أعمال مياه الشرب

تنقيـة ومعالجـة مياه الشرب السطحية

Surface Potable Water Treatment

تأليف / محمود حسين المصيلحي مهندس استشاري

2022

وقــل ربِّ زدني علمــا

أعمال مياه الشرب

المؤلفات باللغة العربية، وتختص بمهارات التنفيذ و مواقع العمل و الخبرة الواسعة للمؤلف ، بالأضافة الي نماذج من الأعمال المشابهة و المنفذة في أنحاء العالم ، أضافة لأفلام قصيرة للتوضيح .

تنقيـة ومعالجـة مياه الشرب السطحية .	136صفحة
التغذية بمياه الأمطار .	55 صفحة
معالجة المياه الجوفية من العسر .	143 صفحة
معالجة المياه الجوفية من الحديد و المنجنيز .	104 صفحة
تحلية مياه البحر .	203صفحة

الفهـرس

البيان	الصفحة
الباب الأول : تنقية و توزيع مياه الشرب ـ مصادر مياه الشرب ـ أنواع المأخذ : مأخذ ماسورة ـ مأخذ شاطىء ـ مأخذ مغمور ـ مأخذ برج ـ مأخذ طوارىء ـ مآخذ أخري متنوعة ـ سحارة المأخذ ـ طلمبات الضغط الواطي ـ أجهزة قياس التصرف ـ المروب ـ خزان الخلط السريع .	4
الباب الثاني : أحواض الترسيب (الترويق) :- أحواض ترويق مستطيلة – أحواض ترويق مربعة – أحواض ترويق دائرية ـ أحواض ترويق وترويب – أحواض ترويق و ترسيب سريعة – مروقات المياه النابضة باستخدام طبقة الحمأة – المروق النابض – المروقات النابضة المزودة بالألواح أو المواسير – المروق النابض الفائق ذو الألواح المائلة ـ المروق النابض الفائق باستخدام طبقة الحمأة – المروق ذو الألواح المتوازية باستعمال طبقة الكربون .	38
الباب الثالث : المرشحات : المرشح الرملي السريع ـ المرشح الرملي البطىء – مرشحات الضغط – الترشيح الفائق .	63
الباب الرابع : عملية التعقيم : التعقيم بالكلور ـ التعقيم بالأوزون ـ التعقيم بالأشعة فوق بنفسجية ـ الخزانات الأرضية- طلمبات الضغط العالي ـ الخزانات العالية ـ مانع الصواعق ـ توصيات أنشاء محطات تنقية المياه .	88
الباب الخامس : معالجة الرشح داخل المنشآت المائية .	118
المراجع .	136

تنقيـة ومعالجـة مياه الشرب
Purification of Potable Water

مصادر مياه الشرب :

1- مياه الأنهار و البحيرات العذبة.

2 - المياه الجوفية .

3 - مياه الأمطار .

4 – مياه المحيطات و البحار.

المعدلات التقريبية لاستهلاك المياه :

1 - الأستهلاك المنزلي .	55	%
2 - الأستهلاك الصناعي و التجاري .	25	%
3 – أستهلاك ري الحدائق و الحريق و النظافة000	10	%
4 - الفاقد .	10	%

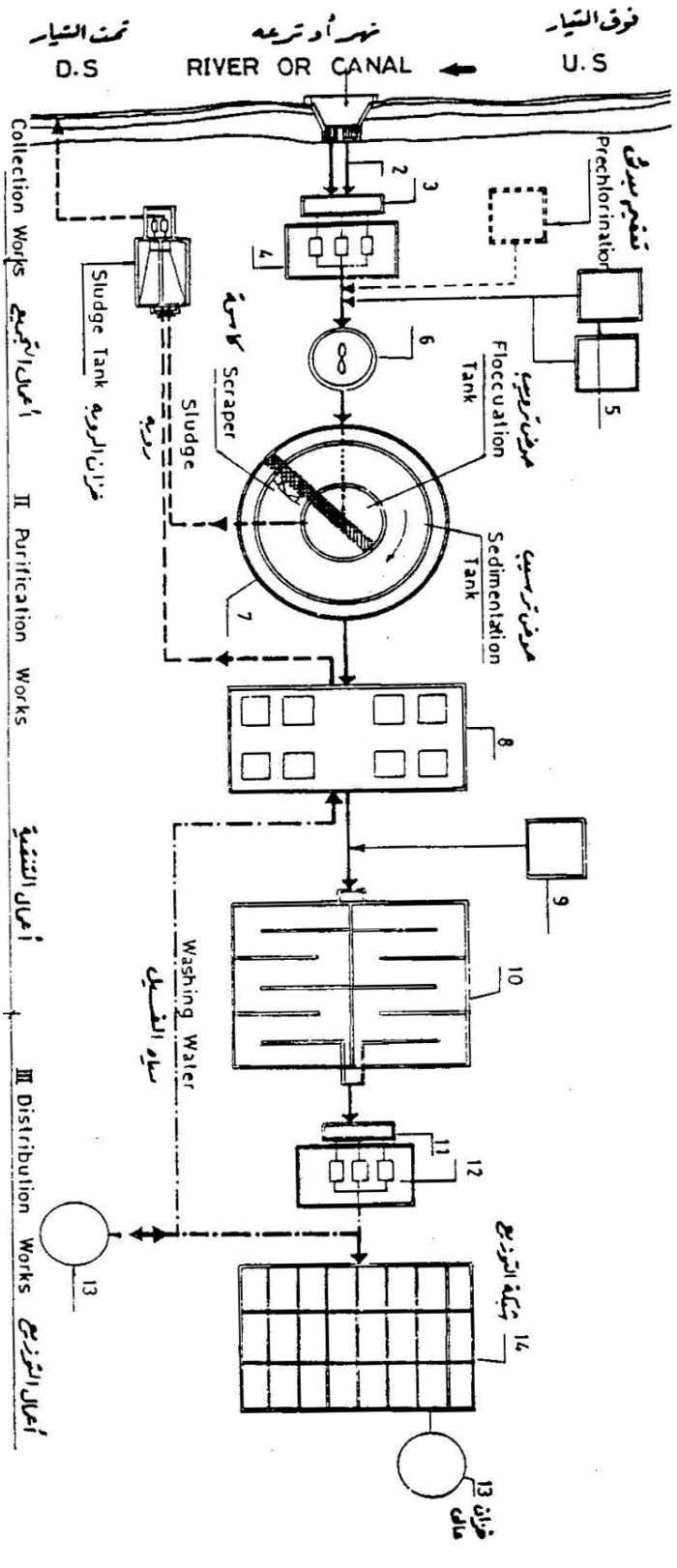
لو زاد الفاقد عن 10% تكون نوعية المواسير و الوصلات سيئة . نموذج لمحطة لتنقية السطحية – شكل (1) .

شكل (1)

نموذج لمحطة كبري لتنقية المياه السطحية

مكونات محطة التنقية التقليدية للمياه السطحية :

مخطط تنقية المياه السطحية :



1 – مأخذ شاطىء .

2 – ماسورة المأخذ .

3 – بيارة المياه العكرة .

4 – محطة طلمبات المياه العكرة .

5 – أضافة الكيماويات وضبط pH .

6 – حوض المزج السريع .

7 - حوض ترويق .

8 – مرشحات سريعة .

9 – أحواض التعقيم .

10 – خزان أرضي .

11- بيارة المياه المرشحة .

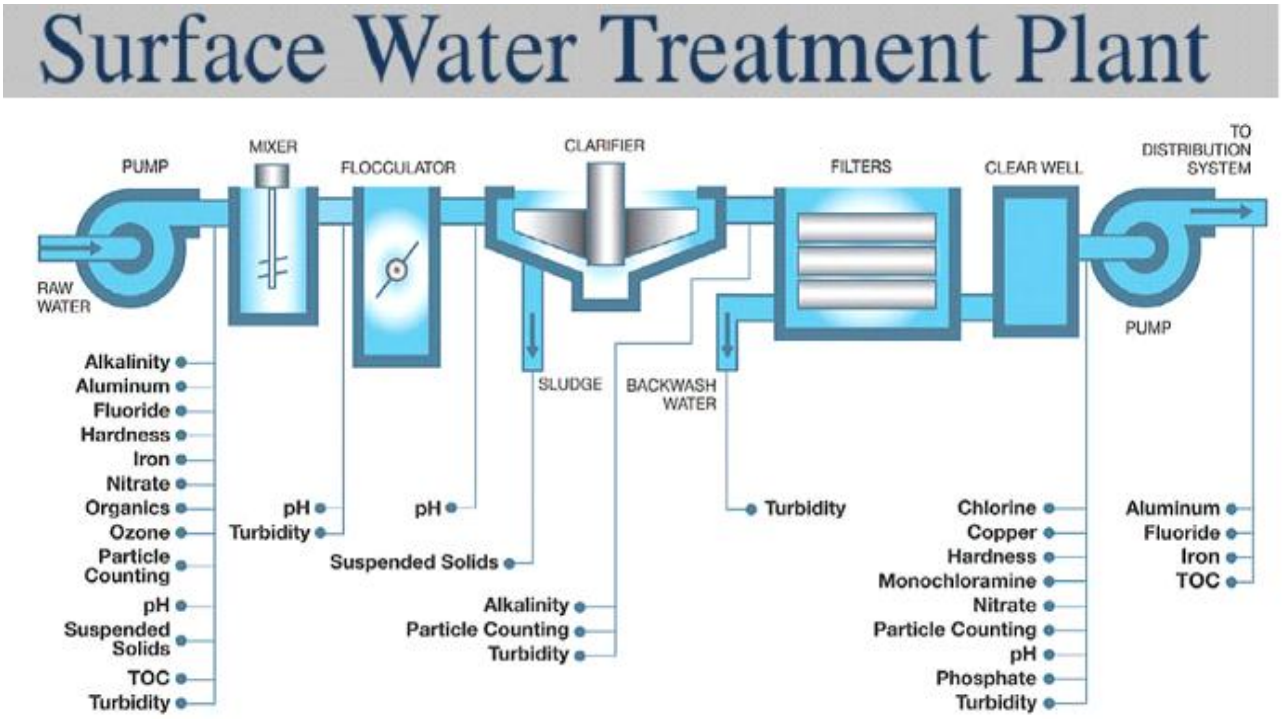
12 – طلمبات الرفع العالي .

13 – الخزان العالي .

14- شبكة التوزيع .

شكل (1)

مخطط سريان المياه في محطة تنقية مياه سطحية تعمل بنظام المرشحات الرملية ذات المعدل السريع



شكل (1)

مخطط سريان المياه في محطة تنقية مياه الشرب السطحية Drinkable Water Filtration/treatment plant

المياه السطحية تحتوي علي مواد صلبة عالقة Suspended Solids ، بكتيريا ، طحالب ، فيروسات و مواد عضوية تؤثر علي لون وطعم المياه . يمكن للمياه السطحية أن تكون محتوية علي مياه بها أملاح Brackish بتركيز يصل الي 8000 محم / لتر . التنقية الفائقة لمياه الشرب تحتوي علي مرشحات فائقة Ultrafiltration .

مكونات محطة التنقية للمياه السطحية :

يتكون مراحل التنقية التقليدي للمياه السطحية في المدن من العناصر الآتية :

أولا : المأخذ Intake :

هو عمل صناعي إنشائي يقام داخل مصدر المياه سواء كان نهرا أو بحيرة أو ترعة ، يراعي فيه الشروط الآتية :

1- أن يكون مصمما لاستيعاب كميات المياه المطلوبة مستقبلا و حتي نهاية الفترة التصميمية للمحطة .

2 - أن يختار موقعه بعيدا مسافة كافية تسمح بامتداد المدينة مستقبلا ، وأن يكون الموقع فوق التيار Upstream بالنسبة للمدينة و بعيدا عن مصدر التلوث .

4 - حماية المأخذ من التلوث المباشر من الأهالي و ذلك بعمل سور أو حدود له تصل إلي 500 متر فوق التيار و 1500 متر تحت التيار .

5 - يفضل دخول المأخذ مسافة كافية في عمق النهر بحيث يبعد عن مصادر التلوث و علي ألا يعوق الملاحة مع وجوب أحاطته بدعامات قوية لحمايتة من صدمات السفن أو المراكب .

6 - يكون أيضا مغمورا تحت أوطي منسوب للمياه في النهر .

7 - ينشأ المأخذ أيضا علي جزء مستقيم من النهر حتي لا يكون عرضة للنحر أو الأطماء .

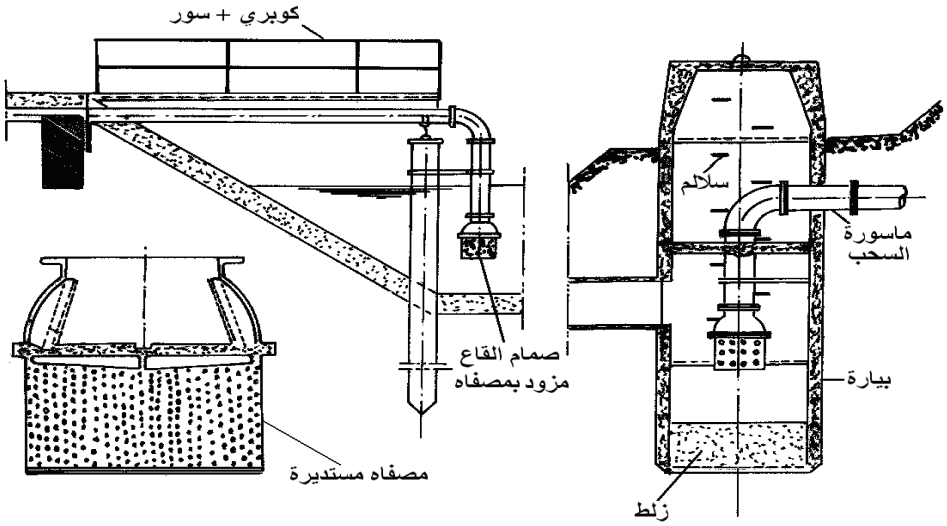
8 - يزود المأخذ بمصافي لمنع دخول أية مواد طافية تكون من مجموعة قضبان متوازية ذات قضبان متباعدة 25 – 50 مم .

أنواع المآخذ :

1 - مأخذ ماسورة Pipe Intake :

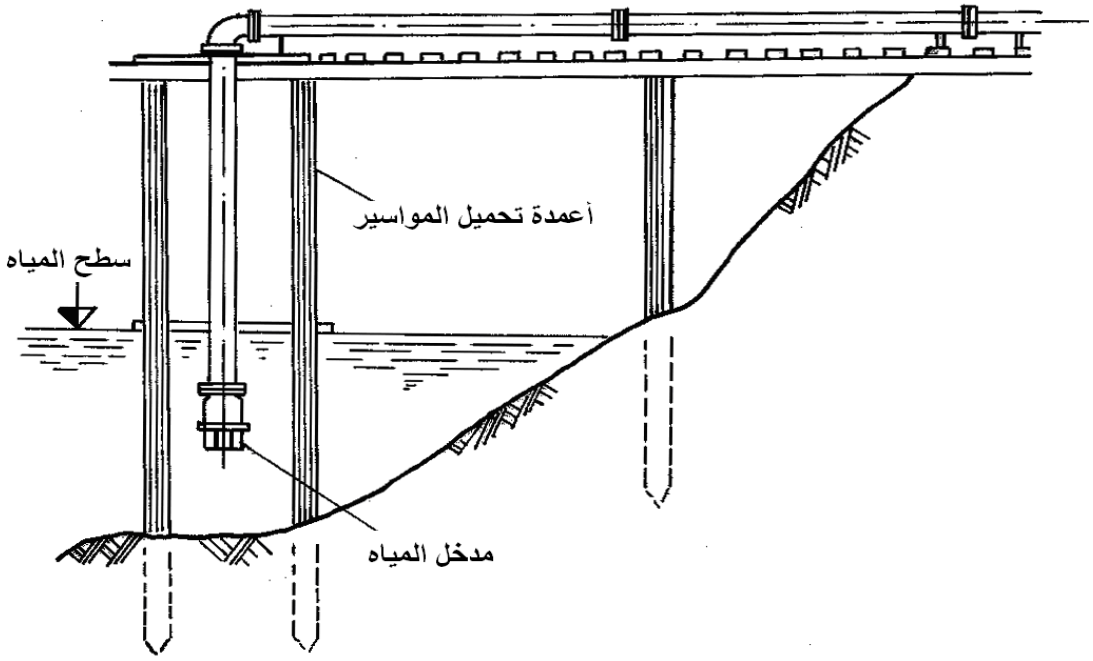
أ - هذا النوع من المآخذ عادة ما يستعمل في الأنهار الكبيرة . و هو عبارة عن ماسورتين أو أكثر تمتد إلي داخل مصدر المياه مسافة كافية بعيدا عن الشاطىء بحيث يبعد عن مصادر التلوث و بما لا يعوق الملاحة . تحمل الماسورة علي كوبري معدني أو خرساني مع تزويده بإضاءة كافية لمنع اصطدام السفن به – شكل (2) . تكون الماسورة علي عمق 1 متر علي الأقل أسفل منسوب المياه . وفي حالة تغير مناسيب النهر ، تكون للمأخذ أكثر من فتحة يتم قفلها أو فتحها تبعا لمنسوب سطح المياه .

وفي حالة تغير المنسوب بالمجري المائي (فيضان أو ما يماثله) تكون للمواسير أكثر من فتحة يتم قفلها تبعا للمنسوب بحيث تبقي علي عمق ثابت من سطح الماء ، كما يزود بالمحابس اللازمة و المصافي حول الفتحات .



شكل (2)

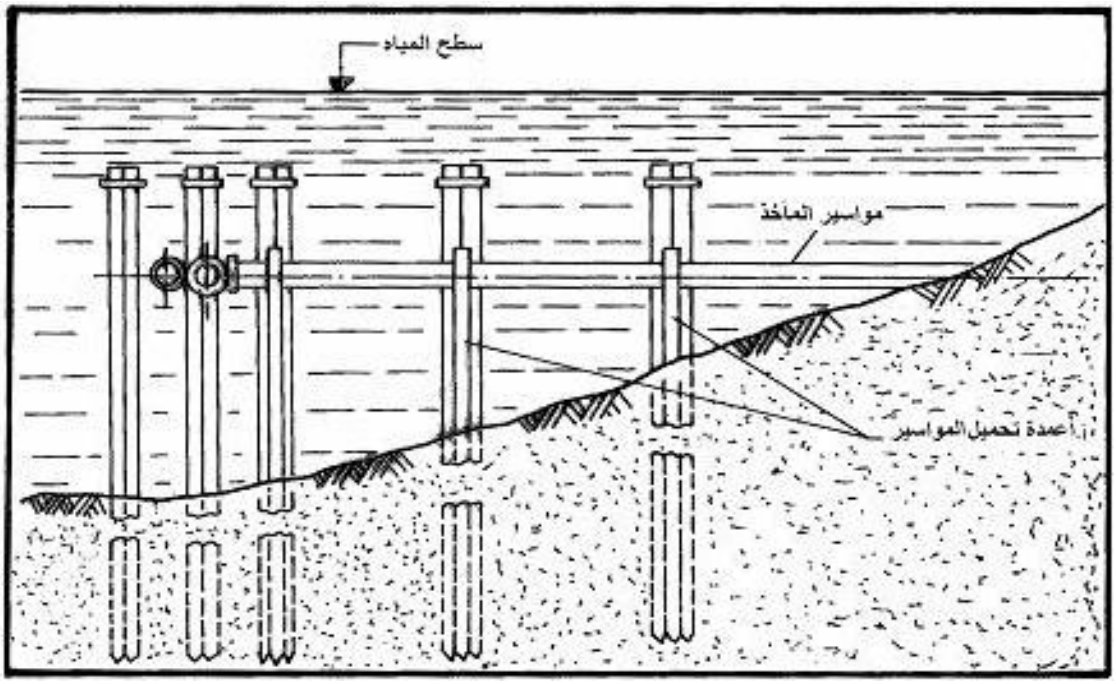
مأخذ ماسورة أو عدة مواسير لنهر عريض



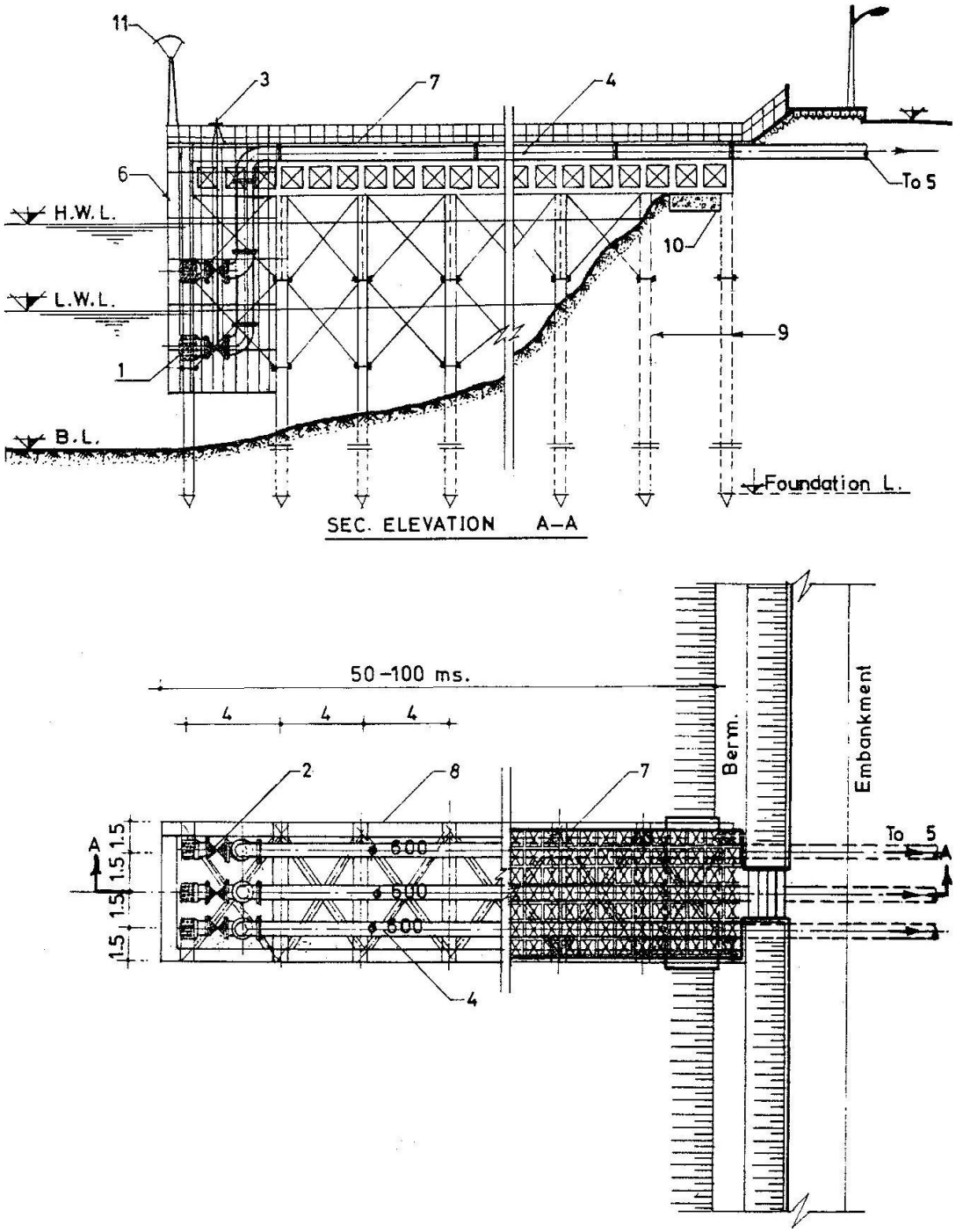
شكل (2)

مأخذ ماسورة أو عدة مواسير لنهر عريض

ب - يستعمل هذا النوع من المآخذ في الأنهار الملاحية الضيقة و عند احتمالات التلوث بأي مواد طافية، وهو عبارة عن ماسورة مثبتة في قاع المجري المائي بواسطة كمرات خرسانية أو صلبة ولها شباك ثابتة تنظف يدويا لمنع أي أجسام طافية من الدخول – شكل (7) . توضع علامات أرشادية للملاحة علي مسار خط المواسير ، كما توضع مصدات مطاطية Fenders عند نقط ارتكاز المواسير فوق المنشآت الحديدية .



مأخذ ماسورة علي شاطىء نهر



1 – Foot Valve With Strainer.

2 – Sluice Valve.

3 – Pillar and Hand Wheel.

4 – Suction Pipe.

5 – To Pumping Station.

6 – Coarse Screen.

7 – Bridge.

8 – Truss.

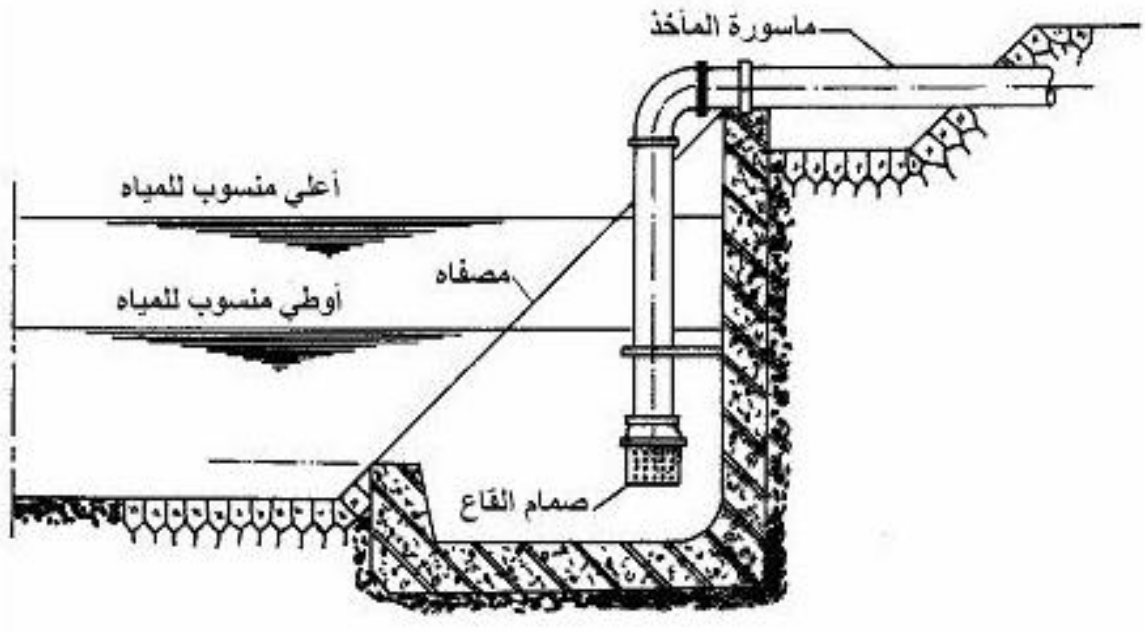
9 – Pile.

10 – Supported Concrete.

11 – Navigation Light.

شكل (2)

مأخذ علي نهر عريض



شكل (2)

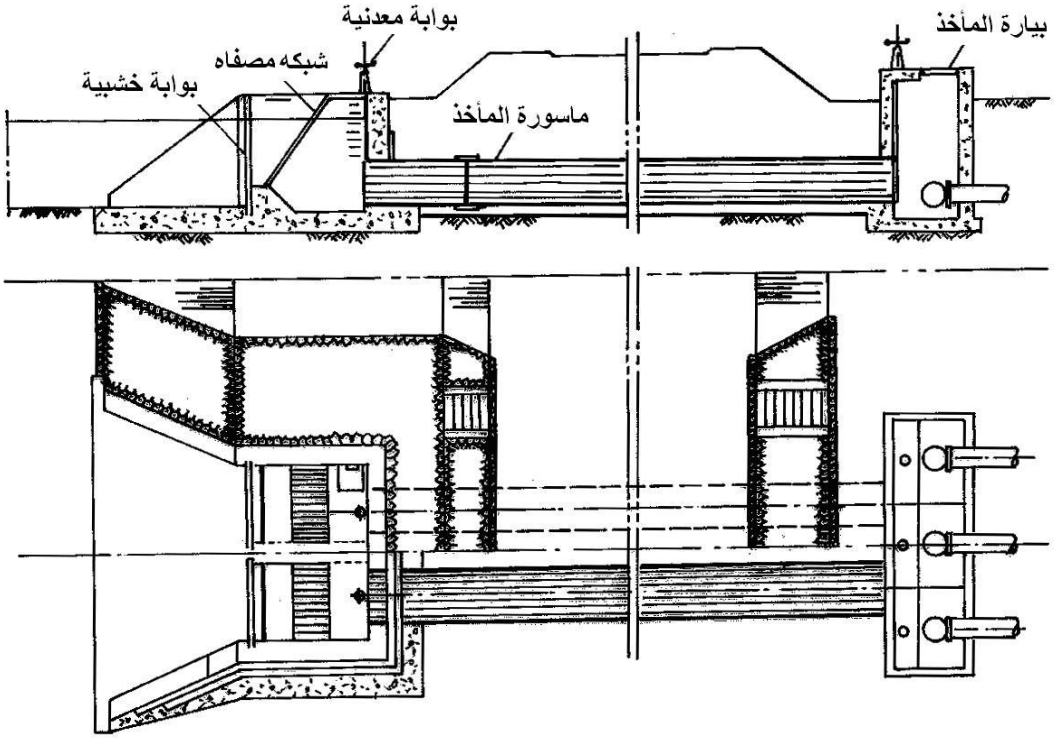
مأخذ ماسورة علي شاطىء نهر

شكل (2)

مأخذ ماسورة أو عدة مواسير لنهر عريض

2 - مأخذ الشاطىء : Shore Intake :

يتكون من حائط ساند و جناحين علي شاطىء النهـــر و هو لا يعوق الملاحة، و يصلح للأنهار الكبيرة و الترع من الخرسانة المسلحة أو الطوب - شكل (8) . يزود بمصافي عند مدخل المياه المانع للأعشاب و الأجسام الكبيرة .



شكل (3)

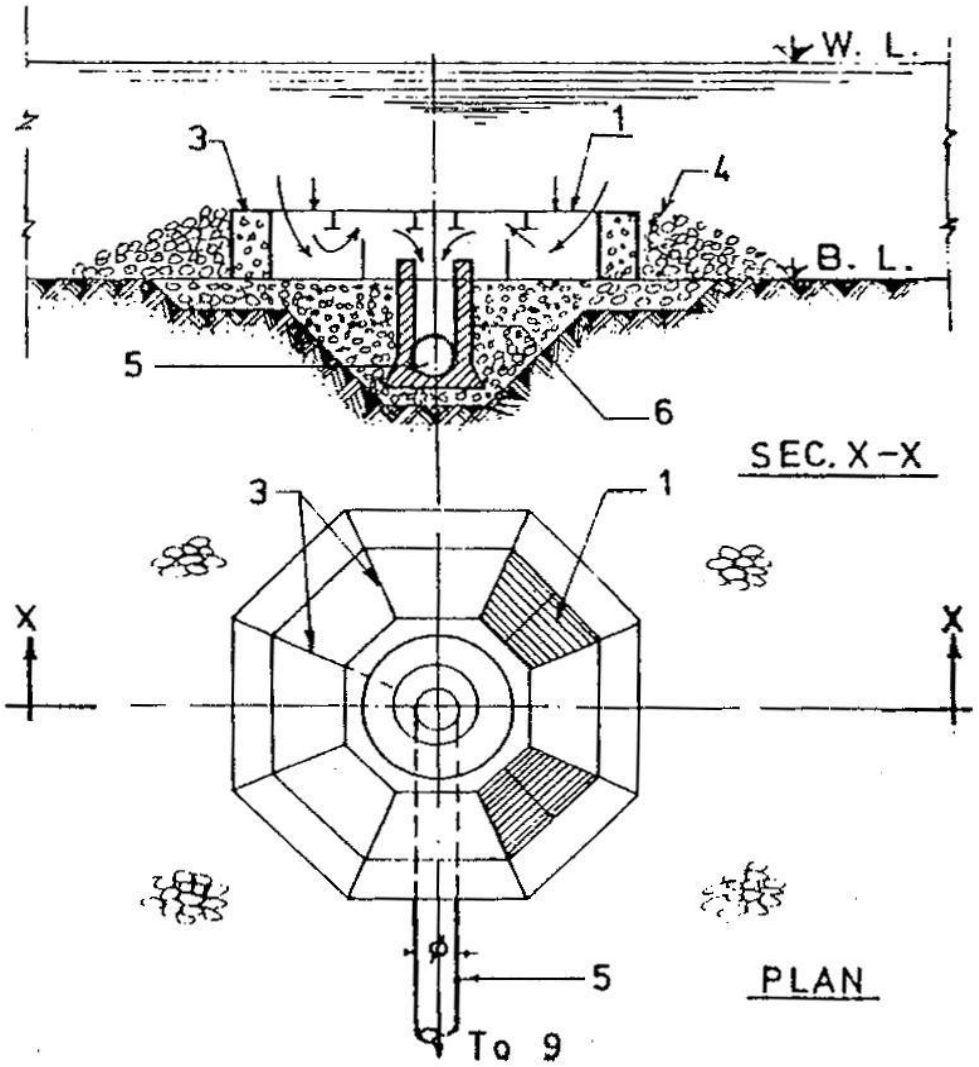
مأخذ شاطىء بحوائط ساندة

شكل (3)

مأخذ شاطىء بحوائط ساندة

3 - مأخذ مغمور Submerged Intake :

يظل هذا المأخذ أسفل منسوب المياه حتي وأن تغيرت مناسيب المياه بسبب تدفق الأمطار أو ذوبان الثلوج 000- شكل (4) .



1 – Coarse Screen .
2 – Fine Screen .
3 – Submerged Intake.
4 – Rock fill or Stones.
5 – Pipe Conduit.
6 – Pipe Tunnel.
7 – Bend.
8 – Saddle Pipe Support.
9 – Sump of Low Lift Pumps.
10 – Single - Faced Sluice Valve.
11 – Pillar and Hand Wheel.

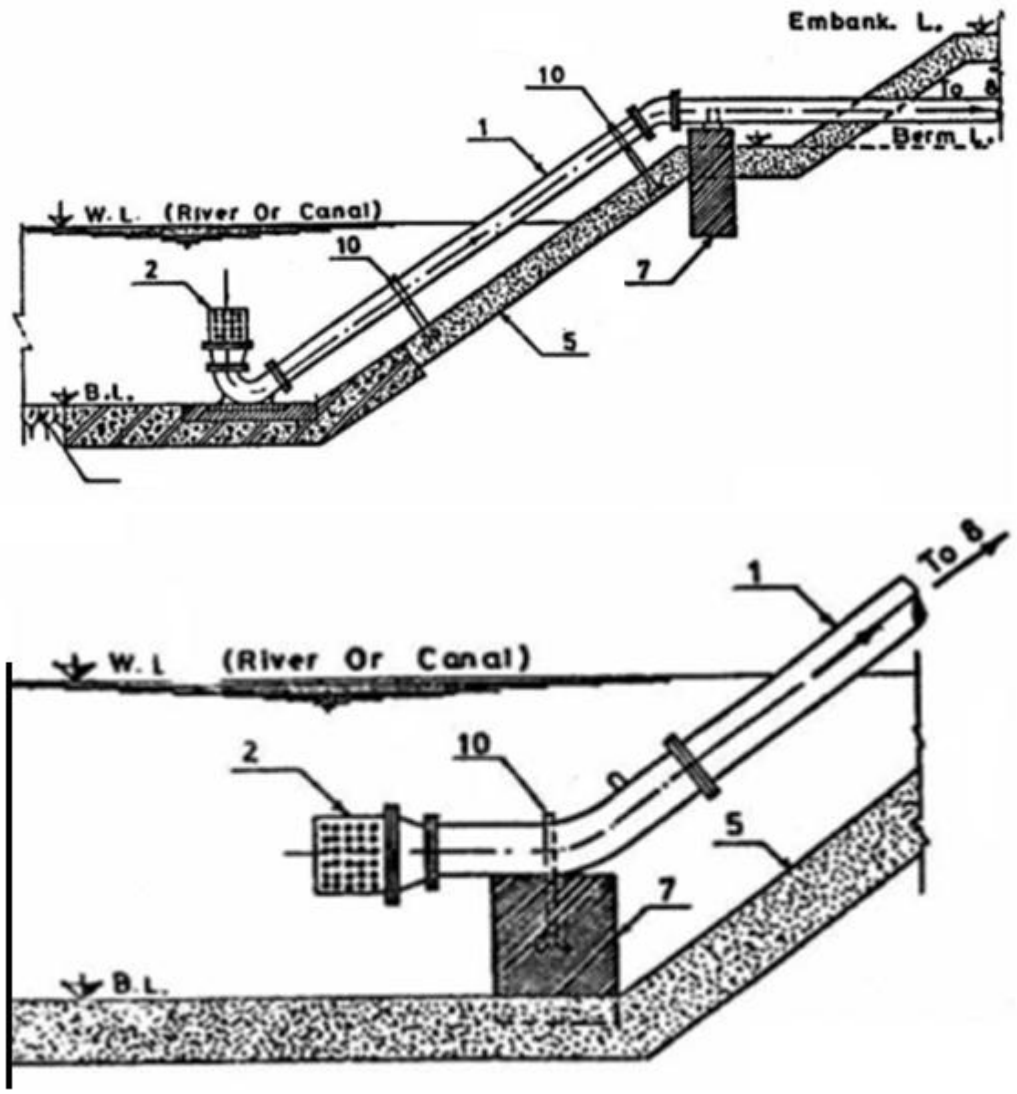
شكل (4)

مأخذ مغمور يصلح لبحيرة أو نهر

يتكون المأخذ المغمور من ماسورة أو أكثر مثبتة في قاع المجري المائي بواسطة كمرات خرسانية أو برج و يراعي ما يلي :

**** أن تكون فوهة الماسورة أسفل منسوب المياه و أعلي من منسوب قاع المجري المائي ، كما تجهز ماسورة المأخذ بالمصافي.**

**** أستقامة مواسير السحب و لا يقل ميلها عن 1% في اتجاه نبر الطلمبات .**



6 - Pitching in Morter
7 - Supporting Concrete
8 - To Pumping Station
9 - Supporting Plate
10 - Pipe Clamp

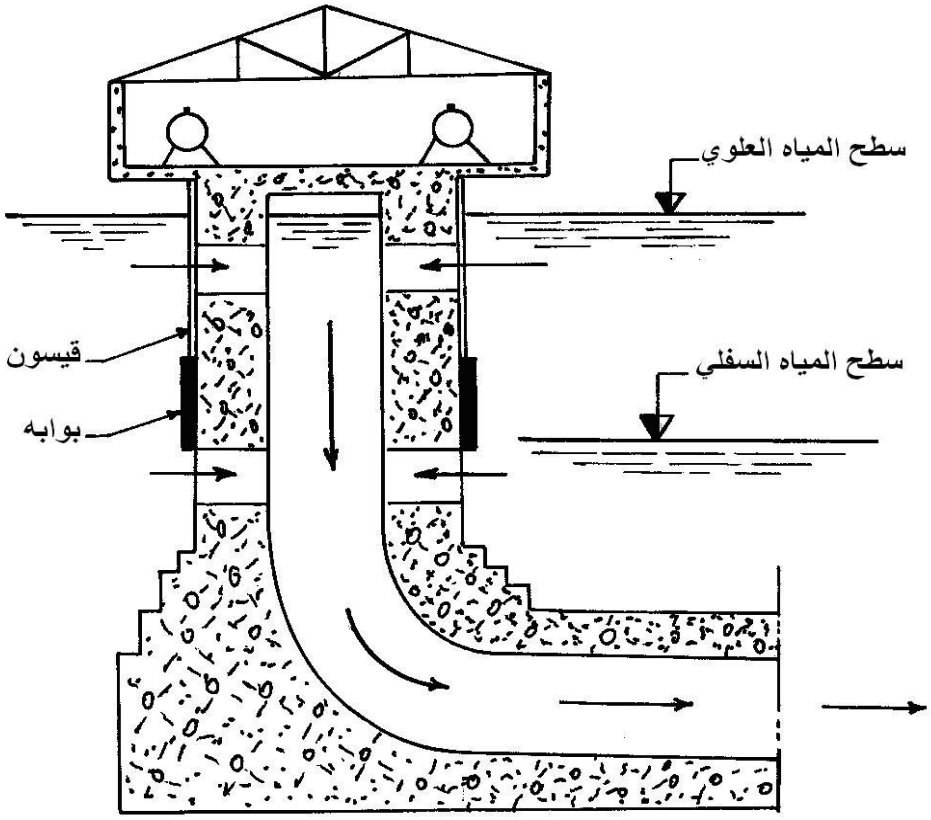
1 - Suction Pipe (Steel Pipe
2 - Foot Valve With Strainer
3 - Intake Construction
4 - Supporting Clamp
5 - Apron

شكل (4)

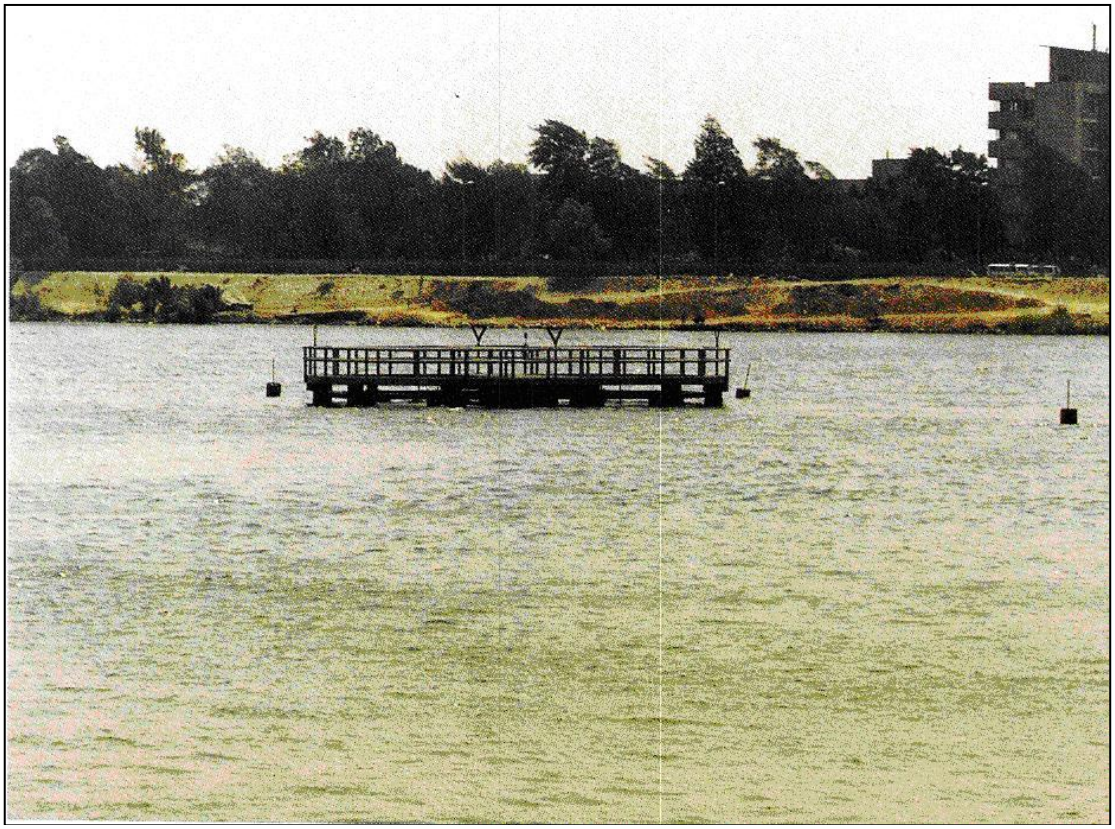
أنواع من المآخذ المغمورة

4 - مأخذ برج Tower Intake :

يستعمل هذا النوع في الأنهار الكبيرة و البحيرات العذبة المتغيرة المناسيب . و يتكون من برج يبني علي مسافة من الشاطىء قد يصل إلي عدة كيلو مترات . تدخل المياه من فتحات علي مناسيب مختلفة ثم إلي سحارة المأخذ - شكل (5) . يراعي تزويد هذا المأخذ بأنارة مناسبة لإرشاد السفن و عدم الاصطدام به .



مـأخذ برج – مماثل لمأخذ محطة مياه روض الفرج - مصر

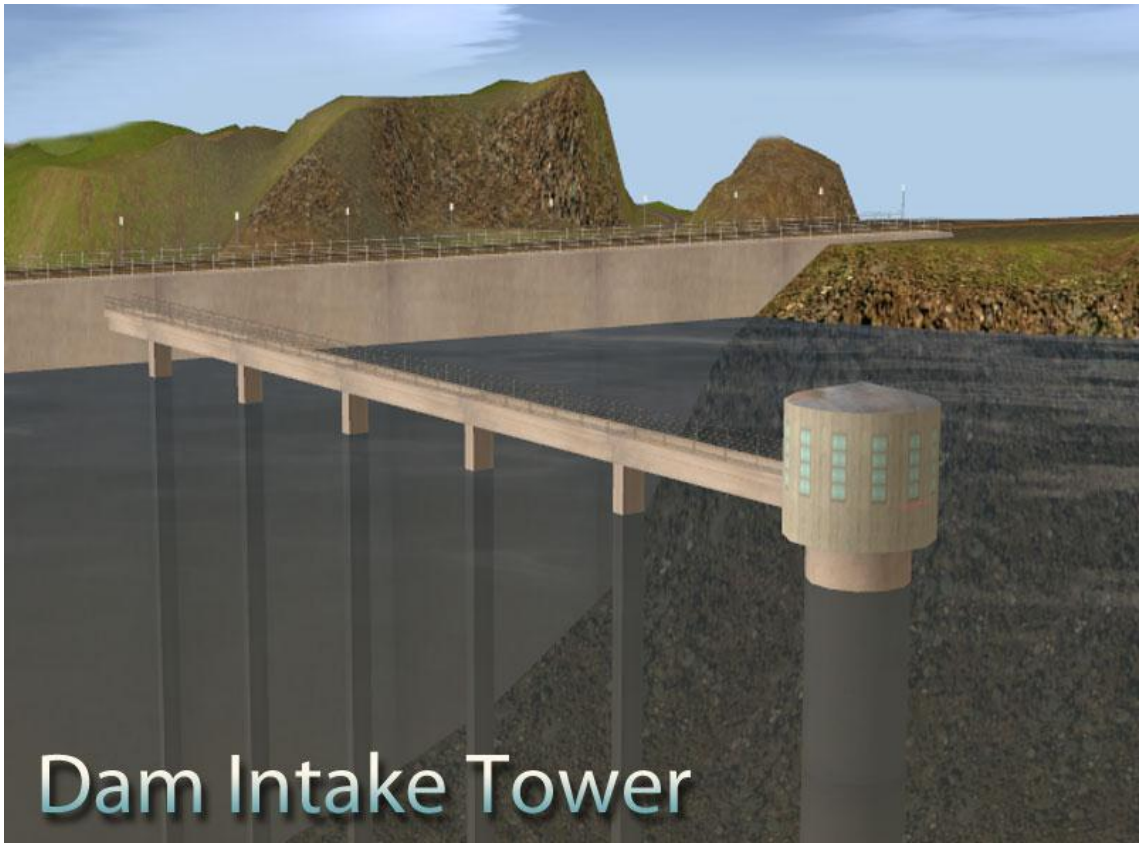


شكل (5)

مأخذ برج – محطة مياه روض الفرج – القاهرة

شكل (5)

مأخذ برج – خلف سد هوفر – نيفادا Reservoir and Intake Towers in Lake Mead , Hoover Dam, Nevada and Arizona

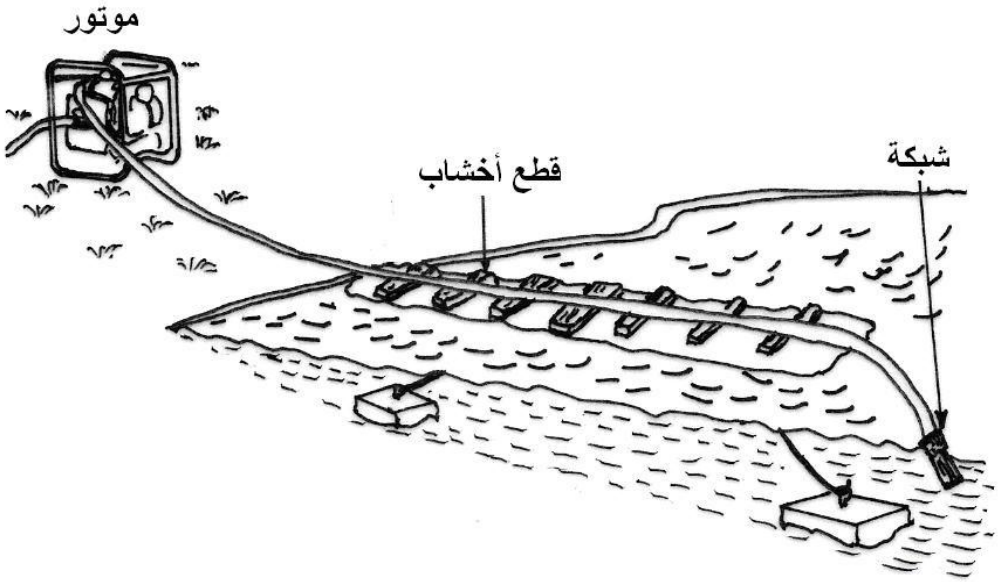


شكل (5)

مأخذ برج خلف السد

5 - مأخذ طوارىء Emergency Intake :

و يستعمل في حالات الطوارىء أو في المعسكرات المؤقتة التي يستدعي الأمر فيها علي الاعتماد علي المياه السطحية. و هو عبارة عن ماسورة مرنة تمتد علي عروق خشبية تطفو علي سطح الماء - هذه الماسورة متصلة بطلمبة سحب المياه العكرة – شكل (6) .

