الفصل الرابع

أسس التحكم فى المعالجات البيولوجية لمياه الصرف باستخدام نتائج التحاليل الكيميائية

للتحكم فى كفاءة العملية البيولوجية فى نظام المعالجة بالحمأة 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.

كمية الأكسجين المذاب وكفاءة عملية تقليب السائل المخلوط

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

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

نسبة المواد العضوية إلى كمية الكائنات الحية

تتغذى الكائنات الحية على المواد العضوية فإذا توفرت كمية المواد العضوية يزداد تكاثر ونمو وحركة الكائنات الحية، وبالتالى تزداد الحاجة إلى الأكسجين اللازم لحياتها، وبالعكس إذا انخفضت كمية المواد العضوية يموت 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.

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

مثال:

احسب نسبة F/M من المعلومات التالية:

- كمية التصرف إلى أحواض التهوية ١٥٠٠٠ متر مكعب فى اليوم.
  تركيز الأكسجين الحيوى المستهلك (B.O.D) ، وهو يعبر عن المواد العضوية الداخلة لأحواض التهوية ١٥٠ مليجرام/لتر.
- تركيز المواد العالقة المتطايرة فى السائل المخلوط (MLVSS) ٢٤٠ مليجرام/لتر.
- حجم حوض التهوية ٢١٠٠م^{٣}

طريقة الحساب:

كمية المواد العضوية فى (B.O.D.) اليوم =

$$\frac{١٥٠٠٠ \times ١٥٠ \times ١٠٠٠}{١٠٠٠ \times ١٠٠٠} = ٢٢٥٠ \text{ كجم/يوم}$$

(نضرب × ١٠٠٠ لكى يكون فى م^{٣}، ونقسم على ١ ٠٠٠ ٠٠٠ للتحويل من مليجرام إلى كجم)

وزن الكائنات الحية فى حوض التهوية (MLVSS)

$$= \frac{٢١٠٠ \times ١٠٠٠ \times ٢٤٠٠}{١٠٠٠ \times ١٠٠٠} = ٥٠٤٠ \text{ كجم}$$

$$\frac{F}{M} = \frac{٢٢٥٠}{٥٠٤٠} = ٠,٤٤ \text{ كجم/يوم/كجم حمأة}$$

ونظراً لأن هذه النسبة هى التى تتحكم فى معدل النمو المطلوب فلذلك يجب حفظها فى الحدود التى تضمن كفاءة التشغيل وهى حوالى ٠,٣ 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 الحمأة

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 التنقية 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 المروق الثانوى، فعندما تكون درجة الرسوب إلى القاع بطيئة يمكن لهذه المجموعات أن تلتقط معها ما يتبقى من المواد العالقة وهذا ما يجعل كفاءة التنقية تصل إلى أكثر من ٩٠%.

ولحساب عمر الحمأة نستخدم المعادلة التالية:

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

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

مثال:

احسب عمر الحمأة من المعلومات الآتية:

- حجم حوض التهوية ٢١٠٠ م^3
- كمية التصرف الداخلة ١٥٠٠٠ م^3/ يوم
- تركيز المواد العالقة فى المياه الخارجة من المروق الابتدائى ٧٠ مليجرام/ لتر.
- تركيز المواد العالقة فى حوض التهوية ٢٤٠٠ مليجرام/ لتر.

الحل:

وزن المواد العالقة فى حوض التهوية =

$$\frac{\text{٢٤٠٠ مليجرام/لتر} \times \text{١٠٠٠} \times \text{٢١٠٠ متر مكعب}}{\text{١٠٠٠} \times \text{١٠٠٠}} = \text{٥٠٤٠ كيلوجرام}$$

وزن المواد العالقة الخارجة من المروق الابتدائى فى اليوم

$$= \frac{\text{٧٠ مليجرام/لتر} \times \text{١٠٠٠} \times \text{١٥٠٠ متر مكعب/يوم}}{\text{١٠٠٠} \times \text{١٠٠٠}}$$

= ١٠٥٠كجم/يوم

$$\text{عمر الحمأة} = \frac{\text{٥٠٤٠ كيلوجرام}}{\text{١٠٥٠ كيلوجرام/اليوم}} = \text{٤,٨ يوم}$$

معدل 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):

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

مثال:

احسب معدل حجم الحمأة فى حالة الحصول على حمأة حجمها ٢٥٠ مللى لتر بعد ٣٠ دقيقة، ودرجة التركيز للمواد العالقة بها ٢٠٠٠ مليجرام/لتر.

