المحاضرة /١

## مقدمة عامة عن تطور علم الوراثة

### علم الوراثة Genetics:

وهو العلم الذي يدرس كل ما يتعلق بالمادة الوراثية التي تنتقل عبر أجيال الكائنات الحية مثل الجينات و تركيبها و تحديد اماكن تواجدها و كيفية تنظيمها وكذلك طريقة تكوينها و انتقالها عبر الأجيال وحدوث الطفرات فيها اضافة الى كيفية توزيع الاختلافات Variations في العشيرة و تأثير عوامل البيئة و التكوين على هذه الاختلافات. أي أنه العلم الذي يدرس العلاقة بين الأجيال المتعاقبة المسؤولة عن أسس التوريث Heridity

في الوقت الحاضر يعتبر هذا التعريف غير شامل و ذلك نتيجة لتطوره و تشعبه بشكل كبير و سريع و لذلك يصبح العلم الذي يدرس كل ما يتعلق بالمواد الحية التي تنتقل بين أجيال مختلف الكائنات الحية

### فروع علم الوراثة:

لعلم الوراثة عدة فروع ،ويمكن اعتبار كل فرع من فروعه علما مستقلا ، كما أن هذه العلوم مترابطة مع بعضها ، ومن اهم فروعه ما يأتي:

١-علم الوراثة الخلوي Cytogenetic

هو فرع من فروع علم الوراثة يهتم بدراسة الظواهر الوراثية وكيفية ارتباط الصِبغيات (الكروموسومات) بالخلية و سلوكها أثناء الانقسام المتساوي والانقسام الاختزالي دون الحاجة إلى استخراج الحمض النووي وذلك عن طَريق استخدام المَجهر الضوئي.

٢-وراثة العشائر Population genetics

هو أحد فروع علم الوراثة يبحث في التكوين الوراثي للعشيرة و دراسة توارث صفات العشيرة لمعرفة الصفات المرغوبة و غير المرغوبة و فهم أسلوب التطور في العشيرة. مثال ذلك التزاوج العشوائي بين الأفراد التي تعيش ضمن منطقة جغرافية معينة.

٣-الوراثة الكمية quantitative genetics

يتناول هذا الفرع دراسة الاختلافات في الصفات الانتاجية التي تتأثر وراثتها بأكثر من جين واحد بحيث تتعدد مظاهر هذه الصفات و تكون متدرجة يصعب تمييزها وتحليلها حسب الوراثة المندلية ،و يتم تحديد اثر الجين بدقة من خلال اشتراكه مع عدد من الجينات الأخرى ، فهناك جينات ذات أثر كبير واخرى ذات أثر بسيط.

٤-الوراثة التكوينية Developmental genetics

يهتم هذا الفرع بتكوين مجاميع من الكائنات التي يمكن من خلالها دراسة توارث مختلف الصفات مثل البكتريا و الخمائر و حشرة الفاكهة و غيرها.

٥-الوراثة الفسيولوجية physiological genetics

يهتم بدراسة التأثير الوراثي على العديد من الصفات الفسيولوجية في مختلف الكائنات الحية.

٦-الوراثة الاشعاعية Radiation genetics

يختص هذا الفرع بدراسة تأثيرات مختلف أنواع الاشعاعات على الجينات في الكائنات الحية و كيفية حصول الطفرات الوراثية نتيجة للأضرار في المادة الوراثية لمختلف الكائنات الحية.

٧-وراثة الطفرات Mutagenetic

يختص بدراسة أسباب نشوء الطفرات الوراثية على مستوى الكروموسومات الجسمية و الجنسية في الكائنات الحية.

٨-وراثة الاحياء الدقيقة Microbial genetics

يختص علم Microbiology بدراسة الأحياء الدقيقة وحيدة الخلية ومتعددة الخلايا وكذلك عديمة النواة كالفيروسات و البكتيريا وبعض الطحالب .رغم التطورات في هذا العلم فإن التقديرات تقول إنه لم يتم دراسة إلا ٠,٠٣% من الجراثيم الموجودة في الكرة الأرضية فبالرغم من أن الجراثيم اكتشفت منذ ٣٠٠ عام إلا أن علم الأحياء الدقيقة ما زال يعد في بداياته مقارنة بعلم الحيوان وعلم النبات وعلم الحشرات .

٩-وراثة الكيمياء الحيوية Biochemical genetics

**علم** يبحث في الطبيعة **الكيميائية** للمورثات(الجينات)، والأساليب والعمليات التي تتحكم بها في نمو الكائن وحيويته، أو التي لها دور في عمليات **الوراثة**.

١٠-الوراثة المناعية Immuno genetics

هو فرع من علم البحوث الطبية الذي يبحث دراسة العوامل الجينية التي تسيطر على الردود المناعية للشخص ونقل هذه العوامل من جيل إلى جيل

.

١١-الوراثة التطبيقية Applied genetics

يختص هذا الفرع بتطبيق برامج التحسين الوراثي في النباتات و الحيوانات مثل التهجين و طرق التربية.

١٢-الهندسة الوراثية Engineering genetics

ويختص بالتعديل الوراثي للجينات في الكائنات الحية بطريقة لايمكن حصولها في الحالة الطبيعية.

