المعهد التقني – الحويجة	النظام السنوي	**عدد**	**ن**	**ع**	**م**
قسم تقنيات الموارد المائية **فرع تشغيل مشاريع المياه**	**مدرس المادة** **روضان عبدالله صالح**	**الساعات** **الأسبوعية**	**٢**	**٣**	**٥**
مفردات مادة **تصفية مياه الشرب**	**السنة الثانية**	**Drinking water treatment**			

هدف المادة العام :-

تعليم الطلبة أعمال سحب وتصفية وضخ المياه في مشاريع الإسالة وحساب الحجوم الملائمة للأحواض والقنوات والأنابيب العائدة لها وكذلك أساليب التشغيل الملائمة لكل مرحلة .

هدف المادة الخاص :-

تهيئة الطلبة لتشغيل مشاريع تصفية مياه المدن وصيانتها والالتزام بالمواصفات العالمية والعراقية للمياه الموزعة .

المفردات النظرية

الأسبوع	تفاصيل المفردات
١	مصادر المياه المتوفرة والممكن استعمالها في مشاريع الإسالة
٢	تقدير السكان – الطرق الرياضية المختلفة في تقدير السكان
٣	معدل استهلاك المياه – العوامل المؤثرة على الاستهلاك
٤و٥	المأخذ – أنواع المأخذ – عناصر المأخذ – العوامل المؤثرة على اختيار مواقع المأخذ – المعايير التعميمية
٦	مضخات الرفع الواطئ
٧	أحواض تجميع المياه الخام – السعة – الأنواع
٨	الترسيب – نظريات الترسيب
٩	العوامل المؤثرة على كفاءة الترسب
١٠	أنواع أحواض الترسيب – طرق تنظيف أحواض الترسيب
١١	تشغيل وصيانة أحواض الترسيب
١٢	التلبيد والتكتيل – المواد الكيمياوية المستعملة
١٣	تحديد جرعة المكتلات المستخدمة – العوامل المؤثرة على الجرعة كفاءة التلبيد – أنواع أحواض التلبيد

١٤	نظرية الترشيح – أنواع المرشحات
١٥	تحديد كفاءة عمل المرشحات
١٦	مواصفات الرمل المستخدم في الترشيح – المعايير التقويمية للمرشحات ، طرق تنظيف المرشحات
١٧	شبكة المبازل السفلية للمرشحات – المواد المستخدمة في الشبكة – كيفية تقدير القياسات المطلوبة لأنابيب الشبكة
١٨	تشغيل وصيانة المرشحات
١٩	أعمال تعقيم المياه – أنواع المعقمات – نظرية التعقيم
٢٠	حساب جرعة المعقمات – حساب زمن التماس – العوامل المؤثرة على التعقيم – تقرير كمية الكلور المتبقي
٢١	التعقيم بالأوزون – استخدام الأوزون في المشاريع المائية
٢٢و٢٣	العسرة – أنواع العسرة – تقرير العسرة – طرق إزالة العسرة – مصادر العسرة
٢٤	خزانات جمع المياه المصفاة
٢٥	منظومة الضغط العالي – مضخات الرفع العالي – المقاييس المطلوبة في مضخات الضغط العالي
٢٦	الرواسب الناتجة في مشاريع الإسالة – كيفية التخلص من الرواسب – نوعية الرواسب – كمية الرواسب
٢٧	وحدات التصفية المجمعة – أحجامها – أماكن استخدامها
٢٨	أساليب تسجيل ومتابعة فقرات العمل اليومي والدوري في مشاريع الإسالة – العلاقة بين المختبرات الصحية ومشاريع التصفية ونوعية الأشراف المطلوبة على المياه
٢٩	الفحوصات الدورية للمواد الثقيلة والعناصر في مياه المصدر ٠ استخدام قاعدة بنك المعلومات والحاسبة الإلكترونية في متابعة المواصفات المختلفة لغرض توفير سلامة المياه الناتجة في مشاريع الإسالة
٣٠	تقييم عام لعمل بعض مشاريع الإسالة في المدينة التي يقع فيها المعهد

الجانب العملي :-

يكون الجانب العملي لزيارات موقعيه لمشاريع الإسالة وحسب مرحلة المفردة ٠

مصادر المياه

أدناه المصادر الرئيسية للمياه في العالم :-
أ –المياه الجوفية .
ب –المياه السطحية .
ج –مياه الإمطار .
وتعتمد ألطريقه التي يتم بها اختيار المصدر المائي للاستهلاك على عوامل عديدة أهمها سهولة توفره وسهولة الحصول علية وعلى نوعية الماء وكميته .

أ-المياه الجوفية :-
وتتوفر هذه المياه من مصدرين هما :-
١-المطر الذي يخترق التربة خال المسامات والشقوق في تكوينات الصخور .
٢-مياه الأنهار والبحيرات والخزانات التي تنفذ او تترشح خلال التربة إلى سطح الماء الجوفي .
ويعتمد هذا المصدر على نوعية الماء وعذوبته وسهوله الحصول علية من حيث كونه محصور أو غير محصور وبعده عن سطح الأرض .
أن جريان الماء الجوفي يعتمد على الانحدار الهيدروليكي ونوع التربة ومساميتها ،ويزداد جريان الماء في التربة كلما ازدادت كميه الرمل و الحصى فيها .وهذا الماء يكون أنظف وأسهل لإغراض التصفية في المحطات الاعتيادية بصوره عامة من المياه السطحية .

ب –المياه السطحية :-
وهذه تشمل مياه القنوات والانهار والبحيرات العذبة ،وتتميز كما توجد في الطبيعة بالصفات الآتية :-
١ –وفره كمياتها مما يجعلها انسب واضمن لسد احتياجات المدن الكبيرة .
٢ –تعرضها لعوامل التلوث الشديد ،فالمياه السطحية نادرا ما توجد في الطبيعة نقية ،صالحة للاستعمال مباشرة دون معالجة ،لما تحويه من مواد عالقة وذائبة والكثير من البكتريا مما يجعلها خطرا الصحة العامة ومما يوجب تنقيتها قبل استعمالها كمصدر للمياه .

أهم مصادر تلوث المياه السطحية :-
١-تصريف مياه الفضلات من بعض المدن إلى الأنهار والبحيرات دون إجراء عمليات معالجة للحد من الإضرار التي قد تنتج من تلوث المجرى المائي .
٢ –مياه الإمطار وذلك بعد إن تصل إلى الأرض وهي في طريقها إلى الأنهار تجرف إمامها فضلات النباتات والحيوانات والأتربة مما يسبب تلوث الأنهار .
٣ –تصريف مخلفات المصانع بما تحويه من أحماض وسموم وكيمياويات عضوية وغير عضويه إلى المياه السطحية دون رقابه تحد من الإضرار الناتجة عن ذلك .
٤ –غسيل الملابس والاستحمام في مياه القنوات والأنهار يسبب لها التلوث .
٥ –إلقاء الحيوانات الميتة في القنوات والأنهار والبحيرات .
٦ –إلقاء مخلفات المراكب والسفن في الأنهار .
٧ –مياه الرشح التي تصل إلى الأنهار في المياه الجوفية بعد إن تكون قد مرت على طبقات الأرض الملحية .
٨ –ذوبان الثلوج في قمم الجبال يجرف معه الأتربة إلى الأنهار .

ج –ماء المطر :-
من النادر إن يستعمل ماء المطر للتجهيز في المشاريع الخاصة بالماء في البلديات بصورة مباشرة إلا في الحالات التي يتعذر فيها استعمال المصادر الأخرى كالصحاري مثلاً أو في المناطق التي تكون فيها المياه عسرة وغير صالحة للشرب .

يكون ماء المطر يسرا وملائما جدا لإغراض الغسيل وخاصة الملابس ،كما إن عدم وجود المعادن فيه يجعله عديم الطعم .
تؤخذ النقاط التالية بنظر الاعتبار قبل اختيار المصدر لإغراض الاستهلاك :-
١ –نقاوة الماء الخام .
٢ –حجم الماء المتوفر .
٣ –استمرارية المصدر (إن لا يكون المصدر موسمي) .
٤ –مناسيب مستوى الماء بالنسبة للمنطقة المجهزة .
٥ –توفر الدعم المادي .

ويجب إن تتوفر المواصفات التالية في الماء كي يكون صالحا للشرب :-
إن يكون خاليا من الجراثيم والمواد المعدنية الذائبة التي تكسبه لونا أو تجعله غير صالحا للاستعمال وان يكون خاليا من العكرة (المسببة للون)والطعم والرائحة .
يعتمد العراق المصادر المائية التالية بصورة رئيسية :-
١ –المياه السطحية :- نهري دجلة والفرات وشط العرب وروافدهما وفروعهما والسيول والمياه الضحلة .
٢ –المياه الجوفية :- مياه الآبار والعيون والكهاريز .

تقدير السكان

تصمم محطة معالجة مياه الشرب لخدمة حاجة الاستهلاك الحالية والمستقبلية للمدينة ولذلك يجب تقدير عدد السكان في المستقبل إثناء تصميم محطات الماء ، ويحتاج ذلك للحكمة والبصيرة حيث إن عدد السكان يتغير بسب الولادات والوفيات والهجرة والكوارث المفاجئة .

طرق تقدير السكان :

توجد عدة طرق لتقدير عدد السكان ومن أهم هذه الطرق ، الطرق التخطيطية التي تتلخص برسم مخطط بياني يمثل عدد السكان خلال السنوات السابقة وعلى المخمن استعمال التقدير حيث يمد الخط إلى المستقبل بشكل يطابق طبيعة نمو السكان في الماضي ، وبواسطة مثل هذا الامتدادات الخطية يتم تقدير عدد السكان في المستقبل

وتنقسم هذه ألطريقه إلى عدد فروع أهمها :-

أ- ألطريقه الرياضية (الحسابية).
ب- النمو الهندسي.
ت- طريقة المقارنة.
ث- طريقة التناسب.
ج- طريقة المركبات.

العوامل المؤثرة على توقعات نمو السكان :

١- فترة التوقع: وتقل الدقة في التقدير كلما ازدادت وطالت هذه الفترة وذلك لوجود احتمالات كثيرة منها القابلية على التأثير على نسبة النمو
٢- عدد سكان المنطقة : حيث تقل الدقة في التوقع كلما قل عدد السكان .
٣- معدل زيادة السكان : حيث تقل ألدقه كلما زاده معدل النمو .

فترة تصميم المشروع :

فترة التصميم هي عدد السنوات اعتبارا منم تاريخ التصميم لغاية التاريخ المتوقع لوصول ظروف التصميم . وتعتمد فترة التصميم على نوع العمل وتقدر بحدود(٥٠-٣٥) سنة لمحطة معالجة الماء وبحدود ٥٠ سنة لمنظومة توزيع الماء وتعتمد الفترة التصميمية على العوامل التالية:

١- الفترة الاعتيادية لاستعمال المنشات والمكائن
٢- كلفة رأس المال للتشغيل والصيانة
٣- توفر رأس المال
٤- مدى توفر الطلب المتوقع من استهلاك الماء في نهاية الفترة التصميمية
٥- إمكانية توسيع المحطة أو زيادة سعتها الحالية
٦- التغير في القوة الشرائية للنقد خلال فترة التصميم (التضخم)

الطريقة الرياضية (الحسابية)

تعتمد هذا الطريقة على افتراض ثبات معدل تغير السكان للسنوات الماضية والمستقبلية أي أنها تفترض إن ثابت النمو (K_a) يكون ثابت للماضي والمستقبل وتكون العلاقة بين تغير عدد السكان في الماضي والمستقبل علاقة خطية ولغرض اشتقاق معادلة رياضيه لإيجاد عدد السكان لأي سنة في المستقبل يمكن إتباع ما يلي :

$$dp \alpha dt$$

$$dp/dt = k$$

حيث إن إل dp يمثل التغير في عدد السكان، dt يمثل التغير في عدد السنوات ،k يمثل ثابت النمو

$$dp = k*dt$$

ولحل هذه المعادلة نأخذ تكامل طرفي المعادلة :

$$\int dt = \int dp$$

وبأخذ حدود التكامل بالنسبة لعدد السكان من عدد السكان في السنوات الماضية ويرمز له بالرمز p_i
وبأخذ حدود التكامل بالنسبة لعدد السكان من عدد السكان في السنوات القادمة ويرمز له بالرمزpf

وبأخذ حدود التكامل بالنسبة للزمن في السنوات الماضية ويرمز له بالرمز (ti)
وبأخذ حدود التكامل بالنسبة للزمن في السنوات القادمة ويرمز له بالرمز (tf) ثم تصبح نتيجة التكامل:-

$p_f - p_i = k (t_f - t_i)$

ومن هذه المعادلة نجد ثابت النمو السكاني (ka) :- $k_a = p_f - p_i / t_f - \mathbf{ti}$

علما أن ثابت النمو السكاني (ka) يمكن إيجاد لكل سنتين إحصائيتين متتاليتين ولذلك تصبح لدينا في الحل إعداد من ثابت النمو (ka1,ka2,ka3,….)
بعد ذلك نجد معدل ثابت النمو ويرمز له (kav) :-

$k_{av} = k_{a1} + k_{a2} + k_{a3} / 3$

ثم نجد عدد السكان المطلوب من العلاقة التالية :-

$P_f = p_i + k_{av} (t_f - t_i)$

مثال :-

إذا كانت البيانات التالية تمثل عدد السكان لمدينة ما كما في الجدول ،احسب عدد السكان المتوقع لسنة 2010

السنة	عدد السكان
1995	250000
2000	260000
2005	275000

الحل :-

نجد ثابت النمو السكاني لكل سنتين متتاليتين ، لسنة 2000, 1995ويسمى k_{a1} ثم نجد ثابت النمو السكاني لسنتي 2000,2005 ويسمى k_{a2} :-

$k_a = p_f - p_i / t_f - t_i$ $k_{a1} =$

260000 – 250000 \ 2000 – 1995 = 10000 \5 =2000

$k_{a2} = 275000 – 260000 \ 2005 - 2000 = 15000 \5 =3000$

ثم نجد معدل ثابت النمو (k_{av}) :-

$k_{av} = k_{a1} + k_{a2} \ 2$

$k_{av} = 2000 + 3000 \ 2 = 2500$

ثم نجد عدد السكان النهائي بتطبيق المعادلة :-

$P_f = p_i + k_{av} (t_f - t_i)$

$P_f = 275000 + 2500 (2010 – 2005) = 287500$ نسمة

تمرين (١):-
اذا كانت البيانات التالية تمثل عدد السكان لمدينة كركوك احسب عدد السكان المتوقع لسنة 2015 :-

السنة	عدد السكان
1927	35000
1957	120000
1987	418000
2007	750000

تمرين (٢):-

في أي سنة من المتوقع إن يصل عدد سكان مدينة كركوك إلى مليون نسمة ؟

معدل استهلاك المياه

قبل تحديد الأسس التي تم اعتمادها في تقدير الطلب علي المياه، وكذلك تحديد نسب التزويد بالمياه وتطورها لا بد من أخذ قرارات واضحة حول طريقة التزويد لكل مدينة أو تجمع سكني، وكذلك تحديد معدلات الاستهلاك للفرد، وما يتطلب ذلك من تحديد المعايير والافتراضات التي سيتم استخدامها لاختبار طريقة التزويد بالمياه.

كذلك تحديد متى يتم إنشاء شيكات التوزيع؟ ومتى يتم إنشاء الوصلات المنزلية ؟ و ما هي نسبة الربط لشبكة التوزيع والمتوقع الوصول إليها عند بداية تشغيل المشروع، وكذلك في المستقبل القريب والبعيد؟

معدل استهلاك المياه للفرد

معدل استهلاك المياه للفرد المقيم بأي مدينة أو تجمع سكني صغير، هو كمية المياه التي يستخدمها هذا الفرد طوال اليوم لمختلف الأغراض المعيشية محملا عليها كافة الاستهلاكات البشرية لجميع الأنشطة المختلفة بالمدينة .

ان هذا المعدل ليس ثابتًا طوال اليوم بل متغير من ساعة إلي أخري ويصل إلي أدني قيمة له في فترة السكون ليلا وأقصي قيمة له في فترات النهار تبعا للأنشطة المختلفة بالمدينة أو التجمع السكني، كما أنه يختلف من يوم لآخر باختلاف المواسم صيفا وشتاء.

تصنيف استهلاك المياه

يمكن تصنيف استهلاك المياه إلى:

أ -استهلاك منزلي

ب - استهلاك عام

ج - استهلاك تجاري

د -استهلاك صناعي

الاستهلاك المنزلي- :

تستخدم المياه داخل المنزل في أغراض كثيرة مثل إعداد الطعام، وأعمال النظافة الشخصية، وتنظيف المكان، وغسل الملابس .وتستهلك الأجهزة الصحية المركبة في الحمامات ودورات المياه كميات كبيرة من المياه . علاوة علي ذلك ففي المجتمعات الإسلامية هناك كميات كبيرة من المياه تستهلك في الوضوء.

متوسط الإستهلاك المنزلي اليومي

مناطق الإستخدام	متوسط الإستهلاك اليومي لتر/فرد/يوم	كمية الفاقد خلال شبكة المياه لتر/فرد/يوم	متوسط الإستهلاك الكلي للفرد لتر/فرد/يوم
عواصم المحافظات	١٨٠	٤٠-٢٠	٢٢٠-٢٠٠
المراكز	١٥٠	٣٠-١٥	١٨٠-١٦٥
القرى حتى ٥٠٠٠نسمة	١٢٥	٢٥-١٠	١٥٠-١٣٥
المدن الجديدة	٢٨٠	صفر-٢٠	٣٠٠-٢٨٠

الاستهلاك العام- :

يعرف استهلاك المياه في المصالح الحكومية والمعاهد التعليمية والكليات والمدارس والمستشفيات والمساجد ودور العبادة وأعمال النظافة العامة بالاستهلاك العام، ونسبة استهلاك هذه المياه لا تتعدي ٢٠ %من إجمالي الاستهلاك.

الاستهلاك التجاري:-

وهو استهلاك المياه في الأنشطة التجارية ويشمل المحلات التجارية (تسويق- خضار - فاكهة -دواجن - لحوم - صيدليات - مقاهي – الخ) .

القيم الأسترشادية لمعدلات أستهلاك المياه للأغراض التجارية

م	حالة الإستخدام	متوسط الإستهلاك اليومى (لتر/فرد/يوم)
١	مبانى عامة ومكاتب	٥٠
٢	المساجد	٢٠
٣	الكنائس	٥
٤	السجون	٥٠
٥	المطارات	٢٠
٦	المدارس	٥
٧	المستشفيات	٥٠٠
٨	المعسكرات	٧٥

الاستهلاك الصناعي الخدمي:-

وهو استهلاك المياه في الأنشطة الصناعية داخل المدينة(صناعي خدمي)أو القرية وأغلبها صناعات غذائية أو صناعات خفيفة أو مجموعة الورش الحرفية.

العوامل المؤثرة علي زيادة أو نقصان معدل استهلاك المياه- :

العوامل المؤثرة معدل استهلاك المياه تشمل ما يلي:

أ -حجم المدينة أو التجمع السكني

ب -المناخ

ج -مستوى المعيشة

د -ضغط المياه

ه -نوعية المياه

و -سعر المياه ونظام القياس

ز -تواجد نظام تجميع وصرف مياه الصرف الصحي.

العوامل المؤثرة على معدل استهلاك المياه:-

١-حجم المدينة أو التجمع السكنى- :

فكلما كبر حجم المدينة زاد معه معدل الاستهلاك نتيجة للأنشطة المصاحبة لهذا الحجم سواء كانت أنشطة عامة أو تجارية أو صناعية .أي أن معدل الاستهلاك سوف يزداد في المستقبل.

٢- العوامل المناخية والبيئية- :

تزداد معدلات استهلاك المياه بازدياد درجات الحرارة بوجه عام كما أن معدل الاستهلاك في شهور الصيف يكون اكبر منة في شهور الشتاء.

٣ -مستوى المعيشة- :

كلما زاد مستوى معيشة الأفراد زادت معدلات الاستهلاك كذلك كلما زاد نشاط السكان التجاري والصناعي فسوف ينعكس ذلك على معدلات الاستهلاك بالزيادة.

٤ -ضغط المياه:-

المقصود بضغط المياه هو ضغط المياه المتاح بالشبكة وكلما زاد الضغط زاد استهلاك المياه والعكس صحيح .ونتوقع عند استكمال الشبكات وتوفير مصادر المياه أن يزداد الضغط وبالتالي يزداد الاستهلاك.

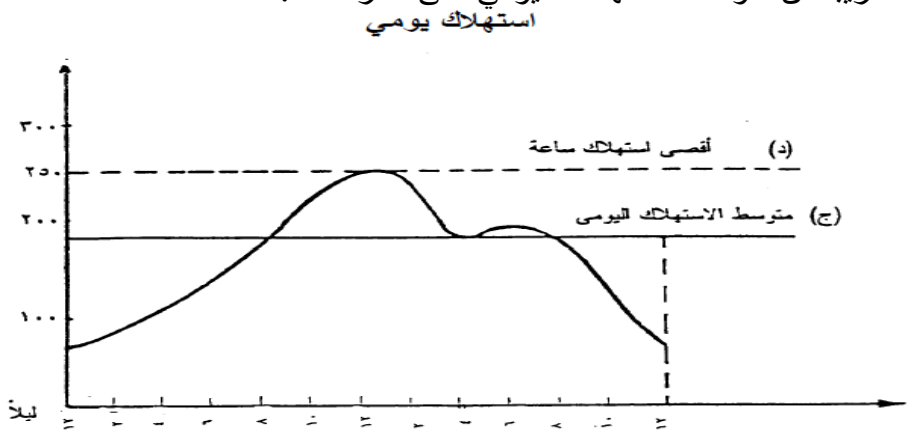
٥- نوعية المياه :-

من البديهيات أنه كلما كانت نوعية المياه جيدة زاد استهلاك المياه والعكس صحيح أي كلما زادت درجة تركيز

الأملاح في المياه قل الاستهلاك.

٦ -سعر المياه ونظام القياس- :
عندما تتوفر أجهزة القياس لمعرفة الاستهلاك وعندما يكون سعر المياه غاليًا فأن المواطنين(خاصة الفقراء ومتوسطي الدخل)سوف يحاولون تقليل معدل استهلاك المياه لأغراض المختلفة لتقليل النفقات.
٧-تواجد نظام تجميع مياه الصرف الصحي:-
عندما تتواجد خدمات لشبكات تجميع مياه الصرف الصحي لمنطقة ما بالمدينة فأن ٢٠-٣٠% من الاستهلاك معدلات استهلاك المياه سوف تزداد مباشرة.

التغيير في معدل استهلاك المياه:-
من البديهي أن معدل استهلاك المياه في مدينة ما لا يبقى ثابتا باستمرار على مدار العام – ولكنه يتغير تبعا للعوامل الآتية:
١- التغير الموسمي :-
إذ يزداد معدل الاستهلاك في أثناء شهور الصيف نظرا لشدة الحرارة تتراوح هذه الزيادة حتى يصل متوسط الاستهلاك اليومي في خلال أشهر الصيف من ١٢٠ % إلى ١٦٠ % من معدل الاستهلاك اليومي على مدار السنة كما أن متوسط الاستهلاك اليومي من خلال أشهر الشتاء ينخفض ليصل إلى حوالي ٧٠ %من معدل الاستهلاك .
٢-التغييرات اليومية :-
إذ يتغير معدل الاستهلاك اليومي من يوم إلى يوم في نفس الموسم بل في نفس الأسبوع تبعا لعادات السكان ونشاطهم واحتياجاتهم المنزلية والصناعية ويتراوح هذا التغيير حتى يصل معدل الاستهلاك اليومي من ١٣٠ % إلى ١٧٠ % من معدل الاستهلاك اليومي على مدار السنة كما قد ينخفض إلى ٦٠ %في بعض الأحيان .
٣- تغيرات من ساعة إلى ساعة على مدار اليوم الواحد
ويرجع هذا إلى تغيير عادت السكان ونشاطهم بالتبعية لكمية استهلاكهم للمياه في الساعات المختلفة في اليوم –فيكن أقصى معدل للاستهلاك فى فترة الصباح من الثامنة حتى الثانية عشر ظهرا وقريبا ثم يأخذ معدل الاستهلاك في انخفاض حتى يصل إلى أدناه في الجزء المتأخر من الليل.
ويسمى أقصى تصرف يحدث في أي فترة على مدار العام للنهاية العظمى قد يحدث فى ساعات النهار فى أشهر الصيف يسمى أحيانا (Peak) للتصرف ولذلك قد يصل أقصى تصرف فى اليوم إلى ما يعادل 225%، تقريبا من متوسط الاستهلاك اليومي على مدار السنة.



شكل رقم (١-٧) العلاقة بين متوسط الإستهلاك اليومي وأستهلاك أقصي ساعة

وبديهي أنه يجب مراعاة هذه التغييرات في معدل استهلاك المياه عند تصميم الوحدات المختلفة لعمليات إمداد المدن بالمياه ولمقاومة الحرائق يصل إلى أضعاف الاستهلاك العام للمياه مما يجب أن يؤخذ في الاعتبار عند تصميم شبكات أنابيب التوزيع كذلك مضخات وخزانات المياه.
وهناك معادلات افتراضية أخرى لتقدير كمية المياه اللازمة لمقاومة الحرائق في أمريكا ومن هذه المعادلات :

$$Q = 700 \quad P$$

تقدير الاستهلاك المائي مستقبلا :

عند حساب توقعات أو تقدير مجمل الاستهلاك المستقبلية لمدينة ما تمهيدا لاقتراح أنشاء مشروعات المياه الجديدة بالمدينة يمكن الرجوع إلى تعدادات السكان السابقة بالمدينة لتقدير عدد السكان المنستقبلي ثم الرجوع إلى الإستهلاكات الفعلية السابقة وبقسمة الاستهلاك الفعلي على التعداد المناظر يمك الحصول على متوسط الاستهلاك على مدار السنة لكل شخص في اليوم لفترة السابقة – ثم يحسب معدل الزيادة في هذا المتوسط لكل سنة وعلى ضوء هذه البيانات يمكن افتراض نسبة زيادة هذا المتوسط فى السنين المقبلة وتقدير قيمته مستقبلا –وبديهي أن هذه الزيادة المقترحة لمتوسط الاستهلاك تتوقف على عوامل أهمها : الزيادة المنتظرة فى السكان، ازدهار الصناعة، ارتفاع مستوى الحياة ، التقدم فى مشروعات المرافق الأخرى، وبالتالي فإن:

$$Q = P \times q$$

حيث أن :

P =التعداد السكاني للمدينة مستقبلا (شخص).

q= متوسط الاستهلاك اليومي على مدار السنة مقدرا باللتر/شخص/ يوم

Q= متوسط الاستهلاك للمدينة بأكملها على مدار السنة

وهو التصرف الذي يصمم عليه وحدات عمليات إمداد المدينة بالمياه مستقبلا مع وجوب مراعاة التغييرات الموسمية واليومية الذي يتعرض لها التصرف والذي يؤثر على كفاءة الوحدات المختلفة. إلا أنه أحيانا يمكن تقدير الاستهلاك الإجمالي للمدينة خلال الفترة المقبلة دون الرجوع إلى حساب مستقل ومستقبل تعداد المدينة ومعدل الاستهلاك للمياه فى المدينة على كل على حدة – وذلك بالرجوع إلى الإستهلاكات الإجمالية الفعلية وحساب معدل التزايد كل سنة لهذا الاستهلاك الإجمالي ليكون أساسا لاقتراح قيمة لتزايده في المستقبل ومن ثم تقديره في الفترة المقبلة. ذكرنا من قبل أن معدل استهلاك المياه في أي مدينة أو قرية يختلف من ساعة إلي

أخري، ومن يوم إلي آخر، ومن موسم الشتاء إلي موسم الصيف .ومن الممكن تحديد هذا التغيير بدقة، إلا أنه يلزم:

١-توفر كمية المياه المطلوبة للمدينة والقرية

٢-توفير الضغط اللازم بالشبكة

٣-وجود أجهزة قياس في مناطق الإنتاج

٤-وجود تعداد دقيق السكان

الاعتبارات الفنية المؤثرة على زيادة معاملات معدلات الاستهلاك:-

١ .موسم الصيف أكبر بكثير من موسم الشتاء فحوالي ٦ أشهر صيف لذلك فإن معامل التغيير في معدل الاستهلاك التصميمي يأخذ قيمة ١.٢٥ للمدن الكبيرة الحجم، ونأخذ ١.٥٠ للمدن صغيرة الحجم.

٢ . معامل التغيير في معدل الاستهلاك لأكبر يوم أخذت له قيمة ١.٧٥ فقط لتلاءم سعة التخزين.

٣ . معامل التغيير في معدل الاستهلاك لأكبر ساعة أخذت له قيمة من ٢.٠٠ إلى ٣.٠٠

٤ .عند حساب كمية المياه المطلوبة يضاف في أي يوم ١٠ % زيادة نتيجة للفاقد من شبكات التوزيع.

معدلات الاستهلاك المائي بالمناطق الصناعية -:

يتراوح معدلات استهلاك المياه للصناعة طبقا للكود المصري بين ٢ - ٣ لتر/هكتار/ث، والمقصود بوحدة المساحة(هكتار) هي المساحة الفعلية للمصانع داخل المنطقة الصناعية.

الدراسات الأساسية اللازمة لتصميم مشروعات الإمداد بمياه الشرب

قبل البدء في تخطيط وتصميم مشروعات الإمداد بمياه الشرب النقية لأي مدينة أو قرية أو تجميع سكني، يقتضي الأمر إجراء دراسات لتوفير البيانات الفنية الآتية:

١ -عدد السكان فى الماضي والحاضر والمستقبل.

٢ -التخطيط العمراني واستخدامات الأراضي حاليًا ومستقبلا.

٣ -الفترات التصميمية والعمر الافتراضي للمنشآت والمعدات.

٤ -معدلات الاستهلاك الحالية والمستقبلية للمياه.

٥ -التصرفات التصميمية لأعمال تجميع وتنقية مياه الشرب.

٦ -أعمال المياه القائمة حاليًا وإمكانيات تطويرها.
٧ -مصادر المياه الطبيعية المتاحة بالمنطقة.
٨ -الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية لمياه المصادر المتاحة والمعايير القياسية للمياه بالمنطقة.
٩ -الأعمال المساحية والطبوغرافية بموقع محطة التنقية وباقي أعمال المياه.
١٠ - خصائص التربة بالمواقع المقترحة لأعمال المياه.
١١ - المواقع المختارة لأعمال المياه)وحدات التنقية ومحطات الضخ وتدعيم الضغط ومنشآت التخزين (مع بيان أسس هذا الاختيار.
١٢ - الدراسات البيئية و المناخية لمواقع محطات التنقية.
١٣ - المخطط العام لموقع محطة التنقية.

مثال١ :احسب حاجة السكان للمياه لمدينة تعداد سكانها مليون نسمة (شخص) إذا علمت إن معدل الاستهلاك هو ٢٠لتر /شخص /يوم ؟
الحل :

$$Q = P \times q$$

حاجة السكان للمياه (متوسط الاستهلاك للمدينة بأكملها على مدار السنة)= عدد السكان × معدل الاستهلاك

= ١٠٠٠٠٠٠ شخص× ٢٠ لتر /شخص /يوم
= ٢٠٠٠٠٠٠٠ لتر /يوم
= ٢٠٠٠٠ م^3 /يوم

مثال٢ :
اذا كانت البيانات التالية تمثل عدد السكان لمدينة ما كما في الجدول :-

السنة	عدد السكان
1995	250000
2000	260000
2005	275000

احسب الطلب المتوقع على الماء(حاجة المدينة من الماء) لسنة 2018 إذا علمت ان معدل الاستهلاك هو 50لتر/شخص/يوم.

الحل :-

١- نجد ثابت النمو السكاني لكل سنتين متتاليتين ، لسنة 2000, 1995ويسمى ka1 ثم نجد ثابت النمو السكاني لسنتي 2000,2005 ويسمى ka2 :-
ka=pf-pi\tf-ti

ka1 = 260000 – 250000 \ 2000 – 1995 = 10000 \5 =2000
ka2 = 275000 – 260000 \ 2005 -2000 = 15000 \5 =3000

ثم نجد معدل ثابت النمو (kav) :-

kav =

$ka_1+ka_2 \setminus 2$

kav = 2000 + 3000 \ 2 = 2500

ثم نجد عدد السكان النهائي بتطبيق المعادلة :-

Pf = pi+kav (tf-ti)

Pf =275000 + 2500 (2018 – 2005) = 307500 نسمة

$$Q = P \times q$$

٢ - حاجة السكان للمياه (متوسط الاستهلاك للمدينة بأكملها على مدار السنة)= عدد السكان × معدل الاستهلاك

= 307500×50

=15375000 لتر/يوم

=15375 م^{٣}/يوم

معالجة مياه الشرب

يرجع اهتمام الإنسان بنوعية الماء الذي يشربه إلى أكثر من خمسة آلاف عام. ونظرا للمعرفة المحدودة في تلك العصور بالأمراض ومسبباتها فقد كان الاهتمام محصور في لون المياه وطعمها ورائحتها فقط. وقد استخدمت لهذا الغرض وبشكل محدود خلال فترات تاريخية متباعدة بعض عمليات المعالجة مثل الغليان والترشيح والترسيب وإضافة بعض الأملاح ثم شهد القرنان الثامن والتاسع عشر الميلاديان الكثير من المحاولات الجادة في دول أوربا وروسيا للنهوض بتقنية معالجة المياه حيث أنشأت لأول مرة في التاريخ محطات لمعالجة المياه على مستوى المدن. لقد كان وباء الكوليرا من أوائل الأمراض التي أكتشف ارتباطها الوثيق بتلوث مياه الشرب في المرحلة السابقة لتطور تقنيات معالجة المياه ، فعلى سبيل المثال أصيب حوالي (١٧٠٠٠) شخص من سكان مدينة هامبورج الألمانية بهذا الوباء خلال صيف (١٨٢٩)م مما أدى إلى وفاة ما لا يقل عن نصف ذلك العدد. وقد فتك هذا المرض بآلاف من الشعب العراقي في العقود الغابرة وثبت بما لا يدع مجالا للشك أن المصدر الرئيس للوباء هو تلوث مصدر المياه.

يعد التطهير باستخدام الكلور من أوائل العمليات التي استخدمت لمعالجة المياه بعد عملية الترشيح وذلك للقضاء على بعض الكائنات الدقيقة من بكتريا وفيروسات مما أدى إلى الحد من انتشار العديد من الأمراض التي تنقلها المياه مثل الكوليرا وحمى التيفوئيد.

١-٢ طرق المعالجة التقليدية:

تختلف عمليات معالجة مياه الشرب باختلاف مصادر تلك المياه ونوعيتها والمواصفات الموضوعة لها. ويجب الإشارة إلى أن التغير المستمر لمواصفات المياه يؤدي أيضا في كثير من الأحيان إلى تغير في عمليات المعالجة. حيث أن المواصفات يتم تحديثها دوما نتيجة التغير المستمر للحد الأعلى لتركيز بعض محتويات المياه وإضافة محتويات جديدة إلى قائمة المواصفات ويأتي ذلك نتيجة للعديد من العوامل مثل:

أ- التطور في تقنيات تحليل المياه وتقنيات المعالجة.

ب- اكتشاف محتويات جديدة لم تكن موجودة في المياه التقليدية أو كانت موجودة ولكن لم يتم الانتباه إلى وجودها أو مدى معرفة خطورتها في السابق.

ج- اكتشاف بعض المشكلات التي تسببها بعض المحتويات الموجودة أصلا في الماء أو التي نتجت عن بعض عمليات المعالجة التقليدية.

١-٣ معالجة المياه السطحية:

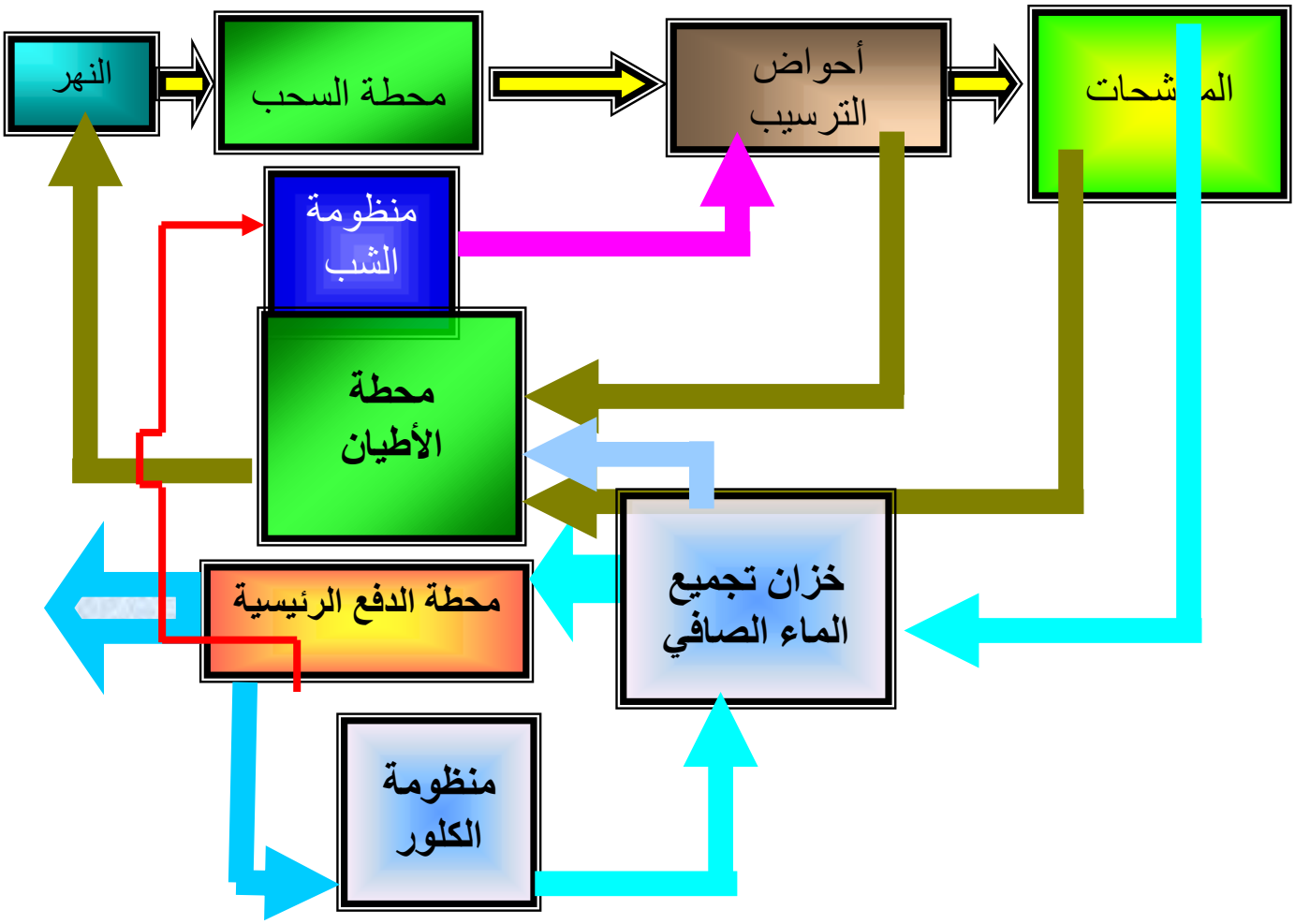
تحتوي المياه السطحية (المياه الجارية على السطح) على نسبة قليلة من الأملاح مقارنة بالمياه الجوفية التي تحتوي على نسب عالية منها، وهي بذلك تعد مياه يسرة (غير عسرة) حيث تهدف عمليات معالجتها بصورة عامة إلى إزالة المواد العالقة التي تسبب ارتفاعا في العكورة وتغيرا في اللون والرائحة، وعليه يمكن القول أن معظم طرق معالجة هذا النوع من المياه أقتصر على عمليات الترسيب والترشيح والتطهير. وتتكون المواد العالقة من مواد عضوية وطينية ، كما تحتوي على بعض الكائنات الدقيقة مثل الطحالب والبكتيريا.

آلية عمل محطات معالجة المياه:

يتم سحب الماء الخام من النهر بواسطة مضخات السحب الموجودة في محطة السحب وتقوم هذه المضخات بسحب الماء ودفعه إلى محطة الترسيب وتتكون محطة السحب من مجموعة من المضخات يختلف عددها وحجمها ونوعها حسب حجم المحطة وطاقتها الإنتاجية وعند التشغيل للمحطة لا يتم تشغيل جميع المضخات في وقت واحد بل يبقى عدد منها احتياط وذلك لتعويض النقص الحاصل عند حصول عطل مفاجئ لأحد المضخات أو عند صيانتها بموجب برنامج الصيانة الوقائية المقرر وهذا ينطبق على بقية المضخات في المحطات الأخرى وتتكون محطة الترسيب من مجموعة من الأحواض يختلف عددها وحجمها حسب طاقة المحطة و تقوم بترسيب الأطيان والمواد العالقة الأخرى، ويتم ضخ محلول الشب بعد تخميره في محطة الشب وتوجد خلاطات لغرض خلط الماء مع الشب بصورة جيدة وبعد اكتمال عملية الترسيب ونظرا لكون الأحواض أعلى مستوى من محطة الفلاتر ينتقل الماء بفعل الجاذبية الأرضية إلى محطة الفلاتر التي تقوم بتصفية الماء بواسطة مجموعة من الفلاتر الرملية التي يختلف عددها حسب حجم المحطة وطاقتها

من العمليات التي يجب إجرائها في محطة الفلاتر هي عملية الغسل العكسي حيث يتم تنظيف الفلاتر من الأطيان والمواد العالقة وذلك بضخ الهواء أولا ثم الماء وبالاتجاه المعاكس لجريان الماء عبر الفلتر ومن هذه العملية تتخلف كميات كبيرة من الأطيان (الماء الخابط المليء بالأطيان) يتم نقلها إلى محطة الأطيان وهناك حوض خاص لهذا الغرض يتم جمع الأطيان به والتي تأتي من الأحواض خلال عملية غسلها وتنظيفها ويتم ضخ الأطيان بواسطة مضخات خاصة لهذا الغرض إلى مجرى النهر الذي يجب أن يكون في منطقة تقع بعد أنابيب سحب الماء وليس قبلها.

وبعد اكتمال عملية تصفية الماء ينتقل إلى الخزان الرئيسي أيضا بفعل الجاذبية الأرضية لكون مستوى محطة الفلاتر أعلى من مستوى الخزان الرئيسي حيث يتم تعقيم الماء بإضافة الكلور إليه والذي يتم استلامه من محطة الكلور عن طريق منظومة خاصة لهذا الغرض (منظومة الكلور).

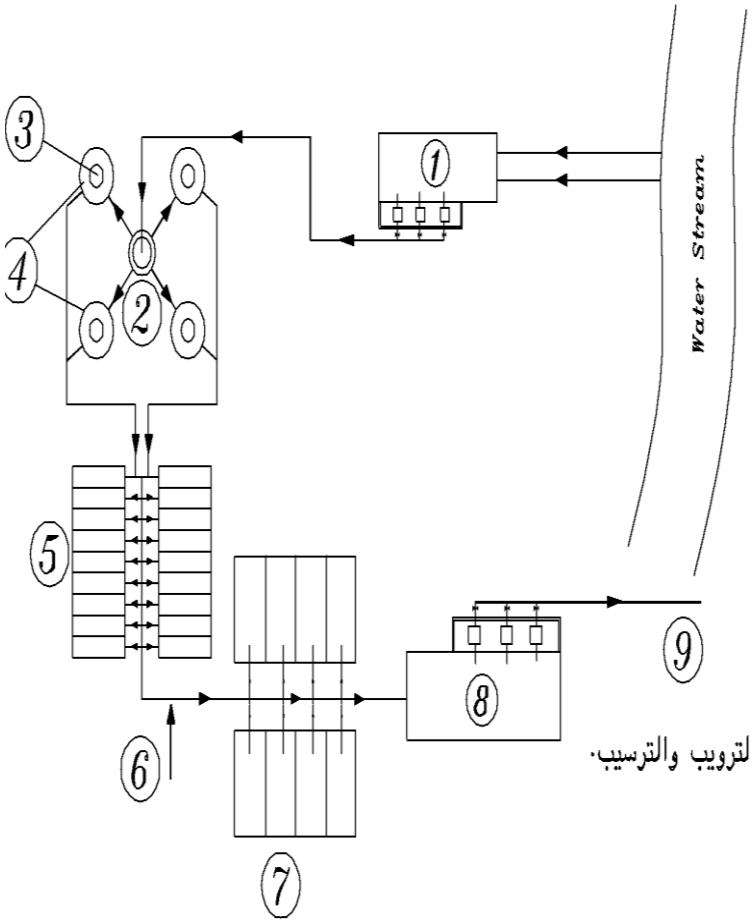


شكل (١) مخطط يبين آلية عمل محطة معالجة الماء

إعمال تصفية وتنقية ومعالجة مياه الشرب

وتشمل هذه الاعمال سحب المياه من المصدر ودفعها إلى محطة التصفية لتقوم بتنقية وتعقيم وضخ الماء إلى المستهلك بعد إن يمر بسلسلة من المراحل التي تقوم بإزالة الأطيان من الماء وتستعمل مواد مساعده لهذا الغرض.وتتألف كل محطة معالجه من المراحل التالية ابتداء من المأخذ وانتهاء بشبكة التوزيع إلى المستهلك:-

١- المأخذ (هيكل السحب و المشبكات وبئر السحب) .
٢- محطة الدفع الواطئ (محطة سحب الماء الخام) .
٣- الخلط السريع .
٤- التلبيد .
٥- الترسيب .
٦- الترشيح .
٧- معالج الأطيان .
٨- الكلورة .
٩- التعقيم .
١٠-خزان المياه المعالجة (الخزان الأرضي)
١١-محطة الدفع العالي.
١٢-شبكة التوزيع أو الخزان العالي.



1- Raw water sump and low lift pump.

2- Flash mixing of coagulant and distribution tan

3- Gentle mixing zone.

4- Sedimentation zone.

5- Filteration zone.

6- Disinfection system.

7- Clear water tank (Ground tank).

8- Clear water sump and high lift pump.

9- To distribution network.

١-بيارة المياه العكرة ومضخات الرفع الواطئ.

٢-حوض المزج السريع وتوزيع المياه على احواض الترويب والترسيب.

٣- حيز المزج البطئ.

٤- حيز الترسيب.

٥- مبنى المرشحات.

٦- وجود نظام التطهير.

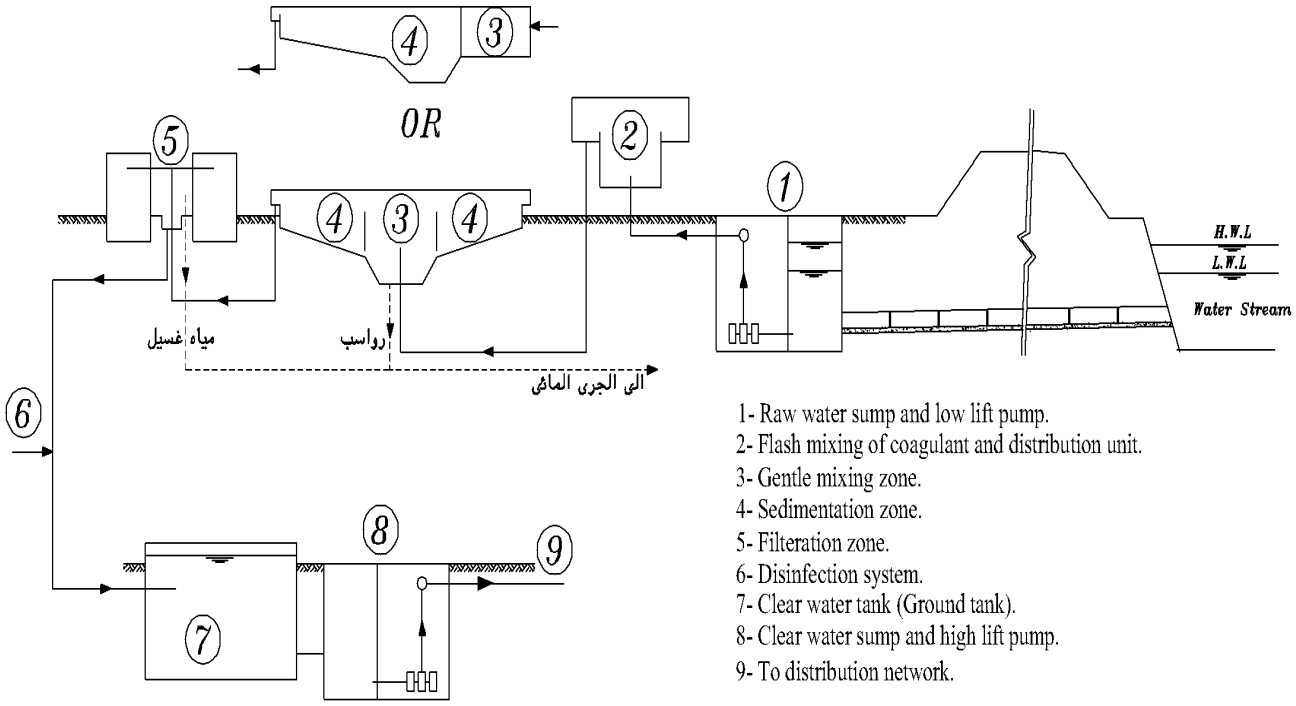
٧- خزان المياه المعالجة (الخزان الارضى).

٨- بيارة المياه المعالجة ومضخات الرفع العالى.

٩- الى شبكة توزيع المياه.

General Layout of Water Treatment Plant (WTP)

الموقع العام لمحطة معالجة مياه الشرب



1- Raw water sump and low lift pump.
2- Flash mixing of coagulant and distribution unit.
3- Gentle mixing zone.
4- Sedimentation zone.
5- Filteration zone.
6- Disinfection system.
7- Clear water tank (Ground tank).
8- Clear water sump and high lift pump.
9- To distribution network.

١-بيارة المياه العكرة ومضخات الرفع الواطى.
٢-حوض المزج السريع وتوزيع المياه على احواض الترويب والترسيب.
٣- حيز المزج البطئ.
٤- حيز الترسيب.
٥- مبنى المرشحات.
٦- نظام التطهير.
٧- خزان المياه المعالجة (الخزان الارضى).
٨- بيارة المياه المعالجة ومضخات الرفع العالى.
٩- الى شبكة توزيع المياه.

Hydraulic Line of Water Treatment Planet (WTP)

المسار الهيروليكى لمحطة معالجة المياه

المآخذ

المأخذ هو الأعمال الإنشائية التي تقام على جانب المصدر المائي(نهر-ترعة رئيسية-بحيرة) لسحب المياه العكرة(الخام)بطريقة سليمة وبالكميات المناسبة للاحتياجات . تمر المياه من خلال المصافي إلى أنابيب المأخذ ثم إلى بئر محطة مضخات المياه العكرة (الضغط الواطئ) عادة لضخها إلى محطة التنقية.
وهناك أنواع مختلفة من المأخذ ألا إن اختيار النوع المناسب يتوقف على عدة عوامل أهمها:

١ -مصدر المياه المستعمل ، النهر أو البحيرة أو الترعة.
٢ -خصائص المياه في المصدر (المجرى المائي).
٣ -درجة التلوث لمياه المصدر.
٤ -احتمالات تلوث المصدر المائي.
٥ -تأثير التيارات والفيضانات على مبنى المأخذ.
٦ -عمق المياه وطبيعة قاع المصدر المائي.
٧ -احتياجات الملاحة.
٨ -حماية الكائنات والأحياء المائية.
٩ -اتجاه الرياح.
١٠ - سرعة المياه و حركة الأمواج.
١١ - أبعاد المجرى المائي.
١٢ - الملاحة في المجرى المائي.
١٣ - نوعية أساسات المآخذ الإنشائية.

يجب مراعاة الشروط الآتية بالنسبة لجميع أنواع المأخذ:

١ -أن يكون سعة المأخذ كافية لإمداد المدينة لمدة طويلة مستقبلا بالنسبة للمدينة أو لأي مصدر.
٢ -أن يكون موقع المأخذ فوق التيار لتجنب التلوث.
٣ -أن يكون موقع المأخذ بعيدًا عن المدينة بمسافة تسمح بامتداد المدينة في المستقبل.
٤ -أن يكون المأخذ بعيدًا عن أي مصدر تلوث محتمل مع وقاية موقع المأخذ من أي تلوث مباشر .وذلك بمنع ارتياد أو استعمال الأهالي لمنطقة تمتد عل جانبي الموقع .تصل إلى ٥٠٠ متر فوق التيار و ١٥٠ متر تحت التيار بالنسبة للمأخذ ويكون ذلك بعمل سور من السلك الشائك حول هذه المنطقة وكذلك وضع اللافتات الضرورية.
٥ -أن يكون سحب المياه من متوسط عمق المياه بالمصدر .بحيث تكون أعلى من القاع وأقل من سطح الماء بالمسافات الآمنة ولا تعترض احتياجات الملاحة النهرية.
٦ -أن يكون المأخذ في مكان على خط مستقيم من المصدر قدر المستطاع.
٧ -أن يكون المأخذ بعيدًا عن أماكن الترسيب في المجرى لضمان سحب مياه بدون رواسب بصفة مستمرة.
٨ -أن يكون المأخذ بعيدًا عن أماكن النحر في المجرى لضمان عم انهيار منشآت المآخذ.

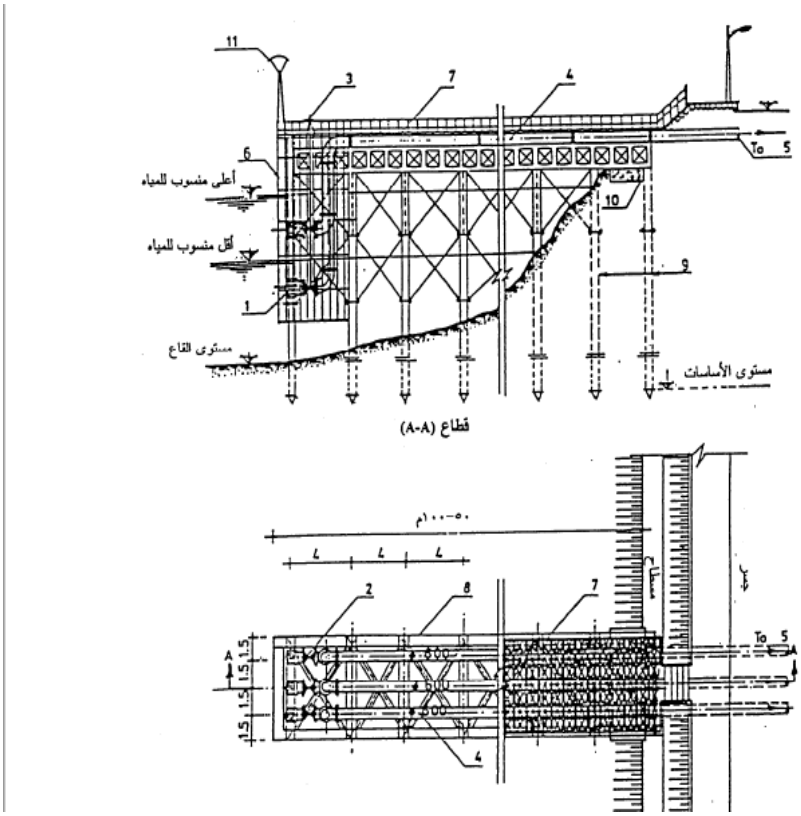
ويجب قبل القيام بأي أعمال إنشائية القيام بعمل القياسات والتحاليل أمام المكان المقترح للمأخذ للتأكد من:
١-نوعية المياه الخام ومناسبتها طبيعيًا وكيميائيًا و بيولوجيًا لكافة الاستخدامات .
٢-مراجعة مناسيب المياه بالمجرى المائي على مدار عدة سنوات .والتأكد من مناسبتها ومراجعة أقصى تغير بين أعلى و أوطأ منسوب لمراعاة ذلك عند تصميم طراز المضخات أفقية أو رأسيه.

أنواع المآخذ

يمكن تقسم أنواع المآخذ إلى ما يلي:

١ -مأخذ مباشر(pipe intake):

هو عبارة عن أنبوب أو أنبوبين أو أكثر تمتد من الشاطئ إلي مسافة كافية بعيدا عنه لتفادي التلوث المحتمل بجواره .وتكون الأنابيب محمولة علي هيكل حديد أو هيكل من الخرسانة المسلحة بحيث لا يعوق الملاحة، بالإضافة إلي وجوب إضاءته خاصة للتحذير من الاصطدام به ليلا وتنزل الأنابيب إلي حوالي متر تحت أقل منسوب للمياه، أو أن يكون للأنابيب أكثر من فتحه لتناسب تغير المنسوب في المجري المائي ويستخدم هذا النوع من المآخذ عادة في الأنهار الكبيرة .

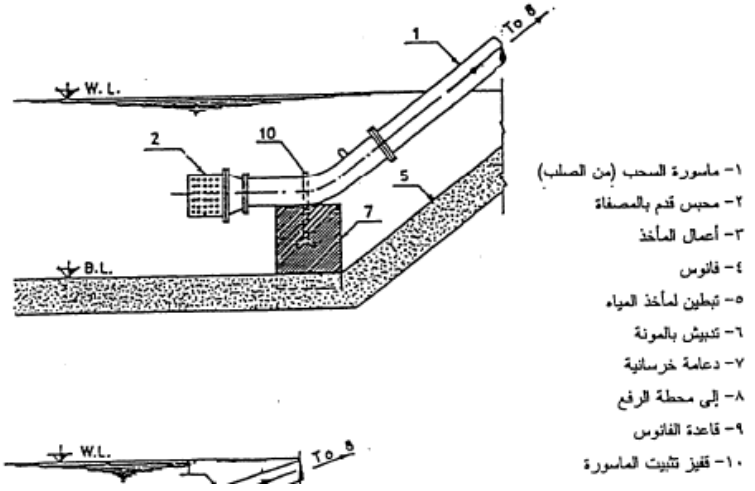


2- مأخذ الشاطئ(Shore intake)

وهو عبارة عن حائط وأجنحة تبني علي الشاطئ مباشرة من الخرسانة المسلحة أو الطابوق لحماية الجسر من الانهيار وبالتالي لوقاية أنابيب المياه وتمتد الأنابيب تحت الجسر، وتنتهي إلي بئر السحب او بئر المياه الخام(الضغط المنخفض عادة) وتوضع المصافي علي المأخذ لحجز المواد الطافية والأعشاب والكائنات. ويستعمل هذا الطراز من المآخذ في القنوات الملاحية وغير الملاحية علي السواء، وفي الأنهار الصغيرة نظرا لأنه لا يعوق الملاحة .

٣-مأخذ مغمور

وهو عبارة عن أنبوبة مثبته في قاع المجري أو السطح المائي بواسطة كتل خرسا نية أو صخرية .
ويستعمل هذا المآخذ في الأنهار أو المجاري الملاحية الضيقة والبحيرات، وفي حالات احتمال تلوث الشاطئ بالمواد الطافية من العوامات والسفن علي الجانبيين.



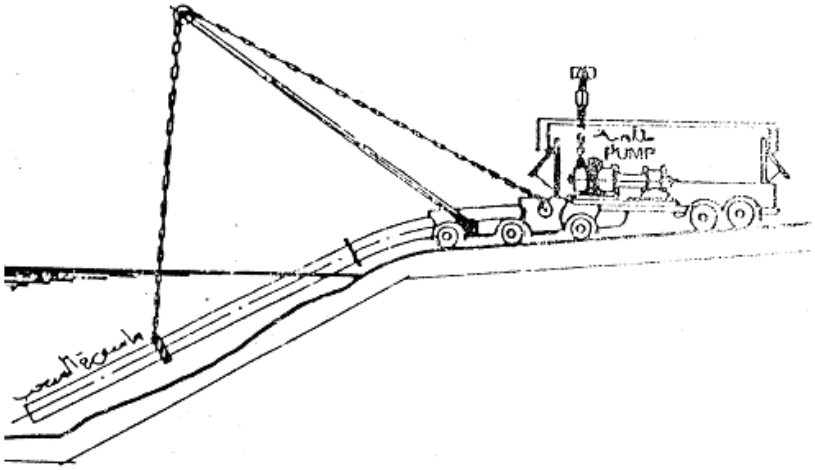
٤-مأخذ البرج

في المسطحات أو المجاري المائية التي يسمح فيها بإنشاء مبان لسحب المياه بحيث لا يعوق هذه المباني الحركة الملاحية في المجري المائي مثل المسطحات المائية العريضة ذات التغير الكبير في منسوب المياه، يمكن إنشاء برج مزود بفتحات تدخل فيها المياه وتركب بداخلة مضخات سحب المياه وتمتد أنابيب

الطرد عن طريق جسر إلى الشاطئ. يستعمل هذا النوع من المأخذ في البحيرات ذات المياه العذبة والمتغيرة مناسيب، ويبني البرج داخل البحيرة على مسافة من الشاطئ وتدخله المياه من فتحات على مناسيب مختلفة ومنها إلى سحارة المأخذ.

٥- مأخذ مؤقت (Emergency Intake):

وهو يستعمل في حالات الطوارئ أو في الحالات المؤقتة التي يستدعى الأمر فيها الاعتماد على المياه السطحية كمصدر للمياه



وهو عبارة عن أنبوبة مرنه ممتدة على حامل يطفو على سطح الماء .الأنبوبة المرنة تكون متصلة مباشرة وغالبًا ما يستخدم مأخذ الأنبوبة على النهر ومأخذ الشاطئ على الترع ويجب مراعاة الشروط الآتية:

١ .عمل الأنبوبة ذات مداخل مختلفة المناسيب مزودة بالصمامات اللازمة حتى يمكن سحب المياه من الطبقات العليا للماء في النهر حيث يقل تركيز المواد العالقة في الماء هذه الطبقات وذلك نظرًا لتغير مناسيب مياه النهر على مدار السنة.

٢ .يفضل أن يكون المأخذ عبارة عن أنبوبين حتى إذا طرأ ما يوقف عمل إحداهما قامت الأخرى بإمداد محطة مضخات المياه بالماء اللازم.

٣ .تزويد المأخذ بالمصافي الثابتة أو المتحركة على أن يراعى عمل سلم بجوار الأنابيب لنزول العمال لعمل أي إصلاحات أو صيانة الأنابيب أو المصافي.

المصافي

الغرض من المصافي هو حجز الأشياء الكبيرة كأغصان الأشجار والنباتات والأجسام الطافية لتي يمكن أن تسد أو تتلف أو تعطل أجهزة ومعدات المحطة كالمضخات والأنابيب وغيرها .أعمال المصافي هي أولى خطوات التنقية وهى إزالة المواد الغريبة من المياه الخام ويجب أن تتم عند نقاط سحب المياه .

وفيما يلي وصف مختصر لثلاثة أنواع من المصافي:-

١ المصافي ذات القضبان(Bar Screens).

وتصنع من قضبان صلب ملحومة ومتوازية موضوعة على مسافات متساوية وتتراوح هذه المسافات من (٥.١ إلى ١٣ مم) في المصافي ذات الفتحات الصغيرة .(ومن ١٣ إلى ٢٥ مم) في المصافي ذات الفتحات المتوسطة

٢ المصافي ذات الشبك(Mesh Screens):

وتسمى أيضًا المصافي الضيقة .وتصنع من نسيج السلك أو ألواح من الصلب الذي لا يصدأ وتصل مساحه الفتحة إلى ١٠ مم ٢ .وتستخدم في حالات المياه التي لا تحتوى على أجسام كبيرة .وتركب رأسيًا في الماء وتنظف أليًا في معظم الأحيان.

٣ المصافي الدقيقة(Micros trainers):

وهي دقيقة لتحجز العوالق والكائنات الحيوانية والنباتية الصغيرة جدا العالقة أو الطافية في الماء ,وتنظف عادة آليا بواسطة دش ماء.

سحارة المآخذ(Intake conduit):

هي الأنبوبة الواصلة من مبني المأخذ علي مصدر المياه حتى بئر السحب (بئر مضخات الضغط المنخفض وهي قد تكون صغيرة(انبوب من الحديد الزهر)أو كبيرة (نفقًا من الخرسانة المسلحة) وبديهي أن تتوقف مساحة مقطع السحارة علي التصرف اللازم إلا أنه في جميع الحالات يجب أن تصمم بسعة كافية لإمداد المدينة بالماء لمدة طويلة مستقبلا، بحيث تجري فيها المياه بسرعة كافية لا يتسبب عنها ترسيب للمواد العالقة في قاع الأنبوبة كما يجب ألا تزيد سرعة المياه داخل السحارة عن تلك القيمة التي تسبب تآكلا في جدران الأنبوبة. والقطاع الدائري هو انسب القطاعات للسحارة من الناحية الهيدروليكية إلا أن صعوبة تنفيذه في بعض الأوقات قد تؤدي إلي أن يلجأ المصمم إلي قطاعات أخري مثل قطاع حدوة الفرس المربع أو المستطيل.

م	المواد المختلفة لأنابيب المأخذ	السرعة(متر /ثانية)	
		السرعة الإقتصادية	السرعة القصوى
١	الخرسانة المسلحة	١.٢	٣-٤
٢	المبانى من الطابوق (Culvert	١.٠	٣-٤
٣	الحديد الزهر (CI)	١.٢٥	٤-٥
٤	الحديد الصلب	١.٥٠	٤-٥
٥	الحديد الزهر المرن	١.٥٠	٤-٥
٦	ألياف الزجاج المقواه بالبلاستيك	١.٢٥	٣-٤

وبتحديد سرعة المياه في السحارة يمكن حساب القطاع المطلوب لأنبوب المأخذ طبقا للمعادلة الهيدروليكية الأساسية لإيجاد التصريف التالية: $Q = A \times V$

كما أنه بتحديد سرعة المياه بالسحارة وبمعرفة طول السحارة يمكن تقدير الفاقد بالاحتكاك (Friction loss) نتيجة لسير الماء في السحارة من المأخذ حتى بئر السحب سحب المضخات وذلك باستعمال أحد القوانين الهيدروليكية التي تبين الفاقد في الضغط بالاحتكاك – وأهم هذه القوانين معادلة دراسة:

$$H = 4fLv^2 / 2gD$$

حيث أن

Q = أقصى تصرف مار في أنبوب السحارة م ٣/ثانية

A= مساحة المقطع المائي متر مربع
H= الفاقد في عامود الضغط متر
L= طول الأنبوب متر
v= سرعة المياه) متر / ثانية
g^2=عجلة الجاذبية الأرضية م/ث
D= قطر السحارة/ متر
f= معامل الاحتكاك ويتوقف علي نوع الأنبوب وتتراوح قيمته من(٠,٠٢ – ٠,٠٤) تبعًا لنوع الانبوب ونعومة سطحها.
والفاقد في المخرج (Entrance loss) كما يمكن حساب الفاقد في المدخل ويمثل مجموعها الفرق بين منسوب المياه في النهر أو الترعة(Exit loss) ومنسوب المياه في بئر مضخات محطة الرفع المنخفض.
وتصنع سحارات المأخذ أما من الحديد الزهر أو من الصلب أو من الخرسانة. ويتوقف اختيار مادة إنشاء السحارة على الأسعار المحلية لكل نوع سواء كانت هذه الأسعار للتوريد أو للتركيب أو الإنشاء كما يتوقف علي مدي تواجد هذه الأنواع في الأسواق وكذلك علي عمرها الافتراضي وتكاليف التشغيل والصيانة لها.
الانابيب الخراسانية أكثر الأنابيب استعمالا لسحارات المأخذ الموصلة من مأخذ الشاطئ إلى بئر المياه العكرة التي تسحب منها محطة الضغط المنخفض المياه إلي أعمال التنقية، وهي أما مسلحة أو غير مسلحة ويتم إنتاجها أما مصبوبة خارج الموقع أو مصنعة في الموقع .
مميزات الأنابيب الخراسانية:-
١ -تقاوم الضغط الخارجي.
٢ -لا تحتاج تكاليف لصيانتها
٣ -لا تتآكل بفعل المياه الجوفية إلا إذا احتوت هذه المياه الجوفية أملاح ذائبة ذات تركيز عالي.
٤ -لا تحتاج إلي وصلات تمدد.
٥ -لا تحتاج إلي خبرة عالية في التصنيع والإنشاء في الموقع كما أن الرمل و الحصو يتوفران في أماكن كثيرة وبذلك تقل تكاليف النقل نظرا لاقتصاره علي حديد التسليح والأسمنت.
عيوب الأنابيب الخراسانية :
١ .يتسرب منها الماء نتيجة لمسامية الخرسانة وتشققها.
٢ .لا تتحمل الضغط الداخلي العالي.
٣ .صعوبة إصلاحها.
٤ .ثقيلة الوزن مما يضطرنا لتصنيعها بأطوال قصيرة لسهولة نقلها وتقليل احتمالات كسرها.

<u>أنبوب السحب:</u>

- وهو الأنبوب الرئيسي الناقل للماء الخام من النهر أو الجداول والمتصل بمضخة السحب والمجهز بقفل وحيد الاتجاه لتفادي رجوع الماء إلى النهر.
- يفضل أن يكون الأنبوب مطلي (گلفنايز) وبقطر يكفي لتزويد الوحدة المائية وحسب طاقتها التصميمية
- يفحص الأنبوب لمعرفة إن كان هناك تآكل.

هيكل السحب:

الغرض الأساس من إنشاء هيكل السحب هو لحمل أنابيب سحب الماء الخام من النهر أو أي مصدر للمياه ودفعه إلى وحدة معالجة المياه على أن يتم سحب الماء من مختلف المستويات الواطئة جدا أو العالية بعد تخليص الماء من الشوائب والعوالق من خلال مُشبكات مصممة بشكل يخدم الغرض أعلاه.

١ ـ محتويات هيكل السحب:

من الأجزاء المهمة في هيكل السحب هي المُشبكات والإقفال التي تتحكم بمجرى الماء وكميته، وهي تقوم بعزل ومنع دخول الشوائب والأجزاء الطافية نباتية كانت أم حيوانية لتفادي إغلاق فتحات سحب المياه وتجنب الإضرار لمضخات السحب في حالة نفاذها. يفضل استخدام مرحلتين من المُشبكات واحدة ثابتة والأخرى متحركة يمكن إخراجها وتنظيفها في أي وقت.

الأقفال تؤمن غلق كامل لمجرى المأخذ (من النهر إلى الوحدة المائية وبالعكس) ولتأمين المياه بشكل مُستأمن في حالات انخفاض مستوى الماء بشكل كبير ينصب أكثر من مأخذ سحب على أعماق مختلفة في النهر لسحب ماء نظيف وصالح للاستخدام.

٢ ـ هياكل السحب المشيدة على الأنهار والجداول:

تتعرض مآخذ المياه هنا لاحتمالات عالية للانسداد بسبب تجمع كميات كثيرة من الألياف النباتية و المواد الطافية، لذلك يجب استخدام المُشبكات والتي يمكن تنظيفها بسهولة وبالتالي ضمان ديمومة عمل هيكل السحب بكفاءة.

٣. التنظيف وإزالة الرمال:

مآخذ السحب المنصوبة على الأنهر والجداول معرضة لتجمع الرمال المترسبة في القاع، وعليه وبشكل دوري يتحتم القيام بتنظيف وإزالة هذه الترسبات بطرق ميكانيكية مختلفة وذلك باستخدام الحفارات أو بواسطة المضخات الغاطسة بدفع الماء (Water Jetting) المضغوط لإزاحة الرمال.

4. مكونات مأخذ السحب:

أ- هيكل مأخذ السحب (الهيكل الحديدي).
ب- المُشبكات .
ت- أنبوب السحب.
ث- المصافي.
ج- الصمام القدمي (foot valve).

هيكل مأخذ السحب (الهيكل الحديدي):

يمثل الهيكل الحديدي الجزء الحامل و الحامي لجميع وحدات وأجزاء هيكل السحب مثل المُشبكات، الأنابيب، والمضخات و يتحمل تيار الماء الجارف وكذلك تفادي التآكل الميكانيكي لاجزاءه , ويتصف:-

١. يتحمل تيار الماء الجارف أو العواصف.
٢. أن يكون قادر على حمل المشغلين وجميع القطع والآلات الميكانيكية.
٣. يكون مفتوحا لسهولة القيام بإعمال الصيانة والإصلاح.
٤. معزول كهربائيا ومجهز بمنظومة توصيل ارضي.
٥. يحمي المضخات والمفاتيح الكهربائية ويطلى بمادة الايبوكسي المضادة للتأكسد.

٦. يصمد أمام ظاهرة التعرية والتأكسد للضفة العابرة له وذلك بإضافة أحجار كبيرة للتغطية وتحمل فعل تيارات الماء.
٧. فيه طول كافي داخل النهر للوصول إلى العمق المطلوب.

٧. الصيانة:

- يراقب هيكل السحب لمعرفة حالته والتأكد من عدم وجود نزول أو ميل.
- فحص نقاط اللحام.
- صبغ الأجزاء المتضررة والمتآكلة بشكل دوري.
- إزالة الشوائب والرمال المتواجدة على الهيكل لتجنب التآكل.

. أسئلــة:

(١) عمل المشبكات هو عزل ومنع دخول الشوائب والأجزاء الطافية.

□ صح □ خطأ

(٢) يجب أن يكون الهيكل الحديدي معزول كهربائيا ومجهز بمنظومة توصيل أرضي.

□ صح □ خطأ

(٣) من الممكن القيام بأعمال الصيانة أثناء تشغيل المضخات.

