المحاضرة الرابعة/تلوث مياه

المياه القذرة (Sewage)

تتكون المياه القذرة من المواد التالية:

١- المخلفات البشرية والحيوانية وتشمل البراز والبول ومياه الغسيل المختلفة ويمكن القول ان المياه القذرة تشمل أي شي يتسرب الى داخل البالوعات في المنزل والشارع والمدينة ثم الى شبكة المجاري.

٢- الفضلات الناتجة من الصناعة كالاحماض والدهون والزيوت وفضلات ومخلفات الحيوانات والنباتات المطروحة من المعامل والفضلات الكيمياوية المختلفة.

٣- المياه الجوفية والسطحية ومياه المطر التي تدخل شبكة المجاري.

ان المياه القذرة في المدينة تتجمع في شبكة المجاري التي تحمل المياه المستعملة الى اقصى نقاط المعالجة والتصريف، توجد ثلاثة انواع من انظمة المجاري وهي:

١- المجاري الصحية (Sanitary sewers) وتحمل المياه المحلية والصناعية.

٢- مجاريي مياه متدفقة (Storm sewers) وتحمل المياه السطحية ومياه المطر والعواصف.

٣- المجاري المشتركة (Combined sewers) وتحمل جميع المياه القذرة خلال نظام موحد في المجاري.

الخصائص الكيمياوية للمياه القذرة Chemical characteristics

تتكون المياه القذرة من حوالي ٩٩,٩% ماء وحوال ٠,٠٢- ٠,٠٣% مواد صلبة معلقة ومواد عضوية ولاعضوية ذاتية. ان المكونات الكيمياوية الموجودة تتعرض لتغيرات كبيرة واختلافات واضحة بين مختلف المجتمعات حتى في المجتمع الواحد نفسه وربما تتغير بين ساعة واخرى. ان المواد اللاعضوية الموجودة اصلا في المياه تجدها في المياه القذرة كما توجد المركبات اللاعضوية بفعل فضلات الانسان يضاف الى ذلك المواد اللاعضوية والعضوية الناتجة من الفضلات الصناعية كالمجازر مثلا ومصانع السكر ومعامل الورق ومعامل الالبان.

يمكن تصنيف المركبات العضوية في المياه القذرة الى:

١- مركبات نتروجينية كاليوريا والبروتين والامينات والاحماض الامينية.

٢- مركبات لا نتروجينية وتشمل الكربوهيدرات والدهون والصابون.

الخصائص المايكروبيولوجية للمياه القذرة Microbiological characteristics

كما تختلف مكونات المياه القذرة فمن المتوقع ان تختلف وتتغاير انواع واعداد الاحياء المجهرية الموجودة فيها لذلك يمكن القول بان للمياه القذرة خصائص مايكروبايولوجية معينة. توجد الفطريات والابتدائيات والطحالب والبكتريا والفيروسات في المياه القذرة وتحتل اعداد البكتريا

الدرجة الاولى في الفضلات الصحية لكونها موجودة بدرجة كبيرة في البراز وبقايا المياه المستعملة وبقايا الغذاء.

ان المياه القذرة غير المعالجة قد تحتوي على ملايين البكتريا لكل مليمتر وهذه تشمل الكوليفورم، المسجيات البرازية، العصويات اللاهوائية المكونة للسبورات وغيرها من الانواع الموجودة في القناة المعوية للانسان. تتواجد البكتريا المحللة للبروتين المسببة للتعفن باعداد كبيرة مثل: *Pseudomonas fluvescence* و *P.acuvoginosa* و *Proteus vulgaris* و *Bacillus subtitis* و *B.cereus*.

كما تحتوي المياه القذرة على البكتريا المؤكسدة للكبريت خاصة افراد الاجناس *Thiobacillus* و *Thiothrix* وهي تتكاثر بسرعة عند انتاج ، كما توجد البكتريا المنتجة للميثان وهي بكتريا لاهوائية اجبارية مثل *Methanobacterium* و *Methanosarcina* و *Methanococcus* .

