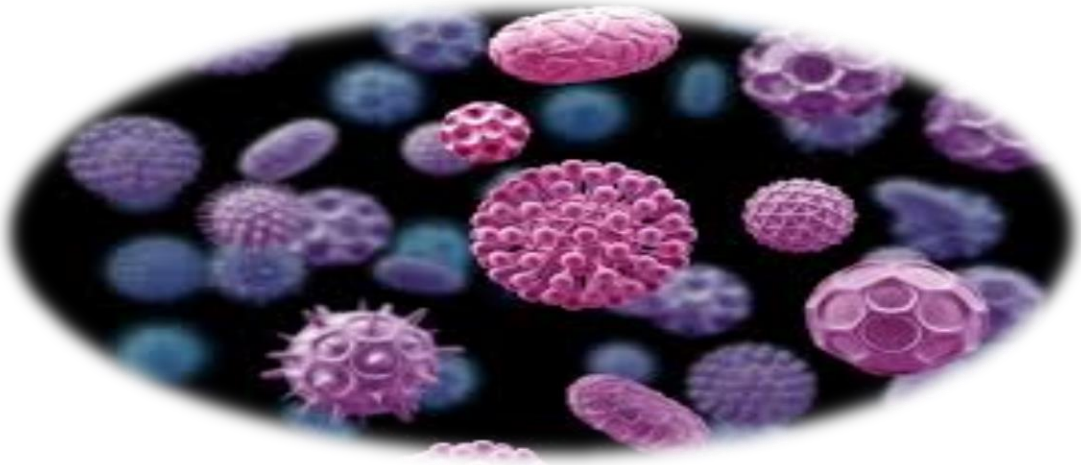
ميكروبيولوجيا المياه والصرف الصحي

Water & Sewage Microbiology



العوامل المؤثرة على نمو وتوزيع الكائنات الحية الدقيقة في الأوساط المائية

الأحياء المجهرية في البيئة المائية

تتأثر أعداد وأنواع الأحياء الدقيقة في الماء بعدد كبير من العوامل الكيميائية والفيزيائية والتي تتفاعل مع بعضها البعض بطرق مختلفة داخل الأنظمة البيئية بحيث تنقسم هذه العوامل إلي مجموعتين:

1- العوامل **الفيزيائية**.

2- مجموعه إحيائية مثل العلاقات التي تحكم الكائنات الحية المائية.

أولاً :-العوامل الفيزيائية

1- الطـاقة الضوئية

يعد الضوء من العوامل البيئية الهامة لأنه مصدر الطاقة لجميع الكائنات الحية ، وهو عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية تصل سطح الأرض من الشمس. تعتبر الشمس هي المصدر الأساسي للطاقة لجميع الكائنات الحية التي ترسل إشعاع مكون من موجات كهرومغناطيسية (تقاس بالنانومتر) مختلفة في طولها.

الطاقة الضوئية في الأوساط المائية

كمية الضوء المخترقة لطبقات الماء تعتمد على: (موقع الشمس – العكارة – لون وعمق المياه).
تعتبر مياه البحر أكثر صفاء وأقل تلوث من مياه اليابسة،حيث يخترق ضوء الشمس في اليابسة بعمق يتراوح مابين 10-150 متر ،بينما يخترق ضوء الشمس لمياه البحار أكثر من 150 متر .

الكائنات ذاتية التغذية تتأثر بكمية الضوء المخترقة فمثلا لا يكون توفر الأفراد ذاتية التغذية متطابقا في المياه بسبب ظروف الضوء المختلفة. معظم **الطحالب** تمتلك القدرة على تغيير وتكييف لونها حسب ظروف الضوء ،كما إن الأشعة فوق البنفسجية والأشعة ذات الأطوال الموجية العالية تؤثر سلبيا حيث تثبط عملية اكسدة النيتريت بواسطة *Nitrobacter* كما يؤثر الضوء على نمو الفطريات المائية.

