

محطات تنقية مياه الشرب

أنواع محطات تنقية مياه الشرب ومكوناتها :-

أنواع محطات التنقية من حيث التكنولوجيا والحجم:

مقدمة

للحصول على ماء خالي من اللون والعكارة أي شفاف وليس له رائحة ولا طعم مستساغ وكذلك خلو الماء من أي كائنات حية أي أن يكون مقبولاً من الناحية الحسية (كعدم وجود طعم أو رائحة أو لون للمياه) ومن الناحية الصحية أعمال تجميع المياه (كعدم وجود بكتيريا ممرضة) يتم عمل أعمال تنقية لمياه الشرب، وتنقسم أعمال نظم المياه إلى:-

١-

٢- أعمال التنقية

٣- أعمال التخزين والتوزيع

مصادر مياه الشرب إما أن تكون مياه جوفية أو مياه سطحية أو مياه الأمطار

١- أعمال التجميع

يقصد به المنشأ الذي يقام للحصول على المياه من المصدر بطريقة سليمة وبالكميات التي تتطلبها احتياجات منطقة الدراسة سواء كانت قرية أو مدينة ، ويختلف شكل أعمال التجميع ونوعها حسب نوع المصدر في حالة المياه السطحية يتم الاعتماد على مجموعة من المواسير الناقلة على مجرى مائي من المصدر الرئيسي لتجميع المياه. أما في حالة المياه الجوفية فيتم الاعتماد على مجموعة من الآبار يتوقف حجمها وعددها على نوعية التربة وعمق المياه وكذلك على الاحتياجات المطلوبة.

وفي حالة مياه الأمطار يكون الشكل الأمثل هو تخصيص منطقة لتجميع مياه الأمطار وتكون هذه المنطقة مجهزة لاستقبال مياه الأمطار وحجزها حيث يتم سحبها لتغذية نظام مياه الشرب.

٢- أعمال التنقية

يختلف نوع وحجم أعمال التنقية تبعاً لنوع المصدر وجودة مياهه وكذلك الغرض الذي سيتم فيه استخدام المياه فقد لا تحتاج المياه إلى أي نوع من أنواع التنقية كما في حالة المياه الجوفية ، وقد تحتاج إلى تسلسل معين من مراحل التنقية

النمطية أو المتخصصة كما في حالة المياه السطحية أو المياه الجوفية ذات التركيز العالي من الأملاح. وقد تم دراسة لمخطط نظام مياه الشرب في حالة الاعتماد على المصادر المختلفة كالاتي:-

أولا : تنقية مياه الأمطار

إن تنقية مياه الأمطار هي أبسط أنواع التنقية حيث تحتاج بعد عملية تجميع المياه إلى المأخذ.

محطة طلبات الضغط المنخفض

عملية ترشيح بسيطة لتنقيتها من الشوائب ثم يتم تعقيم المياه باستخدام الكلور بالجرعات المناسبة ثم تخزينها بالخزانات الأرضية ومنها إلى الشبكة عن طريق طلبات الضغط المرتفع.

ثانيا : تنقية المياه الجوفية

إن تنقية المياه الجوفية هي أيضا من عمليات التنقية البسيطة والتي لا تحتاج إلى تنقية أصلا إلا إذا احتوت على كمية من الأملاح الذائبة فوق المعدل المسموح به وتتكون عملية التنقية لإزالة بعض الأملاح مثل الحديد والمنغنيز من اعمال تجميع المياه من الابار.

المأخذ وطلبات الضغط المنخفض

- معالجة خاصة للتخلص من الملوحة في حالة وجودها .
- عملية التعقيم ومنها إلى الخزانات فالشبكة العمومية مثلها مثل مياه الأمطار .

ثالثا : تنقية المياه السطحية

عملية تنقية المياه السطحية عملية أكثر تعقيدا من تنقية مياه الأمطار أو المياه الجوفية نظرا لما تحتويه المياه السطحية من بكتريا ومواد عالقة و ذائبة بالإضافة إلى الطمي والمواد العضوية.

يتكون النظام من رفع المياه من المأخذ باستخدام طلبات الضغط المنخفض

. الترسيب

. الترشيح

. التعقيم

ومنها إلى الخزانات الأرضية ثم طلبات الضغط المرتفع التي تضخ المياه المنقاة إلى الشبكة أو إلى الخزانات العالية بالمدينة طبقا لنوع الشبكة.

وستتناول كل من هذه العمليات بشيء من التفصيل فيما يلي:-

رفع المياه من المآخذ باستخدام طلمبات الضغط المنخفض :

تعتمد محطات تنقية المياه السطحية على الأنهار وفروعها لسحب المياه منها عن طريق المآخذ الذي يوصل المياه من النهر إلى بيارات السحب للطلمبات ويزود المآخذ بطلمبات ضغط منخفض لرفع المياه من منسوب البيارات إلى منسوب موزعات المياه للمروقات.

وتضاف جرعة الكلور المبدئي إلى المياه وهي في طريقها إلى الموزعات ويضاف محلول الشبة للماء عند الموزعات وتتم عملية الخلط والترويب بواسطة:-

أ - قلابات تدار بمحرك كهربائي

ب - يعمل اختناق في مجرى المياه لتزيد من سرعة المياه عندما يضاف محلول الشبة.

تتم هذه العملية بالمرق فيترسب الطمي والكائنات الميتة في قاع المروق وتسحب الرواسب للخارج عن طريق محابس الروبة.

