أهمية الكتاب

إن نزايد سكان المناطق الحضرية وزيادة تغطية هذه المناطق بإمدادات المياه والصرف الصحي المنزلي تؤدي إلى وجود كميات أكبر من مياه الصرف الصحي البلدية. ومع زيادة التركيز الحالي على قضايا التلوث وعلى صحة البيئة والمياه ، أصبح هناك وعي متزايد للحاجة إلى التخلص من هذه المياه بشكل آمن ومفيد . واستخدام المخلفات المائية في الزراعة يمكن أن يكون من الاعتبارات الهامة عند التخطيط للتخلص منها في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. إن التخطيط السليم لاستخدام مياه الصرف الصحي البلدية يخفف من مشاكل تلوث المياه السطحية وليس فقط يحافظ على موارد مياه ثمينة ولكنه يأخذ أيضا في الاعتبار الاستفادة من العناصر الغذائية الموجودة في مياه الصرف الصحي والصالحة لتغذية المحاصيل . وتوفر هذه المياه الإضافية بالقرب من المراكز السكانية يؤدي إلى وجود فرصة للمزارعين لاختيار نوعية المحاصيل الـتي يمكن أن يزرعونها . و محتوى مياه الصرف الصحي من النيتروجين والفوسفور يمكن أن يؤدي إلى خفض أو ربما إلغاء استخدام الأسمدة التجارية. ومن المفيد الأخذ في الاعتبارالنظر في إعادة استخدام النفايات السائلة أثناء التخطيط لتجميع هذه المياه ومعالجتها والتخلص منها بح يث يمكن تحسين تصميم النظام على صعيد النقل والمعالجة . وعلى كل حال وحتى لا يبدوا كلامنا متجهاً نحو

جعل الأمور تبدوا سهلة وواعدة اقتصادياً في كل الأحوال، فيجب أن نوضح أن تكلفة نقل النفايات السائلة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي إلى الأراضي الزراعية البعيدة دون صرفها في مجاري المياه السطحية عادة ما تكون عالية التكاليف . ومن ناحية أخرى، فإن تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي لتصريف مياه المجاري المعالجة في المياه السطحية قد لا تكون دائما ملائمة للاستخدام الزراعي، أي أن تقنيات المعالجة تختلف باختلاف الغرض الذي سوف ت ستخدم فيه المياه التي تم معالجتها. كثير من البلدان أخذت في الاعتبار إعادة استخدام المخلفات المياه كأحد الموارد المائية الهامة . وفي المناطق القاحلة في استراليا والولايات المتحدة تستخدم مياه الصرف الصحي في الزراعة، ويؤدي ذلك إلى ارتفاع جودة المياه المستخدمة للشرب. وبعض البلدان، مثل المملكة الأردنية الهاشمية والمملكة العربية السعودية، لديها سياسة وطنية لإعادة استخدام المخلفات المائية المعالجة في الزراعة وأحرزت بالفعل تقدما كبيرا نحو هذا الهدف . وقد تطوراستخدام مياه الصرف الصحي في الصين ، في مجال الزراعة بشكل سر يع منذ عام 1958 وأدى ذلك إلى أن أكثر من 1,33 مليون هكتار حاليا أصبحت تروى بمياه المجاري . ومن المسلم به عموما أن استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة له ما يبرره على أسس زراعية واقتصادية ولكن يجب توخي الحذر لتقليل الآثار الضارة بالصحة والبيئة . وكمثال على أهم ية

استخدام مياه الصرف بعد معالجتها في مجال الزراعة فإن المدينة التي يبلغ عدد سكانها 500،000 واستهلاك المياه فيها 200 لتر / للشخص الواحد في اليوم سوف تنتج ما يقرب من 85000 متر مكعب /يوم من مياه الصرف الصحي ، على افتراض تدفق 85 ٪ لنظام الصرف الصحي العام . فإذا تم استخدام المخلفات المائية المعالجة في الري بعناية بمعدل تطبيق 5000 متر مكعب/ هكتار / سنة فإن مساحة 6000 هكتار يمكن ريها . وبالإضافة إلى الفائدة الاقتصادية للمياه فإن قيمة المخلفات المائية كسماد لها أهمية كبيرة أيضاً، وقد وجد أن متوسط التركيزات النموذجيةة من المغذيات في مياه الصرف الصحي المعالجة الناتجة من عمليات معالجة مياه الصرف الصحي التقليدية على النحو التالي:

النيتروجين 50 ملجم / لتر، الفوسفور 10 ملجم / لتر، والبوتاسيوم 30 ملجم / لتر. وبافتراض معدل تطبيق 5000 متر مكعب/ هكتار / سنة، فإن مساهمة المخلفات المائية من الأسمدة هي كما يلي : النيتروجين 250 كجم / هكتار/ عام، الفوسفور 50 كجم / هكتار/ عام، والبوتاسيوم 150 كجم / هكتار/ عام. وهكذا فإن كل النيتروجين وجزء كبير من الفوسفور والبوتاسيوم اللازمة عادة لإنتاج المحاصيل الزراعية من النفايات السائلة سوف يتم تـوفيرها. وبالإضافة إلى ذلك، فإن المغذيات الدقيقة القيمة الأخرى والمواد العضوية الموجودة في المخلفات المائية سوف توفر فوائد إضافية. إن

