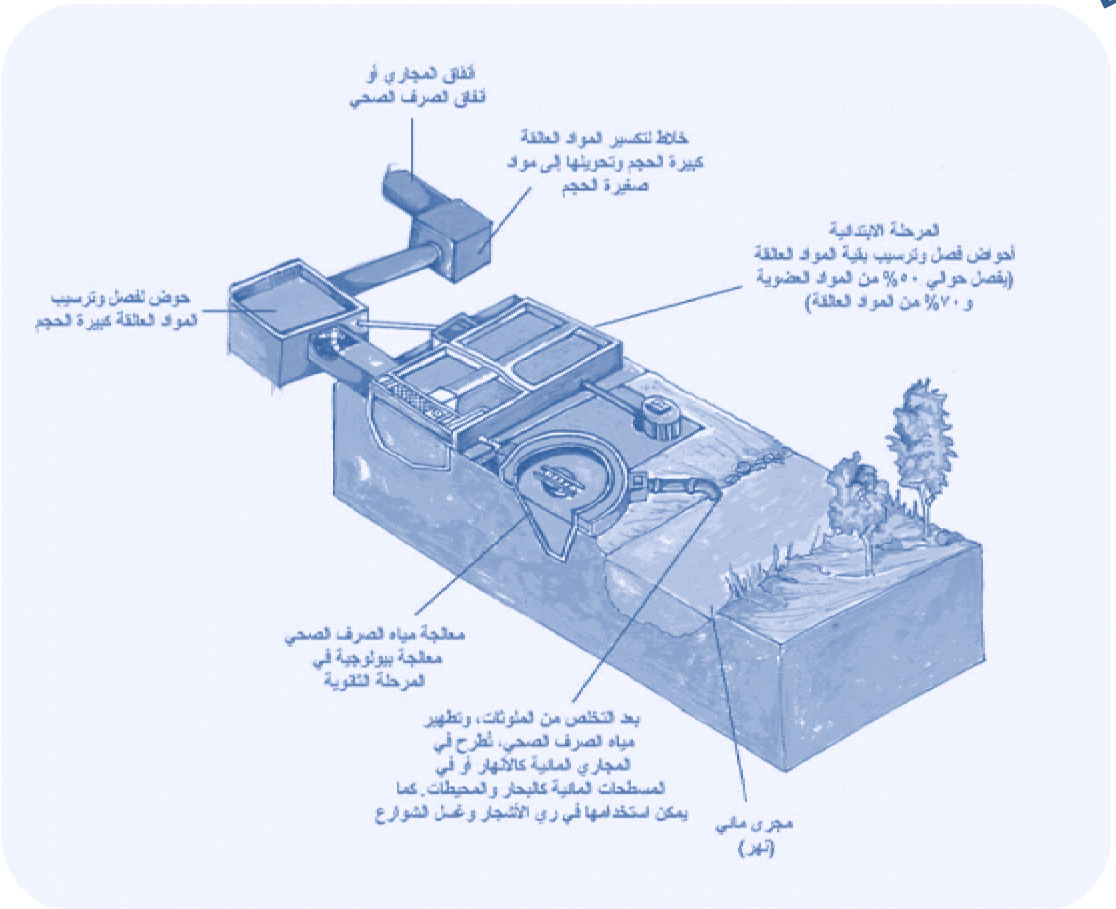
جامعة حلب
كلية الهندسة التقنية
قسم تقانات الهندسة البيئية

مشروع لنيل درجة الإجازة في الهندسةالتقنية:

تشغيل واستثمار محطات معالجة مياه الصرف الصحي



بإشراف الدكتورة المهندسة : فاطمة جعارة
تقديم الطالبة : رشا خلف العبدالله

الفصل الأول
مياه الصرف الصحي

- أهمية الهندسة البيئية.
- تعريف مياه الصرف الصحي.
- كمية مياه الصرف الصحي.
- تغيرات مياه الصرف الصحي.
- مواصفات مياه الصرف الصحي:
  - ١ - الفيزيائية.
  - ٢ - الكيميائية.
  - ٣ - البيولوجية.
- تركيز الملوثات الهامة في مياه المجاري.
- المعايير الدولية لتفريغ مياه الصرف إلى الكتل المائية.

١ - ١ -أهمية الهندسة البيئية(٥):

يساهم تطبيق علم الهندسة البيئية في دفع عجلة التقدم والرقي للمجتمعات والبلدان، كون هذا العلم ذو علاقة مباشرة بالصحة العامة وبالمحيط الذي يعيش فيه الإنسان.

ويمكن تلخيص أهمية الهندسة البيئية بالنقاط التالية:

١ - التقليل أو التخلص من أثار التلوث الناتج عن صرف المياه المهدورة إلى المصادر المائية المختلفة وكذلك حماية المياه الجوفية وذلك بصرف المياه بعد معالجتها وتخليصها من المواد الضارة.

٢ - الحفاظ على الصحة العامة من حيث الحد من انتشار الأمراض والأوبئة المختلفة ومكافحة الحشرات المسببة لها والتي قد تنتج عن التصريف غير السليم للمياه المهدورة.

٣ - حماية المباني والمنشآت المختلفة من التأثير الضار للمواد المختلفة الموجودة في المياه

المهدورة وخاصة تأثير المواد الكيميائية على الأساسات.

٤ - التقليل من معدل الاستنزاف الحادث للمياه الجوفية يسبب ضخها للإغراض الزراعية وذلك باستخدام المياه الناتجة من محطات المعالجة في الزراعة.

٥ - الحفاظ على حياة الكائنات " الأحياء المائية والأسماك" فعند تصريف مياه الصرف إلى الأنهار والبحيرات دون دراسة وافية يؤدي إلى القضاء تدريجياً على مظاهر الحياة فيها.

١ - ١ - ١ - وظائف مشروع الصرف الصحي(٥):

من أهم وظائف مشروع الصرف الصحي:

١ - جمع مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار من التجمعات السكانية والمصانع حصول إزعاجا للسكان أو تهديداً لصحتهم.

٢ - معالجة المياه الناتجة عن الاستخدامات المختلفة إلى الحد الذي يمنع أي أذى ويزيل أي خطر قد يهدد حياة الإنسان أو النبات وبشكل عام لا يهدد ولا يؤثر على سلامة البيئة.

٣ - يجب تحقيق الوظائف المذكورة مع الحد قدر الإمكان من كلفة إنشاء وتشغيل هذه المنشآت والمشاريع بحيث لأتشكل عبئاً كبيراً على الاقتصاد الوطني.

١ - ٦ - ٢ - أقسام مشروع الصرف الصحي(٥):

يتألف مشروع الصرف الصحي من الأجزاء التالية:

١ - الشبكة الداخلية Pumping: وظيفتها جمع مياه الصرف ضمن الأبنية ونقلها إلى خارج حدود البناء.

٢ - الشبكة الخارجية Sewer: الهدف منها جمع مياه الصرف من الأبنية المختلفة، ونقلها إلى حدود التجمع السكاني، تتألف هذه الشبكة عادةً من مجموعة من الأنابيب المغلقة تسير المياه ضمنها بالراحة – إي تعمل هيدروليكياً كأفنية مكشوفة.

٣ - المنشآت الملحقة Sewer appetencies: هي منشآت خاصة مركبة على الشبكة الخارجية الهدف منها المساعدة على تسهيل عمل الشبكة وتنظيفها واختراقها للعوائق الطبيعية والإنسانية ومثالها: غرف التفتيش، المفيدات، أحواض الدفق، السيفونات المقلوبة (الجسور المائية).

٤ - محطات الضخ Pumping station: وهي منشآت تحتوي على مضخات تقوم برفع المياه من المنسوب المنخفض إلى أعلى في حالات خاصة، كما تحتوي على التجهيزات الملحقة بالمضخات.

٥ - خطوط الفتح Force amines: وهي أنابيب تصل محطات الضخ إلى الأجزاء التالية لها من الشبكة، وهذه أنابيب تعمل تحت الضغط.

٦ - محطات المعالجة Wastewater treatment plants: وتهدف إلى تخليص مياه الصرف من خواصها السلبية، وتحويلها إلى مياه نظيفة نسبياً صالحة للزراعة أو إعادتها إلى المصادر المائية، دون التأثير سلباً على خواص مياه المصادر المائية أو على التوازن البيئي المسيطر فيها.

١ - ٢ - تعريف مياه الصرف waste water(١)(٢)(٣):

تعرف مياه الصرف الصحي هي بأنها مياه تحتوي على شوائب وأحياء مجهرية وعضوية كما ويطلق تعبير مياه الفضلات على كافة أنواع المياه المبتذلة الناجمة عن مختلف الفعاليات تتشكل مياه الفضلات عامة من حوالي (٩٩٪) من الماء وحوالي (١ ٪) من الشوائب والملوثات الضارة ويطلق تعبير مياه المجاري (Sewage) عادة على مياه الفضلات المنقولة بشبكة المجاري العامة إلى محطة المعالجة أو إلي أي مصب طبيعي

بعيداً عن المدينة وتنتج نتيجة استهلاك المياه النقية من قبل الأفراد، يتم جمع مياه الصرف من عدة مصادر وتعتمد الكميات التي يتم جمعها من تلك المصادر على نوعية نظام الجمع من مصادر تلك المياه:

١- مياه استعمالات الأغراض المنزلية (Domestic) والتجارية (Commercial) وغيرها كالمدارس والفنادق والمطاعم.

٢- مياه الاستعمالات الصناعية (Industrial) بكل أنواعها.

٣- مياه الأمطار في حالة دمج شبكة المجاري بشبكة تصريف السيول.

٤- المياه المتسربة من عدة مصادر مائية وخاصة المياه الجوفية.

ومياه الصرف الصحي تعتبر خطراً على الصحة العامة لما تحتويه من أحياء مجهرية وبكتيريا تسبب الأمراض بالإضافة إلى الرائحة التي تصدر من مياه الصرف الصحي. لذلك يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لتجميع ونقل ومعالجة مياه الصرف الصحي بطريقة آمنة للمحافظة على جمال الطبيعة وصحة المجتمع.وللتخلص من مياه الصرف الصحي يتم إنشاء شبكة صرف صحي (Sewerage System) لتجميعها ونقلها إلى محطة المعالجة (Treatment Plant) للتخلص من مكونات هذه المياه من شوائب وميكروبات بسرعة بحيث لا يحدث تحلل للمواد العضوية في مياه الصرف الصحي قبل وصولها إلى محطة المعالجة ومعالجتها وتحويلها إلى نواتج لا تشكل خطر على الإنسان واستخدام هذه النواتج في الزراعة.

١ - ٣ - كميات مياه الفضلات(١)(٣):

تشكل مياه الفضلات حوالي (٨٠ ٪) من المياه العذبة المستهلكة في المدينة ومن أجل ذلك يتم تحديد كميات مياه الفضلات حسب عدد السكان الحالي والمتوقع عند نهاية الفترة التصميمية لأي مشروع لتنفيذ مشروع صرف صحي (شبكات – محطات معالجة) و بالاستناد إلى الاستهلاك الإجمالي من المياه لكل فرد في المنطقة المدروسة يتم حساب الكميات الإجمالية من مياه الفضلات الناجمة عنها. فمثلا" في سورية يبلغ معدل صرف الشخص باليوم حوالي ١٤٥ ليتر بالمدن و ٩٥ ليتر بالريف. حيث يحسب مقدار الاستهلاك المائي الفردي اليومي الوسطي للسكان وتغيرات هذا الاستهلاك خلال الفترة التصميمية

كما تتضمن مياه الصرف المنزلية مياه استخدامات المطابخ والحمامات ومياه غسيل الملابس بالإضافة إلى أية نفايات يرميها الإنسان عمدا أومن حوادث انسكابات في نظام شبكة الصرف الصحي.وان حجم مياه الصرف الصحي بشكل عام هو حوالي ٢٠٠ لتر للشخص، ولكن يختلف مجال التدفق من قيمة أصفرية تعادل ٢٠% من القيمة الوسطية لتدفق الطقس الجاف إلى قيمة أعظمية تعادل ٤٠٠% من القيمة الوسطية لتدفق الطقس الجاف في المجتمعات السكنية الصغيرة.وحوالي ٢٠٠% من اجل المجتمعات الكبيرة.

أما مياه الصرف الصناعية فتختلف كما ونوعا باختلاف الصناعات المنتجة لها في المنطقة المخدمة، كما تختلف كميات مياه العاصفة المطرية التي تصل المحطة مع مياه الصرف الصحي حسب درجة الفصل بينها.

الجدول (١ - ١) توزع الأستهلاكات المائية في المدن الكبرى

نوع الاستخدام	النسبة المئوية من الاستهلاك الكلي للمياه %
منزلية	٤٤
صناعية	٢٤
تجارية	١٥
خدمات عامة	٩
ضياعات من الشبكة	٨
المجموع	١٠٠

ولابد من الإشارة إلى أن هذه النسب تختلف كثيرا بحسب طبيعة المدن على المستوى الصناعي، إذ قد يزداد الاستخدام الصناعي عن ٥٠%في المدن الصناعية الكبرى في حين ينخفض هذا الاستهلاك إلى اقل من١٠% في المدن غير الصناعية كما في الجدول(١ - ١).

١ - ٤ - تغيرات كمية الفضلات أو مياه المجاري(١)(٣):

تتغير كمية مياه الفضلات المطروحة في شبكة المجاري العامة بتغير معدلات الاستهلاك المائي ولذلك يختلف مُعدل تصريف مياه الفضلات باختلاف الفترات الزمنية:

- ساعات اليوم: يزداد خلال ساعات الذروة الصباحية والمسائية ويقل بقية اليوم.
- أيام الأسبوع: يزداد في أيام نهاية الأسبوع عن بقية الأيام.
- فصول السنة: يزداد خلال فصل الصيف ويتناقص خلال فصل الشتاء.وتزداد حدة هذه التغيرات كلما كان عدد السكان في المدينة، وبالتالي التصريف الإجمالي منها قليلا.

١ - ٥ - مواصفات مياه الصرف(٢)(١):

١ - ٥ - ١ العوامل المؤثرة على مواصفات مياه الصرف:

توجد عدة عوامل تؤثر على مواصفات مياه الصرف الواصلة إلى محطة المعالجة من هذه العوامل:

١ - طبيعة السكان.

٢ - النشاط الصناعي في المنطقة المخدمة.

٣ - استخدام الأرض.

٤ - مستويات المياه الجوفية في المنطقة.

٥ - درجة الفصل بين مياه الجريانات المطرية ومياه الصرف الصحي.

رغم أن نسبة الملوثات والشوائب المختلفة الموجودة في مياه المجاري لا تشكل أكثر من (١%) من إجمالي هذه المياه إلا أنها تعتبر مصدرا هاما للتلوث البيئي ومعظم الأمراض السارية التي تشكل خطرا على الصحة العامة. ومن هنا وجب التخلص من المياه ونقلها بعيدا عن المدن ثم معالجتها في محطات المعالجة (sewage treatment plants)، لإزالة التلوث العضوي والجرثومي وللحصول على مياه نقية يمكن الاستفادة منها مرة أخرى.تنحصر الملوثات الموجودة في مياه المجاري بشكل عام:

١ - ٥ - ٢ - الملوثات الفيزيائية(physical pollutants):

وهي الملوثات التي يمكن إزالتها بعمليات بسيطة كالترسيب ومن أهمها (الرمال، الحصويات الناعمة، الجريش) التي تدخل شبكات المجاري عبر فوهات غرف التفتيش (manholes)وهذه الملوثات لا تتسبب عادة بأي أضرار بيئية ويمكن التخلص منها دون

اتخاذ إجراءات وقائية هامة.يمكن توصيف مياه الفضلات من الناحية الفيزيائية بأنها ذات لون رمادي ورائحة نتنة، وتمثل حوالي (٠.١%) مادة صلبة و(٩٩.٩%) ماء.يمكن آن تكون المواد الصلبة معلقة حوالي (٣٠%) ومنحلة حوالي (٧٠%).

١-٥-٣- الملوثات الكيميائية(chemical pollutants):

وهي أحد العناصر الهامة من عناصر التلوث في مياه الفضلات و تعتبر الجزء الأساسي والأهم في مياه الفضلات الصناعية المختلفة(Industrial waste water) ويصعب التخلص من قسم كبير منها بعمليات معالجة بجيولوجية تقليدية.

وتنحصر هذه الملوثات بالأصناف التالية:

*** المواد العضوية (organic matter):**

وهي المواد الناجمة عن فضلات الطعام والصناعات المختلفة ومن أهم هذه المواد:

أ- الهيدروكربونات (hydrocarbons).

ب- الدسم والشحوم و الزيوت (fat, oil and grease).

ت- المبيدات الحشرية(insecticides).

ث- الفينول(phenol).

ج- البروتينات(protein).

***المواد اللاعضوية(inorganic matter):**

وتنجم عن بعض المركبات الكيميائية اللاعضوية ومنها:

أ- القلوية(alkalinity).

ب- الكلوريدات(chlorides).

ت- المعادن الثقيلة(heavy metals).

ث- النتروجين(nitrogen) بمركباته المختلفة.

ج- الفوسفور(phosphorous).

ح- الكبريت(sulphur).

*الغازات(Gases):

وتنجم عن بعض التفاعلات البيوكيميائية ومنها:

أ- كبريتيد الهيدروجين(hydrogen sulfide).

ب-الأمونيا (Ammonia).

ت-الميثان(Methane).

١-٥-٤- الملوثات البيولوجية(Biological pollutants):

وتعتبر من أهم أنواع الملوثات الموجودة في مياه الفضلات وبعضها يسبب أمراض خطيرة، ويجب التخلص منها بشتى الوسائل المتاحة.ومن أهم الملوثات البيولوجية:

ا- الحيوانات الميتة(animals):

والتي تتواجد في مياه الفضلات مثل القطط.

ب- النباتات(plants):

وتشمل مياه الفضلات ورغم أن معظمها غير ضار(أوراق الأشجار.....الخ) إلا أنه يجب التخلص منها قبل طرح المياه في المصبات المائية أو إعادة استخدامها في الزراعة.

ت- العضويات الدقيقة المختلطة(protista):

هذه الكائنات العضوية الدقيقة(microorganiumsi) توجد عادة بشكل طبيعي في المياه والتربة وبعضها يعتبر شديد الخطورة على الإنسان والحيوان والنبات ومن أهمها:

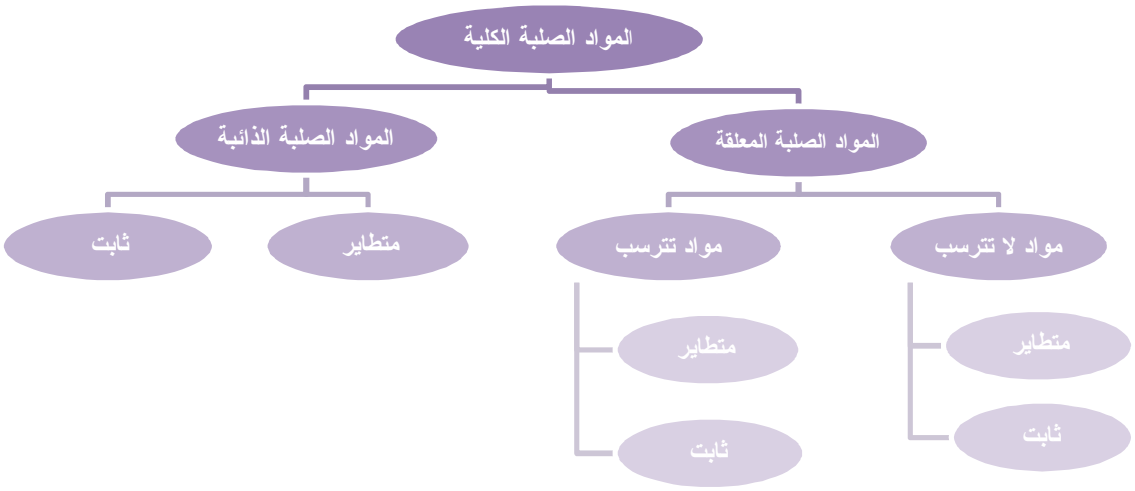
أ- الجراثيم (microbes)المختلفة (فيروسات، بكتريا، كائنات أخرى وحيدة الخلية.).

ب- الديدان المسببة لبعض أمراض الجهاز الهضمي.

نظرا لصعوبة عزل الكائنات العضوية المسببة للأمراض من مياه المجاري كل على حدة لذلك يعمد إلى تعداد إجمالي العصيات (total coliform)، وكذلك العصيات البرازية (fecal coliform) لتحديد مستوى تلوث مياه المجاري بما يدعى الرقم الأكثر احتمالا للعصيات (most propable number).

(MPN) في(١٠٠) مللتر من مياه المجاري يقاس ال(MPN)بعدة طرق منها طريقة توماس(Thomas).

الجدول(١ - ٣) تصنيف المواد الصلبة الكلية



١ - ٦ - تراكيز الملوثات الهامة في مياه المجاري(٣):

١ - ٦ - ١ - المواد الصلبة الكلية (Total Solids):

ويقصد بها كافة المواد والشوائب المحمولة بمياه الفضلات سواء كانت رمالاً أو مواد عضوية أو لا عضوية أوجراثيماً... الخ. ويرمز لها عادة (TS) وتتألف من جزأين:

*** مواد صلبة كلية معلقة (TSS):**

وهذا الجزء يحجز فوق ورقة الترشيح عند ترشيح عينة من مياه المجاري وتتألف عادة من قسم قابل للترسيب المباشر في أحواض الترسيب العادية. وقسم غير قابل للترسيب إلا بإضافة مواد مخثرة، ويتسبب وجود المواد المعلقة في مياه الصرف الغير معالجة إلى زيادة ترسبات الحماة وتكوين ظروف لاهوائية في البيئة النائية عند صرفها.

*** مواد صلبة كلية راشحة (TFS):**

وهذه المواد تمر عبر ورقة الترشيح وعادة تكون إما غروية، أو ذائبة أو كليهما.

ويتألف أي جزء من المادة الصلبة من قسمين: قسم عضوي ويدعى المواد المتطايرة و قسم لاعضوي ويدعى بالقسم غير الطيار. وكلما كان القسم العضوي أكبر من القسم اللاعضوي كان ذلك دليلاً على شدة تلوث مياه الفضلات وعلى أن مصدر هذه المياه الملوثة هو منزلي على الأغلب وليس مصدره صناعياً انظر الجدول (١-٣) الذي يبين تصنيف المواد الصلبة الكلية.

١ - ٦ - ٢ - المواد المغذية:

يعتبر النتروجين والفوسفات من المغذيات الأساسية للنمو بجانب الكربون، لذلك فان صرفهم على البيئة المائية قد يؤدي إلى نمو كائنات مائية غير مرغوب فيها، بينما إذا تم صرفهم على الأرض بكميات كبيرة يؤدي ذلك إلى تلوث المياه الجوفية.

١ - ٦ - ٣ - الملوثات ذات الأهمية القصوى:

وهي مركبات عضوية وغير عضوية تم اختيارها للمعرفة أو حتى للشك بأنها مواد مسرطنة أو تسبب تشوهات خلقية أو تغير في الجينات أو ذات سمية عالية، وتوجد العديد من هذه المركبات في مياه الصرف الصحي.

١ - ٦ - ٤ - المواد العضوية صعبة التحلل:

وهي مواد لها القدرة على مقاومة طرق المعالجة التقليدية مثل المنظفات الصناعية والفينول والمبيدات الزراعية.

١ - ٦ - ٥ - المعادن الثقيلة:

غالبا يتم صرف المعادن الثقيلة إلى المياه عن طريق الأنشطة التجارية والصناعية وفي حالة إعادة استخدام المياه يجب إزالتها تماما.

١ - ٦ - ٦ - الأملاح الغير عضوية الذائبة:

تتواجد الأملاح الغير عضوية مثل أملاح الكالسيوم والصوديوم والكبريتات في مياه الصرف كنتيجة طبيعية لاستخدامات المياه، لذلك وفي حالة إعادة استخدام المياه يجب إزالة هذه المواد.

ونظرا لان تراكيز الملوثات العضوية واللاعضوية والخطرة الموجودة في مياه الفضلات الصناعية تختلف كثيرا باختلاف تلك الصناعات، لذلك أعطيت في الجدول (١-٢) تراكيز الملوثات الهامة في مياه المجاري البلدية(municipal waste water)، والتي تتألف في معظمها من مياه الفضلات المنزلية والتجارية وبعض الصناعات الخفيفة فقط.

الجدول(١ - ٢) تراكيز الملوثات الهامة في مياه المجاري البلدية

العنصر الملوث	الوحدة	التركيز ضعيف	التركيز متوسط	التركيز شديد
*المواد الصلبة الكلية TS: - الذائبة (TDS) * ثابتة (غير طيارة). * طيارة. - المعلقة TSS: * غير طيارة. * طيارة. * المواد الصلبة القابلة للترسيب.	mg/L	٣٥٠ ٢٥٠ ١٤٥ ١٠٥ ١٠٠ ٢٠ ٨٠ ٥	٧٢٠ ٥٠٠ ٣٠٠ ٢٠٠ ٢٢٠ ٥٥ ١٦٥ ١٠	١٢٠٠ ٨٥٠ ٥٢٥ ٣٢٥ ٣٥٠ ٧٥ ٢٧٥ ٢٠
* الاحتياج الأكسجيني الكيمياحيوي (BOD5) * الكربون العضوي الكلي (TOC). * الاحتياج الكيميائي للأكسجين (COD).	mg/L	١١٠ ٨٠ ٢٥٠	٢٢٠ ١٦٠ ٥٠٠	٤٠٠ ٢٩٠ ١٠٠٠
* النتروجين الكلي (TN): - العضوي. - أمونيا حرة (N ٣NH) . - نتريت. - نترات.	mg/L	٢٠ ٨ ١٢ ٠ ٠	٤٠ ١٥ ٢٥ ٠ ٠	٨٥ ٣٥ ٥٠ ٠ ٠
*الفوسفور الكلي: - العضوي. - اللاعضوي.	mg/L	٤ ١ ٣	٨ ٣ ٥	١٥ ٥ ١٠
*الكلوريدات زيادة عن الموجودة بالماء العذب.	mg/L	٣٠	٥٠	١٠٠
*السلفات زيادة عن الموجودة بالماء العذب.	mg/L	٢٠	٣٠	٥٠
*القلوية (٣Ca CO).	mg/L	٥٠	١٠٠	٢٠٠
*الزيوت والشحوم.	mg/L	٥٠	١٠٠	١٥٠
* المركبات العضوية الطيارة (VOC).	mg/L	<١٠٠	٤٠٠-١٠٠	>٤٠٠
*إجمـــالي العصيات الجرثومية.	mg/L	(٦)^١٠_(٧)^١٠	(٧)^١٠_(٨)^١٠	(٨)^١٠_(٩)^١٠

١ - ٧ - المعايير الدولية لتفريغ مياه الصرف إلى الكتل المائية(٢):

إن تزايد الحاجة إلى الماء النظيف يستدعي نظافة أكبر لمياه الأنهار والمصادر المائية للاستعمالات المختلفة(بشرية، صناعية، زراعية، استجمام.....الخ).وهذا يجعل من الضروري تامين معالجة كافية لمياه الصرف الصحي، وتزداد الحاجة للمعالجة بتفاقم مشكلة ندرة الماء النظيف في العالم وخاصة حول التجمعات السكانية الكبيرة. وعلى الرغم من أن مشاريع الصرف الصحي بشكل عام ومحطات المعالجة بشكل خاص تتصف بالكلف العالية وبأنها مشاريع غير إنتاجية ولكن لها منعكسات كبيرة على الاقتصاد الوطني من خلال حماية الإنسان وهو عنصر الإنتاج الأول. إن رفع التلوث عن المسطحات المائية والمياه الجوفية وري المزروعات بالمياه النظيفة يقي الإنسان من الأمراض المختلفة ويبقيه صحيحاً معافى قادراً على الإنتاج ويقلل الإنفاق على العلاج الصحي للأمراض الناجمة عن المياه الملوثة. إن عملية بناء محطات معالجة مياه المجاري هي خطوة إيجابية وحضارية على طريق تحسين البيئة والمحافظة عليها ولكن لهذه المشاريع الهامة محاذيرها البيئية إذا لم تستثمر بشكل صحيح، فهي تحتاج إلى الإدارة الجيدة والكادر الفني المتدرب والمتخصص إن معايير نقاء أو صلاحية مياه الصرف للرمي في المستودعات المائية تهتم أساسا بتركيز المواد الصلبة المعلقة (SS) والاحتياج الاكسجيني البيوكيميائي (BOD5) وذلك تبعا لنسبة تمديد مياه الصرف بمياه المستودع المائي المستقبل. حسب الجدول(١ - ٤).

الجدول(١ - ٤) معايير الجمعية البريطانية عن مواصفات مياه الصرف المسموح رميها في مستودع مائي تبعا لنسبة التمديد

نسبة التمديد=حجم مياه المستودع المائي/حجم مياه الصرف	مراحل المعالجة اللازمة قبل رمي مياه الصرف إلى المستودع المائي
اكبرمن٥٠٠	يمكن تصريف مياه صرف خام بعد أن تخضع لعملية تصفية، وإذا لزم الأمر إزالة الرمال الناتجة عن الطاحنات.
٣٠٠ -٥٠٠	يجب ألا تزيد قيمة(SS) عن(PPM١٥٠)
١٥٠ -٣٠٠	يجب ألا تزيد قيمة(SS) عن(PPM٦٠)
٨ -١٥٠	BOD5≤٢٠PPM SS≤٣٠PPM

١-٧-١- تسلسل القرارات المتخذة أثناء اختيار أسلوب معالجة المياه الملوثة(٤):

الخيار الأول - هل شبكة الصرف ضرورية:

وهنا وبحال وجودها فهل تعمل بشكل جيد وهل المياه السطحية المستخدمة للشرب ملوثة وهل النظام الموجود جيد كفاية بحيث يؤمن حماية للصحة العامة وهل إنشاء خطوط جديدة للمجار ير سوف ينقل المشكلة من المدينة إلى قرب المجرى المائي.

الخيار الثاني - هل المعالجة ضرورية:

من وجهة النظر البيئة ولحماية المصادر المائية فإن القول الشائع في منطقتنا إذا لم يكن بإمكاننا تحمل الكلف الباهظة لمحطات المعالجة فإنه على الأقل يجب تأمين معالجة أولية للمياه الملوثة، خير من إلقاءها دون معالجة.

الخيار الثالث - هل المعالجة الأولية ملائمة (تخفض BOD5 بمقدار ٣٥% و SS بمقدار ٦٥%):

ما هي المنافع التي ستجنى إذا ما تجاوزت المعالجة مرحلة المعالجة الأولية وهاهي قدرة المصادر المائية المتاحة على تحمل الملوثات وهل سيتم إتباع هذه المرحلة الأولية بمعالجة إضافية عند ازدياد الحمولات العضوية والهيدروليكية وعادة تكون بدائل المعالجة الأولية:

١ -برك التثبيت.

٢ -خزانات أمهوف مع أحواض تجفيف الحمأة.

٣ - المعالجة الأولية التقليدية(مصافي- مصائد الرمال-أحواض الترسيب الأولية-معالجة الحمأة).

الخيار الرابع- هل المعالجة الثانوية ملائمة (والتي تحقق معالجة بمعدل ٩٠%):

إن مياه المجاري في منطقتنا قوية وهذا يعني أن تخفيض التلوث بمعدل ٨٥% فإن الملوثات ستبقى بعد المعالجة الثانوية بحدود ٥٠ إلى ٦٠ ملغ/ل، وهنا وبشكل واضح يظهر التساؤل التالي ما هي الحاجة لأجل معالجة أكثر.

ومرة ثانية نسأل ما هي الفوائد التي ستجني، لمن ولماذا، وعلى الأقل يجب أن يكون هناك تباطؤاً في الزمن ولا داعي للعجلة عند اتخاذ أي قرار دون دراسة معمقة لنواتج المعالجة الثانوية وإمكانية استيعاب المجرى المائي لنواتج المعالجة.

إن الجانب المالي يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار عند التجرؤ على الأقدام إلى معالجة أعمق

لأن الكلف تزداد بشكل سريع جداً لأجل المعالجة المتقدمة بينما ستكون الفوائد والمنافع شبه معدومة فمثلاً للحصول على معالجة بمعدل ٤٠% فإن تكلفتها تكون ١٠% من الكلفة الكلية وللحصول على معالجة(٤٠ - ٩٠)% فإن التكلفة قد تبلغ ١٠٠% وللحصول على معالجة (٩٠ - ٩٥) % فإن الكلفة تبلغ ٢٠٠% وللحصول على ١% فوق ٩٥% فإن الكلفة تزداد بمقدار ٤٠% من الكلفة عند ٩٥% أي تتضاعف الكلفة بشكل كبير جداً كلما كانت المياه النهائية عالية المواصفات.

الخيار الخامس - هل المعالجة المتقدمة ضرورية (فوق ٩٥%):

يجب أن نسأل نفس الأسئلة ولكن مع معايير أكثر صراحة ومبررات قاسية جداً. في هذا المجال من المعالجة فإن الكلفة الرئيسية والتشغيلية سوف تزداد مع إضافة كل ١% من المعالجة بشكل فعال بينما ستزداد الفوائد بشكل نسبي.

الفصل الثاني
محطات معالجة الصرف الصحي

- تعريف محطة معالجة مياه الصرف الصحي.
- الهدف من محطة معالجة مياه الصرف الصحي.
- لمحة تاريخية عن محطات معالجة مياه الصرف الصحي.
- اختيار الموقع العام لمحطة المعالجة.
- مراحل معالجة مياه المجاري.

١ - مرحلة المعالجة الابتدائية.

٢ - مرحلة المعالجة الأولية.

٣ - مرحلة المعالجة الثانوية (البيولوجية).

٤ - مرحلة المعالجة الثالثية.

٥ - معالجة الحمأة.

٢ - ١ - تعريف:

إن محطة معالجة مياه المجاري هي كافة المنشآت التي تبنى في موقع معين لغاية أكسدة المواد العضوية الموجودة فيها وفصل الشوائب الصلبة عن المياه التي يمكن تصريفها بعدئذٍ دون ضرر بالصحة العامة أو إعادة استخدامها مرة أخرى بعد القضاء على مختلف الملوثات الجرثومية فيها.

٢ - ٢ - الهدف من محطات المعالجة(٤)(١):

إن الهدف الأهم من معالجة مياه المجاري هو القضاء على العوامل الممرضة التي تضر بالصحة العامة وبشكل عام فإن الهدف من معالجة المياه يشمل:

ا- حماية المصادر المائية (الجوفية – السطحية).

ب- منع انتشار الأمراض.

ت- حماية الثروة الحيوانية المائية.

ث- منع الترسبات ضمن المسطحات المائية.

ج- منع الأذى والإزعاج الناجم عن مياه الصرف.

تتضمن معالجة مياه الصرف عمليتين أساسيتين هما:

١- إزالة المواد الصلبة الطافية والمعلقة بوسائل ميكانيكية أو كيميائية.

٢- تخفيض الاحتياج الاكسجيني لمياه الصرف بطرق بيولوجية واستخدام النشاط الطبيعي لمتعضيات وبكتريا حية.

٢ - ٣ - لمحة تاريخية عن محطات معالجة الصرف(٦)(١٢):

إن محطات المعالجة ليست وليدة الحاضر وإنما برزت الحاجة إليها منذ فترة طويلة من الزمن. فخلال القرن التاسع عشر وبسبب التصريف المستمر للمياه الملوثة الخام إلى الأنهار والمسطحات المائية وإلى الأراضي انتشر التلوث بشدة وتدهورت الصحة العامة وتفشت الأمراض مما دفع إلى إنشاء أنظمة الصرف الصحي وأنظمة المعالجة وصدرت التشريعات للازمة لحماية الصحة العامة.

إن أول محطة معالجة في العالم ظهرت في بريطانيا عام (١٨٨٥) وتبعتها الولايات المتحدة والتي تطورت فيها محطات المعالجة تباعاً كمايلي:

أ- تم تأسيس محطة تجريبية لوضع معايير مياه مجاري في ولاية ماساسوستش١٨٨٦.

ب- تم إنشاء أول محطة معالجة بجيولوجية (فلتر رملي متقطع)(١٨٨٧).

ت-ظهرت أول محطة مرشحات بجيولوجية (١٩٠١).

ث-استخدمت أحواض أمهوف لأول مرة (١٩٠٩).

ج-تم استخدام الكلور في التعقيم(١٩١٤).

ح-تم إنشاء أول محطة تعمل بالحمأة المنشطة (١٩١٦).

ومع ازدياد مستوى المعالجة ظهرت الحاجة إلى المعالجة الإضافية للحمأة والتخلص منها:

أ- تم استخدام الهضم الحراري المنفصل ومن ثم الهاضم الغازي (١٩٢٠).

ب- تم استخدام المرشح الإنفراغي(١٩٢١).

ت- تم استخدام الحرق للحمأة(١٩٣٠).

ث- أصبحت تكنولوجيا معالجة مياه المجاري شائعة الاستخدام وصدرت التشريعات اللازمة للتصميم (١٩٣٥ – ١٩٥٥).

ج-ظهرت برك التثبيت الاختيارية، وخنادق الأكسدة والبرك العادية والتهوية المطولة و التثبيت بالتماس والمرشحات ذات المعدل العالي والبطيئة وظهرت الوحدات المدمجة (١٩٤٠ - ١٩٥٠).

ح-تم تطوير استخدام تكنولوجيا الهواء لفصل المواد الصلبة عن السائل (١٩٥٠ - ١٩٦٠).

خ-ظهرت برك التثبيت المهواة والأقراص البيولوجية الدوارة والمعالجة الفيزيائية والكيميائية والمناخل الميكروسكوبية والهضم الهوائي للحمأة وعمليات نزع الفوسفور والنتروجين (١٩٦٠).

د- تم وضع التشريعات اللازمة لحماية المصادر المائية من التلوث وتم وضع معايير خاصة للمياه الخارجة عن المعالجة تبعاً لمصدر التصريف أو كيفية إعادة الاستخدام (للري أو الاستخدام الصناعي أو الإلقاء بالمسطحات المائية) (١٩٦٥).

وفي السنوات الأخيرة فإن التقدم التكنولوجي في مجال معالجة مياه المجاري تتضمن:

أ- استخدام الفاصلات الدوامية لنزع الرمال.

ب- الفهم العميق لأساليب التحكم بالحمأة المنشطة.

ت- تحسين عمليات نزع الفوسفور والنتروجين بجيولوجيا.

ث- زيادة فهم سبب قصور الترسيب الثانوي والحاجة إلى دمج الترسيب والتهوية معاً للحمأة المنشطة.

ج- استخدام المكثفات filter pars لتكثيف ونزع المياه من الحمأة.

ح- التحكم بالروائح.

خ- استخدام الهاضمات ذات الشكل البيضوي لتثبيت الحمأة للمحطات الكبيرة.

د- زيادة استخدام الأنظمة الحاسوبية الفعالة في تشغيل وصيانة محطات المعالجة.

٢ - ٤ - اختيار الموقع العام لمحطة المعالجة(٢):

إن اختيار مكان إنشاء محطة المعالجة يعتبر من المراحل المهمة والصعبة في التصميم. إذ يؤثر بشكل كبير ومباشر على سلامة البيئة وعلى الناحية الاقتصادية(كلفة الإنشاء والاستثمار) وقد يؤثر أيضاً على الأسلوب التكنولوجي المتبع للمعالجة كما يشير تحديد الموقع العام لمنشاة المعالجة إلى ترتيب خاص للتجهيزات الفيزيائية اللازم للتوصل إلى أهداف المعالجة المعطية وان تحديد الموقع العام لمنشاة يتضمن تحديد مواقع الأبنية الإدارية وأبنية التحكم وأية منشاة ضرورية أخرى.

ولذلك فعند دراسة الموقع العام يجب أن تتوفر المعلومات التالية لدينا:

٢ - ٤ - ١ – المخطط التنظيمي للمدينة:

يبين المخطط التنظيمي المساحة الكلية التنظيمية ونوعية السكن وأماكن تواجد الصناعات والقطاعات الخدمية المختلفة وتضاريس المنطقة، كما يجب دراسة الجوانب التالية بالاعتماد على المخطط التنظيمي للمدينة:

أ- دراسة في أي اتجاه يجري صرف الميزانية لتنمية المدينة وتحديد الظروف البيئية للمدينة وإمكانية تطور هذه المدينة.

ب- دراسة المخطط المستقبلي الذي يحدد اتجاه توسع المدينة لـــ(١٥ - ٣٠) سنة مقبلة.

ت- دراسة الظروف المناخية للمدينة (هيدرولوجياً، هيدروجيولوجياً، المناخ السائد، توضع المسطحات الخضراء).

ث- خطوط المواصلات الحالية والمستقبلية خصوصاً في منطقة المحطة.

ج- وجود خطوط للطاقة الكهربائية الحالية والمستقبلية وخطوط الماء والصرف وخطوط النفط أو الغاز.... الخ.

٢ - ٤ - ٢ – شـــبكات الصـــرف:

يجب دراسة المؤشرات التالية لشبكة الصرف في المدينة:

أ- نظام شبكة الصرف (منفصلة – مشتركة – هدارات مطرية).

ب- شكل شبكات الصرف (الاتجاهات العامة لتصريف المياه، اتجاه الأحواض الصبابة وعلاقتهما ببعضها).

ت- الحلول التكنولوجيا لشبكة الصرف (الميول، المنشآت على الخطوط).

ث- جريان مياه الصرف إلى المحطة (المجمع الرئيسي).

ج- نوعية المياه المصروفة إلى الشبكة.

٢ - ٤ - ٣– التدفق الداخل لمحطة المعالجة:

إن التدفق الداخل لمحطة المعالجة يتبع بشكل أساسي لعدد السكان المستعملين لشبكة الصرف والصناعات، فمثلاً يمكن تجميع عدة مصادر تلوث (مدن صغيرة، قرى) بواسطة إنشاء مجمعات رئيسية لتصب في محطة واحدة كبيرة وهذا يفضل من وجهة نظر اختيار الموقع العام لأنه يمكن من استثمار مناطق بعيدة عن المناطق المأهولة بالسكان.

٢ - ٤ - ٤– أسلوب المعالجة التكنولوجي:

إن أسلوب المعالجة المختار ونوع المنشآت وطريقة الاستثمار يؤثر بشكل كبير على سلامة البيئة المحيطة بالمحطة خصوصاً عندما تتم معالجة الرواسب بأساليب بدائية.

٢ - ٤ - ٥– المنطقـــة:

إن المنطقة المتوقع إنشاء محطة معالجة عليها يجب أن تتمتع بالمواصفات التالية:

أ- مساحة كافية لتوضع المنشآت، خلوها من الأشجار في مكان توضع المنشآت.

ب- شكل نظامي،ظروف جيولوجية جيدة، نوعية التربة غيرمناسبة للزراعة(إن أمكن).

