علم الوراثة (Genetics):

هو العلم الذي يدرس الصفتين الأساسيتين للمادة الحية (التوريث والتغير) ويبحث علم الوراثة طرق تأمين الآليات البيولوجية لنقل التشابهات والاختلافات من جيل لآخر، وأيضاً آليات التشكل الفردي للكائنات الحية.

علم البيولوجيا الجزيئية (Molecular biology):

هو العلم الذي يهتم بدراسة الأحياء على المستوى الجزيئي، لذلك فهو يتداخل مع كلا من علم الأحياء والكيمياء في عدة فروع ويتقاطع مع الكيمياء الحيوية وعلم الوراثة في عدة مناطق وتخصصات. تهتم البيولوجيا الجزيئية بدراسة مختلف العلاقات المتبادلة بين كافة الأنظمة الخلوية وبخاصة العلاقات بين الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين(DNA) والحمض النووي الريبوزي(RNA) وعملية الاصطناع البروتيني إضافة إلى آليات تنظيم هذه العملية وكافة العمليات الحيوية.

أنماط الكائنات الحية المختلفة :

1- الفيروسات: تعد الفيروسات أصغر الكائنات وأبسطها التي يمكن عدها حية، وقد تم اكتشاف الفيروسات في نهاية القرن التاسع عشر عندما أثبت أن مسببات بعض الأمراض (كمرض فسيفساء التبغ) يمكن أن تمر عبر المرشحات التي لا تمر عبرها الجراثيم، وتعرف بعضها كعوامل ممرضة كفيروسات (الانفلونزا – شلل الأطفال– التهاب السحايا)، وتعد طفيليات إجبارية على الحيوانات والنباتات والكائنات الدقيقة، حيث أنها لاتستطيع أن تتكاثر بصورة مستقلة، ويتألف كل فيروس من المادة الوراثية (جزيء الـ DNA أو RNA) المحاطة بغلاف يتألف بشكل أساسي من البروتين.

2- طلائعيات النوى: Prokaryotes

كائنات خلوية بسيطة تضم الجراثيم و الأشنيات الخضراء– المزرقة ، يحاط الغشاء الخلوي للجراثيم بجدار خلوي متين وتنحصر المادة الوراثية لها في صبغي واحد يتألف من RNA, DNA والبروتينات وجزيئات صغيرة. وتتميز الجراثيم بفقدان الغشاء النووي وبالتالي المادة الوراثية غير منفصلة عن باقي أجزاء الخلية، كما أنها لاتحتوي الجراثيم على الجسيمات الكوندرية وبعض العضيات المميزة لسيتوبلازما الكائنات حقيقية النوى.

تتكاثر الجراثيم والاشنيات الخضراء – المزرقة عادة بالانشطار البسيط للخلايا والذي يتم بعد تضاعف الصبغيات.

3- حقيقيات النوى: Euokaryotes

وهي التي تملك نواة حقيقية، جميع الكائنات عدا الجراثيم و الأشنيات الزرقاء الخضراء، ويحدد النواة في خلايا حقيقيات النوى غشاء نووياً والتي يوجد فيها على الأقل صبغيان، ويدخل في بنية الصبغيات كمية كبيرة من DNA وبروتينات الهيستونات.

علاوة على ذلك تمتلك حقيقيات النوى عضيات وبنى محددة غير موجودة في خلايا طلائعيات النوى: كالجسيمات الكوندرية، جهاز غولجي، الشبكة السيتوبلازمية الداخلية، (الصانعات الخضراء، الفجوات في الخلايا النباتية).

بنية وبيولوجيا الخلية :

تمثل الخلية Cell الوحدة البنيوية الأساسية – الوظيفية في جميع الكائنات الحية (عدا الفيروسات التي تعد أشكالاً حية غير خلوية) وهي العنصر الأساسي للنشاط البيولوجي. ويمكن أن تحدد الخلية متعضية مستقلة تقوم بجميع الوظائف الحيوية (الجراثيم – وحيدات الخلية– بعض الأشنيات والفطور)، أو أنها تدخل في تركيب نسج الكائنات كثيرات الخلايا النباتية والحيوانية والفطور (وحدة من كائن) حيث نجد في هذه الكائنات خلايا متباينة الشكل والوظيفة، تؤدي بالإضافة إلى النشاطات الحيوية وظيفة تخصصية: فمثلا تقوم الخلايا العصبية بالتنبيه، والعضلية بالتقلص والغدية بالافراز، وتقوم كثير من الخلايا بعدة وظائف فخلايا الكبد مثلاً تركب بروتينات مختلفة لبلاسما الدم والصفراء.

