

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

كلية العلوم / جامعة الانبار

قسم علوم الحياة

الوراثة Genetics

للفصل الثالث

المحاضرة الثامنة

(الطفرة)

م. د. ريم خالد ابراهيم المحمدي

الطفرة mutation هي عبارة عن تغير مفاجيء في التركيب الوراثي للفرد بحيث أن هذا التغير يورث إلى النسل، شريطة ألا يكون ناتجاً عن الإحداثيات الجديدة للتباين الوراثي الموجود ، والكائن الذي يبدى شكلاً مظهرياً جديداً نتيجة لوجود الطفرة يسمى بالطافر mutant.

يعتمد التوارث على الجينات التي تنتقل بدقة من الآباء إلى النسل في عملية التكاثر للكائنات الراقية حيث توجد الجينات في كروموسوماتها التي تتكرر وتنتقل إلى النسل عبر الجاميطات خلال عملية التكاثر الجنسي. وتتكون هذه الجينات من

DNA ويتمثل محتواها في تتابعات من أزواج القواعد التي تتكرر بدقة خلال عملية التناسخ شبه المحافظ. وتشتمل إنزيمات بلمرة الـ DNA التي تساعد في عملية تكراره على نشاط إنزيم إكسونيوكليز (هدم DNA من طرفه) في الإتجاه 3'→5' مما يمكنها من مراجعة جزيئات DNA الناتجة وتصحيح الأخطاء الحادثة خلال تفاعل البلمرة أي أن هناك ميكانيكيات قد نشأت لتسهيل النقل الصحيح للمعلومات الوراثية من جيل إلى آخر . ومع ذلك تحدث بعض "الأخطاء" أو التغيرات في مادة الوراثة. وهذه الأخطاء المفاجئة والمتوارثة في مادة الوراثة تسمى بالطفرات mutations. مثل هذه التغيرات قد تكون في العدد الكروموسومي (التضاعف المنتظم euploidy وغير المنتظم aneuploidy ، أو في تركيب الكروموسومات (الشذوذات الكروموسومية Chromosomal aberrations) أو في جينات بعينها . وكثيراً ما يستعمل مصطلح طفرة في الوقت الحاضر للدلالة على التغيرات الجينية، وسوف نعطي نبذة عن كل جزء من هذه التغيرات .

ويشمل التضاعف المنتظم وغير المنتظم .

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Change in chromosomal number | ١- التغير في العدد الكروموسومي |
| Change in chromosome structure | ٢- التغير في تركيب الكروموسوم |
| Point mutation | ٣- تغير في الجين |

أولاً: التغيرات في العدد الكروموسومي :

Change in chromosomal number

١- التغيرات المجموعية (التضاعف المنتظم) :

Euploidy

وتشمل فقد أو زيادة مجموعة كاملة متماثلة للهيئة الكروموسومية (n) أو 2n أو 3n — الخ .

* فلو أن الهيئة الكروموسومية كانت من ٤ أزواج كروموسومية كما يلي AA BB (2n) CC DD .

- فإن فقد مجموعة كروموسومية كاملة (n) يجعلها تصبح (n) وتكون . A B C D

- وإن زيادة مجموعة كروموسومية كاملة (n) يجعلها تصبح ($3n$) وتكون
 . AAA BBB CCC DDD

- وبالتالي زيادة مجموعتين ($2n$) يجعلها تصبح ($4n$) وتكون AAAA BBBB
 . CCCC DDDD

وهكذا ويسمى هذا النوع من التضاعف بالتضاعف الذاتى و ينشأ نتيجة تهجين جاميطات غير مختزلة بأخرى عادية أو غير مختزلة أو قد يحدث صناعيا بالكلوشيسين .

