وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
كلية الزراعة / جامعة واسط

أستاذ المادة
م.د نور الهدى جواد كاظم

المحاضرة الثانية
مبادئ أحياء مجهرية
المرحلة الثانية

أقسام علم المايكروبيلوجيا Division of Microbiology

يقسم علم الأحياء الدقيقة أستنادا الى :

أولا : نوع الكائنات التي يعني بدراستها :

1- علم الاوليات Protozoology

2- علم الطحالب Agology

3- علم الفطريات Mycology

4- علم البكتريا Bacteriology

5- علم الفيروسات Virology

6- علم الطفيليات Parasitology

ثانيا: المجالات التطبيقية التي يستخدم فيها هذا العلم :

1- المايكروبيلوجيا الطبية Medical Microbiology

2- مايكروبيلوجيا التربة Soil Microbiology

3- مايكروبيولوجيا الألبان Dairy Microbiology

4- مايكروبيولوجيا الأطعمه Food Microbiology

5- أمراض النبات Plant Pathology

6- مايكروبيولوجيا النفط Patrelium Microbiology

7- مايكروبيولوجيا الفضاء Space Microbiology

8- مايكروبيولوجيا المياه والمجاري Water and Sewage Microbiology

9- وراثة الأحياء الدقيقة Microbial Genetics

10- علم المناعه Immunology

تصنيف وتسمية الكائنات المجهرية

في الدراسات البايلوجية لايمكن الفصل بين التصنيف classification والتسمية nomenclature حيث يعتمد كل منهما على الاخر اعتمادا كليا.

