برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي لمهندس تشغيل مياه

أساسيات تشغيل محطات مياه الشرب – ستة أشهر

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

الفهرس

مصادر مياه الشرب ٣
مقدمـــــة ٣
الدورة الهيدرولوجيـة للماء ٣
درجة نقاء الماء ٣
مواصفات مياه الشرب وخصائصها ٥
خصائص الميــاه ٥
مكونات محطات وشبكات مياه الشرب وطرق التشغيل ٢٧
١.أنواع المآخذ: ٢٧
2.المصافي الميكانيكية: ٢٧
٣.عملية الترويب ٣٠
٤.عملية التنديف **Flocculation** ٣١
5.الترويق (**clarification**) ٣٢
٦.نظرية الترسيب الطبيعي ٣٣
٧.التخلص من الروبة ٣٨
٨.الترشيح (**Filtration**) ٤٠
٩.منظومة حقن الكلور ٤٥
١٠.منظومة الشبة ٤٧
١١.التخزين والتوزيع ٤٨
شبكات التوزيع ومحطات الرفع والخزانات ٥٢
شبكة توزيع المياه ٥٥
انواع خطوط الشبكات وطرق التشغيل ٦١
الـمحـــــابـس ٦١
غرف المحابس: ٦٨
محطات طلمبات الضخ وتدعيم الضغط (روافع مياه الشرب) ٧٠
شبكات مياه الشرب ٧٣
نماذج اجراءات التشغيل القياسية ٧٣
غسيل شبكة المياه ٧٤

مصادر مياه الشرب

مقدمـــة

الماء هو شريان الحياة الرئيسي حيث بدونه لا يمكن أن توجد حياه على سطح الأرض. يغطى الماء بحالته السائلة أو الصلبة أربعة أخماس كوكب الأرض والماء كبقية السوائل يتمدد بالحرارة وينكمش بالبرودة. إلا انه يشذ عن هذه القاعدة ما بين درجتي ْ٤م، ْ٠م. حيث يتميز الماء بقدرته على التمدد حتى يتجمد وذلك عند درجة أقل من ْ٤م وعليه يطفو الجليد فوق سطح الماء لإتاحة الفرصة لمعيشة الكائنات البحرية. ويعتبر الماء النقي أحد المصادر الطبيعية القابلة للنضوب والتي يزداد الطلب عليها في الوقت الحالي في مناطق عديدة من العالم وتناقص المياه هو أحد المشكلات التي تواجه العالم في هذا القرن وذلك نتيجة الزيادة المطردة في تعداد سكان العالم الذى ترتب عليه زيادة الرقعة العمرانية وكذلك الأنشطة الصناعية التي تستهلك كميات كبيرة من المياه وينتج عنها ملوثات تغير من مواصفات مصادر المياه الأمر الذى يستلزم اتخاذ إجراءات من الحكومات لسن التشريعات ووضع المواصفات القياسية لنوعية المياه علاوة على تطبيق التكنولوجيات التي من سبيلها الحد من الاستهلاك المطرد والوصول إلى مياه نقية صالحة للاستخدام.

الدورة الهيدرولوجية للماء

يختص علم الهيدرولوجيا بدراسة توزيعات المياه في الكرة الأرضية،وبحركتها المستمرة من البحار إلى الجو ومن الجو إلى اليابسة ومن الأرضعوداً إلى البحار وتسمى هذه الدورة بالدورة الهيدرولوجية. وتغطى المحيطات ٧١% من سطح الأرض، وتحتوى على ٩٧% من مياه الكرة الأرضية، ٣% الباقية توجد في الجو كبخار ماء، وعلى الأرض كمياه عذبةوثلوج وجليد، وتحت سطح الأرض كمياه جوفية، ومعظم المياه التي تسقط على الأرض لا تصل إلى المحيطات بل تكمل دورتها الهيدرولوجية عودا إلى الجو بعملية البخر وعملية نتح النباتات.وحوالي ٢٥% من المياه العذبة بالكرة الأرضية مخزونة تحت سطح الأرض حيث تبقى لمئات أو آلاف السنين، ونسبة صغيرة منها تكون موجودة في طبقات يمكن سحبها منها بكميات محددة.

وعليه يمكن تلخيص مصادر الشرب كالآتي:

١-الأمطار ٢-البحار ٣- المحيطات

٤- البحيرات ٥- الأنهار ٦- المياه الجوفية

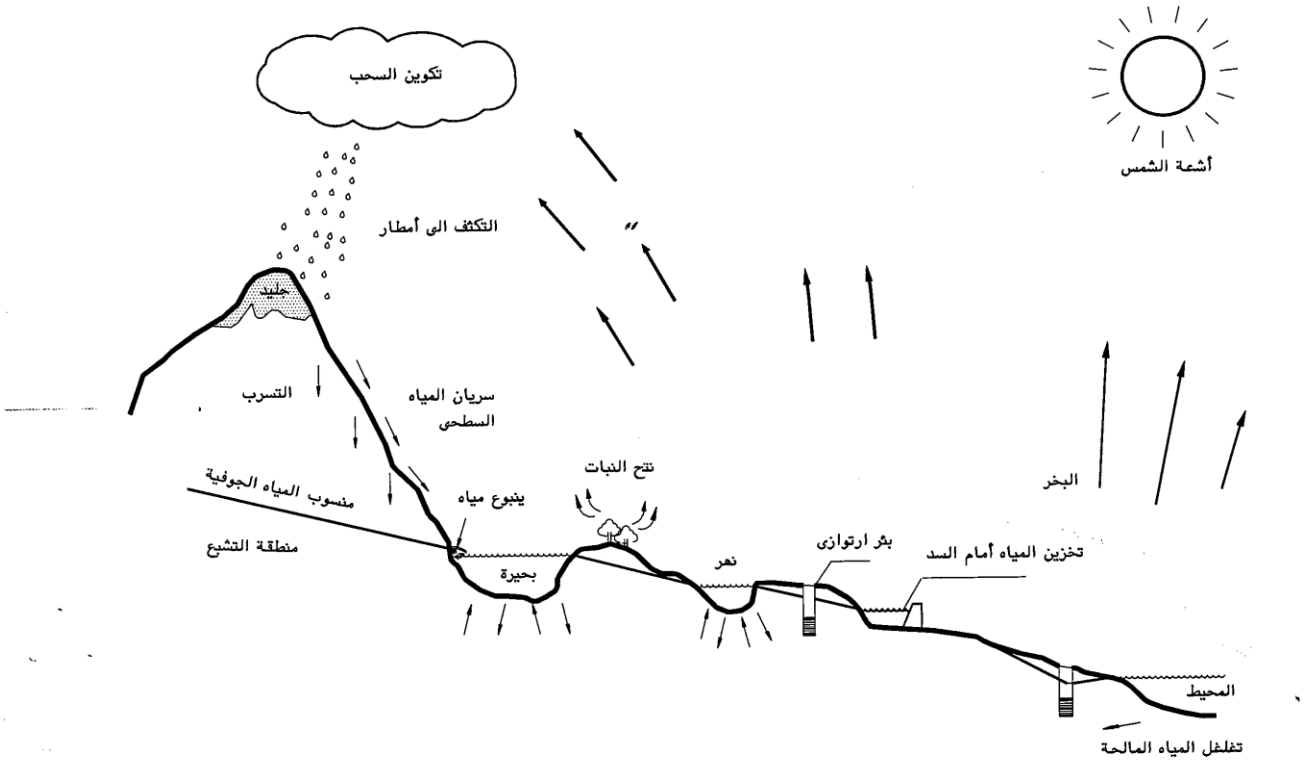
ويوضح الشكل رقم () دورة الماء في الطبيعة (الدورة الهيدرولوجية).

درجة نقاء الماء

تأتى مياه الأمطار في المقدمة من حيث النقاء لاحتوائها على نسبة بسيطة من المواد العضوية علاوة على بعض الغازات الذائبة. ثم تليها المياه الجوفية التي تحتوى على بعض أملاح الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم وبعض المواد العالقة وذلك طبقاً لنوعية التربة التي تمر بها. أما المياه السطحية فتأتى في المؤخرة وهي عبارة عن مياه البحار والمحيطات والبحيرات والأنهار، وتعتبر كلها مصادر لمياه الشرب. فيتم الحصول على مياه الشرب من مياه البحار والمحيطات عن طريق عمليات التحلية، أما مياه الأنهار والبحيرات العذبة فيتم الحصول على مياه الشرب منها عن طريق عمليات المعالجة. أي أن المياه السطحية هي المصدر الرئيسي للمياه.

والمياه الجوفية عبارة عن مياه مستخرجة من الآبار، وتكون أملاحها عادة أكثر من المياه السطحية، إلا أنها تحتوى على نسبة بسيطة جدا من المواد العالقة، لأن مرور المياه في طبقات الأرض يرشحها من المواد العالقة بها.

وفيمصر نعتمد على مياه نهر النيل والمياه الجوفية كمصادر رئيسية لمياه الشرب. وتصل حصة مصر من مياه النيل إلى ٥٥,٥ مليار متر^{3}في السنة، وذلك طبقا لاتفاقية عام ١٩٥٩ مع السودان.



شكل رقم (١-٢)

الدورة الهيدرولوجية

مواصفات مياه الشرب وخصائصها

خصائص الميـاه

نقسم خصائص المياه إلى:

أ. خصائص طبيعية.
ب. خصائص كيماوية
ج. خصائص بيولوجية

أ. الخصائص الطبيعية

- درجة الحرارة.
- العكارة.
- اللون.
- الطعم.
- الرائحة.

١. درجة الحرارة:

تؤثر درجة الحرارة على عمليات معالجة المياه، فهي تساعد على سرعة ذوبان الكيماويات المضافة وسرعة ترسب الجسيمات الدقيقة.

٢. العكارة:

قد تكون مواد عضوية مثل الطحالب ومواد غير عضوية مثل الطميوالرمال. وتكون العكارة في المياه السطحية أكثر منها في المياه الجوفية نظراً لأن الأخيرة تتعرض للترشيح خلال مرورها في طبقات التربة المختلفة.

٣. اللون:

يحدث تلون الماء في المورد السطحي نتيجة لتحلل المواد العضوية أو وجود مواد غير عضوية كالحديد والمنجنيز، ويعتبر تلون الماء من أكثر الدلالات على عدم صلاحيته للاستهلاك الآدمي ومعظم الاستخدامات الصناعية.

٤. الطعم:

يكون للماء أحياناً طعم غير مستساغ، وذلك نتيجة وجود طحالب ومواد عضوية متعفنة، أو نتيجة اختلاطه بمياه الصرف أو المخلفات الصناعية قبل معالجته.

٥. الرائحة:

يرتبط وجود طعم غير مستساغ في الماء مع وجود رائحة كريهة في نفسالوقت، إذ أن الرائحة ناتجة في معظم الأحوال من مسببات الطعم الكريه.

ب. الخصائص الكيماوية

- الأس الايدروجينى.
- العسر الكلى.
- الأكسجين الذائب.
- المواد الذائبة.
- القلوية والحموضة.
- المواد العضوية بأنواعها.

١. الأس الايدروجينى:

وهو ما يرمز له بالرمز "pH" وهو يعبر عن الحالة الحمضية أو القلوية للماء. وهو يبدأ من الصفر إلى رقم ١٤، والرقم ٧ يدل على التعادل النقي، وإذا قل الرقم عن ٧ يدل ذلك على حمضية الماء. فحينما تذوب أي مادة في المياه يتأين المحلول إلى أيونات الهيدروجين H^+وأيونات الهيدروكسيد OH^-ويكون الماء حمضي إذا كانت الأيونات H^+أكثر من أيونات OH^-وقلوي إذا حدث العكس. ويكون المحلول متعادلاً إذا تساوى تركيز H^+و OH^-.

الماء الحمضي يحدث تأكلاًفي المعدات، أما الماء القلوي فيرسب قشوراً.

وقد وجد أنه بالنسبة للماء أو أي محلول مائي يكون حاصل تركيز أيونات الهيدروجين $[H^+]$ والهيدروكسيد $[OH^-]$ يساوى مقداراً ثابتاً هو ١ x ١٠$^{-١٤}$ وذلك عند درجة حرارة ٢٥°م. أي أن $1 \times 10^{-14} = [H^+][OH^-]$.

وفي حالة المياه النقية يكون $[H^+] = 10^{-7}$ وبالتالي:

$$pH = -Log\ [H^+] = -Log\ [10^{-7}] = 7$$

٢. العسر:

وهو عبارة عن وجود مقادير ملحوظة من أملاح الفلزات التي لا تذوب في الماء مثل الكالسيوم والماغنسيوم. ووجودها في الماء يزيد من الأس الأيدروجينى للماء. والعسر يسبب قشوراً داخل المواسير والعدادات وأجهزة تسخين المياه. كما أنه يكسب الماء طعماً غير مستساغ ويصعب معه استخدام الصابون.

٣. الأكسجين الذائب:

يتواجد الأكسجين ذائباً في المياه العذبة بصفة دائمة نتيجة للتهوية الطبيعية، وتزداد نسبة الأكسجين الذائب في المياه الباردة عنها في المياه الساخنة، ويؤدى وجود الطحالب في الماء إلى إنتاج الأكسجين نهاراً فيزداد منسوب الأكسجين الذائب في الماء وفي الليل تستنفذ الطحالب كمية من الأكسجين فينخفض منسوب الأكسجين الذائب في الماء، وتساعد زيادة نسبة الأكسجين الذائب في الماء على حدوث التآكل في السطوح المعدنية الملامسة لها كالمواسير والعدادات والمضخات.

٤. القلوية:

تعزى قلوية المياه لوجود هيدروكسيدات– كربونات– بيكربونات.. بعض عناصر الفلزات النشطة (الاقلاء) مثل الصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم والبوتاسيوم.وارتفاع قلوية المياه يؤدى إلى تزايد التكاثر البيولوجي. وليست هناك أضرار من المياه المحتوية على قلوية حتى ٤٠٠ ملليجم / لتر.

٥. الحموضة:

تكون المياه حامضية إذا كان الأس الهيدروجينيpHأقل من ٧. ومن أسباب حمضية الماء وجود ثاني أكسيد الكربون الذائب أو بعض الأحماض العضوية الناتجة من تحلل البقايا النباتية كما أن تصريف المخلفات الصناعية.

التي تحتوى على أحماض في المسطحات المائية يزيد من درجة حمضية المياه. وبالإضافة لما تسببه المياه الحامضية من تآكل وصدأ المواسير الحديدية فإنها تذيب بعض المواد الضارة بالصحة مثل النحاس والرصاص والزنك. والمياه المفضل شربها تكون(8.5 – 6.5) pH.

٦. المواد الذائبة:

عند مرور المياه السطحية أو الجوفية على أنواع من التربة أو الصخور فإنها، تذيب بعضاً من هذه المواد الصلبة وتختلط بالماء، وهناك حد أقصى مسموح به للمواد الصلبة الذائبة في الماء حتى لا تسبب للمستهلكين مشاكل صحية أو تكسب الماء طعماً ورائحة غير مقبولين. وتكون بعض المواد الذائبة ضارة بصحة الإنسان، لذلك من الضروري إعطاء عناية للتخلص منها أثناء عمليات المعالجة.

٧. المواد العضوية:

تأتى نتيجة التلوث بالمخلفات السائلة الصناعية والزراعية والمجاري وهناك أنواع جديدة وكثيرة من المواد العضوية غير معروف تأثيرها في مياه الشرب على المدى الطويل إلا أن بعض هذه المواد مسببة للسرطان والبعض الآخر يغير في أساس تكون الخلايا.

ج. الخصائص البيولوجية

وهي عبارة عن ما تحتويه المياه من بكتريا وفيروسات وطحالب وطفيلياتضارة بصحة الإنسان، ويؤدى اكتشاف هذه البكتريا والفيروسات إلى وضع النظام السليم لتعقيم المياه بما يكفل قتل هذه الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض.

الاشتراطات الصحية في المياه

إن مسئولية القائمين على تشغيل محطات تنقية مياه الشرب التأكد من أننوعية مياه الشرب المنتجة تتمشى مع المواصفات القياسية التي تكفل حماية الصحة العامة، ويمكن تصنيف المواصفات القياسية إلى ثلاثة أنواع من الخواص هي:

١. الخواص الطبيعية:

أ. درجات حرارة الماء:

ليس لها تأثير على الصحة العامة ولكن الارتفاع المفاجئ في درجة حرارة الماء قد يكون دلالة على تقلبات موسمية أو تصريف كبير لمياه الصرف الصحي أعلى التيار.

ب. لون وطعم ورائحة الماء:

هو من الاهتمامات الجمالية للمياه ولكن حدوثها قد ينبئ بحدوث تلوث من مصادر مثل المخلفات المنزلية أو الصناعية.

ج. العكارة:

هي من الأمور الهامة للصحة العامة لأنها تؤثر على عمليه التطهير، فالذي يحدث أنه طالما توجد جسيمات تعكر المياه فإنها تكون مخابئ تلجأ إليها الكائنات الحية للهروب من تأثير الكلورين عليها، فلا يتم التطهير بالكامل وتصل هذه الكائنات إلى المستهلك وقد تصيبه بالأمراض، لذلك حددت المواصفات القياسية أقصى مستويات للعكارة.

٢. الخواص الكيميائية:

تمثل الكيماويات العضوية وغير العضوية خطراً على الصحة العامة، ويوضح الجدول رقم (١-١) تأثير الكيماويات المختلفة على الصحة العامة وأقصى مستوى مسموح به حفاظاً على الصحة العامة.

جدول رقم (١-١) تأثير الكيماويات المختلفة على الصحة العامة

المعايير التي أقرتها اللجنة العليا للمياه في ١٩٩٥/٢/٢٦

المادة	الأضرار الصحية المحتملةعند زيادة النسبة	أقصى نسبة مسموح بها (ملجم/لتر)
- الزرنيخ	- قروح على الأيدي والأقدام، ومسبب للسرطان، ومؤثر على الجينات على المدى الطويل، وأحياناً يمكن أن يسبب الإرهاق وفقدان الطاقة.	- ٠,٠٥٠
- الباريوم	- ارتفاع ضغط الدم، تخدر الأعصاب	- ١,٠٠٠
- الكادميوم	- ارتفاع ضغط الدم، سام في حالة الاستنشاق، ومسبب للسرطان، وعلى المدى الطويل يتركز في الكبد والكلى والبنكرياس والغدة الدرقية.	- ٠,٠٠٥٠
- الكروم	- حساسية في الجلد، فشل كلوى، والإصابة بالسرطان، وتأكل الأنسجة ويؤثر على المخ ويتلف الكلى	- ٠,٠٥٠
- الرصاص	- الأنيميا، شلل في الأطراف، إمساك، فقد الشهية	- ٠,٠٥٠
- الزئبق	- التهاب الفم – سقوط الأسنان – سام للجهاز العصبي المركزي على المدى الطويل	- ٠,٠٠١
- السلينيوم	- ضعف عام، تهيج الأنف والحلق، بقع حمراء بالأصابع	- ٠,٠١٠
- الفضة	- تحول لون الجلد إلى رمادي، ويؤثر على العين والغشاء المخاطي.	- ٠,٠٥٠
- الألمونيوم	- تؤثر على بعض أجزاء الجسم وخصوصاً الكلى	- ٠,٢٠
- الفلوريد	- تبقع الجلد	- ٠,٨٠٠
- النترات	- ازرقاق لون الأطفال	- ١٠,٠٠٠
- النتريت	- ازرقاق لون الأطفال	- ٠,٠٠٥

٣. الخواص البيولوجية:

يمكن أن تنتقل الكائنات الحية المسببة للأمراض إلى الماء، ومن أهمها بكتريا الكوليفورم، وللكشف عن وجود الكوليفورم تستخدم إحدى طريقتين هما:

أ. طريقة المرشح الغشائي:

وفيها يجب ألا تتجاوز عدد الكوليفورم ١ لكل ١٠٠ مل من العينة وذلك في عينة واحدة كمتوسط لجميع العينات المأخوذة خلال شهر واحد.

ب. طريقة التخمر بالأنابيب المتعددة:

وفيها يجب أن ألا يتواجد عدد الكوليفورم عن ١٠٠/١ مل عينة لمرة واحدة طوال الشهر ولا يتجاوز أكثر من ٥ % فقط من العينات خلال العام.

أنواع المواد الدخيلةعلى المياه

يمكن تقسيم المواد الدخيلة على المياه إلى ثلاثة أقسام:

١. مواد ذائبة (Dissolved Matters)

وأهمها أملاحكربونات وبيكربونات وكبريتات وكلوريدات الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم، وكذا أملاح مركبات الحديد والمنجنيز والسليكا، هذا بالإضافة إلى فضلات المجاري والمصانع. وعلاوة على الغازات الذائبة، وأهمها الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الأيدروجين.

٢. مواد عالقة (Suspended Matters)

وأهمها الطين والرمل والمواد النباتية والحيوانية الميكروسكوبية وأنواع البكتريا، وفضلات المصانع والصرف الصحي.

٣. مواد كلويدية "غروية" (Colloidal Matters)

وتوجد في حالة متوسطة بين التعلق والذوبان.

التأثيرات غير المرغوبة لبعضالمواد الدخيلةعلى المياه

المواد الذائبة:

أملاح الكالسيوم والماغنسيوم

البيكربونات: تسبب قلوية وعسر مؤقت

الكربونات: تسبب قلوية وعسر مؤقت

الكبريتات: تسبب عسر دائم

الكلوريدات: تسبب عسر دائم

أملاح الصوديوم

البيكربونات: تسبب قلوية

الكربونات: تسبب قلوية

الكبريتات: تسبب تكوين رغاوى في الغلايات

الفلوريدات: تسبب تشويه الأسنان

الكلوريدات: تسبب طعماً

الغازات الذائبة

الأكسجين: تأثير على المعادن

ثاني أكسيد الكربون: تأثير على المعادن، وحمضية

كبريتيد الأيدروجين: تأثير على المعادن، وطعم، ورائحة

مواد عالقة

البكتريا: بعضها يسبب أمراضاً

الطحالب: تسبب لونا، وطعما، ورائحة

الطمي: يسبب عكارة

مواد غروية

أكسيد الحديد: يسبب لونا أحمر

المنجنيز: يسبب لوناً أسود أو بنى

المواد العضوية: تسبب لونا وطعما

ووجود بعض هذه المواد في المياه يجعلها غير نقية أو غير صالحة للاستعمال وقد تسبب بعض الأمراض.