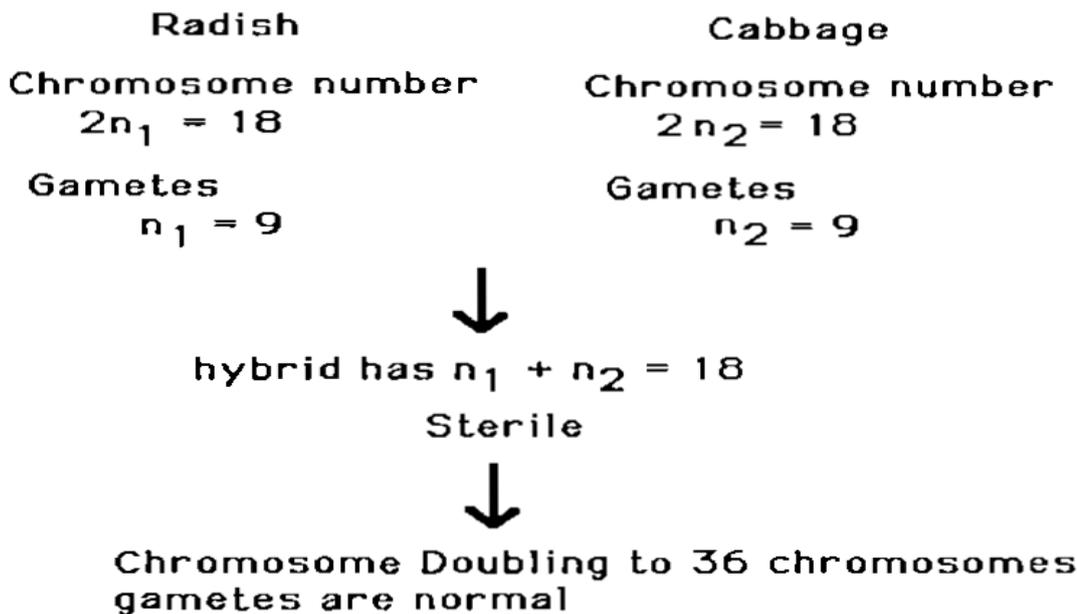
جاميطة n × جاميطة $2n$ ← أفراد $3n$

جاميطة $2n$ × جاميطة $2n$ ← أفراد $4n$

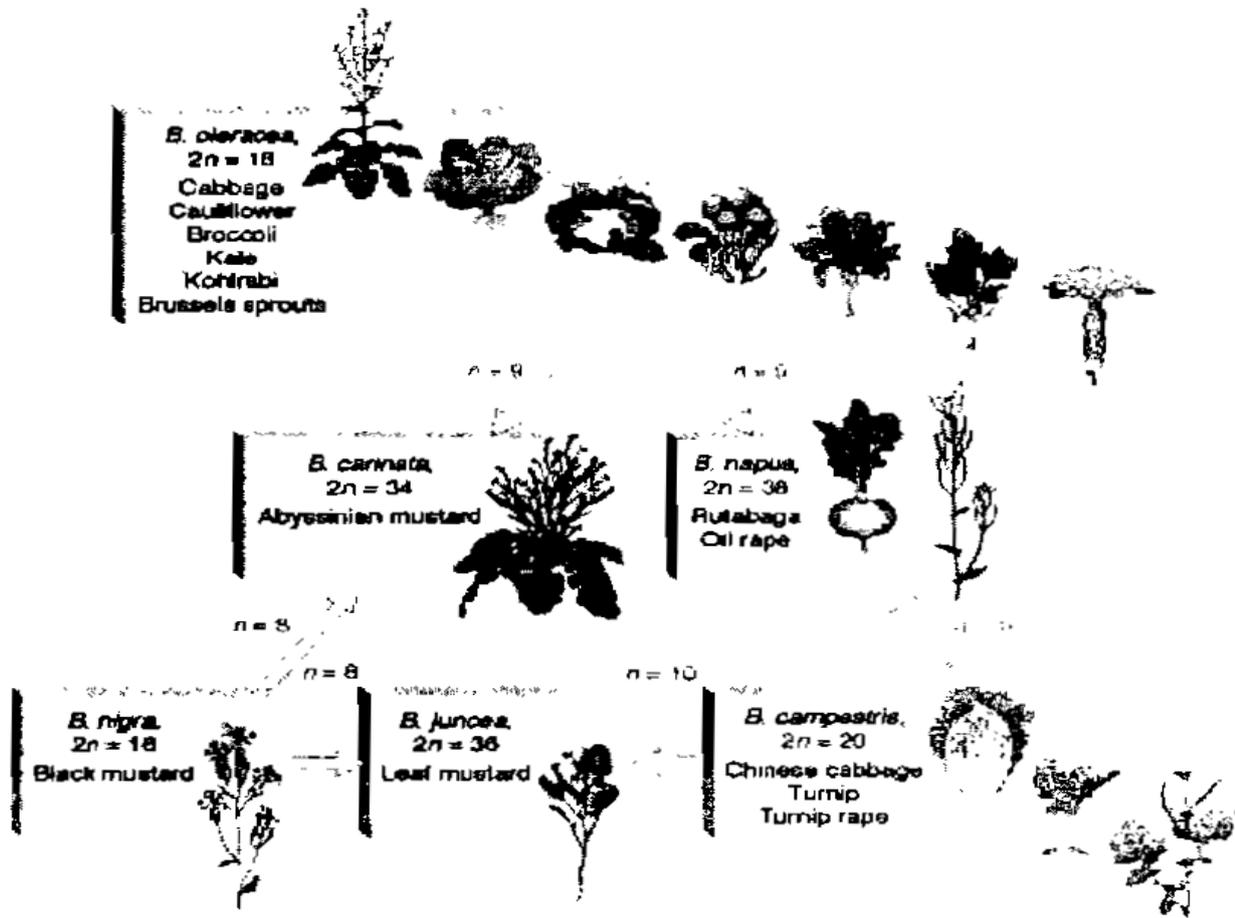
أو قد تتسا الأفراد الرباعية بتضاعف الأفراد الثنائية بالكلوشيسين .