في بعض المحطات الحديثة تسحب الروبة من أقماع التجميع بمواسير منتهية بمحابس تفتح وتغلق بنظام في محابس الهواء (Pulsometer) ذلك ساعة الضبط ويستخدم هذا النظام في المروقات النابضة الترشيح . تهدف عملية الترشيح إلى إزالة المواد العالقة وتتم خلال طبقات من الرمل لحجز المواد العالقة المتبقية بعد عملية الترسيب.

وتشمل أنواع المرشحات

١- مرشح رملي بطيء

٢- مرشح رملي سريع

٣- (Compact Unit) مرشح الضغط

التعقيم

يتم تعقيم المياه غالبا باستخدام غاز الكلور أو مركبات تحتوي على الكلور (مثل هيبوكلوريت الكالسيوم أو هيبوكلوريت الصوديوم) ويضاف غاز الكلور بجرعات يتم تحديدها على أساس اختبارات معملية للقضاء على الكائنات الممرضة وبجيث لا تتجاوز نسبة الكلور المتبقية بعد المعالجة ٠,٢ - ٠,٦ جزء في المليون . ويلاحظ أنه لا بد وأن يترك الماء بعد إضافة الكلور لمدة ثلاثين دقيقة قبل استخدامه للتأكد من تمام المعالجة ويمكن أن يتم ذلك في حالة الاستخدام المباشر في أحواض احتجاز ذات ساعات مناسبة.

كما يوجد العديد من الطرق الأقل استخداما في عمليات تطهير المياه باستخدام الأوزون أو اليود والبروم أو الأشعة فوق البنفسجية وهي طرق أكثر تكلفة من استخدام الكلور.

تمر المياه المعقمة والتي تم تطهيرها بالكلور النهائي إلى خزان أرضي أسفل المرشحات ومنها إلى بيارات سحب طلمبات الضغط العالي.

طلمبات الضغط العالي ترفع المياه إلى خزان علوي أو تضخ المياه مباشرة إلى شبكة التوزيع بالمدينة ومما هو جدير بالذكر أن محطات تنقية المياه السطحية حتى الآن لا تغطي كامل مساحة الجمهورية وأن هناك أماكن عديدة محرومة من المياه النقية.

ورغم أن إلا أنها Compact Unit سعتها صغيرة (الأمر الذي دعى إلى انتشار وحدات التنقية المدجة النقالى مناسبة للتجمعات المحدودة وللأماكن النائية).

ونظرا لانعدام مصدر المياه السطحية أو الجوفية ببعض الأماكن وعلى رأسها المناطق الصحراوية كما يندر فيها سقوط الأمطار لذلك فقد انتشرت أيضا عملية تنقية مياه البحر أو كما تسمى تحلية مياه البحر ورغم ارتفاع تكلفة هذا النوع من أنواع التنقية وقلة إنتاجيته إلا أنه يعتبر الحل الوحيد في بعض الحالات.

وستتناول أيضا أحد الأنواع الأكثر شيوعا لتحلية مياه البحر وهي عملية التناضح العكسي و وحدات التنقية المدجة والتي تماثل العمليات النمطية للتنقية ومعالجة المياه "Compact Unit" وحدات التنقية المدجة النقالى السطحية الخام ذلك لأنها تشتمل على نفس خطوات التنقية وهي :-

. التصفية

. الترويب

. الترسيب

. الترشيح

. التطهير

. التخزين ثم منها إلى شبكة التغذية

ويتراوح تصريف وحدات التنقية المدجة بوجه عام من ٣٠ إلى ٩٠ لتر/ثا (٢٠٠٠ - ٦٠٠٠ م^٣/يوم) أي أنها تستخدم لخدمة تجمعات في حدود من ١٠٠٠٠ نسمة وحتى ٤٠٠٠٠ نسمة تقريبا.

مميزات وحدات التنقية المدججة

- سهولة وسرعة التركيب .
- سهولة نقل الوحدة من مكان إلى مكان آخر.
- عدم الحاجة إلى أعمال إنشائية كبيرة (بعض القواعد الخرسانية فقط).
- تحتاج إلى مساحة صغيرة .
- انخفاض سعر تكلفتها بالمقارنة بتكاليف إنشاء المحطة النمطية .

الحالات التي تستخدم فيها الوحدات المدججة

- التجمعات المحدودة النائية والتي يصعب مدها بالمياه من عمليات المياه النمطية لبعدها أو لارتفاع تكلفة الإمداد.
- كحل عاجل لتغذية المجتمعات المحدودة ولحين وصول مصادر المياه التقليدية إليها .
- سد العجز لبعض المناطق بصفة مؤقتة ولحين تطوير عمليات التنقية الرئيسية .

مشاكل استخدام الوحدات المدججة

- نقص العمالة الفنية المدربة بآماكن تركيب هذه الوحدات .
- نقص أجهزة القياس والتحكم .
- نقص المواد الكيماوية وأسطوانات الكلور اللازمة للتشغيل.
- نقص قطع الغيار خصوصا للوحدات المستوردة .
- كثرة انقطاع التيار الكهربائي مما يعرضها للتوقف وعدم انتظام التشغيل .
- تصنع غالبا من ألواح الصاج الذي يصدأ بمرور الوقت .
- عدم ملاءمة بعض المواقع التي يتم اختيارها لإنشاء المحطات .
- إسناد أعمال التنفيذ إلى مقاول غير متخصص .
- صعوبة المراقبة وضبط جودة المياه المنتجة نظرا لكثرة عدد الوحدات ووجودها بآماكن متفرقة وعلى مسافات متباعدة

ونظرا للمشاكل المتعددة التي تواجه عملية التشغيل باستخدام نظام الوحدات والتي تم ذكر بعضها سابقا ، ولارتفاع تكاليف ونفقات التشغيل والصيانة لهذه المحطات وكذلك لقصر عمرها الافتراضي (١٠-١٥ سنة) فإنه يجب توشي الحرص عند اللجوء إلى اختيار هذا الحل ، وإن يقصر استخدام هذه المحطات على الحالات الطارئة والحرجة وكوضع

مؤقت لحين استكمال تغذية المناطق في إطار خطة قومية متكاملة.

