برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب فني تشغيل مياه ثالثة

البرنامج التدريبي

تكنولوجيا تشغيل وحدات إنتاج وتنقية وتوزيع مياه الشرب

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

الفـهـرس

تكنولوجيا تشغيل وحدات إنتاج وتنقية وتوزيع مياه الشرب ٢
القوي الطبيعية بين الجسيمات Natural forces between particles ٣
الحاجة إلى الترويب والتنديف ٣
الترويب الاليكتروستاتيكي ٤
الترويب الامتزازي (adsorptive coagulation) ٤
الترويب الترسيبي Precipitation coagulation ٥
مواد الترويب ٥
مساعدات المروبات Coagulans Aids ٥
عملية الترويبcoagulation ٥
التنديف Flocculation ٦
أنواع طرق التنديف ٦
أساليب بالتنديف ٨
أولا للتنديف الميكانيكي ٨
النوع الاول المندف الميكانيكي ذو العمود الراسي ٨
المندف الميكانيكي ذو العمود الافقي ٨
التنديف الهيدروليكي ٩
العوامل المؤثرة على التنديف ٩
تحديد جرعة الشبه الصحيحة ٩
جهاز تحديد الجرعات (Jar Test) ٩
الترسيب ١٠
أنواع المروقات الشائعة في مصر ١١
المروق التشيكي (الدائري) ١١
الترويق باستخدام بطانية الروبة ١٤
فكرة العمل: ١٤
(المروق النابض) pulsator ١٥
نظرية عمل المروق النابض ١٥
مروقات الترايدنت: ١٦
مروقات التحميل المرتفع ١٧
مقدمة ١٧
مميزات مروقات تلامس الاجسام الصلبة ١٨
الترشيح ١٨
أنواع المرشحات ١٩
ويتكون المرشح من المكونات الرئيسية التالية: ٢١
شبكة الصرف السفلية ٢٣
ويوجد عدة أنظمة لشبكات الصرف السفلية بالمرشحات: ٢٣
البلاطات ذات الفواني: ٢٥
مرشح الضغط ٢٥

تكنولوجيا تشغيل وحدات إنتاج وتنقية وتوزيع مياه الشرب

عمليتي الترويب والتنديف

طبيعة الشوائب

تتكون الشوائب الموجودة في المياه نتيجة التآكل الأرضي الناتج من احتكاك المياه مع قطاع المجري المائي، وتتكون الشوائب من دقائق صغيرة كما تلتقط المياه مع الاحتكاك أيضا كميات من الأملاح وبقايا النبات المتحللة كما توجد شوائب أخرى إضافية ناتجة من التلوث الهوائي ومخلفات المصانع وفضلات الحيوانات، ولذلك فالمياه السطحية تتلوث بتأثير الطبيعية والإنسان وتحتوى المياه على مواد عالقة ومواد ذائبة عضوية من أصل نباتي أو حيواني وكذلك على المواد غير العضوية وكافة الأشكال البيولوجية كالبكتريا والنباتات المائية والهائمات (plankton) وتسمى هذه المواد "المواد العالقة الصلبة" وتكون قدراً كبيراً من مكونات الشوائب، أما الأجزاء الكبيرة الحجم مثل الرمل والطمي الثقيل "Heavy Silt" فيمكن إزالتها من المياه بتركها للترسيب بواسطة الجاذبية الأرضية وتسمى هذه المواد بالصلبة القابلة للترسيب (Settelable Solids). ولكل منها حجمها وتأثيرها المختلف على المياه.

يمكن تقسيم الشوائب بالمياه أيضا تبعا للحجم فنجد أن:

١. مواد عالقة (suspended solids) وهي ذات أقطار > $١٠^{-٦}$
٢. $١٠^{-٦}$ م > مواد غروية (colloidal solids) > $١٠^{-٩}$ م
٣. مواد ذائبة (dissolved solids) < $١٠^{-٩}$ م

وهو مما يجعل أيضا لكل منها سرعة ترسيب مختلفة.

القطر	نوع الجزئ	سرعة الترسيب خلال ٣٠ سم
$١ * ١٠^{-٢}$	زلط	٠,٣ ث
$١ * ١٠^{-٣}$	رمل خشن	٣ ث
$١ * ١٠^{-٤}$	رمل ناعم	٣٨ ث
$١ * ١٠^{-٥}$	طمي	٣٣ د
$١ * ١٠^{-٦}$	بكتريا	٣٥ س
$١ * ١٠^{-٧}$	طين	٢٣٠ يوم
$١ * ١٠^{-٨}$	مواد غروية	٦٣ سنة

الجدول السابق يوضح سرعة ترسيب مختلف المواد لأقطار مختلفة

وللتعبير عن كمية المركبات الموجودة بالمياه يوجد العديد من العوامل المستخدمة مثل تركيز المواد العالقة، العكارة واللون

ويحدث ترسيب للمواد الصلبة طبيعيا عند تخزين المياه فترة كافية من الزمن في خزان أو في الأنهار والبحيرات ذات السرعة البطيئة، لكن الأجزاء الصغيرة جداً مثل المواد الغروية والطمي الدقيق والبكتريا التي لا تترسب بسهولة وتحتاج

إلى معالجة لتجعل جزيئاته أكبر وذات قابلية للترسيب وتسمى هذه المواد بالمواد غير قابلة للترسيب أو المواد الغروية المواد الغروية هي سبب وجود العكارة وهي ذات اقطار صغيرة وتحمل شحنة سالبة وتتنافر فيما بينها، في المناطق الاستوائية يمكن ان يزداد تركيز المواد العالقة ويصبح النهر عبارة عن سريان للروبة.

تسبب المواد الذائبة في وجود اللون للمياه الخام وإزالة هذه المواد يعتمد اعتمادا كبيرا علي الأس الهيدروجيني للمياه

القوي الطبيعية بين الجسيمات Natural forces between particles

تحمل عادة الجسيمات الموجودة في المياه شحنة كهربائية سالبة وتماما كما يتنافر قطبا المغناطيس المتماثلان فهناك قوة تنافر بين أي جسمين متماثلين في الشحنة وفي معالجة المياه فان قوة التنافر الكهربائية هذه تسمي (جهد زيتا – Zeta Potential) وهي قادرة علي إبقاء الجسيمات الغروية الصغيرة جدا متباعدة بعضها عن بعض ومعلقة في المياه

وتوجد (قوة فان درفال Van Der Waals Force) وهي تعمل علي جذب أي جسمين معا وقوة الجذب هذه تعمل في اتجاه مضاد لجهد زيتا وطالما كان جهد زيتا أقوي من قوة فان درفال فان الجسيمات الدقيقة تظل معلقة ومستقرة Stabilized

اذن فعملية التجليط (الترويب) هي إضافة الكيماويات (المجلطات Coagulant) بغرض تعادل أو تقليل جهد زيتا للمواد الصلبة الغير قابلة للترسيب وبالتالي تصبح غير مستقرة Destabilized ويمكن لقوة فان درفال أن تبدا في جذب الجسيمات معا وعندئذ تتمكن الجسيمات الغير قابلة للترسيب من التجميع في مجموعات صغيرة من الندف الدقيقة

يصحب عملية إضافة الكيماويات تقليب سريع Flash Mixing الغرض منه سرعة خلط وتساوي توزيع المروب Coagulant للمياه

ومن أهم الكيماويات التي تستخدم في عملية الترويب هي الشبة والاسم الكيميائي لها هو (سلفات الألمونيوم).

الحاجة إلى الترويب والتنديف

الغرض من هاتين العمليتين هو إزالة المواد الشائبة وخاصة غير القابلة للترسيب الطبيعي وإزالة العكارة من المياه المراد معالجتها.

وتعمل المواد الكيماوية (المروبات) على إزالة المواد الغير قابلة للترسيب بعملية الترويب (Coagulation) وذلك بأن تجعل هذه الجزيئات تتجمع مع بعضها البعض (Clump together) لتكون الندف الصغيرة ثم تتجمع الندف الصغيرة مع بعضها البعض لتكوين ندف كبيرة وثقيلة قادرة على الترسيب، وباختصار فإن عملية الترويب هي عملية إضافة مروب لمياه الخام لعمل (destabilization) للجزيئات ذات الشحنات السالبة.

فتخلط المواد الكيماوية بالماء العكر الذي يحتوي على جسيمات دقيقة لا ترسب ولا تترشح بسهولة وتعمل على جعل الجسيمات الدقيقة الشديدة الصغر تتجمع وتتكتل معا في صورة أجسام أكبر (ندف)

الترويب من الناحية الكيميائية

عند اضافة الشبة للمياه يتفاعل مع قلوية المياه وينتج هيدروكسيد الالمنيوم ويقوم ايون الالمنيوم الموجب بعمل جذب للشوائب ذات الشحنات السالبة لتجميعها.