ت- ميول كافية تؤمن جريان المياه بواسطة الثقالة،أن يكون منسوب المنطقة المختارة فوق منسوب المستقبل المائي،موقع تصريف المياه المعالجة، مستوى مياه جوفية منخفض.

ث- توفر المواصلات والخدمات الأخرى (كهرباء....)، تأمين مسافات الحماية اللازمة عن المناطق المأهولة.

ج- ظروف مناخية مناسبة (شمس، تيارات هوائية)، النشاط الزلزالي للمنطقة يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار، العوائق الطبيعية يجب تجنبها ضمن موقع المحطة المختار.

٢-٤-٦- التأثيـــر البيئـــي:

إن محطات المعالجة قد تؤدي إلى تلوث التربة والمياه الجوفية والهواء ويمكن ذلك بواسطة التسريبات التي قد تحصل بسبب عدم كتامة جدران وأرضيات المنشآت (سوء تنفيذ) وانتشار البكتريا في منطقة المحطة نتيجة انتشار الرذاذ بواسطة الرياح والتي بدورها ستصل إلى التربة نتيجة انحلالها بمياه الأمطار ولذلك يجب الاعتناء بتنفيذ محطات المعالجة بشكل كبير وعادة تؤخذ مناطق حماية صحية حول المحطة.

كما يؤخذ بعض العوامل الأخرى بعين الاعتبار مثل: الاستثمار الحالي للموقع، إمكانية الحصول على التراخيص وموافقة السكان أصحاب الأرض، الأهمية التاريخية للموقع المختار. إن الحصول على موقع مثالي غالباً ما يكون صعب ولذلك تجري العادة على اختيار عدة مواقع محتملة ومن ثم اختيار أفضل الحلول بعد تقييم الاعتبارات الفنية والاقتصادية.

٢-٤-٦-١-ما هي الأخطار الناجمة عنها خصوصا وإنها تحمل مواد عضوية وكيميائية؟

إن الأخطار الرئيسية التي تكمن في مياه الصرف الصحي تتمثل في الجراثيم المرضية التي تنتقل مع مياه الصرف والحماة والتي يمكنها أن تتسبب في كثير من الأمراض ومن أهم هذه الجراثيم المرضية الموجودة في مياه المجارى الصحية ومنها البكتيريا الضارة والتي تسبب مرض التيفوئيد والكوليرا والدوسنتاريا وغيرها من الأمراض الأخرى المعدية والبروتوزوا الكائنات الأولية وهي كثيرة الانتشار في مياه الصرف الصحية وبعضها تنقل مرض الدوسنتاريا الاميبية بالإضافة إلى الفطريات.

٢-٤-٦-٢- ما تأثير تلك الأمور على الحياة البيئية؟

بالنسبة للبيئة فهناك أثار سلبية خطيرة لمياه الصرف الصحي تؤثر على حياة الإنسان والمجتمع بطريقة مباشرة وهي الآثار البيئية الناتجة عن صرف مياه الصرف إلى مياه البحر مما يؤدى إلى تشويه الناحية الجمالية للشواطئ وانتشار الكثير من الجراثيم على المناطق الساحلية مما يؤدى إلى أضرار صحية جسيمة لمرتادي هذه الشواطئ وعلى

البيئة البحرية والفطرية هذا بالإضافة إلى انتشار الروائح الكريهة المتمثلة في غاز H2S والذي يؤثر على الجهاز العصبي ويسبب أمراض العيون والحساسية

٢-٤-٦-٣- ما السبل الأوفر بيئيا وصحيا للتخلص من مياه الصرف الصحي؟

نظرا للتقدم العلمي في كثير من المجالات والاهتمام المتزايد بحماية البيئة من التلوث فقد زادت القيود على التخلص من مياه الصرف الصحية وخاصة الناتجة عن المناطق الصناعية حيث لا يسمح التخلص منها بصرفها إلى البحر أو دفنها في الأراضي الفضاء وأصبح لزاما على كثير من الصناعات وخاصة التي تنتج مخلفات شديدة التلوث أن تعالج هذه المخلفات داخل المصانع بصورة كافية عن طريق محطات تنقية خاصة قبل تصريفها إلى شبكات الصرف الصحي أو التخلص منها بأي طريقة أخرى.

٢-٤-٧- كما يجب أن تراعى الأسس التالية:

٢-٤-٧-١- أن يكون موقع وحدات المعالجة مناسبا لأعمال شبكة تجميع مياه الصرف طبقا لطبوغرافية الأرض حيث يفضل أن تنساب مياه الصرف إلى الموقع بالانحدار الطبيعي بالإسالة، وبالتالي الاستغناء عن محطة الضخ وبمعنى أن تكون محطة المعالجة مرتفعة نسبيا عن باقي الأراضي وألا اضطر لحمايتها من الأمطار والسيول والفيضانات.

٢-٤-٧-٢- ألا يختار موقع المحطة بحيث تنتقل أي روائح كريهة أو خميرة إلى المدينة أو تجمع سكاني وبناء مجاور بناءا على دراسات اتجاهات الرياح والمناخ.

٢-٤-٧-٣- يراعى أن يقع المكان المقترح لمحطة المعالجة على طريق مرصوف وان لم يكن فيختار الموقع بحيث يحتاج إلى إنشاء اقل طول من الطريق.

٢-٤-٧-٤- أن يكون موقع محطة المعالجة قريب من مصادر الطاقة الكهربائية اللازمة للتشغيل.

٢-٥- مراحل معالجة مياه الصرف الصحي[١][٣][٦][٧]:

كما في الشكل (٢-١-) تخضع مياه المجاري بشكل عام إلى مراحل المعالجة الرئيسية التالية:

١ - مرحلة المعالجة الإبتدائية.

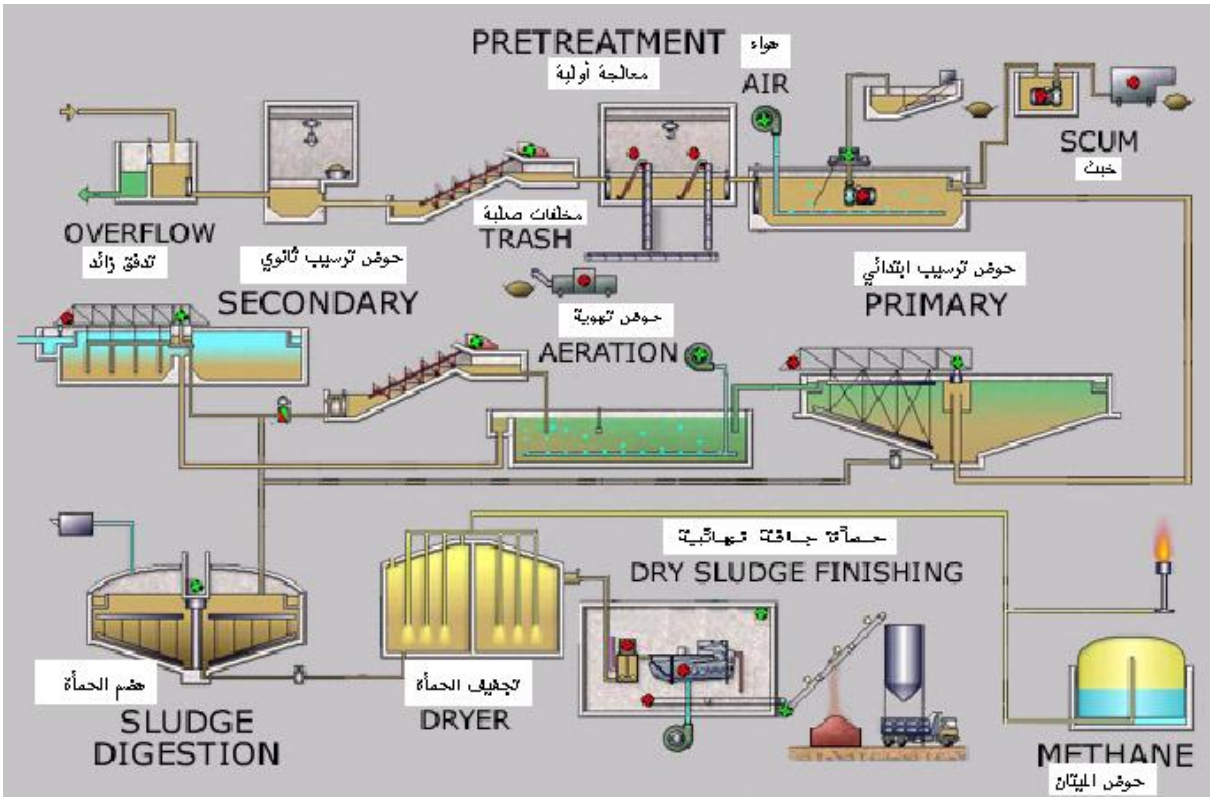
٢ - مرحلة المعالجة الأولية.

٣ - مرحلة المعالجة الثانوية (البيولوجية).

٤ - مرحلة المعالجة الثلاثية.

٥ - معالجة الحمأة.

الشكل (٢-١)



٢-٥-١- المعالجة الأبتدائية(Primary Treatment):

تهدف هذه المعالجة الإبتدائية بشكل عام إلى إزالة المواد الصلبة اللاعضوية كبيرة الحجم وكذلك الألياف و... الخ، من مياه المجاري لحماية المنشآت الميكانيكية والمضخات المختلفة الموجودة في المراحل اللاحقة من المعالجة، كما تهدف هذه المرحلة أيضاً إلى

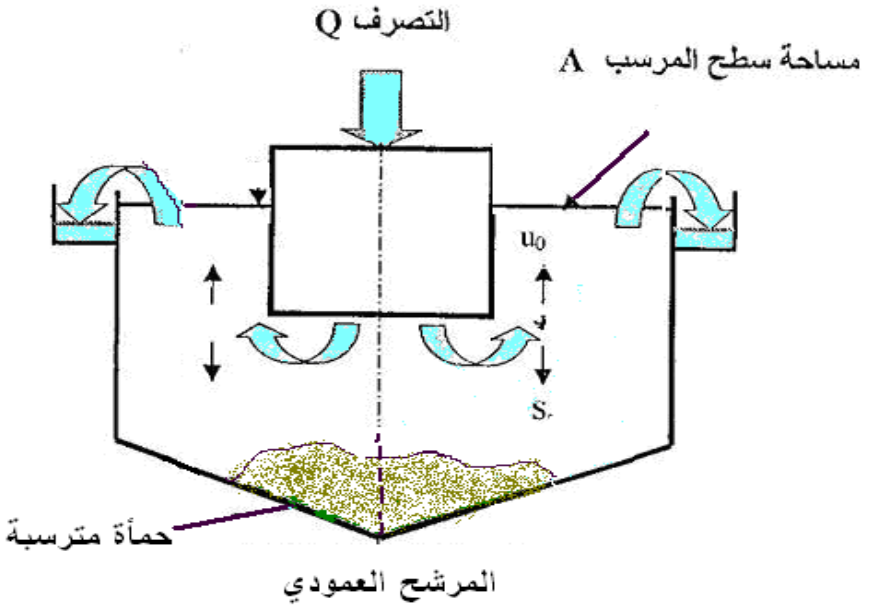
تجانس هذه المياه وخاصة عندما تكون شبكة المجاري مشتركة أو عندما تصب في المحطة من حين إلى آخر كميات كبيرة من مياه الفضلات الصناعية. تعتمد بعض منظومة المعالجة على مرحلة المعالجة الابتدائية أين يتم تمرير المياه المتأتية من المرحلة السابقة والتقليص من سرعة تدفقها لترسيب المواد العضوية كبيرة الحجم في شكل حمأة خام (Fresh sludge or raw sludge) يتم توجيهها نحو المعالجة البيولوجية الهوائية (Aerobic treatment) بواسطة أحواض التهوية أو اللاهوائية (Anaerobic treatment) مثلا بواسطة خزان الهضم (Digestor) لتحقيق اتزانها (Stabilizat ion) أي عدم قابليتها للتعفن من جديد وإفراز الروائح الكريهة.

أما من الناحية النظرية، فان صميم حوض الترسيب الأولى يتم اعتمادا على خاصيات ترسيب الجزيئات داخل الوسط الماء

أ- مرسب عمودي:

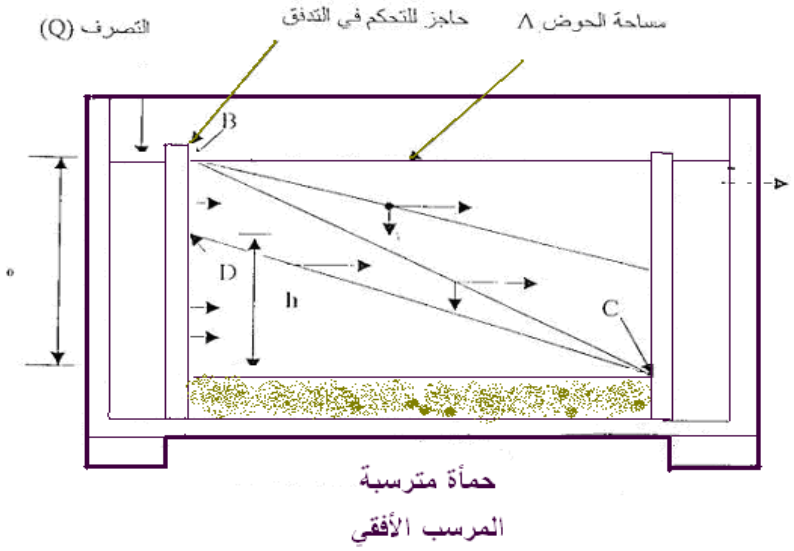
لنفترض أن مياه الصرف الصحي تلج بتدفق(Q)إلى وسط حوض ترسيب مساحته(A) برفق عبر مأسورة مثبتة في وسطه لتنزل في اتجاه أسفل الحوض وبعد قطع مسافة معينة يسمح لها بالصعود بحرية ثم تنساب بعد ذلك إلى خارج الحوض عبر عتبة تدفق الشكل (٢-٢). وفي هذه الحالة (تدفق يسير برفق دون أي اضطراب) يمكن أن نكتب معادلة سرعة صعود الماء v_0:

v_0 = التدفق (Q) / مساحة الحوض (A)



الشكل(٢ - ٣)

ب - المرسب الأفقي:



الشكل (٢-٤)

ويمثل الشكل أعلاه(٢-٤) مرسبا أفقيا ذا حجم أو سعة V و عمق h_0 وزمن حجز المياه t_0ولنفرض أن حبيبة من الجوامد العالقة دخلت الحوض من النقطة B وترسب في قاعه فوق النقطة C بسرعة S_0 في زمن t_0 فيمكن أن نكتب المعادلات التالية :

t_0 = سرعة الحوض . حيث سعة الحوض (V) = مساحته (A). عمقه (h_0)،

أوعمقه (h_0) = $\frac{A}{V}$ولذا فإن سرعة ترسب الحبيبة ستكون:

$$A/Q=(Q/V)$$

$$A/V=\frac{t_0}{h_0}=S_0$$

وقد تتم المعالجة الابتدائية في أحواض الترسب الابتدائي أو في أحواض التعفن (**septic tanks**)، وأحيانا قد يستغنى عن مرحلة الترسيب الابتدائي باستخدام مصافي ناعمة وقد استخدمت أحواض الترسيب الابتدائي مؤخرا كحوض هضم أولي لزيادة إنتاج الحموض الدسمة الطيارة من اجل تحسين عملية إزالة النتروجين في مراحل المعالجة الثانوية. ومن أهم مكونات هذه المرحلة:

٢-٥-١-١ - المصـــافي:

توضع المصافي أحيانا عند مدخل محطة الضخ حيث يمكن لقطع القماش (rags) والورق والمواد الخشنة الأخرى أن تسبب أعطالا وتلتف على شفرات المضخات وتقلل كفاءتها.

وقد توضع المصافي أيضا عند منشأة الفضال لمياه الصرف لتمنع المواد الخشنة من إفساد المياه المستقبلة.

يختلف تصنيف المصافي وفقا ل:

١- حجم الفتحات (خشنة، متوسطة، ناعمة).

٢- إمكانية الحركة (ثابتة أو متحركة).

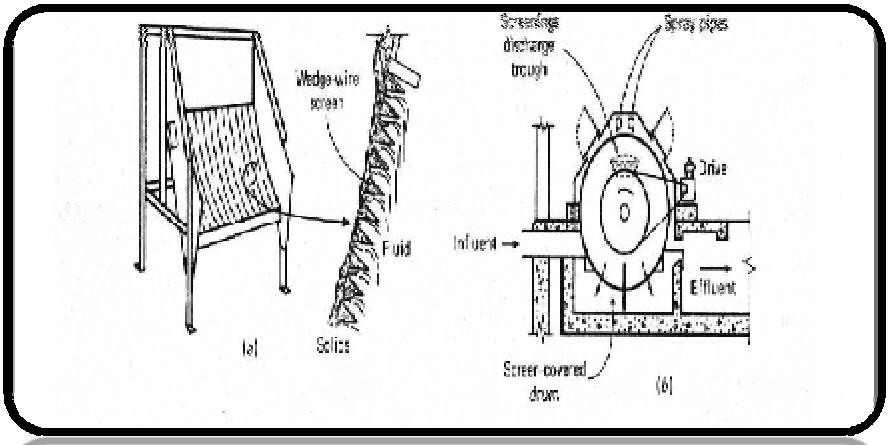
٣- طريقة التركيب (على شكل رفش بمسننات rakes، مصفاة قضبانية bar، مصافي شبكية mesh).كما في (٢-٥) و(٢-٦)

٤- طريقة تنظيف المواد المحجوزة خلف المصفاة (تنظيف بالمشط بطريقة يدوية manually-raked ، تنظيف بالمشط بطريقة آلية mechanically-raked، تنظيف بالنافورة المائية water-jet).

مصفاة قضبانية ناعمة

الشكل (٢-٥)

يبين الشكل (٢-٦) مصفاة بمسننات وهي ابسط أشكال المصافي، تستخدم عند مدخل محطة المعالجة وتعتمد كفاءة عملها على البعد الصافي بين القضبان كما في المعايير التالية:



الشكل (٢-٦) مصافي المسننات والقضبان

المواصفة	القيمة	
	تنظيف يدوي	تنظيف آلي
قطر أو سماكة القضيب، cm	1.5 – 0.5	1.5 – 0.5
عمق القضيب باتجاه الجريان، cm	4 – 2.5	4 – 2.5
المسافة الحرة بين القضبان، cm	5 – 10 خشنة	1 – 5 ناعمة
الميل باتجاه الجريان، degrees	45 – 30	30 – 0
سرعة الاقتراب، m/s	0.6 – 0.3	1.2 – 0.6
ضياع الحمولة التصميمي عبر المصفاة، cm	15	15
كميات المواد الصلبة المحجوزة، $m^3/1000\ m^3$	خشنة < 0.04	ناعمة < 0.2

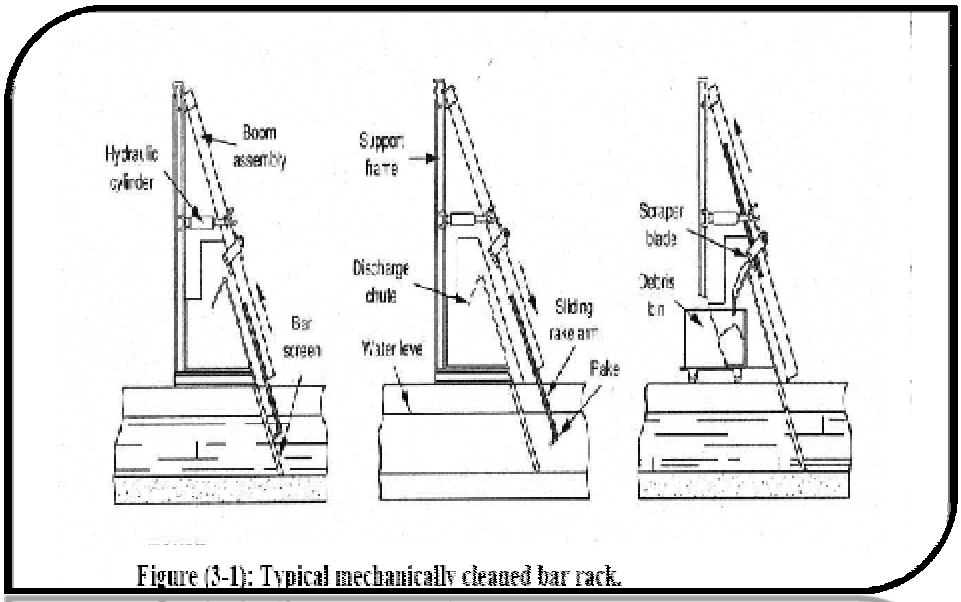
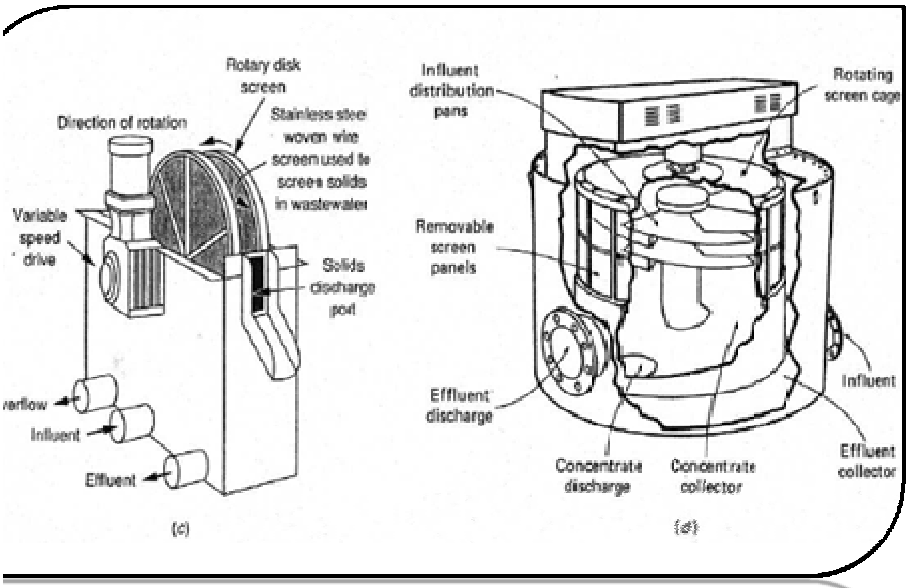


Figure (3-1): Typical mechanically cleaned bar rack.

الشكل (٢-٧) مشاهد مختلفة للمصافي الآلية

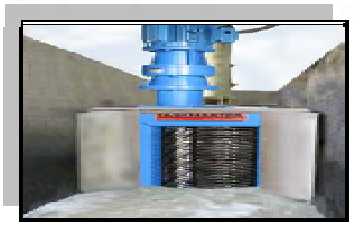
٢-٥-١-٢- أجهزة التفتيت (المصافي الطاحنة) Comminutor:

وتستخدم لتفتيت وتقطيع المواد الصلبة (أحجار) والتي مرت عبر المصافي القضبانية ويجب اخذ كمية المواد الصلبة التي تنقل إلى داخل محطة المعالجة نتيجة لوجود المصفاة الطاحنة أثناء التصميم لمعدات معالجة ونقل الحمأة.



الشكل(٢-٨) المصافي الطاحنة

وهي تركب في قناة خاصة حيث تجبر مياه الصرف على المرور من خلال أسنان تقطيع دوارة ليتم تقطيع الخرق والمواد الخشنة الأخرى (التي قد تكون عضوية) لتصبح صغيرة بحيث تتمكن من المرور عبر فتحات المصفاة ، وتوضع عادة قبل المرمل أو قد توضع قبل محطات الضخ.انظر الشكل(٢-٨) والشكل (٢-٩).



الشكل(٢-٩) جهاز تفتيت

٢-٥-١-٣- مرسبات الرمال: Sand and Grit Chambers or Channels

الغاية منها إزالة الرمال والمواد الحصوية الناعمة التي مرت عبر المصافي وبالتالي الإقلال من حجم الرواسب في أحواض الترسيب ومن أهم أنواعها

(غرف الرمال ذات الجريان الأفقي وغرف الرمال المهواة وغرف الرمال الدوامية).

نحتاج إلى دراسة الرمال وكيفية حجزها وأنواع فصل الرمال عن مياه الصرف عن طريق:

١- أحواض لا مركزية كما الشكل (٢-١٠).

٢- أحواض مستطيلة كما في الشكل (٢-١١).

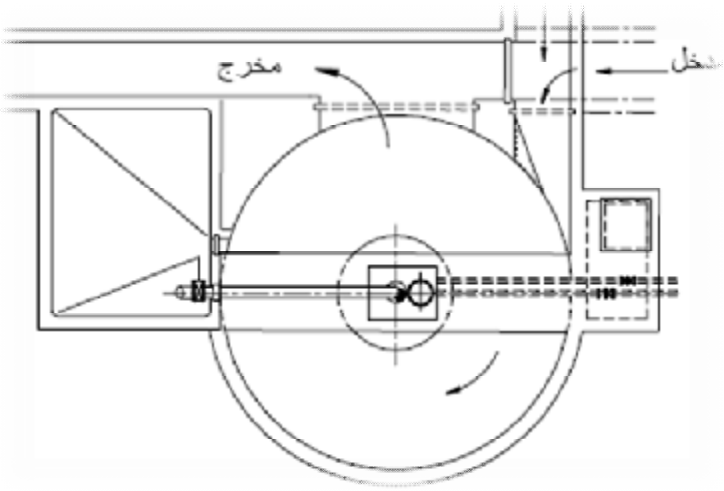
لكن كلاهما يحتاج إلى عملية سحب للرمال المتجمعة، ويتم سحب الرمال بواسطة ثلاث عمليات إما:

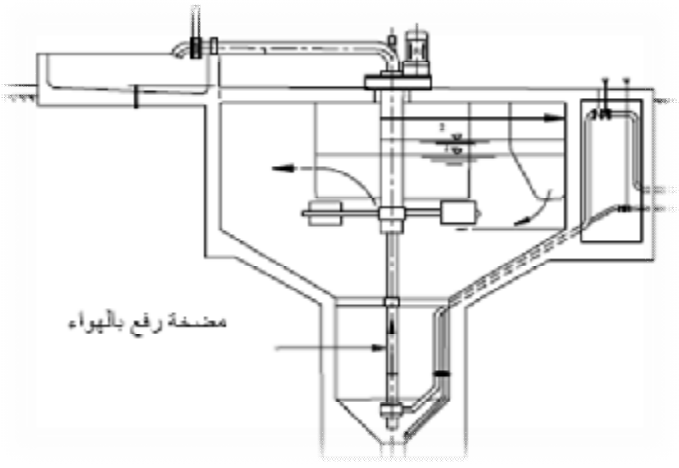
١- ضخ مضخة خاصة.

٢- ضخ بواسطة الهواء (فانتوري).

٣- قشط بواسطة حلزونات.

الشكل (٢-١١)حوض مستطيل





الشكل (٢-١٠) أحواض لامركزية مدورة

يجب الانتباه بشكل أساسي ومعرفة مواصفات الحلزونات عن طريق:

١- المادة المصنوع منها.

٢- اتجاهات الميل 60-30 أفقي.

٣- المحرك ما هي صفاته وسرعة دورانه.

٤- المسننات.

٥- سرعة الميل.

٦- الحاوية التي تنقل الرمال المفصولة (ما هو حجمها، كيفية سحبها، شكل شفرة الحلزون وقطرها، طول الحلزون، الارتفاع الموجود عليه الحلزون). في بعض الأحيان يتم اللجوء إلى تطويل الحلزون لكن في حال كانت لدينا قناة منخفضة لا نستخدم هذا النوع من الحلزونات ولا نطيله لكن نقوم باستخدام طريقة الناعورة.

حركة الرمال (الضخ بواسطة الهواء):

في هذه الطريقة من سحب الرمال يجب أن نتعرف على المادة المصنوعة منها المضخة الهوائية:

١- حديد أسود.

٢- حديد مغلفن.

هل يمكن أن يتآكل بواسطة البواري لأننا كما نعلم بان مياه الصرف تحتوي على أحماض وقلويات ويجب ألا ننسى موضوع احتكاك الرمل مع المعدن إذا هنالك تآكل مستمر للبواري ولمحور الحلزون.

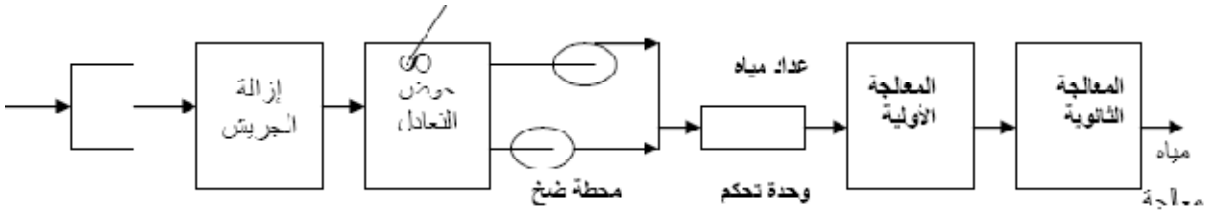
آلية التخلص من الرمال:

يحتوي هذا البند على العمل الذي سنقوم به بعد فصل الرمال هل سنغسلها ونبيعها أم سننقلها إلى أماكن أخرى يمكن الاستفادة منها في عمليات رصف الطرق و.....الخ.

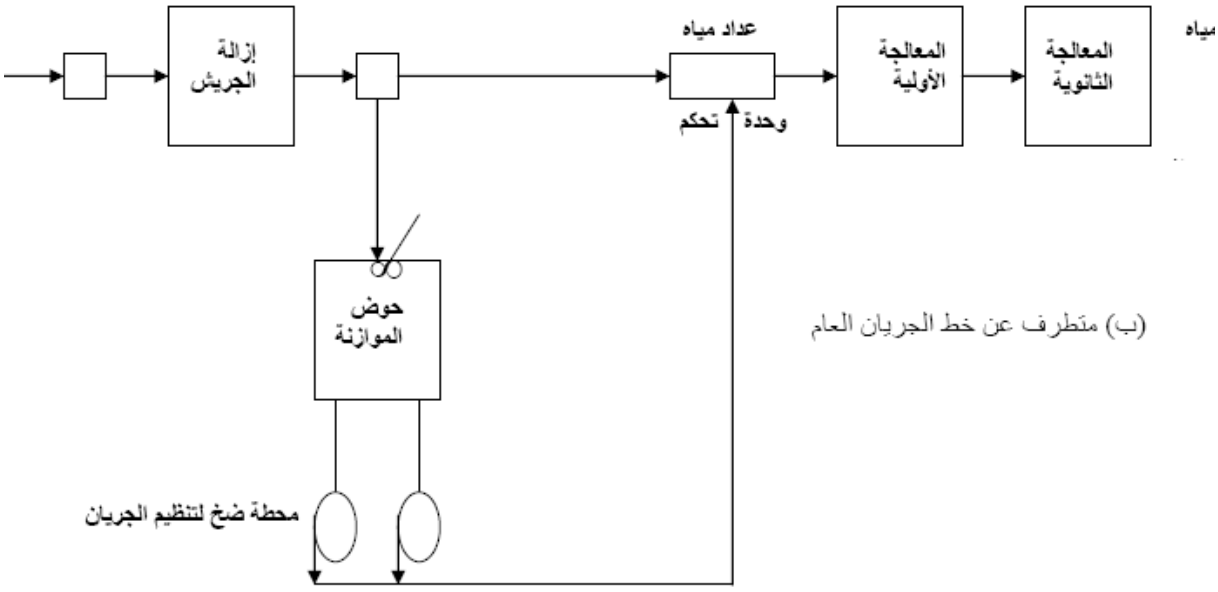
٢-٥-١-٤- أحواض التعديل:

والغاية منها تخفيف حدة التغيرات في كمية الجريان أو شدة مياه المجاري الواصلة لمحطة المعالجة وذلك للحصول على معدل شبه ثابت للجريان وتركيز شبه ثابت للملوثات الموجودة في مياه المجاري الداخلة للمعالجة وهي تستعمل عندما تدعو الحاجة لذلك.

مصفاة قضبانية / اومفتت



(أ) على خط الجريان العام.



الشكل(٢-١٢) مواقع أحواض الموازنة في محطة معالجة المياه العادمة (مخطط رمزي)

٢-٥-٢- المعالجة الأولية لمياه المجاري Preatreatment :

وتهدف هذه المعالجة إلى تخفيض قيم الملوثات الموجودة في مياه المجاري وبخاصة التخلص من كامل العوالق الصلبة السهلة الترسيب وبالتالي تخفيض تركيز المواد الصلبة المعلقة والتلوث العضوي.

أ- الترشيح بواسطة القضبان المتوازية: Screening / Dégrillage :

وهي مرحلة تعتمد على مبادئ فيزيائية بسيطة في تنقية المياه. إذ تهدف إلى تخليص المياه أولا من النفايات كبيرة الحجم بتمريرها عبر شبكة كبيرة من القضبان المعدنية العمودية أو المنحنية (ما بين ٦٠ إلى ٨٠ درجة عن سطح الأرض) أو المقوسة والتي يطلق عليها اسم المرشح القضباني Screens .

ب- إزالة الرمال: Grit or sand removal / Dessablage

وتهدف هذه المرحلة إلى حذف الجزيئات المعدنية (Mineralparticles) والتي تتجاوز كثافتها كثافة الماء (Waterdensity) وكثافة المواد العضوية. وتتكون هذه الجزئيات من فتات الزجاج والمعادن وبصفة أخص من الرمال والحصى.

ولابد من حذف هذه المواد مهما كانت طبيعة شبكة الصرف الصحي بالمدينة: موحدة (أي لجمع مياه الصرف ومياه الأمطار) أم منفصلة عن شبكة مياه الأمطار. وقد يبلغ تركيز الرمال ٢٠٠ ملغ / اللتر في الشبكة المنفصلة وربما٥٠٠ ملغ/اللتر أو أكثر في الشبكة الموحدة.

ويتم حذف الرمال باستغلال فارق الكثافة بين المواد المعدنية (ك = ٢.٦٥ = density) وبين المواد العضوية (ك = ١.٢) التي لا بد أن تبقى عائمة أو عالقة عند مرورها بهذه المرحلة وهذا وجه الاختلاف مع أحواض الترسيب.

ت- أهمية زمن الحجز في كفاءة حذف المواد القابلة للترسب:

تمكن عملية حذف الرمال من تقليص كتلة التلوث الخام وبالتالي تخفيف العبء على منشئات المعالجة التي تلي مزيل الرمال.

ث- إزالة الشحوم: (Grease removal / déshuilage):

تهدف هذه المرحلة إلى تخليص المياه الواردة على المحطة من الشحوم الحيوانية والنباتية وذلك لتفادي: ١- تلطخ المنشآت.

٢- تناثر المواد العائمة على السطح.

٣- اضطراب عملية التهوية.

٤- تسربها إلى خارج المحطة مع المياه المعالجة.

٥- صعوبات محتملة لمعالجة الحمأة وخاصة الترشيح والهضم والحرق.

وتصمم هذه المرحلة سواء بعد إزالة الرمال أو في آن واحد معها. مع الإشارة إلى أن المواد الدهنية لا تذوب في الماء ولكن بواسطة مذيبات خصوصية والمتمثلة في مادتي

الكلوروفورم والاكزان Hexane & Chloroform .وتوجد عدة أصناف من مزيلات الشحوم مثل: ١- الحواجز المغطسة (أو الشعبية). Siphoidal partition wall

2 - المزيلات المهواة .

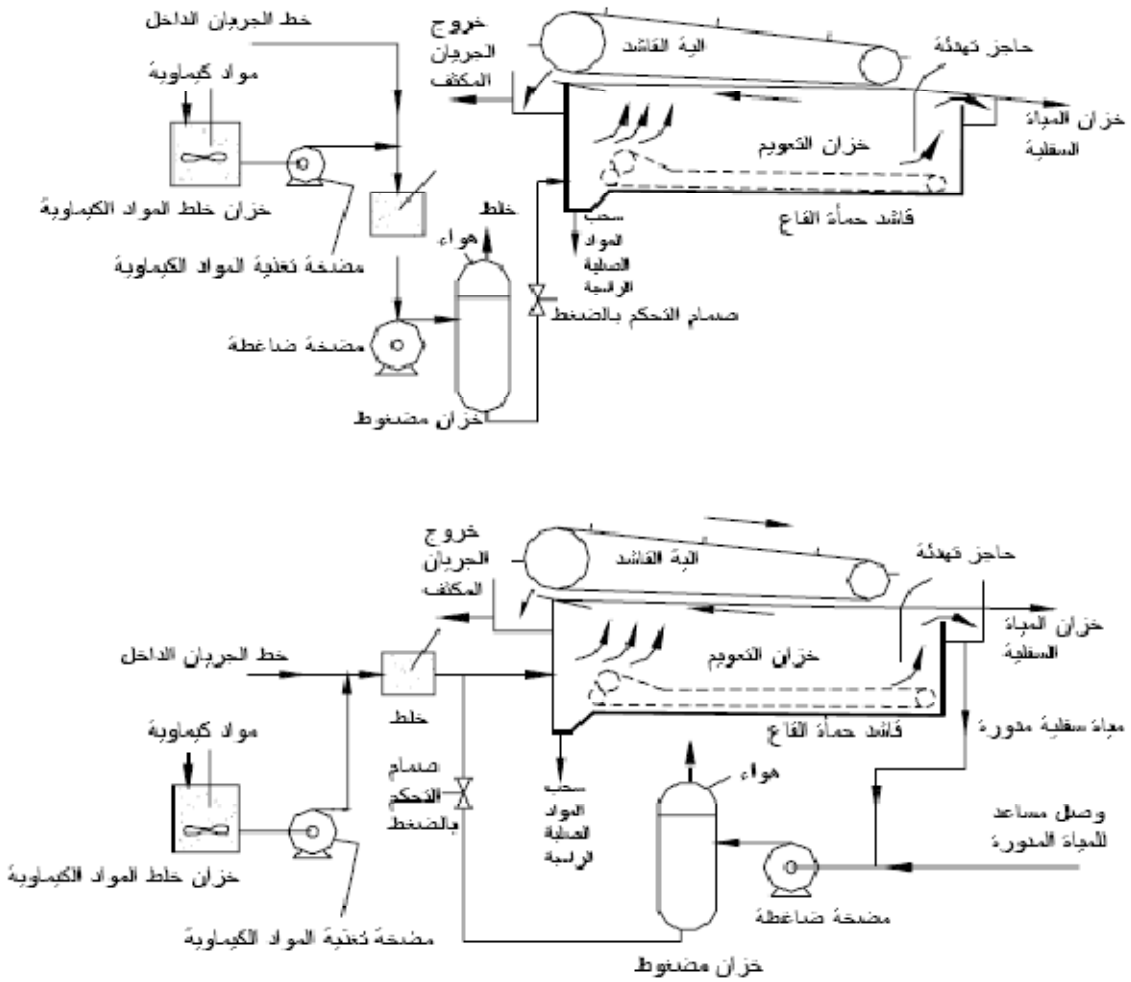
٣- المزيلات المعتمدة على التفكيك البيولوجي للشحوم.

أهم مكونات هذه المرحلة:

٢-٥-٢-١- أحواض التعويم:

وتستخدم لإزالة الشحوم والزيوت عند وجودها بنسبة عالية في مياه المجاري وعلى الأغلب من مصادر صناعية وذلك تجنبا لإعاقة عمليات المعالجة وانتشار الروائح الكريهة.

كما في الشكل (٢-١٣).



الشكل (٢-١٣) أحواض التعويم

٢-٥-٢-٢- أحواض الترسيب الأولية:

والهدف منها فصل وإزالة المواد الصلبة الناعمة القابلة للترسيب بشكل كامل والتي تشكل نسبة ملحوظة منها بعض المواد اللاعضوية التي تعتبر عبئاً على مرحلة المعالجة البيولوجية اللاحقة، كما يؤدي إلى تخفيض تركيز

الشكل (٢-١٤) حوض ترسيب أولي

الـ BOD٥ حوالي (٢٥-٣٥) ٪ ونسبة إزالة المواد الصلبة المعلقةSS حوالي (٥٠-٥٥) ٪ وقد تكون هذه الأحواض دائرية أو مستطيلة.انظر الشكل (٢-١٤).

٢-٥-٣- المعالجة الثانوية(البيولوجية) لمياه المجاري: BIOLOGICAL TREATMENT

تعتبر هذه المرحلة أهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه الملوثة في المحطة وتهدف هذه المعالجة إلى أكسدة المواد العضوية المختلفة في مياه المجاري وتحويلها إلى مركبات مستقرة وكتلة حيوية تتألف معظمها من البكتريا وبعض الكائنات الدقيقة التي يمكن فصلها عن المياه ومعالجتها على إنفراد وبالتالي الحصول على مياه خالية عملياً من التلوث العضوي، ولحدوث معالجة ثانوية يلزم عدة عوامل هي:

١-الأحياء الدقيقة المسؤولة عن المعالجة.

٢-مصدر لإمداد الأكسجين اللازم لتنفس البكتريا.

٣-مياه الصرف الحاوية على المادة العضوية والتي تعتبر غذاء للبكتريا.

٤-مزج يؤمن فرصا اكبر لتماس البكتريا والمادة العضوية والأكسجين.

٢-٥-٣-١- آلية تشكل الندف الحية في عمليات المعالجة البيولوجية:

تتطور البكتريا عند بداية نموها على شكل سلاسل أو مجموعات. و تكون في هذه المرحلة من النمو شديدة النشاط و الحركة مما يصعب ترسبها إذ أنها لم تطور بعد طبقة بيولوجية لزجة (slime) تساعدها لتلتصق مع بعضها، لذلك و نتيجة لعملية المزج في حوض التهوية تتكسر الندف و تبقى الكائنات الحية مشتتة في السائل الممزوج و لاتتكتل

أو تترسب، و بزيادة عمر الحمأة تفقد الكائنات الحية قدرتها على الحركة و تجمع بعض المواد العضوية اللزجة التي تسهل عليها أن تلتصق مع بعضها. ثم يكبر حجم الكتل الحيوية مع الوقت لتشكل ندفاً، و إذا ما تمكنت الكائنات الحية من التطور بشكل ملائم ضمن الظروف الملائمة ستكبر الندف و تتراص و تبدأ باكتساب القدرة على الترسب.

ونتيجة للمزج في حوض التهوية تبقي الندف بحجم صغير لأن قوى الترابط بينها ليست كبيرة رغم كون الأحياء لزجة، و هذا أمر جيد فهو يسمح للخلايا الحية و الغذاء و الأكسجين بالتلاقي و باستمرار عملية التهوية.

