شركة الصرف الصحى
للقاهرة الكبرى

شركة المقاولون العرب لتشغيل
وصيانة المرافق والخدمات

مشروع التدريب على أعمال التشغيل والصيانة بمحطتى معالجة مياه الصرف الصحى والرى بحلوان - عقد ٥

الدورة التدريبية عن

تشغيل وتتبع أعطال وحدات المعالجة

إعداد
كيمونكس مصر للاستشارات

HWWTP8-04(A)

أكتوبر ٢٠١٠

تقديـم

يهدف مشروع لتدريب العاملين بمحطة المعالجة إلى رفع مستوى الأداء عن طريق تعظيم قدرات الأفراد من خلال تعلم مهارات أو التعرف على معلومات تؤدى إلى تحسين الأداء. ويتم اختيار وسيلة التدريب التى تُيسِّر حصول الفرد على المعلومات والمهارات بأكبر كفاءة ممكنة، وفى نفس الوقت تساعد المتدرب على نقل ما تعلمه إلى مجال الممارسة الفعلية للعمل.

وبناءً على طلب إدارة مشروع محطتى المعالجة والرى بأبو ساعد ـــــ حلوان، قامت شركة كيمونكس مصر للإستشارات الهندسية بإعداد وتقديم دورات تدريبية للعاملين بتشغيل وصيانة المشروع. تهدف هذه الدورات التدريبية إلى تحقيق غاية المشروع من خلال توفير التدريب فى المجال الهندسى والفنى.

ويتضمن هذا الكتيب محتويات الدورة التدريبية التى تقدمها شركة كيمونكس مصر للإستشارات الهندسية وموضوعها "تشغيل وتتبع أعطال وحدات معالجة مياه الصرف الصحى "بالحمأة المنشطة التقليدية"، وهى إحدى الدورات التى يشملها المجال الهندسى والفنى.

ويشمل الكتيب ستة فصول، يتناول الفصل الأول منها أهداف معالجة مياه الصرف الصحى، ويعرض الفصل الثانى مكونات لمحطة معالجة مياه صرف الصحي باستخدام الحمأة المنشطة التقليدية، أما الفصل الثالث فيتحدث عن الفحص الظاهري لوحدات المعالجة ، أما الفصل الرابع فيتعرض لبعض عناصر التحكم في التشغيل، وينتقل الفصل الخامس إلى عرض السجلات والتقارير، وفى النهاية يتناول الفصل السادس والأخير مايجب الإهتمام به دائماً وهو السلامة والصحة المهنية، كما يضم الكتيب أيضاً ملحقاً يتضمن تعريفات لبعض المصطلحات الفنية.

ونأمل أن يحقق هذا الكتيب الغرض الذى أعد من أجله، وأن تحقق الدورة أهدافها، والله الموفق.

المحتويات

الفصل الأول: أهداف معالجة مياه الصرف الصحي ١-١

مقدمة ١-١

الغرض الأساسي من المعالجة الأولية ١-٢

مكونات المعالجة الأولية ١-٢

المصافي الميكانيكية ١-٣

أحواض فصل الرمال المهواة ١-٣

الكباري ١-٣

شبكة الهواء ١-٤

الفصل الثاني: مكونات محطة المعالجة ٢-١

أولاً: المعالجة الأولية ٢-١

الغرض من المعالجة الأولية ٢-١

وحدات المعالجة الأولية ٢-١

المصافي الميكانيكية ٢-٢

أحواض فصل الرمال المهواة ٢-٢

ثانيًا: المعالجة الابتدائية ٢-٨

الغرض من أحواض الترسيب الابتدائي ٢-٨

مكونات حوض الترسيب الابتدائي ٢-٨

العوامل التي تؤثر في كفاءة تشغيل حوض الترسيب الابتدائي ٢-٨

طريقة حساب زمن البقاء في أحواض الترسيب الابتدائي ٢-٩

ثالثًا: المعالجة الثانوية ٢-١٠

مكونات وحدات المعالجة الثانوية ٢-١٠

الهدف من عملية المعالجة الثانوية ٢-١١

وصف العملية ٢-١١

الاحتياجات الأساسية للتشغيل ٢-١٢

أحواض التهوية	٢-١٥
أحواض الترسيب النهائية	٢-١٥
العوامل التي تساعد على كفاءة الأحياء المجهرية	٢-١٧
معالجة الحمأة	٢-١٨
التطهير باستخدام الكلور	٢-٢٠
الفصل الثالث: الفحص الظاهري لوحدات المعالجة	٣-١
مقدمـــة	٣-١
الفحص الظاهري لوحدات المعالجة الأولية	٣-١
الفحص الظاهري لوحدات المعالجة الابتدائية	٣-٢
الفحص الظاهري لوحدات المعالجة الثانوية	٣-٢
الفحص الظاهري لأحواض التركيز	٣-٩
العوامل التي تؤثر على كفاءة تركيز الحمأة	٣-١٠
أحواض تجفيف الحمأة	٣-١١
العوامل التي تؤثر على كفاءة أحواض التجفيف	٣-١٣
استخدام الحمأة المجففة كسماد	٣-١٣
الفصل الرابع: عناصر التحكم في التشغيل	٤-١
مقدمـــة	٤-١
دواعي التحكم في التشغيل	٤-١
كيفية التحكم في التشغيل	٤-٢
أسس التحكم في المعالجات البيولوجية باستخدام نتائج التحاليل الكيميائية	٣-١٣
كمية الأكسجين المذاب وكفاءة عملية تقليب السائل المخلوط	٣-١٣
نسبة المواد العضوية إلى كمية الكائنات الحية	٣-١٥
عمر الحمأة	٣-١٦
معدل الترسيب	٣-١٧
معدل صرف الحمأة الزائدة	٣-١٨
الفصل الخامس: السجلات والتقارير	**٥-١**

تقرير تشغيل محطة المعالجة ١-٥

الفصل السادس: السلامة والصحة المهنية **١-٦**
التخطيط والصحة المهنية ١-٦
إجراءات الأمان بالنسبة للأماكن المغلقة ١-٦
تقسيم الأماكن المغلقة ١-٦
الإنقاذ في الأماكن المغلقة ٣-٦
أنواع الأماكن المغلقة ١١-٦
الأخطار المتوقعة في محطات المعالجة وطرق تجنبها والتغلب عليها ١٣-٦

الملاحق
الملحق الأول: تعريفات لبعض المصطلحات

أهداف معالجة مياه الصرف الصحي

الفصل الأول

أهــداف معالجــة مياه الصرف الصحـــــى

مقدمـــة

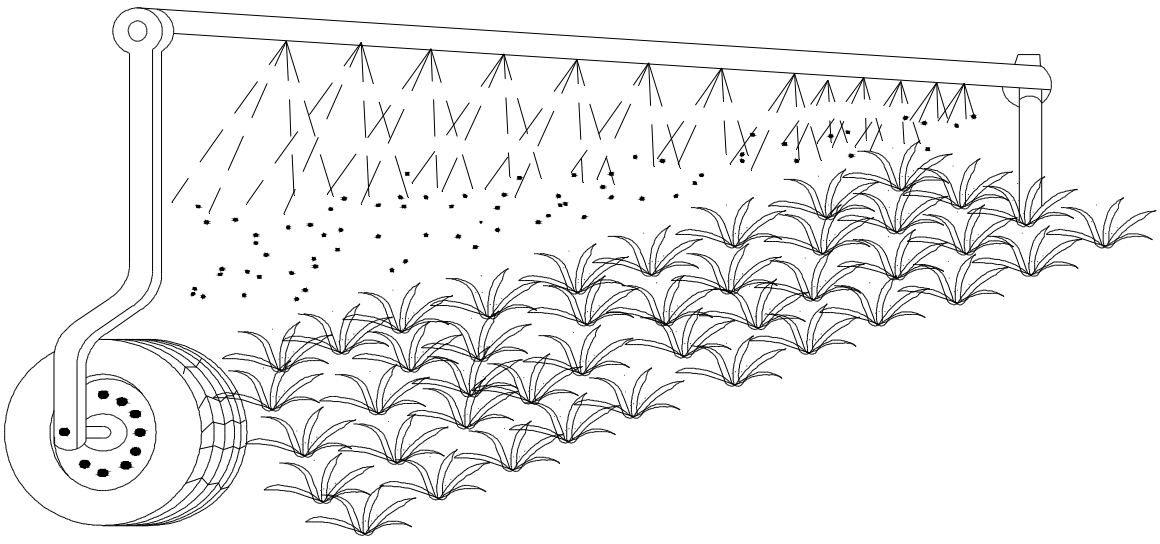
- الغرض الأساسي من إنشاء نظام الصرف الصحي هو التخلص من مياه الصرف الصحي مع عدم الإضرار بالصحة العامة للمــواطنين وعــدم التسبب في تلويث البيئة.
- التخلص من مياه الصرف الصحي في المصارف كالأنهار مثلاً يتطلــب درجة معالجة لها أكثر من صرفها في البحار والمحيطات وهكذا.
- يمكن استخدام مياه الصرف الصحي بعد معالجتها في أغــراض الــري والزراعة.
- تقسيم المواد الملوثة والتي قد تحتويها مياه الصرف الصحي إلى قسمين:
  القسم الأول: الكائنــات الحيــة الدقيقــة مثــل البكتيريــا والفيروســات والبروتوزوا.
  القسم الثاني: المواد السامة والتي تشمل المواد العضوية والغير عضوية.
- وهناك العديد من القرارات الخاصة بالمعــايير والمواصــفات الواجــب توافرها في المخلفات الصناعية أو مخلفات ومياه الصرف الصحي قبــل صرفها على النيل وفروعه وخزانات المياه الجوفية أو على مــسطحات المياه غير العذبة، والتي يجب تطبيقها ومتابعتها بواســطة وزارة البيئــة ووزارة الموارد المائية والري.

الغرض الأساسي التخلــص من الأجســام الغريبة وكبيرة الحجــم وثقيلة الوزن مثــل العلب

من المعالجة الأولية والزجاجات وبواقي معادن وبلاستيك وأغصان شجر وأعشاب والكثير من الخرق البالية والرمل والحصى والزلط، ولو سُمح لهذه المواد بالوصول إلى وحدات معالجة مياه الصرف الصحي فسوف تسبب انسداد المواسير وتكسير مراوح الطلمبات وتلف الأجهزة الميكانيكية الخاصة بجمع الحمأة في أحواض الترسيب مما يؤدي إل زيادة تكاليف الصيانة والتشغيل وسوء وتدهور نوعية مياه الصرف الصحي.

مكونات المعالجة الأولية

١) المصافي الميكانيكية
٢) وحدات التعبئة
٣) مكبس المخلفات
٤) أحواض فصل الرمال المهواة
٥) مبنى الهواء المضغوط



شكل رقم (١-١)
استخدام مياه الصرف الصحى التى تمت معالجتها فى الرى

المصافي الميكانيكية يتم ضخ مخلفات الصرف الصحي من محطة الرفع الرئيسية ومن ثم إلى غرفة التهدئة ومنها إلى المصافي الميكانيكية واليدوية حيث يتم حجز المخلفات التي يزيد قطرها عن ٦٠ مم بالمصافي اليدوية و٢٥ مم بالمصافي الميكانيكية وتنقل المخلفات بسير متحرك موجود أسفل المصافي ثم تكبس المخلفات ثم تنقل إلى وحدة التعبئة وتجمع وتنقل إلى مقالب المخلفات.

أحواض فصل الرمال المهواة تخـــرج مياه الصرف الصحي بعد المصافي بسرعة حوالي ٠،٦ م/ ث، ليتم توزيعها على أحواض فصل الرمال حيث يتم تهدئة السرعة مرة ثانية لتصبح ٠،٣ م/ ث، حيث يتم فصل الرمال والتي يزيد قطرها عن ٠،٢ مم ويطفو الخبث والزيوت والشحومات باستخدام الهواء المضغوط ويتم التخلص من المواد الطافية بالكشط.

فائدة الهواء المضغوط

١) تعويم المواد العضوية والتي تـــضر عمليـــة المعالجـــة مثـــل الزيـــوت والشحومات.
٢) التخلص من الغازات الضارة التي تولدت أثناء وصول المياه إلى مرحلـــة المعالجة.
٣) التهوية الأولية للمخلفات الواردة تمهيدًا لبدء المعالجة البيولوجية.

زمن المكوث (البقاء) زمن بقاء المياه بهذه الأحواض ١٠ دقائق.

الكباري

- تقوم كباري الأحواض (الزحافات) بكسح الرمال المترســـبة فـــي قـــاع الأحواض إلى قمع فصل الرمال في مشوار عـــودة الكـــوبري، وكـــشط الخبث الطافي (Scum) في مجرى علوي ليتم التخلص منها إلى المحطة في مشوار الذهاب للكوبري.

- يستغرق مشوار الكوبري ذهابًا وإيابًا حوالي ٥٠ دقيقة.
- تقوم الطلمبات الغاطسة الموجودة في أقماع أحواض الرمال بدفع الرمال إلى خزان الرمال العلوي حيث يتم ترسيب الرمال وفصل المياه الرائقة والتي تعود إلى الحوض مرة أخرى.
- عند امتلاء خزان الرمال العلوي يتم فتح صمام أسفله للتخلص منها في سيارات بواسطة أقماع تجميع وإزالة الرمل ومنها إلى المقالب العمومية.

شبكة الهواء

- تقوم شبكة الهواء المضغوط بضخ الهواء عند ضغط ٠،٥ ضغط جوي من خلال ناشرات الهواء على ارتفاع ١ م من قاع الحوض.
- يتم التحكم في توزيع الهواء على الأحواض من خلال مجموعة من الصمامات ويكون توزيع الهواء على الأحواض بحيث يكون شكل الهواء في الحوض على شكل مخروطي رأسه في نهاية الحوض، وذلك لتوفير أكبر كمية من الهواء في بداية دخول الحوض وأقل كمية في نهايته.

مكونات محطة المعالجة

الفصل الثانى

مكونـــات محطـــة المعالجـــــة

أولاً : المعـــالجـــة الأوليـــــــة

الغرض من المعالجة الأوليـــة

تحمل مياه الصرف الصحى الداخلة إلى محطـــة المعالجة كمية من أجســـام كبيرة الحجم ومواد ثقيلة الوزن مثل العلب والزجاجات وبواقى معادن وبلاستيك وأغصان شجر وأعشـــــاب والكثيـــــر من الخرق البالية والرمل وقطع من الحصى والزلط. ولو سُمح لمثل هذه المواد بالوصول إلى وحدات معالجة مياه الصرف الصحى فسوف تسبب انسداد فى المواسير وتكسير لمراوح الطلمبات وتلفيات للأجهزة الميكانيكية لجمع الحمأة فى أحواض الترسيب. ويؤدى ذلك إلى زيادة تكاليف الصيانة والتشغيل وسوء كفاءة معالجة مياه الصرف الصحى. فالغرض الأساسى من مرحلة المعالجة الأولية هو التخلص من الأجسام الكبيرة الحجم والثقيلة الوزن وتجهيز مياه الصرف الصحى لعمليات المعالجة التالية.

وحدات المعالجة الأولية

تشمل وحدات المعالجة الأولية الوحدات الآتية :

١- المصافى الميكانيكية
٢- وحدات التعبئة
٣- مكبس المخلفات
٤- أحواض فصل الرمال المهواة
٥- مبنى الهواء ا لمضغوط

المصافى الميكانيكية

يتم ضخ مخلفات الصرف الصحى من محطة الرفع الرئيسية رقم "١"، ثم يتم استقبال هذه التصرفات فى غرفة التهدئة ومنها إلى المصافى الميكانيكية واليدوية حيث يتم حجز المخلفات كبيرة الحجم والتى يزيد قطرها عن ٦٠مم للمصافى اليدوية، ٢٥مم للمصافى الميكانيكية (شكل رقم ٢-١).

يتم نقل المخلفات الناتجة على سير متحرك أسفل الوحدة حيث يتم كبسها فى وحدة كبس المخلفات، ويتم نقل المخلفات بعد كبسها إلى وحدة التعبئة حيث يتم جمعها فى أكياس ونقلها إلى مقالب المخلفات الصلبة خارج المحطة.

أحـــواض فصل الرمال المهواة

تخرج مياه الصرف الصحى بعد المصافى بسرعــة حوالى (٠,٦) م/ث ليتم توزيعها على أحواض فصل الرمال (شكل رقم ٢-٢)، حيث يتم تهدئة السرعة مرة ثانية لتصبح (٠,٣) م/ث حيث يتـــم فصل الرمال التى يزيد قطرها عن (٠,٢) مم. وباستخدام الهواء المضغوط يتم طفو الخبث والزيوت والشحومات حيث يتم كشطها والتخلص منها.

فائدة الهواء المضغوط:

- تعويم المواد العضــوية التى قد تضر بعمليات المعالجة التالية مثل الزيوت والشحومات.
- التخلص مـــن الغازات الضارة التى تولدت أثناء وصول المياه إلى مرحلة المعالجة.

شكل رقم (٢ - ١)

المصافى الميكانيكية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

شكل رقم (٢-٢)
قنوات إزالة الرمال

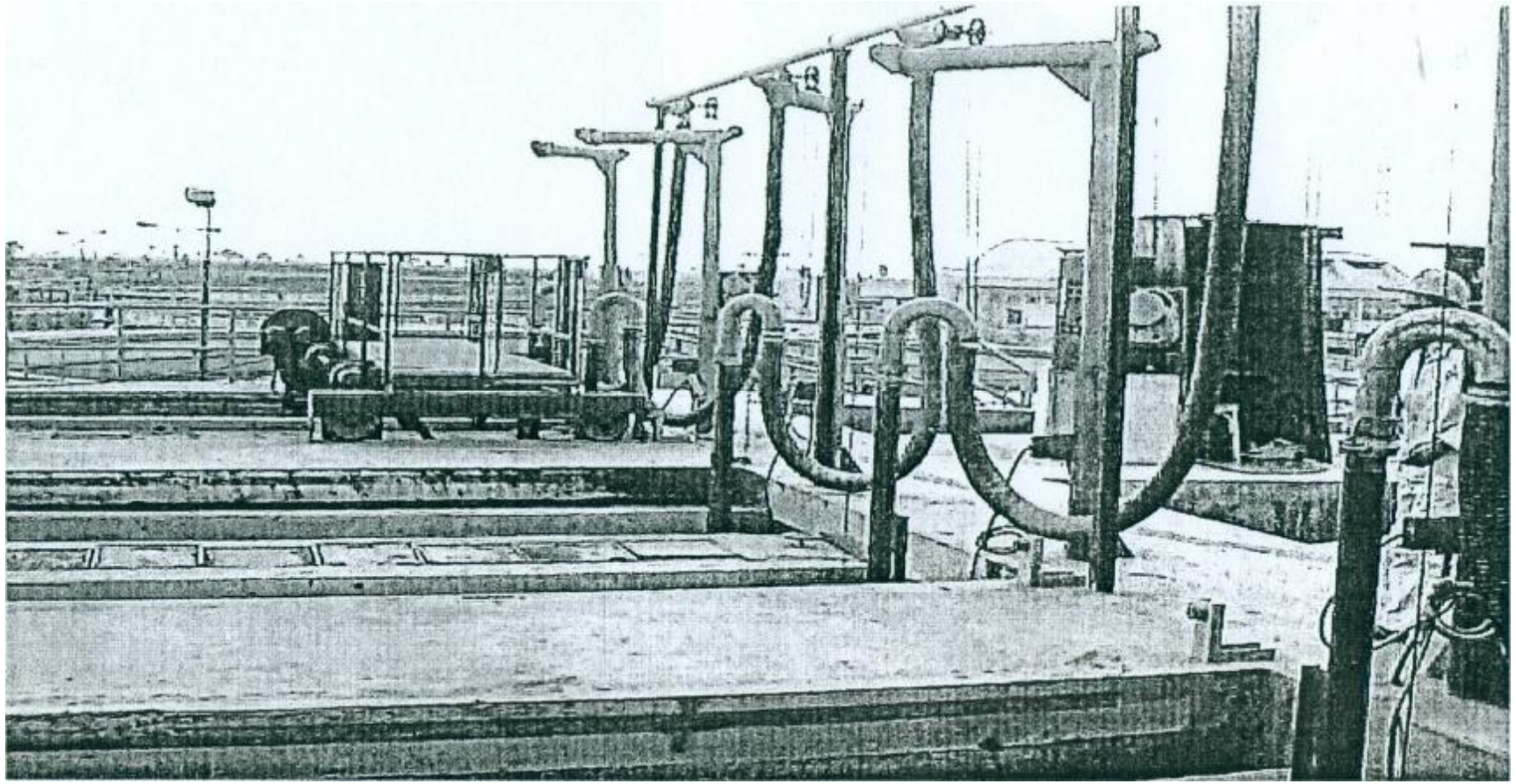
- تهوية أولية للمخلفات الواردة تمهيداً لبدء المعالجة البيولوجية.

وزمن بقاء المياه بهذه الأحواض حوالى عشر دقائق - حيث تقوم كبارى الأحواض (الزحافات) بكسح الرمال المترسبة إلى قُمع فصل الرمال فى مشوار العودة، وكشط الخبث الطافى فى مجرى علوى ليتم التخلص منها خارج المحطة فى مشوار الذهاب. ويستغرق مشوار الزحافة حوالى ٥٠ دقيقة ذهاباً وعودة.

- تقوم الطلمبات الغاطسة المتواجدة فى أقماع الحوض بدفع الرمال إلى خزان الرمال العلوى، حيث يتم ترسيب الرمال وتعود المياه الرائقة بعد ذلك إلى الحوض مرة أخرى (شكل رقم ٢-٣).

- عند امتلاء هذا الخزان بالرمال يتم فتح صمام أسفله للتخلص منها فى سيارات بواسطة أقماع تجميع وازالة الرمل (شكل رقم ٢-٤) ومنها إلى المقالب العمومية.

- تقوم شبكة الهواء المضغوط بضخ الهواء عند ضغط حوالى ٠,٥ ضغط جوى من خلال ناشرات الهواء المثبتة على ارتفاع حوالى ١ متر من قاع الحوض. ويمكن التحكم فى توزيع هذا الهواء على الأحواض كلها أو فى الحوض نفسه بمجموعة من صمامات التحكم بهدف التوزيع الجيد للهواء على الحوض بالكامل. ونوصى بتوزيع الهواء داخل الحوض على شكل مخروطى رأسه فى نهاية الحوض، وذلك لتوفير أكبر كمية من الهواء فى بداية دخول المياه للحوض وأقل كمية فى نهايته.



شكل رقم (٢-٣)

الطلمبات الغاطسة لإزالة الرمال من احواض فصل الرمال

وخراطيم الطرد والأوناش

شكل رقم (٢ - ٤)

أقماع تجميع وفصل الرمال

ثانياً : المعالجـــــة الإبتــدائيــة

الغرض من أحواض الترسيب الابتدائى

تستقبل أحواض الترسيب الإبتدائى مياه الصرف الصحي الخارجة من فاصل الرمال، والغرض منها هو التخلص من المواد القابلة للترسيب والمواد القابلة للطفو وذلك بحفظ مياه الصرف الصحي فى حالة سكون لفترة من ١ إلى ٤ ساعات حيث تتمكن الجزيئات القابلة للترسيب من النزول إلى القاع والمواد الخفيفة الوزن من الطفو للسطح. وبذلك يمكن التحكم فى جمعها وإزالتها تاركة مياه الصرف الصحي رائقة نسبياً من غالبية المواد غير العضوية والقليل من المواد العضوية التى تحتويها.

ويتم التخلص من حوالى ٣٠ - ٥٠ % من المواد العضوية (BOD) وكذا ٥٠ - ٧٠ % من المواد العالقة (SS) فى هذه الأحواض. ويستغرق دوران الكوبرى فى محطة حوالى ٣٥ دقيقة وتكون سرعة المياه فيه حوالى ٠,٢ م/ث. وزمن البقاء الفعلى فى هذه الأحواض حوالى ساعتين.

