الجلسة السابعة

الانقسام الخلوي – الانقسام المتساوي (الفتيلي)

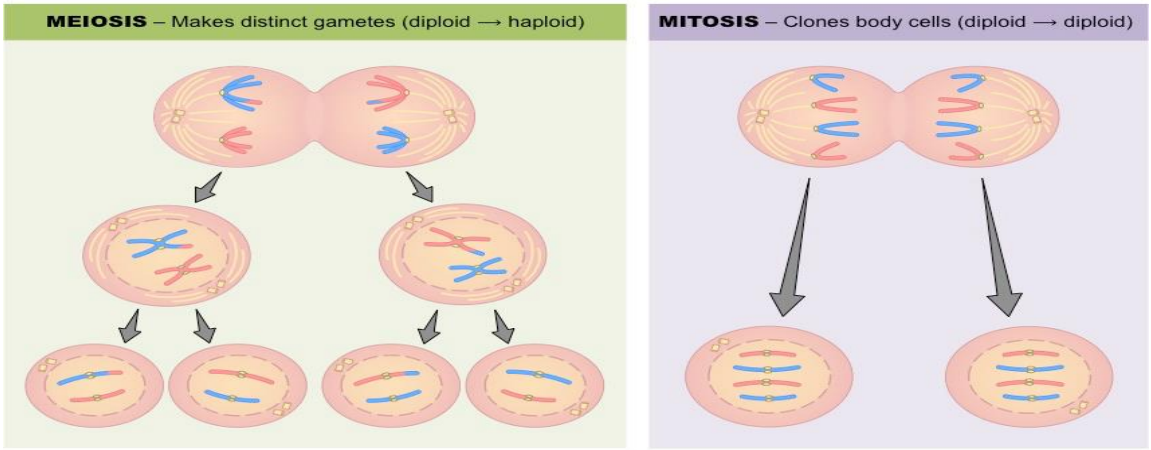
Cell Division: Mitosis

الهدف: التعرُّف على مراحل الانقسام الخيطي (المتساوي).

المفردات: الدارة الخلوية Cell Cycle – الطور البيني Interphase – الانقسام المتساوي Mitosis – الانقسام المنصف Meiosis – الصبغيات Chromosomes – طور انفصال الخلايا Cytokinesis.

الانقسام الخلوي Cell Division

تلجأ الخلايا للانقسام من أجل النمو والتكاثر وتعويض النسج التالفة، وتتبع خلايا حقيقيات النوى نمطين في الانقسام حسب نمطها، الانقسام المتساوي والانقسام المنصِّف، (الشكل 7 – 1).
يطرأ الانقسام المتساوي على الخلايا الجسمية somatic cells، حيث تعطي كل خلية أم خليتين بنتين متماثلتين بالصيغة الصبغية المزدوجة (2N) ومتطابقتين بالمحتوى الجيني. بينما يطرأ الانقسام المنصِّف على الخلايا الجنسية germ cells، حيث تعطي كل خلية أم، عبر انقسامين متتاليين، أربع خلايا بنت أحادية الصيغة الصبغية (1N) ومتغايرة من حيث محتواها الجيني.