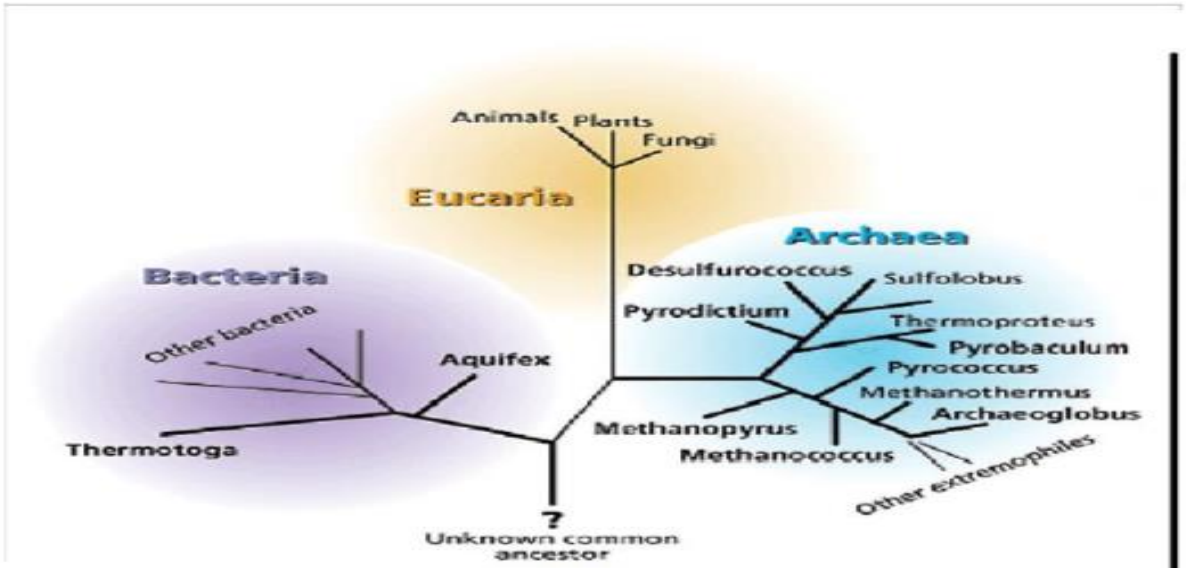
التصنيف Classification

قبل أكتشاف الاحياء المجهرية كانت الكائنات الحيه تصنف في مملكتين هما الحيوانيه والنباتيه وكان الفيصل في هذا التصنيف هو عملية البناء الضوئي، فالأحياء القادرة على عملية البناء الضوئي صنفت مع النباتات والتي لا تقدر تصنف مع الحيوانات. مع اكتشاف الاحياء المجهريه حاول العلماء ايجاد موقع تصنيفي لها بين الكائنات الراقيه ضمن المملكتين الحيوانيه والنباتيه. فقد عدت الكائنات الحيه وحيدة الخليه التي تحتوي على غلاف مرن شبيه بغلاف الخلايا الحيوانيه مثل البروتوزا (الابتدائيات)عدت من الحيوانات وصنفت ضمن مملكتها، اما الطحالب فقد صنفت مع النباتات لقدرتها على البناء الضوئي ولامتلاكها جدار صلب للخليه مثل الخلايا النباتيه كما صنفنت الفطريات والبكتريا مع المملكه النباتيه لاسباب غير واضحه في كثير من جوانبها، وقد استمر القبول بهذا التصنيف غير الدقيق للاحياء المجهريه حتى عام 1969، اذ وجد التصنيف ذي خمس ممالك Five

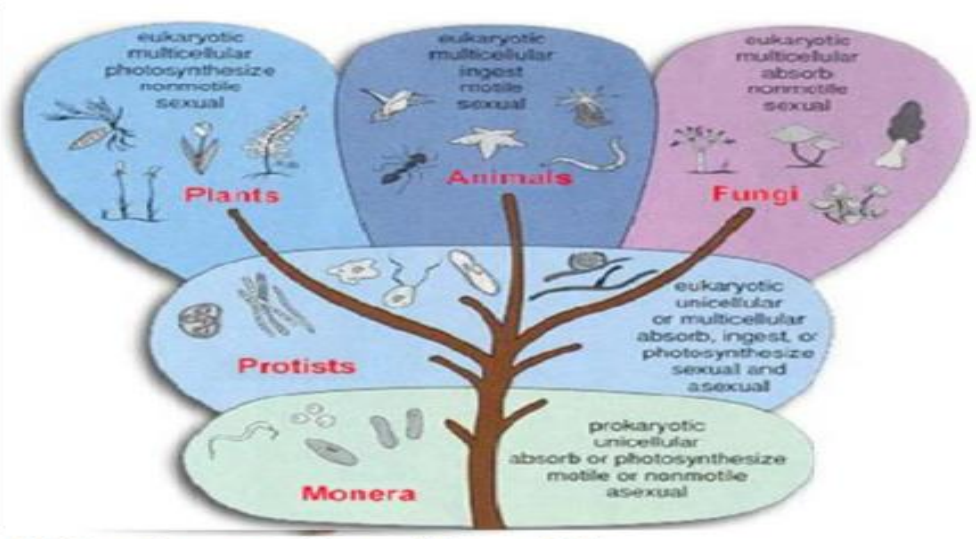
Kingdoms والذي وضعه العالم وتكر Robert H. Wittaker والذي عمد على توزيع الكائنات الحيه الى خمس مماليك مستقله مقسمه الى ثلاث مستويات من الرقي ،الاولى تشمل مملكة مستقله هي المونيرا وتضم الكائنات الحيه (البدائية النواة) كما يشمل المستوى الاخر مملكه اخرى هي مملكة الطليعيات وتضم الكائنات احادية الخليه حقيقية النواة، اما المستوى الثالث من درجة الرقي فيشمل ثلاث ممالك هي مملكة الفطريات، المملكة النباتية، والمملكة الحيوانية ويعتمد توزيع الممالك الثلاث الأخيرة على طرق تغذية هذه الكائنات. أقترح كارل وورز Carl Woese عام 1980 نظاما تصنيفيا يحتوي على ثلاث ممالك رئيسة هي البكتريا القديمة Archaebacteria، البكتريا الحقيقية Eubacteria والكائنات الحية حقيقية النواة Eucaryotes وأن المملكتين الأولى والثانية بدائية النواة.

