به نام خدا

نام درس : سیتوژنتیک گیاهی

تعداد واحد : 2 واحد

نام منبع درس : سیتوژنتیک گیاهی

مولف : آر. جی، سینگ

مترجم : دکتر بخشی خانگی

تهیه کننده : محبت نداف

دانشگاه پیام نور مرکز بجنورد

زمستان 85

CYTOGENETIC

سیتوژنیک

طرح، اهداف و جایگاه

درس

سیتوژنتیک

سیتوژنتیک عبارت از مطالعه رفتار ماده ژنتیکي در تقسیم هاي میتوزي و میوزي و نحوه انتقال آن در سطح سلول است. یکي از فاکتورهاي مهم در مطالعه سیتوژنتیکي، نوع سلول مورد بررسي است. براي تحقیقات سیتوژنتیکي، سلول هایي که تقسیمات فعالي دارند و کروموزوم ها را بطور مشخص مي توان در آنها دید مناسب هستند.

سیتوژنتیک

این سلول ها همان سلول هاي مريستمي و تمايز نيافته مي باشند. فاکتور ديگر، مرحله اي از تقسيم ميتوز است که سلول ها در آن قرار گرفته اند.

مباحث سیتوژنتیک

1- تعداد کروموزوم ها

2- ساختار کروموزوم ها

3- نحوه عمل کروموزوم ها

(در طي ميتوز و ميوز)

4- ناهنجاري هاي کروموزومي

تکامل کاریوتیپی

یکي از مباحث مهم در مطالعات سیتوژنتیکي، بحث تکامل کاریوتیپي است. بطورکلي فاکتورهاي اندازه طول کل کروموزوم، تعداد کروموزوم و شکل کروموزوم بعنوان سه فاکتور مهم در بررسي تکامل هستند.

اندازه طول کل کروموزوم

- اندازه طول کل کروموزوم بعنوان اولین فاکتور، بیانگر مقدار **DNA** موجود در هسته بوده و همواره در هر مرحله از رشد، تناسب بین مقدار **DNA** و پروتئین موجود ثابت و بیانگر مقدار ماده ژنتیکی است که این تناسب اهمیت بیولوژیکی خاصی دارد.

اندازه طول کل کروموزوم

- بطور کلي وجود اختلاف معني دار بين گونه هاي يک جنس از نظر اندازه طول کل کروموزوم، نقش تغييرات کمي **DNA** را در روند گونه زائي نشان مي دهد و اختلاف معني دار اين پارامتر در بين جمعيت هاي يک گونه، تغييرات سازشي ژنوم را در ارتباط با محيط محلي بيان مي نمايد .

ترانس لوکاسیون

- شایان ذکر است که یکي از مکانیسم هاي مهم ایجاد تفاوت بین اندازه کروموزوم ها و مقدار **DNA** در بین گونه هاي نزدیک به هم، وقوع پدیده ترانس لوکاسیون نابجا است. شواهد نیز نشان مي دهند که مقدار **DNA**، اندازه کروموزوم ها و در اکثر موارد تعداد کروموزوم ها با درجه اختصاصي شدن گونه ها ارتباط دارند بطوریکه گونه هایي که درجه اختصاصي شدن بالاتري دارند، داراي کروموزوم هاي کوچکتر (**DNA** کمتر) و تعداد کروموزوم کمتر هستند.

اختلاف تعداد کروموزوم

اختلاف تعداد کروموزوم نیز به دو صورت آنیوپلوئیدي و پلي پلوئیدي مي باشد. تغییر تعداد کروموزم ها و ایجاد حالت آنیوپلوئیدي ممکن است از طریق فرآیند هایي صورت گیرد به نحوي که در ماده ژنتیکي، تغییر قابل توجهي ایجاد مي نماید و این حالت از طریق فرآیند اتصال سانترومري و شکست سانترومري نیز امکان دارد.

اختلاف در شکل کروموزوم

- اختلاف در شکل کروموزوم ها و به عبارت دیگر بحث تقارن کاریوتیپ یکي دیگر از فا کتورهاي مهم در مطالعه تکامل کاریوتیپ است. بطور کلي یک کاریوتیپ متقارن کاریوتیپي است که کروموزوم هاي آن هم اندازه بوده و داراي سانترومرهاي میاني باشند. کاریوتیپ نامتقارن نیز کاریوتیپي است که کروموزوم هاي آن ا کروسانتریک یا ساب متاسانتریک و با اندازه هاي متفاوت هستند.

اختلاف در شکل کروموزوم

بطور کلي با افزايش ميزان عدم تقارن، گونه مورد نظر، از لحاظ تکامل کاريوتيپي پيشرفته تر خواهد بود، بطوريکه گونه هاي ابتدائي تر داراي کاريوتيپ متقارن تري مي باشند

اختلاف در شکل کروموزوم

- بعنوان مثال در گياهان گلدار تمايل زيادي براي افزايش عدم تقارن وجود دارد که اين افزايش با تخصصي تر شدن گلها همراه است. همچنين در تيره آلاله، طايفه **Helleboreae** بيشترين عدم تقارن در کاريوتيپ جنس ها ي **Delphinium** و **Aconitum** ديده مي شود که اين در ارتباط با گلهاي نامنظم آنها مي باشد که تخصصي تر هستند .

اختلاف در شكل كروموزوم

لازم به ذكر است كه گرايش بسوي افزايش عدم تقارن در نتيجه **واژگوني هاي پري سنتريک** و **جابجايي نابرابر قسمت هايي از بازوهاي كروموزوم** است در صورتيكه گرايش بسوي كاهش عدم تقارن در اثر جوش خوردنهاي اصلي بين كروموزوم هاي اكرو و تلوسانتريک و ايجاد كروموزوم هاي متاسانتريک مي باشد.

فصل چهارم

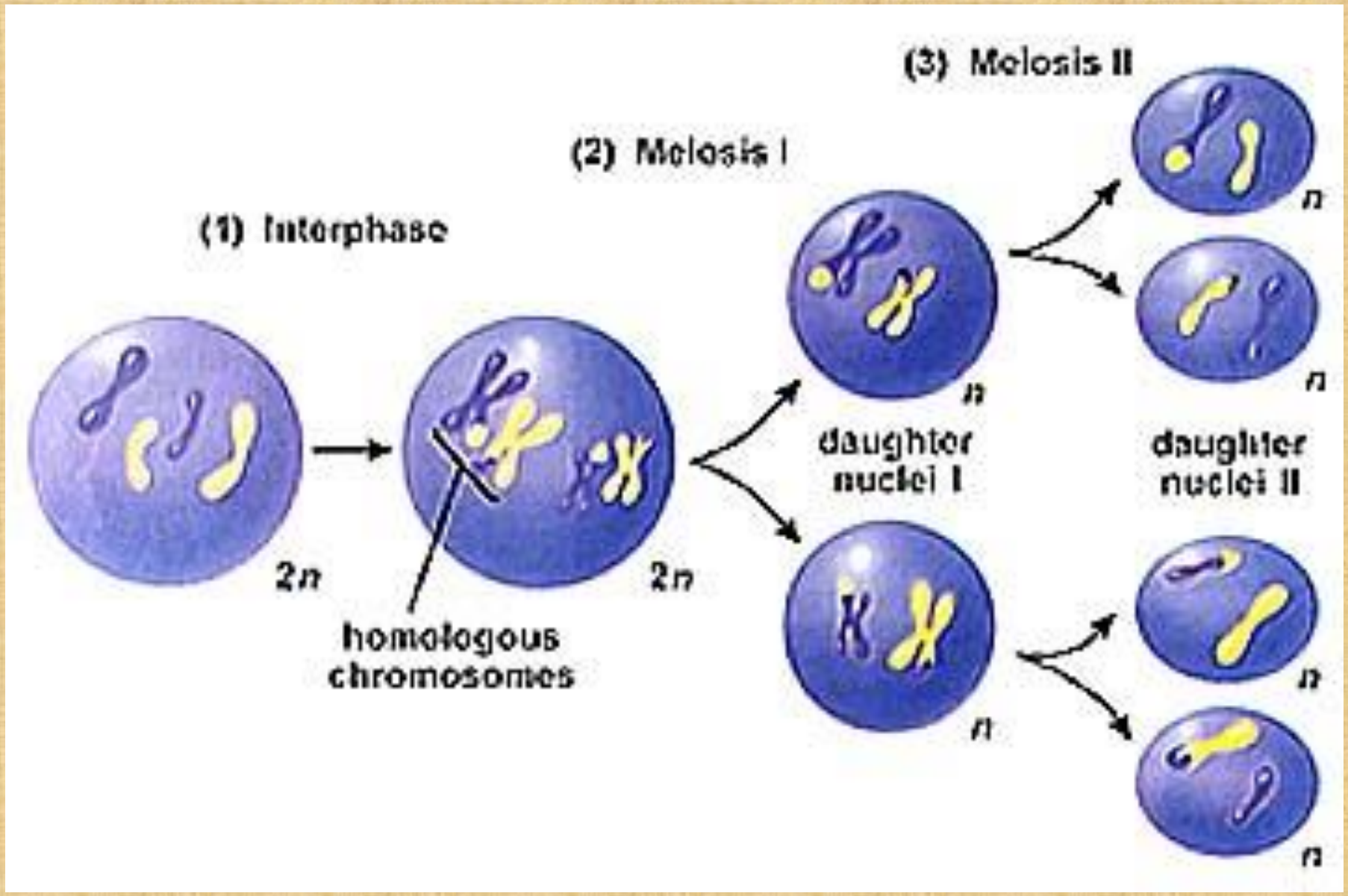
کنترل ژنتیکی میوز

اهداف آموزشي

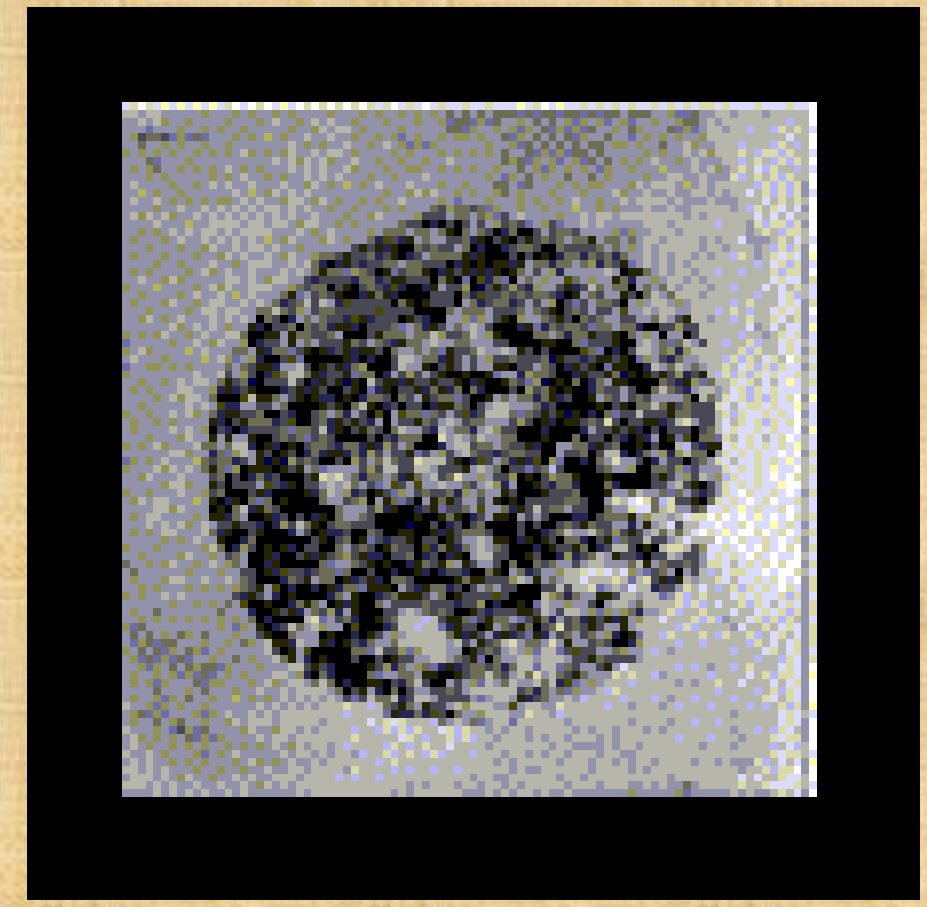
يكي از مهمترين بخش هاي مطالعات سيتوژنتيک، مطالعه رفتار کروموزوم ها در طي تقسي ميوز مي باشد که هر گونه اختلال در طي ميتوز مي تواند منجر به ناهنجاري هاي متفاوت در نسل بعد گردد. در اين فصل دانشجو با انواع و مراحل مختلف جهشهاي ميوزي آشنا مي شود.

میوز چیست؟

میوز (Meiosis)؛ نوعي تقسیم در سلول که در طي آن نهایتا 4 هسته یا سلول **n** کروموزومي و هاپلوئید به وجود مي آید. میوز در دو مرحله صورت مي گیرد. در مرحله اول از تقسیم یک سلول **2n** کروموزومي دو سلول **n** کروموزومي به وجود مي آید و در مرحله بعد دو سلول **n** کروموزومي تبدیل به 4 سلول **n** کروموزومي مي شوند.

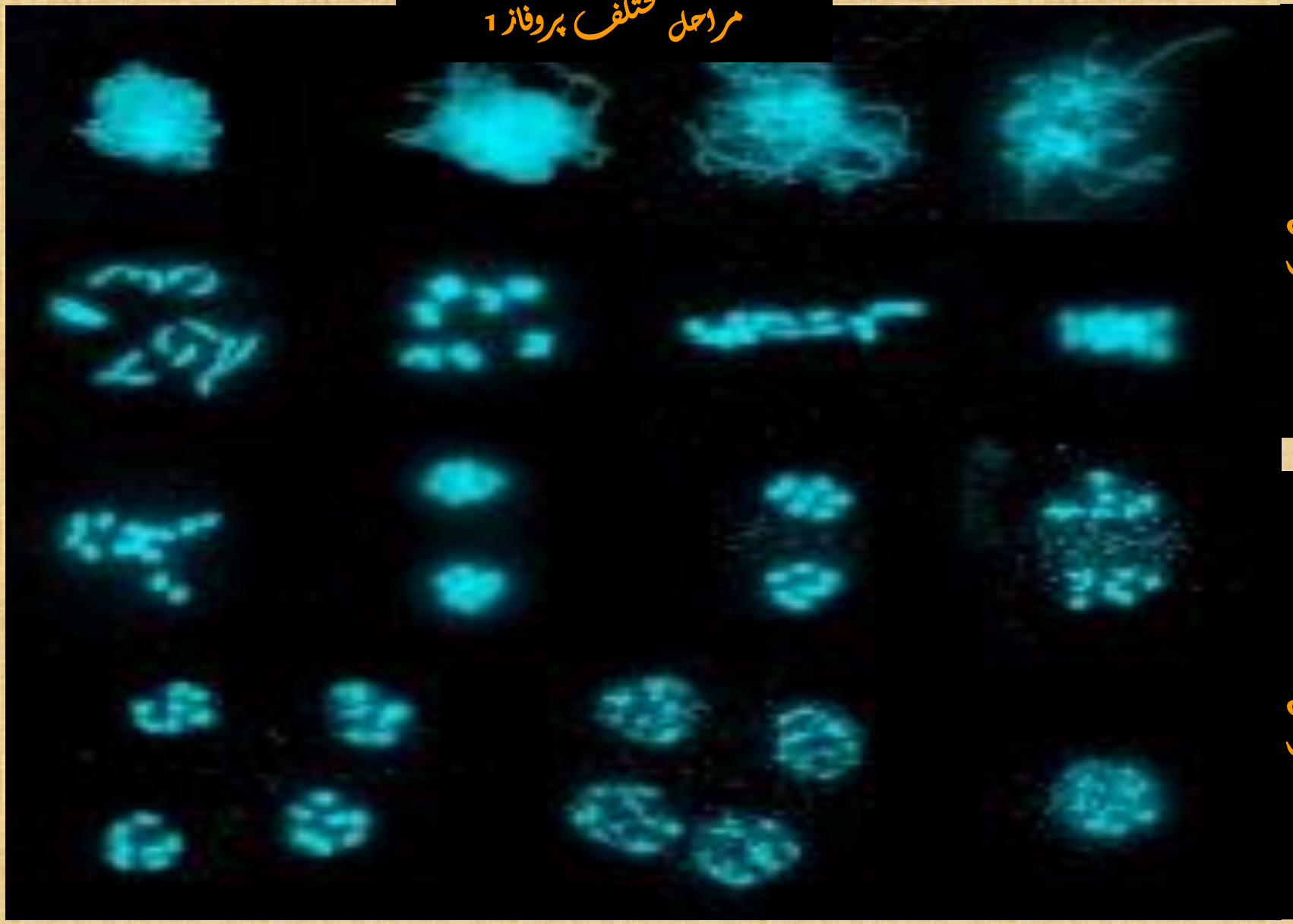

(3) Meiosis II
(2) Meiosis I
(1) Interphase
2n
2n
homologous chromosomes
daughter nuclei I
daughter nuclei II
n
n
n
n
n
n

مراحل ميوز



مراحل میوز

مراحل مختلف پروفاز 1



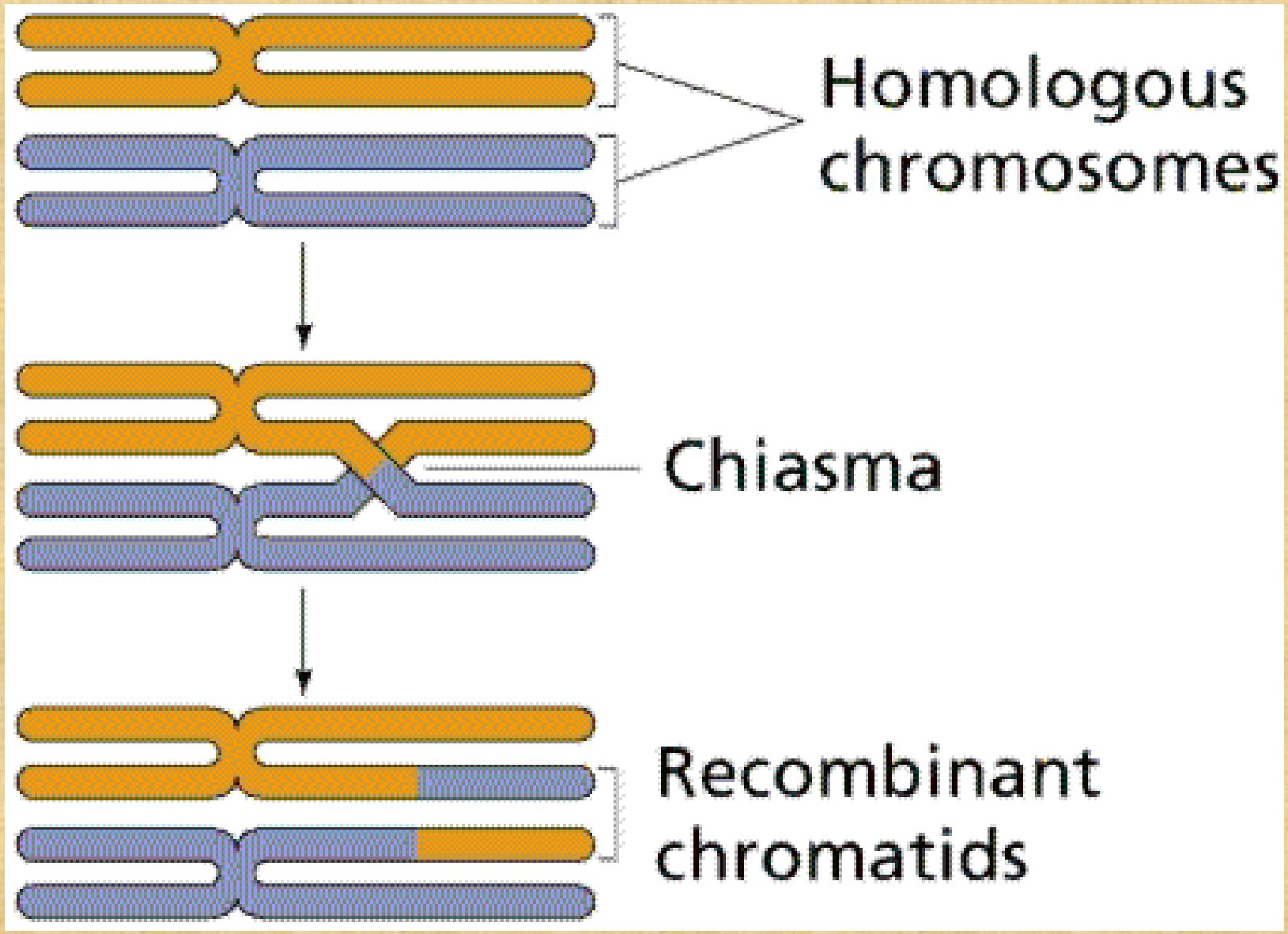
مراحل میوز 1

مراحل میوز 2

مراحل میوز

ویژگی های سیتوژنتیکی میوز

1- جفت شدن هومولوگ ها
2- تشکیل کمپلکس سیناپتونمال
3- کراسینگ اور
4- تشکیل کیاسما
5- نو ترکیبي
6- خلق سلولهاي هاپلوئید



کیاسما

جهش

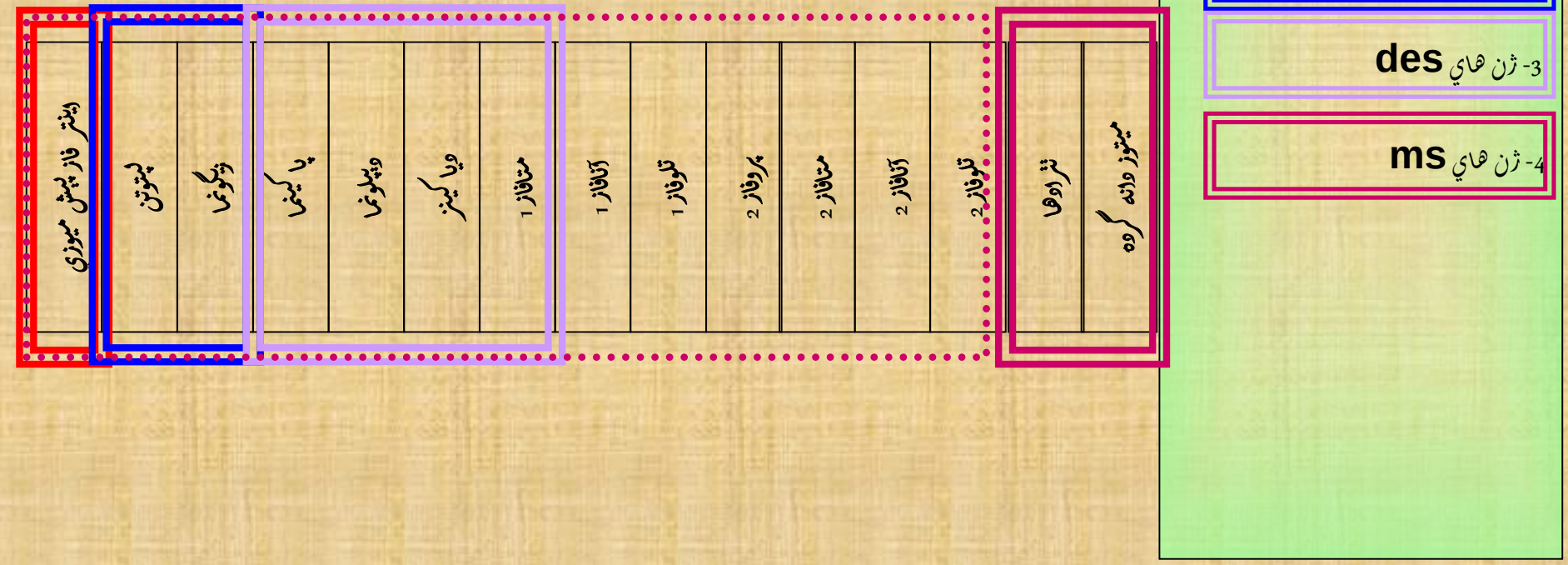
اختلال در ميوز توسط جهش منجر به ايجاد تغييرات متنوعي در رفتار طبيعي كروموزوم ها مي گردد. بسته به مرحله اي كه جهش ها در آن حادث مي شوند آنها را به چند دسته تقسيم مي كنند كه عبارتند از:

- جهش هاي پيش ميوزي (در مرحله اينترفازي و در آغاز سنتز (DNA)

جهش

- جهش هاي سيناپتيک (در طي پروفاز1)
- جهش هاي گسسته (از مرحله آنافاز 1 تا تلوفاز 2)
- جهش هاي نر عقيمي (بعد از اتمام تقسيم دوم ميوز)

در بين اين جهش ها جهش هاي سيناپسي و نر عقيمي بيشترين فراواني را دارا هستند.