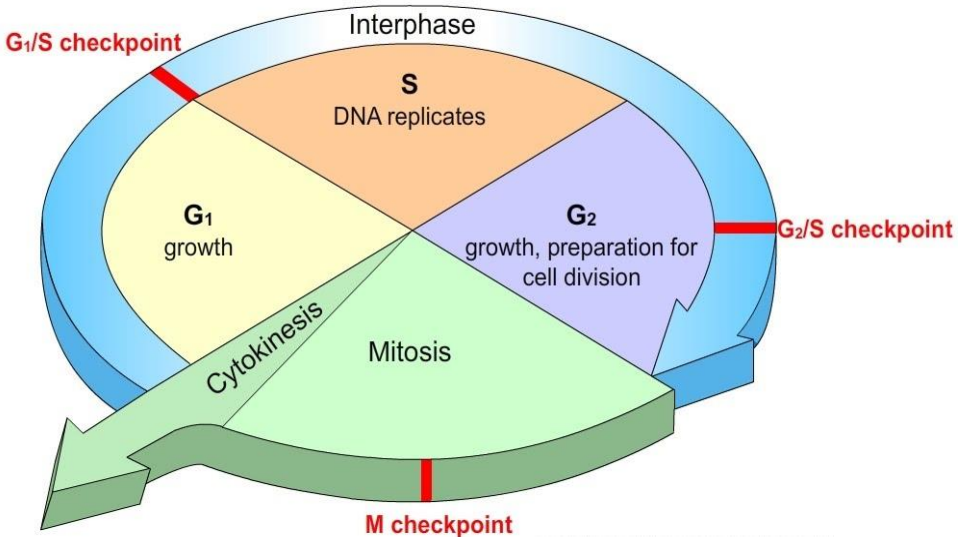
الشكل 7 -1 مقارنة بين الانقسام المتساوي (اليمين) والانقسام المنصف (اليسار) من حيث الصيغة الصبغية وعدد الخلايا البنت المتشكلة.

الدارة الخلوية Cell Cycle

تمر الخلايا النشيطة انقسامياً بسلسلة من المراحل (الأطوار) المتسلسلة المضبوطة بدقة التي تُعرف بمجموعها بالدارة الخلوية، (الشكل 7 – 2).

الطور البيني Interphase، وفيه تستعد الخلية للانقسام عبر ثلاث مراحل:
المرحلة G1 (Growth or Gap phase 1)، وفيه تنمو الخلية حتى تصل إلى الحجم المناسب للانقسام، وتبدأ بمضاعفة بعض العضيات الخلوية.
المرحلة S (Synthetic phase)، وفيه تجري مضاعفة المادة الوراثية عبر تضاعف الدنا.
المرحلة G2 (Growth or Gap phase 2)، وفيه تنتج الخلية البروتينات السيتوبلاسمية الضرورية للطور الانقسامي كالجسيم المركزي centrosome والنبيبات الدقيقة microtubules.

الطور الانقسامي Mitotic Phase، ويتكون من انقسام نووي متساوي karyokinesis (تنفصل فيه المادة الوراثية المتضاعفة)، متبوعاً بانفصال سيتوبلاما الخلية cytokinesis.



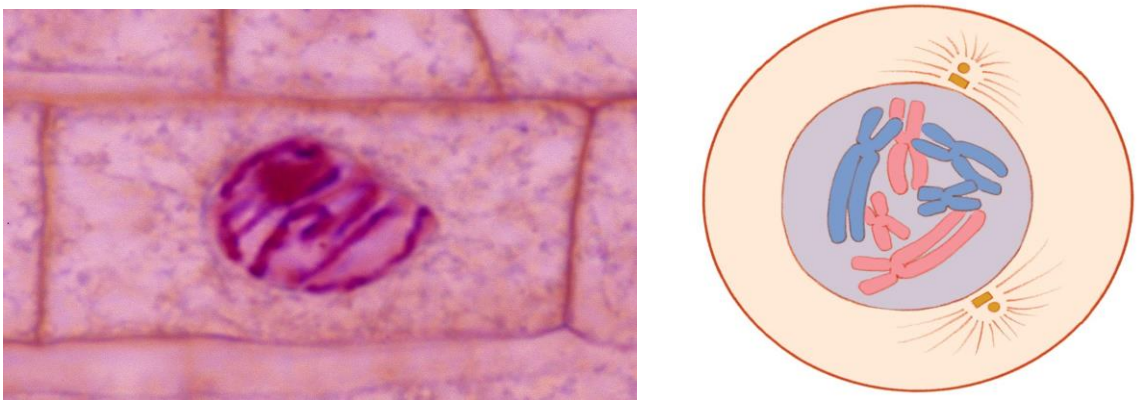
الشكل 7 – 2 الدارة الخلوية.