ويعود الاختلاف في الشكل بين نوعي الخلايا النباتية والحيوانية لسببين:

1– خلو الخلايا الحيوانية من الغلاف الخلوي القاسي الذي يوجد في الخلايا النباتية.

2– التمايز الخلوي الوظيفي الذي يطرأ على الخلايا الحيوانية.

تصنف أجزاء الخلية إلى:

1– الهيولى (السيتوبلاسما) الأساسية –2–العضيات السيتوبلاسمية –3– الغلف الخلوية – 3– النواة –4– المشتملات الخلوية العاطلة.

أولاً– الهيولى (السيتوبلاسم) الأساسية:

يتم في السيتوبلاسما التي تنحصر بين النواة والغشاء السيتوبلاسمي جميع عمليات الاستقلاب الخلوي، عدا تركيب الحموض النووية الذي يتم في النواة، وتحت سيطرة النواة تكون السيتوبلاسما قادرة على النمو والانقسام حيث أنها تموت بدونها.

وتشكل السيتوبلاسما القسم الأعظم من حجم الخلية وهي الجزء المحاط بالغشاء السيتوبلازمي الذي يحوي ضمنه على العضيات الخلوية وتجري فيه معظم النشاطات الخلوية ويدخل في تركيبها المواد اللاعضوية وتشمل :{الماء بمقدار (60-70 %)، و(4.3% مواد معدنية أهمها الشوارد المعدنية المنحلة وغير المنحلة والغازات)}، و(35.7% مواد عضوية أهمها السكريات والبروتينات والشحوم والأنزيمات والفيتامينات والهرمونات والأصبغة).

ثانياً- المتعضيات السيتوبلاسمية :

1-الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية : توجد في حقيقيات النوى، وهي مجموعة من القنيات والحويصلات المحاطة بغشاء رقيق ذي طبيعة ليبوبروتينية، ويتصل غشاء الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية مع الغشاء النووي وجهاز غولجي من جهة، ومع الغشاء الخلوي من جهة أخرى.

ويمكن تمييز شبكة سيتوبلاسمية خشنة المغطاة بالجسيمات الريبية وبالتالي لها دور هام في تركيب البروتينات توجد في الخلايا الناشطة في تركيبه (البنكرياس – الغدد اللعابية) أما الشبكة السيتوبلاسمية الملساء مجردة من الجسيمات الريبية توجد في الخلايا التي تركب مواد غير بروتينية (قشر الكظر- الغدد الجنسية).

2- الجسيمات الريبية : التي تتوضع على الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية أو في سيتوبلاسما جميع الخلايا من الجراثيم وحتى الثدييات تتشابه بوظيفتها وتركيبها الكيميائي، ويتألف الجسيم الريبي من تحت وحدتين كرويتين غير متساويتين في الحجم (تحت الوحدة الصغيرة وتحت الوحدة الكبيرة)، وترتبط هاتين الوحدتين مع بعضهما في حال تركيب البروتين وبوجود شوارد المغنزيوم ، وتتحد الجسيمات الريبية أثناء عملية اصطناع البروتين مع بعضهما مشكلة الجسيمات الريبية المتعددة (polyribosomes) والتي تدل كميتها على كثافة تركيب البروتين، كما يدخل في بنية الجسيم الريبي الحمض النووي الريبي rRNA (RNA الريبوزومي) يشكل حوالي (55-63%) من وزن الجسيم الريبي والبروتينات.

يتم تركيب الجسيمات الريبيية في نويات خلايا الكائنات حقيقية النوى، حيث ينسخ rRNA من المناطق المنظمة للنويات (NOR) في صبغيات محددة، ويتم تغليف rRNA ببروتينات تدخل من السيتوبلاسما إلى النواة، لذا فإن تشكل الجسيم الريبي لايتم بشكل كامل في النوية.

3- الجسيمات الكوندرية (المتقدرات): التي تؤمن الطاقة للمتعضية في سيتوبلاسما جميع الكائنات حقيقيات النوى، وهي بنى تتخذ أشكالاً مختلفة (حبيبية أو خيطية أو عضوية) يختلف عددها من خلية لأخرى حيث يتناسب طرداً مع نشاط الخلية وينفصل الجسيم الكوندري عن السيتوبلاسما بوساطة غشاء مضاعف (داخلي له أعراف وخارجي أملس)، وهي محطات توليد الطاقة في الخلية حيث تحتوي على جميع الأنزيمات التي تؤكسد المواد العضوية إلى CO_2, H_2O وتقوم أيضاً بفضل أنزيماتها بنقل القدرة الناتجة عن عملية الأكسدة وتكديسها في الـ ATP، هذا ويستطيع الجسيم الكوندري بفضل الجهاز الوراثي الخاص به المتشابه مع الجهاز الوراثي في الكائنات طلائعيات النوى من الانشطار العرضي المباشر.