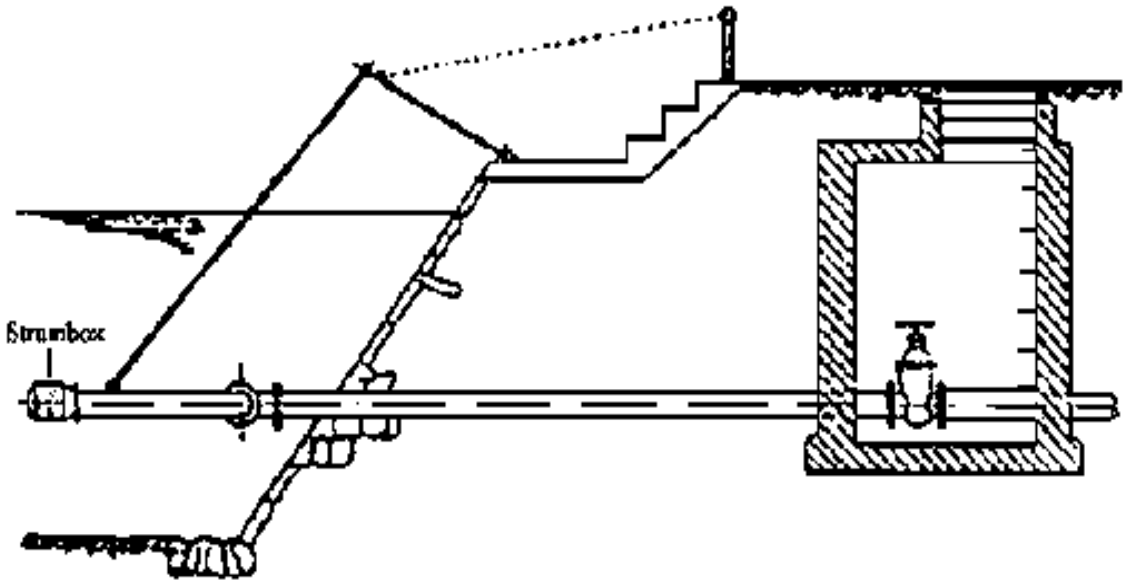


شكل (6)

مأخذ مؤقت (طوارىء)

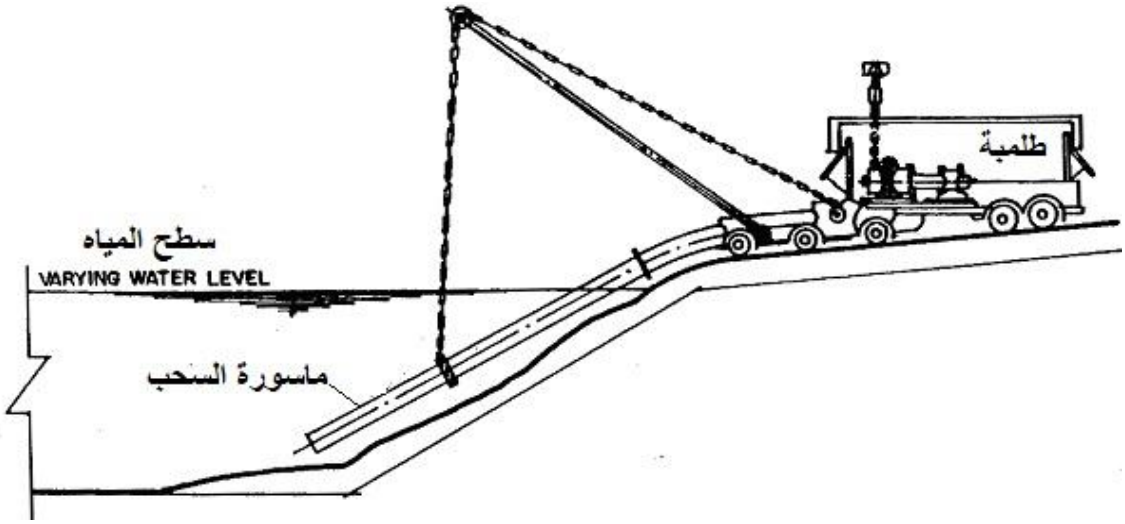
6 - المأخذ المتحرك :

المأخذ المتحرك Movable Intake ، يتكون من خرطوم مرن Flexible Hose ممتد داخل المجري المائي و محمول علي ألواح خشب طافية علي سطح الماء أو مواسير سريعة الفك و التركيب تعمل برافعة ميكانيكية - شكل (7).



شكل (7)

المأخذ المتحرك



شكل (7)

المأخذ المتحرك

7 – مآخذ أخري متنوعة:

شكل (8) يبين مآخذ للأنهار .

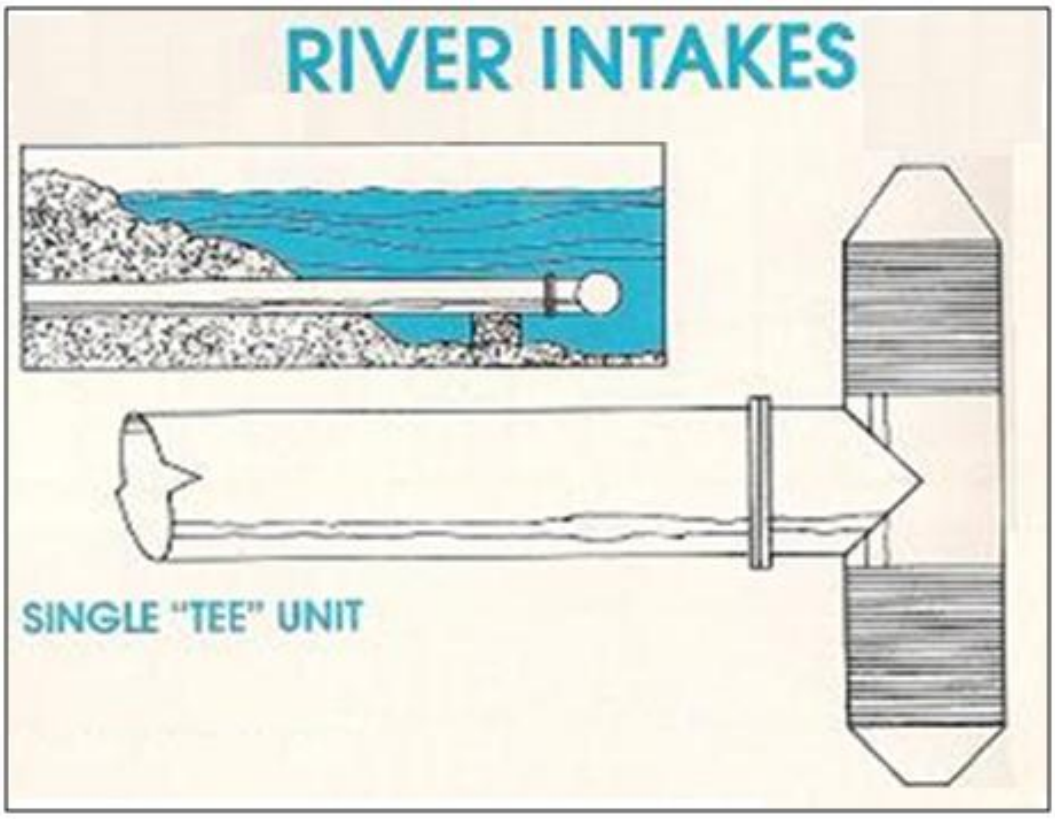
شكل (9) يوضح مآخذ البحيرت .

شكل (10) مآخذ تصلح للخزانات المائية .

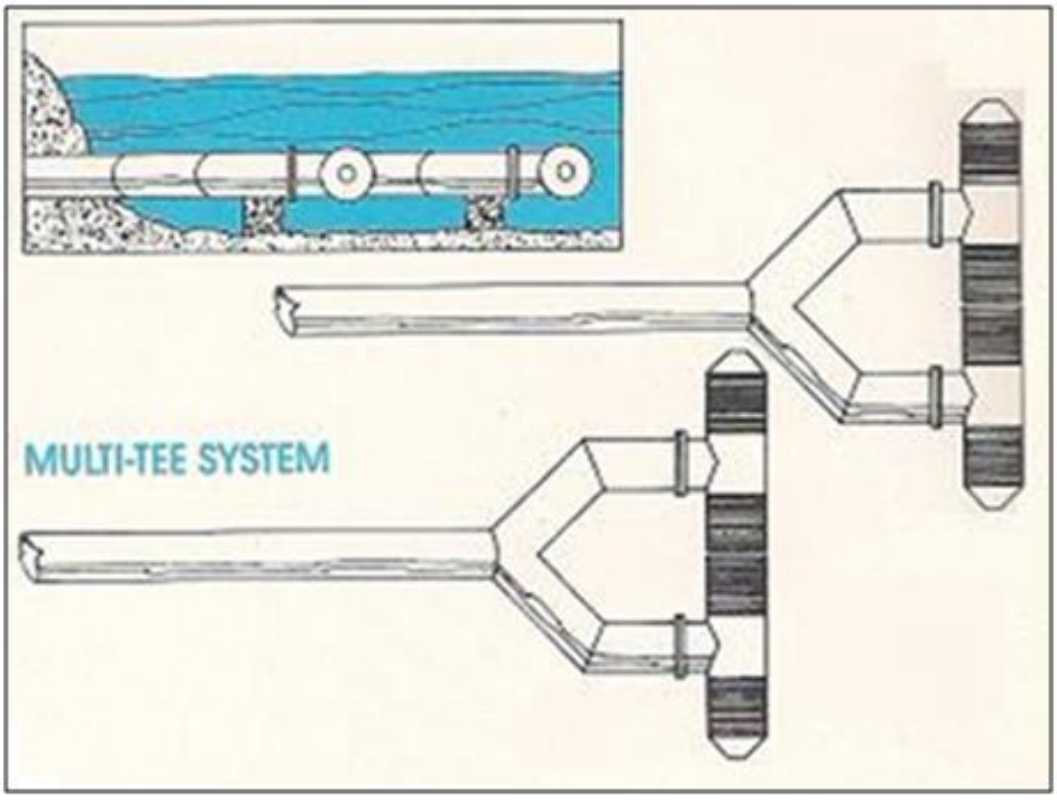
شكل (11) مآخذ البحار و المياه المالحة .

شكل (8)

مآخذ للقنوات والأنهار

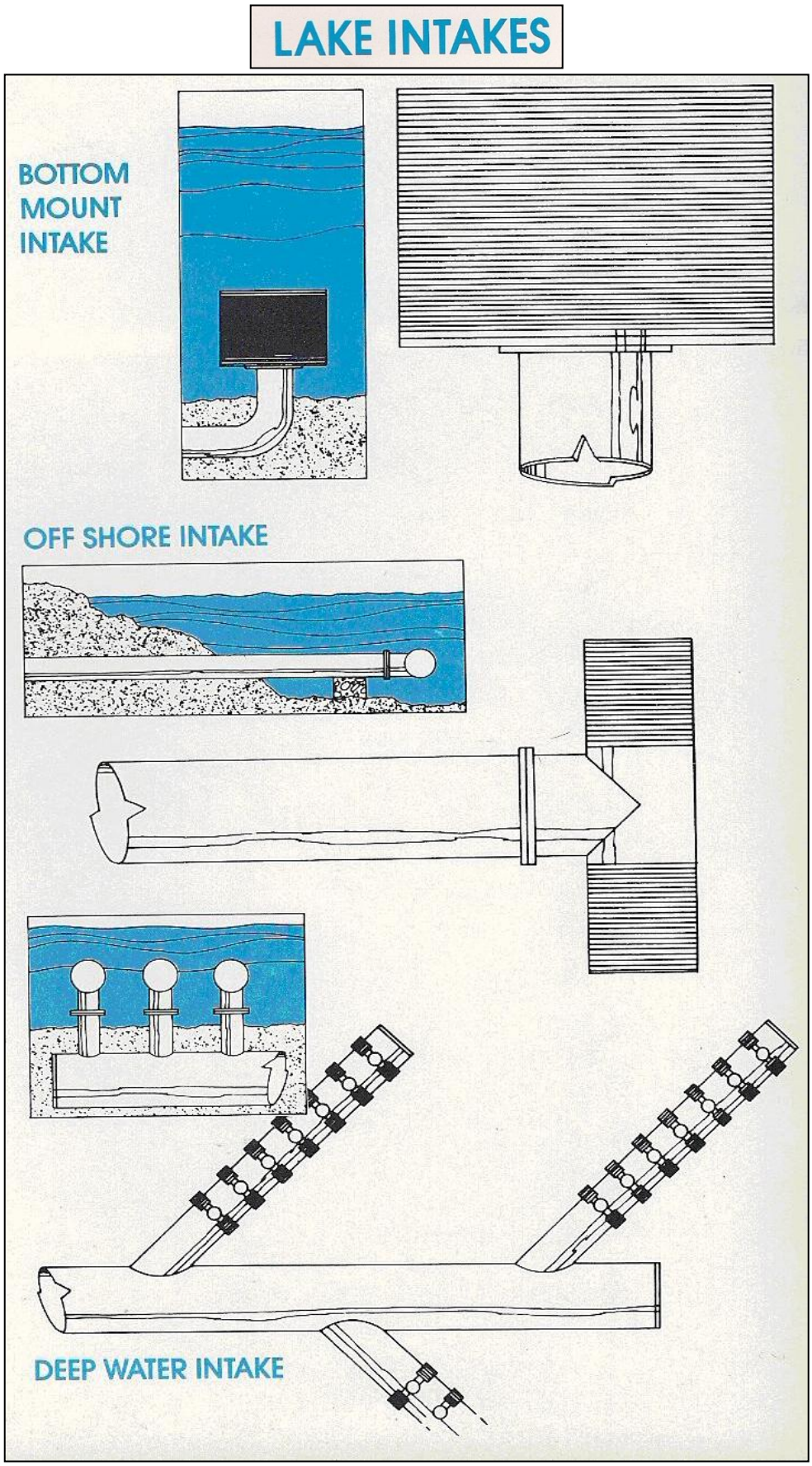


مآخذ للقنوات والأنهار



شكل (8)

مآخذ للقنوات والأنهار



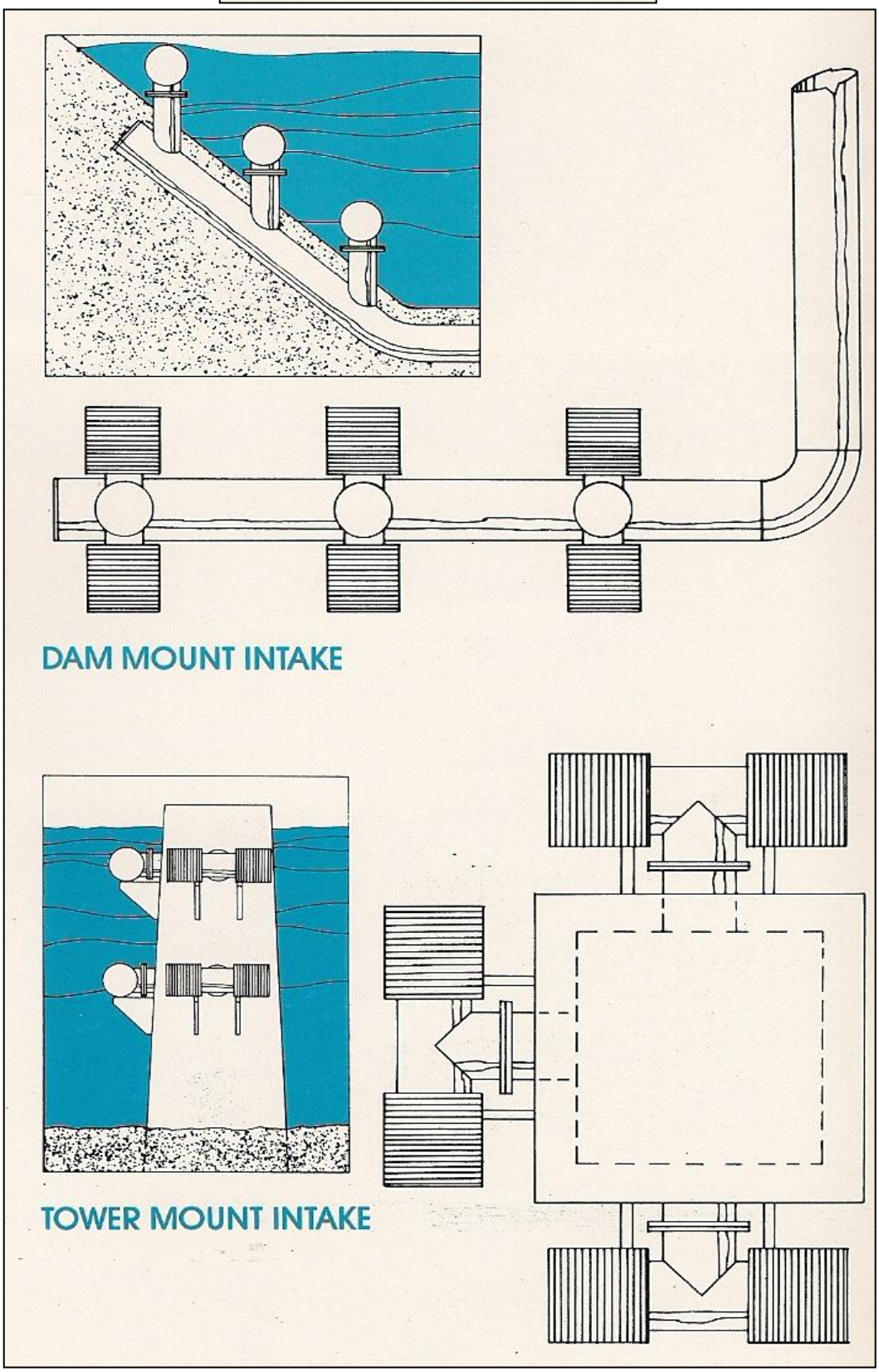
شكل (9)

مآخذ تصلح للبحيرات

مأخذ بحيرة Lake Intake Structure

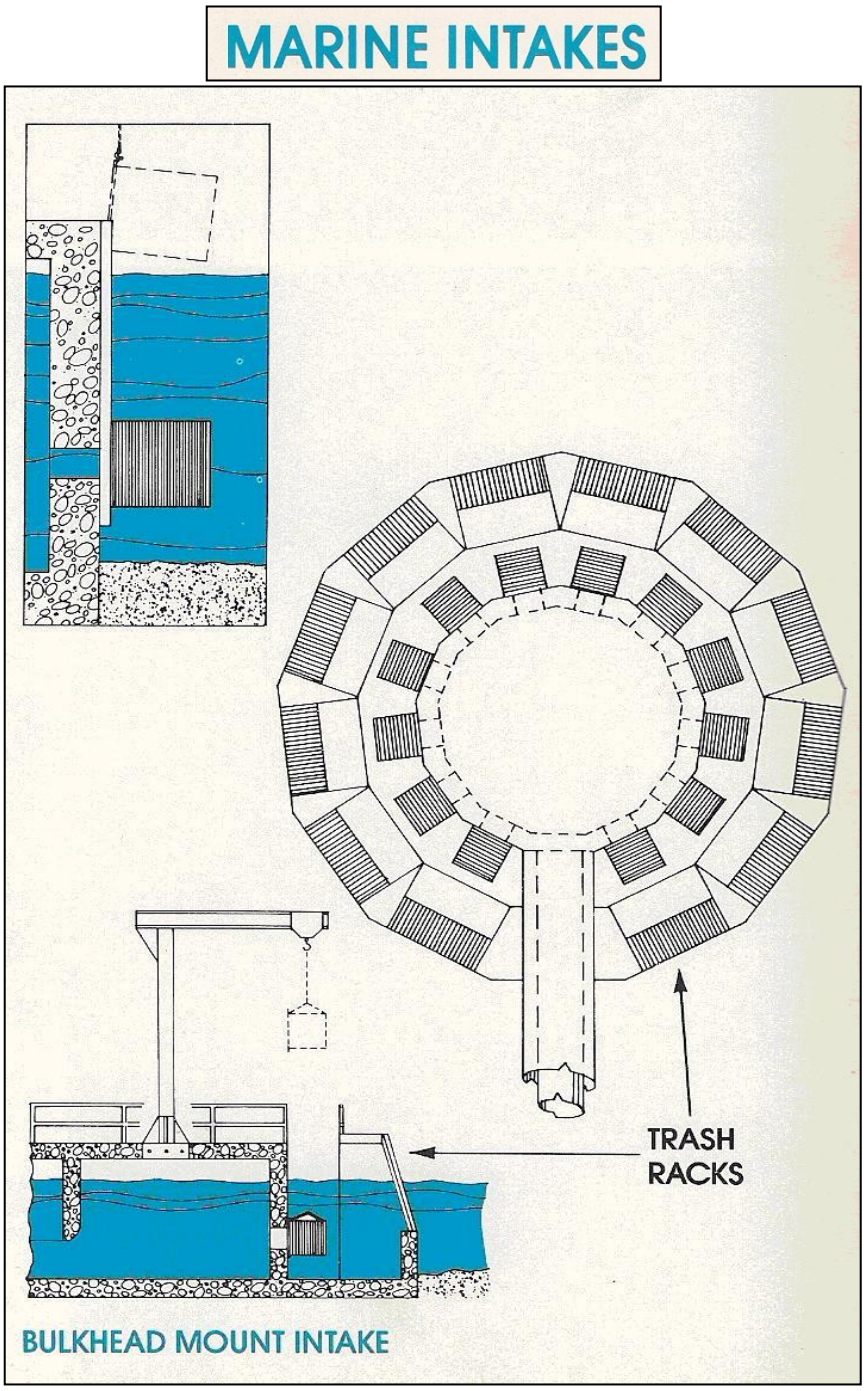
شكل (9)

مأخذ بحيرة Lake Intake Structure



شكل (10)

مآخذ تصلح للخزانات المائية



شكل (11)

مآخذ البحار و المياه المالحة – معرضة للصدأ مصنعة من النحاس و النيكل و خامات أخري

ثانيا : سحارة المأخذ Intake Conduit :

و هي عبارة عن ماسورتين متجاورتين علي الأقل أو نفق خرساني بقطاع كافي . يتم توصيل المياه من النهر الي بداية محطة التنقية بواسطة مواسير السحارة لاستيعاب الكميات المطلوبة اللازمة من المياه الحالية و المستقبلية ، تسير المياه بالجاذبية من المجري المائي إلي محطة طلمبات المياه العكرة. يتم تركيب هذه المواسير متجاورة و متوازية و يتحكم في تصرف المياه بوابات حاجزة ، يزيد عدد المواسير بمقدار ماسورة زيادة عن التصميم لأغراض أعمال الصيانة في مواسير المدخل ، يجب أن تكون سرعة المياه مناسبة بحيث لا تكون بسيطة فتحدث الترسيب للمواد العالقة ولا سريعة فتحدث تلفا لجدران مواسير السحارة .

في حالة وجود بداية محطة التنقية في منسوب أعلي من منسوب سحارة المأخذ ، يتم أنشاء محطة رفع المياه العكرة قبل محطة التنقية و في بعض الحالات بجوار منطقة المأخذ – شكل (12) و يتم رفع المياه العكرة الي بداية محطة التنقية.

قد يكون مأخذ المياه علي الشاطىء بعيدا عن محطة التنقية ، يكون بعمل خط طرد من المأخذ الي المحطة و كذلك محطة طلمبات مجاورة للمأخذ لضخ المياه العكرة الي محطة التنقية – شكل (13).

شكل (12)

منسوب محطة التنقية أعلي من منسوب المأخذ

شكل (13)

المأخذ بعيدا عن محطة التنقية بـ 4.8 كم – تم التنفيذ بطريقة الأنفاق . محطة طلمبات سحب المياه العكرة علي قمة الجبل

أسس التصميم :

1 - تصمم سحارة المأخذ علي التصرف الأقصي + 10% (زيادة مقابل المياه التي تستخدم في غسيل المرشحات) .

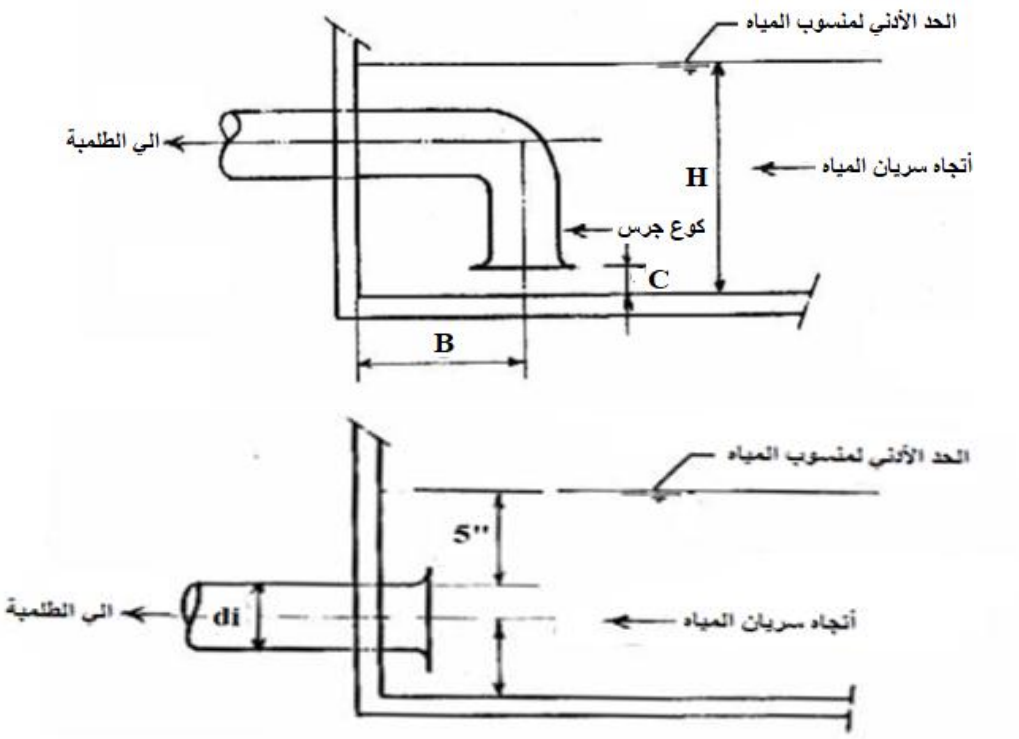
2 - تصمم المواسير نصف ممتلئة .

3 - سرعة المياه داخل السحارة = 1 متر / ث . يفضل استخدام المواسير الخرسانية .

4 - تنفذ 2 ماسورة علي الأقل .

ثالثا : بيارة المياه العكرة :

في نهاية سحارة المأخذ و عند أول محطة التنقية ، توجد بيارة المياه العكرة حيث تتجمع فيها المياه الواردة من النهر تمهيدا لضخها بطلمبات المياه العكرة الي بداية محطة التنقية لبدء المعالجة . توجد بوابات عند مدخل بيارة المياه – البوابات الحاجزة – في حالة القفل السريع لمنع دخول المياه الي داخل المحطة بمأخذ الشاطىء – شكل (14) .



شكل (14)

سحب المياه من البيارة - أقل عمق للمياه في البيارة

يتكون جسم البوابة الرئيسى من الحديد الزهر أو الزهر المرن أو الصلب و تنزلق داخل مجاري من الصلب عند الفتح و الغلق .

تتوقف أبعاد البيارة علي عدد الطلمبات و التصرف الأقصي للطلمبة و سرعة المياه داخل خط المواسير المغذي للبيارة .

أسس التصميم :

1 - مدة المكث = 5 – 10 دقائق .

2 - سرعة المياه في مواسير المأخذ لا تقل عن 60 سم / ث ، ولا تزيد عن 3 متر / ث.

3 - تزود عند بداية ماسورة السحب بكوع جرس (Bell Mouth) .

4 - حجم البيارة = الأكبر من :

** حجم التصرف الأقصي × 2 دقيقة.

** حجم التصرف الأدني × 5 دقائق .

5 - عرض البيارة = 1 - 3 متر .

6 - طول البيارة = عدد الطلمبات × المسافة بين كل طلمبتين (1,5 – 3) متر .

7 - عمق البيارة أوطي من منسوب دخول مواسير المأخذ بمسافة 30 - 50 سم .

رابعا : طلمبات الرفع الواطى - طلمبات المأخذ Low Lift Pumps :

و تكون قريبة من المأخذ (ما أمكن)، وتقوم الطلمبات برفع المياه العكرة من بيارة المياه العكرة الملحق بمحطة الطلمبات إلي أول مراحل التنقية (15) . يجب أن يكون هناك أكثر من مصدر كهرباء للعمل في حالة انقطاع التيار كما يجب عمل طلمبات احتياطية = 50 % زيادة لأغراض الإصلاح أو الصيانة . قد يلجأ بعض المصممين علي جعل طلمبات المياه العكرة (الضغط الواطي) مع طلمبات الضغط العالي للمياه النقية في مبني واحد توفيرا للنفقات و التشغيل و الصيانة – شكل (16) .

تزود كل طلمبة بصمام حاجز - ضغط واطي - و قطعة فك و تركيب عند مدخل الطلمبة للتحكم في سير المياه و القفل عند الإصلاح و الصيانة - بالإضافة إلي تركيب كوع جرس Bell Mouth Bend في أول خط سحب الطلمبة في بئر المحطة لتحسين كفاءة سحب المياه . كما تزود بصمام عدم رجوع لمنع رجوع المياه من الخطوط في حالة انقطاع التيار الكهربي إلي الطلمبات و أيضا في حالة الصيانة و الإصلاح .

عدد الطلمبات = 6 طلمبات + 1 طلمبة أحتياطي

النوع : تربينة رأسية

التصرف = 130000 م3 / يوم

التصرف الكلي = 750000 م3 / يوم

الرفع = 11.3 متر

سرعة المحرك = 735 لفة / دقيقة

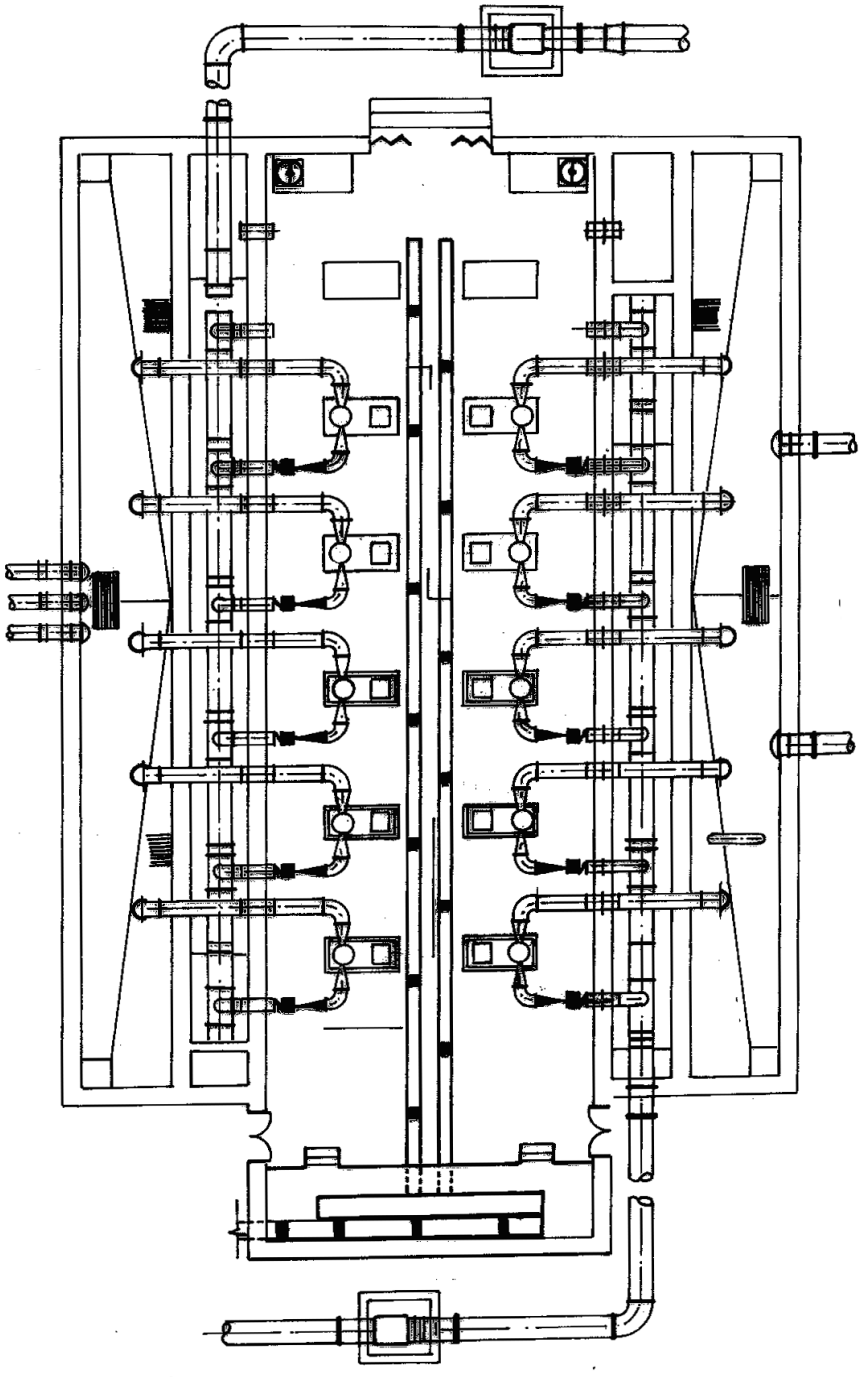
قدرة المحرك = 400 حصان

عدد المصافي = 3

شكل (15)

محطة طلمبات المياه العكرة (الرفع الواطي) علي النيل – محطة مياه روض الفرج – القاهرة

تستعمل في محطة طلمبات الرفع الواطي الطلمبات الماصة الكابسة Displacement Pumps أو الطلمبات الطاردة المركزية Centrifugal Pumps أو الطلمبات الماصة الكابسة المزدوجة Double Displacement Pumps .



شكل (16)

طلمبات الضغط الواطي والعالي في مبني واحد – أحد حلول التصميم

أشتراطات التصميم :

1 - عدد الطلمبات العاملة لا يقل عن 3 طلمبات .

2 - الطلمبات الأحتياطية = 50% - 150 % من الطلمبات العاملة .

3 - لكل نوع من الطلمبات المستخدمة، تؤخذ 2 طلمبة احتياطية (لأغراض الصيانة و العمرات و الأحلال و التجديد) .

4 - مجموع الطلمبات العاملة + الطلمبات الاحتياطية لا يزيد عن 10 طلمبات في المحطة.

5 - المسافة بين كل طلمبتين = 1.5 - 3 متر .

خامسا : المصافى :

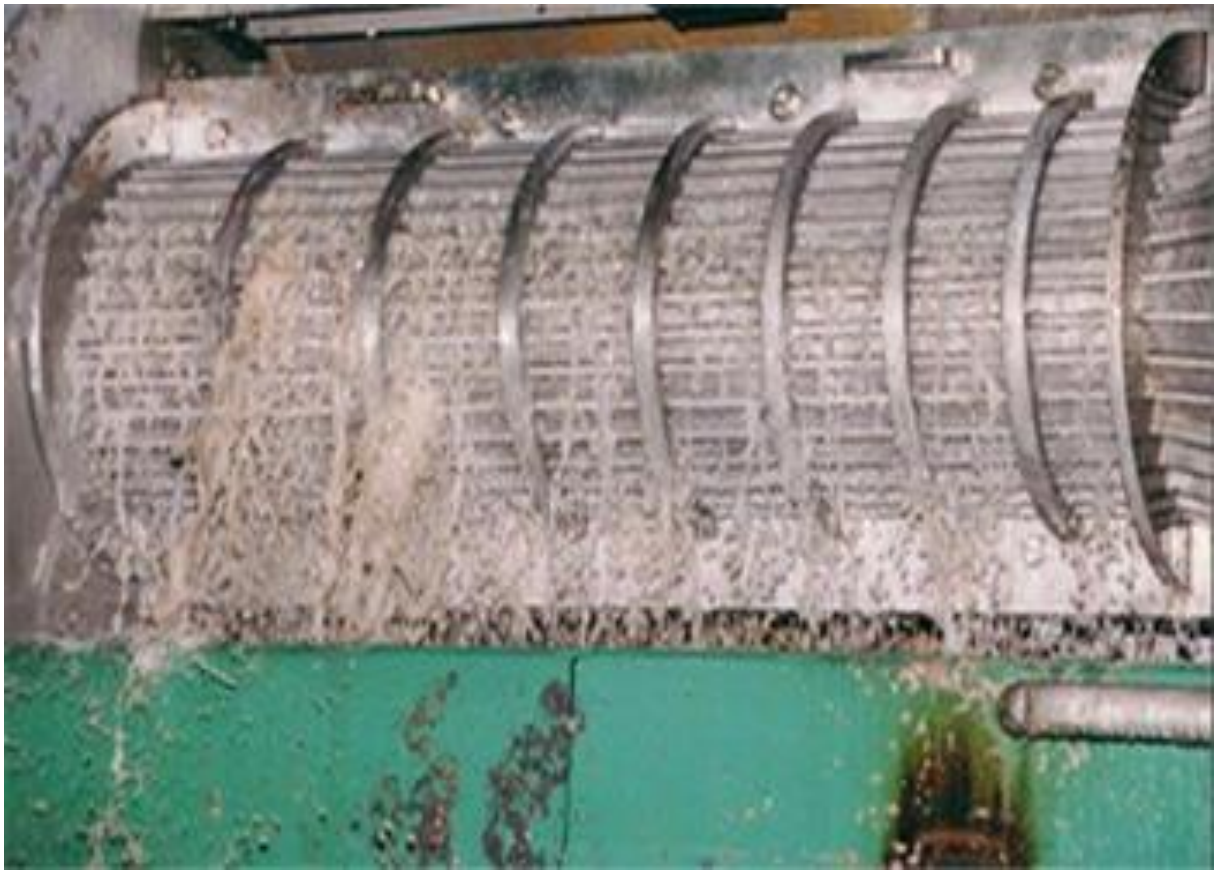
تكون المصافي عند مدخل المياه العكرة من النهر الي محطة التنقية لحجز أي مواد طافية غير مرغوب فيها قد تفسد طلمبات المحطة – شكل (17) . تكون المصافي نوعان :

1 - المصافي ذات القضبان Bar Screen : تقام المصافي في أول نقطة لدخول المياه الي المأخذ بزاوية من (60 – 80) درجة مع الأتجاه الأفقي ، ويتم تنظيف المصفاة يدويا أو ميكانيكيا .

و أكثر المقاسات مناسبة هي المقاسات المتوسطة و الكبيرة .

تقام المصافي في أول نقطة لدخول المياه الي المأخذ بزاوية من (60 – 80) درجة مع الأتجاه الأفقي ، ويتم تنظيف المصفاة يدويا أو ميكانيكيا .

2 - المصافي ذوات الشبك Strainer : تستخدم في حالات المياه التي لا تحتوي علي أعشاب أو أغصان كبيرة و تنظف بشكل آلي .



شكل (17)

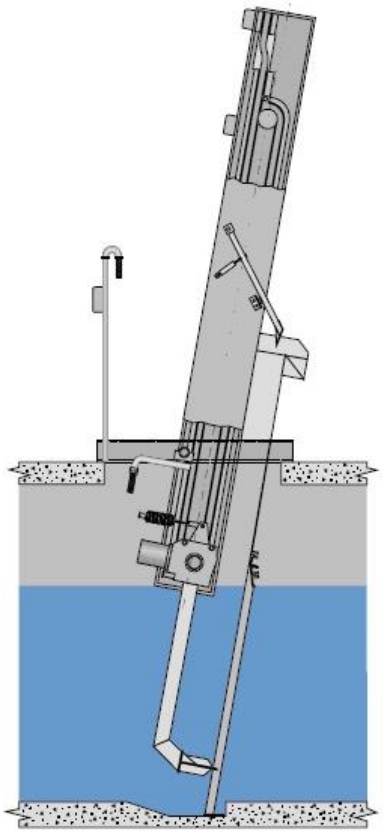
المصافي ذوات الشبك stainless steel wedge wire screen filter nozzles/filter strainer

شكل (17)

المصافي ذوات الشبك stainless steel wedge wire screen filter nozzles/filter strainer

شكل (17)

المصافي Climber Screen



شكل (17)

المصافي

أسس التصميم :

السرعة الأفقية خلال فتحات المصفاة 0,3 – 1,00 م / ث .

المسافة بين القضبان = 2 – 5 سم .

الفاقد في المصافي = 5 – 10 سم .

1 - مصافي كبيرة : وتكون المسافة بين القضبان = 4 - 5 سم .

2 - مصافي دقيقة : وتكون المسافة بين القضبان = 1.5- 2 سم .

3 - أبعاد مقطع القضبان العرض = 1 – 2 سم .

الطول = 2 – 6 سم .

القطر (القضبان الدائرية) = 1.5 – 3 سم

و تركب المصافي اليدوية مائلة بزاوية 45 - 60 درجة علي الأفقي وتكون من معدن لا يصدأ مثل الحديد المجلفن .

و تركب المصافي الميكانيكة مائلة بزاوية 60 - 80 درجة علي الأفقي وتكون من معدن لا يصدأ مثل الحديد المجلفن .

سادسا : جهاز قياس التصرفات (الفنشوري) :

تعتمد فكرة الفنشوري علي قياس فرق الضغط بين مدخل المياه في الفنشوري و نقطة الاختناق ، وعند خروج المياه العكرة من محطة الطلمبات يركب جهاز الفنشوري علي الخط الواصل إلي خزان الخلط السريع لقياس التصرفات المائية - شكل (18) ، و أيضا باستخدام معادلة برنولي Continuity Equation :

Q = vA

Q = total flow.

Since Q1 = Q2, v1A1 = v2A2

تحسب التصرفات المائية من المعادلة :

$$Q = C.A \sqrt{2g(H1 - H2)}$$

حيث :

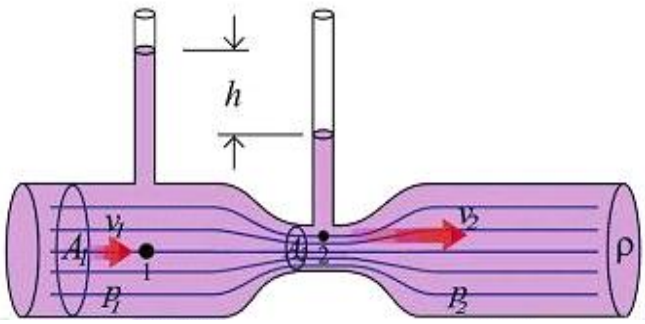
Q = كمية التصرف م3 / ث .

C = معامل التصرف و تتراوح قيمته بين 0.98 إلي 1.02.

A = مساحة مقطع الفنشوري عند نقطة الاختناق م2.

g = عجلة الجاذبية الأرضية و تساوي 9.81 م / ث2 .

$H_2 - H_1$ فارق الضغط بين مدخل الفنشوري و نقطة الاختناق .



شكل (18)

الفنشوري – قياس التصرفات المائية

الغرض من حساب المياه الداخلة إلي المحطة هو تقدير نسبة الكلور الآمنة الواجب أضافتها قبل التنقية أو بعدها ، كذلك كمية المادة المروبة التي تتطلبها هذه الكمية من الماء .

سابعا : الترويب Coagulation:

تحضير مواد الترويب :

وهي عملية خلط الشبه بالماء . تضاف المادة المروبة (الشبة) في أحواض خاصة من الخرسانة المسلحة و المبطنة بالقيشاني سعة 1 - 2 م3 بأسرع طريقة ممكنة. بعد إذابة المروبات ، يجب معايرتها بدقة ثم أضافتها إلي الماء الخام بأحواض الترسيب بالتساوي. وهي عبارة عن أحواض تنشأ من الخرسانة المسلحة علي أشكال مربعة أو دائرية المسقط الأفقي . ويتم المزج فيها بأحد الطرق الآتية : -

1 – حقن محلول المواد المروبة في ماسورة السحب لوحدات الرفع الواطي.

2 – إضافة المواد المروبة في مدخل حوض للمزج السريع حيث تتوفر دوامات قوية تكفي لعمل المزج السريع .

3 – الخلط باستخدام خلاط ميكانيكي لإتمام عملية المزج حيث يمكن استخدام الحوض كموزع لأحواض الترسيب مما يضمن كفاءة تشغيل هذه الأحواض – شكل (22).

جهاز تحديد جرعة المواد المروبة – أختبار الكؤوس :

بواسطة مضخة خاصة تسمي مضخـــة " المعايرة " - لأنها تضخ حجما معايرا بدقة من المحلول تبعا لمعدل تصرف المياه . يقوم المعمل بتحديد الجرعة المناسبة من الشبه لأضافتها للمياه عن طريق اختبار الكؤوس Jar Test وكذلك زمن وسرعة التقليب – شكل (21) .

شكل (21)

جهاز تحديد جرعة المواد المروبة – أختبار الكؤوس

تجربة أختبار الكؤوس Jar Test لتحديد مقدارالجرعة المروبة :

1- تجهيز عدد 6 كاسات زجاجية ونضعها على الجهاز - شكل (21) .

2- نضع في كل كأس 1لتر من الماء غير المعالج .

3- نحضر المادة المروبة " الشبه " وذلك بوضع (1جرام) منها على(1 لتر) من الماء (1000ملجم 1000سم3) ، أي أن كل (1سم3) من الماء المقطر به تركيز (1ملجم) من المواد المروبة.

4- نضع في كل كأس من الكاسات الستة التركيزات التالية (20-25-30-35-40-45) ملجم/لتر.

5- نقوم بتقليب الكاسات بسرعة كبيرة "200لفة / دقيقة" مماثلة لعملية المزج السريع لفترة قصيرة من الزمن (15-30) ثانية.

6- نقوم بتخفيض السرعة (30لفة /دقيقة) مماثلة لعملية المزج البطيء لفترة من الزمن (15-30) دقيقة .