١٣- الوراثة الجزيئية Molecular genetics

يهتم هذا العلم بدراسة بنية ووظيفة الجينات على المستوى **الجزيئي** ، وبالتالي يستخدم أساليب كل من البيولوجيا **الجزيئية وعلم الوراثة**.

## تطور علم الوراثة:

أن مولد هذا العلم كان في بداية القرن العشرين و ذلك عند اكتشاف قوانين مندل ، و خلال النصف الثاني من القرن العشرين وضعت دعائم هذا العلم و وضع قوانينه في الوراثة التقليدية Classical Genetics ففي عام ١٨٦٦نشر مندل مقاله عن نتائج تجاربه في التهجين .

Gregor Mendel

The father of genetics

Gregor Mendel used pea plants to study the inheritance of traits

و تقدم فيما بعد علم الوراثة تقدما كبيرا لم يشهده غيره من العلوم الأخرى مكونا علم الوراثة الحيث Modern Genetics. وعلى الرغم من أهمية مقالات مندل و نتائج تجاربه، فقد بقيت مجهولة مدة ٣٥ عاما للسببين الآتيين:

١-انجذاب علماء الأحياء الى نظرية دارون في التطور.

٢-لم يتخيل علماء الاحياء ابدا أن للرياضيات علاقة بعلم الأحياء، لذلك كان مدخل مندل الرياضي في علم الوراثة أبعد من ادراكهم.

في عام ١٩٠٠اكتشفت أعمال مندل تدريجيا بوساطة كل من :ديفري الهولندي و كورينز الألماني و تشرماك الأسترالي.

يعتبر العالم الألماني ستراسبرجر عام ١٨٧٥أول من وصف الكروموسومات كأجسام صبغية في النباتات و اثبت هيرتويج في نفس العام أن الأخصاب يحدث نتيجة اندماج نواتي الحيوان المنوي و البويضة .

في عام ١٩١٥نشر مورجان و تلاميذه اسلوب الوراثة المندلية معتمدين في بحوثهم على ذبابة الفاكهة لكنه كان مهتما في دراسة علم الأجنة في بادئ الأمر و بعد تعرفه على نتائج و قوانين مندل في التوريث اتجه الى تطبيق هذه القوانين على ذبابة الفاكهة و جعل هذه الحشرة نموذجا لأبحاث الوراثة الحديثة.

في عام ١٩٤٤أثبت أفيري و ماكليود و مكارتي أن الحامض النووي الرايبوزي منقوص الأوكسجين (DNA)هو مادة الوراثة .

في عام ١٩٥٣ اقترح العالمان واتسون و كريك أنموذج اللولب المزدوج لجزيء الحامض النووي منقوص الأوكسجين (DNA).

## أمثلة تطبيقية على تطور علم الوراثة:

في عام ١٩٥٠حدث تقدم في الطب نتيجة تقدم علم الوراثة فقد تم اكتشاف عدد هائل من العلل والاضطرابات في الأنسان نتيجة الطفرات أو بسبب وضع غير طبيعي للتركيب الدقيق و بمعرفة قواعد الوراثة لهذه العلل و الاضطرابات توجهت البحوث و الدراسات الى العلاج و الاجراء الوقائي.

ساعدت البحوث التطبيقية في علم الوراثة في مجال المناعة الوراثية وتسهيل نقل الدم و زراعة الأعضاء ، كما أدى اكتشاف المستضدات المحيطة بأنسجة الجسم الى معرفة امكانية نقل و زرع اعضاء الجسم من شخص الى شخص آخر او من جزء من الجسم الى جزء آخر في جسم الشخص نفسه.

كما ان لعلم الوراثة تطبيقات مهمة في تحسين الصفات في النباتات و الحيوانات اقتصاديا و ذلك عن طريق زيادة المحصول، أو تحسين الطعم ونوعية اللحوم و زيادة حجم الجسم.

كما يستفاد من علم الوراثة في الحصول على حشرات نافعة ذات انتاجية عالية وكذلك في مكافحة الحشرات والحصول على بكتريا و فطريات تتميز بإنتاج عال من المضادات الحيوية.

و للوراثة تطبيقات قانونية، حيث يمكن الفصل في قضايا تنازع الأبوة، أو عمليات خلط المواليد في المستشفى من خلال وراثة مجاميع الدم. و كذلك في مجال الاستشارات الوراثية حيث يزود الوراثيون الأشخاص بمعلومات موضوعية يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ قرارات منطقية في زواج الأقرباء.

## الانقسام الخلوي: Cell Division

يوجد في كل كائن حي مادة وراثية Genetic Material التي تتكون من الحامض النووي الرايبوزي منقوص الأوكسجين DNA و جزيء منتظم في وحدات تدعى الجينات Genes، وهي التي توجه جميع الأنشطة الأيضية للخلية .تنتقل المادة الوراثية من جيل الى الجيل الذي يليه ومن الكائنات الحية الى ذريتها.

هناك عمليتان رئيسيتان لانتقال المادة الوراثية في الكائنات الحية حقيقية النوى متضمنة الانسان هما:الانقسام المتساوي (غير

المباشر)Mitosis، و الانقسام المنصف (الاختزالي)Meiosis. مع ان العمليتين متشابهتان في عدة طرق ،الا أن النتائج مختلفة تماما.

