الاسم : ..... المادة : العلوم الحياتية (رقم 6)

الصف : الثاني عشر – المسار الاكاديمي الوحدة الأولى :دورة الخلية / الدرس الثاني

معلمة المادة : هبة سوداح

الدرس الثاني : الانقسام الخلوي

- **للانقسام الخلوي أنواع عدة لكل منها أهميته في استمرار الحياة وبقاء الأنواع الحية المختلفة على سطح الأرض وهما نوعان : الانقسام المتساوي ، الانقسام المنصف**

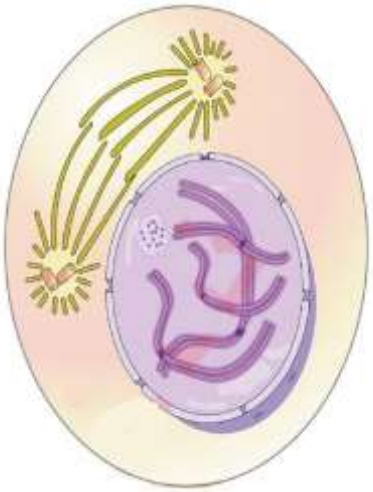
- **الانقسام المتساوي :**

هو انقسام يحدث في الخلية لانتاج خليتين متطابقتين جينياً للخلية الام المنقسمة وتحتوي كل منهما نفس عدد كروموسومات الخلية الام (n2) وتمر الخلية اثناء الانقسام المتساوي بأربعة اطوار هي : (الطور التمهيدي ، الاستوائي ، الانفصالي ، النهائي)

ثم يليها انقسام السيتوبلازم لانتاج خليتين منفصلتين .

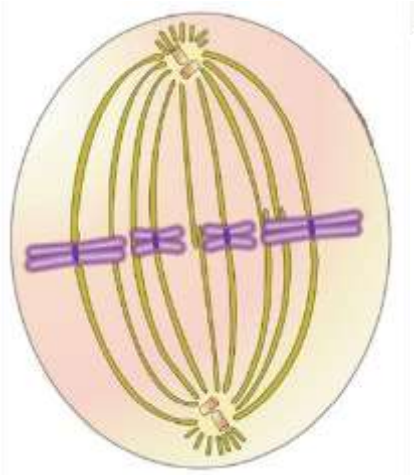
- **الطور التمهيدي :**

1. **تظهر الكروموسومات واضحة (قصيرة وسميكة) ويتكون كل كروموسوم من كروماتيدين شقيقين يرتبطان معاً بقطعة مركزية (سنترومير)**
2. **في نهاية هذا الطور يتفكك الغلاف النووي وتختفي النوية**
3. **ويتحرك الجسمان المركزيان نحو قطبي الخلية المتقابلين**
4. **تبدأ الخيوط المغزلية بالامتداد من المريكزات الى القطع المركزية (السنترومير) في الكروموسومات لترتبط بها**



- **ملاحظة :**

الجسم المركزي : تركيب يوجد فقط في الخلايا الحيوانية كل جسم مركزي من تركيبين اسطوانيين يسمى كل منهما مريكز .



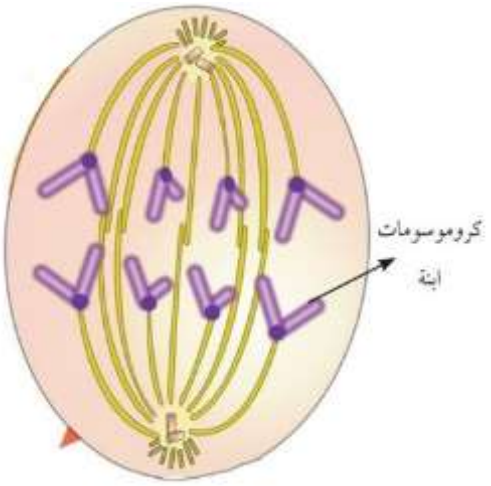
- **<u>الطور الاستوائي :</u>**

  ارتباط الخيوط المغزلية مع القطع المركزية في الكروموسومات قبيل هذا الطور وتترتب الكروموسومات في وسط الخلية .

- **ملاحظة : يبدا ارتباط الخيوط المغزلية بالقطع المركزية في الطور التمهيدي ويكتمل الارتباط في الطور الاستوائي لتترتب الكروموسومات في وسط الخلية .**

