
التحكم فى عمليات المعالجة البيولوجية باستخدام الحمأة المنشطة :

يتناول هذا الجزء مختلف وسائل التحكم فى عملية الحمأة المنشطة لمعالجة مياه الصرف الصحى ، وقبل البدء فى التعرض لتلك الوسائل فمن الضرورى الإلمام بالمفاهيم التالية :

1 . الأكسجين المستهلك .

2 . كمية المواد الصلبة العالقة .

وسوف يتناول هذا الفصل بالتفصيل تلك المفاهيم الأساسية ، بدءاً باستهلاك الأكسجين وانتهاء بمستوى

المواد الصلبة العالقة فى مياه الصرف الصحى .

هناك طريقتان لقياس استهلاك الأكسجين :

الأولى : تسمى الأكسجين الحيوى الممتص (" BOD " Biological Oxygen Demand) .

والثانية : تسمى الأكسجين الكيمائى الممتص (" COD " Chemical Oxygen Demand) .

الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)

يعرف الأكسجين الحيوى الممتص (BOD) بكمية الأكسجين التى تستخدمها البكتريا لتحليل المواد العضوية فى مياه المجارى ، وبديهي أنه كلما زادت تركيزات المواد العضوية فى مياه المجارى زادت قيمة الأكسجين الحيوى الممتص أيضاً .

وبكلمات أخرى ، كلما زاد تركيز المواد العضوية زادت قيمة الـ BOD ، لذلك فإن هذا المعيار الأساسى يستخدم فى تحديد كفاءة محطات مياه المجارى ، وعند قياس الـ BOD قبل بداية أعمال المعالجة وبعدها ، يمكن حساب كفاءة المحطة فى معالجة المياه .

وتعتبر قيمة الـ BOD معياراً أساسياً فى تحديد الحمل العضوى وكفاءة المحطة ، ويرجع ذلك إلى أنها تدل على كمية المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوى فى مياه المجارى .

ومن ناحية أخرى فإن إجراء اختبار الـ BOD يستغرق خمسة أيام ، لذا فإنه من هذه الزاوية لا يصلح أن يكون وسيلة مباشرة للتحكم فى تشغيل المحطة .

الأكسجين الكيمائى الممتص (COD)

الأكسجين الكيمائى الممتص الـ COD هو عبارة عن مقياس لكمية الأكسجين التى تلزم لأكسدة المواد العضوية وبعض المواد غير العضوية فى مياه المجارى ، وذلك بطريقة كيميائية .

وهذا يعنى أن قيمة الأكسجين الكيمائى المستهلك الـ COD تزيد دائماً عن قيمة الأكسجين الحيوى

المستهلك الـ BOD ، فمعروف أن الـ BOD هى مقياس لكمية الأكسجين اللازمة لأكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بواسطة البكتريا بينما الـ COD تشمل أكسدة جميع المواد العضوية القابلة للتحلل وغير العضوية غير القابلة للتحلل بواسطة البكتريا .

لذلك فمن المتوقع عند اختبار عينة من مياه المجارى أن تزيد قيمة الـ COD عن قيمة BOD ، والميزة الأساسية لأختبار الـ COD هى سرعة إجرائه بالمقارنة مع إختبار الـ BOD حيث يستغرق فقط ما بين ثلاث وأربع ساعات تقريباً .

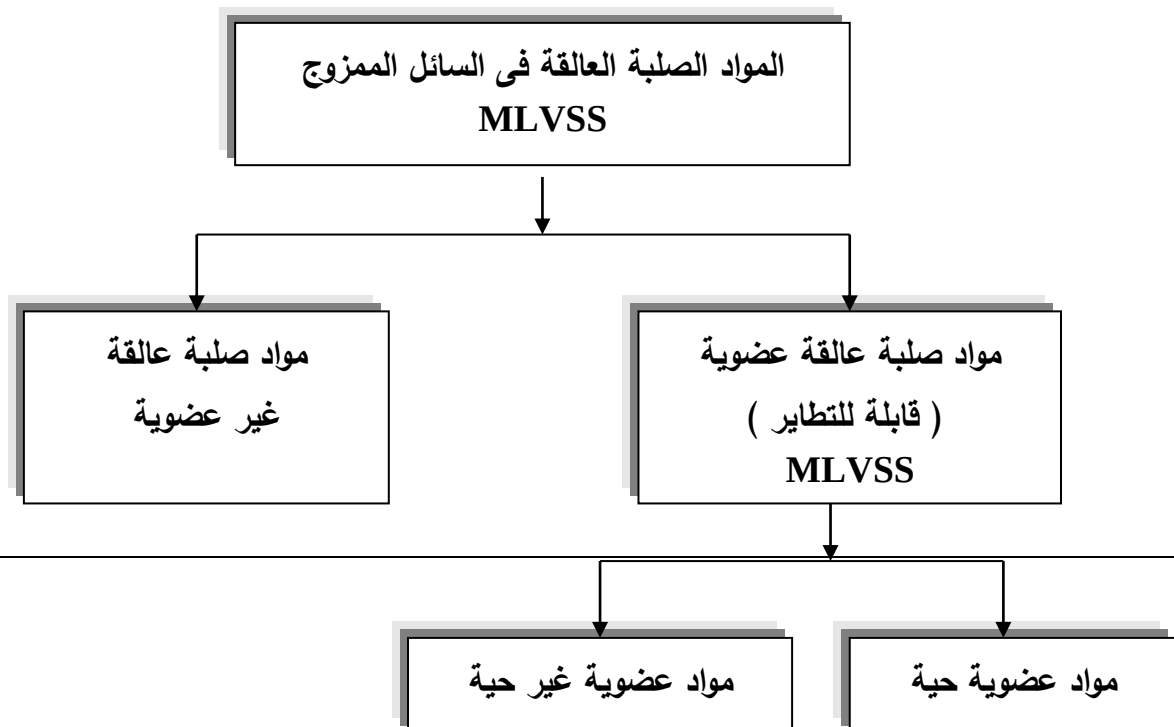
ويعرض الجدول التالى بعض قيم الأكسجين المستهلك لعينات مختلفة من مياه المجارى :

