برنامج المسار الوظيفي للعاملن بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

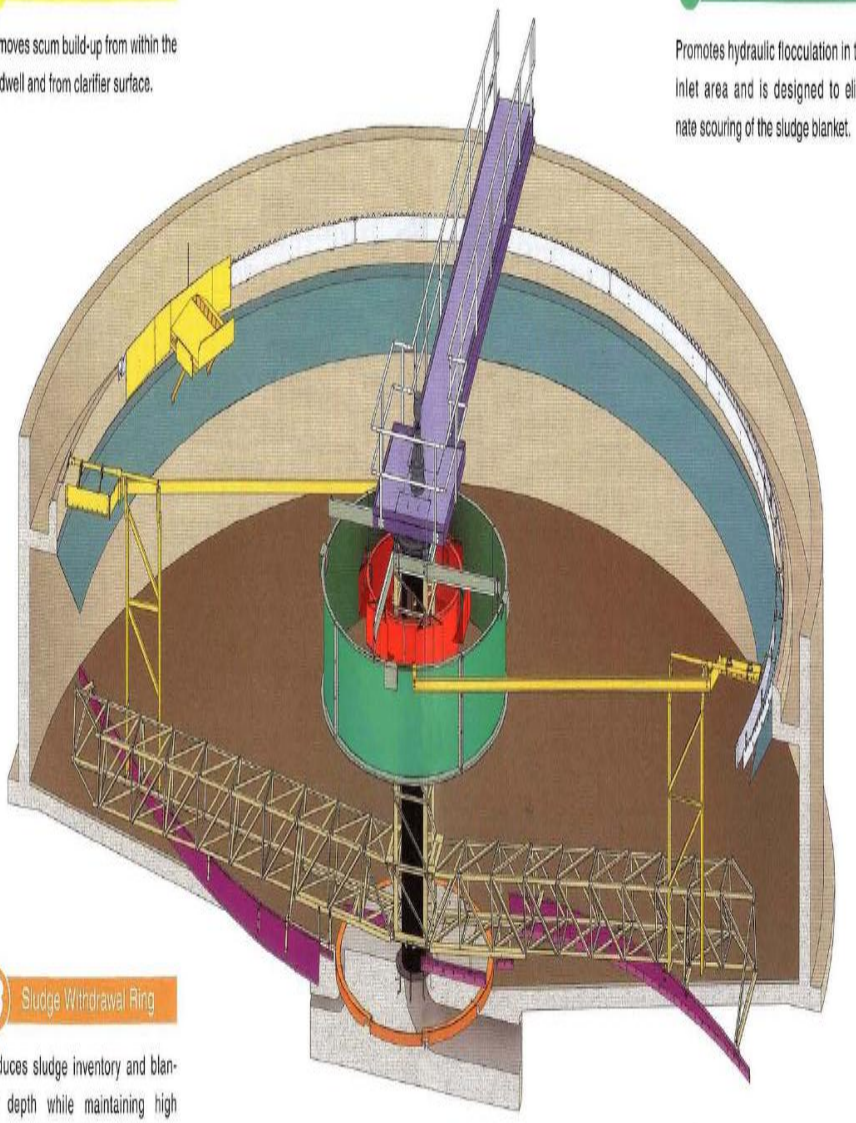
البرنامج التدريبي كيمائي مياه

تجارب التشغيل – الدرجة الثالثة

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

الفـهرس

اختبارات التحكم في التشغيل الخاصة بإضافة جرعة الشبة (المروب) ٣
كيفية عمل الشبة ٣
مميزات استعمال الشبة في عملية الترويب ٤
كيفية إضافة الشبة Alum Addition ٤
الإختبارات التي تساعد المشغل علي التحكم في عملية الترويب / التنديف ٥
اختبار تحديد الجرعات (اختبار الكؤوس Jar test) ٥
تركيز الشبة المستخدمة في اختبار {JAR Test}..... ٩
عوامل تقييم نتائج اختبار تحديد الجرعات ١٠
عوامل نجاح نتائج أختبار تحديد الجرعات ١١
المتابعة الحقلية لمعدلات ضخ وإضافة محلول الشبة ١٨
أولا: قياس تركيز الشبة ١٨
ثانيا معايرة وضبط طلمبة الشبة ١٩
ثالثا ملاحظة موزع الشبة..... ٢١
رابعا قياس التصرف. ٢١
خامسا اختبار الكؤوس (Jar test)..... ٢٢
٢. حساب جرعات المواد المطهرة (الكلور)..... ٢٤
كيف يعمل الكلور في تعقيم المياه؟ ٢٦
تأثير pH علي التفاعل: ٢٨
نقطـة الإنكســار ٣٣
طرق تحديد جرعة الكلور ٣٣
فاعلية الكلور..... ٣٦
المصطلحات الفنية الخاصة بالكلور..... ٣٨
الكشف عن وجود غاز الكلور..... ٤١
سعة تخزين أسطوانات الكلور: ٤١
حساب عدد أسطوانات الكلور..... ٤١
معايرة طلمبة ضخ الكلور ٤٢
مقدمة عن المرشحات..... ٤٢
أنواع المرشحات ٤٣
نظريات عمل المرشحات:..... ٤٣
العوامل المؤثرة علي عملية الترشيح..... ٤٥
تجربة اختيار الوسط الترشيحي (الرمل)..... ٤٨
إختبارات التحكم في الترشيح..... ٤٩



1 Scum Removal

Removes scum build-up from within the feedwell and from clarifier surface.

2 Basin Configuration

Uses deeper side water depth (SWD) and proper floor slope design for maximum capacity and highest effluent quality for the least cost.

3 Density Current Baffle

Eliminates wall currents and prevents short-circuiting. The wall-mounted baffle is low in cost and requires no maintenance.

4 Flocculating Feedwell (FWW)

Promotes hydraulic flocculation in the inlet area and is designed to eliminate scouring of the sludge blanket.

5 Energy Dissipating Inlet (EDI)

Converts the high energy feed from the center column into a lower velocity flow that is gently mixed in an impinged or tangential flow into the flocculating feedwell to maximize flocculation.

8 Sludge Withdrawal Ring

Reduces sludge inventory and blanket depth while maintaining high concentration. Provides rapid solids removal in conjunction with spiral rake blades.

7 Center Column

Minimizes floc shearing and reduces influent energy.

6 Spiral Rake Blades

Increase sludge transport capacity, providing rapid solids removal, and lower sludge blankets. Eliminate septicity and denitrification.

اختبارات التحكم في التشغيل الخاصة بإضافة جرعة الشبة (المروب)

الترويب بإستعمال كبريتات الألومنيوم(Aluminum sulphate) وتعرف تجاريا بإسم الشبة (Alum) وتركيبها الكيميائي $\{Al_2(SO_4)_3 . nH_2O\}$

التعريـف والخواص:

والشبة توجد في الطبيعة ويمكن تصنيعها ولكن في كلتا الحالتين تحتوى على نسبة من الشوائب التي لا تذوب في الماء إلا أن هذه الشوائب لا تمثل أي متاعب في عملية التشغيل طالما لا تتجاوز ٥% ويستفاد من هذه الشوائب لأنها تعمل كنواه تتكون حولها الندف مما يساعد في عملتي الترويب والترسيب.

وتقوم شركة الشبة المصرية بإنتاج واستيراد الشبة بالمواصفات الآتية:

- أكسيد الألومنيوم من (٨-٨,٣٥%)
- الأس الهيدروجيني (٣-٣,٣٣)
- أكسيد الحديديكFe_2O_3 من (٠,٣٥-٠,٤ %)
- المواد الغير قابلة للذوبان (٠,٢-٠,٥ %)
- والباقي كبريتات ألومونيوم $Al_2 (SO_4)_3 . n H_2O$

كيفية عمل الشبة

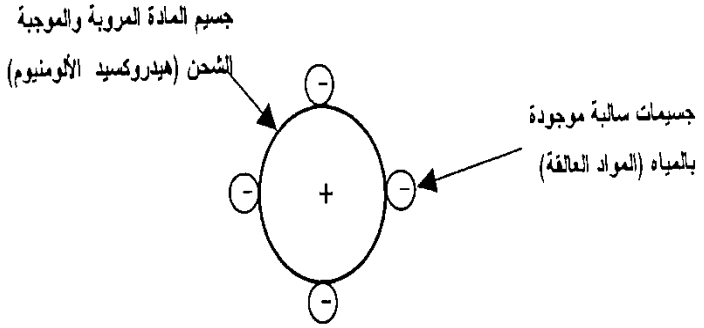
حيث أن الشبة هي الأكثر استعمالا في مصر الآن، فمن الضروري تفهم الكيفية التي تنجح بها في عملية الترويب:

١. تتفاعل الشبة المضافة مع القلوية الموجودة طبيعيا في المياه لتكوين ندف هلامية القوام تتكون من هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$.
٢. يعادل أيون الألومنيوم ثلاثي التكافؤ والموجب الشحنة الجسيمات السالبة الشحنة للعكارة، ويحدث هذا خلال ثانية أو ثانيتين بعد إضافة المروب.
٣. تبدأ الندف في التجمع لتكوين ندف أكبر حجما حتى تصبح متعادلة الشحنة.

كبريتات الألومنيوم (الشبة) + بيكربونات الكالسيوم (القلوية الموجودة بالماء)

هيدروكسيد الومنيوم (موجب الشحنة) + كبريتات كالسيوم + ثاني أكسيد الكربون

$$Al_2(SO_4)_3 + Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow Al(OH)_3 + CaSO_4 + CO_2$$



مميزات استعمال الشبة في عملية الترويب

١. تعمل على التخلص من أملاح الصوديوم والبوتاسيوم.

٢. تعمل على التخلص من عسر الماء وأملاح كربونات الكالسيوم والماغنسيوم التي تساعد على تكوين الندف.

٣. ارخص في التكلفة وتوجد بكثرة في الطبيعة.

كيفية إضافة الشبة Alum Addition

يجب تخفيف الشبة إلى محاليل ذات تركيز مناسب قبل إضافتها إلى المياه الخام، وذلك عن طريق تفريغ أجوله الشبه الصلبة على ألواح خشبية بها فراغات طوليه معلقة داخل أحواض إذابة ذات أحجام معروفة، ويتم بعدها فتح المياه أعلى الألواح الخشبية خلال رشاشات، ويتم بعدها تشغيل قلابات مروحية كهربائية لإتمام عملية الإذابة.

وفي حالة الشبه السائلة يتم نقلها من أحواض التخزين بواسطة طلمبات خاصة إلى داخل أحواض الإذابة خلال مواسير من الـ PVC .ويتم تحديد درجة تركيز محلول الشبة وحسابها كالاتي: (بفرض أن الجوال سعته ٥٠ كجم)

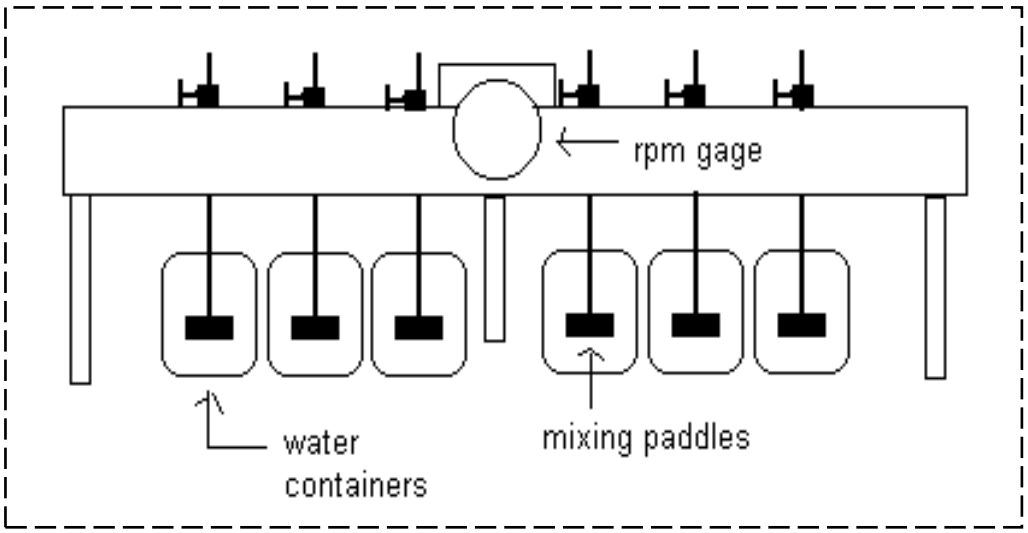
الإختبارات التي تساعد المشغل علي التحكم في عملية الترويب / التنديف

١) اختبار الكأس (الجار)	Jar test
٢) اختبار الأس الهيدروجيني	pH test
٣) اختبار العكارة	Turbidity test
٤) اختبار قابلية الترشيح	Filterability test
٥) اختبار جهد الزيتا	Zeta potential test
٦) اختبار مرور التيار الكهربي	Streaming Current test
٧) اختبار عد الجسيمات العالقة	Particle counting test

اختبار تحديد الجرعات (اختبار الكؤوس Jar test)

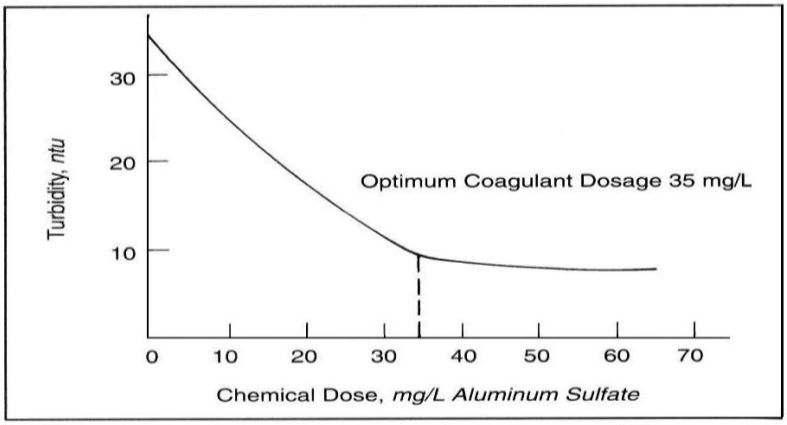
هو اختبار شائع منذ سنوات عديدة، يستخدم له جهاز متوفر لأغلب المشغلين في حقل تنقية المياه وذلك لإختيار أو لتحديد الجرعة المثإلية (Optimum doses) للكيماويات المستخدمة في عملية الترويب والتنديف، كما أنه يساعد في تقييم المروبات الجديدة والمفاضلة بينها وبين المروبات المتاحة من ناحية الكفاءة والتكلفة وليس هناك طريقة قياسية لإجراء التجربة ولكن هناك خطوات نموذجية يمكن الاسترشاد بها وهي واردة بالمرجع التالي:

(AWWA) Manual M12 {Simplified procedures for Water Examination



وتتلخص الطريقة كالتالي: تجميع عينة من الماء الخام وتصب في عدة كأسات ثم يضاف لها جرعات متدرجة الزيادة من المروب الكيميائي، مع ملاحظة أن يجرى الإختبار فور جمع العينة لتجنب الأثر الناتج عن تغير درجة حرارة مياه العينة، كما يجب تهيئة الظروف الطبيعية لمياه العينة محاكاة لنفس ظروف تنقية المياه المعالجة بالمحطة تماما من حيث سرعة التقليب ووقت المكث لمرحلة الترويب والتنديف ثم الترسيب.

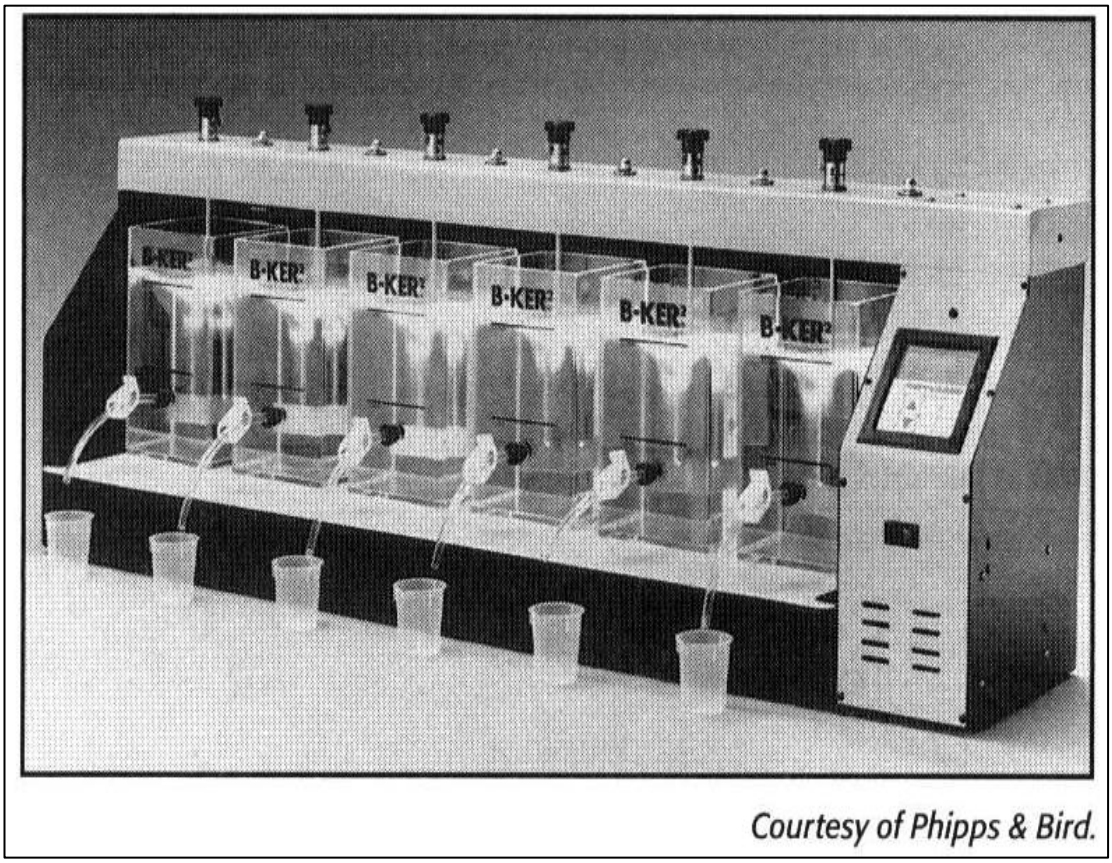
ومن المشاهدة العينية للندف بالإضافة إلى قياس العكارة لمياه العينات المروقة في نهاية التجربة نحصل علي النتائج اللازمة للتقييم. وجهاز الجار المستخدم في هذه التجربة متاح بداية من الجهاز البسيط الذي يتحكم فيه يدوياً وحتي الأجهزة المتحكم بها كمبيوترياً. والشكل البيانى التإلي يوضح العلاقة بين الجرعة ودرجة العكارة كنتيجة لأختبار علي عينة مياه بإستخدام مروبات مختلفة، ومن الشكل نلاحظ أن الجرعات فوق ٣٥ جم/م^{٣} تعطى تحسن طفيف في درجات العكارة لا تتناسب وكميات المروب المستهلكة من الناحية الأقتصادية. لذا فإن الجرعة ٣٥ جم/م^{٣} هي الجرعة المثإلية في مثل هذه الحالة.