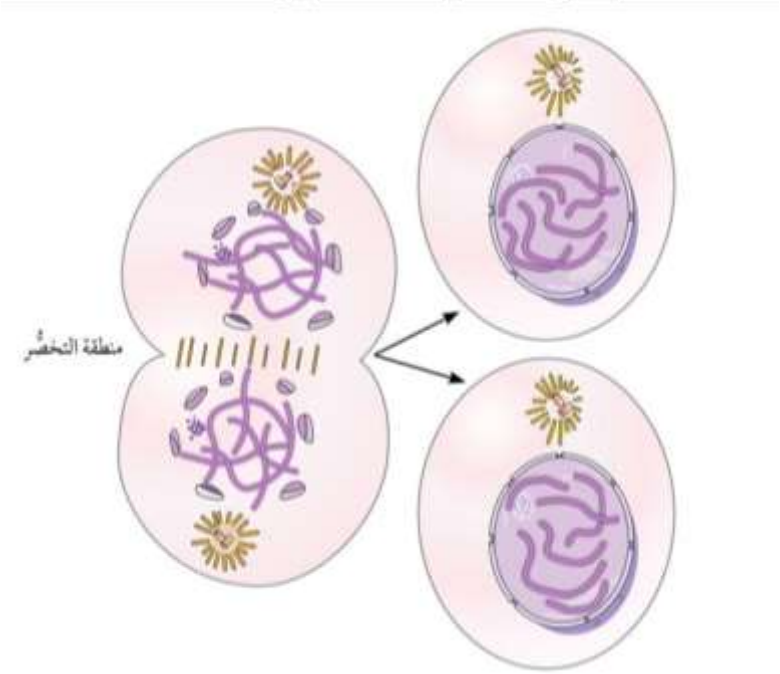
- **<u>الطور الانفصالي</u> :**

1. **تنكمش الخيوط المغزلية مما يؤدي الى سحب الكروماتيدات الشقيقة عن بعضها.**
2. **انفصال الكروماتيدان الشقيقان عن بعضهما البعض ويتحرك كل من الكروماتيدان نحو احد قطبي الخلية .**
3. **يصبح عند كل قطب مجموعة كاملة من الكروموسومات الابنة.**
4. **تكون الكروماتيدات اثناء سحبها على شكل حرف V نتيجة عملية السحب وتسمى كروموسومات ابنة .**



- **<u>الطور النهائي</u> :**

1. **يتشكل في هذا الطور نواتان ونويتان**
2. **يبدأ الغلاف النووي بالظهور**
3. **تصبح الكروموسومات رفيعة وطويلة غير واضحة تمهيدياً لعودتها على شكل شبكة كروماتينية.**
4. **وفي نهاية هذا الطور يبدأ بعد انقسام النواة بوقت قصير انقسام السيتوبلازم لانتاج خليتان ابنتان متطابقتان جينياً للخلية الام الاصلية وفي كل منهما نفس عدد الكروموسومات الخلية الام .**



- **ملا حظة :**

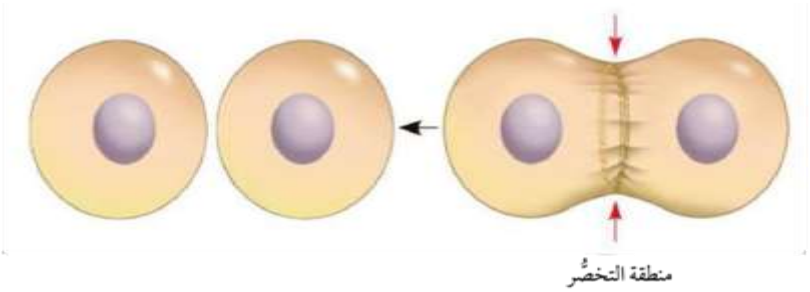
يتم بناء البروتينات التي تدخل في تركيب الخيوط المغزلية (الانيبيبات الدقيقة) اثناء طورالنمو الثاني G2 كما درست سابقاً .

- **انقسام السيتوبلازم :**

تختلف عملية انقسام السيتوبلازم في الخلية الحيوانية عنه في الخلية النباتية ويحدث عادة بعد انقسام انقسام النواة .

- **انقسام السيتوبلازم في الخلية الحيوانية (التخصر) :**

1. **حدوث تخصر تدريجي وسط الخلية مشكلًا اخدود.**
2. **يوجد في الجانب السيتوبلازمي للاخدود حلقة منقبضة من الياف بروتين الاكتين الدقيقة وجزيئات من بروتين الميوسين ويعملان معاً على انقباض الحلقة.**
3. **يزداد التخصر فينتج خليتان منفصلتان .**

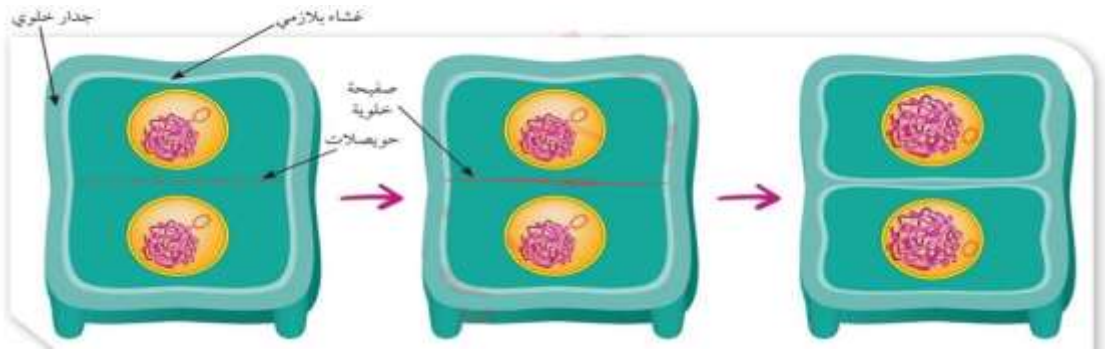


الشكل (11): انقسام السيتوبلازم في الخلايا الحيوانية.