مراحل جهش هاي ميوزي
1- ژن هاي پيش ميوز
2- ژن هاي as
3- ژن هاي des
4- ژن هاي ms
اينتر فاز پيش ميوزي
لپتوتن
زيگوتن
پاکينن
ديپلوتن
ديا کينز
متافاز 1
آنافاز 1
تلوفاز 1
پروفاز 2
متافاز 2
آنافاز 2
تلوفاز 2
تتراد ها
ميتوز دانه گرده

روشهای شناسایی جهش های میوزی

1- مشاهدات سیتولوژیکی

2- شواهد ژنتیکی

3- سقط دانه گرده و تخمک

منشا جهش های میوزی

1- موتاژن ها

2- هیبریداسیون بین گونه ای

جهش های سیناپتیک

جهش هاي سيناپتيک در اثر نقص در جفت شدن کروموزوم هاي همولوگ در طي پروفاز يک به وجود مي آيند.

اين جهش ها به دو شکل کلي ديده مي شوند:

1- موتاسيون هاي آسيناپتيک **(asynaptic)**

2- موتاسيون هاي دسيناپتيک **(desynaptic)**

جهش های سیناپتیک

بیشترین تعداد گونه هاي داراي جهش هاي سیناپتیک

متعلق به خانواده گرامینه مي باشد و خانواده هاي

گلومینوزه ؛ لیلیاسه ؛ سولاناسه و مالواسه

بترتیب بیشترین تعداد

موتانتها را دارند.

رفتار سیتوژنتیکی جهش های سیناپتیک

اصطلاح آسیناپسیس اولین بار توسط رائودولف (1928) براي شرح عدم جفت شدن کروموزوم هاي طبيعي در طي تقسيم اول ميوز در نظر گرفته شد.

بسته به زمان و نحوه ایجاد این موتانت ها تعداد یوني والانت ها و بي والانت هاي قابل مشاهده در پروفاز 1 متفاوت است.

جهش های بی سیناپسی و دسیناپس

جهش هاي بي سيناپتيک جفت شدن طبيعي کروموزوم هاي هموﻟوگ در مرحله پا کينما را نشان نمي دهند (نقص براي سيناپس در مکان اول). در حالي که نقص در حفظ ارتباط بعد از سيناپس اول به عنوان موتانت هاي دسيناپس شناخته مي شود.

جهش های بی سیناپسی و دسیناپس

نکته 1:

در جهش هاي سيناپتيک گسستگي کروموزومها از آنافاز 1 تا تلوفاز 1 و در جهش هاي بي سيناپس به مقدار زيادي نا منظم مي باشد اين در حالي است که تقسيم دوم اساسا طبيعي است اما سلول ها نا هنجاري هاي کروموزومي را از تقسيم اول ميوز به ارث مي برند.

جهش های بی سیناپسی و دسیناپس

نکته2:

مقدار دسیناپس توسط تعداد بي والانت ها در متافاز 1 و فراواني كياسما در هر سلول نشان داده مي شود.

(چون آنالیز کروموزوم ها در مرحله پا کیتن در اکثر گونه هاي گياهي ممكن نيست در نتيجه عمل دسيناپسيس اغلب بر اساس مطالعات ديا كينز و متافاز يک تعيين مي شود.)

جهش های بی سیناپسی و دسیناپس

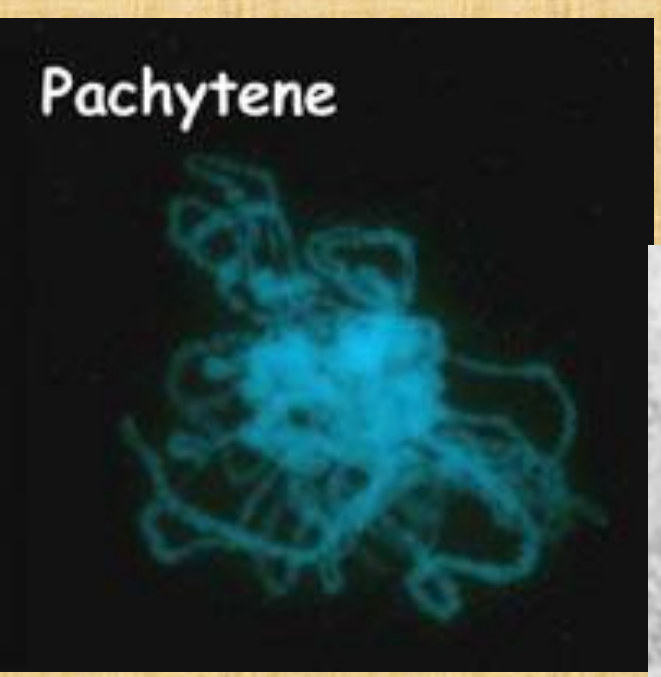
نکته 3:

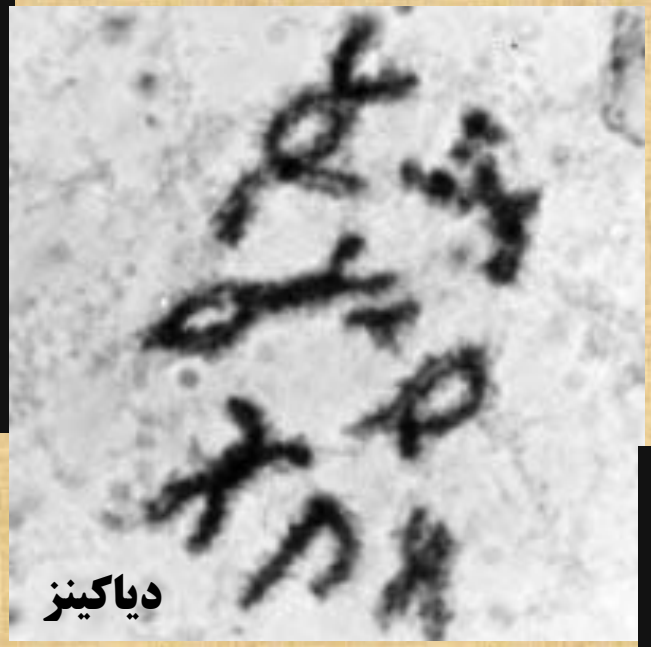
جهش هاي وسيناپتيک را بر اساس حالت آنها به انواع ؛ وسيناپس

ضعيف (چندين يوني والانت) وسيناپس متوسط (تعداد بيشتري

يوني والانت)

وسيناپس کامل (منحصرا يوني والانت و به ندرت بي والانت)





مراحل میوز

جهش های بی سیناپسی و دسیناپس

نکته 4:

بي والانت ها در متافاز 1 به طرف صفحه استوائي حرکت مي کنند ، در حالي که يوني والانت ها تمايل دارند که به طور تصادفي در سيتوپلاسم توزيع شوند.

جهش های بی سیناپسی و دسیناپس

نکته 5:

جهش هاي سيناپتيک به دليل آنکه منجر به کاهش تعداد کياسما مي گردد در نتيجه اين جهش ها داراي رابطه معکوس با ميزان نوترکيبي هستند.

فاکتورهای موثر در جفت شدن جهش های سیناپتیک

1- درجه حرارت

2- میزان رطوبت

3- گیاه مورد بررسي

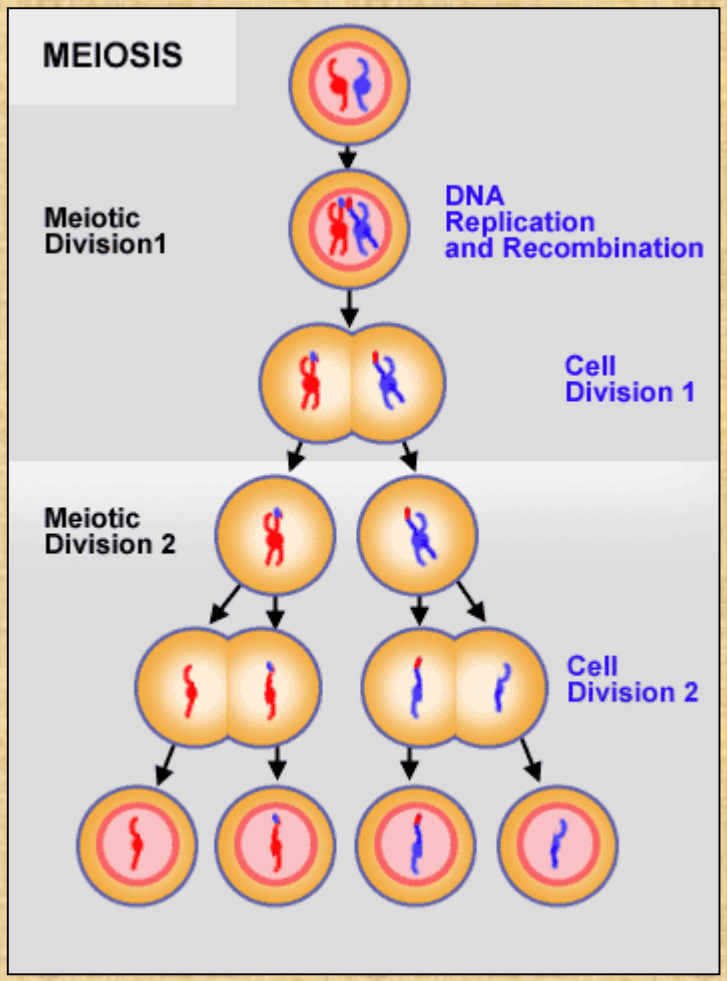
4- مرحله نموي

5- مواد شیمیایي

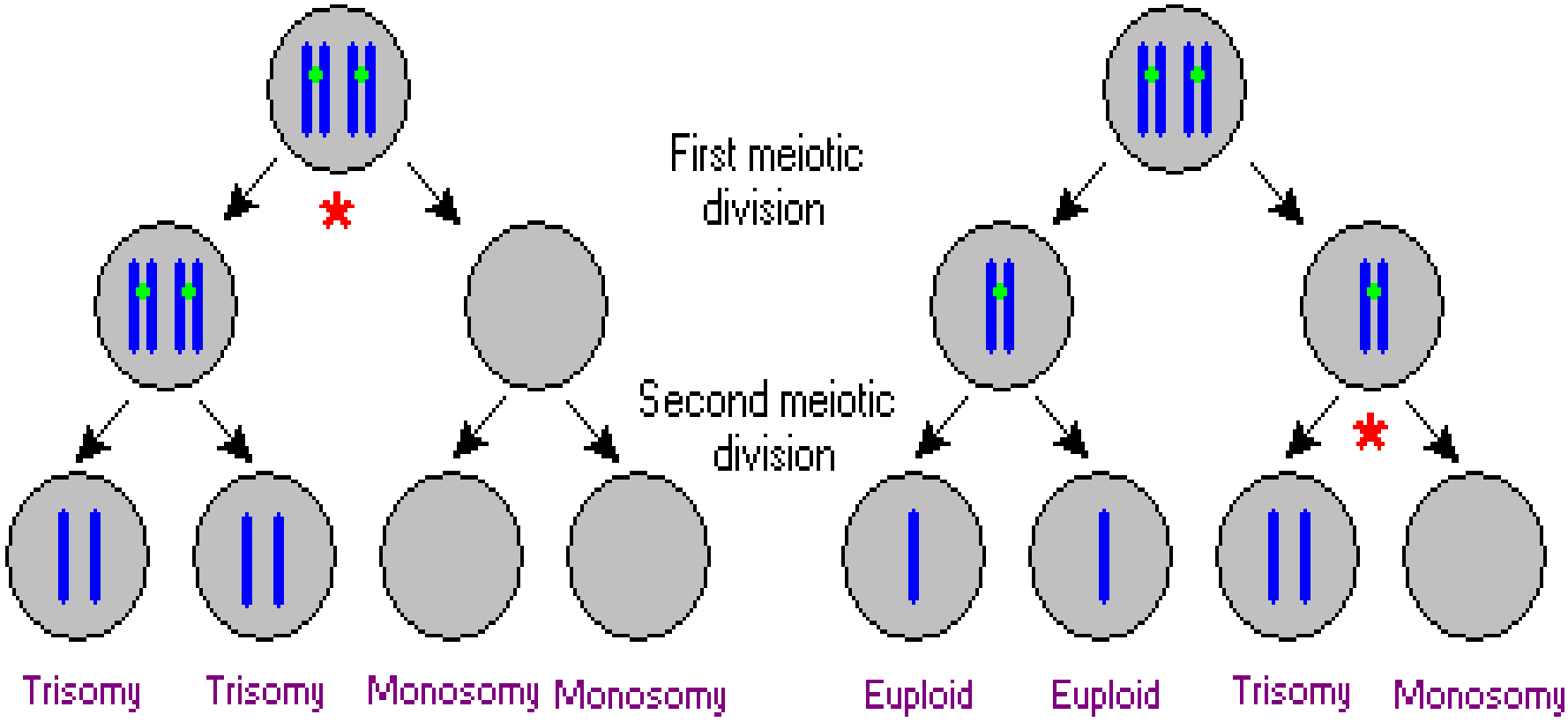
مواد شيميايی

- آزمايشات نشان داده اند که افزايش در مقدار يون پتاسيم و فسفات تعداد بي والانت ها را در گياهان افزايش مي دهد.
- جهش هاي وسيناپتيک ممکن است در حضور يون هاي خاص مورد نياز براي سيناپس نرمال کم شوند و وقتي اين مواد شيميائي اضافه مي شوند جفت شدن کروموزوم ها افزايش مي يابد.

نقش ژنها در انفصال کروموزوم ها



- ژنهاي بسيار زيادي در طي تقسيم ميوز اين روند را هدايت مي كنند كه نقص در هر يک از اين ژنها مشكلات متفاوتي را در بر خواهد داشت.



نا گسستگی در میوز 1 و 2

نقش ژنها در انفصال کروموزوم ها

1- ژن dr

ساختمان و قطع دوک ها را مختل مي کند و نهايتا منجر به ايجاد يک تا چند هسته کوچک به جاي تتراد‌هاي طبيعي ميکروسپورها خواهند شد.

2- ژن pc

منجر به تقسيم سانترومر پيش از موعد خواهد شد . در اين مورد نيز شاهد تشکيل هسته هاي جبراني و نتايج تري سوميک خواهيم بود.

نقش ژنها در انفصال کروموزوم ها

3- ژن va

در این مورد در تلوفاز سیتوکنز روي نمي دهد در نتیجه شاهد ایجاد گامت هاي تتراپلوئید خواهیم بود.

نقش ژنها در انفصال کروموزوم ها

4- ژن afd

فقدان تقسیم اول میوزي و (پروفاز 1 ایجاد نمي شود و در آنافاز 1 کروماتید ها به هر قطب مهاجرت مي کنند). در نهایت نیز عقیمي کامل نر و ماده را داریم.

5- ژن mu

تشکیل ناقص دیواره سلولي و تشکي میکسوپلوئیدي

نقش ژنها در انفصال کروموزوم ها

6- ژن tri

به صورت تصادفي تقسيم ميوز در حدود نيمي از سلول هاي مادر مگاسپور انجام نمي شود.

نقش ژنها در انفصال کروموزوم ها

7- ژن el

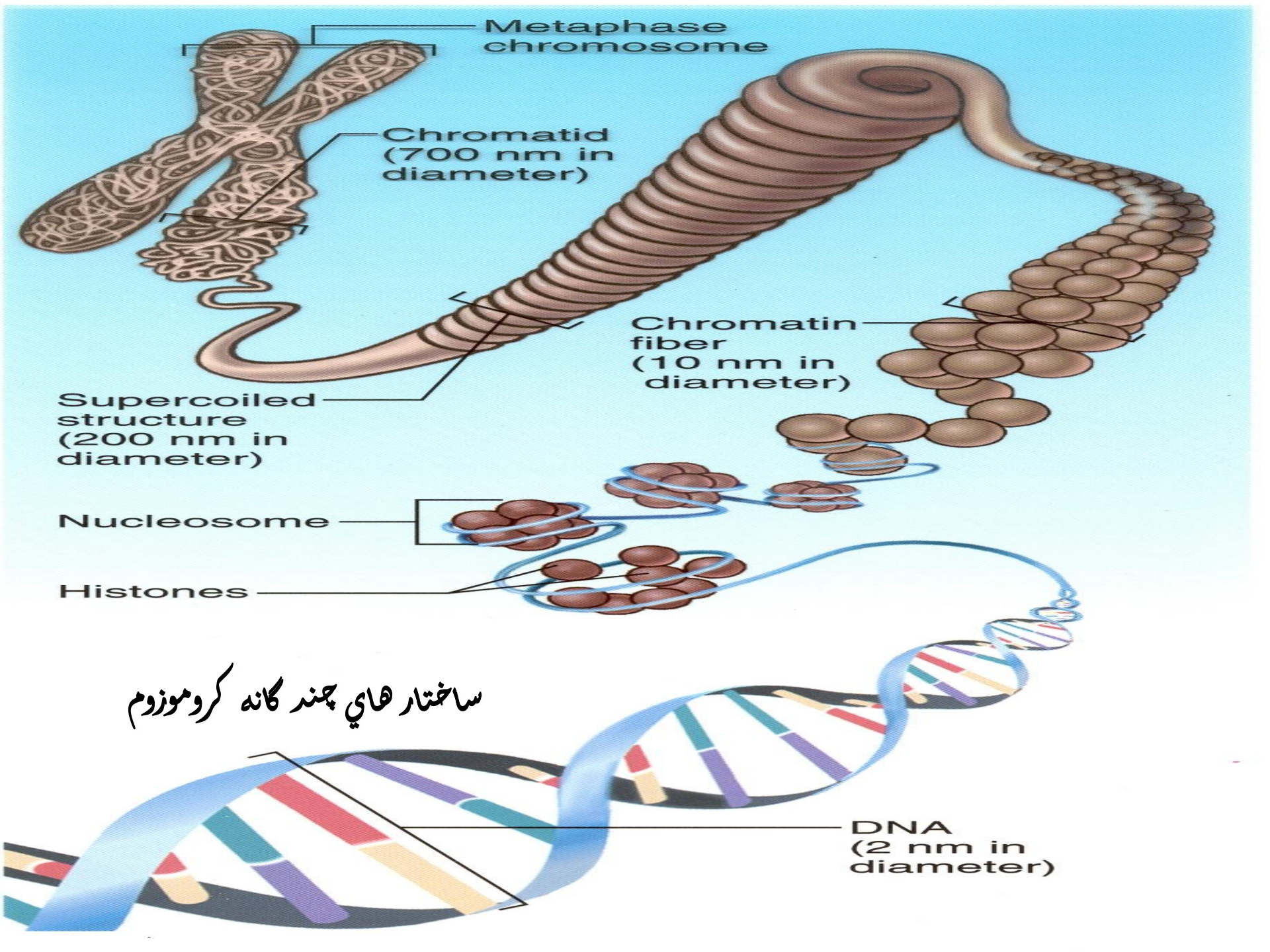
موتانت در کروموزوم هاي دراز که منجر به ايجاد تخم هاي کاهش نيافته با ترکيب تعداد کروموزومي مختلف با فراواني هاي متفاوت مي باشد.

8- ژن po

سلول هاي چهار تائي ميکروسپور تحت تاثير يکسري تقسيمات شبه ميوزي قرار مي گيرند که کاملا نر عقيم و به طور جزئي ماده عقيم هستند.

نقش هتروکروماتین در جفت شدن کروموزوم ها

- هتروکروماتین فراواني کياسما را افزايش مي دهد. افزايش فراواني ارتباط در هتروکروماتين هاي غير هومولوگ در ديپلونما ، افزايش کراسينگ اور و پروفاز ميوزي را طولاني مي کند.



ساختار هاي چند گانه كروموزوم

میوزهای دیپلوئید مانند در آلوپلوئیدها

- میوز هاي ديپلوئيد مانند در آلوپلوئيدها تحت كنترل ژنتيكي بوده و يک رويداد معمول در برخي آلوهگزاپلوئيدها مثل گندم مي باشد.
- ژن ممانعت كننده جفت شدن هموِلوگ ها در گندم؛ **ژن Ph** ناميده مي شود كه در واقع جفت شدن ميوزي كروموزوم هاي هموِلوگ را كنترل مي كند كه اين ژن بر روي **كروموزوم 5BL** قرار دارد .

هاپلوئيد

- در بين گياهاني چون جو هاپلوئيد (7= x =2n) و سيب زميني دي هاپلوئيد (24= x 2 =2n) مكانيسم ايجاد هاپلوئيدي مورد مطالعه قرار گرفته است.

الف) مكانيسم حذف كروموزومي ⇦ حذف معمولي و انتخابي كروموزوم هاي گونه هوردوم بالبوزوم در هيبريد هاي بين گونه اي آنها با هوردوم ولگار.

ب) منشاء ژنتيكي حذف كروموزوم ها

ج) ژن توليد هاپلوئيدي در جو ⇦ (ژن hap)

نر عقیمی

آن، ژن **ms** نر عقيمي در بين گياهان عالي متداول است. و ژن عامل مي باشد.

