

# الخلية النباتية: The Plant Cell

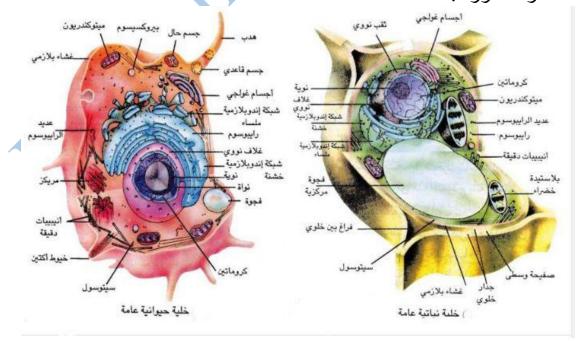
الخلية هي الوحدة التركيبية والوظيفية للكائن العضوي الحي وهي تنتج من خلية أخرى موجودة من قبل، وترجع تسميتها بهذا الاسم إلى مشابهتها لشكل خلايا النحل وقد اشتق الاسم الأجنبي (Cell) من المصدر اللاتيني Cellula ومعناه المسكن الصغير.

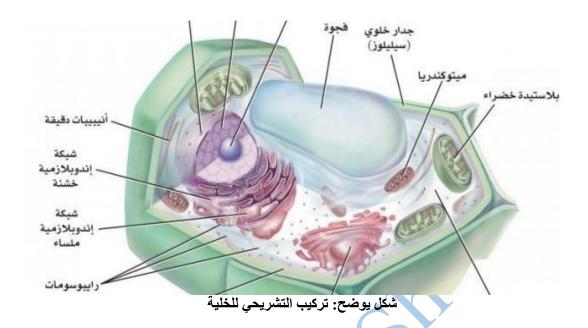
### 1 - خلية بدائية النواة Prokaryotic cell

وهي بسيطة التركيب لا تحتوي على وحدات منفصلة لتظهر وظائف معينة فالحمض الرايبي النووي منقوص الاوكسجين DNA) Deoxyribonucleic Acid (DNA) ينتشر في جزء كبير من الخلية دون أن يكون ضمن غلاف غشائي مميز والأحياء التي تتصف بهذا النوع من الخلايا هي البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة.

# 2 - خلية حقيقية النواة Eukaryotic cell

وتتميز هذه الكلية داخلياً إلى أجزاء مميزة تظهر وظائف مختلفة فحمض DNA يتركز في الكروموسومات التي بدورها توجد ضمن النواة المحاطة بالغشاء النووي Nuclear membrane، ويقوم بالتمثيل الضوئي عضيات صغيرة ذات شكل مميز هي البلاستيدات Plastids وتحاط هي الأخرى بغشاء يفصلها عن السيتوبلازم، كما يتم التنفس في الخلية عن طريق أجسام محاطة بغشاء هي المايتوكوندريا Mitochondria، ويتم تكوين البروتين بواسطة الأجسام الريبية Ribosomes والشبكة الإندوبلازمية ويتم تكوين البروتين بواسطة الأجسام الريبية Phyaloplasmic reticulum (E.R.) سائلة تسمى البلازم الهلامي Hyaloplasm أو البلازم الأساسي Ground plasm. وهذا النوع من الخلايا تتصف به جميع الأحياء الذباتية ماعدا البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة.





# Protoplast البروتوبلاست

وهو مادة حية هلامية غيرمتجانسة تشتمل على مواد بروتوبلازمية هي: السيتوبلازم والنواة والبلاستيدات والأجسام السبحية وأجسام جولجي والأجسام الريبية، و الشبكة الإندوبلاز مية، و الأنابيب الدقيقة و الفجوات و مواد غير بروتوبلاز مية و منها: المواد الكربوهيدراتية (السليولوز والنشا) والبروتينات والدهون والبلورات وغيرها.

# 1- السيتوبلازم: Cvtoplasm

مادة بروتوبلازمية غروية تحيط بجميع المواد البروتوبلازمية الأخرى وغير البروتوبلازمية ويكون السيتوبلازم النظم الغشائية في الخلية ويظهر تحت المجهر الضوئي متجانساً أو حبيبياً ولكنه يُظهر تحت المجهر الإلكتروني تميزاً غشائياً خاصة الشبكة الإندوبلاز مية، ويحد السبتوبلازم ناحية جدار الخلية غشاء يسمى الغشاء البلازمي الخارجي Ectoplast وناحية فرأغ الخلية غشاء يسمى الغشاء البلازمي الداخلي Tonoplast ويشمل السيتوبلازم على حبيبات ليبيدية وبروتينية.

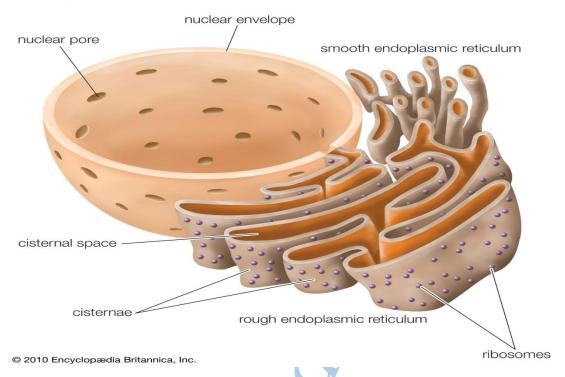


2- الشبكة الإندوبلازمية: Endoplasmic reticulum

هي عبارة عن غشاء مزدوج يحيط بفراغ ضيق يحتوي على وسط غير معروف التركيب وهي تملأ الخلية بمسطح غشائي داخلي كبير تتوزع خلاله الأنزيمات وهي تعمل على تكثيف وتجميع النواتج الأيضية وتنقلها من مكان إلى آخر داخل الخلية وأحيانا تكون الشبكة الإندوبلازمية على هيئة مجاميع مكونة بذلك الروابط السيتوبلازمية التي تربط بين الخلايا المتجاورة من خلال جدرها، وقد تتصل الشبكة الإندوبلازمية مع غشاء النواة، كما يرتبط بسطحها الخارجي عدد من الأجسام الريبية (الرايبوسومات) وبذلك توصف بأنها ذات سطح خشن وقد تخلو من هذه الأجسام فتوصف بذات السطح الأملس، ويعتقد بأن وجود الأجسام الريبية على الشبكة الإندوبلازمية دليل على قيامها بتكوين البروتين، كما أن هناك العديد من الاقتراحات التي ترى أن الشبكة الإندوبلازمية تكون أغشية أجسام جولجي والأجسام الدقيقة. ويوجد نوعين من الشبكة الاندوبلازمية هما:

2-الشبكة الأندوبلازمية الملساء: .Smooth E.R نسميت بالملساء لعدم وجود الرايبوسومات عليها.

#### Endoplasmic reticulum



شكل يوضح: الشبكة الاندوبلازمية الخشنة والناعمة

# 3- البلاستيدات: Plastids

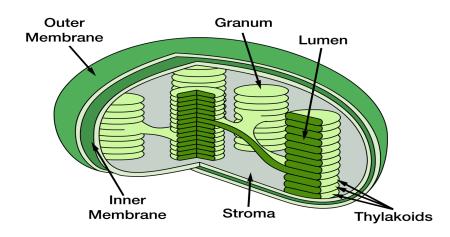
وهي أجسام بروتوبلازمية لزجة ذات شكل متميز توجد في الخلايا النباتية دون الخلايا الحيوانية إلا أنها قد لاتوجد في بعض النباتات الدنيا خاصة البلاستيدات الخضر أو قد توجد بلاستيدة واحدة كما في طحلب السبيروجيرا .Spirogera sp أما في خلايا النباتات الراقية فإنها توجد بأعداد كبيرة وتنشا البلاستيدات من بلاستيدات أولية النباتات الراقية فإنها توجد بأعداد كبيرة م تأخذ في التميز مع الخلية ونموها، وتتكاثر البلاستيدات في الانقسام المباشر ولا يرتبط انقسامها بالانقسام المباشر للخلية، وتختلف البلاستيدات بالشكل والحجم والأصباغ وتتميز إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي بلاستيدات عديمة اللون Chromoplasts، وبلاستيدات عديمة اللون Leucoplasts.

#### أـ البلاستيدات الخضر: Chloroplasts

توجد البلاستيدات الخضر في الأنسجة التمثيلية والنسيج الوسطى للورقة والأجزاء القريبة من الضوء، ولكنها قد توجد أيضاً في الأنسجة البعيدة عن الضوء كما في الجنين وبرنشيمة الأنسجة الوعائية، والبلاستيدات الخضر مختلفة الشكل والحجم، ولكن غالباً ما تكون أجساماً قرصية الشكل أو مقعرة كالطبق. ويرجع تلون البلاستيدات باللون الأخضر السيادة صبغ اليخضور Chlorophyll الموجود بها، وتتركب البلاستيدة الخضراء تحت

المجهر الإلكتروني من غشاء مزدوج يسمى بغشاء البلاستيدة المجهر الإلكتروني من غشاء مزدوج يسمى بغشاء البلاستيدية أو الجرانا Grana يفصلها عن السيتوبلازم ويحيط بمجموعة من الحبيبات البلاستيدية أو الجرانا Lamellae وهي مكونة من أكياس مفلطحة تشبه الأقراص تسمى صفيحات على مسافات معينة بصفائح بين حبيبية المتعبية المعضوات معينة بصفائح بين حبيبية المعضوات وتنغمر الحبيبات والصفائح بين الحبيبية بالثيلاكويدز Thylakoids وتنغمر الحبيبات البلاستيدية أماكن أساسية لتواجد جميعها في الحشوة Stroma، وتعتبر الحبيبات البلاستيدية أماكن أساسية لتواجد البخضور.

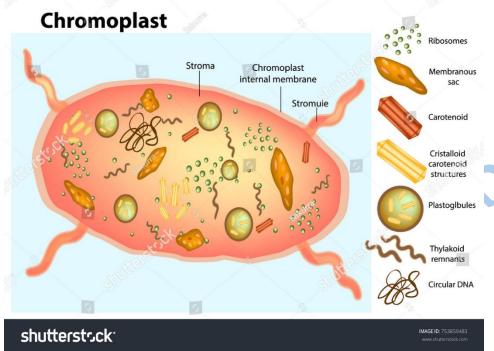
#### Chloroplast



شكل يوضح: البلاستيدات الخضراء

# ب- البلاستيدات الملونة: Chromoplasts

تختلف أشكال البلاستيدات الملونة فمنها المستطيلة والمفصصة والزاوية والمستديرة وعادة تكون ذات ألوان صفراء أو برتقالية وتتبع الأصباغ المسؤولة عن هذه الألوان إلى أشباه الكاروتينيات وقد تحتوي البلاستيدات الملونة على بلورات أشباه الكاروتين كما في بلاستيدات الجزر وثمرة الطماطم.

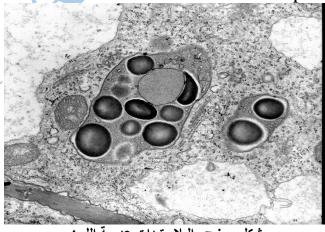


AHMED S. ABD-ALLAH RAMADAN

شكل يوضح: البلاستيدات الملونة

# ج- البلاستيدات عديمة اللون: Leucoplasts

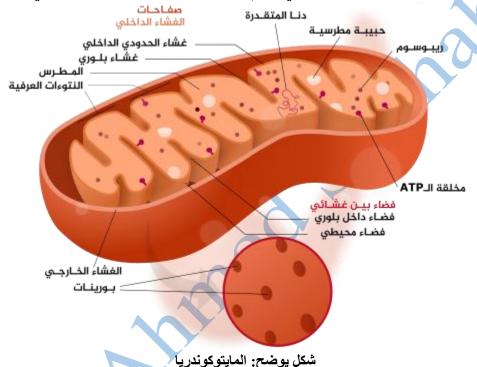
هي كتل صغيرة من البروتوبلازم غير واضحة التحديد ومتفاوتة في الحجم وغير ثابتة الشكل وتتجمع عادة قرب النواة وتوجد عادة في الخلايا البالغة البعيدة عن الضوء كنخاع الساق وكثير من أجزاء النبات الأرضية وفي خلايا البشرة، وتعتبر البلاستيدات عديمة اللون أماكن لتجميع النشا وتسمى بلاستيدات نشوية Amyloplasts، أو لتخزين الدهون فتسمى البروتين وتسمى بلاستيدات بروتينية Proteinoplasts، أو لتخزين الدهون فتسمى بلاستيدات دهنية Elaioplasts.



شكل يوضح: البلاستيدات عديمة اللون

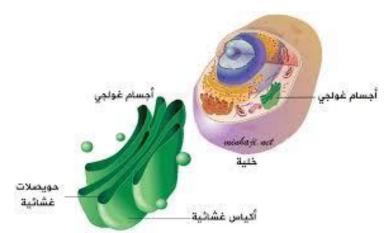
#### 4- المايتوكوندريا: Mitochondria

تتكون هذه العضيات من غشاء مزدوج يحيط بمادة بروتينية تسمى بالحشوة Stroma تضم أجساماً ريبية ولييفات من الحامض الريبي النووي منقوص الاوكسجين (DNA) ولكنها أقل حجماً من مثيلاتها في السيتوبلازم كما أن الغشاء يتميز بأن الجزء الداخلي ذو ثنيات Cristae تمتد داخل الحشوة لتزيد من سطح الغشاء، وتحتوي المايتوكوندريا على عدة أنزيمات منها الأنزيمات الداخلة في دورة كربس Krebs والأنزيمات المؤكسدة، لذا فهي تقوم بعمليات التنفس وتوليد الطاقة في الخلية.



# 5- جهاز جولجي: (Dictyosomes (Golgi apparatus)

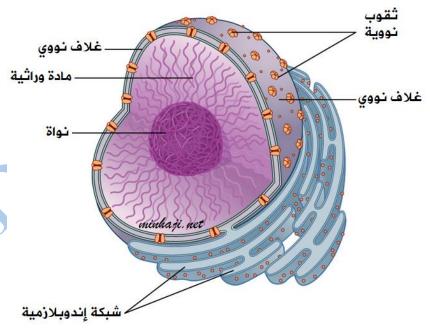
هي أجسام بروتوبلاز مية حية يتكون كل منها من مجموعة مفلطحة من الأكياس Cisternae المستديرة المتراكبة فوق بعضها البعض، ويحاط كل كيس بغشاء و غالباً ما تكون حافة الكيس ذات ثقوب عميقة، فعندما تأخذ في الاتساع تظهر أنبوبية الشكل، ويتكون جهاز كولجي في الخلايا النباتية من 2 إلى 7 أكياس أو أكثر، وتقوم هذه الأجسام بعملية الإفراز في الخلية حيث تقرز المواد المتجمعة في حويصلات تنطلق من حافة الكيس متجهة إلى أماكن معينة في الخلية حيث تترسب على جدار الخلية أو تفرز إلى خارجها، وهي تقوم بتجميع المواد الناتجة من الشبكة الإندوبلازمية ثم إفراز ها.



شكل يوضح: اجسام كولجي

#### 6- النواة: Nucleus

تظهر النواة في حالة عدم الانقسام على هيئة جسم كروي أو بيضي محاطة بالسيتوبلازم، ومغلفة بغشاء مزدوج رقيق يعرف بغشاء النواة Nuclear envelope ويتصل هذا الغشاء مع الشبكة الإندوبلازمية ويوجد داخله العصير النووي sap (nuclear plasm) والشبكة والشبكة الإندوبلازمية ويوجد داخله العصير النووي حماتيات Chromatins عندما تكون في حالة متميزة، ثم تتميز إلى الكروموسومات Chromosomes التي تتكون من الحمض الريبي النووي منقوص الاوكسجين (DNA) وبروتينات، ويوجد داخل النواة أيضاً النوية Nucleolus أو النويات



شكل يوضح: النواة

تتميز بوجود نوعين من الأحماض النووية هما الحمض الريبي المنقوص الأكسيجين (DNA) حامل المادة الوراثية أو الجينات وحمض الرايبوز النوي Ribonucleic الذي يوجد بكمية أكبر في النوية أو النويات. وتكون النوية هلامية الشكل وشبه صلبة غير محاطة بغشاء وأكثر كثافة من العصير النووي وتحتوي على فراغات وأجسام بلورية كما تحتوي على حمضي RNA و RNA و بروتينات، ويعتقد أن النويات تعمل كمراكز لتكوين حمض DNA وحمض RNA والبروتينات.

# وتظم البنواة

أ- النوية: Nucleolus

ب- الكروموسوم: Chromo some والذي يتكون من:

1-الكروماتيد: Chromotid

2-السنترومير: Cent omere

يتكون الكروموسوم من ذراعي كل ذراع يدعى الكروماتيد ونقطة الاتصال بينهما تدعى السنترومير والكروموسوم هو الجزء المهم في النواة وتختلف اعدادها واحجامها واشكالها باختلاف الكائنات الحية تختلف الكروموسومات في موقع السترومير.

أ- كروموسومات السنترومير فيها يقع في الوسط تسمى وسطية المرتكز Metacentric

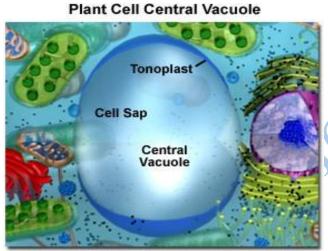
ب-كروموسومات السنترومير فيها الطرف تسمى طرفية المرتكز Acrocentric ت-كروموسومات السنترومير فيها يقع نهاية الكروموسوم تسمى نهائية المرتكز Telocentric

يوجد في بعض الكائنات الكروموسوم الرابع في الذرة الصفراء ذنب الكروموسوم وتدعى بالكروموسومات المذنبة Satellite chromosome تحتوي الكائنات على الكروموسومات بحالة ثنائية اي ان كل كروموسوم له كروموسوم مشابة او متماثل يدعى الأليل وهذه الكائنات تسمى الثنائية الكروموسوم Diploid اما الكائنات الواطئة تكون كروموسوماتها احادية Haploid. ان المادة الوراثة DNA تدخل في تركيب الكروموسومات حيث انها العمود الفقري للكروموسوم فضلا عن البروتينات الحامضية والقاعدية كما يلاحظ وجود اجسام خرزيه الشكل على الكروموسومات تدعى كروميرات ولها علاقة باقتر ان الكروموسومين المتماثلين.

#### 7- الفجوات: Vacuoles

تعتبر الفجوات من أهم مكونات البروتوبلاست فهي تحتوي على الماء والمواد العضوية وغير العضوية ومعظمها تكون في حالة سائلة، وقد تكون هذه المواد تخزينية مثل السكر والأحماض العضوية والبروتينات والفوسفات، أو تكون مواد إفرازية مثل أكسالات الكالسيوم والمواد الدباغية، وتمثل الفجوات حوالي 90٪ من حجم الخلية البالغة وتحاط بالغشاء البلازمي الداخلي. وقد أظهرت الدراسات الحديثة على الخلية أن

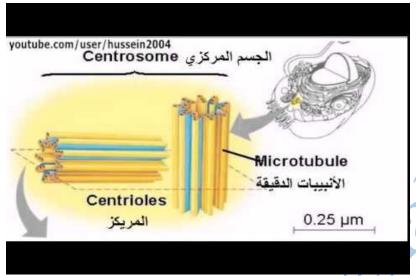
الفجوات لا تقتصر على تجميع النواتج الأيضية ولكنها تشترك في تنظيم الماء والمواد البيوكيميائية في الخلية كما أنها تستطيع أن تعمل كعضي يقوم بوظيفة حيوية في الخلية حيث تحتوي على الأنزيمات الهاضمة التي تحلل المواد السيتوبلازمية والمواد الأيضية ولهذا يعتقد البعض أنها تشبه اللايزوسومات Lysosomes في الخلية الحيوانية، ويعتقد بأن منشأ الأنزيمات الهاضمة يكون في الشبكة الإندوبلازمية أو في جهاز جولجي ومن ثم ينقل إلى الفجوات عن طريق حويصلات غشائية تنفصل من هذه العضيات.



شكل يوضح: الفجوة

# 8- الجسم المركزي (السنتروسوم): Centrosome

عبارة عن تركيب خلوي صغير يقع قريباً من النواة ويوجد في الغالبية العظمى في الخلية الحيوانية فيما عدا تلك الخلايا التي فقدت قدرتها على الانقسام والتكاثر، وخلال الانقسام فإن الجسيم المركزي ينقسم إلى جزأين يهاجران إلى الأقطاب المتقابلة، وبالرغم من عدم وجود الجسيمات المركزية في الخلايا النباتيه الا انه يوجد مركز لتخليق النبيبات الدقيقة وايضا خيوط دقيقه، كما ان الجسيمات المركزية متكونه من زوج من المريكزات عادة وكل من هذه المريكزات يمثل اسطوانه مكونه من تسع مجاميع وتحتوي كل مجموعه على ثلاثه نبيبات دقيقه، لا تعد الجسيمات المركزية ضيرورية في الخلايا النباتية والفطرية وذلك لأن هذه الخلايا لا تغير من شكل غشاء خليتها أثناء انقسام الخلية تمتلك هذه الخلايا جدران خلية صلبة وغير مرنة تحول دون تغير شكل الغشاء لينشق إلى نصفين أثناء الانقسام المتساوي.



شكل يوضح: الجسم المركزي

# 9- جدار الخلية: Cell Wall

يعتبر جدار الخلية النباتية من أهم صفاتها التي تميزها عن الخلية الحيوانية التي تفتقر إلى مثل هذا الجدار، ولكن قليلاً من الخلايا النباتية لا يوجد بها مثل هذا الجدار: منها الأبواغ السابحة في الطحالب والفطريات والخلايا التناسلية في كل من النباتات البدائية و الر اقية

#### تركيب جدار الخلية:

يتميز جدار الخلية مجهرياً إلى ثلاثة أجزاء يمكن ذكرها حسب النشأة والتكوين وهي الصفيحة الوسطى، والجدار الابتدائي، والجدار الثانوي.

# 1 - الصفيحة الوسطى: Middle Iamella

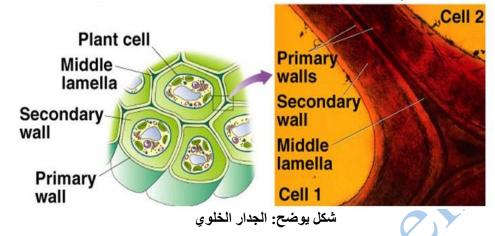
و هي مكونة من مواد بين خلوية Intercellular substances غير متبلورة و غير نشطة ضوئياً وتتكون أساساً من مواد بكتينية Pectin substances قد تتحدمع الكالسيوم، كما قد تدخل مادة اللجنين في تكوينها وخاصة في الأنسجة الخشبية.

#### 2 - الجدار الابتدائي: Primary wall

هو الجدار الأساسي والأول الذي يتكون أثناء نمو الخلية ـ إذا أخذ بعين الاعتبار أن الصفيحة الوسطى عبارة عن مو اد بكتينية وليست جداراً متميزاً ـ كما أنه الجدار الوحيد في كثير من أنواع الخلايا ويتكون من مادة السيليلوز وأشباه السيليلوز، وقد يدخل اللجنين في تركيبه في بعض الخلايا.

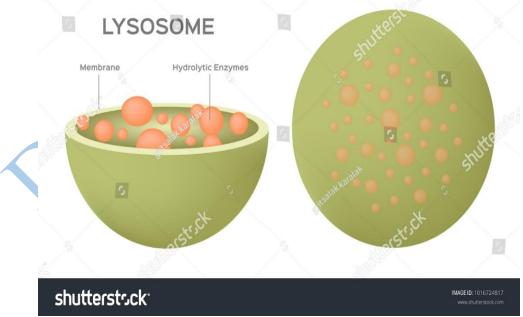
# 3 - الجدار الثانوي: Secondary wall

و هو الجدار الذي يلي الجدار الابتدائي في التكوين ويتكون أساساً من السيليلوز و أشياه السيليلوز ، و قد يتغير هذا التركيب نتيجة لترسب مادة اللجنين و مو اد أخرى مختلفة، ويبدأ ترسب مادة الجدار الثانوي عادة بعد توقف الجدار الابتدائي عن الزيادة في مساحة السطح و هو الوقت الذي تقف فيه الخلية عن النمو والاستطالة.



# 10- اللايسوسومات: Lysosome

وهي عبارة عن حويصلة توجد في الخلية وهي تحتوي على انزيمات هاضمة تحلل العضيات والمواد الغذائية الزائدة. مثل المايتوكوندريا المرهقة او المجهدة تتحد مع اللايسوسوم ومن ثم تتحلل وتهضم ومن ثم يتم تدوير المواد الكيميائية الناتجة من عملية تحللها واعادة استخدامها من قبل الخلية.



شكل يوضح: اللايسوسومات

# الفرق بين الخلايا الحيوانية والنباتية

الخلايا الحيوانية	الخلايا النياتية	
لا توجد	البلاستيدات	1
لا توجد	الجدار الخلوي	2
الفجوات صغيرة	الفجوات كبيرة	3
اصغر حجما	اكبر حجما	4
شكلها مختلف او دائري	شكلها مستطيل	5
لا تحتوي	تحتوي على الفتحة الغشائية	6
مركزية	النواة طرفية	7
تحتوي	لاتحتوي على جسيم مركزي	8

# الفرق بين الكائنات وحيدة الخلية والمتعددة الخلية او بدائية النواة Nucleus Eukaryotic وحقيقية النواة

بدائية النواة	حقيقية النواة	
وحيدة الخلية	متعددة الخلايا	1
اصغر	الحجم كبير	2
بكتيريا /علائق	الكائنات حيوانات او نباتات	3
غير موجودة	النواة موجودة	
موجود circular	DNA موجود Liner	
موجود ولكن كروموسوم واحد	الكروموسومات موجودة ومتعددة	
غير موجودة	العضيات موجودة	
لا جنسي	التكاثر اما جنسي او غير جنسي	
سوط فقط	الحركة عن طريق سوط او اهداب	
موجود	الجدار الخلوي موجود	10
موجود	الغشاء البلازمي موجود	11

#### المصادر

- علي، حميد جلوب; (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
  - Internet •



# الوراثة المندلية: Mendelion genetics:

يمكن التعبير عن علم الوراثة بانة العلم الذي يتعامل مع العوامل الوراثية (الجينات) التي تشكل الكروموسومات في نواة الخلية النباتية وهي تمثل المادة الوراثية في الخلية وتتكون من DNA وهي المسؤولة عن نقل الصفات الوراثية من الاباء الى الابناء او ما نطلق علية بالذرية. يعد الراهب كريكور مندل Gregor Mendel المؤسس الأول لعلم الوراثة. ولد عام 1822 في اقليم زراعي بتشيكوسلوفاكيا ودّخل الكنيسة (الدير) صبياً فقيرا، اهتم منذ صباه بدراسة علم الحياة وعلم الرياضيات، التحق عام 1851 في جامعة فينا لدراسة التاريخ الطبيعي، ثم عاد 1854 ليعمل مدرسا للعلوم الطبيعية في مدينة بورن.Burn. بدأ في سنة 1856 بتنفيذ تجارب على نبات البزاليا Burn. أوبسلة الحدائق Garden-Pea فجمع اصناف من البزاليا التجارية وذلك لدراسة الاختلافات فيها، وبعد سبع سنوات من التجارب قدم نتائجه والتغيرات التي توصل اليها (قانونية الشهيرين في كيفية توارث الصفات) في اجتماع لجمعية التاريخ الطبيعي في Burnn سنة 1869، ونشرت تلك النتائج في مجلة الجمعية 1866. الا ان احدا لم يهتم بنتائجه المهمة لانشغال العلماء حين ذاك باراء دارون في التطور والنشوء. وبقيت طي النسيان اكثر من 34 عام الى أن أعيد اكتشافها عام 1900 من قبل ثلاثة علماء كلا على انفراد و هم كارل كورنز Karl Correns (المانيا) و دي فرايز De Vries (هولندا) وفون تشير ماك Von Tschermak (النمسا)، ووجد كل منهم تقرير مندل اثناء مر اجعته للمصادر المتعلقة بعمله وأشاروا الى التقرير في بحوثهم التي نشروها عام 1900.

# تجارب مندل:

اطلع مندل على تجارب تهجين النباتات التي قام بها الباحثون الذين سبقوه في تربية النباتات واستفاد من نتائجهم حيث لجأ منذ البداية على تثبيت الصفة الوراثية المدروسة، وذلك بالتأكيد على نقاوة الصفة من خلال السماح للنباتات بان تلقح نفسها بنفسها لعدة اجيال (جميع الأفراد متشابهة للابوين) وبذلك يمكن الحصول على سلالة نقية. درس العالم مندل نباتات البزاليا Pisum sativa Pea وقد اختار سبع صفات هي:

- 1. ملمس البذور (البذور الملساء والبذور المجعدة).
  - 2. لون الفلقتين (الاصفر والاخضر).
  - 3. لون البذور (رصاصى او ابيض).
  - 4. لون القرنة (خضراء أو صفراء).
    - 5. نوع القرنة (ممتلئة او فارغة).
  - 6. طول النبات (طويل هو قصير).
- 7. موقع الازهار (متدلية على طول الساق او متجمعة في نهاية الساق).
  - السؤال هو لماذا اختار مندل نبات البز اليا؟

#### الجواب هو:

- 1- بسبب وجود اختلافات وراثية واضحة بين نباتات البزاليا. Clear Genetic Diversity
  - 2- النباتات ذات تلقيح ذاتي Self Pollinated Crops.
  - 2- سهولة النمو و التطور و لقصر دورة حياتها Short Life Cycle
- 4- سهلة التميز والسيطرة على الصفة المراد دراستها. Easy to Control Traits

# قانون مندل الاول:

# عبدأ الانعزال: Principle of Segregation:

سبق أن ذكرنا أن مندل قد اختار سبعة ازواج من الصفات النبات البزاليا كما استعمل اعدادا كبيرة من العينات التجريبية، وحصل على اعداد كبيرة من افراد النسل خلافا لما سبقوه الذين استعملوا اعدادا قليلة من العينات، ركز في كل تجربة على صفة واحدة فقط، كما استعمل معلوماته الرياضية لتفسير نتائجه.