□ صح □ خطأ

محطة السحب

يبدأ عمل محطة السحب كمرحلة أولى بسحب الماء من النهر بواسطة مجموعة من الأنابيب يتناسب عددها ومقاساتها مع عدد مضخات السحب وطاقتها الإنتاجية وتكون هذه الأنابيب مستندة على الهيكل الحديدي المقام على النهر وفي بداية كل أنبوب توجد مصفاة مصنعة من الحديد لتصفية الماء من العوالق الكبيرة لكي لا يحدث إنسدادات في الأنبوب أو قد يؤدي دخولها إلى تلف الأجهزة الدوارة كالمضخات وأحيانا يستخدم (صمام من نوع بوابة) على كل أنبوب سحب عند منتصف المسافة بين المأخذ ومضخة السحب لغرض غلق الأنبوب في حالات الطوارئ أو الصيانة وتكون هذه الصمامات محاطة بخندق خرساني منشأ لهذا الغرض.

صورة رقم (١) أنابيب السحب

صورة رقم (٢) صمامات من نوع بوابة

وتتكون محطة السحب من الأجزاء التالية:-

1- المضخات.
2- الغطاسات.
3- الكرين الجسري.
4- منظومات السيطرة الكهربائية والمحولات.
5- المولدات.

١ـ مضخات الرفع الواطئ(الضغط الواطئ):

الأنابيب الآتية من النهر تدخل إلى محطة السحب حيث يرتبط كل أنبوب بمضخة (مضخة طرد مركزي) عن طريق تحويله وعدد هذه المضخات وطاقتها يتناسب مع الطاقة الإنتاجية التصميمية للمحطة ومن المفضل نصب هذه المضخات بمنسوب يتناسب مع أوطأ منسوب لماء النهر والغرض من ذلك هو مساعدة المضخة على السحب وبأقل جهد عند انخفاض منسوب ماء النهر إلى مستواه الأدنى وكذلك تأمين امتلاء أنبوب السحب بالماء دون الحاجة إلى إملاء خارجي ويوجد في بداية كل مضخة (صمام دخول) وفي نهايتها (صمام باتجاه واحد مع صمام خروج) لغرض غلق وفتح الماء عن المضخة أثناء الصيانة أو العطل. وهذه المضخات لا تعتمد على نظام الإملاء لكونها منصوبة في قاعة ذات مستوى أوطأ من مستوى النهر ويفضل إن يكون منسوب المضخات دائما أوطئ من مستوى الماء في النهر وذلك لتفادي حدوث ضغط سالب (أي اقل من الضغط الجوي) مما قد يؤدي إلى دخول الهواء إلى الأنبوب على شكل فقاعات او تصاعد الغازات والابخره الذائبة في الماء على شكل فقاعات أيضا مما قد يؤثر على تصريف المضخة إضافة إلى تأكل الأنابيب والمضخة وهذه الظاهرة تدعبال(التكهف Cavitations) وترتبط الأنابيب الخارجية لهذه المضخات بأنبوب واحد (نهايته في أحواض الترسيب).

العوامل التي يتوقف عليها تصريف مضخات الرفع الواطئ:-

١-عدد السكان الذين يخدمهم المشروع(المحطة).

٢-متوسط الاستهلاك السنوي لتر/شخص/يوم.
٣-التغيرات التي تحدث في هذا المتوسط.
٤-سعة الخزانات المرشحة.
٥-ساعات تشغيل محطات الضخ في اليوم.

أنواع المضخات:-

١-المضخة العاكسة.
٢-المضخة اليدوية.
٣-المضخة الانتباذ يه.

وتعتبر المضخات الانتباذبة وهي المضخات التي لها دفاعه تقوم بدفع الماء وذلك عند وحدات ألدفاعه بسرعة تتراوح بصوره عامه بين(٣٠٠٠-٩٠٠)دوره/دقيقه وقد تصل السرعة في المضخات الصغيرة إلى (٦٠٠٠) دوره/دقيقه ويجب إن تكون المضخة مملوءة بالماء عند البداية بالضخ.

ويكون دخول الماء في المضخة من المركز ويخرج من خلال الدفاعات قطريا،وبغض النظر عن كفاءة المنخفضة وصغر شحنة الامتصاص فان المضخات الانتباذيه تمتاز بأنها قليلة ألكلفه،صغيرة المساحة،قليلة المشاكل عند التشغيل، ولها القابلية على إعطاء جريان ثابت.

خواص المضخة:-

يعتمد تصريف المضخة على شحنة الضخ ولها الكفاءة القصوى عند قيمه معينه لكل من التصريف(Q) والشحنة(H).يمكن استخدام أكثر من مضخة وتربط إما على التوالي أو على التوازي أو كلاهما.فعندما تربط المضخات على التوازي يزداد التصريف (Q) وعندما تربط على التوالي تزداد الشحنة(H) وعند الربط المختلط فيزداد كلا العاملين الشحنة والتصريف.

صورة رقم (٣) المضخات

الغطاسات:

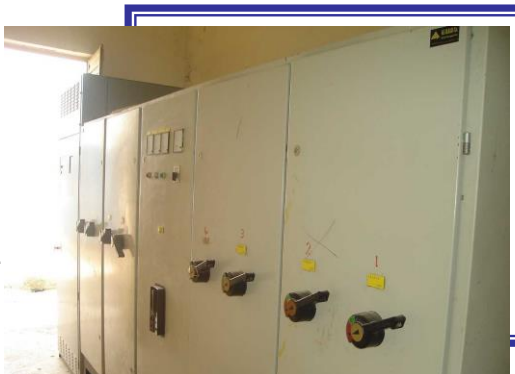
وظيفة هذه الغطاسات هو سحب الماء المتجمع في قاعة مضخات السحب ورفعه إلى أقرب نقطة تصريف ،عدد هذه الغطاسات وطاقتها يعتمد على عدد مضخات السحب الموجودة في القاعة وعلى حالتها وعلى نوعية الإدامة والصيانة الدورية التي تجري على هذه المضخات لغرض تقليل ضائعات الماء عن طريق التسرب الذي يحدث من منطقة الحشوة لهذه المضخات وتكون هذه الغطاسات في منهول خرساني يقع في أوطأ منطقة في قاعة مضخات السحب لغرض تجميع الماء.

١-٣ الكرين:

يتم توفير كرين في قاعة السحب قابل للحركة والانزلاق بصورة أفقية على طول القاعة والوظيفة الأساسية له القيام برفع أي جزء عاطل أو جزء يحتاج إلى صيانة من أسفل القاعة إلى الخارج لغرض صيانته وإرجاعه، ويكون الكرين مستند على حديد شيلمان (U-channel) من جانبي القاعة.

١-٤ منظومات السيطرة الكهربائية والسيطرة:

توجد في محطة السحب غرفة السيطرة الكهربائية حيث تحتوي على عدد من البوردات ويخصص بورد للتحكم بتشغيل وإطفاء كل مضخة بالإضافة إلى بوردات التحكم المجاورة لكل مضخة والتي تحتوي على نقطة التشغيل والإطفاء مع نقطة إطفاء الطوارئ لتأمين العمل أثناء الصيانة ويوجد أيضا بجوار البوردات قواطع الدورة الكهربائية الرئيسية ويوجد قاطع الدورة الرئيسي والمحولة الكهربائية.



صورة رقم (٨) بورد التحكم

صورة رقم (٩) المحولة

١-٥ المولدات:

يجب توفير مولدات تتناسب طاقتها وقدرتها بما يكفي لتوفير الطاقة اللازمة والمطلوبة لكل وحدات محطات الماء الكبيرة من مضخات سحب ودفع ومحركات المزج السريع والبطيء وبوسترات الكلور وحاقنات الشب والتدفئة والتبريد والإنارة كما يجب توفير أكثر من مولدة واحدة لغرض استخدامها في حالة عطل أو صيانة المولدة الأخرى.

صورة رقم (١٠) المولدات

الصيانة:

لقد تم وضع خطة شاملة لفحص وصيانة الأجزاء والمضخات الموجودة في محطة السحب وتتلخص خطة الصيانة بالاتي:-

١- الصيانة اليومية (Daily):

وتتضمن فحص وتنظيف الأجزاء التي تتكون منها المضخة مع فحص وتنظيف المشابك (Sliding Mesh) المحيطة بالهيكل الحديدي عند النهر.

٢- الصيانة الأسبوعية (Weekly):

وتتضمن فحص ومعاينة أنبوب الغسل العكسي (Back Washing) مع فحص وتنظيف كيجات الضغط الخاصة بالمضخات مع فحص وتنظيف الغطاسات (Submersible Pumps).

٣- الصيانة الأسبوعين (Bi-Weekly):

وتتضمن فحص البكنات الموجودة في المضخات واحتياجها لإضافة بكن إضافي أو عدم احتياجها لذلك.

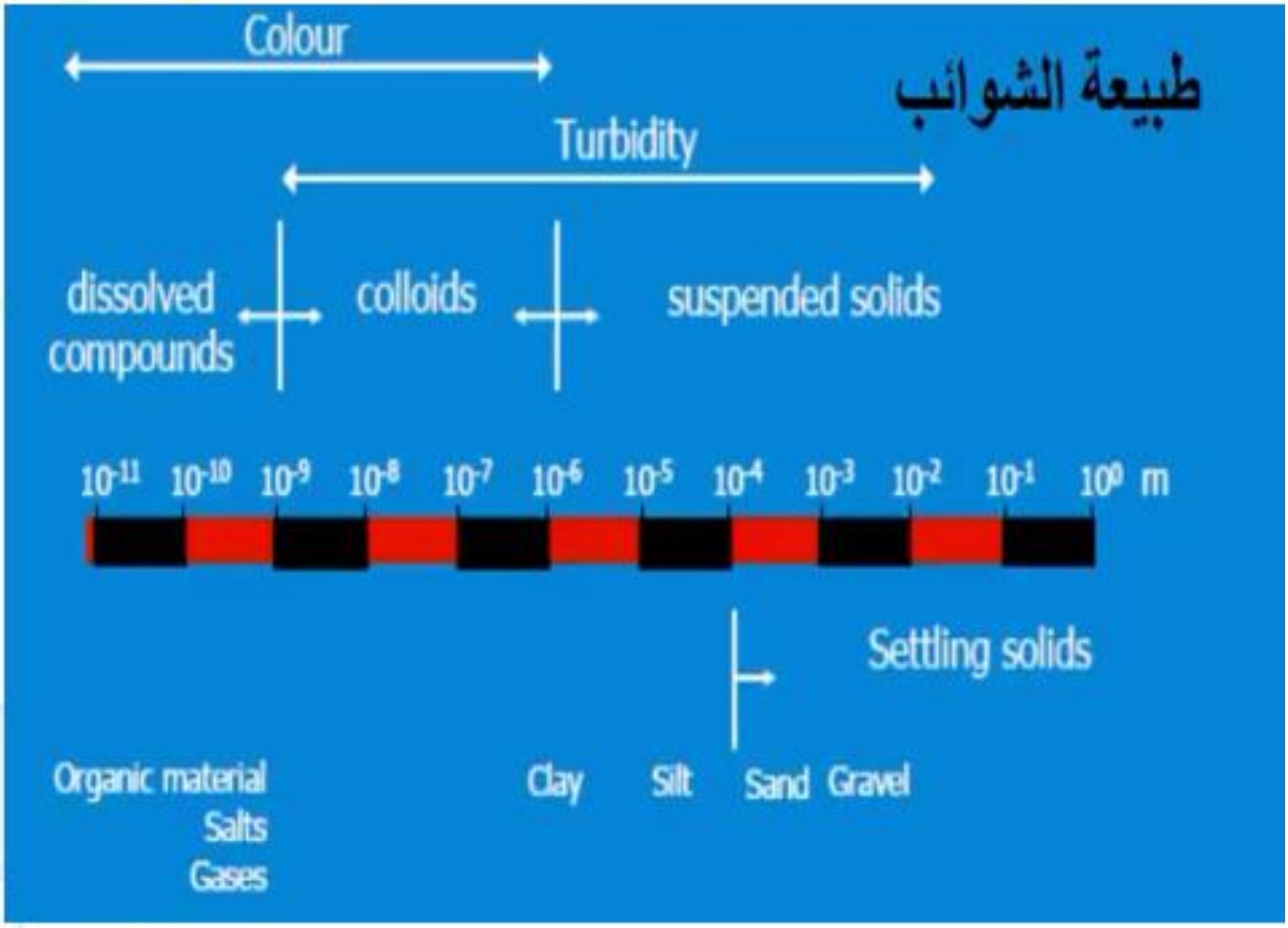
٤- الصيانة الشهرية (Monthly):
وتتضمن أخذ درجات الحرارة بواسطة جهاز الحرارة (Heat Tester) و (Bearing) الخاص بالمضخات و الموتور مع ملاحظة إن كانت تحتاج إلى تشحيم مع فحص الغطاسات والكرين.
٥- الصيانة (3-Months):
وتتضمن فحص وتنظيف الفالفات (Inlet, Outlet & non return valves) الخاص بالمضخات مع فحص كريز بيرنك المضخات.
٦- الصيانة (6-Months):
فحص ومعاينة (Shaft Sleeve) الواقع تحت البكن من الاحتكاك والموجود في مضخات الطرد المركزي (Centrifugal Pumps) مع فحص وتنظيف أنبوب وفالفات الغسل العكسي (Back Washing) مع المصافي الموجودة عند النهر.
٧- الصيانة السنوية (Year):
القيام بفحص وتنظيف مع تشحيم كافة الفالفات ((Over all checking of valves (Gate valve, Check valve) مع فحص وتشحيم الكرين مع فحص وتشحيم كافة المضخات .

الترويب والتنديف

الغرض من هاتين العمليتين هو المساعدة في ترسيب المواد العالقة وخاصة غير القابلة للترسيب.

عملية الترسيب إما أن تكون:

١-طبيعية "الترسيب الذاتي"
٢-إضافة مواد مساعدة كيماوية "الترسيب باستعمال المُرَوِّبات



ما هو الترويب وما الغرض منه: -

الترويب هي عملية إضافة المروبات الى المياه الخام في وجود الخلط السريع لضمان خلط المروب او الشب بكل قطرة ماء خام.

الغرض من الترويب تبديد الاستقرار الموجود بين الجسيمات والشوائب بالمياه وتكوين الندف .

الترويب

تعريف عملية الترويب : يمكن تعريف الترويب على أنه بداية استجابة الجسيمات بطيئة الترسيب في المياه الخام لعمل ندف دقيقة عند إضافة المُرَوِّب(عادة يستخدم الشب كمادة مروبة) للمياه مشكلة سحابة هلامية ويستلزم ذلك عملية خلط سريع لضمان توزيع متماثل للمادة المُرَوِّبة.

أنواع المروبات:-

- **الشبة (كبريتات الالمونيوم) ورمزها الكيميائي**
  $Al_2(SO_4)_3 . 14H_2O$
- **كلوريد الحديد Ferric Chloride ورمزه الكيميائي**
  $FE\ Cl_3 . 6H_2O$

كبريتات الحديدوز Ferric Sulphate
$Fe\ SO_4 7H2O$

وكبريتات الحديديك ($Fe_2(SO_4)\ 9H_2O$)

ملاحظة: -يستعمل الشب كمروب بشكل واسع وذلك لرخص ثمنه وتوفره وكفاءته العالية في الترويب.

كيف يعمل الشب: -

$$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O + 3Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 3CaSO_4 + 2Al(OH)_3 + 6CO_2 + 14H_2O$$

- تتفاعل الشبة مع قلوية المياه لتكون الندف الهلامية المكونة من هيدروكسيد الالومنيوم $Al(OH)_3$.
- أيون الالومنيوم الثلاثي التكافؤ والموجب الشحنة يعادل الجسيمات السالبة الشحنة للعكارة أو اللون ويحدث ذلك في خلال ثانية أو ثانيتين بعد إضافة المروب
- في هذا الوقت تبدأ الجسيمات في التجمع لتكوين جسيمات أكبر حجما
- تتكون الندف التي تجمعت أولا من جسيمات صغيرة (ندف دقيقة) وهي لا تزال ذات شحنة موجبة نتيجة المروب المضاف وتستمر في معادلة الجسيمات السالبة الشحنة حتي تصبح جسيمات متعادلة
- زمن هذا التفاعل من ١-٧ ثواني

وفيما يلي المعادلة بالرموز ثم بالأوزان الذرية:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(HCO_3)_2 \leftrightarrow 2Al(OH)_3 + 3Ca\,SO_4 + 6CO_2 \quad \ldots (1)$$

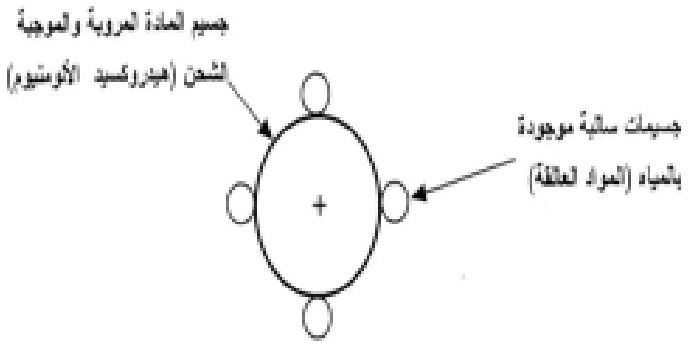
$$Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(OH)_2 \leftrightarrow 2Al(OH)_3 + 3Ca\,SO_4 \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

وفي كلتا الحالتين يتكون هيدروكسيد الألمونيوم الغير قابل للذوبان ، وهو الأساس في عملية الترويب .

وتأتي كبريتات الألومونيوم عادة على شكل حبيبات مبلورة وتحتوى على ماء التبلور وتركيبها الكيميائي $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ ، ولا بد أن نأخذ هذا الماء (ماء التبلور) في الاعتبار عند حساب الأوزان في المعادلة كالتالي:

$$Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O + 3Ca(OH)_2 \leftrightarrow 2Al(OH)_3 + 3Ca\,SO_4 + 18H_2O$$

تؤدي عملية الترويب والتنديف إلى تعادل أو تقليل جهد زيتا للمواد الصلبة غير القابلة للترسيب ، بحيث يمكن لقوة " فان درفال " أن تبدأ في جذب الجسيمات معاً وعندئذ تتمكن الجسيمات الغير قابلة للترسيب من التجمع في مجموعات صغيرة من الندف الدقيقة.



- كبريتات الألمونيوم من المواد الشائعة المستخدمة في عملية الترويب وأسمها الدارج هو الشب وصيغتها الكيميائية $Al_2(SO_4)_3.nH_2O$ وعند ذوبان هذا المُرَوَّبْ وتأينه في الماء فإنه يكون أيونات الألومنيوم ثلاثية التكافؤ (Al^{+++})ويتراوح نطاق الجرعة من (15- 100) ملغم / لتر .
- وحيث أن الشب هو الأكثر استعمالا لتعجيل حدوث الترسيب الطبيعي عن طريق الترويب /التنديف، لذلك فإنه من المهم فهم الكيفية التي تعمل بها عملية الترسيب للمساعدة على إزالة البكتريا الممرضة والجسيمات الأخرى التي تسبب العكارة والطعم والرائحة .
- الشب الصلب يمكن الحصول عليه في أكياس تزن من 40-50 كغم ،على شكل كتل أو حبيبات أو مسحوق ،كتلة المتر المكعب منها حوالي 480 كغم.
- أما السائلة فتنقلها سيارات نقل صهريجيه زنة 50 طن أو أكثر، كتلة المتر المكعب منها حوالي 770 كغم.

الشب الصلب المستخدم في محطات المياه يحتوى على 14-16 من أوكسيد الألمونيوم ،بالإضافة إلى ماء التبلور ، ولهذا فإن كبريتات الألمونيوم الفعالة تكون نسبتها في الوزن 84-86٪. أما السائلة فيكون تركيزها حوالي 50 ٪ من الشب الصلب .

الشب سريع الذوبان في الماء ، وينتج محلول حامضي لذلك يتطلب استخدام المواد المقاومة للتآكل في الأحواض والمضخات وشبكات الأنابيب.

تتفاعل كبريتات الألمونيوم مع القلوية الطبيعية في الماء وإذا كانت هذه القلوية غير كافية فإننا نعمل على زيادتها بإضافة الجير لتكوين ندف من هيدروكسيد الألمونيوم .

الخلط السريع (Flash mixing):-

هو مزج المواد المُرَوِّبَة مع المياه الخام والغرض من المزج السريع هو التوزيع المتماثل للمواد الكيماوية المُرَوِّبَة خلال المياه وتحدث هذه العملية في وقت قصير جدا (عدة ثوان) وتكون النتيجة الأولية لهذه العملية هي تكوين جزيئات صغيرة جداً.

التلامس الأول للمُرَوِّبْ مع المياه هي الفترة الزمنية الأكثر حرجاً في عملية الترويب بأكملها وذلك لان تفاعل الترويب يحدث بسرعة، ولذا فمن المهم أن يتلامس المُرَوِّبْ والجسيمات الغروية فورا وبعد إضافة المُرَوِّبْ.

يتم الخلط السريع داخل احواض المزج السريع(Flash mixer)

المعايير التصميمية:-

زمن الخلط من(30 -60) ثانية

قيمة الG value =1500 ثانية -1

زمن المكث في الخوض من 30-60 ثانية

سرعة الخلاط من 60-120 دورة في الدقيقة

قطر الخلاط من ثلث النصف قطر الحوض

طول عمود الخلاط ثلثي عمق المياه في الحوض

وسائل المزج السريع:-

لكى تتم عملية الترويب فإنه يجب مزج المواد المروبة (الشب) مع المياه بأسرع وقت (عدة ثوان) حيث ان زمن التفاعل قصير وتعرف عملية المزج هذه بعملية المزج السريع (Flash-mix) .

ويتم بأحد الوسائل التالية:-

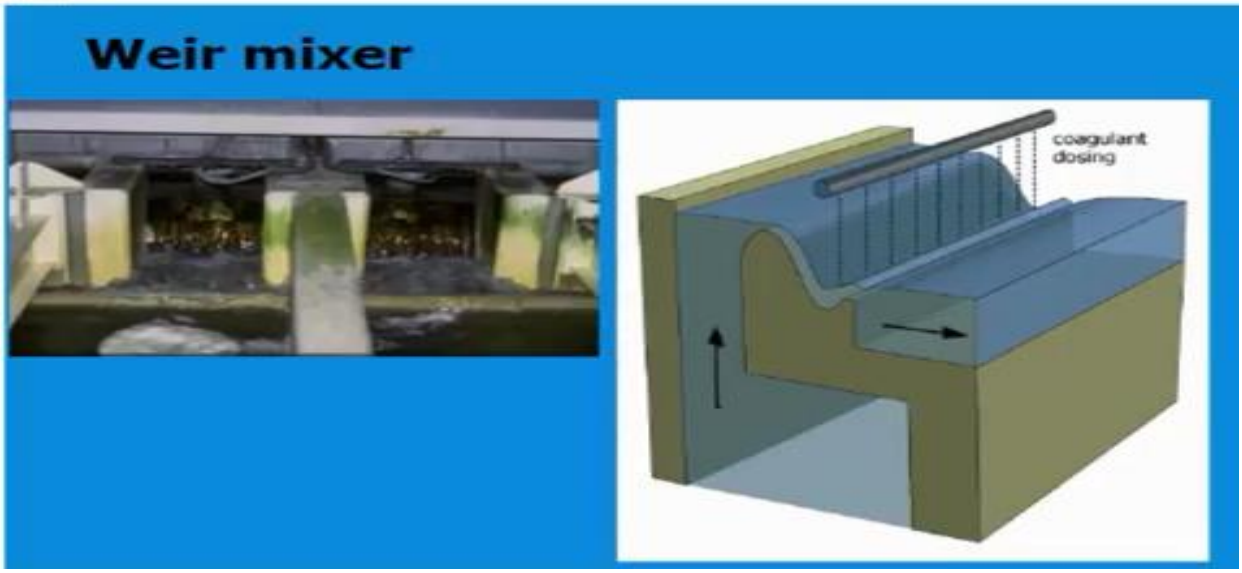
1- المزج الهيدروليكي .

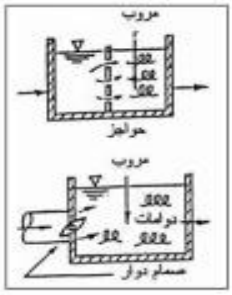
2-المزج الميكانيكي .

3-المزج بنظام الهواء المضغوط.

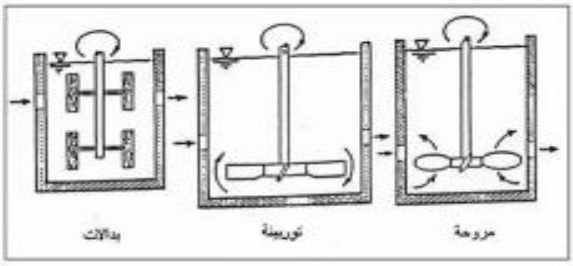
4-المزج بطريقة الحقن في خط المياه العكرة .

الخلط الهيدروليكي

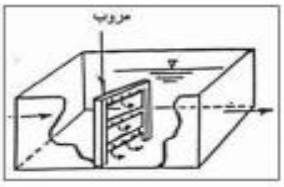




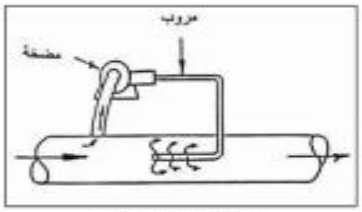
نظام الخلط الهيدروليكى



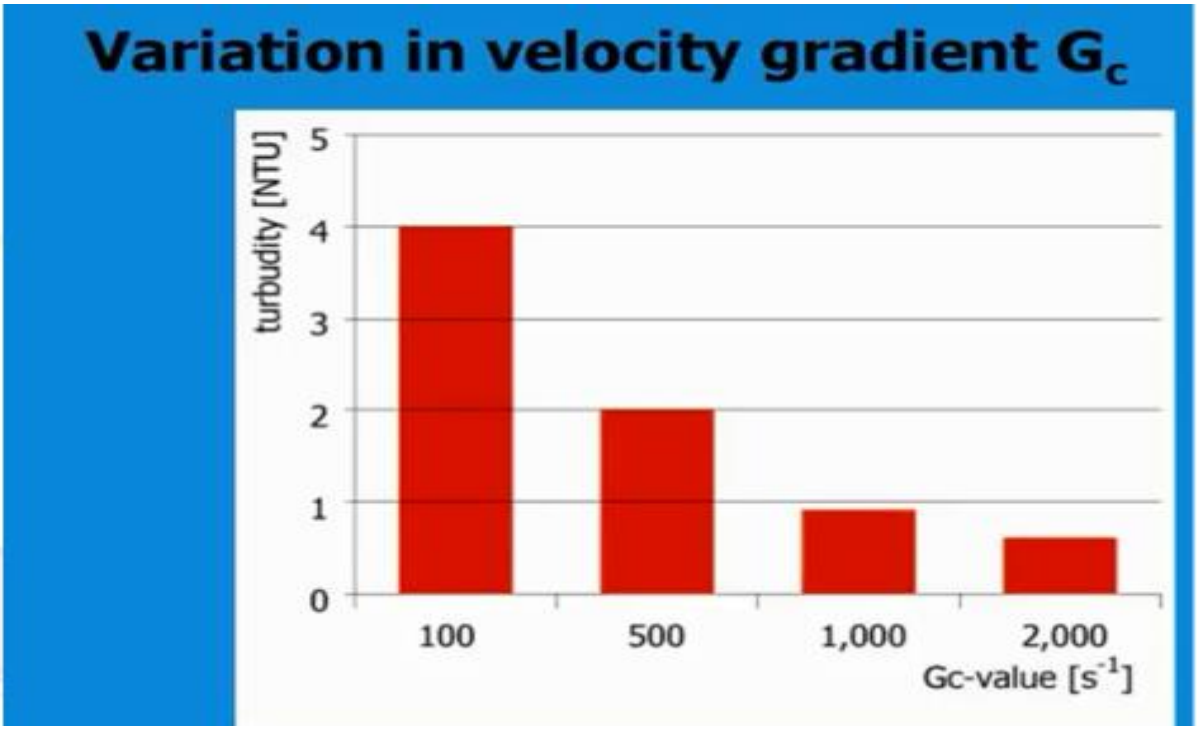
خلاطات ميكانيكية



الخلط باستخدام الناشر



مضخة تغذية فى الخط


Variation in velocity gradient G_c
turbudity [NTU]
0
1
2
3
4
5
100
500
1,000
2,000
Gc-value [s^{-1}]

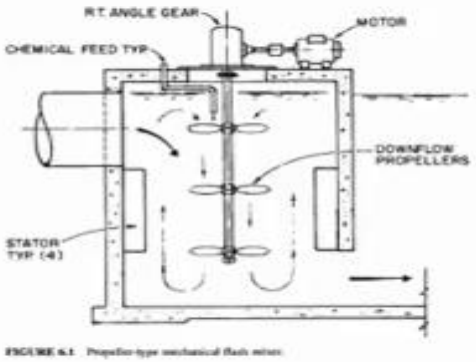
water treatment
VEOLIA
2015.10.25
Static mixer

Mechanical mixing

الخلط الميكانيكي

$$G_c = \sqrt{\frac{P}{\mu \cdot V}}$$

G_c =	velocity gradient for rapid mixing	[s^{-1}]
P =	dissipated power	[W]
μ =	viscosity	[$N \cdot s/m^2$]
V =	volume of mixing tank	[m^3]



$$P = k \rho n^3 d^5 \qquad \text{Whera} \qquad k = 1$$

Mechanical mixing

تصنيع الشبة

الشبة الصلبة:

- يتم تصنيعا في مصانع متخصصة و يتم تحضيرها بالتعامل الكيميائي بين حمض الكبريتيك مع أحد الخامات الغنية بالألومنيوم مثل البوكسيت (أكسيد الألمونيوم)
- من النوع النقي
- تكون على هيئة قوالب أو قطع صغيرة أو حبيبات
- تكون خالية من المواد الضارة و التي تحددها المواصفات القياسية

تصنيع الشبة

الشبة السائلة:

- يتم تحضيرها بالتعامل الكيميائي بين حمض الكبريتيك مع أحد الخامات الغنية بالألومنيوم مثل الكاولين .
- يجب أن تكون بالمواصفات الآتية:
  - من النوع النقي
  - خالية من المواد الضارة بالصحة و التى تحددها المواصفات القياسية
  - شفافة بحيث تسمح بقراءة أجهزة القياس بسهولة

العوامل المؤثرة علي اداء الشبة

- الشبة تعطي أفضل نتائج في مدي الاس هيدروجيني يتراوح بين ٥,٥ الي ٧,٥
- كما تتأثر كل من الشبة أو كبريتات الحديديك بقلوية المياه الخام فاذا كانت القلوية ليست عالية بدرجة كافية فلن تتكون ندف فعالة.
- ان زيادة العكارة ودرجة الحرارة **وقوة الخلط** يمكن ايضا ان تحسن من عملية الترويب.

تجهيز أحواض الشب

الإنشاء:

محلول الشب محلول حامضي آكال يتفاعل مع المادة الحاوية له لذلك يتم إنشاء أحواض تجهيز المحلول من المباني أو الخرسانة ثم يتم تبطينها بمادة لا تتأثر بالأحماض مثل السيراميك أو تدهن بمواد لا تتأثر بالأحماض مثل الايبوكسي.

تركيز المحاليل:

يتم عادة تخفيف المُرَوِّبات في محطة المعالجة إلى محاليل ذات تركيزات مناسبة قبل إضافتها إلى المياه الخام ، وغالباً ما يكون قوة تركيز محلول الشب المستخدم يتراوح من 5-10٪ للمياه ذات العكارة المنخفضة ، من 20-30٪ للمياه ذات العكارة المرتفعة .

تحضير محلول الشب:-

- عند تحضير محلول الشبة من الشبة الصلبة فيتم إضافة ١٠٠ كجم لكل متر مكعب من المياه في الحوض لتعطي تركيز ١٠%
- في حالة الشبه السائلة (٥٠%) ذات كثافة ١.٣٢ فيتم التخفيف إلى ٢٠% من وزنها (ما يعادل ١٠% صلبة).يفضل ان يكون تركيز محلول الشبة السائلة في حدود (٢٠-٣٠%)

ما معنى التركيز ١٠%:-

معنى ذلك ان هناك ١٠ غم من الشب تضاف الى كل ١٠٠ مللي لتر من الماء.

١٠ غم شب	١٠٠ مللي لت ماء
١٠٠ غم شب	١٠٠٠مللي لتر=١لتر ماء
١٠٠كغم شب	١٠٠٠ لتر ماء=١ م^3 ما

مثال (أ) لتركيز حوض:-

سعة حوض الإذابة لمحطة ما ..! هو 50 م3 والمطلوب تجهيزه بمحلول شب صلب تركيز 10٪ ؟ فيكون وزن الشب الصلب المطلوب إذابته هو 5 طن .
(بمعنى إضافة 100 كغم من الشب / متر مكعب).

(1) نضع الشب بعد التحقق من وزنها في الشيالات الخاصة بها في حوض الإذابة الفارغ ثم يضاف الماء بحيث يكون الحجم الكلي النهائي 50 م3 .
(2) ثم يتم إذابة المروب إما بالهواء أو بالقلابات الميكانيكية وذلك حسب تجهيز الحوض وينبغي أن يستمر التقليب لفترة كافية حتى نضمن تمام الإذابة

مثال : حوض تحضير أبعاده ٢ × ٦ × ٢ متر

سعة حوض التخفيف ٢٤م٣ كيف يتم تحضير محلول ١٠% من الشبة الصلبة ؟

كتلة الشبه في الحوض (١٠٠%)

١٠% من كتلة الماء = ٠,١ × ٢٤ = ٢,٤ طن

في حالة الشبة السائلة

- تركيز محلول الشبة السائلة - ٢٠%
- كتلة الشبه في الحوض كسائلة - ٢٤ ×٠,٢- ٤,٨ طن
- حجم الشبه السائلة في الحوض = الوزن / الكثافة = ٤,٨ ÷ ١,٣٢ = ٣,٦٣م٣
- ارتفاع الشبة في الحوض = ٣,٦٣ ÷ (٢×٦) = ٠,٣٠٢٥ م = ٣٠ سم

لاحظ ان

- **شبة صلبة** $AL_2(SO_4)_3.18H_2O$ **المادة الفعالة بها هي ١٦ %. نسبة الماء بها من١٤-١٨ جزيء**
- **شبة سائلة** $AL_2(SO_4)_3.49.6H_2O$ **المادة الفعالة بها هي ٨ % نسبة الماء بها من ٤٦ – ٥٠.جزيء**

مثال (ب) لتركيز حوض:-

فمثلاً إذا فرضنا أن سعة حوض الإذابة لمحطة ما ..! هو 154م3 (11م طول × 3.5م عرض× 4م ارتفاع) والمطلوب تجهيزه بمحلول شب صلب تركيز 10٪ ؟

يتم إسقاط عدد 308 كيس شب صلب في الحوض للحصول على محلول بتركيز 10 ٪ (اى يتم إسقاط كيسين (100كغم شب لكل لكل 1 م3 من حجم الحوض) (ويعتبر كل 1م ارتفاع ≡ 38.5 م3 حجماً) .

ويتم إتباع الخطوات التالية لتجهيز المحلول المطلوب :

يتم إضافة مياه للحوض من الصمام وعندما يصل منسوب المياه لمستوي ريش الخلاط يتم تقليب المحلول.

يغلق صمام إضافة المياه للحوض عند ملئه .

استمر فى التقليب حتي يتم إذابة كل الشب .

إبلاغ المعمل لأخذ عينة فى اليوم التالى لضمان تمام الإذابة.

يتم السحب من الحوض الشب حتى يصل إلى مستوي طوافة أقل منسوب .

مثال (جـ) لتركيز حوض:-

إذا فرضنا أن سعة حوض الإذابة لمحطة ما ..! هو 154م3 (11م طول × 3.5م عرض × 4م ارتفاع) والمطلوب تجهيزه بمحلول شب سائل تركيز 10٪ ؟

في حالة الشب السائل (50٪) ذات كثافة 1.32 غم/سم3 فيتم التخفيف بإضافة ضعف الوزن اي (30.8)طن شب سائل (200 كغم/م3) لتعطي نفس تركيز محلول الشبة الصلبة 10٪ . و ويتم تحويل هذا الوزن إلى حجم للتحكم في الإضافة (30.8÷ 1.32 = 20.328 م3)

مثال (د) لتركيز حوض:-

إذا فرضنا أن سعة حوض الإذابة لمحطة ما ..! هو ١٥٤م٣ (١١م طول × ٣,٥م عرض × ٤م ارتفاع) والمطلوب تجهيزه بمحلول شب سائل تركيز ١٠٪ ؟ في حالة الشب السائل (٥٠٪) ذات كثافة ١,٣٢ غم/سم٣ فيتم التخفيف بإضافة ضعف الوزن اي (٣٠,٨)طن شب سائل (٢٠٠ كغم/م٣) لتعطي نفس تركيز محلول الشبة الصلبة ١٠٪ . و ويتم تحويل هذا الوزن إلى حجم للتحكم في الإضافة (٣٠,٨÷ ١,٣٢ = ٢٠,٣٢٨ م٣)

الشب (السائلة)		الشب (الصلب)		حجم المياه م٣	ارتفاع المياه (م)
حجم الشب (الوزن ÷ الكثافة*)	وزن الشب (طن)	عدد الأكياس	وزن الشب (طن)		
٢٠,٣٢٨	٣٠,٨٠٠	٣٠٨,٠	١٥,٤٠٠	١٥٤,٠٠	٤,٠٠
١٩,٨٢	٣٠,٠٣٠	٣٠٠,٣	١٥,٠١٥	١٥٠,١٥	٣,٩٠
١٩,٣١	٢٩,٢٦٠	٢٩٢,٦	١٤,٦٣٠	١٤٦,٣٠	٣,٨٠
١٨,٨٠	٢٨,٤٩٠	٢٨٤,٩	١٤,٢٤٥	١٤٢,٤٥	٣,٧٠
١٨,٢٩	٢٧,٧٢٠	٢٧٧,٢	١٣,٨٦٠	١٣٨,٦٠	٣,٦٠
١٧,٧٨	٢٦,٩٥٠	٢٦٩,٥	١٣٤,٧٥	١٣٤,٧٥	٣,٥٠
١٧,٢٧	٢٦,١٨٠	٢٦١,٨	١٣,٠٩٠	١٣٠,٩٠	٣,٤٠
١٦,٧٧	٢٥,٤١٠	٢٥٤,١	١٢,٧٠٥	١٢٧,٠٥	٣,٣٠
١٦,٢٦	٢٤,٦٤٠	٢٤٦,٤	١٢,٣٢٠	١٢٣,٢٠	٣,٢٠
١٥,٧٥	٢٣,٨٧٠	٢٣٨,٧	١١,٩٣٥	١١٩,٣٥	٣,١٠
١٥,٢٤	٢٣,١٠٠	٢٣١,٠	١١,٥٥٠	١١٥,٥٠	٣,٠٠
١٤,٧٣	٢٢,٣٣٠	٢٢٣,٣	١١,١٦٥	١١١,٦٥	٢,٩٠

منظومة تحضير وحقن محلول الشب:

تتكون هذه المنظومة من الأجزاء التالية:-

1-خزان او حوض تحضير محلول الشب :- يعتمد حجم الخزان على سعة المحطة وعادة يكون مصنوع من مادة لا تتأثر بمحلول الشب (أحواض كونكريتية مغلفة بالسيراميك)

صورة (1) خزان محلول الشب

صورة (2) الخلاط

احواض تحضير محلول الشبة

- يتم التحضير في احواض خاصة في مبني الكيماويات بالمحطات الكبيرة، وتصنع الاحواض من الخرسانة و يتم عزلها من الداخل بالقايبر جلاس او السيراميك حتي لا يؤثر محلول الشبة علي الخرسانة .
- يتم تركيب قلابات علي الاحواض لضمان التقليب الجيد
- او يمكن استخدام طلمبات تقليب .

2-الخلاط :- هو عبارة عن خلاط مربوط بصندوق تروس يدار بواسطة محرك كهربائي ويعتمد حجم الخلاط على حجم خزان الخلط وذلك لضمان إذابة الشب بشكل كامل في خزان محلول الشب .

أهمية التقليب الجيد لتحضير المحلول

- ان التقليب الجيد يضمن تجانس المحلول و كذلك يضمن استقرار تركيز المحلول و بالتالي ثبات جرعة الشبة اثناء المعالجة .
- عدم التقليب او تعطل القلاب يؤدي الي تركيز المحلول بأسفل الحوض و محلول خفيف في الأعلى مما يعني جرعة زائدة في بداية السحب من الحوض و جرعة صغيرة جدا في نهاية السحب من الحوض .

3-مضخات حقن محلول الشب:- تستخدم مضخات نبضيه "مضخة المكبس" في عملية الحقن ويحرص على عدم تماس المحلول مع أجزاء المضخة "تلافي التآكل" عن طريق طلائها بمادة عازلة ("الايبوكسي") ويعتمد عددها على تصميم المحطة .

مضخة حقن الشب

ضبط مشوار (شوط)مضخة الشب:-

$$\text{المشوار} = \frac{\text{تصرف العكرة (م٣/س)} \times \text{الجرعة جم/م٣} \times ١٠٠٠}{\text{تركيز محلول الشبة} \times \text{أقصي تصرف للطلمبة (لتر /س)} \times ١٠٠٠}$$

لاحظ ان

هذه المعادلة تستخدم أيضا لتحديد تصرف طلمبة الشبة الجديدة إذا تغير باقي المعلومات و يتم فرض المشوار حوالي ٥٠او ٦٠ من التصرف الأقصى للطلمبة .

YouTube - 4 الترويب و التنديف

تتوافر المعلومات الآتية:

- تركيز محلول الشبة (٢٠-٣٠%)
- تصرف المياه الخام م٣/س
- أقصى تصرف لطلمبة حقن الشبة ل/س
- الجرعة المراد إضافتها جم / م٣

YouTube - 4 التروبب و التنديف

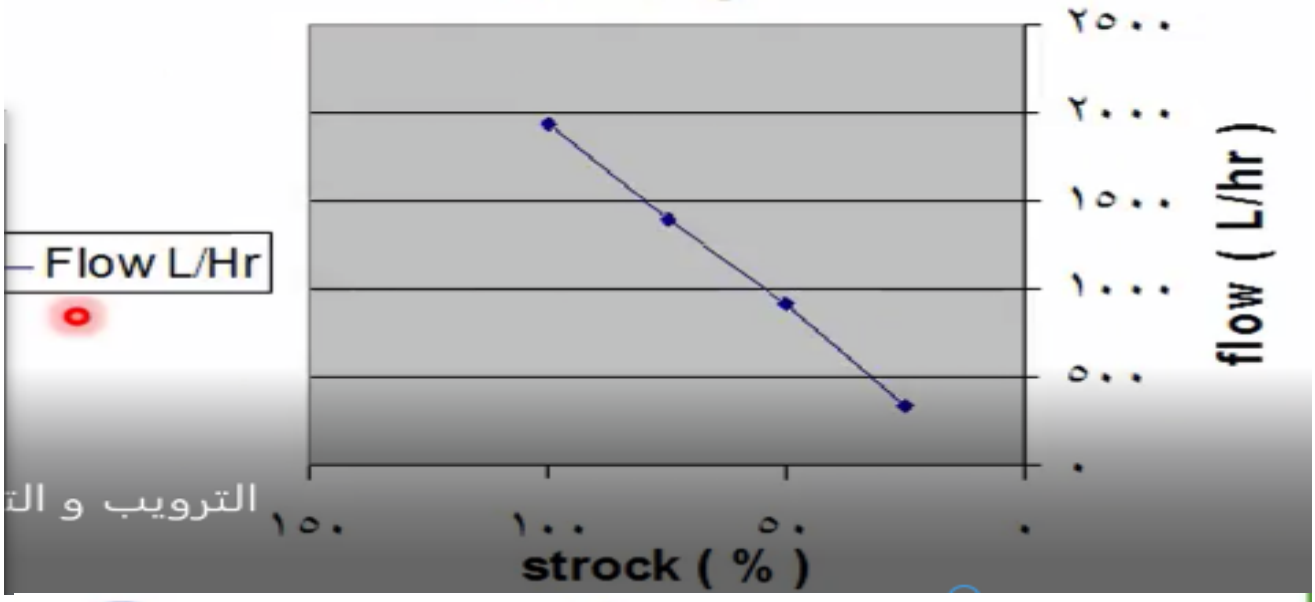
معايرة طلمبة الشبة

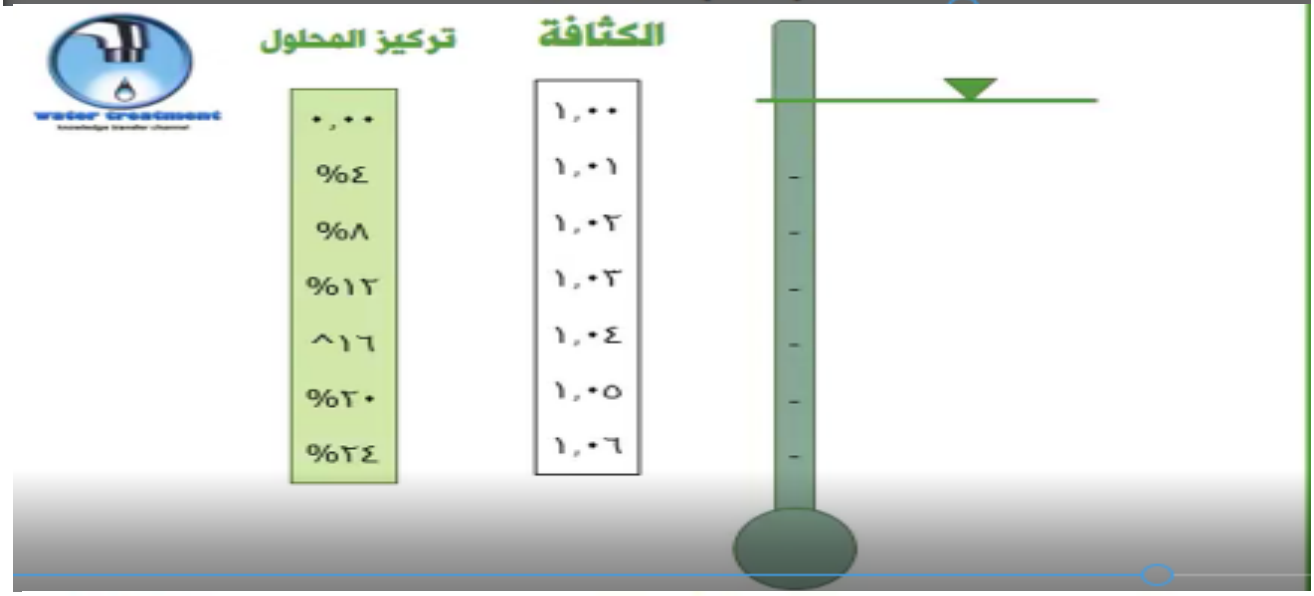
يتم تسجيل نتائج المعايرة في جدول كالتالي:

التصرف	الزمن ث	الحجم ل	المشوار
	٧٠	٢٥	٣٠
	٥٠	٢٥	٤٠
	٤٠	٢٥	٦٠
	٣٠	٢٥	٨٠
	١٠		

YouTube - 4 الترويب و التنديف

منحنى الوحدة A١٧





التأكد من جرعة الشبة

تذكر ان :
ان ١ جم من السبة الصلبة يسبب انخفاض في القلوية بمقدار ٠,٤٥
بقياس القلوية قبل و بعد حقن الشبة و حساب الفرق في القلوية يمكن معرفة جرعة الشبة المضافة تقريبيا

الجرعة = (١٠٠ × فرق القلوية)/٤٥ (في حالة الشبة الصلبة)

بالمثل بمعرفة فرق القلوية يمكن احتساب الجرعة من الشبة السائلة

الجرعة = فرق القلوية × ٤٠٤ (في حالة الشبة السائلة)

لا حظ ان

- عند احساب فرق القلوية يجب استبعاد اثر الكلور في خفض القلوية اد ان :
- ١ جم من الكلور يخفض القلوية بمقدار ٠,٦ ملل جم /ل
- يفضل إيقاف حقن الكلور الابتدائي عند اخذ العينات لقياس فرق القلوية حتي لا تتدخل عوامل كثيرة في دقة حساب فرق القلوية " مثل دقة قياس جهاز الكلور – وجود تسريب في خط الكلور – ثبات نصرف طلمبات البوستر ."
- في حالة عدم إيقاف حقن الكلور المبدئي يتم خصم اثر إضافة الكلور من فرق القلوية قبل احتساب الجرعة .

مثال

- في احد المحطات قياس القلوية في المأخذ ١٥٠ ملل جم/ل و قياس القلوية في اول المروق ١٤٠ ملل جم / ل احسب جرعة الشبة اذا علمت ان جرعة الكلور المبدئي ٦ جم / م٣ .
- أولا فرق القلوية بين المياه الخام و اول المروق = ١٥٠–١٤٠ = ١٠
- الانخفاض في القلوية بسبب اضافة كلا من الكلور و الشبة
- اثر إضافة الكلور – ٦× ٠,٦ – ٣,٦ ملل جم /ل
- الكلور يسبب انخفاض في القلوية بمقدار ٣,٦ ملل جم/ل
- اذن انخفاض القلوية بسبب إضافة الشبة =١٠–٣,٦ = ٦,٤ ملل جم /ل
- اذن الجرعة المستخدمة من الشبة السائلة = ٦,٤ × ٤,٤ = ٢٨,١٦
- جرعة حوالي ٢٠ جم /م٣

YouTube - 4 الترويب و التنديف

عملية التنديف و الغرض منها

- التنديف هو عملية الخلط البطيء للمياه المروبة
- الغرض من عملية التنديف
  هو تكبير الندف المتكونة خلال عملية الترويب ليسهل ترسيبها خلال مرحلة الترسيب .

- انواع عمليات التنديف
  - تنديف ميكانيكي
  - تنديف هيدروليكي

الترويب و التنديف 5 - Tube

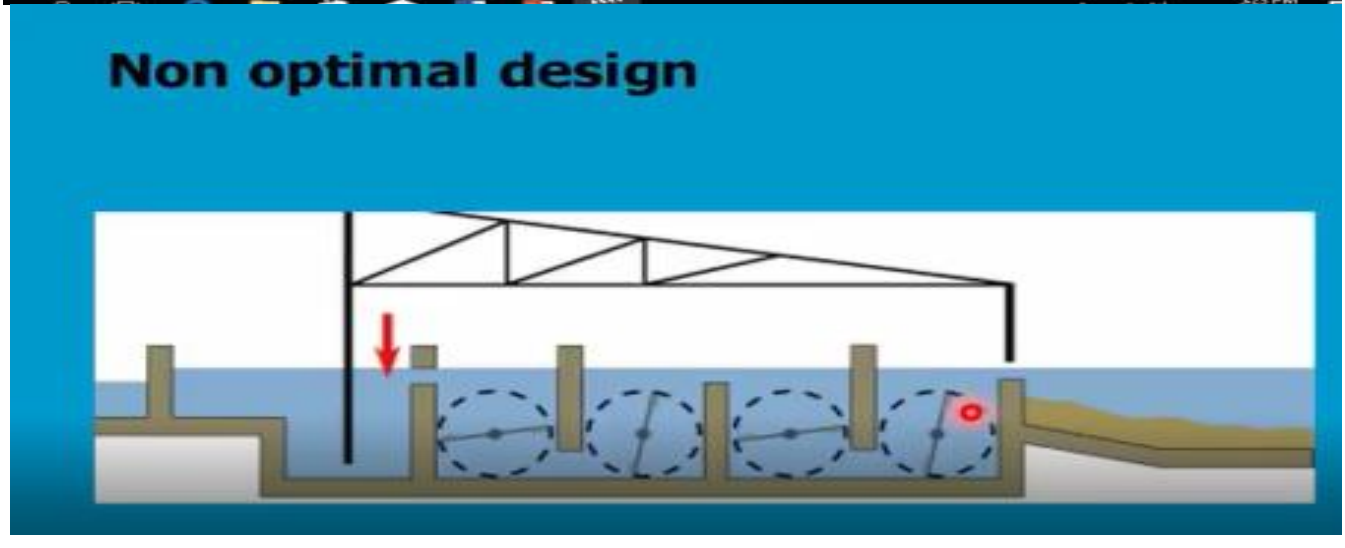
تذكر ان

- عملية التنديف تستغرق من ٢٠-٤٠ دقيقة
- قيمة ال G value تتراوح من ١٠-٥٠٠ ث٠-١

- بزيادة زمن التنديف يزداد حجم الندف ....
  ما لم تتكسر نتيجة زيادة سرعة الخلط

Mechanical flocculation
العمود الافقي
Horizontal shaft
YouTube - 5 الترويب و التنديف

YouTube - 5 الترويب و التنديف


Non optimal design

عن ال G value

- تتغير ال G value من قيمة قصوي الي صغري خلال انتقالها بين الغرف
- للمحافظة علي الندف من التكسر .
- تتغير أيضا سرعات التقليب بين الغرف بالتالي من السريع الي الأقل سرعة .
- اجمالي زمن التنديف من ٢٠-٤٠ دقيقة .

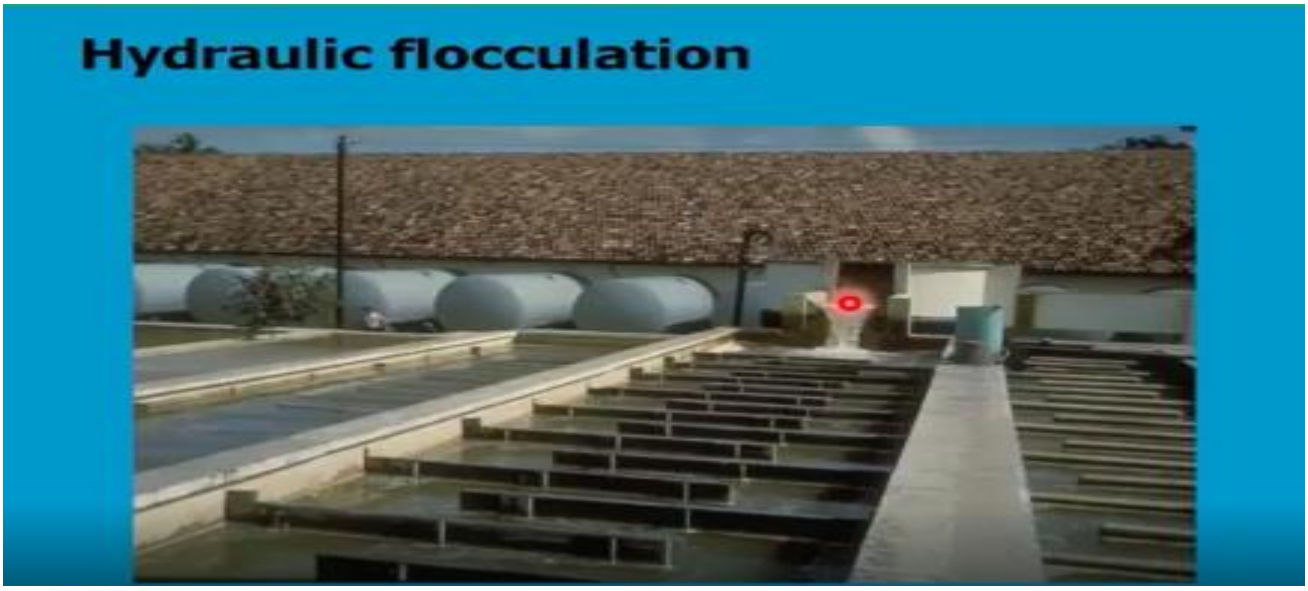
clarifloccculators

تصميم المندف الميكانيكي
العمود الرأسي

- يتم تحديد عدد مراحل التنديف طبقا للمساحة المتاحة من ٢- ٤ مراحل .
- قيمة ال G value تتناقص تدريجيا من ٧٥ الي ٢٥ خلال مراحل التنديف .
- يتم حساب قدرة الموتور المائية من خلال المعادلة

$$P = G^2 \mu V$$

- عدد لفات القلاب من ٨ الي ٢٥ لفة / دقيقة


Hydraulic flocculation

الحواجز المتعارضة

العوامل المؤثرة على التنديف

- أولا الأس الهيدروجيني حيث يفضل أن تعمل الشبة في وسط يتراوح قيمة ال PH من ٥,٥ الي ٧,٥
- قيمة ال G value كما سق الذكر .
- جرعة الشبة المستخدمة ويتم تحديدها بواسطة ال jar test كما سياتي تفصيلا.
- عكارة المياه الخام ، حيث يصعب تنديف المياه قليلة العكارة

الحكم على جودة عملية التنديف

- معدل تكوين الندف
- شفافية المياه تحت و بين الندف
- حجم هذه الندف
- كمية الندف المتكونة
- معدل ترسيب الندف

مشكلات الترويب و التنديف

- عدم انتظام الشبة
- تركيز محلول السبة غير صحيح
- الخلط السريع غير جيد
- تغير تصرف العكرة بدون تغير مناظر لكمية الشبة المحقونة
- الخلط البطيء غير كافي (توقف القلابات)
- ترسب الندف بالمندف
- تكسر الندف بعد تكونها

الترويب و التنديف 5 - iTube

الخلاصة:-

تجربة الأوعية (الجارتيست) :-

أن عمليتي التخثير والتلبيد تتأثر بعدة عوامل مثل درجة الحرارة ،العكرة ،اللون ،شدة الحامضية والقاعدية والمواد العضوية وكذلك على فترة درجة الخبط خلال عملية التخثير لا يمكن تعيينها من صفات المادة الخام بل يجب أن تعين عن طريق التجربة .

ويجري اختبار الجار تيست في المختبر لتعيين الجرعة المثالية للمادة المخثرة (الشب عادة هو المادة الأكثر شيوعا واستعمالا في جميع مشايع التصفية في العراق بسبب رخص ثمنها وكثرة تواجدها وانتشارها في الطبيعة وكفاءتها العالية في التلبيد) والتي تعطي أكفأ تصفية وبأدنى كمية ممكنة من المخثر لنموذج معين من الماء الخام.

الأجهزة المستعملة في التجربة :-

- جهاز خلط مكون من ستة محركات خلط مربوطة بصورة متعاقبة سرعتها تتراوح بين (٣٠-١٠٠) دورة في الدقيقة .
- أقداح زجاجية (بيكرات) سعة (واحد لتر) .
- ماصة حجميه سعة ٥٠ - ١٠٠ سم مكعب .
- ماصة مدرجة سعة ٢٥ سم مكعب .
- جهاز قياس العكارة ألمختبري (HACH-2100) .
- جهاز قياس الرقم الهيدروجيني (PH-Meter) .

المواد المستعملة :-

- محلول أساسي من الشب يحظر بإذابة (١ غم) من الشب المستعمل في المشروع في (١ لتر) ماء مقطر .

- أسلوب العمل :.
- تقاس العكورة والرقم الهيدروجيني لنموذج الماء الخام .
- ترقم الاقداح(البيكرات)بالأرقام المتسلسلة ١ ،٢ ،٣ ،٤ ،٥ ،٦ .
- تأخذ ستة نماذج (١ لتر لكل نموذج) من الماء الخام وتنقل إلى الاقداح وتوضع في مكانها في جهاز الخلط
- يشغل محرك الجهاز ويضاف إلى نماذج الماء وبالسرعة الممكنة وبواسطة الماصة المدرجة مقدار معين من محلول الشب وكما يلي :

رقم القدح	حجم محلول الشب (سم مكعب)
١ -	٥
٢ -	١٠
٣ -	١٥
٤ -	٢٠
٥ -	٢٥
٦ -	٣٠

- تحريك المحاليل لتشغيل الخلاط (١-٢)دقيقة على سرعة سريعة ،ثم تخفيض السرعة إلى سرعة المشروع ويستمر تحريك المحاليل بالخلاطات على السرعة البطيئة لمدة ٢٠ دقيقة .
- تترك النماذج لمدة (١/٢ - ١)ساعة لكي تستقر .
- يسحب بواسطة الماصة الحجمية حجم ملائم للمحلول الرائق حوالي(٥٠ سم مكعب) وتقاس العكورة والرقم الهيدروجيني و لجميع النماذج الستة .

- تجدول النتائج كالآتي :

رقم القدح	كمية الشب (سم مكعب)/لتر	نتيجة التخثير	تحليل الماء الرائق	
			العكورة NTU	الرقم الهيدروجيني PH
صفر	صفر	ماء خام	١٠٠	٧,٥٤
١	٥	ضعيف جدا	٩٠	٧,٣٨
٢	١٠	ضعيف	٥٠	٧,٣٣
٣	١٥	جيد	٨	٧,٢٧
٤	٢٠	جيد جدا	٥	٧,٢٥
٥	٢٥	جيد	١٠	٧,١٨
٦	٣٠	ضعيف	٣٠	٧,١١

من الجدول أعلاه نختار التركيز الذي أعطى اقل قيمة للعكورة والرقم الهيدروجيني ويتبين بأنة التركيز في القدح رقم أربعة الحاصل على نتيجة تخثير جيد جدا البالغ ٢٠ ملغم /لتر وهو يمثل التركيز الأمثل للشب .

العكورة(NTU)	كمية الشب اللازمة (كغم/١٠٠٠م٣) أو (غم/م٣)
٢٥-٨٠	١٠
٨٠-١٥٠	١٥
١٥٠-٢٠٠	٢٠
٢٠٠-٣٠٠	٣٠
٣٠٠-٤٠٠	٤٠
٤٠٠-٥٠٠	٥٠

ملاحظة: لوجود عوامل اخرى تؤثر على تركيز الشب الامثل (اللازم) لنوعية معينة من المياه غير عامل العكورة مثل القاعدية والمواد العضوية ودرجة الحرارة يفضل أن يتم تحديد تركيز الشب باستخدام فحص الجار(jar test) إن الزيادة المفرطة لكميات الشب تؤدي إلى زيادة تركيز الألمنيوم المذاب في مياه الشرب وهي مادة خطرة في حالة ارتفاعها عن الحدود المسموح بها. الجدول أعلاه يوضح كمية الشب اللازمة وحسب نوعية الماء الخام من ناحية العكورة.

كلوريد الحديد: -

يمكن الحصول على كلوريد الحديد في أشكال مشابهه للشب ولكن نظرا لتأثيراته الحامضية القوية في حالة الرطوبة فهو يورد عادة في براميل قد تصل سعة البرميل الواحد منها ١٩٨ كغم. نسبة كلوريد الحديد في حالته البلورية تصل إلى ٦٠٪ بالوزن.

أما كلوريد الحديد اللامائى الخالي من ماء التبلور يورد في براميل معدنية محكمة الغلق تبلغ سعة ٤٥ كجم ولا بد من استخدام جميع محتويات البرميل فور فتحه لأن بتعرضه للهواء يمتص الرطوبة ويتكون الحامض ذو الأثر الشديد في التآكل.

ويتفاعل كلوريد الحديد مع القلوية الطبيعية فى الماء أو بإضافة الجير لتكوين ندف من هيدروكسيد الحديد وهو هيدروكسيد غير قابل للذوبان يؤدى نفس الوظيفة التي يؤديها استخدام الشب.

وفيما يلي المعادلة بالرموز ثم بالأوزان الذرية:

$$2Fe\,Cl_3 + 3Ca\,(OH)_2 \leftrightarrow 2Fe(OH)_3 + 3Ca\,Cl_2$$

$$2(162.23) + 3(74.08) \equiv 2(106.85) + 3(111)$$

$$324.46 + 222.24 \equiv 213.7 + 333$$

$$546.7 \equiv 546.7$$

وتبين المعادلة انه يلزم ١غم من كلوريد الحديد مع ٠,٦٨ من الجير لإنتاج ٠,٦٥ غم من هيدروكسيد الحديد

وبمقارنته بالشب نجد إننا نحتاج فقط إلى أقل من نصف الكمية من كلوريد الحديد لإنتاج نفس المقدار من الهيدروكسيد الذي لا يقبل الذوبان في الماء.

(٣) الجير: -

أكثر المواد القلوية استخدام هي مادة الجير وهى تأتى في العادة على شكل مسحوق جاف ابيض من الجير المطفأ (المسقى بالماء) وهو ما يعرف باسم هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$. وحسب نوع الجير المطفأ تتراوح نسبة هيدروكسيد الكالسيوم النقي في هذا الجير بين ٨٠-٩٩٪. .

الجير المطفأ لا يذوب سريعا في الماء فلابد من تحريك الخليط باستمرار في حوض الإذابة، وأحيانا يضاف على هيئة مسحوق بمعدل منتظم بواسطة مغذى خاص مع إنها اقل دقة من مضخة كبس المحلول.

(٤) الكربون المنشط: -

- يستخدم الكربون المنشط لإزالة الروائح الكريهة والطعم غير المستساغ من الماء. وتكون الإضافة على هيئة مسحوق ناعم مما يسمح بمساحة سطحية كبيرة قادرة على الامتصاص. وهو غير قابل للذوبان ويضاف إلى الماء على هيئة مسحوق باستخدام نفس المعدات المجهزة لإضافة مسحوق الجير.
- وتضاف الجرعات بنسبة تتراوح بين ٣-١٥ ملغم /لتر تبعا لاحتياجات التحكم في الطعم والرائحة.
- ويضاف الكربون المنشط قبل وصول المياه إلى المرشحات ويكون ذلك عادة في نقس الوقت الذي يضاف فيه الجير والشب حتى يتاح الوقت الكافي لاستكمال التفاعل مع المواد التي تسبب الروائح قبل التخلص من الكربون في أحواض الترشيح.

(٥) المروبات المساعدة: -

هي مواد كيميائية تضاف في جرعات صغيرة للمياه كي تساعد في عمليات التنديف كما توفر وتقلل من كميات الشب المطلوبة. وهذه المواد المساعدة في الترويب تكون مركبات بولي اليكتروليتات ، وهي مجموعة من المركبات الطبيعية أو الصناعية التي تجمع بين خصائص البوليمرات (المركبات ذات السلاسل الطويلة) وبين خصائص الاليكتروليتات وتستخدم البولي الكتروليات بجرعات ذات مقادير صغيرة للغاية في حدود ٠,٥ ملغم/ل، كما إن قوة تركيز المحلول يجب أن تكون اقل بكثير من المروبات العادية ـ عادة تتراوح بين (٢,٥٪-١) .

الحسابات:

لمعرفة مقدار الشب الذي يضاف إلى الماء الخام في المشروع تستعمل المعادلة التالية: -

كمية الشب المضافة (كغم / يوم) =تركيز الشب الأمثل (ملغم /لتر) ×طاقة المشروع(م٣) ×٠,٠٢٤

مثال١: -

لمعالجة ماء خام مقداره ١٢٠ متر مكعب/يوم احسب كمية الشب اللازمة للتر ويب أذا علمت إن تركيز الشب الأمثل حسب نتيجة الجار تيست هو ٣٠ملغم /لتر؟

الحل:

كمية الشب المضافة (كغم / يوم) =تركيز الشب الأمثل (ملغم /لتر) ×طاقة المشروع(م٣) ×٠,٠٢٤

=٣٠ ×١٢٠ ×٠،٠٢٤

=٨٦،٤ كغم

مثال٢: -

محطة تصفية تضم ثلاث مضخات للضغط الواطئ (اثنان منها عاملة) تصريف كل مضخة ١٠٠م^{٣} /ساعة ،فإذا كان تركيز الشب الأمثل هو ٥٠ملغم /لتر ،احسب كمية الشب المطلوب تأمينها للمحطة يوميا؟

الحل:

كمية الشب المضافة (كغم / يوم) =تركيز الشب الأمثل (ملغم /لتر) ×طاقة المشروع(م٣) ×٠,٠٢٤

=٥٠ × ٢ ×٥٠ × ٠،٠٢٤

قياس التصريف

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

عدادات التباين الضغطي Differential pressure flow meter or Orifice plate

عدادات السرعة Velocity flow meter

عدادات التصرف المغناطيسية Magnetic flow meter

عدادات التصرف بالموجات فوق الصوتية Ultrasonic flow meter

أسئلــة:

١-الخلط السريع يستخدم لغرض مجانسة محلول الشب مع الماء الخام.

□ صح □ خطأ

٢-الغرض من الخلط السريع هو مجانسة محلول الشب مع الماء قبل تكوين الخثرة.

□ صح □ خطأ

٣-إن مادة الشب هي AL3(SO4)3.

□ صح □ خطأ

٤-الجزء بالمليون (١ جزء مليون) يعني ١ غرام لكل متر مكعب.

□ صح □ خطأ

٥-إذا كان شوط مضخة حقن الشب ٥٠لتر/ ساعة وسعة الوحدة ٥٠ م٣/ساعة كمية الشب المراد تحقيقها في الماء ٥٠ جزء بالمليون فانه يتم إضافة ٧٥ كغم من الشب لخزان التحضير إذا كان حجم خزان التحضير ١ متر مكعب.

□ صح □ خطأ

٦-يعتبر الشب من الأملاح القاعدية.

□ صح □ خطأ

٧-إن عملية إضافة الشب إلى الماء الخام تعتمد على جانب الخبرة فقط.

□ صح □ خطأ

١- التخثير يحدث تفاعل كيمياوي.

□ صح □ خطأ

٢- استعمالات التخثير في الخلط السريع هو لتجميع المواد العضوية مع الشب.

□ صح □ خطأ

٣-تحصل عملية التلبيد أثناء فترة الخلط السريع.

□ صح □ خطأ

٤-نجاح أو فشل عمليات التخثير والتلبيد يقاس بواسطة عكورة الماء.

□ صح □ خطأ

٥-الغرض الرئيسي من فحص الجار هو إيجاد أفضل
أ-نسبة من الكلور المتبقي.
ب-زمن البقاء.
ج-جرعة التخثير.

٦-فحص الجار يجب أن يكون منجز حينما تحدث تغيرات في الماء الخام.
أ-القاعدية.
ب-الصلابة.
ج-درجة الحموضة.
د-العكرة.
ه-زمن البقاء.

٧-خلال فترات المطر الشديد يجب على المشغل زيادة جرعات الشب.

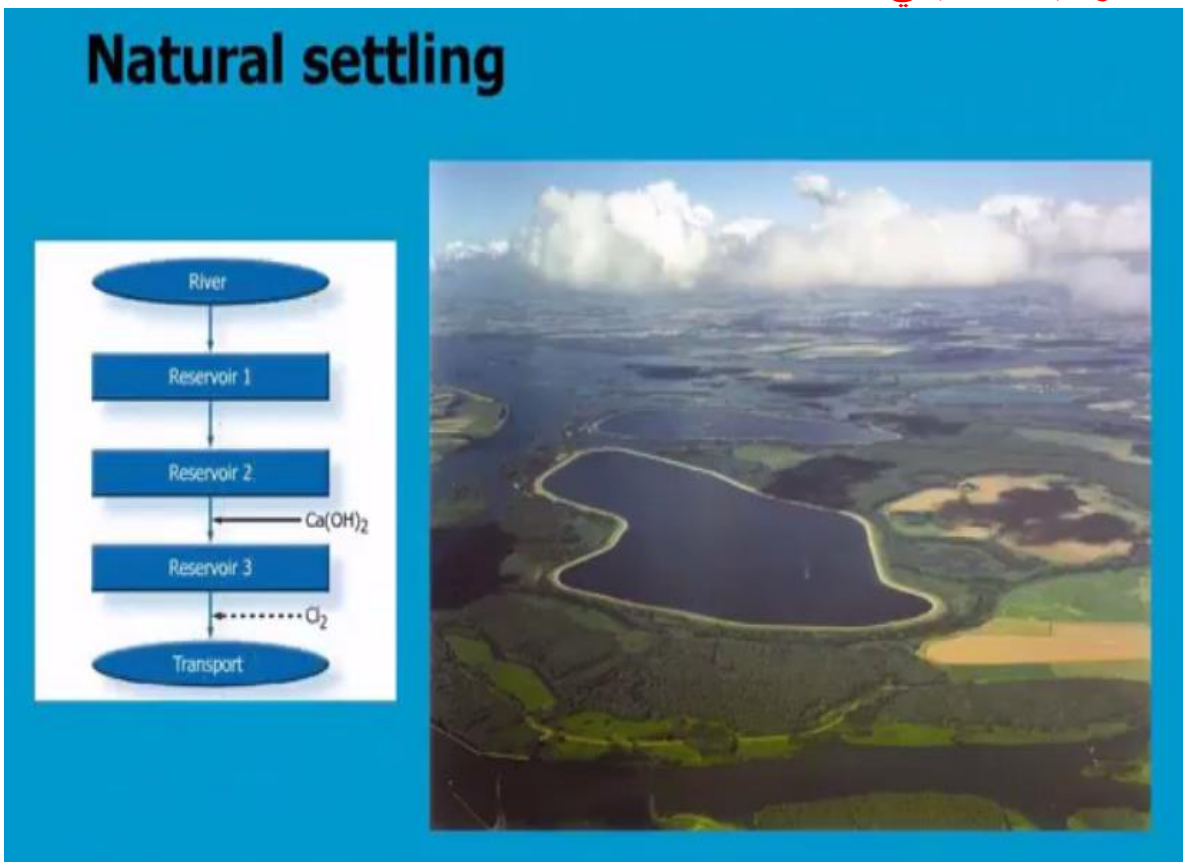
□ صح □ خطأ

الترويق -1

أنواع الترسيب: -

١-الترسيب الطبيعي.
٢-الترسيب باستخدام المروبات (الكيمياويات مثل الشب).

١-الترسيب الطبيعي



التحميل السطحي:-

المقصود بمعدل التحميل السطحي لحوض الترسيب هو :

سرعة ترسيب الحبيبات العالقة رأسيا وتتخذ كأساس من أسس التصميم لهذه الأحواض ، وتكون وحدتها متر/ ساعة.