مصدر العينة	BOD (مجم / لتر)	COD (مجم / لتر)
مياه المجارى الخام	300 . 100	500 . 200
مياه المجارى الناتجة من المرحلة الابتدائية .	150 . 50	300 . 150
مياه المجارى الناتجة من المرحلة الثانوية .	30 . 15	100 . 50

وهذا لا يعنى أنه قيمة مثل 100 للـ BOD تساوى 200 للـ COD بل إن الأمر أكثر تعقيداً من هذا ، وتعتمد العلاقة بين الـ BOD والـ COD على العديد من الخصائص المتشابهة لمياه المجارى .

المواد الصلبة العالقة :

يمكن تقسيم المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج إلى : مواد صلبة عضوية أو مواد صلبة متطايرة ، ومواد صلبة غير عضوية كما يمكن تقسيم المواد الصلبة المتطايرة إلى مواد حية ومواد غير حية . ويوضح الشكل التالى تقسيم المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج فى أحواض التهوية :



على أية حال فإن قياس كمية الكائنات الحية أمر بالغ الصعوبة ، لذلك فإنه يمكن اعتبار المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج ممثلة للكائنات الحية ، إلا أنه يجب أن تكون لدينا الخلفية فى أن هذا القياس يشمل أيضاً المواد العضوية غير الحية .

وقياس تركيز المواد الصلبة العالقة فى السائل الممزوج (MLSS) يمكن أن يعطى قيمة تقريبية لكمية الكائنات الحية الدقيقة ، إلا أنه من الطبيعى أن قياس المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) يعطى قيمة أكثر دقة من القيمة السابقة لتركيز الكائنات الحية الدقيقة .

لذلك ونظراً لدقة الاعتماد على قياس المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) فى تحديد نسبة الكائنات الحية الدقيقة فيفضل استخدام هذا الاختبار لأغراض التحكم فى تشغيل أحواض التهوية .

وفى حالة عدم توفر الإمكانيات لقياس الـ MLVSS يمكن استخدام المعلومات المتوفرة عن تركيز المواد الصلبة العالقة فى السائل الممزوج (MLSS) لحساب قيمة تقريبية لنسبة الكائنات الحية الدقيقة .

لقد أصبح معروفاً أن تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) يوفر تقديراً مناسباً لعدد الكائنات الحية ، وأيضاً لمخزون المواد الصلبة فى حوض التهوية أى كمية المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى حوض التهوية .

وقبل التعرض للحسابات المستخدمة فى تحديد مخزون المواد الصلبة فمن الضرورى الإنتباه إلى أن مقدار المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) يتراوح بين 70 ، 80 % من إجمالى المواد الصلبة العالقة (MLSS) ، لذلك فعند حساب مخزون المواد الصلبة فسوف يتم الحصول على قيم مرتفعة نتيجة استخدام الـ MLSS عنها فى حالة استخدام الـ MLVSS كما أن نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F / M) سوف تنخفض قيمتها فى حالة استخدام الـ MLSS .

ولا تظهر أية مشاكل (نتيجة لذلك) طالما ظلت خصائص مياه المجارى ثابتة ، إلا أن هذا بالطبع ما لا يحدث أبداً ، فعندما تزيد نسبة الطمي مثلاً فى مياه المجارى الداخلة فإن هذا يقلل من تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) بالنسبة لإجمالى المواد الصلبة العالقة (الطمي مواد صلبة عالقة غير عضوية) ، وبالتالي تقل جداً درجة الدقة فى حساب مخزون المواد الصلبة باستخدام MLSS .

تستخدم المعادلة التالية فى حساب مخزون المواد الصلبة فى حوض التهوية :

مخزون المواد الصلبة (كجم) = حجم حوض التهوية (م³) * تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (مجم/لتر) / 1000

ملحوظة :- مجم / لتر = كجم / متر³

ويعرض الجدول التالي بعض القيم الفعلية لتركيز المواد الصلبة العالقة فى مياه المجارى فى الوحدات المختلفة لعملية الحمأة المنشطة : .