2- درجة الحرارة

تؤثر درجة الحرارة على ذوبان المواد الصلبة والغازات ونشاط الكائنات الحية .

أ - زيادة درجة حرارة المياه تزيد من ذائبية المواد الصلبة .

ب- زيادة درجة حرارة المياه تقلل من ذائبية الغازات مثل : O_2، CO_2

ج- تقوم درجة حرارة المياه بتحديد نشاط الأحياء المائية وفاعليتها؛ إذ تزيد عملية أكسدة المواد العضوية ومن ثم تحللها .

يؤدي زيادة درجة حرارة المياه إلى نقصان ذوبان غاز الأكسجين،ومن ثم استنزافه في الماء، وموت الكائنات الحية المائية . وهذا يسمى التلوث الحراري . Thermal Pollution

تعتمد كمية الطاقة الحرارية (طاقة الضوء) على زواية الشمس :

- في المياه الجارية مثل الأنهار درجة الحرارة ثابتة في كل بقعة مائية نتيجة للخلط الثابت بواسطة جريان الماء.
- أما في المياه الساكنة حيث التيارات ضعيفة فالحرارة تتذبذب أثناء اليوم.
- تتميز البحيرات العميقة والمحيطات بالتطبق العمودي (تكوين طبقات تتغاير فيها الأحياء الدقيقة تبعا الى مكونات ودرجة حرارة تلك الطبقات).

3- حركة المياه

لخلط المياه أهمية قصوى في :

1. توزيع الحرارة.
2. توازن المحتوى الكيميائي.
3. المغذيات.
4. مواد تعادل الضغط الأسموزي.
5. حامضية الماء.

4- الضغط الأسموزي

يؤثر الضغط بقوة في حياة الأحياء الدقيقة عن طريق: التأثير على النظام الأنزيمي للخلايا.

5- حمضية الماء

يتراوح الأس الهيدروجيني للبكتيريا بين 6,5 إلي 8,5 بينما للبحيرات الأس الهيدروجيني يكون فيها 7 وللطبقات السطحية 8,2 وبسبب المحتوى العالي من الكربونات فان الأس الهيدروجيني لا يتذبذب بقيم معنوية ولكن عند المستويات العالية من درجة الحرارة والنمو السريع يزداد الأس الهيدروجيني بشكل ملحوظ .

ومن الممكن ملاحظة التغيرات العالية في الحموضة في البيئات التي يوجد نسبة من المغذيات والملوثات حيث ترتفع إلي 10 الذي يؤثر على المجاميع الحية .

6- الملوحة

معظم الأحياء الدقيقة المحبة للملوحة وتعيش في الظروف الطبيعية تكون في نسبة لا تتعدى 10% .

مياه المحيطات تعد بيئة حياتية منفصلة ومتميزة حيث تكون البكتيريا والفطريات تعتمد عملياتها الحيوية على تركيز معين وعالي من كلوريد الصوديوم.

الزيادة في نسبة الملوحة تؤثر في دورة حياة البكتيريا والفطريات وأيضا في الصفات المظهرية والفسيولوجية.

7- المواد غير العضوية الأخرى

الفسفور والنيتروجين ، ظاهرة الإثراء الغذائي والازدهار المائي ،مستويات التحمل تتغير بتغير الأنواع البكتيرية لكمية وأملاح الأمونيا.

8 - الـغازات

المصدر الرئيسي للغازات هو الغلاف الجوي بالإضافة إلي الغازات المذابة في المياه والرواسب المتكونة نتيجة العمليات الحيوية وبالتالي

1. يتحرر الأكسجين من النباتات المائية أثناء عملية البناء الضوئي.
2. ثاني أكسيد الكربون أثناء التنفس.
3. النيتروجين الحر من عملية الدنترة.
4. كبريتيد الهيدروجين نتيجة لاختزال الكبريت.
5. الهيدروكربونات بسبب عمليات التخمر.

غياب الأكسجين يؤدي إلي تنشيط الأحياء المجهرية مثل بكتيريا المنتجة لغاز الميثان.

