جامعة الأكاديميين العرب
Arab Academic University

الهندسة البيئية
Environmental Engineering

د/ عامر بن محسن الصبري

2024 – 2023م

Lecture No. 7

معالجة المياه العادمة

Wastewater Treatment

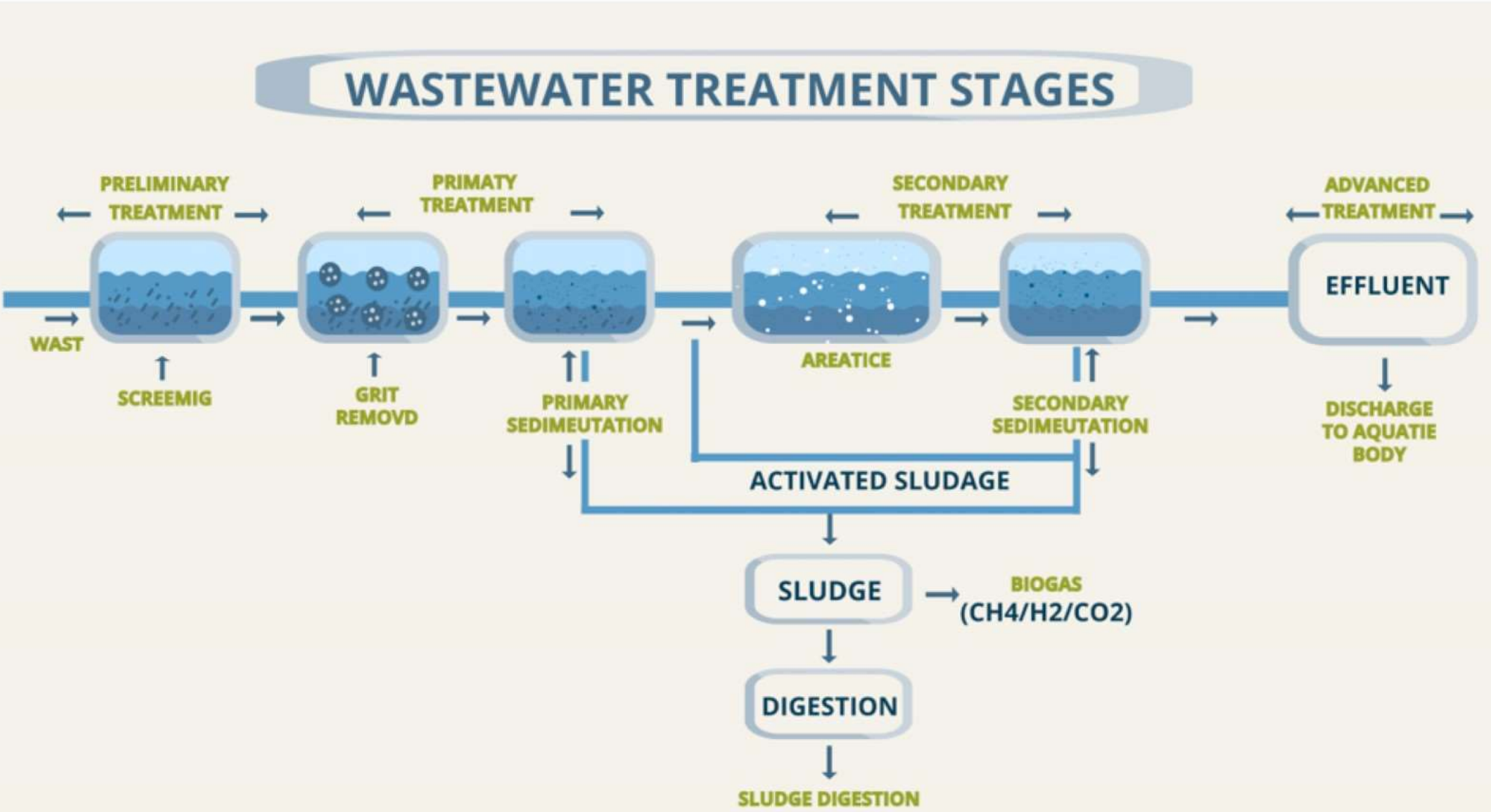
معالجة المياه العادمة
Wastewater Treatment

- تعرف بأنها عملية معالجة المياه التي تنتج عن استخدامات مختلفة في المجتمع، مثل المياه التي تنتج عن الصرف الصحي البشري والصناعي.
- تهدف عملية معالجة المياه العادمة إلى تحسين جودة المياه العادمة وجعلها صالحة للتخلص منها بشكل آمن في البيئة أو إعادة استخدامها في الزراعة أو الصناعة. تعتبر معالجة المياه العادمة عملية حيوية للحفاظ على البيئة والحد من تأثيرات التلوث على الموارد المائية.
- تتكون عملية معالجة المياه العادمة من عدة مراحل وعمليات، وقد تختلف العمليات المستخدمة اعتمادًا على نوع الملوثات وتركيزها في الماء العادم.