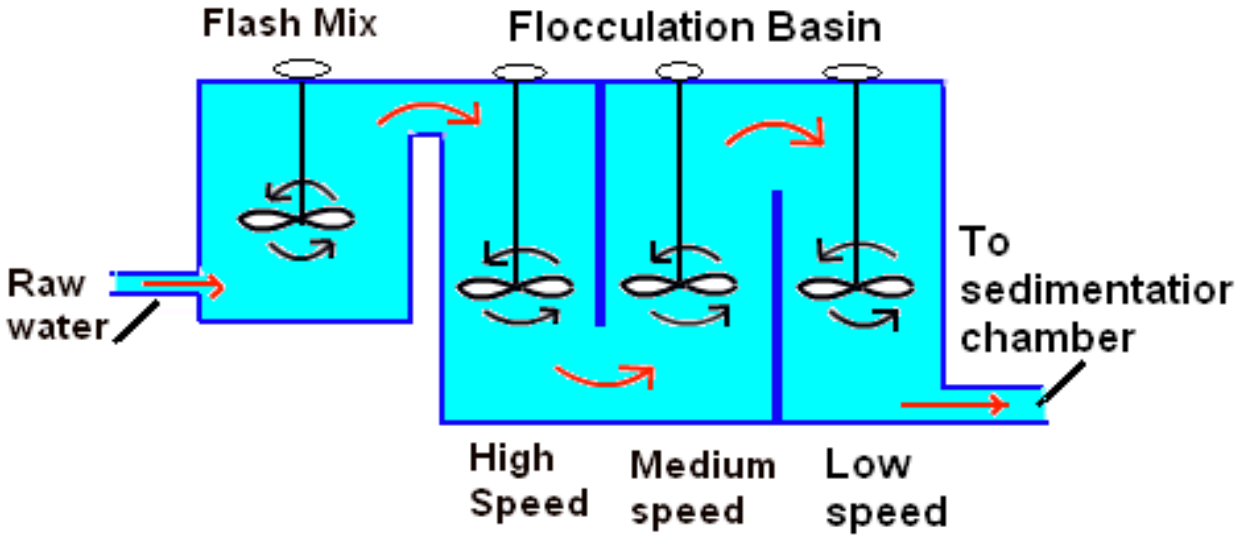
7- نوقف التقليب تماماً ونترك الكاسات لمدة 30 دقيقة ،ونلاحظ خلال تلك الفترة أسرع كأس حدث به ترسيب فيكون هذا هو تركيز المواد المروبة التي يجب إضافتها.

أحواض الترويب (المزج البطئ) Gentle Mixing :

الغرض منها إتمام التفاعل الكيميائي بين المواد المروبة والشوائب، ويتم ذلك بواسطة قلابات في فترة زمنية تتراوح (20-40) دقيقة ، وخلال هذه المدة تتجمع المواد العالقة الصغيرة في حبيبات أكبر يمكن ترسيبها بعد ذلك في أحواض الترسيب – شكل (22).

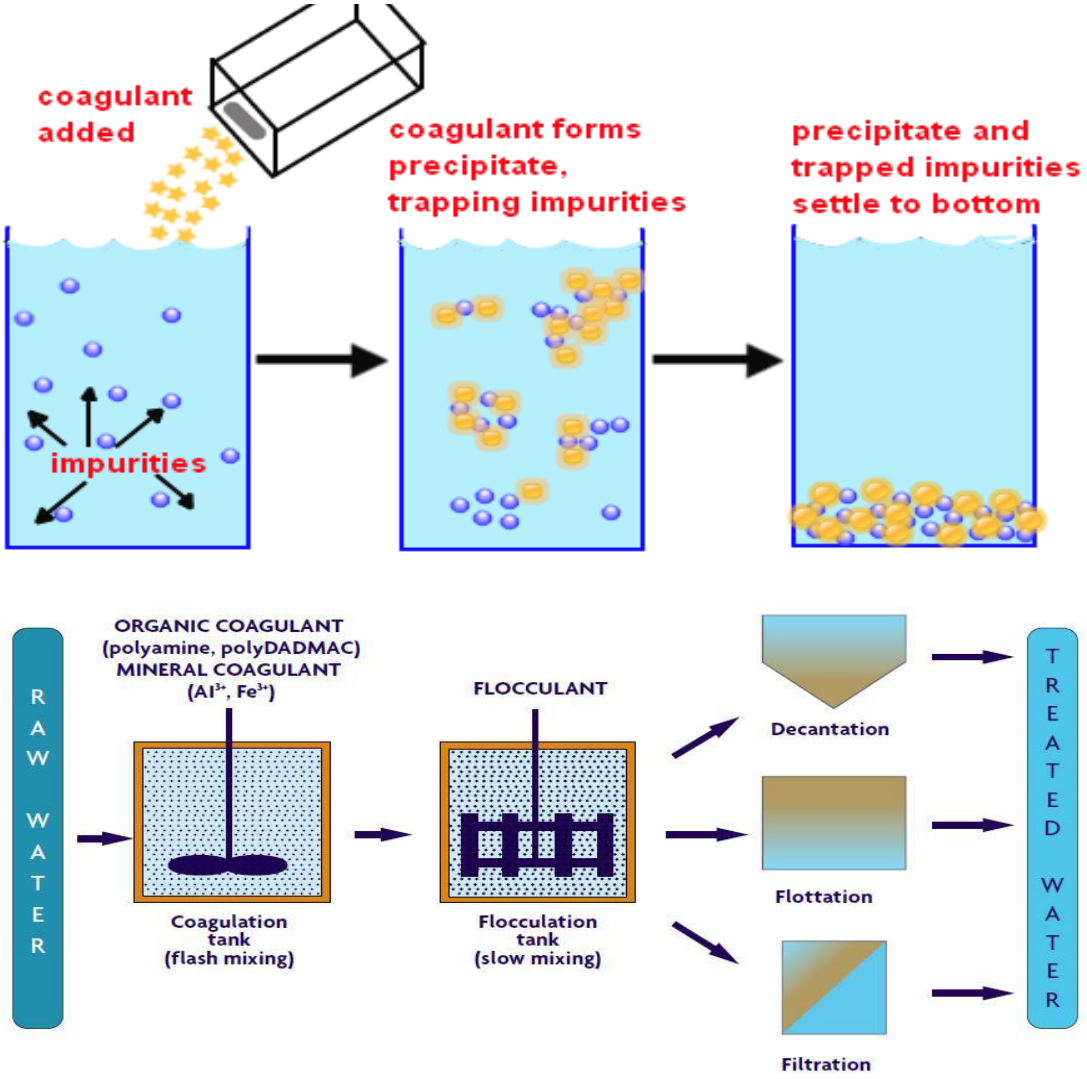
أحواض المزج السريع Flash Mixing :

الغرض منه أنتشار المواد المروبة في المياه بأسرع طريقة و يتم ذلك في مدة 20 – 60 ثانية ، والذي تتم خلاه أيضا عملية التوزيع الهيدروليكي للمياه علي أحواض الترسيب بالتساوي من خلال هدار المخرج الي يتم تقسيمه الي أقسام عددها يساوي عدد أحواض الترسيب – شكل (22) .



شكل (22)

حوض مزج الشبة السريع البطيء



ترويب و تكون الندف Coagulation - Flocculation

شكل (22)

جهاز تحديد الجرعة المروبة Flocculent Dosing Pump

أحواض الترويب :

بعد إذابة وخلط المادة المروب 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 5 ، 7 أمتار في الدقيقة وتتراوح مدة الترويب بين 15 - 25 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 تفادى تكسير الندف وبحيث ألا تزيد سرعة الماء وبه الندف المار إلى أحواض الترسيب عن 0.10 متر في الثانية حتى لا يتفكك هذا الندف قبل ترسيبها ، ويجب أن يصمم حجمه بحيث يعتبر مدة البقاء 30 دقيقة . ويمتاز حوض الترويق عن الأحواض سالفة الذكر بأنه مزود بزحافة علي أرضية حوض الترسيب تدور بواسطة محرك كهربائى. وتتراوح مدة مكث الماء في مثل هذه الأحواض بين 20 - 30 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 4 إلى 5 ساعات .

أنواع المواد المروبة :

1 - كبريتات الألومنيوم (الشبة) :

وتعتبر من أفضل أنواع المروبات لمياه الشرب . تضاف الجرعة في حدود 20- 80 جزء / مليون .

2 - أملاح الحديد : كبريتات الحديديك - كلوريد الحديديك - كبريتات الحديدوز .

لا يفضل استخدامها في مياه الشرب رغم رخص تكلفتها عن الشبه للأسباب الآتية :

أ - تحتاج إلي مواد قبل التفاعل و بعده ، حيث أنها لا تتفاعل ألا عند $pH < 4$ Or $pH > 8$.

ب – تترك راسبا من الحديد يعطي لونا أحمر غير مستحب .

ج - تعطي طعما غير مستساغا للمياه .

د - يطغي بلونه علي جدران الخزان .

3 - الجير :

يمتاز بتوافره و رخص ثمنه . و من عيوبه الاحتياج إلي جرعة كبيرة منه لإتمام التفاعل علاوة علي تغيره لقيمة الأس الهيدروجيني pH و جعله أكبر من 8 حيث أنه قلوي التأثير .

وهذه العملية تعرف بالترويب أو التجلط كما تعرف المواد الكيماوية بالمروبات أو المجلطات إلا أن كبريتات الألومنيوم هى أكثر هذه المواد استعمالا إذ أنها أرخص هذه المواد وأكثرها تواجدا وانتشارا في الطبيعة . وتتفاعل الشبة مع المواد العالقة ينتج أيدروكسيد الألومنيوم الجيلاتينى القوام والهلامى الشكل الذى يقوم بتجميع المواد العالقة في المياه حيث يكبر حجمها ويسهل ترسيبها . تكون العملية عبارة عن أضافة المروبات ثم مزجها وترويبها في الماء ثم ترسيبها .

أسس التصميم :

تركيز المحلول في حدود (4 – 5 %)

عمق المحلول بالحوض من 1,5 – 2,5 متر

عدد الأحواض لا يقل عن 2 غير حوض إضافي (احتياطي) .

تركيز الشبة (25 – 75 ملجم / لتر) وطبقا للمحدد بجهاز جار (اختبار الكؤوس) .

يحسب حجم الحوض من العلاقة :

$$V = \frac{Q_d \times S}{10^6 \times C \times \gamma}$$

حيث V هي حجم الأحواض (م3)

S جرعة الشبة (جم / م3) والمحدودة من اختبار الكؤوس jar Test .

C تركيز المحلول .

Q_d هي التصرف التصميمي (م3 / يوم) .

و γ هى الوزن النوعي لمحلول الشبة (1 – 1.05 طن / م3) .

ثامنا : أحواض المزج السريع Flash Mixing : -

الغرض منه هو انتشار المواد المروبة في المياه بأسرع طريقة ممكنة في مدة مكث تتراوح بين 10 – 60 ثانية للحصول علي انتشار سريع للمادة المروبة . وهي عبارة عن أحواض تنشأ من الخرسانة المسلحة علي أشكال مربعة أو مسدسة أو دائرية ، ويتم المزج المياه بأحد الطرق الآتية : -

1 – حقن محلول المواد المروبة في ماسورة السحب لطلمبات الرفع الواطي .

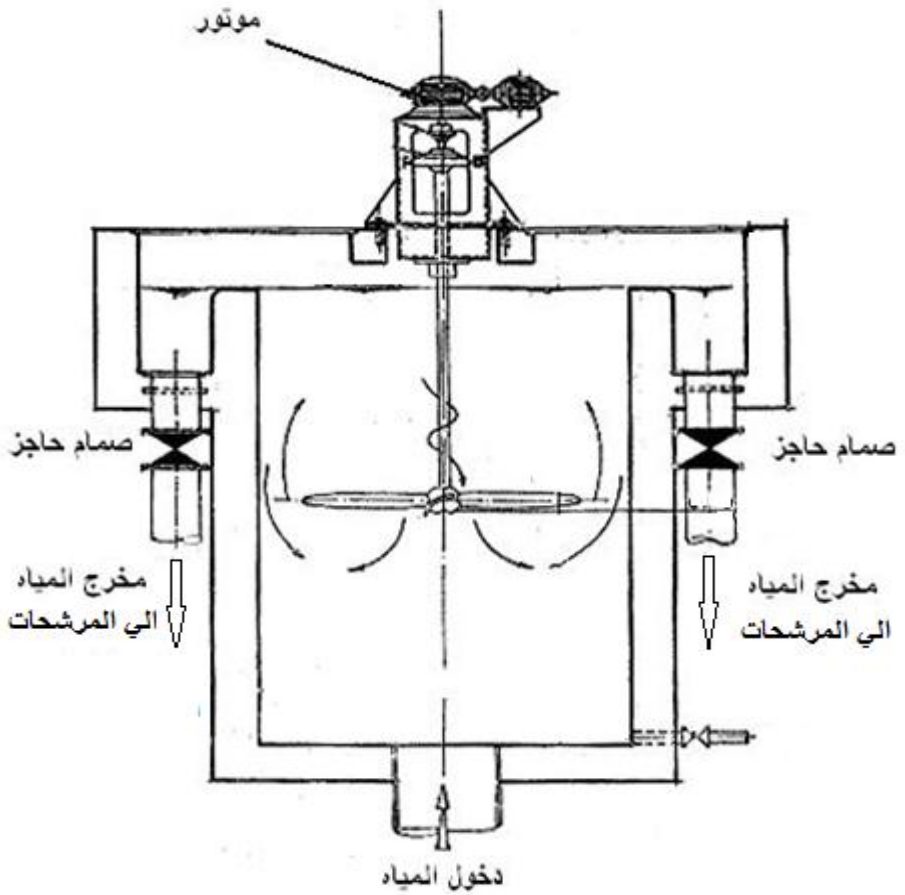
2 – إضافة المواد المروبة في مدخل حوض المزج السريع حيث تتوفر دوامات قوية تكفي لعمل المزج السريع Accelator.

3 – الخلط باستخدام خلاط ميكانيكي لإتمام عملية المزج Flash Mixing Tank ، حيث يمكن استخدام الحوض كموزع لأحواض الترسيب مما يضمن كفاءة تشغيل هذه الأحواض - شكل (23).

يمكن أن يستخدم خزان الخلط السريع كخزان توزيع لأحواض الترويق و الترويب بجانب خلط و نشر المواد المروبة بواسطة تركيب خلاط ميكانيكي . يصمم هذا الخزان بحيث يكون قطر الخزان مساويا لعمق المياه (تقريبا) .

ملاحظة :

يمكن حقن المادة المروبة في المواسير الداخلة إلي خزان الخلط السريع علي أن يتم خلطها و مزجها في الخزان ، بالإضافة إلي الاستغناء عن خزان المزج البطيء و خزانات المزج الميكانيكية.



شكل (23)

تصميم آخر - خزان خلط الشبة السريع في بئر التوزيع وتوزيع المياه الي المروقات

شكل (23)

حوض المزج السريع وبئر التوزيع – محطة مياه السنطة - مصر

أسس التصميم :

- مدة المكث = 2/1 – 1 دقيقة ، يفضل 1 دقيقة حسب نوعية المياه .

- يكون قطر خزان التوزيع مساويا لعمق المياه (تقريبا) .
- عمق الحوض من 1 – 3.0 م .
- عدد الأحواض واحد أو أكثر .
- سرعة دوران ريش الخلاط = 100 – 300 لفة في الدقيقة.

شكل (23)

خزان الخلط السريع و بئر التوزيع وتوزيع المياه الي المروقات علي شكل مسدس

أحواض الترسيب (الـترويق) Clarifiers

أحواض الترسيب (الـترويق) Clarifiers :

تقسم أحواض الترويق إلى :

1 – النوع المستطيل – شكل (24) .

3 – النوع الدائري – شكل (25) .

4 – أحواض الترويق و الترويب Clarifloculator – شكل (29) .

5 - أحواض الـترويق و الـترويب السريعة Accelerator- Clarifier شكل (30) .

قبل أتمام عملية الترويب ، و في حالة وجود طعم ورائحة للمياه ، يضاف الي المياه الكربون المنشط للقضاء علي الطعم و الرائحة كما يلي :

الكربون المنشط Activated Carbon

تضاف أحيانا للمياه العكرة المطلوب تنقيتها – خصوصا في حالة ظهور الطعم و الرائحة نتيجة وجود كثافة من الطحالب أو المواد الطافية علي سطح الماء – وهو أسلوب فعال للتخلص من الطعم و الرائحة .

الأستخدامات :

يستخدم للحصول علي مياه عالية الجودة خصوصا في حالات المياه الصناعية ، أو عند التأكد من ألقاء مخلفات صناعية أو مواد بترولية في المصدر المائي تسبب التغير الظاهر في الطعم و الرائحة .

أسلوب الأضافة :

يضاف الكربون المنشط لمعالجة الطعم و الرائحة إما علي هيئة بودرة قبل عمليات الترويب أو في القلاب السريع الخاص بالمروق أو في الموزع و ذلك بجرعات حسب كثافة و نوع الملوثات و تتراوح بين (8 – 25) جم / م3 ، كما يكون مقاس الحبيبات تكون من (0,3 – 0,7) مم و يضاف عن طريق أجهزة مماثلة لأضافة الجير إما بالوزن أو بالحجم .

كما أنه توجد وسيلة أخري لأضافة الكربون المنشط و ذلك بأنشاء مرشحات كربونية تعمل بالضغط Pressure Filters يكون الوسط الترشيحي بالكامل من حبيبات الكربون المنشط أو يكون الوسط الترشيحي مكون من رمل + طبقة من الكربون بسمك (10 – 25) سم و يكون حجم الحبيبات (0,8 – 2,2) مم وعمره الافتراضي 2 – 3 سنوات ، و يراعي في التصميم ألا يفقد أثناء عمليات غسيل المرشحات بالماء أو بالهواء أو كليهما معا .

أولا : أحواض الترويق المستطيلة :

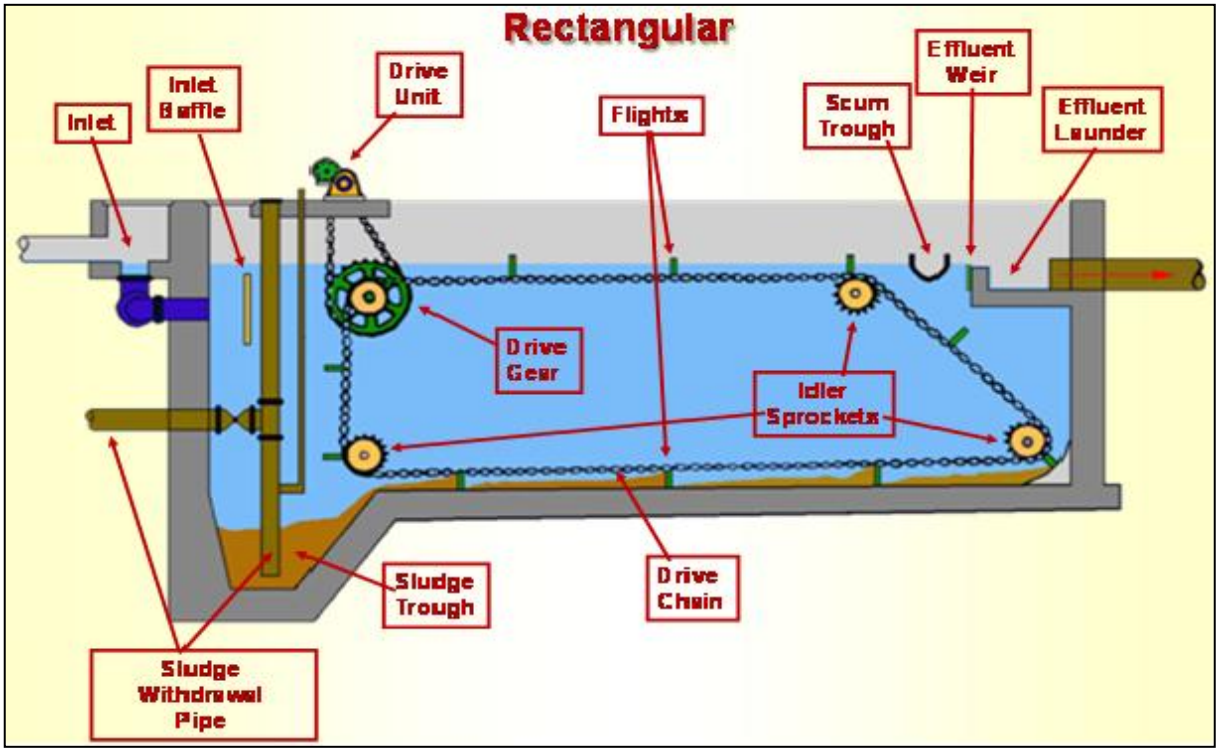
بعد أتمام عملية المزج تدخل المياه في أحواض الترويق عن طريق مجري أو ماسورة داخله إلي الحوض فتنتشر المياه في الحوض وتترك لفترة لا تتجاوز ثلاث ساعات لـترسب الندف المتكونة إلي قاع الحوض – شكل (24).

يتم تشغيل زحافة Scraper تسيرعلي قاع المروق حيث تكسح الرواسب أمامها إلي جزء هرمي منخفض تتجمع فيه الرواسب أو محورالحوض (أذا كان الحوض مستديرا) حيث ماسورة تجميع الرواسب . يتم صرف الرواسب كل فترة زمنية محسوبة بفتح

صمام ماسورة الرواسب كل فترة زمنية (كل 20 دقيقة مثلا) لمدة 15 ثانية (مثلا) لإخراج الرواسب (الحمأة) إلي غرفة تجميع الرواسب خارج الحوض .

الترويق باستخدام المواد الكيميائية :

لما كانت سرعة ترسيب الحبيبات الدقيقة في الماء تأخذ وقتا طويلا جدا حتى ترسب إلى قاع حوض الترسيب الطبيعى كما أن كفاءة أحواض الترسيب الطبيعى لاتتعدى 80 % من كمية المياه العالقة ، لذلك نلجأ إلى إضافة المواد الكيماوية إلى المياه بغرض تجميع الحبيبات الصغيرة في حبيبات أكبر حجما من ثم أسهل ترسبا . 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 فتهبط معها مما يعطى نتائج جيدة لعملية الترسيب بعد فترة وجيزة .

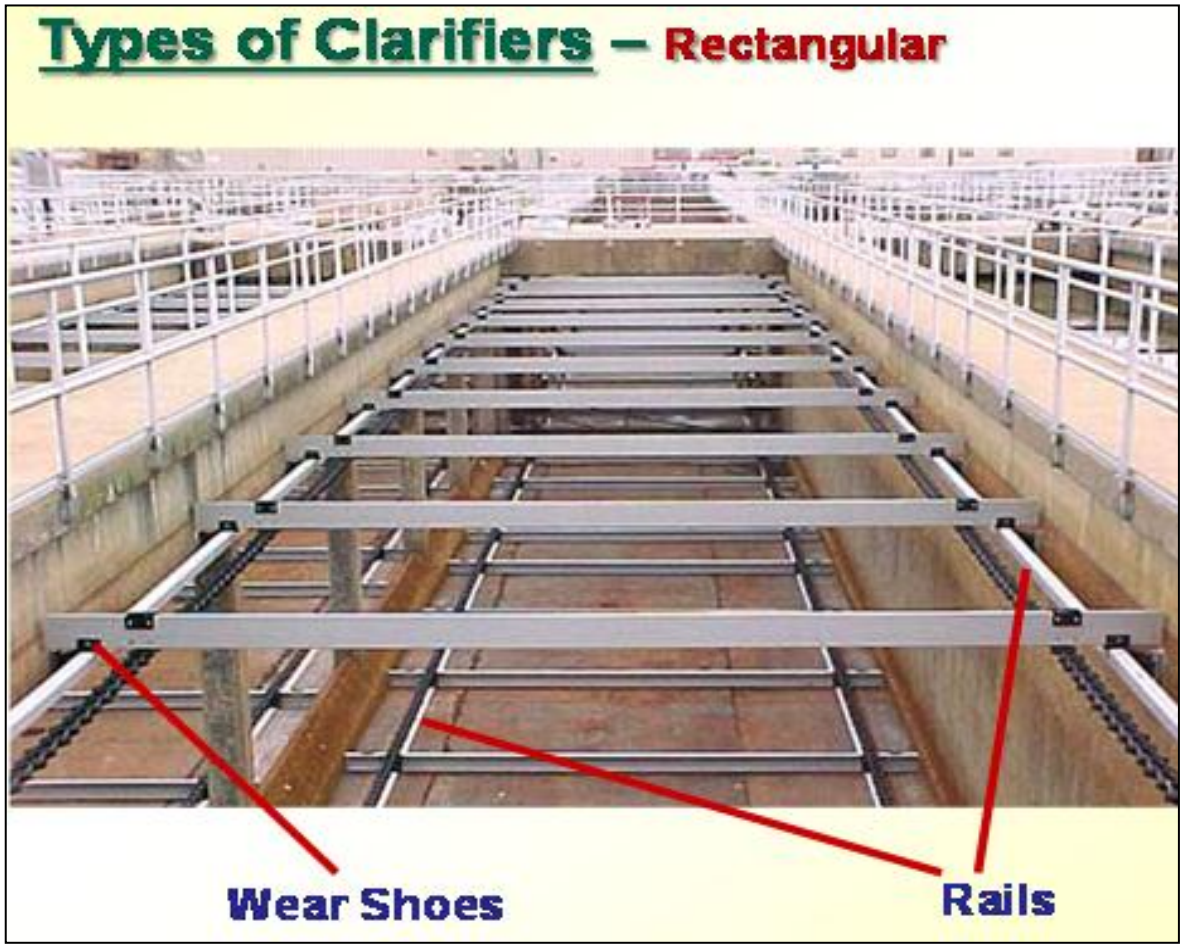


شكل (24)

تفاصيل مكونات المروق المستطيل

شكل (24)

الزحافة تعمل علي حوض ترويق مستطيل



شكل (24)

المروق المستطيل

أسس التصميم :

الأحواض المستطيلة :

1 – لا يقل عدد الأحواض عن أثنين ـ ينشأ حوض أحتياطي .

عمق المياه بالحوض = 3 – 5 متر .

طول الحوض المستطيل حتي 30 متر : يكون نسبة الطول : العرض = 3 - 5 .

2 – لا يزيد طول الحوض عن 50 متر .

3 – العرض = 2 – 4 العمق .

4 ـ سرعة المياه الأفقية = 30 سم / الدقيقة .

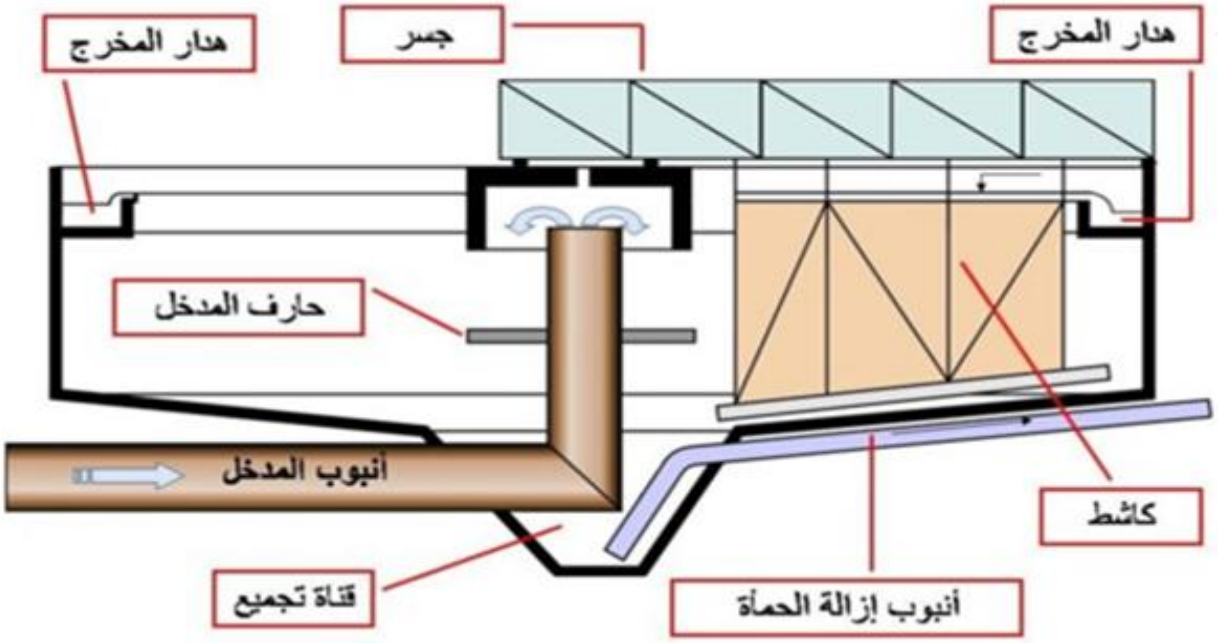
ثانيا : أحواض الترويق المستديرة :

تخرج من أسفل الحوض صاعدة لتبدأ عملية الترويق . عندما تكون هناك كميات بسيطة من الحمأة ، يفضل استخدام المروقات الدائرية ذات الزحافة التي تدور حول المحور و المرتكزة علي الأرضية، كاسحة أي رواسب قد ترسب علي قاع الحوض وتوجهه نحو المحور الأوسط في الحوض حيث أوطي نقطة . تزود هذه الزحافة بذراع آخر يقوم بكشط الرواسب الطافية فوق الماء ويوجهها نحو مجري خرسانية في جانب الحوض أو نحو ماسورة (حسب التصميم) – شكل (25) .

تخرج المياه الرائقة فوق الهدار الجانبي الي قناة في جانب الحوض لتتجمع لتذهب الي المرشحات .

شكل (25)

حوض الترويق المستدير



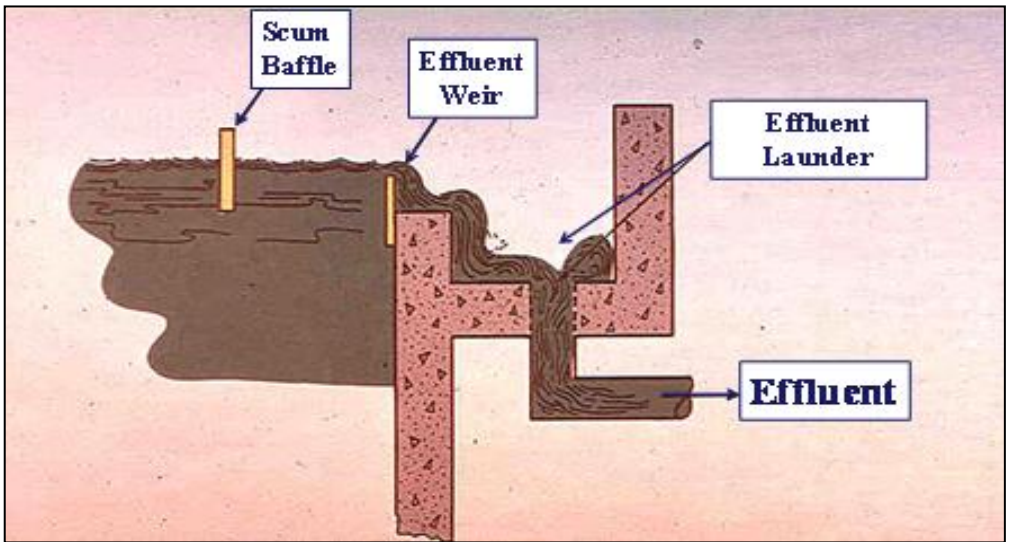
شكل (25)

تفاصيل حوض الترويق المستدير

الجزء الأوسط لدخول ماسورة التغذية بالأضافة الي جمع الحمأة ـ أثناء الأنشاء

مخرج المروق الدائري :

شكل (26) :



شكل (26)

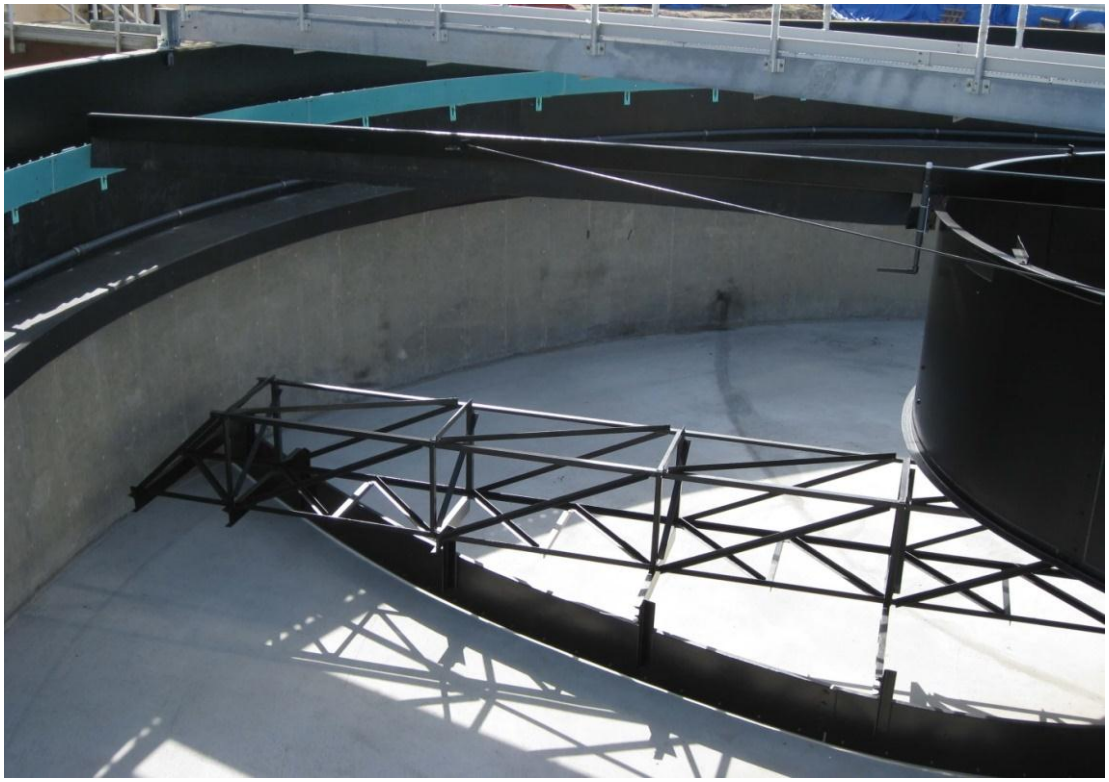
مخرج المروق الدائري

كشط الرواسب بالزحافات :

حوض الترسيب المستدير به غرفة بها مراوح تدار بمحرك كهربائى تدور بمعدل من 3 : 8 لفات في الدقيقة ، وكلما زادت درجة العكارة لزم زيادة سرعة المروحة . ترسب المادة العالقة علي أرضية الحوض و تجرفه ذراع الزحافة نحو أوطي نقطة في الحوض في محور الحوض ويخرج الماء رائقا إلى أعلى الحوض مارا فوق الهدارات . ولصرف الرواسب المتكونة ، يوجد ماسورة تسحب الحمأة الي بيارة عمومية داخل المحطة تسمي بيارة الحمأة . يتحكم في صرف الحمأة من الماسورة صمام حاجز يفتح كل فترة كل 15 دقيقة (مثلا) لتفريغ الحمأة المتكونة (حسب التصميم) ثم يغلق ثانية - شكل (27) .

شكل (27)

تفاصيل الزحافات



شكل (27)

تفاصيل الزحافات Spiral Blade Scraper Clarifier

أسس التصميم :

للمروقات المستديرة :

1 - يكون القطر حتي 60 متر و ينفذ عادة حتي 40 متر .

2 - مدة المكث = 2 – 3 ساعات .

3 - التحميل السطحي = 0.75 – 1.5 متر / ساعة .

4 – معدل التحميل السطحي = 20 – 45 م3 / م2 / يوم .

5 - معدل التحميل علي الهدار يبدأ من 150 م3 / م/ / يوم ولا يزيد عن 200 م3 / م/ / يوم ، وفي حالة الهدار ذو الفتحات V Notch لا يزيد عن 300 م3 / م/ / يوم ،

6 – ميل قاع الحوض في حدود 1 – 2% ويكون اتجاه الميل ناحية حيز تجميع الرواسب .

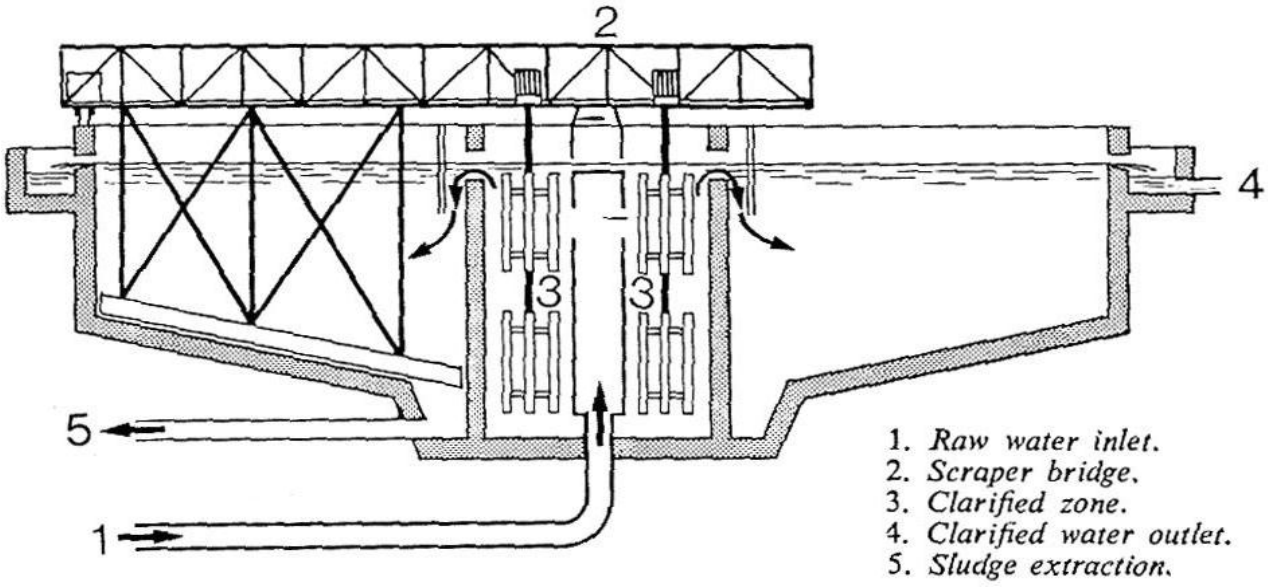
7 – سرعة المياه في المواسير الخارجة تتراوح بين 0.5 – 0.7 م / ث .

8 – لا يقل قطر ماسورة خروج الرواسب عن 150 مم ، ويجب خروج الرواسب بمعدل منتظم .

ثالثا : حوض الترويق و الترويب Clariflocculators :

تتم في هذا الحوض عمليتي الترويب و الترويق داخل حوض دائري واحد يجمع بين حيز الترويب الداخلي و حيز الترويق الخارجي . عند استخدام تلك الأحواض يتم الإستغناء عن أحواض الترويب والترسيب المنفصلة ويتم فى هذه الحالة دمج عمليتى الترويب والترويق داخل حوض دائرى واحد يجمع بين حيز الترويب الداخلى وحيز الترويق الخارجى – شكل (29) . تزود الزحافة بنظام يقوم بتقليب وخلط المياه (الترويب) يدور حول المحور . في هذا الحوض المزود بزحافة ميكانيكية تدور حول محور رأسي تكتسح الرواسب علي أرضية الحوض . يفضل أيضا تزويد هذه الأحواض بزحافة سطحية أخري مثبتة في الزحافة الدائرية

بغرض كشط الرواسب الطافية علي سطح الماء . بمرور هذه الزحافات، تقوم بكشط الرواسب عند القاع وتوجهها إلي المخروط بمنتصف الحوض عند أوطي نقطة . تصرف هذه الرواسب عن طريق ماسورة إلي بيارة الحمأة – شكل (28) .



شكل (28)

حوض ترويب و ترسيب دائري باستخدام كاسحة رواسب ميكانيكية

شكل (28)

حوض ترويب و ترسيب قطر 51,5 متر

شكل (28)

حوض ترويب و ترسيب Clariflocculators

<u>أسس تصميم أحواض الترويق و الترويب :</u>

<u>أولا : منطقة الترويب :</u>

1 - زمن الترويب = 20-40 دقيقة . زمن الترويق = 2- 4 ساعات .

2 - عمق المياه = 3 - 4 متر . العمق الكلي للخزان يزيد علي عمق المياه بمقدار 1 متر .

3 - قطر حيز الترويب لا يزيد عن نصف قطر الحوض . قطر الحوض = 40 متر .

4 - حجم حوض الترويب : حجم الحوض الكلي = 15 إلي 25 % .

<u>ثانيا : منطقة الترسيب :</u>

1 - لا يزيد قطر الحوض عن 40 متر .

2 - مدة المكث 2 – 3 ساعة .

3 - معدل التحميل السطحي 20 – 45 م3 / م2 / يوم .

4 - معدل التحميل غلي الهدار من 200 – 300 م3 / م / يوم .

5 - لا تزيد السرعة القطرية عن 30 سم / دقيقة .

6 - لا يقل قطر ماسورة خروج الرواسب عن 150 مم ، ويجب خروج الرواسب بمعدل منتظم .

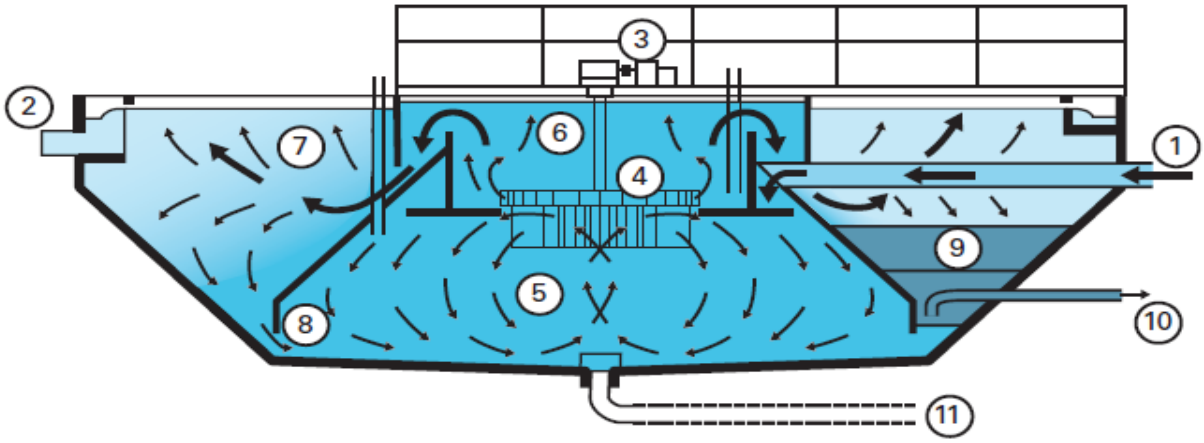
7 - ميل قاع الحوض من 2 – 4 % و يكون اتجاه الميل ناحية حيز تجميع الرواسب .

8 - سرعة المياه الخارجة من المواسير تتراوح بين 0,5 - 0,7 م / ث .

تدخل المياه إلي الحوض عن طريق ماسورة رأسية عند محور الحوض الرأسي في منتصف الحوض . تتم عملية تقليب المياه بواسطة أذرع أفقية تدور حول المحور الرأسي للحوض و تعمل بموتور كهربائي حتي تتم عملية الترويب . تتجه المياه إلي أعلي و تتخطي الحاجز الرأسي و تدخل إلي المروق . تتجه الرواسب إلي أسفل الحوض - و تعمل الزحافة علي كشط الرواسب علي أرضية الحوض إلي حيز الرواسب في منتصف الحوض إلي ماسورة خروج الرواسب إلي غرفة تجميع الرواسب . أما المياه المروقة فتتجه إلي المجري المنشأة علي محيط الحـوض من أعلي إلي ماسورة الخروج إلي المرشحات.

رابعا : أحواض التروبق و الترويب السريعة Accelerator Clarifier :

وظيفة هذا الخزان هي الأسراع بعملية المزج و التفاعل الكيماوي بين المياه و المروبات و تكوين الندف و ترسيبها ثم خروج المياه المروقة إلي المرشحات . ينشأ الحوض بقطاع دائري من الخرسانة أو الصلب بقطر حوالي 30 متر . القاع مخروطي و الأرضية مستوية لتسهيل خروج الرواسب - شكل (29).



شكل (29)

أحواض المزج و الترويب و الترسيب السريعة Accelerator Clarifier

شكل (29)

أحواض المزج و الترويب و الترسيب السريعة Accelerator Clarifier

طريقة التشغيل :

1 - تدخل المياه إلي منطقة الخلط الأبتدائي Primary Mixing كما تضاف المروبات من 3 نقاط . يقوم الخلاط بعملية مزج المروبات مع المياه مزجا كاملا . تتكون الندف ويكبر حجمها و يثقل وزنها ثم ترسب علي القاع .

2 - باستمرار ترسب الندف يزداد حجم الخليط و يخرج خارج منطقة التفاعل . و عند وقت معين يحدث التوازن .

3 - يخرج الماء خارج نطاق الخليط السابق و قد تم ترويقه بينما يتم سحب الخليط المتكون (الحمأة) إلي الخارج عن طريق ماسورة خاصة إلي بيارة الحمأة .

4 - تخرج المياه المروقة عبر هدار إلي ماسورة الخروج متجها إلي المرشحات - شكل (29) .

مميزات أحواض الترويق والترويب السريعة :

1. المروق الحديث يعمل بمعدل فائق في محطات تنقية المياه ، ويمكن القول أنه يشغل نصف مساحة الترسيب التقليدي .
2. درجة نقاوة عالية للمياه مع درجة عكارة بسيطة .
3. إزالة الأملاح Clarifier / Softener بكفاءة عالية .
4. التدوير الداخلي للحمأة .
5. إزالة الألوان .
6. يستعمل في المعالجة الثلاثية لمياه الصرف الصحي .
7. ترسيب و إزالة المواد الناتجة عن الصرف الصناعي .

أسس التصميم :

معدل التحميل 1 – 3 جالون / دقيقة / قدم2.

يكون مستديرا أو مربعا .

خامسا : المروقات النابضة :

** المروق النابض Pulsator Clarifier :

المميزات :

1 - له القدرة علي إزالة اللون و العكاره من المياه .

2 – له القدرة علي التعامل مع أي نوع من المياه السطحية .

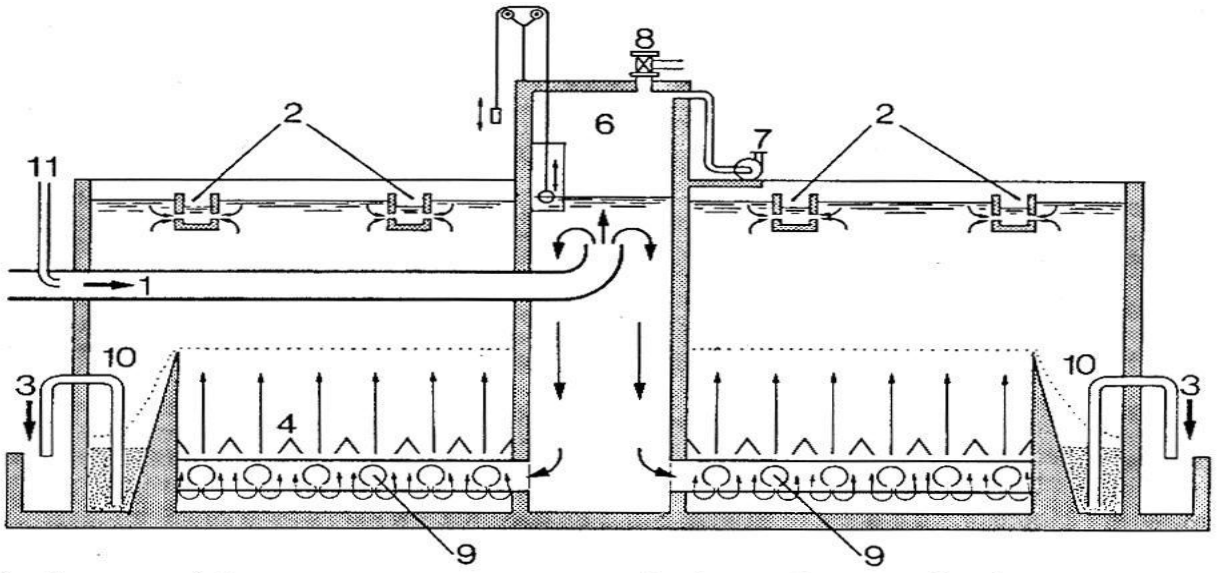
3 - هذا المرشح أكثر فاعلية و أنتاجا للمياه النظيفة و التي تلائم الصناعات التي تتطلب مياه علي درجة عالية من النقاوة مثل صناعة المنسوجات و البتروكيماويات و الورق .

4 - له مرونة فائقة وسهولة في التشغيل .

5 - فاقد بسيط في ضاغط المياه .

