إرشادات في
تصميم وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة

منظمة الصحة العالمية
المكتب الإقليمي لشرق المتوسط
المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة
عمان- الأردن، 2004

إرشادات
في تصميم وتشغيل وصيانة
محطات معالجة المياه العادمة

منظمة الصحة العالمية
المكتب الاقليمي لشرق المتوسط
المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة
عمان-الأردن، 2004

ترحِّب منظمة الصحة العالمية بطلبات الحصول على الإذن باستنساخ أو ترجمة منشوراتها جزئياً أو كلياً. وتوجِّه الطلبات والاستفسارات في هذا الصدد إلى السيد مدير الإدارة العامة، المكتب الإقليمي لمنظمة الصحة العالمية لشرق المتوسط، شارع عبد الرزاق السنهوري، مدينة نصر، القاهرة 11371، جمهورية مصر العربية، الذي يسرُّه أن يقدِّم أحدث المعلومات عن أي تغييرات تطرأ على النصوص، وعن الخطط الخاصة بالطبعات الجديدة، وعن الترجمات والطبعات المتكررة المتوافرة.

© منظمة الصحة العالمية، 2004

تتمتع منشورات منظمة الصحة العالمية بالحماية المنصوص عليها في البروتوكول الثاني للاتفاقية العالمية لحقوق الملكية الأدبية، فكل هذه الحقوق محفوظة للمنظمة.

وإن التسميات المستخدَمة في هذه المنشورة، وطريقة عرض المادة التي تشتمل عليها، لا يقصد بها مطلقاً التعبير عن أي رأي لأمانة منظمة الصحة العالمية، بشأن الوضع القانوني لأي قطر، أو مقاطعة، أو مدينة، أو منظمة، أو لسلطات أيٍّ منها، أو بشأن تعيين حدود أيٍّ منها أو تخومها.

ثم إن ذكر شركات بعينها، أو منتوجات جهة صانعة معيَّنة، لا يقصد به أن منظمة الصحة العالمية تخصُّها بالتزكية أو التوصية، تفضيلاً لها على ما لم يَرِدْ ذِكْرُه من الشركات أو المنتوجات ذات الطبيعة المماثلة.

يمكن التوصّل إلى النص الكامل لهذه المنشورة عن طريق الإنترنت http:// www.emro.who.int/ceha

شكر وتقدير

يعرب مركز منظمة الصحة العالمية الاقليمي لأنشطة صحة البيئة عن شكره للتالية اسمائهم وذلك عن جهودهم المتعددة في اخراج هذه الوثيقة العلمية:

التأليف: الاستاذ الدكتور أحمد فيصل أصفري، (مستشار الهندسة البيئية/الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية العربية)

المراجعة العلمية: الدكتور المهندس صقر السالم (المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة)

التدقيق اللغوي: الدكتور قاسم سارة (المكتب الاقليمي لشرق المتوسط)

المراجعة والاخراج الفني: المهندس مازن ملكاوي (المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة)
المهندس أحمد الكوفحي (جمعية البيئة الأردنية)
السيدة رهام اليمن (المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة)

مراجعة علمية استشارية: الأستاذ الدكتور محمد فتحي حموده (أستاذ الهندسة الصحية/ كلية الهندسة والبترول- جامعة الكويت)
الدكتور بشير محمد الحسن (كلية الهندسة- جامعة الخرطوم)
الدكتورة سلوى حجار (كلية الهندسة المدنية- جامعة حلب)
المهندس محمد السطري (المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة)

قائمة المحتويات

الموضوع	صفحة
المقدمة	1
الفصل الاول: المياه العادمة	
1-1 تعريف	3
1-2 مكونات وخصائص المياه العادمة	3
1-3 الملوثات في المياه العادمة	3
الفصل الثاني: المضخات ومعدات تزويد الهواء	
2-1 المضخات	9
2-2 معدات تزويد الهواء	15
الفصل الثالث: معالجة المياه العادمة	
3-1 تمهيد	19
3-2 مراحل معالجة المياه العادمة	19
3-3 وحدات المعالجة التمهيدية(الابتدائية)	21
3-4 وحدات المعالجة الاولية	27
3-5 وحدات المعالجة الحيوية أو الثانوية	29
3-6 وحدات المعالجة الثالثية	38
3-7 وحدات معالجة الحمأة	41
3-8 ضبط الروائح	55
3-9 المعالجة باستخدام الأراضي	57
الفصل الرابع: تعليمات عامة في تشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة	
4-1 تمهيد	61
4-2 تعليمات اساسية في اعمال الاصلاح	61
4-3 تعليمات للسلامة الشخصية للعاملين	62
4-4 تعليمات للحماية من الكهرباء للعاملين	62
4-5 تعليمات أثناء استعمال السلالم	63
4-6 تعليمات أثناء العمل تحت سطح الارض	63
4-7 تعلميات لرفع الأحمال	63
4-8 تعليمات أثناء العمل في المختبر	64
4-9 تعليمات عامة للأمن والسلامة	64
4-10 تعليمات حول التعامل مع المركبات الكيميائية المستخدمة عادة في محطات المعالجة	64
4-11 أنواع الحاويات والانابيب وملحقاتها الموصى باستخدامها في نقل وتخزين المركبات الكيميائية	66

4-12 أنواع الحرائق والمواد المطفئة 66
4-13 تعليمات حول اخذ العينات 66
4-14 تعليمات حول مواقع أخذ العينات الرئيسة وانواع واهداف وتواتر التحاليل المجراة في محطات معالجة المياه العادمة 66
4-15 أنواع وشروط حفظ أهم العينات من محطات معالجة المياه العادمة 69
4-16 معايير اختيار مواقع اضافة المركبات الكيميائية 69
4-17 الحد الاقصى لتعرض العمال لملوثات الهواء على أساس زمن وسطي 8 ساعات 70

الفصل الخامس: مشاكل وحلول في تشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة
5-1 مشاكل وحلول عامة في تشغيل وصيانة محطات المعالجة 71
5-2 مشاكل وحلول في تشغيل وصيانة المضخات ومحطات الضخ 72
5-3 مشاكل وحلول في تشغيل وصيانة تجهيزات تزويد الهواء 74
5-4 مشاكل وحلول في تشغيل وصيانة وحدات المعالجة 74

الفصل السادس: الصيانة الدورية 105

الملاحق:
الملحق 1: المركبات كريهة الرائحة وتراكيز بداية الشعور بالرائحة 108
الملحق 2: تصنيف المركبات كريهة الرائحة في محطات معالجة المياه العادمة 108
الملحق 3: المركبات الكيميائية المؤكسدة المستعملة لمعالجة الروائح 109
الملحق 4: مقارنة تكاليف مختلف طرق ضبط الروائح 109

قائمة بالمصطلحات المعربة مرتبة هجائيا 110

المراجع 111

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

تكاد تخلو المكتبة العلمية العربية من أي كتاب ارشادي يعالج المشاكل المتعلقة بتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة والتي قد تواجه المهندسين أو الفنيين العرب العاملين في هذا المرفق الهام.

لذا جاء هذا الكتاب محاولة رائدة لتلبية هذه الحاجة الملحة في وقت يتجه فيه العالم العربي نحو استصلاح واعادة استخدام المياه العادمة على اختلاف انواعها لحماية البيئة من التلوث والاسهام في سد العجز المائي المتنامي في وطننا الكبير.

ولاستكمال الفائدة المرجوة من النص فقد تضمن الكتاب بعض الارشادات الهامة في تصميم محطات معالجة المياه العادمة وكذلك في الامان والسلامة الفردية للعاملين في هذه المحطات، وكذلك عرضا موجزا لاهداف وخصائص مختلف وحدات المعالجة بما في ذلك محطات الضخ، ومعايير التصميم لتلك الوحدات المختلفة.

آملين أن يحقق هذا المجهود بعض اهدافه المرجوة، وان يسهم في تسليط الضوء على أحد اهم المرافق الحيوية التي تستدعي اهتمام الحكومات والافراد على حد سواء.

والله من وراء القصد.

الفصل الأول

المياه العادمة

1-1: تعريف

- المياه العادمة هي كافة أنواع المياه المبتذلة الصادرة عن الفعاليات البشرية المختلفة (منزلية – تجارية – صناعية). ويطلق عليها أحيانا مياه المجاري أو مياه الصرف الصحي لأنها في الغالب تنقل في شبكة المجاري العامة في المدينة.
- تشكل المياه العادمة حوالي 80 % من المياه العذبة المستهلكة في المدن. وتتألف من الماء بنسبة حوالي 99 % ومن الشوائب والملوثات الضارة المختلفة بنسبة حوالي 1 %.
- تتغير كمية المياه العادمة المطروحة في شبكة المجاري العامة بتغير معدلات الاستهلاك المائي وبالتالي تختلف كمياتها باختلاف ساعات اليوم أو أيام الأسبوع أو اشهر أو فصول السنة.

2-1: مكونات وخصائص المياه العادمة

تتصف المياه العادمة عموما بأنها مصدر هام من مصادر التلوث الذي يعتبر خطرا على الصحة العامة نظرا لاحتوائها على العديد من الملوثات التي يمكن أن تكون:

- **ملوثات فيزيائية:** يمكن إزالتها بعمليات فيزيائية مباشرة كالترسيب أو الترشيح أو التصفية أو الامتزاز أو الفصل الغشائي أو التبخير ... الخ. ومن أهم هذه الملوثات الرمال والجريش والشوائب الخاملة.
- **ملوثات كيميائية:** تتطلب لإزالتها تطبيق بعض العمليات الفيزياكيمائية أو الكيميائية كالتبادل الايوني أو التحييد أو الترسيب الكيميائي ... الخ. وقد تكون هذه الملوثات عضوية ومنها الهيدركربونات والدسم والزيوت والشحوم والمبيدات الحشرية والعشبية والبروتينات والفينولات ... الخ، أو لاعضوية ومنها القلويات والأحماض والكلوريدات والمعادن الثقيلة والنتروجين والفوسفور والكبريت، أو غازية ومنها كبريتيد الهيدروجين والأمونيا والميثان.
- **ملوثات حيوية:** وتتطلب لإزالتها تطبيق بعض العمليات الحيوية أو الفيزياكيميائية كالمعالجة الحيوية أو التعقيم. ومن أهم هذه الملوثات الحيوانات الميتة وبعض أنواع الكائنات العضوية المجهرية ومنها البكتيريا والفيروسات وكذلك الديدان وبعض أنواع النباتات.

3-1: الملوثات في المياه العادمة: يعبر عن الملوثات المختلفة في المياه العادمة بالوحدات المبينة في الجدول 1-1، ويطلق على كافة الشوائب المحمولة بالمياه العادمة، سواء كانت رملية أو موادا عضوية أو لاعضوية أو جرثومية اصطلاحا المواد الصلبة الكلية Total Solids-TS. ونحصل على قيمة هذه الشوائب الإجمالية بتبخير عينة من المياه العادمة تحت درجة حرارة 105 درجات مئوية ولمدة كافية للحصول على وزن ثابت للعينة فيكون الباقي بعد التبخير هو المواد الصلبة الكلية ويعبر عنها بوحدات mg/l.

الجدول 1-1: وحدات قياس الملوثات المختلفة في المياه العادمة[1]

الخاصية	التعبير	الوحدة
*** الفيزيائية:**		
- الكثافة	كتلة المحلول / وحدة الحجم	kg/m^3
- النسبة المئوية الحجمية	حجم المذاب / الحجم الكلي للمحلول	% volume
- النسبة المئوية الكتلية	كتلة المذاب / الكتلة الكلية للمحلول	% mass
- النسبة الحجمية	ملليتر / لتر	ml/l
- الكتلة بوحدة الحجم	مكروغرام / لتر من المحلول	µg/l
	ملغرام / لتر من المحلول	mg/l
	غرام / متر مكعب من المحلول	g/m^3
- النسبة الكتلية	ملغرام / مليون ملغرام (جزء بالمليون)	ppm
*** الكيميائية:**		
- المولية	مول من المذاب / 1000 غرام من المذيب	mol/kg
- المولارية	مول من المذاب / لتر من المحلول	mol/l
- العيارية	مكافيء من المذاب / لتر من المحلول	Equiv/1
	مللي مكافيء من المذاب / لتر من المحلول	m equiv / 1
*** الحيوية**	**100 × [عدد الانابيب الايجابية / (مللتر في الانابيب السلبية × مللتر في كل الانابيب)]** ½	MPN/100ml

تتألف المواد الصلبة الكلية من جزئين:

أ - جزء معلق وهو اجمالي المواد الصلبة العالقة Total Suspended Solids-TSS، وهو ما يحجز فوق ورقة ترشيح عند ترشيح عينة من المياه العادمة. يتألف هذا الجزء عادة من قسم قابل للترسيب المباشر في أحواض الترسيب العادي، وقسم غير قابل للترسيب المباشر وإنما يلزم لترسيبه إضافة بعض المواد المخثرة.

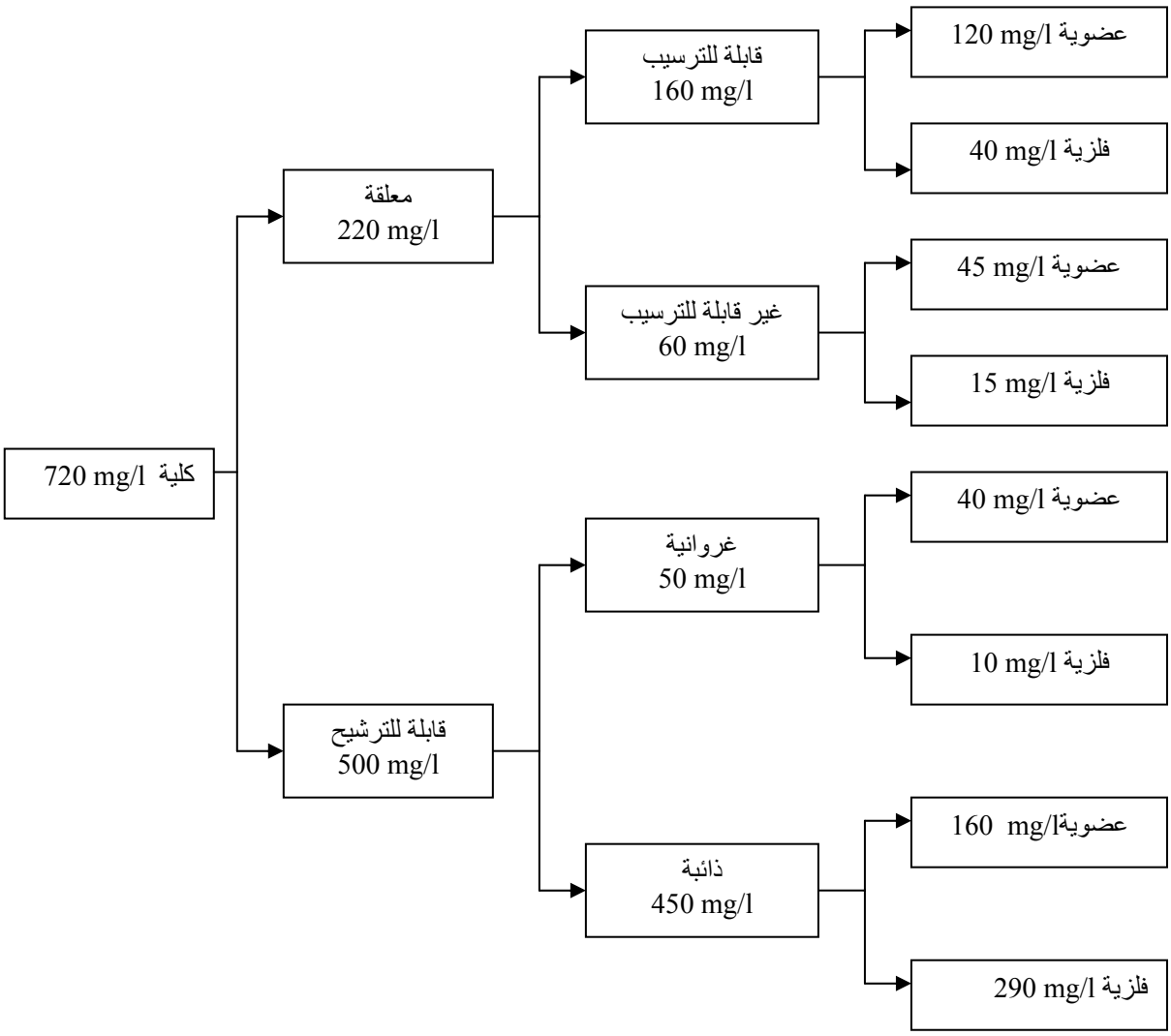
ب - جزء راشح عبر ورقة الترشيح وهو اجمالي المواد الصلبة القابلة للترشيح Total Filtrable Solids-TFS، ويتألف عادة من جزء غرواني (شبه غروي) Colloidal وجزء ذائب Dissolved.

وفي كافة الحالات يتألف أي جزء من المواد الصلبة السابقة بشكل عام من جزء عضوي Organic يتم تحديده بحرق هذه المواد في درجة حرارة في المجال 550-600 درجة مئوية وقياس المقدار الذي يتطاير نتيجة الإحتراق حيث يدعى هذا الجزء العضوي المواد الصلبة الطيارة Volatile Solids – VS، وجزء لاعضوي أو فلزي Inorganic or Mineral وهو الذي يبقى دون تطاير أو تبخر من المادة المحترقة ويدعى هذا الجزء المواد الصلبة غير الطيارة أو الثابتة Nonvolatile or Fixed Solids – NVS. كلما كان الجزء العضوي اكبر من الجزء اللاعضوي كان ذلك بشكل عام دليلا على أن المياه العادمة هي من مصادر منزلية (بشرية) بينما تحوي المياه العادمة الصناعية في الغالب على كميات اكبر من الملوثات اللاعضوية أو الكيميائية الأخرى.

يبين الشكل 1-2 مكونات المواد الصلبة المختلفة في عينة من المياه العادمة المنزلية (البلدية) متوسطة التركيز.

[1] المرجع رقم 4

الشكل 1-2: مكونات المواد الصلبة المختلفة في المياه العادمة المنزلية متوسطة التركيز



1-3-1: قياس التلوث العضوي

يقاس التلوث العضوي بمعيار يدعى الطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين Biochemical Oxygen Demand – BOD_5، وهو يساوي كمية الأكسجين اللازمة لتفكيك (أكسدة) المواد العضوية الموجودة في المياه العادمة وتحويلها إلى مركبات بسيطة ثابتة تحت درجة حرارة 20 درجة مئوية وخلال خمسة أيام وذلك بواسطة أنواع من الكائنات العضوية المجهرية الهوائية Aerobic Microorganisms وأهمها البكتيريا. هذه الكمية تساوي حوالي 0.66 من كمية الأكسجين اللازمة لتفكيك كافة المواد العضوية القابلة للهضم الحيوي الكامل والتي تتطلب فترة طويلة من الزمن، وكلما كان قياس BOD مرتفعاً كلما كان التلوث العضوي في المياه العادمة عالياً. أما نواتج التفكيك الحيوي (أي التفكيك بواسطة الكائنات العضوية المجهرية) فهي بشكل عام تتألف من غازات (CO_2، N_2، وغيرها) وماء بالإضافة إلى كتلة الكائنات المجهرية التي تنامت نتيجة هذا التفكيك واستهلاك جزء من المواد العضوية لبنائها الذاتي.

يقاس معيار الطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين بوحدات mg/l أي ملغرام في اللتر من المياه العادمة، كما يحدد أحيانا بوحدات غرام للشخص الواحد (gram/capita) أي g/c.

هناك معيار آخر للتلوث العضوي يدعى الطلب الأكسجيني الكيميائي Chemical Oxygen Demand – COD وهو يساوي كمية الأكسجين اللازمة للأكسدة الكيميائية (وليست الحيوية) للمواد العضوية الموجودة في المياه العادمة وتحويلها إلى مركبات بسيطة ثابتة وذلك بواسطة مادة كيميائية مؤكسدة. وهذا المعيار ذو قيمة أكبر عادة من قيمة BOD نظرا لأن جزءا من المواد العضوية القابلة للتأكسد الموجودة في المياه العادمة لا يمكن تفكيكه (أكسدته) بالفعل الحيوي (أي بتأثير

الكائنات العضوية المجهرية) وإنما يلزم إضافة مركب مؤكسد إليه لإنجاز عملية الأكسدة، وهذا يحدث عادة حين التعامل مع المياه العادمة الصناعية الواردة من العديد من مراكز الصناعة.

1-3-2: قياس التلوث اللاعضوي: يقاس التلوث اللاعضوي بمعايير متعددة منها:

أ - **الرقم الهيدروجيني أو رقم pH**: وهو لوغارتم مقلوب تركيز أيون(شاردة)الهيدروجين في المياه العادمة، ويدل على طبيعة المياه من حيث كونها حمضية ($pH < 7$) أو قلوية ($pH > 7$) أو متعادلة ($pH = 7$).وفي الحالات الحدية لـ pH تكون المياه ذات تأثيرات سلبية مختلفة على الصحة العامة أو على المنشآت الملامسة.

ب - **الكلوريدات:** وتعبر عن زيادة تركيز أملاح الكلور الذائبة في المياه مقارنة بمياه الشرب العادية، وتقاس بوحدات mg/l.

ج - **القلوية**: وتعبرعن تراكيزهيدروكسيدات أوكربونات أو ثاني كربونات عناصر الكالسيوم أو المغنيسيوم أوالصوديوم أوالبوتاسيوم في المياه، وتقاس بوحدات mg/l من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$.

د - **المغذيات الرئيسة**: وتعبر عن تراكيز النتروجين والفوسفور والبوتاس بتراكيبها المختلفة في المياه، وتقاس بوحدات mg/l.

هـ - **المواد اللاعضوية السامة:** وتعبر عن تراكيز الكاتيونات أو الانيونات أو المعادن الثقيلة في المياه، أي عن شدة التلوث الصناعي فيها، وهي تقاس بوحدات mg/l أو µg/l.

1-3-3: قياس التلوث الغازي: يقاس التلوث الغازي في المياه العادمة بوحدات أجزاء في المليون ppm أو mg/l. ومن أهم الملوثات الغازية في المياه العادمة كبريتيد الهيدروجين H_2S والامونيا NH_3 والميثان CH_4 وأنواع مختلفة من المركبتانات $CH_3SH, CH_3(CH_2)SH$، والجدير بالذكر أن وحدة mg/l لاتساوي بالضرورة وحدة ppm حيث أن ذلك يعتمد على كثافة المحلول.

1-3-4: قياس التلوث الحيوي: يعبر عن التلوث الحيوي للمياه بالكائنات العضوية المسببة للأمراض (الجراثيم) ويقاس بعدة وحدات، إلا أن أكثرها استخداما معيارا العدد الإجمالي للعصيات Total Coliforms – TC والعصيات البرازية Fecal Coliforms – FC المعبر عنهما بوحدة "الرقم الأكثر احتمالا في 100 مللتر من عينة المياه Most Probable Number Per 100 ml – MPN/100 ml" والذي يعطي بعلاقة ثوماس:

$$MPN/100ml = \frac{\text{عدد الأنابيب الإيجابية في التجربة} \times 100}{(\text{مللتر في الأنابيب السلبية / مللتر في كل الأنابيب})^{1/2}} \qquad (1\text{-}1)$$

يبين الجدول 1-2 أهم الكائنات العضوية المسببة للأمراض والتي توجد عادة في المياه العادمة، كما يبين الجدول 1-3 تراكيز الملوثات الهامة في المياه العادمة البلدية.

الجدول 1-2: أهم الكائنات العضوية المسببة للأمراض والتي توجد عادة في المياه العادمة[1]

الكائن العضوي	المرض	الاعراض والتأثيرات
*** البكتيريا: (Bacteria)**		
E. Coli	التهاب الأمعاء	اسهالات معوية
Salmonella Typhi	الحمى التيفية	حمى شديدة – اسهالات وتقرحات في الامعاء الدقيقة
Shigella	الزحار الباسيللي	اسهالات معوية
Vibrio Cholera	الكوليرا	اسهالات شديدة جدا
*** الفيروسات (Viruses)**		
Hypatitis A	التهاب الكبد الفيروسي	ضعف عام وفقدان الشهية والاصفرار
Norwalk Agent	التهاب الجهاز الهضمي	اقياءات
*** البروتوزوا أو الاوالي (Protozoa)**		
Entamoeba Histolytica	الزحار الاميبي	اسهال طويل الامد مع نزيف معوي
*** الديدان (Helminths)**		
Ascaris	ديدان الاسكاريس	اضطرابات معوية ونحول
Enterobius Vericularis	الديدان الشعرية	اضطرابات معوية
Taenia Saginata	الدودة الشريطية	اضطرابات معوية ونحول

[1] المرجع رقم 4

الجدول 1-3: تراكيز الملوثات الهامة في المياه العادمة البلدية[1]

العنصر الملوث	الوحدة	التركيز		
		ضعيف	متوسط	شديد
* المواد الصلبة الكلية (TS)	mg/l	350	750	1200
- الذائبة (TDS)	mg/l	250	500	850
ثابتة (Fixed)	mg/l	145	300	525
طيارة (Volatile)	mg/l	105	200	325
- المعلقة (TSS)	mg/l	100	220	350
ثابتة (Fixed)	mg/l	20	55	75
طيارة (Volatile)	mg/l	80	165	275
* المواد الصلبة القابلة للترسيب (Settling)	mg/l	5	10	20
* الطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين (BOD_5)	mg/l	110	220	400
* الكربون العضوي الكلي (TOC)	mg/l	80	160	290
* الطلب الأكسجيني الكيميائي (COD)	mg/l	250	500	1000
* النتروجين الكلي (T-N)	mg/l	20	40	85
العضوي (Org-N)	mg/l	8	15	35
امونيا حرة (NH_3 -N)	mg/l	12	25	50
نتريت (NO_2)	mg/l	0	0	0
نترات (NO_3)	mg/l	0	0	0
* الفوسفور الكلي (p _ الكلي)	mg/l	4	8	15
العضوي	mg/l	1	3	5
اللاعضوي	mg/l	3	5	10
* الكلورايدات (CL) زيادة عن موجود الماء العذب	mg/l	30	50	100
* السلفات (SO_4) زيادة عن موجود الماء العذب	mg/l	20	30	50
* القلوية ($CaCo_3$)	mg/l	50	100	200
* الزيوت والشحوم (O&G)	mg/l	50	100	150
* المركبات العضوية الطيارة (VOC)	Ug/l	<100	100-400	>400
* اجمالي العصيات (TC)	MPN/100ml	10^6 -10^7	10^7 -10^8	10^8 -10^9

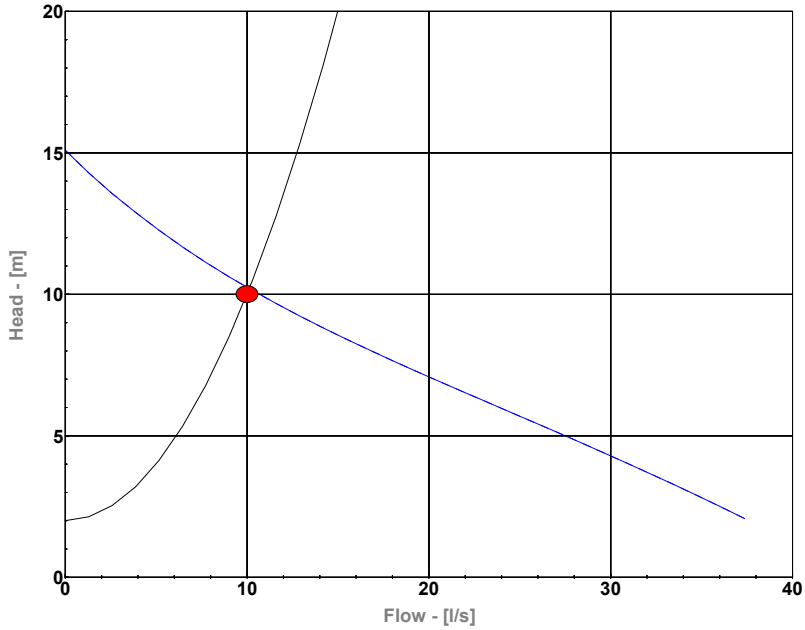
[1] المرجع رقم 4

الفصل الثاني

المضخات ومعدات تزويد الهواء

1-2: المضخات

تستخدم المضخات في عدة مواقع ولغايات متعددة في محطات معالجة المياه العادمة. وهي تعرف بمنحنياتها المميزة، شكل 1-2، التي تعطي العلاقة بين الحمولة أو القدرة أو الكفاءة وبين سعة (غزارة) المضخة.



الشكل 2-1: المنحنيات المميزة للمضخات (شكل نموذجي)

تحسب القدرة الواجب إعطاؤها للمضخة لكي تضخ الغزارة Q على حمولة تحريكية (ديناميكية) H بالعلاقة:

$$P=\gamma QH / \eta.1000 \qquad (1\text{-}2)$$

حيث:

P : القدرة الواجب إعطاؤها للمضخة، (kW).

γ : الوزن النوعي للسائل (الماء)، (N/m^3).

Q : سعة أو تدفق(غزارة) المضخة، (m^3/s).

H : الحمولة التحريكية الكلية على المضخة، (m).

η : كفاءة (مردود) المضخة، (نسبة مئوية).

حتى تعمل المضخة بشكل جيد يجب أن يدخل السائل إلى مركز الفراشة (impeller) بضغط يساوي الضغط الجوي عادة، وهذا الضغط يدعى حمولة السحب (NPSH). هناك قيمتان لهذه الحمولة، الموجودة $NPSH_a$ والمطلوبة $NPSH_r$، الحمولة الموجودة تعتمد على الموقع ووضع فوهة المضخة وتحسب من المعادلة (2-2) المذكورة أدناه، أما حمولة السحب المطلوبة فهي تعطى عادة من قبل الصانع، ولدواعي الأمان يجب أن تزيد الحمولة الموجودة عن الحمولة المطلوبة بمقدار 1 متر أو أكثر.

كما تحسب حمولة السحب الموجبة الصافية **$NPSH_a$** – Net Positive Suction Head عند مقطع دخول المضخة واللازمة لدفع الماء في أنبوب السحب من العلاقة:

$$NPSH_a = {}^{p}o/\gamma - (z + {}^{p}v/\gamma + v^2/2g + h_f + \Sigma h' \quad \textbf{(2-2)}$$

حيث

$NPSH_a$	:	حمولة السحب الموجودة الصافية، (m).
${}^{p}o/\gamma$	:	الضغط الجوي المطلق (منسوبا للصفر) ويساوي 10.33 متر عند مستوى سطح البحر.
z	:	ارتفاع مقطع دخول المضخة فوق سطح الماء في بئر السحب أو البئر الرطب أو مصدر المياه، (m).
${}^{p}v/\gamma$	:	ضغط البخار للسائل، (m)، ويساوي للماء في الظروف النظامية (درجة حرارة 4 مئوية وعند سطح البحر) حوالي 3 متر.
$v^2/2g$	:	حمولة السرعة عند مقطع دخول المضخة، (m).
h_f	:	فاقد الاحتكاك (ضياع الحمولة الخطي) في أنبوب السحب، (m).
$\Sigma h'$	:	مجموع فواقد الحمولة الموضعية في أنبوب السحب (صمام، كوع، ...)، (m).

2-1-1: المضخات المستعملة في محطات معالجة المياه العادمة

تصنف في صنفين رئيسين الأول يستخدم في ضخ المياه بشكل عام ومنها المياه العادمة والمياه المعالجة والثاني يستخدم في ضخ الحمأة والمواد الصلبة المنقولة بالمياه، كما تستعمل بعض أنواع الصنف الأول في ضخ الحمأة أيضا.

أ - **مضخات المياه Water Pumps**: وتدعى عامة المضخات الحركية Kinetic Pumps ومنها:

أ-1 - **المضخة النابذة (مضخات الطرد المركزي) ذات الجريان القطري أو الشعاعي Radial Flow Centrifugal Pump:** تستخدم هذه المضخة عادة لحمولات أكبر من 30 مترا ولتدفقات كبيرة ومنها أيضا المضخة النابذة الغاطسة Submersible Centrifugal Pump، شكل 2-2.

أ-2 - **المضخة النابذة ذات الجريان المختلط Mixed Flow Centrifugal Pump**: تستخدم لحمولات حتى 20 مترا ولضخ المياه العادمة ومياه العاصفة المطرية، شكل 2-3.

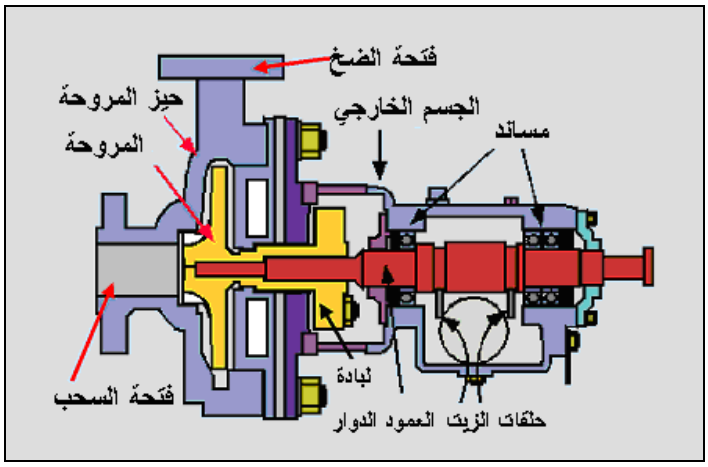
أ-3 - **المضخة النابذة (مضخات الطرد المركزي) ذات الجريان المحوري Axial Flow Centrifugal Pump:** تستخدم لحمولات منخفضة ولضخ كميات كبيرة جدا من المياه، شكل 2-4.

أ-4 - **الطارد الهوائي Pneumatic Ejector:** يستخدم لضخ المياه المعالجة وبشكل خاص في شبكات الري ولتدفقات صغيرة، شكل 2-5.

أ-5 - **المضخة ذات الرفع بالهواء Air Lift Pump:** تستخدم لضخ المياه وأحيانا الحمأة تحت حمولات صغيرة وتدفقات صغيرة، شكل 2-6.

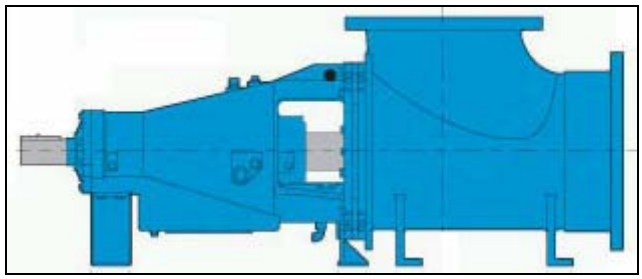
أ-6 - **المضخة اللولبية Screw Lift Pump:** تستخدم لضخ كميات كبيرة من المياه وكذلك الحمأة أحيانا تحت حمولات صغيرة لا تتجاوز عادة 10 أمتار، شكل 2-7.

أ-7 - **المضخة الطاحنة Grinder Pump:** تستخدم في طحن وسحق المواد الصلبة المنقولة بمياه الصرف الصحي، شكل 2-8.



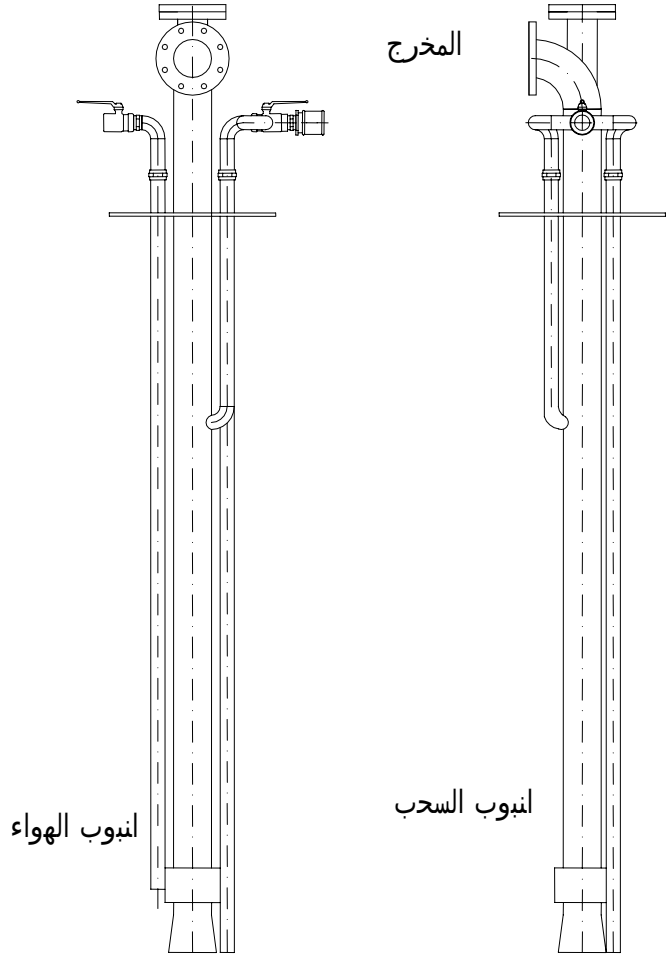
الشكل 2-2: المضخة النابذة (مضخة الطرد المركزي) ذات الجريان القطري أو الشعاعي

الشكل 2-3: المضخة النابذة (مضخة الطرد المركزي) ذات الجريان المختلط

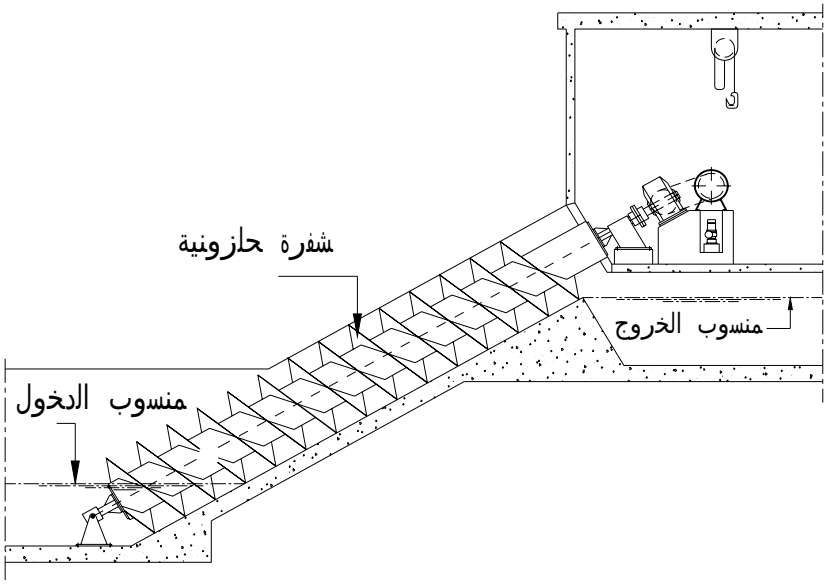


الشكل 2-4: المضخة النابذة (مضخة الطرد المركزي) ذات الجريان المحوري

الشكل 2-5: الطارد الهوائي



الشكل 2-6: المضخة ذات الرفع بالهواء



الشكل 2-7: المضخة اللولبية

الشكل 2-8: المضخة الطاحنة

ب - **مضخات الحمأة Sludge Pumps:** وتدعى عامة المضخات ذات الإزاحة الموجبة Positive Displacement Pumps، ومنها:

ب-1 - **المضخة المكبسية Piston Pump:** تستعمل لضخ الحمأة لمسافات بعيدة.

ب-2 - **المضخة الضاغطة Plunger Pump:** تستعمل لضخ الحمأة المسحوبة من أحواض الترسيب الأولي ومن المكثفات.

ب-3 - **المضخة الحجابية Diaphragm Pump:** تستعمل لضخ المواد الكيميائية الأكالة المستعملة في معالجة الحمأة.

ب-4 - **المضخة الدورانية Rotary Pump:** تستعمل لضخ الحمأة تحت حمولات لا تتجاوز 15 مترا وبسرعة دورانية لا تتجاوز 150 دورة / دقيقة، ومنها المضخة ذات التجويف المستمر Progressive Cavity Pump.

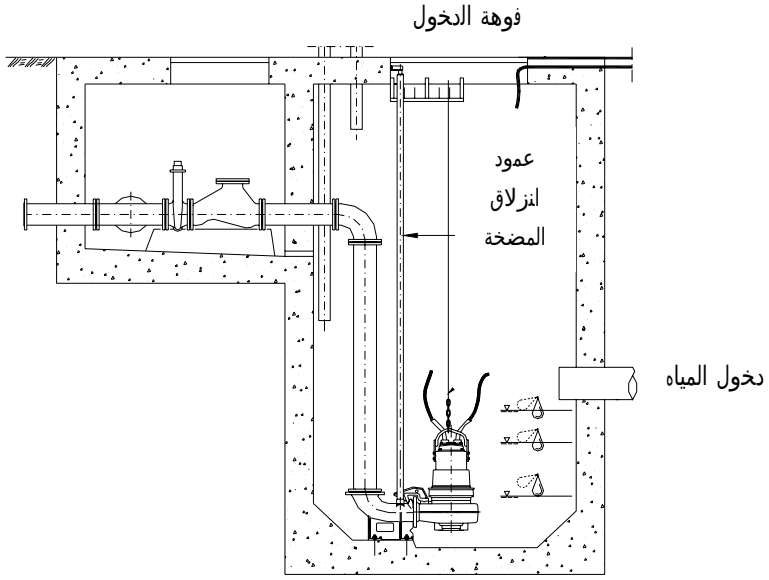
2-1-2: محطات ضخ المياه العادمة

تشتمل محطات ضخ المياه العادمة بشكل عام على حجرة المضخات وحفرة استقبال المياه العادمة التي تدعى البئر الرطب Wet Well، حيث تصلها المياه عبر المصافي القضبانية Bar Screens. وقد توضع المضخة ضمن البئر الرطب كما في حالة المضخات الغاطسة، شكل 2-9.

يفضل لدواعي إنشائية وبيئية أن يكون حجم البئر الرطب صغيرا للإقلال من زمن بقاء المياه العادمة في محطة الضخ، وهذا يتحقق بجعل الزمن المنقضي بين تشغيلين متتاليين لمجموعات الضخ أقل ما يمكن عمليا أي دورة عمل المضخات Pump Cycle Time - t_c أقصر ما يمكن، وتساوي هذه الدورة مجموع فترتي تفريغ البئر الرطب أثناء عمل المضخة وإملاء البئر الرطب بعد ذلك أثناء توقف المضخة عن العمل. هذا يتحقق عندما $Q_o = 2Q_i$، حيث Q_o غزارة المضخة و Q_i غزارة المياه العادمة الواصلة إلى البئر الرطب. أي أن حجم البئر الرطب التصميمي يساوي:

$$V = Q_i t_c / 2 = Q_o t_c / 4 \qquad (3\text{-}2)$$

يتراوح عدد مرات تشغيل المضخات عادة بين 6-15 مرة في الساعة وبالتالي فان دورة عمل المضخات t_c تتراوح بين 10 و 4 دقائق.



الشكل 2-9: المضخات الغاطسة

2-2: معدات تزويد الهواء

تستخدم لتأمين الهواء اللازم للمعالجة الحيوية للمياه العادمة وتصنف في صنفين:

- النوافخ الهوائية Air Blowers.
- المهويات السطحية Surface Aerators.

2-2-1: النوافخ الهوائية

هي وحدات لتزويد الهواء بضغوط منخفضة مقارنة مع الضواغط الهوائية التي تعمل على ضغوط عالية حيث لا يتجاوز الضغط في الاولى عادة 1 بار(ضغط جوي). وهي نوعان، شكل 2-10، نابذة وذات الإزاحة الموجبة بالفص الدوار. يتم ضخ الهواء بواسطة هذه الوحدات إلى حوض التهوية (أو المفاعل) حيث تقوم فوهات خاصة بتذرير الهواء ضمن الماء قرب قاع الحوض لتأمين تماس فعال مع المياه العادمة أثناء انتقال هذه الفقاعات الهوائية الصغيرة والكثيرة إلى سطح الماء في الحوض.

الشكل 2-10: النوافخ الهوائية

تحسب قدرة النافخ اللازمة من العلاقة:

$$P_b = ART\,[\,(p_2/p_1)^{0.283} - 1\,]\,/\,(29.7\,ne) \qquad (4\text{-}2)$$

حيث:

P_b : قدرة النافخ، (kW).

A : وزن الهواء الذي يقدمه النافخ في الثانية،(kg/s).

R : ثابت الغاز، ويساوي للهواء 8.314 kJ/k mol ^oK.

T : درجة الحرارة المطلقة للهواء الداخل إلى النافخ،(K)، وتساوي (t^oC + 273) كلفن.

t : درجة حرارة الهواء الداخل إلى النافخ،(مئوية).

n : ثابت ويساوي للهواء 0.283.

e : كفاءة (مردود) النافخ ويتراوح بين 0.7 و 0.9.

p_2: الضغط المطلق للهواء عند مقطع خروج النافخ،(bar)، ويساوي الضغط المطلق للهواء عند مقطع دخول النافخ مضافا إليه ضغط الماء في حوض التهوية (عند فوهات تذرير الهواء) والضغط الموافق لضياع الحمولة الإجمالي بين النافخ وفوهات الهواء المذرر الأبعد مسافة عن النافخ.

p_1 : الضغط المطلق عند مقطع دخول النافخ، (bar)، ويساوي عادة 1 بار.

ولحساب وزن الهواء الواجب تأمينه من قبل النافخ تطبق العلاقة:

$$Wa = \frac{O_2}{OTE\ (0.21)\ (86400)} \qquad (5\text{-}2)$$

حيث:

Wa : وزن الهواء الواجب تأمينه من قبل النافخ، (kg/s).

O_2 : وزن الأكسجين اللازم يوميا لمعالجة المياه العادمة،(kg/d).