٢-٥-٣-٢ – العوامل المؤثرة على قابلية ترسيب الندف الحية(٢)(٣):

٢-٥-٣-٢-١- الأكسجين المنحل:

تحتاج الكائنات الحية في حوض التهوية إلى الأكسجين لتتمثل الطعام من أجل الحفاظ على الخلية و للنمو، و رغم أن الكائنات الحية تحتاج إلى الأكسجين فإن بعضها قد يكفيه من الأكسجين أقل من غيرها من الكائنات الأخرى. جميع الكائنات يلزمها على الأقل (0.1-0.3 mgO_2/L) لتعمل بالشكل الملائم. و لكنه من الضروري الحفاظ على قيمة حوالي(2 mg/L) من الأكسجين المنحل في حوض التهوية بحيث أنه حتى البكتريا الموجودة ضمن الندفة تحصل على حاجتها من الأكسجين، و في حال كون تركيز الأكسجين المنحل أقل من (2mg/L) فإن الكائنات على حواف الندفة تحصل على الكمية المتوفرة من الأكسجين قبل أن يصل إلى مركز الندفة، و إذا حدث ذلك فالكائنات الموجودة في مركز الندفة تضعف و تموت مما يسبب تكسرها و ضعف قابليها للترسيب.

٢-٥-٣-٢-٢- نقص المواد المغذية:

تحتاج الأحياء الدقيقة إلى مواد مغذية معينة من أجل نموها و إن المواد المغذية الأساسية المتوفرة في مياه الصرف الصحي هي: الكربون (C)، النتروجين (N)، الفوسفور (P) ضمن النسبة C:N:P ١: ١٠ :١٠٠ . بالإضافة للكربون و النتروجين و الفوسفور، نحتاج كميات ضئيلة من المعادن و أشباه المعادن مثل الصوديوم، البوتاسيوم، المغنيزيوم، الحديد و بعض المواد الأخرى المتوفرة في مياه الصرف الصحي العادية حيث يمكن أن تتوفر معظم هذه المواد المغذية.إن معظم مشاكل نقص المواد المغذية تحدث عند وجود كمية كبيرة من مياه الصرف الصناعية ففي حال عدم توفر المواد

المغذية تفشل عملية التمثيل الخليوي ويبدأ تراكم نوع معين من الشحم البكتيري (slime) حول الخلية و يتباطأ نشاط الخلية لأنها لا تستطيع إنتاج الأنزيمات الكافية ولأن المواد المغذية اللازمة لا تستطيع اختراق طبقة الشحم لتصل إلى الخلية، وفي هذه الحالة يصعب ترسب الندف و تتباطأ عملية إزالة ال BOD من مياه الصرف.

٢-٥-٣-٢– ٣ تنوع الأحياء الموجودة في الندف الحية:

إن وجود نوع معين من وحيدات الخلية يتبع مواصفات التدفق الداخل و أداء محطة المعالجة. فوحيدات الخلية تلعب دوراً ثانوياً و لكنه هاماً في المعالجة الهوائية لمياه الصرف، و إن أنواع وحيدات الخلية الموجودة في عمليات معالجة الحمأة المنشطة يقع في أربعة تصنيفات رئيسة هي:

(الأميبا، السوطيات، الهدبيات"حرة السباحة والزاحفة و ذات الساق "، الدولابيات).

١- الأميبا: هي وحيدات الخلية الأكثر قدماً تتحرك بأقدام كاذبة غالباً ما توجد في مياه الصرف الخام، ويكون وجودها في حوض التهوية قصير الأمد، تتكاثر الأميبا في حال وفرة المواد المغذية في حوض التهوية. وتتصف ببطء الحركة لذلك يصعب عليها المنافسة من أجل الغذاء إذا كان توفره محدوداً. تتغذى الأميبا على الجزيئات العضوية الصغيرة، و في حال تواجدها بعدد كبير في حوض التهوية فإن هذا يدل على وجود شكل من أشكال حمولة الصدمة في محطة المعالجة (الغذاء يتوفر بشكل كبير)، و قد يشير وجودها في حوض التهوية إلى تركيز ضعيف للأكسجين منحل منخفض لأنها يمكن أن تتحمل مستويات منخفضة جداً من الأكسجين المنحل.

٢- السوطيات:معظم السوطيات تمتص المواد المغذية المنحلة، فحالما تبدأ الأميبا بالاختفاء و بوجود تركيز كبير للغذاء المنحل فإن كلاً من السوطيات و البكتريا تتغذى على المواد المغذية العضوية الموجودة في مياه الصرف، و بتدني مستوى المواد المغذية يصعب على السوطيات منافسة البكتريا على الغذاء المنحل فيبدأ عددها بالتناقص.

إذا وجد عدد كبير من السوطيات في المراحل المتأخرة من تطور عملية المعالجة بالحمأة المنشطة فإن هذا يشير إلى أن مياه الصرف مازالت تحوي كمية كبيرة من المواد المغذية المنحلة.

٣- الهدبيات: تتغذى الهدبيات على البكتريا و ليس على المواد العضوية المنحلة، و عندما تتنافس كلاً من البكتريا و السوطيات على المغذيات المنحلة، فإن الهدبيات تتنافس مع الهدبيات الأخرى و الدولابيات على ابتلاع البكتريا. إن وجود الهدبيات يشير إلى وجود حمأة جيدة لأنها توجد بعد تشكل الندف و بعد إزالة معظم المواد المغذية العضوية.

٤- الهدبيات حرة السباحة: تظهر هذه الهدبيات عندما تبدأ السوطيات بالاختفاء. بزيادة عدد البكتريا يكون عدد كبير من البكتريا المشتتة متوفراً من أجل الغذاء و بظهور ندف متشتتة قليلاً يتزايد عدد الهدبيات السابحة.

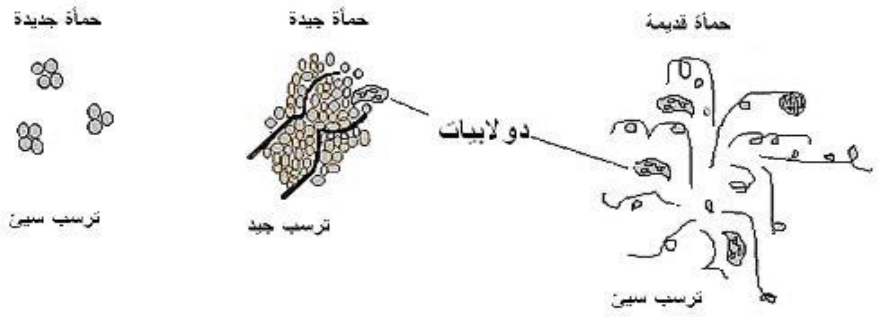
٥- الهدبيات الزاحفة: بزيادة حجم جزيئات الندف و ثباتها، فإن الهدبيات الزاحفة تقترب من الندفة لتتلامس معها. فالهدبيات الزاحفة تنافس الهدبيات حرة السباحة لأنهما يمكن أن يجدا الغذاء ضمن الندفة.

٦-الهدبيات السوطية: تظهر الهدبيات السوطية في الحمأة الناضجة. فضمن الحمأة الناضجة تتنافس الهدبيات الزاحفة و السوطية على السيطرة.

٧- الدولابيات: إن الدولابيات نادراً ما توجد بأعداد كبيرة في عمليات معالجة مياه الصرف. إن الدور الأساسي لها هو إزالة البكتريا و تطوير الندف وهي تسهم في إزالة عكارة المياه الخارجة من المحطة وذلك باستهلاكها للبكتريا غير المتندفة. تساعد المادة المخاطية Mucous التي تفرزها الدولابيات إما بفمها أو بأقدامها في تشكل الندف، و تحتاج الدولابيات إلى زمن أطول لتتواجد في عمليات المعالجة و هي تشير إلى زيادة ثبات النفايات العضوية.

٢-٥-٣-٢-٤-عمر الأحياء وبنية الندف:

يمكن تحديد نوع الأحياء الموجودة في الحمأة بالنظر إليها تحت المجهر العادي. فمثلاً إذا نظرنا تحت المجهر لعينة حمأة يمكن تمييز الشكل / ١ /



الشكل/ ١/تأثير وجود أحياء مجهرية مختلفة على بنية الندف الحية و على قابلية الترسيب

نلاحظ في الشكل / ١ / أن الدولابيات و هي أحياء مجهرية كبيرة الحجم توجد بكثرة في الحمأة القديمة أما الحمأة ذات العمر الصحيح فأعداد الدولابيات فيها قليل بينما الحمأة الحديثة لا تحوي أياَ منها.

تعتبر المعالجة البيولوجية لمياه المجاري من أهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه في المحطة وتهدف هذه المعالجة إلى أكسدة المواد العضوية المختلفة الموجودة في مياه المجاري وتحويلها إلى مركبات مستقرة وكتلة حيوية تتألف في معظمها من البكتريا وبعض الكائنات الدقيقة التي يمكن فصلها عن المياه ومعالجتها على انفراد وبالتالي الحصول على مياه خالية عملياً من التلوث العضوي، ويعتبر وجود الأوكسجين والبكتريا أهم عنصرين من العناصر المطلوبة لإنجاح المعالجة البيولوجية إضافة إلى شروط أخرى مثل درجة الحرارة ووجود بعض المغذيات المساعدة.

٢-٥-٣-٣- الطرق الشائعة للمعالجة البيولوجية نذكر(١١)(١٢):

٢-٥-٣-٣-١ - المرشحات البيولوجية(Trickling Filters):

تعتبر طريقة المرشحات البيولوجية من أقدم طرق المعالجة البيولوجية ويقل استعمالها في الوقت الحاضر ماعدا في بعض استخدامات المعالجة لمياه الفضلات الصناعية.

يتألف المرشح البيولوجي من سرير من المواد الحصوية أو البلاستيكية الخشنة توزع فوقه مياه المجاري بواسطة

ذراع رشاش دوار حيث تتسرب مياه المجاري عبر فراغات الوسط المرشح ملامسة هذا الوسط الذي تنمو عليه الكائنات العضوية الدقيقة التي تقوم بتفكيك المواد العضوية وأكسدتها بمساعدة الهواء الجوي وتخرج المياه المرشحة من أسفل المرشح إلى حوض ترسيب ثانوي لفصل وإزالة الحمأة عن المياه.

والمرشحات البيولوجية نوعان ذات معدل ترشيح عالي أو منخفض، والحمأة الناتجة تحتاج للتجفيف فقط. و من أهم مساوئ هذه الطريقة انتشار الذباب والبعوض في الموقع وعدم ثبات مردود المعالجة.

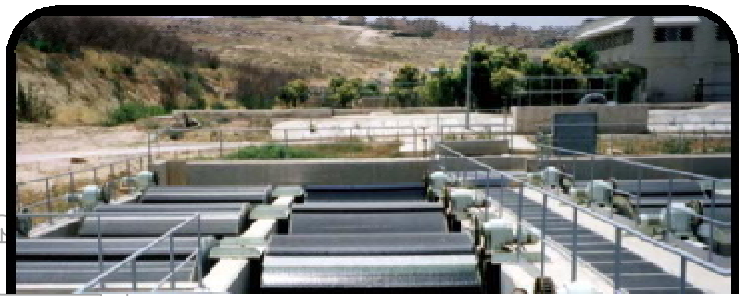
٢-٥-٣-٣-١-١-تشغيل المرشحات البيولوجية:

تتبع طريقة التشغيل لشكل المقطع العرضي للمرشح، فبالنسبة للمرشحات المستطيلة أو المربعة يتم توزيع المياه على سطح المرشح بوساطة نافورات ثابتة Fixed Spraying nozzles مركبة على ثقوب مجموعة أنابيب متوازية مثقبة، أما في الأسرة ذات المقطع الدائري فيتم توزيع المياه بوساطة موزعات دوارة تتألف من أنبوب يصل إلى مركز المرشح تمتد منه عدة أنابيب قطرية، وعلى الجانب المقابل لطبقة كسارة الحجارة والبحص أو قطع المواد البلاستيكية توجد ثقوب لخروج الماء منها بقوة مما يؤدي إلى دوران هذه الأنابيب.

ولكي تدار الأذرع الأفقية بفعل قوة الطرد العكسية يجب خروج الماء تحت ضغط كاف، ويوفر ذلك باستخدام خزان دفق يوضع بين حوض الترسيب الابتدائي وبين المرشحات البيولوجية حيث يجمع هذا الخزان المياه الخارجة من حوض الترسيب خلال ٥ أو ١٠ دقائق، ثم تخرج منه دفعة واحدة إلى المرشحات البيولوجية.

٢-٥-٣-٣-٢ - الأقراص البيولوجية الدوارة(Retating Biological Contactor):

وتعتبر هذه الطريقة إحدى طرق النمو بالغشاء الثابت كما هو الحال في المرشحات البيولوجية فيما عدا أن الكتلة الحيوية هي التي تلامس الماء أثناء دوران الأقراص وليس الماء هو الذي يلامس الكتلة البيولوجية.



تتألف وحدة المعالجة من مجموع أقراص

دائرية خفيفة الوزن(بلاستيكية غالباً)،
مادتها الأولية قد تكون من البولي ستيرين
أو البولي اتيلين، و تدور حول محور
مرتبط بهاو غاطسة إلى حوالي نصف
قطرها ضمن مياه المجاري، وبعد
خروجها يدخل الهواء بينها ملامساً الغشاء
البيولوجي الشكل (٢-١٥)الأقراص الدوارة

(طبقة بيولوجية تنمو على سطح الأقراص).أثناء التشغيل يكون القسم السفلي من القرص (حوالي٤٠%من قطر القرص) مغمورا بمياه الصرف بينما يكون القسم العلوي معرضا للهواء ليحصل على الأكسجين اللازم لعملية التحلل البيولوجية التي تقوم بها البكتريا الهوائية، وتثبت هذه البكتريا بالتدريج على السطوح الخارجية للأقراص بسبب امتصاصها للتلوث وتشكيلها لطبقة هلامية من حولها وبالتالي تتشكل طبقة بيولوجية هلامية رقيقةBiofilm على وجهي جميع الأقراص.

تزداد سماكة الطبقة البيولوجية مع استمرار معالجة مياه الصرف، وقد تصل سماكة الطبقة البيولوجية إلى ١ ملم وأكثر مما يجعلها ضعيفة التماسك بالقرص بسبب صعوبة وصول الأكسجين إلى البكتريا الموجودة ملتصقة تماما بوجه القرص وبالتالي تسقط الطبقة البيولوجية في الماء نتيجة لسرعة دوران الأقراص، وبالتالي يلزم تعريض الماء الخارج من الأقراص البيولوجية لترسيب ثانوي لإزالة المواد المعلقة المنجرفة مع الماء.

يقوم محور الدوران بتدوير عدد كبير من الأقراص المتجاورة، لذلك يجب أن يتحمل المحور الأوزان المطبقة عليه ليبقى أفقيا بدون ظهور انحناء.

تستعمل هذه الطريقة في محطات المعالجة الصغيرة وعادة يبنى عدد من صفوف أقراص التماس بشكل متتابع خلف بعضها في حوض التهوية، وتمتاز هذه الطريقة باستهلاكها القليل للطاقة وبقلة الحمأة الناتجة عنها ويبلغ معدل التنقية ٨٥٪.كما في الشكل (٢-١٥).

٢-٥-٣-٣-٣ – الحمأة المنشطة(Activated Sludge)[٢]:

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق شيوعاً في الوقت الحاضر بسبب فاعليتها العالية في المعالجة وسميت بهذا الاسم لأنه يتم إعادة جزء من الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب

الثانوية إلى حوض التهوية وذلك بشكل مستمر وهذا يساعد في تسريع العملية البيولوجية وزيادة كفاءتها بسبب زيادة كثافة الكتلة الحيوية في حوض التهوية وبالتالي زيادة معدل الأكسدة وتفكيك المواد العضوية إلى مكوناتها الأساسية، وتدخل المياه المعالجة إلى أحواض التهوية بعد مرورها على أحواض الترسيب الأولية.

وبالرغم من أنها أكثر كفاءة من المرشحات البيولوجية فهي تحتاج إلى مهارة عالية في التشغيل ومن أهم الأمور الواجب متابعتها في التشغيل:

١- التغير في معدلات التصريف لمياه المجاري الداخلة للمحطة.

٢- التغير في تراكيز المواد الملوثة الموجودة في مياه المجاري.

٣- تركيز المواد المعلقة في أحواض التهوية ونسبة المواد المتطايرة فيها.

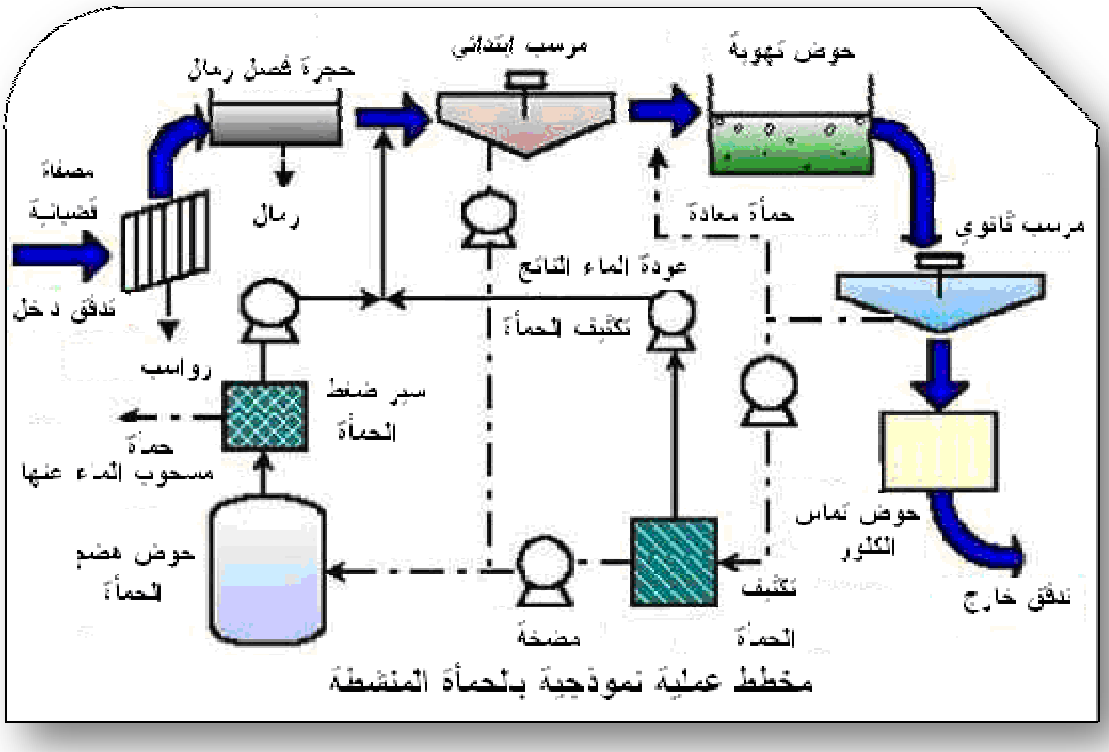
٤- نسبة الرواسب المعادة وتركيز المواد المعلقة بها، تركيز الأكسجين الذائب في أحواض التهوية.

٥- كفاءة المزج في أحواض التهوية و لهذا العامل(المزج) أهمية أساسية لعدة أسباب:

١- يساعد على إمداد مياه المجاري في أحواض التهوية بالأكسجين الذائب ويساعد على خلط الأوكسجين مع محتويات أحواض التهوية.

٢- يساعد التقليب على إستمرار التلامس بين الكائنات الحية الدقيقة وكل من الأكسجين الذائب والمواد العضوية.

٦-يمنع المواد المعلقة من الترسيب إلى قاع الحوض.



ويتم المزج إما بالتهوية الميكانيكية أو بواسطة الهواء المضغوط.

التهوية الميكانيكية Mechanical Aerators

يوجد نوعان من عنفات التهوية:

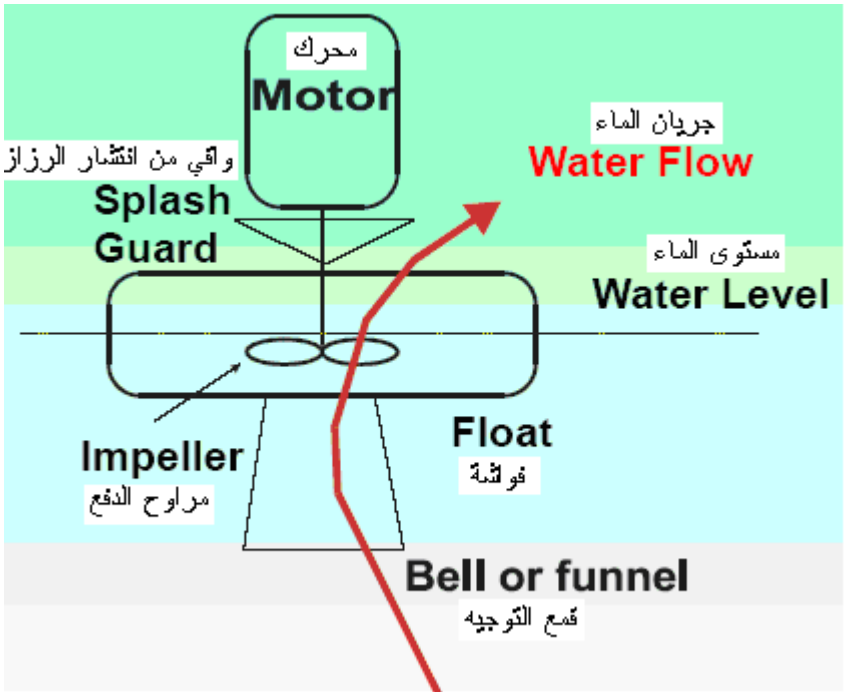
١- العنفات السريعة (٩٠٠ – ١٢٠٠ دورة في الدقيقة) .

٢- العنفات البطيئة (٣٠ – ٨٠ دورة في الدقيقة)

- توجد العنفات عند سطح الماء
- كفاءة التهوية معتدلة
- الفقدان الحراري فيها كبير
- تسبب انتشار الرزاز من الماء و الهواء
- سهلة التركيب و خاصة السريعة منها

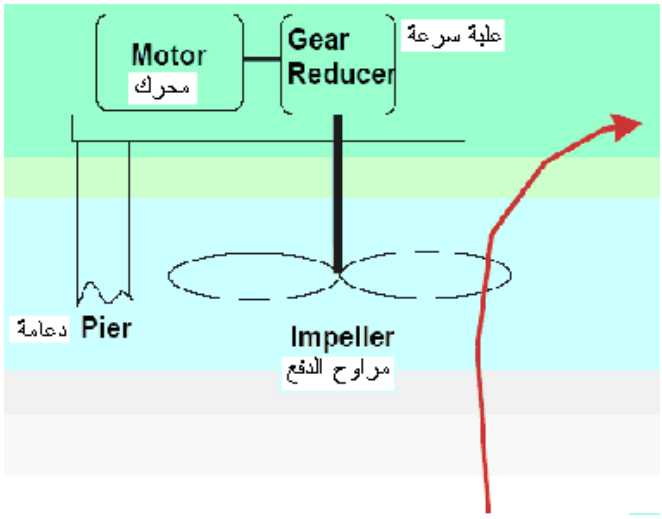
المهويات السطحية السريعة الدوران (الضخ المحوري)

High Speed Surface Aerator (Axial Pumping)



المهويات السطحية البطيئة الشاقولية (الضخ القطري)

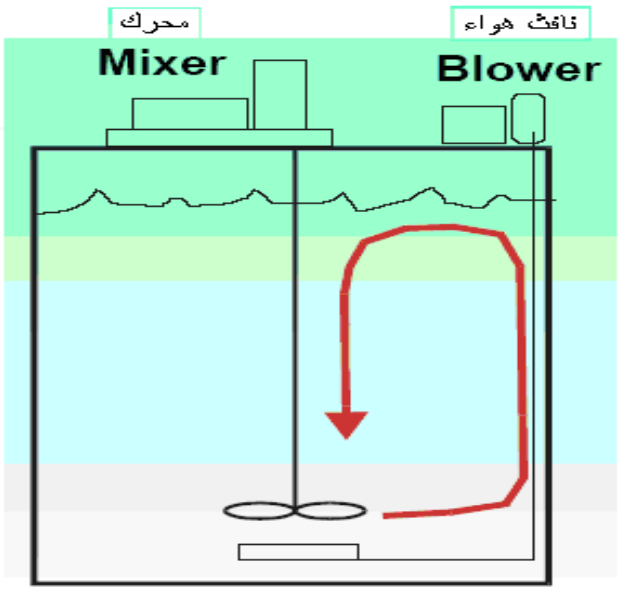
Low Speed Vertical (Radial Pumping)



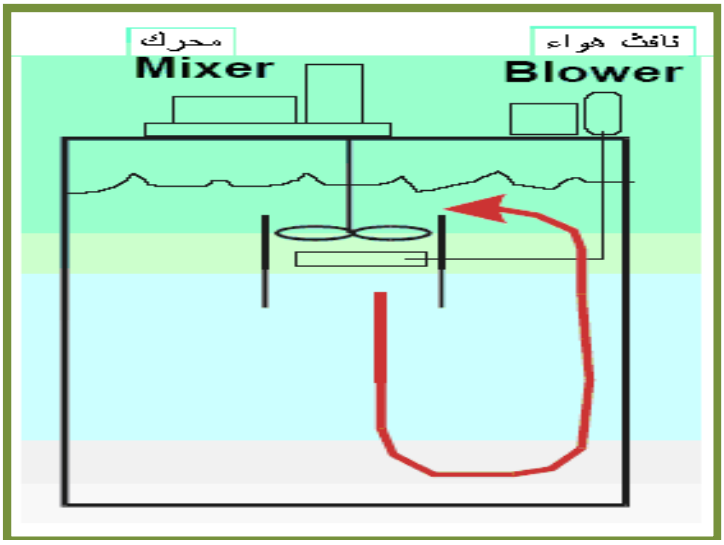
المهويات المختلطة Combined Types

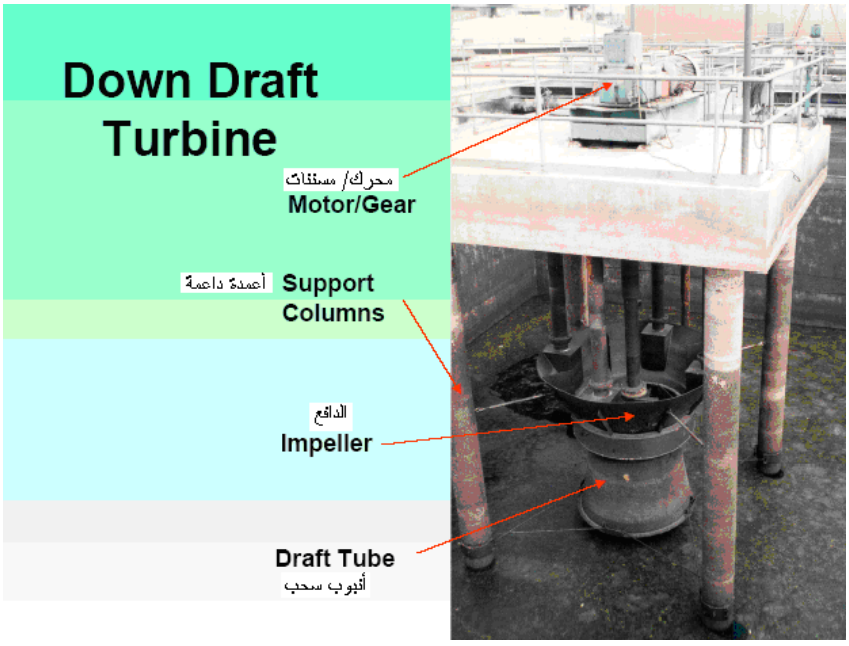
- عنفات تستخدم الطاقة الميكانيكية لتشكيل فقاعات ناعمة من نافثات الفقاعات الخشنة يوجد منها نوعين:

١. نوع **Sparged** يركب على عمق كبير (أكثر من ١٠ متر) غالباً ما يستخدم لتهوية المياه الصناعية.

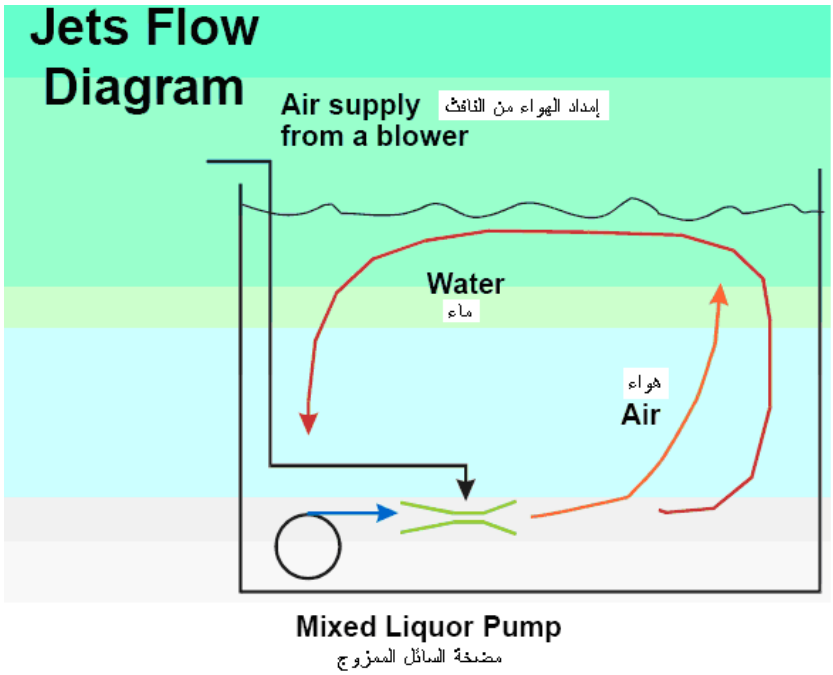


٢. العنفات السطحية تدفع الجريان باتجاه الأسفل Down draft تركب أقرب إلى السطح على عمق أكبر من ٥ متر قدرة الأكسدة (1.8 kgO2/kW-hr) ، علبة السرعة لسرعة دوران تتراوح بين ١٠٠ إلى ٤٠٠ دورة في الدقيقة) ، مشاكل الصيانة فيها قليلة.





٣. النافثات **Jets** - يتدفق الماء و الهواء عبر أنبوب يشبه أنبوب فينتوري لتولد فقاعات خشنة دون الحاجة إلى وجود فتحات صغير لتدفق الهواء .



ولطريقة الحمأة المنشطة

- محاسن عديدة نذكر منها:

١ - لا تحتاج لمساحات واسعة من الأرض مقارنة مع طرق المعالجة الأخرى.

٢ - كفاءة عالية في المعالجة.

٣– لا تحتاج لأيدي عاملة كثيرة.

٤ - يمكن إنشاؤها بالقرب من المدن.

٥ - لا تؤدي إلى إنتشار الروائح وتجمع الحشرات الضارة كالذباب خاصة بتوفر التشغيل المثالي.

- مساوئ هذه الطريقة:

١ - احتواء الحمأة الثانوية على نسبة رطوبة عالية مما يؤدي إلى زيادة كبيرة في حجمها ويصعب تجفيفها.

٢ - ذات تكاليف عالية.

٣ - تحتاج لتجهيزات كهربائية وميكانيكية مرتفعة الكلفة.

٤ - تحتاج إلى كوادر فنية متخصصة للتشغيل.

وتندرج ضمنها طريقة التهوية المطولة وخنادق الأكسدة كما الشكل (٢-١٦).

٢-٥-٣-٣-١ – التهويـــة المطـــولة(Extended Aeration Activated Sludge):

وهي إحدى طرق الحمأة المنشطة التي تستخدم لمعالجة التصرفات الصغيرة، وهي طريقة سهلة ومرنة في تشغيلها ويمكن الإستغناء عن مرحلة الترسيب الإبتدائي ومعالجة مياه المجاري بعد عملية حجز المواد الطافية والرمال إن أمكن، ومن مزايا هذه الطريقة تثبيت المواد العضوية و الإستغناء عن معالجة الرواسب قبل تجفيفها أو استعمالها.

في طريقة المعالجة بالتهوية المطولة تدخل مياه المجاري الخام(بعد حجز المواد الطافية والرمال) لأحواض التهوية حيث تنشط البكتريا الهوائية في أكسدة المواد العضوية،ويساعد على ذلك عملية التهوية الميكانيكية التي تعطي الأوكسجين الذائب للمياه، وتسبب عمليات مزج وتحريك مستمر للسائل ضمن الحوض مما يزيد من فعالية عملية المعالجة، وتخرج المياه من أحواض التهوية لأحواض الترسيب حيث ترسب المواد العالقة وما بها من الكائنات الحية الدقيقة، ثم يعاد نسبة كبيرة من هذه الرواسب(الحمأة المنشطة الثانوية) إلى أحواض التهوية للحفاظ على التركيز المناسب من المواد العالقة وما تحمله من البكتريا التي تقوم بعملية الأكسدة.

ويلزم للحفاظ على تراكيز ثابتة من المواد العالقة في أحواض التهوية أن يتم تصريف نسبة من المواد المترسبة في أحواض الترسيب بدون مشاكل الرائحة حيث تكون هذه الحمأة مؤكسدة لبقائها في أحواض التهوية مدة طويلة.

وتدخل عدة مفاهيم أساسية في صلب المعالجة البيولوجية ضمن أحواض التهوية نذكر منها: عمر الحمأة، نسبة الغذاء إلى كتلة المواد الصلبة الطيارة (F / M) ويمكن التخلص من الحمأة الزائدة من هذه العملية بأحد الطرق الآتية:

١ -تجفيف الحمأة الزائدة ضمن أحواض تجفيف ثم استخدامها كسماد وتصرف الحمأة الزائدة كنسبة من الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب الثانوية، أو كنسبة من تصريف مياه أحواض التهوية.

٢ -التشغيل بدون صرف حمأة، أي بإعادة جميع الرواسب من أحواض الترسيب إلى مدخل أحواض التهوية، على أساس افترضه بعض الباحثون وهو أن الكائنات الحية الدقيقة تتغذى على جزء من مكونات الخلايا البكتيرية غير قابلة للتحلل، بالإضافة إلى المواد الغير عضوية الموجودة أصلاً في مياه المجاري، كل هذه المواد التي لم تتأكسد، تتراكم في أحواض التهوية ويزيد تبعاً لذلك وبالتدريج تركيز المواد العالقة في المياه الخارجة من أحواض الترسيب، ورغم زيادة هذه المواد العالقة في المياه المعالجة إلا أن هذه المواد تكون مؤكسدة.

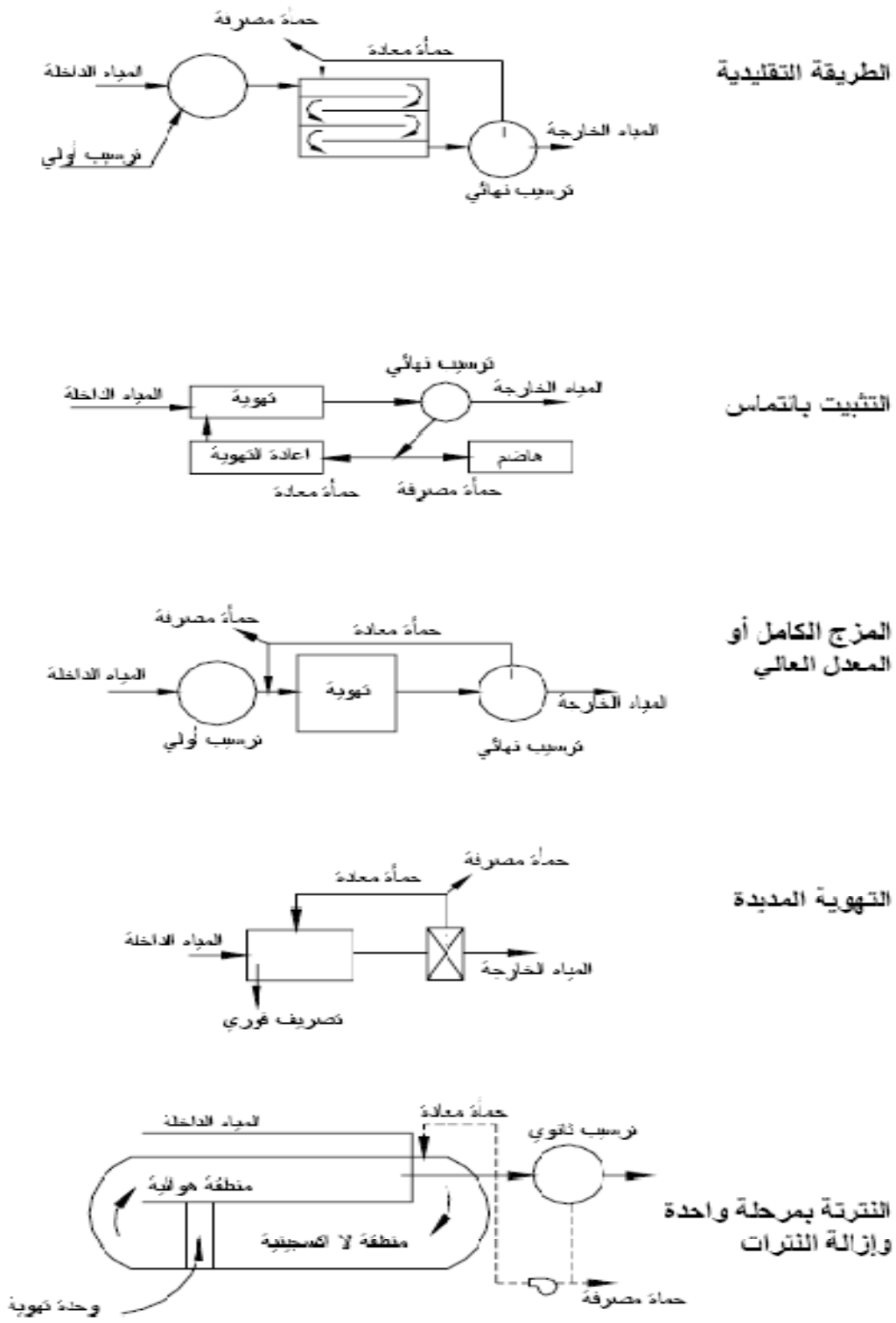
٣ - إذابة الحمأة الزائدة كيميائياً وإدخالها لأحواض التهوية ليتم أكسدتها مع مياه المجاري، ويمكن عمل الإذابة إما بصورة مستمرة أو متقطعة حسب سعة محطة المعالجة، ولكن هذه الطريقة تشكل عبئاً فنياً إضافيا" على التشغيل.وعموماً يمكن تحديد طريقة التخلص من الحمأة الزائدة استنادا إلى مجالات استعمال المياه المعالجة وفي حالة استعمالها في الري أو استصلاح الأراضي لا يتأثر ذلك بزيادة المواد العالقة في المياه المعالجة.

٤ - التحكم في صرف الحمأة: من أهم أسس أسباب اختيار هذه الطريقة هو إمكانية تشغيلها بسهولة وبساطة لأن المعالجة بالتهوية المطولة تستخدم في التجمعات السكنية الصغيرة والقرى حيث يجب استخدام طرق معالجة لا تحتاج إلى مهارة فنية، وأبسط هذه

الطرق المحافظة على تركيز شبه ثابت للمواد العالقة في أحواض التهوية، وتصريف الزائد من الحمأة.

وهذه الطريقة تعطي كفاءة عالية في المعالجة بشرط عدم تغيير تركيز المواد العضوية بدرجة كبيرة. ويمكن المحافظة على كفاءة المعالجة بالمحافظة على نسبة ثابتة بين الأوكسجين الحيوي المستهلك لمياه المجاري الداخلة لأحواض التهوية، وتركيز المواد العالقة في هذه الأحواض سواء للمواد العالقة الكلية أو المواد العالقة الطيارة، ولكن هذه الطريقة تحتاج إلى تحاليل مخبرية يومية.

الشكل (٢-١٦) طرق الحمأة المنشطة (مخطط رمزي)



٢-٥-٣-٣-٢ – خنـــادق الأكســـدة:

وهي طريقة من طرق التهوية المطولة وتصمم بنفس الأسلوب ولكنها تعتمد على البساطة في الإنشاء والتشغيل وتتكون من واحدة أكثر من القنوات التي يتم فيها تهوية وتقليب مياه المجاري ميكانيكياً ومن ميزاتها الأساسية أن كمية الرواسب الزائدة المصروفة من أحواض الترسيب النهائية صغيرة نسبياً ومؤكسدة وتعالج فيها مياه المجاري بعد المصافي، ويمكن استخدام القنوات للترسيب أيضاً مدة معينة مرة إلى ثلاث مرات يومياً بوقف التهوية للسماح بالترسيب وبعد ذلك يتم تصريف المياه المروقة بعد الترسيب ويعاد تشغيل العملية. وفي أثناء فترة الترسيب يتم حجز مياه المجاري في خطوط التجميع أو باستخدام وحدتين من قنوات الأكسدة أو بتقسيم القناة إلى جزأين ولا يستخدم هذا التشغيل في التدفقات الصغيرة نسبياً، أما في التشغيل العادي فيجب إنشاء حوض ترسيب نهائي بعد قنوات الأكسدة.

٢-٥-٣-٣-٣ -٣- بـــرك الأكســـدة:

تعتبر برك الأكسدة أبسط الطرق على الإطلاق لمعالجة مياه المجاري والمخلفات الصناعية ويجري استخدامها بمعظم دول العالم وعلى سبيل المثال تمثل برك الأكسدة ثلث محطات معالجة المجاري في الولايات المتحدة. وتنشأ هذه البحيرات بطرق هندسية بسيطة لا تتعدى في بعض الأحيان أعمال الحفر والتمهيد والتسوية إذا كانت التربة قوية متماسكة ويكون عمقها عادة صغير ومساحتها كبيرة. وتتم المعالجة في هذه البحيرات بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك متكامل تقوم به الطحالب والبكتريا بالإستعانة بأشعة الشمس وبعض العناصر الموجودة أصلاً في مياه المجاري.

ويفضل قبل أعمال التصميم والتنفيذ عمل دراسة الأمور التالية:

١-طبوغرافية المنطقة وما يحيط بها.

٢- طبيعة المياه الجوفية.

٣-خصائص التربة ومكوناتها.

٤- درجة الحرارة والرياح السائدة والسطوع الشمسي.

٥- خصائص مياه الصرف، شكل البحيرات المناسب وأسلوب تشغيلها المثالي.

٦-تكاليف الإنشاء والأرض والتشغيل.

٧- مجالات إستعمال المخلفات السائلة بعد معالجتها.

ويجب أن يحقق شكل البحيرات وعددها الأمور التالية:

١- مرونة التشغيل.

٢- إمكانية وقف تشغيل أي وحدة دون التأثير على باقي الوحدات وذلك لعمل الصيانة وتفريغ الرواسب.

٣- إذا ساعدت طبوغرافية الأرض على تصميم بحيرات طويلة بعرض صغير فهذا يعطي كفاءة أفضل (بشرط تعميق البحيرة في منطقة المدخل) لمرونة التشغيل.