الحل:

$$\text{معدل حجم الحمأة (SVI)} = \frac{\text{٢٥٠ مللى لتر}}{\text{٢٠٠٠ مليجرام/لتر}} \times ١٠٠ = ١٢٥$$

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 تنقية مياه الصرف الصحى التى تعمل بطريقة الحمأة المنشطة الراجعة ذات الطريقة التقليدية أو ذات التهوية الممتدة، وتشمل هذه القوانين نتائج التجارب التى تتم فى المعمل مثل (B.O.D) ، (MLSS)، (MLVSS)، (SV30) وغيرها من التجارب التى تؤثر فى تحديد طريقة تشغيل المحطة.

معدل صرف الحمأة الزائدة

من المعروف أن المروقات 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.

مثال:

كان تركيز المواد الصلبة العالقة فى السائل الممزوج والتى تعمل المحطة عليها دائما هو ٣٠٠٠ مليجرام/ لتر وعند قياسها فى أحد الأيام كانت ٤٠٠٠ مليجرام/ لتر.

احسب حجم الحمأة الزائدة التى يجب التخلص منها إذا علم أن:

- تركيز المواد الصلبة العالقة فى الحمأة الزائدة هو ٨٠٠٠ مليجرام/لتر
- حجم أحواض التهوية ٦٧٢م^{٣}
- تصرف الطلمبة ٤٠ م^{٣}/ ساعة

الحل:

وزن الحمأة الزائدة =

$$\frac{\text{حجم أحواض التهوية} \times (\text{التركيز الجديد للمواد العالقة} - \text{التركيز الثابت})}{١٠٠٠}$$

$$= ٦٧٢ \times ١٠٠٠ \times \frac{١٠٠٠}{١٠٠٠} = ٦٧٣٠٠٠ \text{ جم} = ٦٧٢ \text{ كجم}$$

حجم الحمأة الزائدة =

$$= \text{الوزن} \times \frac{١٠٠٠}{\text{التركيز}} \times ٦١ \times \frac{١٠٠٠}{٨٠٠٠} \text{ م}^٣$$

$$\text{مدة تشغيل الطلمبة} = \frac{\text{الحجم}}{\text{التصرف}} = \frac{٨٤}{٤٠} = ٢,١ \text{ ساعة/ يوم}$$

وفى هذه الطريقة أهمل الاحتفاظ بنسبة ثابتة من الغذاء إلى الكائنات الدقيقة (F/M) وهذا يؤدى إلى حدوث مشاكل فى التشغيل.

ولمزيد من الإيضاح 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 عنها 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 للتطاير 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 (VSS in WAS)
- معدل تصرف المحطة (Q)

ويمكن كتابة المعادلة المستخدمة كما يلى:

معدل صرف الحمأة الزائدة =

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

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

أو

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

مثال:

إذا كانت لدينا المعطيات التالية، احسب معدل صرف الحمأة الزائدة

- حجم حوض التهوية = ٦٠٠٠ م^{٣}
- MLVSS = ٢١٠٠ مليجرام/ لتر
- SA = ٢١ يوم
- VSS in WAS = ٦٩٠٠ مليجرام/ لتر
- VSS = ٢٠ مليجرام/ لتر
- Q = ١٦٠٠٠ م^{٣}/ يوم

الحل:

معدل صرف الحمأة الزائدة =

$$\frac{Q \times MLVSS}{VSS \text{ in } WAS} - \frac{MLVSS \times V}{SA \times VSS \text{ in } WAS}$$

$$= \frac{١٦٠٠٠ \times ٢٠}{٦٩٠٠} - \frac{٢١٠٠ \times ٦٠٠٠}{٢١ \times ٦٩٠٠}$$

$$= \frac{١٢٦٠٠٠٠٠}{٢١ \times ٦٩٠٠} \qquad \frac{٣٢٠٠٠٠}{٦٩٠٠}$$

$$= \quad ٨٦,٩ - ٤٦,٤ = ٤٠,٦ \text{ م}^{٣}/\text{ يوم}$$

الاستفادة من التجارب المعملية فى المرشحات الزلطية

يمكن الاستفادة من التجارب المعملية فى المرشحات الزلطية فى حساب الحمل الهيدروليكى على الوحدة، وفى حساب الحمل العضوى على الوحدة.