ويقسم الطور الانقسامي إلى أربع مراحل مختلفة:

الطور الأول أو الطليعي Prophase:

تتكثف الصبغيات لتشكل بنى مرئية بالمجهر الضوئي، ويبدأ الغلاف النووي بالزوال، ليحرر الصبغيات المتضاعفة، (الشكل 7 – 3).

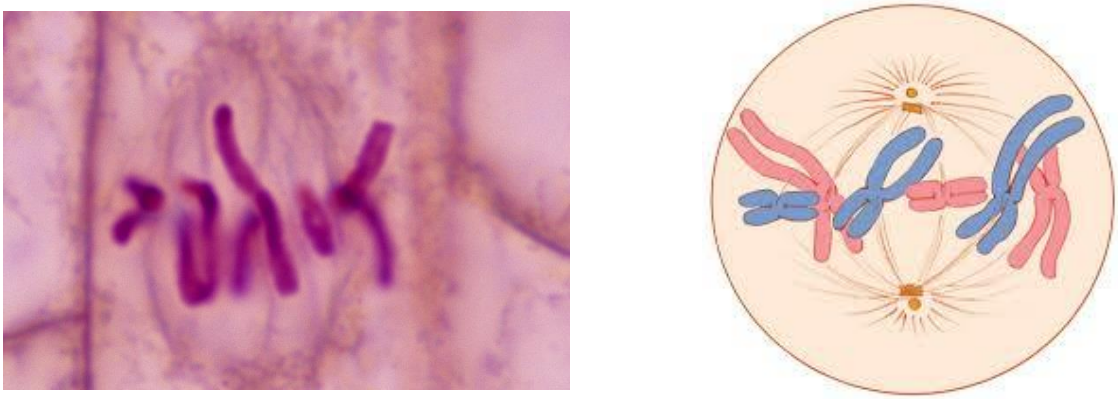
يمتد مغزل الانقسام، المكون بشكل رئيسي من النبيبات الدقيقة، عبر الخلية بين المُريكزين في قطبي الخلية.



الشكل 7 – 3 صورة ترسيمية للطور الطليعي في الخلايا الحيوانية (إلى اليمين)، ومجهرية في الخلايا النباتية (إلى اليسار).

الطور التالي أو الاستوائي Metaphase:

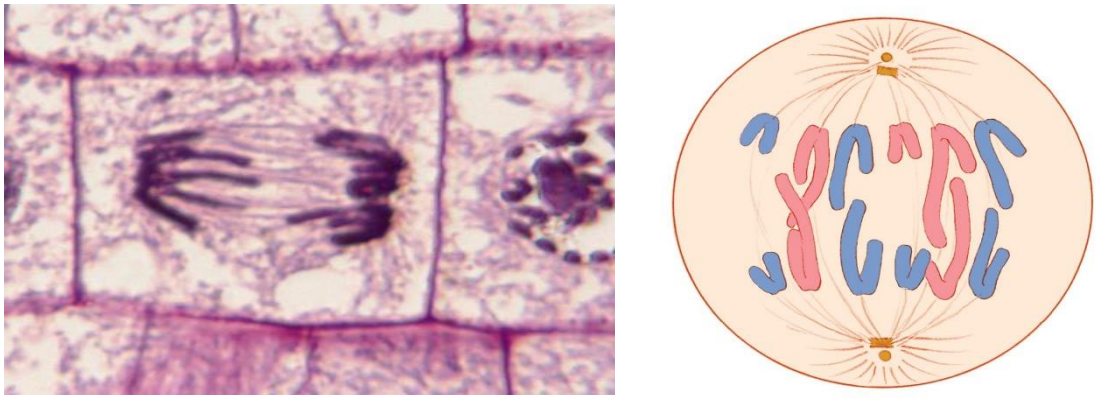
تتحرك الصبغيات المتضاعفة على طول مغزل الانقسام حتى تتوازن لتصل إلى المنطقة المتوسطة، بمسافة متساوية تقريباً بين قطبي الخلية، في هذه المرحلة تكون ألياف مغزل الانقسام مرتبطة إلى كل من شقي الصبغي sister chromatid، (الشكل 7 – 4).