وبسبب وجود الأكسجين وثاني أكسيد الكربون،وهما غازان مهمان بالمياه فالأكسجين قليل الذوبان بالماء جداً،وتتأثر ذوبانيته بتركيزه في الطور الغازي وبدرجة حرارة الماء وبضغط الغاز وبالأملاح الذائبة.وتتحكم درجة الحرارة والضغط خاصة في كمية الأكسجين المتاح للاستخدام بواسطة الأحياء الدقيقة وعند درجات الحرارة المنخفضة يكون تركيز الأوكسجين أعلى بكثير.

ويلعب ثاني أكسيد الكربون أدوارا مهمة وعديدة في العمليات الكيميائية والإحيائية ويمكن أن يتحكم اتزان ثاني أكسيد البيكربونات –الكربونات في الأس الهيدروجيني.

وعندما تستخدم أحياء دقيقة مثل الطحالب ثاني أكسيد الكربون فإن الأس الهيدروجيني للعديد من المياه يزيد.

9 -الـمواد العضوية

وهي الكمية الكبرى من مياه المجاري وتعتبر غذاء للبكتيريا والفطريات والأحياء المجهرية الأخرى ،تشجع نمو المحللات الميكروبية التي تستهلك الأكسجين وهي تمثل مشكلة في المياه الراكدة. زيادة المادة العضوية تؤدي إلي زيادة في نشاط الكائنات الدقيقة والعكس صحيح. وعندما تضاف المواد العضوية للماء تسود الأحياء الدقيقة كيميائية التغذية المغايرة وتتزايد معدلات استهلاك الأكسجين. ومن المحتمل أن تأتي المادة العضوية من مصادر متنوعة لفضلات المادة العضوية المدفوعة (المحرره) سواء من فضلات مياه الصرف الصحي أو من مياه الحقول المجاورة أو من المياه الزائدة في المناطق الزراعية كما تعزى أيضا لموت كميات كبيره من الطحالب في أماكن المياه الغنية بالمغذيات ويمكن أن يحدث استهلاك للأكسجين بمعدل أعلى من مصدر الأكسجين الذي يمكن إحلاله. فإذا حدث هذا في نهر وكانت كمية المادة العضوية المضافة غير مفرطة فإن الطحالب سوف تنمو باستخدام العناصر المعدنية المحررة من المادة العضوية،ويؤدي هذا إلي إنتاج الأوكسجين أثناء ساعات ضوء النهار كما يحدث التنفس أثناء الليل متعمقا لأسفل النهر،مما ينتج عنه تغييرات الأكسجين اليومية وفي النهاية

يصل مستوى الأكسجين إلي حد التشبع مكملاً عملية التنقية الذاتية. وكلما زادت حركة وخلط المواد المغذية والأوكسجين ومنتجات الفضلات في البحيرات والأنهار والبيئات البحرية عما يحدث في التربة فإن هذا يؤدي لنشأة بيئات نوعية للأحياء الدقيقة ففي البحيرات العميقة والمحيطات على سبيل المثال ،يمكن أن تغطس المواد العضوية من سطح إلي أعماق بعيدة،مما يخلق مناطق غنية بالمواد المغذية حيثما يحدث تحلل للمواد العضوية ويمكن للغازات والفضلات الذائبة الناتجة عن نشاط الأحياء الدقيقة في هذه الأعماق ،وغالبا في المناطق اللاهوائية أن تتحرك إلي مياه العليا الهوائية ومن ثم تستحث نشاط المجموعات الميكروبية الأخرى .

ثانياً :-العوامل الإحيائية

عندما تضاف كميات كبيرة وكافية من المواد الغذائية إلي الماء يحدث إثراء غذائي والذي يستحث نمو النباتات والطحالب والبكتيريا ولأن النيتروجين والفسفور يحددان غالبا النمو الميكروبي في البيئات المائية ،فان إضافة مركبات النيتروجين والفسفور لها تأثير عملي بدرجة خاصة على النظم المائية. اعتماداً على نوع وكمية وطبيعة المياه ومعدل المغذيات المضافة،فإن هذه العملية قد تأخذ قرونا عديدة أو يمكن أن تحدث بسرعة شديدة .

