلين : التقطت الصورة المشهورة لجزيء DNA . وقد بينت الصورة أن هذا الجزيء حلزوني مزدوج أو على شكل سلم ملتوٍ مكون من سلسلتين من النيوكليوتيدات ملتفين إحداهما حول الأخرى .**

* **العالمان واطسون وكريك : قاما ببناء نموذج لجزيء DNA المزدوج يتوافق مع أبحاث الآخرين الذي اشتمل على بعض الخصائص المهمة التالية : 1/ سلسلتان من سكر الرايبوز منقوص الأكسجين وفوسفات بشكل متبادل**

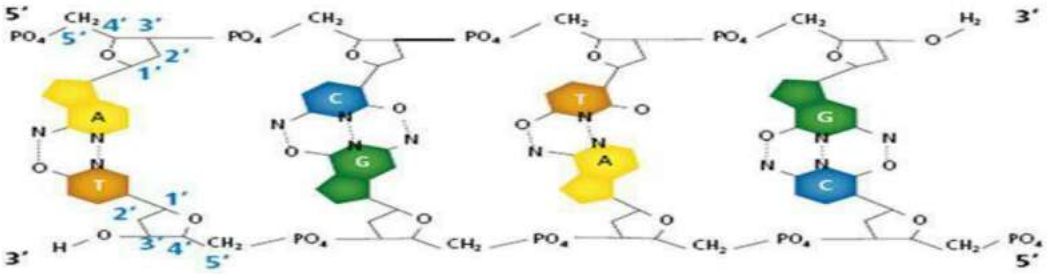
2/ **يرتبط السايتوسين مع الجوانين ب 3 روابط هيدروجينية .**

3/ **يرتبط الثايمين مع الأدينين برابطتين هيدروجينيتين .**

* **تركيب DNA : يحاكي جزيء DNA على الأغلب السلم الملتوي ،**

حيث يمثل حاجز الحماية (الدرابزين) للسلم السكر المنقوص الأكسجين والفوسفات بشكل متبادل ، وتشكل أزواج القواعد النيتروجينية درجات هذا السلم .

* **الترتيب : تترتب سلسلتا DNA على نحوٍ متوازٍ ومتعاكس ويكونان جزيء DNA الحلزوني .**



❁ **تركيب الكروموسوم** : **مجموعة الفوسفات (-) في** DNA + **بروتينات الهستون (+) = نيوكليوسوم (جسيم نووي)**.

تتجمع النيوكليوسومات معا لتكوّن أليافا كروماتينية . يلتف بعضها على بعض لتكوّن DNA **المعروف بالكروموسوم .**

2 – 9 : تضاعف DNA :-

❁ **تضاعف** DNA **شبه المحافظ** : **اقترح واتسون وكريك طريقة محتملة لتضاعف جزيء** DNA **حيث تنفصل خلال التضاعف شبه المحافظ سلاسل** DNA **الأصلية لتعمل بوصفها قوالب وتبدأ عملية التضاعف فينتج جزيء** DNA **مكون من سلسلة أصلية وأخرى جديدة ، وتتم هذه العملية عبر** 3 **مراحل هي :**

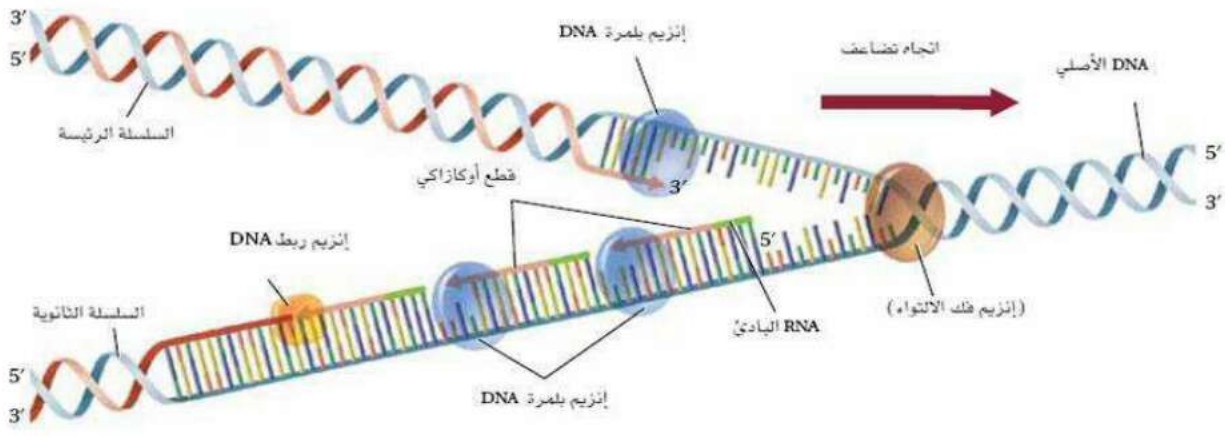
1/ **فك الالتواء** : **يقوم إنزيم فك الالتواء بفصل جزيء** DNA **الحلزوني المزدوج ،**

