المحاضرة الاولى

تعريف علم الحيوان : Zoology هو العلم الذي يتناول دراسة الحيوان من حيث التركيب ، الوظيفة ، طرق التعايش ، وانتقال المادة الوراثية على مدى الأجيال وهو أحد فرعي علم الأحياء.

مقدمة عن المملكة الحيوانية:

تملك أفراد هذه المملكة صفات حيوانية فعلية فهي كائنات غير ذاتية التغذية وتعتمد على غيرها في الحصول على الغذاء والقسم الأكبر منها مفترس كما تتحرك معظم أفرادها من مكان إلى آخر وذلك عكس النباتات ، تحتوي خلايا الحيوانات بالإضافة إلى ذلك على(أجسام مركزية ، غشاء خلوي)

مميزاتها:

1_ لها القدرة على الحركة أو على الأقل تحرك أجسامها. 2_ حقيقية النواة.

3_ خلاياها لا تحتوي على اليخضور (كلوروفيل) . 4_ ليس لها جدار خلوي.

5_تحتوي على أجسام مركزية .

علاقة علم الحيوان بالعلوم الأخرى:

بالنظر لتعدد الفروع والمجالات العلمية والتشعب للاختصاصات فقد وجدت بينها علاقات متطورة ودقيقة حيث ان العلم الواحد لا يؤدي مهامه بكفاءة عالية بمعزل عن العلوم الأخرى والتقنيات الأخرى ولذلك فقد أضحى لعلم الحيوان اتصالات وثيقة ومباشرة مع العديد من الفروع والمجالات العلمية كعلم الوراثة وعلم الكيمياء الحياتية وعلم الخلية وعلم النبات وعلم التشريح وعلم الأنسجة وعلم الفسلجية وعلم الأمراض وعلم الأجنة.

أهم فروع علم الحيوان:

1_علم الشكل الخارجي : Morphology وهوالعلم الذي يختص بدراسة شكل وتركيب الحيوان.

2_علم الأنسجةHistology : وهو العلم الذ"ي يختص بدراسة التراكيب الميكروسكوبية للأنسجة الحيوانية.

3_ علم الخلية : Cytology ويختص بدراسة التركيب والوظيفة للخلية(تأثر هذا العلم كثيرا باختراع الميكروسكوب الإليكتروني) .

4_علم وظائف الأعضاء(الفسلجة : Physiology)وهو" العلم الذي تهدف دراسته إلى معرفة الكيفية والآلية التي يقوم من خلالها الحيوان بوظائفه ، هذه الوظائف إما خضرية(من أجل النمو أو استمرار الحياة)أو تكاثرية(من أجل الإبقاء على النوع.)

5_علم الأجنة : Embryology ويختص هذا العلم بدراسة الكيفية التي يتم بها نمو الأجنة أو تطورها.

6_علم البيئة : Ecology وهو" العلم الذي يدرس العلاقة بين الكائنات الحية وبين البيئة المحيطة بهم ، وكيف يوثر كل منهما في الآخر.

7_علم التصنيف Taxonomy وهو العلم المختص بترتيب الأنواع المختلفة من الحيوانات تحت نظام معين، ووفقا لقواعد معينة ، وعادة يعتمد على أساس التطور والرقي.

8_علم الحفريات (الحيوانات المتحجرة) :Paleontology ويدرس الكائنات المنقرضة من خلال حفرياتها الباقية حتى اليوم.

9_علم سلوك الحيوان : Ethology – وهو علم يدرس سلوكيات الحيوان.

وغيرها من العلوم مثل(علم التطور العضوي و علم الأمراض وعلم النفس والتاريخ الطبيعي والتوزيع الجغرافي للحيوانات وعلم التشريح).

أهمية دراسة علم الحيوان:

تعتبر دراسة علم الحيوان مهمة لأنها مرتبطة مع باقي العلوم الأخرى ويمكن تلخيص أهمية ذلك بما يأتي:

1-تعتبر مهمة لأعمال متاحف التاريخ الطبيعي وحدائق الحيوان وللمحافظة على مصادر الثروة الحيوانية في كل بلد والاستفادة من لحومها وبيضوها وجلودها والحليب والشمع والحرير والريش والفرو فضلاً عن المنتجات الحيوانية الأخرى كالمرجان واللؤلؤ والعسل.

2-استخدام الحيوانات في التجارب والأبحاث الزراعية والتي كشفت الكثير عن طبيعة الجسم البشري كالفئران والكلاب التي تعتبر أهم الحيوانات التجريبية لدراسة أهمية الفيتامينات بالنسبة للجسم والأعراض التي تظهر في حالة نقص الفيتامينات كذلك انصبت معظم تجارب الوراثة على حشرة ذبابة الفاكهة وعرفت الكثير من المعلومات في انتقال الصفات الوراثية من الإنسان وباقي الأحياء.

3_ان للحيوانات مدلولات مهمة في علوم الأرض اذ ان المتحجرات الحيوانية التي ترسبت في الصخور تعطي دليلاً مهماً عن العمر التقريبي للصخور الرسوبية وباقي الصخور اذ ان التنقيب في سجل المتحجرات أدى الى التفكير في أصل الكون مما ترتب عليه ظهور نظريات نشوء الكون والحياة والإنسان.

4-أهمية الكثير من الحيوانات في كونها طفيليات خطيرة مهلكة للإنسان وحيواناته ونباتاته كالابتدائيات الطفيلية والديدان المسطحة والكيسية وبعض أفراد مفصلية الأرجل لذا يجب التعرف على تركيبها وفسلجتها ودورة حياتها لغرض الوصول إلى أحسن الطرق للحد من انتشار الطفيلي.

ان تربية الحيوانات أخذت لها موقعاً خاصاً في العلوم الزراعية لتكون فرع ذو أهمية كبرى يسمى بتربية وتحسين الحيوان اذ يشمل هذا العلم أتباع أفضل الطرق في تغذية الحيوانات الاقتصادية لغرض الاستفادة من لحومها وإنتاجها ، فضلاً عن طرق تكاثرها ووراثة صفاتها وانتقاء أفضل الصفات لغرض الحصول على أصناف جديدة ومقاومة للأمراض وظروف البيئة التي يراد تأقلمها عليها ، ويشمل تربية الأسماك وتربية دودة القز.

6-تفيد دراسة علم الحيوان في عملية المكافحة الحيوية للآفات الزراعية اذ يمكن انتقاء المفترسات والمتطفلات وتكثيرها لتقضي على الآفات الزراعية او تقلل منها كما ان معرفة المزيد من المعلومات الفسلجية والتركيبية لهذه الآفات يساعد في محاولة اختيار المبيد الانجح للقضاء عليها.

اساسيات المجهر
Principles of Microscopy

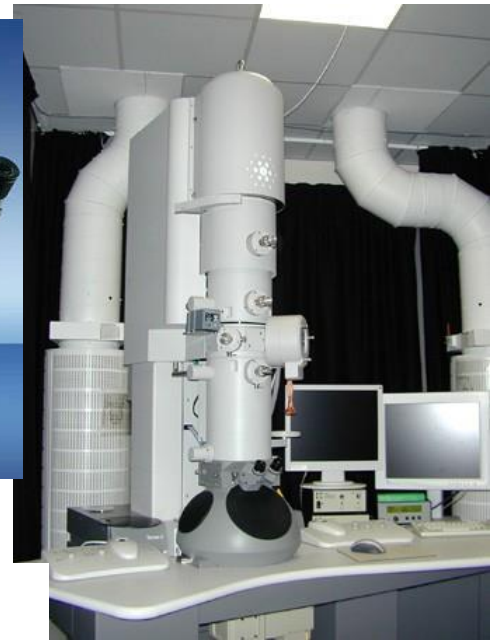
المحاضرة الاولى

اهداف المحاضرة:

في نهاية المحاضرة سوف يتعلم الطلبة:

- ✓ القدرة على التمييز بين مكونات المجهر.
- ✓ وصف الوظائف الاساسية لكل جزء من المجهر.
- ✓ معرفة كيفية استخدام المجهر.
- ✓ فهم الاساليب الضروري للمحافظة على المجهر.

ماهو المجهر



- يستعمل المجهر في تكبير الاشياء التي لا يمكن رؤيتها اومشاهدتها بالعين المجردة بوضوح بهدف دراسة تفاصيلها الدقيقة والتعرف إلى أجزائها.

❑ ١٥٩٠ - صنع هانز وزكريا يانسن في هولندا أول مجهر مركب.