محطات التناضح العكسي

نظرا لندرة المياه العذبة في المناطق الصحراوية ولكثرة المياه المالحة في البحار التي تطل عليها بلدان كثيرة ولكي تستمر الحياة، يواصل التقدم التكنولوجي أبحاثه وتطبيقاته العملية للاستفادة من مياه البحار المالحة والتي تحتوي على نسبة تركيز أملاح بمقدار ٣٥٠٠٠ ملليغرام/لتر أى ٣,٥ ٪ أو أكثر، بينما تركيز الأملاح المسموح بها لا تزيد عن ٥٠٠ ملليغرام/لتر على الأكثر.

ولهذا الغرض تعكف الشركات على التنافس لانتاج محطات تلبية حاجة الدول التي ليس بها مياه سطحية بل لديها مياه بحار أو مياه آبار مالحة ومن هذه المحطة محطات التناضح العكسي.

مشماتل محطات تنقية المياه بطريقة التناضح العكسي

- طلبات لسحب المياه المالحة من مصادرها (البحار أو الآبار المالحة)
- مروقات صغيرة تضاف اليها بعض الكيماويات لإزالة الروائح ولترسيب بعض المواد التي يمكن ترسيبها وصرفها من المروق.
- مرشحات لإزالة الحديد والمنغنيز وبعض الأملاح .
- فلتر لاستخراج بعض جزيئات المواد التي لم يتم استخلاصها في المراحل السابقة .
- طلبات ضغط عالي (متعددة المراحل) يصل الضغط بها إلى ٢٨ - ٣٠ بار .
- مجموعة وحدات التناضح العكسي بتوصيلات المواسير المختلفة .
- مجموعة مراوح هواء ضخمة لتهوية المياه بعد استخلاص الأملاح منها
- (خزان أرضي - إضافة بعض الأملاح (المعادن لإكساب المياه الاستساغة)
- طلبات ضخ إلى خزان المدينة ومنه لشبكات التوزيع .

مكونات محطات تنقية مياه الشرب

المأخذ

- مأخذ مغمور (Submerged Intake)

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

- مأخذ الشاطئ (Shore Intake)

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

- مأخذ ماسورة (Pipe Intake)

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

مواسير المأخذ-

عبارة عن المواسير الموصلة بين المأخذ وبيارة المياه العكرة الخاصة بطلمبات الضخ ذو الضغط المنخفض ويمكن أن تنشأ من مواسير خرسانة مسلحة أو مواسير حديدية أو تبنى على هيئة خندق مبطن بأي شكل مطلوب وهي موضحة بكافة أشكال أنواع المأخذ السابق شرحها.

محطة طلمبات الضخ ذو الضغط الواطى (طلمبات سحب المياه العكرة)

محطة طلمبات الضغط الواطى تقوم برفع المياه من بيارة المياه العكرة الملحقة بمحطة الطلمبات حتى منسوب المياه في عمليات التنقية وهذا لا يزيد عادة على عشرة أمتار ولذلك سميت هذه المحطات بمحطات الضخ ذو الضغط أو الرفع الواطى لتمييزها عن محطات الرفع العالي التي توجد في أول شبكة التوزيع وتضغط المياه بحيث يكون الضغط في شبكة المياه يساوى ٢٥ متر ماء عند أقصى نقطة في المدينة.

أعمال تنقية المياه السطحية

تنقسم أعمال التنقية للمياه السطحية إلى أعمال الترسيب الطبيعي أو لمساعدة المواد الكيميائية والترشيح والتعقيم

- أعمال الترسيب الطبيعي :-

أحواض الترسيب بمعناها الكامل هو الترسيب بدون استعمال مواد كيميائية مجلطة ويتوقف الترسيب الطبيعي على قابلية تحرك المواد العالقة إلى الأسفل بسرعة كما يتوقف على حجمها وقلتها ونوعها وشكلها ودرجة إنسياب الماء ودرجة الحرارة وترسب المواد العالقة والأنهار طبيعيا ، وقد وجد أن هذه الطريقة (الترسيب الطبيعي) تأخذ مساحات

كبيرة نظرا لمعدلاتها البطيئة وعادة يكون المتخلف من المواد العالقة ٥٠ % بعد أكثر من ٨ ساعات ترسيب وتشمل على عدة أنواع منها المستطيل ذات الميول ومنها الدائري ويعمل على الترسيب بكفاءة أعلى ومنها ذو الزحافة للتنظيف الميكانيكي.

وتنقسم أحواض الترسيب إلى نوعين رئيسيين بالنسبة لاتجاه سير المياه في الحوض وبالنسبة لمسقطها الأفقي

- أحواض الترسيب المستطيلة ذات التصرف الأفقي

وهذه الأحواض تعتبر من أحسن الأحواض للترسيب الطبيعي وفيها تسير المياه أفقيا بسرعة لا تصل إلى الحد الذي يعوق عملية الترسيب على أن تكون هذه السرعة منتظمة في الحوض.