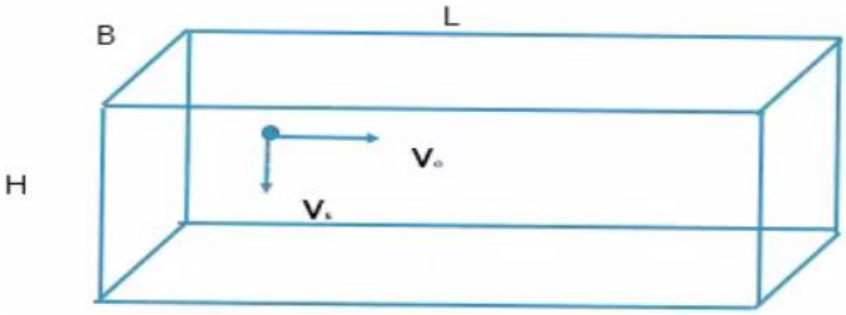
ويتم حسابها كالتالي: –

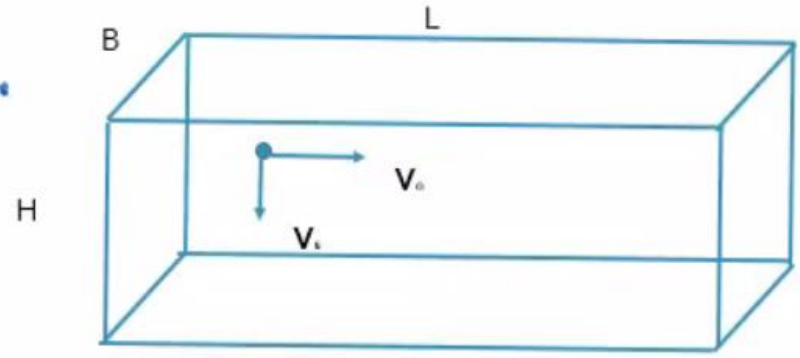
سرعة الترسيب الرأسية للحبيبات = معدل التدفق (التصريف) م٣/ساعة/ المساحة السطحية لحوض الترسيب م٢

ملاحظة:-

يفضل ان تكون قيمة معادلة التحميل السطحي قريبة من الواحد لضمان ترسيب جميع الجسيمات العالقة :-

Q/B*L=1





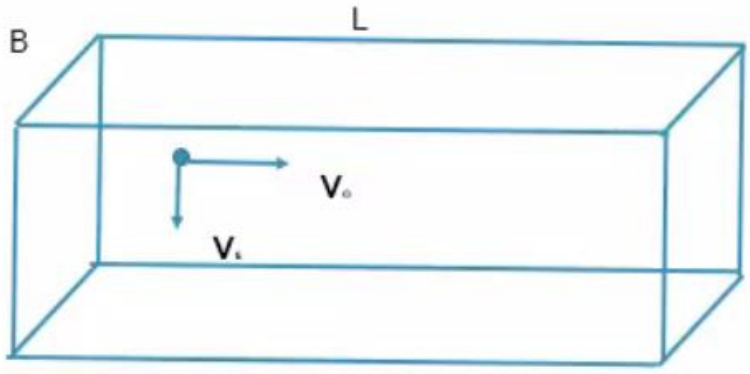
Tr>Ts L/Vo > H/Vs

Vo = Q/ B*H

L*B*H /Q > H/ Vs

B*L /Q > 1/Vs

Q/ B*L < Vs



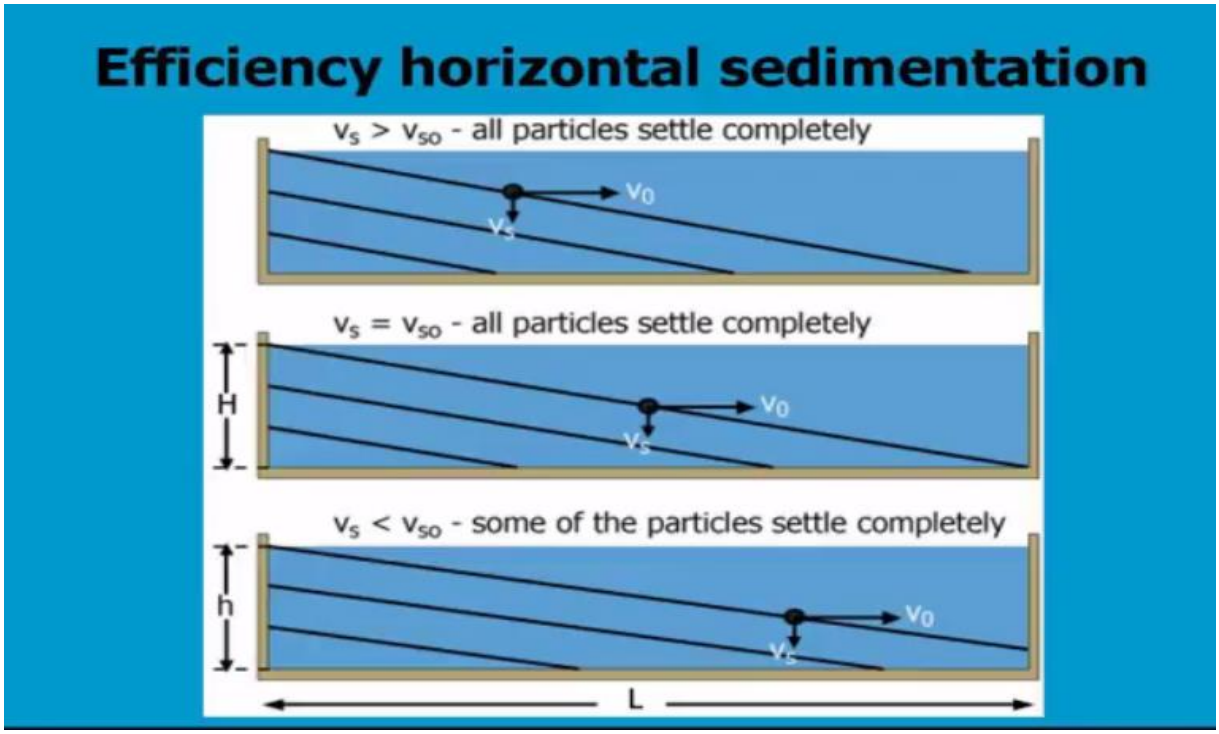
Tr>Ts L/Vo > H/Vs

Vo = Q/ B*H

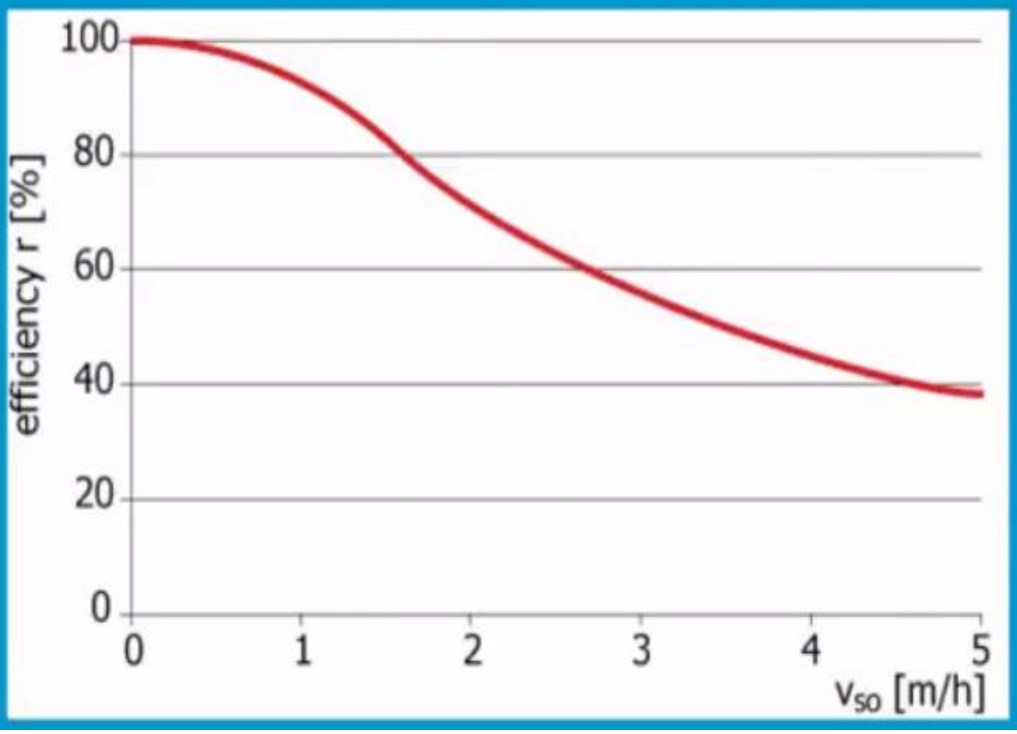
L*B*H /Q > H/ Vs

B*L /Q > 1/Vs

Q/ B*L < Vs



Removal efficiency horizontal sedimentation



العوامل المؤثرة علي تصميم احواض الترسيب

Reduction in efficiency

- Turbulence → Reynolds number
- Stability → Camp or Froude number
- Scouring → Scouring velocity

اثر السريان المضطرب (الدوامي)

Influence of turbulence

$$v_0 = \frac{Q}{B \cdot H}$$

$$Re = \frac{v_0 \cdot R}{\nu} \qquad R = \frac{B \cdot H}{B + 2 \cdot H} \qquad Re = \frac{Q}{\nu} \cdot \frac{1}{B + 2 \cdot H}$$

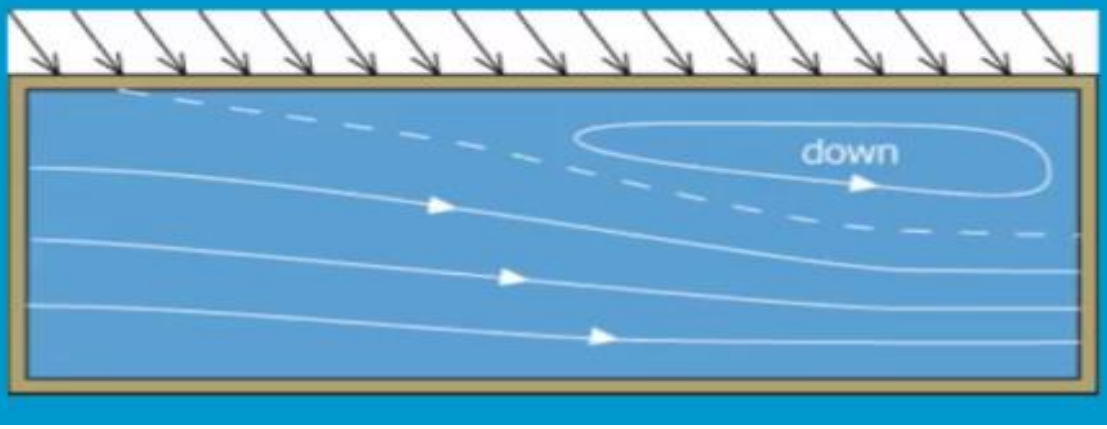
Re > 2,000 turbulent flow

Re < 2,000 laminar flow

Short, wide and deep basin

اثر المسارات المختصرة

Short circuit flow



Short circuit flow

$$C_p = \frac{V_0^2}{g \cdot R} \qquad V_0 = \frac{Q}{B \cdot H} \qquad R = \frac{B \cdot H}{B + 2 \cdot H}$$

$$C_p = \frac{Q^2}{g} \cdot \frac{B + 2 \cdot H}{B^3 \cdot H^3}$$

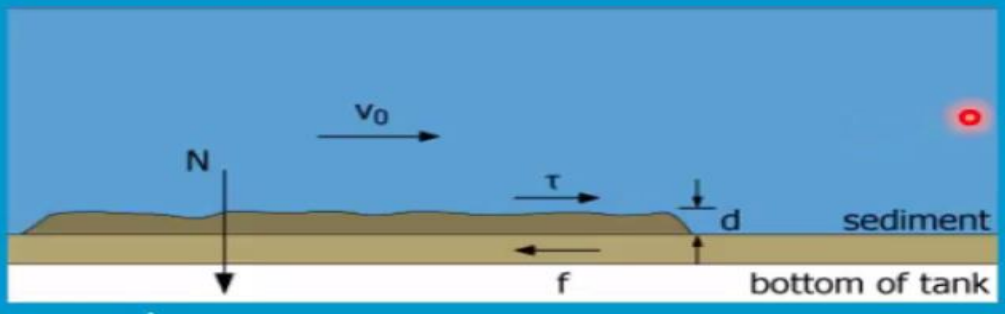
$C_p > 1 \cdot 10^{-5}$ stable

$C_p < 1 \cdot 10^{-5}$ non stable

Long, narrow and shallow

اثر اجهاد القص

Shear stress



$$\tau = \frac{\lambda}{8} \cdot \rho_w \cdot v_s^2$$

$$f = \beta \cdot (\rho_w - \rho_s) \cdot g \cdot d$$

$$v_{sc} = \sqrt{\frac{40}{3} \cdot \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \cdot g \cdot d}$$

$v_0 < v_{sc}$ no bottom scour

Short, wide and deep basin

مناطق حوض الترسيب:-

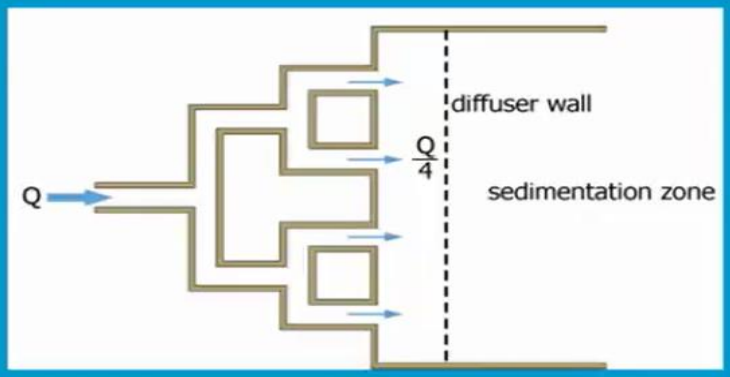
• منطقة الدخول:

• تقلل منطقة الدخول من سرعة المياه الداخلة وتوزيع التصرف توزيعا منتظما داخل الحوض.

منطقة دخول المياه

water treatment
knowledge transfer channel

Inlet constructions



منطقة الخروج:

•تهئ منطقة الخروج انتقالا سلسا من منطقة الترسيب الي موضع تصريف المياه الخارجة حيث أنه من المهم عدم تواجد تيارات أو دوامات يمكنها ان تلقب أي مواد صلبة مترسبة وينقلها مع المياه الخارجة

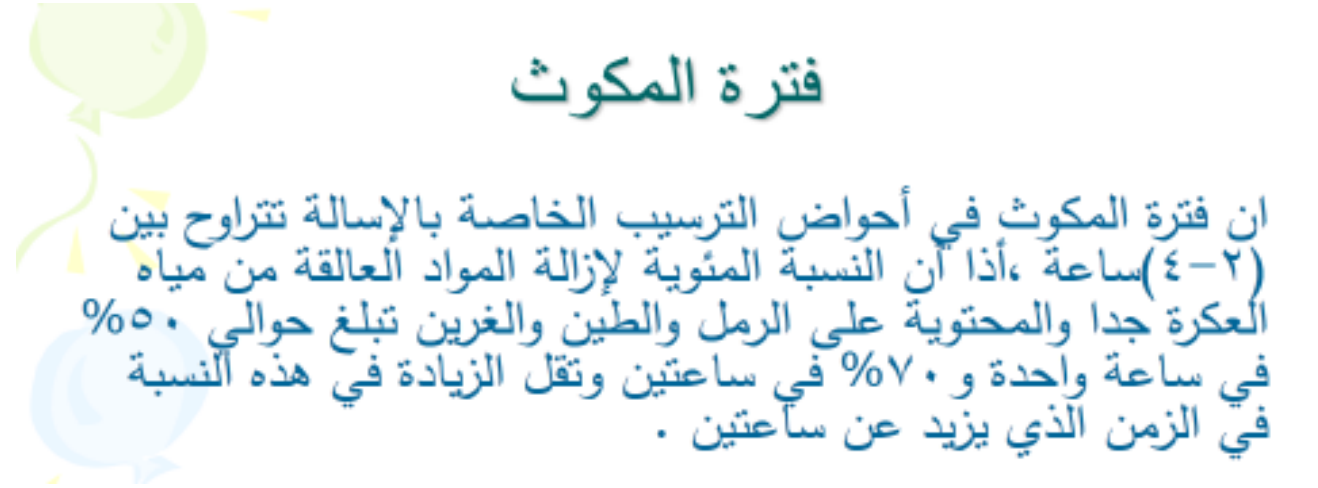
منطقة الروبة

- تستقبل منطقة الروبة المواد الصلبة المترسبة وتستقبلها منفصلة عن الجسيمات الاخري الموجودة في منطقة الترسيب
- في التشغيل الفعلي تتأثر منطقة الترسيب تأثيرا مباشرا بالمناطق الثلاثة الاخري مما قد يسبب ترسيبا أقل كفاءة فكلما زاد التأثير علي منطقة الترسيب سواء كان بسبب رداءة التصميم أو سوء التشغيل – تزداد نوعية المياه الخارجة سوءا.

الترويق 1 نظرية الت

الترويق 1 نظرية التر

الترويق 1 نظرية التر



أنواع احواض الترسيب: -

١-احواض الترسيب المستطيلة.
٢-احواض الترسيب الدائرية ذات التصريف القطري.
٣-احواض الترسيب الدائرية ذات التصريف الراسي.
٤-احواض الترسيب المربعة.

تنقسم أحواض الترسيب إلى اربعة أنواع رئيسية حسب اتجاه سير الماء في الحوض وحسب المقطع الأفقي للحوض: -

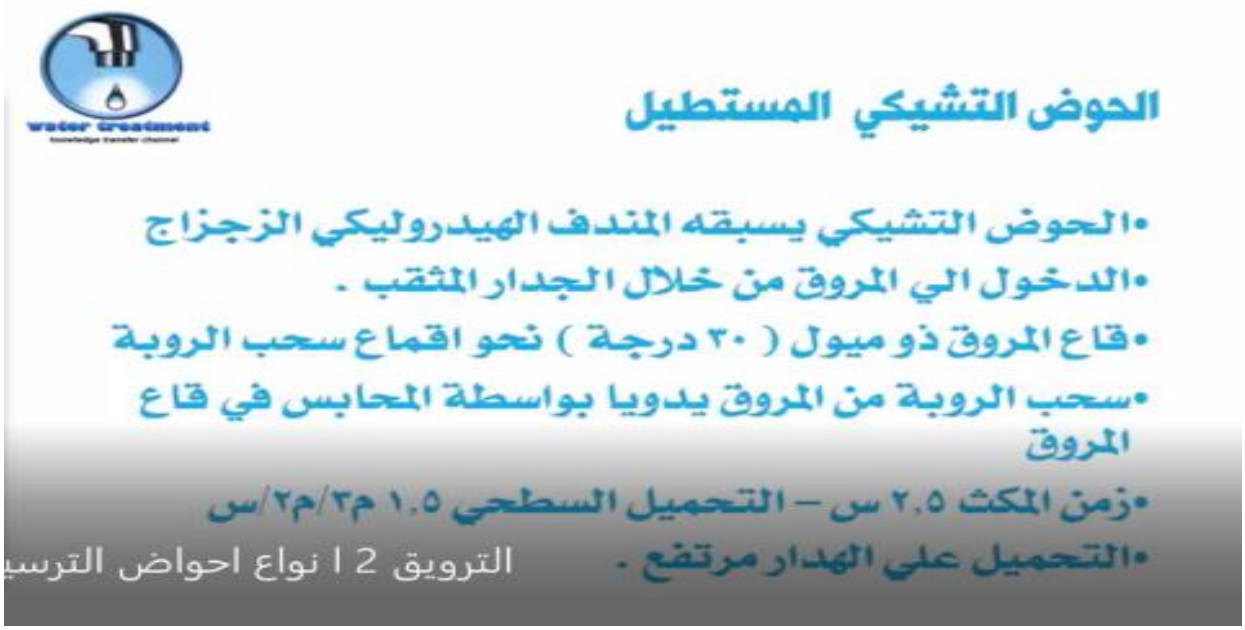
١ –أحواض الترسيب المستطيلة ذات الجريان الأفقي:

وهذه الأحواض تتكون من مقطع مستطيل تدخل المياه وتخرج بعد قضاء فترة المكوث من الجانب الأخر للحوض بعد أن تكون قد سارت ببطيء في الحوض ،أن سرعة الجريان في الحوض يجب أن تكون

محسوبة بحيث لا تؤثر على كفاءة الترسيب وأن تكون السرعة العمودية لسقوط جزيئات الطين والمسببة لقوة الجر أو السحب إلى الأسفل اكبر من القوة الأفقية الناتجة من سرعة جريان الماء أفقيا .

٢ –أحواض الترسيب الدائرية ذات التصريف القطري:
وفي هذه الأحواض تدخل المياه في أنبوب من الأسفل وتصعد إلى اعلي الحوض من خلال ترتيب خاص لخروج المياه بهدوء من وسط الحوض وعلى محوره وتجري باتجاه من محيطه قطريا.

٣ –أحواض الترسيب المربعة أو الدائرية ذات التصريف العمودي:
في هذه الأحواض تدخل المياه من أسفل الحوض الذي يكون عميقا نسبيا وتصعد إلى الأعلى لكي تخرج بعد إن تكون المواد العالقة قد ترسبت منها لعدم إمكانيتها الصعود مع المياه لكون قوة الدفع قليلة إضافة إلى وزن الحبيبات العالقة وبهذا يتم التخلص من المواد الطينية.

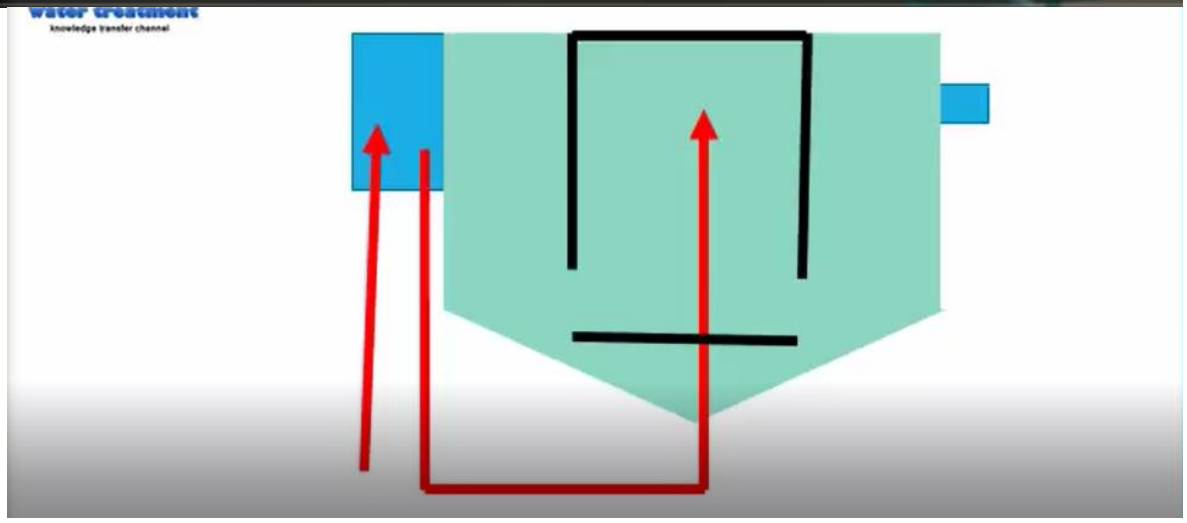


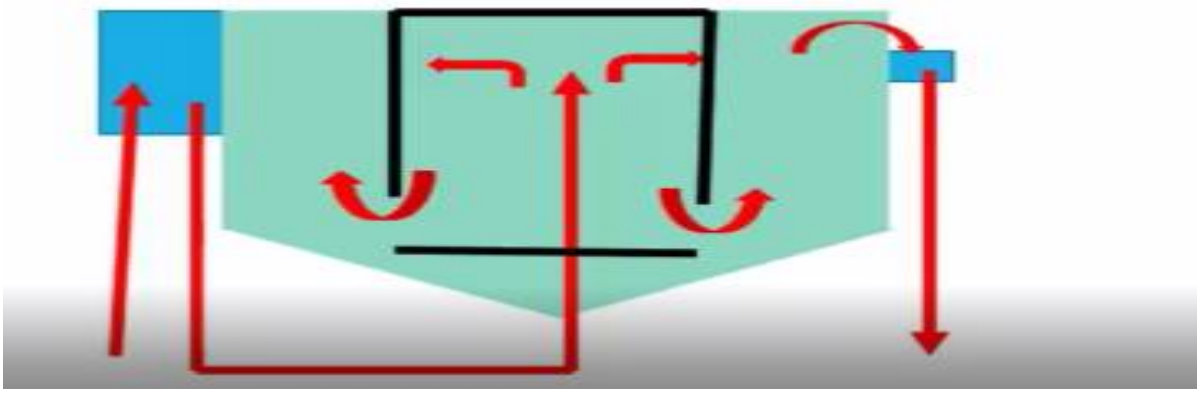
water treatment

أسس التصميم و الميزات

Some Design Criteria	Advantages and Disadvantages	Proper Application
Surface loading: 0.34-1 gpm/ft^2 (0.83-2.5 m/h) Water depth: 3-5 m Detention time: 1.5-3 h Width/length: >1/5 Weir loading: <15 gpm/ft (11m/m-h)	1. More tolerance to shock loads 2. Predictable performance under most conditions 3. Easy operation and low maintenance costs 4. Easy adaptation to high-rate settler modules a. Subject to density flow creation in the basin b. Requires careful design of the inlet and oulet structures c. Usually requires separate flocculation facilities	Most municipal and industrial water works Particularly suited to larger capacity plants

المروقات الدائرية ذو السريان القطري





منطقة الدخول

منطقة الترسيب

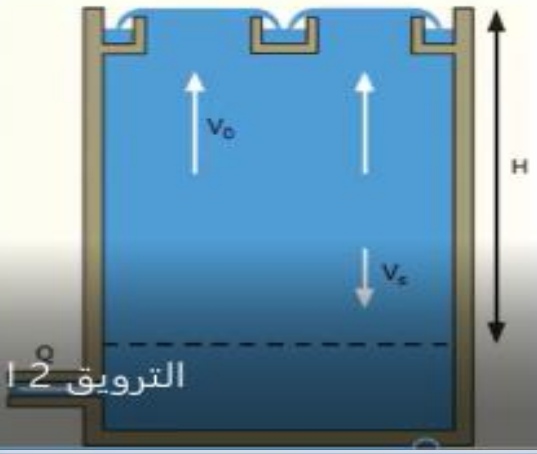
منطقة خروج المياه

حوض الترسيب التشيكي

الترويق 2 ا نواع احواض الترسي

مروقات دائرية ذات
سريان حلزوني
الترويق 2 ا نواع احواض الترس

الحمل السطحي للمروقات الدائرية ذات السريان الراسي

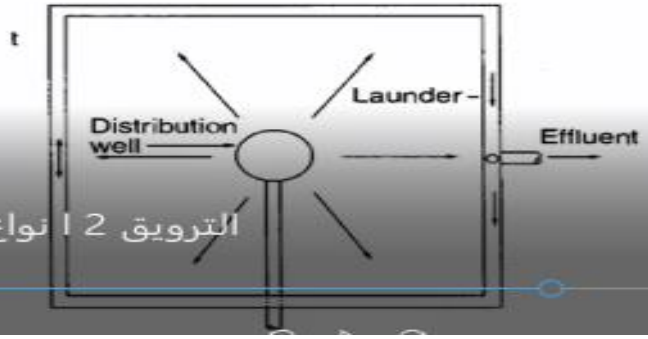


الترويق 2 ا نواع احواض الترسي

المروق الدائري ذو السريان الرأسي

احواض الترسيب المربعة

حيث يكون اتجاه سريان المياه قطريا Radial (مروقات محطة روض الفرج الأمريكية)



الترويق 2 ا نواع احواض الترسي

water treatment

أسس التصميم و الميزات

Some Design Criteria	Advantages and Disadvantages	Proper Application
Circular or square in shape Surface loading: 0.5-0.75 gpm/ft^2 (1.3-1.9 m/h) Water depth: 3-5 m Settling time: 1-3 h Weir loading: 10 gpm/ft (7 m/m • h)	1. Economical compact geometry 2. Easy sludge removal 3. High clarification efficiency a. Problems of flow short-circuiting b. Less tolerance to shock loads c. A need for more careful operation d. Limitation on the practical size of the unit e. May require separate flocculation facilities	Small to mid-sized municipal and industrial treatment plants Best suited where the rate of flow and raw water quality are constan

مقارنة أسس التصميم

البند	احواض الترسيب المستطيلة	احواض الترسيب الدائرية و المربعة
الحمل السطحي م/س	0.8-2.5	1.3 – 1.5
زمن المكث س	1.5-3	1-3
التحميل علي الهدار م٣/م.يوم	٢٦٤	١٦٨
عمق المياه بالحوض م	3-5	3-5

الترويق 2 ا نواع احواض الت

مقارنة المميزات

البند	احواض الترسيب المستطيلة	احواض الترسيب الدائرية و المربعة
المميزات	• يمكنه مواجهه الاحمال المفاجئة • سهولة التشغيل و انخفاض تكاليف الصيانة • يمكن إضافة وحدات اللاميلا و تطويره بسهولة • يحتاج الي احواض تنديف منفصلة • يحتاج الي تصميم دقيق لمنطقة الدخول و الخروج • يمكن توقع اداءه عند مختلف الظروف	• حسن استخدام المساحة • سهولة إزالة الروبة • كفاءة عالية في الترسيب • قدرة صغيرة في مواجهه الاحمال المفاجئة • الحاجة الي التشغيل الدقيق • لا يمكن زيادة الحجم عن حدود معينة • المختصرة

الترويق 2 ا نواع احواض الترسي

مقارنة إمكانية الاستخدام

دواعي التطبيق	احواض الترسيب المستطيلة	احواض الترسيب الدائرية و المربعة
	محطات معالجة مياه الشرب و خاصة ذات القدرات الكبيرة	محطات المعالجة الصغيرة و المتوسطة الحجم و يفضل ان تكون

العوامل المؤثرة في عملية الترسيب

- جودة الترويب و التنديف
- درجة حرارة الماء
- الشحنة الكهربائية للجسيمات
- سرعة سريان الماء في الحوض
- مدة بقاء الماء في الحوض (مدة المكث –Detention time)

الحكم علي كفاءة حوض الترسيب

- يمكن الحكم بمقارنة نسبة الازالة لنفس الحوض للتعرف علي تغير الأداء
- لا يشترط ارتفاع نسبة الازالة و لكن جودة المياه المروقة تحدد كفاءة الترسيب .
- لا يمكن مقارنة احواض ترسيب مختلفة بمحطات مختلفة نزرا لتغير الظروف .
- يمكن الحكم نظريا و لكن مراجعة نتائج المعمل هي الفيصل .

الترويق 2 | نواع احواض الترسي

الخلاصة

- احواض الترسيب احد اهم وحدات المعالجة و هي مكان التخلص من الندف المتكونة و النامية في المندف .
- يتم التخلص من معظم الشوائب بقاع حوض الترسيب .
- ضبط تشغيل احواض الترسيب يتم بالتخلص الدوري من الروبة المترسبة و التأكد من سلامة الأجزاء الميكانيكية كالمحابس و الكساحات .
- التحميل السطحي و زمن المكث و التحميل علي الهدار هي العوامل التي يمكن تحسينها لتحسين أداء حوض الترسيب.

صورة رقم (١) توضح حوض الترسيب

عملية الترسيب من أوائل العمليات التي استخدامها الإنسان في معالجة المياه. وتستخدم هذه العملية لإزالة المواد العالقة والقابلة للترسيب.وتعتمد المرسبات في أبسط صورها على فعل الجاذبية حيث تزال الرواسب تحت تأثير وزنها.تتكون المرسبات غالبا من أحواض دائرية أو مستطيلة الشكل تحتوي على مدخل ومخرج للماء يتم تصميميها بطريقة ملائمة لإزالة أكبر كمية ممكنة من الرواسب.

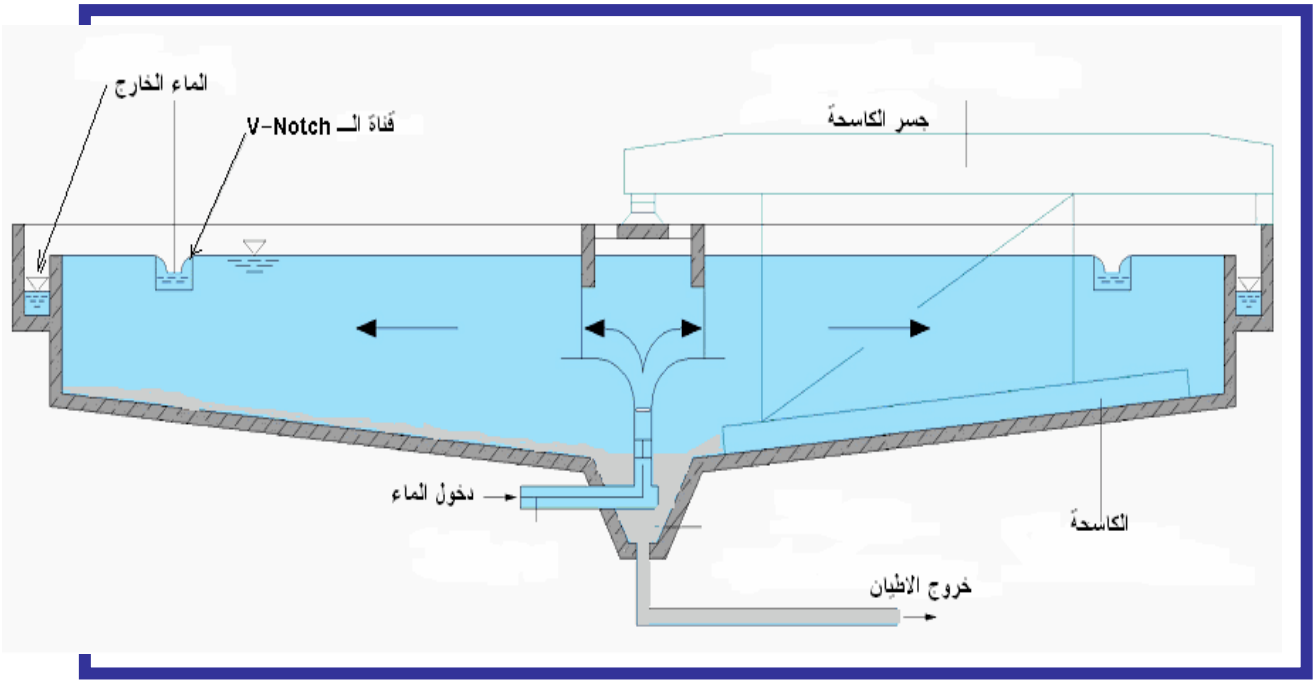
من الملامح الرئيسية لحوض الترسيب احتوائه على نظام لجمع الرواسب وجرفها إلى بركة في قاع الحوض حيث يتم سحبها والتخلص منها بطريقة تضمن عدم رجوعها مرة ثانية إلى الحوض.

صورة رقم (١) توضح حوض الترسيب

عملية الترسيب:

من خلال هذه العملية تتم المعالجة الأولية للماء قبل وصوله إلى المرشحات لتخليص الماء من الشوائب العالقة بها والتي تكون على شكل جزيئات صغيرة سالبة الشحنة ويتم إضافة مادة الشب (كبريتات او سلفات الألمنيوم) ذات الشحنة الموجبة مما تساعد هذه الجزيئات الصغيرة للالتصاق مع بعضها لتكون كتل كبيرة ذات كثافة اكبر من كثافة الماء وبفعل الجاذبية يجعلها تترسب إلى قعر الحوض للتخلص منها وإرجاعها إلى النهر مرة أخرى بطريقة تضمن عدم عودتها ثانية إلى حوض الترسيب، إن إضافة الشب يتم عن طريق أنابيب قادمة من محطة ثانية تسمى محطة الكيمياويات (محطة تحضير الشب) وان هذه الأنابيب تصل إلى خزان التوزيع الرئيسي(حوض الخلط السريع) الذي يكون مجاور لحوض الترسيب ويعتبر حلقة وصل بين الماء القادم من محطة السحب وحوض الترسيب ويوجد دخل الخزان خلاط (flash Mixer) يقوم بخلط الشب مع الماء الواصل من محطة السحب وذلك لمزج الشب المضاف مع الماء قبل ذهابه إلى حوض الترسيب عبر بوابة التحكم الموجودة قرب خزان التوزيع الرئيسي ويكون دخول الماء إلى حوض الترسيب عبر أنبوب يكون متصل بالشمعة التي تكون في مركز الحوض كما في الشكل رقم(١) ويخرج من الجهة العليا عن طريق فتحات كما في الصورة رقم (٢) وبهذه الطريقة يتم إملاء الحوض بالماء ويجب على المشغل قبل إن يقوم بإملاء الحوض بالماء عليه إتباع الخطوات الآتية :

- غلق صمام تصريف الأطيان.
- فتح بوابة دخول الماء إلى الحوض.
- يفضل إملاء الحوض بالماء بوقت لا يؤثر على إنتاجية المحطة من الماء.

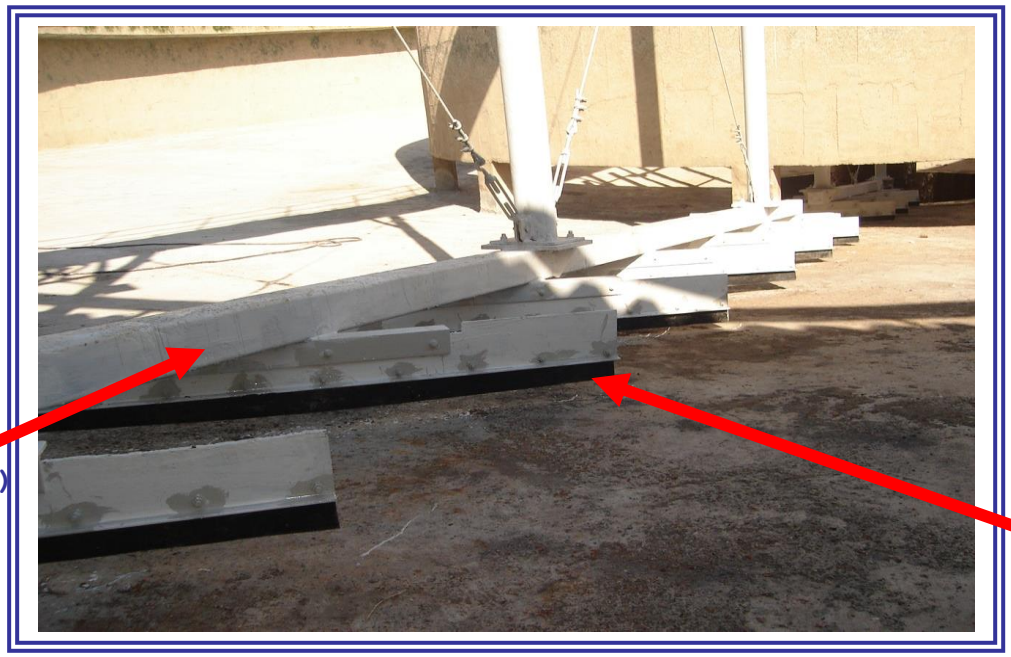


شكل رقم (١) حوض ترسيب دائري

صورة رقم (٢) توضح الشمعة (دخول الماء للحوض)

بعد امتلاء الحوض بالماء يقوم المشغل بتشغيل الجسر(بعد أربع ساعات من فترة إملاء الحوض ليساعد على تهدئة الماء الداخل إلى الحوض) ويكون دوران الجسر باتجاه عقرب الساعة بواسطة محرك كهربائي ومصغر للسرعة وصندوق التروس مثبتة بالجهة الثانية للجسر (تعمل لجعل الجسر يدور بسرعة بطيئة تصل إلى دورة واحدة لكل (٦٠) دقيقة حول محيط الحوض كما في الصورة رقم(٣) وكذلك مثبت مع الجسر خلاطات(Auxiliary flash mixer) عددها ومواصفاتها الفنية يعتمد على تصميم المحطة كما في الصورة رقم (٢) وان حركة الخلاط البطيئة تساعد الأجسام العالقة بالماء على الالتصاق مع بعضها لتكون كتل كبيرة الحجم وتكون كثافتها أكبر من كثافة الماء وبفعل الجاذبية تترسب إلى قعر الحوض وإن هذه المواد العالقة لا يمكن أن تلتصق مع بعضها لأنها تحمل نفس الشحنة (الشحنة السالبة) وبما إن مادة الشب المضافة تحمل شحنة موجبة فانه يساعدها للالتصاق مع بعضها لتكون هذه الكتل الكبيرة وتسمى هذه العملية(التلبد) وبعد تقريبا ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة تصبح هذه التكتلات مرئية والتي تبدو كخيوط ناعمة من القطن والصوف مفصولة عن بعضها بواسطة مياه صافية وفي بعض أحواض الترسيب تتم إزالة هذه الرواسب يدويا، وإما الكتل الكبيرة الحجم المترسبة(والتي تسمى في بعض الأحيان الأوحال) فإنها تترسب إلى قعر الحوض وان عملية تجميع المواد المترسبة تقوم بها القاشطات التي تكون مذيلة بالمطاط ليساعدها على جرف المواد المترسبة إلى بركة موجودة في قعر الحوض و عدد القاشطات يجب إن يغطي المساحة السطحية الكلية للحوض كما في الصورة رقم (٤).

صورة رقم (٣) دوران الجسر



صورة رقم (٤) توضح القاشطات والمطاط

تثبت هذه القاشطات مع الجسر الذي تدور معه بنفس السرعة البطيئة والمطاط المثبت بالكاشطة يكون ملامس للسطح السفلي للحوض لكي تتمكن من تنظيف السطح السفلي بصورة جيدة وتخليصه من الأطيان المترسبة ومن واجبات المشغل المتواجد في المحطة أن يقوم بفتح صمام تصريف الأطيان للحوض أربع مرات باليوم تقريبا(من خلال تغير لون الماء في الحوض) ويكون متصل بأنبوب قطره يعتمد على تصميم الحوض (عادة يصمم في المحطة خزان لتصريف الأطيان والمواد المترسبة يكون قريب من حوض الترسيب) لتخليص الحوض من المواد المترسبة والأطيان لان استمرار بقائها داخل الحوض سوف يؤدي إلى تجميع الأطيان داخل الحوض مما يؤثر على عمل القاشطات وعلى طعم ورائحة الماء بعد إن تم تخليص الماء من المواد المترسبة والعالقة يجمع الماء من المناطق العليا للحوض من خلال (v-notch) كما في الصورة رقم (٥) والذي يتجمع في ساقية متصلة مع الحوض عبر بوابة تحكم تصل إلى خزان التوزيع الابتدائي الذي يتجمع فيه الماء المنتج من حوض الترسيب (في هذا الخزان قد يتجمع فيه الماء المنتج لأكثر من حوض واحد حسب السعة التصميمية للمحطة).

إن عدد أحوض الترسيب والبوابات وخزانات التوزيع (الرئيسي والابتدائي) يعتمد على السعة التصميمية للمحطة وبهذه الطريقة تمت المعالجة الأولية للماء الخام قبل وصوله إلى المرشحات.

صورة رقم (٥) توضح تجميع الماء من المناطق العليا

فترة المكوث: -

إن فترة المكوث في أحواض الترسيب الخاصة بالإسالة تتراوح بين (٤-٢) ساعة، أذا أن النسبة المئوية لإزالة المواد العالقة من مياه العكرة جدا والمحتوية على الرمل والطين والغرين تبلغ حوالي ٥٠% في ساعة واحدة، ٧٠% في ساعتين وتقل الزيادة في هذه النسبة في الزمن الذي يزيد عن ساعتين.

مداخل ومخارج أحواض الترسيب: -

يلاحظ عند أنشاء أحواض الترسيب انتظام دخول وخروج الماء إليه ،ويجب أن لا تتكون عند الدخول والخروج تيارات ثانوية أو دوامات قد تحد من قابلية ترسيب الحوض .أن عدم انتظام دخول الماء إلى الحوض قد تؤدي إلى حدوث مناطق مشلولة فيه ،ولضمان عدم حدوث مثل هذه المناطق يلجأ إلى إدخال الماء بكامل عرض الحوض ،مع إنشاء جدار مانع تمر المياه من تحته .إما في المخرج فيلجأ إلى إنشاء جدار مانع تمر المياه من تحته إلى الأعلى لكي تتغلب على المناطق المشلولة .

طرق تنظيف أحواض الترسيب: -

١ –الطريقة اليدوية: -في هذه الطريقة تزال الرواسب على فترات متقطعة حيث يفرغ الحوض من الماء ثم تزال الرواسب بالمضخات أو بكسحها يدويا أو بتسليط خراطيم المياه على الرواسب فتدفعها إلى المخرج في قاع الحوض. وفي هذه الطريقة يفضل أن يميل قاع الحوض باتجاه المخرج مما يسهل عملية التنظيف ويجب مراعاة إضافة حجم الرواسب المتجمعة ما بين عليتي تنظيف للحوض إلى الحجم التصميمي للحوض، وهذا الحجم الإضافي يتوقف على نسبة المواد العالقة والمدة الزمنية للتنظيف التي تتراوح ما بين شهرين إلى أربعة أشهر.

ومن عيوب هذه الطريقة تعطيل الأحواض عن العمل ،الحاجة إلى أحواض احتياطية ،الحاجة إلى زيادة حجم كل حوض بقدر حجم الرواسب ، وتكاليف الإنشاء عالية .

٢ –الطريقة الهيدروليكية: -تعتمد هذه الطريقة على ضغط الماء الموجود في الحوض فوق الرواسب لدفعها من مخارج خاصة في قاع الحوض لتسهيل هذه العملية يبنى قاع الحوض على شكل أهرام مقلوبة بإحجام كافية لاستيعاب الرواسب. المتجمع ما بين عمليتي تنظيف تخرج من رأس كل هرم أنبوب مركب عليه صمام ...

وعند فتح الصمام يتسبب ضغط الماء فوق المخرج، في خروج الرواسب ويبقى الصمام مفتوحا مدة كافية لخروج الرواسب من الأهرام المقلوبة ثم يقفل عند بدء خروج المياه من الصمام.

٣ –الطريقة ألميكانيكية: -يتم التنظيف بهذه الطريقة بتحريك زحافات على قاع الحوض على فترات زمنية قصيرة ومتقاربة لتدفع إمامها الرواسب إلى هرم مقلوب عند مدخل الحوض وتخرج من رأس الهرم أنبوب مركب عليها صمام. عند امتلاء الهرم بالرواسب يفتح الصمام لتخرج الرواسب تحت ضغط الماء خارج الحوض كما هو الحال في التنظيف الهيدروليكي. ومن مزايا هذه الطريقة أنها لا تحتاج إلى عمق إضافي للحوض لتخزين الرواسب كما انه يمكن تشغيل الزحافات إما بصورة مستمرة أو على فترات متقطعة إلا إن سرعة تسيرها لا تتجاوز ٥متر/دقيقة حتى لا تتأثر المواد العالقة التي تم ترسيبها مما يقلل من كفاءة الترسيب.

الأسباب الموجبة لإزالة الرواسب او الحماة (الروبة) من احواض الترسيب باستمرار: -

١-كي لا تشغل الرواسب جزء من حجم الحوض وتقلل من زمن مكوث المياه وبالتالي تقلل من جودة الترسيب.
٢-قد ترتفع الرواسب فب الحوض لتصبح معلفة مرة أخرى بسبب سرعة مياه الدخول.
٣-قد تتعفن الرواسب وتسبب مشكلات في الطعم والرائحة.
٤-قد تنمو البكتريا اللا هوائية وتتسبب في خروج غاز النتروجين الذي يسبب طفو الرواسب.

العوامل المؤثرة على كفاءة الترسيب: -

١ –كثافة المياه: -وهذه تقل بارتفاع درجة حرارة المياه ،كلما قلت كثافة الماء زادت سرعة و كفاءة الترسيب .
٢ –لزوجة الماء: -وهي تقل بارتفاع درجة الحرارة وكلما قلت لزوجة الماء زادت سرعة وجودة الترسيب وللسببين السابقين يلاحظ ازدياد كفاءة الترسيب في شهر الصيف عنها في شهر الشتاء.
٣ –كثافة المواد العالقة: -إذ كلما زادت كثافة الحبيبات الصلبة زادت سرعة ضبط هذه الحبيبات من ثم زادت كفاءة الترسيب.
٤ –شكل المواد العالقة: -فكلما اقترب شكل الحبيبات العالقة من الشكل الكروي كان ترسيبها أسرع وكفاءة بسبب انخفاض المساحة النوعية المعروضة لاحتكاك مع الماء.
٥ –حجم المواد العالقة: -كلما كبر حجم الحبيبات زادت كفاءة الترسيب بسبب كبر الحجم، المعرض للتصادم.
٦ –تركيز المواد العالقة: -هذا التركيز ربما كان سبب في زيادة كفاءة الترسيب (نظرا لاحتمال تصادم الجسيمات العالقة ببعضها مما قد يسبب التحامها في جسيمات أكبر ومن ثم تكون أسهل في الترسيب). إلا أن من المحتمل أن يكون التصادم محقا لعملية الترسيب أذا نتج عنة تنافر للحبيبات بدلا من التحامها.
٧ –سرعة جريان الماء في الحوض: -كلما قلت سرعة الماء في الحوض زادت كفاءة الترسيب. ويفضل ألا تتجاوز هذه السرعة (٣٠) سم /دقيقة أو (٢٠-٤٠) ضعفا لسرعة هبوط المواد العالقة المراد ترسيبها.
٨ –مدة بقاء الماء في الحوض: -فكلما زادت هذه المدة ،زادت جودة الترسيب إلا أن من الناحية الاقتصادية نادرا ما يزيد هذا الوقت في الترسيب الطبيعي عن أربعة ساعات . وذلك نظرا للزيادة الطفيفة في جودة الترسيب الناتجة عن مضاعفة الوقت. ويلاحظ من المخططات البيانية إن جودة الترسيب بعد ساعتين هو ٦٥% فإذا ضاعفنا مدة بقاء الماء في الحوض ألي أربع ساعات نجد أن جودة الترسيب ارتفعت إلى ٧٢% أي بزيادة طفيفة حوالي ٧% لا تبرر مضاعفة التكاليف إنشاء وتشغيل أحواض الترسيب.

مكونات أحواض الترسيب:

- خزان التوزيع الرئيسي.
- خزان التوزيع الابتدائي
- خزان حوض الترسيب.
- خزان تصريف الأطيان.
- الجسور.
- البوابات.

- الأجهزة الكهربائية.
-

وصف الأجزاء لأحواض الترسيب:

حوض التوزيع الرئيسي:

بناية خرسانية تستخدم كخزان لدخول الماء من محطة السحب إلى خزان حوض الترسيب عبر بوابات التحكم وأيضا تتم فيه إضافة مادة الشب لخلطه مع الماء بواسطة خلاط ((flash mixer قبل إن يصل الماء إلى حوض الترسيب (عملية الخلط السريع) ويعتمد تصميمه وعدده على تصميم المحطة.

حوض التوزيع الابتدائي:

بناية خرسانية تستخدم كخزان لدخول الماء من حوض الترسيب إلى المرشحات عبر بوابات تحكم بعد أن تمت المعالجة الأولية له ويعتمد تصميمه وعدده على تصميم المحطة.

حوض الترسيب:

يتكون من الأجزاء التالية:

أ- **المركز (الشمعة):** بناية خرسانية في وسط الحوض وعن طريقها يدخل الماء القادم من الخزان الرئيسي من أسفل الشمعة إلى داخل الحوض عبر فتحات ثلاثة بأعلى الشمعة كما في الصورة رقم (٢).

ب- **الجدار العازل (Thrust)**: وهو جدار إسمنتي منفذه الوحيد هو أسفله وشكله دائري حول الشمعة كما في الصورة رقم (٦). يستخدم كعازل حيث يخلط الماء في داخله مع الشب بواسطة الخلاطات ومن خلال الفتحات الموجودة في أسفله ينتقل الماء إلى الجهة الثانية للحوض وبذلك يساعد على تهدئة الماء الناتج من الخلط الذي يتم في داخل الحوض والتي يعتمد عليها في تجميع الماء.

صورة رقم (٦) يوضح المكونات العامة لأحد الأحواض

ج-الدرع: ومرتبط بالساقية عن طريق الحاضنات والدرع عبارة عن صفائح مستطيلة الشكل ذات عرض معين صغيرة ومتصلة مع بعضها بواسطة المثبتات تأخذ الشكل الدائري للحوض وتكون مثبتة

على الساقية باتجاه مركز الحوض. وضيفته الأساسية لمنع الأجزاء الطافية من الخروج مع الماء المنتج ويكون مصنوعا من مادة الفايبر كلاس كما في الصورة رقم (٥).

د-(V- notch): وهي قطعة من الفايبر كلاس على شكل حرف (V) متصلة مع بعضها البعض وتكون على شكل تاج فوق الساقية. تسمح لخروج الماء المنتج.

هـ-الساقية: وهو جزء متصل بالجدار الخارجي للحوض داخل الحوض ويدخل الماء القادم من داخل الحوض عن طريق v-notch ليجمعه ويرسله إلى البالوعة (Pit) التي تجمعه وترسله إلى الخزان الابتدائي عبر بوابة تحكم كما في الصورة رقم (٣).
و-حوض التصريف: يكون ملاصقا لحوض الترسيب ويستخدم لتصريف أطيان التنظيف والماء القليل العكورة الزائد عن الحاجة ويرسل مائه وأطيانه إلى خزان تصريف الأطيان ومن ثم إلى محطة الأطيان.
ز-الجدار الخارجي والقعر: وهو جدار كونكريتي الغرض منه عدم السماح بدخول المياه الجوفية إلى داخل الحوض.

حوض تصريف الأطيان:
بناية خرسانية تستخدم لتصريف الأطيان من أحواض الترسيب إلى محطة الأطيان عبر بوابات تحكم ويكون عددها حسب تصميم المحطة مما يتلاءم مع عدد الأحواض وتكون قريبة من الأحواض.

الجسر:
يختلف عدده من محطة لأخرى ويعتمد على تصميم المحطة ويكون مصنوعا من المقاطع الحديدية وتكون الأجزاء الغاطسة منه مطلية بمادة الإيبوكسي الغذائي الذي لا يتفاعل مع الماء و في كل حوض يكون جسر ثابت المركز متحرك عند المحيط بواسطة إطارات من المطاط الصلب ويدور الجسر بمقدار دورة واحدة في كل (٦٠) دقيقة تقريباً وفي كل جسر مجموعة من الكاسحات المعروفة بالـ (Scraper) متصلة مع بعضها بواسطة السلك الحديدي (Steel Wire)كما في الصورة رقم (٦) وتقوم بكسح الأطيان المترسبة في قعر الحوض وترسله إلى فتحة تصريف الأطيان كما في الصورة رقم (٧). وتفتح هذه الفتحات الموجودة في قعر حوض الترسيب ثلاث مرات يومياً على الأقل وحسب الحاجة والكاسحة عبارة عن قاعدة حديدية مذيلة بمطاط (Rubber) لمنع احتكاك القاعدة الحديدية بقعر الحوض الكونكريتي والهدف منها هو الإزالة المستمرة للأطيان والمواد المترسبة والتي تتجمع في قعر الحوض والتي بالتالي تؤثر على طعم ورائحة الماء الخارج من الحوض وفي كل جسر خلاط (Aux. Mixer) أو أكثر (حسب السعة التصميمية للحوض والمحطة) دورانهما يكون بطيئا قد يصل إلى ثمان دورات بالدقيقة الواحدة تقريبا.

صورة رقم (٧) توضح البركة التي تتجمع فيها المواد

البوابات:

وهي بوابات تستخدم للتحكم بدخول وخروج الماء بين أجزاء المحطة، حيث إن عددها معتمد على تصميم
المحطة، وان عملية غلق وفتح البوابة عملية ميكانيكية(يدويا).

الأجهزة الكهربائية:

وتشمل محركات صندوق التروس ومحركات الخلاطات وأجهزة السيطرة على المحركات.

الصيانة:

وفيها تتم الصيانة والفحص لجميع الأجزاء الكهربائية والميكانيكية وكالتالي:

أولا: الصيانة الكهربائية:

آ-الفحص الأسبوعي (Weekly): يتم أخذ قياس درجات الحرارة وقراءة الفولتية والتيار لكافة المحركات الكهربائية والاهتمام بتنظيف المعدات الكهربائية من محركات وأجهزة السيطرة.

ب-فحص (3-Months): وفيه تتم اخذ القراءات الخاصة بالعازلية (Magger) ويتم مقارنتها مع القراءات النموذجية للمحركات الكهربائية.

ثانياً: الصيانة الميكانيكية:

أ. الفحص الأسبوعي (Weekly):

- فحص مستوى الزيت في (Gear box) لكل من الجسور والخلاطات وكذلك معالجة النضوح إن وجد.
- فحص (Wheel tires) لجميع الجسور فيما إذا كان قد تعرض أي منها للضرر ومعالجته أو استبداله وفحص التشحيم أيضا.
- فحص ومتابعة مفاتيح دخول الماء إلى الحوض والخروج منه وتزيتها وإعادة ضبط المثبتات عند الحاجة.

ب- فحص الثلاثة أشهر (3-Months):

يتم في هذا الفحص تبديل الزيوت الموجودة في صندوق التروس (Gear box) الخاص لكل جسر، حيث يتم استبداله بزيت صيفي نوعه (SAE 140) في فصل الصيف، وكذلك زيت شتوي في فصل الشتاء ونوعه (SAE 90).

ج-فحص ٦ أشهر:

وفيه يتم تفريغ الماء من الحوض وتنظيفه من الأطيان المترسبة ليصبح بالإمكان إجراء عملية الصيانة للحوض كما في الصورة (الجسر، القاشطات،المطاط، أسلاك المعايرة والخلاطات) وكما مبين أدناه لكل فقرة:

الجسر: حيث يتم فحص مثبتات الجسر لإعادة ضبطها مرة ثانية عند الحاجة وكذالك طلائه بمادة الإيبوكسي الغذائي الذي لا يتفاعل مع الماء بعد تنظيفه بالفرش السلكية.

- القاشطات والمطاط: يتم فحص ارتفاعها عن سطح الحوض وكذلك تبديل المطاط في حالة تلفها.
- أسلاك المعايرة: يتم فحص هذه الأسلاك حيث دائما تتعرض إلى التلف نتيجة الضغط وتبديل التالف منها وإعادة معايرتها لان هذه العملية مهمة جدا لأن أي تلف لها يؤدي إلى انحراف القاشطات وبالتالي يؤثر على أداء عملها بالشكل الصحيح.
- الخلاطات: يتم فحصها وإجراء الصيانة لها عند الحاجة وكذلك يتم تبديل أو إضافة الزيت ودهن التشحيم

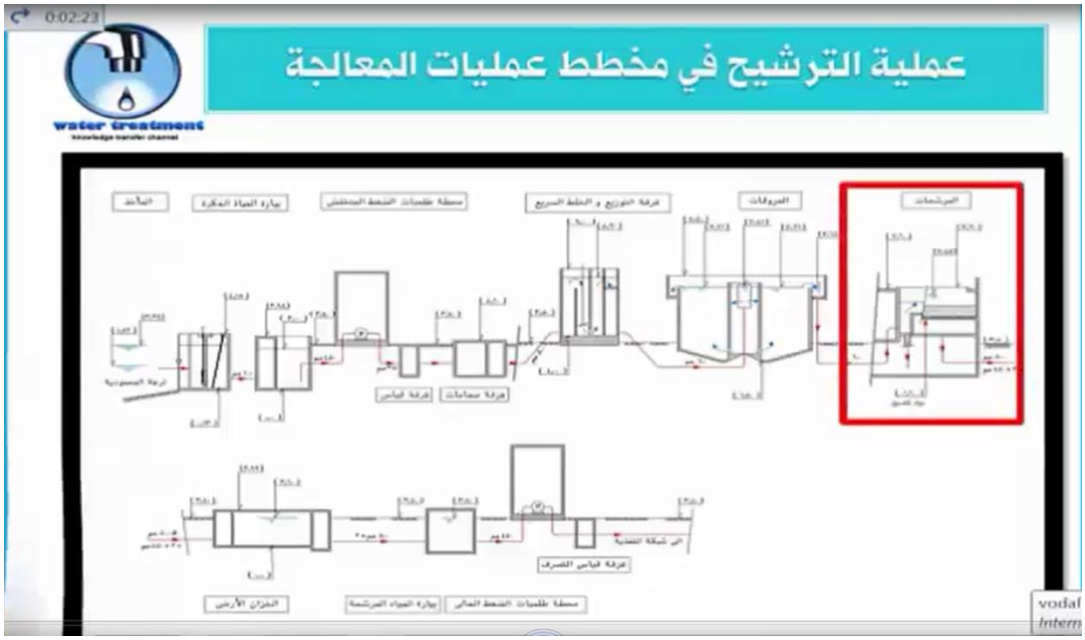
صندوق التروس (Gear Box): يتم فحصه وإجراء الصيانة له عند الحاجة وكذلك يتم تبديل أو إضافة الزيت ودهن التشحيم.

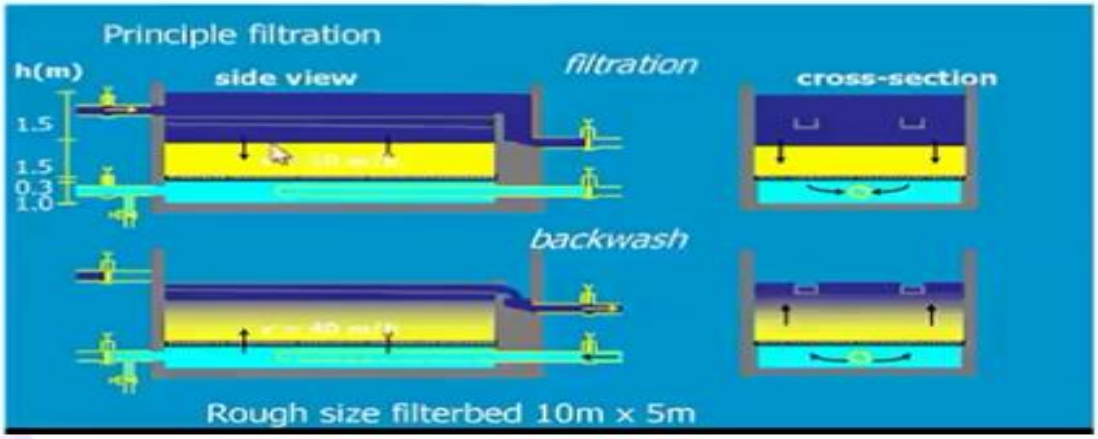
الترشيـح :-.... ....Water Filtration

تعتبر عملية الترشيح المعالجة النهائية للماء وذلك بالتخلص من الجزيئات الصغيرة التي لم تترسب عند المعالجة الأولية للماء في أحواض الترسيب او تلك التي تولدت جراء عملية التخثير من خلال امرار الماء في وسط مسامي .

الترشيح:-امرار الماء خلال وسط مسامي للتخلص من شوائب عالقة به

- في معالجة المياه السطحية الشوائب هي الندف الصغيرة.
- في معالجة المياه الجوفية الشوائب هي اكاسيد الحديد والمنغنيز.





تعمل المرشحات حسب النظريات والأسس الآتية :-

١-التصفية الميكانيكية :- تعمل فجوات الرمال كمصفاة تحجز المواد العالقة ذات الأحجام الكبيرة نسبيا.

٢-الترسيب :-ترسيب بعض المواد العالقة في فجوات الرمال.

٣-الالتصاق :- التصاق بعض المواد العالقة على سطح حبيبات الرمل ، ويساعد على ذلك الخواص الهلامية للمواد العالقة بسبب المواد المروبة ، وكذلك مسارات المياه المتعرجة خلال طبقات الرمل ، التي تزيد من قوة الطرد المركزية.

٤-التجاذب :-اختلاف الشحنات الكهربائية على كل من المواد العالقة وحبيبات الرمال، يساعد على التصاق هذه المواد على حبيبات الرمل.

٥-التغذية البيولوجية :-تتكون طبقة هلامية من كائنات حية دقيقه نافعه على سطح الرمال تتولى عملية اصطياد وحجز الكائنات الضارة مع المواد العالقة.

الوسط الترشيحي :-

يمكن ان يكون الوسط الترشيحي من الرمل او فحم الانتراسايب او مواد اخرى مثل الكرانيت او الهيماتايت .

- للوسط الترشيحي مواصفات يتم تحديدها قيل استخدامه .
- حجم الحبيبات (grain size) ويقصد يه المدى بين اكبر واقل قطر لحبيبات الوسط هو (٠.٦-١,٢) .
- القطر الفعال .
- معامل الانتظام .
-المسامية .
-خواص مقاومة التاكل .
- خلوه من الشوائب .

القطر الفعال:- هو رقم المنخل الذي يمرر ١٠% ويحجز ٩٠%من وزن الرمل .

القطر الفعال

اجراء الاختبار و الحسابات

رقم المنخل مم	الوزن المحتجز جم	الوزن التجميعي	تسبه الحجز %	نسبة الامرار%
1.4	50	50	0.05	0.95
1.2	100	150	0.15	0.85
1	100	250	0.25	0.75
0.8	150			
0.6				
		1000		
الوزن الكلي	1000			

القطر الفعال ومواصفات الوسط الترشيحي

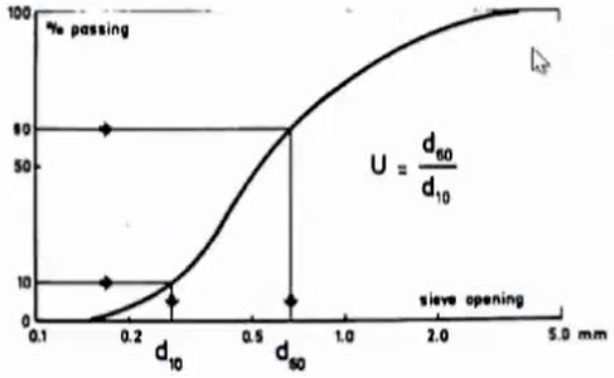


Fig. 2.23 Grain size analysis

معامل الانتظام(U) :-

نأخذ المنخل d_{60} وهو يمثل رقم المنخل الذي يمرر ٦٠% ويحجز ٤٠% ونأخذ المنخل d_{10} وهو يمثل رقم المنخل الذي يمرر ١٠% ويحجز ٩٠% . **معامل الانتظام (U) =d_{60} / d_{10}**

ملاحظة:- الوسط الترشيحي ذو معامل انتظام ١ منتظم تماما وكلما زاد معامل الانتظام زاد التغير بالحجم
- معامل الانتظام للمرشحات الرملية السريعة يتراوح بين ١,٢-١,٥

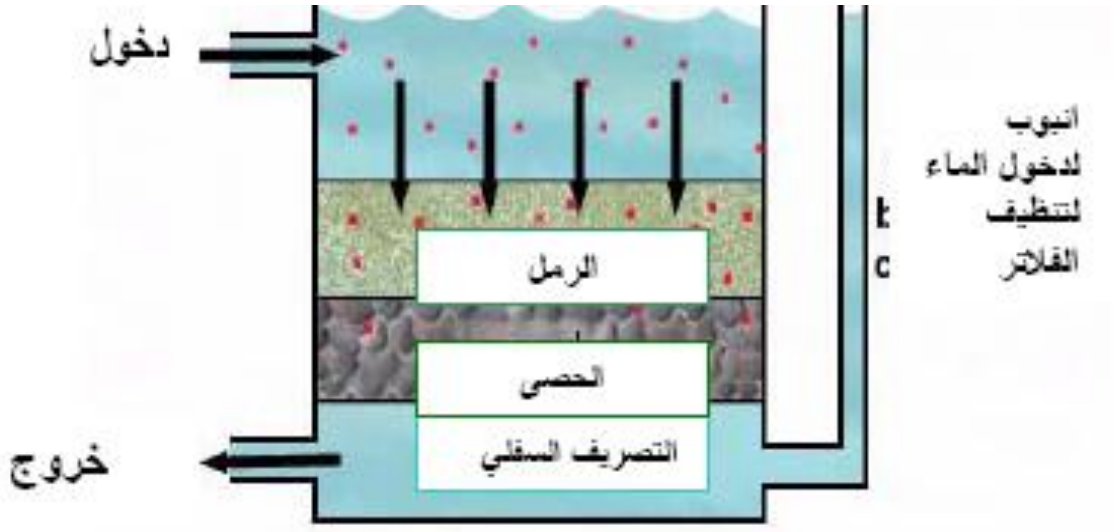
س:-هل يمكن اضافة رمل خشن(٠,٩ ملم) الى مرشح ذو رمل ناعم(٠,٥ ملم) في حالة فقد كمية منه؟

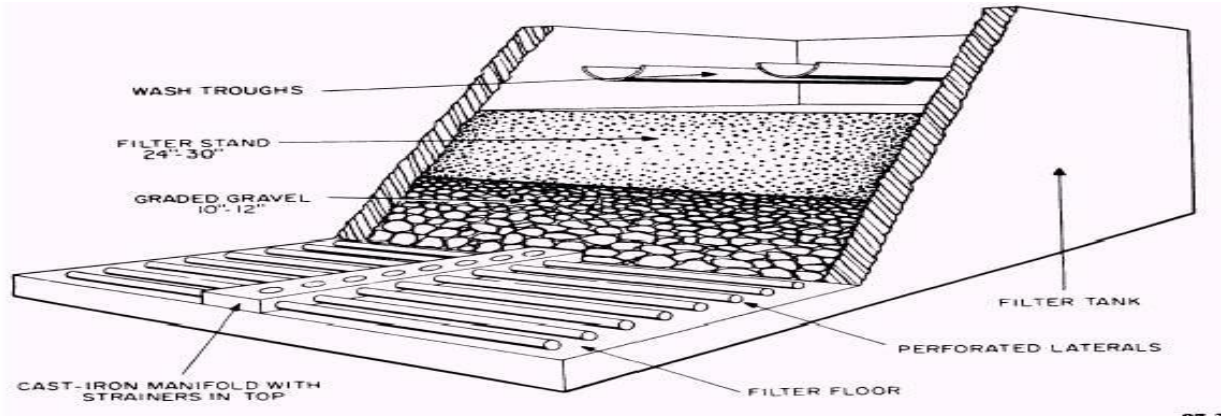
أنواع المرشحات

١-المرشحات الرملية السريعة(التي تعمل بالجاذبية)..... Rapid Sand Filters (RSF)

وتتكون طبقات المرشحات الجاذبية من الرمل الناعم والخشن والحصى. طبقات الرمل تكون خاليه من الطين والمواد العضوية تكون منتظمة وذات حجم مناسب ومطابقة للمواصفات العراقية. الرمال الناعمة تتسخ بشكل سريع لذلك تحتاج إلى عمليات غسل مستمرة وعمليه الغسل العكسي لها تكون ذو فاعليه أكثر أما الرمال الخشنة فإنها تسمح بمرور بعض الأجسام الصلبة العالقة والبكتريا. طبقات الحصى عملها الأساسي هو إسناد طبقات الرمل وكذلك توزيع المياه.

ويكون عمق الرمل عادة (٥٠ – ٧٥) سم وعمق الحصى أسفل الرمل فى حدود (٤٠ – ٦٠) سم وفى حالة عدم استخدام الحصى يلغى هذا السمك من المرشح ويتحول الى عمق مائى مما يرفع كفاءه الترشيح ويراعى ألا يزيد الارتفاع بين سطح الرمل وسطح قنوات الغسيل عن ٧٥ سم وتستخدم أنواع كثيرة لتجميع المياه من قاع المرشح وهو عبارة عن أنابيب من البلاستيك تنتهى من أعلى بشبكة دقيقة جداً ، وتركب هذه الأنابيب فى بلاطة خرسانية فوق قاع المرشح . وتوضع طبقة من الحصى بارتفاع ٤٠ سم وبتدرج فى الحجم بين (٢ – ٤٠) مم ، توضع فوق الأنابيب ، ويعلو الحصى طبقة الرمل التى يتم الترشيح خلالها.

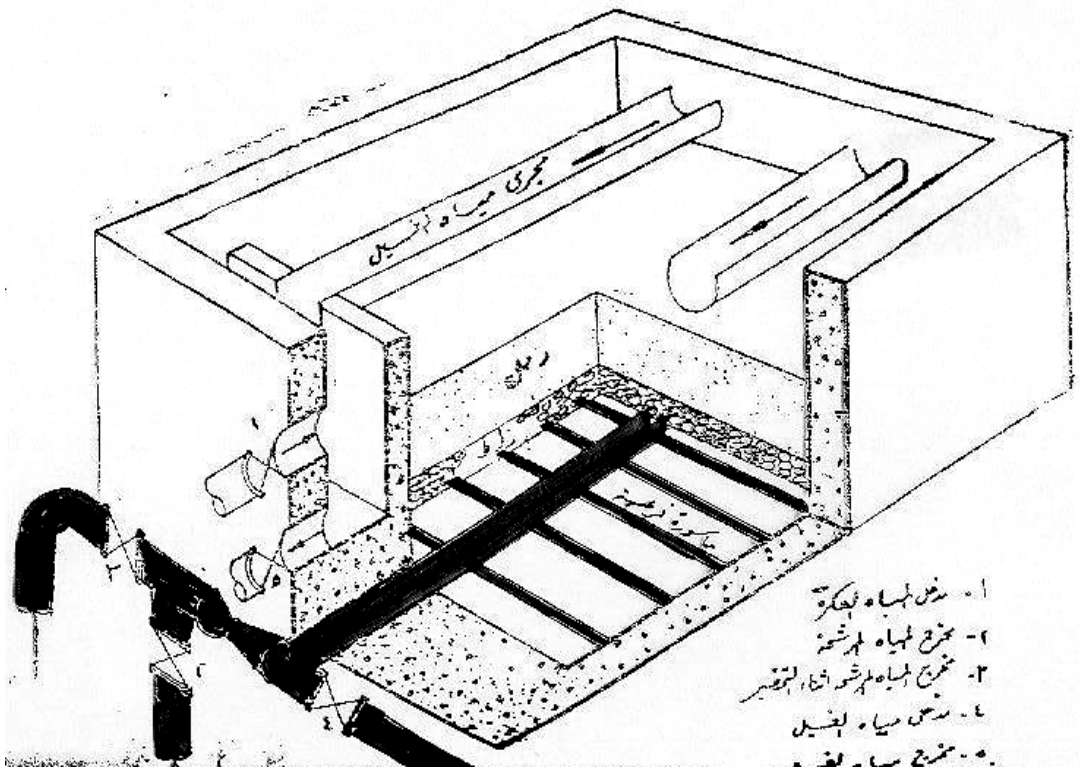




تشغيل المرشح الرملي السريع :..... Operation of Rapid Sand Filter

أولاً : فترة التحضير :
يفتح الصمامان (١) ،(3) وتقفل باقي الصماماتت لمدة (٥ – ١٥) دقيقة لتهيئة المرشح للعمل بتكوين طبقة هلامية رقيقة على سطح الرمل لتساعد في إتمام عملية الترشيح بكفاءة.
ثانياً : فترة الترشيح :
يقفل صمام (3) ويفتح (2) وتستمر هذه الفترة (١٢ – ٣٦) ساعة حتى يصل الفاقد في الضغط نتيجة مرور المياه في طبقات الرمل والحصى إلى حوالي ٢٥٠سم ويكون هذا الفاقد فى البداية (٤٠ – ٦٠) سم.