معالجة المخلفات المائية بحيث تعود مرة أخرى صالحة للاستخدام هو هدف له علاقة بالحصول على بيئة نظيفة والحفاظ على الصحة العامة، كما أنه هدف اقتصادي هام وهذا ما جعل الدول المتحضرة تنفق مليارات الدولارات على معالجة المخلفات البيئة . وقوانين البيئة في هذه الدول صارمة جداً ولا يوجد تهاون على الإطلاق في تلويث البيئة، ولقد قمت بزيارة عدد كبير من محطات معالجة المخلفات المائية في ألمانيا ورأيت تقدم غير عادي في هذا المجال حتى أن مياه المجاري تكاد تكون صالحة للاستخدام الآدمي بعد المعالجة وذلك قبل أن يسمح لها بالصرف في الأنهار . وفي كثير من دول الشرق الأوسط ومنها مصر أنفقت مليارات من الدولارات على مشاريع معالجة مياه المجاري، وعلى الرغم من ذلك لا نستطيع أن نقول أن هناك معالجة حقيقية لمياه المجاري وإنما هي في الحقيقة مجرد تجميع للمخلفات المائية من المنازل لكي يتم في النهاية صرفها في الأنهار بعد معالجة بدائية وغير كافية، بل في كثير من الأحيان يتم تجميع هذه المخلفات ثم صرفها في مصادر المياه الطبيعية دون أي معالجة على الإطلاق.

إن المكتبة العربية في حاجة ماسة إلى مراجع باللغة العربية تتناول بالتفصيل كل ما يتعلق بخصائص المخلفات المائية ومصادر التلوث المختلفة وطرق المعالجة المختلفة،

ولذلك فإنني أقدم هذا الكتاب راجيا من الله سبحانه وتعالى أن يكون مفيداً ل طلاب الجامعة وطلاب الدراسات العليا في مصر والعالم العربي.

فصول هذا الكتاب

يقع هذا الكتاب في سبعة فصول وعدد صفحاته 250 صفحة، والفصل الأول عبارة عن مقدمة عامة عن أهمية الكتاب وأهم أقسام تلوث المياه وهي التلوث الفيزيائي، والتلوث الكيميائي، والتلوث البيولوجي، والتلوث الإشعاعي، ويعطي الفصل الأول نبذة عن أهمية معالجة المخلفات النائية من الناحية الصحية والبيئية والاقتصادية.

يتناول الفصل الثاني خصائص المخلفات المائية، ذلك لأن فهم طبيعة المخلفات المائية ضرورة ملحة في تصميم عمليات تجميع ومعالجة وصرف المخلفات المائية بعد المعالجة, كما أن فهم هذه الأمور يحدد أيضاً مدى جودة البيئة التي نعيش فيها . وتتضمن مواصفات المياه مجموعة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية . وتشمل الخصائص الفيزيائية التي تناولها هذا الفصل ا لمواد الصلبة الكلية ، الروائح، الحرارة، و اللون، وتشمل الخصائص الكيميائية مدى ما تحتويه المخلفات المائية من المادة العضوية ، البروتينات، المواد الكربوهيدراتية ، المواد غير العضوية الذائبة ، الدهون، الزيوت والشحم ، المواد النشطة سطحياً Surfactants، الفينولات، المبيدات

والكيماويات الزراعية ، و المعادن الثقيله. أما الخصائص البيولوجية للمخلفات المائية التي تناولها هذا الفصل فتشمل أنواع الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا الفطريات، البروتوزوا، الطحالب، الفيروسات كائنات الكوليفورم Coliform Organisms، الكائنات الممرضة.

الفصل الثالث تناول أهم القياسات اللازمة قبل معالجة المخلفات المائية ، وبالتالي كان لابد من تناول التركيب التقليدي للمخلفات المائية المنزلية ، وكذلك كيفية جمع عينات القياس وكيفية حفظها لحين إجراء القياسات . وأهم القياسات التي تناولها هذا الفصل هي قياس المادة العضوية ، وقياس المتطلبات الحيوية من الأكسجين Biological Oxygen Demand (BOD)، و اختبار المتطلبات الكيماوية من اللأكسجين Chemical Oxygen Demand (COD)، و قياس الكربون الكلي العضوي ، وقياس المتطلبات الكلية من الأكسجين Total Oxygen Demand (TOD). ثم تناول هذا الفصل العلاقة بين القياسات السابقة، كما تناول أهمية قياس الـــ pH و الكلوريدات، و القلوية، و الفوسفور، و الكبريت، و المركبات السامة، و المعادن الثقيلة ، والغازات، و اختبارات القياسات الحيوية.