OTE : كفاءة انتقال الأكسجين التشغيلي إلى الماء، (%)، والتي تحسب من العلاقة:

$$OTE = STE\ \frac{Cs\ Bp - C'}{9.17}\ f\ (1.02)^{t-20} \qquad (6\text{-}2)$$

حيث:

STE : كفاءة انتقال الأكسجين النظامي إلى الماء، (%)، ويعطى من قبل الشركة الصانعة، ويتراوح بين 7 % في حالة الفقاعات المذررة الكبيرة و 12 % في حالة الفقاعات المذررة الصغيرة.

Cs : تركيز إشباع الأكسجين عند درجة الحرارة السائدة في المياه العذبة، (mg/l)، ويساوي مثلا عند درجة 25 مئوية وعلى ارتفاع صفر عن سطح البحر القيمة 8.2 mg/l.

B : نسبة إشباع الأكسجين في المياه العادمةإلى مثيله في المياه العذبة (النقية) وتساوي حوالي 0.9.

P : عامل تصحيح الضغط ويتبع الموقع ويساوي 1 عند سطح البحر في الظروف النظامية.

C' : تركيز الأكسجين المذاب الأدنى الواجب المحافظة عليه في حوض التهوية (المفاعل)، وهذا يؤخذ عادة 2mg/l على الأقل للمحافظة على الظروف الهوائية المناسبة للمعالجة.

f : نسبة انتقال الأكسجين في المياه العادمة إلى مثيله في المياه العذبة (النقية)، وتساوي حوالي 0.9.

t : درجة الحرارة السائدة في الموقع، (مئوية).

2-2-2: المهويات السطحية

وهي وحدات ميكانيكية للتهوية تؤمن الهواء إلى حوض التهوية (المفاعل) عن طريق دوران مراوح في الطبقة العليا للمياه تسبب تقليب ونشر الطبقة المائية واختلاطها بالهواء الجوي القريب من السطح، شكل 2-11.

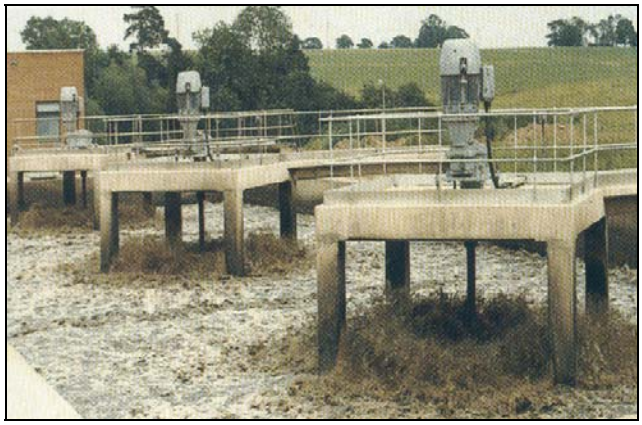
تستخدم علاقة مشابهة للعلاقة 2-6 لحساب الاستطاعة اللازمة للمراوح السطحية (عند سطح البحر):

$$N = N_o\ \frac{C_s - C'}{9.17}\ f\ (1.02)^{t-20} \qquad (7\text{-}2)$$

حيث:

N : كمية الأكسجين التي يمكن نقلها إلى المياه في الموقع من كل حصان واحد من المروحة في الساعة، (kgO_2 / hp.hr).

No : كمية الأكسجين المنقولة إلى المياه من كل حصان واحد من المروحة في الساعة بدرجة حرارة 20 مئوية وبتركيز أكسجين مذاب في المياه يساوي الصفر، وهذه القيمة تعطى عادة من قبل الصانع وتساوي وسطيا حوالي 1.25kgO_2/hp.hr.



الشكل 2-11: المهويات السطحية

هنـاك أنـواع أخرى من أجهزة التهوية السطحية وأهمها المهويات الفرشاتية Brush Aerators، شكل 2-12، يشبه عملها عمل المراوح السطحية.

الشكل 2-12: المهويات الفرشاتية

الفصل الثالث

معالجة المياه العادمة

3-1: تمهيد

تهدف معالجة المياه العادمة بشكل رئيس إلى إزالة التلوث من هذه المياه وذلك عن طريق:

- فصل الملوثات غير العضوية (رمال – جريش – مواد خاملة مختلفة) عن المياه وذلك بوحدات المعالجة الفيزيائية.
- تحويل الملوثات العضوية إلى مركبات لاعضوية أو خاملة (CO_2، N_2، ...) ومن ثم فصلها عن المياه وذلك بوحدات المعالجة الحيوية و/ أو الكيميائية و/أو الفيزياكيميائية.
- إبادة الجراثيم والديدان والملوثات الحيوية الأخرى الموجودة في المياه وذلك بوحدات المعالجة الكيميائية و/ أو الفيزياكيميائية.

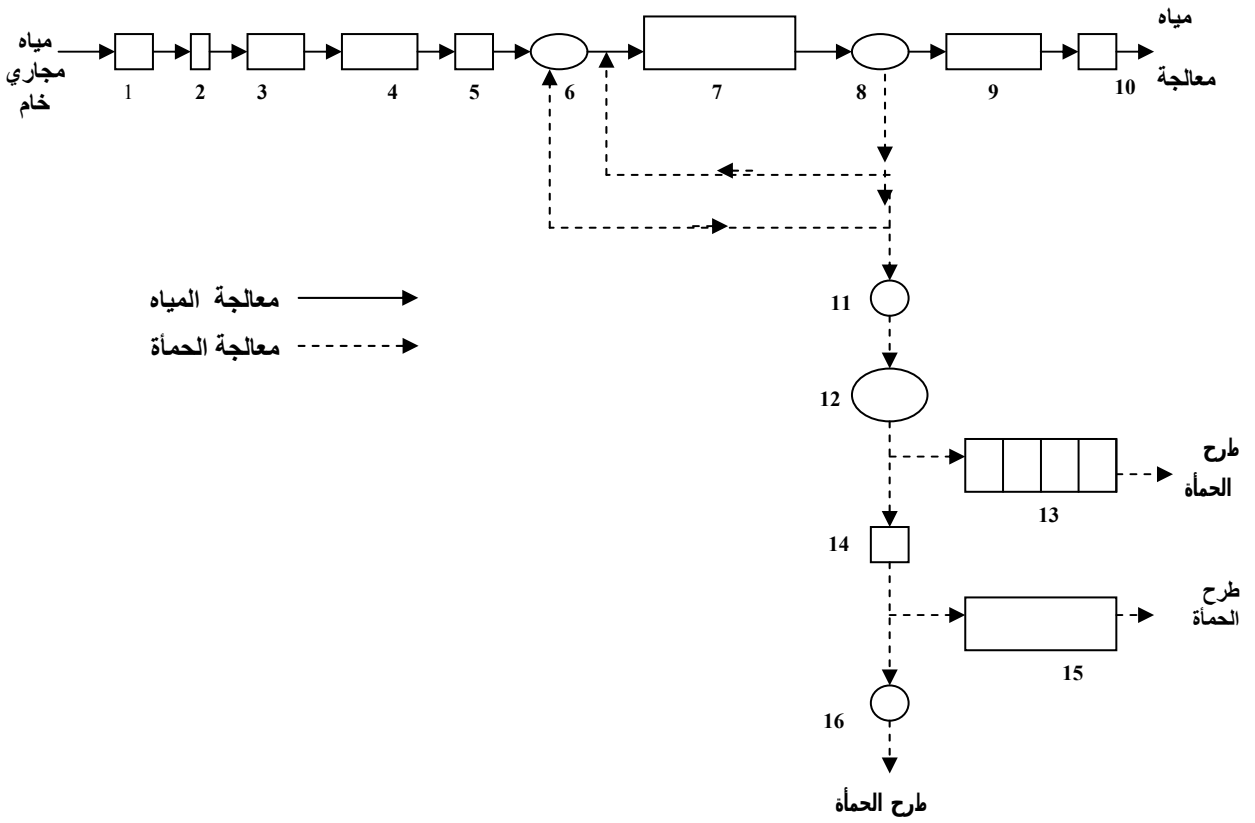
تتم هذه العمليات في منشآت خاصة يشكل مجموعها محطة معالجة المياه العادمة.

3-2: مراحل معالجة المياه العادمة:

تخضع المياه العادمة في محطات المعالجة بشكل عام إلى عدد من العمليات ضمن مراحل متتابعة. ويمكن تلخيص هذه المراحل بالتالي، شكل 3-1:

3-2-أ - **المعالجة التمهيدية(الابتدائية) Preliminary Treatment:** تهدف هذه المرحلة بشكل عام إلى إزالة المواد الصلبة اللاعضوية كبيرة الحجم وكذلك الرمال والجريش من المياه بغية حماية المنشآت الميكانيكية والمضخات والتجهيزات الأخرى في المراحل اللاحقة من المعالجة من الانسداد أو التلف. كما تهدف أحيانا لتحقيق تجانس المياه الواردة إلى المحطة عند حدوث تغيرات مفاجئة في كميات ومواصفات الجريان الوارد. من أهم وحدات هذه المرحلة:
المصافي – أجهزة التفتيت أو السحق أو الطحن – غرف أو أقنية الرمال والجريش – أحواض الموازنة.

3-2-ب- **المعالجة الأولية Primary Treatment:** تهدف بشكل عام إلى إنجاز تخفيض جزئي للملوثات العضوية BOD الطلب الكيميائي العضوي على الاكسجين واللاعضوية المعلقة القابلة للترسيب أو التعويم (التطويف). من أهم وحدات هذه المرحلة: أحراض التعويم – أحواض الترويق (الترسيب) الأولي.



أ- المعالجة الابتدائية
1. المصافي
2. المفتتات
3. مزيلات الرمال
4. أحواض التعادل

ب- المعالجة الأولية
5. أحواض التعويم
6. أحواض الترسيب (الترويق) الأولي

ج- المعالجة الثانوية أو الحيوية
7. أحواض التهوية أو المفاعلات
8. أحواض الترسيب (الترويق) الثانوي (النهائي)

د- مرحلة المعالجة الثالثية
9. المرشحات الرملية
10. التعقيم

هـ- معالجة الحمأة
11. مكثفات الحمأة
12. هاضمات الحمأة
13. أسرّة (أحواض) تجفيف الحمأة
14. المجففات الميكانيكية للحمأة
15. أسماد الحمأة
16. ترميد الحمأة

الشكل 3-1: مراحل معالجة المياه العادمة (مخطط رمزي)

3-2-ج- **المعالجة الحيوية أو الثانوية Biological or Secondary Treatment:** تعتبر أهم مراحل المعالجة، وتهدف بشكل عام إلى إزالة الملوثات العضوية القابلة للتفكك الحيوي بواسطة الكائنات العضوية المجهرية وأهمها البكتيريا وذلك بتحويلها (أكسدتها) إلى مركبات مستقرة أو عناصر خاملة بالاستعانة بالأكسجين الجزيئي الحر(الهواء) أو المركب مع عناصر أخرى، ثم ترسيبها وفصلها عن المياه. من أهم وحدات هذه المرحلة:
أحواض التهوية أو المفاعلات – احواض الترسيب (الترويق) الثانوي أو النهائي.

3-2-د- **المعالجة الثالثية Tertiary Treatment:** تهدف بشكل عام إلى تحسين نوعية المياه التي تمت معالجتها في المراحل السابقة وذلك بالتخلص من المواد والشوائب المعلقة الناعمة والقضاء على الملوثات الحيوية كالديدان والجراثيم، بحيث تصبح هذه المياه بعدئذ خالية من الضرر وصالحة لكثير من الاستخدامات وفي طليعتها ري بعض أنواع المزروعات. من أهم وحدات هذه المرحلة:

الترشيح – التعقيم – بعض وحدات المعالجة المتقدمة،التي تستخدم حسب المواصفات المطلوبة من المياه المعالجة، وأهمها وحدات إزالـة النترجين والفوسفور (المغذيات الرئيسة).

3-2-هـ- معالجة الحمأة Sludge Treatment: تهدف بشكل عام إلى الإقلال من حجم الحمأة الناتجة عن المعالجة وزيادة تركيزها وإزالة الملوثات الحيوية (الجرثومية) منها ما يجعلها صالحة لبعض الاستخدامات المفيدة (محسن تربة) أو سهلة الطرح النهائي في مواقع الطمرالصحي (المقالب) Landfills. من أهم وحدات هذه المرحلة:

التكثيف الثقالي – التكثيف بالتعويم بالهواء المذاب – الهضم الهوائي – الهضم اللاهوائي – النبذ – الترشيح الانفراغي – المكبس المرشح – الترشيح الحزامي – أحواض التجفيف – التثبيت بالكلس – المعالجة الحرارية – الاسماد أو الادبال – الترميد.

ولا بد من الإشارة إلى أنه ليس من الضروري أن تخضع المياه العادمة في كافة الأحوال إلى سائر هذه المراحل والوحدات المشمولة بها مجتمعة، وإنما تتحدد درجة ومستوى المعالجة ونوع الوحدات المطلوبة حسب نوعية المياه المرغوب بتحقيقها بعد المعالجة والمحكومة بالاستخدام النهائي.

وعندما تكون المياه العادمة ذات مصدر صناعي (من الصناعات المختلفة) وخاصة تلك الصناعات التي تطرح بعض الأنواع من الفضلات التي تصعب معالجتها بالطرق الحيوية التقليدية، تطبق عندئذ على هذه المياه عمليات خاصة كيميائية أو فيزياكيميائية لمعالجة تلك الفضلات.

كما تشمل محطة المعالجة التقليدية في العديد من الحالات على وحدات خاصة لضبط الروائح Odor Control هدفها معالجة وإزالة الروائح الكريهة المترافقة عادة بالمياه العادمة وخاصة في المناطق الحارة أو التي تنطلق عندما تحدث بعض الأعطال في بعض وحدات المعالجة أو التي تنتشر في المحطة عندما تصل اليها كميات من المياه العادمة تزيد عن الحمولات المصممة من اجلها. من أهم وحدات ضبط الروائط وحدات الازالة الرطبة، ووحدات الإزالة بالكربون المنشط.

هناك طرق أخرى لمعالجة المياه العادمة أهمها:

المعالجة الأرضية Land Treatment: تهدف بشكل عام إلى معالجة المياه العادمة بعمليات فيزيائية وكيميائية وحيوية ضمن مجموعة التربة – الماء – النبات، وذلك بالنشر المقنن للمياه العادمة على سطح الأرض حيث تتم إزالة الملوثات الموجودة في هذه المياه بشكل طبيعي وبالاستفادة من البكتيريا التي توجد في المياه العادمة وفي التربة معا.

من أهم العناصر التي تؤثر في نجاح المعالجة بهذه الطريقة نوع التربة وقابليتها للنفاذ ومعدل الارتشاح ضمنها والمياه الموجودة فيها وسعة التبادل الايوني ضمنها.

توجد ثلاث طرق رئيسة للمعالجة الأرضية هي:

المعالجة باستخدام الأراضي ذات المعدل البطيء – الارتشاح السريع – الجريان السطحي.

3-3: وحدات المعالجة التمهيدية (الابتدائية)

المصافي – أجهزة التفتيت أو السحق أو الطحن – غرف أو أقنية الرمال والجريش – أحواض التعادل.

3-3-أ - المصافي Screens

I - **الهدف والوصف:** حجز وإزالة المواد الصلبة كبيرة الحجم المحمولة بالمياه العادمة بغية حماية المنشآت والتجهيزات الميكانيكية اللاحقة من العطب أو الانسداد، وهي تبنى عند مدخل محطة المعالجة. قد تكون هذه المصافي قضبانية ذات فتحات خشنة (5 – 10 سنتمتر)، شكل 3-2، أو فتحات ناعمة (1 – 5 سنتمتر)، شكل 3-3، حيث يتم تنظيف الأولى يدويا أو ميكانيكيا بينما يتم تنظيف الثانية ميكانيكيا بواسطة كاشطات Rakes تعمل باستمرار. كما تستخدم أحياناً مصافي دوارة (Rotating screens) وخاصة في محطات معالجة المياه العادمة من المصانع المختلفة.

الشكل 3-2: المصافي القضبانية الخشنة

الشكل 3-3: المصفاة القضبانية الناعمة

II - المعايير التصميمية

الجدول 3-1: المعايير التصميمية للمصافي القضبانية[1]

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

[1] المرجع رقم (3)

3-3-ب- أجهزة التفتيت (السحق أو الطحن) Comminutors

I - **الهدف والوصف:** تفتيت أو سحق أو طحن المواد الصلبة المنقولة بالمياه العادمة كالحصى أو الخرق والتي مرت خلال فتحات المصافي بغية الإقلال من حجمها وبالتالي من تأثيرها السلبي على المضخات بشكل خاص، شكل 3-4.

الشكل 3-4: أجهزة التفتيت

قد توضع هذه الوحدات قبل غرف أو أقنية الرمال والجريش أو بعدها، كما قد توضع قبل المضخات في محطات الضخ. يستعمل المفتت أحيانا في بعض محطات المعالجة لإنجاز عمليتي التصفية وطحن المواد الصلبة معا حيث في هذه الحالة تستمر المواد المطحونة إلى وحدات المعالجة اللاحقة.

II - **المعايير التصميمية**

الجدول 3-2: المعايير التصميمية لاجهزة التفتيت[1]

قطر الاسطوانة الدوارة (mm)	سرعة دوران الاسطوانة (rpm)	الفتحات الوسطية بين الاسنان(mm)	القدرة (hp)	ارتفاع الجهاز (cm)	الوزن الصافي للجهاز(kg)	الجريان الاقصى(m^3/d)
100	56	6	0.25	62	79	360
175	56	6	0.25	127	204	960
175	56	6	0.25	127	204	1440
250	45	6	0.50	135	294	4320
375	37	6	0.75	145	498	9600
625	25	9	1.5	170	951	24400
625	25	9	1.5	205	1586	24400
900	15	9	2.0	280	3850	96000

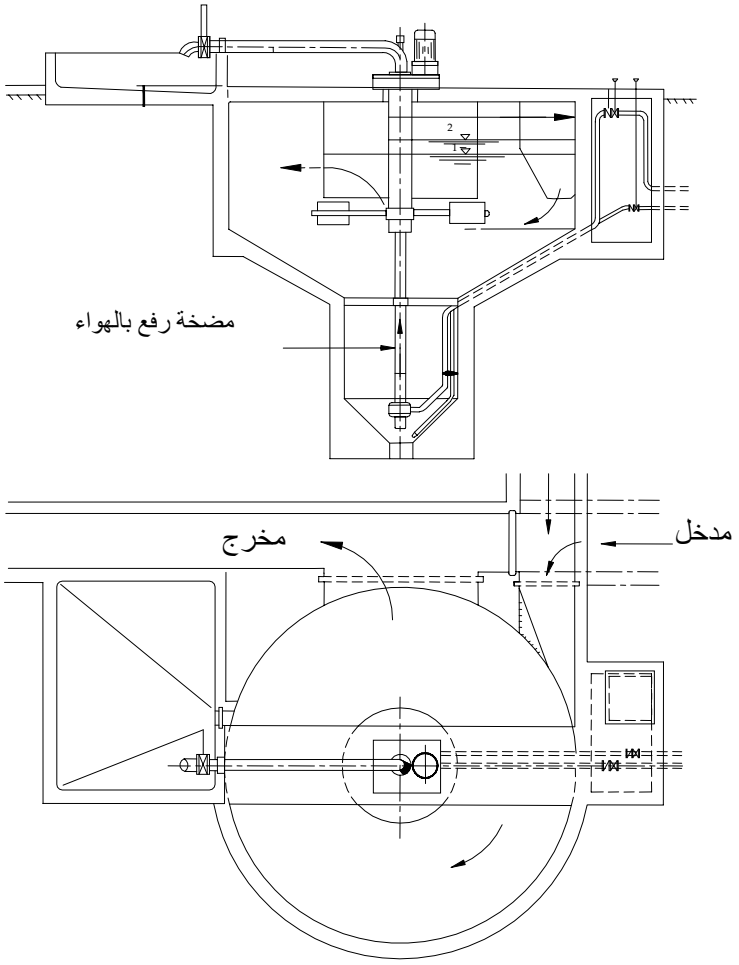
3-3-ج - غرف أو أقنية الرمال والجريش Sand and Grit Chambers or Channels

I - **الهدف والوصف:** فصل وإزالة الرمال الخشنة والجريش (المواد الحصوية الناعمة) المنقولة بالمياه العادمة التي مرت عبر المصافي وأجهزة التفتيت أو السحق أو الطحن بغية الإقلال من حمولة الرواسب اللاعضوية في المياه وبالتالي تحسين المعالجة في المراحل اللاحقة.

قد تكون غرف الجريش ذات جريان أفقي Horizontal Flow وهذه قد تكون مربعة أو مستطيلة، شكل 3-5، أو ذات جريان دوامي Cyclone – or – Vortex type شكل 3-6، حيث يتم فصل الرمال عن المياه بتأثير القوة النابذة، أو مزودة بالهواء، شكل 3-7، حيث يساعد الهواء المحقون في الغرفة (الحوض) على فصل المواد العضوية عن الرمال المترسبة لإبقاء هذه المواد معلقة في المياه لتنتقل إلى مراحل المعالجة اللاحقة.

[1] المرجع رقم (3)

الشكل 3-5: غرف الجريش ذات الجريان الافقي



الشكل 3-6: غرف الجريش ذات الجريان الدوامي

الشكل 3-7: غرف الجريش المهواة

II - المعايير التصميمية

الجدول 3-3: سرعة الاستقرار لحبيبات رملية مختلفة ومعدل التحميل الهيدروليكي على غرفة الرمال[1]

حجم الحبيبة		سرعة الاستقرار	التحميل الهيدروليكي
القطر (mm)	mesh	(cm/s)	($m^3/m^2/d$)
0.10	150	0.9	808
0.15	100	1.3	1128
0.21	65	1.8	1600
0.30	48	2.6	2268
0.4	35	3.7	3204
0.6	20	5.2	4580
0.8	18	7.3	6400

الجدول 3-4: معايير التصميم الرئيسة لغرف الرمال المهواة[1]

المعيار	القيمة	
	المجال	المعتمدة
- زمن الحجز الهيدروليكي عند الجريان الاعظمي، (min)	2 – 5	3
- الطول، (m)	8 – 20	
- العرض، (m)	2.5 – 7	
- العمق، (m)	2 – 5	
- نسبة: العرض / العمق	1 – 1.5	1.5
- نسبة: الطول / العرض	3 – 5	4
- معدل تغذية الهواء (m^3/min/m tank length)	0.19 – 0.47	
- كمية الرمال المترسبة (m^3/1000 m^3 sewage)	0.004 – 0.2	0.015

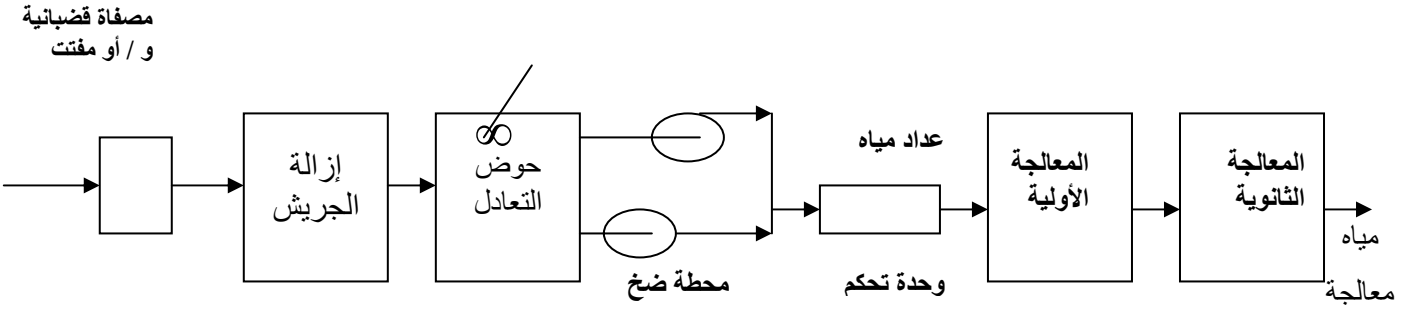
الجدول 3-5: معايير التصميم الرئيسة لغرف الرمال الدوامية[1]

المعيار	القيمة	
	المجال	المعتمدة
- زمن البقاء عند الجريان الوسطي، (s)	-	30
- القطر، (m)		
- الغرفة العليا، (m)	1.25 – 7.5	
- الغرفة السفلى، (m)	1 – 2	
- الارتفاع، (m)	2.75 – 5	
- معدل الازالة، (%)		
- 0.3 mm (50 mesh)	-	95 +
- 0.24 mm (70 mesh)	-	85 +
- 0.15 mm (100 mesh)	-	65 +

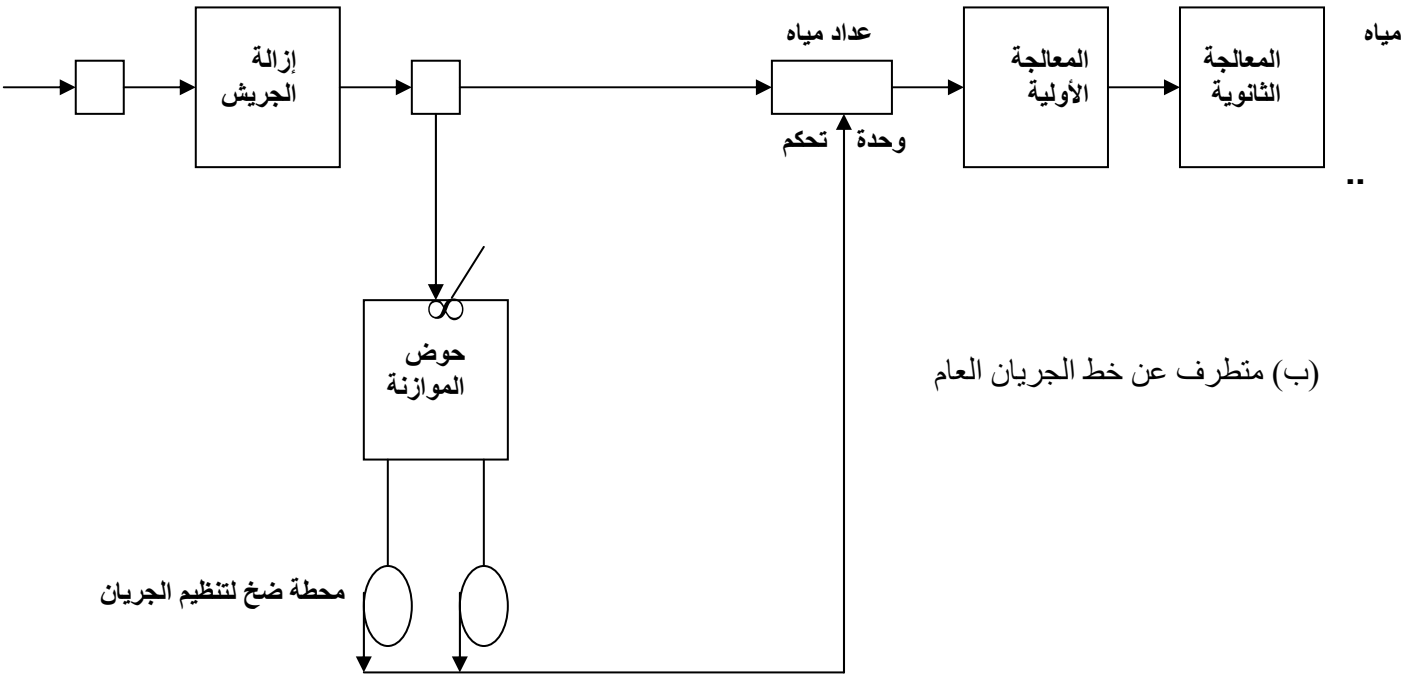
[1] المرجع رقم (3)

3-3-د – أحواض التعادل Equalization Tanks

I - **الهدف والوصف:** التخفيف من حدة التغييرات في كمية و/أو تركيز المياه العادمة الواصلة إلى محطة المعالجة بغية تحقيق الانتظام في عمل المحطة. تتألف من مجموعة أحواض، وغالبا من حوض واحد، قد تستقبل المياه العادمة الواردة الى المحطة بمجملها وفي هذه الحالة توضع على خط الجريان العام قبل مرحلة المعالجة الأولية، شكل 3-8-أ، أو قد تستقبل كميات المياه العادمة الإضافية التي تزيد عن القيم التصميمية للجريان إلى المحطة وفي هذه الحالة توضع متطرفة عن خط الجريان العام Off – line حيث تعاد مياه هذه الاحواض إلى خط الجريان العام حين انخفاض الجريان الوارد إلى المحطة إلى القيم التصميمية، شكل 3-8-ب. وفي الحالتين يعمل حوض التعادل على تحقيق بعض التجانس في كميات ومواصفات المياه العادمة الواردة إلى المحطة.
يزود الحوض عادة بتجهيزات للتهوية والمزج للإبقاء على الظروف الهوائية للمياه العادمة وعلى المواد الصلبة معلقة دون أن تترسب في الحوض، ويتم اختيار التجهيزات التي تعطي الاستطاعة الأكبر بين الحالتين.



(أ) على خط الجريان العام



(ب) متطرف عن خط الجريان العام

الشكل 3-8: مواقع أحواض الموازنة في محطة معالجة المياه العادمة (مخطط رمزي)

II - المعايير التصميمية

الجدول 3-6: المعايير التصميمية لحوض الموازنة[1]

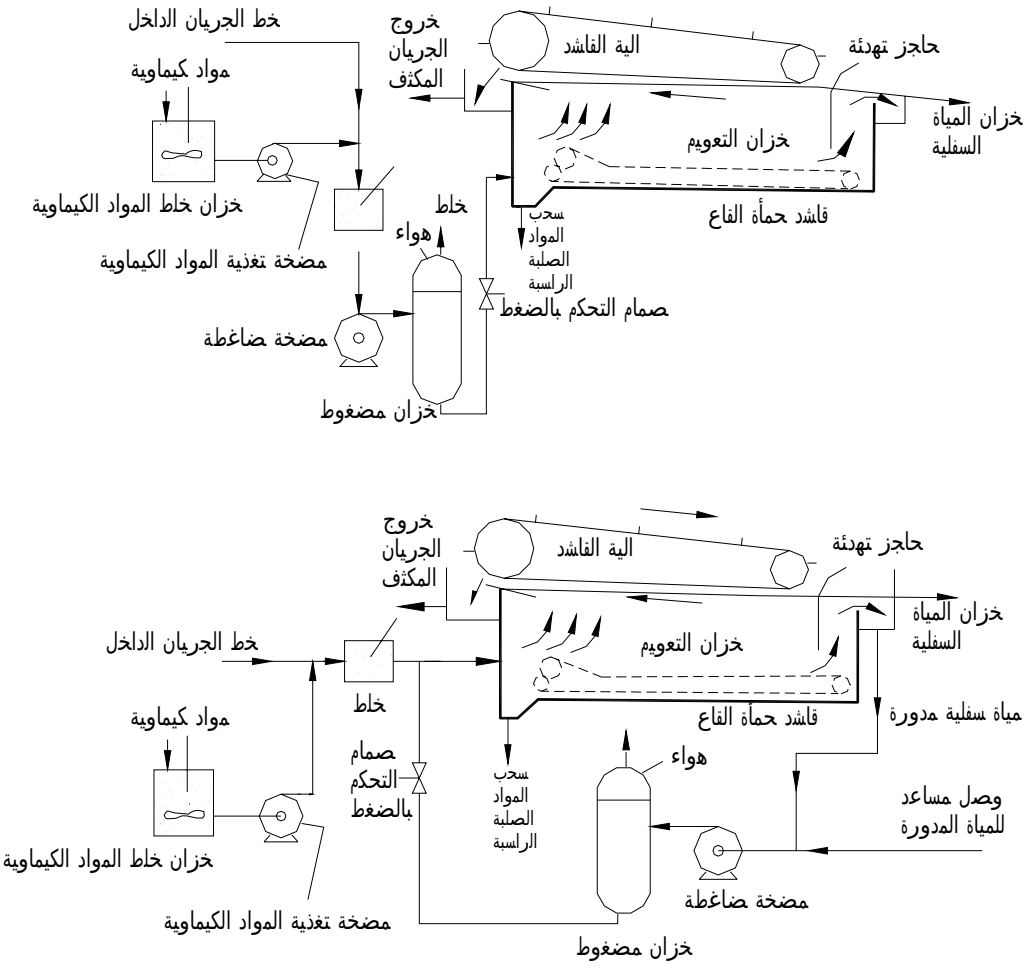
المعيار	القيمة
حجم الحوض الفعال، m^3	المسافة الرأسية على محور الجريان التراكمي بين المماسين للمنحنى الكتلي للجريان الساعي الواصل إلى المحطة الموازيين للخط الكتلي (التراكمي) للجريان الساعي الوسطي اليومي
احتياجات المزج لمنع الترسب في الحوض، hp/m^3	0.01 – 0.005
احتياجات التهوية للإبقاء على الظروف الهوائية في الحوض، $mgO_2/l.hr$	15

3-4: وحدات المعالجة الأولية:

أحواض التعويم – أحواض الترويق (الترسيب) الأولي.

3-4-أ- أحواض التعويم أو الطفو Flotation Tanks

I - **الهدف والوصف:** فصل وإزالة المواد الصلبة المعلقة خفيفة الوزن عن المياه العادمة بتعويمها (تطويفها) إلى سطح الماء في حوض التعويم. تستعمل هذه الطريقة أيضا لتكثيف (زيادة تركيز) الحمأة المنشطة كما سيرد لاحقا. تتم العملية بحقن الهواء بضغط 3-6 بار في المياه لزيادة ذوبان الهواء في الماء وذلك في خزان للضغط ومن ثم يحرر الضغط عن الماء عند دخوله في حوض التعويم فتنطلق فقاعات الهواء الكثيرة والناعمة إلى الأعلى حاملة معها المواد الصلبة المعلقة خفيفة الوزن (زيوت، شحوم، حمأة منشطة)، شكل 3-9.



الشكل 3-9: أحواض التعويم

[1] المرجع رقم (4)

II - المعايير التصميمية

الجدول 3-7: المعايير التصميمية لأحواض التعويم[1]

المعيار	القيمة
مدة الحجز الهيدروليكي في حوض التعويم، min	30 – 15
كمية مياه التدوير بالنسبة إلى المياه الواردة، %	120 – 30
التحميل السطحي، l/m^2. min	16 – 4
زمن الحجز في خزان الضغط، min	3 – 1
نسبة الهواء إلى المواد الصلبة، ml/mg	0.06 – 0.005
الضغط المطبق (مطلق)، bar	6 – 3

3-4-ب- أحواض الترويق (الترسيب) الأولي

I - **الهدف والوصف:** فصل وإزالة المواد الصلبة العالقة الناعمة القابلة للترسيب عن المياه العادمة والتي تتشكل في معظمها من رمال وقليل من المواد العضوية. تبنى أحواض الترسيب بشكل دائري أو مستطيل، شكل 3-10، وتزود بتجهيزات لكشط الحمأة المترسبة على القاع وتوجيهها إلى حفرة مركزية أو نهائية ليسهل سحبها منها. وغالبا ما تكون الحمأة المترسبة التي تدعى الحمأة الأولية Primary Sludge بحاجة إلى معالجة لاحقة نظرا لاحتوائها على نسبة من المواد العضوية. تضاف أحيانا بعض المركبات الكيميائية المخثرة (الشبة – كلورايد الحديد – الكلس) للمساعدة في عملية الترسيب. تخرج المياه من أحواض الترسيب الأولي فوق هدارات محيطية (في حالة الأحواض الدائرية) أو مستقيمة على كامل عرض الحوض عند نهايته (في حالة الاحواض المستطيلة) وذلك للإقلال من اضطراب الجريان عند مقطع الخروج.

كما تستعمل أحيانا في بعض المحطات المصافي الناعمة المؤلفة من أسلاك معدنية رفيعة من الفولاذ غير القابل للصدأ كبديل عن أحواض الترسيب الأولي، وهذه المصافي قد تكون على شكل صفائح مستوية مائلة مع اتجاه الجريان أو على شكل اسطوانة مجوفة دوارة Rotary Drum أو على شكل أقراص متتابعة دوارة Rotary Disks تعبرها المياه بدون فترة مكوث.

الشكل 3-10: أحواض الترويق (الترسيب) الاولي

[1] المرجع رقم (4)

III - **المعايير التصميمية:** الجدول3-8 لأحواض الترويق الأولي، والجدول3-9 للمصافي الناعمة.

الجدول 3-8: المعايير التصميمية لأحواض الترويق (الترسيب) الأولي[1]

المعيار	القيمة
التحميل السطحي، $m^3/m^2.d$	
- مياه عادمة خام	48 – 24
- مياه عادمة خام + شبة كلورايد مضافة	24 – 14
- مياه عادمة خام + كلورايد حديد مضاف	32 – 22
- مياه عادمة خام + كلس مضاف	48 – 22
زمن الحجز الهيدروليكي، hr	2.5 – 1.5
عمق الماء، m	
- عمق الماء الجانبي في حالة الحوض الدائري	3.5 – 2.5
- العمق الإجمالي في حالة الحوض المستطيل	4.5 – 3.5
قطر الحوض (حالة الحوض الدائري)، m	48 – 12
ميل قاع الحوض نحو المركز (حالة الحوض الدائري)، %	12 – 8
سرعة دوران كاشط الحمأة المترسبة (الحوض الدائري)، rpm	0.05 – 0.02
سرعة انتقال كاشط الحمأة المترسبة (الحوض المستطيل)، m/min	1.2 – 0.5
تحميل هدار المياه الخارجة (الرائقة)، $m^3/m.d$	180 – 120
نسبة إزالة BOD_5، %	30 – 25
نسبة إزالة SS، %	60 - 40

الجدول (3-9): المعايير التصميمية للمصافي الناعمة[1]

المعيار	القيمة		
	مائلة	اسطوانة دوارة	أقراص دوارة
أبعاد الفتحات، cm	0.02 – 0.004	0.02 – 0.004	0.004 – 0.0004
التحميل الهيدروليكي، m^3/m^2 . min	2.5 – 0.6	0.04 – 0.006	0.04 – 0.004
نسبة إزالة BOD_5، %	25 – 15	25 – 15	35 – 25
نسبة إزالة SS، %	30 – 15	30 – 15	50 – 40

3-5: وحدات المعالجة الحيوية أو الثانوية

أحواض التهوية أو المفاعلات - أحواض الترويق الثانوي أو النهائي.

3-5-أ - أحواض التهوية أو المفاعلات (Aeration Tanks Reactors)

I - **الهدف والوصف:** تفكيك المواد العضوية والملوثات الأخرى الموجودة في المياه العادمة وتحويلها إلى مركبات مستقرة بأكسدتها عن طريق كائنات دقيقة توجد في المياه العادمة البلدية بشكل طبيعي ومن أهمها البكتيريا حيث تقوم هذه الكائنات الدقيقة باستهلاك (هضم) المواد العضوية بوجود الأكسجين الحر (الهواء) أو المركب في المواد العضوية ذاتها وتحويلها إلى مركبات خاملة (CO_2 , N_2 , ...) وتنمو هذه الكائنات نتيجة ذلك مشكلة كتلة حيوية تدعى الحمأة يتم لاحقا فصلها عن المياه في أحواض الترويق النهائي. يختلف تصميم هذه الأحواض حسب طريقة المعالجة، وتوجد خمس طرق رئيسة في هذا المجال بالإضافة إلى بعض الطرق المركبة والطرق المستخدمة في إزالة أنواع خاصة من الملوثات، وهي التالية:

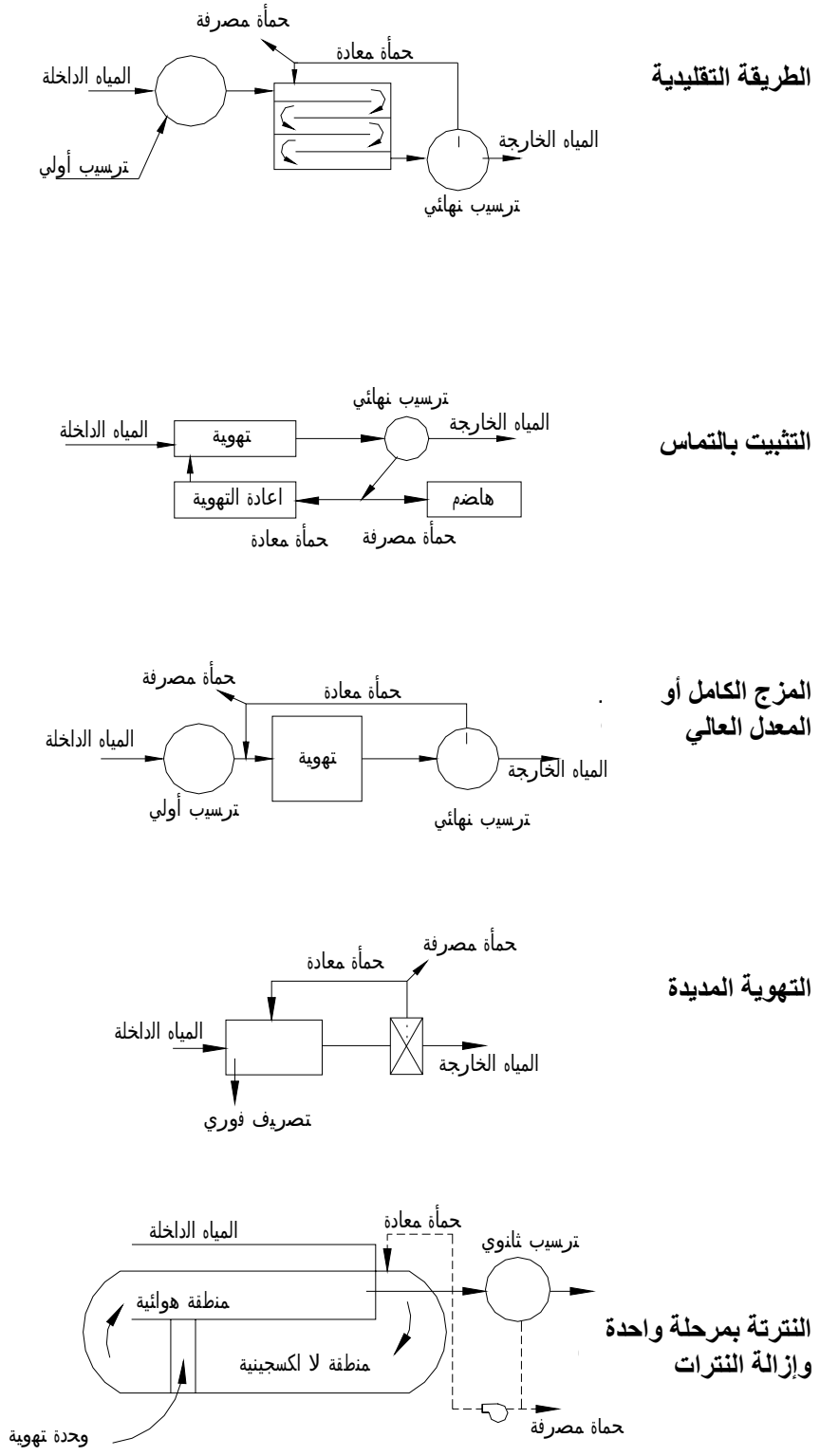
I-1 - **الحمأة المنشطة Activated Sludge:** حيث تتم تهوية المياه في المفاعل بوسائط ميكانيكية باستخدام الهواء المذرر Diffused Air أو باستخدام المهويات السطحية Surface Aerators، ويعاد قسم من الحمأة المترسبة في حوض الترويق النهائي باستمرار إلى بداية حوض التهوية (المفاعل) بغية تنشيط الحمأة (البكتيريا أو الكتلة الحيوية) وبالتالي تنشيط الأكسدة الحيوية للمواد العضوية في المياه العادمة.

لقد تم تصميم أنواع مختلفة للمفاعل من أهمها الأنواع التالية، شكل 3-11.

الجريان الجبهي Plug Flow – التغذية المجزأة Step Feed – التثبيت بالتماس Contact Stabilization – المزج الكامل أو المعدل العالي Complete Mix or High Rate - التهوية المطولةExtended Aeration – النترتة ونزع النيتروجين والتي تتم في مرحلة واحدة Single Stage Nitrification / Denitrification .

[1] المرجع رقم (3)

I-2 - الأحواض (الأهوار) المهواة Aerated Lagoons: في هذه الطريقة، شكل 3-12، تبقى المياه في حوض التهوية أو الهور فترة طويلة تتراوح بين 3 – 6 أيام، وعادة لا يكون هناك إعادة للحمأة من حوض الترويق الثانوي (النهائي) إلى حوض التهوية كما في طريقة الحمأة المنشطة السابق ذكرها. تستعمل هذه الطريقة في المناطق الحارة عادة وذات الأراضي الرخيصة نظرا لحاجتها إلى مساحات كبيرة من الأرض.



الشكل 3-11: طرق الحمأة المنشطة (مخططات رمزية)

الشكل 3-12: الأحواض (الاهوار) المهواة

I-3 - **المرشحات الحيوية أو النازة Biological or Trickling Filters**

تتم المعالجة في المفاعل المؤلف في هذه الحالة من وسط من الأحجار المكسرة أو الكتل البلاستيكية الصغيرة (بأبعاد حوالي 5–10 سنتمتر) بتوزيع المياه العادمة فوق سطح المفاعل، شكل 3-13، بواسطة أنبوب توزيع دوار (أو أكثر) ومثقب على طوله بثقوب تؤمن توزيعا شاملا ومتجانسا للمياه فوق الوسط المرشح. تتشكل طبقة رقيقة من الكتلة البكتيرية حول سطوح الوسط المرشح وتتم أكسدة وتفكيك المواد العضوية الموجودة في المياه العادمة أثناء تلامسها مع الطبقة الحيوية (البكتيرية) خلال مرور المياه عبر الفراغات المتشكلة بين عناصر الوسط المرشح والتي يتخللها الهواء. لا يحقق المرشح الحيوي أي ترشيح للمياه وإنما يهيئ الوسط المذكور مساحات سطحية كبيرة لنمو والتصاق الطبقة الحيوية (العضويات المجهرية) التي تقوم باستهلاك وتفكيك المواد العضوية في المياه العادمة. ومن حين لآخر ينسلخ جزء من الطبقة الحيوية عن الوسط المرشح وينتقل مع المياه حيث يترسب في حوض الترويق النهائي أو حوض الدبال Humus Tank. يتم أحيانا إعادة تدوير جزء من المياه الرائقة (وليس الحمأة المترسبة) من حوض الترويق النهائي إلى المرشح الحيوي لتنشيط التفاعل عن طريق خلخلة الوسط المرشح. هناك نوعان من المرشحات الحيوية، الأول ذو المعدل المنخفض للتحميل Low Rate والثاني ذو المعدل العالي للتحميل High Rate ومنه المرشح البرجي Tower Filter الذي يمتاز بصغر مساحته الأفقية ويستعمل عادة في معالجة المياه العادمة الصناعية.