فقد قام مثلا بزراعة بذور البازلاء، لها الصفة النقية لطول الساق وبذور اخرى لها الصفة النقية لقصر الساق. عند تكوين الأزهار قام بنشر لقاح من متك نبات طويل الساق على ميسم نبات قصير الساق. كما قام بعكس العملية أي نثر حبوب اللقاح من متك نبات قصير الى ميسم نبات طويل الساق. وقد ضمن نجاح العملية بقطع اسدية النباتات المنقول اليها حبوب اللقاح، أي أنه أجرى التلقيحات اليديوية بين النباتات وجمع البذور الناتجة من كل نبات ثم زرعها مرة ثانية فوجد ان جميع النباتات الناتجة من التضريب او التهجين كانت طويلة الساق وتشبه احد الأبوين فقط، ولا تبدي أي اثر لصفة الاب الاخر (أي لا توجد نباتات قصيرة، و هذه هي صفة الجيل الاول (F1)، كما ظهر لمندل ان هذه النتائج لاتعتمد على طبيعة الجنس ذكر أم انثى ترك مندل هذه النباتات لكى تتلقح ذاتيا، وضمن ذلك بان غطى الازهار قبل نضجها باكياس من النايلون حتى لاتصل حبوب لقاح من نباتات اخرى وبعد نضوج ثمارها جمع البذور وزرعها مرة اخرى فوجد أن النباتات الناتجة بعضها قصير وبعضها الآخر طويل وكانت النسبة تقرب من 1:3 (1:2:1) وهذه صفة الجيل الثاني (F2) كرر مندل الخطوات السابقة وعلى صفات اخرى لنبات البازلاء وهي ماحصل لجميع التزاوجات التي اختارها وكانت النتائج ظهور صفة واحدة متماثلة لصفة احد الأبوين فقط واختفاء الصفة الثانية في الجيل الاول (F1) وحصل على نتائج متماثلة اطلق مندل على الصفة التي تظهر في جميع افراد الجيل الاول بالصفة السائدة المتغلبة Dominant trait الما الصفة الاخرى التي لم تظهر في الجيل الاول وظهرت بنسبة 25% تقريبا من افراد الجيل الثاني هذه صفة بقيت كامنة في افراد الجيل الاول اطلق عليها اسم الصفة المتنحية Recessive trait، ومن حسن حظ مندل انه لم يلاحظ وجود أشكال وسطية بين الصفتين التي عمل بها تضريب في افراد الجيل الاول. في حين عند

تهجين الجيل الأول مع بعضها للحصول على أفراد الجيل الثاني ظهر لمندل ان بعض الأفراد تحمل صفة أحد الأبوين المختفية.

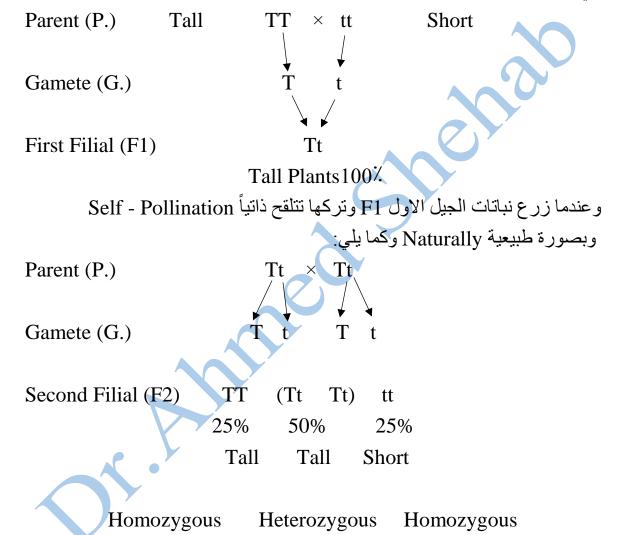
اجري مندل عدا للافراد التي حصل عليها في الجيل الثاني (F2) وكرر التجربة لبقية الصفات المدروسة السبعة فوجد انها تقترب من النسبة 3: 1 (3 سائدة: 1 متنحية) لقد اقترح مندل لتفسير نتائجه أن صفة طول الساق ناتجة عن مسبب سائد موجود في الوحدات التناسلية (الكميتات) اسماه العنصر السائد Dominant element او العامل السائد Dominant Factor رمز له بالحرف (T) الكبير. اما صفة النبات ذي السيقان القصيرة ناتجة عن عامل متنحي اسماه العنصر المتنحي Recessive element او العامل المتنحي Recessive Factor ورمز له حرف (t) الصغير والتي تشير الى مبدأ وحدة الصفات characters Principle of unit فيما بعد استعيض عن كلمة element او العامل factor بكلمة الجين Gene و هي كلمة اغريقية تعني عرف او عنصر ومنها جاءت تسمية العلم الذي يهتم بدر اسة كيفية انتقال الصفات الوراثية Genetics افترض مندل وجود زوج من العناصر (الجينات المورثات) لكل صفة وراثية وذلك لان نبات الجيل الاول تُحمل في ذاتها عاملاً الصفة السائدة (طويل الساق) الى جانب قصر الساق، مما يدل على وجود زوج من الأليلات (الجينات) السائدة والمتنحية في هذا النبات (نباتات الجيل الاول). اذ لا يمكن أن تظهر الصفة السائدة أن لم تحوي اليل السيادة، ولا يمكن أن ينتج عن تزاوجها نباتات ذات الصفة متنحية ان لم تحوي الاليل المتنحى. ان كل كميت يمثل جيناً (اليل) واحد منها فقط. كعامل الطول وعامل القصر مثلا، أما البيضة المخصبة Zygote المتكونة من اتحاد الكميت الذكري والانثوي والتي تكون الجنين ثم الفرد فانها تحتوي زوجا (اثنين) فقط

فاذا كان النمط التركيبي الجيني Genotype هو (TT) فان كل كميت يحمل اليل واحد فقط (T)، اما اذا كان التركيب الوراثي الجيني (tt) فان كل كميت يحمل اليل واحد ايضاً (t)، واذا كان النمط الجيني بتركيب هجيني (Tt) فان نصف الكميتات تحمل تركيب وراثي (T) والنصف الاخر بصيغة (t).

نستنتج مما تقدم أن الأفراد التي تعود الى سلالة أصيلة التركيب الوراثي نقية تحمل نوعاً واحدا من الكميتات وهي تنشأ عن اجتماع كميتات متماثلة لاليلات الصفة Alleles اثناء تكوين البيضة المخصبة Zygote ولذلك تدعى متماثلة الأليلات t الأفراد الهجينة التي تنتج نوعين مختلفين من الكميتات، وتنشأ في الأصل من اجتماع الكميتات المختلفة الأليلات المتقابلة فتدعى مختلفة الأليلات او الكميتات وهذا هو وينعزل الاليلين عن بعضهما كما في المثال السابق t, t عند تكوين الكميتات وهذا هو

قانون مندل الاول الذي يدعى بقانون الانعزال Law of segregation او انعزال الجينات (الاليلات) والذي ينص:

(ان العوامل الوراثية المزدوجة تنعزل عن بعضها البعض عند تكوين خلايا تناسلية (الامشاج) في الفرد ثم تعود فتزدوج بعملية الاخصاب عند تكوين الزايكوت او الفرد الجديد)، ويمكن صياغة قانون مندل الأول بالشكل الاتي-: اذا تزاوج فردان يختلفان فيما بينهما الزوج من الصفات، فان افراد الجيل الأول (الهجين) تظهر عليهما الصفة السائدة فقط. وفي الجيل الثاني تنعزل الصفات السائدة عن المتنحية بنسبة 3 سائد: 1 متنحي. وكما يلي:



وبذالك تكون نسبة النباتات الطويلة الى النباتات القصيرة هي 1:3. ان الارقام الحقيقية Short, 798 = Tall Plants = حصل عليها مندل فعلا هي: Real Numbers التي حصل عليها مندل فعلا هي: Tall 3:1 Short ان اليلات 266 Plants. ان اليلات الجين قد تكون متماثلة او غير متماثلة وكما يلي:

Homozygous: الجين في النبات له الليلات Allele متماثلة للصفة تحت الدراسة مثل

TT,tt

Heterozygous: الجين في النبات له الليلات Allele غير متماثلة للصفة تحت الدراسة مثل Tt

أن هناك مصطلحان مهمان يجب التأكيد عليهما وكما يلي:

F1 = First Filial ونعنى الجيل الأول. Second Filial وهي الجيل الثاني. و هكذا الى F4, F3 وغيرها من الأجيال الأخرى. يمكن الاستنتاج من المثال السابق بان الانقسام الاختزالي Meiosis Division الذي يحدث في الخلايا الجسمية Cells يؤدي الى انتاج خلايا جنسية Sexual Cells وهي احادية المجموعة الكروموسومية وتسمى Haploid or Mono-plaid وهذه الخلايا الجنسية تمثل الكميتات Gametes. أن الخلايا الجسمية Somatic Cells تحتوي على العدد الكامل Sexual بينما الخلايا الجنسية Diploid من الكروموسومات  $n^2$  أي انها ثنائية التضاعف Cells احادية Haploid، اي تحوي نصف العدد الأصلى من الكروموسومات (n). لتوضيح الامر اكثر نأخذ الانسان Human كمثال حيث أن العدد الكلى للكروموسومات هو 46 ويعني ذلك 23 زوج من الكروموسومات في الخلايا الجسمية Somatic Cells عند الانسان ولكن عند حصول الانقسام الاختزالي Meiosis تتكون الخلايا الجنسية Sexual Cells والتي تحتوي على نصف العدد الاصلي Original Number من الكروموسومات و هو 23 كروموسوم فقط الخلية الجنسية الذكرية في الانسان Sperm تحتوي على 23 كروموسوم الخلية الجنسية الأنثوية في الانسان Oval تحتوي على 23 كروموسوم وبذلك فان اتحاد Sperm مع Oval تؤدي الى تكوين الجنين والذي تحتوي خليته الأولى Zygote على 46 كروموسوم، 23 كروموسوم جاءت من الام و 23 كروموسوم جاء من الاب. تنقسم خلية Zygote انقساما اعتياديا Mitosis Division و بذالك يحدث النمو Growth. أن الخلية الذكرية في النبات تسمى حبة اللقاح Pollen والخلية الانثوية في النبات تسمى البويضة Oval. لقد تم صياغة معادلة جبرية لتعبر عن نتائج F2 أي الجيل الثاني في ما سبق من الأمثلة وكما يلي:

نباتات  $A^2+2Aa+a^2$  حيث ان:  $A^2$  نباتات طويلة اصلية اي نقية متغلبة. وان  $A^2+2Aa+a^2$  طويلة خليطة. واخيرا  $a^2$  نباتات قصيرة اصلية اي نقية متنحية.

يمكن أن نضع مثال اخر لتوضيح الامر وهو عن تجربة اجراها مندل حول صفة ملمس بذور نباتات البزاليا (املس Round و مجعد Rough) ووجد ما يلي:

وعندما عمل تلقيح ذاتي Round Self - Pollination للنبات Ss وكما يلي:

Rough Recessive Pure Mixed Round Round Dominant Pure وبذالك حصل على نفس النسب السابقة وكما في المثال الأول. يتضح من المثالين السابقين حول البزاليا من تجارب مندل بان قانون انعزال العوامل الوراثية Genes الى اليلاتها من خلال الانقسام الاختزالي والمسمى Law of Segregation of Alleles . أن الجينات تنعزل اليلاتها وتكون كميتات Gametes ويمكن أن يعرف هذا القانون بانة (عاملا اي زوج من الصفات المتضادة لجين خليط الأليلات او من الصفات الاليلية لجين متماثل الأليلات ينعزلان عن بعضهما عند تكوين الكميات دون أي تغير). لتوضيح الأمر نتابع هذه الجينات ومن ثم اليلاتها وكما يلي:

aa , Aa , AA a , a A , a A , A

يمكن أن نضع القاعدة التالية: - ان الكائنات الجنسية تحمل ازواجا من العوامل الوراثية aa, Aa, AA ينعزل فردا كل زوج منها عند تكوين الكميتات خلال الانقسام الاختزالي Meiosis وتتحد هذه الكميتات عند تكوين الذرية Offspring بعد التضريب (النسل الجديد).

# الطراز المظهري والطراز (التركيب الوراثي):

يطلق الطراز المظهري (Phenotype) على شكل الكائن الحي الخارجي بالنسبة لصفة واحدة او لمجموعة من الصفات فالطراز المظهري هو أي صفة متغيرة او واضحة وقابلة للتقدير وموجودة في الكائن الحي ومثال ذلك طول الساق ولون الازهار، ويمكن القول أن الطراز المظهري هو محصلة نواتج الجين المعبر عنها في بينة معينة.

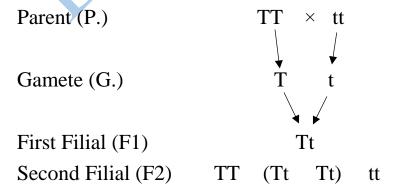
أما التركيب الوراثي (Genotype) فيمثل مجموعة الجينات التي يحملها الفرد بالنسبة لصفة واحدة أو المجموعة من الصفات، ويتحدد التركيب الوراثي عند الأخصاب و يحمله الكائن الحي بلا تغيير (باستثناء الطفرات الوراثية) طيلة حياته، ويكون التركيب الوراثي على نوعين:

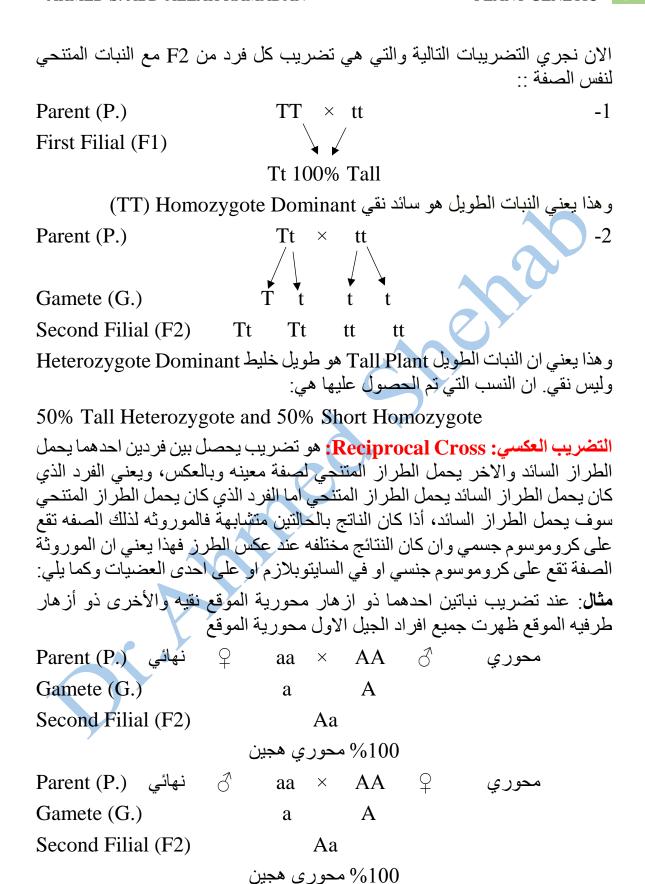
- 1. متماثل الزيجة (Homozygous): وينتج من اتحاد كميتين يحملان اليلات متماثلة Identical Alleles ويعد التركيب الوراثي نقى او متماثلاً.
- 2. متباین الزیجة (Heterozygous): وهو الترکیب الوراثي الخلیط او الهجین (Hybrid) وینتج عند اتحاد کمیتین یحملان الیلین مختلفین، ویعطي نو عین مختلفین من الکمیتات، وتعد صفة الهجین (Hybrid) مرادفة للفرد ذو الترکیب الوراثي متباین الزیجة.

# التضريب الاختباري:

# اختبار الشكل المظهري لصفة واحدة: Test Cross) Phenotype Test:

يمكن معرفة التركيب الوراثي Pure Dominant المعلومات عن الاباء ومن هي الجينات السائدة النقية Pure Dominant و السائدة المعلومات عن الاباء ومن هي الجينات السائدة النقية Pure Recessive وبذالك يمكن الخليطة Mixed Dominant واخيراً المتتحية النقية Pure Recessive وبذالك يمكن معرفة طبيعة الذرية Offspring. اما من ناحية المظهر الخارجي Phenotype يمكن معرفة النباتات التي تمتلك الجينات المتتحية النقية Short Plants والبدور المجعدة Rough Seeds هو الحال في النباتات القصيرة Short Plants والبدور المجعدة mominant وغيرها من الصفات المتنحية. ان النباتات التي تظهر الصفات السائدة المناهدة المناهدة المناهدة مختلطة المناهدة المناهدة مختلطة Homogenous قد تكون متماثلة Homogenous و غير متماثلة وراثيا للصفة السائدة و ذالك بتصريب نباتات الجيل الاول F1 التي تسيطر عليها الجينات السيادية مع نبات متنحي متماثل Recessive المثال التالي يوضح الحالات:





التضريب (الرجعي): Backcross: يرد مصطلح التضريب العكسي في عدد كبير من مصادر وكتب الوراثة بصيغة المرادف لتضريب الأختبار Testcross، في حين تشير مصادر اخرى الى ان التضريب الرجعي يتضمن تزاوج أحد افراد نسل الجيل الأول (F1) رجعياً مع احد ابويه اوي مع افراد لهم تركيب وراثي يماثل تركيب الوراثي أحد الأبوين. وكما في المثال:

مثال: ضرب نبات بزاليا ذو قرنه خضراء اللون بأخر ذو قرنه صفراء اللون فظهرت جميع افراد الجيل الاول خضراء اللون وعند اجراء التضريب الرجعي ظهر 50% من الناتج ذو قرنه خضراء اللون و 50% ذو قرنه صفراء اللون

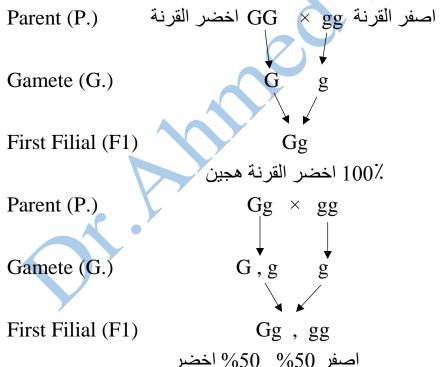
#### الحل:

لما ظهرت جميع النباتات ذات قرنه خضراء اللون اذا النبات اخضر القرنه يحمل الصفة السائدة و هو نقى في صفتة

# الفرضية:

نرمز لعامل الصفة السائدة بالرمز G

نر مز لعامل الصفة المتنحي بالرمز g



تضريبات أحادية الهجين: Mono-hybrid Crosses: تتكون الهجن من تضريب فردين مختلفين وراثيا فمثلا التضريب  $(AA \times aa)$  والمتضمن اباء مختلفة بزوج واحد من الأليلات، يطلق عليها تضريبات أحادية الهجين متباين الزيجة لزوج واحد من الأليلات، وتعد هذه التضريبات أساسية للوراثة المندلية كما في قانون مندل الأول.

# تحويرات النسبة المندلية للشكل المظهري: 3:1

على الرغم من سريان قانون الانعزال في كثير من الكائنات الحية و على الصفات متعددة فان عدد من الحالات تظهر شذوذاً عن النسبة المندلية المتوقعة وهذا يعني أما ظهور صفات جديدة غير موجودة في الأبوين، أو أن تكون الصفة حالة وسطية بين صفة الأبوين و هذا له علاقة بموضع السيادة.

# انواع السيادة: Types of Dominance:

تمكن الباحثون من اكتشاف أنواع أخرى من السيادة التي ادت الى ظهور نسب مختلفة للأنماط المظهرية في الجيل الثاني F2 تختلف عن النسب المندلية وهناك عدة أنواع للسيادة منها:

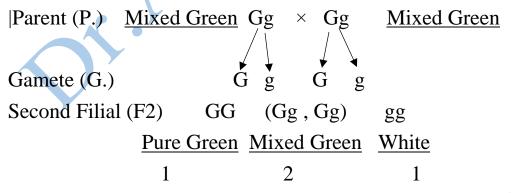
- 1. السيادة الكاملة: complete Dominance: في هذا النوع من السيادة يكون متباين الزيجة (AA) له نفس النمط المظهري لمتماثل الزيجة (AA) أي أن الجين المتنحي (a) موجود ولكنة مخفي وظيفياً. وتؤدي السيادة الكاملة الى ظهور النسبة التقليدية 1:3 في الجيل الثاني من تضريبات أحادية الهجين.
- 2. السيادة الغير كاملة (شبه السيادة): Incomplete Dominance: وفيها يكون الفرد الهجين حالة وسط بين الأبوين وتؤدي الى الحصول على أنماط ظاهرية لايمكن تفسير ها على ضوء السيادة الكاملة كالنسبة المحورة عن النسبة المندلية 1:3 فعند تضريب نبات ذي از هار حمراء يعود لنبات حلق السبع مع نبات مماثل في از هار بيضاء يكون ناتج الجيل الأول F1 ذي از هار وردية Pink وفي الجيل الثاني تظهر النسبية (1) حمراء: (2) وردية: (1) بيضاء بسبب السيادة غير الكاملة.
- 3. السيادة المشتركة (التعادلية): Co dominance: وتظهر هذه السيادة عندما يكون بقدرة كل من الأليلين التعبير عن نفسهما في الأفراد الخليطة (الهجينة)، ويعمل كل اليل بطريقة محددة ومستقلاً عن الأخر ويكون التأثير مشتركاً في متباين الزيجة وتعد أنتيجينات مجاميع الدم ABO في الانسان مثلا واضحاً للسيادة المشتركة، فالتزاوج بين أفراد من طراز دم AB سوف ينتج نسل بنسبة 1 ومن طراز الدم A و 2 من طراز الدم AB : و1 من طراز الدم B و هذه النسبة أي 1:2:1 محورة عن النسبة المندلية 1:3 ولكنها خاضعة لمبدا الانعزال ايضاً.
- 4. السيادة التفوقية: Over dominance: ويظهر هذا النوع من السيادة في الحالات المتعلقة بالصلاحية الحيوية مثل الحجم والانتاجية والحيوية. وفي هذا النوع من السيادة يكون متباين الزيجة ذو نمط مظهري عند قياسه كمياً اكثر من كلا الأبوين المتماثلي الزيجة والمثال على ذلك وراثة لون العين في حشرة الدروسوفلا حيث يسبب متباين الزيجة والمثال على كمية الصبغت التالفية عن كل من متماثل الزيجة البري WW والأبيض ww ، حيث تظهر النسبة المحورة 1:2:1 في الجيل الثاني.

# الجينات المميتة: Lethal Genes

تؤثر الجينات على حيوية الكائن بالاضافة الى تأثيرها على الصفات المظهرية، حيث تصب الكائنات الحية الحاملة لهذه الجينات بالضرر او تقليل فعاليتها الحيوية واذا ما سببت لها الموت فتسمى بالجينات المميتة، واذا كان الجبن المميت من النوع السائد وذي التاثير المباشر، فان جميع الأفراد الحاملة لهذه الجينات سوف تموت. وبعضهما الأخر بسبب الضرر أولاً ويحدت الموت كحالة متاخرة، أما الجينات المميتة ألمتنحية المحمولة بصورة هجينة (متباينة الزيحية) فانها لا تسبب أي تأثير الأ أذا حدث تزاوج بين فردين حاملين لهذه الصفة، ومن الأمثلة على ذلك:

# 1-صفة اللون الابيض في الذرة الصفراء:

يوجد تحوير Modification اخر النسب المندلية بالنسبة المظهر الخارجي Lethal Genes النبات ولصفة واحدة و هذا ناتج من تأثير الجينات المميتة الأمر حول الجينات وهي الجينات التي تميت حاملها ذو التركيب الوراثي المعين. لتوضيح الأمر حول الجينات المميتة يكون من خلال المثال الاتي: تعرف جميعا ان النباتات الراقية تنمو وتصنع ذاتها من خلال عملية التركيب الضوئي Photosynthesis وان هناك جيئات معينة مسؤولة عن هذه العملية. في نباتات الذرة الصفراء (Corn هناك جينات متحكمة في انتاج مادة اليخضور Chlorophyll والمهمة في عملية التركيب الضوئي. ان الجين المتحكم بإنتاج المادة الخضراء هو Gg وان الاليل G كامل السيادة على الاليل المتنحي g وبذلك فان نباتات الذرة ذات التركيب الوراثي Gg تحتوي على مادة الكلوروفيل وتستطيع القيام بعملية التركيب الضوئي. اما النباتات ذات التركيب الوراثي gg لا تنتج مادة اليخضور Chlorophyll وتكون بيضاء مصفرة اللون Pale Color عند تضريب اليخضور الموية الوراثي الجين Gg مع ثبات مماثل نحصل على الاتى: Crossing



المفروض أن تكون النسب المثالية للمظهر الخارجي Phenotype و التركيب الوراثي Genotype كما يلي:

Phenotype 3:1

#### Genotype 1:2:1

ولكن الواقع يختلف حيث ان بعد انبات البذور Seed Germination تتكون البادرات seedlings و تنمو حتى يصل عمر ها حوالي 14 يوما ثم يستنزف مخزون المواد الغذائية stored Materials في سويداء البذرة Endosperm ويجب أن يكون النبات الجديد قادرا على صنع غذائه بنفسية لكي ينمو و يعيش. في هذه الحالة نجد أن النبات الذي يحمل التركيب الوراثي gg سيموت لعدم قدرته على صنع المادة الخضراء Chlorophyll لكي يقوم بصنع عذاته بنفسة وبذالك فالنسب تتغير وتكون كالأتى:

Phenotype 3:0

Genotype 1:2

ان تغير النسب 1:3 الى 3:0 هو دليل على حصول تحوير النسب المندلية.

# Mendel Second Law: قانون مندل الثاني Mendel Law of Independent Assortment of Genes

ان قانون مندل في التوزيع الحر للجينات Independent Assortment ينص على (تتوزع الجينات المختلفة بصورة مستقلة عن بعضها البعض في الهجين الوراثي). اذا ما تم تضريب Crossing نباتين من البزاليا ويكونان مختلفين بصفتين ولذا يدعي هذا النظام من التهجين بالتهجين الثنائي الصفة Dihybrid System. ان التوزيع الحر للجينات يحدث في الجيل الثاني F2 ويمكن توضيح ذلك من خلال تضريب نباتين ذات صفات مختلفة ونتيجة التضريب هي نباتات الجيل الاول F1 التي تكون ذات صفة واحدة فقط ويكون مظهرها الخارجي Phenotype معتمداً على الصفات ان كانت متغلبة فقط ويكون مظهرها الخارجي Recessive Traits أما في الجيل الثاني F2 فتتوزع كل صفة عن الاخرى متمثلة بجيناتها ولهذا يسمى هذا بالقانون الحر او المستقل لتوزيع الجينات.

#### :Example 1

تم تضريب نبات طويل (Tall) TT وله ازهار حمراء اللون(RR (Red) وبهذا يكون (Tall - Red) ورمز النبات TTRR مع نبات اخر قصير الساق (Short) وازهاره بيضاء اللون (rr (white) وبذا يكون تركيبة الوراثي rr (white). صفتي النبات الطويل ولون الازهار الاحمر متغلبة Dominant، بينما صفتي قصر النبات ولون الازهار البيضاء متنحية Recessive والتضريب كما يلي:

Parent (P.)	Tall-Red	$TTRR \times ttr$	r Short- White
Gamete (G.)	-	P1	P2
First Filial (F1)		TtRr	Tall-Red

تم بعد ذالك تضريب Crossing افراد الجيل الأول مع بعضها Crossing افراد الجيل الأول مع بعضها و كما بلي:

Parent (P.)  $TtRr \times TtRr$ 

Gamete (G.) TR, Tr, tR, tr TR, Tr, tR, tr

ونعمل الجدول الاتي للحصول على نباتات الجيل الثاني F2

	TR	Tr	tR	tr
TR	TTRR	TTRr	TtRR	TtRr
Tr	TTRr	TTrr	TtRr	Ttrr
tR	TtRR	TtRr	ttRR	ttRr
tr	TtRr	Ttrr	ttRr	ttrr

Phenotype: - 9 : " : " : 1

Red-tall: white-tall: Short-Red: Short-White

Genotype:

Homozygous 1 9 Red-Tall

Heterozygous 8

Homozygous 1 White-Tall

Heterozygous 2

Homozygous 1 3 Short-Red

Heterozygous 2

Homozygous 1 1 Short-White

#### :Example2

تم اجراء التضريب Crossing بين نباتات بزاليا ذات بذور مدورة ولون اصفر-Rough - Green واخرى ذات بذور مجعدة ولون اخضر Round Yellow Seeds والخرى ذات بذور مجعدة ولون اخضر Dominant بينما صفتي Seeds. صفتي البذور المدورة SS واللون الاحضر yy متنحية Recessive. اجري عملية التضريب البذور المجعدة Ss واللون الاخضر yy متنحية F1 and F2 لجيلين الاول و الثاني F1 and F2 مع ذكر افراد و نسب المظهر الخارجي Phenotype والتركيب الوراثي Genotype (واجب بيتي للطالب).

ملاحظة مهمة: - شروط عمل قانون مندل الثاني هي:

۱- عدم وجود ظاهرة الارتباط . Linkage

2- عدم وجود ظاهرة تداخل الجينات Genes Interaction.

طريقة حساب عدد الأشكال المظهرية والتراكيب الوراثية لزوج واحد أو لعدة ازواج من الصفات المضادة:

من قانون مندل الأول تكون النسبة المظهرية الزوج و أحد من العوامل المتضادة هي 3:1 لزوج واحد فقط (اي موقع وراثي واحد .n)، اما اذا كان زوجين من الصفات أي 2n فنضرب النسبة الأولى 3:1 ينفسها و كالاتي:

3:1

3:1×

9:3:3:1

اما اذا كان لدينا ثلاثة ازواج فتضرب النسبة 3:1 بنفسها ثلاث مرات وكالاتي:

9:3:3:1

3:1×

27:9:9:3:9:3:3:1

وهكذا

نسبة التراكيب الوراثية حسب قانون مندل الأول في 1:2:1 (1 سائد اصيل 2 سائد هجين 1 متنحي) هذا لزوج واحد فقط من الصفات، وعندما يكون زوجان من الصفات يمكن أن نجدد النسبة بطريقة الضرب كما في حساب نسبة الأشكال المظهرية، ففي حالة زوجين من الصفات تكون النسبة

1:2:1

2:1 :1×

1:2:1:2:4:2:1:2:1

و هكذا نكرر عملية الضرب مرة أخرى في حالة ثلات ازواج.