الهدف من تنقية المياه

يقصد بالتنقية التخلص من كل أو بعض المواد الغريبة سواء كانت ذائبة أوعالقة أو كلويدية، حيث أن المياه السطحية معرضه لعوامل كثيرة تؤدى إلى تلوثها فتصبح غير صالحة للاستعمال إلا بعد تنقيتها.
ويمكن تقسيم المياه طبقاً لدرجة نقاوتها إلى:

- مياه نقية صالحة للاستعمال (Potable Water).
- مياه غير نقية (Untreated Water).
- مياه غير صالحة للاستعمال (Contaminated or Polluted Water).

الميـاه النقيـةالصالحة للاستعمال

هي المياه الخالية من أي جراثيم ومن المواد المعدنية الذائبة التي تكسبها لوناأوتجعلها غير صالحة للاستعمال أو غير مستساغة الطعم أو الرائحة. أي تتوفر فيها خاصيتان هما: النقاء (Purity)والصلاحية(Wholesomeness). والصلاحية لفظ طبى مقصود به عدم احتواء الماء على أيشيء ضار بالصحة. والنقاء صفة طبيعية المقصود بها خلو الماء من مسببات اللون والعكارة والطعم والرائحة.

المياه غير النقيـة

هي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية أكسبتها تغيراً في اللون أو الطعم أو الرائحة أو العكارة، إلا أن هذا لا يعنى تأكيد عدم صلاحية المياه للاستخدام، إذ قد لا يتسبب عن هذا التلوث أية أمراض أو إضرار بالصحة.

الميـاه غيـر الصالحة للاستعمال

هي المياه التي تحتوى على بكتريا أو مواد كيماوية سامة تجعلها ضارةبالصحة العامة لما تسببه من أمراض، مما يؤكد عدم صلاحيتها للشرب. واحتمال تواجد هذه البكتريا أو المواد الكيماوية في المياه المنقاة، لا يتأتى إلا في الحالات الآتية:

١. اتصال بين مصدرين للمياه أحدهما ملوث (Cross Connection).
٢. كسر في شبكة مواسير المياه وتعرضها للتلوث.
٣. التنقية غير الكاملة للمياه.
٤. غمر وحدات نقل المياه أثناء الفيضانات العالية.

المواصفات القياسية لمياه الشرب الصالحة للإستخدام المنزلى – قرار وزير الصحة رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧

(ملحق ١)

الأنواع المختلفة لمعالجة المياه

نحصل على إمدادات الماء من الأنهار من الآبار أو من خلف السدود وتختلف نوعية الماء تبعاً لاختلاف المصدر الذي جاءت منه، وبالتالي يحتاج كل نوع إلى معالجة خاصة حتى تكون المياه صالحة للشرب ففي مياه الأنهار وجد أنها تحتوي على شوائب صلبة عالقة علاوة على ما بها من تلوث ميكروبي، أما مياه الآبار فتحتوي على مواد كيماوية ذائبة ويقل فيها التلوث الميكروبي أو ينعدم.

١. معالجة المياه الجوفية

تختلف أنظمة معالجة المياه الجوفية والمياه السطحية تبغاً لاختلاف الملوثات المراد إزالتها، يتم معالجة المياه الجوفية إذا كانت تحتوي على مكونات تحول دون استخدامها مباشرة مثل أملاح الحديد والمنجنيز أو أملاح تسبب العسر مثل أملاح الكربونات والبيكربونات أو أملاح الكبريتات

و لا تخالف مكونات المياه الجوفية كثيرا من حيث الجودة ويكون اختلاف مكونات المياه الجوفية تبعا لاختلاف مصدر استخراج المياه الجوفية ويمكن تقسيم المياه الجوفية من حيث الجودة الي ثلاث مجموعات تبعا لطريقة معالجتها لإنتاج مياه الشرب.

أ. مياه جوفية هوائية.

ب. مياه جوفية لا هوائية نسبيا.

ج. مياه جوفية لا هوائية

وهو ما يعني أن طريقة المعالجة تختلف تبعا لنسبة الأكسجين. وكذلك يمكن تصنيف نوع المياه الجوفية تبعا لتركيز الأكسجينأو الحديد أو المنجنيز

مياه جوفية هوائيةوهي المياه ذات المصدر المتصل بالهواء الجوي وعندما يكون المكونات العضوية للمياه محدودة لا تفقد المياه الأكسجين وبالتالي لا تحدث تفاعلات لا هوائية وفي بعض الأحوال تكون المياه الجوفية الهوائية صالحة للشرب وبالتالي يمكن ضخها لشبكات مياه الشرب مباشرة، وعلي الرغم من كون المياه الجوفية تحتوي علي الأكسجين فان اولي خطوات المعالجة هي التهوية والغرض من هذه العملية زيادة تركيز الأكسجين وتقليل تركيز ثاني أكسيد الكربون وإذا كانت المياه المعالجة تلبي المواصفات القياسية المحلية يتم ضخها الي الشبكة فوراً.

العناصر التي يجب أن تؤخذ في الحسبان هي الأس الهيدروجينيPH والكالسيوم وSI والبيكربونات وهذه العناصر قد تخضع للمعالجة لجعلها تتناسب مع المواصفات القياسية.

أ. المياه الجوفية الهوائية

عندما يكون مصدر المياه نربه رملية لا تحتوي علي الكالسيوم يكون المياه الجوفية المستخرجة عدوانية ويكون تركيز ثاني أكسيد الكربون اكبر من المطلوب وعليه يكون SIاصغر من الصفر يتم معالجة هذا بتهوية المياه وتقليل تركيز ثاني

أكسيد الكربون ولكن يجب ان يتم بعد ذلك ضبط الأس الهيدروجيني ونسبة البيكربوناتبترشيح المياه علي فلتر من الحجر الجيري وحبيبات الرخام .(لتفي المياه بمتطلباتالمواصفات القياسية).

Figure 4 - Aeration above limestone filter

الماء العسر هو الماء المستخرج من منطقة غنية بالكالسيوم تسمى معالجة المياه العسر(softening) وهي عملية إمرار الماء العسر علي حبيبات من الرمل الناعم وحقن هيدروكسيد الكالسيوم أو هيدروكسيد الصوديوم ليحدث الترسيب كربونات الكالسيوم.

ب. المياه الجوفيةاللاهوائية نسبياً

وهي المياه الجوفية المستخرجة من منطقة أسفل طبقة عازلة وبذلك تكون تحت ظروف نقص الأكسجين ووجود أمونيا والحديد والمنجنيز، ويتم معالجة هذه المياه بالتهوية والترشيح من خلال وسط مسامي، والتهوية تعمل على إضافة الأكسجين وإزالة ثاني أكسيد الكربون وكذلك لأكسدةالحديد والمنجنيز وتحويل الامونيا الي نترات.

Figure 7 - Treatment of slightly anaerobic groundwa-
ter

وخلال المرشح يتم حجز ندفالحديد المتكونة وعلي سطحه تنمو بكتريا النيترة ويتم إزالة الامونيا بيولوجيا.

وفي مصر تستخدم هذه الطريقة في المعالجةالتقليدية كما في شركة مياه بني سويف

معالجة الحديد والمنجنيز – بني سويف.

حيث يلي هدارات التهوية مرشح رملي مغمور.

وتوجد أيضا طرق أخري للمعالجة مثل التهوية خلال التربة وقبل استخراج المياه(BERMAN) وهي المطبقة في شركة مياه البحيرة وهي من الطرق المتقدمة والتي يلزم لهاالمتابعة الدقيقة والدراسة المتأنية قبل التطبيق.

وتتم عملية إزالة الحديد والمنجنيز بهذا الأسلوب على ثلاث مراحل:

١. **الحقن** (Infiltration)، حيث يتم حقن كمية من المياه المهواة جيداً في البئر المطبق به هذا الأسلوب ويتم تحديد الكمية طبقاً لأسس تصميم البئر وبالتجربة العملية بالموقع.
٢. **فترة الراحة** (Rest)، حيث يتم إيقاف الحقن وترك البئر دون سحب المياه لفترة زمنية.
٣. **السحب**(Abstraction)، يتم تشغيل البئر وضخ المياه المسحوبة إلى المناطق المخدومة بالبئر حتى الوصول إلى الحد الأقصى المسموح به للحديد والمنجنيز لتعاد الدورة من جديد.

وتعددت تفسيرات آلية إزالة الحديد والمنجنيز بأسلوب التحت سطحي إلا أن هناك تفسيراً أكثر شيوعاً يرتبط بوجود الحديد والمنجنيز في صورة أيونات ذائبة بالمياه الجوفية في ظل غياب الأكسجين، وأن تعرضها للأكسجين يؤدى إلى أكسدتها بعد إدمصاصها على سطح طبقة الأكاسيد المتكونة على حبيبات التربة لتخرج المياه من البئر خالية من هذه الأيونات.

معالجة الحديد والمنجنيز – البحيرة

المياه جوفية اللاهوائية

هي المياه المستخرجة من الأرض من خلال طبقة عازلة ولا يوجدأكسجينبها بل أيضا لا يوجد نترات والمواد العضوية متحللة، وتركيزات الحديد والمنجنيز والامونيا عالية بها.

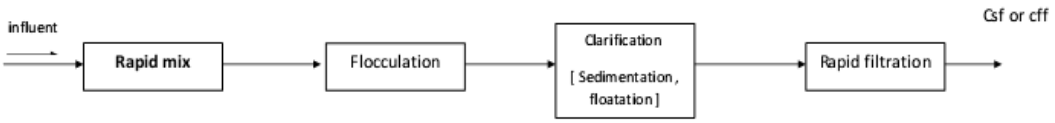
يتم معالجتها من خلال مرحلتي تهوية ومرحلتي ترشيح أولي مراحل الترشيحتتم من خلال مرشح جاف ثم يتبعه مرشح مغمور.

٢. معالجة المياه السطحية

يتم معالجة المياه السطحية لتخليصها من الشوائب والمواد العالقة ومسببات البون والرائحة وتطهيرها من مسببات الأمراض ويعتبر نهر النيل والترع المصادر الأولي لإنتاج مياه الشرب في مصر نظراً لامتداد نهر النيل من الجنوب الي الشمال بفرعية رشيد ودمياط.

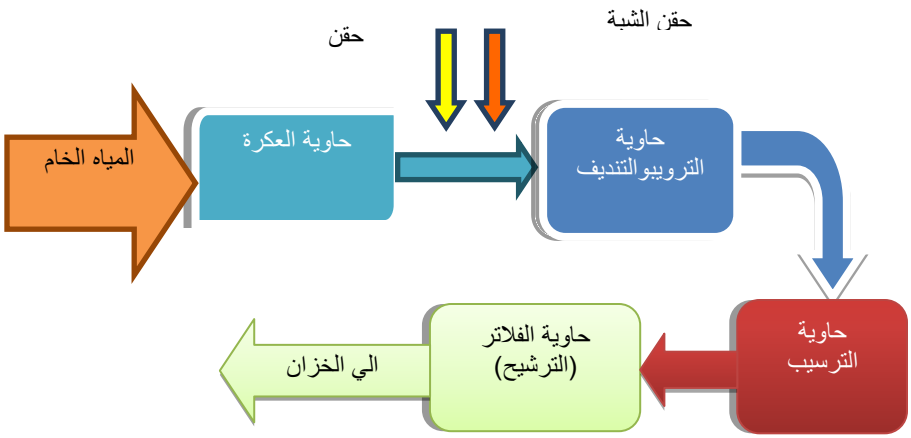
أنظمة معالجة المياه السطحية

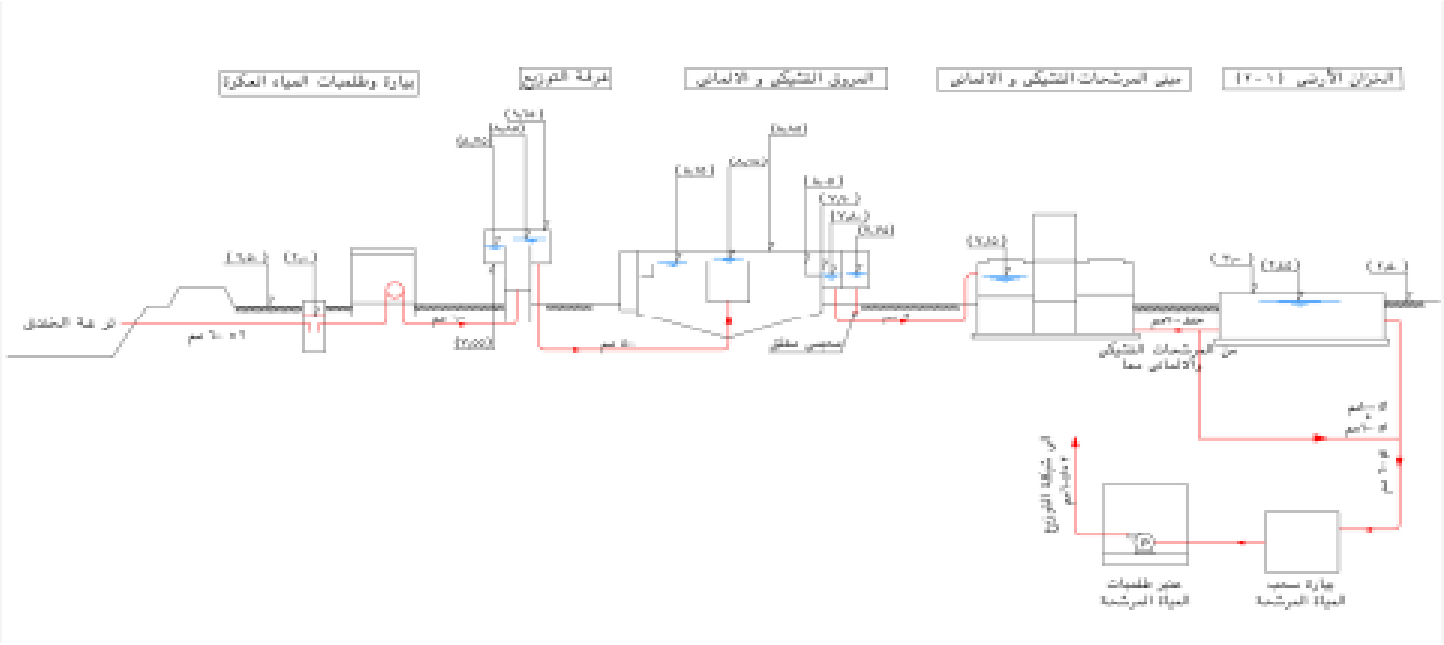
أ. المعالجة التقليدية(المزاياوالعيوب)



مخطط المعالجة التقليدية للمياه السطحية **1**

وهي المحطات التي تضمداخلهامجموعة من عمليات المعالجة الأساسية ابتداء من المصافي بالمدخل الي عملية حقن الكيماويات من الكلور والشبة والترويب ثم التنديف والترسيب والترشيح ثم التطهير والتخزينوهو ما سياتي تفصيله لاحقا، وتلك المحطات هي الأكثر انتشارا والأكبر إنتاجا لمياه الشرب وذلك لما تتميز به من قدرة عالية علي مواجهة التغيرات الكبيرة في جودة المياه الخام وذلك نظرا لكبر المساحة وكمية الإنتاج وطول مدة مكث المياه داخل وحدات المعالجة المختلفة حيث قد تصل مدة مكث المياه بالمحطة لفترات قد تتجاوز ٦ ساعات وهو ما يعطي فرصة اكبر للحد من التغير السريع وتأثر عملية المعالجة أو جودة المياه المنتجة.





المروق – أهم مكونات محطة المعالجة ا

ومن المميزات أيضا لمحطات المعالجة التقليدية قدرة المشغل علي المناورة وتغيير أو إضافة مراحل معالجة جديدة كنقطة حقن جديدة للشبة أو الكلور أو تغيير معدل التحميل علي احد المرشحات أو المروقات والغرض هو المرونة العالية في التشغيل.

وكذلك كميات الإنتاج الهائلة والقدرة علي تطويرالمحطة وزيادة تحميلها للحصول علي كميات اكبر من المياهالمعالجة في فترات الذروة وهو ما يحتاج اليطاقم تشغيل واعي ونشيط حي قان التحميل علي وحدات المعالجة قد يعطي انتاج اكبر ولكن يحتاج الي مراقبة مستمرة للحفاظ علي الجودة.

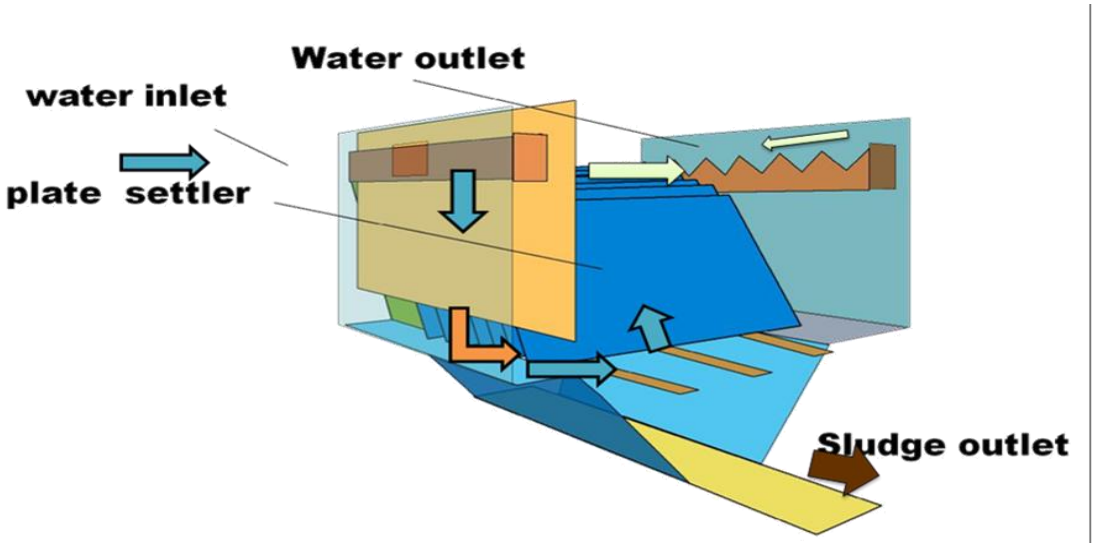
ب. الترشيح السريع

محطات الترشيح السريع هي وحدات متنقلة تستخدم لسد العجز في إنتاج المياه في المناطق التي لا تتوافر فيها المساحة المطلوبة لإنشاء محطة معالجة تقليدية وهذه المحطات هي وحدات ذات قدراتإنتاجية صغيرة (٣٠ لتر /ث) وهي تخصص لخدمة قريةأو تجمع سكني صغير.

محطات الترشيح السريع ١

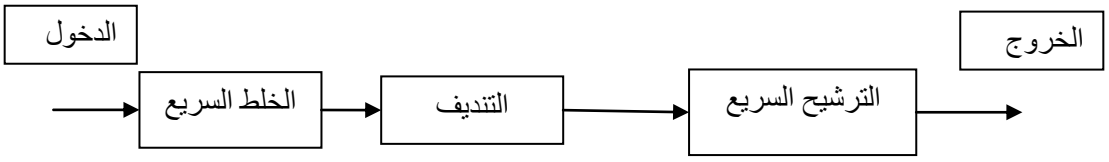
هذه المحطات تحتوي علي نفس مراحل المعالجةالموجودة بالمحطات التقليدية وان كانت مراحل المعالجة اصغر ومدةالمياه بالمحطة اصغر وقد تصل مدة مكث المياه منذ دخولها المحطة الي خروجها الي الخزان حوالي ٢٠ دقيقة.

فبدلا من الترويبوالتنديف بواسطةالمندفالهيدروليكي (الحواجز المتعاقبة) يتم الترويب والتنديف بواسطة خلاط سريع وخلاط بطئوقد يحل الحقن في ماسورة طرد طلمبات العكرة محل الخلط السريع وتحل مرشحات الضغط (pressure filters) محل المرشحات الرملية السريعة ويكون حوض الترسيب ذو الواح اللاميلا محل المروق التقليدي.



وتعتبر محطات الترشيح السريع هي احد المسكنات لشكوى نقص المياهوالحالات الطارئة ونظرا لقصر مدة المعالجة فان المتابعة المستمرةلجودة المياه المنتجة ولكفاءة مراحل المعالجة من اهم شروط نجاح المعالجةبمحطات الترشيح السريع وقد يكون ضبطجرعة الشبةمن أصعب العمليات وأكثرها أهمية ودقة.

ج. الترشيح المباشر Direct Filtration



مخطط المعالجة بالترشيح المباشر ١

وهي عملية الترشيح التي يسبقها عملية تنديف في حوض منفصل ،وتتكون فيها ندف كبيرة (≤ ١ مم) floc ويتمإزالتهاخلالمرشحثنائي(ثلاثي)الوسطالترشيحيتكونالطبقةالعليافيهخشنةويطلقأيضاعليهذهالعمليةترشيحالندف filtration

الترشيح المباشر – دمياط ١

د. الترشيح ذو المرحلتين two stage filtration

عملية المعالجة تحتوي علي مرشحين احدهما خشن في البداية ويليه مرشح آخر ذو وسط ترشيحي ناعم، المرشح الأول يعمل تحت سريان من أسفل الي اعلي والآخر يعمل تحت سريان من اعلي الي أسفل.