الشكل 3-13: المرشحات الحيوية أو النازة

I-4 - **الملامسات الحيوية الدوارة Rotating Biological Contactors - RBC**

تتألف من مجموعة من الأقراص الدائرية أو السطوح البلاستيكية المتجاورة والتي تدور حول محور مشترك، شكل 3-14، وغاطسة جزئيا (إلى حوالي نصف القطر) في المياه العادمة. تتم المعالجة بشكل مشابه للمرشحات الحيوية فيما عدا أن الطبقة الحيوية الملتصقة بالأقراص تكون متحركة مع دوران الأقراص بينما تكون ثابتة في

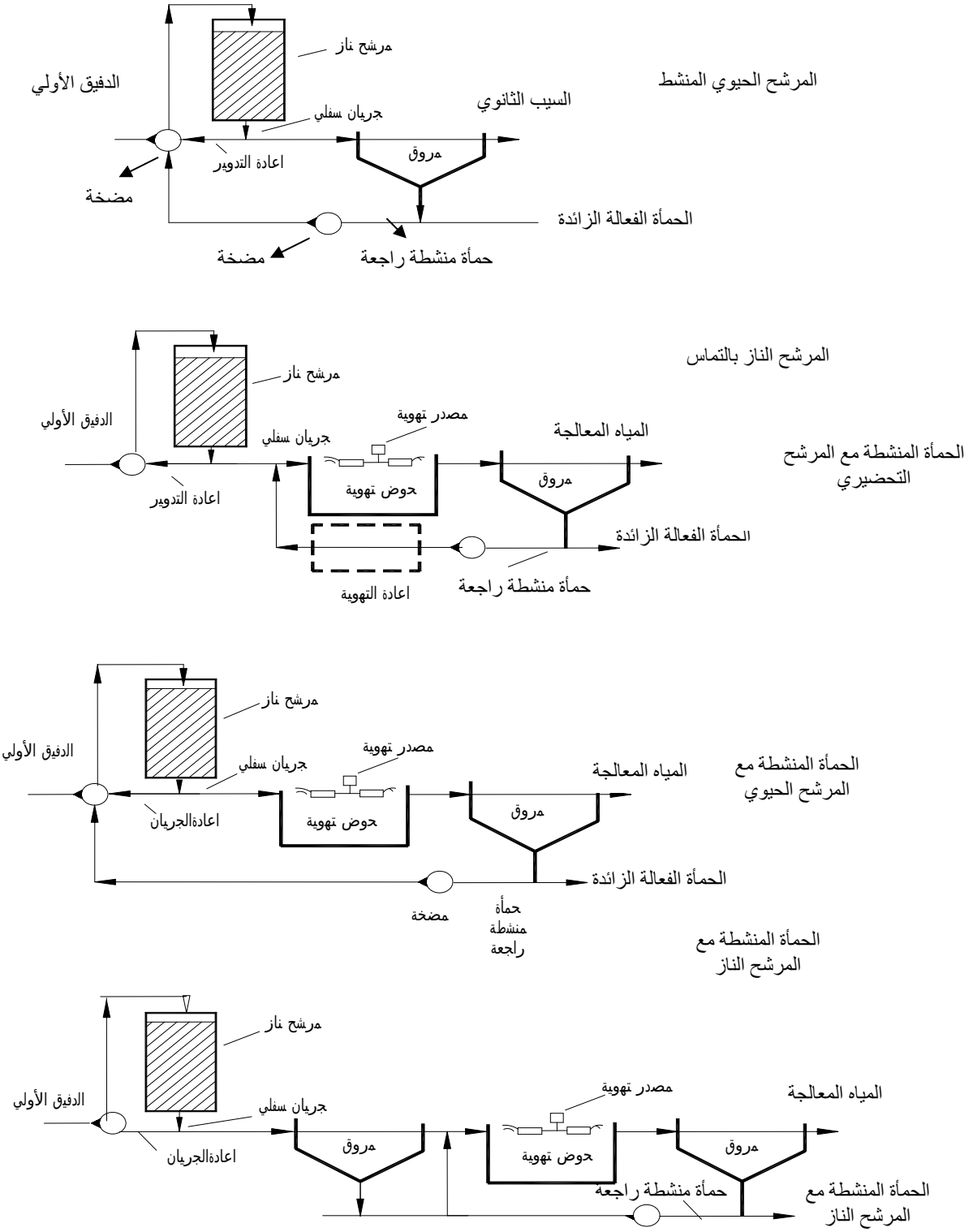
الحالة السابقة، ويتم انتقال الأكسجين إلى الطبقة الحيوية وتماسها مع المياه العادمة بشكل متناوب خلال دوران الأقراص.

الشكل 3-14: الملامسات الحيوية الدوارة

I-5 - **برك التثبيت Stabilization Ponds** وتدعى أحيانا **برك الأكسدة Oxidation Ponds:** هي أحواض كبيرة وقليلة العمق ولا تحوى تجهيزات ميكانيكية للتهوية. قد تكون هذه البرك هوائية Aerobic حيث يكون عمقها حوالي المتر وتتم تهوية الحوض مباشرة نتيجة التلامس مع الهواء الجوي وفعل الرياح، وهي طريقة قليلة الاستعمال لأنها تتطلب مساحات واسعة من الأرض. وقد تكون اختيارية Facultative عمقها حوالي 1.25 – 2 متر حيث تكون المعالجة ضمن البركة تحت ظروف هوائية في الطبقة المائية السطحية، واختيارية في الطبقة المائية المتوسطة حيث تنشط أنواع من البكتيريا التي تعمل سواء بوجود الأكسجين الجزيئي (الهواء) أو بعدم وجوده، ولا هوائية Anaerobic قرب قاع البركة حيث تعمل البكتيريا اللاهوائية التي تستخدم الأكسجين المركب في المادة العضوية لانجاز عملية المعالجة الحيوية. أما النوع الثالث من برك التثبيت فهو البرك اللاهوائية Anaerobic حيث يبلغ عمق البركة حوالي3-5 أمتار وتكون المعالجة الحيوية فيها تحت ظروف لاهوائية وبالتالي تكون مصدرا لنشر الروائح الكريهة وتستخدم عادة كمرحلة تحضيرية (مسبقة) لمعالجة المياه العادمة قبل انتقالها إلى البرك الاختيارية.

I-6 - **العمليات المركبة Combined Processes:** هي طرق مطورة بدمج الطريقتين الرئيستين السابقتين للمعالجة الحيوية وهما النمو المعلق Suspended Growth (الحمأة المنشطة) والنمو الملتصق Attached Growth (المرشحات الحيوية أو الملامسات الحيوية الدوارة).
من أهم الطرق المستخدمة، شكل 3-15، ما يلي:
- المرشح الحيوي المنشط Activated Biofilter, ABF.
– المرشح الناز بالتماس Trickling Filter Solids Contact, TF/SC.
– الحمأة المنشطة مع المرشح التحضيري Roughing Filter Activated Sludge, RF/AS.
- الحمأة المنشطة مع المرشح الحيوي Biofilter Activated Sludge, BF/AS.
- الحمأة المنشطة مع المرشح الناز Trickling Filter Activated Sludge TF/AS.

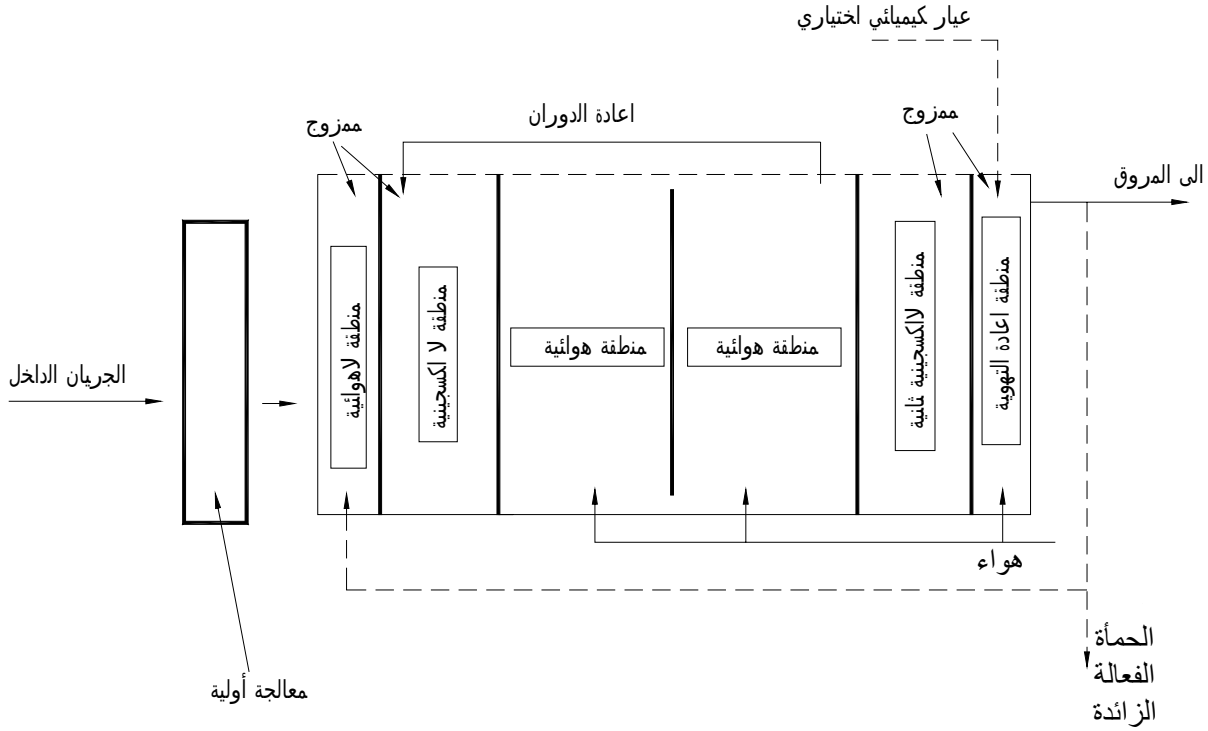
I-7 - **إزالة المغذيات Nutrients Removal:** تهدف بشكل خاص إلى إزالة النتروجين والفوسفور من المياه العادمة والتي اذا بقيت فيها بكميات كبيرة أدت إلى تلوث المصدر المستقبل (نهر أو مجرى مائي) والإضرار بالأحياء المائية الموجودة فيه نتيجة التتريف Eutrification، أو إلى تلوث التربة والمياه الجوفية عند استخدام هذه المياه في ري المزروعات.



الشكل 3- 15 المعالجة بالعمليات المركبة (مخططات رمزية)

توجد عدة طرق مطبقة لإزالة النتروجين والفوسفور منها المنظومات الثنائية Dual Systems التي تدخل ضمنها طريقة المعالجة بالمفاعل ذي المناطق الخمس Five-zone Process، شكل 3-16،حيث يتألف المفاعل من خمس مناطق مختلفة هي المنطقة اللاهوائية (ساعتان)– المنطقة اللاأكسجينية Anoxic الأولى (3

ساعات) – المنطقة الهوائية (12 ساعة) – المنطقة اللاأكسجينية الثانية (ساعتان) – منطقة إعادة التهوية (ساعة واحدة).
لإنجاز معالجة جيدة يجب أن تكون النسبة بين BOD القابل للانحلال SBOD والفوسفورالقابل للانحلال SP مساوية 10 على الأقل وكذلك نسبة الـ BOD الإجمالي TBOD إلى نتروجين كيلدال الإجمالي TKN (الذي يساوي مجموع النتروجين العضوي ونتروجين الأمونيا) بين 5 و 10. تتراوح نسبة إعادة تدوير الحمأة Sludge Recycle إلى المنطقة الهوائية بين 25 - 100 %، ونسبة إعادة الدوران Recirculation في نفس المفاعل (بين المنطقة الهوائية واللاكسجينية) قد تصل إلى 400 %.
تستعمل المنظومات الثنائية عادة لإزالة النترات اكثر منها لإزالة الفوسفور، وإذا كان مطلوبا إنقاص تركيز الفوسفور الكلي إلى أقل من 0.5 ملغرام / لتر والنتروجين الكلي إلى أقل من 5 ملغرام/لتر تمرر المياه على مرحلة ترشيح بعد ذلك.



الشكل 3-16: ازالة المغذيات المساندة (مخطط رمزي)

II - **المعايير التصميمية**: يعطي الجدول 3-10 معايير التصميم لطرق الحمأة المنشطة. كما يعطي الجدول 3-11 معايير التصميم للأحواض (الأهوار) المهواة. أما الجدول 3-12 فيعطي معايير التصميم للمرشحات الحيوية أو النازة. ويعطي الجدول 3-13 معايير التصميم للملامسات الحيوية الدوارة. كما يبين الجدول 3-14 معايير التصميم لبرك التثبيت. ويعطي الجدول 3-15 معايير التصميم للمنظومات المركبة. أما الجدول 3-16 فيعطي معايير التصميم لإزالة المغذيات المساندة.

الجدول 3-10: معايير التصميم لطرق الحمأة المنشطة[1]

الطريقة	F/M kg BOD_5/kg ML VSS/d	θ (hr) مدة المكث الهيدروليكي	θ_c (day) عمر الحمأة	حدوث النترتة	BOD_5r kgO2/kg	Qr/Q	MLSS (mg/l)	انتاج الحمأة kg/kg BOD_5r	مردود المعالجة %
أ – النظام التقليدي	0.4-0.2	8-4	15-5	جزئيا	1.1-0.8	-0.25 0.50	3000-1500	0.80-0.50	95
ب – التغذية المجزأة	0.4-0.2	5-3	15-5	كلا	1.0-0.8	-0.25 0.75	3500-2000	0.5-0.4	90
ج – التثبيت بالتماس	0.60-0.20	*(1.5-0.5)	15-5	ممكن	1.1-0.8	1.45-0.5	*(3000-1000)	0.6-0.4	85
د – ذات المزج الكامل أو المعدل العالي	2-0.5	0.5-2	10-5	كلا	0.9-0.7	1.0-0.25	10000-4000	0.7-0.5	90
هـ - التهوية المطولة	0.15-0.05	36-18	30-20	نعم	2.4-1.5	1.5-0.75	6000-3000	0.6-0.4	90
و – النترتة بمرحلة واحدة مع ازالة النترات	0.15-0.05	36-18	30-20	نعم	2.4-1.5	1.5-0.5	6000-3000	0.3-0.15	95

* في حوض التماس

الجدول 3-11: معايير التصميم للأهوار المهواة[1]

المعيار	القيمة
نظام الجريان	كامل المزج
زمن الحجز المائي، (d)	10-3
العمق، (m)	6-2
ازالة BOD_5، (%)	95-80
المادة الصلبة المعلقة في السيب	طحالب + بكتيريا

الجدول 3-12: معايير التصميم للمرشحات الحيوية أو النازة[1]

المعيار	مرشح ذو معدل منخفض	مرشح ذو معدل عالي
- التحميل الهيدروليكي، ($m^3/m^2/d$)	4 - 1	40 – 8
- التحميل العضوي ($kgBOD_5/m^3$ filtr medium/d)	0.35 – 0.07	1 - 0.5
- عمق الوسط المرشح، (m)	2.5 – 2	2 - 1
- اعادة التدوير للحمأة	لا يوجد	مستمرة

الجدول 3-13: معايير التصميم للملامسات الحيوية الدوارة[2]

المعيار	بدون نترتة	مع نترتة
- التحميل الهيدروليكي، ($m^3/m^2/d$)	0.16 – 0.08	0.08 – 0.03
- التحميل العضوي، (kg sol. BOD_5/m^2 /d)	0.012 – 0.004	0.01 – 0.003
- تحميل الأمونيا، (kg $NH_3/m^2/d$)	-	0.0014 – 0.0007
- زمن الحجز الهيدروليكي، (hr)	1.5 – 0.7	4 – 1.5
BOD_5 الخارج، (mg/l)	30 - 15	15 – 7
- الأمونيا الخارجة، (mg/l)		2>

[1] المرجع رقم (4)

[2] المرجع رقم (2)

الجدول 3-14: معايير التصميم لبرك التثبيت[1]

المعيار	برك التثبيت اللاهوائية	برك التثبيت الاختيارية	برك التثبيت الهوائية
- طريقة العمل	توازي	توازي	توازي / تسلسل
- زمن الحجز الهيدروليكي *، (days)	50 – 20	30 – 7	10 - 4
- عمق الماء الفعال، (m)	4 – 2.5	2 – 1	1.25 – 1
- رقم الـ (pH)	7.2 – 6.5	8.5 – 6.5	10.5 – 6.5
- مجال الحرارة، (مئوية)	50 – 6	40 – 0	30 – 0
- درجة الحرارة النموذجية، (مئوية)	30	20	20
- التحميل العضوي *، ($kgBOD_5/ha/d$)	600 – 250	125 – 40	150 – 75
معدل ازالة BOD_5، (%، η)	70 - 50	80 - 60	95 - 80
- النواتج الاساسية للمعالجة	طحالب + ميثان	طحالب + بكتيريا	طحالب + بكتيريا

* يتغير حسب مناخ المنطقة

الجدول 3-15: معايير التصميم للمنظومات المركبة[2]

العملية	التحميل على المرشح الناز	θ_c,d	F/M $kgBOD_5/kgMLVSS.d$	MLSS,mg/l
المرشح الحيوي المنشط	منخفض (*)	-	-	4000-1500
المرشح الناز بالتماس	منخفض	2-0.5	-	3000-1000
الحمأة المنشطة مع المرشح التحضيري	عالي (**)	5-2	1.2-0.5	3000-1500
الحمأة المنشطة مع المرشح الحيوي	عالي	5-2	1.2-0.5	4000-1500
الحمأة المنشطة مع المرشح الناز	عالي	8-4	0.5-0.2	4000-1500

(*) عادة أقل من $0.7\ kgBOD_5/d.m^3$

(**) عادة أكبر من $1.6\ kgBOD_5/d.m^3$

الجدول 3-16: معايير التصميم لإزالة المغذيات[3]

العنصر	الوحدة	طريقة المراحل الخمس	محطة فرجينيا VIP
F/M غذاء/كائنات	$kgBOD_5/kgMLVSS.d$	0.2-0.1	0.2-0.1
عمر الحمأة (θ_c)	يوم (d)	40-10	10-5
زمن الحجز الهيدروليكي	ساعة (hr)		
- المنطقة اللاهوائية		2-1	2-1
- المنطقة اللاأكسجينية الأولى		4-2	2-1
- المنطقة الهوائية الأولى		12-4	4-2.5
- المنطقة اللاأكسجينية الثانية		4-2	-
- المنطقة الهوائية الثانية		1-0.5	-
الحمأة المنشطة المعادة	% من الداخل	100-50	100-50
معدل التدوير الداخلي	% من الداخل	400	400-200

3-5-ب- أحواض الترويق (الترسيب) الثانوي (النهائي)
Secondary (Final) Clarification (Sedimentation) Tanks

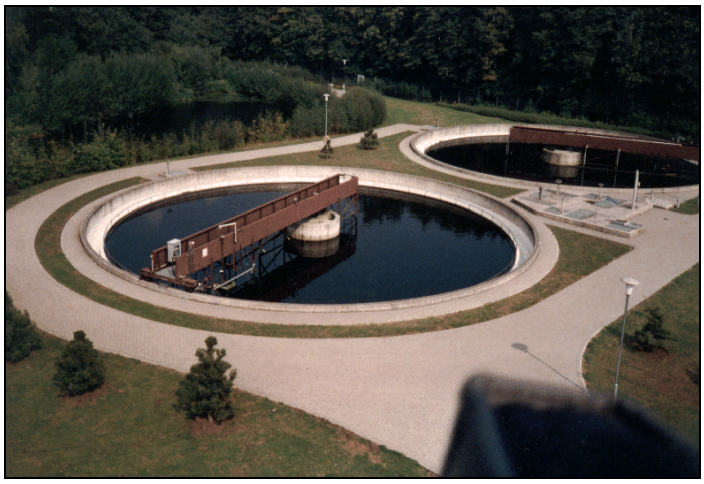
I - **الهدف والوصف:** ترسيب وفصل الحمأة (الكتلة الحيوية) التي تشكلت في أحواض التهوية (المفاعلات) إضافة إلى ما بقي من المواد الصلبة المعلقة الأخرى على اختلاف أنواعها والتي بقيت في المياه، شكل 3-17، حيث تجمع هذه الكتلة الراسبة ويعاد جزء منها في حالة الحمأة المنشطة إلى أحواض التهوية مرة ثانية لتنشيط التفاعل بينما ينقل الجزء الآخر أو كامل الحمأة الراسبة في الطرق الأخرى إلى مراحل لاحقة لمعالجة الحمأة. تخرج المياه الرائقة من أحواض الترويق الثانوي والتي تدعى المياه المعالجة ثانوياً

[1] المرجع رقم (4)

[2] المرجع رقم (6)

[3] المرجع رقم (2)

Secondary Effluent إلى مراحل لاحقة للمعالجة بعد أن تمت إزالة معظم الملوثات العضوية والجرثومية من المياه.



الشكل 3-17: أحواض الترويق (الترسيب) الثانوي أو النهائي

تشبه أحواض الترويق الثانوي من الناحية الإنشائية أحواض الترويق الأولي إلا أن زمن الحجز الهيدروليكي (زمن البقاء في الحوض) أكبر هنا منه في حوض الترويق الأولي وميل القاع أقل مما هو عليه في أحواض الترويق الأولي. قد تكون هذه الاحواض دائرية أو مستطيلة، وهي مزودة بتجهيزات كشط الحمأة من على القاع وكذلك قشد الزبد أو الخبث (المواد الطافية) من على سطح الماء. يتراوح معدل التدفق فوق هدار الخروج بين 130 و 200 متر مكعب / يوم / متر طولي من الهدار.

II - المعايير التصميمية

الجدول 3-17: المعايير التصميمية لاحواض الترويق (الترسيب) الثانوي (أو النهائي)[1]

نوع المعالجة البيولوجية	التحميل المائي السطحي ($m^3/m^2/d$)		معدل تحميل المواد الصلبة ($kg/m^2/d$)		زمن الحجز الهيدروليكي (hr)	العمق (m)
	المجال	الذروة	المجال	الذروة		
- بعد الحمأة المنشطة عدا التهوية المديدة	32 – 16	50	140 – 90	240	3.5	6-3.5
- بعد الحمأة المنشطة بالتهوية المديدة	16-8	35	125-25	160	4	6-3.5
- المرشحات البيولوجية	24-16	50	125-75	200	2.5	4.5-3

هناك بعض الطرق الفيزياكيميائية الخاصة المستخدمة لإزالة المواد العضوية القابلة للانحلال والتي يصعب إزالتها بالمعالجة الحيوية، ومن هذه الطرق الامتزاز الكربوني Carbon Adsorption حيث تمرر المياه العادمة خلال وعاء مملوء بحبيبات ناعمة من الكربون تقوم بامتزاز المواد العضوية على سطوحها عندما يتأمن وقت كاف للتماس بينهما يتراوح بين 20 و 40 دقيقة. ومن حين لآخر يجري إبدال الكربون المستخدم أو إعادة تنشيطه لتمكينه من الامتزاز من جديد. تطبق هذه الطريقة عادة في معالجة كميات قليلة من المياه العادمة الصناعية.

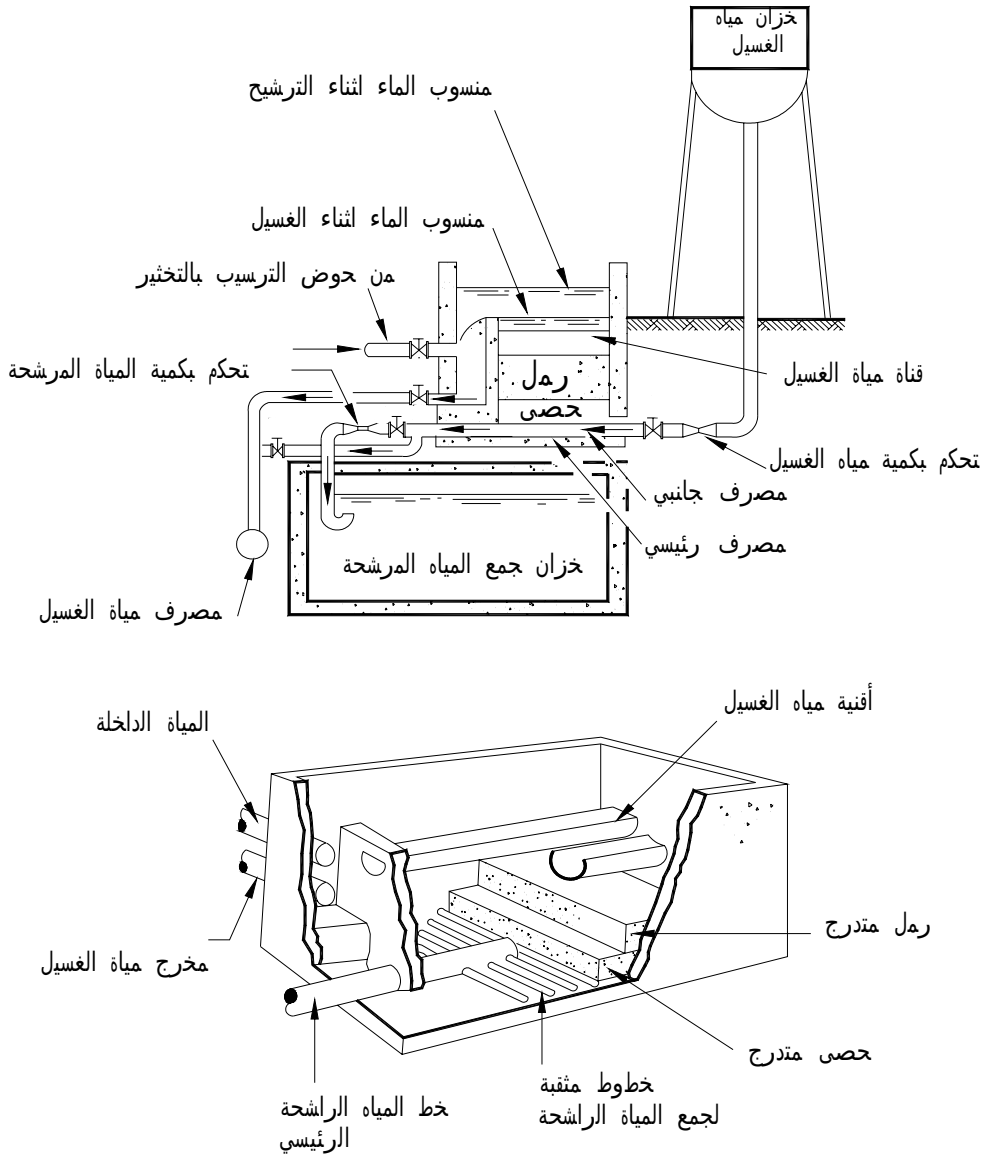
[1] المرجع رقم (3)

3-6: وحدات المعالجة الثالثية: الترشيح – التطهير

3-6-أ - الترشيح Filtration

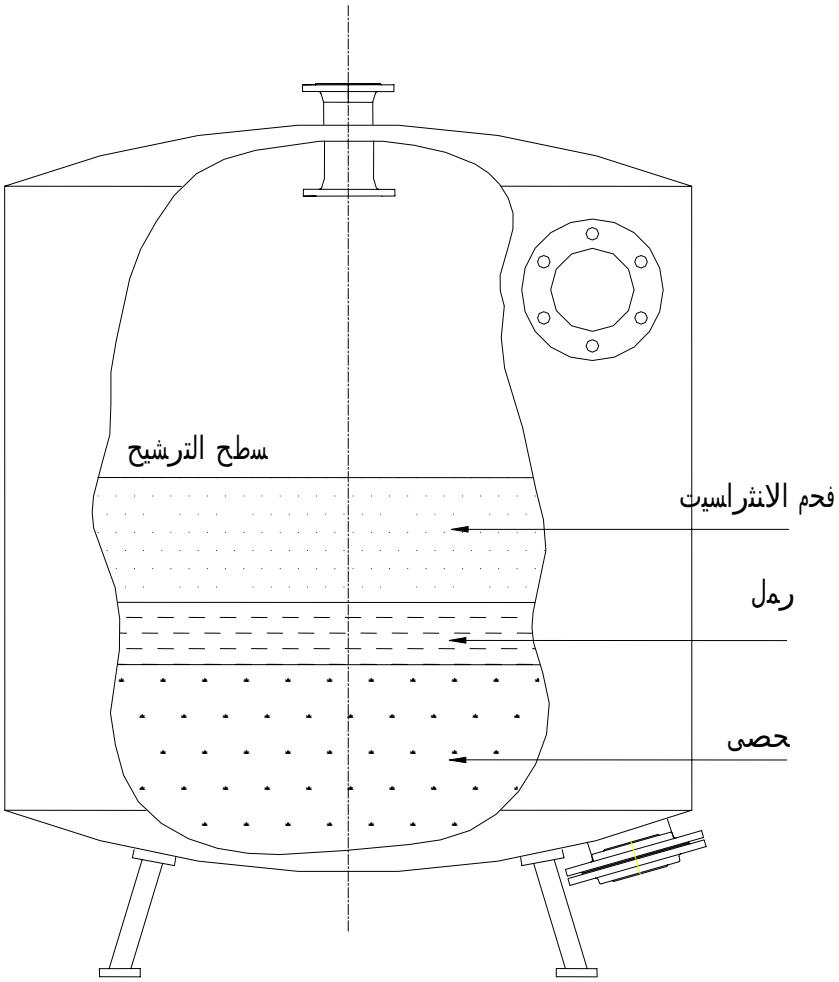
I - **الهدف والوصف:** إن هدف الترشيح هو فصل وإزالة المواد الصلبة المعلقة الناعمة جدا بما في ذلك قسم ملحوظ من الجراثيم الباقية في المياه الصادرة عن أحواض الترويق الثانوي (النهائي)، ويتم ذلك بامرار المياه عبر وسط مرشح من الرمل أو بعض المواد الخاملة الناعمة (الانثراسيت) حيث تحتجز الشوائب على سطوح هذا الوسط بتأثير الامتزاز وكذلك في الفراغات الصغيرة بين ذرات الوسط المرشح. كما يمكن أن يكون الوسط المرشح مؤلفا من مصافي ناعمة جدا. هناك ثلاثة أنواع من المرشحات:

- **المرشح الرملي السريع Rapid Sand Filter:** شكل 3-18، ويتألف من وسط مرشح واحد (رمل أو انثراسيت) مفتوح إلى الجو أو من عدة أوساط (انثراسيت ناعم ورمل وحصى ناعم) حيث توضع الطبقات الخشنة (الحصى) من الأسفل تعلوها الطبقات الأنعم فالأنعم (الرمل ثم الانثراسيت).



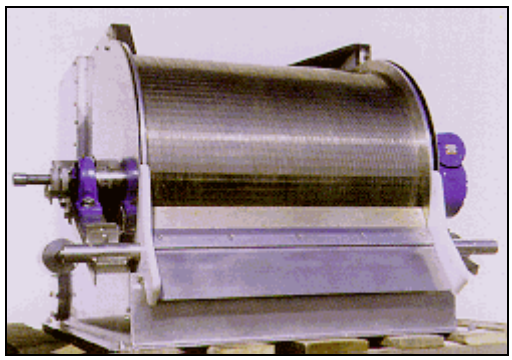
الشكل 3-18: المرشح الرملي السريع (مخطط رمزي)

- **المرشح الرملي تحت الضغط Pressurized Sand Filter** شكل 3-19، حيث يتألف من وسط مرشح في حيز مغلق يصله الماء تحت الضغط، ويمتاز هذا النوع بصغر المساحة اللازمة له.



الشكل 3-19: المرشح الرملي تحت الضغط (مخطط رمزي)

- **المرشح المجهري أو المصفاة المجهرية Microstrainer** شكل 3-20، ويتألف من نسيج مسامي من الأسلاك المعدنية أو البلاستيكية الدقيقة جدا ولا تتجاوز أبعاد فتحاته بضعة ميكرونات.



الشكل 3-20: المرشح المجهري أو المصفاة المجهرية

تنسد مسامات الوسط المرشح بعد فترة من تشغيله لذا يجري غسيله من حين لآخر بضخ الماء (وعادة مع الهواء المضغوط) باتجاه معاكس لاتجاه الترشيح بغية خلخلة مسامات المرشح من جديد، وتعاد مياه الغسيل مرة ثانية إلى المعالجة نظرا لاحتوائها على نسبة عالية من الملوثات.

II – **المعايير التصميمية**

يعطي الجدول 3-18 معايير التصميم للمرشحات الرملية السريعة. كما يعطي الجدول 3-19 معايير التصميم للمرشحات المجهرية

الجدول 3-18: معايير التصميم للمرشحات الرملية السريعة[1]

المعيار التصميمي والواحدة	القيمة
- معدل الترشيح، ($m^3/m^2/hr$)	15 – 5
- مساحة خلية الترشيح الواحدة، (m^2)	450 – 50
- عمق الوسط المرشح، (cm)	
- طبقة الرمل (0.5 ملم)	100 – 40
- طبقة الحصى الناعم	50 – 30
- فاقد الحمولة عبر الوسط المرشح، (cm)	(30) في البداية وحتى (200) قبل بدء عملية الغسيل
- الغسيل والتنظيف	بالماء المعالج والهواء المضغوط
- تحميل مياه الغسيل ($m^3/m^2/hr$)	40 - 30
- كمية مياه الغسيل	(2.5 %) من كمية المياه المرشحة
- زمن الغسيل الوسطي، (min)	10 – 4

الجدول 3-19: معايير التصميم للمرشحات المجهرية أو المصافي المجهرية[1]

المعيار	القيمة	ملاحظات
- أبعاد المصفاة (µm)	35-20	فولاذ غير قابل للصدأ أو بوليستر
- معدل التحميل المائي ($m^3/m^2.min$)	6-3	يعتمد على المساحة السطحية المغمورة من المصفاة
- ضياع الحمولة عبر المصفاة (cm)	15-7.5	يجب تحويل الجريان عن المصفاة عند زيادة الحمولة عن 20 سنتيمتر
- غمر الطبل	75-70 % من الارتفاع 70-60 % من المساحة	يتبع تصميم المصفاة
- قطر الطبل (m)	4.8-2.4	القطر الأمثل حوالي 3 متر لأن الأقطار الأصغر تزيد احتياجات الغسيل العكسي
- سرعة الطبل (m/min)	4.5 من أجل ضياع حمولة 8 سنتيمتر 45-34 من أجل ضياع حمولة 15 سنتيمتر	أكبر سرعة دورانية مسموحة 34 متر/دقيقة
- احتياجات الغسيل العكسي	2% من المياه الواردة، ضغط 3 بار 5% من المياه الواردة، ضغط 1 بار	

3-6-ب- التطهير Disinfection

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

- **التطهير بالكلور Cl_2 أو أحد مشتقاته (هيبوكلورايت الصوديوم NaOCl – هيبوكلورايت الكالسيوم $Ca(OCl)_2$):** تعتبر الكميات الكبيرة من الكلور الباقي بعد التطهير(أو بعد إضافة الكلور لغايات أخرى كالتحكم بنمو العضويات البكتيرية الخيطية أو الطحالب التي تعيق عمليات المعالجة بالحمأة المنشطة) سامة للأحياء المائية حينما يتم تصريف المياه المعالجة في حيز مائي مستقبل، كما أن وجود بعض المواد العضوية في الوسط المستقبل قد يؤدي إلى تشكل مركبات مسرطنة (ترايهالوميثين THM) نتيجة تفاعلها مع الكلور. لذلك يعمد في مثل هذه الحالات إلى التخلص من الكلور في المياه بعملية تدعى إزالة الكلور Dechlorination حيث تضاف بعض المركبات الكيميائية إلى المياه المعالجة لتحقيق هذه الغاية. ومن المركبات المستعملة لإزالة الكلور ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وبيروكسايد الهيدروجين H_2O_2، حيث يضاف في الحالة الأولى ثاني أكسيد الكبريت بمعدل 0.9 ملغرام/لتر من SO_2 لإزالة كل 1 ملغرام باللتر من الكلور الحر أو المركب.
- **التطهير بالأوزون O_3:** يتم توليد الاوزون بتطبيق تيار ذي فرق جهد عال بين أقطاب كهربائيـة على شكل صفائح متعددة قريبة من بعضها يمرر بينها الهواء الجاف أو الأكسجيـن، فيتفكك جزيء أكسجين O_2 إلى ذرتين

[1] المرجع رقم (4)

كل منهما تتحد مع جزيء أكسجين لتشكيل الأوزون O_3. ويضاف الاوزون للمياه لقتل الجراثيم وبعدها يتفكك الاوزون ويتلاشى من المياه.

- **التطهير بالأشعة فوق البنفسجية UV** شكل 3-21. يتم توليد الاشعة فوق البنفسجية في مصابيح قضبانية طولها 0.75 – 1.5 متر وقطرها حوالي 1.5 – 2 سنتمتر أو أكثر حاوية على بخار الزئبق حيث يتحرض هذا الغاز بالقدرة المتولدة عند شحن هذه المصابيح بالقوس الكهربائي ويطلق الأشعة فوق البنفسجية ذات طول الموجة 253.7 نانومتر والقادرة على تهديم السائل الخليوي للجراثيم. ويجب لضمان فعالية هذه الطريقة أن تكون المياه حاوية على أقل ما يمكن من المواد الصلبة العالقة (العكر) التي قد تحول دون وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى الجراثيم أثناء مرور المياه عبر هذه المصابيح.

الشكل 3-21: التعقيم بالاشعة فوق البنفسجية

II - **المعايير التصميمية:** من أهم المعايير التصميمية:

- في حالة الكلور: مدة التماس بين 20 و 40 دقيقة، قيمة pH، درجة الحرارة حيث تزداد كمية الكلور اللازم بازدياد درجة الحرارة، تركيز المواد العضوية في المياه حيث تزيد الكمية اللازمة من الكلور بزيادته، تركيز العصيات الجرثومية في المياه، درجة النقاء المطلوبة.
- في حالة الأوزون أو الأشعة فوق البنفسجية: زمن التماس، تركيز المواد العضوية في المياه، شدة التيار المستخدم.

3-7: وحدات معالجة الحمأة

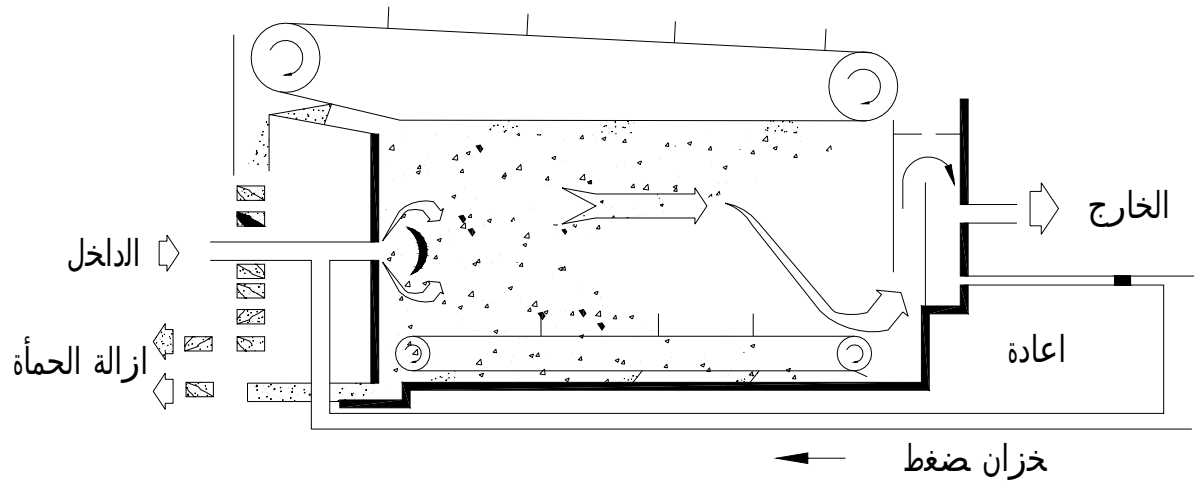
التكثيف – الهضم الهوائي – الهضم اللاهوائي – النبذ – الترشيح الانفراغي – المكبس المرشح – الترشيح الحزامي – أحواض التجفيف – التثبيت بالكلس – المعالجة الحرارية – الإسماد – الترميد.

3-7-أ - التكثيف Thickening

I - **الهدف والوصف:** الهدف من عملية التكثيف هو زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة بسحب جزء من المياه منها وبالتالي الإقلال من حجمها. يتم ذلك بإحدى طريقتين هما التكثيف بالترسيب الطبيعي Gravity Thickening، والتكثيف بالتعويم بالهواء المذاب Dissolved Air Flotation Thickening – DAF، شكل 3-22. ففي الطريقة الأولى يتم تكثيف الحمأة في حوض دائري يشبه حوض الترسيب العادي فيما عدا أن ميل قاع حوض التكثيف هنا يكون اكبر منه في حالة أحواض الترسيب للمياه العادمة. تسحب الحمأة المترسبة من قاع الحوض بينما تعاد المياه المتجمعة في الطبقة العلوية من حوض التكثيف إلى المعالجة من جديد نظرا لاحتوائها على تراكيز عالية من الملوثات. يزود حوض التكثيف بأذرع دوارة ببطء لمزج محتويات الحوض وتحرير الفقاعات الغازية وبنفس الوقت توجيه الحمأة المترسبة نحو حفرة مركزية لسحبها من الحوض، وتستعمل هذه الطريقة عادة لتكثيف مزيج الحمأة الأولية (الواردة من أحواض الترسيب الأولي) والثانوية (الواردة من أحواض الترسيب النهائي).

أما في الطريقة الثانية التي تشبه أحواض التعويم للتخلص من الزيوت والشحوم في مرحلة المعالجة الأولية فيتم تطويف (تعويم) الحمأة إلى أعلى الحوض بحقن الهواء تحت الضغط (حوالي 3 إلى 6 بار) في حوض خاص يحوي الماء لإذابة كميات إضافية من الهواء فيه وبعد ذلك يمزج الماء المضغوط مع الهواء المذاب بالحمأة ويدخل المزيج في حوض مفتوح تحت الضغط الجوي فيتحرر الهواء على شكل فقاعات صغيرة ملتصقة بجزيئات الحمأة ومنطلقة نحو سطح الحوض حيث تتجمع الحمأة على شكل طبقة يتم قشدها باستمرار بواسطة

قاشطات Skimmers إلى خارج الحوض. أما المياه التي تحتل المنطقة الوسطى من الحوض فيتم تحويل جزء منها إلى خزان الضغط لإشباعها بالهواء من جديد ومن ثم مزجها بالحمأة الواردة بينما يعاد الجزء الباقي مرة ثانية إلى المعالجة نظرا لحمولته العالية من التلوث. وغالبا ما تضاف بعض المركبات المساعدة على التخثير كالبولمر لتحسين أداء حوض التعويم واستحواذ اكبر كمية ممكنة من المواد الصلبة في الحمأة.



الشكل 3-22: التكثيف بالتعويم (بالطفو) بالهواء المذاب

II – **المعايير التصميمية:** يعطي الجدول 3-20 معايير التصميم للمكثف بالترسيب الطبيعي. كما يعطي الجدول 3-21 معايير التصميم للمكثف بالتعويم بالهواء المذاب.

الجدول 3-20: معايير التصميم للمكثف بالترسيب الطبيعي[1]

نوع الحمأة	تحميل المواد الصلبة ($kg/m^2/d$)	نسبة المواد الصلبة في الحمأة (%)	
		قبل التكثيف	بعد التكثيف
- حمأة أولية	150 – 100	5.5 – 2.5	10 – 8
- حمأة من المرشحات الحيوية	50 – 40	4 – 1	6 – 3
- حمأة منشطة عادية	80 – 30	1.3 – 0.5	3 – 2.5
- حمأة منشطة بتهوية مطولة	35 – 20	1 – 0.25	3 – 2
- حمأة أولية + حمأة منشطة	85 – 45	4.25 – 2.25	8 - 4.5

الجدول 3-21: معايير التصميم للمكثف بالتعويم بالهواء المذاب[1]

المعيار	القيمة
- نسبة: الهواء / المواد الصلبة، بالوزن، (%)	4 – 1
- ضغط الهواء المطلق المطبق، (bar)	6 – 3
- زمن الحجز (المكث) في خزان ضغط الهواء مع الماء، (min)	4 – 1
- زمن الحجز (المكث) الهيدروليكي في حوض التعويم، (min)	20 – 12
- معدل تحميل المواد الصلبة ($kg\ solids/m^2/d$)	
- دون اضافة بوليمر	350 – 120
- مع اضافة بوليمر بمعدل (2-5) (g/kg DS))	1000 – 650
- التحميل الهيدروليكي، ($m^3/m^2/d$)	200 – 15
- النسبة المئوية للمواد الصلبة في الزبد، (%)	8 - 4
- معدل استحواذ المواد الصلبة (Solids Capture Recovery)، (%)	90 - 75

[1] المرجع رقم (3)

3-7-ب- الهضم الهوائي Aerobic Digestion

I - **الهدف والوصف:** الهدف من عملية الهضم الهوائي هوتهديم المواد الصلبة العضوية الطيارة الموجودة في الحمأة (واغلبها كتلة بكتيرية) وتحويلها إلى نواتج مستقرة أو خاملة بتأثير الأكسجين الحر (الهواء) نتيجة التفكك الذاتي للخلايا البكتيرية (موت البكتيريا) نظرا لعدم وجود الغذاء (الفضلات العضوية) في الحمأة. يتم تأمين الهواء ميكانيكيا عن طريق النوافخ (هواء مذرر) أوالمراوح السطحية إلى أحواض الهضم الهوائي التي تشبه أحواض التهوية. تستخدم هذه الطريقة عادة في هضم الحمأة المنشطة أو مزيج الحمأة المنشطة والأولية، ويكون عملها مستمرا في المحطات الكبيرة ومتقطعا في المحطات الصغيرة، شكل 3-23. تعاد المياه المتجمعة في الطبقة العلوية (المياه السطحية) من الحوض إلى المعالجة من جديد نظرا لحمولتها العالية من التلوث.