- **انقسام السيتوبلازم في الخلية النباتية :**

وهي تختلف عن انقسام السيتوبلازم في الخلية الحيوانية لوجود جدار خلوي في الخلية النباتية وتحدث كما يلي :

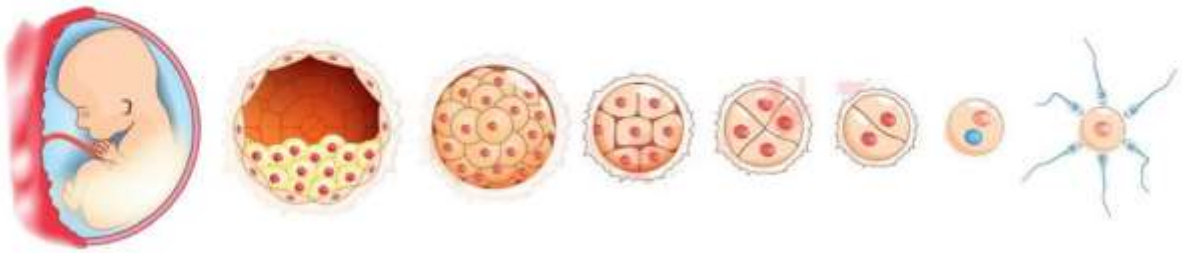
1. **تصطف وسط الخلية حويصلات من اجسام غولجي .**
2. **تندمج الحويصلات معاً مشكلة صفيحة خلوية.**
3. **يندمج الغشاء المحيط بالصفيحة الخلوية مع الغشاء البلازمي للخلية.**
4. **يتكون الجدار الخلوي من مكونات في الصفيحة الخلوية فينتج خليتان منفصلتان ومطابقتان للخلية الام في كل منهما (2n) .**



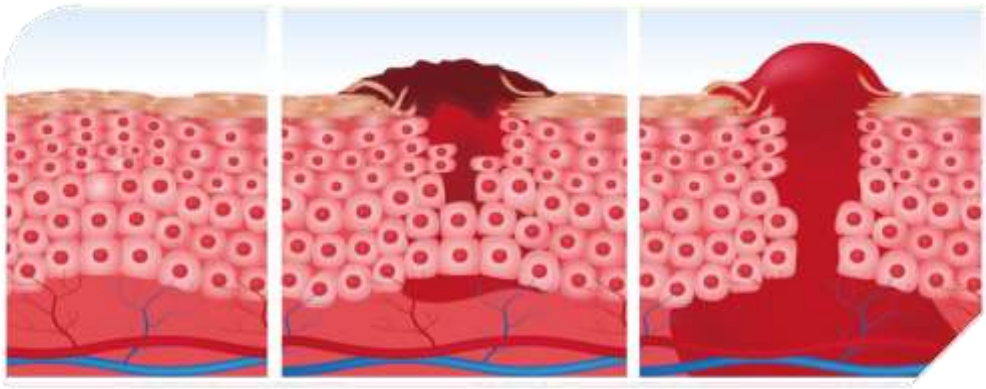
- **أهمية الانقسام المتساوي :**

1. **نمو الكائنات الحية عديدة الخلايا مثل تطور الجنين من بويضة مخصبة) خلية واحدة (الى انسان يتكون جسمه من عدد كبير من الخلايا .**

تطوُّر جنين إنسان من بويضة مُخصَّبة بالانقسام المتساوي.



2. **استبدال الخلايا التالفة وتعويض الانسجة التي تتعرض لجرح او حرق او كشط مثل الجلد، الانسجة المبطنة للامعاء .**



3. **التجدد : تعويض بعض الكائنات عديدة الخلايا أجزاء فقدتها من جسمها بالانقسام المتساوي**
   مثل (السحلية ، نجم البحر) وقد تقوم السحلية بتجديد ذيلها عوضاً عن ذيلها الأصلي المقطوع بالانقسام المتساوي .

4. **التكاثر اللاجنسي : في الكائنات حقيقية النوى سواء كانت وحيدة الخلية مثل الخميرة ام عديدة الخلايا مثل الهيدرا والنباتات .**

- **ملاحظة : تقوم الخميرة والهيدرا بالتكاثر بالتبرعم عن طريق الانقسام المتساوي وتقوم بعض النباتات بالتكاثر اللاجنسي الخضري مثل التكاثر بالابصال ايضاً عن طريق الانقسام المتساوي .**

وجه المقارنة	تكاثر جنسي	تكاثر لا جنسي
السرعة	ابطأ	أسرع
نوع الانقسام	منصف لانتاج جاميتات ذكرية وانثوية	متساوي لانتاج كائنات متماثلة من نفس الاب
صفات الكائنات الحية الناتجة	غير متماثلة جينياً	متماثلة جينياً
التنوع في صفات الكائنات الناتجة	يوجد تنوع في صفات الكائنات الناتجة فقد لا تشبه في صفاتها بعضها البعض وقد لا تشبه الابوين	لا يوجد تنوع في صفات الكائنات الناتجة تشبه بعضها البعض وتشبه الاب تماماً فتكون الكائنات معرضة للتاثر بالظروف المحيطة على نحو متشابه

(أ) تكاثر الخميرة بالتبرعم.

كائنات وحيدة الخلية

(ب) تكاثر الهيدرا بالتبرعم.

كائنات عديدة الخلايا

(ج) تكاثر نباتات بالأبصال.

كائنات عديدة الخلايا

الربط بالطب

يوجد في المراحل الجنينية للكائن الحي خلايا جذعية غير متمايزة بوصفها خلايا جذعية وخلاية أخرى تتمايز لتصبح خلايا متخصصة تتكون منها انسجة الجسم واعضاءه .