المرشح الأوليحققهدفين الأول يعمل كحوض تنديف وكذلك يحجز جزء أساسي من المواد العالقة ويطلق علية(المرشح التحضيري أو الممروق بالتلامس contact clarifier) ، وهو يحل محل العمليات التقليدية من خلط سريع، تنديف وترسيب وبعده يتولى المرشح الآخرمسؤولية التخلص مما تبقى من المواد العالقة.

هذه المعالجة يتم تطبيقها إذا كانت عكارة المياه الخام اكبر مما يستطيع الترشيح المباشر معالجته، وللحصول علي مياه معالجة ذات جودةعالية يجب إلا تزيد عكارة المياه الخام عن ٥٠ وحدة عكارة ، ويجب الا يزيد اللون عن ٨٠ هازن (تشير الخبرات العمليةان الترشيح ذو المرحلتين يعمل بكفاءة في هذه الحدود.وتشير أيضا أن عكارة المياه الخاميمكن أن تزيد حتي ٤٠٠ وحدة عكارة ولكن لفترات قصيرة وهو ما سيؤثر بالفعل علي فترة تشغيل المرشح).

وتشير التجارب العملية أيضا انه يمكن للترشيح ذو المرحلتين انيعمل بكفاءةفي حالة ارتفاع عكارة المياه الخام إلى (٥٠-١٠٠) وحدة عكارةلفترات طويلة بشرط أن يكون المرشحالأول الخشن عميقا بصورة كافية (٢ م)وان تكون إجراءات الغسيل المتبعة صحيحة.

مكونات تنقيه المياه

العمليـــــــة	الهدف من إجراء العملية
مياه عكرة	
مصافى	إزالة الأوراق والأغصان والأسماك وغير ذلك
الكلور المبدئى	التخلص من معظم الكائنات الحية المسببة للأمراض والتحكم فى الطعم والرائحة
الكيماويات	تجميع الجسيمات الدقيقة جداً لتكوين جسيمات أكبر
المزج السريع	خلط الكيماويات مع المياه العكرة التى تحتوى على الجسيمات الدقيقة التى لم ترسب أو ترشح
الترويب والتنديف	تجميع الجسيمات الدقيقة والخفيفة معاً لتشكيل جسيمات أكبر تساعد فى عمليات الترويق والترشيح
الترسيب	ترسيب الجسيمات الأكبر العالقة
الترشيح	ترشيح الجسيمات العالقة المتبقية
الكلور النهائى	التخلص من الكائنات العالقة المسببة للأمراض وتوفير الكلور المتبقى اللازم لشبكات التوزيع
خزان المياه	توفير وقت تلامس الكلور بغرض التطهير وتخزين المياه لمواجهة الطلب المتزايد
المياه المرشحة	

شكل رقم (١-٢)

خطوات معالجة مياه الشرب

التشغيل القياسي لمحطة مياه الشرب

تختلف اجراءات التشغيل القياسي من محطة لأخرى ومن تقنية لأخرى؛ الا انها تتفق جميعا على تغطية النقاط الرئيسية التالية:

- اسم المعدة.
- اعتبارات السلامة قبل البدء.
- المرجعية.
- تعاريف.
- فريق التنفيذ.
- المواد والمهمات المطلوبة.
- تتابع اجراءات التشغيل وتشمل:

- قبل التشغيل مثل الفحص الظاهري وصلاحية المعدة.
- أثناء التشغيل.
- الايقاف.
- التسجيل

وفيما يلى بعض النماذج الخاصة بإجراءات التشغيل القياسي لإحدى مكونات محطة مياه الشرب للاسترشاد به في اعداد باقي مكونات المحطة.

تعليمات التشغيل

اسم التعليمات	**تشغيل المصافي اليدوية والميكانيكية SCREENS**			
رقم التعليمات				
٢				
١	٢٠١٥/٠٦/٠١	مهندس	مهندس	
إصدار	**التاريخ**	**إعداد**	**مراجع**	**إعتماد**

مراجع:

١. القانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢.

٢. القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢.

٣. القرار الوزاري رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧.

١. التعاريف:

١. مجمـوعة التشغيل = فنى التشغيل وعمال التشغيل.

٢. مجموعة العمل بالمعمل = فنى المعمل وعمال التشغيل بالمعمل.

٣. TPO = تشغيل محطة مياه شرب TREATMENT PLANT OPERATION

٢. المسئول:

مهندس التشغيل ومجموعة التشغيل

يقوم مهندس التشغيل بتكليف مجموعة التشغيل بعمل الآتي:

تتابع الخطوات	المواصفات القياسية
١ – مراجعة الأمن والسلامة:	
١,١. التأكد من حماية العاملين والمعدات من المخاطر	١. تأكد من سلامة السلالم والمشايات والأسوار والحواجز الواقية للأفراد من السقوط. ٢. تأكد من عدم وجود زيوت أو شحومات أو أي عوائق يمكن أن تؤدى إلى الانزلاق أو تمنع مرور الأفراد والمعدات بسهولة. ٣. تأكد من عدم وجود توصيلات كهربائية غير معزولة. ٤. تأكد من صلاحية وكفاية الإضاءة بما يناسب ظروف الرؤية الضعيفة أو العمل ليلاً. ٥. تأكد من وجود صلاحية وسائل إطفاء الحريق. ٦. تأكد من وجود علامات تحذير على المعدات الموجودة خارج الخدمة.

تتابع الخطوات	المواصفات القياسية
٢ – مراجعة وإعداد المعدات:	
٢,١. فحص المحابس / أو البوابات قبل وبعد المصافي	١. تأكد من سلامة مجارى الدخول أو من عدم وجود تسريب في مواسير الدخول. ٢. تأكد من عدم وجود أجسام غريبة تعوق حركة المياه بمجاري الدخول. ٣. أدر طارة المحبس وتأكد أنه يعمل بطريقة سهلة ويحكم الغلق ويكمل الفتح. ٤. أدر طارة البوابة وتأكد من صعودها وهبوطها بسهولة ودون اهتزازات. ٥. أفحص جلندات وجوانات المحابس وتأكد من عدم وجود تسرب. ٦. أفحص البوابات ظاهريا للتأكد من سلامة تثبيتها وعدم وجود تلفيات بها أو جوانات إحكام الغلق. ٧. افحص عمل واتجاه دوران محرك السرفو (إن وجد) للمحابس والبوابات.
٢,٢. فحص المصافي اليدوية أو الميكانيكية	١. راجع وصول التيار الكهربائي للوحة التشغيل الفرعية عند وجود بوابات أو مصافي تعمل بالتيار الكهربي. ٢. أفحص شبكة المصافي ظاهريا للتأكد من تثبيتها وعدم وجود كسور أو تعوجات بالقضبان. ٣. أفحص شوكة التنظيف (للمصافي الميكانيكية) وتأكد من سلامة مجموعة نقل الحركة بها (العجلة المسننة والكاتينة والبنز في كلا الجانبين) وراجع حالة التشحيم. ٤. راجع تثبيت مجموعة المحرك ومخفض السرعة وعامودي الإدارة وتأكد من سلامة التوصيلات الكهربائية وحالة التشحيم والتزييت

تتابع الخطوات	المواصفات القياسية
٢,٣. اختبار تشغيل المصافي الميكانيكية .	١. ضع مفتاح اختبار طريقة تشغيل المصفاة على الوضع يدوى. ٢. أختبر حركة الشوكة في الاتجاهين وسلامة وضع ماسح التنظيف. ٣. أعد مفتاح الاختبار إلى وضع التشغيل الأوتوماتيكي. ٤. راجع ضبط مفتاح توقيت زمن التشغيل Limit Switch. ٥. راجع ضبط مفتاح توقيت زمن التوقف Limit Switch. ٦. أختبر التشغيل الأوتوماتيكي للشوكة وراقب تطابق زمنى التشغيل والتوقف مع القيم المحددة على المفاتيح. ٧. أختبر نظام التشغيل الأوتوماتيكي حسب فرق منسوب المياه أمام وخلف المصافي (إن وجد)
٣ – التشغيـــــــــــــــل:	
٣,١. تأكد من استعداد المرحلة التالية (بيارة الطلمبات العكرة) لاستقبال المياه حسب خطة تشغيل المحطة أي الأحواض التي ستكون في الخدمة والتي ستكون في الصيانة .	١. يتم فتح محابس أو بوابات بعد المصافي للبيارات الموجودة بالخدمة. ٢. يتم الفتح ببطء لمحابس أو بوابات قبل المصافي. ٣. يتم تشغيل المصافي الميكانيكية وسيور نقل المخلفات (إن وجد) في وضع التشغيل الأوتوماتيكي. ٤. راقب مرور المياه عبر المصافي ومعدل تراكم الشوائب والمخلفات. ٥. نظف المصافي اليدوية بالشوكة واجمع المخلفات في وعاء خاص. ٦. أعد ضبط توقيت التشغيل والتوقف للمصافي الميكانيكية حسب معدل تراكم الشوائب والمخلفات أو شغل جهاز فرق المنسوب (إن وجد). ٧. أغسل المصافي اليدوية أو الميكانيكية باستخدام خرطوم المياه النظيفة كلما تراكمت عليها مخلفات لصيقة مع مراعاة عدم وصول المياه نحو المعدات الكهربائية. ٨. لاحظ عدم وجود فرق في منسوب المياه أمام وخلف المصافي أكثر من المقنن. ٩. راقب عمل السير الناقل ونظف كلما التصقت به بعض الرواسب

تتابع الخطوات	المواصفات القياسية
٤ – تسجيل البيانات:	
٤,١. تسجيل بيانات المراجعة والتشغيل طبقا للنموذج المعد لذلك .	راقب جميع مؤشرات التشغيل الصحيح طبقا لخطة التشغيل التفصيلية للمحطة طوال ورديتك وقم بتسجيل والإبلاغ عن أي ملاحظات تراها غير مطابقة للمؤشرات الصحيحة في سجل بيارات المأخذ نموذج (رقم .....)
٥ – إيقاف التشغيل:	
٥,١. في حالة إيقاف بيارة من بيارات الطلمبات العكرة	١. اقفل محبس أو بوابة دخول المياه (قبل المصافي) بإحكام ولاحظ إذا كان هناك تسرب ويتم منع التسرب. ٢. أقفل محبس خروج المياه (بعد المصافي). ٣. أغسل المصفاة بالمياه النظيفة وراعى عدم وصول المياه إلى المعدات الكهربائية. ٤. في حالة الحاجة إلى تفريغ حوض المصفاة (اعمال الإصلاح والصيانة) استخدم طلمبة نزح نقالي لنقل المياه إلى حوض مصفاه في الخدمة. ٥. أفصل مفتاح المصفاة المراد إيقافها بلوحة التشغيل الفرعية. ٦. ضع علامات التحذير
٥,٢. في حالة إيقاف جميع المصافي.	١. اتبع الخطوات السابقة مع كل مصفاه على حدة. ٢. عند الإيقاف لفترات طويلة لزوم أعمال صيانة بالمصافي أو بيارات العكرة يتم تفريغ البيارات من المياه بواسطة طلمبات العكرة حتى المنسوب المسموح للسحب ثم يتم تفريغ الباقي بواسطة طلمبات غاطسة نقالي.

٥ – السجلات:

م	أسم السجل	رقم السجل	مدة حفظه	ملاحظات
١	سجل تشغيل المأخذ والمصافي	نموذج رقم (... ...)		

مكونات محطات وشبكات مياه الشرب وطرق التشغيل

تعريف:

١. أنواع المآخذ:

أ. **(Pipe intake)** مأخذ ماسورة

ب. **(Shore intake)** مأخذ الشاطئ

ج. **(Submerged intake)**مأخذ مغمور

د. **(Tower intake)** مأخذ برج

هـ. **(Emergency intake)** مأخذ مؤقت

٢. المصافي الميكانيكية:

هي أولى عمليات التنقية وتسمى بالتنقية الابتدائية ونعني بها فصل المواد الكبيرة الحجم والأعشاب الطافية بالماء ويتم ذلك بواسطة المصافي بمأخذ المحطة، وتكون المصافي إما ميكانيكية أو يدوية ويتم الاهتمام بتنظيفها يوميا لضمان عدم انسداد المأخذ وتوقف تدفق المياه الخام الي المحطة.

المصافي تكون علي صفين احدهما تلو الأخر الأولى ذات مسافات بينية بين القضبان اكبر من الصف الثاني ليتم توزيع الأجسام العالقة بين كلا الصفين

أنواع المصافي

أ. المصافي ذات القضبان (Barscreens):

تصنع من قضبان الصلب الملحومة على مسافات بين بعضها بمقاسات مختلفة على النحو التالي:

- مصافي ذات عيون صغيرة: (٣ – ١٠ مم)
- مصافي ذات عيون متوسطة: (١٠– ٢٥ مم)
- مصافي ذات عيون كبيرة: (٥٠ – ١٠٠ مم)

وأكثرها استخداماً المصافي ذات العيون المتوسطة أو الكبيرة. وتركب في مسار المياه الداخلة إلى المأخذ المياه بزاوية ميل ٦٠ – ٨٠ درجة مع الأفقي لتسهيل عملية النظافة ولمنع الانسداد وتنظف أما يدوياً أو أوتوماتيكياً (آلياً) للمحطات الكبيرة.

(شكل توضيحي للمصافي ذات القضبان)

ب. المصافي ذات الشبك (Meshscreens):

تسمى أيضاً المصافي الضيقة أو مانعات الأعشاب، وتصنع من نسيج السلك الصلب الذي لا يصدأ. وتصمم علي هيئة ألواح ثابتة (**Platetypescreen**) أو أسطوانات دوارة (**Rotatingdrumscreen**)، وأتساع فتحاتها (**Meshsize**) من ١– ٥ مم وقد يصل إلى ١٠ مم. ويستخدم هذا النوع من المصافي لحجز الأعشاب والعوالق الصغيرة نسبيا في حالات المياه التي لا تحتوى علي أجسام كبيرة. و تركب رأسيا في الماء أما منفردة على مصدر المياه مباشرة (المأخذ) أو أحياناً تلي المصافي ذات القضبان وتركب على المأخذ أو داخل المحطة. وهي في أغلب الأحوال تنظف آلياً.

(شكل توضيحي للمصافي ذات الشبك)

المصافي الدقيقة (Microstrainers):

هي مصافي ضيقة جداً (٢٠ –٤٠ ميكرومتر) وأحيانا أقل من ذلك وتصنع من نسيج معدني لا يصدأ أو من لدائن البلاستيك. وهى تستخدم في عمليات المياه التي لا تشمل مراحل تنقيتها: مرحلة الترويق، حيث تعمل على حجز الكائنات النباتية والحيوانية الصغيرة جداً (**Plankton**) العالقة بالمياه. وعادة تنظف آلياً.

FIG(9)STRAINER

٣. عملية الترويب

هي 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 و يستلزم 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.

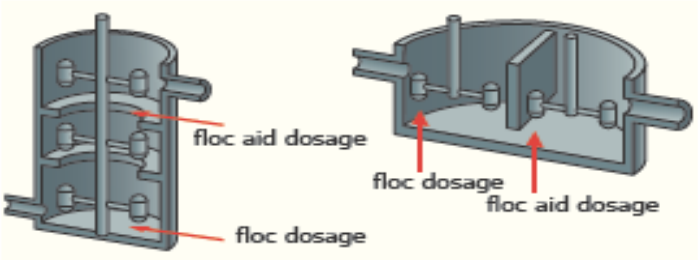


Figure 16 - Mechanical mixers

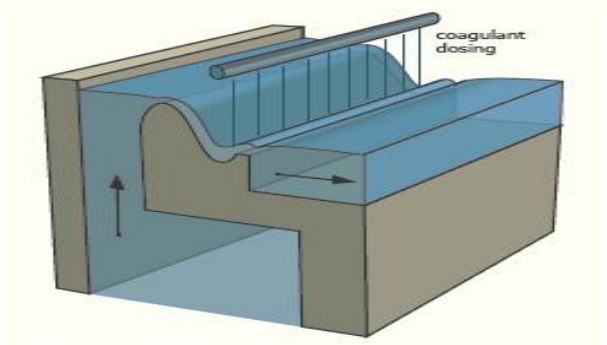


Figure 17 - Cascade mixer

ولكمية الطاقة المبذولة في الخلط تأثير علي جودة عملية الخلط ولها حدود يجب التأكد منها لضمان جودة **u**ملية الترويب.

٤. عملية 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 خلا ميكانيكي بطيء داخل حوض التنديف كما بالشكل

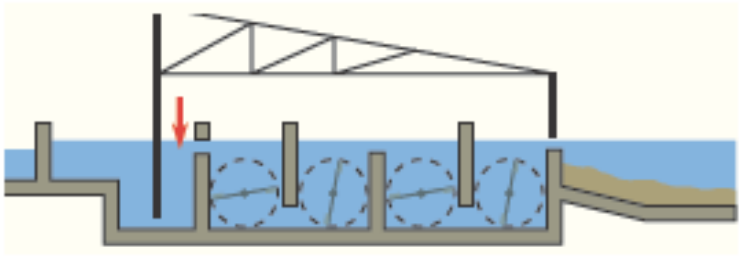


Figure 22 - Floc formation installation WRK I/II

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/س ومدة المكث في حدود ٢٠ الي ٣٠ دقيقة.

Figure 25 - Hydraulic floc formation

ومن التصميمات المستخدمة للتنديف هي حوض التنديف داخل المروق الداتئري 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.

للبدء في أعمال الترويب والتنديف يجب أولاً العناية بتداول وتخزين المواد المروبة ثم بعد ذلك البدء في تحضير المحاليل الخاصة منها ليتم إضافتها للمياه حتى تتم عملية الترويب والتنديف بكفاءة.

٥. الترويق (clarification)

الغرض من عمليات الترويق هو العمل على ترسيب أكبر نسبة ممكنة من المواد العالقة، والتي لها ثقل أكبر من دفع الماء، وذلك عن طريق تركها ترسب تحت تأثير وزنها، وعملية الترسيب إما أن تكون طبيعية، أي تحت تأثير وزن المواد العالقة بدون إضافة أي مواد وتسمى "الترسيب الطبيعي" أو "الترسيب الذاتي" أو تكون بإضافة مواد مساعدة كيماوية للماء لتساعد على تجميع المواد الرفيعة والتي لا تهبط بمفردها في الحالة الطبيعية وتسمى "الترسيب باستعمال المروبات"، وهو النوع الشائع في عمليات تنقية المياه وخاصة بعد زيادة المتطلبات على المياه.

٦. نظرية الترسيب الطبيعي

يحدث الترسيب الطبيعي نتيجة هبوط الحبيبة المنفردة ، والحبيبة المنفردة (Discrete) هي التي لا تتغير في الحجم ولا الشكل ولا الوزن ، ولا تتحد مع حبيبة أخرى أثناء عملية الهبوط في الماء ، فإذا تركنا حبيبة من الرمل مثلا ، تهبط في حوض به ماء ، نجد أنها تهبط تحت تأثير وزنها إلى أسفل ومقاومة الماء إلى أعلى ، وحيث أن قانون نيوتن يوضح أنه إذا توازنت قوى مؤثرة على حبيبة عالقة في الماء ، فلا توجد عندئذ عجلة تسارع ، وإنما سرعة هبوط ثابتة منتظمة تسمى "سرعة هبوط الحبيبة".

وتعتمد نظرية تصميم أحواض الترسيب على أن الحبيبة الداخلة ، والتي لها سرعة دخول الماء الأفقية، ولها سرعة رأسية هي سرعة الهبوط، يجب أن تهبط إلى القاع قبل أن تبدأ المياه في الخروج من الحوض من الجهة الأخرى ، وعلى هذا الأساس تتحدد أبعاد الحوض.

أنواع أحواض الترسيب

تختلف أنواع وأشكال الترسيب (Sedimentation Basins) باختلاف التصميمات فمنها

الأحواض المستديرة:

ذات التغذية الرأسية ويكون سريان الماء في اتجاه رأسي ويسمى ذلك بالتصريف الرأسي، ويوضح حوض ترسيب دائري ذو تصرف رأسي.

الأحواض المستطيلة

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

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

١. منطقة دخول المياه:

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

٢. منطقة الترسيب:

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

٣. منطقة تجميع الروبة:

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

٤. منطقة خروج الماء

ويجب أن يوفر مخرج الماء انتقالا سلسا من حوض الترسيب إلى مجرى خروج الماء الرائق ، كما أنه يساعد في التحكم في منسوب الماء بالحوض ، وقد تستخدم حواجز بها فتحات (هدارات) على شكل حرف (V) لتوفر الخروج الهادئ للمياه الرائقة بحيث لا تحمل معها ندفا تنتقل إلى المرشحات ، و لكمية المياه المارة علي الهدارمعدل يجب الا يتجاوزة لأن سرعة خروج المياه سوف تدفع الندف لتتجاوز الهدار وتخرج الي المرشحات والمعدل التحميل علي الهدار يجب ألا

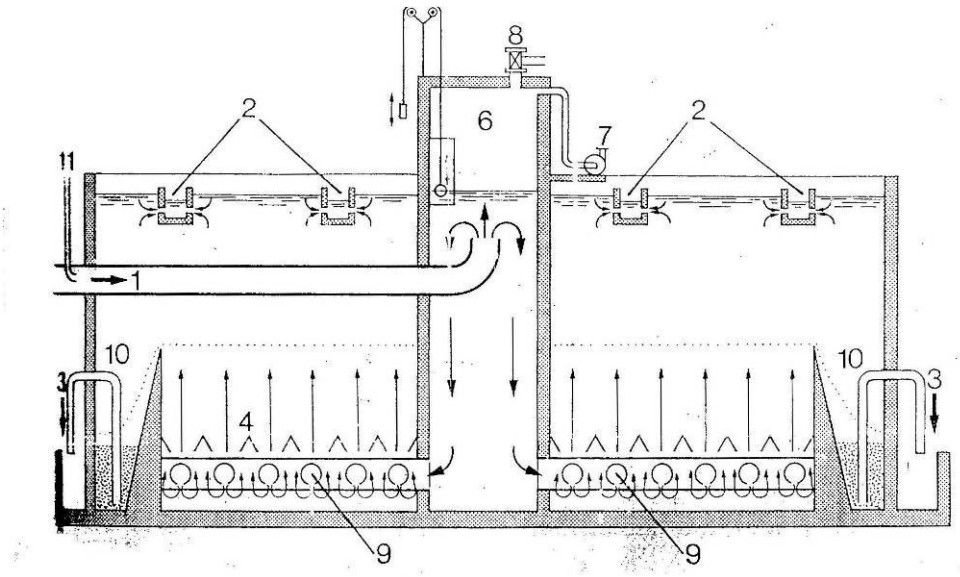
يتجاوز ٣٠٠ م٣ /م/يوم .و قي حالة زيادة التحميل علي المروق يمكن اضافة هدارات اخري وتغيير شكل خروج المياه من المروق للحصول علي معدل التحميل المطلوب .