❑ ١٦٦٠ - مارسيلو مالبغي كان واحدا من أوائل المجهريين والاب الروحي في مجال علم الأجنة والأنسجة في سنة ١٦٦٠ استطاع مشاهدة الشعيرات الدموية للمرة الاولى.

❑ ١٦٦٥ - روبرت هوك (١٦٣٥-١٧٠٣) - جمع هوك ملاحظاته المجهرية التي نشرها في كتابه الفحص المجهري عام ١٦٦٥ وكانت دراسته لشرائح رقيقة من الفلين.

المجهر الذي استخدمة روبرت هوك

- المجهر (Microscope): هو جهاز يختص بتكبير الاشياء والاجسام الصغيرة مما يسهل دراستها، وهو مفيدٌ بشكلٍ خاص لمهتمين بدراسة علم الاحياء الذين يقومون بدراسة الكائنات الحية، والخلايا التي تحتاج إلى وسائل وتقنيات متطورة لتسهيل دراستها .
- **أهميّة المجهر:**
- يستخدم المجهر بشكل أساسي لدراسة الكائنات الحية الدقيقة كالبكتيريا، والأميبا، والطحالب، وغيرها من الكائنات وحيدة الخلية، والنباتات، ومعرفة الكثير عن عالمها، ودراسة الخلايا الحية، وأجزائها، ومكوّناتها.

- **المجهر الضوئية**
- يستخدم المجهر الضوئي (Optical Microscope) الضوء ومجموعة من العدسات لتكبير العينة، حيث يعد من اكثر المجاهر انتشارا وابسطها كما انه منخفض الكلفة مما يجعله متاحا للجميع في الاستخدامات العلمية. ومن مزاياه انه يوفر امكانية مراقبة انشطة الخلايا الحية مثل الانقسام والحركة وامتصاص الغذاء.
- المجهر الضوئي البسيط (Simple Optical Microscope) وهو احد انواع المجاهر الضوئية ويكون مجهز بعدسة ضوئية واحدة.
- المجهر الضوئي المركب(Compound Optical Microscope) يستخدم المجهر الضوئي المركب الضوء المرئي لتكبير صورة العينات، كما تتميز المجاهر الضوئية المركبة بنقلها للصورة بواسطة نوعين من العدسات، حيث توضع واحدة بالقرب من الجسم المراد مشاهدته، ولدى هذه العدسة طول بؤري قصير، بينما تكون العدسة الثانية هي العدسة التي تتم المراقبة من خلالها، حيث تعمل هاتان العدستان معًا لتشكيل صورة افتراضية موسعة وتصل قدرة هذه المجاهر على تكبير العينة إلى حوالي ٢٠٠٠ ضعف

(المجهر الضوئي المركّب)

(المجهر الضوئي البسيط)

يتركب الميكروسكوب الضوئي من عدة أجزاء ميكانيكية وأخرى ضوئية كما يلي:

- أولا: الأجزاء الميكانيكية:
  - القاعدة Base : وهو الجزء الذي يرتكز عليه الجهاز ويأخذ أشكال مختلفة حسب الشركة المنتجة.
  - الذراع Arm : هو الجزء الذي يحمل أنبوبة الميكروسكوب ويتصل بالمسرح، والضوابط.
  - المسرح Stage : هو جزء قابل للحركة في أكثر من اتجاه عن طريق ضوابط جانبية، وتثبت عليه الشريحة الميكروسكوبية عن طريق الماسكHolder
  - الضوابط Adjustments وهي نوعين:

- ضابط تقريبي Coarse Adjustment يستعمل لإظهار الصورة.
- ضابط تقريبي Fin Adjustment يستعمل لضبط البعد البؤري بدقة.

- ثانيا: الأجزاء البصرية:
- الجزء العيني Eye piece للميكروسكوب، يتكون من:

- العدسة العينية Ocular lens وهي مثبتة في اعلي أنبوبة الميكروسكوب ،يتراوح تكبيرها من ٦-١٠ مرات،
- الجزء الأنفي Nose piece للميكروسكوب، يتكون من:
- عدسات الشيئية Objective lenses وهي مثبته في الجزء السفلى من أنبوبة الميكروسكوب بالقرب من المسرح، على قرص دائري متحرك.

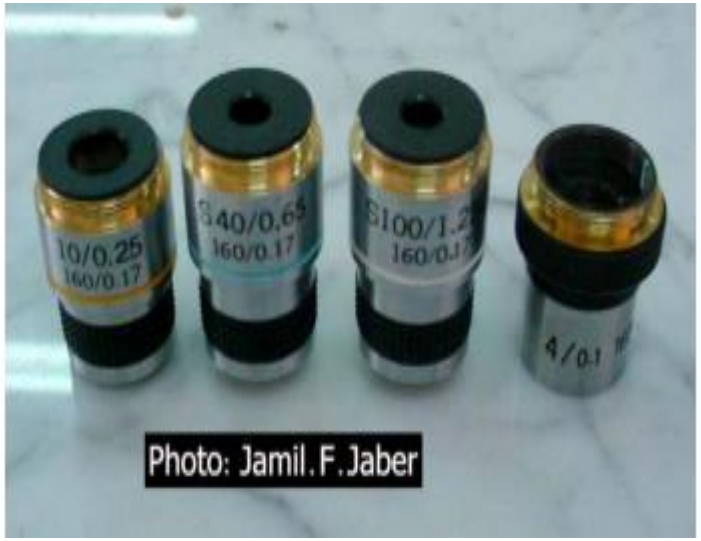
ويوجد ثلاثة أنواع من العدسات الشيئية:

- العدسة الصغرى Low power قوة تكبيرها ٤ X
- العدسة الوسطى Moderate power قوة تكبيرها ١٠ X
- العدسة الكبرى High power قوة تكبيرها ٤٠ X
- العدسة الزيتية Oil lens قوة تكبيرها ١٠٠ x وتستعمل لفحص البكتيريا مع إضافة زيت يسمى السيدر Immersion oil والغرض الأساسي من استعمال نقطة الزيت هو زيادة الإضاءة.

- المكثف Condenser يوجد المكثف أسفل المسرح. يتركب من مجموعة من العدسات مرتبة بطريقة خاصة، تعمل على تجميع الأشعة الضوئية. يمكن التحكم فيه بواسطة ضابط جانبي، لإدخال اكبر كمية من الإضاءة على العينة أو لتقليل كمية الإضاءة.فكلما زاد تكبير العدسة الشيئية، نحتاج كمية إضاءة اكبر فيضبط على أعلى أوضاعه.
- المرآة Mirror توجد أسفل المكثف، تعمل على توجيه الإضاءة إلى المكثف.
- مصدر الإضاءة Light source مصباح لإصدار الضوء، ويمكن التحكم في شدته.

شكل المجهر العام

العدسات العينية



العدسات الشيئية

طريقة استخدام المجهر

١- تضبط المسافة بين العدسات العينية بتحريكها لليمين أو اليسار بحسب البعد بين العينين للمستخدم .

٢- توضح الرؤية في العدسات العينية بتدويرها لتعديل الفارق البصري في العينين إلى أن تعطي أوضح صورة .

٣- عند استخدام العدسة الشيئية الماسحة ×٤ والعدسة الصغرى ×١٠ توضع في مكانها الصحيح وذلك بأن تسمع صوت عند ثبات العدسة وباستعمال الضابط الكبير توضح العينة ولكن بدرجة قليلة ثم يستخدم الضابط الدقيق للحصول على أفضل رؤية وتضبط شدة الإضاءة باستخدام المكثف وكذلك باستخدام الحجاب القزحي أو باستخدام مفتاح الإضاءة بزيادة كمية الضوء أو تقليلها.

٤- عند استخدام العدسة الزيتية ×١٠٠ يوجد طريقتين لذلك :
أ- توضع قطرتين من الزيت (زيت السيدر (Cedar oilعلى الشريحة والذي له دور كبير في تجميع الضوء وتوضيح الرؤية بسبب حدوث تشتيت للضوء عند استخدام عدسات ذات تكبير عالي والزيت يكون له عامل انكسار مماثل لمعامل انكسار الزجاج ولهذه الخاصية يستخدم الزيت ثم تدار العدسة الشيئية الزيتية وتقرب بالضابط الكبير ببطء حتى تلامس العدسة قطرة الزيت ويجب الحذر بسبب قرب العدسة من الشريحة ، ثم تضبط الشريحة بواسطة الضابط الصغير حتى ترى العينة بوضوح .
ب- توضع قطرتين من الزيت (زيت السيدر) على الشريحة ثم تدار العدسة الشيئية الصغرى وتضبط بالضابط الكبير حتى ترى العينة ، ثم تدار العدسات إلى العدسة الزيتية وتضبط الشريحة بواسطة الضابط الصغير بحركة باتجاه الشخص الفاحص حتى تعطي أفضل رؤية .
ملاحظة : تسمى المنطقة التي تظهر في الميكروسكوب بالحقل المجهري .