انواع نر عقيمي:

1- ژنتيكي

2- سيتوپلاسمي

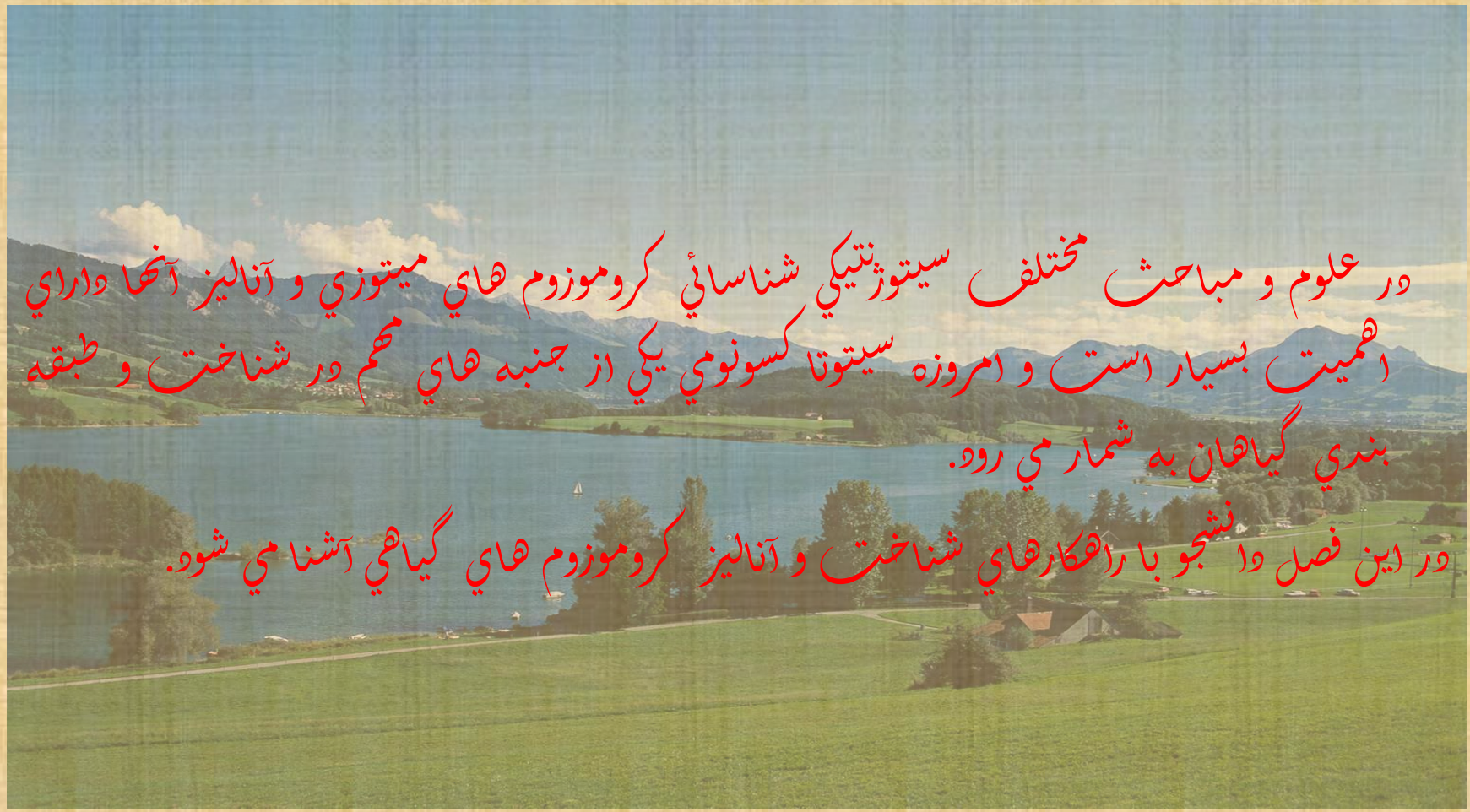
3- سيتوپلاسمي - ژنتيكي

مکانیزم خود ناسازگاري

فصل پنجم

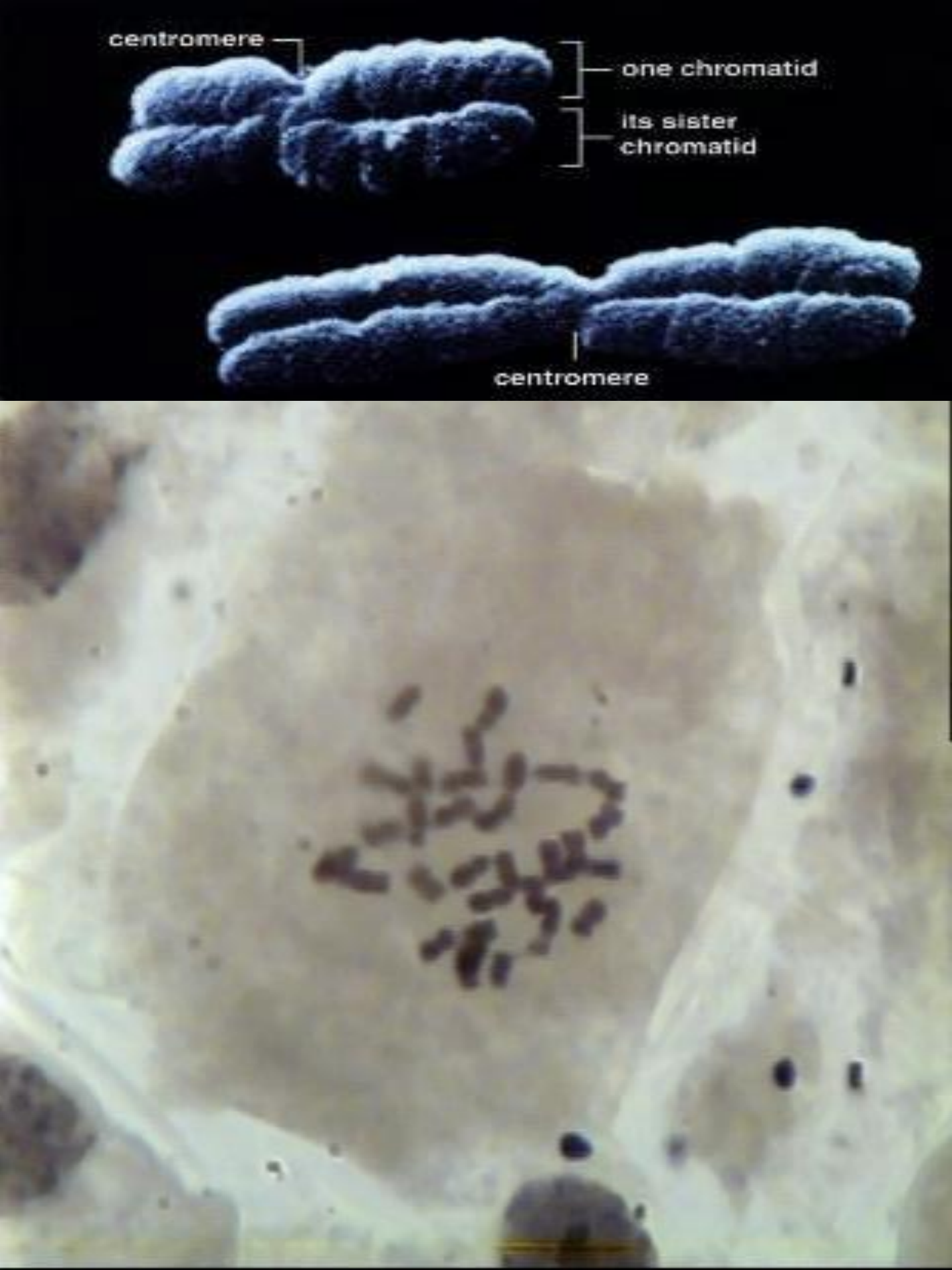
آنالیز کاریوتیپ

اهداف آموزشي

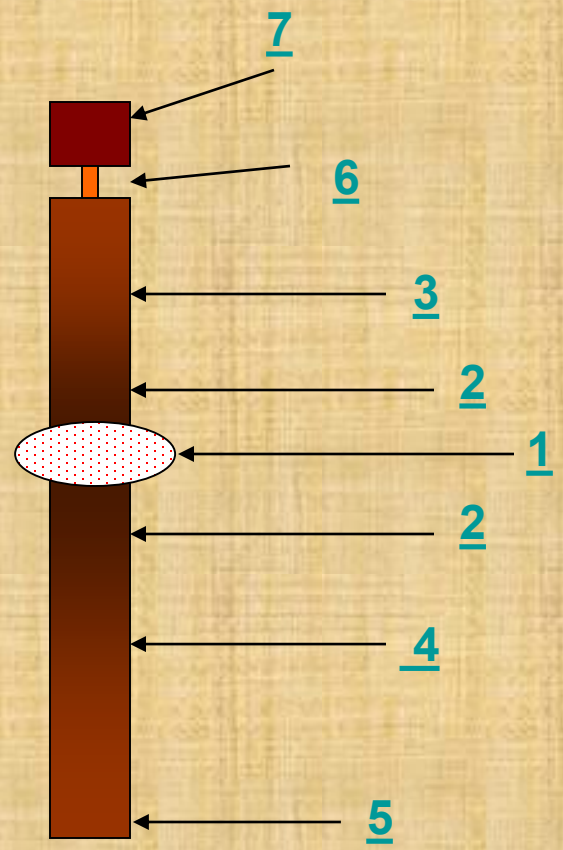


در علوم و مباحث مختلف سيتوژنتيكي شناسائي كروموزوم هاي ميتوزي و آناليز آنها داراي اهميت بسيار است و امروزه سيتوتاكسونومي يكي از جنبه هاي مهم در شناخت و طبقه بندي گياهان به شمار مي رود.

در اين فصل دانشجو با راهكارهاي شناخت و آناليز كروموزوم هاي گياهي آشنا مي شود.


centromere
one chromatid
its sister chromatid
centromere

مشخصات اصلی کروموزوم



ريخت شناسي : کروموزوم

از لحاظ ريخت شناسي براي کروموزوم ها در متافاز

اجزاء زير را مي توان در نظر گرفت :

سانترومر

محل اتصال دو کروماتید خواهري هر کروموزوم متافازي را سانترومري نامند. به عبارت ديگر سانترومر بخشي از کروموزوم است که جايگاه آن را فرورفتگي اوليه نيزمي نامند. ناحيه سانترومر بسيار هتروکروماتيني است و با رنگ هاي بازي به شدت رنگ مي گيرد و در بخش کناري خود داراي ژنها يا ترتيب هاي نوکلئوتيدي تکراري مي باشد.

سانترومر

هر کروموزوم علاوه بر سانترومر اصلي ممکن است داراي سانترومر يا سانترومرهاي فرعي در محل فرورفتگي ثانويه باشد

كينه توكور

- طرفين سانترومر كروموزوم را دو بخش پروتئيني متراكم بنام كينه توكورمي پوشاند. هر كينه توكور داراي سه بخش بيروني، مياني و دروني است. در ساختمان هر بخش پروتئين هاي رشته اي با تراكم متفاوتي قابل تشخيص هستند. بخش بيروني متراكم و بخش مياني كم تراكم است همچنين بخش دروني بطور فشرده اي با سانترومر اتصال دارد. به بخش بيروني هر كينه توكور رشته هاي دوكي كروموزومي يا رشته هاي دوكي كينه توكوري متصل مي شوند.

بازوها

- بازوها كه با طول هاي متفاوت ديده مي شوند. اندازه اين بازوها يكي از معيار هاي مهم در آناليزهاي كاريوتايپي به شمار مي رود.
- در انسان بازوي بلند را با حرف **P** و بازوي كوچك را با حرف **q** نمايش مي دهند.
- اما در گياهان بازوي بلند را با حرف **L** و بازوي كوچك را با حرف **s** نمايش مي دهند.

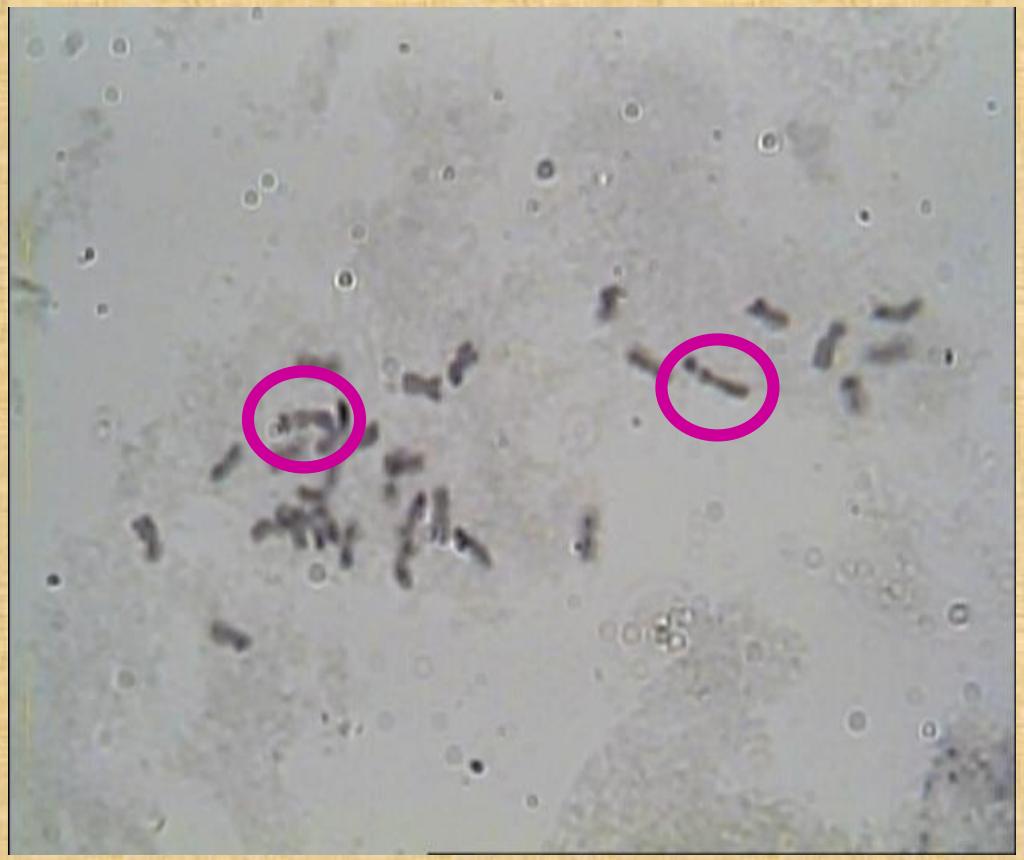
تلومر

- اين اصطلاح براي بخش هاي انتهايي كروماتيد استفاده مي شود. تلومرها داراي ويژگي هاي سلول شناسي خاصي هستند، بطوريكه وقتي كروموزوم ها بوسيله عواملي نظير پرتوهاي X يا اثر آلكالوئيدها شكسته مي شوند انتهاي آزاد بدون تلومر آنها به هم مي چسبد در صورتيكه وجود تلومر مانع از اين اتصال مي شود بنابراين تلومرها مي توانند نقش اساسي در حفظ ثبات ساختماني و پايداري كروموزوم ها داشته باشند.

فرورفتگی ثانویه

- یکي دیگر از ویژگي هاي ریخت شناسي کروموزوم ها است که در ارتباط با هستک مي باشد و سازمان دهنده هستکي (NOR) نیز نامیده مي شود زیرا این ناحیه داراي ژنهاي رمزدارکننده RNA ریبوزومي است و در تشکیل هستک دخالت دارد.

ماهواره



- این بخش جسم کوچک کروي است که از بقیه کروموزوم بوسیله یک فرورفتگي نویه جدا مي شود. ماهواره و فرورفتگي ثانویه از نظر شکل و بزرگي براي هر کروموزوم ویژه ،ثابت هستند

کاریوتیپ

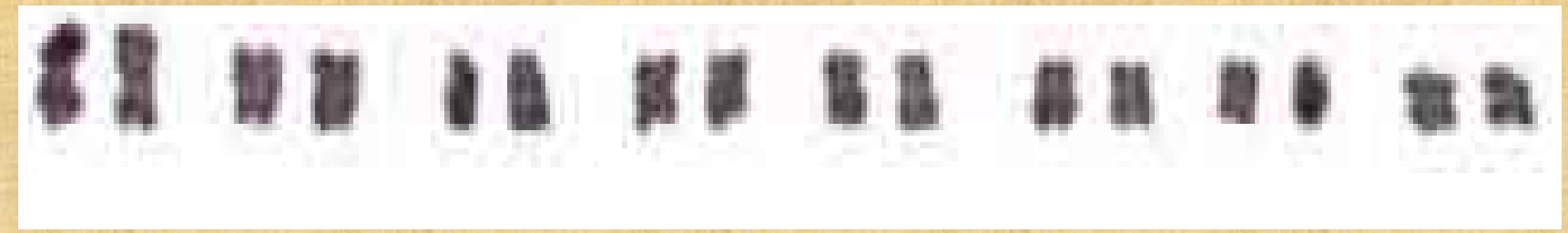
در واقع عبارتند از طبقه بندي کروموزوم ها از بزرگ به کوچک با توجه به قرار گرفتن سانترومر و سایر خصوصیات مانند ماهواره و ....

کاریوتیپ قادر است تحول گونه ها را از نظر تعداد کروموزومي و تشخیص اشتقاق گونه ها را از نظر ساختار کروموزومي امکان پذیر سازد.

کاریوگرام

تصویري که از کاریوتیپ تهیه شده است و اندازه گیري هم در آن انجام مي شود.

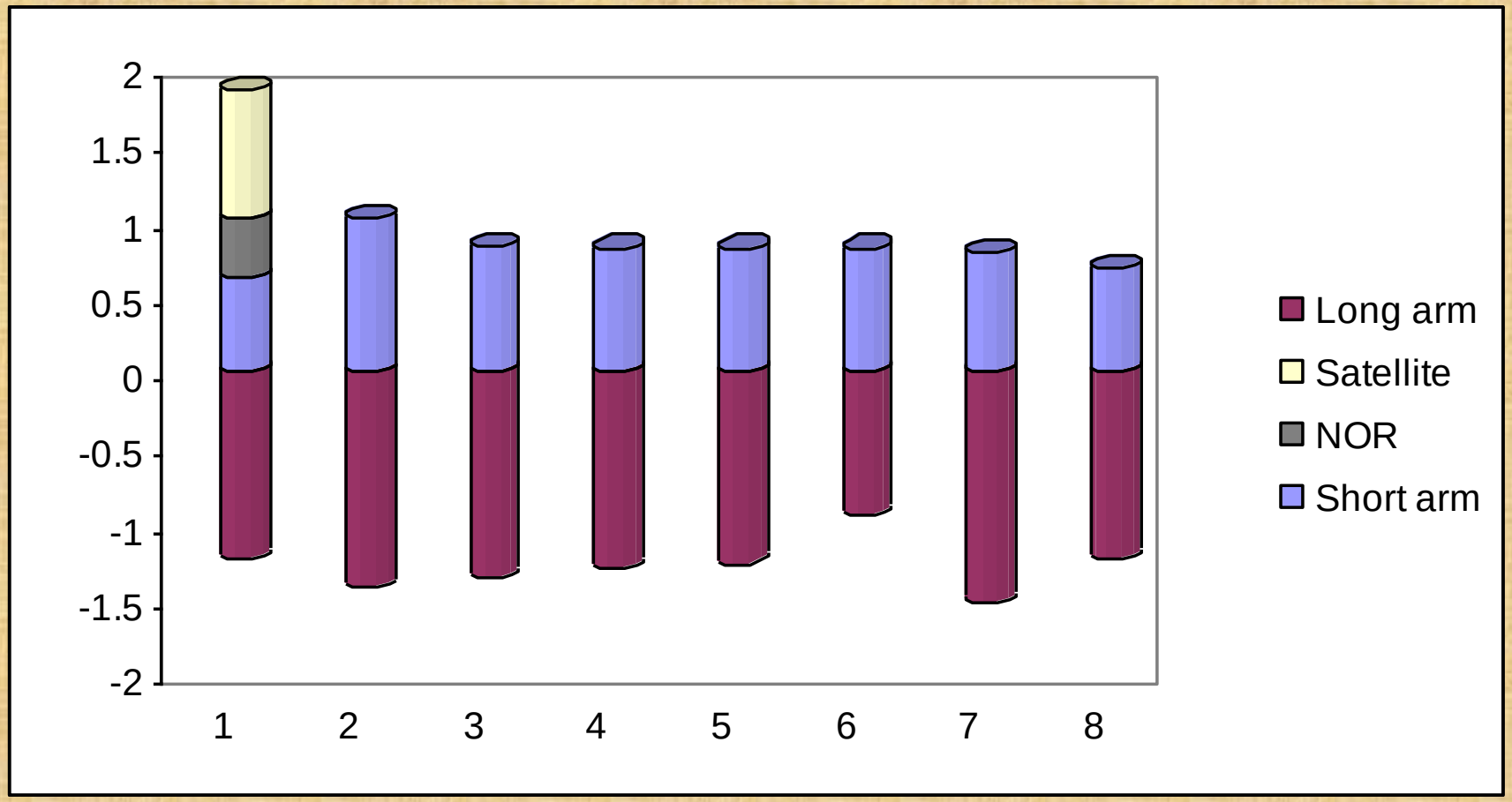
کاریوگرام



آیدیوگرام

نمایش گرافیکي از کروموزوم ها که در آن کروموزوم ها بر اساس اندازه از بزرگ به کوچک مرتب شده اند.

آیدیوگرام



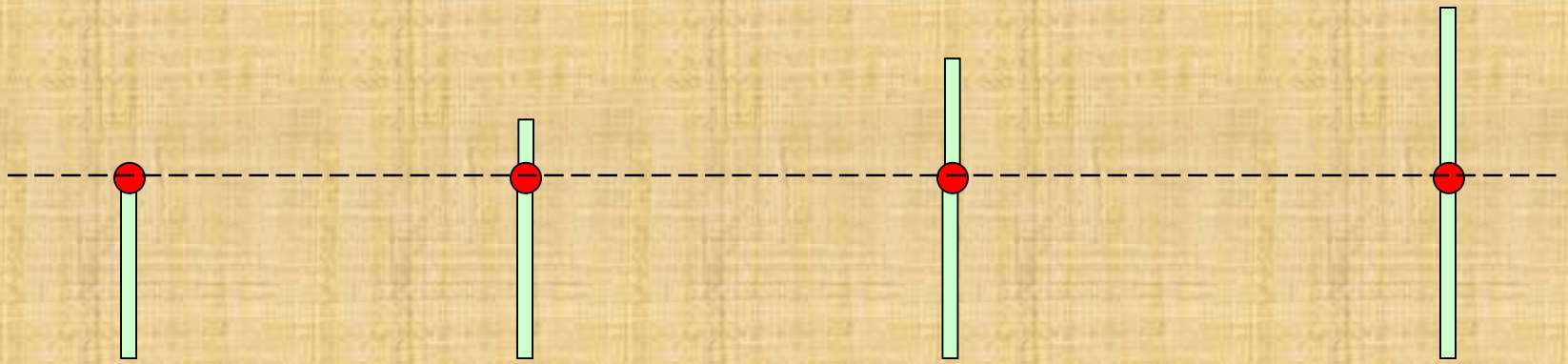
آيديوكرام

بازوي بلند همواره پايين و بازوي كوتاه در بالا قرار مي گيرد و سانترومرها در يک خط قرار مي گيرند.

شکل کروموزوم

بر اساس محل قرار گرفتن سانترومر کروموزوم ها به گروه هاي زير تقسیم میشوند:

1) متاسانتریک 2) ساب متاسانتریک 3) آکروسنتریک 4) تلوسنتریک



نام گذاری کروموزوم ها بر اساس روش لوان و همکاران

موقعیت سانترومر	نسبت L / S	تیپ کروموزوم
ميانی	1	متاسانتریک
منطقه ميانی	1.7	متاسانتریک
زير ميانی	3	ساب متاسانتریک
پائين تر از انتها	3	ساب تلوسانتریک
انتهايی	7.1	آکروسانتریک
انتهائی	بینهایت	تلوسانتریک

ویژگی کاریوتیپ

1- تفاوتهاي موجود در اندازه مطلق کروموزومها.

2- تفاوتهاي موجود در موقعیت سانترومرها.

3- تفاوتهاي موجود در اندازه نسبي کروموزومها.

4- تفاوتهاي موجود در عدد پایه کروموزومي (X).

5- تفاوت در تعداد و موقعیت ماهواره ها (Satellites) که نشان دهنده تفاوت در محل و اندازه مناطق هستک ساز (NOR) است.

6- تفاوتهاي موجود در مقدار و توزیع مناطق کروماتیني.