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

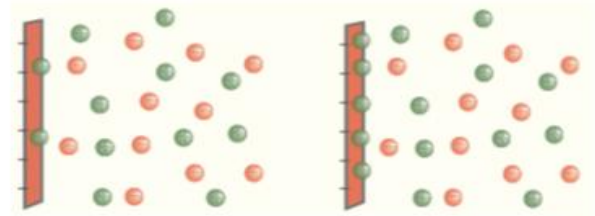
الية الترويب

للحديث عن آلية الترويب يمكن القول ان الترويب يحدث بثلاثة آليات مختلفة

- الترويب الاليكتروستاتيكي electrostatic coagulation
- الترويب الامتزازي (adsorptive coagulation)
- الترويب الترسيبي Precipitation coagulation

الترويب الاليكتروستاتيكي

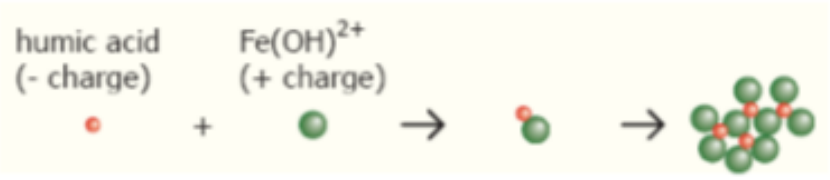
وفي الترويب الاليكتروستاتيكي تقترب الايونات الموجبة ومن الطبقة المحيطة بالمواد الغروية ذات الشحنة السالبة كما بالشكل والجانب الأيسر قبل حقن المروب والجانب الأيمن بعد حقن المروب وهذا النوع من الترويب يحدث بعد حقن 0.025 mol/m3 من الايونات المنتقلة وهذا لا يوجد في المياه السطحية ولذا لا يلعب هذا النوع من الترويب دورا هاما في معالجة المياه السطحية



ميكانيزم الترويب الالكتروستاتيكي

الترويب الامتزازي (adsorptive coagulation)

وفي هذا النوع من الترويب تمتز جزيئات المواد الغروية الي الجزيئات الموجية المتكونة من تفاعل المروب مع الماء +FeOH2 and FeOH2+ وهذا النوع من الترويب لا يحدث الا في حالات PH المنخفضة بالنسبة لكلوريد الحديديك أفضل PH من ٦ الي ٨ وفي حالة الشبة ايون الألمنيوم فإن ال PH المثلي ٧ ومن خصائص خذا النوع من الترويب ان نسبة ازالة المواد العضوية يتناسب مع كمية المروب المضافة ويمكن ان يحدث إعادة تنافر الجزيئات عند زيادة الجرعة عن الحد المطلوب. وزمن حدوث هذه العملية ثانية واحدة فقط



ميكانزيم الترويب الامتزازي

الترويب الترسيبي Precipitation coagulation

وهذا النوع من الترسيب يحدث في المياه ذات المواد العالقة المنخفضة حيث تتحد المواد الغروية الي ندف متعادلة وهذا النوع من الترويب يحتاج الي جرعات اعلي من المادة المروبة اكبر من المضافة الي الترويب بالامتزاز.

ميكانزيم الترويب الترسيبي

مواد الترويب

من المواد المستخدمة في الترويب

١. كلوريد الحديديك (FE Cl $_3$. $6H_2O$،) ويتميز بقدرته الجيدة علي العمل في مدي كبير من الاس الهيدروجيني PH حيث يعمل في وسط الاس الهيدروجيني له من ٦ الي ٩
٢. كبريتات الالمونيوم($Al_2(SO_4)_3$. $14H_2O$) واسمها الدارج الشبة وهي تتميز بتوفرها ورخص ثمنها وتعمل في وسط الاس الهيدروجيني له من ٥,٥ الي ٧,٥.

مساعدات المروبات Coagulans Aids

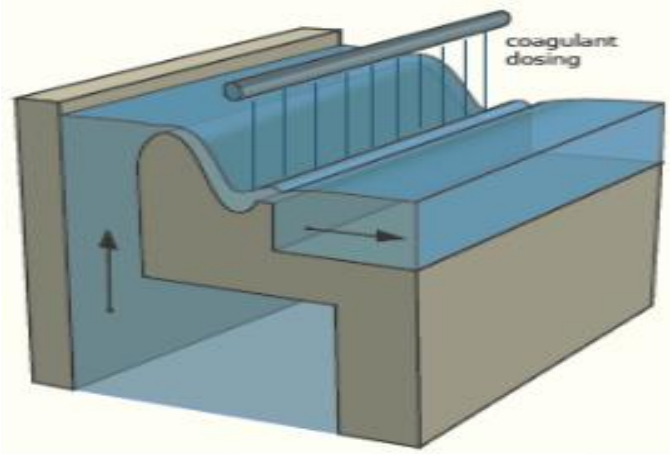
مساعد المروب هو مادة كيميائية تضاف أثناء عملية الترويب بغرض تحسينها ولتكوين ندف أقوي وأكثر قابلية للترسيب وللتغلب هلي هبوط درجة الحرارة (خارج مصر) الذي يبطئ عملية الترويب وللتقليل من كميات المروب المستعملة وهناك ثلاث أنواع من مساعدات المروبات وهي

١. السيليكا المنشطة Activated Silica
٢. عوامل تثقيل ومتميزات Weighting Agents and Adsordents
٣. بولي الكتروليتات Polyelectrolytes

عملية الترويب coagulation

هي عملية اضافة المواد المروبة للمياه ويرافقها دائما عملية الخلط السريع للمياه الخام مع المادة المروبة وتستغرق هذه العملية من ١ الى ٧ ثواني والهدف منها توزيع المادة المروبة على كل كمية المياه الخام ويستلزم لذلك بذل طاقة للخلط ويتم ذلك من خلال خلاط ميكانيكي أو بواسطة الخلط الهيدروليكي كما يمكن ان يحدث الخلط السريع بحقن المروب في خط طرد طلمبات المياه العكرة.

الترويب الميكانيكي ١



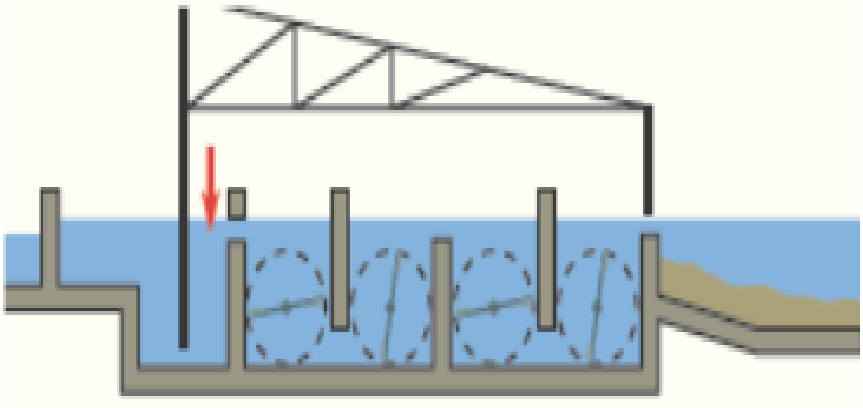
الترويب الهيدروليكي

التنديف Flocculation

أنواع طرق التنديف

عملية التنديف هي عملية مزج بطيء للمياه المروبة والهدف منها تجميع الجزيئات المروبة لتكوين الندف، والشكل لأمثل للندف في حجم رأس الدبوس من ١ : ٣ مم، استعدادا لعملية الترويق.

تتم عملية التنديف بواسطة خلاط ميكانيكي بطيء داخل حوض التنديف كما بالشكل



التنديف الميكانيكي

أو من خلال خلط هيدروليكي للمياه يتم الخلط فيه من خلال سريان الماء بين حواجز كما بالشكل وفي هذا النوع من أحواض التنديف تكون السرعة في حدود ٠,٣ م/ث ومدة المكث في حدود ٢٠ الي ٤٠ دقيقة.

المنذف ذو المحور الراسي 1

المنذف ذو المحور الافقي 1

التنديف الهيدروليكي

ومن التصميمات المستخدمة للتنديف هي حوض التنديف داخل المروق الدائري ويحدث الخلط بواسطة قلاب كبير يدور بسرعة بطيئة داخل حوض التنديف في وسط المروق الدائري ويطلق علي هذا التصميم (clari flocculator) كما هو موضح بالشكل.

الكوبري البطيء تنديف ميكانيكي

الكوبري السريع

ولعملية التنديف ايضا شروطها ومنها ان مدة المكث داخل حوض التنديف في حدود من ٢٠ :٣٠ دقيقة والطاقة المبذولة في الخلط لها قيمة محددة (G value) ويمكن حساب بنفس قوانين الترويب وقيمتها تتراوح من ٢٠:٧٥ ث $^{-1}$.