لذلك يمكن القول ان التصنيف الساري للأحياء المجهرية يكون كالاتي:

- +طليعيات حقيقية النواة Eucaryotes مثل الطحالب و الابتدائيات و الفطريات والاعفان المخاطية.
- أحياء بدائية النواة مثل البكتريا



التقسيم الذي وضعه Carl Woese ذي الثلاث ممالك 1980



التقسيم الذي وضعه Wittaker ذي الخمسة ممالك1968

التسمية Nomenclature

يطلق على التسمية الثنائية (Binomial System of Nomenclature) التي يعود فضل ابتكارها للعالم السويدي "Linnaeus" (1753) إذ يتبع الاسم العلمي للكائن الحي المجهري نظاما شبيه بالنظام المتبع في تسمية الحيوان والنبات اي انه يتركب من جزئين الاول اسم الجنس (genus name) يعتمد على الشكل العام للكائن المجهري او اسم المكتشف او بعض الصفات المميزة كمكان تواجدها ، اما الجزء الثاني فهو اسم النوع (species name) وعادة يصف الاسم الاول ويخص اللون او المصدر او المرض الذي تسببه البكتريا او احدى الميزات الاخرى.

يكتب اسم الجنس مبتدئ بحرف كبير واسم النوع بحرف صغير ويوضع خط تحت كل من الاسمين او يكتبان بحروف مائلة (*Italic*). وغالبا مايكتب الاسمان باللغة اللاتينية كبقية الاسماء العلمية الاخرى.

امثلة :

(Bacillus subtilis, *Bacillus subtilis*), (Salmonella typhi, *Salmonella typhi*)

(Escherichia coli, *Escherichia coli*) (Aspergillus niger, *Aspergillus niger*)

الصفات العامة للكائنات المجهرية

أولا: تواجد الكائنات الحية

تتواجد الأحياء المجهرية في الطبيعة في عناصرها الرئيسية الثلاثة الهواء والماء والتربة، وتختلف كثافتها (نوع التجمعات) من مكان الى اخر حسب ما يوفره هذا المكان من متطلبات بقاء حياتها و وفرة العناصر المهمة التي تدخل في حياتها ونمو مستعمراتها مثل الرطوبة والضوء و الظلام و الحرارة و الاوكسجين والضغط الأزموزي و الوسط الهيدروجيني pH و المغذيات وغيرها.

وهناك كائنات دقيقة تعيش بدون وجود الأوكسجين وتسمى بالأحياء اللاهوائية كالتي تعيش في المعلبات كما وجد ان هناك نوع من البكتريا يعيش في غاز الميثان و تعيش بعض الانواع في درجات الحرارة المرتفعه اذ يعيش نوع من البكتريا في المياه الساخنة جدا و تكون الترب القاعدية غنية بالاحياء المجهرية التي يكون فيها pH قاعدي.

الاحياء المجهرية تكون أكثر الاحياء عددا من الكائنات الأخرى وتتوفر فيها شروط الحياة مثل التكاثر والنمو والتنفس والتغذية والحركة لذلك تدعى بالاحياء المجهرية الحية، فضلا من ان الخلية Cell تشكل الوحدة الرئيسية لأي نظام حيوي غير ان بعض الاحياء المجهرية مثل الفايروسات Virusesو الفايرونات Virions ليست لها عضيات وشكل الخلية الكامل ولكنها تعد من الأحياء وذلك لانها تمتلك المادة الوراثية اللازمة لتضاعفها وتوراث صفاتها من جيل الى اخر عبر عملية التكاثر التي لا تتم الا داخل الخلايا الحية.

ثانيا: تغذية الكائنات الحية المجهرية

التغذية ضرورية لحياة جميع الكائنات الحية وذلك للقيام بالعمليات الحيوية من هدم وبناء وهاتين العمليتين عبارة عن سلسلة طويلة من التفاعلات الانزيمية لتكوين اجزاء الخلية المختلفة التي تدخل فيها المركبات الغذائية الرئيسة وهي السكريات والبروتينات والدهون ومركبات عضوية اخرى من الاحماض الامينية والفيتامينات وغيرها . وتقسم الكائنات الحية المجهرية من حيث التغذية والأعتماد على مصدر الكاربون الى قسمين :

- **أحياء ذاتية التغذية Lithotrophs or Autotrophs**

وهي الأحياء المجهرية التي تستعمل غاز ثاني اوكسيد الكاربون كمصدر وحيد للكاربون. وتقسم الى مجموعتين :

المجموعة الاولى : هي التي تستطيع القيام بعمليات التركيب الضوئي وهي الكائنات المحتوية على الكلوروفيل وتستغل طاقتها من الطاقة الشمسية مثل الطحالب