روش های باندینگ

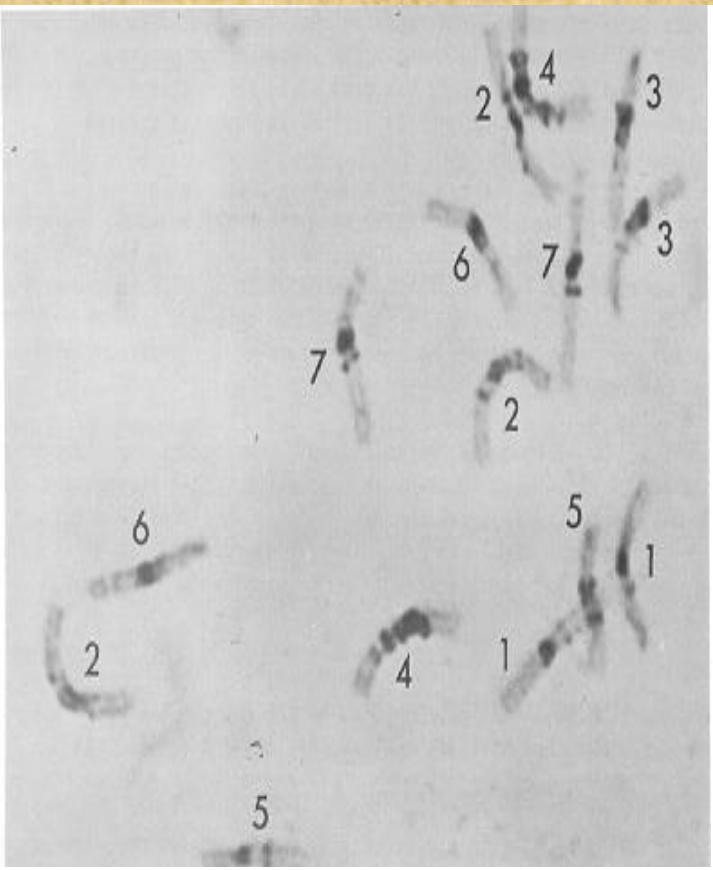
در برخي موارد روشهاي معمول تهيه كاريوتيپ امكان شناسايي كروموزوم ها زماني كه هم اندازه هستند و از نظر محل قرار گرفتن سانترومر نيز تقريبا يكسان هستند رانمي دهد در نتيجه در اين موارد از روش هاي باندينگ(Banding) استفاده مي شود.

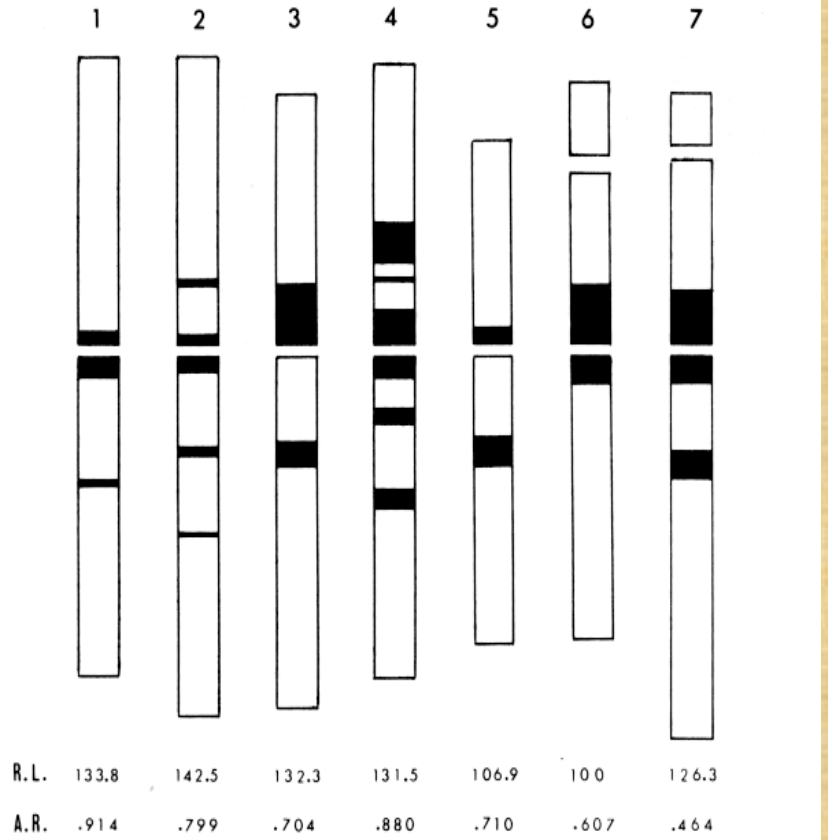
روش های باندینک

روش هاي باندينگ يعني به وجود آمدن نوارهائي روي كروموزوم ها كه امكان تشخيص دقيق كروموزوم ها را از هم مي دهد كه انواع R ، G، C، N و Q را دارد .

روش های C باندینگ

- روش C بیشتر منطقه هترو کروماتین سانترومري و احتمالا تلومري را رنگ آميزي مي کند (در واقع روش Cبراي تعيين محل دقيق سانترومر استفاده مي شود)

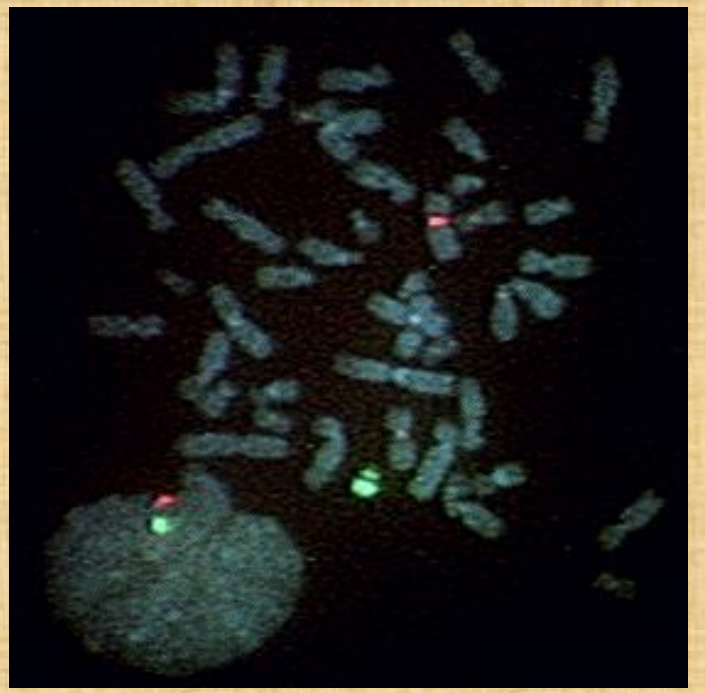

2
4
3
6
7
3
7
2
6
5
1
2
4
1
5


1
2
3
4
5
6
7
R.L. 133.8 142.5 132.3 131.5 106.9 100 126.3
A.R. .914 .799 .704 .880 .710 .607 .464

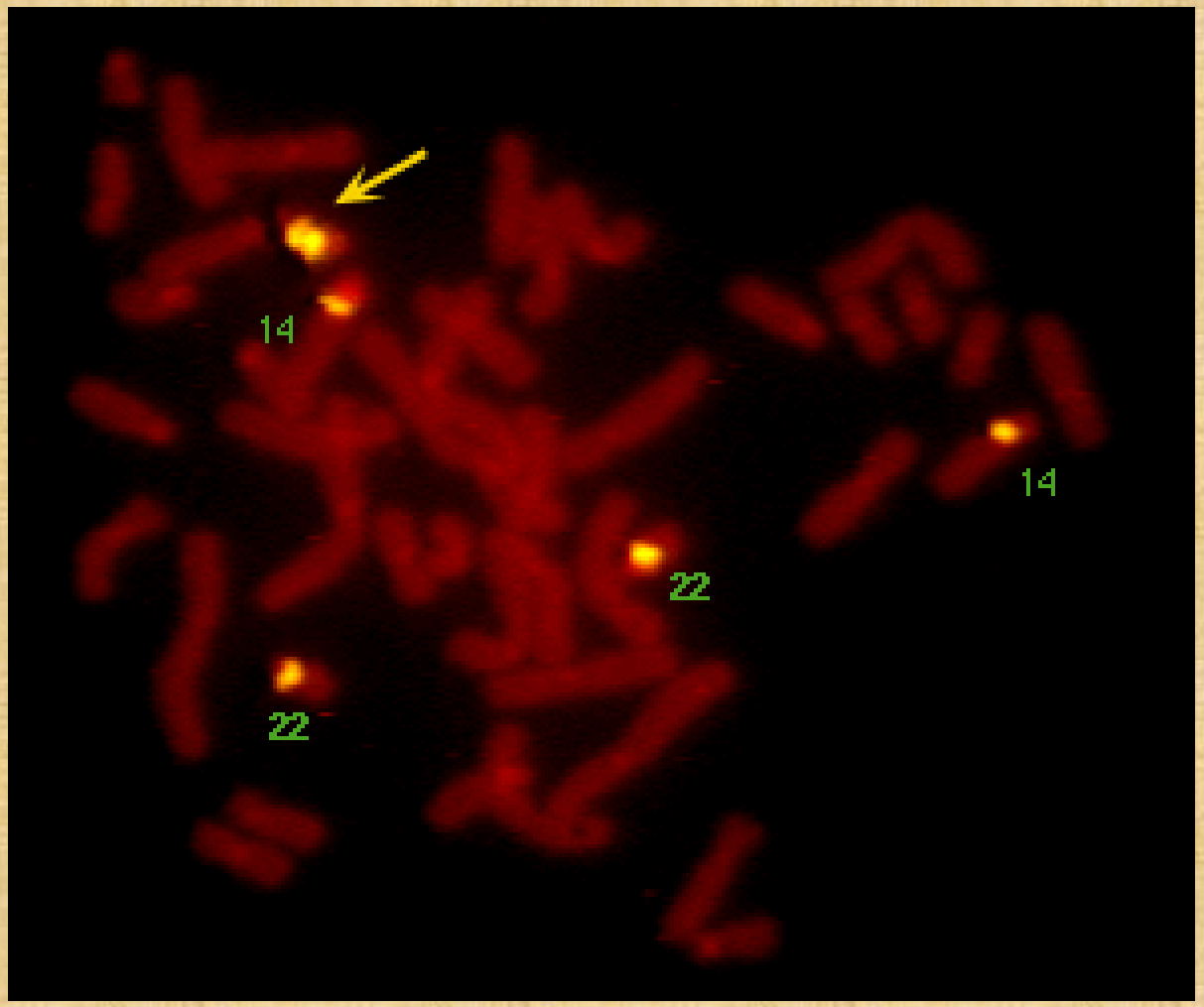
C بانديڤنگ

Q باندينگ

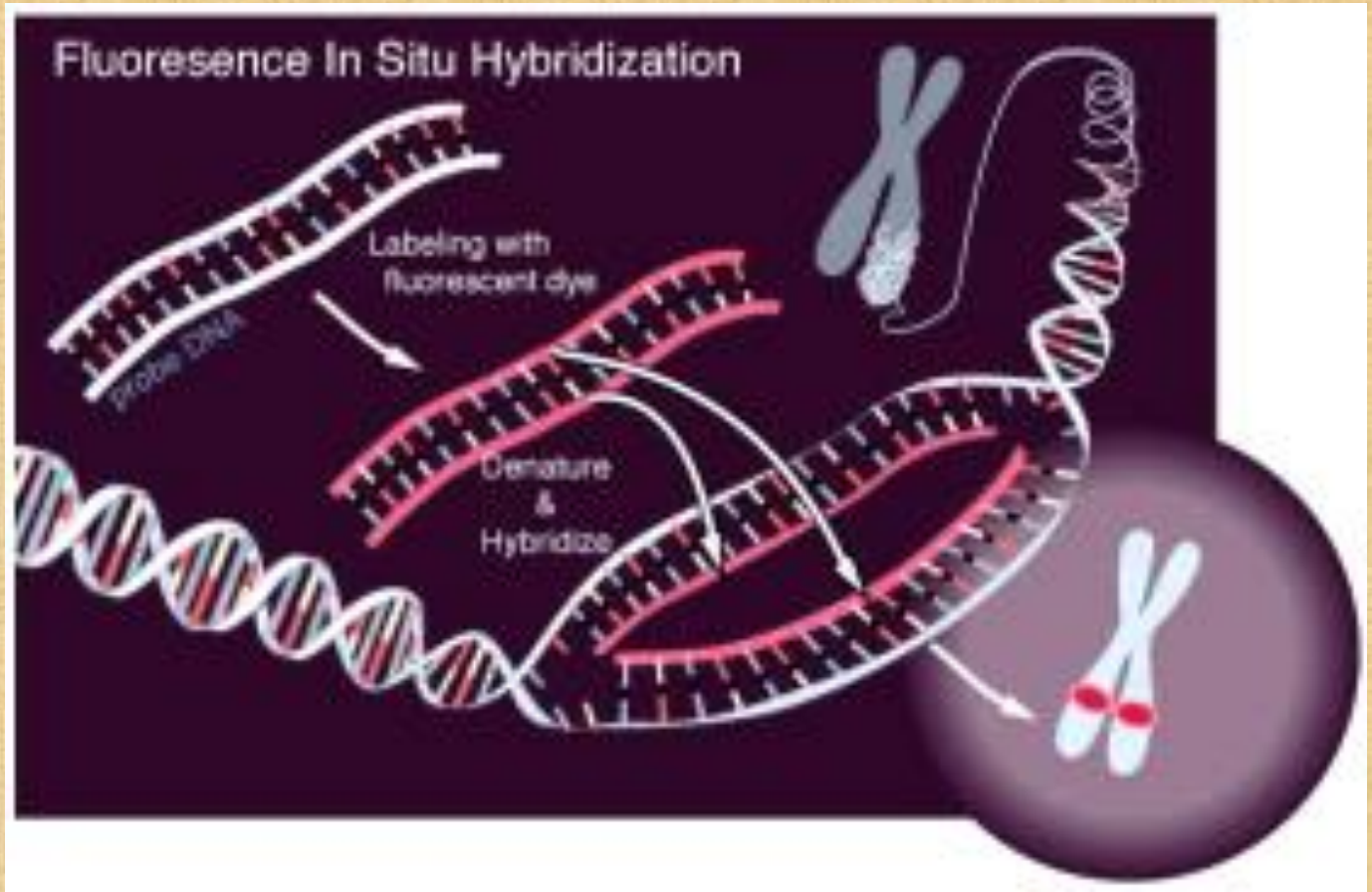
- در روش **Q** باندينگ، كروموزوم ها با كين آكرين رنگ آميزي مي شوند و بررسي ها با ميكروسكوپ اشعه **U.V** مي باشد كه بخشهاي تاريك و روشن ديده مي شود .



تشخیص NOR توسط Q باندینگ

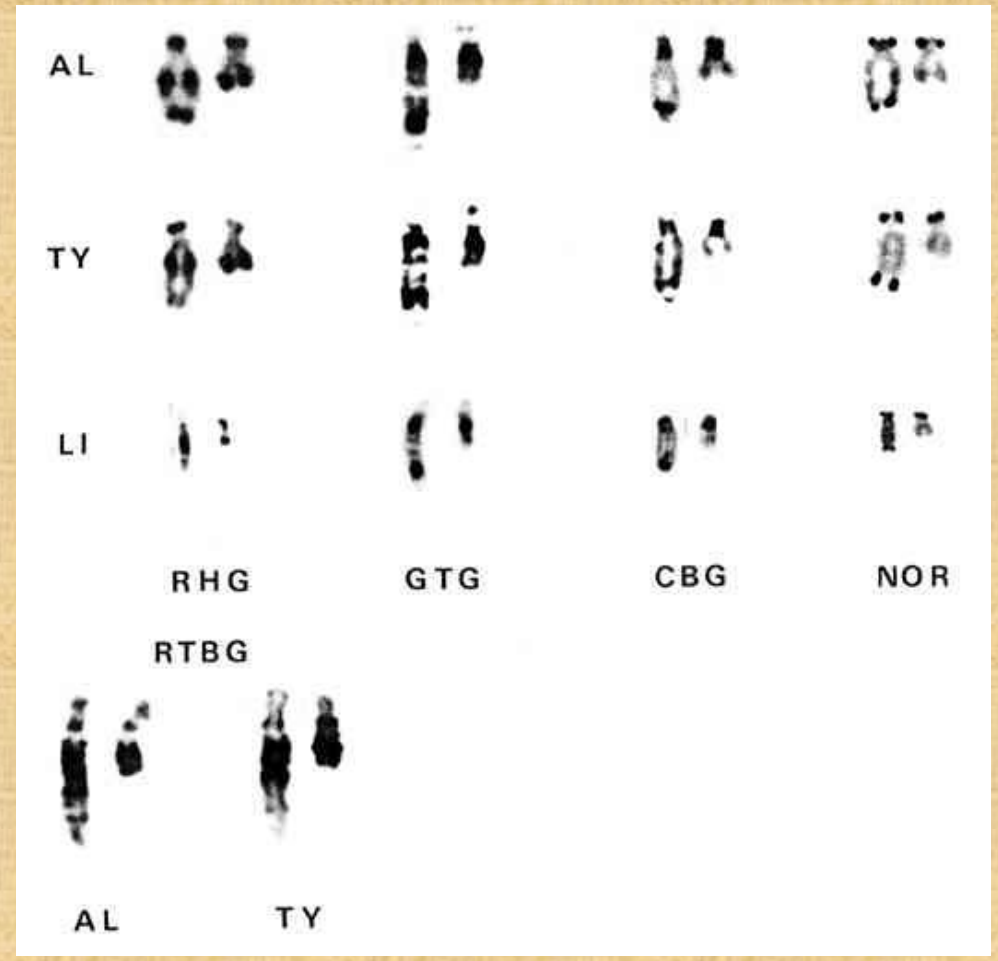


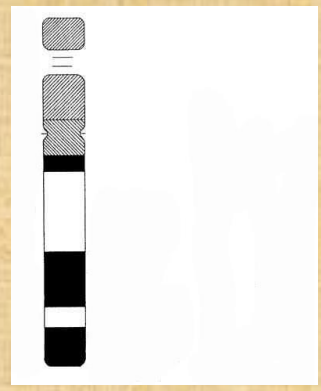
نحوه ایجاد FISH

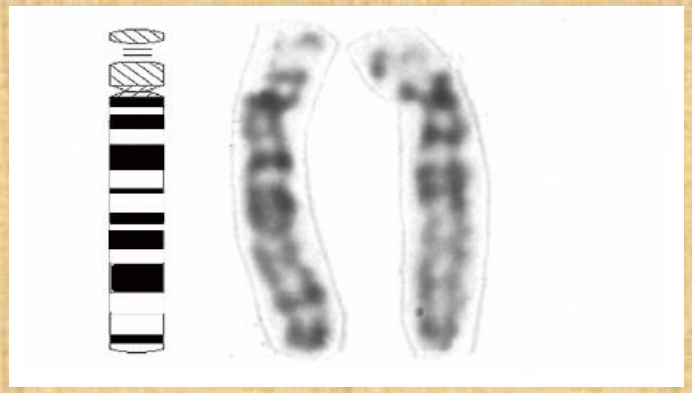


روش های R , G باندینگ

- در روش هايR و G رنگ آميزي توسط گيمسا انجام مي گيرد و در واقع هتروكروماتين اختياري را رنگ آميزي مي كنند. در نتيجه نوار هائي روي كروموزوم ايجاد مي شود .
- هر جا درG نوار پر رنگ داريم در R نوار كم رنگ داريمR، Gبا ميكروسكوپ معمولي مطالعه مي شوند.







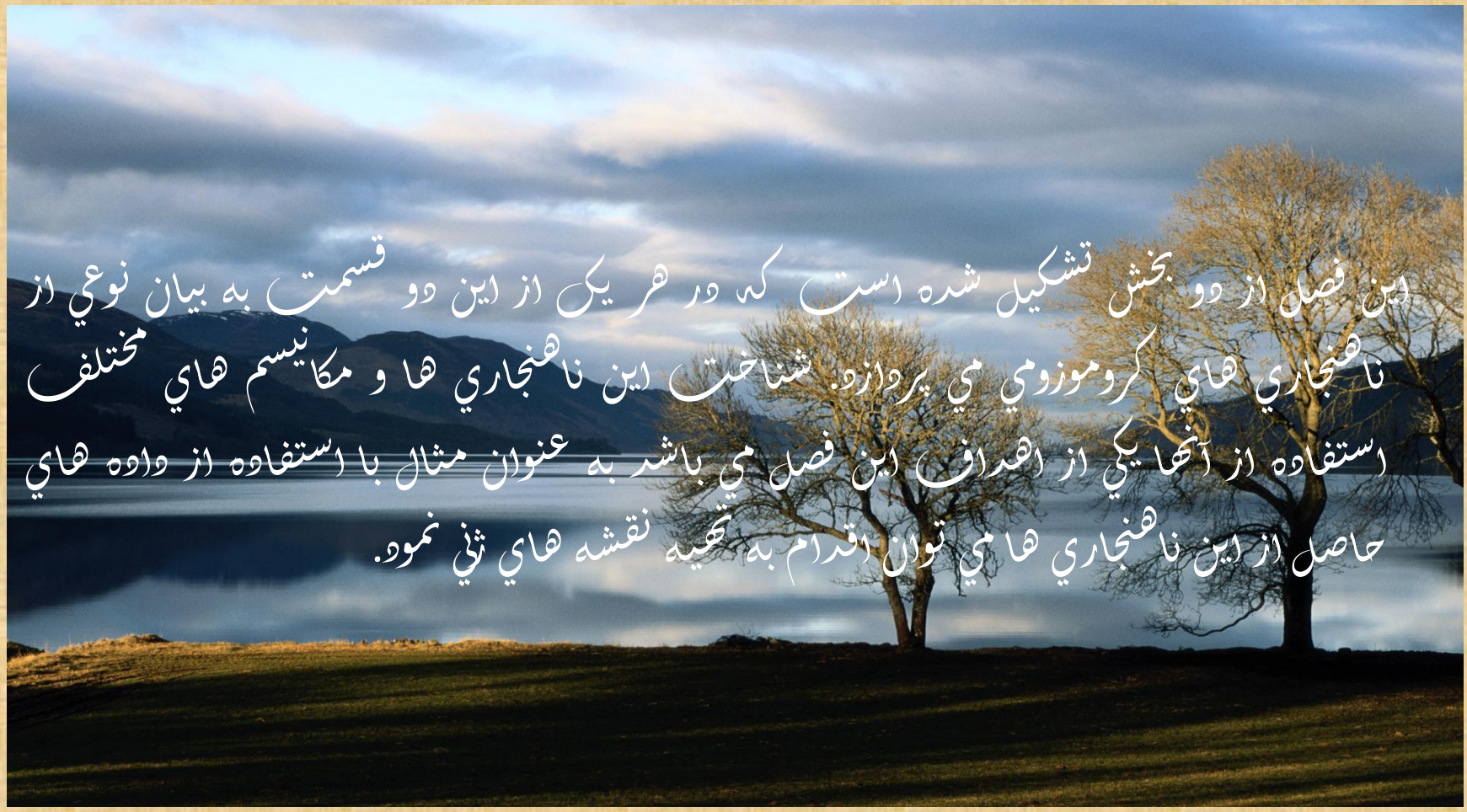
R و G بانڈنگ

تجزیه کاریوتایپ کروموزوم های جو

گیاه جو یک گیاه $2n=2X=14$ می باشد در این مجموعه کروموزوم های شماره 6و7 دارای ماهواره بوده و کروموزوم شماره 5 کوتاهترین عضو می باشد، همه این مجموعه را کروموزوم های متا سانتریک تشکیل می دهند.