ملاحظات مهمة للمحافظة على المجهر

- احرص على تنظيف المجهر قبل وبعد الإستخدام بورق خاص وباستعمال محلول الزيلين (العدسات والمسرح).
- لاتلمس العدسات بأصابعك حتى لا تتسخ وتصعب الرؤية .
- لا تترك الشرائح على الميكروسكوب أبدا بعد الإستعمال .
- احمل المجهر باستعمال ذراع المجهر وقاعدته .
- قد تظهر عوالق على العدسات أثناء الفحص ولمعرفة ذلك قم بتحريك العدسات دائريا فإذا دارت معها فهذا يعني أنها مجرد غبار.
- لضبط الرؤية باستخدام العدستين العينيتين تسحب إلى الجانب لضبط المسافة بين العينين .
- عند الفحص تعلم فتح كلتا العينين .
- عند عدم استعمال المجهر يجب الإحتفاظ به مغطاً دائما .
- حرك العدسات عند ضبط العينة بحذر حتى لا تنكسر العدسات .

المصادر

- Miller, S. A., & Harley, J. P. (2011). *Zoology*. New York.
- Subacz, K., & Christian, J. (2019). General Zoology Laboratory Manual.
- محمد، اسماعيل محمد؛ بشاى، حلمي ميخائيل؛ العاصى، يحيى السعيد؛ علي، منى شرقاوي؛ حسن، تغريد عبدالرحمن. (٢٠٠٢). اساسيات علم الحيوان. دار الفكر العربي.

Thank You

الاقسام الرئيسية للملكة الحيوانية
Major Division of Animal Kingdom

المحاضرة الرابعة

الجزء العملي

اهداف المحاضرة:

في نهاية المحاضرة سوف يتعلم الطلبة:

- ✓ تعريف الممكلة الحيوانية.
- ✓التمييز بين الكائنات الاولية.
- ✓القدرة على معرفة خصائص هذه الكائنات.

- تعتبر الشعبة (Phylum) هي وحدة التصنيف الرئيسية.
- في الماضي صنف العلماء الاوليات (Protozoa) تحت المملكة الحيوانية التي تنتمي اليها جميع شعب الاحياء وحيدة الخلية.
- مصطلح Protozoa هو مرادف (البعديات Metazoa) والتي تشمل العديد من الشعب.
- التقسيم الحديث والذي بني على اساس دراسات حديثة لاتعتبر الاوليات مجموعة مصنفة تنتمي الى المملكة الحيوانية.
- تصنف البروتوزوا تحت مملكة PROTISTA لذلك تشمل جميع المجاميع الاعلى لشعب الحيوانات الحقيقية.
- تقسم مملكة البروتستا PROTISTA الى

١. الميزوزوا Mesozoa وتشمل شعبة Mesozoa.
٢. البارازوا Parazoa ويشمل شعبة المثقبات Porifera والبلاكوزوا Placozoa.
٣. الايوميتازوا (البعديات الحقيقية) Eumetazoa التي تشمل كل الشعب الحيوانية الباقية.

مملكة البروتستا

- الاوليات Protozoa

✓ تشمل مملكة البروتستا الاوليات وهي مجموعة من الكائنات المايكروسكوبية التي تشترك في صفة واحدة في انها حيوانات لاخلوية تؤدي جميع وظائف الكائن الحي، وهي ذات نواة حقيقية Eukaryotes.

✓ تعتبر تسمية الاوليات حيوان وحيدة الخلية Unicellular غير دقيقة لان الحيوان الاولي يتكون من كتلة بروتوبلازمية غير مقسمة الى خلايا وتحتوي على عضيات تقوم بجميع وظائف الحياة وقد تكون عضياتها اكثر تخصص من تلك الخلايا في الكائنات متعددة الخلايا.

✓ للاوليات اشكال متعددة وتراكيب معقدة وهي قادرة للعيش في انواع مختلفة من البيئة.

✓ توجد الاوليات في الماء العذب والمالح والمائل للملوحة والتربة والبعض يعيش متطفلا وبالتالي مسببا للامراض مثل الملاريا.

✓تلعب دور في اقتصاديات الطبيعة وقد ساهمت في تركيب الرواسب الضخمة لقاع المحيطات، وكذلك يعيش علاقة تكافلية مع النبات او الحيوان.

تختلف خصائص الاوليات من خلال:

- **الحجم:** الاوليات عادة صغيرة الحجم حيث تغشل الملاريا حجم اقل من نصف حجم كرية الدم الحمراء في الانسان وقد يكون حجم الكائن الاولي كبير ويمكن رؤيته بالعين المجردة مثل Spirostmum حيث يشغل طوله ٣-٤.٥ مم.
- **الشكل:** يمكن ان تتاخذ الاوليات العديد من الاشكال فالاميبيا ليس لها شكل معين وبعض الانواع الاخرى لها شكل مميز واحيانا يتوقف الشكل على حسب طريقة العيش للاوليات.
- **التركيب:** يحيط جسم الاوليات غشاء رقيق حي قد يكون مرنا او صلبا واحيانا يحيط جسمها غشاء غير حي او قشرة.
- **الحركة:** عضيات الحرك في الاوليات متباينة فقد تتحرك بالسريان البروتوبلازمي او ما يسمى بالاقدام الكاذبة كما في الاميبيا وقد تستخد الاسواط في الحركة كما في السوطيات او الاهداب كما في الهدبيات.

- **التنفس:** تتنفس الكائنات البدائية عن طريق انتشار الغازات التنفسية خلال الغشاء الخلوي. ولكن بعضها وخصوصا تلك التي تعيش متطفلة او في وسط يحتوي كميات ضئيلة من الاوكسجين تتنفس لاهوائيا.
- **الاخراج:** تنتشر المواد الاخراجية الناتجة عن عمليات الايض خلال الغشاء الخلوي الى الخارج وتعتبر الامونيا هي المادة الازوتية الرئيسية وتعتمد كمية الاخراجات على مقدار البروتينات في المادة المستخدمة.
- **التكاثر:** تتميز الاوليات بانواع كثيرة من التكاثر منها:

✓ **التكاثر اللاجنسي:** يحدث في كل الكائنات الاولية وقد يكون هو طريقة التكاثر الوحيدة وتكون من خلال ١- الانشطار الثنائي ٢- التبرعم ٣- الانقسام المضاعف ٤- الانشطار المتعدد ٥- الانقسام السايتوبلازمي

✓**التكاثر الجنسي:** لايحدث بالطريقة المعروفة من خلال اتحاد الخلايا الجنسية ولكن يحدث عن طريق الانقسام الاختزالي للكروسومات.

- **طريقة الحياة والتغذية**

يوجد على مايزيد عن ١٠ الاف نوع من الاوليات ونصفها من الحفريات وحوالي ٧٠% من الاوليات الحية تكون حرة المعيشة او تسبح حرة ويوجد ثلاثة انواع رئيسية من التغذية:

١. تغذية ذاتية: يمكن للكائن الاولي من تصنيع محتوياته العضوية من مواد غير عضوية اذ تستخدم البلاستيدات الخضراء في وجود الطاقة الضوئية في عملية البناء الضوئي.
٢. تغذية حيوانية: حيث يتغذى الحيوان الاولي بابتلاع جزيئات الحيوان الصلبة او غيرها من الاحياء مثل البكتريا والخميرة والطحالب.
٣. تغذية رمية: فيها يتم الغذاء بانتشار المواد العضوية الذائبة خلال اجسامها بعملية الانتشار.

وقد يتغذى الحيوان الاولي باكثر من طريقة مثل البوجلينا التي تتغذى تغذية نباتية في وجود الضوء او تغذية رمية بوجود الظلام في وسط غني بالمواد العضوية وتمسى هذه بالتغذية المختلطة.