العمليات الشائعة في معالجة المياه العادمة

Aerial photo of Kuryanovo wastewater treatment plant in Moscow, Russia

العمليات الشائعة في معالجة المياه العادمة



1. المعالجـــــة التمهيديـــــة
(Preliminary Treatment)

الغربلة الشريطية (Bar Screening)

تعتبر الغربلة من المعالجات الأولية للمياه العادمة. وتهدف إلى وحدات المعالجة النهائية، مثل المضخات والأنابيب والعمليات البيولوجية، من التلف أو الانسداد.

تمر المياه العادمة مثل مياه الصرف الصحي عبر سلسلة من القضبان الرأسية أو المائلة تسمى الحواجز الشريطية، مع وجود فجوات بأحجام مختلفة. تلتقط القضبان الأجسام الكبيرة مثل العصي والخرق والمواد البلاستيكية وغيرها من الحطام. يتم بعد ذلك رفع المواد المجمعة أو تجريفها ميكانيكيًا للتخلص منها.

2. المعالجـــــة الأوليـــــة (Primary Treatment)

إزالة الحصى (Grit Removal)

إزالة المواد غير العضوية الثقيلة مثل الرمل والحصى والمعادن وكسر الزجاج عن طريق الترسيب في غُرف تسمى " غُرف حَجز الحصى".

إزالة الشحوم (Fat Removal)

يتم التخلص من الشحوم والزيوت في حوض تبقى فيه المياه العادمة لفترة تتراوح من 5 – 10 دقائق، مع إمداد الحوض بالهواء المضغوط لتعويم الزيوت والشحوم، كما أن إضافة الكلور يساعد على سرعة إزالة الزيوت والشحوم.

الترسيب الأولي (Primary Sedimentation)

تترسب الحمأة الأولية (Sludge) في القاع وتصعد المواد العائمة والشحوم والزيوت إلى السطح ليتم كشطها، وإنتاج سائل متجانس بشكل عام يمكن معالجته بعد ذلك بيولوجيا.

3. المعالجـــــة الثانويـــــة (Secondary Treatment)

وتُعرف بالمعالجة البيولوجية (Biological Treatment)، وتشتمل على التهوية والترسيب الثانوي:

التهوية (Aeration)

يتم إدخال الهواء إلى حوض التهوية عن طريق المراوح، وذلك لتزويد البكتيريا بالأكسجين اللازم لأكسدة المواد العضوية المذابة وتحويلها من الصورة الذائبة إلى مواد قابلة للترسيب.

الترسيب الثانوي (Secondary Sedimentation)

تترسب المواد العضوية في حوض الترسيب الثانوي لتشكل الحمأة المنشطة (Sludge)، وسميت بالمنشطة لأن البكتريا لا تزال نشطة.

أحواض الترسيب

الحمأة (Sludge)

معالجة الحمأة (Sludge Treatment)

تعتبر الحمأة مورد يمكن الاستفادة منه في توليد الطاقة الكهربائية، وتصنيع السماد العضوي، وذلك من خلال معالجتها بالطرق التالية:

التثخين (Thickening):

تُجمع الحمأة الناتجة من عمليات الترسيب الأولي والثانوي لتكوين تكتلات أكبر وأكثر سرعة في الترسيب. بعد ذلك، تُكثّف الحمأة الأولية حتى تحتوي على نحو 10% مواد صلبة، بينما تُكثف الحمأة الثانوية حتى تحتوي على نحو 4% من مواد صلبة.