4- جهاز غولجي: يختلف شكله باختلاف أنواع الخلايا ولوحظ وجوده قريب النواة في جميع خلايا الكائنات حقيقية النوى، **وتنحصر وظائفه:** 1- تتم فيه ربط المواد الغير بروتينية مع البروتينية -2- مركز لتجميع وتكثيف المواد البروتينية التي تفرز من الخلية فهو المكان الذي تتجمع فيه منتجات الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية كالهرمونات و السكاكر والأنزيمات والمواد الدسمة وغيرها-3- يقوم بطرح الفضلات والفائض من الخلية.

5- المريكز: من العضيات السيتوبلاسمية الموجودة في الخلايا الحيوانية (عدا الخلايا العصبية) كما يوجد في بعض النباتات (لايوجد في النباتات الراقية والفطور وبعض وحيدات الخلية) وهو ضروري لإتمام الانقسام الخلوي، **وظائفه:** 1- نشاطه في الانقسامات اذ يقوم بتشكيل خيوط المغزل الانقسامي ويحدد قطبية الخلية -2- يقوم بدور مهم في حركة العضيات الخلوية كالسياط والأهداب .

6- الجسيمات الحالة (ليزوميز)(اليحاليل): توجد في معظم الخلايا على شكل حويصلات بيضوية الشكل بين الميتاكوندريا والأجسام الريبية تشتمل على أنزيمات الإماهة الحامضية التي تقوم بتفكيك الحموض النووية والبروتينات والمواد الدسمة والسكريات، **تنحصر وظائفها:** تفكيك المواد الداخلة للخلية إلى عناصرها الأولية وإماهتها بالأنزيمات من خلال بلعمتها-2- الانحلال الذاتي للخلية بعد موتها نتيجة الخلل في بنية الأغشية الخلوية .

7- الجسيمات الصانعة (الصانعات الخضراء): من العضيات السيتوبلاسمية لخلايا النباتات حقيقيات النوى التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي، ويمتلك الجسيم الصانع بنية مشابهة لبنية الجسيم الكوندري من حيث الغلاف المضاعف المؤلف من غشائين خارجي أملس وداخلي له أعراف، كما أنها تتشابه معها بتشكيل ATP من الطاقة الناتجة من تفاعلات الأكسدة الإرجاعية، كما تتمكن الجسيمات الصانعة عن طريق جهازها الوراثي المستقل من الانقسام الذاتي .

8- النواة :هي مركز التحكم في جميع النشاطات الخلوية إذ أنها تحوي الكروموسومات التي تحمل جميع المعلومات اللازمة لنشاطات الخلية، **تتلخص وظائفها:** 1- الوظيفة الوراثية : إذ تحوي النواة على DNA التي يحتفظ بالمعلومات الوراثية عن طريق أسسه الآزوتية وتتم عملية نقل المعلومات الوراثية من الخلية الأم إلى الخلية البنت الناتجة عن انقسام الخلية الأم بتضاعف DNA أي بانشطار جزيئه إلى فرعين حيث يتم تضاعف كل منهما مشكلاً جزيئان مشابهان لجزيئة DNA الأم – 2- الوظيفة الاستقلابية: وتشترك النواة بوظيفة تركيب بعض المواد الهامة في الخلية مثلRNA والسكاكر وبعض البروتينات أهمها الأنزيمات.

9- النوية : تحتوي النواة نوية واحدة أو أكثر وتتوضع النويات في وسط النواة أو بالقرب من الغشاء النووي وتسبح في العصارة النووية وتحوي النوية كميات كبيرة من الحموض النووية الريبية RNA والبروتينات، ومن هذه البروتينات الهيستونات و الغلوبولينات. **تنحصر وظائفها:** 1- مكان تشكل RNA والأجسام الريبيبة-2- تشترك مع النواة في اصطناع البروتين-3- تساعد على انتقال mRNA (الرسول) من النواة إلى السيتوبلاسما (تختفي النواة خلال الانقسامات الخلوية وتتشكل من مادتها بعض أجزاء الصبغيات وبعد انتهاء الانقسامات تعود للظهور).

الصبغيات والوراثة الجزيئية:

تعد الصبغيات التي تحمل المادة الوراثية من المكونات الخلوية التي درست بشكل دقيق، وتمتلك الصبغيات وظيفة مهمة جداً تنحصر نتيجة تعضيها الخاص واستقلاليتها وبفضل قدرتها على التضاعف الذاتي الدقيق والمنظم بنقل المعلومات الوراثية من جيل لآخر وتحتفظ الصبغيات بخواصها المورفولوجية والفيزيولوجية على امتداد السلسلة المتعاقبة للانقسامات الخلوية ، وتتوزع في الخلايا الجسمية في نهاية الميتوز وفي الخلايا الجنسية في نهاية الميوز.