وتستخدم بحيرات الأكسدة عادة للتدفقات الصغيرة ولكن لا يمنع استخدامها للتدفقات الكبيرة عند توفر مساحات كافية من الأرض بسعر مناسب، وعلى سبيل المثال فقد استخدمت بحيرات الأكسدة في كاليفورنيا بأمريكا بمساحة (٢٥٠) هكتار وذلك لمعالجة تدفق مبلغ (٢٥٠٠٠٠ يوم /متر مكعب).

وعموماً يمكن استخدام برك الأكسدة بعد مرحلة أو أكثر من مراحل المعالجة التالية:

١- حجز المواد الطافية باستخدام المصافي، حجز الرمال في أحواض منفصلة، أحواض التحليل.

٢- أحواض الترسيب الأبتدائية.

٣- أحواض أمهوف.

٤- بحيرات لا هوائية.

٥- أحواض حجز الزيوت والشحوم.

- مميزات برك الأكسدة وأهميتها:

بدأ الإهتمام بمعالجة المخلفات السائلة بهذه الطريقة من أجل المناطق الصحراوية الجافة والحارة خصوصاً، حيث تساعد درجات الحرارة وكذلك أشعة الشمس على نمو الطحالب التي تمد البحيرات بالأكسجين الذائب ولهذه الطريقة مزايا لايمكن توفيرها في طرق المعالجة الأخرى وتتلخص هذه المزايا كما في الآتي:

١- يمكن تشغيلها بطرق كثيرة، كما أنه يمكن تغيير طريقة التشغيل في حالة زيادة الأحمال الهيدروليكية والعضوية بدون الحاجة إلى إضافة وحدات جديدة ويتم ذلك باستخدام نظام أو أكثر من النظم المستخدمة في محطة معالجة واحدة: بحيرات أكسدة لا هوائية (تعمل كمعالجة تمهيدية لمياه المجاري)، بحيرات أكسدة اختيارية،

بحيرات أكسدة هوائية، بحيرات أكسدة بالهواء المضغوط، بحيرات الإنضاج.

حيث يمكن ربط أكثر من طريقة من هذه الطرق في عملية معالجة واحدة حسب درجة المعالجة المطلوبة والتي ترتبط باستعمال المياه الجوفية.

٢- يمكن استخدام هذه الطريقة في الحالات التالية: المناطق التي توجد فيها مساحات شاسعة من الأراضي بسعر رخيص، عدم توفر الإعتمادات اللازمة لطرق المعالجة التقليدية المكلفة، عدم توافر الخبرة والعمالة المدربة لتشغيل الطرق الأخرى.

٣ - إمكانية استخدام هذه الطريقة لمعالجة:مياه المجاري معالجة إبتدائية، مياه المجاري معالجة ثانوية، معالجة الحمأة الزائدة.

٤ - الإنشاء والتشغيل والصيانة في هذه الطريقة تتم بأقل التكاليف.

٥ - فعالية بحيرات الأكسدة في القضاء على البكتريا الضارة والفيروسات وبيوض الديدان الممرضة وذلك بسبب مايلي:

١- زمن التخزين الطويل الذي يسبب الترسيب المستمر للمواد العالقة فيها.

٢- تضارب الظروف البيئية للأنواع المختلفة من الكائنات الحية الدقيقة وتأثير بعض هذه الأنواع على الأخرى.

٣- تأثير أشعة الشمس.

٤- إرتفاع PH المياه في البرك بسبب استهلاك أكسيد الكربون بواسطة الطحالب.

٥- المواد السامة التي تفرزها الطحالب والتي تقاوم الكائنات الحية الضارة، استنفاذ المواد المغذية للبكتريا.

٦- استيعاب التغيرات الفجائية في الأحمال الهيدروليكية والعضوية.

٦- تناسب معالجة أنواع كثيرة من المخلفات الصناعية، حيث يمكن إزالة الشوائب السامة، ويرجع ذلك لزمن المكوث الطويل وإرتفاع PH المياه، وقد أثبتت التجارب أن وجود المعادن الثقيلة (الكروم و الكادميوم والنحاس والزنك والنيكل) بتركيز (6 mg/l) لكل منها مثلاً لا يؤثر على تشغيل البحيرات.

٨- يقل تركيز المواد الذائبة الكلية نتيجة المعالجة في برك الإنضاج.

مساوئ بحيرات الأكسدة:

١ - انتشار الروائح والبعوض.

٢ - المحتوى العالي للمواد الصلبة المعلقة.

٣- الإحتياج لمساحات واسعة لذلك يتم إنشاؤها في المناطق ذات الأراضي الرخيصة.

٤ - فقدان كمية كبيرة من المياه بسبب البخر.

٥ - تلوث المياه الجوفية بسبب الرشح وهذا يتعلق بعامل النفوذية.

٢-٥-٣-٣-٣-٤- البحيرات المهواة ومميزاتها:

تزداد أهمية هذه الطريقة مع الوقت لأنها تعطي درجة عالية من الكفاءة وتشجع على إعادة إستعمال المياه المعالجة والأهم من ذلك تجعل التخلص من الحمأة أمراً بسيطاً وسهلاً لايمكن مقارنته بطرق المعالجة الأخرى والتي تمثل الحمأة فيها مشكلة رئيسية.

والمزايا التالية تجعل لهذه الطريقة أهمية خاصة في الدول النامية:

١ - إن إستخدام التهوية في البحيرات يتميز عن برك الأكسدة الطبيعية بصغر مساحات الأرض التي تحتاجها والتخلص من مشاكل الحشرات الضارة والرائحة.

٢ - إن تهوية البرك عموماً يمكن إستخدامه كطريقة متكاملة لمعالجة المخلفات السائلة التي تحتوي على تراكيز عالية من المواد العضوية أو تستخدم كمرحلة أولى قبل بحيرات الأكسدة في حال عدم توفر مساحة كافية من الأرض.

٣ - في حال وجود مواد عالقة بتركيز كبير نوعاً ما بسبب عملية التهوية والمزج، فهذا لا يؤثر في إستخدام هذه المياه في الري، أما إذا تطلب الأمر خفض تركيز المواد العالقة فيمكن إستخدام بحيرات بعمق صغير تستقبل المياه من البحيرات المهواة يحدث فيها ترسيب للمواد الرسوبية العالقة ويمكن إستخدام هذه البرك في تربية الأسماك حيث تكون هذه المياه مناسبة لهذا الغرض.

٤ - ملائمة هذه الطريقة لجميع مجالات إعادة إستعمال المياه والتي توفرها طرق التشغيل المرنة الممكنة فمثلاً:

آ -يمكن زيادة قوة التهوية.

ب-يمكن تعديل نسبة الحمأة المعادة.

ج -يمكن إضافة أحواض ترسيب إذا كانت البحيرات أصلاً تعمل بدون وجودها وهذا كله يزيد من سعة البحيرات في إستيعاب الأحمال الهيدروليكية والعضوية المتغيرة والمتزايدة.

٥ - إن تشغيل هذه البحيرات المهواة له ميزات كثيرة فمثلاً: في حالة تشغيلها كبحيرات

اختيارية تكون أرخص في التكاليف وأسهل في التشغيل ولكنها تحتاج إلى مساحة أرض كبيرة وفي الدول النامية تتواجد الأراضي عموماً بمساحات كبيرة.يبلغ عمق برك التثبيت المهواة بمعدل ضعف أو ثلاثة أو أربعة أضعاف عمق بحيرات الأكسدة الطبيعية كما أن مدة بقاء المياه في البرك المهواة يقل بمقدار النصف أو الثلث عن مدة بقاء المياه في بحيرات الأكسدة الطبيعية وعلى سبيل المثال فإن البحيرات المهواة تحتاج لمساحة تصل إلى ١٠٪ من مساحة البحيرات الطبيعية. وهذا شيء هام بالنسبة للمدن المتوسطة والكبيرة.

٢-٥-٣-٣-٣-٥- مقارنة نظم المعالجة (بطريقة الحمأة لمنشطة وبرك التثبت):

يجمع البيولوجيون و المهندسون البيئيون و الإختصاصيون في معالجة مياه الصرف الصحي على أن الخبرات العلمية العملية المتجمعة خلال ربع قرن أكدت فعالية نظام المعالجة البيولوجية (التقليدية) لمياه المجاري وأفضليته على أنواع المعالجات الكيميائية والفيزيائية، رغم تطورها وحداثتها، ذلك أن نظام المعالجة البيولوجية لمياه المجاري يمكن التحكم به وله ميزة هامة جداً وهي أنه نظام عملي يعتمد على الكائنات الحية الدقيقة التي تستوطن مياه الصرف الصحي المنزلية و التي تقوم بعمليات المعالجة ويمكن تشبيه عملها بعملية التنقية الذاتية لمياه البحار عندما تصرف ضمنها مياه الصرف الصحي. وهذا ما يبرر الإنتشار الواسع لأنواع نظام المعالجة البيولوجية في مدن العالم المتقدم لمعالجة مياه الصرف الصحي. يتوزع نظام المعالجة البيولوجية إلى عدد من الأنواع الأساسية المطبقة عالمياً وهي(نظام الحمأة المنشطة - نظام المرشحات الحجرية- برك التثبيت الطبيعية- برك التثبيت المهواة اصطناعياً- الأقراص البيولوجية -المعالجة بالنباتات المائية)

وسنركز على نوعين من أنواع هذا النظام و هما المعالجة ببرك التثبيت(طبيعية- مهواة) والمعالجة بطريقة الحمأة المنشطة. إن نظم المعالجة ببرك التثبيت وبالمقارنة مع نظام المعالجة الحمأة المنشطة تتمتع بالفوائد التالية:

١- تتطلب مهارة أقل للعاملين فيها.

٢- بسيطة الإنشاء وقليلة الكلفة.

٣- لا تستعمل آليات كثيرة.

٤- كلفة تشغيل وصيانة منخفضة.

٥- ليس لديها مشكلة في معالجة الحمأة التي تترسب بالقاع وتجمع كل مدة (٥-١)

سنوات.

٦- يلعب حجم البركة دورا مخفضاً للصدمة.

٧- يضاف إلى ذلك أن نظام الحمأة المنشطة يختلف عن نظام المعالجة ببرك التثبيت بأنه يحتاج إلى مساحات قليلة جداً من الأراضي ولذلك فهو يناسب المدن الساحلية ذات الشريط الزراعي الضيق والمناطق الساحلية المأهولة بكثافة عالية أو المدن الكبيرة التي تكون للأراضي الزراعية أو المستثمرة فيها أهمية كبيرة.

قطر الحبة (مم)	تعريف الجزيئات	مدة الترسيب في عمق ١ م
١٠	حصى	١ثانية
١	رمل عادي	١٠ ثواني
٠.١	رمل دقيق	٢ دقيقة
٠.٠١	طين	٢ ساعة
٠.٠٠١	بكتريا	٨ أيام
٠.٠٠٠١	حبة غروية	٢ سنة

و من المعلوم أن أصناف الملوثات المتواجدة بمياه الصرف الصحي لا يمكن حذفها فقط بواسطة عمليات الترسب نظرا لصغر حجمها كما بينه الجدول التالي:

مدة الترسيب الطبيعي حسبه قطر الجزيئات الصلبة

٠.٠٠٠٠١	حبة غروية	٢٠ سنة

يبين الجدول السابق أن الجزيئات الصلبة العالقة في مياه الصرف الصحي ذات الأحجام الدقيقة(قطر أقل من $١٠^{-٦}$ متر) لا يمكن ترسيبها طبيعيا إلا بمضاعفة حجم منشئات الترسيب في محطة المعالجة أضعافا كثيرة تماشيا مع مدة الترسيب و هذا أمر لا يمكن تبريره من الناحية الاقتصادية. وفي الواقع لايمكن ترسيب الجوامد والمواد الغروية التي يتراوح قطرها بين $١٠^{-٩}$ و$١٠^{-٦}$ بصفة طبيعية لأن حركة الماء و التيارات بداخلها لا توفر شروط السكينة المطلقة للترسيب الطبيعي. و لذا فانه يتعين وضع طريقة تتجمع بواسطتها الجوامد الدقيقة في شكل "ندف" فيصبح حجمها كبيرا بقدر يسمح بترسيبها في مدة زمنية معقولة (لا تتعدى ٢ ساعتين). وهذه العملية يمكن تحقيقها بطرق بيولوجية أو طرق كيماوية. للتذكير، فلقد رأينا:

١- إن مياه الصرف الصحي تحتوى على مواد عائمة كبيرة يمكن حذفها عند الحاجز القضبانى في رأس المحطة أو حتى باستعمال الغربال الدقيق.

٢- إن مياه الصرف الصحي تحتوي كذلك على رمال و زيوت و شحوم يمكن حذفها بواسطة منشئات ترسب الرمال و تعويم الشحوم.

٣- أن مياه الصرف الصحي تحتوي على مواد عضوية صغيرة الحجم نسبيا يمكن حذفها بواسطة الترسيب الأولى بعد حجزها لمدة (٢) الساعتين.

٤- إن مياه الصرف الصحي و بعد مرورها من المرحل السابقة لا تزال غير صافية و تفرز روائح كريهة نظرا لوجود جوامد مجهريه لا يمكن ترسيبها كما هي بصفة طبيعية و اقتصادية و أنه يتعين ضم الحبيبات المجهرية في شكل عناقيد "أنداف" يسمح حجمها عندئذ بترسيبها الطبيعي. و رأينا أن استعمال المواد الكيماوية يحقق لنا الهدف المنشود ألا وهو تكوين الندف. و رأينا كذلك مساوئ استعمال المواد الكيماوية و التي ستستفحل إذا علمنا الطبيعة توفر طرقا بديلة آمنه رخيصة لتفتيت المواد الغروية و الحد من تواجدها و تكوين الأنداف المطلوبة للترسيب.

٢ - ٥ - ٤ - المعالجـــة الثالثيـــة(٣)(٦)(٧):

إن المعالجة الثالثية للمياه الملوثة تعتبر كمعالجة إضافية من أجل تحقيق الأمور التالية:

١- إزالة المواد العالقة الناعمة وتخفيض الـــ BOD في المياه المعالجة النهائية.

٢- تخفيض تراكيز العوامل الممرضة مثل البكتريا وبيوض الديدان المعوية بحيث يتم تجنب أي ضرر بالصحة العامة الممكن أن ينجم عنها.

٣- التحكم بالمغذيات (الفوسفور – النتروجين) والمواد الصلبة المنحلة (عضوية، لا عضوية) وإزالتها. وقد ظهرت التأثيرات السلبية لهذه المواد على المصادر المائية المستقبلة (أنهار – بحيرات) وأصبحت هذه التأثيرات مشمولة بدراسات علمية وافية ولهذا تم وضع التشريعات التي تحدد مواصفات المياه المعالجة المطروحة للمصادر المائية مما يضمن سلامة هذه المصادر والمحافظة عليها. وأصبحت هذه التأثيرات مشمولة بدراسات علمية وافية ولهذا تم وضع التشريعات التي تحدد مواصفات المياه المعالجة المطروحة للمصادر المائية مما يضمن سلامة هذه المصادر والمحافظة عليها.

٢-٥-٤-١- إزالة المواد الصلبة المعلقة:

إن كلاً من محطات المعالجة التي تعمل بنظام الحمأة المنشطة والمرشحات البيولوجية سوف تنتج بعض المواد الملوثة التي لا تترسب خلال المعالجة الثانوية ولذلك فإن المعالجة الثالثية يمكنها ببساطة إزالة المواد الصلبة المعلقة (SS) التي لم نزل خلال المراحل السابقة من المعالجة وهناك عدة طرق متبعة لإزالة هذه المواد الملوثة وهي:

٢-٥-٤-١-١– التخثير والترسيب أو التندف:

إن عملية التخثير تتم عن طريق إضافة بعض المواد الكيميائية للمياه المعالجة ويتبع ذلك مرحلة ترسيب وتعتبر هذه الطريقة من الطرق الفعالة لنزع الطحالب من المياه المعالجة ثانوياً. أما التندف فيتم عن طريق نافثات الهواء والتي تؤدي إلى فصل المواد الصلبة عن السائل وتجمعها بالأعلى على شكل ندف وتتميز هذه الطريقة عن التخثير والترسيب بمايلي:

١- زمن المكوث قليل (حوالي نصف ساعة).

٢- الحمأة الناتجة عنها أكثر كثافة.

٣- فعالة لأجل المياه المعالجة الحاوية على تراكيز (SS) عالية.

٢-٥-٤-١-٢– المناخل الميكروبية:

لقد استخدمت هذه الطريقة بنجاح في تخفيض الـــ (SS)الموجود بالمياه المعالجة ثانوياً

وهي مناسبة للمحطات الكبيرة وتستخدم عادة لمعالجة المياه النهائية الخارجة من برك الإنضاج.

٢-٥-٤-١-٣- الترشـــيح:

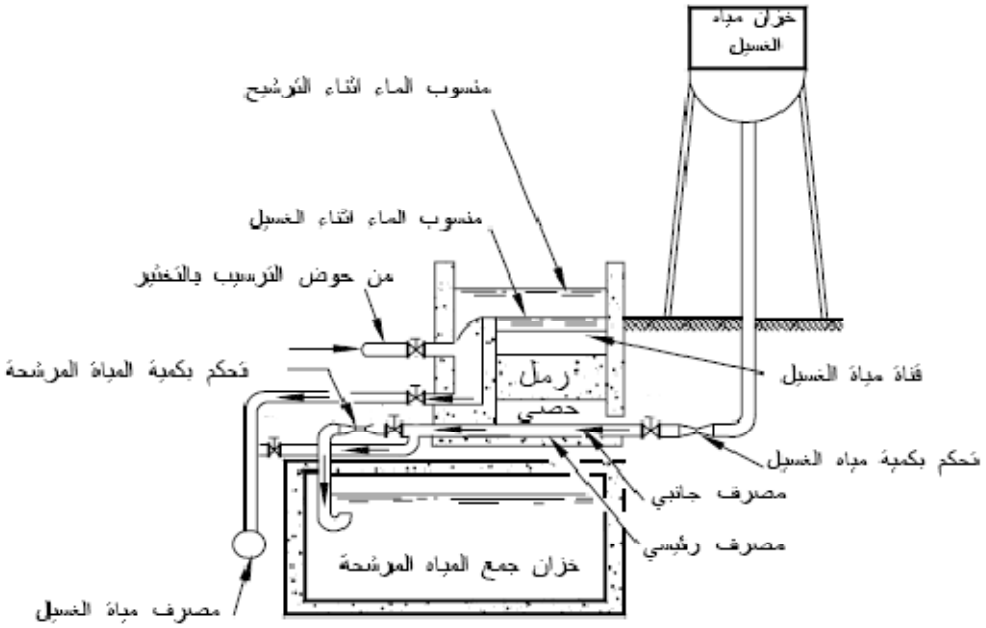
تهدف عملية الترشيح إلى إزالة وفصل المواد العالقة العضوية واللاعضوية وكذلك الجراثيم والشوائب الأخرى التي لم يتم فصلها في أحواض الترسيب الثانوية وحيث أنَّ(BOD, COD, PO4) تتواجد على شكل معلق فإنها ستزال بنسبة كبيرة أثناء عملية الترشيح وهناك العديد من أنواع المرشحات كما في الشكل (٢-١٧) نذكر منها:

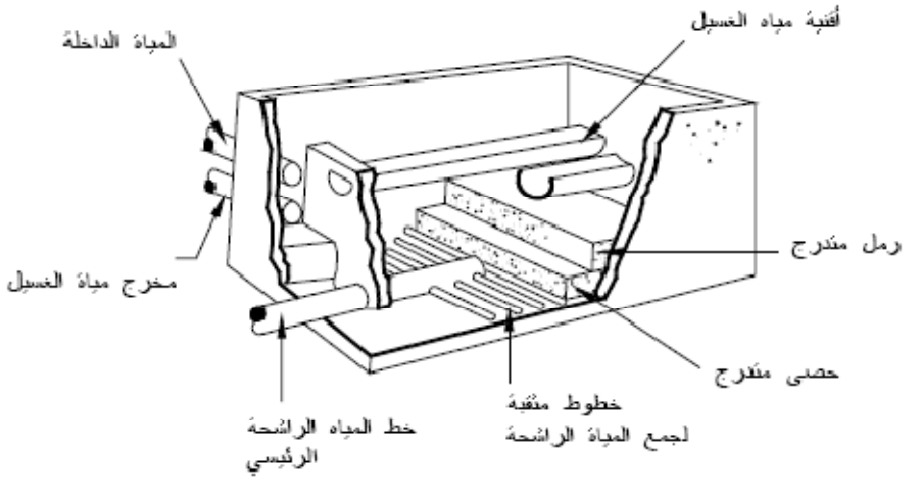
٢-٥-٤-١-٣-١- المرشحات الرملية البطيئة:

وهي مناسبة جداً لمحطات المعالجة الصغيرة ويبلغ التحميل فيها (٢ - ٣ m3/m2/d) وتبلغ نسبة إزالة المواد الصلبة المعلقة فيها (٥٠ - ٧٠ m3/m2/d) ٪.

٢-٥-٤-١-٣-٢- المرشحات الرملية السريعة:وهي مناسبة لمحطات المعالجة الكبيرة ويبلغ معدل التحميل (120-٢٤٠ m3/m2/d) وتبلغ نسبة إزالة المواد الصلبة المعلقة

حوالي ٧٠ ٪.





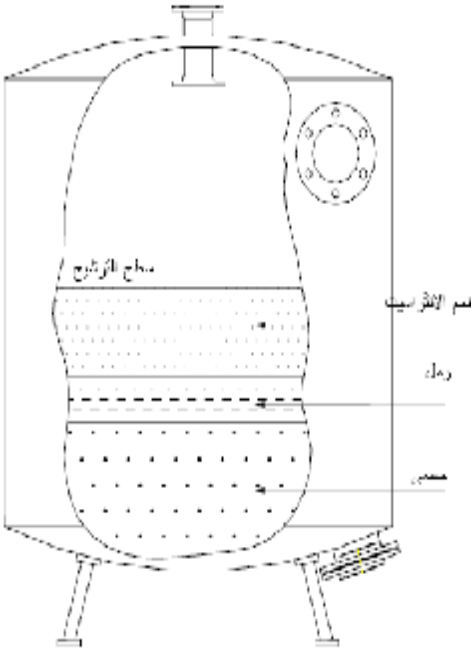
المرشح الرملي السريع(مخطط رمزي).

٢-٥-٤-١-٣-٣-المرشحات الرملية ذات الجريان العكسي:

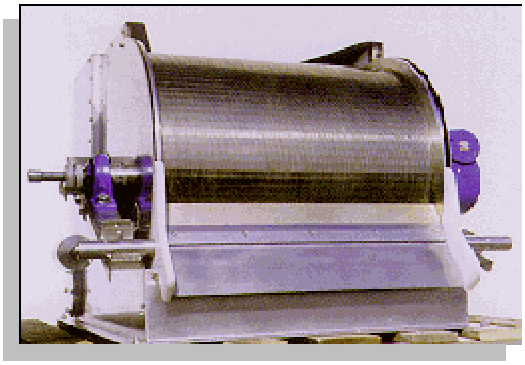
وهنا تدخل المياه المراد معالجتها من أسفل المرشح وتخرج من الأعلى ويبلغ معدل التحميل فيها ضعفي المرشحات الرملية السريعة.

٢ - ٥ - ٤ - ١ - ٣ - ٤ - المرشحات ذات الوسط المختلط:

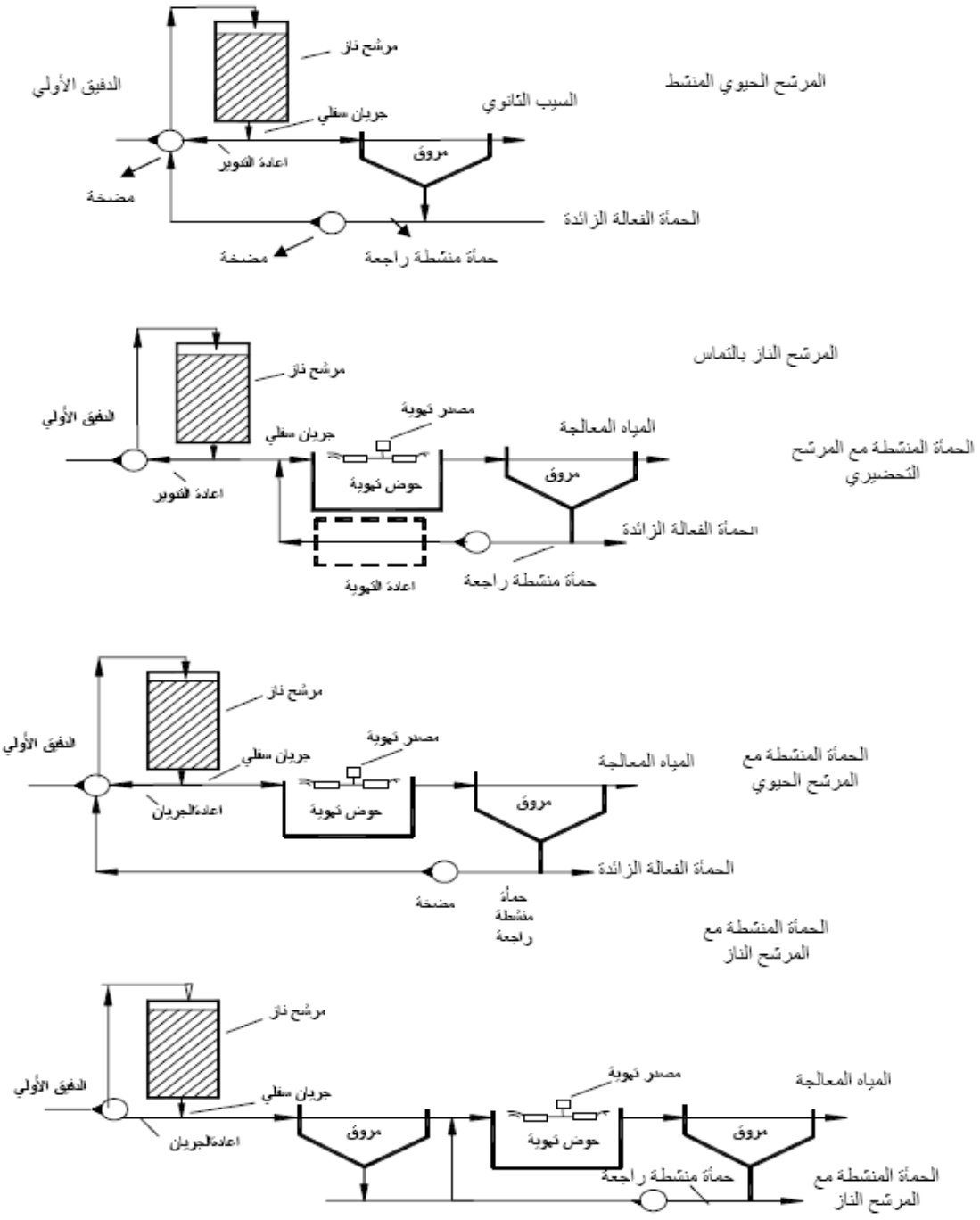
ويبلغ معدل التحميل فيها (٣٠٠m3/m2/d - ٦٠٠).



المرشح الرملي تحت الضغط



المرشح المجهري أو المصفاة المجهرية



الشكل (٢-١٧)أهم الطرق المستخدمة للمرشحات (مخطط رمزي).

٢-٥-٤-١-٤- البـــرك:

ويتراوح عمقها حوالي (1m) ويمكن إستخدام هذه البرك في معالجة المياه المعالجة ثانوياً

وعادة ما تكون نسبة إزالة المواد الصلبة المعلقة حوالي ٧٥٪ بحال وجود بركة واحدة وكذلك تبلغ قيمة BOD المزال إلى حوالي ٦٠٪ وعادة ما يكون زمن المكوث لكل من البرك(٢.٢٥) يوم والتحميل السطحي لها(0.44m3/m2/d). وإن نمو الطحالب صيفاً يزيد من تركيز الـــ(SS) في التدفق النهائي المعالج ولذلك يفضل أن يكون المخرج عبارة عن سرير حصوي يعمل على تخفيض تركيزالـــ(SS) في التدفق النهائي المعالج.

٢-٥-٤-٢- القضاء على العوامل الممرضة:

٢-٥-٤-٢-١ - القضاء على العصيات الجرثومية:

يعتبر التعقيم المرحلة التالية لعملية الترشيح في المعالجة الثالثية وهو المرحلة الأخيرة في معالجة مياه المجاري في محطة المعالجة بصورة عامة. ورغم أنه يعتقد بأن المعالجة بنظام الحمأة المنشطة تقضي على حوالي ٩٠٪ من الجراثيم الموجودة في المياه والتي تسبب خطراً داهماً على الصحة العامة إلاّ أن المياه الخارجة من أحواض الترسيب الثانوية تبقى تحمل رقماً ضخماً وذا تأثير ملحوظ على الصحة العامة ولذلك فإن التعقيم يلعب دور المخفض الجرثومي و بالتالي الصرف النهائي الآمن للمياه المعالجة.

ومن أهم المواد المستخدمة في التعقيم:

١- الكلور المميع أو السائل.
٢- هيبوكلورايت الصوديوم.
٣- هيبوكلورايت الكالسيوم.
٤- الأوزون.
٥- الأشعة فوق البنفسجية.

ويحدد عيار المواد المعقمة المضافة على الأسس التالية:

١- الرقم الهيدروجيني (PH) للمياه.
٢- درجة الحرارة.
٣- زمن التماس بين المادة المعقمة والمياه.
٤- تركيز العصيات الجرثومية في المياه الداخلة إلى التعقيم.
٥- تركيز العصيات الجرثومية الأعظمي بعد التعقيم وذلك حسب الكودات العالمية.

٢-٥-٤-٢-٢ – الإزالة الكاملة لبيوض الديدان:

إن أغلب محطات المعالجة الموجودة في منطقتنا العربية غير قادرة على تحقيق المتطلبات الصحية التي حددتها منظمة الصحة العالمية (١٩٨٩) فأغلب المحطات هي محطات معالجة تقليدية (حمأة منشطة – مرشحات بيولوجية) وهذه المحطات وعلى الرغم من كلف إنشائها العالية وكذلك كلف تشغيلها المرتفعة غير قادرة على إزالة بيوض الديدان مثل بيوض الإسكارس مما يسبب انتشار عدوى الديدان المعوية بين المواطنين مما يسبب ارتفاع معدل وفيات الأطفال الناجم عن الإسهالات الشديدة.

إذاً فقد نجحت محطات المعالجة التقليدية في تخفيض الـ BOD والـ SS إلى الحدود المطلوبة وعلى الرغم من التكنولوجيا المتطورة التي تملكها إلاّ أنها غير فعالة في إزالة بيوض الديدان ولإنجاح هذه المحطات في القضاء على بيوض الديدان يجب استعمال وسائل حديثة متطورة في المعالجة مثل المعالجة الإشعاعية أو بإرفاق المعالجة التقليدية(حمأة منشطة أو مرشحات بيولوجية) بالمرشحات الرملية أو برك الإنضاج.

وتقيم فعالية محطات المعالجة في إزالة بيوض الديدان حسب دراسات منظمة الصحة العالمية كما يلي:

طريقة المعالجة	مناسبتها للزراعة	نسبة إزالة بيوض الديدان%
مرشحات بيولوجية	غير جيدة	**٩٠-٧٠**
تقليدية+ مرشحات رملية سريعة	ملائمة	**٩٨-٩٠**
تقليدية + مرشحات رملية بطيئة	جيدة	**١٠٠-٩٥**
تقليدية + برك إنضاج	جيدة	**١٠٠**
برك الأكسدة الطبيعية	جيدة	**١٠٠**
برك مهواة ميكانيكيا	جيدة	**١٠٠**
معالجة أولية أو ثانوية + تخزين	**جيدة**	**١٠٠**

إن الجدول السابق يظهر بوضوح أن هناك أربع طرق معالجة تحقق الإزالة الكاملة لبيوض الديدان وهي:

٢-٥-٤-٢-٢-١ - معالجة تقليدية متبوعة ببرك إنضاج:

يجب توفر بركتي إنضاج على التسلسل وبزمن مكوث لكل منها خمسة أيام.

٢-٥-٤-٢-٢-٢ - معالجة تقليدية ثانوية متبوعة بمرشحات رملية بطيئة:

معدل التحميل على المرشحات يتراوح من (٢m3/m2/d - ٥) ولذلك فهناك حاجة لمساحة واسعة من الأرض ومعروف أن كلفة تشغيل هذه المرشحات مرتفعة.

٢-٥-٤-٢-٢-٣ - برك التثبيت:

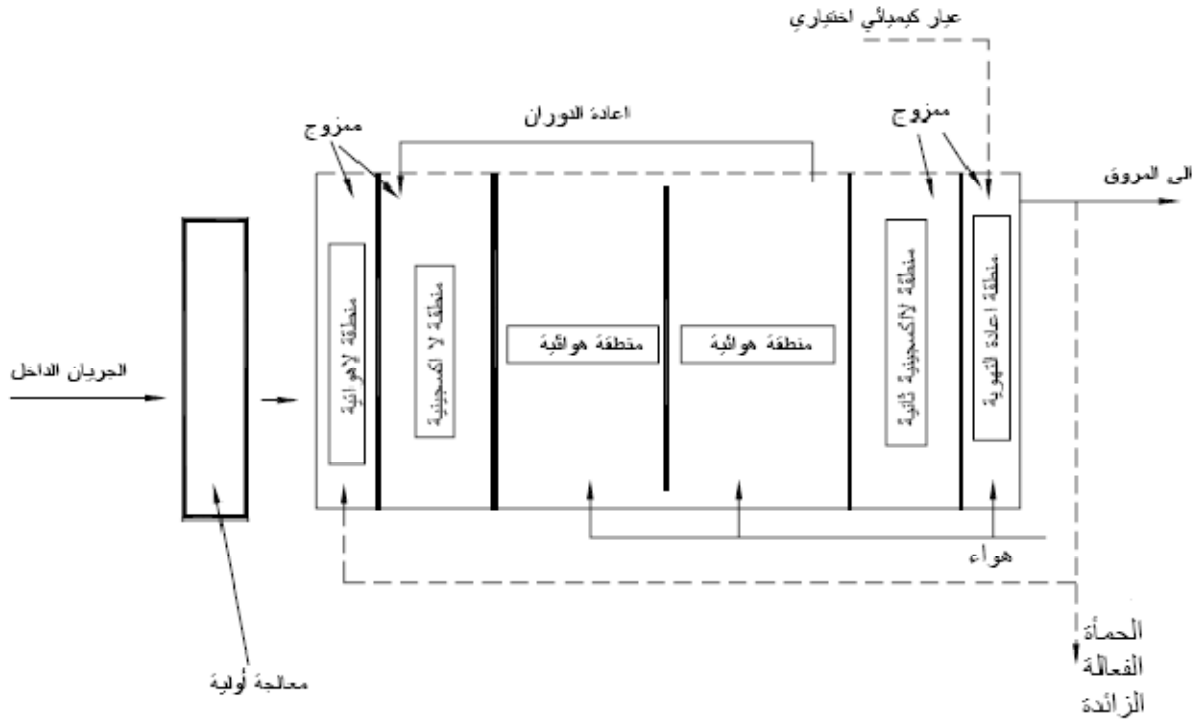
إن الخيار الأول لمعالجة المياه الملوثة يجب أن يكون برك التثبيت ويجب أن لا نتجاهلها إذا لم يكن هناك سبباً مقنعاً. إن الحاجة إلى مساحة كبيرة من الأرض ليست سبباً للإبتعاد عنها إذا علمنا أن المياه الخارجة منها صالحة بيئياً وصحياً للإستخدامات الزراعية مباشرة. وبحال عدم توفر مساحة كافية في نهاية الشبكة فيمكن تجميع مياه المجاري وضخها إلى منطقة أخرى تتوفر فيها المساحات اللازمة للبرك، وهذا الأسلوب متبع بكثرة في الأردن وقد بلغت كلفة التشغيل والصيانة لهذا النوع من المعالجة حوالي (٧$) لكل 1000m3 وكذلك فإن كلفة إزالة (١٠٠٠) كغ من BOD5 تبلغ حوالي (٨$) ومن ناحية أخرى فإن أرخص الطرق التقليدية المتبعة في الأردن تبلغ كلفة معالجة 1000m3 من مياه المجاري حوالي (٨٤ $) وكلفة نزع (١٠٠٠) كغ من BOD٥ حوالي١٠٥ $. أي تزداد كلفة المعالجة أكثر من ستة أضعاف.ومما لاشك فيه بأن الطريقة الموثوقة والأبسط و الأرخص والفعالة في إزالة العوامل الممرضة والديدان هي برك تثبيت الملوثات عند تأمين زمن مكوث معينة. وبالإضافة للحسنات السابقة فإن هناك أمراً هاماً ألا وهو تخزين الحمأة ضمن البرك وبزمن مكوث ملائم كفيل بإزالة بيوض الديدان المعوية الموجودة ضمنها. إن تصميم البرك بشكل متسلسل من ثلاث خلايا أو أكثر وبتأمين زمن يكون على الأقل (٢٠day) فإن ذلك يضمن إزالة كامل بيوض الإسكارس من التدفقات النهائية بسبب ترسب تلك البيوض إلى قاع البركة حيث تموت بعد عدة شهور. ويمكن الحصول على تدفق يحوي اللتر منه على (١>) من البيوض الخيطية المعوية بواسطة بركة واحدة وبزمن مكوث (١٨.٨) يوم أو وجود بركتين على التسلسل

وبزمن مكوث (٦.٨) يوم للأولى و (٥.٥) يوم للثانية. أو بوجود بركة لا هوائية ذات زمن مكوث ليوم واحد ومن ثم بركة اختيارية وبزمن مكوث خمسة أيام ومن ثم بركة إنضاج بزمن مكوث خمسة أيام. إن منظمة الصحة العالمية تشير إلى أن وجود برك تثبيت على التسلسل وبزمن مكوث (٨ - ١٠) يوم كفيل بإنجاز إزالة مناسبة للبيوض الدودية. وفي الأردن تم تحقيق إزالة البيوض الخيطية المعوية من خلال تأمين زمن مكوث (١٧) يوم في الشتاء وبوجود ثلاثة برك (اثنتان لا هوائيتان وواحدة اختيارية) على التسلسل وأما في الصيف فينخفض زمن المكوث إلى (١١) يوم وبوجود بركتين لا هوائيتين على التسلسل.

٢-٥-٤-٣- التحكم بالمغذيات وإزالتها:

٢-٥-٤-٣-١ - مقدمة:

إن مياه المجاري التي خضعت لمعالجة تقليدية (أولية + ثانوية) تحتوي على التراكيز التالية من الملوثات: (mg/LBOD5 ٣٠-٢٠، mg/lSS ٣٠-٢٠)، النتروجين الكلي(mg/l٤٠-٢٠) الفوسفور الكلي (mg/l١٥-٨).



الشكل (٢-١٨) إزالة المغذيات المساندة (مخطط رمزي)

بالإضافة إلى كميات ضئيلة من المواد الملوثة الأخرى وهذه المواد مثل (النتروجين والفوسفور) تعمل كمغذيات للنباتات والحيوانات الموجودة في المصدر المائي المستقبل لهذه المياه المعالجة أي بشكل آخر تعمل كمنشطات للنمو.الشكل (٢-١٨) إزالة المغذيات

إن النمو الزائد يؤدي إلى نشوء حالات غير مرغوب فيها مثل استنفاذ الأكسجين وموت الأسماك وانتشار الروائح وتعكر المياه وتواجد الطحالب بتراكيز عالية غير محبذة ولمنع مثل هذا النشاط البيولوجي فإنه من المطلوب التحكم بتراكيز هذه المغذيات في المياه النهائية المعالجة قبل طرحها في المصب المائي(بحيرة، نهر...).

٢-٥-٤-٣-٢ - إستراتيجية التحكم بالمغذيات:

من المهم قبل اختيار الإستراتيجية المناسبة لإزالة المغذيات الإطلاع على مواصفات المياه الملوثة قبل المعالجة وعلى طريقة المعالجة والمستوى المطلوب لهذه المغذيات قبل صرفها مع المياه المعالجة إلى المصادر المائية المستقبلة. وعلى الرغم من أن المواد الصلبة المعلقة والمواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي تتم إزالتها بشكل كبير أثناء المعالجة التقليدية إلا أن الإزالة الإضافية لهذه المواد يتم قبل إلقاء المياه المعالجة إلى البحيرات أو الجداول الصغيرة. وفي الأيام المعاصرة أصبح التحكم بالمغذيات من الأمور الروتينية في معالجة المجاري التي ستصرف للمصادر المائية. وخلال العشرين سنة الماضية طبقت أساليب متعددة ومتنوعة من أجل إزالة هذه المكونات وقد صنفت أنظمة المعالجة المتقدمة:

١ -نوع المادة المراد إزالتها من المياه الملوثة.

٢ -أنواع أساليب التشغيل وطرق المعالجة المتبعة لتنفيذ الغاية المراد تحقيقهامن المعالجة.

٣ -نوع المياه الملوثة المعالجة.

وبالطبع بأن طرق المعالجة وأساليب التشغيل تعتمد على مايلي:

١ -الاستخدام الرئيسي للمياه المعالجة.

٢ -طبيعة المياه الملوثة.

٣ -الانسجام بين تسلسل عمليات المعالجة والتشغيل.

٤ -الأساليب الممكنة للتخلص من الملوثات.

٥ -النواحي الاقتصادية والبيئية.

٢-٥-٤-٣-٣ - التحكم بالنتروجين(١)(٦):

بشكل عام فإن النتروجين يتواجد في المياه الملوثة على شكل نتروجين عضوي (٤٠-٥٩)٪ و أمونيا (٥٠-٦٠)٪NH٤+ و نترات- نتريت بنسبة (٠ - ٥)٪، وينتج النتروجين العضوي المنحل بشكل رئيسي من البولة ومن الحموض الأمينية. تبلغ نسبة إزالة النتروجين الكلي أثناء المعالجة التقليدية لمياه المجاري حوالي ٣٠٪ وكل جزء من الأمونيا يحتاج كي يتحول إلى نترات حوالي (٤، ٦) جزء من الأكسجين وبالتالي فإن النتروجين في مياه المجاري المنزلية يمكن أن يكافئ (٨٠ - ١٥٠) ملغ BOD ولذلك فمن الضروري انتزاعها من المياه المعالجة قبل صرفها في المصبات المائية العامة.