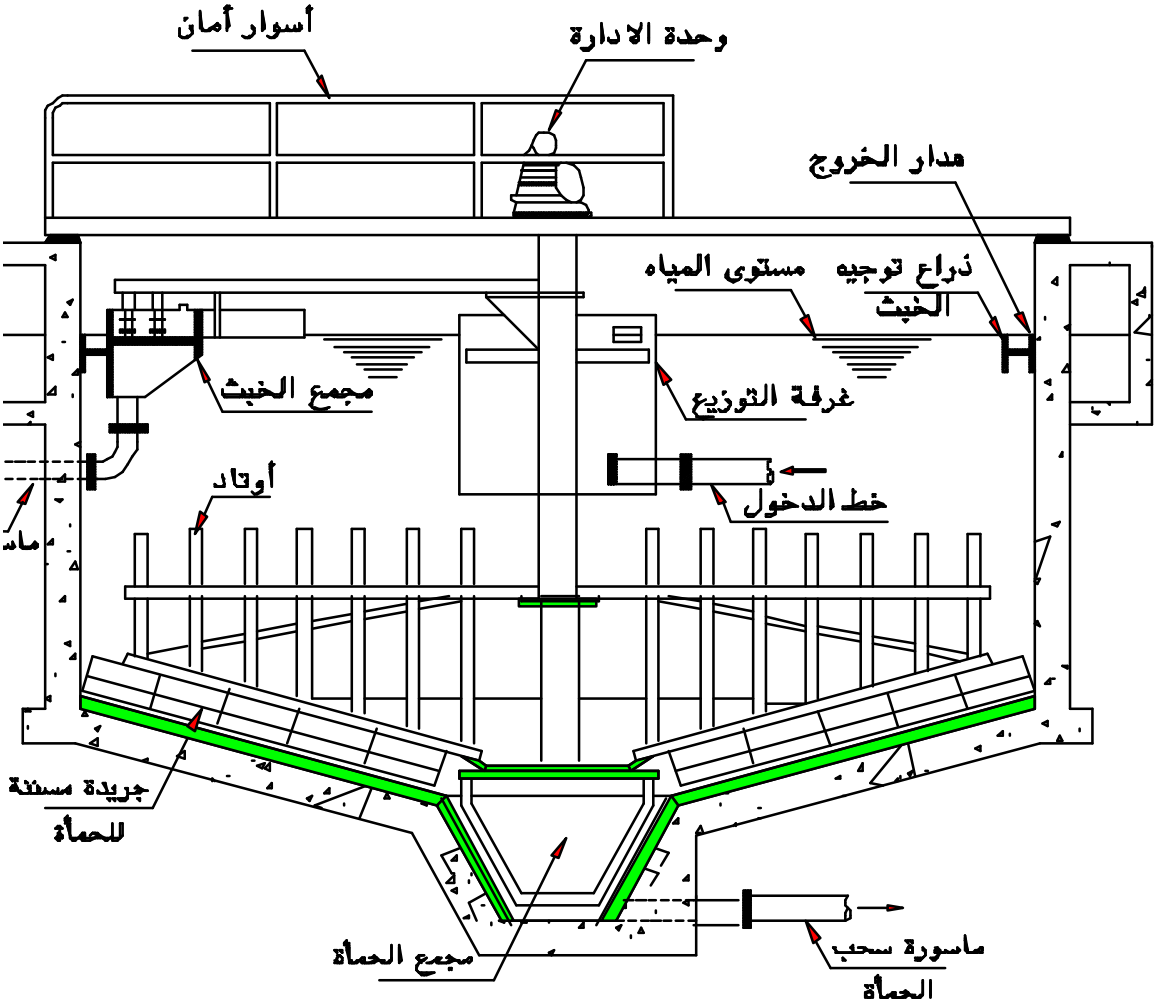
مكــونات حــوض الترسيب الابتدائى

ويوضح الشكل رقم (٢-٥) مكونات حوض الترسيب الإبتدائى والتى تشمل:

١- المدخل.
٢- مخرج الماء حوض الترسيب.
٣- كاسح الحمأة.
٤- مخرج الحمأة المترسبة.

العوامل التى تؤثر فى كفاءة التشغيل

١- نظافة فتحات دخول وخروج المياه والهدار.
٢- نظافة سطح حوض الترسيب من المواد الطافية.
٣- درجة الحرارة.
٤- زيادة الحمل.
٥- زمن البقاء.
٦- دوائر القصر.
٧- معدل سحب الحمأة.



شكل رقم (٢ - ٥)

حوض الترسيب الابتدائى

طريقة حساب زمن البقاء فى أحواض الترسيب

يتم حساب زمن البقاء فى أحواض الترسيب من المعادلة الآتية :

$$\text{زمن البقاء} = \frac{\text{حجم الحوض (م٣)}}{\text{معدل التصرف (م٣/ساعة)}}$$

ثالثاً : المعالجة الثانوية

مكونات وحـــدات المعالجة الثانوية

* أحواض التهوية.
* أحواض الترسيب النهائى.
* مبنى الحمأة النشطة المعادة « الطلمبات الحلزونية »

أحواض التهوية :

العدد ٣ حوض.
الطول ١٢٠ م.
العرض ٤٠ م.
العمق ٣,٧ م.

عدد الهوايات السطحية :

٦٠ وحدة على النحو التالى :
٤٢ هواية قدرة كل منها ٧٥ كيلو وات.
١٨ هواية قدرة كل منها ٥٥ كيلو وات.

وتعد أحواض التهوية أهم وحدة فى المعالجة البيولوجية حيث يتم فيها التحكم فى عوامل التشغيل التالية :

- تحديد زمن البقاء فى الحوض.
- تحديد كمية الهواء المطلوبة.
- تحديد تركيز المواد العالقة للخليط السائل.
- تحديد كمية الحمأة النشطة المعادة والمبعدة وتركيزها.
- تحديد عمر الحمأة.
- التحكم فى نسبة (F/M).

هذا بالإضافة إلى الفحص الظاهرى اليومى لمكونات الحوض من حيث :

- لون الخليط.
- نسبة الرغاوى وحجمها ولونها.
- الحمأة الطافية.
- سمك الطبقة الرائقة عند توقف الهوايات.

خلاصة القول أن أحواض التهوية هى قلب عملية المعالجة ومصنع توليد البكتريا اللازمة لهضم المواد العضوية تباعاً.

الهدف من عملية المعالجة الثانوية

تستخدم هذه العمليـــة لتحويل المواد غير القابلة للترسيب من المواد العضوية إلى حمأة قابلة للترسيب. وثم يلى ذلك فصل هذه الحمأة وبهذا يتم التخلص من المواد العضوية فى مياه الصرف الصحى.

وصف العملية

يمكن استقبال مياه الصرف الخام بعد إزالة الشوائب والحصى والرمال مباشرة فى أحواض التهوية أو استقبالها بعد المعالجة الإبتدائية بعد مرورها على أحواض الترسيب الإبتدائية.

وتعتبر عملية المعالجة بالحمأة المنشطة عملية بيولوجية حيث تستخدم فيها الأحياء المجهرية لعمل التحلل فى المواد العضوية. وعندما تضاف الحمأة المنشطة إلى مياه الصرف الصحى فإن الأحياء المجهرية تنمو وتتكاثر وبذلك يتزايد عددها تاركة مياه الصرف الصحى نظيفة إلى حد كبير.

وهنا يجب أن يراعى أن تكون كمية المواد العضوية التى تتعامل معها الأحياء المجهرية والتى ترد فى مياه الصرف الصحى متناسبة مع كمية الأحيـــاء المجهـــرية الموجـــودة فى النظـــام ممثلـــة فى كتلتهـــا وبالتـــالى فإن نسبـــة الغذاء إلى كتلة الأحياء (F/M) يجب أن تكون متناسبة مع وجود نسبة كافية من الأكسجين.

وهذه الأحياء المجهرية تقوم بتفاعل بيولوجى كما يلى:

المواد العضوية غير الثابتة + أكسجين + بيئة مناسبة ← (**الأحياء المجهرية**) **مواد عضوية أكثر ثباتاً + جيل ثان من الأحياء المجهرية + ماء + CO_2**

والمواد العضوية الأكثر ثباتا مع الأحياء المجهرية لها مقدرة على الترسيب وتسمى بالحمأة المنشطة. وأثناء عملية الترسيب هذه يتم فصل الماء الرائق ويجب الحفاظ على هذه الكتلة من الأحياء المجهرية بأن يتم تغذيتها وتهويتها مرة أخرى دون تباطؤ فى ذلك. أما الماء الرائق فغالباً ما يتم إضافة مادة الكلور إليه بهدف عملية التطهير. والأحياء المجهرية المتكونة فى الحمأة المنشطة لها أنواع كثيرة ومتعددة وتختلف السيادة لهذه الأنواع على حسب البيئة المتاحة لها والتى تؤثر بشكل فعال على ديناميكية التكاثر.

ويوضح الشكل رقم (٢-٦) عملية المعالجة بالحمأة المنشطة، كما يعرض الشكل رقم (٢-٧) أنواع مختلفة من طحالب المياه الملوثة.

الاحتياجات الأساسية للتشغيل

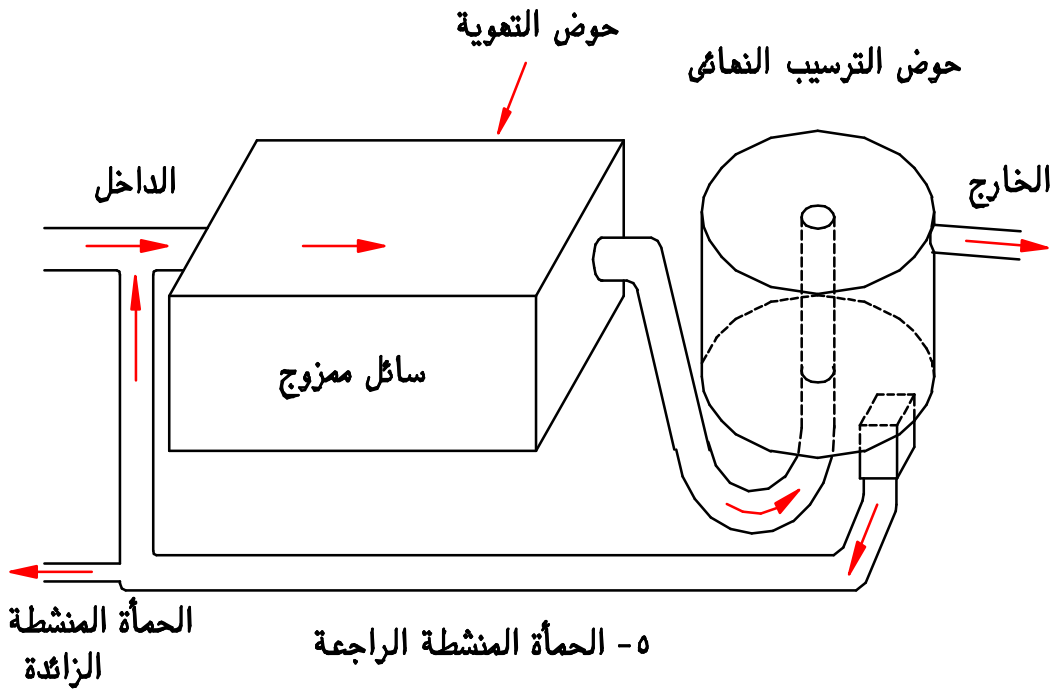
يجب أن يتم المحافظة على الحمأة المنشطة على شكل عالق أثنـــاء وجودها فى أحواض التهوية حتى تستطيع أن تتعامل مع المواد العضوية وتقوم بوظيفتها. ومن هنا فإن عنصر الخلط من أهم العناصر الحيوية اللازمة لعملية المعالجة.

ومن خلال وصف عملية المعالجة بالحمأة المنشطة فإنه يمكن إيجازها فى الخطوات التالية كما فى الشكل رقم (٢-٦):

أ - خلط الحمأة المنشطة مع مياه الصرف لتكوين السائل المخلوط.
ب- تهوية وتهييج السائل المخلوط لمدة زمنية محددة.
جـــ- فصل الحمأة المنشطة عن الماء الرائق فى أحواض الترسيب.

د - إعادة الحمأة المترسبة بنسبة صحيحة لخلطها مرة أخرى بمياه الصرف.

هـ- إخراج الحمأة المنشطة الزائدة من النظام.



شكل رقم (٢ - ٦)

عملية المعالجة بالحمأة المنشطة

شكل رقم (٢ - ٧)

طحـــالب المياه الملوثة

أحواض التهوية

تعتبر أحواض التهوية أساس عملية المعالجة حيث يتم فيها أغلب العمليات البيولوجية والتفاعلات وتسمى أحياناً بالمفاعل نظراً لهذا الدور الذى تقوم به. والدور الذى تؤديه المعدات الميكانيكية الخاصة بالتهوية هو (خلط – إمداد) الأكسجين عن طريق الهواء الجوى.

والوسائل الميكانيكية المستخدمة لعملية الخلط والتهوية إما أن تكون على شكل ناشرات هواء أو هوايات سطحية.

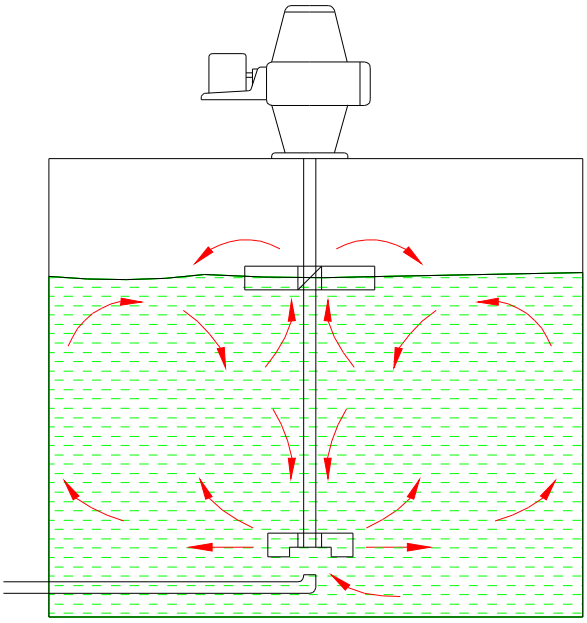
وتستخدم الهوايات السطحية فى توليد تخلخل على السطح يؤدى إلى دخول الهواء الجوى وفى نفس الوقت تتم عملية دوران رأسية تؤدى إلى الخلط اللازم للحوض، ويتم التحكم فى نسبة الأكسجين المطلوب إذابته عن طريق إما تغيير سرعة الدوران أو عن طريق التحكم فى عمق الجزء المغمور من التوربينة داخل السائل المخلوط أو الاثنين معاً (شكل رقم ٢-٨).

وزمن التهوية يعتبر من أهم العوامل الأساسية للحصول على كفاءة عالية فى عملية المعالجة وتختلف الأزمنة المطلوبة على حسب التصميم الذى يتم به احتساب أبعاد احواض التهوية ونوع المعالجة بالحمأة المنشطة. ولكن فى جميع الأحوال يجب أن يتم توفير وقت كافٍ حتى تستطيع الأحياء المجهرية أن تقوم بعملها المطلوب.

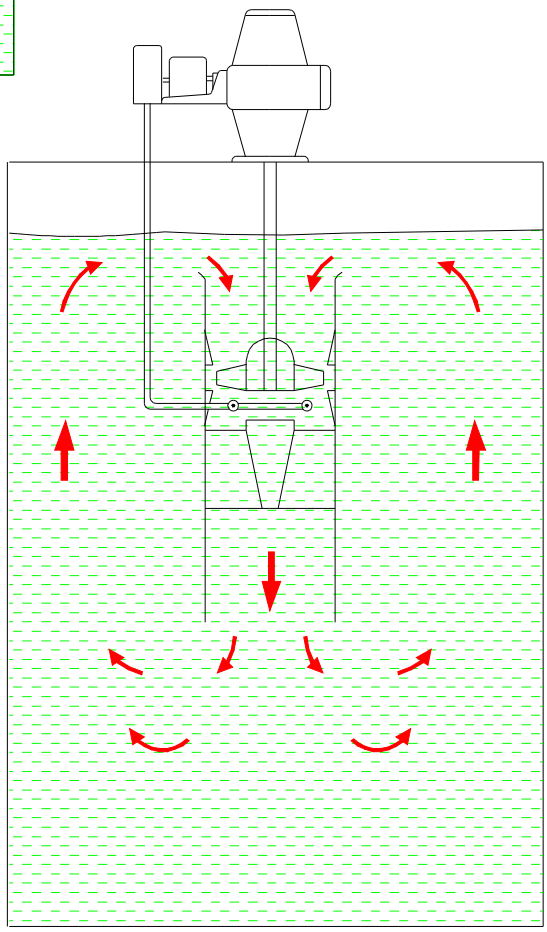
احواض الترسيب النهائية

العمل الاساسى لاحواض الترسيب النهائية هو فصل الحمأة عن المياه وتجميع الحمأة لإعادة تدويرها مرة أخرى وهى فى حالة نشطة. وحيث أن طبيعة الحمأة المنشطة تختلف عن الحمأة الابتدائية حيث يلزمها وقت أطول

للترسيب ومعاملة خاصة فى ذلك وبالتالى فإن معدل التدفق السطحى على احواض الترسيب النهائى يجب ان يكون اقل من مثيله فى احواض الترسيب الابتدائيه، وكذلك زمن المكوث فى احواض الترسيب النهائيه يكون اطول من مثيله فى احواض الترسيب الابتدائية.



هواية سطحية
بقاعدة مانعة للطرطشة
أسفل المروحة



هواية سطحية بأنبوبة
سحب رأسية للاحواض
ذات الاعماق الكبيرة

شكل رقم (٢-٨)

أشكال مختلفة للتهوية السطحية

وحيث أن الحمأة المترسبة فى أحواض الترسيب النهائية تحتوى على أحياء مجهرية فلابد من تدويرها باستمرار وعدم السماح لها بالتراكم مدة زمنية طويلة فى قاع أحواض الترسيب النهائى بعيداً عن الغذاء والهواء.

وتؤثر مقدرة الحمأة المنشطة على الترسيب تأثيراً بالغاً فى أداء أحواض الترسيب النهائى وتتوقف مقدرة الحمأة المنشطة على الترسيب على مكوناتها وشكل التجمعات التى تكونها الأحياء المجهرية التى بها. وعلى ذلك فإن معدل تدوير الحمأة المنشطة يتناسب مع مقدرة الحمأة المنشطة على الترسيب تناسباً عكسياً بمعنى أنه كلما زادت مقدرة الحمأة على الترسيب فإن الاحتياج لمعدل التدوير يكون أقل.

العوامل التى تساعد على كفاءة الأحياء المجهرية

سبق وأن تم الإشـــارة إلى أهمية الخلط والتهوية والأكسجين وزمن التلامس مع الأكسجين فى ضـــرورة الحفاظ على حيـــوية الأحياء المجهرية للقيـــام بوظيفتها وذلك بصفة عامة وأساسية ولكن يضاف إلى ذلك عوامل أخرى لابد وأن تؤخذ فى الاعتبار ومنها على سبيل المثال.

أ - متوسط عمر الحمأة بالأيام (MCRT) والذى يتم التحكم فيه عن طريق معدل ضخ الحمأة المنشطة الزائدة.

ب- ضبط نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) والتى يتم التحكم فيها عن طريق الحفاظ على رصيد من الحمأة المنشطة داخل النظام تتفق مع كمية الغذاء (الأحمال) الواردة.

جـــ- وحيث ان مقدرة الحمأة المنشطة على الترسيب تعكس مدى سهولة أو صعـــــوبة فصل الحمأة المنشطة عن المياه فى أحواض الترسيب النهائى، فلابد من وجود مقياس دائم للاسترشاد عن مقدرة الحمأة على الترسيب وهى علاقة بين الكتلة والحجم فلو أن كتلة الحمأة المنشطة معبراً عنه بالجرامات تشغل حيز بسيط معبراً عنه بالمللى

لتر بعد فترة زمنية نصف ساعة فإن هذا يعكس مقدرة كبيرة على الترسيب وتسمى هذه العلاقة بالمعامل الحجمى لحمأة (SVI) ويساوى.

حجم الحمأة المترسبة فى لتر من السائل المخلوط بالمللى لتر فى خلال ٢/١ ساعة
كتلة هذه الحمأة بالجرام

ولا يتم التحكم فى المعامل الحجمى للحمأة بسهولة وغالباً ما يتم عن طريق عوامل أخرى إضافية لإقلال قيمة المعامل الحجمى للحمأة وتعتبر القيمة المثالية للمعامل الحجمى للحمأة ما بين ٥٠ مللى / جم و١٥٠ مللى / جم بمعنى أن الترسيب سريع جداً فإنه غالباً ما تترك الحمأة فى الماء شوائب ممثلة فى مواد صلبة عالقة، وإذا زادت القيمة عن ١٥٠ مللى / جم فإن التـــرسيب يكون بطئ ويجعل مهمة التعامل مع أحواض الترسيب النهائى شاقة. وبصفة عامة أنه إذا تم التحكم بدقة فى العناصر التى تحافظ على حيوية الأحياء المجهرية للقيام بوظيفتها فإن ذلك يساعد كثيراً فى التحكم فى المعامل الحجمى للحمأة.

أما إذا تدخلت عناصر سامة خارجية تؤدى إلى زيادة فى كمية الغذاء بالنسبة للأحياء زيادة مفاجئة أو وجود مواد سامة فى مياه الصرف مثل العناصر الثقيلة والتى غالباً ما تصاحب صرف المصانع، فإن هذا يؤثر بشكل فعال على حيوية الأحياء المجهرية وبالتالى على قدرة الحمأة المنشطة على الترسيب.

معالجة الحمأة

- يتم ضخ الحمأة الخام من أحواض الترسيب الابتدائي إلى أحواض التركيز بتركيز حوالى ٢ % مواد صلبة، وكذا من أحواض الترسيب النهائى بتركيز حوالى ١ % وتكون النسبة بينهما حوالى (١ : ٢).

ويتم تركيز الحمأة فى هــذه الأحواض لتصل إلى حوالى ٤ % أى التخلص من حوالى ٥٠ % منها بالحجم كمياه رائقة حيث يتم ضخها إلى مدخل أحواض التهوية مع الحمأة المعدة.

- والجدير بالذكر أنه إذا زاد تركيز الحمأة عن الحدود المذكورة أعلاه، تعرضت للتعفن وتبدأ البكتريا اللاهوائية فى النشاط مسببة الروائح الكريهة وطفو كتل من الحمأة على سطح الحوض والتى بدورها تخرج مع المياه الرائقة مسببة حمل عضوى إضافى جنباً إلى جنب مع المياه الخام.

- ويوجد بأحواض التركيز كوبرى ثابت يتدلى منه عامود يدار بموتور كهربى وتترسب الحمأة المركزة فى بيارة مخروطية الشكل فى قاع الحوض ومنه تسحب عن طريق مواسير بالانحدار إلى بيارة الحمأة المركزة ثم تضخ إلى أحواض التجفيف.

ويتم سحب الحمأة المركزة إلى أحواض التجفيف حيث يتم نشرها على مسطحات كبيرة ليتم تجفيفها بعد فترة حوالى ٢١ يوماً بشرط ألا يزيد سمك طبقة الحمأة عن ٣٠ سم.

- تحتوى الحمأة الجافة الناتجة على ٧٠ % من الماء أى ان نسبة الرطوبة تصل لحوالى ٧٠%.

- يراعى سحب المياه الرائقة المتسربة إلى شبكة التصريف السفلية أولاً بأول حيث يتم ضخها مرة أخرى مع المياه الرائقة من أحواض التركيز ومنها إلى مدخل أحواض التهوية.

- يجب إعداد برنامج زمنى لملء وتفريغ الأحواض وذلك بترقيمها تمهيداً لعملية الكمر لقتل البكتريا الضارة والبويضات التى تسبب نقل الأمراض إلى العاملين فى رى واستصلاح الأراضى التى تستخدم هذه الحمأة.

التطهير باستخدام الكلور

الغرض من عملية التطهير:

مياه الصرف الصحي التى تـــم معالجتهـــا سواء كانت المعالجة ابتدائية أو ثانوية لا تزال ملوثة بالجراثيم المسببة للأمراض ولا تصلح لتركها تتسرب إلى المصارف والأنهار قبل تطهيرها بغرض قتل الجراثيم التى تحتويها لمنع انتشار الأمراض، وعملية التطهير هذه تتم بواسطة استخدام الكلور فى آخر مرحلة من مراحل المعالجة.