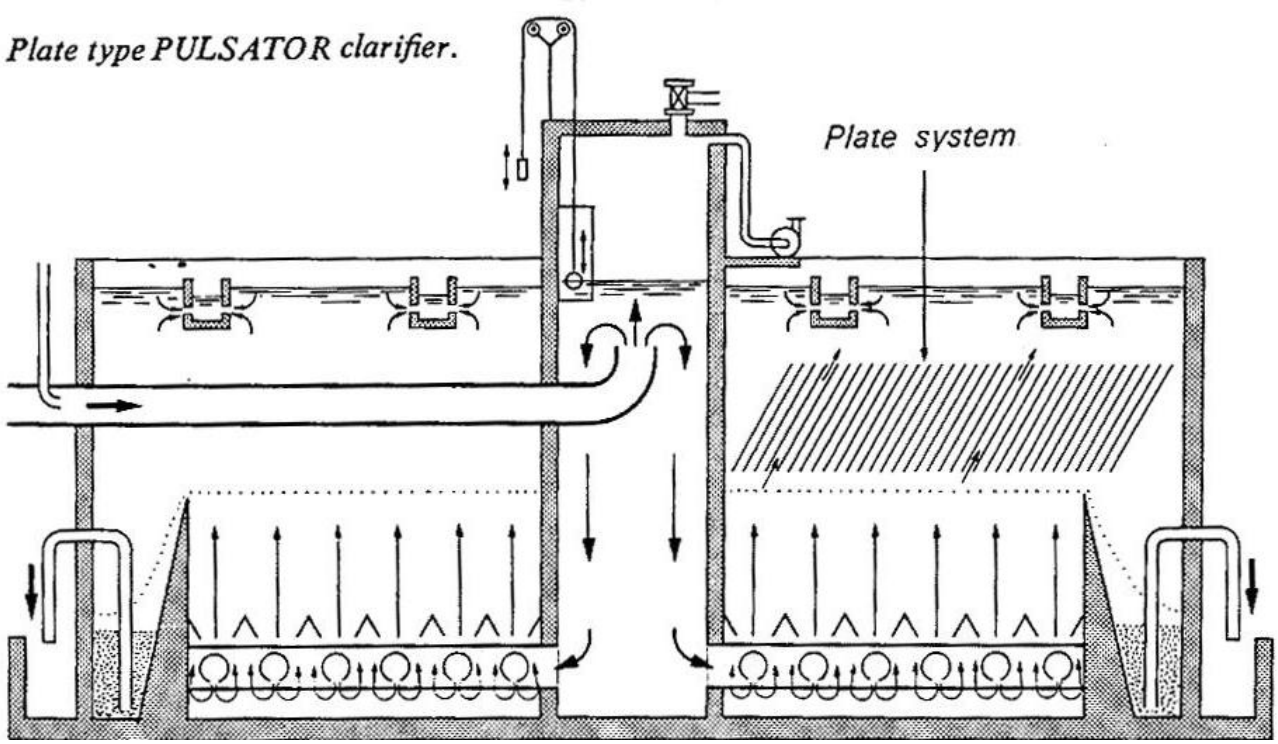
يزود الخزان بغرفة تفريغ علي قمته و في منتصفة من الحديد أو الفيبرجلاس أو الخرسانة ، مركب علي هذه الغرفة طلمبة تفريغ و أخري احتياطية ، كما يوجد صمام للتحكم في الملء و التفريغ للغرفة .

تنشأ مواسير علي الأرضية لتوزيع المياه أسفل الحوض من الأسبستوس أو الفيبرجلاس - هذه المواسير مغطاة بشرائح معدنية Baffles تصنع من مواد مقاومة للصدأ، كما توجد قنوات علوية مثقبة لتجميع المياه المرشحة – شكل (30).



شكل (30)

المروق النابض ذو ألواح الترسيب الهرمية



شكل (30)

المروق النابض ذو الألواح الهرمية والألواح المستقيمة المائلة

شكل (30)

منظور لمبني المروقات النابضة

** المروقات النابضة المزودة بالألواح أو المواسير Plate and Tube Pulsative Clarifiers : Settlers

أستعملت هذه التقنيات للتغلب علي الأحواض الضحلة ، تتكون من مواسير من البلاستيك الصغيرة المتوازية المائلة – شكل (31) بغرض زيادة كفاءة و سرعة الترسيب في الأحواض . تدخل المياه من أسفل المواسير المثقبة أو الألواح و تصرف من أعلي الألواح أو المواسير بينما الجزيئات الصلبة ترسب الي القاع ضد حركة المياه .

في قناة التوزيع ثم الي مواسير التوزيع المتوازية علي أرضية المروق . أثناء ارتفاع المياه بفعل خلخلة الهواء ، تسير المياه بين الألواح أو المواسير المتوازيه الي أعلي بينما الجزيئات الصلبة العالقة و الندف تترسب علي المواسير و الأرضية مكونة طبقة من الحمأة . تتغلغل المياه خلال هذه الطبقة متجهه الي أعلي لتتجمع في مواسير مثقبة متوازية أعلي الحوض ثم الي قناة التجميع في أعلي المروق ثم الي المرشحات . يتم التخلص من الحمأة الزائدة عن طريق مواسير .

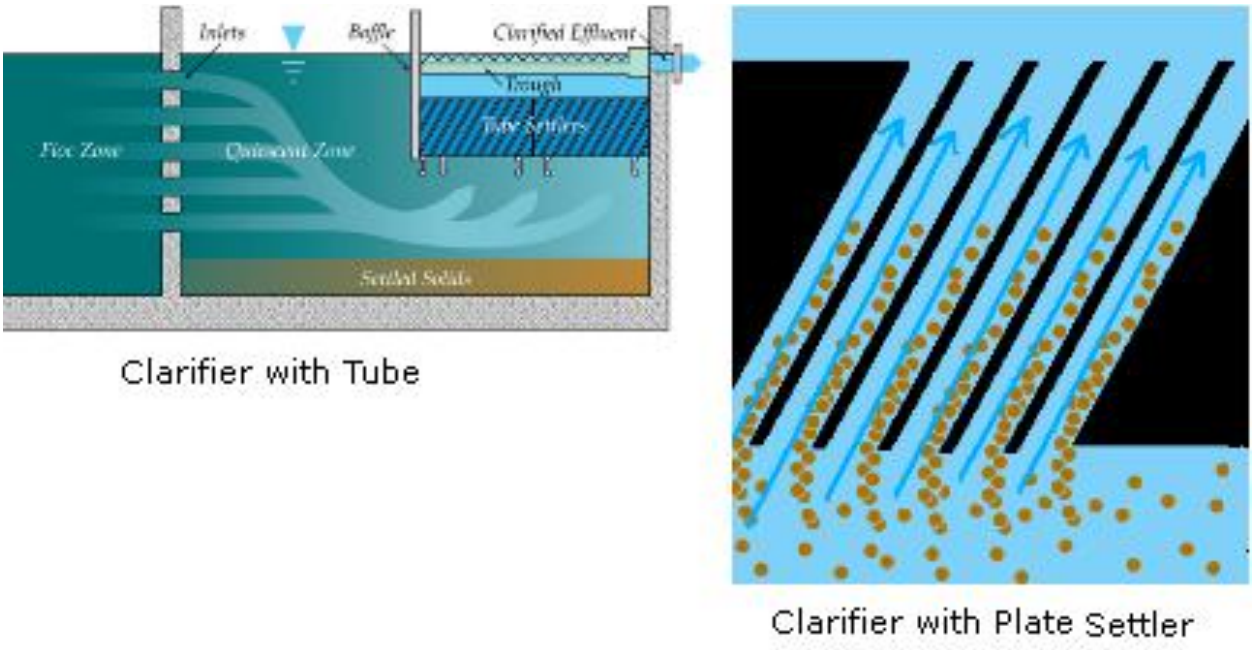
ملاحظة :

1 - مقاس الألواح المساعدة علي الترسيب Settling Plate : العرض حتي 20 قدم ، الأرتفاع 16 – 18 قدم .

2 - تكون الألواح أو المواسير مائلة 45 – 60 درجة علي الأفقي لضمان التنظيف الذاتي لها .

** المروق النابض الفائق Super Pulsator Clarifier :

مروق ذا معدل عالي يعمل بطبقة حمأة High-Rate Sludge Blanket Clarifier لتحقيق أقصي كفاءة ومزود أيضا بألواح مائلة تزيد من كفاءة الترسيب . و التصميم المتميز لهذا المروق هو الجمع بين الترويب و الترويق في حوض واحد . يستخدم هذا المروق تفريغ الهواء في سحب المياه - شكل (32) :



شكل (31)

المروقات النابضة العاملة بالمواسير المائلة و الألواح المائلة

** المروق النابض الفائق ذو الألواح المائلة Super Pulsator Clarifiers :

وصف المروق :

يعتمد هذا المرشح علي تكون طبقة من الروبة Sludge Blanket تساعد علي أتمام الترشيح . و هو عبارة عن خزان ذو قاع منبسط ، ينشأ من الخرسانة أو الصلب . يمكن أن يأخذ الشكل الدائري أو المربع أو المستطيل للاستفادة القصوي من موقع الإنشاء . توجد مواسير مثقبة علي أرضية الخزان لتغذية الحوض بالمياه علي كامل مسطح الحوض ، وهو نوعان :

1 – المرشح النابض الفائق ذو الألواح – شكل (32).

2 - المرشح النابض الفائق باستخدام طبقة الروبة – شكل (33) .

طريقة التشغيل :

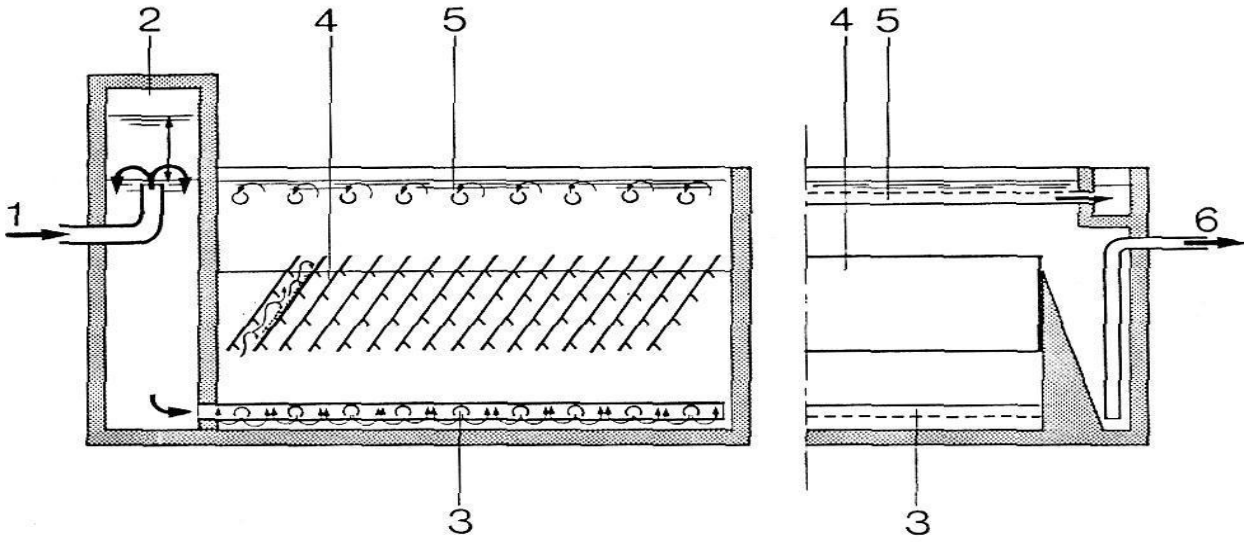
1 - تدخل المياه الخام - بعد أضافة و مزج المروبات – Raw Water Inlet إلي غرفة المزج و الترويب ثم إلي غرفة الشفط Vacuum Chamber في جانب الحوض ، ثم إلي المروق خلال مواسير تغذية Distribution Laterals علي أرضية الحوض . يتم ضبط منسوب المياه بواسطة تشغيل صمام مركب أعلي الغرفة بالفتح أو الغلق يعمل بجهاز حساس Level Sensor . عند فتح الصمام يعود الضغط الجوي إلي طبيعته فتهبط المياه علي الألواح الهرمية ثم إلي المواسير السفلية و الثقوب و تتخلل أسفل المرشح إلي أعلي .

2 - يتدفق خليط المياه مع المواد المروبة من القاع مخترقا الطبقة الجيلاتينية بسرعة 6 متر / ساعة و يتم حجز المواد العالقة و الغروية الموجودة بالمياه علي هذه الطبقة بينما يتجه المياه المرشحة خلال القنوات إلي خزانات التعقيم . تتحد الجسيمات الصلبة العالقة بالمياه مع المروبات و يكبر حجمها و تثقل الي قاع المروق . من المهم تواجد طبقة الحمأة المتكونة علي أرضية المروق حيث أن تواجدها يجذب الندف الأخري العالقة و بالتالي تزيد من كفاءة الترويق .

3 - بفعل النبضات الحادثة نتيجة تفريغ الهواء ترتفع المياه لأعلي علي كامل المسطح وتمر خلال الألواح المائلة Settling Plates حيث ترسب أي جزيئات بينما ترتفع المياه المروقة إلي أعلي . تستغرق هذه العملية Pulsation Cycle من 40 - 50 ثانية .

4 - تزداد سماكة الطبقة الجيلا تينية المتكونة في أسفل المرشح بزيادة المواد العالقة و الغروية التي التصقت بها و كذلك المواد المروبة المستخدمة مع الماء . و يجب التخلص من الزيادة في هذه الطبقة عن طريق مجري تفيض فيها الرواسب و تنصرف إلي الخارج ليكون هناك سمك ثابت للطبقة الجيلاتينية اللازمة لعملية الترشيح .

5 – يتم تجميع المياه الرائقة بواسطة مواسير تجميع Collection Laterals أعلي المروق ثم الي قناة التجميع ثم الي المرشحات . وهو مماثل للمرشح النابض السابق ذكره إلا أنه متطور أكثر ، فهو مصمم علي أساس تقليل زمن التشغيل اليدوي بالإضافة إلي أن عملية التنظيف تتم أتوماتيكيا .



1. *Raw water inlet.*
2. *Vacuum chamber.*
3. *Perforated pipes for water distribution.*
4. *Plate system.*
5. *Perforated pipes for clarified water collection.*
6. *Sludge discharge.*

The SUPERPULSATOR clarifier.

شكل (32)

تفاصيل المروق النابض الفائق ذو الألواح المسطحة المائلة

المميزات :

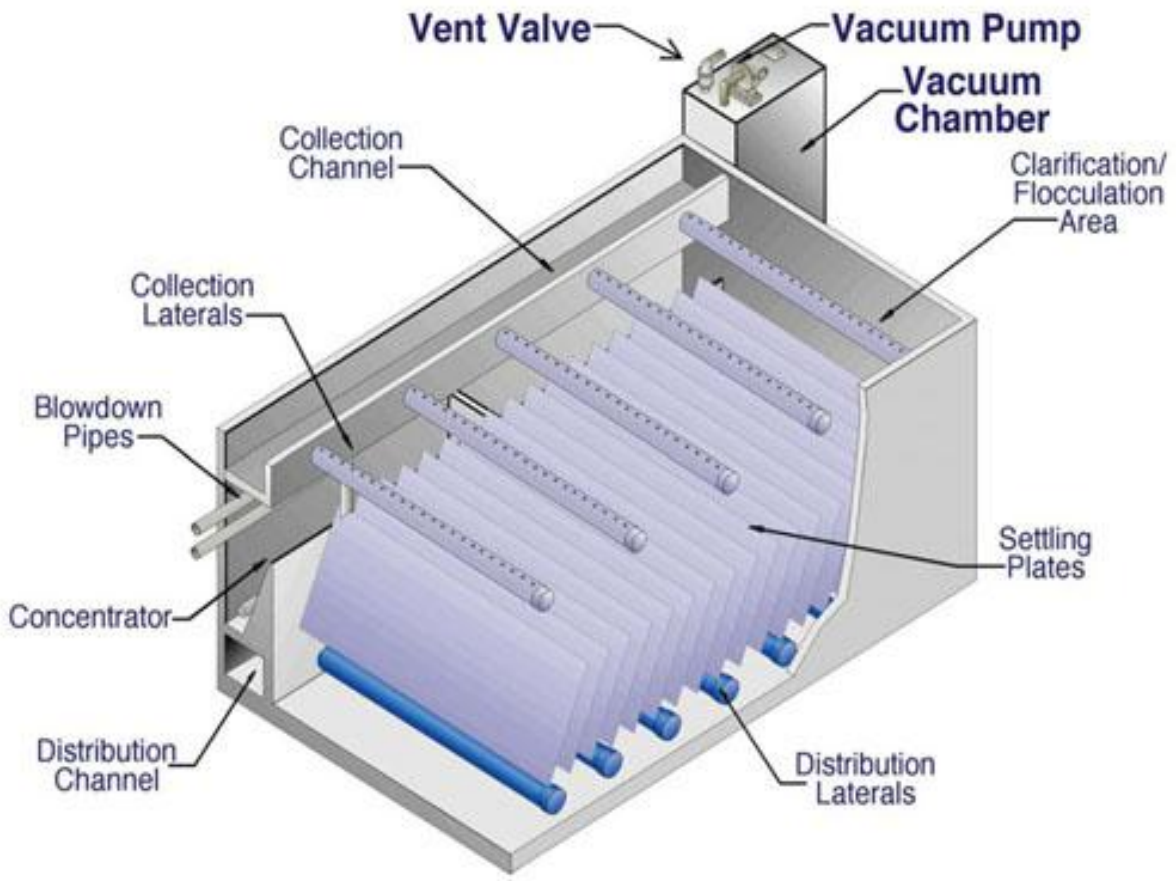
1 - له القدرة علي إزالة اللون و العكارة من المياه .

2 – له القدرة علي التعامل مع أي نوع من المياه السطحية .

3 - هذا المرشح أكثر فاعلية و أنتاجا للمياه النظيفة و التي تلائم الصناعات التي تتطلب مياه علي درجة عالية من النقاوة مثل صناعة المنسوجات و البتروكيماويات و الورق .

4 - له مرونة فائقة وسهولة في التشغيل .

5 - فاقد بسيط في ضاغط المياه .



شكل (32)

منظور للمرشح النابض الفائق ذو الألواح المسطحة المائلة Super Pulsator Flocculator Clarification

شكل (32)

المروق النابض الفائق Superpulsator Clarifier

مميزات المرشح النابض الفائق Super Pulsator Clarifiers :

1 - له القدرة علي إزالة اللون و العكارة من المياه .

2 – له القدرة علي التعامل مع أي نوع من المياه السطحية .

3 - هذا المرشح أكثر فاعلية و أنتاجا للمياه النظيفة و التي تلائم الصناعات التي تتطلب مياه علي درجة عالية من النقاوة مثل صناعة المنسوجات و البتروكيماويات و الورق .

4 - له مرونة فائقة وسهولة في التشغيل .

5 - فاقد بسيط في ضاغط المياه .

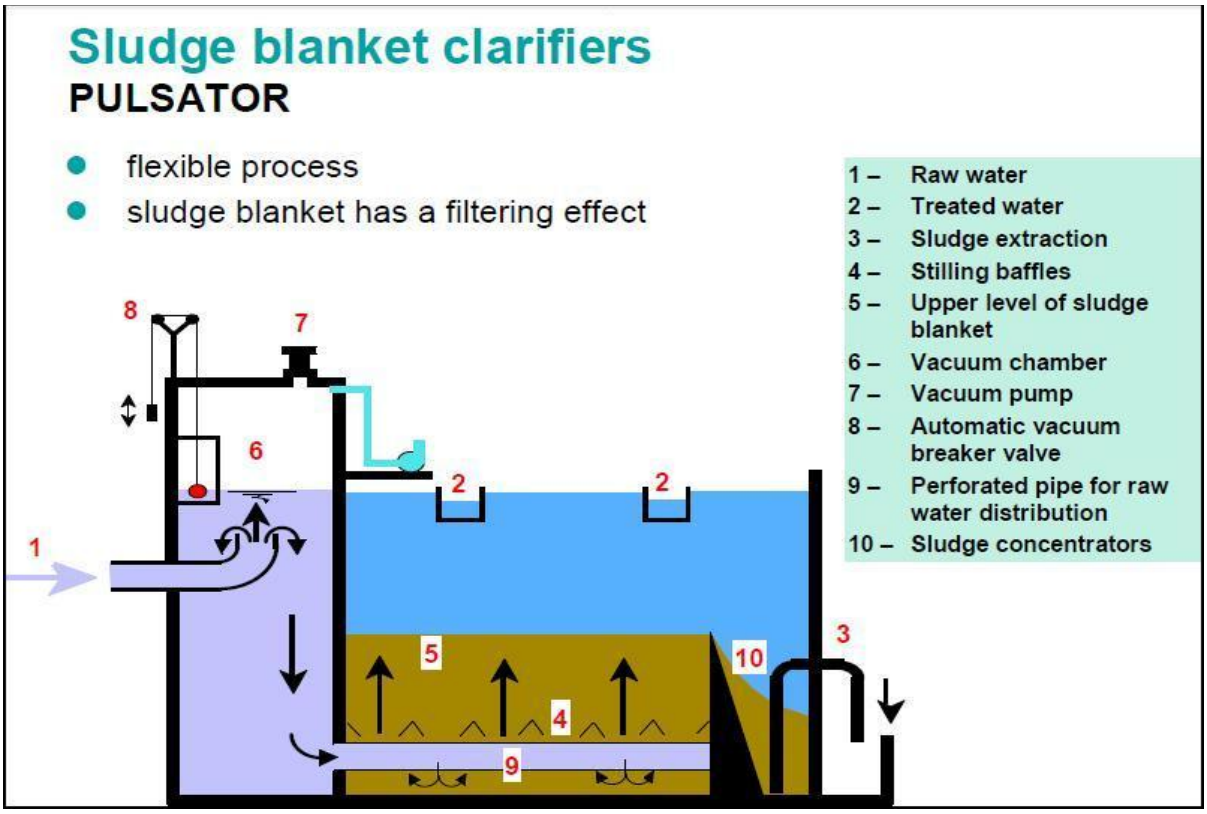
لمزيد من المعرفة :

الرابط :

https://www.youtube.com/watch?v=UNhygQov69Q

** مروقات المياه النابضة خلال طبقة الروبة Sludge Blanket Pulsator Clarifiers :

بعد عملية مزج المياه مع المادة المروبة تدخل المياه من أسفل المروق خلال مواسير التوزيع المثقبة الي أعلي بواسطة مضخة تفريغ الهواء بأعلي المروق . تترسب الجزيئات الصلبة أعلي مواسير التوزيع مكونة طبقة الروبة ، عند عملية الشفط بواسطة مضخة التفريغ ، فأن المياه الداخلة الي المروق تخترق طبقة الروبة المعلقة و المكونه من الندف و المواد العالقة السابق ذكرها متجهة الي أعلي و قد صارت أكثر نقاوة – شكل (33) .

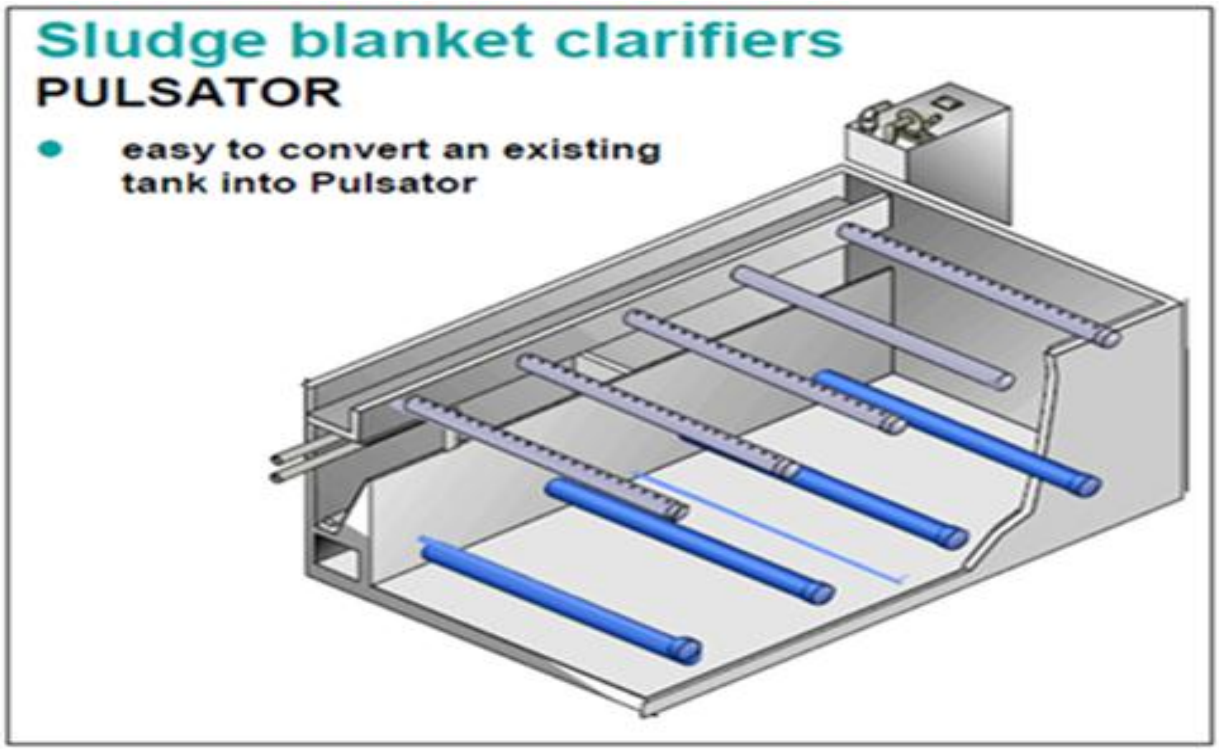


شكل (33)

تفاصيل أجزاء المروق النابض بطبقة الروبة

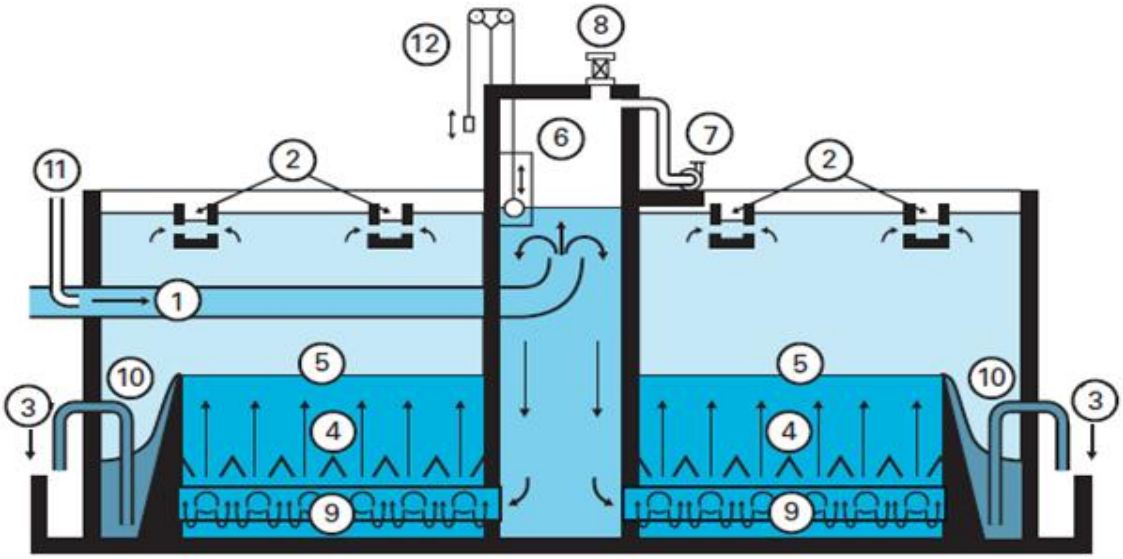
وصف المروق :

يعتمد هذا المروق علي تكون طبقة من الروبة Sludge Blanket فوق مواسير التوزيع تساعد علي حجز المواد العالفة و أتمام الترويق ،هو عبارة عن خزان ذو قاع منبسط ، ينشأ من الخرسانة أو الصلب ، يمكن أن يأخذ الشكل الدائري أو المربع أو المستطيل . له أرضية أفقية يتوزع عليها مواسير مثقبة Perforated Pipes أفقية و متوازية ومتوزعة علي كامل مسطح الأرضية . قد تزود الأحواض بألواح أو مواسير مائلة لزيادة كفاءة ترسب المواد الصلبة ، يعلو الحوض غرفة التفريغ و مضخة التفريغ العاملتان علي ضخ المياه داخل المروق . عند منسوب سطح المياه توجد مواسير مثقبة أفقية ومتوازية تسحب المياه المنقاة من المروق الي قناة التجميع الي المرشحات .



شكل (34)

تفاصيل أجزاء المروق النابض بطبقة الروبة

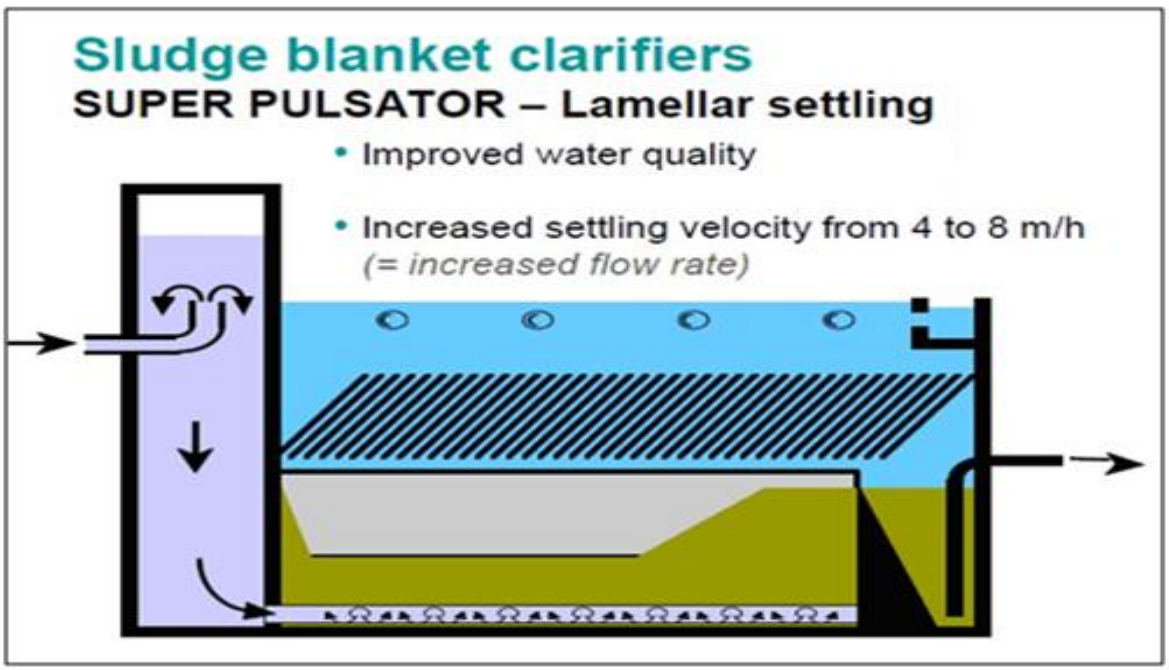


شكل (33)

المروق النابض بطبقة الروبة Sludge Blanket Settling Tanks

**** المروق النابض الفائق المزود بالألواح :**

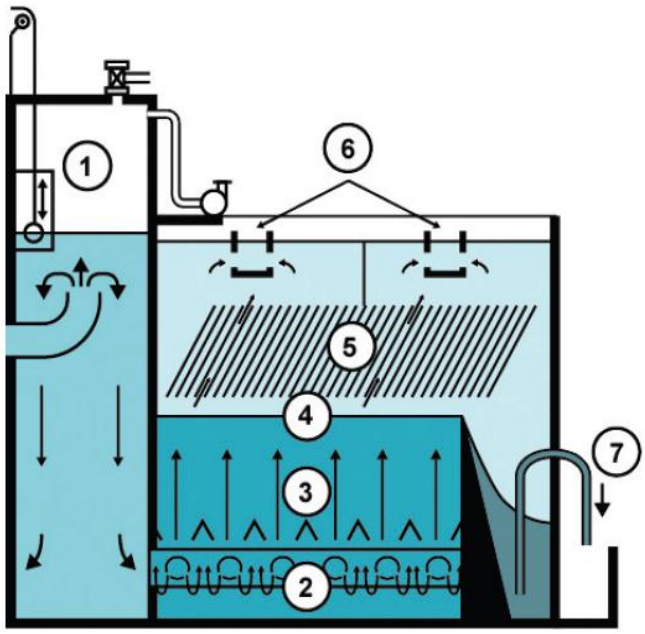
شكل (34) :



شكل (34)

المروق النابض الفائق المزود بالألواح

1. Vacuum chamber
2. Perforated raw water distribution pipes
3. Stilling baffle
4. Upper level of the sludge blanket
5. Lamellar modules
6. Clarified water outlet
7. Sludge draw-off



Operating principle of Pulsatube

شكل (34)

مبادىء تشغيل المروق النابض ذو الألواح الهرمية و المواسير المتوازية المائلة

Degremont

شكل (34)

المروق النابض الفائق المزود بالألواح Sludge Blanket Settling Tanks

كيف يعمل المروق النابض الفائق :

1 - تأتي المياه من خزان الخلط السريع إلي غرفة المزج والترويب في جانب المروق النابض الفائق .

2 – نتيتجه لعملية الشفط و تفريغ الهواء بالمروق بواسطة مضخة الشفط ، تذهب المياه المروبة إلي قناة التوزيع ثم إلي تتدفق إلي عدة مواسير مثقبة و متوازية علي أرضية المروق .

3 - الماء المروب يصعد إلي أعلي ويتم توجيهه بواسطة ألواح مائلة من الفيبر جلاس و يتجمع في مواسير مثقبة مغمورة عند سطح الماء أعلي المروق . تتكون طبقة من الحمأة تحتجز علي الأرضية تزيد من كفاءة التنقية .

4 - عند عملية الترسيب تتجه الحمأة إلي ماسورة الحمأة ثم يتم التخلص من الحمأة بالجاذبية إلي بيارة الحمأة .

مميزات المروق النابض الفائق :

- **له فاعلية قصوي في عملية الترويق .**
- **المياه الخارجة إلي المرشحات ذات جودة عالية .**
- **يجمع بين الترويب والترويق في حوض واحد .**
- **يزيل الألوان من المياه .**
- **يحتاج إلي طاقة كهربية و صيانة بسيطة و تشغيل سهل .**
- **قادر علي إضافة مواسير للترسيب أضافية لزيادة طاقة المروق .**
- **إزالة 60 % من TOC .**
- **نسبة الترويق حتي 1 – 2 NTU .**
- **عرض الألواح المائلة حتي 20 قدم .**
- **أرتفاع المروق = 16- 18 قدم**
- **معدل التحميل 2 – 4 جالون / دقيقة / قدم 2 .**
- **يناسب أي موقع للإنشاء .**

**** المروقات النابضة الفائقة باستخدام طبقة الروبة :**

SUPERPULSATOR – High Rate Sludge Blanket Clarifier

يزود الخزان بغرفة تفريغ علي قمته و في منتصفة من الحديد أو الفيبرجلاس أو الخرسانة ، مركب علي هذه الغرفة طلمبة تفريغ و أخري احتياطية ، كما يوجد صمام للتحكم في الملء و التفريغ للغرفة .

تنشأ مواسير علي الأرضية موزعة للمياه أسفل الحوض من الأسبستوس أو الفيبرجلاس - هذه المواسير مغطاة بشرائح معدنية Baffles تصنع من مواد مقاومة للصدأ، كما توجد قنوات علوية مثقبة لتجميع المياه المرشحة – شكل (35).

وصف عملية الترويق باستخدام طبقة الروبة The Sludge Blanket Process :

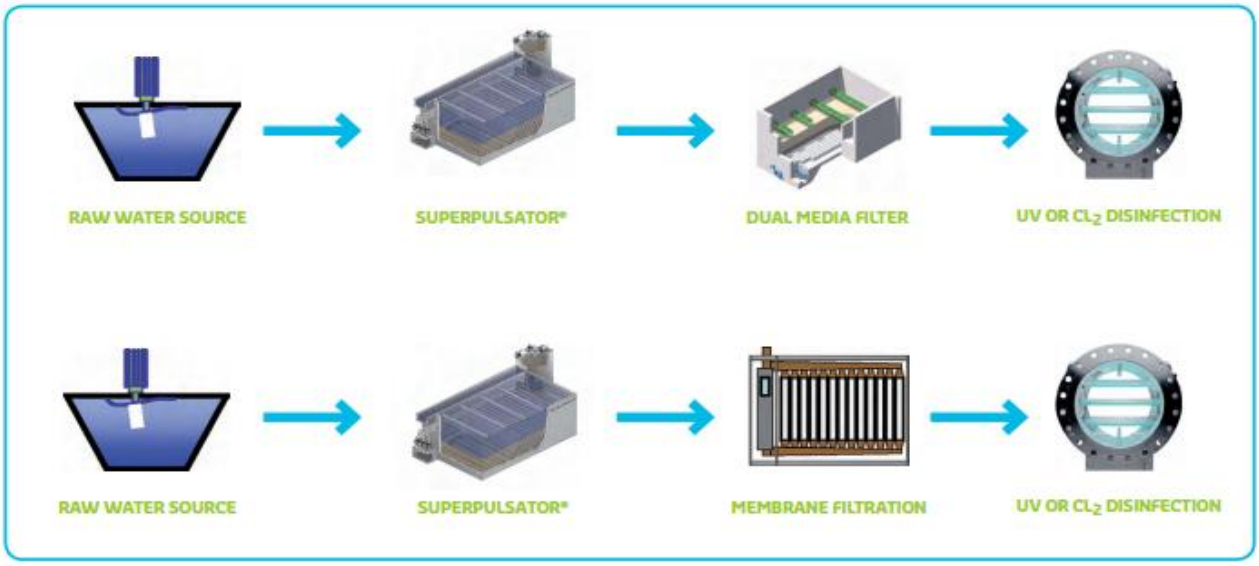
1 - دخول المياه الخام Raw Water Inlet : تذهب المياه المروبة الناتحة عن الخلط الجيد للمياه و المروبات الي غرفة الشفط بمبني المروق النابض الفائق – شكل (36).

2 - التوزيع Distribution : تفتح غرفة الشفط تفتح الي قنوات التوزيع حيث تتوزع المياه المروبة الي مجموعة قنوات فرعية مثقبة .

3 - الألواح المرسبة Settling Plates : تتجه المياه المروبة الي أعلي خلال ألواح مائلة مرسبة ومتوازية . تتكون طبقة من الحمأة بسمك 10 أقدام علي أرضية الحوض .

4 - أزالة الحمأة Sludge Removal : يمكن التخلص من الحمأة بالجاذبية

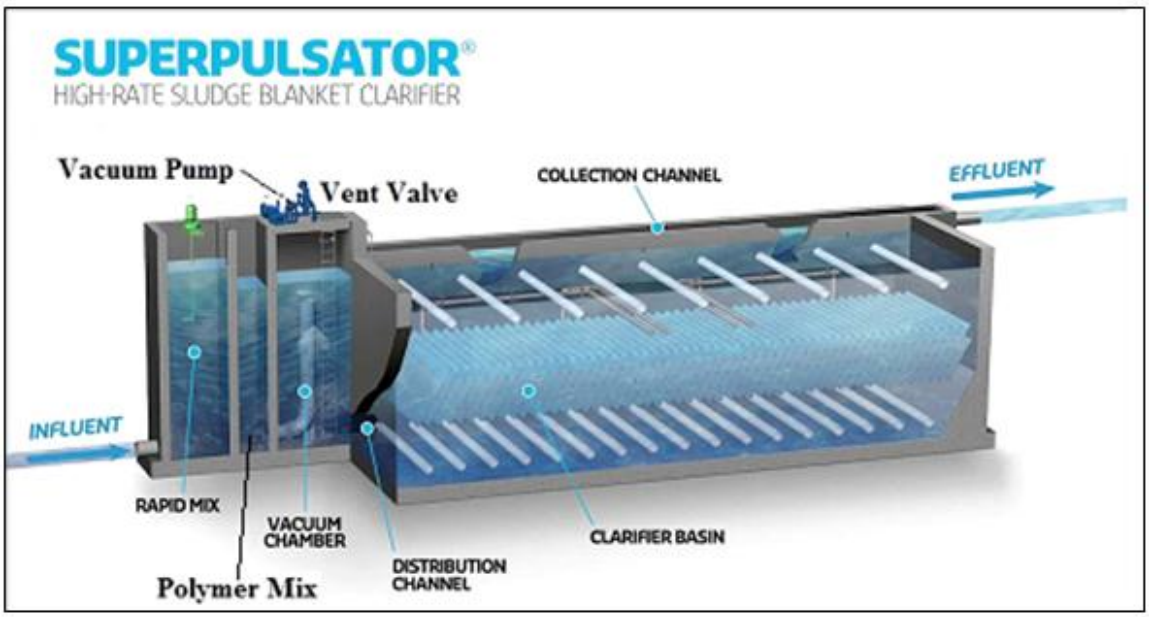
5 - تجميع المياه Collection : يتجمع المياه المنقاة عبر ثقوب في مواسير فرعية تصب هذه المواسير المياه المتجمعة في قناة في وسط الحوض .



مخطط التنقية المروقات النابضة الفائقة باستخدام طبقة الروبة

SUPERPULSATOR HIGH RATE SLUDGE BLANKET CLARIFIER

6 - عملية الترويق النابض Pulsing Action : أن قلب النظام هي مضخة الشفط Vacuum Pump و الصمام Vent Valve أعلي الغرفة ، حيث تسحب المياه نتيجة شفط المضخة الي غرفة الشفط Vacuum Chamber . عند غلق غرفة الشفط و تعرضها للضغط الجوي العادي فإن طلمبة الشفط تسحب عامودا صغيرا من المياه الي الغرفة . عند فتح غرفة الشفط الي الضغط الجوي العادي فإن عمود المياه يهبط و تندفع كتلة صغيرة من المياه الي قناة التوزيع مما ينتج عنه تمددا في غطاء الحمأة و تكون النتيجة النهائية هي مزج عمليتي الترويب و الترويق معا و تجميعا للحمأة في آن واحد .



شكل (35)

المروق النابض الفائق باستخدام طبقة الحمأة SUPERPULSATOR - High-Rate Sludge Blanket Clarifier

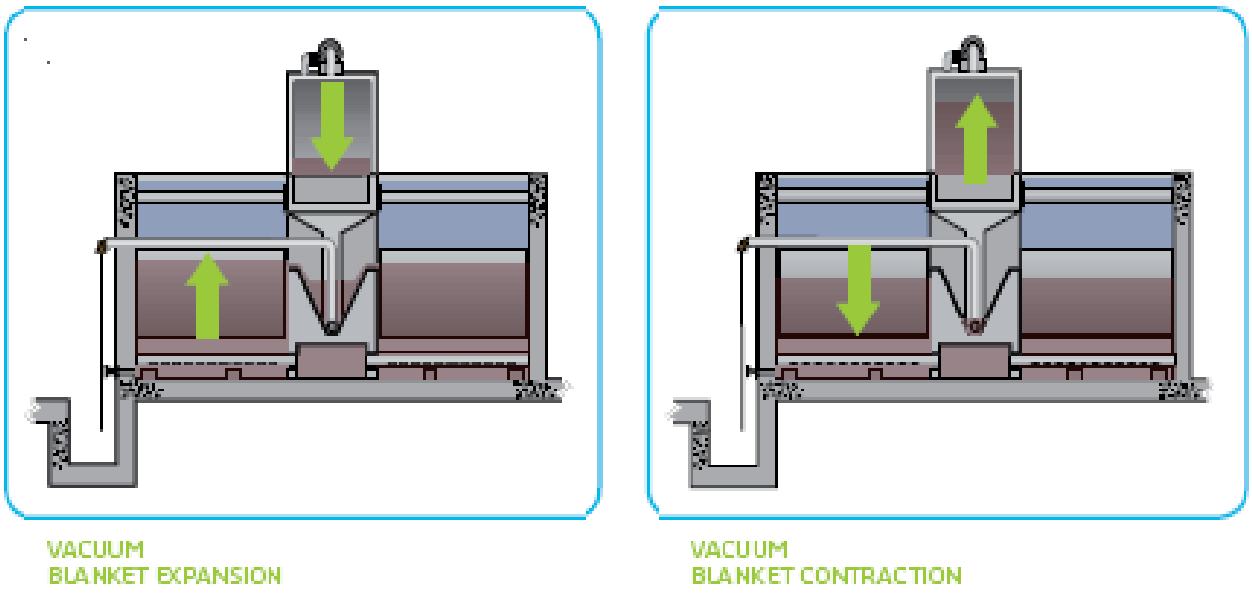
شكل (35)

المروق النابض الفائق باستخدام طبقة الروبة SUPERPULSATOR - High-Rate Sludge Blanket Clarifier

<u>للمزيد من المعلومات :</u>

الرابط :

https://www.youtube.com/watch?v=UNhygQov69Q



شكل (35)

عملية الترويق بالمروق النابض الفائق

أسس التصميم :

معدل التحميل 2 – 4 جالون / الدقيقة / قدم مربع .

أقصي كفاءة ترويق ممكنة ، عملية الترويب و الترويق في حوض واحد .

قادر علي أزالة العكارة لأقل من 1 – 2 NTU .

أزالة 60 % من المواد العضوية TOC و أزالة الألوان .

لا يستهلك طاقة .

لا يوجد أجزاء متحركة مغمورة .

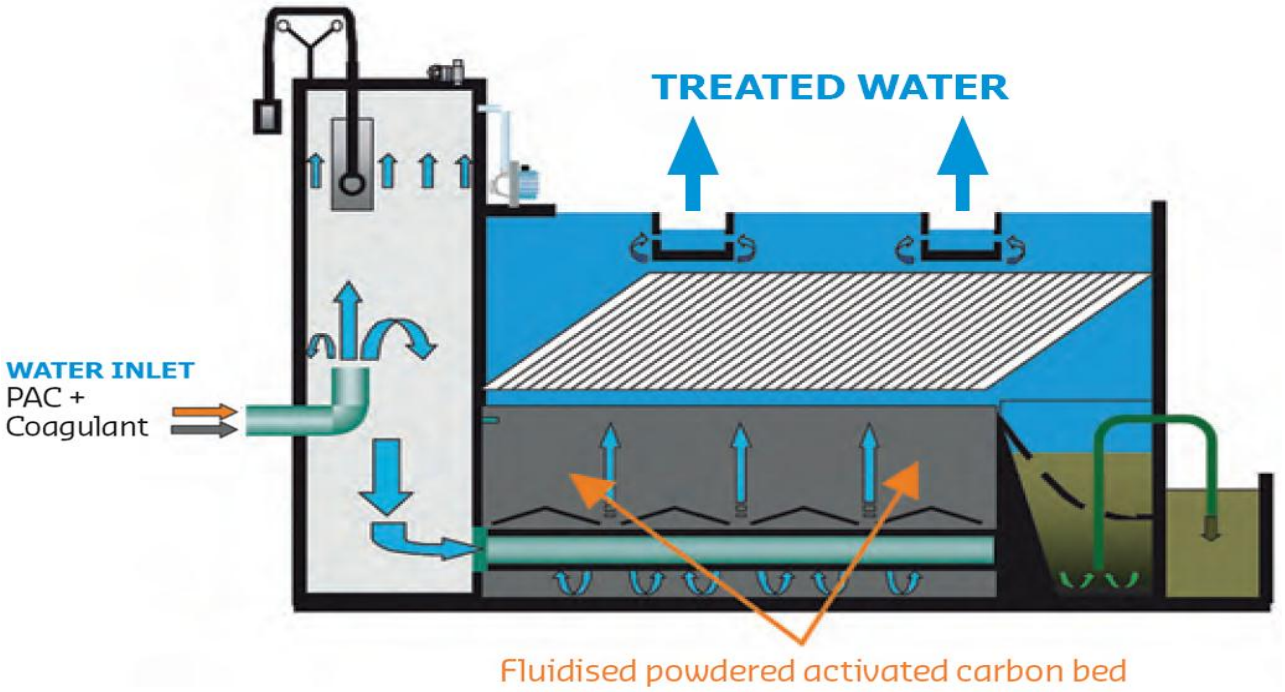
أزالة العناصر المعلقة في المياه في المياه سواء المنزلية و الصناعية .

أضافة أي بولمرات في حالة الرغبة في تسريع الترسيب .

مروق نابض ذو ألواح متوازية مائلة و طبقة الروبة مزود بطبقة من الكربون النشط :

ACTIVATED CARBON REACTOR – PULSAZUR

هذا المروق مزود بألواح مائلة متوازية لزيادة كفاءة الترسيب في الحوض - شكل (36) . هذا الحوض مزود بمسحوق الكربون الذي يعمل علي أدمصاص الروائح والطعم المصاحب للمياه و لتحجيم المواد العضوية الذائبة و كذلك الكائنات المسببة للتلوث في المياه .