العلاقة بين جرعة الشبة ودرجة العكارة

يستخدم هذا الجهاز لتحديد جرعة الشبة الفعالة معملاً، ويتكون كما هو مبين بالشكل التإلي من ملجموعة من الكؤوس الزجاجية، ويوجد في كل كأس قلاب صغير، ويتم إدارة هذه القلابات بواسطة عامود إدارة عن طريق تروس، ويتم إدارة العامود بواسطة محرك كهربائي صغير، ويتم دوران القلابات عن طريق التروس، وبسرعة تماثل سرعة تحرك الماء في المروقات وعادة تتراوح سرعة التقليب من ٨٠- ٢٠٠ لفة / دقيقة لمدة (٢٠-٦٠ ثانية) ثم تخفض السرعة إلى ٢٠ –

٤٠ لفة / دقيقة لمدة (١٠– ٦٠ دقيقة) بعد إضافة الجرعات المختلفة، ويستعان بالمصممين أو بكتيب التشغيل الخاص بالمحطة للإستدلال على هذه القيم.



Courtesy of Phipps & Bird.

خطوات تجربة تحديد الجرعات

يتم إتباع الخطوات التالية لإجراء تجربة تحديد جرعات الشبة المطلوب إضافتها للمياه، ونبدأ أولا بتجهيز محلول الشبة قبل متابعة باقي خطوات التجربة.

تجهيز المحلول:

أ. في حالة الشبة السائلة:

ضع ١٥,٦ مل لتر من الشبة السائلة (كثافة نوعية ١,٣٢٥) في قارورة سعة ١٠٠٠مل لتر وأكمل القارورة حتي علامة ١٠٠٠ بالماء المقطر لنحصل على محلول شبة بتركيز ١٠٠٠٠ ملجم/ لتر (١٪).

ملحوظة:

تتغير الكثافة النوعية للشبة السائلة حسب الشركة المنتجة.

ب. في حالة الشبة الصلبة:

ضع ١٠ جم من الشبة الصلبة (كبريتات الألومنيوم$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$) على ٦٠٠ مل لتر مياه مقطرة في قارورة سعتها ١٠٠٠ مل، وأكمل القارورة حتي علامة ١٠٠٠ مل بالماء المقطر لتحصل على محلول شبة بتركيز ١٠٠٠٠ ملجم/ لتر (١٪).

التوضيح

لتحضير ١% من الشبة الصلبة أي ١ جرام/١٠٠مل ومنها ١٠جرام لكل ١٠٠٠ مل (نقوم بإذابة ١٠جرام شبة صلبة في لتر من مياه الطرد لعمل محاكاة للمحطة) أما في حالة الشبة السائلة(٥٠%) فنحتاج إلي ٢٠جرام بإستخدام الكثافة ١,٣٢٥ جم/سم^3

الكثافة = الكتلة / الحجم

∴الحجم= الكتلة / الكثافة

ومنها الحجم الذي يتم إضافته من الشبة السائلة= ٢٠/١,٣٢٥=١٥,١ مل.

ومن هذا المحلول ١جرام ⟵ ١٠٠ مل

س جرام ⟵ ١ مل

∴ كل مل من هذا المحلول يحتوي علي ٠,٠١ جرام.

∴ كل مل من هذا المحلول يحتوي علي ١٠ ملجرام.

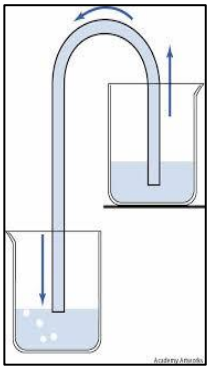
ملحوظة:

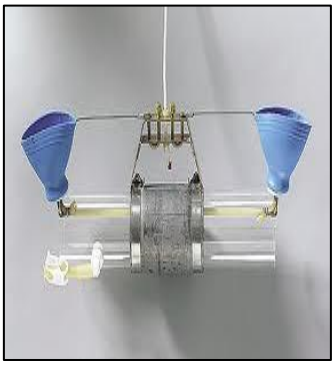
تختلف تركيزات الشبة المستخدمة في اختبار الكؤوس تبعا لإختلاف درجة عكارة المياه الخام أو تبعاً لكمية الجرعة المتوقعة للمعالجة كما هو موضح بالجدول التالي:

تركيز المحلول٪	١ مل من المضاف لكل كأس	عدد الجرامات / لتر(التحضير)	الجرعة المطلوبة ملجم / لتر
٪٠,١	١ملجم /لتر	١ جم / لتر	١٠-١
٪١	١٠ ملجم /لتر	١٠جم / لتر	٥٠- ١٠
٪١٠	١٠٠ملجم /لتر	١٠٠جم / لتر	٥٠٠-٥٠

تركيز الشبة المستخدمة في اختبار {JAR Test}

الأدوات المستخدمة:





- ساحب عينات(water sampler)
- جهاز الجار(jar tester)
- ماصه
- سيفون

خطوات ما بعد تجهيز المحلول:

- اجمع حوالي ٧ لتر عينة من المياه العكرة.
- ضع في كل كأس من الكؤوس الستة كمية مقدارها ١٠٠٠ مل من المياه العكرة.
- ضع الكؤوس داخل الجهاز ثم اسقط ريش التقليب في الكؤوس وقلب الماء بسرعة ولتكن ٢٠٠ لفة/دقيقة (أو حسب الإرشادات التصميمية للمحطة).
- أضف بحرص وسريعا بواسطة ماصة جرعة الكلور(يمكن إضافتها بشكل سريع عن طريق استخدام بيكر) المقدرة لجميع الكؤوس.
- استخدم الماصة في إضافة جرعات شبة متزايدة بالتوالي لكئوس الإختبار الستة، بحرص وبسرعة بقدر الإمكان.
- استمر في التقليب السريع لمدة دقيقة واحدة (Detention time) من بداية إضافة الشبة.

- قلل من سرعة التقليب لتصل إلى ٣٠ لفة/دقيقة، واستمر في تقليب المحلول لمدة من ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة (أو حسب إرشادات التصميم للمحطة).
- لاحظ سرعة بداية تكون الندف في كل كأس وشكلها وحجمها.
- أوقف عملية التقليب وارفع القلابات سريعا ولاحظ ترسيب الندف بالكؤوس لمدة ٥-١٠ دقيقة. و يستدل على الجرعة المناسبة ذات الترويب الجيد بأنها تحتوي على ندف ثقيلة الوزن نسبيا.
- أسحب بواسطة سيفون على شكل حرف S في نفس الوقت تقريبا كمية المياه التي تمثل ارتفاع ٧ سم العلوية من الكأس وهى حوالي نصف لتر تقريبا للكاسات الستة وجمعها في عدد ستة مخابير لإجراء باقي الإختبار عليها. (أو حسب إرشادات التصميم للمحطة).

عوامل تقييم نتائج اختبار تحديد الجرعات

توجد عدة عوامل هامة في تقييم نتائج اختبار تحديد الجرعات:

١. معدل تكوين الندف.
٢. شكل جزيئات الندف.
٣. شفافية المياه بين الندف.
٤. حجم هذه الندف.
٥. كمية الندف المتكونة.
٦. معدل ترسيب الندف.
٧. شفافية المياه للطبقة الرائقة.

وبصفة عامة فإن إجراء اختبارات التحكم في التشغيل (Jar test) تعطي دلالة جيدة عن النتائج المتوقعة إلا أن تشغيل المحطة علي الواقع قد لا يتطابق مع هذه النتائج، لذا يجب مراقبة الأداء الفعلي لكل من:

١. الخلط السريع الملائم
٢. التنديف البطيء
٣. عملية التنديف الملائمة
٤. خزانات المياه المرشحة

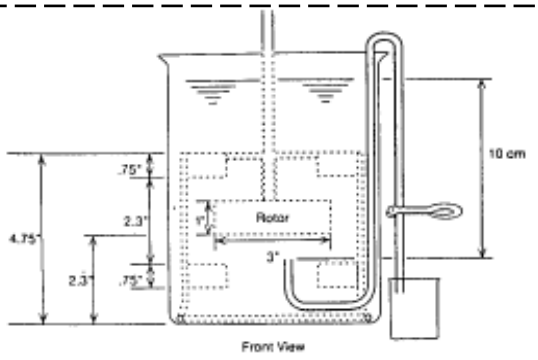
حيث يعتمد التنديف الناجح علي الخلط السريع والتام ورغم أن الترويب يحدث في أقل من ثانية واحدة إلا أن حوض الخلط قد يهيئ مدة مكث تصل إلي ٦٠ ثانية ويجب أن يكون الخلط عن طريق عمل الدوامات التي تحدث في حركة المياه حتي ينتشر المروب في كل حوض الترويب.

ويرى البعض أنه خلال الثواني العشرة الأولى من فترة المكث يجب أن يخلط المروب أختلاطا تاما مع كل قطرة مياه لبدء تكوين ندف فعلية وإلا فإن كفاءة العملية كلها تهبط وتتناقص أبتداء من هذه النقطة، ويتضح تأثير الأستعمال الخاطئ للمروب عند هذه النقطة، ويمكن تصحيح هذه المشكلة إما بتعديل نقطة الإضافة أو طريقة الخلط.

عوامل نجاح نتائج أختبار تحديد الجرعات

بالإضافة للعوامل التقليدية المعروفة لدى أغلب المشغلين مثل: بدء إجراء التجربة فور جمع العينة مباشرة، وإحاطة جو العينة بدرجة حرارة مماثلة للحقيقة، وتوحيد زمن إضافة الكيماويات وأيضا زمن سحب العينات لجميع الكؤوس، إلى استخدام أجهزة وأدوات قياس تناسب الغرض مثل أجهزة جار ذات قلابات مجدافي. وذات سرعات مناسبة، وكؤوس مربعة Gator Jar أو أسطوانية Hudson Jar، كما بالشكل. يكون أهم شيء بالنسبة لمشغلي المحطات هو كيفية محاكاة المراحل المختلفة في محطة التنقية.

ومن خطوات المحاكاة اختيار شكل الكؤوس المستخدمة في جهاز الجار فهو يختلف حسب شكل المروق وإبعاده.



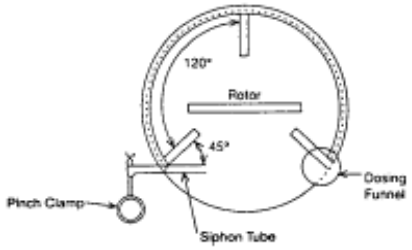


Figure 1
Hudson Jar

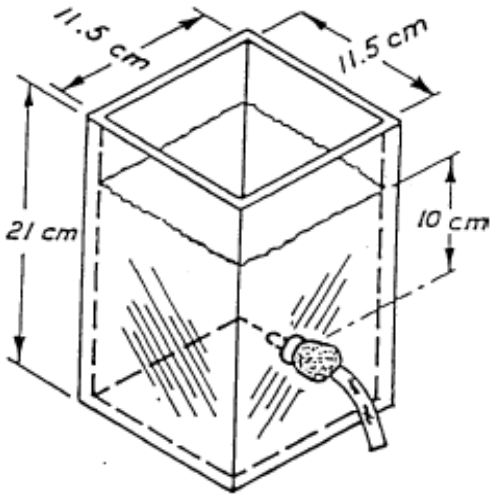


Figure 2
Gator Jar

١. معدل الإنحدار في السرعة Gradient Velocity (G)

سرعات المزج السريعة والبطيئة اللازمة لإجراء التجربة تحدد بناءً على الوضع التصميمي وظروف التشغيل الخاصة بأحواض الترويب والتنديف بالمحطة. وهناك علاقة بيانية بين قيمة(G) الخاصة بأحواض الترويب/التنديف (التي يمكن معرفتها من كتيب التشغيل الخاص بالمحطة أو حسابها بواسطة المتخصصين) وبين سرعة الخلط لجهاز الجار(rpm).

The Velocity Gradient (G) is a measure of the mixing energy (S^{-1}) that is present during both the flash mix and the flocculation stages of water treatment velocity gradient (G)=(P/μV)1/2

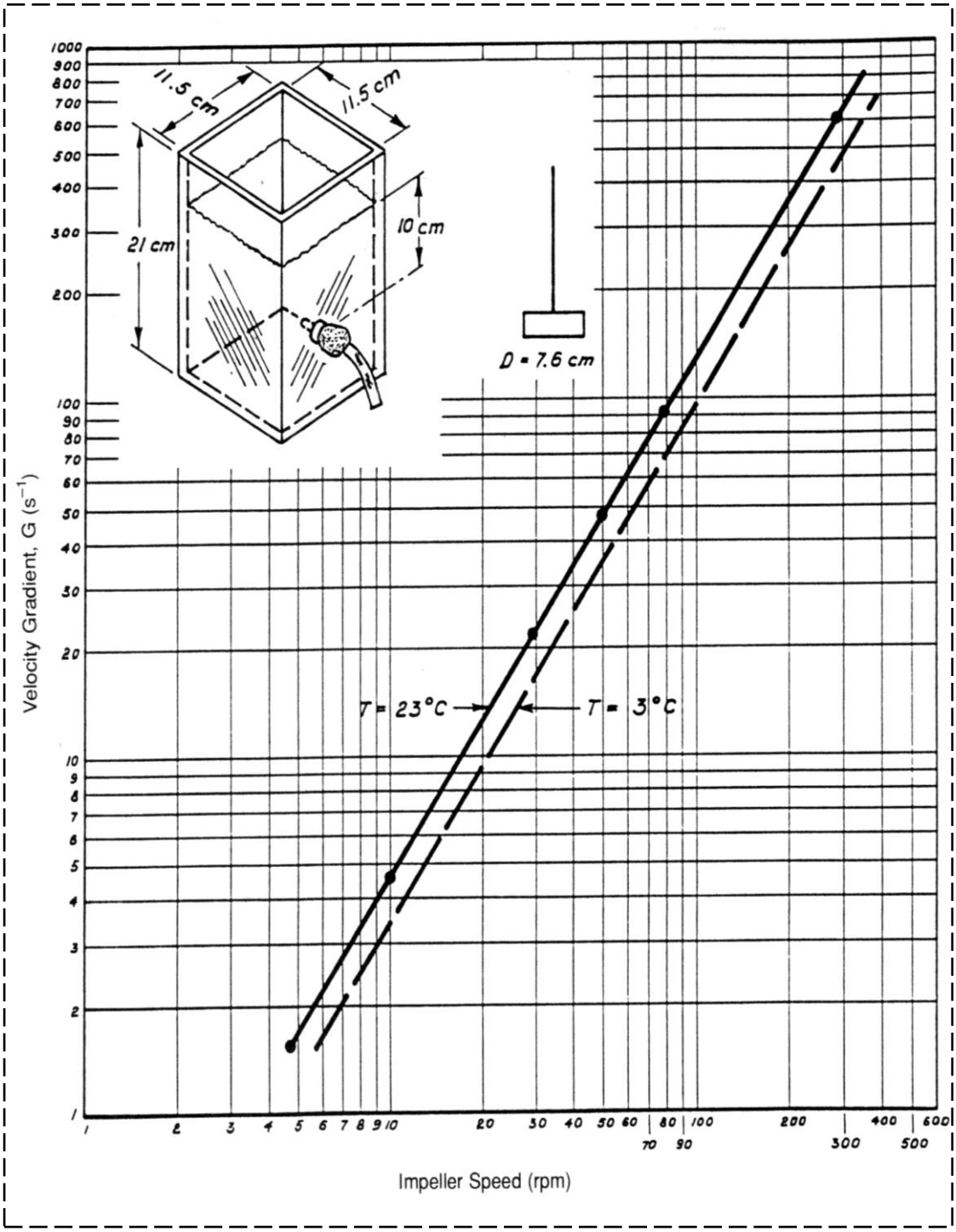
Where;

P = power dissipated.

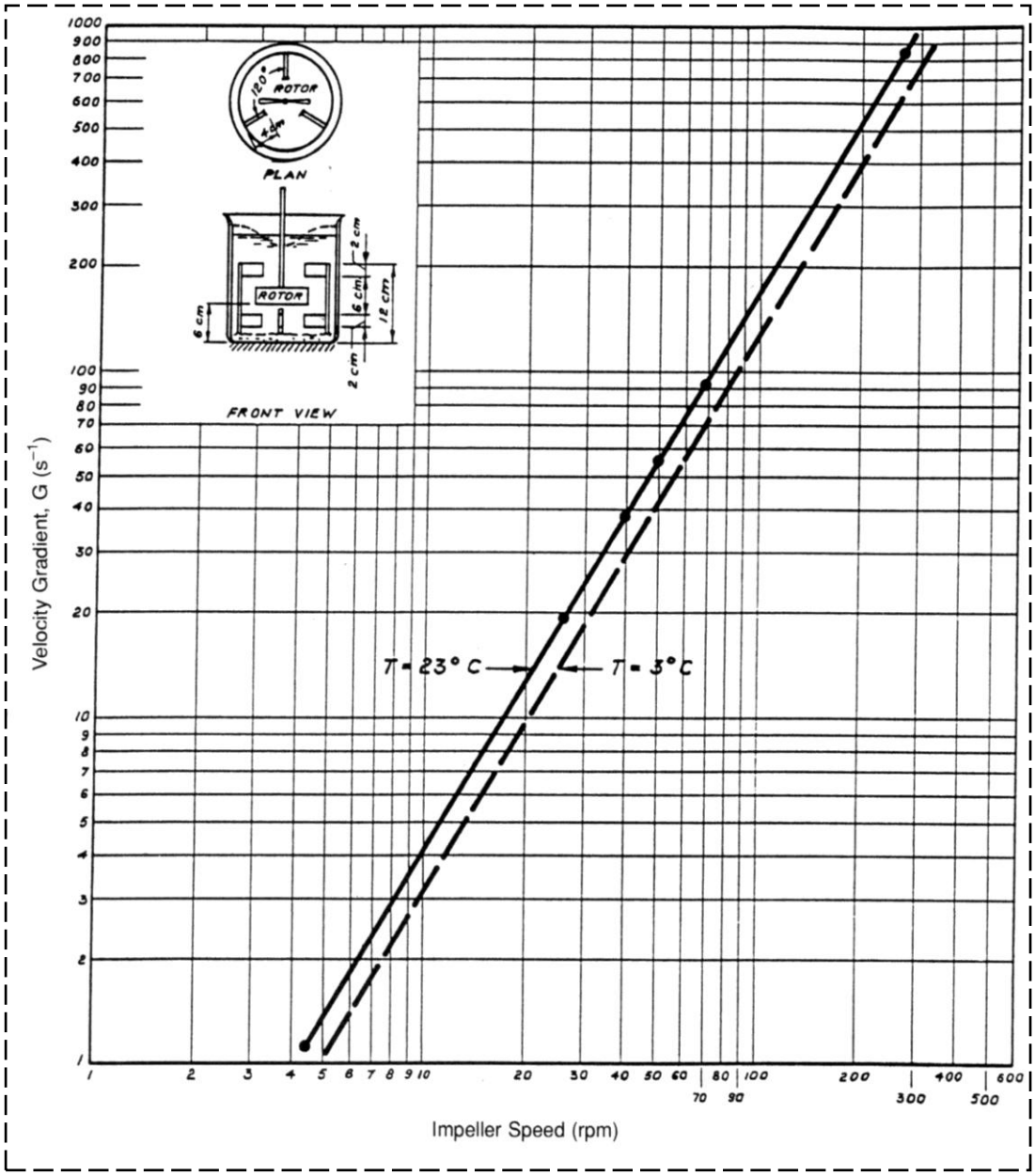
μ = water viscosity.

V = volume of the raw water.

والمنحني الاتي يوضح العلاقة بين(انحدار السرعة) velocity gradient و(السرعة الدافعة) في درجات الحرارة المختلفة (منحنى G للبدلات المجدافية المسطحة في الكأس المربع Gator Jar)



والمنحني الاتي يوضح العلاقة بين(انحدار السرعة) velocity gradient و(السرعة الدافعة) impeller speed في درجات الحرارة المختلفة (منحنى G للبدلات المجدافية المسطحة في الكأس المستدير Hudson Jar)



ومن الاشكال البيانية السابقة وبمعلومية ال G value يمكن حساب سرعة اللفات المقابلة لها حسب نوع الكأس المستخدم (دائري أو مربع).