تركيز المواد الصلبة العالقة (MLSS) (مجم / لتر)	مصدر العينة
150 . 400	المياه الداخلة للمحطة
60 . 160	المياه الخارجة من المعالجة الابتدائية
1000 . 4500	السائل الممزوج فى أحواض التهوية
2000 . 10000	الحمأة المعادة
10 . 30	المياه الخارجة من المروقات الثانوية

التحكم بضبط متغيرات التشغيل

متغيرات التشغيل فى عملية الحمأة المنشطة :

كما ذكرنا سابقاً فان هناك متغيرات أساسية تؤثر فى كفاءة المعالجة بطريقة الحمأة المنشطة ، ويمكن عن طريق ضبطها عند قيم معينة التحكم فى كفاءة المعالجة . كما أن هناك عدة مؤشرات يمكن بواسطة فحصها وقياسها معرفة مدى كفاءة المعالجة ودرجة جودة المياه الخارجة من المحطة وسنتحدث فيما يلي عن هذه المتغيرات والمؤشرات .

الواقع أن أهم المتغيرات التي تؤثر بدرجة كبيرة على كفاءة المعالجة فى عملية الحمأة المنشطة هي : .

1. تركيز المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج فى حوض التهوية .
2. نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة (F/M) .
3. متوسط زمن بقاء الكائنات الحية فى عمليات المعالجة أو ما يطلق عليه عمر الحمأة (Sludge Age) .

ومهمة القائم على تشغيل المحطة هي ضبط هذه المتغيرات وثبيتها عند القيم المثلى التي تعطي أعلى كفاءة للمعالجة أقص جودة للمياه الخارجة من المحطة ، وبهذا يتم التحكم فى عملية الحمأة المنشطة .

ويلاحظ أنه يسهل قياس وضبط المتغير الأول ، وهو تركيز المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج (MLSS) ، إلا أن استخدامه لا يؤدي إلى أفضل تحكم فى تشغيل المحطة ويليه المتغير الثانى وهو نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة (F/M) حيث يتطلب إجراء بعض العمليات الحسابية بعد أخذ القراءات . أما المتغير الثالث وهو عمر الحمأة فأن تغييره يحتاج إلى عدة أيام كما أن تأثيره يمتد إلى فترات طويلة ولذلك لا يعتبر من الأنشطة اليومية للتشغيل .

وسنناقش فيما يلي كل متغير من هذه المتغيرات الثلاثة على حدة .

1) تركيز المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج : .

من المعروف أن كل محطة معالجة يمكن أن تعمل بأعلى كفاءة ممكنة عند قيمة محددة لتركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) وتعرف هذه القيمة بالقيمة المثلى للتشغيل . وهذه القيمة المثلى لتركيز الـ (MLVSS) لا تقف عند مستوى ثابت على مدار العام وفي مختلف ظروف التشغيل ، بل تتغير تبعاً لخصائص مياه المجارى التي تتم معالجتها وأيضاً تبعاً للموسم ، وعوامل أخرى عديدة .

وعلى فرض أن تلك القيمة المثلى لتركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) والتي تحقق أعلى كفاءة تشغيل هي 1600 مجم/ لتر فلضمان فعالية المعالجة يلزم الوصول بالتركيز إلى هذه القيمة والمحافظة عليها ثابتة عندها . ويتم ذلك ، كما أسلفنا بتغيير معدل التخلص من الحمأة الزائدة ، أو معدل إعادة الحمأة إلى حوض التهوية .

ومن الطبيعي أن يتغير تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) على مدار اليوم نظراً للتغيرات التي تطرأ على معدلات التصريف ومعدل سحب الحمأة الزائدة وغيرها . لذا فإن الأمر يتطلب أخذ العينات يومياً لمتابعة هذه التغيرات ويفضل أن تؤخذ العينات من نفس المكان وفي نفس الموعد يومياً ، كما يراعى أخذها من ثلاث مواقع مختلفة فى حوض التهوية حتى يتم تمثيل السائل الممزوج تمثيلاً تاماً عند إجراء التحليل وفي حالة الأحواض العريضة يمكن تقسيم الحوض إلى ثلاثة نطاقات متساوية ومتتابعة وتؤخذ العينات منها أما فى حالة الأحواض الضيقة فتؤخذ العينات فى البداية والنهاية .

2) نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة : .

من أجل تحقيق الكفاءة المرجوة فى محطات الحمأة المنشطة فإن نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة لابد وأن تكون ملائمة فلا تزيد أو تقل بمقادير ملحوظة عن مدى معين محدد سلفاً عند تصميم النظام فمعروف أن زيادة أو نقصان الغذاء يؤدي إلى تغير خصائص ترسيب الحمأة و حدوث العديد من المشاكل فى المروقات هذا فضلاً عن الإخلال بكفاءة المعالجة .

أن مهمة القائم علي تشغيل المحطة يمكن إيجازها فى تهيئة الظروف المناسبة لنشاط الكائنات الحية الدقيقة (التي تقوم بالدور الرئيسي فى عملية المعالجة البيولوجية باستخدام الحمأة المنشطة) وذلك بالتحكم فى كمية الغذاء لكل كيلوجرام من الحمأة (الكائنات الحية الدقيقة) .