الأسس التصميمية لمرشحات الرمل السريعة :-
١ -يتم تصميم المرشحات لتنقية كمية الماء التي تعادل المتوسط الصيفي للاستهلاك في المدينة ما بين (١٤٠-١٦٠)% من المتوسط السنوي .
٢ –يتراوح معدل الترشيح ما بين (١٢٠ -١٨٠) متر مكعب /متر مربع /يوم أي من (٥ -٧,٥)متر مكعب /متر مربع /ساعة .
٣ –تقسم المساحة الكلية للمرشحات الى مساحات صغيرة كل منها حوالي (٥٠) مترا مربعا وذلك لضمان مرونة التشغيل .
٤–يزداد عدد المرشحات بعدد أخر احتياطي عند توقف أي مرشح للتنظيف أو الإصلاح .
٥ –يتراوح معدل الغسيل بين (٣٠ -٥٠)متر مكعب /متر مربع /الساعة بالنسبة للمياه وبمعدل (٤٠)متر مكعب /متر مربع /الساعة من الهواء المضغوط .



الطبقة الحاملة:-

- هي طبقة من الحصى المتدرج في الحجم الاكبر حجما في الاسفل والاصغر في الاعلى ووظيفتها حمل الوسط الترشيحي ومنعه من السقوط من خلال ثقوب الانابيب .
- تقوم بتوزيع مياه وهواء الغسيل بانتظام على ارجاء المرشح.
- تقوم الطبقة العليا بمنع الرمل من التسلل الى الاسفل .
- يجب ان لا تقوم الطبقة السفلى بسد الانابيب .
- يتم التعامل مع الحصى بناءا على حجم الحبيبات grain size(اقصى- وادنى) وليس القطر الفعال.

-الحصى الموجود بالطبقة العليا يجب ان يكون من ناحية ناعما بدرجة انه يمنع الوسط الترشيحي من التسلل الى الطبقات الاسفل من الحصى وسد المسام البينية ومن الناحية الاخرى يجب ان يكون الحصى في هذه الطبقة منتظما ويكون الحجم الادنى له مساويا ل٤-٤,٥ من الحجم الفعال للوسط الترشيحي بل انه من الافضل ان لا يتجاوز الحجم الاقصى للحصى هذه النسبة.

من ناحية اخرى يزداد حجم الحصى بنسبة لا تزيد عن ٤ بين الحجم الاقصى للحصى الموجود في الطبقة السفلى والحجم الادنى للحصى الموجود في الطبقة العليا .

الحصى في الطبقة السفلى الاخيرة يجب ان يكون خشنا بحيث لا يتحرك تحت تأثير المياه المندفعة للغسيل وكذلك لا يسد فتحات دخول المياه.

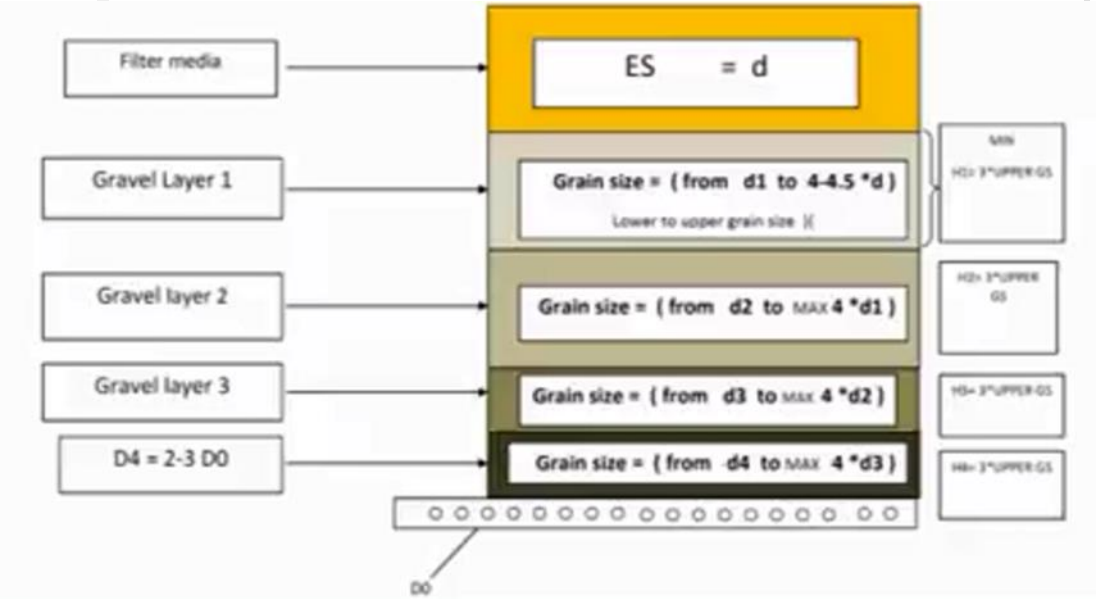
ان الحصى بحجم من ٣٠-٦٠ ملم بحيث يساوي ٣ امثال قطر فتحات خروج المياه يمكن ان يحقق كلا الشرطين .

سمك كل طبقة من الحصى يجب ان تزيد عن ٧ سم وتزيد عن ثلاثة امثال الحجم الاقصى للحصى.

انواع الحصى والرمل المستخدم في المرشح :-

يجب ان يكون الحصى المستعمل في المرشح من حبات كاملة الاستدارة ومن مادة خالية من الاتربة والغرين او الرمل .يوضع الحصى في المرشح على طبقات بحيث يكون الاكبر حجما في القاع ويتراوح سمك طبقة الحصى بين (٦٠-٤٥)سم ومرتبة كالاتي :-

قطر حبيبات الحصى(انچ)	عمق الطبقة (سم)
2__ 1	20__ 15
1__ ½	10__ 7.5
½__ ¼	10__ 7.5
¼__ ⅛	10__ 7.5
⅛__ (¼+⅛)	10__ 7.5
العمق الكلي 60__ 45 سم.	



شبكة الصرف(المبازل السفلية):-

- قاع المرشح ووظيفته

- الانابيب المثقبة

- الطبقة الحاملة للوسط الترشيح

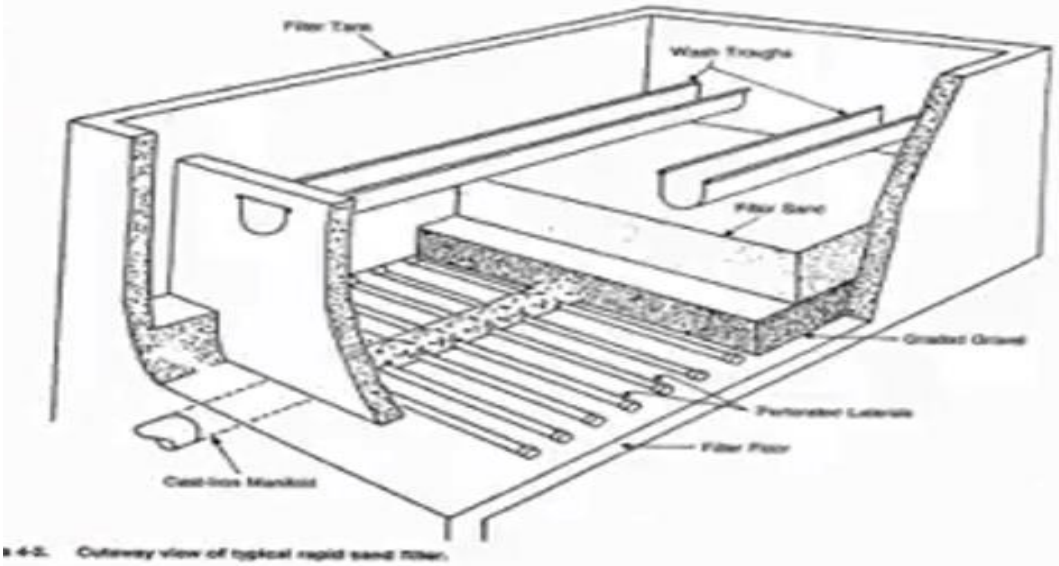
اولا :-قاع المرشح ووظيفته :-

١-حمل الوسط الترشيحي وتجميع المياه المرشحة.

٢- توزيع مياه الغسيل.

٣-توزيع هواء الغسيل بانتظام.

قاع المرشح



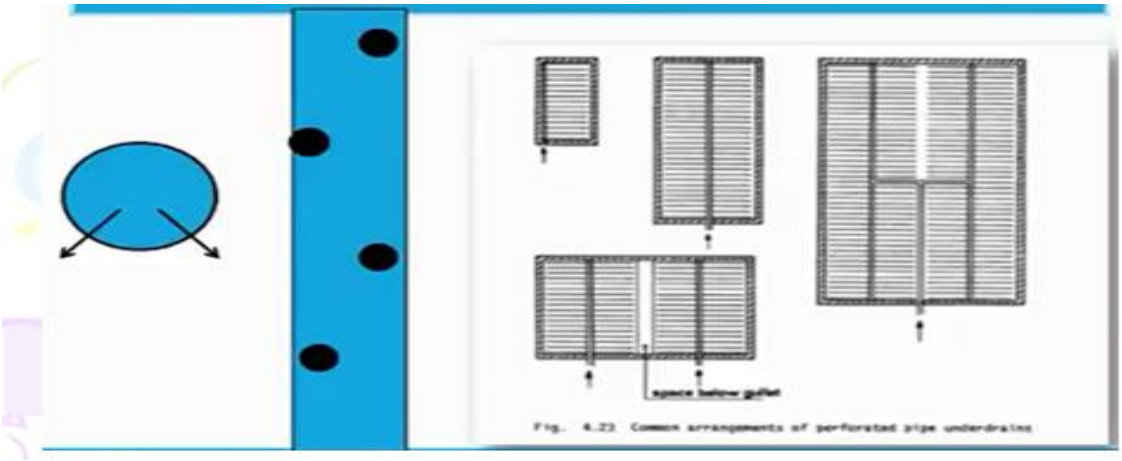
Cutaway view of typical rapid sand filter.

المواصفات الواجب توافرها في نظام شبكات مياه الغسيل للمرشحات الرملية السريعة(نظام الانابيب المثقبة):-

- عدد الثقوب في منظومة المياه من ٢٥ الى ٧٥ ثقب في المتر المربع قطر الثقب من ٦- ١٥ ملم .
-عدد الثقوب في منظومة الهواء من ٥٠- الى ١٠٠ في المتر المربع قطر الثقب من ١-٣ ملم .
-يجب ضمان استقامة الانابيب وان يكون منسوب فتحات الهواء ثابت لضمان توزيع الهواء بالتساوي .

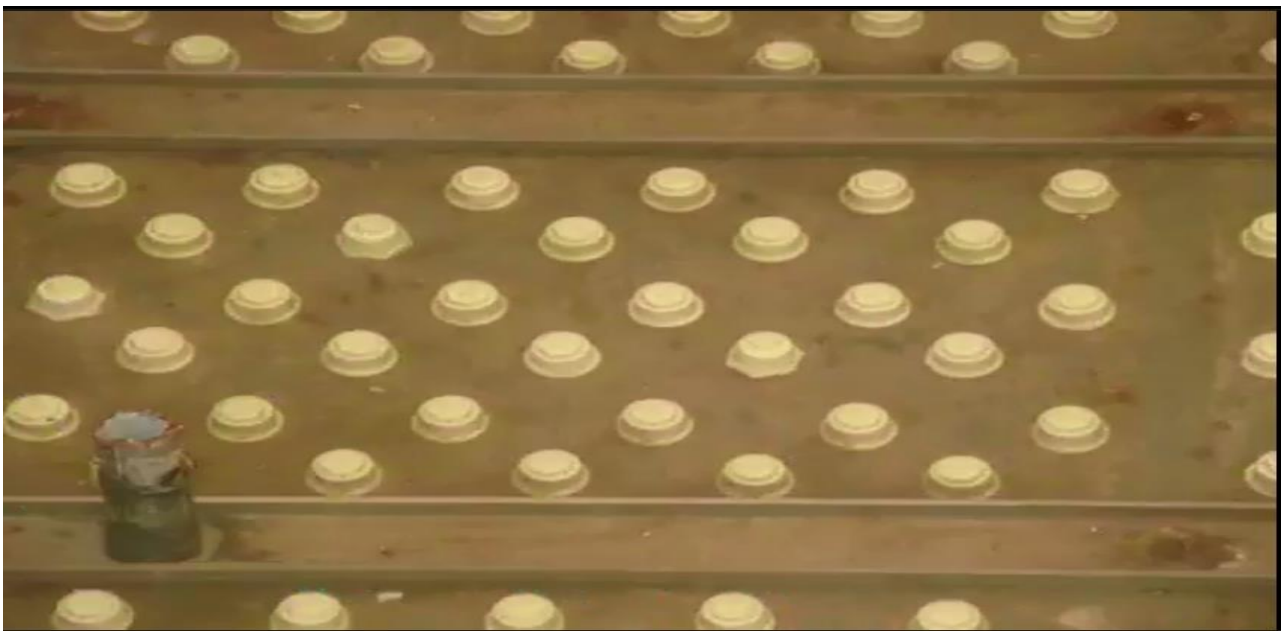
الكود المصري :-

قطر الثقب يتراوح من ٧,٥-٢٠ ملم .
-اطوال الانابيب ٦٠ ضعف القطر.
المسافات بين الانابيب لا تقل عن ٢٠ سم .



المرشحات ذات البلاطات والفواني(النوزلات):-

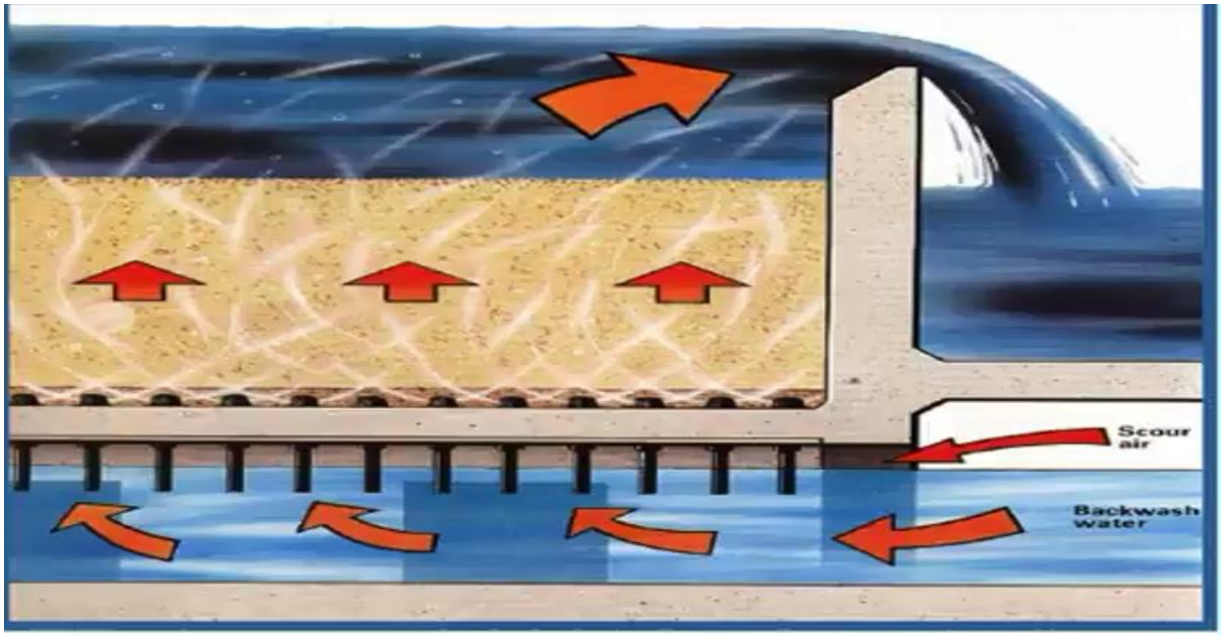
water treatment



00:10:13

water treatment

ка воспроизведения



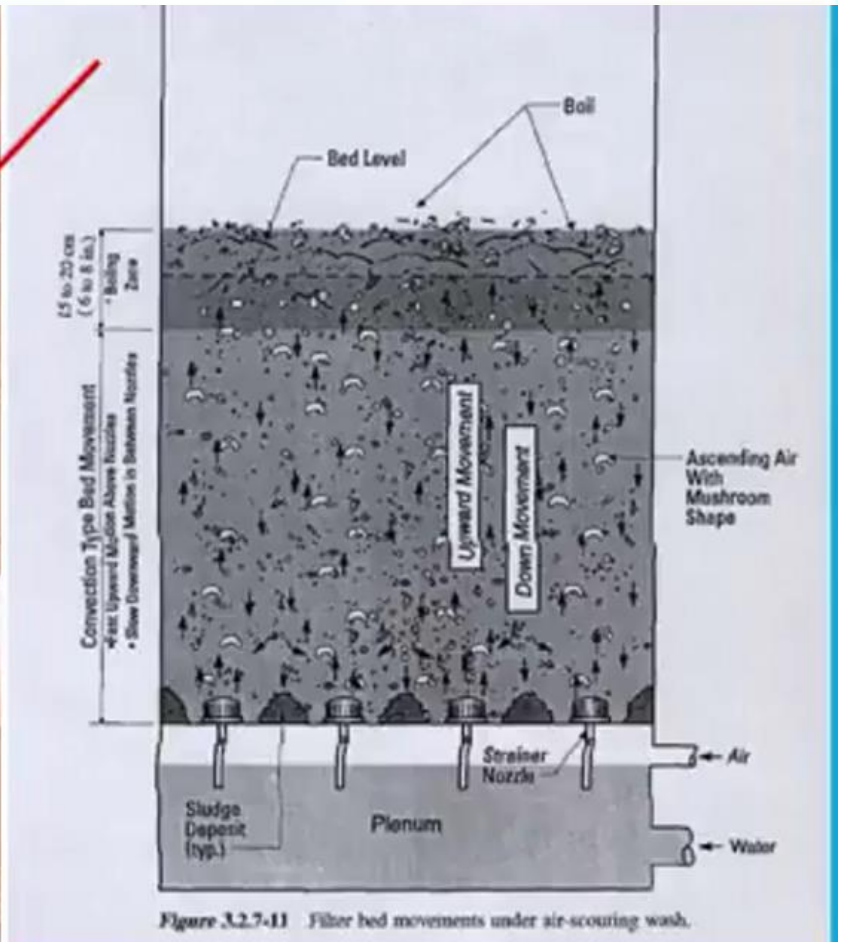
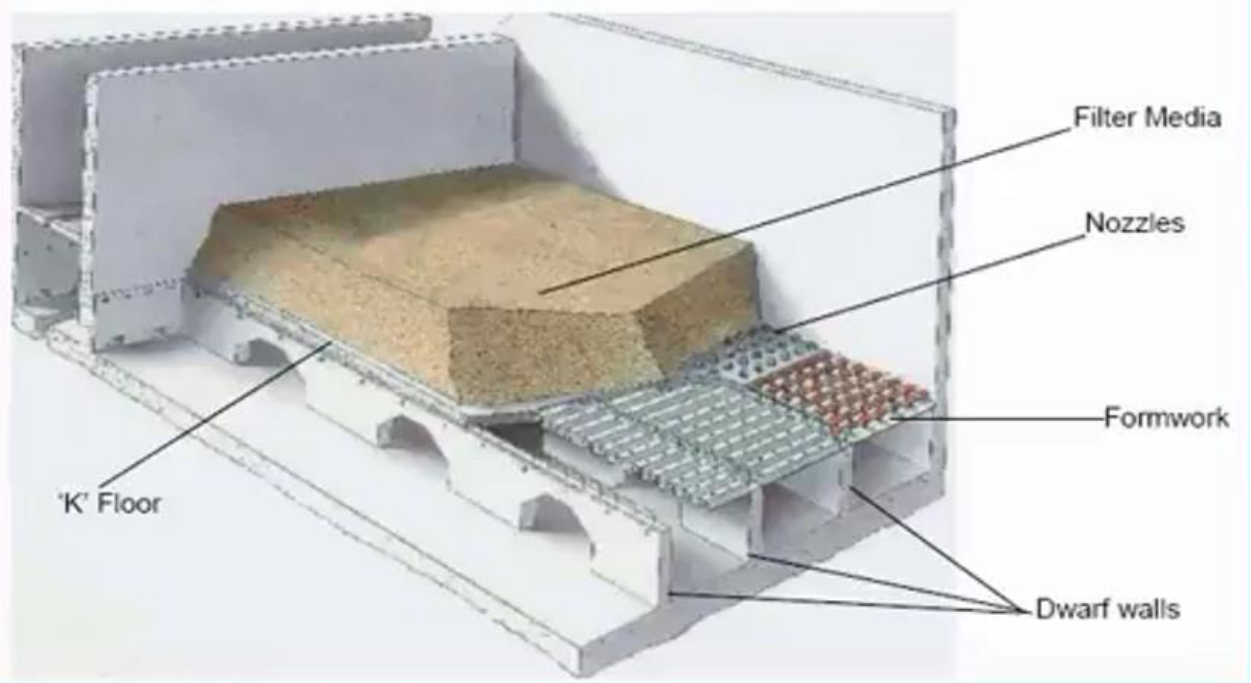


Figure X2.7-11 Filter bed movements under air-scouring wash.



غسيل المرشح

يقفل الصمام رقم (١) ،(٣) ويفتح الصمام (٥) لدخول الهواء المضغوط لمدة دقيقتين أو ثلاثة ، ويفتح صمام (٤) وصمام (٦) لمدة حوالى ٥ دقائق لدخول مياه الغسيل وتصريفها.
وبعد ذلك تعاد هذه الدورة الثلاثية بفترة التحضير ثم فترة الترشيح ثم فترة الغسيل، وهكذا

وفي عملية الغسيل العكسي يضخ الماء للأعلى خلال المرشح .
في عملية الغسل العكسي سوف تسيّل الجزيئات المترسبة من مكانها لتخرج من بوابة التصريف إلى خزان تجميع الأطيان حيث أن قنوات الغسيل العكسي هي نفسها التي توصل الماء إلى المرشح ولكن الفرق الذي يحدث في هذه الحالة هو أن الصمام الذي يوصل الماء إلى المرشح يكون مغلقا والصمام الذي يصرف ماء الغسيل العكسي يكون مفتوحاً ولتحسين عملية الغسيل العكسي يستخدم ضاغط الهواء وهذه الطريقة تسمى التنظيف الهوائي وذلك بضخ الهواء من أسفل المرشح قبل البدء بعملية الغسيل العكسي وتستمر إلى أن يبدأ ماء الغسيل بالجريان عبر قنوات التصريف، بما أن فقاعات الهواء هي اقل كثافة من ماء الغسيل فهي تتحرك بسرعة أكثر مقارنة بجريان الماء فتزيد بذلك الاضطراب في المرشحات وبدوره يزيد من قوة القشط خلال طبقات المرشح.

وعلى الرغم من فعالية هذه الطريقة إلا أنها يمكن أن تتلف المرشحات حيث تزيد من احتمالية انجراف مادة المرشح نفسها مع ماء الغسيل العكسي وجريانها عبر قنوات التصريف وإذا ما فقد المرشح الكثير من مادته فسوف يفقد الكثير من كفاءته مما يستوجب تبديله وهي عملية مكلفة وقبل أوانها فأنه من الضروري الانتباه والحذر خشية فقدان مادة المرشحات إذا ما اتبعت طريقة تنظيف المرشحات بالهواء ولتجنب هذه الحالة فيكون إما بتقليل سرعة الغسيل العكسي إثناء إزالة المواد العالقة بواسطة الهواء، أو بواسطة غلق الصمام الهوائي قبل أن يتم فتح صمام الغسل للمرشحات

عمليات الغسل الآلي للمرشحات تتضمن الخطوات التالية:
أ- غلق الصمامات الموجودة إمام المرشحات.
ب- فتح صمام التصريف للمرشح بشكل تدريجي ويفضل أن يكون بشكل دفعات.
ج- فتح صمام دخول الهواء قبل تشغيل ضاغط الهواء وتستمر عملية ضغط الهواء لفترة من (٥-٣) دقيقة.
د- إيقاف تشغيل الضاغط ثم غلق صمام الهواء.
ه- فتح صمام دخول مياه الغسل ومن ثم تشغيل مضخة الغسل وتستمر هذه العملية لمدة (٢٠-١٠) دقيقة.
٣-١ إعادة المرشح للعمل:
أ- إطفاء مضخة الغسل، وغلق صمامات الدخول والخروج للماء المستعمل للغسل.
صمام الدخول بالنسبة للمرشح سوف يفتح بشكل تدريجي وبشكل دفعات لكي يسمح بامتلاء المرشح لفترة زمنية.

بعد انتهاء عملية الغسل يفضل عدم إدخال المرشح للخدمة لمدة (٦٠-٣٠) دقيقة لإعطاء الوقت الكافي لطبقات المرشح لتعيد استقرارها.

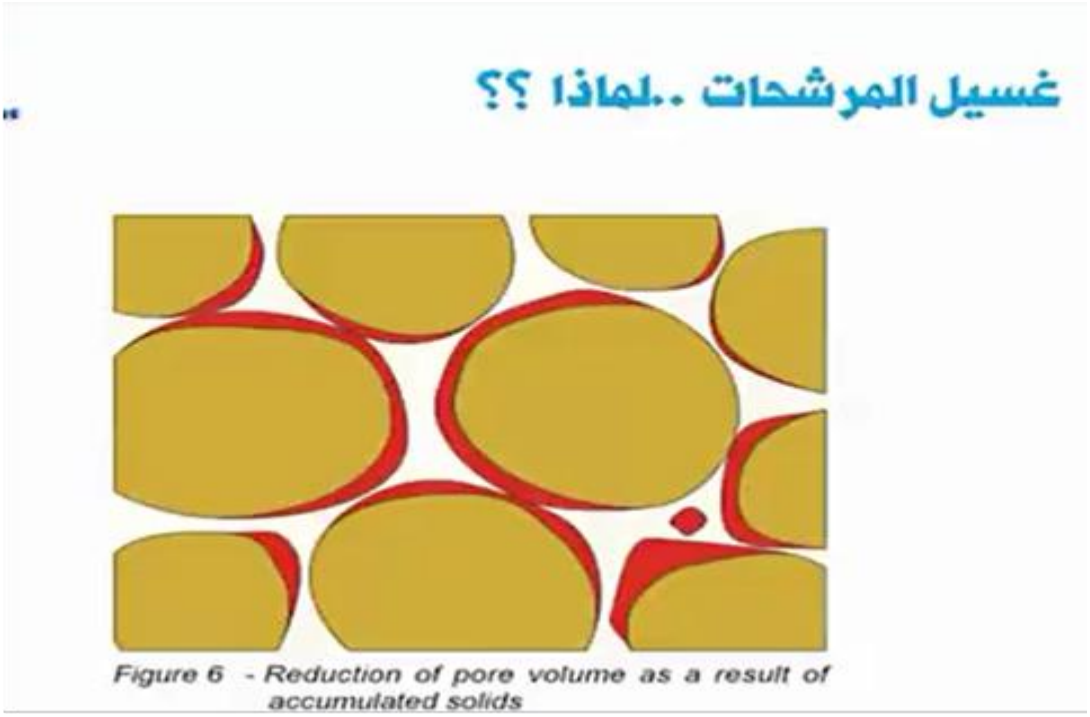
د- المرشحات يجب أن تنظف عندما تكون طبقات المرشح غير كفوءة.

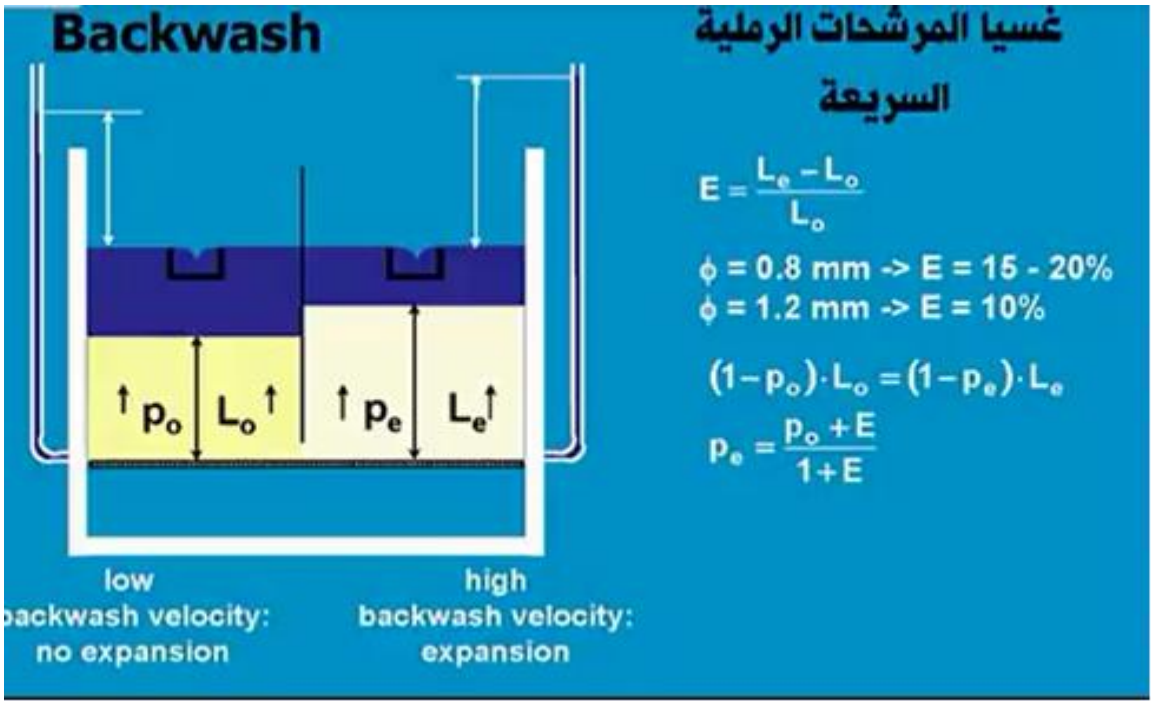
ان اجراءات غسيل المرشحات لها اهداف زكل مرحلة تحقق هدفا من هذه الاهداف وهي :-

١- مرحلة الهواء لفك تماسك الوسط الترشيحي يعد ساعات من الانضغاط تحت تاثير المياه الواردة من اعلى الى الاسفل .

٢- الهواء والماء او الغسيل السطحي لفرك حبيبات الوسط والتخلص نت الشوائب العالقة بها .

٣- الماء فقط تحقيق تمدد الوسط الترشيحي للتخلص من الشوائب الموجودة داخل الوسط الترشيحي وصرفها الى هدارات الصرف .





ملاحظة هامة: -

١ -ان للوسط الترشيحي مواصفات تتغير اثناء الغسيل بالماء فقط مثل ارتفاعه ومساميته.

٢-ارتفاع الوسط الترشيحي Lوعند الغسيل وتمدد الوسط الترشيحي يصيح ارتفاعه L_e والمسامية p وبعد ال تمددPe .

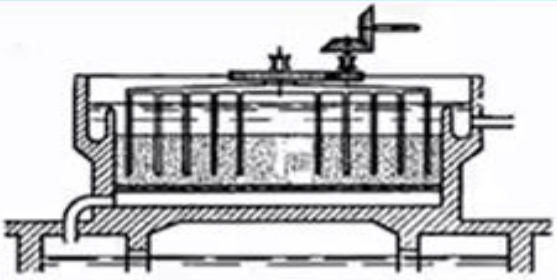
٣-ان الزيادة في ارتفاع الوسط الترشيحي E تعتمد على الحجم الفعال للوسط الترشيحي وتساوي صفر E=15%-20% للوسط الترشيحي ذو الحجم الفعال ٠,٨ ملم.

E=10%للوسط الترشيحي ذو الحجم الفعال ١,٢ ملم.

قياس تمدد الوسط الترشيحي

Media scouring
فرك الوسط الترشيحي

فرك الوسط الترشيحي للتخلص من الشوائب الملتصقة بحبيبات الوسط الترشيحي
باستخدام امشاط ميكانيكية
او الغسيل السطحي
او الغسيل بالهواء و الماء



Mechanical rakes for added agitation during backwashing

كيف يتم تحديد إجراءات الغسيل ؟؟

إجراءات الغسيل

Filter Medium	Backwash Sequence	Air Rate, scfm/sf (m/h)	Water Rate,* gpm/sf (m/h)
Fine sand 0.5 mm ES	Air first Water second	2–3 (37–55)	15 (37)
Fine dual and multimedia 1.0 mm Es anthracite	Air first Water second	3–4 (55–73)	15–20 (37–49)
Coarse dual media 1.5 mm ES anthracite	Air first Air + water on rising level Water third	4–5 (73–91) 4–5 (73–91)	10 (24) 25 (61)
Coarse sand 1.0 mm ES	Air + water 1st Simultaneously Water second	3–4 (55–73)	6–7 (15–17) Same or double rate
Coarse sand 2 mm ES	Air + water 1st Simultaneously Water second	6–8 (110–146)	10–12 (24–29) Same or double rate
Coarse anthracite 1.5 mm ES	Air + water 1st Simultaneously Water second	3–5 (55–91)	8–10 (20–24) Same or double rate*

ملاحظة هامة: -

-لاحظ ان تصريف مياه الغسيل اثناء مرحلة الهواء والماء فرك الوسط الترشيحي اقل من تصريف مياه الغسيل اثناء الغسيل بالماء فقط مرحلة التمدد.

- منظومة العسيل بمحطات المروق النابض حالة مميزة.

حسب الكود المصري: -

- معدل مياه الغسيل من ١٥-٣٥ م٣/م٢ /ساعة.
- معدا هواء الغسيل من ٣٥-٧٥ م٣/م٢ /ساعة.
- ضغط هواء الغسيل ٠,٣-٠,٥ كغم /سم٢.

الخلاصة: -

-ان تصريف مياه الغسيل له علاقة وثيقة بمواصفات الوسط الترشيحي من قطر فعال ومسامية.

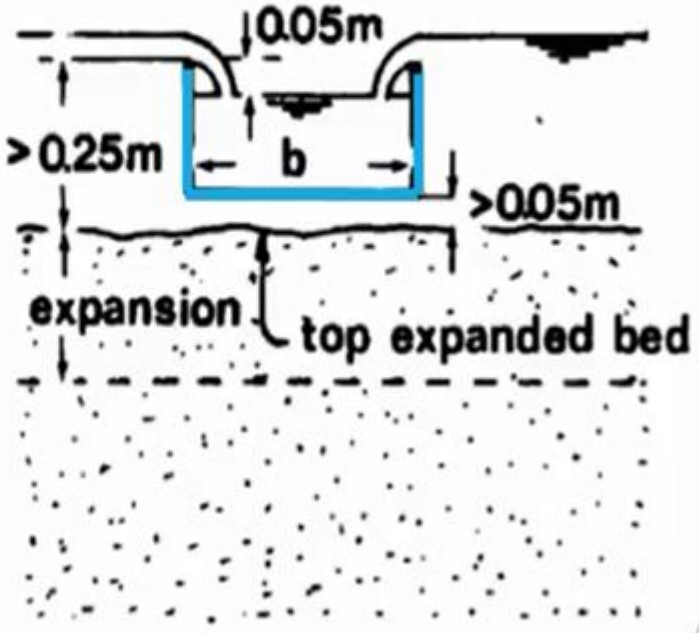
-ان اجراءات الغسيل يحددها نوع الوسط الترشيحي والقطر الفعال.

اقصى مسافة يمكن ان تتحركها الشوائب اثناء الغسيل ٢,٥ م ويمكن تزيد الى ١٠ م إذا استخدم نظام مياه الكسح الافقية بواسطة المياه المروقة.

water treatment
knowledge transfer channel

ملحوظة هامة عن الهدارات

قاع الهدار يجب ان
يرتفع عن سطح الوسط
الترشيحي المتمدد ٥
سم علي الأقل



العكارة

في نهاية عملية الغسل العكسي للمرشح يجب ألا تتجاوز العكرة الحد المسموح به مع الاستمرار بالعمل فان مقدار العكرة للماء الناتج سوف تزداد دلالة على تجمع الأطيان في طبقات المرشح وعبورها عبر المسافات البينية لطبقة المرشح فعندئذ يجب أجراء عملية غسل عكسي للفلتر. عند الانتهاء من عملية الغسل يجب ألا يعاد المرشح إلى الخدمة مباشرة أي أن الماء الناتج لهذا المرشح يضخ إلى مجمع الأطيان لفترة قصيرة ثم يعاد للخدمة بعد هذه العملية بقليل يتم قياس العكرة بجهاز العكرة الخاص بها

متطلبات المراقبة للمرشحات:

١. الخسائر بالارتفاع لكل مرشح يجب أن تراقب بشكل مستمر.
٢. هواء التنظيف ومعدل جريان مياه الغسل العكسي يجب أن تراقب خلال عملية غسل المرشح.
٣. نوعية الماء المرشح يجب إن تراقب أثناء العمل عن طريق اخذ عينات نقطيه للعسرة، والتي تأخذ أثناء العمل.
٤. الغسل العكسي للمرشحات يتم عند وجود خسائر بالارتفاع أو يتم عند فترات زمنية منتظمة.

ملاحظه:

-أثناء عمل المرشحات، العامل يجب أن يأخذ العينة استنادا إلى الخطوات التالية:
أ-العينة يجب أن تأخذ من المياه الخارجة من المرشح، عندما يعود المرشح للعمل بعد عملية الغسل خلال فترة منتظمة للعامل (ساعة واحده).
ب-عندما يكون المرشح أثناء العمل للفترة المحددة في الفقرة السابقة، العينة يجب أن تأخذ من المرشح الذي يتوقع غسله لاحقا.

أنظمة التحكم في تشغيل المرشحات

نتحكم في تشغيل المرشحات للحصول على جودة مياه عالية واطول مدة تغيل ممكنة وأكبر كمية مياه اثناء التشغيل.

طرق تشغيل المرشحات الرملية السريعة

•المرشح ذو معدل الترشيح الثابت

هو اكثر الانواع انتشارا في محطات معالجة المياه ، حيث تتحدد اقصي كمية مياه مرشحة . وتقل التغيرات في التصرف لمنع التغير المفاجئ الذي قد يخلط الوسط الترشيحي

•المرشح ذو المعدل المتناقص

و هو يماثل الترشيح ذو المعدل الثابت الا ان المرشحات جميعها تصرف الي ماسورة او قناة موحدة بدون تحكم في التصرف ، و منسوب المياه في المرشحات جميعها واحد ، و تصرف المرشحات يمكن ان يتغير تبعا لمدي نظافة الوسط الترشيحي .

طرق تشغيل المرشحات ذات معدل الترشيح الثابت

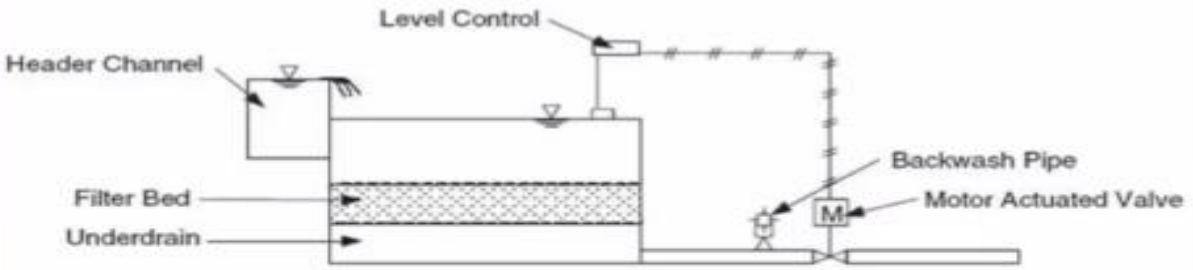
١. تقسيم تصرف مياه الدخول بالتساوي و ثبات منسوب المياه بالمرشح .
٢. تقسيم تصرف مياه الدخول بالتساوي ونغير منسوب المياه بالمرشح.
٣. المرشح ذو التصرف الثابت

تقسيم تصرف مياه الدخول بالتساوي وثبات منسوب المياه بالمرشح (الترشيح ذو المنسوب الثابت)

تصميم المرشح

- وجود هدارات في قناة الدخول امام كل مرشح .
- يتم تصميم ارتفاع الهدارات و طول كل هدار هيدروليكيا لضمان تقسيم تساوي تقسيم التصرف بين المرشحات .

تقسيم تصرف مياه الدخول بالتساوي و ثبات منسوب المياه بالمرشح .
(الترشيح ذو المنسوب الثابت)



Constant Rate Filtration
(Constant Level Influent Flow Splitting)

تقسيم تصرف مياه الدخول بالتساوي و ثبات منسوب المياه بالمرشح .
(الترشيح ذو المنسوب الثابت)

بدء التشغيل

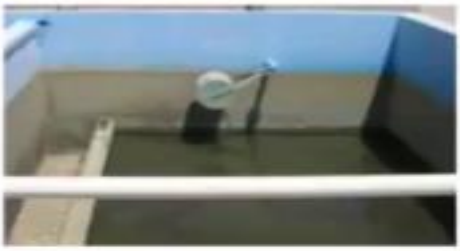
- عند بدء تشغيل المرشح يكون محبس الخروج مفتوح جزئيا بحيث يكون اجمالي الفقد في الضغط خلال الوسط الترشيحي و منظومة قاع المرشح و مواسير الخروج و بلف التحكم مساوي لمنسوب المياه داخل المرشح .

تقسيم تصرف مياه الدخول بالتساوي و ثبات منسوب المياه بالمرشح .
(الترشيح ذو المنسوب الثابت)

تشغيل المرشح

- مع ازدياد الفقد في الضغط نتيجة تراكم الشوائب بالوسط الترشيحي يبدا منسوب المياه بالمرشح بالارتفاع و للحفاظ علي تصرف المرشح ثابت من خلال ثبات الفقد في الضغط يبدا محبس التحكم في الفتح للحفاظ علي ثبات منسوب المياه بالمرشح وكذا اجمالي الفقد في الضغط.
- و عند ازدياد التصرف الوارد للمرشحات نتيجة غسيل مرشحات اخري او زيادة تصرف المحطة يقوم حساس المنسوب في ارسال اشارات لمحبس التحكم لضبط المنسوب و الفقد في الضغط .
- يتم غسيل المرشح بناء علي قياس الفقد في الضغط ..

اجهزة التحكم



قياس الفقد في الضغط

تقسيم تصرف مياه الدخول بالتساوي ثبات منسوب المياه بالمرشح.

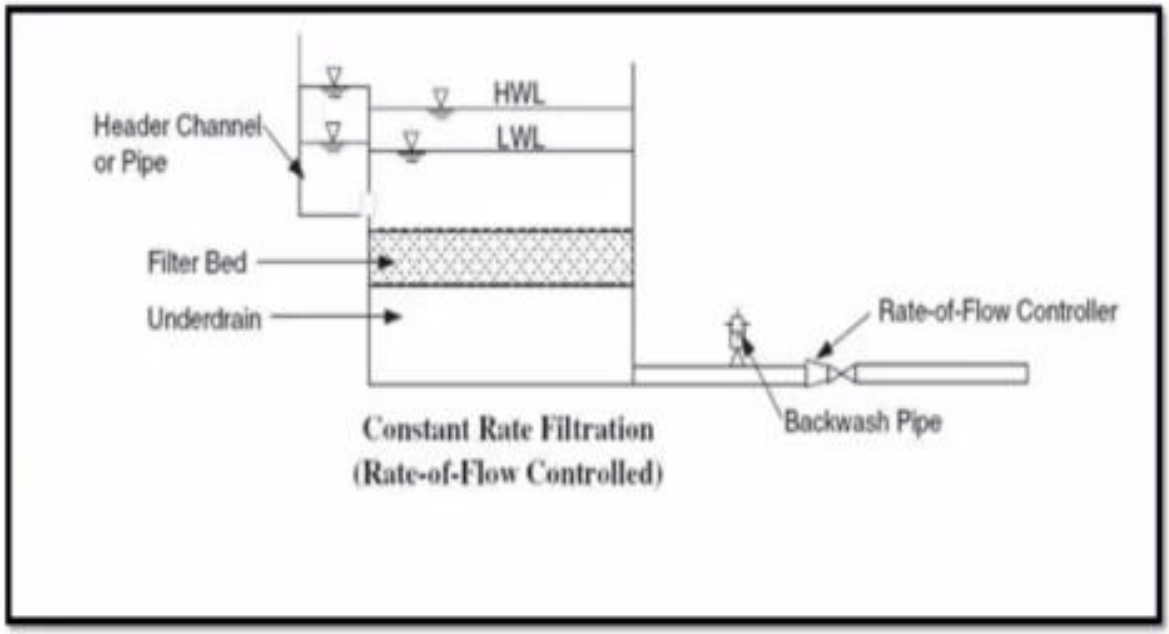
المميزات

- يمكن للمشغل ان يتحكم في هذا النظام
- لا ضرورة لتركيب وسيلة قياس التصرف للمرشح .
- التغير في التصرف يتم تدريجيا .
- يمكن بسهولة استخدام اضافات لتحسين الترشيح .

العيوب

- ضرورة ضبط تصميم هدار الدخول هيدروليكيا .
- تكلفة اضافية لعمل الهدار و قناة الدخول
- وجود فقد في الضغط نتيجة وجود هدار الدخول
- ضرورة تركيب حساس منسوب و محبس تحكم
- لا يمكن للمشغل التأكد من تصرف كل مرشح
- تكسر الندف م بسبب الهدار

الترشيح ذو معدل التصرف الثابت



الترشيح ذو معدل التصرف الثابت

تشغيل المرشح

- منسوب المياد داخل كل المرشحات و ايضا في مجري الدخول ثابت .
- يتم التحكم في تصرف المرشحات بواسطة فنشوري او نوع اخر من الاجهزة و محابس التحكم افي مواسير الخروج .
- اثناء التشغيل تقوم اجهزة التحكم بضبط تصرف المرشح عند قيمة محددة.
- عند انسداد المرشح يزداد الفقد في الضغط في الوسط الترشيحي مما يقلل من تصرف المرشح ، يشعر الحساس التصرف بالتغير و يقوم بفتح محبس الخروج ليظل تصرف المرشح ثابت عند قيمة معينة .
- منسوب تشغيل المرشح يتغير في حدود ٦ بوصات و هو المدي الكافي للحفظ علي المرشح ضد التغيرات المفاجئة .
- يتم غسيل المرشحات طبقا للفقد في الضغط في المرشح .

أجهزة قياس التصرف في خروج المرشح

الترشيح ذو معدل التصرف الثابت
المميزات والعيوب

المميزات

- يمكن للمشغلين التحكم يدويا او أوتوماتيكيا في المرشحات.
- يمكن للمشغل تغيير تصرف المرشح.
- يمكن تصميم المنشأ الخرساني للمرشح بعمق اقل
- يمكن التحكم في المرشح أوتوماتيكيا .
- لا يوجد هدار للدخول .
- يمكن تخفيض تصرف المرشح عند بداية تشغيله.
- يستجيب تدريجيا للتغير في تصرف المحطة .
- يمكن بسهولة استخدام اضافات لتحسين الترشيح

العيوب

- التكلفة الاضافية لأجهزة التحكم والقياس
- الحاجة الي اجهزة التحكم والقياس

مشكلات المرشحات الرملية السريعة

يمكن تقسيم المشاكل الى :-

١-مشاكل تصميمية وتنفيذية:-

وهي المشكلات التي تظهر نتيجة اخطاء في تنفيذ او تصميم المرشحات وتظهر عقب دخول المرشح للخدمة لأول مرة او بعد اعمال الحلال او التجديد للمرشحات .

اسبابها:-

١-عدم انتظام توزيع الهواء او المياه بالمرشح ،نتيجة زيادة عدد انابيب الهواء او عدد الثقوب في المتر المربع (مرشحات ذات الانابيب المثقبة).

الشكل يوضح زيادة عدد الانابيب وبالتالي عدم انتظام توزيع الهواء

-نفس المشكلة تظهر في مرشحات الفواني اذا اختلف مناسيب البلاطات.

-يمكن ايضا ان يرجع ذلك لانسداد فتحات توزيع الهواء لذلك يجب الاختبار قبل الاستلام.

عدم وصول الهواء الى بعض البلاطات بسبب مشكلة منسوب البلاطات

اختلاف مناسيب تصفي المرشح

٢-زيادة معدلات مياه الغسيل نظرا لعدم انتظام الهدارات.
عدم انتظام الهدارات وتظهر بوضوح عند صرف مياه الغسيل وتتسبب في انخفاض جودة عملية الغسيل وزيادة الفاقد من الغسيل.
ملاحظة: -قد تؤثر المشكلات في جودة المياه المرشحة ام في عمر المرشح او في كمية مياه الغسيل المستهلكة

٢-المشاكل التشغيلية: -
وهي المشاكل التي تنتج عن سوء التشغيل.

١-كرات الطين:-

قد تظهر كرات الطين لعدة اسباب اهمها عدم جودة عملية فرك الوسط الترشيحي بالهواء (air scouring) مما يتسبب في تراكم الترسبات على سطح حبيبات الوسط الترشيحي ومع مرور الوقت تتراكم هذه الترسبات لتكون كرات الطين وكرات الطين قد تكون على سطح المرشح او بداخله وللتخلص من كرات الطين السطحية يمكن تكسيرها بواسطة عصا طويلة وتحسين عملية فرك الوسط الترشيحي.

- جمعها بواسطة عصا مثبت بها شبكة اثتناء تمدد الوسط الترشيحي في الغسيل.
- -تكسير كرات الطين بواسطة خرطوم ضغط عالي.

الغسيل الجيد بالماء والهواء احد الحلول لمشكلة كرات الطين

٢- تحرك طبقة الحصى :-

تحدث هذه المشكلة نتيجة سرعة دخول مياه الغسيل للمرشح(اكبر من ٢٧ م^{٣}/ساعة) فجأة وخاصة اذا كان المرشح خاليا من المياه .

تتسبب هذه المشكلة في فقدان الوسط الترشيحي والحاجة الى تنظيف قاع المرشح وتتسبب ايضا في فوران الرمل تبعا لمرور مياه الغسيل وتترسب الندف حول الحصى المتحرك وتتسبب في تكوين اماكن لا يمر بها المياه المرشحة وزيادة معدلات الترشيح في المناطق الاخرى من المرشح كما موضح بالشكل:-

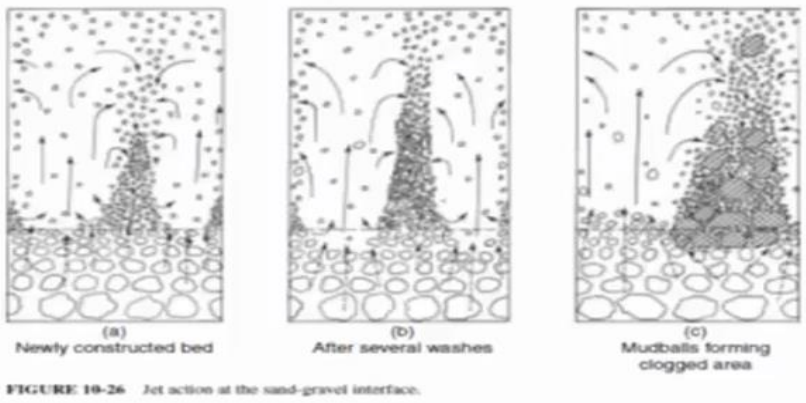


FIGURE 10-26 Jet action at the sand-gravel interface.

ملاحظة :- لتفادي او لتجنب تحرك طبقة الحصى الحاملة يجب ان يكون دخول مياه الغسيل تدريجيا ويكون فتح صمام مياه الغسيل خلال ٣٠ ثانية غلى الاقل .

٣- فقدان الوسط الترشيحي :-
لهذه المشكلة سببان رئيسيان هما :-
١- خطا في اجراءات الغسيل .

٢-انهيار قاع المرشح: -

وبسبب كسر في قاع المرشح يحدث فقدان في الرمل مما يؤثر على جودة المياه المنتجة.

واشكال الانهيار تختلف تبعا لاختلاف **قاع المرشح فمثلا المرشح ذو الانابيب المثقبة** عند كسر احدى الانابيب تمتلا بالحصى من الطبقة الحاملة والرمل وتبدو واضحة اثناء الغسيل حيث تخرج نافورة من المياه من مكان الكسر قاذفة الرمل الى الاعلى.

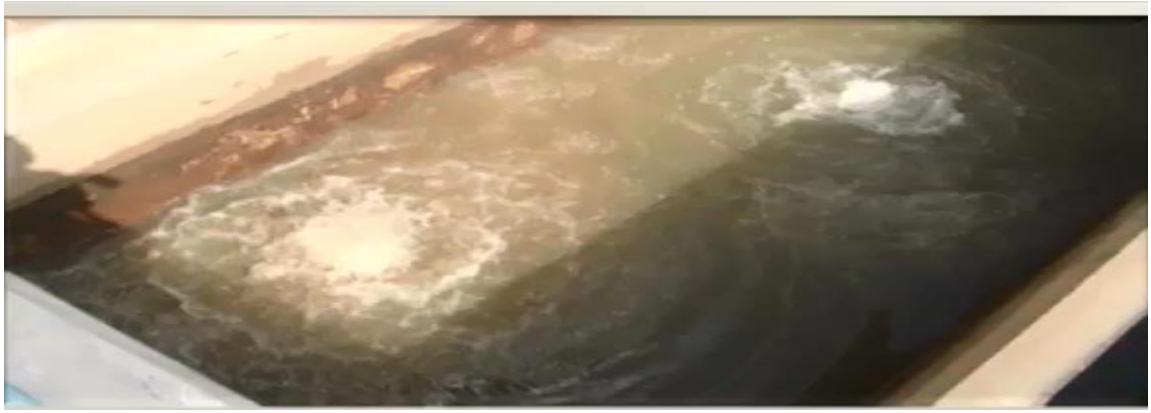
بينما إذا كسرت انبوبة الهواء يخرج معظم الهواء من مكان الكسر ولا يصل الى اخر المرشح.

انهيار قاع المرشحات ذات الفواني (النوزلات): -

في المرشحات ذات قاع الفواني يحدث الانهيار بانسداد أحد الفواني بسبب الترسبات وتنكسر بسبب ضغط المياه اثناء الغسيل ويمكن التأكد من ذلك اثناء الغسيل بخروج نافورة الهواء من مكان الكسر.

انهيار قاع المرشح

يمكن ملاحظة ذلك من خلال تحرك الرمال اثناء الغسيل بالمياه اذا كانت المياه شفافة



في حالة المرشحات ذو البلوكات الخرسانية تتحرك البلوكات من مكانها ويفقد الرمل وبمكن نلاحظة انخفاض منسوب الرمال .

معالجة او تصليح انهيا ر قاع المرشح: -

- لحل هذه المشاكل يجب قبل البدء في اضافة رمل بدلا من الرمال المفقودة تحديد مكان التسرب واصلاحه وذلك اما بتفريغ المرشح ككل او استخدام اداة خاصة لتفريغ مكان الكسر فقط للإصلاح.

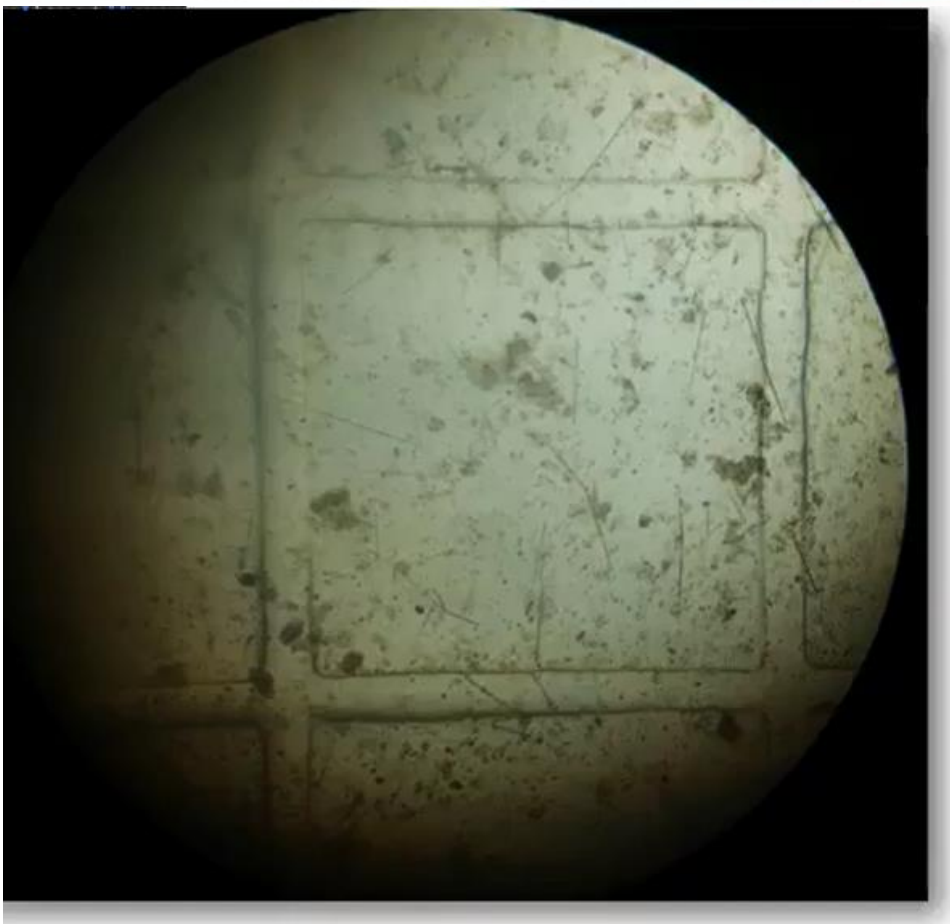
٣-الضغط السالب (حبس الهواء): -

هذه الظاهرة تظهر اثارها قي سرعة انسداد المرشح او بمعنى اخر ارتفاع منسوب المياه في المرشح.
تحدث هذه الظاهرة في المرشحات الضحلة فقط وفيها يحدث حبس للهاء داخل الوسط الترشيحي وبالتالي لا تمر المياه ويرتفع منسوب المياه ويبدو المرشح انه قد انسد بعد تشغيله بفتره قصيره.
سبب هذه الظاهرة انكشاف الوسط الترشيحي ،وجود هواء اسفل قاع المرشح بعد الغسيل بالهواء.

ملاحظة: -يمكن التخلص من هذه الظاهرة بتركيب انبوب بدلا من أجد الفواني او النوزلات ليخرج الهواء المحبوس.

- ويمكن تركيب محبس او صمام (قفل) على خط الهواء يفتح اوتوماتيكيا بعد انتهاء الغسيل ليطرد الهواء المحبوس.
- في حالة عدم التمكن من تنفيذ الحلول السابقة يتم ضخ مياه الغسيل عكسيا بسرعة بطيئة لطرد الهاء ثم ادخال المرشح في الخدمة مرة اخرى. او غسيل المرشح ثم ادخاله للخدمة.

ارتفاع منسوب المياه بالمرشح



الطحالب الابرية
DIATOMS

الحل

التطهير بمحلول الكلور المركز

متى يتم تغيير الوسط الترشيحي؟

- **تقييم الوسط الترشيحي.**
- **تجربة المحتوى الطيني.**
- **الخلاصة.**

-هل يتم تغيير الوسط الترشيحي عندما يتغير لونه؟
-عندا تسور نتائجه؟
-بعد ٥ سنوات؟
-عندما يقل منسوبه؟
-اذا كثرت فيه الطحالب ؟

الجواب :-

يتم تغيير الوسط الترشيحي في حالتين هما: -

١-إذا فسد الوسط الترشيحي بسبب كرات الطين.
٢- إذا اختلط بوسط اخر وتعذر فصلهما.

خطوات تقييم الوسط الترشيحي: -

١- الفحص الظاهري.
٢- تجربة المحتوى الطيني

١-من الفحص الظاهري يمكن ملاحظة الاختلاط مع وسط اخر.
٢-كما يمكن ملاحظة تكون كرات الطين لكن لا يتم الحكم عليه من حيث تغييره او لا الا بعد اجراء تجربة المحتوى الطيني.

تجربة المحتوى الطيني:Core sampling test

لتقييم جودة الغسيل او تقييم حالة الوسط الترشيحي يتم اجراء تجربة رسم منحني تجمع الطين لكل عمق الوسط الترشيحي وهذه التجربة هامة لانها تسمح بتحديد حالة الوسط الترشيحي وكذلك رسم توزيع حجمي للوسط الترشيحي.
يتم تقسيم الانبوب كما هو موضح:-

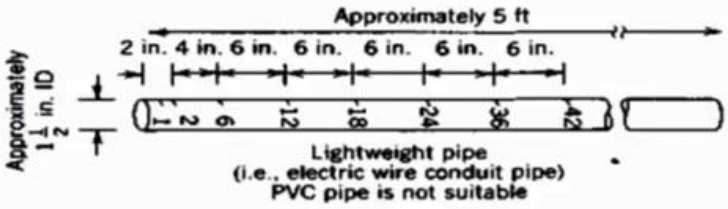


Figure A11-1 Core sampling pipe.

عمل تجربة قياس المحتوى الطيني للمرشح

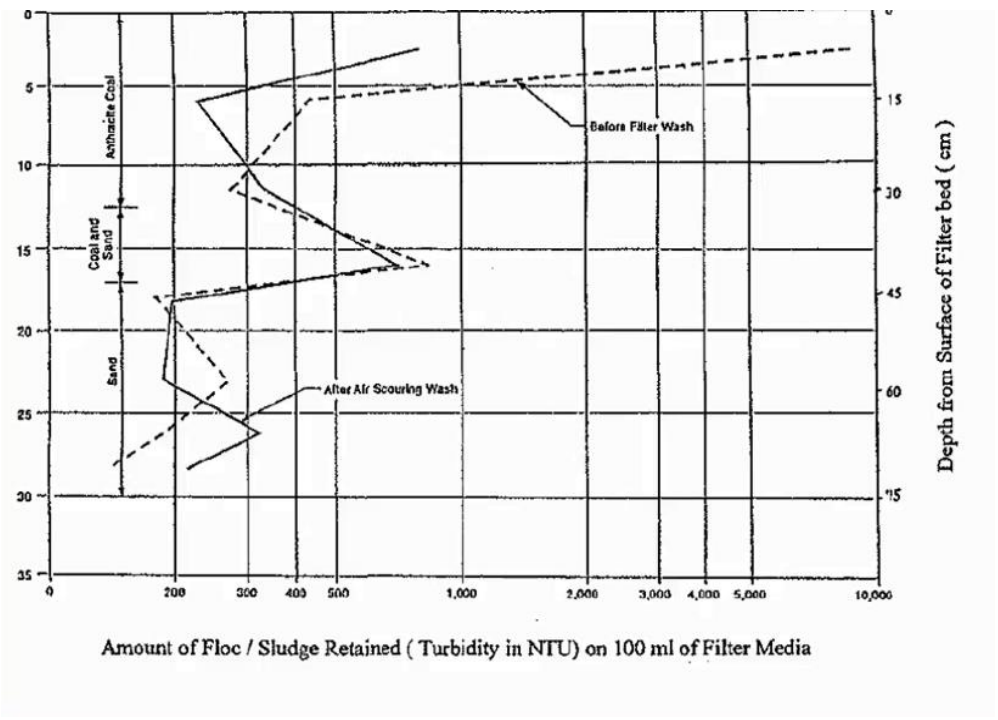
خطوات اجراء التجربة :-

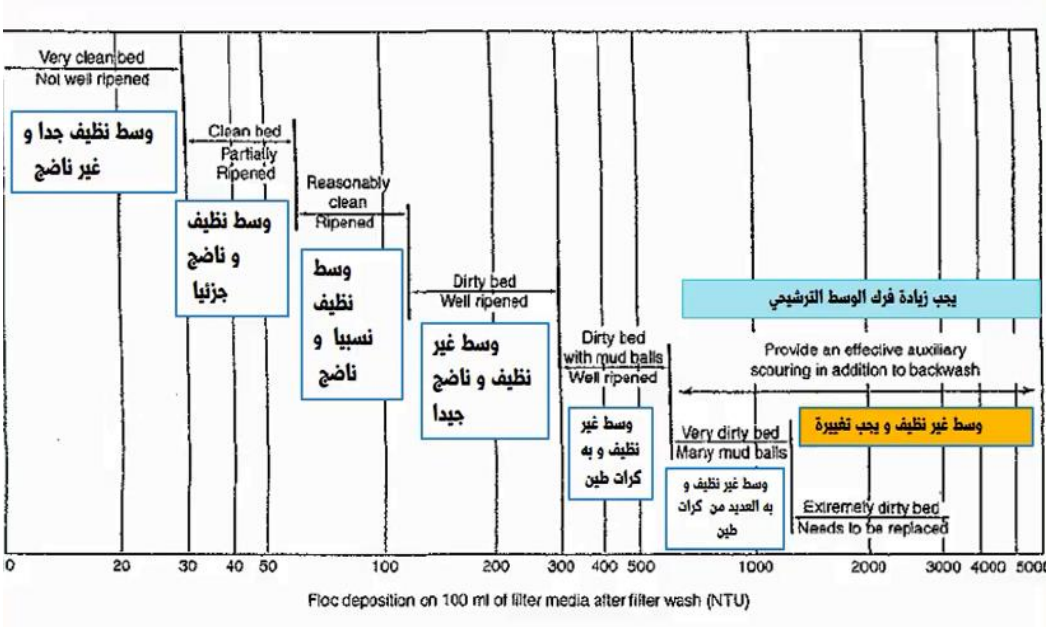
- يتم خفض منسوب المياه بالمرشح اسفل الوسط الترشيحي قبل اجراء الاختبار.
- يتم تحديد نقاط الاختبار (النقاط الممثلة للوسط الترشيحي في وسط المرشح.
- يتم دفع الانبوب برفق داخل الوسط الترشيحي بحركة دورانية حتي تصل العلامة الاولى ١ انج الى سطح المرشح.
- يتم اخراج الانبوب من الوسط الترشيحي بحركة دورانية بحيث نزيد من حجم الحفرة التي تم صنعها بأنبوبة الاختبار .

- قم بتفريغ العينة الى كيس بلاستك وقم بوضع رقم كود على الكيس يو ضح مكان وعمق العينة .
- قم بتكرار الخطوات السابقة بجانب مكان العينة الاولى حتى الحصول على ٢٠٠ ملل من العينة .
- قم بدفع الانبوبة في نفس مكان الحفرة السابقة حتى تصل لعمق ٢ انج بنفس الاسلوب السابق .
- قم بإخراج
- الانبوبة وانت توسع الجفرة كما سبق .

- قم بوضع العينة في كبس بلاستك وقم بتسجيل العمق على الكيس .
- لاحظ الا تخدش سطح جوانب الحفرة مما يسبب وفوع بعض الوسط الترشيحي في داخل الحفرة مما يفسد الاختبار .
- قم بتكرار العملية لكل عمق الوسط .

- عندما يصبح دفع الأنبوب صعبا يعني تم الوصول الى طبقة الحصى .
- عند الوصول الى طبقة الحصى قم بتسجيل عمق الوسط الترشيحي .





الخلاصة :-

- ان تغيير الوسط الترشيحي اجراء يتم اللجوء اليه فقط عند حالة الضرورة القصوى .
- الاختبارات المختبرية (تجربة المحتوى الطيني) هي الفيصل في تحديد ضرورة التغيير .

ظهور الطحالب على جدران المرشحات :-

امر طبيعي نتيجة تعرض المرشحات والمياه المروقة لأشعة الشمس ولا تأثير لها على جودة المياه المرشحة ولكنها ذات شكل سيء لذا يتم ازالتها عند خروج المرشح من الخدمة للغسيل بحكها بالفرشاة وهي لاتزال لينة ثم يتم غسيل المرشح لصرف الطحالب المتساقطة على سطح المياه . ولا يتطلب الامر خروج المرشح من الخدمة لمدة ٢٤ ساعه كما يفعل البعض.

المشاكل التشغيلية :-

- انكشاف الوسط الترشيحي نتيجة تعطل اجهزة التحكم بالمنسوب .
- سوء نتائج الترشيح بسبب التوزيع السيء للمياه وبالتالي زيادة معدل الترشيح وحدوث الحفر في الوسط الترشيحي .

المشاكل التشغيلية (كرات الطين):-

قد تظهر كرات الطين لعدة اسباب اهمها عدم جودة غرك الوسط الترشيحي بالهواء (air scouring) مما يتسبب في تراكم الترسبات على سطح حبيبات الوسط الترشيحي ومع مرمر الوقت تتراكم الترسبات لتكون كرات الطين وكرات الطين قد تكون على سطح المرشح او بداخله .

للتخلص من كرات الطين السطحية يمكن :-

١- تكسيرها بواسطة عصا طويلة وتحسين عملية فرك الوسط الترشيحي .
٢- جمعها بواسطة عصا مثبت بها شبكة اثناء تمدد الوسط الترشيحي في الغسيل .
٣- تكسير كرات الطين بواسطة خرطوم ضغط عالي .

بالنسبة لكرات الطين بداخل الوسط الترشيحي يمكن التخلص منها ب :-

١-استخدام الغسيل السطحي بدلا من الغسيل بالماء والهواء .
٢-استخدام الكيمياويات مثل محلول الكلور ويكون الاس الهيدروجيني ٤ وينرك المرشح لمدة ٤٨ ساعة لتذوب كرات الطين ثم يتم غسله جيدا .
٣-تغيير الوسط الترشيحي بعد اجراء تجربة المحتوى الطيني .
التاكد من اجراءات الغسيل وخاصة مرحلة الغسيل يالماء والهواء .

الغسيل الجيد بالماء والهواء احد الحلول لمشكلة كرات الطين

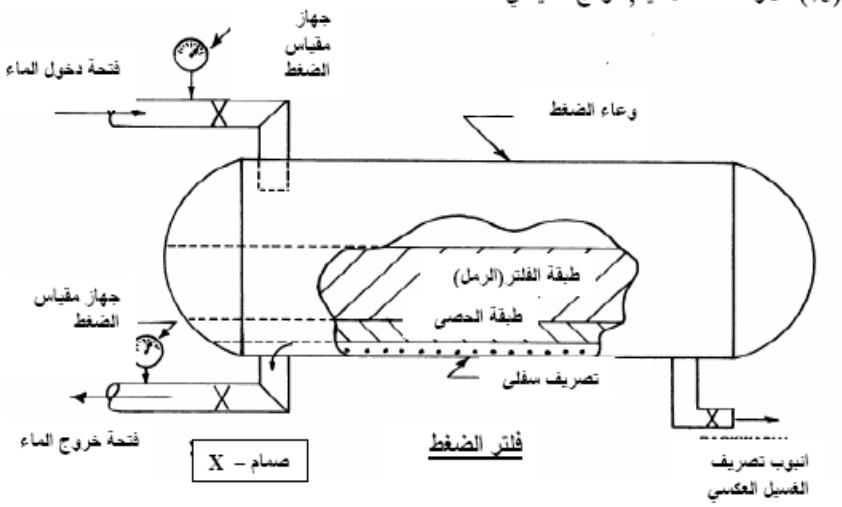
المرشحات العاملة بالضغط

المرشحات الضغطية متكونة من طبقة من الرمل والحصى وطبقة من فحم (الانثراسايت)وهو فحم قوي ونقي ويكون سمك طبقة الرمل أقل من نصف سمك طبقة الانثراسايت أما فحم الانثراسايت فهو مادة نظيفة صلدة خالية من المتكسرات أو التقشر أو الأحجار الصغيرة الحجم ولا يحتوي على أي كميات من سلفات الحديد أو الطين أو الغبار.

مرشحات الضغط تعمل على نفس الأساس ولكن الفرق هو عدم وجود قنوات تصريف، وهذه العمليات تتم آلياً أو أن يقوم المشغل بإتباع خطة مكتوبة توضح أي صمام يتوجب فتحه أو غلقه ومتى يتم الفتح أو الغلق لضاغط الهواء و المضخة يدوياً.