معالجة الحمأة (Sludge Treatment)

نزع الماء (Dewatering):

وهي عملية إزالة المياه والرطوبة الزائدة لتقليل حجمها، وتحسين ثباتها، وتقليل تكلفة نقلها، أو لتحسين ملاءمتها لعملية التسميد.
هناك عدة طرق لنزع المياه من الحمأة، منها:

- النزع الميكانيكي مثل أجهزة الطرد المركزي ومكابس الترشيح.
- إضافة مواد كيميائية مثل كبريتات الألمونيوم "الشب" والجير.
- التجفيف الحراري.
- التجفيف الحيوي باستخدام الكائنات الحية الدقيقة لتفكيك المواد العضوية وتوليد الحرارة، مما يؤدي إلى تجفيف الحمأة.

معالجة الحمأة (Sludge Treatment)

الهضم (Digestion): تفسخ المواد العضوية الموجودة في الحمأة

- **هضم لا هوائي (Anaerobic Digestion): حيث يتم تعريض الحمأة إلى ظروف بيئية خالية من الأكسجين، فتنشط البكتيريا اللاهوائية وتفسِّد المواد العضوية وتحوِّلها إلى غاز الميثان وثاني أكسيد الكربون. يمكن استغلال غاز الميثان الناتج عن هضم الحمأة كمصدر للطاقة. يؤدي استمرار التهوية والهضم إلى سهولة فصل المواد الصلبة من المياه، ويختلف**

- **هضم هوائي (Aerobic Digestion): حيث يتم تعريض الحمأة إلى ظروف بيئية تحتوي على الأكسجين، ما يؤدي إلى نشاط البكتيريا الهوائية التي تحتاج إلى الأكسجين لتفسيد المواد العضوية وتحويلها إلى ثاني أكسيد الكربون.**

استخدامات الحمأة

إنتاج السماد العضوي:

بعد إزالة الرواسب المجففة من أحواض التجفيف الرملية، تخزن على شكل أكوام مربعة مستوية السطح بارتفاع حوالى 1 متر، ثم تغطى بطبقة من الرمل بسمك حوالى 3 سنتيمترات لمنع احتمال توالد الذباب على سطحها، وتترك لمدة 20 - 40 يوم، حيث يحدث لها تخمير جزئي بفعل البكتريا والرطوبة المتبقية، ويرتفع درجة حرارتها إلى نحو 70 درجة مئوية بما يسهم في الحد من انتشار بويضات الطفيليات، وتصبح جاهزة للاستخدام كسماد عضوي يحتوي على مواد عضوية (55 - 75%)، مواد غير عضوية (25 - 45%)، زيوت ودهون (5 - 25%)، بروتين (5 - 20%)، نتروجين (1 - 3%) وفسفور (0.5 - 1.5%).

استخدامات الحمأة

إنتاج الغاز الحيوي:

تستخدم الحمأة المعالجة لإنتاج الغاز الحيوي الذي يمكن استخدامه كمصدر للطاقة، و الغاز الحيوي خليط من غاز الميثان وثاني أكسيد الكربون محدودة الكمية يمكن تحويلها إلى حرارة أو كهرباء.

Ukraine, Nijhuis delivered one of the largest biogas plant of Europe

4. المعالجـــــة الثالثـــــة
(Secondary Treatment)

وتُعرف أيضاً بالمعالجة المتقدمة (Advanced Treatment)، وتهدف إلى تلبية متطلبات عمليات المعالجة الكلية للوصول إلى جودة المياه المطلوبة من حيث المتطلبات البيئية لإعادة استخدامها، وفيما يلي طرق المعالجة الثالثة:

- التخثير والتنديف (Coagulation & Flocculation)
- الترشيح الحبيبي (Particle Filtration)
- الترشيح الغشائي (Membrane Filtration)
- التعقيم (Disinfection)

ملحوظة: تفاصيل هذه الطرق في المحاضرة رقم (5) والمحاضرة رقم (6)

تطبيقات المياه بعد المعالجة الثالثة

- الري: ري المحاصيل الزراعية وملاعب الجولف والمتنزهات.
- الاستخدام الصناعي: في العمليات الصناعية مثل أبراج التبريد، وتغذية الغلايات، وعمليات التصنيع.
- تغذية المياه الجوفية: إعادة تغذية المياه الجوفية، حيث يتم حقنها في طبقات المياه الجوفية لتجديد إمدادات المياه الجوفية.
- التفريغ البيئي: تصريف المياه المعالجة في البيئة، مثل الأنهار أو البحيرات، دون التسبب في ضرر على الصحة العامة أو البيئة.
- مياه الشرب: استخدام المياه المعالجة بطريقة التناضح العكسي والأكسدة المتقدمة والتعقيم.

NEXT WEEK

LECTURE (8)

Soil Pollution