ويمكن قياس تركيز الغذاء أو المواد العضوية (F) من خلال قياس الأكسجين الحيوى الممتص (BOD) أو الأكسجين الكيميائي الممتص (COD) ولكن نظراً لأن كمية المواد العضوية تتغير من ساعة لأخرى تبعاً لتغير خصائص مياه الصرف الصحي الواردة للمحطة ، لذلك يستخدم الأكسجين الكيميائي الممتص (COD) وأيضاً حيث يستغرق قياس الأكسجين الحيوى الممتص خمسة أيام ، لذلك يستخدم الأكسجين الكيميائي الممتص (BOD) كمؤشر لكمية الغذاء أو المواد العضوية (F) .

أما كمية الكائنات الحية الدقيقة فيتم تحديدها من خلال قياس تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير بالسائل الممزوج في حوض التهوية (MLVSS) .

وعلى هذا فإن حساب نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة (F/M) يحتاج إلى توفير المعلومات التالية :

1. تركيز الأكسجين الكيميائي الممتص (BOD) في المياه الداخلة إلى حوض التهوية (مجم/ لتر) .
2. معدل تصريف المياه في أحواض التهوية (م³/يوم) .

وللتعبير عن نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) بالجرام من الـ (COD) لكل جرام من الـ (MLVSS) يمكن استخدام العلاقة التالية :

$$\frac{\text{الغذاء}}{\text{الكائنات الحية الدقيقة}} = \frac{\text{الأكسجين الكيميائي الممتص COD (مجم/لتر) * معدل التصريف (م³/يوم)}}{\text{مخزون المواد الصلبة (كجم) * 1000}}$$

وتختلف قيم نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة في محطات الحمأة المنشطة تبعا للتصميم وظروف التشغيل وبالنسبة للقائمين على التشغيل ، فإن تحديد القيمة المثلى داخل المدى التصميمي لنسبة الغذاء إلى الكائنات الحية يرجع إلى الخبرة المكتسبة في تشغيل المحطة ويخضع للتجربة والملاحظة الدقيقة .

متوسط زمن بقاء الكائنات الحية :

يعرف متوسط زمن بقاء الكائنات الحية الدقيقة (MCRT) بالمدة الزمنية المتوسطة التي تمكثها الكائنات الحية في عمليات المعالجة ويمكن التعبير عنه كذلك بعمر الحمأة .
ومن مهام القائمين على تشغيل المحطة معرفة متوسط الزمن المناسب لبقاء الكائنات الحية الدقيقة والذي يؤدي للحصول على أفضل أداء للمحطة ثم بعد ذلك محاولة الاحتفاظ بقيمته ثابتة خلال ظروف التشغيل المختلفة .
والمعادلة المستخدمة لتعيين زمن بقاء الكائنات الحية أو عمر الحمأة هي :

$$\text{زمن الكائنات الحية (اليوم)} = \frac{\text{مخزون المواد العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) في حوض التهوية (كجم)}}{\text{أ + ب}}$$

حيث

أ = كمية المواد العالقة القابلة للتطاير التي تخرج مع المياه المعالجة يوميا (كجم VSS / اليوم)
ب = كمية المواد العالقة القابلة للتطاير في الحمأة الزائدة التي يتم التخلص منها يوميا (كجم MLVSS / اليوم) .

ولتوخي الدقة يفضل استخدام تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (VSS) في حساب متوسط زمن بقاء الكائنات الحية ولا يستخدم تركيز المواد الصلبة العالقة (SS) إلا عند الضرورة .

أما إذا كانت هناك رغبة في الحصول على دقة أعلى عند حساب متوسط زمن بقاء الكائنات الحية فيضاف مخزون المواد الصلبة العالقة في المروك الثانوي إلى مخزون المواد الصلبة العالقة في حوض التهوية .

ويتراوح تغير عمر الحمأة في محطات الحمأة المنشطة النمطية من خمسة أيام إلى خمسة عشر يوماً وقد يصل إلى عشرين يوماً أو أكثر في محطات الحمأة المنشطة بنظام التهوية الممتدة .وبالنسبة للقائمين على التشغيل فأن إحدى مهامهم الأساسية هي تحديد العمر الأمثل للحمأة في محطاتهم والذي يحقق أعلى كفاءة في التشغيل والاحتفاظ به ثابتاً ومن الطرق المألوفة لتحديد فاعلية اختيار عمر الحمأة المناسب في محطة الحمأة المنشطة هو تشغيل المحطة عند عمر حماة مختلفة
فمثلاً :

يمكن تخفيض عمر الحمأة تدريجياً من 7 إلى 6.5 يوم مع مراقبة التغير في مؤشر حجم الحمأة (SVI) ومعدل استهلاك الأكسجين وأيضاً نوعية الكائنات الحية الدقيقة وإذا لم تظهر مشاكل في التشغيل فيمكن الاستمرار بالتشغيل لمدة شهر بالقيمة الجديدة لعمر الحمأة وعن طريق ذلك ومن خلال تسجيل بيانات المياه الداخلة والخارجة من المحطة يمكن حساب الكفاءة وبالتالي مقارنتها بالشهور السابقة (والتي كان عمر الحمأة فيها سبعة أيام) وفي حالة تحسن الكفاءة يمكن الاستمرار في تخفيض عمر الحمأة إلى ستة أيام مثلاً ومتابعة الإجراءات السابقة أما إذا تدهورت كفاءة المعالجة فيمكن رفع قيمة عمر الحمأة إلى 7.5 يوم وأيضاً متابعة الإجراءات السابقة ومن البديهي أن عدم حدوث تحسن في الحاليتين يعني أن عمر الحمأة الأمثل هو سبعة أيام .