٢. زمن الخلط Retention time:

يجب محاكاة أزمنة المزج السريع والبطيء للتجربة للأزمنة الحقيقية بالمحطة، ويمكن معرفتها من بيانات المحطة أو حسابها بقسمة سعة الحوض على معدل التدفق. فمثلاً إذا كان سعة حوض الترويب ٥٠ م^{٣} (المساحة المحددة للتقليب السريع) ومعدل التدفق للمياه الخام خلال هذا الحوض

٦٠٠٠ م^3/س فيكون زمن المكث (زمن التقليب السريع) ٣٠ ث، وبالمثل يتم حساب زمن التقليب البطيء. أو يمكن حسابها بطريقة أخري وهي:

بما أن معدل التدفق ٦٠٠٠ م^3 ⟵ ساعة (٦٠*٦٠)= ٣٦٠٠ ث

س م^3 ⟵ ١ ث

∴ معدل التدفق للثانية هو ٣٦٠٠/٦٠٠٠= ١,٦٦٦٧م^3/ث

لملء حوض سعة(حوض التقليب السريع) ٥٠ م^3 نحتاج

١م^3 ⟵ ١,٦٦٦٧

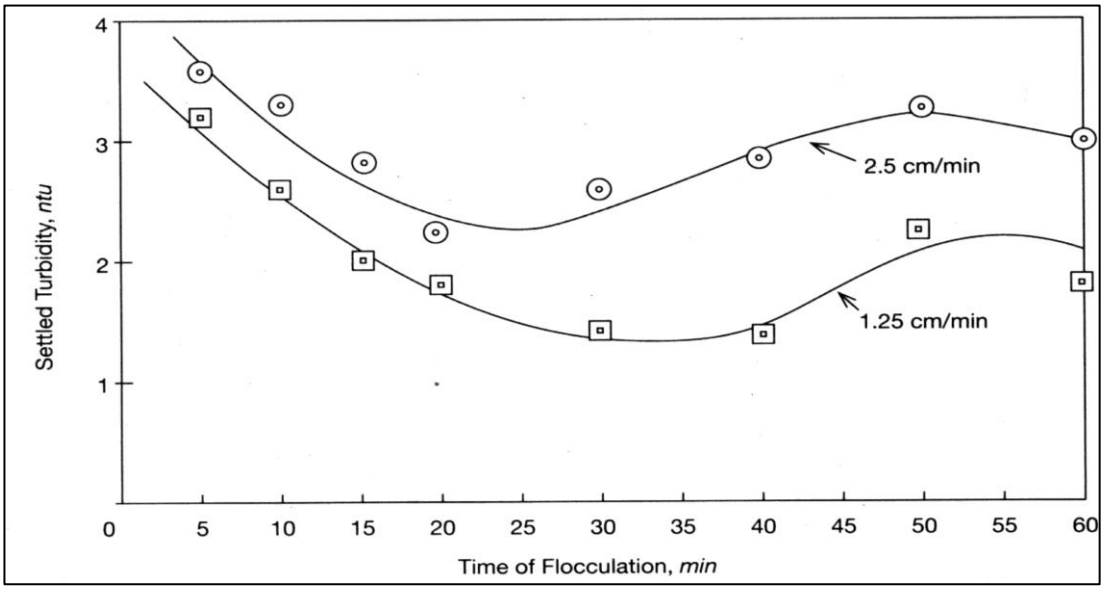
٥٠ م^3 ⟵ س ثانية

الوقت الازم لملء حوض سعه ٥٠ م^3= ٥٠/١,٦٦٦٧= ٣٠ ثانية.

فيكون ضبط زمن التقليب السريع المستخدم في الجار هو ٣٠ ثانية.

العلاقة بين وقت التنديف وبين العكارة

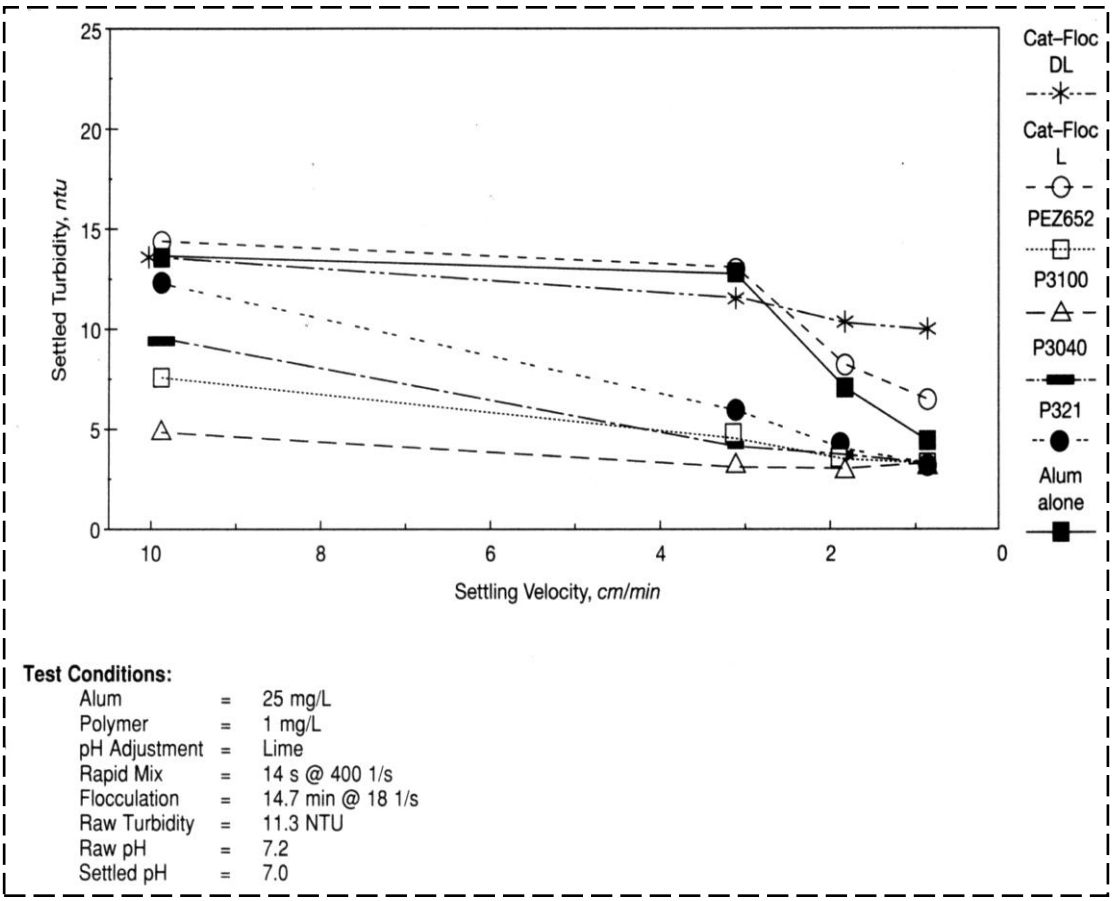
أحياناً زيادة زمن التنديف تعطى نتائج عكسية. ويوضح هذا الشكل الأتي العلاقة بين وقت التنديف وبين العكارة.



٣- زمن وسرعة الترسيب Settling Time & Velocity:

من الأخطاء الشائعة في إجراء تجربة الجار هى عدم الدقة في تحديد زمن الترسيب. فمثلاً الوقت الطويل يعطى نتائج جيدة على غير المفروض(أي أن جميع الجرعات متقاربة في النتيجة) من محاكاة الزمن الحقيقي بالمحطة.

وكذلك الحال بالنسبة لسرعة الترسيب حيث يتضح ذلك من الشكل الأتي الذى يوضح العلاقة بين سرعة الترسيب والعكارة بإستخدام مساعدات ترويب مختلفة.



فنلاحظ أنه بعد مرور ٣٠ ق تتقارب درجات العكارة في جميع الكاسات من بعضها في تجربة لتقييم طرق معالجة مختلفة مما يصعب معه التقييم. ولحساب زمن الترسيب المناسب يجب أولاً معرفة معدل التحميل السطحي (Surface Loading Rate) لحوض الترسيب أو حسابه، ومن ثم يمكن حساب سرعة الهبوط أو الترسيب وبالتالي حساب الوقت اللازم لهبوط مسافة ١٠ سم بالإستعانة بالجدول.

الوقت اللازم لهبوط ١٠ سم (دقيقة)	سرعة الهبوط (سم/دقيقة)	معدل التحميل السطحي (متر/ساعة)
٢٠	٠،٥	٠،٣
١٠	١،٠	٠،٦
٥	٢،٠	١،٢
٢،٥	٤،٠	٢،٤
١	١٠،٠	٦،٠

كيفية حساب معدل التحميل السطحي يمكن حسابها بأكثر من طريقة ومنها:

١. بالطريقة الحسابية المباشرة:

ولحساب زمن الترسيب المناسب لإجراء التجربة يجب أولاً معرفة معدل التحميل السطحي (Surface Loading Rate) لحوض الترسيب أو حسابه:

مثال:

بفرض أن معدل التدفق لحوض الترسيب =١٠٨٠م^{٣}/س

والمساحة السطحية للمروق= الطول(م)*العرض(م) مع مراعاه طرح المساحات المأخوذة للمكونات المختلفة للمروق م^{٢}=٤٥٨ م^{٢}

∴ معدل التحميل السطحي= ١٠٨٠/٤٥٨=٢,٣٥ م/ س

ويتم تحويلها إلي سم/د بالضرب *١,٦=١,٦*٢,٣٥= ٣,٧ سم/ د

اذن الوقت الازم لترسيب ١٦ سم (طول البيكر)

٣,٧ سم ⟵ ١ دقيقة

١٦ سم ⟵ س دقيقة

∴ ١٦/٣,٧= ٤ دقيقة و١٨ ثانية

٢. عن طريق أخذ عينة من المياه المندفة

يمكن أخذ عينة مياه مندفة من المروق أو تجمع عينة مناسبة من الجار في مخبار مدرج، ونحسب الوقت المار لترسيب حوالى ٨٠٪ من الندف لمسافة ١٠ سم، فيكون هذا الزمن مناسب لتطبيقه في اختبار الجار.

المتابعة الحقلية لمعدلات ضخ وإضافة محلول الشبة

يجب المتابعة الحقلية الدورية لكل من:

١. قياس تركيز الشبة.
٢. معايرة وضبط طلمبة الشبة.
٣. ملاحظة موزع الشبة.
٤. قياس التصرف.

أولا: قياس تركيز الشبة

من المهام الأساسية لكيميائي التشغيل بالمحطة متابعة تركيز محلول الشبة وأيضا الكميات المضافة وذلك للتأكد من أن الجرعة المضافة هي نفسها المحسوبة بواسطة اختبار الجار.

يجب متابعة قياس نسبة تركيز محلول الشبة في أحواض الإذابة أو التخفيف الجاري استعمالها وتعديل معدلات ضخ طلمبة الشبة لتلائم الجرعة المطلوب تحقيقها ويمكن قياس تركيز محلول الشبة بأكثر من طريقة نذكر منها الأتي:

١. بإستخدام المعايرة مع محلول NaOH (0.2N)

- قم بأخذ ١٠ مل من محلول (0.2N NaOH) وضعهم في دورق مخروطي.
- قم بإضافة كاشف الفينول نفثإلين.
- قم بالمعايرة بإستخدام محلول الشبة المراد قياس تركيزه حتى انعدام اللون.
- قم بإستخدام الحسابات آلاتية:

$$(N\times V)_{Alum}=(N\times V)_{NaOH}$$

$N_{Alum}=(10\times0.2)/V_{ALUM}$

$$Eq.wt._{Alum} \times N_{Alum}\ (g/l) = \quad Conc$$

$Conc_{Alum}(g/l)= (10\times0.2) \times (666.6/6) \times (1/V)$

$10/Conc._{Alum}(g/l) = (g/100ml) \quad Conc._{Alum}$

$=22.2/V_{NaOH}$

٢. بإستخدام الهيدرومتر

- تختلف كثافة محلول الشبة مع تركيز المحلول (كلما زاد التركيز تزيد كثافة محلول الشبة)
- وبالتالي يمكن عمل علاقة بين تركيز محلول الشبة والكثافة.
- قم بتحضير تركيزات مختلفة من محلول الشبة مثلا ٥ و١٠ و٢٠ و.....
- قم بقياس الكثافة بإستخدام الهيدروميتر.
- قم برسم علاقة بين الكثافة والتركيز.
- من هذه العلاقة يمكن استنتاج تركيز محلول شبة بإستخدام كثافته.

ثانيا معايرة وضبط طلمبة الشبة

هناك دائما فرق يظهر مع تشغيل طلمبات حقن محلول الشبة وعليه يلزم من حين لآخر إجراء عملية معايرة لها لضمان التحكم في إضافة الجرعات المناسبة للشبة ، هذا الفرق قد يزداد مع الوقت لظروف مختلفة.

وهناك تدريجات مختلفة على طلمبات الحقن تدل على معدلات التصرف المختلفة بعض منها يتراوح بين صفر إلى ١٠٠% من التصريف وبجانبه معدل التصريف الأقصى للطلمبة. والبعض الآخر مدرج بين صفر إلى رقم نهائي معين وبجانبه معدل تصريف لكل درجة من التدريج (مثلا كل شرطه تمثل عدد معين من اللترات في الدقيقة).

ولإجراء المعايرة الدورية يتم تشغيل الطلمبة (أو فرع من الطلمبة) على درجات مختلفة تبدأ من ٥ إلى ١٠ إلى ١٥. وهكذا حتى نهاية التدريج وحساب التصريف الأسمى لكل منها وقياس كمية التصريف الفعلية بواسطة مخبار مدرج عند نقطة الإضافة في خلال زمن قياس محدد بإستخدام ساعة إيقاف Stop Watch وتسجل القراءات الفعلية أمام كل تدريج ويمكن رسم منحنى بياني لكل فرع من الطلمبة أو عمل جدول يبين تدريج الطلمبة والتصريف المقارن لكل درجة.

وعلي سبيل المثال:

إذا وجدنا أن عند تدريج ٣٢ من الطلمبة وهو ما يوازي ٢٠ لتر/ دقيقة نظريا، يعطى تصريفا قدرة ١٨,٥ لتر / دقيقة فقط فيسجل في الجدول تدريجات مختلفة وأمام كل تدريج قراءة فعلية تسهل علي القائم بالتشغيل سرعة ضبط الكميات المطلوبة بدقيقة.

ضبط طلمبة حقن الشبة

ولضبط طلمبة حقن الشبه يجب أن تتوافر المعلومات الآتية:

١. تركيز محلول الشبه (٢٠-٣٠%).
٢. كمية تصرف المياه الخام.
٣. أقصي تصرف لطلمبة حقن الشبه.
٤. الجرعة المراد إضافتها.

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

$$\text{Stroke} = \frac{\text{flowerate } (m^3/hr) \times \text{dose } (gm/m^3) \times 100}{\text{Concentration} \times \text{pump max output} \times 1000}$$

$$\text{المشوار} = \frac{\text{تصريف العكرة } (م^3/س) \times \text{الجرعة } (جم/م^3) \times 100}{\text{تركيز محلول الشبة} \times \text{أقصى تصريف للطلمبة } (لتر/س) \times 1000}$$

وللحصول على التركيز المطلوب نتبع الخطوات السابق ذكرها. وللحصول علي قيمة أقصي تصرف لطلمبة حقن الشبه يتم معايرة الطلمبة تبعاً للخطوات الآتية:

- يتم تحضير محلول الشبه بنفس التركيز المستخدم بالمحطة في وعاء مدرج حجم ٢٥ لتر ويتم توصيل سحب الطلمبة المراد معايرتها بهذا الوعاء ونبدأ تشغيل الطلمبة بعد ضبط الطلمبة علي ١٠٠% من المشوار.
- يتم حساب كمية الشبة التي تم سحبها وتكرار هذه الخطوات لـ (٤٠ %، ٥٠%، ٦٠%، ٧٠%، ٨٠%، ٩٠%) من المشوار ورسم منحنى أداء الطلمبة ويمكن من خلال هذا

المنحنى معرفة تصرف الطلمبة لكل خطوة من خطوات المشوار.

وعاء معايرة طلمبة الشبه

ثالثا ملاحظة موزع الشبة

في حالة ما إذا كانت طلمبة الشبة الواحدة تعطى أكثر من مروق، فيكون هناك موزع يفيض منه محلول الشبة بمنسوب ثابت لجميع المروقات. ويجب مراقبة ومعايرة هذا الإتزان على فترات، وذلك لضمان كفاءة وسلامة توزيع محلول الشبة من الموزع إلى المياه الخام بأحواض الترويب بنفس الجرعة. من خلال التأكد أن الاحجام الموزعة علي هذه المروقات متساوية.

رابعا قياس التصرف.

يستعمل القائمون على تشغيل محطات تنقية المياه عدادات لقياس التصرف من أجل التحكم في معدل التصرف إلى كل عملية معالجة، ضبط معدلات التغذية بالمواد الكيماوية علاوة على تحديد كفاءة وحدات طلمبات المياه ومراقبة كميات المياه المعالجة وحساب تكلفة وحدة المعالجة ويستخدم لذلك عدة أنواع من أجهزة قياس التصرف بدقة لا تتجاوز ±٢٪ ومنها:

١. عدادات التباين الضغطي Differential pressure flow meter or Orifice plate
٢. عدادات السرعة Velocity flow meter
٣. عدادات التصرف المغناطيسية Magnetic flow meter
٤. عدادات التصرف بالموجات فوق الصوتية Ultrasonic flow meter

خامسا اختبار الكؤوس (Jar test)

خطوط إرشادية

١. الغرض:

١,١ خصائص المياه الخام تتغير بإستمرار، ولذلك لا يمكن تحديد الجرعة المثالية عن طريق تحليل المياه لمرة واحدة، لذلك لابد من اختيار الجرعة المثالية بعمل اختبار الكؤوس في نفس الظروف وفي ذات الوقت. يستخدم اختبار الكؤوس علي نطاق واسع لتقييم خطوتي الترويب والتنديف في عمليات المعالجة.

٢,١ هذه الخطوات القياسية تصف كيفية عمل اختبار الكؤوس بشكل قياسي لحساب الجرعة المثلي.

٣,١ اختبار الكؤوس يستخدم لتحديد جرعة المروب المثالية

٢. المستهدف:

جميع انواع محطات مياه الشرب السطحية.

٣. المسئولية:

١,٣ كيميائي التشغيل.

٢,٣ يقوم مدير المعمل بمراجعة الجرعة المختارة واسس الإختيار.

٣,٣ فريق الجودة:

- مراجعة تركيزات المواد المستخدمة وتسجيلها.
- التأكد من معايرة جميع الأدوات والأجهزة المستخدمة.

٤. الخطوات:

١,٤ التجهيزات:

١,٢,٤ التحضير.

- قم بغسل جميع الماصات والكؤوس المستخدمة حتي تتفادي وجود اي شوائب أو ملوثات.
- قم بقراءة ملف التعامل الأمن الخاص (MSDS) بكل الكيماويات المستخدمة.

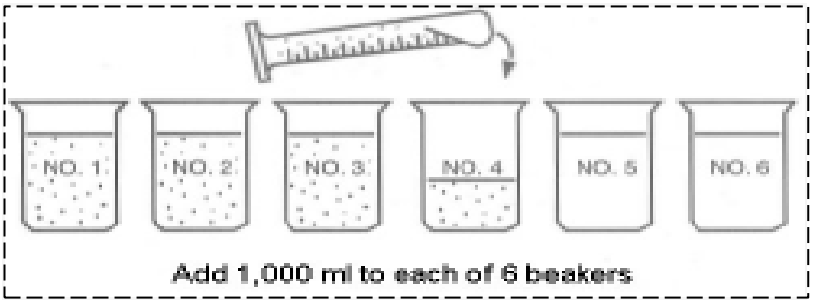
٢,٢,٤ المواد المضافة.