المجموعة الثانية : هي التي لا تستطيع القيام بعمليات التركيب الضوئي ولذلك تحصل على طاقتها من نفس الغذاء التي تستهلكه التي تحصل على الطاقة من خلال اكسدتها للمواد غير العضوية مثل بعض انواع البكتريا

- **أحياء متباينة التغذية Heterotrophs**

وهي الأحياء المجهرية التي لا تستطيع استغلال غاز ثاني اوكسيد الكاربون كمصدر وحيد للكاربون بل تستغله من المركبات العضوية الأخرى ومنها السكريات والأحماض الأمينية بأنواعها المختلفة، والتي تستغله ايضا في الحصول على الطاقة. مثل هذه النوع من الاحياء البكتريا *Lactobacili*.

ثالثا: التنفس Respiration

التنفس : هو تغير يحدث داخل الخلية تكون نتيجة تحرير الطاقة والذي يستخدم فيه الاوكسجين الحر يطلق عليه تنفس هوائي والذي يتم بدون الاوكسجين الطليق يسمى تنفس لا هوائي وتتسم الكائنات المجهرية من حيث احتياجاتها الى الى الاوكسجين الى

ثلاث اقسام :

- **الأحياء الهوائية Aerobes**

وهي الأحياء المجهرية التي تحتاج إلى الأوكسجين الحر في تنفسها ولاتنمو الا في وجوده .

- **الأحياء اللاهوائية Anaerobes**

وهي الأحياء المجهرية التي تنمو في غياب الأوكسجين الحر ولاتستطيع ان تستغله في تنفسها.

- **الأحياء الاختيارية Facultative**

وهي الأحياء المجهرية التي تستطيع استغلال الاوكسجين والنمو في وجوده وتستطيع النمو في غيابه على حد سواء.

رابعا : الحرارة

توثر درجة الحرارة بشكل مباشر وفعال في معدل سرعة التفاعلات الحيوية ، وان لكل نوع من الأحياء المجهرية درجة حرارة مثلى للنمو كما أن له مدى حراري معينا بحيث يتوقف النشاط الحيوي خارج هذا المدى وقد وضعت ألاحياء المجهرية إلى ثلاثة مجاميع رئيسية تبعا لدرجة الحرارة المثلى والمدى الحراري الذي يمكن إن تنمو فيه:-

- **الأنواع المحبة للحرارة المعتدلة Mesophiles**

أن معظم أحياء التربة المجهرية تعد من الأنواع التي تعيش في حرارة متوسطة وتكون الدرجة المثلى لها ما بين 25 – 35ْم ويمكنها النمو في درجات الحرارة ما بين 15 – 45ْم.

- **الأنواع المحبة للبرودة Psychrophiles**

وهي الأحياء التي تنمو بصورة أفضل في درجات الحرارة التي تقل عن 20ْم وهذا النوع من الأحياء شائع الوجود في التربة. وهناك العديد من أحياء التربة لها القدرة على النمو في درجات الحرارة المنخفضة التي تقع مابين درجة الانجماد و 5 م.

- **الأنواع المحبة للحرارة العالية Thermophiles**

هذه الأنواع من الأحياء تكون واسعة الانتشار وتنمو في درجات حرارة مابين 45 – 65ْم وبعض الأنواع محبة للحرارة العالية والتي تصل أحيانا إلى 80ْم.

الأهمية الأقتصادية والعلمية للأحياء الدقيقة

1- دور الاحياء المجهرية في أحداث المرض Role of Microoranisms in Disease Occurance

يمكن تعريف المرض بأنه أي أنحراف غير مرغوب فيه عن الحالة الصحية للكائن الحي تجعله مختلفا في المظهر أو السلوك عن الحالة الطبيعية للكائن السليم. يعاني الجنس البشري منذ الأزل الويلات من الأمراض المختلفه التي تصيبه مباشرة او غير مباشر من خلال أصابة قوته الذي يعيش عليه اي بسبب الأمراض النباتية والحيوانية التي يتغذى عليها الأنسان. وتنشأ بسببها الكوارث والمجاعات واوضح مثال على ذلك هو ما حصل في شمال أوربا تحديدا في جمهورية أيرلندا عام 1845-1846 م نتيجة أصابة محصول البطاطس بمرض اللفحة المتأخره Late blight الذي يسببه الفطر البيضي *Phytophthora infestans* حيث أدت الى اصابه وأتلاف كامل لمحصول البطاطا ونتج عن ذلك مجاعه ذهب ضحيتها مئات الألوف من البشر وهجره ما يزيد عن 1.5 مليون شخص من هذه المناطق الى الولايات الأمريكية.