إن المعالجة البيولوجية تسهم في تحويل البولة إلى كل من أمونيا ونترات وعادة في شبكات الصرف الصحي وفي أحواض الترسيب الأولية وأثناء المعالجة البيولوجية يتم تفكك البولة. وهناك العديد من الطرق المتبعة لإزالة النتروجين من المياه الملوثة بيولوجياً ونذكر منها:

٢-٥-٤-٣-٣-١ - الاستهلاك البكتيري:

إن إزالة النتروجين هنا تعتمد على الحقيقة القائلة بأن استمرار النمو للكائنات الدقيقة يتطلب وجود مغذيات معينة والتي تعتبر بحد ذاتها مصدراً للطاقة لتلك الكائنات، وبالتالي إذا تم اختيار المصدر الغذائي بشكل مناسب فإنه بالإمكان تحويل الأشكال المنحلة من النتروجين إلى أشكال عضوية محتواة ضمن الخلايا البكترية. وهذا التحول يتطلب عادة إضافة الكربوهيدرات (أي مصدر كربوني عضوي) مثل الميثانول ويضاف عادة (١.٣٥٩) كغ من الميثانول لكل (٠.٤٥٣) كغ من النترات المزال. ومن سيئات هذه الطريقة الكلفة المرتفعة للمصدر الكربوني وكلفة معالجة الكميات الكبيرة من الحمأة الناتجة وبالتالي نخلص للقول بأن هذه الطريقة غير مناسبة عملياً.

٢-٥-٤-٣-٣-٢- الطحـــالـــب:

إن المفهوم المستخدم هنا مشابه للحالة السابقة، حيث يحول النتروجين وأكسيد الكربون إلى خلايا طحلبية وبتأمين الأكسجين اللازم يتم تثبيت المواد العضوية الموجودة في المياه الملوثة.وهذه الطريقة لم تطبق حتى الآن لأجل المحطات الكبيرة بسبب المساحات الكبيرة

اللازمة لها وكذلك المشاكل الناجمة عن التخلص من الكم الهائل لهذه الطحالب.

٢-٥-٤-٣-٣-٣ – النترجة وإزالة النترجة:

إن هذه العملية تجري بشكل خاص لإزالة النتروجين وهي تعتبر طريقة معدلة عن الحمأة المنشطة وتتلخص بشكل عام في طريقتين وهما:

*** عملية النترجة:**

وبهذه المرحلة يتم تحول الأمونيا تحت الشروط الهوائية إلى نترات وذلك عن طريق بكتريا النتروزوموناس وبكتريا النتروباكتر، كما هو موضح بالمعادلات التالية:

$$(NH4++)+H2O+(3/2)O2\rightarrow \mathbf{NO2+4H2O+2(H+)}$$
$$\mathbf{(NO2--)+(1/2)\ O2\rightarrow NO3}$$

بالجمع نجد:

$$\mathbf{(NH4++)+H2O+2O2\rightarrow(NO3-)+2(H+)}$$

وبشكل عام فإن المعالجة البيولوجية يمكن أن تخفض النتروجين (على شكل أمونيا) إلى أقل من (١mg/l) وأن تخفض النتروجين الكلي إلى أقل من (٣mg/l). إن عملية النترجة يمكن أن تتم بحوض التهوية بحيث تتم زيادة مدة التهوية عن المدة المتعارف عليها في الحمأة المنشطة التقليدية.

*** إزالة النترجة:**

وفي هذه المرحلة يتم تحويل النترات لا هوائيا إلى غاز النتروجين ويتم الاعتماد على الميثانول كمصدر كربوني:

$$\mathbf{(6NO3-)+2CH3OH\rightarrow(6NO2-)+4H2O+2CO2}$$
$$\mathbf{(6NO2--)+3CH3OH\rightarrow3N2+3CO2+3H2O+6OH}$$

بالجمع نجد:

$$\mathbf{(6NO3--)+5CH3OH\rightarrow5CO2+3N2+7H2O+6OH}$$

إن إزالة النترجة يمكن أن تتم بأحواض الترسيب الثانوية وذلك بتأمين زمن تهوية طويلة وبإضافة مصدر كربون عضوي وعادة يضاف الميثانول، ومن حسنات هذه الطريقة: فعالية إزالة للنتروجين تصل إلى(٦٠ - ٩٥) ٪، طريقة موثوقة، سهلة التشغيل، تتطلب مساحة أرض قليلة، كلفة متوسطة.

٢-٥-٤-٣-٣-٤ - الطريقة الفيزيائية – الكيميائية لنزع النتروجين:

لقد أظهرت الدراسات بأن الأمونيا الموجودة في مياه الصرف المعالجة ثانوياً يمكن معالجتها بإضافة الكلس ومن ثم تصريف المياه المعالجة إلى سلسلة من البرك مما يؤدي إلى إزالة ٩٠٪ من الأمونيا. ويرتفع PH المياه إلى حدود (١١) نتيجة إضافة الكلس . كما أنَّ الأمونيا يمكن أن تؤكسد إلى غاز النتروجين عند إضافة كمية كافية من الكلورين إلى المياه المعالجة بحيث تكون النسبة بين الكلورين والأمونيا (٩ : ١) وهذا التفاعل يحتاج إلى وسط له قيمة PH بين (٦,٥ - ٨) وذلك لتجنب تشكل الكلورامين (وخاصة ثلاثي الكلورامين) والنتريت، ولذلك يجب أن تتلقى المياه الملوثة معالجة جيدة لنزع المواد العضوية وذلك لمنع تشكل كلورايدات عضوية معقدة وللحفاظ على إستخدام الكمية المحددة نظرياً من الكلور اللازم لأكسدة الأمونيا والكلورة عند نقطة الإنكسار يمكن أن تحول (٩٠-٩٥) ٪ من الأمونيا إلى غاز نتروجين والأمونيا المتبقية تتحول إلى نترات وثالث كلوريد ومن الطرق الكيميائية لإزالة النتروجين هناك طريقة التبادل الشاردي وطريقة الإستخلاص الهوائي للأمونيا.

٢ - ٥ - ٤ - ٣ - ٤ - التحكم بالفوسفور:

يعتبر الفوسفور أحد العناصر الرئيسية المغذية ومن الواجب تخفيضه إلى الحدود الدنيا المقبولة قبل إلقاء المياه المعالجة إلى المصادر المائية العامة (بحيرة – نهر) وبشكل عام فإن أحواض الترسيب الأولية تعمل على إزالة الفوسفور الموجود في المياه الملوثة بنسبة تتراوح بين (١٠ - ٣٠)٪ وأما المعالجة الثانوية فهي تتصف بأنها ذات فعالية منخفضة في إزالة الفوسفور. وهناك العديد من الطرق المستخدمة لإزالة الفوسفور من المياه المعالجة ونذكر منها:

٢ - ٥ - ٤ - ٣ - ٤ - ١ - الإزالة البيولوجية للفوسفور:

إن مفتاح الإزالة البيولوجية للفوسفور هو تعريض الكائنات الحية الدقيقة إلى شروط لاهوائية وهوائية بشكل متعاقب مما يتسبب بامتصاص الفوسفور الموجود في المياه المعالجة.وإن الفوسفور لا يستخدم فقط من أجل الحفاظ على الخلايا الحية وتكاثرها وإنتاج الطاقة ولكن أيضاً يخزن ضمن الخلايا من أجل الإستخدام اللاحق. إن تأمين التعريض المتعاقب للشروط اللاهوائية والهوائية يمكن أن يتم بالمعالجة البيولوجية المعروفة أو عن طريق إعادة الحمأة. والمقدار المطلوب من الفوسفور لإجراء النشاطات المختلفة للأحياء

الدقيقة هو جزء فوسفور إلى مائة جزء من الكربون وتبلغ نسبة الإزالة للفوسفور بالطريقة البيولوجية من (٢٠-٤٠)٪ ومن الطرق البيولوجية المستخدمة لإزالة الفوسفور نذكر:

*- طريقة Main (Stream phosphorus removal A / O):

إن هذه الطريقة تعتمد على وجود منطقتين (لاهوائية وهوائية) حيث يتم في البرك الهوائية وبتأمين زمن مكوث معين عملية النترجة. إن الحمأة المترسبة تعاد إلى المدخل وتمزج مع المياه الملوثة الخام الداخلة للمحطة، وضمن الشروط اللاهوائية فإن الفوسفور الموجود في المياه الملوثة والكتلة الخلوية المعادة تتحرر على شكل فوسفور منحل ويتم أثناء هذه العملية تخفيض قيمة الـــ BOD . إن الفوسفور يتم امتصاصه من قبل الكتلة البيولوجية في المنطقة الهوائية. وبالتالي يتم انتزاعه من المياه المعالجة وإن نسبة إزالة الفوسفور تعتمد بشكل رئيسي على النسبة بين الـــ BOD والفوسفور في المياه المراد معالجتها. وقد لوحظ أنه عندما تزيد النسبة عن (١٠ إلى ١) فإن تركيز الفوسفور في التدفق النهائي المعالجة يقل عن(1mg/l) ومن الممكن إضافة بعض الأملاح المعدنية لتحسين مواصفات المياه المعالجة.

٢-٥-٤-٣-٤-٢- الإزالة الكيميائية للفوسفور:

إن الفوسفور المتواجد في المياه الملوثة على شكل فوسفور عضوي أو على شكل بولي فوسفات يمكن إزالته بإضافة العديد من المواد الكيميائية ومنها:

* أملاح الألمنيوم:

و بهذه الطريقة تتم إزالة الفوسفور بنسبة (٧٥ - ٩٥) ٪ بالإضافة إلى إزالة المواد العضوية بنسبة (٥٠ - ٦٠)٪ و PH الوسط المناسب لحدوث التفاعل يساوي (٦).

* أملاح الحديد:

إن PH الوسط يجب أن تكون بحدود (٤ - ٥) عند استعمال الحديديك (+٣Fe) وبحدود (٧ - ٨) عند استعمال الحديدوز (+٢Fe) وعملياً فإن نسبة الحديد إلى الفوسفور تتراوح لأجل كلور الحديديك (١، ٢: ١) إلى (٣: ١) لأجل الحصول على إزالة الفوسفور بمقدار(٧٠ - ٧٥) ٪. إن إضافة المواد الكيميائية لأجل إزالة الفوسفور يمكن أن تؤثر على عمل أحواض الترسيب الأولية وإن اختيار إضافة هذه المواد يتوقف على المواصفات المطلوبة للمياه النهائية المعالجة.

إن إضافة المواد الكيميائية قبل أحواض الترسيب الأولية تساهم في إزالة الفوسفور بنسبة ٨٠٪ وإن استخلاص الأمونيا يمكن أن يتم عملياً بإضافة الكلس في المرقدات النهائية مما يسمح بزيادة PH بينما تترسب Po4-. بينما عمليات النترجة يمكن أن تتم بإضافة الألمنيوم في أحواض الترسيب الأولية، وهذا يساهم بتخفيض BOD, Po4-.

٢-٥-٤-٣-٤-٣- الإزالة المشتركة البيولوجية للنتروجين والفوسفور:

إن الإزالة المشتركة البيولوجية للنتروجين والفوسفور تستخدم طريقة الحمأة المنشطة ولكن تعتمد على مجموعة من المناطق الهوائية واللاهوائية و(anoxic).إن الطريقة الأكثر شيوعاً لتحقيق هذا الهدف هي طريقة(A2/O) وطريقة المراحل الخمسة وطريقة (UCT)وطريقة (VIP)وسنقتصر على ذكر لمحة عن طريقة عمل طريقة (A2/O).

***- طريقة (A2/O):**

إن هذه الطريقة هي نسخة معدلة عن طريقة (A/O) بحيث يتم تأمين منطقة لاهوائية لإزالة النترجة و منطقة انوكسيك بحيث أن زمن المكوث في المنطقة Anoxic حوالي الساعة. وإن منطقة anoxic هي منطقة فقيرة بالأوكسجين ولكن يوجد أكسجين كيميائي على شكل نترات ونتريت التي تنتج بواسطة إعادة تدوير مزيج السائل المنترج في المنطقة الهوائية. إن تركيز الفوسفور في هذه المياه المعالجة النهائية هنا يكون أقل من (2mg/l) بحال عدم إستخدام الفلترة وأقل من (١mg/l، ٥) عند إستخدام الفلترة.

٢-٥-٤-٤- المعالجة الثالثية باستخدام برك الإنضاج:

إن برك الإنضاج هي في الواقع برك هوائية ويكون ارتفاعها بحدود واحد متر وعادة ما تكون البركة الأخيرة قبل إلقاء المياه المعالجة إلى المصبات المائية (نهر–جدول) ووظيفة هذه البرك هي الإزالة الإضافية للـــBOD والمواد القابلة للترسيب والتي لم تترسب أثناء المعالجة الثانوية وتعمل على القضاء على العوامل الممرضة وبيوض الديدان الموجودة في المياه المعالجة ثانوياً. ولمنع نمو الطحالب في هذه البرك فإنه يتوجب تصميم عدد منها على التسلسل وبزمن مكوث لكل منها يومين أو أقل ولأجل الإزالة المثلى للعوامل الممرضة يفضل أن يكون عدد برك الإنضاج ثلاثة أو أكثر وبزمن مكوث قدره خمسة أيام لكل منها. ويجب تصميم المدخل والمخرج لهذه البركة بحيث يتم منع حدوث الدورة القصيرة لحركة المياه المنتقلة عبر هذه البرك.وبشكل عام فإن هذه البرك

تلعب دور مخفف للصدمة لأجل المصادر المائية المستقبلة للمياه المعالجة وتمنع التأثير السلبي الناجم عن تقلب مواصفات المياه المعالجة ثانوياً في الوصول للمصادر المائية. إن تربية الأسماك ضمن هذه البرك تعتبر عملية ناجحة، فهي تسهم في تخفيض تراكيز المغذيات الموجودة بالمياه المعالجة وكذلك في تخفيض تراكيز الـــ BOD، كما أنه يتم التخلص من العصيات البرازية وبيوض الديدان، كما أن تركيز الأكسجين المنحل يزداد في المياه المعالجة و من الممكن أن تزداد تراكيز الـــ SS في المياه المعالجة النهائية، نتيجة وجود الطحالب ولذلك ينصح عادة تمرر المياه النهائية المعالجة على مرشح حصوي لتخفيف تراكيز الـــ SS قبل طرح هذه المياه في المصادر المائية.

التطهير Disinfection:

الهدف من التطهير هو القضاء على الجراثيم الموجودة في المياه العادمة التي مرت بمراحل المعالجة السابقة ، ويتم ذلك باستخدام عدد من الطرق أهمها :

1-NAOCLهيبوآلورايت الصوديوم أو احد مشتقاته

2-NAOCLهيبوآلورايت الكالسيوم.

٣-التطهير بالكلور أو الصوديوم.

تعتبر الكميات الكبيرة من الكلور الباقي بعد التطهير (أو بعد إضافة الكلور لغايات أخرى للتحكم بنمو العضويات البكتيرية الخيطية أو الطحالب التي تعيق عمليات المعالجة بالحماة المنشطة). سامة للأحياء المائية حينما يتم تصريف المياه المعالجة في حيز ،مائي مستقبل أما إن وجود بعض المواد العضوية في الوسط المستقبل قد يؤدي إلى تشكل مرآبات مسرطنة نتيجة تفاعلها مع الكلور .

ترايهالوميثين. لذلك يعمد في مثل هذه الحالات إلى التخلص من الكلور في المياه بعملية حيث تضاف بعض المرآبات الكيميائية إلى المياه المعالجة لتحقيق هذه تدعى إزالة الكلور الغاية Dechlorinationحيث يضاف في الماء بيروآسايد الهيدروجين ومن المرآبات المستعملة لإزالة الكلور ثاني أكسيد الكبريت .

٢ - ٥ - ٥ -معالجة الحمأة(٢)(٣):

غالبا ما تنقل إلى شبكة الصرف تدفقات صناعية من المعامل وجريانات مطرية من الطرقات والساحات المعبدة، لذلك فان الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف تحتوي بالإضافة إلى النفايات العضوية ، على آثار من العديد الملوثات التي نستخدمها .
بعض من هذه الملوثات سام للنباتات (phytotoxic)وبعضها سام للإنسان والحيوان ،لذلك من الضروري ضبط تركيزها في التربة وضبط معدلات تطبيقها على التربة ، وهي تحتوي أيضا على بكتريا ممرضة وفيروسات ووحيدات الخلية وشوائب أخرى يمكن أن ترفع مستوى الخطر على صحة الإنسان والحيوان والنبات ، يمكن تقليل أعداد العوامل الممرضة الموجودة في الحمأة قبل تطبيقها على الأرض وذلك بمعالجة مناسبة للحمأة ،ويقل احتمال الخطر الصحي بتأثير الطقس وأحياء التربة والزمن بعد اضافة الحمأة إلى الأرض .

٢-٥-٥-١- طرق معالجة الحمأة :

تتضمن الطرق التالية :

١- التكييف .
٢- التحويل إلى كومبوست .
٣- الهضم.
٤- التركيز.
٥- إزالة الماء والتجفيف.
٦- الترميد.

إن عمليات الهضم والترميد تستعملان أساسا من اجل إزالة المادة العضوية الموجودة في الحمأة ،بينما تستخدم عمليات التركيز والتكييف وإزالة الماء من اجل إزالة الماء عن الحمأة.

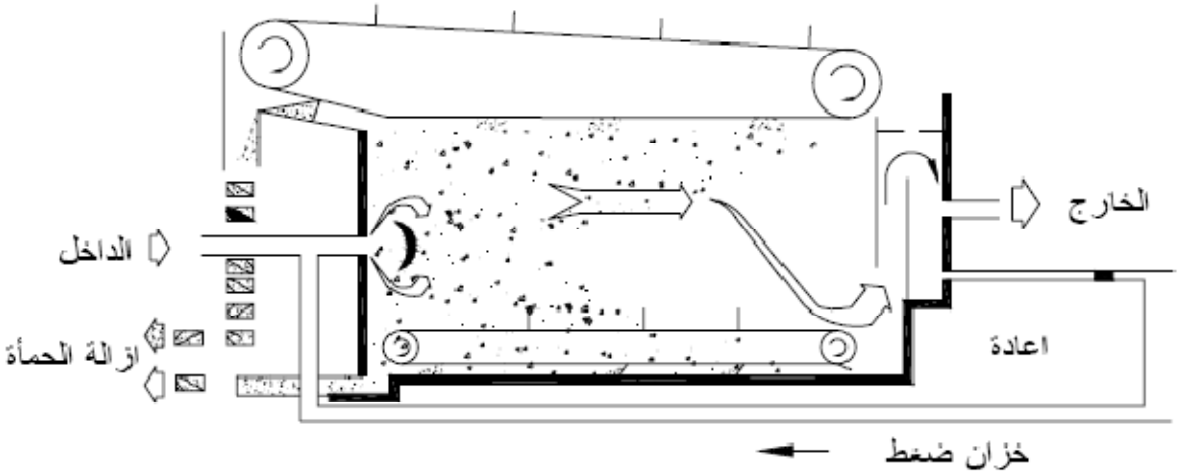
٢-٥-٥-١-١- تكييف الحمأة :

تكييف الحمأة هي عملية تعالج بها الحمأة كيميائيا أو بوسائل أخرى مختلفة من اجل تحضيرها لعمليات لاحقة من اجل إزالة الماء عنها ، الشكل (٢-١٩) ويتم ذلك بعدة طرق أهمها:

أ- التكييف الكيميائي .

ب- التكييف والتثبيت الحراري.

ت- المزج.

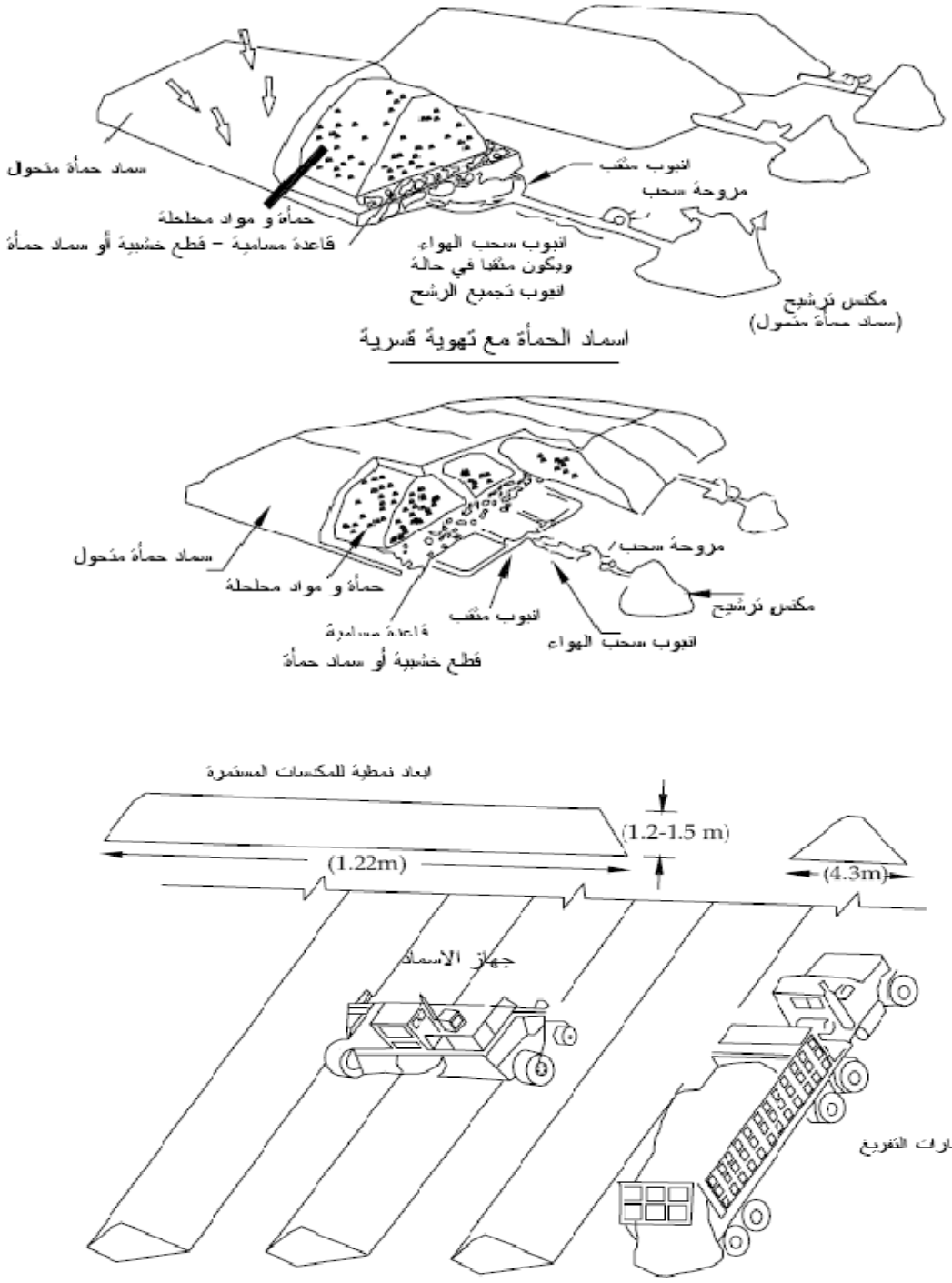


الشكل(٢-١٩) التكثيف بالتعويم بالهواء المذاب

٢-٥-١-٢- تحويل الحمأة إلى كومبوست :

وهي عبارة عن تحلل حراري هوائي للنفايات العضوية لتتحول إلى مواد تربة عضوية ثابتة نسبيا ، ينتج عن النشاط البيولوجي لإحياء مجهريه توجد في النفايات .

إن الكومبوست الجيد يمكن أن يحتوي حوالي حتى ٢% نتروجين و١%حمض فوسفور والعديد من العناصر النادرة .إن الصفة الأكثر قيمة للكومبوست ليس محتواه العالي من المواد المغذية ولكن صفات الاحتفاظ بالماء والصفة الحيوية للترب.الشكل (٢-٢٠).



الشكل (٢-٢٠) الاسماد بطريقتي الأكوام الساكنة المهواة والأكوام المستمرة

٢-٥-٥-١-٣- تركيز الحمأة Thickening:

هو تحويل الحمأة المخففة إلى حماة أكثر تركيزا (واحدة الحجم من الحمأة يحوي كمية أكبر من المادة الصلبة) بسحب أكبر قدر من الماء عنها . ومن الطرق المتبعة في تركيز الحمأة:

أ- التركيز بالثقالة .

ب- التطويف بالهواء المنحل.

ت- التركيز بالطرد المركزي .

٢-٥-٥-١-٤- إزالة الماء عن الحماة Dewatering:

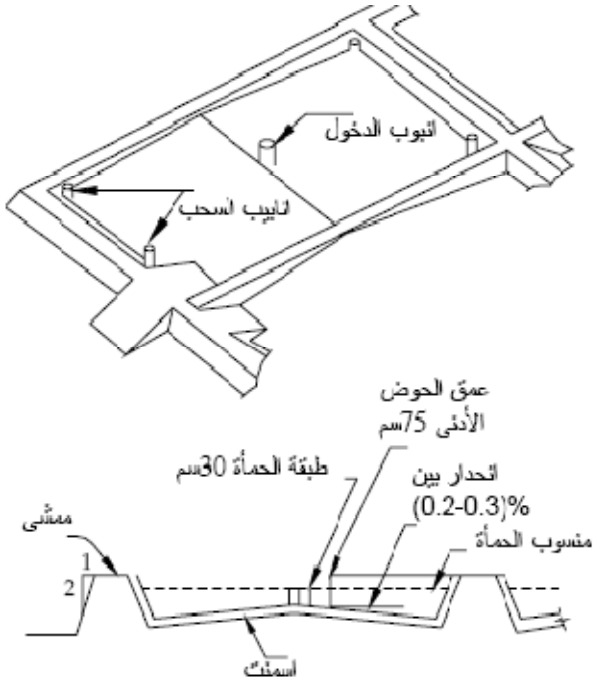
وهي عملية نزع الماء عن الحمأة بعمليات إضافية يمكن أن توصل تركيز المادة الصلبة فيها إلى ٢٠% -٣٠% . ومن الطرق المتبعة في إزالة الماء عن الحمأة :

أ- إزالة الماء بأحواض تجفيف الحمأة Drying beds.الشكل (٢-٢١)(ا).

ب-إزالة الماء بالمرشح الانفراغي Vacuum filters.الشكل(٢-٢١)(ب).

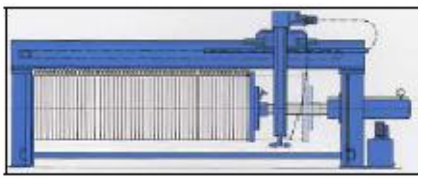
ت-إزالة الماء بالسير المضغوط Belt presses.الشكل (٢-٢١)(ت).

ث- إزالة الماء بالصفائح المضغوطةPlate presses.الشكل (٢-٢١)(ج).

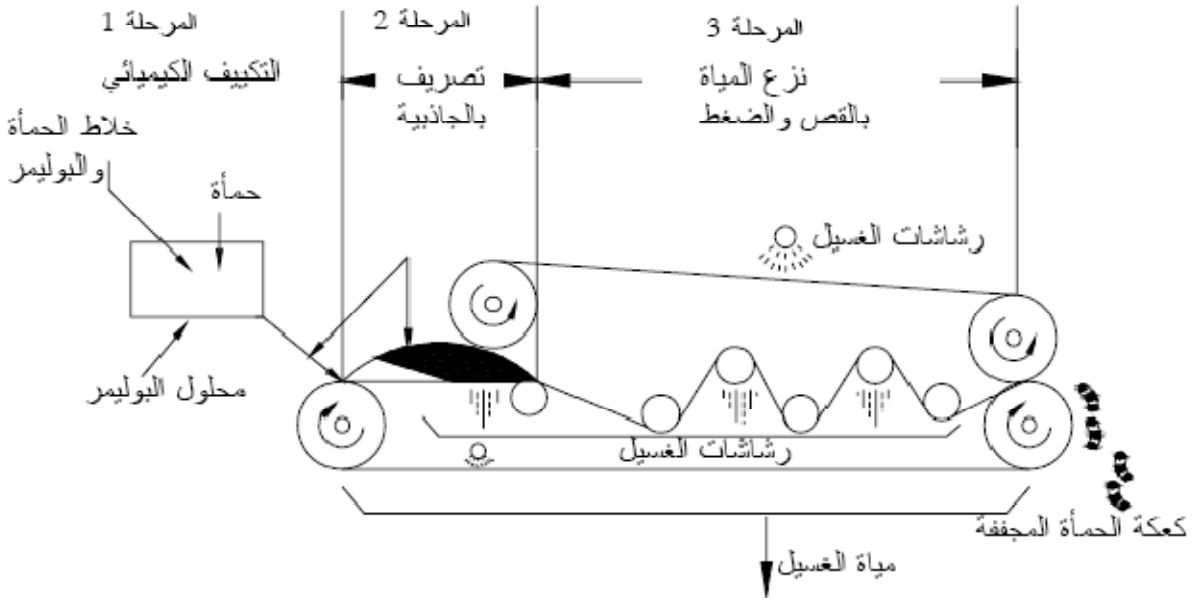


الشكل (٢-٢١) (ا)أحواض تجفيف خرسانية

(ب)المرشح الانفراغي



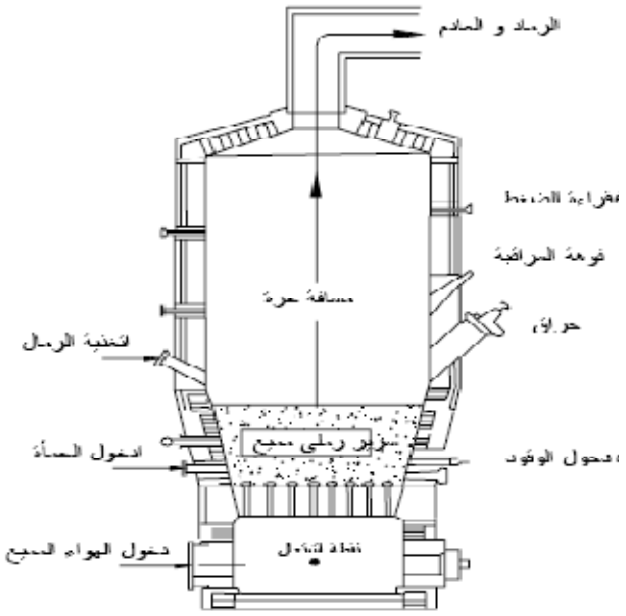
(ج) المرشح المكبسي



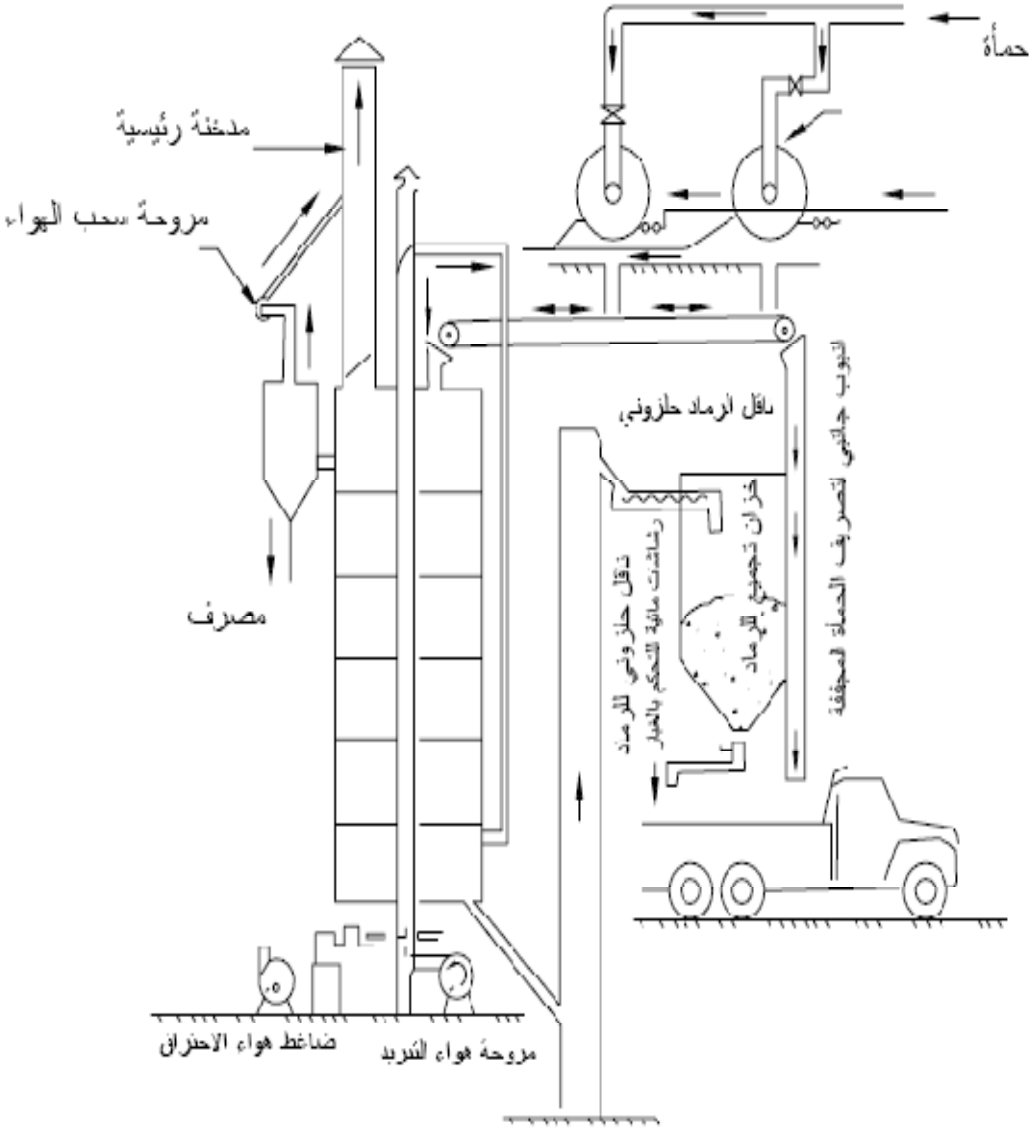
الشكل(٢-٢١)(ت)إزالة الماء بالسير المضغوط

٢-٥-٥-١-٥- الترميد Incineration:

هو وسيلة معالجة تتضمن هدم المادة العضوية في الحمأة بالحرق المضبوط عند درجات حرارة عالية ، أي حرق الحمأة لإزالة الماء عنها ويختزل بقايا الحمأة إلى رماد آمن غير قابل للاحتراق يمكن التخلص منه بشكل آمن إلى الأرض أو إلى أجسام مائية معينة أو طمره تحت الأرض.انظر الشكل (٢-٢٢) والشكل (٢-٢٣).



الشكل (٢-٢٢)محرقة ذات طبقة مميعة



الشكل (٢-٢٣) المحرقة متعددة الطبقات(مخطط رمزي).

الفصل الثالث

مراقبة وتشغيل محطات الحمأة المنشطة

- المؤشرات على كفاءة التشغيل.

١- المؤشرات البصرية.

٢- المؤشرات التحليلية.

٣ - ١ - مقدمة:

من الضروري أن نراقب عملية المعالجة بالحماة المنشطة على نحو ملائم، وان يكون الشخص المشرف على تشغيل المحطة على درجة كافية من الكفاءة العلمية ليحكم على كفاءة عمل وحدات المعالجة ويغير في التدفقات وعوامل التشغيل بما يتناسب وتغيرات مواصفات المياه الداخلة إلى منشأة المعالجة من حيث (معدل التدفقات الداخلة، PH، BOD، درجة الحرارة.....الخ).

٣ - ٢ - المؤشرات على كفاءة التشغيل(٢):

٣ - ٢ - ١ - المؤشرات البصرية:

٣ - ٢ - ١ - ١ - اللون.

٣ - ٢ - ١ - ٢ - الرائحة.

٣ - ٢ - ١ - ٣ - الرغوة.

٣ - ٢ - ١ - ٤ - نمو الطحالب.

٣ - ٢ - ١ - ٥ - أشكال الرزاز.

٣ - ٢ - ١ - ٦ - صفاء التيار الخارج.

٣ - ٢ - ١ - ٧ - الفقاعات.

٣ - ٢ - ١ - ٨ - المادة الطافية.

٣ - ٢ - ١ - ٩ - تراكمات المواد الصلبة.

٣ - ٢ - ١ - ١٠ - نماذج الجريان.

٣ - ٢ - ١ - ١١ - الاضطرابات.

٣ - ٢ - ١ - ١٢ - اللمس.

٣ - ٢ - ١ - ١ - اللون:

يمكن أن يكون اللون مؤشر على حمأة ضعيفة أو جيدة.

أ- الحمأة المهواة بشكل جيد تكون ذات لون بني غامق.

ب- الحمأة الداكنة جدا" أو السوداء دليل على تهوية غير كافية (وجود تحلل لا هوائي للحمأة).

ج-أي لون غير عادي في الحمأة يعني أن مادة ما(صباغ كيميائي) قد افرغ في المياه الداخلة إلى المنشأة.

٣-٢-١-٢- الرائحة:

يجب أن يكون السائل الممزوج ذو رائحة عفن بشكل خفيف.

أ- رائحة العفن الكريهة مع لون داكن دليل على وجود تهوية غير كافية.

ب- رائحة نتنة تشبه البيض الفاسد دليل على وجود كبريت الهيدروجين.

٣-٢-١-٣- الرغوة:

*رغوة منتفخة بنية في التيار الخارج دليل على تركيز عال للمواد الصلبة المعلقة.

*رغوة منتفخة بشكل خفيف في حوض التهوية دليل على عمر حمأة ضعيف ويحب تقليل معدل إزالة الحمأة.

*رغوة داكنة سميكة دليل حمأة قديمة، ويجب زيادة معدل إزالة الحمأة.

قد تعزى الرغوة أيضا إلى وجود مواد كيميائية في المياه الداخلة إلى المنشأة.

٣-٢-١-٤- نمو الطحالب:

إن النمو الزائد للطحالب على هدار الخروج يعني كمية كبيرة من المواد المغذية (N ،P) في التيار الداخل إلى المنشأة.

وبما أن بعض أشكال الطحالب لها القدرة لأخذ N من الجو، يكفي وجود كمية كبيرة من P لزيادة مشاكل الطحالب، وعندها يجب التقليل من معدل التيار الداخل إلى حوض التهوية (إضافة مادة كيميائية).

٣-٢-١-٥- أشكال الرزاز:

الرزاز القليل جدا" دليل على مستوى غطس شفرات التهوية غير كاف.

٣-٢-١-٦- صفاء التيار الخارج:

SS كبير في التدفق الخارج من حوض الترسيب النهائي دليل ضعف في كفاءة المنشأة.

*إذا ظهرSS كبير على جزء من هدار المخرج هذا يعني أن الهدار ليس أفقيا مما يؤدي إلى معدل جريان عال في القسم المنخفض من الهدار ساحبا معه المواد الصلبة من أسفل المروق.

*SS كبير على طول الهدار:دليل أن إنتاج الحمأة ذات خواص ترسيب ضعيفة.

٣-٢-١-٧- الفقاعات:

إن وجود الفقاعات في حوض الترسيب النهائي دليل على أن عنق طبقة الحماة كبير، وهذا يعني أن الحمأة تحجز لوقت طويل وتصبح الحمأة السفلية في شروط لا هوائية تنتج غازات (NH4، CO2،H2S) وصعود الفقاعات يسحب معه الندف إلى الأعلى ويعيق الترسيب لتظهر الندف في التدفق الخارج من المروق.

٣-٢-١-٨- المادة الطافية:

المادة الطافية على سطح حوض الترسيب الابتدائي تعني تركيز كبير للزيت والشحم في التدفق الداخل إلى منشأة المعالجة وهذا يعيق الترسيب وينقص فعالية إزالة BOD.
قد تعني الطفاوة في المروق أن كمية كبيرة من الهواء تدخل حوض التهوية، وان فقاعات الهواء تجعل الندفة تصعد بدل من أن تترسب في المروق ويجب في هذه الحالة فحص DO وألا يتجاوز هذه القيمة (1-2mg/l).

٣-٢-١-٩- تراكم المواد الصلبة :

تراكم المواد الصلبة في زوايا حوض التهوية أو في مناطق بين فوهات التهوية هي مؤشر مزج ضعيف في حوض التهوية ، وقد يكون نتيجة لتهوية غير فعالة ولتعطل احد فتحات التهوية، هذا وان تراكم جيوب المواد الصلبة قد يؤثر بشكل معاكس على كفاءة إزالة BOD وقد تؤدي إلى مناطق نشاط لا هوائي تعطي ترسيب ضعيف أو رائحة.

٣-٢-١-١٠- نماذج الجريان :

يجب الكشف في أحواض التهوية عن دارات الجريان القصيرة ويمكن تعيين الدارات القصيرة بمراقبة أشكال جريان الرغوة أو المواد الطافية وتدل الدارات القصيرة على أن التدفق تمر مباشرة من المدخل إلى هدار المخرج ويؤدي إلى زمن مكوث اقصر بكثير من الزمن المحسوب، وتشغيل غير فعال للحوض يكفي وضع حواجز للخلاص من هذه المشكلة.

٣-٢-١-١١- الاضطرابات :

يمكن أن تشير المناطق قليلة الاضطراب إلى ناشرات هواء مسدودة أو تهوية غير كافية أو وضع غير ملائم لمعدات التهوية.

٣-٢-١-١٢- اللمس:

إن الحرارة المفرطة للمضخات والمراوح والمحركات الأخرى تشير إلى وجود أعطال ميكانيكية .الاهتزاز الشديد للمضخات وشبكات الأنابيب قد يكون إنذار مبكر لقصور محتمل في التجهيزات ،ويجب أن تعالج الأسباب المؤدية إلى الحرارة والاهتزاز لتجنب المشاكل الخطيرة في المستقبل.

٣-٢-٢- المؤشرات التحليلية:

وهي الوسائل المستخدمة لمراقبة كفاءة أنظمة المعالجة وفي تحديد مواطن الخلل في معايير العمل المختلفة وتشمل المؤشرات التحليلية الأكثر أهمية العوامل التالية:

٣-٢-٢-١- DO.

٣-٢-٢-٢- BOD.

٣-٢-٢-٣- COD.

٣-٢-٢-٤- معدل امتصاص DO.

٣-٢-٢-٥- SS-VSS.

٣-٢-٢-٦- الترسيب لمدة ٣٠ دقيقة.

٣-٢-٢-٧- المواد المغذية.

٣-٢-٢-٨- PH.

٣-٢-٢-٩- الزيت والشحم .

٣-٢-٢-١٠- درجة الحرارة.

٣-٢-٢-١١- الفحوص المجهرية.

٣-٢-٢-١٢- عمق طبقة الحمأة.

٣-٢-٢-١٣- الحامضية والقلوية.

٣-٢-٢-١٤- تجربة الأواني .

٣-٢-٢-١٥- معدلات الجريان .

٣-٢-٢-١٦- أزمنة المكوث.

٣-٢-٢-١٧- معدلات التغذية الكيميائية.