ثم يقوم إنزيم RNA **البادئ بإضافة قطعة صغيرة من** RNA **الأولية إلى كل سلسلة من سلاسل** DNA .

2/ **ارتباط القواعد في أزواج** : **يحفز إنزيم بلمرة** DNA **إضافة النيوكليوتيدات إلى سلسلة** DNA **الجديدة ، فتتكون السلسلة الرئيسة بصورة متواصلة والسلسلة الثانوية بصورة غير متواصلة بتكوين قطع أوكازاكي .**

3/ **إعادة ربط السلاسل** : **يقوم إنزيم ربط** DNA **بربط قطع أوكازاكي بالسلسلة الثانوية .**

■ **الشكل 11–6** تنفصل سلسلتا DNA إحداهما عن الأخرى خلال عملية التضاعف، وعندئذٍ يتم استعمال السلسلة الأصلية على أنها حجر الأساس للسلسلة الجديدة.
استنتج. لماذا تكوّن السلسلة الثانوية قطعًا بدلاً من أن تُصنع بشكل متصل؟



3 – 9 : DNA ، RNA ، البروتين :-

❁ **المبدأ الأساسي** : آلية قراءة الجينات والتعبير عنها تتم من DNA إلى RNA ثم إلى البروتينات حيث تُنسخ شفرات DNA إلى RNA الذي يوجه عملية بناء البروتين .

جزيء RNA : حمض نووي شبيه ب DNA وهو عادة شريط منفرد ، هناك 3 أنواع من منه في الخلايا :

الاسم	الوظيفة
mRNA الرسول	يحمل المعلومات الوراثية من DNA في النواة ليوجه بناء البروتينات في السيتوبلازم
rRNA الرايبوسومي	يرتبط مع البروتينات لبناء الرايبوسومات
tRNA الناقل	ينقل الأحماض الأمينية إلى الرايبوسومات

* **عملية النسخ** : 1/ تنتقل خلال هذه العملية شفرة DNA إلى mRNA في النواة .

2/ ينفك إلتواء DNA جزئياً في النواة ثم يرتبط به إنزيم بلمرة RNA حيث يبدأ بناء mRNA .

3/ تترتب القواعد النيتروجينية مع إبدال اليوراسيل محل الثايمين .

4/ في النهاية ينتج mRNA وينفصل إنزيم بلمرة RNA عن DNA .

5/ يتحرك mRNA الجديد من النواة إلى السيتوبلازم عبر الثقوب النووية .