الشكل 3-23: الهاضم الهوائي

II - **المعايير التصميمية**

الجدول 3-22: معايير التصميم للهاضم الهوائي[1]

العنصر التصميمي	المجال
- زمن الحجز (المكث)الهيدروليكي بدرجة حرارة (20) مئوية، (days)	
- حمأة منشطة مع وجود احواض ترسيب أولي	15 – 13
- حمأة منشطة دون وجود احواض ترسيب أولي	18 – 16
- حمأة أولية + حمأة منشطة او حمأة من مرشح حيوي	22 - 18
- تحميل المواد الصلبة العالقة الطيارة، ($kg\ VSS/m^3/day$)	3 – 1.5
- الطلب الأكسجيني، ($kgO_2/kg\ VSS/d$)	3 – 1.5
- طلب الهواء المذرر ($m^3air/hr/m^3$ digester)	
- حمأة منشطة فقط	2.3– 1.25
- حمأة منشطة + حمأة أولية	4 – 3
- القدرة اللازمة للمزج (تجهيزات تهوية سطحية)، (hp/m^3)	0.04 – 0.03
- نسبة تفكيك المواد الصلبة العالقة المتطايرة، (%)	50 – 40

3-7-ج- الهضم اللاهوائي Anaerobic Digestion

I - **الهدف والتصميم:** الهدف من عملية الهضم اللاهوائي هوتهديم المواد الصلبة العضوية الطيارة الموجودة في الحمأة وتحويلها إلى نواتج مستقرة أو خاملة حيث ينطلق في هذه الطريقة غاز الميثان (كريه الرائحة) ويتم جمعه أعلى الحوض وسحبه والاستفادة منه لتسخين حوض الهضم لتنشيط التفاعل. يكون الحوض في هذه الحالة مغلقا وكتيما، وتستعمل هذه الطريقة عادة لهضم مزيج الحمأة المنشطة والأولية معا وكذلك لهضم الحمأة الناجمة عن معالجة المياه العادمة الصناعية عالية التلوث.

يوجد نوعان من الهاضم اللاهوائي، شكل 3-24، هما النوع النظامي Standard والنوع ذو المعدل العالي High Rate الذي يتم فيه تسريع عملية الهضم بمزج محتويات الحوض ميكانيكيا باستمرار (دون إضافة أي تهوية إلى الحوض). تعاد المياه المتجمعة في الطبقة العلوية من الحوض إلى المعالجة من جديد نظرا لحمولتها العالية من التلوث.

[1] المرجع رقم (3)

الشكل 3-24: الهاضم اللاهوائي

II - **المعايير التصميمية**

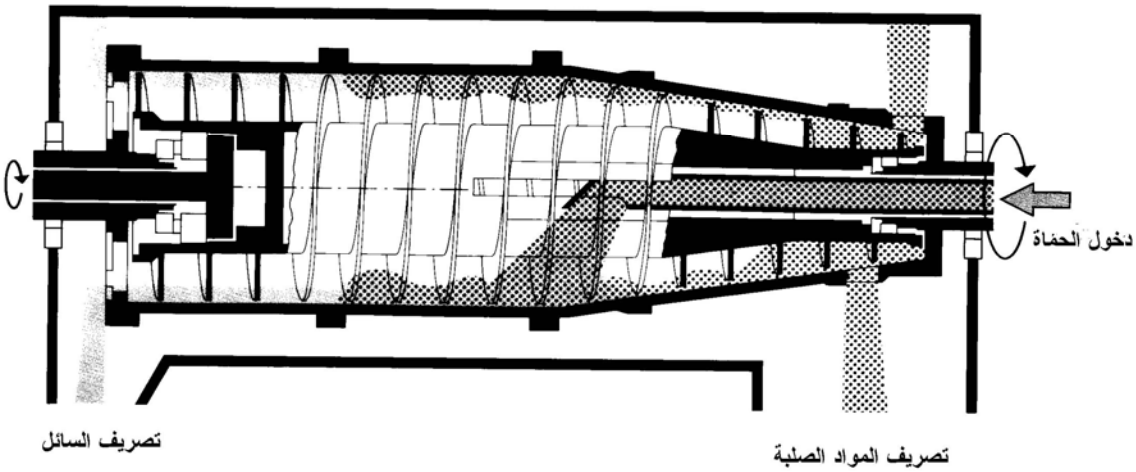
الجدول 3-23: معايير التصميم للهاضم اللاهوائي[1]

المعيار التصميمي	هاضم نظامي	هاضم ذو معدل عالي
- زمن الحجز(المكث) الهيدروليكي، (days)	60 – 30	20 – 10
- تحميل المواد الصلبة العالقة الطيارة، (kg VSS/m^3/d)	1.5 – 0.5	5 – 1.5
- حجم الحوض الفعال، (m^3/capita)		
- حمأة أولية فقط	0.10 – 0.06	0.06 – 0.04
- حمأة أولية + حمأة من مرشح حيوي	0.15 – 0.12	0.12 – 0.08
- حمأة أولية + حمأة منشطة	0.18 – 0.12	0.12 – 0.08
- نسبة انقاص المواد الصلبة الطيارة، (%)	60	50
- معدل انتاج الغازات من الهاضم:متر مكعب لكل كيلو غرام من المواد العالقة المتطايرة المتفككة (m^3/kg VSS destroyed)	0.65	0.53
- محتوى الميثان في الغازات الناتجة، (%)	65	65

3-7-د- النبذ (الطرد المركزي) Centrifugation

I - **الهدف والوصف:** الهدف من عملية النبذ هو زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة وبالتالي إنقاص حجمها وذلك بفصل جزء من المياه عنها ميكانيكيا بتأثير الفعل النابذ الناجم عن الدوران السريع. يتم إدخال الحمأة في اسطوانة سريعة الدوران من أحد طرفيها حيث تتجه المواد الصلبة نحو المحيط نتيجة الدوران ويقوم الجزء الداخلي من الجهاز، والمؤلف من محور مثبت به موجه لولبي يدور بنفس اتجاه دوران الاسطوانة ولكن بسرعة دورانية أقل قليلا منها، بنقل المواد الصلبة نحو مقطع الخروج، شكل 3-25. تستخدم هذه الطريقة عادة لزيادة تركيز الحمأة المنشطة وأحيانا تضاف بعض المركبات الكيميائية كالبولمرات التي تعمل على تكثيف وتسهيل فصل المواد الصلبة في الحمأة. توجد أنواع عديدة من الأجهزة في هذه الطريقة أكثرها استخداما النابذ ذو الحوجلة الصلبة Solid Bowl Centrifuge.

[1] المرجع رقم (2)



الشكل 3-25: النابذ

II - **المعايير التصميمية:** من أهم المعايير التصميمية في هذه الطريقة سرعة دوران النابذ ومقدار المركبات الكيميائية المضافة ومعدل تحميل الحمأة على الجهاز.
يتراوح تركيز المواد الصلبة في الحمأة بعد النبذ بين 10 - 35 % حسب نوع الحمأة. كما تتراوح نسبة استحواذ المواد الصلبة في الحمأة Solids Capture بين 75 - 90 % حسب نوع الحمأة.

3-7-هـ- الترشيح الانفراغي (الترشيح بالتخلخل) Vacuum Filtration

I - **الهدف والوصف:** يهدف الترشيح الانفراغي إلى زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة وبالتالي إنقاص حجمها وذلك بفصل جزء من المياه عنها ميكانيكيا بتطبيق ضغط سالب (انفراغ) ضمن اسطوانة دوارة، شكل 3-26، يتألف سطحها الدوراني من نسيج مسامي. تغمر الأسطوانية جزئيا في الحمأة حيث تلتصق طبقة رقيقة من الحمأة باستمرار على النسيج المسامي، ويعمل ضغط الانفراغ داخل الاسطوانة على امتصاص (سحب) الماء من الحمأة عبر النسيج المسامي لتتشكل كعكة Cake من الحمأة على النسيج يتم كشطها في موقع قبيل غمر الاسطوانة في الحمأة. أما المياه الراشحة عبر النسيج فتعاد إلى المعالجة من جديد نظرا لحمولتها العالية من التلوث.

الشكل 3-26: المرشح الانفراغي

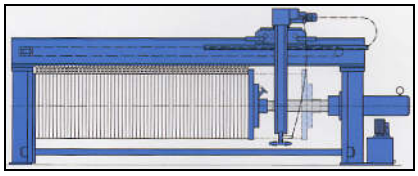
II - **المعايير التصميمية**

الجدول 3-24: معايير التصميم للمرشح الانفراغي ذي النسيج المسامي[1]

نوع الحمأة	معدل الاداء بعد اضافة كلور الحديد والكلس	
	معدل التحميل (kg DS/m2/hr)	تركيز المواد الصبة بعد العملية (%)
- حمأة أولية	60 – 20	35 – 25
- حمأة أولية مهضومة	40 – 20	30 – 25
- حمأة أولية + حمأة من مرشح بيولوجي	30 – 20	30 – 20
- حمأة أولية + حمأة منشطة	25 – 20	25 – 10
- حمأة منشطة	17 – 12	15 – 10

3-7-و - المكبس المرشح Filter Press

I - **الهدف والوصف:** يحقق المكبس المرشح زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة وبالتالي إنقاص حجمها وذلك بفصل جزء من المياه عنها ميكانيكيا بتأثير الضغط الناجم عن حقن الحمأة بضغط 10 – 20 بار ضمن حجرات صغيرة متجاورة، شكل 3-27، متشكلة من اطارات معدنية ركب عليها نسيج مسامي متين يسمح بتسرب المياه عبره ويحجز الحمأة. بعد حقن الحمأة في الغرف يطبق عليها ضغط بزلق إحدى نهايتي المكبس المرشح نحو النهاية الأخرى الثابتة حيث تبقى الغرف تحت الضغط لفترة زمنية حوالي 2 – 3 ساعات ترشح خلالها المياه خارج الجهاز عبر النسيج المسامي ثم يتم تفكيك الاطارات لنزع كعكة الحمأة من الغرف وتهيئة الجهاز من جديد لاستقبال كميات جديدة من الحمأة السائلة نسبيا. يصل تركيز المواد الصلبة في كعكة الحمأة بهذه الطريقة إلى حوالي 50 % أحيانا، وتعاد المياه الراشحة عبر النسيج المسامي للجهاز مرة أخرى للمعالجة نظرا لحمولتها العالية من التلوث.



الشكل 3-27: المكبس المرشح

II - **المعايير التصميمية**

الجدول 3-25: معايير التصميم للمكبس المرشح[1]

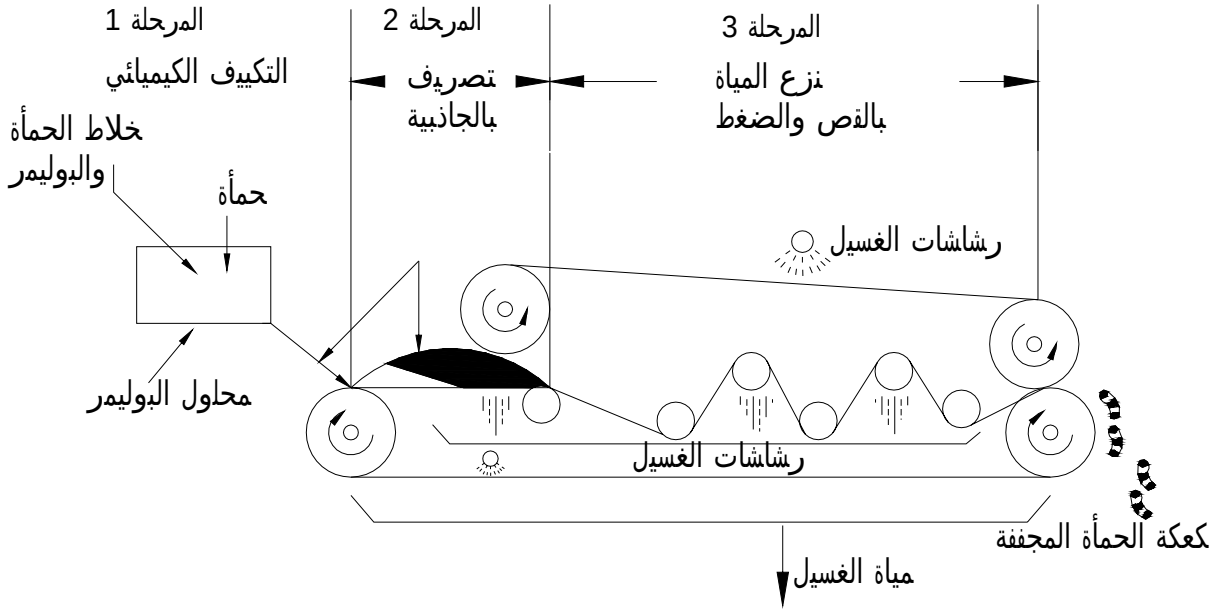
نوع الحمأة	مقدار المواد الكيميائية المضافة (%)		زمن الدورة (hr)	تركيز المواد الصلبة في الكعكة (%)
	$FeCl_3$	CaO		
- حمأة أولية	5	10	2	45
- حمأة أولية + منشطة	5	15	3	45
- حمأة منشطة	7.5	15	2.5	40
- (حمأة أولية + منشطة) مهضومة لاهوائيا	5	10	2	45

3-7-ز- الترشيح الحزامي Belt Filtration

I - **الهدف والوصف:** يهدف الترشيح الحزامي إلى زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة وبالتالي إنقاص حجمها وذلك بفصل جزء من المياه عنها ميكانيكيا بتأثير الضغط المباشر للحمأة بين حزامين من النسيج المسامي المتين، شكل 3-28، مشدودين ومنطبقين على بعضهما ويمران بين مجموعة من الاسطوانات المعدنية التي تضغط الحزامين على بعضهما بقوة لإخراج الماء عبر مساماتهما، بينما يتم جمع الكعكة في الطرف المقابل لدخول الحمأة بين الحزامين بعد ابتعاد الحزامين عن بعضهما.

يقدر معدل تحميل الحمأة على الحزام بحوالي 50 متر مكعب بالساعة لكل 1 متر من عرض الحزام المرشح.

[1] المرجع رقم (2)



الشكل 3-28: المرشح الحزامي

II - **المعايير التصميمية**

الجدول 3-26: معايير التصميم للمرشح الحزامي[1]

نوع الحمأة	نسبة المواد الصلبة في الحمأة الواردة (%)	تحميل المواد الصلبة(*) (kgDS/m/hr)	مقدار البوليمر المضاف (gr/kgDS)	نسبة المواد الصلبة في الكعكة (%)
- حمأة أولية مهضومة لاهوائيا	10 – 3	600 – 350	5 – 1	35 – 25
- (حمأة أولية + منشطة) مهضومة هوائيا	3 – 1	250 – 100	8 – 2	20 – 12
- (حمأة أولية + منشطة) مهضومة لاهوائيا	9 – 3	650 – 160	8 – 2	45 – 18
- (حمأة أولية + حمأة مرشح حيوي) خام	6 – 3	600 – 160	8 – 2	40 - 20

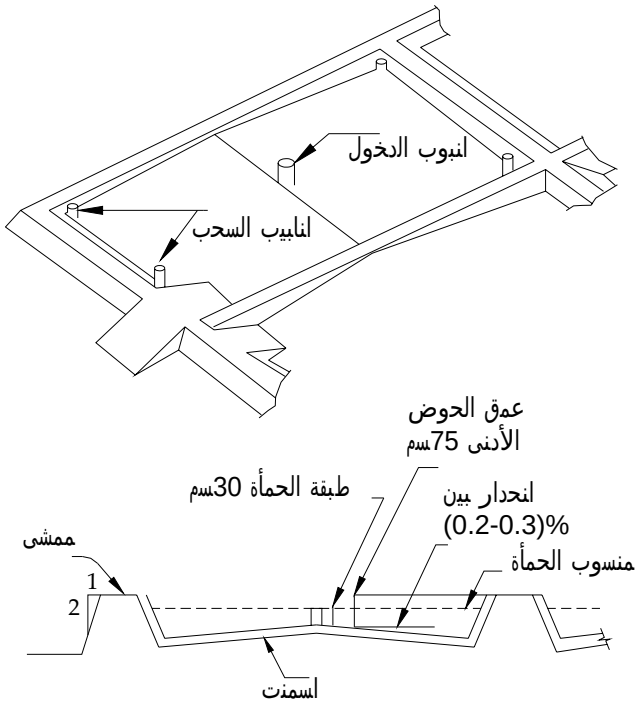
(*) كيلو غرام من المواد الصلبة الجافة في الحمأة بالساعة لكل 1 متر من عرض الحزام المرشح.

3-7-ح - أحواض التجفيف Drying Beds

I - **الهدف والوصف:** تهدف أحواض الجفيف إلى زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة وبالتالي إنقاص حجمها وذلك بفصل جزء من المياه عنها بالتبخر الجوي، وجزء آخر بالرشح ضمن طبقة رملية في حوض التجفيف، شكل 3-29، أو بالتسرب نحو قاع حوض التجفيف عندما يكون من النوع الخرساني، شكل 3-30.

[1] المرجع رقم (2)

الشكل 3-29: أحواض التجفيف الرملية



الشكل 3-30: أحواض التجفيف الخرسانية

في الحالة الأولى تفرش الحمأة بسماكة حوالي 20 سنتمتر فوق الطبقة الرملية التي يتراوح سمكها بين 30 – 40 سنتمتر، ويتم جمع المياه الراشحة عبر الطبقة الرملية بواسطة مصارف مثقبة ممددة تحت الطبقة الرملية وتعاد إلى المعالجة من جديد نظرا لحمولتها العالية من التلوث، ويساهم التبخر بتأثير أشعة الشمس وفعل الرياح أيضا في الإقلال من كمية المياه الباقية في الحمأة.
تستخدم هذه الطريقة في المناطق الحارة والجافة، ويقدر زمن بقاء الحمأة في هذه الأحواض حوالي 7 – 15 يوم، وقد يصل تركيز المواد الصلبة في الحمأة المجففة بهذه الطريقة إلى حوالي 50 %.

II - **المعايير التصميمية:** من أهم المعايير التصميمية بهذه الطريقة مساحة الأحواض ومعدل التبخر الجوي والهطول المطري في الموقع وتركيز المواد الصلبة في الحمأة الواردة إلى الأحواض.

3-7-ط - التثبيت بالكلس Lime Stabilization

I - **الهدف والوصف:** يهدف التثبيت بالكلس إلى إنقاص المحتوى الجرثومي في الحمأة وإزالة الروائح الكريهة منها والحيلولة دون تعفنها. يضاف الكلس إلى الحمأة لرفع قيمة pH إلى حوالي 12 أو أكثر. وهناك طريقتان لذلك، الأولى بإضافة الكلس (الجير) إلى الحمأة قبيل عمليات التجفيف الميكانيكي (كالنبذ أو المكبس المرشح ...) وتدعى المعالجة المسبقة بالكلس، والثانية بإضافة الكلس إلى الحمأة بعد التجفيف الميكانيكي وتدعى المعالجة اللاحقة بالكلس. قد يستخدم في هذه العملية الكلس المطفأ $Ca(OH)_2$ أو أكسيد الكالسيوم CaO وأحيانا الرماد أو غبار أفران الإسمنت. من مزايا هذه الطريقة الكلفة التأسيسية المنخفضة وسهولة التشغيل إلا أن من سلبياتها الكميات الكبيرة من الحمأة المثبتة (نتيجة المواد المضافة) وعدم ملاءمتها للأراضي القلوية، وحاجتها إلى مواد كيميائية.

II - **المعايير التصميمية**

الجدول 3-27: معايير التصميم للتثبيت بالكلس

نوع الحمأة	تركيز المواد الصلبة %		مقدار الكلس كغ $Ca(OH)_2$/كغ مواد صلبة جافة	
	المجال	الوسطي	المجال	الوسطي
اولية	6 – 3	4.3	340 – 120	240
منشطة	1.5 – 1	1.3	860 – 420	600
مهضومة هوائيا	7 – 6	6.5	500 – 280	380
من حفر التحلل	4.5 – 1	2.7	1020 – 180	400

3-7-ي- المعالجة الحرارية Heat Treatment

I - **الهدف والوصف:** تهدف المعالجة الحرارية إلى القضاء على الجراثيم الموجودة في الحمأة وجعلها اكثر استجابة لفصل المياه عن المواد الصلبة في عمليات التجفيف الميكانيكي دون الاستعانة بمركبات كيميائية مخثرة. يتم في هذه العملية تسخين الحمأة إلى درجة حرارة حوالي 260 درجة مئوية وتحت ضغط حوالي 27 بار (ضغط جوي) لمدة حوالي 30 دقيقة ما يساعد على فصل المياه عن المواد الصلبة وتخثير المواد الصلبة وتجميعها إلى بعضها البعض.

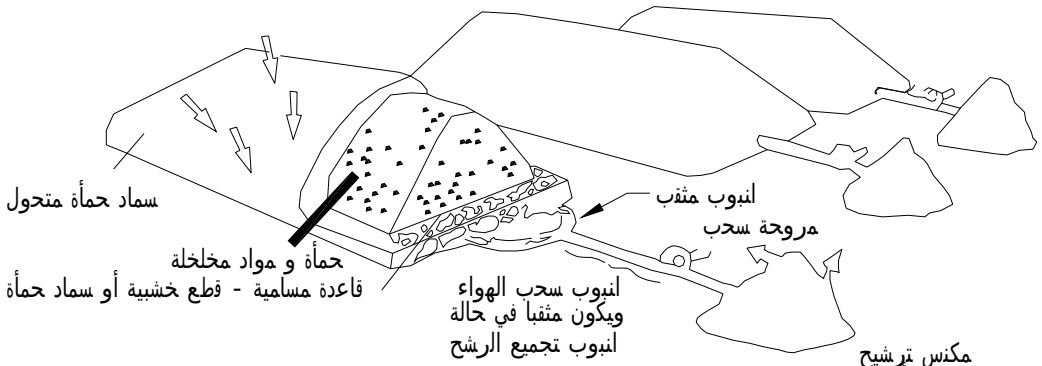
من مزايا هذه الطريقة أيضا التعقيم الفعال للحمأة إلا أنها قد تحتاج إلى عناية خاصة عند معالجة حمأة ذات تركيز شديد.

II - **المعايير التصميمية:** من أهم المعايير التصميمية تركيز المواد الصلبة في الحمأة قبل المعالجة ونوع الحمأة الواردة.

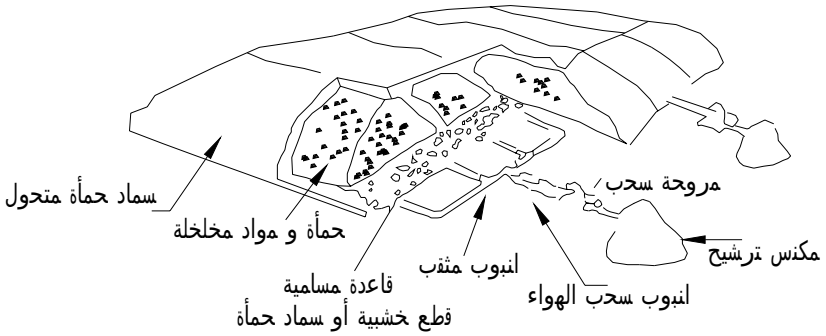
3-7-ك- الإسماد أو الادبال Composting

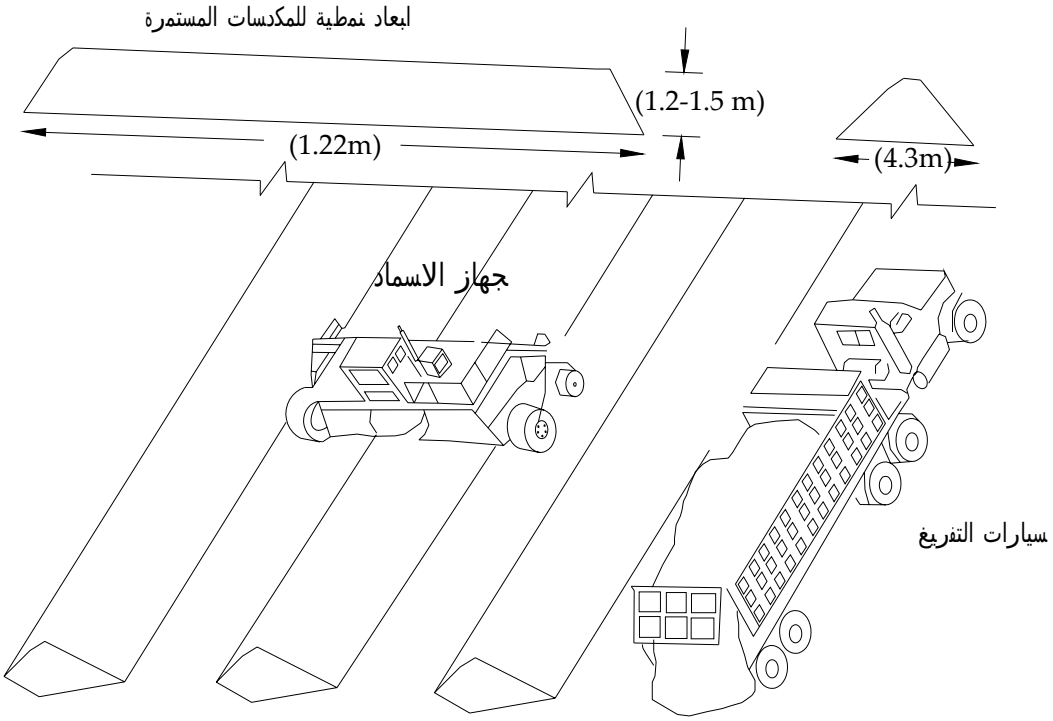
I - **الهدف والوصف:** تهدف عملية الإسماد إلى تفكيك المواد العضوية الباقية في الحمأة وكذلك الكتلة الحيوية البكتيرية وتحويلها إلى نواتج مستقرة، وكذلك القضاء على الجراثيم والديدان الموجودة في الحمأة نتيجة ارتفاع الحرارة أثناء عملية الاسماد، إضافة إلى إنقاص كمية الرطوبة والمواد الصلبة (العضوية) الباقية في الحمأة، مما يؤدي إلى الحصول على منتج مفيد في تخصيب واستصلاح وتهيئة الأراضي الزراعية. تستعمل بعض المواد المضخمة Bulking Agents كفتات أو نشارة الخشب أو التبن للمساعدة على تهوية الحمأة.

تتم عملية الاسماد بتكديس الحمأة في أكوام بإحدى طريقتين هما الأكوام أو المكدسات الساكنة المهواة Aerated Static Piles، والأكوام أو المكدسات المستمرة Windrows شكل 3-31. ويجب لنجاح عملية الاسماد أن يكون تركيز المواد الصلبة في الحمأة قبل الإسماد بين 40 – 50 %، وهذا ما يستدعي تكثيف الحمأة أو تجفيفها قبل عملية الإسماد.



اسماد الحمأة مع تهوية قسرية





الشكل 3-31: الاسماد بطريقتي الاكوام الساكنة المهواة والأكوام المستمرة

II - **المعايير التصميمية**

الجدول 3-28: معايير التصميم لعمليات الإسماد[1]

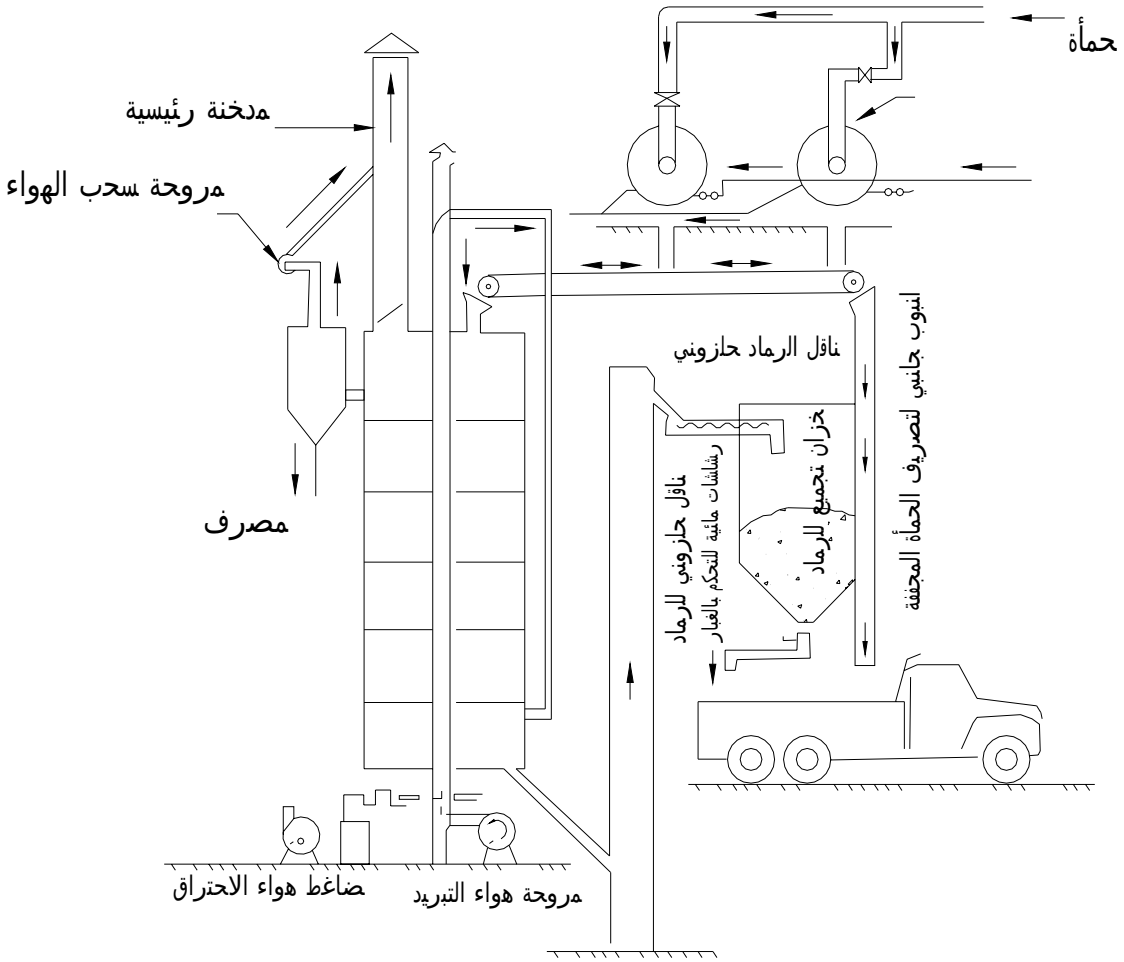
المعيار التصميمي	التكديس المنعزل	التكديس المستمر
- فترة التكديس، (days)	28 – 21	28 – 20
- فترة النضج، (days)	40 – 30	-
- ارتفاع التكديس، (m)	2.5 – 2	2 – 1
- عرض التكديس عند القاعدة، (m)	5 – 3.5	4 – 2
- نظام التهوية	يضخ الهواء الى داخل المكدس من الخارج	بالتقليب الميكانيكي بمعدل (5) مرات على الاقل خلال فترة التكديس
- نوع الحمأة الواردة	مهضومة أو خام معرضة لاحدى عمليات التجفيف الميكانيكي	مهضومة أو خام معرضة لاحدى عمليات التجفيف الميكانيكي
- المواد المخلخلة	فتات خشب – نشارة – تبن	فتات خشب – نشارة – تبن
- نسبة: الكربون / النتروجين	حوالي (30 %) وزنا	حوالي (30 %) وزنا

من مزايا هذه الطريقة كلفتها التأسيسية المنخفضة وإمكانية الحصول على منتج ذي قيمة تجارية، وقابلية دمجها مع عمليات أخرى (مثلا حالة الإسماد المرافق أو المشترك بدمج حمأة المياه العادمة مع الفضلات الصلبة من المدينة)، إلا أن من سلبياتها لزوم جفاف الحمأة إلى حد كبير قبل الاسماد (تركيز مواد صلبة 40 – 50 %) والحاجة إلى مواد مخلخلة أو مصدر كربوني لإنجاز المعالجة والحاجة إلى هواء مضغوط (حالة الأكوام الساكنة) أو إلى تقليب مستمر (حالة الأكوام المستمرة) وكلفة التشغيل العالية واحتمال انتشار الروائح والغبار والمساحات الكبيرة اللازمة من الأرض.

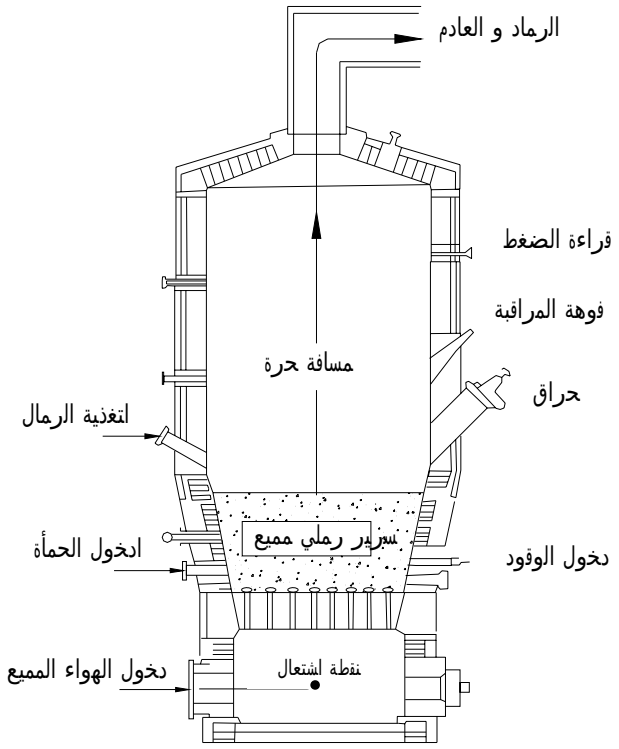
3-7-ل - الترميد Incineration

I - **الهدف والوصف:** القضاء كليا على الملوثات الجرثومية والعضوية الباقية في الحمأة والإقلال من حجمها الإجمالي إلى كميات قليلة جدا (لا تتجاوز 10 % من حجمها الأصلي) بتحويلها إلى رماد وذلك بحرقها في أفران خاصة تدعى المرمدات Incinerators، ومن اكثر أنواعها استخداما المرمد متعدد الطبقات Multiple Hearth Incinerator، شكل 3-32، والمرمد ذو السرير المميع Fluidized Bed Incinerator، شكل 3-33. إلا أن من سلبيات هذه الطريقة حاجتها إلى وقود مساعد في الغالب وإمكانية انطلاق روائح كريهة وتجهيزاتها الميكانيكية المعقدة.

[1] المرجع رقم (4)



الشكل 3-32: المحرقة متعددة الطبقات (مخطط رمزي)



الشكل 3-33: المحرقة ذات الطبقة المميعة (مخطط رمزي)

II - **المعايير التصميمية:** من أهم المعايير التصميمية لهذه الطريقة تركيز المواد الصلبة في الحمأة الواردة إلى المرمد ويتراوح بين 4 و 40 %، ومعدل تحميل المرمد بالحمأة ويتراوح بين 30 و 60 كيلوغرام على المتر المربع في الساعة.

3-7-م - أنواع ومواصفات الحمأة Types and Specifications of Sludge

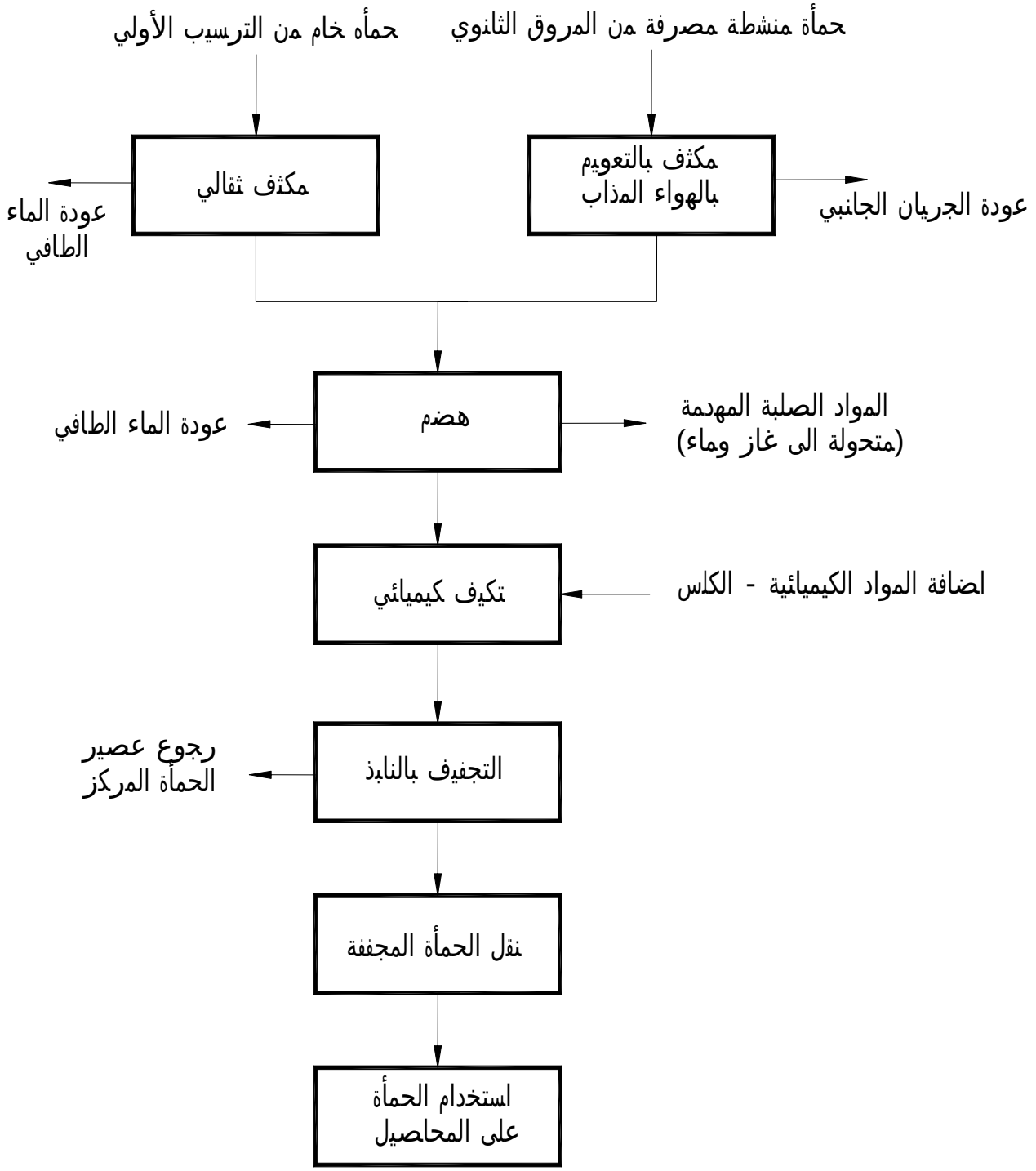
الجدول 3-29: أنواع ومواصفات الحمأة المختلفة في محطات معالجة المياه العادمة[1]

نوع الحمأة	محتوى المواد الصلبة الكلية %	لزوجة منخفضة	لزوجة عالية
حمأة أولية خام	5 – 0.5	×	
حمأة ثانوية			
* منشطة	2.5 – 0.3	×	
* الأبراج الحيوية النازة	1.5 – 0.25	×	
* الأبراج الحيوية للمغذيات	4 – 0.5	×	
حمأة كيميائية			
* كلسية	10 – 2		×
* الشبة / أملاح الحديد	5 – 1	×	×
حمأة مكثفة			
* منشطة مكثفة	6 – 1.5		×
* أولية مكثفة	8 – 1.5		×
* كيميائية مكثفة	15 – 2		×
حمأة مستقرة			
* مهضومة لاهوائيا	7 – 1.5	×	×
* مهضومة هوائيا	4 – 0.5	×	
* مستقرة بالكلس	10 – 1.5		×
حمأة مجففة ميكانيكيا			
* بالمكبس الحزامي / النابذ	25 – 10		×
* بالمكبس المرشح	40 – 20		×

[1] المرجع رقم (6)

3-7-ن - مثال تطبيقي عن معالجة الحمأة

يمثل الشكل 3-34 مخططا عاما لعمليات معالجة الحمأة في إحدى محطات المعالجة كما يمثل الجدول 3-30 حجم ومواصفات الحمأة الناتجة من مختلف عمليات معالجة الحمأة المبينة في الشكل السابق على أساس محطة لمعالجة المياه العادمة ذات جريان وسطي قدره 3800 متر مكعب يوميا.



الشكل 3-34: مخطط عام لعمليات معالجة الحمأة في محطة معالجة (مخطط رمزي)

الجدول 3-30: حجم ومواصفات الحمأة الناتجة من مختلف المراحل في محطة معالجة بتصريف 3800 متر مكعب يوميا[1]

رقم ووصف التيار من الشكل السابق	المواد الصلبة الجافة الناتجة (كغ / يوم)	حجم الحمأة الناتجة (م3 / يوم)	تركيز المواد الصلبة %
1 – الحمأة الأولية	590	30	2
2 – الحمأة الأولية المكثفة	531	13	4
3 – الحمأة المنشطة الزائدة	236	47	0.5
4 – الحمأة المنشطة الزائدة المكثفة	213	7	3
5 – الحمأة المركبة إلى الهضم	744	21	3.6
6 – الحمأة المهضومة	490	10	5
7 – الحمأة المكيفة كيميائيا	563	11	5
8 – الحمأة المنزوعة المياه	517	3	18
9 – الحمأة المنزوعة المياه المنقولة	517	3	18
10 – المكثف بالترسيب الثقالي	59	16	mg/l 3650
11 – المياه الجانبية من مكثف التعويم	23	40	mg/l 570
12 – رواقة الهاضم المعادة	32	11	mg/l 3100
13 – المواد الصلبة المهدمة في الهاضم	222	-	-
14 – مياه التجفيف الميكانيكي المعادة	45	8	mg/l 5500
15 – المواد الكيميائية المكيفة	73	1.2	-

3-7-س- تراكيز الملوثات الهامة في حمأة المياه العادمة Pollutants In Wastewater Sludge

الجدول 3-31: تراكيز الملوثات الهامة في حمأة المياه العادمة (مواد صلبة جافة)[1]

الملوثات الرئيسة	وسطي التركيز
الكربون العضوي، %	30
النتروجين الكلي، %	3.2
نتروجين الأمونيوم، ppm	920
نتروجين النترات، ppm	140
الفوسفور الكلي، %	2.3
الكبريت الكلي، %	1.1
الصوديوم، %	0.24
الكالسيوم، %	3.9
الحديد، %	1.1
الملوثات النزرة ملغرام/كيلوغرام حمأة	
الزرنيخ	10
الزئبق	5
الرصاص	500
الزنك	1740
النحاس	850
النيكل	82
الكادميوم	16
الكروم	890

3-8 – ضبط الروائح Odor Control

الإزالة الرطبة – الكربون المنشط

3-8-أ - الإزالة الرطبة Wet Scrubbing

I - **الهدف والوصف:** تهدف الإزالة الرطبة إلى جمع ومعالجة الروائح الكريهة الضارة المنطلقة من المياه العادمة وأهمها غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S. يتم ذلك بتوجيه الغازات المنطلقة من مختلف وحدات المعالجة، وأهمها وحدات مدخل المحطة Headworks ووحدات التجفيف الميكانيكي للحمأة، إلى أبراج غسيل الروائح أو المزيلات الرطبة، Wet Scrubbers، شكل 3-35، حيث يتم تماس وتفاعل الغازات الضارة مع رذاذ من محاليل بعض المواد الكيميائية المؤكسدة كالكلور أو برمنغنات البوتاسيوم أو هيبوكلورايت أو هيدروكسيد الصوديوم. يمكن أن يكون جريان الغازات الضارة في البرج رأسيا (من الأسفل إلى الأعلى) أو أفقيا، كما قد

[1] المرجع رقم (6)

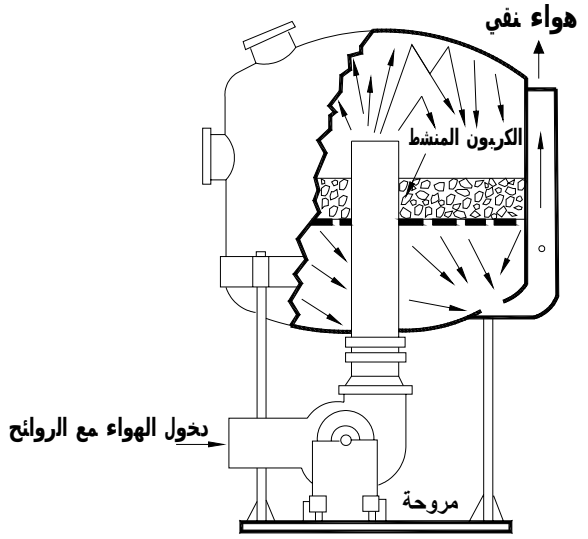
يحتوي البرج على مواد تملئة لزيادة فعالية تماس الغازات مع رذاذ محاليل المواد الكيميائية الذي يرسل من الأعلى نحو الأسفل. قد توضع عدة أبراج غسيل على التسلسل عند زيادة تركيز الغازات وتنوعها بحيث تتعامل هذه الغازات مختلفة الأنواع مع محاليل مواد كيميائية مختلفة وعادة يجمع الرذاذ المتساقط في حوض سفلي ثم يعاد تدويره من جديد مع إضافة كميات جديدة من محاليل المواد الكيميائية ليتم تذريره مرة ثانية من أعلى البرج وهكذا.