تتجمع في المياه القذرة الحاوية على الزيوت البكتريا المحللة للهايدروكاربونات وتشمل بصورة رئيسية افراداً من الاجناس *Pseudomonas* و *Nocardia*.

وتكثر في المياه القذرة الحاوية مواد عضوية كثيرة اعداد من الفطريات اضافة للبكتريا ان اكثر انواع الفطريات وجوداً افراد من الجنس *Saccharomyces* و *Candida* و *Cryptococcus* و *Rhodotorula*، كما توجد اعداد عالية جدا من الخمائر خاصة في المياه القذرة الحاوية على فضلات بعض الاغذية وبعض صناعات المشروبات.

الاحياء المجهرية ودورها في تنقية الماء الذاتية

The role of microorgsnisms in the self-purification of water

ان العمليات الفيزيائية والكيميائية كالترسيب والاكسدة تلعب دورا كبيرا في عملية التنقية ولكن العمليات البايولوجية لها الدور الاكبر، ان العديد من المخلوقات الحية لها دور في هذا المجال ابتداءً من الطيور والاسماك الى الاحياء المجهرية فمثلا يقوم النورس وطيور البحر الاخرى والاسماك بجمع والتقاط القطع الكبيرة ومع ذلك فان هذه الاحياء عموما تستطيع استغلال جزء بسيط من المواد الملوثة كغذاء لها. اما الحيوانات الواطئة فلها دور اهم خاصة يرقات الحشرات والديدان والابتدائيات حيث تستغل الجزيئات الاصغر من المواد الملوثة كغذاء لها ولكن الدور الاكبر اهمية فهو الذي تؤديه البكتريا والفطريات فهما يستطيعان تحليل المركبات العضوية سواء كانت على شكل صلب أم ذائب وعندما تكون الظروف ملائمة فان تحليل المواد يصل الى CO_2 والماء واملاح لاعضوية وبذلك تكون الاحياء المجهرية قادرة على ان تؤثر في تحويل العديد من الملوثات العضوية الى معادنها تحويلاً تاماً. تتحلل البروتينات والسكريات والنشويات بسرعة اما الرهينات والسليلوز والليكنين تتحلل ببطء شديد ويحصل احيانا بصورة غير تامة. ومع

استمرار التقنية الذاتية يتغير التجمع الميكروبي ولن تقل تركيزات الملوثات فقط بل نقل ايضا المحتويات البكتيرية هي الاخرى وبذلك ينخفض استهلاك الاوكسجين.

تختلف انواع المياه اختلافاً كبيرا بعضها عن بعضها الاخر في قابليتها للتنقية الذاتية وكلما كانت حركة المياه نشطة ازدادت التنقية الذاتية بسبب التوزيع السريع للقاذورات والتبادل النشط في الغازات مع الجو، ان التحلل السريع والنشط للملوثات يتم فقط عند وجود الاوكسجين الذي يجب ان يتواجد في جميع الاوقات هذه الظروف تتوفر عادة في معظم الجداول والانهار والمياه الساحلية ذات حركة المد والجزر الملحوظة او ذات التيارات القوية بفعل الرياح اما في المياه البطيئة الحركة فان المياه القذرة تتجمع ويؤدي التجهيز غير الكافي للاوكسجين الى حصول عجز مبكر في كميته مما يسبب الى اخفاق التنقية الذاتية.

تتغير التنقية الذاتية كذلك مع اوقات السنة وتكون عادة اكبر خلال اشهر الصيف منها في شهر الشتاء والسبب:

١- تساعد درجات الحرارة العالية على النشاط البكتيري.

٢- تكون الاضاءة اقوى في الصيف ولهذا تستطيع الفايتوبلانكتون تجهيز كميات اكبر من الاوكسجين.