أساليب التنديف

أولا التنديف الميكانيكي

المندف الميكانيكي نوعان

- المندف الميكانيكي ذو العمود الراسي
- الثاني المندف الميكانيكي ذو العمود الافقي

النوع الاول المندف الميكانيكي ذو العمود الراسي

يتكون من موتور يقوم بادارة قلاب من خلال عمود راسي في وسط حجرة حيث ينتقل الطاقة الي الماء المروب لتلتقي الندف المتكونة لتعمل علي تكبير الندف استعدادا للانتقال الي المروق.

المندف يتكون من اكثر من (٢ الي ٤) مرحلة للتنديف تقل سرعة الخلط من غرفة الى الأخرى، تتراوح قيم G value من ٧٥ في المرحلة الاولي من المندف الي ١٥ في المرحلة الاخيرة.ينتقل الماء من خلال جدران مثقبة تعمل علي نقل المياه دون تكسير الندف او ترسيبها وذلك بالحفاظ علي السرعة في حدود من ٠,٢٥ الي ٠,٣٥ م/ ث.

يجب ملاحظة ان مدة مكث المياه خلال مراحل التنديف تتراوح من ٢٠ الي ٤٠ دقيقة وقطر القلاب يكون > ٠,٣٥ من عرض حوض التنديف.

المندف الميكانيكي ذو العمود الافقي

التنديف الميكانيكي في اليابانية 1

التنديف الميكانيكي محطة كفوان المنيا 1

ميزة هذا النوع من التصميم ان عمود واحد يمكنه ادارة اكثر من قلاب وبالتالي يحتاج الي عدد اقل من المواتير لكن تعطل هممود واحد يؤثر بصورة كبيرة علي عملية التنديف بينما الحال في المندف ذو العمود الراسي غير ذلك.

كل مرحلة يجب ان تحتوي علي ٣ قلابات علي الاقل.لتقليل المناطق الميتة بجوار عمود الادارة.

كفاءة هذا النوع اعلي من كفاءة المندف ذو العمود الراسي.

يجب ملاحظة ان تعطل المواتير عادة يكون بسبب بدء تشغيل المواتير علي السرعات القصوي مما يتسبب في استهلاك طاقة كبيرة وكذلك يولد عوم ادارة كبير جدا.

التنديف الهيدروليكي

مندف هيدروليكى

في هذا النوع من التنديف يمر الماء بين الحواجز المتعارضة بسرعة متوسطة ٠,٣ م/ث وخلال مرور الماء تلتقي الندف المتكونة مع بعضها لتكون الندف الأكبر القادرة علي الترسيب، يتم تصميم الحواجز المتعارضة لتحقيق نفس قيم ال G value من خلال المعادلة

العوامل المؤثرة على التنديف

أ. أولا الأس الهيدروجيني حيث يفضل أن تعمل الشبة في وسط يتراوح قيمة ال PH من ٥,٥ الي ٧,٥

ب. قيمة ال G value.

ج. جرعة الشبة المستخدمة ويتم تحديدها بواسطة ال jar test كما سياتي تفصيلا.

د. عكارة المياه الخام، حيث يصعب تنديف المياه قليلة العكارة.

تحديد جرعة الشبه الصحيحة

للبدء في إجراءات التحكم في التشغيل وتحديد إضافة الشبه، فأنه من الضروري البدء أولاً في إجراء تجربة اختبار تحديد الجرعات (Jar Test) والتي يتم على ضوء نتائجها تحديد جرعة الشبه المطلوبة إضافتها للمياه.

جهاز تحديد الجرعات (Jar Test)

يتكون الجهاز كما هو مبين الشكل رقم (٥-١) من مجموعة من الكؤوس الزجاجية والذي يستخدم لتحديد جرعة الشبه الفعالة معملياً

Figure 9 - Jar-test apparatus

ويوجد في كل كأس قلاب صغيرة ويتم إدارة هذه القلابات بواسطة عامود إدارة عن طريق تروس، ويتم إدارة العامود بواسطة محرك كهربائي صغير.

ويتم دوران القلاّبات عن طريق التروس، بسرعة تماثل سرعة تحرك الماء في المروقات ويتم التقليب السريع بسرعة ٨٠-٣٠٠ لفة / دقيقة لمدة (١٥- ١٢٠) ثانية وتخفض السرعة إلى (٢٠-٤٠) لفة / دقيقة لمدة (١٥-٤٥) دقيقة بعد إضافة الجرعات المختلفة. يتم تقييم حالة المياه الموجودة في كل كأس لتحديد الجرعة المناسبة للمحطة.

الترسيب

عملية الترسيب تلي عملية الترويب/التنديف، وبحدوث هذه العملية تتم عملية الترويق، وتتم بإزالة المواد الصلبة القابلة للترسيب والتى تشمل الرمل والطمي والحصى والرواسب الكيميائية والملوثات والندف، وتتم فى حوض الترسيب تهيئة المياه المروقة للدخول إلى المرشحات لإجراء عملية الترشيح.

عملية الترسيب ذات الكفاءة العالية تساعد على إنتاج مياه مروقة بأقل عكارة ممكنة وتقلل إلى حد كبير من المواد العالقة التى يجب أن تزيلها المرشحات وبالتالي تساعد على زيادة ورفع كفاءة عملية الترشيح.

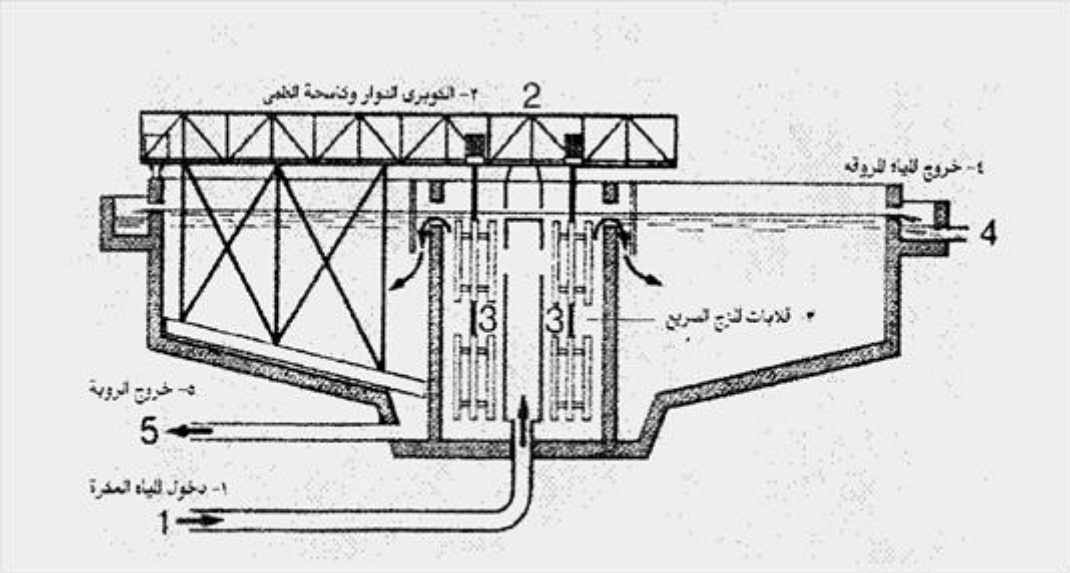
تجري عملية الترسيب (طبقا لتصميم محطة التنقية) فى أحواض الترسيب أو فى حيز الترسيب فى المروقات وهي ذات تصميمات وأشكال مختلفة قد تكون مستطيلة أو مربعة أو دائرية وغالبا ما تكون المروقات الدائرية ذات تغذية فى مركزها.

فى أحواض الترسيب المستطيلة يكون اتجاه سريان المياه فيها واحد موازيا لطول الحوض (تصريف خطوط مستقيمة)، وفى المروقات الدائرية ذات التغذية من المركز يكون اتجاه سريان المياه قطريا من المركز إلى المحيط الخارجي (تصريف قطري) وطبقا للتصميمات التى تأخذ فى الاعتبار الاحتفاظ بالسرعة المطلوبة وتوزيع التصريف لمنع تكون التيارات والدوامات التى تعوق عملية الترسيب، وعادة ما تصنع من الصلب أو الخرسانة المسلحة وينحدر القاع انحداراً محسوبا لتسهيل تجميع وإزالة الروبة الناتجة من عملية الترسيب وبصفة عامة توجد دائما أربعة مناطق هي:

- **منطقة الدخول:** حيث تدخل منها المياه بسرعة معينة محسوبة طبقا للتصميم وتتوزع فيها المياه توزيعا منتظما.
- **منطقة الترسيب:** حيث تتم فيها عملية الترسيب اللازمة للمواد العالقة والندف السابق تكونها وتجمعها.
- **منطقة الخروج:** حيث تخرج المياه الرائقة ومنها إلى المرشحات.
- **منطقة الروبة:** تتجمع فيها كل الرواسب والروبة المتجمعة والتى يمكن صرفها والتخلص منها بعد ذلك.

