١٠

بسم الله الرحمن الرحيم

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

العلوم الحياتية
الفترة (2)

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج

دورة الخلية والانقسام الخلوي

دورة الخلية والانقسام الخلوي

الفصل الأول: ١-١ مفهوم دورة الخليّة ٣
١-٢ انقسام الخليّة ٤
١-٣ الأورام ٥
أسئلة الفصل ٥
الفصل الثاني: الانقسام المنصّف وتكوين الغاميتات ٦
٢-١ الانقسام المنصّف ٦
٢-٢ مراحل الانقسام المنصّف ٨
٢-٣ ظاهرة العبور ٨
٢-٤ تكوين الغاميتات عند الإنسان ٩
أسئلة الفصل ١١
أسئلة الوحدة ١٢
ورقة عمل ١٣
اختبار ١٤

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة المتمازجة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على التعرّف إلى أهمّ العوامل التي تُسهمُ في إظهار صفات الكائنات الحية، وتنوّعها، وكيفية انتقالها من جيلٍ إلى آخر، من خلال الآتي:

- تتبُّع دورة الخليّة.
- وصف مراحل الانقسام الخلوي.
- تفسير دوْر الغاميتات الأنثويّة والذكريّة في نقل الصفات الوراثيّة من جيل إلى آخر.

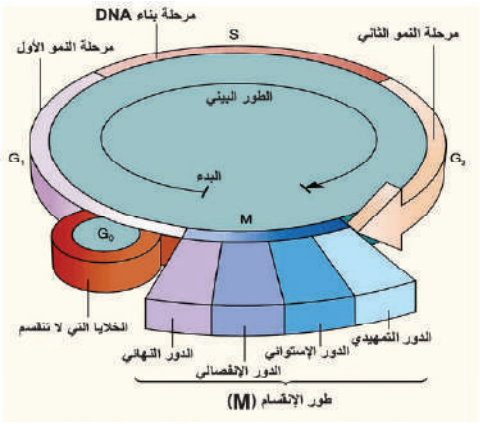
دورة الخليّة (Cell Cycle)

1-1 مفهوم دورة الخليّة (Cell Cycle):

تمرُّ الخليّة في دورة حياتها بمرحلتيّن، هما: الطور البيني (Interphase) الذي يشكّل 90% من دورة الخليّة، وطور انقسام الخليّة (Mitotic phase) الذي يتكوّن من: الانقسام المتساوي (Mitosis)، وانقسام السيتوبلازم (Cytokinesis). فما مراحل الطور البيني؟ وما مميّزات كلّ مرحلة؟ وما أدوار الانقسام المتساوي؟

ادرس الشكل (1) الذي يبيّن مراحل دورة الخلية

وتتبّعْ مميّزات كلِّ مرحلة، مستعيناً بالجدول (1):



الشكل (1) دورة خليّة حقيقيّة النّواة

جدول (1) مميّزات مراحل الطور البيني في دورة الخليّة

المراحل	المميّزات
النمو الأوّل: The first growth (G1)	نشاط أيضي عالٍ للخليّة، تنمو ويزداد حجمها وعدد عضيّاتها، بناء حمض RNA وبعض الإنزيمات.
بناء DNA: DNA Synthesis (S)	تتضاعف المادة الوراثيّة DNA، وتستمر الخليّة بالنمو، وزيادة عدد عضيّاتها.
النمو الثاني: The second growth (G2)	يستكمل فيه بناء البروتينات وجزيئات RNA، واكتمال زيادة عدد عضيّات الخليّة، وتخزين كميّة زائدة من الطاقة وإنتاج الإنزيمات اللازمة لعملية الانقسام.

طور السكون الدائم وطور السكون المؤقت

هل تستمر جميع الخلايا بالانقسام دون توقّف؟

تبقى خلايا الدم الحمراء الناضجة، والعضلات الهيكليّة، والعصبونات في الإنسان طيلة حياتها في مرحلة النمو الصفري (G0)، أو «طور السكون الدائم»، وهناك نوع آخر من الخلايا، مثل خلايا الكبد، لها قدرة عالية على الانقسام، ولكن لا تنقسم إلّا في حالاتٍ خاصّة، مثل إصلاح أنسجة الكبد التالفة، أو شفاء جرح فيه، ويُسمّى طور السكون المؤقت، أو مرحلة النمو (G1).

