**المحاضرة الاولى**

**Microbial Ecology**

العلم الذي يدرس تركيب وفسلجة المجتمع الميكروبي وعلاقته بالبيئة بغض النظر عن نوع البيئة سواء كانت الماء او الهواء او التربة او الرواسب وكذلك تشمل الحيوانات والنباتات كما يشمل ايضا دراسة الاحياء المجهرية في البيئات المصنعةBioreactors المنظومات او المفاعلات الحيوية.

**اهم العلماء اللذين ساهموا في تطور علم الاحياء المجهرية:**

1. **Robert Kock**: هو اول عالم استطاع تطوير تقنيات لزرع الاحياء المجهرية على الاوساط الزرعية الصلبة, كما ساهم في اكتشاف النظرية الجرثومية واكتشاف بعض انواع البكتريا المرضية المسببة لامراض الجمرة الخبيثة والسل والكوليرا ويعتبر الاب المؤسس للاحياء المجهرية الطبية.
2. **Louis pasteur** :اول من اكتشف طرق التعقيم بالبسترة واول من اكتشف علميات التخمر بفعل الاحياء المجهرية .
3. **Van luwenhook** :هو العالم الذي اكتشف اول مجهر واكتشف البكتريا لأول مرة واطلق عليها اسم الحوينات animalcules .
4. **Robert Hungate** : هو اول من طور تقنيات الزرع اللاهوائي للبكتريا واختص بدراسة الاحياء المجهرية في النمل الابيض والمجتراتCellulolytic Bacteria .
5. **Sergei winogradsky**: اول من عزل بكتريا النترجة ووضع كولوم وينوكرادسكي الذي لا يزال يستخدم الى حد الان ويستخدم لوصف التجمعات الميكروبي ة وقابليتها على العيش في انظمه بيئية مختلفة واول من وصف البكتريا ذاتية التغذية التي تحصل على الطاقة من اكسدة المركبات اللاعضوية مثل H2S و S و FeS والكاربون من CO2 وبين دور البكتريا في تحولات العناصر .
6. **Martinus Bejerenk** : اول من عزل البكتريا المختزلة للكبريت وطور تقنيات الزرع اللاهوائي.
7. **Atlus and Bartha**: هو اول من درس قدرة الاحياء المجهرية على تكسير النفط واكتشف عملية المعالجة الحيوية للمركبات السامه الملوثة للبيئة.
8. **Carl Woes**: اول من استخدم rRNA في تقسيم عالم الاحياء الى ثلاث امبراطوريات **وهي Eukarya و EuBacteria و Archeae.**

**المصطلحات العلمية:**

1. **Chemoautotrophic Bacteria (Autotroph)**

وهي البكتريا ذاتية التغذية الكيميائية التي تستخدم المصادر اللاعضوية مثل H2S و Co2 و NH3 كمصدر للطاقة وتستخدم ال Co2 كمصر للكاربون. مثل *Nitrobacter و Beggiatoa و Thiobacillus*.

1. **Chemoorganotrophic Bacteria(Heterotroph)**

وهي البكتريا متباينه التغذية الكيميائية التي تستخدم المواد العضوية كمصدر للكاربون والطاقة مثل بكتريا *E coli* و بكتريا *Pseudomonas* و .*Staphylococuus*

1. **Photoautotrophic Bacteria**

وهي البكتريا ذاتية التغذية الضوئية التي تستخدم الضوء كمصدر للطاقة وتختزل Co2 الى مركبات عضوية حيث تقوم بعملية التركيب الضوئي Photosynthesis مثل بكتريا *Chromatium و Chlorobium* وبما ان هذه البكتريا لاهوائية فهي تستخدم مركبات لاعضوية مثل H2S كمانح للالكترون كما في المعادلة التالية

CO2 + H2O 🡪 ( CH2O) + O2

CO2 + H2S 🡪 ( CH2O) + H2O + S

1. **Oligotrophic Bacteria** وهي البكتريا التي تنمو في البيئات شحيحة المواد الغذائية مثل بكتريا *Hyphomicrobium و Pelagibacter.*
2. **Copiotrophic Bacteria** وهي البكتريا التي تنمو في بيئات غنية بالمواد الغذائية مثل بكتريا *Bacteriodes*

**Acidophilic Bacteria -6** وهي البكتريا التي تنمو في البيئات الحامضية والتي يكون فيها ال PH بحدود 1-2 مثل بكتريا *Sulfolopus*.