أنواع المروقات الشائعة في مصر

المروق التشيكي (الدائري)



رسم تخطيطي لمروق تشيكي

مروق تشيكي

مكونات المروق التشيكي

منطقة الدخول:

حيث تدخل المياه العكرة من منتصف الحوض الي منطقة التنديف حيث يتم تقليب المياه بواسطة القلاب الميكانيكي في المنتصف

ثم يخرج الماء المروب الي منطقة الترسب من خلال الفتحات من اسفل.و تتحرك قطريا وتقل سرعة المياه بسبب اتساع المساحة وتبدا الندف في الترسيب

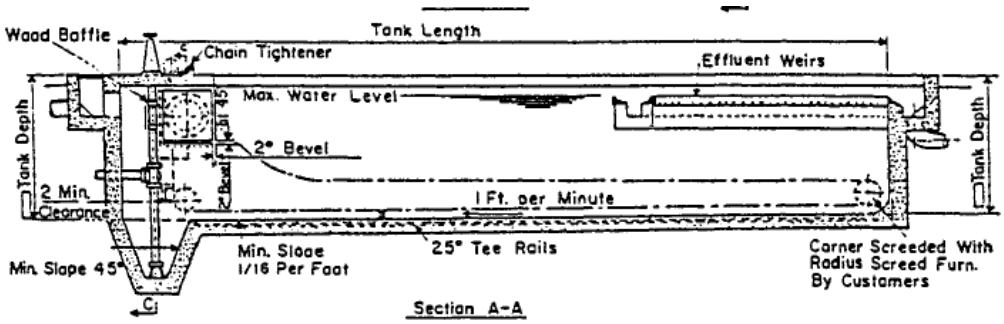
منطقة الخروج

وتخرج المياه الرائقة من خلال هدار الخروج علي نحيط الحوض

منطقة تجميع الروبة

بينما تقوم الكساحة بتجميع الروبة في منتصف الحوض حيث منطقة تجميع الروبة وتخرج الروبة من ماسورة الخروج عند فتح محابس الروبة.

مكونات المروقات المستطيلة



منطقة الترسيب بالمروق المستطيل

منطقة الدخول

تدخل المياه الي المروق المستطيل من خلال جدار مثقب في بداية الحوض لتضمن انتظام السريان بالحوض.

منطقة الدخول

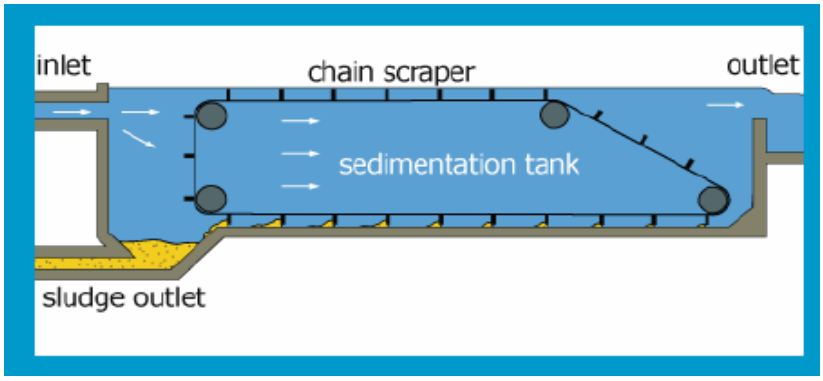
منطقة الترسيب

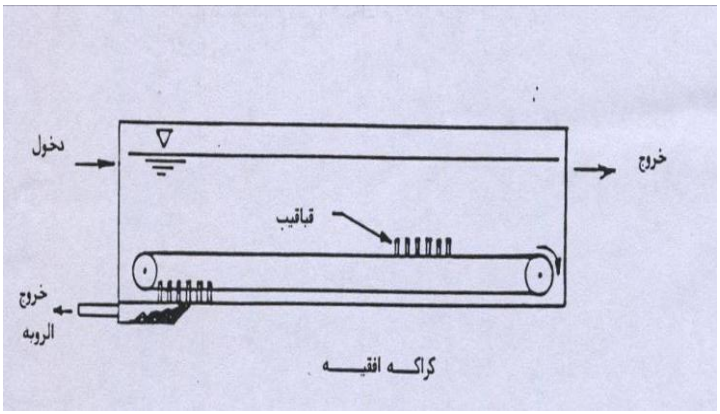
حيث يتحرك الماء افقيا في اتجاه محور الحوض بسرعة ٠,٣ م/د ليسمح بترسيب الندف الي قاع الحوض.

منطقة تجميع الروبة

إزالة الروبة في المروقات المستطيلة قد تتم يدويا او ثت تتم بواسطة الكاسحات الميكانيكية في الاحواض ذات القاع المائل يتم إزالة الروبة يدويا بفتح محابس الروبة وتنزلق الروبة بفعل الميول الي اسفل لتخرج بسبب ضغط المياه بالحوض.

في الاحواض ذات القاع المسطح يتم تجميع الروبة بواسطة الكاسجات الميكانيكية والتي تتحرك من نهاية الحوض الي اوله لتجمع الروبة في مكان التجميع تبعا لتصميم المروق.





منطقة الخروج

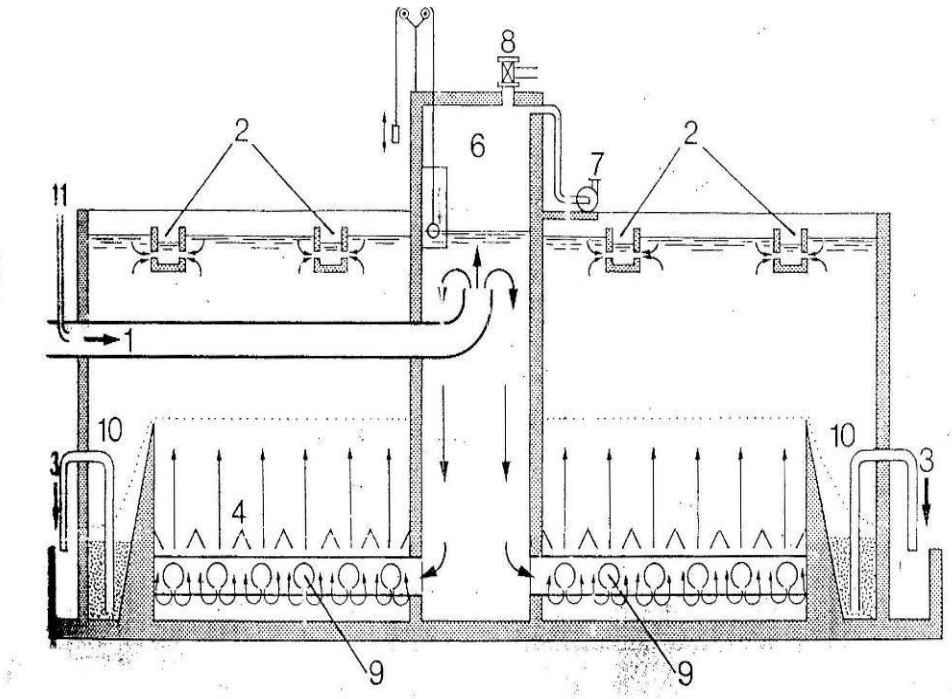
يخرج الماء الرائق من هدار الخروج في نهاية الحوض ويتم تصميم الهدار ليضمن الا تزيد سرعة خروج المياه عن ٢٠٠ م٣ / م / يوم وذلك حتي لا تسحب المياه الخارجة الي المرشحات الندف المعلقة في نهاية الحوض.

الترويق باستخدام بطانية الروبة

تختلف هذه المروقات عن مروقات الترسيب الطبيعي من حيث الحجم حيث تسمي هذه المروقات ذات الحمال العالية حيث تصل معدل التحميل السطحي بها الي ٣م/س.

فكرة العمل:

والفكرة الأساسية لهذا النوع من المروقات هي تكوين بطانية من الروبة تطفو قريبا من السطح يمر الماء المندف من خلالها ليتم حجز الندف خلال هذه الطبقة ويخرج الماء المروق نقيا الي المرشحات.و طريقة تكوين هذه الطبقة العائمة من الندف المتجمعة تختلف من مروق إلى الآخر ولكن تشترك جميعها في أن المياه المروبة المحماة بالندف تصطدم بقاع المروق وترتد لتطفو الى العلى ولكن نظرا لثقل وكثافة الندف لا تخرج مع المياه المروقة بل تبقى معلقة على ارتفاع ٠,٩ م من القاع لتكون بطانية الروبة.



(المروق النابض) pulsator

ومن هذه المروقات (المروق النابض) pulsator وهو من انتاج شركة ديجرمون الفرنسية وهو المنتشر في محطات القاهرة الكبرى وسائر محطات المعالجة بالجمخورية ومن هذا النوع يوجد الاحواض المستطيلة والدائرية وكلاهما يعملان وفق نفس النظرية.

نظرية عمل المروق النابض

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

المروق اثناء الانشاء

يتحكم في تفريغ الهواء والماء من المروق طلمبة تفريغ ومحبس دخول الهواء الذي يتم ضبطه وفقا للتصرف الوارد وكمية الشبة المضافة وعكارة المياه الخام.