وفي السطور التالية سوف نتابع أهمية عمر الحمأة أو متوسط زمن بقاء الكائنات الحية وكذلك نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية في التحكم في تشغيل المحطة .

أن الحصول على أفضل النتائج في تشغيل محطات الحمأة المنشطة يقتضي بالضرورة الاحتفاظ بحمأة ذات جودة عالية لذلك فمن الضروري التشغيل عند القيم المثلى لنسبة الغذاء إلى الكائنات الحية بالإضافة إلى عمر الحمأة المثالي ، حيث أن ضبط هذين المتغيرين عند القيم المثلى يمكن أن يحقق ما يلي :

1. الحصول على درجة النقاوة المطلوبة لمياه الصرف الصحي .
2. القدرة على التحكم في عملية نمو الكائنات الحية الدقيقة وأكسدة الغذاء المتمثل في المواد العضوية .
3. تحديد التركيز الصحيح للمواد الصلبة العالقة والتي تكفي لاستهلاك الغذاء والحصول على نوعية جيدة من الحمأة .
4. القدرة على التحكم في تركيز المواد الصلبة وذلك من خلال التخلص من الحمأة الزائدة بالمعدل المناسب حيث أنه :

عند زيادة معدل صرف الحمأة الزائدة فهذا يؤدي إلى زيادة نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية وأيضا يؤدي إلى نقصان متوسط زمن بقاء الكائنات الحية (عمر الحمأة) .

عند خفض معدل صرف الحمأة الزائد فهذا يؤدي إلى خفض نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية مع زيادة متوسط زمن بقاء الكائنات الحية (عمر الحمأة) .

من الواضح أن عمر الحمأة يرتبط ارتباطا وثيقا بنسبة الغذاء إلى الكائنات الحية ويمكن التحكم فيهما بزيادة أو خفض معدل صرف الحمأة الزائدة .

أما الآن وبعد التعرف على فوائد التشغيل عند القيم المثلى لعمر الحمأة أو متوسط زمن بقاء الكائنات الحية وأيضا نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية ، ماذا يحدث لو تغيرت القيم الفعلية للتشغيل عن القيم المثلى ؟ سوف نستعرض فيما بعد المؤشرات الدالة على نقص متوسط زمن بقاء الكائنات الحية (أو عمر الحمأة) عن القيمة المثلى مع زيادة نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة :

1. انخفاض تركيز الأكسجين الذائب في حوض التهوية وفي هذه الحالة يصعب الاحتفاظ بالقيمة المطلوبة .
2. يميل لون الحمأة إلى البني الفاتح مع بطء في معدل الترسيب . إذا رسبت .
3. معدل استهلاك الحمأة للأكسجين يرتفع كثيراً عن المعدل القياسي .
4. ظهور رغاوى بيضاء كثيرة في أحواض التهوية .

والآن سوف نتعرض للموقف العكسي عندما يكون عمر الحمأة أو متوسط زمن الكائنات الحية كبير مع انخفاض واضح في نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية . في هذه الحالة يمكن ملاحظة ما يلي :

1. يسهل الاحتفاظ بتركيز جيد للأكسجين الذائب .
2. سرعة في ترسيب الحمأة مع قابلية للاندماج وظهور عكاز من جزيئات عالقة دقيقة في المياه الخارجة من حوض الترسيب .
3. معدل استهلاك الحمأة للأكسجين أقل من الطبيعي بكثير .
4. تركيز المواد الصلبة العالقة في المياه الناتجة يرتفع عن المعتاد .
5. تكوين طبقات كثيفة من الخبث الطافي (ذى الرغاوى البنية اللون) على سطح مياه الحوض .

الآن تمت مناقشة المتغيرات الثلاثة الأساسية التي عن طريق ضبطها يتم التحكم في تشغيل عمليات الحمأة المنشطة ، وهي تركيز المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج ونسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة (F/M) ومتوسط زمن بقاء الكائنات الحية أو عمر الحمأة (MCRT) .

مؤشرات كفاءة المعالجة : .

سنستعرض فيما يلي ثلاثة مؤشرات هامة تدل على مدى كفاءة المعالجة ودرجة جودة المياه الخارجة من المحطة . وهذه المؤشرات هي :

1. نوعية الكائنات الحية الدقيقة .
2. قابلية إستهلاك الأكسجين
3. معدل إستهلاك الأكسجين

نوعية الكائنات الدقيقة :

يستخدم الفحص الميكروبيولوجي للتعرف على أنواع الكائنات الحية الدقيقة المختلفة التي توجد بالحماة المنشطة ومعرفة تأثير كل منها على العملية البيولوجية ، ومن أهم الكائنات الحية الدقيقة التي تتكون منها الحماة المنشطة ما يلي :

1. البكتريا.

2. البروتوزوا .

3. الروتيفر (الكائنات الدودية)

4. الكائنات الخيطية (البكتريا أو الفطريات).

ونظراً لأن كلاً من تلك الكائنات ينتعش وينمو ويتكاثر في ظروف معينة ، فإنه يمكن معرفة كفاءة التشغيل من نوع الكائنات الموجودة .