الشكل 3-35: أبراج غسيل الروائح أو المزيلات الرطبة

II - **المعايير التصميمية:** من أهم المعايير التصميمية تركيز الغازات في الهواء الواصل إلى البرج وزمن التماس ضمن البرج (زمن البقاء) ويتراوح عادة بين 20 – 60 ثانية.

3-8-ب- الكربون المنشط Activated Carbon

I - **الهدف والوصف:** يستعمل الكربون المنشط بغية إزالة الغازات كريهة الرائحة الضارة المنطلقة من محطات المعالجة بامرارها خلال طبقة واحدة أو عدة طبقات من الكربون المنشط الذي يقوم بامتزاز الغازات على سطوح ذراته مع السماح للهواء بالمرور عبر السرير المرشح، شكل 3-36.
بعد فترة من الاستعمال تضعف فاعلية الكربون المنشط في امتزاز الغازات بسبب تراكمها على سطوح ذراته ولذلك يتم إبداله بطبقة جديدة أو يجري غسيله وإعادة تنشيطه بمحاليل بعض المواد الكيميائية المؤكسدة مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH أو هيدروكسيد البوتاسيوم KOH.



الشكل 3-36: مرشح غازي بالكربون المنشط (مخطط رمزي)

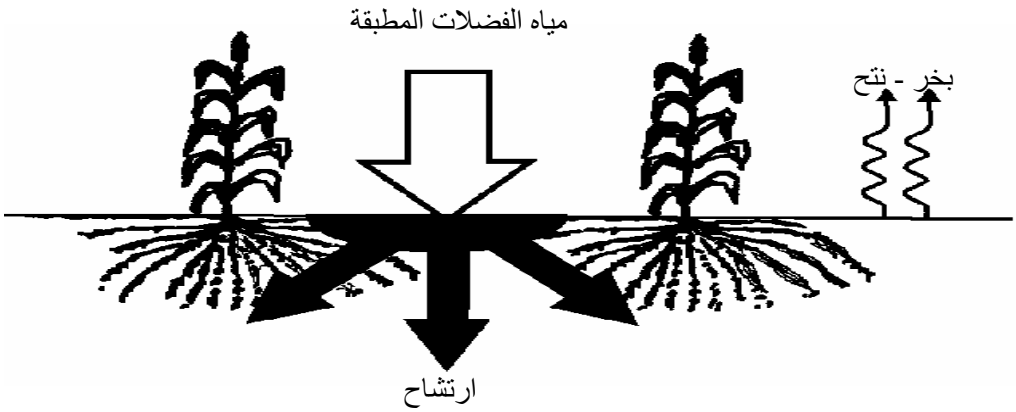
II - **المعايير التصميمية:** من أهم المعايير التصميمية تركيز الغازات الكريهة في الهواء المعالج، وعادة يقدر بأنه يلزم حوالي 1 كيلوغرام من الكربون المنشط لمعالجة حوالي 300 متر مكعب من الهواء المحمل بالروائح. هناك طرق أخرى أقل استخداما لضبط الروائح كالأكسدة الكيميائية (بالأوزون) أو الحرارية (حرق الغازات) أو الترشيح الحيوي ضمن اكوام سماد الحمأة Compost.

3-9: المعالجة باستخدام الأراضي:

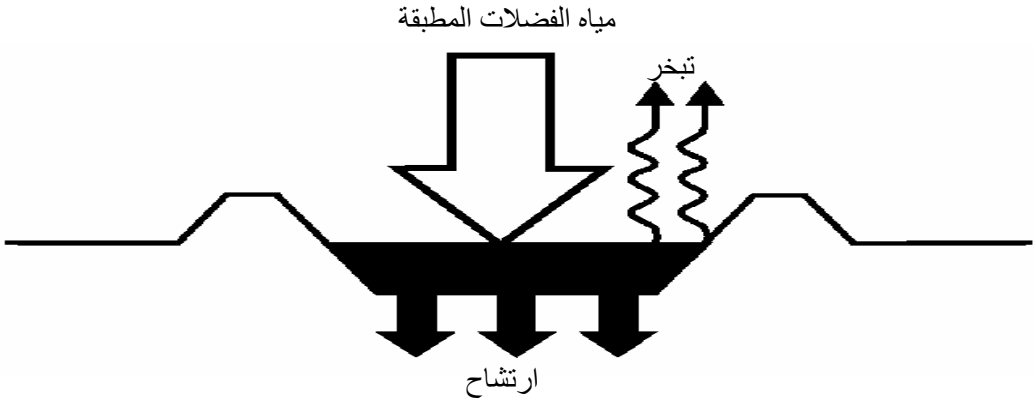
المعالجة باستخدام الأراضي ذات المعدل البطيء – الارتشاح السريع – الجريان السطحي.

يبين الشكل 3-37 تمثيلا رمزيا للطرق الثلاثة المذكورة.

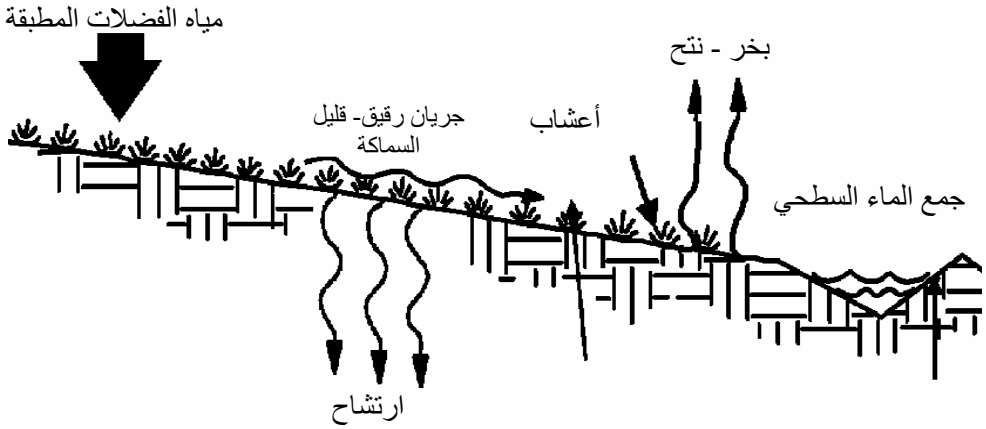
المعالجة الأرضية ذات المعدل البطيء



الارتشاح السريع



الجريان السريع



الشكل 3-37: طرق المعالجة بواسطة الأراضي (مخططات رمزية)

3-9-أ - المعالجة بواسطة الأراضي ذات المعدل البطيء Slow Rate Land Treatment

I - **الهدف والوصف:** تهدف المعالجة بواسطة الأراضي إلى معالجة المياه العادمة بواسطة النباتات والكائنات المجهرية والتربة حيث يتم تفكيك الملوثات الموجودة في المياه العادمة أثناء جريانها خلال مجموعة النبات - التربة. يمكن نشر المياه العادمة على التربة بإحدى الطرق التالية: الأخاديد – الغمر – الرش بالمرشات الثابتة أو المتحركة.

يستخدم النبات جزءا من الجريان بينما يصل جزء آخر منه إلى المياه الجوفية. وتتم إزالة المواد الصلبة المعلقة في المياه ضمن الطبقة السطحية من التربة (بسماكة 1 – 2 سنتمتر) بالرشح والامتزاز بينما يتم تفكيك المواد العضوية بالأكسدة البكتيرية. وفي حين تزال المواد الصلبة المعلقة بشكل رئيس بالرشح حيث تصبح جزءا من التربة فإن النتروجين يتم امتصاصه من قبل النبات، أما الفوسفور فتتم إزالته من خلال الامتزاز.

II - **المعايير التصميمية:** يتعلق مقدار نشر (تحميل) المياه العادمة بهذه الطريقة بقابلية نفاذ التربة و بتركيز النتروجين في المياه العادمة الراشحة عبر منطقة الجذور، أيهما أقل.

ففي المناطق الزراعية الجافة حيث تعتبر المياه العادمة موردا هاما لري المحاصيل الاقتصادية Cash Crops يحسب معدل التحميل على الأرض من العلاقة:

$$LAp = ET + SP - PR \qquad (1\text{-}3)$$

حيث:

LAp: معدل التحميل المائي الشهري للمياه العادمة.

ET : معدل البخر – نتح Evapotranspiration الشهري ويتعلق بنوع النبات ودرجة الحرارة.

SP : معدل الارتشاح الشهري ضمن التربة ويتعلق بقابلية النفاذ وخصائص التربة الاخرى.

PR : معدل الهطول المطري الشهري في الموقع.

أما عندما يتطلب الوضع حماية المياه الجوفية العذبة في المنطقة من التلوث يكون النتروجين هو العامل المحدد في تعيين التحميل المائي للمياه العادمة على الأرض.

3-9-ب- الارتشاح السريع Rapid Infiltration

I - **الهدف والوصف:** تحقق عملية الارتشاح السريع معالجة المياه العادمة بنشرها على الأراضي ذات قابلية نفاذ متوسطة أو عالية. يوجد أسلوبان لذلك هما أحواض النشر Spreading Basins والمرشات Sprinklers. تنتج هذه الطريقة مياه منترتة جيدا حيث يزال حوالي 50 % من النتروجين.

II - **المعايير التصميمية:** يتعلق معدل تطبيق المياه العادمة على الأرض بقابلية نفوذ التربة ولا يتجاوز عادة 120 مترا في السنة.

3-9-ج - الجريان السطحي Overland Flow

I - **الهدف والوصف:** يهدف الجريان السطحي إلى معالجة المياه العادمة بنشرها فوق سطح التربة ذات قابلية نفاذ ضعيفة جدا والتي يتراوح انحدارها بين 2 و 8 % بحيث لا يتجاوز نفاذ المياه العادمة أكثر من 0.6 متر تحت سطح الأرض. تضاف المياه العادمة عند المناطق العلوية للمنحدرات التي تكون عادة مغطاة بالعشب الذي تجري فوقه المياه حيث تجري فوق الأرض إلى أن يتم جمعها عند اسفل المنحدر وبذلك تتم معالجتها أثناء جريانها على شكل طبقة رقيقة فوق السطح بتأثيرات فيزيائية وكيميائية وحيوية. وتخضع المياه العادمة عادة إلى معالجة مسبقة جزئية أو مستفيضة قبل اسالتها نحو الموقع.

II – **المعايير التصميمية**

الجدول 3-32: معايير التصميم لطريقة المعالجة الأرضية بالجريان السطحي[1]

المعالجة المسبقة	معدل التحميل المائي cm/d	معدل التطبيق $m^3/m.hr$	فترة التطبيق hr/d	تواتر التطبيق d/wk	طول المنحدر m
تصفية	3 – 0.9	0.12 – 0.07	12 – 8	7 – 5	45 – 36
ترسيب أولي	4 – 1.4	0.12 – 0.08	12 – 8	7 – 5	36 – 30
بركة تثبيت	3.3 – 1.3	0.10 – 0.03	18 – 8	7 – 5	50 – 40
معالجة ثانوية (حيوية) كاملة	6.7 – 2.8	0.20 – 0.10	12 – 8	7 – 5	36 – 30

d : يومday

hr: ساعة hour

wk: أسبوع week

[1] المرجع رقم (6)

الفصل الرابع

تعليمات عامة في تشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة[1]

1-4 - تمهيد

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

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

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

2-4 - تعليمات أساسية في أعمال الإصلاح

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

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

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

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

يتضمن إيقاف أو فصل الآلة عن العمل فصل قاطع الدارة العائد لتلك الآلة وكذلك اتخاذ الإجراءات اللازمة لمنع عودة اتصال (انغلاق) قاطع الدارة أثناء إصلاح الآلة المذكورة. للتأكد من إيقاف عمل الآلة يجب على العمال العاملين على إصلاح تلك الآلة أنفسهم التحقق من ذلك وهنا قم باتباع الخطوات التالية:

- أبلغ عمالك المساعدين بأنه قد تم فصل الآلة المذكورة وإيقافها عن العمل.
- افتح (اقطع) قاطع الدارة للآلة المذكورة.
- ضع لافتة صغيرة مكتوب عليها " معطل " على قاطع تيار الآلة المذكورة وأية مواقع أخرى مناسبة.
- اربط بإحكام ان امكن قاطع الدارة للالة المذكورة وهو بوضعه المفتوح (التيار مقطوع) لزيادة التأكيد على سلامة العمال.
- صرف أو تخلص أي تيار باقي قد يكون مخزونا في الآلة.
- بعد التأكد من الخطوات السابقة جرب تشغيل الآلة للتأكد من أنها سوف لن تعمل وبالتالي التيارمقطوعا.

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

[1] اقتبست التعليمات الواردة في هذا الفصل من المراجع ذات الأرقام 5 و 6 و7 بتصرف

- أبلغ عمالك المساعدين بأن الآلة قد تم إعادتها إلى وضع التشغيل والخدمة.
- أزل أية أجزاء أو معدات متناثرة من المنطقة القريبة أو المحيطة بالآلة المذكورة.
- تأكد بأن كل تجهيزات الحماية والأمان قد تم إعادة تركيبها في مواقعها.
- تأكد من ابتعاد جميع العمال عن الآلة بمسافة كافية.
- انزع أية إغلاقات أو روابط ركبت على قاطع الدارة قبل الاصلاح.
- اغلق قاطع الدارة للآلة.
- ابدأ بتشغيل الآلة.
- اذا لم تشتغل الآلة بالشكل المطلوب، اعزلها من جديد للبدء بإصلاحات إضافية وتأكد خلال ذلك من إبقاء اللافتة " معطل " في مكانها (أو في الأمكنة المحددة).

هـ - بعد التأكد من أن الآلة قد تم إصلاحها بالشكل المطلوب اتبع الخطوات التالية:
- أزل لافتة " معطل " من قاطع الدارة وأية مواقع أخرى وضعت فيها ولها علاقة بعملية الاصلاح.
- تأكد من إدخال الآلة من جديد في السجل اليومي للعمل.

3-4 - تعليمات للسلامة الشخصية للعاملين

- لا تلمس باليدين الفم والأنف والعينين والاذنين.
- البس قفازات مطاطية عند التعامل مع المضخات أو نواتج التصفية أو الحمأة أوالجريش أو أية معدة ذات تلامس مباشر مع المياه العادمة أو الحمأة.
- البس قفازات دوما عندما يكون هناك جروح أو حروق أو خدوش في اليدين.
- اغسل اليدين جيدا بالماء الدافئ والصابون أو المطهر قبل الأكل أو التدخين (الضار) أو بعد انتهاء العمل.
- قص الأظافر ونظفها من المواد الغريبة بالفرشاة والصابون مع الماء الساخن إن أمكن.
- استعمال خزانتين منفصلتين واحدة لملابس العمل والأخرى لملابس الخروج.
- صرح عن أية جروح أو خدوش تعرضت لها وعالجها بالإسعاف الأولي.
- خذ حماما إن أمكن بنهاية كل يوم عمل وخاصة اذا كنت تعمل مباشرة على وحدات المعالجة المختلفة.
- خذ لقاحا ضد الأمراض التالية حسب تعليمات الإدارة: التهاب الكبد A – التهاب الكبد B – الأنفلونزا – الحصبة – النكاف – التهاب الرئة – الحصبة الالمانية- التيتانوس - الدفتيريا.
- البس ألبسة العمل الواقية المقررة من قبل الإدارة واستخدم التجهيزات المناسبة المقررة للسلامة الفردية وخاصة خوذة الرأس.
- لا تدخن (عادة ضارة) في مناطق العمل أو قرب المناطق الحاوية على مواد قابلة للاشتعال.
- اتبع تعليمات وإرشادات الوقاية والأمان المسجلة على التجهيزات أو على اللوحات الإرشادية المختلفة وكذلك إرشادات الطوارئ أو إطفاء الحريق.
- لا تدخل إلى أي مكان مغلق أو محصور إلا بعد التأكد من وجود كميات كافية من الأكسجين داخله وخلوه من الغازات السامة أو القابلة للاحتراق. وفي سائر الأحوال لا يجوز الدخول إلى أي حيز محصور إلا بعد ارتداء جهاز الأكسجين اللازم للتنفس.

4-4 - تعليمات للحماية من الكهرباء للعاملين

- لا تعمل على تشغيل وصيانة التجهيزات الكهربائية إلا اذا كنت مؤهلا ومخولا بذلك من قبل الإدارة.
- كافة التجهيزات الكهربائية يجب أن تكون مزودة بأدوات قطع التيار (الدارة) وباللوحات الإرشادية المناسبة.
- من المفترض أن كافة التجهيزات الكهربائية موصولة بالتيار إلا اذا تم التأكد تماما من قطعه قبل عمليات الصيانة اللازمة. كذلك تحقق من وجود تجهيزات التأريض المناسبة.
- لا تستعمل السلالم المعدنية او المقاييس المعدنية حول التجهيزات الكهربائية.
- لا تعمل لوحدك وإنما مع مجموعة من العمال عند تشغيل وصيانة التجهيزات الكهربائية المربوطة بالتيار.
- البس قفازات مطاطية مناسبة عند العمل على تجهيزات كهربائية تزيد تياراتها عن 300 فولت.
- لا تفتح خزانة (علبة) أية لوحة كهربائية موصولة بالتيار.
- قبل إجراء صيانة أو إصلاح أية آلة تعمل على تيار يساوي أو يزيد على 440 فولت اقطع التيار وقم بتأريض الآلة بشكل صحيح.
- لا تجرب أي تيار مهما كانت شدته بأي جزء من جسمك.
- لا تلمس الماء أو الأنابيب المعدنية أو القطع المعدنية عند العمل على تجهيزات أوأسلاك كهربائية.
- عند العمل في مناطق محدودة يجب تغطية كافة الدارات الحية بأغطية عازلة معتمدة.
- يجب أن يكون لعدة الصيانة والتشغيل والمعدات الأخرى الكهربائية مقابض معزولة.
- يجب عدم استعمال المصابيح المتنقلة ذات الصناديق أو الأغطية المعدنية.

- يجب عدم لبس أية مجوهرات أو مقتنيات معدنية عند العمل على أو قرب التجهيزات الكهربائية.
- يجب استخدام أرضيات أو مداسات مطاطية في مراكز التحكم وحول اللوحات الكهربائية.
- يجب المحافظة دوما على نظافة المحركات الكهربائية وخزائن أو علب التحكم.
- يجب التأكد من عدم وجود عوائق في الطريق إلى مراكز التحكم وحول اللوحات الكهربائية أو أية تجهيزات أخرى.

5-4 - تعليمات أثناء استعمال السلالم

- استخدم السلالم ذات الأدراج المطلية أو الملبسة بمواد حماية مناسبة.
- ضع السلم بحيث تكون المسافة الأفقية بين استناده على الأرض والجدار أو المسند العلوي للسلم تساوي ربع طول السلم على الأقل.
- لا تقف أو تعمل على الدرجتين الأخيرتين أعلى السلم (لا تنطبق هذه الحالة على سلالم منصات الحماية).
- يجب عدم وصل السلالم القصيرة إلى بعضها البعض.
- يجب عدم وضع السلم على نقطة استناد غير آمنة أثناء العمل مثل الأرضيات المنزلقة.
- اربط النهاية العلوية للسلم بنقطة استناد ثابتة ومتينة كلما كان ذلك ممكناً.
- يجب الإمساك بالسلم من قبل شخص آخر في الاسفل عند العمل على ارتفاعات تساوي أو تزيد على ثلاثة أمتار.
- يجب تأمين مسافة علوية من السلم لا تقل عن متر واحد فوق مستوى منصة العمل لتسهيل الانتقال منه إلى المنصة أو بالعكس.

6-4 - تعليمات أثناء العمل تحت سطح الأرض

- ضع لافتات تحذير وحواجز حماية أو أية إرشادات أخرى لحماية الأشخاص قبل نزع أغطية حفر التفتيش أو الفتحات الأرضية. ويجب أن لا تعيق هذه الحواجز قدر الإمكان حركة الآليات والسيارات في المناطق العامة أو الطرق، وأن تنسجم أماكنها وحجومها مع تعليمات المرور المرعية.
- يجب دوما نزع أغطية الفتحات الأرضية بخطافات أو معدات مخصصة للغرض.
- يجب دوما عدم استعمال الوسائل ذات اللهب المباشر لتذويب الجليد حول أو تحت أغطية الفتحات الأرضية.
- يجب عدم التدخين (عادة ضارة) في أي مكان محصور تحت الأرض.
- يجب إجراء التهوية المناسبة للأمكنة المغلقة تحت الأرض والتأكد من وجود كميات كافية من الأكسجين وعدم وجود الغازات السامة أو القابلة للانفجار فيها وارتداء معدات التنفس المناسبة قبل الدخول إلى تلك الأماكن.
- يجب ارتداء تجهيزات الحماية الشخصية اللازمة كالخوذة والحذاء المطاطي والقفازات المطاطية قبل الدخول إلى أية منطقة محصورة.
- يجب التأكد من عدم وجود أية أخطار إنشائية أو ما شابه في الأنابيب أو المنطقة المستهدفة.
- يجب عدم استخدام سلالم النزول الى الأماكن تحت سطح الأرض من قبل أكثر من شخص واحد في نفس الوقت. كما يجب بقاء الآخرين في الأسفل بعيدا عن موقع استناد السلم على الأرض. ويجب تواجد آخرين على السطح للمراقبة الدائمة.

7-4 - تعليمات لرفع الأحمال

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

4-8 - تعليمات أثناء العمل في المختبر

- استخدم وعاء مخصصا لمهملات الوسائل المخبرية الزجاجية المكسورة موضحا عليه اسم الوعاء ونوع النفايات فيه.
- يجب العمل تحت غطاء مهوى (مجهز بجهاز سحب الهواء) عند استخدام المذيبات الطيارة أو القلويات أو الحموض أو المركبات الكيميائية الأخرى التي قد تسبب أخطارا في الجو المحيط.
- يجب تخزين المذيبات في حاويات ضد الانفجار.
- يجب اتخاذ الحيطة ضد الحريق أو الانفجار عند استخدام الحموض التي تتفاعل بشدة مع بعض المواد العضوية (الأمونيا – النتريك – حمض الخل ...).
- يجب عدم التعامل مع المواد الكيميائية بالأيدي المجردة مباشرة بل باستخدام القفازات أو الملاعق أو الملاقط.
- يجب تجهيز المخبر بحمام (دوش) وفوهة مياه طوارئ لغسيل العيون.
- يجب ارتداء صدرية مطاطية ونظارات واقية خاصة عند التعامل مع المواد الكيميائية الأكالة أو الخطرة.
- يجب تزويد كافة الحاويات الكيميائية بملصقات اسمية واضحة.
- يجب ارتداء القفازات الواقية عند إجراء عمليات الوصل بين المعدات المطاطية والزجاجية.
- يجب تجهيز المخبر بوحدات تهوية مناسبة توضع في أمكنة ملائمة.
- يجب تأريض كافة التجهيزات المخبرية الكهربائية.
- يجب غسيل الأيدي جيدا بالماء الدافئ والصابون بعد الانتهاء من العمل أو قبل التدخين (عادة ضارة) أو الأكل.

4-9 - تعليمات عامة للأمن والسلامة

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

4-10 - تعليمات حول التعامل مع المركبات الكيميائية المستخدمة عادة في محطات المعالجة

- **الأمونيا، NH_3**

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

- **الكلور، Cl_2**

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

- **ثاني أكسيد الكلور، ClO_2**

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

- **مزيلات الرغوة،** مثل **زيوت السلكون، SiR_2O**

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

- **كلوريد الحديد، $Fe\ Cl_3$**

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

- **سلفات الحديد، $FeSO_4, 7H_2O$**

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

- **حمض الهيدروكلوريك، HCl**

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

- **بيروكساييد الهيدروجين، H_2O_2**

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

- **أكسيد الكلس، CaO**

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

- **الأوزون، O_3**

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

- **برمنغنات البوتاسيوم، $KMnO_4$**

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

- **بايسلفايد الصوديوم، NaHS**

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

- **هيدروكسيد الصوديوم، NaOH**

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

- **هيبوكلورايت الصوديوم، NaOCl**

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

- **ثاني أكسيد الكبريت، SO_2**

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

- **حمض الكبريت، H_2SO_4**

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

11-4 - أنواع الحاويات والأنابيب وملحقاتها الموصى باستخدامها في نقل وتخزين المركبات الكيميائية

الجدول 4-1: أنواع الانابيب والحاويات وملحقاتها الموصى باستخدامها في نقل وتخزين المركبات الكيميائية[1]

المركب الكيميائي	بلاستيك مقوى	بلاستيك عادي	فولاذ	حديد	رصاص	مطاط	خرسانة
الوم	×	×	×				
الومينات الصوديوم		×	×	×			
كلورايد الحديد	×	×				×	
سلفات الحديد	×	×	×			×	
الكلس		×	×	×		×	×
هيدروكسيد الصوديوم			×			×	
ثاني اكسيد الكربون	×	×					
البولمرات		×	×				

12-4 - أنواع الحرائق والمواد المطفئة

الجدول 4-2: أنواع الحرائق والمواد المطفئة[1]

المادة المحترقة	رمز المطفئ	نوع المادة المطفئة
الورق، الخشب، النسيج	A	الماء، حمض الصودا، مواد كيميائية جافة
الزيت، القطران، البنزين، الدهان	B	الرغوة، ثاني أكسيد الكربون، هالون، مواد كيميائية جافة
المرحكات الكهربائية، أسلاك الكهرباء، المحولات	C	ثاني أكسيد الكربون، هالون، مواد كيميائية جافة
الصوديوم، الزنك، الفوسفور، المغنيزيوم، البوتاسيوم، التيتانيوم	D	مسحوق جاف خاص

13-4 - تعليمات حول اخذ العينات

يهدف أخذ العينات إلى الحصول على المعلومات اللازمة لتشغيل مختلف وحدات المعالجة حسب مواصفات المياه العادمة الواردة إلى المحطة.

هناك أنواع مختلفة للعينات وطرق أخذها وأهداف استعمالها أهمها التالية:

1 - **العينة العشوائية Grab Sample:** وهي العينة المنفردة التي تؤخذ يدوياً وتهدف إلى تحديد مواصفات المياه العادمة مباشرة بعد أخذ العينة، وبالتالي تحديد تغيرات هذه المواصفات مع الزمن.
من أهم المواصفات التي يمكن تحديد تغيراتها بهذه الطريقة: الأكسجين المذاب – pH – الكلور المتبقي – درجة الحرارة – الكبريتيد القابل للذوبان – البكتيريا الدليلية.

2- **العينة المركبة Composite Sample:** يتم تحضير العينة المركبة بدمج عدد من العينات المفردة المأخوذة خلال فترة محددة (24 ساعة عادة). وهي تحضر إما يدويا وإما آليا.
تعطي العينة المركبة معلومات عن المواصفات الوسطية لمياه الجريان خلال فترة معينة. وهي تفيد في تحديد كفاءة محطة المعالجة خلال العمل العادي. عندما تحدث طفرات في مواصفات الجريان تدعم العينات المركبة عادة بالعينات العشوائية.
تشمل العينات المركبة صنفين رئيسين هما: **العينة المركبة زمنيا، والعينة المرتبطة بالجريان.** ففي الأولى تدمج العينات المفردة المأخوذة بحجم ثابت وعلى فترات زمنية ثابتة ومحددة (24 ساعة مثلا) مع بعضها البعض، وهي تفيد عادة عندما يكون تركيب المياه العادمة لا يتعلق بكمية الجريان، كما في محتويات حوض التهوية في الحمأة المنشطة. أما في النوع الثاني فيتطلب إما تغيير حجم العينات المفردة وإما تغيير تواتر اخذ العينات المفردة ذات الحجم الثابت، وفي هذه الحالة يجب تحديد معدلات الجريان المختلفة بدقة في الوحدة التي تؤخذ منها العينات المرتبطة بالجريان.

14-4 - تعليمات حول مواقع أخذ العينات الرئيسة وأنواع وأهداف وتواتر التحاليل المجراة في محطات معالجة المياه العادمة

[1] المرجع رقم (2)

الجدول 4-3: مواقع أخذ العينات الرئيسة وأنواع وأهداف وتواتر التحاليل المجراة في محطات معالجة المياه العادمة

المعالجة	موقع أخذ العينة	نوع التحليل	العينة (b)		
			الهدف	التواتر	نوع العينة
برك الأكسدة وحيدة المرحلة	مدخل المحطة	BOD	BB	1/wk	C
		TSS	PP	1/wk	C
		pH	PC	D	G
	البركة	pH	PC	D	G
		DO	PC	D	G
		T^o	PC	D	G
	مخرج المحطة	BOD	PP	D	C
		TSS	PP	1/wk	C
		pH	PP	1/wk	C
		DO	PP	D	G
		FC	PP	D	G
		Cl_2, r	PP	D	G
المعالجة الأولية	المدخل إلى المعالجة الأولية	BOD	PP	D	C
		TSS	PP	1/wk	C
		pH	PC	1/wk	G
		TKN	PP	D	G
		NH_3	PP	1/wk	G
	المخرج من المعالجة الأولية	BOD	PP	1/wk	C
		TSS	PP	1/wk	C
		DO	PP	1/wk	G
		pH	PP	DD	G
	الحمأة الاولية	TS	PC	D	C
		VS	PC	1/wk	C
المرشح الناز والملامس الحيوي الدوار	المخرج من المعالجة الأولية (المدخل الى المرشح)	BOD	PP	D[a]	C
		TS	PP	D[a]	C
		pH	PC	D[a]	G
	المخرج من المرشح	DO	PC	D	G
		T^o	PC	D	G
		NH_3	PC	1/wk	G
		NO_3	PP	1/wk	G
	المخرج من حوض الترسيب النهائي	BOD	PP	D[a]	C
		TSS	PP	D[a]	C
		DO	PP	D[a]	G
		FC	PP	D	G
		Cl_2,r	PP	D[a]	G
		pH	PP	D[a]	G
		NO_3	PP	1/wk	G
		NH_3	PC	1/wk	G
	الحمأة من حوض الترسب النهائي (الحمأة الثانوية)	TS	PC	D[a]	C
		VS	PC	D[a]	C
الحمأة المنشطة	المخرج من المعالجة الأولية	BOD	PP	D[a]	C
		TSS	PP	D[a]	C
		pH	PC	D[a]	G
	المزيح الحيوي (ضمن حوض التهوية)	DO	PC	D	G
		T^o	PC	D	G
		TSS	PC	D[a]	C
		VSS	PC	D[a]	C
		NO_3	PC	1/wk	G
	الحمأة المعادة	TSS	PC	D[a]	C
	المخرج من حوض الترسيب الثانوي	BOD	PP	D[a]	C
		TSS	PP	D[a]	C
		DO	PP	D	G
		FC	PP	1/wk	G
		Cl_2,r	PP	D	G
		pH	PP	D	G

G	1/wk	PP	TKN		
G	1/wk	PP	NH_3		
G	1/wk	PP	NO_2		
G	1/wk	PP	NO_3		
C	D	PP	TS	تغذية الهاضم	الهضم الهوائي
C	D	PP	VS		
G	D	PC	pH		
G	1/wk	PC	القلوية		
G	D	PC	T^o	محتويات الهاضم	
G	1/wk	PC	الحموض الطيارة		
G	1/wk	PC	القلوية		
G	D	PC	pH		
G	1/mo	PC	المعادن الثقيلة		
G	1/wk	PC	الحموض الطيارة	الحمأة المهضومة	
G	D	PP	TS		
G	D	PP	VS		
G	1/wk	PC	TKN		
C	D	PP	TS	الرواقة	
C	D	PC	TSS		
C	D	PC	BOD		
G	D	PC	CO_2 أو CH_4	غازات الهاضم	
C	D	PP	TS	الداخل إلى الهاضم	الهضم الهوائي
C	D	PP	VS		
G	D	PC	pH		
G	1/wk	PP	NO_3, NH_4		
G	1/wk	PC	القلوية		
G	D	PC	pH	محتويات الهاضم	
G	D	PC	T^o		
G	D	PC	DO		
G	1/wk	PP	NO_3, NH_4		
C	D	PP	TS		
C	D	PP	VS		
G	1/wk	PC	القلوية		
G	1/wk	PC	الحموض الطيارة	الحمأة المهضومة المرسبة	
C	D	PP	TS		
C	D	PP	VS		
G	1/wk	PP	NO_3, NH_4		
G	D	PC	pH		
C	D	PP	TS	الرواقة	
C	D	PP	TSS		
G	1/wk	PP	NO_3, NH_4		
C	D	PC	BOD		

المرجع رقم (6)

a : يمكن أن يقلل التواتر اذا سمحت الانظمة و/أو اذا كانت ظروف الجريانات مستقرة والتغيرات ليست متواترة.

(b) : D يوميا

C عينة مركبة

G عينة مفردة

PC ضبط العملية (المعالجة)

PP أداء المحطة

1/wk مرة أسبوعيا

1/mo مرة شهريا

4-15 - أنواع وشروط حفظ أهم العينات من محطات معالجة المياه العادمة

الجدول 4-4: أنواع وشروط حفظ أهم العينات من محطات معالجة المياه العادمة[1]

محتوى العينة	نوع مادة الاناء (a)	حجم العينة (ml)	شروط الحفظ	المدة القصوى للحفظ
العصيات، البرازية والإجمالية	P,G	-	4°C, 0.008 % $Na_2S_2O_3$	6 ساعات
المكورات البرازية	P, G	-	4°C, 0.008 % $Na_2S_2O_3$	6 ساعات
التجارب اللاعضوية				
الحموضة	P,G	100	4°C	14 يوم
القلوية	P,G	200	4°C	14 يوم
الأمونيا	P,G	400	4°C, H_2SO_4 to pH <2	28 يوم
BOD	P,G	1000	4°C	48 ساعة
COD	P,G	100	4°C, H_2SO_4 to pH<2	28 يوم
الكلوريدات	P,G	50	-	28 يوم
الكلور، الإجمالي المتبقى	P,G	500	-	التحليل فورا
اللون	P,G	500	4°C	48 ساعة
السيانيد	P,G	500	4°C, NaOH to pH>12	14 يوم
الفلورايد	P	300	-	28 يوم
العسارة	P,G	100	HNO_3 to pH<2 H_2SO_4 to pH<2	6 أشهر
pH	P,G	25	-	التحليل فورا
طريقة كيلدال والنتروجين العضوي	P, G	500	4°C, H_2SO_4 to pH<2	28 يوم
المعادن				
الكروم السداسي	P,G	500	4°C	24 ساعة
تجارب المبيدات الحشرية	G, TLC	-	4°C, pH=5 to 9	40 يوم
التجارب الإشعاعية	P, G	-	HNO_3 to pH<2	6 أشهر

(a) P: = بولي اثلين، G = زجاج، BT = القنينة والغطاء، TLC = غطاء مبطن بالتفلون

4-16 - معايير اختيار مواقع إضافة المركبات الكيميائية

الجدول 4-5: معايير اختيار مواقع اضافة المركبات الكيميائية[1]

المركب الكيميائي	الغرض	معايير اختيار موقع الإضافة
كلوريد الحديديك	ضبط الروائح والتآكل	خلط مناسب قبل السقوط الحر أو التهوية. لا تستخدم وسائل معدنية وإنما أنابيب وملحقات من الـ PVC
	إنقاص PO_4, SS, BOD	قبل إضافة البوليمر. ليس مع الكلورة. خلط مناسب. منطقة المدخل أو القناة الأولية. تركيز منخفض للبولي فوسفات.
كبريتات الألمنيوم (الشبة)	إنقاص PO_4, SS, BOD،العكر	خلط سريع أو اضطراب شديد. يفضل بعد المعالجة الثانوية وقبل الترشيح. درجة حرارة 15 – 20 مئوية. pH حوالي 7
البوليمر الانيوني	إنقاص PO_4, SS, BOD	بعد إضافة الكلس أو الحديد وقبل المروق مباشرة. خلط جيد واضطراب خفيف
الكلس (الجير)	إنقاص PO_4, SS, BOD	لا يوصى به قبل الحمأة المنشطة دون ضبط pH. بعد المروق الثانوي. خلط جيد واضطراب شديد. قلوية منخفضة. قد يحتاج إلى ضبط pH بعد التطبيق.
البوليمر الكاتيوني	إنقاص SS والعكر	قبل المروق الثانوي. عند نهاية حوض التهوية أو في قناة تغذية المروق. دون تهوية القناة. خلط جيد واضطراب منخفض.
كلوريد الحديدوز	إنقاص H_2S, SS, BOD	خلط مناسب. قبل السقوط الحر أو التهوية. مباشرة في خطوط تغذية الهاضم.
الكلور	ضبط الروائح	خلط جيد. حقن مغمور. قبل القفزة المائية أو التهوية. في الأنبوب المغلق أفضل من القناة المفتوحة أو الخزان المفتوح
	ضبط العضويات الخيطية	خط الحمأة المنشطة المعادة بعد المضخة. تطبيق مباشر في حوض التهوية.
	ضبط الطحالب	تغذية على دفعات في الأهوار. تغذية محيطية في المروقات خلال أنبوب حلقي مثقب.
بيروكساید الهيدروجين	ضبط انتفاخ الحمأة	قبل حوض التهوية. في قناة المياه الداخلة. خط الحمأة المنشطة المعادة بعد المضخة.

[1] المرجع رقم (6)

	ضبط الروائح	خلط جيد. قبل القفزة المائية أو التهوية. في الأنابيب المغلقة أفضل من القناة المفتوحة أو الخزان المفتوح.
	ضبط روائح الحمأة	خلط جيد. في الانابيب المغلقة فقط. قبل المنحنيات.
برمنغنات البوتاسيوم	ضبط روائح الحمأة	قبل منظومة التجفيف الميكانيكي. قبل إضافة البوليمر. في الأنابيب المغلقة فقط.
الومنات الصوديوم	إنقاص PO_4	تخزين حرارة دافئة (15 – 20) درجة مئوية. مفضل بعد المعالجة الثانوية. قبل الترشيح. خلط سريع أو اضطراب

4-17 - الحد الأقصى لتعرض العمال لملوثات الهواء على أساس زمن وسطي 8 ساعات

الجدول 4-6: الحد الاقصى لتعرض العمال لملوثات الهواء على أساس زمن وسطي 8 ساعات[1]

الملوث	الحد الأقصى المسموح (ppm)
أمونيا	50
برومين (البروم)	0.1
ثاني أكسيد الكربون	5000
أول أكسيد الكربون	50
ثاني أكسيد الكلور	0.1
اثيل مركبتان	0.5
بيروكسايد الهيدروجين (90 %)	1
كبريتيد الهيدروجين	20
غازات البترول المسيلة LPGs	1000
مثيل مركبتان	0.5
أوزون	0.1
بيريدين	5
ثاني أكسيد الكبريت	5

[1] المرجع رقم (2)

الفصل الخامس

مشاكل وحلول في تشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة[1]

1-5 مشاكل وحلول عامة في تشغيل وصيانة محطات المعالجة

قبل استعراض المشاكل والحلول التشغيلية العائدة لكل وحدة من وحدات المعالجة في المحطة، فيما يلي عرض لبعض أهم المشاكل العامة التي يمكن أن تتعرض لها التجهيزات الميكانيكية والكهربائية في محطة المعالجة والحلول التشغيلية لها. فيما يلي من النص في هذا الفصل تعني الرموز المبينة ما يلي:

*** المشكلة**

- السبب أو الأسباب المحتملة للمشكلة

• الحل أو الحلول الممكنة للمشكلة

✶ **أعطال متواترة في السلسلة أو في مسمار القص.**

- حجم غير مناسب لمسمار القص أو عدم استقامة التركيب أو وجود الجليد (في المناطق الباردة) أو زيادة كمية الحمأة.
- غير حجم مسمار القص إلى الحجم المناسب أو صحح استقامة التركيب أو أزل الجليد أو شغل مجمعات الحمأة بتواتر أكبر أو لفترات أطول.

✶ **سلسلة مكسورة أو مسننات مكسورة.**

- حجم غير صحيح للسلسلة أو المسننات أو زيادة مفاجئة في الحمولة الهيدروليكية أو عدم استقامة التركيب.
- أبدل السلسلة أو المسننات إلى الحجم الصحيح حسب الحالة أو ركب حواجز عند المدخل لتعديل اتجاه الجريان أو صحح استقامة التركيب.

✶ **ضجيج من وحدة القيادة.**

- ارتخاء السلسلة أو اهتراؤها أو اهتراء المسننات أو عدم مطابقتها مع السلسلة أو اهتراء المدحرجات أو التزييت غير الصحيح.
- أزل واحدة أو أكثر من حلقات السلسلة أو أبدل القطع المهترئة حسب الحالة أو راجع تعليمات الصانع وأعد التزييت حسب اللزوم.

✶ **سلسلة يابسة أو متصلبة.**

- اهتراء أو تزييت غير صحيح أو صدأ وأوساخ أو عدم استقامة التركيب.
- أبدل السلسلة أو نفذ التزييت بشكل صحيح أو قم بالتنظيف المطلوب وأعد التزييت أو صحح استقامة التركيب.

✶ **اهتراء سريع للسلسلة.**

- ارتخاء السلسلة أو عدم استقامة التركيب أو التزييت غير الصحيح.

[1] اقتبست مادة هذا الفصل من المراجع ذات الارقام 5 و6 و7 بتصرف

- شد السلسلة أو صحح استقامة التركيب أو نفذ التزييت بشكل صحيح.

✶ **عدم انتظام تراكب السلسلة فوق المسننات.**

- اهتراء السلسلة أو المسننات أو عدم تلاؤمهما أو ارتخاء السلسلة أو عدم استقامة التركيب.
- أبدل التجهيزات المهترئة أو اختر المقاييس المناسبة للتجهيزات أو شد السلسلة بنزع واحدة أو أكثر من حلقاتها أو صحح استقامة التركيب.

✶ **تآكل في التجهيزات.**

- طبيعة الفضلات المتحللة.
- أعد طلاء السطوح بطلاء مقاوم للتآكل.

✶ **تسرب الزيت.**

- أعطال في مواد الكتامة.
- أبدل مواد الكتامة إلى مواد مناسبة وكتيمة.

2-5 -مشاكل وحلول في تشغيل وصيانة المضخات ومحطات الضخ:

✶ **عدم إيصال (ضخ) السائل.**

- عدم إملاء المضخة أو سرعتها المنخفضة أو تسرب الهواء في المضخة أو انسداد أنبوب السحب أو أنبوب الضخ أو عكس اتجاه الدوران الصحيح أو إغلاق محبس التصريف.
- املأ المضخة أو دقق الفولت والتواتر أو اصلح مناطق التسرب أو نظف الأنابيب أو صحح اتجاه الدوران أو افتح محبس التصريف.

✶ **ضغط أقل من اللازم.**

- انخفاض السرعة أو تسرب الهواء في المضخة أو تعطل الدافع أو الصندوق أو عكس اتجاه الدوران.
- دقق فرق الجهد والذبذبة أو اصلح مناطق التسرب أو أصلح أو أبدل الدافع أو الصندوق حسب الحالة أو صحح اتجاه الدوران.

✶ **زيادة حرارة المحرك الكهربائي.**

- زيادة لزوجة السائل أو ارتصاص التملئة أو تقييد حركة الدافع أو أعطال في المحرك الكهربائي أو زيادة تزييت (تشحيم) المضخة أو مدحرجات المحرك الكهربائي أو فولت غير صحيح.
- خفض لزوجة السائل أو عدل التملئة أو ركب الدافع بشكل صحيح أو اصلح أو أبدل المحرك الكهربائي أو زيت المضخة أو المدحرجات بشكل صحيح أو عدل الفولت أو أبدل المحرك الكهربائي.

✶ **زيادة سخونة صندوق الحشوة (التملئة).**

- ارتصاص التملئة أو عدم تزييت وتبريد التملئة بشكل كافي أو تعيير خاطئ للتملئة أو عدم إملاء الصندوق بشكل كافي أو عدم صحة منسوب الزيت أو عدم جودة الزيت أو وجود الأوساخ أو المياه في المدحرجات أو عدم دقة التركيب أو زيادة تزييت المدحرجات.
- عدل التملئة أو حقق التزييت والتبريد بشكل ملائم أو صحح عيار التملئة أو املأ الصندوق بشكل كافي أو عدل منسوب الزيت إلى الوضع الصحيح أو أبدل الزيت إلى النوع المناسب أو نظف المدحرجات واعد تزييتها أو صحح التركيب أو طبق التزييت المناسب للمدحرجات.

✶ **اهتراء سريع للمدحرجات أو كراسي التحميل.**

- التركيب غير الصحيح أو انحناء المحور أو نقص التزييت أو التركيب غير الصحيح للمدحرجات أو الرطوبة في الزيت أو الأوساخ في المدحرجات أو التزييت الزائد.
- صحح التركيب أو اصلح أو أبدل المحور أو زيت المدحرجات أو اعد تركيب المدحرجات بشكل صحيح أو بدل الزيت أو نظف المدحرجات وأعد التزييت أو طبق التزييت بشكل صحيح.

✶ **ضخ قليل.**

- تسرب الهواء في صندوق التملئة أو السرعة البطيئة جدا أو انسداد أنبوب الامتصاص أو الضخ أو تعطل الدافع أو الصندوق.
- أصلح مناطق التسرب أو دقق الفولت والتواتر أو نظف الأنابيب حسب اللزوم.

✶ **زيادة سخونة علبة السرعة أو كراسي التحميل.**

- التزييت (التشحيم) غير المناسب أو الزائد.
- دقق مستوى الزيت أو عمل المزيت أو أبدل الزيت إلى زيت نظيف ومناسب.