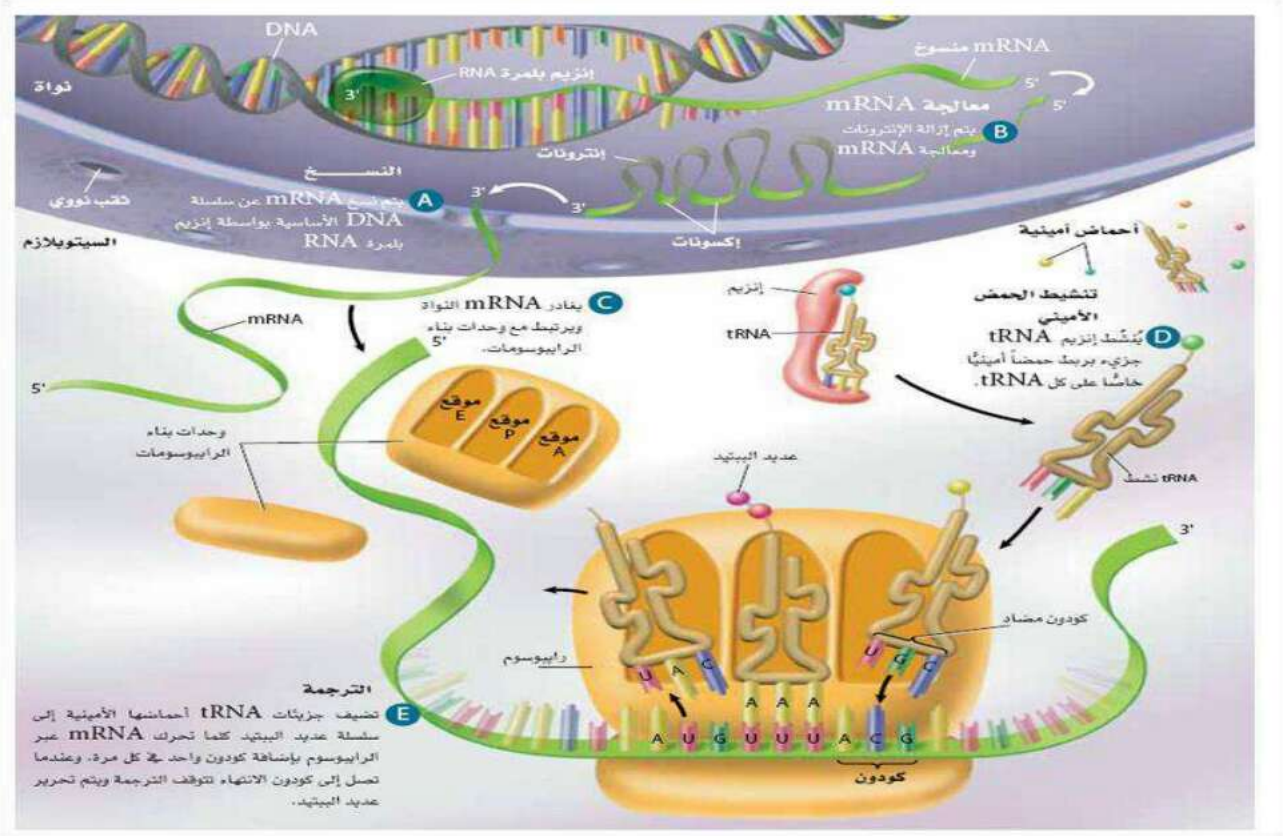
* معالجة : وجد العلماء أن شفرة mRNA أقصر من شفرة DNA حيث اكتشفوا : اختفاء قطع الإنترونات (المناطق غير المشفرة) من mRNA مع بقاء الإكسونات (المناطق المشفرة) ويضاف إليها غلاف وذيل عديد الأدينين .

❁ **الشفرة** : اتضح أن الشفرة في DNA شفرة ثلاثية القواعد النيتروجينية تسمى الكودون .

القاعدة الأولى	القاعدة الثانية				القاعدة الثالثة
	U	C	A	G	
U	UUU phenylalanine	UCU serine	UAU tyrosine	UGU cysteine	U
	UUC phenylalanine	UCC serine	UAC tyrosine	UGC cysteine	C
	UUA leucine	UCA serine	UAA انتهاء	UGA انتهاء	A
	UUG leucine	UCG serine	UAG انتهاء	UGG tryptophan	G
C	CUU leucine	CCU proline	CAU histidine	CGU arginine	U
	CUC leucine	CCC proline	CAC histidine	CGC arginine	C
	CUA leucine	CCA proline	CAA glutamine	CGA arginine	A
	CUG leucine	CCG proline	CAG glutamine	CGG arginine	G
A	AUU isoleucine	ACU threonine	AAU asparagine	AGU serine	U
	AUC isoleucine	ACC threonine	AAC asparagine	AGC serine	C
	AUA isoleucine	ACA threonine	AAA lysine	AGA arginine	A
	AUG (بدء) methionine	ACG threonine	AAG lysine	AGG arginine	G
G	GUU valine	GCU alanine	GAU aspartate	GGU glycine	U
	GUC valine	GCC alanine	GAC aspartate	GGC glycine	C
	GUA valine	GCA alanine	GAA glutamate	GGA glycine	A
	GUG valine	GCG alanine	GAG glutamate	GGG glycine	G

❁ الترجمة : **بعد مغادرة mRNA النواة ووصوله السيتوبلازم يرتبط بالرايبوسومات فتبدأ قراءة الشفرة**

وترجمتها لبناء بروتين من خلال عملية تسمى عملية الترجمة .