العوامل التى تؤثر على كفاءة عملية التطهير :

فترة التلامس :

كلما زادت مدة التلامس بين محلول الكلور والمياه المعالجة كلما زادت كفاءة عملية التطهير. وعموماً غرف تلامس الكلور تكون مصممة للاحتفاظ بقدرة تلامس حوالى ٣٠ دقيقة.

تركيز جرعة الكلور:

كلما زاد تركيز جرعة الكلور كلما زادت كفاءة التطهير وتمكن الكلور من قتل الجراثيم فى فترة أقل، (الكلور المتبقى لايقل عن ٠,٥ مجم/لتر).

درجة تركيز الأس الأيدروجينى:

كلما انخفضت درجة تركيز الأس الأيدروجينى عن ٨,٥ تنخفض قدرة الكلور على قتل الكائنات الحية المسببة للأمراض.

مكان إضافة وخلط الكلور:

تتوقف كفاءة قدرة الكلور على التطهير على مكان إضافته وإمكانية خلطه جيداً بالمياه، فإذا أُضيفت جرعة الكلور فى مكان يسمح بخلطها مع المياه جيداً تزداد درجة التطهير.

درجة عكارة المياه المعالجة:

إذا زادت درجة عكارة المياه المعالجة تقل كفاءة الكلور فى التطهير حيث أن المواد المسببة للعكارة تكون حماية للجراثيم من تأثير الكلور، فضلاً على الزيادة فى جرعة الكلور الى نحتاجها – وذلك بعكس المياه الصافية فعادة يسهل تطهيرها بجرعات صغيرة من الكلور.

كمية الكلور المضافة:

المواد العضوية تتفاعل مع الكلور مما يتطلب إلى زيادة جرعة الكلور المطلوبة لرفع كفاءة التطهير.

طريقة حساب جرعة الكلور:

جرعة الكلور اللازمة قد تزيد أو تنقص بناءً على كمية المواد العضوية أو العالقة، ومن المحتمل أن تكون الجرعة اللازمة لمعالجة المياه فى المرحلة الأولى تتراوح ما بين ٢٠ - ٢٥ مجم / لتر، والمياه المعالجة حتى المرحلة الثانوية ما بين ٨ - ١٠ مجم / لتر.

هذا وينصح بالرجوع إلى الدورة التخصصية التى تتناول هذا الموضوع تفصيلاً عند الحاجة إلى المزيد من المعلومات التطبيقية.

الفحص الظاهري لوحدات المعالجة

الفصل الثالث

الفحص الظاهرى لوحدات المعالجة

مقدمـــة

يجب أن تتفق النتائج المعملية وحسابات عناصر التحكم فى التشغيل والمشاهدات (فى مجموعها) فى الاستدلال على أمر واحد فى تفسير الظواهر المختلفة التى تمر بها عملية المعالجة. ويمكن التعرض إلى بعض هذه الظواهر فيما يلى:

الفحص الظاهرى لوحدات المعالجة الأولية

إذا تلاحظ وجود ظاهـــرة النحر فى ريش الطلمبات التى تتعامل مع الحمـــأة الإبتدائية فإن هذا يعنى وجود كمية من الحصى والرمـــال بها، وبالتالى فإن أحواض فصل الحصى والرمال لا تؤدى عملها على الوجه الأكمل.

ويرجع ذلك إلى الأسباب الآتية:

١- زيادة سرعة مرور مياه الصرف الصحى داخل أحواض فصل الحصى والرمال.
٢- نقص فى زمن مكوث مياه الصرف الصحى داخل هذه الأحواض.
٣- معدل التهوية الأولية كبير لدرجة أنه لا يسمح بترسيب الحصى والرمال فى الأحواض.

وعلى العكس فإن وجود روائح كريهة منبعثة من الحصى والرمال المتجمعة تعنى أن هناك فترة مكوث أطول لمياه الصرف الصحى وسرعة أقل، أو أن معدل التهوية الأولية قليل لدرجة أنه يسمح للمواد العضوية بالترسيب مع الحصى والرمال. وبالإضافة إلى ذلك فإن ظهور تجمعات هوائية كبيرة الحجم

على امتداد ناشرات الهواء أو على جزء منها يدل على وجود تلف بها ويؤدى هذا بالطبع إلى نقص فى انتقال الاكسجين ونقص فى الخلط واستنفاذ الطاقة بلا طائل.

الفحص الظاهرى لوحدات المعالجة الإبتدائية

يعنى ظهور فقاعات غازية على سطح أحواض الترسيب الإبتدائية مع طفو الحمأة على السطح وظهور رائحة كريهة وجود حالة تعفن فى الحمأة المترسبة فى الأحواض بسبب تراكمها لفترة زمنية طويلة. ويعود ذلك فى معظم الأحيان إلى أحد الأسباب الآتية:

- معدلات سحب الحمأة من الأحواض قليلة.
- سحب الحمأة بمعدلات كبيرة لدرجة أن الحمأة فى حفرة السحب تتراكم على الجوانب مكونةً شكل مخروط مقلوب ولا يتم سحبها بهذه الطريقة. وتسمى هذه الظاهرة بالمخروطية.
- وجود سدد جزئى فى بوابات الحمأة من أحواض الترسيب الإبتدائية.
- وجود عطل أو كسر فى كوبرى تجميع الحمأة المترسبة فى القاع مما يؤدى إلى عدم تجميع الحمأة بالمعدلات الصحيحة.

وقد سبق الإشارة إلى أن مثل هذه الظاهرة يصاحبها ارتفاع فى نسبة المواد الصلبة القابلة للترسيب (Settleable Solids) فى فائض أحواض الترسيب الإبتدائية. غير أن نسبة هذه المواد يمكن أن تزيد كنتيجة لزيادة الأحمال الهيدروليكية على الأحواض أو تلف أو عدم استواء هدارات الخروج.

الفحص الظاهرى لوحدات المعالجة الثانوية

وتشمل:

١- أحواض التهوية

٢- أحواض الترسيب النهائى

١ - أحواض التهوية تعتبر أحواض التهوية الجزء الأساسى فى عملية معالجة مياه الصرف الصحى باستخدام الحمأة المنشطة حيث يتم فيها الفحص الظاهرى اليومى إلى جانب مراجعة النتائج المعملية. وتشمل أعمال الفحص الظاهرى كلٍ من الرائحة ودرجة الخلط ومواصفات الرغاوى.

الرائحـــة:

الرائحة الدالة على جودة الحمأة المنشطه هى نفس رائحـــة الحقول بعد حرثها مباشرة، ولهذا سميت برائحة الأرض (Earthy).

ورائحة الحمأة لها علاقة مباشرة بنسبة الأكسجين المذاب حيث أن قلة هذه النسبة عن معدلاتها الطبيعية (١,٥ إلى ٣,٥) ملجم/لتر تعنى أن هناك روائح كريهه سوف تنبعث من الحمأة المنشطه فى أحواض التهويه. وإذا استمر هذا الحال لفترات طويله فإن الروائح الكريهة تزداد فى شدتها وتشير إلى وجود حالة تعفن. ويستدل على رائحة التعفن هذه برائحة البيض الفاسد وهى رائحة غاز كبريتيد الهيدروجين الذى يتصاعد نتيجة قيام البكتريا اللاهوائية باستخلاص الأكسجين من الكبريتات.

درجة الخلط :

زيادة حركة السائل المخلوط على سطح أحواض التهوية تدل على زيادة فى الخلط، وهذا الخلط ضرورى لتوزيع الأحمال الداخلة بمعدلات مناسبه على الأحياء المجهريه، وكذلك لتوزيع بقايا ومخلفات التفاعلات البيولوجيه التى تقوم بها الأحياء المجهرية. ومن الجدير بالذكر أن المناطق الراكدة فى أحواض التهويه تقع دائما عند الأركان أو بين معدات التهويه السطحية وبعضها. ويستدل على مناطق عدم الخلط الجيد على السطح بوجود بعض ترسيبات الحمأة المنشطة فيها.

الرغاوى:

نوع الرغاوى التى تتكون فى الأحواض يعكس باستمرار الحالة التى عليها الحمأة المنشطة، ويرتبط دائما لون الرغاوى بلون الحمأة المنشطة نفسها. فإذا كان لون الرغاوى فاتح وتكوينها خفيف وهش، فإن هذا يدل على عمر صغير وحديث للحمأة المنشطة. وهو مرتبط كذلك بجودة عالية فى إزالة المواد الصلبة العالقة ونسبة الأكسجين الحيوى المستهلك فى اليوم الخامس BOD_5 فى المياه الخارجة. وإذا كانت الرغاوى كثيفة وبيضاء فإن هذا يدل بكل تأكيد على أن عمر الحمأة صغير جداً ويجب زيادة عمر الحمأة بخفض معدلات سحب الحمأة الزائدة تدريجيا. ولو حدث أن هذا النوع من الرغاوى قد ظهر فجأة أثناء التشغيل لمدة ساعات وجيزة فإن هذا يعنى أن هناك:

- فقد كبير فى المواد الصلبة العالقة فى النظام.
- حجز الحمأة المنشطة فى أحد أحواض الترسيب النهائية نتيجة لسدد فى مخرج الحمأة المنشطة المعادة.
- دخول مواد سامة إلى أحواض التهوية أدت إلى قتل الأحياء المجهرية.
- دخول كمية كبيرة من الأحمال العضوية إلى أحواض التهوية.

وفى حالة ظهور رغاوى كثيفة غامقة اللون تميل إلى السواد أو اللون البنى الغامق وأحياناً تكون فى صورة ترسبات فى شكل شحوم على الجدران الداخلية لمجرى الخروج من أحواض التهوية وتغطيها بالكامل أو تغطى جزء كبير منها فإن هذا يعنى أن الحمأة المنشطة تمر بعمر كبير وقديمة ويلزم زيادة معدل سحب الحمأة المنشطة الزائدة من النظام للوصول إلى العمر المتوسط المناسب. ويصاحب هذه الحالة زيادة فى تركيز نسبة المواد الصلبة العالقة فى النظام وبالتالى زيادة فى كثافة اللون (غامق أكثر) للحمأة المنشطة. وفى كافة الأحوال يجب ربط هذه الظواهر بكفاءة عملية المعالجة الثانوية فى إزالة المواد الصلبة العالقة ونسبة (BOD_5) والحفاظ على الوضع الذى يتحقق عنده أعلى كفاءة.

ويجدر بالذكر أن لون الحمأة البنى الشيكولاته مع الرائحة التى تنبعث من الحقول بعد حرثها ووجود الرغاوى الفاتحة اللون الخفيفة والهشة هو الوضع الأمثل الذى يعكس أعلى كفاءة للمعالجة الثانوية.

٢ - أحواض الترسيب النهائية

إذا كان سطح المياه فى أحواض الترسيب النهائية رائــق ويتحسن يوماً بعد يوم فإن أوضاع التشغيل تتحسن ويجب الاستمرار فى الحفاظ على عناصر التحكم فى التشغيل بنفس القيم وقتئذ.

إذا كانت المياه الخارجة من أحواض الترسيب النهائية معكرة وتحتوى على كمية ملحوظة من المواد الصلبة العالقة أو أن السطح الفاصل بين المياه والحمأة المترسبة قد ارتفع إلى أعلى تجاه السطح فإن هذا يعنى أن هناك مشاكل فى التشغيل يجب أن يتلافاها المشغل. ويمكن بسهولة التعرف على المشاكل التى تؤدى إلى هذا الوضع وهى:

انتفاخ الحمأة وزيادة حجمها:

يؤدى ارتفاع طبقة الحمأة المترسبة فى الحوض عن المعدل إلى خروج بعض أو جزء كبير من المواد الصلبة العالقة من الحمأة المنشطة مع الماء المعالج الخارج نظراً لعدم ضبط معدل سحب الحمأة المنشطة الخارجة من الحوض فى الحدود الصحيحة. ويؤدى ذلك أيضاً إلى وجود حالة انتفاخ (Bulking) والتى تنشأ دائماً بسبب سوء التشغيل والتحكم فى عملية المعالجة بالحمأة المنشطة، وأحيانا ًبسبب تغير كبير فى درجة ال (pH) أو وجود صرف صناعى وكذلك نتيجة للزيادة المفاجئة فى الأحمال العضوية. ومن الحلول الطبيعية لهذه المشكلة هو إدخال مزيد من أحواض الترسيب النهائية فى الخدمة، وكذلك زيادة معدلات الحمأة المنشطة المترسبة فى أحواض الترسيب النهائية لمنع خروج الحمأة مع المياه. ولا يجب أن ينسب ظهور حالة انتفاخ الحمأة فى أثناء التشغيل إلى عدم كفاية وحدات المعالجة الثانوية وزيادة الأحمال عليها، بل يجب أن نتأكد من سلامة ودقة الحسابات والقيم التى تم

تسجيلها فى نظام المعلومات، ومقارنة أوضاع التشغيل التى كانت تعمل عليها المحطة بالوضع الذى حدث بعد ادخال نظام المعلومات.

خروج المواد الصلبة العالقة من أحواض الترسيب النهائية بكميات كبيرة:
رغم أن ظاهرة انتفاخ الحمأة وزيـــادة حجمها تـــؤدى إلى نفس النتيجة وهى خروج المـــواد الصلبة العالقـــة من أحواض الترسيب النهائية بكميات كبيرة (Washout). وحتى يتم التفرقة بين هاتين الظاهرتين فإن زيادة وارتفاع منسوب السطح الفاصل بين الحمأة المترسبة والمياه فى أحواض الترسيب النهائية إلى عمق يقل عن متر يدل على انتفاخ الحمأة ويصاحب ذلك انخفاض فى مقدرة الحمأة على الترسيب من خلال الاختبارات المعملية أما إذا كان منسوب السطح الفاصل بين الحمأة والمياه فى الأحواض منخفض مع زيادة فى مقدرة الحمأة على الترسيب من خلال الاختبارات المعملية فإن هذا يدل على خروج المواد الصلبة العالقة من أحواض الترسيب النهائية بكميات كبيرة.

ومن الجدير بالذكر أن إرتفاع السطح الفاصل بين الحمأة والمياه لعمق أقل من متر مع زيادة فى مقدرة الحمأة على الترسيب يدل على أن هناك خطأ فى معدلات سحب الحمأة المنشطة الزائدة من الحوض أو وجود سدد فى خط السحب.

وتحدث ظاهرة خروج المواد الصلبة العالقة من أحواض الترسيب النهائى بكميات كبيرة دائما كنتيجة لزيادة فى الأحمال الهيدروليكية على الأحواض أو نتيجة لعدم انتظام توزيع الحمأة داخل الحوض أو نتيجة لعدم ضبط مستوى هدارات خروج المياه من الأحواض أو نتيجة لبعض هذه العوامل مجتمعة.

ارتفاع كتل من الحمأة على سطـــــح المياه فى أحواض الترسيب النهائية:

ترتفـــع بعض كتل من الحمأة المنشطة على سطح أحواض الترسيب النهائية (Rising sludge) وتخرج هـــذه الكتل مع السيب النهائى وتسبب زيـــادة كبيرة فى نسبة المواد الصلبة العالقـــة فى المياه. ويرجع ظهور هذه التكتلات إلى أحد السببين التاليين:

أ - تراجع فى كفاءة أداء زحافة الحمأة.
ب- وجود حالة (Denitrification) فى الحمأة النشطة.

وفى الحالة الأولى يفسر ارتفاع كتل من الحمأة بأن عملية كسح الحمأة لا تتم بطريقة صحيحة مما يؤدى فى النهاية إلى استمرار تواجد أجزاء من الحمأة فى بعض الأماكن قاع الحوض لايتم سحبها مع باقى الحمأة فتتعرض لحالة لاهوائية وتقوم الأحياء المجهرية اللاهوائية باستخلاص الأكسجين من مركباته حيث لا يوجد أكسجين ذائب. وينتج عن ذلك ظهور فقاعات غازية بسبب تكوين الغازات التى غالباً ما تكون غاز النتروجين بسبب عملية (Denitrification) التى تحدث عند وجود وفرة من مركبات النترات.

والحالة الثانية وهى حالة ال (Denitrification) والتى تحدث فى الحمأة المنشطة بسبب نقص فى معدلات سحب الحمأة المنشطة من الأحواض وحيث أن زيادة عمر الحمأة له تأثير كبير فى ظهور هذه الحالة فإنه يلاحظ ظهور هذه الحالة بإستمرار فى نظام المعالجة بالحمأة المنشطة بالتهوية الممتدة (Extended aeration) حيث تشاهد كرات كبيرة فى الحجم من الحمأة المنشطة ترتفع وتفترش مساحات كبيرة من سطح الحوض. ويمكن توضيح هذه العملية بالمعادلة التالية:

$$NO_3 - N \xrightarrow[O_2]{\text{Denitrification Bacteria}} N_2$$

تكوين طبقة خفيفة مـــن الخبث على سطح أحواض الترسيب النهائية:

الجزئيات الصغيرة الحجم والتى يميل لونها من البنى إلى الرمادى والتى قد يحدث وأن تطفـــو على السطح والتى تنتشر لتغطى مساحات كبيرة من سطـــح أحواض الترسيب النهائية تسمى بظاهرة ال (Ashing) والتى تشبه إلى حـــد كبير وجود رماد سيجارة على سطح المياه ومن هنا جاءت التسمية. وتحدث هذه الظاهرة باستمرار عند ارتفاع عمر الحمأة إلى حد كبير مع زيادة كبيرة فى عملية التهوية.

خروج جسيمات صغيرة من الحمأة مع الفائض النهائى:

خروج جسيمات صغيرة من الحمأة مع الفائض النهائى والتى تسمى بالندف والتى دائما ما تكون خفيفـــــة وغير قابلة للترسيب بسهولة ويمكن مشاهدتها بوضوح، حيث تكثر كميتها عند هدارات الخروج من أحواض الترسيب النهائية وتتسبب فى ارتفاع نسبة المواد الصلبة العالقة فى الفائض النهائى. وهى تشبه الزغب فى قوامها ويتراوح قطرها من ربع الى ثمن بوصة. وتكثر هذه الظاهرة بصفة خاصة فى أحواض الترسيب النهائية الضحلة.

ويمكن ملاحظاتها أكثر عندما تكون معدلات سحب الحمأة المنشطة عالية عن معدلاتها الطبيعية.

وهذه الظاهرة تحدث غالباً عندما يكون عمر الحمأة صغير لأن هذه الجسيمات تتكون دائما عندما يكون تركيز المواد الصلبة العالقة فى الحمأة المنشطة منخفض إلى حد كبير.

خروج جسيمات صغيرة جداً من الحمأة مع الفائض النهائى:

تخرج جسيمات صغيرة جـــداً من الحمأة مع الفائض النهائـــى وتكون خفيفة وغير قابلـــة للترسيب بسهولة وتسبب زيـــادة فى نسبة المواد الصلبة العالقـــــة فى الفائض النهائى بالإضافة إلى تعكير المياه. وهى تدل على أن

عمـــر الحمأة كبير جداً، ويمكن ملاحظاتها عندما تكون معدلات سحب الحمأة المنشطة عالية عن معدلاتها الطبيعية.

الفحص الظاهرى لأحواض التركيز

تحتوى الحمأة المنصرفة من أحواض الترسيب على ٩٥-٩٧% ماء. ويؤدى ذلك إلى تكاليف كبيرة فى ضخها أو نقلها للتخلص منها ولذلك تستعمل أحواض لتركيزها و التخلص من جزء كبير من الماء. إذن فالغرض الأساسى من استعمال أحواض تركيز الحمأة هو التخلص من بعض الماء الموجود فى الحمأة وتحويلها إلى حمأة ذات تركيز من ٥ إلى ٧ فى المائه، وهذا يسهل عملية التشغيل واختيار طلمبات حجمها أقل وتخفيض تكاليف التخلص من الرواسب.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

وبالرغم من أن أحواض التركيز تشبه إلى حد كبير أحواض الترسيب إلا أنها تختلف عنها فى نواحى كثيرة منها :

١- أن حجم حوض التركيز أقل بكثير من حجم حوض الترسيب لكى لا يسمح بتخزين كمية كبيرة من الحمأة التى يراد تركيزها وتصبح متعفنة.
٢- أن درجة ميل القاع لحوض التركيز نحو الوسط أكثر من درجة ميل قاع حوض الترسيب.
٣- أن مكان تجميع الحمأة فى الوسط تمهيداً لسحبها أكبر حجماً مما يماثله فى حوض الترسيب.

٤- أن كاسح الحمأة مزود بمحرك أقوى لإمكانية كسح الحمأة الأكثر تركيزاً وثقلاً.

٥- توجد عوارض مثبته رأسياً على كاسح الحمأة ويصل ارتفاعها تقريبا إلى منتصف عمق حوض التركيز. والغرض من هذه العوارض هو تحريك محتويات الوحدة لتسهيل خروج فقاعات الغاز وبذلك يسمح للمواد الثقيلة بالرسوب.

العوامل التى تؤثر على كفاءة تركيز الحمأة

- نوعيـــة الحمأة التى تم سحبها من أحواض الترسيب وكمية الخبث بها. ففى الوقت الذى تكون فيه الحمأة الإبتدائية أكـــثر كثافة لثقل الجزئيات المكونة لها وسهولة ترسيبها، تكون الحمأة الثانوية أقل كثافة وتحتـــاج إلى مدة مكث أطول لإتمام ترسبها. هذا بالإضافة إلى أن الخبث عادة يكون خفيف الوزن وتؤدى كثرة كمية المياه المستعملة فى دفعه إلى تخفيف الخليط الداخل إلى حوض التركيز.

- ازدياد عمر الحمأة المراد تركيزها يؤدى إلى تحللها بواسطة البكتريا وبذلك تتفتت الأجزاء الكبيرة منها بالإضافة إلى أن فقاعات الغازات المتولدة تلتصق بالأجزاء المتعفنة وتعمل كعوامات يصعب معها السماح برسوبها إلى القاع.

- ازدياد فترة المكوث فى الوحدة يزيد من كفاءة التركيز ولكن هذا يؤدى أيضاً إلى زيادة فرصة التعفن نظراً لاستهلاك كمية الأكسجين الذائبة ونشاط البكتريا اللاهوائية.

- الارتفاع فى درجة الحرارة يساعد على تخفيف اللزوجة وزيادة كفاءة الترسيب ولذلك يمكن سحب الحمأة المركزة أكثر تكراراً فى الصيف منه أثناء فصل الشتاء.
- زيادة الحمولة على حوض التركيز يقلل من كفاءة تشغيلها فيجب ملاحظة تحميل الوحدة فى حدود الحمولة المصممة عليها.