- يعد استخدام الخلايا الجذعية في انتاج انسجة جديدة علاجاً واعداً للاعضاء المتضررة نتيجة الإصابة بأمراض متعددة مثل (بعض امراض القلب والاعصاب) .

- يوجد في الأردن العديد من المراكز المتقدمة والرائدة في مجال بحوث الخلايا الجذعية وتطبيقاتها العلاجية والتي تعمل على العلاج من الامراض بالخلايا الجذعية .

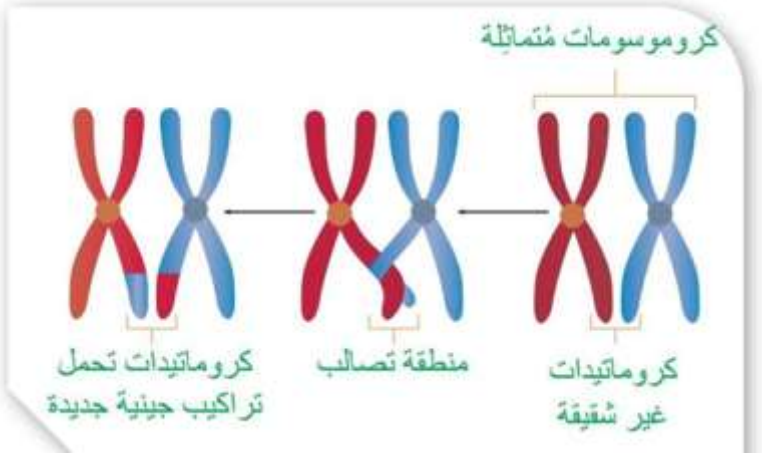
- **الانقسام المنصف :**

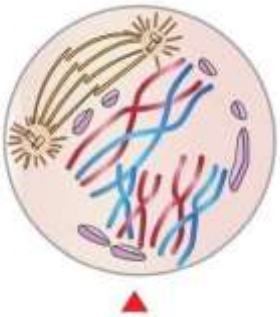
هو احد أنواع الانقسام الخلوي والذي يمر بمرحلتين أساسيتين تسبق اولاهما مرحلة بينية ويؤدي الانقسام الى انتاج جاميتات وهي خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (1n) .

- **المرحلة الأولى من الانقسام المنصف :**

تمر هذه المرحلة بأربعة اطوار هي (طور تمهيدي اول ، استوائي اول ، انفصالي اول ، نهائي اول.)
وينتج في نهايتها خليتان تحوي كل منهما على نصف عدد كروموسومات الخلية الام (المنقسمة)

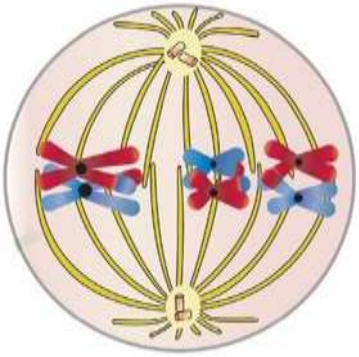
1. **الطور التمهيدي الأول :**
   - **تظهر كروموسومات قصيرة وسميكة ويتكون كل منها من كروماتيدان شقيقيان ويتفكك الغلاف النووي .**
   - **تكون الكروماتيدات غير الشقيقة في الكروموسومات المتماثلة قريبة من بعضها البعض وقد يحدث احياناً تقاطع بين هذه الكروماتيدات غير الشقيقة في نقاط محددة وتسمى كل منها منطقة التصالب .**
   - **ينتج عن هذا التصالب تبادل أجزاء من المادة الوراثية بين هذه الكروماتيدات غير الشقيقة بعملية تسمى العبور والذي تنتج منه تراكيب جينية جديدة تؤدي دور في عملية التنوع الجيني (التنوع الوراثي) .**
   - **يتحرك كل زوج من المريكزات نحو احد قطبي الخلية المتقابلين .**
   - **تبدأ الخيوط المغزلية بالامتداد من المريكزات الى القطع المركزية في الكروموسومات .**





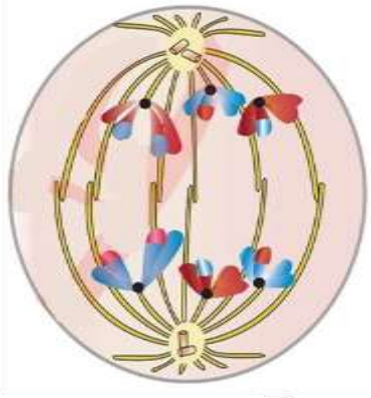
أطوار المرحلة الأولى من الانقسام المُنصَّف

2. **الطور الاستوائي الاول :**



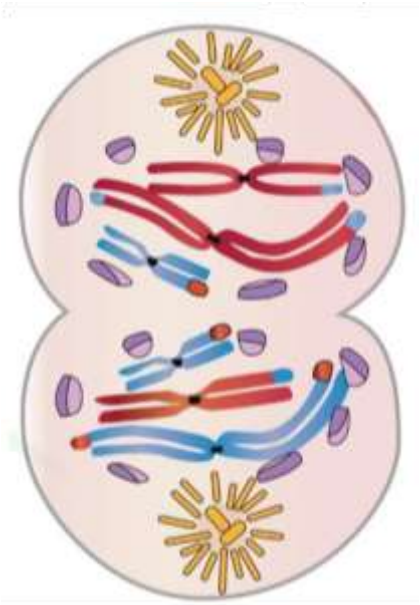
- **تصطف ازواج الكروموسومات المتماثلة والمرتبطة بالخيوط المغزلية على جانبي خط وسط الخلية دون ان تترتب ترتيب معين ويكون ترتيبها عشوائي .**
- **ليس شرطاً ان تكون الكروموسومات التي من الاب على الجانب نفسه وكذلك الحال بالنسبة للكروموسومات التي من الام .**
- **وهذا يعني انه قد تحتوي جهة ما على الكروموسومات من الاب ومن الام معاً على نفس الجانب وهذا يؤدي الى تنوع جيني في الخلايا الناتجة من الانقسام .**

