

برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي لوظيفته فني معمل - الدرجة الثانية



اساسيات تكنولوجيا تنقية مياه الشرب





تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

المحتويات

5	<u>مقدمة</u>
5	<u>العمليات الرئيسية في تنقية المياه</u>
6	<u>مكونات محطة تنقية مياه الشرب</u>
6	<u>المأخذ:</u>
8	<u>مواسير المأخذ:</u>
8	<u>طلبات سحب المياه العكرة (ذو الضغط المنخفض):</u>
8	<u>المصافي الميكانيكية:</u>
9	<u>أنواع المصافي</u>
10	<u>بئر التوزيع (ببارة المياه العكرة)</u>
11	<u>الترويب (Coagulation):</u>
12	<u>التنديف (Flocculation):</u>
13	<u>أحواض المزج السريع:</u>
13	<u>أحواض الترويب:</u>
14	<u>حوض الترسيب:</u>
14	<u>العوامل المؤثرة في عملية الترويب والتنديف</u>
15	<u>أحواض الترويب والترويق المشتركة:</u>
18	<u>أنواع المروقات</u>
18	<u>المروقات الدائرية (أنظمة باماج، برموتيت و التشيكي):</u>
19	<u>الأحواض المستطيلة (باترسون)</u>
21	<u>المروق النابض</u>
21	<u>نظرية عمل المروق النابض</u>
22	<u>التخلص من الروبة</u>
23	<u>أنظمة جمع الروبة</u>
25	<u>المرشحات الرملية:</u>
26	<u>المحتوى الطيني:</u>
33	<u>أنظمة التحكم في تصريف المرشحات</u>
39	<u>عملية تطهير المياه:</u>
39	<u>استخدام الكلور في محطات المياه: يستخدم الكلور في محطات مياه الشرب بغرض:</u>
40	<u>نظرية عمل الكلور:</u>
40	<u>منظومة الكلور بالمحطات:</u>
40	<u>أجهزة حقن الكلور وتتكون من:</u>
41	<u>عملية الكلورة Chlorination</u>
41	<u>استخدام الكلور:</u>
41	<u>اختبار احتياج الكلور Chlorine Demand Test</u>

42	<u>اختبار الكلور المتبقى بالمياه النقية:</u>
43	<u>العوامل التي تؤثر على نجاح عملية الكلورة:</u>
45	<u>حساب جرعات الكلور:</u>
45	<u>معدلات الكلور:</u>
47	<u>تطبيقات عملية:</u>

مقدمة

لقد تزايد الاهتمام العالمي بجودة مياه الشرب من منتصف القرن العشرين ولذلك تم وضع معايير صحية لمواصفات مياه الشرب الصالحة للإستهلاك الآدمي، بما يكفل حفظ صحة الإنسان وحمايتها، وللوصول إلى هذه المعايير كان لابد من القيام بعمليات تنقية لمياه الشرب سواء كانت مياه سطحية أو جوفية، للوصول إلى أقصى درجة من النقاء ولكي تتوافق مواصفات هذه المياه مع مواصفات مياه الشرب القياسية العالمية وتتضمن تنقية مياه الشرب العديد من الخطوات.

العمليات الرئيسية في تنقية المياه

أولاً: التصفية (Screening):

يتم خلالها إزالة الأشياء أو القطع الصلبة التي يمكن أن تعيق المضخات أو عملية التنقية.

ثانياً: الترويب (Coagulation):

تهدف لإزالة المواد الغروانية المعلقة (المسببة للعكارة) وهي لا تترسب بسهولة لذلك نلجأ إلى إضافة المواد الكيماوية المجلطة مثل كبريتات الألمونيوم (الشبه) إلى المياه.

ثالثاً: التنديف (Flocculation):

تهدف إلى تجميع الندف الصغيرة المشكلة بالمرحلة السابقة لتشكل ندفاً أكبر يسهل ترسيبها بالتناقل.

رابعاً: الترسيب (Sedimentation):

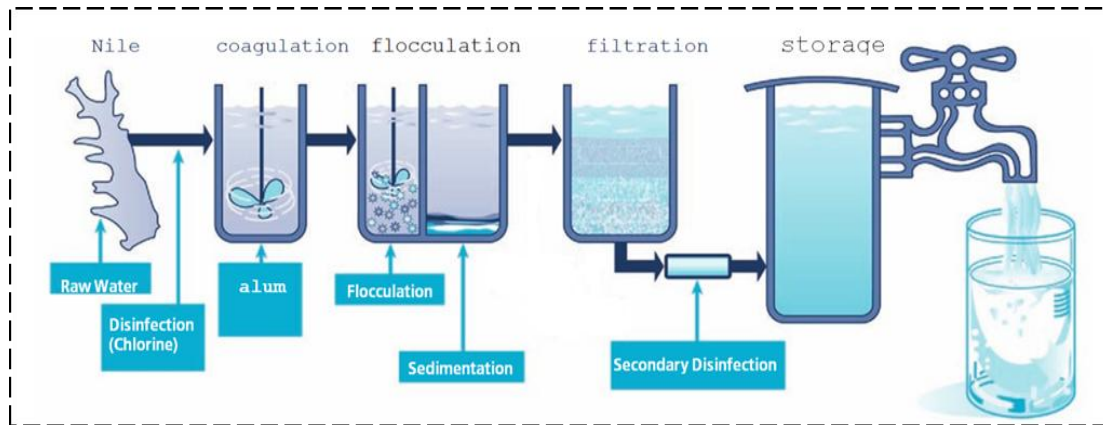
هو المرحلة الثانية في عملية ترويق الماء في المحطات التي تشمل عملية الترويب والترسيب يتم إزالة المواد المتندفة بحيث يخرج الماء رائقاً.

خامساً: الترشيح (Filtration):

يمرر الماء خلال وسط ترشيح ليخلصه من المواد العالقة والتي لم يتم التخلص منها بالترسيب وعادة ما يكون الرمل مادة الترشيح.

سادساً: التطهير (Disinfection):

فى هذه المرحلة يتم القضاء على البكتريا الضارة والعوامل الممرضة ومن الطرق المستخدمة لتطهير المياه، الكلورة، الأوزون، الأشعة فوق البنفسجية.



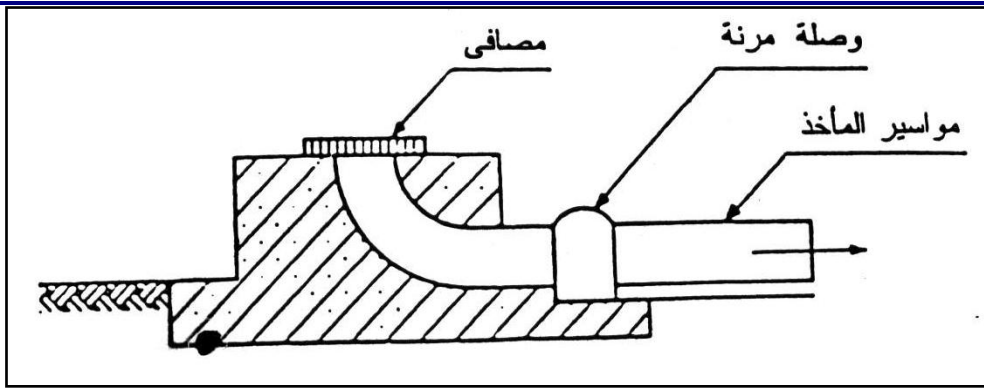
مكونات محطة تنقية مياه الشرب المأخذ:

الغرض منه تجميع المياه العكرة من المجرى المائي، وتنقسم أنواع المآخذ إلى:

- 1 مأخذ مغمور.
- 2 مأخذ شاطئ.
- 3 مأخذ ماسورة.

▪ مأخذ مغمور: Submerged Intake

وهذا النوع يستعمل فى البحيرات العذبة المتغيرة المناسيب أو على شواطئ الأنهار العريضة ويتكون من مأخذ يبنى داخل البحيرة على مسافة من الشاطئ قد تصل إلى عدة كيلومترات تدخله المياه من فتحات على مناسيب مختلفة ومنها إلى سحارة المأخذ.



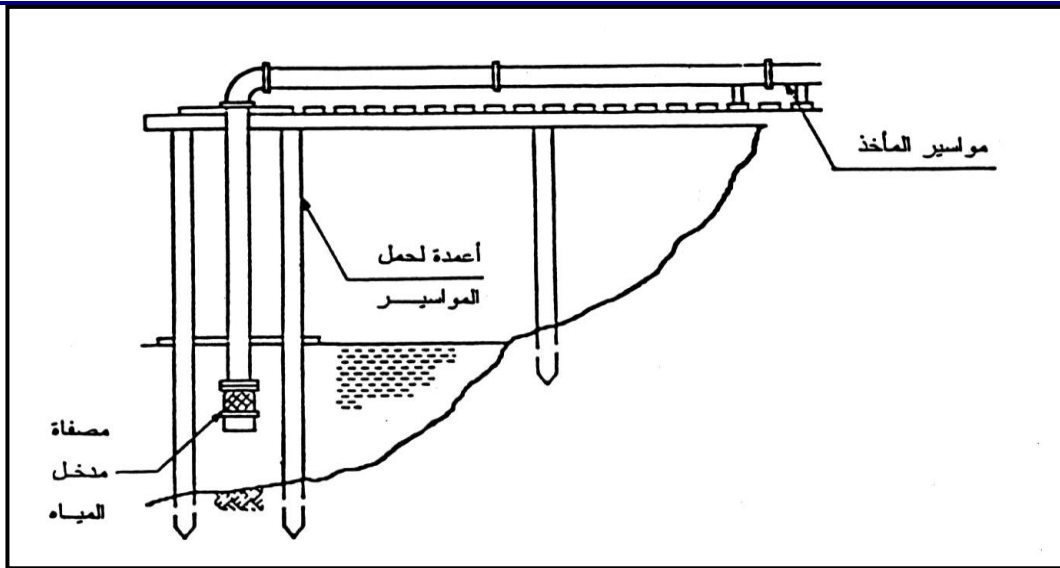
▪ مأخذ شاطئ: Shore Intake

ويتكون من حائط ساند وجناحين على شاطئ المصدر المائي لوقاية الماسورة التي تسحب المياه ويستعمل هذا المأخذ في الترع الملاحية والغير ملاحية على السواء كما يستعمل في الأنهار الصغيرة إذ أنه لا يعوق الملاحة.



▪ مأخذ ماسورة: Pipe Intake

وهو عبارة عن ماسورتين أو أكثر تمتدان من الشاطئ إلى مسافة كافية في النيل بعيدا عن الشاطئ وتكون الماسورة محمولة على هيكل حديدي (كوبرى) أو هيكل خرساني بحيث لا يعوق الملاحة.



مواسير المآخذ:

عبارة عن المواسير الموصلة بين المآخذ وبيارة المياه العكرة الخاصة بطلبات الضخ ذو الضغط المنخفض ويمكن أن تتشأ من مواسير خرسانة مسلحة أو مواسير حديدية أو تبنى على هيئة خندق مبطن بأى شكل مطلوب وهى موضحة بكافة أشكال أنواع المآخذ السابق شرحها.

طلبات سحب المياه العكرة (ذو الضغط المنخفض):

وتقوم برفع المياه من بيارة المياه العكرة الملحقة بمحطة الطلبات حتى منسوب المياه فى عمليات التنقية. وهذا لا يزيد عادة على عشرة أمتار ولذلك سميت هذه المحطات بمحطات الضخ ذو الضغط أو الرفع المنخفض لتمييزها عن محطات الرفع العالى التى توجد فى أول شبكة التوزيع وتضغط المياه بحيث يكون الضغط فى شبكة المياه يساوى 25 متر ماء عند أقصى نقطة فى الشبكة.