تزداد معظم الفعاليات الايضية لمعظم الاحياء المجهرية خلال الفصول الدافئة وهذا معناه زيادة وسرعة في استهلاك المواد الغذائية الاتية مع المياه القذرة مما يؤدي في النهاية الى نقصان في الاعداد البكتيرية وان التغيرات الفصلية الكبيرة في اعداد البكتريا في المياه المحملة بالقاذورات لا يعود سببها الى التغيرات في ظروف التغذية فقط بل الى مساهمة عوامل وظروف اخرى كثيرة منه التحلل الذاتي (*Antolysis*) للبكتريا والفطريات والذي يتعجل بالدرجات العالية وكذلك ازدياد كفاءة الابتدائيات المتغذية على البكتريا اضافة الى ضوء النهار الساطع الذي قد يكون له تاثير مميت في البكتريا.

ان التنقية الذاتية لماء البحر الملوث بالمياه القذرة قد يحتاج الى ضعف الوقت الذي تحتاجه المياه الداخلية ويعود السبب في ذلك الى ان اعداد الاحياء المجهرية في المياه القذرة تقل في البحر بسرعة اكبر من الملوثات والسبب يعود الى تثبيط ماء البحر من فعالية العديد من الاحياء المجهرية غير المحبة للملوحة وقد يموت العديد منها بسرعة.

قد تتعطل عمليات التنقية الذاتية للمياه عندما تدخل فيها المواد السامة التي قد تكون موجودة في المياه القذرة حيث تؤدي الى موت الاحياء التي تقوم بعمليات تحويل المركبات المختلفة الى معادنها وهذا يحصل خاصة مع مركبات المعادن الثقيلة والسيانيد والسموم العضوية.

البكتريا المحللة للهيدروكاربونات لها دور مهم في تنقية المياه الملوثة بالزيوت والنفط وعلى الرغم من ان مكونات الزيوت والتي هي قابلة للذوبان في الماء تتحلل بسرعة بفعل الاحياء المجهرية ولكم الطبقات والبقع الزلقة للزيوت تتحلل من السطح فقط. للبكتريا القدرة على التغلغل في هذه الطبقات والبقع ولكنها لا تستطيع التكاثر هناك فلذلك فان الطبقات الرقيقة وحدها من الدهون هي التي تتحلل بسرعة فقط. تكون اعداد البكتريا المحللة للزيوت عالية في اشهر الصيف في المياه الملوثة بالزيوت خاصة قرب الموانئ حيث تكون انشط كثيرا في الدرجات الحرارية العالية خاصة اذا كان تركيز المواد الغذائية اللاعضوية مثل مركبات الفسفور والنتروجين عالية ايضا.

ان دور الاحياء المجهرية صغير جدا في المياه شديدة التلوث بالزيوت فعندما تتكون الطبقات الكثيفة من الزيوت كنتيجة للكوارث في ناقلات النفط مثلا، تستطيع الاحياء المجهرية تحليل هذه الطبقات ببطء شديد ومن السطح فقط ومع هذا فان الاحياء المجهرية دورا فعالا في تحليل الزيوت.

ان اهم انواع البكتريا المسؤولة عن تحلل الزيوت في الظروف اللاهوائية هي *Desulfovibrio desulfouricans* بشرط وجود كبريتات بكميات كافية. اما في الظروف الاعتيادية فان انواع عديدة من البكتريا واحيانا من الفطريات لها دور في التحلل المايكروبي للزيوت، وقد استعادت مياه بعض الانهار فائدة كبرى لكونها حاوية تجمعات غنية بالبكتريا والفطريات القادرة على تحليل الهايدروكاربونات لما لها من دور كبير في تنقية المياه القذرة الاتية من الزيوت. ان للفطر *Nocardia rubra* دورا مهما في تنقية المياه القذرة الحاوية على الفينول ومركباته الاتية من الصناعات الكيمياوية ومن المستشفيات فهي قادرة على تحليل الفينول الموجود في المياه بسرعة وخاصة في الاشهر الدافئة.