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

المروق النابض الدائري

من عيوب هذا النوع من المروقات

صعوبة الضبط والحاجة للمراقبة الدائمة والصيانة بالمعدات الميكانيكية.

وأيضا من أنواع مروقات بطانية الروبة

مروقات الترايدنت:

وهي من إنتاج شركة BWT الانجليزية

الكرة الأساسية لعمل المروق: تعتمد فكرة تشغيل المروق علي تكوين بطانية الروبة المعلقة نتيجة اصطدام الماء المروب بقاع المروق وصعود الندف لأعلى لتكون بطانية الروبة.

يختلف هذا النوع من المروقات عن المروق النابض أن دخول الماء لا يعتمد على طريقة ميكانيكية بل يدخل الماء بسرعة إلى المروق نتيجة فرق مناسيب هيدروليكيا وهو ما يعني عدم الحاجة إلى الصيانة والضبط المستمر لضمان تكون بطانية الروبة.

تدخل المياه إلى المروق عن طريق أنابيب ذات ثلاثة فروع بها ثقوب صغيرة وهذه الأنابيب تمتد من أعلى المروق إلى أسفل حيث تخرج المياه بسرعة لتصطدم بالأرض ودون أن تتكسر الندف وتكون بطانية الندف.

تخرج المياه المروقة من هدار الخروج باعلي المروق كما في المروث النابض.

يتم تجميع الروبة بواسطة الكساحة بقاع المروق والتي تتحرك افقيا لتجميع الروبة الي مكان التجميع في بداية الحوض حيث تخرج من ماسورة الخروج بواسطة ضغط المياه بالحوض.

مروقات التحميل المرتفع

مقدمة

تطورت اعمال المعالجة تدريجيا وببطء حتي عصر الصناعة وزيادة الحاجة الي المياه ولهذا خرجت مروقات التحميل المرتفع من معامل العلماء لتلبي الحاجة الي كميات اكبر من المياه.

في البداية كانت المروقات متعددة الطوابق اولي التجارب من اجل خفض التكاليف وكان المروق الدائري ذو السريان القطري احد التجارب ايضا.

طهرت مروقات اللاميلا لأول مرة في صناعة مياه الشرب ١٩٥٠ في السويد ثم ظهرت مروقات انابيب الترسيب في الولايات المتحدة ١٩٦٠

وظهرت مروقات تلامس الاجسام الصلبة ايضا لتحسين معدل ازالة الاجسام العالقة ويمكن تسمية مروقات التلامس" المروق المفاعل او مروقات بطانية الروبة " في هذه المروقات تتم عمليات الترويب والتنديف والترسيب في نفس الحوض الذي يمكن ان يكون مستطيلا او دائريا

السريان في هذه الاحواض يكون من اسفل الي اعلي ويمر من خلال طبقة بطانية الروبة او من خلال روبة الندف المعادة كما يوضح الرسم.

تطبق مروقات التلامس في حالات ضيق المساحة المتوفرة لعملية الترويق وكذلك في البلدان ذات الطقس البارد، اثبتت مروقات بطانية الروبة كفاءة عالية في ازالة العكارة وازالة العسر وفي عمليات ازالة العسر تتميز مروقات التلامس بانخفاض معدل استهلاك الكيماويات بينما في حالة ازالة العكارة يزيد معدل استهلاك الكيماويات، وفي كلا الحالتين (ازالة العسر او العكارة فأن مروقات التلامس حساسة جدا للتغير في التصرفات المفاجئ

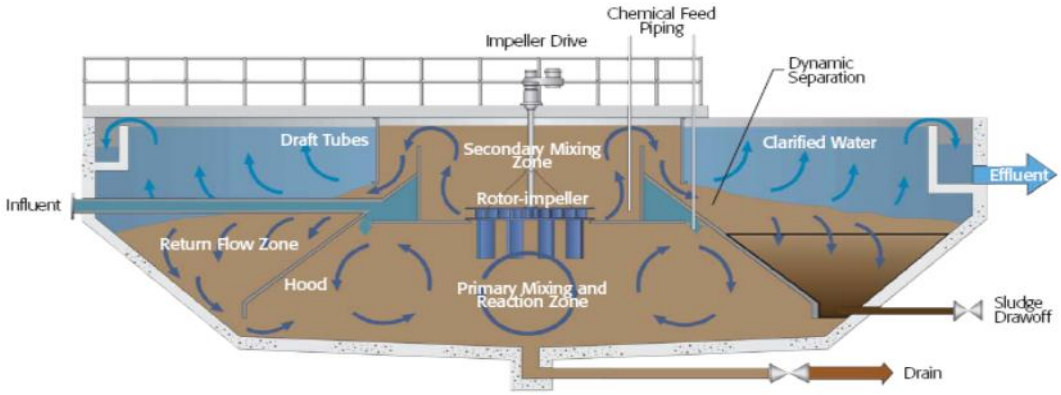
الاساس العلمي لمروقات تلامس الاجسام الصلبة ثابت مع تغير الشركة المصنعة فيشمل الحوض عمليات الترويب والتنديف والترسيب ويتم اعادة الروبة الترسبة لتعمل كمساعد في التنديف مما يحسن من سرعة الترسيب.

مميزات مروقات تلامس الاجسام الصلبة

- صغر المساحة المطلوبة للإنشاء
- انخفاض تكاليف الصيانة والانشاء
- امكانية التغلب علي فترات الهجوم الطحلبي او مشكلات الرائحة من خلال التحكم غي كمية الروبة الموجودة بالمروق.
- القدرة علي تأجيل انخفاض مستوي الجودة في حالة توقف حقن الكيماويات.

العيوب

- الحاجة الي العمالة المدربة والماهرة
- التأثر من التغيرات في درجة الحرارة
- التأثر من التغيرات في التصرف او تغير كمية حقن الكيماويات.
- التصميم مرتبط بحقوق احتكار للشركات المصنعة



نظرية العمل

يدخل المياه الخام الي منطقة الخلط من خلال ماسورة ويتم حقن المادة المروبة من خلال ماسورة اخري في منتصف الحوض، يقوم القلاب بخلط المياه الخام والمواد المروبة جيدا وذلك بسبب تصميم الريش الكبيرة.

يتحرك المياه الخام الذي تم تنديفه ليخرج من اسفل الحاجز المخروطي ليتحرك الي اعلي، في نفس الوقت يقوم القلاب بسحب كمية من المياه المندفة من منطقة الخلط الاول وطردها الي منطقة الخلط الثاني لتختلط مع المياه المندفة التي تتحرك لأعلى وتعمل كمروب مساعد مما يحسن من عملية الترسيب.

يمر المياه من خلال كمية الروبة الي اعلي وقد تخلص من الاجسام العالقة ليتم تجميعه في مجري التجميع اعلي المروق.

ويشمل المروق علي جزء يتم من خلاله سحب الروبة المركزة للحفاظ علي كمية الروبة بالمروق.

الترشيح

عملية الترشيح هي عملية سريان الماء خلال طبقة منفذة سواء كانت هذه الطبقة ورقة ترشيح او وسط مسامي، وفي محطات تنقية المياه الترشيح هو عملية سريان المياه من خلال وسط حبيبي

أنواع المرشحات

تنقسم المرشحات إلي:

١. طبقاً لسرعة الترشيح: فهناك المرشحات البطيئة والمرشحات السريعة.
٢. طبقاً لنوع طبقة الترشيح: فهناك مرشحات الرمل أو الفحم (الاثراسيت) أو الاثنين معا، وهناك المرشحات ذات طبقة الترشيح الواحدة أو متعددة الطبقات
٣. طبقاً لاتجاه الترشيح: فهناك المرشحات التي يتم الترشيح فيها من أعلى إلى أسفل وهو النوع الشائع، أو من أسفل إلى أعلى.
٤. وقد يكون الترشيح بالجاذبية أو تحت ضغط.