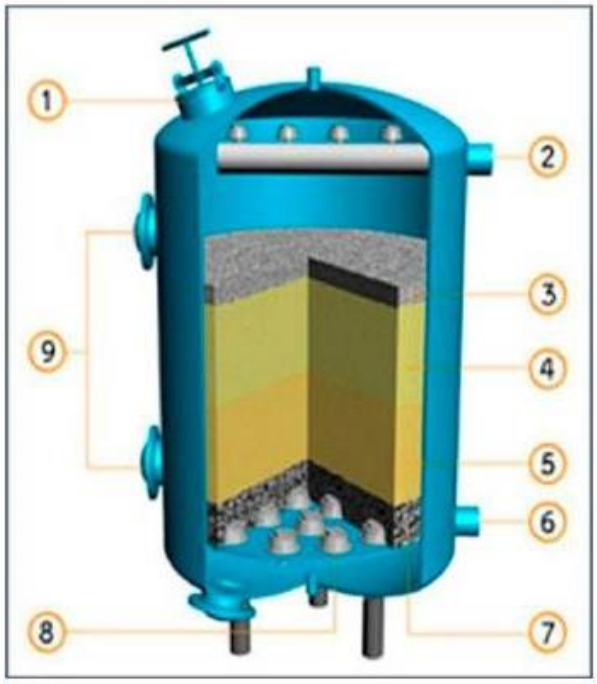
المرشحات الضغطية في تصميمها تتبع نفس تصميم المرشحات الجاذبية ولكن الفرق الوحيد بينهما هو أن مرشحات الضغط تستعمل المضخة لكي يمر الماء عبر طبقات المرشح ولهذا تعتبر مرشحات الضغط اقل جدارة من مرشحات الجاذبية

(5/أ) فلاتر الضغط الافقية,نموذج اعتيادي



صورة (٢) توضح مرشحات الضغط الأفقية

الرقم	الاسم
1	فتحة خدمة علوية
2	فتحة دخول المياه للفلتر
3	طبقة فحم انثراثيت
4	طبقة رمل ناعم
5	طبقة رمل خشن
6	فتحة خروج المياه من الفلتر
7	طبقة داعمة من الحصى
8	فواني الفلتره
9	فتحة خدمة سفلية



شكل رقم 13-5 : الفلتر الرملي من الداخل.

٨-أسئلــة:

١- الترشيح وهي المرحلة النهائية لتخليص الماء من الشوائب والعوالق واللبد الصغيرة التي عبرت من مرحلة الترسيب.

□ صح □ خطأ

٢- عملية الغسل للمرشحات تستمر لفترة من (١٠- ٢٠) دقيقة.

□ صح □ خطأ

٣- عملية ضخ الهواء تكون قبل عملية الغسل.

□ صح □ خطأ

٤- طبقات الترشيح تتكون من الرمل والحصى.

□ صح □ خطأ

تعقيم المياه

يعتبر الماء ثاني العناصر الضرورية للإنسان بعد الأوكسجين وكما ان الماء لازم لاستمرار الحياة فقد يكون سببا في القضاء عليها إذا استعمل ملوثا بجراثيم الأمراض التي تنقل عن طريقه مثل التيفوئيد، الدوسنطاريا، الكوليرا والأمراض المعوية الأخرى.
والاهتمام بالماء وما ينقله من أمراض ليس وليد العصر الحديث فلقد أوصى ابقراط (اله الطب عند القدماء) بغلي الماء الذي يستعمل للشرب كما أوصت به اللوحات الأثرية من عهد المصريين القدماء.
و لكن لسوء الحظ فانه قد أصبح من الصعب الحصول على مصدر المياه الآمن، و كثيرا ما تستعمل بعض المدن المجاري المائية المجاورة لها سواء كانت- انهارا أو بحارا أو مصارف أو بحيرات لقذف مخلفاتها السائلة فيها -سواء قبل علاجها أو بعد علاجها جزئيا أو كليا، لذلك فان من واجب الحكومات أن تراقب مثل هذه الحالات وعليها إيجاد الحلول اللازمة لتحفظ للمجرى المائي سلامته من أي تلوث قد يؤذي بالصحة العامة أو يضر بالثروة المائية مما يقلل من استعمالاته كمصدر لمياه الشرب أو كوسيلة ترفيه لسكان المدن المحيطة بشاطئه. يتضح مما سبق إن تطهير مياه الشرب من الجراثيم أمر حيوي وضروري حرصا علي صحة المواطنين وضمانا لسلامتهم .وعملية التطهير في معالجة المياه تهدف في المقام الأول إلى التخلص من كل أنواع الكائنات الحية الدقيقة .كما ان العمليات التي تليها مثل الترويب والترشيح أيضا تلعب دورا هاما في ذلك، ولكن كل هذه العمليات مكملات لبعضها البعض بغرض التخلص من البكتريا مسببة الأمراض .
يعرف التعقيم بانه قتل وابادة جميع الكائنات الحية الموجودة بالمياه .
تطهير المياه:- تطهير المياه هو قتل وابادة الكائنات الحيه الموجودة بالماء المسببة للأمراض .
عملية تطهير المياه هى أهم خطوة من خطوات معالجة المياه فهى التى تضفى عليه صفة الصلاحية وتؤمنه ضد الأمراض وليدة المياه.
وتتم عملية تطهير المياه بطرق متعددة منها:
١ المعالجة الحرارية :وهي أول طريقة تم اكتشافها منذ سنوات عديدة ويتم فيها غليان الماء باستخدام الغلايات، ولا تستخدم هذه الطريقة في إنتاج كميات كبيرة من المياه نظرا لارتفاع تكلفة الطاقة المطلوبة لذلك وتستخدم هذه الطريقة في تحلية المياه المالحة.
٢ المعالجة الإشعاعية :وتتم عن طريق مرور المياه علي لمبة تنتج أشعة فوق بنفسجية ويجب أن تكون المياه خالية من العكارة وقريبة جدا من سطح اللمبة المشعة، لذا لا تستخدم هذه الطريقة إلا في إنتاج الكميات الصغيرة من المياه.
٣ -المعالجة الكيمائية :- يمكن استخدام العديد من المواد الكيمائية بهدف تطهير المياه ومنها : الكلورة (الكلور، ثاني أوكسيد الكلور، برمنجانات البوتاسيوم، الأوزون، الجير، البروم، اليود.)
الشروط الواجب توافرها فى المواد المطهرة:
١ .أن تكون قاتلة للجراثيم.
٢ .ألا تؤثر علي صحة الإنسان.
٣ .أن تكون رخيصة الثمن.
٤ .أن يكون استعمالها سهلا ومأمونا.
٥ .أن تكون متوفرة محليا أو العمل علي استيرادها طوال العام.
٦ .أن يكون تخزينها سهلا وآمنًا.

التطهير بالكلور
من أكثر الطرق شيوعا في عمليات تطهير المياه هي إضافة الكلور وكان لظهور عملية الكلوره في أواخر القرن الماضي اثر كبير في القضاء بدرجة كبيرة علي الأمراض التي ينقلها الماء وذلك بأقل التكاليف وابسط المعدات واقل عدد من العاملين ولولا عملية الكلورة لانتشرت اوبئه الكوليرا والتيفود مثلما كان الأمر منذ مائة عام.
يتميز 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 الكلورين علي قتل البكتريا في الماء والمعتقد أن مركبات الكلور التي تتكون عندما يضاف الكلورين إلى الماء تقضي علي

بعض الأنزيمات الضرورية للعمليات الحيوية في هذه الكائنات ولم يعد أحدا يعتقد مثلما كانوا يعتقدون في الماضي بان البكتريا تتأكسد نتيجة إضافة الكلورين وذلك لان عملية التأكسد تحتاج إلى كميات هائلة من الكلور، في حين أن التطهير الناجح الآن لا يتطلب إلا كميات ضئيلة منه .ومع هذا فإن الكلورين 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.

مزايا الكلور	عيوب الكلور
مطهر قوي	يكون مركبات جانبية مثل THMs
يقوم بأكسدة الحديد و المنجنيز	خطر اذا حدث تسريب
يعمل علي إزالة اللون من الماء	هيبوكلوريت الصرديوم تقل كفاءته اذا تعرض للضوء
يزيل الطعم و الرائحة	غاز الكلور غاز مؤكسد
يحسن من أداء الشبة	اقل كفاءة في المياه القلوية
رخيص الثمن و سهل الاستعمال	
متاح في صورة صوديوم و كالسيوم هيبوكلوريت	
يستمر في الماء في صورة كلور متبقي	

صناعة الكلور
يتم تحضير الكلور في الصناعة بواسطة التحليل الكهربي لمحلول كلوريد الصوديوم(ملح الطعام)، ويتجمع الغاز عند القطب الموجب ويتم سحبة حتى تتم إسالته ويحفظ في خزانات كبيرة إلى ان يتم عملية تعبئته في الاسطوانات المستخدمة في محطات المياه ومصانع النسيج وخلافه.
خصائص الكلور
يمكن أن يتواجد الكلور مثله مثل اى مادة فى ثلاث صور مختلفة :السائلة، الغازية، الصلبة ولكل منهم خصائصه.
غاز الكلور:
غاز لونه أصفر مائل إلى الخضرة، وهو أثقل من الهواء مرتين ونصف، له رائحة مميزة .شديدة النفاذية، ووزنه الذري ٥.٣٥ الكلور الغازي ضعيف القابلية للذوبان في الماء (٧.٦ جم/لتر ماء عند ٢٠° م، ٨.١٤ جم/لتر ماء عند صفر°م)، ولذلك لا ينبغي رش الماء على الكلور المتسرب، كما ان حفظ محلول الكلور في درجة حرارة باردة يحافظ على تركيزه لفترة طويلة. وبرغم أن الكلور ليس مادة ملتهبة قابلة للاشتعال أو الانفجار، إلا انه يمكن أن يساعد على الاشتعال تحت ظروف معينة. كذلك فإن الكلور الجاف ليس مادة مسببة للتآكل، إلا انه يتحول إلى ذلك بشكل مؤثر إذا ما تعرض للرطوبة. غاز الكلور سام ومهيج للأغشية المخاطية المبطنة للأنف والعين والجلد والرئتين ويسبب سعال وصعوبة فى التنفس. يسال بالتبريد(عند - ٣٤.١° م ، ضغط جوى ١ بار (أو يسال تحت ضغط عالي) حوالي ٧كجم /سم ٢، في درجات الحرارة العادية) ولذلك يحفظ وينقل علي هيئة غاز مسال بالضغط في اسطوانات من الصلب تختلف سعتها من خمسين إلي ألف كيلوجرام وتتوقف العبوة المستعملة علي الكمية المستهلكة في محطة المياه.
في حالة وجود تسرب لغاز الكلور في الجو فإن ٣ جزء في المليون هي اقل نسبة يمكن حسها بالشم، وعند ١٥ جزء في المليون يصبح تأثيرها مهيج للعين والرئة ،ويصبح خطرا إذا ٦٠ جزء في المليون، وإذا زاد ٦٠- ق عند تركيز من ٤٠ – ما استنشق لفترة من ٣٠ التركيز في الجو ليصل إلى ١٠٠٠ جزء في المليون فيصبح مميت ،حيث يصاب الفرد الذى يتعرض لهذه الجرعة بالاختناق والوفاة مباشرة. أما الكمية

المسموح بها لغاز الكلور في الجو وتكون آمنة لفترة الوردية الواحدة(ثماني ساعات)لا تتجاوز تركيز ٠.١ جزء في المليون.

الكلور السائل:

هو عبارة عن محلول نقى كبهرماني اللون وهو أثقل من الماء مرة ونصف تقريبا .وللكلور السائل معامل تمدد عالي، إذ يزداد حجمه بسرعة كبيرة بازدياد درجة الحرارة ، حيث يزداد تمدد السائل ليملئ الأسطوانة بالكامل عندما ترتفع درجة الحرارة إلى ٥٥.٦٧ م ، ولذلك يلتزم دائما بعدم ملء اسطوانات الكلور بأكثر من ٨٥ ٪ من حجمها . وحيث أن الكلور السائل يتبخر بسرعة شديدة إذا ما تعرض للهواء الجوي ، لذلك فهو نادرا ما يرى في صورته السائلة. وعند تبخر الكلور السائل فإن وحدة الحجوم الواحدة من الكلور السائل تنتج حوالي ٤٥٦ م، وضغط ٧٦٠ مم زئبق ° .وحدة حجم من الغاز النقي عند درجة حرارة ١٥ وبالتالي فإنه عند وجود تسرب في اسطوانة الكلور، يتحتم تعديل وضع الأسطوانة بحيث تكون منطقة التسرب في أعلاها لكي يتسرب غاز الكلور وليس السائل.

الكلور الصلب:

نظرا لأن الكلور السائل يتجمد عند درجة حرارة منخفضة جدا -) ١٠٢° م (فهو نادرا ما يوجد في صورته الصلبة، غير انه يتواجد متحدا مع بعض العناصر الأخرى فى صورة مركبات على هيئة بودرة أو حبيبات.

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

١ -محلول الكلور: يسمي كيماويا (هيبو كلوريت الصوديوم)وتركيبة الكيماويNaOCl وهو محلول يحتوي علي حوالي ١٥ ٪ من الكلور الحر ويباع في المحلات العامة كمنظف تحت أسماء مختلفة ، ويمكن استعماله كمطهر للمياه بشرط ان لا يضاف إليه أي أنواع من المنظفات ويضاف مباشرة على الماء سواء بالصب المباشر من وعاء أو باستعمال مضخة مناسبة . لا يستعمل بكثرة بالإضافة إلى ان محلوله يسبب تآكلا في الأنابيب.

٢ -مسحوق أو أقراص الكلور: ويسمي كيماويًا(هيبو كلوريت الكالسيوم) وتركيبة الكيماوي $Ca(OCl)_2.4H_2O$هو .وهذه المادة تحتوي علي حوالي ٦٠- ٧٠ ٪ من الكلور الحر ويمتاز عن المسحوق المبيض بارتفاع نسبة الكلور الفعال وبان نسبة الكلور الفعال كما اتها لا تتأثر بالتخزين لفترات ليست بالطولية . وعند الاستعمال 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 $(Ca(OCl)_2Ca(OH)$ وهو مسحوق ابيض مائل للاصفرار، له رائحة قوية نفاذة ،الجديد منه يحتوي ٣٢ ٪ من وزنة كلور فعال، إلا أن هذه النسبة تأخذ في النقصان بمضي الوقت خصوصا إذا تعرض للجو أو للضوء، ولذلك يجب حفظة في عبوات خاصة محكمة القفل .

يجب اختباره لمعرفة نسبة الكلور الفعال قبل كل استعمال حتى يمكن تقدير الكمية التي تعطي جرعة الكلور المطلوبة، وبعد تقدير تركيز المسحوق المبيض تعمل عجينه سميكة تخفف تدرجيا حتى تصير 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 اصبح غير شائع في عمليات التطهير الكبرى للمياه نظرا لمتاعب التشغيل إلا انه يستعمل في الحالات الآتية:

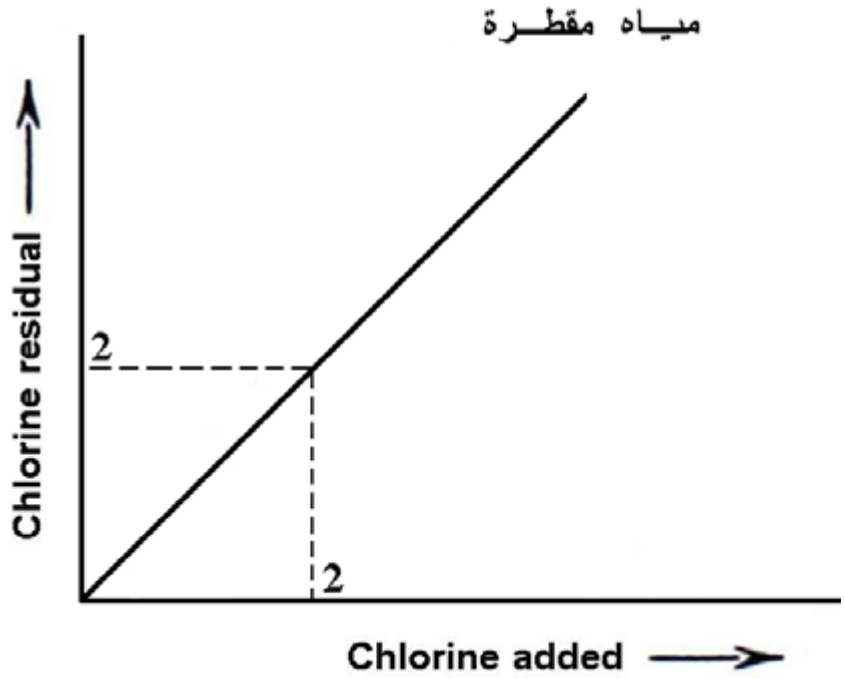
١ .تطهير شبكات مواسير توزيع المياه بعد إنشائها أو إصلاحها.

٢ .تطهير مرشحات وخزانات المياه.

٣ .في حالات الطوارئ مثل حالات الفيضانات.

نظرية عمل الكلور

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



نظرية عمل الكلور

وسيتم التفاعل كالتالى:

كلور + ماء ← حامض الهيبوكلورز + حامض الهيدروكلوريك

$CL_2 + H_2O \rightarrow HOCl + HCl$ ..... (1)

نواتج التفاعل مركبات ضعيفة لا تلبث ان تتفكك إلى نواتج أخرى كالتالي:

حامض الهيبوكلورز ← أيون الهيبوكلوريت + ايون هيدروجين

(حامض ضعيف يتفكك)

$HOCl \rightarrow OCl^- + H^+$ ..... (2)

وحامض الهيدروكلوريك ← ايون كلور + ايون هيدروجين

$HCl \rightarrow Cl^- + H^+$ ..... (3)

ناتج التفاعل

- يطلق علي حامض الهيبوكلوروز HOCL
  و ايون الهيبو كلوريت OCL

الكلور الحر و هو مطهر قوي

وسيتم التفاعل كالتالى:

كلور + ماء ← حامض الهيبوكلورز + حامض الهيدروكلوريك

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

نواتج التفاعل مركبات ضعيفة لا تلبث ان تتفكك إلى نواتج أخرى كالتالي:

حامض الهيبوكلورز ← أيون الهيبوكلوريت + ايون هيدروجين

حامض الهايبوكلوروز ضعيف يتفكك

$HOCl \rightarrow OCl^- + H^+$ ..... (2)

حامض الهيدروكلوريك ← ايون كلور + ايون هيدروجين

$HCl \rightarrow Cl^- + H^+$ ..... (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.

الجدول التالي يوضح فاعلية أشكال الكلور المتبقي المختلفة في عملية التطهير.

الشكل	فاعلية الكلور مقارنة بحمض الهيبوكلورز
HOCl	1
OCl^-	1/100
NCl_3	-
$NHCl_2$	1/80
NH_2CL	1/150

تأثير PH علي التفاعل:

يتأثر التفاعل بالأس الهيدروجيني تأثير كبير فكلما كان الوسط اقرب للحامضية زاد حامض الهيبوكلوروز وكلما كان الوسط اقرب للقاعدية زادت أيونات الهيبوكلوريت.

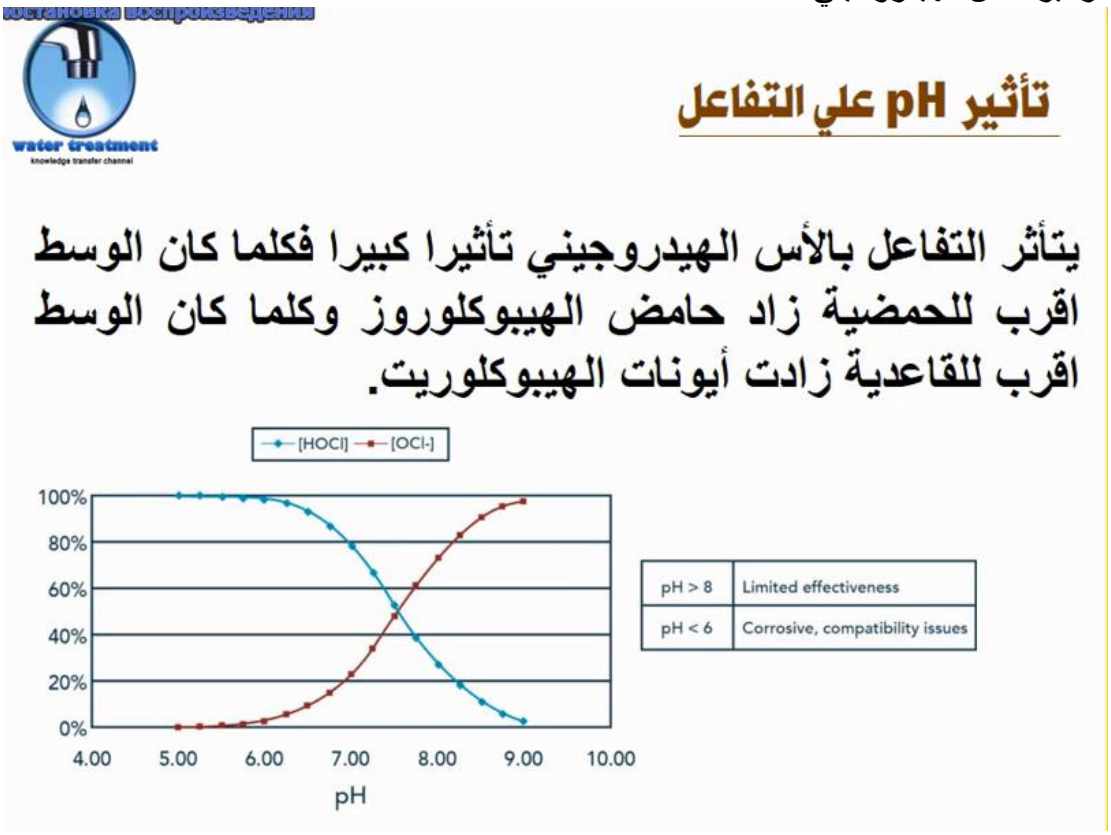
فمثلا:

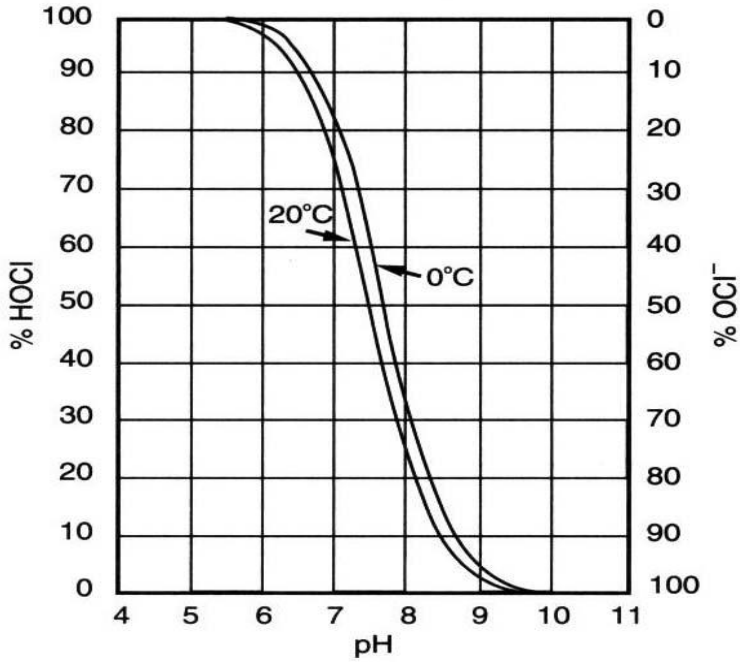
عند أس هيدروجيني ٦,٧ تكون النسبة: ٢٠ ٪ ملح هيبوكلوريت + ٨٠ ٪ حمض هيبوكلوروز

عند أس هيدروجيني ٧,٣ تكون النسبة: ٤٠ ٪ ملح هيبوكلوريت + ٦٠ ٪ حمض هيبوكلوروز

عند أس هيدروجيني ٨,٣ تكون النسبة: ٨٠ ٪ ملح هيبوكلوريت + ٢٠ ٪ حمض هيبوكلوروز

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

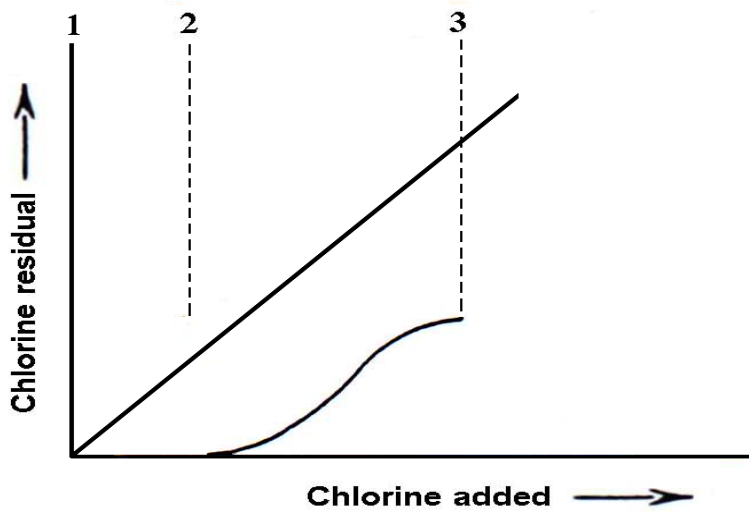




أما بالنسبة للمياه الطبيعية فكما نعلم ان بها مواد ذائبة وشوائب عالقة وبالتالى فان تفاعل الكلور مع تلك المواد والشوائب سيتداخل ويؤثر على كمية الكلور المتبقى الحر كنتيجة لذلك.
وعلى سبيل المثال: إذا احتوى الماء على حديد ، منجنيز ، أمونيا ، نيتريت ، أو أي مادة عضوية فسوف يتفاعل الكلور المضاف معها ليعطى انحراف في المنحنى يناسب تلك المتفاعلات ودرجة تركيزها بالمياه .

المسافة بين النقطتين ٢ ،١ الكلور المضاف يتحد مباشرة مع الحديد، المنجنيز والنيتريت كمواد مختزلة ولا يظهر تبعًا لذلك أي كلور متبقي حتى يتم الانتهاء من أكسدة كل تلك المواد بواسطة الكلور.

مياه طبيعية



باستمرار إضافة الكلور نلاحظ انه على امتداد المسافة بين النقطتين ٣ ،٢ يبدأ الكلور في التفاعل مع الأمونيا والمادة العضوية ليشكل مركب الكلورامين، والمركبات الكلورو-عضوية وهذه النواتج من أشكال الكلور وتعرف بالكلور المتبقى المتحد، ولكن فاعلية هذه الأشكال كعامل مطهر تكون أضعف من الكلور الحر كما سبق وأشرنا لذلك. وفيما بين النقطتين ٣ ،٢ غالبا يكون أحادى الكلورامين هو شكل الكلور المتبقى كناتج التفاعل:

أمونيا + حمض الهيبوكلورز ← أحادى الكلورامين + ماء

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

Summary of the reactions:

I. $2NH_4^+ + 2Cl_2 \rightarrow 2NH_2Cl + 4H^+ + 2Cl^-$

II. $2NH_2Cl + 2Cl_2 \rightarrow 2NHCl_2 + 2H^+ + 2\ Cl^-$

- عند وجود الامونيا في الماء ينتج احادي الكلورامين و اذا كانت الامونيا موجودة بوفرة ينتج ثنائي الكلورامين

ناتج التفاعل في حالة وجود الامونيا في الماء

- يطلق علي احادي الكلورامين NH2CL و ثنائي الكلورامين NHCL2

الكلور المتحد

- وهو مطهر ضعيف و لكن شديد الثبات في الماء

الكلور المتبقي

- الكلور المتبقي المتحد: ينتج عن إضافة قدر من الكلور يكفي فقط للاتحاد مع الأمونيا الموجودة بالماء
- الكلور المتبقي الحر: ينتج عن إضافة الكلور إلى اتلماء بالقدر الذى يكفي لاستهلاك الأمونيا الموجودة في الماء والقضاء عليها والكلور الحر المتبقي كما ذكرنا من قبل هذا أكثر فعالية من الكلور المتبقي المتحد كمادة مطهرة

- اجمالي الكلور الحر و المتحد المتبقي هو الكلور المتبثي الكلي

عن الامونيا

- الامونيا توجد في الماء في صورة غاز NH_3 او ايون الامونيوم NH

عن الامونيا

- الامونيا توجد في الماء في صورة غاز NH_3 او ايون الامونيوم NH

عن الامونيا

- الامونيا توجد في الماء في صورة غاز NH_3 او ايون الامونيوم NH

اثر الامونيا

- الامونيا في مياه الشرب ليس لها اثر مباشر علي صحة الانسان و لذلك لم يتم وضع حدود لها تبعا لمنظمة الصحة العالمية WHO.

CONCLUSIONS

Ammonia is not of direct importance for health in the concentrations to be expected in drinking-water. A health-based guideline has therefore not been derived.

- في المواصفات المصرية حدود الامونيوم ٠,٥ ملل جم/ ل
- و الامونيا غير مستحبة لأنها تسبب مشاكل الرائحة في المياه
- كما تقلل من كفاءة التطهير .

و لم توضع حدود للأمونيا في EPA standard

Drinking Water Standards and Health Advisories

Spring 2012 Page 8 of 12

Chemicals	CASRN Number	Standards			Status HA Document	Health Advisories						Cancer Descriptor
						10-kg Child						
		Status Reg.	MCLG (mg/L)	MCL (mg/L)		One-day (mg/L)	Ten-day (mg/L)	RfD (mg/kg/day)	DWEL (mg/L)	Life-time (mg/L)	mg/L at 10^{-4} Cancer Risk	
INORGANICS												
Ammonia	7664-41-7	-	-	-	D '92	-	-	-	-	30	-	D
Antimony	7440-36-0	F	0.006	0.006	F '92	0.01	0.01	0.0004	0.01	0.006	-	D
Arsenic	7440-38-2	F	zero	0.01	-	-	-	**0.0003**	0.01	-	**0.002**	A
Asbestos (fibers/l >10• m length)	1332-21-4	F	7 MFL[1]	7 MFL	-	-	-	-	-	-	700-MFL	A[1]
Barium	7440-39-3	F	2	2	D '93	0.7	0.7	**0.2**	7	-	-	N
Beryllium	7440-41-7	F	0.004	0.004	F '92	30	30	**0.002**	0.07	-	-	-
Boron	7440-42-8	-	-	-	F '08	3	3	**0.2**	7	6	-	I
Bromate	7789-38-0	F	zero	0.01	D '98	0.2	-	**0.004**	0.14	-	0.005	B2
Cadmium	7440-43-9	F	0.005	0.005	F '87	0.04	0.04	0.0005	0.02	0.005	-	D
Chloramine[3]	10599-90-3	F	4^4	4^4	D '95	-	-	0.1	3.5	3.0	-	-
Chlorine	7782-50-5	F	4^4	4^4	D '95	3	3	0.1	5	4	-	D
Chlorine dioxide	10049-04-4	F	0.8^4	0.8^4	D '98	0.8	0.8	0.03	1	0.8	-	D
Chlorite	7758-19-2	F	0.8	1	D '98	0.8	0.8	0.03	1	0.8	-	D
Chromium (total)	7440-47-3	F	0.1	0.1	F '87	1	1	**0.003**[1]	0.1	-	-	D

التطهير قديما

- كان يستخدم الكلورامين في التطهير قديما بإضافة جرعات صغيرة من الامونيا الي الماء قبل إضافة الكلور لضمان استمرار التطهير لفترات طويلة نظرا لثبات الكلورامين في الماء .
- كانت هذه العملية تسمى

Chloramination

و كان الاهتمام بالمنتجات الجانبية العضوية للتطهير سببا في زيادة شعبية استخدام الكلورامين في الطهير

المنتجات الجانبية للتطهير

- مثل الهالوجينات THMS التراي هالو ميثان وهي تنتج من تفاعل المواد العضوية NOM مع الكلور الحر .
- هناك العديد من المنتجات الجانبية التي اشير الي كونها مسرطنة و وضعت الحدود لمتابعة هذا العنصر في مياه الشرب المنتجة .

Guidelines for DBPs

DBPs	Maximum contaminant level (µg/L)		
	WHO (1993)	USEPA (2006)	EU
Bromoform	100	0*	
Dibromochloromethane	100	60*	
Bromodichloromethane	60	0*	
Chloroform	200	70*	
TTHM	50	80	100
HAA5**		60	
Bromate		10 (Average value)	10
Chlorite		1mg/L	

في المواصفات المصرية حدود /للترايهالوميثان ٠,١ ملجم /ل

* Maximum contaminant levels goals
** HAA5: Sum of five HAAs,

- ملاحظة:المعقمات ـــمثل الكلورين يمكن أن تشكل مخاطر صحية .فحين يتفاعل المعقم مع المواد العضوية في الماء تنتج مواد جانبية عرضية أخرى نتيجة هذا التفاعل .وهذه المواد العرضية تتكون نتيجة تفاعل الكلورين أو أي معقم آخر مع الكربون العضوي في الماء لذا فوجود المواد العضوية في الماء هي احد أسباب تكون المواد العرضية الجانبية .
- والعوامل الأخرى المؤثرة في تكوين المواد العرضية الجانبية هي نوع المعقم المستعمل , كيفية الاستعمال, نوعية وشدة تركيز المادة العضوية في الماء , درجة الحامضية و درجة الحرارة وكذلك فترة التلامس مع المعقم. والسؤال المهم الذي يواجهه عمال مصافي الماء هو كيفية تقليل المخاطر الناجمة عن وجود الميكروبات المرضية ومخاطر المواد العرضية الناتجة ولإعطاء العمال نوع من المرونة لتقليل تكون المواد العرضية الجانبية ,فيجب زيادة عدد النقاط لحقن الكلورين في المنظومة .وإذا ما قلل حقن الكلور بقدر المستطاع إلى ما بعد الانتهاء من عمليات التصفية فان كمية تكوين المواد الجانبية سوف تقل, وانه من المهم جدا أن يدرك العاملين بان استعمال الكلور يجب أن يكون بأقل كمية ممكنة وبناءا عليه يمكننا القول انه كلما كانت كمية الكلور المستخدمة أقل كلما كانت نوعية الماء أفضل.

الخلاصة

- ان مشغلي المياه يجب ان يعلموا عن التطهير و اثره و أهميته .
- ان كلما زادت معرفتنا و تطورت أساليب التحليل اكتشفنا وجود عناصر جديدة يجب قياسها و متابعتها .
- ان التطهير بالكلور الحر او المتحد يجب ان يكون ضمن خطة للحفاظ علي جودة المياه و في نفس الوقت عدم انتاج مواد مسرطنة .

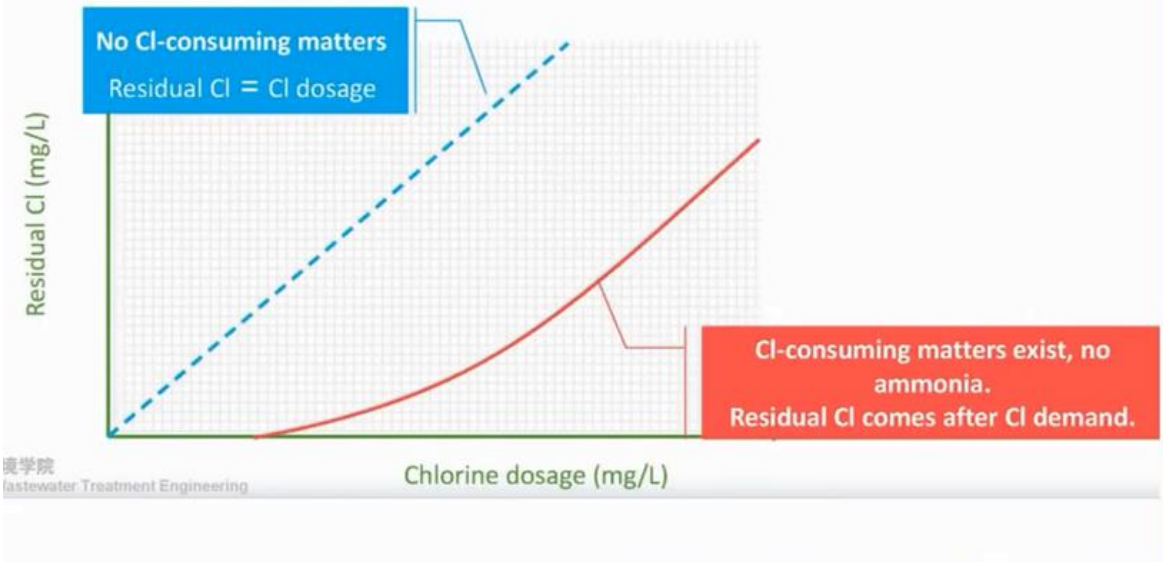
- ما هي الجرعة ؟
- value CT ولماذا ؟
- جرعة الكلور المطلوبة
- اختبار نقطة الانكسار
- كمية الكلور المضافة للماء .
- خطط التطهير المختلفة
- الخلاصة

- جرعة الكلور:
- هي أقل كمية كلور تضاف إلى وحدة حجم من الماء تكفي للقضاء على الكائنات الحية وينتج عنها كلور متبقى في حدود معينة (٠,٢ مجم / لتر).
- ووحدة الجرعة ملجم كلور / لتر ماء أو جم كلور / م٣ ماء

الكلور المستهلك chlorine demand

- يتم استهلاك الكلور في المياه نتيجة وجود مواد غير عضوية مثل الحديد و المنجنيز او وجود مواد عضوية .
- هو 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

جرعة الكلور و الكلور المتبقي



الجرعة و زمن التلامس

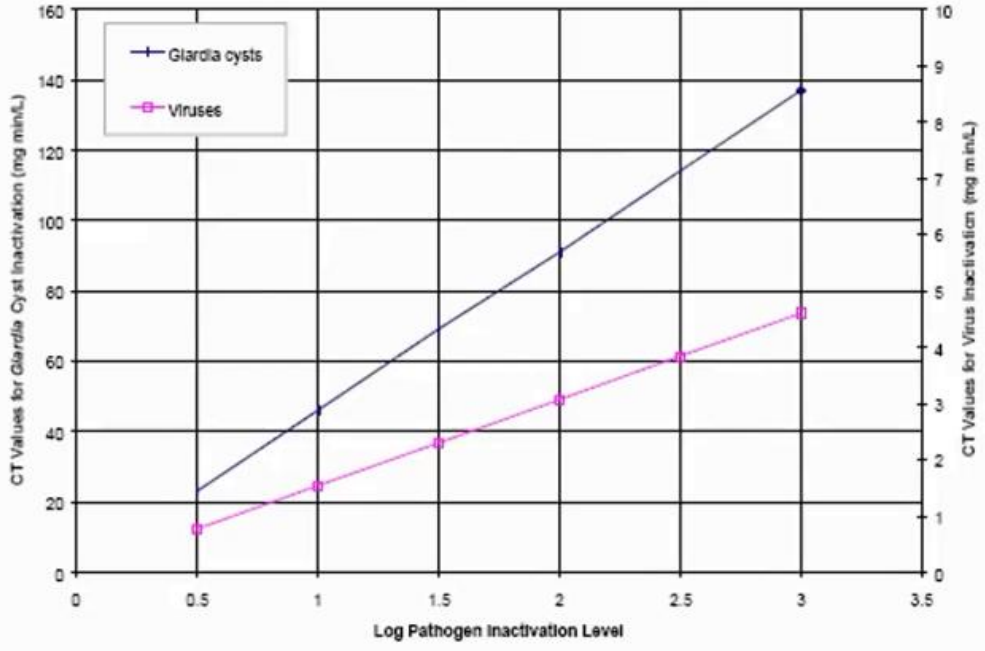
أن قدرة الكلور على قتل البكتريا بالماء تتأثر تأثراً كبيراً بالجرعة المضافة وأيضا بووقت التلامس . طبقا للعلاقة التالية:

$$Kill \alpha C^*T$$

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

تقاس قيمة ال **CT value** ملليجم .دقيقة / ل

CT Curves



المقارنة بين مواد التطهير من حيث CT value

Table 2-13. CT Values for Inactivation of Viruses

Disinfectant	Units	Inactivation		
		2-log	3-log	4-log
Chlorine[1]	mg · min/L	3	4	6
Chloramine[2]	mg · min/L	643	1,067	1,491
Chlorine Dioxide[3]	mg · min/L	4.2	12.8	25.1
Ozone	mg · min/L	0.5	0.8	1.0
UV	$mW \cdot s/cm^2$	21	36	not available

CT values were obtained from AWWA, 1991.

Table 2-14. CT Values for Inactivation of *Giardia* Cysts

Disinfectant	Inactivation (mg · min/L)					
	0.5-log	1-log	1.5-log	2-log	2.5-log	3-log
Chlorine[1]	17	35	52	69	87	104
Chloramine[2]	310	615	930	1,230	1,540	1,850
Chlorine Dioxide[3]	4	7.7	12	15	19	23
Ozone[3]	0.23	0.48	0.72	0.95	1.2	1.43

CT values were obtained from AWWA, 1991.

المقارنة بين مواد التطهير من حيث CT value

Table 2-13. CT Values for Inactivation of Viruses

Disinfectant	Units	Inactivation		
		2-log	3-log	4-log
Chlorine[1]	mg · min/L	3	4	6
Chloramine[2]	mg · min/L	643	1,067	1,491
Chlorine Dioxide[3]	mg · min/L	4.2	12.8	25.1
Ozone	mg · min/L	0.5	0.8	1.0
UV	$mW \cdot s/cm^2$	21	36	not available

CT values were obtained from AWWA, 1991.

Table 2-14. CT Values for Inactivation of *Giardia* Cysts

Disinfectant	Inactivation (mg · min/L)					
	0.5-log	1-log	1.5-log	2-log	2.5-log	3-log
Chlorine[1]	17	35	52	69	87	104
Chloramine[2]	310	615	930	1,230	1,540	1,850
Chlorine Dioxide[3]	4	7.7	12	15	19	23
Ozone[3]	0.23	0.48	0.72	0.95	1.2	1.43

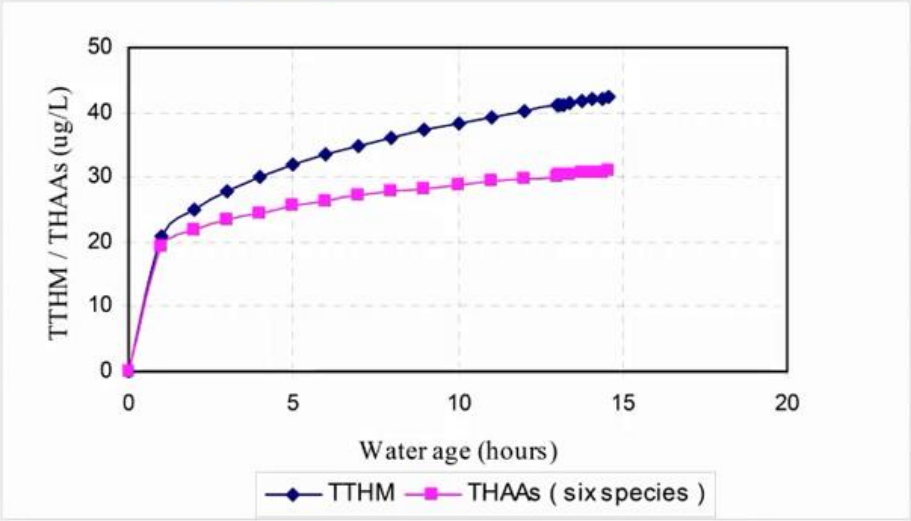
CT values were obtained from AWWA, 1991.

العوامل المؤثرة في تكون منتجات التطهير الجانبية

Water quality:	Operational parameters
Type and concentration of precursors NOM, bromide	Disinfectant type and dose
pH	Contact time (water age)
Temperature	
Ammonia concentration	

العلاقة بين الزمن و تكون المركبات الجانبية للتطهير

Time



لاحظ ان

- المشكلة الكبرى التي تواجه استخدام الكلور في التطهير هي **الموازنة بين المخاطر البيولوجية و المخاطر الكيماوية**
- المخاطر البيولوجية
- المقصود بها مسببات الامراض من بكتريا و فيروسات و حيوانات أولية
- المخاطر الكيماوية
- المقصود بها تكون المنتجات الجانبية للتطهير مثل الترايهالو ميثان

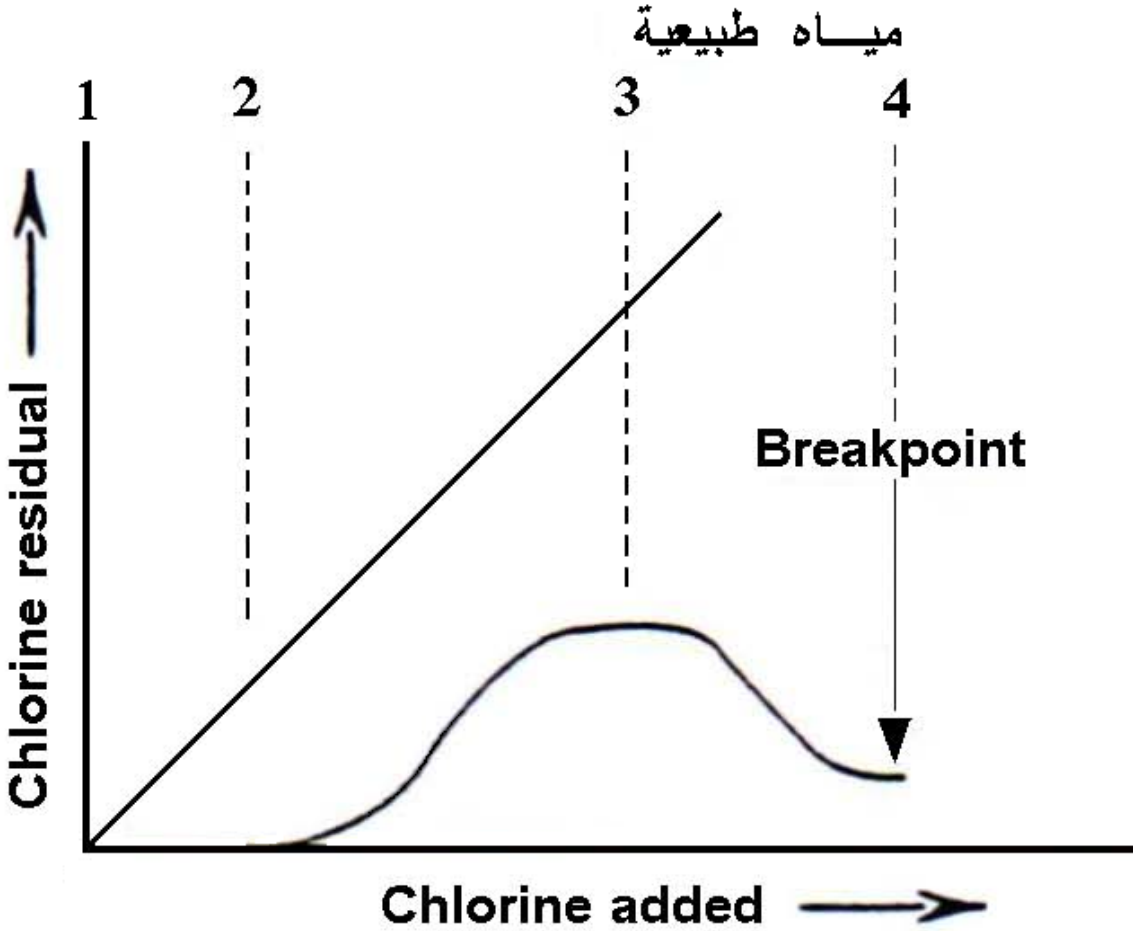
اختبار نقطة الانكسار break point

إذا احتوى الماء على حديد ، منجنيز ، أمونيا ، نيتريت ، أو أي مادة عضوية فسوف يتفاعل الكلور المضاف معها ليعطى انحراف في المنحنى يناسب تلك المتفاعلات ودرجة تركيزها بالمياه كما هو معبر عنه بالشكل (١ من الشكل :المسافة بين النقطتين ٢ ،١ الكلور المضاف يتحد مباشرة مع الحديد، المنجنيز والنيتريت كمواد مختزلة ولا يظهر تبعًا لذلك أي كلور متبقي حتى يتم الانتهاء من أكسدة كل تلك المواد بواسطة الكلور. باستمرار إضافة الكلور نلاحظ انه على امتداد المسافة بين النقطتين ٣ ،٢ يبدأ الكلور في التفاعل مع الأمونيا والمادة العضوية ليشكل مركب الكلورامين، والمركبات الكلورو-عضوية وهذه النواتج من أشكال الكلور وتعرف بالكلور المتبقى المتحد، ولكن فاعلية هذه الأشكال كعامل مطهر تكون أضعف من الكلور الحر .
وفيما بين النقطتين ٣ ،٢ غالبا يكون أحادى الكلورامين هو شكل الكلور المتبقى كناتج التفاعل:

أمونيا + حمض الهيبوكلورز ← أحادى الكلورامين + ماء

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

بمتابعة إضافة كلور للمياه، يبدأ الكلور المتبقى من النقطة ٣ حتى النقطة ٤ في الانخفاض وذلك كنتيجة لبدأ أكسدة مركبات أحادى الكلورامين الى مركبات ثاني وثالث الكلورامين أو حتى تمام الأكسدة وتكون غاز النيتروجين.



ويوضح ذلك التفاعلات التالية:

بكمية وفيرة: NH_3 في حالة إذا ما كان

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

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

ونلاحظ من التفاعلات السابقة انه عند، أما ثالث٤ $< pH <$ ٦يبدأ ثاني الكلورامين ببطيء في التكوين ويظهر بوضوح بين pH. أقل من ٣ الكلورامين فيتكون عند

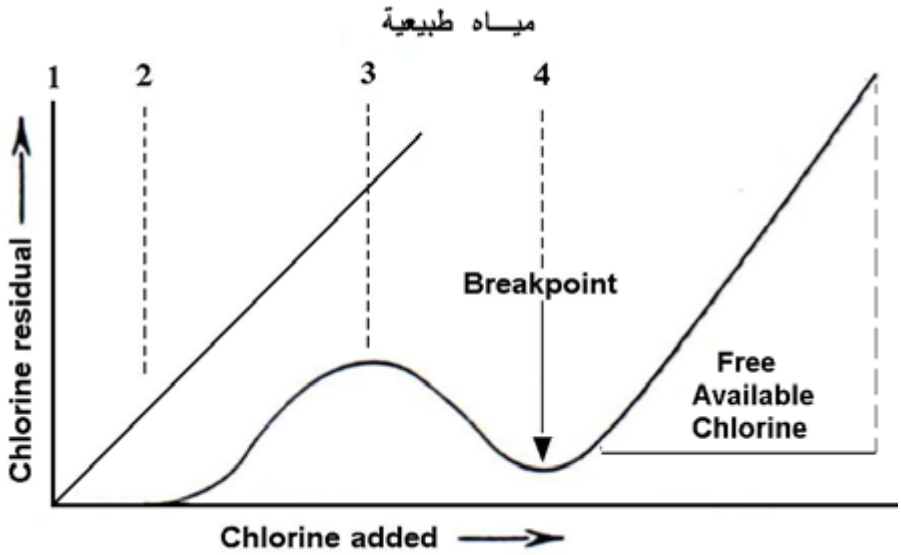
مثل البروتين، حيث يظهر Amine organic كما أن الكلورامين ممكن أن يتكون مع أي الكلورامين بسرعة أولا ثم يعقبه ببطء ظهور ثاني وثالث الكلورامين مع الاحتياج إلى فترة تلامس أطول حتى يتم التفاعل في الماء كافية فإن التفاعل سيكون ثابت، وإذا ما كان كمية الكلور المضافة اكبر فان الكلورامين سيتكسر إلى النيتروجين كما في المعادلة التالية:

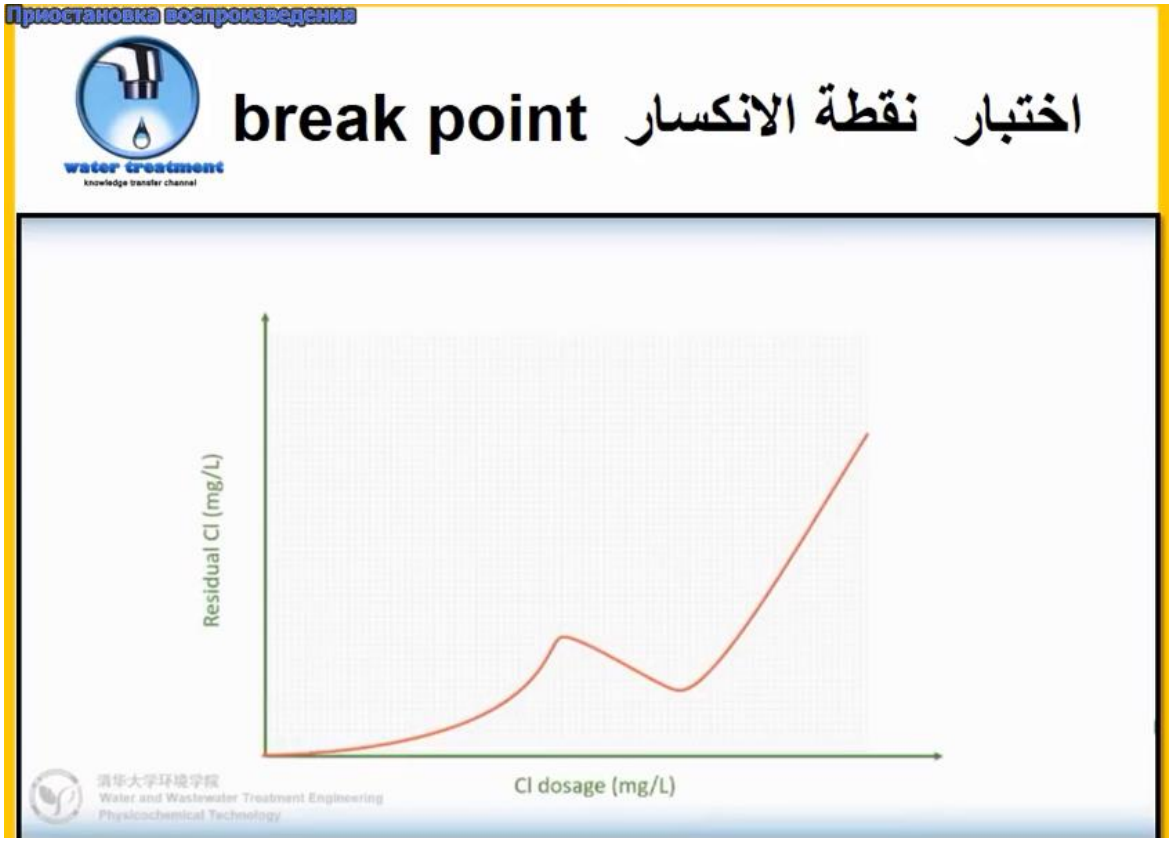
$$NH_2Cl + HOCl \rightarrow N_2 + 3\ HCl + H_2O$$

ويختلف مفعول كل نوع من مركبات الكلور السابقة عن الآخر في عمليات التطهير حيث يلاحظ أن الكلور الحر اقوي بكثير في قتل البكتريا عن الكلور المتحد. ويلاحظ أيضا أنه يلزم استخدام مقدار من الكلور المتحد اكبر ٢٥ مرة من الكلور الحر لتحقيق نفس القدرة علي القتل ٢). علاوة علي ذلك فان التطهير بالكلورامين عملية بطيئة - في نفس المدة الزمنية (جدول ١ وتحتاج إلى فترة تلامس أطول.

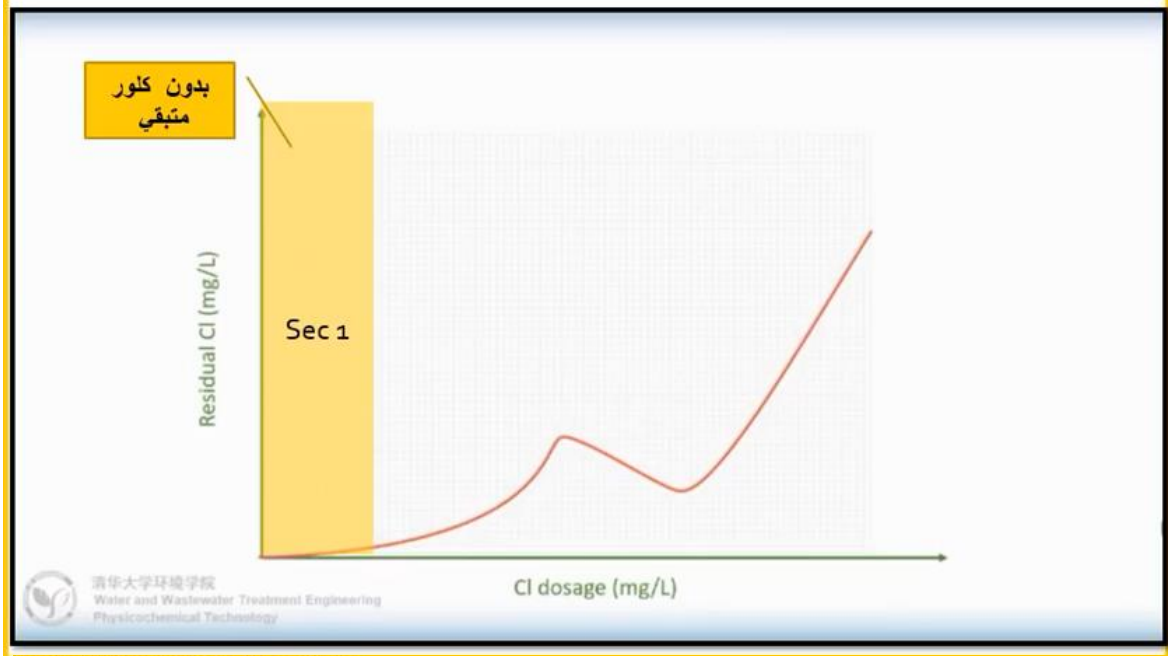
النقطة ٤ هى أدنى قيمة يصل لها الكلور وتعرف بأسم " نقطة الانكسار ". ثم يبدأ بعدها ظهور كلور حر متبقي ويزيد بزيادة جرعة الكلور المضافة. بمعنى انه بعد نقطة الانكسار أي إضافة للكلور تظهر في صورة كلور حر متبقي، وقيمة الكلور الحر المتبقى يجب ان تمثل 85- 90 ٪ من مجموع الكلور المتبقى (حر + متحد) بالمياه المعالجة.

يجب ان نتذكر ان الكلور المتبقى المتحد يمثل مركبات ثنائي وثلاثى الكلورامين والمركبات الكلورو-عضوية (as THM).


مياه طبيعية
1
2
3
4
Chlorine residual
Breakpoint
Free
Available
Chlorine
Chlorine added

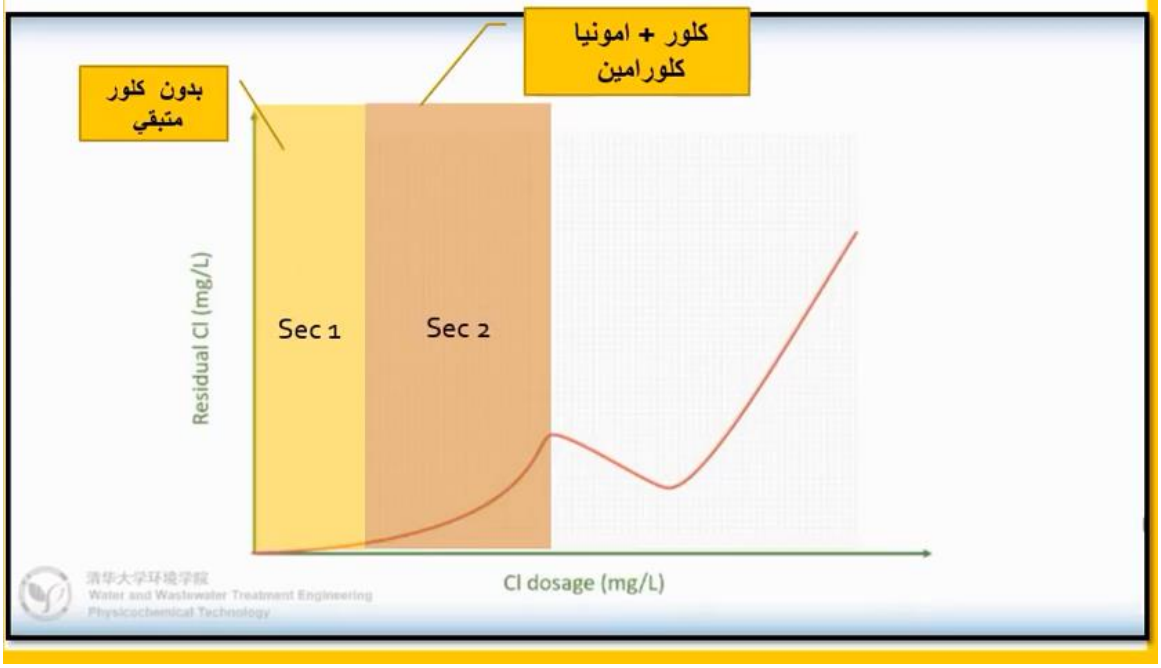

Приостановка воспроизведения
water treatment
knowledge transfer channel
break point اختبار نقطة الانكسار
Residual Cl (mg/L)
Cl dosage (mg/L)
清华大学环境学院
Water and Wastewater Treatment Engineering
Physicochemical Technology

اختبار نقطة الانكسار break point



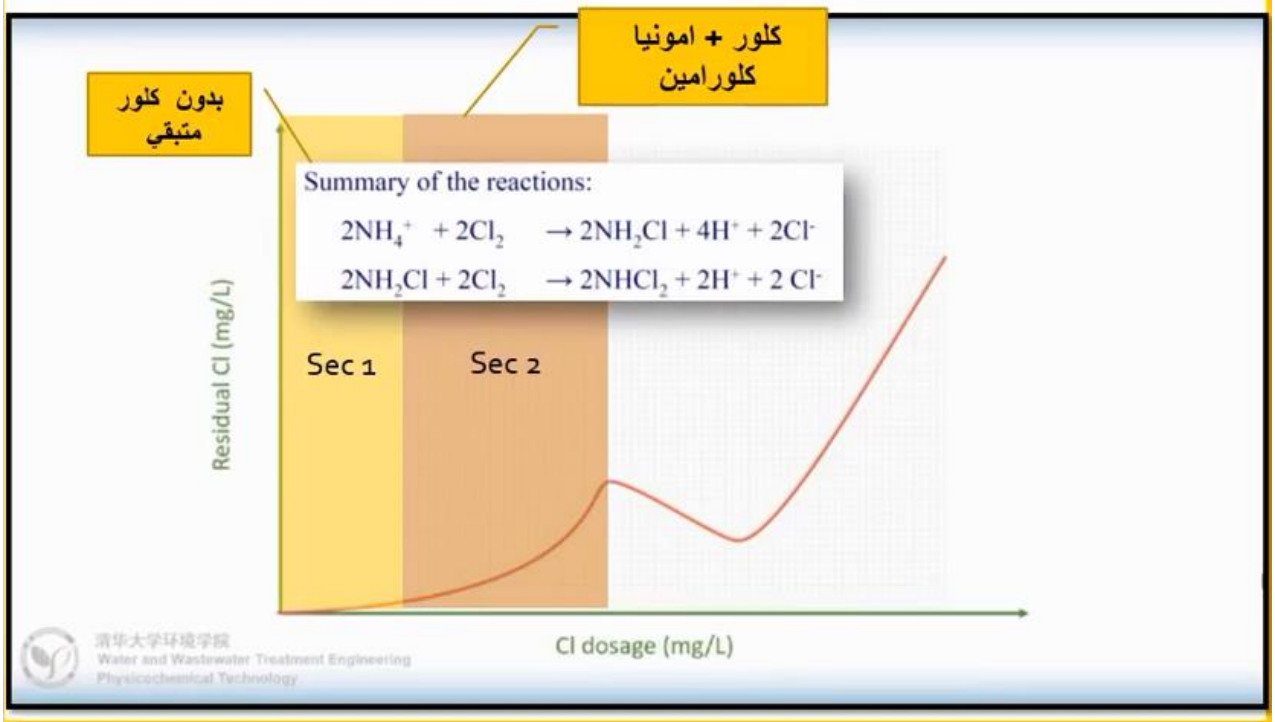
Приостановка воспроизведения

اختبار نقطة الانكسار break point

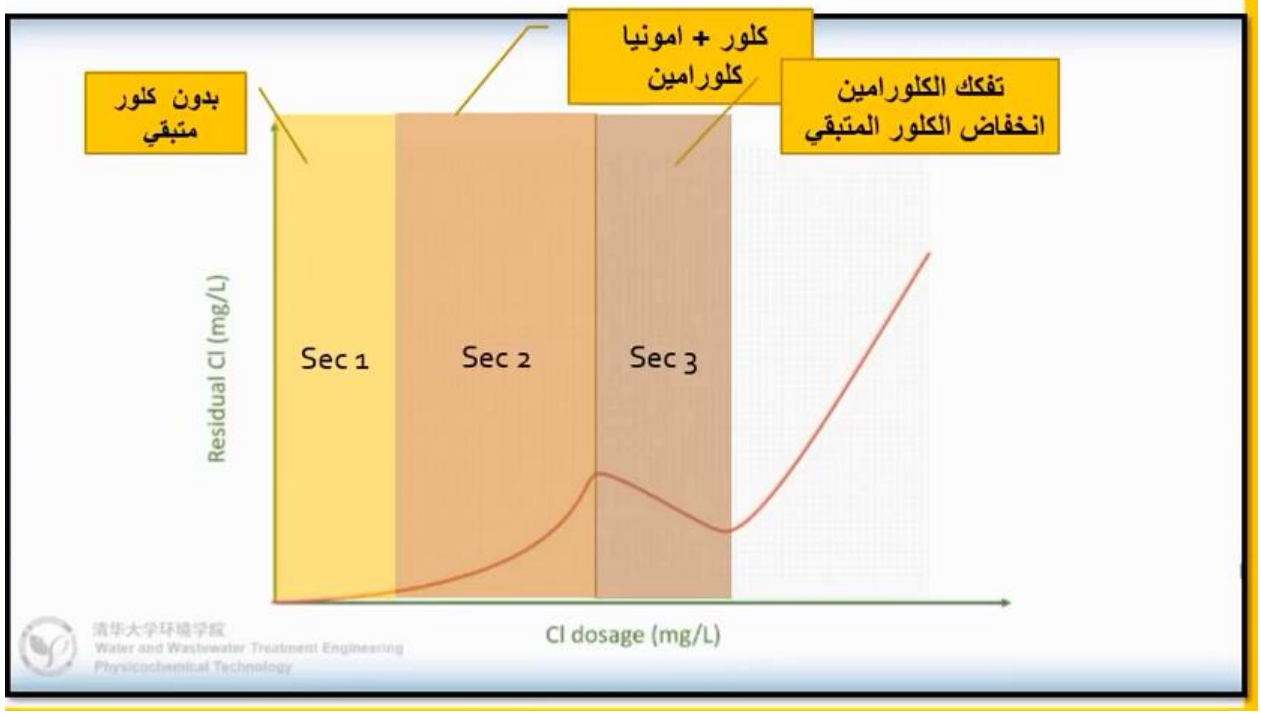


Приостановка воспроизведения

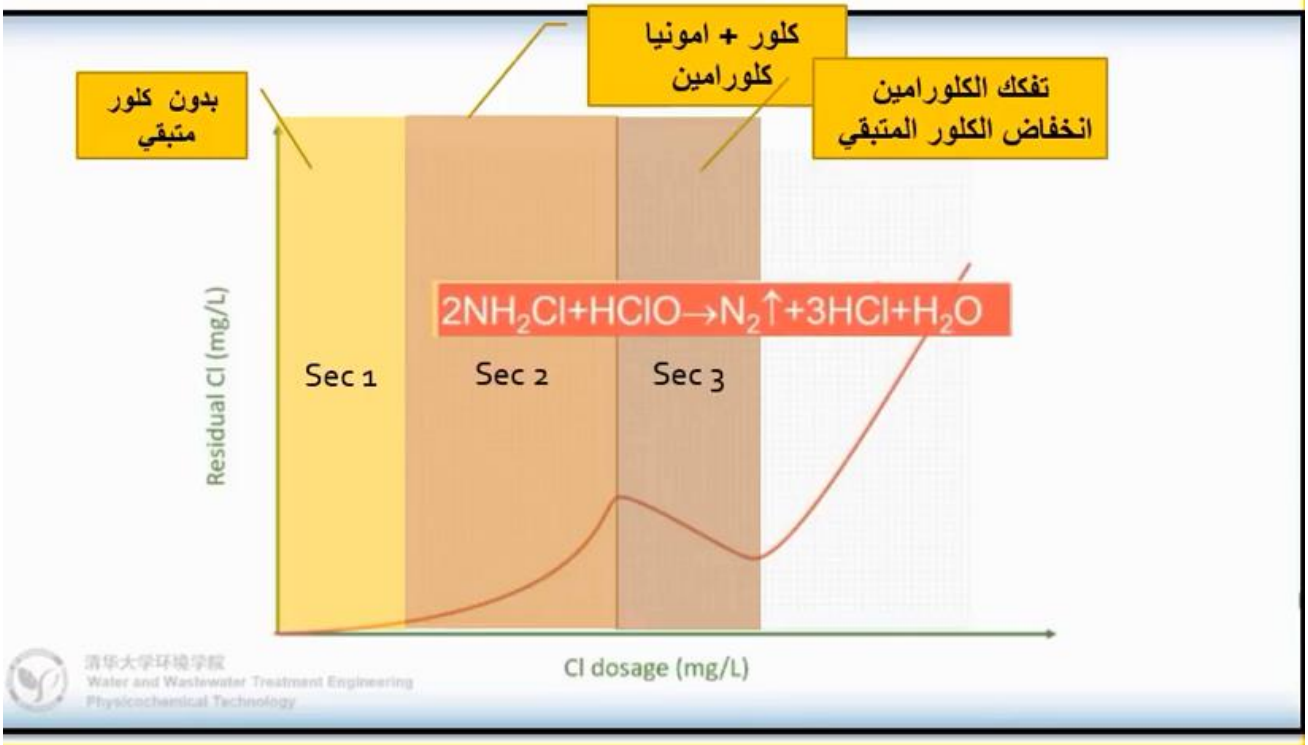
اختبار نقطة الانكسار break point



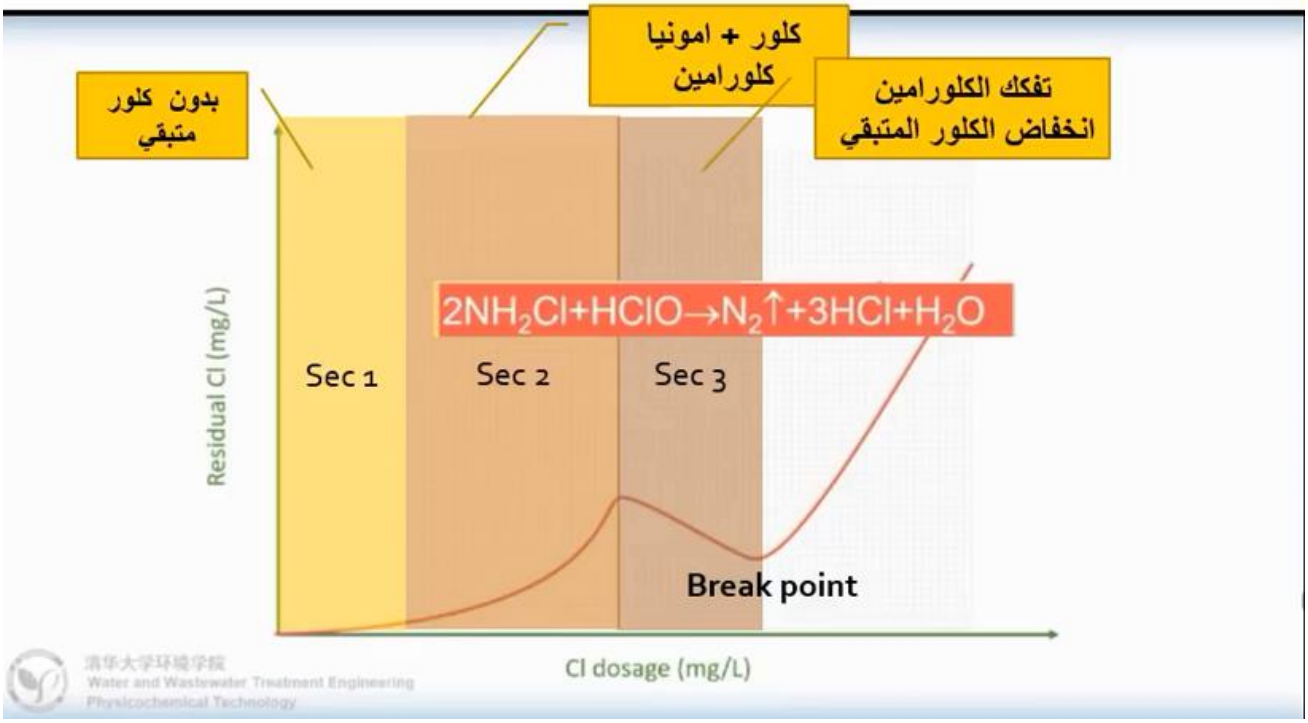
اختبار نقطة الانكسار break point



اختبار نقطة الانكسار break point



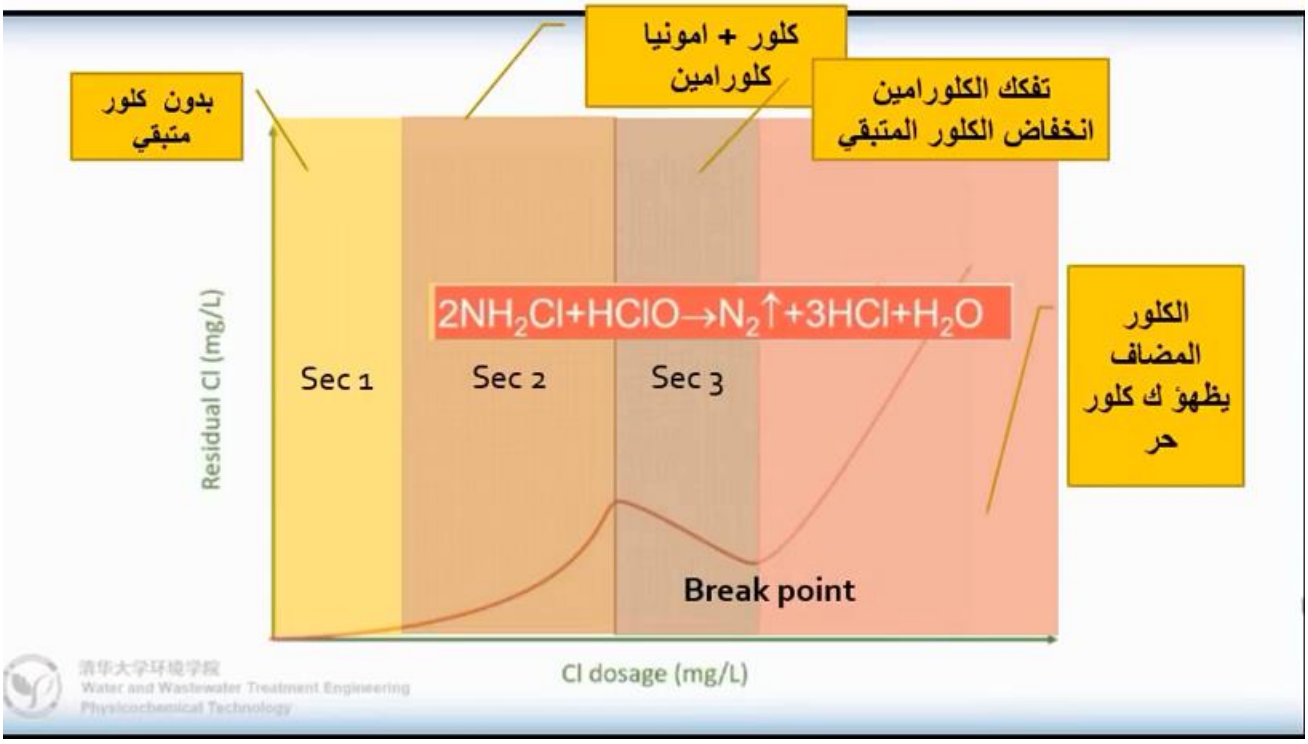
اختبار نقطة الانكسار break point



ИОСТАНОВКА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

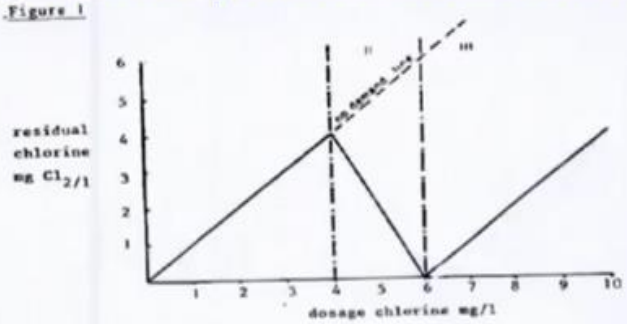
water treatment
knowledge transfer channel

اختبار نقطة الانكسار break point



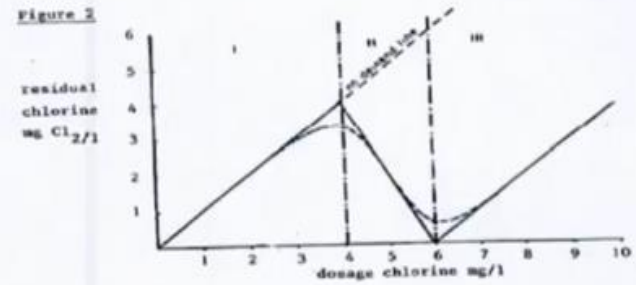
Break point chlorination

Figure 1



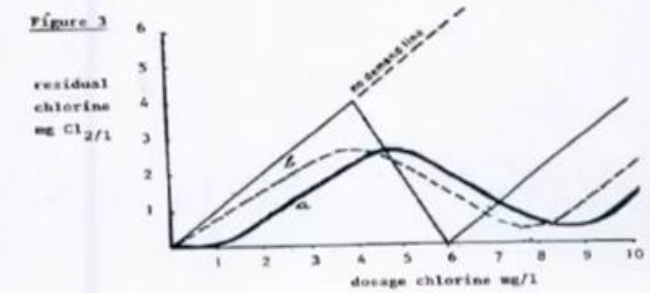
Hypothetical graph for 1 mg NH_4^+/l

Figure 2



Breakpoint graph for 1 mg NH_4^+/l

Figure 3



Breakpoint graph for 1 mg NH_4^+/l with organic matte

كمية الكلور المطلوب إضافتها للماء

هى حاصل ضرب جرعة الكلور× كميه المياه
وهى غالباً تحدد فى الساعة ووحدتها كجم/ساعة

مثال:

ما هى كمية الكلور المطلوب إضافتها تكفى لتطهير ٢٠٠٠٠ م ٣ / س بجرعة ٥ جم/ م٣

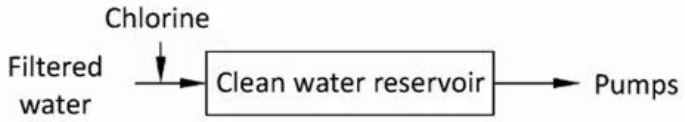
$$\text{كمية الكلور المطلوبة} = \frac{٢٠٠٠٠\text{م}^٣/\text{س} \times ٥\text{جم}/\text{م}^٣}{١٠٠٠} = ١٠٠\text{كجم}/\text{س}$$

Приостановка воспроизведения

التطهير في محطات المياه

3. Chlorine disinfection in practice

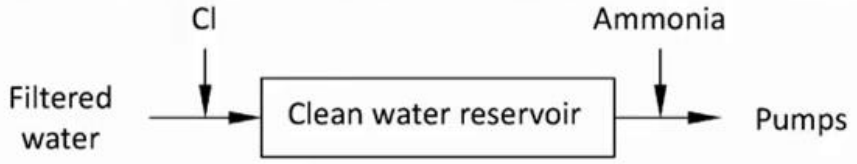
(1) Disinfection with free chlorine



التطهير باستخدام نقطة الانكسار : يستخدم عادة في حالة المياه المرشحة ذات كمية الامونيا المنخفضة .< ٠,٢ مجم/ل.
الكلور يزيل مشكلات الرائحة و الطعم و يحقق تطهير قوي للمياه .
في حالة وجود مواد عضوية يحتمل تكون الترايهالوميثان .