قاعدة مهمة:

الأصيل دائما نسبته 1\4 او 1

والهجين (الخليط) نسبته 1/2 او 2

#### مصطلحات

الجين: Gene: هي قسم من الحمض النووي الريبوزي منقوص الأوكسجين، DNA و هي مسؤولة عن مهام مختلفة مثل صنع البروتينات، وتشكل جدائل الحمض النووي الطويلة مع الكثير من الجينات الكروموسومات، حيث توجد جزيئات الحمض النووي DNA في الكروموسومات وتتوضع هذه الكروموسومات داخل نواة الخلية. والكروموسوم هو جزيء مفرد طويل من الحمض النووي DNA ويحتوي هذا الحمض على معلومات وراثية مهمة.

الجين السائد: dominant gene: هو الجين الذي يطغى اثره على الجين المتنحي عند اجتماعهما في خلايا الكائن الحي ويرمز له بحرف لاتيني كبير

الجين المتنحي: Recessive gene: الجين الذي يختفي تأثيره عندما يجتمع مع جين سائد ويرمز له بحرف لاتيني صغير

الصفة السائدة: dominant Character: هي الصفة الوراثية التي تظهر في الطراز الشكلي للجيل الأول نتيجة تزاوج كائنين يختلفان عن بعضهما في زوج الصفات المتضادة ويرمز لها بحرف لاتيني كبير

الصفة المتنحية:Recessive Character: هي الصفة الوراثية التي لا تظهر في الطراز الشكلى للجيل الأول وتظهر في الجيل الثاني ويرمز لها بحرف لاتيني صغير.

الطرز الجينية: Genotype: الصفات الوراثية التي يحملها الفرد على شكل جينات. بمعنى أن الطراز الجيني هو تركيب الجينات في الفرد. وهو المسؤول عن تكوين الطراز الشكلي (المظهري)

الطرز الشكلية (المظهرية):Phenotype: هي صفات الكائن الحي المظهرية التي نراها بالعين (مثل الطول والقصر) أو الوظيفية أو التركيبية الناتجة عن تأثير الجينات وعوامل البيئة.

الكروموسومات: Chromosome: تراكيب خيطية الشكل، موجودة داخل النواة تحتوي على مادة DNA المسؤولة عن حمل الجينات الوراثية.

غير متماثل الجينات (خليط) :Heterozygous وهو الفرد الذي يحتوي في تركيبه الوراثي على جينات وراثية مختلفة وبالرموز Rr أو Tt مثلاً.

متماثل الجينات:Homozygous: وهو الفرد الذي يحتوي في تركيبه الوراثي على عوامل وراثية (جينات) متماثلة بالرموز RR أو rr مثلاً.

النبات الهجين (خليط/ غير نقي: Hybrid): هو نبات يحمل جينين لصفة ما أحدهما سائد والآخر متنحى ويرمز لهما بحرف لاتينى كبير وآخر صغير لنفس الحرف.

#### لمصادر:

- علي، حميد جلوب; (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دارالكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
  - الفيصل، عبدالحسين مويت; (1999). الوراثة العامة الاردن عمان
    - Internet •



# انقسام الخلية النباتية Plant Cell Division

# دوره حياة الخليه: Cell Cycle

دورة الخلية هي الفترة ما بين دورتي الانقسام الخلوي. أي أنها الفترة مابين جيل خلية والجيل الذي يليه. عندما تصل الخلية إلى حجم معين فإما أن يقف نموها أو تنقسم. بعض الخلايا مثل الخلايا العصبية، خلايا العضلات الهيكلية وكريات الدم الحمراء لا تنقسم بعد وصولها إلى الطور الكامل. وتمر الخلية في دورة حياتها بمرحلتين هما: الطور البيني (Interphase)

# اولا: - الطور البيني

يحتل الطور البيني 90% من دوره حياه الخليه و هو يتمايز الى ثلاث مراحل اساسيه

#### هی

# 1- مرحله النمو الاولى: (First gap phase (G1 phase)

وهي فترة نمو الخلية (Cell growth) حيث تزاول فيها الخلية نشاطها في مجال تخصصها، كتكوين العضيات، وبناء أو تكسير الجزيئات الكبيرة، إصلاح الأنسجة التالفة نتيجة الجروح، وتوزيع البروتينات وتطول أو تقصر هذه الفترة بحسب ظروف الخلية، ولا يظهر في هذه الفترة بناء للحامض النووي (DNA) إلا أنه يزداد في نهايتها نشاط الإنزيمات التي يتطلبها بناء الحامض النووي (DNA) وهذه الإنزيمات مع عوامل أخرى تعمل على تهيئة الخلية للدخول في فترة البناء. إذ يجري خلالها تهيئة وتصنيع المركبات الضرورية لنسخ DNA، تصنيع الرايبوسومات والحمض النووي الريبي (RNA) بأشكاله الثلاث (الرايبوزومي RNA)، الناقل tRNA)، الرسول mRNA)، إضافة إلى العديد من الأنزيمات.



#### 2- مرحله تصنيع الحامض النووي (DNA): Synthesis phase (S phase)

يتم في هذه المرحله تضاعف الـ DNA ويتكون كل كروموسوم من كروماتيدين متطابقين ملتصقين من منطقه السنترومير.

# 3- مرحله النمو الثانية: Second gap phase (G2 phase)

تتميز هذه المرحله ببناء البروتينات الاساسيه لانقسام الخليه ومنها خيوط المغزل تحضيراً لأنفصال الخلية في الانقسام المتساوي، ثم بعدها تدخل الخليه في طور الانقسام الخلوي.

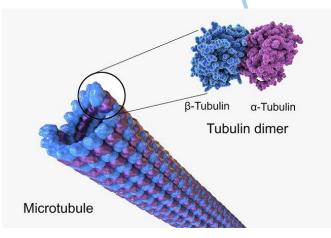
مصطلّح الجهاز المغزلي: (Spindle Apparatus): يشير مصطلح الجهاز المغزلي إلى بنية الهيكل الخلوي في حقيقيات النوى التي تتشكل أثناء عملية الانقسام الخلوي لتفصل الكروماتيدات الشقيقة بين الخلايا الوليدة. بمعنى آخر، هو شبكة من الأنيبيبات الدقيقة (تُسمى أيضاً بالألياف المغزلية) والتي تتشكل أثناء انقسام الخلية سواءً المتساوي أوالمنصف.

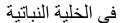
الأنيبيبات الدقيقة: هي خيوط بروتينية تُشبه الأنابيب المجوفة، لها مهمات عديدة. تُشكل الأنيبيات الدقيقة أكبر عنصر بنيوي في الجهاز المغزلي، ومهمتها الأساسية فيه هي تحريك الكروموسومات وسحبها إلى قطبي الخلية، لتضمن بذلك حصول كل خلية وليدة على العدد الصحيح من الكروموسومات.

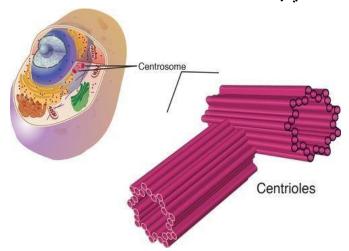
في الخلايا النباتية، بعض الأنيبيبات الدقيقة تتصل بجدران الخلايا (النباتية)، والبعض الأخر يرتبط بكروموسومات منفردة في الحيز الحركي.

في الخلايا الحيوانية، الأنيبيبات الدقيقة (الألياف المغزلية) تنتج من عضية خلوية أسطوانية الشكل تُدعى المريكز المريكز يُشكل الألياف (aster) والنجم، بدوره، يُشكل الألياف المغزلية أثناء دورة الخلية.

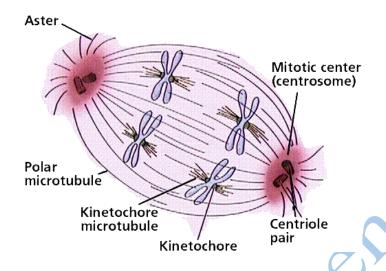
أهمية المغزل: تكمن في أنه يسحب الكروموسومات من الصفيحة الاستوائية إلى قطبي الخلية







في الخلية الحيوانية



# انواع الانقسام: Cell Division Type

تتخصص بعض الخلايا النباتية في النباتات الراقية في عملية الانقسام الضرورية الاستمر الله و التكاثر في النبات وهناك ثلاثة أنماط من الانقسام في الخلية وهي: انقسام مباشر وانقسام غير مباشر وانقسام اختزالي (منصف).

الانقسام المباشر: Amitosis يحدث هذا الانقسام أحيانا في النباتات البدائية ويندر حدوثه في النباتات الراقية وفيه تتخصر النواة في وسطها بالتدريج حتى تنقسم إلى قسمين قد لا يكونان متساويين أو متماثلين ثم يتكون في وسط البروتوبلاست جدار جديد يفصل النواتين، أو يتخصر الجدار إلى الداخل حتى يفصل البروتوبلاست إلى جزأين وبذلك يتم تكوين خليتين بنويتين من الخلية الأصلية

# الانقسام غير المباشر او الانقسام الميتوزي او الخيطي: Mitosis

يحدث هذا الانقسام في الخلايا الإنشائية (أي الخلايا الجسمية) غير المتخصصة بالتكاثر او التزاوج في الحيو انات او النباتات في عُملية التزاوج ويتم على مرحلتين: الأولى: انقسام النواة Karyokinesis حيث تنقسم إلى قسمين متساويين.

الثانية: انقسام السيتوبلازم Cytokinesis حيث ينقسم إلى جزأين مكوناً بذلك خليتين متشابهتين للخلية الأم ويتم الانقسام غير المباشر على أربعة أطوار متتابعة وهي كما يلي:

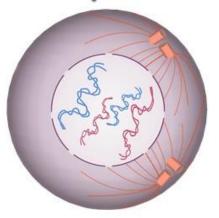
# ن الطور الوسطى او البيني: interphase

- تظهر النواة مكونة من الغشاء النووي وعصير نووي والشبكة الكروماتينية
- تنشط الخلية حيوياً لتوفير كميات من الطاقة بالسايتوبلازم والمادة الكروماتينية
  - تتضاعف الاحماض النووية DNA المكونة لكروموسومات الخلية

- تتضاعف الاحماض النووية RNA والبروتينات التي تدخل في تركيب الكروموسومات

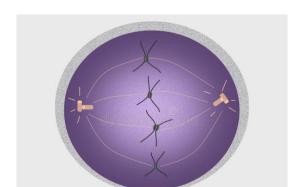
#### 1 - الطور التمهيدى: Prophase

تظهر مجاميع حمض DNA طويلة ورقيقة مكونة الشبكة الكروماتينية وتصبح غليظة واضحة وتسمى reticulum، ثم تقصر الخيوط الكروماتينية وتصبح غليظة واضحة وتسمى بالكروموسومات يتكون كل منها من خيطين يلتفان حول بعضهما البعض ويلتقيان معا في نقطة معينة وثابتة لكل كروموسوم (كروموسوم) تسمى بالسنترومير Centromere في نقطة معينة وثابتة لكل كروموسوم (كروموسوم) تسمى بالسنترومير وبالمقابل تصغر النوية تدريجياً ثم تختفي كما يختفي غشاء النواة في المراحل النهائية لهذا الطور كما تقصر الكروموسومات وتصبح ناعمة ملساء بعد أن كانت خشنة السطح. ملاحظة: الفرق بين الطور البيني والطور التمهيدي تحت المجهر ان الاول تكون النواة غامقة اللون لتداخل الشبكة الكروماتينية، اما الطور التمهيدي فأن الشبكة الكروماتينية تكون واضحة لأنها تتجزأ وتظهر بلون افتح.



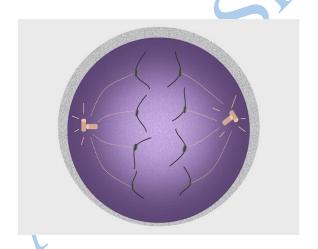
# 2 - الطور الاستوائى: Metaphase

تصبح الكروموسومات بعد اختفاء الغشاء النووي متصلة مباشرة بالسيتوبلازم المركزي وتزداد كثافة السيتوبلازم وتظهر فيه خيوط دقيقة تكون ما يعرف بألياف المغزل المعزلية من نقطتين في طرفي الخلية تعرفان بالقطبين، وتتجه نحو مركز الخلية وتكثر الألياف المغزلية بالتدريج وتمتد حتى تتلاقى في وسط الخلية ولم تعرف بعد طبيعة هذه الألياف المغزلية وإن كان يعتقد أنها عبارة عن أنابيب دقيقة من سيتوبلازم كثيف وفي هذا الطور تغير الكروموسومات من مواضعها وتتجمع في وسط الخلية وتنتظم في خط استواء الخلية مكونة ما يدعى باللوحة الاستوائية ويتصل سنتر ومير كل كروموسوم بأحد الألياف المغزلية.



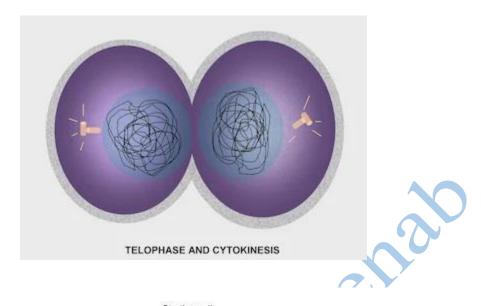
# 3 - الطور الانفصالي: Anaphase

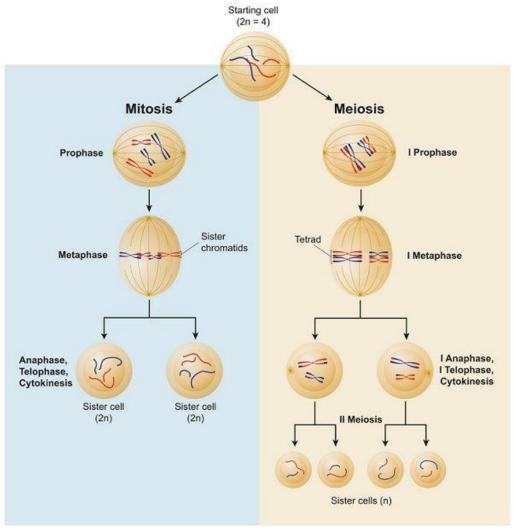
يعرف الطور الانفصالي بأنه المرحلة التي يتم فيها انفصال الكروموسومات عن بعضها البعض أو أحياناً في أواخر الطور الاستوائي تنشق منطقة السنترومير لكل كرموسوم وينفصل كروماتيداه ويصبحان كروموسومين متشابهين وبهذا الانفصال يصبح في الخلية ضعف العدد العادي من الكروموسومات، ويتحرك كل كروموسومين متشابهين في اتجاهين متعاكسين باتجاه قطبي المغزل فيتجمع عند كل قطب عدد من الكروموسومات الجديدة مساو للعدد الأصلي.



# 4 - الطور النهائي: Telophase

يحدث في هذا اطور تغيرات عكسية لما حدث في الطور التمهيدي في هذا الطور تستطيل الكروموسومات مكونة الشبكة تستطيل الكروموسومات وتستدق ثم تظهر النوية وتتشابك الكروموسومات مكونة الشبكة الكروماتينية، يتكون الغلاف النووي من الشبكة الاندوبلازمية وبذا يتم تكوين نواتين داخل الخلية، يتكون عند خط استواء لمغزل صفيحة تدعى بالصفيحة الخلوية Cell plate في الخلايا النباتية والتخصر في الخلية الحيوانية التي تفصل الخليتين الجديدتين، ففي الخلايا النباتية يكون الصفيحة التي تسمى بالصفيحة الوسطى، ثم يبدأ بعد ذلك ترسيب مادة الجدار الابتدائي على جانبي الصفيحة الوسطى ناتجة من حويصلات من جهاز جولجي وتتكون بذلك خليتان جديدتان تتهيأ كل منهما لإعادة الانقسام مرة أخرى.





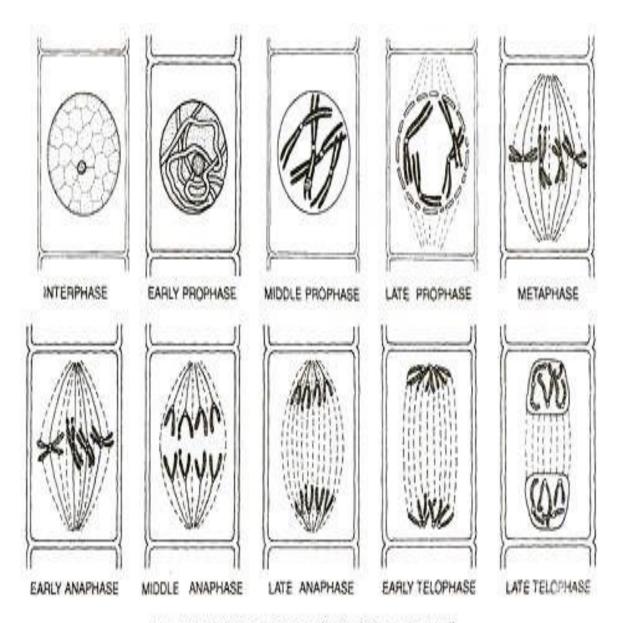
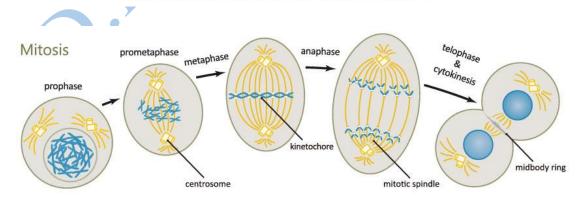


Fig. 10.7. Different stages of mitosis in a plant cell.



#### الانقسام الاختزالي او المنصف: Meiosis

يحدث هذا النوع من الانقسام في النباتات التي تتكاثر جنسياً عند تكوين الأمشاج Gametes حيث تحتوي الأمشاج على نصف عدد الكروموسومات الموجودة في الخلية الأم و عند التزاوج بين نواة المشيج الذكري Male gamete (حبوب اللقاح) ونواة المشيج الأنثوي Female gamete (البويضات) تتكون اللاقحة Zygote التي تحتوي على عدد الكروموسومات نفسها الموجودة في خلايا نباتات الأبوين، ولهذا تكون العوامل الوراثية في اللاقحة ناتجة عن العوامل الوراثية لكل من المشيجين الذكري والأنثوي، وذلك عن طريق التوزيع العشوائي لهذه الصفات على نواتج الانقسام وكذلك عن طريق ظاهرة العبور Crossing over.

ويتكون الأنقسام الاختزالي في معظم النباتات من انقسامين متتاليين ينتج عنهما أربع أنويه (أمشاج) في خلية الأم المنقسمة، ففي الانقسام الاختزالي الأول تنصف الكروموسومات أما الانقسام الاختزالي الثاني فهو انقسام غير مباشر (خيطي او مايتوزي) يبقى فيه عدد الكروموسومات كما هو دون تنصيف كما نتج عن الانقسام الأول، ويتم الانقسام الاختزالي في مراحل أو أطوار متتابعة.

# الانقسام الاختزالي الأول: Meiosis 1

ويمر هذا الانقسام بأربعة أطوار هي:

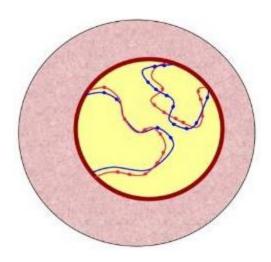
# 1 - الطور التمهيدي: الأول Prophase I

في هذا الطور تحتوي نواة الخلية على عدد من الكروموسومات يتكون كل واحد منها من كروماتيدين، وقبل أن تتميز هذه الكروماتيدات تتجمع الكروموسومات المتماثلة في أزواج، ثم تلتف كروماتيدات كل كروموسومن متشابهين حول بعضهما، ثم تتميز الكروموسومات وتقصر وتزداد في السمك ثم تختفي النوية أو النويات ويختفي كذلك غشاء النواة.

ويقسم هذا الطور إلى خمس اطوار مختلفة ومتتالية ولكن لا توجد حدود فاصلة بينها وإنما هي اطوار متداخلة تنتج بسبب السلوك الذي تتبعه الكروموسومات وهي كما يلي:

# أالطور القلادي: Leptotene

وفيها تظهر الكروموسومات على هيئة خيوط طويلة رفيعة وملتوية وتظهر عليها حبيبات مختلفة الحجم تسمى كروموميرات Chromomere قابلة للإصطباغ بشدة ويشبه الكروموسوم في هذه المرحلة القلادة.



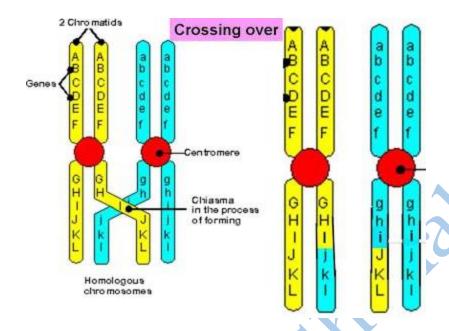
AHMED S. ABD-ALLAH RAMADAN

# ب\_ طور الاقتران او الازدواج: Zygtene : ب\_ طور الاقتران او الازدواج

في هذه المرحلة تبدأ الكروموسومات المتماثلة في الاقتراب من بعضها البعض حتى تتم عملية الالتصاق الجانبي والتي تعرف بعملية الاقتران Synapsis، وهي عملية غاية في الدقة بحيث يتم الاقتران بين النقط المتماثلة على طول الكروموسومين المتماثلين وإلى جانب هذا الاقتران تستمر الكروموسومات في القصر وفي الزيادة في السمك، ويظهر في نهاية هذه المرحلة عند الفحص بالمجهر الضُّوئي أن كلُّ كروموسوُّم مزدوج التركيبُ. ويكون ي هذا الطور از دواج الكروموسومات المتمائلة لتكوين المثاني Bivalent

# ج\_الطور الضام: Paired threades :Pachytene

في هذه المرحلة يظهر كل كروموسوم من الكروموسومين المتماثلين مكوناً من كروماتيدين واضحين متصلين معا في منطقة السنترومير، تتقارب الكروموسومات المتمائلة وتتكون الكيازما، حيث يلتف كل كروموسومين متماثلين على بعضهم البعض فيكونان وحدة ثنائية الكروموسومات تحتوي على أربعة كروماتيدات وتحدث في هذه المرحلة عملية العبور Crossing over التي يدل عليها وجود التصالب (×) وفي نهاية هذه المرحلة ببدأ كل كروموسومين متماثلين في الابتعاد أحدهما عن الآخر

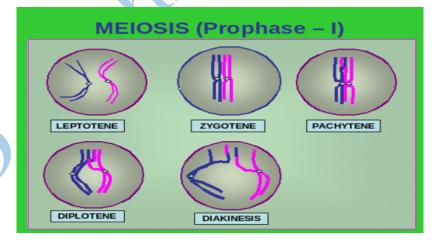


#### د\_الطور الإنفراجي: Diplotene: Paired threades

يبتعد الكروموسومان المقترنان أحدهما عن الآخر ماعدا منطقة التصالب وتستمر في القصر والزيادة في السمك.

# هـ الطور التشتتى: Diakinesis

في هذه المرحلة تقصر الكروموسومات إلى الحد الأدنى من الطول وتتباعد الوحدات الثنائيات الكروموسومة وتنتشر في النواة وتختفي النوية أو النويات، كما ينحل غشاء النواة وتبدأ ألياف المغزل في الوضوح.



# 2- الطور الاستوائي الاول: Metaphase I

في هذا الطور تظهر ألياف المغزل وتتحرك الوحدات ثنائية الكروموسومات إلى خط استواء المغزل وتنتظم بحيث يكون أحد السنتروميرين فيها مواجها لأحد قطبي المغزل و السنتر و مبر الآخر مواجهاً للقطب الآخر

#### 3 - الطور الانفصالي الأول: Anaphase I

ينفصل الصبيغان المقترنان عن بعضهما تماما ويتجه كل منهما إلى قطب مخالف لما يتجه إليه مثيله ويظهر كل كروموسوم مكونا من كروماتيدين.

#### 4 - الطور النهائي الأول: Telophase I

تتجمع الكروموسومات في احد قطبي الخلية، وتحاط بغشاء نووي، وتظهر النوية ثم ينقسم السيتوبلازم وتظهر خليتان بنيوتان (وليدتان)، تدخل كل منهما في الانقسام الاختزالي الثاني.

#### المرحلة مابين الانقسامين:

في بعض الكائنات لايفصل دور نهائي او دور بيني بين الانقسام الاختزالي الاول والثاني فتدخل الخلية مباشرة في الدور الانفصالي الاول الى الدور التمهيدي الثاني ومع ذلك حتى الكائنات التي يوجد بها دور بيني يفصل بين الانقسامين لاتوجد مرحلة S ولايحدث تخليق لحامض DNA.

#### الانقسام الاختزالي (المنصف) الثاني: Meiosis II

تشبه مراحل هذا الانقسام مراحل الانقسام غير المباشر إلا أنها تحدث في خلايا أحادية المجموعة الكروموسومة، ويتم هذا الانقسام بمراحل الانقسام غير المباشر نفسها (الميتوزي) وهي كما يأتي:

# 1- الطور التمهِيدي الثاني: Prophase II

يشبه ظاهرياً الطور التمهيدي للانقسام غير المباشر ويختلف، بكونه يتم في فترة قصيرة كما يختلف في أن كروماتيدي الكروموسوم يكونان متباعدين عن بعضهما البعض ولا يلتفان حول بعضهما البعض على هيئة حلزون كما هي الحال في الطور التمهيدي للانقسام غير المباشر.

## 2- الطور الاستوائى الثاني: Metaphase II

يتم هذا الطور في فترة قصيرة وفيه تترتب الكروموسومات الأحادية في خط استواء الياف المغزل، ويتكون كل كروموسوم من كروماتيدين متصلين معا بمنطقة السنترومير.

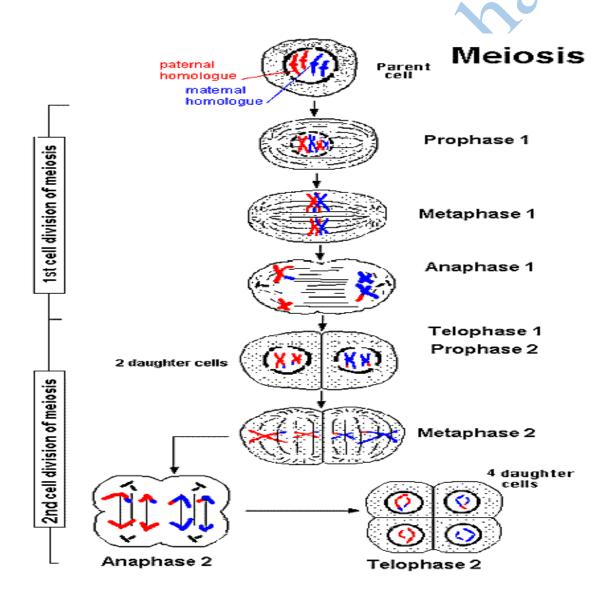
#### 3- الطور الانفصالي الثاني: Anaphase II

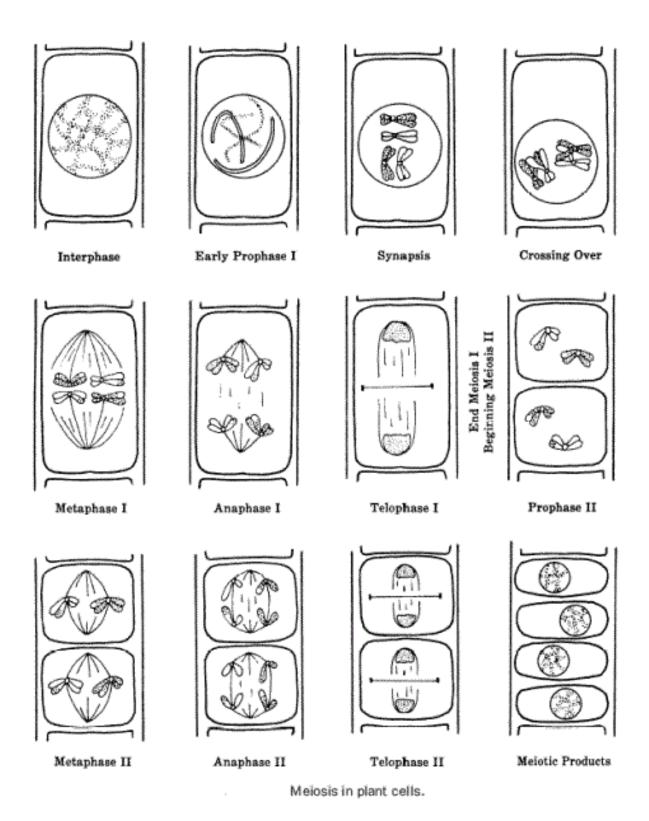
تنفصل كروماتيدا كل كروموسوم عن بعضهما البعض بانشقاق منطقة السنترومير ويتحرك كل واحد منهما إلى قطب من قطبي الانقسام وينتهي بوصول هذه الكروموسومات الجديدة إلى الأقطاب كما هي في الانقسام غير المباشر.

#### 4- الطور النهائي الثاني: Telophase II

احداث هنا عكس مآحدث في الطور التمهيدي، حيث يتكون غلاف نووي حول كل مجموعة (من المجموعات الاربعة- في الخليتين) من الكروموسومات، فتتكون اربعة انوية نصفية (اي تحتوي كل نواة على نصف العدد الاصلي من الكروموسومات)، واخيراً ينقسم السايتوبلازم بظهور تخصر في غشاء الخلية يزداد عمقاً حتى يفصل كل خلية عن الاخرى، وهذا ينتج عنه اربع خلايا وليدة تتميز الى امشاج حيوانية او نباتية.

هذا في حالة تكوين الامشاج في الانسان او الحيوان، اما في حالة النبات فتنشأ صفيحة خلوية تقسم الساستوبلازم، ثم يترسب عليها السليلوز والبكتين مكونة الصفيحة الوسطية التي تعتبر امتداد للجدار الخلوي.





#### اهمية الانقسام الاختزالي:

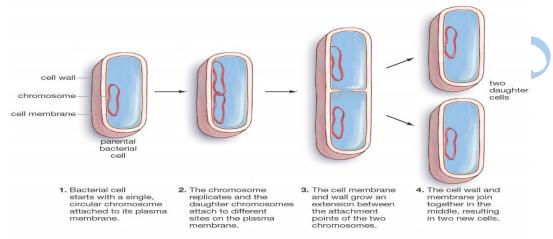
الانقسام الاختزالي يختزل العدد الثنائي للكروموسومات إلى عدد احادي Haploid في الكميتات (الأمشاج) وهذا يمهد امام اندماج كاميتي الاب والام عند التزاوج مما يؤدي إلى الجمع بين صفات ابوين مختلفين. كما أن الانقسام الاختز الى يؤدي إلى التباين في الأمشاج الناتجة من كل من الأبوين اذ ان التوزيع العشوائي للكروموسومات الابوية والامية مضافاً اليه عبور اجزاء من الكروموسومات الابوية والكروموسومات الأمية تجعل من المحتمل عدم وجود مشيجين متشابهين تماماً حتى من الأب نفسه.