اذ يؤدي الانقسام المتساوي الى انتاج خليتين متماثلتين بكمية و نوعية المادة الوراثية. بينما يختزل الانقسام المنصف المادة الوراثية الى النصف بدقة متناهية و هذا الاختزال مهم في التكاثر الجنسي حتى لا تتضاعف كمية المادة الوراثية مع كل جيل. ففي الانقسام المتساوي تتوزع المادة الوراثية بالتساوي بين الخليتين الجديدتين. و ينتج عن الانقسام المنصف خلايا تناسلية (أمشاج).

## الكروموسومات: Chromosomes

يمكن تمييز الكروموسومات في اثناء الانقسام المتساوي غير المباشر حيث تأخذ شكلا و طولا مميزين ، و يحتوي كل منها منطقة كثيفة تسمى قطعة مركزية Centromere،تثبت المظهر العام لكل كروموسوم. تمتد أذرع الكروموسوم من كل جهة من القطعة المركزية ،و تنتج نسب مختلفة للأذرع حسب موقع القطعة المركزية. يمكن تصنيف الكروموسومات الى:

١-نهائي القطعة المركزية Telocentric: تقع القطعة المركزية في أحد طرفي الكروموسوم تماما.

٢-وسطي القطعة المركزية Metacentric: تقع القطعة المركزية في منتصف الكروموسوم و تقسمه الى ذراعين متساويين تماما.

٣-طرفي القطعة المركزية Acrocentric: تقع القطعة المركزية قريبة من أحد طرفي الكروموسوم و تقسمه الى ذراعين غير متساويين.

نلاحظ عند دراسة الانقسام المتساوي ما يأتي:

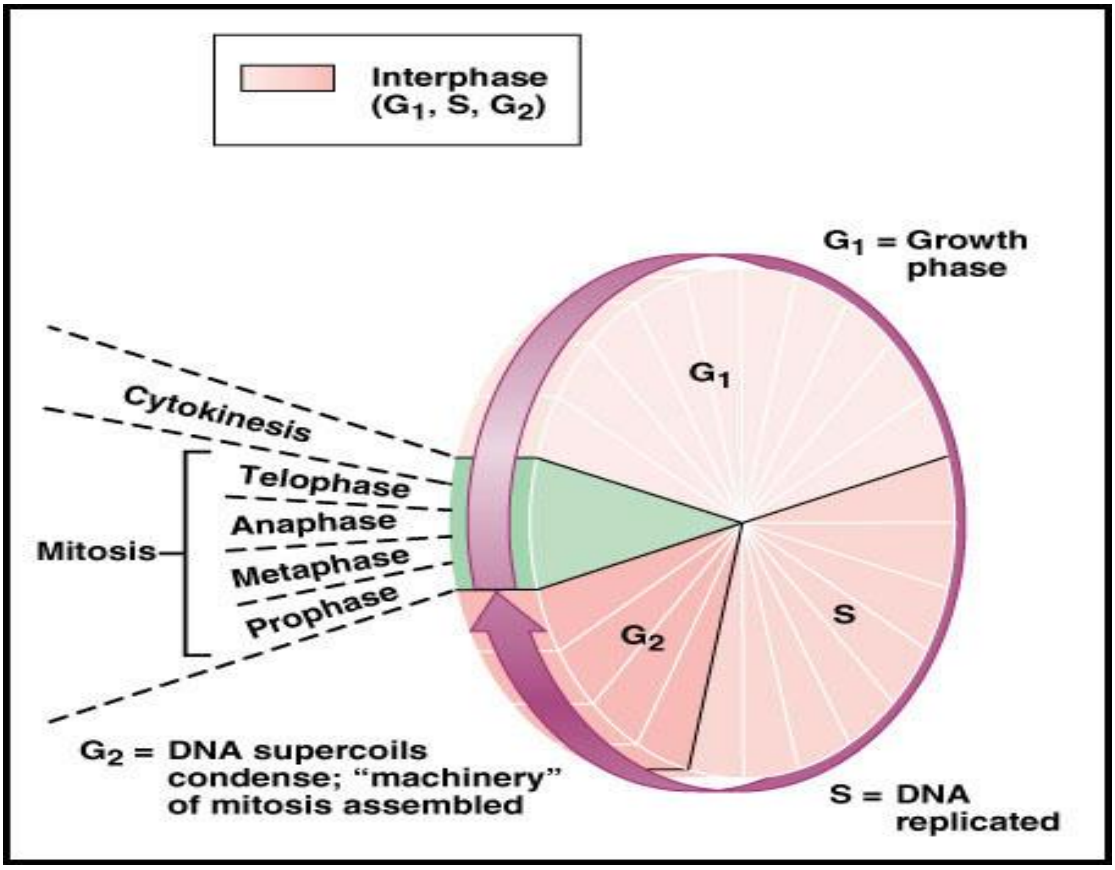
عدد الكروموسومات ثابت في النوع الواحد، أي أن كل خلية جسمية ضمن أفراد النوع نفسه تحتوي عدد الكروموسومات نفسه. هذا يعرف بالعدد المضاعف للكروموسومات و يرمز له بالرمز(2n).تبعا لذلك فان جميع الكروموسومات توجد في ازواج، و يعرف فردا كل زوج الكروموسومين المتماثلين. ولكل كروموسوم طول محدد ،و موقع معين للقطعة المركزية ،و للآخر الصفات نفسها.