أفراد $2n$ ← أفراد $4n$

وقد يحدث التضاعف نتيجة التهجين بين الأنواع مثل التهجين بين الفجل Radish والكرنب Cabbage (شكل رقم ٤١، ٤٢) حيث يحتوى كل منهما على تسعة أزواج من الكروموسومات فعند التهجين بينهما فالجيل الأول الناتج يكون عقيما وبإجراء التضاعف لـ F1 بالكلوشيسين تنتج أفراد رباعية خصبة تسمى شبيهة الثنائى amphidiploid كما هو موضح بالشكلين التاليين :



شكل رقم ٤١ : التهجين بين الفجل Radish والكرنب Cabbage



شكل رقم ٤١ : التهجين بين الفجل Cabbage والكرنب Radish

٢- التغيرات العددية (التضاعف غير المنتظم) :

Aneuploidy

وهو يشمل زيادة أو نقص في أحد الكروموسومات فالهيئة الكروموسومية تحتوي على $2n$ فيمكن أن ينقص واحد أو أكثر من الكروموسومات كالاتي (شكل رقم ٤٣) .

Normal diploid	$2N$	AA BB CC
Monosomic	$2N-1$	AA BB C -
Nullisomic	$2N-2$	AABB - -

أو قد يزيد كروموسوم أو أكثر للهيئة الكروموسومية :