فصل ششم
(الف)
ناهنجاري هاي كروموزومي - تغييرات ساختماني كروموزوم

اهداف آموزشي



اين فصل از دو بخش تشكيل شده است كه در هر يك از اين دو قسمت به بيان نوعي از ناهنجاري هاي كروموزومي مي پردازد. شناخت اين ناهنجاري ها و مكانيسم هاي مختلف استفاده از آنها يكي از اهداف اين فصل مي باشد به عنوان مثال با استفاده از داده هاي حاصل از اين ناهنجاري ها مي توان اقدام به تهيه نقشه هاي ژني نمود.

ناهنجاری های کروموزومی

انواع ناهنجاري هاي كروموزومي:

الف) تغييرات ساختماني كروموزوم **(Structure)**

ب) تغيير در تعداد كروموزوم ها **(Numerical)**

تغييرات ساختمانی

- تغييرات ساختماني؛ باعث ايجاد تغييرات در سطح كروموزوم مي شوند. كه اين تغييرات خود يكي از مهمترين عوامل موثر در سير تكاملي موجودات به شمار مي روند.

تغییرات ساختمانی

تغییرات ساختماني اجبارا نیاز به شکستن بازوهاي کروموزومي دارد. بخش شکسته شده ممکن است :

الف) کاملا از بین برود **(Deletion)**

ب) در جاي دیگري قرار گیرد**(Translocation)**

ج) در جاي خود معکوس شود **(Inversion)**

موانع تغییرات ساختاری

1) اثرات منفي فنوتيپي

2) وجود سانترومر

3) وجود تلومر

4) هماهنگي بين اندازه ياخته و هسته

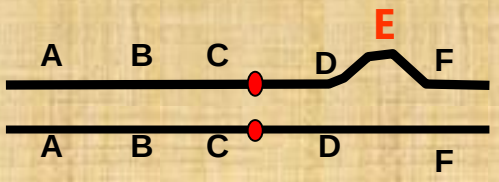
5) افت باروري

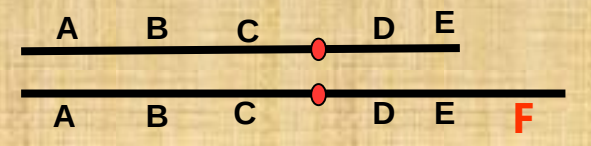
۱) کمبودها

- کمبود شامل جدا شدن و حذف یک بلوک کروماتینی از بقیه کروموزوم می باشد.
- قسمت حذف شده اگر فاقد سانترومر باشد در موجودات عالی حذف می شود چرا که هیچ ظرفیت حرکتی در آنافاز نخواهد داشت و قسمت باقی مانده که دارای سانترومر می باشد به عنوان کرو موزومی که به طور ژنتیکی کمبود دارد عمل می نماید.

کمبود و حذف

در اکثر منابع این دو اصطلاح را مترادف در نظر مي گيرند اما در واقع کمبود؛ بيانگر هر نوع کاهش کروموزومي است در حالي که حذف؛ به کمبود مرتبط به ناحيه دروني گفته مي شود.



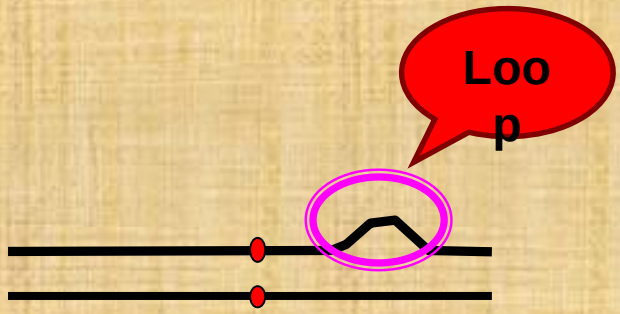


ايجاد حلقه

اگر قطعه كمبود به اندازه كافي بلند باشد و در ناحيه بينابيني قرار گرفته باشد در مطالعات پاكينما معمولا در كروموزوم هموگلوگ در همان ناحيه يک حلقه **(Loop)** مشاهده مي شود اين در حالي است كه يک كمبود انتهائي به يک ناحيه انتهائي جفت نشده منجر مي گردد.

ايجاد حلقه

اين اشكال قابل مشاهده هر يک به عنوان راهکاري براي شناسائي کمبود ها به شمار مي روند.

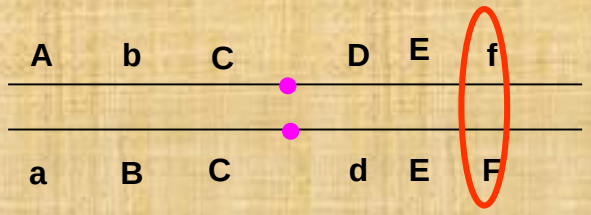


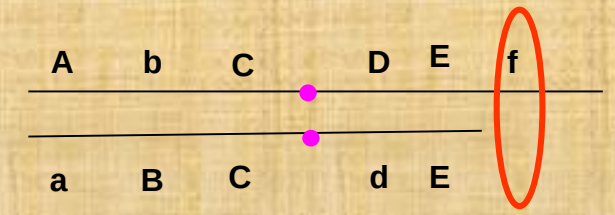
نقش نقصان در تحول

- در سير تكاملي موجودات نقصان داراي نقش چندان مهمي نمي باشد چرا كه سبب از دست رفتن مقداري از ماده ژنتيكي مي شود هرچند كه اين احتمال وجود دارد كه نقصان در شكل گيري كروموزوم **y** از كروموزوم **X** نقش مهمي بازي كند.

غالبيت كاذب

- آنچه در مورد نقصان مهم است؛ اين است كه نقصان سبب بروز ‹‹ غالبيت كاذب ›› مي گردد كه اين امر در مكان يابي فيزيكي ژنها كاربرد بسياري دارد.

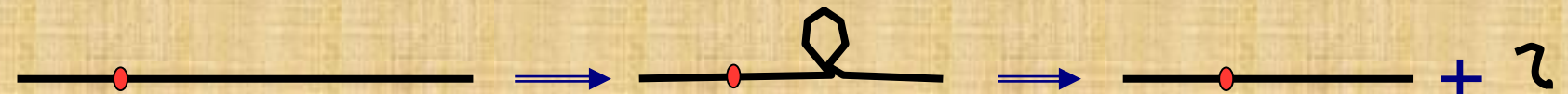




چگونگی ایجاد کمبود

نکته :

- فقدان انتهائي در نتيجه ايجاد يک شکستگي مي با شد اما فقدان مياني در نتيجه ايجاد دو شکستگي و در دنباله جوش خوردن دو انتهاي شکسته شده به وجود مي آيد. اکثر کمبود ها توسط اشعه X و گاها توسط نوترون هاي سريع به وجود مي آيند.



مکان ایجاد نقصان

- مطالعات صورت گرفته بیانگر این نکته است که مکان ایجاد نقصان غیر تصادفي مي باشد و معمولا شکستگیها در مجاورت نواحي هتروکروماتیني روي مي دهند.
- در خصوص گندم کروموزوم هاي ژنوم **B** نسبت به شکستگي ها آسیب پذیرتر هستند چرا که این کروموزوم ها نسبت به کروموزوم هاي ژنوم **A**و**D** هتروکروماتین بیشتري دارند.

روش تشخیص حذف

حذف ها به وسیله گیمسا؛ سي و ان باندینگ و روش هیبریداسیون در آزمایشگاه تشخیص داده مي شوند.

کروموزوم های حلقوی

این کروموزوم ها نتیجه :

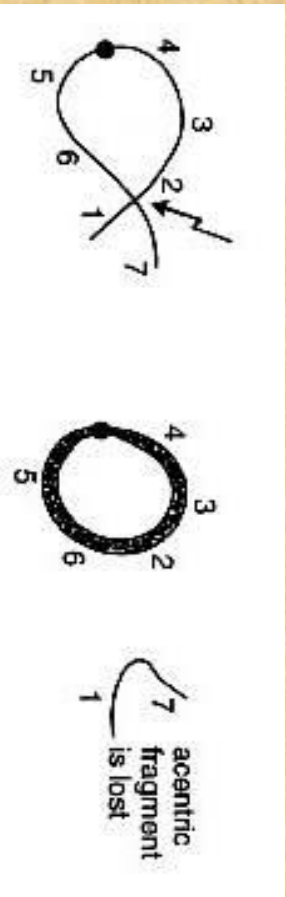
ایجاد شکستگی

↓

اتصال

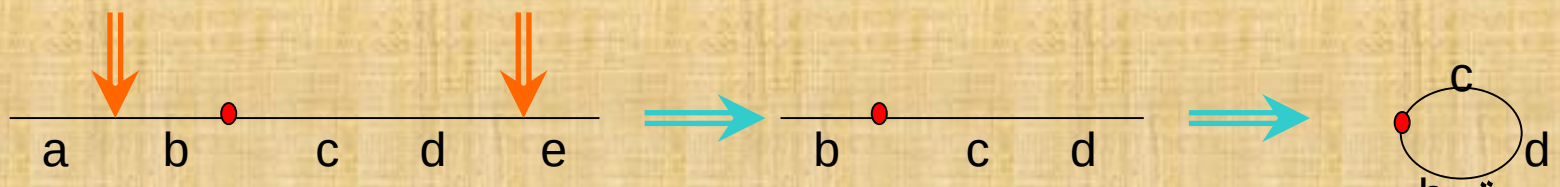
↓

تشکیل پل



مهمترین خصوصیات کروموزوم های حلقوی

- هر گاه در یک کروموزوم در دو انتها شکستگی به وجودآید و سپس دو انتها به هم متصل گردند در نتیجه کروموزوم هاي حلقوي به وجود مي آيند.

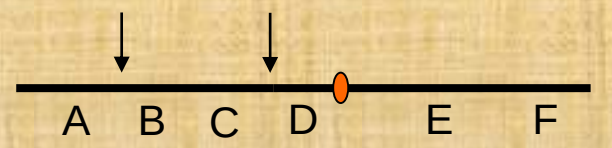


- در طي تقسيمات سلولي ثابت نبوده و حذف مي شوند.

۲) دوبرابر شدن کروموزم ها

دو برابر شدن یا دوپلیکاسیون عبارتند از:

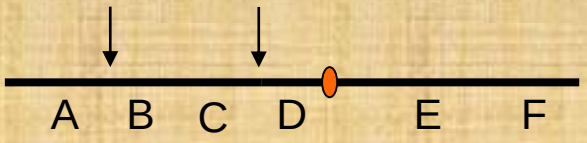
تکرار شدن یک یا چند بار یک بخش از کروموزوم



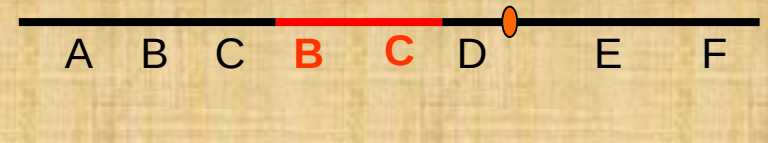
کروموزوم نرمال

کروموزوم دوبرابر شده

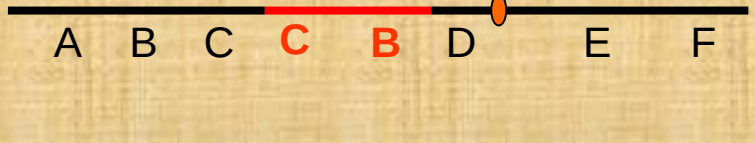
انواع دوبرابر شدن کروموزوم ها



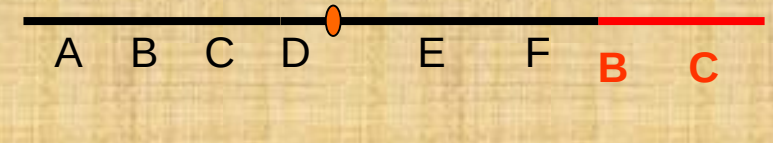
کروموزوم نرمال



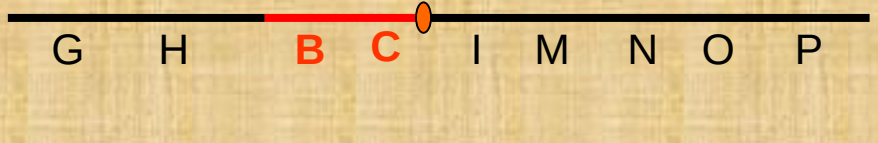
دوپلکاسیون تاندوم



دوپلیکاسیون عکس تاندوم



دوپلیکاسیون در یک بازوي متفاوت



دوپلیکاسیون غیر هومولوگ

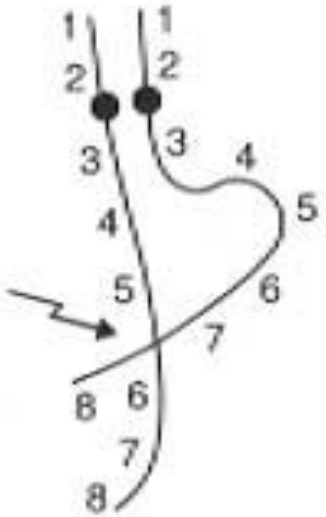
منشا دوبرابر شدن و کمبود

1- ازدیاد و دوبرابر شدن به صورت خودبه خودي در طبیعت

2- استفاده از تابشهاي یونیزه کننده

3- تبادلات داخل کروموزومي

4- در اثر شکستگي پل هاي دي سانتریک در آنافاز 1 و 2 میوز و آنافاز میتوزي اسپور در نتاج هتروزیگوت هاي معکوسDP_DF تولید مي شود.



کمبود

دوپلیکاسیون

کمبود و دوپلیکاسیون

شناسایی دو برابر شده ها و کمبودها

الف- بررسي سيتولوژيكي پا كينما

ب- فنوتيپ دانه گرده

انتقال دو برابر شده ها و کمبودها

فراواني افراد دوبرابر شده و داراي کمبود:

1- فراواني مگاسپورهاي DP و DF

2- قابليت ابقاء مگاسپورهاي DP و DF

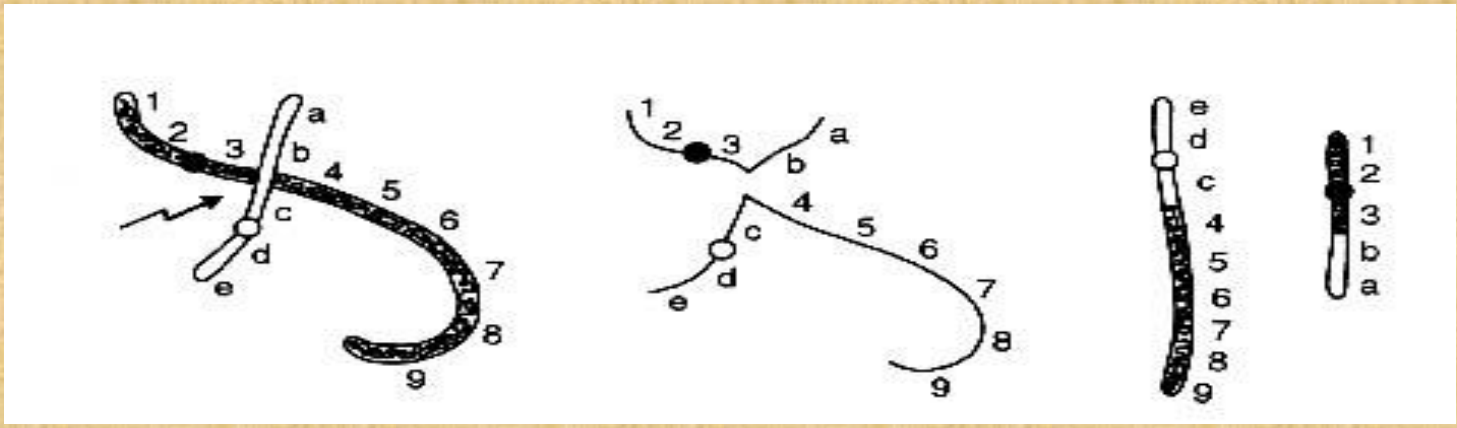
استفاده از دوبرابر شده ها و کمبودها در مطالعات ژنتیکی

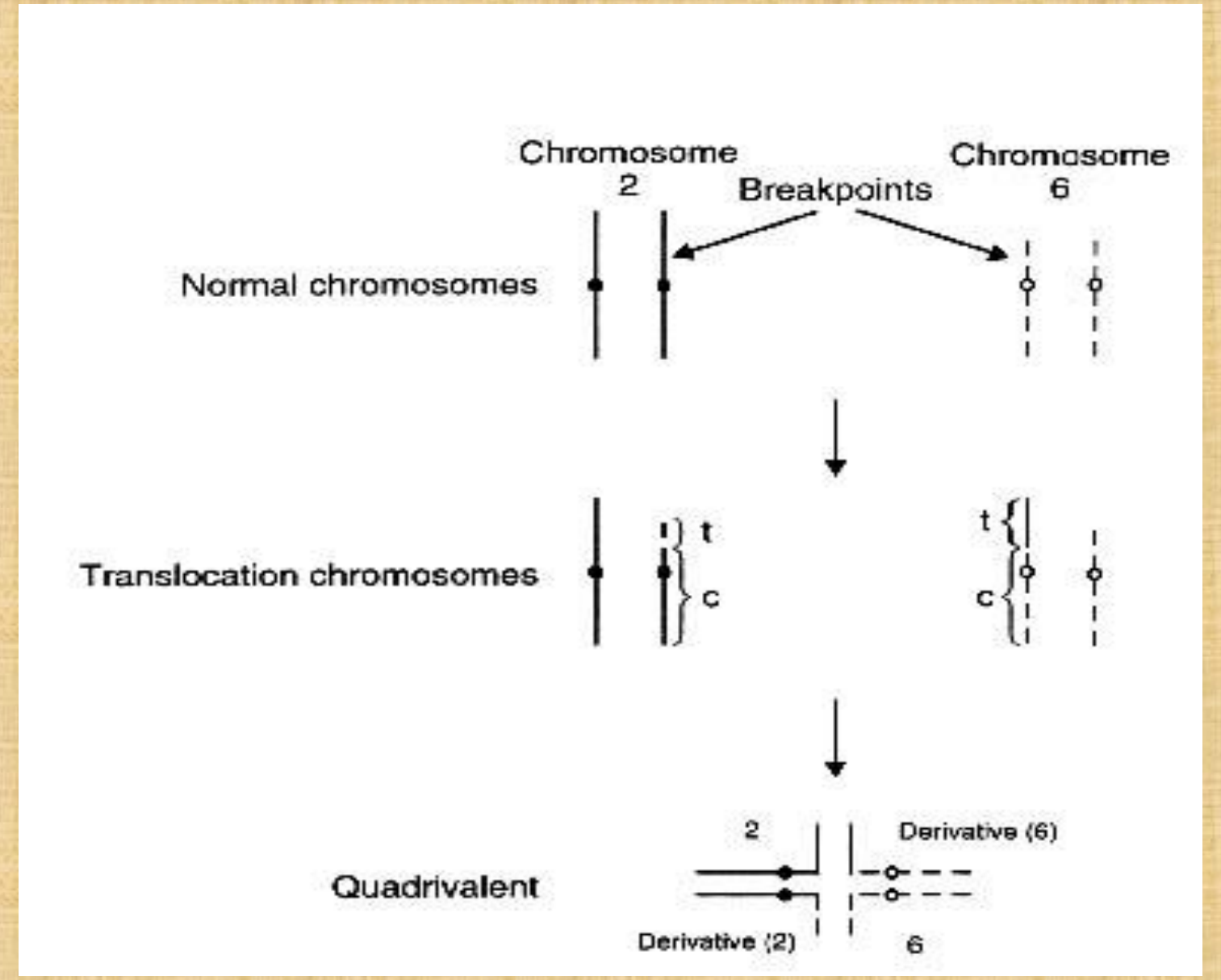
- موقعیت یابی و توالی یابی ژنها
- تعیین موقعیت نقاط جا به جا شده با استفاده از نسبت های تفرق

۳) تبادلات

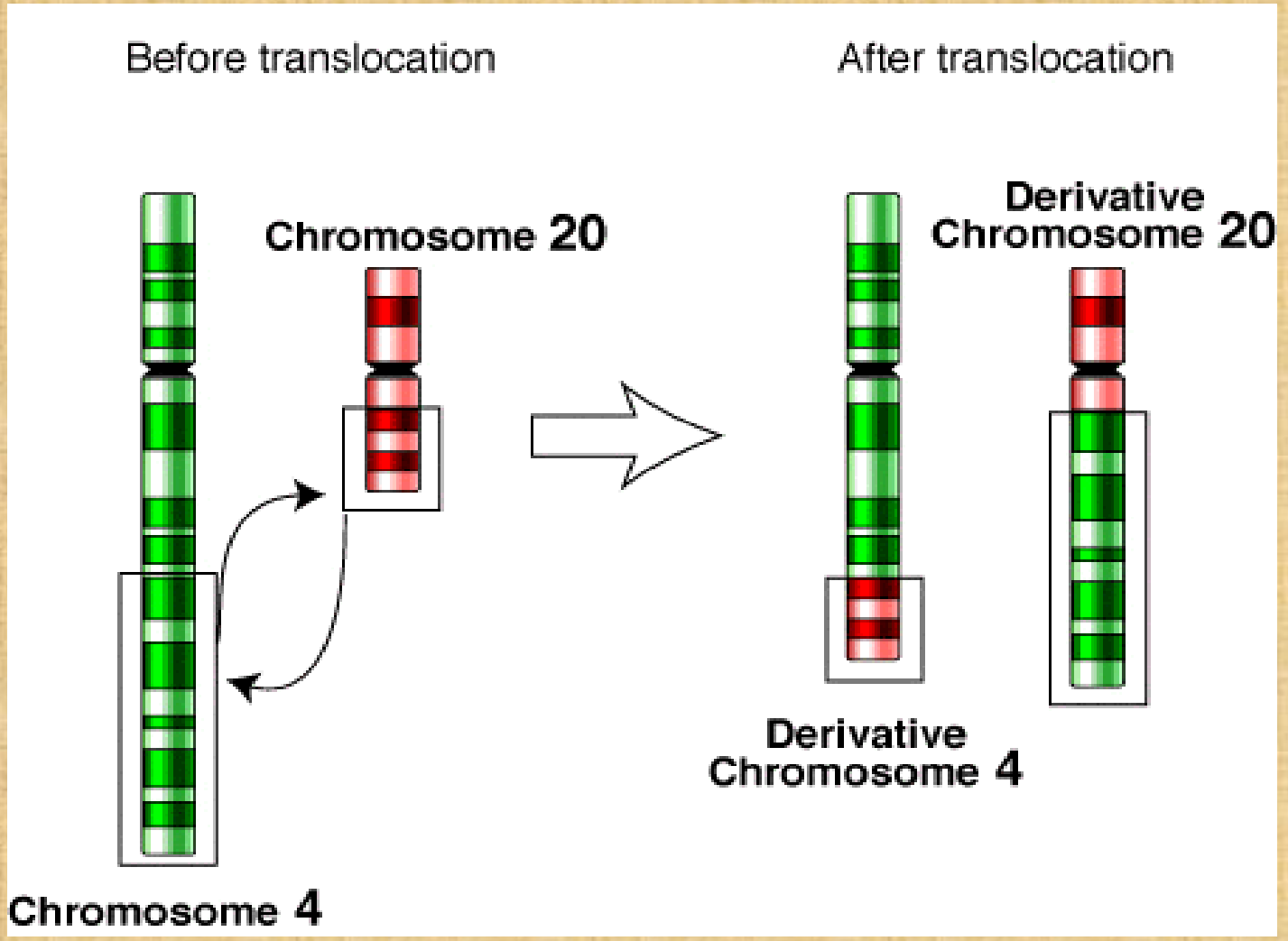
جابجائي ها؛

نتيجه تبادل متقابل دو طرفه قطعات انتهائي كروموزوم هاي غير هومولوگ مي باشند.