مورفولوجيا الصبغيات :

تظهر الصبغيات في الطور البيني بشكل كتل صغيرة حبيبية تسمى المادة الكروماتينية (الكروماتين : هو مادة الصبغيات التي تظهر في مرحلة الانقسامات الخلوية وتقنصر فترة ظهور الكروماتين في النوى على طور الراحة أو مايسمى الطور البيني من الدورة الخلوية، وتتوزع بأماكن مختلفة من اللمف النووي وتظهر على شكل حبيبات أو ليفات حلزونية قابلة للتلون)، ويعد الدور الثاني والثالث للميتوز أفضل الأدوار ملاءمة لدراسة الصبغيات، حيث تكون في الدور الثاني متحلزنة وقصيرة جداً وأكثر كثافة من الأدوار الأخرى وتتلون بشدة بالملونات الأساسية .

تعريف الصبغيات: هي تشكلات خيطية طويلة والتي تكون في فترة انقسام الخلايا منكمشة وقصيرة ومتغيرة الحلزنة ويمكن أن نميز في كل صبغي جزيئاً مركزياً (منطقة الانخماص الأولي Centromere (عبارة عن منطقة في الحامض النووي الدنا DNA ولها تتابع نيكليوتيدي محدد، يحتوي حوالي 3 مليون زوج من النكليوتيدات)، وذراعاً واحدة أو ذراعين.

وبحسب موقع الجزيء المركزي نستطيع تمييز ثلاثة أنماط من الصبغيات :

1- صبغيات مركزية الجزيء المركزي: والتي تمتلك ذراعين متساويين طولاً أو تقريباً متساويين، حيث يقع الجزيء المركزي في منتصف الصبغي.

2- صبغيات قرب مركزية الجزيء المركزي : والتي تختلف بطول الذراعين (ذراع طويل وذراع قصير) وذلك نتيجة توضع الجزيء المركزي قرب منتصف الصبغي.

3- صبغيات قرب طرفية الجزيء المركزي : والتي تمتلك ذراعاً قصيراً جداً بسبب توضع الجزيء المركزي قرب نهاية الصبغي

4- صبغيات طرفية الجزيء المركزي : غير موجودة عند الانسان.

اذن يحدد موقع الجزيء المركزي شكل الصبغي، ويملك الجزيء المركزي الذي يملك بنية معقدة جداً دوراً هاماً في حركة الصبغي أثناء أدوار الانقسام، وأيضاً يعد نقطة تثبيت لخيوط المغزل حيث يجذب هذه الخيوط أثناء الدور الاستوائي، وقد يحتوي الصبغي أحياناً على جزيئين مركزيين أو أكثر كما هو الحال عند بعض أنواع الحشرات.

وتوجد صفة مورفولوجية أخرى في الصبغيات هي (المناطق المنظمة للنويات NOR) أو الانخماص الثانوي ونظراً لثبات موقع هذه المناطق تستخدم كالجزيء المركزي في تصنيف الصبغيات، ويؤدي فقدان NOR إلى الموت بسبب تخريب المورثات التي تنسخ rRNA الضروري لتشكل الجسيمات الريبية حيث يتم اصطناع البروتين، يتألف الصبغي من صبيغيين أو كروماتيدين لكن لايعد الكروماتيد الوحدة البنيوية الأساسية في الصبغي.

وتعرف أطراف الصبغيات باسم التيلوميرات، وهي عبارة عن مقاطع في الحامض النووي DNA ولها تتابع نيكليوتيدي تيلوميري محدد.

كما يوجد في الصبغي أماكن عديدة تحتوي على تتابعات نيكليوتيدية خاصة ببداية تضاعف الحامض النووي (DNA) وتعرف باسم مناشىء التضاعف (ORI).

البنية الجزيئية للصبغيات:

الكروماتين الموجود في العصارة النووية مكون من خيوط طويلة جداً، وعند بدء انقسام الخلية تتجمع المادة الكروماتينية في أشفاع من أجسام خيطية الشكل هي الصبغيات الحقيقية، تتركب كيميائياً من (DNA والبروتينات الأساسية (الهيستونات) وبروتينات حمضية أخرى، وتشغل هذه البروتينات (31%) من المادة الكروماتينية للكتلة الجافة من نوى الانسان في طور الراحة.