# كيف تستخدم الكائنات الحية الانقسام الاختزالي:

الأخصاب وتكوين الأمشاج في الكائنات التي تتكاثر جنسياً. يؤدي الانقسام الاختزالي مباشرة الى تكوين الأمشاج أما في الفطريات والطحالب فقد يحدث الانقسام الاختزالي مباشرة بعد تكوين الزايكوت. وفي النباتات الحزازية يؤدي الانقسام الاختزالي الى انتاج الأبواغ والجراثيم Spores التي تتمو مكونة نبات مشيجى احادي الكروموسوم وتنتج الأمشاج منها في مرحلة لاحقة بانقسام مايتوزي.

الانقسام الخلوي في الخلايا البدائية النواة: تنقسم البكتريا انقساماً مباشراً بالانشطار الثنائي Binary fission إذ توجد المعلومات الوراثية Genome في خلية البكتريا على شكل حلقة مفردة من جزيئة DNA مزدوجة الخيط ترتبط في نقطة واحدة بالغشاء البلازمي للخلية من الداخل، ويتم تضاعف هذه المعلومات الور آثية في وقت مبكر من حياة الخلية وقبل بدء الانقسام اذ توجد منطقة خاصة على الكروموسوم تسمى منطقة منشا التضاعف Replication origin تحتوي على مجموعة من الأنزيمات تقدر باكثر من 22 انزيماً مختلفا تقوم بالعمل على تكوين نسخة كاملة مطابقة من جزيئة DNA. وبعد اكتمال عمل الانزيمات حول جزيء DNA الحلقي تصبح هناك نسختان متطابقتان من المعلومات الور اثية داخل الخلية ترتبط جنباً إلى جنب الى الغشاء البلازمي من الداخل. وبعد نمو خلية البكتريا وبلوغها الحجم المناسب تتحفز بدء عملية انقسام السايتوبلازم التي تبدأ بتكوين مواد الجدار الخلوي والغشاء البلازمي الجديدة ووضعها في المنطقة الفاصلة بين نسختي DNA المتجاورتين وهذه تمثل بداية عملية الانشطار الثنائي للخلية وكلما أضيفت مواد جديدة في هذه المنطقة كلما زاد تخصر الغشاء البلازمي نحو الداخل ثم تضيق معه الخلية تدريجيا إلى أن تنقسم الى نصفين متساويين تقريباً أن بدء عملية التراكم والتقلص في الموقع الكائن بين حلقتي DNA تسمح بانتقال كل حلقة الى خلية جديدة وبذلك تكون صفاتها الوراثية متمائلة وبعد اكتمال تخصر الغشاء البلازمي نحو الداخل و اتصال جميع النقاط في مركز الخلية لتتكون خليتان جديدتان ويتكون بعد ذلك

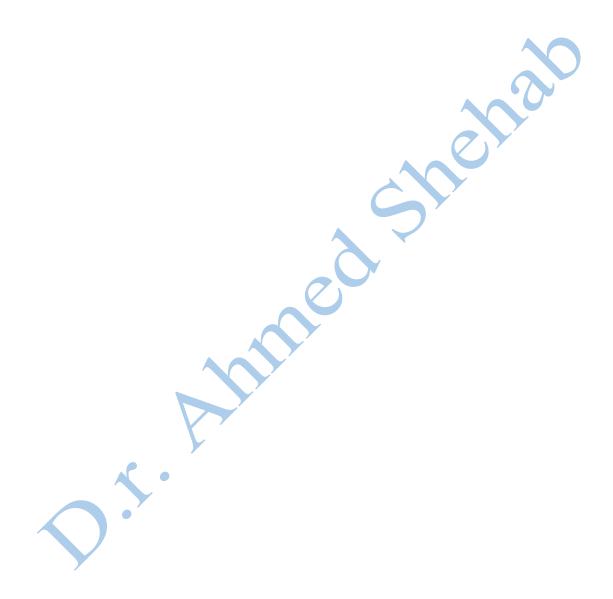
جدار خلوي جديد حول الغشاء البلازمي من الخارج وتتكون جميع التراكيب الموجودة أصلاً في الخلية الأمية في الخليتين الجديدتين اللتين تشبهان خلية الأم الأصلية تماما . وبصورة عامة تحصل عملية انقسام نواة البكتريا دون تكوين المغزل ولا ظهور الكروموسومات (لا ينقسم DNAالى اجزاء) وتسمى عملية الانقسام الخلوي في الخلايا البدائية النواة باسم المباشر Amitosis



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

الانقسام الاختزالي	الانقسام الخيطي	ij
يتكون من انقسامين نووين	يتكون من انقسام نووي واحد	1
ينتج اربع خلايا من دورة انقسام واحدة	ينتج خليتين بنتيتين من دورة انقسام واحد	2
تحتوي الخلية البتية نصف العدد الكروموسومي الخلية الأم	العد الكروموسومي للخلايا البنتية هو نفسه للخلية الأمية 2n	3
الخلية البنية مختلفة عن الخلية الأمية	الخلايا البتية متماثلة مع الخلية الامية	4
يحصل في الخلايا التكاثرية	يحصل في الخلايا الجسمية	5
يحصل عبور وراثي في طور Pachytene	لا يحصل انعزال او اعادة اتحاد جيني	6
يقسم الطور التمهيدي الى خمسة اطوار	لايقسم الطور التمهيدي الى اطوار	7
يحصل ازدواج في طور Pachytene	لا يحصل ازدواج بين الكروموسومات المتماثلة	8
تكون الكروموسومات في الدور الاستوائي بشكل Tetrad	تكون الكروموسومات في الدور الاستوائي بشكل ثاني Dyad	9
لا ينقسم السنترومير في الدور الاستوائي الأول	في الدور الاستوائي السنترومير لكل تركيب ثنائي ينقسم طولياً	10
يتحرك احد افراد الكروموسومات المتماثلة الى الاقطاب المتقابلة في الدور الانفصالي الأول	احد افراد الكروماتيدات الشقيقة تتحرك الى القطب المتقابل في اثناء الدور الانفصالي	11
يحصل التغاير بسبب الانعزال واعادة الاتحاد الجيني	يحافظ على النقاوة بسبب نقص الانعزال واعادة الاتحاد	12

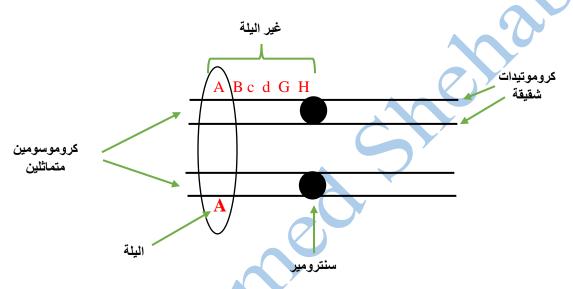
- علي، حميد جلوب: (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
  - Internet •





# الارتباط والتعابر: Linkage and Crossing over

يقصد بالارتباط هو ميل الجينات الغير الاليلية الواقعة على نفس الكروموسوم او في نفس زمر الارتباط الدخول معا بتراكيب ابوية بنسبة أعلى مما يتوقع من الانعزال الحر وزمرة الارتباط هي مجموعة الجينات التي تقع على نفس الكروموسوم او مجموعة الجينات المرتبطة على كروموسوم واحد ويوجد في حشرة الذبابة اربعة زمر ارتباطية اما في الانسان فتوجد 23 زمرة ارتباطية. أن الجينات الغير اليلية تكون مرتبطة بسبب وقوعها على نفس الكروموسوم لذا تحاول أن تبقى معاً اثناء عملية الانقسام الاختزالي وتدخل نفس المشيج.



شكل يوضح صورة لكروموسومين جسميين يوضح الكروموسومات المتماثلة وكل كروموسوم يتكون من كرومتيدين شقيقين

ويوجد نوعين من الارتباط هما:

- 1- الارتباط التام: Complete linkage: وهو الارتباط التي تكون فيه الجينات متقاربة جداً من بعضها وتبقى على الدوام على نفس الكروموسوم وعادة التعابر بين الكرومتيدات غير الشقيقة يكون معدوماً عند عملية الانقسام الاختزالي وتكون نسبة التراكيب الابوية عالية جدا وقد تصل إلى 100% وهذا الارتباط نادر الحدوث في الكائنات الحية التي تتكاثر جنسياً ومحصور عادة في ذكور حشرة ذبابة الفاكهة واناث حشرة دودة الحرير.
- 2- الارتباط غير التام: Incomplete linkage: هو الارتباط التي تكون فيه الجينات متباعدة عن بعضها البعض على الكروموسوم ويحدث تبادل تبادل او تعابر بين ازواج الكروموسومات المتماثلة وبين الكرومتيدات غير الشقيقة ويحدث هذا الارتباط في اكثر النباتات والحيوانات والانسان ومعظم الكائنات التي تتكاثر جنسيا.

اما التعابر: Crossing over: هو تبادل القطع الكروموسومية الحاوية على الجينات (الأليلات) بين الكرومتيدات غير الشقيقة للكروموسومات المتماثلة في الدور الضام عند تكوين الرباعيات في الطور التمهيدي الأول من الانقسام الاختزالي الأول وتسمى منطقة

تبادل القطع بمناطق التصالب الكيازما Chiasma ويحصل التعابر بفعل انزيمين نوويين هما انزيم endonuclease الذي يعمل على كسر او قطع في الكرومتيدات ثم يقوم انزيم ligase باعادة حيوية القطع المكسورة ولحمها في منطقة الكيازما فكلما طال الكروموسوم وزادت المسافة بين الجينات كلما زادت فرصة حدوث الكيازما بين الكرومتيدات غير الشقيقة للكروموسومات المتماثلة والعكس صحيح. والكيازما الواحدة (1) بين موقعين وراثيين فان النواتج العبورية تكون نصف أي أن:

1 كيازما = 1/2 النواتج العبورية (%)

وان تكرار النواتج العبورية = تكرار الكيازما او نسبة الكيازما =  $\times$  النواتج العبورية.

ملاحظة: لحل الاسئلة الوراثية عن الارتباط العام أو غير التام واجراء التحليل الوراثي تكتب الصفة المظهرية فوق خطين متوازيين يمثلان الكروموسومات الجسمية وتوضع الرموز او الحروف للصفات فوق الخطين فالصفة المتنحية تأخذ الحروف الصغيرة small المائدة فتكتب بالحروف الكبيرة او بعلامة + بدلا من الحرف او يكتب الحرف احرف وفوقه + او بدون +.

#### مثال:

واذا كانت الصفات مرتبطة بالجنس او تضريب بين ذكور واناث فتطبق نفس طريقة كتابة الرموز ولكن الذكور تأخذ خط ونهاية نصف سهم.

#### مثال:

ولغرض حل اسئلة التعابر في مناطق الكيازما وعند النواتج العبورية واللاعبورية وعند تكرار الكيازما او النواتج العبورية نطبق القوانين التالية:

النواتج العبورية 1/2 = 1/2 النواتج العبورية

B- النسبة المئوية او تكرار النواتج العبورية او تكرار الكيازما او نسبة الكيازما (%) او المسافة الوراثية  $= 2 \times 1$  النواتج العبورية (%)

حدد النواتج اللاعبورية = 1- النواتج العبورية (%) تؤخذ كنسبة مئوية -C

D- درجة الارتباط

المجاميع الارتباطية) 
$$2\sqrt{\frac{2($$
باطية) العدد الكلي العدد الكلي

نسبة العبور = 1- درجة الارتباط \*ملاحظة: درجة الارتباط + نسبة العبور = 1

وقد وصفت ظاهرة الارتباط لأول مرة من قبل العالمين باتسون وبونيت عند مراجعتهم لقوانين مندل مطلع القرن العشرين وعد استثناء من مبدأ الانعزال الحر لمندل من خلال التجارب على البزاليا الحلوة لصفتي طول حبة اللقاح ولون الأزهار. وفسر فيما بعد تغيير النسبة (1: 3: 3: 9) بأن الكروماتيدات غير الشقيقة تتبادل قطعاً عند الطور التمهيدي المبكر في الانقسام الاختزالي أثناء تكوين الأمشاج. فعندما قاما بتضريب نباتات بلون الأزهار المبكر في الانقسام الاختزالي أثناء تكوين الأمشاج. فعندما قاما بتضريب نباتات بلون الأزهار المعراء وطويلة حبوب اللقاح السائدتين مع أخرى بيضاء الأزهار قصيرة حبوب اللقاح حصلا على نسبة (7: 1: 1: 23) والنسب الأعلى كانت للطرز المظهرية المماثلة للآباء ولا تزيد نسبة الاتحادات الجديدة عن %50 في جميع الأحوال، اما عندما يكون الارتباط تاماً بين الصفتين فلا تظهر أي اتحادات جديدة يكون التعابر صفراً.

ملاحظة: اذا كان الارتباط تام كان الناتج كله ابوي يكون العبوري = صفر، اما اذا كان الارتباط جزئي فيكون الناتج 20% عبوري و 80% ابوي، اما الارتباط غير التام فيكون الناتج الأبوي و العبوري معتمداً على تردد التعابر.

هناك ثلاث حالات من العلاقات بين الجينات مع بعضها اثناء الانعزال هي:

#### 1-حالة الانعزال الحر:

هذه الحالة هي كما جاء بها قانوني مندل الأول والثاني، حيث ان الجينات المختلفة والمتعلقة كل منها بصفة معينة تكون واقعة على كروموسومات مختلفة وعليه فأنها تتوزع توزيعة حرة طبقا لقوانين مندل في التوزيع الحر، وللكشف على هذه الحالة فأننا نستخدم التلقيح الاختباري للجيل الأول مع الاب المتنحي، فأذا حصلنا على اربعة اشكال مظهرية وبنسبة 1: 1: 1: 1 فيعني ذلك أن هذه الجينات تتوزع توزيعاً حراً وتخضع لقوانين مندل وكما موضح أدناه: أي نحصل على اربعة اشكال مظهرية وبنسب متساوية:

مثال:

(P.) AABB 
$$\times$$
 aabb

(G.) 
$$(A)(B)$$
  $(a)(b)$ 

تم بعد ذالك تضريب Crossing افراد الجيل الأول تضريب اختباري Test cross وكما يلى:

Parent (P.) AaBb 
$$\times$$
 aabb

#### 2- حالة الارتباط التام بين الجينات:

b

b

وهي أن تنتقل الجينات المرتبطة مع بعضها ارتباطأ تامة دون أن تتوزع توزيعا حراً. اي ان الجينات واقعة على نفس الكروموسوم فهي تنتقل معا من جيل اخر دون انفصال كما في المثال التالى:

#### مثال:

وللكشف عن حالة الارتباط التام فأننا نعمل تضريب اختباري للجيل الاول مع الاب المتنحي فأذا حصلنا على شكلين مظهريين فقط وبنسبتين متساويتين اي (1:1) فأن ذلك يعني وجود ارتباط تام بين ذلك الزوج من الجينات كما موضح في المثال اعلاه.

# 3- حالة الارتباط غير التام بين الجينات:Incomplete Linkage

آن الكروموسومات غالبا لا تنتقل سليمة بكامل جيناتها الى الكاميتات اي ان الارتباط التام بين الجينات يكون نادرا في الكائنات التي تتكاثر جنسياً، واول من لاحظ هذه الظاهرة هو العالم موركان عند در استه لصفتين في الدورسوفلا، ينتج الارتباط غير التام اذا كان الجينان على كروموسوم واحد وحدث عبور بين ازواج الكروموسومات المتناظرة في المسافة بين الجينين ويمكن الكشف على هذه الحالة من خلال اجراء تضريب اختباري للجيل الأول مع الاب المتنحي فاذا حصلنا على اربعة اشكال مظهرية على شرط ان لا تكون متشابهة أي لا تخضع للنسبة (1: 1: 1: 1) فعندة ذلك يكون الارتباط غير التام. ومثال على ذلك: في نبات الذرة وجد أن اليل لحبوب الملونة (2) سائد على أليله عديم اللون (2) وأليل الحبوب الممتلئة مع البات عديم اللون وبذوره مجعدة كانت نباتات الجيل الأول كلها ذات حبوب ملونة ممتلئة مو عند تلقيح الجيل الأول اختباريا مع الاب المتنحي للصفتين امكن الحصول على اربع اشكال مظهرية وبنسب مختلفة وبهذا فلم تتحقق النسبة المندلية (1: 1: 1: 1) وعليه فان الارتباط في هذا المثال هو غير تام وكما موضح أدناه:

 $0.048 = \frac{3.6}{70.66 + 3.6}$  = تردد التعابر

#### 2- حساب المسافة الوراثية بين الجينات على الكروموسوم وتردد التعابر ودرجة التعابر:

المسافة بين الجينات تتناسب طردياً مع عدد حالات التعابر الحاصلة بينهما إذ كلما زادت المسافة بينهما زادت حالات التعابر. قد يحدث تعابر واحد أو اثنان أو أكثر أو لا يحدث فلو كانت عدد حالات التعابر الأحادي 60 مرة والتعابر المزدوج 15 مرة والتعابر الثلاثي 10 مرات فإن المسافة تكون فالمسافة هي معدل حالات التعابر الحاصلة ولما كانت هذه الحالات غير قابلة للتمييز فيلجأ الباحثون إلى استخدام طريقة أخرى هي حساب تكرار الاتحادات الجديدة من خلال التضريب الاختباري لأفراد الجيل الأول.

#### العبور الوراثي: Crossing over

يلعب العبور دوراً بالغ الأهمية في التطور، ويعد العبور والتوزيع الحر من اكثر الاليات اهمية الانتاج اتحادات جديدة من الجينات ويعمل الانتخاب الطبيعي على حفظ تلك التراكيب التي تنتج كائنات تمتاز بأعلى درجات الموائمة والتي تمنح الكائن الحي اعلى فرص البقاء والاستمرار ويمكن تلخيص أهم خصائص مفهوم العبور الوراثي بالاتي:

- 1- يطلق على مكان وجود الجين على كروموسوم معين اسم Locus والجمع Loci وتترتب مواقع الجينات على الكروموسومات في تتابع طولي، ويطلق أحيانا على مجموعة الجينات المتجاورة والتي تربطها علاقة وظيفية اصطلاح الموقع .Locus.
- 2- يشغل اليلى الجين في التركيب الوراثي الخليط اماكن متطابقة على الكروموسومين النظريين، أي أن الاليل A يشغل نفس المكان على الكروموسوم (1) والذي يشغله الاليل a على الكروموسوم النظير (2).
  - 3- يتضمن العبور كسر لكل من الكروموسومين النظيرين ويتبادل الأجزاء فيما بينهما.
- 4- يحدث العبور اثناء تلاصق الكروموسومات المتناظرة في الدور التمهيدي الأول Prophase من الانقسام الميوزي.
- 5- تتكون الكروموسومات ذات الاتحادات الوراثية الجديدة بالنسبة للجينات المرتبطة كنتيجة لحدوث العبور في المناطق بين موقعين.
  - 6- يزداد احتمال حدوث العبور بين الموقعين بزيادة المسافة بينهما على الكروموسوم.

اذن فالعبور يحدث بعد عملية استنساخ أو تضاعف الكروموسومات اثناء الانقسام الاختزالي، أي بعد أن يصبح كل كروموسوم عبارة عن كروموتيدتين شقيقتين ومتطابقتين، وبعد أن تتزاوج الكروموسومات المتناظرة يحدث العبور بين الكروماتيدات غير الشقيقة وتتضمن هذه العملية على كسر واعادة الالتحام لاثنين فقط من الخيوط الأربعة عند اية نقطة على الكروموسومات لذلك أن اثنين من الكروماتيدات الناتجة من الانقسام الميوزي وهي الكروماتيدة AB والكروماتيدة فل مثلاً تكون فيها الجينات مرتبطة بنفس التسلسل كما كانتا في الكروموسومات الأبوية، ويطلق على هذه الكروماتيدات التي لم تشترك في العبور بالكروماتيدات الابوية الجديدة مضمونة بالكروماتيدات الابوية الجديدة مضمونة

بنسبة لاتقل عن 50% لان اثنين من اربع كروماتيدات لم يحصل فيها عبور. اما الكروماتيدتين الأخريين ab و ab اللتان نشاتا من العبور الوراثي قد شكلنا اتحادين جديدين من العلاقات الارتباطية وتسمى بالاتجادات العبورية او الطرز العبورية، والارتباطات الناشئة الجديدة تكون على شكلين:

### 1- الدور التجاذبي: (Coupling (AB/ab

حيث يكون الاليلان السائدان على كروموسوم (AB) والاليلان المتنحيان (ab) على الكروموسوم الآخر فيطلق على العلاقة الارتباطية الدور التجاذبي.

# 2- الدور التنافري: Repulsing (Ab/aB)

حيث يحتل الاليل السائد لموقع وراثي والاليل المتنحي للموقع الاخر على نفس الكروموسوم أي aB على كروموسوم و Ab على كروموسوم الاخر.

# 3- رسم الخارطة الوراثية:

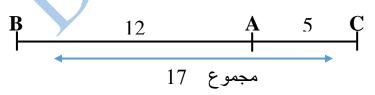
ترسم عادة الخريطة الوراثية من خلال ايجاد المسافة بين كل جينين على شكل اجزاء من الخريطة الوراثية بعدها يعاد تجميع اجزاء الخريطة الوراثية فتصبح الجينات مرتبة على كروموسوم واحد حسب المسافات بين الجينات وبذلك نحصل على الخريطة الوراثية النهائية للجينات على الكروموسوم ويمكن توضيح ذلك بالامثلة التالية:

مثا<u>ل 1</u>: اذا كانت المسافة بين الجينين على قطعة الكروموسوم cm 12 = A - B وحدة وراثية، وراثة وبين الجين cm 7 = C - B وحدة وراثية والجين cm 5 = C - A وحدة وراثية، وتب هذه القطع الكروموسومية واجعلها على كروموسوم واحد يمثل الخريطة الوراثية.

#### ملاحظة:

اولاً: تحسب اطول مسافة بين الجينين ومن ثم توزع الجينات الاخرى حسب المسافة. ثانياً: نفرض كل جين على أنه نقطة وسطية فاذا كانت المسافة بين الجانبين لا تساوي المسافة بين الجينات الطرفية يؤخذ جين اخر كوسط ولكن افضل طريقة هي حساب اطول مسافة بين الجينين الذين يشكلون طرفي الخريطة وتوزع باقى الجينات.

#### الحل: 1- نفرض أن الجين A بالوسط



بما ان المسافة بين  $\mathbf{B}$  و  $\mathbf{C}$  هي 17 ولكن في السؤال بين الجينين  $\mathbf{B}$  و  $\mathbf{C}$  هو 7 لذا فأن الجين  $\mathbf{A}$  لايمكن ان يكون في الوسط.

#### 2- لنفرض ان الجين B بالوسط

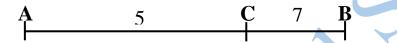
بما ان المسافة بين B و C هي 5 في السؤال ومجموع A و C هو 19 لذا فأن B في الوسط خطأ.



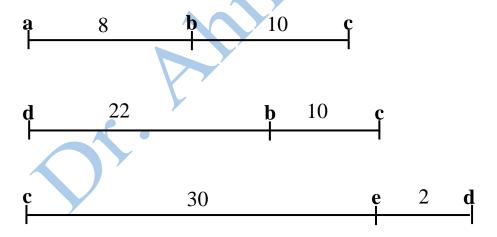
# 3- لنفرض ان الجين C بالوسط



بما ان المسافة المحسوبة هي 12 cm وهي صحيحة لان المسافة بين A و B في السؤال cm 12 ومجموع C ومجموع C فأن الجين C بالوسط والخريطة النهائية هي 12 ومجموع C

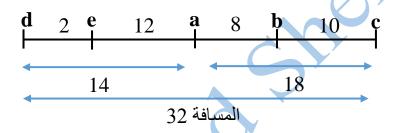


مثال 2: لديك ثلاث اجزاء من خريطة وراثية معينة متمثلة بوحدات وراثية cm بين خمسة جينات واقعة على كروموسوم لكائن حي ارسم الخريطة الوراثية من خلال توزيع هذه الجينات على طول الكروموسوم وحسب المسافات الوراثية بين الجينات.



الحل: نوجد الجينين الطرفيين باطول مسافة من خلال توحيد الجينين الطرفيين وايجاد المسافة بين الجينات الباقية

#### اذن الجينات الطرفية هي d و c



المسافة بين a و a و المسافة بين a و a و المسافة بين a و a الجين الوسطي هو a و المسافة بين a و a على المسافة بين ألم على المس

ولحساب تكرار الاتحادات الجديدة وتردد التعابر والمسافة بين الجينات على الكروموسومات بطريقة التضريب الاختباري لافراد الجيل الاول توضح بالمثال التالي: ضربت ذكور بجناح اثري وجسم اسود نقية مع اناث ذات جسم رمادي وجناح طويل من حشرة ذبابة الفاكهة وبعد الحصول على الجيل الأول مع ذكور او اناث من الجيل الأول مع ذكور او اناث من الحشرة ذات جسم اسود وجناح اثري وكانت نتائج التضريب الاختباري 415 حشرة ذكور واناث ذات جسم رمادي و جناح طويل ابوية و 405 ذات جسم اسود وجناح اثري ابوية اما الاتحادات الجديدة فكانت 92 حشرة ذات جناح اثري رمادية الجسم و 88 حشرة ذات جناح طويل وسوداء الجسم علماً بان الصفة تقع على الكروموسومات الجسمية وغير مرتبطة بالجنس،

1- ما هي النسبة المئوية للتعابر؟

2- احسب المسافة بين الجينات التعابرية.

		دي جناح طويل	جسم رما	نياح اثري	جسم اسود ج	
		vg <sup>+</sup>	$\mathbf{b}^{+}$	vg	<b>b</b>	
<b>P1</b>		<del>-</del>		×		
		$\mathbf{vg}^+$	$\mathbf{b}^{+}$	vg	b	
G1		vg <sup>+</sup>	<u>b</u> <sup>+</sup>	vg	<u> </u>	
			$\mathbf{vg}^+$	$\mathbf{b}^{+}$		
F1				1.		
			vg	<b>b</b>		
			جناح طویل	جسم رمادي ۵		) 7
		اح طویل	ڊسم رما <i>دي</i> جن	د کی	جسم اسود جناح ا	
		$\mathbf{vg}^+$				
	<b>P2</b>			×	_	يب اختباري
		vg	b	v	g b	
	$\mathbf{vg}^+$	$\mathbf{b}^{+}$				
<u>-</u>			415			
	vg	b				
_	$\mathbf{vg}^+$	$\mathbf{b}^{+}$				
-		<u> </u>	92			
	vg	b		- 180 <del>8</del>	20	
	$\mathbf{v}\mathbf{g}^{+}$	$\mathbf{b}^{+}$		100	20	
			88			
	vg	b				
	$\mathbf{vg}^+$	$\mathbf{b}^{+}$				
,			405			
	vg	b				

# $0.18 = \frac{180}{1000} = 1$ تردد العبور يحسب من نسبة الاتحادات الجديدة

أي أن النسبة المئوية للعبور = 18% ومنها ان المسافة الوراثية هي  $18\times2=36$  سنتي موركان cm وتسمى أيضا وحدة خريطة Map unit

# التعارض والتوافق: Interference and Coincidence

التعارض: Interference: ويعني أن حصول عبور وراثي في منطقة ما يمنع عبور وراثي في منطقة المرى مجاورة مثلا العبور بين B و A و B منطقة الخرى مجاورة مثلا العبور بين B واسباب التعارض هي:

- 1- كروماتيدي هذا النوع من التعارض يؤدي إلى نقص الكروماتيدات التي فيها عبور وراثي بسبب عدم حصول او منع حصول انكسار والتحام الكروماتيدات.
- 2- تعارض الكايزما: وهو حصول عبور وراثي في منطقة يمنع حصول عبور وراثي اخر في منطقة اخرى بسبب عدم قدرة الكرماتيدة على الاتحام مرة اخرى.
- 3- تعارض بسبب شدة الطزنة: ان هذا التعارض يحصل نتيجة شدة الطزنة الموجودة في ال DNA.

التوافق: Coincidence: ونعني به حصول عبور وراثي في منطقة ما يسمح بحصول عبور وراثي اخر في المنطقة المجاورة. وفي الحسابات الوراثية دائما يكون:

التعارض + التوافق = واحد

## العوامل المؤثرة في العبور الوراثي:

- 1- الجنس: وهو يؤثر على نسبة العبور، فمثلا في ذكور الدورسوفلا تكون العبورات قليلة وكذلك في الأجناس المتماثلة الأمشاج تكون النسبة أقل مما هو في الأجناس المتماثلة الأمشاج.
  - 2. عمر الام: حيث يقل العبور بتقدم عمر الام.
- 3- الحرارة: زيادة درجة الحرارة تاثر على نسبة العبور، والحرارة الاعلى او اقل من 22 م تزيد من نسبة العبور.
- 4- تأثيرات الغذاء والمواد الكيمياوية والاشعاع: مثلا التركيز العالي للكالسيوم يقال من نسبة العبور بين الجينات على الكروموسوم X، بينما يزداد العبور عند التعرض اللاشعاع 5- تأثير النمط الوراثي: تختلف نسبة العبور بين جينين معينين بأختلاف النمط الوراثي للسلالات المختلفة.
  - 6- تأثير السنترومير حيث يقل العبور قرب مناطق السنتروميرات.

#### المصادر:

- علي، حميد جلوب; (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دارالكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
  - Internet •



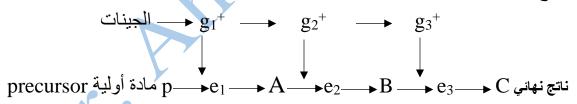


## التفوق والتداخل الجيني:Epistasis and Gene Interaction

ان فرضيات مندل التي بني عليها قانون التوزيع الحر أن كل عامل وراثي ينتقل من جيل لاخر كوحدة مستقلة، في الحقيقة ليس هناك مثل هذه الاستقلالية التامة في تحديد الصفات المظهرية، أي ليس هناك جين معين يكون وحده مسؤولاً عن ظهور صفة معينة، والطراز المظهري لا يمكن تفسيره دائما بموجب الوراثة المندلية فالطراز المظهري للكائن الحي عبارة عن محصلة نواتج سلوك عدة جينات في الظروف بيئية معينة.