٣-٢-٢-١٨- مستويات أحواض وأوزان مواد التخزين.

٣-٢-٢-١- الأكسجين المنحل DO:

إن DO في حوض التهوية مقياس تشغيل هام جدا".

*DO منخفض يثبط نشاط المتعضيات المجهرية وبالتالي يؤدي إلى إزالة ضعيفة لـــBOD .

* Doمرتفع جدا يعني أن الهواء يضخ إلى الحوض أكثر من اللازم وقد يؤثر في كفاءة الترسيب في حوض الترسيب النهائي.

* الهبوط المفاجئ لـــ DO في حوض التهوية ،إشارة على حمولة عضوية مفاجئة.

* الزيادة المفاجئة لـــ DO إشارة إلى مشاكل سمية حادة .

* الزيادة التدريجية لـــ DO إشارة إلى مشاكل سمية مزمنة .

ينصح بالمحافظة على قيمة متبقية لـــ DO(3-4 mg/l) وهذا يضمن أن يكون تزويد الـــ O2 أكثر بقليل من حاجة البكتريا ، في هذه الحالة يكون DO كافيا لحاجة التغيرات العادية في الحاجة للأكسجين.

٣-٢-٢-٢- BOD:

إن المحتوى العالي من BOD في التدفق الخارج يشير إلى مشاكل تشغيل .

٣-٢-٢-٣- COD:

يلجأ إلى تقدير COD بسبب السرعة في إجراء التجربة (٣ ساعات) وهي تستعمل لتقدير قيمة BOD بعد معرفة النسبة BOD/COD في المياه المعالجة .

٣-٢-٢-٤- معدل امتصاص DO إلى مستوى نشاط الجراثيم :

تجمع عادة عينة من حوض التهوية في كل يوم وتجرى لها تجربة معدل استهلاك الـــ DO وهذا يحدد فيما إذا كانت المتعضيات أكثر نشاط من المعتاد أو أنها تثبط .

*معدل الامتصاص الأقل من العادي يشير إلى نشاط منخفض للبكتريا ، وان التدفق الداخل ذو حمولات لـــBOD اقل من العادي أو أن PH منخفض أو مرتفع جدا أو وجود مواد سامة.

*معدل امتصاص DO مرتفع يشير إلى حمولات مرتفعة لـــ BOD.

٣-٢-٢-٥- VSS, SS:

إن معرفة VSS,SS في حوض التهوية تلزم لحساب MLVSS,MLSS,F/M.

وهي عوامل تلزم في حساب معدلات إعادة دوران الحمأة للتحكم بعملية الحمأة المنشطة يجب أن تعدل تدفقات إعادة دوران وإزالة الحمأة دوريا على أساس مستويات VSS,SS كما تقاس SS في هدار الخروج من المروق الثانوي لمراقبة فعالية العمل في المنشأة.

٣-٢-٢-٦- تجربة الترسيب لمدة ٣٠ دقيقة :

ترسب عينة من المزيج السائل في حوض التهوية لمدة ٣٠ دقيقة .

*إذا ترسبت الMLSS بشكل جيد في المروق تكون المشكلة غالبا في عمل المروق والترسيب بشكل في المروق وتكون المشكلة في حوض التهوية وتكون المشاكل عادة (مستوى عال منDO، نقص N، PH منخفض ، DO منخفض ، نسبة F/M غير ملائمة، حمولة عالية جدا من BOD.....الخ).

٣-٢-٢-٧- المواد المغذية P,N:

لتكاثر البكتريا ونموها يلزم وجود المواد المغذية P,N وهي غالبا موجودة بوفرة في مياه المجاري البلدية أما المياه الصناعية فقط تنقصها هذه المواد أحيانا لذا يجب أن تراقب مستويات وجود P,N بحيث نحافظ على نسبة P:N:BOD_1:5:100.

ويجب أن تضاف هاتين المادتين في حال نقصهما هذا وان النقص فيN يؤدي إلى نمو خيطي للبكتريا ومشاكل الترسيب في حوض الترسيب النهائي ،

ومن الضروري أن نجري تجربة P,N على عينة مرشحة بحيث لا تتواجد مواد صلبة بيولوجية في العينة المطلب تحليلها وإلا فان القياسات تشير إلى مستويات لـــ P,N أعلى من الموجود فعلا.

٣-٢-٢-٨- PH:

يجب فحص PH في التدفق الداخل إلى محطة المعالجة وفي السائل الممزوج في حوض التهوية للتأكد من أنها ضمن المجال (٦.٥-٨.٥).

٣-٢-٢-٩- الشحم والزيت :

يؤثر الشحم والزيت بشكل معاكس على انتقال الغذاء إلى البكتريا بالإضافة إلى تأثيره على ترسيب المواد في حوض الترسيب النهائي لذا يجب مراقبة (O,G) في منشآت المعالجة .

٣-٢-٢-١٠- درجة الحرارة :

يتضاعف نشاط البكتريا بزيادة درجة الحرارة وتهلك الأنزيمات في درجة حرارة أعلى من 35C° نتيجة لتغير طبيعة الجزيء الروتيني وتتناقص فعالية المعالجة البيولوجية وبشكل خطير ، وعندما تهبط درجة الحرارة إلى مادون 15C° يتضاءل نشاط المتعضيات المجهرية أيضا .

وتتناقص فعالية المعالجة مالم يجر القيام بالتعديلات العملية (لزيادة تركيز MLSS) ليس لمراقب المنشأة سيطرة على درجة حرارة ماء المجاري الوارد ومع ذلك يمكن مراقبة التدفق الخارج بحيث يمكنه القيام بالتعديلات العملية أثناء تبديل درجة الحرارة (يزداد مستوى MLVSS خلال الشتاء ،وينقص خلال الصيف).

٣-٢-٢-١١- الفحوص المجهرية :

تستعمل الفحوص المجهرية لتقدير نشاط الجراثيم وتنوع العدد البيولوجي ، إن مظهر الندفة البيولوجية ووجود أنواع معينة من المتعضيات يعطي مؤشرات على ظروف عملية هامة.فان كتل الندف ذات الحجم الصغير إلى الوسط و التي ليس لها نمو مشتت تشير عموما إلى حمأة منشطة تعمل بشكل ملائم ووجود البكتريا الخيطية قد تشير على ظروف غير ملائمة مثل حمولة عضوية مرتفعة ، PH منخفض ، كميات ناقصة من المادة المغذية (P,N) ومستويات منخفضة من DO ، كما أن اكتشاف موت الأشكال الراقية من الأحياء (أكثر حساسية من البكتريا للظروف السيئة مثل وجود مواد سامة أو نقص أكسجين). هو إنذار مبكر على مشاكل وشيكة الحدوث هذا وان تقييم الفحوص المجهرية ليس سهلا ويتطلب خبرة مكتسبة بالوقت و الممارسة ويمكن لفحص المواد الصلبة في حوض التهوية وفي الحمأة العائدة أن يكشف حالة المتعضيات فيها .

٣-٢-٢-١٢- عمق الحمأة:

يجب فحص عمق طبقة الحمأة في المروق الثانوي كل يوم بأدوات خاصة ومن المهم الحفاظ على طبقة الحمأة في المروق ذات عمق حوالي متر واحد تقريبا .

طبقة حمأة عالية جدا تشير إلى ترسيب ضعيف أو أن المواد الصلبة لا تدور أو لاتصرف بالسرعة الكافية بحيث تتراكم المواد الصلبة بسرعة .

طبقة حمأة قليلة تشير إلى ترسب ضعيف ناتج عن نمو مشتت أو أن المواد الصلبة تسحب من أسفل المروق بمعدل عال جدا.

٣-٢-٢-١٣- الحامضية والقلوية :

تعطي تجارب الحامضية والقلوية المعلومات اللازمة لتحديد إمكانية مياه المجاري للتعديل الكيميائي ، إذا أن الانحلال البيولوجي ينتج CO_2 الذي يشكل مع الماء حمض كربوني H_2CO_3، ويخفض PH في مياه المجاري إذا لم يحو على قلوية كافية، كما أن المعلومات عن الحامضية والقلوية ضرورية لتحديد متطلبات المعادلة الكيميائية في حالة تلقي منشأة لمياه صناعية ذات PH مرتفع أو منخفض.

٣-٢-٢-١٤- تجارب الأواني Jar tests:

تستخدم تجارب الأواني لتحديد الجرعة المثالية من اجل اضافة المواد الكيميائية مثل الشبه ومساعدات الترويب ، الكلس ..... الخ . وهي تسمح بإجراء التجارب على المواد الكيميائية وبالجرعات المختلفة على مقياس صغير اقل لحظة من التجريب على الحجم الطبيعي لمنشأة المعالجة .

٣-٢-٢- ١٥ - معدلات الجريان :

إن مراقبة معدلات الجريان لمختلف إجراء منشأة المعالجة تلزم لتحديد توازن المواد وحساب عوامل التحكم المختلفة مثل النسبة F/M وأزمنة المكوث ، معدل إعادة وتصريف الحمأة، التغذية الكيميائية وهي أمور تلزم في التحكم الملائم في منشأة المعالجة .

٣-٢-٢-١٦- زمن المكوث :

يجب فحص زمن المكوث بشكل دوري إذ يلزم زمن مكوث كاف في حوض التهوية كي تمنح البكتريا الوقت الكافي لكي تمتص المواد العضوية .

*زمن مكوث طويل جدا يؤدي إلى مشاكل في الترسيب .

*زمن مكوث قصير جدا يؤدي إلى مستويات عالية لـــ BOD5 في التدفق الخارج من منشأة المعالجة .

*زمن مكوث في حوض الترسيب النهائي هو أمر هام أيضا .

*زمن المكوث القصير جدا لن يعطي الندفة البيولوجية الوقت الكافي للترسيب ويؤدي إلىSS كبير في التدفق الخارج .

*زمن مكوث طويل يظهر شروط لاهوائية في الحمأة.

٣-٢-٢-١٧- معدلات التغذية الكيميائية :

يجب أن نراقب معدلات التغذية الكيميائية للتأكد من المحافظة على جرعات كيميائية ملائمة باستمرار وللتنبؤ بالمتطلبات الكيميائية اليومية .بحيث يمكن المحافظة على مخزون كيميائي كافي .

٣-٢-٢-١٨- مستويات أحواض التخزين وأوزان المواد المخزونة:

يجب أن تفحص مستويات حوض التخزين وأوزان المواد بشكل دوري ،وتلزم المعلومات الصحيحة في حينها عن أوزان ومستويات المواد في الأحواض وأوعية التخزين الأخرى للمحافظة على تشغيل فعال ،ولضبط معدلات الجريان ولتسجيل الإمدادات اللازمة.

الفصل الرابع (٢)

استعيان محطات معالجة الصرف الصحي

- إستراتيجية المعالجة.
- استعيان مياه الصرف الصحي.
- عينات ضبط نوعية المياه.
- استعيان الحماة.
- التحاليل الجرثومية.
- النمو المشتت.

٤ - ١ - مقدمة:

إن تقصي مواضع المشاكل في نظام معالجة مياه الصرف يجب ألا يكون عملية مزعجة، ولكنها تحتاج بعض المعرفة عن:

١ -كيف يتم تصميم عمليات المعالجة.

٢ -وسائل حل المشاكل.

٣ -بعض المصادر المعرفية.

١ - إن لعمليات معالجة مياه الصرف عدد من العمليات المتكاملة يجب أن تضبط بشكل جيد ضمن تتابع معين من أجل إنتاج نوعية نهائية بطريقة ذات كفاءة اقتصادية.

٢ - إن المادة الخام هي مياه صرف ملوثة، و المنتج النهائي مياه صافية نقية)، إن عمليات معالجة مياه الصرف تتضمن واحداُ أو أكثر من ثلاثة مكونات هي المعالجة: (الابتدائية - الثانوية - الثالثة).

٤ - ١ - ١ - المعالجة الابتدائية:

١ - تتضمن عناصر تصمم لإزالة المواد الصلبة و الزيوت من تيار مياه الصرف.

٢ - تتضمن وحدات المعالجة: (مصافي قضبانية - معدات لفصل الزيوت عن الماء - وحدات لهضم الحمأة (هضم هوائي و لا هوائي).عندما يغادر تيار مياه الصرف منطقة المعالجة هذه، يفترض أن مياه الصرف تخرج خالية نسبياُ من الزيوت و المواد الصلبة.

٤ - ١ - ٢ - المعالجة الثانوية:

تصمم على أنها عملية بيولوجية تزيل النفايات المنحلة القابلة للتحلل البيولوجي، و هي تتألف من جزأين:

آ - تحلل النفايات المنحلة بتقديمها للبكتريا على شكل غذاء و بذلك تتحول النفايات العضوية من الشكل المنحل و الذي يعرف ب BOD إلى مواد عضوية ميكروبية (BOD ميكروبي).

ت - إزالة المواد الصلبة بالترسيب في المروقات الثانوية بحيث يمكن إعادتها إلى بداية حوض التهوية من أجل إضافة بذور إلى مياه الصرف القادمة من منطقة المعالجة الابتدائية أو إزالتها إلى وحدات معالجة الحمأة.

٤ - ١ - ٣ - المعالجة الثالثة:

تستخدم بعد الوحدات الثانوية من أجل زيادة نقاء مياه الصرف الخارجة قبل صرفها النهائي و هي تتضمن:

١- وحدة لإزالة النترات.

٢- إزالة الفوسفات.

٣- إزالة إضافية للمواد الصلبة الغر وانية (في الأسرة الرملية).

٤- الإرجاع الإضافي إعادة تكليس المواد الصلبة بنظام الكربون النشيط.

بمعرفة المهام المطلوبة من عملية المعالجة يمكن تطبيق برنامج من سبعة نقاط من أجل تقصي واصطياد المشاكل Trouble shooting:

* عرف المشكلة و معايير النجاح.
* طور طريقة لدراسة و تحليل نظام المعالجة.
* عرف البدائل.
* فصل التقييم بشكل دقيق (Fine-Tune the assessment).
* عرف الإستراتيجية و البرنامج المقترح.
* ابدأ بتنفيذ البرنامج.
* اتبع البرنامج خطوة بخطوة.

إن تعريف المشكلة يبدو دائماً أنه أمر بسيط، و لكن معظم مطبات تقصي المشاكل هي في التركيز على الظواهر أكثر من التركيز على المشكلة الحقيقية.

مثلاً: إطلاقات الأمونيا العالية و التي تتعدى القيم المسموحة هي علامة على المشكلة و ليست المشكلة، إن المشكلة هي في سبب زيادة الأمونيا عن الحد المقبول.

إن دراسة النظام الحالي يؤمن مؤشرات يقاس مقابلها نجاح عملية تقصي المشاكل يجب اعتبار تساؤلات عدة:

* ما هو الوضع الحالي.
* ما هي التسهيلات و المعدات المتوفرة.
* ما هي طريقة الضبط الحالية.
* ما هي البيانات المتوفرة.
* ما هي نتائج التحاليل المتوفرة و هل تؤمن المعلومات الضرورية لضبط التشغيل.

للمساعدة في الإجابة على هذه التساؤلات يجب إجراء دراسة شاملة عن نظام المعالجة، هذه الدراسة يجب أن تصف النظام و هي تتضمن:

أ- تحاليل مخبرية.

ب- بيانات لنتائج التحاليل.

والدراسة تؤمن أسساُ لتطوير حلول بديلة قابلة للتطبيق.في الظروف العادية يمكن تعريف عدة عوامل لحلول ممكنة لمشكلة معالجة مياه الصرف و قد تتضمن البدائل:

٤-١-٣-١- معالجة ابتدائية مطورة:

- معالجة من نقطة المصدر
- تعديل الإجراءات و الضوابط التشغيلية

٤-١-٣-٢- تعديل كيميائي من أجل القلوية و/أو الحموضة:

- إضافة بوليمير و مضاد رغوة.
- إصلاح المعدات.
- التعويض البيولوجي.

٤-١-٣-٣- توسيع أو تحديث المعدات:

- إنشاء معدات معالجة جديدة.
- عدم عمل أي شيء.

غالباُ ما يكون ضبط التشغيل هو الأمر الأساسي في هذه النقطة من عملية تقصي المشاكل يجب أن يتم ضبط العملية بإستراتيجية معرفة جيداً تراقب بتحاليل فيزيائية و كيميائية مترافقة مع خبرة و حكمة المراقب و المشغل، فبدون ضبط التشغيل قد يصعب تعريف البدائل المعقولة

٤-١-٣-٤-بعد تعريف كافة البدائل، يتم تقييم قائمة البدائل:

لتلائم الأهداف العامة للتركيبات(استرجاع رأس المال – توفر كلفة الإنشاء توفر اليد العاملة... الخ) ووضع الأولويات للبدائل، عندها يمكن تقدير البديل الأفضل واختباره قبل تنفيذه.

يتم اختبار البرنامج بدراسة محطات معالجة مخبرية أو تجريبية للتقليل من خطر اختيار بدائل، كما يمكن التحدث مع الآخرين الذين تعرضوا لمشاكل شبيهة و الاستفادة من خبرتهم بإتمام الخطوات ١ – ٤ يمكن إنشاء خطوات عملية:

* هل البرنامج يلائم أهداف المعدات و الإنشاءات.
* هل يمكن حل المشكلة المعرفة بشكل كاف من الخطوة الأولى.
* هل يتوفر الأشخاص الذين يحذفون المشكلة بشكل ملائم.
* هل يمكن تنفيذ البرنامج مع التطوير المستمر للنوعية.

إن برنامج تقصي المشاكل جيد التشغيل يجب أن يكون:

١- شاملاً.

٢- مفحوص جيداً.

٣- يتم استعراضه بشكل دائم للحفاظ على نظام معالجة ذو كفاءة و يعتمد عليه.

٤- هذا البرنامج يجب أن يفحص كم من المكونات الأساسية للمعالجة بما فيها المكونات: (البيولوجية – البشرية – الميكانيكية – الكيميائية).

٤ - ٢ - استعيان مياه الصرف

إن نتائج التحليل في أي مخبر يعتمد على دقة جمع العينة.

إن الهدف من الإستعيان هو جمع قسم من مياه الصرف يكون:

١- بحجم صغير حتى يسهل التعامل مع العينة في المخبر ومع ذلك يكون معبراً عن مياه الصرف موضع الاختبار.

٢- يجب جمع العينة بطريقة خاصة وبعناية بحيث لا يضاف إليها أو يفقد منها أية من العناصر الموجودة في المياه الأصلية.

٣- وكذلك يجب أن لا نسمح بحصول تغير في صفات العينة أثناء الفترة الزمنية بين الجمع والتحليل المخبري.

إذا لم تتحقق الشروط السابقة فإن النتائج المخبرية تكون مضللة وأسوأ من حالة عدم توفر أية نتائج.إن مواقع جمع العينات وطرق الجمع لا يمكن تحديدها بدقة من أجل كافة محطات المعالجة. فالظروف تتغير من محطة إلى أخرى ويجب أن يتكيف أسلوب الإستعيان مع ظروف كل محطة على حدة.

٤ - ٢ - ١ - بعض المبادئ العامة في الإستعيان:

يجب جمع العينات من مواقع تكون فيها مياه الصرف ممزوجة جيداً.يسهل تحقيق ذلك في مواقع يكون الجريان مياه الصرف مضطرباً. عند مأخذ قريب من طرف التفريغ لمضخة في مناطق السقوط الحر من الأنابيب عندما يكون التفريغ من الأنبوب يصطدم بحاجز

نقطة الدخول إلى حوض أو عند دخول الجريان إلى أنبوب (عند نقطة خروج الماء من خزان):

١-يجب استبعاد الجزئيات الكبيرة من كتلة العينة.(الجزئيات الكبيرة هي الأجسام التي يزيد قطرها الوسطي ٦مم وهذا طلب مبرر ففي حال وجود مثل هذا الجسم في عينة حجمها(٣.٧ لتر) ١ غالون).فهذا يعني وجود مليون قطعة من هذا الحجم في كتلة مياه الصرف حجمها١مليون غالون.

٢-فمياه الصرف يجب استعيانها بعد المصافي(screening) عند استخدام المصافي أو الطواحن في محطة المعالجة.

٣-يجب تجنب جمع أية نموات عضوية أو مواد طافية متجمعة عند نقطة الإستعيان.

٤-فمن الواضح أن هذه المواد لن تكون معبرة عن مياه الصرف قد يصعب تحقيق ذلك إذا تم الإستعيان من حفرة تفتيش ولكنه ممكن التحقيق بالعناية الكافية.

٥-يجب فحص العينات بأسرع ما يمكن. فإذا انتظرنا لفترة تزيد عن الساعة يجب تبريد العينة بغمرها في ماء مثلج.(فالتحلل الجرثومي لمياه الصرف يستمر الحصول في قارورة العينة وإن التغير في صفات العينة بعد ساعة واحدة بسبب التحلل البكتيري يكون كبيراً. وإن تبريد العينة يعيق الفعل البكتيري بشكل كبير).

يجب تحقيق جمع عينة ملائمة بأبسط ما يمكن، فنقاط الإستعيان:

١-يجب تحقيق سهولة الوصول إليها.

٢-يجب أن تتأمن معدات جمع ملائمة.

٣-يجب اتخاذ كافة احتياطات الأمان أثناء الجمع.

٤-فسهولة جمع العينات يحقق تكرار الجمع في أية لحظة.

٥-من الضروري حفظ العينة بشكل مناسب من أجل المحتوى لبعض العناصر الكيميائية.

٦-وفق جدول يبين (مدة الحفظ- طريقة الحفظ المقبولة وفق نوع التحليل المطلوب يتم جمع نوعين من العينات و تحليلها من أجل تحديد مواصفات التدفق الخارج من محطة المعالجة.

٤ - ٢ - ١ - ١ - العينات العشوائية (الإفرادية):

تجمع العينات الإفرادية لتعبر عن مواصفات الماء في لحظة معينة، و هي لا تمزج مع أية عينة أخرى تستخدم العينات الإفرادية عادة من أجل دراسة العوامل غير المستقرة القيمة مثل (درجة الحرارة - PH - DO).

٤ - ٢ - ١ - ٢ - العينات المركبة:

يتم تحضير العينة المركبة بجمع سلاسل من العينات الإفرادية على مدى زمن معروف أو فواصل معروفة من قيم التدفق.تبين العينات المركبة التركيب الوسطي لتيار الجريان على مدى مجموعة من فترات زمنية أو فواصل تدفق (إذا كان جمع العينة يتم بشكل يتناسب مع قيمة التدفق).يجب جمع الأجزاء المستخدمة في تركيب العينة بالتكرار الكافي للحصول على نتائج وسطية. إذا كانت القوة والتدفق لا يتغيران بسرعة قد يكفي جمع عينات كل ساعة على مدى ١٢ ساعة.أما إذا كان التغير سريعاً يلزم جمع العينات كل نصف ساعة، قد تختلف فترة جمع العينات المركبة لتغطي٤ - ٨ أو ١٢ساعة وذلك وفقاً:

١ - للأفراد المتوفرين لهذا العمل.

٢ - استخدام النتائج.

٣ - الحاجة لمراقبة التدفق الخارج.

بشكل عام. تستخدم العينات المركبة لتحديد صفات مياه الصرف المطلوب معالجتها وكفاءة عمل وحدات المعالجة.

يجب قياس معدل تدفق مياه الصرف عند جمع كل عينة من العينات وتعديل حجم القسم المضاف لتتناسب مع التدفق يوجد حسنات وسيئات لكل نوع من أنواع العينات.

٤ - ٢ - ١ - ٣ - العينات الإفرادية catch orgrab samples:

إن العينات الإفرادية لا تعبر عن وسطي ظروف مياه الصرف لأنها تعكس فقط ظروف لحظة الجمع.ولكن الكثير من محطات المعالجة الزمن المتوفر للإستعيان يكون محدوداً لذلك يجب في هذه الحالة استعمال عينة إفرادية.

١- يجب جمع العينة في وقت من النهار تكون فيه المحطة تعمل تحت التدفق الأعظمي ويحدث في معظم المحطات بين الساعة٩ صباحاً و١٢ ظهراً.إذا أشارت التجارب

٢- إلى كفاءة تشغيل جيدة عند هذا الزمن.من المقبول افتراض أن كفاءة المحطة تكون مرضية أثناء فترات النهار الأخرى.

٣- عند استخدام عينات إفرادية لتحديد كفاءة عمليات المعالجة فإن عينة التدفق الخارج تجمع بعد فترة زمنية تتوافق مع زمن مكوث مياه الصرف في المحطة لذلك يمكن

٤- جمع المياه من المخرج بنفس زمن جمعها من المدخل(باعتبار زمن المكوث الإجمالي حوالي ٢٤ ساعة).

٥- أحياناً يجب جمع عينات إفرادية من أجل إجراء بعض الاختبارات مثل (الكلور المتبقي- قيمة ph) فإذا تم مزج قسمين لعينة يحدث تفاعل بين القسمين و لا تكون النتائج هي القيم الوسطية وإن نتائج التفاعل لا يكون لها علاقة بمياه الصرف المجموعة.

٦- أحياناً يكون هدف الإستعيان تحديد تأثير مادة ما من مياه الصرف على عمليات المعالجة. ويحدث أن هذه المادة توجد في مياه الصرف بتراكيز عالية في فترة زمنية قصيرة إذا جمعت عينات مركبة تحصل على التركيز الوسطي وإذا كنا نريد تحديد التركيز الأعظمي يجب فحص عينة إفرادية:

من أجل كل من طريقتي الإستعيان يجب تحديد مكان الجمع و تصميمه بحيث نضمن أن تكون العينة معبرة عن صفات تيار الجريان.يتم استعيان محطة المعالجة الكبيرة، من قناة نقل التدفق النهائي حيث يوجد سرعة جريان تكفي لإبقاء المادة الصلبة بحالة معلقة.

٤ - ٢ - ٢ - استعيان نقاط الدخول و الخروج:

في محطة معالجة صغيرة أو كبيرة يتم الإستعيان في التيار الداخل قبل أن تصل مياه الصرف إلى المحطة و لكن عند تلك النقطة معظم مياه الصرف يكون قد تم طحنها و يكون قد بدأت بالتحلل البيولوجي في نظام الجمع لمياه الصرف.

إن أياً من العمليات أعلاه و التي تمت على مياه الصرف تعمل على تجانس النفايات لدرجة كافية بحيث أن عينة بحجم صغير (aliquot) يحتمل أن تعبر عن مواصفات كامل المجرى الذي تجمع فيه العينة.

٤ - ٢ - ٣ - الإستعيان من أجل تقييم أداء المحطة:

إن الهدف الأساسي لإستعيان تيار المخرج من المحطة هو تقييم الأداء، وذلك من أجل البرهان على التوافق مع جودة التصريف المقبولة أو من أجل مقارنة الأداء مع الأنظمة الإفرادية.

على أي حال، في محطات المعالجة الحقيقية، و حتى عند اختيار مكان الإستعيان بشكل جيد، يكون تقييم الأداء لمحطة المعالجة أمر صعب لا بد من ربط مواصفات التدفق الخارج مع مواصفات التدفق الداخل من أجل تقييم الأداء لمحطة المعالجة.

في محطات المعالجة المنزلية أو الصغيرة يتغير التدفق الداخل على مدى اليوم و قد لا يكون له نموذج تغير ثابت من يوم لأخر لذلك يلجأ كثير من الناس إلى طريقة العينة الإفرادية.فإن الإستعيان الملائم هو العامل الذي تبنى عليه التحاليل المخبرية و تقييم البيانات، فالاستعيان غير المناسب أو بطريقة غير معبرة يعني أن كلاُ من التحاليل المخبرية و تقييم البيانات هي بالكامل ضياع للوقت و المال، إن المشكلة الأكبر هي، حالما يتم تقديم العينة إلى المخبر، يكون الوقت متأخراُ لتحديد فيما إذا كانت الطرق المستخدمة أثناء الإستعيان مناسبة أم لا.

٤ - ٣ - عينات ضبط نوعية الماء:

من الطبيعي وجود الكثير من الاختلاف بين الجماعات المختلفة في الدراسة فيما يتعلق بكيمياء المياه و مواصفاتها و أداء معدات المعالجة، و عندما يترافق الاختلاف في طرق الإستعيان و في طرق التحليل و الأخطاء العشوائية مع الخطأ في قياسات التدفق فإن هذه الاختلافات تصبح متفاقمة بدون برنامج كافي للمراقبة و الضبط الصارم لطرق الإستعيان و المعدات و أداء المخابر، فإن تفسير البيانات يمكن أن يختزل إلى شيء لا يزيد عن تمرين مدرسي من حيث الفائدة.

إن عينات ضبط نوعية الماء هي الإجراءات المخبرية اللازمة لضمان أن البيانات الناتجة عن التجارب المخبرية هي ضمن حدود الدقة المقبولة للتجارب.

وبتعبير آخر، هي الإجراءات المتخذة و التي تبين أن التجارب المخبرية صحيحة نوعاُ ما. لسوء الحظ، الكثير من المخابر لا تملك ضبطاُ للنوعية اللازمة لإنتاج بيانات غير

قابلة للشك، قد يختلف السبب من مخبر لآخر.و لكن معظم الناس يجدون من الصعب إضافة ١٠ – ٢٠% من التحاليل من أجل عينات ضبط النوعية QC samples بينما

مخرجات العينات العادية لديهم لا تتغير. إن الموضوع يبدو خسارة للوقت من أجل المخبري الذي يعرف أنه يقوم بالتجارب بطريقة صحيحة.

ولكن قد يكون الأمر أكثر من ذلك، قد يقوم المخبري بعمله بشكل صحيح، و لكن هل أجهزة القياس تعمل بشكل ملائم؟ إن عينات النوعية التي تجرى بالتوازي مع العينات الحقيقية تساعد في تحديد ذلك النوع من الأخطاء.

إن أية مشاكل في الأجهزة أو المواد الكاشفة أو حتى الأخطاء البشرية ستعطي نتائج سيئة.إن النتائج السيئة قد تبين قيماً غير مقبولة للملوثات بينما هي في الحقيقة مقبولة.إن عينات ضبط النوعية إذا وقعت ضمن مستوى مقبول ستساعد في تمرير نتائج العينات الحقيقية.يجب إجراء عينات ضبط النوعية مع كل مجموعة للعينات الحقيقية في التحليل.إن ١٠ – ٢٠% من العينات قيد التحليل يجب أن تكون عينات ضبط نوعية، إن عينات ضبط النوعية تتضمن:

٤ - ٣ - ١ - العينة المرجعية الفارغة لطريقة التحليل Method blank:

هي عينة ماء تحوي كواشف التحليل تمر بنفس إجراءات تحليل العينات الأخرى مع إضافة كافة الكواشف اللازمة للتحليل. إنها تفيد في تحديد التلوث. قيمة نتيجة التحليل في هذه العينة يجب أن لا تكون أكبر من نتيجة طريقة حدود التقصي method detection limit.

٤ - ٣ - ٢ - العينة المعروفة Known:

هي عينة توجد فيها كمية معروفة من المادة المطلوب قياسها في العينة الحقيقية، تركب العينة في المخبر أو قد يتم تحضيرها من مصدر للمادة الكيميائية مختلف عن المصدر الذي ركبت منه العينات المعيارية في التجربة إن قيمة النتيجة في العينة المعروفة يجب أن تقع ضمن مجال نتائج العينات الأخرى.إن العينات المعروفة التركيز تساعد في تحديد دقة التحاليل.

٤ - ٣ - ٣ - العينات المسمارية Spikes:

العينة المسمارية هي عينة حقيقية مضاف إليها كمية معروفة من المادة المطلوب قياسها. يتم تحديد الفرق بين العينة الحقيقية و المسمارية و تحسب النسبة المؤوية للاسترجاع.

تساعد العينة المسمارية في تحديد تداخلات المواد الأخرى الموجودة في العينة. بشكل عام استرجاع في قيمة التركيز قدره ٨٥% - ١١٠% هو قيمة مقبولة.

٤ - ٣ - ٤ - مضاعفة عدد العينات Duplicate:

تؤخذ عينتين بآن واحد باستخدام طريقة الجمع و التحليل بشكل منفصل. تستخدم العينات المضاعفة لتقييم دقة القياس أو التحليل.

٤ - ٣ - ٥ - العينات المكررة Replicate:

عينة منفردة يتم تحليلها مرتين في نفس مجموعة التحليل. تشير النتائج إلى الدقة.إن ضبط النوعية يتضمن أيضاُ مخططات ضبط، دراسة معدات التحليل مع معدات معيارية، غسيل الأواني الزجاجية و عدد من الأمور الأخرى. و لكن تذكر أن لا تستخدم جميع الاقتراحات المذكورة في كل مرة تجرى فيها التجارب، فالإجراء المستخدم في حال تحليل الفوسفور قد لا يناسب الإجراء المتخذ في حال تحليل PH أو الكوليفورم الإجراءات المذكورة أعلاه هي إجراءات تقريبية قد يلزم العودة إلى الأنظمة القياسية في التحليل لإتباع إجراءات أكثر دقة في ضبط نوعية التحاليل. إن مثل هذه الإجراءات قد تأخذ بعض الوقت و لكنها تفيد في تأكيد القيم المقاسة.

٤ - ٣ - ٦ - معدات الإستعيان:

وعاء من الألمنيوم قطر٦ أنش (١٥سم) وعمق ٤انش (١٠سم) مع مقبض طويل لتسهيل عملية الجمع من الخزانات والأقنية.

من أجل الجمع من حفر التفتيش يستخدم دلو بحجم ١ لتر يمكن تثبيته إلى سارية خشبية (نقطة جذب) مع إمكانية الجذب السريع.

يلزم أيضاُ وجود اسطوانة مدرجة أوعية جمع عينات و بعض الوسائل من أجل التبريد.

يلزم تقنيات خاصة لجمع عينات من أجل تحليل الأكسجين المنحل و من أجل الفحوص الجرثومية.

٤ - ٤ - استعيان الحمأة:

كما هي الحال في مياه الصرف إن قيمة تحاليل الحمأة تعتمد بشكل كبير على دقة الإستعيان لذلك من الضروري إتباع احتياطات صارمة عند اختيار نقاط وطرق الإستعيان لضمان جمع عينات معبرة في كل الأوقات.

لجمع عينات حمأة من أعماق مختلفة في خزان يمكن استخدام جهاز استعيان مصنوع من الحديد الصب أو النحاس المثقل بالرصاص.

يمكن إنزال الوعاء إلى الحوض بسلسلة تحوي علامات تعبر عن مسافات الارتفاع يزود الجهاز بسكورة تعمل بشد الحبل، إن سحب الحبل عند العمق المطلوب يفتح السكر لتجري الحمأة من قاع الوعاء ويخرج الهواء من أعلى العلبة.

يمكن أيضاً استخدام قارورة ذات فم عريض و مزودة بغطاء مرتبط بسارية سحب.تدفع القارورة إلى العمق المطلوب ثم يزاح الغطاء بشد الحبل المرتبط به، إن العديد من أحواض هضم الحمأة مزودة بصنبور لسحب العينات عند أعماق مختلفة، عند استخدام هذه الصنابير يجب صرف كمية من الحمأة قبل جمع العينة من أجل استبعاد الحمأة المجمعة عند الصنبور و جمع عينة تعبر عن الحمأة الحقيقية عند هذا الارتفاع في الحوض عند جمع عينات من الحمأة عند سحبها أو ضخها اجمع عينات بنفس الحجم عند بداية ونهاية عملية السحب.امزج العينات لتأخذ حوالي ml٥٠٠ من أجل التحليل المخبري.لجمع عينات من حمأة في حوض تجفيف الحمأة.تؤخذ أقسام متساوية من مواقع مختلفة من الحوض.مع الحرص بأن لا يجمع الرمل مع الحمأة.

تمزج الأجزاء جيداً بعد التفتيت. يستخدم حوالي ٥٠٠غرام من أجل التحليل المخبري. عينات من كعكة مرشح الحمأة. تجمع بقطع أجزاء من الكعكة عند خروجها من المرشح. يمكن الجمع بقاطع خاص يسهل جمع أجزاء عينات بحجوم متساوية على فترات زمنية متساوية. يمكن عندها فحص الأجزاء كل على حدة أو يتم مزجها لتشكل عينة مركبة.

يجب إجراء الفحوص على العينات بعد الجمع بأسرع ما يمكن.

٤ - ٥ - التحاليل الجرثومية :

٤ - ٥ - ١ - تعريف بأحياء مياه الصرف:

٤ - ٥ - ١ - ١ - بكتريا محيرة:(قادرة على العيش في بيئتين مختلفتين): Facultative Bacteria:

إن معظم أنواع البكتريا التي تمتص المادة العضوية الموجودة في نظام معالجة مياه الصرف الصحي هي بكتريا محيرة بطبيعتها. هذا يعني أنها تتكيف لتعيش في الظروف الهوائية أو اللاهوائية.

إن طبيعة أفراد البكتريا تعتمد على البيئة التي تعيش فيها، إن البكتريا المحيرة تكون لا هوائية عادة إلا إذا وجدت أنواع من العمليات البيوكيميائية أو الميكانيكية تستخدم لإضافة الأكسجين إلى مياه الصرف.

عندما تكون البكتريا في وضع التحول من بيئة إلى أخرى، فإن التحول من الحالة اللاهوائية إلى الحالة الهوائية (و بالعكس) تحصل خلال ساعتين من الزمن.

٤ - ٥ - ١ - ٢ - البكتريا اللاهوائية Anaerobic Bacteria :

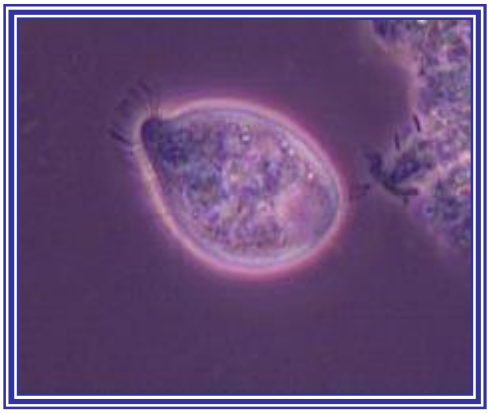
إن التمثيل الخليوي البطيء للبكتريا اللاهوائية يفرض حجزاً لمياه الصرف عدة أيام من أجل الحصول تخفيضاً للمادة العضوية في مياه الصرف لا تزيد عن ٥٠%، لذلك فإن حوض الهضم يتبع دائماً بنوع من عمليات المعالجة و التخلص من مياه الصرف.

إن ميزة استخدام العمليات اللاهوائية هي في عدم الحاجة لاستخدام معدات الكتروميكانيكية، إن البكتريا اللاهوائية تحرر كبريت الهدروجين بالإضافة إلى غاز الميتان و كلاهما غاز خطر، و حتى في بداية الفعل اللاهوائي في خطوط شبكة مجارير الصرف، يوجد احتمال تراكم لغاز كبريت الهدروجين القاتل أو لغاز الميتان القابل للانفجار.

٤ - ٥ - ١ - ٣ - البكتريا الهوائية Aerobic Bacteria:

تعيش البكتريا الهوائية بوجود الأكسجين الحر إن البكتريا المحيرة تصل دائماً إلى الحالة الهوائية عند توفر الأكسجين، بينما تعني كلمة هوائي هو تنفس الهواء، فإن الأكسجين المنحل هو المصدر الأساسي للطاقة من أجل البكتريا الهوائية.

إن التنفس الخليوي أكبر بكثير منه في الحالة اللاهوائية، و هذه الزيادة تعني أن يلزم عدد من البكتريا أقل ب ٩٠% مقارنة مع العمليات اللاهوائية، أو أن المعالجة تتم بزمن أقل ب ٩٠%، هذا يؤمن عدداً من الفوائد بما فيها النسبة الأعلى لإزالة المادة العضوية، إن نواتج البكتريا الهوائية هي ثاني أكسيد الكربون و الماء.



إن البكتريا الهوائية تعيش على شكل مستعمرات تدعى ندفة floc و تبقى معلقة بوساطة التحريك الميكانيكي المستخدم من أجل تقديم الأكسجين إلى مياه الصرف،

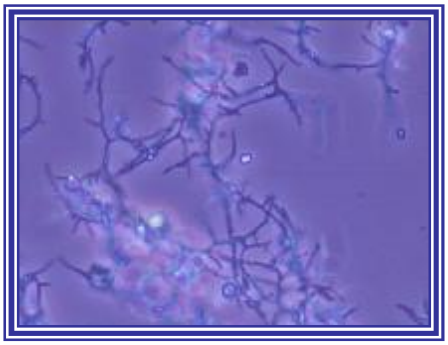
هذا الفعل الميكانيكي بعرض الندفة للمادة العضوية أثناء حدوث المعالجة. يتبع عملية الهضم الهوائي فصل

للندف في أحواض الترسيب. بسبب الطبيعة الميكانيكية لعملية الهضم الهوائي يلزم مراقبة لعملية المعالجة و صيانة للمعدات الميكانيكية.

٤ - ٥ - ١ - ٤ - الحمأة المنشطة Activated Sludge:

يقال عن الحمأة الهوائية التي هي بحالة جيدة أنها حمأة منشطة. بينما يكون للندفة الهوائية عشرة أضعاف النشاط الخليوي من الحمأة اللاهوائية، يكمن زيادتها أكثر من ذلك بتعريض البكتريا لوفرة من الأكسجين. مقارنة مع حوض الهضم septic tank الذي يحدث خلال أيام عدة لإرجاع المادة العضوية، فإن الحمأة المنشطة يمكنها إرجاع نفس الكمية من المادة العضوية في حوالي ٤ – ٦ ساعات، هذا يسمح بكفاءة معالجة أكبر بكثير. في معظم الحالات تتحسن كفاءة الإزالة للمعالجة بحيث تقل مكونات المعالجة اللاحقة بشكل كبير أو تحذف كلياً.

٤ - ٥ - ١ - ٥ - الكائنات الخيطية Filamentous Organisms:



إن معظم الأحياء الخيطية هي بكتريا، رغم أن بعضها تصف ضمن الأشنيات، أو الفطور أو أشكال حياة أخرى. توجد عدة أنواع من البكتريا الخيطية تتكاثر بالتبرعم proliferate في عمليات الحمأة المنشطة. إن الأحياء الخيطية تؤدي عدد من الأدوار المختلفة في عملية المعالجة، بعض هذه الأدوار مفيد و بعضها ضار. عندما يكون تركيز الأحياء الخيطية منخفضاً في عملية المعالجة فإنها تساعد في تقوية بنية الندفة الحيوية ، هذه التقوية تقلل من تأثير قوى القص الميكانيكية في حوض التهوية و تسمح بزيادة حجم الندف ليسهل التخلص منها في حوض الترويق النهائي. فالندف الأكبر تكتل الجزيئات الصغيرة (بفعل الإمتزاز السطحي) لتسحبها معها إلى قاع حوض الترسيب مما يحسن في نوعية التدفق الخارج، و بالعكس، إذا وصل تركيز الأحياء الخيطية إلى قيم عالية فإن الخيوط تمتد من الندفة إلى ندفة أخرى (لتوجد ترابطاً قوياً بين الندف (interfloc bridging)أو قد تشكل بساطاً خيطي بحجم كبير.