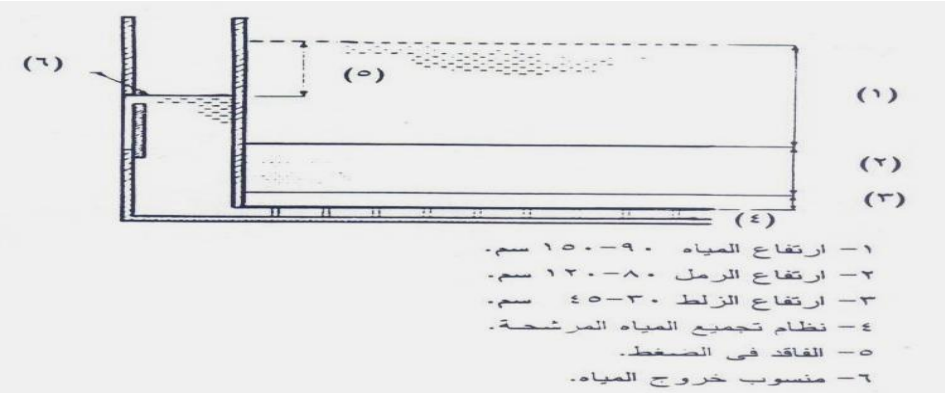
٣,١ مرشحات الرمل البطيئة

يعتبر مرشح الرمل البطيء (Slow Sand Filters) من أوائل أنواع المرشحات، أنه قل الاعتماد عليه حاليا لبطئه الشديد (حيث ان معدل الترشيح به لا يتعدى ٠,١٢٥ م٣ / م٢ /س) بالاضافة الى احتياجه إلى مساحة كبيرة من الأرض مما يجعل تكاليفه عالية؛ فضلا على عدم صلاحيته في البلاد الحارة، حيث تنمو الطحالب بكثرة، ويقتصر استعماله على ترشيح المياه ذات العكارة المنخفضة بعد مرحلة الترسيب الطبيعي.

وخطوات التنقية باستخدام مرشحات الرمل البطيئة تتلخص فى:

١. مياه عكرة.
٢. ترسيب طبيعي.
٣. مرشحات رملية بطيئة.
٤. تعقيم
٥. خزان مياه أرضي
٦. مياه مرشحة للتوزيع

وشكل رقم (٦-٢) يوضح رسم تخطيطى لمرشح رملى بطىء



مرشحات رملية بطيئة في اليابان

وتمتاز مرشحات الرمل البطيئة بعدة مميزات، فرغم أنها تحتاج إلى مساحة قد تزيد ٣٠ مرة عن مساحة المرشحات السريعة الحديثة إلا أنها تمتاز بالآتي:

١. بساطة التصميم والتشغيل وعدم الحاجة إلى مهارة فنية عالية.
٢. عدم استخدام مواد كيماوية (للتجميع مثل الشبة).
٣. انخفاض استهلاك الطاقة لعدم الحاجة إلى متطلبات الغسيل اليومية.
٤. استيعاب التغير في خصائص المياه الخام، حيث إن معدل الترشيح صغير جداً بالنسبة للمرشحات السريعة.
٥. توفير كمية كبيرة من المياه المرشحة لعدم إجراء عملية الغسيل اليومية.
٦. عدم وجود مشكلة للتخلص من مياه الغسيل الملوثة.

ويعتمد الترشيح البطىء على تكوين طبقة هلامية لاصقة على سطح المرشح تحجز المواد العالقة والمواد الغروية سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وكذلك البكتريا والعكارات الرفيعة جدا التي تسبب عادة تلوث الماء.وعند انسداد الرمل لا يتم غسله عكسيا ولكن يتم كشط طبقة الرمل العلوية.

ونظرا لهذه المميزات، نجد المرشحات البطيئة مجالاً خصباً لإمكانية استخدامها في المواقع التي توجد فيها الأراضي بمساحات كافية، وبالذات في الأماكن المنعزلة والمناطق الصحراوية، حيث لا تتوفر العمالة الفنية المدربة، وفي هذه الحالات يمكن استخدام المرشحات الرملية البطيئة حتي في التصرفات الكبيرة.

٣,٢ مرشحات الرمل السريعة

وتسمى هذه المرشحات أيضا بالمرشحات الميكانيكية وأهم فروق بينها وبين المرشحات البطيئة هي:

أن معدل الترشيح يتراوح بين ١٢٠ إلى ١٨٠ م٣ / م٢ / يوم، أي يصل معدل ترشيحها من ٣٠ – ٤٠ ضعف معدل ترشيح المرشحات البطيئة. لذلك فإن مرشحات الرمل السريعة تشغل حيزا أصغر وبالتالي تكاليف إنشائية أقل بكثير لنفس التصرفات.

أن المياه التي يتم ترشيحها بالمرشحات السريعة، تعالج دائما بالمادة المروبة قبل دخولها المرشحات بحيث لا تزيد عكارتها عن ٤٠ جزء في المليون. وهو الأكثر استخداما في محطات المعالجة بمصر.

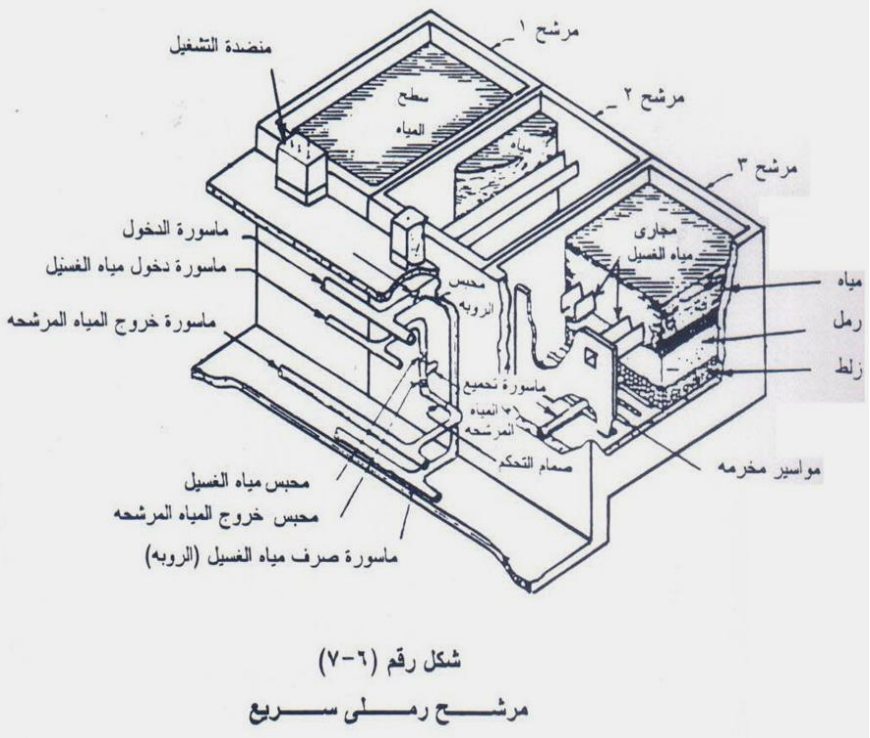
ويتميز هذا النوع بما يلي:

١. معدل ترشيحه عالي يتراوح بين ١٢٠ – ١٨٠ م٣ / م٢ / يوم.
٢. يعمل بكفاءة مع المياه ذات نسبة العكارة العالية.
٣. يمكن غسيله عكسيا، مع مراقبة العملية بالعين.
٤. يسهل تغيير الوسط الترشيحي.

ويتكون المرشح من المكونات الرئيسية التالية:

١. حوض الترشيح.
٢. الوسط الترشيحي (طبقة الرمل).
٣. طبقة الزلط الحاملة، أو البلاطات الخرسانية ذات الفواني، أو السقف المسامي.
٤. شبكة الصرف السفلية.
٥. أجهزة التحكم.

ويوضح الشكل رقم (٦ – ٧) مجسم لمرشح رملي سريع.



شكل رقم (٦-٧)
مرشـــح رمـــلى ســـريع

وتشيد أحواض الترشيح غالبا من الخرسانة، وتكون عادة مستطيلة الشكل. ويراعى أن تكون هذه الأحواض محكمة ضد التسرب، وأن تكون متراصة جنبا إلى جنب، ومزودة بمجاري مكشوفة أعلى الوسط الترشيحي لدخول المياه المرسبة أو لصرف مياه غسيل المرشح.

ونظرية المرشح تعتمد على مرور المياه في طبقات متدرجة من الرمل والزلط. فتصنع المرشحات على هيئة أحواض، يوضع في قاعها طبقات متدرجة من الزلط، تعلوها طبقات أخرى متدرجة من الرمل، وتكون حبيبات الرمل متجانسة، وذات حجم فعال ٠,٤ إلى ٠,٨ أو أكثر حسب تصميم المرشح. ويتم تجهيز الرمل بهزه من مهزات خاصة للحصول على معامل انتظام بين ١,٤ إلى ١,٧.

واسفل طبقات الرمل والزلط، توجد مجموعة الصرف (under drain system)، ومهمتها تجميع الماء الذي يتم ترشيحه بمعدل ثابت خلال جميع أجزاء المرشح كما أنها توزع في الوقت نفسه ماء الغسيل على جميع أجزاء المرشح.