وجد العلماء أن هنالك بروتينات خاصة تنشط الانقسام المتساوي وبدونه تتوقف العملية، مما يؤثر في النهاية على التئام الجروح وتعويض الخلايا التالفة وانتشار الخلايا السرطانية

2-1 انقسام الخليّة (Mitotic Phase):

يتكون طور انقسام الخليّة من مرحلتين: مرحلة الانقسام المتساوي (الانقسام النووي)، ويليه الانقسام السيتوبلازمي.

المرحلة الأولى: الانقسام المتساوي (Mitosis)

أدوار الانقسام المتساوي:

يمر الانقسام المتساوي (النووي) بالأدوار الآتية:

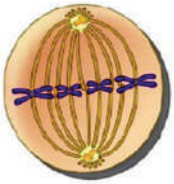
1- الدور التمهيدي Prophase

يعد أطول أدوار انقسام الخليّة؛ حيث يستغرق أكثر من نصف زمن الانقسام كلّه. تبدأ فيه الكروموسومات بالتمايز، مكوّنةً خيوطاً رفيعة، وفي نهاية هذا الطور تبدو هذه الخيوط على شكل كروموسومات متضاعفة يتكون كل منها من كروماتيدين شقيقيْن يرتبطان بقطعة مركزيّة تسمّى السنترومير، الشكل (2).

الشكل (2) الدور التمهيدي

في الخلايا الحيوانيّة يتحرّك كلّ جسم مركزي (سنتروسوم) باتجاه أحد قطبيّ الخليّة، وينشأ عنه خيوط مغزليّة، وفي الخلايا النباتيّة تنشأ الخيوط المغزلية من الأنيْبيبات الدقيقة الموجودة في الهيكل الخلوي في الخليّة، فيبدأ الغلاف النووي بالتحلّل وتختفي النويّة.

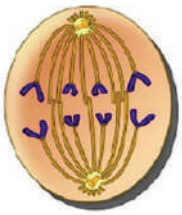
2- الدور الإستوائي Metaphase



الشكل (3) الدورالاستوائي

تصطف الكروموسومات فرادى في وسط الخليّة مرتبطة بالخيوط المغزليّة، بوساطة السنترومير، انظر الشكل (3).

3- الدور الانفصالي Anaphase



الشكل (4) الدور الانفصالي

أقصر الأدوار زمناً في انقسام الخلية شكل (4)، ينفصل السنترومير وتتباعد الكروماتيدات الشقيقة (الكروموسوم المتضاعف) إلى كروموسومات منفردة، ثم تنكمش الخيوط المغزليّة (الخيوط الحركيّة) ساحبةً كلّ كروموسوم نحو أحد قطبيّ الخليّة.

4- الدور النهائي Telophase

الشكل (5) الدور النهائي

تبدأ خيوط المغزل بالاختفاء، ويبدأ التخصُّر في السيتوبلازم، ويتكّون جسمٌ مركزيٌّ جديد في كلّ قطب، ويبدأ الغشاء النووي والنوية بالظهور. في نهاية هذا الدور يحدث انقسام السيتوبلازم.

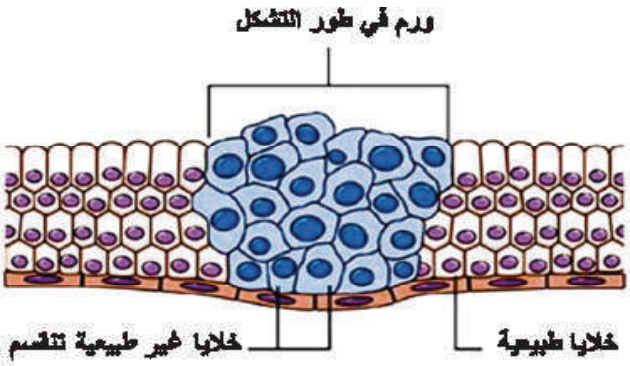
المرحلة الثانية: انقسام السيتوبلازم (Cytokinesis)

يتمّ انقسام السيتوبلازم في نهاية الدور النهائي من أدوار الانقسام المتساوي في الخلية الحيوانية، وفيه يزداد تخصُّر السيتوبلازم، ليمتدّ إلى وسط الخليّة حتى يتمّ انفصالُه إلى قسميْن، يحيط كلٌّ منهما بنواة تحتوي على العدد نفسه من الكروموسومات التي تظهر أقلّ وضوحاً.