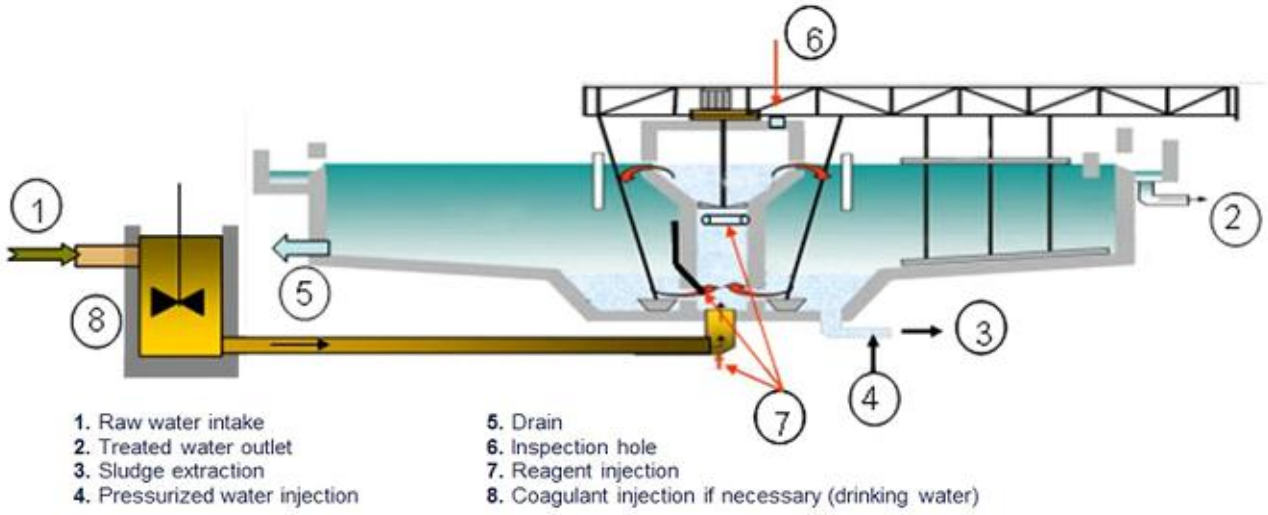
Operating principle of Pulsazur

شكل (36)

مروق ذو ألواح متوازية مائلة مع تزويد الحوض بطبقة من الكربون النشط

معالجة الروبة :

الروبة الناتجة من عملية التنقية من أحواض الترويق و غسل المرشحات و المواد العالقة بالروبة مثل أيدروكسيد المعادن (الحديد و المنجنيز) و المواد المضافة الي الماء أثناء عملية الترويب أو مسحوق الكربون المنشط 0000 – شكل (37) .يجب التخلص الآمن من الحمأة الناتجة لضررها علي البيئة .



شكل (37)

تدوير الحمأة المترسبة Drinking Water Sludge Recirculation Settler

المرشحـــات
Filters

الغرض من المرشحات :

1 - إزالة ما تبقي من مواد غروية دقيقة .

2 – إزالة 80 % من البكتيريا .

3 - إزالة الطحالب .

4 – إزالة الحديد و المنجنيز .

5 - إزالة الطعم و الرائحة .

أنواع المرشحات :

أ - مرشحات الجاذبية :

1 - المرشح الرملي السريع .

2 - المرشح الرملي البطيء . يستخدم في المجتمعات الصغيرة التي لا يزيد سكانها عن 30000 نسمة .

ب - مرشحات الضغط :

تستخدم في المجتمعات الصغيرة و حمامات السباحة .

1 – المرشحات الأفقية .

2 – المرشحات الرأسية .

ج - مرشحات التنقية بواسطة الأغشية :

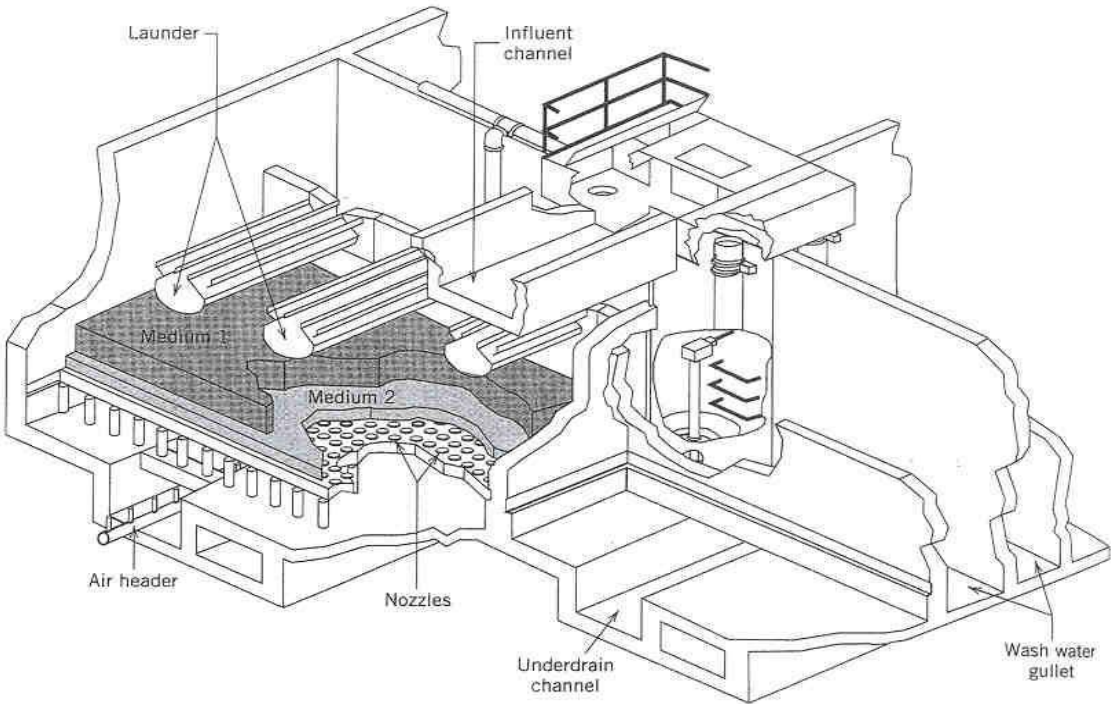
الترشيح الفائق Ultrafiltration .

ترشيح المياه بتقنية النانو Nano filtration .

أ - مرشحات الجاذبية :

1 – المرشح الرملي السريع Rapid Sand Filters :

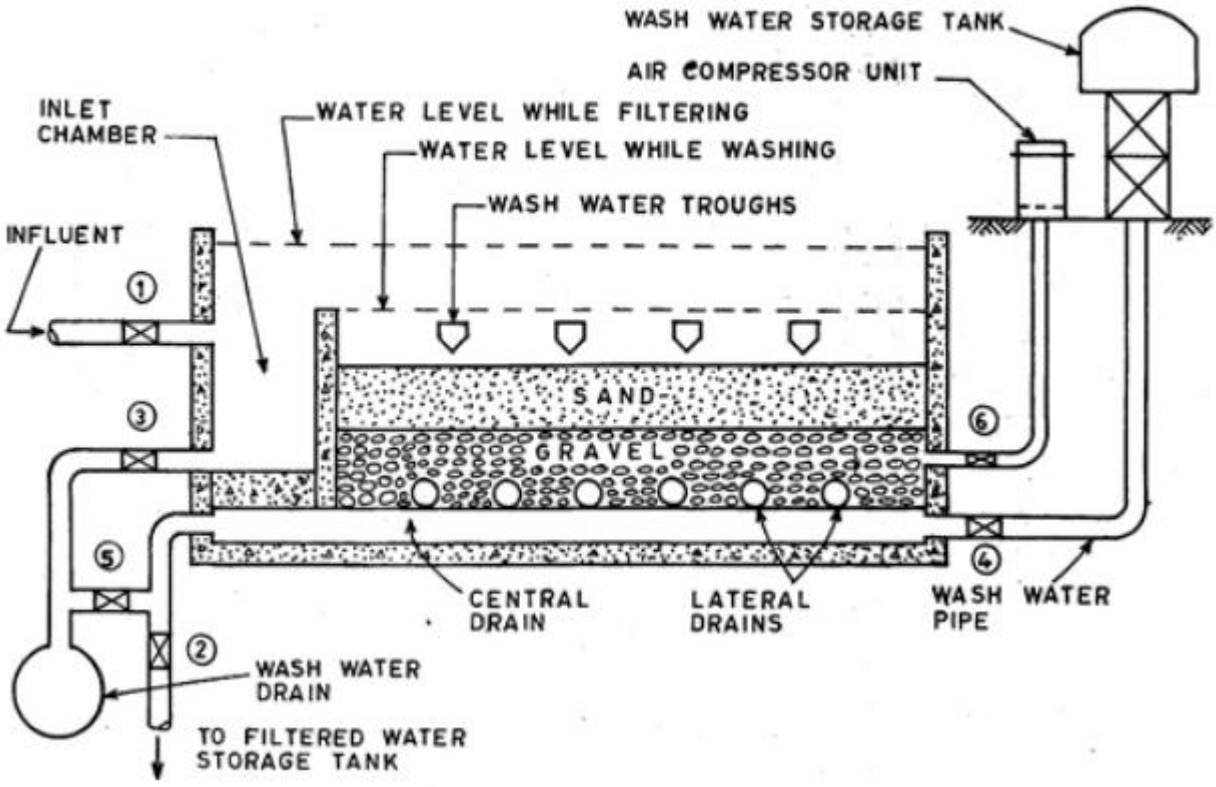
المرشح عبارة عن حوض من الخرسانة المسلحة، توجد في قاع الحوض شبكة من المواسير المثقبة قطر ثقوبها 6 - 19 مم و المسافة بينها = 8 - 30 سم - الغرض منها تجميع المياه المرشحة . تعلو هذه الشبكة طبقة من الزلط بسمك 50 سم ثم طبقة من الرمل بسمك 70 سم . عمق المياه فوق سطح الرمل = 150 سم . ترتفع حافة الحوض بما لا يقل عن 50 سم فوق سطح الماء . تدخل المياه إلى المرشح من ماسورة المدخل بأعلاه وتوزع في دائرة الحوض أو بطوله فوق هدار لتنظيم وتوزيع السيب على سطح المرشح بمعدل 120- 180 م3 / يوم / م2 من المرشح حتي نحافظ علي جودة و كفاءة الترشيح - شكل (38) .



شكل (38)

المرشح الرملي السريع (بالجاذبية) Schematic of a Rapid Sand Filter

Rapid sand filter (RSF)



شكل (38)

المرشح الرملي السريع (بالجاذبية) Schematic of a Rapid Sand Filter

شكل (38)

المرشح الرملي السريع (بالجاذبية) Rapid (Gravity) Sand Filter

عملية الترشيح :

الترشيح هو إمرار المياه خلال طبقة مسامية مثل الرمل المتدرج ، وعملية الترشيح هى أساس تنقية المياه و بواسطتها يمكن اتمام العمليات التالية :

1 – التخلص من معظم البكتريا .

2 – التخلص من المواد العالقة الباقية بعد الترسيب (كل المواد العالقة) .

الغرض من عملية الترسيب السابقة للترشيح هو التخلص من المواد الممكن ترسيبها والتي تسبب انسدادا لمسام الترشيح بسرعة إذ بغير ذلك لاكتفى بالترشيح دون الترسيب . ويتكون المرشح من طبقة الرمل ويكسو الرمل طبقة هلامية رفيعة تحجز المواد العالقة والبكتيريا بطريقة الالتصاق . و تتكون الطبقة الهلامية من :

أ – الطمى العالق في الماء .

ب – الطحالب .

ج – البكتيريا .

د – المواد الكيميائية المستعملة .

شكل (38)

المرشحات الرملية السريعة

وصف عملية الـترشيح :

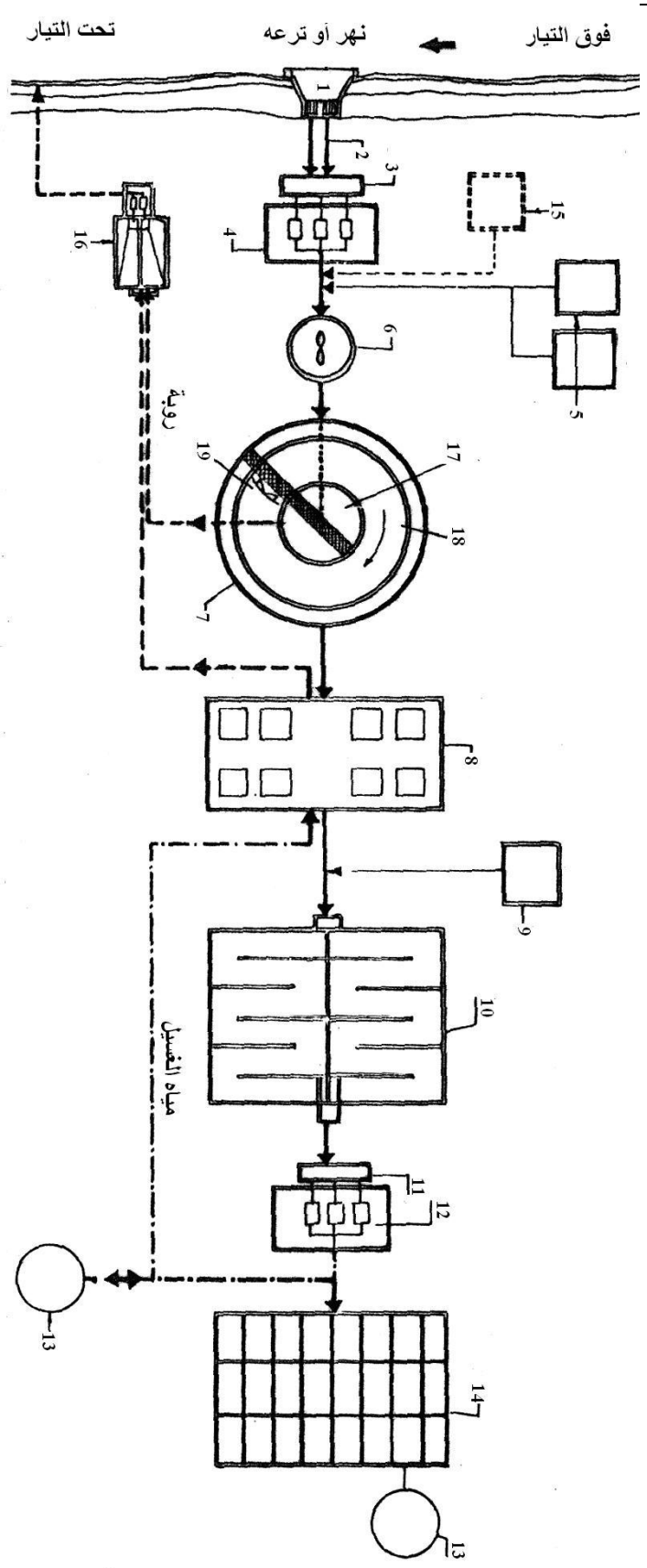
1 - الـتصاق بعض المواد العالقة بسطح حبيبات الرمل ، تساعد علي ذلك الخواص الهلامية للمواد العالقة بسبب المواد المروبة . تفاصيل المرشح الرملي السريع – شكل (43) . مخطط تنقية المياه بالمرشحات السريعة – شكل (39) .

2 - ترسب بعض المواد العالقة في فجوات طبقة الرمل حيث تعمل طبقة الرمل كمصفاة لحجز المواد العالقة .

3 - تتكون طبقة هلامية علي سطح الرمل من المواد العالقة الدقيقة و ما يحتمل وجوده من كائنات حية دقيقة مم يساعد علي عملية اصطياد و حجز المواد العالقة .

مخطط تنقية المياه السطحية باستخدام المرشحات الرملية ذات المعدل السريع :

شكل (39) :

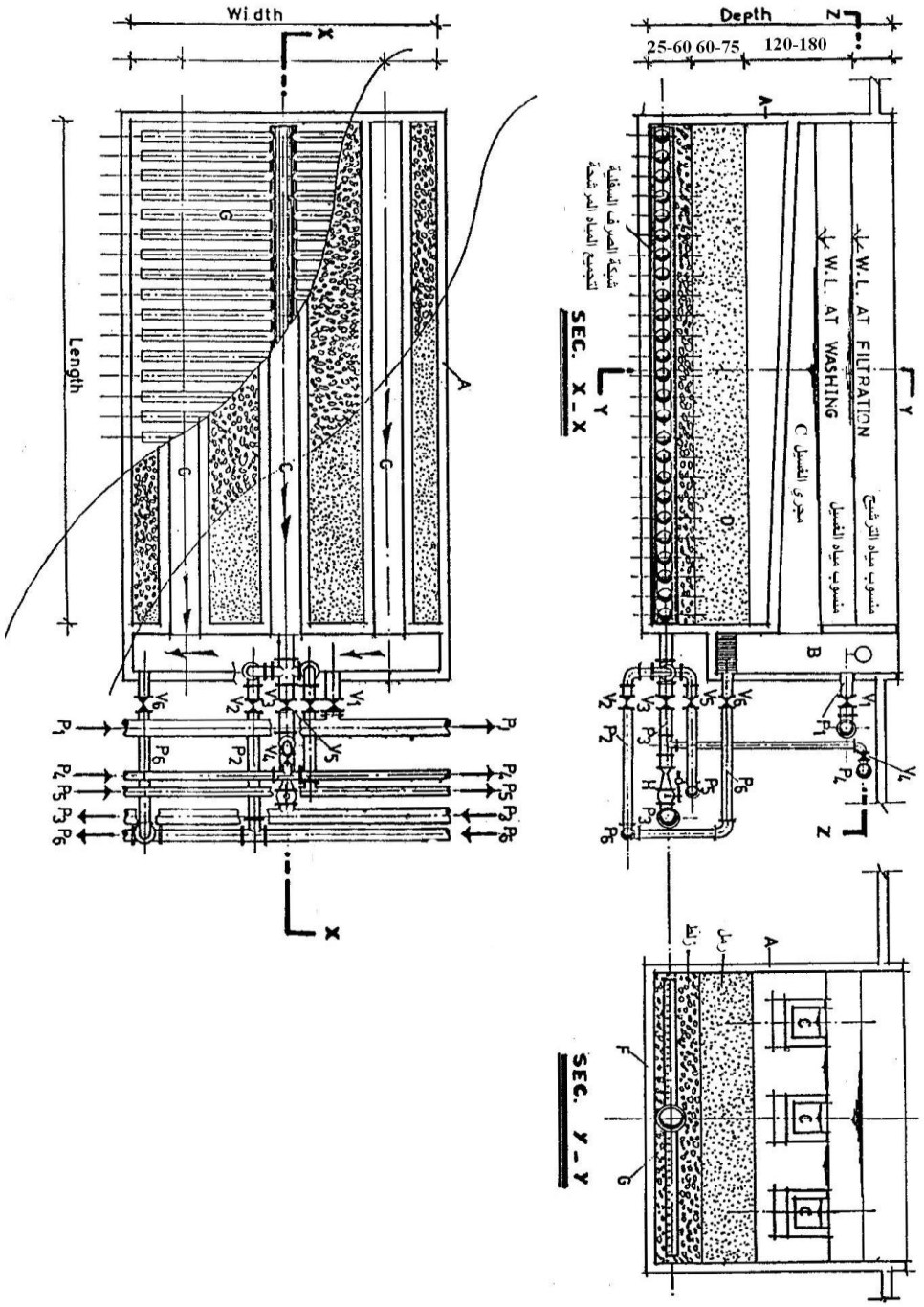


1 - مأخذ شاطىء
2 – ماسورة المأخذ
3 – بيارة المياه العكرة
4 – محطة طلمبات المياه العكرة
5 – إضافة الكيماويات
6 – المزج السريع
7 – حوض ترويق
8 - مرشحات سريعة
9 – التعقيم
10 – خزان أرضي
11 – بيارة المياه المرشحة
12 – طلمبات الضغط العالي
13 – الخزان العالي
14 - – شبكة التوزيع
15 – تعقيم مبدئي
16 – خزان الروبة
17 – حوض ترويب
18 – حوض ترسيب
19 – زحافة كشط الرواسب

شكل (39)

مخطط تنقية المياه السطحية باستخدام المرشحات الرملية ذات المعدل السريع

تفاصيل عمل المرشح الرملي السريع مع قطاعات له – شكل (40) .



P1 ماسورة المياه المروقه .

P2 ماسورة خروج مياه التحضير .

P3 ماسورة خروج المياه المرشحة .

P4 ماسورة الهواء المضغوط .

P5 ماسورة مياه الغسيل .

P6 ماسورة خروج مياه الغسيل .

V1 محبس دخول المياه .

V2 محبس مياه التحضير .

V3 محبس خروج مياه الترشيح .

V4 محبس دخول الهواء المضغوط .

V5 محبس دخول مياه الغسيل .

V6 محبس التصافي و مياه الغسيل .

شكل (40)

المرشح الرملي السريع للمياه

أسس التصميم :

سمك طبقة الرمل تتراوح من 50 – 70 و بقطر حبيات 0.6 – 1,5 و معامل انتظام 1,35 – 1,5 .

سمك طبقة الزلط المتدرج تتراوح من 30 – 60 سم .

مساحة المرشح تتراوح من 40 – 60 م2 .

معدل الترشيح 120 – 180 م3 / م2 / يوم .

نسبة العرض : الطول = 1 : 1,25 الي 1 : 2 .

$$\text{أقل عدد من المرشحات} = 0.44 \sqrt{\text{تصرف المحطة (م3 / يوم)}}$$

مواصفات الرمل و الزلط المستخدم في المرشحات :

يجب أن يكون الزلط و الرمل المستخدم في المرشحات نظيفا - خاليا من الأتربة و المواد العضوية و البقايا النباتية و الطفلية - وأن يكون صلدا و مستديرا و يفضل أن يكون من الكوارتز .

الزلط :

يكون الزلط متدرجا عند استعماله و يوضع بالمرشح بالطريقة التالية :

3/1 العمق – الطبقة السفليةزلط بمقاس 1سم .

6/1 العمق – الطبقة التالية زلط بمقاس 1/ 2 سم

6/1 العمق – الطبقة التالية زلط بمقاس 1/ 4 سم

6/1 العمق – الطبقة التالية زلط بمقاس 1/ 8 سم

6/1 العمق – الطبقة التالية زلط بمقاس 1/ 12 سم

الرمل :

يجب ألا يفقد أكثر من 5% من وزنه بعد وضعه في حامض هيدروكلوريك لمده 24ساعة .

يكون القطر الفعال في المرشح البطىء من 0,25 إلي 0,35 مم .

معامل انتظام في حدود 1,3 – 1,8 وهو النسبة بين مقاس المنخل (مم) الذي يسمح بمرور60% من وزن الكمية : مقاس المنخل (مم) الذي يسمح بمرور 10% من وزن الكمية .

يكون القطر الفعال في المرشح السريع بين 0.4 – 1.2 .

معامل الانتظام بين 1,35 – 1,5 حيث أن معامل الانتظام يعبر عن درجة التغير في حجم الرمل، و هو عبارة عن النسبة بين فتحة المنخل التي يمر من خلالها 60% من وزن الرمل و بين الحجم الفعال (الحجم الفعال هو فتحة المنخل التي تحجز 90% من وزن الرمل) .

نسبة السيليكا لا تقل عن 95 % .

يمر 95 % من الرمل من خلال المنخل 10 مم .

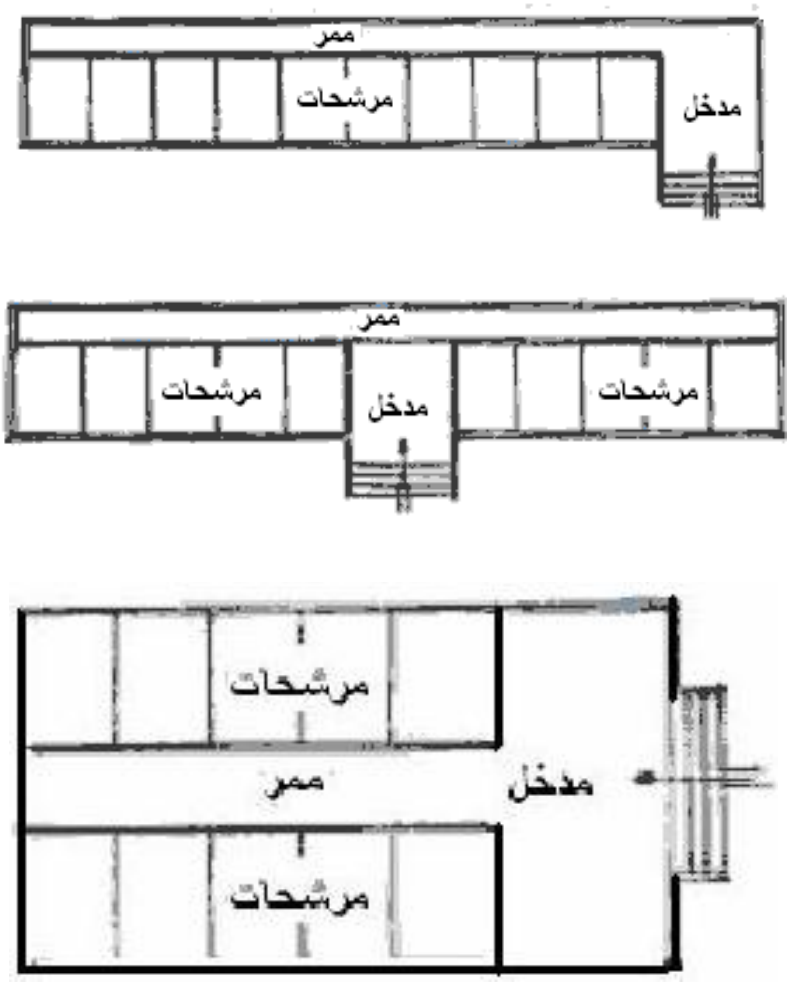
جدول (1) ، يبين المقارنة بين الأنواع الثلاثة :

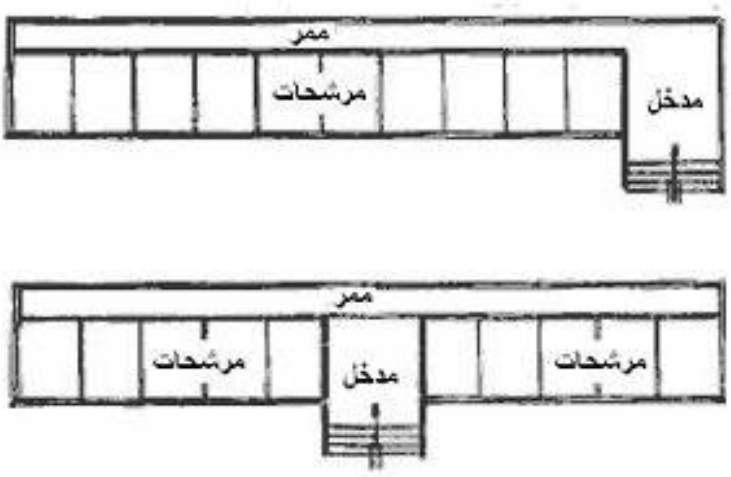
جدول (1)

مقارنة بين مرشحات الرمل

الخواص	المرشح البطئ	المرشح السريع	مرشح الضغط
معدل الترشيح	5 – 3	1.8 – 1.2	240 (م3 / م2/ يوم)
وسط الترشيح	رمل - زلط	رمل - زلط	رمل – فحم
سمك وسط الترشيح (م)	1.5	1 – 0.8	حسب الحجم
أبعاد المرشح	40×40	9 ×6	القطر = 50 - 260 سم الطول = 100- 750سم
نوع الرمل	ناعم	خشن	خشن
زمن التشغيل (يوم)	60 -20	1.5 – 0.5	1.5 – 0.5
عملية الغسيل	تكشط الطبقة العليا	يستخدم الماء والهواء للتنظيف	يستخدم الماء والهواء للتنظيف
جودة المياه المنتجة	عالية جدا	عالية	عالية
كفاءة المشغل المنتجة	عادية	عالية	عالية
المساحة المطلوبة	كبيرة جدا	محدودة	محدودة للغاية
تكلفة التشغيل	منخفضة	متوسطة	عالية

توزيعات المرشحات – شكل (41) .





شكل (41)

أشكال وتوزيعات المرشحات

ملاحظة :

1 - يفضل عمل سقف للمرشح لحجب ضوء الشمس لمنع تكون الطحالب داخل المرشح . أما أذا كان هناك حقن كلور مبدئي Pre Chlorination - يمكن الاستغناء عن هذا السقف .

2 - يزود مبني المرشحات بضواغط هواء و كذلك بطلمبات الغسيل .

3 - يركب علي ماسورة التصرف الخارجة من المرشح صمام تثبيت التصرف Rate Control Valve و الذي يقوم بتصريف المياه من المرشح بمعدل ثابت حتي يمكن التحكم في جرعة الكلور . إضافة إلي ذلك يتم تركيب صمام حاجز قبل و بعد صمام تثبيت التصرف . الصمام الأول لمنع دخول مياه التحضير و الصمام الثاني لتفادي تسرب المياه وقت أصلاح صمام تثبيت التصرف .

4 - تركب ماسورة تغذية الهواء في أعلي نقطة لتفادي ارتداد أي مياه داخل ماسورة الهواء – شكل (42) .

شكل (42)

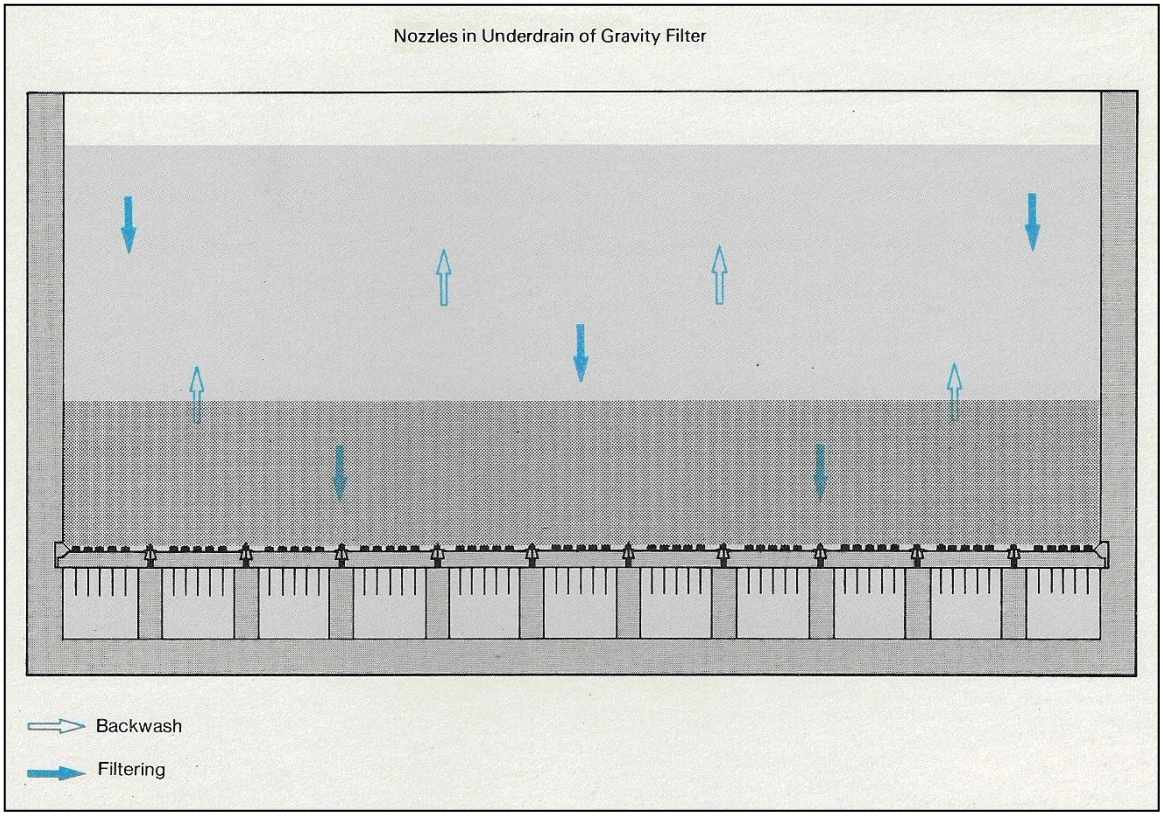
صورة المرشحات في أحد محطات التنقية

طلمبات المرشحات - شكل (43) :

شكل (43)

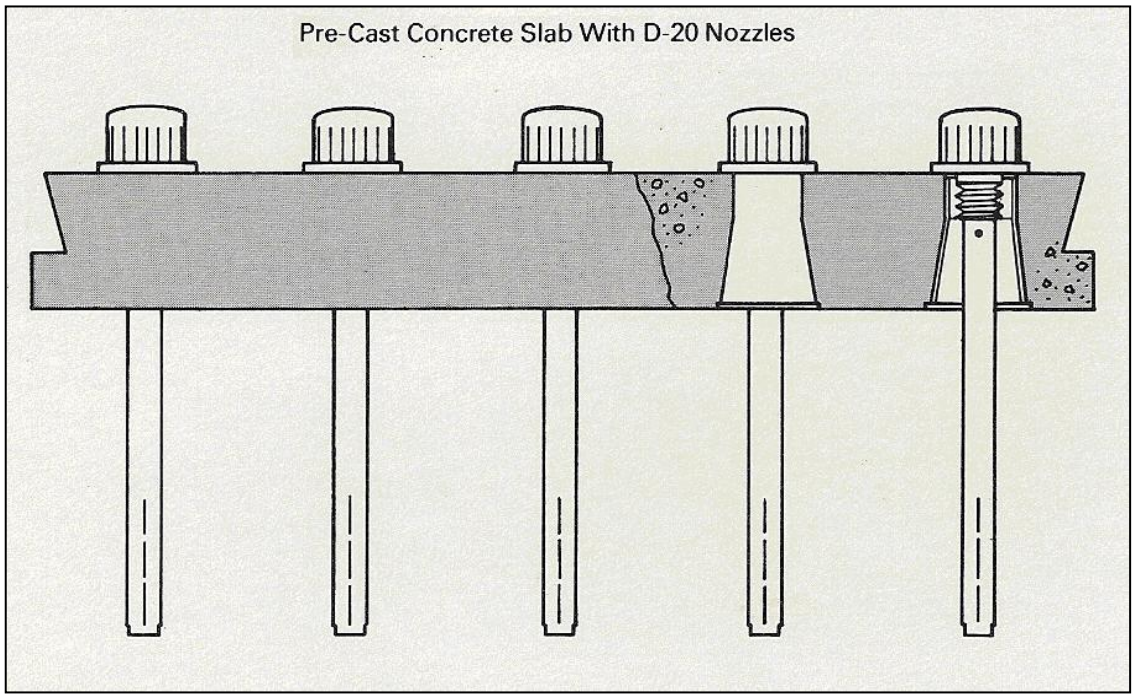
طلمبات المرشحات

تفاصيل عملية الترشيح والغسيل و تفاصيل الرشاشات - شكل (44) :

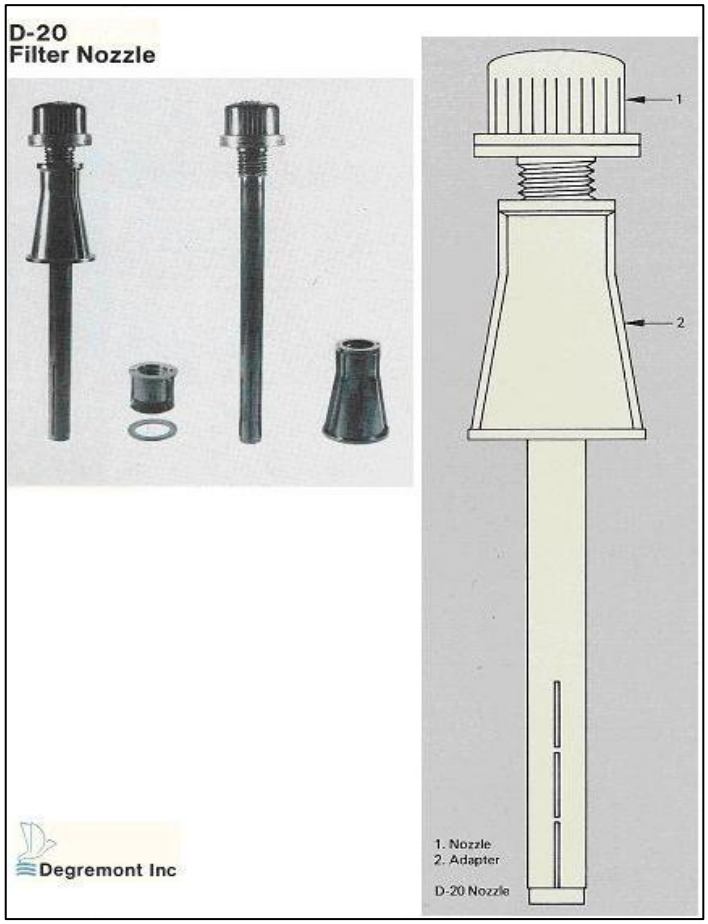


شكل (44)

تفاصيل عملية الترشيح والغسيل



بلاطة أرضية المرشح من الخرسانة سابقة التجهيز و مثبت بها الرشاشات



شكل (44)

تفاصيل الرشاشات

2 - المرشح الرملي البطيء Slow Sand Filter :

يتكون المرشح من حوض من الخرسانة - توجد علي أرضية المرشح شبكة من المواسير المثقوبة يعلوها طبقة من الزلط المتدرج بسمك 30 - 60 سم و يعلو طبقة الزلط طبقة أخري من الرمل بسمك 60 - 120سم بقطر فعال من 0,25 – 0,35 . يصل ارتفاع الماء فوق الرمل إلي 150سم وتتراوح سرعة الترشيح من 2 : 4 متر مكعب ماء لكل متر مسطح من رمل المرشح في اليوم 24 ساعة وأصبح غير عملى هذا النوع ويتم تنظيفه دوريا كل شهرين بإزالة الطبقة السطحية بسمك من 3 – 5 سم . و من المعروف عن المرشحات البطيئة أنها تحتاج إلي مساحات واسعة من الأرض مما يجعل تكاليفها أكثر من المرشحات السريعة ، فضلا عن عدم صلاحيتها في المناطق الحارة حيث تنمو الطحالب بكثرة . و الأصل في استعمال المرشحات البطيئة هو لترشيح المياه ذات العكاره البسيطة . و نادرا ما يستخدم المرشح البطيء لأغراض الشرب في المدن الكبري حيث يحتاج إلي مساحات كبيرة من الأرض نتيجة بطيء عملية الترشيح و يستخدم في ترشيح المياه في التجمعات الصغيرة مثل القري الصغيرة ، ويعتبر المرشح البطيء أنسب الحلول لأمداد القرية المصرية بالمياه النقية . صورة المرشح البطيء – شكل (45) ، مخطط التنقية بالمرشحات البطيئة ، قطاعات في المرشح البطيء – شكل (46) .

أسس التصميم :

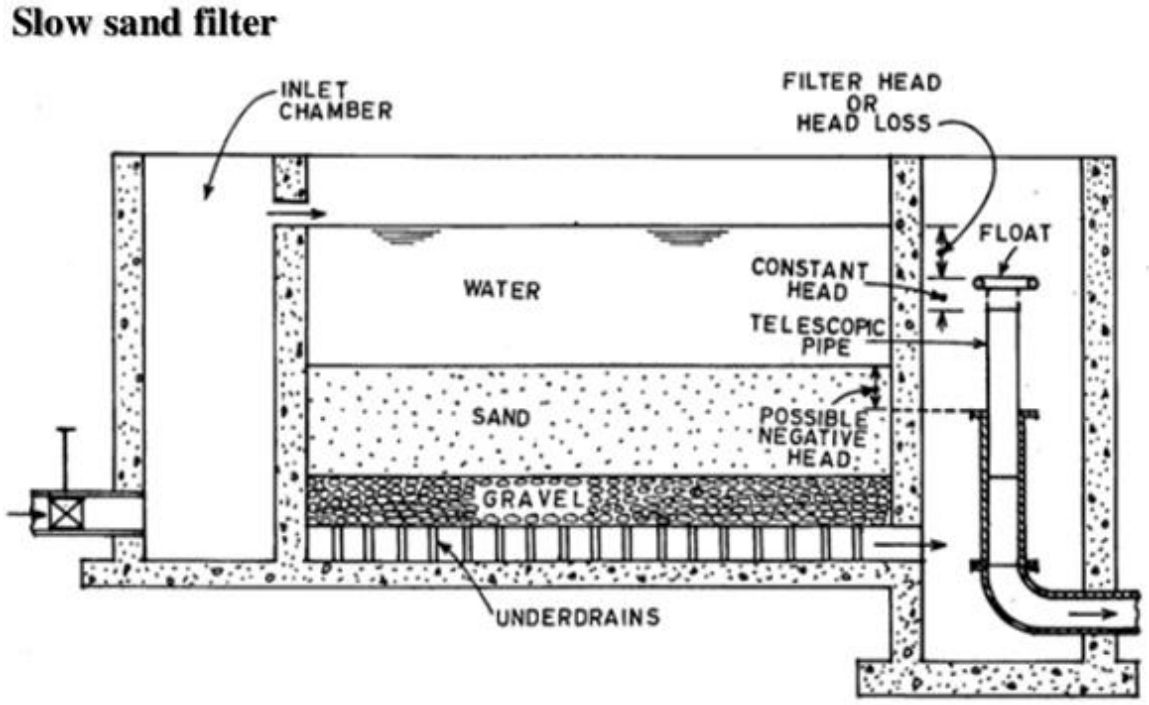
معدل الترشيح من 3 – 5 م3 / م2 / يوم .

سمك طبقة الزلط المتدرج = 30 - 60 سم

سمك طبقة من الرمل بسمك 60 - 120سم بقطر فعال من 0,25 – 0,35 .

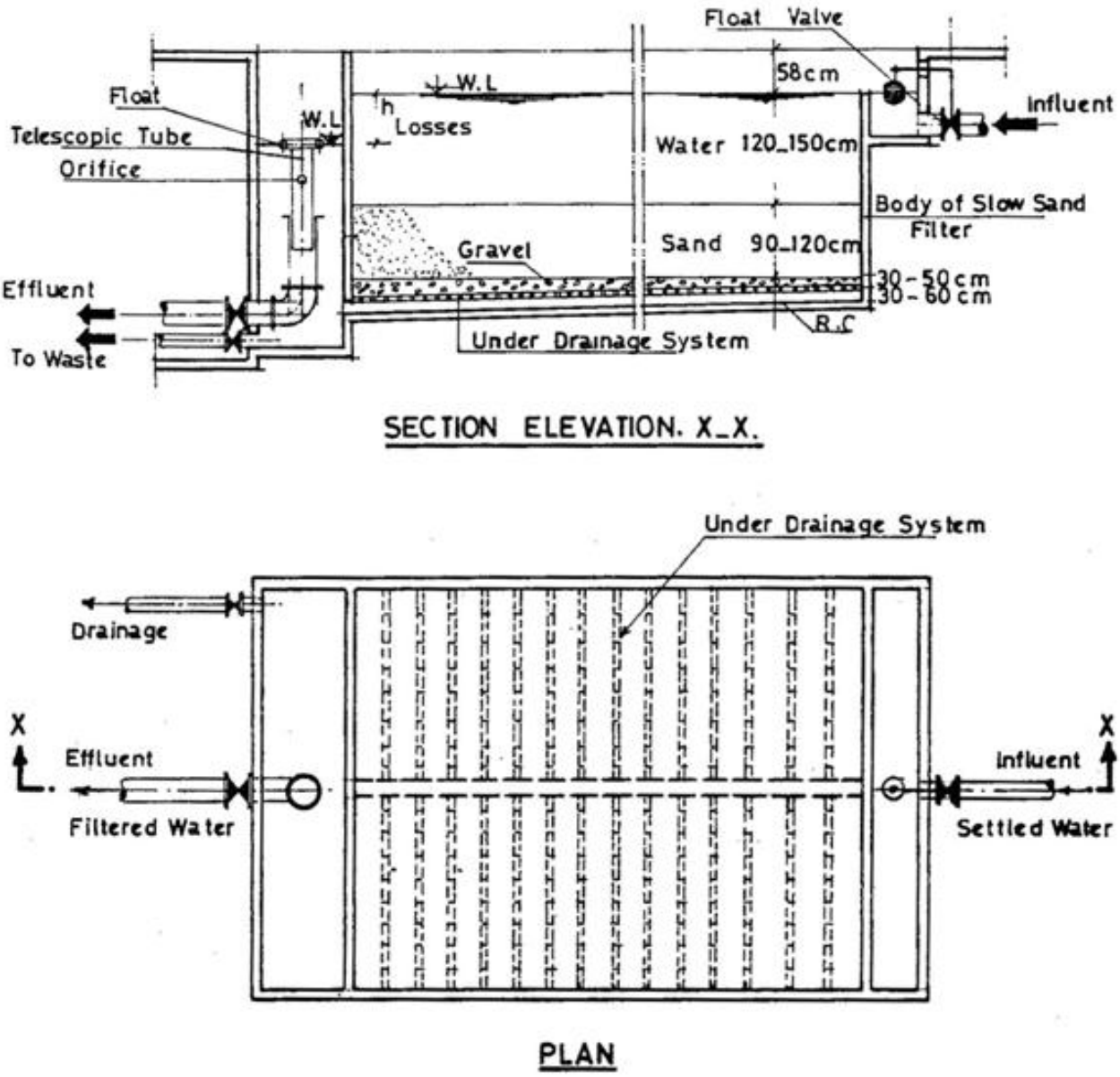
سرعة دخول المياه الي المرشحات من 0.5 – 0.7 م / ث .

سرعة المياه داخل قنوات التصريف للمياه المرشحة لا تزيد عن 0,6 م / ث .