1. **Acidduric Bacteria** وهي البكتريا المقاومة للحموضة مثل بكتريا *Lactobacillus*
2. **Alkalophilic Bacteria او Alkaliphilic** وهي البكتريا التي تحب البيئات القاعدية والتي يكون فيها ال PH بحدود 9- 8 مثل بكتريا *Bacillus alcalophilus* و *.Vibrio Cholerae*
3. **Neutrophilic Bacteria**

وهي البكتريا التي تعيش في البيئات المتعادلة والتي يكون فيها ال PH بحدود 7 وتشمل اكثر انواع البكتريا مثل بكتريا  *E. coli و Staphylococcus*.

1. **Mesophilic Bacteria**

وهي البكتريا التي تحب الحرارة المعتدلة والتي يكون المدى المثالي لها 30-40 درجة مئوية وتشمل كل انواع البكتريا المرضية مثل بكتريا E.coli.

1. **Psychrophilic Bacteria** وهي البكتريا التي تحب البرودة والمدى المثالي لها 10- 20 مثل بكتريا *Bacillus* .

**13 – Thermophilic Bacteria** وهي البكتريا المحبة للحرارة المدى المثالي لها 70-50 تعيش في الينابيع الحارة وابار النفط مثل بكتريا:  
 *Thermus aquaticus* و *Methanococcus* و *Thiobacillus.*

1. **Thermotolerant Bacteria** وهي البكتريا المتحملة للحرارة مثل *Lactobacillus viridescens*
2. **Hyperthermophilic Bacteria**

وهي البكتريا المحبة للحرارة العالية جدا تعيش في الينابيع الحارة والشقوق البركانية في اعماق البحر Hydrothermal vent مثل بكتريا *Pyrodictium*.

1. **Obiligate aerobic** البكتريا الهوائية الاجبارية التي لاتعيش الا بوجود الاوكسجين مثل بكتريا *Bacillus subtilis.*
2. **Obiligate anaerobic**

البكتريا اللاهوائية الاجبارية التي لاتنمو بوجود الاوكسجين مثل: *Clostridium perifrengens.*

1. **Facultative anaerobes** وهي البكتريا التي تعيش بوجود وغياب الاوكسجين مثل بكتريا *Pseudomonas aeruginosa.*
2. **Microaerophilic Bacteria** وهي البكتريا التي تعيش بوجود كمية قليلة جدا من الاوكسجين مثل *Streptococcus sp..*
3. **Halophilic Bacteria** وهي البكتريا المحبة للملوحة العالية مثل البكتريا *Halobacterium*
4. **Halophobic Bacteria** وهي البكتريا الكارهة للملوحة التي مثل بكتريا *Staphylococuus*
5. **Halotolerant Bacteria** وهي البكتريا المتحملة للملوحة التي تعيش في بيئات ملحية عالية مثل بكتريا *Halococcus*.
6. **Osmophilic Bacteria** وهي الاحياء المجهرية التي تنمو في الضغط الازموزي العالي مثل *Saccharomyces rouxii.*
7. **Xerophilic Bacteria** وهي الاحياء المجهرية المحبة للجفاف مثل *Aspergillus glaucu*s.
8. **Barophilic Bacteria** وهي البكتريا المحبة للضغط العالي والتي تعيش في ضغط جوي بحدود atm380 مثل *Shewanella benthica*.
9. **Barophobic Bacteria** وهي البكتريا الكارهة للضغط وتشمل اكثر انواع البكتريا التي تعيش في المياة الداخلية مثل بكتريا *E. coli*.
10. **Barotolerant Bacteria** وهي البكتريا المتحملة للضغط التي تعيش في الضغط العادي ويمكن ان تعيش في ضغط عالي مثل بكتريا .
11. **Obligate barophilic**

وهي البكتريا التي لا يمكن ان تعيش الا تحت الضغط العالي مثل بكتريا *Halomonas salaria* ومن مميزات هذه البكتريا انها تعيش في الظلام وتكون حساسة للاشعة فوق البنفسجية ولاتستطيع اصلاح ال DNA.