- أحواض الترسيب الدائرية ذات التصرف القطري

وفي هذه الأحواض تدخل المياه في ماسورة حتى محور الحوض لتنتهي في بئر تخرج منه المياه لتسير في اتجاه قطري حتى هدار المخرج الممتد على طول محيط الحوض

- الترسيب باستخدام المواد الكيميائية المجلطة :-

لما كانت سرعة ترسيب الحبيبات الدقيقة في الماء تأخذ وقتا طويلا جدا حتى ترسب إلى قاع حوض الترسيب الطبيعي كما أن كفاءة أحواض الترسيب الطبيعي لا تتعدى ٨٠ % من كمية المياه العالقة لذلك نلجأ إلى إضافة المواد الكيماوية المجلطة إلى المياه بغرض تجميع الحبيبات الصغيرة في حبيبات أكبر حجما أو من ثم أسهل ترسيبا ولقد وجد أنه عند إضافة بعض المواد الكيماوية إلى الماء تتكون ندف هلامية الشكل ولزجة وتأخذ في الهبوط إلى أسفل وفي أثناء هبوطها تجذب إلى سطحها المواد العالقة الدقيقة فتتهبط معها مما يعطي نتائج جيدة لعملية الترسيب بعد فترة وجيزة وهذه العملية تعرف بالترويب أو التجلط كما تعرف المواد الكيماوية بالروبات أو المجلطات.

وأهم الكيماويات المستعملة لهذا الغرض هي:-

أ - كبريتات الألومنيوم المائية

ب - كبريتات الحديدوز

ج - كبريتات الحديدك

د - كلوريد الحديدك

إلا أن كبريتات الألومنيوم هي أكثر هذه المواد استعمالا إذ أنها أرخص هذه المواد وأكثرها تواجدا وانتشارا في الطبيعة وتتفاعل الشبة مع المواد العالقة ينتج أيروكسيد الألومنيوم الجيلاتيني القوام والهلامي الشكل الذي يقوم

بتجميع المواد العالقة في المياه حيث يكبر حجمها ويسهل ترسيبها.

أحواض المزج

عند استخدام المواد الكيميائية المجلطة لتحسين خواص أحواض الترسيب يجب أن يتبعها أحواض المزج السريع ومنه يتم مزج الماء مع المادة الكيميائية المجلطة سواء كانت على هيئة محلول أو بودرة وهناك طرق كثيرة لعملية المزج منها أن يوضع المحلول في الماء مع وجود حواجز في القناة لتغير اتجاه سير المياه والمساعدة على خلطها كما يمكن إجراء عملية الخلط في أحواض خاصة أو عمل اختناق في مواسير المياه وتحقن المادة في نقطة الاختناق.

أحواض الترويب

بعد إذابة وخلط المادة المروبة المجلطة بالمياه العكرة يلزم تحريك الماء حركة بطيئة في أحواض الترويب لغرض تجميع ذرات المواد العالقة بالالتصاق ليسهل ترسيبها وبما أن هذه الذرات تحمل شحنات كهربائية أما موجبة وأما سالبة فلذلك تتجاذب الشحنات غير المتجانسة وتزيد قوة الشحنة وكذلك تزيد قوة جاذبيتها للذرات الصغيرة فتكون كتلا متعادلة الشحنات فيسهل ترميمها. ولتجنب تفكك هذه الكتل يتحتم أن تكون حركة الترويب بطيئة نوعا وتتراوح سرعة طرف أذرع قلابات الترويب بين ٥، ٧ أمتار في الدقيقة وتتراوح مدة الترويب بين ١٥، ٢٥ دقيقة تخرج المياه بعد ذلك صالحة للترسيب السريع.

وتوجد أحيانا أحواض الترويب في مدخل أحواض الترويق (الترسيب) أو الترسيب منفصلة عنها أو توضع بداخلها إذا كانت مستديرة والغرض من ذلك هو تفادي تكسير الندف وبجيت ألا تزيد سرعة الماء وبالندف المار إلى أحواض الترسيب عن ١٠، ١٠ متر في الثانية حتى لا يتفكك هذا الندف قبل ترسيبها، ويجب أن يصمم حجمه بحيث يعتبر مدة البقاء ٣٠ دقيقة.

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

وتتراوح مدة مكث الماء في مثل هذه الأحواض بين ٢٠، ٣٠ دقيقة تليها أحواض ترسيب عادية أما عمليات المياه الحديثة فيكتفي بالأحواض الميكانيكية فتمر منها المياه مباشرة إلى المرشحات وفي هذه الحالة تكون مدة مكث المياه من ٤ إلى ٥ ساعات.

أحواض ترويق مع الترويب أو المروق

وهي عبارة عن أحواض ترويق يضاف إلى كل منها حوض للترويب بغرفة واحدة أو أكثر فتدخل المياه في أحواض الترويب أولا ، وهي السابق شرحها تم تخرج منها إلى أحواض الترويق لترسيب المياه ويضع حوض الترويب أحيانا في وسط حوض الترويق إذا كان الأخير دائريا والمياه بعد مرورها بالخلط حيث يضاف إليها الشبة تدخل في أسفل منتصف الحوض صاعدة إلى حوض الترويب المعدني الموجود في وسط حوض الترويق وبه زحافة مثبت بها أمشاط لكسح الرواسب وأذرع رأسية تتحرك مع الزحافة حركة بطيئة وبأعلى الحوض كوبري معلق به أذرع رأسية تلف باستمرار في اتجاه عكسي للزحافة لغرض الترويب ويديرها محرك كهربائي خاص بها