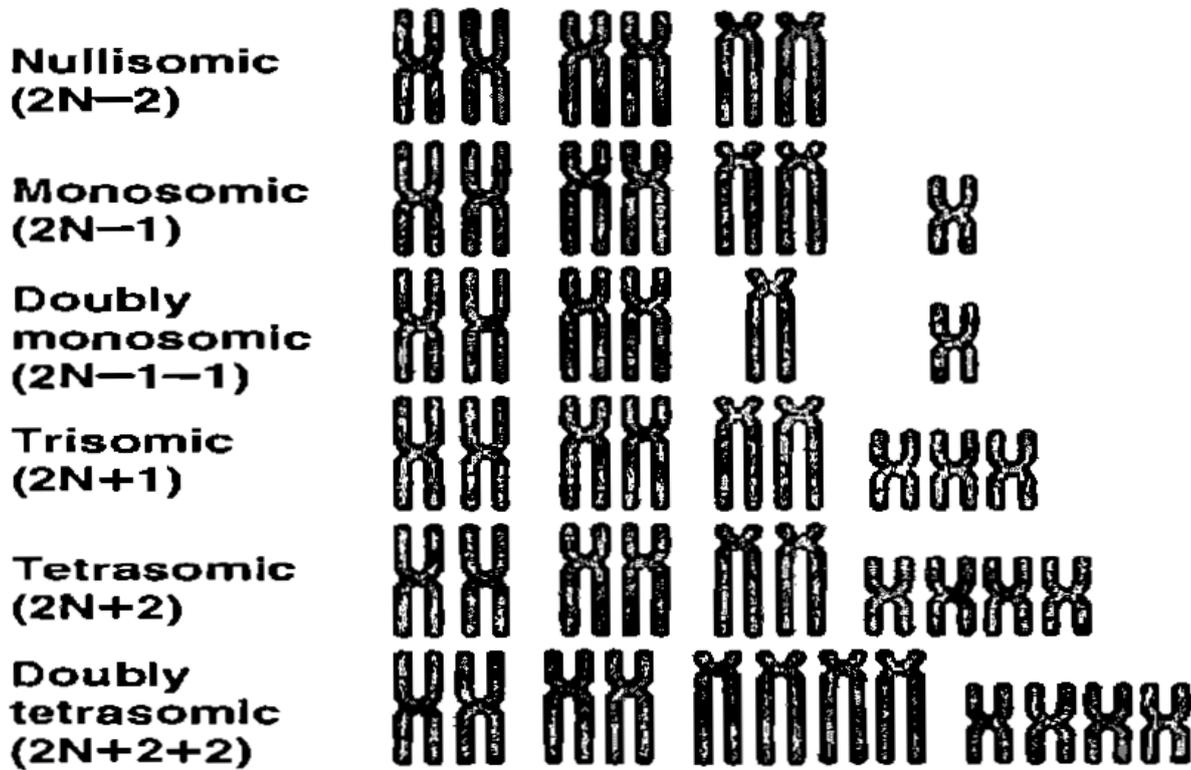
Trisomic	$2N + 1$	AA BB CCC
Double trisomic	$2N+1+1$	AABBB CCC
Tetrasomic	$2N+2$	AA BB CCCC

إن هذا التباين يؤدي إلى وجود خلايا تكون أنويتها تحتوي على عدد من الكروموسومات يختلف عن الوضع الطبيعي $2n$.

Normal chromosome complement



Aneuploidy



شكل رقم ٤٣ : التغيرات الكروموسومية العددية

ثانياً: التغيرات في تركيب الكروموسوم :

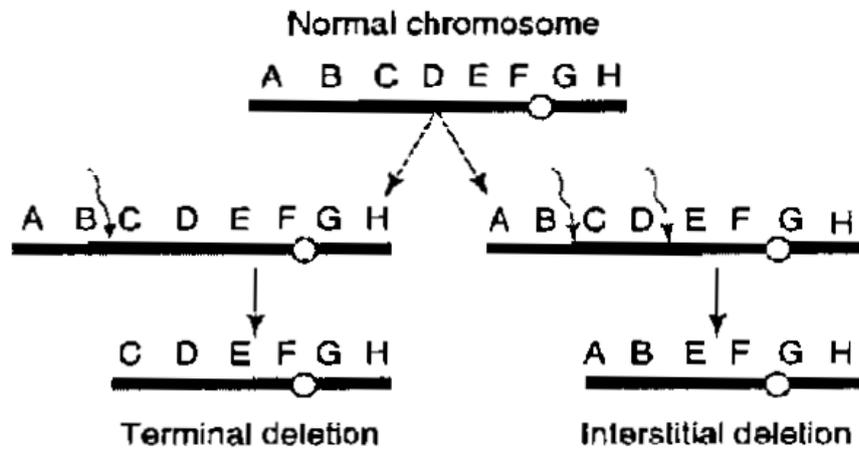
Changes in chromosome structure

وتشتمل على :

أ-النقص. ب-التكرار. ج-الإنقلاب. د-الانتقال.