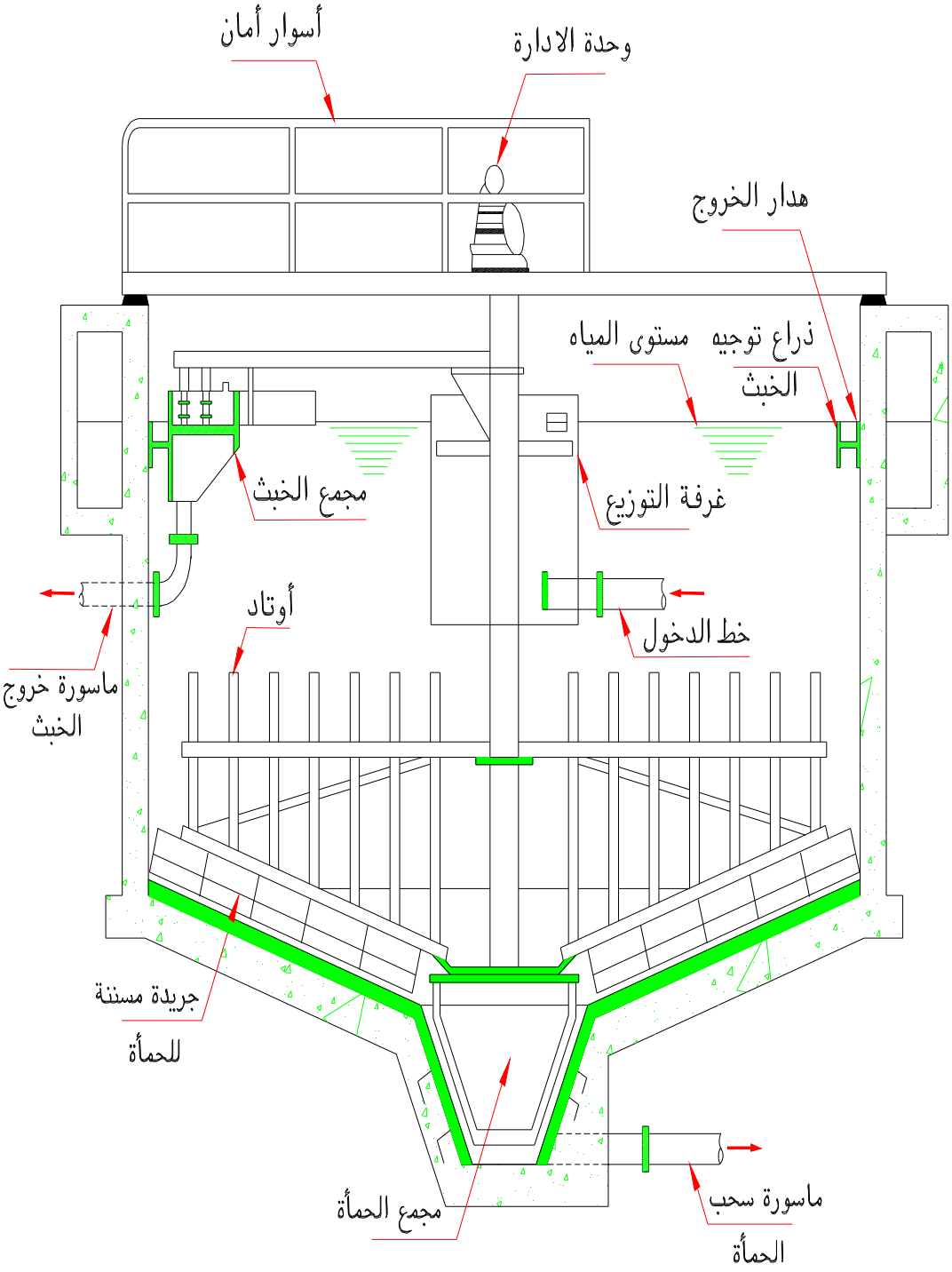
أحواض تجفيف الحمـــــأة

طبقاً لما جاء بالكود المصرى فإن حوض تجفيف الحمأة يحتوى على شبكـــة مواسير تصريف مخرمة غير ملحومة الوصلات، ويوضع فوقها طبقة من الزلط إرتفاعها من ٣٠ إلى ٤٠ سم ويبلغ متوسط الأقطار من ٣ إلى ٦ مم، يوجد فوق الزلط طبقة من الرمل الخشن إرتفاعها من ١٥إلى٣٠ سم ، ومتوسط أقطار حبيبات الرمل من ٠,٥ إلى ٠,٧٥ مم. وتوضع الحمأة فوق الرمل حيث يتم ترشيح المياه وتصريفها ثم تجفف بفعل الهواء والشمس. والغرض من استعمال أحواض التجفيف هو التخلص من كمية المياه فى الحمأة بواسطة الترشيح والتبخر وعندما تجف الحمأة تجمع تمهيداً للتخلص منها نهائياً.

ويفضل استعمال أحواض التخفيف فى المناطق التى تتوفر فيها مساحات الأرض بتكاليف قليله وعندما يكون الجو حاراً وجافاً أو قليل الأمطار. وتعتبر مصـــر مـــن المناطق الملائمة لاستعمال أحواض التجفيف كمرحلة للتخلص من الحمأة.

وتعتبر هذه الطريقة أقل تكلفة من طرق كثيرة أخرى مثل التجفيف بالضغط أو التفريغ أو بالقوة الطاردة المركزية. وكل ذلك يعتمد على ماكينات غالية الثمن وتحتاج لصيانة مكلفه. وبالرغم من ذلك فالحاجة ملحة لاستعمالها فى البلاد الباردة والتى تستمر فيها الأمطار معظم شهور السنة، بالإضافة إلى ارتفاع ثمن الأراضى.

ويعرض الشكل رقم (٣-١) قطاعاً فى حوض تركيز الحمأة.



شـــكل رقم (٣ - ١)

حـــوض تركيز الحمأة

العوامـــل التي تؤثر على كفاءة أحواض التجفيف

١ - نوع الحمأة:

بعض جزيئات الحمأة تكـــون متمـــاسكة بما تحتويه من ماء. وفى مثل هذه الحالة تقل سرعة الترشـــيح ويعتمد التجفيف على البخر بعكس جزيئات الحمأة المنفصلة عن الماء فتجف الحمأة فى فترة أقل.

٢ - حالة الجو:

تزداد كفاءة أحواض التجفيف فى الجو الحار وتقل كفاءة التجفيف فى الجو الممطر والبارد.

٣ - عمق طبقة الحمأة فى حوض التجفيف:

فكلما ازداد عمق طبقة الحمأة تقل درجة جفافها لعدم تعرض جميع الجزيئات للشمس والهواء ولزيادة كفاءة أحواض التجفيف. فى هذه الحالة يجب تقليب الحمأة يدوياً أو ميكانيكياً لسرعة تجفيفها.

٤ - طرق جمع الحمأة:

تعتمد كفاءة أحواض التجفيف على طريقة جمع الحمأة فمن الممكن استعمال طرق جمع ميكانيكية لزيادة كفاءة تشغيل أحواض التجفيف.

استخدام الحمأة المجففة كسماد

بعـــد إزالة الحمأة المجففة من أحواض التجفيف الرملية تخزن الحمـــأة على شكل أكوام مربعة مستوية السطح بإرتفاع حوالى متر ثم تغطى بطبقة من الرمل بسمك حوالى ٥ سم لمنع احتمال توالد الذباب على سطحها.

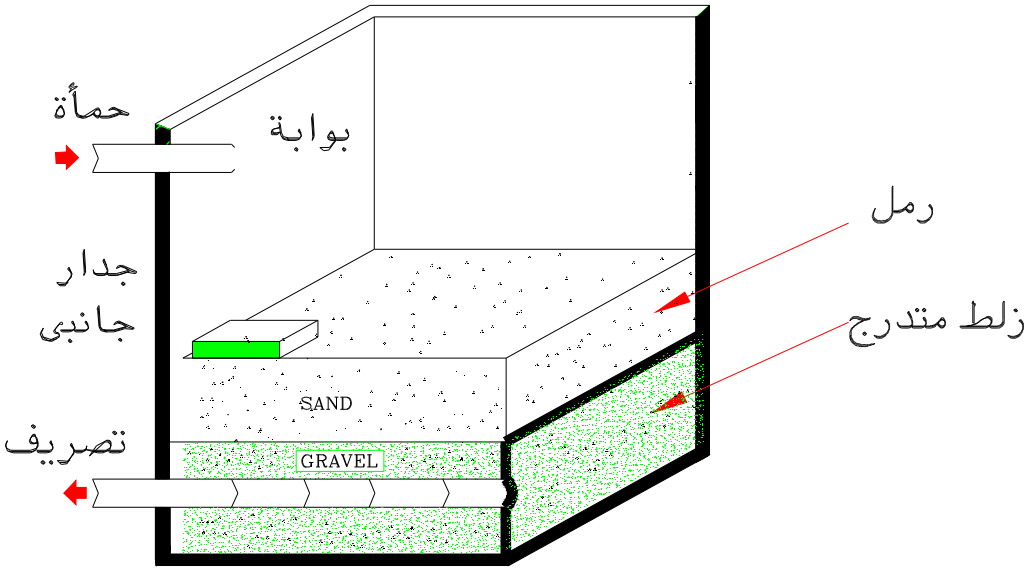
وتترك هذه الأكوام لمدة تتراوح بين ٢٠-٤٠ يوم تتعرض أثنائها للتخمير الجزئى الذى يرفع درجة حرارتها إلى حوالى ٧٠-٩٠ درجة مئوية وذلك بفعل البكتريا والرطوبة الباقية فى الرواسب.

وتساعد هذه الحرارة على قتل ديدان الذباب قبل اكتمال نموها كما تساعد على الحد من بويضات الديدان الطفيلية.

ويشمل الفحص الظاهرى لأحواض التجفيف العوامل التالية:

* عدم وجود روائح نفاذة
* التصريف الجيد والمستمر لمياه التصافى
* زمن التجفيف
* الهضم الجيد للسماد الجاف ويظهر ذلك بتشققات طبقة السماد الجاف.

ويوضح الشكل رقم (٣-٢) قطاع فى حوض تجفيف رملى.



شكل رقم (٣-٢)

حوض تجفيف رملى

عناصر التحكم في التشغيل

الفصل الرابع

عناصر التحكم فى التشغيل

مقدمـــــة

تشمل عناصر التحكم فى التشغيل الآتى:

أ - التحكم فى معدلات التهوية للحصول على نسبة الأكسجين الذائب المطلوبة.
ب - التحكم فى معدلات سحب الحمأة المنشطة الزائدة خارج النظام.
جـــ - التحكم فى معدلات تدوير الحمأة المنشطة من أحواض الترسيب النهائية إلى أحواض التهوية.

دواعى التحكم فى التشغيل

إن التغيرات التى تطرأ على طبيعة (نوع - كم) مياه الصرف الصحى الخام من حين لآخر وبصفة خاصة كمية الأحمال العضوية وتغير درجات الحرارة خلال السنه من فصل إلى آخر تستلزم بالضرورة عمل التغييرات المطلوبة فى عناصر التحكم فى التشغيل حتى تتوافق مع التغيير الناتج فى طبيعة مياه الصرف. ويمكن القول أنه إذا كانت وحدات المعالجة مصممة بطريقة صحيحة وتستقبل مياه صرف خام لا تحتوى على مواد سامة للأحياء المجهرية، وإذا تم صيانة المعدات الميكانيكية والكهربية المستخدمة فى هذه الوحدات كما يجب؛ فإنه يسهل تماماً الحصول منها على فائض نهائى مطابق للمواصفات القياسية ويحتوى على أقل نسب من عناصر التلوث.

كيفية التحكم فى التشغيـــل

أ - التحكـــم فـــــى معدلات التهوية

يتم التحكم فى معدلات التهوية بغرض الحصول على نسبة الأكسجين الذائب المطلوبة. إن وسيلة التعرف على صحة أو نقص معدلات التهوية فى أحواض التهوية هى عمل منحنى لنسبة الأكسجين الذائب من خلال القياس عند عدة نقاط فى أحواض التهوية، وبالتالى يتم تشغيل محركات التهوية بالمعدلات المطلوبة وعلى السرعات المناسبة التى تحقق نسبة الأكسجين الذائب فى الحدود المسموح بها. وحيث أن منطقة الدخول على أحواض التهوية تحتاج إلى نسبة اكسجين ذائب عالية نظراً لوجود أعلى نسبة BOD_5 والتى ترد مع فائض أحواض الترسيب الابتدائية. أما فى منطقة الخروج من أحواض التهوية فتكون الحمأة قد تم تهويتها فى بداية ومنتصف الأحواض والعمليات البيولوجية قد تمت وبالتالى يكون الإحتياج للأكسجين الذائب أقل ما يمكن نظرا لوجود أقل نسبة BOD_5. ومعنى هذا أن كمية التهوية المطلوبة عند الدخول تكون أعلى ما يمكن وعند الخروج أقل ما يمكن.

العوامل التى تؤثر على مدى الاحتياج للأكسجين الذائب:

١ - العلاقة الطردية بين نسبة الـــــ BOD_5 فى المياه الداخلة على أحواض التهوية ونسبة الأكسجين الذائب المطلوب فى أحواض التهوية، حيث أنه كلما زادت قيمة الـــــ BOD_5 فى المياه الداخلة إلى أحواض التهوية فإن كمية الأكسجين الذائب فى أحواض التهوية يجب أن تزيد أيضا، ومن الخطأ تفسير الانخفاض فى نسبة الأكسجين الذائب فى أحواض التهوية بأن هناك مواد سامة قد وردت إلى أحواض التهوية ولكن العكس صحيح فإن المواد السامة التى تؤثر على نشاط وفعالية الأحياء المجهرية لا تجعلها تقوم بوظيفتها وبالتالى لا تستهلك الأكسجين الذائب المتاح فتزيد نسبته فى أحواض التهوية.

٢ - العلاقة الطردية بين نسبة الأحياء المجهرية فى أحواض التهوية (MLVSS) ونسبة الأكسجين الذائب المطلوبة فى أحواض التهوية فكلما زادت نسبة الأحياء المجهرية زادت معدلات التهوية المطلوبة للحفاظ على قيمة ثابتة للأكسجين الذائب فى الأحواض.

ب - التحكم فى معدلات سحب الحمأة المنشطة والزائدة

فى البداية يجب معرفة لماذا يتم ضخ الحمأة المنشطة الزائدة خارج نظام المعالجة الثانوية.

من الناحية العملية اذا كان هناك كمية من المواد الصلبة تدخل إلى عمليات المعالجة وتخرج منها بنسبة ضئيلة جداً فإن المواد الصلبة التى فقدت تبقى داخل النظام فى الحمأة المنشطة، وان كان هناك نسبة لا تتعدى ٥-١٠% من المواد الصلبة تفقد تماما نتيجة للعمليات البيولوجية التى تقوم بها الأحياء المجهرية فإن ما تبقى من مواد صلبة يبقى فى النظام. ومن الطبيعى أن يتم سحب الكمية الزائدة التى أضيفت إلى الرصيد يومياً.

أما من الناحية الفنية فإن الأحياء المجهرية تقوم بعملية المعالجة من خلال عملتين هما (الامتزاز - الامتصاص) وبالنسبة للمواد العضوية العالقة فإن الامتزاز يأتى أولاً حيث تتجمع المواد العضوية العالقة حول الأحياء مكونة الندف (Floc) ثم تقوم البكتريا بافراز انزيمات لتحلل هذه المواد العضوية وتفتيتها ثم امتصاصها بعد ذلك.

أما المواد العضوية الذائبة فى المياه فإنها بالطبع تُمتص مباشرة دون امتزاز والمواد العضوية التى تمتص تمثل غذاء البكتريا. وشأن كافة الأحياء فحينما تكون البيئة مناسبة للتكاثر فإن البكتريا تتكاثر ولك أن تتخيل الكم الناتج عن التكاثر اذا علمت أن الاعداد تتضاعف كل ٢٠ دقيقة فى المتوسط. ومن هنا تأتى الاجابة على السؤال أين تذهب المواد العضوية المتبقية فى النظام. فهى تستخدم كغذاء للبكتريا ثم تتحول إلى مزيد من البكتريا.

ومن ناحية الحياة الخاصة بالأحياء المجهرية فإن كمية الغذاء الواردة يجب أن تكفى لتلك الأعداد. ومن المفروض أن تتناسب تلك الأعداد مع الغذاء الوارد بطريقة تجعل الأحياء المجهرية فيما بينها غير مكدرة لتقوم بوظيفتها على الوجه الأكمل، حيث أن ذلك ينعكس على شكل التجمعات المتكونة والتى تؤدى إلى سهولة ترسيبها أو صعوبتها. وبالتالى يجب التخلص من هذه الاعداد الزائدة لتهيئة مناخ ملائم للأحياء المجهرية والحصول منها على أفضل تجمعات سهلة الترسيب. وهناك طرق عديدة يمكن من خلالها الوصول إلى معدلات سحب الحمأة المنشطة الزائدة الصحيحة وهى:

١ - تثبيت كمية الحمأة المنشطة فى النظام.

٢ - تثبيت نسبة $\frac{\text{الغذاء}}{\text{الكائنات}}$ (F/M)

٣ - تثبيت قيمة متوسط زمن بقاء الخلايا (الأحياء المجهرية) فى النظام (MCRT).

١ - تثبيت كمية الحمأة المنشطة فى النظام:

يتم تثبيت كمية الحمأة المنشطة فى النظام باحتساب حاصل ضرب تركيز الحمأة (MLSS) معبراً عنه بالجرام/لتر وهى نفس القيمة بالكجم/متر^{٣} × حجم أحواض التهوية المستخدمة. فإذا كان حجم الأحواض ثابت فى خلال مدة زمنية محددة فإن المتغير هو تركيز الحمأة (MLSS) والمتغير الناتج هو كميتها. وتستخدم هذه الطريقة الأكثر شيوعا نظراً لسهولة الحساب واحتياجها لأقل عدد من التجارب المعملية، فطالما أن المتغير فى مواصفات المياه الداخله محدود (كم - نوع) يمكن أن يكون التغير فى معدلات سحب الحمأة المنشطة الزائدة محدوداً كذلك.

ولو أن المشغل وجد أن رصيد الحمأة عند تركيز معين يعطى كفاءة عالية فى التشغيل فليس المطلوب أكثر من الحفاظ على هذا الرصيد ويسمى الرصيد المستهدف.

وليس معنى ذلك أن الرصيد المستهدف يظل كما هو طالما أن التغير فى المياه الداخله محدود ولكن يجب أن يؤخذ فى الاعتبار مشاكل الصيانة والأعطال التى قد تعوق ذلك، كما أن التغير فى درة حرارة المياه والحمأة المنشطة من فصل إلى آخر يؤثر بدرجة كبيرة على كفاءة ونشاط الأحياء المجهرية فى النظام. وبالتالى فإن القليل منها يكفى لتأدية نفس المهام بنفس الكفاءة المطلوبة.

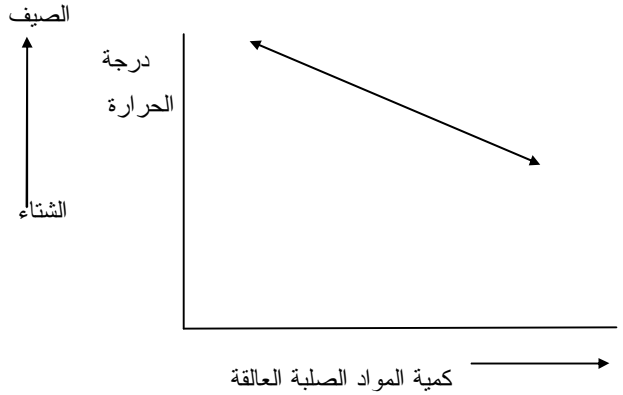
وعلى ذلك يجب خفض الرصيد فى فصل الصيف عن الشتاء.

يوضح الشكل رقم (٤-١) العلاقة بين نسبة المواد الصلبة العالقة بالسائل المخلوط ودرجة الحرارة.

كما يوضح الشكل رقم (٤-٢) تدرج الأنواع المختلفة من البكتريا مع الزمن المعالجة بالحمأة المنشطة.

٢- نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F/M):

وهى إحدى طرق التحكم فى تشغيل محطات المعالجة " نظام الحمأة المنشطة". ويوضح الشكل رقم (٤-٣) منحنى العلاقة بين الغذاء (FOOD) والكائنات الحية(Microorganism).



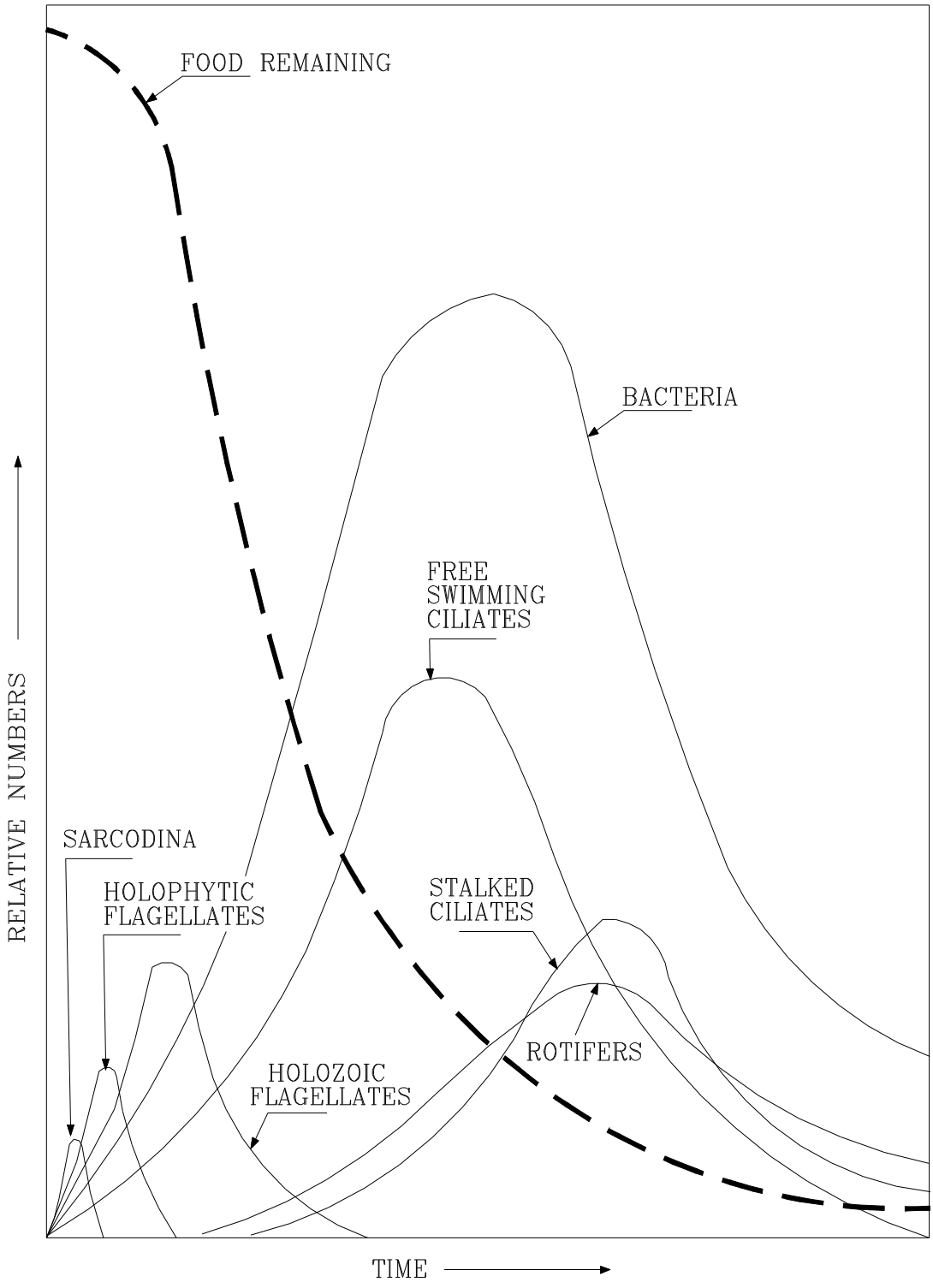
شكل رقم (٤-١)

العلاقة بين نسبة المواد الصلبة العالقة بالسائل المخلوط ودرجة الحرارة

العلاقة بين الغذاء والكائنات الحية:

عند بداية تشغيل محطات المعالجة تكون الكائنات الحية صغيرة وضعيفة وغير نشطة بينما تكون الأحمال العضوية الواردة إلى أحواض التهوية ثابتة. وتسمى هذه المرحلة مرحلة النمو أو (Dispersed growth) وتكون ذات معدلات سريعة.

تلى هذه المرحلة تكافؤ العلاقة بين الأحمال العضوية والكائنات الحية التى اكتمل نموها وأصبحت شرهة ونشيطة وقادرة على هضم الأحمال العضوية الواردة تباعاً لأحواض التهوية. وهذه المرحلة هى المرحلة المثالية التى يجب الوصول اليها وتسمى مرحلة النمو المنتظم أو مرحلة الاستقرار. ويكون عمر الحمأة حينئذ حوالى ٦-١٠ أيام، وعادة مايتم تصميم محطات المعالجة نظام الحمأة المنشطة التقليدية عند هذه المرحلة وتصل العلاقة بين الأحمال العضوية والكائنات الحية إلى (٠,٢-٠,٥).