3. Chlorine disinfection in practice

(2) Cl-before and ammonia-after chlorine disinfection

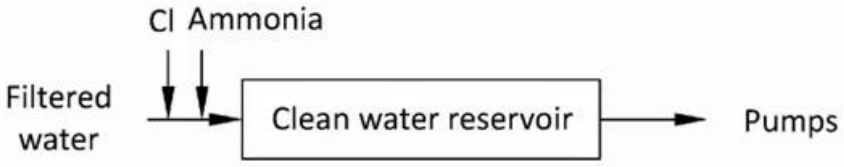


يتم حقن الكلور قبل الخزان طبقا لتجربة نقطة الانكسار يتم حقن الامونيا قبل طلمبات الطرد .
يتم التطهير داخل الخزان بالكلور الحر و يتحول الكلور الحر الي متحد برائحة اقل و زمن تلامس اعلي
نسبة الكلور الي الامونيا ٣ : ١ الي ٦ : ١

التطهير في محطات المياه

3. Chlorine disinfection in practice

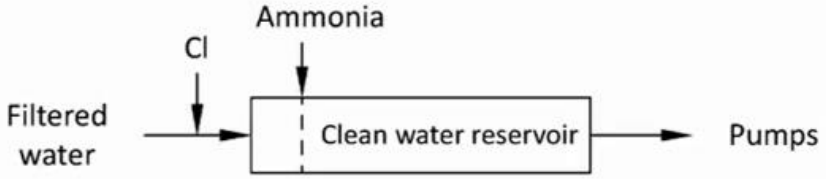
(3) Chloramine disinfection



التطهير بالكلور المتحد : كفاءة تطهير اقل من الكلور الحر ، ومن تلامس أطول ، رائحة كلور اقل
معدل التطهير منخفض يحتاج الي زمن تلامس أطول > ساعتان .
للمياه ذات محتوي امونيا مرتفع " استخدم التطهير بالكلورامين "
للمياه ذات محتوي الامونيا المنخفض " يتم حقن الكلور و الامونيا "

3. Chlorine disinfection in practice

(4) Short free chlorine-before & chloramines-after disinfection



التطهير بالكلور الحر لفترة قصيرة ثم استخدام الكلورامين :
يتم حقن الكلور في مدخل الخزان لمدة ١٠-١٥ دقيقة .
ثم يتم حقن الامونيا لباقي زمن المكث في الخزان > ساعتان لتحقيق التطهير بالكلورامين .
نسبة الكلور الي الامونيا ٤ : ١.
لنستفيد من مزايا الكلور الحر و المتحد (السيطرة علي الكائنات الدقيقة و المركبات الجانبية للتطهير)

التطهير في محطات المياه

هذه الطريقة المتبعة في بعض محطات مياه الشرب عند ارتفاع نسبة الامونيا في المياه الخام :
يتم كسر الامونيا من خلال الكلور الابتدائي مع الحفاظ علي كلور حر متبقي في حدود ٠,١ جم/م٣ داخل مراحل المعالجة .
يتم إضافة كلور نهائي بجرعة منخفضة قبل الخزان للحفاظ علي قيمة ال CT value منخفضة حتي لا يتكون THMs.مع طول فترة التلامس في الخزان .
يتم استخدام كلور الطواري لتحقيق كلور حر متقي في حدود ١,٥ -٢ جم/م٣ لتحقيق التطهير في الشبكة .مع عدم وجود مشكلة الرائحة .

الخلاصة

- يجب الاخذ في الاعتبار المخاطر الكيماوية و البيولوجية عند تحديد الجرعة .
- ان زمن التلامس هام جدا لتحقيق التطهير كما هو ضروري لتكون الترايهالوميثان.
- يجب الاخذ في الاعتبار زمن المكث في الخزان و زمن وصول المياه الي اطراف الشبكة .
- ان التحاليل المعملية الدقيقة هي الفيصل لوضع استراتيجية التطهير المستخدمة بالمحطة .

المحتويات

- أماكن حقن الكلور
- إعادة النمو REGROWTH
- قياس الكلور الحر و المتحد
- حول اخذ عينات لقياس الكلور
- العوامل المؤثرة علي التطهير

أماكن إضافة الكلور في محطات التنقية

أولا : إضافة الكلور المبدئي في طرد الطلمبات العكرة و قبل حقن الشبة .

الكود المصري يحدد وقت حقن الكلور المبدئي " قبل دخول المروق بدقيقة " !!!

ثانيا : إضافة الكلور النهائي في دخول الخزان او في خزان التلامس ان وجد

ثالثا : الكلور المتوسط " احتياطيا "

الكلور المبدئي

الغرض منه :

- خفض تعداد البكتريا في الماء قبل وصولها إلى المرشح مما يخفف الحمل البكتيرى على المرشح.
- تطهير رمل المرشح نظرا لمرور المياه بما فيها من كلور فى مسام الرمل أثناء عمله الترشح.
- كفاءه عاليه في إزالة اللون من الماء.
- تحسين أداء الشبة
- كفاءة عالية في إزالة الطعم والرائحة من الماء.

الكلور المتوسط

- **مكان الحقن :**
- **و هو حقن الكلور في المياه المروقة قبل دخول ها الي المرشحات .**
- **أسبابه :**
- **و يتم فقد اذا اثبتت التحاليل ان الكلور في المياه المروقة معدوم**

التطهير النهائي

الغرض منه :

١. **تطهير المياه نظرا لكفاءة المطهر في العمل بسبب خلو المياه من العكارة و وجود زمن المكث كاف .**
٢. **الحفاظ علي نسبة من المطهر المتبقي في الشبكة لمنع إعادة نمو البكتريا و الكائنات الدقيقة.**

Residual chlorine requirements at consumers points

	WHO	USEPA	NL
Residual concentration, mg/L	0.2	0.25	0.0

أماكن إضافة الكلور في محطات التنقية

يمكن إضافة الكلور إلى الماء في أكثر من موقع في محطات التنقية تبعا لحالة كل محطة وكذلك تبعا لصفات الماء المعالج في كل حالة وتبعا لتجارب وخبرات المشرف علي التشغيل.

أ -إضافة الكلور المبدئي

أي حقن الكلور بعد عملية تجميع المياه من المصدر مباشرة وقبل الدخول الى عملية التنقية (المروقات والمرشحات) .

وتتميز هذه الطريقة بالآتي-:

١-خفض تعداد البكتريا في الماء قبل وصولها إلى المرشح مما يخفف الحمل البكتيري علي المرشح.

٢-تطهير رمل المرشح نظرا لمرور المياه بما فيها من كلور في مسام الرمل أثناء عمليةالترشيح.

٣-كفاءة عالية في إزالة اللون من الماء.

٤-نقص في كميات الكيماويات المروبة إذا أضيف الكلور قبل أحواض الترويب.

٥-كفاءة عالية في إزالة الطعم والرائحة من الماء.

٦. الحد من نمو الكائنات الحية الدقيقة داخل المرشح.

ب -إضافة الكلور النهائي

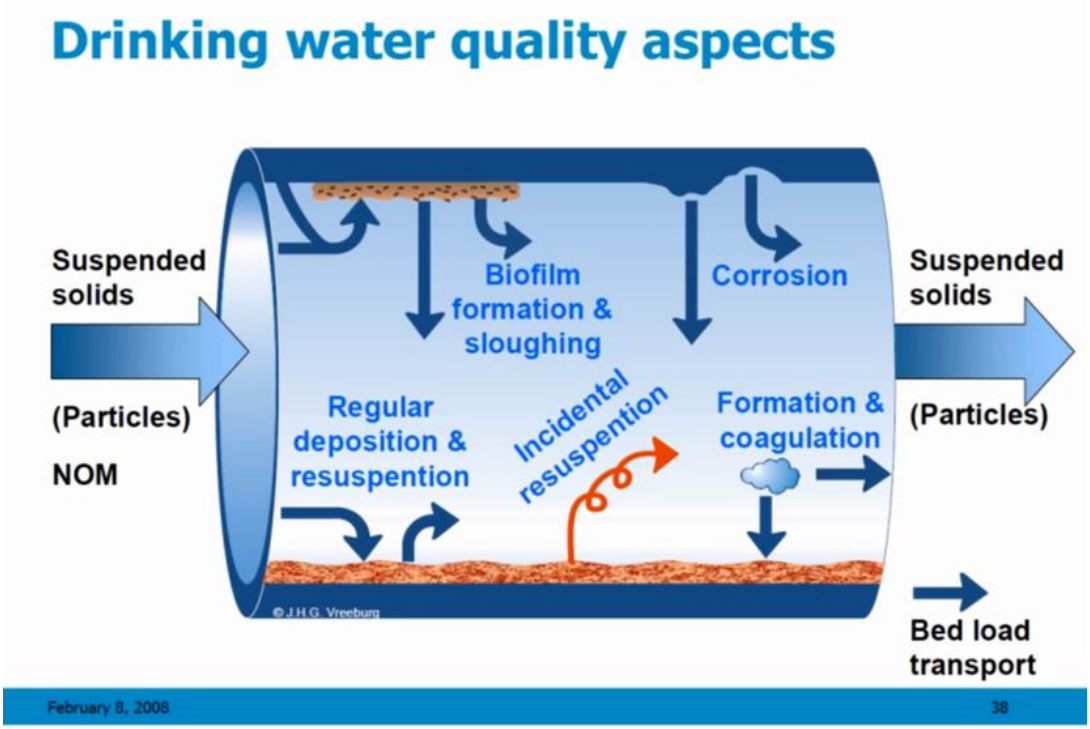
أي إضافة الكلور إلى الماء بعد مرحلة الترشيح أي عند مدخل خزان المياه النقية ، وهي طريقة سهلة في تشغيلها ويكون الكلور اكثر فاعلية علي البكتريا بسبب خلو الماء من أي عكارة أو شوائب. يضاف جرعة زائدة من الكلور النهائي في الخزانات الملحقة بالمحطات وذلك لضمان خروج الكلور بنسبة معينة مطلوبة إذا كانت شبكات انابيب التوزيع تمتد إلى مسافات بعيدة ويخشي من تواجد البكتريا في الأطراف البعيدة منها وحتى يصل الكلور ولو بنسبة ضئيلة إلى آخرمتر في الشبكة.

ج -إضافة الكلور في اكثر من موقع

وهذه الطريقة تتبع إذا كانت المياه رائقة والتلوث البكتيري عالي نسبيا إذ يحسن في هذه الحالة إضافة الكلور في اكثر من نقطة علي مسار الماء في محطة التنقية لضمان كفاءة عملية الكلوره كما تستعمل هذه الطريقة إذا خزنت المياه المرشحة في خزانات مكشوفة ففي مثل هذه الحالة يجب إضافة الكلور في مخارج المياه من الخزانات المكشوفة.

تذكر انه من نتائج أضافه المواد المؤكسدة (الكلور) للمياه:

١ .تكسير أغلب المركبات المسببة للون.
٢ .أكسدة الحديد والمنجنيز ومعظم المركبات الكبريتية.
٣ .تكسير بعض المركبات المسببة للرائحة.
٤ .تكسير بعض المركبات الحلقية.
٥ .القضاء علي عدد كبير من البكتريا



إعادة النمو REGROWTH

أسباب نمو الكائنات الدقيقة في الشبكة

وجود المغذيات و الكربون العضوي في شبكات التوزيع

اثر نمو الكائنات الدقيقة في الشبكة

مشكلات الطعم و الرائحة

نمو الكائنات الدقيقة مثل الديدان

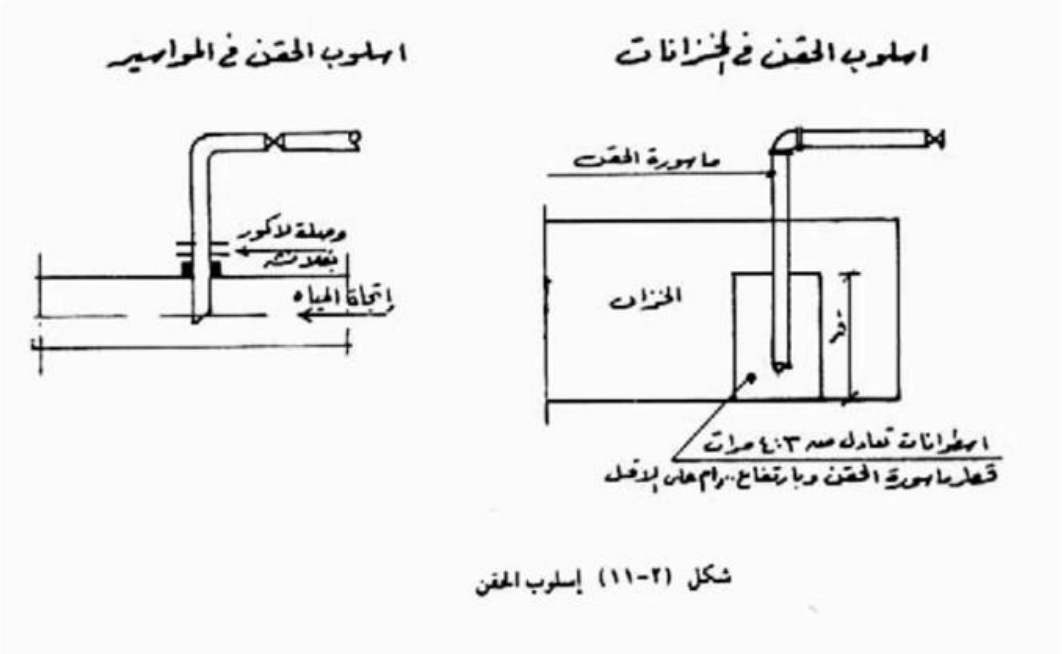
حدوث الظروف اللاهوائية و تولد كبريتيد الهيدروجين المسبب للصدأ

طرق التحكم في نمو الكائنات الدقيقة

المعالجة الجيدة لإنتاج مياه مستقرة بيولوجياً.

التأكد من وجود كمية متبقية من المطر في المياه لمنع النمو .

اشكال حقن الكلور في المواسير والخزانات



شكل (٢-١١) إسلوب الحقن

قياس الكلور المتبقي

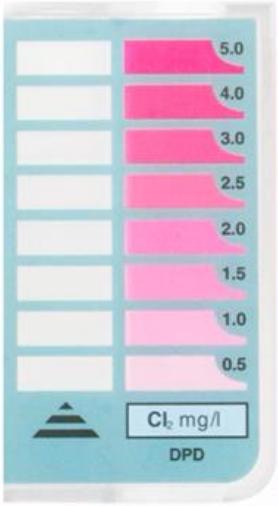
يتم قياس الكلور المتبقي بواسطة أقراص

DPD 1, 3

لقياس الكلور الحر و الكلي المتبقي

قياس الكلور المتحد المتبقي

الكلور المتبقي المتحد = الكلور الكلي المتبقي – الكلور الحر المتبقي



لا حظ ان :

أقاص ال DPD لها حدود في القياس مثلا ٥ مجم/ل

فلا يمكن استخدامها في قياس جرعة كلور عالية مثلا مياه الحقن الخارجة من جهاز الكلور .

و لذا يجب تخفيفها أولا .

ملاحظات حول اخذ عينات المياه لقياس الكلور

- يجب تحليل العينات فور جمعها
- الكلور الحر نشط سريع التفاعل و تؤثر عليه العديد من العوامل مثل درجة الحرارة و PH و وجود مواد غير عضوية و ...
- لذا قم بتجهيز زجاجة العينات أولا بصب محلول كلور مخفف بها أولا لإزالة أي أسباب استهلاك الكلور ثم قم بغسلها بماء مقطر .
- تأكد ان العينة ممثلة للمياه المراد تحليلها :
- دع المياه تنساب من الصنبور لفترة قبل اخذ العينة ثم املا الزجاجة و دع الماء يملأها تماما ثم اغلقها ولا تجعل بها أي مسافة لوجود هواء اعلي الماء .

العوامل المؤثرة في عملية التطهير (فاعلية الكلور)

- جرعة الكلور
- مدة التفاعل بين الكلور والماء (فترة التلامس)
- درجة الحرارة
- درجة أيون الهيدروجين
- عكارة الماء ونسبة الشوائب
- قلوية وحامضية الماء
- وجود المركبات الآزوتية في الماء
- وجود مركبات الحديد والمنجنيز
- نوع وعدد البكتيريا المراد القضاء عليها.

العوامل المؤثرة على فاعلية الكلور في عملية التطهير:

تتوقف فاعلية الكلور في قتل البكتريا علي العوامل الآتية-:

١-جرعة الكلور: بديهي إن فاعلية الكلور في القضاء علي البكتريا تزيد بازدياد جرعة الكلور المضافة إلى الماء.

٢-مدة التفاعل بين الكلور والماء فترة التلامس: تزيد فاعلية الكلور كلما طال زمن التلامس، ونظرا لاختلاف مقاومة البكتريا للكلور باختلاف أنواعها، فوجد انه يجب أن تمر ثلاثين دقيقة على الأقل من إضافة الكلور وحتى استعمال الماء كفترة تلامس. وقد وجد ان قدرة الكلور على قتل البكتريا بالماء تتأثر تأثرًا كبيرًا

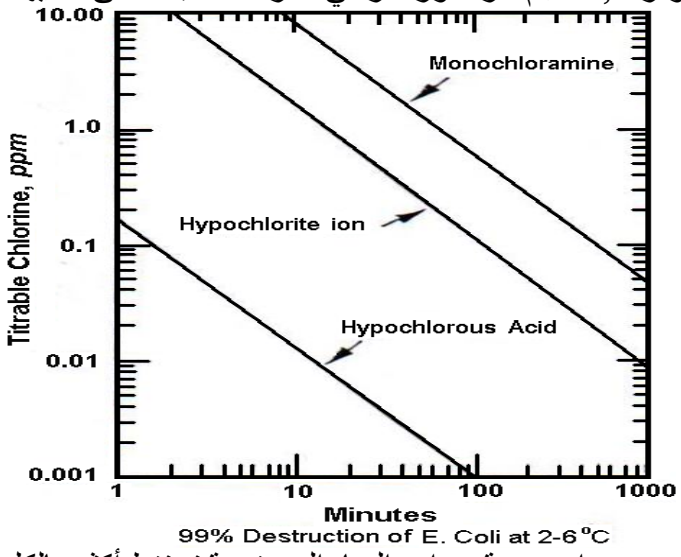
بالعاملين السابقين الجرعة، ووقت التلامس طبقا للعلاقة التالية:

$$Kill \alpha C \times T$$

ويؤثر كل منهما على الآخر فبزيادة تركيز الكلور يقل الوقت اللازم للقتل والعكس بالعكس. مع الأخذ في الاعتبار ان الكلور المتحد تأثيره اضعف من الحر في عملية التطهير ولذلك يلزمه فترة تلامس أطول لإتمام عملية قتل البكتريا الموجودة بالماء. من المهم معرفة فترة التلامس الملائمة لنوع الكلور المتبقى الموجود بالماء، فمثلا نعتمد على الكلور الحر المتبقى في التطهير عندما يكون الوقت المقطوع من نقطة إضافة الكلور حتى نقطة استهلاكه قصير .الشكل التالي يبين العلاقة بين الوقت اللازم بنسبة ٩٩ ٪ عند درجة E-coli لقتل بكتريا

م، ونوع الكلور المتبقى° ٦ -حرارة ٢ بالماء.

تذكر انه : يجب ان يتوفر ٢,٠ مجم/لتر كلور حر في اطراف الشبكة التى تغذيها محطة المعالجة.



٣-درجة الحرارة: بالرغم من ان 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 المتبقى بالمياه، بمعنى ان جرعة الكلور تزيد بانخفاض درجة الحرارة للحصول علي نفس كفاءة التطهير.

٤-درجة تركيز أيون الهيدروجين: لقد تبين أن المياه ذات التركيز الهيدروجيني المنخفض تلزمها جرعات كلور اصغر من المياه ذات التركيز الهيدروجين المرتفع للحصول علي نفس كفاءة التطهير .وتفسير ذلك ان الأس الهيدروجيني هو الذي يحدد النسبة بين تركيزي كل من –OCl. ، : HOCl لاحظ من الشكل أيضًا ان درجة الحرارة تأثيرها ضعيف على نسبة التحلل بالمقارنة بتأثير الأس الهيدروجيني.

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 الآزونية 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.
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 بالانقسام تكون في العادة اقل مقاومة من البكتريا التي تتكاثر بالانقسام، كذلك فان 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.
١٠ - طرق إضافة الكلور: يمكن إضافة الكلور علي هيئة غاز أو محلول أو مسحوق لأحد مركباته ولقد وجد ان إضافته كغاز أكثر فاعلية من إضافته كمحلول أو مسحوق لأحد مركباته.

الخلاصة

- عملية التطهير في المحطات تحتاج الي متابعة قياسات و تحاليل لضمان كفاءة التطهير .
- و لضمان عدم تكون مركبات التطهير الجانبية .
- المعرفة الجيدة بتفاعلات الكلور و العوامل المؤثرة عليه تعطي مشغلي المياه القدرة علي الوصول الي افضل النتائج و قدرة علي توقع المشكلات و أسبابها .
- ان تسجيل النتائج دوريا و تحويلها الي منحنيات تحفظ بالمحطة تجعل من عملية إدارة عمليات المعالجة و الحفاظ علي جودة النتائج امرا يسيرا .

استخدام الكلورامين لتطهير المياه

وفي هذه الحالة يضاف النشادر (الأمونيا) إلى الماء وهو ما يسمي أحيانا (Chloramination) قبل إضافة الكلور وتكون جرعة النشادر حوالي 0.6 جزء في المليون، بينما تكون جرعة الكلور حوالي 0.25 جزء في المليون، ويضاف النشادر بأجهزة خاصة وهي تشبه إلى حد كبير أجهزة إضافة غاز الكلور علي أن تضاف الأمونيا"Amoniators " في الانبوبة الرئيسية للمياه قبل دخولها إلى خزان المياه النقية ويعقبها بمسافة (حوالي عشرة أمتار) إضافة الكلور.
وهذه الطريقة تتميز بالآتي-:
1 –الحد من توليد الطعم والرائحة في الماء.
2–كفاءة عالية في التطهير عند تواجد كميات كبيرة نسبيا من المواد العضوية.
3–يستمر تأثير الكلور مدة طويلة.
4–توفير في جرعة الكلور (حوالي ثلث الجرعة) ونظرا لارتفاع ثمن الكلور بالنسبة للنشادر فإن ثمن الخليط يكون اقل من ثمن الكلور في حاله استعماله وحده.
5–عدم تهيج الجلد والعين من الكلورامين بينما يتهيج الجلد والعين باستعماله جرعات عالية نسبيا من الكلور واثر هذا يبدو واضحا في حمامات السباحة.
6 –لا يوجد خطورة عند الخطأ في التشغيل بإضافة جرعات عالية من الكلورامين.

إضافة الكلور

يتم إضافة الكلور للمياه بإحدى طريقتين:
اولا- إضافة الكلور بجرعات عالية ثم إزالة الكلور الزائد .
ثانيا- إضافة الكلور بعد تحديد النسبة بواسطة التجارب المختبرية الدقيقة (نقطة الكسر) .

اولا :إضافة الكلور بجرعات عالية ثم إزالة الكلور الزائدة
والمقصود بذلك إضافة الكلور بجرعات زائدة عن حد الطلب, وبهذا نضمن الحصول علي كفاءة وفاعلية عالية لعملية التطهير وممكن أن نضطر إلى ذلك في حاله الطوارئ أو إذا ما كان هناك شك في حدوث تلوث بكتيري لمصدر المياه) أثناء الحرب مثلا .(أو انتشار وباء معين) مثل الكوليرا.
وتتميز هذه الطريقة بالآتي:
1–كفاءة وفاعلية عالية لتأثير الكلور علي البكتريا.
2 –أكسدة الكلور للمواد العضوية التي قد تتواجد في الماء.
3–الحد من الطعم والرائحة التي قد توجد في الماء.
4 –إبادة الكائنات الحية الدقيقة التي تقاوم الجرعات العادية للكلور، علي انه يلزم إزالة الكلور الزائد بعد التأكد من تمام قتل الكلور للبكتريا.

طرق إزالة الكلور الزائد:
١-إضافة ثاني أكسيد الكبريت إلى الماء بجرعات حوالي ٥.١ جزء في المليون لكل جزء في المليون من الكلور المراد إزالته وفي هذه الحالة يتفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الكلور الزائد كما هو موضح بالمعادلة :

$$SO_2 + H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + H_2SO_4$$

كميات حامض الكبريتيك وحامض الهيدروكلوريك الناتجة من التفاعل ضئيلة جدا ولا أهمية لها كما يجب أن تمر حوالي ١٥ دقيقة بعد إضافة ثاني أكسيد الكبريت قبل استعمال المياه.
٢-إضافة ثيوسلفات الصوديوم إلى الماء ليتفاعل مع الكلور الزائد كما هو موضح بالمعادلة:

$$2\ Na_2S_2O_3 + Cl_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2\ NaCl$$

٣-إضافة كبريتيت الصوديوم إلى الماء ليتفاعل مع الكلور الزائد كما هو موضح بالمعادلة:

$$Na_2SO_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 2\ HCl$$

٤- تخزين الماء في أحواض مكشوفة لمدة ثلاث أو أربع ساعات قبل الاستعمال وفي هذه الفترة يتصاعد الكلور الزائد في الجو.
٥ -ترشيح الماء في طبقة من الكربون المنشط الذي يمتص الكلور الزائد.
٦ -مزج المياه المضاف إليها جرعات عالية من الكلور بمياه لم يضاف إليها الكلور فتتعادلان.

ثانيًا :إضافة الكلور بعد تحديد النسبة بواسطة التجارب المختبرية " Break Point "

تحديد احتياج الكلور هو مقياس لمقدار الكلور الواجب إضافته لوحدة الحجوم من المياه تحت شروط محدودة للأس الأيدروجينى ودرجة الحرارة وفترة التلامس حتي يتم التفاعل كاملا بجميع مواد الكلور القابلة للتفاعل في الماء ويحقق كلور حر متبقي ، ويحسب احتياج الكلور بأنه الفرق بين كمية الكلور المستخدم والكلور المتبقي في المياه عند نهاية فترة التلامس.
ومن المهم القيام دوريًا باختبار احتياج الكلور في المختبر لتحديد كمية الكلور الواجب إضافتها بغرض التطهير ولتحقيق نسبة كلور متبقي بالماء، وهذه الجرعة تتغير بتغير نوعية المياه ونسبة الملوثات بها.
المصطلحات الفنية الخاصة بالكلور
الكلور المستهلك:
عند إضافة الكلور للمياه التي تحتوي علي مواد عضوية وغير عضوية فانه يتفاعل معها ويؤكسدها " .
ويطلق علي هذه العملية حد الطلب للكلورين." ويعرف الكلور المستهلك بأنه الفرق بين كمية الكلور المضافة للماء وكمية الكلور المتبقي الحر والمتحد في الماء بعد انتهاء فترة التلامس.
جرعة الكلور:

تعرف جرعة الكلور بأنها اقل كمية كلور تضاف إلى وحدة حجم من الماء تكفى للقضاء على الكائنات الحية ، وينتج عنها كلور متبقي فى حدود معينة ٢ ملغم/ لتر ماء. ويتم تحديد الجرعة المثلى للكلور عن طريق تجارب مختبرية حسب نوعية المياه المراد معالجتها .ويمكن القول انه : إذا أضفنا كمية الكلورين اللازمة لحد الطلب + كمية الكلورين اللازمة للتطهير فأننا نحصل علي ما يسمي بجرعة الكلور.

الكلور المتبقي:

هناك نوعان من الكلور المتبقي:

١ -الكلور المتبقي المتحد :ينتج عن إضافة قدر من الكلور يكفى فقط للاتحاد مع الأمونيا الموجودة بالماء . وعلى الرغم من ان تلك البقايا المتحدة لها قدرة أكسدة تفوق قدرة الكلور الحر، إلا أن فعاليتها كمادة مطهرة تقل عن فعالية الكلور الحر.

٢ -الكلور المتبقي الحر :ينتج عن إضافة الكلور إلى الماء بالقدر الذي يزيد عن الكلور المتحد وهو أكثر فعالية كمادة مطهرة.

وتتوقف كمية الكلور المتبقي علي عدة عوامل أهمها-:

١ -درجة الحرارة ٢ -الزمن الذي مضي بعد إضافة الكلور ٣ -جرعة الكلور ٤ -درجة تركيز الأس الهيدروجينى 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 الامونيا او 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 انتشر في مكان التسريب حيث يتم العمل علي إيقاف التسرب الذي حدث.

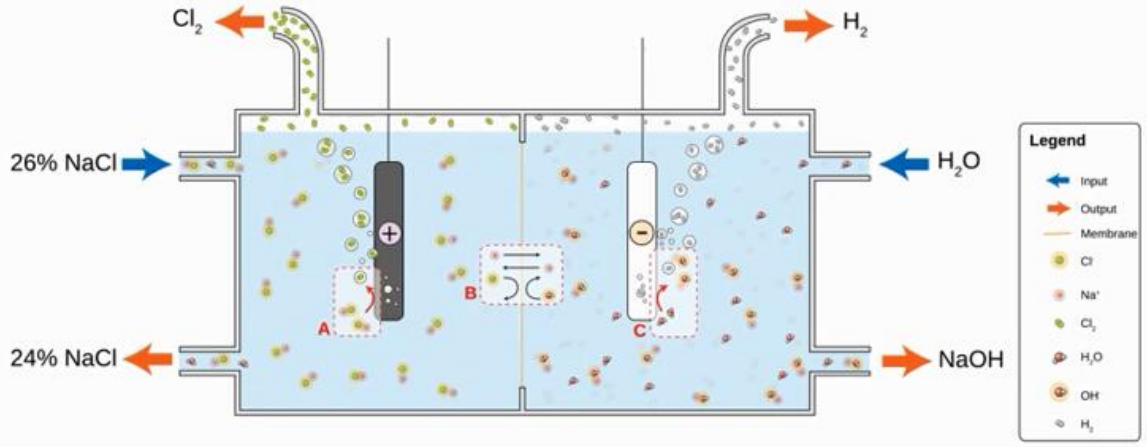
تطهير المياه 5
تركيبات منظومة الكلور - ج 1

المحتويات

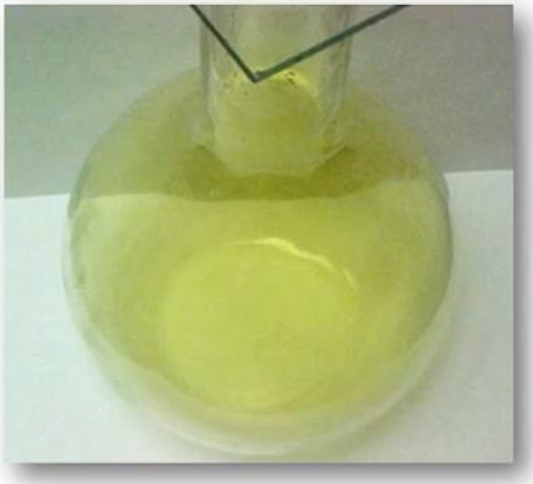
- صناعة الكلور
- خواص الكلور
- منظومة الكلور الغازي بالمحطات .
- الأسطوانات
- خطوط التجميع من الأسطوانات

صناعة الكلور

- يتم تحضير الكلور في الصناعة بواسطة التحليل الكهربي لمحلول كلوريد الصوديوم (ملح الطعام). ويتجمع الغاز عند القطب الموجب ويتم سحبة حتى تتم إسالته ويحفظ في خزانات كبيرة إلى ان يتم عملية تعبئته في الاسطوانات المستخدمة في محطات المياه ومصانع النسيج وخلافه.



خصائص غاز الكلور



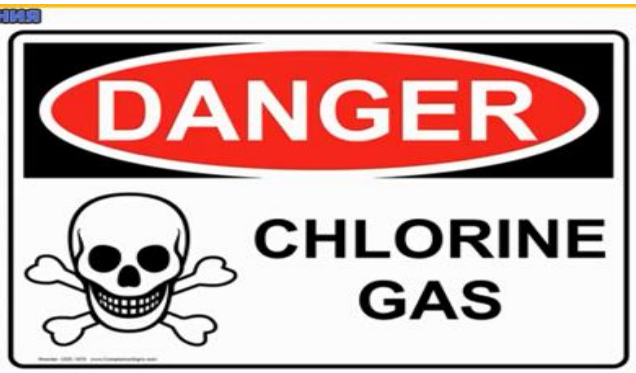
- غاز لونه أصفر مائل إلى الخضرة، وهو اثقل من الهواء مرتين ونصف، له رائحة مميزة شديدة النفاذية، ووزنة الذري ٣٥,٥.
- الكلور الغازي ضعيف القابلية للذوبان في الماء(٦,٧ جم/لتر ماء عند ٢٠°م، ١٤,٨ جم/لتر ماء عند صفر°م)،

приостановка воспроизведения

خصائص الكلور

- غاز الكلور سام ومهيج للأغشية المخاطية المبطنة للأنف والعين والجلد والرئتين ويسبب سعال وصعوبة فى التنفس.
- يسال بالتبريد (عند -٣٤.١°م، ضغط جوى ١ بار) أو يسال تحت ضغط عالي (حوالي ٧كجم/ سم٢، في درجات الحرارة العادية) ولذلك يحفظ وينقل علي هيئة غاز مسال بالضغط.

приостановка воспроизведения



- في حالة وجود تسرب لغاز الكلور فى الجو فإن ٣ جزء في المليون هى اقل نسبة يمكن حسها بالشم، وعند ١٥ جزء في المليون يصبح تأثيرها مهيج للعين و الرئة،و يصبح خطرا إذا ما استنشق لفترة من ٣٠ ــ ٦٠ ق عند تركيز من ٤٠ -٦٠ جزء في المليون ،وإذا زاد التركيز في الجو ليصل إلى ١٠٠٠ جزء في المليون فيصبح مميت ،
- أما الكمية المسموح بها لغاز الكلور في الجو وتكون آمنة لفترة الوردية الواحدة (ثماني ساعات) لا تتجاوز تركيز ١.٠ جزء في المليون.

الكلور السائل

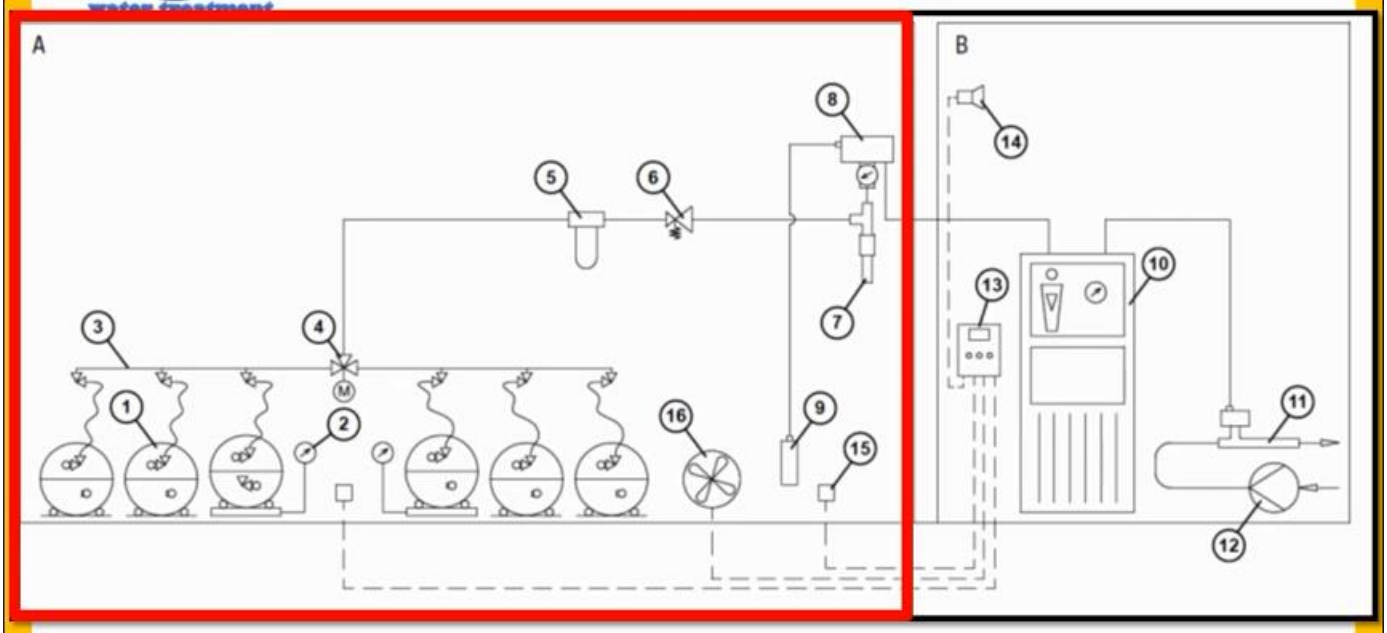
- هو عبارة عن محلول نقى اصفر اللون وهو أثقل من الماء مرة ونصف تقريبا. وللكلور السائل معامل تمدد عالي، إذ يزداد حجمه بسرعة كبيرة بازدياد درجة الحرارة، حيث يزداد تمدد السائل ليملئ الأسطوانة بالكامل عندما ترتفع درجة الحرارة إلى ٦٧,٥°م، ولذلك يلتزم دائما بعدم ملء اسطوانات الكلور بأكثر من ٨٥٪ من حجمها. وعند تبخر الكلور السائل فإن وحدة الحجوم الواحدة من الكلور السائل تنتج حوالي ٤٥٦ وحدة حجم من الغاز النقي عند درجة حرارة ١٥°م، في الضغط الجوي .

أجزاء منظومة الكلور

- تتكون منظومة الكلور بالمحطات ما يلى:

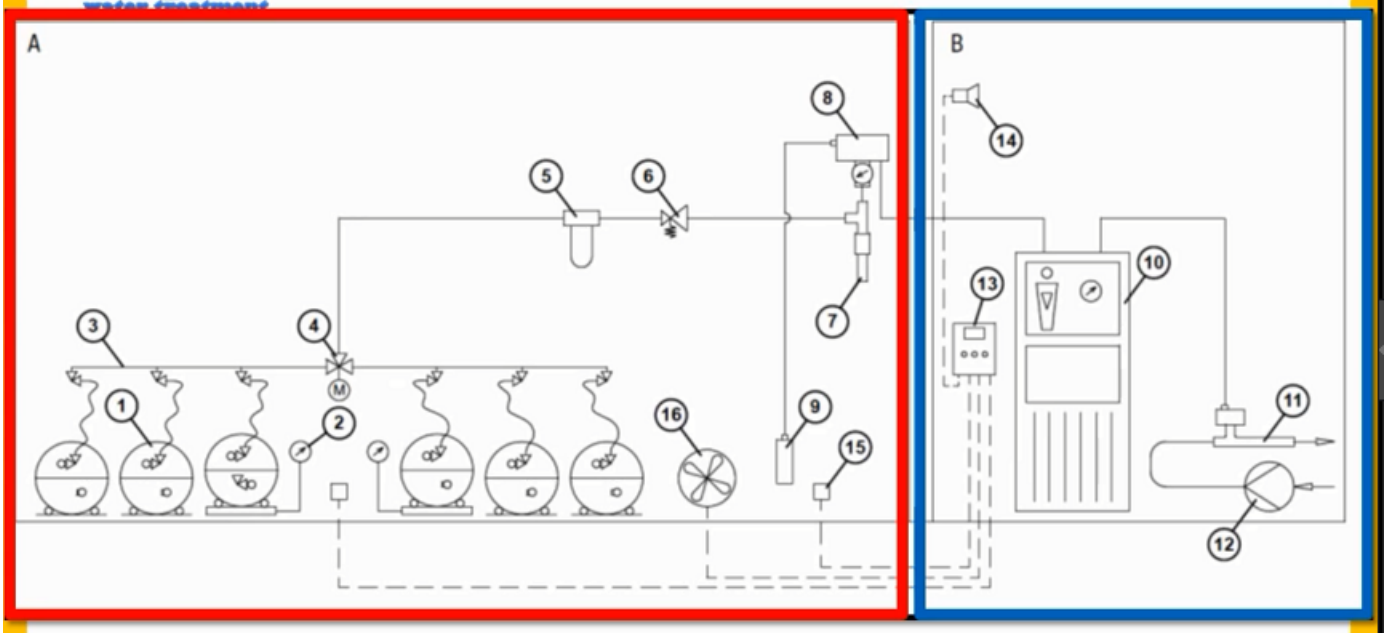
١. أسطوانات تخزين الكلور
٢. خط التجميع (manifold)
٣. منظم الضغط (Vacuum regulator)
٤. مقياس التصرف (meter tube)
٥. محبس التحكم في التصرف
٦. منظم التفريغ (differential pressure regulator)
٧. الحاقن و محبس عدم الرجوع (ejector)
٨. طلمبات البوستر بملحقاتها
٩. خطوط ونقط الحقن
١٠. الملحقات

منظومة حقن الكلور الغازي –الأجزاء الأساسية .

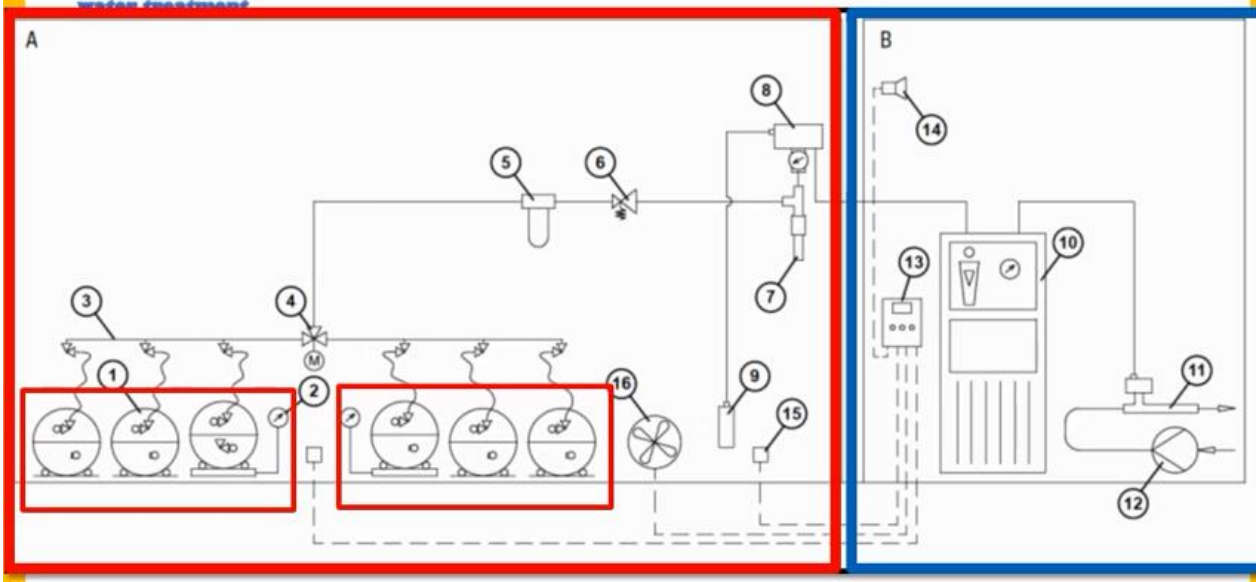


Приостановка воспроизведения

منظومة حقن الكلور الغازي –الأجزاء الأساسية .



منظومة حقن الكلور الغازي –الأجزاء الأساسية .



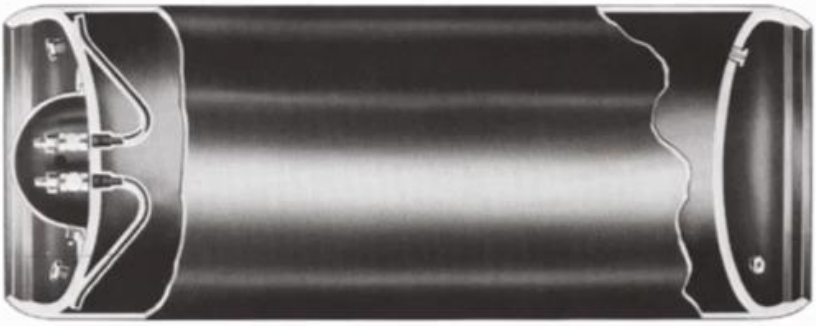
أسطوانات الكلور

Приостановка воспроизведения

water treatment
knowledge transfer channel

الأسطوانات

منها أسطوانات ١ طن و تخزن و توضع افقيا و يمكن سحب الغاز او السائل منها حسب محبس السحب .
اقصي كمية من الغاز يمكن سحبها منها خلال الساعة ١% من وزنها في درجة الحرارة العادية



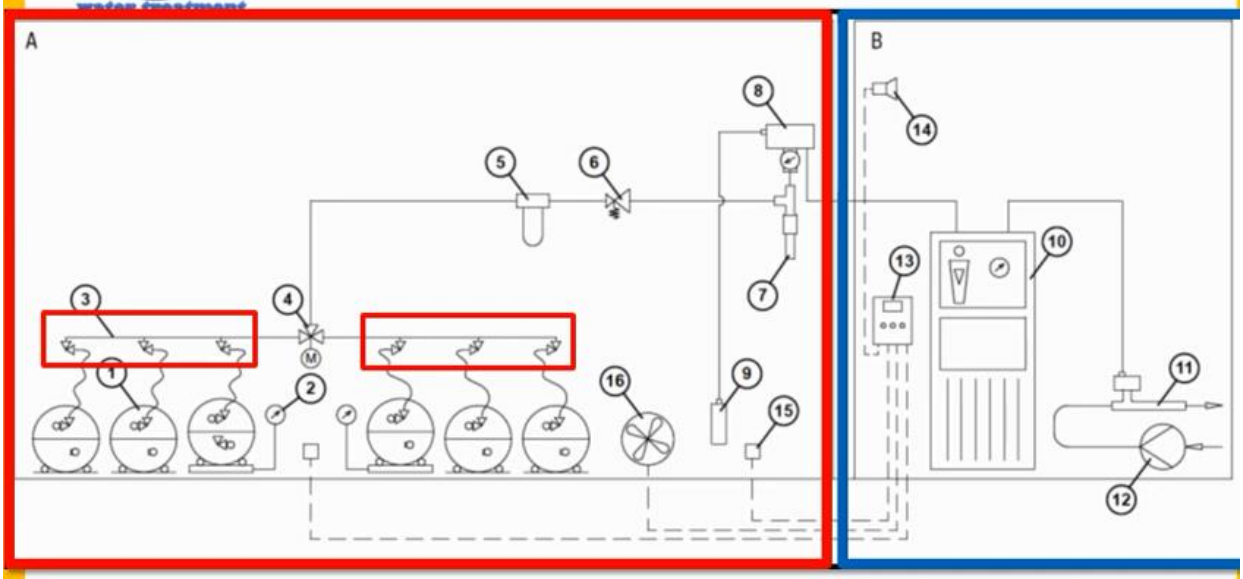
Приостановка воспроизведения

water treatment
knowledge transfer channel

أسطوانات ٦٥ كجم

و أسطوانات ٦٥ كجم و لا يمكن سحب السائل منها و توضع و تخزن راسيا .
اقصي كمية من الغاز يمكن سحبها منها خلال الساعة ١% من وزنها

منظومة حقن الكلور الغازي –الأجزاء الأساسية .



أسطوانات الكلور

خط تجميع الكلور

خط التجميع تحت ضغط
Pressurized manifold

خط التجميع تحت ضغط
Pressurized manifold

приостановка воспроизведения

ملحوظات علي التركيب

- خط تجميع الأسطوانات يجب ان يتم تصنيعه بقطر ١-٠.٧٥ بوصة من ستانلس ستيل جدول ٨٠ مع قطع خاصة من الحديد المجلفن تتحمل ضغط ٢٠ بار .
- المواد المستخدمة في العزل لابد ان تكون مقاومة للكلور .
- لا يستخدم المواسير البلاستيك في خطوط الكلور المضغوطة .
- الجزء الافقي من خط التجميع يجب ان يتم تركيبة امام الأسطوانات و اعلي منها في الجانب ناحية المحابس .
- يتم تركيب الخط الافقي علي ارتفاع ١٢٠ سم (اعلي من قمة الأسطوانات)
- يجب ترك مسافة ٢١ سم علي الجانبين من الأسطوانات للسماح برفع الأسطوانات.

ملحوظات علي التركيب -2

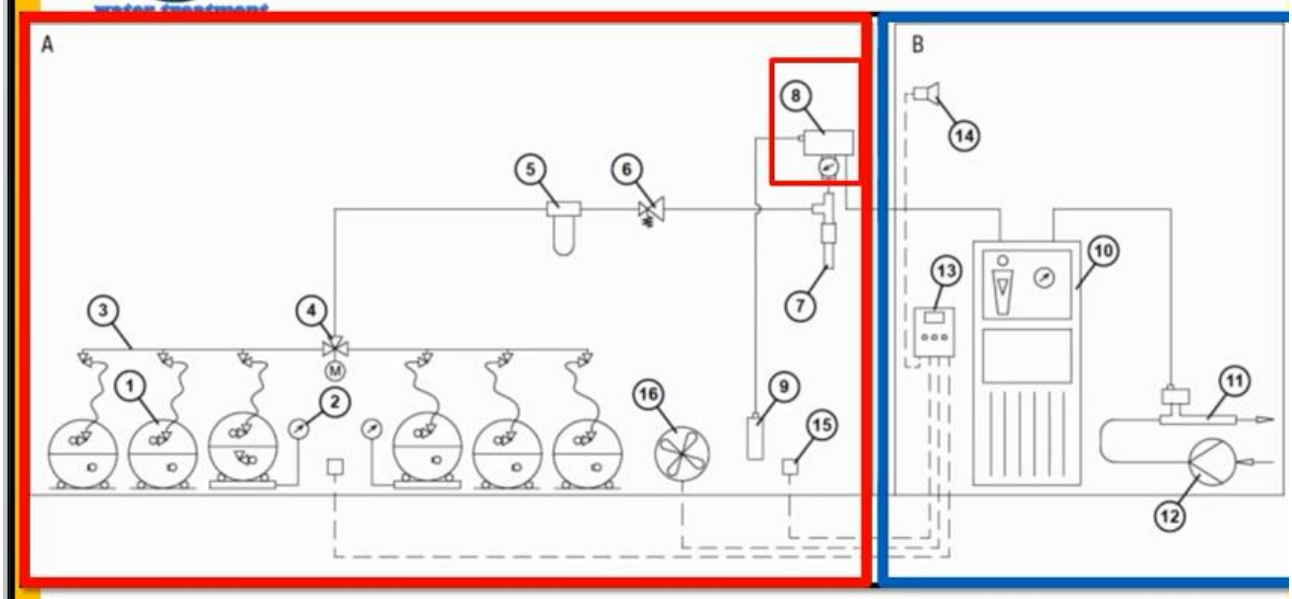
- لكل أسطوانة يجب تركيب محبس علس خط التجميع و تلك المحابس تكون علي مسافات لا تقل عن ٧٥ سم من بعضها البعض .
- الخط الافقي يجب ان يكون مائلا بزاوية ٢-٣ درجات في اتجاه سريان الغاز و مصيدة القطرات للتخلص من قطرات السائل .
- بعد كل ٣ او ٤ أسطوانات يتم تركيب أسطوانة راسية لتجميع القطرات .
- طول مجمع القطرات يحب ان يوفر ٢٥ سم لكل أسطوانة.
- يتم تركيب محبس كورة قبل مجمع القطرات (المصيدة) للصيانة .

ملحوظات علي التركيب -3

- يجب تنظيف و تجفيف كل المواسير و القطع قبل التركيب .
- يجب دهان الخط لحمايته من الصدأ.
- عند التركيب يجب ملاحظة توفير مكان كاف للصيانة و للهروب للعاملين .
- كل الخطوط يجب استبدالها طبقا لجدول الصيانة الوقائية لمنع التسرب بسبب الصدأ
- اذا كان هناك فرق في درجات الحرارة يجب ان يكون سريان الكلور من البارد الي الساخن و ليس العكس .

Приостановка воспроизведения
water treatment
knowledge transfer channel

منظومة حقن الكلور الغازي –الأجزاء الأساسية .



أسطوانات الكلور

خط تجميع الكلور

Vacuum regulator

water treatment
knowledge transfer channel

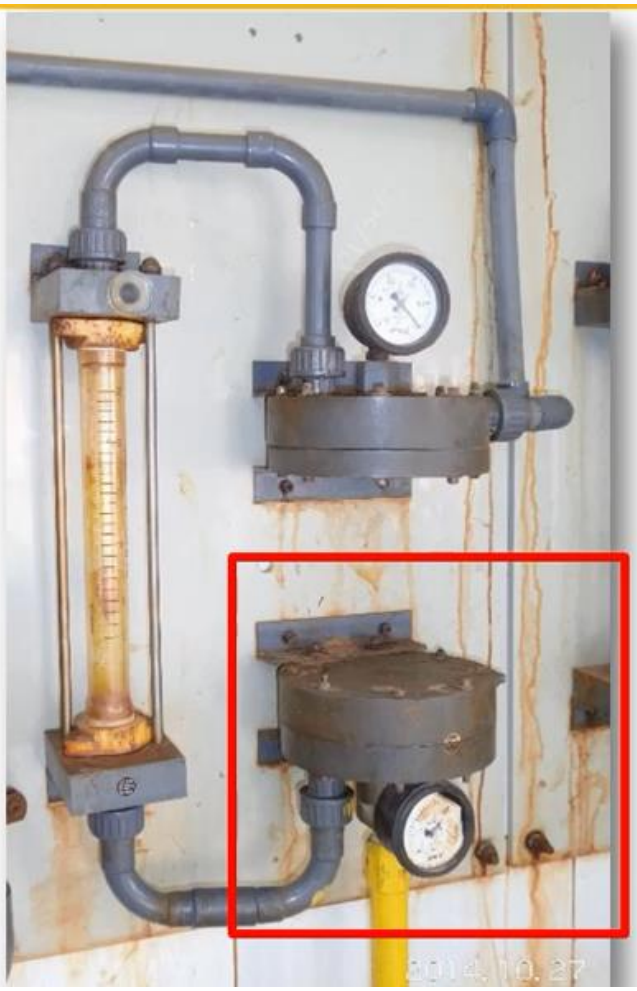
«منظم الضغط»

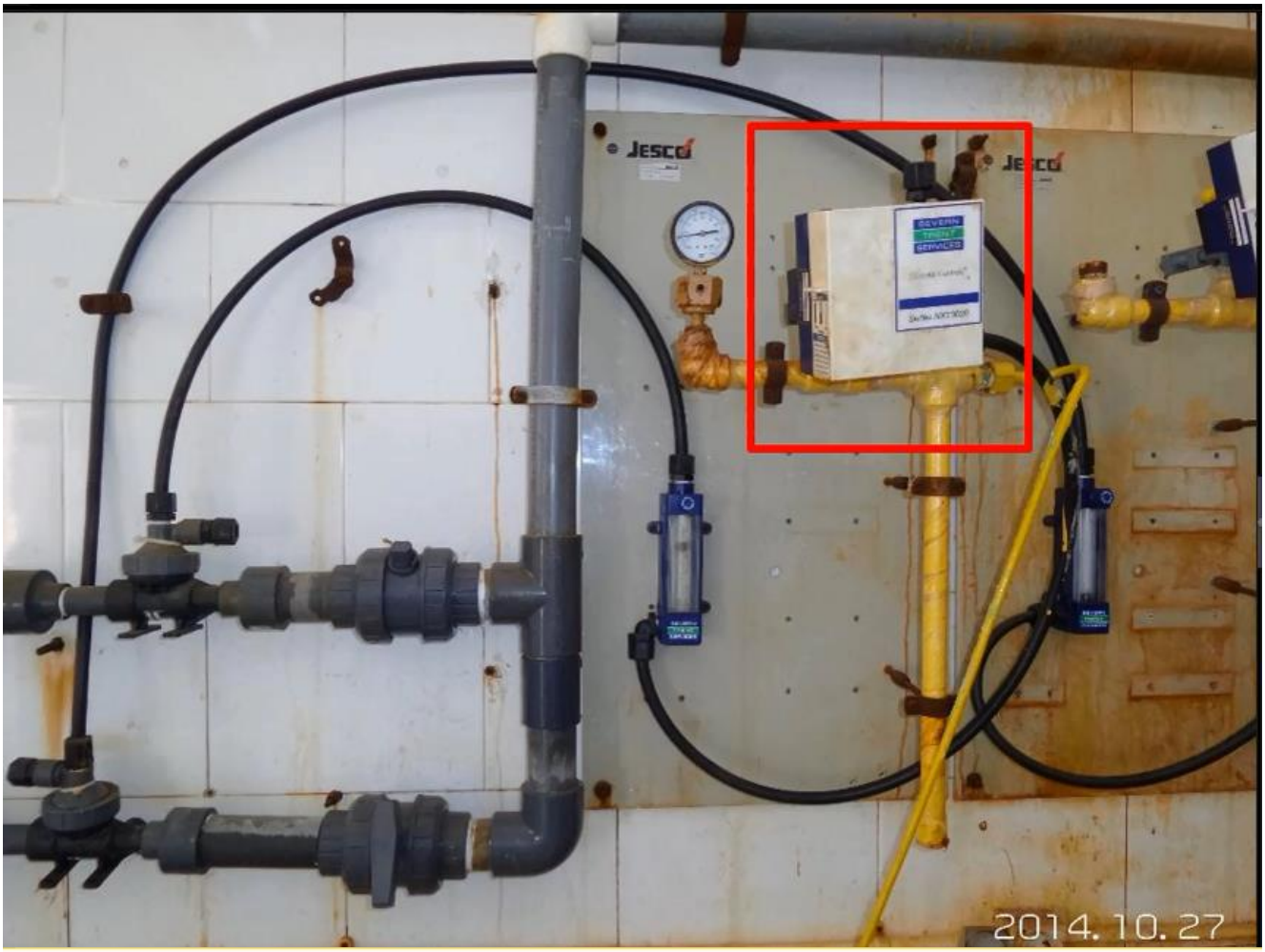
Vacuum regulator

«منظم الضغط»

Vacuum regulator

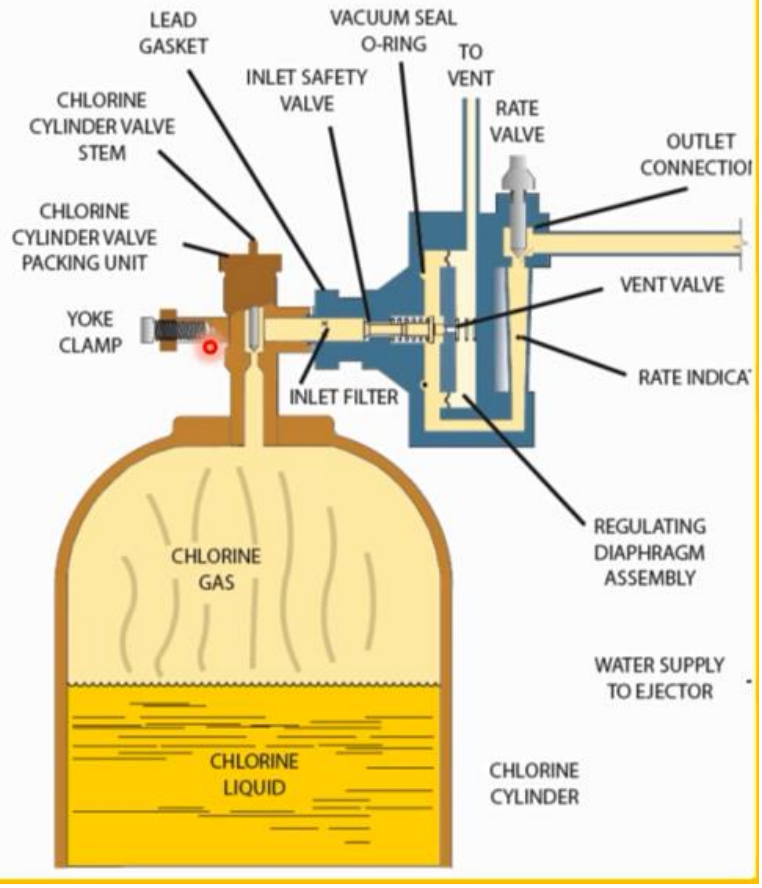
- يخفض ضغط الغاز الي اقل من الضغط الجوي



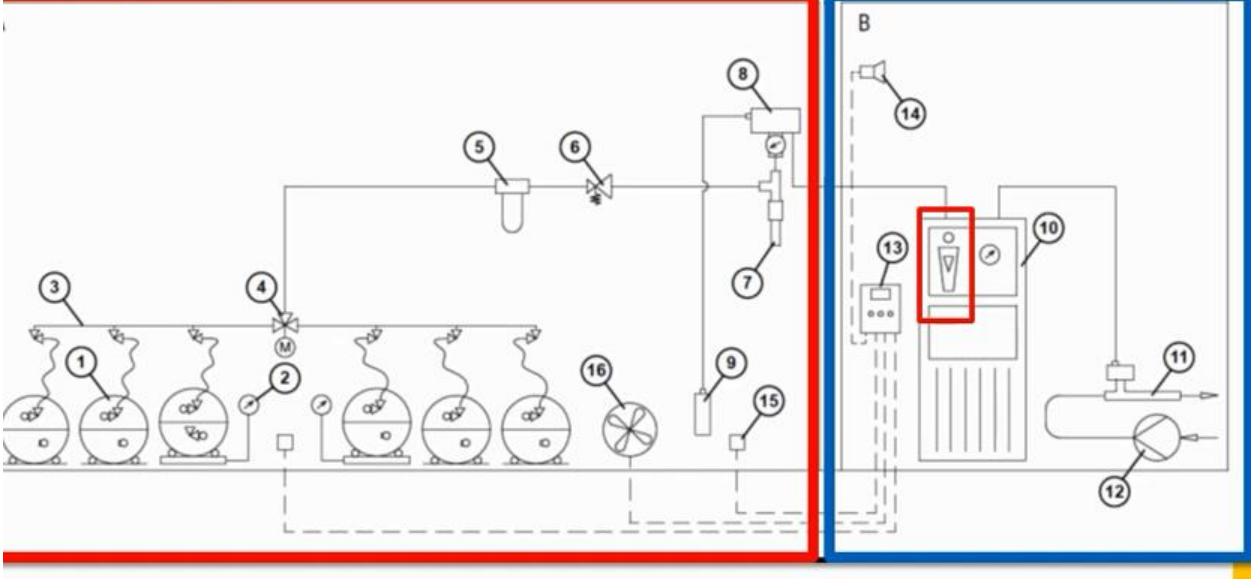


water treatment
knowledge transfer channel

Vacuum Regulators



منظومة حقن الكلور الغازي –الأجزاء الأساسية .