✶ **ضجيج واهتزازات.**

- خبط في محبس الامتصاص أو التسامحات الكبيرة في كراسي التحميل أو اهتراؤها أو عدم توازن الدوار أو امتلاء غرفة الهواء بالماء أو التزييت غير الصحيح لكراسي التحميل أو عدم ضبط موقع المضخة أو انحناء المحور.

- افتح صمام التهوية أو أزل رقائق التسوية حسب المطلوب أو أبدل المدحرجات أو حقق توازن الدوار أو صرف الماء أو استعمل الزيت المناسب أو اضبط موقع المضخة أو أبدل المحور (الطارد أو الدافع).

★ **تسرب الزيت.**

- اهتراء الكتامات نتيجة الأوساخ أو انسداد فتحة التهوية.
- أبدل الكتامات أو اصلح أو أبدل المرشح أو نظف أو أبدل حسب اللزوم.

★ **عدم شروع المحرك الكهربائي بالعمل.**

- انصهار الفواصم أو زيادة الحمولة أو عدم ملاءمة طاقة التغذية أو الوصل غير الصحيح أو فتح الدارة أو الخلل الميكانيكي أو قصر الدارة أو تعطل الدوار.
- أبدل الفواصم إلى نوع مناسب أو دقق التحميل أو دقق الطاقة حسب مواصفات المحرك الكهربائي أو دقق مخطط المحرك الكهربائي أو دقق الوصلات الكهربائية أو دقق حرية حركة المحرك الكهربائي ووحدة القيادة أو دقق انصهار الفواصم أو لزوم إعادة لف المحرك الكهربائي أو دقق وجود قضبان أو حلقات نهائية مكسورة.

★ **بدء عمل المحرك الكهربائي ثم توقفه عن العمل.**

- انقطاع التغذية.
- افحص القواطع الكهربائية أو وجود وصلات مرتخية.

★ **عدم وصول المحرك الكهربائي إلى السرعة المقررة.**

- الانخفاض الكبير في الفولت أو حمولة الإقلاع العالية جدا.
- طبق فرق جهد أكبر أو استخدم محولة أكبر ودقق الوصلات أو دقق مواصفات المحرك الكهربائي.

★ **انزلاق الحزام (السير).**

- الشد غير الكافي أو عدم ملاءمة نوع الحزام.
- طبق شداً كافيا أو أبدل الحزام الى آخر مناسب.

★ **انقطاع الحزام.**

- حمولة مفاجئة أو عناصر غريبة في وحدة القيادة.
- طبق شدا صحيحا ودقق في وحدة القيادة أو تغطية وحماية وحدة القيادة.

★ **الاهتراء السريع للحزام.**

- اهتراء أخاديد البكرة أو صغر قطر البكرة أو عدم ملاءمة الحزام أو زيادة تحميل وحدة القيادة أو انزلاق الحزام أو عدم ضبط موقع البكرات أو وجود زيت.
- أبدل البكرة بأخرى جديدة أو أبدل البكرة بأخرى أكبر أو أبدل الحزام إلى آخر مناسب أو أعد تصميم وحدة القيادة أو شد الحزام أو اضبط موقع البكرة أو أزل الزيت.

★ **عطل المضخة.**

- انسداد المضخة أو زيادة ضغط التصريف أو زيادة الحمولة.
- أزل العوائق والأوساخ من المضخة أو نظف أنبوب الضخ أو أبدل المضخة إلى واحدة أكبر أو أضف مضخة أخرى إلى العاملة.

★ **المضخة لا تعمل.**

- عدم إملاء المضخة أو الهواء في الصندوق أو انغلاق محبس الامتصاص أو انغلاق محبس الضخ أو الاستعصاء في الدوار أو اتجاه الدوران الخاطئ أو انسداد أنابيب الجريان.
- املأ المضخة أو فرغ الهواء من الصندوق أو افتح محبس الامتصاص أو افتح محبس الضخ أو نظف الدوار أو اعكس اتجاه الدوران أو نظف أنابيب الجريان.

★ **ضغط كتامة الماء منخفض.**

- انكسار أنبوب كتامة الماء أو ارتخاء التملئة أو انسداد المصفاة أو استعصاء المحبس اللولبي.
- أصلح أنبوب الكتامة أو أبدله حسب الحالة أو شد أو أبدل التملئة أو نظف المصفاة أو أبدل المحبس اللولبي أو أصلحه حسب الحالة.

★ **المضخة تسحب طاقة كبيرة جدا.**

- ضخ كميات كبيرة من السائل أو التخلخل أو انحناء أو عدم صحة توقيع المحور أو السرعة العالية جدا أو الدوران الخاطئ.
- حقق قطر الدوار (الدافع) إلى القيمة الموصى بها من قبل الصانع أو انقص رفع المضخة أو أبدل الجذع أو صحح موقعه حسب الحالة أو انقص السرعة أو اعكس الدوران.

★ **المضخة تعمل لوقت قصير ثم تتوقف.**

- الإملاء غير الكامل للمضخة أو وجود الهواء في السائل.

- حقق الإملاء الكامل للمضخة بالماء أو أبعد أنابيب التهوية عن أنبوب السحب.

5-3 - مشاكل وحلول في تشغيل وصيانة تجهيزات تزويد الهواء.

✶ **عدم جريان الهواء في النافخ.**
- انخفاض السرعة الشديد أو الدوران الخاطئ أو العوائق والأوساخ في الأنابيب.
- تأكد من فرق الجهد أو صحح اتجاه الدوران أو أزل العوائق والأوساخ من الأنابيب.

✶ **جريان قليل للهواء في النافخ.**
- انخفاض السرعة أو الضغط الزائد أو الانزلاقات أو العوائق والأوساخ في الأنابيب أو انغلاق محبس أو أكثر.
- تأكد من فرق الجهد أو أصلح محبس تخفيف الضغط أو حقق التسامحات الصحيحة أو أزل العوائق والأوساخ من الأنابيب أو افتح المحابس المغلقة.

✶ **اهتزاز (ارتجاج) النافخ.**
- التثبيت غير الصحيح أو احتكاك الدوار أو عدم توازن الدوار أو ارتخاء مثبتات النافخ أو وحدة القيادة.
- اضبط توقيع النافخ أو الدوار إلى الوضع المناسب أو أزل الترسبات لإعادة التسامحات أو شد براغي التثبيت حسب الحالة.

✶ **اهتراء الحزام نوع V.**
- الانزلاق أو عدم التركيب الصحيح للبكرات أو اهتراء أو عدم ملاءمة نوع الحزام.
- شد وحدة القيادة حتى يتوقف الانزلاق أو صحح تركيب البكرات أو أبدل البكرة أو أبدل الحزام إلى النوع المناسب.

✶ **انقلاب الحزام V.**
- المواد الغريبة في الاخاديد او التركيب غير الصحيح للبكرات أو اهتراء أخاديد البكرات
- أزل المواد الغريبة من الاخاديد او اعد توقيع وحدة البكرات أو أبدل البكرات حسب الحالة.

✶ **انفصال الحزام V.**
- حمولة مفاجئة شديدة أو انفلات الحزام عن وحدة القيادة.
- أزل أسباب حمولات الصدمة أو دقق توقيع وحدة القيادة وتأكد من الشد الصحيح للحزام.

5-4 - مشاكل وحلول في تشغيل وصيانة وحدات المعالجة

5-4-1- المصافي

✶ **روائح – حشرات.**
- تراكم المواد المحجوزة أو مستوى كبريتيد الهيدروجين.
- أزل المواد المحجوزة بتواتر أكبر أو عالج موضوع كبريتيد الهيدروجين.

✶ **جريش ورمل كثير في غرفة أو قناة المصافي.**
- انخفاض سرعة الجريان في الغرفة أو القناة.
- زد سرعة الجريان بإنقاص عدد المصافي أو بالغسيل الدافق بواسطة خراطيم مياه مضغوطة.

✶ **انسداد المصافي وارتفاع منسوب الماء في القناة الموصلة.**
- كثرة الرواسب المنقولة بالمياه العادمة أو عدم ملاءمة تواتر تنظيف المصفاة.
- تأكد من احتمال ورود مياه عادمة صناعية ذات رواسب كثيرة، أو استعمل مصفاة أخشن أو انقص الفترة الزمنية بين عمليات الغسيل.

✶ **توقف كاشط (مشط) المصفاة عن العمل أو عدم عودة قاطع الدارة إلى العمل.**
- استعصاء التشغيل.
- أزل أية إعاقة محتملة في المصفاة.

✶ **توقف كاشط المصفاة عن العمل رغم أن المحرك الكهربائي يعمل.**
- انكسار سلسلة (حزام) القيادة أو مسمار القص أو المفتاح الحدي Limit Switch حسب الحالة.
- أبدل أو أصلح سلسلة القيادة أو أبدل مسمار القص أو المفتاح الحدي.

✶ **توقف كاشط المصفاة عن العمل دون سبب ظاهر.**
- تعطل دارة التحكم عن بعد أو المحرك الكهربائي.
- أصلح أو أبدل مفاتيح التشغيل أو المحرك الكهربائي.

✶ **عدم توقف المصفاة الميكانيكية عن العمل.**
- فرط تحميل المصفاة.
- أدخل مصافي إضافية في الخدمة.

✶ **استعصاء السلسلة.**
- تراكم المواد الصلبة.
- أزل التراكمات من على المسنن أو السلسلة.

✶ **صوت عالي جدا من المصفاة.**
- عدم تطابق التركيب مع الفتحات أو التزييت غير الملائم أو ارتخاء في القطع أو تآكل السلسلة أو المسننات أو عدم ملاءمة السلسلة.
- عدل موقع تركيب المصفاة أو نظف ثم زيت من جديد أو شد البراغي اذا كانت رخوة أو أبدل أو اعكس وضع السلسلة أو أبدلها.

✶ **اهتزاز الكاشط (مشط المصفاة) عند النزول.**
- ارتخاء سلسلة الكاشط أو جفاف مدحرجات دوارات السلسلة أو اتساخ موجهات الدوار.
- عدل شد السلسلة أو زيت الدوارات أو نظف الموجهات.

✶ **استعصاء المصفاة حتى بعد تنظيفها.**
- عدم عمل المشط بالتواتر الكافي أو عدم دخول أسنان المشط في فتحات المصفاة القضبانية.
- زد تواتر عمل المشط أو عدل وضعه.

✶ **عدم توقف المشط بعد إنجاز الدورة.**
- عدم وجود ذراع المفتاح الحدي في موضعه أو تعطل المفتاح الحدي.
- أصلح أو بدل الذراع أو المفتاح.

✶ **توقف الوحدة عن العمل عندما يكون المشط في القناة.**
- ارتخاء سلسلة المشط أو شد السلسلة.
- عدل شد السلسلة.

✶ **استمرار المشط بالحركة بعد توقف الوحدة**
- تعطل كابح المحرك.
- عدل أو أبدل كابح المحرك.

✶ **عدم انتقال المشط بسلاسة**
- انحناء اذرع المشط أو عدم انتظام شد السلسلة أو عدم ضبط توقيع المشط.
- اصلح أو أبدل الأذرع أو عدل شد السلسلة أو عدل موقع الذراع.

5-4-2- التفتيت أو الطحن

✶ **عدم عمل الوحدة، عدم عمل قاطع الدارة.**
- استعصاء محتمل.
- أزل العوائق المسببة للاستعصاء.

✶ **عدم عمل الوحدة رغم عدم تعطل المحرك.**
- انكسار في الربط.
- أبدل الربط.

✶ **انسداد قناة التوصيل.**
- عدم كفاية مياه الغسيل أو انكسار شفرات المطرقة المتأرجحة.
- زد معدل جريان مياه الغسيل أو أبدل الشفرات المكسورة.

✶ **ناتج التفتيت في التصريف أكبر من المقبول، والمضخة يمكن أن تنسد بالخرق والأوساخ.**
- اهتراء شفرات المفتت أو انكسارها.
- اشحذ الشفرات أو أبدل الأسنان المكسورة.

ملاحظة: أفحص بالنظر يوميا حجم المواد المطحونة بالمفتت.

5-4-3- غرف أو أقنية الرمال والجريش

✶ **تراكم الجريش على المجمعات.**
- ازدياد سرعة المجمعات أو بطيء سرعة تجهيزات الإزالة.

- انقص سرعة المجمعات أو زد سرعة تجهيزات الإزالة.

★ **اهتزاز (ارتجاج) في جهاز إزالة الجريش الدوامي.**
- عوائق في الجزء العلوي أو في الجزء السفلي أو في كليهما.
- أزل أية عوائق حسب الوضع.

★ **رائحة بيض فاسد (كبريتيد الهيدروجين) في غرفة الجريش.**
- تشكل كبريتيد الهيدروجين.
- اغسل الغرفة أو القناة وأضف قليلا من محلول الكلور المخفف.

★ **تراكم الجريش في الغرفة و/أو الاقنية.**
- انخفاض سرعة الجريان أو انكسار السلسلة أو الكاشط.
- زد سرعة الجريان أو أصلح التجهيزات المعطلة.

★ **تآكل المعادن أو الخرسانة.**
- قلة التهوية عن اللازم لأكسدة كبريتيد الهيدروجين.
- زد أو حسن طريقة التهوية ان كانت موجودة أو ركب جهازا لغسيل الروائح.

★ **لزوجة ملمس الجريش وتلونه باللون الرمادي.**
- قلة الضغط لجهاز الفاصل الدوامي أو عدم كفاية معدل جريان الهواء أو انخفاض سرعة الجريان في قناة الجريش.
- حافظ على الضغط بين 0.3 و 0.4 بار بتعديل سرعة المضخة، أو زد معدل جريان الهواء أو زد السرعة في قناة الجريش.

★ **قلة الاضطراب السطحي للماء في غرفة الجريش المهواة.**
- انغلاق بعض النوافت الهوائية بالخرق أو الجريش أو انفتاح صمام تخفيف الضغط.
- نظف النوافث أو دقق عمل المصافي أو وحدات المعالجة المسبقة الأخرى.

★ **انخفاض معدل استحواذ الجريش.**
- ضعف فاعلية الكاشط عند القاع أو التهوية الزائدة أو قلة زمن الحجز المائي.
- عدل السرعة إلى حوالي 0.3 متر / ثانية أو قلل التهوية أو زد زمن الحجز المائي باستخدام وحدات اكثر أو بإنقاص الجريان إلى الوحدة المعتبرة.

★ **فيضان غرفة الجريش.**
- زيادة التصريف للمضخات.
- تحكم بالجريان الداخل أو بالمضخات.

★ **فضلات متحللة مع فقاعات غازية وشحوم.**
- تجمع الحمأة على قاع الغرفة أو انكسار مجمع الجريش.
- أزل الرواسب من الغرفة واغسلها يوميا أو اصلح مجمع الجريش.

★ **مواد عضوية زائدة في الجريش المزال من غرف الجريش المهواة.**
- عدم كفاية جريان الهواء.
- زد معدل جريان الهواء.

5-4-4- الترويق (الترسيب) الأولي

★ **قلة إزالة المواد الصلبة العالقة.**
- زيادة الحمولة المائية أو تراكم الحمأة في الأحواض ما يؤدي إلى الإقلال من حجم الماء الفعال وبالتالي انتقال المواد الصلبة العالقة مع المياه أو زيادة معدل الجريان المعاد أو ورود مياه عادمة صناعية أو تيارات الرياح أو التيارات الحرارية في الموقع.
- استخدم كافة الأحواض المتاحة، أضف مخثرات كيميائية أو زد تواتر سحب الحمأة أو قلل معدل الجريان المعاد بتحويل جزء منه إلى أمكنة أخرى أو امنع ورود المياه العادمة الصناعية كليا أو جزئيا أو أنشيء مصدات رياح أو اضبط الجريانات العاصفة الواردة.

★ **انجراف الحمأة من الحوض.**
- عدم ملاءمة عمل مضخة الحمأة أو الجريان العاصف.
- عدل نظام الضخ أو زد حجم الحوض أو استخدم حوض تعادل.

★ **قصر دارة الجريان.**
- عدم انتظام وضع الهدار أو انكسار أو زوال حواجز التهدئة.
- صحح وضع الهدار أو اصلح أو أبدل حواجز التهدئة أو أضف حواجز تهدئة جديدة.

✶ **تراكم الخبث على سطح الماء في الحوض.**

- تعطل منظومة القشد أو قلة تواتر إزالة القشدة أو دخول كميات كبيرة من المواد الطافية إلى المحطة.
- أصلح تجهيزات القشد أو زد تواتر عملها أو أزل المواد الواصلة يدويا إن لزم.

✶ **انسكاب الخبث من الحوض.**

- قلة تواتر إزالة الخبث أو وصول كميات كبيرة من المياه العادمة الصناعية أو تعطل أو اهتراء القاشد أو عدم صحة تركيب تجهيزات القشد أو عدم توقيع حواجز القشد على العمق الصحيح.
- زد تواتر إزالة القشدة أو اضبط دخول المياه العادمة الصناعية إلى المحطة أو نظف أو اصلح القاشد أو صحح توقيع القاشد أو زد عمق غمر حواجز القشد إلى المقدار الملائم.

✶ **تشكل الرغوة على سطح الحوض.**

- دخول مواد مرغية إلى المحطة.
- اضبط دخول المياه العادمة الصناعية إن كانت تعيق عمل المحطة أو استخدم رشاشات المياه أو أضف مواد كيميائية مزيلة أو مخفضة للرغوة.

✶ **ترسب الحمأة في مجاري الدخول إلى الحوض.**

- سرعة الجريان البطيئة.
- استخدم أحواضا أقل لزيادة السرعة أو حرك بالماء أو بالهواء للإبقاء على المواد الصلبة في المياه بحالة معلقة حتى دخولها الحوض.

✶ **حمأة طافية على سطح الماء في الحوض.**

- تحلل الحمأة في الحوض أو تعطل أو اهتراء تجهيزات جمع الحمأة أو زيادة كميات الحمأة المعالجة أو سوء عمل مضخة الحمأة الأولية أو انسداد أنبوب الحمأة أو عودة حمأة منترتة إلى الحوض أو قلة عدد الأحواض في الخدمة أو تعطل أو فقدان الحواجز.
- زد معدل إزالة الحمأة أو ارفع تواتر الإزالة أو اصلح أو أبدل حسب الحالة أو دور الجريان المعاد خلال فترات الجريان المنخفض فقط أو حول جزءا منه إلى مواقع أخرى في المحطة أو اصلح المضخة أو شغل المضخة الاحتياطية مع العاملة أو نظف أنبوب سحب الحمأة أو عدل عمر الحمأة المعادة (مدة البقاء في المنظومة) أو حول الحمأة المسحوبة كليا أو جزئيا إلى عملية أخرى أو ادخل أحواض ترويق إضافية في الخدمة أو اصلح أو أبدل الحواجز.

✶ **مياه عادمة متحللة أو حمأة متحللة.**

- تعطل أو اهتراء تجهيزات جمع الحمأة أو قلة تواتر الإزالة أو عدم كفاية المعالجة المسبقة لالمياه العادمة الصناعية أو تحلل المياه العادمة في منظومة الجمع قبل الوصول إلى المحطة أو شدة تلوث المياه المعادة عادة من الهاضم.
- اصلح أو بدل تجهيزات الجمع حسب الحالة أو زد التواتر ومدة إزالة الحمأة حتى تصبح كثافة الحمأة صحيحة أو حسن المعالجة المسبقة لالمياه العادمة الصناعية وطبق تهوية على المياه الداخلة إلى الحوض أو انقص زمن الحجز بزيادة السرعة في منظومة الجمع أو أضف مؤكسد (عادة الكلور) في منظومة الجمع أو طبق تهوية أولية على المياه العادمة أو حسن عمل الهاضم لإنتاج مياه أقل شدة أو حقق معالجة ما على المياه المعادة قبل التدوير أو انقص معدل الإعادة أو اعمل الإعادة خلال فترات الجريان المنخفض أو حول المياه المعادة جزئيا أو كليا إلى مواقع أخرى.
- سوء عمل مضخة الحمأة الأولية أو انسداد أنبوب تصريف الحمأة أو قلة تواتر عمل تجهيزات الجمع أو تحلل المياه العادمة الآتية من الحفر الفنية إلى المحطة.
- اصلح عمل المضخة و / أو ادخل المضخة الاحتياطية في الخدمة أو نظف أنبوب تصريف الحمأة أو زد تواتر عمل تجهيزات الجمع أو اجعل عملها مستمرا أو اضبط تصرفات مياه الحفر الفنية الواردة إلى المحطة.

✶ **تركيز الحمأة الأولية منخفض جدا.**

- زيادة الحمولة الهيدروليكية (المائية) أو زيادة ضخ الحمأة المسحوبة (المزالة) أو مشكلة في منظومة جمع الحمأة أو الحمولة الضعيفة للمواد الصلبة في المياه الداخلة.
- زد عدد الأحواض العاملة أو نظم الجريان عبر الأحواض أو انقص دورة عمل مضخة الحمأة وتأكد من مستوى الحمأة الراسبة أو اصلح تجهيزات الجمع أو اخرج حوض ترويق أولي أو أكثر من الخدمة.

✶ **تركيز المواد الصلبة في الحمأة الأولية عالي جدا ويصعب إزالتها من حفرة التجميع في الحوض.**

- الجريش الزائد وتصلب المواد أو سوء عمل مضخة الحمأة أو انسداد أنبوب سحب الحمأة أو زيادة فترة بقاء الحمأة أو زيادة حمولة المياه الواردة.

- حسن عمل تجهيزات إزالة الجريش أو أصلح المضخة أو ادخل المضخة الاحتياطية في الخدمة أو نظف أنبوب سحب الحمأة أو زد تواتر عمل تجهيزات الجمع ومعدل سحب الحمأة الأولية أو دقق مستويات الحمأة الراسبة وزد عمل تجهيزات الجمع ومعدل سحب الحمأة الأولية.

✶ **رواسب على السطوح والهدار.**

- تجمع وتراكم المواد الصلبة أو ضعف الصيانة.
- نظف السطوح وزد تواتر التنظيف.

✶ **إعاقة مجمع الحمأة عن العمل بانتظام.**

- استعصاء ما.
- اذا كان منسوب الحمأة الراسبة عاليا بحيث يعيق حركة المجمع أصلح الوضع وذلك بتفريغ الحوض وتدقيق آلية عمل المجمع بشكل حر وإزالة العوائق وتوقيع المجمع بشكل صحيح بالنسبة لقاع الحوض.

✶ **سوء عمل المجمعات.**

- شدة ارتخاء سلسلة القيادة أو تراكم الخرق والرواسب على المجمع وإعاقته عن العمل أو تعطل المجمع.
- صحح ارتخاء السلسلة بإزالة واحدة أو اكثر من حلقاتها أو دقق مستويات الحمأة وزد معدل سحبها حسب اللزوم أو أزل العوائق أو اصلح المجمع.

✶ **المجمع لا يبدأ بالعمل.**

- عطل في قاطع الدارة أو عطل في المحرك.
- اعد توقيع القاطع وابدأ من جديد أو اصلح أو أبدل المحرك.

✶ **القاشد لا يعمل بالشكل المطلوب.**

- ارتفاع شفرة القاشد عن سطح الماء.
- صحح ارتفاع القاشد.

5-4-5- الحمأة المنشطة

✶ **رغوة كثيفة سمراء غامقة على سطح حوض التهوية.**

- انخفاض المواد الصلبة المعلقة في المزيج الحيوي MLSS (نتيجة زيادة سحب الحمأة) أو وجود فضلات سامة أو نقص في المغذيات المساندة أو ارتفاع قيمة pH أو انخفاضها الشديدين أو عدم كفاية الأكسجين المذاب في حوض التهوية أو زيادة الحمولة في حوض التهوية.
- انقص معدل سحب الحمأة لزيادة تركيز المواد الصلبة العالقة في المزيج الحيوي ومقابلة الحمولة الزائدة أو أوقف استعمال الحمأة الحالية واجلب حمأة جديدة من محطة معالجة أخرى أو أضف بعض العضويات المجهرية المجمدة أو تعرف على نوع المواد السامة وصحح الوضع تبعا لذلك.

✶ **قتامة لون الماء في أحواض التهوية.**

- التهوية غير الملائمة.
- زد معدل التهوية أو انقص التحميل بإدخال حوض تهوية إضافي في الخدمة أو دقق أنابيب التهوية لاحتمال وجود تسربات فيها أو انغلاق بعض الصمامات (المحابس) أو نظف النوافث المسدودة.

✶ **اختلاف تركيز المواد الصلبة العالقة في المزيج الحيوي في أحواض التهوية.**

- عدم تساوي توزيع الجريان إلى أحواض التهوية.
- عدل الجريان إلى الأحواض بتعديل تجهيزات التحكم بالجريان.

✶ **صعود فقاعات هوائية كبيرة أو فوران مياه حوض التهوية.**

- انسداد أو انكسار بعض نوافث الهواء في الحوض.
- نظف أو بدل النوافث حسب الحالة.

✶ **تشكل مناطق ميتة (شبه ساكنة) في حوض التهوية.**

- انسداد بعض نوافث الهواء أو انخفاض الأكسجين المذاب DO نتيجة قلة التهوية.
- زد معدل التهوية لتحقيق مساويا 2 ملغرام/لتر على الأقل في الحوض.

✶ **تناقص pH في المزيج الحيوي إلى 6.7 أو أقل.**

- انخفاض قلوية المياه العادمة الواردة نتيجة حدوث النترتة أو ورود مياه عادمة صناعية
- أنقص عمر الحمأة بزيادة معدلات السحب والتصريف لها اذا كانت النترتة غير مرغوبة أو حدد واضبط مصدر المياه العادمة الحمضية.

✶ **تشكل رغوة بيضاء متكتلة على سطح حوض التهوية.**

- حداثة الحمأة في حوض التهوية المحمل بشدة تركيز قليل للمواد الصلبة العالقة في المزيج الحيوي، وعادة تحدث هذه المشكلة عند بداية تشغيل المحطة وهي موقتة ولا داع للقلق بشأنها، أو السحب الزائد من الحمأة خارج المنظومة.

- لا تسحب أي كمية من الحمأة خارج المنظومة أو اسحب كميات قليلة جدا منها وذلك لعدة أيام وكذلك ابحث إمكانية إضافة حماة جيدة من محطة معالجة أخرى مستقرة، أو قلل كمية الحمأة المسحوبة خارج المنظومة بكميات لا تزيد عن 10 % يوميا حتى تتوازن العملية وزد معدل الحمأة المعادة.

✶ **تشكل رغوة لماعة ذات لون بني غامق على سطح حوض التهوية.**

- ضعف التحميل العضوي (نسبة الغذاء إلى الكائنات الدقيقة في حوض التهوية) في حوض التهوية نتيجة صرف كميات قليلة من الحمأة الزائدة.
- زد معدل تصريف الحمأة الزائدة (سحب الحمأة) بما لا يزيد عن 10 % يوميا حتى تتوازن العملية وتظهر كميات قليلة من الرغوة ذات اللون الأسمر الفاتح على سطح حوض التهوية.

✶ **تشكل رغوة كثيفة على شكل قشدة ذات لون بني غامق على سطح حوض التهوية.**

- ضعف التحميل العضوي في حوض التهوية نتيجة السحب القليل للحمأة الزائدة.
- زد معدل صرف الحمأة الزائدة (سحب الحمأة) بما لا يتجاوز 10% يوميا حتى تتوازن العملية وتظهر كميات قليلة من الرغوة ذات اللون الأسمر الفاتح على سطح حوض التهوية.

✶ **تشكل رغوة سمراء غامقة شحمية القوام على سطح حوض التهوية تنتقل إلى المروق الثانوي.**

- تواجد كميات من العضويات المجهرية الخيطية (نوكارديا).
- تحكم في كميات الدسم والشحوم في المياه الداخلة إلى المحطة والمعادة أيضا إلى حوض التهوية. قلل مدة حجز المواد الصلبة أو الحمأة إلى 2-9 أيام وأزل الرغوة من حوض التهوية والقشدة من المروق الثانوي. لا تسمح بتدوير الرغوة والقشدة في المحطة.

5-4-6- المرشحات الحيوية أو النازة

✶ **تشكل البحرات المائية (تجمعات مياه) على سطح المرشح الناز.**

- صغر أو عدم انتظام أبعاد الوسط المرشح أو تكسر أحجار الوسط المرشح أو ضعف المعالجة الأولية أو شدة نمو وانسلاخ الطبقة الحيوية (الكمخة) من على سطوح الوسط المرشح أو زيادة التحميل العضوي أو تراكم النفايات على الوسط المرشح أو تراكم الديدان والقواقع والاشنيات على سطح المرشح.
- أبدل الوسط المرشح أو صحح عمليات المعالجة الأولية أو شتت النمو الحيوي باستخدام المياه المضغوطة أو بإضافة الكلور أو أوقف عمل المرشح لتجفيفه أو زد معدل الجريان المدور (المعاد) أو اغمر المرشح بالماء لفترة لتليين وإزالة التراكمات أو نظف النفايات أو اغسل الوسط المرشح أو أضف الكلور.

✶ **ذباب على سطح المرشح الناز.**

- النمو الحيوي الزائد أو التحميل الهيدروليكي المنخفض أو التوزيع السيء لالمياه العادمة.
- أزل النمو الحيوي الزائد بالغمر المائي أو باستخدام مياه مضغوطة أو بإضافة الكلور حتى 1 ملغرام/لتر كلور باقي أو استخدم مبيدا حشريا على الجدران ومناطق تكاثر الذباب أو زد معدل تدوير المياه أو نظف فوهات توزيع المياه العادمة على المرشح أو زد معدل الجريان الوارد.

✶ **روائح كريهة في الموقع.**

- التحميل العضوي الزائد أو ضعف التهوية نتيجة انسدادات في المصارف أو نتيجة النمو الحيوي الزائد أو تجمع النفايات على الوسط المرشح أو وصول مياه متعفنة أو مياه عادمة صناعية.
- حافظ على الظروف الهوائية (بتطبيق تهوية قسرية إن لزم الأمر) أو أضف الكلور إلى المياه الداخلة عندما يكون الجريان منخفضا أو زد معدل تدوير المياه أو أضف مادة مؤكسدة أو نظف المصارف من الانسدادات أو زد معدل تدوير المياه أو أزل النفايات من على الوسط المرشح أو اضبط المياه العادمة الصناعية الواردة أو أضف الكلور أو طبق تهوية مناسبة.

✶ **تراكم الجليد على الوسط المرشح الناز في المناطق الباردة.**

- برودة الطقس الشديدة أو عدم انتظام توزيع المياه العادمة على المرشح.
- قلل معدل تدوير المياه أو شغل على نظام مرحلتين على التوازي أو عدل الموزعات لتكبير حجم فقاعات الرذاذ أو أزل الجليد أو قلل عدد المرشحات في الخدمة أو قلل زمن الحجز في وحدات المعالجة الابتدائية والأولية أو عدل الموزعات لتنظيم جريان المياه فوق المرشح.

✶ **عدم انتظام توزيع المياه فوق المرشح الناز**

- انسداد بعض فوهات الموزع أو انخفاض التحميل المائي أو التسربات عند الوصلات.
- نظف فوهات الموزع أو عدل معدل تدوير المياه لتصحيح التحميل المائي أو أبدل أو أصلح حسب الحالة.

✶ **نمو الطحالب والاشنيات والحلزون على سطح المرشح الناز.**

- الطقس الدافئ
- طبق معدلات قصوى لإعادة تدوير المياه وأضف الكلور ليحقق 1 ملغرام / لتر كلور متبقي.

✶ **تباطؤ أو توقف حركة الذراع الموزع الدوار.**

- عدم كفاية الجريان أو انسداد الفوهات كليا أو جزئيا أو أعطال في كراسي التحميل أو ارتخاء أسلاك الدعم أو عدم استقامة الذراع الدوار أو تلامس الذراع الدوار مع الوسط المرشح.
- زد التحميل المائي أو نظف فوهات الموزع أو أبدل المدحرجات أو شد أسلاك الدعم أو أزل جزءا من الوسط المرشح عند مواقع التماس مع الذراع الدوار.

✶ **أوساخ في زيت كراسي التحميل الرئيسية.**
- اهتراء الكتامة أو وصلة التمدد.
- أبدل الكتامة أو أصلح أو أبدل وصلة التمدد حسب الحالة.

✶ **تسرب المياه عند قاعدة الموزع الدوار.**
- اهتراء الكتامة أو وصلة التمدد.
- أبدل الكتامة أو أصلح أو أبدل وصلة التمدد حسب الحالة.

✶ **عدم تأمين الكميات الكافية من مياه التدوير من قبل المضخة.**
- زيادة الحمولة نتيجة احتمال انغلاق بعض المحابس أو الأنبوب أو تعطل المضخة أو المحرك الكهربائي.
- افتح المحابس المغلقة وأزل العوائق إن كان ذلك سبب زيادة الحمولة المائية أو أبدل مادة تملئة المضخة أو زيت كراسي التحميل أو اطرد الهواء خارج صندوق المضخة حسب الحالة أو صحح تركيب الكوابح في المحرك الكهربائي أو زيت كراسي التحميل فيه أو أعد لفه حسب الحالة.

5-4-7- الملامسات الحيوية الدوارة

✶ **انسلاخ زائد للكتلة الحيوية**
- وجود مواد سامة في المياه العادمة أو شدة تحولات pH.
- تحقق من المصدر السام أو استخدم حوض توازن أو اضبط تغيرات pH لإبقائه بين 5 و 10.

✶ **تشكل كتلة حيوية بيضاء على سطوح الملامسات.**
- تحلل المياه العادمة الواردة (H_2S عالي) أو زيادة التحميل العضوي.
- حقق تهوية أولية للمياه العادمة وأضف الأكسجين تحت الملامسات أو أضف نترات الصوديوم أو بيروكساید الهيدروجين لزيادة الأكسجين أو أضف ملامسات دوارة جديدة.

✶ **انخفاض مردود المعالجة.**
- زيادة الحمولة العضوية أو المائية أو القيم الحدية لـ pH (زيادة أو نقصانا) أو انخفاض درجة الحرارة للمياه العادمة الواردة أو كثرة الحلزون والديدان.
- حسن المعالجة الأولية أو أضف وحدات معالجة جديدة أو وازن الجريان بين المفاعلات أو اضبط الجريان الإضافي ومصادر pH للإبقاء على مجاله بين 6.5 و 8.5 للمعالجة الثانوية وبين 8 و 8.5 للنترتة وتأكد هنا أن القلوية تساوي سبعة أضعاف تركيز الأمونيا في المياه الداخلة أو أضف وحدات معالجة جديدة إن كان ذلك ممكنا أو اخرج الوحدة من الخدمة من حين لآخر ونظفها بمحلول كاو.

✶ **تراكم الرواسب في أقنية المفاعل.**
- عدم ملائمة المعالجة السابقة
- أزل المواد المترسبة وحسن عمليات إزالة الجريش والمعالجة الأولية.

✶ **تكاثر الحلزون على سطوح الملامسات.**
- ملاءمة البيئة لهذا النمو أو التحميل المنخفض.
- اخرج الوحدة من الخدمة من حين لآخر ونظفها بمحلول كاو أو بالكلور و/ أو زد سرعة دوران الملامسات أو أعد ترتيب نظام التحميل لزيادة تحميل الملامسات.

✶ **تعطل كراسي التحميل محور الملامسات.**
- قلة الصيانة الدورية.
- زيت كراسي التحميل بشكل دوري ملائم أو أبدل حسب الضرورة.

✶ **زيادة حرارة المحرك الكهربائي.**
- قلة وضعف الصيانة أو عدم التركيب الصحيح لتجهيزات القيادة.
- راقب مستوى الزيت وطبق التزييت بالشكل الملائم أو صحح تركيب تجهيزات القيادة.

5-4-8- برك التثبيت

✶ **نمو طحلبي وعشبي شديد على سطح وأرضية البركة.**
- ضعف التدوير أو قلة الصيانة أو ضحالة المياه في البركة.
- أزل الأعشاب يدويا أو بالقص أو خفض منسوب المياه في البركة واحرق الأعشاب أو ارفع منسوب المياه في البركة لإغراق الأعشاب أو استخدم القارب لدفع الأعشاب الطويلة إلى منطقة يمكن إزالتها عندها أو

استخدم مبيدا عشبيا مسموحا أو ضع رقائق لتبطين قاع البركة أو اجعل قاعها كتيما أو تأكد من أن عمق الماء في البركة لا يقل عن متر واحد.

✶ **جحور حيوانات في أطراف (جوانب) البركة.**

- الظروف الملائمة لجذب هذه الحيوانات.
- أزل الظروف الملائمة لجذب الحيوانات وخاصة بإزالة مصدر غذائها من السطوح أو خفض وارفع منسوب المياه لمرات عديدة متتابعة لمدة أسبوع لكشف وإغراق الجحور.

✶ **تشكل خبث على سطح البركة.**

- طوفان الحمأة من القاع إلى السطح أو وجود زيوت وشحوم في المياه العادمة الداخلة.
- شتت الخبث باستخدام أمشاط طويلة الأذرع أو باستخدام مياه مضغوطة أو باستخدام القارب لتسهيل إعادة ترسيبها واقشد الكميات الباقية على السطح إلى موقع محدد ليتم إزالتها منه.

✶ **نمو الطحالب الزرقاء – الخضراء على سطح البركة.**

- ضعف المعالجة أو التحميل الزائد أو عدم توفر المغذيات المساندة بشكل ملائم.
- أضف سلفات النحاس بمعدل 0.5 كيلوغرام لكل 1000 متر مكعب أو شتت الطحالب يدويا.

✶ **روائح كريهة في الموقع.**

- زيادة التحميل أو ضعف تدوير الجريان أو ورود مياه عادمة صناعية أو تشكل ظروف لا هوائية أو نمو الطحالب.
- شتت وأعد خلط الحمأة المتحللة والخبث لإعادتهما إلى الحالة المعلقة في المياه أو استخدم وحدات إضافية إن توفرت أو أضف نترات الصوديوم أو أضف الكلور إلى الجريان الداخل أو اعد تدوير المياه بنسبة واحد الى ستة أو ركب أجهزة تهوية سطحية أو اضبط ورود المياه العادمة الصناعية أو المتحللة أو شتت واخلط الحمأة المتحللة والخبث مع مياه البركة أو استخدم وحدات إضافية إن توفرت.

✶ **نمو الحشرات في البركة.**

- ضعف تدوير الجريان أو الصيانة.
- أزل الأعشاب والخبث لتسهيل تشكل الأمواج أو أضف الأسماك الى البركة أو أضف مبيدا حشريا كإجراء أخير وبشكل مراقب ومسموح.

✶ **عدم ثبات منسوب المياه في البركة.**

- التسربات أو الرشح في التربة أو التبخر.
- استخدم غضار البنتونايت لمنع التسرب.

✶ **تلوث المياه الجوفية.**

- التسرب.
- استخدم غضار البنتونايت أو الرقائق المبطنة لإيقاف التسرب.

✶ **نقص الأكسجين المذاب في البركة إلى أقل من 3 ملغرام في اللتر في الطقس الحار.**

- النمو الطحلبي وقلة اختراق الضوء للمياه في البركة أو انخفاض زمن الحجز المائي أو التدوير الضعيف للمياه أو وجود كبريتيد الهيدروجين في المياه الداخلة إلى البركة أو التحميل العضوي العالي أو وصول فضلات صناعية أو سامة أو قلة الرياح في الموقع.
- أزل الأعشاب الطافية أو زد مدة الحجز المائي أو أضف مراوح تهوية سطحية أو نترات الصوديوم أو اضبط المصادر شديدة الحمولة أو شغل البرك على التوازي أو اقطع الأشجار قرب البركة لتسهيل وصول الهواء إليها.

✶ **معالجة غير كاملة.**

- زيادة التحميل الناجم عن قصر الدارة أو المياه العادمة الصناعية (قيم حدية للاس الهيدروجيني pH) أو صغر البركة أو استقبال كميات زائدة عن الاستيعاب أو الطقس غير الملائم أو فقدان الطحالب من البركة.
- صحح أي قصر دارة أو امنع دخول المياه العادمة السامة (pH يجب أن يكون في المجال 8–8.4) أو طبق معالجة على التوازي أو أعد تدوير المياه الخارجة أو أضف تهوية ميكانيكية سطحية.

✶ **تحول البركة من الظروف الاختيارية إلى الظروف اللاهوائية.**

- زيادة التحميل أو ورود مواد سامة أو قصر الدارة.
- غير نظام التشغيل من التسلسل إلى التوازي لتجزيء الحمولة أو عدل مواقع الدخول والخروج لإلغاء قصر الدارة أو أضف التهوية الميكانيكية و / أو أعد تدوير جزء من المياه الخارجة.

✶ **تدني نوعية المياه الخارجة من البركة.**

- زيادة التحميل العضوي أو انخفاض درجة الحرارة أو ورود مواد سامة أو تناقص حجم البركة نتيجة تراكم الحمأة أو تعطل تجهيزات التهوية (في حال وجودها) أو زيادة العكر نتيجة وجود الطحالب أو الخبث أو قلة اختراق الضوء نتيجة النمو النباتي.

- أضف تهوية ميكانيكية و / أو أعد تدوير جزء من المياه الخارجة أو شغل البرك على التسلسل أو اضبط مصدر المواد السامة أو زد تواتر إزالة الحمأة أو اصلح تجهيزات التهوية أو شتت التراكمات على سطح الماء في البركة أو أزل جزءا من النمو النباتي على فترات منتظمة.

5-4-9- إزالة الأغذية المساندة:

★ **تراكيز الملوثات في المياه الصادرة عن المفاعل هي كالتالي:**

NH_4-N < 2 mg/l ; TP < 2 mg/l ; NO_3-N > 7 mg/l

- نقص معدل إعادة الدوران Recirculation بين المنطقتين الهوائية واللاأكسجينية أو زيادة الأكسجين المذاب في المنطقة اللاأكسجينية عن 2 ملغرام/لتر.
- دقق معدل إعادة الدوران بين المنطقتين الهوائية واللاأكسجينية وزد المعدل إن كان ذلك ضروريا، أو قلل الأكسجين المذاب في المنطقة اللاأكسجينية إلى أقل من 2 ملغرام/لتر.

★ **تراكيز الملوثات في المياه الصادرة عن المفاعل هي كالتالي:**

NH_4-N < 2 mg/l ; TP < 2mg/l ; BOD_5 > 30 mg/l ; NO_3-N < 2mg/l

- عدم ملاءمة كميات المواد الكيميائية المضافة.
- دقق معدل تغذية المواد الكيميائية المضافة لإضافة مواد عضوية إلى المنطقة اللاأكسجينية.

★ **تراكيز الملوثات في المياه الصادرة عن المفاعل هي كالتالي:**

NH_4-N < 3 mg/l ; TP < 2mg/l ; BOD_5 > 25 mg/l ; NO_3-N < 5mg/l

- عدم ملاءمة الأكسجين المذاب في المنطقة الهوائية.
- دقق الأكسجين في المنطقة الهوائية حيث يجب أن يكون أكبر من 2 ملغرام/لتر.

5-4-10- النترتة Nitrification

★ **تناقص الاس الهيدروجيني pH في منظومة النترتة مع تناقص في النترتة.**

- كميات غير كافية من الكلس المضاف لموازنة استهلاك (تهديم) القلوية خلال النترتة.
- أضف كميات أكثر من الكلس أو هيدركسيد الصوديوم اذا كانت القلوية أقل من 20 ملغرام/لتر.
- كمية الكلس غير كافية للمحافظة على الاس الهيدروجيني من التناقص نتيجة إضافة بعض المواد الكيميائية لإزالة الفوسفور.
- أضف كميات أكبر من الكلس اذا كان pH منخفضا جدا أو القلوية أقل من 50 ملغرام/لتر.
- فضلات حمضية أو مواد سامة في المياه الواردة.
- تحكم في المياه العادمة الصناعية أو في المواد السامة الواردة.

★ **عدم القدرة على النترتة الكاملة وارتفاع مستوى الأمونيا في المياه الخارجة إلى قيم عالية جدا.**

- انخفاض الأكسجين المذاب.
- زد التهوية (DO في حوض التهوية يجب أن يكون أكبر من 2 ملغرام/لتر) أو انقص التحميل في حوض النترتة.
- درجات حرارة منخفضة.
- انقص التحميل على حوض النترتة.
- زيادة في حمولات النتروجين اليومية الإجمالية للمياه الواردة.
- أدخل وحدات نترتة إضافية أو عدل المعالجة الأولية (المسبقة) لإزالة كميات أكبر من النتروجين.
- مدة مكوث الحمأة في وحدات النترتة منخفض جدا.
- أنقص الحمولة على وحدات النترتة أو انقص سحب الحمأة من وحدة النترتة لزيادة مدة مكوث الحمأة إلى 10 – 15 يوما (حسب درجة الحرارة).
- انخفاض القلوية.
- زد القلوية، شغل الجزء الأول من حوض النترتة في الحالة اللاأكسجينية إن كان ذلك ممكنا لرفع القلوية أو أضف مياه عادمة خام مرسبة إلى وحدة النترتة لانتاج مواد صلبة حيوية.
- زيادة تركيز الأمونيا الأقصى الساعي على الأكسجين المتاح.
- أنشيء حوض تعادل الجريان للإقلال من التراكيز القصوى للامونيا أو زد كمية الأكسجين المتاح.

★ **مؤشر الحمأة الحجمي (SVI) في النترتة عال جدا في المنظومة بمرحلتين.**

- حدوث النترتة في المرحلة الأولى.
- انقل الحمأة من المرحلة الاولى الى الثانية وحافظ على مدة مكوث الحمأة لفترة أقل في المرحلة الأولى.

★ **قابلية ترسيب بطيئة لمواد المزيج الحيوي المواد الصلبة العالقة في المزيج الحيوي.**

- وجود مواد سامة.
- اضبط وصول المياه العادمة الصناعية إلى المحطة.

✶ **ندف دبوسية في المياه الخارجة من المروق.**

- مدة طويلة لبقاء الحمأة في المنظومة.
- أنقص مدة بقاء الحمأة في المنظومة بزيادة سحب الحمأة (الحمأة المصرفة).