الفصل الرابع من هذا الكتاب تناول بالتفصيل مصادر ا لمخلفات المائية ، ومدى خطورتها وأنواع الملوثات التي تحتويها . ومصادر المخلفات المائية التي شملها هذا الفصل هي المخلفات المائية الزراعية التي يندرج تحتها مخلفات الحيوانات– السائلة والصلبة، وسوائل السيلاج، والسوائل المتخلفة عن استخدام المبيدات ، و مخلفات حلب اللبن وذبح الحيوانات ، و المخلفات المائية لغسل الخضروات والحرائق ، كما تناول المخلفات المائية الصناعية التي يندرج تحتها المخلفات المائية الناتجة عن صناعة الحديد والصلب ، والمخلفات المائية ل لمناجم والمحاجر ، والمخلفات المائية لصناعة الأغذية، و المخلفات المائية لصناعة الكيماويات العضوية المعقدة ، و المخلفات المائية للصناعات النووية، و المخلفات المائية الناتجة عن معالجة المياه . وأخيراً تناول هذا الفصل المخلفات المائية المنزلية فيما يعرف لدى العامة بمياه الصرف الصحي.

الفصل الخامس يتناول أهداف معالجة المخلفات المائية ، و تقسيم وتطبيق طرق معالجة المخلفات المائية ، و معايير عملية التحميل أو التصميم *Process loading criteria* وهي المفاتيح التي على أساسها يتم اختيار حجم كل وحدة معالجة وكل عملية في المشروع . بعد ذلك يتناول هذا الفصل طرق المعالجة الفيزيائية بالتفصيل وتشمل الغربلة، الخلط ، التلبد Flocculation، و الترسيب، و التعويم Flotation، والترشيح. كما يتناول هذا الفصل عمليات المعالجة الكيماوية بالتفصيل وتشمل التخثر،

والترسيب الكيماوي، وتحولات الغاز Gas Transfer، و الادمصاص ، والتطهير بأنواعه المختلفة.

ونظراً لأن المعالجة البيولوجية للمخلفات المائية هي أهم طرق المعالجة فقد تم تخصيص فصلين كاملين في هذا الكتاب للمعالجة البيولوجية وهما الفصل السادس والفصل السابع.

يتناول الفصل السادس معلومات ميكروبيولوجية تهم العاملين في عمليات الوحدة البيولوجية. وقبل الخوض في هذه المعلومات رأى المؤلف أن يعطي فكرة عن بعض التعبيرات الشائعة في مجال المعالجة البيولوجية مثل العمليات الهوائية *Aerobic processes* ، والعمليات غير الهوائية *Anaerobic processes* ، وعكس التأزت اللاهوائي *Anoxic denitrification* ، والعمليات الاختيارية *Facultative processes* ، والكائنات المحبة لقليل من الهواء *Microaerophils* ، وإزالة المواد الكربونية *Carbonaceous BOD removal*، والتأزت *Nitrification* ، وعكس التأزت *Denitrification* ، وحالة الاستقرار *Stabilization* ، والما دة الأولية *Substrate*.، وعمليات النمو المعلق *Suspended-growth processes*، وعمليات النمو العالق *Attached-growth processes* ، والمتطلبات الكيماوية من الأكسجين Chemical Oxygen Demand (COD) ، والمتطلبات الحيوية من الأكسجين

Biological Oxygen Demand (BOD) . ثم تناول هذا الفصل أيضاً بعض أساسيات علـــم الميكروبيولوجي مثل التمثيل الميكروبي Microbial Metabolism، والإنزيمات الميكروبية، ومصادر الكربون والطاقة، وهدم المواد الكربوهيدراتية ، وأطوار نمو البكتيريا.

الفصل السابع تناول بالتفصيل أهم وأشهر عمليات المعالجة البيولوجية للمخلفات المائية وهي عمليات المعالجة بالنمو المعلق الهوائي وتشمل عملية الحمأة المنشطة The activated sludge process ، وعملية التأزت بالنمو المعلق The suspended-growth nitrification process، و البحيرات الهوائية Aerated lagoons ، والهضم الهوائي The aerobic digestion process. كما تشمل المعالجة البيولوجية عمليات المعالجة بالنمو الهوائي العالق Aerobic attached-growth treatment processes مثل استخدام مرشح التقطر Trickling filter، و الموصلات الحيوية الدوارة Rotating biological contactor (RBC). وتشمل المعالجة البيولوجية أيضاً الهضم اللاهوائي Anaerobic digestion الذي يتناول بالتفصيل مراحل هذا الهضم وتطبيقاته ومنتجاته وأهمها الغاز الحيوي . وأخيراً تناول هذا الفصل بعض العمليات البيولوجية الأخرى شائعة الاستخدام مثل عكس التأزت Denitrification و التأزت وعكس التأزت ا لمتزامنين Simultaneous nitrification and

Anaerobic وعملية أكسدة الأمونيا لاهوائياً denitrification (SND)

ammonium oxidation (Anammox) process، والإزالة البيولوجية للفوسفور.