ويوجد أيضاً كمية صغيرة من RNA وقد تشترك بعض هذه المواد في تنظيم ترجمة المعلومات الوراثية للـ DNA أي التحكم في التعبير الوراثي للمورثات، ويعد الـ DNA والهيستونات المركبات الرئيسية للصبغيات حيث تبقى نسبتهما ثابتة في كل نواة وذلك لتضاعف الهيستونات مع الـ DNA في المرحلة S من الطور البيني.

ونجد في الصبغيات نمطين من الكروماتين :

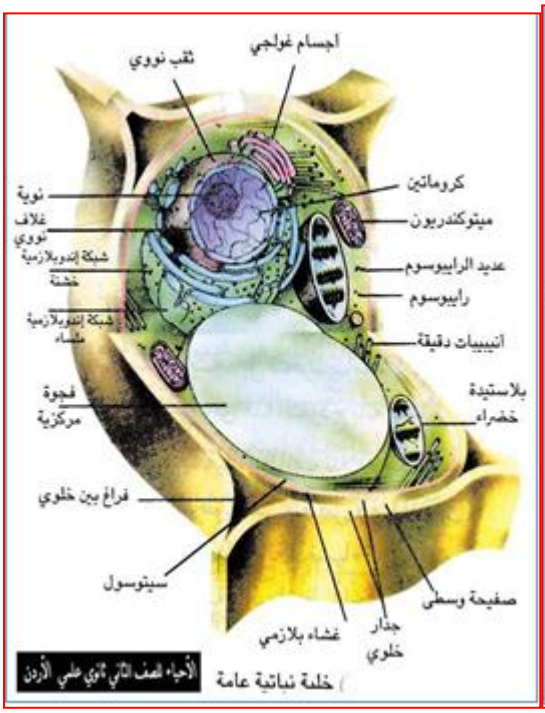
1- الكروماتين الحقيقي (Euchromatin): يشكل جزء رئيسي من بنية الصبغي حيث يحتوي على عدد كبير من المورثات التي تملك قدرة كامنة على الترجمة.

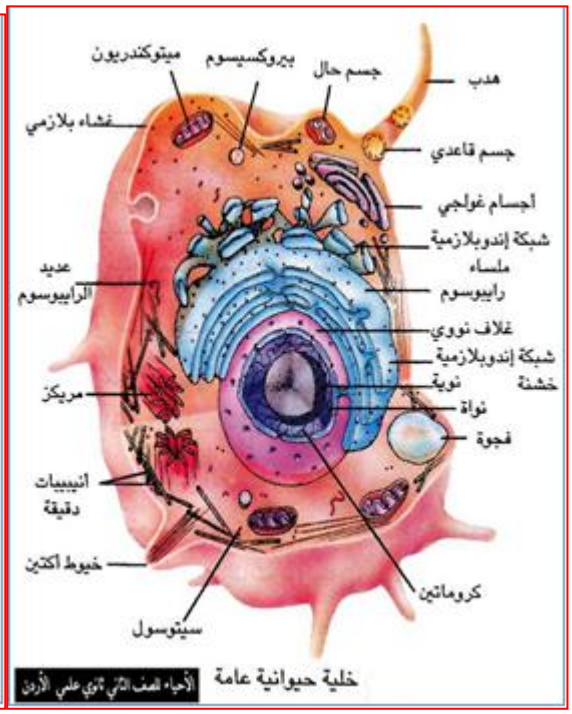
2- الكروماتين غير المتجانس (Heterochromatin): يكون هذا الكروماتين بحالة مكثفة خلال جميع مراحل الدورة الانقسامية ولا تتم ترجمته أي أنه خامل وراثياً.

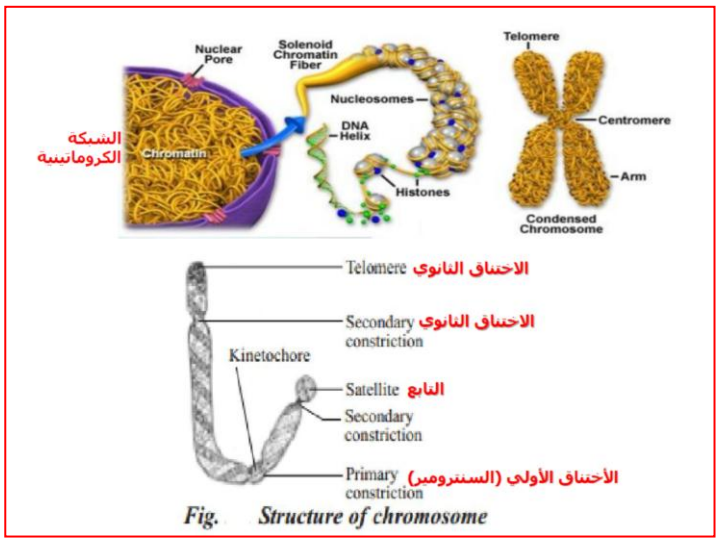
توجد الصبغيات في الخلايا الجسمية في أزواج تعرف بأزواج متماثلة (Homologus Chromosomes) أحد هذه الصبغيات المتماثلة يأتي من الأب والآخر من الأم وتعرف هذه الخلايا الجسمية بأنها ثنائية العدد الصبغي (2n)، بينما تحتوي الأعراس التناسلية على صبغي واحد فقط من كل زوج من أزواج الصبغيات المتماثلة وتعرف هذه الخلايا بأنها أحادية العدد الصبغي (1n).