5-4-11- إزالة النترات

✶ **زيادة قيمة الطلب الأكسجيني الحيوي الكيميائي في المياه الخارجة.**

- ميثانول كثير جدا أو وجود أية مواد أخرى متطلبة للأكسجين.
- انقص الميثانول أو المواد المشابهة الأخرى أو حسن أسلوب إضافة الميثانول.

✶ **تزايد النترات في المياه الخارجة.**

- عدم كفاية كميات الميثانول المضاف.
- صحح إلى الكمية المناسبة.
- قيم حدية لـ pH خارج المجال 7 – 7.5 بسبب نقصان pH في مرحلة النترتة.
- أضف القلوية (كلس أو هيدروكسيد الصوديوم) إلى مرحلة النترتة.
- فقدان المواد الصلبة من مرحلة النترتة بسبب عدم انتظام عملية إعادة الحمأة.
- زد معدل إعادة الحمأة وانقص معدل سحب الحمأة (الحمأة المصرفة) وحول الحمأة من الوحدة الكربونية إلى وحدة مزيل النترات.
- خلط شديد يؤدي إلى إدخال الهواء.
- أوقف عمل الخلاطات جزئيا أو كليا للإقلال من الاضطراب.

✶ **زيادة ضياع الحمولة عبر وحدات إزالة النترات ذات السرير المرشح.**

- تراكم زائد للمواد الصلبة على أو ضمن السرير المرشح.
- أنجز غسيلا عكسيا شاملا كما يجب إجراء الغسيل العكسي اذا كان المرشح خارج الخدمة لـ 24 ساعة أو أكثر.
- تراكم غاز النتروجين وانسداد المرشح.
- اغسل عكسيا طبقة الترشيح لفترة قصيرة (1-2 دقيقة) ثم أرجعه إلى الخدمة.

5-4-12- الترويق (الترسيب) الثانوي أو النهائي

✶ **قيم عالية للمواد الصلبة المعلقة و / أو الطلب الأكسجيني الحيوي الكيميائي في المياه الخارجة من المروق.**

- انسلاخ زائد للكمخة (الكتلة الحيوية الرقيقة) من المرشح الناز أو الملامسات الدوارة بسبب التغيرات في الطقس.
- أضف بولمر إلى المياه الداخلة إلى المروق.
- انسلاخ زائد للكمخة الحيوية من المرشح الناز أو الملامسات الحيوية الدوارة بسبب التحميل العضوي الشديد.
- زد معدل الجريان السفلي من المروق.
- انسلاخ زائد للكمخة الحيوية من المرشح الناز أو الملامسات الحيوية الدوارة بسبب pH أو المواد السامة.
- حافظ على قيمة الأس الهيدروجيني للمياه بين 6.5 – 8.5 واضبط مصدر المواد السامة في المياه الواردة إلى المحطة.
- ازالة النترات في المروق.
- زد معدل الجريان السفلي من المروق أو زد التحميل على المرشح الناز أو الملامسات الحيوية الدوارة وأزل أو شتت أية تجمعات للحمأة.
- زيادة الحمولة المائية على المروق.
- قلل معدل إعادة التدوير خلال فترات الجريان الاعظمي.
- سوء عمل التجهيزات في المروق.
- أبدل أو اصلح المعدات حسب الحالة.
- قصر دارة الجريان عبر المروق.
- اصلح وضع هدارات المياه الخارجة و/أو ركب حواجز تهدئة.
- نمو غير مرغوب على المرشح الناز أو الملامسات الحيوية الدوارة.
- أضف الكلور إلى المرشح أو الملامسات الحيوية الدوارة للتخلص من النمو غيرالمرغوب.

✶ **حمأة صاعدة في المروق.**

- نمو العضويات المجهرية الخيطية في الحمأة المنشطة (حمأة منتفخة).
- زد الأكسجين المذاب في حوض التهوية اذا كان اقل من 2 ملغرام/لتر أو زد قيمة الأس الهيدروجيني إلى 7 أو عدل النقص في المغذيات المساندة (N, P, K) أو نسبة BOD إلى المغذيات المناسبة والتي يجب أن تحقق العلاقة BOD/N/P/K = 100/5/1/0.5 حيث يجب إضافة المغذي المساند المناسب حسب اللزوم أو أضف الكلور حتى 50 ملغ/لتر أو بيركساید الهيدروجين حتى 200 ملغرام/لتر إلى الحمأة المعادة ليصبح دليل حجم الحمأة SVI أقل من 150، أو زد زمن بقاء الحمأة MCRT, SRT في المنظومة أو زد معدل إعادة الحمأة أو أضف مساعد ترسيب كالبولمر.
- إزالة النترات حيث يلتصق النتروجين الغازي أثناء انطلاقه من المروق بذرات الحمأة.
- أنقص مدة الحجز المائي في أحواض التهوية بإخراج أحد الأحواض من الخدمة وذلك بغية إنقاص النترتة أو قلل تركيز المواد الصلبة المعلقة في المزيج الحيوي MLSS بزيادة سحب (تصريف) الحمأة بغية زيادة التحميل العضوي والإقلال من النترتة.
- تهوية زائدة.
- أنقص التهوية اذا كان تركيز الأكسجين المذاب في حوض التهوية يزيد عن 4 ملغرام/لتر.
- حمأة متحللة بسبب عدم إزالة الحمأة بالسرعة الكافية من المروق.
- زد معدلات إعادة الحمأة المنشطة المعادة لإنقاص مدة بقائها في المروق و/أو أضف مادة مؤكسدة كالكلور أو بيركساید الهيدروجين.

✶ **وجود ندف دبوسية (دقيقة) في المياه الصادرة عن المروق.**

- مزج شديد في حوض التهوية.
- قلل معدل المزج في حوض التهوية.
- تهوية زائدة في حوض التهوية تجعل الأكسجين المذاب فيه أكبر من 4 ملغرام/لتر.
- انقص معدل التهوية في حوض التهوية وزد صرف الحمأة لتخفيض مدة بقائها في المنظومة.
- ظروف لاهوائية في حوض التهوية تجعل DO فيه أقل من 2 ملغرم/لتر.
- زد معدل التهوية في حوض التهوية.
- حمولة صدمة سامة كاحتمال ورود مياه عادمة صناعية شديدة.
- اضبط المواد السامة الواردة وأضف حمأة منشطة مناسبة من محطة معالجة أخرى في حوض التهوية أو أضف عضويات مجهرية مجففة في حوض التهوية.
- زمن بقاء الحمأة SRT في المنظومة طويل جدا.
- زد معدل صرف الحمأة الزائدة لتقليل مدة بقاء الحمأة في المنظومة.
- قصر دارة في المروق.
- تحقق من تسوية هدار الخروج.

✶ **فقدان طبقة الحمأة الراسبة (حجاب الحمأة) من المروق.**

- تهوية غير كافية تجعل لون الماء قاتما في أحواض التهوية.
- زد معدل التهوية في حوض التهوية أو انقص التحميل المائي بإدخال حوض تهوية إضافي في الخدمة إن أمكن ذلك أو دقق أنابيب التهوية لاحتمال انسدادها أو انغلاق بعض الصمامات (المحابس) أو نظف النوافث المسدودة.

✶ **انسكاب الحمأة على طول هدار الخروج في المروق.**

- عدم ملاءمة معدل إعادة الحمأة.
- ادخل مضخة أخرى في الخدمة في حال تعطل المضخة العاملة أو زد معدل ضخ الحمأة المعادة وراقب حجاب الحمأة (الحمأة الراسبة) وحافظة على سماكته بين 0.3 و 1 متر أو نظف أنبوب الحمأة المعادة اذا كان مسدودا.
- زيادة التحميل المائي لأحد المروقات الثانوية بسبب عدم انتظام توزيع الجريان على المروقات.
- عدل تجهيزات التحكم بالجريان إلى المروقات لموازنة الكميات الواردة إليها.

✶ **انسكاب الحمأة فوق جزء من هدار الخروج في المروق.**

- توزيع غير منتظم للجريان ضمن المروق.
- صحح مستوى هدار الخروج.

✶ **تركيز الحمأة المعادة من المروق قليل جدا (أقل من 8000 ملغرام مواد صلبة /لتر).**

- زيادة معدل إعادة الحمأة.
- أنقص معدل إعادة الحمأة.

✶ **حمأة طافية على السطح**.
- انتفاخ الحمأة الناجم عن العضويات المجهرية الخيطية في المزيج الحيوي.
- زد الأكسجين المذاب في أحواض التهوية إلى أكثر من 1 ملغرام/لتر.

✶ **اتساخ (قذارة) هدار الخروج**.
- زد تواتر تنظيف هدار الخروج.

✶ **جهد لي (فتل) شديد على كاشط الحمأة من القاع**.
- حمولة زائدة على الكاشط.
- أصلح أو أبدل الأجزاء المعطلة أو زد تواتر تشغيل الكاشط أو فرغ الحوض للبحث عن عوائق كبيرة محتملة تعيق عمل الكاشط.

✶ **انفصال (تجزء) الندف في المروق**.
- وجود مياه عادمة سامة أو حمضية.
- اضبط تصريف المياه العادمة الصناعية الواردة.
- ظروف لاهوائية في حوض التهوية.
- زد الأكسجين المذاب في حوض التهوية.
- زيادة التحميل على حوض التهوية.
- أدخل أحواض تهوية إضافية في الخدمة إن كان ذلك ممكنا.
- عجز في المغذيات المساندة.
- عوض العجز بإضافة مركبات كيميائية مناسبة.

✶ **حمأة مضطربة.**
- أمواج مائية.
- اعمل على تخفيف الأمواج المائية.
- تيارات مائية ذات كثافة مختلفة ضمن الحوض.
- حافظ على عمق حجاب الحمأة (الحمأة الراسبة) منخفضا قدر الإمكان.
- سرعة القاشط.
- انقص سرعة القاشط.

5-4-13- الامتزاز الكربوني

✶ **زيادة ضياع الحمولة خلال طبقات التماس**.
- عكر شديد للمياه الواصلة إلى طبقات التماس.
- اغسل عكسيا وحسن المعالجة المسبقة.
- نمو وتراكم المواد الصلبة الحيوية في طبقات التماس.
- اغسل عكسيا بتواتر أكبر وحسن إزالة الطلب الأكسجيني الحيوي الكيميائي القابل للانحلال في الوحدة.
- تراكم ذرات ناعمة من الكربون.
- أزل التراكم الكربوني الناعم بالغسيل، ويمكن إن يلزم إبدال الكربون بنوع أقسى.
- انسداد مصافي المدخل والمخرج.
- اغسل عكسيا المصافي.

✶ **تشكل كبريتيد الهيدروجين في طبقات التماس**.
- انخفاض الأكسجين المذاب و/أو وجود النترات في المياه الداخلة إلى طبقات التماس.
- حافظ على الظروف الهوائية في طبقات التماس وحسن تخفيض الطلب الأكسجيني الحيوي الكيميائي القابل للانحلال قبل الوصول إلى الوحدة.
- زيادة فترة التماس.
- انقص فترة التماس بإخراج طبقة تماس أو اكثر من الخدمة.

✶ **تناقص قدرة الكربون على إزالة الطلب الأكسجيني الكيميائي.**
- استنزاف الكربون.
- أبدل أو أعد تأهيل الكربون.

5-4-14- الترشيح

✶ **ضياع حمولة شديد عبر طبقة الترشيح (تدني سرعة الترشيح).**
- انسداد ملحوظ في مسامات الوسط المرشح (مقاومة عالية عبر المرشح)

- أوقف المرشح عن الخدمة وقم الغسيل العكسي.
- غازات وفقاعات هوائية محتجزة في الوسط المرشح.
- أوقف المرشح عن الخدمة واغسله عكسيا ببطء لتحاشي تعطيل المرشح بسبب الهواء المندفع.

✶ **فاقد حمولة شديد عبر سرير المرشح بعد الغسيل العكسي مباشرة.**
- سرعة الغسيل العكسي الزائدة أو الغسيل العكسي غير الكافي.
- اغسل المرشح عكسيا لفترات زمنية أطول و/أو زد سرعة جريان الغسيل العكسي.
- عدم فعالية منظومتي الغسيل العكسي أو الهواء المخلخل.
- أصلح حسب الحالة.

✶ **تراكم سريع على سطح المرشح وزيادة ضياع الحمولة عبره.**
- عدم كفاية الترويق قبل الترشيح.
- حسن أداء المعالجة المسبقة.
- زيادة جرعات البولمر المساعد على الترشيح.
- اضبط كميات البولمر المساعد على الترشيح.
- غسيل سطحي و/أو غسيل عكسي غير ملائمين.
- حسن عمليات الغسيل السطحي و/أو العكسي حسب الحالة.

✶ **دورات قصيرة لعمل المرشح.**
- ضياع حمولة عال نتيجة التراكم السطحي.
- أبدل الوسط المرشح باستخدام وسط مضاعف أو أكثر.
- زيادة جرعة البولمر المساعد على الترشيح المضاف.
- أنقص جرعة البولمر المضاف.
- مواد صلبة واردة إلى المرشح.
- حسن المعالجة السابقة (الترويق).
- تعطل عمل منظومة الغسيل السطحي.
- أصلح منظومة الغسيل السطحي.
- عدم كفاية دورة عمل الغسيل السطحي.
- زد فترة الغسيل السطحي.

✶ **عكر شديد في المياه الداخلة.**
- الحاجة إلى غسيل عكسي.
- أوقف عمل المرشح واغسله عكسيا.
- عدم ملاءمة المعالجة السابقة أو ورود مواد كيميائية إلى المحطة.
- حسن المعالجة السابقة أو صحح عيار المواد المخثرة إن وجدت.

✶ **مياه عكرة خارجة من المرشح وانخفاض ضياع الحمولة.**
- عدم كفاية عيار البولمر المساعد على الترشيح.
- زد عيار البولمر.
- سوء عمل منظومة تغذية المادة المخثرة.
- اصلح وحدات تغذية المواد الكيميائية.
- تغير في الطلب على المادة المخثرة.
- عدل عيار المادة المخثرة بالاستناد إلى التجربة المخبرية.

✶ **تشكل كرات من الطين.**
- عدم ملاءمة الغسيل العكسي والغسيل السطحي.
- زد معدل جريان الغسيل العكسي وحسن الغسيل السطحي، فرغ المرشح وأزل كرات الطين بالماء المضغوط وأمشاط التنظيف.

✶ **تزحزح طبقة الحصى التي يستند عليها الوسط المرشح.**
- تسرب الهواء إلى المصارف السفلية للمرشح خلال الغسيل العكسي.
- أبدل الوسط المرشح اذا كانت الإزاحة كبيرة.

✶ **ضياع جزء من الوسط المرشح خلال الغسيل العكسي.**
- غسيل عكسي شديد.
- انقص شدة الغسيل العكسي.
- جريان سطحي شديد.

- انقص زمن الغسيل السطحي، يجب ايقاف الغسيل السطحي قبل انتهاء الغسيل العكسي بدقيقتين.

✶ **انسدادات بالهواء وبالتالي فاقد حمولة منذ بدء الترشيح.**

- تعرض المياه الداخلة إلى المرشح والحاوية على اكسجين مذاب قرب الاشباع إلى ضغط أقل من الضغط الجوي في المرشح.
- اغسل عكسيا بتواتر أكبر وجريان أقل وزمن أقل.
- انخفاض مستوى المياه في المرشح أو تشغيله جافا.
- حافظ على المستوى الاعظمي للمياه في المرشح.

✶ **صعوبة تنظيف المرشح خلال الطقس الدافئ.**

- تناقص لزوجة مياه الغسيل العكسي بسبب ارتفاع درجة الحرارة.
- زد معدل الغسيل العكسي حتى الوصول إلى الانتفاخ المرغوب لطبقة الترشيح خلال الغسيل العكسي.

✶ **ازدياد نسبة مياه الغسيل العكسي إلى الجريان الاجمالي فوق 5 %.**

- مواد صلبة واردة إلى المرشح.
- حسن المعالجة السابقة للترشيح.
- جرعة عالية جدا للبولمر المساعد على الترشيح.
- انقص جرعة البولمر المساعد على الترشيح.
- تعطل منظومة الغسيل السطحي.
- اصلح منظومة الغسيل السطحي.
- قصر دورة عمل الغسيل السطحي (تواتر العمل عال).
- زد دورة عمل الغسيل السطحي.
- فترة الغسيل العكسي أطول من اللازم.
- أنقص فترة الغسيل العكسي.

✶ **انسداد سطح الوسط المرشح.**

- زيادة عيار البولمر المساعد على الترشيح.
- اضبط عيار البولمر المساعد على الترشيح ونظف الوسط المرشح اذا تراكم البولمر فيه.

✶ **فوران أو فقدان الوسط المرشح خلال الغسيل العكسي، أو جريان مياه الغسيل العكسي على شكل أقنية خلال الوسط المرشح بدلا من التوزيع المنتظم.**

- زيادة معدل الغسيل العكسي أو انكسار منظومة توزيع مياه الغسيل العكسي أو انسدادات أو انكسارات في منظومة المصارف السفلية.
- قلل معدل الغسيل العكسي أو اصلح منظومة المصارف السفلية وعوض الوسط المرشح المفقود.

✶ **ازدياد عكر المياه الراشحة وازدياد الطلب على الكلور.**

- عدم ملاءمة المعالجة الكيميائية السابقة.
- عدل جرعة المادة المخثرة وحسن المعالجة السابقة، أنقص معدل الترشيح أو ابدأ بإضافة البولمرالمساعد على الترشيح، زد جرعة الكلور.

5-4-15- التعقيم بالكلور

✶ **فقدان ضغط غاز الكلور في الحاقن.**

- نفاد الكلور.
- انتقل إلى أسطوانة كلور أخرى مليئة.
- صمام (محبس) اسطوانة الكلور مغلق.
- افتح صمام اسطوانة الكلور.
- انسداد المرشح أو صمام إنقاص الضغط.
- نظف المرشح أو اصلح صمام إنقاص الضغط.

✶ **انخفاض ضغط غاز الكلور عند الحاقن.**

- عدد غير كاف من الاسطوانات الموصولة الموضوعة في الخدمة.
- اربط عددا كافيا من الاسطوانات في الخدمة بحيث لا يزيد معدل الطلب (التغذية) على معدل السحب المسموح.
- عائق بين الاسطوانات وحاقنات الكلور.
- أزل العائق (أحيانا جليد متراكم) ونظف واصلح حسب اللزوم.

✶ **الحاقن لا يعطي الكلور.**
- أوساخ في صمام تخفيض الضغط في المكلور.
- فك المكلور ونظف جذعه وقاعدته.
- عطل في الحاقن.
- اصلح الحاقن ونظف الأنابيب.
- عدم وجود الكلور.
- زد الكلور.

✶ **تسرب غاز الكلور.**
- أسباب مختلفة.
- حدد مكان التسرب بواسطة قارورة امونيا حيث ستتشكل فقاعات بيضاء عند موقع التسرب ثم اصلح سبب التسرب والبس تجهيزات الوقاية الشخصية اللازمة أثناء ذلك.

✶ **مناطق باردة أو متجمدة على منظومة التغذية.**
- إعاقات في خط التغذية.
- اصلح حسب الحالة.
- معدل سحب عال جدا.
- قلل معدل السحب أو ادخل اسطوانات كلور إضافية في الخدمة.

✶ **سائل ضمن المانومتر (لقياس الضغط) أو مانومتر متجمد.**
- مبخر معطل.
- اصلح المبخر.
- معدل التغذية عالي جدا.
- انقص معدل التغذية أو ادخل مكلور آخر في الخدمة.
- عائق في فوهة المانومتر.
- نظف الأنابيب.

✶ **ضباب حول المبخر.**
- تعطل المبخر أو قلة استطاعته.
- اصلح المبخر أو أدخل مكلور آخر في الخدمة.

✶ **حرارة منخفضة على المبخر.**
- تعطل المسخن.
- ركب مسخنا جديدا.

✶ **عدم الحصول على أقصى تغذية ممكنة من المكلور.**
- ضغط غير كاف للكلور.
- زد الضغط بإضافة اسطوانات جديدة في الخدمة أو إبدال الاسطوانات الفارغة في الخدمة الى أخرى جديدة.
- انسداد حاقن الماء.
- نظف الحاقن.
- تسرب في صمام تخفيف الانفراغ.
- افصل صمام تخفيف الانفراغ واعد ضبط كافة النوابض.
- تسربات في منظومة المكلور.
- أصلح التسربات حسب الحالة.
- حاقن معطل.
- أصلح منظومة الحاقن.
- عوائق في التغذية أو تسربات.
- أصلح العوائق أو التسربات حسب الحالة.
- فوهة غير مناسبة.
- ركب فوهة مناسبة.

✶ **قراءة منخفضة لانفراغ الحاقن.**
- حاقن عليه أوساخ أو يوجد عائق في الجريان.
- نظف الحاقن أو عدل فوهته.
- ضغط منخفض أو ضغط عالي أو ضغط راجع.
- اغلق العنق أو افتح العنق أو أبدل و/أو زد تغذية الماء إلى الحاقن.

✶ **وصلات غير كتيمة**
- حلقة (طوق) الكتامة معطلة أو مفقودة.
- أصلح أو ركب حلقة الكتامة.

✶ **حاقن الكلور لا يضبط معدلات التغذية المنخفضة**
- عطل في صمام تخفيف ضغط الكلور.
- نظف أنبوبة صمام تخفيف الضغط والوصلات.

✶ **زيادة في مستوى العصيات الجرثومية.**
- كلور متبقي قليل في المياه المكلورة.
- زد عيار الكلور.
- ازدياد الطلب على الكلور.
- حسن المعالجة السابقة و/أو زد جرعة الكلور.
- مزج غير تام في غرفة التماس.
- ضع حواجز تهدئة في غرفة التماس أو أضف خلاطا.
- تراكم المواد الصلبة في غرفة التماس.
- أوقف استخدام الغرفة ونظفها.
- تموجات واضطرابات في الجريان.
- حقق جريانا منتظما ومستقرا.
- نافث مسدود.
- نظف النافث.
- زمن التماس غير كاف.
- خفض معدل جريان الماء الداخل إلى غرفة التماس.

✶ **انخفاض الكلور المتبقي في المياه المكلورة.**
- طلب زائد على الكلور.
- حسن المعالجة السابقة و/أو زد جرعة الكلور.
- تراكم المواد الصلبة في غرفة التماس.
- أوقف عمل غرفة التماس ونظفها.
- تغير معدل الجريان.
- عدل الجرعة لتتوافق مع الجريان.
- أعطال في تجهيزات التغذية.
- أصلح تجهيزات التغذية.
- حدوث نترتة جزئية.
- أصلح العملية لإيقاف النترتة.

✶ **زيادة الكلور الباقي (المتبقي) في المياه المكلورة.**
- تناقص الطلب على الكلور.
- خفض جرعة الكلور المضاف.
- تغير في معدل الجريان أو زيادة في تغذية الكلور.
- عدل الجرعة لتتوافق مع التدفق، أو انقص معدل تغذية الكلور.

5-4-16- التكثيف بالترسيب الثقالي

✶ **رائحة كريهة، حمأة صاعدة.**
- ضخ الحمأة المكثفة منخفض جدا وسماكة الحمأة المتراكمة اكثر من 1.2 متر.
- زد معدل السحب للحمأة المكثفة.
- معدل الانسكاب من المكثف منخفض جدا ويقل عن 25 متر مكعب /متر مربع/يوم.
- زد معدل الجريان الداخل (أعد التدوير من المروق الثانوي أو أضف مياه تخفيف إن كان ذلك ضروريا).
- مياه عادمة متعفنة.
- أضف الكلور أو مؤكسد آخر للمياه الداخلة لتأمين كلور متبقي قدره 1 ملغرام/لتر في المياه الخارجة.
- لوح مجمع الحمأة مكسور.
- أصلح حسب الضرورة.

✶ **الحمأة المكثفة رقيقة جدا.**

- معدل الانسكاب عالي جدا يزيد عن 32 متر مكعب/متر مربع / يوم.
- أنقص معدل ضخ المياه الداخلة.
- معدل السحب السفلي (للحمأة) عالي جدا.
- أنقص معدل سحب الحمأة وحافظ على سماكة الحمأة المتراكمة بمقدار 0.6 – 0.9 متر على الأقل.
- قصر دارة الجريان ضمن الحوض.
- اضبط تسوية هدار الخروج واصلح أو أعد توقيع حواجز المدخل.

✶ **جهد زائد على قاشط الحمأة.**
- تراكم شديد للحمأة.
- شتت الحمأة أمام القاشط بواسطة قضبان معدنية أو نوافير مائية مضغوطة وزد معدل سحب الحمأة.
- أجسام غريبة وثقيلة معيقة للمجمع.
- أزل العوائق على القاشط بواسطة قضيب مزود بخطاف أو فرغ المكثف وأزل العوائق يدويا
- تركيب غير ملائم للقاشط.
- اضبط توقيع المجمع.

✶ **ذرات ناعمة من الحمأة في المياه الخارجة.**
- زيادة الحمأة المصرفة (المسحوبة من المروق) المحولة إلى المكثف.
- أنقص نسبة الحمأة المنشطة المصرفة إلى المكثف أو عالجها بإضافة بعض المواد المخثرة قبل التكثيف.

✶ **تموج واضطرابات في الجريان.**
- دورات عمل مضخات الدخول.
- عدل دورة عمل المضخات. انقص الجريان وزد زمن الضخ.

✶ **نمو زائد على سطوح هدار الخروج.**
- تنظيف غير ملائم.
- نظف السطوح بتواتر اكبر أو أضف محلول كلور ممدد.

✶ **ضجيج أو زيادة حرارة الوصلات أو كراسي التحميل.**
- اهتراء زائد، توقيع غير ملائم أو تزييت غير ملائم.
- أبدل التجهيزات المهترئة، اضبط توقيع التجهيزات أو زيت حسب اللازم.

✶ **تسرب الزيت.**
- أعطال في الكتامة.
- أبدل حشوة منع التسرب.

✶ **حمولة زائدة على المضخة.**
- التركيبات مشدودة جدا أو أنابيب الحمأة مسدودة أو أوساخ في المضخة.
- أضبط التركيبات أو نظف الأنابيب أو المضخة حسب الحالة.

5-4-17- التكثيف بالتعويم بالهواء المذاب

✶ **الحمأة المكثفة رقيقة جدا.**
- ازدياد سرعة القاشد.
- عدل سرعة القاشد.
- الوحدة محملة فوق طاقتها.
- أوقف تغذية الحمأة وانتظر لتقوم الوحدة بترويق محتواها.
- جرعة البولمر منخفض جدا أو نسبة الهواء إلى المواد الصلبة عالية.
- عدل الجرعة حسب المطلوب أو انقص جريان الهواء إلى منظومة إشباع الهواء بالضغط.

✶ **هواء مذاب قليل (الحمأة الطافية رقيقة جدا).**
- مضخة إعادة التهوية مغلقة أو مسدودة أو لا تعمل كما يجب.
- أصلح الوضع حسب الحالة.
- تعطل منظومة تغذية الهواء أو انسداد الحاقن.
- أصلح الوضع حسب اللازم أو نظف الحاقن.

✶ **المواد الصلبة في المياه الخارجة زائدة عن المعدلات المقبولة.**
- الوحدة محملة بشدة أو عيار البولمر عال جدا.
- أوقف تغذية الحمأة وانتظر لتقوم الوحدة بترويق محتواها أو عدل جرعة البولمر حسب اللازم.
- القاشد معطل أو بطيء الحركة.

- أصلح أو عدل سرعة القاشد.
- نسبة الهواء إلى المواد الصلبة منخفضة.
- زد جريان الهواء إلى منظومة الإشباع بالضغط.

✶ **معدل صعود المواد الصلبة منخفض جدا**
- الوحدة محملة بشدة أو الهواء المذاب قليل.
- أوقف تغذية الحمأة وانتظر لتقوم الوحدة بترويق محتواها أو اصلح أو نظف منظومة تغذية الهواء.
- عيار البولمر منخفض جدا.
- عدل العيار حسب المطلوب.

✶ **منسوب المياه في حوض الحجز عالي جدا.**
- انخفاض ضغط الهواء أو سوء عمل منظومة ضبط المنسوب أو عدم كفاية الهواء المحقون.
- أصلح حسب المطلوب أو زد معدل تزويد الهواء.

✶ **منسوب الماء في حوض الحجز منخفض جدا.**
- سوء عمل مضخة إعادة التدوير أو منظومة ضبط المنسوب.
- أصلح ونظف حسب اللزوم.

✶ **سعة مضخة إعادة التدوير منخفضة جدا.**
- ضغط خزان الحجز عالي جدا.
- عدل صمام الضغط العكسي.

5-4-18- الهضم الهوائي

✶ **رغوة زائدة.**
- حمولة عضوية زائدة أو تهوية زائدة.
- قلل معدل التغذية وأعد تدوير المواد الصلبة إلى الهاضم أو قلل معدل التهوية.

✶ **أكسجين مذاب منخفض.**
- انسداد النوافث أو حمولة عضوية زائدة.
- نظف أو أبدل النوافث أو انقص معدل التغذية وأعد تدوير المواد الصلبة إلى الهاضم.
- مستوى السائل ليس ملائما في حالة التهوية السطحية.
- اضبط المستوى المناسب.
- سوء عمل النوافخ الهوائية.
- أصلح تسربات الأنابيب وعدل موضع الصمامات وأصلح النوافخ.

✶ **رائحة كريهة للحمأة.**
- مدة بقاء الحمأة (عمر الحمأة) غير ملائمة أو تهوية غير كافية.
- أنقص معدل التغذية وأعد تدوير المواد الصلبة إلى الهاضم أو زد التهوية.

✶ **أعطال في المراوح السطحية بسبب الجليد.**
- فترة الطقس البارد جدا طويلة.
- اكسر الطبقة الجليدية وأخرجها من الهاضم قبل تفاقمها.

✶ **انخفاض الأس الهيدروجيني pH في الهاضم إلى أقل من 6.**
- حدوث النترتة وانخفاض القلوية.
- أضف بيكاربونات الصوديوم أو الكلس (الجير) أو هيدركساید الصوديوم إلى الهاضم.
- تراكم ثاني أوكسيد الكربون في الفراغ الهوائي تحت الهاضم المغطى وذوبانه في الحمأة.
- اسحب الهواء المجمع وحقق تهوية في الفراغ المذكور.

5-4-19- الهضم اللاهوائي

✶ **ارتفاع نسبة الحموض الطيارة إلى القلوية.**
- حمولة مائية زائدة مفاجئة أو سحب حمأة بمعدل عال جدا.
- اذا زادت النسبة إلى 0.3 أضف حمأة من هاضم جيد وقلل سحب الحمأة وزد مدة الخلط وتأكد من استقرار درجة حرارة الهاضم.
- حمولة عضوية زائدة.
- اذا زادت النسبة إلى 0.3 أضف حمأة من هاضم جيد وقلل سحب الحمأة وزد زمن الخلط وتأكد من استقرار درجة حرارة الهاضم وأنقص معدل التحميل.

- ورود مواد سامة إلى الهاضم.
- أعد تدوير المواد الصلبة أو خفف بالماء أو انقص تركيز الحمأة الواردة وحافظ على الأس الهيدروجيني في الهاضم أعلى من 7 واضبط ورود المياه العادمة الصناعية.

✶ **ازدياد نسبة ثاني أوكسيد الكربون في الغاز الناتج.**
- ازدياد نسبة الحموض الطيارة إلى القلوية إلى 0.5.
- أضف قلوية مثل الكلس (الجير) إلى الهاضم.

✶ **تناقص الأس الهيدروجيني، تزايد ثاني أوكسيد الكربون إلى مستوى انطفاء حراق الغاز (42 – 45 %) وانطلاق رائحة كبريتيد الهيدروجين.**
- ازدياد نسبة الحموض الطيارة إلى القلوية إلى 0.8.
- أضف قلوية وقلل معدل التحميل إلى أقل من 0.15 كيلوغرام مواد صلبة طيارة لكل متر مكعب في اليوم إلى أن تنخفض النسبة إلى أدنى من 0.5.

✶ **نوعية الرواقة (المياه السطحية في الهاضم) ملوثة جدا قد تؤدي إلى اضطراب المعالجة في حالة إعادتها إلى بداية المحطة.**
- خلط شديد في الهاضم وزمن ترسيب غير كاف أو منسوب أنبوب سحب الرواقة ليس على نفس منسوب سطح الماء في الهاضم (وإنما أقل).
- زد فترة الترسيب قبل سحب الرواقة أو عدل منسوب سطح الماء في الهاضم أو منسوب أنبوب سحب الرواقة.
- موقع تغذية الحمأة إلى الهاضم قريب جدا من أنبوب سحب الرواقة.
- دقق مواقع الأنابيب بعد التفريغ التالي للهاضم.
- قلة معدل سحب الحمأة المهضومة.
- زد معدل سحب الحمأة المهضومة ولكن ليس إلى أكثر من 5 % من حجم الهاضم يوميا.

✶ **رائحة كريهة من مياه الرواقة من الهاضم الأولي أو الثانوي.**
- انخفاض الأس الهيدروجيني في الهاضم أو تحميله بشدة (رائحة كبريتيد الهيدروجين).
- أضف قلوية أو انقص معدل التحميل.
- حمولة سامة.
- أعد تدوير المواد الصلبة وخفف بالسائل وانقص تركيز الحمأة الداخلة وحافظ على قيمة الأس الهيدروجيني في الهاضم أعلى من 7.

✶ **رغوة في الرواقة من المرحلة الأولى أو الحوض الأول.**
- انقسام حجاب الخبث.
- حالة طبيعية، ولكن أوقف سحب الرواقة لفترة قصيرة إن كان ذلك ممكنا.
- إعادة تدوير شديدة للغاز أو حمولة عضوية شديدة.
- ضيق مخرج الضاغط أو أنقص معدل التغذية.

✶ **حمأة القاع رطبة جدا أو رقيقة جدا.**
- قصر دارة بسبب كون أنبوب السحب من منطقة الرواقة مفتوحا.
- غير إلى خط السحب عند قاع الهاضم.
- مزج شديد جدا.
- أوقف المزج لمدة 24 – 48 ساعة قبل سحب الحمأة.
- تكتل الحمأة عند القاع ما يسمح بسحب المواد الصلبة الخفيفة من قبل المضخة.
- شغل وأوقف المضخة بالتتابع السريع مرتين إلى ثلاث مرات وأعد ضخ محتويات الهاضم مرة ثانية خلال أنبوب السحب.

✶ **انخفاض درجة حرارة الحمأة دون توقف.**
- انسداد المبادل الحراري بالحماة أو انسداد جزئي أو كلي لأنبوب إعادة تدوير الحمأة.
- افتح ونظف المبادل الحراري أو نظف أنبوب إعادة التدوير بالدفق العكسي بالحمأة المسخنة من الهاضم. استعمل وسيلة ميكانيكية لذلك أو استخدم الهواء المضغوط أو أضف حوالي 3.5 كيلوغرام من ثلاثي فوسفات الصوديوم لكل متر مكعب من المياه أو أية مادة أخرى مزيلة للشحوم.
- مزج غير كاف أو قلة جريان المياه في المشعات الداخلية المستخدمة في التبادل الحراري.
- زد شدة المزج أو اطرد الهواء الحبيس في المشعات.
- حراق المرجل لا يعمل على غاز الهاضم بسبب ضغط الغاز المنخفض أو كونه غير قابل للاحتراق نتيجة سوء عملية الهضم.

- أصلح التسربات المحتملة أو أضف قلوية للإقلال من انطلاق CO_2 في غاز الهضم وبالتالي تخفيض قابليته للاحتراق.
- مشعات التسخين ضمن الهاضم مطلية بطبقة عازلة.
- أزل الطبقة العازلة (وقد يلزم لذلك تفريغ الهاضم) واضبط الحرارة على 55 درجة مئوية كحد أقصى.

✶ **ازدياد درجة حرارة الحمأة.**
- تعطل جهاز ضبط الحرارة.
- اصلح أو أبدل الجهاز حسب الحالة وأنقص الحرارة اذا كانت أعلى من 50 درجة مئوية.

✶ **مضخة التدوير لا تعمل ودارة الطاقة عاملة.**
- ارتفاع شديد لدرجة حرارة ماء التسخين.
- انتظر حتى تبرد المنظومة ودقق دارات التحكم بالحرارة.

✶ **انسداد خطوط تغذية خلاط الغاز.**
- نقصان الجريان ضمن أنابيب الغاز أو ترسبات وشوائب في أنابيب الغاز.
- اشطف بالماء أو نظف خطوط التغذية والصمامات وأنجز صيانة شاملة عند تفريغ الحوض للفحص.

✶ **اهتراء في علبة السرعة للخلاطات الميكانيكية.**
- تزييت غير جيد أو عدم توقيع التجهيزات بشكل صحيح.
- أنجز التزييت جيدا بالكمية والنوعية المناسبتين حسب إرشادات الصانع أو صحح اختلالات التوازن أو التوقيع الناجمة عن تراكم المواد على الأجزاء المتحركة الداخلة.

✶ **تسرب في كتامة جذع (محور) الخلاط الميكانيكي.**
- جفاف أو اهتراء التملئة.
- اتبع تعليمات الصانع عند التملئة وأبدل التملئة في أي وقت يكون فيه الحوض فارغا اذا لم يكن ذلك ممكنا أثناء العمل.

✶ **اهتراء على الأجزاء الداخلية للخلاط الميكانيكي.**
- جريش ورمال أو توقيع غير صحيح للتجهيزات.
- نظف أو أبدل أو أصلح التجهيزات حسب الحالة.

✶ **اختلال توازن الأجزاء الداخلية بسبب تراكم الرواسب على الأجزاء المتحركة للخلاطات الميكانيكية.**
- طحن وتفتيت غير ملائمين للمواد الصلبة الكبيرة و/أو تصفية ضعيفة.
- أعكس دوران الخلاطات، أوقف وشغل بالتتابع السريع، فرغ الحوض للصيانة وتنظيف الأجزاء المتحركة.

✶ **ضعف أو انعدام الحركة الدورانية المرغوبة لطبقة الخبث.**
- توقف الخلاط عن العمل أو الخلط غير المناسب أو السماكة الشديدة لطبقة الخبث
- اذا كان الخلاط مزودا بموقت غير معطل فهذا أمر طبيعي وان لم يكن كذلك أصلح الخلاط، أو زد معدل الخلط أو شتت طبقة الخبث يدويا بواسطة قضيب مناسب.

✶ **سماكة شديدة لطبقة الخبث.**
- انسداد أنبوب سحب الرواقة.
- خفض المنسوب لكشف فتحة أنبوب سحب الرواقة وتنظيفه وذلك بزيادة السحب السفلي.

✶ **اكتناز شديد لطبقة الخبث.**
- قلة الخلط أو المحتوى العالي من الشحوم.
- فتت طبقة الخبث بزيادة الخلط أو استخدم مضخات تدوير الحمأة وصرف فوق طبقة الخبث أو استخدم موادا كيميائية لتليين هذه الطبقة أو شتتها يدويا بواسطة قضيب مناسب.

✶ **الخلاطات من نوع أنبوب الشفط Draft Tube لا تحرك السطح بشكل مناسب.**
- اكتناز طبقة الخبث وتحرك الحمأة الرقيقة تحتها.
- خفض منسوب الحمأة بمقدار 7 – 10 سنتمتر فوق ذروة الأنبوب للسماح بسحب المواد المكتنزة إلى الأنبوب. استمر لمدة 24 – 48 ساعة أو اعكس الاتجاه ان أمكن ذلك.

✶ **تسرب الغاز من صمام تخفيف الضغط في السقف.**
- عدم تثبيت الصمام بشكل صحيح.
- انزع غطاء الصمام وحرك قابض الوزن حتى يستقر الصمام بشكل صحيح وركب حلقة جديدة ان لزم الأمر.

✶ **ضغط غاز الهاضم أعلى من التصميمي أو المعتاد.**
- عائق مائي في أنبوب حرق الغاز الرئيس أو استعصاء صمام تخفيف الضغط أو انسداد صمام التحكم في ضغط أنبوب حراق الغاز الزائد (المصرف).

- أعد تسوية الغطاء الطافي اذا كان الغاز يهرب حول القبة (الغطاء) نتيجة ميلها (عدم استوائها).

✶ **ضغط غاز الهاضم أقل من التصميمي أو المعتاد.**
- سحب سريع يسبب انفراغا داخل الهاضم أو إضافة كمية كبيرة جدا من الكلس.
- أوقف سحب الرواقة وأغلق كافة فتحات خروج الغاز من الهاضم حتى يعود الضغط إلى القيمة التصميمية أو أوقف إضافة الكلس وزد معدل الخلط.

✶ **صمام تنظيم الضغط لا يعمل أثناء زيادة الضغط.**
- قلة مرونة حجاب الصمام أو انفتاقه.
- أبدل الحجاب.

✶ **لهيب احتراق الغاز ذو لون أصفر (غاز رديء).**
- نسبة CO_2 عالية في الغاز.
- دقق تركيز الحمأة واذا كانت مخففة كثيرا زد تركيزها.

✶ **أعطال في مقياس الغاز.**
- فشل ميكانيكي نتيجة أعطال أو أوساخ.
- نظف بالكاز و/أو أبدل الأجزاء المهترئة.

✶ **فشل مقياس الغاز من نوع ذو الحجاب.**
- انفتاق الحجاب.
- أبدل الحجاب والقطع الملحقة به حسب اللزوم.

✶ **ضغط الغاز أعلى من النظامي (المعتاد) أثناء الطقس البارد جدا.**
- انسداد أنبوب ماء الرواقة أو انغلاق أو استعصاء صمام تخفيف الضغط.
- دقق كل ساعتين خلال فترات التجمد، أحقن البخار واحفظ الأنبوب بالتغطية وبعزل صندوق الانسكاب. اذا كان التجمد هو سبب استعصاء صمام تخفيف الضغط ضع قليلا من الشحم وطبقة من الملح الصخري.

✶ **ضغط الغاز أقل من التصميمي.**
- استعصاء في صمام تخفيف الضغط أو الوحدات الأخرى للتحكم بالضغط أو تسرب في خرطوم الغاز.
- شغل تخفيف الانفراغ يدويا وأزل التآكل أو أصلح أو أبدل حسب الحالة.

✶ **تسربات حول الاغطية المعدنية.**
- ارتخاء براغي الربط و/أو تشقق أو انزياح مواد العزل.
- أصلح الخرسانة بمواد سريعة التكتيم. يمكن ان يلزم لحم مشدات جديدة على القديمة ومن ثم إعادة ثقبها. يجب تفريغ الخزانات وتهويتها قبل أية عملية لحام، ويجب ان تطبق مواد كتامة جديدة على أي موقع تسرب.

✶ **احتمال تسرب الغاز عبر الغطاء الخرساني.**
- توسع التشققات الانشائية نتيجة التجمد والذوبان المتواليين.
- اذا وجدت تسربات هامة فرغ الهاضم ونظف التشققات وأصلح باستخدام كواتم الخرسانة. يجب تفريغ وتهوية الهاضم قبل عملية الاصلاح.

✶ **ميلان الغطاء الطافي، خبث قليل حول الاطراف أحيانا.**
- توزع غير متساوي للوزن أو تجمع مياه التكثيف أو الامطار فوق جزء من الغطاء المعدني.
- اذا وجدت اوزان قابلة للتحريك أعد توضعها حتى يستوي الغطاء. اذا لم توجد هذه الاوزان استعمل اكياس من الرمل لتسوية الغطاء. ويمكن ان يلزم إعادة معايرة صمامات تخفيف الضغط اذا أضيفت الأوزان المعدلة. في حال وجود تجمعات مائية فوق الغطاء صرف الماء وأصلح الغطاء اذا كانت التسربات في السطح تسهم في المشكلة.

✶ **ميلان الغطاء الطافي، تراكم خبث حول الاطراف.**
- خبث كثير في منطقة محددة تسبب الاعاقة أو انكسار أو عدم توقيع صحيح للموجهات أو المنزلقات.
- استخدم موادا كيميائية مزيلة للشحوم لتليين القشدة وبعد ذلك اغسل بالماء المضغوط أو ألن القشدة وأعد توقيع المنزلقات بالشكل الصحيح أو فرغ الحوض ان كان ذلك ضروريا وخذ الحيطة أثناء انخفاض الغطاء إلى نقاط الاستناد بحيث يكون ذلك بشكل منتظم ولا يؤدي إلى استعصاء حركة الجدار، وقد يلزم استخدام رافعة لتحاشي حدوث اضرار انشائية.

✶ **استعصاء الغطاء رغم ان المنزلقات والموجهات حرة.**
- أعطال أو استعصاء في الموجهات الداخلية أو أسلاك التثبيت للاغطية والتي تبنى على شكل مظلة ذات موجهات مربوطة بالعمود الوسطي.

- قد يلزم استخدام رافعة أو وسيلة أخرى لزحزحة الغطاء بشكل حذر لدرء حدوث اضرار انشائية على جوانب الغطاء من قبل الحاجز المحيطي. قم بالاصلاحات اللازمة للغطاء واستخدم جهاز تنفس شخصي ومصباحا مضادا للاشتعال.

5-4-20- النبذ (الطرد المركزي)

✶ عكر في المياه قرب محور النابذ.

- معدل التغذية عالي جدا أو سرعة الدوران عالية جدا أو تركيز المواد الصلبة عالي جدا.
- أنقص معدل الجريان الوارد أو أنقص سرعة الدوران أو مدد الحمأة الواردة إلى أقل من 40 % حجما.
- تكييف كيميائي غير ملائم.
- عدل العيار الكيميائي المضاف.
- اهتراء شفرات الناقل أو عمق قليل للحجرة المركزية.
- أصلح أو أبدل الناقل أو غير أطراف الحجرة المركزية لزيادة عمقها.

✶ الكعكة الناتجة رطبة جدا.

- معدل التغذية عالي جدا أو عمق كبير للحجرة المركزية أو سرعة دورانية منخفضة جدا أو تغذية كيميائية غير مناسبة.
- انقص معدل الجريان الوارد أو غير اطراف الحجرة المركزية لإنقاص عمقها أو زد سرعة الدوران أو عدل التغذية الكيميائية حسب اللزوم.