3. **الطور الانفصالي الاول :**



- **تنفصل ازواج الكروموسومات المتماثلة نتيجة انكماش الخيوط المغزلية .**
- **يتجه كل كروموسوم من هذه الكروموسومات الى احد قطبي الخلية وتبقى الكروماتيدات الشقيقة مرتبطة مع بعضها .**

4. **الطور النهائي الاول :**



- **يبدأ الغلاف النووي بالظهور وتتفكك الخيوط المغزلية ثم ينقسم السيتوبلازم فينتج خليتان تحتوي كروموسومات بعضها من الاب والأخر من الام ويكون في كل خلية ناتجة نصف عدد كروموسومات الخلية ام (1n)**

- **ملاحظة : سبب التنوع الوراثي في الانقسام المنصف :**

1. **اصطفاف الكروموسومات والتي من الاب مختلطة مع الكروموسومات من الام على نفس الجانب في الطور الاستوائي الاول (ترتيب عشوائي للكروموسومات)**

2 – بسبب العبور الجيني في الطور التمهيدي الاول .

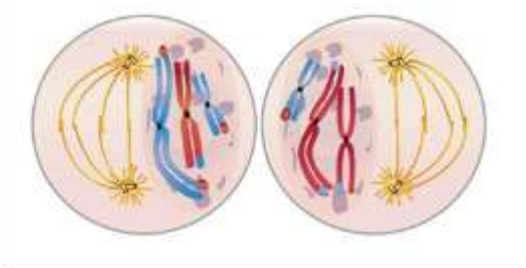
- **المرحلة الثانية من الانقسام المنصف :**

- **تدخل الخليتان الناتجتان من المرحلة الأولى من المنصف الى المرحلة الثانية من المنصف دون ان يتضاعف DNA بحيث تنفصل الكروماتيدات الشقيقة عن بعضها البعض ويتكون الغلاف النووي ويحدث انقسام للسيتوبلازم لينتج اربع خلايا في كل اربع منها (1n) أحادية المجموعة الكروموسومية تسمى (الجاميتات) .**

- **مثال : خلية جنسية تحتوي (64) كروموسوم كم عدد الخلايا الناتجة من المرحلة الأولى وكم عدد الكروموسومات في كل خلية ناتجة سينتج من المرحلة الأولى خليتان في كل منها 32 كروموسوم .**

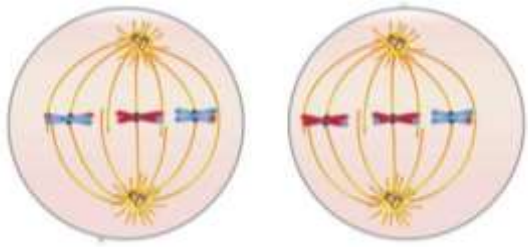
1. **الطور التمهيدي الثاني :**

يتفكك الغلاف النووي وتتجه المريكزات نحو الاقطاب وتبدأ الخيوط المغزلية بالظهور.



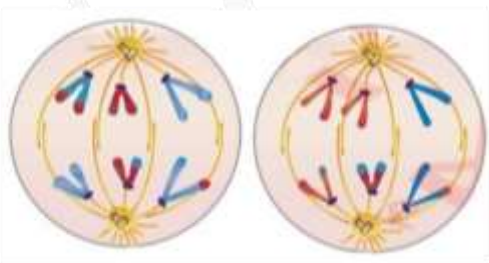
2. **الطور الاستوائي الثاني :**

تترتب الكروموسومات في منتصف الخلية ويتكون كل كروموسوم من كروماتيدين شقيقين .



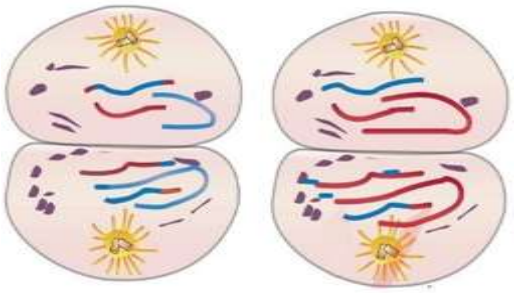
3. **الطور الانفصالي الثاني :**

ينفصل كل كروماتيدان شقيقان عن بعضهما البعض ويتحرك كل كروماتيد نحو احد قطبي الخلية ويسمى كروموسوم وليد (كروموسوم ابن) .