2- تحليل المواد العضوية Degradation of Organic Matters

تحليل المواد العضوية هذه الى صورتها غير العضوية تسمى بعملية المعدنة Mineralization وتتم من خلال تحليل بقايا النباتات والحيوانات والمخلفات الحيوانية العضوية. تؤدي الفطريات والبكتريا غير التمثيلية Nonphototrophic الدور الرئيسي في عملية التحويل هذه. يقدر العلماء بان 90% من كمية غاز ثاني أوكسيد الكاربون CO2 الموجود في منطقة

البيوسفير Biosphere يتم اطلاقها نتيجة لنشاط الفطريات والبكتريا غير التمثيلية في عملية التحليل. لهذه الكائنات دور في تحليل ملايين الاطنان من بقايا المحاصيل والنباتات والحيوانات الميتة.

3- فساد وانتاج الأغذية والمواد المخزونه Spoilage and Product of food and Stored Materials

تشير الدلائل التأريخية المدونه الى أن الانسان عرف فساد الأغذية منذ حوالي 6000 ق.م حيث أستخدم العديد من الوسائل لخفظ غذائه ووقايتها من الفساد مثل التدخين والتجفيف و التمليح و التخمير والتجميد وكذلك استخدم البهارات منذ حوالي 3500-2500 ق.م كما أستخدم القدماء العسل كأحد المواد الحافظه ضد الفساد.

يمكن أدراج هذه المنتجات التي تنتجها الأحياء الدقيقة في مجموعات عده أهمها:

A- **المشروبات الكحولية:** مثل خميرة *Saccharomyces* في صناعة الخمور.

B- **منتجات غذائية:** مثل *Streptococcus lactis* و *S. cremoris* في صناعة الجبن و *Lactobacillus* في صناعة لبن الزبادي. وغيرها في صناعة المخللات.

C- **أنتاج الدواء:** مثل *Panicillium* في أنتاج البنسلين و *Streptomycin* في انتاج المضاد الحيوي.

D- **انتاج الأمصال و اللقاحات**.في علاج العديد من الامراض مثل الكوليرا والجدري والحمى الصفراء و الحصبة..... الخ

E- **المواد الكيمائية والصناعية**. مثل *Aspergillus niger* في صناعة حامض الستريك. والخمائر البدائية في أنتاج حامض الجلومونك Gluconic acid و الايتاكونك Itaconic acid والكحول الأثيلي Ethanol.

4- **استخدام المايكروبات كمصدر غذائي Microbis as Nutritional Source:**

هناك العديد من المايكروبات تعد مصادر غذائية ذات قيمة جيدة على سبيل المثال الطحالب البحرية المنتشرة خصوصا في دول جنوب شرق اسيا نظرا لأحتوائها نسبة جيدة من الفيتامينات والكربوهيدرات. كما تستخدم بعض انواع المشروم التابعه للجنس *Agaricus* الذي اضحى يشكل صناعه زراعية مستقلة. وهناك أيضا فطر الفقع Truffle الي ينمو في الصحاري اثناء موسم الربيع وعقب تساقط الامطار.

5- **أنتاج الطاقة البديلة Production of Alternative Energy:**

يعتبر أنتاج الطاقة البديلة من عن التحويل الحيوي للمواد العضوية بواسطة الاحياء الدقيقة من الصناعات التي بدأت تكتسب اهتماما كبيرا في كثير من الدول. ويعتبر غاز الميثان أحد أهم مصادر الطاقة الناتجه من النشاط الحيوي للاحياء الدقيقة من فضلات الابقار في مزارع الانتاج الحيواني. كذلك استخدام الوقود المسمى Gasohol ويتكون من من المخلفات الزراعية ويستخدم في امريكا.