أحواض ترويق سريعة

وهي عبارة عن أحواض ترسيب ميكانيكية بها غرفة في وسطها لخلط الكيماويات مع الماء وإثارة الرواسب بصفة مستمرة وتكوين طبقة منها كالمصيدة الشبكة ويمر خلالها الماء فيتحرك رواسبه ويخرج صاعدا إلى الهدار بأعلى الحوض ثم إلى ماسورة المخرج ويسمى هذا النوع بالأحواض ذات الرواسب المثارة ومن هذه الأحواض عدة أنواع:-

النوع الأول

وهو عبارة عن حوض ترسيب مستدير بوسطه غرفة بها مراوح تدار بمحرك كهربائي موضوع بأعلى الغرفة لغرض إثارة الرواسب وتلف المراوح من ٣ : ٨ لفات في الدقيقة أو بسرعة ٢ : ٤ قدم في الثانية لأطراف المروحة وكلما زادت درجة العكارة لزم زيادة سرعة المروحة ويمر الماء في غرفة الإثارة في حوالي عشر دقائق قبل أن يصل إلى حيز الترسيب حول غرفة الإثارة وتدخل المياه الواردة أولا إلى غرفة الإثارة موزعة في دائرة الغرفة ثم تمر مع الرواسب إلى أسفل بحيث تختلط بالرواسب المثارة بالغرفة وتمر المياه مع الرواسب حسب الأسهم الموضحة في الرسم بحوض الترسيب من أعلى إلى أسفل تاركة رواسبها أسفل الحوض ويخرج الماء رائقا إلى الأعلى مارا فوق الهدارات أما الرواسب فتدخل ثانية إلى غرفة الإثارة من أسفل لتكرر دورتها وهكذا . ولصرف الرواسب الزائدة يوجد حيز في مكان أو أكثر أسفل حوض الترسيب لغرض سحب الرواسب بماسورة عليها صمام تشغيل ذاتيا ويضبط الصمام بما يتفق مع كمية الرواسب في المياه الداخلة للحوض كما أنه بأسفل غرفة الإثارة توجد ماسورة أخرى لصرف الرواسب إذا تطلب الأمر ذلك وتبلغ السعة الكلية لهذا الحوض من ساعة إلى ساعتين حسب نوع الرواسب وكميتها ، ويمكن رؤية طبقة الرواسب بحوض الترسيب خلال المياه الراقية بأعلى الحوض وهو الدليل على قيام الحوض بوظيفته.

النوع الثاني

وهو مشابه في طريقة تشغيله للحوض السابق إلا أن المياه بعد أن تضاف إليها المواد الكيميائية ثم تختلط بالرواسب في غرفة الإثارة تخرج من أسفلها صاعدة داخل حيز الترسيب خلال طبقة الرواسب إلى مخرج الحوض من الأعلى ولا يعود جزء منها إلى غرفة الإثارة كما في الحوض السابق وتبلغ سعة هذا الحوض من ساعة إلى ساعتين ، وهناك أنواع أخرى من هذه الأحواض لا تختلف كثيرا عما سبق ذكره وقد بدأ استعمال هذا النوع من الأحواض لغرض إزالة العسر من المياه بإضافة الجير أو الصودا بغرفة الإثارة ومن الضروري لإنشاء هذه الأحواض عمل هدارات جانبية لتجميع المياه بعد معالجتها خارج هذه الأحواض الترشيح .

الترشيح هو إمرار المياه خلال طبقة مسامية مثل الرمل وعملية الترشيح هي أساس تنقية المياه وبواسطتها يمكن اتمام العمليات التالية:-

أ - التخلص من معظم البكتيريا.

ب - التخلص من المواد العالقة الباقية بعد الترسيب (كل المواد العالقة).

ج - التخلص من معظم المواد العضوية الذائبة الضارة وذلك بفعل الأوكسجين الذائب والبكتيريا غير الضارة الموجودة في سطح المرشح البطيء

والغرض من عملية الترسيب السابقة للترشيح هو التخلص من المواد الممكن ترسيبها والتي تسبب انسداد مسام الترشيح بسرعة إذ بغير ذلك لاكتفي بالترشيح دون الترسيب . ويتكون المرشح من طبقة الرمل ويكسو الرمل طبقة هلامية رقيقة تحجز المواد العالقة والبكتيريا بطريقة الالتصاق ، والطبقة الهلامية مكونة من:

أ - الطمي العالق في الماء

ب - الطحالب

ج - البكتيريا

د - المواد الكيميائية المستعملة

وهناك طريقتان للترشيح : الأولى وهي القديمة المعروفة بالمرشحات البطيئة والثانية الحديثة وهي المرشحات السريعة.

١-مرشحات الرمل البطيئة

المرشحات البطيئة تكون بأرضيتها قنوات ثم طبقة زلط وطبقة رمل حرش ورمل ناعم وتراوح سرعة الترشيح من ٢

: ٤ متر مكعب ماء لكل متر مسطح من رمل المرشح في اليوم ٢٤ ساعة وأصبح هذا النوع غير عملي ويتم تنظيفه

دوريا كل شهرين بإزالة الطبقة السطحية بسمك من ٣ - ٥ سم.

