وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية العلوم

قسم علوم الحياة

محاضرات بيئة الاحياء المجهرية

لطلبة الدراسات الاولية – المرحلة الثالثة – الدرسة الصباحية للعام الدرسي 2024 – 2025

أ.م. د. بشرى علي كاظم

busraa.ali@tu.edu.iq

المحاضرة الاولى

الأحياء المجهرية المائية Aquatic Microbiology

يختص علم الأحياء المجهرية المائية بدراسة الأحياء الدقيقة (بكتريا ، فطريات ، طحالب ، إبتدائيات وفيروسات) التي تنتشر وتتواجد في البيئات المائية البحرية والبحيرات المالحة والعذبة وكذلك التجمعات المائية العذبة الجوية والسطحية والجوفية من حيث أشكالها وأنواعها ووظائفها وطرق تكاثرها والعوامل البيئية المؤثرة عليها والعلاقات السائدة بين تلك المجاميع .

دورة الماء :

تتضمن دورة الماء التحولات التي تجري على صور الماء في الطبيعة فالماء يتواجد في الهواء الجوي على شكل بخار مرئي وهو السحب والضباب وغير مرئي يمثل الرطوبة الجوية وهذا البخار عادة يتكون بفعل التبخر الذي يحصل من المسطحات المائية (محيطات وبحار و بحيرات وأنهار وجداول) ومن النباتات وسطح التربة ومن أجسام الحيوانات ومن الثلوج المتراكمة على سطح الأرض وعند تكاثف الأبخرة الجوية فانها سوف تتساقط على شكل أمطار أو ثلوج أو برد أو اشكال أخرى من التساقط كالندى مثلاً ، أثناء تساقط هذه المياه فانها سوف ترسب معها أعداد كبيرة جداً من الميكروبات العالقة في الهواء الجوي لتسقط على سطح الأرض ثم لتشكل مسطحات مائية هذه المسطحات تتجمع فيها أعداد كبيرة من الميكروبات وبطرق عدة منها عن طريق تلوثها بالميكروبات الموجودة في التربة والمخلفات الحيوانية والنباتية وغيرها من مصادر التلوث ويعد التلوث البرازي واحد من أخطر مصادر التلوث خصوصاً بالنسبة لمياه الشرب .

جزء من الماء الذي يصل الى سطح الأرض ينزل الى أعماق التربة بفعل عملية الرشح ومن مصادر عدة ، كما أن رشح المياه يمكن أن يحدث من البحار والبحيرات والأنهار والتجمعات المائية الأخرى كخزانات المياه عادة يكون الماء الراشح داخل التربة ذو محتوى أقل من الميكروبات بسبب أن دقائق التربة وخصوصاً دقائق الطين تمسك

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- ا.م.د بشرى علي كاظم

كميات هائلة من الميكروبات وبالتالي تنخض أعداد الميكروبات النازلة مع الماء الراشح الى أعماق التربة . تلعب دورة المياه دوراً كبيراً في إنتقال وإنتشار الميكروبات ضمن البيئة المائية .

تصنيف الأحياء المجهرية المائية :

يمكن أن تصنف الى :

1- الأحياء المجهرية الأصلية Autochthonous .

2- الأحياء المجهرية الدخيلة Allochthonous .

العالم J.Jones صنف تجمعات الأحياء المجهرية المائية الى ثلاث أصناف رئيسة هي :

محاضرات بشرى علي كاظم

1- الأحياء التي تطفو فوق سطح الماء وأطلق عليها إسم الهائمات Plankton .

2- الأحياء التي تنمو فوق السطوح الصلبة المغمورة في الماء وأطلق عليها تسمية Haptobenthos .

3- الأحياء التي تنمو في الترسبات الطينية أو عليها وأطلق عليها تسمية Herpobenthos .

اولا:الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبيئة المائية وتأثيرها في الأحياء المجهرية :

تؤثر الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبيئة المائية في كثافة الاحياء المجهرية وفي تنوعها ونشاطها وتشتمل تلك الخصائص :