شكل رقم (٤-٢)

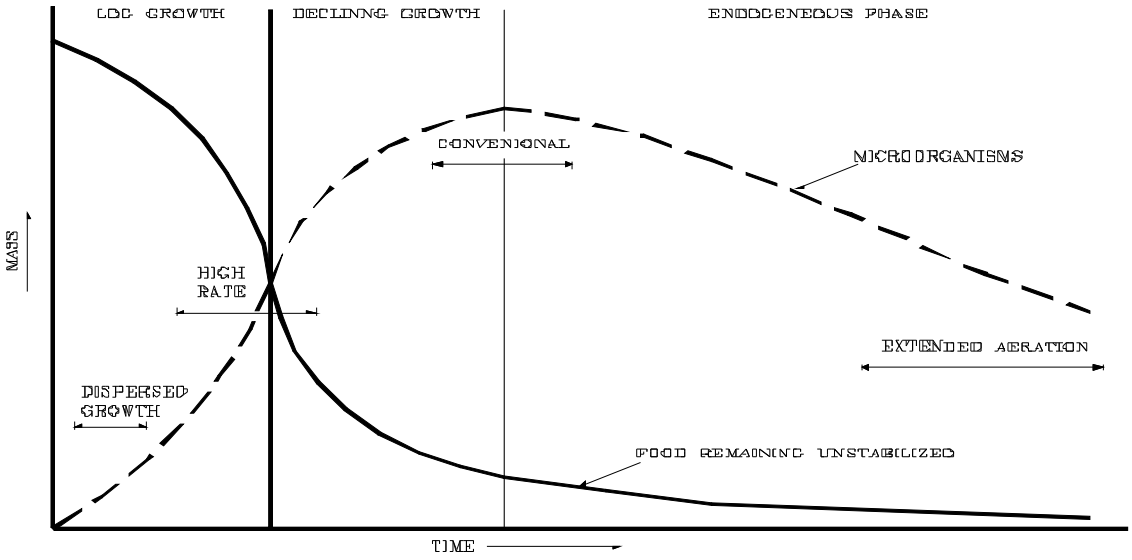
تدرج الأنواع المختلفة من البكتريا مع الزمن فى محطات معالجة الحمأة المنشطة

والمرحلة الثالثة من عمر البكتريا هى مرحلة الشيخوخة ويحدث فيها تناقص النمو وما يعرف بمرحلة حب البقاء. وعندئذ يجب ابعاد هذه الكائنات الحية الضعيفة قبل موتها لتصبح عبئاً على عملية المعالجة وتتعرض للتحلل ثم الطفو.

وعند استخدام هذه العلاقة يراعى تثبيت نسبة F/M عند حوالى (٠,٥) طبقاً للعلاقة التالية:

$$\frac{\text{نسبة الغذاء}}{\text{البكتريا}} = \frac{\text{الاكسجين الحيوى الممتص x التصرفات اليومية}}{\text{حجم احواض التهوية x تركيز الخليط السائل}}$$

وذلك بهدف الحصول على كفاءة معالجة مستقرة وجيدة.



شكل رقم (٤-٣)

منحنى نمو الكائنات الحية مع الأحمال العضوية

٣ - تثبيت قيمة متوسط زمن بقاء الخلايا (الأحياء المجهرية) فى النظام MCRT:

وهذا الأسلوب شائع الاستخدام كذلك لتحديد كمية الحمأة المنشطة الزائدة وذلك بسبب سهولة التطبيق والاحتياج إلى تجارب معملية بسيطة. وهو يتفق إلى حد كبير مع أسلوب تثبيت الرصيد فى كثير من الخطوات.

وحيث أن زمن بقاء الخلايا (الأحياء المجهرية) فى النظام هو عمرها الفعلى مقدراً بالأيام فيمكن استنتاج وسيلة احتساب عمر الحمأة عن طريق معدل التخلص من جزء منها فى خلال مدة زمنية محددة.

$$\text{عمر الحمأة بالأيام} = \frac{\text{رصيد الحمأة المنشطة}}{\text{اجمالى الحمأة المفقودة فى اليوم}}$$

وحيث أن ما يفقد من مواد صلبة عالقة فى فائض أحواض الترسيب النهائية هو جزءً لا يتجزأ من اجمالى الحمأة المفقودة فى اليوم، فلابد من اضافتها إلى ما تم التخلص منه حسب الرغبة لحساب اجمالى الكمية. وعلى ذلك يكون:

عمر الحمأة بالأيام = رصيد الحمأة المنشطة (كجم)

ما يتم التخلص منه كحمأة زائدة كجم/يوم + المفقود كمواد صلبة عالقة فى الفائض النهائى كجم/يوم

$$= \frac{\text{كجم}}{\text{كجم/يوم}} = \text{عدد الأيام التى تمثل زمن بقاء الخلايا فى النظام}$$

جـ - التحكم فى معدلات تدوير الحمأة المنشطة

قبل أن نخوض فى تفاصيل كيفية التحكم فى معدلات تدوير الحمأة المنشطة لا بد أن نتعرض إلى سبب التدوير.

أولا: يجب ازالة المواد الصلبة التى ترسبت فى أحواض الترسيب النهائية حتى لا تتراكم فى الأحواض ثم تفيض مع مياه السيب النهائى الخارجة من الأحواض وتجعل مواصفاتها مخالفة لقوانين البيئة.

ثانيا: اذا كان السبب الأول وحده هو المانع فهل معنى ذلك أنه يمكن التخلص من هذه المواد المترسبة نهائيا دون تدوير؟ بالطبع لا.

فالسبب الثانى للتدوير لا يقل أهمية عن السبب الأول حيث أن الأحياء المجهرية المكونة للمواد المترسبة مازالت تعيش وفى كامل حيويتها وكل ما هنالك أنها تستكمل فترة هضم ما تغذت عليه من مواد عضوية فى أحواض التهوية. ورغم أن مياه الصرف الواردة إلى أحواض التهوية تحتوى على بكتريا وبعض من الأحياء المجهرية إلا أنها لا يمكن أن تكفى لالتهام كل ما يرد من غذاء فى المياه. ومن هنا تأتى ضرورة الاستعانة بالأحياء المجهرية التى تقبع فى قاع أحواض الترسيب النهائية للتغذى على كل ما يرد من مواد عضوية إلى أحواض التهوية. ومن الطبيعى أن تكون الأحياء المجهرية التى قامت بهضم ما التهمته فى حالة شرهه إلى الغذاء فهى تجهز على الجزء الأعظم من المواد العضوية الواردة.

وهذان السببان يتحكمان فى معدلات تدوير الحمأة، فاذا ارتفع منسوب السطح الفاصل بين الحمأة المترسبة فى أحواض الترسيب النهائية والماء الرائق المفصول فإن هذا يعنى زيادة فى حجم المواد الصلبة التى ترسبت فى الحوض مما يستوجب زيادة فى معدل التدوير.

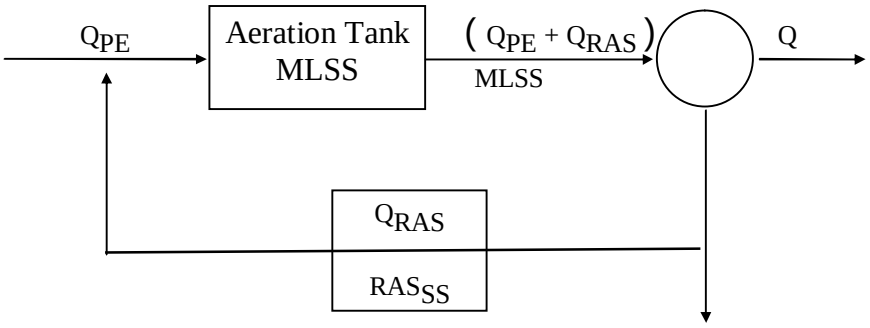
واذا كانت كمية المواد العضوية الواردة لأحواض التهوية كبيرة استوجب ذلك أيضا زيادة فى معدل التدوير ومن الناحية النظرية فإن معدل التحميل ممثلا

فى كمية المواد العضوية يزيد كلما وردت مياه أكثر (معدل السريان اليومى أكثر). وبالتالى فإن معدل التدوير يجب أن يتناسب طرديا مع معدل التحميل. ويتضح من ذلك أنه يمكن تدوير معدلات من الحمأة المنشطة طبقا للتغير فى الحجم الذى تشغله الحمأة فى أحواض الترسيب النهائية ممثلاُ فى عمق السطح الفاصل بين الماء والحمأة المترسبة، أو تدوير معدلات الحمأة المنشطة طبقا للأحمال الواردة وبالتالى يلزم عمل اتزان فى كتلة المواد الصلبة.

ويمكن حساب معدل تدوير الحمأة المنشطة بإحدى الطرق الأتية:

١ - استخدام اتزان الكتلة لحساب معدل تدوير الحمأة المنشطة:

إذا إفترضنا أن السطح الفاصل بين الماء والحمأة المترسبة فى أحواض الترسيب النهائية ثابت وأن كمية المواد الصلبة التى تخرج مع الفائض النهائى بسيطة جدا ويمكن أن تهمل، فإنه يمكن عمل اتزان فى كتلة المواد الصلبة الداخلة لأحواض الترسيب النهائية والمواد الصلبة التى تخرج منها. وفى حالة ثبات كافة العناصر يمكن اعتبار أن المواد الصلبة التى تدخل إلى أحواض التهوية أو أحواض الترسيب النهائية مساوية للمواد الصلبة العالقة التى تخرج منها. ولتحقيق هذا الاتزان فى الكتلة(بإفتراض أن كل المواد الصلبة التى تدخل إلى أحواض الترسيب النهائية يتم تدويرها مرة أخرى عن طريق الحمأة المنشطة المدارة وأن كمية المواد الصلبة العالقة التى تخرج مع الفائض النهائى مهملة) يمكن الاسترشاد بالشكل رقم (٤-٤) لتحقيق معادلة اتزان الكتلة.



شكل رقم (٤ - ٤)

تحقيق معادلة اتزان الكتلة

الداخل على أحواض الترسيب النهائية = الخارج من أحواض الترسيب النهائية.

$$Q_{RAS} \times RAS_{SS} = (Q_{PE} + Q_{RAS})\ MLSS$$
$$= Q_{PE} \times MLSS + Q_{RAS} \times MLSS$$
$$Q_{RAS} \times RAS_{SS} - QRAS \times MLSS = Q_{PE} \times MLSS$$
$$Q_{RAS}\ (RAS_{SS} - MLSS) = Q_{PE} \times MLSS$$

$$Q_{RAS} = \frac{Q_{PE} \times MLSS}{RAS_{SS} - MLSS}$$

حيث: Q_{PE} = معدل تدفق فائض أحواض الترسيب الابتدائية

Q_{RAS} = معدل تدوير الحمأة المنشطة فى الوقت الحالى

RAS_{SS} = المواد الصلبة العالقة فى الحمأة المنشطة المدارة

MLSS = المواد الصلبة العالقة فى السائل المخلوط

٢ - استخدام حجم الحمأة المترسبة لحساب معدل التدوير:

من خلال قياس حجم الحمأة المترسبة بعد نصف ساعة فى مخبار زجاجى سعة ١٠٠٠ مللى لتر فإنه يمكن استنتاج الحجم الذى تشغله الحمأة المترسبة فى أحواض الترسيب النهائية، وبالتالى يسهل حساب معدل تدوير الحمأة المترسبة المطلوب. فإذا كان حجم الحمأة المترسبة

فى المخبار يمثل قيمة الـــ SV فمعنى ذلك أن النسبة المئوية للمطلوب تدويره هى:

$$\frac{Q_{RAS}}{Q_{PE}} = \frac{SV}{00 - SV} \times 100$$

حيث SV = حجم الحمأة المنشطة فى السائل المخلوط والمترسبة بعد نصف ساعة = حجم المخبار كله.

ويوضح الشكل رقم (٤-٥) طريقة إعادة الحمأة المنشطة إلى أحواض التهوية.

أسس التحكم فى المعالجـــــات البيولوجيـــة باستخدام نتائج التحـــاليل الكيميائية

للتحكم فى كفاءة العملية البيولوجية فى نظـــام المعالجـــة بالحمـــأة المنشطة الراجعة، يجب مراعاة الأسس الآتية:

١- كمية الأكسجين المذاب وكفاءة عملية تقليب السائل المخلوط.

٢- نسبة المواد العضوية (F) إلى كمية الكائنات الحية (M) .

٣- عمر الحمأة.

٤- معدل الترسيب.

وسنتعرض الآن بشئ من التفصيل إلى هذه الأسس.

كميـــة الأكسجين المـــذاب وكفـــاءة عملية تقلـــيب السائل المخلوط

تعتمد عملية المعالجة بالحمأة المنشطة على البكتريا والكائنات الحية الهوائية التى يلزم لحياتها توفر الأكسجين المذاب. ولكى تضمن استمرار العمليـــة بكفـــاءة حاول الاحتفاظ بمقـــدار ٣ مليجرام/لتر أكسجين مذاب فى محتويات حوض التهوية، و حوالى ثلث مليجرام/لتر فى الحمأة المعادة من حوض الترسيب الثانوى إلى أحواض التهوية. وللاعتماد على نتيجة الأكسجين ومقارنتها بالقراءات السابقة يجب قياسها من نفس المكان فى حوض التهوية.

شكل رقم (٤ - ٥)

طريقة إعادة الحمأة النشطة إلى أحواض التهوية

هذا بالإضافة إلى ضرورة مراعاة أن التهوية تعمل على التقليب الكامل لمحتويات أحواض التهوية، فانسداد ناشرات الهواء فى بعض الأماكن أو تعطُل المحركات الميكانيكية يقلل من عملية الخلط وبذلك تنخفض قدرة الحمأة المنشطة على استهلاك المواد العضوية والتجمع مع بعضها.

نسبة المـــــواد العضوية إلـــى كمية الكائنات الحية

تتغذى الكائنات الحية على المواد العضوية فإذا توفرت كمية المواد العضوية يزداد تكاثــر ونمو وحركـــة الكائنات الحية. وبالتالى تزداد الحاجـــــة إلى الأكسجين اللازم لحياتها. وبالعكس إذا انخفضت كمية المواد العضوية تموت كثير من الكائنات الحية.

ونظراً لأن معدل نمو البكتريا الحية يتوقف على كمية المواد العضوية المتوفرة، فلذلك يلزم الاحتفاظ بكمية من المواد العضوية متناسبة مع كمية الكائنات الحية اللازمة لاستهلاكها. ويتم حساب هذه النسبة من المعادلة التالية.

$$\frac{\text{المواد العضوية (F)}}{\text{الكائنات الحية (M)}} = \frac{\text{وزن المواد العضوية بالكيلوجرام}}{\text{وزن الكائنات الحية بالكيلوجرام}}$$

ونظراً لأن هذه النسبة هى التى تتحكم فى معدل النمو المطلوب فلذلك يجب حفظها فى الحدود التى تضمن كفاءة التشغيل وهى حوالى٠,٣ إلى ٠,٦، وذلك فى المحطات التى تعمل بطريقة الحمأة المنشطة الراجعة التقليدية وليس بطريقة الحمأة المنشطة الراجعة ذات التهوية الممتدة حيث تكون الحدود فيها ٠,٠٥ إلى ٠,١

ولذلك يجب على العاملين مراعاة الانتظام فى حساب هذه النسبة. وإذا كانت هذه النسبة عالية، فهذا يدل على أن كمية التغذية متوفرة وبالتالى يرتفع استهلاك الأكسجين المذاب، وتكون هذه النسبة فى انخفاض لأن ذلك يدل على نقص فى كمية المواد العضوية. ثم يبدأ الجوع الذى يقتل كمية من الكائنات

الحية وينخفض معدل استهلاك الأكسجين وتقل حركة ونشاط الكائنات الحية الموجودة.

عمر الحمـــأة عندما تكون الكائنات الحية حديثة التكوين فهى بذلك تكون كالأطفال صغار السن تأكل جيداً وتتميز بخفة الوزن وكثرة الحركة، لذلك يصعب ترسيبها. بعكس ما إذا كانت الكائنات الحية باقية لمدة طويلة فى أحواض التهوية وتصبح فى حالة الكهولة فيقل استهلاكها للغذاء وتقل حركتها فلا تقدر على تكوين مجموعات وترسب بسرعة زائدة عن المطلوب.

والمطلوب لاستمرار كفاءة عملية المعالجة الاحتفاظ بأكبر عدد من الكائنات الحية فى طور الشباب (عمر من ٣ إلى ٥ أيام) فى حالة محطات الحمأة المنشطة الراجعة بالطريقة التقليدية. أما فى حالة استخدام طريقة التهوية الممتدة فيكون عمر الكائنات الحية من ٢٠ إلى ٣٠ يوم، حيث تتوافر فى هذا العمر جميع الشروط من حيث الاستهلاك الجيد للمواد العضوية كتغذية وزيادة فى الوزن والحركة البسيطة عند الترسيب، والتى تسمح باستخدامها كمرشح فى حوض الترسيب الثانوى. فعندما تكون سرعة الترسيب إلى القاع مناسبة ؛ لاهى بطيئة ولا سريعة؛ فيمكن لهذه المجموعات أن تلتقط معها ما يتبقى من المواد العالقة وهذا ما يجعل كفاءة المعالجة تصل إلى أكثر من ٩٠%.

ولحساب عمر الحمأة نستخدم المعادلة التالية:

$$\text{عمر الحمأة} = \frac{\text{وزن المواد العالقة فى حوض التهوية (كجم)}}{\text{وزن المواد العالقة الخارجة من المروقات الابتدائية (كجم/يوم)}}$$

$$= \frac{\text{حجم حوض التهوية} \times \text{تركيز المواد العالقة فى حوض التهوية}}{\text{التصرف} \times \text{تركيز المواد العالقة الخارجة من المروقات الابتدائية}}$$

معـــدل الترسيب

إذا أخذنا عينة من السائل المخلوط من أحواض التهوية ووضعناها فى مخبار مدرج إلى علامة اللتر، تبدأ الرواسب فى النزول إلى أسفل وبعد ٣٠ دقيقة من الزمن نلاحظ أن حجم ما ترسب فى قاع المخبار يختلف باختلاف العينات. فمنها مثلا ما يصل حجمه إلى ٥٠٠ مللى لتر وأخرى ٢٥٠ مللى لتر، وغيرها تصل إلى ١٠٠ مللى لتر مثلا، ويدل ذلك على أن معدل الترسيب فى مدة ٣٠ دقيقة يختلف باختلاف تكوين الحمأة.

ولشرح نتائج هذه التجربة نجد أن معدل الترسيب البطىء (٥٠٠ مللى لتر مثلاً) بعد ٣٠ دقيقة يدل على أن الحمأة أخف وزناً مما أعطى ترسيب ٣٥٠ مللى لتر، والتجربة التى أعطت ١٠٠ مللى لتر بعد ٣٠ دقيقة تعتبر أثقلهم فى الوزن. بمعنى أن الحمأة الخفيفة تدل على أنها حديثة التكوين (صغيرة السن) والثقيلة التى ترسب بسرعة تكون كبيرة السن. ولكى نتمكن من التحكم فى معدل الترسيب يجب أن نحسب معدل حجم الحمأة الذى يمكن حسابه من المعادلة التالية وتسمى (SVI):

$$\text{معدل حجم الحمأة (SVI)} = \frac{\text{حجم الحمأة المترسبة بعد ٣٠ دقيقة بالمللى لتر}}{\text{تركيز المواد العالقة فى نفس العينة (مجم/لتر)}}$$

وقد لوحظ أنه إذا كانت النتيجة بين ٨٠ - ١٢٠، فيكون معدل الترسيب جيد. وإذا زادت النتيجة عن ١٢٠ تكون الحمأة خفيفة (صغيرة السن). وإذا نقصت النتيجة عن ٨٠ تكون الحمأة ثقيلة (كبيرة السن). وعن طريق تطبيق هذا القانون يتم استبعاد أكثر للحمأة المنشطة أو عدم استبعادها حسب النتائج النهائية للمياه المعالجة.

الخلاصة:

من القوانين السابقة وتطبيقاتها العملية يمكن التحكم فى عمليات التشغيل فى محطات معالجة مياه الصرف الصحى التى تعمل بطريقة الحمأة المنشطة الراجعة ذات الطريقة التقليدية أو ذات التهوية الممتدة. وتشمل هذه القوانين

نتائج التجارب التى تتم فى المعمـــل مثـــــل(B.O.D) ، (MLSS)، (MLVSS) (SV30) وغيرها من التجارب التى تؤثر فى تحديد طريقة تشغيل المحطة.

معدل صـــــــرف الحمأة الزائدة

من المعروف أن أحواض الترسيب الثانوية قد تمتلىء تماماً بالحمأة فى حالة عدم صرف الحمأة الزائدة. فالحمأة هى المنتج النهائى لعمليات المعالجة ويجب سحبها باستمرار أثناء العملية. ومن الطبيعى أن تكون عملية صرف الحمأة الزائدة أداة تحكم أساسية فى عملية المعالجة.

وهناك ثلاثة طرق يمكن استخدامها لتحديد معدل صرف الحمأة الزائدة وهى:

١- الاحتفاظ بمستوى ثابت لتركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS).
٢- الاحتفاظ بمستوى ثابت لنسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة (F/M).
٣- الاحتفاظ بمستوى ثابت لمتوسط عمر الحمأة (SA).

الطريقة الأولى:

وهى أبسط الطرق وتعتمد على خبرة القائم على التشغيل فى تحديد التركيز الأمثل للمواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى محطته.

وفى حالة زيادة تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير عن القيمة المثلى فى أحواض التهوية يتم صرف المزيد من الحمأة الزائدة. أما فى حالة انخفاضها عن تلك القيمة فيتم خفض معدل صرف الحمأة الزائدة.

ومن مميزات هذه الطريقة سهولة خطواتها وبساطة الإجراءات المعملية التى تحتاج إليها، كما أن النتائج تكون جيدة فى حالة ثبات خصائص المياه الواردة للمحطة.

ولمزيد من الايضاح نتصور حدوث زيادة كبيرة فى تركيز الأكسجين الحيوى المستهلك (B.O.D) على مدار عدة أيام. فإذا كان التحكم عن طريق مراقبة تغير تركيز المواد الصلبة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج فقط، فقد يقوم مشغل المحطة بصرف المزيد من الحمأة بالرغم من زيادة الحمل العضوى والمعبر عنه بزيادة تركيز الأكسجين الحيوى المستهلك (B.O.D) وهذا بدوره يؤدى إلى زيادة نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة (F/M) عن القيمة التى يجب أن تكون عليها، مما يؤدى إلى تخفيض كفاءة المعالجة.

الطريقة الثانية:

وهى الاحتفاظ بنسبة ثابتة من الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة (F/M) وذلك بزيادة أو خفض تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطايير فى السائل الممزوج تبعاً لزيادة أو نقص تركيز الأكسجين الكيميائى المستهلك (C.O.D) وليس الأكسجين الحيوى المستهلك (B.O.D).

واعتماداً على خبرة القائم على التشغيل يتم تحديد النسبة المثلى التى تؤدى إلى الحصول على أفضل نتائج للمحطة. ثم يعقب ذلك الاحتفاظ بهذه النسبة الثابتة مع معرفة خصائص المياه الواردة إلى المحطة وخاصة الأكسجين الكيميائى المستهلك.

وكمثال لما سبق عندما نعلم أن غداً هو اليوم الذى تصل فيه مياه الصرف الصحى وبها أعلى مستوى للأكسجين الكيميائى المستهلك (C.O.D) ، فهذا يمكننا من اتخاذ القرار التالى:

يتم خفض معدل صرف الحمأة الزائدة ليلاً للاحتفاظ بمستوى ثابت لنسبة الغذاء للكائنات الدقيقة على مدار اليوم التالى (يوم الحمل المرتفع).