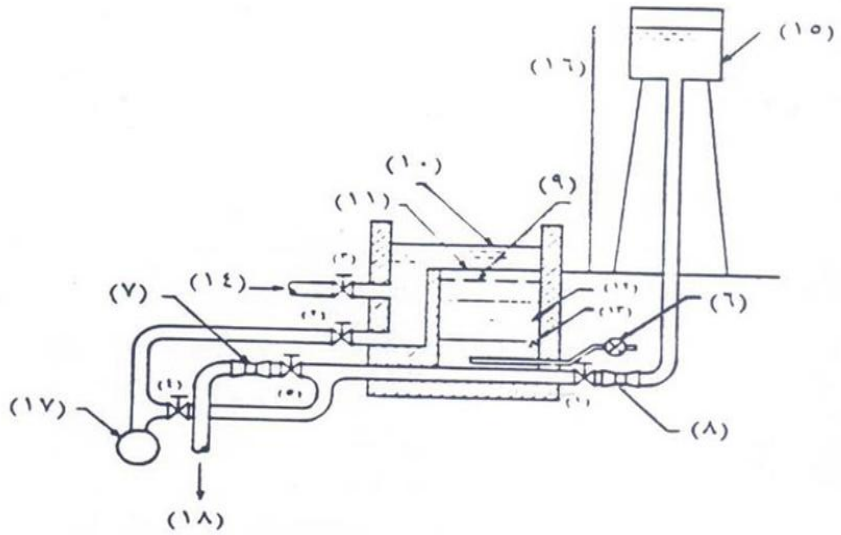
المرشحات

وعند مرور المياه المرسبة من سطح الرمل، تتجمع الندف مكونة طبقة جيلاتينية على سطح الرمل تعمل على ترشيح الماء ترشيحاً كاملاً. وبعد تشغيل المرشح لمدة من الزمن تتراكم الرواسب على الرمل حتى تصل إلى درجة يزيد معها فاقد الضغط زيادة كبيرة، فيتحتم عند ذلك إيقافه وغسله.

ولكل مرشح مجموعة من المحابس للتحكم فى التشغيل وهى:

- محبس دخول المياه المروقة.
- محبس خروج المياه المرشحة.
- محبس دخول هواء الغسيل.
- محبس دخول مياه الغسيل.
- محبس التصافى وصرف مياه الغسيل.

المحابس الموجودة علي المرشحات



١- صمام دخول مياه الغسيل.
٢- صمام خروج مياه الغسيل.
٣- صمام دخول المياه للمرشح.
٤- صمام تصريف مياه التحضير.
٥- صمام خروج المياه المرشحة.
٦- صمام دخول الهواء المضغوط.
٧- منظم لخروج المياه من المرشح.
٨- منظم لدخول مياه الغسيل.
٩- قاع قنوات تجميع مياه الغسيل.
١٠- سطح المياه أثناء التشغيل.
١١- سطح المياه أثناء الغسيل.
١٢- رمل.
١٣- زلط.
١٤- مدخل المياه للمرشح.
١٥- خزان علوى لمياه الغسيل.
١٦ - إرتفاع حوالى ١٠متر.
١٧- تصريف مياه التحضير والغسيل.
١٨- خروج المياه المرشحة.

شكل رقم (٦-٤)
نظـــــــرية تشـــــــغيل المرشـــــــح

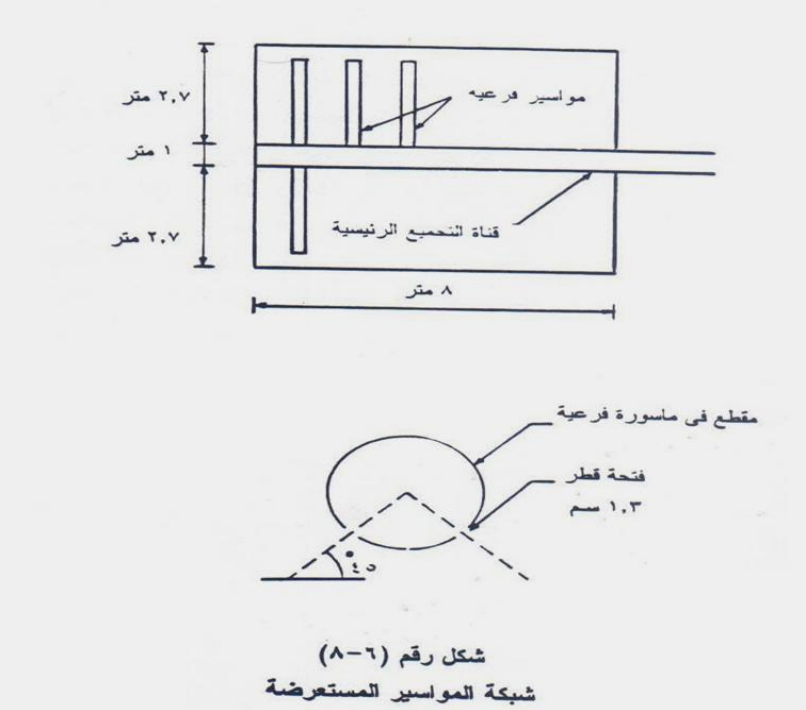
شبكة الصرف السفلية

وهي موجودة في قاع المرشح، وتعمل على تجميع المياه المرشحة بانتظام من مساحة المرشح، كما تقوم بتوزيع مياه الغسيل توزيعا متساوياً على مساحة المرشح أثناء عملية الغسيل حتى لاتختل طبقات الرمل والزلط.

ويوجد عدة أنظمة لشبكات الصرف السفلية بالمرشحات:

- والنوع الأكثر شيوعاً في مجموعة الصرف يتكون من مجمع رئيسي (Header) بطول المرشح، ويتفرع منه على زوايا قائمة فروع إلى جوانب المرشح. وفي أعلى هذه الفروع، وأحياناً في أعلى المجمع الرئيسي أيضا، توضع على أبعاد متساوية، مصافي (Strainers) تحتوي على ثقوب أو شقوق رفيعة.
- وفي تصميم آخر لا تستعمل المصافي، بل تثقب ثقوب في أسفل سطح المواسير.
- وقد يستعاض عن المواسير ببلاطات خرسانية تثبت عليها فواني (Nozzles)، وقد يتم الاستغناء في هذه الحالة عن طبقات الزلط.
- وقد استعمل حديثاً قاع من لوح مسامي وتم الاستغناء عن طبقات الزلط، وصاحب ذلك تقليل عمق المرشح وتقليل فاقد الضغط فيه.

- وأكثر شبكات الصرف استخداما في مصر هى شبكة المواسير المستعرضة وهي من الأنواع القديمة، وتحتاج إلى طبقة من الزلط أعلاها تساعد على حمل طبقة الرمل، لتساعد على عدم انسداد شبكة الصرف بالرمال. وهي تتكون كما في الشكل (٦ – ٨) من ماسورة تجميع رئيسية، تتصل بها مجموعة من المواسير الفرعية المستعرضة ويكون قطر ماسورة التجميع الرئيسية أكبر من المواسير الفرعية المستعرضة والتي تحتوي على ثقوب في جوانبها السفلية منعاً لانسدادها بالرمل.
- وتمر المياه المرشحة من خلال الثقوب الموجودة بالمواسير المستعرضة والموزعة بانتظام على مساحة المرشح إلى ماسورة التجميع الرئيسية وبذلك تعمل على تجميع المياه المرشحة بانتظام من مساحة المرشح.
- كما تمر مياه الغسيل في الاتجاه العكسي من ماسورة التجميع إلى المواسير المستعرضة وتخرج من الخرطوم. وبذلك تقوم بتوزيع مياه الغسيل توزيعا متساويا على مساحة المرشح أثناء عملية الغسيل، وتقوم بنفس العمل في حالة استخدام الهواء مع المياه في عملية الغسيل.

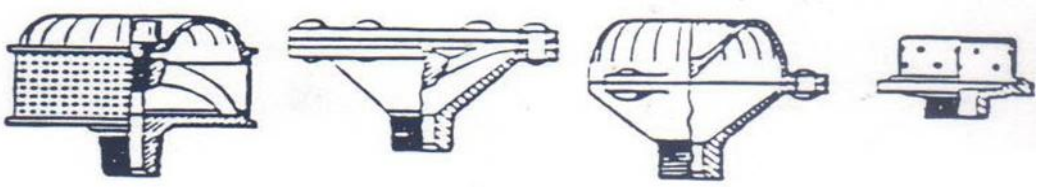


شكل رقم (٦-٨)
شبكة المواسير المستعرضة

شبكة المواسير المثقبة

البلاطات ذات الفواني:

وهي النوع الأحدث ولا يحتاج إلى طبقة زلط حاملة. وتصنع البلاطة عادة من الخرسانة وبها فتحات تركب بها الفواني التي تصنع من الصلب الذي لايصدأ أو من البلاستيك. ويكون بها مشقبيات رفيعة لا تسمح بمرور الرمل الحرش من حولها. ويوضح الشكل التالي أشكال الفواني



وحتى تكون عملية الغسيل ناجحة ومؤثرة يجب أن تكون كمية مياه الغسيل وضغطه كافية ليحدث تمدد لطبقات الرمال إلى ٥٠% من حجمه أي إلى أن تشغل طبقة الرمل ١,٥ حجمها قبل تسليط ماء الغسيل.