4. الطور النهائي الثاني :

- **يتشكل الغلاف النووي حول كل مجموعة كروموسومية**
- **تبدأ الخيوط المغزلية بالتفكك .**
- **ثم يحدث انقسام للسيتوبلازم .**
- **ينتج أربعة خلايا (جاميتات) في كل منها (1n) .**



- **العبور :**

هو عملية تبادل قطع بين الكروماتيدات غير الشقيقة في الكروموسومات المتماثلة والقريبة جداً من بعضها اثناء الطور التمهيدي الأول ويؤدي الى ظهور تراكيب جينية جديدة تفيد في عملية التنوع الوراثي .

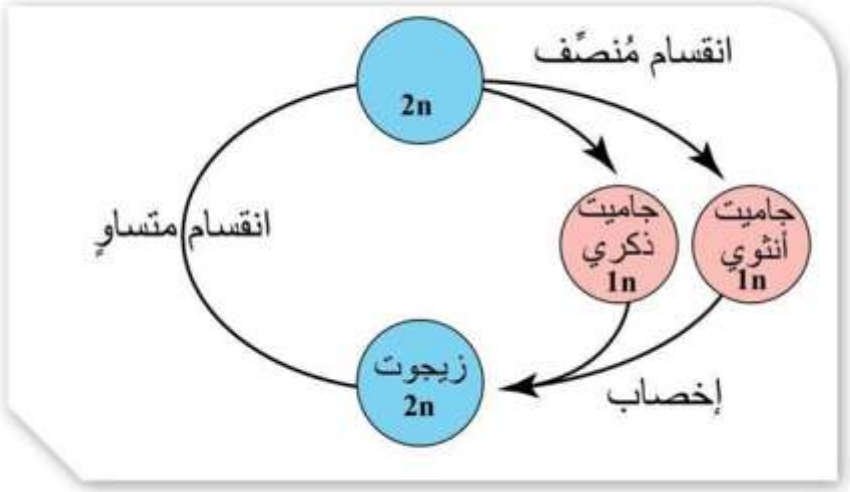
- **التصالب :**

هي نقاط تقاطع بين الكروماتيدات الغير شقيقة في الكروموسومات المتماثلة والقريبة جداً من بعضها البعض وينتج عن ذلك عبور ويحدث في الطور التمهيدي الأول .

- **أهمية الانقسام المنصف :**

يؤدي انقسام خلية تحتوي (2n) انقساماً منصفاً الى انتاج اربع خلايا في كل منها (1n) فمثلًا الخلية المنوية الأولية تحتوي في الانسان على (2n) أي انها تحتوي (23) زوج من الكروموسومات (46) كروموسوم .

وعند حدوث انقسام منصف بمرحلتيه لهذه الخلية ينتج أربعة خلايا في كل منها (1n) تسمى جاميتات ذكرية ويحتوي كل جاميت على 23 كروموسوم وعند حدوث الاخصاب واندماج جاميت ذكري مع انثوي ينتج خليه (بويضة مخصبة) (زايجوت) تحتوي (2n) ثنائية المجموعة الكروموسومية، يعني 46 كروموسوم وبالتالي يتم المحافظة على ثبات عدد الكروموسومات في الكائن الحي الطبيعي من جيل لأخر .



أهمية الانقسام المُنصَّف.

وجه المقارنة	المرحلة الأولى من الانقسام المنصف	المرحلة الثانية من الانقسام المنصف
عدد الخلايا الناتجة	خليتان	اربع خلايا
عدد المجموعة الكروموسومية في كل خلية ناتجة	1n	1n
حدوث تضاعف DNA	يسبقها تضاعف DNA	لا يسبقها تضاعف DNA
الطور الاستوائي	تصطف الكروموسومات على شكل ازواج متماثلة على جانبي خط وسط الخلية	تترتب الكروموسومات منفردة (كل كروموسوم) يتكون من كروماتيدان شقيقان وسط الخلية
الطور الانفصالي	تنفصل ازواج الكروموسومات المتماثلة ويتجه كل كروموسوم من هذه الأزواج الى احد قطبي الخلية نتيجة انكماش الخيوط المغزلية	ينفصل كل كروماتيدان شقيقان عن بعضها البعض ويتجه كل منهما نحو احد قطبي الخلية

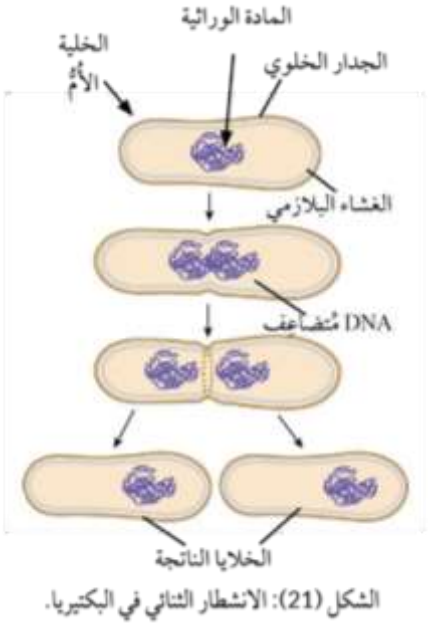
ملاحظة : عدد الخلايا الناتجة من الانقسام المتساوي يساوي = $2^{س}$

حيث س عدد مرات الانقسام المتساوي .

- **<u>الانشطار الثنائي في الكائنات بدائية النواة :</u>**

يتشابه الانقسام المتساوي والانشطار الثنائي من حيث النواتج بحيث ينتج من كل منهما خليتان مطابقتان للخلية الام المنقسمة ولكن يختلف الانقسام المتساوي عن الانشطار الثنائي .

