

**أقسام علم المايكروبيلوجيا Division of Microbiology**

يقسم علم الأحياء الدقيقة أستناداً إلى :

**أولاً : نوع الكائنات التي يعني بدراستها :**

- 1 علم الأوليات Protozoology
- 2 علم الطحالب Agology
- 3 علم الفطريات Mycology
- 4 علم البكتيريا Bacteriology
- 5 علم الفيروسات Virology
- 6 علم الطفيلييات Parasitology

**ثانياً: المجالات التطبيقية التي يستخدم فيها هذا العلم :**

- 1 المايكروبيلوجيا الطبية Medical Microbiology
- 2 ميكروبيلوجيا التربة Soil Microbiology
- 3 ميكروبيلوجيا الألبان Dairy Microbiology
- 4 ميكروبيلوجيا الأطعمة Food Microbiology
- 5 أمراض النبات Plant Pathology
- 6 ميكروبيلوجيا النفط Petroleum Microbiology
- 7 ميكروبيلوجيا الفضاء Space Microbiology
- 8 ميكروبيلوجيا المياه والمجاري Water and Sewage Microbiology
- 9 وراثة الأحياء الدقيقة Microbial Genetics
- 10 علم المناعة Immunology

**تصنيف وتسمية الكائنات المجهرية**

في الدراسات البيولوجية لا يمكن الفصل بين التصنيف classification والتسمية nomenclature حيث يعتمد كل منهما على الآخر اعتماداً كلياً.