أسطوانات الكلور

Vacuum regulator

خط **تجميع** الكلور

مقياس التصرف و محبس التحكم

water treatment
knowledge transfer channel

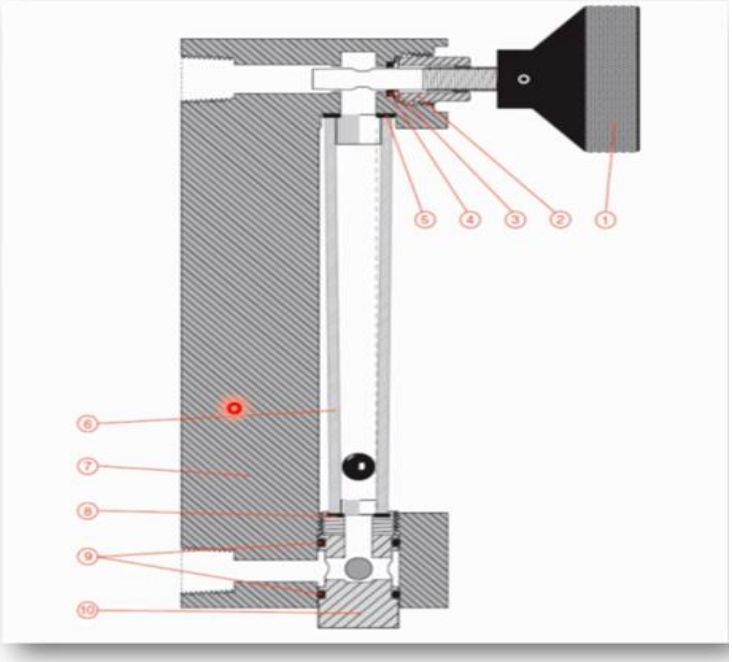
Measuring tube انبوبة القياس

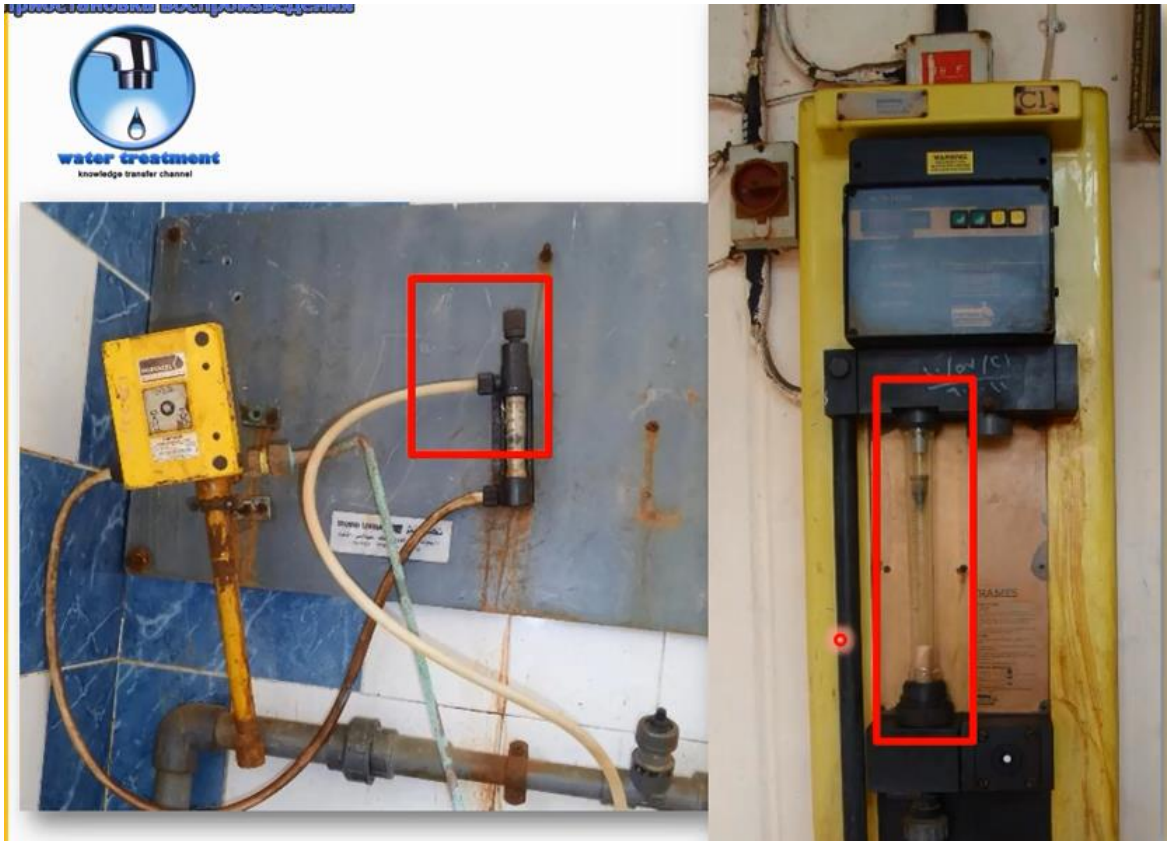
تعرض تصرف الغاز

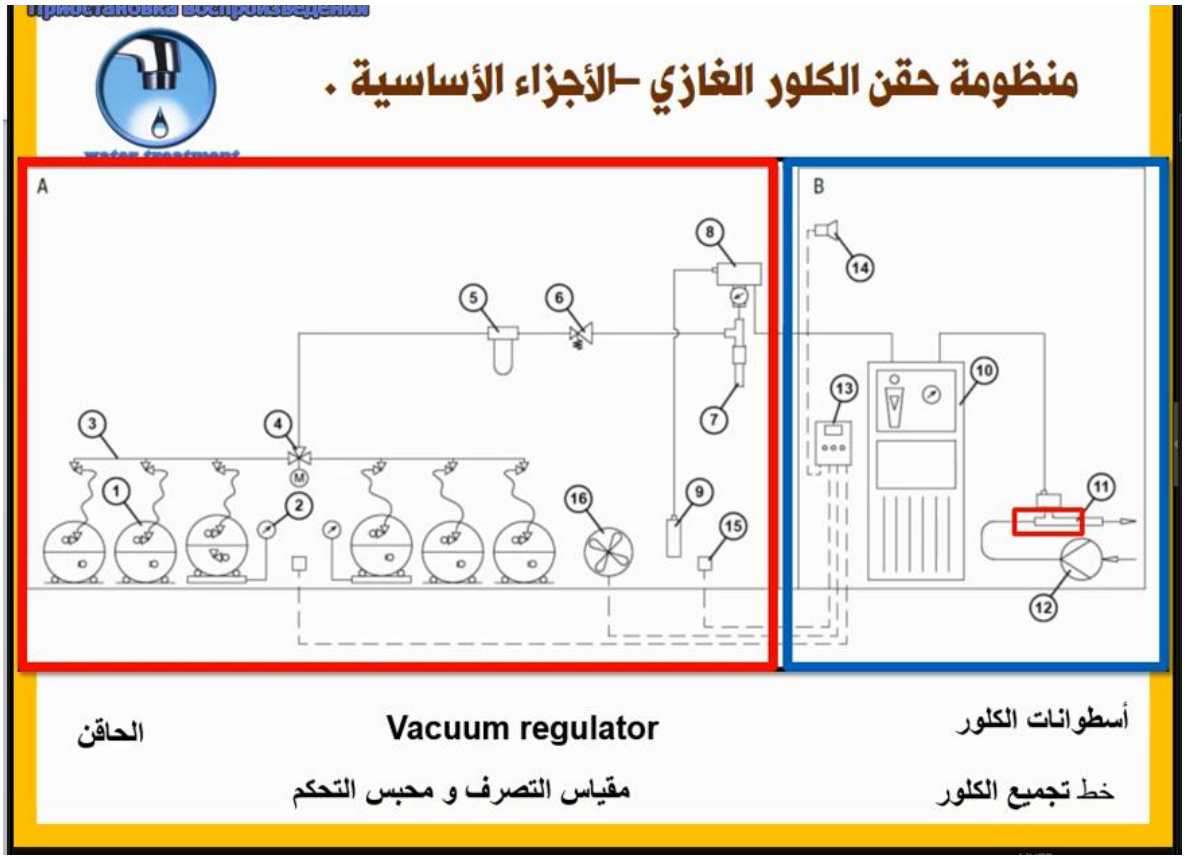
приостановка воспроизведения

water treatment
knowledge transfer channel

تعرض تصرف الغاز




water treatment
knowledge transfer channel


منظومة حقن الكلور الغازي –الأجزاء الأساسية .
A
B
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
أسطوانات الكلور
خط تجميع الكلور
Vacuum regulator
مقياس التصرف و محبس التحكم
الحاقن

water treatment
knowledge transfer channel

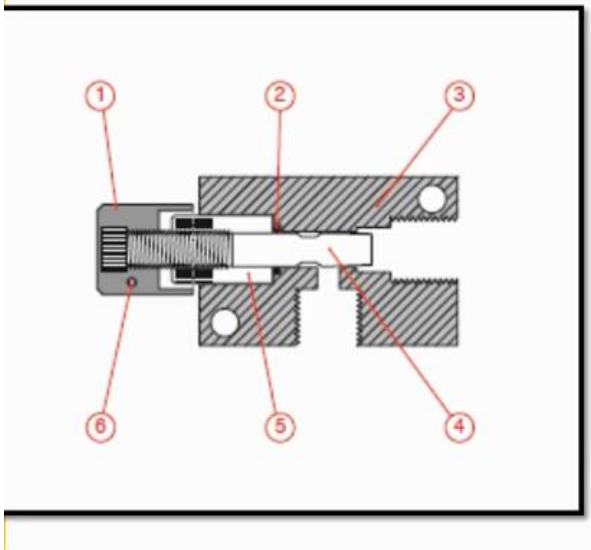
محبس التحكم في التصرف
Rate valve

- لضبط تصرف الغاز يدويا او اوتوماتيكيا

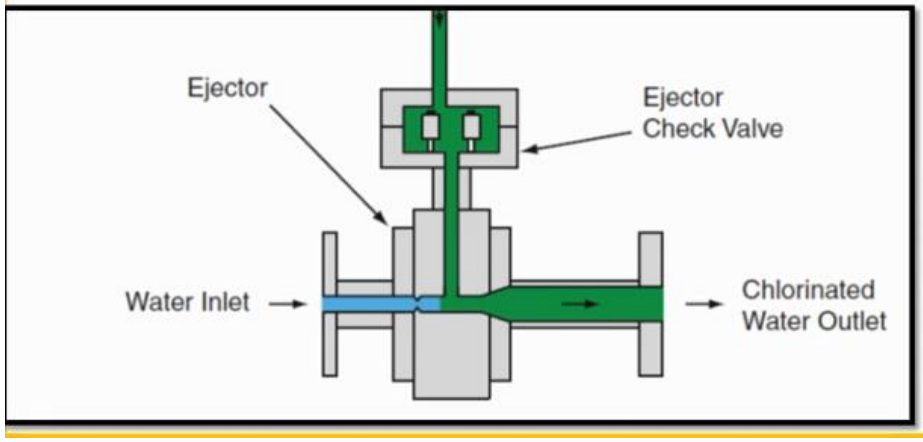
приостановка воспроизведения

water treatment
knowledge transfer channel

محبس التحكم في التصرف
Rate valve

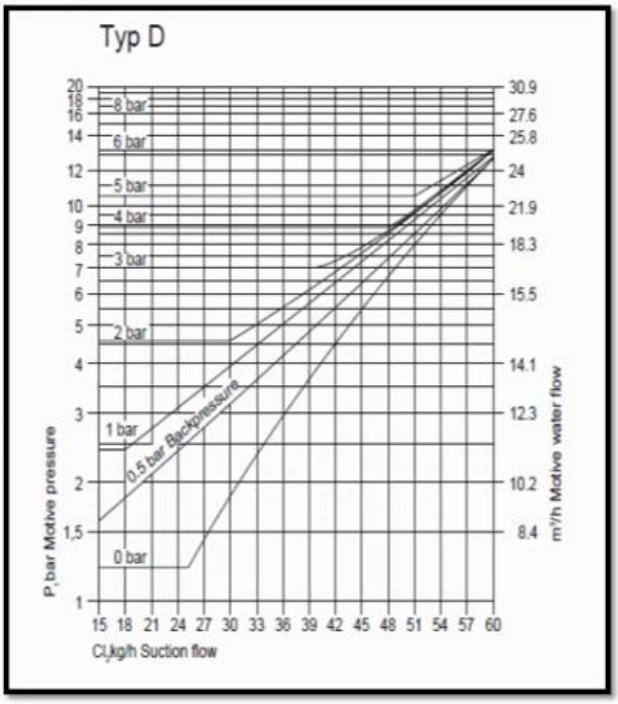


الحاقن
Injector



الحاقن
Injector

- يعمل علي خلق التفريغ الكافي لسحب الكلور و خلطة مع المياه المارة من خلال الفنشوري . لكل حاقن فدرة ترتبط بضغط المياه الواردة الية و تصرف طلمبة البوستر و الضغط المضاد الوارد من نقطة الحقن . كما يتضح من المنحني التالي .



لاحظ ان بالكود المصري

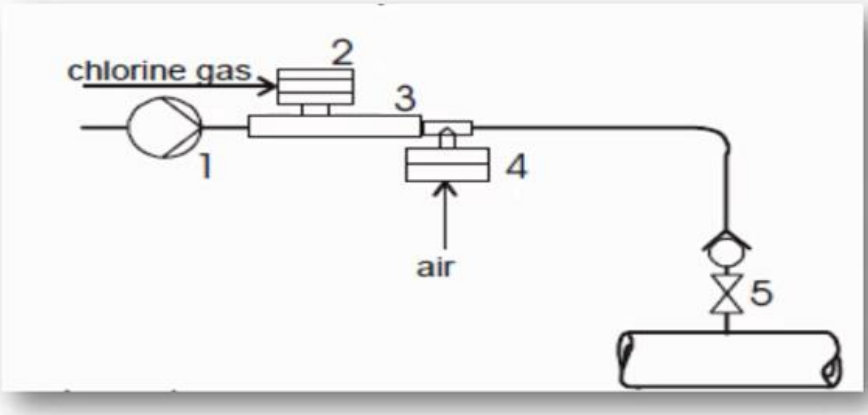
- ضغط طلمبة البوستر = ضغط خط الحقن + ٢,٥ بار

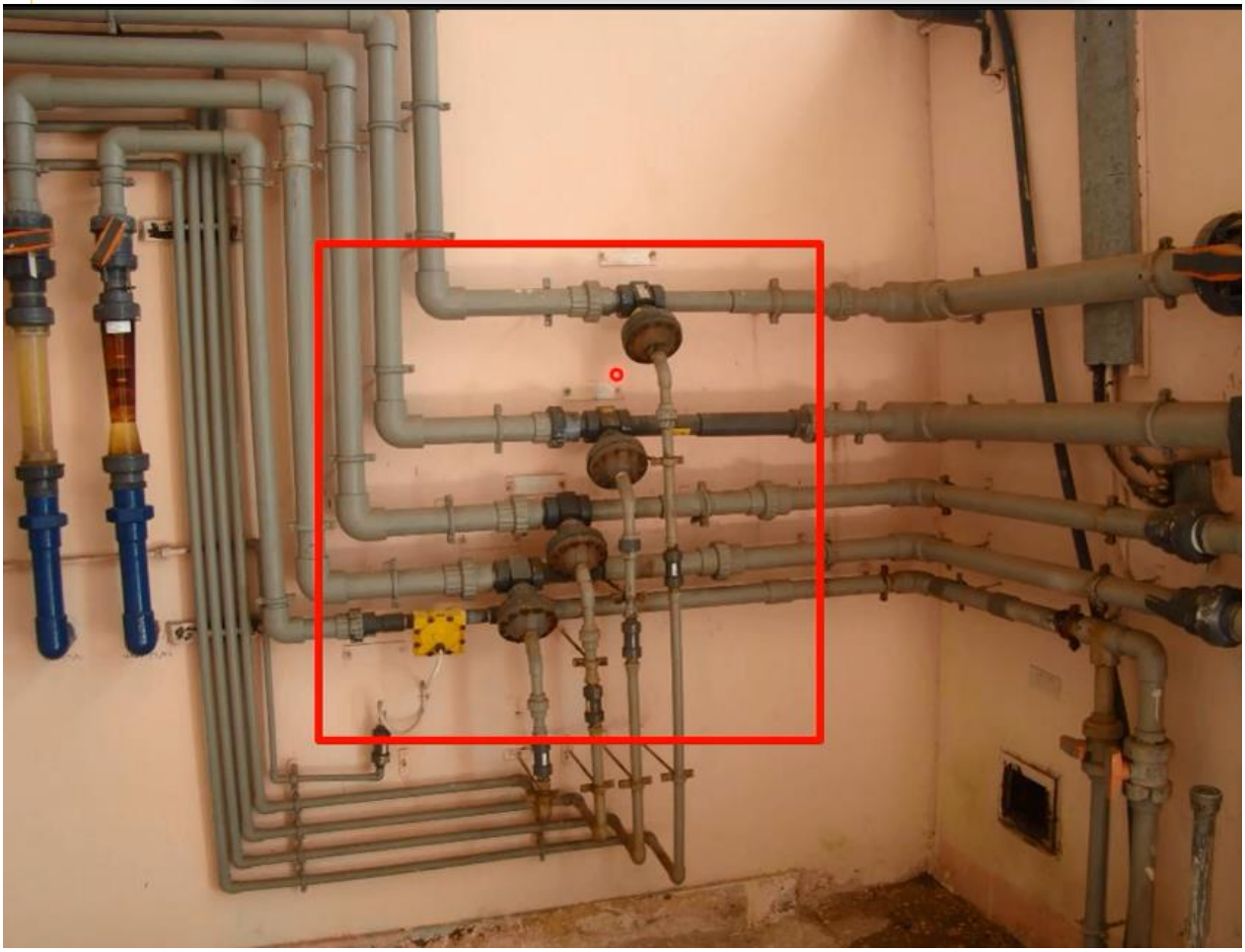
سعه جهاز الكلور	أدنى تصرف الطلمبه
١ كجم / ساعة	٣ر- ٥ر م٣ / ساعة
٢ كجم / ساعة	٦ر- ٨ر م٣ / ساعة
٥/٤ كجم / ساعه	٢ر١-٥ر١ م٣ / ساعة
١٠ كجم / ساعه	-ر٣ م٣ / ساعة
٢٠ كجم / ساعه	-ر٦ م٣ / ساعة
٥٠ كجم / ساعة	-ر١٥ م٣ / ساعة
٧٥ كجم / ساعه	-ر٢٢ م٣ /ساعة
١٠٠ كجم / ساعه	-ر٣٠ م٣ / ساعة
١٢٠ كجم / ساعة	-ر٣٥ م٣ / ساعة

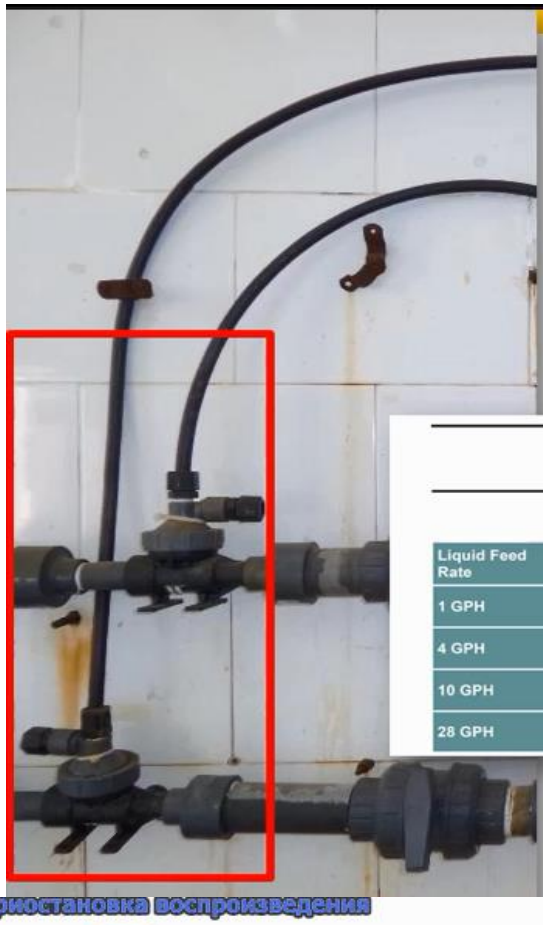
لتحديد نصرف طلمبة البوستر

الحاقن
Injector

- يتم تركيب حاقن لكل نقطة حقن و يجب تركيب محبس عدم رجوع علي كل حاقن لمنع دخول المياه الي خط الكلور .
- عند طلب احاقن يتم تحديد القدرة الأقصى و يتم مراجعة منحني أداء الحاقن للتأكد من الضغط المطلوب لطلمبات البوستر و التصرف المطلوب







الحاقن
Injector

Vacuum Tubing / Piping Sizing Guide for Sodium Hypochlorite

Sizing of Vacuum Tubing

Liquid Feed Rate	25 ft. 8 m	50 ft. 15 m	100 ft. 30 m	200 ft. 60 m	300 ft. 90 m
1 GPH	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"
4 GPH	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"
10 GPH	3/8"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"
28 GPH	3/8"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"

Приостановка воспроизведения

water treatment
knowledge transfer channel

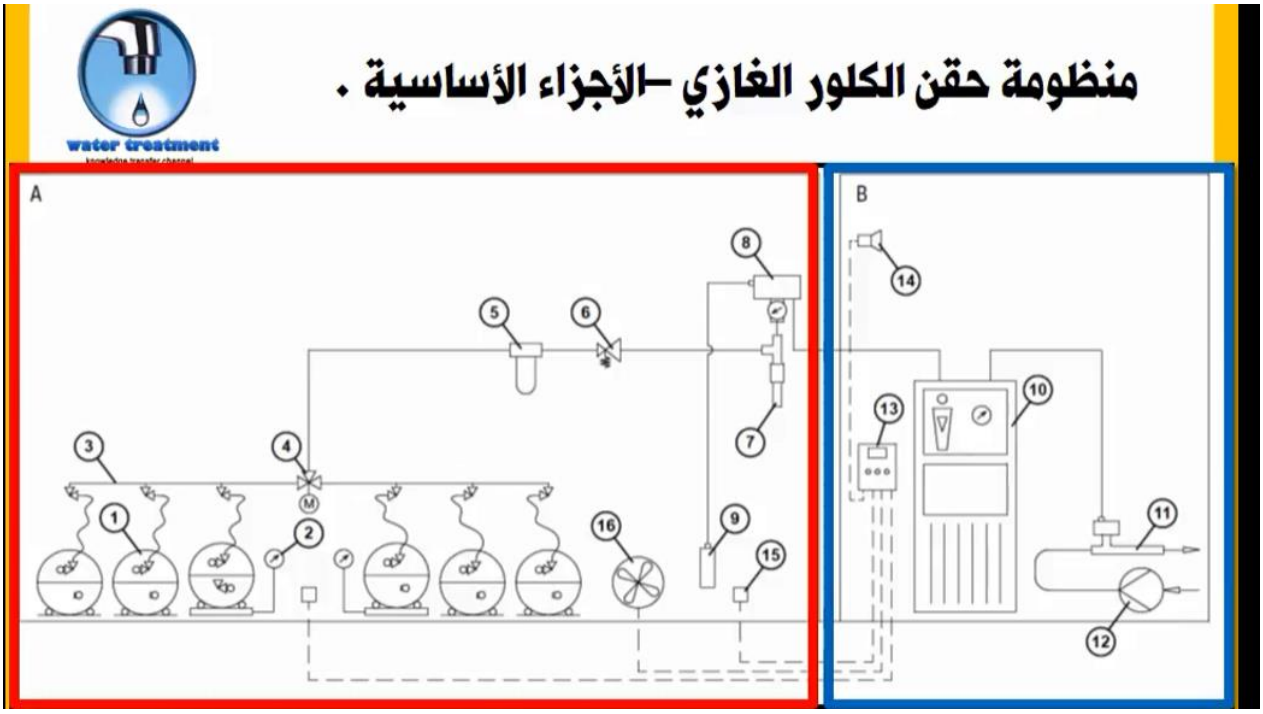
الخلاصة

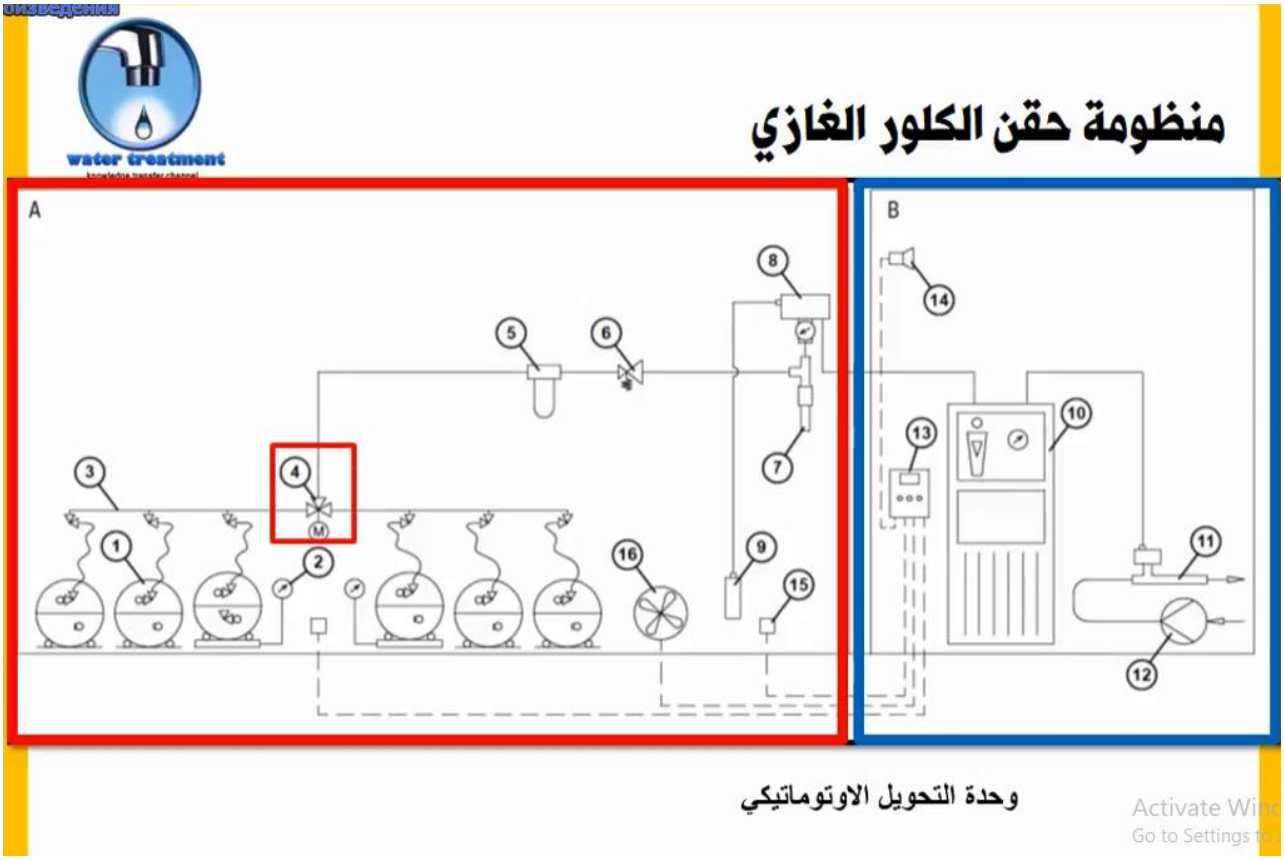
- منظومة الكلور بمحطات انتاج المياه تتكون من أجزاء كثيرة لكل جزء وظيفة محددة
- ليقوم كل جزء بوظيفته يجب ان يتم تركيبه بصورة صحيحة طبقا لتعليمات الشركات المصنعة .
- التركيبات الصحيحة تضمن امان العاملين و سلامة المعدات .

6- تطهير المياه
تركيبات منظومة الكلور - ج 2

المحتويات

- باقي أجزاء منظومة الكلور
- وحدة التحويل (بالتفريغ و بالضغط)
- منظم الفرق في الضغط
- محتس عدم الرجوع
- محبس كسر التفريغ Vacuum breaker
- ملحقات حماية المنظومة
- الخلاصة


منظومة حقن الكلور الغازي –الأجزاء الأساسية .
water treatment
A
B
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16


منظومة حقن الكلور الغازي
water treatment
A
B
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
وحدة التحويل الاوتوماتيكي

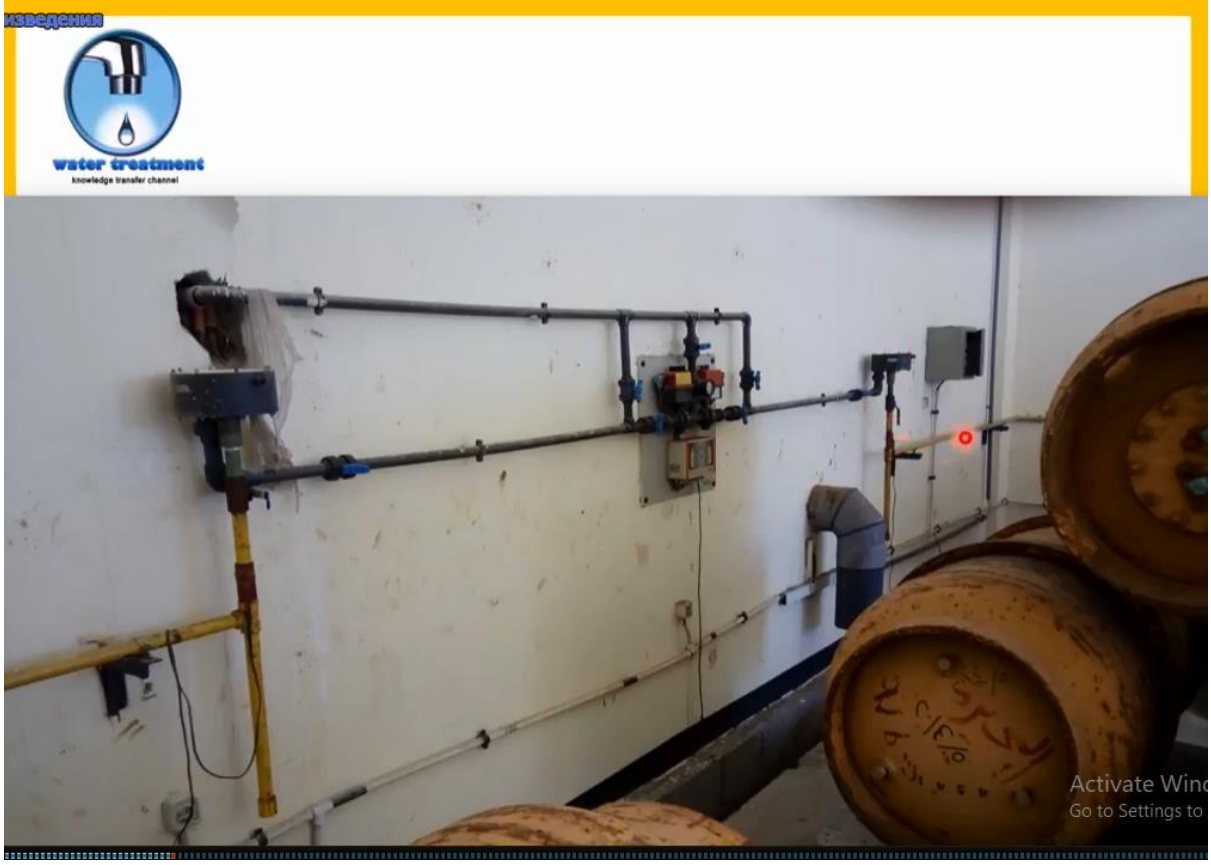
وحدة التحويل تحت التفريغ
Vacuum changeover

تركب بالمحطات التي بها خطين لأسطوانات الكلور وظيفة وحدة التحويل هي التحويل تلقائيا من خط للآخر عندما تخلو أسطوانات الخط الأول من الكلور

Activate Wi
Go to Settings t

وحدة التحويل الاوتوماتيكي
Automatic changeover

Activate W
Go to Settings


изведения
water treatment
knowledge transfer channel

منظم الفرق في الضغط
Differential Pressure Regulators

يركب علي الأجهزة الأكبر
من ١٥ كجم/س
وظيفته ضبط و تثبيت معدل
تصرف الغاز عند القيمة
المطلوبة. لواسطة ضبط
الفرق في الضغط بين الحاقن
و جهاز قياس التصرف .

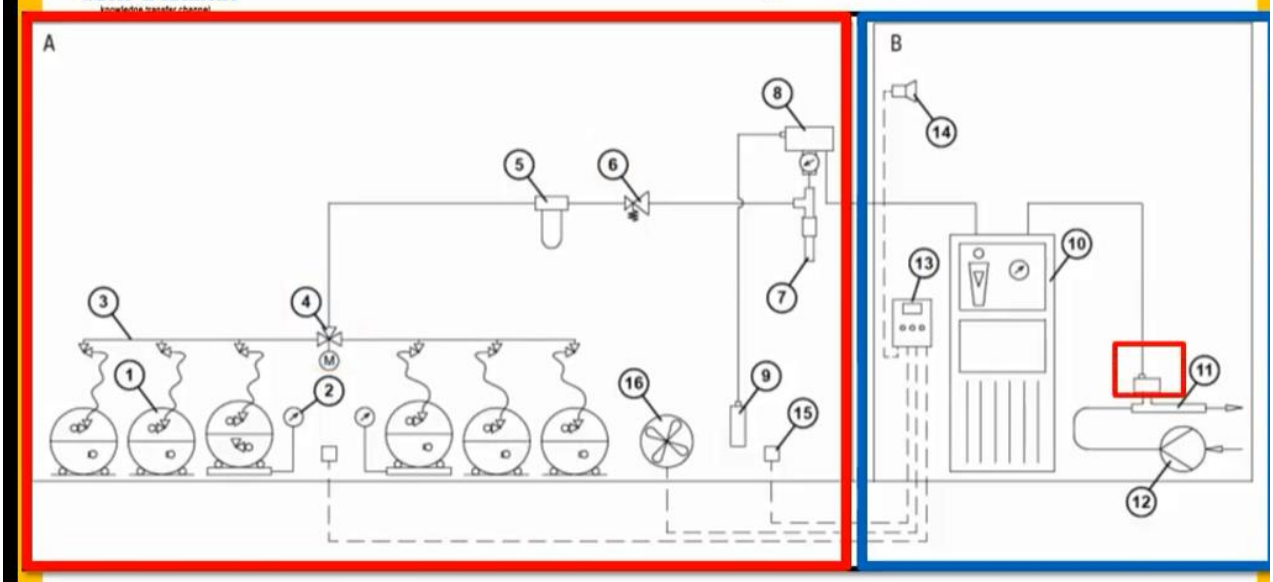
Activate Wi
Go to Settings t

water treatment
knowledge transfer channel

Activate
Go to Settin

water treatment

منظومة حقن الكلور الغازي

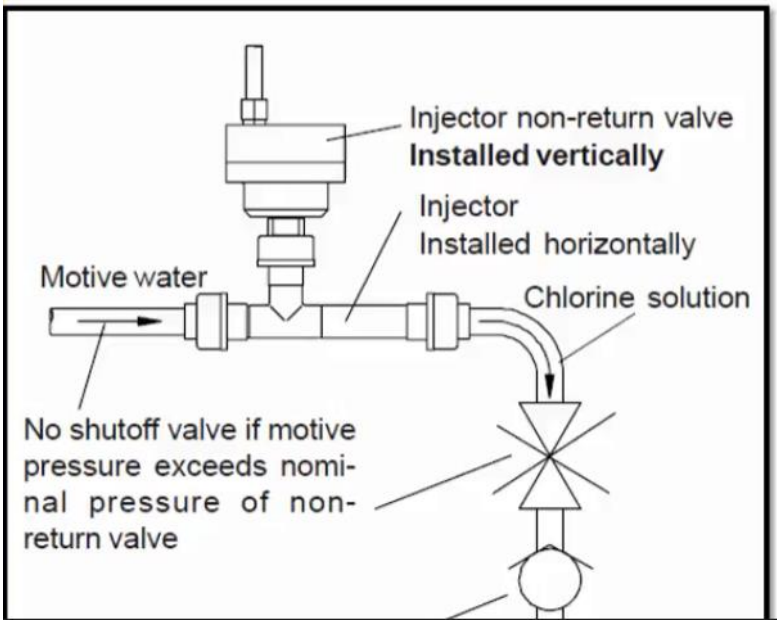


وحدة التحويل الاوتوماتيكي محبس عدم الرجوع

Activate Win
Go to Settings to

water treatment
knowledge transfer channel

محبس عدم الرجوع الخاص بالحاقن
Injector nonreturn valve



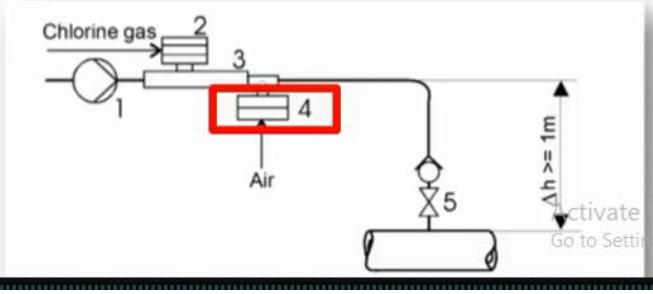
Activate Wi
Go to Settings t

water treatment
knowledge transfer channel

Vacuum breaker محبس كسر التفريغ

vacuum breaker

يعمل علي كسر التفريغ بإدخال الهواء الي النظام عند إيقاف طلمبات البوستر بغرض إيقاف الكلورة و لكن يظل التفريغ موجودا نتيجة ظروف التركيب



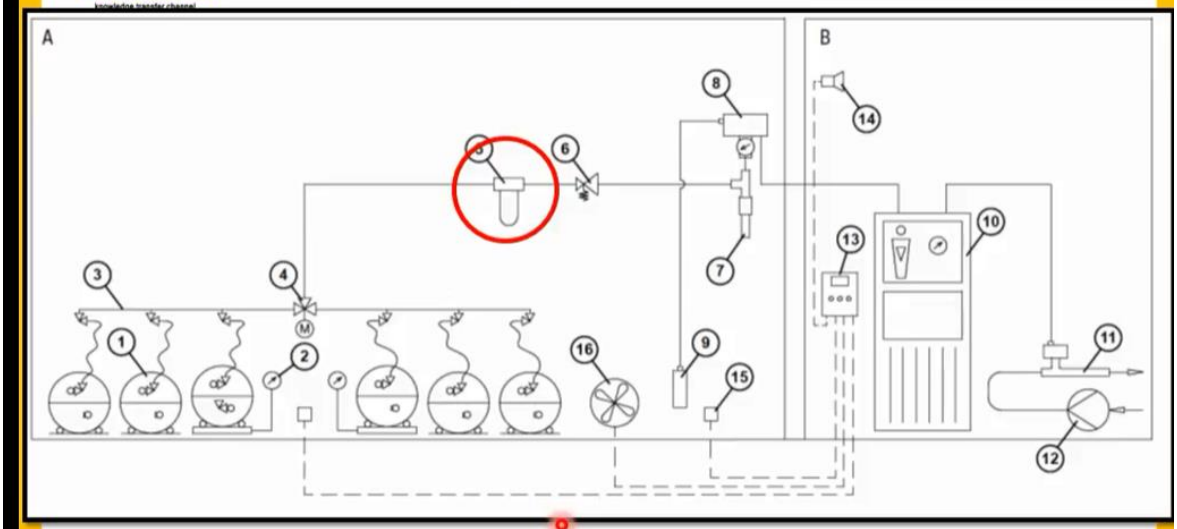
الملحقات
Accessories

و تشمل :

- محبس تخفيض الضغط
- الفلاتر و مجمع القطرات و المصايد و المصافي
- عدادات الضغط و عدادات التفريغ
- الاوناش
- ميزان الأسطوانات
- حساسات الكلور

Activate
Go to Settin

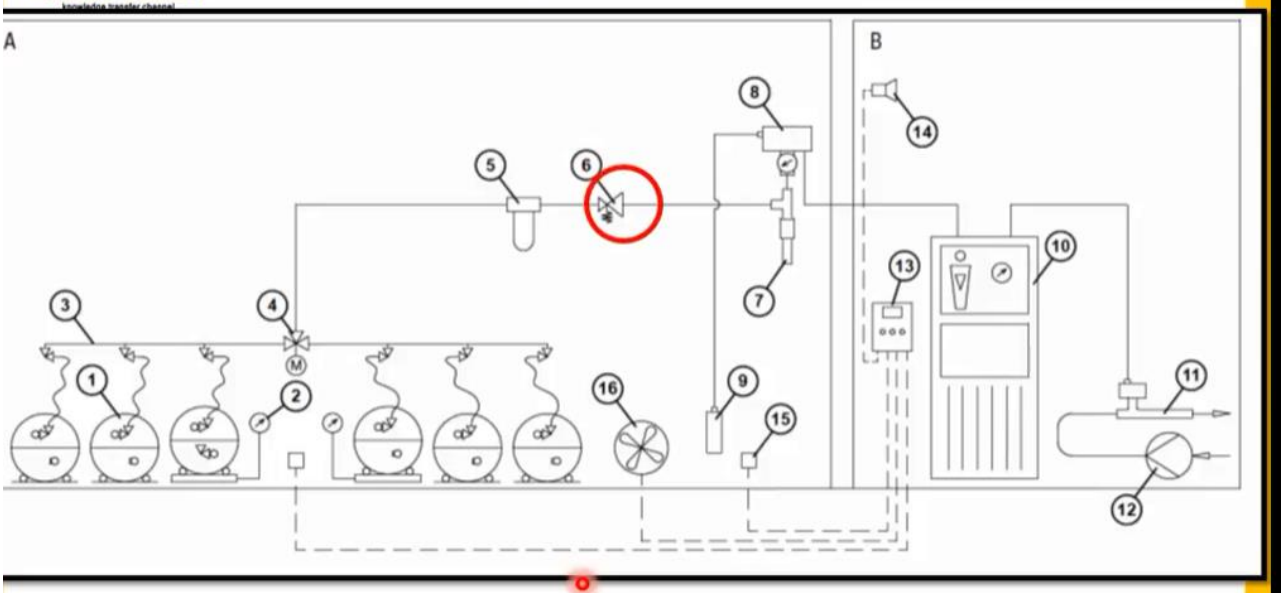
ملحقات منظومة حقن الكلور الغازي



فلتر

Activate Wi
Go to Settings to

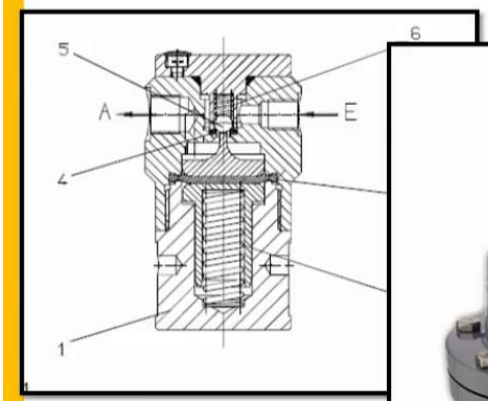
ملحقات منظومة حقن الكلور الغازي



فلتر محبس تخفيض الضغط

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

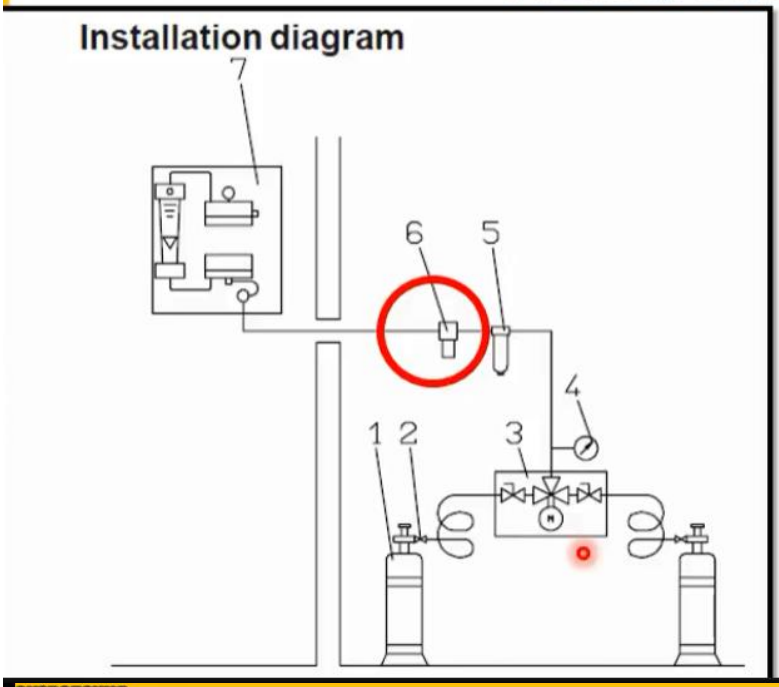
محبس تخفيض الضغط
Pressure Reducing Valves



Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

water treatment
knowledge transfer channel

محبس تخفيض الضغط
Pressure Reducing Valves

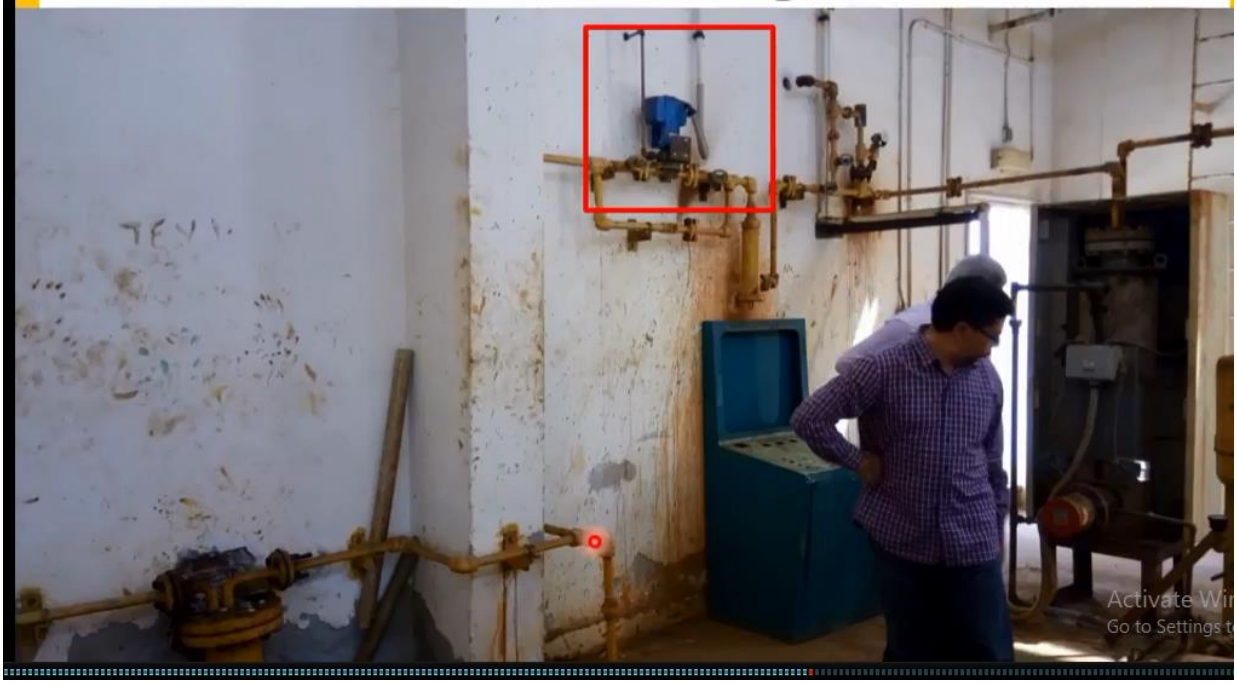


البيانات الفنية:
اقصي ضغط – ضغط الخروج
نوع الغاز
القدرة « التصرف «
التشغيل (يدوي – ٢٢٠ فولت)
قطر الماسورة (¾-١ بوصة)
وجود - سخان
التركيب (علي الحائط – علي الخط)

Activate W
Go to Settings

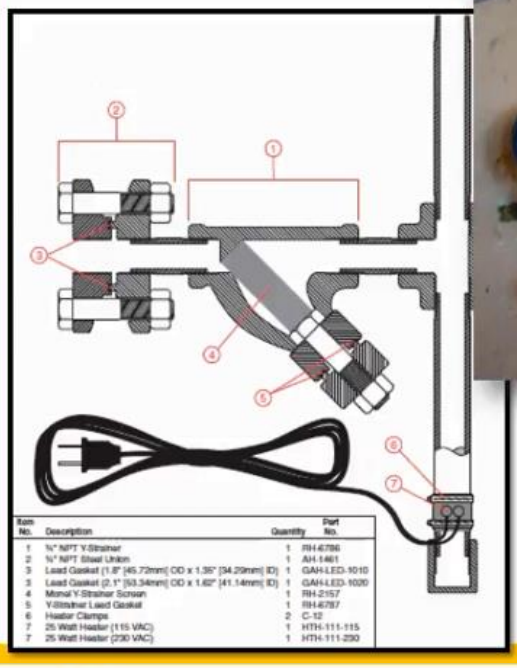
water treatment
knowledge transfer channel

محبس تخفيض الضغط
Pressure Reducing Valves



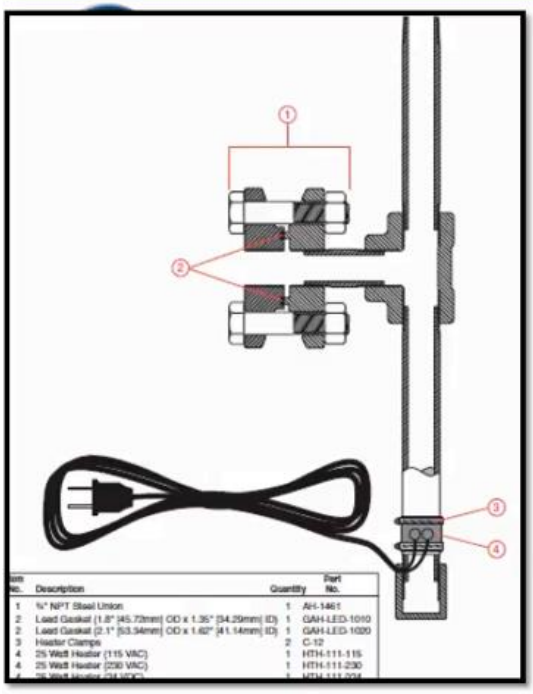
Activate Wi
Go to Settings t

water treatment
knowledge transfer channel



Item No.	Description	Quantity	Part No.
1	¾" NPT Y-Strainer	1	RH-6786
2	¾" NPT Steel Union	1	AH-1461
3	Lead Gasket (1.8" [45.72mm] OD x 1.35" [34.29mm] ID)	1	GAH-LED-1010
3	Lead Gasket (2.1" [53.34mm] OD x 1.62" [41.14mm] ID)	1	GAH-LED-1020
4	Monel Y-Strainer Screen	1	RH-2157
5	Y-Strainer Lead Gasket	1	RH-6787
6	Heater Clamps	2	C-12
7	25 Watt Heater (115 VAC)	1	HTH-111-115
7	25 Watt Heater (230 VAC)	1	HTH-111-230

يعمل علي حجز الشوائب من الكلور الغازي



Item No.	Description	Quantity	Part No.
1	¾" NPT Steel Union	1	AH-1461
2	Lead Gasket (1.8" [45.72mm] OD x 1.35" [34.29mm] ID)	1	GAH-LED-1010
2	Lead Gasket (2.1" [53.34mm] OD x 1.62" [41.14mm] ID)	1	GAH-LED-1020
3	Heater Clamps	2	C-12
4	25 Watt Heater (115 VAC)	1	HTH-111-115
4	25 Watt Heater (230 VAC)	1	HTH-111-230

Drip leg

مجمع قطرات و سخان

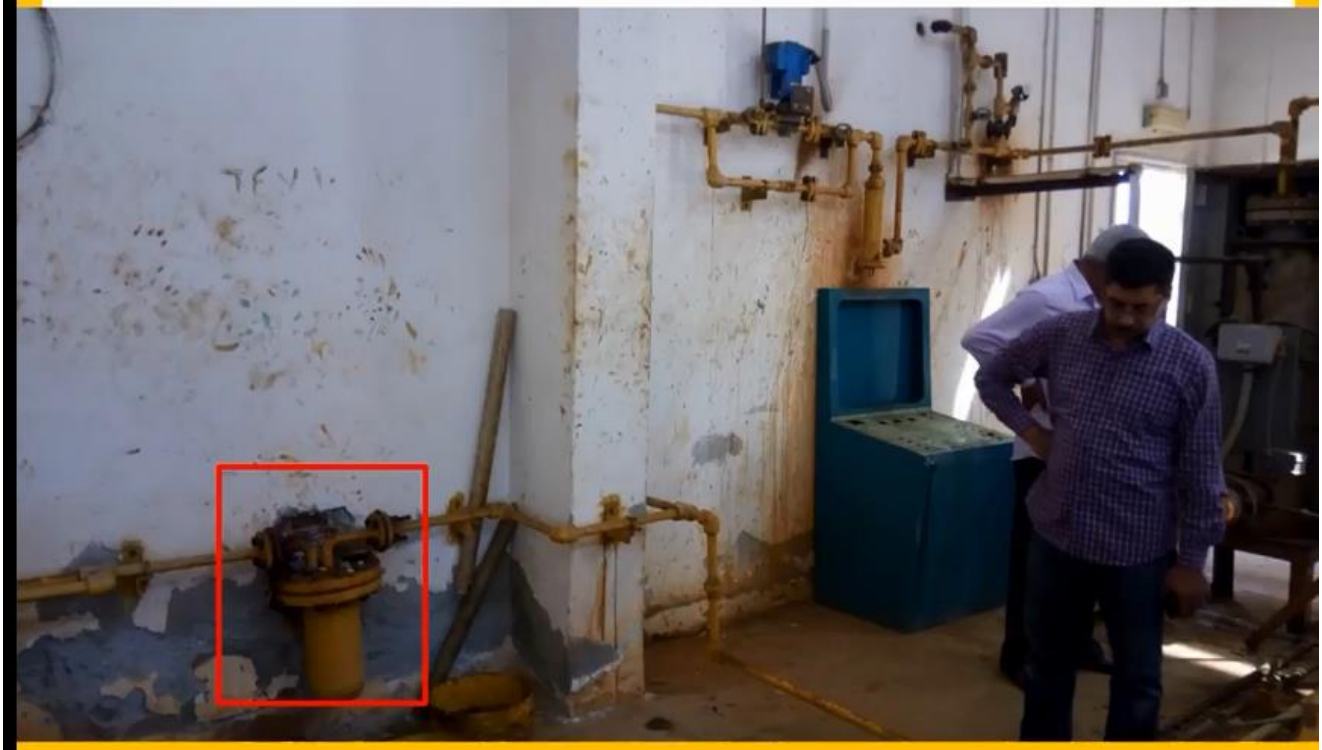
تعمل علي تجميع قطرات الكلور السائل و منع دخوله الي منظم الضغط و إعادة تبخيره بواسطة السخان

water treatment
knowledge transfer channel
عدادات الضغط و التفريغ
Pressure gages

فلتر و سخان

فلتر

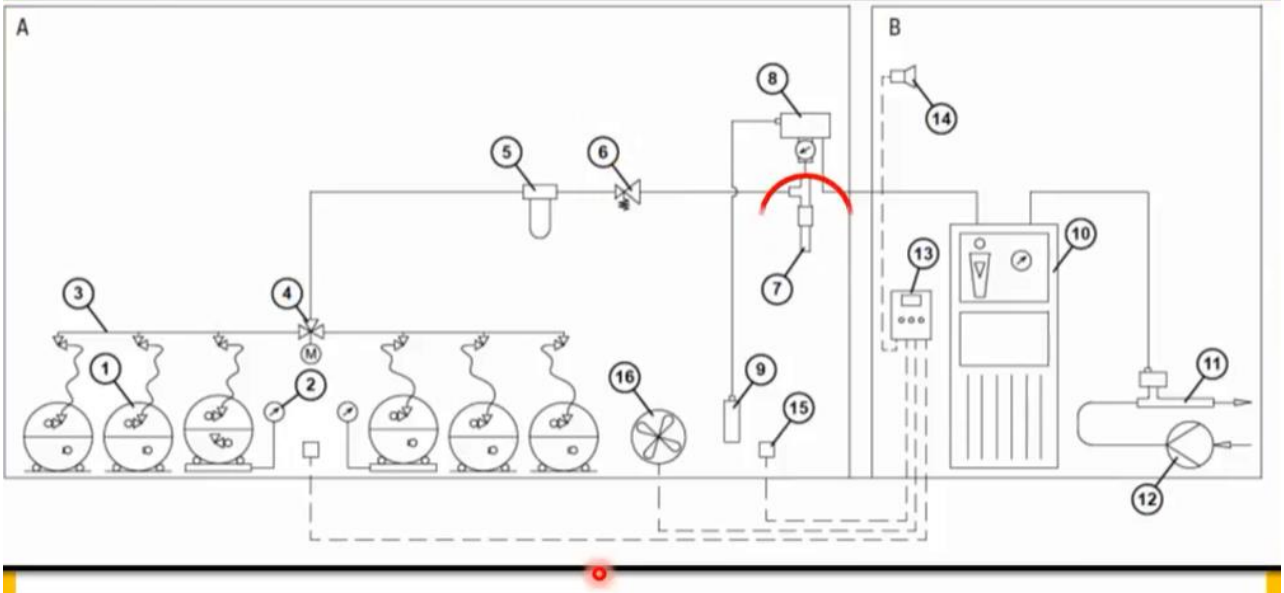
عند ذكر المواصفات لا تنسى (التصرف المار عند اقل و اقصي ضغط – اقصي ضغط تشغيل – الخام تصنيع الجسم الخارجي و مادة تصنيع الفلتر -- طريق التوصيل)



ميزان الأسطوانات

Chlorine Container Scales

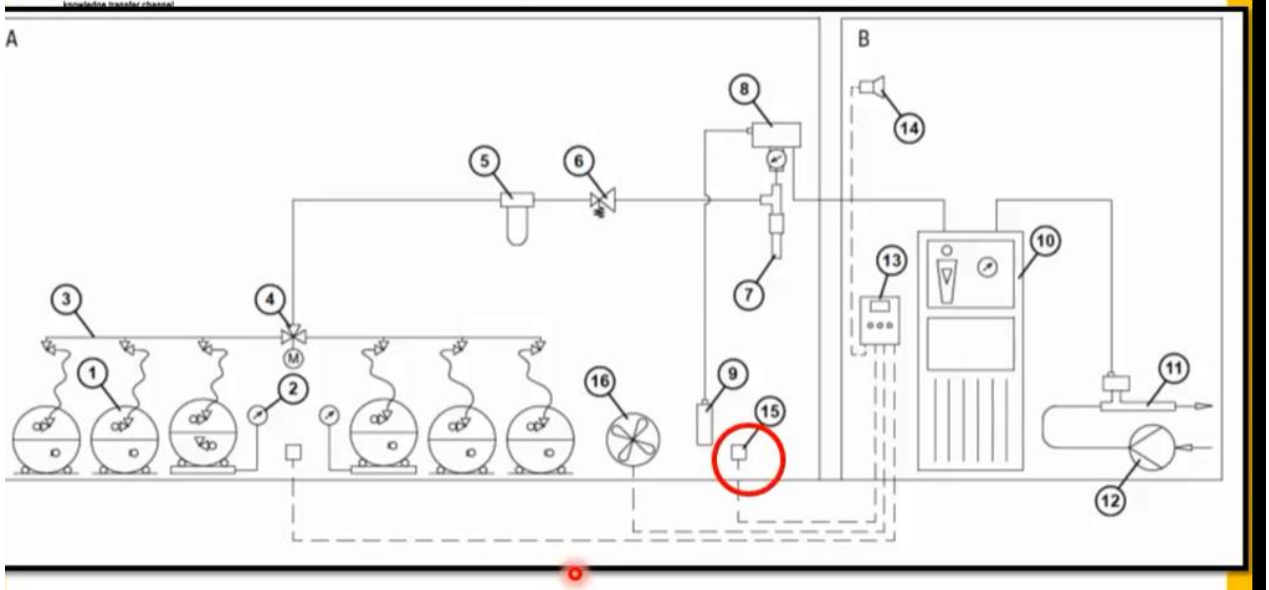
ملحقات منظومة حقن الكلور الغازي



فلتر محبس تخفيض الضغط مجمع القطرات و سخان

Activate Win
Go to Settings to

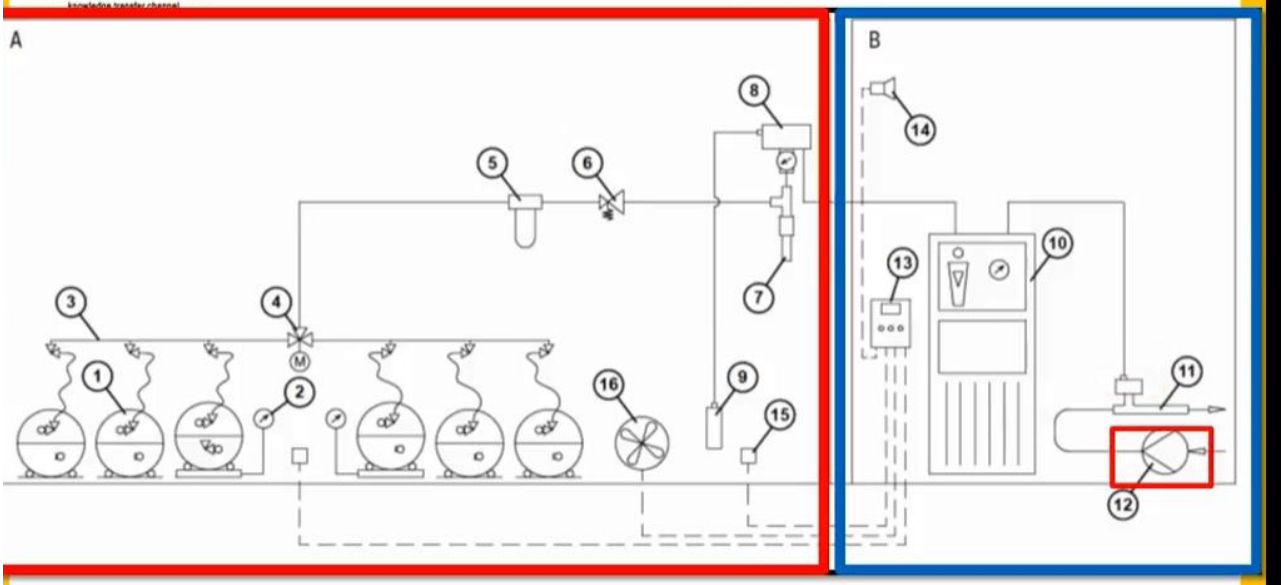
ملحقات منظومة حقن الكلور الغازي



فلتر محبس تخفيض الضغط مجمع القطرات و سخان حساس كلور

Activate Windo
Go to Settings to act

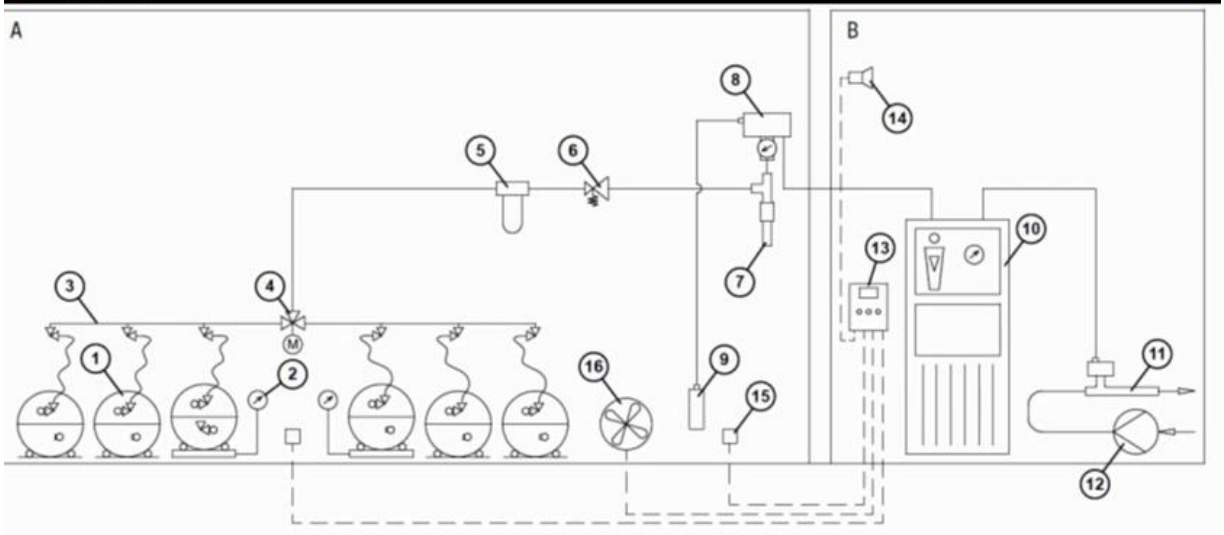
منظومة حقن الكلور الغازي



طلمبات البوستر　　محبس عدم الرجوع　　وحدة التحويل الاوتوماتيكي

Activate Windo

ملحقات منظومة حقن الكلور الغازي



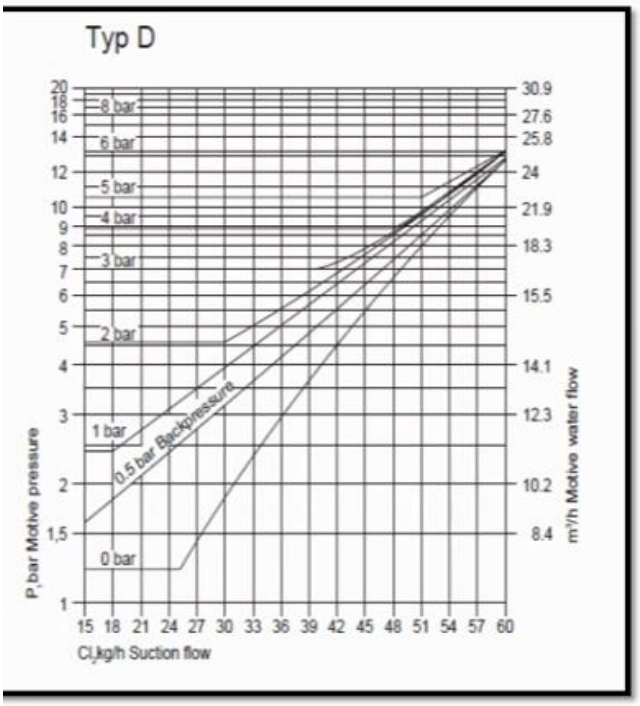
طلمبات البوستر

طلمبات البوستر

تغذية طلمبات البوستر

- تعمل طلمبات البوستر بتغذية الحاقن بتصرف و ضغط مناسبين لخلق التفريغ الكافي لسحب تصرف الكلور المطلوب عبر جهاز الكلور .
- في بعض المحطات يتم الاعتماد علي طلمبات الطرد لتغذية الحاقن و عندها تظهر مشكلة تشغيل الكلور في حالة توقف طلمبات الطرد عن العمل بسبب مشاكل بالشبكة او الصيانة و عندها لا يمكن ملء الخزان بسبب توقف الكلور .
- يجب تغذية سحب طلمبات البوستر من خروج المرشحات لضمان توفر مياه لتشغيل الكلور في كل الحالات .

تتوقف مواصفات طلمبات البوستر علي الحاقن Injector



- . لكل حاقن فدرة ترتبط بضغط المياه الواردة الية و تصرف طلمبة البوستر و الضغط المضاد الوارد من نقطة الحقن . كما يتضح من المنحني التالي .

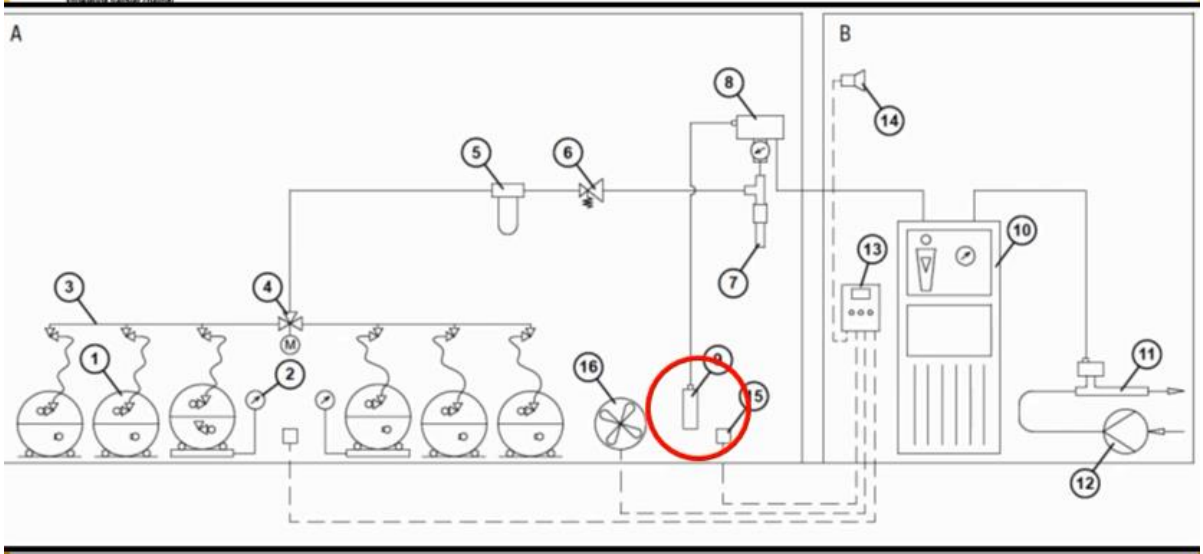
لاحظ ان بالكود المصري

- ضغط طلمبة البوستر = ضغط خط الحقن + ٢,٥ بار

سعه جهاز الكلور	أدنى تصرف الطلمبه
١ كجم / ساعة	٣ر- ٥ر م٣ / ساعة
٢ كجم / ساعة	٦ر- ٨ر م٣ / ساعة
٥/٤ كجم / ساعه	٢ر١-٥ر١ م٣ / ساعة
١٠ كجم / ساعه	-ر٣ م٣ / ساعة
٢٠ كجم / ساعه	-ر٦ م٣ / ساعة
٥٠ كجم / ساعة	-ر١٥ م٣ / ساعة
٧٥ كجم / ساعه	-ر٢٢ م٣ /ساعة
١٠٠ كجم / ساعه	-ر٣٠ م٣ / ساعة
١٢٠ كجم / ساعة	-ر٣٥ م٣ / ساعة

لتحديد نصرف طلمبة البوستر

ملحقات منظومة حقن الكلور الغازي



خرطوشة كربون نشط

خرطوشة الكربون النشط

- تعمل علي امتزاز كمية الكلور الصغيرة التي تحدث اثناء تغيير جهاز الكلور او كمية الكلور التي تخرج من محبس تنفيس الضغط

ка воспроизведения

الخلاصة

- منظومة الكلور جزء هام جدا يجب علي مشغلي المحطات الالمام به
- طرق التركيب تعتمد اعتمادا كبيرا علي قدرة المحطة ، المكان المتاح ،الاعتمادات المتاحة ، ما يفضله المصمم .
- الملحقات يتم تركيبها قبل منظم الضغط لحمايته .
- المواسير و المعدات من الحديد قبل المنظم و بلاستيك بعده .
- عند طلب الملحقات يتم تحديد ضغط التشغيل و الغاز المستخدم و التصرف.
- يجب علي مشغلي المحطات مراجعة التركيب و أجزاء المنظومة و وضع تصور عن كيفية تحسين أداء المنظومة
- إجراءات الأمان هي العامل الأول و الأهم في إدارة منظومة الكلور

منظومة حقن الكلور السائل
CHLORINE LIQUID FEED SYSTEM

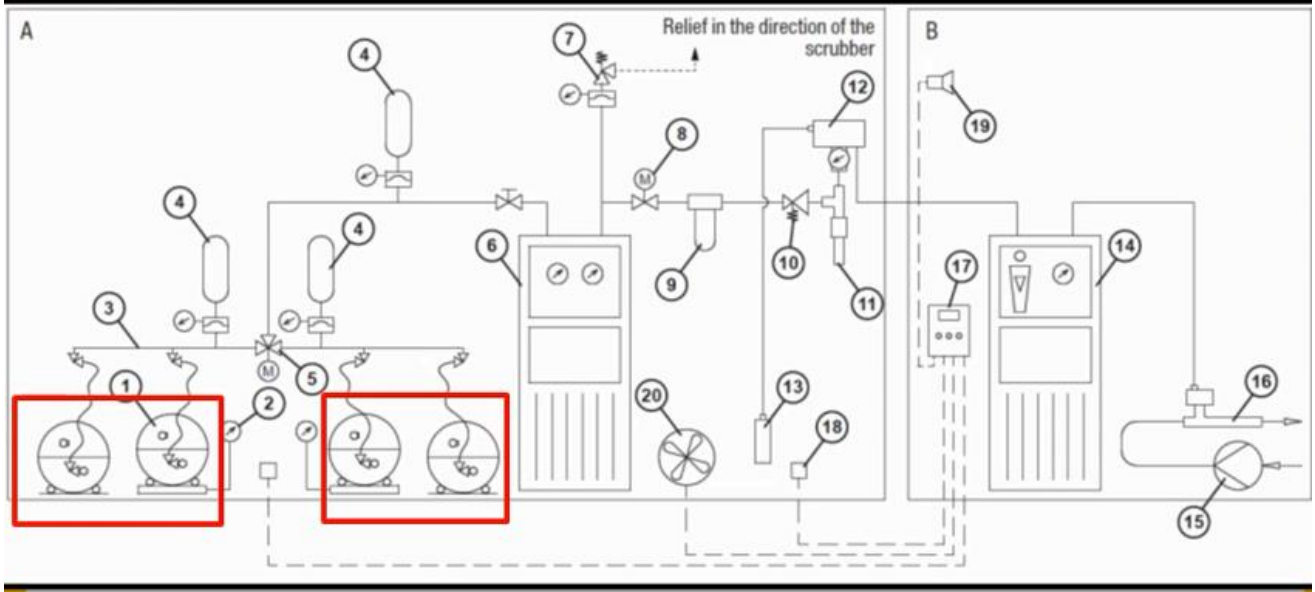
الكلور السائل ..لماذا ؟

- نتيجة الحاجة الشديدة الي كميات أكبر من الكلور و نظرا لان اكبر كمية يمكن سحبها من أسطوانة الكلور ١ طن هي ٧ كجم/س فقط و بالتالي يتم توصيل عدد كبير من الأسطوانات علي منظومة الحقن و تظهر طاهرة تجمد الأسطوانات .
- و,بينما عند استخدام الكلور السائل يمكن سحب ٣٠% من محتوي الأسطوانة و علية أسطوانة واحدة تكون كافية لسد حاجة المحطة من الكلور ولذلك ظهرت الحاجة لاستخدام المبخرات ..