- **خطوات الانشطار الثنائي :**



الشكل (21): الانشطار الثنائي في البكتيريا.

1. **تبدأ عملية الانشطار الثنائي بتضاعف كروموسوم البكتيريا وهو كروموسوم حلقي .**
2. **يتحرك الكروموسومان الناتجان عن التضاعف في اتجاهين متقابلين ضمن عملية يدخل فيها بروتين يشبه الاكتين.**
3. **يظهر كروموسوم واحد عند كل طرف من طرفي الخلية المتقابلين .**
4. **ثم يحدث نمو للخلية واستطالة.**
5. **ينغمد الغشاء البلازمي الى الداخل متزامناً مع تكون الجدار الخلوي فينتج خليتان منفصلتان ومشابهتان للخلية الام .**

وجه المقارنة	انقسام متساوي	انشطار ثنائي
النواتج	خليتان مطابقتان للخليه الام	خليتان مطابقتان للخليه الام
الموقع	خلايا حقيقيه النواة	خلايا بدائيه النواة
انقسام النواة	يحدث	لا يحدث لعدم وجود غلاف نووي
مثال	خلايا جسميه في الكائنات متعددة الخلايا (الانسان) خلية جلد	البكتيريا
تضاعف DNA	يتضاعف	يتضاعف
حركه الكروموسومات نحو الاطراف	سحب الكروماتيدات بواسطه الخيوط المغزلية	سحب الكروموسوم بواسطه بروتين يشبه الاكتين
نمو الخليه	قبل حدوث الانقسام	اثناء عمليه الانقسام

وجه المقارنه	انقسام متساوي	انقسام منصف
الموقع	خلايا جسميه	خلايا جنسيه عند تكوين جاميتات
عدد الخلايا الناتجه من خليه ام	2	4
عدد الكروموسومات الناتجه في كل خلية	(2n) نفس عدد كروموسومات الخلية الام	(1n) نصف عدد كروموسومات الخلية الام
الاهميه	النمو، تجديد الخلايا وتعويض الانسجة التالفة والتجدد والتكاثر اللاجنسي	انتاج جاميتات تحمل نصف عدد الكروموسومات وعند الاخصاب تتكون خلية تحمل نفس العدد الأصلي من الكروموسومات بالتالي المحافظة على ثبات عدد الكروموسومات من جيل لاخر
عدد المراحل	مرحلة واحدة تحتوي 4 اطوار	مرحلتين رئيسيتين كل مرحله تحتوي أربعة اطوار

ملاحظة :

1. **يستفيد الكائن الحي القادر على التكاثر الجنسي واللاجنسي وذلك بإنتاج افراد متنوعة في صفاتها الوراثية واكسابها صفات جديدة (تنوع حيوي) وغير متماثلة جينياً وبقاء النوع الواحد بسبب التكاثر الجنسي وايضاً انتاج افراد غير متنوعة في صفاتها الوراثية متماثلة جينياً باعداد كبيرة وبسرعة اكبر بسبب التكاثر اللاجنسي .**

2. **عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة من الطور النهائي في الانقسام المتساوي هو نفس عدد الكروموسومات في الخلية الام اما عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة من الطور النهائي الاول من الانقسام المنصف هو نصف عدد الكروموسومات في الخلية الام .**

3. **عدد الخلايا الناتجة من الانقسام المتساوي لمرة واحدة خليتان في كل منها نفس عدد كروموسومات الخلية الام وعدد الخلايا الناتجة من الانقسام المنصف كاملًا 4 خلايا في كل منها نصف عدد كروموسومات الخلية الام وتسمى بالجاميتات .**

- **اجابات اسئلة الدرس :**

أُفكّر ص 79:

G_2

أتحقق ص 80:

يحدث تخصُّر تدريجي وسط الخلية مُشكّلً أُخدودًا. يوجد في الجانب السيتوبلازمي للُخُدود حلقة مُنقبّضة من ألياف بروتين الأكتين الدقيقة وجزيئات بروتين الميوسين التي تعمل معًا على انقباض الحلقة، فيزداد التخصُّر، إلى أنْ ينتج من ذلك خليتان مُنفصِلتان.

أتحقق ص 81:

استبدال الخلايا التالفة، وتعويض الأنسجة التي تعرَّضت لجرح، أو حرق، أو كشط، مثل :الجلد، والأنسجة المُبطِّنة للمُعاء.

أتحقق ص85 :

- **خليتان.**
- **كل منهما تحوي 32 كروموسومًا على شكل أزواج من الكروماتيدات الشقيقة.**

أتحقق ص 86:

الطور الانفصالي الأوَّل: تنفصل في هذا الطور أزواج الكروموسومات المُتماثِلة نتيجة انكماش الخيوط المغزلية، يتجه كل كروموسوم من هذه الأزواج إلى أحد قطبي الخلية، في حين تظلُّ الكروماتيدات الشقيقة مُرتبِطة ببعضها.
الطور الانفصالي الثاني: ينفصل كل كروماتيدين شقيقين أحدهما عن الآخر، ثم يتحرَّك كلٌّ منهما نحو أحد قطبي الخلية.

أتحقق ص 86:

خليتان في كل من الانقسام المتساوي لخلايا الجلد، وخليتان في الانشطار الثنائي للبكتيريا.

- **اسئلة مراجعة الدرس :**

1.