٢- مرشحات الرمل السريعة

تتميز المرشحات السريعة على المرشحات البطيئة بزيادة سرعة ترشيحها إلى ٢٠٠ متر مكعب للمتر المسطح من الرمل يوميا . وكذا بطريقة غسلها ميكانيكا ، وهناك نوعان من هذه المرشحات هي:-

أ - المرشحات السريعة بالجاذبية الطبيعية

ب - المرشحات الرملية السريعة بالضغط

أ - المرشحات السريعة بالجاذبية الطبيعية

تنشأ المرشحات بالجاذبية الطبيعية إما مستديرة وتكون حوائطها الخارجية من الصلب وإما مستطيلة وتكون مبنية بالخرسانة وتدخل المياه إلى المرشح من ماسورة المدخل بأعلاه وتوزع في دائرة الحوض أو بطوله فوق هدار لتنظيم وتوزيع السيب على سطح المرشح ويبلغ ارتفاع المياه فوق رمل المرشح من ٣٠ : ١٠٠ سم وتمر هذه المياه في طبقة من الرمل يتراوح سمكها بين ٣٠ : ٩٠ سم ويلى ذلك من أسفل طبقة الزلط المدرج وسمكها من ٣٥ : ٥٠ سم مدرجة من أسفل إلى أعلى كما في المرشحات البطيئة وفي بعض المرشحات يستغنى عن وضع الزلط بتركيب شبكة سلكية مجلفنة ذات ٢٥ ثقبا في البوصة الطولية محصورة بين لوحين من الصاج السميك وبكل منها ثقب على أبعاد ٥ سم وقطر الثقوب العليا ربع بوصة والسفلى نصف بوصة . أو تركيب أرضية من الاسبستوس الأسمنتي بها ثقب لتحميل الرمل عليها ويختلف سمك الزلط ومقاسه باختلاف سمك ونوعية الرمل وتخرج المياه بعد ذلك من المرشح بدخولها في المصافي المركبة على المواسير الفرعية المتوازية المتصلة بماسورة المخرج الرئيسية ومنها إلى خزان المياه المرشحة بعد إجراء عملية التعقيم.

طريقة غسل المرشح

نظرا لارتفاع سرعة الترشيح في المرشحات السريعة من ٢٠ : ٣٠ ضغط للسرعة المتبعة في المرشحات البطيئة تحتم الضرورة غسل المرشح السريع على فترات قصيرة جدا مرة أو مرتين يوميا على حسب كمية الرواسب الموجودة في المياه المراد ترشيحها . وقد سبقت الإشارة إلى إزالة الطبقة الهلامية على فترات من سطح المرشح البطيء وهذا غير متبع في المرشحات السريعة التي تتوفر فيها سهولة غسل الرمل بدون عناء كبير إذ يسهل فيها غسله بدون إزالته من المرشح ، ولتسهيل غسل رمل المرشح بدون استهلاك كمية كبيرة من المياه يجب تحريك الرمل لتفكيكه وتسهيل فصل الأوساخ عنه عند مرور مياه الغسيل.

ب - المرشحات الرملية السريعة بالضغط

وهي عبارة عن أسطوانة من الصلب محكمة إما رأسية أو أفقية المحور والنوع الراسي يتراوح قطره من نصف متر إلى ثلاثة أمتار وارتفاعه من مترين إلى أربعة أمتار - وهو يستعمل للتصرفات الصغيرة - كما أن النوع الأفقي يتراوح قطره من ٢,٥ إلى ٣,٥ متر ويبلغ طوله حتى سبعة أمتار وهو يستعمل للتصرفات الكبيرة ولا تختلف هذه المرشحات في داخلها عن المرشحات التي تعمل بالجاذبية فتوجد فيها شبكة لصرف المياه المرشحة تعلوها طبقة من الزلط ثم طبقة من الرمل بنفس مواصفات الرمل والزلط المستعمل في المرشحات التي تعمل بالجاذبية وطريقة التشغيل هي أن تضغط المياه بعد الترسيب بواسطة طلمبات ذات ضغط عالي إلى المرشحات فتمر في الرمل والزلط إلى شبكة الصرف ومنها إلى شبكة التوزيع رأسا دون أن تمر على خزان المياه النقية ويستمر هذا حتى يبلغ فاقد عامود الضغط في المرشح أقصاه - ثم يتم غسله بالطريقة التي سبق شرحها فتتكك حبيبات الرمل على بعضها ومن ثم باحتكاكها مع بعضها للتخلص مما علق بها من مواد هلامية تخرج مع المياه من المرشح كما أنه لا بد من فترة إنضاج للمرشح بعد عملية الغسيل قبل استعمال المرشح ومعدل الترشيح في هذه المرشحات هو ١٠٠ - ١٥٠ متر مكعب.

استعمالات المرشح بطريقة الضغط

لا يستعمل هذا النوع من المرشحات لعمليات المياه الكبرى بل يقصر استعماله على الحالات الآتية:

أ - الأغراض الصناعية - لترشيح مياه لمصنع بعيد عن مصدر المياه النقية

ب - إمداد المجتمعات السكنية الصغيرة بالمياه النقية

ج - إمداد المجتمعات السكنية المؤقتة (كالمعسكرات الصيفية والثقافية الترفيهية) أو الوحدات السكنية المتنقلة

(كوحدات الجنود المحاربة) وفي هذه الحالات يثبت المرشح على سيارة نقل عادية (لورى) لسهولة انتقاله من مكان

لآخر حسب حاجة التعقيم.