المصافي الميكانيكية:

الغرض من المصافي فى الأساس هو حجز الأشياء الكبيرة كالأغصان والنباتات والأسماك والأجسام الطافية الأخرى التى يمكن أن تسد أو تتلف أو تعطل معدات المحطة، وهناك أنواع منها قد تستخدم أيضا فى حجز العوالق والكائنات الصغيرة. وتعتبر التنقية هي أولى خطوات التنقية. ويجب أن تتم عند نقاط سحب المياه العكرة (الخام).

أنواع المصافي

أ. المصافي ذات القضبان (Barscreens):

تصنع من قضبان الصلب الملحومة على مسافات بين بعضها بمقاسات مختلفة.

- مصافي ذات عيون صغيرة.

- مصافي ذات عيون متوسطة.

- مصافي ذات عيون كبيرة.

وأكثرها استخداماً المصافي ذات العيون المتوسطة أو الكبيرة. وتركب في مسار المياه الداخلة إلى مأخذ المياه بزواوية ميل لتسهيل عملية النظافة ولمنع الانسداد وتنظف إما يدوياً أو أوتوماتيكياً (آلياً) للمحطات الكبيرة.



ب. المصافي ذات الشبك (Meshscreens):

تسمى أيضاً المصافي الضيقة أو مانعات الأعشاب، وتصنع من نسيج السلك الصلب الذي لا يصدأ. وتصمم على هيئة ألواح ثابتة (Platetypescreen) أو أسطوانات دوارة (Rotatingdrumscreen)، ويستخدم هذا النوع من المصافي لحجز الأعشاب والعوالق الصغيرة نسبياً في حالات المياه التي لا تحتوي على أجسام كبيرة. وتركب رأسياً في الماء أما منفردة على مصدر المياه مباشرة (المأخذ) أو أحياناً تلي المصافي ذات القضبان وتركب على المأخذ أو داخل المحطة. وهي في أغلب الأحوال تنظف آلياً.



ج. المصافي الدقيقة (Microstrainers):

هي مصافي ضيقة جداً وتصنع من نسيج معدني لا يصدأ أو من لدائن البلاستيك. وهي تستخدم في عمليات المياه التي لا تشمل مراحل تنقيتها: مرحلة الترويق، حيث تعمل على حجز الكائنات النباتية والحيوانية الصغيرة جداً (Plankton) العالقة بالمياه، وعادة تنظف آلياً.



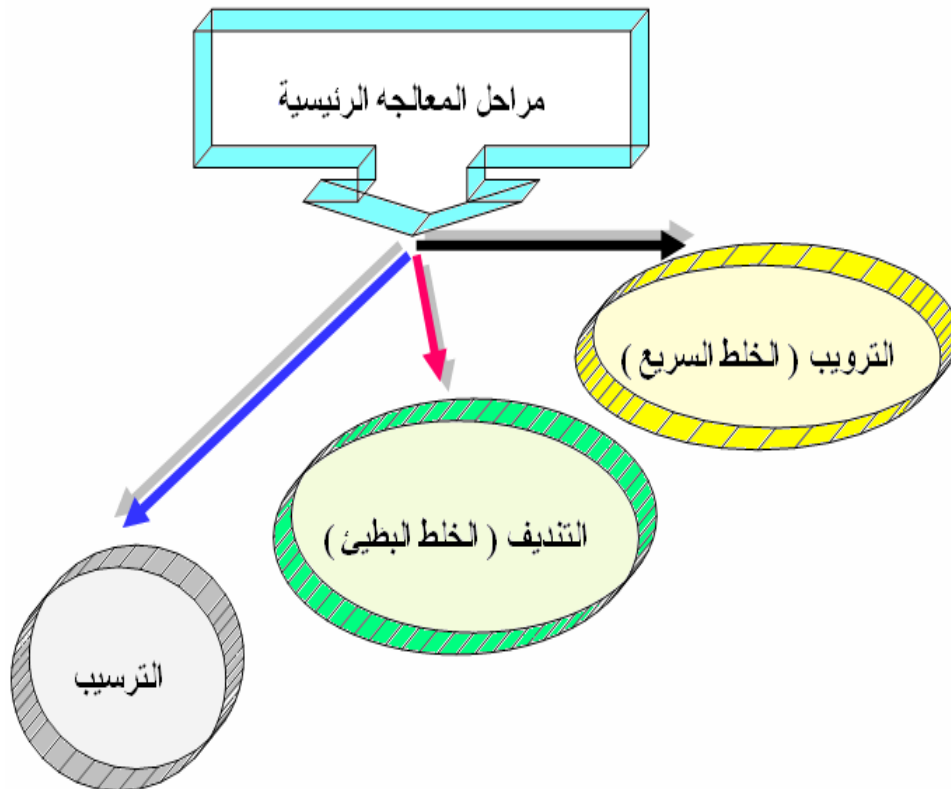
FIG(9)STRAINER

بئر التوزيع (بئارة المياه العكرة)

الغرض منه استقبال المياه من محطة طلبات المياه العكرة ليتم توزيعها على المروقات أو المروبات.

الترويب (Coagulation):

لما كانت أحواض الترسيب بمعناها الكامل هو الترسيب بدون استعمال مواد كيميائية مجلطة ويتوقف الترسيب الطبيعي على قابلية تحرك المواد العالقة إلى أسفل بسرعة كما يتوقف على حجمها وقلتها ونوعها وشكلها ودرجة إنسياب الماء ودرجة الحرارة وترسب المواد العالقة والأنهار طبيعياً، وقد وجد أن هذه الطريقة (الترسيب الطبيعي) تأخذ مساحات كبيرة نظراً لمعدلاتها البطيئة وعادة يكون المتخلف من المواد العالقة 50 % بعد أكثر من 8 ساعات ترسيب، لذلك نلجأ إلى إضافة المواد الكيماوية المجلطة إلى المياه بغرض تجميع الحبيبات الصغيرة في حبيبات أكبر حجماً أو من ثم أسهل ترسيباً. ولقد وجد أنه عند إضافة بعض المواد الكيماوية إلى الماء تتكون ندف هلامية الشكل ولزجة وتأخذ في الهبوط إلى أسفل وفي أثناء هبوطها تجذب إلى سطحها المواد العالقة الدقيقة فتتهبط معها مما يعطى نتائج جيدة لعملية الترسيب بعد فترة وجيزة. وهذه العملية تعرف بالترويب أو التجلط.



وأهم الكيماويات المستعملة كمروبات أو المجلطات

1. أ - كبريتات الألومنيوم المائية (الشبة). $Al_2(SO_4)_3.nH_2O$

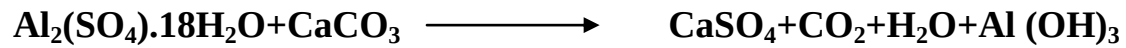
2. كبريتات الحديدوز. $FeSO_4$

3. كبريتات الحديدك. $Fe_2(SO_4)_3$

4. كلوريد الحديدك. $FeCl_3$

إلا أن كبريتات الألومنيوم هي أكثر هذه المواد استعمالاً إذ أنها أرخص هذه المواد وأكثرها تواجداً وانتشاراً في الطبيعة.

وتتفاعل الشبة مع القلوية الموجودة بالمياه وينتج هيدروكسيد الألومنيوم الجيلاتيني القوام والهلامي الشكل الذي يقوم بتجميع المواد العالقة في المياه حيث يكبر حجمها ويسهل ترسيبها .



ويمكن تعريف الترويب على أنه بداية استجابة الجسيمات بطيئة الترسيب في المياه الخام لعمل ندف دقيقة عند إضافة المُرَوَّب للمياه مشكلة سحابة هلامية ويستلزم ذلك عملية خلط سريع لضمان توزيع متماثل للمادة المروبة.

التنديف (Flocculation):

يحمل هيدروكسيد الألومنيوم المتكون شحنة كهربائية موجبة وبالتالي يحدث تجاذب بينه وبين المواد العالقة والغرويات الدقيقة والبكتريا والمواد الغروية والتي تحمل شحنة سالبة فيحدث تعادل كهربائي، وتلتصق ببعضها مكونة حبيبات أكبر تسمى ندف (Flocs) والتي تزداد حجماً وثقلاً أثناء تجولها في الماء نتيجة تماسك الندف الدقيقة مع بعضها مكونة ندفاً أكبر وأثقل، قابلة للترسيب بسرعة أكبر وتسمى هذه العملية بالتنديف (Flocculation) .

وهي عملية مزج بطيء للشبة مع الماء تعمل على تجميع الحبيبات الصغيرة لتكون حبيبات أكبر قابلة للترسيب، ويستلزم ذلك عمل تقليب بطيء باستخدام الخلاطات الهيدروليكية

والميكانيكية لإتاحة فرص أكبر لعمل تلامس بين الندف الدقيقة لتلتصق ببعضها مكونة ندف أكبر لترسب وتتطلب هذه العملية زمن يتراوح من 15 - 20 دقيقة.

يتراوح الحجم الأمثل للندف من (0.1 - 3 مم). وبما أن هذه الذرات تحمل شحنات كهربائية و العوالق و الشوائب الموجودة بالماء تحمل شحنة سالبة فلذلك تتجاذب الشحنات غير المتجانسة وتزيد قوة الشحنة وكذلك تزيد قوة جاذبيتها للذرات الصغيرة فتكون كتل متعادلة الشحنات فيسهل ترسيبها.

ولتجنب تفكك الندف المتكونة يجب الأخذ في الاعتبار:

1 -وقت المزج

2 -الطريقة الصحيحة للمزج

3 شكل أحواض المزج.

فالمزج السريع لمدة كبيرة يجعل الندف المتكونة تتباعد عن بعضها البعض وبالتالي تتكون ندف ضعيفة ومفككة بعد أن كانت ملتصقة ببعضها. فالتنديف عملية أبطأ بكثير من الترويب لذلك فإن حوض التنديف يجب أن يكون أكبر نسبياً. ونظراً لأن الندف هشة تماماً فلذلك يجب أن يجري الخلط ببطيئاً كما يجب أن تكون سرعة التصريف خلال الحوض بطيئة بما يكفل عدم تفتيت جسيمات الندف أو تكسيرها، وعلى ذلك يجب أن يكون حوض التنديف كبيراً بما يكفي لتهيئة مدة المكث الملائمة.

أحواض المزج السريع:

ويتم مزج الماء مع المادة الكيميائية المجلطة سواء كانت على هيئة محلول أو بودرة وهناك طرق كثيرة لعملية المزج منها أن يوضع المحلول في الماء. مع وجود حواجز في القناة لتغيير إتجاه سير المياه والمساعدة على خلطها كما يمكن إجراء عملية الخلط في أحواض خاصة أو عمل اختناق في مواسير المياه وتحقق المادة في نقطة الاختناق.

أحواض الترويب:

بعد إذابة و خلط المادة المروبه بالمياه العكرة يلزم تحريك الماء حركة بطيئة في أحواض الترويب لغرض تجميع ذرات المواد العالقة بالالتصاق ليسهل ترسيبها وبما أن هذه الذرات

تحمل شحنات كهربائية أما موجبة وأما سالبة فلذلك تتجاذب الشحنات غير المتجانسة وتزيد قوة الشحنة وكذلك تزيد قوة جاذبيتها للذرات الصغيرة فتكون كتل متعادلة الشحنات فيسهل ترسيبها. ولتجنب تفكك هذه الكتل يتحتم أن تكون حركة الترويب بطيئة نوعا وتتراوح سرعة طرف أذرع قلابات الترويب بين 5، 7 أمتار وتتراوح مدة الترويب بين 15، 25 دقيقة تخرج المياه بعد ذلك صالحة للترويب السريع.