- محلول شبة بتركيز 1%
- محلول كلور بتركيز مناسب لكي تكون كمية الكلور المضافة أقل من ١٠ مل لتر من المياه الخام.
- يتم تحضير محلول الشبة من نفس الكيماويات المستخدمة في محطة المياه المراد تعيين الجرعة المثلي لها.

٢,٤ الإجراءات:

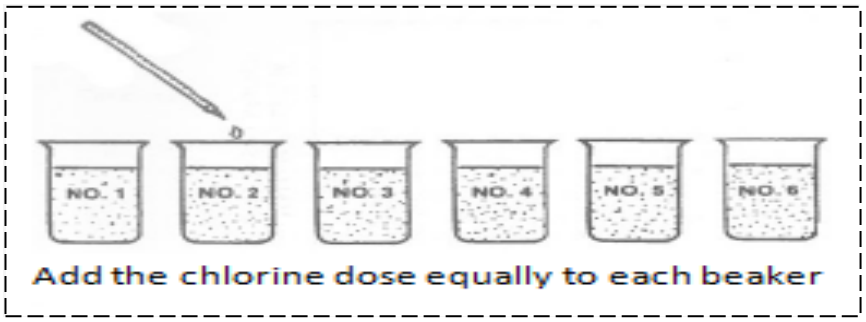
١,٢,٤ سحب العينات:

- قم بجمع ٨ لترات من المياه الخام وقم بإستخدام مخبار مدرج لتعبئة واحد لتر وقم بتوزيعهم علي ٦ كؤوس مع مراعاة عمل التجربة في أسرع وقت ممكن حتي لا تتغير ظروف العينة.



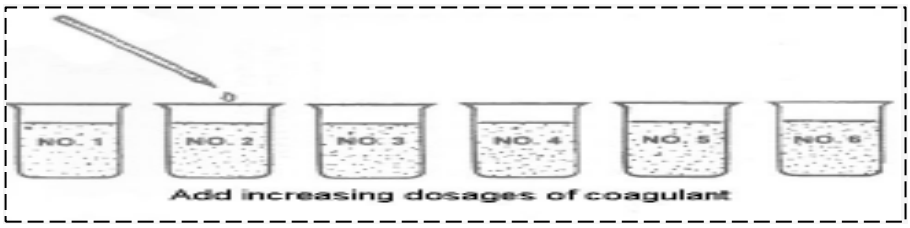
٢,٢,٤ إضافة الكلور:

- قم بتشغيل القلابات علي التقليب السريع (يراعي أن تكون نفس سرعة التقليب في المحطة)*
- قم بإضافة الكلور في نفس الوقت لجميع الكؤوس بنفس التركيز المحدد بواسطة تجربة نقطة الإنكسار والمطبقة في المحطة.



٣,٢,٤ إضافة المروب:

- قم بإضافة جرعات متزايدة من المروب في الكؤوس في نفس الوقت أو بسرعة بقدر الإمكان بواسطة ماصة بحيث تبدأ بجرعة منخفضة وتنتهي بجرعة كبيرة مثلا من ١٠ إلي ٣٥ جزء في المليون بزيادة قدرها ٥ جزء في المليون.
- قم بتشغيل القلابات للتقليب السريع (يراعي أن تكون نفس سرعة التقليب في المحطة)* لمدة تساوي نفس مدة المكث في حاوية التقليب السريع.



- قلل من سرعة التقليب لتصل إلى ٣٠ لفة /دقيقة، واستمر في تقليب المحلول لمدة من ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة (أو حسب إرشادات التصميم للمحطة).
- لاحظ سرعة بداية تكون الندف في كل كأس وشكلها وحجمها.
- أوقف عملية التقليب وارفع القلابات سريعا ولاحظ ترسيب الندف بالكؤوس لمدة ٥ –١٠ دقيقة. و يستدل على الجرعة المناسبة ذات الترويب الجيد بأنها تحتوي على ندف ثقيلة الوزن نسبيا.
- أسحب بواسطة سيفون على شكل حرف S في نفس الوقت تقريبا كمية المياه التي تمثل ارتفاع ٧ سم العلوية من الكأس وهى حوالي نصف لتر تقريبا للكاسات الستة وجمعها في عدد ستة مخابير لإجراء باقي الاختبار عليها. (أو حسب إرشادات التصميم للمحطة).

٢. حساب جرعات المواد المطهرة (الكلور)

من أكثر الطرق شيوعا في عمليات تطهير المياه هي إضافة الكلور وكان لظهور عملية الكلوره في أواخر القرن الماضي أثر كبير في القضاء بدرجة كبيرة علي الأمراض التي ينقلها الماء وذلك بأقل التكاليف وأبسط المعدات وأقل عدد من العاملين ولولا عملية الكلورة لأنتشرت أوبئة الكوليرا والتيفود مثلما كان الأمر منذ مائة عام.

ويتميز التطهير بواسطة الكلور بسهولة استعماله، وكذلك سهولة الحكم علي مدي فاعليته بالتأكد من بقاء قدرا من الكلور في الماء بعد فترة من إضافته.

ولا يعرف علي وجه التحديد كيف يعمل الكلور علي قتل البكتريا في الماء والمعتقد أن مركبات الكلور التي تتكون عندما يضاف الكلور إلى الماء يتفاعل مع بعض الإنزيمات الموجودة في البكتريا والغلاف الخارجي لها ويقوم بالعديد من التفاعلات مثل تفاعلات (الأكسدة والتميؤ والأستبدال) وينتج عنها تغيرات فسيولوجية وبدورها توثر علي العمليات الحيوية داخل الخلية.ولم يعد أحد يعتقد مثلما كانوا يعتقدون في الماضي بأن البكتريا تتأكسد نتيجة إضافة الكلور وذلك لأن عملية التأكسد تحتاج إلى كميات هائلة من الكلور، في حين أن التطهير الناجح الآن لا يتطلب إلا كميات ضئيلة منه. ومع هذا فإن الكلور عامل مؤكسد قوي وعندما يستخدم بكميات كافية فإنه يوقف نمو الطحالب في المرشحات.

الكلور عنصر كيماوي ينتج خلال صناعة الصودا الكاوية ويدخل الكلور في كثير من الصناعات الحربية والمدنية، نذكر منها علي سبيل المثال صناعة البترول والمعادن والورق والمنسوجات والصناعات الكيميائية والصناعات الغذائية كما يستعمل الكلور في معالجة المجاري وتطهير مياه الشرب.

بخلاف الكلور النقي يتواجد الكلور علي هيئة مركبات سائلة أو صلبة:

١. محلول الكلور:

ويسمي كيماويا (هيبوكلوريت الصوديوم) وتركيبة الكيماوي هو NaOCl وهو محلول يحتوي علي حوالي ١٥٪ من الكلور الحر ويباع في المحلات العامة كمنظف تحت أسماء مختلفة، ويمكن استعماله كمطهر للمياه بشرط أن لا يضاف إليه أي أنواع من المنظفات ويضاف مباشرة على الماء سواء بالصب المباشر من وعاء أو بإستعمال مضخة مناسبة. لا يستعمل بكثرة بالإضافة إلى أن محلوله يسبب تآكلا في المواسير.

٢. مسحوق أو أقراص الكلور:

ويسمي كيماوياً (هيبوكلوريت الكالسيوم) وتركيبة الكيماوي هو $Ca(OCl)_2.4H_2O$ وهذه المادة تحتوي علي حوالي ٦٠-٧٠٪ من الكلور الحر.

ويمتاز عن المسحوق المبيض بإرتفاع نسبة الكلور الفعال وبأن نسبة الكلور الفعال لا تتأثر بالتخزين لفترات ليست بالطويلة. وعند الأستعمال يحضر محلول مركز منه ثم يضاف إلى الماء بالجرعات اللازمة بواسطة أجهزة خاصة.

٣. المسحوق المبيض:

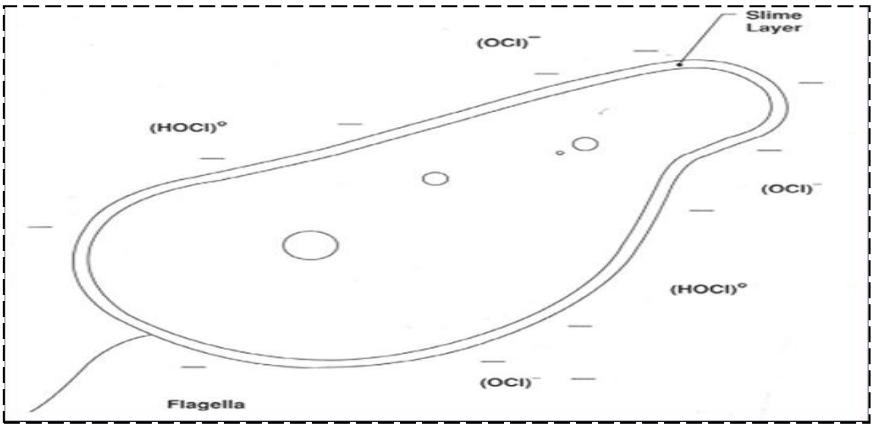
ويسمي أحيانا (كلوريد الجير أو الجير المكلور) وتركيبة الكيماوي هو مزيج من (كلوريد كالسيوم قاعدي $CaCl_2Ca(OH)_2$،هيبوكلوريت كالسيوم قاعدي($Ca(OCl)_2Ca(OH)_2$)، وهو مسحوق أبيض مائل للإصفرار، له رائحة قوية نفاذة، الجديد منه يحتوي علي ٣٢٪ من وزنة كلور فعال. إلا أن هذه النسبة تأخذ في النقصان بمضي الوقت خصوصا إذا تعرض للجو أو للضوء، ولذلك يجب حفظه في عبوات خاصة محكمة القفل، كما يجب إختباره لمعرفة نسبة الكلور الفعال قبل كل أستعمال حتى يمكن تقدير الكمية التي تعطي جرعة الكلور المطلوبة، وبعد تقدير تركيز المسحوق المبيض تعمل عجينه سميكة تخفف تدرجيا حتى تصير مستحلب بنسبة ١: ١٠٠ وهذا المستحلب يمزج جيدا ثم يترك لمدة ساعة ثم يصفي لإزالة ما به من رواسب ثم يضاف إلى الماء بالمعدل المطلوب بواسطة أجهزة خاصة.

وعموما استعمال مركبات الكلور أصبح غير شائع في عمليات التطهير الكبرى للمياه نظرا لمتاعب التشغيل إلا أنه يستعمل في الحالات الآتية:

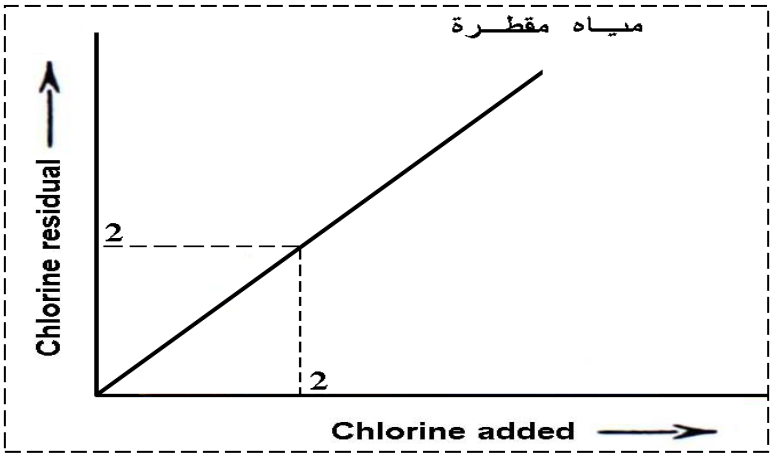
١. تطهير شبكات مواسير توزيع المياه بعد إنشائها أو إصلاحها.
٢. تطهير مرشحات وخزانات المياه.
٣. في حالات الطوارئ مثل حالات الفيضانات.

كيف يعمل الكلور في تعقيم المياه؟

حينما يضاف الكلور للمياه يتكون كل من حمض الهيبوكلوروز وأيون الهيبوكلوريت والفرق بينهما هو أن حمض الهيبوكلوروز لا يحمل أي شحنة (متعادل) ولكن أيون الهيبوكلوريت يحمل شحنة سالبة، و لأن الجراثيم الموجودة في المياه تحمل معظمها شحنة سالبة علي سطحها ولذلك فأن أيون الهيبوكلوريت يلاقي تنافرا مع سطح الجراثيم بينما يستطيع حمض الهيبوكلوروز الإختراق بسهولة قاتلا هذه الكائنات الميكروسكوبية كما يوضحه الشكل الاتي:



لفهم تفاعلات الكلور في المياه الطبيعية، نفرض مبدئياً أن التفاعل سيحدث في مياه مقطرة وبالإستعانة بالشكل الأتي فإن كمية الكلور الحر المتبقية تتعلق مباشرة بكمية الكلور المضافة (الجرعة). وعلى سبيل المثال: إذا أضيف جرعة كلور بمقدار ٢ ملجم/لتر لتلك المياه ستعطى نفس القيمة (٢ ملجم/لتر) ككلور متبقى حر بعد انتهاء فترة المكث.



و يتم التفاعل كالتالي:

لور + ماء ← حامض الهيبو لورز + حامض الهيدرو لورك

$$Cl_2 + H_20 \rightarrow HOCl + HCl \ldots\ldots\ldots (1)$$

و نواتج التفاعل مركبات ضعيفة لا تلبث أن تتفكك إلى نواتج أخرى كالتالي:

حامض الهيبو لورز (حامض ضعيـ يتفـ ك) ← أيون الهيبو لورت + أيون هيدروجين

$$HOCl \rightarrow OCl^{-} + H^{+} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

أيون لور + أيون هيدروجين←حامض الهيدرو لورك

$$HCl \rightarrow Cl^{-} + H^{+} \quad \ldots\ldots (3)$$

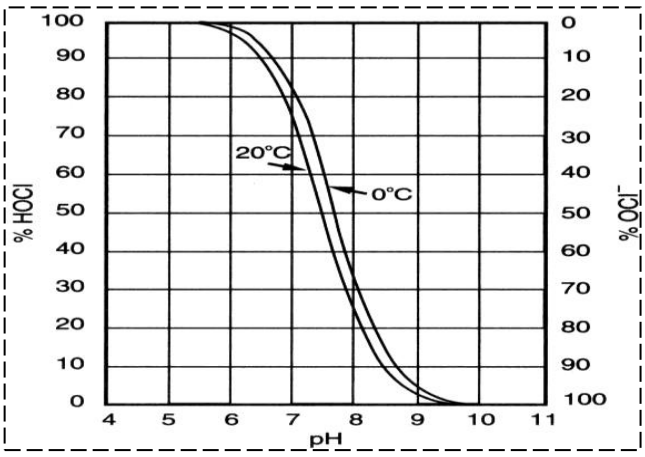
حمض الهيبوكلورز HOCl أحد شكلين من أشكال الكلور الحر المتبقى، وهو الأكثر فاعلية في عملية التطهير وعند تحلله كما في المعادلة (٢) السابقة ينتج أيون الهيبوكلوريت (OCl^{-}) وهو الشكل الثانى من أشكال الكلور الحر المتبقي، وتأثيره في عملية التطهير تعادل ١٪ فقط من تأثير حمض الهيبوكلورز. والجدول التالي يوضح فاعلية أشكال الكلور المتبقي المختلفة في عملية التطهير

فاعلية الكلور مقارنة بحمض الهيبوكلورز	الشكل
١	HOCl
١/١٠٠	OCl^{-}
–	NCl_3
١/٨٠	$NHCl_2$
١/١٥٠	NH_2CL

تأثير pH علي التفاعل:

يتأثر التفاعل بالأس الهيدروجيني تأثير كبير فكلما كان الوسط اقرب للحامضية زاد حامض الهيبوكلوروز وكلما كان الوسط أقرب للقاعدية زادت أيونات الهيبوكلوريت (حسب قاعدة لوشاتيليه)، كما هو مبين بالشكل.

فمثلا:



النسبة بين تركيز ClO^-, HClO مع تغير pH

عند الأس الهيدروجيني ٦,٧ تكون النسبة:

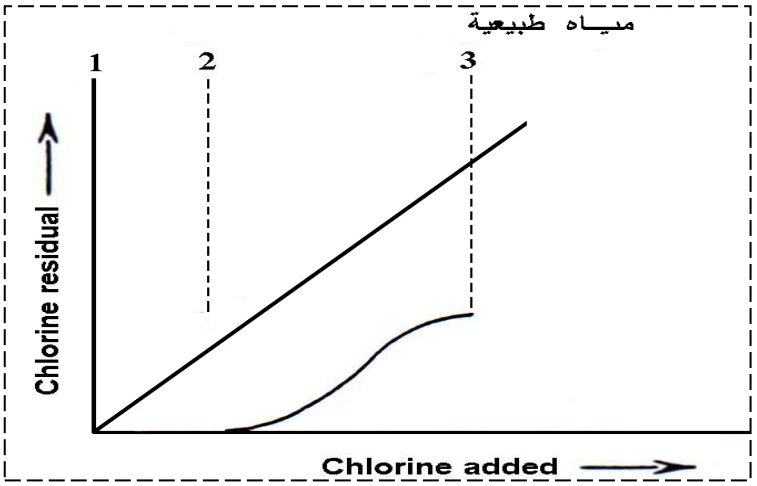
- ٢٠٪ ملح هيبوكلوريت + ٨٠٪ حمض هيبوكلوروز
- عند الأس الهيدروجيني ٧,٣ تكون النسبة:
- ٤٠٪ ملح هيبوكلوريت + ٦٠٪ حمض هيبوكلوروز
- عند الأس الهيدروجيني ٨,٣ تكون النسبة:
- ٨٠٪ ملح هيبوكلوريت + ٢٠٪ حمض هيبوكلوروز

يتبين مما سبق أنه قد يوجد كلور بالعينة ولكن فاعليته تختلف بالزيادة أو النقصان تبعا لإختلاف درجة تركيز الأس الهيدروجيني.

أما بالنسبة للمياه الطبيعية فكما نعلم أن بها مواد ذائبة وشوائب عالقة وبالتالي فإن تفاعل الكلور مع تلك المواد والشوائب سيتداخل ويؤثر على كمية الكلور المتبقي الحر كنتيجة لذلك.

وعلى سبيل المثال:

إذا احتوى الماء على حديد، منجنيز، أمونيا، نيتريت، أو أي مادة عضوية فسوف يتفاعل الكلور المضاف معها ليعطي انحراف في المنحنى يناسب تلك المتفاعلات ودرجة تركيزها بالمياه كما هو معبر عنه بالشكل التالي.



الشكل يبين الفرق بين تفاعل الكلور مع المياه المقطرة (٢) والمياه الطبيعية (٣)

من الشكل: المسافة بين النقطتين ١، ٢، الكلور المضاف يتحد مباشرة مع الحديد، المنجنيز والنيتريت كمواد مختزلة (مواد سريعة الأكسدة) ولا يظهر تبعاً لذلك أي كلور متبقي حتى يتم الإنتهاء من أكسدة كل تلك المواد بواسطة الكلور.