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. وطريقة 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

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

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.

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.

من عيوب هذا النوع من المروقات

صعوبة الضبط والحاجة للمراقبة الدائمة والصيانة بالمعدات الميكانيكية.

وأيضا من أنواع مروقات بطانية الروبة

مروقات الترايدنت:

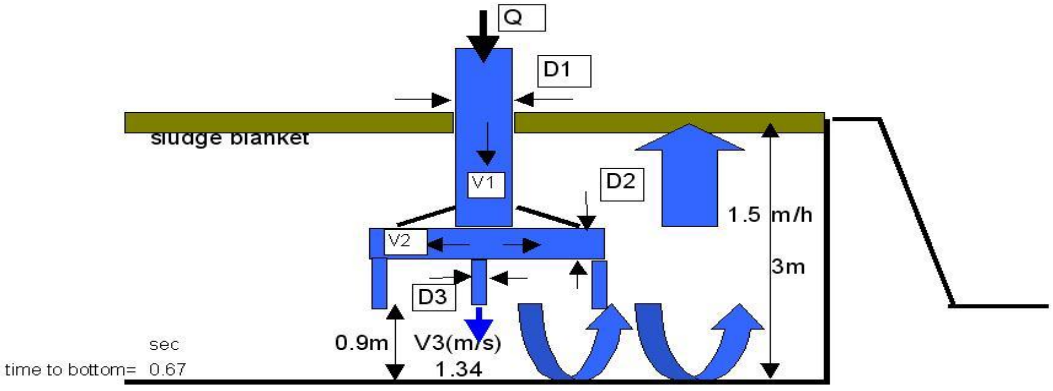
وهي من إنتاج شركة PWT الانجليزية

الفكرة 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 تكون بطانية الندف.



٧. التخلص من الروبة

تتكون الروبة من مخلفات المادة المروبة (السبه) مع رواسب صلبة ، وتشغل الروبة ٣-١٠% من حيز الحوض ، وفي أحواض الترسيب ذات التدفق الأفقي يتم ترسيب ٥٠% من الندف في الثلث الأول من طول الحوض ، ويراعي ذلك في تصميم نظام استخراج الروبة من الحوض .

ويجب استخراج الروبة من الحوض دورياً للأسباب الآتية :

أ. منع تداخلها مع المياه المروقة وإعادة تعكيرها.

ب. منع تكاثر البكتريا التي تسبب طعما ورائحة غير مقبولين للماء

ج. تفادي شغل حيز كبير من الحوض، يخفض من كفاءة تشغيله مع انخفاض نوعية المياه المنتجة لانخفاض مدة المكث ويتم استخراج الروبة من الأحواض إما يدويا أو ميكانيكا عن طريق:

١. الكاسحات الميكانيكية للأحواض المستديرة.
٢. الكراكات الأفقية والكباري الكاسحة للأحواض المستطيلة.
٣. حجرة تركيز الرواسب.

أنظمة جمع الروبة

وللتخلص من الروبة من الأحواض الصغيرة يتم ذلك يدويا أما في المروقات الكبيرة التقليدية فيكون هناك منظومة للتخلص من الروبة ففي الأحواض الدائرية تكون هناك كساحة لجمع الروبة المترسبة من كل المروق الي مكان معين حيث يتم سحبها الي بيارة ترسيب قبل التخلص منها نهائياً.

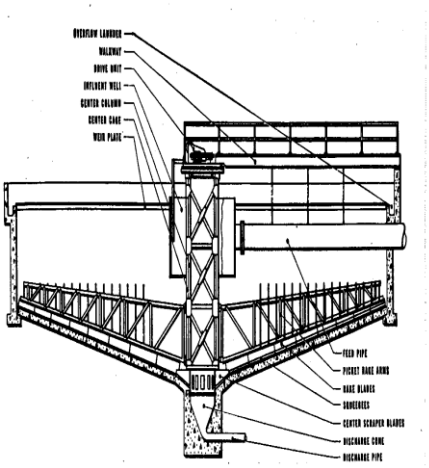
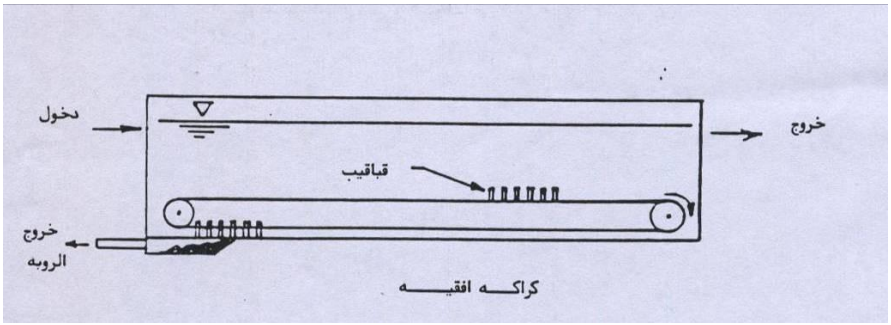
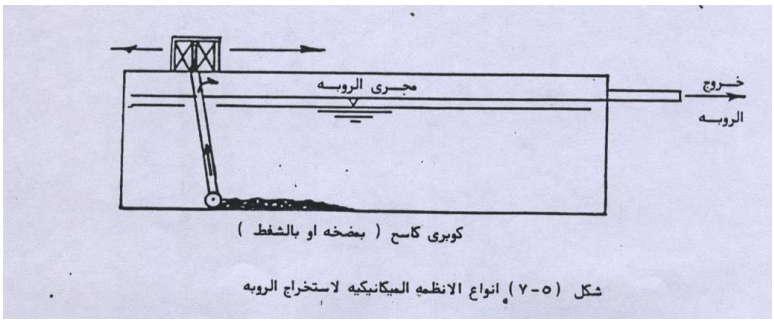


Fig. 5-19 Continuous flow thickeners.

وفي الأحواض المستطيلة يكون هناك كساحة أفقية لجمع الروبة أو كباري علوية كما بالشكل

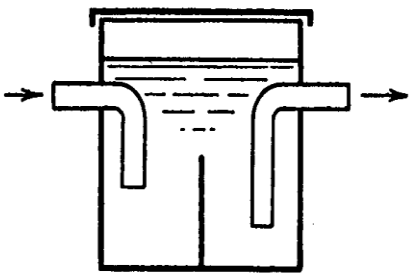




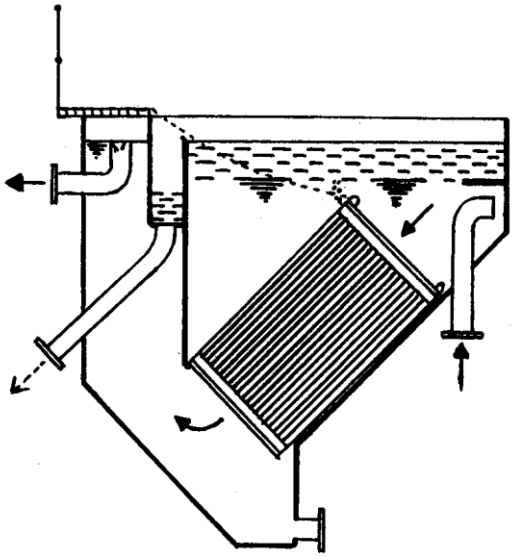
شكل (٥-٧) انواع الانظمه الميكانيكيه لاستخراج الروبه

يتم بعد ذلك تجميع الروبة في بيارات معالجة الروبة والتي تعمل علي ترسيب اكبر قدر من المواد العالقة ثم التخلص من المياه الناتجة في المصارف علي ان تكون مطابقة للقوانين البيئية

هذه البيارات لها العديد من الأشكال



ومن تلك الأنواع أحواض الترسيب باستخدام ألواح اللاميلا.



وقد تستخدم بحيرات الترسيب الطبيعي لمعالجة مياه صرف المروقات وغسيل المرشحات كما في محطة كدوان بالمنيا.

٨. الترشيح (Filtration)

مرشحات رملية سريعة

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 (عادة رمل) حيث يتم حجز الشوائب من المواد العالقة وازالة الكائنات الدقيقة الممرضة.

آلية الترشيح

عند مرور المياه خلال الوسط الترشيحي يتم حجز الشوائب ذات الحجم الاكبر من المسام الموجودة بسطح الوسط الترشيحي كما بالشكل ١ وهذا لا يحدث بالمرشحات الرملية السريعة لان هذه الشوائب عادة يكون قد تم إزالتها خلال مرحلة الترويق

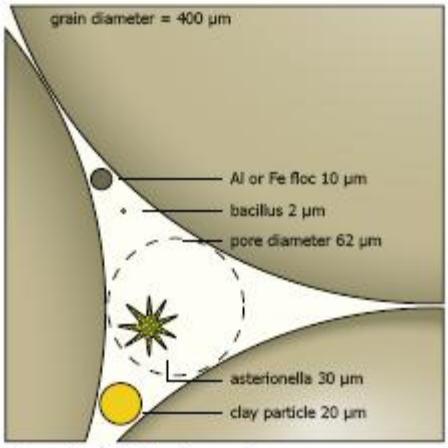


Figure 2 - Principle of screening

التطبيقات المختلفة للترشيح

المرشح متعدد الطبقات

هو المرشح الذي يتكون من عديد من طبقات الوسط الترشيحي المختلفة من حيث حجم الحبيبات فتكون الحبيبات ذات الحجم الأكبر في الأعلى، وفي حالة الترشيح من أسفل الي اعلي تكون الحبيبات ذات الحجم الأكبر بالأسفل بحيث يمر الماء علي الوسط الخشن اولا ثم الناعم.

الترشيح بالضغط

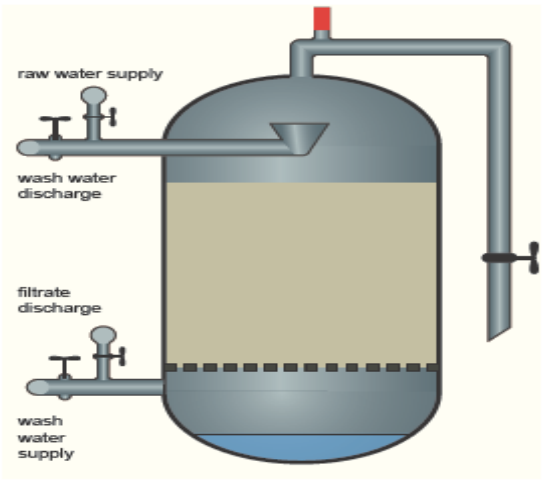


Figure 24 - Principle of pressure filtration

مرشحات الضغط تعمل بنفس الأسس التي تعمل بها المرشحات الرملية الشريعة غير انه في هذه الحالة يكون الوسط الترشيحي وقاع المرشح والمياه الخام الموجودة اعلي المرشح محاطة بغلاف لا ينفذ الماء وهذا ما يعني نظام مغلق يتم إجبار الماء على المرور خلال الوسط الترشيحي وهو ما يعني انه لا خوف من حدوث ضغط سالب وليس هناك أهمية للفقد في الضغط.

وهذا النوع من المرشحات يسمح باستخدام معدلات الترشيح السريعة فتكون من ٧ الي ٢٠ م/س. وبالتالي يمكن أن تكون مساحة المرشح صغيرة جدا وكذلك فترة تلامس المياه مع الوسط الترشيحي.

الترشيح من أسفل الي اعلي

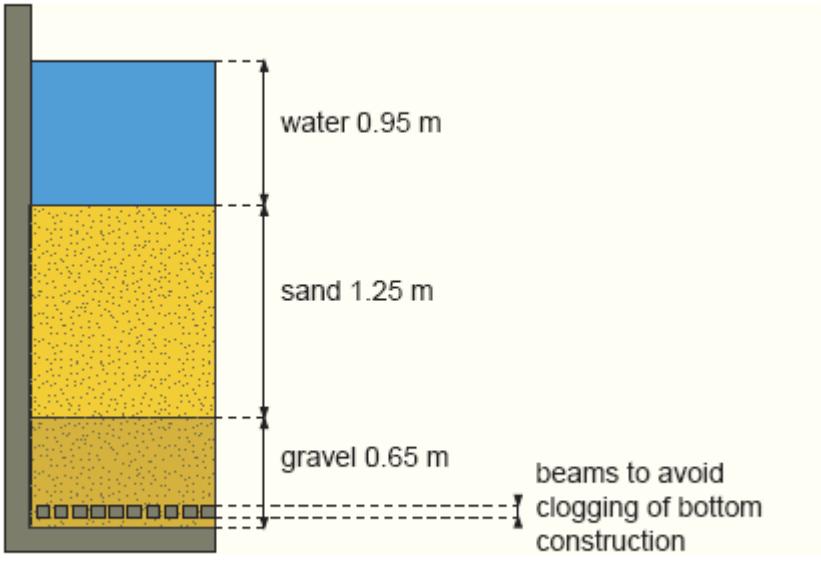


Figure 28 - Principle of uplow filtration

هو الترشيح ذو فتره التشغيل الأطول والجودة الأفضل بين المرشحات عندما يمر الماء من الوسط الخشن الي الوسط الترشيحي الناعم. في هذا النوع من المرشحات يكون الوسط الترشيحي الخشن أسفل الوسط الترشيحي الناعم ويسري الماء من أسفل الي اعلي، تتراكم معظم المواد العالقة بالطبقة السفلى ويكون معدل زيادة مقاومة الوسط بطيئاً وبزيادة المقاومة يزداد الضغط تدريجيا ويقل تدريجيا الى اعلى.

وللترشيح من اسفل الي اعلي مزايا كثيرة منها عدم حدوث الضغط السالب والجودة العالية للمياه المنتجة وزمن الترشيح الطويل. و لكن له عيوب منها :

- ان المياه العكرة تدخل من نفس مكان دخول مياه الغسيل مما قد يتسبب في انسداد الفواني في قاع المرشح وبالتالي عدم انتظام غسيل الوسط الترشيحي وبالتالي تسوء جودة المياه المرشحة.
- قد يفقد بعض من الوسط الترشيحي أثناء عملية الترشيح عندما يزداد الضغط نتيجة انسداد الوسط الترشيحي مما قد يسبب تعويم الوسط الترشيحي وهذا الفقد قد يؤدي الي نقص ارتفاع الوسط الترشيحي وبالتالي تسوء جودة المياه المرشحة.

الترشيح المتواصل

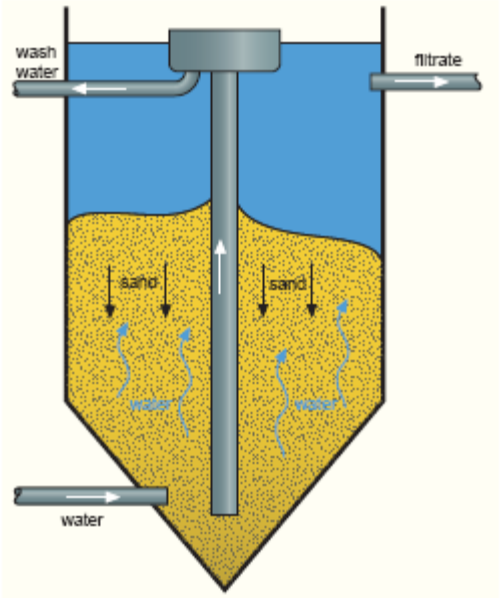


Figure 30 - Schematic representation of a continuous filter

في هذا النوع من المرشحات يتم إعادة تدوير الرمال وغسلها داخل المرشح وهو ما يعني ان عملية الغسيل مستمرة يدخل الماء الخام للمرشح من اسفل ويخرج الماء المعالج من اعلي من خلال هدار الرمال المختلطة بالشوائب تنتقل الى اعلى وتحل محلها رمال نظيفة من المنطقة العليا وتتم هذه الحركة بواسطة طلمبة أو بواسطة ضغط الهواء، بناء على معدل غسيل الوسط تكون جودة المياه المعالجة وايضا كمية المياه المفقودة في الغسيل .معدل الترشيح في هذا النوع من المرشحات يتراوح من ١٤ الي ١٧ م/س.

المرشحات الرملية البطيئة

يستخدم هذا النوع من المرشحات عندما يكون الغرض من المرشح ازالة البكتريا والفيروسات كبديل لاستخدام وسائل التعقيم

المرشح الرملي البطيء يتميز بوسط ترشيحي ذو حجم فعال صغير (٠,٢ الي ٠,٦) ومعدل الترشيح اقل من ١ م/س وبالتالي تحتاج نفس كمية المياه الي مساحات اكبر من الوسط الترشيحي مقارنة بالمرشحات الرملية السريعة .كما يتضح بالصورة.

Figure 33 - Difference in surface area between rapid filtration and slow sand filtration

يحدث الترشيح في الطبقة العليا حيث تتكون الطبقة البيولوجية التي تعمل علي المعالجة .لتنظيف المرشح لا يتم غسله بل يتم كشط الطبقة العليا (١ سم).

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

أنواع المرشحات الرملية السريعة

يمكن تصنيف المرشحات تبعا لما يلى

١. عمق المنشأ الخرساني للمرشح حيث تنقسم المرشحات الي مرشحات عميقة (deep filters) ومرشحات ضحلة (shallow filters) وهو ما يدل علي كيفية التحكم في المرشح ودخوله أو إخراجه من الخدمة.
٢. يمكن تصنيف المرشح تبع لارتفاع المياه الخام فوق الوسط الترشيحي أثناء الترشيح فنقول ان المرشح ذو منسوب ثابت أو منسوب متغير.
٣. كما ينم تصنيف المرشح من حيث ثبات أو تغير معدل الترشيح فنقول مرشح ذو معدل ترشيح متناقص.

٩. ٨. منظومة حقن الكلور

عملية تطهير المياه:

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

١. المعالجة الحرارية:

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

٢. المعالجة الإشعاعية:

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

٣. المعالجة الكيميائية:

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

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

١. التطهير: قتل البكتيريا الضارة والمسببة للأمراض.

٢. القضاء على مشاكل الطعم والرائحة.

٣. الأكسدة: أكسدة عدد من الشوائب الكيميائية الموجودة في الماء كالحديد والمنجنيز والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين.

نظرية عمل الكلور:

لفهم تفاعلات الكلور في المياه الطبيعية نفرض مبدئيا ان التفاعل سيحدث في مياه مقطرة ولذلك فإن كمية الكلور الحر المتبقية تتعلق مباشرة بكمية الكلور المضافة (الجرعة) وعلى سبيل المثال: إذا أضيف جرعة كلور بمقدار ٢ مجم / لتر لتلك المياه ستعطى نفس القيمة (٢ محم / لتر) ككلور متبقى حر بعد انتهاء فترة المكث

منظومة الكلور بالمحطات:

تتكون منظومة الكلور بالمحطات ما يلى:

١. أجهزة إضافة الكلور (chlorinators).

٢. إسطوانات تخزين الكلور.

٣. طلمبات البوستر بملحقاتها.

٤. خطوط ونقط الحقن.

أجهزة حقن الكلور وتتكون من:

١. صمام تنظيم الضغط (منظم الكلور) (pressure regulating valve PRV).

٢. مقياس التدفق (مقياس التصرف أو جرعة الكلور) (flow meter).

٣. صمام ضبط معدل التدفق (flow rate valve).

٤. صمام تحرير الضغط (pressure relief valve).

٥. صمام تنظيم التفريغ (vacuum regulating valve).

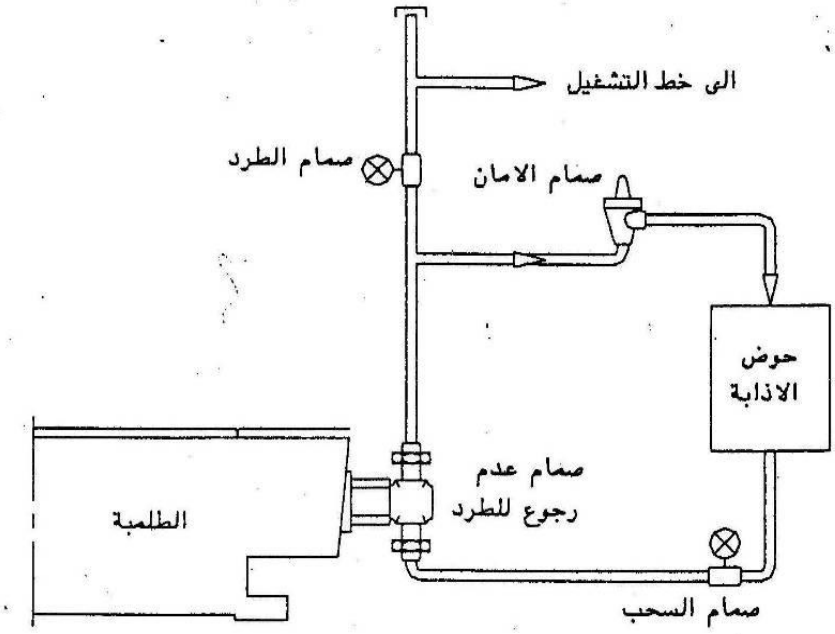
٦. **صمام تحرير التفريغ** (vacuum relief valve).