ومن المعروف أن أهم تلك المجموعات هي البكتريا وترجع أهميتها إلى كونها تقوم بالدور الأساسي في أكسدة المواد العضوية في مياه الصرف الصحي .

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

والبروتوزوا ذات الأهداب (الهدبية) هي إحدى المكونات الحية الهامة في الحماة المنشطة، وهناك نوعان منها يمكن التمييز بينهما تحت الميكروسكوب ، هما :

* البروتوزوا الهدبية العائمة .

* البروتوزوا الهدبية ذات العنق .

ولا تتغذى البروتوزوا على المواد العضوية المتوفرة في مياه الصرف ، ولكنها تتغذى على البكتريا ، وبالتالي تساهم في التخلص من البكتريا العائمة وتساعد على ترويق المياه .

و يعني وجود البروتوزوا الهدبية في عينة من الحماة المنشطة أن عملية المعالجة مرضية (ترتفع نسبة البروتوزوا الهدبية ذات العنق في حالة انخفاض كميات المواد العضوية في مياه الصرف الصحي ، وهذا يعني جودة المعالجة) .

أما الروتيفر فإن وجودها غير شائع في عمليات الحماة المنشطة التقليدية لكن إذا وجدت فإن ذلك يشير إلى انخفاض نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة أو طول عمر الحماة .

وتبدو الكائنات الخيطية تحت الميكروسكوب مثل خُصل الشعر أو حزم القش ، وهى كائنات بطيئة الترسيب وتواجدها بكثير يعني وجود ظروف غير ملائمة فى المعالجة البيولوجية وهذا يؤدى بالتالى إلى فشل عملية الترسيب وزيادة نسبة المواد الصلبة العالقة فى المياه الناتجة بالمروق الثانوية .والكائنات الخيطية يمكن أن تكون أنواعاً من البكتريا أو الفطريات ، مرتبطة ببعضها على هيئة شبكات . ويرتفع تركيز الكائنات الخيطية نتيجة للأسباب الآتية .:

انخفاض الرقم الهيدروجيني .

انخفاض تركيز الأكسجين الذائب .

ارتفاع تركيز المواد التي تصلح كغذاء للبكتريا .

مما سبق يمكن التعرف على أهم أنواع الكائنات الحية الدقيقة المكونة للحمأة ، والتي تلعب دوراً أساسياً فى عملية التحكم وضبط تشغيل المحطة .

ومن خلال الفحص الميكروسكوبي اليومي للحمأة ، يمكن اتخاذ قرارات صائبة بشأن مستوى المواد الصلبة فى الأحواض ، فملاحظة وجود تغيير فى أعداد البروتوزوا الهدبية العائمة أو ذات العنق ، أو التغيرات التي تطرأ على كمياتها فى الحمأة يمكن اتخاذ القرار المناسب

فانخفاض أعداد البروتوزوا الهدبية العائمة بالنسبة للبروتوزوا 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 الـ (F/M) ومتوسط عمر الحمأة (MCRT) ، فإن هذا يتطلب خفض تركيز المواد الصلبة العالقة .

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

وعلى وجهه العموم فإن البكتريا تقوم بتنشيط المواد الصلبة العضوية ، والبروتوزوا تتغذى على البكتريا ، وتساعد فى الحصول على مياه رائقة . كما أن وجود البروتوزوا ذات العنق هو مؤشر جيد عن استقرار عملية المعالجة .

(3) القابلية للترسيب ومؤشر حجم الحمأة :

إن تكون الندف فى المروقات الثانوية يلعب دوراً أساسياً فى عملية الترسيب ، ويبدأ تكون الندف ، فى الواقع ، فى أحواض التهوية ، ولكن اضطراب المياه . نتيجة عمليات التهوية والتقليب . يمنع ترسبها وبمجرد دخول السائل الممزوج الناتج من الأحواض إلى المروقات الثانوية ، يتوقف اضطراب المياه ويقل نشاط الكائنات الحية الدقيقة وتتهياً الظروف للترسيب . وتبدأ الكائنات الحية الدقيقة المنفردة والعالقة بالمياه فى التجميع ، مما يكون ندفاً بثقل

كاف للترسيب . (ويتأثر معدل الترسيب بجموعه من العوامل مثل : عمر الحمأة ، طبيعة المواد المحتجزة فى الندف ، وكمية الكائنات الخيطية) .