وتوجد أحيانا أحواض الترويب فى مدخل أحواض الترويق (الترويب) أو الترويب منفصلة عنها أو توضع بداخلها إذا كانت مستديرة والغرض من ذلك هو تفادى تكسير الندف وبحيث ألا تزيد سرعة الماء وبه الندف الماره إلى أحواض الترويب عن (0.1) متر فى الثانية حتى لا يتفكك هذا الندف قبل ترسيبها، ويجب أن يصمم حجمه بحيث يعتبر مدة المكث 30 دقيقة.

ويمتاز حوض الترويق عن الأحواض سالفة الذكر بأنه مزود بجهاز ميكانيكى لتنظيفه بواسطة مجموعة من الأمشاط الحديدية أو المصنوعة من المطاط ومحملة على أذرع متصلة بجهاز يدور حول محور رأسى بواسطة محرك كهربائى مركب فوق الكوبرى ويعرف بالزحافة.

وتتراوح مدة مكث الماء فى مثل هذه الأحواض بين 20، 30 دقيقة تليها أحواض ترسيب عادية أما عمليات المياه الحديثة فيكتفى بالأحواض الميكانيكية فتمر منها المياه مباشرة إلى المرشحات وفى هذه الحالة تكون مدة مكث المياه من 4 إلى 5 ساعات.

حوض الترويب:

الغرض منه ترسيب الندف المتكونة في أحواض الترويب وعلى سطحها المواد العالقة إلى قاع الحوض.

العوامل المؤثرة في عملية الترويب والتنظيف

1. تركيز الأس الهيدروجيني pH (للشبة من 5.5- 7.5 ولكبريتات الحديدوز أكبر من 8.5)

2. قلوية الماء: تتم عملية الترويب أسرع مع القلوية الأعلى (الشبة تتفاعل مع القلوية (بيكربونات الكالسيوم) وفي حالة عدم وجود القلوية يضاف الجير أو الصودا الكاوية.
 3. ظروف الخلط (السرعة والتجانس).
 4. نسبة العكارة للمياه الخام (الأعلى أفضل بنسب معينة).
 5. جرعة المادة المروبة (وتحدد معمليا بتجربة JAR TEST)
 6. تصميم وشكل المروب والمندف.
- يتناسب حجم الندف طرديا مع جرعة الشبة المضافة في حدود معينة وبالتالي يلزم تحديد جرعة الشبة التي تحقق تكوين الندف في حجم رأس الدبوس.

أحواض الترويب والترويق المشتركة:

عند استخدام تلك الأحواض يتم الاستغناء عن أحواض الترويب والترسيب المنفصلة ويتم في هذه الحالة دمج عمليتي الترويب والترويق داخل حوض دائري واحد يجمع بين حيز الترويب الداخلي وحيز الترويق الخارجي.

• حساب معدلات تصريف طلبات حقن الشبه:

بعد تحديد الجرعة المناسبة (Optimum) من الشبه بعرفة المعمل الكيميائي يبدأ القائم بالتشغيل في تنفيذ هذه الجرعة وضبط طلبات الحقن على ضخ الكميات المطلوبة والتي تتناسب مع كميات المياه الخام المارة إلى عملية الترويب وهي تساوى:

قسمة المعادلة على 60 في حالة طلب معدل التصريف باللتر / دقيقة .

$$\text{معدل تصريف طلبية الحقن (لتر / ساعة)} = \frac{\text{معدل تصريف المياه العكرة } x \text{ جرعة الشبه}}{\text{تركيز الشبه في اللتر}}$$

$$= \frac{(3\text{م} / \text{س}) \times (3\text{م} / \text{جم})}{(3\text{م} / \text{لتر})} = (3\text{م} / \text{لتر})$$

معايرة مضخة الشبة

هناك دائما فرق يظهر مع تشغيل طلبات حقن محلول الشبة وعليه يلزم من حين لآخر إجراء

عملية معايرة لها لضمان التحكم في إضافة الجرعات المناسبة للشبنة , هذا الفرق قد يزداد مع الوقت لظروف مختلفة.

وهناك تدريجات مختلفة على طلبات الحقن تدل على معدلات التصريف المختلفة بعض منها يتراوح بين صفر إلى 100% من التصريف وبجانبه معدل التصريف الأقصى للطلبة .وبالعوض الآخر.

مدرج بين صفر إلى رقم نهائي معين وبجانبه معدل تصريف لكل درجة من التدرج (مثلا كل شرطه تمثل عدد معين من اللترات في الدقيقة).

ولإجراء المعايرة الدورية يتم تشغيل الطلبة (أو فرع من الطلبة) على درجات مختلفة تبدأ من 5 إلى 10 إلى 15 وهكذا حتى نهاية التدرج وحساب التصريف الأسمى لكل منها وقياس كمية التصريف الفعلية بواسطة مخبار مدرج عند نقطة الإضافة في خلال زمن قياس محدد باستخدام ساعة إيقاف Stop Watch وتسجل القراءات الفعلية أمام كل تدرج ويمكن رسم منحنى بياني لكل فرع من الطلبة أو عمل جدول يبين تدرج الطلبة والتصريف المقارن لكل درجة .



وعلي سبيل المثال:

إذا وجدنا أن عند تدرج 32 من الطلبة وهو ما يوازي 20 لتر/ دقيقة إسميا يعطى تصريفا

18.5 لتر / دقيقة فقط فيسجل في الجدول تدريجات مختلفة وأمام كل تدريج قراءة فعلية تسهل على القائم بالتشغيل وعماله سرعة ضبط الكميات المطلوبة بدقة .

ولضبط ظلمة حقن الشبه يجب أن تتوافر المعلومات الآتية:

1. تركيز محلول الشبه (20-30 %).
2. كمية تصرف المياه الخام.
3. أقصى تصرف لطلبة حقن الشبه.
4. الحرارة المراد إضافتها.

ويتم التعويض في القانون التالي لمعرفة مشوار طلمبة الشبه الواجب ضبط الطلمبة عليه للحصول على الجرعة المطلوبة .

$$\text{Stroke} = \text{flowerate (m}^3/\text{hr)} \times \text{dose (gm/m}^3) \times 100$$

$$\text{Concentration} \times \text{pump max output} \times 1000$$

المشوار = تصريف العكرة (م³/س) × الجرعة (جم / م³) × 100

تركيز محلول الشبه $\times$ أقصى تصريف للطلبة (لتر/س) $\times 1000$

واللحصول على التركيز المطلوب نتبع الخطوات السابق ذكرها .

واللحصول علي قيمة أقصى تصرف لطلبة حقن الشبه يتم معايرة الطلبة تبعاً للخطوات الآتية:

- يتم تحضير محلول الشبه بنفس التركيز المستخدم بالمحطة في وعاء مدرج حجم 25

لتر ويتم توصيل سحب الطلمبة المراد معايرتها بهذا الوعاء ونبدأ تشغيل الطلمبة بعد ضبط الطلمبة علي 100% من المشوار.

يتم حساب كمية الشبة التي تم سحبها وتكرار هذه الخطوات لـ (40 % ، 50 % ، 60 % ، 70 % ، 80 % ، 90 %) من المشوار ورسم منحنى أداء الطلمبة ويمكن من خلال هذا المنحنى معرفة تصرف الطلمبة لكل خطوة من خطوات المشوار.

أنواع المروقات

المروقات الدائرية (أنظمة باماج، برموتيت و التشيكى):

وهى عبارة عن أحواض ترويق دائرية الشكل يضاف إلى كل منها حوض للترويب بغرفة واحدة أو أكثر فتدخل المياه فى أحواض الترويب أولاً، ثم تخرج منها إلى أحواض الترويق لترسيب المياه ويضع حوض الترويب فى وسط حوض الترويق. والمياه بعد مرورها بالخلط حيث يضاف إليها الشبة تدخل فى أسفل منتصف الحوض صاعدة إلى حوض الترويب المعدنى الموجود فى وسط حوض الترويق وبه زحافة مثبت بها أمشاط لكسح الرواسب وأذرع رأسية تتحرك مع الزحافة حركة بطيئة وبأعلى الحوض كوبرى معلق به أذرع رأسية تلف باستمرار فى اتجاه عكسى للزحافة لغرض الترويب ويديرها محرك كهربائى خاص بها .



الأحواض المستطيلة (باترسون)

وفيها يكون سريان الماء في اتجاه واحد موازي لطول الحوض ويسمى ذلك بالتصريف في خطوط مستقيمة.

وفي كلا النوعين يلزم الحفاظ على سرعة المياه وتوزيع تصريف المياه منتظمين قدر الإمكان لمنع تكون الدوامات والتيارات الدوامية بها والتي تعوق ترسيب المواد العالقة ، مع تفادي حدوث قصر الدورة (Short Circuit) بين دخول المياه وخروج المياه حيث ينقسم حوض الترسيب عادة إلى عدة مناطق أساسية هي:

1. منطقة دخول المياه:

ويشترط أن يكون دخول الماء الوارد من حوض التدفيع منتظماً وينتشر في أرجاء حوض الترسيب. ولذلك يكون دخول المياه من خلال جدار ذو فتحات متماثلة لتوزيع المياه على كل أرجاء الحوض.



2 منطقة الترسيب:

وهي أكبر مناطق الحوض حيث يتم ترسيب العوالق بمكوئها مدة كافية من الزمن، ولكون المياه تسير بسرعة أكبر نسبياً في هذه المنطقة، فيلزم عمل الاحتياطات لتفادي التيارات الاعصارية.

3 منطقة تجميع الروبة:

وهي تقع عادة في قاع الحوض، وتعتبر مكانا للتجميع المؤقت للأجسام المترسبة، ويراعي في تصميم مدخل الماء ألا يسبب في تيارات دوامية قرب منطقة تجميع الروبة، تتسبب في تهيج الجسيمات المترسبة فتصعد للماء الرائق مرة ثانية.



4 منطقة خروج الماء

ويجب أن يوفر مخرج الماء انتقالا سلسا من حوض الترسيب إلى مجرى خروج الماء الرائق، كما أنه يساعد في التحكم في منسوب الماء بالحوض، وقد تستخدم حواجز بها فتحات (هدارات) على شكل حرف (V) لتوفر الخروج الهادئ للمياه الرائقة بحيث لا تحمل معها ندفا تنتقل إلى المرشحات، ولكمية المياه المارة علي الهدار معدل يجب ألا يتجاوزة لأن سرعة خروج المياه سوف تدفع الندف لتتجاوز الهدار وتخرج الي المرشحات والمعدل التحميل علي الهدار يجب ألا يتجاوز 300 م³/م/يوم. وفي حالة زيادة التحميل علي المروق يمكن اضافة هدارات اخري وتغيير شكل خروج المياه من المروق للحصول علي معدل التحميل المطلوب.

المروق النابض

ومن هذه المروقات (المروق النابض) pulsator وهو من انتاج شركة ديجرمون الفرنسية وهو المنتشر في محطات القاهرة الكبرى وسائر الجمهورية.