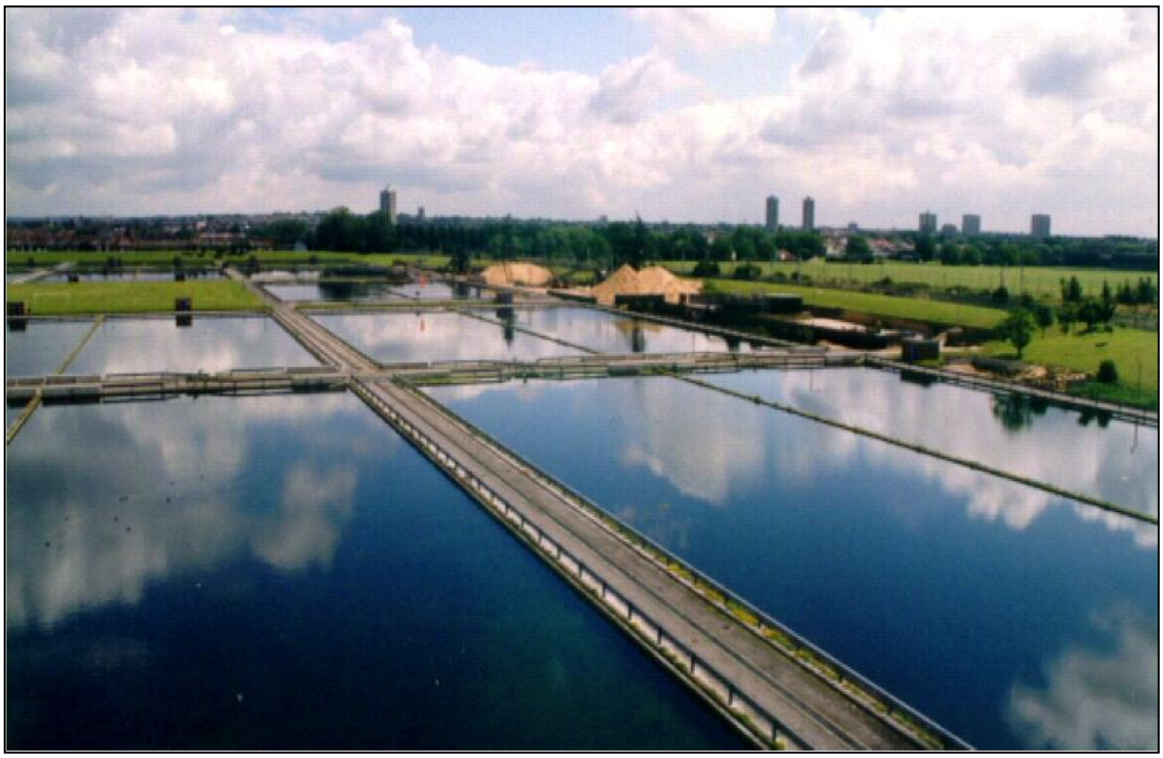
شكل (45)

قطاع عرضي للمرشحات البطيئة



شكل (45)

قطاع رأسي ومسقط أفقى للمرشح الرملي البطىء Slow Sand Filter

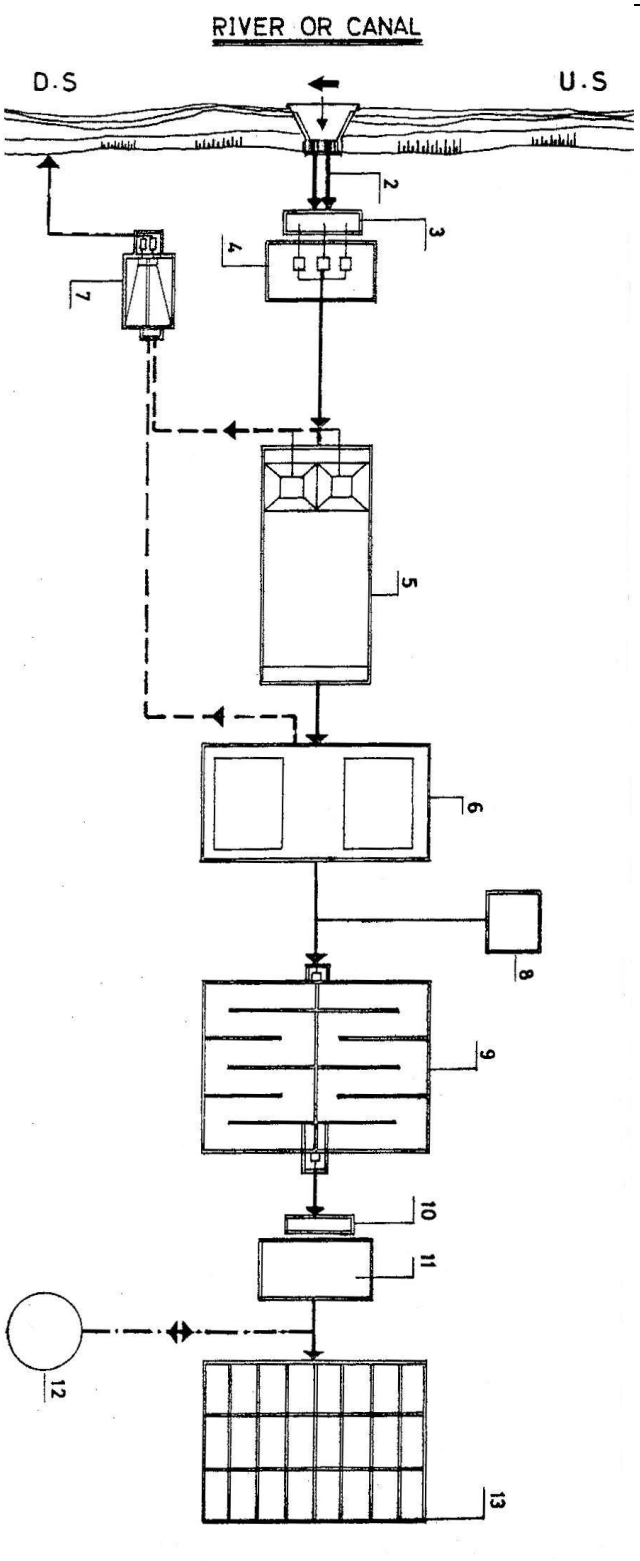


شكل (48)

المرشحات البطيئة

مخطط المعالجة باستعمال المرشح الرملي البطيء :

شكل (48) :



1 – المأخذ .
2 – مواسير المدخل .
3 – بيارة المياه العكرة .
4 – محطة طلمبات المياه العكرة .
5 – حوض الترسيب بالجاذبية .
6 – المرشحات الرملية البطيئة .
7 – خزان تجميع الروبة .
8 – إضافة الكلور .
9 – الخزان الأرضى .
10 – بيارة المياه المرشحة .
11 – طلمبات الضغط العالي .
12 – الخزان العالي .
13 – شبكة التوزيع .

شكل (46)

مخطط المعالجة باستعمال المرشح الرملي البطيء – يستعمل في الريف

ب - مرشحات الضغط Pressure Filter :

استعمالات مرشحات الضغط :

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

أ – الأغراض الصناعية – لترشيح مياه لمصنع بعيدا عن مصدر المياه النقية .

ب – إمداد المجتمعات السكنية الصغيرة بالمياه النقية .

ج – إمداد المجتمعات السكنية المؤقتة (كالمعسكرات الصيفية والثقافية والترفيهية) أو الوحدات السكنية المتنقلة (كوحدات الجنود المحاربة) وفي هذه الحالات يثبت المرشح على سيارة نقل عادية (لورى) لسهولة انتقاله من مكان لآخر حسب الحاجة .

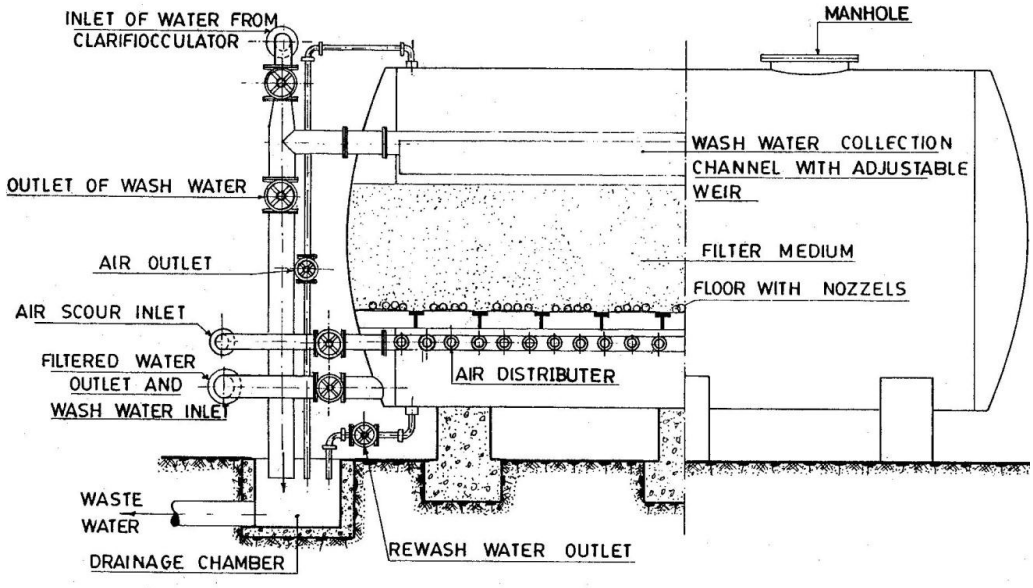
1 – المرشحات الأفقية :

وهى عبارة عن أسطوانة من الصلب محكمة ، النوع الأفقى يتراوح قطره من 2,5 إلى 3,5 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 هى أن تضغط المياه بعد الترسيب بواسطة مضخات ذات ضغط 2 جو 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 فتتفكك حبيبات الرمل على بعضها ومن ثم باحتكاكها مع بعضها للتخلص مما علق بها من مواد هلامية تخرج مع المياه من المرشح كما أنه لابد من فترة إنضاج للمرشح بعد عملية الغسيل قبل استعمال المرشح ومعدل الترشيح في هذه المرشحات هو 100 – 150 متر مكعب .

تكون هذه المرشحات أما أفقية - شكل (47) أو رأسية – شكل (48) ، من حيث محور الهيكل الأسطواني للمرشح ، ألا أن سريان الماء في كلا النوعين يكون رأسيا و من أعلي إلي أسفل ، ويتم غسله في اتجاه عكس الترشيح .

يتكون هذا المرشح من الرمل و الزلط و شبكة المواسير السفلي - مثل المرشح السريع - و يختلف في أنه يوجد بداخل أسطوانة مقفلة من الحديد و أن المياه يتم ترشيحها تحت ضغط يساوي 2 ضغط جوي و بذلك يمكن الاستغناء عن استعمال الطلمبات الرافعة للمياه المرشحة.

و مرشحات الضغط صغيره الحجم، تحتاج إلي مساحة أقل من المرشح السريع . تستعمل هذه المرشحات في حمامات السباحة و في عمليات المياه المدمجة .



شكل (47)

تفاصيل مرشح الضغط الأفقي

Water Care Technology

شكل (47)

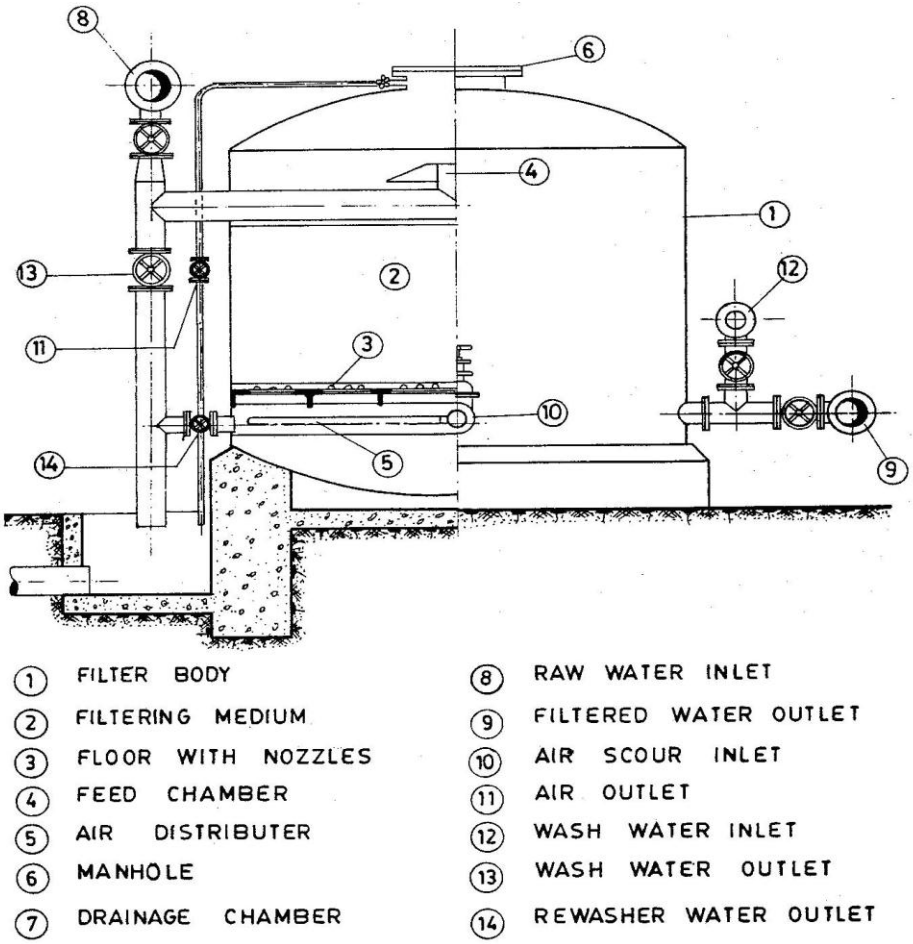
مرشح الضغط الأفقي

2 – المرشحات الرأسية :

وهى عبارة عن أسطوانة من الصلب محكمة والنوع الرأسى يتراوح قطره من نصف متر إلى ثلاثة أمتار وارتفاعه من مترين إلى أربعة أمتار – وهو يستعمل التصرفات الصغيرة . 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 . طريقة التشغيل هى أن تضغط المياه بعد الترسيب بواسطة مضخات ذات ضغط عالى 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 فتتفكك حبيبات الرمل عن بعضها ومن ثم باحتكاكها مع بعضها للتخلص مما علق بها من مواد هلامية تخرج مع المياه من المرشح كما أنه لابد من فترة إنضاج للمرشح بعد عملية الغسيل قبل استعمال المرشح ومعدل الترشيح في هذه المرشحات هو 100 – 150 متر مكعب .

تستخدم هذه الأجهزة للاستعمالات الصناعية الكبيرة مثل محطات مياه الشرب، مصافي النفط ومحطات التوليد والمنشآت الكبيرة التي تحتاج إلى كميات كبيرة جداً من الماء الخالي من المواد العضوية والكلور والرائحة، وهي بطاقة أكبر من 400 م3 / يوم.

يتألف تحكم هذه الأجهزة من دارة من الصمامات والإكسسوارات وتكون الصمامات إما يدوية أو كهربائية أو هوائية أو تعمل بضغط الماء ويتم التحكم بعملها عن طريق لوحة تحكم مبرمجة أو عن طريق صمام قائد.

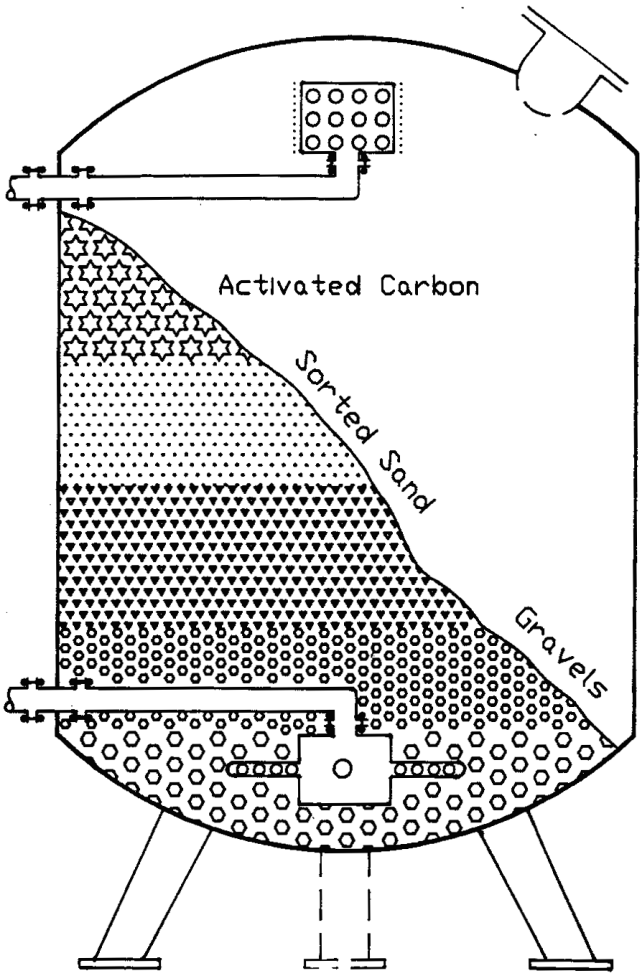


شكل (48)

مرشح الضغط الرأسي

شكل (48)

مرشح رملي للمياه بالضغط



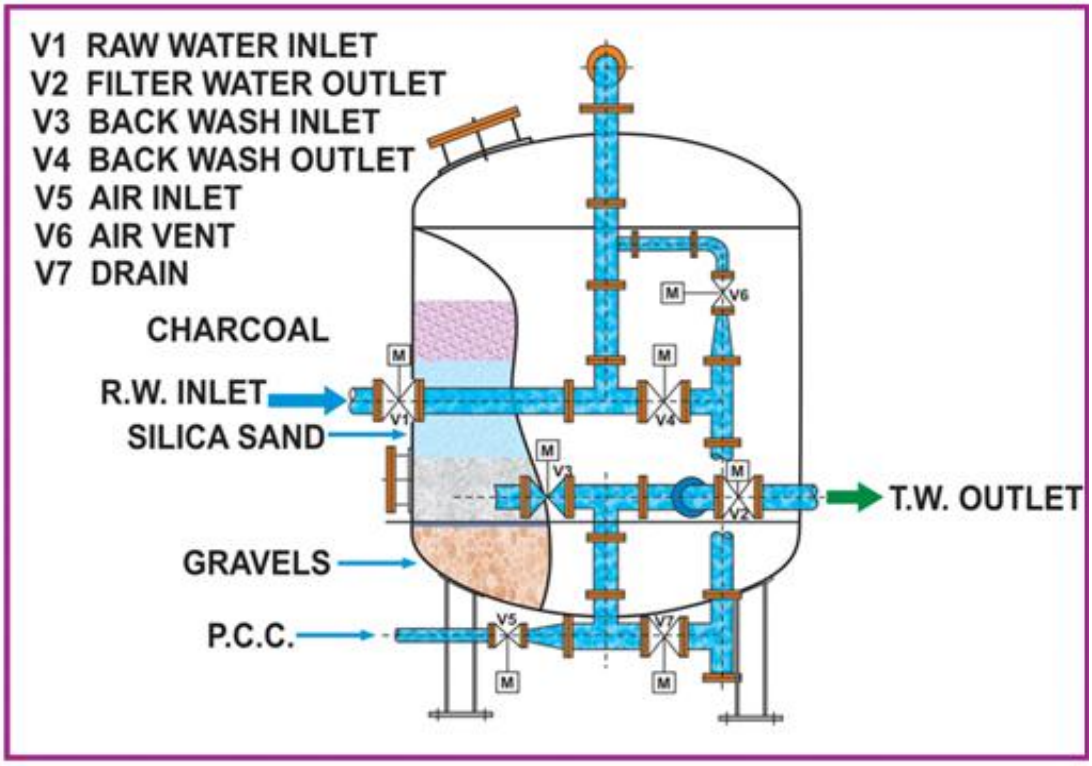
Pressure Sand Filter

شكل (48)

تفاصيل و مكونات مرشح رملي للمياه بالضغط

مرشح رملي للمياه بالضغط مزود بطبقة من الكربون :

يتميز بوجود طبقة من الكربون للتنقية من المواد العضوية و الغازات - شكل (49) :



شكل (49)

مرشح رملي للمياه بالضغط مزود بطبقة من الكربون

ج - مرشحات التنقية بواسطة الأغشية – الترشيح الفائق Ultrafiltration :

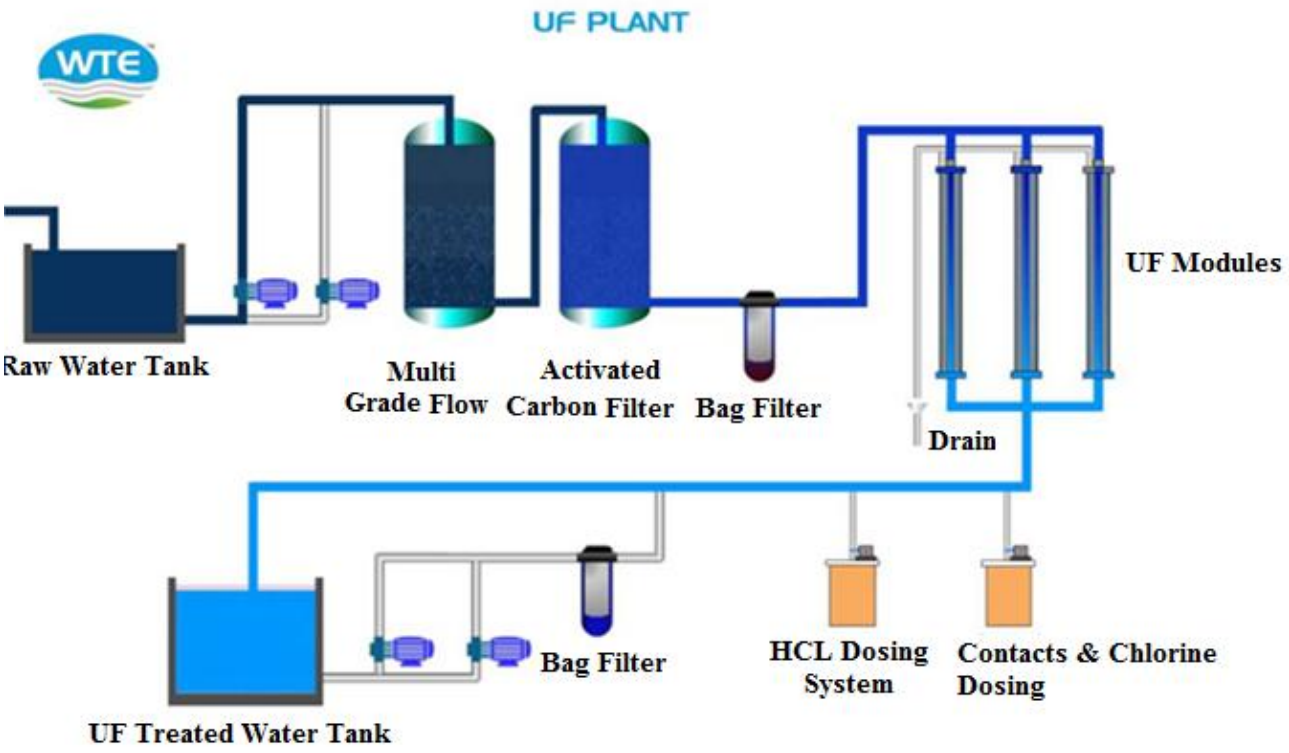
الوصف نظام الترشيح :

نظم الترشيح الفائق (UF) هي أنظمة الفلترة الدقيقة في وجود غشاء دقيق المسامات، حيث يدفع الضغط الهيدروليكي المذيبات ضد غشاء دقيق جدا. يتم حجب الجسيمات والمواد الصلبة العالقة التي تكون كبيرة الحجم في حين يتم السماح للماء والمواد المذابة ذات الوزن الجزيئي المنخفض في التدفق من خلال الغشاء. تستعمل هذه الأغشية في الصناعة والبحوث و توظف هذه العملية لفصل وتنقية وتركيز الجزيئات في السوائل (103- 106 دالتون) ، وعادة محاليل البروتين. يتم بناء محطات UF بألياف مجوفة لتنقية المياه السطحية أو الجوفية من المواد الصلبة العالقة والغرويات وجميع أنواع الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات والأوليات والجراثيم واليرقات.

الترشيح الفائق يشبه الدقيق، الترشيح الدقيق جدا أو فصل الغاز، إلا أنها تختلف في جزيء أحجام الحجب. لتلبية معايير التطبيقات الحرجة، وأنظمة الترشيح الفائق تزيل الحاجة إلى تنقية المياه باستخدام الطرق التقليدية التي تتطلب مساحات كبيرة. نظم الترشيح الفائق فعالة تستخدم الأغشية التي يمكن أن تكون مغمورة، أتوماتيكية الغسيل العكسي، مع أو بدون استخدام الهواء خلال مراحل الغسيل العكسي. الأغشية من نوع UF / MF تعتبر أفضل ما توصلت إليه تقنية معالجة المياه ومياه الصرف الصحي . الترشيح الفائق هو ضغط يحركه عملية فصل الغشاء الذي يزيل الجسيمات العالقة (تشمل المواد الغروية، والطمي) من المياه. هذا الحل هو أكثر موثوقية بكثير من مرشح الوسائط المتعددة التقليدية، الذي يزيل الجزيئات ذات ال 10 ميكرون أو أكبر، بينما يتراوح حجم المسام في الغشاء فائق الترشيح من 0.10-0.01 ميكرون. بالإضافة إلى إزالة العكارة الفائق، والأغشية فائقة الترشيح تزيل البكتيريا ومعظم الفيروسات بكفاءة . نظم الترشيح الفائق Ultrafiltration تلغي الحاجة لأنظمة المرشحات متعددة الوسائط. تصميمات جاهزة تستند إلى اتجاه تدفق المياه من الخارج إلى الداخل والذي

يقلل من فرصة إنسداد الأغشية من قبل المواد الصلبة العالقة، و بالتالي، سنحصل على أعلى تدفق وسهولة في التنظيف.

وصف الجهاز - شكل (50) :



مخطط محطة التنقية الفائقة للمياه السطحية Ultrafiltration Plant

شكل (50)

محطة للترشيح الفائق للمياه Ultra Filtration Plant

مميزات محطة الترشيح الفائق :

محطة الترشيح الفائق للاضطرابات المنخفضة والمتوسطة والعالية

مقاومة عالية ، تلوث منخفض في الأغشية الخارجية

التحكم القياسي مع وحدة تحكم صغيرة وعرض التعكر

تحكم متقدم مع مرسلات التدفق والضغط والضغط التفاضلي والعكارة لمراقبة البيانات والتطبيع و SCADA.

يشمل النظام :

مضخة تغذية مع التحكم في التردد SS 316 .

فلتر تنظيف ذاتي 50-200 ميكرون .

وحدات UF الألياف المجوفة خارج / في تكوين تدفق مسدود أو عبر عرضي .

مضخة الغسيل العكسي .

منفاخ الهواء .

محطات الجرعات الكيميائية لغسيل خلفي محسن كيميائياً .

الأجهزة القياسية أو المتقدمة .

التصميم العام لمحطات الترشيح الفائق – جدول (2) :

جدول (2)

التصميم العام لمحطات الترشيح الفائق :General Design Data For Ultrafiltration Plants

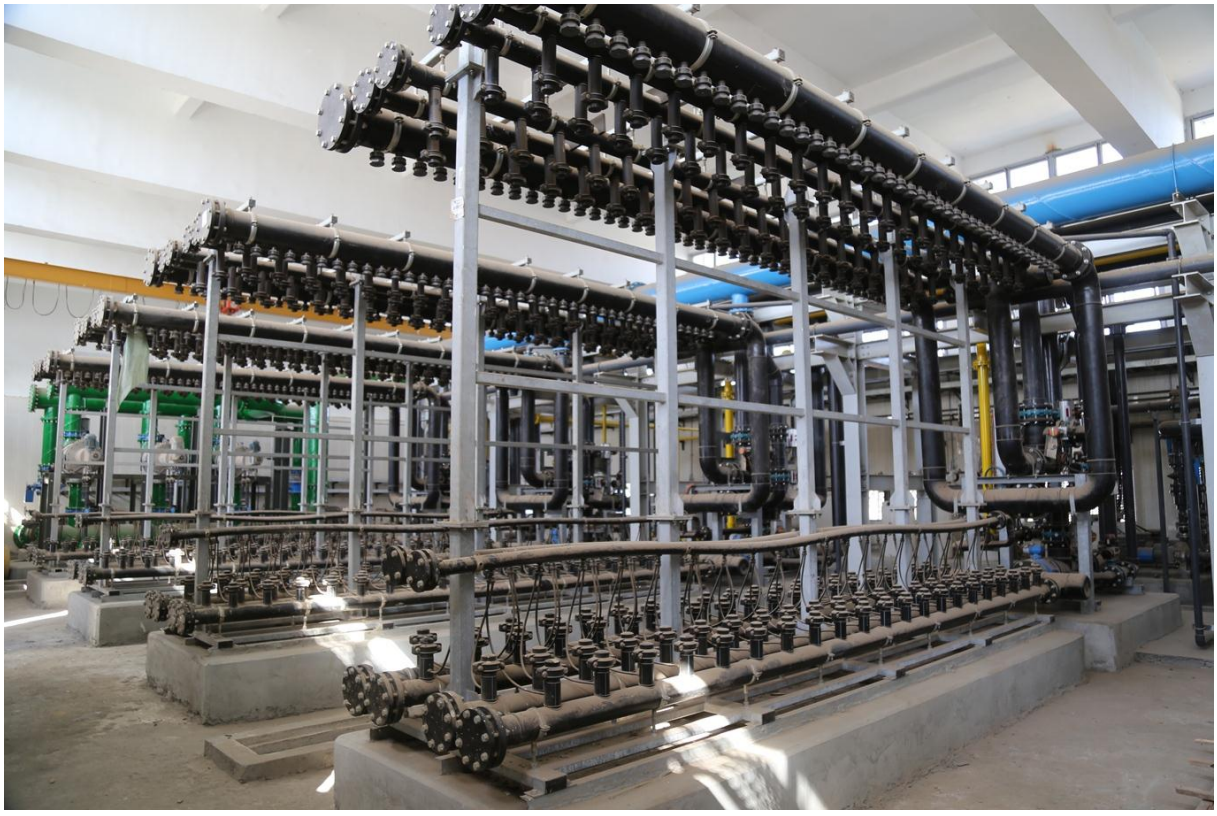
	Groundwater	Seawater	Surface water
Turbidity	< 5 NTU	< 20 NTU	< 50 NTU
Flux	75 lmh	60 lmh	45 lmh
Daily recovery (24h)	96%	94%	85%
Membrane types	Hollow fiber outside-in		
Max TSS	100 mg/L		
Max COD	60 ppm		
Max oil and grease	2 ppm		

مثال من الطبيعة :

محطة مياه فرشوط – أول محطة تعمل بتقنية الترشيح الفائق بصعيد مصر ، تم تشييد أول محطة لتنقية مياه الشرب تعمل بنظام Ultra Filtration أو الترشيح الفائق.

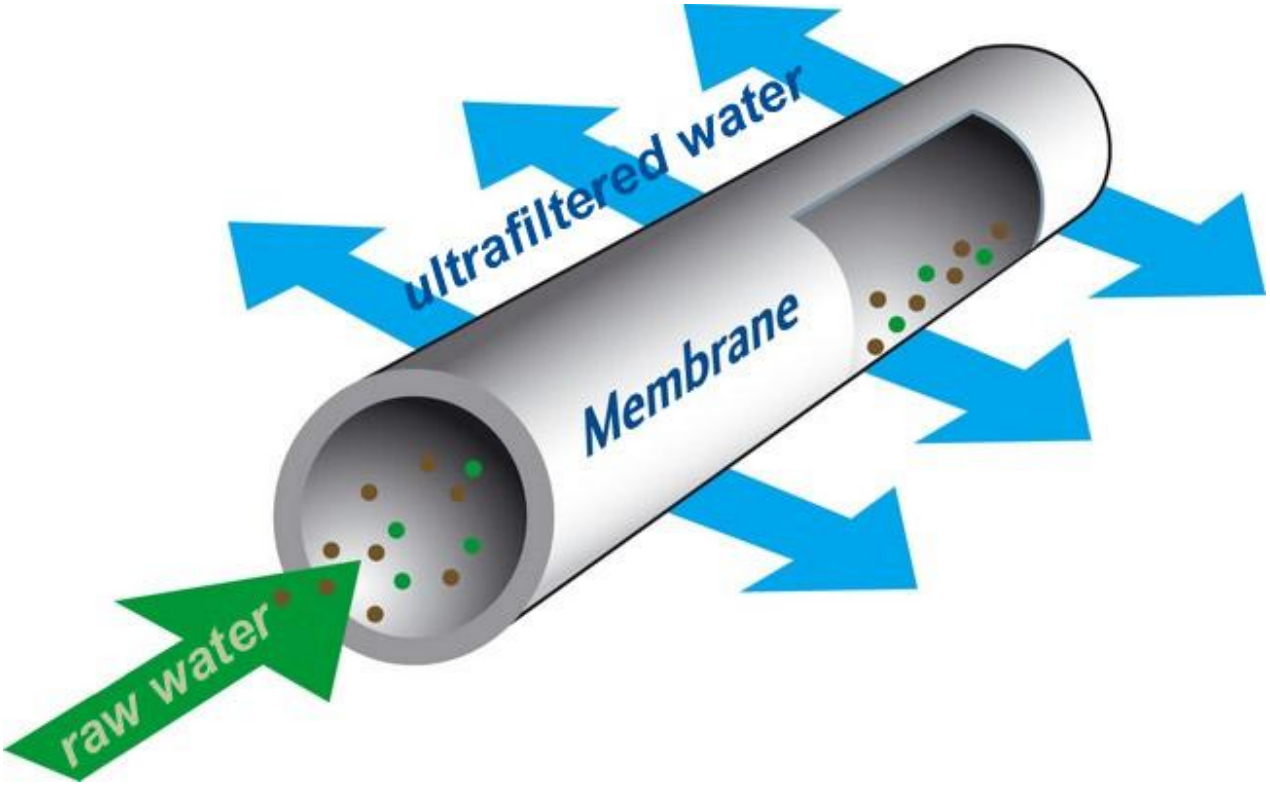
توفر المحطة المياه النقية لـ 190 ألف مواطن من أهالي المدينة والقرى التابعة لها، 400 لتر/ ثانية بتكلفة إجمالية 270 مليون جنيه، ومن المقرر رفع كفاءتها مستقبلا لتصل طاقتها الإنتاجية إلى 800 لتر / ثانية للتوسع المستقبلي – شكل (51).

محطة مياه فرشوط



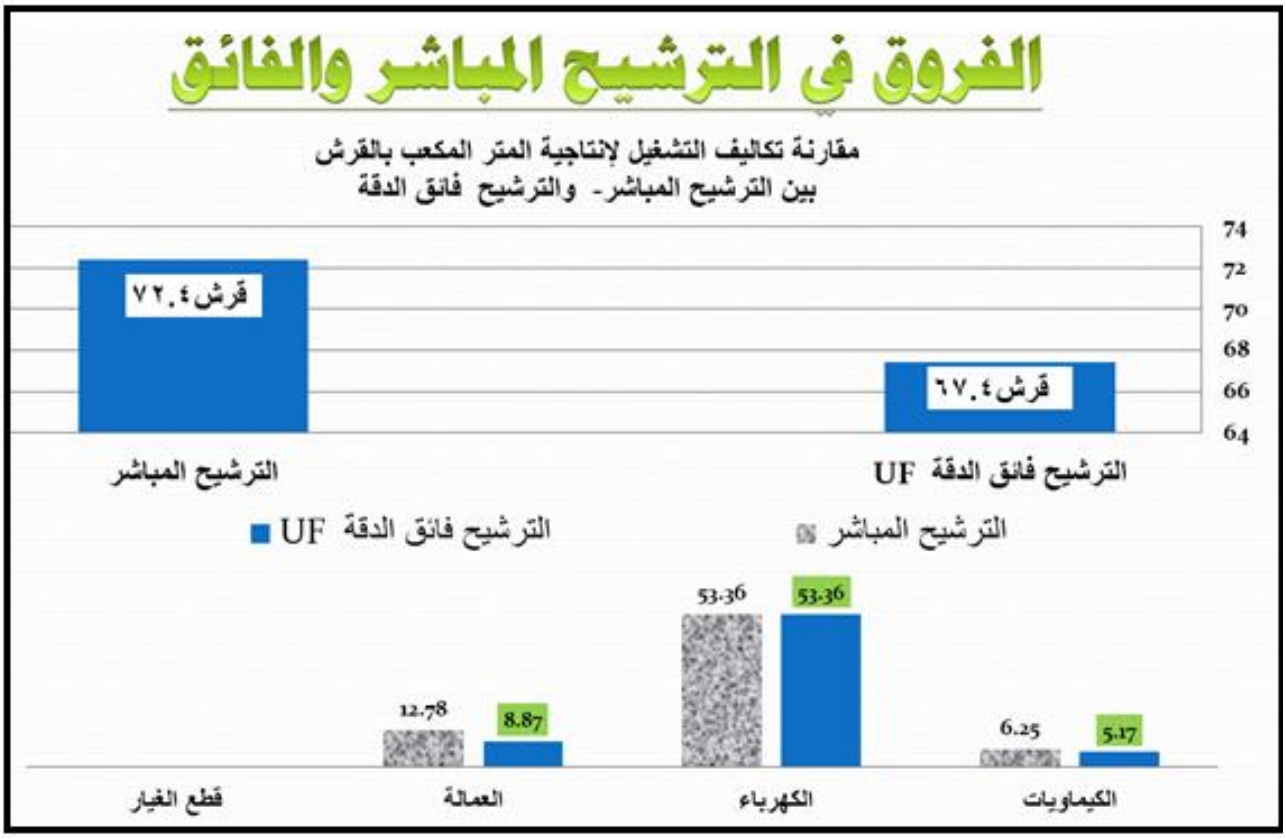
شكل (51)

محطة مياه فرشوط



شكل (51)

تفاصيل عملية الترشيح الفائق



مقارنة الترشح العادي و الترشيح الفائق

جهاز الترشيح الفائق المدمج :

يصنع هذا الجهاز لتنقية المياه داخل حاوية – شكل (52).

شكل (52)

محطة تنقية المياه مدمجة مزودة بأغشية الترشيح الفائقة – توضع داخل حاوية

Mineral Water Treatment Plant/Ultrafiltration Filter System/ Containerized Water Treatment Equipment

عملية تعقيم المياه
Disinfection

تاسعا : عملية تعقيم المياه Disinfection :

تعقيم المياه هي العملية التي يتم فيها قتل الأحياء الدقيقة والفيروسات المسببة للأمراض أو تعطيل آلية عملها أو إزالتها. وهذه العملية خاصة بمعالجة مياه الشرب إذ أنها لا تقتل جميع الأحياء المتواجدة في المياه . وفي معظم البلدان يُطلب من إمدادات المياه العامة الحفاظ على مستوى معين من التعقيم في جميع أنحاء نظام التوزيع والذي يُتوقع أن تبقى المياه فيه لعدة أيام قبل أن تصل إلى المستهلك. وبعد إدخال أي مادة كيماوية معقمة، تُخزن المياه في خزانات خاصة مؤقتة وتُعرف بخزان التطهير وذلك للسماح للمادة الكيميائية المضافة اتمام عملية التعقيم. وكثيرا ما يشير المصطلح ضمنيا إلى اللوازم الصحية المصاحبة للمياه الطاهرة.

الغرض من الـتعقيم :

1 - الـتخلص من باقي البكتيريا الضارة .

2 - أعطاء جرعة أضافية من الكلور يمكن أن تصل إلي نهايات الخطوط في الشبكة و تقضي علي أي تلوث .

طرق تطهير المياه :

تنقسم طرق التعقيم (من حيث مبدأ العمل) إلى قسمين وهما :

طرق كيميائية : أهمها الكلور والأوزون وثاني أكسيد الكلور والكلورامين .

طرق فيزيائية : أهمها الحرارة والأشعة فوق البنفسجية .

عوامل تلعب دوراً في عملية تطهير المياه :

- نوع الكائنات الدقيقة : بعض الأحياء الدقيقة يستطيع تحمل مواد التطهير بتراكيز أكبر من غيرها.
- نوع المعقم : فبعض المعقمات تأثيرها أضعف من الآخر.
- تركيز المادة المطهرة : كلما زاد التركيز، كلما كان التطهير أقوى (يوجد نسبة قصوى لكل مادة).
- فترة تفاعل المطهر: بعض المواد المطهرة تتفاعل ببطء أكثر من الأخرى.
- جودة المياه : وذلك بحسب العوامل التالية :

1 - مستوى العكارة : فوجود الجسيمات الدقيقة يمكن أن يحمي الكائنات الحية الدقيقة ويعرقل عمل المادة المطهرة. فينبغي أن لا يتجاوز مستوى العكارة 0,5.

2 - وجود المواد العضوية الطبيعية (NOM) : فوجودها يعني استهلاك أكبر للمواد المعقمة (يؤدي أيضاً إلى إنتاج مواد تعرف بمخلفات التطهير (DBP) .

3 - درجة الحموضة : درجة حموضة المياه تؤثر على عمل المادة المطهرة.

4 - درجة الحرارة ومدى توزيعها ومعدل التفاعل .

طرق تعقيم مياه الشرب :

أولا : الـتعقيم بالكلور .

ثانيا : التعقيم بالأوزون .
ثالثا : التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية .

أولا : التعقيم بالكلور :

1 - غاز الكلور :

أشهر هذه المعقمات هو الكلورين أو غاز الكلور أو الكلور (CL_2) وهو عبارة عن غاز أصفر مخضر ، سام وهو فعال جدا لإزالة كل مسببات الأمراض الجرثومية تقريبا، وهو ممتاز لكلا المرحلتين .
قيود استعماله : غاز الكلور قاتل حتى ولو كان بتركيزات منخفضة تصل إلى 0.1 % الهواء من حيث الحجم. فيجب الحرص في التعامل معه.

2 - هيبوكلوريت الصوديوم أو الكالسيوم :

هو أسهل من التعامل مع الكلور الغازي، والأول (أي هيبوكلوريت الصوديوم) أسهل من نظيره هيبوكلوريت الكالسيوم . والعنصر الفعال هو الهيبوكلوريت أو .(ClO^-) أما قيوده فهي أن هذا العنصر يسبب التآكل بشكل سريع، فيجب أن يتم تخزينه برعاية شديدة وأن يبقى بعيدا عن المعدات التي يمكن أن تتضرر من جراء التآكل. ومحلول هيبوكلوريت تتحلل بسرعة فلا ينبغي أن تكون مخزنة لأكثر من شهر واحد. يجب أن تكون مخزنة في مكان بارد ومنطقة جافة ومظلمة.

3 - هيبوكلوريت الكالسيوم :

عند تعبئتها تكون مستقرة جدا، مما يسمح ببقائها لمدة سنة. أما قيودها فهي كنظيرتها هيبوكلوريت الصوديوم بالإضافة إلى أن لها رائحة نفاذة. ويجب أن يبقى هذا العنصر بعيدا عن المواد العضوية مثل الخشب والقماش، والمنتجات البترولية لأنه يمكن لهذه التفاعلات أن تولد حرارة كافية للتسبب في نشوب حريق أو انفجار. كما أنها تمتص الرطوبة بسهولة وتشكل غاز الكلور. لذا، لا بد من تفريغ حاويات شحن أو إغلاقها تماما بعناية.

4 - الكلورامين Chloramines :

وهو ما يعرف بكلورات الأمونيوم (NH_2CL) وهو مادة معقمة تنتج مخلفات تطهير أقل من نظيراتها من المواد الكيميائية. يتم تصنيع الكلورامين في الموقع. وعادة، هو فعال بنسبة 99% في غضون دقائق قليلة (أي أن زمن التعقيم قصير بالنسبة لنظائره من مشتقات الكلور). ومن مشاكله أنه معقم ضعيف. وهو أقل بكثير فعالة ضد الفيروسات أو الطفيليات من الكلور الحر، لهذا السبب يعتبر مادة مناسبة للاستخدام كمطهر لمنع إعادة النمو الثانوية البكتيرية في نظام التوزيع. ومن مشاكله أيضا أنه تحت عوامل معينة يكون ثلاثي كلوريد النيتروجين وهو مادة سامة وقاتلة للإنسان ويضفي طعما ورائحة بغيضين إلى الماء.
تتراوح نسبة الكلور المضاف حسب كمية المواد العضوية والبكتيريا الموجودة في الماء من 0.5 إلى 1 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 .

ويضاف الكلور بإحدى الطرق الآتية :

- محلول الكلور :
وهو هيبوكلوريت الصوديوم ويحضر غالبا بالتحليل الكهربائى لمحلول ملح الطعام في أحواض من الخرسانة وهى طريقة رخيصة .

- غاز الكلور :

وبعد تحويل غاز الكلور من حالته الغازية إلى الحالة السائلة بواسطة الضغط العالى يوضع في أسطوانات من الصلب وتدهن من الخارج عادة باللون الأصفر لتمييزها عن غيرها – شكل (53) وتوصل الأسطوانة بالجهاز ثم يفتح الصمام بينهما ، وعندئذ يتحول الكلور السائل إلى الحالة الغازية ويمر بالسرعة المطلوبة ويمر الغاز في كمية صغيرة من الماء الذى يصبح حينئذ محتويا على نسبة عالية من الكلور ويضاف ذلك إلى الماء المطلوب تعقيمه بواسطة الخلط جيدا .

و هو من أهم طرق التعقيم وأكثرها انتشارا نظرا لسهولة أنتاجه و تكلفته البسيطة بالقياس إلي طرق التعقيم الأخري . و تتحدد جرعه الكلور المضافة للمياه بحيث تكون هناك نسبة من الكلور المتبقي في نهاية شبكة مواسير المياه . و يفضل أن يكون هناك كلور متبقي مقداره 0.2 – 0.5 ملجم / لتر بعد فتره تلامس Contact Time تساوي 20 - 30 دقيقة. كما يزيل الكلور مواد مثل المنجنيز، والحديد، وكبريتيد الهيدروجين ، التي يمكن أن تفسد مذاق المياه.

والكلور يمكن أن يكون في صورة غازية أو سائلة في حاويات مضغوطة أو بودرة هيبوكلوريت الكالسيوم الذي يذوب بسهولة في الماء.

شكل (53)

أسطوانة الكلور سعة 1 طن ، مصنعة من ألواح الصلب بسمك 12 مم – تقاوم الصدمات الناتجة عن سوء التداول والتخزين

طريقة إضافة الكلور :

يضاف الكلور إلي الماء علي هيئة غاز أو محلول أو مسحوق لأحد مركباته . و تعتبر إضافة الكلور إلي الماء علي هيئة غاز أفضل الطرق يليها أضافته إلي الماء علي هيئة سائل .

أحواض التعقيم بالكلور – شكل (54) أو بواسطة الحقن في نقاط معينة – شكل (55):

شكل (54)

أحواض التعقيم بالكلور

العوامل المؤدية إلى تعقيم جيد :

1 - التركيز Concentration .

2 - الرقم الأيدروجيني منخفض Low pH Value .

3 - فترة تلامس مناسبة (20 - 30) دقيقة .

4 - عكاره بسيطة في المياه Low Turbidity .

5 - كلور متبقي Residual Chlorine بنسبة معقولة .

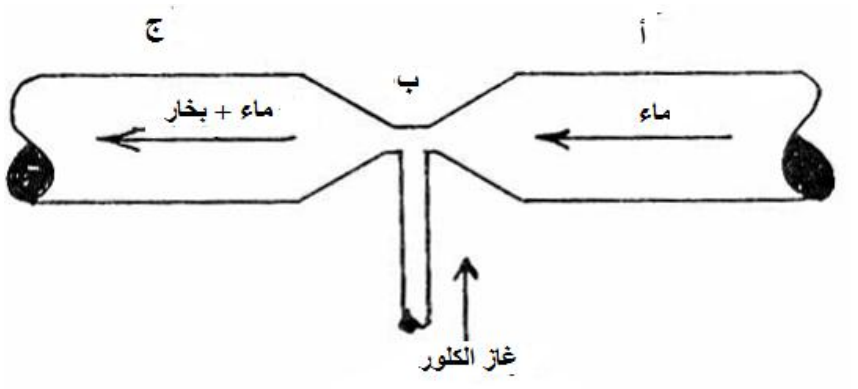
6 - درجه الحرارة : تقل جرعة الكلور بارتفاع درجة الحرارة .

7 - وجود المركبات الأزوتية في الماء : وجود هذه المركبات - خاصة الأمونيا - يحتاج إلي كميات أكبر من الكلور فضلا عن فترة تلامس أطول .

8 - وجود مركبات الحديد و المنجنيز في الماء : تحد وجود هذه المركبات من فاعلية الكلور حيث تستهلك كميات أكبر من الكلور لأكسدة هذه العناصر و التخلص منها .

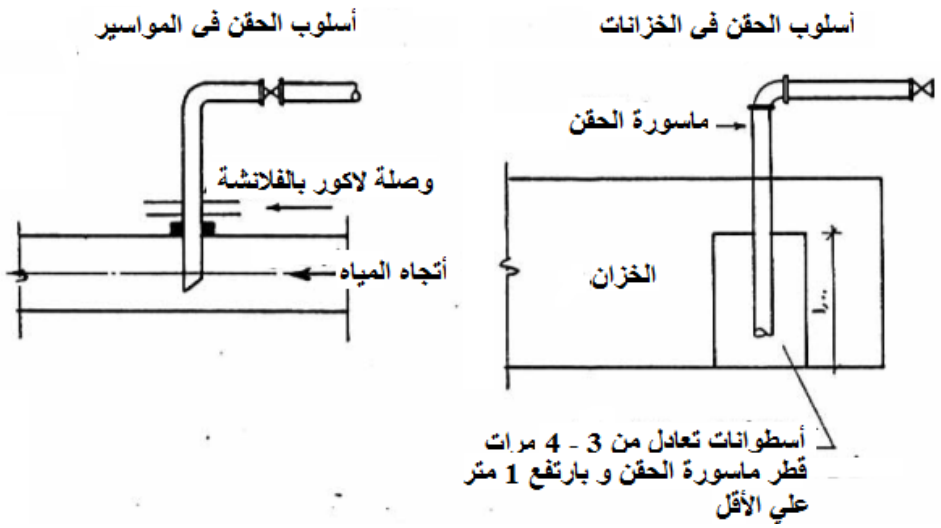
طلمبات حقن الكلور :

عند أضافة (حقن) الكلور في خطوط المواسير ، يجب أن يكون ضغط الطلمبة = ضغط المياه داخل المواسير + 2.5 ض .ج علي الأقل حتي يسمح بحقن المحلول بسهولة داخل نقطة الحقن – شكل (55).