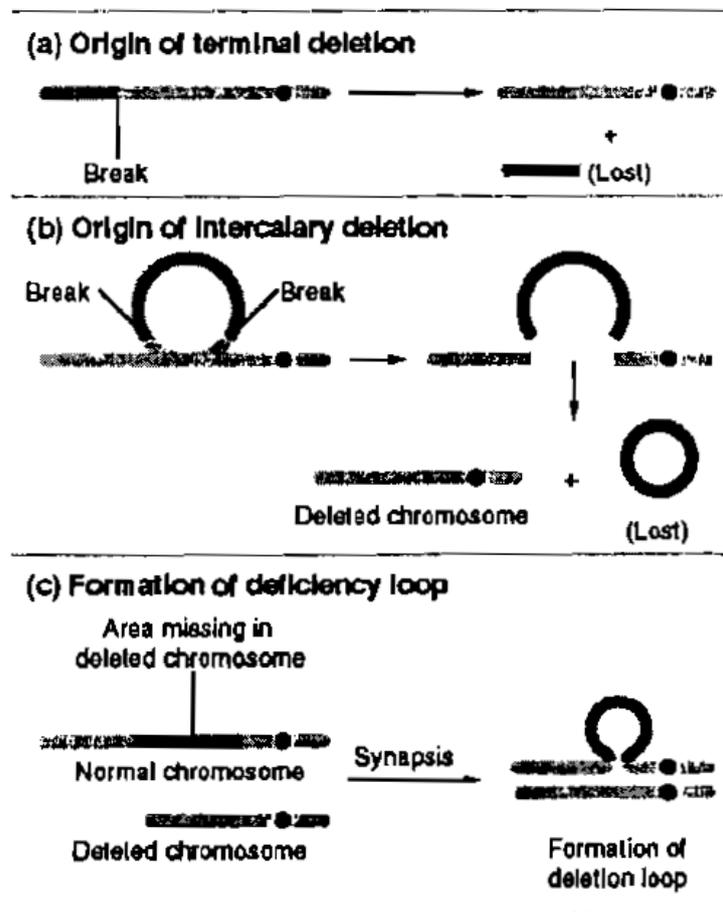
جميع هذه التغيرات تكون أصيلة أو خليطة وما نركز عليه هو التغيرات الخليطة حيث إن الأصيلة لم تسبب أى مشكلة في إقتران الكروموسومات أثناء الإنقسام الإختزالي .

Deficiencies or Deletion



شكل رقم ٤٤ : النقص الكروموسومي الوسطى والطرفي

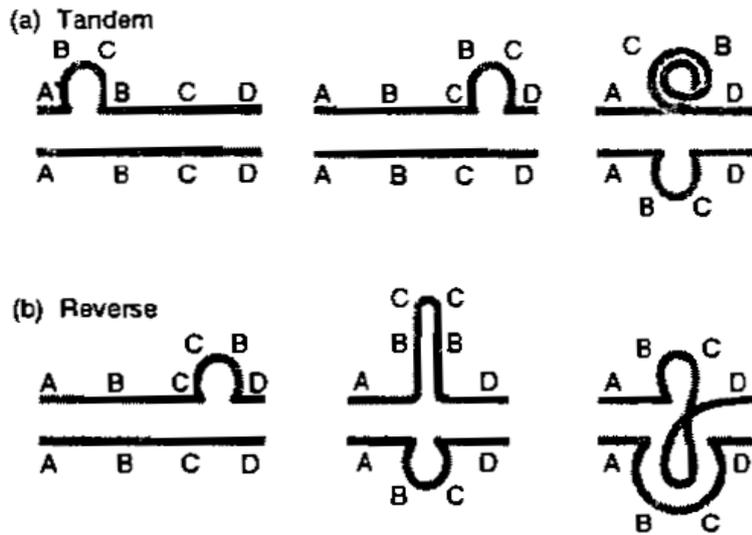
النقص قد يكون طرفي وينتج عن كسر واحد في الكروموسوم أو يكون وسطى (شكل ٤٤) وينتج عن كسرين في الكروموسوم ويؤثر ذلك على الفرد الحامل لنقص ويمكن التعرف على النقص سيتولوجيا بظهور العروة loop (شكل ٤٥) .



شكل رقم ٤٥ : يوضح الآثار السيتولوجية المترتبة على النقص

Duplication

ويشمل إضافة قطعة كروموسومية تكون بنفس الترتيب الموجود على الكروموسوم الأصلي أو بترتيب عكسي على نفس زراع الكروموسوم أو على الزراع الآخر أو قد تضاف إلى مكان آخر في الهيئة الكروموسومية، ويمكن التعرف على التكرار الخليط سيتولوجياً عن طريق العروة Loop (شكل رقم ٤٦).