✶ اهتزاز (ارتجاج) في الجهاز.

- معدل التغذية عالي جدا أو تركيز المواد الصلبة في الحمأة الداخلة كبير جدا أو مواد غريبة في الجهاز.
- انقص معدل الجريان أو مدد الحمأة إلى أقل من 40 % حجما أو أزل المواد الغريبة من الجهاز.
- توقيع غير صحيح لوحدة السرعة أو أعطال في المدحرجات.
- اضبط توقيع وحدة السرعة أو أبدل المدحرجات أو القطع المعطلة.

✶ اهتراء زائد.

- تزييت غير صحيح أو توقيع غير صحيح لمانعات الاهتزاز أو تلامس اقماع التصريف مع النابذ.
- زيت بشكل صحيح أو اضبط توقيع مانعات الاهتزاز أو عدل وضع أقماع التصريف.
- اختلال في توازن حلزون الناقل لاحتمال انسداده جزئيا بالمواد الصلبة.
- اغسل النابذ لتنظيفه من المواد الصلبة.
- توقيع غير صحيح لعلبة السرعة أو أعطال في المدحرجات أو عدم توازن الحوجلة الدوارة.
- اضبط توقيع علبة السرعة أو أبدل المدحرجات أو وازن الحوجلة الدوارة.
- أجزاء مرتخية أو اهتراء غير متساوي في الناقل.
- شد الأجزاء المرخية أو حقق توازن الناقل.

✶ استهلاك زائد للطاقة.

- اهتراء السطوح الداخلية للجهاز.
- أعد صقل المناطق المهترئة وازل المواد الصلبة المتراكمة.
- انسداد أنبوب المياه الخارجة أو اهتراء في شفرات الناقل.
- نظف أنبوب المياه الخارجة أو اعد صقل الشفرات.

✶ تصريف غير منتظم للمواد الصلبة.

- قلة عمق اطراف الحجرة المركزية أو زيادة خشونة حلزون الناقل.
- زد عمق أطراف الحجرة المركزية أو اعد بناء أو صقل حلزون الناقل أو انقل أنبوب التغذية إلى قرب مخرج المياه.

✶ عدم اقلاع النابذ أو عدم توقفه بعد الإقلاع.

- انعتاق (عدم ثبات) الكابح أو انصهار القابس Fuse أو عدم ثبات المرحل Relay.
- ثبت الكابح جيدا أو أبدل القابس أو نظف الكابح وثبته جيدا ثم اقلع من جديد.
- انعتاق (عدم ثبات) أي من مفاتيح الحماية الحرارية أو ضبط الحمولة أو الاهتزاز أو استعصاء ما.
- اصلح المشكلة حسب الحالة وابدأ التشغيل من جديد.

5-4-21- الترشيح الانفراغي

✶ مواد صلبة كثيرة في المياه الراشحة.

- جرعة زائدة من المخثر أو انسداد الوسط المرشح بسبب زيادة البولمر أو أوساخ في الوسط المرشح.
- انقص جرعة المخثر أو انقص كمية البولمر أو استخدم مذيبا مع البخار لتنظيف نسيج المرشح.

★ **كعكة الحمأة الناتجة رقيقة وعالية الرطوبة.**
- انسداد الوسط المرشح نتيجة زيادة البولمر أو انفراغ غير ملائم.
- اضبط مغذي المادة المخثرة على الجرعة المناسبة أو اصلح منظومة الانفراغ.
- سرعة عالية لدوران المرشح أو غمر قليل للاسطوانة المرشحة.
- انقص سرعة الدوران أو زد كمية الغمر.

★ **توقف مضخة الانفراغ عن العمل.**
- نقص الطاقة أو نقص مياه الكتامة أو انكسار الحزام على شكل V.
- أعد توقيع مفتاح تشغيل المضخة، أو اضبط جريان مياه الكتامة، أو أبدل الحزام على شكل V.

★ **توقف دوران اسطوانة المرشح.**
- نقص في الطاقة.
- اضبط مفتاح دوران الاسطوانة.

★ **اهتزاز في مضخة الرشاحة.**
- انسداد مضخة الرشاحة Filtrate أو ارتخاء البراغي وحلقة الكتامة.
- أوقف المضخة ونظفها أو شد البراغي وصحح مكان حلقة الكتامة.
- تسربات هواء في أنبوب الامتصاص أو فقدان شرائط الكتامة.
- أصلح اماكن التسربات أو زود شرائط كتامة بدلا من المفقودة.

★ **منسوب الحمأة في حوض الاستقبال مرتفع جدا.**
- تكييف غير ملائم أو سرعة دوران بطيئة للاسطوانة أو معدل التغذية مرتفع جدا.
- عدل جرعة المخثر أو زد سرعة دوران الاسطوانة أو انقص معدل التغذية.
- مضخة الرشاحة معطلة أو مسدودة أو أنبوب الصرف مسدود أو مضخة الانفراغ متوقفة عن العمل أو شرائط الكتامة مفقودة.
- أصلح أو نظف المضخة أو نظف أنبوب الصرف أو اتبع تعليمات اصلاح مضخة الانفراغ كما ورد أعلاه أو ركب شرائط الكتامة بدلا من المفقودة.

★ **منسوب الحمأة في حوض الاستقبال منخفض جدا.**
- معدل التغذية منخفض جدا أو مصرف تفريغ الحوض مفتوح.
- ارفع معدل التغذية أو اغلق مصرف تفريغ الحوض.

★ **سحب شديد للتيار من قبل مضخة الانفراغ.**
- انسداد مضخة الرشاحة أو تكييف كيميائي غير مناسب.
- أوقف عمل المضخة ونظفها أو عدل عيار المخثر.
- منسوب الحمأة في حوض الاستقبال عالي جدا.
- راجع ما ورد في المشكلة السابقة.
- جريان مياه التبريد لمضخة الانفراغ عالي جدا.
- أنقص معدل جريان مياه التبريد.

★ **تراكم أوساخ على كتامات مضخة الانفراغ.**
- مياه عسرة.
- أضف مادة مانعة لتشكل الأوساخ.

5-4-22- المكبس المرشح Filter Press

★ **عدم انغلاق الصفائح بشكل تام.**
- تركيب غير صحيح أو تسوية غير مناسبة للصفائح.
- اضبط مواقع الصفائح أو عدل تسويتها بواسطة رقائق تسوية ملائمة.

★ **صعوبة تحرر كعكة الحمأة.**
- طلاء قاعدي Precoat غير كاف أو تكييف كيميائي غير ملائم.
- زد تغذية الطلاء القاعدي أو اختر النوعية والكمية الملائمتين للمخثر.

★ **دورة العمل طويلة.**
- تكييف غير ملائم أو قلة تركيز المواد الصلبة في الحمأة الواردة.
- اضبط الجرعة الكيميائية أو حسن تكثيف الحمأة الواردة لزيادة تركيز المواد الصلبة فيها

✶ **التصاق كعكة الحمأة بتجهيزات النقل.**
- نوع المادة المخثرة.
- اختر المادة المخثرة الحاوية على مواد لاعضوية أكثر وأنقص الرماد.

✶ **انسداد نسيج المرشح بشكل متواتر.**
- الطلاء القاعدي غير ملائم (قليل) ومعدلات التغذية الأولية (حيث لا يستعمل الطلاء القاعدي) عالية جدا.
- زد كمية الطلاء القاعدي أو شكل الكعكة الأولية ببطء.

✶ **رطوبة زائدة في الكعكة.**
- تكييف غير صحيح أو دورة المرشح قصيرة جدا.
- اضبط الجرعة الكيميائية أو طول فترة دورة المرشح.

✶ **انفصال الحمأة في المكبس المرشح.**
- عوائق (كالخرق) في المكبس.
- أوقف عمل مضخة التغذية واضرب على وحدة قيادة إغلاق المكبس ثم ابدأ تشغيل مضخة التغذية من جديد. نظف فتحات التغذية في الصفائح عند نهاية الدورة.

✶ **تسربات حول الوجوه السفلى للصفائح.**
- رطوبة زائدة في الكعكة التي تتجمع على الوجوه السفلي للصفائح.
- راجع مشكلة الرطوبة الزائدة في الكعكة كما ورد في المشكلة السابقة.

5-4-23- الترشيح الحزامي

✶ **كعكة الحمأة ليست بالكثافة الكافية.**
- معدل تطبيق الحمأة عالي جدا أو سرعة الحزام عالية جدا أو جرعة البولمر غير مناسب.
- أنقص معدل تغذية الحمأة أو قلل سرعة الحزام أو عدل جرعة البولمر على ضوء تجربة مخبرية على الحمأة.

✶ **اهتراء شديد للحزام.**
- تركيب غير مناسب للاسطوانات الدوارة أو تراكم الحمأة على الاسطوانات مسببة انزياحها.
- اضبط تركيب الاسطوانات أو اصلح أو أبدل آلية المعدل الالي للحزام.

✶ **مواد صلبة في الرشاحة.**
- جرعة غير ملائمة للبولمر أو هروب المواد الصلبة من أطراف الحزام المرشح.
- حدد الجرعة الملائمة للبولمر على ضوء تجربة مخبرية على الحمأة أو انقص معدل ضخ الحمأة إلى الجهاز وعدل حسب اللازم.

✶ **هروب الزيت.**
- تعطل كتامة الزيت.
- أبدل الكتامة.

✶ **ضجيج من الاسطوانات الدوارة أو سخونتها أو سخونة الوصلات.**
- اهتراء زائد نتيجة عدم التركيب الصحيح للاسطوانات أو نقص التزييت.
- أبدل الاسطوانات أو زيت أو اضبط تركيب الوصلة أو الاسطوانات حسب الحالة أو أزل الزيت الزائد وانجز التزييت حسب توصيات الصانع.

5-4-24- أحواض التجفيف

✶ **فترة التجفيف طويلة.**
- عمق الحمأة كبير في حوض التجفيف (أكثر من 20 سنتمتر).
- جفف الحوض وانزع الحمأة ثم طبق الحمأة في الحوض بعمق قليل وراقب مقدار نقصان العمق خلال 3 أيام. بعد ذلك طبق الحمأة في كل مرة بعمق يساوي ضعف مقدار ما نقص من عمق الحمأة خلال 3 أيام في الظروف الجوية المشابهة.
- حوض التجفيف غير نظيف.
- بعد جفاف الحمأة انزعها من الحوض ونظف قاعة وأبدل حوالي 2.5 سنتمتر من سطحه باستخدام رمل نظيف وتأكد من تسوية الحوض بالشكل المناسب.
- انسداد أو انكسارات في شبكة الصرف السفلي.
- اعمل غسيلا عكسيا بالماء النظيف وببطء خلال المصارف السفلية ثم اعد ترتيب المصارف والحوض. خلال الطقس البارد فرغ المصارف السفلية من الماء لدرء خطر التجمد.

- مساحة الحوض صغيرة.
- عادة يمكن إضافة 15 - 25 كيلوغراما من بولمر كاتيوني لكل طن واحد من المواد الصلبة الجافة في الحمأة لتحسين معدلات نزع المياه من الحمأة.
- ظروف جوية غير ملائمة.
- غط الحوض للحماية من الطقس غير الملائم.

✶ **انسداد أنابيب تغذية الحمأة و/أو المصارف.**
- تراكم الجريش والمواد الصلبة الناعمة في أنابيب التغذية و/أو المصارف.
- افتح المحابس كاملا عند بداية تغذية الحمأة لتنظيف الأنابيب. سلك الأنابيب بالماء المضغوط حسب اللزوم.

✶ **حمأة رقيقة واصلة إلى حوض التجفيف من الهاضم.**
- السحب الشديد من الهاضم ما يؤدي إلى سحب المياه وبقاء الحمأة.
- انقص معدل السحب من الهاضم لتحسين نوعية الحمأة الواصلة إلى حوض التجفيف.

✶ **تكاثر الذباب فوق حوض التجفيف.**
- ملاءمة الوسط للنمو الحشري.
- شتت قشرة الحمأة واستخدم مبيدا لليرقات كالبوراكس أو بورات الكالسيوم أو أي مبيد حشري آخر بالرش على السطح.

✶ **انتشار روائح كريهة حين فرش الحمأة على الأحواض.**
- هضم غير ملائم للحمأة.
- صحح عمل الهاضم وأضف موادا كيميائية مناسبة إلى الحمأة حين تطبيقها على حوض التجفيف.

✶ **حمأة جافة جدا ومتكسرة في الحوض وذات قوام غباري.**
- تجفيف زائد.
- أزل الحمأة من الحوض حين جفافها إلى مستوى رطوبة 40 – 60 %.

5-4-25- التثبيت بالكلس (الجير)

✶ **حدوث عملية اطفاء للكلس الحي Quick Lime خلال التخزين.**
- رطوبة أو امتزاز من الجو خلال فترات الرطوبة العالية.
- حقق كتامة جيدة للتخزين ولا تعمد إلى نقل الكلس بالحقن الهوائي.

✶ **انسداد أنبوب ضخ الكلس.**
- رواسب كيميائية.
- زد كمية مياه التخفيف.

✶ **زيادة الحمل على وحدة قيادة الخلاط.**
- عجينة الكلس كثيفة جدا أو جريش ومواد غريبة تؤثر على عمل الخلاط.
- عدل ضغط صمام ضبط الماء لتعديل قوام العجينة أو أزل الجريش والمواد الغريبة وركب وحدة إزالة الجريش واستعمل الكلس الجيد.

✶ **رواسب كلسية في أنبوب تغذية ملاط الكلس.**
- سرعة جريان منخفضة جدا لملاط الكلس.
- حافظ على سرعة عالية باستمرار باستخدام أنبوب راجع إلى خزان الملاط.

✶ **اطفاء الكلس الحي غير تام.**
- كميات المياه المضافة كبيرة.
- انقص كميات الماء المضافة نسبة إلى الكلس بحيث لا تتجاوز 3.5 إلى 1.

✶ **حرارة عالية (احتراق) خلال عملية اطفاء الكلس الحي.**
- كميات الماء المضافة غير كافية ما يؤدي إلى درجة حرارة تفاعل عالية.
- أضف كميات الماء الكافية لانجاز عملية الاطفاء.

✶ **بقاء روائح كريهة في الحمأة بعد إضافة الكلس.**
- انخفاض عيار الكلس المضاف.
- زد جرعة الكلس المضاف وصحح قيمة الأس الهيدروجيني حسب اللزوم.

5-4-26- المعالجة الحرارية

✶ **روائح كريهة في الموقع.**
- قد تكون منطلقة من المكثفات أو أحواض مياه الرواقة، أو تجهيزات النزع الميكانيكي للمياه لا تعمل بكفاءة.

- اجمع الهواء وعالجه قبل تحريره وذلك باحدى الطرق المناسبة (الغسيل الرطب، الحرق، الامتزاز..). غط الأحواض المفتوحة باستخدام كرات بلاستيكية صغيرة طافية على السطح لاقلال التبخر وانطلاق الروائح.
- قد تكون منطلقة من المياه المعادة (الرواقة) إلى بداية المعالجة محملة بالغازات كريهة الرائحة.
- طبق تهوية مسبقة على المياه المعادة في خزان مغطى واجمع وعالج الغازات المنطلقة وانجز غسيلا بمياه حمضية حسب تعليمات الصانع.

★ **تقشر على المبادلات الحرارية.**
- رواسب من سلفات الكالسيوم.
- أنجز غسيلا بمياه حمضية حسب تعليمات الصانع.
- درجات حرارة التشغيل عالية جدا تسبب حرق المواد الصلبة اذا لم يكن هناك هواء كافيا.
- شغل المفاعل بدرجة حرارة أقل من 199 درجة مئوية لتكييف الحمأة وزد معدل التهوية ونظف الأنابيب.

★ **استخدام شديد للبخار.**
- تركيز منخفض جدا للحمأة الواردة إلى المعالجة الحرارية.
- شغل المكثف للمحافظة على تركيز مواد صلبة 6 % ان كان ذلك ممكنا، وبحد أدنى 3 %.

★ **نزع ضعيف للمياه من المواد الصلبة.**
- الهضم اللاهوائي قبل المعالجة الحرارية أو حرارة المعالجة ليست عالية بشكل كافي.
- أوقف الهضم اللاهوائي للحماة التي ستعالج حراريا أو حقق درجة الحرارة 177 درجة مئوية على الأقل.

★ **ضغط عال في المنظومة.**
- انسداد في المفاعل أو تعيير الضغط عالي جدا أو تقشر على المبادل الحراري.
- أزل الانسدادات أو انقص عيار الضغط على جهاز الضبط أو اغسل المبادل الحراري بماء حمضي.

★ **جريان غير ملائم من مضخة التغذية.**
- تعيير غير صحيح أو تسرب أو انسداد في صمام الناتج أو انحباس الهواء في اسطوانات المضخة.
- صحح الجرعة العيار إلى القيمة الصحيحة أو اصلح أو أبدل الصمام أو حرر الهواء الحبيس.

★ **تناقص ضغط المنظومة.**
- ضابط الضغط معير على قيمة منخفضة جدا أو تآكل في صمام التحكم بالضغط.
- عدل ضابط الضغط إلى القيمة الملائمة أو أبدل الصمام.
- تآكل في صمام التحكم بالضغط.
- أبدل الصمام.

★ **ازدياد حرارة الاكسدة.**
- ارتفاع درجة حرارة الدخول أو انخفاض معدل تغذية الحمأة.
- أنقص الحرارة بتمديد الحمأة الواردة بالماء أو زد معدل تغذية الحمأة.
- معايرة غير مناسبة أو توقف أو تباطؤ المضخة.
- عدل إلى المعايرة المناسبة أو شغل المضخة من جديد أو زد المعدل.
- ضخ الزيت أو المواد الطيارة ضمن المنظومة.
- انتقل من الحمأة إلى الماء وأوقف ضاغط هواء المعالجة.

★ **تناقص حرارة الاكسدة.**
- تعطل المبادل الحراري. حرارة دخول المفاعل منخفضة جدا بسبب انخفاض كثافة الحمأة.
- انقص تمديد الحمأة.
- معدل الجريان ضمن المنظومة عالي جدا أو صمام البخار لا يعمل بشكل صحيح أو المرجل لا يعمل بشكل صحيح.
- أنقص معدل الجريان للمضخة ذات الضغط العالي أو أصلح صمام البخار أو اتبع تعليمات صانع المرجل.

★ **صعوبة تغذية كعكة المرشح في الحراق.**
- كعكة المرشح جافة جدا.
- انقص الحرارة (والضغط) لمنظومة المعالجة أو عدل عملية النزع الميكانيكي للمياه.

★ **ضغط المنظومة منخفض.**
- ضغط عالي للمضخة أو ضاغط هواء المعالجة.
- أعد تشغيل المضخة أو الضاغط.
- مرشح الدخول مسدود أو عيار ضابط الضغط منخفض جدا.
- نظف أو أبدل المرشح أو زد عيار الضغط على ضابط الضغط.
- انزلاق حزام التشغيل.

- عدل شد الحزام.

✶ **حرارة عالية للهواء.**

- جريان غير ملائم أو كعكة جافة جدا.
- عدل جريان الماء أو عدل في طريقة النزع الميكانيكي للمياه.
- تسرب في صمامات الاسطوانة أو انسداد جهاز التبريد الداخلي أو عدم جريان الزيت من المزيت.
- أصلح أو نظف أو أبدل حسب الحالة أو نظف أو أبدل جهاز التبريد الداخلي أو أضف الزيت أو اصلح جهاز التزييت أو شد الاحزمة المرتخية أو أبدلها ان كانت مهترئة.

✶ **تسرب الهواء من صمام الامان في ضاغط الهواء.**

- عيار ضابط الضغط عالي جدا أو انسداد صمام التحكم في الضغط.
- انقص عيار ضابط الضغط أو انتقل إلى الصمام الاحتياطي للتحكم في الضغط واصلح الصمام الحالي.

5-4-27- الاسماد

✶ **درجة حرارة الكومة (المكدس) المحقونة بالهواء لا تصل إلى 50 درجة مئوية خلال بضعة أيام بعد التكويم.**

- خلط ضعيف للحمأة مع مواد التخلخل.
- اذا كان مستوى الأكسجين فوق 15 % أنقص زمن تشغيل النافخ.
- الكومة رطبة جدا أو التهوية شديدة جدا.
- ضخ هواء ساخنا مسحوبا من كومة مجاورة لرفع درجة الحرارة أو انقص معدل التهوية واذا لم تصل درجة حرارة الكومة إلى القيمة المرغوبة خلال بضعة أيام بعد ذلك اعد خلط وانشاء الكومة من جديد.

✶ **حرارة الكومة لا تستمر فوق 50 درجة مئوية لاكثر من يوم أو يومين.**

- خلط ضعيف للحمأة مع الوسط المخلخل.
- عدل دورة النافخ للمحافظة على الأكسجين بين 5 و 15 %.
- الكومة رطبة جدا.
- ضخ هواء ساخنا مسحوبا من كومة مجاورة لرفع درجة الحرارة. يجب ان يستمر هذا الاجراء لبضعة ايام فقط كل مرة لتفادي تزايد الرطوبة.
- تهوية زائدة.
- أنقص معدل التهوية واذا لم تعد الحرارة إلى قيمتها الطبيعية يجب إعادة تدوير أو خلط الكومة وتصحيح الوضع قبل عملية الاسماد التالية.

✶ **انتشار روائح كريهة من الكومة.**

- توزيع سيء للهواء ضمن الكومة أو خلط رديء للحمأة مع الوسط المخلخل.
- صحح عمل النافخ وسلك أنابيب توزيع الهواء ضمن الكومة وعدل تصميم منظومة توزيع الهواء ضمن الكومة أو زد فترة عمل النوافخ أو شغلها باستمرار أو قلب المكدسات بتواتر أكثر.

✶ **النافخ لا يعمل.**

- عطل في جهاز التوقيت أو المحرك أو تعطل المروحة بسبب التآكل أو الجليد.
- اصلح حسب الحالة.

5-4-28- الترميد

أ - المرمدات متعددة الطبقات

✶ **حرارة الفرن عالية جدا.**

- تغذية شديدة للوقود أو مواد صلبة زيتية أو تعطل الفاصمة الحرارية Thermocouple.
- انقص معدل تغذية الوقود أو زد معدل تغذية الهواء أو انقص معدل تغذية الحمأة أو أبدل الفاصم الحراري.

✶ **حرارة الفرن منخفضة جدا.**

- ازدياد رطوبة الحمأة أو عطل في منظومة الوقود أو معدل عالي لتغذية الهواء.
- زد معدل تغذية الوقود إلى أن تتحسن عملية النزع الميكانيكي للمياه من الحمأة أو اصلح منظومة الوقود وعير إلى المعدل المناسب أو انقص معدل تغذية الهواء أو زد معدل تغذية الحمأة.

✶ **نسبة عالية من الأكسجين في غاز المدخنة.**

- معدل تغذية الحمأة منخفض جدا أو معدل تغذية الهواء عالي جدا أو تغذية الهواء زائدة فوق منطقة الاحتراق.

- أزل أية انسدادات في منظومة تغذية الحمأة وعير إلى المعدل التصميمي (العادي) أو انقص معدل تغذية الهواء.

✶ **نسبة منخفضة جدا من الأكسجين في غاز المدخنة.**
- ازدياد نسبة المواد الطيارة أو الزيتية في الحمأة.
- انقص معدل تغذية الحمأة أو زد معدل تغذية الهواء.
- معدل تغذية الهواء منخفض جدا.
- زد معدل تغذية الهواء.

✶ **أعطال في بطانة الفرن.**
- تشغيل وايقاف الفرن بشكل سريع.
- أبدل البطانة واتبع تعليمات الصانع حول التشغيل.

✶ **تبريد أكبر من النظامي بين طبقة واخرى في الفرن.**
- تسرب الهواء.
- اصلح التسربات أو الاعطال حسب الحالة.

✶ **عمر قصير للفرن.**
- احتراق غير منتظم.
- اصلح نظام الاحتراق لتأمين احتراقات متكافئة على أطراف الطبقات المختلفة.

✶ **حرارة جهاز غسيل الفرن عالية جدا.**
- جريان قليل للمياه في جهاز الغسيل.
- عدل جريان الماء إلى جهاز الغسيل إلى القيمة المناسبة.

✶ **حرارة غاز المدخنة منخفضة جدا (260 – 320 درجة مئوية) مع روائح كريهة.**
- معدل قليل لتغذية الوقود أو معدل عالي لتغذية الحمأة.
- زد معدل تغذية الوقود أو انقص معدل تغذية الحماة.

✶ **حرارة غاز المدخنة عالية جدا (650 – 870 درجة مئوية)**
- القيمة الحرارية للحمأة عالية أو معدل تغذية الوقود عالي.
- زد معدل تغذية الهواء أو انقص معدل تغذية الوقود.

✶ **تشكل الخبث في حراقات الفرن.**
- خلل في تصميم الحراق.
- استشر الصانع وابدل الحراقات إلى نوع آخر ذي مواصفات أفضل.

ب - المحارق ذات القاعدة المميعة

✶ **تناقص درجة حرارة.**
- تغذية قليلة للوقود أو معدل زائد لتغذية الحمأة أو رطوبة زائدة في الحمأة أو جريان زائد للهواء.
- زد معدل تغذية الوقود أو أصلح المنظومة أو انقص معدل تغذية الحمأة أو حسن عمل منظومة النزع الميكانيكي للمياه من الحمأة أو انقص معدل تغذية الهواء اذا كانت نسبة الأكسجين في الغاز العادم أكثر من 6 %.

✶ **أكسجين قليل في غاز العادم (أقل من 4 %).**
- جريان قليل للهواء أو معدل عال لتغذية الوقود.
- زد معدل تغذية الهواء من النافخ أو انقص معدل تغذية الوقود.

✶ **أكسجين زائد في غاز العادم (أكثر من 6 %).**
- معدل منخفض لتغذية الحمأة.
- زد معدل تغذية الحمأة وعدل تغذية الوقود للمحافظة على حرارة مستقرة في القاعدة.

✶ **قراءات مغلوطة لسماكة القاعدة على لوحة التحكم.**
- فتحات قياس ضغط القاعدة مسدودة بالمواد الصلبة.
- نظف فتحات قياس الضغط عندما يكون المفاعل متوقفا عن العمل.

✶ **فشل التسخين المسبق للحراق وصدور صوت الانذار.**
- الشعلة الأولى لا تتلقى وقودا أو لا تتلقى شرارة أو تعطل منظمات الضغط.
- افتح الصمامات المناسبة وأمن تزويد الوقود أو اصلح حسب الحالة أو فك المنظمات ونظف بشكل شامل.

✶ **حرارة القاعدة عالية جدا.**

- معدل تغذية الوقود عالي جدا عبر فوهات التغذية في القاعدة أو وجود حمأة زيتية أو حمأة ذات قيمة حرارية عالية.
- انقص معدل تغذية الوقود عبر فوهات القاعدة أو ارفع معدل جريان الهواء أو انقص معدل تغذية الحمأة.

✶ **حرارة القاعدة خارج حدود المقياس.**
- احتراق الفاصمة الحرارية أو تعطل جهاز الضبط.
- اصلح حسب الحالة.

✶ **ارتفاع حرارة وحدة غسيل الغازات.**
- عدم جريان الماء في وحدة الغسيل أو انسداد فوهات الرش أو عدم دوران الماء.
- افتح الصمامات أو نظف الفوهات والمصافي أو أعد المضخة إلى الخدمة أو أزل انسداد وحدة الغسيل.

✶ **أعطال في مضخة تزويد الحمأة إلى المفاعل.**
- استعصاء المضخة.
- خفف الحمأة الداخلة بالماء اذا كانت كثيفة أو اصلح حسب الحالة.

✶ **القاعدة قليلة التميع.**
- تسرب الرمل خلال صفيحة الاستناد اثناء توقف الفرن.
- نظف صندوق الهواء أو الأماكن الأخرى حسب الحالة.

5-4-29- المعالجة باستخدام الأراضي

✶ **تجمع المياه في بعض المناطق.**
- زيادة معدل التحميل أو تصريف غير مناسب اذا كان معدل التحميل مناسبا.
- انقص معدل التحميل إلى المعدل التصميمي أو قم بري بعض مناطق الموقع عندما لا يكون هناك خطر على المياه الجوفية، وإلا خزن المياه العادمة حتى يهبط المنسوب.
- أعطال في آبار التصريف أو تسربات في المنظومة.
- اصلح آبار التصريف أو زد معدل الضخ منها أو اصلح المنظومة.

✶ **أنابيب التوزيع الفرعية من الالمنيوم مهترئة.**
- فترة بقاء المياه المعالجة في أنابيب الالمنيوم طويلة جدا ما يسبب تآكل كهركيميائيا أو اختلاف نوعية المعادن (انابيب المنيوم وصمامات فولاذية).
- فرغ أنابيب الالمنيوم الفرعية عند عدم الاستعمال أو ادهن الصمامات الفولاذية أو ركب حماية كاثودية (مهبطية) أو أنودية (مصعدية) حسب الحالة.

✶ **عدم جريان الماء من فوهات المرشات.**
- انسداد الفوهات بالذرات الصلبة في المياه نتيجة ضعف التصفية عند مدخل محطات الري.
- اصلح أو أبدل المصفاة.

✶ **جريان المياه العادمة خارج المنطقة المروية (التي تطبق عليها المياه).**
- نسبة امتصاص الصوديوم من المياه العادمة عالية جدا ما يسبب تكتيم التربة الغضارية بشكل خاص.
- أضف الكالسيوم أو المغنيزيوم الى التربة.
- انسداد سطح التربة بالمواد الصلبة في المياه العادمة حيث معدل التحميل يفوق معدل الارتشاح في التربة.
- انقص معدل التحميل إلى أن يصبح متناسبا مع معدل الارتشاح.
- تناقص قابلة نفوذ التربة بسبب التحميل المستمر للمياه العادمة أو انكسارات في أنابيب التوزيع.
- توقف عن التحميل على كل منطقة لمدة 2 – 3 أيام بين فترات التحميل لتأمين تصريف المياه من التربة أو اصلح الانكسارات.
- إشباع التربة بمياه الامطار.
- خزن المياه العادمة حتى يتم تصريف المياه من التربة.

✶ **موت المحصول المروي.**
- مياه التحميل كثيرة جدا أو قليلة جدا.
- أنقص أو زد معدل التحميل حسب الحالة.
- وجود عناصر سامة في مياه التحميل (مياه عادمة صناعية) أو استخدام كميات كبيرة من المبيدات العشبية أو الحشرية فيها.
- اضبط وصول المياه العادمة الحاوية على مواد سامة أو حدد استخدام الكميات المناسبة من المبيدات.

✶ **غمر منطقة جذور المحصول نتيجة الصرف غير الملائم.**
- تجمعات مائية على السطح.

- حسن نظام الصرف أو قلل معدل التحميل.

✶ **ضعف نمو المحصول.**

- نقص معدل اضافة المغذيات المساندة (النتروجين و/ أو الفوسفور) و/ أو عدم توافق توقيت اضافة المغذيات المساندة مع نمو النبات.
- اذا لم يؤمن ازدياد معدل تحميل المياه العادمة كميات النتروجين و / أو الفوسفور (P, N) اللازمة ودون الاضرار بالنبات من كميات المياه الزائدة أضف كميات N و / أو P من الاسمدة التجارية أو عدل برنامج اضافة المغذيات ليتناسب مع احتياجات النمو.

✶ **ضغط مضخة مياه الري نظامي ولكن الجريان اكثر من التصميمي.**

- بعض الأنابيب مكسورة أو بعض فوهات المرشات مفقودة أو سدادة أنبوب (أو أكثر) مفقودة أو أنابيب فرعية كثيرة تعمل معا.
- اصلح الانكسارات أو امن القطع المفقودة أو عدل ترتيب الصمامات (المحابس) لضبط عمل الأنابيب الفرعية.

✶ **ضغط مضخة مياه الري كبير ولكن الجريان أقل من التصميمي.**

- انسدادات في منظومة التوزيع (المرشات، الصمامات، المصافي ...) بالذرات الصلبة في المياه أو نتيجة تجمد المياه.
- أصلح الاعطال حسب اللازم.

✶ **الضغط والجريان في مضخة مياه الري كلاهما أقل من التصميمي.**

- اهتراء دافع المضخة أو انسداد جزئي في مصفاة الدخول.
- اصلح أو أبدل دافع المضخة أو نظف المصفاة.

✶ **روائح كريهة في الموقع.**

- تحلل المياه العادمة قبل وصولها إلى موقع الري وانتشار الروائح حين تحميل المياه على الارض أو بسبب التخزين في حوض التخزين في الموقع.
- اجمع الروائح عند موقع المأخذ على حدود منطقة التحميل واستخدم معالجة مناسبة لازالة الروائح (ابراج الازالة الرطبة مثلا)، أو حسن المعالجة الابتدائية أو أدخل تهوية في حوض التخزين في الموقع.

✶ **منصات الري بالمرش المركزي مستعصية في الطين.**

- معدلات تحميل عالية أو دواليب المنصة أو المنصة ذاتها غير ملائمة أو تصريف ضعيف.
- أنقص معدلات التحميل أو ركب دواليب اكبر أو حسن التصريف.

✶ **ازدياد تركيز النترات في المياه الجوفية قرب الموقع.**

- زيادة كميات النتروجين المتاحة على احتياجات المحصول أو اضافة النتروجين خلال فترات سكون نمو المحصول أو عدم جني أو إزالة المحصول في الوقت المناسب.
- أبدل المحصول إلى نوع آخر ذي احتياجات اعلى من النتروجين أو استخدم المياه العادمة خلال فترات النمو النشيط للنبات أو احصد المحصول في الوقت المناسب.

الفصل السادس

الصيانة الدورية

إن اجراء الصيانة الدورية يحافظ على استمرار عمل مختلف الوحدات والتجهيزات الالكتروميكانيكية في محطة المعالجة بشكل مناسب خلال العمر التصميمي لهذه الوحدات وتتم الصيانة في الأوقات المحددة كما في الجدول 6-1 حيث تختلف هذه الأوقات حسب نوع الوحدة أوالعنصر الكتروميكانيكي.

الجدول 6-1: الصيانة الدورية في محطات معالجة المياه العادمة[1]

الجهاز المراد صيانته	اسبوعياً	شهرياً	فصلياً	نصف سنوي	سنوياً	حسب الحاجة
1. المحركات الكهربائية - فرق الجهد= ± 10% - التواتر= ± 5%						
العزل					♦	
زيادة الحمولة						♦
شد الحزام (السير)				♦		
درجة الحرارة			♦			
بيئة الموقع	♦					
التشحيم	♦					
التنظيف الشامل					♦	
غبار تحت الربط						♦
صوت زائد						♦
فرقعة						♦
اهتزاز						♦
زيادة الحرارة						♦
2. كراسي التحميل						
دقة التركيب				♦		
شد الحزام أو السلسلة		♦				
التشحيم			♦			
درجة الحرارة		♦				
التلوث والأوساخ			♦			
الأداء					♦	

[1] المرجع رقم (6)

3. الصمامات (المحابس)						
3-1 المحابس المستوية						
تبديل التملئة						♦
تنظيف وتشحيم المحابس المكشوفة				♦		
تنظيف وتشحيم المحابس المطمورة					♦	
التسرب						♦
3-2 المحابس الغالقة						
شد المحبس إلى القاعدة		♦				
التشحيم		♦				
التزييت			♦			
3-3 محابس الحماية						
فحص القرص					♦	
إصلاح المقعد (الكرسي)						♦
التسرب						♦
3-4 محابس التنفيس						
التنظيف			♦			
3-5 صمامات الأمان						
الفحص الشامل			♦			
3-6 صمامات التنفيس						
التسرب				♦		
التشحيم						♦
الأداء		♦				
4. الكتامات						
النابض	♦					
حلقة الكتامة						♦
التسرب	♦					
5. وحدات القيادة						
الشد ودقة التركيب		♦				
الاهتراء			♦			
التنظيف		♦				
6. الأحزمة V						
الشد والتوقيع		♦				
التشقق			♦			
اهتراء الحلقة			♦			
7. السلاسل						
ارتخاء السلسلة	♦					
التوقيع	♦					
التنظيف				♦		
8. المولدات						
البطارية		♦				
ضوء الإنذار	♦					
الضبط				♦		
9. المجمعات ووحدات التشغيل في المروقات						
مسننات وحدة التشغيل				♦		
سلسلة وحدة التشغيل			♦			
علبة السرعة		♦				
مفتاح زيادة حمولة اللي أو الفتل			♦			
وحدة التشغيل الرئيسة		♦				
مسمار القص			♦			
10. ا لنواقل						
10- آ النواقل الحزامية، السيور الناقلة						
شد الحزام		♦				
الاسطوانات الدوارة		♦				
كراسي التحميل			♦			
الكاشطات	♦					

الأوساخ	♦					
التزييت		♦				
الضجيج	♦					
10-ب النواقل الحلزونية						
منسوب الزيت	♦					
تغيير زيت القيادة			♦			
الشد				♦		
التملئة		♦				
الضجيج		♦				

الملاحق[1]

الملحق 1: المركبات كريهة الرائحة وتراكيز بداية الشعور بالرائحة[2]

المركب	الرائحة المميزة	تركيز بداية الشعور بالرائحة (ppm)
Acetaldehyde	لاذعة	0.004
Allyl mercaptan	الثوم، القهوة	0.00005
Ammonia	لاذعة، حادة	0.037
Amyl mercaptan	غير سارة، متعفنة	0.0003
Benzyl mercaptan	غير سارة، شديدة	0.00019
Butylamine	مثل الأمونيا، حارقة	-
Chlorine	لاذعة، خانقة	0.01
Cadaverine	متعفنة، خانقة	-
Chloropheneol	فينولية	0.00018
Dibutylamine	سمك	0.016
Dimethylamine	متعفنة، سمك	0.047
Dimethyl sulfide	خضار متحللة	0.001
Diphenyl sulfide	غير سارة	0.000048
Hydrogen Sulfide	بيض فاسد	0.00047
Methylamine	متعفنة، سمك	0.021
Ozone	مخرشة فوق 2 ppm	0.001
Pyridine	غير مقبولة، مخرشة	0.0037
Scatole	برازية، مقرفة (دوخة)	0.0012
Sulfur dioxide	لاذعة، غير سارة	0.009
Throcresol	متعفنة	0.0001
Thiophenol	متعفنة، ثوم	0.000062
Triethylamine	أمونيا، سمك	0.08

الملحق 2: تصنيف المركبات كريهة الرائحة في محطات معالجة المياه العادمة[2]

المركب	المصدر
= عضوي	
* نواتج الأيض	
- أحماض عضوية	تفكك فضلات الطعام
- الدهيدات	
- كيتونات	مذيبات صناعية
* مشتقات أمونيا	
- أمينات	صناعي _ زراعي
* مركبات كبريت	
- مركبتانات (Mercaptans (Thiols	صناعي
* مركبات الكبريت والنتروجين	تفكك أو أكسدة البروتين
- اندول	
- سكاتول	
= لا عضوي	
- كبريتيد الهيدروجين	االبكتيريا اللاهوائية
- أمونيا	من تحول اليوريا

[1] المرجع رقم 5 و 6

[2] المرجع رقم (6)

الملحق 3: المركبات الكيميائية المؤكسدة المستعملة لمعالجة الروائح[1]

المركب	الصيغة	مكان الاستعمال الرئيس	مزايا	سلبيات
الكلور	Cl_2	أجهزة غسيل الروائح	مؤكسد شديد ومعقم	منتجات جانبية سامة. قتل البكتيريا الهوائية
هيبوكلورايت الصوديوم	NaOCl	المجاري بالانسياب		
هيبوكلورايت الكالسيوم	$Ca(OCl)_2$	المجاري بالضغط		
ثاني أكسيد الكلور	ClO_2	أجهزة غسيل الروائح	معقم شديد. لا توجد منتجات جانبية سامة	احتمال انفجار ClO_2
بيروكسيد الهيدروجين	H_2O_2	تكييف الحمأة، المجاري الحرة	مؤكسد شديد، معقم ضعيف، لا توجد منتجات جانبية سامة	لا يعالج الأمونيا، يمكن أن يقتل البكتيريا الهوائية
برمنغنات البوتاسيوم	$KMnO_4$	تكييف الحمأة، أجهزة غسيل الروائح	مؤكسد قوي ومستقر	لا يعالج NH_3، غالي الثمن
الأوزون	O_3	أجهزة الغسيل الرطب، المناطق المغلقة	معقم شديد ومؤكسد شديد	غير مستقر، إنتاج في الموقع، صيانة شديدة

الملحق 4: مقارنة تكاليف مختلف طرق ضبط الروائح[1]

الطريقة	التكاليف الرأسمالية	تكاليف التشغيل والصيانة السنوية(**)
المرشح الحيوي	5	1
الأوزون	3	2
الغسيل الرطب	4	3
مرمد محفز	1	4
مرمد حراري	2	5
الكربون المنشط	6	6

(**) الرقم 1 هو الأقل كلفة وتزداد التكاليف حتى رقم 6 تباعا.

[1] المرجع رقم (6)

قائمة بالمصطلحات المعربة مرتبة هجائيا

Comminutors	**اجهزة التفتيت**
Drying Beds	**احواض التجفيف**
Equalization Tanks	**احواض التعادل**
Flotation Tanks	**احواض التعويم أو الطفو**
Aerated Lagoons	**احواض مهواة**
Spreading Basins	**احواض النشر**
Composting	**ادبال**
Infiltration	**ارتشاح**
Wet Scrubbing	**ازالة الرطبة**
Dechlorination	**ازالة الكلور**
Nutrients removal	**ازالة المغذيات**
Rotary Drum	**اسطوانة مجوفة دوارة**
Rotary Disks	**اقراص متتابعة دوارة**
Carbon adsorption	**امتزاز كربوني**
Wet Well	**بئر رطب**
Oxidation Ponds	**برك الأكسدة**
Stabilization Ponds	**برك التثبيت**
Eutrification	**تتريف**
Lime Stabilization	**تثبيت بالتكلس**
Contact Stabilization	**تثبيت بالتماس**
Vacuum Filtration	**ترشيح انفراغي**
Belt Filtration	**ترشيح حزامي**
Incineration	**ترميد**
Disinfection	**تطهير**
Step feed	**تغذية مجزأة**
Thickening	**تكثيف**
Extended Aeration	**تهوية مطولة**
Plug flow	**جريان جبهي**
Overland flow	**جريان سطحي**
Horizontal Flow	**جريان أفقي**
Cyclone flow	**جريان دوامي**
Primary Sludge	**حمأة أولية**
Waste Activated Sludge (WAS)	**حمأة فعالة مزالة**
Activated Sludge	**حمأة منشطة**
Return Activated Sludge (RAS)	**حمأة منشط راجعة**
Net Positive Suction Head	**حمولة السحب الموجبة الصافية**
Humus Tank	**حوض الدبال**
Pump Cycle Time	**دورة عمل المضخة**
Helminths	**ديدان**

Mixed Liquor	**سائل مختلط**
Colloidal	**شبه غروي**
Odor Control	**ضبط الروائح**
Biochemical Oxygen Demand (BOD_5)	**طلب كيميائي حيوي على الاكسجين**
Chemical Oxygen Demand (COD)	**طلب كيميائي على الاكسجين**
Total Coliforms (TC)	**عدد إجمالي للقولونيات**
Sludge Age	**عمر الحمأة**
Grab Sample	**عينة عشوائية**
Composite Sample	**عينة مركبة**
Grit Chambers	**غرف أو أقنية الرمال**
Cell Residence Time	**فترة مكوث الخلايا**
Fecal Coliforms (FC)	**قولونيات برازية**
Aerobic Microorganisms	**كائنات عضوية مجهرية هوائية**
Rakes	**كاشطات**
Activated Carbon	**كربون منشط**
Sprinklers	**مرشات**
Tower Filter	**مرشح برجي**
Trickling Filters	**مرشحات حيوية**
Bar Screens	**مصافي قضبانية**
Rotating Screens	**مصافي دوارة**
Water pumps	**مضخات مياه**
Submersible Centrifugal Pump	**مضخة نابذة غاطسة**
Axial Flow Centrifugal Pump	**مضخة نابذة ذات جريان محوري**
Mixed Flow Centrifugal Pump	**مضخة نابذة ذات جريان مختلط**
Air Lift Pump	**مضخة ذات دفع بالهواء**
Land Treatment	**معالجة أرضية**
Primary Treatment	**معالجة أولية**
Preliminary Treatment	**معالجة تمهيدية**
Tertiary Treatment	**معالجة ثالثية**
Sludge Treatment	**معالجة الحمأة**
Biological Treatment	**معالجة حيوية**
Filter Press	**مكبس مرشح**
Aerated Static Piles	**مكدسات ساكنة مهواة**
Windrows	**مكدسات مستمرة**
Rotating Biological Contactors	**ملامسات حيوية دوارة**
Anoxic Zone	**منطقةلاأكسيجينية**
Dual Systems	**منظومات ثنائية**
Surface Aerators	**مهويات سطحية**
Brush Aerators	**مهويات فرشاتية**
Volatile Solids (VS)	**مواد صلبة طيارة**
Total Suspended Solids (TSS)	**مواد صلبة عالقة كلية**

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

المراجع

1 - أصفري، أحمد فيصل
معالجة المياه العادمة الصناعية
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي – الكويت 1996

2 - أصفري، أحمد فيصل
أسس تصميم منشآت المياه العادمة.
المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم – جامعة الدول العربية – الجمهورية التونسية 2000

3 - أصفري، أحمد فيصل – المزيني، صالح محمد
منظومات الصرف الصحي ومعالجة مياه المجاري
الجمعية الكويتية لحماية البيئة – الكويت – 1997

4 - Metcalf & Eddy
Wastewater Engineering: Treatmant , Disposal , and Reuse
Mc Graw – Hill Co., USA, 3rd Edition 1991

5 - Tillman, M.
Wastewater Treatment – Troubleshooting and Problem Solving

6 - Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants
Water Pollution Control Federation , USA , 1994

7- الدراسة الهندسية لأعمال توسعة محطة المعالجة في توبلي (البحرين)، إعداد المكتب الاستشاري ACE.