الطريقة الثالثة:

يتم تحديد معدل صرف الحمأة الزائدة مع الاحتفاظ بقيمة ثابتة لمتوسط عمر الحمأة. وهناك بعض المعلومات الهامة لحساب معدل صرف الحمأة الزائدة على أساس الاحتفاظ بمتوسط عمر الحمأة ثابتاً وهى:

- حجم حوض التهوية (V)
- تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS)
- متوسط عمر الحمأة (SA)
- تركيز المواد الصلبة العالقة فى الحمأة الزائدة (MLVSS in WAS)
- معدل تصرف المحطة (Q)

ويمكن كتابة المعادلة المستخدمة كما يلى:

معدل صرف الحمأة الزائدة =

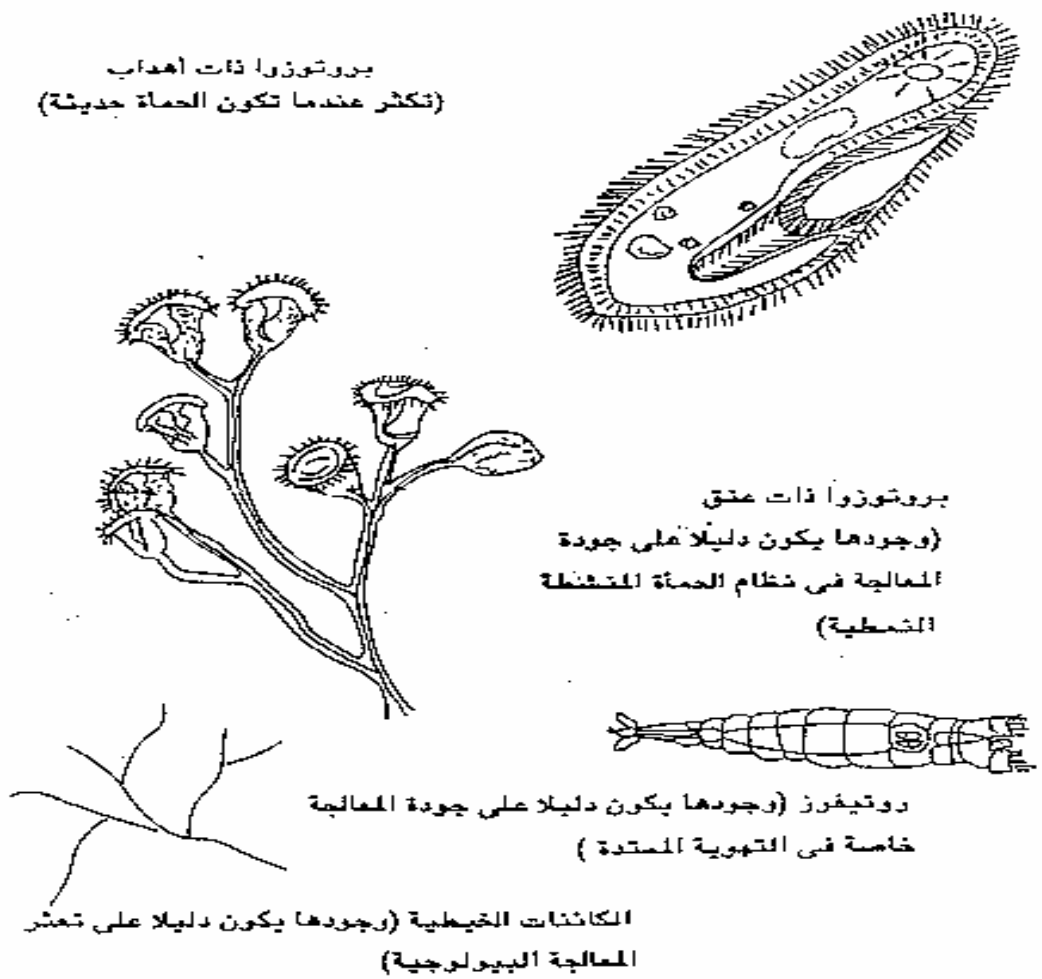
$$\frac{\text{حجم حوض التهوية} \times \text{تركيز المواد الصلبة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج}}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة فى الحمأة الزائدة} \times \text{متوسط عمر الحمأة}}$$

أو

$$\frac{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى المياه الخارجة} \times \text{معدل تصرف المحطة}}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة الزائدة}}$$

$$\text{معدل صرف الحمأة} = \frac{MLVSS \times V}{SA \times MLVSS \text{ in } WAS} \qquad \frac{Q \times MLVSS}{MLVSS \text{ in } WAS}$$

ويعرض الشكل رقم (٤-٦) بعض الكائنات الحية الدقيقة التى تظهر فى الفحص المجهرى.



شكل رقم (٤ - ٦)

الفحص المجهرى للكائنات الحية الدقيقة

وكل من تلك الكائنات ينتعش وينمو ويتكاثر فى ظروف معينة. ويمكن عن طريق الفحص المجهرى معرفة الظروف السائدة فى وسط الحمأة المنشطة.

وتُعد البكتريا أهم تلك الكائنات وترجع أهميتها لكونها تقوم بالدور الأساسى فى أكسدة المواد العضوية فى مياه الصرف الصحى.

وهناك أنواع عديدة من البكتريا يمكن تواجدها فى مياه الصرف الصحـــى، وتبعاً لنوع وكمية المواد العضوية المتاحة تختلف أنواع البكتريا الموجودة.

وتُشَكِّل البرتوزوا ذات الأهداب أحد الكائنات الحية الهامة فى الحمأة المنشطة، وهناك نوعان منها يمكن التمييز بينهما تحت الميكروسكوب هما:

* البرتوزوا الهدبية العائمة.
* البرتوزوا الهدبية ذات العنق.

ولا تتغذى البرتوزوا على المواد العضوية المتوفرة فى مياه الصرف الصحى ولكنها تتغذى على البكتريا وبالتالى تساهم فى التخلص من البكتريا العائمة وتساعد على ترويق المياه.

أما وجود الروتيفرز فى الحمأة المنشطة فإنه غير شائع فى العملية النمطية، لكن إذا وجدت فإن هذا يشير إلى إنخفاض نسبة الغذاء إلى الكائنات الدقيقة أو طول عمر الحمأة.

أما الكائنات الخيطية فتظهر تحت الميكروسكوب بشكل خصل الشعر أو حزم القش. وهى كائنات بطيئة الترسيب، وتواجدها بكثرة يعنى وجود ظروف غير ملائمة فى المعالجة البيولوجية وهذا يؤدى بالتالى إلى فشل عملية الترسيب وزيادة نسبة المواد الصلبة فى المياه الناتجة من حوض الترسيب الثانوى.
والكائنات الخيطية يمكن أن تكون أنواعاً من البكتريا أو الفطريات.
ويرتفع تركيز الكائنات الخيطية نتيجة للأسباب الآتية:

* إنخفاض الرقم الهيدروجينى.
* إنخفاض تركيز الأكسجين المذاب.
* إرتفاع تركيز المواد العضوية التى تصلح كغذاء للبكتريا.

مما سبق يمكن التعرف على أهم العناصر المكونة للحمأة والتى تلعب دوراً أساسياً فى عملية التحكم وضبط تشغيل المحطة.

ومن خلال الفحص الميكروسكوبى اليومى للحمأة يمكن اتخاذ قرارات صائبة بشأن مستوى المواد الصلبة فى الأحواض. فبملاحظة وجود أى تغيير فى أعداد البروتوزوا الهدبية العائمة أو ذات العنق أو التغيرات التى تطرأ على كمياتها فى الحمأة يمكن اتخاذ القرار المناسب. ومن المعروف أن انخفاض أعداد البروتوزوا الهدبية العائمة بالنسبة للبرتوزوا الهدبية ذات العنق يشير إلى انخفاض نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F/M)، أو زيادة متوسط عمر الحمأة. وعند التأكد من هذا الوضع اعتماداً على بعض الاختبارات الأخرى مثل اختبار معدل القابلية للترسيب وقياس F/M، ومتوسط عمر الحمأة فإن هذا يتطلب خفض تركيز المواد الصلبة العالقة.

وعلى عكس ذلك فعندما تزيد كميات البرتوزوا الهدبية العائمة فإن هذا يشير إلى إرتفاع نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) ، (وانخفاض متوسط عمر الحمأة) وبالتالى يحتاج الأمر إلى رفع مستوى المواد الصلبة العالقة.

وعلى وجه العموم، فإن البكتريا تقوم بتثبيت المواد العضوية، كما أن وجود البروتوزوا العائمة ذات الأعناق هو مؤشر جيد عن إستقرار عملية المعالجة.

السجلات والتقارير

الفصل الخامس

السجلات والتقارير

تقـــريـــر تشغيـــل محطة المعالجة

يعتمد تشغيل محطات الميـــــاه على قـــاعدة بيانات تتمثل فى تقارير التشغيل بهدف تحليلها واتخاذ الإجراءات اللازمة (تعليمات، توصيات، .... إلخ) للتغلب على مشاكل التشغيل.

ونستعرض فيما يلى مجموعة نماذج من التقارير اليومية والشهرية مع بعض المنحنيات التى توضح كفاءة المحطة شهرياً، كما تشمل بعض الحسابات الدورية التى يجب إجرائها مثل MCTRT - SVI - F/M، وكذا بعض التجارب المعملية الأساسية.

ويعرض النموذج رقم (٥-١) تقرير التشغيل اليومى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى.

كما تعرض الأشكال أرقام (٥-١)، (٥-٢)، (٥-٣)،(٥-٤) نماذج لمنحنيات تركيز المواد الصلبة العالقة (MLSS)، ومؤشر حجم الحمأة (SVI)، والشفافية (Clarity)، والتصرفات الواردة (Q) خلال أيام الشهر، والتى ترفق مع التقرير الشهرى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى الموضح بالنموذج رقـــم (٥-٢).

نموذج رقم (٥ - ١)
تقرير التشغيل اليومى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

التاريخ : . . . . . .
التصرفات الواردة : (. . . . .) م٣/يوم

أولا : ظروف التشغيل :

*** المصافى الميكانيكية والمكبس ووحدة التعبئة :**

١ - ساعات التشغيل اليومية : م١ (. . .) - م٢ (. . .) - م٣ (. . .)
طريقة التشغيل : (يدوى - تايمر - فرق المنسوب)

٢ - المكبس ووحدة التعبئة
ساعات التشغيل للمكبس : (. . . .) ساعات التشغيل لوحدة التعبئة (. . . .)
حجم مخلفات المصافى : (. . .) م٣

٣ - أحواض الراسب الرملى :
ساعات تشغيل الكبارى : كوبرى رقم (١)
كوبرى رقم (٢)
كوبرى رقم (٣)
ساعات تشغيل طلمبات الرمال : طلمبة رقم (١)
طلمبة رقم (٢)
طلمبة رقم (٣)
طلمبة رقم (٤)
طلمبة رقم (٥)
طلمبة رقم (٦)
كمية الرمال التى تم التخلص منها يوميا : ≃ (. . .) م٣
كمية الزيوت والشحومات والخبث الطافى اليومى : ≃ (. . .) م٣

٤ - أحواض الترسيب الابتدائى :
المواد المترسبة فى المخبار فى المياه الداخلة بعد ٣٠ دقيقة : (. . .) ملل
المواد المترسبة فى المخبار فى المياه الخارجة بعد ٣٠ دقيقة : (. . .) ملل

" تابع " نموذج رقم (٥ - ١)
تقرير التشغيل اليومى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

حالة سطح الحوض : خبث طاف (كثيف - متوسط - بسيط)
معدلات سحب الحمأة فى اليوم (. . .) مرة (. . .) دقيقة فى المرة عدد اللفات (. . .)
نظافة الهدارات وصندوق إلخبث الطافى ومجرى خروج المياه (. . .) ملل

٥ - أحواض التهوية

الفحص الظاهرى : - لون المياه (. . . . .) نظافة الجدران والهدارات
- متوسط تركيز الأكسجين : (. . . . .) ملجم / لتر
- ساعات تشغيل الهوايات وعددها فى كل حوض:

حوض رقم (١) : (. . .) - (. . .) الأمبير
حوض رقم (٢) : (. . .) - (. . .) الأمبير
حوض رقم (٣) : (. . .) - (. . .) الأمبير

٦ - ساعات تشغيل الطلمبات الحلزونية :

طلمبة رقم (١) الأمبير ( )
طلمبة رقم (٢) الأمبير ( )
طلمبة رقم (٣) الأمبير ( )

كمية الحمأة المعادة : (. . . .) م^{٣}
كمية الحمأة الزائدة : (. . . .) م^{٣}
نسبة الحمأة المعادة إلى التصرفات الواردة : (. . . .) %
نسبة الحمأة المبعدة إلى التصرفات الواردة : (. . . .) %

٧ - أحواض الترسيب النهائى :

- نظافة الهدارات والجدران : (. . . .)
- معدلات سحب الحمأة المنشطة : (. . . .) م^{٣}/س
- الشفافية فى الأحواض :

حوض رقم (١) :
حوض رقم (٢) :
حوض رقم (٤) :
حوض رقم (٥) :

" تابع " نموذج رقم (٥-١)
تقرير التشغيل اليومى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

الفحص الظاهرى للأحواض : كمية الندف الطافية والحمأة الطافية (. . .)
عمق طبقة الحمأة : (. . .) سم
تركيز الأكسجين فى المياه إلخارجة : (. . .) مجم/لتر

٨ - أحواض تركيز الحمأة :

هل يوجد حمأة طافية : (سميكة - متوسطة - بسيطة)
نظافة الهدارات والجدران الداخلية
كمية الحمأة إلخام الوارد للحوض : (....) م^3 / يوم
زمن البقاء : (....) ساعة
كمية الحمأة المركزة لأحواض التجفيف : (....) م^3 / يوم
تركيز الحمأة الداخلة إلى أحواض التجفيف : (....) مجم / لتر
كمية مياه التصافى من أحواض التركيز : (....) م^3 / يوم

٩ - أحواض التجفيف :

كمية الحمأة الجافة الناتجة : (....) م^3 / يوم
تركيز الحمأة الجافة الناتجة : (....) مجم / لتر
عدد الأحواض بإلخدمة : (....) حوض

١٠ - عنبر طلمبات الحمأة :

ساعات التشغيل :
طلمبات الحمأة الإبتدائى (. . .) ساعة (. . .) الأمبير
طلمبات الحمأة المركزة (. . .) ساعة (. . .) الأمبير
طلمبات مياه التصافى (. . .) ساعة (. . .) الأمبير

١١ - عنبر الكلور :

الكلور المضاف / يوم :
تركيز الكلور المتبقى مجم/لتر :
زمن البقاء فى أحواض التلامس :

" تابع " نموذج رقم (٥-١)
تقرير التشغيل اليومى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

ثانياً : أعمال الإصلاحات الرئيسية :

. . . . . .

. . . . . .

ثالثاً : تقرير التحاليل المعملية :
أنظر التقرير اليومى المرفق

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

رابعاً : تحليل النتائج والتوصيات:

. . . . . .

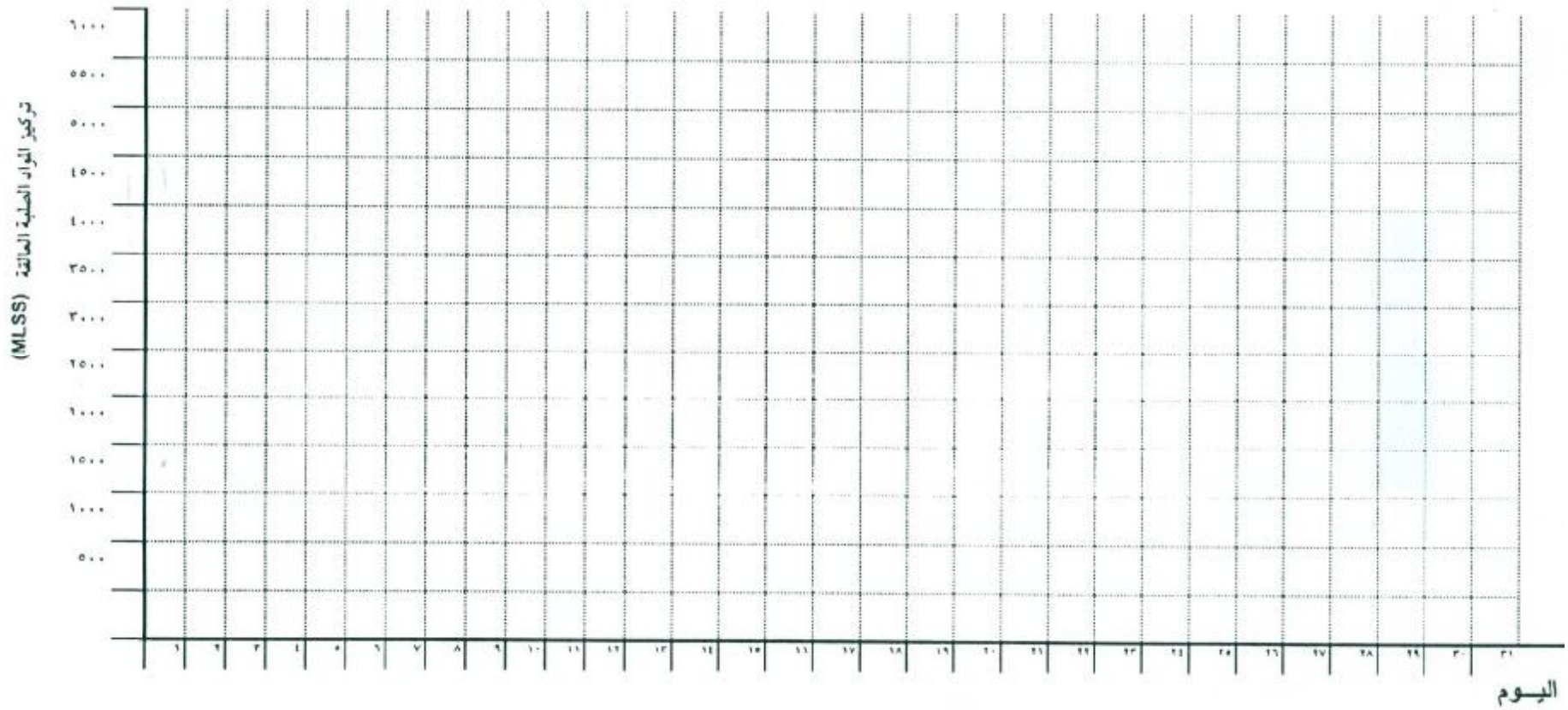
. . . . . .

. . . . . .

نموذج رقم (٦-٢)

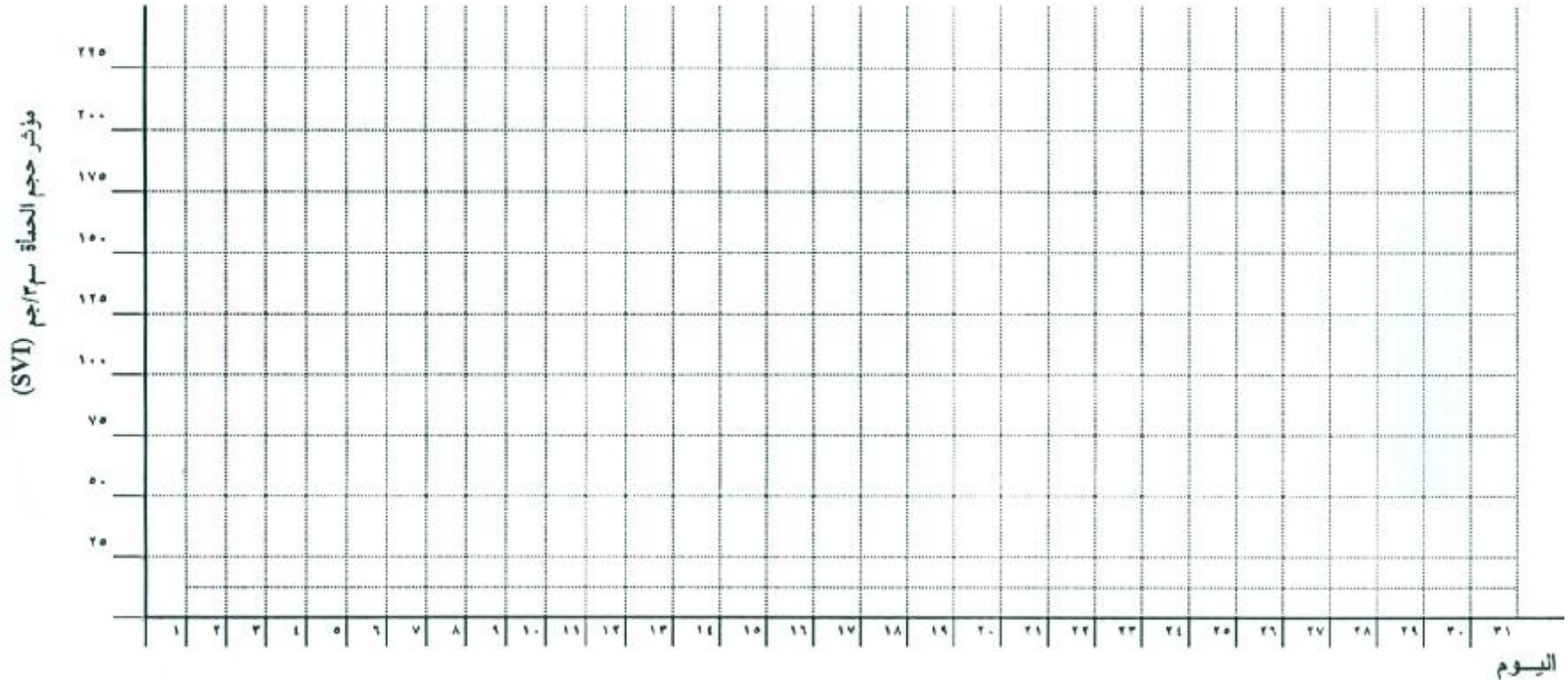
تقرير شهري لمحطة معالجة الصرف الصحي للمدينة المنورة

التاريخ	التصرف (م٣/اليوم)	الصرف الصحي الخام					الزوقات (الذقاقية)				حوض تهوية رقم (١)						حوض تهوية رقم (٢)						الحمأة النشطة		الهواء المرتجع						المياه المعالجة						
		مرحلة المعالجة	الرقم الهيدروجيني	BOD	TSS	VSS					بالخدمة	الهوايات	الأكسجين الذائب (ملجم/لتر)	حجم الحمأة المترسبة بعد ٣٠ دقيقة	تركيز المواد الصلبة (ملجم/لتر)	مؤشر حجم الحمأة	بالخدمة	الهوايات	الأكسجين الذائب (ملجم/لتر)	حجم الحمأة المترسبة بعد ٣٠ دقيقة	تركيز المواد الصلبة (ملجم/لتر)	مؤشر حجم الحمأة	الكمية (م٣/يوم)	المواد الصلبة (ملجم/لتر)	الحجم (متر/ثانية)	السرعة (متر/ثانية)	المواد الصلبة (ملجم/لتر)	كمية الحمأة المرتجعة	كمية الحمأة الزائدة	عمر المواد الصلبة	كمية الزواد	الأكسجين الذائب (ملجم/لتر)	الطور / تتبع (ملجم/لتر)	الحد البكتيري	BOD	TSS	VSS	F/M
١																																				
٢																																				
٣																																				
٤																																				
٥																																				
٦																																				
٧																																				
٨																																				
٩																																				
١٠																																				
١١																																				
١٢																																				
١٣																																				
١٤																																				
١٥																																				
١٦																																				
١٧																																				
١٨																																				
١٩																																				
٢٠																																				
٢١																																				
٢٢																																				
٢٣																																				
أقل قراءة																																				
أعلى قراءة																																				
المتوسط																																				