شكل (55)

حاقن الكلور Ejector



شكل (55)

نقاط حقن الكلور

أماكن إضافة الكلور فى محطة التنقية :

يمكن إضافة الكلور في محطة التنقية في أكثر من مكان تبعا لصفات الماء المعالج علي النحو الآتي :

1 - حقن الكلور قبل المرشحات أو قبل أحواض الترسيب : تتميز هذه الطريقة بالآتي :

*** تخفيض تعداد البكتيريا في الماء قبل و صولها إلي المرشح مما يخفف الحمل البكتيري علي المرشح .**

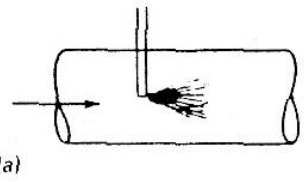
*** إزالة نسبة عالية من الطحالب الضارة بعملية الترشيح .**

*** كفاءة عالية في إزالة اللون و الرائحة من المياه .**

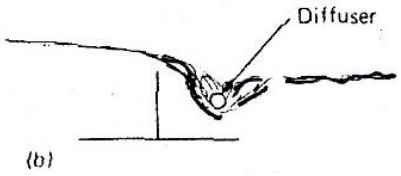
*** نقص كميات المواد المروبة أذا أضيف الكلور قبل أحواض الترويب .**

2 – إضافة الكلور في مدخل خزان المياه النقية ، هي الطريقة الأكثر شيوعا .

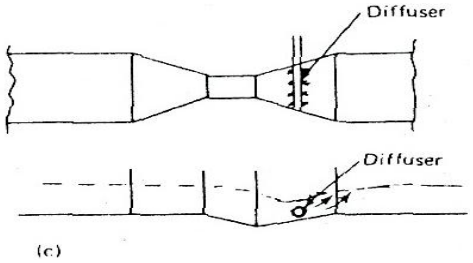
3 - إضافة الكلور في أكثر من موقع : تتبع هذه الطريقة في حالة وجود تلوث بكتيري شديد . كما يضاف إلي مخارج خزانات المياه الرائقة في حالة أنشاء هذه الخزانات مكشوفة . جهاز حقن الكلور – شكل (56) .



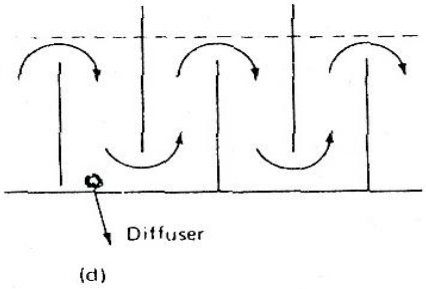
1– حقن الكلور في مكان مغلق .



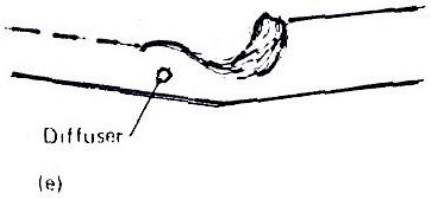
2– حقن الكلور عند مصب الهدار



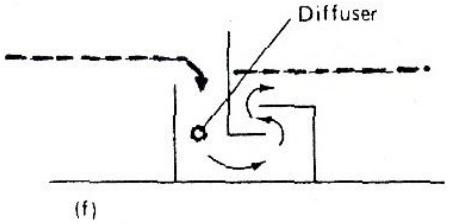
3– الحقن في مجري بارشال .



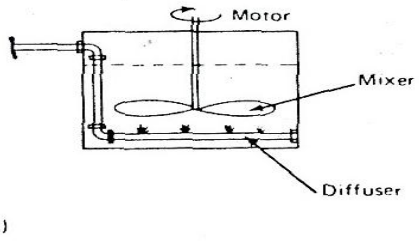
4 – الحقن داخل الخزان (من أسفل وأعلي الحوائط)



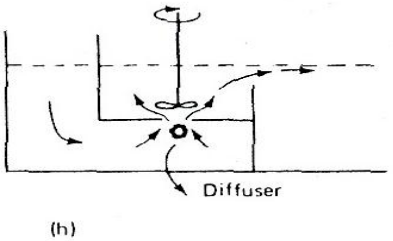
5 – عند منطقة الدوامة في القنوات المفتوحة



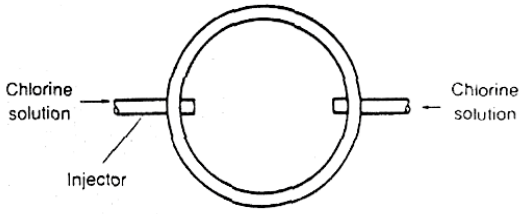
6 – الحقن في خزان له حوائط حائلة

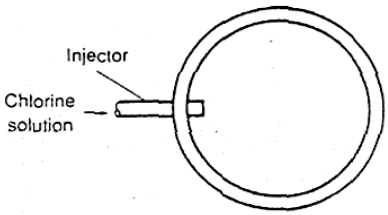


7 – خلاط ميكانيكي (للقنوات المفتوحة)



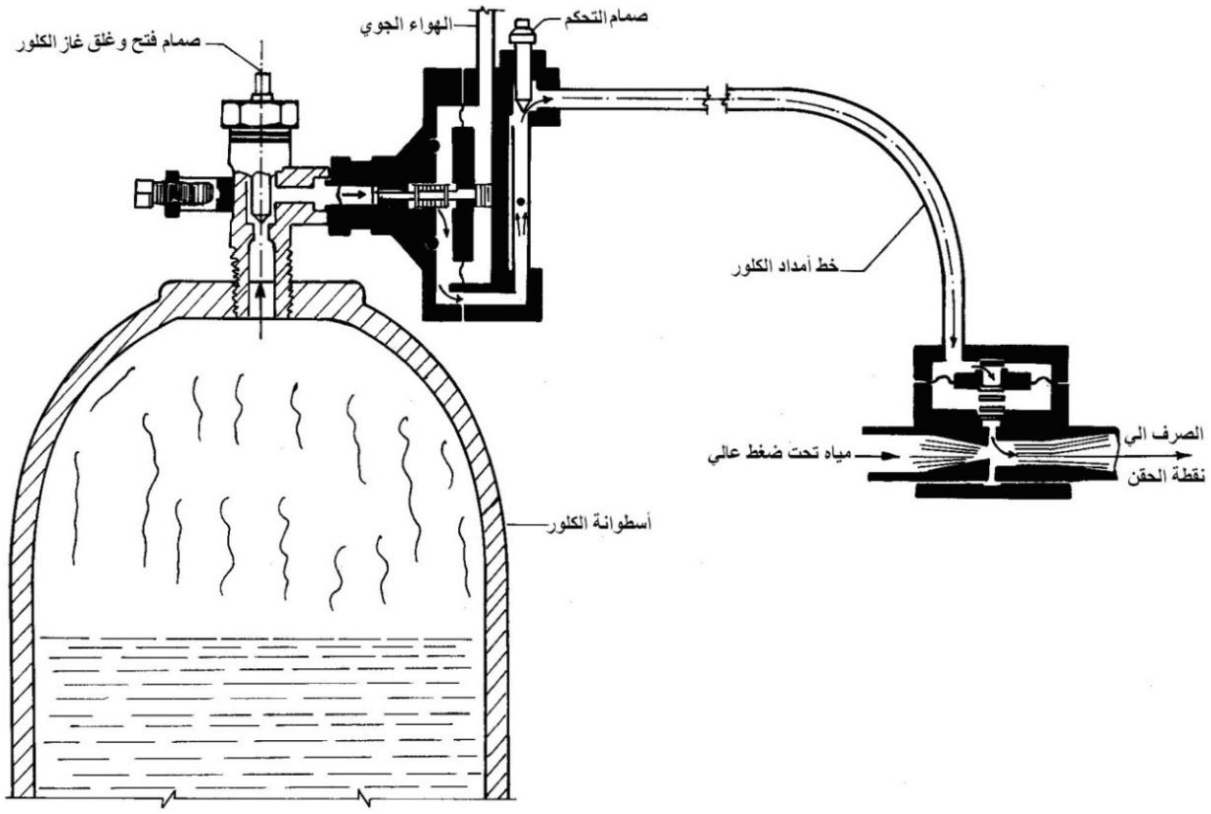
8 – خلاط ميكانيكي مع حوائط حائلة





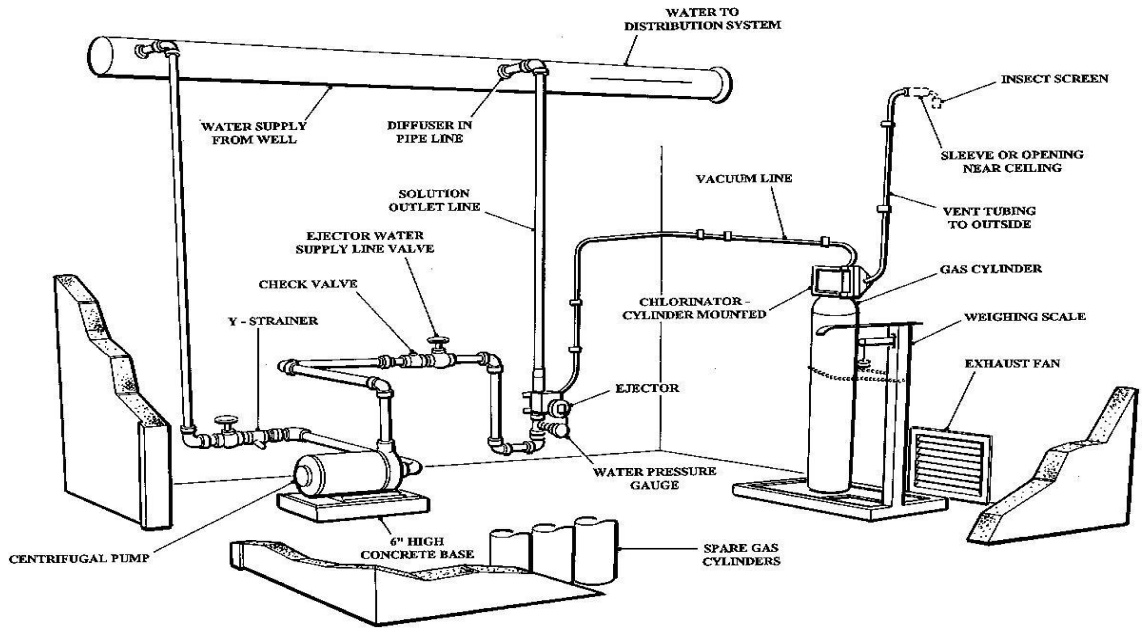
شكل (55)

أماكن ناشرات الكلور



شكل (56)

حقن الكلور من الأسطوانة (الأسطوانة زنة 70 كجم)



Typical Installation of Small Chlorinator

شكل (56)

حقن الكلور من الأسطوانات بمحطة صغيرة

<u>أسس التصميم :</u>

تحسب جرعة الكلور المطلوب أضافتها للمياه في مراحلة الثلاث كما يلي :

أ - الكلور المبدئي :

يحدد احتياج المياه العكرة من الكلور Chlorine Demand حسب كميات الطحالب و البكتيريا و المواد العالقة الموجودة بالمياه و يضاف الكلور في خروج المياه من طلمبات المياه العكرة و قبل عملية الترويق بوقت لا يقل عن دقيقة .

ب - الكلور المتوسط :

يضاف الي المياه المروقة بعد حروجها من المروق أذا ثبت بالتحليل الكيميائي أن الكلور المتبقى بها معدوم ، ولا تحتوي المياه الداخلة الي المرشحات علي أكثر من 0,1 جزء / المليون .

ج – الكلور النهائي :

يضاف الي الماء بعد الترشيح بعد أجراء تجربة الاحتياج الي الكلور لمدة نصف ساعة Chlorine Demand و يقاس الكلور المتبقي بعد تلامس لمدة 20 – 30 دقيقة و تحدد الجرعة المطلوبة بحيث لا يقل الكلور المتبقي عن 0,2 جزء / المليون ، علي أن تضاف نسبة أضافية كتأمين لمجابهة التلوث الذي قد يتواجد في شبكات مواسير المياه ، كما تضاف نسبة أخري في الشبكة لتعويض النقص في الكلور المتبقي .

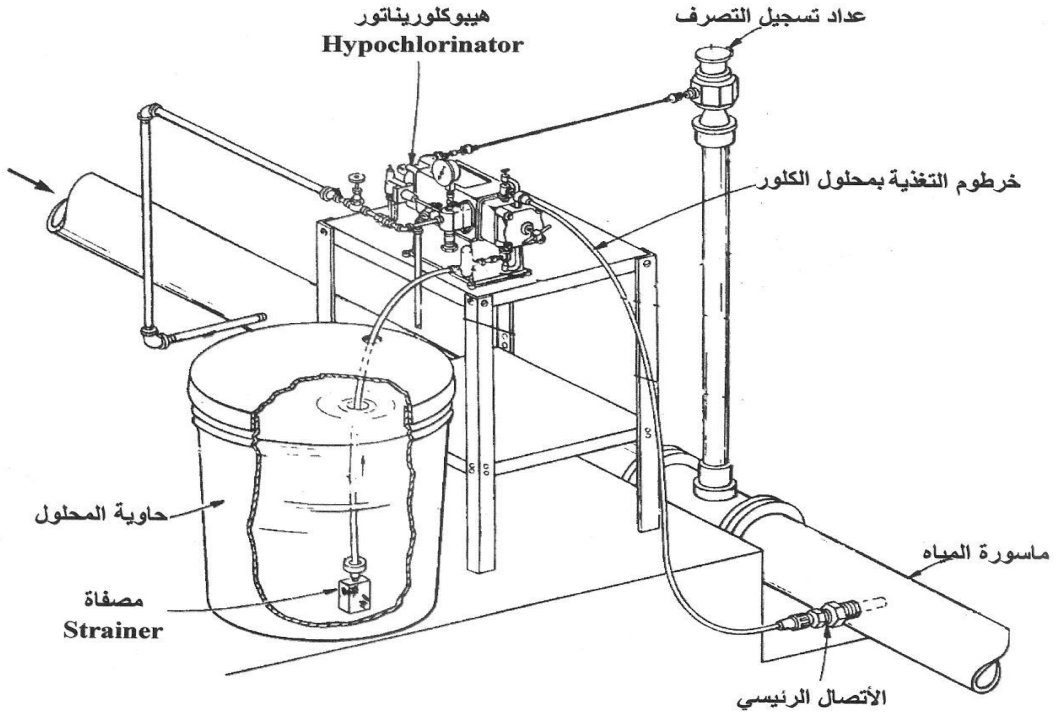
جهاز الهيبوكلورينيتور:

جهاز قياس كمية الكلور في المياه .

يستعمل في تغذية المياه بالهيبوكلوريت .

أكثر أقتصادا لتعقيم المياه .

يستخدم لتقليل نسبة عسر الماء و العكارة في المياه . جهاز التعقيم بالهيبوكلوريت- شكل (57) .



شكل (57)

جهاز الهيبوكلورينيتور Hypo Chlorinator

ثانيا : التعقيم بالأوزون Ozone:

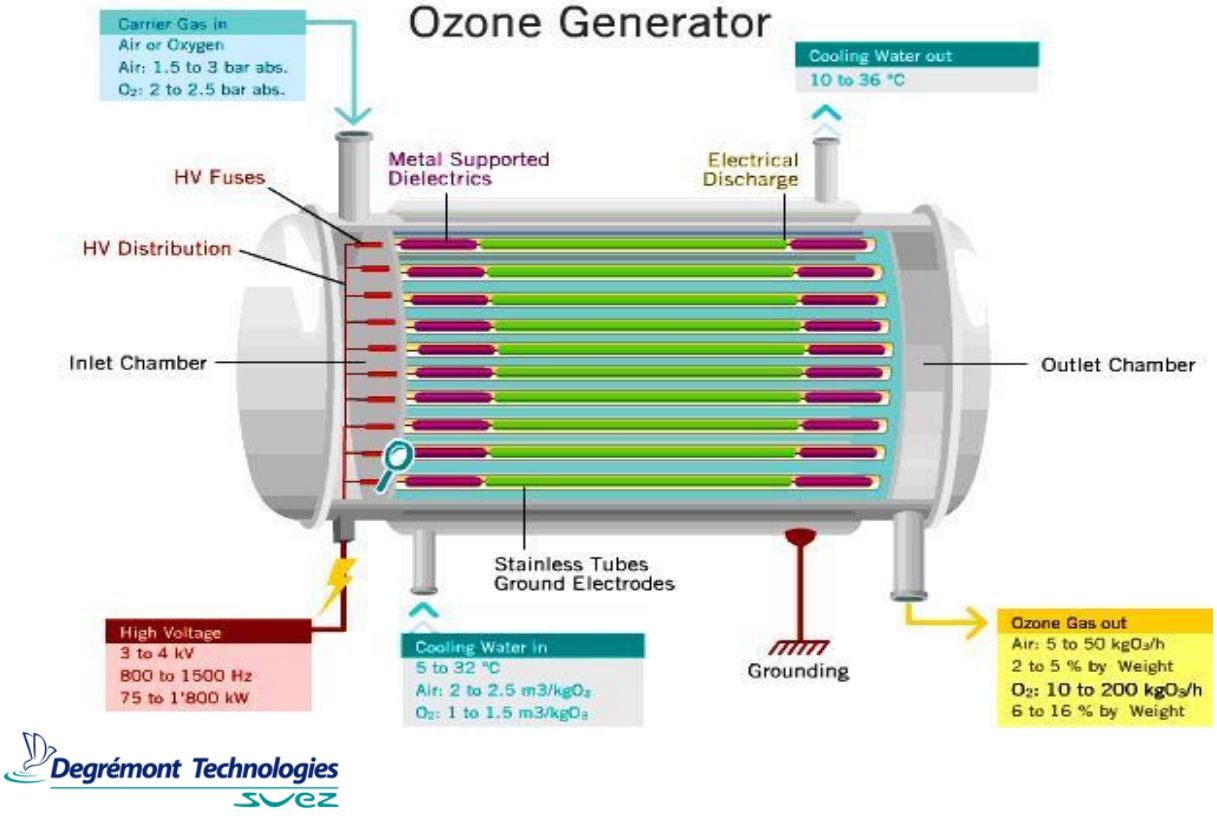
تعريف الأوزون :

الاوزون غاز أزرق اللون يذوب في الماء وله رائحة النظافة ، ويتكون من ثلاث ذرات اوكسجين O_3 ، ويتولد في الجو نتيجة تأثير الاشعة فوق البنفسجية و شحنات البرق على الاوكسجين النقي في طبقات الجو العليا. و هو غاز شفاف فى الغلاف الجوى ضئيلة قد لا تتجاوز فى بعض الأحيان واحد فى المليون . وهو غاز سام فمن رحمة الله بعباده أن تكونه لايتم قريباً من سطح الأرض حتى لايستنشقه الانسان أوالحيوان ، الأوزون مطهر ممتاز يفوق الكلور بنحو 20 مرة . يحتاج إلي تكنولوجيا معقده لإنتاجه و استخلاصه ولاحتياجه الي طاقة كهربية عالية . و لهذا فهو غير أقتصادي بالقياس إلي الكلور . و الأوزون صعب الذوبان في الماء - كثافته = 1,6 من كثافة الهواء - لونه يتراوح من عديم اللون إلي اللون الأزرق .

و نحتاج لأنتاج الأوزون إلي قطبين كهربائيين بينهما فرق جهد 15000 - 20000 فولت - يمر بينهما الأكسجين الجاف ليتم أتحاد ذرة أكسجين (O_2) مع ذرة أكسجين (O) لتكون الأوزون (O_3) . ينتج الأوزون عملياً بواسطة الأشعة فوق البنفسجية UV أو بواسطة تمرير الهواء على حقل كهربائي عالي التوتر High Voltage Discharge – شكل (58).

الأوزون (Ozone) له تأثير فعال في عملية التطهير لأنه مؤكسد قوي ، واستخدامه غير مصحوب بطعم أو رائحة ، ويضاف بتركيز 2 – 3 جزء في المليون يبقى منه تركيز 0.1 جزء في المليون بعد عشر دقائق من إضافته .

والأوزون غير مستقر ولا يمكن نقله أو تخزينه ، حيث يتفكك إلي المكونات الأولية . ومتى أنتج الأوزون ، يدفع للاتصال بماء المصدر فور تحضيره ويخلط به لمدة ملائمة . وبالنظر إلى أن الأوزون عبارة عن أكسجين خالص فإنه لا يخلف أثار باقية أو روائح في الماء. و يجب أن تنشأ في موقع كل محطة تنقية - وحده توليد الأوزون حيث أنه يتفكك بسرعة إلي مكوناته الأصلية و لا يمكن الاحتفاظ به أكثر من ساعة - لذلك فلا يمكن أنتاجه في مصنع (مثلا) ثم نقله إلي المحطات .



شكل (58)

تفاصيل جهاز أنتاج غاز الأوزون

يمكن تغذية جهاز أنتاج الأوزون بالهواء الجوي العادي أو غاز الأكسجين الصافي . واستخدام الأكسجين الصافي أكثر فاعلية وأنتاجا . يستعمل غاز الأوزون في تعقيم مياه الشرب بشكل واسع ، ومن المعروف أنه أسرع 3200 مرة من الكلور في قتل البكتريا والفيروسات والميكروبات ولا يحدث آثاراً جانبية على الإطلاق مثل الآثار المرافقة لاستخدامات كيماويات التعقيم مثل الكلور. وحالياً تتم الآلاف من مشاريع تنقية وتعقيم مياه الشرب باستخدام غازا لأوزون .

أن أحد أسباب عدم انتشار تشغيله في محطات المياه أنه لا يعطي متبقي ثابت في المياه ، أذ يتحول مباشرة الي أكسجين ذائب في الماء ، لذلك لا بد من أضافة الكلور بعده للتأكد من وجود متبقي في المياه ليعمل كحماية من أي تلوث محتمل في الشبكات و في حالات الطوارىء بالخزانات .

يمكن استخلاص 30 جم من الأوزون من كل 1 متر مكعب من الهواء . و الأوزون مؤكسد قوي يساوي ضعف قدرة الكلور في التعقيم . إن غاز الأوزون الطبيعي Ozone هو غاز يتكون من اتحاد ثلاث ذرات أكسجين O_3 تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية ولونه ازرق باهت ووزنه الجزيئي 48 و هو نوع من الأكسجين الجوي الطبيعي عالي الطاقة ومصادر الأوزون موجودة في الطبيعة كغلاف يحيط بالكرة الأرضية عند ظهور الشمس ولان الأوزون أثقل من الهواء فانه يهبط باتجاه الأرض ويتحد مع ملوثات البيئة فينقي الهواء الذي نتنفسه أما الأوزون التكنيكي Technical Ozone فهو خليط غازي يتألف من غاز الأوزون O_3 والهواء الجوي المتضمن الأكسجين ويستعمل لتعقيم المياه ولغايات صناعية.

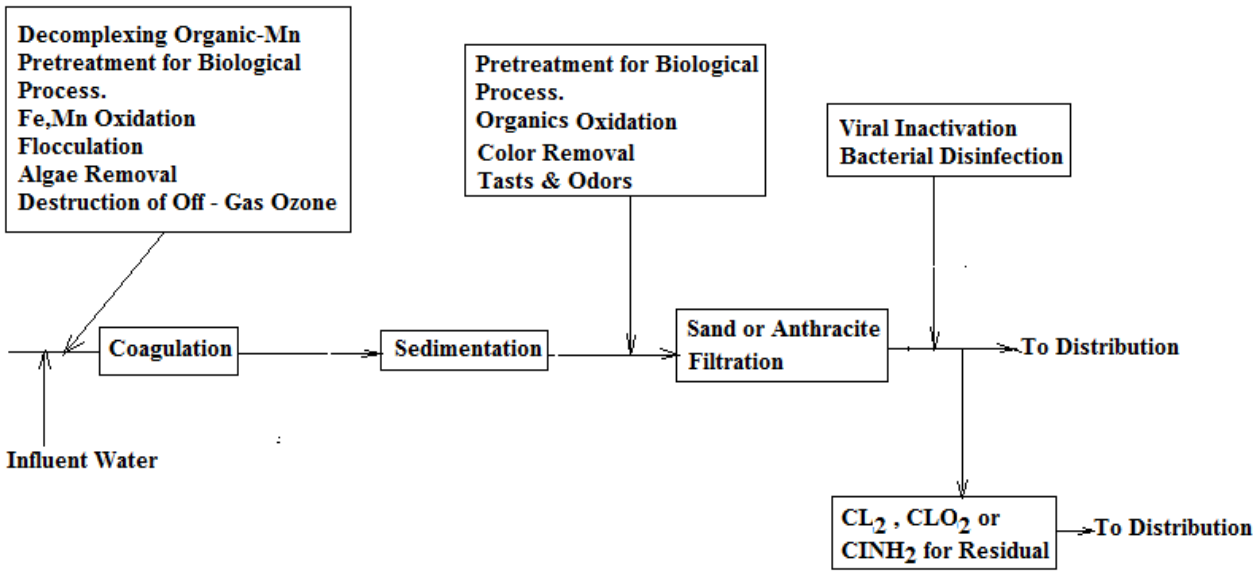
الأوزون مطهر طبيعي وذو رائحة حيوية نقية (مفعمة بالنشاط – رائحة نظافة) يمكن ملاحظتها بقوة ووضوح بعد العاصفة المطرية (رائحة المطر عند الرعد). يعتبر الأوزون أقوى المؤكسدات ويستعمل بسلامة وأمان. كما يستعمل الأوزون كمعقم لمياه الشرب بدلا من المواد الكيمياويةِ التقليديةِ المستخدمة كالكلورِ والبورمين Bromine.

شكل (58)

جهاز توليد الأوزون

تأثير الأوزون على الحياه :

وجود الأوزون فى الغلاف الجوى والذى جعله الله رداءا كونيا يقوم بعملية تنظيف أوتعقيم البيئة بالإضافة إلى حماية الإرض من الأشعة فوق البنفسجية التى تصلنا من الشمس والتى يتولى الأوزون إمتصاص أكثرمن 99% منها وبذلك يحمى أشكال الحياة المعروفه على سطح الأرض . ويعالج الأوزون - وهو غاز عديم اللون - الملوثات العضوية وغير العضوية بنفس طريقة المعالجة بالكلور بل إنه أكثر فعالية ضد البكتيريا والجراثيم الأخرى. وأنظمة الأوزون غير شائعة في كثير من دول العالم لأنها تنطوي على بنية تحتية مكثفة، ويمكن أن يكون تنفيذها باهظ التكاليف. أماكن حقن الأوزون – شكل (59) :



شكل (59)

أماكن حقن الأوزون

استخدامات الأوزون فى معالجة المياه :

- تعقيم مياه الشرب .
- تعقيم مياه العبوات المخصصة للبيع.
- تعقيم المياه الصناعات الغذائية.
- تعقيم وأكسدة مياه الصرف الصحي والصناعي.
- تعقيم ماء أحواض السباحة.
- أكسدة بعض المواد العضوية في الماء والتخفيف من الطعم والرائحة واللون في الماء.

تتكون وحدة المشروع من :

1 - مضخة هواء مع مجفف او مولد الأوكسجين او اسطوانة اكسجين نقي.

2- مولد الأوزون .

3- خزان الماء مع الفلاتر والانابيب الناقلة .

4- التعبة .

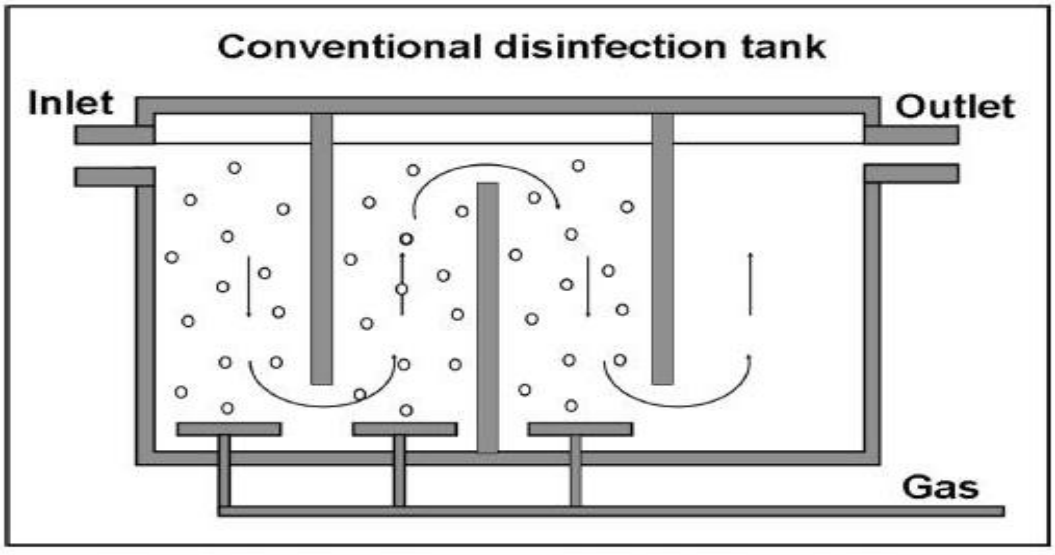
جهاز التعقيم بالأوزون (ألترا سورس):

أحد أجهزة أنتاج الأوزون – جهاز ألتراسورس – داخل حاوية – شكل (60) .

شكل (60)

مولد الأوزون داخل حاوية Container

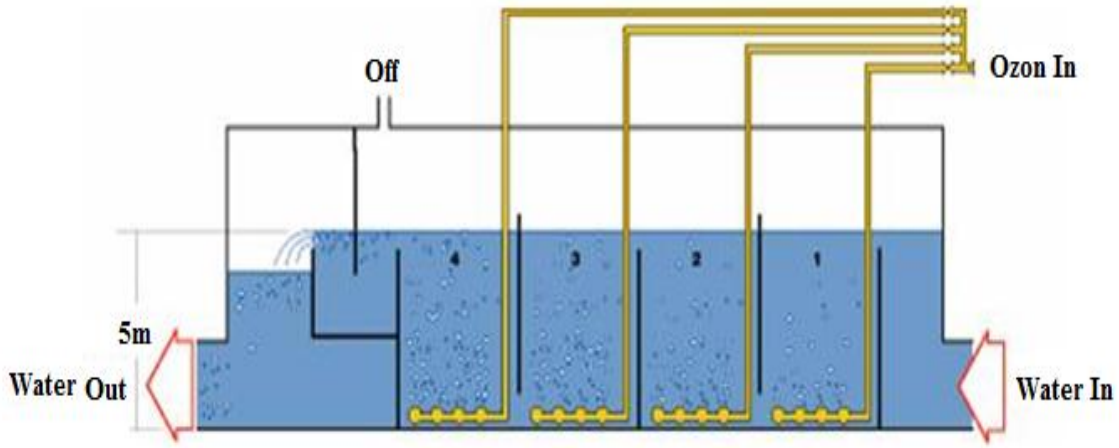
حوض تلامس المياه مع الأوزون – شكل (61) يستعمل بكثرة وأن حاقنات الأوزون المنتجة للفقاعات داخل الماء يناسب التركيز البسيط و المتوسط للأوزون (1 – 4) % . شكل (62) يوضح عدة طرق لأضافة الأوزون الي الماء .



Counter and concurrent bubble diffuser contactor

شكل (61)

خزان تلامس الأوزون بالمياه Ozone Bubble Diffuser Contactor



شكل (62)

طرق تعقيم المياه بالأوزون

شكل (62)

طرق تعقيم المياه بالأوزون – نافثات الغازOzone Bubble Diffuser Contactor

ثالثا : التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet :

الأشعة فوق البنفسجية أشعة غير مرئية تنتج عن لمبات مملوءة بغاز خامل و زئبق . و هي مطهر قوي و يستخدم في التغذية بالمياه و مصانع الأدوية و مصانع الأغذية والمستشفيات . و الأشعة غير فعالة في حالة وجود عكاره بالماء حيث تتكسر هذه الأشعة علي أسطح الجزيئات و ترتد مرة أخري مما يضعف فاعليتها لقتل الفيروسات - شكل (63) .

والأشعة فوق البنفسجية هي موجة كهرومغناطيسية ذات طول موجي أقصر من الضوء المرئي لكنها أطول من الأشعة السينية لذا سميت بفوق البنفسجية لأن طول موجة اللون البنفسجي هو الأقصر بين ألوان الطيف. وطول موجاتها يبدأ من 400 نانومتر إلى 10 نانومتر، وطاقتها تبدأ من 3 إلى 124 إلكترون فولت.

وتوجد أشعة فوق البنفسجية في أشعة الشمس، وتنبعث بواسطة التقوس الكهربي أو الضوء الأسود. وكما هي أشعة مؤينة (أي تفصل إلكترونات عن ذراتها) فقد تسبب تفاعلا كيميائيا، وتجعل العديد من المواد متوهجة أو مسفرة.

الأشعة فوق البنفسجية يمكن أن تكون جذابة كمعقم أولي لأنظمة صغيرة للأسباب التالية :

- **أنها متاحة بسهولة.**
- **أنها لا تنتج مخلفات سامة.**

- يتطلب فترات اتصال قصيرة.
- سهولة التشغيل والصيانة.

التعقيم بالاشعة فوق البنفسجية هي الطريقة الآمنة والطبيعية للحد من الامراض بالماء ، فالطحالب هي التي تسبب "الماء الاخضر". والاشعة فوق البنفسجية الطبيعية مثل ضوء الشمس .على خلاف العلاجات الكيمياوية التي يمكن ان تضر الاسماك و البكتيريا المفيده والنباتات في الاحواض او البرك ، بالأضافة الي أن الاشعة فوق البنفسجيه لا تترك أي ترسبات في المياه ، وبالتالي لا تضر الاسماك اوالنباتات.

والاشعه فوق البنفسجية المطهره تعمل بانسجام مع المرشحات و الفلاتر ، فمن الضروري ازالة الماء الاخضر الذي يسبب ازعاجا بسبب الطحالب المائيه وبالتالي يمكن ان تتواجد المشاكل وبالتالي تقليل كفاءه المرشح.

وهناك خمسة عوامل رئيسية من شأنها ان تساعد في تحديد قدرة اي من وسائل التطهير باستخدام الاشعه فوق البنفسجية لتحقيق هذه النتيجة المرجوة هي :

1 - نوع المصباح.

وهناك نوعان من مصابيح الاشعه فوق البنفسجيه متاحة : ذوات الضغط المنخفض او ذوات الضغط المتوسط والعالي ، و المصابيح ذوات الضغط المنخفض هي الافضل للاحواض المائيه.

2 - طول المصباح المستخدم. المعروف أيضا بـ ARC length.

3 - الشكل او التصميم للمصباح المستخدم.

فشكل المصباح وتصميمه يحدد المسافة التي تقطعها الاشعة من سطح المصباح الى داخل جدران الحوض ، حيث تتحدد جرعة الاشعه حسب حجم الحوض و اتساعه وكمية الماء المتدفقه بالحوض.

4 - حالة المياه المعالجة.

مصطلح يستخدم للتعبير عن قدرة جسم مائي إلى أن يعالج بفعالية من مصدر ضوء الأشعة فوق البنفسجية و يعرف بـ Percent Transmittance وهي القيمة التي كلما ارتفعت نسبتها دلت علي ارتفاع ونجاح الأشعة فوق البنفسجية في التعقيم ومعالجة المياه.

5 - معدل تدفق المياه :

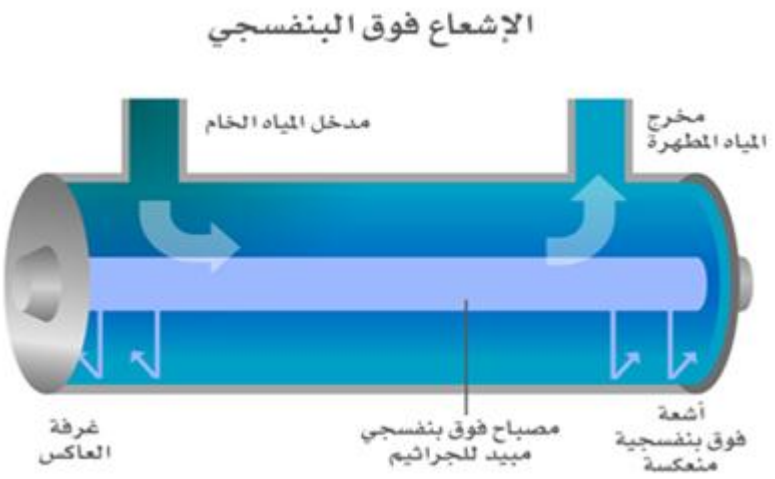
فعند استخدام فلاتر و مرشحات الاشعه فوق البنفسجيه يتم في غرفة التحكم حساب كمية المياه التي تمر بالمرشح وسوف تحدد في نهاية المطاف عدد الوحدات اللازمه من الاشعه فوق البنفسجية اللازمه للمعالجة ، وهو ما يعبر عنه بالميكروات \ في الثانية لكل سنتيمتر مربع او.(u-watts-sec/cm2) .

استخدام الأشعة فوق البنفسجية : يمكن استخدامها في المياه الصافية الخالية من العكارة ولها تأثير فعال في عملية التطهير ، ولا تسبب أي طعم أو رائحة للمياه ، ومن ناحية أخرى هي طريقة مكلفة وليس لها تأثير إلا أثناء استخدامها ، وليس لها فاعلية في التحكم في تلوث المياه إذا ما تعرضت لأي مصدر تلوث بعدى عملية التطهير .

أجهزة التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية UV :

مبدأ عمل أجهزة التعقيم بالأشعة :

يعمل الجهاز على مبدأ التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet حيث يوجد داخل الجهاز لمبة تقوم باصدار هذه الأشعة التي تخترق الكائنات الحية الموجودة في الماء و هذه الأشعة تؤثر في الحوامض النووية و في المكونات الحية داخل خلية الجراثيم و الفيروسات الموجودة في الماء، و تدمر قابلية الخلية للتكاثر و هذا ما يجعل هذه الخلايا عديمة الفعالية و التأثير.



مكونات جهاز الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet

شكل (63)

تفاصيل جهاز الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet

فاعلية أجهزة التعقيم بالأشعة تعتمد على عدة أمور أهمها :

1 - مواصفات الماء الداخل للجهاز.

2 - كثافة و شدة الأشعة فوق البنفسجية.

3 - زمن تعرض الماء للأشعة.

مبدأ عمل أجهزة التعقيم بالأشعة :

إن التطهير الفوق بنفسجي للمياه هو عبارة عن عملية طبيعية تماما وخالية من المواد الكيماوية يعمل الجهاز على مبدأ التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet حيث يوجد داخل الجهاز لمبة تقوم بإصدار هذه الأشعة التي تخترق الكائنات الحية

الموجودة في الماء وهذه الأشعة تؤثر في الحوامض النووية وفي المكونات الحية داخل خلية الجراثيم والفيروسات الموجودة في الماء، وتدمر قابلية الخلية للتكاثر وهذا ما يجعل هذه الخلايا عديمة الفعالية والتأثير.

كما يمكن استخدام الأشعة فوق البنفسجية لإزالة الكلور و أنواع الكلورامينات من المياه، حيث تسمى هذه العملية بالتحليل الضوئي وتتطلب جرعة أعلى من التطهير العادي.

التقنية :

تتألف وحدات الأشعة فوق البنفسجية لمعالجة المياه من مصدر إشعاع بخاري زئبقي متخصص منخفض الضغط يقوم بإنتاج الإشعاع الفوق بنفسجي عند 254 نانو متر، أو من مصدر إشعاع فوق بنفسجي متوسط الضغط يولد ناتجا متعدد الألوان من 200 نانو متر إلى طاقة مرئية تحت الحمراء. إن الطول الموجي الأمثل للتطهير هو القريب من 260 نانو متر. إن مصدر الإشعاع المتوسط الضغط فعال بما يقارب 12 بالمائة، بينما مصابيح الضغط المنخفض الملغمة يمكنها أن تكون فعالة بنسبة 40 بالمائة. هذا وإن المصابيح الفوق بنفسجية لا تلامس المياه على الإطلاق، فهي إما تقع في غطاء زجاجي داخل حجرة المياه أو تحمل خارجيا إلى المياه التي تتدفق من خلال أنبوب فوق بنفسجي شفاف. وبفضل أنها تحمل فإن المياه عندها يمكن أن تمر من خلال حجرة التدفق، وأشعة الفوق بنفسجية يتم تسلمها وامتصاصها في المجرى .

إن المعالجة الفوق بنفسجية تعتبر سريعة ومن ناحية استخدام الطاقة الأساسية، فإنها أكثر كفاءة بنحو 20.000 مرة من الغلي.

ميزات استخدام أجهزة التعقيم بالأشعة :

1- الأشعة فوق البنفسجية تقضي على غالبية الفيروسات، الجراثيم، الديدان بنسبة 99.9% .(Bacteria, Viruses, Spores, Cysts... etc)

2- الكلفة التشغيلية منخفضة مقارنة مع استخدام المعقمات الكيماوية.

3 - التعقيم بالأشعة طريقة فيزيائية و ليست كيميائية فلا حاجة لاستخدام مضخات حقن الكيماويات و لا لشراء أو تخزين الكيماويات (مثل الكلور).

4 - لا يؤثر التعقيم بالأشعة في كيميائية الماء و بالتالي لا توجد آثار جانبية مثل الآثار التي تنجم عن إضافة الكلور من طعم غير مستساغ و آثار جانبية على جسم الانسان.

5 - عند استخدام كيماويات التعقيم فيجب أن يكون هناك زمن تماس لهذه الكيماويات مع الماء حتى يصبح التعقيم فعالا، أما في أجهزة التعقيم بالأشعة فيمكن استخدام الماء فورا دون انتظار .

مواصفات أجهزة التعقيم بالأشعة :

أجهزة PUREX :

هي عبارة عن محطة صغيرة تقوم بتعقيم و فلترة الماء و إزالة الشوائب و الكلور و الطعم و الرائحة من الماء. يستخدم هذا الجهاز بشكل فعال في المنازل و الفيلات و المطاعم و الشركات لأغراض الشرب و غيرها.

تبلغ غزارة الجهاز العظمي : 1200 لتر / ساعة، و هو يتألف من :

1 - فلتر إزالة الشوائب بدقة 5 ميكرون.

2 - فلتر كربوني يزيل الكلور و الطعم و الرائحة و المواد العضوية من الماء.

3 - لمبة التعقيم بالأشعة مزودة بزجاجة من الكوارتز و جهاز تحكم كهربائي

أجهزة PURFECT :

أجهزة تعقيم بالأشعة مصنوعة من الستانلس ستيل 304 أو 316 و لها زجاجة من الكوارتز العالي الجودة و النقي و الذي يسمح بمرور ممتاز للأشعة من خلاله، و يلحق بالجهاز Ballast للتحكم تشغيل الجهاز .
غزارة هذه الأجهزة : من 200 لتر / ساعة حتى 5.4 م3 / ساعة

أجهزة التطهير باستخدام الأشعة فوق البنفسجية :

الجهاز الأول:

تدخل المياه من أحد الفتحات الي الجهاز الموجود به أحد لمبات أنتاج الأشعة فوق بنفسجية (مماثلة للمبة الأضاءة النيون) فتحدث الأشعة الناتجة تعقيما للمياه و تخرج المياه من الفتحة الأخري معقمة – شكل (64). كميات المياه الأكبر تحتاج الي لمبات متعددة .

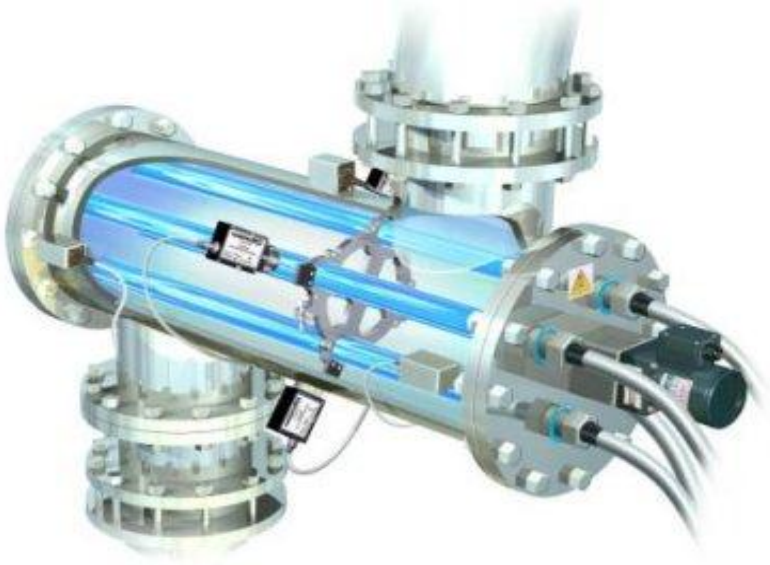
مميزات الجهاز :

1. **قادر علي تعقيم من 300 – 3000 م3 / ساعة من المياه المرشحة .**
2. **القدرة علي تدمير كافة الكائنات الممرضة بالأشعة الفوق بنفسجية .**
3. **اللمبات متوسطة الضغط داخل غلاف من الكوارتز النقي ومعزولة عن سريان المياه . يمكن تغيير واستبدال اللمبات بسهولة كما تعمل لها الصيانة ببساطة.**
4. **متوسط عمر اللمبة الواحدة 10000 ساعة .**
5. **موفرة للطاقة .**

شكل (64)

جهاز أشعة فوق بنفسجية مكون من وحدة واحدة – أستهلاك قليل من المياه – طاقة تعقيم 1,5 م 3 / ساعة

2 - الجهـــاز الثانـى :



شكل (64)

جهاز التعقيم بالأشعة فوق بنفسجية

شكل (64)

التعقيم بالأشعة فوق بنفسجية

عادة ما ينتج الضوء فوق البنفسجي، وهو جزء خفي من الطيف الكهرمغناطيسي الذي يقتل البكتيريا والفيروسات في المياه المعرضة لأشعته ، باستخدام مصابيح زئبقية . واستخدام الأشعة فوق البنفسجية رخيص ورائج في المحطات الصغيرة ولكنها ليست فعالة مثل المطهرات الأخرى في إمدادات المياه السطحية التي تحتوى على الكثير من الجسيمات العالقة.

شكل (64)

جهاز منزلي لتعقيم المياه بالأشعة فوق بنفسجية

عاشرا : الخزان الأرضى Ground Water Tank :

الغرض من الخزان الأرضي :

الغرض من خزان المياه الرائقة هو خزن كمية احتياطية من المياه المرشحة والمعقمة لسد حاجة الاستهلاك التي تزيد أثناء ساعات النهار عن متوسط تصرف المرشحات سواء كان هذا الاستهلاك منزليا أو لإطفاء الحريق أو أغراض 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 نهار . أما في العلميات الصغيرة ـ في الريف ـ فإن الخزانات تصمم على أن تسع تصرف حوالى 24 ساعة من ذلك تصرف حوالى 10 ساعات تعد كاحتياطى 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 الواطى لفترة ما كما أن الغرض منه هو الموازنة بين تصرف محطة التنقية الذى يكاد يكون ثابتا طوال اليوم وتصرف المدينة (أى تصرف مضخات الضغط العالى) الذى 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 نظرا 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 تلوث 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 وأحيانا ينشأ حوض تخزين تحت المرشحات للانتفاع بالحيز الواقع تحتها لغرض التخزين بدلا من تركه خاليا لمرور الأنابيب فقط وغالبا فإن هذا الحيز لا تكفي سعته لكمية التخزين المطلوبة ويحتاج الأمر إلى إنشاء حوض تخزين منفصل ويستخدم الكمية التي تحت المرشحات لغسيله فقط .

يراعى أن يكون منسوب قاع الخزانات على ارتفاع 3م على الأقل من أعلى سقف أول منتفع أو 5م على الأقل من أعلى مستوى للتجهيزات الصحية وأن يرتفع هذا القاع عن السقف الحامل له 60سم لسهولة التركيب والصيانة .

وينشأ الحوض غالبا من الخرسانة المسلحة ويجب أن تكون أرضية الخزان بحيث تقاوم الضغط الناتج من التربة عندما يكون الخزان خاليا ويبطن الخزان من الداخل والخارج بمونة الأسمنت المخلوط بمادة عازلة أو تكستيها 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 .

1 - يعمل علي مزج الكلور مع المياه بشكل جيد .