تصنيف الاوليات Protozoa

تصنف الاوليات ضمن مملكة البروتستا والتي تشمل الاحياء اللاخلوية ذات الانوبة الحقيقية والتي قد تكون اما وحيدة او متعددة الخلايا وحيث تتكون الامشاج من خلايا وحيدة ولاتتكون بها اجنة من الزيكوت وتشمل الاوليات الشعب الاساسية:

١. شعبة اللحميات السوطية SARCOMASTIGOPHORA
٢. شعبة ابيكومبلاسكا APICOMPLEXA
٣. شعبة الجرثوميات الدقيقة MICROSPORA
٤. ميكسوزوا MYXOZOA
٥. شعبة الهدبيات CILIOPHORA

- ما هي مملكة البروتستا؟
- كيف تصنف الاوليات؟
- اذكر طرق التغذية للكائنات الاولية؟

المصادر

- Miller, S. A., & Harley, J. P. (2011). *Zoology*. New York.
- Subacz, K., & Christian, J. (2019). General Zoology Laboratory Manual.
- محمد، اسماعيل محمد؛ بشاى، حلمي ميخائيل؛ العاصى، يحيى السعيد؛ علي، منى شرقاوي؛ حسن، تغريد عبدالرحمن. (٢٠٠٢). اساسيات علم الحيوان. دار الفكر العربي.

Thank You

الخلية الحيوانيّة
Animal Cell

- **الخلية والنظرية الخلويّة:**

تُعدّ الخلية (Cell) الوحدة الأساسية البنيوية والوظيفية للمادة الحية، وهي جهاز حي كامل ذو تنظيم ذاتي، لها القدرة على التكاثر والاستقلاب، ومهما اختلفت أشكال الكائنات الحيّة من نباتية وحيوانية فإنها تتشابه ببنية خلاياها، ويتألف كل كائن حي من واحدة أو أكثر من الخلايا.

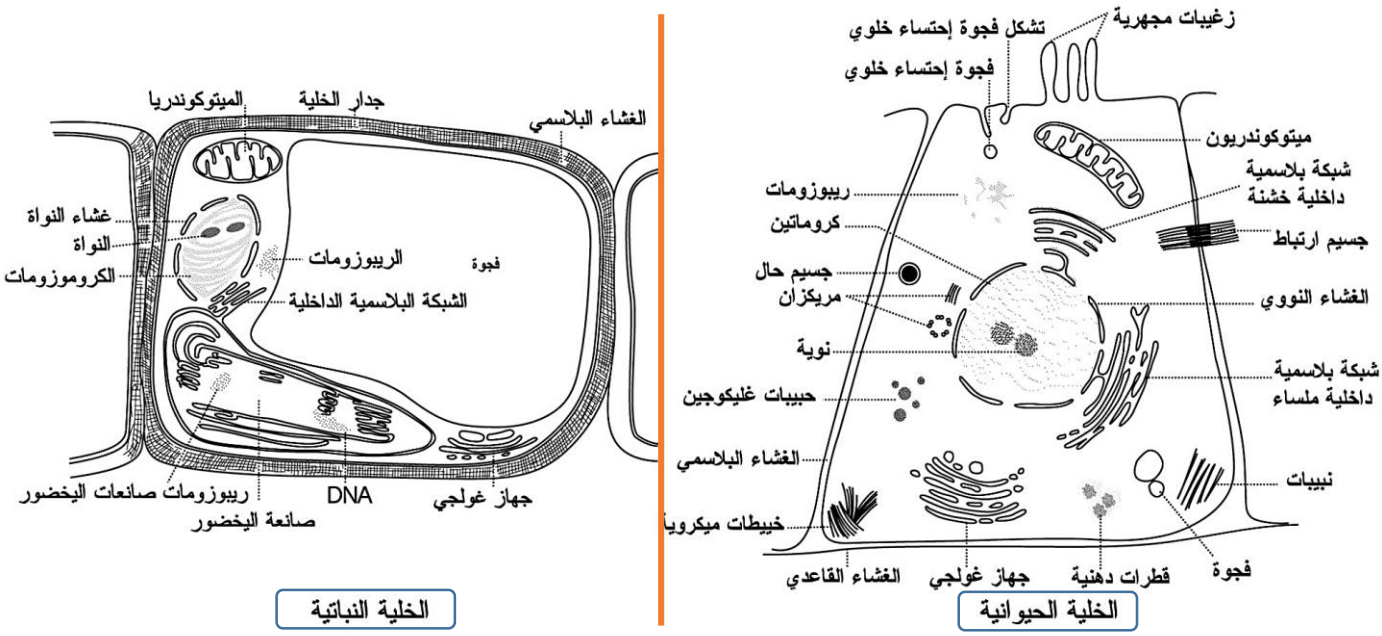
ويتطابق مفهوم الخلية والكائن الحي عند الكائنات وحيدات الخلية الحيوانيّة (Protozoa)، أمّا أجسام أغلب الحيوانات الأُخرى فتتألف من عدد هائل من الخلايا (من عدّة خلايا عند الديدان الخيطية وحتّى مليارات الخلايا عند عديدات الخلايا).

وكان العالم روبرت هوك R.Hooke أوّل من وضع هذه الكلمة (الخلية) عام 1665م مستخدماً مجهره الضوئي البسيط الذي اخترعه ليَصِفَ الوحدات التي اكتشف أنها تؤلف مادة الفلّين. وفي عام 1674م وصف لوفنهوك Lowenhok الخلايا عند الكائنات الحيوانية.

وبعد زمن طويل من البحث استنتج عالم النبات الألماني ماتياس شلايدين M.Schleiden في عام 1838م أنَّ كل النسج النباتية تتألَّف من خلايا، وفي العام التالي أَكَّد تيودور شوان Th. Schwann الحقيقة نفسها بالنسبة لعالم الحيوان، وهكذا أصبحت النظرية الخلوية الأساس الذي يعتمد عليه علم البيولوجيا (علم الحياة)، لأنها تضع أُسُسَ تَشابُه الكائنات الحية على الكرة الأرضية.

واتَّخَذَت النظرية الخلوية (Cell Theory) أبعاداً أُخرى حينما أكد رودولف فيرشوف R.Virchow أنَّ الخلايا تنشأ من خلايا أُخرى سابقة، فعبرَ سلسلة الكائنات الحية كلها، سواءً كانت حيوانية أو نباتية أو أجزاء منها، يحكم قانون دائم يتمثل بالتطور المستمر، فليس هناك انقطاع في استمرارية الخلايا الحديثة، ومن ثم الكائنات التي تؤلّفها، وبين الخلايا القديمة التي ظهرت أول مرة على كوكب الأرض منذ أكثر من 3 بليون سنة.

وتمتلك الخلايا بشكل عام أحجاماً مجهريّة، وتحتوي الخلية على أجسام أصغر منها تسمى عُضيّات (Organelles) التي تؤمّن وظائفها المختلفة ولها بنية مجهرية وتحت مجهريّة مثل جهاز غولجي (Golgi apparatus)، وهناك أيضاً النواة (Nucleus) التي تحمل في داخلها الشيفرة الوراثية DNA. كما يحيط بالخلية غشاء يُسمى بالغشاء الخلوي (Cell Membrane)، وثمة فرق أساسي بين الخلية الحيوانية والنباتية، هو أنَّ الأخيرة يحيط بغشائها السيتوبلازمي غلاف سللوزي (جدار من السيليولوز يسمى الجدار الخلوي) يمنح الخلية قوامها وقدرتها للمحافظة على أشكالها. لكن هذا الغلاف نفوذ يسمح للماء والمواد المنحلة بالمرور عبره بِحُرّية، وهو غير مرن كالغشاء الخلوي. ويكمُن الفرق بين الخلايا الحيوانية والخلايا النباتية في وظيفتها وشكلها.



ويتراوح قطر معظم الخلايا بين (0.01 – 0.1) مم. وهناك خلايا صغيرة جدّاً لا ترى إلّا بالمجاهر وأُخرى كبيرة نسبياً، مع العلم أنَّ حجم الخلايا لا يتعلّق بحجم الكائن الحي فخلايا الكبد والكلية عند الحصان والبقرة والفئران لها الحجم نفسه، يتعلّق شكل الخلايا أيضاً بالوظيفة التي تقوم بها حيث نلاحظ أنَّ الخلايا الظهاريّة التي تستر سطح الجسم تكون متعدّدة الأضلاع ومرصوفة بجانب بعضها البعض، في حين تأخذ الخلايا العصبية شكلاً نجمياً بفضل العدد الكبير للاستطالات السيتوبلاسمية. وتُسمّى مجموعة الخلايا المتشابهة في التركيب والتي تؤدي معاً وظيفة معينة في الكائن الحي عديد الخلايا بالنَّسيج (Tissues).

– ومن تقسيمات الخلية المعروفة من وجهة نظر علم الخلية:

1. **كائنات بدائية النواة Prokaryotes:**
2. **كائنات حقيقية النواة Eukaryotes:**

وقد قدَّمَ هذا التقسيم العالم هانس ريس في بداية الستينات، ويُعتَبَر هذا التقسيم واسع الانتشار في الوقت الحالي.