والظروف البيئية تشمل عوامل خارجية External enviro moment كالحرارة والرطوبة والضوء والتغذية والكثافة السكانية وغيرها من العوامل المحيطة بالكائن الحي. وهناك عوامل بيئية داخلية Internal environment مثل الوظائف الفسلجية للجسم والهرمونات والانزيمات وغيرها، اضافة لذلك فهناك تداخلات بين فعل زوجين من الجينات او اكثر لتخليق او تكوين مادة نهائية معينة End product. والجينات تحدد تركيب البروتينات ونوعيتها بموجب فعل الانزيمات وهي بروتينات ايضاً لذلك يجب أن تتوفر كافة الجينات اللازمة لاتمام سلسلة تخليق او بناء حيوي معين Biosynthetic.

ان التفاعلات الكيماوية التي تحدث داخل الخلية تتم في خطوات متتالية، وفي كل خطوة يتم تحويل مادة معينة إلى مادة اخرى وكل خطوة تتحقق من التي قبلها بواسطة انزيم معين. والخطوات اللازمة لتحويل مادة أولية معينة (مستبق) substance Precursor اللى ناتج نهائي end product هي عبارة عن سلسلة تخليق حيوي pathway، والمخطط التوضيحي التالي يمثل هذه السلسلة، وهو توضيح للتفاعل بين عدة از واج من الجينات:

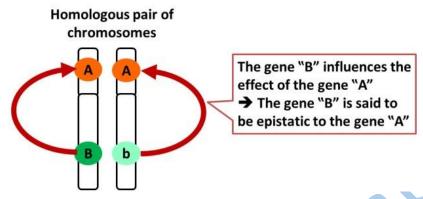


من المخطط المذكور اعلاه نلاحظ أن كل مادة من المواد الوسطية ( $A_{,}$ B\_, C) تتج من عمل الانزيمات ( $e_{1}$ ,  $e_{2}$ ,  $e_{3}$ ) وهذه الانزيمات تتحدد بواسطة جينات طبيعية مثل من عمل الانزيمات ( $g_{1}^{+}$ ,  $g_{2}^{+}$ ,  $g_{3}^{+}$ ) أي برية الطراز. ان التفاعل الجيني الجيني genetic interaction يحدث عندما يقوم جينان او اكثر لتعيين الانزيمات الازمة لاتمام سلسلة خط تخليق حيوي معين فاذا كانت المادة  $C_{3}$ 0 ضرورية لظهور شكل مظهري طبيعي طبيعي طبيعي وكانت المادة  $C_{3}$ 1,  $C_{3}$ 2,  $C_{3}$ 3 فانها تكون غير وكانت الجينات ( $C_{3}$ 1,  $C_{3}$ 2,  $C_{3}$ 3 هي جينات غير طبيعية (أي جينات طافرة) فانها تكون غير قادرة على انتاج الانزيمات السليمة اللازمة للتفاعل الكيماوي الصحيح، وعليه فان الشكل المظهري (الغير طبيعي) أي الطافر سوف ينتج من التركيب الوراثي النقي النقي

Homozygous المنتحي لاي موقع من المواقع الجينية الثلاثة فاذا كان الجين المتماثل  $(g_3)$  هو الجين الطافر فان عملية تحويل المادة  $(g_3)$  المادة  $(g_3)$  هو الجين الطافر فان عملية تحويل المادة  $(g_3)$  المادة  $(g_3)$  سوف تتراكم بكميات زائدة داخل الخلية، وأذا كان الجين المتماثل الطافر هو  $(g_2)$  فأن المادة  $(g_3)$  سوف تتراكم بكميات زائدة داخل الخلايا، ومن هنا يتضح أن الطفرات الملاملة  $(g_3)$  عبارة عن أعاقة أو سد في طريق التمثيل الحيوي (أعاقات أيضية). فاذا كان الفرد تركيبة الوراثي  $(g_3)$  فأنه يستطيع اظهار الشكل المظهري الطبيعي أذا أعطي أحدى المادتين  $(g_3)$  أماذا كان تركيبة الوراثي  $(g_3)$  فأنه يحتاج فقط الى المادة  $(g_3)$  المادة  $(g_3)$  الشكل أو الطراز المظهري الطبيعي، واذا كان التركيب الوراثي للفرد هو  $(g_3)$  وينتج تركيب هجين (خليط) فان عملية التمثيل الكيمياوي سوف تتم وفق تسلسلها الطبيعي وينتج طراز او شكل مظهري طبيعي.

أن الجين الطبيعي ( $g_3^+$ ) يعتمد على وجود الجين الطبيعي ( $g_2^+$ ) لكي يتمكن من إظهار تأثيره على إنتاج الشكل المظهري الطبيعي، اما اذا كان التركيب الوراثي على شكل ( $g_2g_2$ ) أي جين طافر متنحي فان عملية التخليق الحيوي سوف تتوقف بعد انتاج المادة A وبذلك لا يظهر أي تأثير للجين  $g_3^+$  او  $g_3^+$  على الشكل المظهري أي أن التركيب الوراثي  $g_3^+$  يخفي الشكل المظهري الذي يمكن أن ينتج من تأثير الأليلات الموجودة في الموقع  $g_3^+$  سواء كانت سائدة  $g_3^+$  او متنحية  $g_3^+$  ويطلق على هذه الحالة من التفاعل الجيني بالتفوق  $g_3^+$  ساجين الذي يمنع جينا اخر في موقع اخر (غير اليلي) من اظهار تأثيره بالجين المتفوق عليه Epistatic gene والجين الأخر الذي لم يستطع من اظهار تأثيره بالجين المكبوت او المتفوق عليه Epistatic gene.

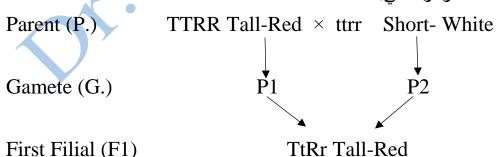
ان السيادة dominance والتي اشير اليها سابقاً هي عبارة عن حالة تفوق داخل الموقع الجيني الواحد (تفوق ضمني) intra -locus epistasis وبتعبير اخر هي حالة تفوق بين الاليلين في الموقع الجيني الواحد وهذا النوع من التفاعل الجيني يسمى Intra -allelic وفيه يمنع او يخفي الاليل السائد تاثير الاليل التنحي عند وجودهما معا في الفرد الخليط اما التفوق Epistasis فهو كبت او اخفاء (Suppress) تعبير جيني عندما يعبر جين اخر في موقع جيني اخر عن نفسه (تفوق بيني) inter allelic epistasis (ويعرف هذا النوع من التفوق الجيني اخر عن نفسه (تفوق بيني)  $F_2$  والناتجة للتفاعل بين الجينات فان النسبة المندلية التي تظهر في الجيل الثاني  $F_2$  والناتجة من در اسة زوجين من الصفات وهي  $F_3$  و سوف تتحور الى نسب اخرى أي تتغير هذه النسبة نتيجة ظاهرة التداخل بين فعل الجينات gene interaction ويؤدي التداخل بين فعل الجينات كذلك الى ظهور الشكال مظهرية جديدة في النسل الناتج لم تكن موجودة في الاباء.



صورة توضح التفوق Epistasis حيث ان الجين B تفوق على الجين A ان التداخل الجيني ينقسم الى ستة أقسام وهي:

# 1- الجينات المكملة للجينات الاخرى: Complementary Genes

Phenotype Ratio في حالات المكملة من التفوق فان النسب المظهرية 9.7. هنا الجينات تنتج تأثير يختلف من حيث النوع من تأثير اي جين منها بمفردة. انه تأثير مكمل لجينين متشابهين لإنتاج تأثير واحد. لتوضيح تأثير الجينات المكملة نأخذ المثال الاول: صفة مقاومة مرض الصدأ Smut في الشوفان Pat والمسؤول عنها الجينات (A-B). أي أن الجين A مكمل للجين B اما اذا وجدت التراكيب الوراثية الجينات (A-B). مكمل للجين B اما اذا وجدت التراكيب الوراثية Resistant وذلك لعدم تواجد الجينات A-B سويتاً. ان النسب المظهرية لقانون مندل الثاني Phenotype والتي هي 1.5:2: تتحول الى 1.5: والتي تمثل التفوق التكميلي Phenotype المثال الثاني: يوضح الامر اكثر حيث جرى تضريب بين نباتات طويلة حمراء TTRR مع قصيرة بيضاء 1.5: ولق قانون مندل الثاني وتم بعدها اجراء تلقيح ذاتي له والنتيجة المفروض أن تكون وفق قانون مندل الثاني وقع أم ختلف و هو الاتي:



تم بعد ذالك تضريب Crossing افراد الجيل الأول مع بعضها Crossing افراد الجيل الأول مع بعضها وكما يلي:

Parent (P.)  $TtRr \times TtRr$ 

Gamete (G.) TR, Tr, tR, tr TR, Tr, tR, tr ونعمل الجدول الاتي للحصول على نباتات الجيل الثاني 45

	TR	Tr	tR	tr
TR	TTRR	TTRr	TtRR	TtRr
Tr	TTRr	TTrr	TtRr	Ttrr
tR	TtRR	TtRr	ttRR	ttRr
tr	TtRr	Ttrr	ttRr	ttrr
D1	^	LU		

Phenotype: - 9 : " : "

9 افراد TTRR طويل احمر و 7 افراد قصير ابيض وهي TTR عدد ثلاثة أفراد و ttr عدد ثلاثة أفراد و ttr عدد ثلاثة افراد و ttr فرد واحد وبذالك تكون النسبة المظهرية 9:7 قصير ابيض: طويل احمر ان هذا يعني ان الافراد الثلاثة TTrr الطويل الأبيض تحول الى قصير ابيض كذالك البيض و الافراد الثلاثة ttRR القصير الأحمر تحول الى قصير ابيض كذالك المثال الثالث: عن الجينات المكملة هي الصفة المحكومة من قبل جينين وتظهر هذه الصفة في حالة التركيب الوراثي الذي يشمل على الاقل اليلاً سائدا واحدا لكل من الجينين -B و -A التراكيب الوراثية الوراثية المحكومة من قبل جينين وتكون التراكيب الوراثية الناتجة كالاتى:

- AABB 1
- AABb 2
- AaBB 2
- AaBb 4

وان عدد الأفراد هو تسعة وهي تظهر الصفة قيد الدراسة. التراكيب الوراثية السبعة والتي لا تظهر الصفة قيد الدراسة هي:

- AAbb 1
- Aabb 2
- aaBB 1
- aaBb 2
- aabb 1

#### 2- الجينات المحورة: Modifying Genes

ان هذا يعني بتواجد جينات معينة محورة يتم من خلالها تحوير التأثير والحصول على صفة جديدة. نأخذ مثال عن الذرة الصفراء Corn حيث وجد:

الجين السائد R يعطى لون احمر Red

الجين المتنحي r يعطي لون ابيض White

لكن يوجد جين اخر يرمز له  $\Pr$  واذا ما وجد مع الجين السائد R الذي يعطي لون احمر فسوف يغيرة الى اللون البنفسجي  $\Pr + R$  يعطي لون بنفسجي.

الجين المتنحي r والذي يعطي لون ابيض ولكن اذا ما وجد الجين المحور Pr فسوف يحول اللون الأبيض الى اللون الأرجو انى.

Pr + r اللون الأرجواني. ان هذا يدل دلالة واضحة على أن الجين Pr هو جين محور.

# 3- الجينات المانعة: Inhabiting Genes

أن بعض الجينات لها القدرة على منع تأثير جينات اخرى وتسمى مثل هذه الجينات بالمانعة. المثال التالي يوضح الامر. الجين R يعطي اللون الاحمر. يوجد جين سائد اخر هو I وله اليل متنحي هو I. الجين R يعطي لون احمر فقط عند انعدام الجين السائد الاخر I) والذي هو جين مانع وكما يلي:

Ri red

RI, rl, ri white

وبذالك فان الجين I يمنع تأثير الجين السائد R. يمكن أن نأخذ المثال الاتي لتوضيح الامر اكثر وكما يلي:

ان وجود الاليل السائد B يمنع ظهور صفة الاليل السائد A في اي تركيب وراثي ولذا فان الاليل السائد A يعبر عن ذاته ويظهر صفته في الفرد النبات الذي يحمل التركيبين الوراثيين AAbb, Aabb فقط وكما يلى:

- AABB 1
- AABb 2
- AaBB 2
- AaBb 4
- aaBB 1
- aaBb 2
- aabb 1

أن مجموع افراد النباتات هو 13 وهي لا تظهر صفة الجين A وذالك لوجود الجين المانع B. تبقى ثلاثة أفراد وهي:

AAbb 1

Aabb 2

وتقوم بإظهار الصفة للجين A لعدم وجود الجين المانع B

# 4- الجينات المغطية لجين اخر: Masking Genes

الجين المغطي هو الجين الذي يخفي او يغطي تأثير جين اخر عندما يكونان كلاهما موجودان معا. مثال لتوضيح ذألك حول لون غلاف بذرة الشوفان حيث:

الجين B يعطي اللون الاسود Black لغلاف البذرة.

الجين Y يعطى اللون الاصفر Yellow لغلاف البذرة.

ان الجين Y ليس له تأثير واضح بوجود الجين B لأن غلاف البذرة الأسود المحكوم بالجين B يخفى او يغطى تأثير الجين Y والذي يعطي من الناحية الطبيعية اللون الاصفر.

BY, By black color

Yb yellow color

yb white color

#### 5- الجينات المتكررة: Duplicate Genes

وهذه هي جينات مختلفة ولكن لها تأثير متشابه (أي تنتج معا نفس التأثير). ان هذا يعني ان الجينات تحت الدراسة لها تأثير مضاعف او متكرر مثال: نبات كيس الراعي الاعتيادي ثماره ذات شكل مثلث Triangle Shape وينتج هذا الشكل بسبب الجين السائد C او كليهما. اما اذا وجدت الجينات المتنحية cd فيكون شكل الثمرة بيضوياً Oval Shape وكالتالي:-

CD, Cd, cD Triangle Shape

cd Oval Shape

مثال اخر: عن الجينات المضاعفة هو أن التراكيب الوراثية, Aabb, aaBB, Aabb, Genotype تعطي نفس التركيب المظهري Phenotype. اما التركيب الوراثي aabb الذي يحمل اليلات كلا الجينين بشكلها المتنحي الكامل aabb فلا يكون له أي تأثير انظر الى التراكيب الوراثية التالية:

#### AABB 1

- AABb 2
- AaBB 2
- AaBb 4
- AAbb 1
- Aabb 2
- aaBB 1
- aaBb 2

وهذه الأفراد الخمسة عشر تحوي الجينات المضاعفة، اما التركيب الأخير (اي رقم ستة عشرة) فهو يحمل aabb و لا يحمل الجينات المضاعفة وبذا نسبة الجينات المضاعفة 1:15

## 6- الجينات المتضاعفة او المضافة: Additive Genes

في حالة الجينات المضافة Additive Genes فان هناك جينين ينتجان تأثير معين ولكن التأثير يكون اغزر واكثر وضوحاً اذا وجد كلا الجينين في آن واحد (اليلين سائدين من جينين) وكمثال على ذلك: طول السفا في سنبلة الشعير:

سفا متوسط الطول Medium في الشعير

سفا متوسط الطول Medium في الشعير

سفا متوسط الطول Medium سفا متوسط الطول

سفا قصير Short

سفا طویل Tall سفا طویل

مثال اخر حول هذا الموضوع: حيث أن وجود الأليلات السائدة لكلا الجينين في نفس التركيب الوراثي يقوي ظهور الصفة قيد الدرس مقارنتاً لوجود اليل سائد واحد وتكون النسبة 9:6:1. التراكيب الوراثية التالية توضح الأمر:

- AABB 1
- AABb 2
- AaBB 2
- 4 AaBb والمجموع هو تسعة أفراد.
  - AAbb 1
  - Aabb 2

- aaBB 1
- aaBb 2 والمجموع هو ستة أفراد.
- aabb 1 وهو فرد واحد فقط وبذلك تكون النسبة هي: 9:6:1

# تداخل الجينات باختصار: Genes Interaction in Brief

#### 1- التفوق المتغلب

1 : 3 : 12

طویل احمر: قصیر احمر: قصیر ابیض

اما النسب المندلية فهي:

ttrr ttRR TTrr T-R-

1 : 3 : 9

طویل احمر: طویل ابیض : قصیر احمر : قصیر ابیض

ان التركيب الوراثي TTrr والذي هو طويل ابيض يتحول الى طويل احمر في حالة التفوق المتغلب وبذا فان ثلاثة أفراد الطويل الأبيض يتحول الى الطويل الأجمر وتكون النسب هي:

1 : 3 : 12

طویل احمر: قصیر احمر: قصیر ابیض

2- التفوق المتنحي: نسبة نسبة التفوق المتنحي هي:

7 : 9

طويل احمر: قصير ابيض

اما النسب المندلية فهي: ـ

ttrr ttRR TTrr T-R-

1 : 3 : 9

طویل احمر: طویل ابیض : قصیر احمر : قصیر ابیض

وفي حالة التفوق المتنحي فان ثلاثة أفراد من الطويل الأبيض TTrr وثلاثة أفراد من القصير الاحمر ttrr تتحير النسبة الى القصير الأبيض ttrr. ونتيجة لذلك تتخير النسبة الى

7 : 9

طويل احمر: قصير ابيض

				اعف:	نحي المض	وق المن	3 - التفر
	1	: 6	:	9	لتفوق هو:	ة لهذا ا	أن النسب
			-:(	ِفها هي	لية كما نعر	بة المند	لكن النس
	ttrr		ttRR		TTrr	T	`- R -
	1	:	3	:	3	:	9
ر الأحمر ttRR وبذلك	الى القصي	يتحول			وراثي الطو كون النسبة		
			1	:	6		9
			ِ ابیض	ِ: قصير	صير احمر	حمر : ق	طويل ا۔
	ت هي:۔	التضاعة	ن النسبة لهذا	عف: أز	فلب المضا	ق المت	4_ التفو
				N		1 :	: 15
					دلىة ھى	ىب المن	بينما النس
					٠. ي		
	ttrr		ttRR		TTrr		
	ttrr 1	: ,	ttRR 3	:	TTrr	T	
لتركيب الور اثيttRR الاتي:	1 الوراثية ا		3		TTrr 3 ب المضاع	T : ق المتغل	- R - 9 ان التفوق
<del></del>	1 الوراثية ا		3 ي الى تحول ا		TTrr 3 ب المضاع	T : ق المتغل	'- R - 9 ان التفوز TTrr,
<del></del>	1 الوراثية ا		3 ي الى تحول ا	: ئي - R	TTrr 3 ب المضاع كيب الوراث	T : ق المتغا الى التر :	'- R - 9 ان التفوف TTrr, : 15
<del></del>	1 الوراثية ا		3 پي المي تحول ا T- I وبذالك	: ئي - R	TTrr 3 ب المضاع كيب الوراث	T : ق المتغا الى التر :	'- R - 9 ان التفوز TTrr, : 15
<del></del>	1 الوراثية ا		3 پي المي تحول ا T- I وبذالك	: ئي - R	TTrr 3 ب المضاع كيب الوراث	T : الى التر : : ق المثر :	'- R - 9 ان التفوق TTrr, : 15 - التفو : 13
الاتي:	1 الوراثية ا نسبة الى	و تتغیر اا	ي الى تحول T- I وبذالك التفوق هو:	ئي - R بة لهذا	TTrr 3 ب المضاع كيب الوراث بط: ان النس دلية هي:	T : الى التر : : ق المثر نب المن	'- R - 9 ان التفوف TTrr, : 15 <mark>5- التفو</mark> بينما النس
الاتي:	1 الوراثية ا نسبة الى	و تتغیر اا	ي الى تحول T- I وبذالك التفوق هو:	ئي - R بة لهذا	TTrr 3 ب المضاع كيب الوراث بط: ان النس دلية هي:	T : الى التر : : ق المثر نب المن	'- R - 9 ان التفوق TTrr, : 15 <mark>5- التفو</mark> بينما النس
الاتي:	1 الوراثية ا نسبة الى	و تتغیر اا	3 پي المي تحول ا T- I وبذالك	ئي - R بة لهذا	TTrr 3 ب المضاع كيب الوراث بط: ان النس دلية هي:	T : الى التر : : ق المثر نب المن	'- R - 9 ان التفوف TTrr, : 15 <mark>5- التفو</mark> بينما النس

ولكن في التفوق المتبط تتحول التراكيب ا -R و بذلك تكون النسبة الجديدة هي: 13 : 3

احمر طویل : احمر قصیر

# أن المعلومات تم اختصارها في الجدول التالي:-

1	3	3	9	النسب المندلية
1	3		12	التفوق المتغلب
		7	9	التفوق المتنحي
1		6	9	التفوق المتنحي المضاعف
1			15	التفوق المتغلب المضاعف
		3	13	التفوق المثبط

#### المصادر:

- علي، حميد جلوب; (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
  - Internet •



# الوراثة الكمية: Quantitative Genetics

ان الصفات التي درست سابقاً كانت صفات وصفية وتحدد نوعية الصفة من حيث اللون والشكل وكانت دراسة وراثتها تسمى وراثة الصفات النوعية وان الصفات المندلية معظمها صفات نوعية وصفية وهي صفات غير مستمرة وإنما محددة ولا تخضع لمنحني التوزيع الطبيعي وتعتمد في وراثتها على سيطرة جين واحد أو زوج من الجينات و لا تتأثر بالعوامل البيئية وتكون السيادة تامة أو غير تامة في الجيل الأول F1 وان معظم الصفات تكون محددة وتخضع الى نسب معينة في الجيل الثاني F2. أما وراثة الصفات الكمية فهي تختص في در أسة الصفات التي لا يمكن تصنيفها إلى مجاميع متميز ة و انما صفات مستمر ة وتقاس بوحدات الكم مثل وحدات قياس المسافة أو الوزن أو الحجم وتكون الاختلافات بين الصفات مستمرة وتخضع لمنحني التوزيع الطبيعي وان الجيل الأول هو وسطبين الأبوين و تتحكم بهذه الصفات مجموعة من الجينات تسمى بالجينات المتعددة Multiple genes أو Polygenes ومعظم الصفات الكمية هي اقتصادية في الكثير من النباتات والحيوانات مثل حاصلً الحبوب أو كمية الحليب ووزن اللحم، وهناك مثال على الإنسان هو وزن الإنسان وطول قامته فهي من الصفات الكمية إن أفراد الجيل الأول لا يشبه احد الأبوين كما في الصفات النوعية وإنما وسط بين الأبوين أما في الجيل الثاني F2 فتكون الصفة متدرجة فصفة احد الآباء الذي يحمل الصفة السائدة تكون في احد طر في المنحني وصفة الأب الأخر الذي يكون متنحياً في الجانب الأخر من منحنى التوزيع وقد وضعت فرضية الجينات المتعددة لتفسير الاختلافات المستمرة للصفة الكمية في F2 والأجيال المتعاقبة. وقد اجرى العالم نسلن تجربة في 1910 لاثبات صحة فرضية الجينات المتعددة بتضريب صنف من نبات الحنطة ابيض الحبوب مع صنف اخر احمر الحبوب فحصل في الجيل الأول على نباتات من الحنطة ذات حبوب وسط بين الأبوين ثم ترك نباتات الجيل الأول للتلقيح الذاتي فحصل على حبوب ذات الوإن متدرجة بين الأب الأول الابيض وحبوب نباتات تشبه الاب الثاني حمراء ومنها الوان اقل من المتوسط والاخر لون اكثر من المتوسط أي خمسة أنماط مظهرية في افراد الجيل الثاني F2.

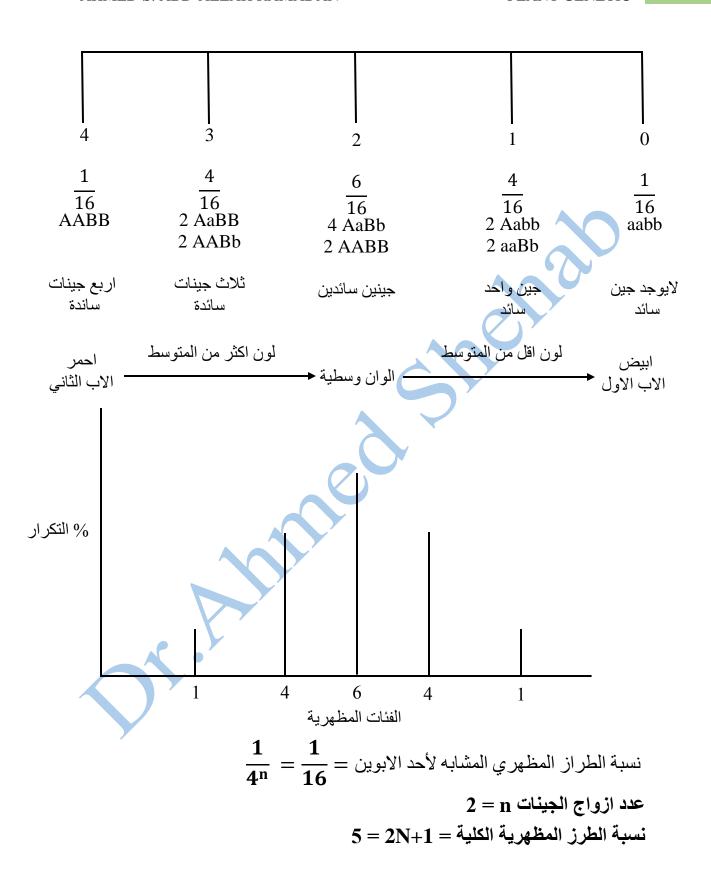
صنف حنطة ابيض الحبوب aabb × aabb صنف حنطة احمر الحبوب (P.)

(G.) AB ab

(F1) AaBb

لون متوسط بين الابيض والاحمر

AaBb × AaBb



#### تقدير عدد أزواج الجينات في الصفات الكمية:

أن معرفة عدد الجينات يساعد على معرفة تعيين الصفات الكمية في تربية النبات والحيوان ولكن من الصعب تعيين الجينات بالضبط بسبب الاختلافات في التأثيرات البيئية والوراثية وهناك طرق لإيجاد الصفات الكمية ومنها طريقتين.

AHMED S. ABD-ALLAH RAMADAN

الطريقة الأولى: وجود جدول تقريبي بواسطته يتم تعيين تردد حدود كلا من الطرفين في الجيل الثاني الذان يشبهان النمط المظهري للأبوين.

عدد ازواج الجينات	نسبة الطراز المظهري المشابه لأحد الابوين
1	$\frac{1}{4}$
2	$\frac{1}{16}$
3	$\frac{1}{64}$
4	$\frac{1}{256}$
5	$\frac{1}{1024}$

مثال: ضرب صنفين من نبات الحنطة أحدهما يعطى حاصل للحبوب بمعدل وزن 30 غم والآخر يعطى حاصلا للنبات بمعدل 20 غم بينما كانت نباتات الجيل الأول قد أعطت حاصلا بمعدل 25 وعندما تركت نباتات الجيل الأول للتلقيح الذاتي وجد أن 4 نباتات من بين 256 نبات أعطت حاصلا بمعدل 30 غم، أحسب عدد أزواج الجينات التي تتحكم وتسيطر على هذه الصفة الكمية وبصورة تقريبية.

$$\frac{1}{64} = \frac{4}{256} = \frac{4}{256}$$
 نسبة الطراز المظهري المشابه لأحد الابوين  $\frac{4}{256}$  عدد أزواج الجينات التي تسيطر وتتحكم بهذه الصفة 3

الطريقة الثانية: هو تقدير عدد الجينات عن طريق معلومات الاختلافات الوراثية في الجيل الثاني

أن الجيل الأول الذي يحمل صفة كمية معينة تكون هذه الصفة مكتسبة من الأب الأول P1 ومن الأب الثاني P2 وقد شارك كل من الأبوين بنصف الجينات وعليه فلا يحصل هنا انعزال للجينات أما عند ترك أفراد الجيل الأول للتلقيح الذاتي فيحصل انعزال للجينات وتتكون تراكيب جديدة وان الجيل الثاني تؤثر عليه عوامل وراثيه وعوامل بيئية إما الجيل الأول فقط عوامل بيئية لان P1 و P2 و F1 و F2 تزرع في بيئة واحدة وعليه يمكن إيجاد الاختلاف الوراثي في الجيل الثاني من المعادلة التالية

 $\sigma^2 G_{F2}$  التباين الوراثي للجيل الثاني  $\sigma^2 G_{E2} = \sigma^2 P_{E2} - \sigma^2 P_{E1}$ 

 $\sigma^2 P_{F1}$  التباين المظهري للجيل الأول

سبية البيئة

 $\sigma^2 P_{F2}$  التباين المظهري للجيل الثاني سببه الانعز لات الور اثية و البينية

ويمكن أيجاد عدد أزواج الجينات من تطبيق معادلة كاستل:

$$N = \frac{D^2}{8(\sigma^2 P_{F2} - \sigma^2 P_{F1})}$$

الفرق بين الابوين D

عدد ازواج الجينات N

كما يمكن أيجاد تأثير ومساهمة كل جين سائد في التحكم بالصفة الكمية من المعادلة التالية مساهمة كل أليل فعال

ليل على اليل 
$$a=a=rac{D}{2N}$$

مثان: تمثل البيانات التالية الوسط الحسابي (المعدل) والتباين 62 لصفة طول السنبلة لصنفين من الحنطة الناعمة والجيل الأول من تضريب الصنفين الأبوين والجيل الثاني الناتج من التلقيح الذاتي للجيل الأول، أحسب عدد أزواج الجينات التي تتحكم بوراثة هذه الصفة.

الأجيال	الوسط الحسابي	التباين
P1	17.146	3.560
P2	6.620	0.660
F1	12.10	2.30
F2	12.90	6.92

$$N = \frac{D^2}{8(\sigma^2 P_{F2} - \sigma^2 P_{F1})}$$

$$N = \frac{(17.146 - 6.620)^2}{8(6.92 - 2.30)}$$

$$N = \frac{(10.526)^2}{36.88}$$

$$N = 3$$

عدد أزواج الجينات المسيطرة على وراثة طول السنبلة = 3

التوريث أو المكافئ الوراثي: Heritability: هو درجة سيطرة الوراثة على صفة معينة وان قيمة معامل التوريث مهمة عند دراسة الصفة الكمية لأنها تحدد مقدار التأثير الوراثي على الصفة ويمكن إيجاد قيمة التوريث لأنه يمثل نسبة الاختلاف بين النمط الوراثي إلى الاختلاف بالنمط الظاهري الكلي. ونسبة التوريث تقسم الى قسمين نسبة التوريث بالمعنى الواسع والضيق.