3-1 الأورام (Tumours):

ماذا يحدث للخليّة عندما تفقد سيطرتها على الانقسام الخلويّ؟

في بعض الحالات قد تفقد الخليّة سيطرتها على التّنظيم والتّحكم بالانقسام الخلوي، فتبدأ بسلسلة انقسامات غير منظّمة، ينتج عنها كتلٌ غير طبيعيّة من الخلايا تُسمّى الورم (Tumour)، وهناك نوعان منه: ورم خبيث، أو السرطان (Cancer) الذي تنتشر خلاياه في الجسم، وورم غير خبيث. انظر الشكل (6)، وقارن بين الخلايا الطبيعيّة وغير الطبيعية، من حيث حجم الأنوية.



الشكل (6) انقسام خلايا طبيعيّة وغير الطبيعية

أسئلة الفصل

س1 ما المقصود بدورة الخليّة، الأورام؟

س2 وضّح ما يحدث في مرحلة بناء DNA (S) خلال الطور البيني من دورة الخلية.

س3 رتّب الأحداث الآتية في الانقسام المتساوي مع ذكر دور كلّ حدث:

انفصال الكروموسومات، اصطفاف الكروموسومات، بداية ظهور الخيوط المغزليّة، ظهور النويّة.

س4 انقسمت خليّة في ورقة نبات عدد كروموسوماتها (12) كروموسوماً:

أ ما نوع الانقسام في هذه الخليّة؟

ب كم عدد الخلايا الناتجة عن هذا الانقسام؟

جـ ما عدد الكروموسومات في كلّ خليّة من الخلايا الناتجه عن هذا الانقسام؟

الفصل الثاني
الانقسام المنصّف وتكوين الغاميتات
(Meiosis and Gametogenesis)

1-2 الانقسام المنصّف (Meiosis):

يُعدُّ الانقسامُ المنصّف أحدَ أنواع الانْقسامات الخلويّة التي تحدث في الخلايا الجنسيّة، لِمَ سُمِّيَ المنصّف؟ وكم عدد الخلايا النهائيّة الناتجة عن كلِّ خليّةٍ مُنقسِمة؟ وما أهميّةُ هذا النوع من الانقسام للكائن الحيّ؟ وما مراحل الانْقسام المنصّف؟

2-2 مراحل الانقسام المنصّف:

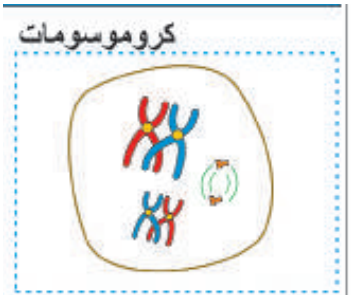
المرحلة الأولى للانقسام المنصّف (Meiosis I):

وتشمل الأدوار الأربعة الآتية:

1- الدور التمهيدي الأوّل: (Prophase I):

تمايُز الشبكةُ الكروماتينية إلى عدد من الكروموسومات المتضاعفة، الموجودة على شكل زوجٍ من الكروماتيدات،

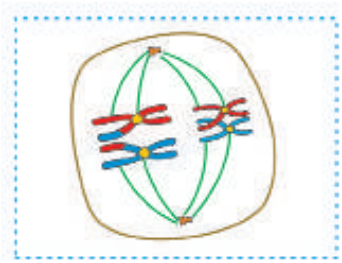
تتصلُ عند نقطةٍ تُعرَفُ بالسنترومير، ثمّ تجتمع الكروموسومات المتناظرة في أزواج، ولأنّ كلَّ كروموسوم يتكوّن من كروماتيديْن متشابهيْن فإنّ ازدواجَ الكروموسومات يكوّن ما يُعرف بالرباعي (tetrad)؛ ما يُسهم في حدوث عمليّةٍ تُدعى العبور (crossing over) -سنتحدث عنها لاحقاً-. وقرب نهاية هذا الدور يتّجهُ كلُّ زوجٍ من السنتريولات إلى أحد قطبيّ الخليّة، ويبدأ تكوُّنُ الخيوط المِغزليّة، ثم تختفي النويّة والغلاف النووي، انظر الشكل (1).



الشكل (1): الدور التمهيدي الأوّل

2- الدور الإستوائي الأوّل (Metaphase I):

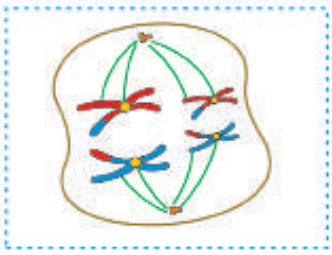
تنتظم أزواجُ الكروموسومات المتناظرة على خطّ استواء الخليّة، مرتبطة بالخيوط المِغزليّة بواسطة السنترومير في كلٍّ منها من أحد القطبين، انظر الشكل (2).