1- **الضوء Light :**

تعد المنتجات (الطحالب والنباتات) الحلقة الأساسية في السلاسل والشبكات الغذائية . تمثل الطحالب الجزء الأكبر من المنتجات في البيئة المائية . يتأثرنمو الطحالب وقدرتها على البناء الضوئي بعامل الضوء (كمية الضوء) (كثافة أو شدة الإضاءة) والطول الموجي للضوء (لون الضوء) وبصورة عامة ينخفض وجود الطحالب في الضوء الخافت ويقتصر في هذه الحالة على الطبقات العليا من الماء ، إن عمق الطبقة المضيئة Photic zone يتأثر بعدة عوامل منها كثافة أو شدة الإضاءة وزاوية سقوط الأشعة الضوئية وعكورة الماء والفصل وعوامل أخرى عديدة . تستطيع بعض الأطوال الموجية الوصول الى أعماق تبلغ 125 م تحت سطح الماء ، لذلك فان عملية البناء الضوئي التي تقوم بها الطحالب تكون محصوؤة ضمن هذا العمق ولا تتعداه لذلك فان الأحياء التي تعتمد على الأوكسجين (الهوائية) سوف تعتمد على الأوكسجين المذاب في الماء فقط وبالمقابل سوف تكثر الأحياء اللاهوائية الإختيارية والإجبارية

2- **الحرارة Temperature :**

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- ا.م.د بشرى علي كاظم

يتميز الماء بحرارة نوعية عالية وهذا يعني أن إرتفاع درجات حرارة الماء يتطلب إمتصاص كميات كبيرة من الحرارة بالمقابل فان إنخفاض درجة حرارة الماء يتطلب فقدان كيات كبيرة من الحرارة لذلك فان حد التغيرات الحرارية التي تحدث في البيئة المائية تكون أقل وأبطء من حدة التغيرات الحرارية في الهواء أو في اليابسة . إن أقصى كثافة للماء العذب تكون عند درجة حرارة 3.99 م° وهذه الصفة ترجع الى الآصرة الهيدروجينية التي يمتلكها الماء فعلى الرغم من ضعف هذه الآصرة الكيميائية إلا أنها ذات أهمية كبيرة جداً جعلت من الماء مركب كيميائي ذو خصائص مميزة عن بقية المركبات الكيميائية الأخرى . تستطيع الأسماك والعديد من الكائنات الحية الأخرى البقاء على قيد الحياة بفضل هذه الخاصية ففي حالة تعرض البحيرات والبرك والأنهار الى إنخفاض شديد في درجات الحرارة فان الطبقات العليا فقط هي التي سوف تتعرض للإنجماد لإن الماء عند وصوله الى درجة حرارة 3.99 م° سوف يغطس الى الأسفل مما يحافظ على درجة حرارة الطبقات السفلى للبحيرات عند 3.99 م° وبذلك يتم حماية الكائنات المائية ومنها الأسماك من خطر الموت إنجماداً . التغيرات الفصلية في درجات الحرارة ينتج عنها تغيرات واضحة في النشاط الميكروبي ، ففي الشتاء ومع إنخفاض درجات الحرارة فان جميع التفاعلات تتباطأ ويطول زمن التكاثر وخصوصاً بالنسبة للبكتريا التي تعيش في بيئة مائية ليست بيئتها الأصلية وهذا يحصل عادة للبكتريا والأحياء المجهرية الأخرى التي تنتقل من المياه العذبة الى المياه المالحة .

البكتريا المحبة للبرودة توجد عادة في البيئات المائية العميقة أما البكتريا المحبة للحرارة المعتدلة فتكثر في المياه الداخلية الدافئة في حين أن البكتريا المحبة للحرارة المرتفعة فان تواجدها يكون في الينابيع الحارة فقط .

3- الضغط الهايدروستاتيكي Hydrostatic Pressure :

يعتبر الضغط الناتج عن عمود الماء (الضغط الهيدروستاتيكي) عاملاً بيئياً مهماً يؤثر في وجود الأحياء المجهرية ونموها في البيئة البحرية بشكل خاص . يزداد الضغط الهيدروستاتيكي مع زيادة العمق بمعدل 1 ضغط

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- ا.م.د. بشرى علي كاظم

جوي لكل عشرة أمتار عمق تحت سطح الماء لذلك فان الضغط الهيدروستاتيكي على عمق 10 م يبلغ 2 جو وعلى عمق 50 م يبلغ 6 جو وهكذا.

الضغط الهيدروستاتيكي = الضغط الجوي + ضغط عمود الماء .

يؤثر الضغط الهيدروستاتيكي في ذوبان الغازات وبشكل خاص غاز CO_2 مما ينعكس على pH ماء البحر إذ ينخفض pH ماء البحر بزيادة ذوبان CO_2 . يطلق على الأحياء المجهرية التي تكيفت للعيش في ضغوط هيدروستاتيكية مرتفعة والتي لاتستطيع النمو والتكاثر في الضغط الجوي الإعتيادي بالأحياء المحبة للأعماق Barophilic Microorganisms حيث تستطيع النمو والتكاثر فقط في أعماق تزيد على 1000 متر أي عندما يزيد الضغط الهيدروستاتيكي على 100 ضغط جوي ، أما الأحياء المجهرية التي تستطيع النمو في الضغط الجوي الإعتيادي بالإضافة الى قدرتها على النمو تحت ضغوط هيدروستاتيكية عالية فيطلق عليها الأحياء المجهرية المتحملة للأعماق Barotolerant Microorganisms ، في حين أن الأحياء المجهرية التي لاتستطيع النمو في ضغط يزيد عن 20 ضغط جوي فيطلق عليها الأحياء الكارهة للأعماق للأعماق Barophobic Microorganisms إذ تعتبر حساسة جداً للضغط المرتفع وتشمل معظم بكتريا المياه العذبة والبكتريا والفطريات البحرية السطحية (التي تستوطن المناطق السطحية للبحار والمحيطات) .