هذا وإن الزيادة الكبيرة في سطح الندف دون زيادة مقابلة في الكتلة يسبب إعاقة للترسيب للسائل الناتج عن الحمأة المنشطة.

بالإضافة إلى ذلك فإن فقاعات الهواء تحجز في البساط الحيوي المتشكل لتسبب صعوده على شكل مادة طاقية(صعود الحمأة)، و بسبب المساحة السطحية الكبيرة للبكتريا الخيطية فأنها في حال تشكلها بتركيز كبير تجتذب نسبة كبيرة من المادة العضوية لتعيق نمو أحياء أخرى مرغوبة.

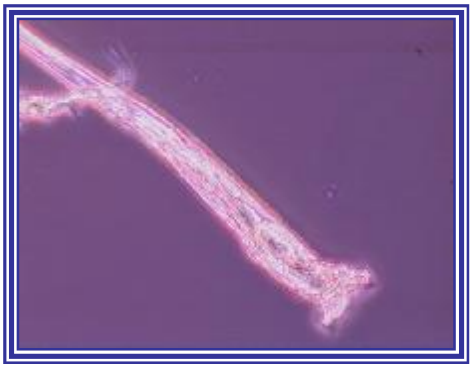
٤ - ٥ - ١ - ٦ - وحيدات الخلية و كثيرة الخلايا Protozoans and Metazoans :

في نظام معالجة مياه الصرف شكل الحياة الأعلى من البكتريا هي وحيدات الخلية، هذا الحيوان وحيد الخلية يؤدي ثلاثة أدوار رئيسة في عمليات الحمأة المنشطة، هي:

١ - تشكيل الندف.

٢ - استهلاك البكتريا.

٣ - إزالة المادة الصلبة.



كما أن وحيدات الخلية تعتبر مؤشراً على الحالة الصحية للكتلة الحية و للتدفق الخارج، لأن وحيدات الخلية أكبر حجماً بكثير من البكتريا، لذلك يسهل تعريفها و توصيفها بسهولة.

أن كثيرات الخلايا مشابهة لوحيدات الخلية عدا أنها حيوانات متعددة الخلايا.

إن اللافقاريات المجهرية مثل الديدان الخيطية nematodes والدولابياتrotifers توجد فقط في كتلة حيوية ذات وضع جيد، إن وجود وحيدات الخلية وكثيرات الخلايا و الوفرة النسبية لأنواع حية معينة يمكن أن يعتبر مقدمة لتغيرات التشغيل ضمن محطة المعالجة.

بهذه الطريقة يمكن لمشغل المحطة أن يعمل بعض التعديلات و يقلل الآثار السلبية للتشغيل بمجرد مراقبة التغيرات في أعداد وحيدات الخلية و كثيرات الخلايا.بينما الهدبيات السابحة هي مؤشر لحمأة ذات وضع صحي متوسط و تدفق خارج بنوعية مقبولة.إن انتشار الهدبيات الزاحفة ببطء crawling و الهدبيات ذات الساق و

كثيرات الخلايا هي مؤشر عن حمأة ذات صحة ممتازة و تدفق خارج بنوعية عالية الجودة.

٤ - ٦ النمو المشتت Dispersed Growth:

إن النمو المشتت هو مادة معلقة ضمن عملية الحمأة المنشطة و التي لم يتم امتزازها إلى جزيئة الندف الحيوية، هذه المادة تتألف من كمية ضئيلة جداُ من بكتريا غروا نية (أصغر من أن تزال بالترسيب) و بعض من جزيئات عضوية و لا عضوية.

إذا كان النمو المشتت بكميات صغيرة محجوزة ضمن الندف الحية يعتبر أمراُ طبيعياُ، فإن الكميات الفائضة منها تعبر حوض الترسيب النهائي دون ترسيب، و هذا ينتج عنه زيادة المواد الصلبة في التدفق الخارج.

٤ - ٦ - ١ - مؤشرات عملية المعالجة Process Indicators:

بإتباع تعريف و تعداد و تقييم التصنيف و البنية لمختلف الأحياء الموجودة في عينة مياه الصرف، يمكن استخدام المعلومات لوضع استنتاجات تتعلق بعملية المعالجة، يمكن استخدام مراجع متعددة عن صناعة المعالجة مثل بجيولوجيا مياه الصرف و الحياة الدقيقة من أجل تقديم إشارة شاملة للشروط ضمن عملية المعالجة، مثلاُ في معظم عمليات الحمأة المنشطة يكون شكل الندفة مؤشراُ لشروط تشغيل أو بيئة معينة.

إن جزيئة الندفة الكروية تشير إلى ندفة غير ناضجة كما يوجد أثناء الإقلاع أو تعافي عملية المعالجة من خلل معين.

إن الندفة الناضجة ذات الشكل غير المنتظم تشير إلى أن عملية المعالجة تحوي كمية مفيدة من الأحياء الخيطية و تدفق خارج بنوعية جيدة.

الزيادة في النمو المشتت يمكن أن يشير إلى:

١- حمأة ذات عمر قصير.

٢- وجود مادة سامة.

٣- تهوية ميكانيكية زائدة.

٤- فترة طويلة يكون فيها مستوى الأكسجين المنحل منخفضاُ.

الفصل الخامس (٢)(٣)

مشاكل محطات المعالجة

- جريان مياه الصرف.
- المعالجة الابتدائية.
- أحواض الترسيب والمروقات .
- أحواض الترشيح البيولوجي.
- حوض هضم الحمأة.
- أحواض تجفيف الحمأة.
- المضخات النابذة.
- انتفاخ الحمأة الخيطي المرافق لوجود الرغوة.
- الرغوة.

علامات/مؤشرات	أسباب المشكلة	العمل المقترح / إجراء علاجي
٥ - ١ - جريان مياه الصرف الخام:		
١ - انخفاض مفاجئ للتدفق عند نقطة الدخول إلى محطة المعالجة.	خط المجرور مسدود أو مخرب.	تفحص خط المجرور بمجموعة صيانة من أجل إصلاح الأعطال .
٢ - زيادة مفاجئة للتدفق في غير ساعات الذروة.	رشح الماء من مصدر آخر خلال خط مجرور مكسور أو دخول مياه صرف صناعي .	-Do-
٣ - دخول كميات زائدة من الرمال و الحصى وأوراق الشجر والقش وغصون الأشجار و أجسام لحيوانات ميتة.	غطاء حفرة التفتيش أو مدخل مياه مطر إما أنها مخربة أو مسروقة دخول مواد غسيل من موقع ورشة إنشاء ، أو دخول رماد ، حصى..الخ من مواقع صناعية أو بلدية.	تفحص خط المجرور و استبدال الأغطية المخربة أو المسروقة.
٥ - ٢ - المعالجة الابتدائية:		
١ - كمية فائضة من المواد المترسبة / الرمل و الحصى و نفايات عضوية صلبة و مواد خاملة في المصافي و حوض حجز الرمال.	مواد منجرفة من ورشات البناء ،انتقلت من الساحات و الطرقات و الشوارع في المناطق البلدية و التجارية.	نحتاج تنظيف الشوارع بتكرار أكبر . تنظيف حجرة فصل الرمال بتفريغها.
٢ - انتقال الرمل و الحصى	سرعة جريان عالية و زمن مكوث قصير .	يجب زيادة مساحة المقطع العرضي لحوض أو أقنية حجز الرمال.
٣ -مواد عضوية زائدة في الرمال و فقاعات	سرعة جريان ضعيفة جداُ و زمن مكوث كبير جداُ	قلل مساحة المقطع العرضي لقناة أو حجرة فصل الرمال . قلل طول القناة

علامات/مؤشرات	أسباب المشكلة	العمل المقترح / إجراء علاجي
٥-٣- أحواض الترسيب و المروقات:		
١ - كمية زائدة من المواد المعلقة في التدفق الخارج من حوض الترسيب الابتدائي	إما أن الحوض محمل أكثر من اللازم أو يوجد تراكم في الحمأة.	إزالة الحمأة بشكل متكرر و فحص معدل التحميل السطحي في ساعات تدفق الذروة.
٢ - كمية فائضة من المواد الطافية في التدفق الخارج من حوض الترسيب الابتدائي.	كاشط المواد الطافية قد يكون لا يعمل بشمل ملائم أو قد توجد مواد طاقية كثيرة جداُ تمر عبر المصافي المعطلة.	صلح أو اضبط ذراع ولوح الكاشط؛ أصلح المصفاة المعطلة و أمن وجود مصافي متوسطة الخشونة أو ناعمة
٣ - صعود الحمأة مع فقاعات في حوض الترسيب الابتدائي	تراكم كثيرمن الحمأة في منطقة الحمأة و تحول كتلة الحمأة إلى زبد بسبب الشروط اللاهوائية	تفريغ الحمأة بشكل متكرر و تسجيل الفترات الزمنية لتفريغ الحمأة
٤- انسداد في خط الحمأة الخاص بحوض الترسيب الابتدائي	أما أن تكون الحمأة سميكة أو أنها تحتوي جزيئات من الرمل و السيلت و الحصى و الفقاعات لم تحجز في المصافي و أحواض فصل الرمال	تصريف الحمأة بتكرار كاف، إذا لم يكن ذلك ممكناً ، يضخ في خط الحمأة تيار تحت ضغط كبير من الماء أو الهواء المضغوط و ذلك لإزالة الانسداد ، أيضاً يمكن فحص حوض إزالة الرمال و تنظيفه بشكل جيد.
٥- خروج الحمأة مع التدفق الخارج من حوض الترسيب النهائي.	أكسدة أو نترجة رطبة.	زيادة ضخ الحمأة من الحوض تخفيض التهوية أو تخفيض زمن المكوث في حوض التهويةتخفيض التدفق الداخل من السائل المهوى
٦- صعود الفقاعات ،رائحة كريهة ، لون السائل أسو د أو بني داكن.	تطور ظروف تخمر في الحوض .	يجب تفريغ الحوض بالكامل بفتح سكر تفريغ الحمأة و إيقاف التدفق الداخل إلى الحوض.

علامات/مؤشرات	أسباب المشكلة	العمل المقترح / إجراء علاجي
٥-٤- أحواض الترشيح البيولوجي / المرشح البيولوجي :		
١- دوران بطيء لأزرع التوزيع .	حركة ميكانيكية متصلبة. أزرع توزيع غير متوازنة. رشح في الكتامة الزئبقية في العمود المركزي. تدفق غير كافي من مياه الصرف.	فحص الحوامل، و تبديلها إن لزم الأمر و تزييتها. ضبط حبال التثبيت فحص الكتامة. إزالة الانسداد زيادة معدل التدوير
٢- تبليل الفتحات المسدودة بسرعة و بشكل متكرر.	وجود كمية زائدة من المواد الطافية و أوراق الشجر ، الأغصان ... إلخ. في مياه الصرف الخارجة من عملية الترسيب.	يجب ضبط وضع العارضة التي تجمع الخبث و يجب تأمين مصفاة على مخرج حوض الترسيب من أجل حجز أوراق الشجر التي تنقلها الرياح.
٣- تشكل برك في وسط الترشيح.	جود كمية كبيرة من المادة المعلقة في مياه الصرف الخارجة من حوض الترسيب. تحميل زائد للمرشح البيولوجي انسداد في نظام الصرف السفلي	في حوض الترسيب يجب ضبط و قاشط الخبث، و يجب تفريغ الحمأة بشكل متكرر ، و يجب فحص معدل التدفق عند الفضال ،إزالة الانسداد في نظام الصرف السفلي لحوض الترشيح البيولوجي
٤- أذرع توزيع متوقفة و تنقط	تدفق غير كاف لتحريك الأذرع.	يجب فحص معدل التدفق و زيادة معدل التدوير
٥- ذباب المرشح	طور ظروف تتراوح بين الجافة و الرطبة بشكل متكرر.	الاستمرار في تشغيل المرشح إزالة النمو العضوي الفائض من الحوض إفاضة الماء في المرشح مدة ٢٤ ساعة في كل أسبوع مرة. كلورة التدفق الداخل إلى الحوض
٦- تدفق خارج معكر من حوض الترشيح.	توزع غير منتظم للتدفق على كامل الحوض، انسداد الفتحات الرطبة و مواد كتامة ترشح في العمود المركزي	ضبط أزرع التوزيع ، تزييت آلية الحركة المركزية ، الحفاظ على كتامة جيدة في العمود المركزي و تجنب وجود كميات فائضة من المواد الطافية في التدفق الخارج من حوض الترسيب

علامات/مؤشرات	أسباب المشكلة	العمل المقترح / إجراء علاجي
٥-٥- حوض هضم الحمأة :		
١- مشكلة تشكل رغوة	تراكم حمأة حمضية أو تشكل زائد لغاز H_2S أو حمولة زائدة عن الحد .	تعديل كيميائي لسائل الحمأة من أجل ضبط قيمة PH فهي يجب أن تكون بقيمة ٧ إلى ٧.٦ مع الانتباه لتجنب التأثير الحتي لغاز H_2S ، أن الغاز الناتج في حوض الهضم و الذي يحوي كمية فائضة من H_2S . يجب أن يمر عبر مادة أكسيد الحديد أو عبر ترتيب آخر لغسيل الغاز.
٢- لون الحمأة رمادي فاتح يصرف من حوض الهضم.	الحمأة غير مهضومة بشكل ملائم .	يجب إصلاح درجة الحرارة و PH و زمن المكوث في حوض الهضم .
٥-٦- أحواض تجفيف الحمأة:		
١- تجفيف الحمأة يتم ببطء شديد	سماكة طبقة الحمأة كبيرة جداً يوجد ماء راكد سطح الحمأة مسدودة انسداد نظام الصرف السفل	يجب أن يكون عمق طبقة الحمأة أقل يجب نتح الماء عن الحمأة جرف طبقة الرمل و أتمم الحوض حتى المستوى المطلوب بكمية إضافية من الرمل تنظيف نظام الصرف السفلي بإدخال قضبان تنظيف في النظام قدر الإمكان و إلا فيجب فتح نظام الصرف بالحفر و إزالة الانسداد الموجود.

من المشاكل الميكروبيولوجية التي نصادفها في تشغيل محطات معالجة ميـــاه الصـــرف الصحي:

- سوء تشكل الندف ، الندف الابرية (Pin Floc) و مشاكل النمو المشتت
- السمية

- مشاكل النترجة و ازالة النيتروجين
- نقص المواد المغذية و الرغوة وتشكل الحمأة المنتفخة نتيجة تراكم الالبولي ساكرايد (Polysaccharide).
- الرغوة و الحمأة المنتفخة بسبب تراكم ال Zoogloeal
- الحمأة المنتفخة بسبب البكتريا الخيطية
- الرغوة بسبب البكتريا الخيطي

٥-٨- انتفاخ الحمأة الخيطي المرافق لوجود الرغوة في محطات المعالجة بالحمأة المنشطة[٨][٩][١٠]:

تعرف الحمأة المنتفخة على أنها حمأة تترسب و تتراص ببطء و تسبب تشكيل ندف ذات قابلية ترسيب ضعيفة جدا. وفي بعض الحالات الحرجة قد يؤدي خروج الحمأة مع التدفق المعالج إلى نقصان كفاءة محطة المعالجة و فشل العملية، بالإضافة إلى التأثير على جودة تعقيم المياه المعالجة و ذلك لوجود كمية فائضة من المواد الصلبة بسبب مشكلة الانتفاخ، و في الحالات الأقل حدة يؤدي الانتفاخ إلى زيادة معدل إعادة الحمأة و تبرز مشكلة أخرى هي التخلص من الحمأة المنشطة الفائضة .

إن اكتساب معرفة جيدة بظروف تشكل الندف الحية في عمليات المعالجة البيولوجية يساعد كثيراً .بينت نتائج التجارب أن إضافة المادة المعقمة لسائل غير منتفخ حسنت من كفاءة الترسيب فيه، بينما إضافتها لسائل منتفخ قد زادت الأمر سوءاً و لم تكن إضافة هذه المادة ذات جدوى في التقليل من مشكلة الإنتفاخ.

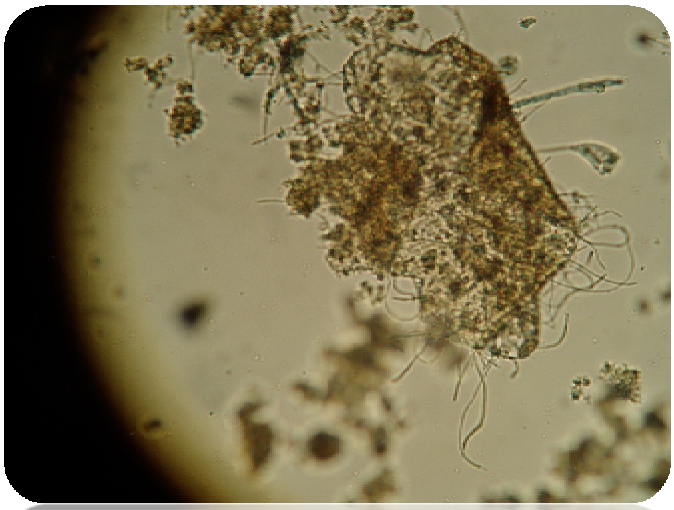
يبقى حل مشكلة انتفاخ الحمأة أنياً وفق الحالة الخاصة لمحطة المعالجة التي تعترضها هذه المشكلة ولا يمكن تطبيق نتائج التجارب لمحطة ما بحذافيرها لحل مشكلة محطة أخرى، و لا بد من دراسة مستقلة لكل حالة على حدة و ذلك بدراسة تركيب بنية الندف الحية. و قد تبين أن الطريقة الأسرع و لكنها ليست معالجة دائمة هي التقليل من تركيز الحمأة في السائل الممزوج .

يعتبر الانتفاخ الخيطي من المشاكل الشائعة و الجدية في عمليات الحمأة المنشطة و التي غالباً ما تترافق مع مشاكل تشكل الرغوة بالخيطيات، و تؤثر مشكلة الانتفاخ على معظم محطات الحمأة المنشطة من وقت لآخر .

إن التعريف التشغيلي المستخدم لانتفاخ الحمأة هو غالباً : (حمأة ذات دليل حجم حمأة (SVI) بقيمة تزيد عن ١٥٠ مل/غرام) . و لكل محطة معالجة لها قيمة مميزة ل SVI تتراكم على أساسها الحمأة في حوض الترسيب النهائي و تنتقل إلى التدفق الخارج و هي تتراوح من قيمة أقل من ١٠٠ مل/غرام إلى قيمة تزيد عن ٣٠٠ مل/غرام و هذا يعتمد على حجم و أداء حوض الترسيب النهائي و الاعتبارات الهيدروليكية، لذلك فقد يكون الانتفاخ مشكلة حقيقية و فق قدرة محطة المعالجة المدروسة على احتواء الحمأة ضمن حوض الترسيب.

إن وجود كمية معينة من البكتريا الخيطية قد يكون مفيداً لعملية الحماة المنشطة، إذ أن نقص البكتريا الخيطية قد يؤدي إلى ندف صغيرة يسهل تكسرها بقوى القص (ندف أبرية) تترسب بشكل جيد و لكنها تترك خلفها تدفقاً عكراً ، و إن الخيطيات تعمل كهيكل عظمي لبنية الندفة فتسمح بتشكل ندف أكبر و أقوى، كما أن وجود بعض الخيطيات يخدم في الإمساك و الإحتفاظ بالجزيئات الصغيرة أثناء ترسب الحمأة و لتنتج تدفقاً بعكارة أقل، و لكن إذا حدث نمو للخيطيات بكميات كبيرة ، عندها فقط تحدث إعاقة للترسيب و ارتصاص للحمأة. نستطيع القول إن العديد من مشاكل تركيز الحمأة هي في الحقيقة مشاكل انتفاخ خيطية.

الشكل / ٢ / يبين ندفة حية تظهر فيها البكتريا الخيطية تمدت إلى خارج الكتلة العامة للندفة



الشكل / ٢ / ندفة حية تحتوي خيطيات لا تسبب انتفاخاً للحمأة

٥ - ٩ - تشكل الرغوة في منشآت معالجة مياه الصرف الصحي(٨)(٩)(١٠):

إن حوادث تشكل الرغوة تتعارض مع الأداء الطبيعي لعمليات المعالجة البيولوجية و تسبب مشاكل جمالية من منظر الرغوة بأشكالها المختلفة على سطح أحواض المعالجة و أقنية التوصيل بين هذه الأحواض كما تقلل من كفاءة المعالجة لتخرج مياه الصرف بنوعية متدنية تمنع الاستفادة منها لأغراض عدة .

٥ - ٩ - ١ - تعرف الرغوة:

بأنها مادة على شكل خبث تكونت من تجمع فقاعات على سطح سائل يسببها التحريك العنيف، أو وجود فقاعات هواء في سائل يحتوي مواد ذات سطح فعال أو جزيئات صلبة كارهة للماء، أو كلاهما معاً.ينتج عن الصفات الفيزيائية للماء روابط قوية لجزيئاته مع بعضها (الالتصاق cohesion) عند السطح و هو ما يسمى بالشد السطحي. وإن الشد السطحي للماء هو أكثر منه بالنسبة لأي سائل آخر، عدا الزئبق، وهو يبدو كأنه طبقة بلاستيكية على سطح الماء .

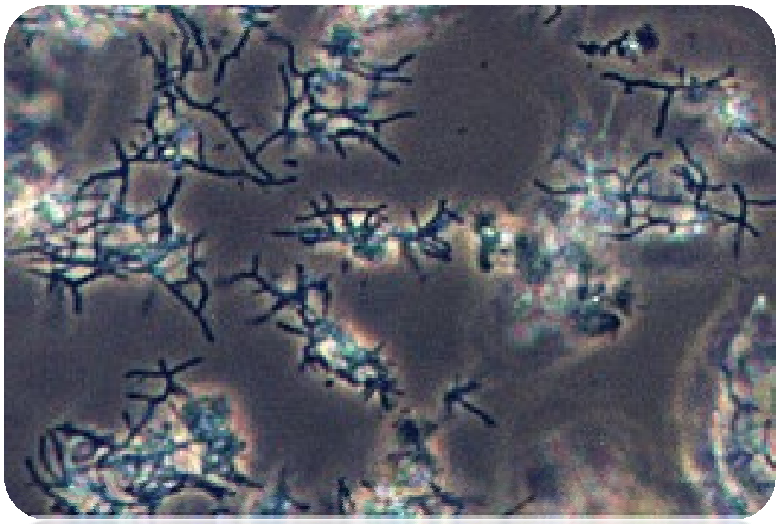
يبدأ تشكل الرغوة عندما توجد فقاعة غاز ضمن السائل . وإن وجود المادة البيولوجية ذات السطح الفعال يقلل من الشد السطحي لجدران السائل ويسمح بأن تبقى الفقاعة مرنة ، ومن الممكن حصول ثبات للرغوة إذا قل تصريف السائل من داخل الفقاعة ، يتم ذلك بوجود جزيئات صلبة ضمن الرغوة تشكل جسوراً بين الفقاعات و تقلل المسافة بينها إلى الحد الأدنى. لتحجز السائل الذي يشكل جدران الفقاعة.

في أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي، تدخل الفقاعات ضمن السائل من معدات التهوية سواء كانت مهويات سطحية أو ناشرات هواء ، ويختلف حجم الفقاعات فالأصغر منها تنتج رغوة أكثر ثباتاً.تكمن مشكلة الرغوة في صعوبة التشغيل لمحطات الحمأة المنشطة، تم إدراكها في نهاية الستينات من القرن الماضي، و قد بينت الدراسات أن هذه المشكلة شائعة في ٢٠ – ٧٠% من محطات المعالجة في كافة دول العالم تنشأ الرغوة العضوية بشكل أساسي من الانتشار الكبيرلـ:

٥ - ٩ - ٢ - ١ - أحياء مجهرية بأنواعها المختلفة:

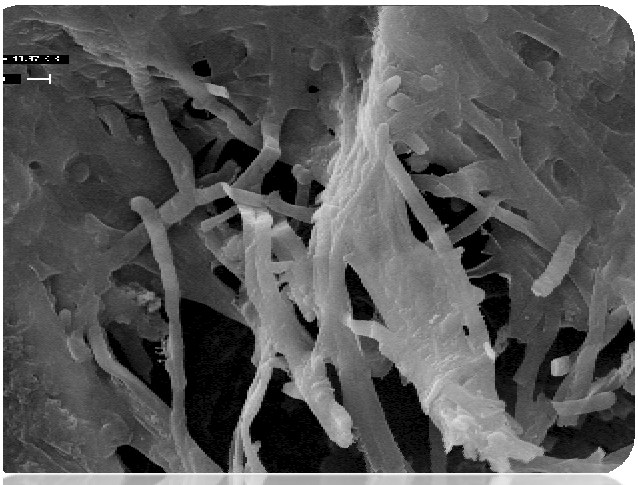
أكثرها انتشاراً هي خيطيات النوكارديا *Nocardia* بأنواعها المختلفة ، هذا وإن الطبيعة الكارهة للماء لسطح خلية الخيطيات يسبب تشكل ندف تلتصق بفقاعة الهواء و تطفو على

سطح حوض التهوية . وإن وجود الوصلات المتشعبة و الطول الممتد للنوكارديا من نوع M. parvicella (كما في الشكل) عملية تشكيل الرغوة بتشكيلها شبكة تحجز فقاعات الغاز و الهواء و قطيرات الزيت.


شكل خيطيات النوكارديا تحت المجهر العادي

غالباً ما تنتج الرغوة عن عمليات التهوية السطحية التي تتم في منشآت الحمأة المنشطة، ففي أحواض التهوية قد تتراكم الرغوة لدرجة تجعلها تنقلب عن جدار الحماية في حوض التهوية لتغطي الممرات و توجد ظروف خطرة على العمال و مشغلي المحطة، وعندما تنتقل الرغوة إلى حوض الترسيب الثانوي فإن قسماً منها قد يخرج مع التدفق الخارج من المحطة، وهذا أمر يزيد من محتوى التدفق الخارج بالمواد الصلبة المعلقة TSS والاحتياج الاكسجيني BOD .

قد توجد أنواع أخرى من الرغوة لها أسباب غير المعرفة سابقاً منها المنظفات غير القابلة للتحلل العضوي و تشكل الرغوة عند بداية تشغيل محطة المعالجة. ولكن هذه الأنواع من الرغوة لا تكون مستقرة.

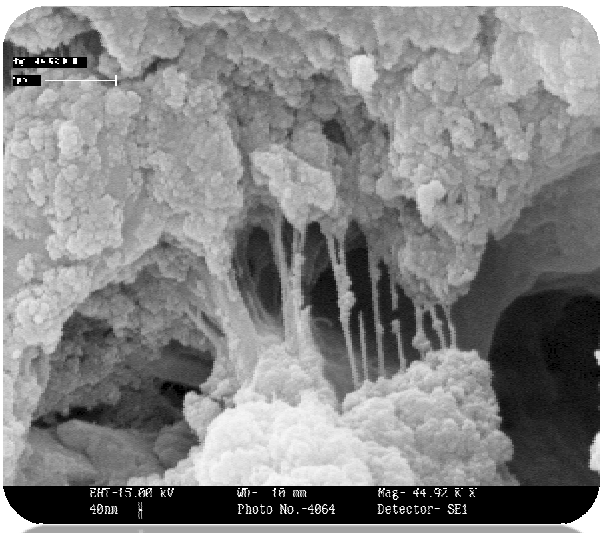


٥-٩-٢-٢- الأحياء الخيطية تعريفها :

البكتريا الخيطية هي نوع من البكتريا يمكن أن يوجد في أنظمة معالجة مياه الصرف.

تعمل البكتريا الخيطية بشكل مشابه لعمل البكتريا المشكلة للندف حيث تساعد في تفكيك المواد المستهلكة للأكسجين. إن وجود الخيطيات بكميات صغيرة مفيد جداً في عمل الكتلة الحية فهي تضيف ثباتاً و هيكلاً داعماً لبنية الندفة وتحفظها من التفتت بقوى القص بسبب الاضطراب الذي يحدثه عمل المضخات ومعدات التهوية و نقل المياه بين وحدات المعالجة، أما إذا وجـــدت

الخيطيات بكميات كبيرة فهي تسبب مشاكل عديدة فهي عبارة عن بكتريا وفطـــور تنمـــو على شكل خيوط أو في مستعمرات.



للبكتريا الخيطية مظاهر إيجابية منها :

- هي بكتريا جيدة الإزالة للمواد المستهلكة للأكسجين
- تضيف هيكلاً داعماً أو شبكة دعم لبنية الندف الحية
- تساعد بنية الندف لتصفية المواد الناعمة و هذا يحسن من كفاءة الترويق
- تساعد في ترسب الندف إذا وجدت بكميات صغيرة

وتقلل من مشكلة الندف الأبرية للبكتريا الخيطية

مظاهر سلبية منها:

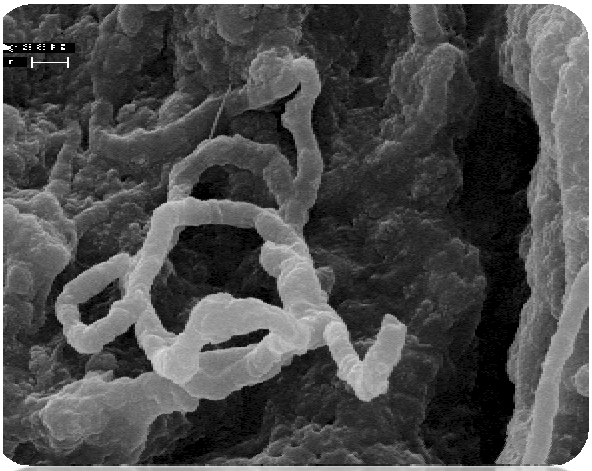
١-يمكن أن تتعارض مع فصل و رص الحمأة المنشطة و تسبب انتفاخ الحمأة عند وجودها بكميات كبيرة

٢-يمكن أن تؤثر في زيادة قيمة دليل حجم الحمأة(SVI) لتسبب سوءاً في الترسيب عند وجودها بكميات كبيرة و هذا يسبب انتقال المواد الصلبة TSS مع التدفق الخارج.

٣-يمكن أن تؤدي إلى زيادة استهلاك البوليمير للمساعدة في زيادة كفاءة الترسيب

٤-يمكن أن تسبب زيادة في إنتاج الحمأة و زيادة في كلفة معالجة الحمأة بشكل كبير.

٥-٩-٢-٣- وسائل ملاحظة الأحياء الخيطية و طرق التعبير عنها:



الدراسة المبكرة الميكربيولوجية للأحياء الخيطية الموجودة في الحمأة المنشطة كانت محدودة بالمعرفة المتعلقة بنوع الخيطيات التي يمكن أن توجد عادة في الحمأة، وتم تحليل النوع Sphaerotilus natans دون التعريف الكافي لها. لكن حالياً يعرف حوالي ٢٥ نوع مختلف من الخيطيات التي توجد في الحمأة المنشطة و كل منها قد يؤدي إلى مشاكل تشغيل.

الجدول (١) يبين أسباب انتشار الأنواع المختلفة من الخيطيات المعروفة حالياً

(يوجد دائماً حاجة لتطوير هذه المعلومات) كما استمر عزل و اختبار أنواع جديدة من الخيطيات مخبرياً باستخدام طرق مختلفة منها:

١- الفحص باستخدام صباغ (حبر هندي) يظهر البكتريا بلون مميز عن وسط الحمأة التي تحويها Phase Contract

٢- الفحص المجهري بعد الصباغ بصبغة غرام

٣- الفحص المجهري بعد الصباغ بصبغة نيسر

٤- الفحص باستخدام تقنية الماسح الإلكتروني

٥- الفحص باستخدام تقنية الوميض الإشعاعي في مكان التهجين.واستخدام مسبر خاص للريبوزومات RNA لملاحظة وجود الأنواع المختلفة من البكتريا الموجودة في الوسط المدروس.في دراسة الأحياء المسببة للرغوة تتبع طرق الملاحظة التي وضعها العالم جينكنز Jenkins et al. (1984)، حيث يتم إعطاء درجة لكل نوع من الأحياء الخيطية بين الرقم ٠ و ٦ ، للأرقام معنى يعبر عن وفرة وجود هذا النوع من الأحياء في العينة المدروسة و ذلك كما يلي:

١-٠ = لا يوجد.

٢-١ = قليل.

٣- ٢ = شائع الوجود.

٤- ٤ = كثير.

٥- ٥ = منتشر بكثرة.

٦- ٦ = موجود بكميات فائضة .

و قد يعبر عن وجود الأحياء بالإشارات (_) أو (+) وفق الكود التالي:

لا يوجد	يوجد أحياناً	وجود بأعداد قليلة	وجود معتدل	وجود بوفرة كبيرة
-	-/+	+	++	+++

٥-٩-٢-٤- وسائل ملاحظة ظاهرة الرغوة و طرق التعبير عنها :

يصعب التعبير عن حجم الرغوة الناتجة من عمليات المعالجة فالحجم يتعلق بسماكة طبقة الرغوة و السطح الذي تشغله في وحدا التوصيل وهو أمر يتعلق بنـــوع و ثبـــات المـــادة المشكلة للرغوة و لكن يتم التعبير عن الرغوة في منشآت معالجة مياه الصرف بالملاحظة البصرية من حيث لون و بنية و ثبات الرغوة ودرجة انتشارها في وحدة المعالجة موضع الدراسة. الجدول (١) يدرج تصنيفاً لأنواع الرغوة المختلفة .

جدول (١) أنواع الرغوة الملاحظة و سبب تشكلها

نوع الرغوة	١	٢	٣
الملاحظة البصرية	رغوة بيضاء، على شكل زبد، ثابتة	رغوة بنية ثابتة تحتوي جزيئات ناعمة من المواد الصلبة الموجودة في السائل الممزوج	رغوة داكنة ثابتة يشبه قوام الشوكولاتة السائلة
المواصفات	خيطيات قليلة العدد أو غير موجودة، (بالفحص المجهري) حمولة F/M عالية، أو بداية تشغيل محطة المعالجة	وجود الخيطيات ملحوظ و لكن ليس بالضرورة طاغ على أحياء أخرى ، (بالفحص المجهري)	من المحتمل وجود أشكال حياة راقية مثل الدولابيات بالفحص المجهري، قيم منخفضة ل F/M ، عمر حمأة طويل.
السبب الرئيسي	مواد بروتينية غير قابلة للتحلل العضوي بسبب الحمولة العالية ل F/M ، أو في حالة بداية تشغيل محطة المعالجة حيث لم يصل تركيز MLSS للقيمة المثالية بعد	نوع معين من الخيطيات تنتج مادة بوليميرية متعددة الخلايا تكون ذات سطح فعال تسبب تشكل الرغوة	نظام معالجة بعمر حمأة طويل لمياه صرف ذات محتوى عال من النتروجين تولد تراكيز عالية من النترات في السائل الممزوج بسبب النترزة البيولوجية. بغياب وسائل خاصة بعمليات إزالة النتروجين يمكن للنترات أن يتحرر في حوض التهوية و في حوض الترسيب النهائي. الغاز الناتج عن النترزة يسبب طفو الندف الحيوية في حوض الترسيب النهائي و حوض

			التهوية

٥ - ٩ - ٢ - ٥ - أنواع الخيطيات التي يترفق وجودها مع حوادث تشكل الرغوة :

مازال العلم في تطور دائم بالنسبة لاكتشاف أنواع جديدة من أحياء الخيطية التي يترافق وجودها مع مشاكل الرغوة ، و في كل يوم يطلع علينا بحث جديد يحدد مواصفات بعض الخيطيات الملاحظة في عينات السائل الممزوج مأخوذة من أحواض تهوية تعاني من مشاكل الرغوة .

و لكن لا يوجد حتى الآن أي بحث يحدد آلية عمل هذه الخيطيات في إنتاج الرغوة كما لا يوجد جزم كامل أن هذا النوع من الخيطيات الجديدة هو السبب في تشكل الرغوة.

الجدول (٢) ذكر لبعض الخيطيات و السبب المحتمل لنموها في وحدات الحمأة المنشطة

نوع الخيطيات	السبب
Sphaerotilus natans **, type 1701** ***Haliscomenobacter hydrossis***	**١. تركيز منخفض للأكسجين المنحل**
type 0041 , type 0675 **type 1851 , type 0803**	**٢. قيمة منخفضة ل F/M**
type 021N , ***Thiothrix*** **I and II** ***Nostocoida limicola*** **I,II,III** **type 0914 , type 0411** **type 0961 , type 0581 , type 0092**	**٣. التعفن**
Nocardia **spp.** ***Microthrix parvicella,*****type 1863**	**٤. الدهون و الزيوت**
type 021N , ***Thiothrix*** **I and II** ***Nostocoida limicola*** **III**	**٥. نقص المواد المغذية** **نقص النتروجين :** **نقص الفوسفور :**

Haliscomenobacter hydrossis *Sphaerotilus natans*	
Fungi	٦. قيمة منخفضة ل pH

٥-٩-٢-٦- ضبط حوادث تشكل الرغوة:

الطرق المذكورة في الأدبيات عن ضبط حالات الرغوة في منشآت الحمأة المنشطة يمكن إدراجها بما يلي:

١ - تخفيض عمر الحمأة:

الخيطيات المرافقة لتشكل الرغوة هي أحياء تنمو بشكل بطيء ، بتخفيض عمر الحمأة قد تصرف الخيطيات من نظام المعالجة . من الناحية العملية،يصعب تطبيق هذا الاجراء في ضبط الرغوة لأنه في المناطق الحارة يلزم عمر حمأة من يوم إلى يومين فقط يصعب تخفيض عمر الحمأة أكثر من ذلك، وتجدر الاشارة أيضاً أن تشكل الرغوة السطحية يحدث بوجود كمية كافية من المواد الصلبة المعلقة عند تركيز يزيد عن ١٥٠٠ ملغ/لتر.يمكن لهذه الطريقة في ضبط الرغوة أن تكون فعالة إذا ترافقت مع إضافة مواد كيميائية.

٢ -إجراء اصطفاء لحالة التمثيل الخليوي و آليات التفاعل العضوي Kinetic and metabolic selection في مناطق تماس لاهوائية anaerobic يتبعها حالة النقص الأكسجيني noxic :

لكن سجلت حالات عديدة لم يكن فيها خيار أحواض التماس الاصطفائي ناجحاً وذلك بسبب اختلاف أنواع البكتريا وصفات النمو لها. فقد لا يكون من الممكن توقع وجود حوض اصطفاء يضبط كل أنواع الرغوة.

٣ -استخدام مواد كيميائية و إضافة بكتريا خاصة أو أنزيمات:

إن إضافة مواد كيميائية مثل (NaClO و $Al_2(SO_4)_3$) أثبتت أنها طريقة غير ذات فائدة ، لأن النتائج الايجابية لم تدم طويلاً بل كانت محددة بالفعل العلاجي الآني.

٤ -كلورة الحمأة المنشطة المعادة RAS أو رش ماء مكلور على الرغوة السطحية:

تم تسجيله على أنه طريقة ناجحة لضبط الرغوة ، و يجب أن يترافق مع تخفيض عمر الحمأة. إن إضافة مواد تجارية مضادة للرغوة هي أمر مكلف و حسب خبرة (Wanner, 1998) هي ذات تأثير محدود جداً.

٥ - التصريف الاصطفائي:

الإزالة الفيزيائية للرغوة السطحية إما بقشدها skimming أو بالتطويف يمكن أن يكون فعالاً كطريقة مكملة لتخفيض عمر الحمأة . بالتصريف الاصطفائي للبكتريا المشكلة للرغوة بمعدل يزيد عن معدل نموها، يعتقد أنها تصرف من نظام المعالجة، و تبقى المشكلة قائمة بصعوبة التخلص من الرغوة المزالة من أحواض المعالجة.

يجب توفر معيارين لنجاح طريقة الضبط هذه :

أولاً: يفضل صرف الرغوة من السطح، تم التوصل إلى ذلك في حوض التهوية و أقنية السائل الممزوج و في أقنية إعادة الحمأة المنشطة أو أحواض إعادة التهوية.

ثانياً: يجب اختيار شكل أحواض التهوية لتسمح بنقل الرغوة السطحية إلى نقطة الصرف، ذلك لمنع حجزها، وإضافة مستمرة للبذور في نظام المعالجة.

بشكل عام ومن الخبرة العملية لتشغيل محطات المعالجة الاسترالية نجد أنه من غير الممكن نقل الخبرة في التعامل مع مشاكل الرغوة من محطة معالجة إلى أخرى

الفصل السادس (٣)

تعليمات عامة في تشغيل وصيانة محطات المعالجة

- تمهيد.
- تعليمات أساسية في أعمال الإصلاح.
- تعليمات للسلامة الشخصية للعاملين.
- تعليمات للحماية من الكهرباء للعاملين.
- تعليمات أثناء استعمال السلالم.
- تعليمات أثناء العمل تحت سطح الأرض.
- تعليمات لرفع الأحمال.
- تعليمات أثناء العمل في المختبر.
- تعليمات عامة للأمن و السلامة.
- تعليمات حول التعامل مع المركبات الكيميائية .

٦ - ١ -تمهيد:

نظرا للتنوع الكبير في المشاكل التشغيلية التي يمكن أن تواجه العاملين في محطات معالجة المياه العادمة وتؤدي إلى أخطار على صحتهم أو إعاقة عمل المحطة بالشكل، المطلوب فقد أعطيت فيمايلي التعليمات والإرشادات العامة المفيدة التي يجب على كافة العاملين في المحطات التقيد بها رغم تكرار ذكر بعض منها لاحقا .

ولا بد من التذكير بان أول خطوة في حل المشاكل التشغيلية أو الصيانية هي في التعرف الصحيح على المشكلة، وذلك يتم عادة بالفحص أو التحري المباشر للآلة أو الوحدة ذات العلاقة تليها خطوة المراقبة وتحليل الأسباب باحراء الفحوصات أو القياسات اللازمة وصولا لاتخاذ القرار الملائم حول إجراءات الإصلاح أو الصيانة اللازم تطبيقها .

وفي كافة الأحوال فان تضافر خبرة العامل مع التزامه بالإرشادات والتعليمات الفنية الموضوعة من قبل الصانع والإدارة يؤدي إلى التشغيل الصحيح لمختلف وحدات المحطة وبالتالي حسن أدائها العام .

٦ - ٢ - تعليمات أساسية في أعمال الإصلاح:

أ - قبل التحري عن سبب أية مشكلة في الآلة أو وحدة المعالجة أو أية قطعة منها تأكد من الظروف التشغيلية التالية:

- قاطع الدارة مغلق(أي هو في وضع العمل أي التيار موصول).
- أزرار التشغيل في وضعها الملائم.
- في حالة المضخة كافة محابس(سكورة) الامتصاص والضخ مفتوحة.
- عدم وجود استعصاء أو آسر أو ارتخاء أو احتراق أو أية إشارة إلى وجود خلل ما.
- براغي التثبيت والسلاسل أو السيور (الأحزمة) مشدودة ومركبة باستقامة صحيحة.