تجمد الأسطوانات

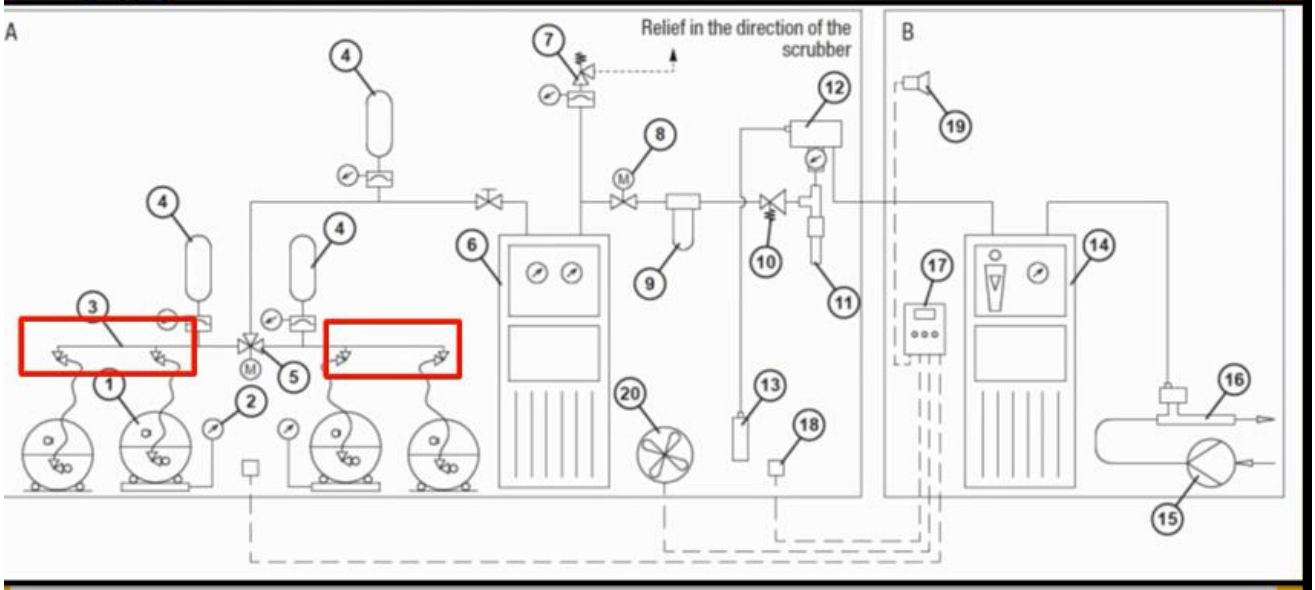
الحل : الكلور السائل

تركيب منظومة حقن الكلور السائل



أسطوانات الكلور

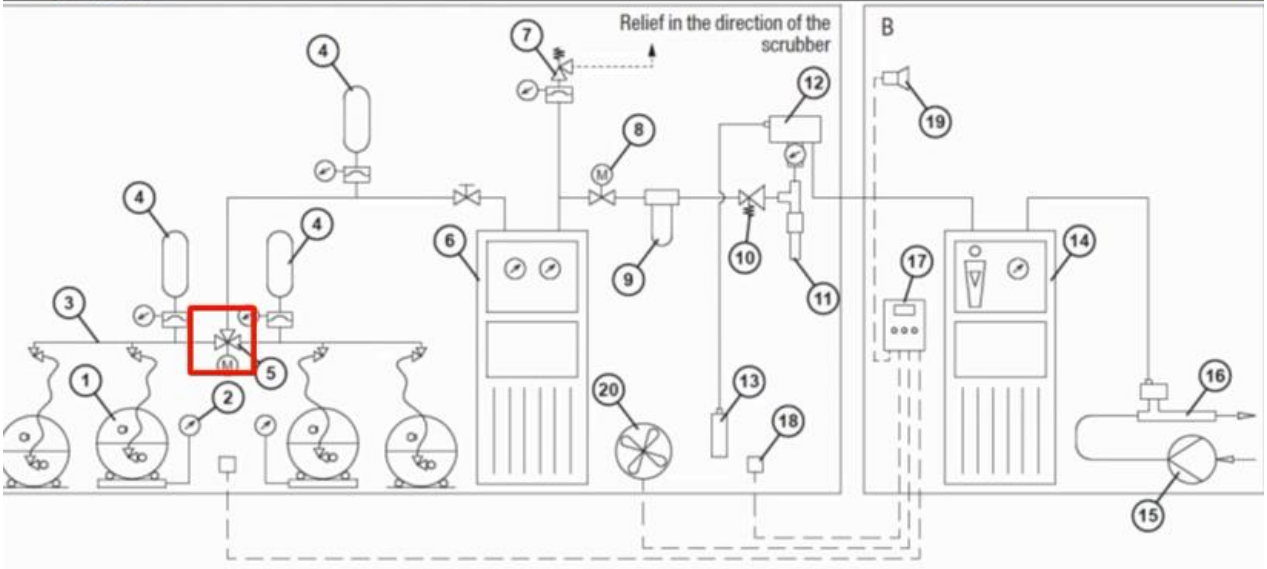
تركيب منظومة حقن الكلور السائل



أسطوانات الكلور

خط تجميع الكلور

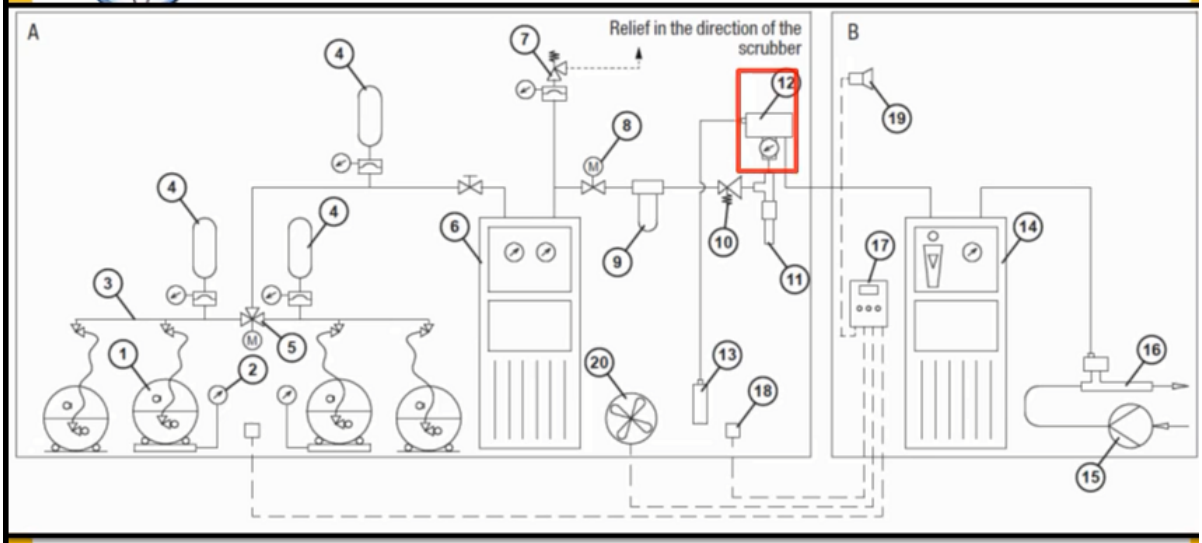
تركيب منظومة حقن الكلور السائل



أسطوانات الكلور وحدة التحويل الاوتوماتيكي

خط تجميع الكلور

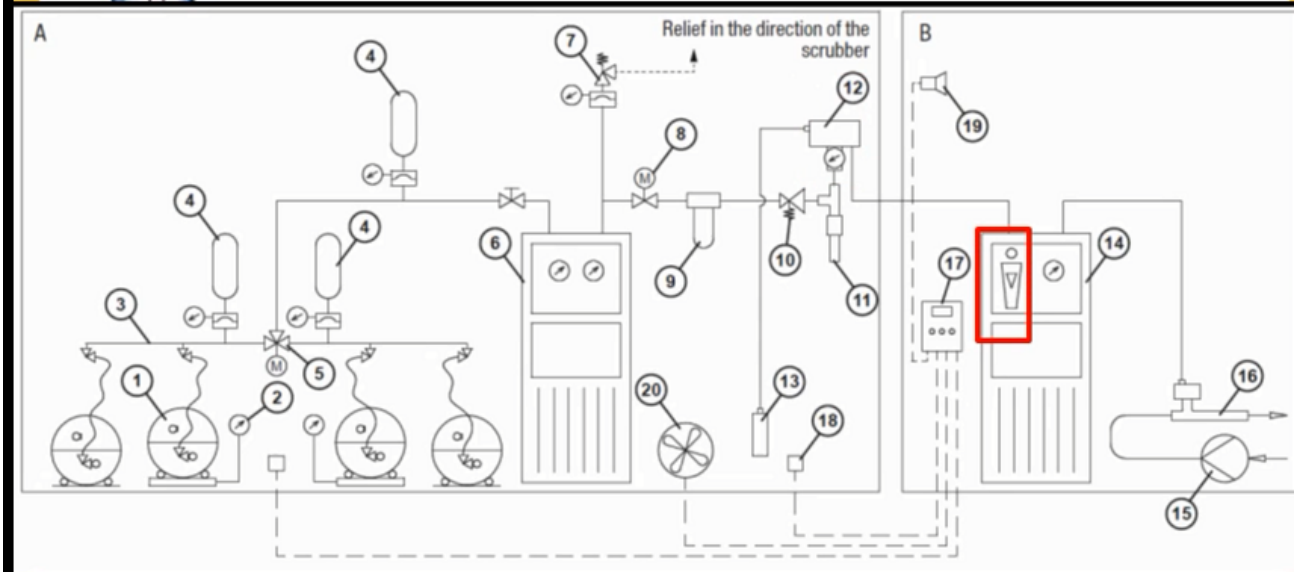
تركيب منظومة حقن الكلور السائل



أسطوانات الكلور وحدة التحويل الاوتوماتيكي

خط تجميع الكلور **Vacuum regulator**

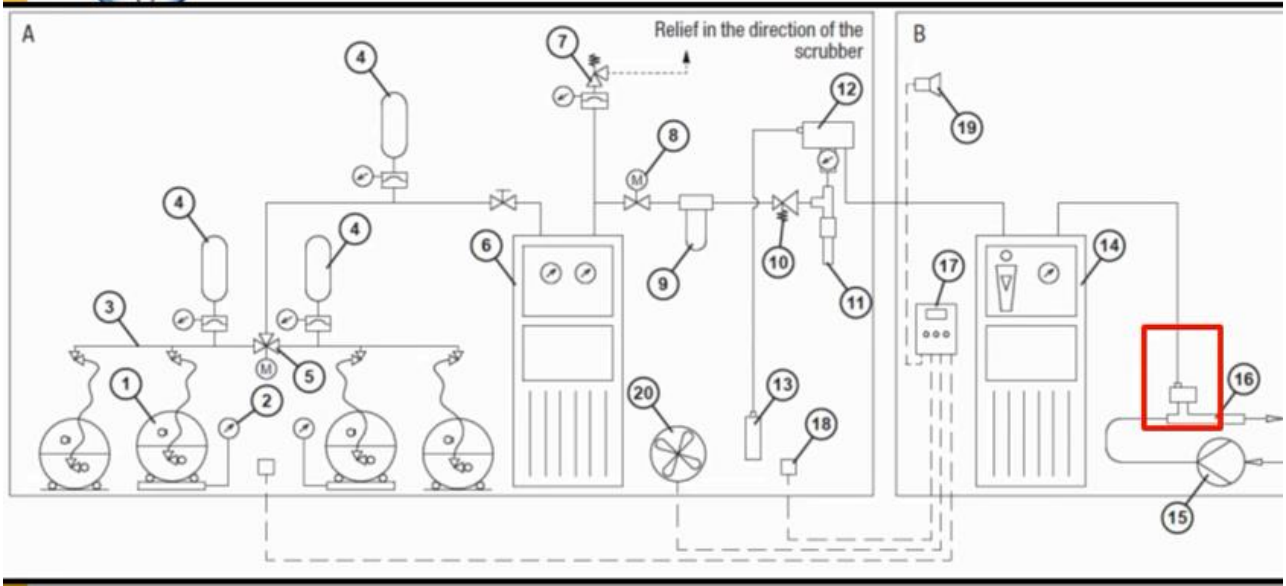
تركيب منظومة حقن الكلور السائل



أسطوانات الكلور وحدة التحويل الاوتوماتيكي مقياس التصرف و محبس التحكم

خط تجميع الكلور **Vacuum regulator**

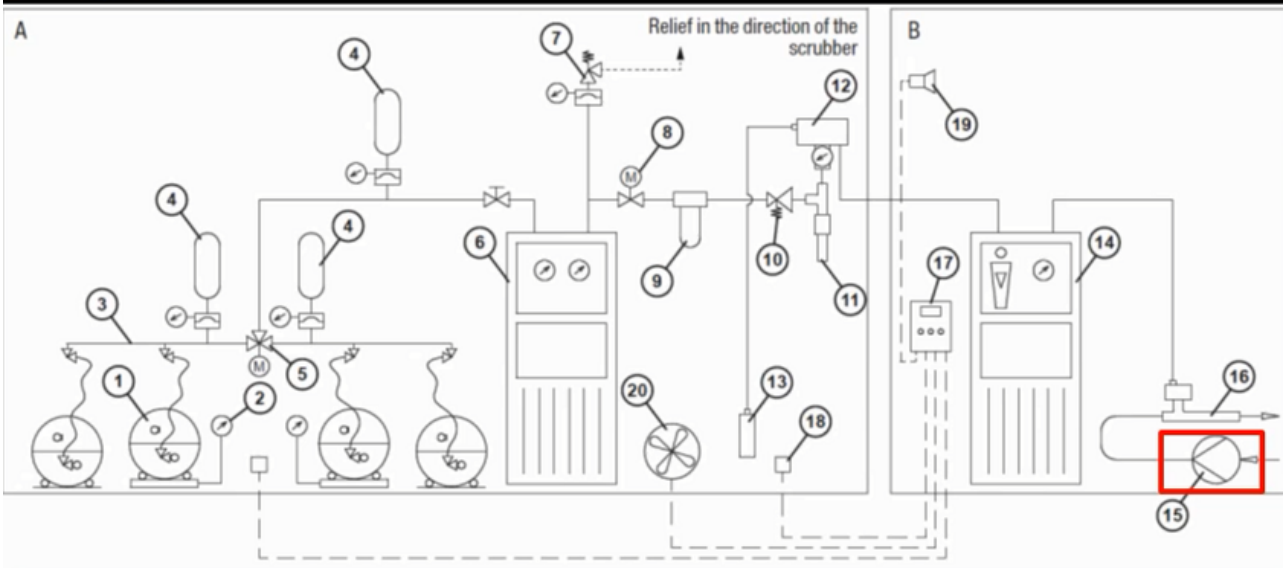
تركيب منظومة حقن الكلور السائل



أسطوانات الكلور وحدة التحويل الاوتوماتيكي مقياس التصرف و محبس التحكم

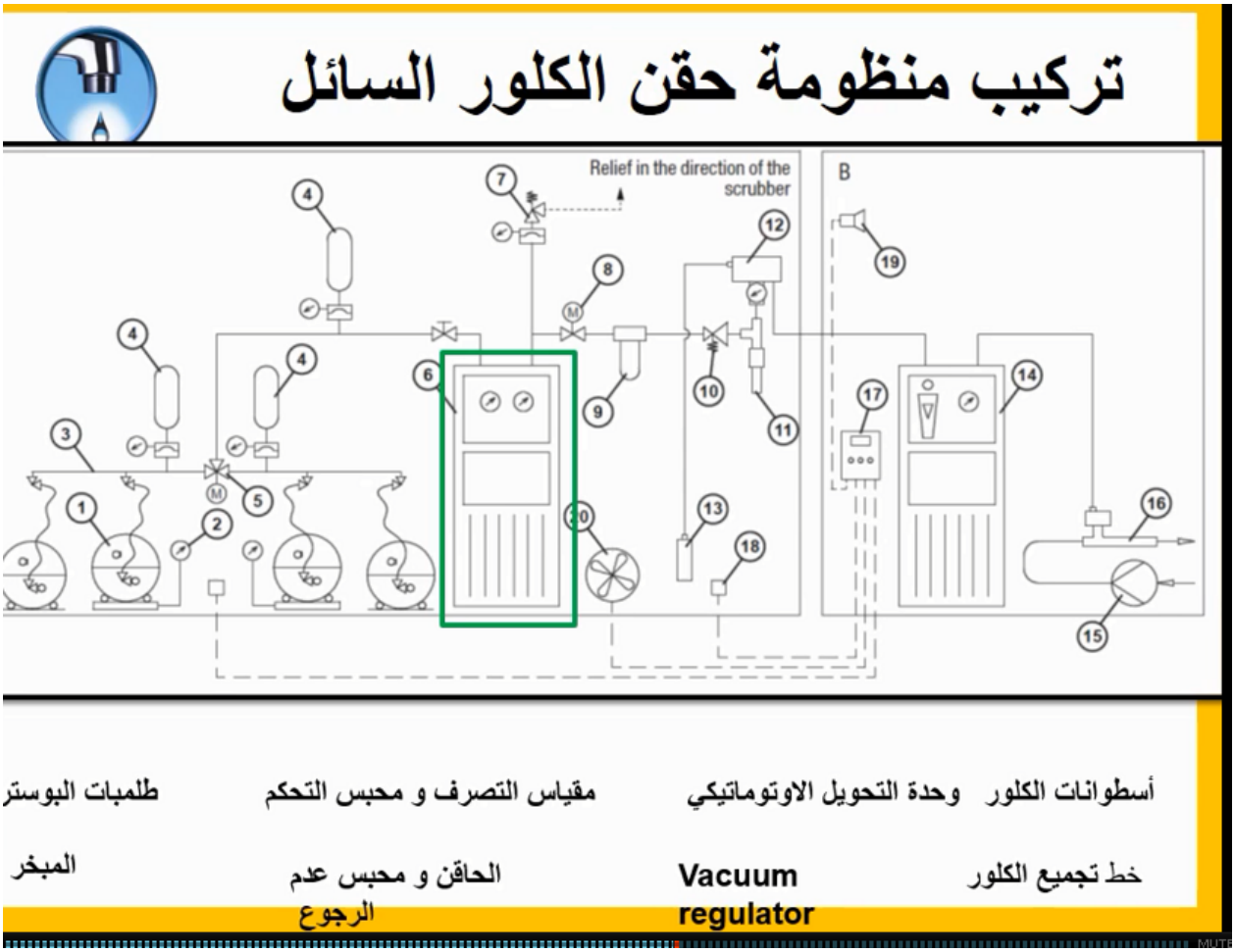
خط تجميع الكلور Vacuum regulator الحاقن و محبس عدم الرجوع

تركيب منظومة حقن الكلور السائل



أسطوانات الكلور وحدة التحويل الاوتوماتيكي مقياس التصرف و محبس التحكم طلمبات البوستر

خط تجميع الكلور Vacuum regulator الحاقن و محبس عدم الرجوع



حسابات الكلور (سعة التخزين) :

تراعى محطات المياه أن يكون لديها سعة تخزين مناسبة لأعمال التعقيم ، تكفيها لمدة شهر أو أسبوعين على الأقل .ويتم حسابها كالتالي:

كميةالكلوراللازمة /يوم = كميةالمياهالعكرة /يوم × جرعةالكلورالمبدئي + كميةالمياهالمرشحة /يوم × جرعةالكلورالنهائى

∴عددأسطوانات الكلور = (كميةالكلورالازمة /يوم × عدد ايام التشغيل) / سعة الاسطوانة(٨٠٠كغم)

مثال :- محطة مياه معدل سحب المياه العكرة لها ١١٠٠٠ م ٣/يوم، ومعدل تصرف المياه الرائقة ١٠٠٠٠ م ٣/يوم، وتحدد لها جرعة كلور مبدئى ٦ جم /م ٣، وجرعة كلور نهائى ٢ جم /م ٣

أحسب السعة التخزينية اللازمة لتلك المحطة ؟(عدد أسطوانات الكلور التى تكفي لفترة تشغيل أسبوعين.)

كميةالكلورالازمة /يوم = كميةالمياهالعكرة /يوم × جرعةالكلورالمبدئي + كميةالمياهالمرشحة /يوم × جرعةالكلورالنهائى

= ١١٠٠٠ × ٦ + ١٠٠٠٠ × ٢

= ٨٦ كغم كلور

∴عددأسطوانات الكلور = (كميةالكلورالازمة /يوم × عدد ايام التشغيل) / سعة الاسطوانة(٨٠٠كغم)

= ٨٦ × ١٤ / ٨٠٠ = ١,٥ (بمعنى انه استخام اسطوانتين)، و ٢اسطوانة احتياطي بصفة مستمرة.

مراوح التهوية

يتم تركيب عدد كافي من مراوح التهوية في مخزن الكلور وأيضا في حجرة حقن الكلور،وذلك لتغير الهواء باستمرار الذي قد يتلوث نتيجة تسريب بسيط لا يحس به نظام الأمان أو نتيجة تسريب يحدث أثناء تغيير الأسطوانات الفارغة ٠ وغالبا توضع هذه المراوح على منسوب منخفض نظرا لأن كثافة الكلور اكبر من كثافة الهواء . كما يتم عمل مجاري لتجميع الكلور المتسرب في أرضية مخزن الكلور نظرا لأنه أثقل من الهواء ويتم سحبه منها من خلال تشغيل نظام الأمان.

حساسات تسرب الكلور

يتم تركيب عدد كافي من حساسات كشف التسرب في مخزن الكلور وحجرة أجهزة الحقن وتعمل هذه الحساسات علي تشغيل نظام الأمان عند تسرب الكلور فوق النسبة المسموح بها وإيقاف مراوح التهوية عن طريق إرسال إشارة إلى لوحة التحكم الكهربية. ويلاحظ انها تركب على الجدار بالقرب من سطح الأرض(بارتفاع حوالى ٣٠ سم من سطح الأرض) وذلك لكون غاز الكلور أثقل من الهواء

.

تعليمات التشغيل والأمان الخاصة بمخزن الكلور

في هذا الجزء سنحاول التركيز علي بعض النقاط الهامة التي يجب مراعاتها أثناء التعامل مع مهمات مخزن الكلور ولا غني عن الإلمام بها حتى نصل إلى أفضل تشغيل واكبر درجة أمان للعاملين.

أولا -تخزين الأسطوانات-:

١ .عند تخزين الاسطوانة أو استخدامها يجب عدم تعرضها لأشعة الشمس المباشرة لأنها تعمل علي ارتفاع درجة حرارة جسم الاسطوانة وبالتالي رفع ضغط الغاز داخلها مما قد يؤدي إلى انفجار الاسطوانة

.

٢ .يجب ترك الاسطوانات بعد وضعها علي قواعدها أثناء التغيير أو التخزين لمده زمنية قد تصل الى ٨ ساعات قبل استخدامها حتى تستقر درجة حرارة الاسطوانة.

٣ .يجب وضع الاسطوانة في مكانها الصحيح بحيث يكون محبس الاسطوانة في وضع رأسي لسهولة التشغيل والصيانة ٠

٤ .ينبغي العلم أن الأسطوانة التي تحتوي علي أي كمية من الكلور سواء في حالته الغازية أو السائلة . تمثل خطرا دائما ويجب التعامل معها في حذر وعناية فلا تدع الأسطوانات تسقط علي الأرض ولا تجعلها تتخبط في بعضها البعض وكذلك لا تستعمل مغناطيسا حاملا في نقلها ولا تحاول استخدام حبل أو جنزير لهذا الغرض.

٥ .عند إعادة الأسطوانات الفارغة فلا بد من غلق الصمامات وإجراء اختبارات تسرب الكلور عليها والتأكد من أن أغطية محابس الأسطوانات وكذلك الصواميل في مكانها قبل إرسال هذه الأسطوانات الفارغة لإعادة ملئها.

٦ .يجب مراعاة أن تكون أغطية حماية الصمامات للأسطوانات دائما في مكانها إلا إذا كانت الاسطوانة في حالة الاستعمال بالفعل وبمجرد أن تفرغ الاسطوانة فلا بد من غلق الصمامات فورا لمنع دخول الماء والمواد الغريبة . ولا ينبغي دحرجة الاسطوانات أو الاعتماد عليها كدعامات أو مساند للأجسام الثقيلة أو استخدامها في أي غرض يختلف عن الغرض الأصلي.

تشغيل الاسطوانات-:

١ .يستخدم المحبس العلوى لسحب غاز الكلور والمحبس السفلي لسحب سائل الكلور حتى يتحول إلى غاز وإزالة أي نسبة رطوبة في الغاز قبل مروره إلى المبخر *Evaporator* قبل دخوله لجهاز حقن الكلور ٠

٢ .في حالة استخدام الكلور في حالته الغازية يجب عدم تفريغ الاسطوانة بالكامل حتى لا يتم سحب هواء رطب إلى جهاز حقن الكلور مما يسبب مشاكل بالجهاز.

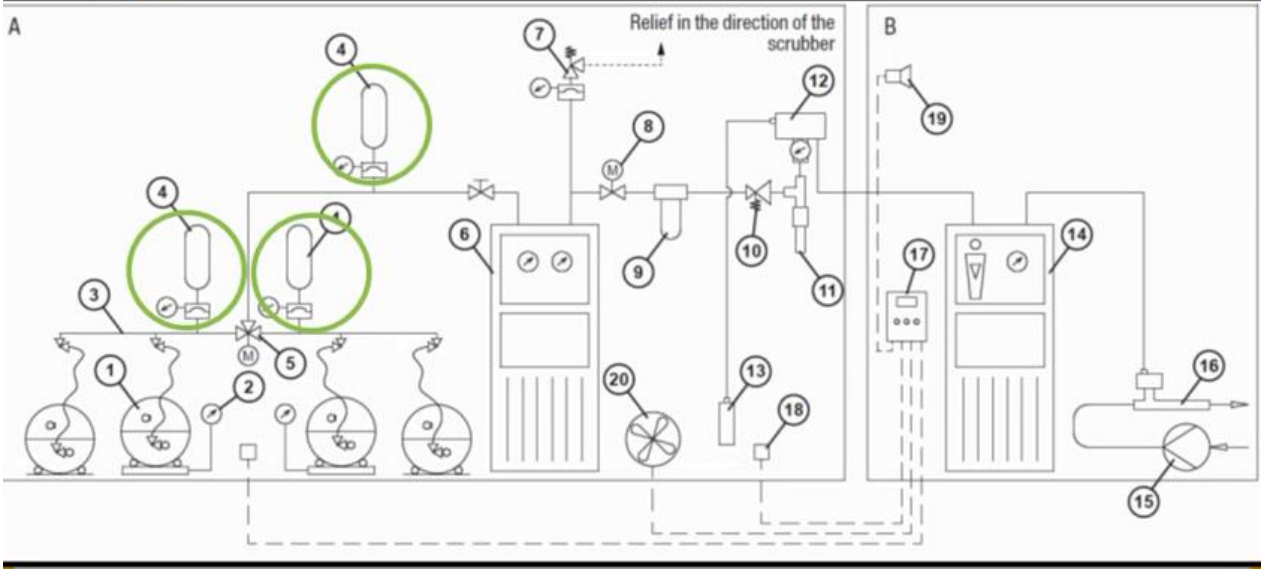
٣ .في حالة استخدام الكلور في حالته السائلة يجب عدم تفريغ الاسطوانة بالكامل أيضا حتى لا يتم سحب الشوائب المترسبة بقاع الاسطوانة فيؤدي إلى انسداد الأجهزة وخطوط انابيب.

٤ .يجب مراعاة أن تفتح صمامات الاسطوانات ببطء ويحظر استخدام أي عدد أو مفاتيح أخرى غير تلك التي يوردها أو يعتمدها منتجو الاسطوانات.

٥ .يجب توفر معدات طوارئ لإصلاح أماكن تسرب الغاز وتشتمل هذه المعدات علي كلابات(افيزات) وجوانات تسد أماكن التسرب والصمامات التالفة ووسائل أخرى تؤدى نفس المهمة.

٦ .يجب علي الفني المسئول عن مراقبة أجهزة الكلور أن يحتفظ في جيبه بزجاجة بلاستيكية صغيرة بها محلول النشادر وهي تشبه زجاجة القطرة فعند رش المحلول علي مكان التسرب تتكون سحب بيضاء من كلوريد الأمونيوم فتساعده علي اكتشاف مكان التسريب وعلاج الموقف قبل أن يتطور.

تركيب منظومة حقن الكلور السائل



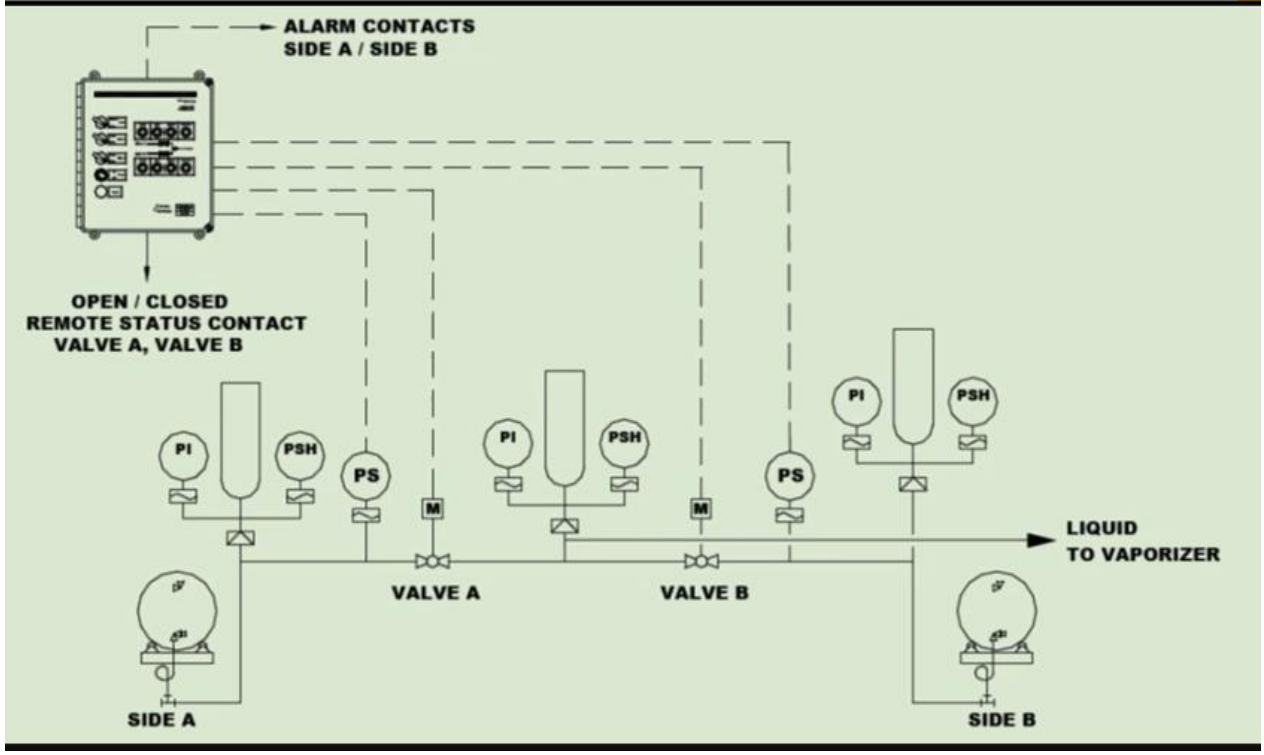
محبس تخفيض الضغط　　فلتر　　مجمع القطرات و سخان　　حساس كلور

خرطوشة كربون نشط　　غرقة تمدد

воспроизведения

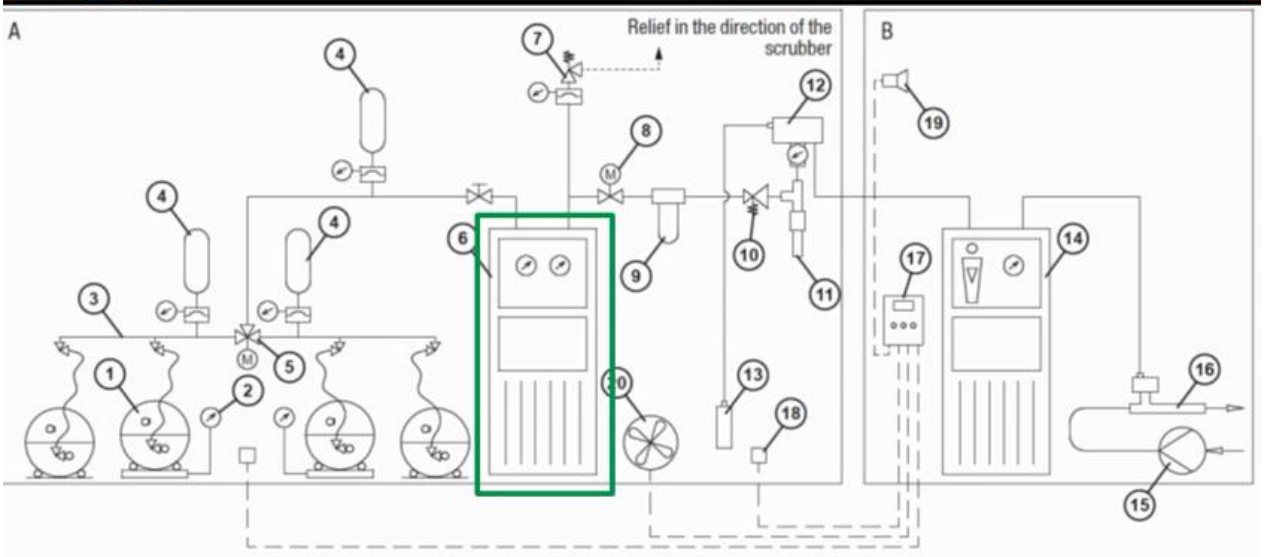
water treatment
knowledge transfer channel

خط تجميع الكلور السائل
Chlorine liquid feed manifold



новить | Навигация по DVD
MUTE

تركيب منظومة حقن الكلور السائل



أسطوانات الكلور	وحدة التحويل الاوتوماتيكي	مقياس التصرف و محبس التحكم	طلمبات البوستر
خط تجميع الكلور	Vacuum regulator	الحاقن و محبس عدم الرجوع	المبخر

المبخرات

الكلور في اسطوانة التعبئة يكون مضغوطا في حالته السائلة، وعندما يفتح صمام خروج الغاز فإن هبوط الضغط من الاسطوانة إلى الانابيب يسبب تبخر السائل وتحوله إلى غاز الكلور، وهذا التمدد يصحبه انخفاض في درجة الحرارة قد يصل إلى درجة التجمد التي تعطل تدفق الكلور .ومن الناحية العملية ، يمكن الحصول علي كميه تصل إلى ٩كجم /ساعة من أسطوانة سعتها طن كامل.

والمعدلات المطلوبة من أجهزة إضافة الكلور المبدئي غالبا ما تصل إلى معدلات عالية خاصة للمحطات الكبرى) تصل إلى ٢٠٠ كجم/ساعة .(ويتم الحصول علي هذه الكمية الكبيرة بتوصيل الكلور السائل خلال انابيب إلى أوعية من الصلب يتم تسخينها للحصول علي المقادير المطلوبة من غاز الكلور حيث أن مكونات أجهزة حقن الكلور لا تعمل إلا مع غاز الكلور، والوحدة التي تقوم بتسخين سائل الكلور لتحويله إلى غاز تسمي المبخر ومن هنا نجد إن معظم محطات الهيئة تحرص علي تركيب المبخر من) . *Evaporator)*

ضمن مهمات مخزن الكلور لاستخدامه في الظروف الطارئة التي تحتاج إلى كمية كبيرة أما إذا كانت كمية الكلور المطلوبة ضئيلة فلا توجد حاجة لاستخدام جهاز المبخر.

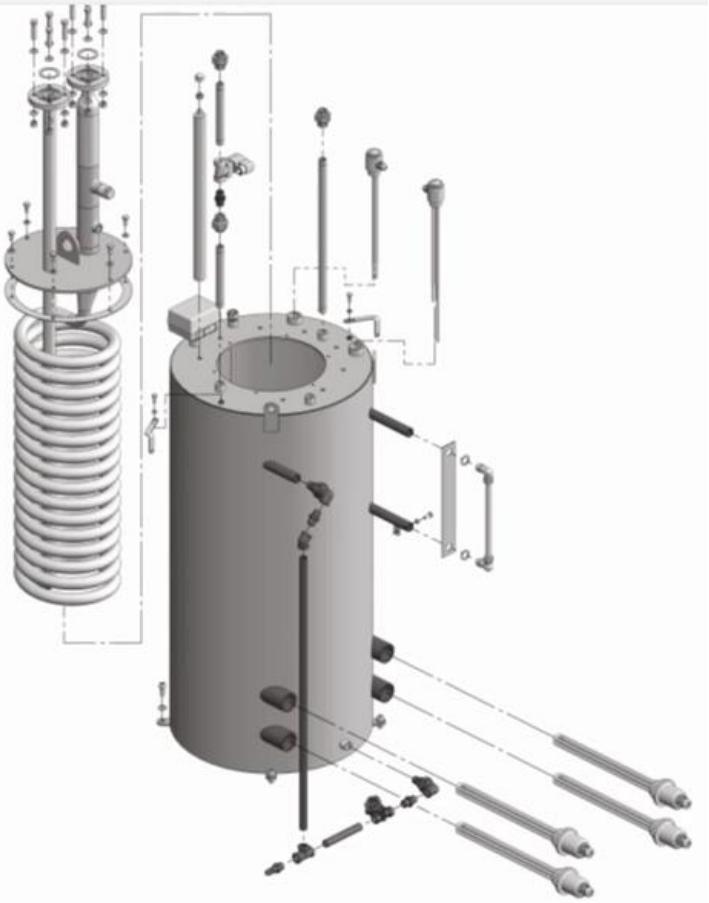
за воспроизведения

water treatment
knowledge transfer channel

المبخر
evaporator

يستخدم المخر عند الحاجة الي كميات كبيرة من الكلور و ذلك لاعتبارات اقتصادية

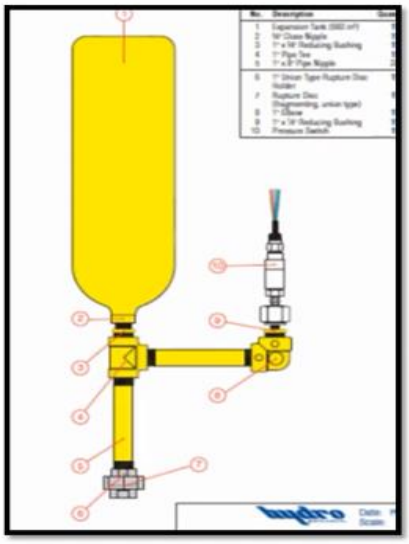
يقوم المبخر بتحويل الكلور السائل الي غاز و يمكن الحصول علي ١٨٠ كجم من أسطوانة كلور ١ طن



за воспроизведения

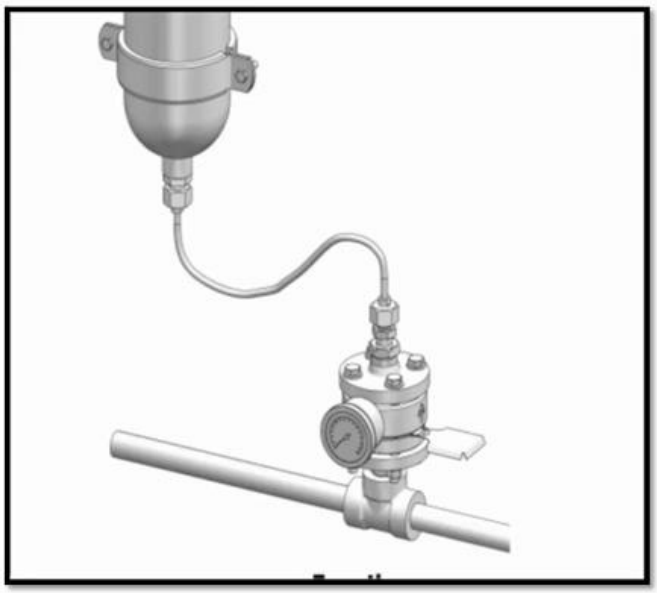
water treatment
knowledge transfer channel

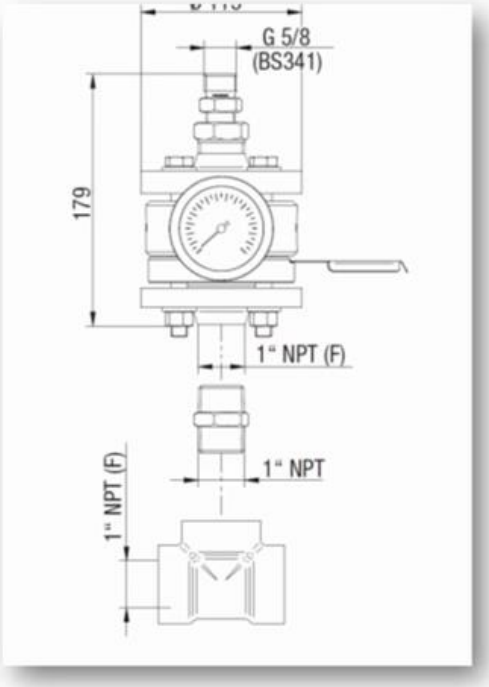
غرفة تمدد
expansion chamber



تستخدم لمواجهة تمدد الكلور السائل عند ارتفاع درجة الحرارة و تثبت في خط الكلور السائل او عند المبخر

أجزاء نظام التمدد





الخلاصة

- منظومة الكلور السائل احد الحلول الواجب اتخاذها لمواجهة احتياجات الكلور المتزايدة
- إجراءات الأمان يجب مراعاتها عند اختيار منظومة الكلور المستخدمة .
- يتبقي لنا معرفة اشكال التركيب و البدائل المتاحة لكل نوع من المحطات .

أجهزة الكلور(*Chlorinators*) :

هي الوسيلة الآمنة لسحب الكلور من الاسطوانة ويمكن بواسطتها التحكم في كمية الكلور المطلوبة لنقط الحقن المختلفة. وهناك أنواع عديدة من أجهزة الكلور، ويستخدم كل نوع منها أسلوبا مختلفا فى طريقة إضافة الكلور للماء المطلوب معالجته .ومن أكثرها شيوعا واستخداما في محطات المياه الأنواع التالية:

1-أجهزة تعتمد علي ضغط الغاز الموجود في الاسطوانات .

2-أجهزة تعتمد علي الضغط السالب(تفريغ).

أجهزة الكلور الحديثة ومراحل تطورها

١ -أجهزة الكلور التى تعمل بالتغذية المباشرة:

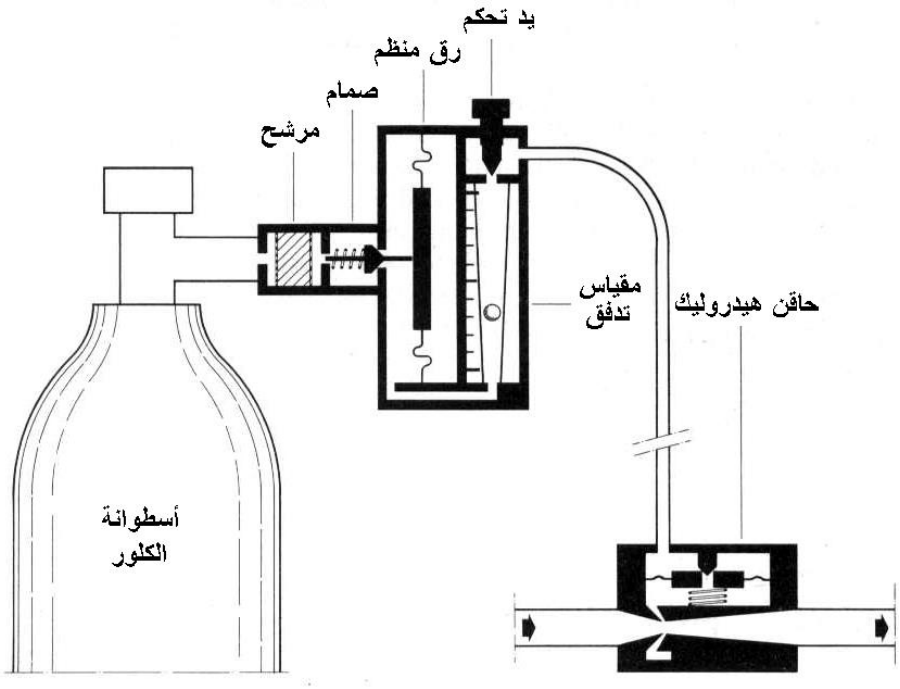
٢ -أجهزة الكلور التى تعمل بطريقة التفريغ:

نظرية التشغيل:

يعتمد تشغيل هذه الأجهزة على الضغط السالب) التفريغ (الذى ينشأ عند امرار المياه تحت ضغط في ماسورة ذات اختناق في مكان معين) الحاقن(، حيث تزيد طاقة الحركة وتقل طاقة الضغط فيحدث تفريغا يعمل على سحب غاز الكلور من الفتحة الخاصة بدخوله إلى الاختناق ليمتزج بالماء مكونا محلول الكلور الذى يتم إضافته للمياه عند نقاط الإضافة أو الحقن.

أنواع الأجهزة:

هناك أنواع عديدة من أجهزة الكلور ذات الضغط السالب، وان كانت تتشابه جميعها في نظرية تشغيلها إلا أنها قد تختلف في مكوناتها وفى شكلها، فمنها ما هو صغير الحجم يثبت بالتعليق أو بالتركيب .



نقاط الحقن والجرعات:

نقطة الحقن هى آخر نقطة في النظام ، وتنتهى عند التقاء نهاية خط التغذية) محلول الكلور(بالمياه المراد تطهيرها. وهي طرف يختلف في شكله باختلاف مكان الإضافة ،فمثلا إذا كانت وحدة مفتوحة(مثل بيارة المأخذ أو موزع المروقات أو قنوات نقل المياه من مرحلة لأخرى) يستخدم لذلك الانبوب توزيع تغمر في المياه لعمق يسمح بالخلط الجيد بين محلول الكلور ٣٠ (طرق الحقن بالوحدات المفتوحة .أما إذا كانت وحدة مغلقة – والمياه).

غالبا ما يتم حقن الكلور في ثلاثة أماكن داخل محطة التنقية هي :

1-نقطة حقن الكلور الابتدائي*Pre-chlorination*

وفيها يتم حقن الكلور في ماسورة دخول المياه العكرة للموزع ويفضل عدم الحقن في موزع المروق حتى نحافظ علي كمية الكلور من التسرب وإعطاء فترة المكث للكلور لقتل البكتريا ٠

2-نقطة حقن الكلور المتوسط*Medium- chlorination*

وفيها يتم حقن الكلور في مجرى دخول المياه المروقه إلى المرشحات للتخلص من اى كائنات حية متبقية وذلك بعد أخذ عينة وتحليلها بالمعمل لمعرفة كمية الكلور المطلوبة إذا لزم الامر ٠

3-نقطة حقن الكلور النهائي*Post- chlorination*

وفيها يتم حقن الكلور في نهاية الخزان الأرضي للمياه المرشحة وقبل ببارة سحب طلمبات المياه المرشحة لضمان وصول المياه الي مناطق الخدمة معقمة وآمنة

التحكم آليًا في جرعة الكلور النهائي:

يقاس تدفق المياه المعالجة إلى الخزان الأرضي بواسطة هدار (v)أو جهاز قياس تصرف ويتم إرسال إشارة تحكم إلى لوحة جهاز الحقن لتشغيل موتور ضبط الجرعة عند صمام الفتحة المتغيرة المساحة وبهذا يمكن التحكم في جرعة الكلور النهائي .كما يوجد جهاز آخر قبل ضخ المياه المرشحة للمدينة يسمي جهاز الكلور المتبقي ويقوم بتسجيل كمية الكلور الفعلية في الماء ويعتبر مرجعا أخر من أجل التحكم في جرعة الكلور النهائي.

جرعات الكلور الضارة والمميتة:

إذا كانت جرعة الكلور التي يتعرض البراد أو الإنسان لها في حدود ما يمكن ان يتحمله الإنسان لمدة قصيرة كان ذلك غير ضار، أما إذا كان التعرض لجرعات عالية حتي ولو لفترة قصيرة فهناك ضررًا أكيدًا

الجدول التالي يوضح ذلك:

م	الحالة	التركيز في الهواء(ملغم/لتر)
١	المقبول والمسموح بة في الهواء للتنفس لمدة ٨ساعات عمل	١
٢	حس الرائحة بوضوح	٥.٣
٣	اختناق في البلعوم	١٥
٤	كحة مستمرة	٣٠
٥	أقصى تركيز مسموح لفترة قصيرة	٤٠
٦	التركيز الخطر عند التعرض لفترة قصيرة	٦٠-٤٠
٧	موت سريع	١٠٠٠

. أسئلــة:

١- العكورة العالية تؤثر على فعالية الكلور.

□ صح □ خطأ

٢- يكون الكلور المعقم الأكثر استعمالا وشيوعا وذلك :

أ- لسهولة الحصول عليه.

ب- لرخصه.

ج- لسهولة نقله.

د- لأنه يترك بقايا يمكن قياس كميتها.

ه- لأنه لا يولد أية مواد غير مرغوب فيها.

٣ - ماهي درجة الحامضية الأنسب التي يستطيع عندها الكلور قتل البكتيريا؟

أ- ٧,٥

ب- ٨,٥

ج- ٩,٥

د- ١٠,٥

٤- ماهي العملية التي يضاف فيها الكلور إلى الماء إلى أن يصل إلى الدرجة المطلوبة؟

أ- فترة التلامس.

ب-التميع.

ج- عملية الهيبوكلورة.

د- عملية الكلورة النهائية.

٥- الحاجة إلى الكلور تصل إلى حد الإشباع عندما:

أ- يتوقف تفاعل الكلور مع المواد العضوية والغير عضوية.

ب- حين يصل معدل بقايا الكلور إلى ٢,٥ ملغ /لتر.

ج- تواجد رائحة الكلور.

د- يصل الكلور إلى أعلى حنفية في المنظومة.

محطة الدفع

إن الوظيفة الرئيسية لمحطة الدفع هي استلام الماء الصافي(المرشح) بعد مروره بأحواض الترسيب و الفلاتر الرملية ،حيث يتم تجميع الماء في الخزان الأرضي وبعد إضافة مادة الكلور و إجراء الفحوصات ألمختبريه علية والتأكد من صلاحيته، يتم ضخ الماء الصالح للاستعمال لمحطة التقوية (booster &distribution plant) عن طريق مضخات الدفع(Centrifugal pumps) . لغرض توضيح مكونات وعمل محطة الدفع تم اخذ محطة الدفع في مشروع ماء النجف الموحد كمثال لغرض التوضيح .

صورة (١)

مكونات محطة الدفع:

تتألف محطة الدفع من جزأين أساسين هما:

١- الخزان الأرضي portable water tank:

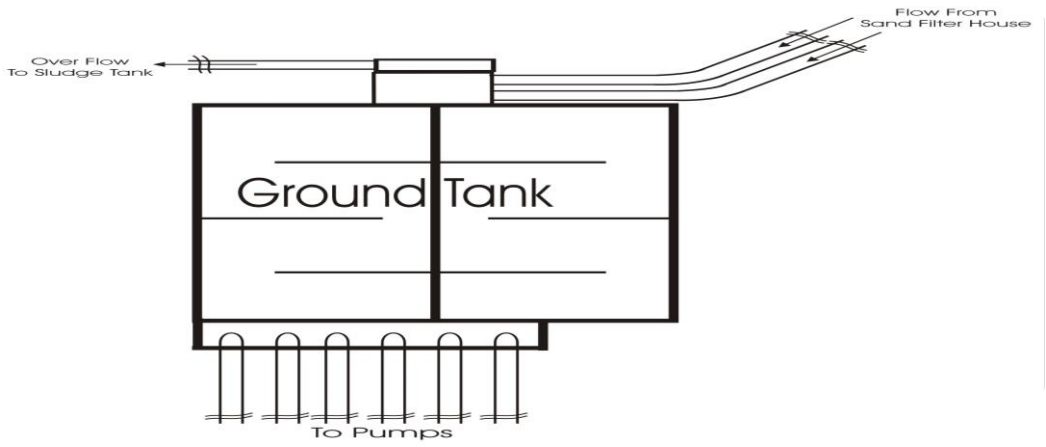
هو الخزان الذي يتم فيه جمع الماء المعالج(Treatment water) والصالح للاستعمال، ويكون بمستوى منخفض من الأرض وسعته (١٠٨٠٠) م^{٣} تقريباً وبأبعاد (٦٠ × ٦٠ × ٣)م تقريبا (صورة (١))،حيث يستلم الماء عن طريق أنبوبين من محطة الفلاتر قطر الواحد منهما (١٦٠٠) ملم ويصبان في

حوض صغير في بداية الخزان(صورة (٢)) وفي هذه الأثناء يتم إضافة الكلور له عن طريق أنبوب من محطة الكلور محطة يتصل بالخزان الأرضي(صورة (٣))

ويمثل السيطرة على عملية دخول وخروج الماء من ابتي الدخول والخروج وعددها أربعة، (٢) للدخول (Inlet Penstock) و (٢) للخروج (Outlet Penstock) كما مبينة في الصورة (٤، ٥)

وفي (Over Flow) يتم تصريف ملم يصل إلى حوض الأطيان، علماً أن أعلى ارتفاع يصله مستوى الماء داخل الخزان (٣)م. وكذلك وجود فتحات على سطح الخزان الأرضي لتسريب الغازات الموجودة بداخلها.

حيث يتم جريان الماء داخل الخزان وعبر فتحات متعاكسة لتقليل اضطراب جريان الماء ولإتاحة اكبر فترة زمنية لغاز الكلور الذوبان في الماء وكما مبين في الرسم أدناه:



٢- محطة الدفع Main Lift Pump Station :

وتتألف من عدة مكونات وسيتم شرح وظائفها بالتفصيل:

١. مضخات الدفع الرئيسية Centrifugal Pumps .
٢. مضخات الخدمة Service Pumps.
٣. مضخات الحريق Fire Water Pumps.
٤. مضخات الشب والكلور Alum & Chlorine Water Pumps.
٥. الغطاسات Submersible Pumps.
٦. الكرين Over Head Crane.
٧. منظومة السيطرة الكهربائية والمحولات Electrical Control System & Transformers

مضخات الدفع الرئيسية Centrifugal Pumps:

وعددها (٦) مضخات (٤) عاملة و (٢) مساعدة صورة (٦) حيث تعمل المضخات بصورة متناوبة و تم ربطها بالتوازي لإعطاء كمية جريان عالي وبضغط مناسب، تدفع كل ثلاث مضخات الى أنبوب قطره (٩٠٠)ملم حيث تعمل على دفع الماء المعالج إلى عدد من الخزانات الخاصة بخزن المياه ومن ثم يوزع على المدينة عن طريق شبكة تجهيز الماء، وبسبب كون هذه الخزانات بحالة غير جيدة

وبظروف رديئة تم إخراجها من العمل وأصبح الضخ مباشر إلى شبكة تجهيز المياه وعن طريق محطة التقوية وهذا يؤدي بدوره إلى تحديد سعة الضخ وبالإضافة إلى العديد من المشاكل في أنابيب الشبكة .

صورة (٦)

وللمضخة أجزاء ملحقة وهي:

A. صمام الدخول Inlet valve : ويعمل على سيطرة دخول الماء للمضخة ويعمل بصورة يدوية (Manually) ويرتبط بأنبوب السحب (Suction pipe)، صورة (٧).

صورة (٧)

B. الصمام اللارجوعي Check Valve:

ويعتبر جزء مهم من ملحقات المضخة لأنه يحمي بشارة المضخة (Impeller) من ضغط الماء الراجع، صورة (٨).

صورة (٨)

C. صمام الخروج Outlet Valve:

ووظيفته الأساسية حماية الصمام ألرجوعي وبالتالي المضخة والذي يعمل بصورة يدوية (Manually) وكهربائيـــة (Motorize) ، ويتصل بأنبوب الدفع، صورة (٩).

صورة (٩)

مضخات الخدمة Service Pumps:

وعددها اثنان من النوع العمودي (Vertical Pumps)، وظيفتها تغذية شبكة الأنابيب الداخلية في المشروع. وتعمل بصورة يدوية وأوتوماتيكية (manually & automatic)، صورة (١٠).

صورة (١٠)

مضخات الحريق Fire Water Pumps:

وعددها اثنان من النوع الأفقي (Horizontal Pump)) وتعمل أيضا بصورة يدوية واتوماتيكية وظيفتها تغذية شبكة خاصة مصممة للحرائق داخل المشروع فقط وعن طريق فتحات خاصة بجانب كل محطة .

صورة (١١)

مضخات الشب الكلور Alum & Chlorine Water Pumps:

وعددها أربعة ومن النوع العمودي (Vertical Pumps) ومقسمة كل مضختين لأنبوب دفع لتغذية منظومة الكلور بالماء(الذي يتم حقن مادة الكلور فيه) و ملئ أحواض الشب الثلاث في محطة الكيمياويات .

صورة (١٢)

منظومة السيطرة الكهربائية والمحولات .Electrical Control System & Transformers:

وتتألف من:-

أ. البوردات الكهربائية (MCC & Switch gear) والتي تتحكم في تشغيل وإطفاء جميع المضخات،

صورة (١٣)

ب. المحولات (Transformers) وعددها ثلاث:

- محولة 11//3.3 KVA الخاصة بثلاث مضخات (Centrifugal pump)
- محولة 11//3.3 KVA الخاصة بثلاث مضخات (Centrifugal pump)
- محولة 11//0.4 KVA الخاصة ببقية المضخات والكرين والإنارة.

صورة (١٤)

صورة (١٥)

الإجراءات الواجب إتباعها من قبل مشغلي محطة الدفع:-

١- مراقبة مسطرة قياس مستوى الماء في الخزان الأرضي.

٢- عند امتلاء الخزان بالماء أعلى من المستوى المقرر واستمرار عمل المضخات بدون أن يقلل من مستوى الماء في الخزان يؤدي إلى هدر كميات كبيره من المياه حيث تذهب إلى حوض الأطيان لذا يجب على مسؤول المحطة الاتصال بمسؤول محطة السحب لغرض تقليل عدد المضخات التي تعمل.

٣- في حالة اتصال مسؤول محطة التقوية بمحطة الدفع يطلب منه تقليل عدد المضخات التي تعمل على المشغل أن يقلل من عدد المضخات التي تعمل وإعطاء راحة للمضخات حسب ساعات العمل

٤- مراقبة المضخات التي تعمل من أي تغير في الصوت وارتفاع الحرارة للمضخة والمحرك، حيث يقوم بإيقاف المضخة عن العمل وإعلام مسؤول الصيانة.

٥- قبل تشغيل المضخة يجب تفريغها من الهواء عن طريق شبكة أنابيب الخدمة لكل مضخة.

الصيانـة

١- الصيانة اليومية (Daily):

وتتضمن فحص وتنظيف الأجزاء التي تتكون منها المضخات والغطاسات ومراقبة عمل جميع مكونات المحطة في حالة وجود صوت غير طبيعي أو حرارة مرتفعه يتم إيقاف عمل المعدة فورا.

٢- الصيانة الأسبوعية (Weekly):

وتتضمن فحص ومعاينة أنابيب السحب مع فحص وتنظيف كيجات الضغط الخاصة بالمضخات مع فحص وتنظيف الغطاسات (Sub. Pumps).

٣- الصيانة الأسبوعين (Bi-Weekly):

وتتضمن فحص البكنات الموجودة في المضخات واحتياجها لإضافة بكن إضافي أو عدم احتياجها لذلك.

٤- الصيانة الشهرية (Monthly):

وتتضمن اخذ درجات الحرارة بواسطة جهاز قياس الحرارة (Heat Tester) للبيرنكات أو المحامل الخاصة بالمضخات و المحركات الكهربائية مع ملاحظة إن كانت تحتاج إلى تشحيم مع فحص الغطاسات

٥- الصيانة (3-Months):

وتتضمن فحص وتنظيف الصمامات (صمامات الدخول وصمامات الخروج والصمامات اللارجوعيه) الخاصة بالمضخات مع فحص تشحيم المحامل.

٦- الصيانة (6-Months):

فحص ومعاينة (Shaft Sleeve) الواقع تحت البكن من الاحتكاك والموجود في المضخات (Centrifugal Pumps) مع فحص وتنظيف أنابيب السحب مع المصافي.

٧- الصيانة السنوية (1-Year):

القيام بفحص وتنظيف وصيانة كافة الصمامات وأنابيب السحب والمضخات وجميع مكونات المحطة وتبديل جميع الأجزاء المتضررة أو المستهلكة .

معالجة الأطيان

إن معظم طرق المعالجة ويضمنها طرق معالجة المياه وطرق معالجة مياه الفضلات تولدان أوحالا ومخلفات سواء نتيجة عملية فصل المواد الصلبة عن السوائل أو كنتيجة للتفاعلات الكيماوية والبيولوجية.
إن معالجة المواد الصلبة والتخلص منها تمثل من 30 % إلى 50 % من الكلفة الكلية لعمليات المعالجة.
وعمليات المعالجة وذات التكاليف المعقولة تتطلب معالجة جيدة للأوحال والمخلفات الصلبة جنبا إلى جنب مع عمليات معالجة الماء. وتعتمد طريقة المعالجة المتبعة على الكمية المراد معالجتها, والمؤثرات المناخية، والأرض المحيطة وطبيعة التربة، وعلى التقدم التقني .
إن الهدف من وراء عمليات المعالجة والتخلص من المخلفات الصلبة هو لتقليل الماء والمواد العضوية من الأوحال .وهذه الطرق تتضمن ما يلي:

- التثخين.
- الامتصاص.
- التكييف.
- عزل الماء والتجفيف.
- الحرق.

إن الامتصاص والحرق يستعملان بصورة رئيسية لإزالة المواد العضوية من الأوحال عندما تستعمل طرق التثخين والتكييف وعزل الماء للتخلص من الماء في المخلفات والأوحال.

صورة (١) أنابيب السحب لمضخات الأطيان

صورة (٢) تنظيف الحوض من الأطيان

ع تصفية المياه؟:

وتعريفها هو "إنها المخلفات والرواسب المتراكمة والتي قد أزيلت من أحواض الترسيب وأحواض التلبيد في مشاريع معالجة المياه .وهذه المواد الصلبة المتراكمة هي نتيجة للتخثر والتلبد والترسب الكيمياوي للماء الخام.
وهناك نوعين من الأوحال في مشاريع المعالجة:

- أوحال التخثير.
- أوحال التخفيف.

صورة (٣) حوض الأطيان

١ ـ أوحال التخثير:

وهذه الأوحال لها شكل جيلاتيني وتنتج من عمليات التلبيد والترسيب ومن الغسيل العكسي للفلاتر. وجرافة حوض الترسيب تحرك الأوحال المتراكمة من حوض الترسيب إلى مضخات الأوحال .وتحتوي الأوحال على نسبة تركيز عالية من الالومنيوم أو أملاح الحديدوز مع خليط من المواد العضوية واللاعضوية ورواسب الهيدروكسيد. وإن عزل الماء عن أوحال التخثير هو مهمة صعبة ولكنها عادة تفرغ في مصب مائي مثل نهر أو بحيرة.

يتم عادة في محطات معالجة المياه التخلص من الأطيان المترسبة في حوض الترسيب والمخلفات الناتجة من عملية الغسل العكسي في محطة الفلاتر خلال عملية الترشيح وكميات المياه الزائدة عن الحاجة(Over Flow) في الخزان الرئيسي عن طريق ضخها إلى النهر ثانية بواسطة مضخات الأطيان(إذا كان منسوب المحطة أوطأ من منسوب النهر) أو بواسطة الوزن (إذا كان منسوب المحطة أعلى من النهر) شرط أن يكون موقع إلقائها في النهر بعد محطة السحب بمسافة كافية ومع اتجاه جريان النهر لعدم رجوعها للمحطة.

صورة (٤) مضخة الأطيان

صورة (٥) مضخات الأطيان

وهذه الأوحال تتكون نتيجة عملية تخفيف الماء (وهي العملية المستعملة لإزالة المعادن وبخاصة الكالسيوم والمغنيسيوم واللتين تسببان صلابة الماء) .وهذه الأوحال تحتوي بصورة رئيسية على كاربونات الكالسيوم ورواسب هيدروكسيد المغنيسيوم مع بعض المواد العضوية والغير عضوية .وهذا النوع من الأوحال والمخلفات ينعزل عن الماء بسهولة ولهذا فالتخلص النهائي منها يكون عملياً وعاديا

٣.عمليات معالجة الأوحال في مشاريع معالجة الفضلات هي:

٣-١ تفريغها في منظومة المجاري.
٣-٢ التكييف.
٣-٣ عزل الماء عنها.
٣-٤ استرداد المخثر.
٣-٥ الطرح النهائي.

٣-١ تفريغها في منظومة المجاري:

وهذا الأسلوب يستعمل بصورة رئيسية لأوحال التخثير والتي يمكن معالجتها في مشاريع تصفية المياه ذات الطاقة الإضافية .إما أوحال التخفيف فلا يمكن التخلص منها بهذا الأسلوب ذلك بسبب كثافتها العالية مما قد يؤدي إلى سد الشبكة أو القنوات أو الأنابيب..... الخ.

٣-٢ التكييف:

للحصول على نتائج أفضل في عملية عزل الماء ,فان أوحال التخثير يمكن تكييفها عبر التسخين في مراجل أو تجميدها ومن ثم إذابتها مما يؤدي إلى تحرر الماء المحصور بسبب الحرارة العالية والضغط . إن استعمال أسلوب التسخين وأسلوب التجميد والذوبان سيؤدي إلى ارتفاع نسبة تركيز المواد الصلبة إلى٢٠ %.

٣-٣ عزل الماء:

إن نتائج عملية عزل الماء تختلف حسب نوعية الأوحال وذلك لان أوحال التخثير هي أصعب في عزل الماء عنها عن مثيلتها وهي أوحال التخفيف والجدول أدناه يوضح لنا مديات تركيز المواد الصلبة لطرق عزل الماء المختلفة:

جدول (١)

نوعية الاوحال	المرشحات الخوانية الدوارة	الطرد المركزي	المرشحات الكابسة	البحيرات
التخثير	% 32 -29	لا ينطبق هنا	% 50 -40	%10 -1
التخفيف	% 65	% 60 -55	% 65 – 60	% 50

استرداد المخثر(الشب):

وعملية استرداد الشب ليست شائعة الاستعمال ولكنها تتم بواسطة التحميض باستعمال حامض الكبريتيك .وهي في الواقع لا تستحق المجهود والعمل.

٣-٤ الطرح النهائي:

يتطلب الطرح النهائي ثلاثة تقنيات:

- الطرح ثانية إلى مصادر الماء.
- الطمر.
- النشر على سطح الأرض.

الطمر:

يمكن أن يكون الطمر على ارض تابعة للممتلكات العامة من قبل البلدية أو على ارض خاصة . وأعمال الطمر هذه عادة تقتضي أن يكون تركيز المواد الصلبة(الأوحال) من ١٥ إلى ٣٠ %.ويتوجب تحديد الحد الأدنى من نسبة التركيز هذه بالقوانين الصحية المحلية والخاصة بالمطامر. وبالنسبة لمخلفات وأوحال الشب فان الطمر الجيد لها يتطلب نسبة تركيز ليست اقل من ٢٥% .وإذا كانت النسبة اقل من ذلك فان طريقة النشر على سطح الأرض يكون أكثر ملائمة في هذه الحالة.

- النشر على سطح الأرض:

إن النشر أو المد على سطح الأرض هو الأفضل إذا كانت نسبة تركيز فضلات الشب اقل من ٢٥% وتنشر الفضلات على الأراضي الزراعية أو على الأراضي المتروكة من اجل استصلاحها أو على ارض غابة أو على أراضي مخصصة لهذا الغرض.

- **الأراضي الزراعية:**

وتتم عملية مد الأوحال والمخلفات على الأراضي الزراعية أما بالفرش على السطح أو بواسطة الحقن في الطبقة التحتية .وطرق المد السطحية تتطلب جرارات حقلية أو عربات ذات معدات خاصة أو بواسطة عربة مد أو اكساء مخصصة لهذا الغرض

- **الأراضي المتروكة:**

تنشر الفضلات على الأراضي المتروكة من اجل استصلاحها بنجاح .وهذه العملية تتم لمرة واحدة فقط وعليه يتوجب تهيئة مستمرة للأراضي المماثلة لأجل عمليات النشر والاكساء في المستقبل.

- **أرض الغابات:**

إن أسلوب النشر على ارض الغابة قد أثبتت نجاحها .وان ذلك كله يعتمد على مواصفات الفضلات,وعمر الشجرة, ونوعها,ونوعية التربة.... الخ.

التعقيم بالأوزون

الأوزون عبارة عن اوكسيجين مكون من ثلاث ذرات (O_3) . يتشكل الأوزون في الطبقة العلوية من الغلاف الجوي ويمتص الأشعة الفوق البنفسجية في الطبقة العلوية من الغلاف الجوي وهذا ما يحمينا ويحمي الكرة الأرضية –بفضل الله تعالى – من الإشعاعات الشمسية المؤذية .
ينتج الأوزون عمليا بواسطة الأشعة فوق البنفسجية UV أو بواسطة تمرير الهواء على حقل كهربائي عالي التوتر (High Voltage Discharge) .
الأوزون مادة مؤكسدة قوية حيث يتفكك الأوزون وتتحرر منة ذرة من الأوكسجين الوليد (O) وهو ذو قدرة أكسدة عالية جدا ،ولذلك يعتبر الأوزون من أكثر مواد التعقيم فعالية فهو يقضي على جميع الجراثيم والفيروسات وغيرها .
للأوزون تأثير في عملية التطهير لأنه مؤكسد قوى ، واستخدامه غير مصحوب بطعم أو رائحة ، ويضاف بتركيز ٢-٣ جزء في المليون يبقى منه تركيز ٠,١٠ جزء في المليون بعد عشرة دقائق من إضافته ... ويختفى ما يتبقى بعد فترة قصيرة ، وهذا هو العيب الرئيسي في استخدام الأوزون ورغم أنه أشد تأثيراً من الكلور.
ويمكن استخدام الأوزون والكلور معاً لجمع مميزات المادتين فالأوزون له تأثير سريع وفعال في عملية التطهير ، والكلور يمكن أن يبقى في المياه فترة طويلة لضمان التحكم في تلوث المياه في مسارها أثناء التوزيع.

مزايا التعقيم بالأوزون :-

١-لاتوجد آثار جانبية للتعقيم بالأوزون مثل الآثار المرافقة لاستخدام كيمياويات التعقيم مثل الكلور .
٢-التعقيم بالأوزون أفضل طرق التعقيم وأكثرها فعالية ويقضي تقريبا على جميع الجراثيم و الفيروسات والطفيليات وغيرها من المواد المسببة للإمراض .
٣-يبقى الأوزون فعالا في الماء لفترات طويلة وبالتالي يحافظ على الماء معقما لفترات طويلة في الخزانات و التمديدات وفي زجاجات مياه الشرب .

مساوئ التعقيم بالأوزون :-

١- التعقيم بالأوزون قليل الانتشار بسبب الثمن المرتفع لتجهيزات توليد الأوزون و ملحقاته .
٢- الأوزون يتفكك بسرعة كبيرة ولا يمكن الاحتفاظ به أكثر من ساعة لذلك لا يمكن تخزين الأوزون ،ولكن يتم توليده في الموقع ويستخدم فور تحضيره .

استخدامات الأوزون في معالجة المياه :-

١- يستخدم في مياه الشرب في محطات التصفية .
٢- تعقيم مياه العبوات القابله للبيع (المتداولة في الأسواق) .
٣- تعقيم المياه المستخدمة في الصناعتت الغذائية .
٤- تعقيم مياه الصناعات الصيدلانية و الطبية و الالكترونية وغيرها .
٥- تعقيم وأكسدة مياه الصرف الصحي والصناعي .
٦- تعقيم مياه أحواض السباحة (المسابح) وتجنب الآثار الجانبية المضرة للتعقيم بالكلور .
٧- أكسدة بعض المواد العضوية في الماء والتخفيف من اللون و الطعم والرائحة في الماء .
٨- تعقيم المياه المستخدمة في الصناعة مثل مياه أبراج التبريد ومياه الغسيل .

الأملاح الذائبة في الماء

وهذه تشمل إزالة الملاح المسببة للعسرة(إزالة مركبات الحديد والمنغنيز وإزالة الملاح المسببة للطعم).
يسمى الماء عسرا، إذا احتوى على نسبه عاليه من أملاح الكالسيوم أو الألمنيوم أو المغنيسيوم،إلا إن أهم هذه الأملاح هي:-
١-كربونات الكالسيوم،وتذوب حتى(١٥)جزء بالمليون.
٢-بيكاربونات الكالسيوم،وتذوب حتى(٣٨٥)جزء بالمليون.
٣-كربونات المغنيسيوم،وهذه تذوب حتى(٧٢٠) جزء بالمليون
٤-بيكاربونات المغنيسيوم،وهذه تذوب حتى(١٩٥٠) جزء بالمليون
٥-كبريتات الكالسيوم،وهذه تذوب حتى(٢٠٠٠) جزء بالمليون
كبريتات المغنيسيوم،وهذه تذوب حتى(٣٤٥٠٠٠) جزء بالمليون.

ويمكن تقسيم الماء بالنسبة إلى عسرته حسب الدرجات التالية:-
١-ماء يسر:-وهو الماء الذي يحتوي على الأملاح المذكورة بحد أقصى،اقل من(٥٠)جزء بالمليون.
٢-ماء متوسط ألعسره:- وهو الماء الذي يحتوي على الأملاح المذكورة بين(١٥٠-٥٠)جزء بالمليون.
٣-ماء عسر:- وهو الماء الذي يحتوي على الأملاح المذكورة بين(٣٠٠-١٥٠)جزء بالمليون.
٤-ماء شديد العسرة:- وهو الماء الذي يحتوي على الأملاح المذكورة بتركيز أكثر من (٣٠٠)جزء بالمليون.

أقسام العسرة:-
١-العسرة الناتجة عن أملاح الكربونات و البيكاربونات :-
كانت خطا تسمى بالعسرة المؤقتة نظرا لإمكان إزالتها بالتسخين الذي يسبب تصاعد غاز ثاني اوكسيد الكربون من البيكاربونات الذائبة مخلفا وراءه الكربونات التي تذوب في الماء
بيكاربونات الكالسيوم ←كربونات الكالسيوم +الماء +ثاني وكسيد الكربون
$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow Caco_3 + H_2o + Co_2$ (بالتسخين)
٢-العسرة الناتجة عن أملاح الكبريتات :-
كانت تسمى خطا بالعسرة الدائمة لعدم إمكان إزالتها بالتسخين وتشمل كبريتات الكالسيوم ($CaSo_4$) و كبريتات المغنسيوم ($MgSo_4$) .

مضار وعيوب العسرة :-
١-ازدياد استهلاك الصابون وذلك لان الماء العسر لا يحدث رغوة سريعة مع الصابون بسبب تفاعل الأملاح المسببة للعسرة مع المركبات الدهنية الموجودة في الصابون .
٢-يسبب غسيل الملابس بالماء العسر نقصا في متانة الأقمشة مما ينقص من مدة بقائها صالحة للاستعمال .
٣-يفقد الماء قدرته على التنظيف آذ تسد أملاح الكالسيوم كل مسام الأقمشة و الجلد .
٤-يتعارض عسر الماء مع عملية الصباغة للأقمشة فتبدو الألوان غير متجانسة ومتفاوتة التركيز .٥-يتعارض عسر الماء مع طهي وتعليب الأطعمة آذ يكسب الطعام لونا وطعما غير مستساغ ويزيد الزمن اللازم للطهي .
5-يسبب عسر الماء متاعب في الكثير من الصناعات مثل صناعة الورق والحرير الصناعي والمنسوجات .
6-عند استعمال الماء العسر في الغلايات تترسب الأملاح على جوانب الغلاية مكونة قشرة عازلة بين مصدر الحرارة والماء في الغلاية ما يسبب نقصا في كفاءتها وزيادة الوقود المستهلك .
7-إذا حدث تشقق في قشرة الأملاح هذه فأن الماء يصل إلى جدران الغلاية خلال هذه الشقوق فجأة مما يسبب تبخر مفاجأ للماء الأمر الذي قد ينتج عنة انفجار الغلاية .
8-يؤدي استعمال الماء العسر للشرب إلى الإصابة بالاضطرابات المعوية كالإسهال وغيرة وكذلك التهابات الجلد .

طرق أزاله العسرة:-

هناك عدة طرق لإزالة عسرة الماء أهمها :-

١-استعمال كربونات الصوديوم و الجير .

٢-استعمال الزيولايت .

٣-استعمال الزيولايت و الجير .

استعمال كربونات الصوديوم مع الجير :-

في هذه الطريقة يضاف كل من الجير وكربونات الصوديوم الى الماء فتتفاعل مع الأملاح الذائبة المسببة للعسرة وينتج عن هذا التفاعل كربونات الكالسيوم الغير القابلة للذوبان كما في المعادلات التالية :-

ا-بيكاربونات الكالسيوم + جير ←كربونات الكالسيوم + ماء

$Ca(HCO3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2\ CaCo_3 + 2H_2o$

ب-بيكاربونات المغنسيوم + جير ← هيدروكسيد المغنسيوم +كربونات الكالسيوم + ماء

$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow Mg(OH)_2 + 2CaCo_3 + 2H_2O$

ج-كبريتات الكالسيوم + كربونات الصوديوم ←كربونات الكالسيوم+كبريتات الصوديوم .

$Na_2So_4 + CaCo_3 \rightarrow Na_2Co_3 + CaSO_4$

د-كبريتات المغنسيوم +جير +كربونات الصوديوم← هيدروكسيد المغنسيوم + كربونات الكالسيوم +كبريتات الصوديوم .

$Na_2So_4 + CaCo_3 + Mg(OH)_2 \rightarrow Na_2Co_3 + Ca(0H)_2 + MgSo_4$