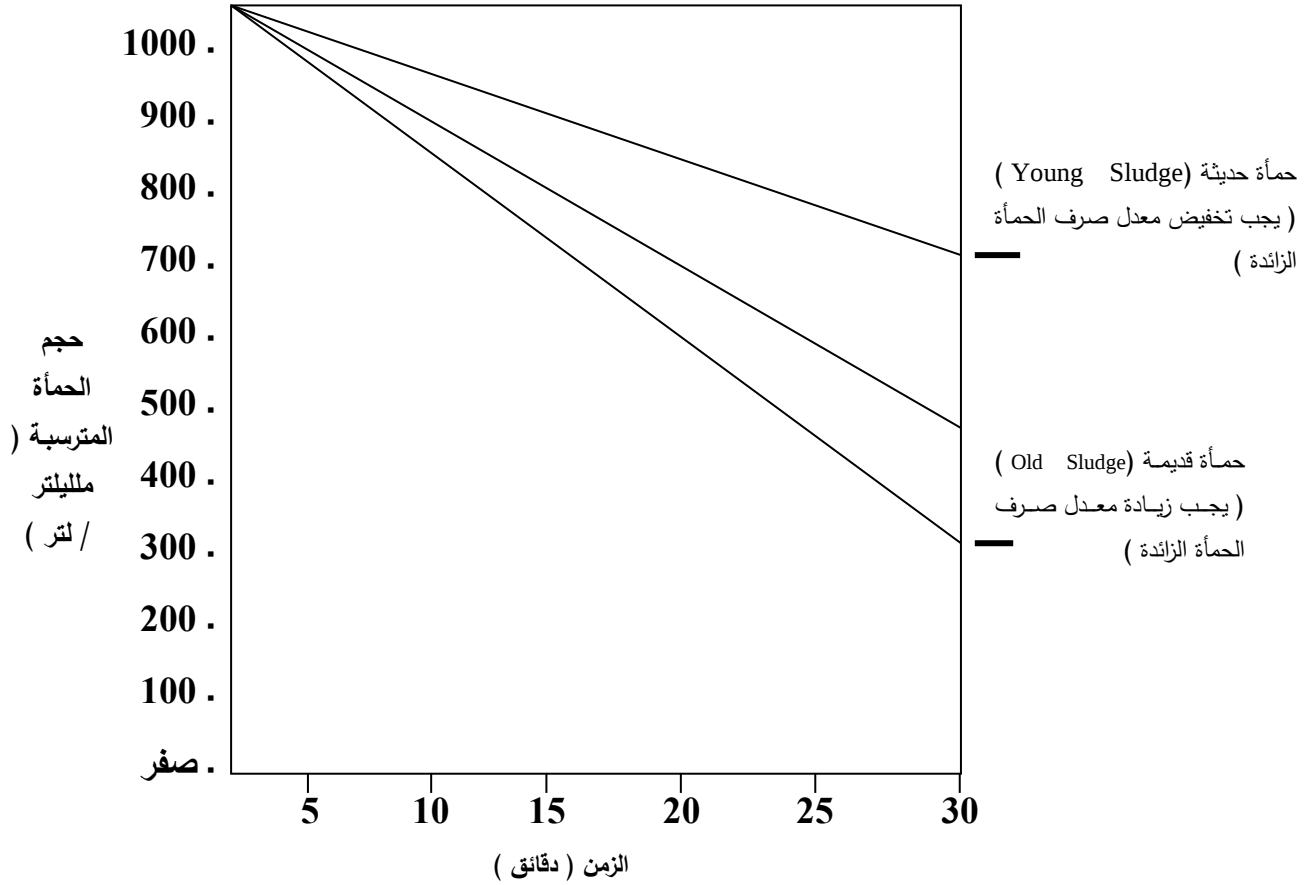
ويجب أن يكون معدل ترسيب الندف بطيئاً بدرجة كافية تسمح بتجميع المواد الصلبة على الندف أثناء هبوطها . ومن المعروف أن لون الندف البني (مثل الشيكولاتة) يشير إلى ترسيب جيد .

على أية حال ، فإن فحص واختبار القابلية للترسيب فى المروقات الثانوية يعتبر من أفضل الأدوات لتحديد النسبة المثالية للغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) وهذا ما سوف نتعرض له فى السطور التالية .

إن اختبار القابلية للترسيب يعد أهم الاختبارات للحكم على جودة الحمأة . والنتائج التى يتيحها هذا الاختبار تمكن القائمين على التشغيل من اتخاذ القرارات الملائمة وإجراء التعديلات اللازمة لضمان سير العملية بالكفاءة المطلوبه . كما أن تسجيل تلك النتائج على المدى الطويل يوفر للقائمين على التشغيل البيانات الضرورية التى تمكنهم من مواجهة المشكلات المتكررة .

ويجرى اختبار القابلية للترسيب باستخدام مرسب أو مخبر مدرج سعته لتر واحد ويسجل حجم الحمأة المترسبة كل 5 دقائق خلال النصف ساعة الأول ، وكل 10 دقائق خلال النصف ساعة التالي .

وتساعد القراءات التى يتم تجميعها بكثافة فى النصف ساعة الأول فى إعطاء معلومات هامة عن تكوين الندف وطبقة الحمأة. ويمكن الحكم على معدل ترسيب الحمأة بعد انقضاء الثلاثين دقيقة الأولى ، أما قابلية الحمأة للإ نضغاط فيمكن الحكم عليها بعد انقضاء ساعة من بدء الاختبار . ومن خلال استخدام الرسم البياني الذى يبين تغير حجم الحمأة المترسبة مع الزمن ، يمكن المقارنة والحكم على تكون الندف وعن طبقة الحمأة ، وبالتالي تحديد معدل صرف الحمأة الزائدة .



وعند إجراء اختبار القابلية للترسيب ، ينبغي ملاحظة تكون الندف وطبقة الحمأة ، ومن خلال شكل التجمعات الحية (الندف) يمكن إعطاء الحكم المناسب على جودة الحمأة . ويمكن تحقيق ذلك من خلال رصد ما يلي :

شكل الندف ، وهل هي

حبيبية .