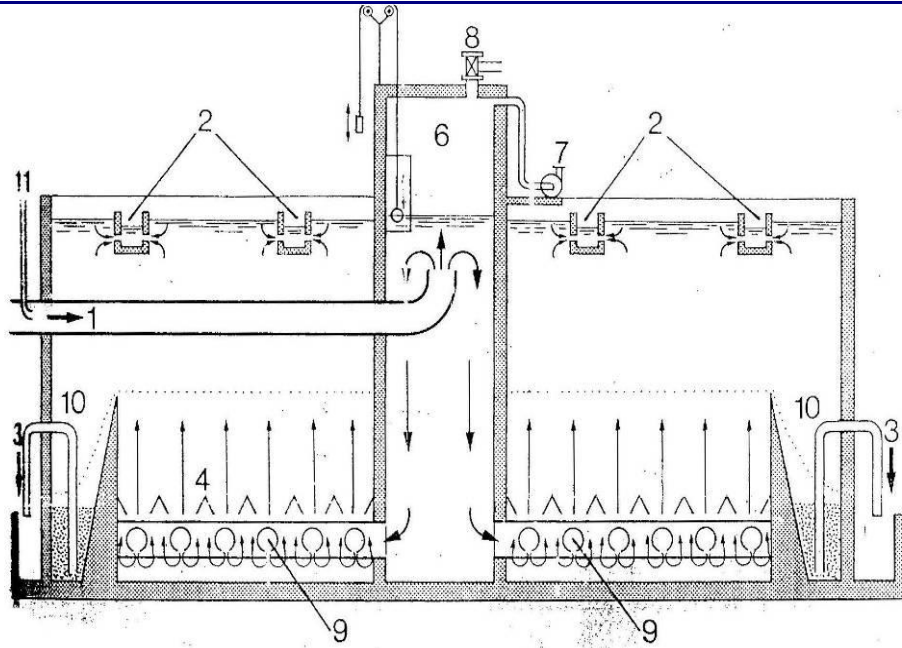


نظرية عمل المروق النابض

يتم تكوين بطانية الروبة من خلال دخول المياه الي غرفة تفريغ تتوسط المروق ويتصل بها مجموعة من المواسير التي تمتد بطول المروق، ومن خلال هذه الغرفة يتم تفريغ الهواء لتمتلئ بالمياه العكر المختلط بالشبة وعند ارتفاع المياه إلى منسوب معين يتم تفريغ المياه عن طريق إسقاط عمود المياه خلال زمن صغير فتتكون النبضة ويخرج الماء مندفعاً إلى المروق من خلال المواسير المثقبة لأسفل فيصطدم الماء بقاع المروق وتتجه الندف إلى أعلى وتبقى معلقة بفعل وزنها وتكون بطانية الروبة وتسمى هذه العملية بالنبضة.

ويتحكم في تفريغ الهواء والماء من المروق ظلمبة تفريغ ومحبس دخول الهواء الذي يتم ضبطه وفقاً للتصرف الوارد وكمية الشبة المضافة وعكارة المياه الخام.

تتميز هذه المروقات النابضة بجودة المياه المروقة عند ضبط التشغيل، وكذلك صغر المساحة وإمكان التطوير.



من عيوب هذا النوع من المروقات

صعوبة الضبط والحاجة للمراقبة الدائمة والصيانة بالمعدات الميكانيكية.

التخلص من الروبة

تتكون الروبة من مخلفات المادة المروبة (الشبه) مع رواسب صلبة ، وتشغل الروبة 3-10% من حيز الحوض، وفي أحواض الترسيب ذات التدفق الأفقي يتم ترسيب 50% من الندف في الثلث الأول من طول الحوض، ويراعي ذلك في تصميم نظام استخراج الروبة من الحوض.

ويجب استخراج الروبة من الحوض دورياً للأسباب الآتية :

- أ. منع تداخلها مع المياه المروقة وإعادة تعكيرها.
- ب. منع تكاثر البكتريا التي تسبب طعماً ورائحة غير مقبولين للماء
- ج. تفادي شغل حيز كبير من الحوض، يخفض من كفاءة تشغيله مع انخفاض نوعية المياه المنتجة لانخفاض مدة المكث.

ويتم استخراج الروبة من الأحواض إما يدوياً أو ميكانيكياً عن طريق:

1. الكاسحات الميكانيكية للأحواض المستديرة.
2. الكراكات الأفقية والكباري الكاسحة للأحواض المستطيلة.

3. حجرة تركيز الرواسب.

أنظمة جمع الروبة

وللتخلص من الروبة من الأحواض الصغيرة يتم ذلك يدويا أما في المروقات الكبيرة التقليدية فيكون هناك منظومة للتخلص من الروبة:

- ففي الأحواض الدائرية تكون هناك كساحة لجمع الروبة المترسبة من كل المروقات الي مكان معين حيث يتم سحبها الي بيارة ترسيب قبل التخلص منها نهائياً.

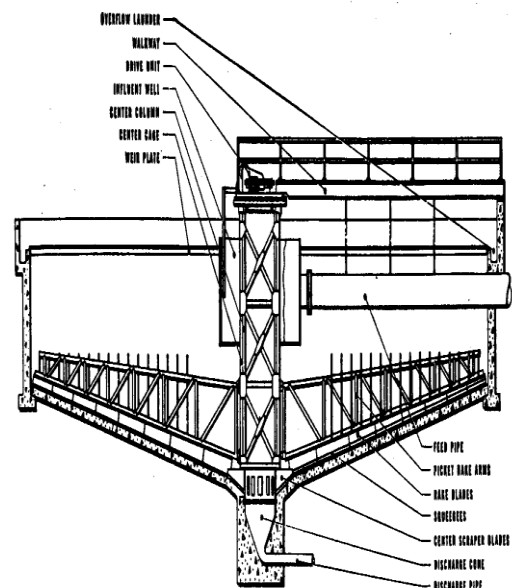
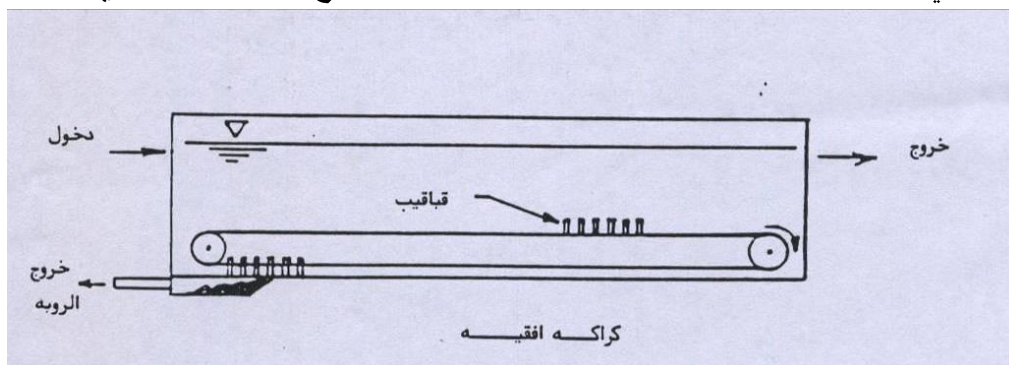
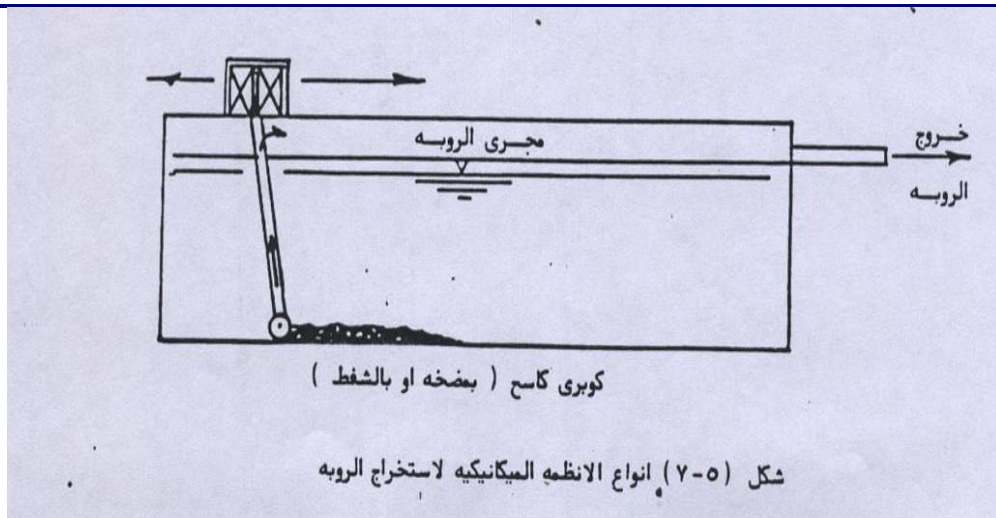


Fig. 5-19 Continuous flow thickeners.

- وفي الأحواض المستطيلة يكون هناك كساحة أفقية لجمع الروبة أو كباري علوية.





الترشيح:

الغرض منه التصاق المواد العالقة الموجودة في المياه المروقة على سطح حبيبات الرمل الموجودة في المرشح وبالتالي ترسيبها حيث تتكون طبقة هلامية على سطح الرمال من المواد العالقة الدقيقة وما يحتمل وجوده من كائنات حية دقيقة أو حجز المواد العالقة والتي حجمها أكبر من الفراغات بين حبيبات الرمل.



المرشحات الرملية:

■ المرشحات الرملية البطيئة

يستخدم هذا النوع من المرشحات عندما يكون الغرض من المرشح إزالة البكتيريا والفيروسات كبديل لاستخدام وسائل التعقيم. والمرشح الرملي البطيء يتميز بوسط ترشيحي ذو حجم فعال صغير (0.2 الي 0.6) ومعدل الترشيح اقل من 1 م/س وبالتالي تحتاج نفس كمية المياه الي مساحات اكبر من الوسط الترشيحي مقارنة بالمرشحات الرملية السريعة.

ويحدث الترشيح في الطبقة العليا حيث تتكون الطبقة البيولوجية التي تعمل علي المعالجة لتنظيف المرشح لا يتم غسله بل يتم كشط الطبقة العليا (1 سم).

لان المرشحات الرملية البطيئة تقع بعد المرشحات الرملية السريعة فان المرشح البطيء لا يمكن تحميله بالشوائب ولذا قد تمتد فترة تشغيله إلى سنوات.



■ المرشحات الرملية السريعة

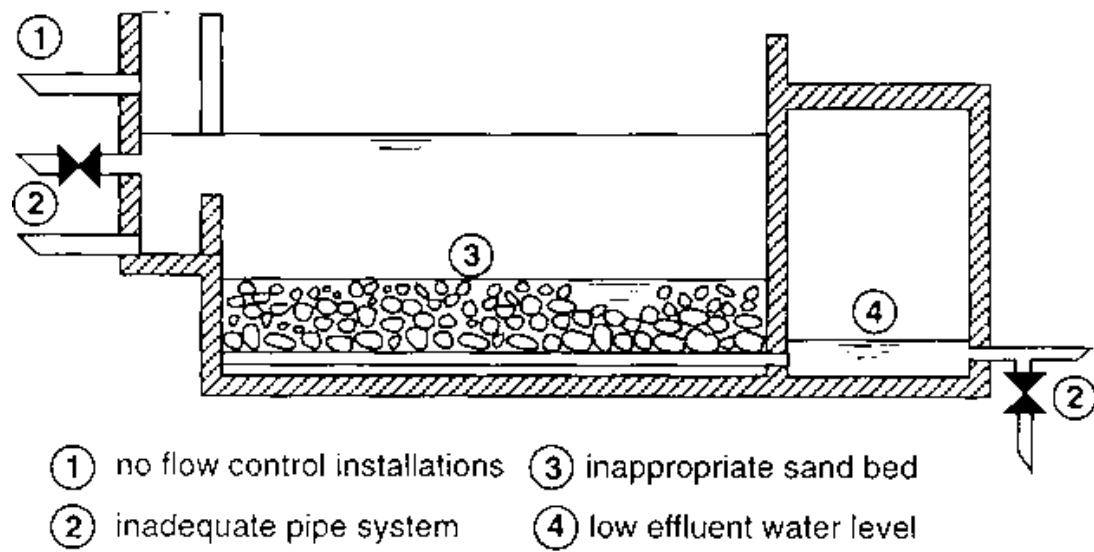
يمكن تصنيف المرشحات تبعا لما يلي:

1. عمق المنشأ الخرساني للمرشح حيث تنقسم المرشحات الي مرشحات عميقة (deepfilters) ومرشحات ضحلة (shallow filters) وهو ما يدل علي كيفية التحكم في المرشح ودخوله أو إخرجه من الخدمة.