Chromosome 2
Breakpoints
Chromosome 6
Normal chromosomes
Translocation chromosomes
t
c
t
c
Quadrivalent
2
Derivative (6)
Derivative (2)
6

جا به جايي



تبادل كروموزومي بين كروموزوم هاي 4 و 20

اساس تولید آزمایشگرهای دارای تبادل

- مجموعه آزمایشگر با جابه جائي كامل به دست آمده اند كه از آنها در مطالعات سيتولوژيكي چندين گونه گياهي مثل جو، ذرت، پنبه و ... استفاده شده است.

شناسائی کروموزوم های تبادل یافته

پایه های گیاهی که دارای تبادل کروموزوم های نا مشخص است را می توان از نظر سیتولوژیکی با مطالعه آرایشهای کروموزومی در پا کینما، دیا کینز و متافاز I در یک هیبرید F1 مرتبط با آزمایشگر های دارای جابجائی مشخص و گیاهان آنوپلوئید شناسائی نمود.

تبادلات B-A

مبادله يا جابجائي هاي B-A براي آناليز ژنتيكي ذرت بسيار مفيد است.

اين مبادله به وسيله جابجائي بين يک عضو استاندارد، کروموزوم A مجموعه و يک نوع کروموزوم اضافي ، کروموزوم B به دست مي آيد.

کروموزوم B

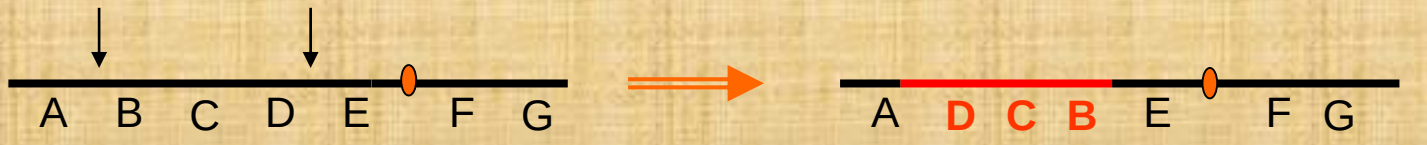
نقش تبادلات کروموزومی در تکامل گیاهان

تبادلات کروموزومي در تکامل و گونه زائي چندين گونه گياهي از جمله چاودار و اونوترا نقش مهمي را ايفا نموده اند.

4) وارونگی های کروموزومی (Inversions)

وارونگي كروموزومي عبارت است از:

تغییر در توالي خطي ژن ها در یک کروموزوم که موجب معکوس شدن یک قطعه کروموزوم شود



انواع وارونگی

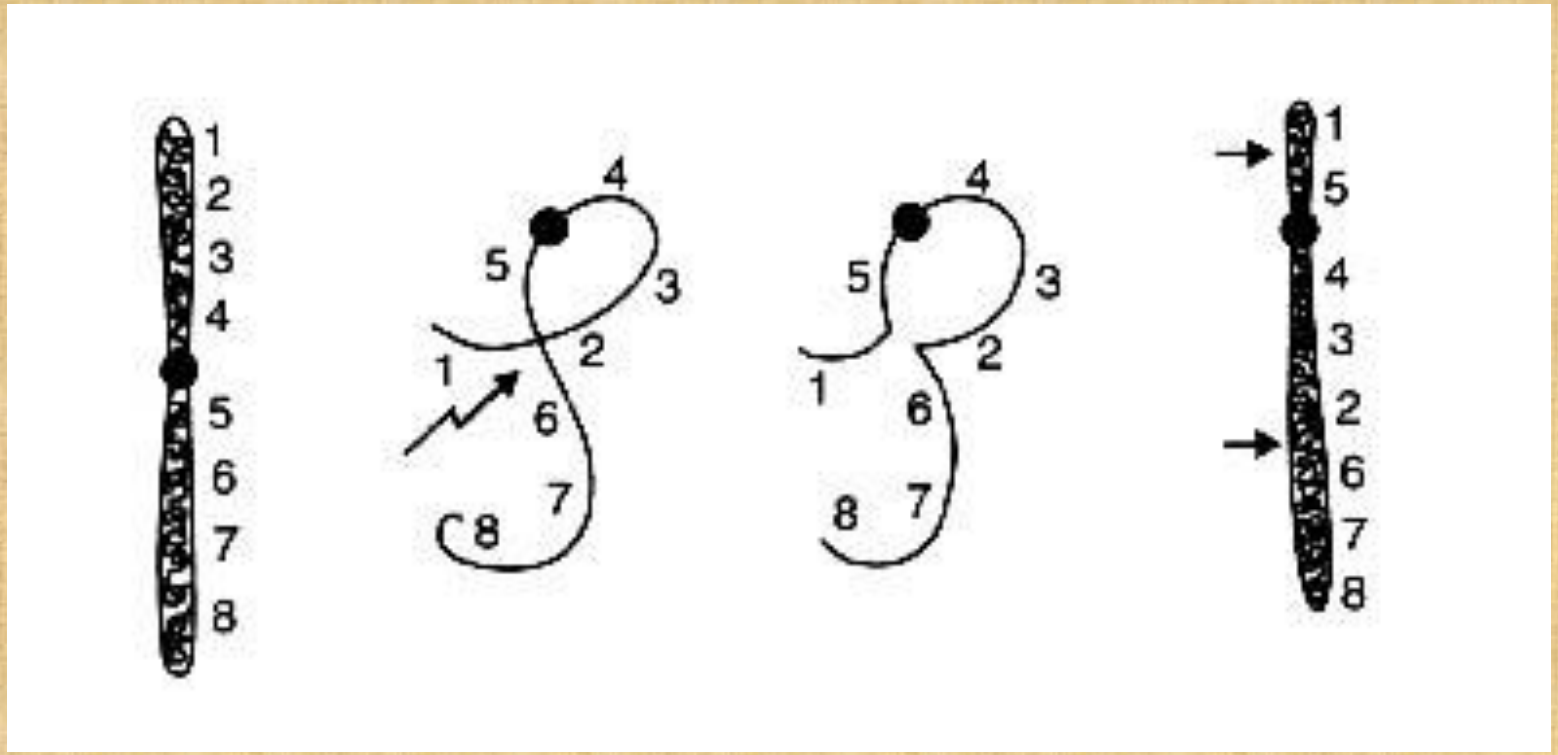
1- وارونگي پاراسانتريک:

- در اين نوع وارونگي هر دو شکستگي در يک بازو اتفاق مي افتد، در نتيجه نواحي وارونه شده کينه توکور را در بر نميگيرد.
- اين نوع وارونگي منجر به سقط تخمک و دانه گرده سقط شده مي گردد. چون ...
- وارونگي هاي پاراسانتريک در مکان يابي ژن ها استفاده مي شود.

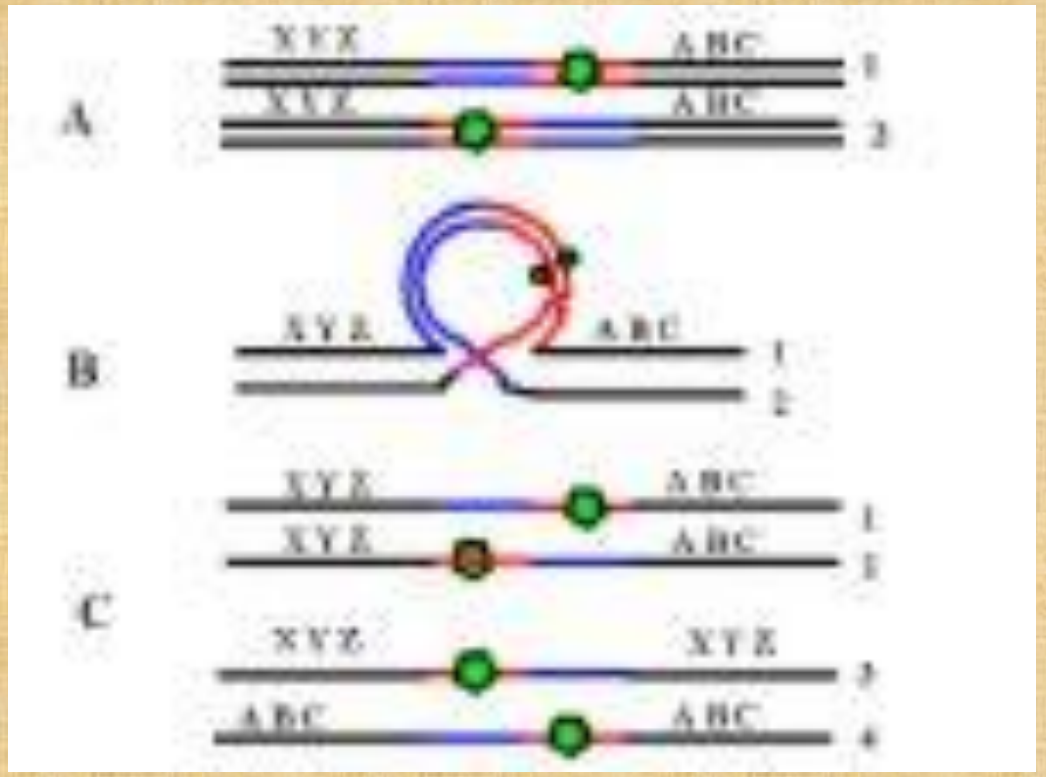
انواع وارونگی

2- وارونگي پري سانتريک :

- در وارونگي پري سانتريک، دو شکستگي در بازوهاي مخالف يک کروموزوم روي مي دهد.
- وارونگي پري سانتريک ممکن است موقعيت کينه توکور را در يک کروموزوم را تغيير دهند که منجر به تغيير در نسبت بازو ها خواهد شد.
- از نظر باروري نيز چون اين وارونگي ها منجر به توليد کروموزوم هاي داراي کمبود و ازدياد هستند در نتيجه موجب سقط دانه گرده و تخمک مي شود.



نحوه ایجاد وارونگی



وارونگي پري سانټريک

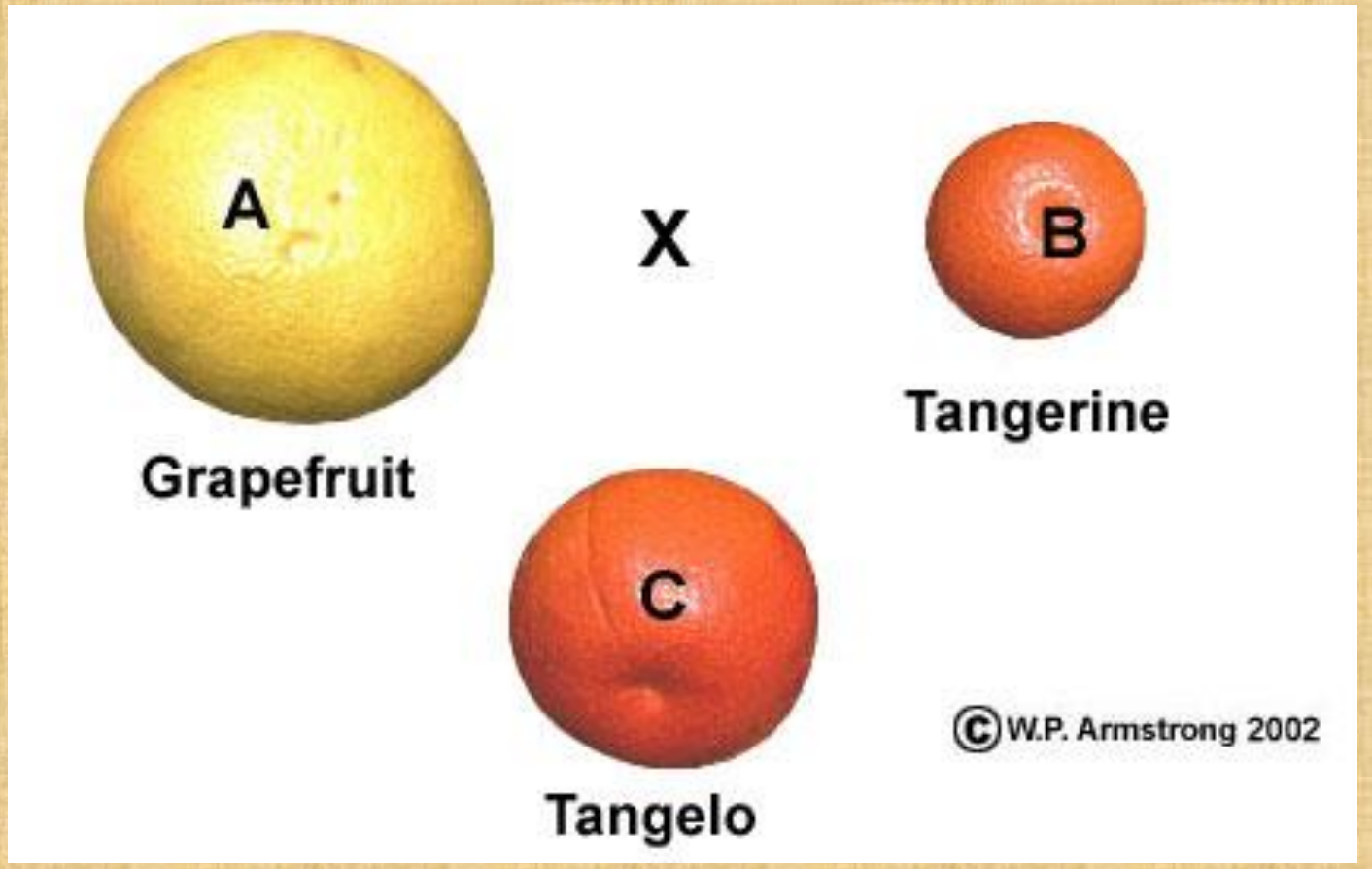
ميزان سقط گرده و تخمک

- در مواردي که تفاوت بين ميزان سقط دانه گرده و تخمک ديده مي شود به دليل فراواني بيشتر کراسينگ آور در گلهاي نر نسبت به گل هاي ماده مي باشد.
- وارونگي ها اغلب به عنوان بازدارنده هاي کراس آور شناخته مي شود.

فصل ششم

(ب)

نا هنجاري هاي كروموزومي - تغييرات عددي كروموزوم



دورگ گيري بين گونه اي

هتروپلوئیدی

فردي كه حاوي تعدادي كروموزوم متفاوت با تعداد مونوپلوئيد يا ديپلوئيد واقعي باشد، هتروپلوئيد ناميده مي شود.

انواع هتروپلوئیدی

1) یوپلوئیدي (Euploidy)، تغییر در تعداد کل کروموزوم ثني

2) آنیوپلوئیدي (Aneuploidy)، تغییر در تعداد محدود کروموزوم

پلی پلوئیدی

X = تعداد کروموزوم های پایه است.

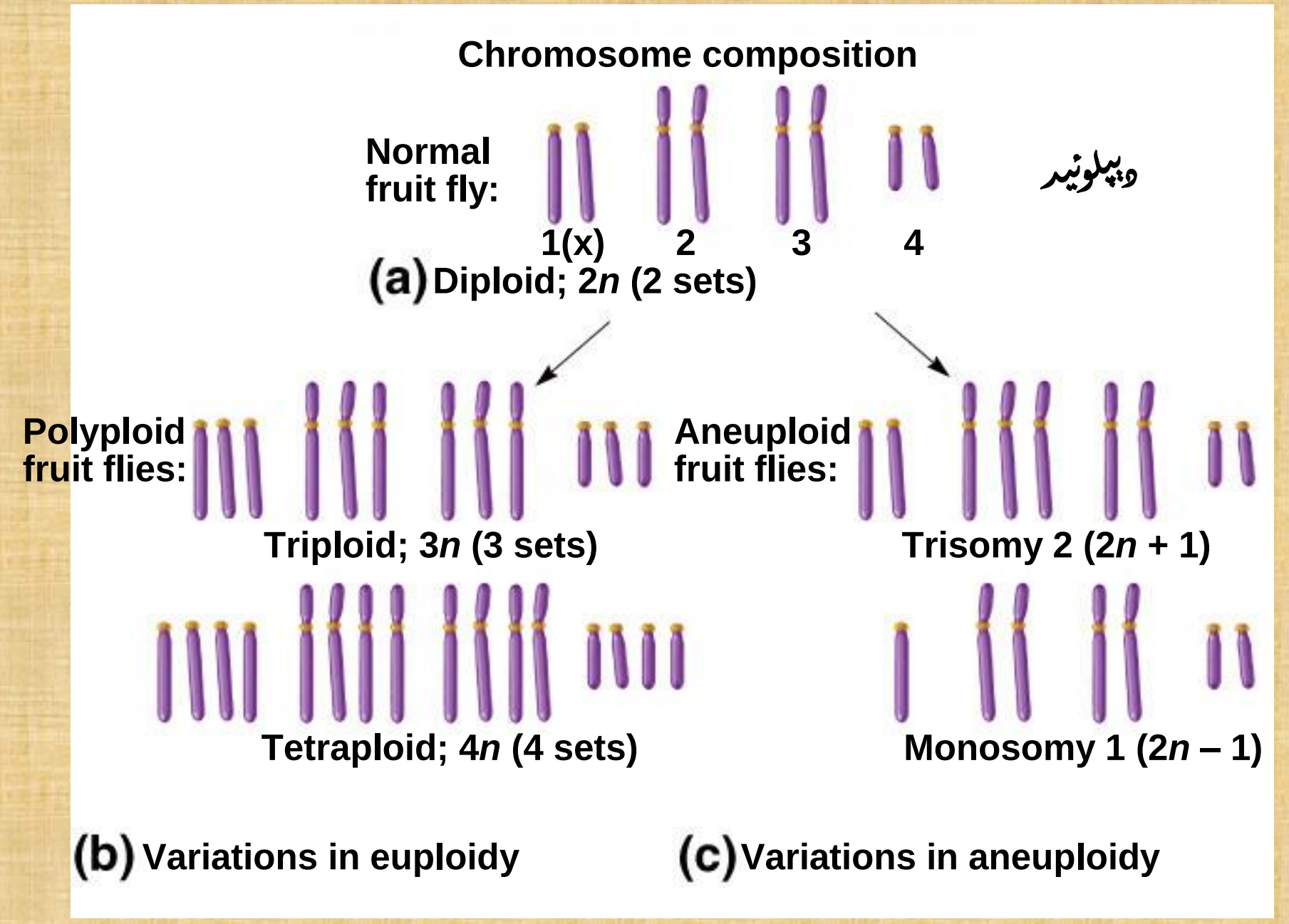
n = تعداد کروموزوم های گامتی است.

2n = تعداد کروموزوم های سوماتیکی یا زیگوتی است.

فرمول ژنوم تریتیکوم آستیوم: $2n = 6X = 42$

فرمول ژنوم هوردئوم ولگار: $2n = 2X = 14$

در هر دو مورد تعداد عدد پایه برابر 7 است (X =7)



وپپلوئید

انواع یو پلوئیدي

انواع آنیوپلوئیدي

یوپولوئیدی

افزایش تعداد پایه به دو صورت ممکن است:

1) اتوپلي پلوئيدي (Autopolyploid):

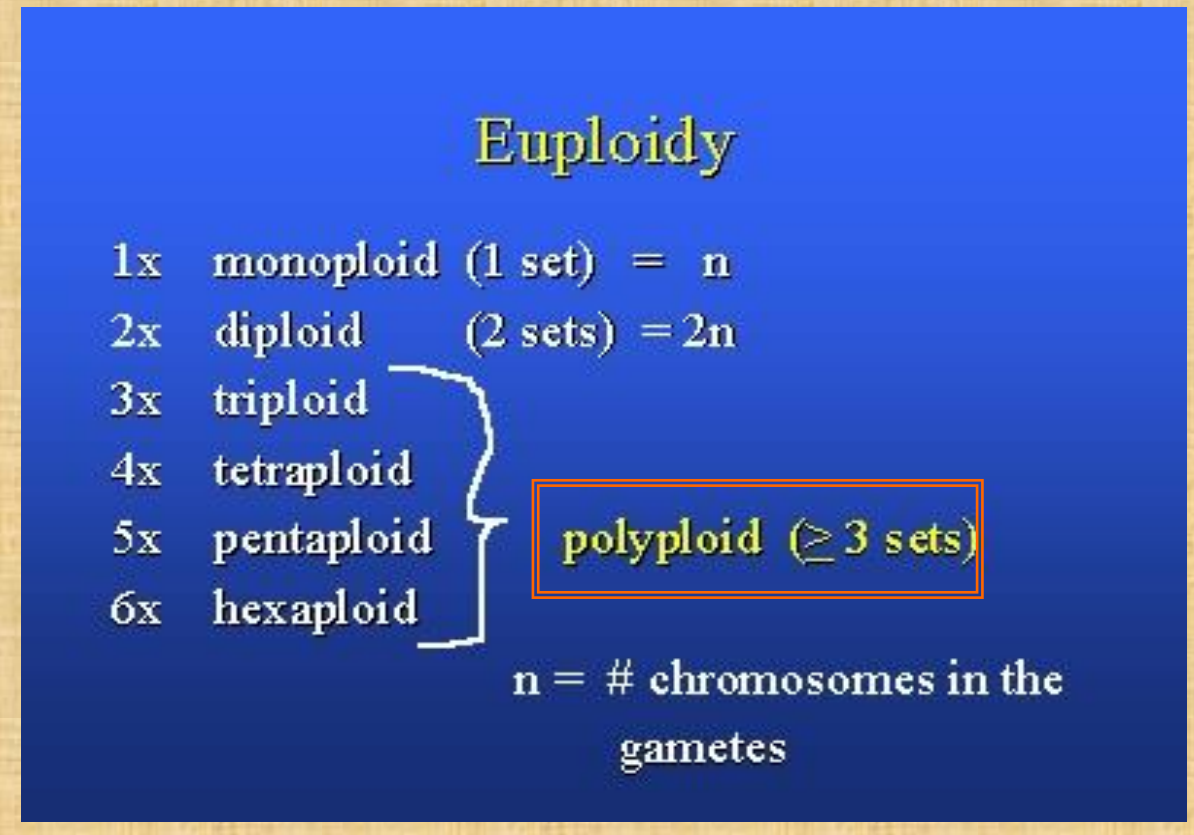
افزایش یک پایه معین (ژنوم**X**)، یعني افزایش از یک ژنوم باشد.