حيث ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع

$$%h^2_{b.s} = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 P} \times 100 = \frac{\sigma^2 A + \sigma^2 D}{\sigma^2 A + \sigma^2 D + \sigma^2 E} \times 100$$
 لتباین الوراثي  $\sigma^2 G$  التباین المظهر ي  $\sigma^2 P$ 

 $\sigma^2 E$  التباین البیئي  $\sigma^2 D$  التباین السیادي  $\sigma^2 A$  التباین الاضافي

حيث ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع اذا كانت اقل من 0-40% تكون واطئة وبين 40-60% تكون متوسطة بينما من 60-100% تكون عالية.

اما نسبة التوريث بالمعنى الضيق

$$\%h_{\text{n.s}}^2 = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 P} \times 100 = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 A + \sigma^2 D + \sigma^2 E} \times 100$$

ويكون التوريث صفر الى 1 أو من 1 الى 100 كنسبة مئوية

مثال: تمثل البيانات التالية الوسط الحسابي (المعدل) والتباين  $\sigma^2$  لصنفين من الحنطة لصفة وزن 100 حبة بالغرام وللجيل الأول والجيل الثاني الناتج من التلقيح الذاتي للجيل الأول، 1- أحسب عدد أزواج الجينات المسيطرة على وراثة هذه الصفة. 2- جد نسبة التوريث الأجيال

الأجيال	الوسط الحسابي	التباين
P1	12.97	5.36
P2	27.98	10.32
F1	18.45	6.72
F2	27.90	12.35

• عدد أزواج الجينات المسيطرة على صفة وزن 100 غم

$$N = \frac{D^2}{8(\sigma^2 P_{F2} - \sigma^2 P_{F1})}$$

$$N = \frac{(27.98 - 12.97)^2}{8(12.35 - 6.72)}$$

$$N = 5$$

خمسة أزواج عدد الجينات = 5

• أيجاد نسبة معامل التوريث أو المكافئ الوراثي

$$\frac{\sigma^2 F_1}{3} = \frac{\sigma^2 F_1}{3}$$
 التباين  $\sigma^2 F_1 + \frac{\sigma^2 F_2}{3} = \frac{\sigma^2 F_1}{3}$   $= \frac{\sigma^2 F_1}{3} = \frac{\sigma^2 F_2}{3}$  التباين  $\sigma^2 F_1 = \frac{5.36 + 10.32 + 6.72}{3} = \sigma^2 F_2$  التباين

ذكرنا قبل قليل ان التباين بين افراد الجيل الثاني  $\sigma^2 F_2$  هو نفسه تباين الشكل المظهر ي $\sigma^2 P$  وهذا يعنى ان الاختلاف او التباين بين النباتات لصفة معينة في افر اد الجيل الثاني متأتى من التاثير البيئي + تاثير التركيب الوراثي، وهذا يجعل ان:

$$\Sigma^2 F_2 = \sigma^2 P = \sigma^2 G + \sigma^2 E$$

$$\sigma^2 E$$

$$\sigma^2 E$$

$$\sigma^2 G = \sigma^2 F_2 - \sigma^2 E$$

$$\sigma^2 G = 12.35 - 7.47 = 4.88$$

$$\sigma^2 P = \sigma^2 G - \sigma^2 E$$

$$\sigma^2 P = 4.88 - 7.47 = 12.35$$

$$\Phi^2 = \frac{4.88}{12.35} \times 100$$

 $h^2 = 39.514\%$ 

وهذا يشير الى ان 39.514% من التباينات لهذه الصفة ترجع الى التأثيرات الوراثية والباقي الى التأثيرات البيئية يمكن استخراج التحسين الوراثي للصفة من خلال المعادلة التالية:

$$\Delta G = K \times h^2_{n.s} \times \sigma P$$

حبث ان

$$\sigma^2 F_2 = \sigma^2 P$$

نسبة التوريث بالمعنى الضيق =  $\%h^2_{n,s}$ 

لتحسين الوراثي الذي يتم الحصول علية من الدورة الانتخابية  $\Delta G$ 

 $\sigma P = \sqrt{\sigma^2 P}$  الانحر اف القياسي للتباين المظهري ويحسب من  $\sigma P = \sigma P$ 

K = ثابت شدة الانتخاب

#### شدة الانتخاب % في الم K ثابت الانتخاب %2 2 42 %5 2.06 1.76 %10

كما يمكن حساب درجة السيادة ونوعها من المعادلة التالية:

$$\bar{a} = \sqrt{\frac{2\sigma^2 \mathbf{D}}{\sigma^2 \mathbf{A}}}$$

ففي حالة كون درجة السيادة كانت:

يعني ذلك عدم وجود سيادة 0

اكبر من 1 يعنى وجود سيادة فائقة

مثال: اذا علمت ان نسبة التوريث بالمعنى الضيق لصفة ارتفاع النبات في محصول الحنطة 50% وتباين الجيل الثاني 25% والتباين السيادي للصفة 6%، احسب: 1- نسبة التوريث بالمعنى الواسع 2-درجة السيادة وما نوعها 3- التحسين الوراثي المتوقع بشدة انتخاب 5%.

1- 
$$\%h^2_{\text{n.s}} = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 P} \times 100 = \frac{50}{100} = \frac{\sigma^2 A}{25} = \sigma^2 A = 12.5$$
  
 $\sigma^2 G = \sigma^2 A + \sigma^2 D = 12.5 + 6 = 18.5$   
 $\%h^2_{\text{b.s}} = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 P} \times 100 = \frac{18.5}{25} \times 100 = 74\%$   
2-  $\bar{a} = \sqrt{\frac{2\sigma^2 D}{\sigma^2 A}} = \sqrt{\frac{2\times 6}{12.5}} = \sqrt{\frac{12}{12.5}} = 0.97$ 

نوع السيادة = سيادة جزئية لانها اكبر من الصفر واقل من الواحد

3- 
$$\Delta G = K \times h^2_{n.s} \times \sigma P$$

$$\Delta G = 0.50 \times 5 \times 2.06$$

$$\Delta G = 5.15$$

# حساب عدد الكميتات والأنماط المظهرية والوراثية للصفات الكمية:

إن عدد الكميتات والأنماط الوراثية في الصفات الكمية هي نفسها في الصفات النوعية عدد الكميتات (الأمشاج) =  $2^N$  عدد الأنماط الور اثبة =  $3^N$ 

أما عدد الأنماط المظهرية فتختلف عن النوعية فنطبق القانون الأنماط المظهرية = 1+2 بدلاً من  $2^N$  حيث N هو عدد أزواج الجينات

# الطرق الأحصائية المستخدمة لدراسة الصفات الكمية

المتوسط (المعدل): يمثل ملخص وصفى مفيد للعينة لكنه لا يبين مدى انتشار البيانات.

$$\overline{\mathbf{X}} = \frac{\sum \mathbf{X}\mathbf{i}}{\mathbf{n}}$$

التباين: Variance: يبين مدى انتشار البيانات حول المتوسط وهو مجموع مربع الانحرافات عن المتوسط مقسوماً على درجات الحرية أي العدد الكلى مطروحا منه واحد.

$$S^2 = \frac{\sum (\overline{X}i - Xi)^2}{n - 1}$$

الانحراف المعياري: Standard deviation: هو الجذر التربيعي للتباين.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\overline{X}i - Xi)^2}{n - 1}}$$

#### لمصادر

- علي، حميد جلوب; (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دارالكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
- الراوي، خاشع محمود; (1989). المدخل الى الاحصاء. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل. كلية الزراعة والغابات. المكتبة الوطنية بغداد 307.
  - Internet •



# نظم تعيين الجنس والوراثة المرتبطة بالجنس

## **Sex Determination and sex-linked genetics systems**

#### تعيين الجنس: Sex Determination

ان تعيين الجنس في الكائنات الحية المختلفة من المواضيع البايولوجية التي تناولها العلماء في الكثير من بحوثهم ودراساتهم. والجنس يتكون من الذكور والاناث في الحيوانات والنباتات وباعداد متساوية تقريبا مع سهولة تمييز كل جنس عن الاخر مظهرياً مما جعل الباحثين يعتقدون بوجود جهاز خاص يسبب هذه الظاهرة. وبتقدم علم الخلية وجد ان كل الكميتات الذكرية (الحيامن) والانثوية (البيوض) تحتوي على اجزاء متشابهة مثل الكروموسومات على الرغم من اختلافهم في اجزاء اخرى، لذا فالاساس المادي للوراثة يعتمد اعتماداً كلياً عليها وبصورة متساوية. واوضحت دراسات تعيين الجنسين ان صفات الذكر والانثى تنتقل من جيل لأخر بنفس طريقة انتقال الصفات الوراثية الأخرى، لذا فتحديد الجنس يكون تحت تاثير وراثي. وتكمن اهمية الجنس في توفير كميات هائلة من التغايرات الوراثية كما مر معنا سابقاً، والذي تعتمد عليه عملية التطور الطبيعي وانتشار وبقاء الأنماط الوراثية الأكثر ثباتاً. وهناك حالتان في الحيوانات والنباتات التي تتكاثر بها جنسياً، وهي خاصة بانواع الكميتات التي يكونها الكائن الحي وهي:

- 1- كائنات احادية المسكن: Monoicous: وفيها ينتج الفرد كلا الكميتات الذكرية و الانثوية في تكاثره الجنسي.
- 2- كائنات ثنائية المسكن: Dioecious: وهنا تتكون الكميتات الذكرية في كائن والانثوية في كائن والانثوية في كائن آخر. وفيها شكلين من الاختلافات بين نوعي الافراد ثنائية المسكن وهي:
- أ- اختلافات جنسية أولية تعود الى انواع الكميتات التي ينتجها كل نوع والى الاعضاء الجنسية التى تكونها.
- ب-اختلافات او صفات جنسية ثانوية، حيث يختلف كل جنس عن الاخر في الافراد ثنائية المسكن بعدد من الصفات المظهرية، ففي الانسان مثلاً يختلف الذكور عن الاناث في الصوت وغزارة الشعر وتوزيع الدهن في مناطق مختلفة من الجسم.

# كروموسومات الجنس في الكائنات ثنائية المجموعة الكروموسومية:

يعد العالم الالماني Henking 1891 اول من شاهد وجود اختلافات بين كروموسومات الجنسين، فقد لاحظ ان نصف الكميات الذكرية (الحيوانات المنوية) التي تنتجها بعض الحشرات تحتوي على كروموسوم زائد اطلق عليه اسم الجسم (X-body). ثم اكتشف العالم Meclung 1902 أن الخلايا الجسمية في انثى الجراد تحتوي على 24 كروموسوم بينما في الذكور فانها تحتوي على 23 كروموسوم. وفي عام 1905 تتبع ستيفسون تكوين الكميتات الذكرية والانثوية في الحشرات وادرك أن الجسم (X-body) عبارة عن كروموسوم، وبذلك استبدل اسم الجسم (X-body) باسم كروموسوم (X-body)

غير متماثلين بينما كانت الاناث خالية من هذه الظاهرة، ورمز لهذا الزوج من الكروموسومات في الذكر بالرمز XY، وبذلك تكون الاناث XX بالنسبة لهذا الزوج من الكروموسومات .

# تعيين الجنس في الانسان:

يرجع جنس الفرد في الانسان الى انعزال زوج خاص من الكروموسومات تعرف با (X) و(Y), ويتم تحديد الجنس وقت الاخصاب بالضبط، اذ بمجرد أن ينجح حيوان منوي (الكميت الذكري في اخصاب بيضة يتحدد عندها جنس الفرد تبعا لما يحمله من كروسومي الجنس، فاخصاب حيوان منوي يحمل كروموسوم X لبيضة ينتج زايكوت تركيبه XX ليكون انثى، بينما ينتج عن اتحاد بيضة مع حيوان منوي يمتلك ضمن تركيبه الكروموسومي الكروموسوم Y يتكون زايكوت X ليكون ذكر و هذه هي عملية تعيين الجنس في الانسان.

# العوامل الأساسية المؤثرة في تحديد الجنس:

# 1- العوامل الوراثية:

يتوقف تحديد الجنس على التركيب الكروموسومي، حيث كثيراً ما تختلف اجهزة تحديد الجنس، فقد يكون الاختلاف في التركيب الوراثي بين الذكر والانثى محصوراً في زوج واحد فقط من الجينات او في مجموعة من الجينات وقد يكون الاختلاف اكثر من ذلك فيشمل كروموسوم باكمله او حتى اكثر من كروموسوم واحد.

# 2- العوامل البيئية والعمر:

ان تحديد الجنس قد لا يتحدد في وقت الاخصاب في بعض الكائنات الحية ولكن يتحدد بفعل عوامل بيئية معينة، وهناك بعض الحيوانات والنباتات تعتمد على البيئة كلياً في تحديد اتجاه الجنس فيها، مثلا أن الجنس في الدودة البحرية المسماة Ophryotrocha يتوقف على عمر الدودة نفسها اضافة الى البيئة المحيطة بها، فجميع الأفراد الصغيرة السن تكون ذكوراً وكلما تقدمت في العمر تتحول الى اناث، وان الإناث الكبيرة السن يمكن أن تصبح ذكوراً عند تجويعها او وضعها في ماء يحتوي على ايونات البوتاسيوم. اما الدودة البحرية كراء عند تجويعها او وضعها في ماء يحتوي على ايونات البوتاسيوم. اما الدودة البحرية بالعين المجردة، وصغر حجمها سببه نقص في التركيب التشريحي لجهازها الهضمي لذلك فهي تعيش متطفلة على الجهاز التناسلي للانثى. فالبيوض تفقس الى يرقات ذكور واناث، ولكن تحديد الجنس في الديدان البالغة يعتمد على تغذيتها، فالبرقات الحرة في تغذيتها في مياه البحر تصبح اناث، أما اليرقات التي تعيش متطفلة على القناة التناسلية للانثى فتصبح مياه البحر وبيدو أن سبب ذلك يعود الى الاناث حيث تفرز مواد كيماوية مسببة ظمور اعضاء ذكور. ويبدو أن سبب ذلك يعود الى الاناث حيث تفرز مواد كيماوية مسببة ظمور اعضاء التذكير في البرقة المتطفلة.

#### نظم تعيين الجنس:

ان معظم نظم تعيين الجنس تكون تحت تحكم العوامل الوراثية ويمكن تقسيمها الى الاقسام التالية:

## 1- النظام الاول: نظام XX-XY:

ومن الأمثلة على هذا النظام في تحديد الجنس هوما موجود في الانسان واللبائن وبعض النباتات الراقية حيث يكون الذكر XY والانثى XX. لذا فنصف كميتات الذكر تحمل كروموسوم Y والنصف الأخر يحمل الكروموسوم X، أي أن الذكور هي الجنس غير المتماثل الكميتات، اما الاناث فهي متماثلة الكميتات أي تعطي كميتات من نوع واحد (X). ان الكروموسوم Y يختلف حجماً وشكلاً عن الكروموسوم X، وان النسبة الجنسية الناتجة من هذا النظام هي 1:1 في كل جيل كما يلي:

Parent (P.) 
$$XX \times XY$$

Gamete (G.)  $(X)(X)(X)(Y)$ 

Second Filial (F1)  $XX \times XY$ 
 $XY \times XY$ 
 $XY \times XY \times XY$ 

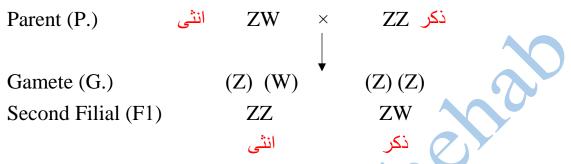
Second Filial (F1)  $XX \times XY$ 
 $XY \times XY \times XY$ 
 $XY \times XY \times XY \times XY$ 
 $XY \times XY \times XY \times XY$ 
 $XY \times XY \times XY \times XY \times XY$ 

# 2- النظام الثاني: نظام XX-XO

يوجد هذا النظام في العديد من الحشرات كالجراد والصراصر، وفيه تكون الاناث ذات تركيب كروموسومي XX وتنتج نوعاً واحداً من الكميتات أي ان الاناث هي الجنس المتماثل الكميتات Homogametic، بينما الذكور فهي متباينة الكميتات وتحتوي على كروموسوم X واحد فقط، لذا فتركيبها الكروموسومي الثنائي (XO) وعند تكوين الكاميتات فنصفها يحمل الكروموسوم X والنصف الاخر X يحتوي على كروموسوم مماثل للكروموسوم X وهي لا تحتوي على كروموسوم X ايضاً لذا يستعمل الرمز X للدالة على عدم وجود الكروموسوم X، والمثال العام على هذا النظام في تعيين الجنس

## 3- النظام الثالث: نظام ZW-ZZ

في هذا النظام تكون الذكور هي الجنس المتماثل الكميتات وتركيبها الكروموسومي (ZZ) والاناث غير متماثلة الكميتات وتركيبها (ZW) أي أن الذكور تعطي نوع واحد من الكميتات (Z) اما الاناث فتعطي نوعين من الكميتات هي (Z) و (W). ويوجد هذا النظام في الطيور والدواجن والأسماك والفراشات كما في المثال التالي:



# 4- النظام الرابع: نظام ZZ- ZO:

يوجد هذا النظام في الدواجن، حيث لا تحتوي اناث بعض الأنواع على كروموسوم مشابه لكروموسوم الجنس الوحيد، وهو يشبه نظام (XO) السابق والمثال على هذا النظام:

Parent (P.)	ذکر	ZZ	×	ZO	انثى
		(			
Gamete (G.)		(Z)(Z)		(Z)(C)	)
Second Filial (F1)		ZZ		ZO	
	V	ذکر		انثى	

# 5- النظام الخامس: النظام الاحادي للفرد ثنائي المجموعة الكروموسومية:

كما في نحل العسل حيث تكون الاناث ثنائية المجموعة الكروموسومية وتحمل 32 كروموسوماً في كل خلية جسمية اما الذكور فتحتوي خلاياه الجسمية على 16 كروموسوم فقط، (X+15) أي ينتج من بيضة غير مخصبة، فالملكة تحتوي على 32 كروموسوم (XX+30) وكذلك العاملة العقيمة تركيبها (XX+30)، لكن نوع الغذاء هو الذي يحدد نوع التركيب الوراثي للعاملة، والغذاء المجهز للملكة (في طور اليرقة) هو الذي يحولها الى ملكة بينما العاملات فلها غذاء خاص فتتحول الى اناث عقيمة، وتتكون الذكور من بيوض غير ملقحة.

# 6- نظام التوازن الوراثي:

في ذبابة الفاكهة (الدروسفلا) وهي تتبع نظام XY في تحديد الجنس فعلى الرغم من آن وجود كروموسوم Y يعتبر مهم لخصوبة الذكرالا انه يبدو ليس للكروموسوم Y علاقة بتعيين الجنس، وبدلا من ذلك فان عوامل التذكير الموجودة على الكروموسومات الجسمية توزن مقابل عوامل التأتيث الموجودة على الكروموسوم X. فاذا أحتوت كل مجموعة احادية من الكروموسومات الجسمية على عوامل محددة للتذكير بقيمة مساوية الواحد صحيح (1) فان كل كروموسوم X يحمل عوامل محددة للتأنيث بقيمة تساوي 5.1 فاذا افترضنا ان A تمثل مجموعة جسمية احادية في الذكور العادية (AA XY) نجد ان محددات التذكير \ محددات التانيث بنسبة 5:5 وعلى العادية (AA XX) تحتوي على نسبة محددات التذكير\محددات التانيث بنسبة 5:5 وعلى ذلك فتكون انثى.

# تعيين الجنس في البكترياب

تتكاثر البكتريا لا جنسياً بواسطة أنقسام الخلية، وتتكاثر جنسية بواسطة الاقتران، والتزاوج بين خلايا البكتريا يتم عن طريق اتصال الخليتين البكتريتين ببعضهما بواسطة انبوب التزاوج حيث تعطي احدى الخلايا وعن طريق هذا الجسر جزء أو كل الكروموسوم الذي تملكه الى الخلية الأخرى وبذلك تصبح الخلية المستقبلة ثنائية لاتكون تامة الا اذا ثم تعود الخلية الى طبيعتها بعد الانقسام الخلوي التالي، والحالة الثنائية لاتكون تامة الا اذا مرت كل الجينات من الخلية الواهبة الى الخلية المستقبلة ولكن عادة تكون الحالة الثنائية جزئية، اي لعدد من جينات الخلية الواهية ويمكن ان تعد الخلية الواهبة ذكر والخلية المستقبلة انثى. وتتحدد الذكورة نتيجة احتواء الخلية على عامل الخصوية (Fertility) (Factor وحدد في السايتوبلازم مستقلاً عن الكروموسوم وقد يكون موجوداً على كروموسوم الخلية، واذا انتقل عامل الخصوبة من الخلية الواهبة الى المستقبلة فان الخلية المستقبلة تتحول من حالة التنيث الى حالة التذكير.

# الوراثة المرتبطة بالجنس: Sex linkage:

وتشمل دراسة طبيعة توارث الصفات التي تكون جيناتها واقعة على الكروموسومات الجنسية، فيقال للجينات الواقعة على كروموسوم X كما في اللبائن وحشرة الدروسفلا وغيرها او على الكروموسوم Z كما في الطيور بانها جينات مرتبطة بالجنس. وتمثل الجينات الواقعة على الكروموسوم X بأليلين في الاناث بينما في الذكور فتمثل باليل واحد. ومن جهة اخرى تقع بعض الجينات على كروموسوم Y ويظهر تأثيرها في الذكور فقط.

## توارث الصفات المرتبطة بالجنس:

#### 1-الارتباط التام بالجنس:

الارتباط التام بالجنس في حشرة ذبابة الفاكهة: اكتشفت اولى حالات الارتباط بالجنس في حشرة الدروسفلا من قبل العالم موركان عام 1910 وقد حصل على اول صفة مرتبطة بصورة تامة بالجنس هي صفة العيون البيضاء حيث توجد المورثة لهذه الصفة على كروموسوم X الجنسي ولاتوجد على كروموسوم Y الجنسي حيث اجري تزاوج بين ذكر ابيض العينين مع انثي حمراء العينين وحصل على نسب مختلفة في الجيل الاول والثاني في كلا التزاوجين لأن ظهور الصفة في الجيل الاول والثاني كان مختلف بأختلاف الجنس ذكور واناث في كلا الجيلين وكلا التزاوجين العكسيين وهذا عكس ما لوحظ في الصفات المندلية عند دراستها لأنها كانت مورثة للصفات المندلية تقع على الكروموسومات الجسمية فقط وغير مرتبطة او متأثرة بالجنس:

#### مثال1:

العينين	× انثی بیضاء	ذكر احمر العينين	(	انثى حمراء العينين	ذكر ابيض العينين ×
P1:	$X^wX^w$ ×	$\mathbf{X}^{+}\mathbf{Y}$	P1:	$\mathbf{X}^{+}\mathbf{X}^{+}$	$\times$ $X^{w}Y$
العينين F1: F2: X <sup>+</sup> X <sup>w</sup> : انثى حمراء		ذكر ابيض العينين X"Y X"Y : X"Y ذكر ابيض ذكر احمر	F1: : X <sup>+</sup> X <sup>+</sup>		

# مثال 2:

في الإنسان: من الامراض التي وصفت لأول مرة مرض عمى الألوان وهو مرض شائع ومر تبط بالجنس ويتميز المريض بعدم القدرة على التمييز بين الألوان في الضوء ألأعتيادي ويتحكم به جين متنحي يقع على الكروموسوم X الجنسي وان كروموسوم Y لايحمل الليل لهذا الجين لذلك تكون الاصابة في الذكور كبيرة بحدود 2 من 25 فرد اي بحدود 8% في حين تصل في الاناث 1 لكل 20 انثى اي بحدود 5.0% لأن الاناث تحمل كروموسومين X وقد تحمل على واحد منها جين متنحي وفي الكروموسوم الاخر جين سائد و علية تكون طبيعية ولكنها حاملة للجين الخاص بالاصابة بعمى الالوان، ويمكن تتبع ظهور حالة عمي الألوان كما في التضريب التالى:

Parent (P.) 
$$X^+X^+ \times X^CY$$
 ذکر مصاب انثی سلیمهٔ Second Filial (F1)  $X^+X^C$   $X^+Y$ 

	انثى سليمة	ذكر سليم
		* وعند عكس عملية التلقيح:
Parent (P.)	$X^CX^C$	$\times$ $X^{+}Y$
	انثى مصابة	ذكر سليم
Second Filial (F1)	$X^+ X^C$	$X^C Y$
	انثى سليمة	ذکر مصاب

لذا يظهر المرض دائما في الذكور اذا كانت الأم مصابة لانها تعطي كروموسوم X لابنائها الذكور، اما الاب فيعطى كروموسوم X لبناته.

# 2-الارتباط الجزئي بالجنس:

الجينات المرتبطة بالجنس في الانسان والدروسفلا لايوجد لها أليلات على الكروموسومات Y، لكن على الرغم من ذلك لوحظ ان هناك اجزاء من كروموسوم Y تماثل أجزاء من كروموسوم X، بمعنى أن الاليل الموجود على كروموسوم X يكون له اليل على الكروموسوم Y وتعرف هذه الجينات بانها مرتبطة بالجنس جزئياً، وازواج هذه الأليلات تنعزل عن بعضها وتنتقل الى الاجيال التالية بطريقة تشابه طريقة انتقال الجينات المحمولة على الكروموسومات الجسمية.

# وراثة الصفات المحددة بالجنس:

هي دراسة الجينات التي يتحدد تاثيرها على الشكل المظهري بناء على وجود او غياب هورمونات الجنس ولذلك ينحصر تاثيرها في احد الجنسين دون الجنس الاخر، وان هذه الجينات هي المسؤلة عن ظهور علامات الجنس الثانوية، مثلا ظهور اللحية في الرجال صفة محددة بالجنس حيث لاتوجد في النساء الاعتياديات، ويظهر ان هذا يعتمد على انتاج الهورمونات الجنسية وان أي تغير في انتاج هذه الهورمونات يقود الى الحصول على نساء ملتحيات ايضاً. ومن الأمثلة الواضحة على الصفات المحددة بالجنس هي شكل الريش في الطيور، حيث توجد اختلافات في شكل الريش بين الذكور والاناث، فيكون للديكة ريش طويل ومدبب ومنحني الحافة ويتواجد في الرقبة والذيل واحيانا يكون مزركش اللون، أما في الاناث فيكون الريش اقصر واكثر استقامة وبدون حافة. وجد ان الجين (H) هو المسؤل على صفة عن ظهور صفة ريش الدجاجة و هو سائد على اليله الجين المتنحي (h) المسؤل على صفة ريش الدجاجة و هو سائد على اليله الجين المتنحي (A) المسؤل على صفة ريش الدجاجة و كما يلي:

الذكر	الانثى	التركيب الوراثي
ريش الدجاجة	ريش الدجاجة	НН
ريش الدجاجة	ريش الدجاجة	Hh
ريش الديكة	ريش الدجاجة	hh

# ويمكن تلخيص فعل هذين الجينين كما يلي:

1- الجين H يعطى ريش دجاجة بوجود أي من هورموني الجنسين وهو سائد على اليله المتنحى الجين h.

AHMED S. ABD-ALLAH RAMADAN

2- الجين h يعطى ريش ديكة بغياب الهور مون الانثوي ووجود الهور مون الذكري، ولكنه ينتج ريش دجاجة بوجود الهورمون الانثوي.