2. يمكن تصنيف المرشح تبعاً لارتفاع المياه الخام فوق الوسط الترشيحي أثناء الترشيح فنقول ان المرشح ذو منسوب ثابت أو منسوب متغير.

3. كما يتم تصنيف المرشح من حيث ثبات أو تغير معدل الترشيح فنقول مرشح ذو معدل ترشيح متناقص.

وتعتمد هذه المرشحات في تشغيلها على تدفق الماء من أعلى الى أسفل بفعل الجاذبية الأرضية وتحتوى على طبقات وأحجام مختلفة ومتتالية من الزلط والرمل أو الرمل فقط وتستخدم المرشحات الرملية السريعة عندما تكون كميات الماء المراد ترشيحها كبيره. وبحيث لاتكون كمية الشوائب عالية.



SANDFC 25 9 95

■ العوامل المؤثرة في عملية الترشيح:

- 1 -مقاس قطر الرمل الخاص بالوسط الترشيحي.
- 2 -ارتفاع طبقة الرمل في المرشح.
- 3 -معدل الترشيح (أو سرعة الترشيح).
- 4 -ارتفاع المياه فوق سطح الوسط الترشيحي.
- 5 -عملية غسيل المرشح (المدة الزمنية للغسيل)

المحتوى الطيني:

أثناء فترة تشغيل المرشح تتكون طبقة من المواد التي يتم حجزها فوق سطحه و قد تتغلغل بالوسط الترشيحي نتيجة زغزغة رمل المرشح أو نتيجة الغسيل الخاطئ للمرشح. ومع الوقت

تلتصق مع بعضها البعض بقوة لدرجة أن مياه الغسيل قد تكون غير قادرة على التخلص من هذه الطبقة بالكامل. وربما تتبقى أجزاء من هذه الطبقة في رمل المرشح مما يجعلها تتراكم مع بعضها وتظهر على هيئة كرات صغيرة تسمى كرات الطين (Mud Balls). وبتكرار عملية تشغيل المرشح بهذا السوء تزداد كمية الكرات الصغيرة وتكبر في الحجم وتلتصق بها بعض حبيبات الرمل التي تزيد من كثافتها النسبية وبذلك تجد طريقها الى داخل رمل المرشح.

العوامل المؤدية لتكوين كرات الطين:

- 1 - زيادة الحمل على المرشح.
- 2 - التشغيل السيئ للمرشح مما يؤدي إلى تكوينها.
- 3 - العمالة غير المدربة على عمليات الغسيل و التشغيل.
- 4 - عطل في احد أجزاء منظومة غسيل المرشح.
- 5 - عدم انتظام معدل الترشيح طول فترة تشغيل المرشح.
- 6 - قلة سمك طبقة الترشيح.
- 7 - سرعة المياه في الماسورة المغذية للمرشحات من حوض الترسيب.
- 8 - كبر حجم كمية المياه الداخلة من المروقات.
- 9 - المشاكل في شبكات صرف المرشح مثل إنكسارها أو انسدادها.

المشاكل المترتبة على زيادة المحتوى الطيني للمرشحات :

- 1 - إنسداد المرشحات الرملية نتيجة تلاحق حبيبات الرمل يعقبة إنكماش الرمل مكوناً شقوقاً وخاصة بجانب جدران المرشح.
- 2 - خروج المواد العالقة بكميات كبيرة بعد تغلغلها ونفاذها من خلال الشقوق إلى شبكة التوزيع. وبذلك فهي تؤثر على معدن المواسير وسعتها في توصيل المياه.
- 3 - خروج الطحالب وربما هروب بروتوزوا حية إلى الشبكة الخارجية. مما يؤثر على جودة المياه.
- 4 - زيادة حجم حبيبات الرمل. وهذا يحدث نتيجة لالتصاق حبيبات الرمل ببعض المواد التي تترسب عليها ومن ثم يتغير الحجم الفعال وكذلك التدرج الحبيبي لرمل المرشح.
- 5 - حدوث شقوق وكسر في الرمل مما يقلل من كفاءة وسط الترشيح وبذلك تخرج المياه بدون ترشيح.

المشاكل التى يترتب عليها تكوين كرات الطين بالمرشح:

- 1 هروب الندف والمواد العالقة إلى الخزانات الأرضية.
- 2 تكوين الطحالب وكذلك البروتوزوا الحية بالمرشح وهروبها إلى الخزانات الأرضية وإلى الشبكة الخارجية.
- 3 ظهور عكارة عالية بالخزانات الأرضية.
- 4 قلة كفاءة المياه المنتجة بالمحطة.
- 5 من الممكن أن تحدث مشاكل بشبكات التوزيع.

للسيطرة على المحتوى الطينى يجب اتباع الخطوات الآتية:

- 1 - معالجة الأخطاء التى كانت السبب فى تكوين كرات الطين.
- 2 - نزول أحد الأفراد إلى داخل المرشح بعد تطهير قديمة ويقوم بجمع يدوى لكرات الطين على أن لا يترك أى منها فى المرشح.
- 3 - تكملة المرشح بالرمل إلى العمق المطلوب لطبقه الرمل.
- 4 - التدريب المكثف للعمال حتى يكونوا على دراية كافية لكل أبعاد المشكلة وتلافى حدوثها فى المستقبل.
- 5 - أما إذا زادت المشكلة ولم تحل بسرعة فحينئذ لا مفر من تغيير رمل المرشحات أو رفع الرمل ومعالجته فى أحواض خاصة ليعاد أستعماله مرة أخرى، الأمر الذى يتطلب تكلفة كبيرة فى تغيير رمل المرشح كله ثم معالجة الرمل وعمل صيانة شامل للمرشح وهذا يتطلب مجهود كبير علاوة على تعطل وحدات المرشحات لفترات طويلة يحتاج إليها فى أنتاج مياه الشرب، وهذا كله يؤدى إلى خسارة للإنتاج العام للمحطة.
- 6 - ومن أجل تلافى كل ذلك فلا بد للمعمل من قياس المحتوى الطينى.

طريقة تقدير المحتوى الطينى لرمل المرشحات:

أولا جمع العينات:

- 1 - يربط بلف دخول المرشح مع ترك بلف الترشيح مفتوحا حتى يتم تصفية المياه بالكامل ويصبح رمل المرشح مكشوفاً.
- 2 - ترفع عينات من رمل المرشحات بواسطة السهم ذو الفتحات (أو أى اداة أخرى مناسبة) من إرتفاعات مختلفة كالآتى:

- أ - من فوق سطح المرشح مباشرة.
- ب تحت سطح رمل المرشح بحوالى 10سم تقريبا.
- ت من منتصف رمل المرشح تقريبا.
- ث قبل نهاية رمل المرشح بحوالى 10 سم.
- 3 بعد جمع العينات يغسل المرشح غسيلا عاديا (هواء - هواء وماء - ماء فقط) ثم يعاد إيقافه مرة ثانية لرفع عينات أخرى من نفس الأماكن وبنفس الطريقة كما ورد فى الخطوة رقم (2).

ثانيا تحليل العينات:

- 1 -توضع العينات فى اطباق بترى (أو زجاجة ساعة واسعة) فى فرن تجفيف عند درجة حراره حوالى 100°م حتى تجف تماما ثم تخرج من الفرن وتبرد بوضعها فى مجفف.
- 2 -زن 100جم رمل جاف فى كأس زجاجى ذو سعة مناسبة وليكن هذا الوزن "و1".
- 3 -تغسل العينة بالماء المقطر مع التقليب الجيد باستخدام ساق زجاجية حتى يتم تنظيف الرمل من محتواه الطينى مع التخلص من مياه الغسيل.
- 4 -تجفف العينة المغسولة بوضعها فى فرن تجفيف عند درجة حراره حوالى 100°م لمدة ساعتين حتى تجف تماما ثم تخرج من الفرن وتبرد بوضعها فى مجفف.
- 5 -توزن العينة بعد تجفيفها وتبريدها وليكن هذا الوزن "و2".
- 6 -يعاد التجفيف والتبريد والوزن حتى يثبت وزن العينة وإذا كان هناك اختلاف عن وزن الخطوة رقم (5) نأخذ هذا الوزن "و2".
- 7 -يحسب المحتوى الطينى (م.ط) للعينة باجاد الفرق فى الوزن بالجرام كما يلى:
المحتوى الطينى (م.ط) = و1 - و2 جم
- 8 -تحسب النسبه المئوية للمحتوى الطينى (م.ط) للعينة.
- 9 -توضع النتائج فى جدول كالاتى:

المحتوى الطيني % المرشح	قبل الغسيل				بعد الغسيل			
	من على السطح	١٠ سم من المرشح	١٠ سم من القاع	من على السطح	١٠ سم من المرشح	١٠ سم من القاع	من على السطح	١٠ سم من المرشح

10 - تحسب نسبة إزالة الغسيل للمحتوى الطيني من العلاقة.

نسبة إزالة الغسيل للمحتوى الطيني = (النسبة المئوية للمحتوى الطيني قبل الغسيل - النسبة المئوية للمحتوى الطيني بعد الغسيل)

وتوضع النتائج في جدول كالأتي:

المحتوى الطيني % لإزالة الغسيل المرشح	% لإزالة الغسيل للمحتوى الطيني			
	من على السطح	١٠ سم من المرشح	١٠ سم من القاع	من على السطح

ملاحظات:

1 - يجب ألا تقل نسبة إزالة الغسيل للمحتوى الطيني عن 90% وفي حالة زيادته يتم البحث عن أفضل طريقة لغسيل المرشح.

2- فى حالة وجود كتلة طينية (Mud poles) يتم الغسيل المكثف للمرشح، أو أتباع خطوات كيفية السيطرة على هذه الظاهرة. وإذا لم تنجح فينصح بالغسيل بالصودا الكاوية وفى حالة عدم الجدوى يتم تغير رمل المرشح.

فترة الانضاج أو الاعداد (Ripening Period):

وجد أن أنسب طريقة لعملية الترشيح بعد تمام عملية الغسيل هو عدم جمع المياه الخارجة من المرشح لفترة بعد بدء تشغيله وفى خلال هذه الفترة تتكون على سطح الرمل طبقة هلامية جيلاتينية مكونة من المواد الغروية الدقيقة التى حجزت على سطح الرمل وكذلك من بعض الطحالب الدقيقة وبمضى الوقت نجد أن شفافية الماء الخارجة من المرشح تأخذ فى التحسن نظراً لضيق مسام الطبقة العليا من الرمل الناتج من تجميع هذه المواد فيها، عندئذ يمكن تجميع المياه الخارجة من المرشح واستعمالها. وهذه الفترة تتوقف على جودة المياه وعلى معدل الترشيح. كل ذلك يتحكم فيه المعمل.