نوع الانقسام	أهميته
الانقسام المتساوي	- استبدال الخلايا التالفة وتعويض الانسجة التي تعرضت لجرح او حرق او كشط كما في الخلايا المبطنة للمُعاء. - تستخدمه بعض الكائنات التي لديها القدرة على التجدد لتعويض الاجزاء المفقودة مثل السحالي. - يعدُّ أساساً لعملية التكاثر اللاجنسي.
الانقسام المنصف	- المحافظة على ثبات عدد الكروموسومات في الكائن الحي الطبيعي.

2. للتكاثر الجنسي دور كبير بالتنوع الحيوي بين أفراد النوع الواحد وبقاء الكائنات الحية (بقاء النوع) وإكسابها صفات جديدة قد تُسهم في بقائها، ويستفيد الكائن الذي يتكاثر لاجنسيًا بازدياد أعداد أفراد نوعه بشكل أسرع من الأنواع التي تعتمد على التكاثر الجنسي فقط.

3. أنظر الى عدد المستعمرات الناتجة في كلا الطبقين، يكون عدد المستعمرات في الطبق الذي يحوي على المركب الكيميائي المثبط لتضاعف DNA أقل من عدد المستعمرات في الطبق الذي لايحوي المركب الكيميائي.

4. أ. الانقسام المتساوي: يتكون من أربعة اطوار رئيسة، لأن الانقسام المتساوي يحدث في الخلايا حقيقية النوى فإن تغيرات واضحة تحدث على النواة والنوية(الكروموسومات تحديدًا) مثل ظهورها قصيرة وسميكة، وتكوّن كل منها من كروماتيدين شقيقين يرتبطان معًا عن طريق قطعة مركزية إضافة إلى وجود الأجسام المركزية (في الخلايا الحيوانية) لتكون الانبيبات الدقيقة. وتترتب الكروموسومات في وسط الخلية في الطور الاستوائي ثم انفصال كل كروماتيدين شقيقين أحدهما عن الآخر، وتحرُّك كلّ منهما نحو أحد قطبي الخلية، فيصبح عند كل

قطب مجموعة كاملة من الكروموسومات الأبنة. وأخيرًا الطور النهائي وتتشكَّل في هذا الطور نواتان ونُوَيَّتان، ويبدأ الغلاف النووي بالظهور، وتصبح الكروموسومات أرفع وأطول تمهيدًا لعودتها على شكل شبكة كروماتينية. وفي نهاية هذا الطور يبدأ انقسام السيتوبلازم بعد وقت قصير من انقسام النواة.

الانشطار الثنائي : يتشابه مع الانقسام المتساوي من حيث نواتج العمليتين؛ إذ ينتج من ك ,,لّ منهما خليتان مُطابّقتان للخلية الُأمّ المُنقسِّمة. تبدأ عملية الانشطار الثنائي بتضاعف كروموسوم البكتيريا، ثم يتحرّك الكروموسومان الناتجان من التضاعف في اتجاهين مُتقابِّلين، ضمن عملية يدخل فيها بروتين يُشبّه الأكتين، فيظهر كروموسوم واحد عند كل طرف من طرفي الخلية المُتقابِّلين، ويحدث في أثناء هذه العملية نمو واستطالة للخلية. بعد ذلك ينغمد الغشاء البلازمي نحو الداخل، بالتزامن مع تكوُّن الجدار الخلوي، ثم تنتج خليتان مُنفصِّلتان ومُشابِّهتان للخلية الُأمّ .

ب. انقسام السيتوبلازم في الخلايا الحيوانية يختلف عنه في الخلايا النباتية بسبب وجود الجُدُر الخلوية في الخلايا النباتية؛ ففي الخلايا النباتية: تصطفُّ وسط الخلية حويصلاتٌ من أجسام غولجي، ثم تندمج الحويصلات مُشكّلةً صفيحة خلوية. بعد ذلك يندمج الغشاء المحيط بالصفيحة الخلوية بالغشاء البلازمي للخلية، ثم ينشأ الجدار الخلوي من مُكوّنات في الصفيحة الخلوية. وبذلك تنتج خليتان مُنفصِّلتان، ومُطابّقتان للخلية الُأم، وكلٌّ منهما ثنائية المجموعة الكروموسومية. أما في الخلايا الحيوانية: يحدث تخصُّر تدريجي وسط الخلية مُشكّلً أُخدودًا. يوجد في الجانب السيتوبلازمي للُخُدود حلقة مُنقبّضة من ألياف بروتين الأكتين الدقيقة وجزيئات بروتين الميوسين التي تعمل معًا على انقباض الحلقة، فيزداد التخصُّر، إلى أنْ ينتج من ذلك خليتان مُنفصِّلتان.

ج. عدد الكروموسومات في كل نواة في نهاية الطور النهائي من الانقسام المتساوي: يكون نفس عدد الكروموسومات في الخلية الام، بينما يكون عدد الكروموسومات في كل نواه في نهاية الطور النهائي الأول من الانقسام المنصف: نصف عدد كروموسومات الخلية الأم، كل من هذه الكروموسومات تكون على شكل زوج من الكروماتيدات الشقيقة المتصلة.

5. أ). يمثل الرقم (1): تضاعف DNA.

(ب). يمثل الرقم (2): انقسام منصف.

6.

1	2	3	4	5
أ	د	د	ج	ج