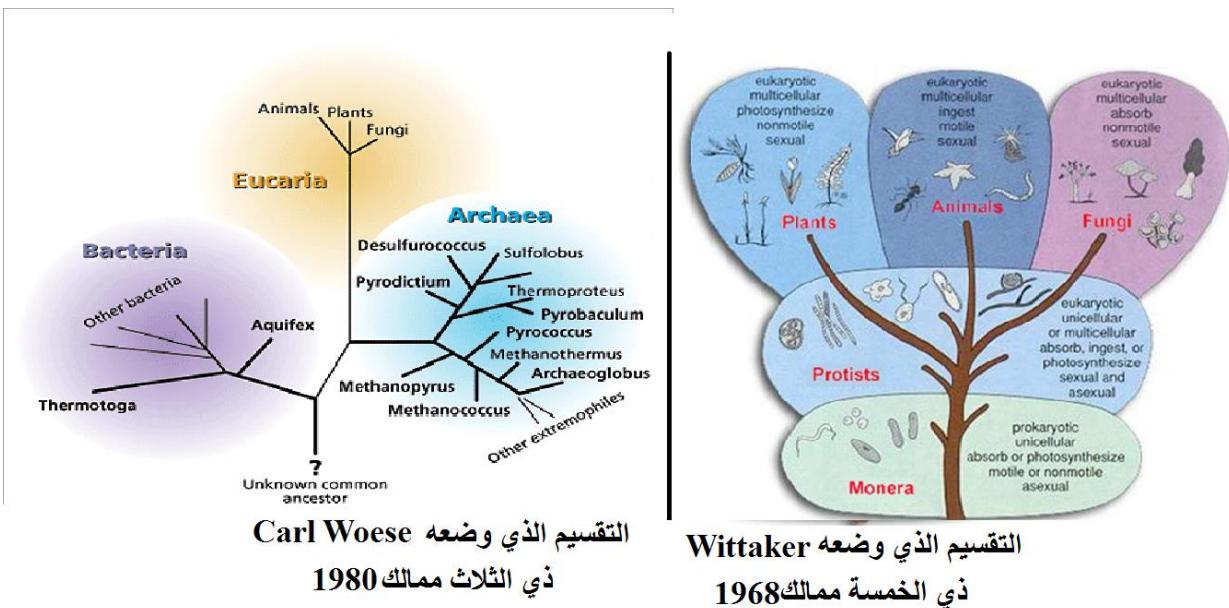
**Classification**

قبل اكتشاف الأحياء المجهرية كانت الكائنات الحية تصنف في مملكتين هما الحيوانية والنباتية وكان الفيصل في هذا التصنيف هو عملية البناء الضوئي، فالآحياء القادر على عملية البناء الضوئي صنفت مع النباتات والتي لا تقدر تصنف مع الحيوانات. مع اكتشاف الأحياء المجهرية حاول العلماء إيجاد موقع تنصيفي لها بين الكائنات الراقية ضمن الممالكين الحيوانية والنباتية. فقد عدت الكائنات الحية وحيدة الخلية التي تحتوي على غلاف من شبيه بغلاف الخلايا الحيوانية مثل البروتوزوا (الابتدائيات) عدت من الحيوانات وصنفت ضمن مملكتها، أما الطحالب فقد صنفت مع النباتات لقدرتها على البناء الضوئي ولامتلاكها جدار صلب للخلية مثل الخلايا النباتية كما صنفت الفطريات والبكتيريا مع المملكه النباتيه لأسباب غير واضحه في كثير من جوانبها، وقد استمر القبول بهذا التصنيف غير الدقيق للأحياء المجهرية حتى عام 1969، اذ وجد التصنيف ذي خمس ممالك Five

والذي وضعه العالم وتكر Robert H. Wittaker الكائنات الحية الى خمس ممالك مستقلة مقسمه الى ثلاث مستويات من الرقي ، الاولى تشمل مملكة مستقلة هي المونيرا وتحتم الكائنات الحية (البدائية النواة) كما يشمل المستوى الاخر مملكة اخرى هي مملكة الطبيعيات وتحتم الكائنات احادية الخلية حقيقة النواة،اما المستوى الثالث من درجة الرقي فيشمل ثلاثة 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 نظاماً تصنيفياً يحتوي على ثلاثة ممالك رئيسة هي البكتيريا القديمة Archaeabacteria، البكتيريا الحقيقية Eubacteria والكائنات الحية حقيقة النواة Eucaryotes وأن الممالكتين الأولى والثانية بدائية النواة.

لذلك يمكن القول ان التصنيف الساري للأحياء المجهرية يكون كالتالي:

- طبيعيات حقيقة النواة Eucaryotes مثل الطحالب والابتدائيات والفطريات والاعفان المخاطية.
- أحياء بدائية النواة مثل البكتيريا



التقسيم الذي وضعه  
ذى الثلاث ممالك 1980

التقسيم الذي وضعه  
Whittaker  
ذى الخمسة ممالك 1968

### Nomenclature التسمية

يطلق على التسمية الثانية (Binomial System of Nomenclature) التي يعود فضل ابتكرها للعالم السويدي "Linnaeus" (1753) إذ يتبع الاسم العلمي للكائن الحي المجهرى نظاماً شبيه بالنظام المتبع في تسمية الحيوان والنبات اي انه يتركب من جزئين الاول اسم الجنس (genus name) يعتمد على الشكل العام للكائن المجهرى 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 البكتيريا او احدى الميزات الاخرى.

يكتب اسم الجنس مبتدئ بحرف كبير واسم النوع بحرف صغير ويوضع خط تحت كل من الاسمين او يكتبه بحروف مائلة (Italic). غالباً ما يكتب الاسم 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

### أولاً: تواجد الكائنات الحية

تواجد الأحياء المجهرية في الطبيعة في عناصرها الرئيسية الثلاثة الهواء والماء والتربة، وتختلف كثافتها (نوع التجمعات) من مكان إلى آخر حسب ما يوفره هذا المكان من متطلبات بقاء حياتها ووفرة العناصر المهمة التي تدخل في حياتها ونمو مستعمراتها مثل الرطوبة والضوء والظلام والحرارة والأوكسجين والضغط الأذموزي والوسط الهيدروجيني  $pH$  و المغذيات وغيرها.

وهناك كائنات دقيقة تعيش بدون وجود الأوكسجين وتسمى بالأحياء اللاهوائية كالتي تعيش في المعبئات كما وجد أن هناك نوع من البكتيريا يعيش في غاز الميثان و تعيش بعض الانواع في درجات الحرارة المرتفعة اذ يعيش نوع من البكتيريا في المياه الساخنة جداً و تكون الترب القاعدية غنية بالاحياء المجهرية التي يكون فيها  $pH$  قاعدي.