في التكاثر الجنسي ،يأتي كروموسوم من زوج الكروموسومات من الأم عن طريق البويضة ،و يأتي الكروموسوم الأخر من الأب عن طريق الحيوان المنوي.وبذلك فان كل كائن حي يحتوي العدد المضاعف من الكروموسومات .

## المرحلة البينية و دورة الخلية Interphase and the cell cycle

يعتقد ان المرحلة البينية لا علاقة لها بالانقسام المتساوي ،و هي ليست سوى مرحلة في نمو الخلية الا انها خطوة مهمة في الانقسام الخلوي وهي مضاعفة المادة الوراثية.

يتبع مرحلة نمو الخلية الأولى (G1) فترة مضاعفة DNAفي المرحلة البينية (S) ويليها مرحلة النمو الثانية (G2) ثم الانقسام المتساوي وتبدي الخلية في اثناء مرحلتي G1وG2 نشاط أيضي واسع.




# دورة الخلية

S : المرحلة البينية

G1,G2 : مراحل نمو الخلية الحية قبل بدء الانقسام الخلوي

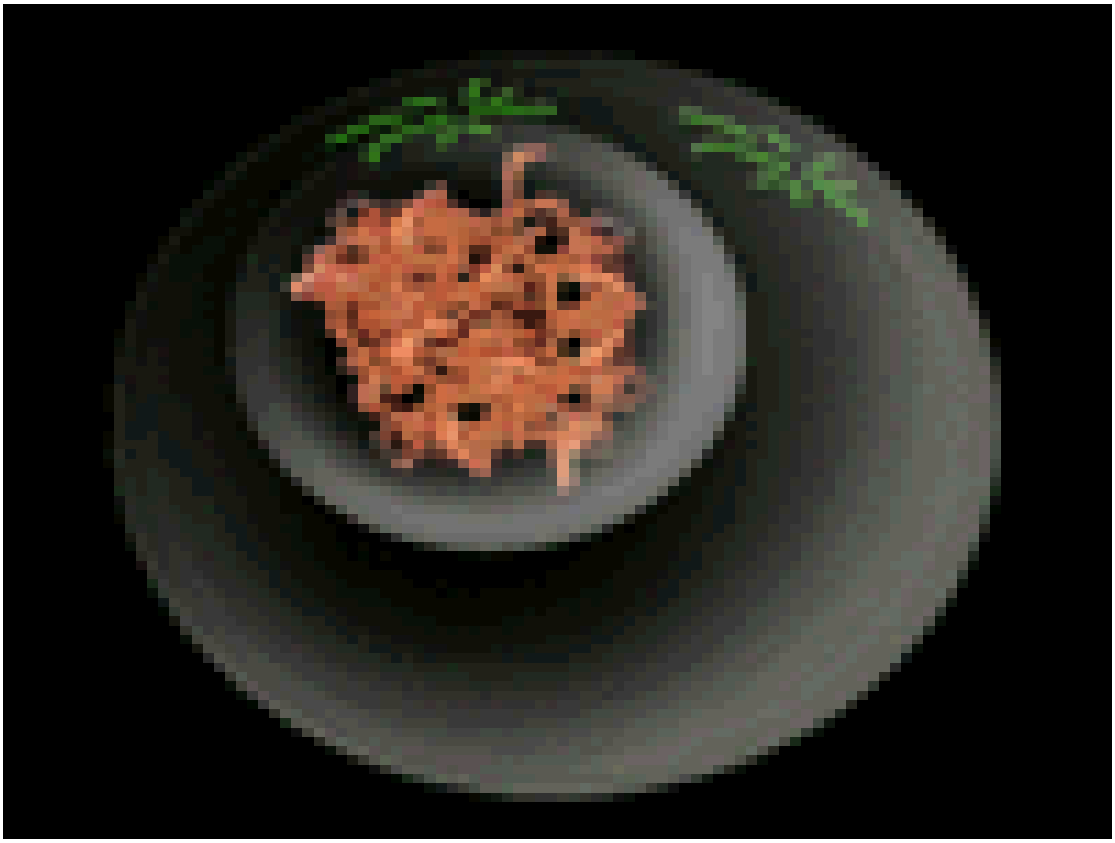
الأنقسام المتساوي: Mitosis

يشمل الانقسام المتساوي عملية انقسام نواة الخلية الى خليتين جديدتين وبكل نواة مجموعة كروموسومات مماثلة لما هو موجود في الخلية المنقسمة ، أي ان كمية الحامض النووي DNA في نواة كل خلية جديدة متساوية لكمية DNA في نواة الخلية الأصلية. ينقسم السيتوبلازم الى حجمين متساويين ،يتبعه احاطة كل قسم بغشاء

سيتوبلازمي ليكون خليتين جديدتين .يمكن تقسيم الانقسام المتساوي الى المراحل التالية:

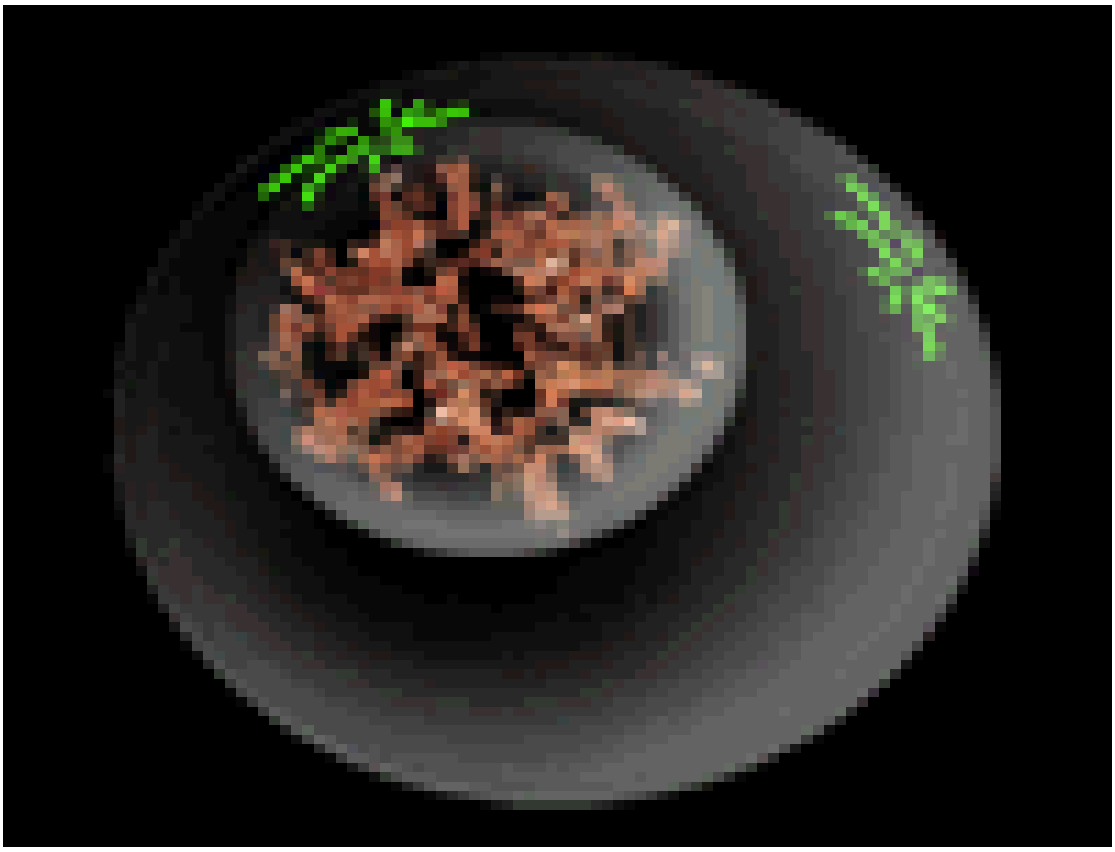
## ١-المرحلة التمهيدية Prophase

تتميز هذه المرحلة بارتحال الحبيبات المركزية الى طرفي الخلية المتقابلين (القطبين) وتكوين الخيوط المغزلية من الأنيبيبات السايتوبلازمية بواسطة الحبيبات المركزية. في اثناء ارتحال الحبيبات المركزية يتلاشى الغلاف النووي وتتحلل النوية في النواة. وتظهر الكروموسومات بشكل تراكيب خيطية واضحة وفي نهاية هذه المرحلة تصبح الكروموسومات مؤلفة من اربعة خيوط كروماتيدية بحيث يرتبط كل نصفا كروماتيد بنقطة واحدة تسمى القطعة المركزية .