١٠. منظومة الشبة

يتم استخدام الشبه في محطات مياه الشرب بغرض ترسيب المواد الطينية والشوائب العالقة بالمياه وتتكون منظومة حقن الشبة عادة بالمحطات من العناصر الآتية:

١. خزان الشبة المركزة (أو خزان التذويب في حالة استخدام الشبة الصلبة).
٢. منظومة طلمبات النقل والتدوير.
٣. خزانات التخفيف.
٤. طلمبات حقن الشبة (والمعدات المساعدة وتشمل محابس الأمان وخامدات النبضات).
٥. خطوط الحقن.

والشكل التالي يوضح عملية حقن الشبة



١١. التخزين والتوزيع

مقدمة:

يتناول هذا الباب عمليات تخزين الماء وتوزيعه.

ويشمل التخزين: التخزين الأرضي، والتخزين العالي، أما بالنسبة للتوزيع فيناقش هذا الباب الأسس التصميمية لشبكة التوزيع و كذا عملية تخطيط الشبكات بأنواعها المختلفة.

التخزين الأرضي:

الغرض منه استقبال المياه بعد خروجها من المرشحات، وتحقيق فترة تلامس بين المياه المرشحة وجرعة الكلور النهائي (post–chlorination) المضافة لتحقيق التطهير. وحيث تسحب طلمبات التوزيع (طلمبات الضغط العالي) المياه من تلك الخزانات الأرضية عن طريق بيارة المياه المرشحة، لدفعها في شبكات التوزيع للاستهلاك.

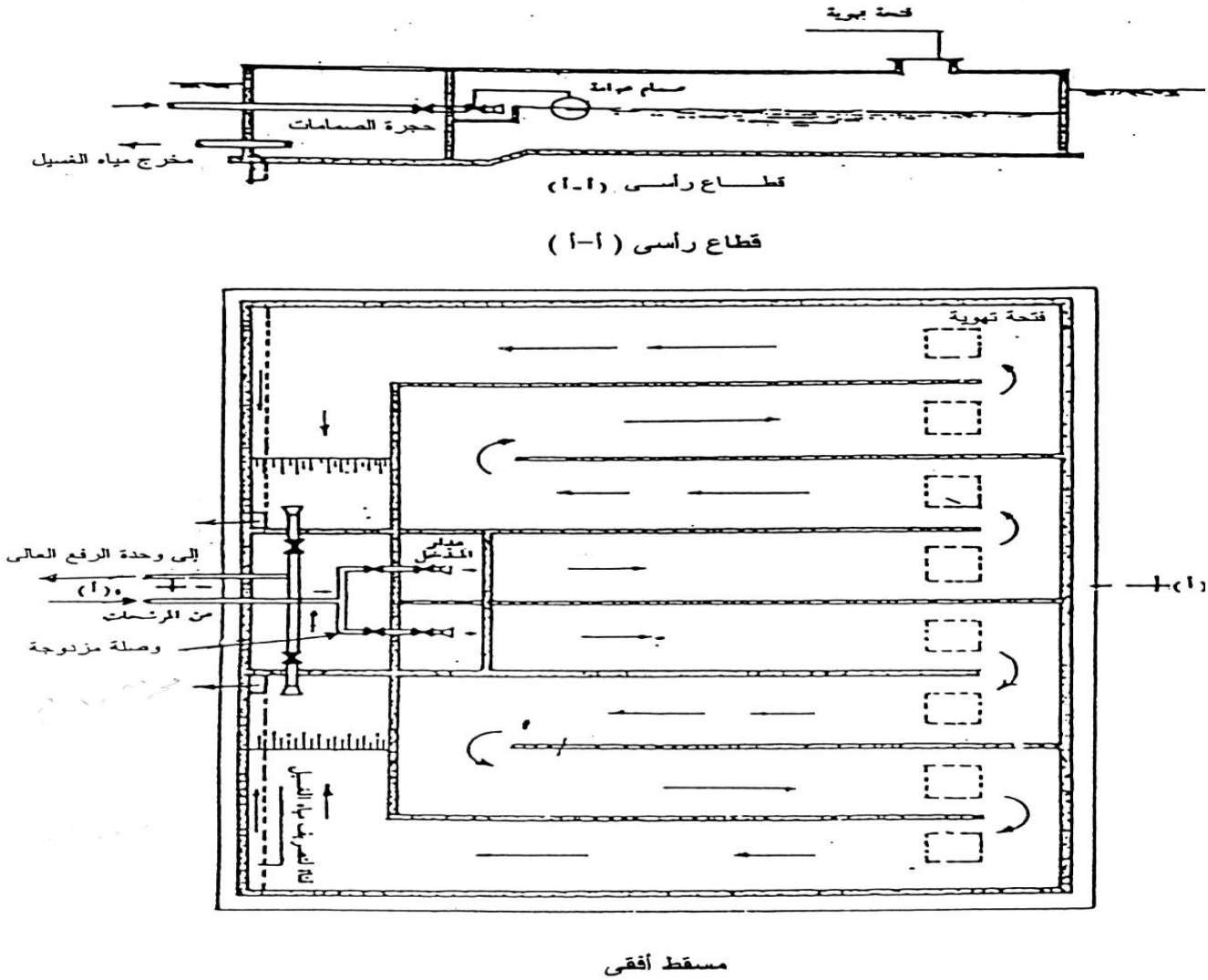
وتبنى الخزانات الأرضية عادة تحت منسوب سطح الأرض، لتتلقى المياه الخارجة من المرشحات بالانحدار الطبيعي، وفي بعض العمليات تبنى تحت المرشحات مباشرة، إلا أن ذلك يشكل بعض الصعوبات في التنفيذ.

ومن الأفضل دخول المياه للخزان من خلال هدار للأسباب الآتية:

١. حينما يكون حوض المياه فارغا، لا يتغير الفاقد في الضغط بصورة مفاجئة وكبيرة بين الحوض والمرشحات.
٢. في حالة إصلاح صمام العوامة، يمكن تفريغ مياه الهدار، ولا نحتاج لتفريغ الحوض نفسه فتفقد كمية كبيرة من المياه.
٣. التحكم في اندفاع المياه من الماسورة للحوض بصورة مباشرة.

ويزود سقف الحوض بفتحات عليها أغطية يمكن رفعها عند اللزوم، وهوايات لا يسهل دخول الأتربة منها، ويفضل أن يكون سقف الحوض أعلى من سقف الأرض بمسافة لا تقل عن نصف متر لحمايته من الأتربة والعوامل الأخرى. ويزود من الداخل بسلالم مناسبة لنزول العمال للصيانة والغسيل.

أحواض المياه المرشحة (الخزان الارضي)



شبكة التوزيع.

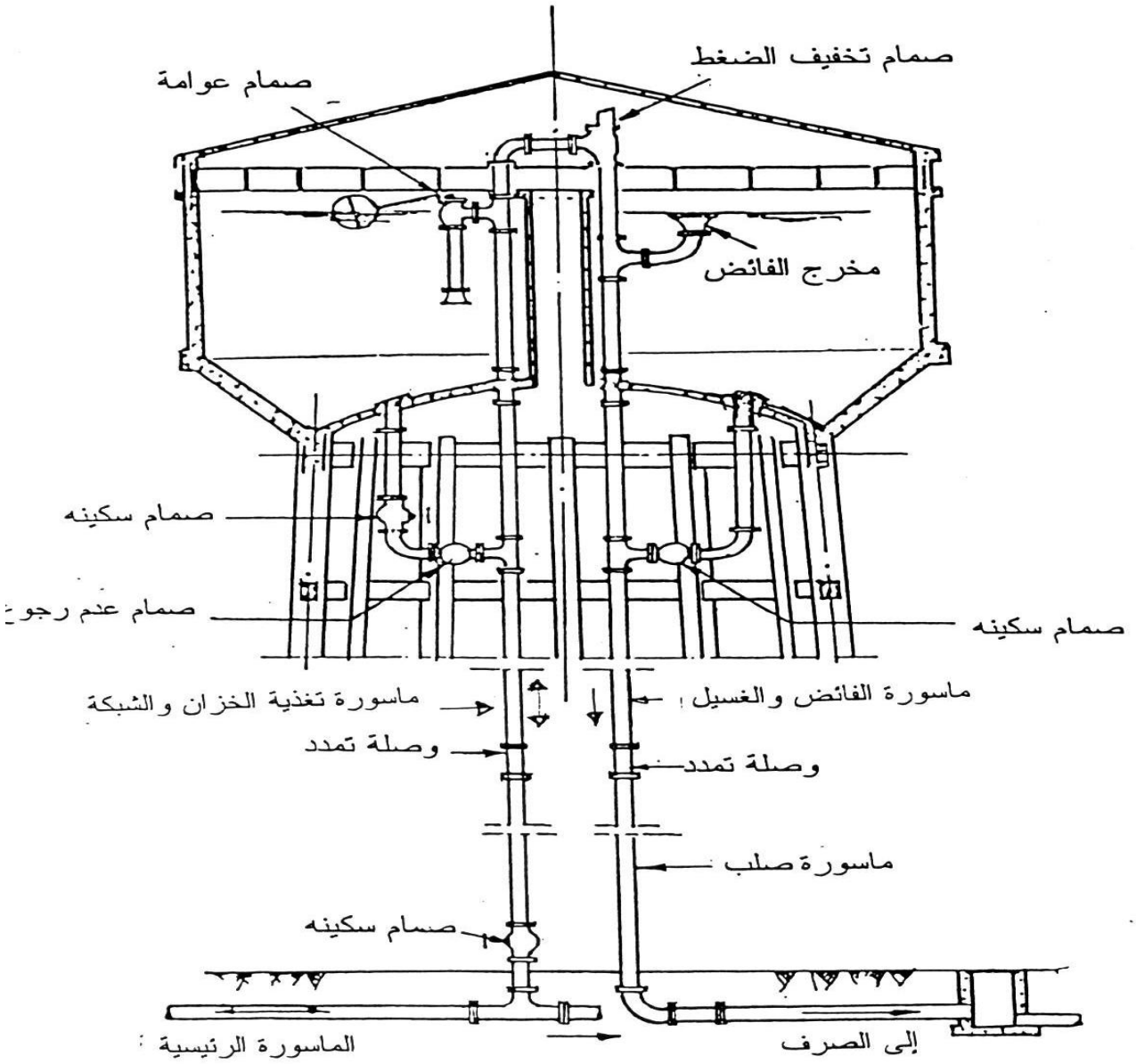
التخزين العالي:

وهو تخزين المياه في خزانات عالية يتم إنشاؤها من الخرسانة المسلحة أو من الصلب، في أنحاء شبكة التوزيع.

١٢. الخزانات العلوية

وتحقق الخزانات العالية ما يلى:

١. تعويض الفرق بين أقصى استهلاك ومتوسط الاستهلاك.
٢. تحقيق التوازن في شبكة التوزيع، والحد من التغير في الضغط في المناطق المختلفة.
٣. تخزين كمية مياه، والحفاظ على ضغط الشبكة لمواجهة الحرائق والطوارئ.
٤. تحقيق تشغيل طلمبات الضغط العالي بمعدل تصرف ثابت، مع تثبيت عامود الضغط الذى تعمل ضده الطلمبات.



توصيلات الخزان العالي

تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب

مقدمة:

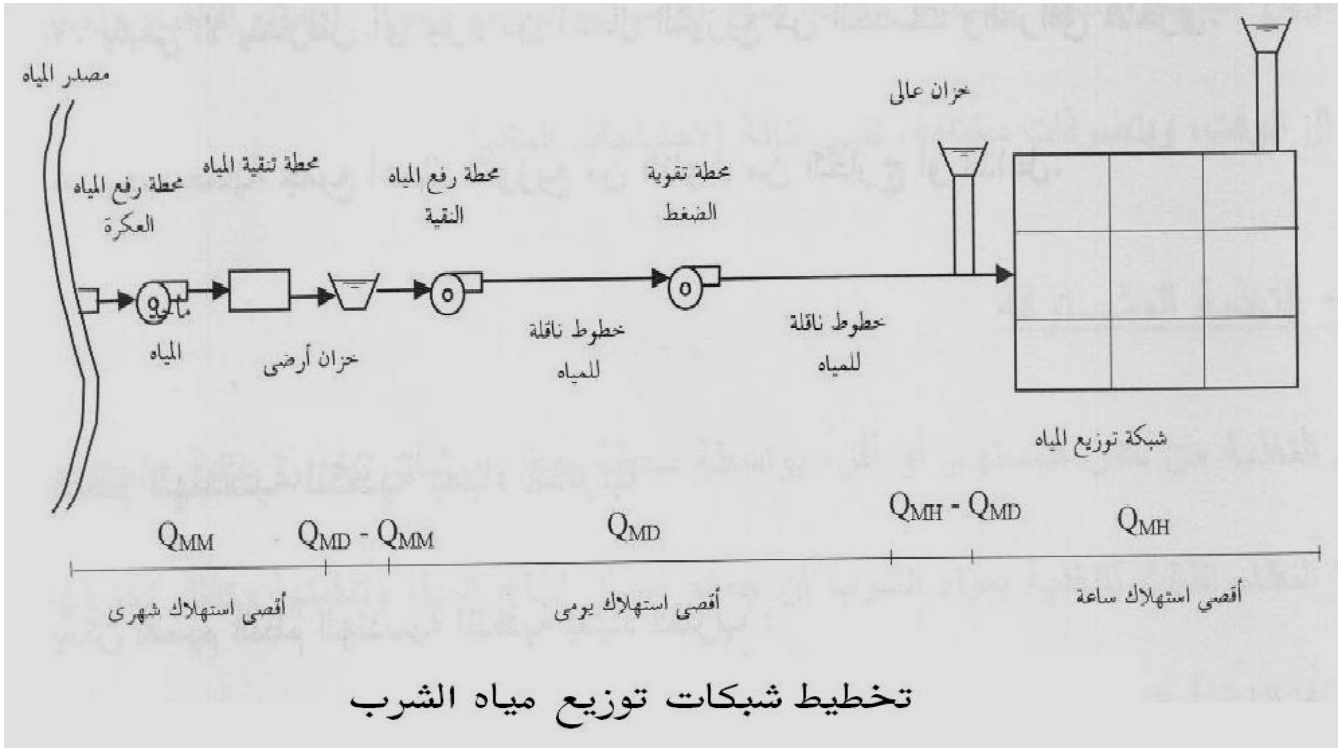
تشمل أعمال توزيع مياه الشرب الوحدات الرئيسية التالية:

١. محطات طلمبات ضخ المياه النقية (الضغط العالي)
٢. شبكات توزيع المياه
٣. منشآت التخزين الأرضية والعالية

منظومة إنتاج وتوزيع مياه الشرب: يوضح الشكل التالي منظومة إنتاج وتوزيع مياه الشرب وتحتوى على:

١. مصدر المياه الخام
٢. محطة رفع المياه العكرة
٣. أعمال التنقية بكل مراحلها
٤. الخزان الأرضي
٥. محطات الرفع (Booster Station)
٦. الخطوط الناقلة للمياه
٧. الخزانات العالية
٨. شبكة التوزيع على المشتركين

ويمثل المراحل السابقة في الشكل التالي:



شبكات التوزيع ومحطات الرفع والخزانات

مقدمة

تشمل أعمال توزيع مياه الشرب الاعمال الرئيسية التالية:

أولا محطات طلمبات ضخ المياه النقية (الضغط العالي).

ثانيا شبكات نقل وتوزيع مياه الشر .

ثالثا منشآت التخزين الأرضية والعالية.

متطلبات الأمان في أعمال توزيع المياه

يمكن تلخيص أهم متطلبات الأمان في أعمال توزيع مياه الشرب في النقاط التالية:

- يجب أن تفي كميات المياه التي تنقلها شبكة التوزيع لمياه الشرب بكافة الاحتياجات المائية المطلوبة في أي وقت.
- يجب أن يكون ضغط التشغيل بشبكة التوزيع كافيا لتوصيل المياه إلى أبعد وأعلى مكان بالمدينة أو التجمع السكنى.
- يمكن التحكم في سريان المياه خلال شبكة التوزيع باستخدام محابس القفل.
- يجب أن تكون شبكة المواسير آمنة على نوعية المياه النقية وأن لا تتفاعل معها أو تسمح بتلوثها.
- ينبغي أن تكون مواد الصنع للمنشآت والشبكات والاجزاء الميكانيكية والكهربائية من مواد متينة تتحمل التشغيل المستمر وتقاوم التآكل من الداخل والخارج.
- من الضروري أن تخلو شبكة التوزيع من النهايات الميتة.
- ينبغي ألا يتعارض أي جزء من أعمال التوزيع مع الخدمات والمرافق الأخرى.

يجب حماية جميع أعمال التوزيع من التلوث من الخارج أو الداخل

طرق الامداد بمياه الشرب

يمكن تقسيم النظم الهندسية للتغذية بمياه الشرب وكما هو موضح بالشكل رقم (٥-١) إلى ثلاثة انظمة وهى كما يلى:

١. التغذية بالجاذبية.
٢. التغذية بالضغط.
٣. التغذية المشتركة

الامداد بالجاذبية

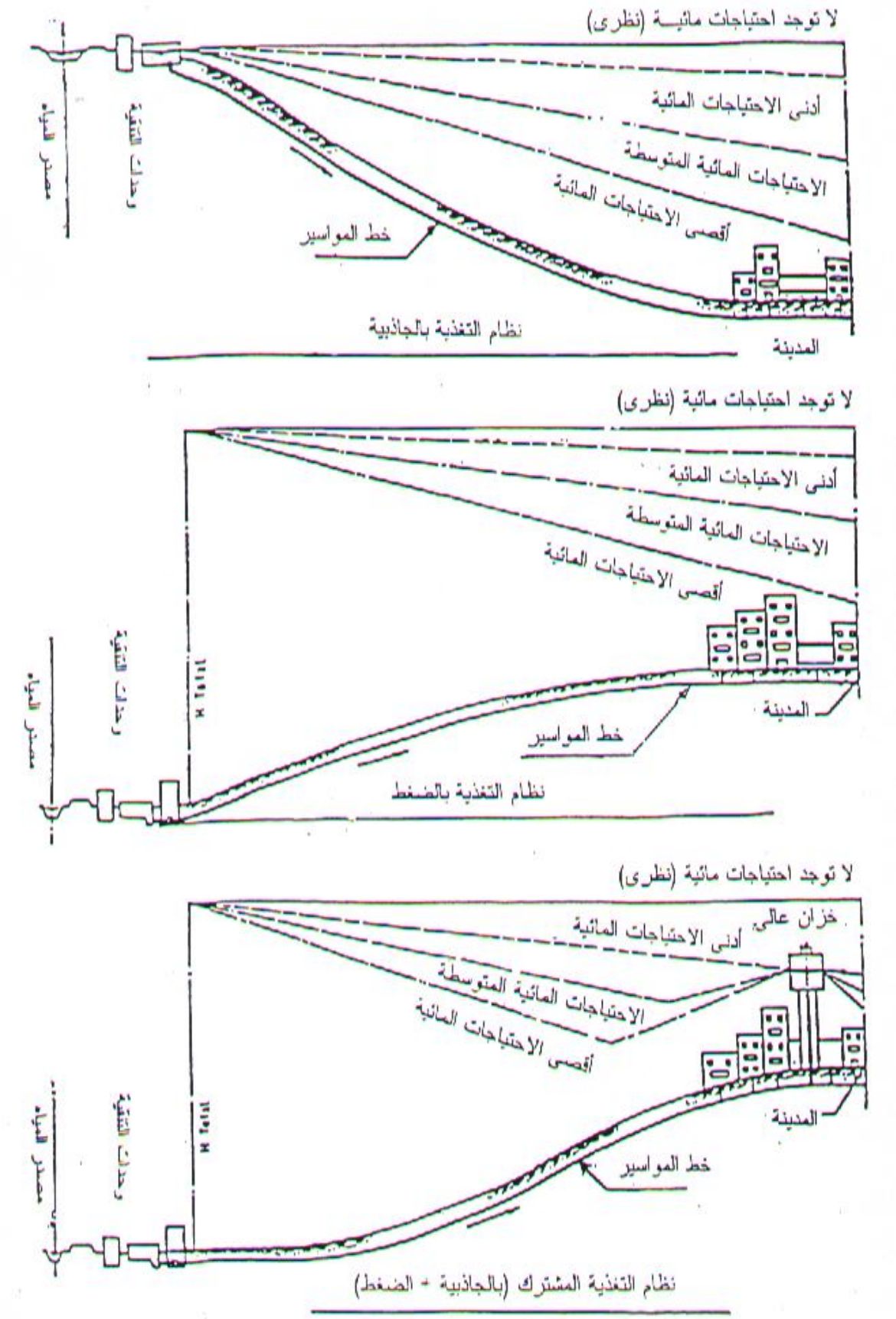
يتم التغذية بالمياه من أعلى وفيها تكون جميع اعمال انتاج وتنقية وتخزين المياه (في خزانات أرضية) في مكان مرتفع عن منسوب المدينة أو التجمع السكنى. ويسمح هذا الوضع بتغذية المدنية بالضغط الكافي والناتج من الفارق الاستاتيكى. ويمتاز هذا النظام بعدم وجود محطات ضخ (ضغط)، أو منشآت تخزين عالية، أي أنه نظام اقتصادي مريح.