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

### ثانياً: 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 الرئيسية وهي السكريات والبروتينات والدهون ومركبات عضوية أخرى من الأحماض الأمينية والفيتامينات وغيرها . وتقسم الكائنات الحية المجهرية من حيث التغذية والأعتماد على مصدر الكاربون إلى قسمين :

#### • أحياء ذاتية التغذية Lithotrophs or Autotrophs

وهي الأحياء المجهرية التي تستعمل غاز ثاني أوكسيد الكاربون كمصدر وحيد للكاربون. وتقسم إلى مجموعتين : المجموعة الأولى : 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 اكسستها للمواد غير العضوية مثل بعض انواع البكتيريا

#### • أحياء متباعدة التغذية Heterotrophs

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

### ثالثاً: التنفس Respiration

التنفس : هو تغير يحدث داخل الخلية تكون نتيجة تحرير الطاقة والذي يستخدم فيه الأوكسجين الحر يطلق عليه تنفس هوائي والذي يتم بدون الأوكسجين الطلاق يسمى تنفس لا هوائي وتنسم الكائنات المجهرية من حيث احتياجاتها إلى الأوكسجين إلى

ثلاث أقسام :

#### • الأحياء الهوائية Aerobes

وهي الأحياء المجهرية التي تحتاج إلى الأوكسجين الحر في تنفسها ولا تنمو إلا في وجوده .

#### • الأحياء اللاهوائية Anaerobes

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

#### • الأحياء الاختيارية Facultative

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

رابعاً : الحرارة

تأثير 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 الأحياء المجهرية إلى ثلاثة مجاميع رئيسية تبعاً لدرجة الحرارة المثلث والمدى الحراري الذي يمكن أن تنمو فيه:-

#### • الأنواع المحبة للحرارة المعتدلة Mesophiles

أن معظم أحياء التربة المجهرية تعد من الأنواع التي تعيش في حرارة متوسطة وتكون الدرجة المثلث لها ما بين 25 – 35°C و يمكنها النمو في درجات الحرارة ما بين 15 – 45°C.

#### • الأنواع المحبة للبرودة Psychrophiles

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

#### • الأنواع المحبة للحرارة العالية Thermophiles

هذه الأنواع من الأحياء تكون واسعة الانتشار وتنمو في درجات حرارة ما بين 45 – 65°C وبعض الأنواع محبة للحرارة العالية والتي تصل أحياناً إلى 80°C.

### الأهمية الاقتصادية والعلمية للأحياء الدقيقة

#### 1- دور الأحياء المجهرية في احداث المرض Role of Microorganisms in Disease Occurrence

يمكن تعريف المرض بأنه أي انحراف غير مرغوب فيه عن الحالة الصحية للكائن الحي يجعله مختلفاً في المظهر أو السلوك عن الحالة الطبيعية للكائن السليم. يعاني الجنس البشري منذ الأزل الويالات من الأمراض المختلفة التي تصيبه مباشرةً أو غير مباشرةً من خلال أصابة قوته الذي يعيش عليه أي بسبب الأمراض النباتية والحيوانية التي يتغذى عليها الإنسان. وتنشأ بسببيها الكوارث والمجاعات وأوضحت مثال على ذلك هو ما حصل في شمال أوروبا تحديداً في جمهورية أيرلندا عام 1845-1846 م نتيجةً أصابة محصول البطاطس بمرض اللفحة المتأخر Late blight الذي يسببه الفطر البيضي *Phytophthora infestans* حيث أدت إلى اصابه وأتلف كامل لمحصول البطاطا ونتج عن ذلك مجاعه ذهب ضحيتها مئات الآلاف من البشر وهجره ما يزيد عن 1.5 مليون شخص من هذه المناطق إلى الولايات الأمريكية.