الشكل (2): الدور الإستوائي الأوّل

3- الدور الانفصالي الأوّل (Anaphase I):

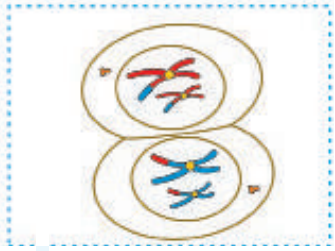
تتباعد الكروموسومات المتناظرة بفعل انكماش الخيوط المِغزليّة، وتتّجه كلُّ مجموعةٍ كروموسوميه نحو أحد قطبيّ الخليّة، انظر الشكل (3).



الشكل (3): الدور الانفصالي الأوّل

4- الدور النهائي الأوّل (Telophase I):

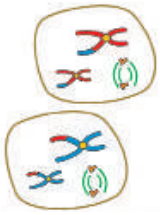
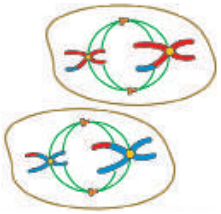
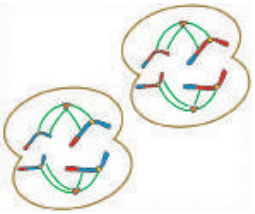
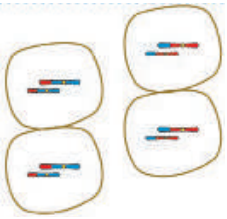
تتجمّعُ كلُّ مجموعةٍ من الكروموسومات في أحد قطبيّ الخليّة، وتُحاط بغلافٍ نوويّ، وتظهر النويّة، ثم **ينقسم السيتوبلازم (Cytokinesis)**، وتنتج خليّتان (ابنتان) تحتوي كلٌّ منهما على نصف عدد الكروموسومات المتضاعفة في الخليّة الأصليّة، انظر الشكل (4) وهذا سبب تسميّة هذا الانقسام بالمنصّف، ثمّ تدخل كلٌّ من الخليّتين الناتجتين في المرحلة الثانية من الانقسام المنصّف.



الشكل (4): الدور النهائي الأوّل

المرحلة الثانية للانقسام المنصّف (Meiosis II):

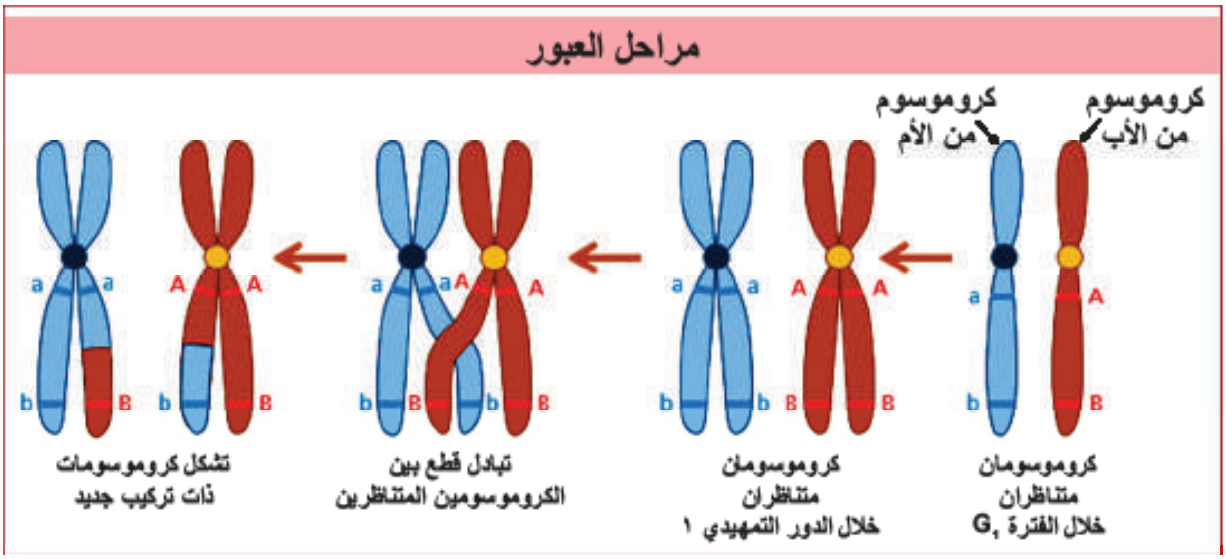
وهي مرحلة تشبه في أحداث أدوارها الانقسام المتساوي. استعن بالجدول الآتي، المُرفق برسومات أدوار المرحلة الثانية، واستدلّ على أهمّ التغيّرات في كلّ دورٍ من الأدوار، ودوّنها:

اسم الدور	الرسم	أهم التغيّرات
الدور التمهيدي الثاني (Prophase II)		
الدور الإستوائي الثاني (Metaphase II)		
الدور الانفصالي الثاني (Anaphase II)		
الدور النهائي الثاني (Telophase II)		
انقسام السيتوبلازم (Cytokinesis)		

3-2 ظاهرة العبور (Crossing-Over):

تحتوي الخلايا الجسميّة (somatic) لديك على 46 كروموسوماً، أصلها من والديْك، 23 كروموسوماً من الأب، و23 كروموسوماً من الأم، وتسمى بالكروموسومات المتناظرة (Homologous Chromosomes)، التي تمتاز بأنّ لها الطول نفسه، وموقع السنترومير، وتحمل جينات الصفات الوراثيّة المختلفة على الموقع نفسه، لكن لماذا لا تُطابق والدك في صفاته؟ ولماذا لا تطابق أمّك في صفاتها؟ لماذا تتشابه مع إخوتك في صفات، وتختلف عنهم في

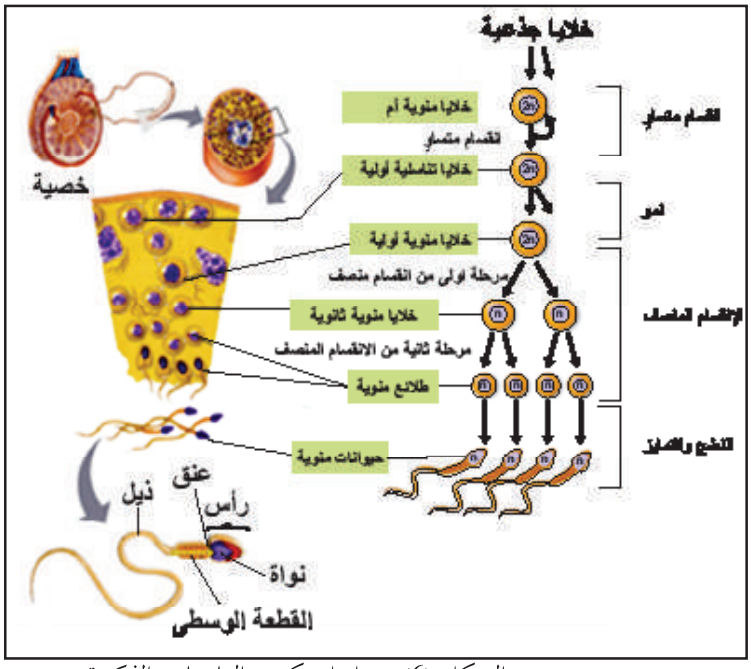
صفاتٍ أخرى؟ من أين جاء هذا التنوّع في العائلة الواحدة؟ انظر الشكل (5)، وحاول الإجابة عن الأسئلة السابقة:



الشكل (5): عملية العبور في الكروموسومات

4-2 تكوين الغاميتات عند الإنسان (Gametogenesis)

يتمّ تكوين الغاميتات في الإنسان من خلال سلسلةٍ من العمليّات المختلفة، كالانقسام المتساوي، والنموّ، والانقسام المنصّف، والتمايز، والنضج، أين تتمّ هذه العمليّات؟ متى تبدأ ومتى تنتهي مراحل التكوين؟ ما النواتج النهائيّة لهذه العمليّات؟ هل تختلف عمليّة التكوين في الذكر عنها في الأنثى؟ هذه الأسئلة وغيرها سنجيب عنها في هذا البند.