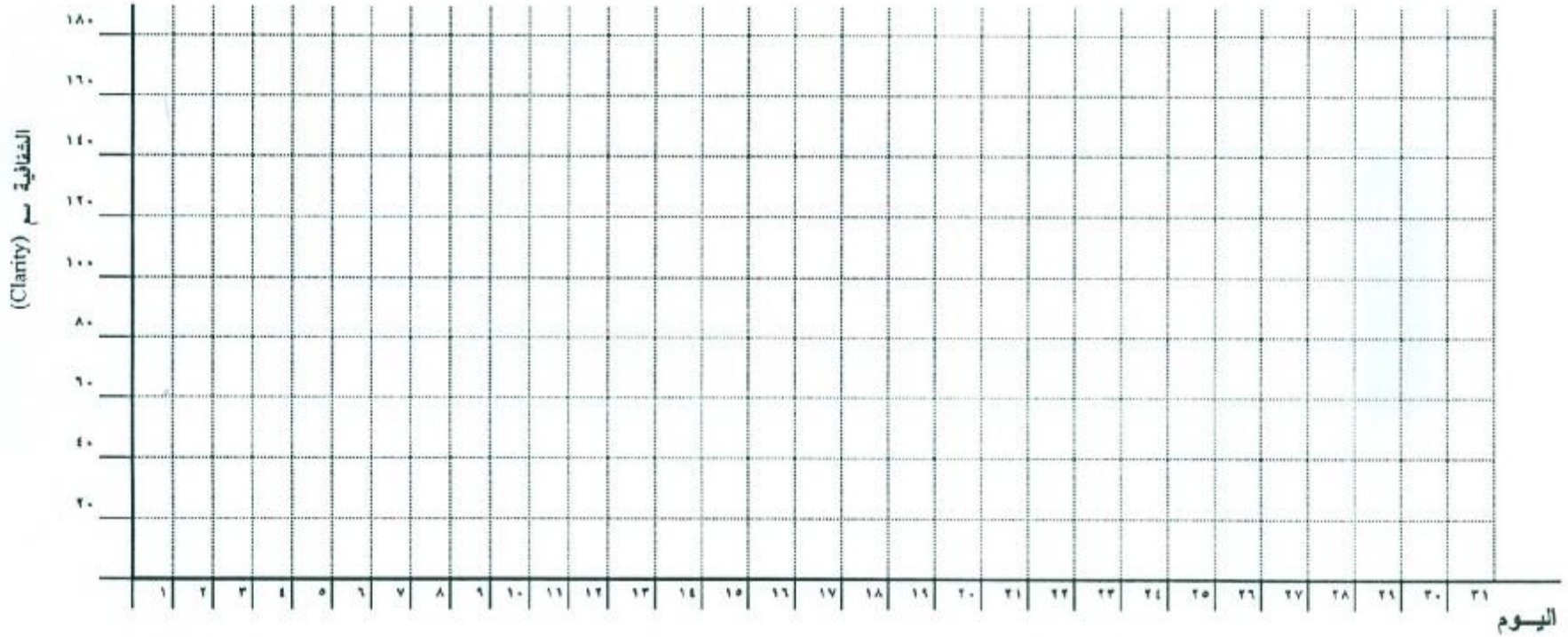
شكل رقم (٥-١)

منحنى تركيز المواد الصلبة العالقة خلال أيام الشهر



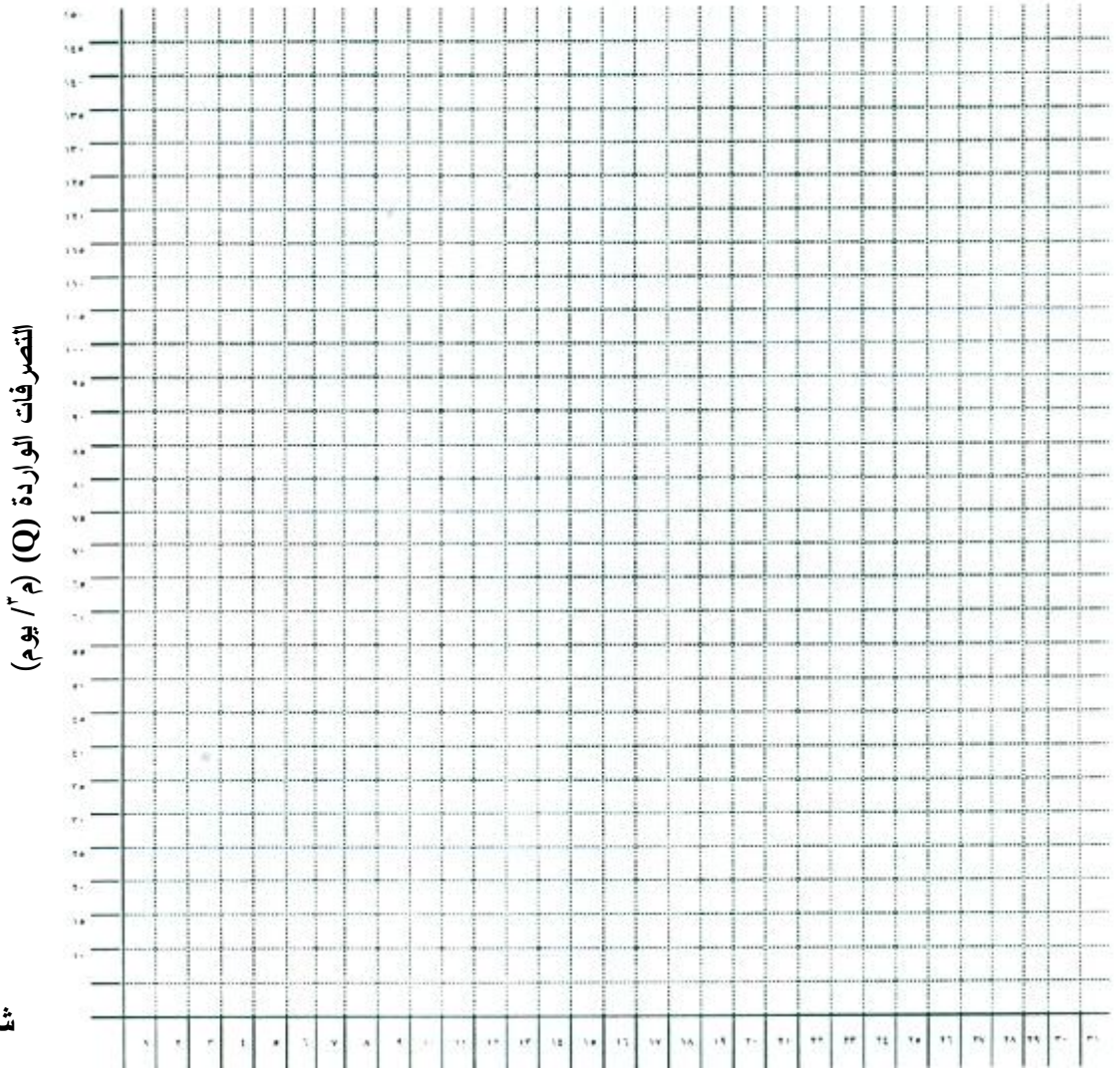
شكل رقم (٥-٢)

منحنى مؤشر حجم الحمأة (SVI)



شكل رقم (٥-٣)

منحنى الشفافية خلال أيام الشهر



شكل رقم (٥ - ٤)

منحنى التدفقات الواردة (Q) خلال أيام الشهر

السلامة والصحة المهنية

الفصل السادس

السلامة والصحة المهنية

التخطيط والصحة المهنيـــة

يعتبـــر التخطيط لتوفير وضمان ظروف آمنة من المسئوليات الرئيسية لأى مشرف، وقد زاد حديثاً اهتمام الدولة بتقليل احتمالات الإصابة أو الحوادث بمواقع العمل، وصدرت القوانين والقرارات التى تنظم الاشتراطات والاحتياطـــات اللازمة لتوفير وسائل السلامة والصحة المهنية فى أماكن العمل.

ونورد فيما يلى أهم هذه القوانين تمهيداً لتشكيل اللجان المختصة على مستوى كل منشأة.

إجراءات الأمان بالنسبة للأماكن المغلقـــة

تقسيم الأماكن المغلقـــة

١- يطلق تعبـــيـــر " مكان مغلق " على أى مكـــان ينطبق عليـــه واحد أو أكثر من الشروط التالية:

أ- له مكان محدود أو صعب الدخول إليه أو الخروج منه.

ب- غير مخصص للشغل أو العمل بصفة مستمرة.

جـــ- قد يكون غير صالح للتواجد فيه لعدم كفاية الأكسجين أو لاحتوائه على غازات سامة أو خانقة أو قابلة للاشتعال.

٢- من أمثلة الأماكن المغلقة فى مجال المرافق:
غرف التفتيش، غرف الصمامات، حجرة الطلمبات، الأحواض الفارغة، الحفـــــر،..... إلخ.

٣- أثناء عمليات معالجة وتوزيع مياه الشرب أو تجميع ومعالجة مياه الصرف الصحى تتم عمليات كيماوية وبيولوجية ينتج عنها وجود أو زيادة تركيز الغازات السامة أو القابلة للاشتعال.

٤- حتى لو لم تتواجد غازات سامة أو قابلة للاشتعال بتركيز كافٍ لإحداث ضرر مباشر، فإن التغييرات الكيماوية والبيولوجية قد تستهلك أكسجين الجو وتترك الجو خانقاً بسبب نقص الأكسجين.

٥- الأماكن المغلقة كما هو واضح من إسمها أماكن خطرة للعمل ويجب اتخاذ تدابير وإجراءات خاصة قبل العمل داخلها. وقبل دراسة هذه التدابير نرى أولاً تصنيف الأماكن المغلقة من حيث درجة الخطورة المتعلقة بكل نوع، وتتدرج الأماكن المغلقة من حيث درجة خطورتها إلى الأنواع الأتية:

مكان مغلق درجة " ٣ & ٤ ":

وهى الأماكن المغلقة التى تحتمل خطورة شديدة أو سريعة أو مباشرة على حياة أو صحة العاملين بها، إذا لم تُتخذ احتياطات شديدة. والعمل في هذه الأماكن يحتاج إلى أقصى درجات الحذر والاحتراس والحاجة إلى الإمداد بالهواء اللازم للتنفس، بالإضافة إلى توفير عمال إنقاذ للطوارئ بالموقع.

مكان مغلق درجة " ٢ ":

وهى الأماكن المغلقة التى بالرغم من أنها لا تشكل خطورة دائمه أو بصفة مستمرة على الصحة أو الحياة، إلا أنها تهددها بظروف طارئة دون إنذار، لذا

يلزم المراقبة المستمرة للجو بداخلها حتى إذا ما تغير فجأة يمكن للعمال مغادرتها فوراً.

مكان مغلق درجة " ١ ":

وهى الأماكن المغلقة التى لا تشكل خطورة أو تهديد لصحة العامل ولا يتوقع فيهـــا تهديد فجائى أو لحظى. فهى لا تحتاج إلى احتياطات خـــاصة بعـــد التـــأكـــد (قبل بدء العمل) أن المنطقة آمنة لإجراء العمل المطلوب.

الإنقـــاذ فـــــى الأماكن المغلقة

من أهم العناصر المتعلقة بالإنقاذ فى حالات الأماكن المغلقـــة هو الحاجة إلى مهمات الوقاية الشخصية وبخاصة أجهزة التنفس الذاتية لكل أفراد الإنقاذ اللازم دخولهم إلى المكان المغلق بالإضافة إلى المراقبين.

وتشير الدراسات التى تمت على الحوادث التى وقعت فى مرافق المياه والصرف الصحى إلى أن ٦٠ % من العمال الذين توفوا فى أماكن مغلقة لم يكونوا هم الضحايا الأصليين، ولكن كانوا من المنقذين الذين لم يحتاطوا جيداً قبل الدخول إلى الأماكن المغلقة. أى أن أغلب الإصابات وقعت لعمال أثناء محاولتهم إنقاذ الآخرين وليس أثناء قيامهم بالعمل، حيث أن التصرف التلقائى فى هذه الحالة هو الإسراع لمساعدة ونجدة الضحية علماً بأن هذا ليس بالإجراء الصحيح، حيث أن هذا يؤدى إلى تفاقم الخطر. ويلزم أولاً طلب النجدة وانتظار وصول أى مصدر للمعاونة أو المراقبة قبل الدخول إلى المكان المغلق لتحاشى التأثر بعواقبه.

وفى أى الأحوال يجب على المنقذ أن يكون مُجهزاً بجميع مهمات الوقاية الشخصية قبل دخول المكان المغلق ويحظر تماماً التهاون فى ذلك.

أ- المخاطر المحتملة:

تحف الأخطار الآتية بالأماكن المغلقة:

١- غازات متفجرة.

٢- غازات سامة.
٣- نقص الأكسجين.
٤- السقوط.
٥- الاصطدام بأى عوائق.
٦- الاختناق.

علماً بأنه يمكن تلافى جميع هذه المخاطر أو الإقلال منها ما أمكن ومنع أى خسائر فى الأرواح أو التعطيل أو أى أضرار صحية إذا راعى المديرون والمشرفون والمهندسون الحزم والالتزام، حيث لا تخلو أى وحدة محلية من مخاطر الأماكن المغلقة، وكثيراً ما يحدث منها مخاطر لا يمكن إغفالها.

ب- الحد من المخاطر:

١- التزام المسئولين هو أهم العوامل التى تساعد على الحد من المخاطر.
٢- توفير الأموال اللازمة لتدبير مهمات الوقاية الشخصية اللازمة للعمل أو الإنقاذ بالأماكن المغلقة.

٣- تحديد مسئولية سلامة أماكن العمل للمشرفين وإلزام العاملين بمراعاة احتياطات الأمان.

٤- التحليل الجيد المسبق لتفاصيل أى أعمال ستتم فى مكان مغلق لمحاولة التعرف على أى أخطار محتملة ثم إعادة التحليل بعد تنفيذ الأعمال المطلوبة لمقارنة المنفذ بالنسبة للمتوقع واستخلاص أى مخاطر غير متوقعة وتسجيل هذه التحليلات للاسترشاد بها فى المرات التالية.

٥- التخطيط بالتفصيل الدقيق للعمل فى مكان مغلق درجة (٣&٤).

٦- يجب أن يكون للسلامة والصحة المهنية الاعتبار الأول عند وضع أى أسلوب للعمل.

ويعرض الشكل رقم (٦-١) أساليب حماية العاملين بالصيانة الكهربية والتى تمثل أحد الإجراءات الهامة للسلامة والصحة المهنية.

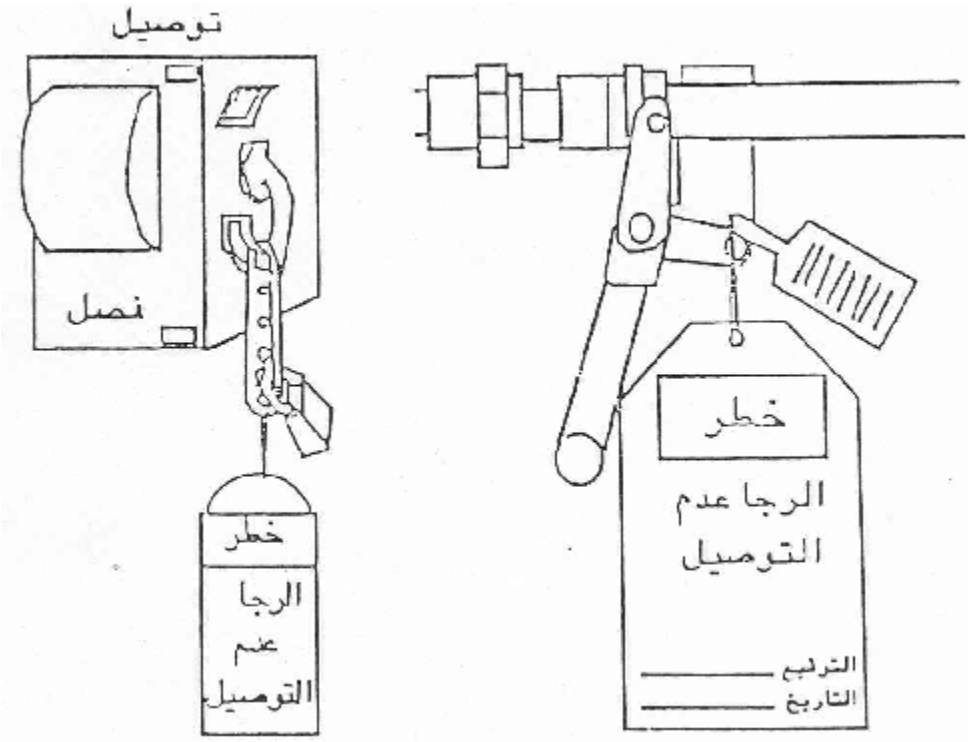
٧- تدريب أفراد أى طاقم عمل قبل تحديد المهام.

٨- شمول تعليمات تشغيل المهمة على الآتى:

أ - وصف للإجراء المطلوب سواء خاص أو روتينى أوطارئ.
ب- مسئوليات كل فرد فى الطاقم.
جـ- المخاطر المتوقعة بالتحديد والإجراءات التى تتخذ.
د - بطاقة مراجعة للمعدات اللازمة.
هـ- وسيلة وأسلوب الاتصال المستمر بين الطاقم والمراقبين.
و - طريقة تقييم الأعمال والأساليب المتبعة للتطوير مستقبلاً.

٩- تسجيل وحفظ البيانات التالية:

أ - التدريب السابق للعاملين بخصوص دخول الأماكن المغلقة.
ب - جميع الاختبارات الجوية فى الأماكن المغلقة قبل وأثناء العمل.
ويشمل تسجيل وحفظ البيانات الآتية:
١- ساعة وتاريخ الاختبار.
٢- طريقة الاختبار المستخدمة.
٣- اسم القائم بالاختبار.
٤- نتيجة الاختبار.
٥- الإجراءات التى اتخذت بناءً على الاختبار.



الشكل رقم (٦-١)
أساليب حماية العاملين بالصيانة الكهربية

جـــ- الكشف على الغازات:

١- يجب الاطمئنان إلى سلامة الجو داخل المكان المغلق قبل دخول العامل فيه، لذا يتم اختباره بجهاز مصمم خصيصاً لهذا الغرض.

٢- بالنسبة للمكان المغلق درجة (٣ & ٤) يتم الاختبار قبل وباستمرار أثناء وجود العمال، أما بالنسبة للمكان درجة (٢) يتم الاختبار قبل وأثناء وجود العمال وبصفة دورية. وبالنسبة للمكان درجة (١) يتم الاختبار قبل الدخول، ثم إذا حدث تغير فى الظروف يصاحبه احتمال مخاطر.

٣- هناك أنواع مختلفة من أجهزة اختبار الجو تعمل بطرق مختلفة لقياس مختلف الغازات ولكن أنسبها الأجهزة التى تختبر نسبة

الأكسجين ودرجة الاشتعال والغازات السامة (كل ذلك فى نفس الوقت).

٤- كثير من أجهزة الاختبار مجهزة بمبين مرئى بالإضافة إلى إشارة صوتية للإنذار والتنبيه عن وجود ملوث بتركيز خطر.

٥- بعض أجهزة الإنذار تعمل بصفة مستمرة والأخرى لاتعمل الا بعد حثها يدوياً.

٦- قبل اعتبار المكان المغلق آمن للدخول يجب الكشف عن الغازات داخله على ارتفاعات مختلفة، حيث أن بعض الغازات السامة أثقل من الهواء وبعضها أخف منه.

مثال: فى حالة بيارات ومطابق الصرف قد يتواجد غاز الميثان بالقرب من أعلاها أو هيدروجين سلفايد بالقرب من أسفلها.

د - المهمات اللازمة لدخول الأماكن المغلقة:

لتـــأمين دخول الأماكن المغلقة بالمرافق يلزم توفير الأصناف التالية على الأقل:

١- نافخ (كمبرسور ذو معدل تصرف عالى وضغط منخفض) وخرطوم واسع لتهوية المطابق وغرف التفتيش.
٢- جهاز الكشف عن الغازات للكشف عن نقص الأكسجين أو الغازات السامة أو القابلة للاشتعال.
٣- أجهـــزة تنفس خارجيـــة (ذاتيـــة) للعامليـــن فى الأماكن درجة (٣&٤) أو عمال الإنقاذ.
٤- شبكة إنقاذ وحبل إنقاذ لكل فرد مشترك.
٥- مهمات وقاية شخصية شاملة أحذية مطاطية، خوذ، أقنعة، نظارات واقية.

٦- كشافات غير قابلة للانفجار.
٧- شنطة إسعاف.
٨- حواجز، علامات توجيه، علامات تحذير، جاكيتات عاكسة.
٩- ونش سبيه.

هـ- تصاريح دخول الأماكن المغلقة:

يفضل أن يتم فى كل مرفق إعداد برنامج لتدريب العاملين على الأسلوب الصحيح لدخول الأماكن المغلقة على أن يراعى فى البرنامج الأماكن المغلقة درجات (٣ & ٤)، (٢) بصفة خاصة، مع ضرورة الحصـــول على تصريح كتابى قبل دخول مكان مغلق من الدرجات (٣ & ٤) كإلزام، وحسب الظروف بالنسبة للدرجة (٢) ونادراً للدرجة (١)، ويتم تحديد الظروف التى يلزم لها تصريح دخول لتقدير إدارة المرفق، حيث أن لكل مرفق طبيعته من حيث كونه مرفق مياه أو مرفق صرف صحى والاعتبارات الخاصة به، ويشترط الحصول على تصريح دخول فى أى حالة لدرجة (٣ & ٤) موضحاً به أى متطلبات خاصة تحددها الإدارة بالإضافة إلى البيانات الأساسية الآتية:

١- تاريخ صدور التصريح.
٢- موقع المكان المغلق وأوصافه.
٣- الغرض من دخوله.
٤- اسم المسئول عن العمل بالمكان المغلق.
٥- أسماء الأفراد الآخرين داخل المكان المغلق.
٦- وقت وتاريخ والمدة المتوقعة للعمل داخل المكان.
٧- مهمات الوقاية المطلوبة ومهمات الوقاية الشخصية.
٨- نتائج الكشف عن الغازات (الاختبار الجوى).
٩- أى توصيات خاصة بالأمان.
١٠- التوصيات قبل الدخول والخروج.

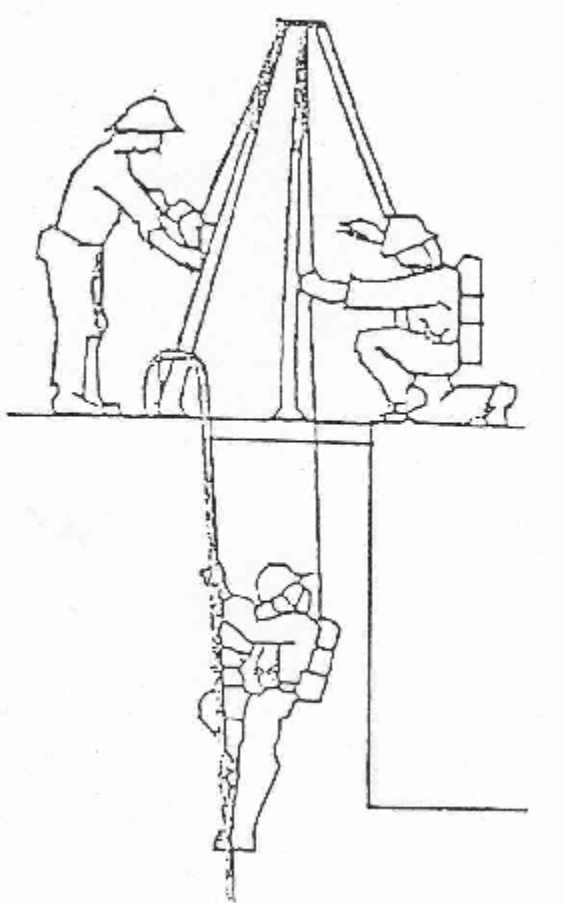
يوضح الشكل رقم (٦-٢) أسلوب الدخول للأماكن المغلقة.

و- التهوية:

يجب ضمان التهوية الجيدة بالأماكن المغلقة. وفى كثير من الأحيان يمكن تحقيق ذلك بسهولة، فمثلاً يمكن رفع غطاء غرفة التفتيش المجاورة للغرفة المطلوب العمل بها لتوفير تيار هواء. وإذا لم يتيسر هواء للتهوية الطبيعية يمكن دفع هواء نقى بواسطة نافخ.

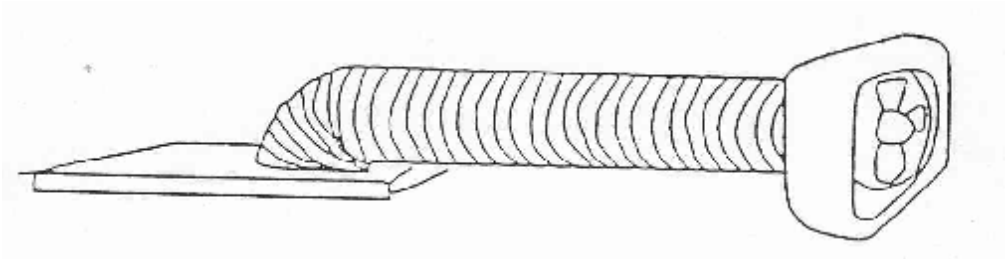
ويراعى تهوية المكان بالكامل لتلافى تركيز الغازات على ارتفاعات مختلفة حسب كثافتها.