الامداد بالضغط

تتم التغذية بالمياه من نفس المستوى أو أقل، بواسطة محطة ضخ تعمل طوال الوقت وفيها تكون جميع أعمال إنتاج وتنقية وتخزين المياه (في خزانات أرضية) هي في مكان ذي منسوب يعادل منسوب التجمع السكنى أو المدينة أو يقل عنه، كما تخلو شبكة التوزيع من منشآت التخزين العالية، ولذلك تستخدم محطة ضخ (طلمبات) توضع بجوار أعمال التنقية وتعمل طوال الوقت، وبتصرفات مختلفة، لتلبى كافة الاحتياجات المائية.

الامداد المشترك

وتتم التغذية بالمياه من نفس المستوى أو أقل، بواسطة محطة ضخ ومنشآت تخزين عالية ونجد في هذا النظام الثالث للتغذية بمياه الشرب أن جميع أعمال إنتاج المياه وتنقيتها وكذلك تخزينها في خزانات أرضية هي في مكان ذي منسوب يعادل منسوب المدينة أو يقل عنه، وتتواجد في شبكة التوزيع منشآت تخزين عالية مما يتيح الفرصة لأن تعمل محطة طلمبات ضخ المياه النقية بعض الوقت، بتصرف ثابت، بينما تتيح منشآت التخزين العالي فرصة تعويض كميات المياه أثناء ساعات الذروة على أن يتم ملؤها أثناء ساعات الليل.


لا توجد احتياجات مائيـــة (نظرى)
أدنى الاحتياجات المائية
الاحتياجات المائية المتوسطة
أقصى الاحتياجات المائية
خط المواسير
نظام التغذية بالجاذبية
المدينة
لا توجد احتياجات مائية (نظرى)
أدنى الاحتياجات المائية
الاحتياجات المائية المتوسطة
أقصى الاحتياجات المائية
المدينة
خط المواسير
نظام التغذية بالضغط
لا توجد احتياجات مائية (نظرى)
خزان عالى
أدنى الاحتياجات المائية
الاحتياجات المائية المتوسطة
أقصى الاحتياجات المائية
المدينة
خط المواسير
نظام التغذية المشترك (بالجاذبية + الضغط)

المكونات الرئيسية للشبكة وأنواع الخطوط والمحابس والروافع – طرق التشغيل

شبكة توزيع المياه

يقصد بشبكة التوزيع خطوط المواسير الرئيسية الممتدة من محطة تنقية المياه أو من محطة ضخ المياه الى شبكة التوزيع الفرعية في جميع مناطق التجمعات العمرانية المختلفة (مدن / قرى / عزب / نجوع). وتستخدم شبكة توزيع المياه في تغذية جميع أنحاء التجمعات السكنية بالمياه الصالحة للاستخدامات المنزلية والصناعية ومقاوم الحرائق، وذلك وفقا للمعدلات المطلوبة وتحت الضغط المناسب، مع الأخذ في الاعتبار الحماية الكافية للشبكة لضمان عدم تلوث المياه وضمان نظافة الشبكة.

وتشمل شبكة التغذية المواسير، وجميع ما يلزمها من قطع خاصة، ومحابس مختلفة، وحنفيات حريق ورى، بالإضافة إلى الاعمال الانشائية والتكميلية اللازمة لحمايتها وضمان سهولة تشغيلها وصيانتها مثل غرف المحابس والعدايات والدعامات الخرسانية للأكواع والمشتركات. الخ. وفي الغالب، تتبع خطوط المواسير في إنشائها شكل سطح الأرض

وتعتبر أعمال توزيع المياه واحدة من أهم الأعمال الإنشائية الرئيسية وأكثرها تكلفة في عملية الإمداد بالمياه، حيث تتعرض المواسير على اختلاف أنواعها إلى اجهادات وتأثيرات متنوعة، سواء من التربة المحيطة بها أو بسبب التغير في درجات الحرارة، أو الصدمات التي تحدث أثناء النقل والتركيب.

أنواع شبكات التوزيع

عند تخطيط شبكة التوزيع، تستخدم إحدى الطرق الأربعة الآتية: التخطيط الشجري، أو الدائري، أو الشبكي، أو القطري.

الشجري

في نظام التخطيط الشجري (Tree System)، يمتد الخط الرئيسي من محطة الطلمبات الى وسط القرية أو المدينة (شكل رقم ٥-٢- أ) ويقل قطره كلما بعد عن المحطة. وتتفرع من هذا الخط أفرع أخرى إلى داخل الشوارع المتفرعة من الشارع الرئيسي، لتوزيع المياه. ومع أن هذا الأسلوب في التخطيط يعتبر أرخص الطرق للتخطيط إلا أنه أقل استعمالا لوجود نهايات غير متصلة (ميتة Dead Ends) كثيرة، بالإضافة الى تعرض مناطق كثيرة للحرمان من المياه في حالة قفل خطوط المياه بسبب الاصلاح والصيانة، أو نتيجة حدوث كسر في الخط الرئيسي. ويمكن استخدام هذا النظام في القرى والتجمعات الصغيرة.

الدائري

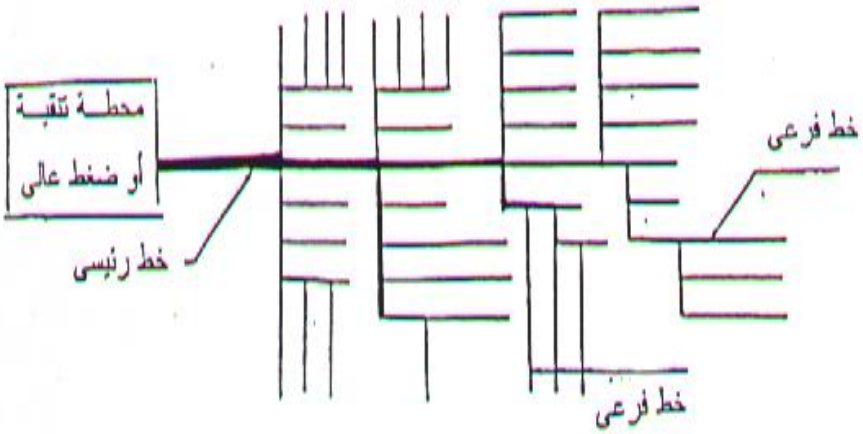
يعتبر التخطيط الدائري (Circle System) تطويرا لنظام التخطيط الشجري، مع توصيل نهايات الخطوط الرئيسية حول المدينة أو المنطقة حيث يمر الخط الرئيسي في شارع يحيط بالمناطق القديمة. لتكوين دائرة أو حزام مقفل تتفرع منه خطوط فرعية في الشوارع الجانبية، وذلك حسب تخطيط مسارات خطوط التوزيع (شكل ٥-٢ – ب). ويستعمل هذا

النظام في تغذية القرى والمناطق الريفية، ويمتاز هذا النظام السابق بقلة النهايات غير المتصلة، بالإضافة إلى عدم حرمان أي منطقة من الماء بسبب أي كسر بعيدا عن المنطقة، نظرا للتغذية من أكثر من اتجاه.

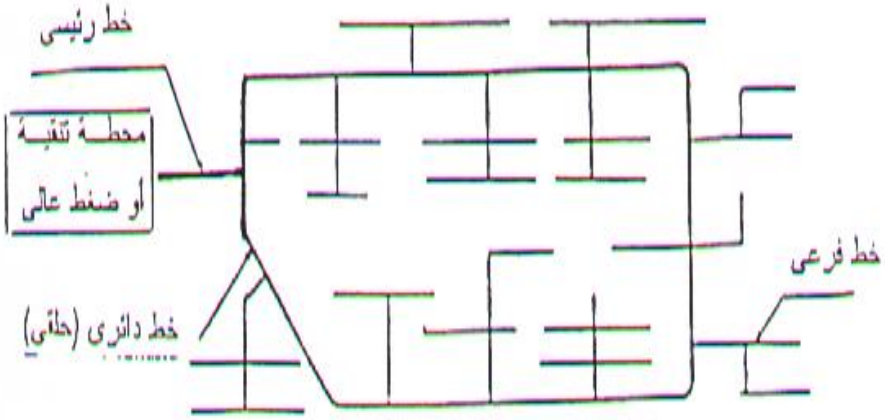
الشبكي

يفضل استخدام التخطيط الشبكي (Gridiron System) في المدن السكنية الصغيرة والمتوسطة. ويتكون هذا النوع من الشبكات من خط دائري رئيسي يحيط بالمدينة أو المنطقة على هيئة حزام، بالإضافة إلى خطوط شبه رئيسية أخرى (ثانوية) تخترق الشوارع الرئيسية على ألا تزيد المسافة بين أي ماسورتين رئيسيتين عن كيلو متر واحد (شكل ٥-٢-ج)، على أن تمتد بينهما من اتجاهين، كما يجعل المياه دائمة الحركة حيث تمر من جهة إلى أخرى ثم بالعكس طبقا للسحب والضغط في جهتي الخط.

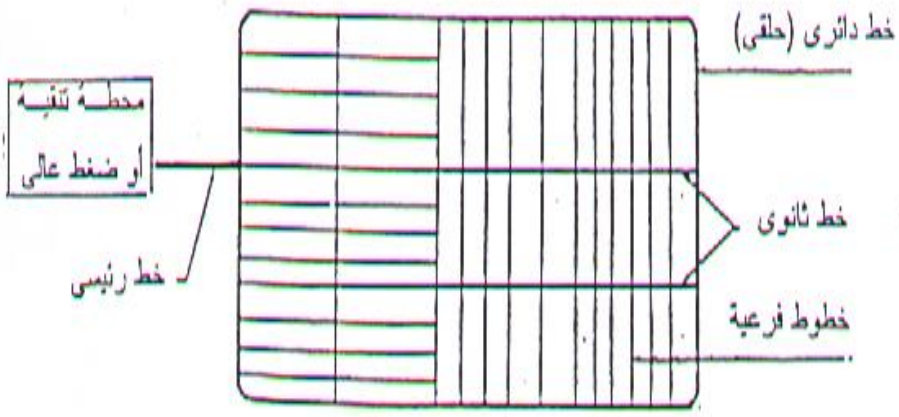
وهذه الطريقة، وإن كانت عالية التكاليف، إلا أنها تعتبر أفضل من الطرق السابقة نظرا لضمان الإمداد بالمياه دون توقف أو انقطاع، وضمان ملاءمة توزيع الضغوط، بالإضافة إلى مقاومة الحريق.



أ - التخطيط الشجرى



ب- التخطيط الدائرى

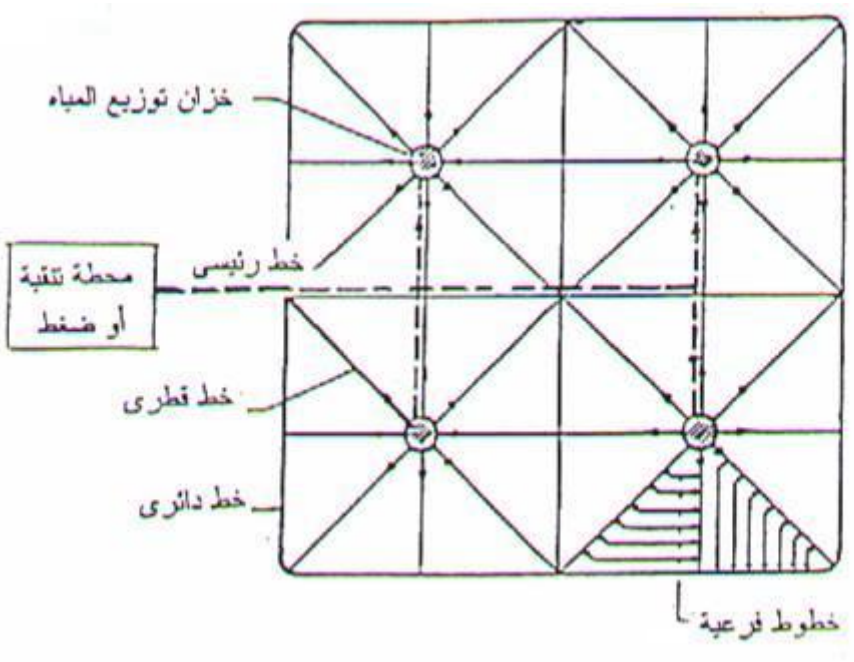


جـ- التخطيط الشبكى

أ- الشجري، ب- الدائري، ج- الشبكي لشبكات توزيع المياه

القطري

يمكن اعتبار نظام التخطيط القطري (Radial System) نظاما عكسيا للنظام الدائري، حيث تخرج الخطوط الرئيسية حاملة للمياه من محطة ضخ أو تنقية المياه إلى خزانات المياه في مراكز المناطق المختلفة المقسمة إليها المدينة أو الخطوط الحاملة للمياه، ثم تتفرع منها خطوط التوزيع اللازمة إلى أطراف المناطق وتمتاز هذه الطريقة باحتفاظها بمعدل التصرف والضغط العالي بداية من توزيعها في خزانات المناطق المركزية إلى جميع أنحاء المدينة وقلة الفاقد في الضغط فيها. ويستخدم هذا النظام في تغذية المدن الكبيرة.

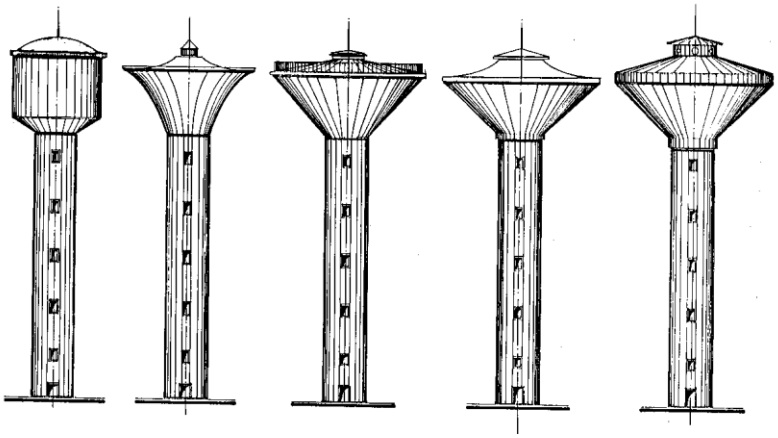


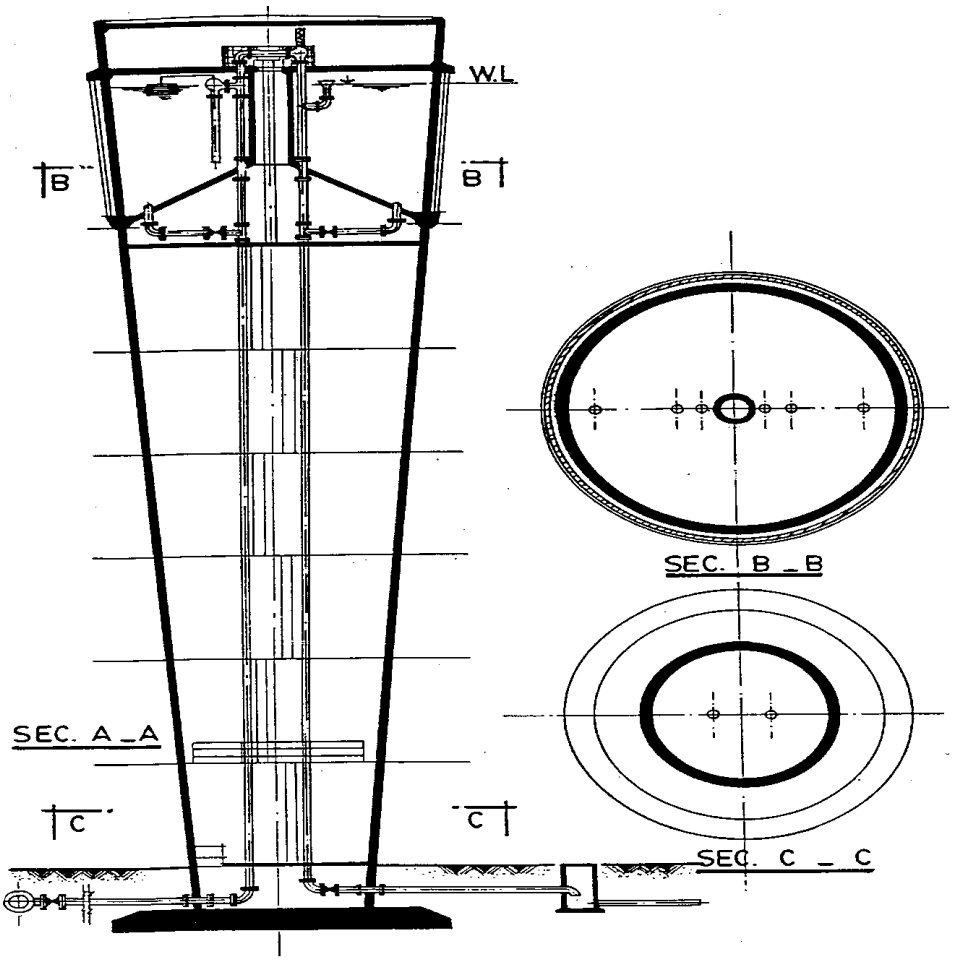
نوع الشبكات القطري لشبكات توزيع المياه

وعموما، فإن نظام نقل وتوزيع المياه لأى مدينة يمكن أن يجمع بين أكثر من نظام من النظم السابقة، طبقا لتخطيط المدينة أو التجمع العمراني.

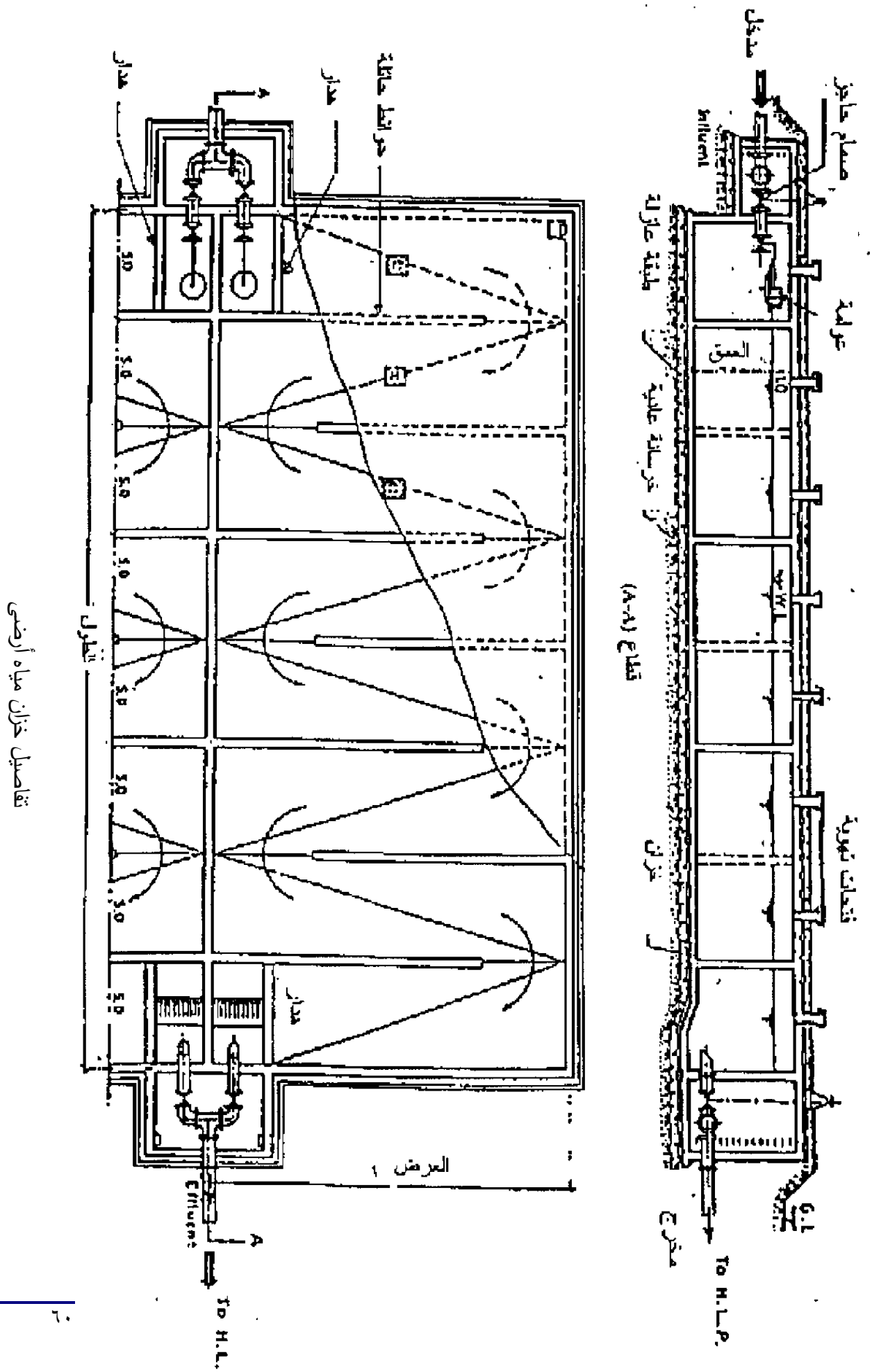
ويوضح الشكل إرشادات للتخطيط السليم لشبكات توزيع مياه الشرب في المدن السكنية بالنظام الشبكي المفضل وهو يوضح الابعاد القياسية بين الخطوط الرئيسية والشبكة الرئيسية والفرعية ومواقع محابس التحكم في تدفق المياه وكذلك مواقع حنفيات الحريق .

الخزانات العلوية





الخزانات الأرضية



تفاصيل خزان مياه أرضي

انواع خطوط الشبكات وطرق التشغيل

١. خطوط ناقلة (خطوط التغذية الرئيسية):

وهي التي تقوم بنقل المياه بكميات كبيرة من محطات الضخ أو الخزانات أو الروافع إلى اجزاء معينة من المنطقة المراد إنشاء الشبكة فيها وقد تكون هذه الأجزاء (خزان – رافع – خط أو خطوط فرعية – شبكة توزيع).