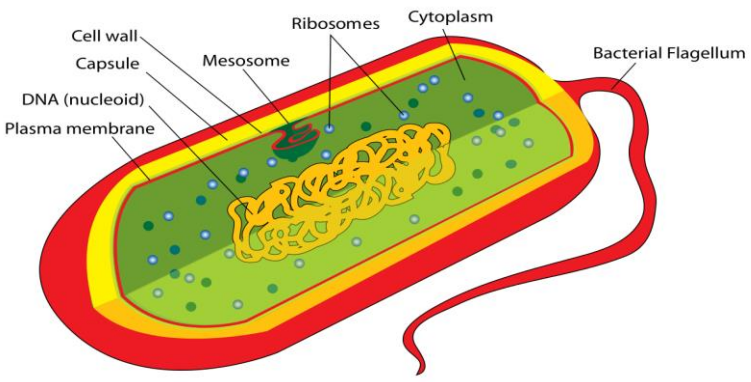
1. الكائنات بدائيّة (غير حقيقية) النواة Prokaryotes:

يضم هذا التقسيم الجراثيم (البكتيريا) والطحالب (الإشنات) الزرقاء المُخضرّة وهي خلايا صغيرة الحجم تحتوي صبغي (Chromosome) واحد وتملك غلافاً واحداً يحيط بالخلية وتكون خالية من الأغلفة المحيطة مثل النواة والمايتوكوندريا والصّانعات الخضراء (Chloroplasts) ولا تعاني انقساماً خيطياً وتتكاثر بالانقسام اللاجنسي البسيط (Asexual Division) وتكون الخلايا خالية من الجدران الخلوية الداخلية التي تفصل بين أجزائها.

وتقسم الخلية غير حقيقية النواة إلى جزأين رئيسيين هما: الهيولى (السيتوبلازم Cytoplasm) وشبيه النواة ويسمى بعض الأحيان المنطقة النووية (Nucleoid Region)، ويحيط بهذين الجزأين الغشاء الخلوي (Cell Membrane). ويكون هذا الغشاء محاطاً أحياناً (كما في بعض الجراثيم، وفي الطحالب) بجدار خلوي (Cell Wall) صلب أو شبه صلب يُحافِظ على الخلية ويؤمن لها الدعم.

يتراوح مُعدَّل حجم الخلية غير حقيقية النواة بين (1 – 10) µm ميكرومتر. والخلية لا تستطيع الاستمرار في الحياة إذا تُلِفَ غشاؤها. وينطوي الغشاء البلازمي في بعض غير حقيقيات النواة مكوناً طيات وثنايا، لكن هذه لا تكون منفصلة عن الغشاء البلازمي، لذلك لا تعتبر تراكيب داخلية. وبعض هذه الطيات تكوّن الجسميات المتوسطة (Mesosome) وتكون حاوية على الأنزيمات الأساسية الضرورية لعملية التنفس الهوائي والتي تحدث في المُتقدرّة (الميتاكوندريا Mitochondria) المنتمية للخلايا حقيقية النواة، ولكن عدم وجود أغشية داخلية دائمة يعني عدم وجود تركيز موضعي للفعاليات والنشاطات محدداً بغشاء وهذا هو الاختلاف الرئيسي بين النوعين.

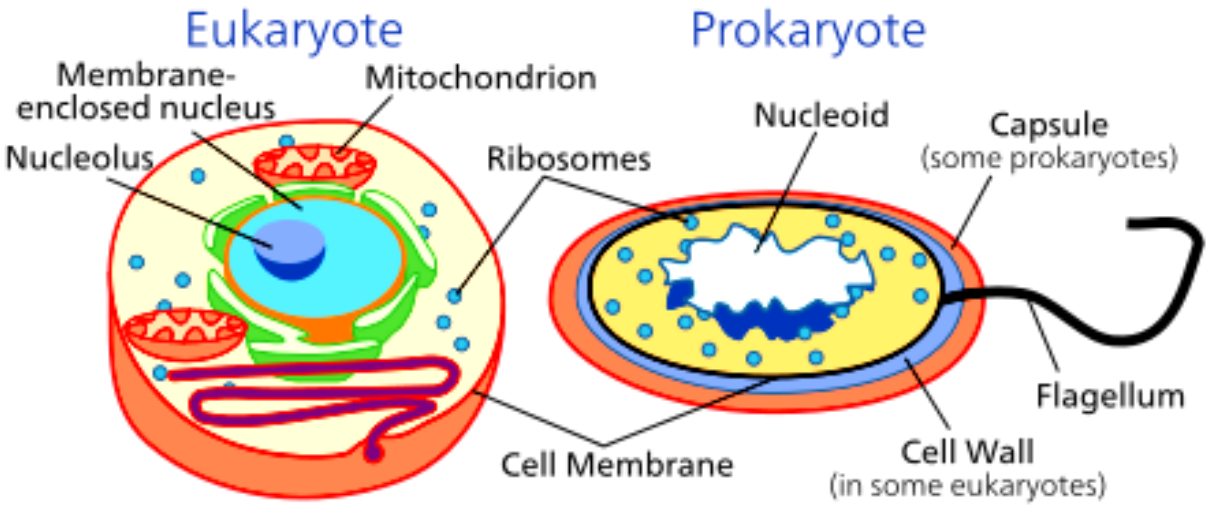
كما تختلف الريباسات (الرايبوزومات Ribosomes) في غير حقيقية النواة حيث تكون أصغر حجماً ويتراوح قطرها بين 150– 200 أنغستروم Å حيث ($Å = 10^{-10}$ m) وتكون حرة في السيتوبلازم. وتوجد في غير حقيقية النواة، إضافةً إلى السيتوبلازم، مناطق كثيفة ذات شكل غير منتظم، وهي المناطق النووية. ويشكل فقدان غشاء فاصل بين المادة الوراثية والسيتوبلازم فرقاً أساسياً بين هذين النوعين من الخلايا (غير حقيقية النواة وحقيقية النواة).

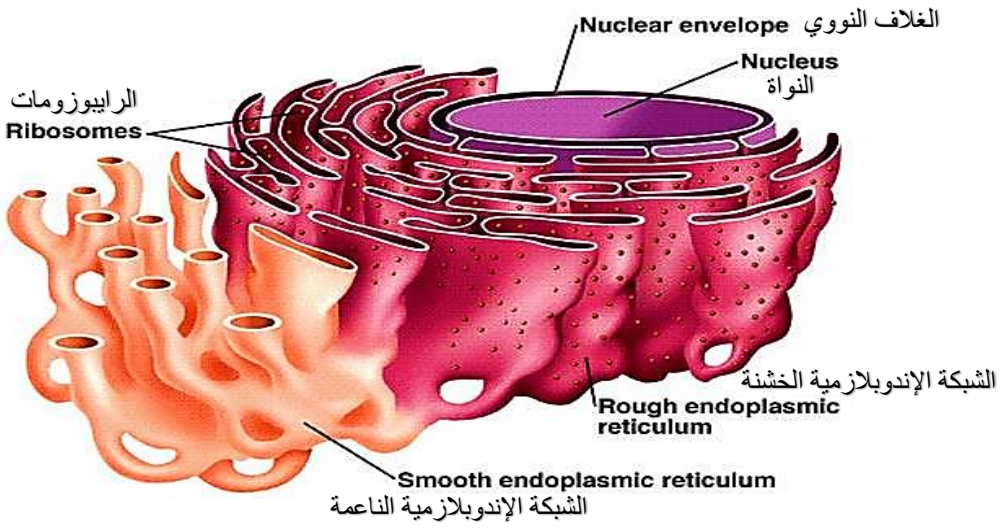


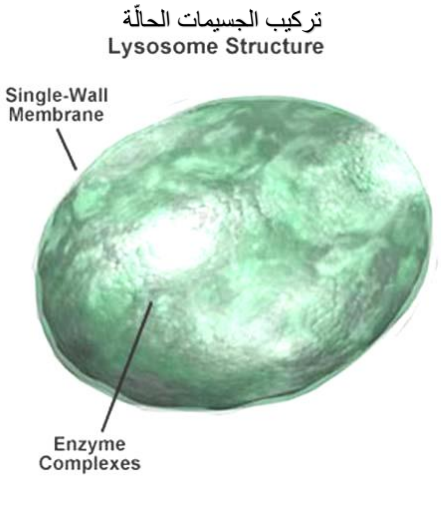
2. الكائنات حقيقية النواة Eukaryotes:

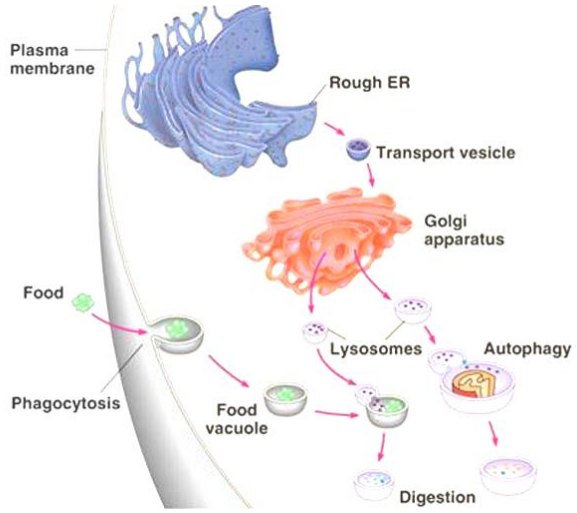
وتشمل الخلايا الحيوانية والنباتية الراقية، وجميع الطحالب (الإشنيات Algae) ما عدى الخضراء – الزرقاء، والفطريات (Fungi)، والحيوانات الابتدائية، وهي أكبر حجماً من البدائية وأكثر تعقيداً منها، وتكون جميع العُضيَّات الموجودة في السيتوبلازم (الهيولى) مُحاطةً بأغشيةٍ تَشملُ المتقدّرات (الميتوكوندريا) والصانعات الخضراء (البلاستيدات) في النباتات وأجسام غولجي والشبكة الإندوبلازمية (Endoplasmic Reticulum) الخشنة والناعمة، والجسيمات الحالّة (اللايزوسومات lysosome)، والنواة. أما الرايبوزومات (الأجسام الريبية، الريباسات) فهي أكبر حجماً وتتكون من وحدتين فرعيتين.

وتحتوي النواة على عدة صبغيات (كروموسومات) والتي تقع بها الأنزيمات (Enzymes) المُحفزة للأفعال الحيوية في تراكيب خاصّة، وتقع جميع الأنزيمات التي تشارك في تحويل الغلوكوز إلى حمض اللبن تقع في العصير الخلوي (البلازما)، بينما تقع الأنزيمات التي تشارك في عملية الأكسدة لمجاميع الخلّات والخلات النشطة في داخل المتقدّرات.









– المكونات الأساسية للخلايا الحيوانية:

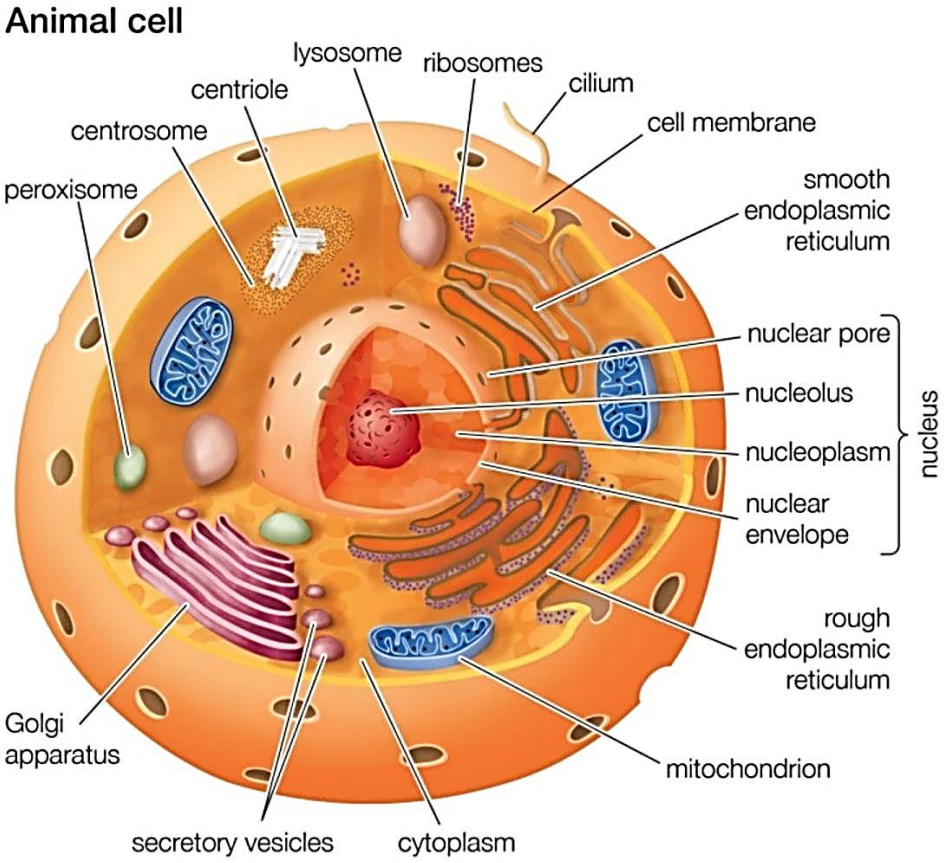
1. غشاء الخلية الخارجي (Cell Membrane):

الغشاء الخلوي هو طبقة ثنائية دهنيّة اختيارية النفاذية مشتركة في جميع الخلايا الحية سواءً كانت حقيقيات النواة أم بدائيات النواة. يحتوي هذا الغشاء مجمل كيان الخلية من الهيولى (السيتوبلازم) وما فيها من عُضيّات خلوية، يتألف بشكل خاص من البروتينات والدهون مرتبة بشكل فسيفسائي، هذه المكونات الغشائية تدخل في مجموعة واسعة من العمليات الخلوية. في نفس الوقت يمكن أن يعمل كنقطة اتصال بين الهيكل الخلوي والجدار الخلوي في حال وجوده. وربما تكون مهمته الأساسية هي تنظيم دخول وخروج الجزيئات إلى الخلية وخروجها منه، عدا عن استقبال الإشارات الحيوية من خارج الخلية عن طريق ما يسمى المستقبلات (Receivers).

يقوم الغشاء الخلوي أيضاً بإحاطة الهيولى وفصلها فيزيائياً عن بقية المكونات خارج خلوية بهذا يقوم بمهمة جدار فاصل مشابه لمهمة الجلد. هذا الحاجز قادر على تنظيم عملية (الخروج – دخول) للخلية الحية باعتباره نصف نفوذ أو نفوذ نوعياً – انتقال المواد عبر الغشاء يمكن أن يتم بشكل منفعل Passive حسب قواعد الانتشار وفق تدرج التركيز وهنا يتطلب أن تكون المادة مُنحلة في الدسم لتنحلّ في الطبقة الثنائية الدسمة، أو منحلة في الماء لتؤمّن عبورها مع الماء عبر القنوات الشاردة الموجودة ضمن البروتينات الغشائية، طريقة أخرى للنقل تدعى

بالنقل الفعال تتطلب صرف طاقة يتم الحصول عليها عن طريق جزيئات الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) تقوم بها جزيئات بروتينية خاصة تعمل كمضخات شارديّة. وما يمنح الخلايا المختلفة مزاياها هو اختلاف البروتينات والسكريات المرتبطة بجزيئات الفوسفوليبيدات.

تتواجد أيضاً ضمن الغشاء مستقبلات بروتينية تعمل على استقبال الإشارات الحيوية من البيئة الخارجية للخلية على شكل مراسلات خلوية كيميائية أو هرمونات. يتم نقل هذه الإشارات إلى الداخل الخلوي مما يؤدي للاستجابة على هذه الإشارة. بعض البروتينات الأخرى تعمل كعلامات تميز هذه الخلايا بالنسبة لخلايا أخرى لإتمام التواصل. ويشكّل ترابط هذه البروتينات مع مستقبلاتها النوعية في الخلايا الأخرى الأساس للتآثر الخلوي–الخلوي في الجهاز المناعي. وتوجد اللبيدات (الدهون) والبروتينات مع الكربوهيدرات في السطح الخارجي لجدار الخلية.



2. الغشاء الهيولي (الغشاء البلازمي Plasma Membrane):

والذي يتكون من مكونات دهنية وبروتينية بكميات متقاربة، وهو يفصل الخلية عن وسطها الخارجي، ويحيط بالسيتوبلازما التي تحتوي على عدد لا يحصى من الجزيئات والعضيّات (Organelles) التي تقوم ضمن الخلية بأعمال متخصصة، مثل أفعال الاستقلاب واصطناع البروتينات وغيرها. وأخيراً تضمّ المادة النووية الحاملة للمعلومات الوراثية التي توجّه نشاطات الخلية وتمكّنها من التكاثر وتمرير خصائصها إلى أنسالها.