المرحلة المبكرة التمهيدية

الكروموسومات ملتفة داخل النواة باللون البرتقالي

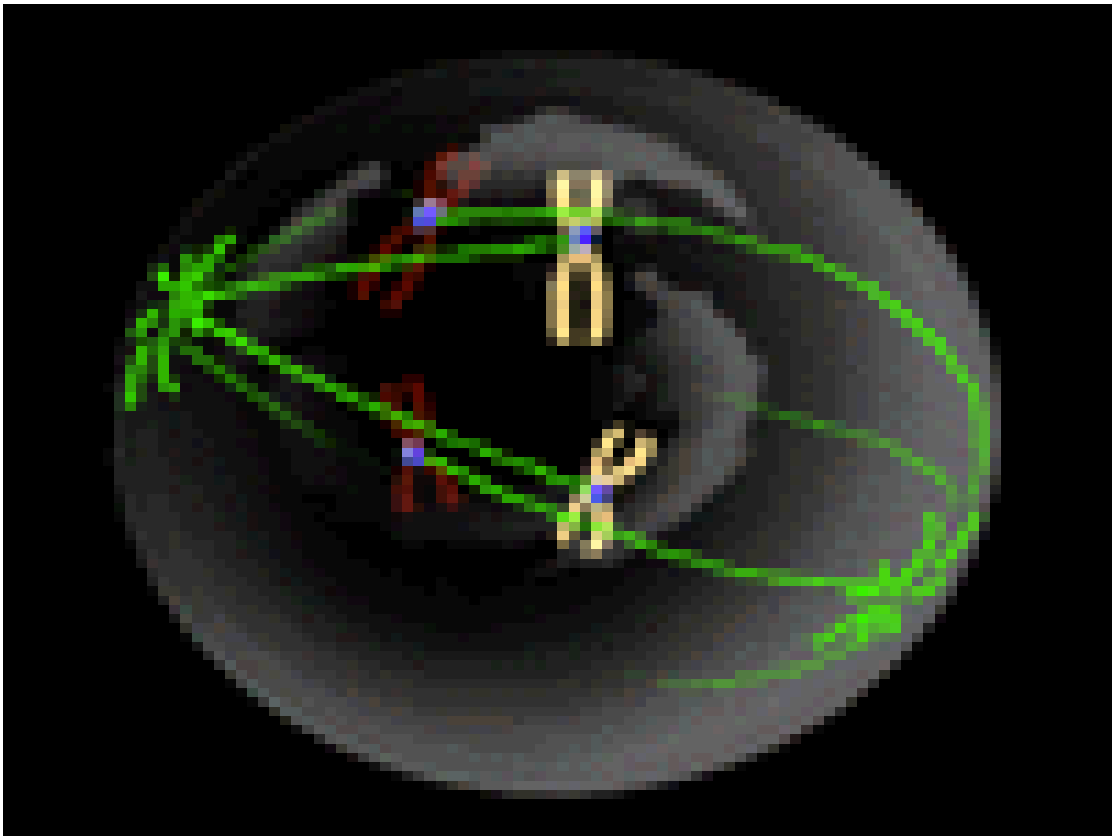


المرحلة التمهيدية المتأخرة

الكروموسومات متحلزنة داخل النواة

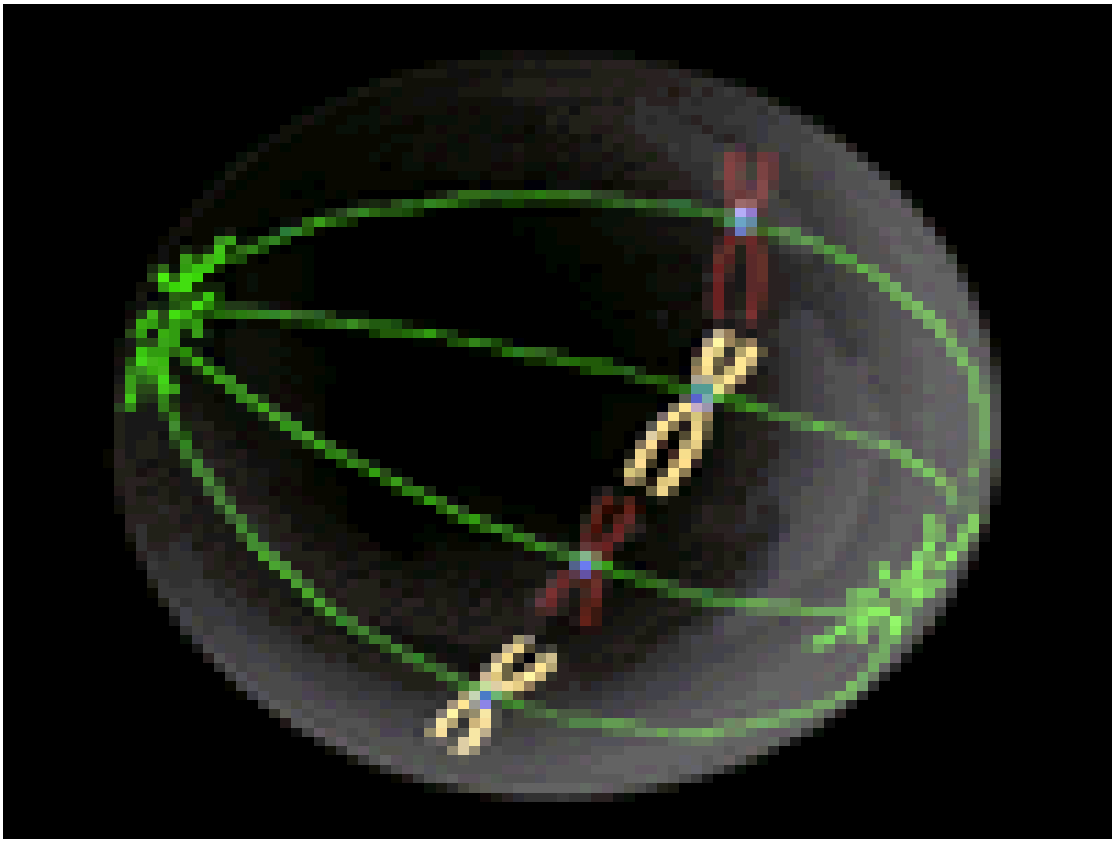
٢-المرحلة الأستوائية Metaphase

تبتعد في هذه المرحلة منطقة القطعة المركزية لكل كروموسوم باتجاه خط استواء الخلية (منطقة الخط الوسطي للخلية).تتكون الصفيحة المغزلية التي تمتد بين الكرموسومات وتمسكها عند المستوى المتوسط للخلية.