لإمكان إبادة البكتيريا الضارة الموجودة في المياه يلزم ترشيح المياه بعناية للتخلص من معظم البكتيريا إذ أن المرشحات

لا يمكن أن يكون عملها كاملا وأحسنها يسمح بمرور البكتيريا فلضمان خلو المياه المرشحة تماما من البكتيريا يلزم

عمل التعقيم لرفع مستوى النقاوة والطريقة الشائعة لذلك هي باستعمال الكلور . وتراوح نسبة الكلور المضاف

حسب كمية المواد العضوية والبكتيريا الموجودة في الماء من ٠,٥ إلى ١,٠ جزء من المليون ، ويحتاج التطهير في حالة

الكلور كما يحتاج في المطهرات الأخرى إلى وقت كاف لإتمام العملية وفي العادة نصف ساعة تعقيم يكفي قبل

استعمال المياه والكلور المستهلك هو عبارة عن جملة الكلور المستعمل منقوصا منه كمية الكلور المتبقي، وتتوقف هذه

الكمية على نوع المياه كما يتوقف عليه أيضا سرعة زوال الكلور من الماء فمثلا في المياه المعدنية يبلغ الكلور المستهلك ٥,٥ جزء في المليون بينما في المياه السطحية وخصوصا التي بها نسبة عالية من النشادر تستهلك نسبة عالية من الكلور ، كما يؤخر النشادر فتك الكلور بالبكتيريا ، ولإثبات أن الماء قد عقم لمدة كافية فإن أثرا من الكلور يتبقى بعد هذه المدة ، وهذا الأثر يسمى بالكمية المتبقية ويجب أن تتراوح بين ١,٥ ، ٢,٥ جزء في المليون.

ويضاف الكلور بإحدى الطرق الآتية

محلول الكلور

وهو هيبوكلوريت الصوديوم ويحضر غالبا بالتحليل الكهربائي لمحلول ملح الطعام في أحواض من الخرسانة وهي طريقة رخيصة.

غاز الكلور

يعبأ في أسطوانات من الصلب تتراوح سعتها بين ١٠٠ رطل إلى ٢٠٠٠ رطل ويجب اختبار هذه الأسطوانات على الكلور غاز سام تبلغ درجة حرارته ٩٠ ١٣٥ ، °. ضغط ٥٠٠ رطل على البوصة المربعة قبل استعمالها غليان سائله ٣٠,١ فهرنهايت ويبلغ ضغطه ١٠٠ رطل على البوصة المربعة عند درجة حرارة ٧٠ وبعد تحويل غاز الكلور من حالته الغازية إلى الحالة السائلة بواسطة الضغط العالي يوضع في أسطوانات من الصلب وتدهن من الخارج عادة باللون الأصفر لتمييزها عن غيرها وتوصل الأسطوانة بالجهاز ثم يفتح الصمام بينهما وعندئذ يتحول الكلور السائل إلى الحالة الغازية ويمر بالسرعة المطلوبة ويمر الغاز في كمية صغيرة من الماء الذي يصبح حينئذ محتويا على نسبة عالية من الكلور ويضاف ذلك إلى الماء المطلوب تعقيمه بواسطة الخلط جيدا.

٣- أعمال التخزين والتوزيع

يتم توزيع المياه (لاستخدامها بعد تجهيزها لتصبح مناسبة للغرض المستهدف) من خلال شبكات لتوزيع المياه وذلك وفقا للمعدلات المطلوبة وتحت الضغط المناسب مع الأخذ في الاعتبار الحماية الكافية للشبكة لضمان عدم تلوث المياه وضمان انتظام الشبكة.

أعمال توزيع المياه بعد تنقيتها في المدن

تنقسم أعمال توزيع المياه بعد تنقيتها إلى الخزانات الأرضية والخزانات العالية ومحطات الضغط العالي وهي كما يلي:-

الخزانات الأرضية (خزانات المياه الراقئة)

الغرض من خزان المياه الراقئة هو خزن كمية احتياطية من المياه المرشحة والمعقمة لسد حاجة الاستهلاك التي تزيد أثناء ساعات النهار عن متوسط تصرف المرشحات سواء كان هذا الاستهلاك منزلياً أو لإطفاء الحريق أو لأغراض أخرى.

ومن المتبع في المدن السكنية أن تكون سعة التخزين بين تصرف ثلاث إلى أربع ساعات لعمليات المياه الكبيرة بشرط أن تكون المرشحات دائمة التشغيل ليل ونهار . أما في العمليات الصغيرة في الأرياف فإن الخزانات تصمم على أن تسع تصرف حوالي ٢٤ ساعة من ذلك تصرف حوالي ١٠ ساعات تعد كاحتياطي لإطفاء الحرائق ، ويبنى هذا الخزان عادة تحت سطح الأرض بالقرب من مبنى المرشحات على أن تكون سعته كافية لتستوعب تصرف المدينة في خلال فترة تتراوح من ستة إلى ثمانية ساعات والغرض من ذلك هو ضمان إمداد المدينة بالمياه في حالة تعطل محطة التنقية أو محطة الرفع الواطي لفترة ما كما أن الغرض منه هو الموازنة بين تصرف محطة التنقية الذي يكاد يكون ثابتاً طوال اليوم وتصرف المدينة (أي تصرف الضغط العالي) الذي يتغير من يوم إلى يوم في الأسبوع على مدار العام. كما أنه في بعض الحالات يبنى هذا الخزان تحت المرشحات مباشرة إلا أن هذا غير مفضل نظراً للصعوبات الإنشائية التي قد تعترض التنفيذ.

على أنه في كلتا الحالتين يجب أن يبنى الحوض بطريقة تجعل المياه تسير فيه بانتظام في كامل قطاعه ويتم ذلك ببناء حوائط حائلة توجه المياه من المدخل إلى المخرج مع منع تواجد مناطق غير مستغلة ويجب تغطية الحوض لمنع تلويث الماء من الأتربة ولعدم تعريضه لأشعة الشمس التي تساعد على توالد الطحالب به ، ويركب بسقف الحوض فتحات للتهوية مغطاة بالسلك تسمح بمرور الهواء دون الأتربة عند امتلاء وتفريغ الخزان.