ب - ابدأ دوما بالتفتيش عن أبسط وأوضح الإصلاحات الممكنة، وإذا لم تظهر أية مشكلة واضحة بعد هذه الإصلاحات ابدأ التشغيل من جديد فإذا انفتح قاطع الدارة فورا (انقطع التيار) بعد بدء التشغيل تشكك في احتمال وجود قصر دارة كهربائية (حالة زيادة التيار). أما إذا اشتغلت الآلة لفترة قصيرة ثم توقفت أو أعطت إشارة إنذار بالتوقف تشكك في حالة زيادة الحمولة (المحرك الكهربائي تحت حمولة زائدة ويسحب تيارا يفوق الكمية الآمنة).

ج -قبل العمل على حل مشكلة(إصلاح) أية أداة أو معدة تأكد بأنها مفصولة عن التيار وذلك لحماية نفسك و العمال الآخرين.

لإصلاح تلك الآلة التحقق من ذلك و هنا قم بإتباع الخطوات التالية:

- أبلغ عمالك المساعدين بأنه قد تم فصل الآلة المذكورة و إيقافها عن العمل.
- افتح (اقطع) قاطع الدارة للآلة المذكورة.
- ضع لافتة صغيرة مكتوب عليها " معطل " على قاطع تيار الآلة المذكورة و أية مواقع أخرى مناسبة.
- صرف أو تخلص أي تيار باقي قد يكون مخزونا في الآلة.
- بعد التأكد من الخطوات السابقة جرب تشغيل الآلة للتأكد من أنها سوف لن تعمل وبالتالي التيار مقطوعا.

د - لإعادة وصل (تشغيل) الآلة بعد إنجاز إصلاحها اتبع الخطوات التالية:

- أبلغ عمالك المساعدين بأن الآلة قد تم إعادتها إلى وضع التشغيل و الخدمة.
- أزل أية أجزاء أو معدات متناثرة من المنطقة القريبة أو المحيطة بالآلة المذكورة.
- تأكد بأن آل تجهيزات الحماية و الأمان قد تم إعادة تركيبها في مواقعها.
- تأكد من ابتعاد جميع العمال عن الآلة بمسافة كافية.
- انزع أية إغلاقات أو روابط ركبت على قاطع الدارة قبل الإصلاح.
- أغلق قاطع الدارة للآلة.
-ابدأ بتشغيل الآلة.

ه - بعد التأكد من أن الآلة قد تم إصلاحها بالشكل المطلوب اتبع الخطوات التالية:

- أزل لافتة " معطل " من قاطع الدارة و أية مواقع أخرى وضعت فيها ولها علاقة بعملية الإصلاح.
- تأكد من إدخال الآلة من جديد في السجل اليومي للعمل.

٦ - ٣ - تعليمات للسلامة الشخصية للعاملين:

- لا تلمس باليدين الفم و الأنف و العينين و الأذنين.
- البس قفازات مطاطية عند التعامل مع المضخات أو نواتج التصفية أو الحمأة أو الجريش أو أية معدة ذات تلامس مباشر مع المياه العادمة أو الحمأة.

- البس قفازات دوما عندما يكون هناك جروح أو حروق أو خدوش في اليدين.
- اغسل اليدين جيدا بالماء الدافئ والصابون أو المطهر قبل الأكل أو التدخين (الضار) أو بعد انتهاء العمل.
- قص الأظافر ونظفها من المواد الغريبة بالفرشاة والصابون مع الماء الساخن إن أمكن.
- استعمال خزانتين منفصلتين واحدة لملابس العمل والأخرى لملابس الخروج.
- صرح عن أية جروح أو خدوش تعرضت لها وعالجها بالإسعاف الأولي.
- خذ حماما إن أمكن بنهاية كل يوم عمل وخاصة إذا أنت تعمل مباشرة على وحدات المعالجة المختلفة.
- خذ لقاحا ضد الأمراض التالية حسب تعليمات الإدارة :

الأنفلونزا ،التهاب الكبد(B)، التهاب الكبد (A)،الحصبة ، النكاف ، التهاب الرئة ، الحصبة الألمانية، التيتانوس ، الدفتيريا.

- البس ألبسة العمل الواقية المقررة من قبل الإدارة واستخدم التجهيزات المناسبة المقررة للسلامة الفردية وخاصة خوذة الرأس.
-لا تدخن (عادة ضارة) في مناطق العمل أو قرب المناطق الحاوية على مواد قابلة للاشتعال.
- اتبع تعليمات وإرشادات الوقاية والأمان المسجلة على التجهيزات أو على اللوحات الإرشادية المختلفة وكذلك إرشادات الطوارئ أو إطفاء الحريق.
-لا تدخل إلى أي مكان مغلق أو محصور إلا بعد التأكد من وجود كميات كافية من الأكسجين داخله وخلوه من الغازات السامة أو القابلة للاحتراق .وفي سائر الأحوال لا يجوز الدخول إلى أي حيز محصور إلا بعد ارتداء جهاز الأكسجين اللازم للتنفس.

٦ - ٤ - تعليمات للحماية من الكهرباء للعاملين:

-لا تعمل على تشغيل وصيانة التجهيزات الكهربائية إلا إذا كنت مؤهلا ومخولا بذلك من قبل الإدارة.
- كافة التجهيزات الكهربائية يجب أن تكون مزودة بأدوات قطع التيار (الدارة) وباللوحات الإرشادية المناسبة.

-لا تستعمل السلالم المعدنية أو المقاييس المعدنية حول التجهيزات الكهربائية.

-لا تعمل لوحدك وإنما مع مجموعة من العمال عند تشغيل وصيانة التجهيزات الكهربائية المربوطة بالتيار.

- البس قفازات مطاطية مناسبة عند العمل على تجهيزات كهربائية تزيد تياراتها عن 300 فولت.

-لا تفتح خزانة(علبة) أية لوحة كهربائية موصولة بالتيار.

-لا تجرب أي تيار مهما كانت شدته بأي جزء من جسمك.

-لا تلمس الماء أو الأنابيب المعدنية أو القطع المعدنية عند العمل على تجهيزات أو أسلاك كهربائية.

- عند العمل في مناطق محدودة يجب تغطية كافة الدارات الحية بأغطية عازلة معتمدة.

- يجب أن يكون لعدة الصيانة والتشغيل والمعدات الأخرى الكهربائية مقابض معزولة.

- يجب عدم استعمال المصابيح المتنقلة ذات الصناديق أو الأغطية المعدنية.

- يجب عدم لبس أية مجوهرات أو مقتنيات معدنية عند العمل على أو قرب التجهيزات الكهربائية.

- يجب استخدام أرضيات أو مداسات مطاطية في مراكز التحكم وحول اللوحات الكهربائية.

-يجب المحافظة دوما على نظافة المحركات الكهربائية وخزائن أو علب التحكم.

٦ - ٥ - تعليمات أثناء استعمال السلالم:

- استخدم السلالم ذات الأدراج المطلية أو الملبسة بمواد حماية مناسبة.

- ضع السلم بحيث تكون المسافة الأفقية بين استناده على الأرض والجدار أو المسند العلوي للسلم تساوي ربع طول السلم على الأقل.

-لا تقف أو تعمل على الدرجتين الأخيرتين أعلى السلم(لا تنطبق هذه الحالة على سلالم منصات الحماية).

- يجب عدم وصل السلالم القصيرة إلى بعضها البعض.

- يجب عدم وضع السلم على نقطة استناد غير آمنة أثناء العمل مثل الأرضيات المنزلقة.

- اربط النهاية العلوية للسلم بنقطة استناد ثابتة ومتينة كلما كان ذلك ممكناً.

- يجب الإمساك بالسلم من قبل شخص آخر في الأسفل عند العمل على ارتفاعات تساوي أو تزيد على ثلاثة أمتار.

- يجب تأمين مسافة علوية من السلم لا تقل عن متر واحد فوق مستوى منصة العمل لتسهيل الانتقال منه إلى المنصة أو بالعكس.

٦ - ٦ - تعليمات أثناء العمل تحت سطح الأرض:

- ضع لافتات تحذير وحواجز حماية أو أية إرشادات أخرى لحماية الأشخاص قبل نزع أغطية حفر التفتيش أو الفتح العامة أو الطرق، وأن تنسجم أماكنها وحجومها مع تعليمات المرور المرعية.

- يجب دوما نزع أغطية الفتحات الأرضية بخطافات أو معدات مخصصة للغرض.

- يجب دوما عدم استعمال الوسائل ذات اللهب المباشر لتذويب الجليد حول أو تحت أغطية الفتحات الأرضية.

- يجب عدم التدخين (عادة ضارة) في أي مكان محصور تحت الأرض.

- يجب إجراء التهوية المناسبة للأمكنة المغلقة تحت الأرض والتأكد من وجود كميات كافية من الأكسجين وعدم وجود الغازات السامة أو القابلة للانفجار فيها وارتداء معدات التنفس المناسبة قبل الدخول إلى تلك الأماكن.

- يجب ارتداء تجهيزات الحماية الشخصية اللازمة كالخوذة والحذاء المطاطي والقفازات المطاطية قبل الدخول إلى أية منطقة محصورة.

- يجب التأكد من عدم وجود أية أخطار إنشائية أو ما شابه في الأنابيب أو المنطقة المستهدفة.

- يجب عدم استخدام سلالم النزول إلى الأماكن تحت سطح الأرض من قبل أآثر من شخص واحد في نفس الوقت .آما يجب بقاء الآخرين في الأسفل بعيدا عن موقع استناد السلم على الأرض .ويجب تواجد آخرين على السطح للمراقبة الدائمة.

٦ - ٧ - تعليمات لرفع الأحمال:

- ارفع ما يمكن أن ترفعه بشكل مريح لك ولا تحاول بذل الجهد الزائد لرفع الأوزان الأكثر من طاقتك.

- افحص الشيء المراد رفعه من حيث وجود نتوءات قاسية أو سطوح خشنة أو زلقة عليه.
- باعد بين قدميك بشكل كاف لتحقيق التوازن والاستقرار أثناء رفع الوزن.
- اقترب ما أمكن من الشيء المراد رفعه واثن الركبتين حوالي 90 درجة.
- حافظ على ظهرك مستقيما(مشدودا) ما أمكن أثناء رفع الوزن، وامسك بالجسم المرفوع بثبات وابدأ بتعديل انثناء الركبتين انطلاقا من الزاوية 90 درجة إلى الأعلى.
-لا تحمل الحمولة التي تحجب رؤيتك إلى الأمام.
-عند تنزيل الحمولة ابدأ بثني الركبتين المستقيمتين حتى يصل انثناؤهما إلى 90 درجة.
- نظف يديك والطريق المسلوك في حالة السير بالحمولة أثناء النقل ويفضل لبس القفازات حسب الضرورة.
- خذ الحيطة لحماية أصابع يديك أو قدميك حين تنزيل الحمولة إلى الأرض أو إمرارها في ممرات ضيقة أو عبر الأبواب.

٦ - ٨ - تعليمات أثناء العمل في المختبر:

- استخدم وعاء مخصصا لمهملات الوسائل المخبرية الزجاجية المكسورة موضحا عليه اسم الوعاء ونوع النفايات فيه.
- يجب العمل تحت غطاء مهوى (مجهز بجهاز سحب الهواء) عند استخدام المذيبات الطيارة أو القلويات أو الحموض أو المرآبات الكيميائية الأخرى التي قد تسبب أخطارا في الجو المحيط.
- يجب تخزين المذيبات في حاويات ضد الانفجار.
- يجب اتخاذ الحيطة ضد الحريق أو الانفجار عند استخدام الحموض التي تتفاعل بشدة مع بعض المواد العضوية (الأمونيا – النتريك – حمض الخل...).
- يجب عدم التعامل مع المواد الكيميائية بالأيدي المجردة مباشرة بل باستخدام القفازات أو الملاعق أو الملاقط.
- يجب تجهيز المخبر بحمام(دوش) وفوهة مياه طوارئ لغسيل العيون.
- يجب ارتداء صدرية مطاطية ونظارات واقية خاصة عند التعامل مع المواد الكيميائية الأكالة أو الخطرة.

- يجب تزويد كافة الحاويات الكيميائية بملصقات اسمية واضحة.
- يجب ارتداء القفازات الواقية عند إجراء عمليات الوصل بين المعدات المطاطية والزجاجية.
- يجب تجهيز المخبر بوحدات تهوية مناسبة توضع في أمكنة ملائمة.
- يجب تأريض كافة التجهيزات المخبرية الكهربائية.
-يجب غسيل الأيدي جيدا بالماء الدافئ والصابون بعد الانتهاء من العمل أو قبل التدخين (عادة ضارة) أو الأكل.

٦ - ٩ - تعليمات عامة للأمن والسلامة:

- اختر الأدراج بدلا من السلالم الرأسية كلما كان ذلك ممكنا.
- صمم الأرضيات لتكون بشكل ثابت وليست كمنصة.
- استخدم نظاما محددا لتسمية الأنابيب بالرموز والألوان أو الملصقات المختلفة.
- صمم ارتفاعات المنشآت بحيث تكون 2.1 متر على الأقل في أي موقع حسب الإمكان.
- انشىء حواجز الحماية لكافة الأجزاء المتحركة الممكن الوصول إليها.
- انشىء درابزونات الحماية المناسبة لكافة الأدراج والفتحات والخزائن والأحواض والسلالم والمنصات والمنشآت المشابهة.
- ضع لافتات وإشارات التحذير المناسبة في كافة الأماكن الخطرة.
- نفذ ميول الأرضيات المناسبة ليسهل تصريفها بشكل طبيعي.
- جهز المحطة بالروافع المناسبة.
- اعزل مبنى تجهيزات التعقيم عن باقي مباني المحطة.
- جهز المحطة بمعدات القياس وكشف التسرب اللازمة، وكذلك بوسائل الإنذار الآلية ضد الكلور وثاني أكسيد الكبريت والغازات السامة الأخرى والقابلة للاحتراق.
- جهز المحطة بتجهيزات التنفس المحمولة.
- جهز المحطة بالسلالم النقالة أو الروافع المتحركة المناسبة.
- جهز المحطة. u1576 مبنى مناسب لورشة التصليح والصيانة.
- جهز المحطة بمبنى خاص لكل من المخبر وتغيير ملابس العمال ومطعم العمال ومبنى الإدارة.

٦ - ١٠ - تعليمات حول التعامل مع المركبات الكيميائية المستخدمة عادة في محطات المعالجة:

- **الأمونيا NH3:**

مركب شديد الذوبان في الماء، يستعمل لإزالة المغذيات (الأغذية) المساندة، يتفاعل بشدة مع الكلور، قابليته للاشتعال متوسطة، يسبب حروقا شديدة بالتلامس – امنع التلامس أو الاستنشاق.

- **الكلورCL2:**

غاز سام ذو لون أخضر أصفر، شديد التفاعل، قليل الانحلال في الماء، أثقل من الهواء، يتفاعل مع الرطوبة لتشكيل حموض، أكال بشدة، يستعمل كمعقم - امنع الاستنشاق لأنه قد يسبب الاختناق.

- **ثاني أكسيد الكلورCLO2:**

غاز أصفر أخضر، لاذع الرائحة، مبيض، يستعمل كمعقم أو كمؤكسد، مهيج للجهاز التنفسي وللعيون– امنع الاستنشاق أو التلامس مع الجلد أو العيون.

- **مزيلات الرغوة، مثل زيوت السلكونSIR2O:**

مركبات تجارية محبة للماء وذات توتر سطحي منخفض، تستعمل لتبديد الرغوة أو الزبد، بعضها أكال ،أو قابل للاشتعال – امنع الاستنشاق أو ملامسة العيون.

- **كلوريد الحديدFECL3:**

مركب صلب أو سائل، شديد الذوبان في الماء، يستعمل كمزيل للفوسفور أو كمخثر في تكثيف الحمأة، سام وأكال - امنع التلامس أو الاستنشاق.

- **سلفات الحديدFeSO4,7H2O:**

مركب أكال بالشكل السائل، يستعمل كمخثر – امنع التلامس مع الجلد والعيون.

- **حمض الهيدروكلوريكHCL:**

مركب غازي أو سائل مختلف التراكيز، يحرر غازا بارتفاع الحرارة أو ملامسة المعادن، أكال بشدة، يستعمل في عمليات التحييد – امنع التلامس مع الجلد أو العيون.

- **بيروكساید الهيدروجينH2O2:**

مركب غير مستقر وشديد التفاعل، أكال بشدة، يستعمل في عمليات ضبط انتفاخ الحمأة والتحكم بالروائح، امنع التلامس أو الاستنشاق.

- **أكسيد الكلسCaO:**

مركب ابيض اللون، ذو طعم لاذع، قليل الذوبان في الماء، محب شديد للماء عندما يكون جافا ويحرر PH كميات كبيرة من الحرارة عند خلطه بالماء، يستعمل كمخثر في عمليات تكثيف الحمأة أوكمعدل أو كمزيل للفوسفات، أكال ومهيج للجهاز التنفسي – امنع التلامس المباشر، واستعمل نظارات وقناع ضد الغبار عند التعامل معه جافا.

- **الأوزونO3:**

غاز عديم اللون، مؤكسد شديد، يزيد فاعلية الحرائق، يستعمل للتعقيم أو ضبط الروائح، سام وأكال– امنع التلامس أو الاستنشاق.

- **برمنغنات البوتاسيومKMnO4:**

مركب بنفسجي اللون، مؤكسد شديد، سام ومهيج للأنسجة الحية، يتفاعل مع المواد العضوية وحمض الكبريت، يستعمل كمزيل للحديد أو لضبط الروائح وإزالة الطعم – امنع التلامس والاستنشاق.

- **بايسلفايد الصوديوم NaHS:**

مركز ذو لون أبيض إلى الأصفر، ذو رائحة كريهة كالبيض الفاسد، أكال ومهيج للأنسجة الحية، امنع التلامس والاستنشاق يستعمل لإزالة الكلور وقتل البكتيريا وضبطpH .

- **هيدروكسيد الصوديوم NaOH:**

مركب صلب أو سائل، أكال بشدة للأنسجة الحية، يحرر كميات كبيرة من الحرارة عند خلطه بالماء، يستعمل لضبطpH والروائح وكمنظف – امنع التلامس والاستنشاق .

- **هيبوكلورايت الصوديومNaOCl:**

مركب سائل، أكال بشدة، شديد التأثر بالضوء والحرارة، يستعمل لضبط الروائح وكمعقم – امنع التلامس والاستنشاق.

- **ثاني أكسيد الكبريت SO2:**

غاز عديم اللون، يشكل ضبابا حمضيا مع بخار الماء، يطلق كميات كبيرة من الحرارة عند تمديده واختزال pH بالماء، أكال بشدة وسام ويسبب الحروق في الأنسجة الحية، يستعمل لإزالة الكلور وضبط الكروم – امنع التلامس والاستنشاق.

- **حمض الكبريت H2SO4:**

مركب سائل، أكال بشدة كبيرة، يستعمل لضبط pH امنع التلامس والاستنشاق.

المحطة الأولى : محطة معالجة مياه الصرف لمدينة السبخة

لمحة عامة عن المحطة :

عدد سكان المدينة (١٠ – ١٤) ألف نسمة ويخدم المجرور العام الذي يصل محطة المعالجة حوالي ٨٠ % من أبنية المدينة .

أي تصب في الشبكة البلدية حوالي (١٠٠٠ – ١٤٠٠) متر مكعب / يوم يصل للمحطة حاليا حوالي (٩٠٠ – ١٢٠٠) متر مكعب / يوم وهذه القيمة متعلقة بالفصول وطبيعة المدينة انه يعمل سكانها شتاءا وبالتالي ينقص التدفق الواصل للمحطة في حين يزداد نسبيا صيفا نتيجة عودة المهاجرين كما أن التدفق الواصل للمحطة يصل بتدفقات مختلفة بحيث يصل التدفق الأعظمي في الفترات (٧ – ١٠) صباحا ثم يبدأ التدفق بالتناقص ليعود التدفق الأعظمي في الفترة (٣ – ١٠) مساءا .وبسبب اختلاف قيم التدفق تم تصميم مراوحا التهوية السطحية لتعمل أوتوماتيكيا ومزودة بحساسات لقياس كمية الأوكسجين المنحل٠في المحطة تم دمج أسلوب التهوية السطحية مع أسلوب التهوية السفلية لتخدم التهوية كل مناطق أحواض التهوية وحتى المتطرفة منها .

تسلسل أجزاء المحطة :

غرفة التجميع وتوازن المياه ، مصفاة (على شكل سلة) لحجز المواد الصلبة والتي ترفع آليا وتنظف يدويا ، ثم محطة الضخ ومنها إلى مدخل محطة المعالجة الذي يحوي على مصفاة قضبانية لتدخل المياه إلى حوض الخلط اللاهوائي لفترة محددة ومن ثم إلى أحواض التهوية التي تحوي على مراوح سطحية ونافثات هواء سفلية لتدخل المياه بعد ذلك إلى المرسب الذي يحوي قاشط من نوع (go back –) ، نأخذ جزء من الحمأة في حوض الترسيب إلى حوض التهوية لتنشيط الحمأة و الحمأة الفائضة تؤخذ لحوض تكثيف الحماة ومنها إلى أحواض تجفيف الحمأة ومياه النزيز الناتجة من حوض تكثيف الحمأة تؤخذ إلى حوض الضخ في بداية محطة المعالجة.

أما المياه المعالجة ذات (٢٥ -٢٠ملغ /لتر) = BOD فيضاف لها (هيبو كلوريت الصوديوم) لتخليصها من المكروبات والفطريات التي قد تكون ما زالت فيها وفي حال حدوث وباء (كوليرا) تحد وزارة الصحة المواد الواجب إضافتها وجرعاتها .

تتغذى المحطة بالكهرباء بطريقتين :

الأولى : من الشركة العامة للكهرباء بحيث تصل (٠.٢٢) كيلو فولت ويتم تخفيضها بالمحولات إلى (٠.٤) كيلو فولت ومن المحولة توزع إلى اللوحة الرئيسية في المحطة .

الثانية : في حال انقطاع التيار الكهربائي يتم التغذية من مولدات تشغل أما يدويا أو اتوماتيكيا لتغذي المحطة بما يلزمها من طاقة كهربائية .

اللوحة الرئيسية :

تتغذى من المحولة عبر (حوامل الكابلات) حيث يصل إليها كابل من المحولة وأخر من مولدة الكهرباء . ويتصلان بقاطع رئيسي ومبدل يعمل على تبديل التيار من الشركة العامة إلى مولدة الكهرباء في حال انقطاع تيار الشركة وبالعكس في حال عودة تيار الشركة .

اللوحة الرئيسية تحوي مفاتيح التحكم بكل القطع (للمضخات الرئيسية ، مضخات إزالة الرمال ..) ويكون توضع مفاتيح التحكم بترتيب تسلسل قطع المحطة المتصلة باللوحة وتم تصميم اللوحة الرئيسية الخاصة بالمحطة بكون المحطة تعمل على وضعين

الوضع الاتوماتيكي : عن طريق الـــ plc والمحطة تعمل تماما على هذا الوضع .

- الوضع اليدوي : في حال تعطل الـــ plc ويتم عمل هذا الوضع بحسب خبرة المشغل

وتعمل المحطة وفق نظامين : إما نظام التحكم بالأكسجين وإما نظام التحم بالزمن .

وحاليا تعمل المحطة حسب نظام التحكم بالزمن : أي تم تحديد وقت زمني معين لمدة عمل المضخة الرملية بعد الرئيسية وهكذا حتى نهاية العمل ، كما يمكن تحديد عدد المضخات التي تعمل والتي تقف حسب ظروف العمل .

أما نظام التحكم بالأكسجين : فيوجد حساس أكسجين يدل على نسبة الأوكسجين وعلى أساسه يعطى أمر المباشرة بالعمل أو التوقف .

اللوحة الرئيسية تحدد عليها فيما إذا كان التيار متصلا بقطعة من المحطة أو لا والضوء الأحمر يدل على عدم اتصال الكهرباء بالمضخة وبالتالي يمكن صيانتها.

وعدم وجود الضوء الأحمر فيدل على اتصال التيار الكهربائي .

ولزيادة الأمان والحفاظ على السلامة المهنية فعند صيانة أي قطعة فمن الأفضل قطع التيار عن اللوحة الرئيسية بكاملها .

كل قطعة رئيسية في المحطة يوجد لها قطعة احتياطية وهذه القطعة الاحتياطية لها مفتاح تحكم واضح في اللوحة الكهربائية الرئيسية (فمثلا المضخة الرئيسية يوجد لها مضخة احتياطية أما مضخة الكلور فلا حاجة لوجود مضخة احتياطية لها) .

تحوي اللوحة الرئيسية التيارات العظمى (٣- ٦- ١٠) أمبير ويحدد التيار الأعظمي والاستطاعة العظمى لكل قطعة وفي حال أي عطل يفصل التيار عن القطعة ويظهر الضوء الأحمر .

تحوي اللوحة الرئيسية لوحة الأزمنة ويتم ضبطها وفق برنامج خاص نحدد فيه زمن عمل كل آلة وتسلسل عمل الآلات (فمثلا الزمن T2 يعني timer2 وهو يشير إلى المرملات) ويمكن تطوير مدخلات البرنامج (كزيادة زمن رجوع الحماة مثلا ...) وذلك حسب متطلبات المعالجة وخبرة المشغل .

المصفاة الرئيسية الخشنة :

وهي عبارة عن سلة قضبانية لالتقاط الأجسام الخشنة (عبوة ماء فارغة ، قطعة خشبية) والهدف إزالة الأجسام الكبيرة الحجم لحماية المضخات .

غرفة الضخ : وتحوي مضختين ويتم التحكم بهما بوساطة(٣) فواشات أي (٣)مستويات:

المستوى الأول : لإقلاع المرحلة الأولى .

المستوى الثاني : لإقلاع المرحلة الثانية .

المستوى الثالث : فهي لحماية المضخات من المنسوب العالي (أي إذا لم تفصل كل من الفواشتين الأولى والثانية) .وكل مضخة مزودة بصمام عدم رجوع وسكر يدوي (للصيانة في حالة حدوث عطل) وتدفق كل مضخة حوالي (٦٠ متر مكعب / الساعة) وعمل المضختين محدد وفق برنامج في اللوحة الرئيسية بان تعمل كل مضخة حوالي (٣) ساعات وتقف لتبدأ المضخة الثانية بالعمل وهكذا ...

منشاة الدخول : وتتضمن :

المصفاة الناعمة : ذات شبك بتباعد اقل من المصفاة الرئيسية وهي مصنوعة من مادة الكروم التي تتميز بمقاومتها للتآكل من أي نوع من أنواع المياه (حمضية ، قلوية) والمصفاة متصلة بمفتاح تحكم على اللوحة الرئيسية .

عند تجمع الأوساخ بحركة دورانية تقلب المصفاة الأوساخ التي تجمعها على لولب الذي ينقل الأوساخ لتجمع في عربة .

يوجد بعد ذلك مجريان كل منهما مزود بسكر يدوي وكل منهما يؤدي إلى مضخة رملية . في الحالة العادية يتم تشغيل مجرى واحد وفي حال التدفقات الكبيرة يشغل المجريان كما أن احد المجريين يكون احتياطي في حال حدوث عطل أو في حال الحاجة للتنظيف يكون احتياطي للمجرى العامل .

ثم تدخل المياه إلى المرملات :وتحوي مضخات إزالة الرمال ومهمتها ضخ المياه إلى حوض يحوي مصفاة مهمته إزالة الرمال من المياه فقط عن طريق قناة ذات منسوب نهائي اقل من الحوض مما يجبر المياه على عدم الرجوع للحوض والذهاب إلى حوض التوازن مرورا بقناة مقاربة (فنتوري) لقياس التدفق وفق ارتفاع المنسوب فيها .

كما تمر المياه على جهازي قياس الأول لقياس الناقلية الكهربائية والأخر أكثر أهمية وهو جهاز قياس الـ PH (يشير الجهاز إلى أن PH=6'75 وبما أن المجال من ٦ – ٧ فالقيمة مقبولة)

وتنتقل المياه إلى حوض التوازن: بحيث يتم إضافة كمية من الحماة المنشطة فيه ويتم ذلك بوساطة مضخات وتحدد عدد ومدة عمل هذه المضخات بحسب كمية الحماة المنشطة اللازم أضافتها للوصول إلى الكفاءة المطلوبة .الحماة المضافة تنشط عمل البكتريا للمعالجة اللاهوائية (في حوض التوازن) ويحوي حوض التوازن خلاط انوكسي الذي مهمته خلط المياه فقط دون هواء لإتمام المعالجة اللاهوائية فمهمته مقتصرة على إزالة الروائح فقط من حوض التوازن .

الانوكسي : عبارة عن مضخة غاطسة يخرج منها أنبوب متصالب في نهايته أكواع مهمته خلق زوبعة داخل الماء دون هواء . تنتقل المياه من حوض التوازن عبر بوابتين إلى حوض تهوية

أولا" ومنه إلى الثاني ، ارتفاع فتحة البوابة تحدد ارتفاع الماء في

حوض التهوية .

وتتحرك المياه بعد دخولها لحوض التهوية بشكل ذهاب وإياب و هذا السبب في جعل المروحة السطحية: في طرف حوض التهوية فهي في منتصف مسير المياه وبالإضافة للمروحة السطحية فان كل حوض تهوية مزود بنوافث هواء سفلية .

ارتفاع الماء في حوض التهوية حوالي (٤،٥-٥) متر وعرض الحوض حوالي (٤) متر ، وكل حوض تهوية يحوي هدار تمر المياه المعالجة عبره إلى مجرى مشترك بين حوضي التهوية ومنه تنتقل المياه إلى المرسب أي أن حوضي التهوية منفصلين ويدخل إلى المرسب مجموع التدفقين .

المروحة السطحية الموجودة في حوض التهوية تأثيرها لعمق (٣,٥) متر وباعتبار أن ارتفاع الماء حوالي (٤،٥) متر لذا وضعت نوافث الهواء السفلية لتغطية كامل ارتفاع الماء ، كما أن المروحة السطحية متصلة بحساس الأكسجين بحيث عندما تصل كمية الأكسجين المنحل اقل من / ٤/ ملغ / ليتر عندها تعمل المراوح السطحية وعند ارتفاع نسبة الأكسجين للحد المطلوب تتوقف أولا المراوح السطحية عن العمل ثم تتوقف نوافث الهواء عن العمل ، كما أن ضواغط الهواء مزودة بصمام يفتح تدريجيا في حال انسداد نوافث الهواء منعا من انفجار الضواغط وتم تعيير الصمام على ضغط ٦ بار كما أن الضواغط مزودة بسكر عدم رجوع .

مناقشة : عندما نريد ضغوط تحت ١ بار فلدينا نوعين :

١-اسطوانة عليها شفرات وبدورانها السريع حوالي (٢٩٠٠) دورة عندها يتم سحب للهواء عن طريق فلتر حتى لا يدخل الغبار إلى الشفرات وتعيق عملها ، ومن ثم يتم ضغط الهواء من صفر إلى (٠,٤ - ٠,٥ -٠,٦) بار ويتم ذلك على مرحلتين :

١ - تضغط حتى ٠,٣ بار .

٢ - تضغط من ٠,٣ إلى ٠,٥ بار .

٠,٥ بار يعني ٥ أمتار فإذا كان لدي عمق الماء ٦امتار عندها الهواء لا يخرج وبالتالي تتكسر الشفرات أو يحترق المحرك ، وعملية الضغط تزيد درجة الحرارة (حسب قانون الضغط) وبالتالي الهواء داخل الأنابيب يصل درجة حرارته ل(٧٠) درجة مئوية .

٢- اسطوانتين حلزونيتين متداخلتين في بعضهما فلها تقنية عمل أخرى وتعطي ضغط حتى (٠,٨) بار أي ٨ متر (مطبقة في معمل الغزل) بحيث أن أعماق الأحواض هي حوالي ٦ بار .

تدخل المياه إلى حوض الترسيب ذو الشكل المستطيلي ويحوي حجرة تجميع الحماة ومزود بقاشط من نوع(go – back) وهو عبارة عن قاشط سفلي لتجميع الحماة في حجرة تجميع الحماة وقاشط علوي لإزالة الخبث من على السطح (الأتربة من الزوابع حسب طبيعة المنطقة) وتخرج المياه من المرسب إلى حوض الكلورة ، يتم سحب الحماة بوساطة مضخات أفقية ومزودة بسكر ثلاثي ويتم طرح الحماة إلى حوض مخروطي يحوي مضخة غاطسة مزودة بفواشة وبشكل اتوماتيكي عند ارتفاع الفواشة تضخ الحماة الزائدة إلى أحواض تجفيف الحمأة وتتم توزيع الحماة على أحواض التجفيف كما أن حوض التجفيف ذو قاعدة مخروطية مجهزة بطبقات من الرمل والبحص نعمل كمرشح رملي وفي أسفل القاعدة يوجد أنبوب مثقب يقوم بجمع النزيز الراشح من الحماة ليؤخذ هذا النزيز إلى المضخة الرئيسية في مدخل محطة المعالجة .

الكلورة : توجد مضخة نبضية تقوم بإضافة الكلور إلى حوض الكلورة الذي يحوي تعرجات لزيادة خلط الماء مع الكلور .

بعض المشاكل التي نصادفها في المحطة :

* أحيانا قد تنسد المضخة الرملية نتيجة تراكم الرمال في هذه الحالة نلجأ الى قلب الحركة الدورانية ويمكن أحيانا" تشغيل المجرى الاحتياطي حالما يتم تصليح أو تنظيف المجرى المعطل .

* قد تظهر حمأة منتفخة خيطية في حوض الترسيب ويكون ذلك دليل على انخفاض F/M و SVI متزايد وكمية DO منخفضة لحل هذه المشاكل نعمل على زيادة نسبة الغذاء إلى الكتلة الحية وانقاص SVI ونحل كمية أكثر من الأكسجين .

مشكلة الحمأة المنتفخة لا تظهر بين ليلة وضحاها لكن يجب أن نراقبها لعدة شهور حتى تلاحظ متى ظهرت المشكلة وكيف تشكلت وما هو الحل ....

المحطة الثانية : محطة معالجة مياه صرف مستشفى في مدينة الثورة

المحطة تخدم مشفى يحوي حوالي (٢٠٠) سرير كل سرير يضرب بـــ٥ أشخاص ١٠٠٠ شخص ،ولكن المحطة مصممة لتدفق ٢٠٠ م^3/٣٨ يوم . يصل التدفق أولا إلى غرفة تجميع أولية متصلة بخزان توازن أساسي الذي يتصل بدوره بحوض تجميع إلا أن بعض المنشات ذات المجرور الأقل منسوبا من خزان التوازن لذا تدخل مباشرة على حوض التجميع وتدخل إليه مياه متنوعة من حمضية إلى قلوية (مركبات صيدلانية ...)

تتألف المحطة بشكل أساسي من :

حجرات استقبال أولية (عددها ٢) وتصبان على حجرة ضخ أساسية كانت هذه الحجرة مصنعة في البداية بشكل كبير جدا حوالي ١٠٠ م^{3}٣٨ أي تتعفن المياه فيها فيتم إعادة بوساطة المضخات يتم ضخ المياه إلى المجرور الرئيسي خارج منشاة المشفى وذلك في حال كانت محطة المعالجة في المستشفى معطلة أو يتم الضخ إلى محطة معالجة المشفى إذا كانت تعمل .

النقطة المميزة في المحطة أنها مدمجة يعني : حوض التهوية ، حوض الترسيب ، غرفة الضخ ، غرفة التكثيف ، غرفة الكلورة ، خزان التوازن كلها موجودة في إطار مساحته (١٢* ١٠) م^{2}٨ وهذا يكفي لمعالجة حوالي (20 m^3\d) أو ٢٠٠٠ شخص مكافئ .

التفاصيل :

حوض التجميع الأولي ومن ثم إلى حوض الدخول الأولي وكل منهما يحوي على مضخات كما انه يوجد خزان لمضخة إزالة الروائح متصلة بمضخة جرعات (نبضية) تضيف إلى الماء الداخل لحوض الدخول .

يتم معالجة الحمأة عن طريق الأقراص الضاغطة ، حيث تضغط الحمأة بين الأقراص بواسطة الآلات دوارة ترص الحمأة حتى ينفذ الماء منها وتبقى المواد الصلبة على هيئة طبقة رقيقة ،لكن رغم ذلك فان هذه الطريقة لم تقلص من الحمل الوبائي للحمأة وسوف تخفض الممرضات الموجودة في الحمأة بقدر ما يخرج منها مع الماء أثناء المعالجة .

قائمة بالمصطلحات المعربة مرتبة هجائيا

أجهزة التفتيت	Comminutors
أحواض التجفيف	Drying Beds
أحواض التعادل	Equalization Tanks
أحواض التعويم أو الطفو	Flotation Tanks
أحواض مهواة	Aerated Lagoons
أحواض النشر	Spreading Basins
ادبال	Composting
ارتشاح	Infiltration
إزالة الرطبة	Wet Scrubbing
إزالة الكلور	Dechlorination
إزالة المغذيات	Nutrients removal
اسطوانة مجوفة دوارة	Rotary Drum
أقراص متتابعة دوارة	Rotary Disks
امتزاز كربوني	Carbon adsorption
بئر رطب	Wet Well
برك الأكسدة	Oxidation Ponds
برك التثبيت	Stabilization Ponds
تطويف	Eutrification
تثبيت بالتكلس	Lime Stabilization
تثبيت بالتماس	Contact Stabilization
ترشيح انفراغي	Vacuum Filtration
ترشيح حزامي	Belt Filtration
ترميد	Incineration

Disinfection	تطهير
Step feed	تغذية مجزأة
Thickening	تكثيف
Extended Aeration	تهوية مطولة
Plug flow	جريان جبهي
Overland flow	جريان سطحي
Horizontal Flow	جريان أفقي
Cyclone flow	جريان دوامي
Primary Sludge	حمأة أولية
Waste Activated Sludge (WAS)	حمأة فعالة مزالة
Activated Sludge	حمأة منشطة
Return Activated Sludge (RAS)	حمأة منشط راجعة
Net Positive Suction Head	حمولة السحب الموجبة الصافية
Humus Tank	حوض الدبال
Pump Cycle Time	دورة عمل المضخة
Helminths	ديدان
Mixed Liquor	سائل مختلط
Colloidal	شبه غروي
Odor Control	ضبط الروائح
Biochemical Oxygen Demand (BOD5)	طلب كيميائي حيوي على الأكسجين
Chemical Oxygen Demand (COD)	طلب كيميائي على الأكسجين
Total Coliforms (TC)	عدد إجمالي للقولونيات
Sludge Age	عمر الحمأة
Grab Sample	عينة عشوائية
Composite Sample	عينة مركبة

Grit Chambers	غرف أو أقنية الرمال
Cell Residence Time	فترة مكوث الخلايا
Fecal Coliforms (FC)	قولونيات برازية
Aerobic Microorganisms	كائنات عضوية مجهرية هوائية
Rakes	كاشطات
Activated Carbon	كربون منشط
Sprinklers	مرشات
Tower Filter	مرشح برجي
Trickling Filters	مرشحات حيوية
Bar Screens	مصافي قضبانية
Rotating Screens	مصافي دوارة
Water pumps	مضخات مياه
Submersible Centrifugal Pump	مضخة نابذة غاطسة
Axial Flow Centrifugal Pump	مضخة نابذة ذات جريان محوري
Mixed Flow Centrifugal Pump	مضخة نابذة ذات جريان مختلط
Air Lift Pump	مضخة ذات دفع بالهواء
Land Treatment	معالجة أرضية
Primary Treatment	معالجة أولية
Preliminary Treatment	معالجة تمهيدية
Tertiary Treatment	معالجة ثالثية
Sludge Treatment	معالجة الحمأة
Biological Treatment	معالجة حيوية
Filter Press	مكبس مرشح
Rotating Biological Contactors	ملامسات حيوية دوارة
Anoxic Zone	منطقة لا أكسيجينية

Volatile Solids (VS)	مواد صلبة طيارة
Total Suspended Solids (TSS)	مواد صلبة عالقة كلية
Total Filterable Solids (TFS)	مواد صلبة كلية قابلة للترشيح
Nonvolatile or Fixed Solids	مواد الصلبة غير طيارة أو ثابتة
Total Solids (TS)	مواد صلبة كلية
Bulking Agents	مواد مُضَخِّمة
Landfills	مواقع الطمر الصحي
Centrifugation	نبذ الطرد المركزي
Evapotranspiration	نتح
Nitrification	نترتة
Total Keldjal Nitrogen (TKN)	نتروجين آلي بطريقة كيلدال
Denitrification	نزع النتروجين
Air Blowers	نوافخ هوائية
Anaerobic Digestion	هضم لاهوائي
Aerobic Digestion	هضم هوائي
Diffused Air	هواء مذرر

المراجع العربية:

١- د. أصفري، أحمد فيصل – المزيني ،صالح محمد/ منظومات الصرف الصحي ومعالجة مياه المجاري/ الجمعية الكويتية لحماية البيئة ١٩٩٧.
٢- د. جعارة ، فاطمة / مقرر محطات معالجة مياه الصرف الصحي/ جامعة حلب ،كلية الهندسة التقنية س٤.
٣- د. أصفري . أحمد فيصل / إرشادات في تصميم وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة ، منظمة الصحة العالمية المكتب الإقليمي لشرق المتوسط المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة ، عمان الأردن ٢٠٠٤.
٤- تقرير النجاعة الاقتصادية لخطوط الصرف الصحي ومحطات المعالجة ، شركة الدراسات والاستشارات الفنية ، سوريا ٢٠٠١.
٥- الدراسة الهندسية لأعمال توسعة محطة المعالجة في توبلي (البحرين) أعداد المكتب الاستشاري ACE.

المراجع الانكليزية :

6- Metcalf&Eddy " Wastewater Engineering" INC, USA, 1991.
7- Dr. Saqer Al Salem "Criteria for Selction and Decision Sequence for Wastewater Treatment ."WHO, 2000.
8- Michael R. et al– 2003 – ," Activated Sludge Microbiology Problems and Their Control" the 20th Annual USEPA National Operator Trainers Conference Buffalo, NY, 8 June.
9- JENKINS D, RICHARD MG and DAIGGER GT . – 1984 – " Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming". Water Research Commision, PO Box 824, Pretoria, 0001, RSA.
10- Toni Glymph – 2005 – "The Microbiology of Activated Sludge" The Official Internet site for the Wisconsin Department ofNaturalResources.
11- http://www.dnr.state.wi.us/org/water/wm/ww/tech/asludge.htm.
12- "http://en.wikipedia.org/wiki/Sewage_treatment".