1. **Capnophilic Bacteria** وهي البكتريا التي تحتاج الى Co2 في نموها مثل بكتريا:  *Haemophilus influenza.*
2. **Autochthonous Bacteria او indigenous**

وهي الاحياء الامجهرية المتوطنه او الاصيلة الموجودة في البيئه بشكل مستمر

1. **Allochthonous Bacteria او exogenous**

وهي الاحياء المجهرية الدخيلة التي تأتي للبيئة من مصدر اخر وتبقى في البيئة لفترة محدودة.

1. **Biofilm الغشاء الاحيائي**

وهي الاحياء المجهرية التي تلتصق على السطوح الصلبة وترتبط مع بعضها البعض بأفراز مواد بوليمرية سكرية خارجية مكونه ما يعرف بالغشاء الحيوي.

**العلاقات الحيوية**

1. **Biomass** : وهي عدد الاحياء المجهرية التي تعيش في منطقة ما وتحسب على اساس الوزن الجاف او الرطب وتقدر بملايين الخلايا .
2. **biogeography** وهو العلم الذي يعنى بدراسة انماط وطرق توزيع الاحياء المجهرية في البيئة.
3. **Microbiom** هو مجتمع الاحياء المجهرية الموجودة في بيئة ما او مجموعة من البيئات مثل Human microbiome .
4. **Symbiotic** وهي العلاقات التي تربط بين كائنين او اكثر بحيث يعتمد الافراد الواحد على الاخر وتكون العلاقة اجبارية .
5. **Non symbiotic** وهي العلاقات التي التي تربط ما بين الافراد ولا يحتاج الفرد الى هذه العلاقات اجباريا حتى يعيش .
6. **Synergism** وهي مشاركة الافراد في مع بعضها في احداث تغيرات في البيئة لايمكن لاحداها ان ان تحدثه بمفردها وتعرف هذه الظاهرة بالتعايش الايجابي.
7. **Antagonism التضاد:** وهي علاقة تربط بين فردين احدهما يتضرر والاخر لايستفيد ولايتضرر وهي علاقة غير اجبارية
8. **Mutualism تبادل المنفعة** وهي علاقة تربط بين فرديين يستفاد كلا الفرديين من العلاقة ويعتمد احدهما على الاخر بشكل اجباري
9. **Commensalism التعايش:** وهي علاقة تربط بين كائنين احدهما يستفيد والاخر لا يستفيد ولا يتضرر وتكون العلاقة اجبارية.
10. **Parasitism التطفل:** وهي علاقة تحدث بين كائنين احدهما يستفاد والاخر يتضرر وتكون العلاقة اجبارية.
11. **Neutralism التعادل:** وهي عدم وجود علاقة وتحدث دائما في البيئات المائية عندما تكون المايكروبات متباعدة عن بعضها ومختلفة في متطلباتها الغذائية.

**المحاضرة الأولى**

**Microbial Ecology :** هو العلم الذي يركز على دراسة التفاعل المتبادل مابين الاحياء المجهرية والبيئية المتواجدة فيها هذه الاحياء سواء بيئة مياه او تربة او في الهواء.

فالأحياء المجهرية كائنات تواجدة في كافة اجزاء البيئة من حولنا وقد تكون حقيقية النواة كالفطريات او بدائية النواة كالبكتريا، كبيرة الحجم بحيث ترى بالعين المجردة كالعرهون او صغيرة جداً بحيث لاترى الا بالمجهر الالكتروني كالرواشح، بعضها مفيد وبعضها ضار ويسبب الامراض للانسان والحيوان والنبات.

**تواجد الاحياء المجهرية في البيئة:**

1. تمتلك العديد من الاحياء المجهرية المقدرة على افراز انزيمات متنوعة تمكنها من تحليل العديد من المواد العضوية المتواجدة في البيئة لذلك تتواجد هذه الكانات اينما تواجدت المادة العضوية الملائمة لنموها سواء في التربة او المياه او او على النباتات والحيوانات الميتة وغيرها.
2. تستطيع الاحياء المجهرية في البيئة النمو بصورة تعايشية (Symbiotic) مع النباتات او الحيوانات وحتى مع كائنات مجهرية اخرى، او تتواجد داخل النباتات (endophyte) او تتعايش مع جذور النباتات كالفطريات مكونة مايسمى بالفطر الجذر (Mycorrhizae)، أو تعيش مترممة على البقايا العضوية في البيئة، أو بصورة مترممة على المواد العضوية.
3. تستطيع الكائنات المجهرية التواجد في البيئة بصورة متطفلات على النباتات مسببة خسائر كبيرة كامراض الاصداء والتفحم التي تسببها الفطريات على النباتات، كذلك تتواجد هذه الكائنات متطفلة على الحيوانات والانسان مسببة امراض متنوعة وخسائر اقتصادية كبيرة.
4. تستطيع الاحياء المجهرية ان تتواجد وتعيش في مختلف البيئات المتطرفة فهي تمتلك المقدرة على النمو في البيئة الباردة مسببة فساد الاغذية المحفوظة بصورة مبردة وكذلك تستطيع العيش في الينابيع الحارة وفي البيئات ذات المحتوى السكري والملحي العالي مسببة فساد الاغذية المحفوظة.
5. تتواجد الاحياء المجهرية في البيئة الأرضية او في البيئة المائية العذبة او المالحة وفي الهواء وعموماً فاينما تواجدت المادة العضوية والحرارة الملامة والرطوبة تواجد الكائن المجهري.