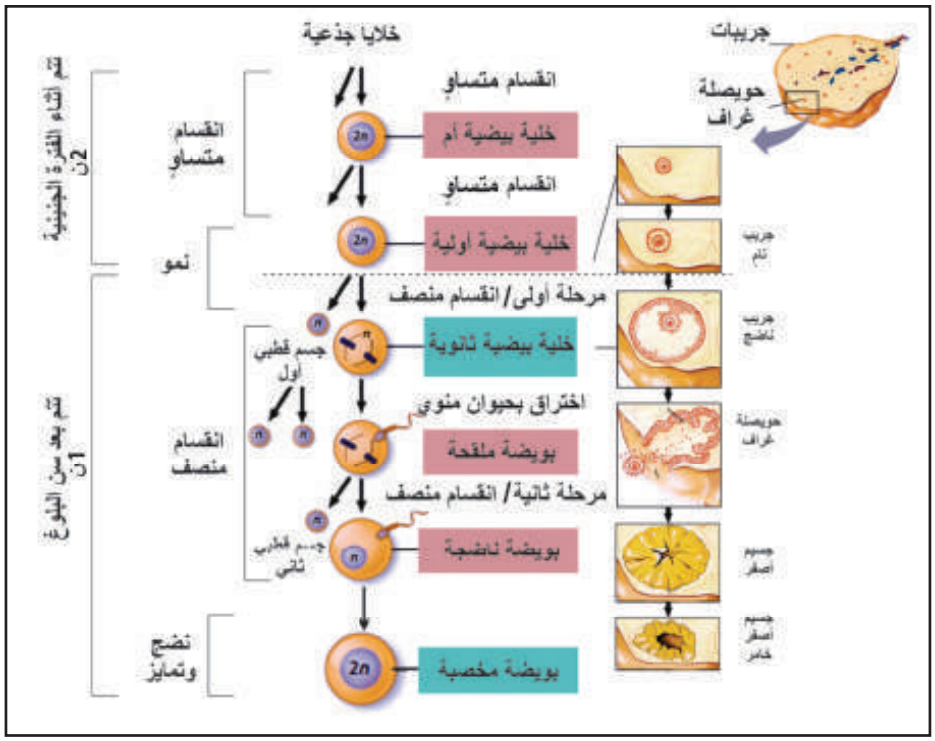
الشكل (6): مراحل تكوين الغاميتات الذكرية

مراحل تكوين الحيوانات المنويّة (الغاميتات الذكريّة) (Spermatogenesis):

تجري هذه العمليّة المعقّدة بمراحلها المختلفة في الخصية، أنظر الشكل (6) لتعطي مئات الملايين من الحيوانات المنويّة، وتحتاج عمليّة تكوين الحيوانات المنويّة منذ بدايتها حتى تكوين حيوان منوي ناضج سبعة أسابيع، وتكون هذه العمليّة تحت سيطرة هرمونات الغدّة النخاميّة، ما هذه الهرمونات؟

مراحل تكوُّن البويْضات (الغاميتات الأنثويّة) Oogenesis:

يحتوي المبيض على مجموعة من الجُريبات (Follicle) المختلفة في مستويات النمو، التي تكوّنت في المرحلة الجنينيّة الأولى للأنثى، وتبدأ هذه الجُريبات بالنمو، وتستمر إلى ما بعد البلوغ، وتمرُّ بمراحلَ عدّة، لتكوين البويضات، انظر الشكل (7)، وأجب عن الأسئلة الآتية:



الشكل (7): مراحل تكوين الغاميتات الأنثويّة

1. تتبّعْ مراحل تكوين البويْضات.
2. ماذا تُدعى العمليّة التي تمرّ بها الخليّة الأصليّة خلال المرحلة الجنينيّة للأنثى؟ وماذا تُدعى الخلايا الناتجة؟
3. متى تبدأ الخليّة البيضيّة الثانوية بالمرحلة الثانية من الانقسام المنصّف؟
4. كم عدد الكروموسومات الموجودة في كلٍّ من الخليّة البيضيّة الأوّليّة، والخليّة البيضيّة الثانويّة، والبويْضة المخصبة؟

ان **أهمية الانقسام المنصف** المحافظة على النوع الواحد من الكائنات الحية عن طريق ثبات العدد والتركيب الكروموسومي له.

أسئلة الفصل

س1 اختر الإجابة الصحيحة لكلٍّ ممّا يأتي:

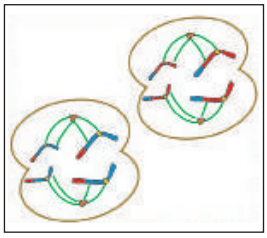
1 في أيّ دوْرٍ تحدث عمليّة العبور في الانقسام المنصف؟

أ- التمهيدي الأوّل. ب- التمهيدي الثاني. جـ- الإنفصالي الأوّل. د- الإنفصالي الثاني.

2 ما عدد الكروموسومات في خليّةٍ ناتجةٍ عن انقسامٍ منصّفٍ لخليّةٍ جنسيّةٍ، عدد كروموسوماتها 36 كروموسوماً؟

أ- 36 كروموسوماً. ب- 34 كروموسوماً. جـ- 18 كروموسوماً. د- 9 كروموسومات.