4- **العكارة Turbidity** :

العكارة تعبير يستخدم للتعبير عن كمية المواد الصلبة العالقة في الماء . تؤثر عكارة الماء في كمية الضوء النافذ والممتص والمنعكس وهذا يؤثر بدوره في عمق الطبقة المضيئة التي تحصل فيها عملية البناءالضوئي مما يؤثر في توزيع الأحياء المجهرية كماً ونوعاً ، تناشأ العكارة عن

1- جزيئات من المواد المعدنية (رمال ، أطيان ، ومواد معدنية أخرى) والتي مصدرها سطح الأرض والمنتقلة الى الماء .

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- أ.م.د. بشرى علي كاظم

2- المواد العضوية وتشمل بالدرجة الأساسية السليلوز والهميسيليلوز والمواد الكاتينية .

3- الأحياء المجهرية والهائمات النباتية والحيوانية صغيرة الحجم والطافية في الماء . إن جزيئات المواد العالقة في الماء سواء كانت عضوية أو غير عضوية تعتبر مواد أو أسطح ساندة تلتصق بها الأحياء المجهرية ، كما أنها تحمي الأحياء المجهرية وخصوصاً البكتريا من التأثير الضار للضوء.

5- pH المياه :

يتراوح pH مياه البحر بين 7.5 – 8.5 ويعد pH 7.2 أقل pH تنمو فيه الأحياء المجهرية في ماء البحر ، بينما تستطيع الأحياء المجهرية العيش في مدى واسع من الـ pH في البحيرات والأنهار إعتماداً على الظروف المحلية إن pH المياه في البحيرات جيدة التغذية يتراوح بين 7- 10 وهذا ينعكس على نموالأحياء المجهرية ويظهر على شكل إختلافات مورفولوجية و فسيولوجية .

6- الملوحة Salinity :

تؤثر ملوحة المياه الى مدى بعيد في نوع التجمعات الميكروبية السائدة في تلك البيئة . تختلف التجمعات المائية في شدة ملوحة مياهها فهي عادة تكون قليلة الملوحة في الأنهار وبحيرات المياه العذبة في حين تكون عالية الملوحة في البحار وقد تصل الى حد التشبع في بعض البحيرات المالحة . تعرف الأحياء المجهرية التي تعيش في المياه العذبة (قليلة الملوحة) بالأحياء الكارهة للملوحة Halophobic Microorganisms إذ لاتستطيع تلك الأحياء النمو إذا زاد التركيز الملحي عن 1% . أما الأحياء المجهرية التي تنمو في مياه لايزيد التركيز الملحي فيها عن 1% ولكنها تستطيع تحمل ملوحة عالية بالأحياء المتحملة للملوحة Halotolerant Microorganisms . أما الأحياء المجهرية التي تفضل الملوحة العالية فتعرف بـ Halophilic Microorganisms ويمكن أن تصنف هذه الميكروبات الى :

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- أ.م.د بشرى علي كاظم

1- أحياء محبة للملوحة القليلة Weekly Halophilic تفضل ملوحة تتراوح بين 2 – 4% .

2- أحياء محبة للملوحة المعتدلة Moderately Halophilic تفضل ملوحة بين 5 – 20% .

3- أحياء محبة للملوحة العالية Extremely Halophilic تفضل ملوحة بين 20 – 30% .

وهذه الأحياء لاتستطيع النمو في بيئات المياه العذبة . إن تغير ملوحة المياه يؤدي الى إحداث تغيرات عديدة فمثلاً قد يؤدي الى إطالة زمن تكاثر البكتريا والفطريات ، كما قد يحدث تغيرات مورفولوجية و فسلجية، كما قد تصبح البكتريا قادرة على النمو لكنها تفقد القدرة على الانقسام. أما عند نقل البكتريا المحبة للملوحة الى مياه ذات تراكيز ملحية منخفضة فان ذلك قد يؤدي الى تحللها حيث يضعف الجدار الخلوي الى درجة كافية لدخول الماء الى داخل الخلية و بالتالي انتفاخها الذي يحطم طبقات الجدار الخلوي.