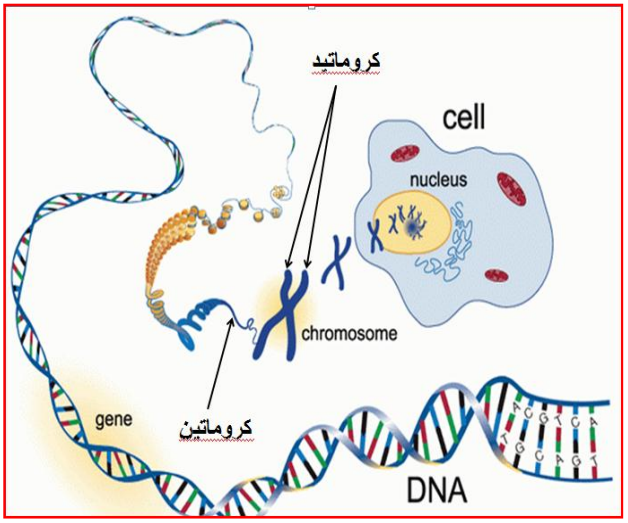
وكل صبغي مكون من كروماتيدين شقيقين ويلاحظ أن هناك معقد بروتيني يعرف باسم كينتوكور يتكون عند الجسيم المركزي ويرتبط مع خيوط المغزل.