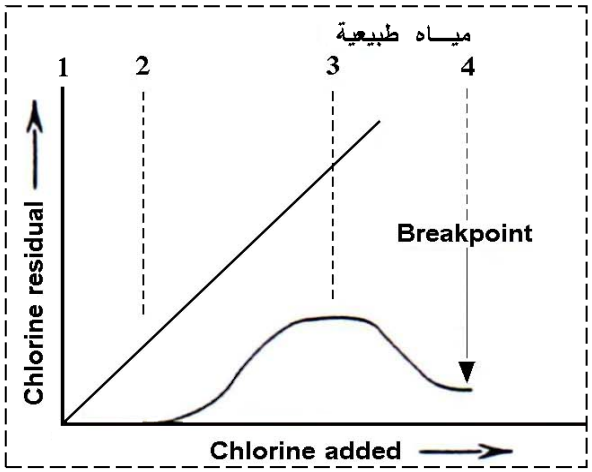
بإستمرار إضافة الكلور نلاحظ أنه على امتداد المسافة بين النقطتين ٢، ٣ يبدأ الكلور في التفاعل مع الأمونيا والمادة العضوية ليشكل مركب الكلورامين، والمركبات الكلور وعضوية وهذه النواتج من أشكال الكلور وتعرف بالكلور المتبقي المتحد، ولكن فاعلية هذه الأشكال كعامل مطهر تكون أضعف من الكلور الحر كما سبق وأشرنا لذلك.

وفيما بين النقطتين ٢، ٣ غالبا يكون أحادي الكلورامين هو شكل الكلور المتبقي كناتج التفاعل:

موذا + حمض الهيبو لورز ← أحاد الكلورامين + ماء

$$NH_3 + HOCl \rightarrow NH_2Cl + H_2O \quad (pH > 7) \ldots\ldots (4)$$

يوضح الشكل الأتي أنه بمتابعة إضافة كلور للمياه، يبدأ الكلور المتبقي من النقطة ٣ حتى النقطة ٤ في الإنخفاض وذلك كنتيجة لبدء أكسدة مركبات أحادي الكلورامين إلى مركبات ثاني وثالث الكلورامين أو حتى تمام الأكسدة وتكون غاز النيتروجين.



ويوضح ذلك التفاعلات التالية:

في حالة إذا ما كان NH_3 بكمية وفيرة:

$$NH_2Cl + HOCl \rightarrow NHCl_2 + H_2O \quad (4 < pH < 6)..... (5)$$

$$NHCl_2 + HOCl \rightarrow NCl_3 + H_2O \qquad (pH < 3)..... (6)$$

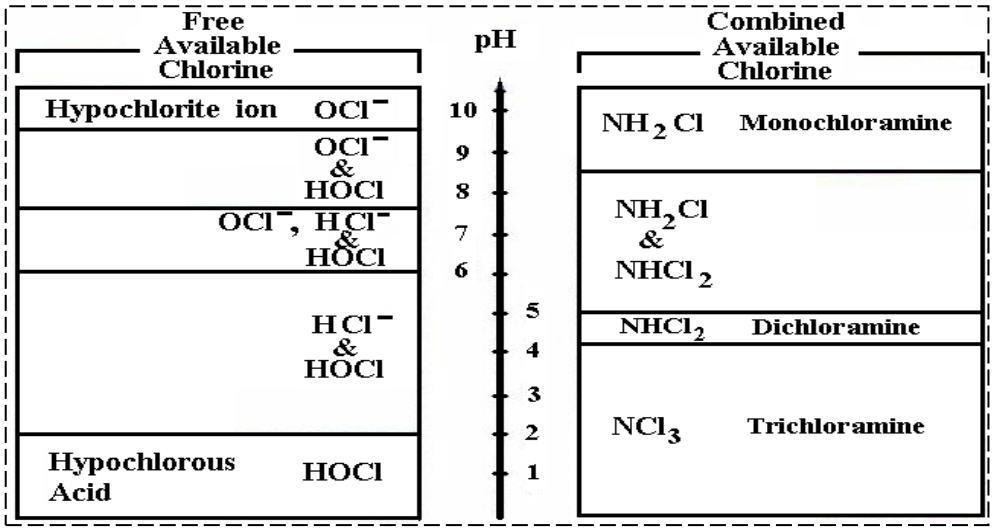
ونلاحظ من التفاعلات السابقة انه عندpH اكبر من ٧ يتكون أحادى الكلورامين، وعند pH ٦ يبدأ ثاني الكلورامين ببطيء في التكوين ويظهر بوضوح بين (٦ > pH > ٤)، أما ثالث الكلورامين فيتكون عند pH أقل من ٣.

كما أن الكلورامين ممكن أن يتكون مع أي Amine organic مثل البروتين، حيث يظهر الكلورامين بسرعة أولا ثم يعقبه ببطء ظهور ثاني وثالث الكلورامين مع الاحتياج إلى فترة تلامس أطول حتى يتم التفاعل.

إذا كان كمية NH_3 في الماء كافية فإن التفاعل سيكون ثابت، وإذا ما كان كمية الكلور المضافة أكبر مع NH_3 فإن الكلورامين سيتكسر إلى النيتروجين كما في المعادلة التالية:

$$2NH_2Cl + HOCl \rightarrow N_2 + 3\ HCl + H_2O ..... (7)$$

ويوضح الشكل علاقة pH بأشكال الكلور المحتمل تواجدها بالمياه المعالجة.

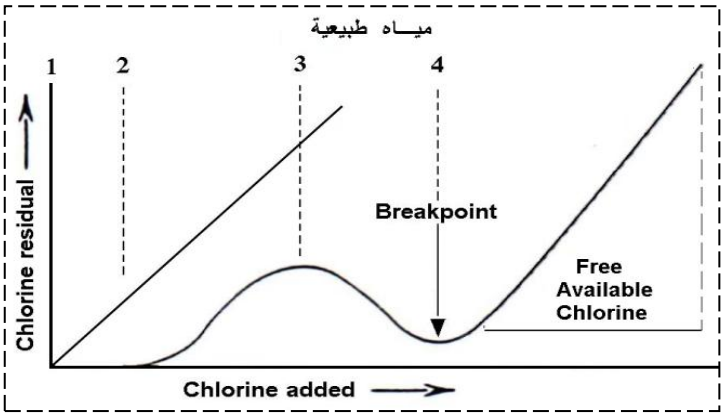


ويختلف مفعول كل نوع من مركبات الكلور السابقة عن الآخر في عمليات التطهير حيث يلاحظ أن الكلور الحر أقوي بكثير في قتل البكتريا عن الكلور المتحد. ويلاحظ أيضا أنه يلزم استخدام مقدار من الكلور المتحد أكبر ٢٥ مرة من الكلور الحر لتحقيق نفس القدرة علي القتل في نفس المدة الزمنية علاوة علي ذلك فإن التطهير بالكلورامين عملية بطيئة وتحتاج إلى فترة تلامس أطول.

جدول يوضح الفرق في زمن التلامس لمركبات الكلور المختلفه

	Escherichia coli			Heterotrophic bacteria		
Disinfectant	pH	Temp (°C)	CT mg/min l^{-1}	pH	Temp (°C)	CT mg/min l^{-1}
Hypochlorous acid	6.0	5	0.04	7.0	1–2	0.08 ± 0.02
Hypochlorite ion	10.0	5	0.92	8.5	1–2	3.3 ± 1.0
Chlorine dioxide	6.5	20	0.18	7.0	1–2	0.13 ± 0.02
	6.5	15	0.38	8.5	1–2	0.19 ± 0.06
	7.0	25	0.28			
Monochloramine	9.0	15	64	7.0	1–2	94.0 ± 7.0
				8.5	1–2	278 ± 46.0

النقطة ٤ هي أدنى قيمة يصل لها الكلور وتعرف بإسم "نقطة الإنكسار". ثم يبدأ بعدها ظهور كلور حر متبقي ويزيد بزيادة جرعة الكلور المضافة، كما هو موضح بالشكل التالي. بمعنى أنه بعد نقطة الإنكسار أي إضافة للكلور تظهر في صورة كلور حر متبقي، وقيمة الكلور الحر المتبقى يجب ان تمثل ٨٥ – ٩٠ ٪ من مجموع الكلور المتبقى (حر + متحد) بالمياه المعالجة.



نقطة الإنكسار

يجب أن نتذكر أن الكلور المتبقي المتحد يمثل مركبات ثنائي وثلاثي الكلورامين والمركبات الكلورو-عضوية (as THM).

طرق تحديد جرعة الكلور

١. تجربة إحتياج الكلور (chlorine demand)

١. قم بإحضار ١٠ لتر من المياه الخام المراد حساب جرعة الكلور لها.

٢. قم بعمل محلول من الكلور الخام ويمكن عمله بطريقتين:

أ. من الكلور الغاز وذلك بوضع كمية من الغاز في حجم ما من الماء المقطر وقياس تركيزه.

ب. من مسحوق الكلور وذلك بإذابة كمية من مسحوق الكلور في حجم معين من الماء المقطر وقياس تركيزه.

ج. يمكن حساب تركيز الكلور بأكثر من طريقة ومنها:

بإستخدام الـ (4500-Cl -B) Iodmetric method

- بإستخدام محلول $Na_2S_2O_3$ (N ٠,٠١) للمعايرة
- نأخذ ١٠ مل من محلول الكلور السابق في دورق مخروطي
- قم بإضافة ٢مل من Glacial acetic acid لجعل pH=7
- قم بإضافة ١جرام من KI (يوديد البوتاسيوم)
- قم بالمعايرة بإستخدام محلول $Na_2S_2O_3$ (N ٠,٠١) حتي الوصول إلي اللون الأصفر القشي

- قم بإضافة ١ مل من محلولStarch حتي يتحول إلي اللون الأزرق
- قم بالمعايرة بإستخدام محلول $Na_2S_2O_3$ (N٠,٠١) حتي الوصول إلي إنعدام اللون ثم قم بتسجيل قراءة الحجم V_x
- قم بعمل الحسابات الأتية:

- $(N\times V)_{Na2S2O3} = (N\times V)_{Cl2}$
- $0.01\times V_x = N_{Cl2} \times 10$
- $N_{Cl2} = (0.01\times V_x) /0.01$
- $CONC._{Cl2=} (0.01\times V_x)/0.01\times 35.5=$ x g/l

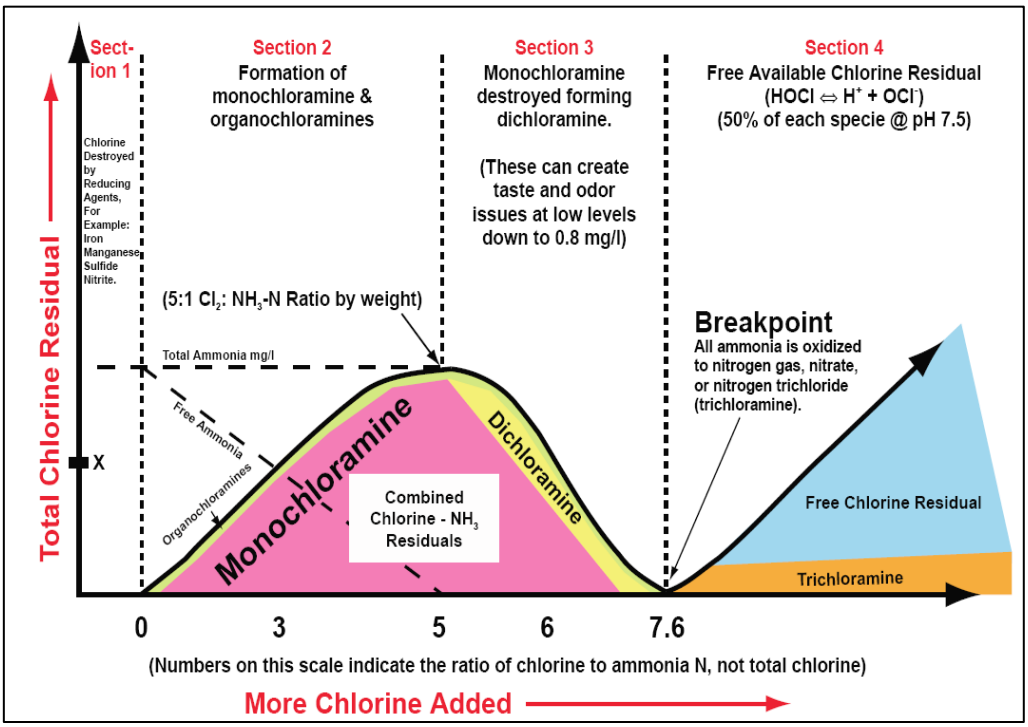
- ومنها يمكن حساب تركيز الكلور بالملجرام في الملليتر الواحد mg/ml

١. قم بتوزيع المياه الخام في عشرة زجاجات بنية اللون بحجم ١ لتر لكل زجاجة.
٢. قم بإضافة الكلور لكل الزجاجات بالتركيزات المختلفة الأتية: 1,2,3,.....,10ppm (ملجم/لتر) تحت سطح المياه الخام.
٣. قم بالتقليب كل ١٠ دقائق للزجاجات كلها لمدة ساعتين (أو حسب فترة المكث بالمحطة)
٤. قم بقياس الكلور الحر. (ppm)
٥. يتم اختيار جرعة الكلور التي تعطي نسبة الكلور الحر المطلوبة (2ppm) والتي تكفي وجود نسبة من الكلور الحر لا تقل عن ٠,٤ ppm في نهاية الشبكة.

٢. تجربة نقطة انكسار الكلور (break point):

١. قم بإحضار ١٠ لتر من المياه الخام المراد حساب جرعة الكلور لها.
٢. قم بعمل محلول من الكلور الخام ويمكن عمليه بطريقتين
٣. قم بتوزيع المياه الخام في عشرة زجاجات بنية اللون بحجم ١ لتر لكل زجاجة
٤. قم بإضافة الكلور لكل الزجاجات بالتركيزات المختلفة الأتية 1,2,3,.....,10ppm (ملجم/لتر) تحت سطح المياه الخام.
٥. قم بالتقليب كل ١٠ دقائق للزجاجات كلها لمدة ساعتين (أو حسب فترة المكث بالمحطة)
٦. قم بقياس الكلور الكلي المتبقي بإستخدام أقراص الـDPD
٧. قم بعمل رسم بياني للعلاقة بين جرعة الكلور والكلور المتبقي.

٨. ويكون الرسم البياني كالأتي **(في حالة وجود نسب قليلة من الأمونيا)**



٩. يتم حساب نقطة الإنكسار وإضافة جرعة كلور بالمحطة بحيث تكون نهاية الشبكات المتصلة بالمحطة تحتوي علي ٠,٥ppm

١٠. إذا تم حساب الجرعة علي أنها ٦ppm مثلا وكانت كميه المياه العكرة في الثانية الداخلة للمحطة ١٠٠ لتر

١١. إذن في الساعة تكون كمية المياه الداخلة للمحطة هي ١٠٠×٦٠×٦٠= ٣٦٠٠٠٠ لتر

وبما أن:

٦ ملجرام ⟵ ١ لتر

س ⟵ ٣٦٠٠٠٠ لتر

س= (٦×٣٦٠٠٠٠)/١= ٢١٦٠٠٠٠ ملجرام يتم إضافتها في الساعة أي ٢١٦٠٠٠٠/١٠٠٠٠٠٠=٢,١٦ كجم/س

١٢. قم بضبط الجهاز علي ٢,١٦ كجم/ساعة

فاعلية الكلور

١. جرعة الكلور:

بديهى أن فاعلية الكلور في القضاء علي البكتريا تزيد بإزدياد جرعة الكلور المضافة إلى الماء.

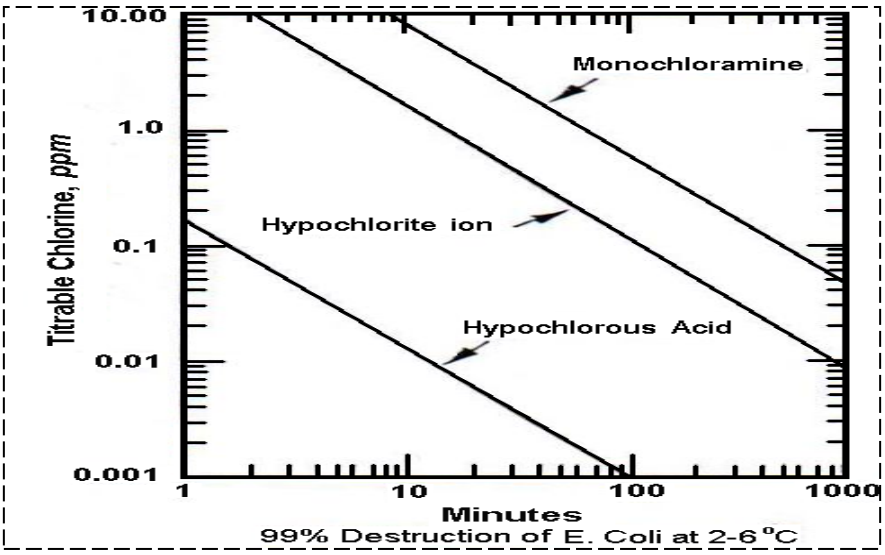
٢. مدة التفاعل بين الكلور والماء (فترة التلامس):

تزيد فاعلية الكلور كلما طال زمن التلامس، ونظرا لإختلاف مقاومة البكتريا للكلور بإختلاف أنواعها، فوجد أنه يجب أن تمر ثلاثين دقيقة على الأقل من إضافة الكلور وحتى استعمال الماء كفترة تلامس. وقد وجد أن قدرة الكلور على قتل البكتريا بالماء تتأثر تأثراً كبيراً بالعاملن السابقين (الجرعة، ووقت التلامس) طبقا للعلاقة التالية:

Effective of chlorine α C(Conc) x T(TIME)

ويؤثر كل منهما على الآخر فبزيادة تركيز الكلور يقل الوقت اللازم للقتل والعكس بالعكس. مع الأخذ في الأعتبار أن الكلور المتحد تأثيره أضعف من الحر في عملية التطهير ولذلك يلزمه فترة تلامس أطول لإتمام عملية قتل البكتريا الموجودة بالماء.

من المهم معرفة فترة التلامس الملائمة لنوع الكلور المتبقي الموجود بالماء، فمثلا نعتمد على الكلور الحر المتبقي في التطهير عندما يكون الوقت المستقط من نقطة إضافة الكلور حتى نقطة استهلاكه قصير. الشكل الأتي يبين العلاقة بين الوقت اللازم لقتل بكتريا E-coli بنسبة ٩٩٪ عند درجة حرارة ٢-٦°م، ونوع الكلور المتبقي بالماء.



العلاقة بين بكتيريا القولون ونوع الكلور المتبقي بالمياه

٣. درجة الحرارة:

بالرغم من أن درجة حرارة المياه المنخفضة تحتفظ أكثر بالكلور إلا أن الحرارة العالية أكثر فاعلية، ولذلك يجب تغيير جرعة الكلور مع تغير الفصول للحفاظ على نسبة الكلور المتبقي بالمياه، بمعنى أن جرعة الكلور تزيد بإنخفاض درجة الحرارة للحصول علي نفس كفاءة التطهير.

٤. درجة تركيز أيون الهيدروجين:

لقد تبين أن المياه ذات التركيز الهيدروجيني المنخفض تلزمها جرعات كلور أصغر من المياه ذات التركيز الهيدروجين المرتفع للحصول علي نفس كفاءة التطهير. وتفسير ذلك أن الأس الهيدروجيني هو الذي يحدد النسبة بين تركيزي كل من:HOCl ،OCl^-.

استخدام مركبات الهيبوكلوريت في عمليات التطهير ترفع من قيمة الـpH قليلا أما استخدام غاز الكلور فيخفض من pH، ولذلك من الأهمية متابعة القياس والتحكم في درجة الأس الهيدروجيني للمياه للمحافظة على درجة تأثير الكلور في عملية التطهير.

	CT in mg/min l^{-1}	
pH range	0–5°C	10°C
7.0–7.5	12	8
7.5–8.0	20	15
8.0–8.5	30	20
8.5–9.0	35	22

٥. عكارة الماء:

كلما زادت عكارة الماء زادت جرعة الكلور اللازمة إذ أن الميكروبات قد تحتمي بالمواد المسببة للعكارة من تأثير الكلور.