Normal chromosome

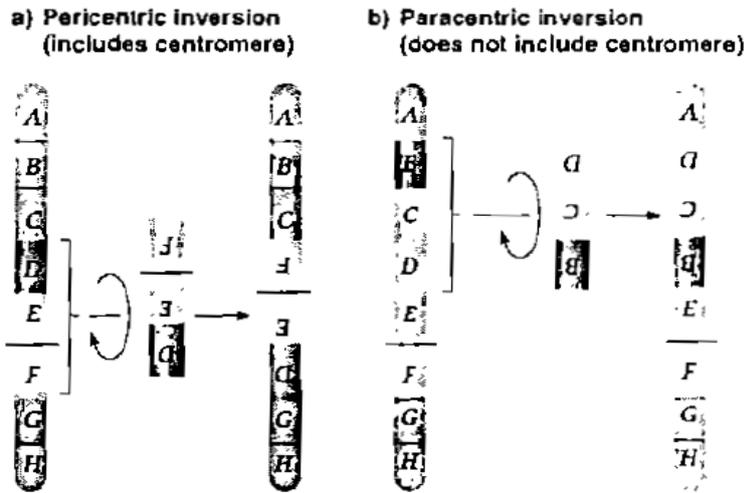
Duplications



شكل رقم ٤٦ : يوضح الآثار السيتولوجية المترتبة على التكرار

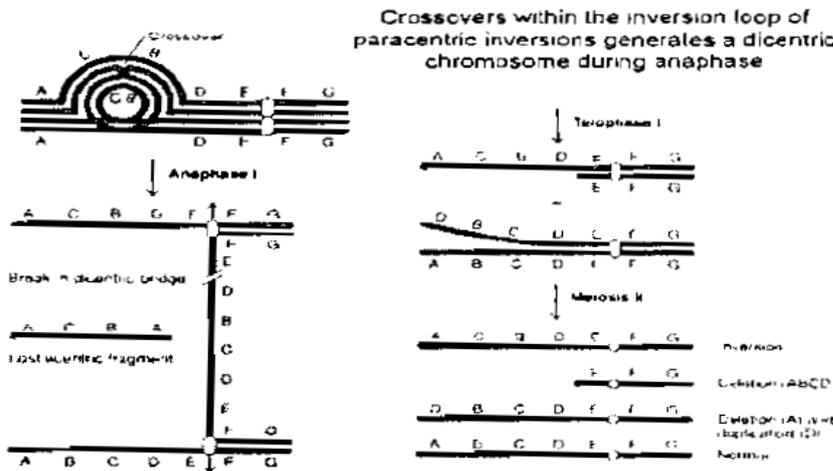
Inversion

حدوث كسر في الكروموسوم ودوران القطعة المكسورة حول نفسها بزاوية مقدارها ١٨٠ درجة وبالتالي يتغير ترتيب الجينات و قد يشمل الانقلاب منطقة السنتروميير Pericentric inversion أو لايشمل منطقة السنتروميير paracentric inversion (شكل رقم ٤٧).



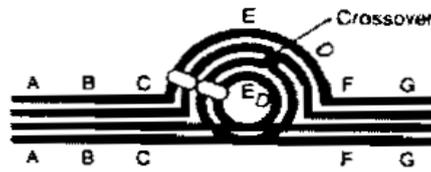
شكل رقم ٤٧ : يوضح الصور المختلفة للإنقلاب الكروموسومي

ففي حالة الانقلاب الذي لايشمل السنتروميير يمكن التعرف عليه أثناء الإنقسام بظهور العروة loop ، وعند حدوث العبور بين أى كروماتيدتين يتكون كروموسوم ذو سنترومييرين Dicentric chromosome وكروموسوم به إنقلاب وشظية كروموسومية (شكل رقم ٤٨) .