هذه العملية تعرف بفترة إعداد أو تحضير أو إنضاج المرشح (Ripening Period). إذ أن الطبقة التى تحجز بقية المواد العالقة دون أن تتوغل داخل جسم المرشح. وفترة الانضاج فى المرشحات السريعة صغيرة جداً لاتتعدى بضع دقائق ولكنها مهمة.

فترة الترشيح (Filtration Period):

وفيه يمر الماء فى المرشح من خلال طبقة الترشيح بمعدل ثابت، ويتم التحكم فى معدل الترشيح بأجهزة خاصة تسمى منظمات سرعة الترشيح (Rate Controllers). ولاحظ أن معدل الترشيح يكون فى البداية سريع لأن الرمل نظيف ثم ينخفض هذا المعدل تدريجياً نظراً لأنسداد مسام الطبقة العليا للمرشح بما تحجزه من مواد غروية عالقة، لذلك فلا بد من أننتظام معدل الترشيح طوال هذه الفترة. إذ أن عدم انتظام معدل الترشيح قد يتسبب فى تشقق سطح الطبقة العليا للمرشح المتكونة. ونتيجة لهذا التشقق تمر المياه إلى داخل طبقة الرمل ومن ثم إلى خارج المرشح وقد علق بها بعض المواد الغروية والبكتيريا. ولاحظ أن المرشح يكون ملحق بة أجهزة للتحكم فى كل هذه العمليات. ولكن يجب ملاحظة عمل هذه الأجهزة بكفاءة عالية حتى نحصل على مياه ذات جودة عالية.

متي يخرج المرشح من الخدمة ؟

1. إذا ارتفع منسوب المياه الخام إلي أقصى الحدود المسموح بها معلنا انسداد المرشح.
 2. إذا وصل الفقد في الضغط بين المياه أسفل الوسط الترشيحي والمياه أعلى الوسط الترشيحي إلي الحد المسموح به قبل أن يصل الضغط أسفل الوسط الترشيحي إلي القيمة السالبة.
 3. إذا ساءت نتائج المياه المرشحة.
 4. إذا قل تصرف المياه المرشحة عن الحد المسموح .
- وعندما يصل المرشح إلي أحد هذه الحالات يتم إخراجها من الخدمة وغسله.

عملية الغسيل (Washing Process) :

وهذه العملية تبدأ بعد أن يكسل المرشح و يتحمل الرمل بمواد عالقة كثيرة. ويمكن أن تقاس هذه العملية عند وصول فاقد عامود ضغط الماء في المرشح إلى حد معين معروف لدى القائمين على تشغيل المرشح. وللبداء في عملية التنظيف يقلل الصمام المغذى للمرشح على أن يترك صمام المخرج مفتوحاً حتى يصفى الماء من المرشح. ولما كانت أغلب المواد العالقة تحجز على سطح الرمل دون أن تتوغل إلى داخله أكثر من سنتيمترات معدودة فأن تنظيف المرشح في أغلب محطات المياه يكون كما يلي:

- المرحلة الأولى :الغسيل بالهواء فقط.
- المرحلة الثانية : الغسيل بالهواء والماء.
- المرحلة الثالثة :الغسيل بالماء فقط.

أنظمة التحكم في تصريف المرشحات



أثناء تشغيل المرشحات الرملية السريعة التي تعمل بالجاذبية تتجمع الشوائب وتترسب داخل مسام الوسط الترشيحي مسببة زيادة في مقاومة الوسط الترشيحي لحركة المياه من أعلى إلى أسفل ومع ثبوت باقي العوامل فغنه سوف يحدث انخفاض في معدل الترشيح، وقد يحدث انخفاض مماثل في معدل الترشيح عندما ينخفض منسوب المياه الخام أعلى الوسط الترشيحي. وبالعكس عندما يرتفع منسوب المياه الخام أعلى الوسط الترشيحي أو ينخفض منسوب المياه المرشحة الخارجة من الوسط الترشيحي يزداد معدل الترشيح.

ونظراً لأهمية جودة المياه المرشحة فيجب الحفاظ علي معدل الترشيح ثابتاً قدر الإمكان ويجب تفادي حدوث تغيرات فجائية في معدل الترشيح ، حيث قد تسبب الزيادة الفجائية في معدل الترشيح خروج الشوائب الموجودة بالمياه الخام مع المياه المرشحة مؤثرة علي جودة المياه المنتجة ، وأيضاً مع حدوث انخفاض فجائي في معدل الترشيح قد يسبب تكون فقاعات هوائية داخل الوسط الترشيحي والتي تحدث فجوات بالوسط الترشيحي تمر من خلالها الشوائب فتؤثر أيضاً في جودة المياه الخارجة.

ومن هنا ظهرت الحاجة لوجود نظام تحكم في معدل الترشيح وطبقاً للنظرية الرياضية للترشيح فإن المقاومة الهيدروليكية للوسط الترشيحي تتناسب عكسياً مع معدل الترشيح.

وفي حالة خروج أحد المرشحات للغسيل يتم توزيع كمية المياه الداخلة لذلك المرشح على باقي المرشحات بدون الحاجة إلى أجهزة تحكم إضافية.

لا يمكن تحقيق معدل ترشيح متساوي لكل المرشحات سواء باستخدام أجهزة تحكم في التصرف أو بتقسيم كمية التصرف بين المرشحات.

ومن أجل التحكم الكامل في المرشح يجب أن يصاحب التحكم في التصرف أيضاً في منسوب المياه سواء كان منسوب المياه الخام فوق الوسط الترشيحي أو منسوب المياه المرشحة أسفل الوسط الترشيحي.

إن التحكم في المرشح يساعد على جعل تشغيل المرشح مستقل عن التغيرات في كميات المياه الخام الواردة أو كميات المياه المرشحة المستهلكة. ومن ناحية أخرى فإن التحكم في المرشح يجعل زيادة مقاومة الوسط الترشيحي - المصاحب لانسداد المرشح أثناء فترة تشغيل المرشح - أكثر استقراراً.

ويتم التحكم في المنسوب بواسطة إدراج فقد إضافي في الضغط بخط الدخول أو الخروج ليعمل علي ضبط هذا الفقد في الضغط محافطاً على فرق المنسوب بين دخول المياه وخروجها.

أسباب التشغيل غير الصحيح للمرشحات:

■ أخطاء في الحساب	النتيجة
1 عدم معرفه مقاس التدرج الحبيبي الصحيح للوسط الترشيحي.	1 -مياه مرشحة أقل جودة. وربما هروب الرمل الى الخزان اذا كان الوسط أقل من المطلوب.
2 دخول أكثر من مرشح عمره وخطأ في حساب كمية المياه الداخلة من المروق على بقية المرشحات.	2 -عدم قدره المرشحات على أستقبال كل هذه المياه. وبالتالي مياه مرشحة أقل جودة.
3 دخول كمية الهواء عند غسيل المرشح أكبر من الكمية المسموح بها.	3 -فقد الرمل خارج المرشح أثناء الغسيل الى مياه الروبة.وبالتالي نقص في كمية رمل المرشح.
4 دخول كمية الهواء عند غسيل المرشح أصغر من الكمية المسموح بها.	4 -عدم نفص الرمل من الطينة الملتصقة به. وبالتالي غسيل المرشح غير جيده.
5 دخول ماء غسيل بشدة من أسفل الى أعلى أثناء الغسيل.	5 -فقد الرمل خارج المرشح أثناء الغسيل الى مياه الروبة.وبالتالي نقص في كمية رمل المرشح.
6 دخول ماء غسيل غير كافي من أسفل الى أعلى أثناء الغسيل.	6 -عدم نفص الرمل من الطينة الملتصقة به. وبالتالي غسيل المرشح غير جيده.
7 خطأ في حساب فاقد الضغط.	7 -عدم معرفة متى يتم ربط المرشح للغسيل. مياه مرشحة أقل جودة.
8 أخطاء في حساب أزمنه غسيل المرشح من هواء - يتبعة هواء + ماء - يتبعة ماء فقط.	8 -غسيل المرشح غير جيد. وبالتالي مياه مرشحة أقل جودة.

9-مياه مرشحة أقل جودة.	9 نقص فى كمية الوسط الترشيحي.
------------------------	-------------------------------

النتيجة	أخطاء فى تجارب المعمل
1-المرشح يحتاج لغسيل. ومن الممكن أن تتكون كرات الطين.	1 -عدم ملاحظه "زيادة فى العكارة الخارجة من المرشح.
2 -من الممكن أن توجد بروتوزوا حية تنمو فى المرشح.وربما يحتاج الى تعقيم.	2 -عدم العناية والدقة بالفحص الميكروسكوبى والعد البكتيرى.
3 -مشاكل بالوسط الترشيحي. وربما لايمكن السيطرة عليها، وبالتالي تغير رمل المرشح كله.	3 -ملاحظ وجود كرات طين تتواجد بالمرشح دون أبلغ.
4 -مياه مرشحة أقل جودة. وربما هروب الرمل الى الخزان اذا كان الوسط أقل من المطلوب.	4 -عدم الدقة والامانة فى أستلام رمل المرشحات.

النتيجة	مشاكل فنية فى التنفيذ.
1 -كسل سريع للمرشحات. وغسيل مستمر لها.	1 -دخول مياه ذات عكارة عالية من المروق.
2 -كسل سريع للمرشحات. وغسيل مستمر لها.	2 -أعطال فى طلبات أضافه الشبه يتبعه دخول مياه ذات عكاره عالية من المروق.
3 -من الممكن أن توجد بروتوزوا حية تنمو فى المرشح.وربما يحتاج الى تعقيم.	3 -أعطال فى حقن الكلور يتبعه دخول مياه ملوثة بكتريولوجيا من المروق.

4 -مياه مرشحة أقل جودة.	4 - عدم التحكم في كميته المياه المرشحة من خلال عمل المرشح.
5 -خلل في كميته الهواء أو مياه الغسيل أثناء عملية الغسيل.	5 - هروب رمل المرشحات الى الخزانات الارضية.
6 -مياه مرشحة أقل جودة.	6 - عدم ملاحظة قلة الوسط الترشيحي.
7 -هروب رمل المرشحات الى الخزان الارضى. مياه مرشحة أقل جودة	7 -كسر في فونية أو بلاطات الترشيح
8 -غسيل غير كافى للمرشح. مياه مرشحة أقل جودة.	8 - عطل في طلمبة دفع الهواء. او عطل في طلمبة دفع ماء الغسيل.
9 -خلل في الترشيح.	9 -عطل في أحد الصمامات المغذية أو المأخوذة من المرشح.
10 - دخول مياه زيادة الى المرشحات. خلل في الترشيح	10 زيادة معدل تصريف المروك عن أقصى حمل له.

النتيجة	تعليمات الإدارة
1 - خلل في الترشيح.	1 - معرفه الإدارة بنقص سمك طبقة الترشيح وعدم الإبلاغ عن نقص الرمل لديها خوف من المسائلة أو لعدم وجود توريدات للرمل.
-خلل في الترشيح.	-معرفه الأارة بمشاكل في المرشحات وقله كفاءتها لوجود كرات الطين بها وذلك لزيادة الإنتاج و الحاجة الى الكم دون النظر الى الجودة.
-خلل في الترشيح وتكون كرات الطين.	-تعليمات شفهيته من الإدارة بالتحكم بتقليل في كمية مياه الغسيل لزيادة الإنتاج وعدم الإبلاغ لحساسية الموضوع.
4 - يطلب لهم دورات تدريبية سريعة ومكثفة من الإدارة العليا.	4 -قلة خبرة الإدارة بالعمل في محطات المياه وخاصة في المرشحات.