4 – 9 : التنظيم الجيني والطفرة :-

❁ التنظيم الجيني في الخلايا بدائية النوى :

* التنظيم الجيني : هو قدرة المخلوق الحي على التحكم في اختيار أي الجينات تنسخ استجابة للبيئة .

* المنطقة الفعالة : هي قطعة من DNA تحتوي على جينات تشفر بروتينات ضرورية لعملية أيض محددة .

* المشغل : قطعة من DNA تعمل عمل مفتاح لبدء النسخ وإيقافه .

* المحفز : قطعة من DNA تقع حيث يرتبط إنزيم بلمرة RNA مع بداية جزيء DNA .

❁ التنظيم الجيني في الخلايا حقيقية النوى :

* التحكم في عملية النسخ : إحدى الطرائق التي تتحكم فيها الخلايا حقيقية النوى بالتعبير الجيني تحدث من خلال بروتينات تسمى عوامل النسخ وهي على نوعين هما :

1/ عوامل النسخ التي تكون مركبات معقدة تنظم إنزيم بلمرة RNA وتوجه ارتباطه بالمنظم .

2/ بروتينات منظمة تساعد على التحكم بسرعة النسخ وتنقسم إلى قسمين : بروتينات نشطة وأخرى مثبطة

* تداخل RNA : طريقة أخرى لتنظيم جينات الخلايا حقيقية النواة ، حيث يوقف هذا التداخل ترجمة رسالة mRNA .

❁ الطفرات : هي تغيرات دائمة تحدث في DNA الخلية .

* أنواع الطفرات : الطفرات النقطية (الجينية) : تتضمن تغيراً كيميائياً في زوج واحد من القواعد مما قد يكون كافياً لإحداث خلل وراثي . وهي على أنواع :

1/ طفرة استبدال : هي التي يستبدل فيها زوج قواعد بآخر وهي إما حساسة أو غير حساسة .

2/ طفرة إضافة : هي إضافة نيوكليوتيد إلى تسلسل القواعد على DNA .

3/ طفرة حذف : هي حذف نيوكليوتيد من تسلسل القواعد على DNA .

4/ طفرة إزاحة : هي تغير ترتيب الأحماض الأمينية .

* أسباب الطفرة : قد تحدث طبيعياً ، وهناك عوامل مسببة للطفرات ومنها المواد الكيميائية والأشعة .

* طفرة الخلايا الجسمية والجنسية :

طفرة الخلايا الجسمية	طفرة الخلايا الجنسية
لا تنتقل إلى الجيل التالي (الأبناء)	تنتقل إلى الجيل التالي (الأبناء)
قد تكون غير ضارة وقد تسبب السرطان	لا تؤثر في وظيفة الخلايا في المخلوق الحي لكنها تؤثر في أبنائه

❁ **الهندسة الوراثية** : هي تقنية تتضمن التحكم في جزيء DNA لأحد المخلوقات الحية بواسطة إضافة DNA خارجي من مخلوق حي آخر .

❁ **التقنيات الحيوية** : هي استعمال الهندسة الوراثية لإيجاد حلول لمشكلات محددة .

* **المخلوقات المعدلة وراثيا** : هي مخلوقات حيوانية أو نباتية أو بكتيريا معدلة وراثيًا بواسطة إدخال جين من مخلوق حي آخر .

❁ **مشروع الجينوم البشري (المحتوى الجيني)** : مشروع عالمي تم اكتماله عام 2003 م .

* **الجينوم** : هو المعلومات الوراثية الكاملة في الخلية .

* **هدف المشروع** : تحديد تسلسل ترتيب 3 مليارات نيوكليوتيد تقريبا تشكل DNA البشري ، ولتحديد جميع الجينات البشرية والبالغ عددها من 20 ألف إلى 25 ألف جين تقريباً .

على الرغم من انتهاء مشروع الجينوم البشري إلا أن تحليل البيانات الناتجة سيستمر لعدة عقود .

انتهى

ولله الحمد والفضل والمنة