#### 2- تحليل المواد العضوية Degradation of Organic Matters

تحليل المواد العضوية هذه إلى صورتها غير العضوية تسمى بعملية المعدنة Mineralization و تتم من خلال تحليل بقايا النباتات والحيوانات والمخلفات الحيوانية العضوية. تؤدي الفطريات والبكتيريا غير التمثيلية Nonphototrophic الدور الرئيسي في عملية التحويل هذه. يقدر العلماء بـ 90% من كمية غاز ثاني أوكسيد الكاربون CO<sub>2</sub> الموجود في منطقة

**البيوسفير Biosphere** يتم اطلاقها نتيجة لنشاط الفطريات والبكتيريا 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 التاريخية المدونه الى أن الانسان عرف فساد الأغذية منذ حوالي 6000 ق.م حيث استخدم العديد من الوسائل لحفظ غذائه ووقايتها من الفساد مثل التدخين والتجميف والتلميح والتجميد وكذلك استخدم البهارات منذ حوالي 2500-3500 ق.م كما استخدم القدماء العسل كأحد المواد الحافظه ضد الفساد.

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

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

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

C- إنتاج الدواعاء: مثل *Panicillium* في إنتاج البنسلين و *Streptomycin* في إنتاج المضاد الحيوي.

D- إنتاج الأمصال واللقاحات في علاج العديد من الامراض مثل الكولييرا والجيري والحمى الصفراء والحسبة..... الخ

E- المواد الكيماوية والصناعية. مثل *Aspergillus niger* في صناعة حامض الستريك. والخمائر البدائية في إنتاج حامض الجلومنك 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 آسيا نظرا لأحتوائها نسبة جيدة من الفيتامينات والكريوبهيدرات. كما تستخدم بعض انواع المشروم التابع للجنس *Agaricus* الذي اضحت يشكل صناعه زراعية مستقلة. وهناك أيضا فطر الفقع Truffle الي ينمو في الصحاري اثناء موسم الربيع وعقب تساقط الامطار.

### 5- إنتاج الطاقة البديلة :Production of Alternative Energy

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

### 6- إنتاج و تحليل النفط :Production and Biodegradation of Petroleum

ثبت أن بعض أنواع الطحالب مثل نوع *Botryococcus braunii* التي تنمو في صورة مستعمرات تقرز 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 والبكتيريا وبعض الخمائر من العوامل الرئيسية المحالة للنفط ومنتجاته. فقد لوحظ ان الميثان يتم تحليله بواسطة مجموعات ميكروبية متخصصة من البكتيريا يطلق عليها اسم *Methanotrophic bacteria*.

### 7- المكافحة البيولوجية :Biological Control

نظرا للآثار 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 Beauveria bassiana* من أوائل العاملين في هذا المجال اذ أشار الى عام 1835 م الى أن الفطر

يثبت بعض الحشرات التي تتغذى على النباتات وتصيبها.  
في العراق طبقت المكافحة الحيوية تقريبا قبل أكثر من 25 عام وقد استخدمت الكثير من الفطريات والبكتيريا مثل الفطر *B. thuringiensis* و *Bacillus subtilis* و *Psedomonas flourences* والبكتيريا *Trichoderma spp.*

#### 8- استخلاص المعادن :Microbial Leaching

بعد استخلاص المعادن الثمينة والهامة باستخدام الاحياء المجهرية أقل كلفة اقتصادية فیاسا بطرق الاستخلاص التقليدية. ومن انواع البكتيريا المستخدمة في مجال استخلاص المعادن النوع *Thiobacillus ferrooxidans* التي تستخدم لاستخلاص العديد من المعادن مثل النحاس والبيورانيوم حيث تساهم في استخلاص حوالي 25 % من كمية النحاس المستخرج في الولايات المتحدة.

#### 9- استخدام تقنيات الهندسة الوراثية Genrtics Engineering Techniques

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

#### 10- انتاج البلاستك البكتيري :Bacterial Blastic

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

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

ومن انواع البكتيريا المستعملة لهذا الغرض النوع *Alcatligenes eutrophus*