7- المواد اللاعضوية:

تحتوي البيئة المائية على العديد من المواد غير العضوية ذات التأثير المشجع أو المثبط للأحياء الدقيقة ومن هذه المواد ملح كلوريد الصوديوم و كذلك مركبات النتروجين كالنترات و النتريت و الأمونيوم و مركبات الفوسفات اللاعضوية التي تعتبر من العوامل المحدده لوجود النباتات المائية خاصة الطحالب في المنطقة الضوئية أي المنطقة التي تجري فيها عمليات البناء الضوئي، و عادة يندر ملاحظة تلك المركبات في البحيرات رديئة التغذية لأنها تستهلك حال تحررها من قبل الهائمات النباتية و تكون ظروف تنافسية بين البكتريا و الطحالب الطافية، كما يعتبر وجود كميات وان كانت ضئيلة من الحديد و القصدير ضروريا لأنها تدخل في تركيب بعض الأنزيمات الضرورية، أما وجود المعادن الثقيلة كالزئبق و النحاس الذي يتسرب الى المياه عن طريق المياه القذرة فانه يعتبر خطر على الميكروبات ويؤدي الى قتل العديد من الأنواع، كما أن مركبات السيانيد تشكل خطرا على الحياة النباتية و الحيوانية و تعتبر من السموم الخطرة.

8- المواد العضوية:

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- ا.م.د بشرى علي كاظم

تلعب المركبات العضوية سواء كانت ذائبة أو معلقة دورا كبيرا في تحديد نشاط الأحياء المجهرية و كذلك في تحديد طبيعة الأنواع السائدة من تلك الأحياء فمثلا في المياه المحملة بالقاذورات التي تكون غنية بالبروتين تنشط البكتريا المحلله للبروتين، أما في المياه الحاوية كميات كبيرة من السليلوز فان البكتريا و الفطريات المحلله للسليلوز سوف تنشط.

9- الغازات الذائبة:

توجد في الماء كميات ضئيلة من الغازات الذائبة و منها الأوكسجين و النتروجين و كبريتيد الهيدروجين اضافة الى الميثان.

تلعب درجة الحرارة دورا كبيرا في تحديد كمية الغازات الذائبة في الماء حيث أن المياه الباردة تستطيع اذابة كميات أكبر من الأوكسجين مقارنة بالمياه الدافئة، وبشكل عام فان المياه العذبة تكون ذات محتوى أكثر من الغازات الذائبة مقارنة بمياه البحر. ومصدر هذه الغازات عادة هو الهواء بالدرجة الأساسية حيث يتشبع سطح الماء، اضافة الى نواتج العمليات الكيميائية الحياتية التي تقوم بها النباتات الخضراء، و يتحرر ثاني أوكسيد الكاربون بفعل عملية التنفس أما النتروجين فيتحرر بفعل عملية عكس النترجة وكبريتيد الهيدروجين بفعل نزع الكبريت والهيدروكاربونات مثل غاز الميثان بفعل عملية التخمر.

ان معظم الأحياء المجهرية التي تعيش في البيئات المائية هي كانت لاهوائية اختيارية خصوصا التي تعيش في البيئة البحرية، ان انخفاض تراكيز الأوكسجين في البيئات المائية يعتبر عامل محدد لنمو وتكاثر الأحياء الدقيقة الهوائية.

بالنسبة للنتروجين الجزيئي N_2 ليس له تأثير على نمو الأحياء المجهرية المائية أما ثاني أوكسيد الكاربون فيعتبر مهم للأحياء ذاتية التغذية الضوئية.

أما غاز H_2S فانه يتواجد عادة في البيئات اللاهوائية وفي حالة زيادة تركيزه يؤدي الى موت الكائنات الراقية النباتية و الحيوانية و معظم الأحياء المجهرية تدريجيا ما عدا الأحياء المجهرية المتحملة لكبريتيد الهيدروجين. أما غاز

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- أ.م.د. بشرى علي كاظم

الميثان فينتج بفعل التحلل اللاهوائي وهو أحد نواتج تحلل السليلوز لاهوائيا حيث أن وجوده يشجع تكاثر البكتريا المؤكسدة للميثان *Pseudomonas methanica* و بعض أنواع ال*Nocardia* .

الواجب البيتي :

س1/ عدد انواع الاحياء المجهرية تبعاً لتحملها نسبة الاملاح في البيئة المائية .

س2/ اذكر اهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبيئة المائية والمؤثرة في كثافة الاحياء المجهرية.

محاضرات بيئة الاحياء المجهرية- أ.م.د. بشرى علي كاظم