الشكل 7 – 4 صورة ترسيمية للطور الاستوائي في الخلايا الحيوانية (إلى اليمين)، ومجهرية في الخلايا النباتية (إلى اليسار).

طور الهجرة أو الصعود Anaphase:

ينفصل شقا الصبغي عن بعضهما البعض وينجذب كل منهما إلى أحد قطبي الخلية بفعل مغزل الانقسام، ليصبح أحد شقي الصبغي في أحد القطبين والآخر في القطب المقابل له، وبذلك تتوزع المادة الوراثية بشكل متماثل بين الخليتين البنتين، (الشكل 7 – 5).



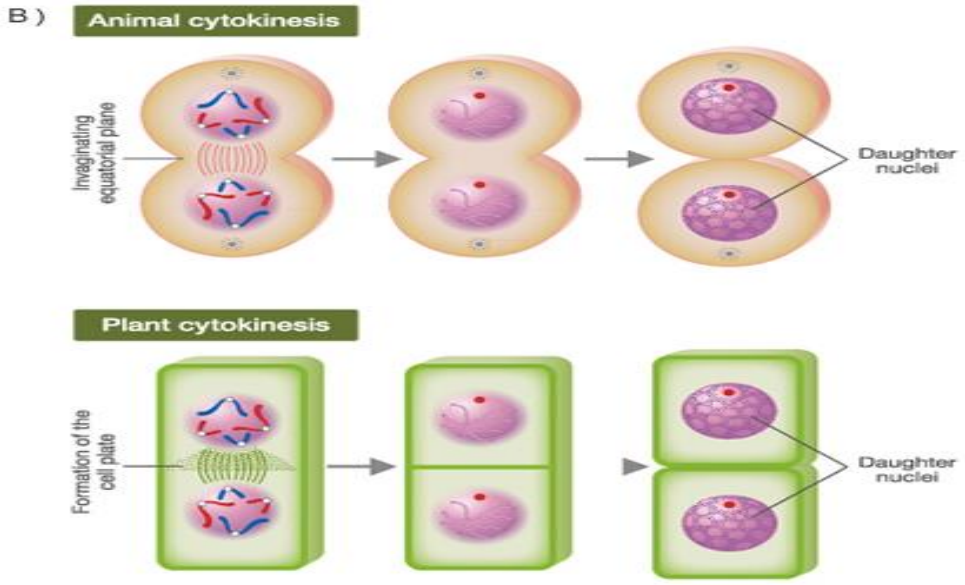
الشكل 7 – 5 صورة ترسيمية لطور الهجرة في الخلايا الحيوانية (إلى اليمين)، ومجهرية في الخلايا النباتية (إلى اليسار).

طور الانتهاء Telophase:

يبدأ انفصال الخليتين البنتين في الطور الانتهائي، وتتشكل نواتا الخليتين البنتين حول الصبغيات المنفصلة، (الشكل 7 – 6).