# السيادة المتأثر بالجنس (وراثة الصفات المتاثرة بالجنس):

ان الصفات المتأثرة والمحددة بالجنس تكون محمولة على الكروموسومات الجسمية لكن الهرومونات الجنسية لها تأثير كبير على نواتج هذه الجينات ومثال ذلك صفة الصلع في الانسان متأثرة بالجنس حيث ان متباين الزيجة تكون السيادة مختلفة بين الجنسين حيث الجين المتغلب B أو تكتب +b في الذكر Bb يكون اصلع اما في الاناث تكون غير صلعاء، وتكون الاناث صلعاء عند وجود كلا الاليلين اي BB انثى مصابة بالصلع، BB ذكور مصابة بالصلع، bb الذكور والاناث غير مصابين بالصلع. كذلك صفة اخرى في الانسان هي طول اصبع السبابة وسببها جين S او  $S^+$  متغلب في الذكور فالمتباين الزيجة  $S_S$  في الذكور تكون السبابة قصيرة وفي الأناث ويلة، SS ذكور واناث طويلة السبابة، SS قصير السبابة ذكور واناث

# تعمل كما يلي:

الانثى	الذكر	التركيب الوراثي
صلعاء	اصلع	BB
ذات شعر	اصلع	Bb
ذات شعر	ذو شعر	bb

الانثى	الذكر	التركيب الوراثي
طويل السبابة	طويل السبابة	SS
طويل السيابة	قصير السبابة	Ss
قصير السبابة	قصير السبابة	SS

# تحديد الجنس في النباتات:

النباتات احادية المسكن: Monoicous: لاتحتوي على كروموسومات الجنس وان قدرة الخلايا الناتجة من الانقسام الاختز إلى (المحتوية على نفس التراكيب الور إثية قدرتها على

انتاج انسجة ذات وظائف جنسية مختلفة في زهرة كاملة يدل بوضوح على مقدرتها الثنائية الكامنة لمثل هذه الوظائف

AHMED S. ABD-ALLAH RAMADAN

اما في النباتات الثنائية المسكن: Dioecious: ومثالها نباتات اللايكنيز الذي يحتوي على الجنسين (مذكر ومؤنث) حيث يكون التركيب الوراثي للنبات الذكر XY والX فقد فقد وجد 1946 Warmke من نسبة الكروموسومات الجنسية الى الجسيمة أي (X/A) ليس لها علاقة في تحديد جنس النبات، لكنه وجد أن نسبة (X/Y) لها دور في تحديد الجنس. فاذا كانت النسبة نصف او واحد او واحد ونصف فان النباتات تحمل از هاراً مذكرة فقط، واذا كانت النسبة اثنان او ثلاثة فان النباتات تحمل از هار مذكرة مع بعض الاز هار الكاملة، اما النباتات التي تحتوي على اربع مجاميع من الكروموسومات الجميسة (4A) واربع X و موسومات X و کر و موسوم و احد X فتکون از هار النباتات تامة و قد تظهر بعض

- ایوب، محمد احمد و علاوي، رعد حسانی سلطان وسعید، محمد زغلول: (2018). كتاب الوراثة العملي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل.
  - Internet •

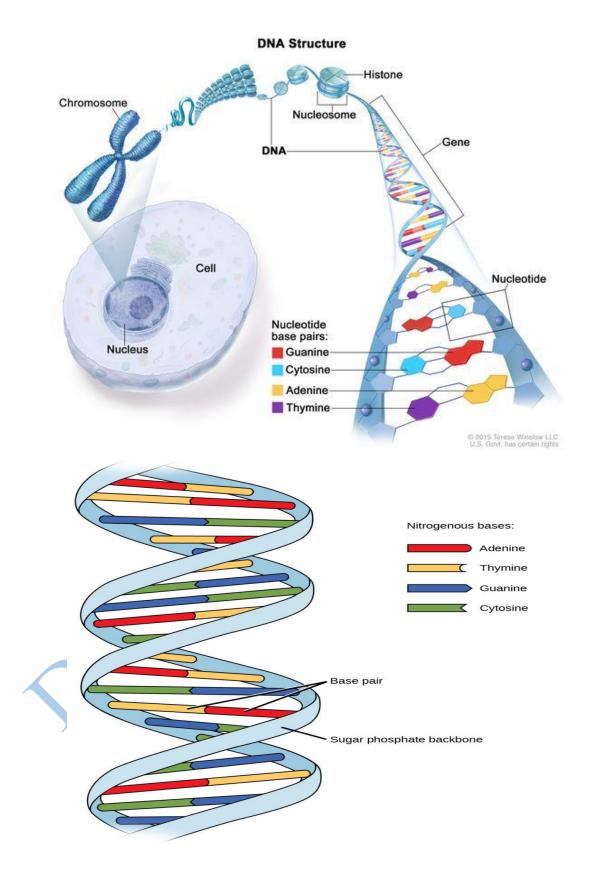


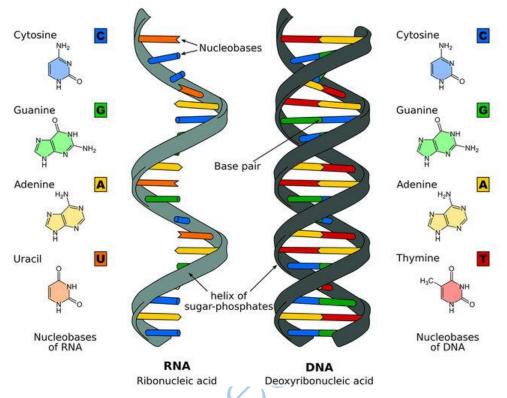
# التركيب الجزيئي للمادة الوراثية

#### **Molecular Structure of the Genetic Material**

اكتشف جيمس واطسن وفرانسس كريك 1903 التركيب البنائي والكيمياوي للمادة الوراثية (الـ DNA) واشارة الى ان الـ DNA عبارة عن حلزون مزدوج helix لسسلسلتين من النيوكليوتيدات المتعددة وتتالف كل نيوكليوتيدة من سكر رايبوز منقوص الأوكسجين في ذرة الكاربون 2 ومجموعة فوسفاتية وقاعدة نتر وجينية، وترتبط السلسلة الأولى مع الثانية عن طريق الاواصر ما بين القواعد النتروجينية والتي تكون متقابلة الى الداخل بينما تكون مجاميع الفوسفات الى الخارج، وتتقابل السلسلتين بصورة متعاكسة الاتجاه إن الاحماض النووية هي عبارة عن جزينات كبيرة نسبياً وذات أهمية بيولوجية قصوى لها وزن جزيئي مرتفع. توجد هذه الأحماض في جميع الخلايا الحية في صورة حرة أو متحدة مع البروتين، حيث لها أدوار رئيسية تقوم بها وهي حفظ المادة الوراثية ونقلها من جيل لآخر، كما أنها مسؤولة عن حمل وانتقال الصفات الوراثية وتتحكم أيضا في ترجمة هذه الصفات عند تكوين البروتينات المختلفة بالخلايا وذلك بتحكمها في ترتيب وتتابع الأحماض الأمينية لكل بروتين يتكون بكل خلية.







# أنواع الأحماض النووية: (Kinds of Nucleic Acid)

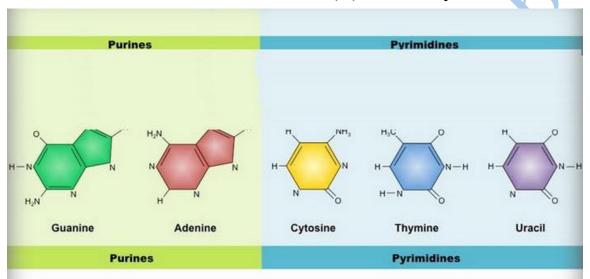
- 1- الحامض النووي الريبوزي منقوص الأوكسجين (Deoxyribonucleic Acid) (DNA) تحتوي معظم الكائنات الحية على كميات متفاوتة من الأحماض النووية بنوعيها، بينما تحتوي الفيروسات على (DNA) (فقط) والبعض الآخر على (RNA) فقط
  - 2- الحامض النووي الريبوزي: (RNA) (Ribonucleic Acid) (RNA)

# تركيب جزئ الـDNA:

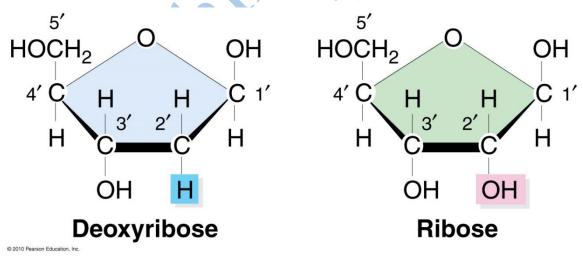
يتكون الى DNA من سلسلتين متوازيتين تنتظمان على هيئة سلم ملتف لولبياً (Double Helix) يتكون جانباً السلم اللولبي من تعاقب السكر الخماسي ومجموعة الفوسفات ويتصل بكل جزيء من جزيئات السكر قاعدة نيتروجينية. تتكون الوحدة الأساسية لبناء جزئ DNA والتي تسمى بالنيوكليوتيدة من ثلاثة أجزاء وهي:

- 1 -سكر (خماسي) الرايبوز منقوص الأكسجين
  - 2 -مجموعة الفوسفات

- 3 -قاعدة نيتروجينية ترتبط القاعدة النيتروجينية بذرة الكربون الأولى للسكر الخماسي، في حين ترتبط مجموعة الفوسفات بذرة الكربون الخامسة للسكر، تخزن المعلومات في الـ DNA من خلال تسلسل القواعد النيتروجينية وهي نوعان:
- أ- أثنتان من البيورينات (Purines): وهما أدينين Adenine وتختصر (A) و جوانين Guanine وتختصر (G)
- ب. أثنتان من البير ميدينات (Pyrimidines): وهما ثايمين Thymine وتختصر (T) وسايتوسين Cytosine وتختصر (C)



ويمكن بيان ارتباط السكر الخماسي مع البرميدين والبيورين



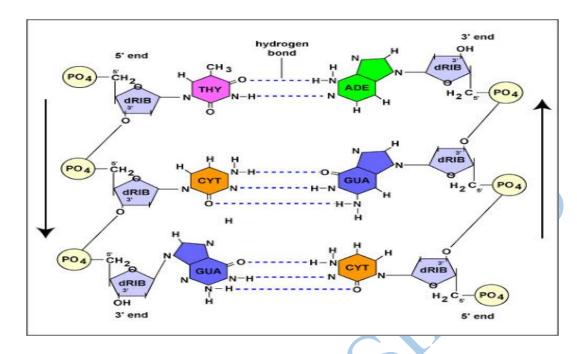
## النيوكليوتيدة ثلاثية الفوسفات ATP

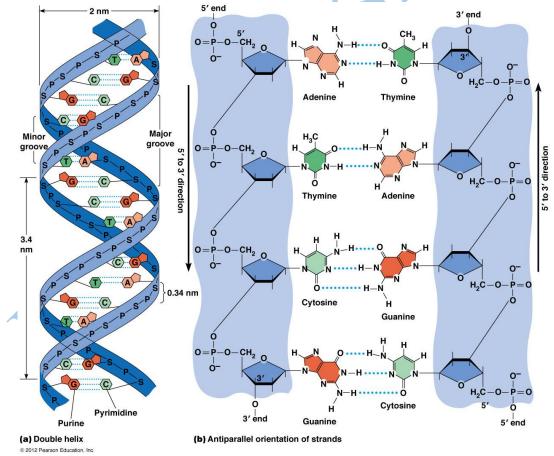
تتكون من ارتباط ثلاث مجاميع فوسفات مع السكر الرايبوزي والقاعدة النتروجينية المتمثلة بالادنين وكما مبين في الشكل التالي:

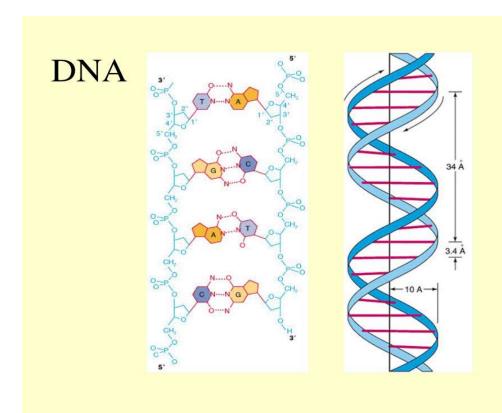
ترتبط جزيئات السكر في الـ DNA مع بعضها برابطة فوسفو داي استيرية Phosphodiester Bond في كل من ذرات الكربون الثالثة والخامسة (فوسفات –سكر – فوسفات – سكر و هكذا) اي ان النيوكليوتيدات مع بعضها في الترتيب الطولي من خلال جزيئات السكر باتجاه  $\xi$ - في الشريط الأول وباتجاه معاكس  $\xi$ - في الشريط المقابل او المعاكس، لاحظ ان الارتباط بين بين مجموعة  $\xi$  في السكر النيوكليوتيدة الخماسي مع مجموعة الفوسفات المرتبطة على ذرة الكربون رقم  $\xi$  من النيوكليوتيدة التالية، كما ان النهاية العلوية يوجد بها ذرة كربون  $\xi$  غير مرتبطة مع اي نيوكليوتيده اخرى (الطرف  $\xi$ ) والنهاية السفلية يوجد بها ذرة كربون  $\xi$  غير مرتبطة مع اي نيوكليوتيده اخرى (الطرف  $\xi$ ).

ترتبط أزواج القواعد ببعضها في سلسلتي الـDNA المتقابلة بروابط هيدروجينية Hydrogen Bond

كما ترتبط القواعد مع بعضها بشكل منظم بحيث ترتبط القاعدة النيتروجينية أدينين (A) مع القاعدة النيتروجينية ثايمين (T) السلسلة المقابلة برابطة ثنائية هيدروجينية، بينما يرتبط القاعدة النيتروجينية الجوانين (G) برابطة هيدروجينية ثلاثية مع القاعدة النيتروجينية السايتوسين (C). ولذلك فأن عدد قواعد الادنين بجزئ الحامض النووي الملاكم المزدوج الخيط يجب ان تساوي عدد قواعد السايتوسين، في الحامض النووي الملاكم المزدوج الخيط يجب ان تساوي عدد قواعد السايتوسين، بيورين (حلقتين) مع بيريمييدين (حلقه واحده) ولذلك يكون قطر الجزئ ثابت (3 حلقات). بيورين (حلقتين) مع بيريمييدين (حلقه واحده) ولذلك يكون قطر الجزئ ثابت (3 حلقات). وكل تتبعد أزواج القواعد عن بعضها بمسافة 3.4 أنجستروم (A) اي (0.34) السكر. فوسفات الدورة الكاملة) اي (3.4 للدورة الكاملة) اي (3.4 للنوميتر). يمكن تشبيه الجزئ بسلم تتكون الدرجات فيه من أزواج القواعد المقترنة. كما يبلغ قطر الجزئ حوالي 20 أنجستروم (A) اي (2) من أزواج القواعد المقترنة. كما يبلغ قطر الجزئ حوالي 20 أنجستروم (A) اي (2) الجزئ حول المحور الوسطى إلى ناحية اليمين وتنتج انخفاضات على طول الحلزون تعرف بالانخفاضات الكبيرة Major Grooves تعرف بالانخفاضات الكبيرة Minor Grooves





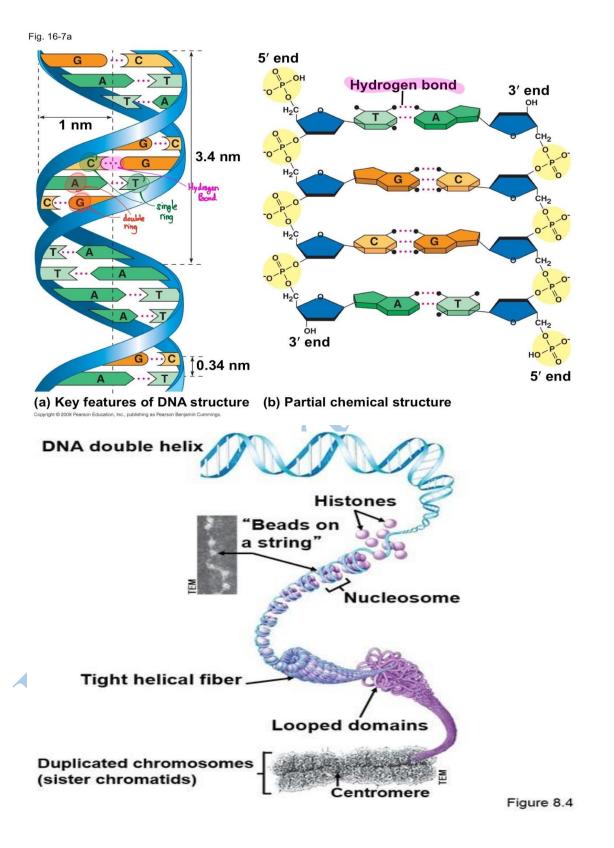


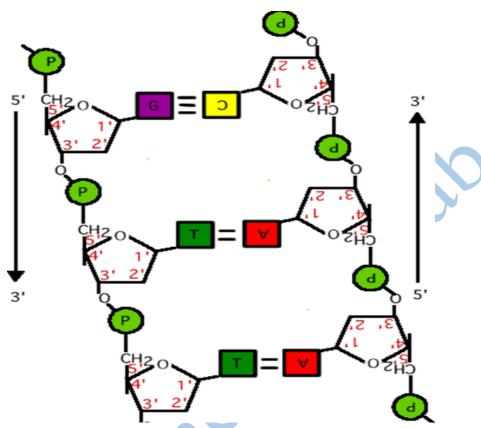
# الاحماض النووية:

تسمى احدى سلسلتي الـ DNA بالسلسلة 5-3 بينما تسمى الاخرى 3-5 تبعاً لترقيم ذرات الكربون في جزئ السكر، وتلتقي السلسلتين بشكل متوازي وعكسي (Antiparallel) بحيث ان النهاية 5 يقابلها على السلسلة الموازية النهاية 3.

# سؤال: الـ DNA التالى اجب عما يأتى:

- 1- كم عدد نيوكليوتيدات الادنين (A) في الجزئ؟
- 2- كم عدد نيوكليوتيدات الثايمين (T) في الجزئ؟
- 3- كم عدد نيوكليوتيدات السايتوسين (C) في الجزئ؟
  - 4- كم عدد نيوكليو تيدات الكوانين (G) في الجزئ؟
- - 6- كم عدد النيوكليوتيدات في جزئ الـ DNA كاملاً؟





AHMED S. ABD-ALLAH RAMADAN

سؤال: جزئي فايروسي يحتوي على حلزون مزدوج من DNA فية 200000 نيوكلوتيدة؟

- 1. كم عدد النيوكلوتيدات في احدى سلسلتي الـ DNA ؟
- ج- في كل سلسلة من الـDNA، 100000 نيوكليوتيده

سؤال: عند استخلاص جزئ DNA من خلايا بكتيريا وجد أنه مكون من 200000 قاعدة نيوكليوتيدية وأن عدد قواعد الأدنين (A) فيه يساوي 27000 قاعدة، ما مدى صحة العبارات التالية (مع تصحيح العبارة الخاطئة):

- 1- عدد النيوكليوتيدات في جزي DNA البكتيري 200000 نيوكليوتيدة
  - 2- جزىDNA البكتيري مكون من 200000 ذرة فسفور
  - 3- عدد قواعد الثايمين T في جزئ DNA البكتيري يساوي 27000
- 4- عدد قواعد السايتوسين C في جزي DNA البكتيري يساوي 34000 قاعدة

سؤال: إذا أعطيت سلسة مفردة من جزئ DNA تتابعها النيوكليوتيدي كالتالي

3 ---- TAC CGA GTA CTG --- 5

DNA اكتب السلسلة المقابلة لهذه السلسلة

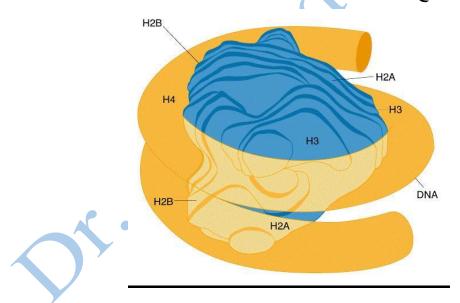
# 5 --- ATG GCT CAT GAC --- 3

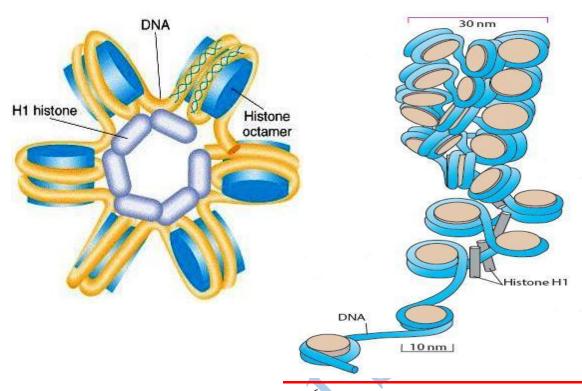
# تركيب الحمض النوو<u>ي:</u>

تمر كروموسومات الكائنات الحقيقية النواة بعدة مستويات من الطي والالتفاف والتي تسمى تعبيئة الـ DNA Packing) DNA).

الحلزنة الفائقة: (super coil): هي التفاف خيط الـ DNA التفاف مضاعف ويمثل كروموسوم الطور الاستوائي اعلى مستوى من مستويات التعبئة (اقصى حالات الالتفاف و الحلزنة و التكثف).

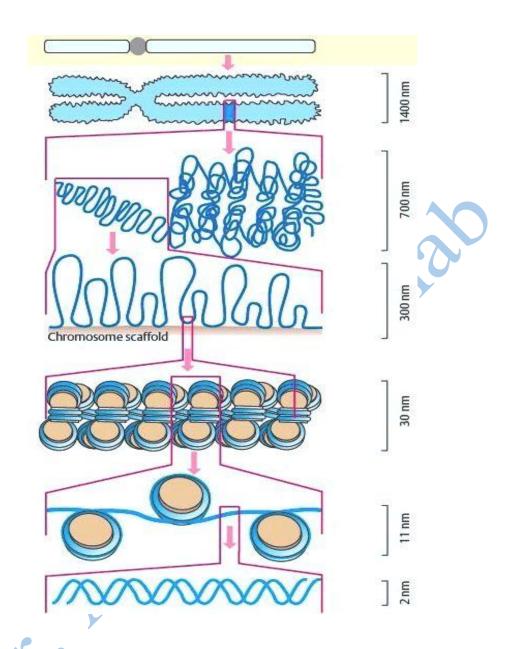
فى كروموسومات الكائنات الراقية يرتبط بالحامض النووي DNA بيروتينات قاعدية موجبة الشحنة تعرف بالهستونات Histones ويوجد منها خمسة أنواع في الكروموسوم وهي (H<sub>1</sub>, H<sub>2A</sub>, H<sub>2B</sub>, H<sub>3</sub>, H<sub>4</sub>) ويوجد الحامض النووي DNA مرتبطًا بالبروتينات الهستونية مكونا حبيبة تعرف باسم النيوكليوسوم Nucleosome وهي عبارة عن ثمانية بروتينات هستونية (وحدتين من كل من H<sub>2A</sub>, H<sub>2B</sub>, H<sub>3</sub>, H<sub>4</sub>) كما هو بالشكل ويلتف حولها هذه الوحدات 146 زوج من القواعد النيتروجينيه (حوالي 1.75 لفة) ويبلغ قطر النيوكليوسوم 11 نانوميتر (10 نانوميتر للتيسيط) ويبعد كل نيوكاليوسوم عن النيوكاليوسوم التالي بمسافة 200 زوج من القواعد النيتر وجينية.





ويتجمع كل 6 نيوكلوسومات متوالية معاً ليتكون ليفة تعرف بأسم سولنويد (Solenoid) قطرها 30 نانوميتر ويوجد البروتين الهستوني H1 بين النيوكليوسومات تربطها مع بعضها البعض كما هو بالشكل.

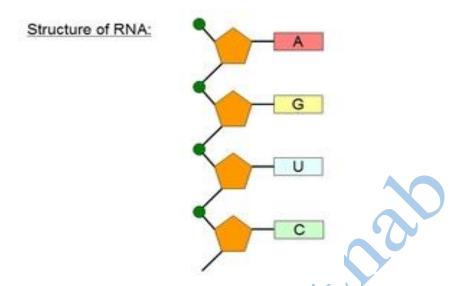
وتدخل ليفات السولنويد في انثناءات أولية لها قطر يبلغ 300 نانوميتر وهي تثبت من قاعدتها بواسطة جزيئات من البروتينات تعرف باسم scaffold (الخيط أو السقالة). وتترتب الاتثناءات الأولية فوق بعضها البعض وترتبط كل مجموعة معاً بواسطة بروتينات غير هستونية لتعطي الشكل النهائي لكروموسوم الوضع المتوسط Metaphase ويبلغ قطر كل انثناءة ثانوية 700 ناتو متر وهو قطر الكروماتيده (Thromatid وطر الكروموسوم 1400 نانوميتر) كما هو بالشكل.



# تركيب الحمض النووي (RNA): Ribonucleic Acid" RNA"

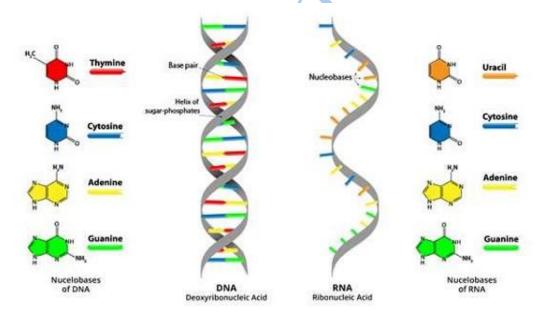
يتكون في النوية طبقاً لشفرة على حمض DNA وتركيب نيوكليوتيدية RNA كالتالي:

- 1- سكر خماسي الكربون يسمي" ريبوز Ribose "
  - 2- مجموعة فوسفات
- (C) او من البريميدينات ((C) او من البريميدينات ((C) او من البريميدينات ((C)U) حيث ان U بدل من القاعدة T الغائبة نهائياً.



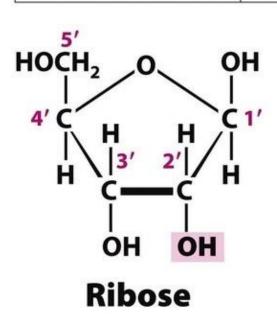
# تركيب الحمض النووى: Ribonucleic Acid RNA

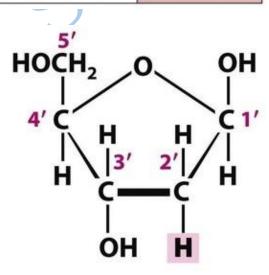
يتكون من سلسلة واحدة فقط من النيوكليوتيدات وقد تكون خطية أو حلقية او كروية  $\mathbf{C}$  يحتوي على القواعد النيتروجينية التالية: الأدنين  $\mathbf{A}$  والجوانين  $\mathbf{G}$  والسايتوسين واليور اسيل U



# الفروقات التركيبية والبنائية بين الأحماض النووية DNA

RNA	DNA	وجه المقارنة
Ribo Nuclic Acid	Deoxy ribonucleic Acid	التسمية
يخلق في التواة ويخرج إلى السيتويلازم	الثواة	أملكن التواجد
شريط مقرد	شريطمزدوج	الشكل
الرايبو نيوكليوتيدة	النيوكليوتيدة	الوحدة البنانية
يهدم ويعاد بناءه باستمران	يوجد پشكل ثابت	الحالة
يترجم الشفرة وينقلها ثم يكون الحمض الامينى	يمثل المادة الوراثية في جميع الكاتنات الحية	الوظيفة
ئلاث أنواع m.RNA و t.RNA ثلاث أنواع	نوع واحد	أتواعه
اهادى السلسلة التيوكليوتيدية	عديد التيوكليوتيد او بولى نيوكليوتيدات	التركيب الكيمياتي
سکر ځملسي ربیوزی	داي اوكسى ريبوز منزوع منه ذرة ٥٥	السكر الخماسي
A-C-G-U	A-C-T-G	القواعد النيتروجينية







#### القوانين:

- 1. عدد النيوكليدات = عدد القواعد النيتروجينية = عدد الفوسفات
  - T = A = 2.
  - C = G = 3
  - A عدد الروابط الهيدروجينة الثنائية = عدد A
  - 5. عدد الروابط الهيدروجينية الثلاثية =عدد G او C
- 6. عدد اللفات في الـ DNA = عدد النيوكليوتيدات (شريط واحد) ÷ 10
- 7. عدد اللفات في الـ DNA = عدد النيوكليوتيدات (مزدوجة -عينة- قطعة- جين- لولب) ÷ 20
  - $20 \times 10^{-3}$  عدد النيو كليو تيدات في جزئ الـ  $0 \times 10^{-3}$  عدد اللفات
  - 9. عدد النيوكليوتيدات في الشريط المفرد = عدد اللفات ×10
  - 10. طول جزئ الـ DNA = عدد النيوكليدات (في الشريط الواحد ×0.34 نانوميتر)
    - 11. طول اللفة = 3.4 نانوميتر
    - 12. طول النيوكليوتيده = 0.34 نانوميتر
    - 13. طول جزئ الـDNA او الشريط = عدد اللفات × 3.4 نانوميتر
    - 14. عدد اللفات في الجزئ او الشريط = طول الجزئ ÷ 3.4 نانوميتر

## <u>لمصادر:</u>

- علي، حميد جلوب; (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دارالكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
  - الفيصل، عبدالحسين مويت: (1999). الوراثة العامة. الاردن عمان
    - Internet •



# التضاعف والنسخ والترجمة للمادة الوراثية

#### Replication, transcription, and translational DNA

تضاعف الحمض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين DNA replication في حقيقية النواة:

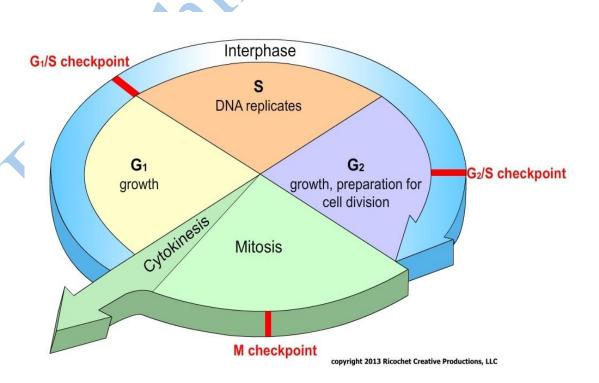
قبل البدء بالحديث عن هذه العملية يجب الإجابة على التساؤلات التالية:

متى تحدث عملية التضاعف؟

هل هي عملية عشوائية غير مسيطر عليها؟

أين تحدث هذه العملية؟

وللإجابة على هذه التساؤلات نقول: ان عملية التضاعف عملية منظمه تحدث بانتظام ودقة متناهيه. هنالك طورين أساسين لدورة حياة الخلية Cell cycle وهما الطور البيني Inter وطور الانقسام الخيطي Mitotic phase ولكل من هذين الطورين أطوار ثانوية والمهم هنا هو تبيان توقيت حدوث عملية تضاعف الدنا DNA حيث تحدث هذه العملية

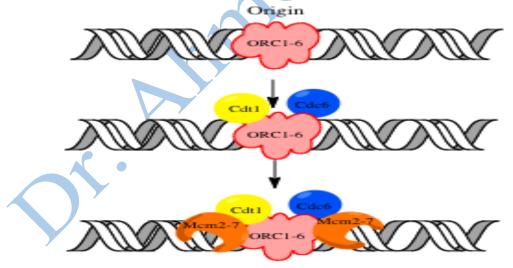


استعداد للانقسام الخلوي وتحدث في طور التصنيع Synthesis phase ويرمز له S phase وهو من الأطوار الثانوية للطور البيني وكما موضح بالمخططات ادناه:

تحدث هذه العملية في النواة والمايتوكوندريا (في حقيقية النواة) وفي المنطقة النووية Nucleoid في بدائية النواة. ويمكن تلخيص خطوات عملية التضاعف بمايلي:

# 1-تميز منشأ التضاعف: Origin of Replication Recognition

تسمى المنطقة التي يبدا عندها التضاعف بـ Origin of Replication ويمز لها في الكروموسوم بـ Oric اما في البلازميد فيرمز له بـ Origin of Replication Complex حيث تميز هذه المنطقة من قبل معقد البدء ORC ميث ورمز له ORC1, ORC2, ORC3,ORC4, ويرمز له ORC1, ORC2, ORC3,ORC4 هذا المعقد في حقيقية النواة من ستة وحدات هي ORC5, ORC6 وبعد ارتباط هذا المعقد ترتبط بروتينات اخرى مثل ORC6 وبعد ارتباط هذا المعقد ترتبط بروتينات اخرى مثل Mcm2-Mcm7 ويحدث هذا الارتباط في طور G1 بعد فلك يطلب الإذن بالدخول الى طور S لبدء عملية التضاعف من خلال فسفرة معقد البدء ذلك يطلب الإذن بالخول الى طور S لبدء عملية التضاعف من الجدير بالذكر ان المنطقة النواة على العكس من بدائية النواة التي تحتوي على Oric واحد فقط. من مميزات هذه المنطقة انها غنية بالازواج القاعدية AT؟