٦. قلوية وحامضية الماء:

وتقل فاعلية الكلور بزيادة قلوية الماء ولذلك يلزم استخدام جرعات كلور عالية كلما ارتفعت قلوية الماء.

٧. وجود المركبات الآزوتية في الماء:

عند تواجد مركبات الأمونيا في الماء تقل فاعلية الكلور في قتل الكائنات الحية في الماء ولذا يلزم إضافة جرعات اكبر أو إطالة وقت التفاعل بين الكلور والماء (فترة التلامس)

٨. وجود مركبات الحديد والمنجنيز:

وهذه أيضا تحد من فاعلية الكلور في قتل البكتريا، حيث تتفاعل مع الكلور لتتحول من صورة ذائبة إلى صورة غير ذائبة.

٩. نوع وعدد البكتريا المراد القضاء عليها:

بما أن لكل ميكروب درجة مقاومة معينة لفعل الكلور، لذا يلزم اختبار الماء لمعرفة أنواع الميكروبات التي يراد التخلص منها. البكتريا التي لا تتكاثر بالإنقسام تكون في العادة أقل مقاومة من البكتريا التي تتكاثر بالإنقسام، كذلك فإن الطفيليات والفيروسات تكون ذات مقاومة عالية لبعض أنواع المواد التي تستخدم في التطهير ومنها الكلور. كما أن لعدد البكتريا الموجودة في الماء تأثيرا علي جرعة الكلور الواجب أضافتها فكلما زاد العدد زادت الجرعة اللازمة.

طرق إضافة الكلور يمكن إضافة الكلور علي هيئة غاز أو محلول أو مسحوق لأحد مركباته ولقد وجد أن إضافته كغاز أكثر فاعلية من إضافته كمحلول أو مسحوق لأحد مركباته.

المصطلحات الفنية الخاصة بالكلور

جرعة الكلور:

تعرف جرعة الكلور بأنها أقل كمية تضاف إلي حجم من الماء تكفي للقضاء علي الكائنات الحية، وينتج عنها كلور متبقي في حدود معينة (٢ ملجم / لتر)

ووحدة الجرعة (ملجم / لتر) أو (جم كلور / م^{٣})

ويتم تحديد الجرعة المثلي للكلور عن طريق تجارب معملية حسب نوعية المياه المراد معالجتها

كمية الكلور المطلوب إضافتها للماء المطلوب معالجته و يتم تحديدها بوحدة (كجم / س).

مثال:

ما هي كمية الكلور المطلوب إضافتها لمعالجة ٢٠٠٠٠ م^{٣} / س بجرعة ٥ جم/م^{٣}

الحل:

جم|س)

وفي حالة إضافة هيبوكلوريت الكالسيوم تركيز ٦٥% بدلا من الكلور دون حدوث أي تأثير علي المياه المعالجة فإنه يلزم أولا معرفة كمية الكلور المطلوب إضافتها.

$$\text{كمية الهيبوكلوريت التى تعوض كمية الكلور} = \frac{\text{كمية الكلور} \times 100}{\text{نسبة تركيز الهيبوكلوريت}}$$

مثال:

ما هي كمية هيبوكلوريت الكالسيوم (٦٥%) التي تضاف إلي المياه بدلا من ١٠٠ كجم كلور.

$$\text{كمية هيبوكلوريت الكالسيوم}(65\%) = \frac{100 \times 100}{65} = 153{،}85 \text{ كجم}$$

الكلور المستهلك

يعرف الكلور المستهلك بأنه الفرق بين كمية الكلور المضاف للماء وكمية الكلور الحر أو المتحد المتبقي في الماء في فترة تلامس محددة.

الكلور المستهلك= كمية الكلور المضاف – كمية الكلور المتبقي

مثال:

ما هي كمية الكلور المستهلك إذا كان الكلور المتبقي ٠,٢ جم / م^{٣} بعد إضافة ١٠٠ كجم كلور لكمية مياه مقدارها ٢٠٠٠٠ م^{٣}

الحل:

الكلور المستهلك= الكلور المضاف – الكلور المتبقي

كمية الكلور المتبقي = ٠,٢ جم /م^{٣} × ٢٠٠٠٠ م^{٣} = ٤٠٠٠ جم = ٤ كجم

∴ الكلور المستهلك = ١٠٠ –٤ = ٩٦ كجم

هذه الكمية استهلكت بواسطة الكائنات الحية والمواد العضوية وغير العضوية والشوائب الموجودة بالماء و لابد من وجود كلور متبقي بعد كل هذه الأستهلاكات وهذا دليل على أنه لم يعد هناك أي كائنات حية أو خلافه وأن الماء أصبح خاليا منها ومعقما تماما.

الكلور المتبقي:

١. الكلور المتبقي المتحد:

ينتج عند إضافة قدر من الكلور يكفي فقط للأتحاد مع الأمونيا الموجودة بالماء وبرغم أن تلك الباقيا المتحدة تحمل قدرات أكسدة تفوق قدرة الكلور الحر، إلا أن فاعليتها كمادة مطهرة تقل عن فاعلية الكلور الحر وللحصول علي الكلور المتبقي المتحد لا يضاف إلي الماء فإذا كان الماء يحتوي علي قدر ضئيل من الأمونيا لا يكفي للأتحاد مع الكلور فإنه يتم إضافة الأمونيا أيضا إلى الماء.

٢. الكلور المتبقي الحر:

ينتج عند إضافة الكلور إلى الماء بالقدر الذي يكفي لإستهلاك الأمونيا الموجودة في الماء والقضاء عليها. الكلور المتبقي الحر، كما ذكرنا قبل ذلك، أكثر فعالية من الكلور المتبقي المتحد كمادة مطهرة.

هذا وتتوقف كمية الكلور المتبقي علي:

١. درجة الحرارة ٢. زمن التلامس ٣. جرعة الكلور

٤. الآس الهيدروجيني ٥. كمية المواد والشوائب التي قد تتواجد في الماء.

الكشف عن وجود غاز الكلور

يمكن الكشف عن وجود الغاز بسهوله إذا كان موجودا في مكان ما حيث يمكن تمييزه برائحته النفاذة القوية لأي شخص عادي. أما الدليل الكيماوي لوجود الكلور فهو النشادر حيث يتحد مع الكلور ويعطي دخان أبيض كثيف، وهذا دليل مهم جدا فبمجرد فتح غطاء زجاجة بها نشادر في مكان به كلور متسرب ستجد الدخان الأبيض أنتشر في مكان التسريب حيث يتم العمل علي إيقاف التسرب الذي حدث.

سعة تخزين أسطوانات الكلور:

تراعي محطات المياه أن يكون لديها سعة تخزين مناسبة تكفيها لمدة شهر أو أسبوعين علي الأقل وقد وضعنا في الأعتبار أن نوضح كيفية حساب هذه الكمية وهي كالتالي:

بإستخدام جرعة كلور مبدئي = ٦ جرام / متر^{٣}

بإستخدام جرعة كلور نهائي = ٢ جرام / متر^{٣}

حساب كمية الكلور اللازمة في اليوم لمحطة مياه تصرفها ١٠٠٠٠ م^{٣}/يوم

كمية غاز الكلور اللازمة في اليوم= كمية المياه العكرة في اليوم × جرعة الكلور المبدئي + كمية المياه المرشحة × جرعة الكلور النهائي.

= 86 كجم

حساب عدد أسطوانات الكلور

بإستخدام أسطوانات كلور سعة (١طن) تعبئة ٨٠٠ كجم للتخزين لمدة أسبوعين(١٤ يوم) يلزم

يلزم للتخزين لمدة ١٤ يوما عدد ٢ أسطوانة.

نستخدم عدد ١ أسطوانة في الكلور المبدئي

عدد ١ أسطوانة في الكلور النهائي.

٢ أسطوانة في إحتياطي للتخزين.

إجمالي عدد الاسطوانات (٤) سعة (١) طن.

معايرة طلمبة ضخ الكلور

تضخ طلمبة الكلور الغاز بالكيلو جرام / ساعة ولمعرفة هل كفاءة الطلمبة جيدة أم لا نستخدم الخطوات الآتية:

١. يتم وزن الأسطوانة قبل التشغيل.....ك١

٢. يتم تشغيل جهاز الكلور وضبطه علي الجرعة المطلوبة....كجم /ساعة

٣. يتم وزن الأسطوانة بعد وقت مثلا ١٠ دقيقة.....ك٢

٤. عن طريق حساب فرق الوزن يمكن منها حساب كفاءة الطلمبة كالأتي:

٥. مثلا لو فرضنا أن الطلمبة علي ٦ كجم /ساعة

- إذن في الدقيقة ٦/٦٠= ٠,١ كجم.....إذن في ١٠ دقائق ١ كجم
- فرق الوزن =وزن الأسطوانة في البداية ك١–وزن الأسطوانة بعد ١٠ دقائق ك٢= كع
- فرق الوزن النظري = ١كن
- يمكن حساب الكفاءة = (كع/ كن)×١٠٠

مقدمة عن المرشحات

غرض الترشيح هو إزالة الجزيئات العالقة من المياه عن طريق مرورها من وسط ترشيحي مثل الرمل وذلك لأن بمرور المياه خلال المرشح تلتصق جزيئات العكارة والندف الهاربة علي الرمال والمياه المرشحة تمر من خلال الرمال إلي خزان المياه المرشحة ويتم تطهيرها بالكلور ليتم ضخها إلي المستهلكين الترشيح هو الخطوة الاخيرة في ازالة الجزيئات العالقة بدأ من الترويب والتنديف ثم الترسيب.

المواصفات

الترشيح مطلوب في معظم أنظمة المعالجة والمرشح لابد وأن يقوم بتقليل العكارة لأقل من ٠,٥ NTU في ٩٥% من القياسات علي مدار شهر كامل والمياه المنتجة لابد أن تزيد فيها العكارة عن ١ NTU في أي من العينات.

من الخلفية العلمية العكارة ليس لها أي تأثير علي الصحة العامة ولكن لماذا كل هذه المتطلبات بالنسبة للعكارة، وذلك لأن المياه ذات العكارة العالية صعبة التطهير وذلك لأسباب كثيرة:

١. أن الكائنات الدقيقة يمكنها أن تحتمي بجزيئات العكارة.
٢. الكلور يمكنه التفاعل مع بعض الجزيئات العالقة وبالتالي تؤثر علي فاعلية الكلور.
٣. تؤثر علي نسبة الكلور الحر في الشبكات نتيجة استهلاكها في المرشحات.
٤. جزيئات العكارة أيضا تقوم بالترسيب في الشبكات مسببة مشكلة طعم ورائحة ونمو بكتيري.
٥. العكارة يمكن إستخدامها كمؤشر علي وجود الكائنات الدقيقة لأن من الصعب إختبار وجود مثل هذه الكائنات وبالتالي وضع تشديدات علي نسب العكارة الناتجة من المحطات لضمان عدم مرور أي من هذه الكائنات إلي الشبكات.

أنواع المرشحات

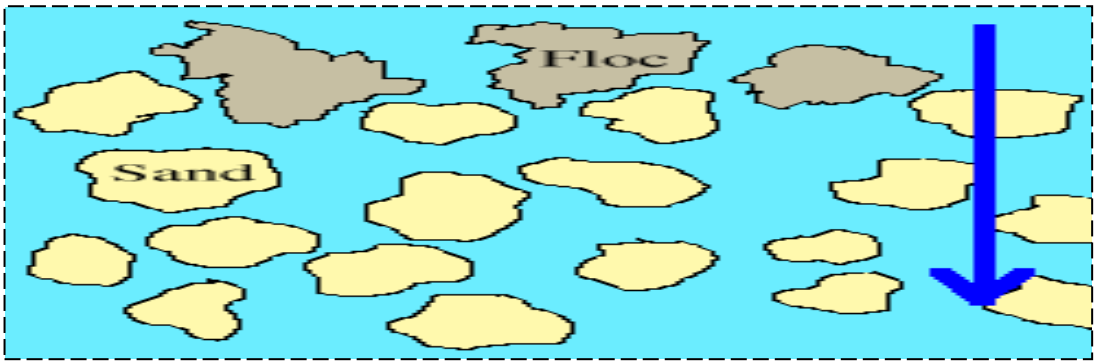
هناك نوعان رئيسين من المرشحات:

١. المرشح الرملى البطيء
٢. المرشح الرملى السريع (بالجاذبية ، بالضغط)

نظريات عمل المرشحات:

١. التصفية الميكانيكية (straining)

بتمرير المياه خلال الوسط الترشيحي (الذي يعمل كمصفاه نتيجة للمسام الموجودة بين الرمل) يقوم بإحتجاز الجزيئات الكبيرة الأكبر من المسام وتمر المياه من خلال المسام تاركه هذه الجزيئات خلفها ويمكن توضيحه بالشكل الآتي:



ولكن في بعض الأحيان تكون المسام بين جزيئات الرمل أكبر من الجزيئات العالقة ومع الوقت فإن الجزيئات العالقة التي يتم احتجازها علي السطح جاعلة المسام أصغر ومع هذا فإن المرشح الجديد يقوم بإنتاج مياه نقية فلذا لابد من نظرية أخرى لتفسير عمل المرشح.

٢. الإمتزاز

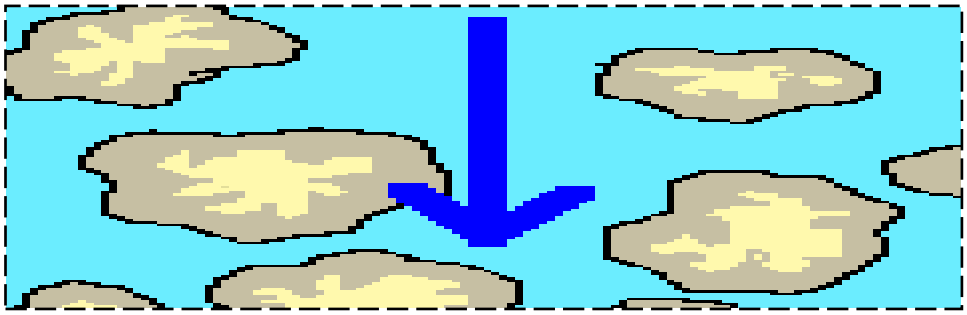
هو إلتصاق جزيئات الغازات و السوائل و الجزيئات الذائبة علي سطح مادة أخري بواسطة قوي فاندرفال Van Der Waals (الجزيئات تصبح ملتصقة علي سطح الرمل) وبالتالي يمكن للإمتزاز أن يزيل الجزيئات الصغيرة جدا.

٣. التفاعلات البيولوجية

يتم فيها تكسير المواد المختلفة الموجودة في المياه بواسطة الكائنات الدقيقة وبالتالي إزالتها وتحويلها إلي شكل أخر غير ضار ولكن هذه الظاهرة تعتمد علي مده تواجدها في المرشح أي كلما زادت نسبة الإزالة وبالتالي فهي ذات أهمية في المرشحات الرملية البطيئة نظرا لطول بقاء الماء بالمرشح.

٤. الامتصاص

وهو عبارة عن امتصاص مادة داخل جسم مادة اخري ويمكن تمثيلها (بعملية امتصاص السفنج للمياه فأن المياه تمتص للداخل) في عملية الترشيح ، يتم امتصاص بعض السوائل داخل حبيبات الرمل (الوسط الترشيحي) بما تحتويه من جزيئات عكارة كما في الشكل.



٥. التفاعلات الكهربائية

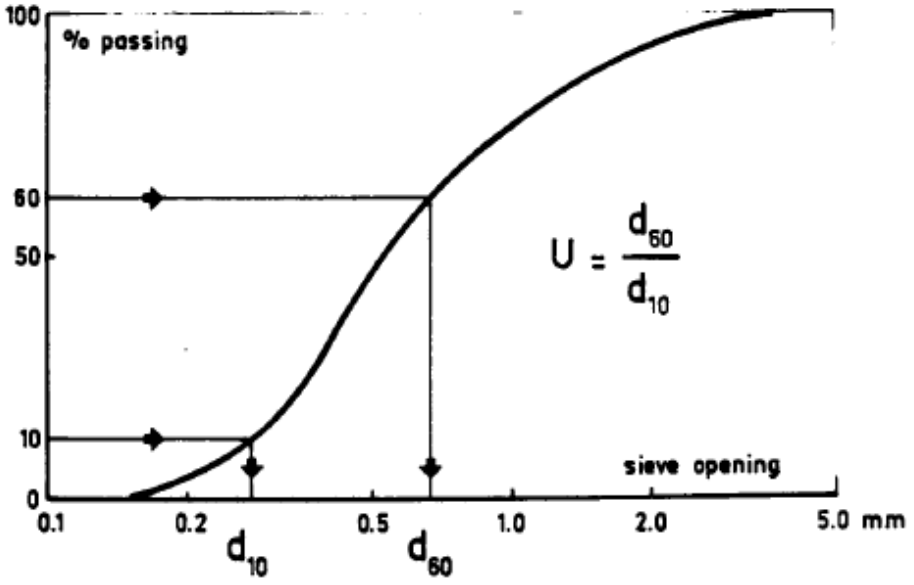
تحمل كل حبيبات الرمل عندما تكون نظيفة وكذلك المواد العالقة بالمياه شحنات كهربائية مختلفة في النوع فيحدث تجاذب بينهما مما يسبب التصاق المواد العالقة بالرمل وتراكم المواد العالقة علي سطح الحبيبات فتتعادل الشحنات الكهربائية علي سطح كلا منهما وعند ذلك يجب غسيل المرشحات لتجديد الشحنات الكهربائية للرمل.

العوامل المؤثرة علي عملية الترشيح

١ مواصفات الوسط الترشيحي:

حجم الحبيبات وتدرجها والمقصود بتدرج الحبيبات أن العينة المأخوذة من الرمل تحتوي على حبيبات ذات أقطار مختلفة وللتعرف علي أهمية التعرف على توزيع أحجام الحبيبات بالوسط الترشيحي يمكن أن نتخيل وسط ترشيحي ذو تدرج كبير بين الحبيبات عند غسيل الوسط الترشيحي ترتفع الحبيبات الصغيرة إلي أعلى وتسقط الحبيبات الكبيرة إلي أسفل وعند بدء الترشيح مرة أخري نجد أن الطبقة العليا من المرشح ذات كفاءة ترشيح أعلى بينما لا تؤثر الطبقات السفلي علي جودة المياه المرشحة مما يعجل بإنسداد المرشح وقصر فترة تشغيل المرشح.

وللتعرف علي تدرج الحبيبات وحجمها يتم إستخدام مجموعة من المناخل توضع فوق بعضها ويتم إمرار وزن معين من الرمال وتحديد وزن الرمال المحجوزة علي كل منخل لتحديد النسبة المئوية للأقطار المختلفة.



ويتم رسم المنحني وتحديد الحجم الفعال ومعامل الأنتظام

حيث أن:

٢ الحجم الفعال:

هو مقياس فتحة المنخل التي تمرر ١٠% من وزن العينة أو هو مقاس المنخل الذي يحجز ٩٠% من وزن العينة، و يعتمد علي معرفة الحجم الفعال في الحسابات الخاصة بالترشيح.

٣ معامل الأنتظام:

ويعرف بأنه هو نسبة مقاس المنخل الذي يمرر ٦٠% من وزن العينة إلى مقاس المنخل الذي يمرر ١٠% من وزن العينة

$(U = d_{60}/d_{10})$

٤ المسامية:

وهي نسبة حجم الهواء داخل الوسط الترشيحي إلي الحجم الكلي للعينة و(مسامية الرمل ذات الحجم الفعال ٠,٨ مم = ٤٠% تقريباً وتختلف تبعاً لمعامل الأنتظام) وهي أحد الخواص الهامة التي تؤثر على معدل الترشيح وجودة المياه المنتجة وكفاءة المرشح وكذلك على إجراءات التشغيل.