قاع المرشح ذو الفواني

وقد تبين أن مقدار تمدد طبقة الرمل أثناء الغسيل من أهم عوامل نجاح العملية، فإذا زاد تمدد الرمل عن الحد المطلوب فإن حباته تبتعد عن بعضها كثيرا ويقل أثر الغسيل، وإذا قل تمدد الرمل أقل من الحد المطلوب اقتربت حباته من بعضها فلا توجد عندئذ مساحة كافية للاحتكاك ويقل كذلك أثر الغسيل ويجب ملاحظة أن يكون تمدد طبقة الرمل في جميع أجزاء المرشح بدرجة واحدة كما أنه لا يجب أن تكون سرعة ماء الغسيل عالية حتى لا تحمل معها الرمل إلى العادم، كما يجب أن يكون الضغط عند الفواني حوالي ١٠ متر.

مرشح الضغط

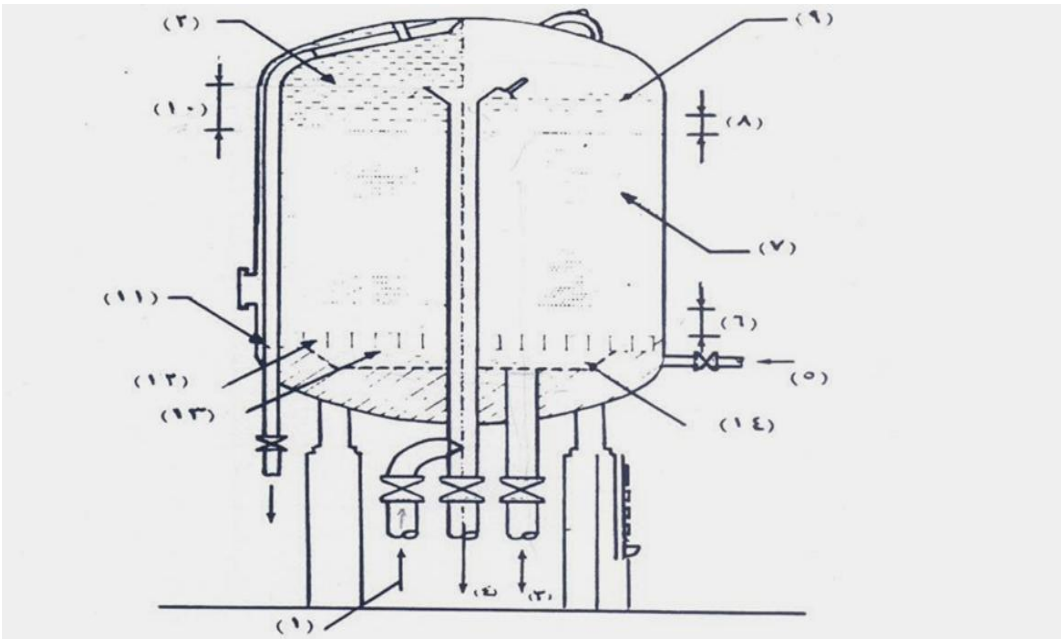
توضع في مرشحات الضغط (Pressure Filter) طبقات الرمل والزلط داخل أسطوانة مقفلة من الصلب رأسية أو أفقية تتحمل ضغط داخلي لا يقل عن ٢ جوي. وتدخل المياه المراد ترشيحها من أعلاها، مارة بطبقات الرمل والزلط إلى أسفلها، حيث تتجمع في المصافي مثل ما يحدث في المرشحات الرمل التثاقلية. ويستخدم هذا النوع على نطاق واسع في التصرفات الصغيرة، لترشيح مياه حمامات السباحة يوجه خاص وفي عمليات المياه المدمجة (Compact Units). وتوجد منه أنواع وأحجام كثيرة. ويجب اختبار هيكل المرشح على ضغط لا يقل عن ضغط التشغيل.

ومعدلات التصرف المعتادة لهذا الطراز تتراوح بين ٨٠ إلى ١٢٠ لتر/ م٢/ دقيقة، ويفضل ألا يزيد عن ١٥٠ لتر/ م٢ / دقيقة، ويتوقف ذلك على نوعية المياه الداخلة إلى المرشح.

واسم مرشح الضغط لا يعني أنه يلزم إمرار الماء داخل المرشح تحت ضغط عالي، أو أن الضغط الفاقد داخل المرشح كبير، بل إن الماء يمر خلاله تحت أي ضغط مناسب مثل ضغط طلمبات المياه العكرة (الضغط المنخفض).

والفاقد الفعلى داخل هذه المرشحات يتوقف على حالة الرمل وعلى معدل التصرف خلال المرشح، وزيادة فاقد الضغط عن الحد المسموح يبين أن طبقات الرمل اتسخت، ويلزم إعادة غسلها. ويتم غسيل مرشح الضغط بنفس الطريقة السابق ذكرها في مرشحات الرمل السريعة. ويجب ألا يقل معدل ماء الغسيل عن ٥٠٠ – ٦٠٠ لتر / م٢ / دقيقة، والفترة بين كل غسيل وآخر تتراوح بين ٤ – ٢٤ ساعة تبعا لفاقد الضغط، والذي يتوقف بدوره على نوعية المياه التي يتم ترشيحها. وكمية مياه الغسيل لكل فترة تتراوح بين ٢ % – ٦ % من الماء المرشح بالمعدل المذكور عاليه، إلا إذا كان الغسيل مصحوباً بهواء مضغوط ليساعد على تمدد طبقة الرمل أثناء الغسيل.

مرشح الضغط



١- دخول المياه للمرشح.
٢- المياه بعد دخولها للمرشح قبل عملية الترشيح.
٣- خروج المياه المرشحة، ودخول مياه الغسيل.
٤- خروج مياه الغسيل.
٥- دخول الهواء المضغوط.
٦- طبقة من الزلط أو الركام الخشن.
٧- طبقة من الرمل أو المواد المستخدمة فى الترشيح.
٨ - تمدد الرمل أثناء عملية الغسيل.
٩ - مياه الغسيل.
١٠- فراغ فوق الرمل.
١١- ماسورة تهوية.
١٢- بلوكات مفرغة.
١٣- قاع المرشح.
١٤- قناة دخول مياه الغسيل.

مرشحات تعمل تحت ضغط

جدول رقم (٦-١)

مقارنة بين مرشحات الرمل

الخواص	المرشح البطيء	المرشح السريع	مرشح الضغط
معدل الترشيح (م٣/م٢/يوم)	٣-٥	١٢٠-١٨٠	٢٤٠م٣/م٢/يوم
وسط الترشيح	رمل وزلط	رمل - رمل وزلط	رمل وفحم
سمك وسط الترشيح(م)	١,٥	٠,٨-١	حسب الحجم
أبعاد المرشح	٤٠X٤٠ م	٦-٩م	القطر ٥٠-٢٦٠سم الطول ١٠٠-٧٥٠سم
نوع الرمل	ناعم	خشن	خشن
زمن التشغيل (يوم)	٢٠-٦٠	٠,٥-١,٥	٠,٥-١,٥
عملية الغسيل	تكشط الطبقة العليا	يستخدم الماء والهواء للتنظيف	يستخدم الماء والهواء للتنظيف
مياه الغسيل (٪)	-	٣-٤	٦
جودة المياه المنتجه	عالية جدا	عالية	عالية
كفاءة المياه المنتجه	عادية	عالية	عالية
المساحه المطلوبه	كبيرة جدا	محدودة	محدودة للغاية
تكلفة التشغيل	منخفضة	متوسطة	مرتفعة

المراجع

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

- مهندس / محمد غنيم شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / محمد صالح شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة مهندس / يسري سعد الدين عرابي شركة مياه الشرب القاهرة
- مهندس / عبد الحكيم الباز محمود شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
- مهندس / محمد رجب الزغبي شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
- مهندس / رمضان شعبان رضوان شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
- مهندس / عبد الهادي محمد عبد القوي شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
- مهندس / حسني عبده حجاب شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
- مهندسة / إنصاف عبد الرحيم محمد شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
- مهندس / محمد عبد الحليم عبد الشافي شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالمنيا
- مهندس / سامي موريس نجيب شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالغربية
- مهندس / جويدة علي سليمان شركة مياه الشرب بالأسكندرية
- مهندسة / وفاء فليب إسحاق شركة مياه الشرب والصرف الصحي ببني سويف
- مهندس / محمد أحمد الشافعي الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
- مهندس / محمد بدوي عسل شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
- مهندس / محمد غانم الجابري شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
- مهندس / محمد نبيل محمد حسن شركة مياه الشرب بالقاهرة
- مهندس / أحمد عبد العظيم شركة مياه الشرب القاهرة
- مهندس / السيد رجب محمد شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / نصر الدين عباس شركة مياه الشرب والصرف الصحي بقنا
- مهندس / مصطفي محمد فراج الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
- مهندس / فايز بدر المعونة الألمانية (GIZ)
- مهندس / عادل أبو طالب المعونة الألمانية (GIZ)