# 2-عملية الإرخاء: Relaxation:

حيث تتضمن هذه الخطوة فك الالتفاف الفائق Supercoiling من خلال انزيم Topoisomerase I وهنالك نوعين من هذا الإنزيم هما Topoisomerase (الذي يقوم بقطع احد الشريطين ليدور حول الثاني ومن ثم اعادة لصق الشريط) والثاني هو Topoisomerase (الذي يقوم الشريطين لتدور حول جزيئة الدنا المزدوجة الأخرى

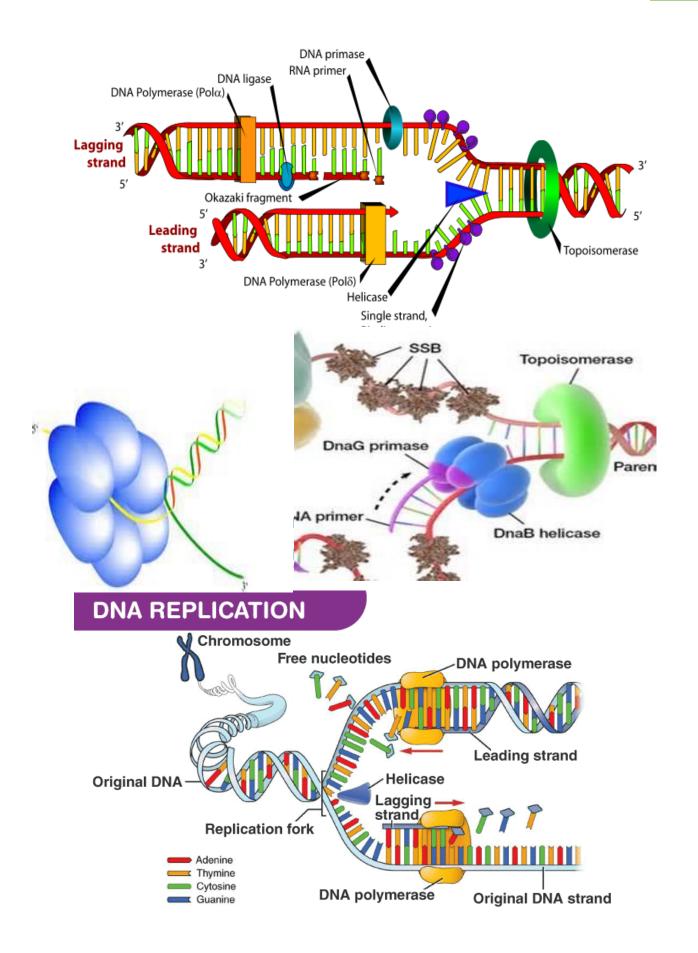
ومن ثم اعادة لصقهما). وهنالك نوعين لكل منهما Topoisomerase IIA و Topoisomerase IIB و Topoisomerase IIA و Topoisomerase IIB السابق كان يعتقد ان Topoisomerase IA موجود في بدائية النواة ولذلك سمي بـ (Prokaryotic Topoisomerase) فكان يعتقد انه موجود في حقيقة النواة ولذلك سمي بـ (Eukaryotic Topoisomerase IB فكان يعتقد انه موجود في حقيقة النواة ولذلك سمي بـ (Eukaryotic Topoisomerase)، اما في الوقت الحاضر فوجد ان كلاهما موجود في حقيقية وبدائية النواة. يمتاز Topoisomerase IA بأنه قادر على إرخاء الالتفاف الفائق السالب فقط Topoisomerase IB فيكون قادرا على إرخاء الالتفاف الفائق الموجب فقط positive supercoiling فيكون قادرا على إرخاء الالتفاف الفائق الموجب فقط positive supercoiling. اما آلية عمل انزيم التوبوايز وميريز فيمكن تلخيصها كلاتي: يقوم الأنزيم بعمل قطف في الدنا (احد الشريطين او كلاهما) وبالتالي تحصل عملية الإرخاء Relaxation ثم يعيد غلق Reseal الشريط او الشريطين المقطوعة وهذا يؤدي الى الحصول على الحلزون المزدوج الجاهز لعملية بدء التضاعف وكما موضح في الشكل الاتي:



Free rotation of helix around single strand now possible

# 3-عملية فتح المزدوج Double Helix Denaturation وارتباط بروتين الشريط (SSBP): المنفرد

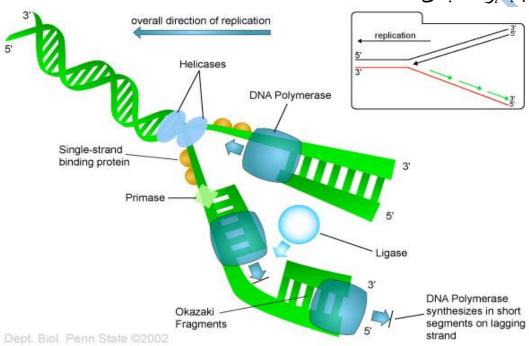
تحدث هذه العملية بكل من الاتجاهين لفتح المزدوج بواسطة انزيم Helicase وتتزامن معها ارتباط SSBP للشريط المزدوج. ان الغاية من ارتباط الـ SSBP هو لمنع اعادة ارتباط الشريطين وتكوين الحلزون المزدوج وكبح عملية التضاعف أي ان عمل الـ SSBP هو لضمان استقرار الشريطين المنفصلين لحين بدر تصنيع الشريط المتمم لكل منهما. وتسمى هذه المنطقة المفتوحة والمهيأة الى التضاعف بشوكة التضاعف منهما والتي تتجه بالاتجاهين. هنالك العديد من شوكة التضاعف تتكون في ان واحد في حقيقية النواة وشوكة تضاعف واحدة في بدائية النواة؟



#### 4-ارتباط البادئ: Primer Binding:

تعد خطوة ارتباط البادئ من الخطوات المهمة والأساسية في بدء عملية التضاعف وذلك لأنه يمثل الأساس لتصنيع الشريط المتمم الجديد. تنجز هذه الخطوة بواسطة انزيم Primase وهم احد أنواع انزيم عانزيم Primer ويزال هذا البادئ فيما بعد بواسطة قطعة صغيره من الرنا RNA تسمى البادئ Primer ويزال هذا البادئ فيما بعد بواسطة احد أنواع انزيم تصنيع الدنا DNA polymerase.

لماذا يجب إزالة البادئ ؟



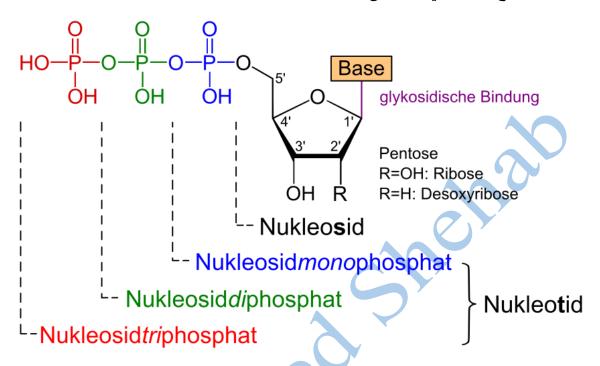
## 5- البلملرة وإطالة الشريط: Polymerization and Strand Extension:

تتم هذه العملية بواسطة انزيم DNA polymerase بالاتجاه 5-5 حيث يقوم بإضافة النيوكليوتيدات ثلاثية الفوسفات الى مجموعة الهيدروكسيل الحره للنيوكليوتيده السابقه ونحصل على الطاقة اللازمة من مجموعتي الفوسفات التي كانت في النيوكليوتيده الحره.

مانوع النيوكليوتيده الحره هل هي ثلاثية الفوسفات ام احادية الفوسفات؟ مانوع النيوكليوتيده المرتبطة هل هي ثلاثية الفوسفات ام احادية الفوسفات؟ في الشريط الجديد الذي يكون الشريط القالب (الاصلي الابوي) له بالاتجاه 5-1 يبنى هذا الشريط باستمرار ويحتاج الى قطعة برايمر واحده فقط ويسمى بالشريط القائد Leading Strand اما الذي يكون بالعكس فانه يحتاج الى عدة قطع من البرايمرات ويبنى

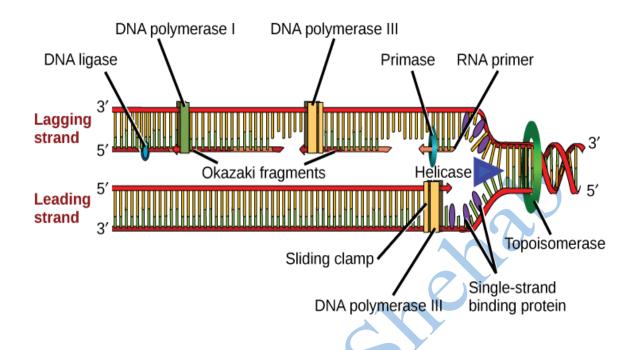
بشكل منقطع غير مستمر ويسمى بالشريط المتأخر Lagging Strand وتسمى القطع الصغيرة بقطع اوكازاكي Okazaki Fragment.

AHMED S. ABD-ALLAH RAMADAN

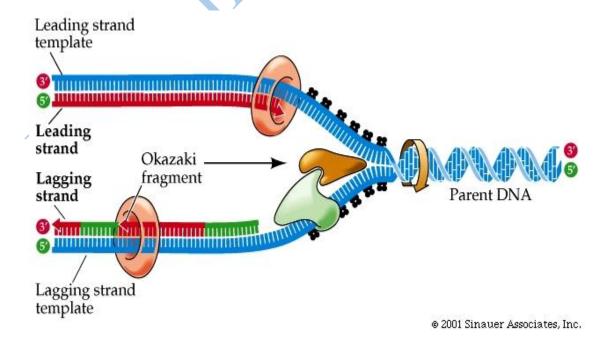


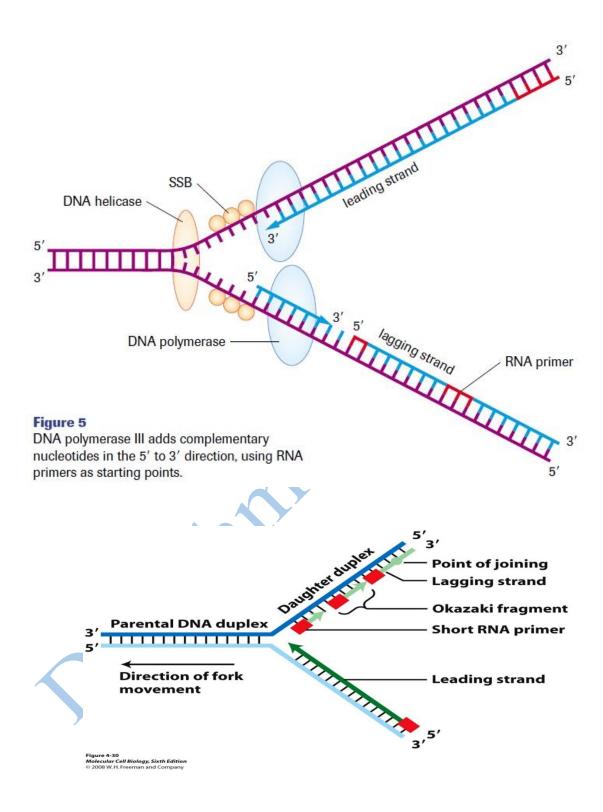
في حقيقة النواة هنالك عدة انواع من أنزيم بلمرة الدنا DNA polymerase كل منها بنجز مهمه خاصه و کما بلی:

- 1- بوليميريز الفا Pol α: يعمل هذا الأنزيم على إضافة عدة نيوكليوتيدات الى البادئ (البرايمر) في كلا من الشريطين المتقدم Leading والمتأخر Lagging. ويقابله في بدائية النواة الانزيم Pol I (كذلك هذا الانزيم يقوم بازالة البوادئ الموجوده في قطع او کاز اکی).
- 2- بوليميريز ايبسلون ع Pol : يعمل على اطالة الشريط المتقدم Leading بعد النيو كليو تيدات التي اضافها بوليميريز الفا (Pol  $\alpha$ ). ويقابله في بدائية النواة الانزيم الما Ш
- 3- بوليميريز دلتا 6 Pol: يعمل على اطالة الشريط المتأخر Lagging بعد النيوكليوتيدات التي اضافها بوليميريز الفا ( $\operatorname{Pol} \alpha$ ) وكذلك يقوم بازالة البوادئ الموجوده في قطع اوكاز اكي. ويقابله في بدائية النواة الانزيم Pol I



2- عملية إزالة البرايمر وغلق القطع Primer removing and Nick sealing تعد من العمليات المهمة لإزالة البرايمر من الشريط الجديد وتتم بواسطة نوع خاص من انزيم الدنا DNA polymerase اما عملية غلق او لصق القطع الناتج فتتم بواسطة انزيم اللصق DNA Ligase.

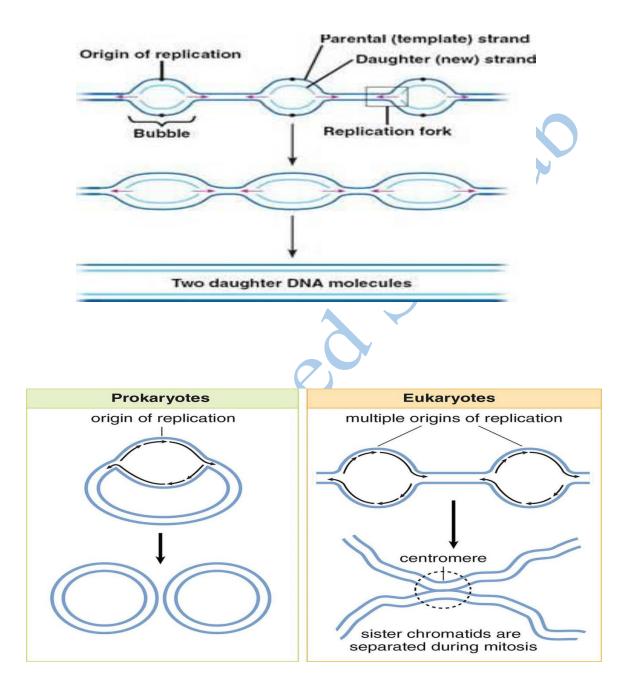




بما انه هنالك أكثر من شوكة للتضاعف على طول جزيئة الدنا DNA في حقيقية النواة لذلك سيتكون أشبه بالفقاعات Bubbles التي تقترب من بعضها البعض وتلتقى لتكوين

جزيئة الدنا الجديدة. اما في بدائية النواة فهنالك شوكة تضاعف واحده ؟ تبدأ في مكان معين وتمتد على طول الدنا الكرموسومي الحلقي لتلتقي مرة اخرى.

AHMED S. ABD-ALLAH RAMADAN



في كل من بدائية وحقيقية النواة يكون اتجاه التضاعف ثنائي Bidirectional ماعدا تضاعف البلاز ميدات يكون أحادي الاتجاه Unidirectional.

## 7- عملية الإنهاء: Termination:

تحدث هذه العملية عند مناطق تسمى مناطق الإنهاء وتحدث عملية إنهاء التضاعف نتيجة لارتباط بروتينات الإنهاء بهذه المناطق من الجدير بالذكر ان بدائية النواة فيها منطقة إنهاء واحده وبالتالي منطقة تبلمر واحده Replicon (وهي المنطقة المحصورة بين منطقة البدء والإنهاء) في حين هنالك عدة مناطق إنهاء وعدة متبلمرات في حقيقية النواة؟؟

بالتالي يتبادر للذهن الاتي اذا كانت عملية التضاعف في بدائية النواة وحقيقية النواه متشابه تقريبا فأين يكمن الاختلاف؟ في البداية لابد من التعرف على كيفية تضاعف الدنا في بدائية النواة.

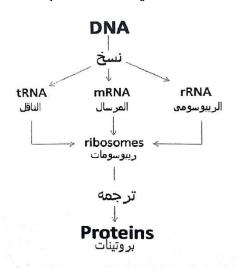
# النسخ والترجمة: transcription, and translational DNA

تُعَد البروتينات من الجزيئات الكبيرة الأكثر تنوعاً في الأنظمة الحية حيث تقوم بأداء وظائف بيولوجية على نطاق واسع ويعكس ذلك تنوعها التركيبي. تتكون البروتينات بصورة أساسية من (الكاربون، الهيدروجين، النيتروجين، الأكسجين، والكبريت)، بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى التي توجد في بروتينات متخصصة محددة مثل عنصر الحديد في بروتين الهيمو غلوبين و عنصر الفسفور في بروتين الكازين. تتكون جميع البروتينات من وحدات بناء تُعرف بالأحماض الأمينية والتي ترتبط مع بعضها بروابط (أواصر) تسمى الروابط الببتيدية يُوجد في بروتينات الكائنات الحية 22 حمضاً أمنياً مختلفاً

تعتمد عملية بناء البروتين على الريبوسومات وتكون جنباً إلى جنب مع الأحماض النووية، والتي تتضمن نوعين:

الأول: الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين DNA (دنا)

والثاني: الحمض النووي الرايبوزي RNA (رنا) بأنواعه (الرنا الرسول) mRNA، والثاني: الحمض النووي الرايبوسومي rRNA الذي يعتبر الوحدة الوظيفية للرايبوسوم.



# تتكون عملية بناء البروتينات في الخلية من خطوتين رئيسيتين:

1-عملية النسخ:

2-عملية الترجمة:

حيث ان:

1-عملية النسخ: وهي عملية يتم من خلالها:

1- نسخ جزيء الرنا الرسول mRNA من جين معين موجود على الدنا DNA عبر سلسلة من الخطوات تبدأ بإرتباط إنزيم يُسمى إنزيم بلمرة الرنا Promoter او المحفز وهو على موقع موجود على الدنا DNA يُسمى بموقع الابتداء او Promoter او المحفز وهو تتابع يتراوح في الباكتريا من 15 الى 30 زوجاً من النبوكليوتيدات ويوجد في الطرف 5 للمورث ويمكن تعريفة ببساطة على انه منطقة ارتباط انزيم RNA polymerase بالحامض النووي DNA وتبدأ عملية بناء شريط الحامض النووي DNA بعد هذا الارتباط.

2- تنفصل سلسلتي الدنا ليبدأ الإنزيم بإضافة النيوكليوتيدات (وهي وحدات البناء في الأحماض النووية) الخاصة بالرنا الرسول (مع استبدال القاعدة النيتروجينية ثايمين بالقاعدة النيتروجينية يوراسيل) من أحد سلسلتي الدنا.

3- حينما يصل إنزيم البلمرة إلى إشارة الانتهاء (وهي منطقة معينة على الدنا DNA مكونة من تسلسل معين من النيوكليوتيدات المحددة لنهاية الجين) يتم تحرير الرنا الرسول الناتج وتعود سلسلتا الدنا DNA إلى الالتفاف من جديد.

تُسمى كل ثلاث نيوكليوتيدات متجاورة على الرنا الرسول بالكودون (و هو عبارة عن شفرة من ثلاث قواعد نيتروجينية من أصل أربع قواعد: الأدنين، الجوانين، السايتوسين، اليوراسيل). يبلغ عدد الكودونات إجمالاً 64 كودونا، منها 61 مخصصة لتشفير 20 حمض أميني، أما الثلاث المتبقية لا تُشفر أي حمض أميني.

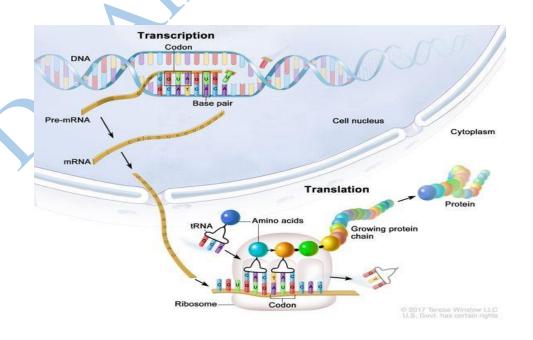
• فيما عدا المثيونين والتربتوفان فأن كل الاحماض الامينية يكون لها اكثر من ثلاثية (شفره) ولهذا السبب احياناً تحدث طفرات (تغيرات) في جين ما بحيث تتغير ثلاثية ما الى ثلاثية اخرى يكون لها نفس المعنى (Same-Sense) وبالتالي لايتغير الحامض الاميني في البروتين الناتج (تسمى هذه الطفرات بالطفرات الصامته Silent).

First letter

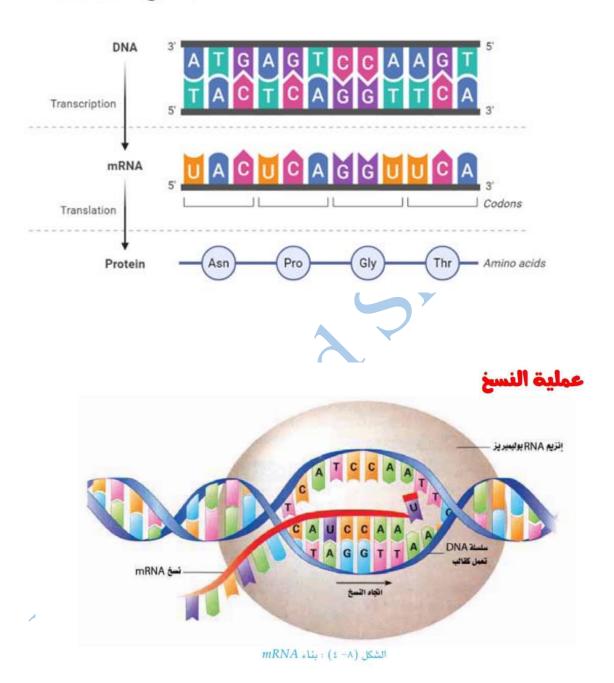
# Third letter

### Second letter

	U	С	Α	G	
U	UUU Phe UUC Leu UUA Leu	UCU UCC UCA UCG	UAU Tyr UAC Stop UAG Stop	UGU Cys UGC Stop UGG Trp	UCAG
С	CUU CUC CUA CUG	CCU CCC CCA CCG	CAU His CAC His CAA GIn CAG	CGU CGC CGA CGG	UCAG
Α	AUU AUC AUA Met	ACU ACC ACA ACG	AAU Asn AAC Lys AAA Lys	AGU Ser AGC AGA Arg	UCAG
G	GUU GUC GUA GUG	GCU GCC GCA GCG	GAU Asp GAC GAA GIU	GGU GGC GGA GGG	UCAG

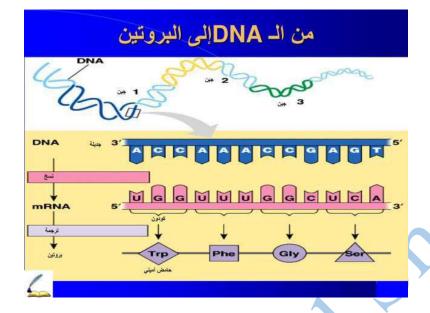


# **Central Dogma**



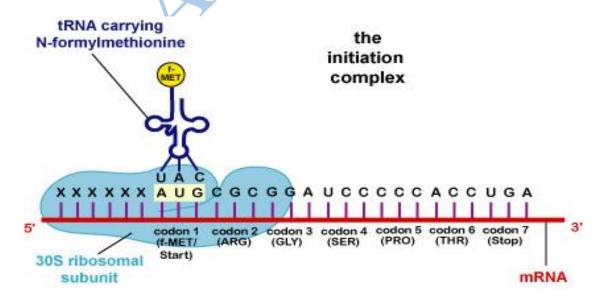
# 2- عملية الترجمة: تتكون من ثلاث خطوات:

- 1- البدء
- 2- الاستطالة
  - 3- الإنهاء



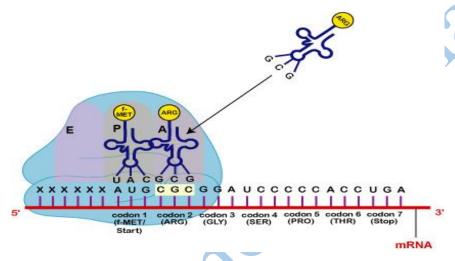
### 1-البدع:

- ▼ تنطلق خطوة البدء بارتباط الوحدتين البنائيتين للريبوسوم مع الرنا الرسول mRNA والرنا الناقل tRNA، ثم يبدأ الرنا الرسول بالمرور بين وحدتي الريبوسوم حتى يتم ترجمة الكودونات إلى أحماض أمينية بواسطة الكودون المضاد الموجود على الرنا الناقل tRNA.
- ﴿ تبدأ الترجمة بكودون البدء (AUG) على الرنا الرسول mRNA والذي يشفر للحمض الأميني ميثيونين(لايمكن أن تبدأ الترجمة بدون كودون البدءAUG).



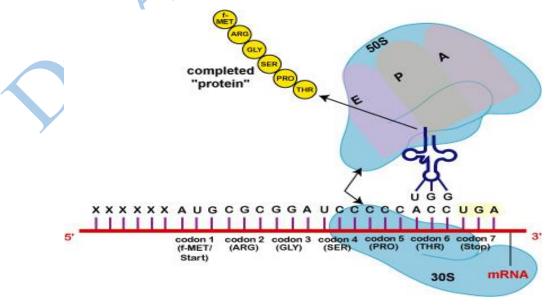
### 2-خطوة الاستطالة:

- ﴿ ينفصل الرنا الناقل الأول ويترك حمضه الأميني (الميثيونين) خلفه
- ﴿ يدخل رِنا ناقل جديد إلى الربيوسوم حاملاً حمضاً أمينياً للكودون التالي على الرنا الر سو ل
- ﴿ تستمر هذه العملية حتى يصل الريبوسوم إلى كودون الإيقاف الموجود على الرنا الرسول وهو (UGA, UAG, UAA) (وهو الكودون الذي لا يتوفر له كودون مضاد على الرنا الناقل وبالتالي لا يشفر إلى حمض أميني).

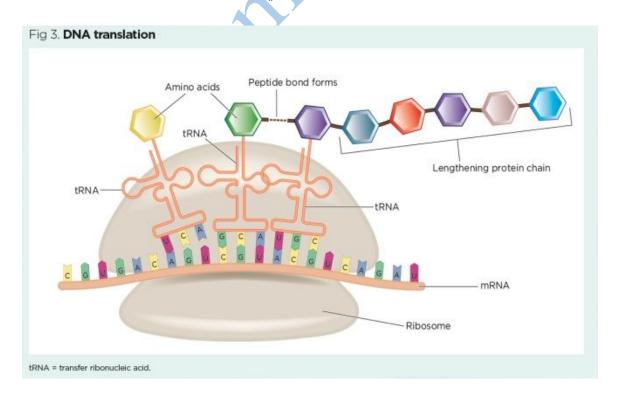


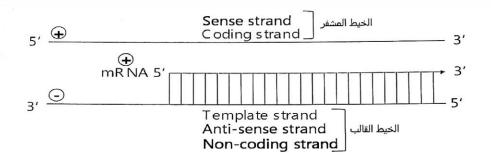
### 3-خطوة النهاية الانهاع:

يصل الريبوسوم إلى أحد كودونات الإيقاف (UGA, UAG, UAA) حينها يغادر آخر رنا ناقل الريبوسوم وتنفصل الوحدتان البنائيتان للريبوسوم عن بعضهما ويبتعد الريبوسوم عن الرنا الرسول، ويتحرر البروتين الناتج إلى السيتوبلازم.

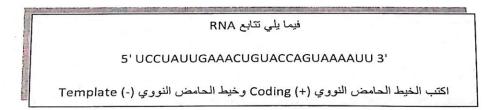


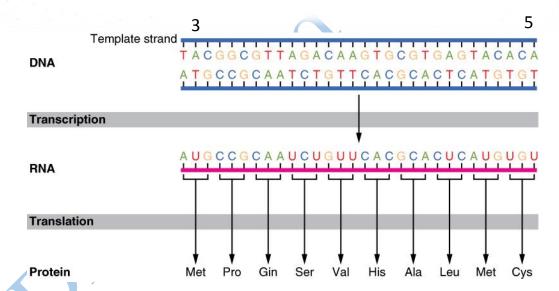
- يمكن لعدة ريبوسومات أن تترجم نفس النسخة من الرنا الرسول .
- ﴿ يُطلق على هذه السلسلة من الأحداث البيولوجية التي تؤدي إلى بناء البروتين تعابير أخرى مثل المبدأ المركزي، أو التعبير الجيني، أو بنّاء البروتين.
- ﴿ بِمِكُنِ أَن تَخْتَلُفُ عَمِلْيَةً بِنَاءَ البِرِ وتَبِنَاتُ فِي الْخِلَابِا الْحَقِيقِيةِ النَّواةِ عِن تَلك البِدائيةِ النواة، فمثلا: عملية النسخ تحدث داخل أنوية الخلايا الحقيقية النواة وبعد الانتهاء منها تبدأ عملية الترجمة أما بالنسبة للخلايا بدائية النواة فنظراً لعدم احتوائها على نواة فإن عملية النسخ تحدث في السيتوبلازم لوجود الدنا في السايتوبلازم وبالتالي يمكن أن تبدأ عملية الترجمة قبل انتهاء عملية النسخ وتسمى هذه العملية باقتران النسخ
- ﴿ الرنا الرسول في الخلية الحقيقية النواة أحادي السسترون أي أنه يُشفر لعديد ببتيد (بروتين) واحد، أما الرنا الرسول في الخلية البدائية النواة فهو متعدد السسترون أي أنه يشفر الأكثر من عديد بيتيد.
- بالإضافة إلى اختلاف وحدتى الريبوسوم في الخلية الحقيقية النواة عن تلك الموجودة في الخلية بدائية النواة، ففي الكائنات حقيقية النواة تميز الريبوسومات الرنا الرسول بواسطة الارتباط بقلنسوته عند النهايه '5 لجزئية الرنا الرسول ثم يبدأ الريبوسوم بفحص دقيق للرنا الرسول من النهايه 5 لحين الوصول الى شفرة البدء.
- ﴿ عملية الترجمة في الخلايا حقيقية النواة تكون أكثر تعقيداً مما عليه في بدائية النواة و تتطلب عو امل بدأ ترجمة أكثر من مثيلاتها في بدائية النو اة.





الشكل يوضح الخيط المشفر (ذو المعنى أو الموجب) والخيط القالب (مضاد المعنى أو السالب) والذي يستخدم لبناء نسخة من الحامض النووي mRNA (ذو المعنى أو الموجب).





### لمصادر:

- علي، حميد جلوب; (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دارالكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
  - الفيصل، عبدالحسين مويت; (1999). الوراثة العامة. الاردن عمان
    - Internet •