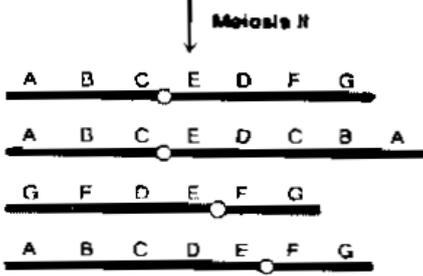
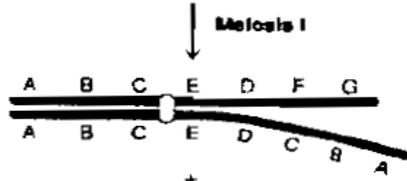


شكل رقم ٤٨ : يوضح الأثر السيتولوجي المترتب على الإنقلاب الكروموسومي

أما الانقلاب الذي يشمل السنتروميير فيمكن التعرف عليه كذلك عن طريق العروة loop . وبحدوث العبور داخل القطعة المنقلبة فتكون المحصلة هو الحصول على كروموسومات تحتوى على نقص وتكرار وكروموسوم عادى وأخر به إنقلاب (شكل رقم ٤٩) .



Crossovers within the inversion loop of pericentric inversions generate deletions



Inversion

Duplication (ABC) and deletion (FG)

Duplication (FG) and deletion (ABC)

Normal

شكل رقم ٤٩ . يوضح النتائج المترتبة على حدوث عبور وراثي داخل منطقة الانقلاب وأثر ذلك على التركيب الكروموسومي فى الجاميطات الناتجة

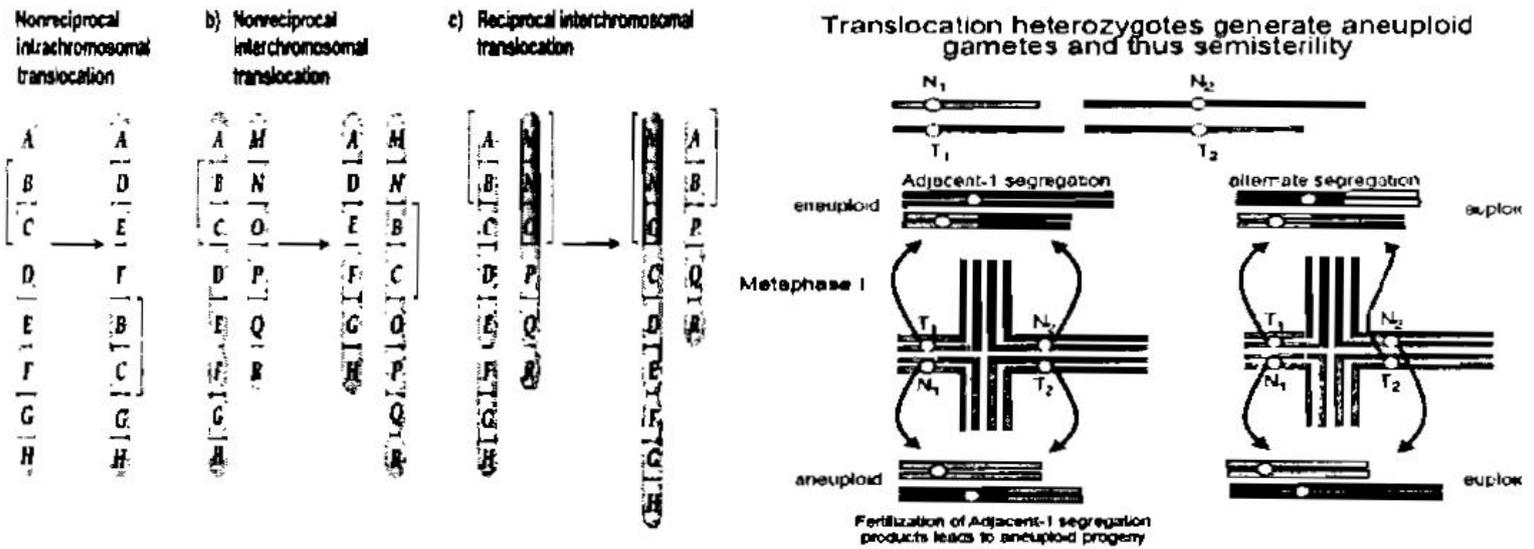
د- الإنتقال :