3. الهيولى (سيتوبلازم Cytoplasm):

هو جميع محتويات الخلية من المواد الذائبة وغير الذائبة ما عدى النواة. وهو مادة هلامية نصف شفافة، يملأ بعض فراغ الخلية ويحتوي على جسيمات مكونة من مادة بروتوبلازمية حيه تسمى عُضيَّات (Organelles) وهي تشمل الشبكة الإندوبلازمية والقنيات الدقيقة والرايبوزومات والمايتوكوندريا وأجسام غولجي والجسيمات الدقيقة والجسم المركزي والنواة، كما تشمل التراكيب غير الحية من الخلية مثل الفجوات والكربوهيدرات واللبيدات والبروتينات وحركة السيتوبلازم تسهل من عملية انتقال المواد الحيوية داخل الخلية الحية ويلعب دوراً مهماً في العمليات الأيضية في الخلية الحيوانية.

ويحتوي السيتوبلازم على العديد من المكونات الغذائية مثل الشبكة الإندوبلازمية والأغشية المايتوكوندرية والأغشية النووية والغشاء اللايزوزومي وغشاء غولجي وغشاء السطح الخلوي، بينما التراكيب غير الغشائية تشمل الرايبوسومات الحرة والخيطيات الدقيقة والنبيبيات الدقيقة. وهناك نوعين من الشبكة الإندوبلازمية هما الخشنة والناعمة، وسميت بالخشنة لأن سطحها الخارجي يحتوي على حبيبات من الرايبوسومات وهي دقائق صغيرة تتألف من 60% من البروتينات و40% من RNA.

4. النواة (Nucleus):

تعد النواة المركز الحيوي في الخلية، وهي في الخلايا حقيقيات النواة كبيرة كروية أو متطاولة أو مغزلية، يحيط بها غشاء نووي مضاعف، تظهر عليه، من مكان لآخر، ثقوب تسهل الاتصال بين سيتوبلازما الخلية ومحتوى النواة. وتحتوي النواة على الصبغيات (الكروموزومات) التي تحمل المعلومات الوراثية للخلية والتعليمات التي تحدد ما إذا كانت الخلية ستكون أميبة أو جزءاً من ورقة نبات أو من كبد إنسان.

تنتقل هذه المعلومات، بعد كل انقسام، إلى الخلايا الجديدة، وتقوم بتوجيه فعاليات الخلية لتأمين تركيب الجزيئات المعقدة التي تحتاج إليها الخلية بالكم والنوع اللازمين. وتجدر الإشارة إلى أن الصبغيات تظهر في الخلية غير المتقسمة بشكل تكتّلات أو خيوط تسمى الكروماتين chromatin، والعضية الوحيدة التي تظهر عموماً في نواة الخلية في دور الراحة الانقسامية هي النوية nucleolus المفردة أو المتعددة.

5. عُضيّات (مكتنفات) الخلية Organelles:

كان يُنظر إلى الخلية، حتى بداية القرن العشرين، أنها كيس يحتوي على سائل يضم بعض الأنزيمات والجزيئات المنحلة، إضافة إلى النواة وبعض العضيّات الأخرى، ولكن مع ظهور المجهر الإلكتروني تم التعرف على بعض المكتنفات ضمن السيتوبلازما، ذات بنية معقدة جداً) وهي:

- الجسيمات الريبية، والشبكة البلازمية الداخلية (الإندوبلازمية): حيث تبدو الجسيمات الريبية بشكل عضيّات صغيرة جداً كروية الشكل موزعة في السيتوبلاسما، وهي أكثر عضيات الخلية عدداً، وتشاهد في المواقع التي يتم فيها ربط الحموض الأمينية لتركيب البروتينات البنيوية والنوعية، فهي لذلك تكون غزيرة في المواقع التي يتم فيها تصنيع هذه البروتينات تنفيذاً للشيفرة الوراثية التي تُنقَل إليها من النواة بوساطة الرّنا المرسال Messenger RNA، والرّنا الناقل Transfer RNA، وتوجد الجسيمات الريبية ضمن الخلية ملاصقة لشبكة من الأغشية المضاعفة تدعى الشبكة البلاسمية الداخلية، التي تتصل بالصفيحة الخارجية للغشاء النووي تسمى الشبكة الخشنة rough أو الحبيبية granular يتم في مستواها تصنيع البروتينات آنفة الذكر، وهناك جزء من الشبكة البلاسمية من دون جسيمات ريبية، تسمى الشبكة الملساء smooth، تقوم بنقل المواد من داخل الخلية إلى السطح، ويتم في مستواها تركيب الليبيدات والغلوسيدات.
- جهاز غولجي Golgi: هو مجموعة من الأكياس المنبسطة، تتألف من أغشية يتوضع بعضها فوق بعض، تحيط بها مجموعة من الحويصلات. ويشتمل على وحدات تسمى الجسيمات الشبكية dictyosomes تقوم بتجميع المواد أو تكثيفها وتوزيعها، خصوصاً المواد التي تصنع على مستوى الشبكة البلاسمية الداخلية، مثل تجميع السكريات مع البروتينات لتصنيع البروتينات السكرية glycoproteins، أما في الخلايا النباتية فيقوم هذا الجهاز بتجميع المركبات المختلفة التي تؤلف جدار الخلية. وقد وجد أن الخلية الحيوانية تحوي عادة ما بين 10 و20 جسيماً، بينما قد تحوي الخلية النباتية المئات منه.
- الجسيمات الحالّة lysosomes: وهي كيسات صغيرة تتشكل ضمن جهاز غولجي، تحوي خليطاً من الأنزيمات الهاضمة، تكون معزولة عن باقي أقسام الخلية بغشاء الجسيمات. فإذا ما تمزق هذا الغشاء تتحرر الأنزيمات وتُهْضَم عناصر الخلية. وهي كثيرة في الخلايا الحيوانية إلا أنها نادرة في الخلايا النباتية .
- المتقدرات، الجسيمات الكوندرية (الكوندريوم Mitochondria): تحتاج الفعاليات كافة التي تتم ضمن الخلية إلى طاقة تزودها بها الجسيمات الكوندرية، لذلك يكثر وجودها في الأعضاء التي تحتاج إلى كثير من الطاقة، مثل العضلات في النسج الحيوانية، أو قمم الجذور النامية في النبات، ويتألف غلافها من: غشاء مضاعف، غشاء خارجي يفصلها عن السيتوبلاسما، وآخر داخلي ينثني على شكل طيّات نحو الداخل تدعى الأعراف، وفيها يتم إنتاج الجزيئات الغنية بالطاقة ATP بالاستقلاب التنفسي الخلوي.
- المريكز Centriole: هو أنبوب أسطواني، يتألف من تسع مجموعات من النبيبات الدقيقة، تتألف كل مجموعة منها من ثلاثة نبيبات (مجموعات ثلاثية) مؤلفة من مادة بروتينية ليفية تعرف بالأنبوبين tubuline ولكل خلية، بصورة عامة، مريكزان متعامدان قريبان من النواة يعرفان باسم الجسيم المضاعف (الجسيم المركزي Centromere)، ينقسم، لدى انقسام الخلية، إلى جسيمين اثنين يهاجر كل منهما نحو أحد قطبي الخلية. ولقد

تبين أن الجسيم المركزي لا يوجه فقط حركة الصبغيات في أثناء انقسام الخلية، وإنما يسهم في تشكيل المشتقات المحركة في الخلايا، مثال السياط والأهداب التي أظهر المجهر الإلكتروني أن لها البنية التُساعية المشابهة للمريكز.

- الفجوة vacuole: وهي في الخلية النباتية تحتل عموماً معظم الخلية عند اكتمال نموها،علماً أن الخلايا الحيوانية تحوي أيضاً على فجوات لكنها صغيرة الحجم، منها الفجوات الهاضمة مثلاً.

- **حركة الخلية (Cell Movement):**

تبدي الخلايا كافة نوعاً من الحركة، حتى الخلية النباتية المحاطة بغلافها السللوزي والخشبي القاسيين تتحرك فيها السيتوبلازما. كما تهاجر الخلايا الجنينية في أثناء التشكل الجنيني من مكان إلى آخر. والأميبة تقوم بالتهام فرائسها بتحرك السيتوبلازما وتشكل الأرجل الكاذبة، ويبدو أن التحرك يتم بطريقتين: الأولى بوساطة "بروتينات ليفية" يطلق عليها اسم "بروتينات عضلية" يبدو أنها توجد في كثير من الخلايا، ويبدو أنها مختصة بالحركات السيتوبلازمية.