النتيجة	التداخل وعدم الفهم الدقيق لمفهوم المعالجة
1 -خلل في الترشيح.	1 -النظر الى فاعلية المرشحات من خلال أرقام صماء وعدم النزول الى الموقع لمعرفة الفرق بين الأرقام والعملية العملية والتنفيذية.
2 -يطلب لهم دورات تدريبية سريعة ومكثفة من الإدارة العليا.	2 -قلة خبرة الإدارة بالعمل في محطات المياه وخاصة في المرشحات.

عملية تطهير المياه:

هي أهم خطوة من خطوات معالجة المياه فهي التي تضيفي عالية صفة الصلاحية وتؤمنه ضد الأمراض المعدية المنقولة عن طريقة Water Borne Diseases وتتم معالجة المياه بطرق متعددة منها:

1. المعالجة الحرارية:

تعتمد على غليان الماء باستخدام الغلايات ولا تنتج كميات كبيرة من الماء وإن كانت تستخدم في تحلية مياه البحر المالحة.

2. المعالجة الإشعاعية:

تتم عن طريق مرور المياه على لمبة تنتج أشعة فوق بنفسجية ultraviolet ويجب أن تكون المياه خالية من العكارة والشوائب وقرية جدا من سطح اللبة المشعة ولا تستخدم هذه الطريقة إلا في إنتاج كميات صغيرة من المياه.

3. المعالجة الكيميائية:

وتعتمد على استخدام المواد الكيميائية في التطهير والتعقيم ومنها الكلور وثنائي أكسيد الكربون وبرمنجنات البوتاسيوم والأوزون والجير والبروم واليود.

استخدام الكلور في محطات المياه: يستخدم الكلور في محطات مياه الشرب بغرض:

1. التطهير: قتل البكتيريا الضارة والمسببة للأمراض.
2. القضاء على مشاكل الطعم والرائحة.
3. الأكسدة: أكسدة عدد من الشوائب الكيميائية الموجودة في الماء كالحديد والمنجنيز والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين.

أخطار الكلور

الكلور السائل ملهب للجلد ويمكن أن يؤدي إلى أضرار جسيمة وحرق لأنسجة الجسم ، وحيث أن الكلور السائل يتبخر بسرعة ويتحول إلى غاز في درجة حرارة الجو وضغطه فإن من الصعب تنسيب هذه الأضرار هل من السائل أو من الغاز. الغاز في تركيزه الخفيف في الجو ملهب للأغشية المخاطية والجهاز التنفسي فكمية الغاز المستنشقة تحدد الخطورة علي الجهاز التنفسي.

وهناك نوعان من غازات الكلور المتصاعدة أحدها الغاز في حالته الجافة والآخر الأكثر خطورة الأبخرة الصادرة محلول كلور متسرب أو انفجار لماسورة داخل حيز محدد ويزداد نسبة تركيز الكلور في الجو إلي أكثر من 750 جزء في المليون فيتحمل ببخار الماء ويصيب الفرد في جهازه الرئوي ويؤدي إلي الوفاة. أما النسبة لاستنشاق الغاز الجاف فبمجرد دخوله إلي منطقة الحنجرة يبدأ (العامل) في الإحساس بضيق في التنفس وبالتالي فعليه الابتعاد الفوري من المنطقة في اتجاه عكس الريح ويبدأ في التنفس القصير من الفم حيث أن التنفس العادي يؤدي إلي الكحة التي يجب منعها بقدر الإمكان.

نظرية عمل الكلور:

لفهم تفاعلات الكلور في المياه الطبيعية نفرض مبدئياً ان التفاعل سيحدث في مياه مقطرة ولذلك فإن كمية الكلور الحر المتبقية تتعلق مباشرة بكمية الكلور المضافة (الجرعة) وعلى سبيل المثال: إذا أضيف جرعة كلور بمقدار 2 مجم / لتر لتلك المياه ستعطى نفس القيمة (2 مجم / لتر) ككلور متبقى حر بعد انتهاء فترة المكث

منظومة الكلور بالمحطات:

تتكون منظومة الكلور بالمحطات ما يلي:

1. أجهزة إضافة الكلور (chlorinators).
2. إسطوانات تخزين الكلور.
3. طلمبات البوستر بملحقاتها.
4. خطوط ونقط الحقن.

أجهزة حقن الكلور وتتكون من:

1. صمام تنظيم الضغط (منظم الكلور) (pressure regulating valve PRV).
2. مقياس التدفق (مقياس التصريف أو جرعة الكلور) (flow meter).
3. صمام ضبط معدل التدفق (flow rate valve).

4. صمام تحرير الضغط (pressure relief valve).

5. صمام تنظيم التفريغ (vacuum regulating valve).

6. صمام تحرير التفريغ (vacuum relief valve).

عملية الكلورة Chlorination

ينحصر الغرض من عملية الكلورة في أكسدة الطحالب والكائنات الحية الدقيقة الضارة المسببة للأمراض مثل البكتيريا والميكروبات العادية وذات الحويصلات بجرعات محددة في مراحل من عملية التنقية بحيث لا تسبب أي أضرار بصحة الإنسان أو الحيوان وبدون إحداث تغيير في طعم ولون ورائحة المياه ويعتبر الكلور أسهل وأرخص وأعم المواد المستخدمة في هذا الصدد في جميع محطات تنقية المياه.

استخدام الكلور:

للاستخدام الأمثل للكلور في معالجة المياه تجرى بعض الاختبارات للتحكم في جرعاته وكمياته بما يضمن أمن وسلامة المياه. ويستعمل نوعان من الاختبارات التشغيلية لمراقبة عملية التطهير:

الأول: هو فحص ومراجعة مستوى الكلور المتبقي بانتظام عند نقاط مختلفة في أنحاء شبكة التوزيع ومقارنته مع مستوى الكلور المتبقي عند مخرج محطة المياه.

الثاني: إجراء اختبارات بكتريولوجية (لإجمالي بكتريا الكوليفورم) على عينات مأخوذة من نقاط مختارة في شبكة التوزيع.

اختبار احتياج الكلور Chlorine Demand Test

احتياج الكلور لمياه هو الفرق بين كمية الكلور المضافة (جرعة) وكمية الكلور المتبقي الحر أو المتحد أو الكلي الباقي بعد فترة تلامس محددة.

يتناسب احتياج الكلور مع كمية الكلور المضافة، زمن التلامس، درجة التأين الأيدروجيني ودرجة الحرارة كما يتأثر وجود المواد العضوية والمواد المختزلة في المياه في احتياج الكلور . يجرى اختبار

احتياج الكلور باستخدام غاز الكلور أو بمسحوق الهيبوكلوريت بناء على أي الأشكال التي يستخدم بها في المحطة.

يمكن إجراء اختبار احتياج الكلور بواسطة مسئول التشغيل لتحديد أفضل جرعة لتحقيق أهداف التشغيل وقياس احتياج الكلور يتم بمعالجة مجموعة عينات من المياه بكميات مختلفة ومعلومة من الكلور أو الهيبوكلوريت، وبعد فترة تلامس مطلوبة يتم حساب الكلور المتبقي في العينات وسوف يظهر أي جرعة تفي بالغرض.

اختبار الكلور المتبقي بالمياه النقية:

هذا الاختبار ضروري جدا للتشغيل الناجح والفعال لعملية المعالجة بالكلور ، ونتائج الاختبار تزود مسئول بثلاث معلومات هامة:

- وجود الكلور المتبقي من عدمه.

- نوع الكلور المتبقي (حر أو متحد).

- مقدار الكلور المتبقي (تركيزه).

ويجب أن يراقب مسئول التشغيل أيضا درجة الحرارة والرقم الأيذروجيني حيث يؤثر هذان العاملان على مقدار ونوع الكلور المتبقي المتكون، وهذا يتحكم بدوره في فعالية التطهير.

واختبار الكلور المتبقي من أسرع و أسهل الاختبارات التي تجرى للتحكم في تشغيله لمياه المحطة، ويمكن إجراء هذا الاختبار في الموقع باستعمال أجهزة مقارنة الألوان وفي المعامل فتستعمل طريقة Amperometric Titrator وهي أدق طريقة لقياس كل أشكال الكلور المتبقي.

والقاعدة العامة هي أنه من الأفضل الحفاظ على كلور متبقي من الكلور المتاح الحر لأنه مطهر أشد فعالية بكثير من المتبقي المتحد. وعادة فإن متبقي حر تركيزه 0.2 ملجم / ل هو الحد الأدنى الذي يجب الحفاظ عليه عند أقاصي شبكة التوزيع ويجب ضبط مقدار كمية الكلور بما يتناسب والجرعة المطلوبة للتأكد من أن المستوى المطلوب من الكلور المتبقي الحر سيوجد في جميع الأوقات وفي كافة أنحاء الشبكة.

ملحوظة: في شبكة التوزيع الطويلة يفضل إضافة كلور (في الطريق) لضمان وصول نسبة الكلور

المتبقي في أطراف الشبكة إلى الحد المطلوب ومنعا من زيادة الجرعة والكمية المضافة داخل محطة المعالجة عن الحد المطلوب .

العوامل التي تؤثر على نجاح عملية الكلورة:

1. تركيز الكلور.
2. فترة التلامس.
3. درجة حرارة المياه .
4. درجة التآين الأيدروجيني pH.
5. الشوائب الموجودة في المياه .

تتوقف فاعلية المعالجة بالكلور أساسا على عاملين هما التركيز وفترة التلامس وترتبط بإعادة الكائنات الحية ارتباطا مباشرا بهذين العاملين وهذا يعنى أن الإبادة تتناسب مع التركيز X زمن التلامس .