حساب الحمل الهيدروليكى على الوحدة

مثال:

احسب الحمل الهيدروليكى لمرشح قطره ٣٠,٥ متر وتدفع المياه إليه بواسطة طلمبة سعتها ٠,١٣٢ متر مكعب فى الثانية.

طريقة الحساب:

- الحمل الهيدروليكى (متر مكعب/يوم/متر مربع) =

$$\frac{\text{كمية التصرف بالمتر المكعب فى يوم}}{\text{مساحة السطح بالمتر المربع}}$$

- كمية التصرف فى اليوم (متر مكعب/ يوم)

= ٠,١٣٢ متر مكعب × ٦٠ ثانية × ٦٠ دقيقة × ٢٤ ساعة

= ١١٤٠٥ متر مكعب فى يوم

- مساحة السطح بالمتر المربع =

$$\frac{٣,١٤}{٤} \times ٣٠,٥ \text{ متر} \times ٣٠,٥ = ٧٣٠,٣ \text{ متر مربع}$$

$$\text{حيث مساحة الدائرة} = \frac{٣,١٤}{٤} \times (\text{القطر})^{٢}$$

- الحمل الهيدروليكى (متر مكعب/ يوم/متر مربع)

$$= \frac{\text{١١٤٠٥ متر مكعب/ يوم}}{\text{٧٣٠,٣ متر مربع}} = \text{١٥,٧ متر مكعب/ يوم/ متر مربع}$$

حساب الحمل العضوى على الوحدة

مثال:

احسب الحمل العضوى على المرشح من المعلومات التالية:

مساحة السطح = ٧٣٠,٦ متر مربع

عمق الوسط = ٠,٩٠ متر

كمية التصرف = ١١٤٤٧ متر مكعب/اليوم

تركيز المواد العضوية فى المياه الداخلة (B.O.D.) = ١٠٠ مليجرام/لتر

طريقة الحساب:

- حجم الوسط (متر مكعب) = المساحة (متر مربع) × العمق (متر)
  = ٧٣٠,٦ متر مربع × ٠,٩٠ متر = ٦٥٧,٥ متر مكعب

- الحمل العضوى (كجم/يوم)

$$= \frac{\text{١٠٠ مليجرام/لتر} \times \text{١١٤٤٧ متر مكعب/ يوم}}{١٠٠٠} = \text{١١٤٤,٧ كجم/يوم}$$

- الحمل العضوى على المرشح (كجم B.O.D. / يوم/ متر مكعب)

$$= \frac{\text{١١٤٤,٧ كجم BOD/ يوم}}{\text{٦٥٧,٥ م}^3} = \text{١,٧ كجم B.O.D./ يوم/ م}^3$$

ومن هذه الطريقة يتم تحديد هل الحمل العضوى زاد على المرشح أم قـــل وتربط هذه العلاقة بالتشغيل ككل.

معدلات التحميل النموذجية

مرشح المعدل النمطى:

وسط الترشيح: العمق من ٢ – ٢,٥ متر

الحمل الهيدروليكى: من ١ إلى ٤ م^{٣}/ يوم/ م^{٢}

الحمل العضوى: من ٨٠ – ٤٠٠ جم B.O.D/ يوم/ م^{٣}

مرشح المعدل المرتفع:

وسط الترشيح: العمق من ١–١,٥ متر

الحمل الهيدروليكى: من ٤ إلى ٤٠ م^{٣}/ يوم/ م^{٢}

الحمل العضوى: من ٤٠٠ – ٢٤٠٠جم B.O.D/ يوم/ م^{٣}

حساب كفاءة المرشحات

تحسب الكفاءة للمروقات الابتدائية والمرشحات وللمحطة كلها وذلك للحمل العضوى S.S.، C.O.D.، B.O.D. .....الخ.

مثال:

إذا كان تركيز الأكسجين الحيوى المستهلك (B.O.D) لتيار الماء الداخل إلى أحد المروقات الابتدائية هو ٢٠٠ مليجرام/لتر وكان تركيز الأكسجين الحيوى المستهلك لتيار الماء الخارج هو ١٤٠ مليجرام/لتر، احسب كفاءة المروق الأولى فى إزالة التركيز المعادل للأكسجين الحيوى المستهلك.