والطريقة الثانية بوساطة عناصر بنيوية دقيقة هي الأهداب والسِّياط، تبرز من سطح كثير من خلايا المتعضيات حقيقيات النواة .

- **التمايز الخلوي (Cellular differentiation):**

هو مجموعة من الأحداث الشكلية والكيميائية والوظيفية التي تجري في البيضة إثر إلقاحها، وتؤدي نتيجة انقساماتها المتتابعة المبرمجة وفقاً لآليات معقدة، إلى تمايز الخلايا في مجموعات متكاملة شكلياً وفيزيولوجياً، تحمل اسم النسج tissues، ضمن أعضاء جسم الكائن المتكامل، ويحتوي جسم الإنسان، مثلاً، على أكثر من 200 نوع مختلف من الخلايا، تدخل في تركيب نسجه وأعضائه من أجل قيامها بالوظائف الحيوية المعقدة في الجسم.

وعلى الرغم من تفاوت تركيب الخلايا ووظائفها، فإنها تشتق كلها من خلية واحدة هي البيضة الملقحة zygote التي نشأت من اتحاد العنصر الذكري بالعنصر الأنثوي. وتسمى المرحلة الأخيرة التي تؤدي إلى تخصص الخلايا تركيبياً ووظيفياً بالتمايز differentiation. ففي مرحلة الانقسامات الخلوية المتعددة التي تمر بها البيضة الملقحة، التي تؤدي إلى تكوين كائن حي بالغ، تخضع الخلايا لتأثير المورِّثات المختلفة، التي تحرض تحديد البنية العامة للخلية ووظيفتها النهائية التي ستقوم بها مستقبلاً. ويمتاز التمايز الخلوي بظهور الصفات التكوينية structural والكيميوحيوية biochemical التي سبق تحديدها وراثياً. ويستمر التمايز وتتشكل الأنسجة الأساسية الآتية: الظهارية والضامة والعضلية والعصبية. لكن باستمرار النمو والتمايز تنتج الأنواع المختلفة من الأنسجة، ويترافق ذلك بزيادة في أعداد وأحجام الخلايا الداخلة في تركيب الكائن الحي.

الانقسامات الخلوية
Cell Division

1- الانقسام الفتيلي (العادي) Mitosis:

ويسمى بالانقسام الميتوزي,ويمر بالأطوار التالية:

أ- الطور الأول Prophase:

تحلزن الصبغيات وزيادة قصرها وثخانتها, ويتم انشطار كل صبغي طولياً إلى شقين أو (كروماتيدين) يتصلان معاً بواسطة القسيم المركزي centromere أما **الجسيم المركزي** فهو ينقسم إلى قسمين يحاط كل منهما بخيوط شعاعية, يهاجر كل جسيم مركزي إلى قطبي الخلية المتقابلين ثم يبدأتشكيل مغزل الانقسام بين الجسمين المركزيين المتوضعين في قطبي الخلية, ينحل الغشاء النووي في نهاية هذا الطور وتنحل النوية ويختلط اللمف النووي مع الهيولى. يستغرق هذا الطور 20 - 60 دقيقة.

ب- الطور الثاني Metaphase: تتوضع الصبغيات في اللوحة الاستوائية للمغزل ويتم ارتباط الصبغيات مع مع خيوط المغزل بواسطة القسيمات المركزية لهذه الصبغيات, ينتهي تشكل المغزل في هذا الطور, ويحصل انشطار القسيم المركزي فيؤدي لانفصال أحد شقي الصبغيين عن الآخر ولكن يبقيان متجاورين خلال هذا الطور.

جـ- طور الصعود Anaphase: يهاجر كل صبغي من الصبغيين المتماثلين إلى أحد القطبين المتقابلين ويتم حركة الصبغيات ضمن المغزل عن طريق تقلص خيوط الأكتوميوزين Actomyosin, تتجمع الصبغيات بشكل متساوٍ في قطبي الخلية, يستمر هذا الطور دقائق.

د- الطور الانتهائي Telophase: يبدأ تشكل الغشاء النووي حول الصبغيات, ويتفكك تحلزن الصبغيات ثم تتشابك معاً, وتتشكل النوية عن طريق منظم النوية في الصبغيات, ثم يتلاشى المغزل الانقسامي.وتقارب مدة هذا الطور مدة الطور الأول.

أما التغيرات التي تطرأعلى الهيولى: تتجول الحركات الدوارية البسيطة للهيولى وتبدأ هذه الحركات في طور الصعود وتزداد في طور [illegible] وسط الخلية ومع استمرار تضيق الهيولى تنفصل الخلية إلى [illegible] لإتمام بنية الخلية.

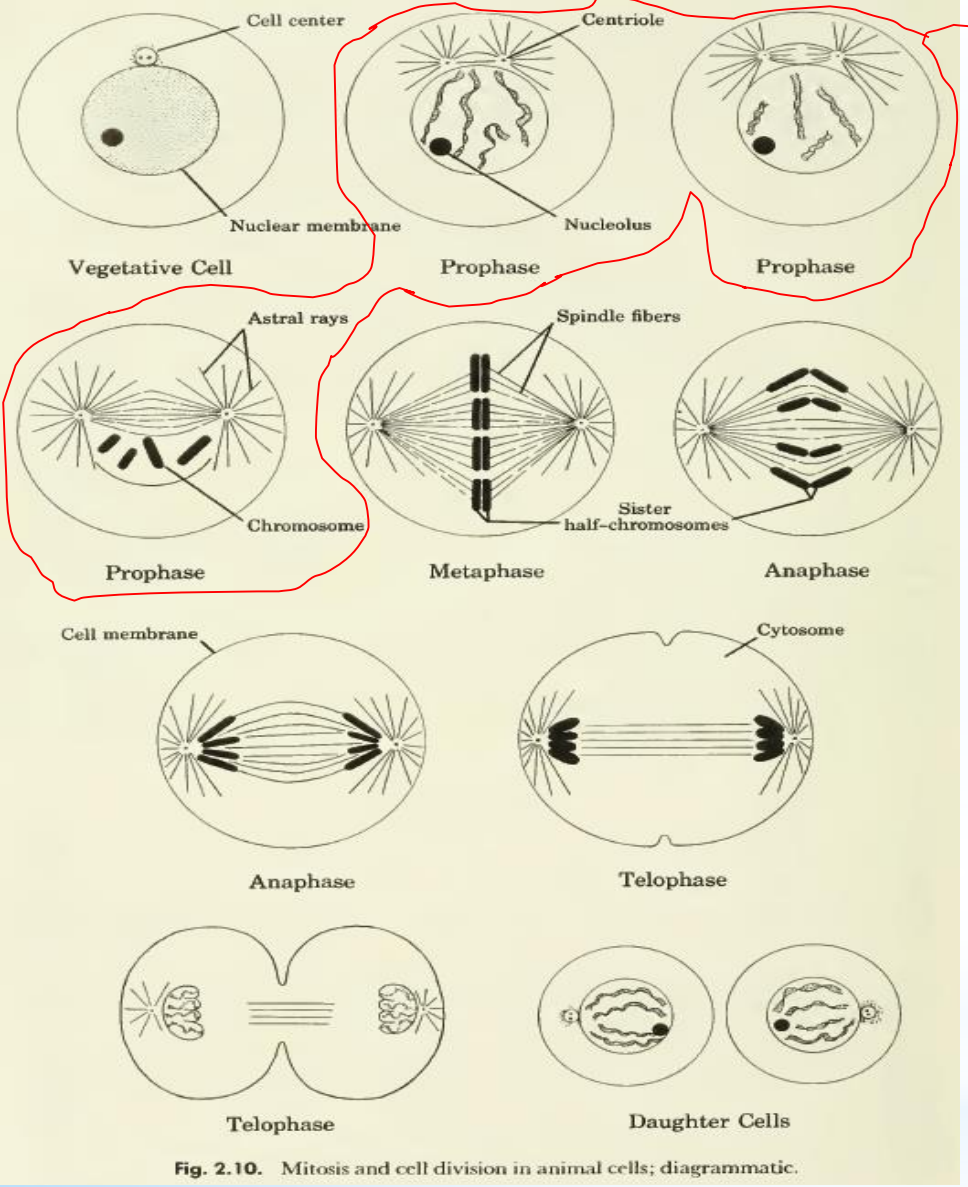


Fig. 2.10. Mitosis and cell division in animal cells; diagrammatic.