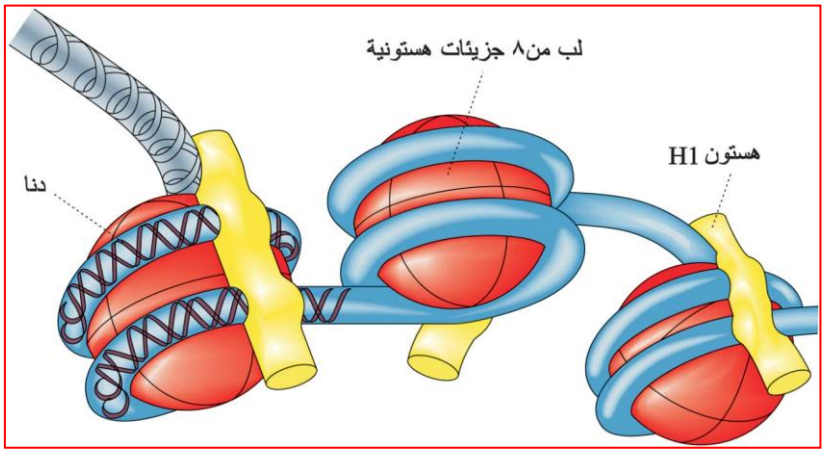
{ نهاية الجلسة }

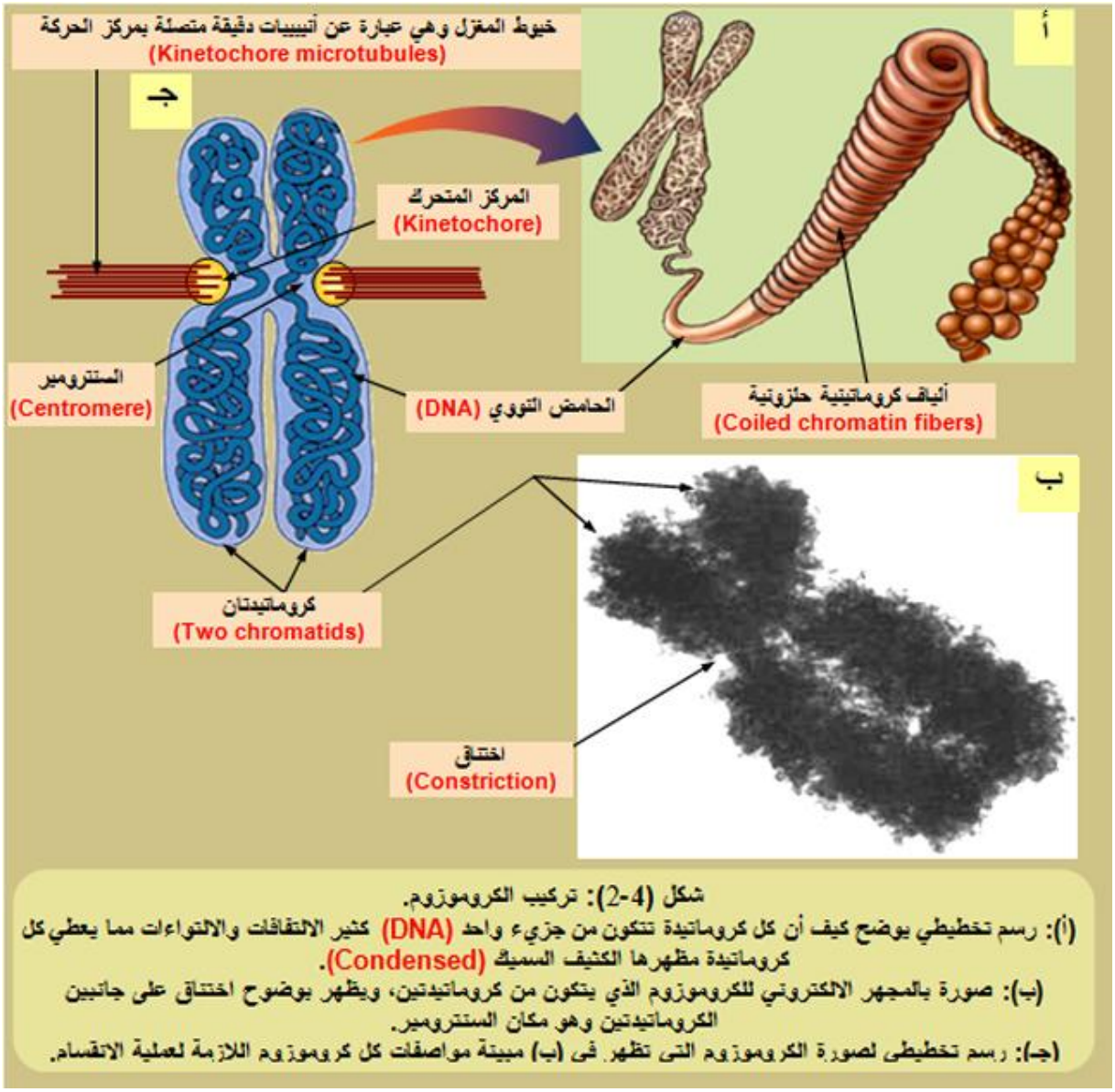

أجسام غولجي
ثقب نووي
نوية
غلاف نووي
شبكة إندوبلازمية خشنة
شبكة إندوبلازمية ملساء
فجوة مركزية
فراغ بين خلوي
سيتوسول
كروماتين
ميتوكندريون
عديد الرايبوسوم
رايبوسوم
أنيبيبات دقيقة
بلاستيدة خضراء
صفيحة وسطى
جدار خلوي
غشاء بلازمي
خلية نباتية عامة
أحياء للصف الثاني ثانوي علمي الأردن


ميتوكندريون
بيروكسيسوم
جسم حال
هدب
غشاء بلازمي
جسم قاعدي
أجسام غولجي
شبكة إندوبلازمية ملساء
عديد الرايبوسوم
رايبوسوم
غلاف نووي
شبكة إندوبلازمية خشنة
نوية
نواة
فجوة
مريكز
أنيبيبات دقيقة
خيوط أكتين
كروماتين
سيتوسول
خلية حيوانية عامة
أحياء للصف الثاني ثانوي علمي الأردن


Nuclear Pore
Solenoid Chromatin Fiber
Nucleosomes
DNA Helix
Histones
Chromatin
الشبكة الكروماتينية
Telomere
Centromere
Arm
Condensed Chromosome
Telomere الاختناق النانوي
Secondary الاختناق النانوي constriction
Kinetochore
Satellite التابع
Secondary constriction
Primary الأختناق الأولي (السنترومير) constriction
Fig. Structure of chromosome