**طرق دراسة الاحياء المجهرية في البيئة:**

الدراسة البيئية للكائن المجهري تعرف على انها دراسة الكائن بالترابط مع البيئة المتواجد فيها هذا الكائن ، وهناك عدة طرق لدراسة الكان المجهري في بيئته ومن اهمها:

1. دراسة سلوك كان مجهري معين في بيئته بالترابط مع التغيرات في المادة الاساس النامي عليها والظروف البيئية المحيطة به.
2. دراسة صفات مجتمع الاحياء المجهرية لبيئة معينة كبيئة التربة او المياه او الاحياء المتعايشة مع النباتات.
3. دراسة مجتمع الاحياء المجهرية المتطفل على كائنات حيوانية او نباتية وتاثيره بهذه الكائنات.

**بعض المصطلحات المهمة:**

1. **الضغط stress:** ويعرف بانه أي ظرف بيئي متطرف ومتواصل يؤدي الى تقليل انتاج الكتلة الحيوية للكائن. ويشمل هذا الضغط الحرارة العالية والواطئة جدا وتغير الاس الهيدروجيني والمحتوى المائي وعدم توفر المغذيات وتواجد المواد المثبطة للنمو، وهذا الظرف البيئي قد يسبب وقف نمو الكائن المجهري او تغير في فسلجته او شكله لمقاومة هذه الظروف ومثال ذلك انتاج السبورات الحرشفية من قبل الفطريات Chlamydospores في الظروف البيئية غير الملائمة، او انتاج السبورات الداخلية Endospores في بكتريا ***Bacillus****.*
2. **الاضطراب disturbance** :وهو التغير الحاصل في البيئة الطبيعية النامي فيها الكائن المجهري مما يؤدي الى التاثير على نموه سلباً او ايجاباً، مثل حرائق الغابات او قطعها مما يؤدي الى تغير كامل في سلسلة المغذيات الموجودة في البيئة ومؤثرة على نمو الاحياء المجهرية او الاضافة الكبيرة للمغذيات مثل الاسمدة والتساقط الفصلي للاوراق في الغابات مما يؤدي الى ظهور مجتمعات جديدة من الاحياء المجهرية.
3. **التنافس competition :** وهو التنافس بين كائنين او اكثر على مصادر التغذية المتوفرة وهذا يسبب نقص شديد في المواد المغذية او المساحة المتوفرة للنمو مما ينعكس على طبيعة الكائنات النامية.

**المجاميع الرئيسية للاحياء المجهرية في البيئة:**

بسبب القابلية العالية للاحياء المجهرية للتكيف في مختلف الظروف البيئية فانها تتواجد في كل مكان تقريباً، وتقسم هذه الاحياء الى مجاميع مختلفة فيما بينها في الشكل والتركيب والفسلجة وطريقة المعيشة ومن اهم مجاميع الاحياء المجهرية مايلي:

أ**- الفطريات fungi :** تعتبر الفطريات من اكبر الكائنات المجهرية المتواجدة في البيئة من حيث الكتلة الحيوية، وعموماً فان 7% فقط من هذه الكائنات تم تشخيصه ومعرفته لحد الان، وهي كائنات حقيقية النواة ذات جدار خلوي معقد يتكون أساسا من الكايتين، ولكن بعض الأنواع تحتوي على السيليلوز في جدارها وتتكاثر جنسياً ولا جنسياً.