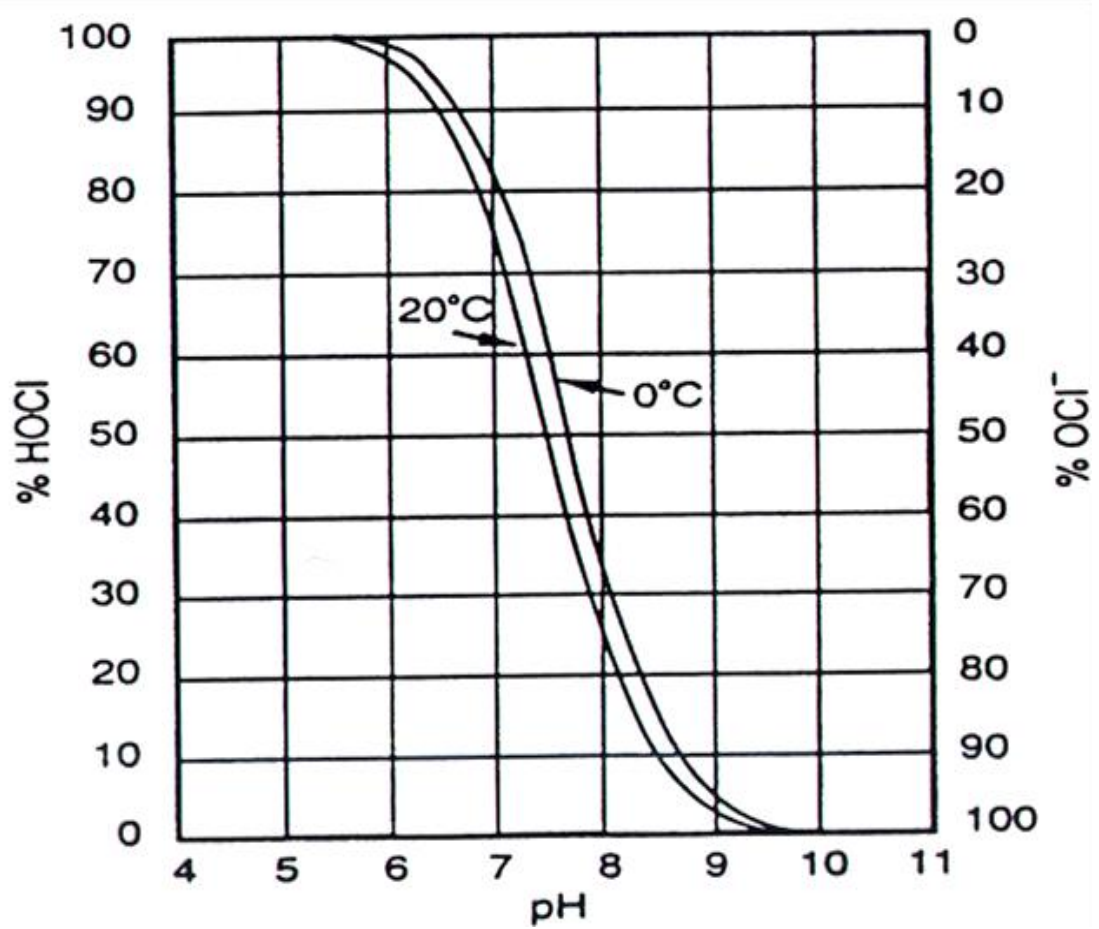
وهذا يعنى أنه إذا تناقص تركيز الكلور فإن فترة التلامس (طول الوقت الذي يكون فيه الكلور والكائنات الحية في تلامس) يجب أن تزداد للتأكد من أن نسبة الإبادة تظل كما هي وبالمثل فمع تزايد تركيز الكلور تتناقص فترة التلامس اللازمة بنسبة إبادة معينة .

ويتطلب الكلور المتبقي المتحد (وهو مطهر ضعيف) تركيزا أعلى يؤثر لمدة زمنية أطول مما يتطلبه الكلور المتبقي الحر، لذلك فعندما تكون فترة التلامس بين نقطة إضافة الكلور واستهلاك المياه قصيرة (10 دقائق مثلا) فإن الكلور المتبقي الحر فقط هو الذي يحدث تطهيراً فعالاً، ومن المهم معرفة فترة التلامس ونوع الكلور المتبقي المتاح حتى يمكن حساب وإضافة الكلور بالتركيز الملائم وعادة يجب الحفاظ على نسبة كلور حر متبقي 0.2 ملجم/ لتر كحد أدنى في نهاية شبكة التوزيع.

ترتبط فاعلية المعالجة بالكلور أيضا بدرجة حرارة المياه فعند درجات الحرارة المنخفضة تقل نسبة الإبادة وعلى أية حال فإن الكلور أكثر استقرارا في المياه الباردة ويظل المتبقي موجودا لمدة زمنية أطول مما يعوق إلى حد ما تناقص معدل التطهير. وإذا تساوت العوامل الأخرى فإن المعالجة بالكلور تكون أكثر فاعلية مع درجات حرارة المياه الأعلى. ومن المهم أن يحتفظ القائم بالتشغيل بسجل لدرجات حرارة المياه ومع تغير درجات الحرارة المنخفضة مع فعالية الكلور المتبقي الحر.

يؤثر درجة التآين الأيدروجيني pH على الفعل التطهيرى للكلور حيث أنه يحدد نسبة أيون الهيبوكلوريت وحامض الهيبوكلوروس وتبعاً لهذا الرقم الهيدروجيني إما أن يوجد أيون هيبوكلوريت أكثر أو حامض هيبوكلوروس أكثر وكما هو مبين في الشكل التالي يمكن للتفكك أن يحدث في أي من الاتجاهين، وتتنزح نسبة الأيونات مع تغير درجة التآين الأيدروجين .

وتفكك حامض الهيبوكلوروس ضعيف عند مستويات الرقم الأيدروجين المنخفض بينما يتفكك تماماً عند مستويات الأرقام العالية ويحدث أعلى تفكك فيما بين الرقم (0.6 والرقم 8.5) .



حساب جرعات الكلور:

يجب حساب احتياج الكلور Chlorine Demand للماء المطلوب معالجته بإجراء الاختبار اللازم بالمعمل وباستخدام نتيجة الاختبار ومعرفة المتبقي اللازم يمكن للقائم بالتشغيل أن يحسب جرعة الكلور على النحو التالي:

$$\text{مقدار الجرعة (ملجم / لتر)} = \text{احتياج الكلور (ملجم / لتر)} + \text{الكلور المتبقي (ملجم / لتر)}.$$

معدلات الكلور:

وبعد حساب الجرعة يجب تحويله إلى معدلات تصريف بالكيلوجرامات في الساعة أو في اليوم وضبط جهاز الإضافة Chlorinator وتساوى معدل سريان المياه (م³ / س) x الجرعة (جم / م³) ويتم قسمة الناتج على 1000 لتحويلها إلى كيلوجرامات / ساعة .

●استخدام الروتامتر:

الروتامتر معدة لقياس معدلات تصريف الغازات والسوائل حيث تمر في اتجاه رأسي داخلها ، وهى عبارة عن أنبوبة مسلوكة ومدرجة بداخلها كرة صغيرة (طلبة) تعوم أو تدور وتعلو تهبط طبقاً لمعدلات التصريف بداخلها . ونقرأ هذه المعدلات على التصريف من منتصف الكرة أو أعلى نقطة من العوامة .

العملية	الغرض منها
أ- المعالجة الأولية - التصفية (Screening) - منع الأعشاب الدقيقة (Weed Screening) - المعالجة المبدئية (Pre-treatment) - قياس التصرف (Flow Measurement) ب - المعالجة الرئيسية - التجلط / الترويب (Coagulation) - التنديف (Flocculation) - الترسيب (Sedimentation) - الترشيح (Filtration) - التطهير (Disinfection)	- حجز الأجسام والكتل الكبيرة التي يمكن أن تسد وتتلف معدات المحطة . - منع الأعشاب الدقيقة والنباتات المائية والبقايا الصغيرة التي يمكن أن تتلف عملية المعالجة والتنقية . - تهيئة المياه لإزالة الطحالب الدقيقة والمكونات المائية الغير مرغوبة التي تغير الطعم والرائحة واللون . - قياس مقدار الماء الجاري معالجته وأماكن ضبط معدلات أداء الوحدات وتحديد كميات المواد الكيماوية المضافة. - تحويل الجسيمات الغروية المعلقة وفي حالة ثبات (Stable Suspension) بمعادلة شحنها السالبة إلى جسيمات في حالة عدم استقرار (Destabilization) يمكن تجميعها وترسيبها ويتم ذلك بإضافة المواد المروية (Coagulants) - تضخيم (massing) الجسيمات الغروية تلامسها مع بعضها مع عملية التقليل البطيء حيث تتكون الندف Floccs التي يمكن ترسيبها في عملية معالجة تالية . - إزالة الجسيمات القابلة للترسيب التي تكونت في العملية السابقة . - إزالة الجسيمات الدقيقة والشوائب المعلقة وغالبية الكائنات الحية الدقيقة . - قتل الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض الباثوجينات

و فيما يلي ملخص للعمليات الأساسية في معالجة وتنقية المياه والغرض منها:

تطبيقات عملية:

1- ما هي القيمة القصوى لجهاز الكلور المناسب لمحطة مياه كمية المياه العكرو المراد معالجتها 50.000 م³ / ساعة علما بأن الجرعه المبدئية متوسطها 5 جم / م³ ؟

الاجابه:

$$2 \times \frac{(3)}{2}$$

2- محطة مياه تعالج 5000 م³ / ساعة مياه عكرو موزعه على عدة مروفقات. احسب كمية الشبه اللازم اضافتها الى هذه المياه اذا كانت الجرعه المناسبه 25 جم / م³ ؟

الاجابه:

$$\text{كمية الشبه اللازم اضافتها} = \text{تصريف المياه العكرو (م}^3 \text{ / ساعة)} \times \text{الجرعه (جم / م}^3 \text{)}$$

$$= 5000 \times 25 \text{ (جم / ساعة)}$$

3- ما هي كمية محلول الشبه اللازم اضافته للعملية السابقة (علما بأن تركيز حوض الشبه 10%)؟

$$= 1250 \text{ لتر / ساعة}$$

4- ما هو تدفق او تصريف القسمه الواحده علما بأن :

عدد القسمات = 100 قسمه

وان اقصى تصريف للمضخه = 5 م³ / ساعة

الاجابه:

$$5 \text{ م}^3 / \text{ساعة} \leftarrow 5000 \text{ لتر / ساعة}$$

5- ما هي قراءة المضخه الواحده، وهل المضخه تعمل بكفاءه جيده؟

الاجابه:

المضخه فى بداية العمل بكفاءه (لان مدى التشغيل الامن للمضخه من 25% $\leftarrow$ 75%)

6- هناك توسعات بمحطة ما و كانت كمية المياه العكره فيها 5000 م³ / ساعه

ومتوسط الجرعه 25 جم / م³ وتركيز حوض الشبه 10%، فما هو اقصى تصريف مناسب للمضخه الاساسيه ؟

الاجابه:

$$= 1250 \text{ لتر / ساعه}$$

التصريف المناسب للمضخه الاساسيه = 2X 1250

$$= 2500 \text{ لتر / ساعه}$$

7- مرشح مساحته 100م² فما هو حجم الرمل الفعال فى حجز الندف ؟

الاجابه:

الجزء الاكبر فى المرشح الذى يزيل العوالق 30 سم ← 0.3 م

$$\text{حجم الرمل الفعال} = 0.3 \text{ م} \times 100 \text{ م}^2$$

$$= 30 \text{ م}^3$$

8- ما هو حجم الفراغات ؟

علما بأن المسافات البينييه (35 % - 45 %) اى متوسطها = 40 %

الاجابه:

$$30 \times 0.4 = \text{حجم الفراغات}$$

$$12 \text{ م}^3 =$$

9- ما هو حجم الندف التى يمكن حجزها بهذا المرشح السابق ؟

$$3 \text{ م}^3 =$$

10 - ماذا لو مساحة المرشح 200 م²، ما هو حجم الندف التى يمكن حجزها بهذا المرشح؟

$$\text{حجم الرمل الفعال} = 0.3 \text{ م} \times 200 \text{ م}^2$$

$$60 \text{ م}^3 =$$

$$60 \times 0.4 = \text{حجم الفراغات}$$

$$24 \text{ م}^3 =$$

$$6 \text{ م}^3 =$$

المراجع

• تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ

• و مشاركة السادة :-

- د/ سناء أحمد الإله
- د/ شعبان محمد على
- د/ حمدي عطيه مشالى
- د/ سعيد أحمد عباس
- د/ عبدالحفيظ السحيمي
- د/ مى صادق
- شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
- شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
- شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
- شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
- شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى
- شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى



للاقتراحات والشكاوى قم ب مسح الصورة (QR)