Translocation

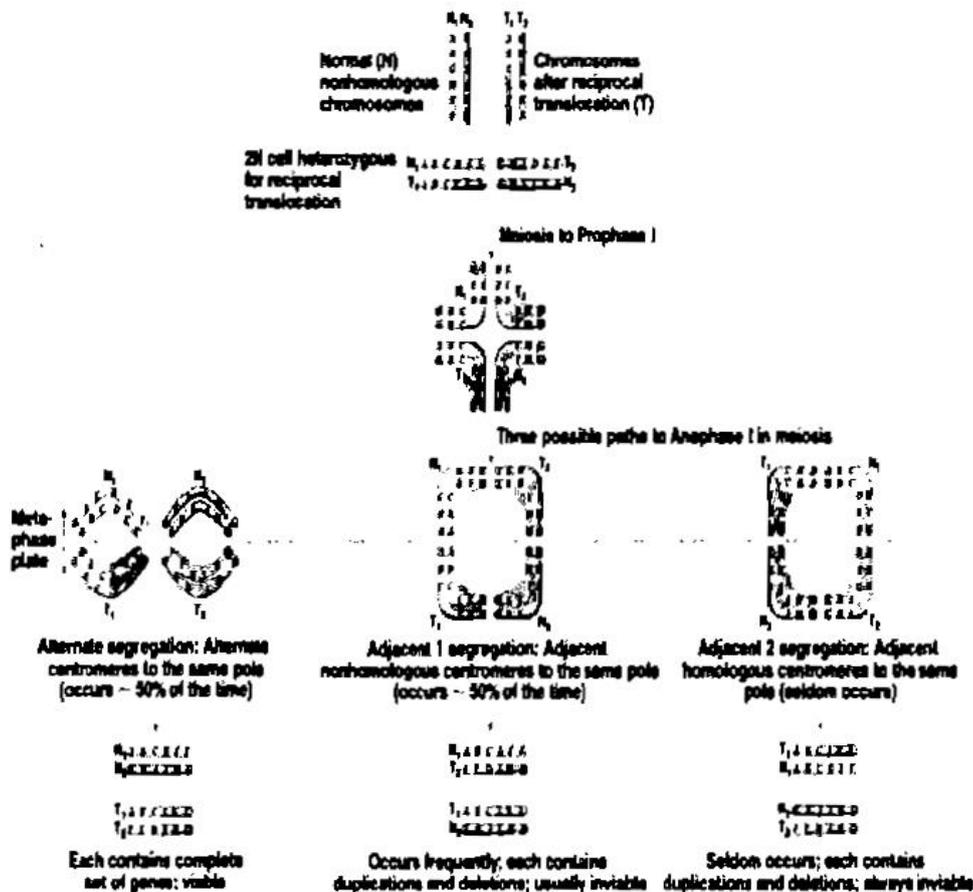
إنتقال جزء من كروموسوم إلى كروموسوم آخر غير نظير ويرتبط به، ويمكن التعرف عليه من تغير المجموعة الإرتباطية وظهور الشكل الصليبي أثناء الدور الضام فى الإنقسام الميوزى ويسمى إنتقال عكسى Reciprocal translocation وتكون المحصلة النهائية لإنفصال الكروماتيدات فى الدور الإنفصالي كالاتى :

I فالنتيجة هى الحصول على جاميطات غير حية بها نقص وتكرار للجينات .
II إذا كان الإنفصال متجاور adjacent (فى الشكل الصليبي) للكروموسومات

أما إذا كان الإنفصال متبادلاً alternate فالمحصلة هي الحصول على جاميطات حية تحتوي كل جاميطة على جميع الجينات (شكل رقم ٥٠، ٥١) .



شكل رقم ٥٠ . يوضح الأنواع المختلفة للإنتقال الكروموسومي والآثار السيتولوجية المترتبة عليه عند إقتران الكروموسومات في الإنقسام الميوزي



شكل رقم ٥١ . يوضح الآثار السيتولوجية للإنتقال الكروموسومي عند إقتران الكروموسومات في الإنقسام الميوزي

المصدر

كتاب علم الوراثة وامراض النباتات

أ.د. خليفة عبد المقصود زايد

أ.د. كوثر سعد قش