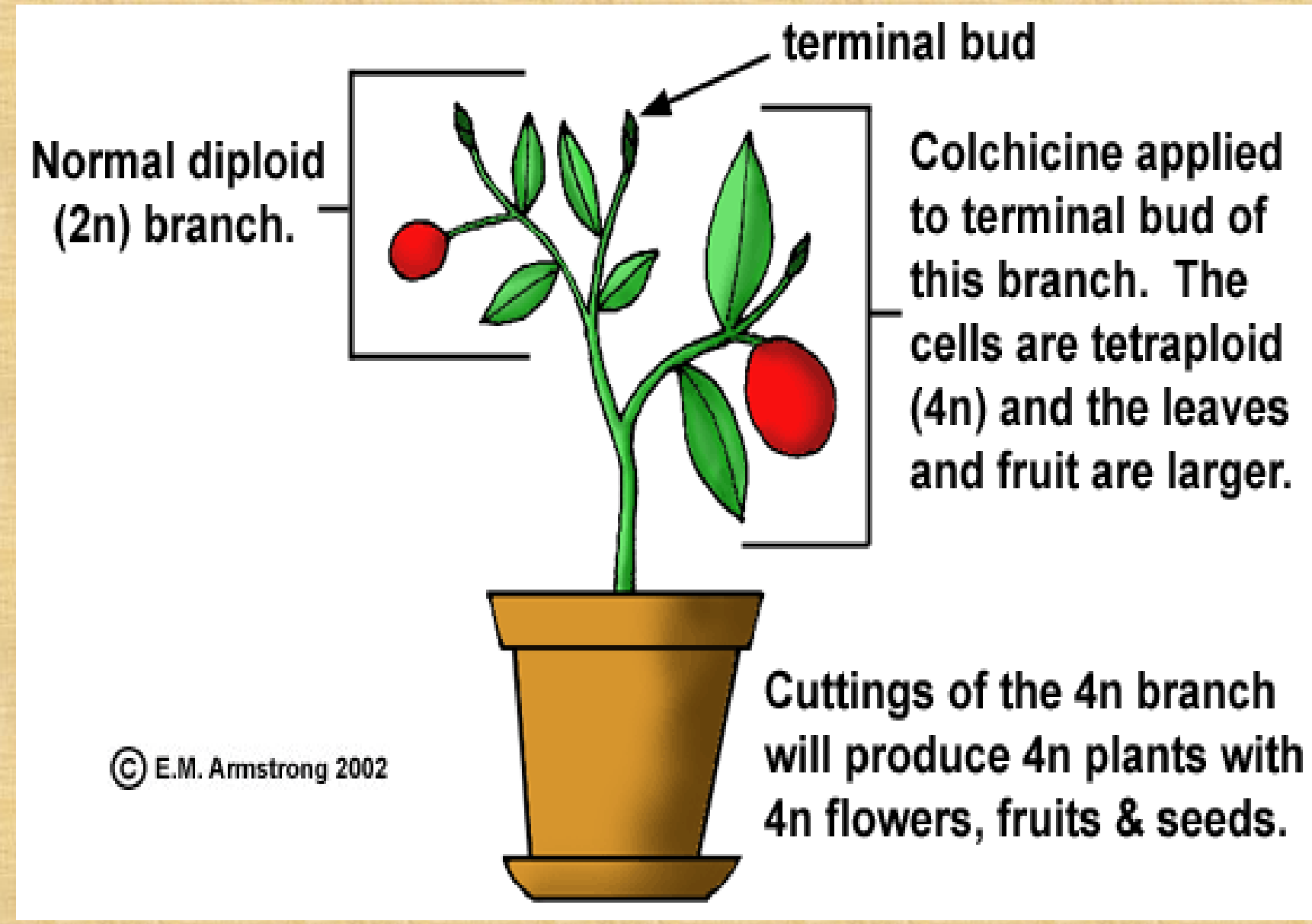
2) آلوپلي پلوئيدي(Allopolyploid):

افزایش در اثر جمع شدن ژنوم هاي مختلف(ژنوم **x,y**...)، یعني افزایش حاصل از ژنوم هاي مختلف باشد.

پلی پلوئیدی

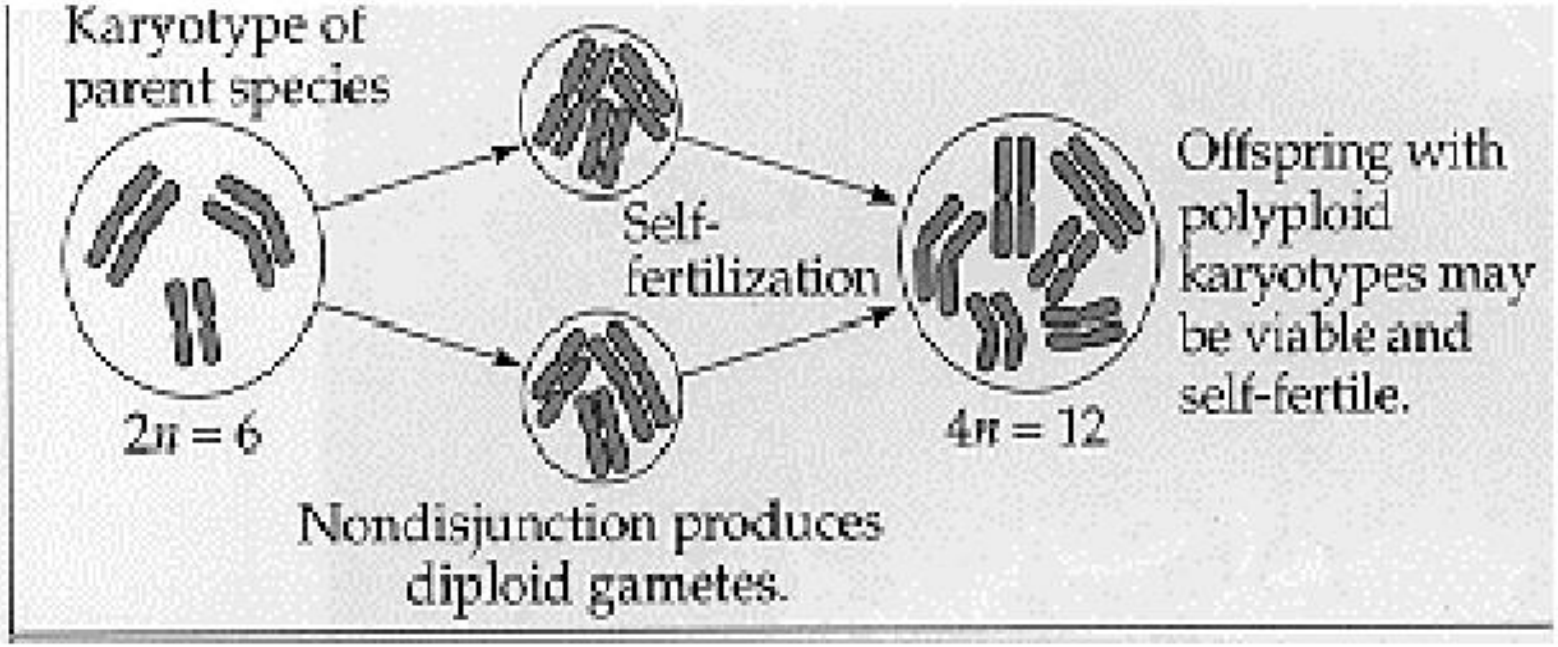
تغییر در پایه کروموزومي موجود را پلي پلوئیدي مي نامند.(موجود با پایه کروموزومي واحد(X)را هاپلوئید {مونوپلوئید} گویند).





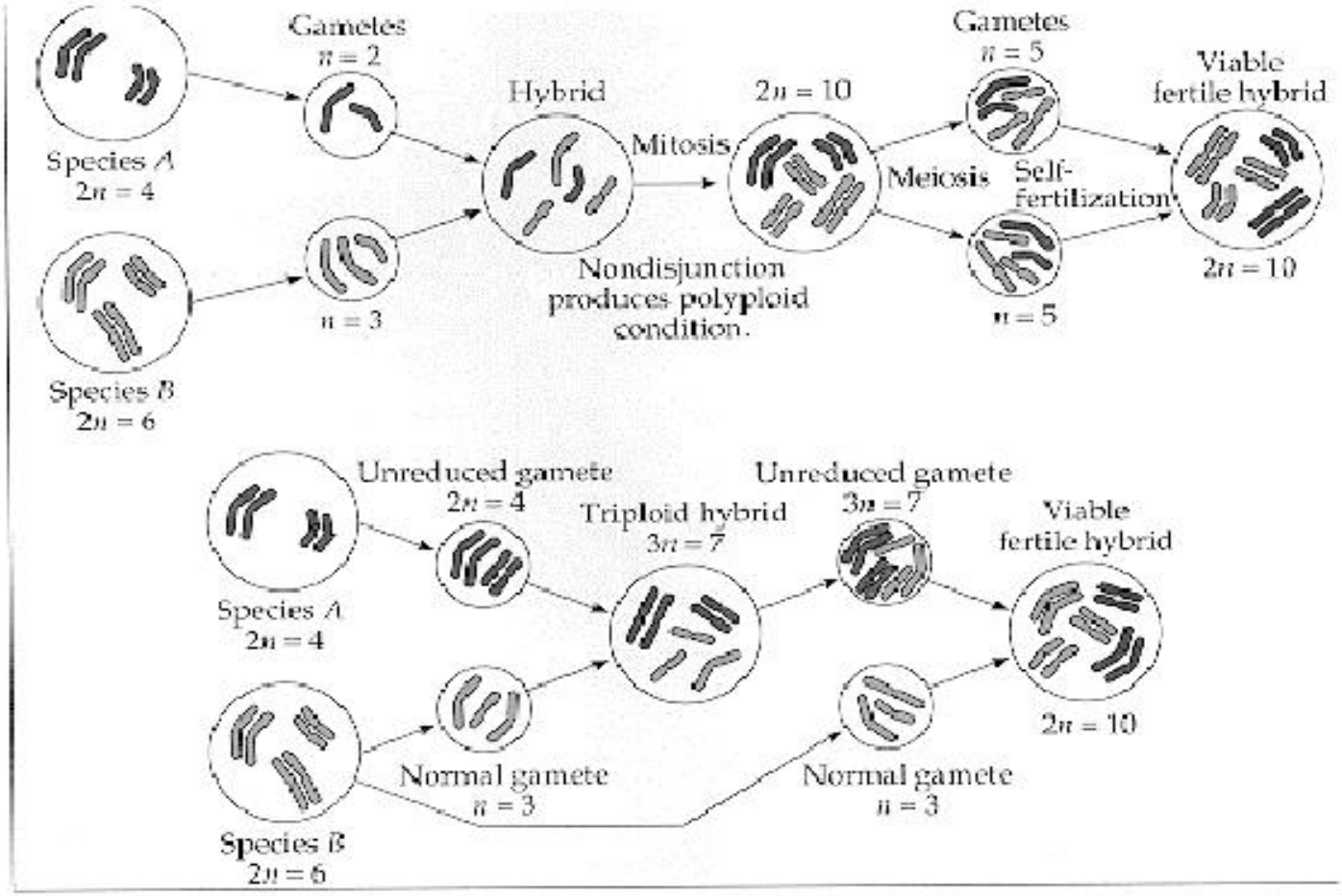
تفاوت گیاهان تتراپلوئید و دیپلوئید

Autopolyploid



اتوبلي پلوئيد

Allopolyploid



آلوپلي پلوئيد

آلوپلی پلوئیدی قطعه ای

حاوي ژنوم هاي بينابيني در ميزان شباهت هستند و معمولا جفت شدن خاصي را نشان مي دهند.

آتوآلوپلی پلوئیدی

به هگزاپلوئيدي و سطوح بالاتر از آن مربوط مي شود.

آمفی پلوئیدی

نوعي پلي پلوئيدي كه بعد از هيبريداسيون بين دو يا چند گونه غير مشابه از نظر ژنومي كه با عقيمي كروموزومي از هم جدا شده اند به دست مي آيد

ایجاد آلوپلی پلوئید

همانطور که گفته شد، افزایش در اثر جمع شدن ژنوم های مختلف(ژنوم ...,x,y)، را آلوپلوئیدي (Allopolyploid) گویند. این حالت بیشتر در اثر دورگ های بین گونه اي حاصل مي شود. البته مشروط به اینکه تعداد کروموزوم پایه(X) در بین گونه ها برابر باشد.

ایجاد آلوپلی پلوئید

1) گامت هايي با كروموزوم كاهش نياف

XX * X'X' → XXX'X'

2) ابتدا دورگ بين گونه اي توسط گامت هاي طبيعي انجام مي پذيرد و بعد دوبرابر شدن تعداد كروموزوم ها صورت مي گيرد كه اين حالت را آمفي پلوئيدي (Amphiploidy) گويند.

XX , X'X' → X * X' → XX' → XXX'X'

ميوز — تلاقي — F1 عقيم — دوبرابرشدن

مکانیزم های به وجود آورنده پلی پلوئیدی

- تولید گامت ها در اثر عدم کاهش کروموزومی در گامت ها
- عدم تفکیک در تقسیمات میتوزی
- عوامل شیمیائی
- عوامل فیزیکی (خشکی، نور شدید، تغییرات شدید درجه حرارت و...)

اثر یوپلوئیدی در تکامل موجودات زنده

- در بین گیاهان به فراواني ديده مي شود.

- با فراواني كم در بين ماهي ها و دوزيستان ديده مي شود.

- در پستانداران بسيار كمياب است.

مضرب تعداد مجموعه های پایه کروموزومی

نکته:

مضرب مربوط به تعداد مجموعه هاي پايه كروموزومي در يک موجود،

- ✓ اگر اين عدد فرد باشد در اغلب موارد فرد عقيم خواهد بود(به دليل عدم تعادل جفت شدن در طي ميوز).
- ✓ اگر اين مضرب زوج باشد در بسياري از موارد سبب افزايش باروري مي گردد.

اتوپلی پلوئیدی

الف) اتوتریپلوئیدها (3X)، :(AAA

- از ترکیب جنسي یک تخم (X_2) کاهش نیافته و اسپرم نر هاپلوئید وn به وجود آمده است و در آزمایشگاه نیز از تلاقي تتراپلوئیدها با دیپلوئیدها تولید مي شوند. راه دیگر استفاده از موتاژن ها است.
- تریپلوئیدها به صورت جنسي و رویشي تکثیر مي شوند

منشا اتوتریپلوئیدها

در جمعیت طبیعي تریپلوویدها از دیپلوئیدها به خاطر رشد رویشي بیشتر و پاجوشهاي فراوان و سقط بالاي تخمک قابل تشخیص هستند.

رفتار سیتولوژیکی در اتوتریپلوئیدها

- در اتوترپیلوئیدها فقط دو کروموزوم از سه کروموزوم هومولوگ در هر نقطه طي پا کینما با هم ارتباط دارند.
- در دیا کینز و متافاز 1 نیز ترکیبات متفاوت یوني والانت، بي والانت و تر والانت دیده مي شود. انتظار مي رود ارتباط تري والانت ها در کروموزوم هاي بلند نسبت به کروموزوم هاي کوتاهتر بیشتر باشد.
- .....

باروری در اتوتریپلوئیدها

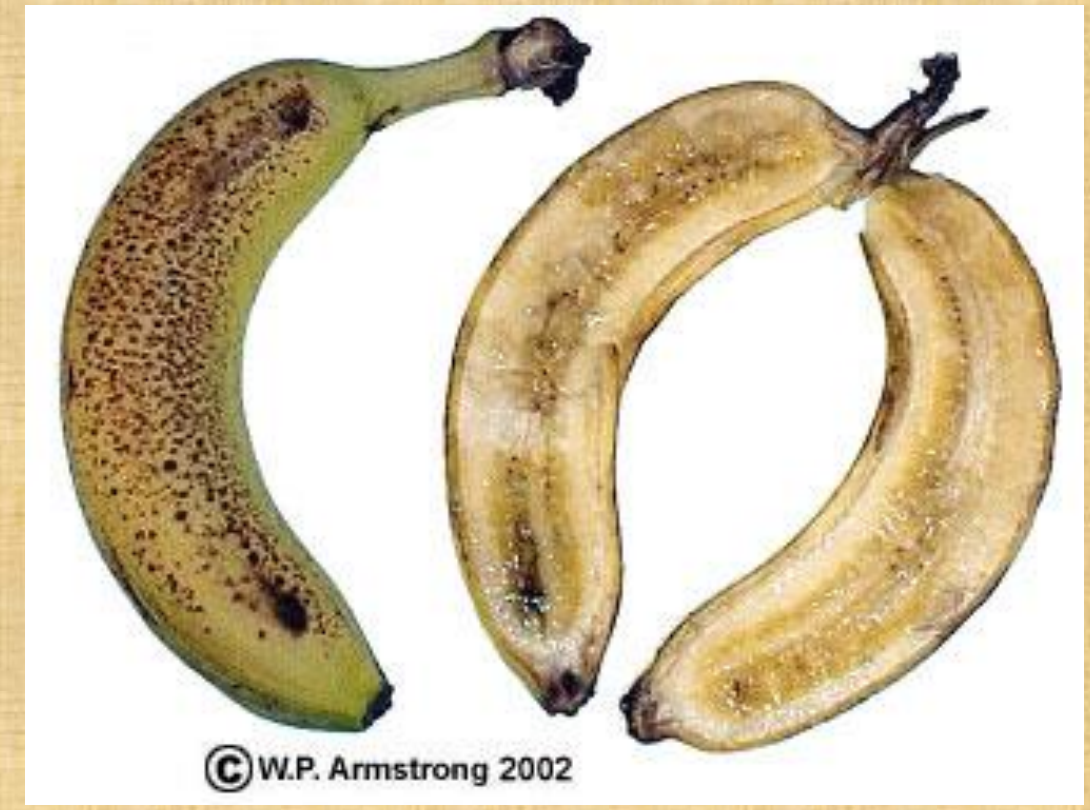
- احتمال باروري در تخمک انها بسيار پائين است.
- دانه هاي گرده نيز در اکثر موارد آنيوپلوئيد مي باشند.

موارد کاربرد اتوتترا پلوئیدها

1) توليد ميوه هاي بدون دانه (هندوانه بدون دانه)

2) گياهان غده اي

3) قدرت رويشي آنها در تكثير گياهان زينتي



گیاه تري پلوئید موز

اتوتترا پلوئيدها

- در سلولهاي مريستمي به موجب عدم تفكيك و دوبرابر شدن كروموزوم ها توليد مي شوند و در سلولهاي جنسي نيز با تشكيل گامتهاي كاهش نيافته.استفاده از موتاژن هاي مختلف در آزمايشگاه ها مرسوم است.

منشا اتوتترا پلوئیدها

1- حرارت

2- کشت سلول و بافت

3- تشعشعات

4- مواد شیمیائی

(**کلشي سین**، نفتالین استیک اسید و ...)

كلشي سين

- كلشي سين به عنوان موثرترين ماده شيميائي جهت توليد پلي پلوئيدي در تعداد زيادي از گونه هاي گياهي و جانوري معرفي شده است.
- كلشي سين يک آلكالوئيد بسيار سمي است و از تماس آن با پوست مي بايست جدا خودداري كرد.
- كلشي سين محلول در آب است.
- از دانه ها و جوانه هاي كلشي كوم استخراج مي شود.

کلشی سین

- کلشي سين از ايجاد رشته هاي دوک ممانعت مي کند و در نتيجه در انجام آنافاز اختلال به وجود مي آيد . بعد از متافاز کروموزوم ها همچنان در صفحه استوائي باقي مي مانندامااين کروموزوم ها به صورت طولي تقسيم مي شوند کروموزوم هاي تقسيم شده در يک هسته جبراني منفرد باقي مي مانند ، در نتيجه تعداد کروموزوم ها دو برابر مي شود.

کلشی سین

- کلشي سين در غلظت هاي پائين به عنوان يک محرک رشد به شمار مي رود.

اکسید نیتروز

اکسید نیتروز؛همانند کلشي سین موجب دو برابر شدن کروموزوم ها مي شود. و در مقایسه با آن تعداد پلي پلوئید ها ایجاد شده بیشتر است.

تیمار اکسید نیتروز تنها براي گیاهاني که هنوز در محیط کشت هستند به کار مي رود و براي گیاهان بزرگ مناسب نیست.

ویژگی های مورفولوژیکی اتوتترا پلوئیدها

- از نظر مورفولوژيكي بزرگتر از دیپلوئیدها هستند (فنوتیپ gigas) که در نتیجه افزایش اندازه سلول ها ، روزنه ها ، برگ ها و دانه هاي گرده و دانه ها ناشي مي شود.
- معمولا رشد كمي داشته و داراي برگ هاي بزرگتر و تیره تر نسبت به دیپلوئید ها هستند.
- معمولا نسبت به دیپلوئید ها چند روز دیرتر به گلدهي مي روند

باروری در اتو تترا پلوئید ها

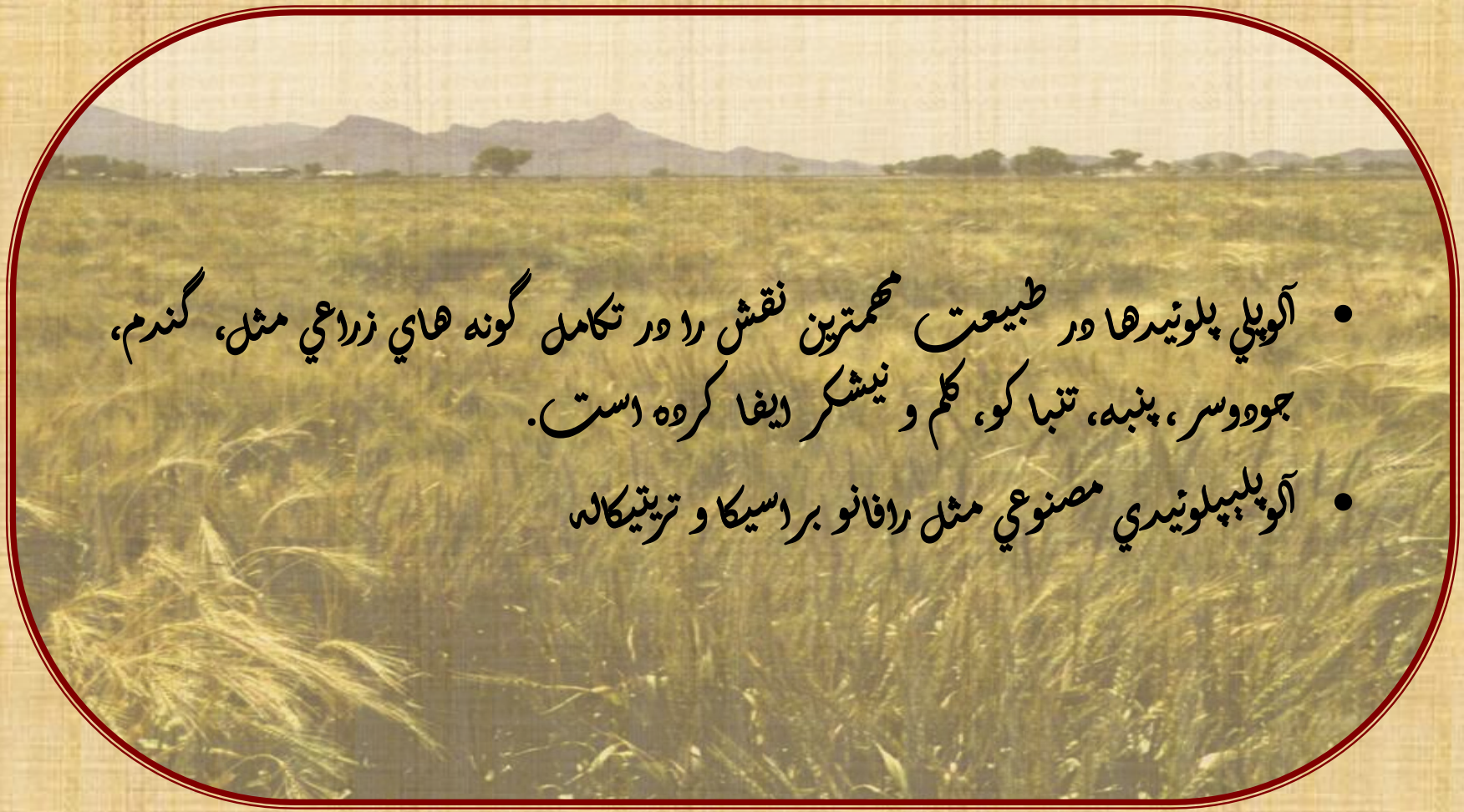
- به دليل تركيب نامتعادل اسپورها،دانه گرده ناقص و تخمک هاي سقط شده توليد مي کنند که در نتيجه اين امر نيز باروري آن ها نسبت به ديپلوئيدها کمتر است.