الحل:

$$\text{الكفاءة \%} = \frac{\text{الدخول} - \text{الخروج}}{\text{الدخول}} \times ١٠٠ \%$$

$$= \frac{٢٠٠ \text{مليجرام/لتر} - ١٤٠ \text{ مليجرام/لتر}}{٢٠٠ \text{مليجرام/لتر}} \times ١٠٠\%$$

$$= \frac{٦٠ \text{ مليجرام/لتر}}{٢٠٠ \text{مليجرام/لتر}} \times ١٠٠\%$$

$$= \quad ٠,٣ \times ١٠٠\%$$

$$= \quad ٣٠ \%$$

كفاءة المروق النموذجى

يوضح الجدول رقم (٤-١) بياناً لبعض النسب المئوية لكفاءات المروقات الأولية.

جدول رقم (٤-١)

النسب المئوية لكفاءات المروقات الأولية

البيان	كفاءة الإزالة المتوقعة
المواد الصلبة القابلة للترسيب	٩٠% إلى ٩٥%
المواد الصلبة العالقة	٤٠% إلى ٦٠%
اجمالى المواد الصلبة	١٠% إلى ١٥%
الأكسجين الحيوى المستهلك B.O.D.	٢٥% إلى ٣٥%

الاختبارات المعملية للمرشحات

يوضح الجدول رقم (٤-٢) معدل الاختبارات لمياه الصرف فى محطات المعالجة أو حسب تصميم المحطات المختلفة

جدول رقم (٤-٢)

معدل الاختبارات لمياه الصرف فى محطات المعالجة

الاختبارات	المعدل	المكان
الأكسجين المذاب (DO)	يومياً	الداخل للمحطة – الخارج من المروق الابتدائى – الخارج من المرشح – الخارج من المحطة
المواد الصلبة القابلة للترسيب	يومياً	الداخل – بعد فاصل الرمل – الخارج من المروق الابتدائى –الخارج من المحطة
الرقم الأيدروجينى (pH)	يومياً	الداخل للمحطة – الخارج من المروق الابتدائى – الخارج من المحطة
درجة الحرارة	يومياً	الداخل للمحطة – الخارج من المروق الابتدائى
الأكسجين الحيوى المستهلك (B.O.D.)	مرة أسبوعياً على الأقل	الداخل للمحطة – بعد المروق الابتدائى – الخارج من المحطة

"تابع" جدول رقم (٤-٢)
معدل الاختبارات لمياه الصرف فى محطات المعالجة

الاختبارات	المعدل	المكان
الأكسجين الكيميائى المستهلك (C.O.D.)	مرتين أسبوعياً	الداخل للمحطة - بعد المروق الابتدائى - الخارج من المحطة
المواد الصلبة العالقة (SS)	ثلاث مرات أسبوعياً	الداخل للمحطة - بعد المروق الابتدائى - الخارج من المحطة
الكلور المتبقى	يومياً	الخارج من المحطة
بكتريا المجموعة القولونية	مرة أسبوعياً	الخارج من المحطة

الفحص المجهرى للكائنات الحية فى الحمأة

إن الفحص الميكروبيولوجى، يعنى ببساطة التعرف على أنواع الكائنات الدقيقة المختلفة التى توجد بالحمأة المنشطة ومعرفة تأثير كل منها على العملية البيولوجية.

ومن أهم الكائنات الدقيقة التى تتكون منها الحمأة المنشطة ما يلى:

١- البكتريا.
٢- البروتوزوا.
٣- الروتيفرز (الكائنات الدوارة).
٤- الكائنات الخيطية (بكتريا أو فطر).

ويوضح شكل رقم (٤-١) الأنواع الثلاثة الأخيرة منها.

شكل رقم (٤-١)

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.

وُتعد 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 الصحى، وتبعاً لنوع وكمية المواد العضوية المتاحة تختلف أنواع البكتريا الموجودة.

وُتشَكِّل 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 المروق الثانوى. والكائنات الخيطية يمكن أن تكون أنواعاً من البكتريا أو الفطريات.

ويرتفع تركيز الكائنات الخيطية نتيجة للأسباب الآتية:

- انخفاض الرقم الهيدروجينى.
- انخفاض تركيز الأكسجين المذاب.
- ارتفاع 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 استقرار عملية المعالجة.