٥ **الكثافة:** وهي وزن حجم ١م^{٣} من العينة مقاساً بالكيلو جرام.

٦ معدل الترشيح:

معدل الترشيح= كمية المياه التي تدخل المرشح (م^{٣}/س) / مساحة السطحية م^{٢}

ويختلف معدل الترشيح تبعاً لنوع الوسط الترشيحي ونوع المرشح ففي المرشحات الرملة البطيئة يكون الترشيح ٠,١ م/ساعة بينما في المرشحات الرملية السريعة يكون معدل الترشيح في حدود ٤: ٦ م/ساعة ويمكن زيادة معدل الترشيح إلى ٨ م/ساعة في حالة جودة المياه المروقة. وقد تصل سرعة الترشيح في مرشحات الترشيح من أسفل إلي أعلي إلي ١٨ م/ساعة وقد تزيد علماً بأنها قد تستخدم كمعالجة إبتدائية للمياه.

٧ جودة المياه الخام:

والمقصود هي المياه الداخلة إلي المرشح حيث تؤثر جودة المياه الداخلة علي سرعة أنسداد المرشح وجودة المياه المرشحة. بالنسبة للمرشحات الرملة السريعة ذات الوسط الترشيحي ذو الحجم الفعال ٠,٨ مم يجب أن يسبق الترشيح عملتي تنديف وترسيب حتى يتم التخلص من معظم المواد العالقة والشوائب للحصول علي فترة تشغيل اقتصادية للمرشح. بينما في محطات الترشيح المباشر لا توجد عملية الترسيب التى تسبق الترشيح ولذا يجب ألا تزيد عكارة المياه الداخلة إلي المرشح عن ٥ وحدات عكارة للحصول علي فترة تشغيل اقتصادية للمرشح.

٨ جرعة المادة المروبة المستخدمة:

وهي من أهم العوامل التي تؤثر على عملية الترشيح إذ أن الترويب والتنديف الجيد والجرعة المناسبة هي العصا السحرية لعملية المعالجة و تعمل الشبة علي تكوين ندف ذات حجم مناسب يمكن ترسيبها بسهولة وبالتالي تتحسن جودة المياه المروقة. وفي محطات الترشيح المباشر تكون جرعة الشبة هامة جداً إذ أن جرعة الشبة الكبيرة تقوم بتكوين ندف كبيرة مما يؤدي إلي أنسداد المرشح بينما جرعة الشبة المناسبة لمحطات الترشيح المباشر كما ذكرت الكتب المتخصصة والدارسين يفضل أن تكون في حدود ٢٠ جم إلى ٨ م^{٣}.

٩ -ارتفاع الوسط الترشيحي:

عمق المرشح هو المكان الذي يتم فيه حجز الشوائب وهو أحد العوامل المؤثرة على جودة الترشيح إذ أن مع زيادة عمق المرشح تزداد الفترة التي يتم بها حجز الشوائب وبالتالي تزداد جودة المياه المرشحة.

ومن خلال خبرات العاملين يمكن القول أنه توجد علاقة بين الحجم الفعال للوسط الترشيحي وأرتفاع الوسط الترشيحي حيث مع صغر الحجم الفعال يفضل أن يكون المرشح ذو أرتفاع صغير وبالعكس مع وسط ترشيحي ذو حجم فعال كبير يفضل أن يكون أرتفاع الوسط الترشيحي كبير للحصول علي جودة عالية للمياه المرشحة وفي نفس الوقت فترة تشغيل اقتصادية للمرشح. ويمكن القول أن العلاقة بين أرتفاع الوسط الترشيحي والحجم الفعال هي:

$(L/d = 1000)$

تجربة اختيار الوسط الترشيحي (الرمل)

طريقة أخذ العينة:

١. تؤخذ ثلاثة أجزاء متفرقة من الرمال وتخلط لتكون عينة الإختبار.
٢. لا تقل العينة عن نصف كيلو.

طريقة التحليل:

١ -تستخدم المناخل التي يتراوح قطرها من ٠,٦ إلى١,٤ مم وتوضع المناخل بالترتيب بحيث القطر الأكبر للمناخل بالأعلى والقطر الأصغر بالأسفل.

٢ -توضع ١٠٠جم من الرمل على المناخل على دفعات ويشغل الهزاز الميكانيكي لمدة ربع ساعة.

٣ -يجب عدم دفع الرمل المتبقية للمرور خلال الفتحات.

٤ -يتم وزن الرمل المتبقية على كل منخل على حدى.

٥ -يتم تحديد النسبة المئوية لمطابقة العينة.

إختبار الشوائب:

١. توضع ١٠٠ جم من الرمل ويتم إذابتها في HCl (١:١) وتركها لمدة ٢٤ ساعة.
٢. يتم غسل العينة بالماء المقطر جيدا وتجفيفها في الفرن.
٣. توزن العينة بعد التجفيف وتحسب نسبة الشوائب بالنسبة للعينة الكلية.

في حالة إختبار تعيين قطر الزلط يتم إستبدال المناخل بأقطار تتراوح بين ٢ إلى ٥ مم.

ملاحظات:

١. يجب ألا تقل نسبة الرمل المطابق للمواصفات عن ٩٠ %
٢. يجب ألا يزيد نسبة الرمل الخشن (رمل يزيد قطره عن ١،٤ مم) عن ٥ %
٣. يجب ألا يزيد نسبة الرمل الناعم (رمل يقل قطره عن ٠،٦ مم) عن ٥ %
٤. يجب ألا تزيد نسبة الشوائب عن ١%.

إختبارات التحكم في الترشيح

هناك عدة اختبارات للتحكم في الترشيح وبالتالي استخدام المرشح بالشكل الأمثل وينتج عن ذلك:

١. ضبط زمن الترشيح والغسيل
٢. تحسين جودة المياه المنتجة من المرشح
٣. تحقيق أحسن عكارة للمياه المنتجة
٤. تحديد مشاكل التشغيل
٥. التعرف علي حالة الوسط الترشيحي
٦. التعرف علي متي يتم إستبدال الوسط الترشيحي

1. قياس معدل الترشيح (filtration rate analysis)

الغرض

قياس معدل الترشح الخارج من المرشح م^3/م^2/د

الأدوات

١. ساعة إيقاف

٢. مسطرة خشبية مدرجة

٣. نموذج حساب التصرف الفعلي لمياه الترشيح(مرفق)

٤. آلة حاسبة

Filter Bay Dimensions	Length (ft)		Date:	
	Width (ft)			
Filter Bed Dimensions	Length (ft)		Area (ft^2)	
	Width (ft)			
Drop Time	T1	T2	T3	Average time
Filtered Water Volume (gallon)	Filter Bay Length, ft x Filter Bay Width, ft x Water Drop, ft x x 7.48			
Filtration Rate (gal/min)	$\text{Filtration Rate, gal/min} = \frac{\text{Volume, gal}}{\text{Average Time, min}}$			
	$\text{Filtration Rate, gal/min/ft}^2 = \frac{\text{Filtration Rate, gal/min}}{\text{Area, ft}^2}$			
Meter Accuracy	$\text{Flow Meter Accuracy, \%} = \frac{\text{Flow Meter Reading, gal/min}}{\text{Calculated Filtration Rate, gal/min}} \times 100\%$			
Allowable Limits? 2.0 gal/min/ft² (5 *m/h)*			Yes ☐	No ☐

الخطوات

١. قم بتثبيت المسطرة الخشبية علي سطح المرشح

٢. قم بغلق محبس الترشيح

٣. لاحظ مستوي المياه من علي تدريج المسطرة الخشبية

٤. قم بفتح محبس الترشيح وحساب الوقت اللازم لهبوط مستوي المياه ١٥ سم، الزمن (ز) بالدقيقة.

٥. قم بحساب مساحة سطح المرشح مطروحا منها أي زيادات

الحسابات

$$\text{معدل تدفق المياه المرشحة م}^3/\text{م}^2/\text{د} = \frac{\text{حجم المياه المتدفقة} \left(\text{مساحة المرشح م}^2 \times 0.15 \text{ م} \right)/\text{ز}}{\text{مساحة المرشح م}^2}$$

- ومنها يمكن حساب معدل الترشيح للدقيقة الواحدة
- ويكون معدل الترشيح المسموح به لكلا من:
- المرشح الرمل البطئ من ٠,٠٠٢-٠,٠٠٣ م^3/م^2/د
- المرشح الرمل السريع من ٠,٠٨-٠,١٣ م^3/م^2/د

٢. معدل تدفق مياه الغسيل Back wash flow rate analysis

الغرض:

هو حساب التصرف لمياه الغسيل الفعلي

الأدوات:

١. ساعة إيقاف
٢. مسطرة خشبية مدرجة
٣. نموذج حساب التصرف الفعلي لمياه الغسيل(مرفق)
٤. آلة حاسبة

Filter Bay Dimensions	Length (ft) Width (ft)		Date:	
Filter Bed Dimensions	Length (ft) Width (ft)		Area (ft^2)	
Drop Time	T1	T2	T3	Average time
Backwash Water Volume (gallon)	Filter Bay Length, ft x Filter Bay Width, ft x Water Drop, ft x x 7.48			
Backwash Rate (gal/min)	$\text{Backwash Rate, gal/min} = \frac{\text{Volume, gal}}{\text{Average Time, min}}$			
	$\text{Backwash Rate, gal/min/ft}^2 = \frac{\text{Backwash Rate, gal/min}}{\text{Area, ft}^2}$			
Meter Accuracy	$\text{Flow Meter Accuracy, \%} = \frac{\text{Flow Meter Reading, gal/min}}{\text{Calculated Filtration Rate, gal/min}} \times 100\%$			
Allowable Limits? 18.75 gal/min/ft² (36.8 *m/h*)			Yes ☐	No ☐

الخطوات:

١. قم بغلق مياه الدخول علي المرشح

٢. قم بصرف المياه الموجودة في المرشح حتى ٥ سم فوق سطحه فقط

٣. قم بحساب طول وعرض المرشح من أعلي وأسفل وحذف الزيادات

٤. قم بتثبيت المسطرة الخشبية علي سطح الوسط الترشيحي

٥. قم بأخذ قراءة المسطرة L_1

٦. قم بفتح محبس الغسيل بالمياه

٧. قم بحساب الوقت اللازم لرفع المياه ٢٥سم حتى L_2 ((L_1 + 15cm) ..... (ز)

٨. قم بتكرار العملية

الحسابات:

م٠) /ز

ومنها يمكن حساب حجم المياة المتدفق في الدقيقة

٣. معدل تمدد الوسط الترشيحي Back wash Bed Expansion Analysis

الغرض:

حساب هل معدل تمدد الوسط الترشيحي كافي لتنظيف الوسط الترشيحي والتخلص من الملوثات.

الأدوات:

١. أسطوانة سشيسي (Secchi Disc)
٢. شريط لتوصيلة بالأسطوانة
٣. مسطرة ٢٠٠سم
٤. نموذج معدل تمدد الوسط الترشيحي

الخطوات:

١. قم بوضع الـ Secchi Disc علي سطح الرمل والمرشح متوقف وتم إخلاءه من المياه
٢. قم بقياس طول الشريط
٣. قم بتشغيل الغسيل بالمياه
٤. قم بحساب الطول الذي يرتفعة الـ Disc بحساب الفائق في الشريط بإستخدام المسطرة (L)
٥. قم بحساب نسبة التمدد للمرشح وذلك بمعرفة عمق الوسط الترشيحي (١٢٠سم)

الحسابات:

$$\text{Expansion Percentage} = \frac{\text{طول الفائض فى الشريط نتيجة لأرتفاع الرمل}}{\text{عمق الوسط الترشيحى الفعلى}}$$

قم بمقارنتها بالجدول الأتي:

Backwash Flow Rate	Bed Expansion, %	Interpretation
Correct	< 20 %	Evaluate media for calcium carbonate scaling or polymer build
Correct	20–30 %	No action necessary
Correct	> 30 %	Check media effective size and uniformity coefficient

٤. تحليل عكارة مياه الغسيلBack wash water turbidity analysis

الغرض:

لحساب المدة الزمنية لغسيل المرشح. يمكن تعريف هذه المدة بالوقت اللازم لكي تصل عكارة مياه الغسيل حتى (١٠ – ١٥) NTU وهذا الوقت يكون تقريبا من (٦–٨) دقيقة

ملاحظة هامة:

لا يستمر الغسيل حتى تكون مياه الغسيل ذات عكارة قليلة وذلك لأن جزيئات العكارة الموجودة في مياه الغسيل نحتاجها لتكوين طبقة (Biological film) بسرعة وحتى لا تستهلك طاقة ومياه وكيماويات دون عائد يذكر.

الأدوات:

١. ساعة إيقاف

٢. ساحب عينات (Grab Sampler)

٣. جهاز قياس عكارة

٤. عدد ٣٠ زجاجة عينات ١٠٠ مل

٥. نموذج عمل (مرفق)

٦. ورق رسم بياني

Backwash Water Turbidity Analysis Form

Time, minutes	Backwash Water Turbidity	Time, minutes	Backwash Water Turbidity
1		16	
2		17	
3		18	
4		19	
5		20	
6		21	
7		22	
8		23	
9		24	
10		25	
11		26	
12		27	
13		28	
14		29	
15		30	

At what time did the backwash water turbidity fall between 10 NTU and 15 NTU?
_____ minutes **Target: 6 to 8 minutes**

الخطوات:

١. قم بترقيم الزجاجات من (١-٣٠)

٢. خصص أحد الأفراد ليقوم بحساب الوقت وإخبارك لرفع عينة كل دقيقة

٣. قم ببدء عملية الغسيل

٤. قم بسحب العينة عند بداية خروج المياه من المرشح إلي الصرف (من مجري مياه الصرف)

يفضل أخذ العينة من مكان تجمع مياه الغسيل

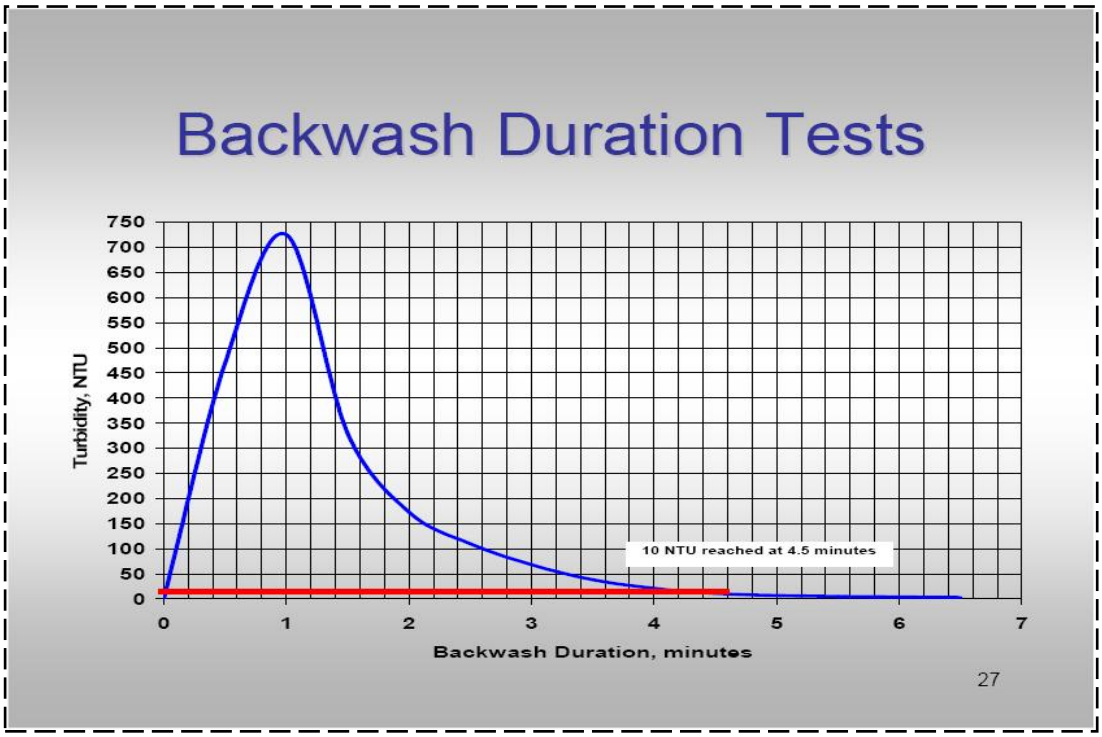
٥. قم بسحب عينة كل دقيقة في زجاجات أحد العينات حتي أنتهاء عملية الغسيل ويفضل مد فترة الغسيل الطبيعية من ٣ – ٥ دقيقة أثناء هذه التجربة

٦. قم بقياس العكارة للعينات المرفوعة.

٧. قم برسم علاقة بين الزمن بالدقيقة والعكارة ب (NTU)

٨. لاحظ متي كانت عكارة مياه الغسيل ١٠ – ١٥ (NTU)

و الشكل البياني التالى يوضح أمثلة لغسيل المرشحات.



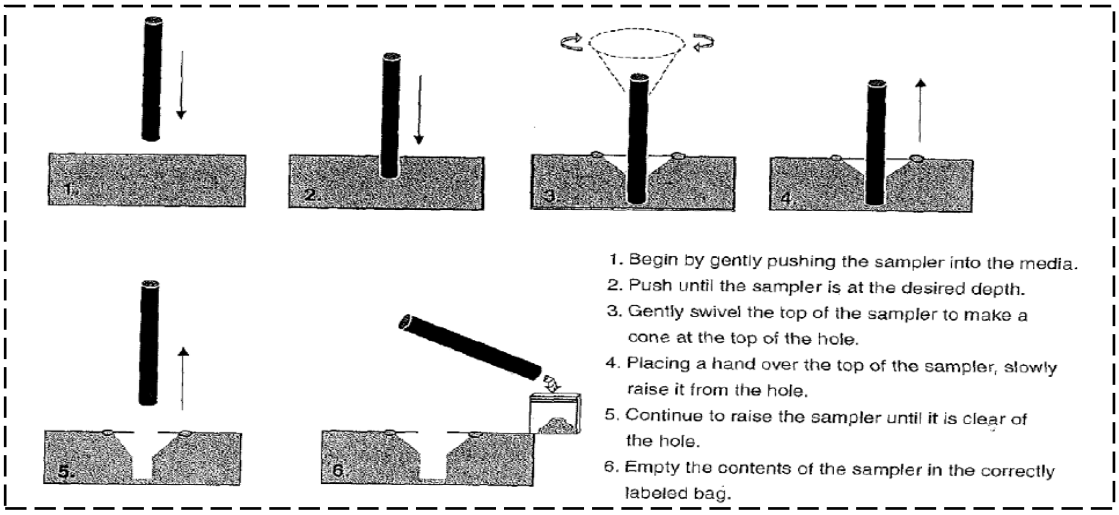
٥. نسب الرواسب المتحجرة في المرشح Sludge retention profile

الغرض:

هي طريقة لحساب كمية الرواسب المتبقية علي المرشح فلا بد أن تكون كمية الرواسب المحتجزة علي المرشح مع أنتهاء فترة الغسيل من (٣٠ – ٦٠NTU) ويمكن أستخدامها في معرفة هل يوجد إختراق لجزيئات العكارة بداخل الوسط الترشيحي.