٢. خطوط التغذية الفرعية / شبكات التوزيع:

وتتكون من خطوط التغذية الفرعية التي تقوم بنقل المياه من خطوط التغذية الرئيسية إلى جميع مناطق المدينة وإلي خطوط التوزيع الصغيرة التي تنقل المياه من الخطوط الفرعية إلى المستخدمين.

المحـــابس

هي وسائل التحكم و السيطرة على تدفق المياه من حيث الكمية والاتجاه ووقف الانسياب المرتد

وظائف المحابس

- تخفيض الضغوط في كل أو بعض أجزاء الشبكة
- تفريغ الشبكة من المياه
- وقف سريان الماء في الشبكة
- خفض معدل التدفق في كل أو بعض أجزاء الشبكة
- تفريغ الهواء من الشبكة
- حماية الشبكة من زيادة الضغوط عن معدلاتها الآمنة
- منع التدفق العكسي الذى يولد ضغوط سالبة
- تزويد الشبكة بوصلات تسمح بالاسترسال في مدها دون تأثر باقي الشبكة

أنواع المحابس

أنواع المحابس الأكثر استخداما في أعمال شبكات المياه هي:

١. صمام البوابة (السكينة): Gate Valve
٢. صمام الفراشـة: Butter Fly Valve
٣. صمام عدم الرجوع Check / Non Return Valve
٤. صمام الهـواء: Air Valve
٥. صمام تخفيض الضغط: Pressure Reducing Valve
٦. صمام العوامة: Float Valve
٧. الجزرة

٨. الكرة

٩. ذو الرق

١. صمام البوابة (السكينة): Gate Valve

الصمام ذو العامود الثابت:

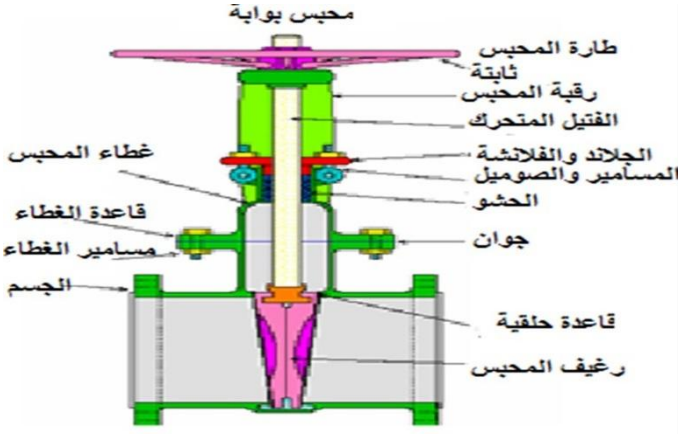
يثبت عامود الصمام (الفتيل) بحلقة في غطاء الصمام والجزء المقلوظ منه يدور داخل الصامولة المقلوظة (الجشمة) المثبتة في داخل بوابة الصمام وعند إدارة طارة الصمام يلف العامود (الفتيل) فتتحرك عليه بوابة الصمام (الرغيف) لأعلى أو لأسفل.

عادة تكون الصمامات أكبر من ٤٠٠ مم لها فرع جانبي خارج جسم الصمام (باى باص)(By Pass) يصل جهتي الصمام قبل بوابة الصمام (الرغيف) وبعده ويركب عليه صمام صغير قطره يعادل حوالي ١٠/١ قطر الصمام الرئيسي يتم فتحه عند بدء فتح الصمام المقفول لمعادلة الضغط على جانبي البوابة لتلافي القوة الناشئة عليها نتيجة الضغط الداخلي للمياه على جانب واحد منها وبالتالي يصبح من الصعب على أي عامل فتح الصمام لوجود قوة احتكاك كبيرة بين البوابة (الرغيف) وجسم الصمام في الناحية المضادة لقوة ضغط المياه من جانب واحد تؤدى إلى كسر في شنابر الإحكام بالبوابة (الرغيف) وجسم الصمام.

أجزاء صمام البوابة (السكينة):

الأجزاء الأساسية للصمام هي:

١. جسم الصمام وما يشمله من حلقات للإحكام تصنع من النحاس الفسفوري خاصة بأحكام الغلق مع قرص الصمام.
٢. بوابة الصمام (الرغيف – السكينة) وبه حلقات مماثلة لحلقات الأحكام المذكورة بعالية.
٣. غطاء الصمام (الجرس).
٤. العامود (الفتيل) من أجود أنواع الصلب والجشمة من النحاس الفوسفوري.
٥. مجموعة الحشو (الجلند).
٦. طارة الصمام من الزهر الرمادي ومبين عليها أسهم لاتجاه الفتح والقفل وتستخدم للمحابس في غرف المحابس.



٢. صمام الفراشة: Butterfly Valve

أجزاء الصمام:

١. يتكون هذا الصمام من جزء من ماسورة بالفلنشات كجسم لهذا الصمام.
٢. يحتوى هذا الصمام على قرص دائري مثبت على عامود الصمام تثبيتاً مركزياً أو لا مركزياً بواسطة خوابير أو مسامير قلاووظ.

(تركيب القرص على العامود لا مركزيا يساعد ويسهل عملية التشغيل وعدم استخدام قوة عزم كبيرة للتشغيل ولذلك يستخدم في المحابس ذات الأقطار الكبيرة)

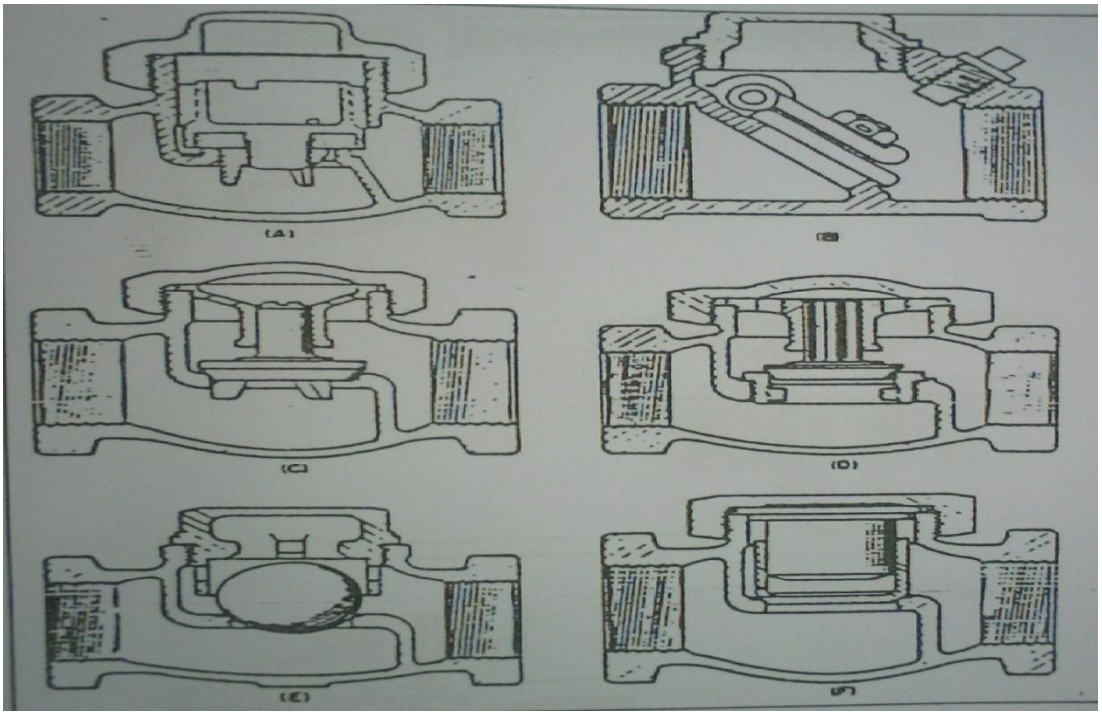
٣. قاعدة من الكاوتشوك المرن مثبتة بجسم الصمام بطريقة تعمل على إحكام القفل فعند القفل يضغط هذا الكاوتشوك بواسطة قرص القفل فينطبق تماما على محيط القرص الخارجي فيتم إحكام الغلق تماماً
٤. يتم تشغيل هذا الصمام من خلال صندوق تروس لنقل الحركة من رأسية إلى أفقية.

يتم تركيب هذه الصمامات داخل غرف الصمامات و يتميز هذا الصمام بسهولة تشغيله و خفة وزنه و صغر حجمه.

قرص دائري مثبت على عامود الصمام تثبيتاً مركزياً

٣. صمام عدم الرجوع: Check Valve / Non – Return Valve

الغرض من هذا الصمام هو التحكم في مسار المياه في اتجاه واحد وعدم ارتداده في الاتجاه العكسي لسير المياه ، والمتبع أن يركب أمام وخلف هذا الصمام صمام قفل لتسهيل الكشف على هذا الصمام وصيانته عند الضرورة ، يتم تركيب هذا الصمام في غرفة مستقلة.



بعض أشكال محابس عدم الرجوع

أماكن تركيب صمام عدم الرجوع:

أ. علي الخطوط الرئيسية المتجهة والصاعدة لأعلي لخدمه منطقه مرتفعة وذلك لمنع ارتداد المياه من المنطقة المرتفعة عند حدوث أي كسر في الماسورة ولتقليل إمكانية حدوث ظاهرة الطرق المائي.

ب. يركب بماسورة الصاعد والهابط بالخزانات العالية.

ج. يركب عند مخرج كل طلمبة مياه.

٤. صمام الهواء: Air Valve

يتكون صمام الهواء من جسم الصمام من الزهر الرمادي أو المرن بفلنشة من أسفل تناسب قطر التيه الذي سيركب عليه ، وغرفة واحدة أو غرفتين تحتوى كل منهما على كرة من الأبونيت أومن الصلب المغلف بالمطاط الصناعي.

تعلو إحدى الكرتين فتحة صغيرة لإخراج فقاعات الهواء المتجمعة أثناء التشغيل ، بينما تعلو الكرة الأخرى فتحة كبيرة لإدخال وإخراج الهواء بكميات كبيرة أثناء ملئ أو تفريغ الخط.

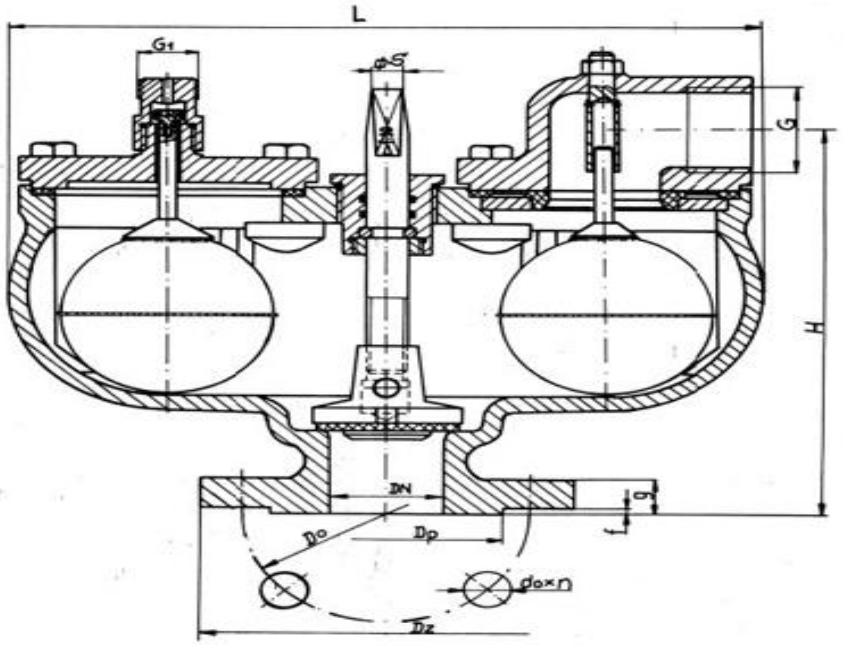
الغرض من استخدام صمام الهواء:

١. تفريغ الهواء المتجمع في المناطق العالية من الخط أثناء ملؤه بالمياه إذ أن وجود هواء في خط المياه يسبب تكوين مخدة هوائية تسد قطاع الماسورة مما يؤدى إلى نقص كبير في التصرف عند التشغيل.

٢. إدخال هواء عند حدوث كسر بالمواسير أو إجراء عمليات التصفية أو الغسيل.

٣. إخراج الهواء الموجود بالمواسير الناقلة أثناء التشغيل والذي يكون على شكل فقاعات صغيرة من الهواء عالية الضغط نتيجة تشغيل المضخات حيث يلزم في هذه الحالة تركيب صمام مزدوج الغرف.

٤. يتم تركيب الصمام بالقطر المناسب لقطر الخط المركب عليه.



صمام مزدوج الغرف

أماكن تركيب صمام الهواء:

تركب محابس الهواء على خطوط المياه في الأماكن ذات المناسيب العالية من خطوط الطرد داخل غرف خاصة به ويركب تحت صمام الهواء صمام قفل لاستخدامه عند صيانته.

٥. صمام تخفيض الضغط: Pressure Reducing Valve

يتم تركيب هذا الصمام لتخفيض ضغط المياه في المواسير في الأماكن المراد تخفيض الضغط بها بعد ضبطه علي الضغط المطلوب وذلك عند تغذية منطقة من خط ناقل دون فقد الضغط بهذا الخط الناقل.

أماكن تركيب الصمام:

يتم تركيب هذا الصمام في الأماكن الآتية مع ضرورة تركيب صمامات قفل قبله وبعده لزوم أعمال صيانته:

١. عند اتصال شبكة المياه ذات الضغط العالي بشبكة ذات ضغط منخفض في مستوى مناسيب كنتورية واحدة أو متقاربة أو أقل لتغذية تجمع سكاني صغير.

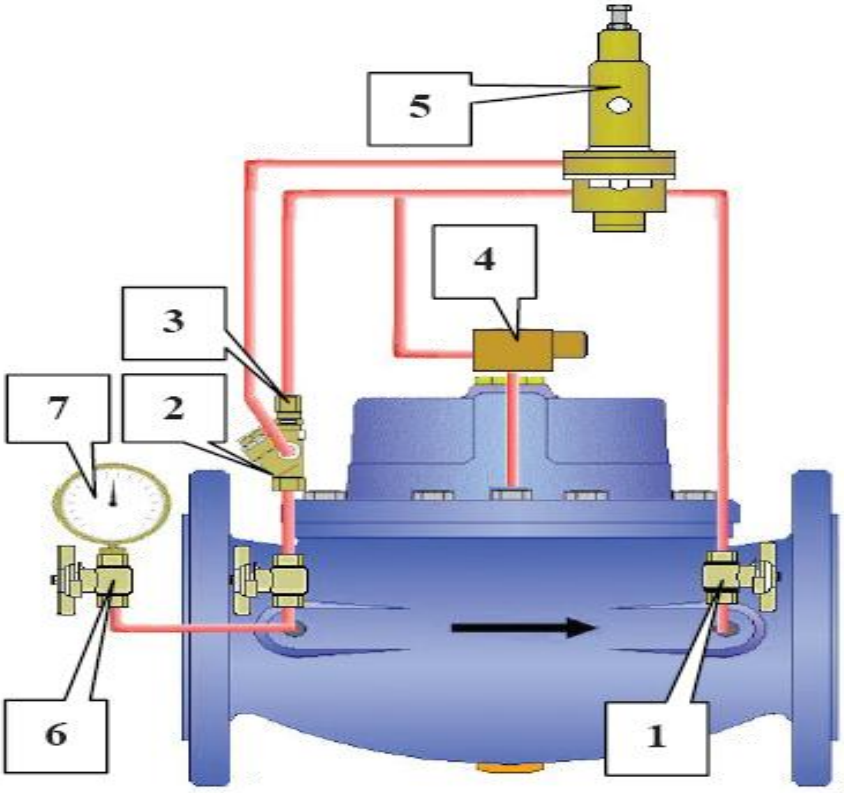
٢. في الخزانات العلوية.

٣. يلزم عمل توصيله باي باس من قبل وبعد هذا الصمام لإمكان استمرار التغذية بعمل خنق مؤقت للمسار عند الحاجة لفك هذا الصمام للإصلاح.

أجزاء الصمام:

يتكون الصمام من ستة أجزاء رئيسية:

١. جسم الصمام موضح علية أسهم الدخول والخروج.
٢. قرص القفل والتنظيم من البرونز الفسفوري مركب عليه عامود مركب عليه قرص ديافرام من المطاط.
٣. ياى (زنبرك) يرتكز على قرص الديافرام.
٤. غطاء الصمام.
٥. عامود مقلوظ للضبط يتحرك داخل صامولة مقلوظة بغطاء الصمام إلى أعلي وأسفل.
٦. عدد ٢ مانومتر عند مدخل ومخرج الصمام لقياس ضغوط المياه الداخلة والخارجة بعد التحكم في الصمام وضبطه حسب الضغط المطلوب.



٦. صمام العوامة: Float Valve

يركب هذا الصمام على مداخل المياه في أحواض التخزين الأرضية والخزانات العالية بحيث يقفل أو يفتح تبعا لحركة العوامة التي تطفو على سطح الماء في الحوض وبذلك يحافظ على منسوب المياه داخل الحوض.

أجزاء الصمام:

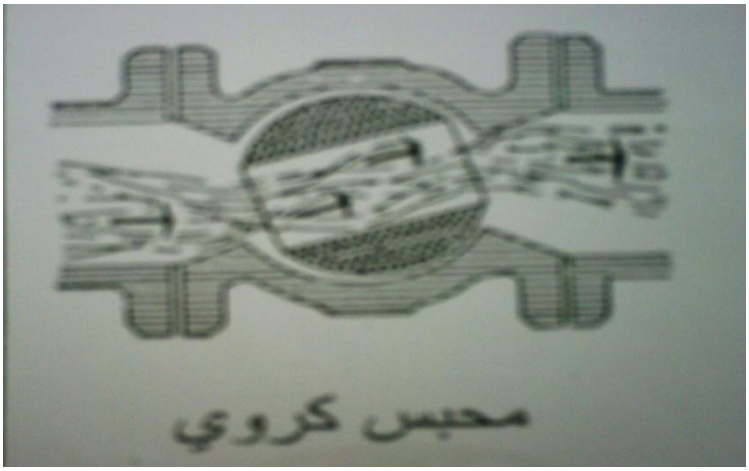
يتكون هذا الصمام من جسم من الزهر الرمادي أو المرن أو من النحاس يركب على ماسورة الدخول ومن الداخل توجد قاعدة لقرص القفل من البرونز الفسفوري مثبتة بجسم الصمام.

عادة ما يكون قرص القفل مخروطي الشكل وبمنتصفه عامود من النحاس يتحرك داخل دليل ويتم تركيب ذراع العوامة بالعامود.

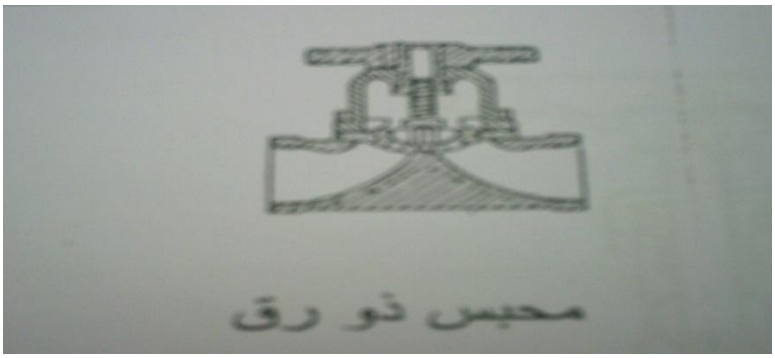
يتصل ذراع العوامة بقرص القفل عن طريق عامود مفصلي أو مباشرة ويرتكز مفصليا في جسم الصمام والجانب الأخر من الذراع يكون حرا ويتم تركيب العوامة عليه إما مثبتة به أو حرة ويتم ضبطها حسب قوة العزم المطلوبة ثم إعادة تثبيتها بالذراع بواسطة مسمار ربط.

٧. صمام الجزرة

٨. صمام الكرة



٩. صمام ذو الرق



غرف المحابس:

تنشأ غرف المحابس من الخرسانة المسلحة طبقا للتصميمات المعتمدة لغرف المحابس التي تتناسب مع نوع المحابس المقترح استخدامها على أن تسمح أبعاد غرف المحابس بتشغيل وصيانة المحابس بعد تركيبها ويجب أن تقدم الرسومات مبينا عليها حديد التسليح لاعتمادها قبل التنفيذ.

ويجب بياضها من الداخل بمونة الاسمنت والرمل.