كروماتيد
cell
nucleus
chromosome
gene
كروماتين
DNA


لب من٨ جزيئات هستونية
دنا
هستون H1

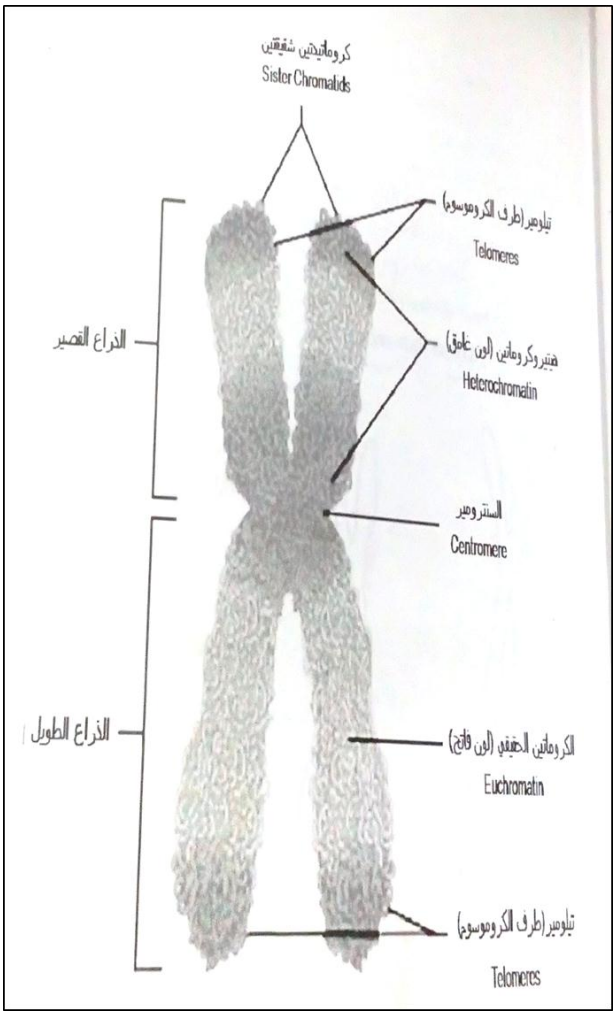


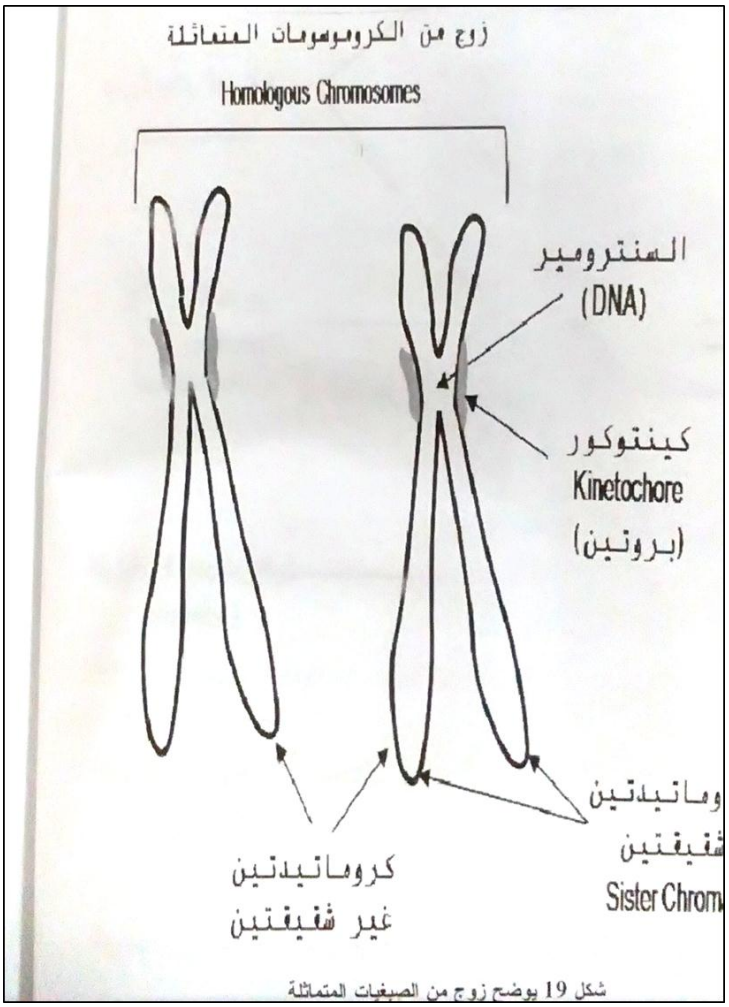
شكل (4-2): تركيب الكروموزوم.

(أ): رسم تخطيطي يوضح كيف أن كل كروماتيدة تتكون من جزيء واحد (DNA) كثير الالتفافات والالتواءات مما يعطي كل كروماتيدة مظهرها الكثيف السميك (Condensed).

(ب): صورة بالمجهر الالكتروني للكروموزوم الذي يتكون من كروماتيدتين، ويظهر بوضوح اختناق على جانبين الكروماتيدتين وهو مكان السنترومير.

(جـ): رسم تخطيطي لصورة الكروموزوم التي تظهر في (ب) مبينة مواصفات كل كروموزوم اللازمة لعملية الانقسام.





شكل 19 يوضح زوج من الصبغيات المتماثلة