## المرحلة الاستوائية المبكرة

الكروموسومات تقترب من المستوى المتوسط للخلية بين القطبين



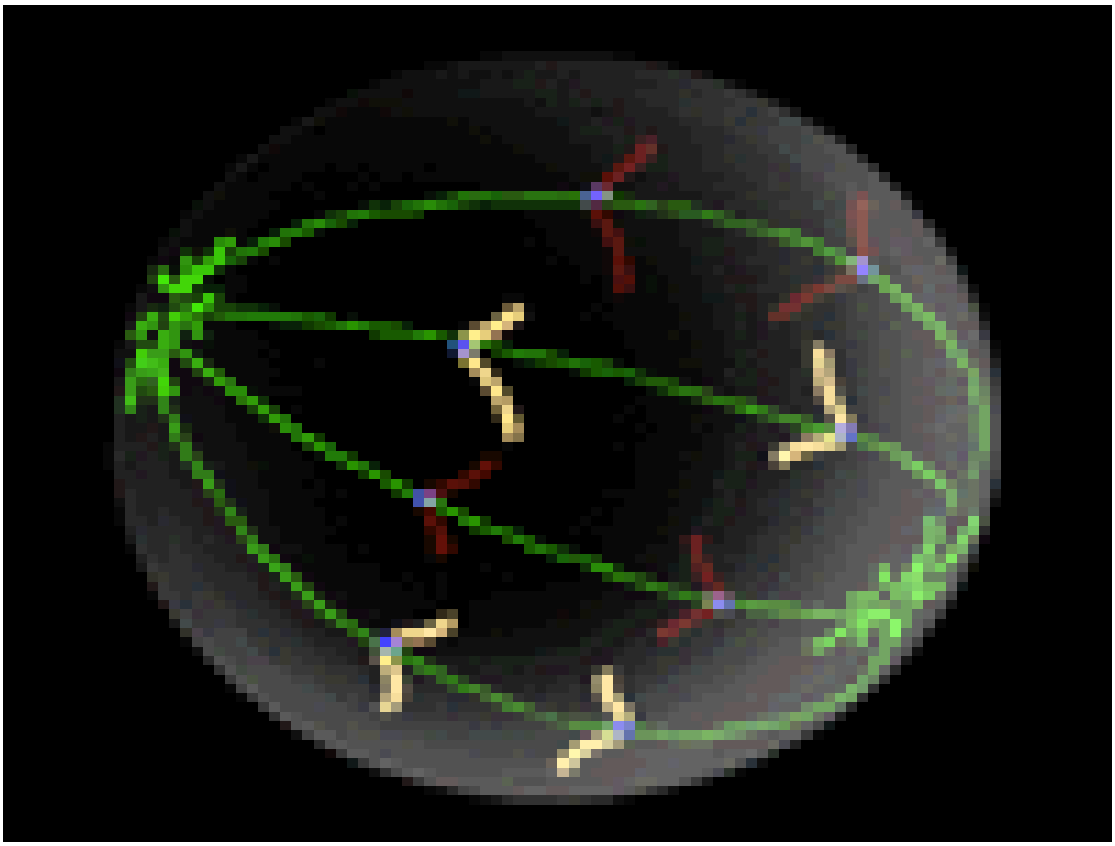
المرحلة الاستوائية المتأخرة

الكروموسومات تصطف في المستوى المتوسط للخلية

و تمسكها الخيوط المغزلية

## ٣-المرحلة الأنفصالية Anaphase

وهي أقصر المراحل و اكثرها دقة وخلال هذه المرحلة ينفصل الكروماتيدان الشقيقان لكل كروموسوم عن بعضهما ويرحلان الى قطبي الخلية بحيث تنقسم كل قطعة مركزية الى قسمين وحال حدوث هذا،فأن كل كروماتيد يصبح كروموسوما.تقود القطع المركزية ارتحال الكروموسومات وتتخذ الكروموسومات اشكالا مختلفة حسب موقع القطع المركزية عليها.