3 ما الدوْر الذي يمثّله الرسم المجاور لخليّةٍ تمر بالانقسام المنصف؟



أ- إستوائي أوّل. جـ- إستوائي ثاني.

ب- انفصالي أوّل. د- انفصالي ثاني.

4 ما المرحلة/الدور من دورة الخلية التي يتمّ فيها تضاعف السنترومير؟

أ- مرحلة النمو الأول (G1). ب- الدور التمهيدي. جـ- مرحلة النمو الثاني (G2). د- الدور الانفصالي.

س2 وضّح المقصود بالمصطلحات الآتية:

أ- الكروموسومات المتناظرة. ب- الغاميتات.

س3 لا يحدث العبور في الدور التمهيدي الثاني من الانقسام المنصف. علّل هذه العبارة.

س4 ما عدد الكروموسومات في كلٍّ من الآتية، إذا علمت أنّ عدد الكروموسومات في الخلايا التناسليّة الأوّليّة للمبيض هي 46 كروموسوماً؟

أ- خلية بيضيّة أوّليّة. ب- جسم قطبيّ أوّل. جـ- خليّة بيضيّة ثانويّة. د- بويْضة مخصّبة.

س5 اعتماداً على الشكل (5) لعمليّة العبور في الكروموسومات، ارسم رسماً تخطيطيّاً، توضّح من خلاله طبيعة تنوّع الغاميتات الناتجة عن عملية الانقسام المنصّف بعد حدوث عبور.

أسئلة الوحدة

س1) اختر الإجابة الصحيحة لكلٍّ ممّا يأتي :

1 ماذا ينتج عند الانتهاء من المرحلة الأولى من الانقسام المنصّف لخليّة جنسيّة لحيوان ثدي، تحتوي على 28 كروموسوماً جسديّاً، وكروموسومين جنسيّين؟

أ- خليتين في كلّ منهما 28 كروموسوماً جسميّاً، و2 جنسياً.

ب- خليتين في كلّ منهما 14 كروموسوماً جسميّاً، و 1 جنسياً.

جـ- أربع خلايا في كلّ منها 28 كروموسوماً جسميّاً، و2 جنسياً.

د- أربع خلايا في كلّ منها 14 كروموسوماً جسميّاً، و1 جنسياً.

2 ما سبب تباعد الكروموسومات باتّجاه قطبيّ الخليّة في الانقسام المنصّف؟

أ- توجّه المريكزات نحو الأقطاب. ب- تخصّر الخليّة. جـ- انكماش الخيوط المِغزليّة. د- العبور.

3 أجرت آية فحصاً لخليّةٍ ما تحت المجهر، ولاحظت أنّ كروموسوماتها قصيرة، وتصطف فرادى وسط الخليّة، ما اسم دوْر الانقسام الحاصل لهذه الخليّة؟

أ- تمهيدي أوّل. ب- إستوائي أوّل. جـ- تمهيدي ثاني. د- إستوائي ثاني.

س2) علّل العبارات الآتية تعليلاً علميّاً:

أ- تتكرر عملية الانقسام المتساوي مراتٍ عدّة، قبل البدء بالانقسام المنصّف في عملية تكوين الحيوانات المنويّة.

ب- ضرورة حدوث الانقسام المنصّف في الإنسان.

جـ- على الرغم من أنّ التركيب الداخلي للخليّة السرطانيّة مشابه لمكّونات الخليّة الطبيعيّة، إلّا أنها تشكل خطراً كبيراً على العضو المصاب.

س3) خليّة في جذر نبات فول، افترض عدد كروموسوماتها (8 كروموسومات)، انقسمت وأنتجت خليتيْن. أجب عن الأسئلة الآتية:

أ- ما نوع الانقسام الحاصل في هذه الخليّة؟

ب- ما عدد الكروموسومات في كلّ خليّة من الخلايا الناتجة عن انقسام الخليتيْن الابنتيْن؟

جـ- ما عدد الخلايا الناتجة عن انقسام الخليتيْن الابنتيْن؟

س4) ارسم مراحل الانقسام المتساوي في خلية طلائيّة في جلد ماعز (مثّلها بـ 6 كروموسومات للتسهيل).

س5) ارسم مخطّطاً لعمليّة تكوين الغاميتات الذكريّة في الإنسان، مبيّناً فيه أسماء الخلايا.