الأدوات:

١. عدد ٣٦ كيس بلاستيكي كبير
٢. ماسورة لسحب عينات من الرمل قطر ٢– ٣ بوصة طول ٢٥ بوصة ومدرجة
٣. أسطوانة عيارية ١٠٠ مل و ١٠٠٠ مل measuring cylinder 1000ml،100ml
٤. كأس زجاجى سعة ١ لتر
٥. كأس زجاجى سعة ٥٠ مل
٦. جهاز قياس عكارة
٧. دورق مخروطي ١ لتر & ٥٠٠ مل
٨. نموذج عمل (مرفق)
٩. الشكل التالي يوضح طريقة سحبها.



الخطوات:

١. نقوم بتفريغ المرشح من المياه تماما بعد ساعة واحدة من أنتهاء دورة الغسيل
٢. بإستخدام الماسورة قم بغرسها في الرمل ونسحب منها عينة ونضعها في الكيس البلاستيكي وقم بقياس البعد الذي تم أخذ العينة منه بإستخدام تدريج الماسورة (العينة = ٥٠ مل رمل)
٣. قم بعمل مخروط في الرمل بواسطة تحريك الماسورة في الوسط الترشيحي بحركة دائرية.
٤. قم بتكرار هذه العملية لأكثر من بعد بعمق الوسط الترشيحي.

٥. قم بوضع ٥٠ مل من الرمل (العينة) في دورق مخروطي ٥٠٠ مل وأضف عليها ١٠٠ مل من مياه الطرد

٦. قم بالتقليب بشدة

٧. ضع ١٠٠ مل (المياه التي تم بها غسيل العينة) في مخبار ١ لتر

٨. قم بتكرار العمليات (٥& ٦& ٧) لـ ٥ مرات

٩. قم بالتخفيف لـ ١ لتر

١٠. قم بقياس العكارة وأضرب الناتج x ٢

١١. قم بتكرار العملية (٥،٦،٧،٨،٩،١٠) للعينات كلها

١٢. قم بعمل علاقة بين العكارة والعمق الذي أخذ منه العينة

١٣. أرسم العلاقة بين العكارة والعمق الذي أخذ منه العينة

Sludge Retention Profile Analysis Form

Date:_____ Filter I.D.: _____

Evaluator:_____ Evaluator: _____

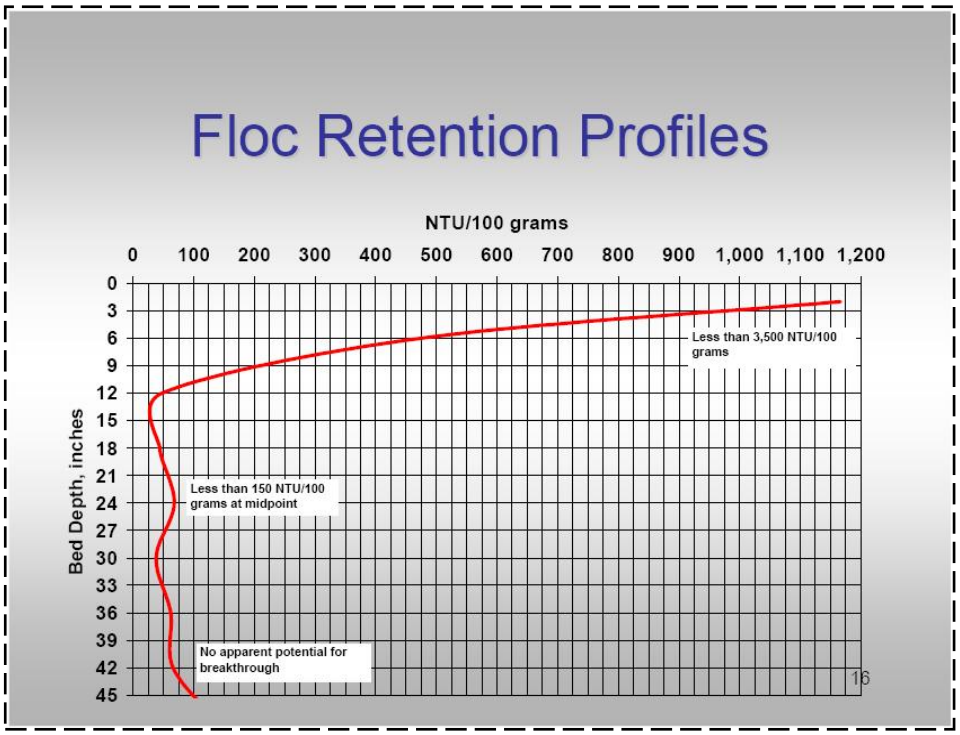
Evaluator:_____ Evaluator: _____

Evaluator:_____ Evaluator: _____

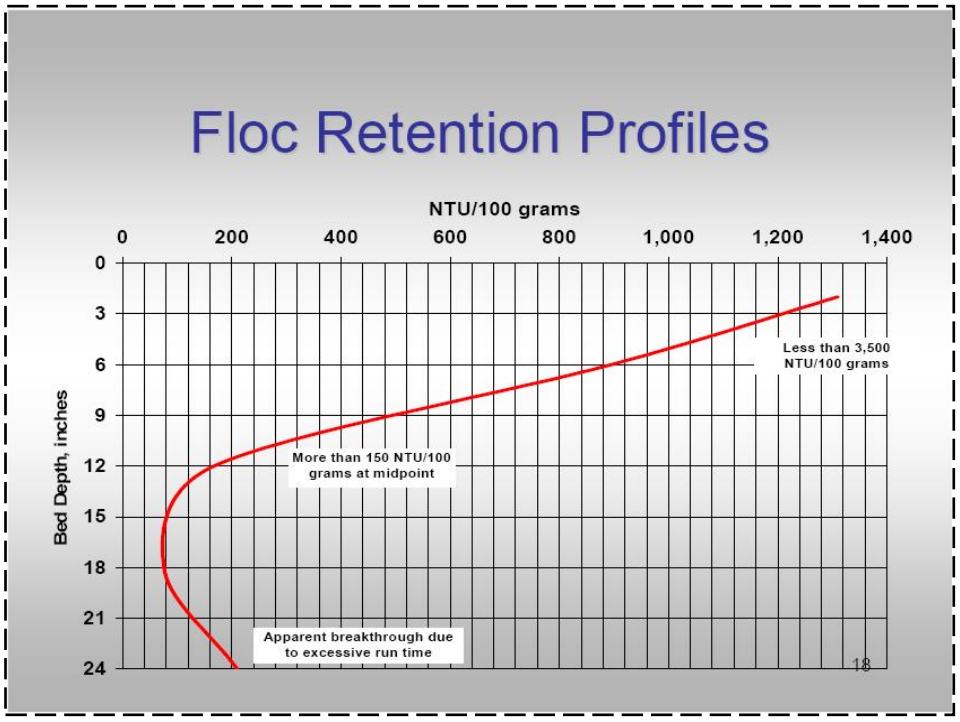
Data

Before Backwash				After Backwash			
Core Sample Depth	**Measured Wash Water Turbidity**	**X**	**Sludge Retention NTU**	**Level**	**Measured Wash Water Turbidity**	**X**	**Sludge Retention NTU**
0-2 in		2		0-2 in		2	
2-6 in		2		2-6 in		2	
6-12 in		2		6-12 in		2	
12-18 in		2		12-18 in		2	
18-24 in		2		18-24 in		2	
24-30 in		2		24-30 in		2	
30-36 in		2		30-36 in		2	
Total Retained Sludge				**Total Retained Sludge**			
Average Retained Sludge				**Average Retained Sludge**			

قم بمقارنة الرسم البياني الناتج مع الرسومات الأتية وذلك لمعرفه هل يوجد إختراق لجزيئات العكارة بداخل الوسط الترشيحي.



الشكل يوضح عدم وجود إختراق لجزيئات العكارة داخل الوسط الترشيحي



الشكل يوضح وجود اختراق لجزيئات العكارة داخل الوسط الترشيحي

٦. تحليل كرات الطينMud ball analysis

الغرض:

هو تقييم حالة المرشح لمعرفة وجود كرات طين أم لا.

الأدوات:

١. منخل رقم (١٢) قطر ١٠ مم
٢. ساحب عينات لكرات الطين وهو عبارة عن ماسورة قطر ٢,٥ بوصة بطول ١٥ سم
٣. أكياس بلاستيك
٤. مخبار عياري ٢٥ مل

الخطوات:

١. قم بأخذ عينة بإستخدام Mud ball sampler الموضح بالرسم بعد غسيل المرشح وتفريغه من المياه تحت السطح مباشرة
٢. يتم أخذ العينة من ٥ أماكن متفرقة علي سطح المرشح وبغرس Mud ball sample لمسافة تقريبا ١٥ سم في الوسط الترشيحي
٣. قم بدفع Mud ball sampler في مستوي أفقي ولا تقوم بتغيير هذا الوضع
٤. فرغ محتوي Mud ball sampler في كيس بلاستيك
٥. كرر هذه الخطوات 7 مرات ونضعهم في نفس الكيس
٦. قم بقياس حجم هذه العينة قبل عملية النخل بوضعها في مخبار مدرج ١٠٠٠ مل به ٥٠٠ مل s(V_i) من المياه وقياس الأرتفاع الجديد بعد وضع العينة s(V_f)
٧. قم بغمر المنخل حتي منتصفه في المياه
٨. قم بوضع العينة برفق علي المنخل
٩. قم برفع وخفض المنخل في المياه حتي يتم غسيل الوسط الترشيحي
١٠. كرر هذه الخطوات حتي يتم تنقية كل العينة
١١. قم بملء المخبار المدرج ٢٥٠ مل حتي ٢٠٠ مل بالمياه m(V_i)
١٢. قم بوضع الكور الطينية المتبقية علي المنخل برفق في المخبار المدرج
١٣. سجل الحجم الجديد m(V_f)

الحسابات:

قم بحساب نسبة كرات الطين بإستخدام العلاقة الأتية

Mud balls(%) =

ومن هذه النسبة يمكن معرفة جودة المرشحات عن طريق الجدول الأتي:

Interpretation	
% Mudballs	**Filter Condition**
0.0 – 0.1	Excellent
0.1 – 0.2	Very Good
0.2 – 0.5	Good
0.5 – 1.0	Fair
1.0 – 2.5	Fairly Bad
2.5 – 5.0	Bad
>5.0	Very Bad

٧. تحليل العكارة Turbidity analysis

الغرض:

مقارنة نسب العكارة المنتجة مع التشغيل

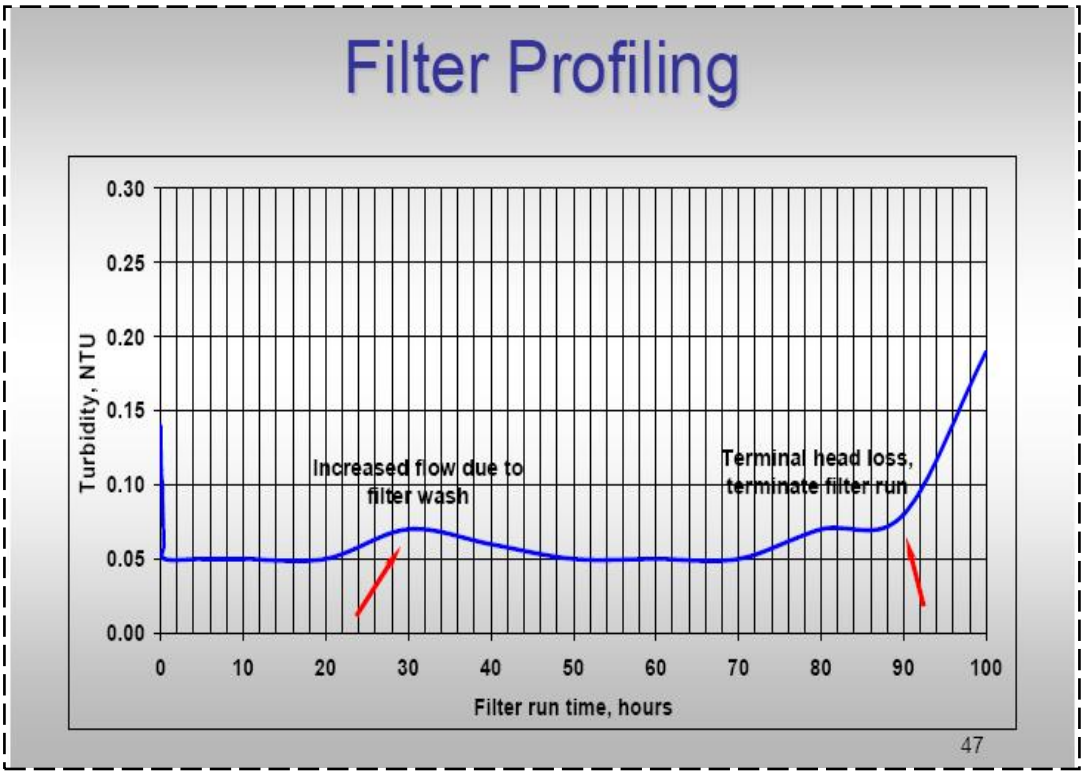
الأدوات:

١. جهاز قياس عكارة.
٢. من ٨٥ الـ ١٥٠ زجاجة عينات (١٠٠ مل)
٣. مياة مقطرة.
٤. ورقة رسم بياني أو قم بالرسم بإستخدام برنامج كمبيوتر.

الخطوات:

١. قم بقياس العكارة كل ساعتين الخارجة من المروق.

٢. قم برسمها مع الزمن.



٨. قياس عمق الوسط الترشيحي Depth Evaluations Bed

الغرض:

هو معرفة عمق الوسط الترشيحي لمعرفة هل يوجد فاقد في الرمل أم لا.

الأدوات:

١. حربة

٢. مسطرة مدرجة

٣. لوح خشبي

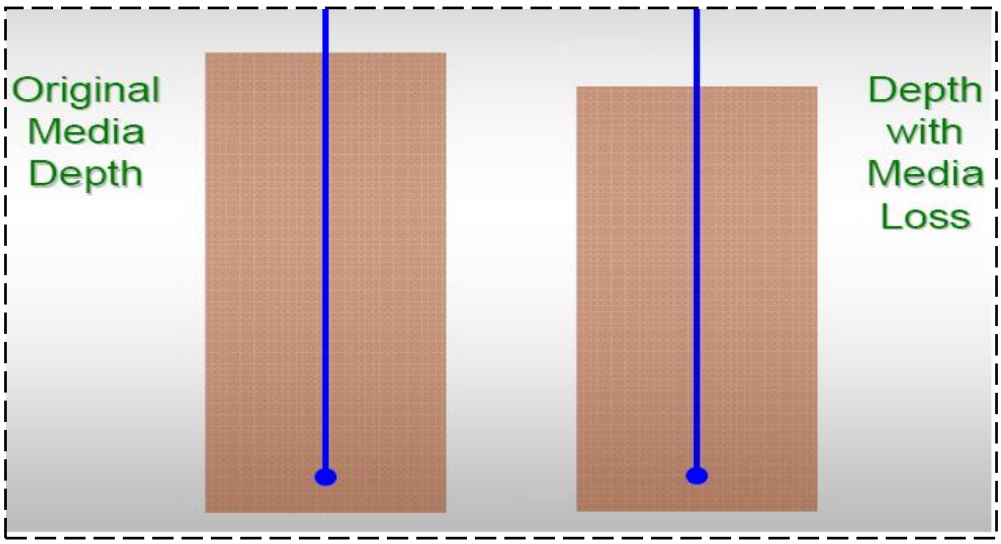
الخطوات:

١. قم بتفريغ المرشح من المياه ولكن لمستوي أسفل سطح الوسط الترشيحي مباشرة.

٢. قم بوضع اللوح الخشبي علي سطح المرشح لتقف عليه ولعدم تعرض الوسط الترشيحي للتلوث.

٣. قم بغرز الحربة في الوسط الترشيحي حتي تقف.

٤. قم بقياس العمق الذي وصلت له الحربة (=عمق الوسط الترشيحي) ويمكن إيضاحه بالشكل التالي:



٩. تأثير درجة الحرارة علي معدل مياه الغسيل Effect of temperature on washing rate

يلاحظ أنه في فصل الشتاء تقل درجة الحرارة وبالتالي تكون المياه كفاءتها أكبر في الغسيل وبالعكس في فصل الصيف فإن درجة الحرارة تزيد وبالتالي تكون كفاءه المياه للغسيل أصغر،

وكل تغير فى درجة حرارة بمقدار(١°م) يؤثر علي معدل الغسيل بنسبة ٢% ويمكن توضيحه بالجدول الأتي:

BACKWASH MODEL FOR RAPID RATE FILTRATION RECOMMENDED MEDIA DESIGN BASED ON MEDIA AVAILABILITY		
	SAND	SAND
D_{10}, effective size, mm	0.45	0.45
D_{60}/D_{10}, uniformity coefficient	1.50	1.50
D_{90} calculated, cm	0.09	0.09
Media specific gravity	2.6	2.6
Water temp, ^{0}C	2.0	28.0
Water viscosity, g/(cm-s)	0.01676	0.00835
Galileo Number	3,881	15,618
Fluidization Velocity, V_{mf}	0.43	0.80
Desired Bed Expansion, %	30%	30%
Backwash Velocity, V_{mf}	0.56	1.03
Backwash rate, gpm/ft^2 *	**8.2**	**15.2**
Backwash rate, in/min	13.2	24.4

١٠. حساب كفاءة المرشح Filter efficiency evaluation

يمكن حساب كفاءة المرشح بهذه العلاقة:

$$\text{كفاءة المرشح} = \frac{(\text{الكمية المرشحة} - \text{الكمية المستخدمة للغسيل})}{\text{الكمية المرشحة}} \times ١٠٠$$

١١. الفترة المثالية لتشغيل المرشح The optimum filtration time

الغرض:

هو حساب الفترة المثالية لتشغيل المرشح وذلك لأن:

من المعروف أن المتر المكعب من الرمل يحتوي علي فراغات بين حبيباته تعادل ٤٥٠ لتر بصرف النظر عن حجم حبيبات الرمل والفترة المثالية لتشغيل المرشح هي الفترة التي يمتلأ فيها ١١٠ لتر من هذا الفراغات بالندف والمواد العالقة.

الخطوات:

ولمعرفة زمن تشغيل المرشح المثالي يلزم معرفة الآتي:

١. معدل تدفق المياه من المروق.
٢. حساب سعة المرشح من الروبة.
٣. حساب معدل تدفق الروبة من المروق(sludge by weight)
٤. وزن ما تحتويه الندف والمواد العالقة من مادة صلبة (حجم/لتر):
٥. وذلك بإتباع الخطوات الآتية:

- أخذ عدة عينات من روبة المرشح أثناء غسيله ومزج هذه العينات لتكوين عينة مركبة (١٠٠٠مل).
- تجفيف هذا الحجم في فرن التجفيف عند درجة حرارة ١٠٠ °م لمدة ساعة.
- وزن المادة الجافة بعد تبريدها (جم/لتر).
- بمعرفة معدل ترشيح المتر المكعب لرمل المرشح من واقع تشغيل المحطة.
- ومن ثم يمكن تطبيق المعادلة التالية لمعرفة زمن تشغيل المرشح حتى إمتلاء الفراغات (١١٠ لتر):

$$\text{زمن تشغيل المرشح} = \frac{\text{وزن ما تحويه الندف و المواد و العالقة من مادة صلبة فى 110 لتر (جم/لتر)}}{\text{وزن المادة الصلبة و المواد العالقة للمياه المروقة (جم/لتر)} \times \text{معدل ترشيح المتر المكعب لرمل المرشح}}$$

مثال:

جاءت النتائج كالآتي:

١. وزن ما تحويه مياه الغسيل من مادة صلبة = ٦٦،٦٣٢ جم/لتر

٢. وزن المادة الصلبة لندف المياه المروقة = ٢٦،٨ جم/لتر

٣. معدل ترشيح المتر المكعب لرمل المرشح = ٨،٣ م^{٣}/ساعة

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

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