- انتخاب براي باروري بالاتر در اتوتراپلوئيدها با افزايش فراواني کوادري والانتها همراه است.

آلوپلی پلوئیدی

- در نتیجه هیبریداسیون بین گونهاي با ارتباط خویشاوندي دور و متفاوت از نظر ژنومي و سپس دوبرابر شدن کروموزوم ها به وجود مي آیند.
- اکثر آلوپلي پلوئیدها یا تتراپلوئید و یا هگزاپلوئید هستند.

آلوپلی پلوئیدی



- آلوپلي پلوئيدها در طبيعت مهمترين نقش را در تكامل گونه هاي زراعي مثل، گندم، جودوسر، پنبه، تنباكو، كلم و نيشكر ايفا كرده است.
- آلوپليپلوئيدي مصنوعي مثل رافانو براسيكا و تريتيكاله

تری تیکاله

- اولین غلات ساخت بشر
- انواع تترا، هگزا، اکتا و دکا پلوئید را دارا می باشد
- آمفی پلوئید تریتیکوم (گندم) و چاودار (AABBRR)

تریتیکاله هگزاپلوئید

چاودار گندم

(مقاومت به سرما) (کیفیت مناسب و ...)

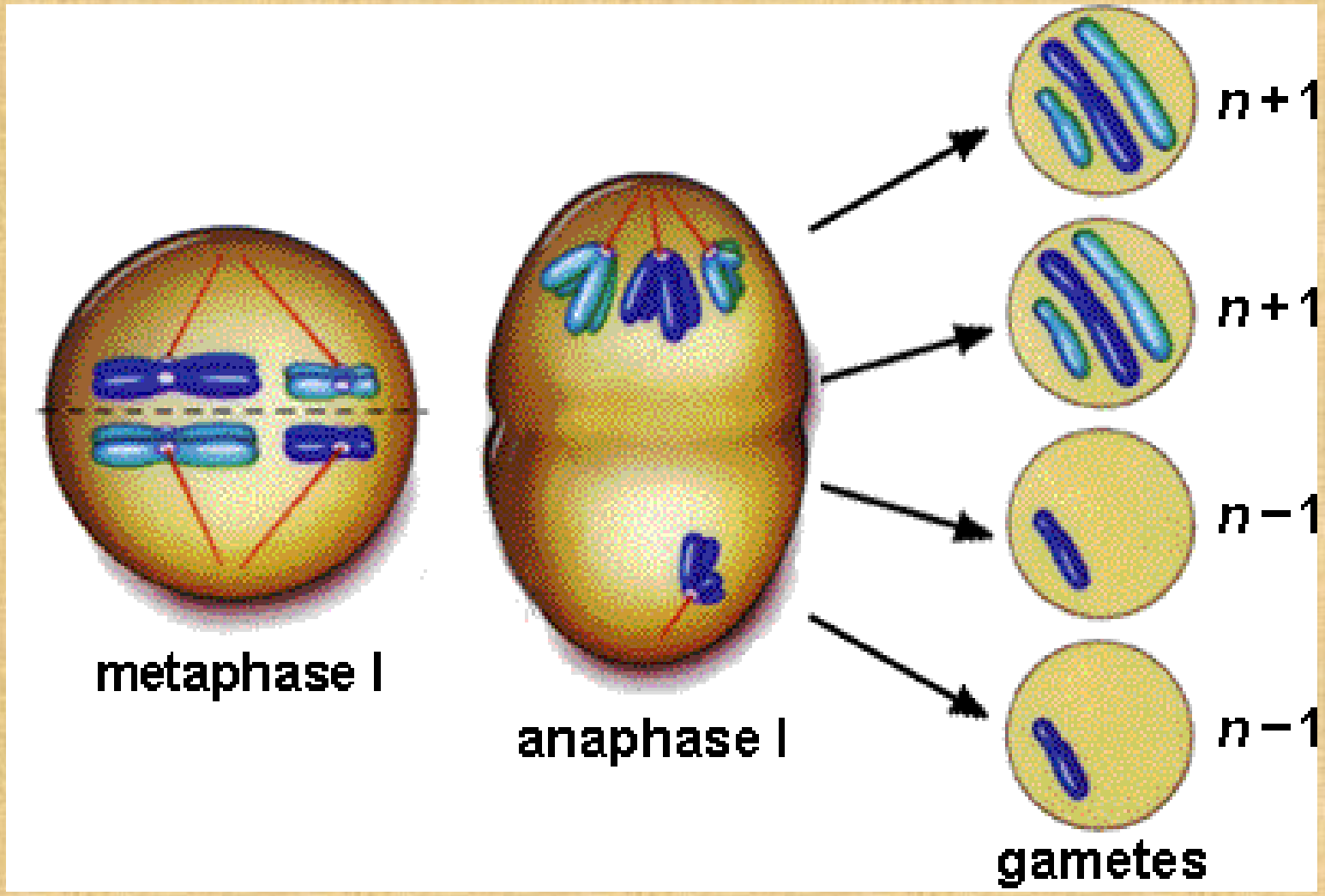
تري تيکاله

تری تیکالہ

آنیوپلوئیدی

افزایش یا کاهش یک یا چند کروموزوم را گویند.

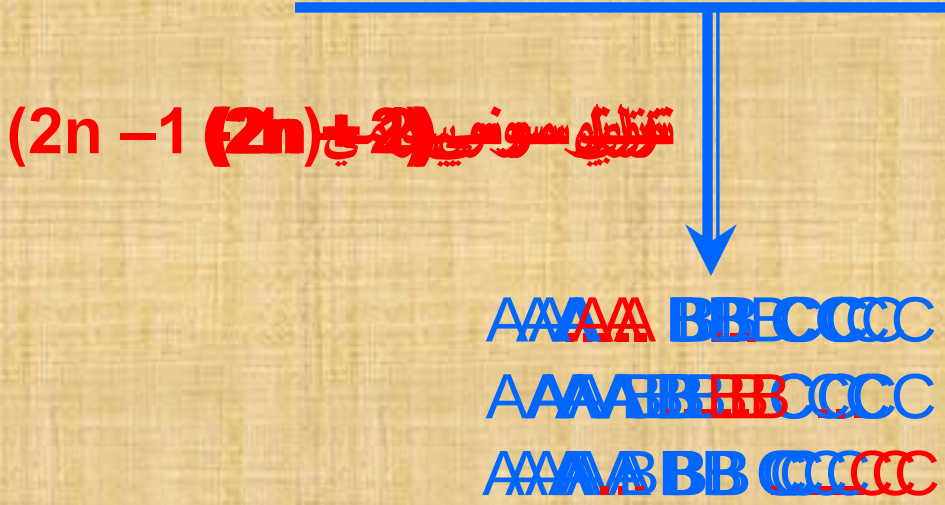
آنیوپلوئیدي ممکن است در آتوزوم ها اتفاق افتد و یا اینکه در گامتها باشد.



ايجاد مونوسومي و تري سومي

انواع مهم آنیوپلوئیدی

فردي با ژنوتيپ AA BB CC



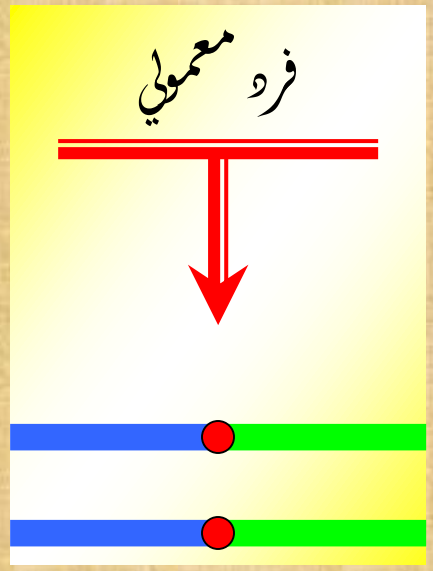
تعداد کروموزوم های حذف یا اضافه شده

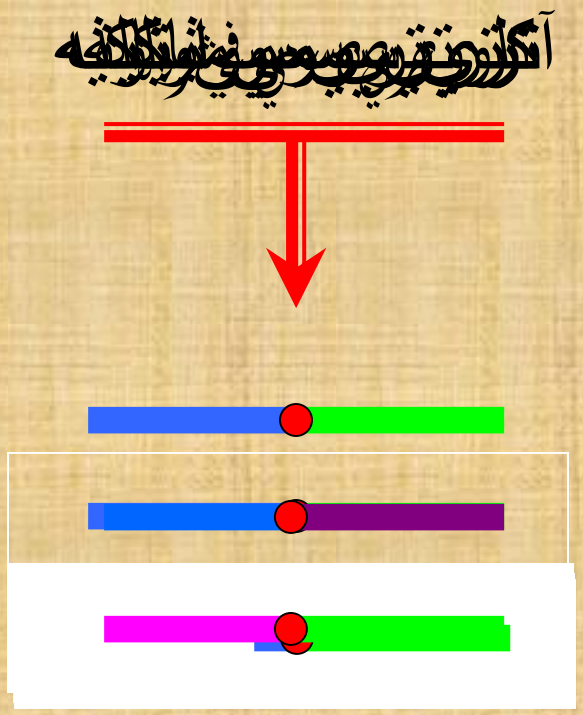
نکته:

حداکثر تعداد کروموزوم اضافه یا کم شده در گامت های بیشتر گونه های دیپلوئید 1، 2 و بندرت 3 کروموزوم می باشد(گامتها به این تعداد تغییر در تعداد مقاوم هستند).

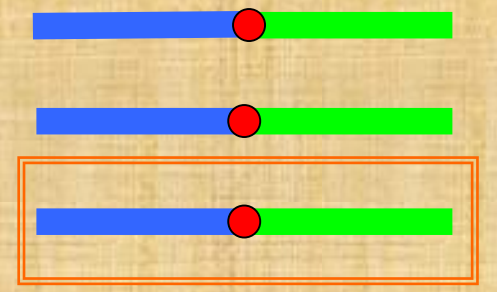
در صورتی که تغییر شامل تعداد بیشتری از کروموزوم ها باشد گامتهای نر و ماده بخصوص در دیپلوئیدها سقط میشوند.

انواع تری سومی





منشا تری سومیک های اولیه



1- اتوتریپلوئید ها

2- موتانتهاي سيناپسي

3- تيمارهاي موتاژن

4- دیپلوئیدهاي طبيعي

5- سایر منابع

از تري سوميک هاي اوليه بطور گسترده براي ارتباط گروه هاي پيوسته ژني و کروموزوم استفاده شده است.

شناسائی تری سومیک های اولیه

الف — شناسائي مورفولوژيكي

1- اثر طول كروموزوم اضافي بر روي مورفولوژي گياه

2- اثر كروموزوم سازماندهنده هستكي بر روي مورفولوژي گياه

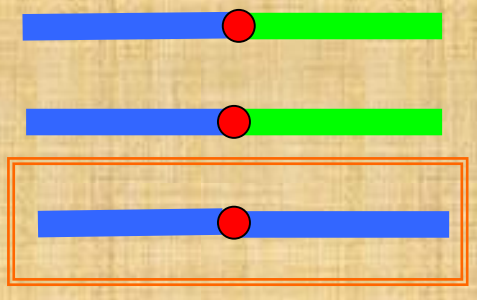
3- اثر پيش زمينه ژنتيكي

ب - تشخيص سيتولوژيكي

ج - استفاده از آزمايشگرهاي داراي جابجائي

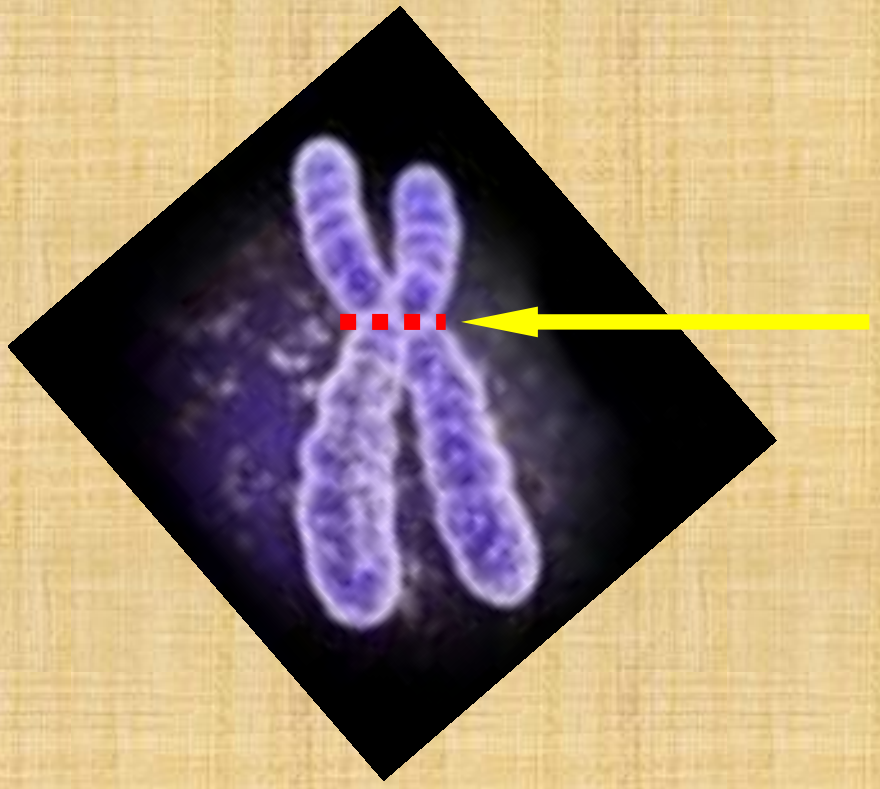
تری سومیکهای ثانویه

این گیاهان علاوه بر یک مجموعه کامل کروموزومی طبیعی دارای یک ایزوکروموزوم اضافی نیز هستند.



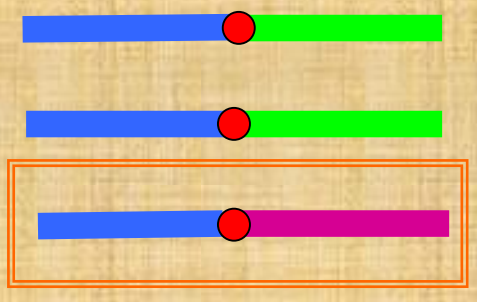
منشا تری سومیک ثانویه

ایزوکروموزوم ها ممکن است مستقیما یا به تدریج از تقسیم اشتباه (تقسیم عرضي سانترومر) یا تفرق بدون تقسیم یک قطعه تلوسانتریک پدیدار گردند.



تری سومیک های ثالث

این گیاهان علاوه بر یک مجموعه کامل کروموزومي طبیعي داراي یک کروموزوم غیر هومولوگ اضافي
نیز هستند.



تلوتری سومیک ها

این گیاهان علاوه بر یک مجموعه کامل کروموزومی طبیعی دارای یک تلوسنتریک اضافی نیز هستند.

منشا این کروموزوم تلوسنتریک اضافی نیز در اکثر موارد تری سومیک های اولیه هستند

آکروتری سومیک ها

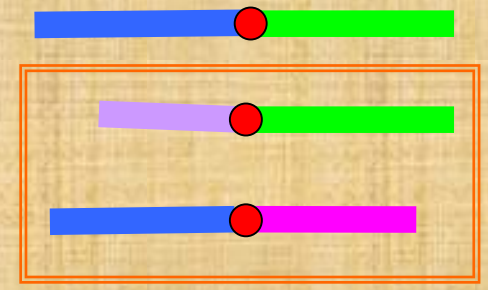
این گیاهان علاوه بر یک مجموعه کامل کروموزومی طبیعی دارای یک آکروسنتریک اضافی نیز هستند.

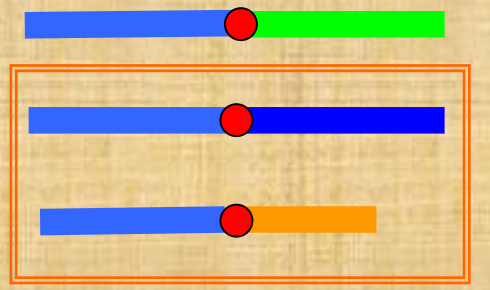
منشا این کروموزوم آکروسنتریک اضافی نیز در اکثر موارد تری سومیک های اولیه هستند

تری سومیک های ترمیمی

در این گیاهان فقدان یک کروموزوم طبیعي یا توسط دو کروموزوم ثالث و یا به وسیله یک کروموزوم ثالث

و یک کروموزوم ثانویه جایگزین مي گردد.





مونوسومیک ها و نولی سومیک ها

- مونوزوم : (2n -1)

هنگامي كه يک كروموزوم از مجموعه كروموزوم ديپلوئيد طبيعي كم باشد.

مونوزوم اوليه را مونوسوميک مي نامند.

در مونوسوميک هاي ثالث يک كروموزوم جابجا شده يعني بازوهائي از دو كروموزوم متفاوت دارند.

منشا مونوسومیک ها و نولی سومیک ها

1- منشا خودبخودي

2- تيمارهاي شيميائي و اشعه X

3- هاپلوئيدها ، پلي پلوئيدها و آنيوپلوئيدها

4- لاينهاي بدون سيناپسي و دسيناپسي

5- هيبريدهاي درون و بين گونه اي

6- سيستم ژنتيكي

روشهای انتقال مواد ژنتیکی

1- توليد لاينهاي نوتركيب

2- انتقال كل ژنوم و توليد گياهان آمفي پلوئيد

3- انتقال كروموزوم كامل

4- انتقال قطعه اي از كروموزوم

انتقال کروموزوم کامل

انتقال کروموزوم حاوي ژنهاي مطلوب از
گیاهان وحشي به گونه هاي زراعي
به دو صورت انجام مي گیرد:

1- تولید لاینهاي افزایشي

2- تولید لاینهاي جایگزین

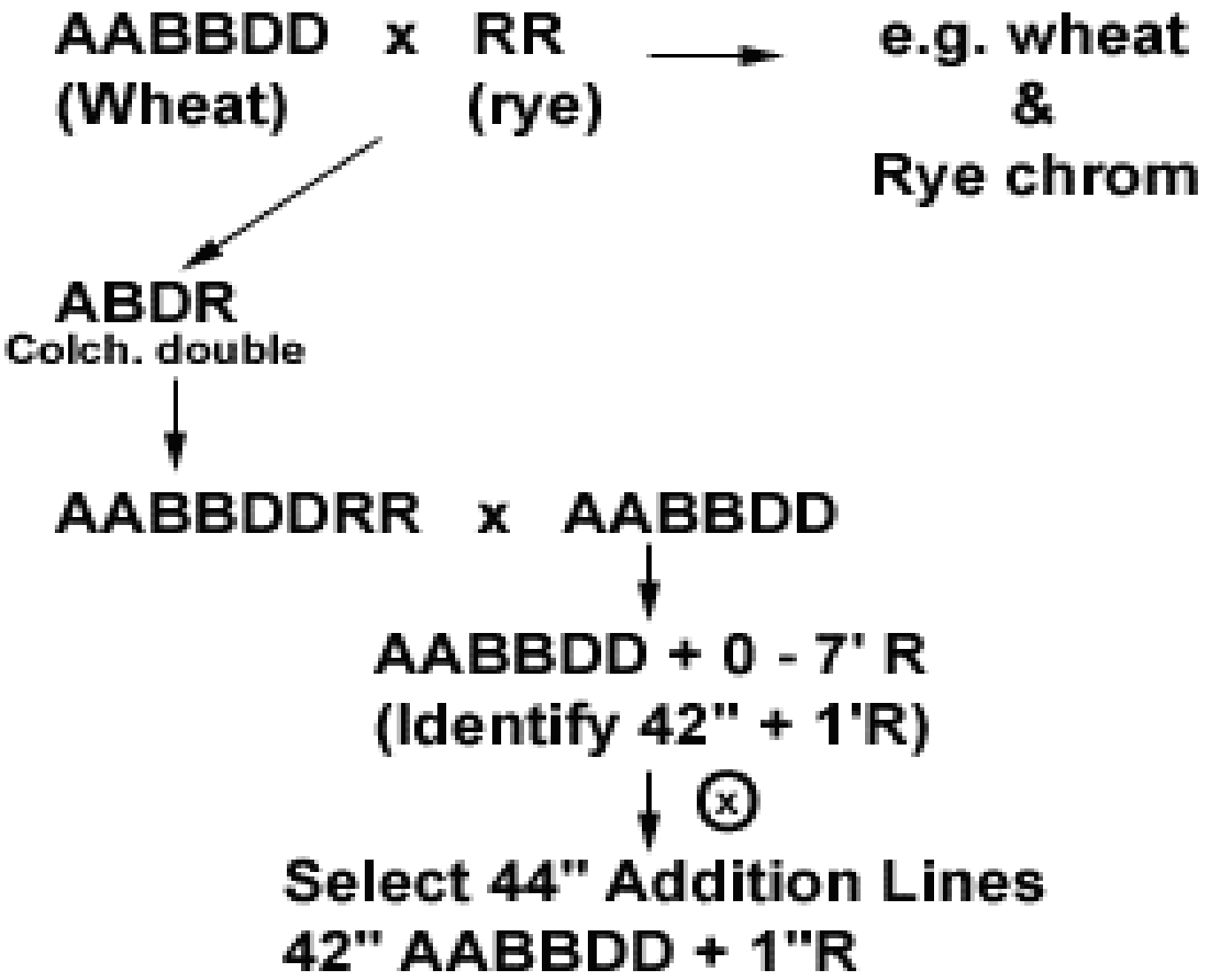
انواع لاين ها

لاينهاي افزايشي:

اضافه كردن يک كروموزوم كامل به ژنوم گياه زراعي و در نتيجه توليد لاينهاي افزايشي.

لاينهاي جايگزين:

جايگزين كردن يک جفت كروموزوم به جاي كروموزوم گياه زراعي



ایجاد لاین های جایگزین از لاین های افزایشی

" A

مزیت انتقال تک کروموزوم

مهمترین مزیت انتقال تک کروموزوم نسبت به انتقال مجموعه کامل این است که با انتقال تک کروموزوم، صفات نامطلوب مختلف که روي کروموزوم هاي مختلفقرار دارند به گیاه زراعي انتقال نمي یابند.

لاین های افزایشی

- لاينهاي افزايشي ارزش زراعي كمتري دارند و همچنين كروموزوم هاي اضافي از ثبات ژنتيكي برخوردار نيستند و بعد از چند نسل از بين رفته و گياه به حالت عادي خود باز مي گردد.

اهداف ایجاد لاین های افزایشی

1- تولید لاین هاي جایگزین

2- تولید لاین هاي انتقالي

3- شناسائي محل کروموزومي ژنهاي کنترل کننده صفات

لاینهای انتقالی

- انتقال تنها قطعه اي از كروموزوم كه حاوي ژنهاي مطلوب است به گياه ميزبان
- لاينهاي افزايشي و جايگزيني به عنوان پل رابط براي توليد لاينهاي انتقالي به شمار مي روند.
- چون قطعه اي از كروموزوم در داخل كروموزوم هاي گياه ميزبان قرار مي گيرد (تحت اثر عوامل موتاسيون زا) در نتيجه گياهان حاصل داراي ثبات ژنتيكي بيشتري هستند.

پایان