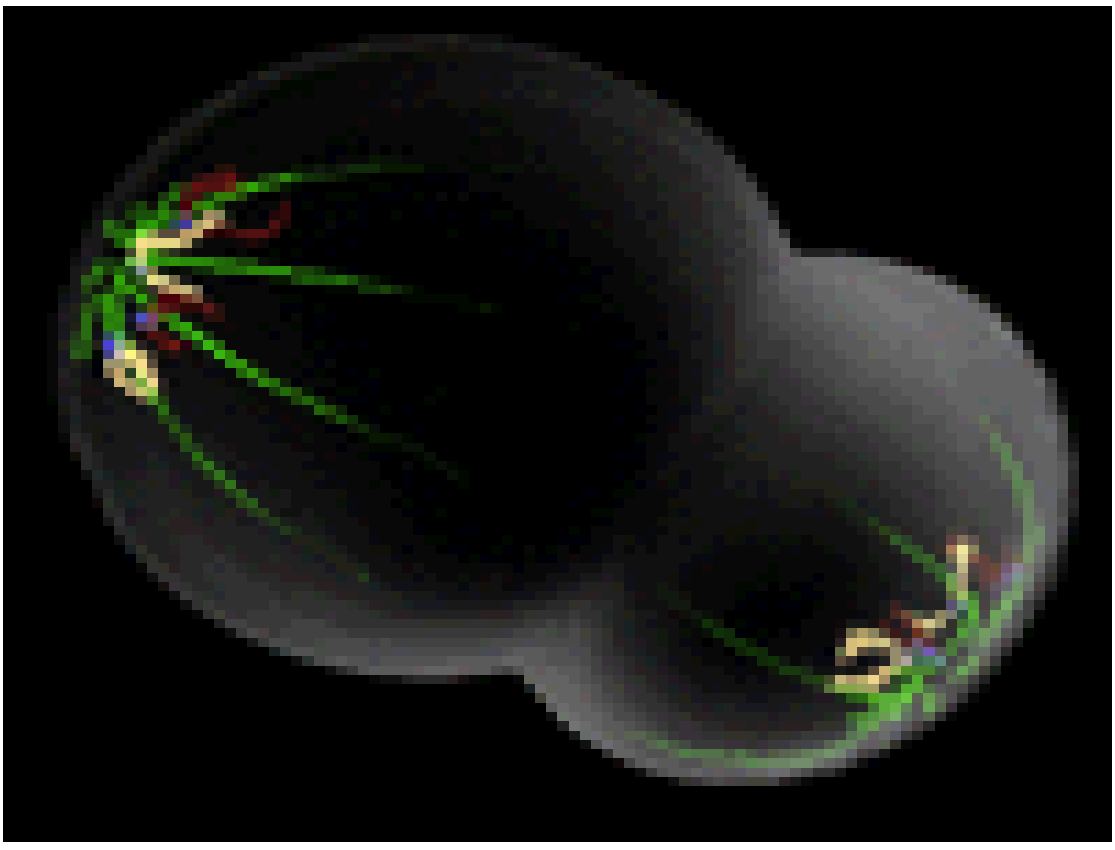


## المرحلة الانفصالية

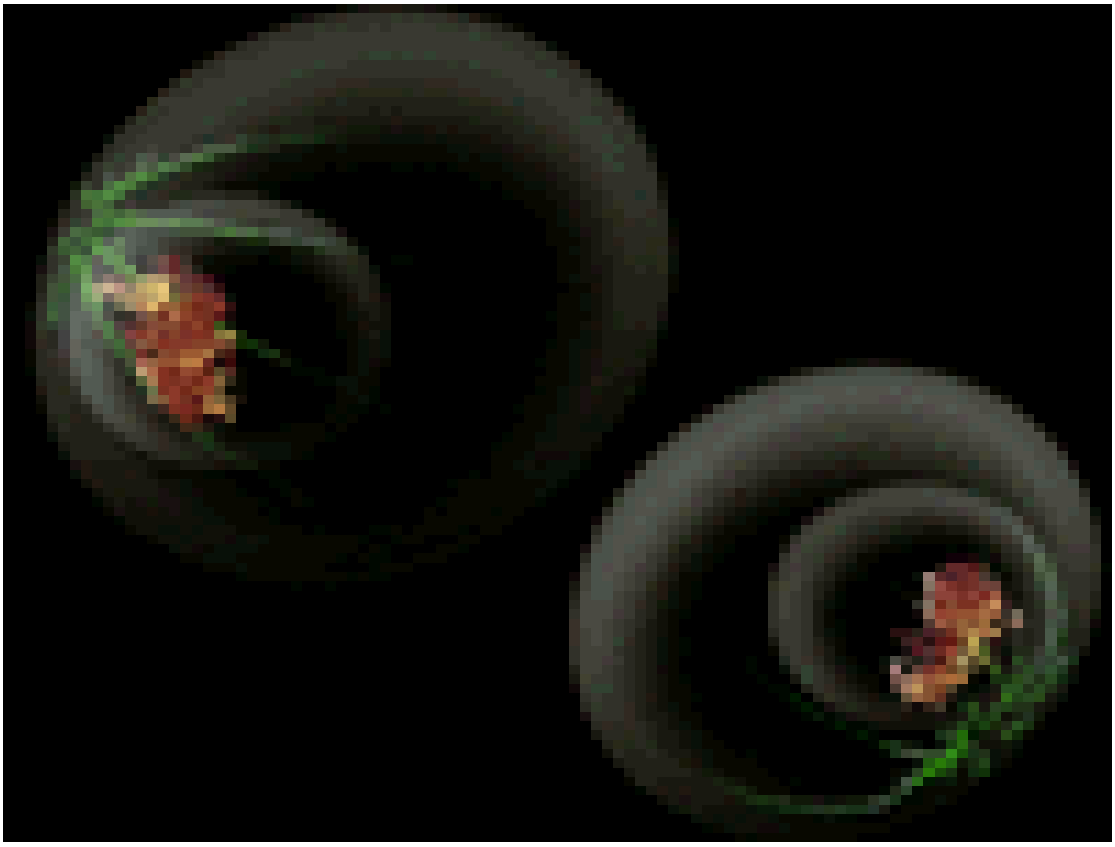
ينفصل كل كروماتيدين مؤلفين للكروموسوم عن بعضهما و يتجهان نحو قطبي الخلية بنفس العدد

## ٤-المرحلة النهائية Telophase

اهم حدث في هذه المرحلة هو انقسام السيتوبلازم.تختلف الآلية بين الخلايا النباتية و الحيوانية.ففي الخلايا النباتية ،تتكون صفيحة الخلية في منطقة خط استواء الخلية.والنتيجة النهائية هي نفسها تكون خليتين.أما في الخلايا الحيوانية،فينتج التخصر الكامل لغشاء الخلية فاصلا بين الخلايا المنقسمة.في كل خلية جديدة تبدأ الكروموسومات بالأنحلال لتصبح مادة كروماتينية منتشرة مرة ثانية ويتشكل الغلاف النووي ثانية حولها.وتبدأ النوية بالظهور و تصبح واضحة في النواة خلال المرحلة البينية مع اختفاء الخيوط المغزلية.



المرحلة النهائية المبكرة



المرحلة النهائية المتأخرة

تكون خليتين جديدتين