مدموكة .

منتفشة ... أو

ريشة .

. هل تترسب الندف منفردة أم تتجمع على شكل طبقة أولاً ثم تترسب

. هل يأخذ سطح الطبقة شكلاً منتظماً أم شكلاً متموجاً غير منتظم ؟

. هل تجتذب ندف الحمأة معظم المواد العالقة لتلتصق بها أثناء الترسب ؟

. هل تصطبغ الحمأة باللون البني والمياه الرائقة باللون الذهبي الفاتح ؟

(4) مؤشر حجم الحمأة :

يساعد مؤشر حجم الحمأة (SVI) فى تقييم جودة ترسيب الحمأة ، وبالتالي كفاءة العملية ككل . ويمكن استخدام نتيجة اختبار الترسيب فى حساب مؤشر حجم الحمأة (SVI) باستخدام المعادلة التالية .

$$\text{مؤشر حجم الحمأة} = \frac{\text{حجم الحمأة المترسدة بعد 30 دقيقة في مخبر الترسيب (مللي) * 1000}}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة في السائل الممزوج (MLSS)}}$$

وبالرغم من أن مؤشر حجم الحمأة عادة ما يتراوح بين 100 ، 150 إلا أنه يمكن التشغيل بكفاءة فى حالة ارتفاع هذه القيم عن ذلك ، بشرط أن يكون لون الحمأة بنيا وأن تكون المياه المعالجة رائقة ولا تنبعث منها رائحة .

وإذا كانت المحطة تعمل بكفاءة عند قيمة معينة للمؤشر ، فيجب الاحتفاظ به فى هذه الحدود، وتسجل النتائج يوميا للتنبؤ بأى تغيير فى عملية المعالجة .

وينبغي التأكيد على أن قيمة المؤشر فى حد ذاتها لا تفيد كثيرا فى تحديد جودة الحمأة أو كفاءة التشغيل ، بل إن الفائدة الأساسية تعود من ملاحظة التغير فى هذا المقياس ، فتعتبر المؤشر يقدم إشارة لا لبس فيها عن تغير خصائص الحمأة مع احتمالات وجود مشاكل فى التشغيل .

فعند زيادة مؤشر حجم الحمأة SVI وهو ما يعني بطء الترسيب ، فإن هذا يشير إلى :
نقص عمر الحمأة & وجود الكائنات الخيطية أو تغير الظروف المناخية .

وفى هذه الحالة ، ينبغي زيادة مستوى تركيز المواد الصلبة فى حوض التهوية ، وذلك بخفض معدل التخلص من الحمأة الزائدة .

أما إذا انخفض قيمة مؤشر حجم (SVI) إلى أقل من 100 فإن ذلك يشير إلى :
- احتمال وجود مواد عالقة دقيقة أشبه برأس الدبوس منتشرة فى المياه المعالجة ، بينما تترسب بقية الحمأة بسرعة .

ويمكن التحكم فى ذلك بخفض تركيز المواد الصلبة العالقة فى حوض التهوية ، عن طريق زيادة معدل صرف الحمأة الزائدة .

إن كل الاختبارات والملاحظات الخاصة بنظام الحمأة المنشطة موجهة لمراقبة أى تغيرات تحدث فى محطة تعمل بكفاءة جيدة لإمكان عمل الإجراءات المناسبة للسيطرة على أية مشكلة طارئة فى الوقت المناسب ، وعادة يمكن التعرف على وجود مشكلة فى حالة ارتفاع تركيز المواد الصلبة العالقة فى المياه المعالجة .

ولكن يجب أن نأخذ فى الاعتبار أن النظام معرض دائما لتغيرات فى الظروف ، إلا أنه يتأثر بدرجة كبيرة بالتغيرات المفاجئة ، وخاصة فى الأحمال العضوية ، والرقم الهيدروجيني ، ودرجة الحرارة وكذلك بدخول مواد سامة إلى المحطة والتي يمكن مناقشتها كما يلي :

5) التغيرات المفاجئة فى الأحمال العضوية

الزيادة المفاجئة أو الانخفاض المفاجئ فى الأحمال العضوية أى فى كمية الغذاء المقدمة إلى الكائنات الحية الدقيقة قد يؤدى إلي حدوث مشاكل فى التشغيل .

6) تغير الرقم الهيدروجيني

إن التغيرات المفاجئة للرقم الهيدروجيني ، والتي تخرج به عن المدى الشائع للتشغيل من (6.5 إلى 8.5) تؤدى إلى انخفاض فى مستوى النشاط الحيوى ، وتؤدى إلى ارتفاع تركيز الكائنات الخيطية ، وبالتالي تسبب انخفاضا فى قابلية الحمأة للتسيب ، والقراءة المنتظمة للرقم الهيدروجيني عند مدخل المحطة تكشف عن هذا التغير (إذا حدث) وتعطي إنذارا مبكر قبل حدوث المشاكل سالفة الذكر ، وهذا الإنذار قد يسمح بتقادي حدوث هذه المشاكل ، وذلك باستخدام أحواض الترسيب الابتدائية لمعادلة الرقم الهيدروجيني أو بتحويل مياه الصرف الصحي عن المحطة ، لإنقاذ النظام البيولوجي .