يوضح الشكل رقم (٦-٣) طريقة التهوية باستخدام المراوح الدافعة.
يعرض الشكل رقم (٦-٤) أجهزة تنقية الهواء من الغازات السامة.



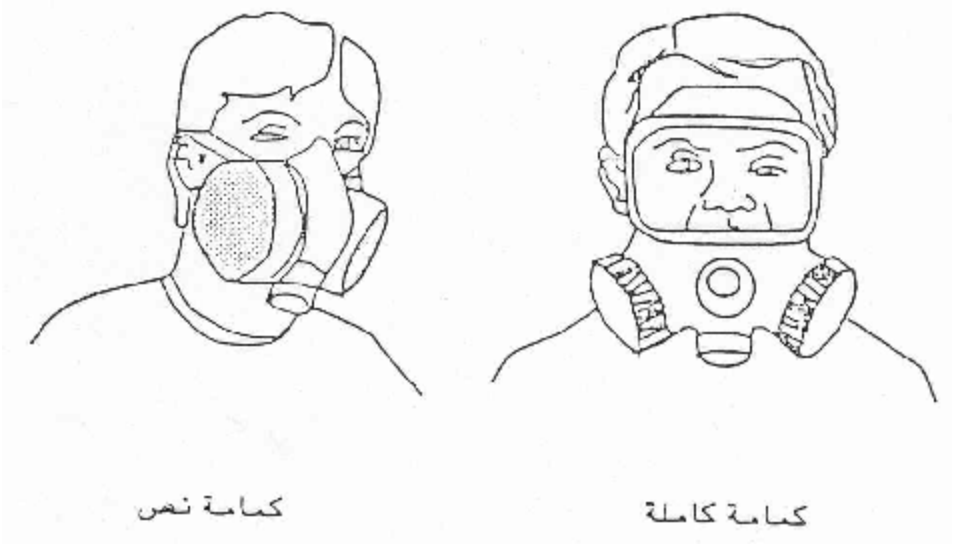
شكل رقم (٦-٢)

الدخول إلى المكان المغلق



شكل رقم (٦-٣)

التهوية باستخدام المروحة الدافعة



شكل رقم (٦-٤)
أجهزة تنقية الهواء من الغازات السامة
(لا تستخدم إلا فى حالة توفر الأكسجين)

أنواع الأماكن المغلقـــة

أ- البيارات وغرف التفتيش:

١- تعتبر غرف التفتيش وبيارات محطات الطلمبات من أكثر الأماكن المغلقة بالمرافق خطورة على العاملين بها، حيث يحتمل وجود مخاطر السقوط والتزحلق بها بالإضافة إلى احتمال وجود غازات سامة أو قابلة للاشتعال.

٢- نتيجة تولد غاز الميثان أو كبريتيد الهيدروجين (نتيجة التحلل اللاهوائى للمواد العضوية بالصرف)، فقد يصاب الفرد دون أن يدرى لما يصاحبها من انتعاش أو إرتخاء فور تأثره بها.

٣- أفضل طريقة للتهوية هى باستخدام الهواء المضغوط بصفة مستمرة مع مراعاة أن تكون المحركات المستخدمة فى ذلك ضد الانفجار لاحتمال تجمع غازات قابلة للاشتعال أو للانفجار، ويمكن أن يكون دفع الهواء مستمراً أو على فترات حسب الحاجة.

٤- من الأخطار المحتملة أيضاً احتمال تواجد سوائل قابلة للاشتعال مثل البنزين أو الكيروسين أوالسولار التى يمكن تسربها إلى شبكة الصرف من مصادر مختلفة. وفى هذه الحالة يجب سرعة التصرف لاحتواء الموقف منعاً لحدوث انفجار وتوفيرالتهوية اللازمة مع التحفظ باستخدام موتورات ضد الانفجار وإخلاء العاملين لحين السيطرة على الخطر.

٥- قد يحدث فشل أو ضعف فى أداء الطلمبـــات نتيجة عطل كهربائى (فصل التيار)، أو بالطلمبة نفسها مما يؤدى إلى خطورة الارتفاع المفاجئ فى منسوب المياه بغرفة التفتيش أو البيارة، لذا يلزم توفير وسيلة لسرعة خروج العاملين منها.

ب- محطات الطلمبات:

تتعرض محطات الطلمبات للأخطار التالية:

١- التلوث الجوى مثلها مثل أى مكان آخر فى محطات الصرف.
٢- المخاطر المصاحبة للمعدات الميكانيكية التى تتضمنها، لذا يجب عمل حواجز على جميع المكونات الدوارة.
٣- مخاطر الأماكن المغلقة حسب طبيعة محطة الطلمبات، لذا يجب العمل ما أمكن على تلافى احتمالات تسرب الغازات السامة - أو وجود غازات أو سوائل قابلة للانفجار أو الاشتعال- أو وجود عطل فى الطلمبة ينشأ عنه ارتفاع فى منسوب المياه.
٤- تشغيل الطلمبات الترددية على خط مغلق يؤدى إلى انفجار فى المواسير أو تلف أحد البلوف والمحرك مما قد يدفع جزء معدنى أو حمأة بقوة فتصيب أحد العاملين وتسبب له أخطار جسيمة.
٥- تشكل السلالم (النقالى والدرج الثابت) بمحطات الطلمبات مواطئ خطر نتيجة تراكم القاذورات والرتش والشحم والحمأة، لذا يلزم العناية بنظافة محطات الطلمبات لتأمين العمل بها.

الأخطار المتوقعة فى محطـــات المعالجة وطرق تجنبهـــا والتغلب عليها يعرض الجدول رقـــم (٦-١) الأخطار المتوقعة فى محطات المعالجة وكيفية تجنبها وطرق التغلب عليها.

جدول رقم (٦-١)

الأخطار المتوقعة فى محطات المعالجة وطرق تجنبها والتغلب عليها

المكان	المخاطر المتوقعة	طرق تجنبها والتغلب عليها
المدخل والمصافى	- السقوط. - التلوث. - مخاطر طبيعية.	- لافتات إرشادية. - لا يعمل بها غير الكهربائى المسئول - ارتـــداء المهمات الشخصية الواقية. - عمل حواجز مناسبة.
أحواض الترسيب الابتدائى والثانوى	- وقوع العاملين بالحوض من الزحافة أثناء عملية التنظيف. - مخاطر كهربية. - مخاطر الغازات. - مخاطر بيولوجية.	- لافتات إرشادية. - لا يعمل بها غير الكهربائى المسئول. - ارتـــداء المهمات الشخصية الواقية. - عمل حواجز مناسبة. - وجود أطواق نجاة.
بيارات التجميع الابتدائى والثانوى	- وقـــــوع العاملين وغرقهم. - الانزلاق عند العمل على البلوف. - مخاطر الغازات. - مخاطر بيولوجية.	- لافتات إرشادية. - ارتداء المهمـــات الشخصية الواقية. - عمل حواجز مناسبة. - وجود أطواق نجاة.
عنبر الحمأة	- مخاطر صعق كهربائى. - مخاطر بيولوجية. - مخاطر ميكانيكية. - مخاطر حريق.	-تأمين لوح التوزيع الكهربى. - تحديد مداخل ومخارج العنبر. - وجود طفايات حريق كافية ومناسبة. - ارتداء المهمات الواقية الشخصية.
خزانات الوقود	- حريق. - تســرب وقود وأبخرة ضـــــارة.	- عزل جيد للخزانات لمنع التسرب. - نظافة دورية. - وجود طفايات حريق كافية ومناسبة. - وضع لافتات تحديد لمنع التدخين

" تابع " جدول رقم (٦ - ١)
الأخطار المتوقعة فى محطات المعالجة وطرق تجنبها والتغلب عليها

المكان	المخاطر المتوقعة	طرق تجنبها والتغلب عليها
الورشة الميكانيكية	- مخاطر ميكانيكية. - مخاطر حريق. - مخاطر طبيعية.	- ارتداء مهمات وقاية شخصية. - الاستعمال الصحيح والأمثل للمعدات وذلك بواسطة أشخاص مدربين. - وجود عدد كافٍ من الطفايات. - تهوية سليمة وإضاءة جيدة. - نظافة دورية.
مبنى المحولات	- مخاطر الصعق الكهربى. - مخاطر حريق. - مخاطر طبيعية.	- يلزم مهمات أمن صناعى كهربى ولا يعمل بها إلا كهربائى مدرب. - وجود عدد كافٍ ومناسب من الطفايات. - إضاءة جيدة وتهوية سليمة.
مبنى الديزل	- مخاطر حريق. - مخاطر كهربية. - مخاطر طبيعية. - مخاطر اهتزازات.	- عدد مناسب وكافٍ من طفايات الحريق. - تصميم المبنى والقواعد لاحتمال الاهتزازات. - ارتداء مهمات الوقاية الشخصية. - اتباع الإجراءات المناسبة للعمل. - استخدام سدادت الأذن. - شفاطات تهوية جيدة. - إضاءة سليمة ومناسبة.
الطلمبات الحلزونية	- مخاطر غازات. - مخاطر السقوط. - مخاطر كهربية. - مخاطر ميكانيكية. - مخاطر حريق. - مخاطر طبيعية.	- استخدام وسائل تهوية جيدة. - وضع حواجز جيدة. - اتخاذ إجراءات الأمن الصناعى الكهربى. - استخدام أدوات الصيانة المناسبة. - إضاءة سليمة وكافية. - عدد كافٍ من الطفايات. - استخدام واقى الأذن.

"تابع" جدول رقم (٦ - ١)
الأخطار المتوقعة فى محطات المعالجة وطرق تجنبها والتغلب عليها

المكان	المخاطر المتوقعة	طرق تجنبها والتغلب عليها
مخزن الوقود	- مخاطر حريق. - تسرب وقود - مخاطر طبيعية.	- عدد مناسب من الطفايات. - وضع البراميل بطريقة جيدة وآمنة. - تهوية مناسبة.
أحواض التهوية	- سقوط العمـــــال والغرق. - مخاطر العدوى. - مخاطر الدوار من الرائحـــة. - مخاطر الغازات	- عمل حواجز مناسبة. - تدريب العاملين. - استعمال المهمات الواقية. - الإضاءة الكافية. - النظافة الدورية. - وجود لافتات إرشادية وعلامات تحديدية. - وجود وسائل اتصال سريعة. - لا يعمل عامل واحد بمفرده. - وجود سجل لأسماء العاملين بمنطقة العمل.
عنبر ضغط الهواء	- مخاطر كهربية. - مخاطر ميكانيكية. - مخاطر حريق. - مخاطر ضوضاء. - مخـــاطـــر تسرب الهواء.	- استخدام وسائل تهوية جيدة. - وضع حواجز جيدة. - اتخـــــاذ إجراءات الأمـــن الصناعى الكهربى. - استخدام أدوات الصيانة المناسبة. - إضاءة سليمة وكافية. - عدد كافٍ من طفايات الحريق. - استخدام واقى الأذن.
عنبر الكلور	- مخاطر الحريق. - مخاطر انفجار. - مخاطر تسرب الغاز. - مخاطر طبيعية.	- العمل بواسطة أشخاص مدربين. - وجود أجهزة تنفس صناعى للوقاية الشخصية. - الكشف الطبى على العاملين. - وجود طفايات حريق كافية ومناسبة.
المخازن	- مخاطر حريق. - مخاطر كهربية. - عدم الترتيب والتنظيم والنظافة. - مخاطر التفاعلات الضارة للمواد المختزنة.	- وجود طفايات حريق كافية ومناسبة وموزعة توزيعاً جيداً. - وجود عمالة مدربة للتخزين الأمثل والترتيب والنظام والنظافة. - الحفاظ على خلو الممرات من العوائق.

تعريفات لبعض المصطلحات

ملحــق رقم (١)

تعريفات لبعض المصطلحات

الحمأة المنشطة ACTIVATED SLUDGE

هي تلك الحبيبات والأجسام الدقيقه في مياه المجارى والتى نتجت بفعل الأكسجين المذاب وفى وجود أحياء مجهويه دقيقه.

وتأتى كلمة منشطه بسبب تواجد هذه الأجسام مع البكتريا والفطريات والحيوانات وحيدة الخليه فى تجمعات وتختلف الحمأه المنشطة (الحمأه الثانوية) عن الحمأه الخام (الحمأة الابتدائية) فى أنها تحتوى على أحياء مجهرية قادرة على أن تتغذى على محتوى التلوث العضوى فى مياه المجارى الخام.

عملية المعالجة بالحمأة المنشطة ACTIVATED SLUDGE PROCESS

هي عملية استخدام الحمأه المنشطه لمعالجة المياه الملوثه بطريقة بيولوجيه والتى تقوم بالأسراع فى عمليه التحلل العضوى للمياه المراد معالجتها حيث تضاف الحمأه المنشطة إلى المياه الملوثة ويسمى Mixed Liquor ثم تتم تهويته وتقليبه وبعد مرور مده زمنيه معينه فى حوض التهويه يسمح للحمأه المنشطه بأن تترسب فى أحواض ترسيب ثم تدفع بعد ذلك إلى أحواض التهويه مره أخرى أو يتم التخلص منها أو من جزء منها على حسب الاحتياج وبهذا تكون المياه الملوثه المتبقيه قد مرت بمرحلة المعالجة.

حوض التهوية **AERATION TANK**

هو ذلك الحوض الذى يتم فيه خلط كل من المياه الملوثه الخام أو بعد ترسيبها بالحمأه المنشطه الراجعه ثم تهويتها.

البكتريا الهوائية **AEROBIC MICROORGANISM**

هى تلك الأنواع من البكتريا التى يلزمها أكسجين (ذائب) جزئى حتى تعيش.

الهضم الهوائى **AEROBIC DIGESTION**

هى عملية تكسير المخلفات بواسطة الأحياء المجهريه فى وجود الأكسجين المذاب حيث توضع الحمأه الزائده فى خزان تهوية كبير وتقوم الأحياء المجهريه بتحليل المواد العضويه فى الحمأه ويعتبر هذا أمتداد لعملية المعالجه بالحمأه المنشطة.

الكتلة العضوية **BIO MASS**

هى كتلة من الأحياء المجهرية الحية التى تتغذى على المخلفات فى المياه الملوثه وكذلك على الأحياء المجهريه الميته، وتعمل هذه الكتله على تخزين كميه الغذاء وذلك للحماية من خطر من يحاول افتراسها.

انتفاخ الحمأة **BULKING**

هى عملية ظهور الحمأه المنشطه فى أحواض الترسيب النهائى فى شكل سحب ضخمه حيث تكون الحمأه خفيفه جداً لدرجه أنها لا ترسب بطريقة صحيحة.

الأكسجين المذاب **DISSOLVED OXYGEN**

هى جزيئات الأكسجين التى تذوب فى الماء الملوث وتختصر دائما بالرمز (D.O).

مرحلة حب البقاء **ENDOGENOUS**

هى حالة منخفضة من حالات التنفس البكتيرى أو للأحياء المجهريه ويتم فيها تكسير المركبات التى تتكون منها خلاياها وذلك لأنتاج الأكسجين اللازم لها.

نسبة الطعام/كمية الكائنات الحية **F/M RATIO**

هى مقياس لكمية الغذاء المتاح أمام البكتريا فى أحواض التهوية

BOD KG/DAY الغذاء

---------- = ———— نسبة الطعام /كمية الأحياء=

MLVSS KG الكائنات الحية

البكتريا الاختيارية **FACULTATIVE**

هى نوع من البكتريا التى لا تستطيع أن تستخدم الأكسجين المذاب فى الماء أو الأكسجين من مركباته مثل الكبريتات والنترات وغيرها وبمعنى أخر تستطيع أن تعيش فى مناخ هوائى أو آخر لا هوائى.

البكتريا الخيطية **FILAMENTOUS BACTERIA**

هى نوع من الأحياء المجهرية التى تنمو على شكل خيوط.

الندف **FLOC**

هى مجموعات أو تكتلات من البكتريا التى تتجمع سوياً وتتواجد دائماً فى أحواض التهويه وأحواض الترسيب النهائى.

النترتـــة **NITRIFICATION**

هى عملية بيولوجية تقوم فيها البكتريا بتحويل الأمونيا والنتروجين العضوى فى المياه الملوثه إلى صورة من أكسيد النتروجين (غالباً نترات).

(الأوليات)

مجموعة من الحيوانات الميكروسكوبية (عادة ماتكون وحيدة الخليه) والتى أحياناً تتجمع على شكل مستعمرات.

تصاعد الحمأة RISING SLUDGE

يحدث أحياناً فى أحواض الترسيب النهائى أن ترتفع الحمأه المترسبه فى القاع إلى السطح وغالباً ما يحدث هذا بسبب عملية أزالة النتريته.

التعفن SEPTICITY

تحدث هذه الحالة بواسطة البكتريا اللاهوائيه حيث تتحول مياه المجارى إلى اللون الأسود ولها رائحه كريهة وتحتوى على كميه ضئيله من الأكسجين المذاب أو خاليه منها وهذا يستلزم دائما كميه أكبر من الأكسجين اللازم لعملية المعالجه.

الحمل المفاجئ SHOCK LOAD

وصول مياه مجارى تحتوى على مواد سامه للأحياء المجهريه بكميات كبيره أو حمل هيدروليكي عالى يؤثر على عمليات التشغيل. والمشاكل المتوقعه تشتمل على انبعاث الرائحه كذلك ارتفاع نسبة المواد الصلبه العالقه فى الماء الفائض النهائى.

المعامل للحمـــأة الكثافى SLUDGE DENISTY INDEX (SDI)

هذه أحدى الطرق التى تستخدم لتحديد الاستدلال على رسوبة الحمأه فى أحواض الترسيب النهائى SDI = 100/ SVI .

المعامل الحجمى للحمأة SLUDGE VOLUME INDEX (SVI)

هذه تجربة تجرى لاختبار مقدرة الحمأه المنشطه على الترسيب فى أحواض الترسيب النهائى، وهو مقياس لحجم الحمأه أذا ما قورنت بوزنها ويتم ذلك بأخذ عينه من أحواض التهويه والسماح لها بالترسيب ثم يحسب كما يلى:

$$SVI = \frac{\text{حجم الحمأه المترسبه بعد نصف ساعه}}{\text{وزن ذلك الحجم}} = \text{مللى / حجم}$$

متوسط عمر الحمأة MEAN CELL RESIDENCE TIME (MCRT)

مصطلح يستخدم للتعبير عن متوسط المدة الزمنية التى تقضيها الأحياء المجهرية فى عملية المعالجة بالحمأه المنشطة.

$$\frac{\text{كمية المواد الصلبة فى الحمأه المنشطة KG}}{\text{كمية المواد الصلبة التى تفقد من النظام KG/D}}$$

التهوية الميكانيكية MECHANICAL AERATRION

تسمى عملية خلط الهواء بالمياه بواسطة الماكينات بالتهوية الميكانيكية. ويتم بذلك امتصاص الأكسجين إلى داخل المياه. ومثال على ذلك الهوايات السطحية والفرش الدوارة و غيرها.

الأحياء المجهرية MICROORGANISMS

هى أحياء صغيرة لايمكن رؤيتها بالعين المجردة وترى فقط بالميكروسكوب وبعض هذه الأحياء يستخدم المخلفات الموجودة فى المياه الملوثة كغذاء وبذلك تزيل أو تقوم بتحليل الكثير من المواد الغير مرغوب فيها.

السائل المخلوط MIXED LIQUOR

هو خليط من الحمأه المنشطة فى احواض التهوية ومياه المجارى سواء الخام أو بعد الترسيب الأبتدائى.

المواد الصلبة العالقة بالسائل المخلوط **MIXED LIQUOR SUSPENDED SOLIDS: (MLSS)**

هى كمية المواد الصلبة العالقة فى السائل المخلوط فى احواض التهوية.

المـــــواد الصلبة المتطايرة بالسائل المخلـــوط **MIXED LIQUOR VOLATILE SUSPENDED SOLIDS: (MLVSS)**

هى كمية المواد الصلبة المتطايرة أو العضـــــوية فى الســـائل المخلوط فى أحواض التهوية.

ازالة النترته **DENITRIFICATION**

هى تلك الحالة التى تتحول فيها النترات أو النيتريت إلى غاز النتروجين وذلك بالأختزال فتتكون فقاعات غازيه كنتيجة لهذه العملية. وهذه الفقاعات تلتصق بالتجمعات البيولوجيه وتطفوا بها على السطح فى احواض الترسيب النهائى وهذه الحاله هى دائماً السبب فى مشاهدة تجمعات الحمأه التى تطفو على سطح احواض الترسيب النهائى.

تركيز المواد العالقة هو تركيز المواد الصلبة القابلة للترسيب وأيضاً المواد الغروية التى يصعب ترسيبها والتى قد تحتاج إلى وقت طويل لترسيبها. وتحتوى المواد العالقة على نسبة من المواد العضوية بالاضافة إلى المواد الغير عضوية. ويدل تركيز المواد العالقة فى مياه الصرف الصحى التى تمت معالجتها على كفاءة وحدات الترسيب بشكل عام.

درجة حرارة مياه الصرف الصحى يظهر تأثير درجة الحرارة فى زيادة نشاط البكتريا سواء هوائية أو لاهوائيه مع ارتفاع درجة الحرارة إلى أن تصل إلى حد معين يأخذ نشاط البكتريا فى الهبوط بعدها.

تركيز الأزوت النوشادرى ويتراوح الأزوت النوشادرى فى مياه المجارى الخام بين ١٥-٥٠ مجم/لتر ويقل هذا التركيز بمضى الوقت لتحوله إلى ازوتيت وازوتات.

تركيز الأزوت فى صورة ازوتيت وازوتات تزيد كمية الأزوتيت مع الوقت أثناء المعالجة البيولوجية وتتحول الأزوتيت إلى ازوتات كلما اقتربت المعالجة إلى الكمال ويعتبر وجود الأزوتيت هو مرحلة انتقالية فقط.

تركيز كبريتيد الهيدروجين يدل تواجد هذا الغاز فى عينة المخلفات على عدم تواجد الأكسجين فى العينة وعلى نشاط البكتريا اللاهوائية وهى مؤشر على تعفن مياه الصرف الصحى.

الأكسجين الكيميائى المطلوب وهو يعبر عن تركيز المواد العضوية الكربونية التى يتم اكسدتها بواسطة حامض الكرومات الثنائى.

الأكسجين الحيوي المطلوب وهو من التجارب الهامة فى اختبار عينات المخلفات السائلة وفيه تقاس كمية الأكسجين اللازمة لنشاط البكتريا فى اكسدة المواد العضوية الموجودة فى العينة-اذ ان تعيين هذه الكمية من الاكسجين يمكن اعتباره كأحد الطرق لقياس تركيز المواد العضورة فى العينة. الا انه نظرا لان الوقت اللازم لاكسدة جميع المواد العضوية فى العينة قد يستغرق شهورا، فقد اكتفى بتحديد كمية الاكسجين اللازمة لنشاط البكتريا فى تثبيت المواد العضوية الموجودة فى العينة عند حفظها فترة محددة وتحت ظروف معينة، وتتوقف كمية الاكسجين هذه على العوامل الأتية:

١- تركيز المواد العضوية فى العينة، فكلما زاد التركيز زاد الاكسجين المستهلك اى الاكسجين الحيوى B.O.D بل أن معدل استهلاك الاكسجين أثناء اجراء تجربة واحدة يتناسب طرديا مع كمية المواد العضوية التى لم تتأكسد بعد.

٢- درجة الحرارة أثناء فترة الحفظ (Incubation) إذ كلما زادت درجة الحرارة إلى حد معين زاد نشاط البكتريا فى أكسدة وتثبيت المواد العضوية.

٣- الزمن أو الفترة التى تحفظ أثناءها العينة اى التى يقاس تركيز الاكسجين فى العينة فى بدايتها ونهايتها.