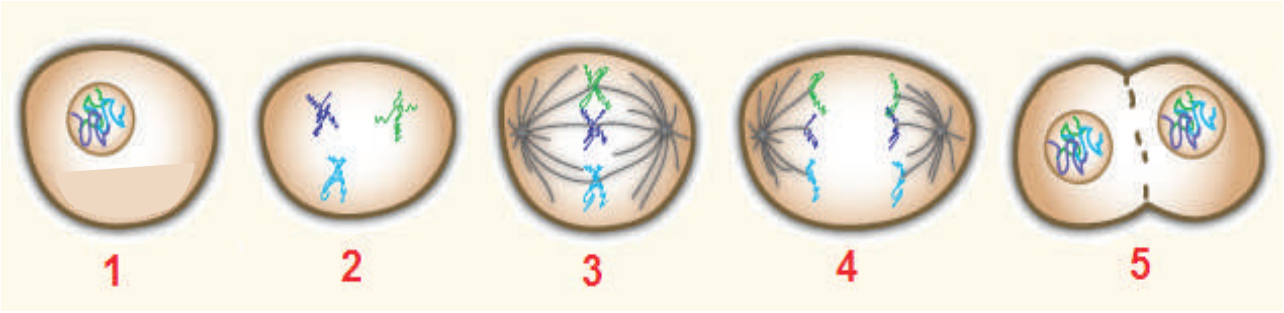
س6) ما أهم الفروقات في عمليّة تكوين الغاميتات الذكريّة، والغاميتات الأنثويّة في الإنسان؟

ورقة عمل

الانقسام الخلوي

الهدف: أن يتتبع مراحل الانقسام المتساوي.

عزيزي الطالب، أدرس الشكل التالي وأجب عن الأسئلة التي تليه:



1- ماذا يسمى الانقسام في الخلايا السابقة؟

2- ما عدد الخلايا الناتجة من الانقسام في الشكل؟

3- كم عدد الكروموسومات في كل خلية ناتجة؟

4- أين يحدث هذا النوع من الانقسام في داخل جسم الانسان؟

5- ماذا تسمى كل مرحلة في الشكل السابق ؟

....

- صف التغيرات التي تحدث في كل مرحلة من الشكل السابق ؟

بالتوفيق

اختبار

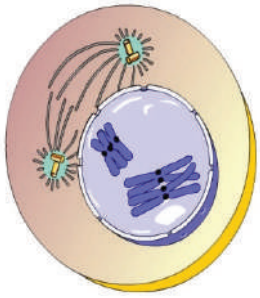
السؤال الاول : ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة:

1- ما الخيار الصحيح لتركيب النيوكليوسوم ؟

أ- الهستون ب- DNA ج-RNA مع الهستون د- DNA مع الهستون

2- إذا كان عدد الكروموسومات في الخلية التناسلية الأولية في خصية أحد أنواع الكائنات الحية(10) كروموسومات، ماعدد الكروموسومات في الخلية المنوية الأولية؟

أ- 4 ب- 5 ج- 10 د- 20



***يمثل الشكل المجاور دورا من أدوار انقسام خلية ما، ادرسه ثم اجب عن الأسئلة (3 و 4) التالية:**

3- ما عدد الكروموسومات في الخلية الناتجة من هذا الانقسام؟

أ- 2 ب- 4 ج- 8 د- 10

4- أي الآتية يحدث فيها هذا الانقسام ؟

أ- الخلايا البيضية الام ب- الخلايا البيضية الأولية

ج- الخلايا التناسلية الأولية د- الطلائع المنوية

5- كم يبلغ عدد الكروموسومات في الخلايا العضلية في الانسان؟

أ- 47 ب- 46 ج- 45 د- 44

6- إذا كانت الخلية الجسمية للفار البيتي تحتوي على 40 كروموسوم، فما عدد الكروموسومات في الغاميت الذكري لدى الفار ؟

أ- 44 ب- 40 ج- 21 د- 20

7- ما المرحلتين التي تمر بهما دورة الخلية؟

أ- النمو الأول والنمو الثاني ب- البيني وانقسام الخلية

ج- النمو الأول وانقسام الخلية د-بناء ال DNA والبيني

8- ما اسم المرحلة التي يتم فيها استكمال بناء البروتينات وجزيئات RNA واكتمال عدد عضيات الخلية ؟

أ-النمو الاول . ب-دورة الخلية. ج-النمو الثاني. د-بناء DNA

9- كيف يرمز لطور السكون الدائم؟

أ- G0 . ب- G1. ج- G2. د- G3