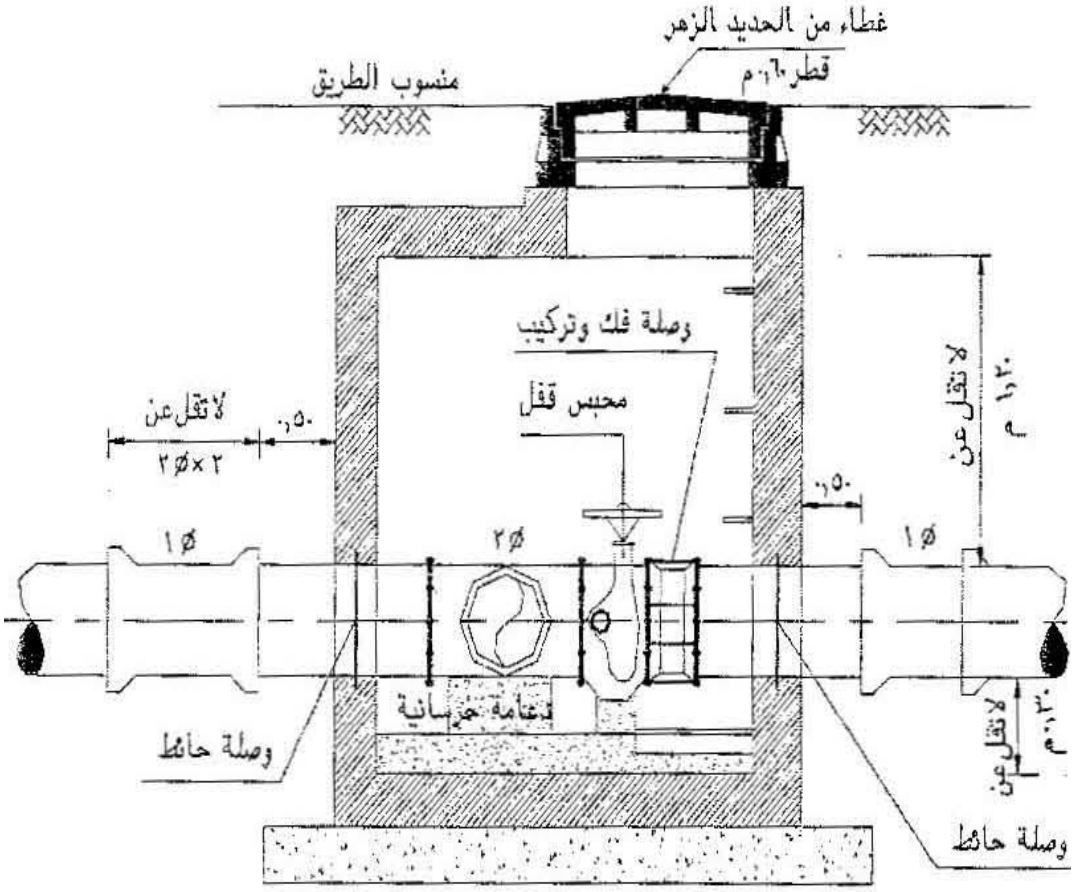
ملحوظة:

الاسمنت المستخدم في الخرسانة الخاصة بغرف الصمامات أو لأى جزء من أجزاؤها من الاسمنت المقاوم للكبريتات، يتم إنشاء غرف الصمامات بالعروض والتخانات المبينة بالرسومات التفصيلية وحسب المواصفات المحددة.

يجب إضافة مادة مانعة للتسرب الى الخرسانة لمنع تسرب مياه الرشح الى داخل الغرف ، أما أسقف غرف الصمامات فيكون من الخرسانة المسلحة ليتحمل وزن ٢٥ طن. ويركب بغرف الصمامات من الداخل سلالم مصنوعة من الحديد

الزهر المغطى بطبقة واقية لحمايتها من التآكل وتكون السلالم على مسافات ٣٠سم على الأكثر ويجب اعتماد نماذج السلالم قبل التوريد والتركيب .

وتعمل أغطية غرف الصمامات من الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية (GRC) ويجب اعتماد نموذج الأغطية قبل التوريد والتركيب ويركب إطار الغطاء فوق غرف الصمامات بحيث يكون منسوب سطح الغطاء في مستوى منسوب السطح النهائي لطبقة الرصف بالطريق أو حسب ما يحدده المهندس المشرف .



ملحوظة:

الاسمنت المستخدم في الخرسانة الخاصة بغرف المحابس أو لأى جزء من أجزاؤها من الاسمنت المقاوم للكبريتات، يتم إنشاء غرف المحابس بالعروض والأسماك المبينة بالرسومات التفصيلية وحسب المواصفات المحددة.

يجب إضافة مادة مانعة للتسرب الى الخرسانة لمنع تسرب مياه الرشح الى داخل الغرف ، أما أسقف غرف المحابس فيكون من الخرسانة المسلحة ليتحمل وزن ٢٥ طن. ويركب بغرف المحابس من الداخل سلالم مصنوعة من الحديد الزهر المغطى بطبقة واقية لحمايتها من التآكل وتكون السلالم على مسافات ٣٠ سم على الأكثر ويجب اعتماد نماذج السلالم قبل التوريد والتركيب.

وتعمل أغطية غرف المحابس من الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية (GRC) ويجب اعتماد نموذج الأغطية قبل التوريد والتركيب ويركب إطار الغطاء فوق غرف المحابس بحيث يكون منسوب سطح الغطاء في مستوى منسوب السطح النهائي لطبقة الرصف بالطريق أو حسب ما يحدده المهندس المشرف.

محطات طلمبات الضخ وتدعيم الضغط (روافع مياه الشرب)

مقدمة

تستخدم الروافع لتعويض الضغوط المفقودة في خطوط المواسير الناقلة بهدف توصيل المياه إلى مناطق الخدمة، هذا بالإضافة إلى الاستعانة بها لزيادة الضغوط في شبكات التوزيع. مع مراعاه موازنة الضغوط أثناء عمل هذه الروافع.

تحديد مناطق الخدمة

هي المناطق التي على منسوب أعلى من ضغط محطة المياه الرئيسية أو التي لا تصلها المياه بالضغوط المناسبة.

تحديد موقع الرافع

يتم تحديد موقع الرافع عند النقطة التي ينخفض فيها الضغوط عن الحد المسموح به في الخطوط الناقلة مع مراعاة الاتي:

- توفر المساحة المطلوبة لإنشاء الرافع وملحقاته.
- توفر الطاقة الكهربائية.
- توفر الطرق العمومية الموصلة للموقع.

أنواع الروافع

تنقسم أنواع الروافع طبقاً لطريقة السحب الى:

رافع على خط (ON – LINE BOOSTER)

يتم إنشاء الرافع بجوار الخط الناقل بإحدى الطرق التالية:

- تركيب مواسير السحب للطلمبات على الخط الناقل مباشرة وتوصيل ماسورة الطرد على نفس الخط مع مراعاة فصل نقطة توصيل خط الطرد عن السحب.
- تركيب مواسير سحب الطلمبات على الخط مباشرة وتوصيل ماسورة الطرد على خط آخر.
- تركيب مواسير سحب الطلمبات على الخط الناقل مباشرة وتوصيل ماسورة الطرد على خطوط نقل أخرى.

رافع يسحب من خزان أرضى

يتم إنشاء خزان أرضى عند نقطة انخفاض الضغط في الخط الناقل حيث تسحب المياه منه بإحدى الطرق الأتية:

- عن طريق ماسورة سحب الطلمبات.
- إنشاء بيارة.

- ويطرد ارافع في خط ناقل بنفس الضغوط أو ضغوط أقل في حالة خدمة المنطقة حول الرافع.

المخطط العام للروافع

بعد اختيار وتحديد الموقع يتم اعداد المخطط العام للروافع طبقاً لما تقتضيه مكوناته الرئيسية التي تحددها نتائج الدراسات الهيدروليكية والأعمال المساحية على أن يشتمل على المسطحات اللازمة لمكونات الرافع، ويجب الأخذ في الاعتبار عند إعداد المخطط العام للروافع ما يلى:

١. طبوغرافية الموقع وطبيعة التربة ومنسوب المياه الجوفية.
٢. ربط الموقع بالطرق العمومية.
٣. حماية الموقع من المؤثرات الخارجية.
٤. إقامة سور خارجي حول الموقع شاملاً أبراج المراقبة والمداخل وغرف الأمن والاستعلامات.
٥. يجب ترك مسافات مناسبة بين مبنى الرافع وبين المنشآت الأخرى وذلك لتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانة.
٦. توفير المخزن والورشة بالمسطح اللازم لأعمال التشغيل والصيانة.
٧. توفير المباني الإدارية والخدمات على أن تكون بعيدة عن عنبر الطلمبات المسبب للضوضاء.
٨. توزيع الوحدات بما يحقق احتمالات التوسع
٩. الأخذ في الاعتبار وضع مصدر الطاقة البديل في حالة انقطاع التيار الكهربائي.
١٠. تباعد خطوط السحب والطرد عن شبكة الصرف الصحي والفائض من الخزان.
١١. اتخاذ الاحتياطات المناسبة لتفادى الخطورة الناجمة عن تداول المواد الكيماوية داخل الموقع.
١٢. تقليل طول خطوط الكيماويات لأقل ما يمكن لتجنب مشاكل التشغيل.
١٣. مراعاة تزويد الموقع بالمرافق الأزمة مثل شبكات التغذية بالمياه والصرف الصحي ومكافحة الحريق ورى المسطحات الخضراء وإنارة الموقع والاتصالات.
١٤. يجب أن يؤخذ في الاعتبار أعمال تجميل الموقع العام للرافع والطرق الداخلية المناسبة.

١. بالنسبة للخزان الخاص بالرافع

- تستخدم البوابات اليدوية لعزل اجزاء الخزان عند الطوارئ أو أعمال الصيانة الدورية.
- تستخدم عوامات ومبينات المنسوب للتحكم في كميات المياه المتداولة بين وحدات محطة الانتاج وبمحطات الروافع.

٢. بالنسبة للماسورة المجمعة للسحب (عند عدم استخدام الخزان)

- تستخدم المحابس البوابة أو الفراشة لأعمال العزل عند حالات الطوارئ.
- تستخدم مبينات الضغط للتحكم في كميات المياه المتداولة.

٣. بالنسبة لطلمبات الرفع: فتستخدم:

- مبينات منسوب مياه الخزان أو مبينات الضغط على ماسورة السحب الرئيسية مع الانذار أو الفصل التلقائي لمجموعات الطلمبات عند انخفاض المستويات عن حد الخطر.
- مبينات منسوب الخزان العالي أو مبينات الضغط على ماسورة الطرد الرئيسية مع أجهزة الانذار أو الفصل التلقائي لمجموعات الطلمبات عند ارتفاع المستويات عن الحد الاقصى.
- عدادات التصرف والضغط للتحكم في سرعة المياه وضغط الخط.

منحنى أداء المنظومة System Head Curve

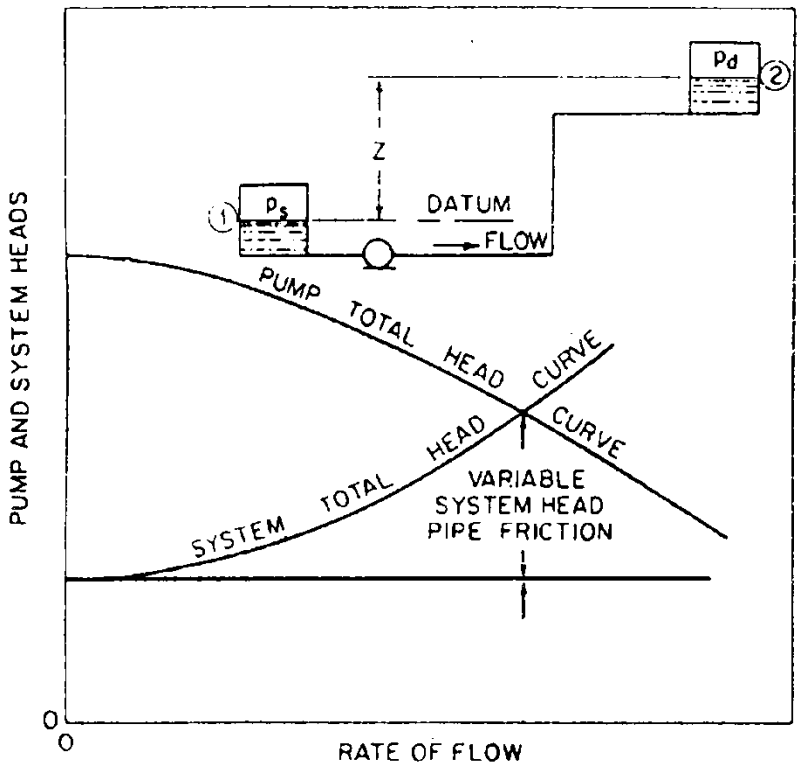
تتكون المنظومة Systemمن المواسير وملحقاتها والمحابس المختلفة ويمكن أن يضاف اليها قنوات مفتوحة وهدارات كما يمكن أن تتضمن أجهزة قياس ومعدات تعمل بالسوائل وخزانات ..الخ.

- يتم رسم منحنى أداء المنظومة على منحنى H–O كالاتي:

تبين نقطة بداية منحنى أداء المنظومة على المناسيب الاستاتيكية (بين منسوب المياه في البيارة الماخذ واعلى منسوب بالخزانات المستقبلة المسائل المرفوع).

- ويبدأ حساب فواقد الاحتكاك في المواسير وجميع الفواقد في المنظومة تبعا للتصرفات المختلفة من أقل تصرف للطلمبات الى أقصى تصرف تتحملها منظومة ، وتوضح النقط المختلفة التي ترسم منحنى الأداء.

الشكل يوضح منحنى اداء المنظومة المكونة من خزان السحب (١) وخزان الاستقبال وطلمبة وخط المواسير بينهم وتقاطعه مع منحنى اداء الطلمبة.



منحنى أداء النظام المكون من خزان سحب وخزان استقبال ومضخة، خط مواسير بينهم

شبكات مياه الشرب

نماذج اجراءات التشغيل القياسية

مقدمة:

نستعرض فيما يلى موجز اجراءات التشغيل القياسي للشبكات وقد تم فصل اجراءات التشغيل عن اعمال الصيانة والاصلاح على الرغم من تداخل المهام وارتباطها معا حيث لا يوجد خط فاصل بينهما:

١. غسيل شبكة المياه.
٢. تطهير شبكة المياه.
٣. ضبط منسوب صناديق المحابس السطحية.
٤. اصلاح خط رئيسي
- تلف وصلة رأس/ذيل.
- كسر حلقى.
- كسر طولي
٥. تركيب وصلة جديدة.
٦. تعديل وصلة حالية.

٧. اصلاح صمام حجز.
٨. استبدال صمام حجز.
٩. الكشف عن التسرب.
١٠. استبدال حنفية حريق.
١١. اصلاح حنفية حريق
- تسرب
- كسر
١٢. استبدال عداد مياه.
١٣. اصلاح عداد مياه.
١٤. فحص عداد مياه.
١٥. اصلاح صمام هواء.
١٦. اصلاح صمام ضغط.

غسيل شبكة المياه

١. معلومات اساسية:

١,١ يتم اجراء غسيل وقائي للشبكات الجديدة بعد انشائها، ومن الضروري ايضا ان يتم غسيل دوري لخطوط المواسير بالشبكة العاملة.

٢,١ التشغيل المناسب لشبكة التوزيع بما يمنع تدفق المياه في عكس الاتجاه يقلل من الاحتياج لعملية الغسيل الاضطراري.

٢. الغرض:

١,٢ إزالة الشوائب التي تكون قد تراكمت بشبكة التوزيع.

٢,٢ غسيل المواسير حديثة التركيب.

٣,٢ غسيل المواسير بعد أعمال الصيانة والإصلاح.

٤,٢ ضمان وتحسين جودة المياه المنقوله والموزعة

٥,٢ تحسين الخصائص الهيدروليكية للمواسير

٦,٢ اجراء الصيانة الوقائية

✓ اختبار صلاحية المحابس

✓ اختبار حنفيات الحريق طبقا لتعليمات ادارة الحماية المدنية

٧,٢ اقلال شكاوى العملاء من مشاكل جودة المياه

٣. المواد:

١,٣ سجلات شكاوى المواطنين

٢,٣ سجلات غسيل الخطوط

٣,٣ خرائط الشبكة المحدثة

٤,٣ خطط الغسيل السابقة

٥,٣ علامات تحذيرية واشارات ضوئية

٦,٣ معدات شفط مياه

٧,٣ معدات بسيط (أزمة صلب، عتلة، كوريك، مفتاح المحبس أو الطارة)

٤. الإجراءات:

١,٤ إعداد خطة غسيل دوري:

١,١,٤ التنسيق مع المعامل ومحطات المياه في نطاق الشبكة العاملة بأعداد خطة الغسيل وحضور عملية الغسيل في موعده.

٢,١,٤ مراجعة سجلات شكاوى المواطنين عن نوعية المياه لوضعها ضمن أولويات الغسيل.

٣,١,٤ مراجعة سجلات غسيل الخطوط للمرات السابقة لمعرفة الوقت الذى استغرق في التنظيف لتحديد الفترات البينية الملائمة (شهري– ربع سنوي أو نصف سنوي).

٤,١,٤ الحصول على خرائط الشبكة.

٥,١,٤ دراسة مواقع تصريف مياه الغسيل ومدى استيعابها وعدم تأثرها من الصرف عليها.

٦,١,٤ تحديد ترتيب غسيل مواسير الشبكة وتحديد المحابس التي يتم التحكم فيها لتعيين مسار المياه بالجزء المطلوب غسيله مع الالتزام بان غسيل الشبكة يبدء من المحطة وفي حالة صعوبة ذلك يراعى غسيل الشبكة من خلال جزء سبق غسله.

٧,١,٤ اعداد خطة الغسيل وخطواتها بناء تحديد المحابس واماكن صرف مياه الغسيل (حنفيات حريق–محابس غسيل)

٨,١,٤ تحديد قائمة كبار العملاء بالمنطقة التي سيتم غسلها واخطارهم وتحديد المصادر البديله لهم للحصول على مياه الشرب اثناء فترة الغسيل أو التنسيق اللازم معهم.

٩,١,٤ اشراك ادارة العلاقات العامة لاخطار المواطنين بمواعيد الغسيل وتوضيح الغرض.

٢,٤ خطوات التجهيز للغسيل:

١,٢,٤ مراجعة خريطة الشبكة وخطة الغسيل الدورية.

٢,٢,٤ تقسيم العمل الى مناطق تنفيذ مع مراعاة ان تكون أطوال الخطوط المطلوب غسيلها أقصر ما يمكن خاصة للمواسير ذات الأقطار الصغيرة.

٣,٢,٤ جدولة أعمال الغسيل بتوقيتات الغسيل المناسبة على مدار الشهر.

٤,٢,٤ تحديد مواقع محابس الغسيل ومحابس الحجز وحنفيات الحريق الممكن استخدامها في عملية الغسيل بكل منطقة.

٥,٢,٤ مراجعة السعة الهيدروليكية لمناطق التنفيذ المخططة بشبكة التوزيع لتحديد الطاقة الكافية لغسيل المواسير من حيث الكمية (Q) والضغط (P) وكذا امكانية التخلص من نواتج الغسيل بأمان.

٦,٢,٤ مراعاة ان سرعة المياه اللازمة لغسيل الخطوط الرئيسية يجب ان تكون في حدود من ١،٥ – ٣،٥ م/ث ولا تقل بأي حال عن ٠،٧٥ م/ث كحد أدنى.

٧,٢,٤ مراعاة بدء تنفيذ الغسيل من خطوط ذات أقطار كبيرة لمقاومة تحريك الرواسب بداخلها، وكذا البدء من الأجزاء القريبة لمحطة الإنتاج فالتي تليها ضماناً لنظافة مياه الغسيل.

٨,٢,٤ أخطار الخط الساخن (١٢٥)، الإدارة الصحية وإدارة المرافق بالمدينة أو القرية (إذا لزم الأمر).

٣,٤ خطوات الغسيل:

١,٣,٤ تأمين الافراد والتأكد من ارتدائهم ملابس السلامة الشخصية بالموقع (نظارة واقية، افرول، كوذلك، قفاز جلد، خوذة).

٢,٣,٤ التأكد من وجود جميع اشارات السلامة والعلامات التحذيرية ومراقبة حركة المرور بالموقع ومعدات الانارة بالموقع (إذا لزم الأمر).

٣,٣,٤ عزل الجزء المخطط غسيله مع قفل المحابس ببطء لمنع حدوث الطرق المائي.

٤,٣,٤ فتح محابس الغسيل وحنفيات الحريق ببطء حتى تصل المياه الى السرعة المطلوبة والكافية للغسيل.

٥,٣,٤ توجيه مياه الغسيل في اتجاه مواقع الصرف (سيارات المياه أو مجارى المياه الطبيعية) بعيداً عن حركة المرور والمشاة وبدن اغراق للممتلكات الخاصة والانحدارات كالبدرومات وغرف المرافق المختلفة.

٦,٣,٤ مراجعة مستمرة لضغط الشبكة عتد نهاية فتحة الغسيل والمحافظة على الضغط (لا يقل عن ١،٥ جوى) وذلك عن طريق التحكم في محبس أمداد المياه لغسيل الخط ومحابس الغسيل ويحتاج هذا الأجراء فردين مزودين بأجهزة اتصال لاسلكية.

٧,٣,٤ يتم تجميع عينات معملية اثناء وقرب انتهاء عملية الغسيل من نهاية الخط عند محبس الغسيل لاختبار جودة المياه من حيث العكارة واللون والطعم والرائحة والكلور الحر المتبقي وكذا تفحص ميكروسكوبياً وبكتريولوجياً.

٨,٣,٤ يتم غلق محابس الغسيل أو حنفيات الحريق المستخدمة في الغسيل ببطيء.

٩,٣,٤ تسجيل البيانات وتشمل (التاريخ، الوقت، الموقع، الضغط، طول الخط وقطره، معدل التصرف التقديري، السرعة، الوقت المستهلك للغسيل، أسماء القائمين بالعمل).

١٠,٣,٤التوقيع على الخريطة بالأجزاء التي تم غسيلها وأيضاً محابس الحجز والغسيل وحنفيات الحريق التي تم استخدامها.

١١,٣,٤اخطار جهاز الدفاع المدني عن حالة جميع المحابس وحنفيات الحريق التي تم استخدامها بعد العمل بها.

١٢,٣,٤متابعة نتائج فحص العينات التي تم رفعها واستلام ما يفيد ذلك من المعمل المختص.

١٣,٣,٤على ضوء نتائج فحوص العينات التي تم رفعها تعطى تعليمات إما بالاكتفاء بعملية الغسيل أو اجراء تطهير لهذا الجزء من الشبكة تحت إشراف المعمل الكيميائى المختص.

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)