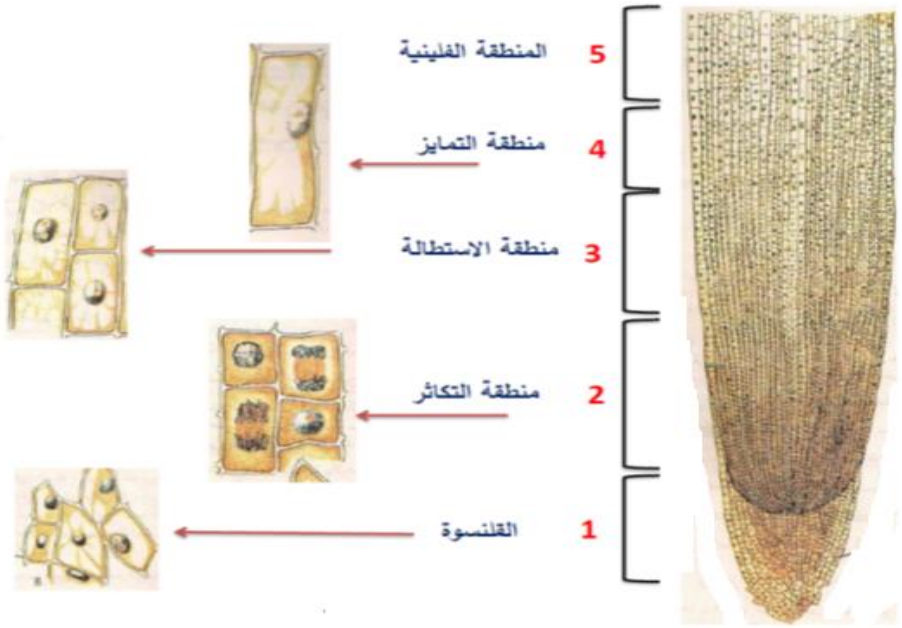
الشكل 7 – 6 صورة ترسيمية للطور الانتهائي في الخلايا الحيوانية (إلى اليمين)، ومجهرية في الخلايا النباتية (إلى اليسار).

تنفصل الخلايا البنت كلياً في طور **انفصال الخلايا Cytokinesis**. إذ تتشكل حلقة تقلصية في منتصف الخلية الحيوانية لتفصل الخليتين تماماً عن بعضهما، بينما تتشكل صفيحة متوسطة في الخلايا النباتية. وتدخل بقايا النبيبات الدقيقة في تنظيم الهيكل الخلوي المتشكل في الخلايا الجديدة، (الشكل 7 – 7).

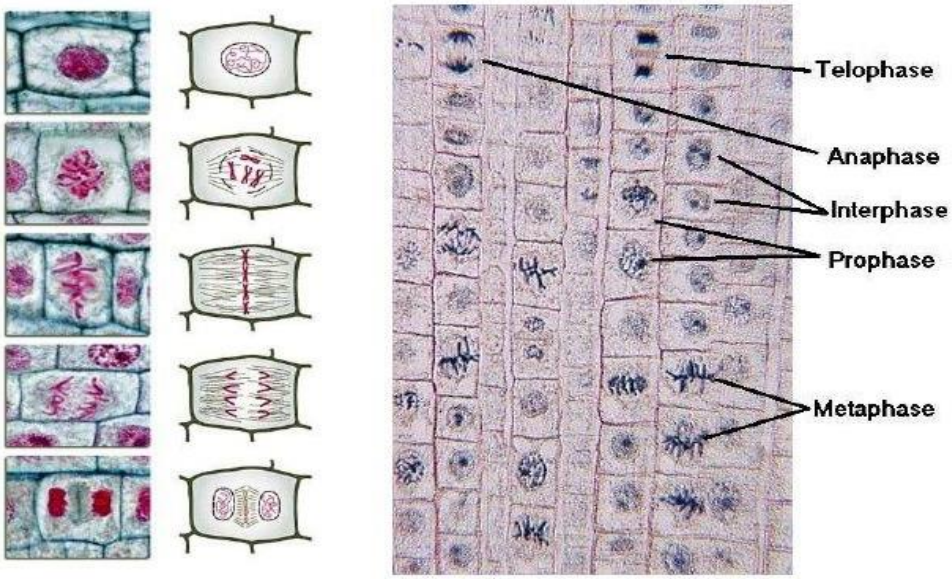


الشكل 7 – 7 مقارنة طور انفصال الخلايا بين الخلايا الحيوانية (إلى الأعلى) والخلايا النباتية (إلى الأسفل).

أطوار الانقسام المتساوي في مقطع طولي في جذر البصل وفي خلايا منطقة التكاثر المهروسة في جذر البصل، (الشكل 7 -8) و(الشكل 7 -9).



الشكل 7 – 8 مقطع طولي في جذر البصل.



الشكل 7 – 9 مقطع طولي في المنطقة التكاثرية في جذر البصل يوضح أطوار الانقسام المختلفة.