وتستطيع هذه الكائنات التكيف لمختلف ظروف البيئة التي تتواجد فيها، وبعضها مفيد للانسان وبعضها ضار ويسبب خسائر اقتصادية كبيرة من حيث الامراض النباتية التي تسببها وبعضها يتواجد بصورة تعايشية في البيئة او بصورة مترممة على المواد العضوية المختلفة وتستطيع هذه الكائنات انتاج العديد من المواد الايضية الثانويةsecondary metabolites وهذه المواد تستخدم في الوقت الحاضر بكثرة في المجالات الطبية والصناعية المختلفة، فمثلاً المضاد الحيوي البنسلين ينتج من قبل الفطر*Penicillium* ، كما ان لهذه الكائنات القابلية على افراز الانزيمات الى خارج الخلايا exoenzymes وتستخدمها لتكسير المركبات العضوية والاستفادة منها للنمو وبهذا فهي تعتبر مهمة جداً في تحليل النباتات الميتة والحيوانات والحشرات خاصة وانها تمتلك القابلية لتحليل السيليلوز والكايتين ، ولها اهمية كبيرة في تحليل العديد من الملوثات المهمة الموجودة في البيئة مثل المركبات الاروماتية والمبيدات والمنظفات وغيرها.

يمكن تقسيم هذه الكائنات بصورة عامة الى ثلاثة مجاميع بالاعتماد على الصفات المظهرية وهي:

1. **الفطريات الخيطية filamentous fungi :** مثل الفطريات *Aspergillus و Rhizopous و Pilobolus* وغيرها، هذه الفطريات تقسم الى عدة مجاميع وتتميز بتكوينها للخيوط الفطرية hypha ، والتي تنمو بشكل خيوط متشابكة لتكون الغزل الفطري mycelium وهذه الخيوط مسؤولة عن حمل الوحدات التكاثرية للفطريات.
2. **العراهين Mushrooms :** هذه الفطريات تكون اجسام ثمرية كبيرة وظاهرة للعين المجردة، وهذه الاجسام تتكون من تجمع الخيوط الفطرية مع بعضها ، وهذه المجموعة من الفطريات مع المجموعة الاولى تعتبران من الكائنات المحللة المهمة للمواد العضوية في البيئة.
3. **الخمائر Yeasts :** هذه الفطريات تكون وحيدة الخلية ومن امثلتها *Candida و saccharomyces* ، هذه الكائنات تلعب دوراً مهماً في العمليات الصناعية مثل انتاج الكحولات والغذاء كما انها مهمة من حيث الامراض التي تسببها.

هذه الكائنات لها القابلية على إفراز الأنزيمات إلى خارج الخلايا وتستخدمها لتكسير المركبات العضوية والاستفادة منها للنمو وبهذا فهي تعتبر مهمة جدا في تحليل النباتات الميتة والحيوانات والحشرات خاصة وأنها تمتلك القابلية لتحليل السليلوز والكايتيين، ولهذا أهمية كبيرة في تحليل العديد من الملوثات المهمة الموجودة في البيئة مثل المركبات الاروماتية والمبيدات والمنظفات وغيرها.

**ب- البكتريا:** تشكل البكتريا كائنات أحادية الخلية عادة مختلفة في شكلها بدائية النواة والجين الموجود فيها عبارة عن شريط من DNA مزدوج ودائري كما انها تحتوي على بلازميدات دائرية من DNA وتقوم ببعض الوظائف الخلوية.

تحاط البكتريا بجدار سميك يجعلها محددة الشكل وهناك عدة اشكال من الخلايا، وتقسم البكتريا حسب تركيب الجدار الخلوي الى قسمين وذلك حسب تقبلها لصبغة كرام :-

1- Grame positive bacteria

2- Grame negative bacteria

كما يمكن تقسيم البكتريا بصورة عامة الى مجموعتين كبيرتين هما:

1- The Archaea : وهي مشابهة للبكتريا الحقيقية من حيث الشكل والحجم تحت المجهر الضوئي ولكنها تختلف عنها وراثياً وبايوكيميائياً، ولها القدرة على مقاومة الظروف المتطرفة حيث تتحمل الحرارة العالية والواطئة والملوحة وغيرها.

2- The Eubactria البكتريا الحقيقية : وهي البكتريا التي لاتقاوم الظروف المتطرفة وتشمل المجاميع الموجودة في البيئات المختلفة مثل الماء والهواء والتربة وبعضها يكون مرضي او مترمم او انتهازي.