6- **انتاج و تحليل النفط Producation and Biodergradayion of Petrolrum:**

ثبت أن بعض أنواع الطحالب مثل نوع *Botryococcus braunii* التي تنمو في صورة مستعمرات تفرز اثناء مراحل نموها مركبات هايدروكاربونية ذات سلاسل طويلة معقدة تشبه مكونات النفط كما وجد ان 30 % من الوزن الجاف لهذه الخلايا يتكون من مكونات نفطية .

وتعتبر الفطريات والبكتريا وبعض الخمائر من العوامل الرئيسية المحلله للنفط ومنتجاته. فقد لوحظ ان الميثان يتم تحليله بواسطة مجموعات مايكروبية متخصصه من البكتريا يطلق عليها اسم Methanotrophic bacteria.

7- **المكافحة البايلوجية Biological Control.**

نظرا للاثار السلبية السيئة الناتجة عند الاستخدام المفرط للمواد والمبيدات الكيميائية وسوء الاستخدام فقد اتجه العلماء المختصين لأيجاد وسائل بديلة منها استخدام الاحياء المجهرية كمتطفلات ومفترسات لمكافحة مسببات الامراض النباتية. يعد العالم Agostin Bassi من أوائل العاملين في هذا المجال اذ أشار الى عام 1835 م الى أن الفطر *Beauveria bassiana*

يثيب بعض الحشرات التي تتغذى على النباتات وتصيبها.

في العراق طبقت المكافحه الحيوية تقريبا قبل أكثر من 25 عام وقد استخدمت الكثير من الفطريات والبكتريا مثل الفطر *Trichoderma spp.* والبكتريا *Psedomonas flourences* و *Bacillus subtillus* و *B. thuringiensis*.

8- أستخلاص المعادن Microbial Leching:

يعد أستخلاص المعادن الثمينة والهامة بأستخدام الاحياء المجهرية أقل كلفة أقتصادية قياسا بطرق الأستخلاص التقليدية. ومن انواع البكتريا المستخدمة في مجال أستخلاص المعادن النوع *Thiobacillus ferrooxidans* التي تستخدم لأستخلاص العديد من المعادن مثل النحاس واليورانيوم حيث تساهم في أستخلاص حوالي 25 % من كمية النحاس المستخرج في الولايات المتحدة.

9- **أستخدام تقنيات الهندسة الوراثية Genrtics Engineering Techniques**

وذلك في نقل بعض جينات البكتريا الى بعض النباتات لجعلها أكثر مقاومة للتأثير الجانبي للمبيدات خصوصا مبيدات الحشائش ولبعض الحشرات الضاره والفيروسات والعديد من المسببات المرضية البكتيرية والفطرية. قام العماء بنقل الجينات المسؤولة عن أنتاج البلورات السامة القاتلة للحشرات الموجودة في البكتريا *B. thuringiensis* وحقنها في النباتات بواسطة بكتريا *Agrobactrium tumefaciens* وبالتالي انتجوا نبات مقاوم للحشرات. كذلك انتجوا نباتات مقاومة لبعض الامراض الفيروسية حيث تم نقل الحمض النووي RNA من بعض الفيروسات غير الممرضة وحقنه داخل النباتات بواسطة البكتريا *Agrobactrium tumefaciens* وبذلك انتجوا نباتات مقاومة لبعض الأمراض الفيروسية. وهناك العديد من التجارب الوراثية التي طبق فيها أستخدام الاحياء المجهرية.

10- **انتاج البلاستك البكتيري Bactrial Blastic:**

أكتشف العلماء أنواع من البكتريا قادرة على انتاج مواد بلاستيكية ذات صفات متميزة مقارنة بتلك التي تصنع من المواد البترولية وسميت هذه المركبات الجديده باسم البلاستك البكتيري. اهم ما يميز هذه المواد:

- امتلاكها لصفات فيزيائية جيدة لاتوجد في البلاستك الصناعي.
- قابليتها للتحلل بسهولة في البيئة بواسطة الكائنات الدقيقة وبالتالي التغلب على مشاكل التلوث البيئي.

ومن انواع البكتريا المستعملة لهذا الغرض النوع *Alcatligenes eutrophus*.