ومن المستحسن أن تكون هذه الخزانات مبنية تحت سطح الأرض وأحياناً ينشأ حوض تخزين تحت المرشحات للانتفاع بالحيز الواقع تحتها لغرض التخزين بدلاً من تركه خالياً لمرور المواسير فقط وغالباً فإن هذا الحيز لا تكفي سعته لكمية التخزين المطلوبة ويحتاج الأمر إلى إنشاء حوض تخزين منفصل ويستخدم الكمية التي تحت المرشحات لغسيله فقط.

وينشأ الحوض غالباً من الخرسانة المسلحة ويجب أن تكون أرضية الخزان بحيث تقاوم الضغط الناتج من التربة عندما يكون الخزان خالياً ويبطن الخزان من الداخل والخارج بمونة الأسمنت المخلوط بمادة عازلة أو تكسيها بالبيتومين من الخارج لمنع تسرب المياه . كما يفضل أن تمر المياه عند دخولها إلى الحوض على هدار أو حائط حائل وبذلك يمكن

تفريغ الحوض إلى منسوب الهدار فقط إذا أريد إصلاح ماسورة أو صمام المدخل أما ماسورة المخرج فتوضع على القاع حتى يمكن تفريغ الحوض منها.

الخزانات العالية

الخزان العالي عبارة عن خزان من الخرسانة أو الصلب مرفوع على أعمدة من الخرسانة أو الصلب على أن تكون المياه في منسوب يحفظ ضغطا كافيا في شبكة المواسير في أقصى مكان في المدينة . بحيث لا يقل عن الضغط الذي يسمح برفع المياه إلى الدور الخامس في المنازل ، كما يجب أن تكون سعة هذا الخزان كافية لاستقبال الماء الزائد عن معدل تصرف طلبات الضغط العالي عن معدل استهلاك المياه في المدينة ليعود هذا الفائض إلى المدينة عندما يقل معدل تصرف طلبات الضغط العالي عن معدل استهلاك المياه في المدينة، ويتصل الخزان العالي بشبكة التوزيع بواسطة ماسورة رأسية لتغذية الحوض بالماء وكذلك تغذية شبكة التوزيع بالماء من الحوض مركب عليها الصمامات الآتية:-

أ - صمام حجز في أسفل الماسورة يقفل عندما يراد حجز الماء عن الحوض للتنظيف أو الإصلاح

ب - صمام عوامة على أعلى الماسورة حيث تدخل المياه إلى الحوض عندما يزيد معدل ضخ الطلبات عن معدل استهلاك الماء في المدينة والغرض من صمام العوامة هو تنظيم دخول الماء بحيث يقفل الصمام تماما إذا ما وصل الماء في الحوض إلى منسوب معين.

ج - صمام مرتد مركب على فرع ما بين الماسورة الرأسية وقاع الخزان هذا الصمام يسمح بخروج الماء من الحوض إلى الماسورة الرأسية (وليس العكس) عندما يزيد معدل استهلاك الماء في المدينة عن معدل ضخ الطلبات.

د - صمام حجز مركب على نفس الفرع ويقفل عندما يراد إيقاف صرف الماء من الحوض إلى شبكة التوزيع عن طريق الماسورة الرأسية ، كما هو الحال عند غسيل الحوض بعد إصلاحه.

وتنشأ الخزانات من الخرسانة المسلحة أو من الصلب أو من المباني للخزانات الصغيرة وهو غير مستعمل الآن وفي حالة ما إذا كانت الحلة من الصلب يلزم وقايتها من أشعة الشمس.

ونظرا لتعرض حلة الخزان إلى أشعة الشمس وإلى اختلافات كبيرة في درجة الحرارة مما يؤدي إلى حدوث شروخ في الحلة إذا كانت من الخرسانة فإنه يستحسن تحقيق بياض السطوح الداخلية للحلة بمونة الأسمنت المخلوط بمادة مانعة للرشح ثم تدهن علاوة على ذلك بالبيتومين الساخن لجميع السطوح المغمورة بالماء وذلك للتأكد من أحكام الحوض مائيا أو إضافة إحدى المواد الملائمة للخرسانة أو جعلها صماء مثل فاندكس أو أديكور أو إحدى المواد السابق شرحها

ويراعى الاحتياط في أحكام مواضع مرور المواسير بجوائط الحلة حيث يخشى من تسرب الماء من بين سطوح الخرسانة الملاصقة للمواسير ويحسن أن يكون للماسورة المارة بجوائط الحلة شفة بارزة وسط الحائط الخرساني لغرض الإحكام المائي

وكثيرا ما توضع تحت الخزان غرفة طلمبات الضغط العالي ، ويستحسن اختيار موقع الخزان العالي بأعلى نقطة بالمدينة لتقليل مصاريف إنشاء أعمدة للخزان وتتراوح سعة الخزان العالي بين اثنتين وأربع ساعات في المدن الكبيرة التي يتراوح سكانها بين مائة ألف وخمسمائة ألف نسمة. أما في البلاد الصغيرة التي يقل عدد سكانها عن مائة ألف نسمة والتي لا يستمر تشغيل الطلمبات فيها ليلا يجب أن تكون سعة الخزان فيها من ٤ - ٢٤ ساعة وذلك لدرء طواريء الحريق.

وتم بحمد الله