ويعد إثراء المغذيات ومستوياتها مهمة خاصة بالنسبة للبحيرات ،حيث لوحظت وبشكل واضح.وعلى النقيض فإن البحيرات الغنية بالمغذيات يكون لديها عادة رواسب في القاع التي تحتوى على المادة العضوية وفي البحيرات الطبقية حراريا تكون الطبقة العليا الدافئة هوائية،في حين تكون غالبا الطبقة الأعمق أو طبقة القاع الباردة لا هوائية، خاصة في البحيرات الغنية بالمواد المغذية،وتنفصل الطبقة العليا الدافئة عن الطبقة السفلى الباردة بمنطقة الانحدار الحراري السريع ،ويوجد خلط قليل بين مياه الطبقتين. في فصلي الربيع والخريف سوف تتحول مياه السطح الهوائية ومياه تحت السطح اللاهوائية كنتيجة للاختلافات في درجات الحرارة وفي الجاذبية النوعية وعقب هذا الخلط تهاجر البكتيريا المتحركة والطحالب خلال عمود المياه لتجد لها بيئة ملائمة لها.

تتوالد العديد من العلاقات المتبادلة بين أفراد البيئة الحية وبالتالي يحدث دعم أو تثبيط

1- التنافس competition

2- التعاون cooperation

3- الافتراس predation مثال: الحيوانات الأولية تتغذى على الاسفنجيات التي تتغذى بدورها على البكتيريا.

4- التطفل Parasitism

تهاجم الأحياء الدقيقة في المياه بالعديد من الفيروسات والبكتيريا والفطريات وتؤدي إلي تحللها مثال وجود البكتيريا تتطفل على أنواع بكتيرية أخرى مما يسبب وجودها بقلة أعداد البكتيريا *Bdellovibrio*.

التحلل الـميكروبي

- (Biodegradation) هو تحلل كيميائي للمواد في البيئة.

ويمكن أن تتحلل المواد العضوية هوائيا بوجود الأكسجين، أو لا هوائيا من دون الأكسجين.

- (Bio mineralization) حيث تحول المادة العضوية إلى معادن.

تقوم المكروبات (الكائنات الدقيقة) بإفراز مؤثر سطحي حيوي خارج الخلية يساعد في عملية التحلل الحيوي.

تستخدم الميكروبات في الوقت الراهن في المعالجة البيولوجية لفضلات المجاري ومصانع الأغذية والألبان التي يتخلف عنها فضلات غنية في المواد العضوية مما يؤدي الى صعوبة استيعابها في وحدات معالجة مياة المجاري العادية ، وتقوم الميكروبات بتحليل و أكسدة المواد العضوية بهذة المخلفات كما تحطم الكائنات الممرضة وتحلل الميكروبات المنظفات الصناعية المستخدمة في عمليات التنظيف بالمصانع.تستطيع الميكروبات تحويل فضلات المنازل الى مواد غير ضارة ينتج منها الأسمدة العضوية الصناعية.

التحلل البيولوجي : Biodegradation

هي عبارة عن عملية متعددة المراحل تحدث كمحصلة لعدد من التفاعلات المتعاقبة بواسطة أحياء مجهرية متخصصة مختلفة تمنع هذه العملية تجميع النواتج العرضية الايضية ونتيجة لهذا التعاون يصبح التحلل البيولوجي لكثير من المركبات العضوية أمر هام مثل الكينيتين والسليولوز.

طرق قياس التحلل الحيوي

يمكن قياس التحلل الحيوي عن طريق نشاط الميكروبات:

1- الهوائية عن طريق قياس كمية الأكسجين المستهلكة أو كمية ثاني أكسيد الكربون المنتجة.

2 - اللاهوائية فيمكن قياس نشاطها عن طريق قياس كمية غاز الميثان.