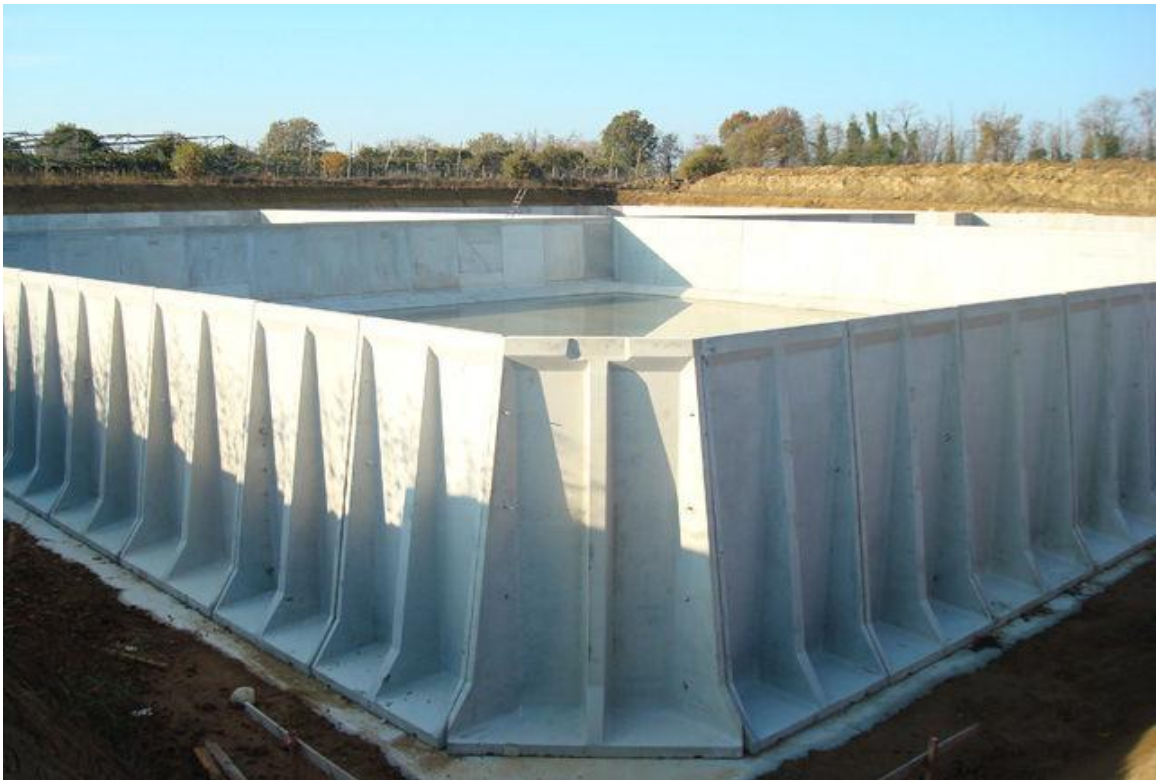
2 - تخزين كميات المياه الاحتياطية (الطوارىء) و جزء من مياه الحريق .

بعد أتمام عملية الترشيح و إضافة الكلور - يتم تخزين الماء في الخزان الأرضي بحيث يكفي استهلاك المدينة فتره 6 - 8 ساعات . ينشأ الخزان من الخرسانة المسلحة ذات سقف مزود بفتحات للتهوية، هذه الفتحات مغطاة بسلك دقيق يسمح بدخول الهواء دون الحشرات و الأتربة - شكل (65) . يقسم الخزان إلي قسمين منفصلين بحيث يمكن تفريغ أحد الأقسام و عمل الصيانة أو الإصلاح اللازم بينما يكون القسم الآخر داخل الخدمة - كما يقسم الخزان إلي حوائط عرضية لإطالة مسار المياه لإتمام عملية خلط الكلور و التعقيم . تنشأ أرضية الخزان بميل بسيط يتجه إلي أحد الأركان لأمكان تنظيف الخزان و سحب مياه النظافة عن طريق ماسورة الغسيل . كما تبني حوائط حائلة بالخزان للمساعدة في خلط و انتشار الكلور في المياه . تعزل الحوائط و الأرضية بمواد مقاومة للرشح كما يتم العزل من الخارج لمقاومة التربة العدوانية و المياه الأرضية .

ينشأ هدار عند المدخل لأمكان أصلاح العوامة دون تفريغ الخزان . يزود الخزان أيضا بمواسير تهوية في السقف كافية حتي لا يكون للمياه رائحة كريهة و كذلك تصريف الهواء وقت ملء الخزان .

شكل (65)

خزان المياه الرائقة الأرضي من الخرسانة المسلحة – من الداخل



شكل (65)

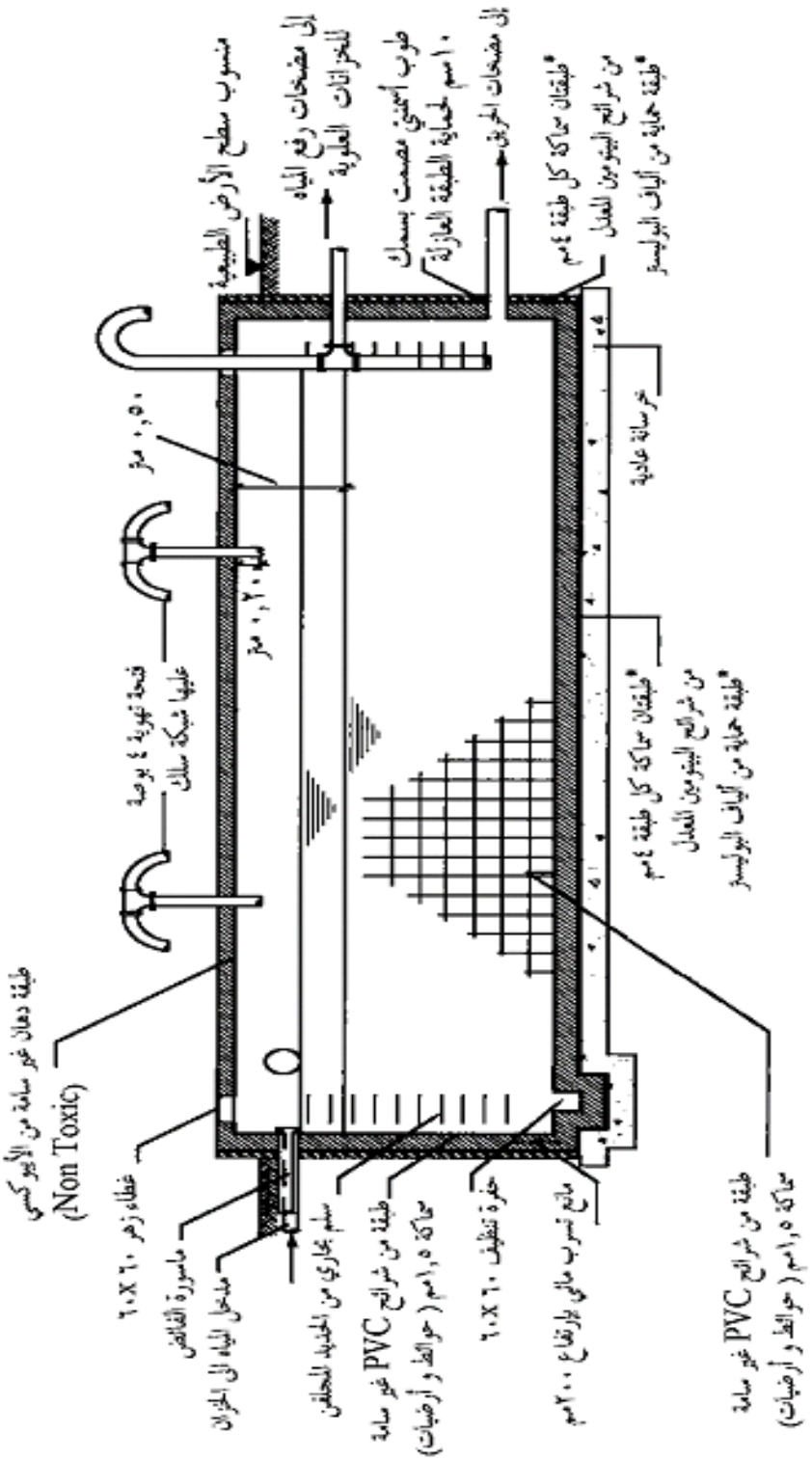
خزان أرضي من الخرسانة سابق التجهيز

Prefab tank / water storage / reinforced concrete TRADITIONAL

سعة الخزان الأرضي :

- **تقدير مدة الأصاح الميكانيكي أو الكهربي في محطة التنقية أو الطلمبات .**
- **مدة 5 – 8 ساعات الأستهلاك الأقصي للمنطقة .**

مدة 16 – 24 ساعة الأستهلاك للمناطق الريفية - شكل (65) .



شكل (65)

تفاصيل الخزان الأرضي

الملحقات التي تركب على خزان المياه الأرضي :

يزود خزان المياه الأرضي بالمواسير الآتية :

أ – ماسورة تغذية الخزان من الشبكة العامة ويركب عليها محبس عوامة .

ب- ماسورة سحب الماء من الخزان بواسطة مجموعة الضخ لرفعه للخزان العلوي ويركب عليها محبس قفل .

ج- ماسورة فائض وخطوط صرف غسيل ذات صمامات قفل مع ملاحظة دهان المواسير الحديدية الملاصقة للمياه بمادة مقاومة للصدأ وغير سامة .

د - تركب ماسورة تهوية (قطر 2 بوصة) بسقف الخزان وبكوع إلى أسفل في نهايتها شبك سلك لمنع دخول الحشرات .

هـ - تركب داخل خزانات المياه الأرضية سلالم بحاري من مواد تكون مقاومة للصدأ وغير سامة لتسهيل الدخول للخزانات والخروج منها لإجراء أعمال الصيانة والتطهير الدورية - شكل (65) .

حادي عشر : طلمبات الضغط العالي High Pressure Pumps :

يختار موقع الطلمبات أقرب ما يكون إلي خزان المياه المرشحة مع ضرورة أن يتوافر الشروط الآتية :

1 - أن يلحق بالمحطة بيارة متصلة بخزان المياه النقية عن طريق سحارة لتوصيل المياه من الخزان إلي البيارة حيث تقوم الطلمبات بسحب الماء منها .

2 - أن يكون المبني بالأتساع الكافي ليستوعب عدد الطلمبات التي تخدم المدينة حاليا و مستقبلا طوال الفترة التصميمية لمحطة التنقية .

و يفضل في كثير من الأحوال أن يكون التخطيط العام لمحطة التنقية بحيث تكون طلمبات الضغط العالي و طلمبات الضغط الواطي في مبني واحد مما يسهل عملية الأشراف و التشغيل و الصيانة مع توفير العمالة و الفنيين . تقوم الطلمبات برفع المياه من بئر المياه النقية إلي شبكة المواسير علي ألا يقل الضغط عن 25 متر داخل المواسير في أي نقطة خاصة في أطراف المدينة.

أنواع الطلمبات المستعملة :

* طلمبات ماصة كابسة Displacement Pumps .
* طلمبات طاردة مركزية Centrifugal Pumps .

تصميم طلمبات الضغط العالي :

أرتفاع آخر مبني في القرية = 15 متر .

ضاغط علي آخر مبني = 5 متر .

طول الماسورة من محطة الرفع حتي آخر منزل في القرية = 1600 م .

فاقد المواسير (1600 متر) $= 4flv^2 / 2gd = (4 \times 0.005 \times 1600 \times 1) \div (3 \times 9.81 \times 0,4)$

= 4.07 متر .

بفرض أن الماسورة المغذية للخزان قطر 400 مم .

فواقد ثانوية ≈ 6 متر .

أجمالي الرفع المطلوب = 30 متر.

يؤخذ نفس نوعية طلمبات المياه العكرة علي أساس :

عدد 3 طلمبة تصرف 75 لتر / ث ورفع 30 متر .

عدد 3 طلمبة تصرف 150 لتر / ث و رفع 30 متر .

ثاني عشر : الخزانات العالية Elevated Tanks:

الخزان العالى 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 الأنابيب في أقصى مكان في المدينة . بحيث لا يقل عن الضغط الذى يسمح برفع المياه إلى الطابق الخامس في المنازل ، كما يجب أن تكون سعة هذا الخزان كافية لاستقبال الماء الزائد عن معدل تصرف مضخات الضغط العالى عن معدل استهلاك المياه في المدينة ليعود هذا الفائض إلى المدينة عندما يقل معدل تصرف مضخات الضغط العالى عن معدل استهلاك المياه في المدينة .

ويتصل الخزان العالى بشبكة التوزيع بواسطة ماسورة رأسية لتغذية الحوض بالماء وكذلك تغذية شبكة التوزيع بالماء من الحوض – شكل (66) .

شكل (66)

خزان عالي مربع – سابق التجهيز

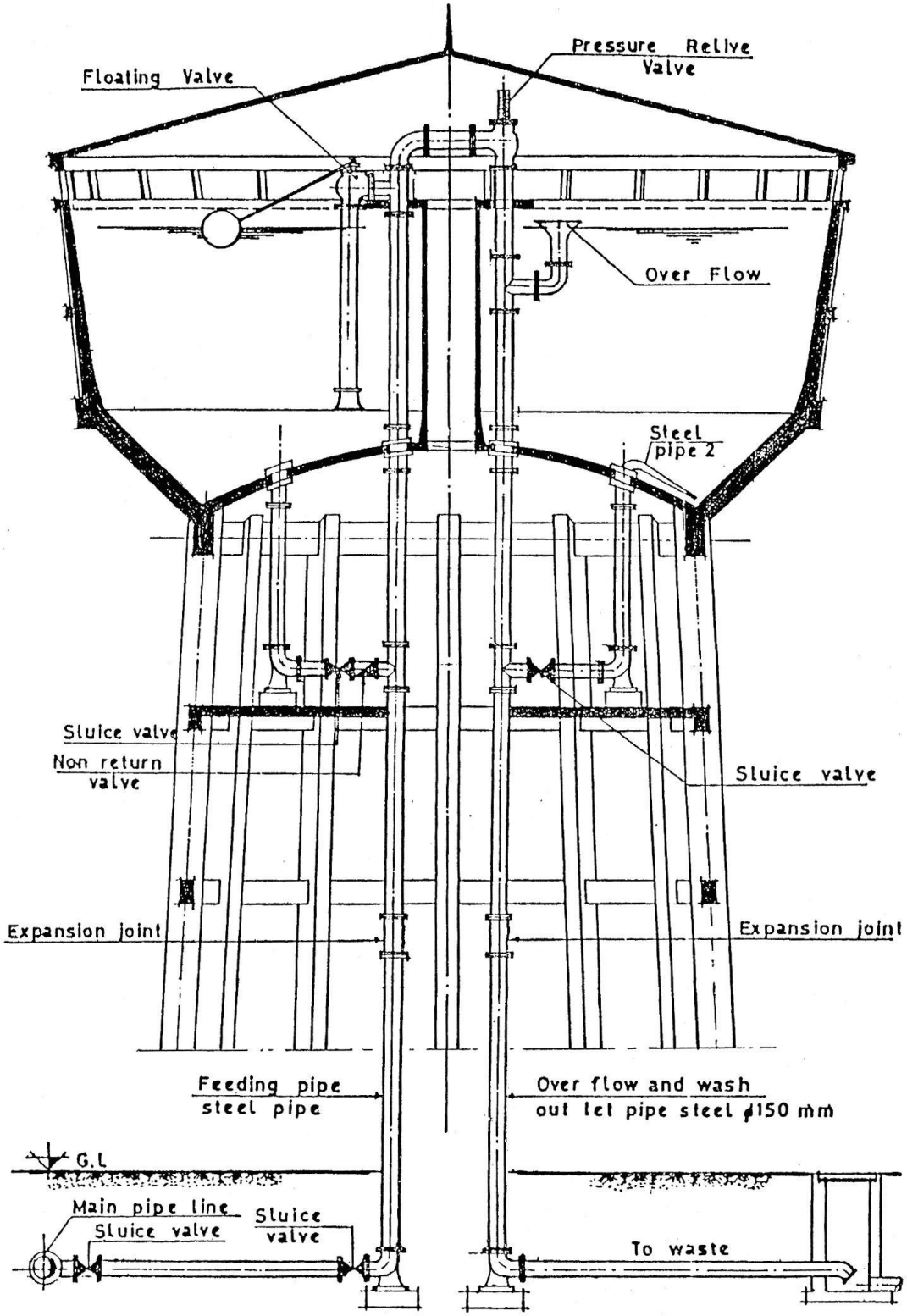
ينشأ الخزان العالى للأسباب الآتية :

1 - تخزين الفرق بين أحتياجات المدينة بالليل و النهار .

2 - تثبيت الضغط في جميع أجزاء المدينة .

3 - منع حدوث ظاهرة المطرقة المائية علي طلمبات الضغط العالي .

ينشأ الخزان العالي من الصلب أو الخرسانة المسلحة و يقام علي أعمدة أو أسطوانة خرسانية . تغذي هذا الخزان ماسورة صاعدة من الصلب و تكون هي نفس الماسورة المغذية للشبكة من الخزان - أي أنها صاعدة و هابطة في آن واحد .



شكل (66)

الخزان العالي والمحابس المتحكمة به

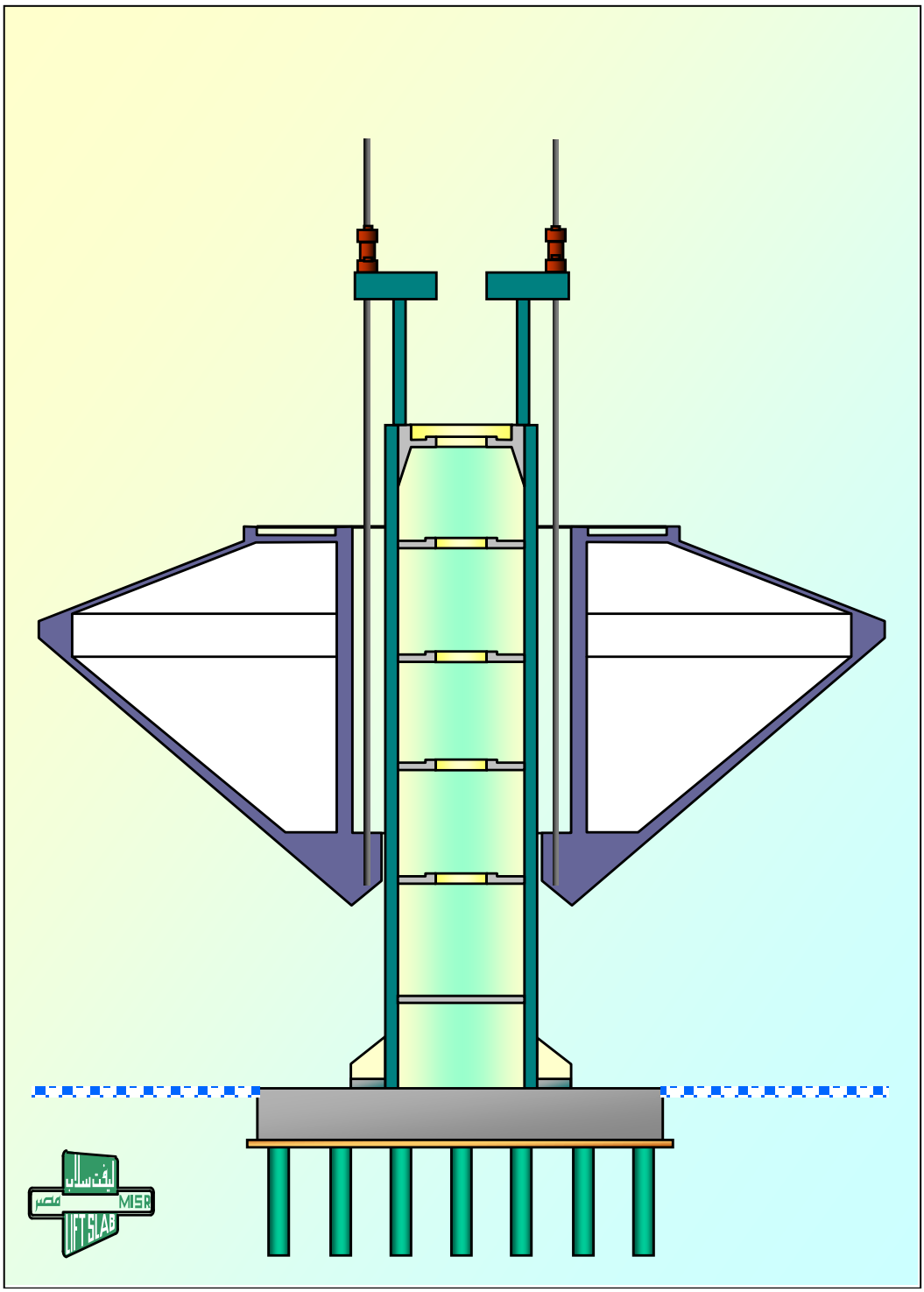
شكل (66)

أنشاء الخزان العالي – تم التنفيذ بتقنية الشدات المنزلقة و تقنية الرفع الثقيل

ملاحظة :

1 - يفضل أنشاء الخزان الخرساني بطريقة الشدات المنزلقة Slip Form و ذلك للاسطوانة الرأسية الحاملة للخزان ، ذلك من شأنه توفير الشدات المسلحة اللازمة للأنشاء كما يوفر الوقت و جهد الأنشاء.

2 – يفضل أنشاء حلة الخزان علي الأرض – شكل (67) حيث يكون تنفيذ الأعمال بشكل سهل و جيد . بعد أتمام العمل ، يجري رفع الحلة الي مكانها و علي المنسوب التصميمي و تثبيتها بطريقة البلاطات المرفوعة Lift Slab. توفر هذه التكنولوجيا الوقت و الجهد .



شركة ليفت سلاب مصر

شكل (67)

عملية رفع الخزان بالروافع الهيدروليكية

أسس التصميم :

يصمم الخزان - بشكل تقريبي - علي أساس متطلبات تخزين المياه Equalizing Storage فقط و تساوي 15 % من الأستهلاك الكلي للمدينة.

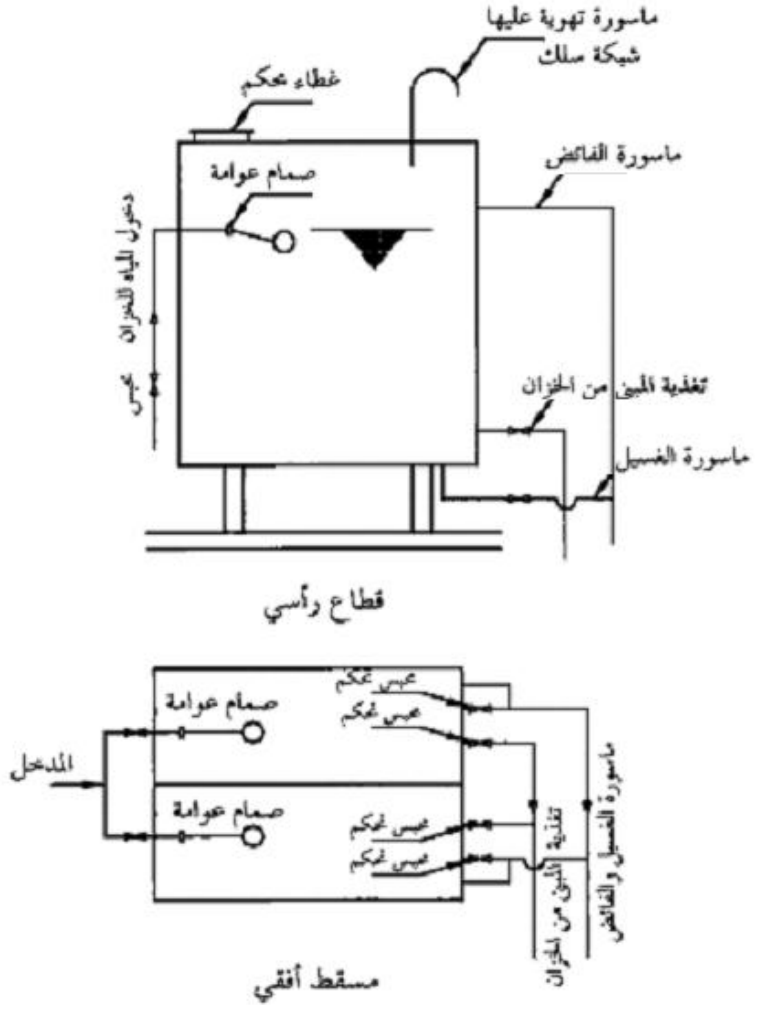
يزود الخزان بالصمامات الآتية للتحكم في المياه :

1 - صمام حاجز Sluice Valve في أسفل الماسورة ، يتم قفله عندما يراد حجز الماء عن حلة التخزين للتنظيف أو الإصلاح

2 - صمام عوامة Float Valve : يركب هذا الصمام أعلي الماسورة حيث تدخل المياه إلي الحلة عندما يزيد معدل ضخ الطلمبات عن معدل الاستهلاك في المدينة . يقفل الصمام أذا ما وصل منسوب المياه إلي حد معين .

3 - صمام عدم رجوع Non Return Valve : و يركب علي فرع بين الماسورة الرأسية و قاع الخزان . و يسمح هذا الصمام بخروج الماء من الخزان إلي الماسورة الرأسية و ليس العكس عندما يزيد معدل استهلاك المياه عن معدل ضخ الطلمبات

4 - صمام حاجز (آخر) مركب علي نفس الفرع و يقفل عندما يراد إيقاف صرف الماء من الخزان إلي شبكة التوزيع عن طريق الماسورة الرأسية كما هو الحال عند غسيل حلة الخزان بعد أصلاحها – شكل (68).



شكل رقم (68)

تفاصيل توصيلات الخزان العلوي

كما يتصل الخزان عن طريق ماسورة رأسية أخري تسمي ماسورة العادم ، بشبكة الصرف في المدينة لصرف مياه الغسيل ـ مركب علي هذه الماسورة ما يلي :

* هدار مخرج للماء الفائض ، و الغرض منه خروج المياه الزائدة عن منسوب معين عند حدوث خلل في صمام العوامة السابق ذكره . هذا الهدار موجود في أعلي الماسورة .

* صمام حاجز مركب علي فرع ما بين ماسورة العادم و قاع الخزان . هذا الصمام يظل مغلقا ما دام الخزان مستعملا، و يفتح فقط لصرف الماء من الخزان عند الغسيل .كما تتصل الماسورتان الرأسيتان : ماسورة التغذية و ماسورة العادم بواسطة فرع أفقي مركب عليه صمام أمن يفتح آليا أذا زاد الضغط في الماسورة الرأسية المغذية عن حد معين (حوالي 10 متر زيادة عن منسوب الماء في الخزان) لتلاشي آثار المطرقة المائية . جميع هذه المواسير و التوصيلات من الصلب و يفضل استخدام المواسير ذات الفلانشات الثابتة و المتحركة ـ كما يفضل تركيب وصله تمدد علي كل منهما للسماح بالتمدد و الانكماش .

ونظرا لتعرض حلة الخزان إلى أشعة الشمس وإلى اختلافات كبيرة في درجة الحرارة مما يؤدى إلى حدوث شروخ في الحلة إذا كانت من الخرسانة فإنه يستحسن تحقيق بياض الأسطح 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 الملينة للخرسانة أو جعلها صماء مثل فاندكس أو أديكور أو إحدى المواد السابق شرحها ويراعى الاحتياط في أحكام مواضع مرور الأنابيب بحوائط الحلة حيث يخشى من تسرب الماء من بين سطوح الخرسانة الملاصقة للمواسير ويحسن أن يكون للماسورة المارة بحوائط الحلة شفة بارزة وسط الحائط الخرسانى لغرض الإحكام المائى .

اشتراطات التصميم والتنفيذ والصيانة :

يراعى دهان حوائط وأرضيات الخزانات من الداخل بمادة مانعة لتكون الطحالب والفطريات والبكتريا وذلك بعد عملية غسيل الخزان من الكلور وكذلك بعد كل عملية تنظيف . يجب أن تتوافر في الخزانات مادة عازلة للمياه لمنع رشح المياه من الخزان وأن تكون فتحة الخزان محكمة بحيث لا تسمح بدخول الأتربة والحشرات والقوارض ومانعة لنفاذ أشعة الشمس .

يزود كل خزان بماسورة للغسيل بقطر يتراوح بين بوصة و 4بوصات حسب حجم الخزان وتوضع بمستوى قاع الخزان (أرضية) وتوصل إلى ماسورة الفائض مع ضرورة عمل محبس عليها يفتح وقت الغسيل فقط ، ويراعى عند إنشاء هذه الخزانات أن يكون قاعها مائلاً نحو فتحة الغسيل المذكورة بميل 0.5 سم لكل متر على الأقل .

يزود كل خزان بماسورة أو أكثر للتهوية تتصل بالهواء الخارجي مخترقة سقف الخزان وتنتهي بكوع مقلوب لموازنة الضغط الجوي داخل الخزان منعاً من التضاغط والتخلخل أثناء الملء والتفريغ ويركب على الكوع المذكور شبكة سلك لمنع دخول الحشرات والمواد الغريبة . تعمل بسقف الخزان فتحة أو أكثر بأبعاد مناسبة لا تقل عن 70 × 80 سم للنزول داخله لتنظيفه وصيانته ، ويكون لهذه الفتحة غطاء محكم ، كما يجب أن يكون هناك فراغ أسفل الخزان لا يقل ارتفاعه عن 60 سم لسهولة تركيب ماسورة الغسيل ولصيانة الخزان والمواسير والأجهزة الملحقة به .

العزل ضد الحرارة والتغيرات الجوية :

يراعى إحاطة الخزانات بحوائط مباني ساترة لحمايتها من التغيرات الجوية وأن تترك مسافة بين الخزانات والحوائط لا تقل عن 60سم من كل جانب ، وفي حالة تغطية أعلى الخزان يجب أن لا تقل المسافة بين أعلى الخزان وأسفل السقف عن 80 سم مع ضرورة توافر فتحات التهوية المناسبة حول الخزان .

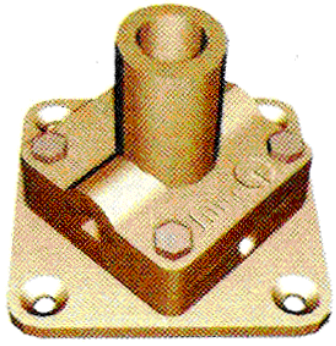
وفي حالة عدم إحاطة الخزان بالحوائط الساترة فيجب أن تتوافر في جوانبه وسقفه عوامل العزل الكافية التي تمنع تعرض محتوياته للتغيرات الحرارية المتباينة وفقاً لما ورد بكتيب العزل الحراري في المباني الصادر عن وكالة الوزارة للشئون الفنية ،

كما يراعى عزل شبكة المواسير على الأسطح المكشوفة عموماً للتغيرات الحرارية وذلك لمنع حدوث تغييرات حرارية كبيرة في محتوياتها ، ويتم ذلك باستخدام مواد العزل المناسبة والمطابقة للمواصفات .

وكثيرا ما توضع تحت الخزان غرفة مضخات الضغط العالى . ويستحسن اختيار موقع الخزان العالى بأعلى نقطة بالمدينة لتقليل مصاريف إنشاء أعمدة للخزان ، وتتراوح سعة الخزان العالى 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 المضخات فيها ليلا يجب أن تكون سعة الخزان فيها من 4 – 24 ساعة وذلك لظروف الطوارئ .

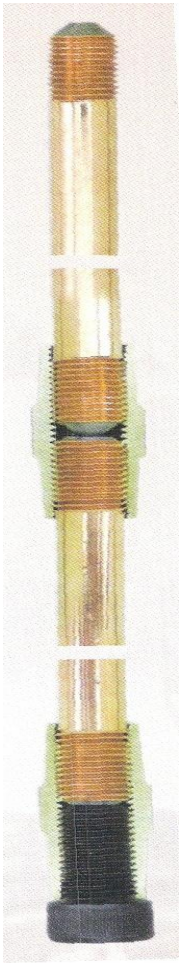
مانع الصواعق:

يزود الخزان العالي بمانع الصواعق لتصريف أي شحنات كهربية . و هو عبارة عن عامود من النحاس الأحمر - طوله 2 متر - قطره من أسفل = 5 سم ومدبب من أعلي . يثبت فوق حلة الخزان بواسطة جلب وورد كاوتش و يوضع في قمة الخزان لحمايته ، يتصل بالأرض بواسطة سلك نحاس أحمر قطره 8,5 مم . يمر السلك فوق بكر من الصيني المعزول و يثبت بجانب حلة الخزان حتي يصل إلي سطح الأرض . يتصل بلوحة من النحاس مقاسها 1 م × 1 م × 3 مم و موضوعة داخل حفرة بعمق 1,5 متر مملوء بالفحم لتصريف أي شحنات إلي الأرض . مانع الصواعق – شكل (69) .الأرضي – شكل (70) .



شكل (69)

هوائي مانع الصواعق وقاعدته



شكل (70)

الأرضي

معالجة الرشح داخل المنشآت المائية
محطات التنقية - غرف الصمامات – محطات الطلمبات

معالجة الشروخ النافذة بالمنشآت المائية الخرسانية بطريقه الحقن :

المواد المستخدمة :

في بعض الأحوال ، يستخدم الإسمنت والمياه (اللباني) لملء و ترميم التعشيشات والفراغات وفي بعض حالات ملء الشروخ ، كما يستخدم الإسمنت أيضا في حقن الشروخ تحت ضغط و لكن بكفاءة أقل مثل الخرسانة العادية لأرضية بيارات الصرف الصحي . تستخدم البوليمرات البلاستيكية (الراتنجات الاكليريكية) بصفة رئيسية لملء الشروخ تحت ضغط الماء لإيقاف نفاذا الماء . تستخدم أيضا المواد الأيبوكسية في علاج الشروخ . وأكثر البوليمرات العضوية استخدما في الترميمات الإنشائية هي الروابط الإيبوكسية . وهي عبارة عن مركبين : مركب أساسي راتنجي مالىء و مركب آخر مصلد أو معجل للتصلب ، حيث يجب خلطها بالنسب Epoxy Binders المحددة . وللروابط الإيبوكسية خاصية الالتصاق بالخامات كالخرسانة والحديد وقلة الانكماش ، كما أنها ذات قوة شد وضغط عاليتين . والروابط الإيبوكسية تنتمي إلى فصيلة البوليمرات حرارية التصلد وهي تشمل ضمن تركيبها البولي يوريثان مجهزًا على هيئة مركبين خلطهما عند الاستخدام ، ويعد البوليستر من نفس الفصيلة . وهو يتكون عادة من ثلاث مركبات (أساس راتنجي ، وسيط مساعد ، ومعجل تصلب) .وهناك فصيلة أخرى من الروابط العضوية تتكون من البوليمرات البلاستيكية وهي سريعة التصلب ولا تلتصق بالخرسانة أو الروابط الاكريليكية Acrylamide Binder ، وهي ذات انكماش عال في الظروف الجافة ولذا فإن استخدامها الرئيسي يكون في سد الشروخ في حالات الرطوبة والتشبع لمقاومة تسرب الماء والإسمنت المستخدم هنا هو الإسمنت البورتلاندي العادي ، كما أن الإسمنت قليل الانكماش والإسمنت سريع التصلب يمكن خلطهما بالبوليمرات العضوية. معدات و أدوات الحقن – شكل (71) :

طريقة التنفيذ :

تصلح طريقة معالجة الشروخ بالحقن تحت تأثير ضغط الهواء لجميع أنواع الشروخ الخرسانية الافقية والرأسية سواء كان الشرخ من جهة واحدة أونافذ إلى السطح الآخر من الخرسانة ويتم حقن الشروخ وعلاجها – شكل (72) :

1. يحدد مسار الشرخ ويتم توسيعه إلى عمق وعرض 1-2سم.
2. يملا الشرخ بمونة إيبوكسية مثل مادة كيما بوكسى 165 (عدا أماكن الحقن) ويتم العمل من الجهتين فى حالة الشروخ النافذة.
3. تعمل ثقوب فى السطح السابق ملئه بالمونة الإيبوكسية (من جهه واحدة فقط فى حاله الشروخ النافذة) وذلك على مسافات تتراوح بين 25-50سم وبعمق يتحدد طبقا لعمق الشرخ ، وتثبت مواسير معدنيه أو بلاستيكية (حقن) فى الثقوب و تزود في نهايتها بصمام مانع للرجوع و يتم التحبيش عليها بمونة سريعة .
4. يبدأ الحقن من اسفل من خلال المواسير المعدنية المزودة بصمام مانع للرجوع ، ويتم الحقن باستعمال مواد ايبوكسية قليله اللزوجه مثل مادة كيما بوكسى 103 ويستمر الحقن بدءا من أوطي نقطة حتى خروج مادة الحقن من الماسورة التى تعلوها مباشرة و هكذا .
5. بعد إتمام الحقن من جميع النقاط يتم الحقن من الوجه الآخر فى حالة الشروخ النافذة.

ملاحظة :

كل شركة لها المواد الخاصة بها الذي تحقن به الخرسانة ، وللزملاء سؤال تلك الشركات عن مادة الحقن المناسبة للعمل .

أعمال الحقن و مقاومة الرشح فى المنشآت المائية Water Retaining Structures:

يمكن تقسيم الشروخ المسببة للرشح إلي :

شروخ شعرية دقيقة.

شروخ كبيرة وفجوات.

أولا : علاج الشروخ الشعرية الدقيقة الغير نافذة بطريقة الحقن :

تصلح طريقة حقن الشروخ بواسطة الضغط لجميع أنواع الشروخ الخرسانية الأفقية والرأسية سواء كان الشرخ من جهة واحده أو نافذا إلى السطح الأخر من الخرسانة .

يمكن علاج الشروخ الشعرية الغير نافذة لأعماق كبيرة والمنتشرة بشكل غير منظم فى الاسطح الخرسانية والتى تتكون عادة من زيادة انكماش الخرسانة بدهانها عدة اوجه بمادة ايبوكسية منخفضة اللزوجه يمكنها التسرب داخل الشروخ الشعرية مثل مادة كيمابوكسى 103 تى ، وفى جميع الاحوال يجب أن يكون سطح الخرسانة تام الجفاف ونظيفا وخاليا من أجزاء الخرسانة الضعيفة او المفككة أو زبد الاسمنت.

علاج المواسير الخرسانية أو المجمعات المصبوبة على بيتها من الرشح نتبع الآتى :

1- معاينة نقاط الرشح إذا كان قطر الماسورة أو المجمع كبير يسمح بدخول أفراد إلي الأماكن الأكثر رشحاً بالمياه.

2- تكسير وتوسيع نقاط الرشح الشديدة بالمجمع أو الماسورة وذلك بعمق 3 – 4 سم بواسطة وتوسعة التكسير حول نقاط الرشح بقطر 2 – 3 سم ، أو عمل ثقوب بالشنيور الكهربي لتخريم الخرسانة في مسار الشرخ بعمق 3 – 4 سم . يتم تركيب مواسير الحقن في الشرخ علي مسافة 30 – 40 سم بين كل حقنة و التالية لها.

يتم تنظيف أماكن نقاط الرشح جيدا وإزالة الاجزاء المفككة من الخرسانة ولا يتم علاج الشروخ بهذه الطريقة الا فى حالة تمام جفاف سطح الخرسانة.

3 - يعمل ثقوب في السطح السابق لملئه بالمونه الايبوكسية (من جهة واحده فقط في حاله الشروخ النافذة) و بعمق يتحدد طبقا لعمق الشرخ ودرجه مسامية الخرسانة ويثبت مواسير حقن بلاستيكية أو معدنية في الثقوب .

يسري ذلك علي طول الشرخ مبتدأ من أوطي نقطة الي الأعلي – شكل (72) . يتم سد الشرخ بطوله بمونة ما عدا أماكن الحقن . يمكن استعمال أداة بسيطة و هي مشحمة المعدات . تملأ المشحمة بالمادة الأولي المالئة حتي يبدأ ظهور تلك المادة من الحقنة التالية و هكذا . بعد أتمام حقن المادة الأولي بساعة ، تنظف المشحمة جيدا ثم تملأ بالمادة الثانية المصلبة Epoxy Binders (التي تورد مع المادة) خلال نفس الحقن مرة أخري بنفس الطريقة من أوطي نقطة الي الأعلي و تقفل فوهة الحقنة بالطبة لمنع خروج مواد الحقن منها . فى حاله الشروخ النافذة حتى السطح المقابل للخرسانة يتم سد الشرخ من الجهة الاخرى باستعمال المونة الايبوكسية كيما بوكسى 165 او المونة الاسمنتيه البولمرية.

4 - يمكن تركيب حقن جاهزة – شكل (73) أن وجدت ، وفي حالة عدم تواجدها يمكن تصنيع حقنة مماثلة عبارة عن ماسورة نحاس 4/1 " مقوظة من طرف واحد يركب عليها طبة مقلوظة تصنع في الورشة (تكون مماثلة للقلاووظ الخارج من المشحمة) ثم التحبيش عليها في مكان الرشح بمادة سريعة جداً ليتركز الرشح داخل هذه الحقن . قد تكون هناك حقنا جاهزة بالمقاسات المطلوبة .

5 – يتم التقطيب علي كامل طول الشرخ وحول الحقن بالمونة حتي يمنع خروج مواد الحقن أثناء الحقن .

6- نبدأ في أعمال الحقن باستخدام مشحمة المعدات (الحفار – البلدوزر 00) في حالة عدم وجود أدوات حقن جاهزة ، وملء الفراغات والثقوب الشعرية . مادة الحقن هي الأسمنت (الأعمال البسيطة) أو أي مادة مناسبة ومعتمدة مثل مادة سيمتكس حيث تتفاعل مع المياه المتسربة وتنتفش وتولد ضغطا يملأ الفراغات وتتصلب فيها. بعد حوالي ساعة يتم تحضير (المشحمة) و ملئها بمادة الحقن الأولي ، تثبت في الحقنة بطريق القلاووظ ثم نبدأ في ضخ الحقن بمادة ايبوكسيه قليله اللزوجة مثل مادة كيما بوكسى 103 او كيما بوكسى 103 تى داخل الشرخ مباشرة حتى يمتلىء (المادة الأولي المالئة للشرخ) و حتي تخرج مواد الحقن من الحقنة الأعلي و يكون الحقن قد ملء الشرخ و تتثقل عملية الضخ من (المشحمة) ثم ننتقل الي الحقنة التالية ، يتم فك المشحمة ثم تركيب طبة مقلوظة علي الفور علي الحقنة لمنع خروج مادة الحقن ، ثم ينتقل إلى الحقنة التالية . كلما ظهرت مواد الحقن في أي أنبوبة ، يتم سدها وهكذا . يجب استمرار الحقن في أنابيب أخري حتى تظهر مواد الحقن في الأنابيب الأعلا . بهذا يمكن الاطمئنان إلى امتلاء الشرخ بمواد الحقن . يكـــون بدايـــة الحقـــن في أوطـى نقطـــة في الشرخ أو أوطى حقنة ثم التي فوقها وهكذا إلى نهاية العملية. تبدأ مادة الحقن في ملء الشرخ من أسفل إلي أعلي حتى تظهر مواد الحقن في الأنبوبة الأعلى. يتم سد هذه الأنبوبة ثم ينتقل الي الأنبوبة التالية. كلما ظهرت مواد الحقن في أي أنبوبة ، يتم سدها وهكذا . يجب استمرار الحقن في أنابيب أخري حتى تظهر مادة الحقن في الأنبوبة العليا. بهذا يمكن الاطمئنان إلى امتلاء الشرخ بمواد الحقن . بعد حوالي ساعة ، يتم ملء الحقنة بالمصلب و نشرع في حقن الحقن السابقة بنفس الكيفية ثم أعادة غلقها .

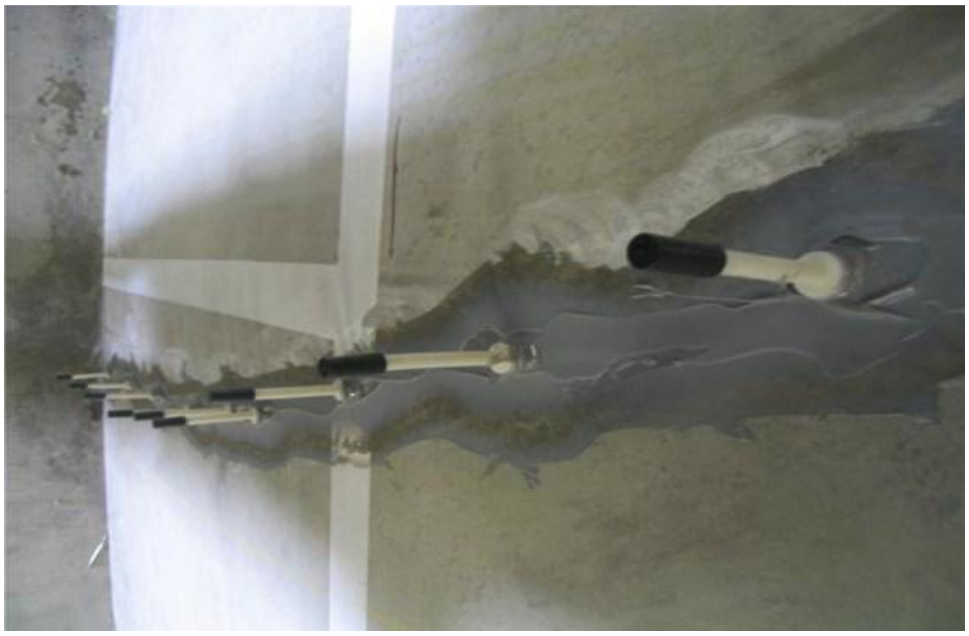
7- الانتظار ثلاثة أيام لحين شك مواد الحقن ثم نزيل جسم الحقنة من كل مكان . يتم الترميم وإنهاء البياض والعزل اللازم مكان كل حقنة .

شكل (71)

آلة حقن الشروخ والأكسسوارات الملحقة بها – مماثلة لمشحمة المعدات الثقيلة

شكل (71)

حقن معدنية جاهزة لحقن الشروخ ومقاومة الرشح Injection Packer For Concrete Crack Repair



شكل (72)

الاستعداد لحقن الشرخ قبل الحقن مباشرة

ملاحظة :

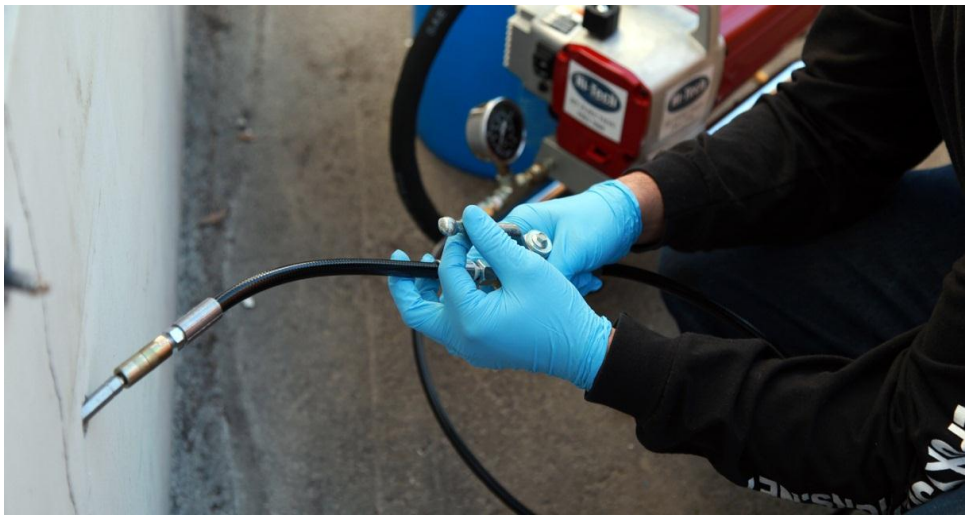
1 - يمكن للتسهيل في عملية الحقن أو عدم وجود المعدات اللازمة ، يتم استخدام مشحمة المعدات مثل الحفار أو اللودر 0000 يتم ملء المشحمة بالمواد الحقن الأولي و نهو الخطوة الأولي ، ثم تنظف جيدا و تملأ المشحمة بالمادة المصلبة و تعمل الحقن كما ذكر .

2 – تصنع أنبوبة الحقن في هذه الحقن بسهولة بأي ورشة خراطة ، هي عبارة عن ماسورة نحاس بطول حوالي 8 سم (تقريبا) وقطر 4/1" ، مقلوظة من جهة خرطوم ماكينة الحقن ومزودة بطبة نحاس لقفلها بعد نهو الحقن لمنع خروج المواد .

3 ـ كل شركة لها المواد الخاصة بها الذي تحقن به الخرسانة ، وللزملاء سؤال القسم الفني لتلك الشركات عن مواد الحقن المناسبة للعمل .

آلات الحقن ـ الميكانيكية واليدوية :

الآلات الميكانيكية ـ شكل (73) :

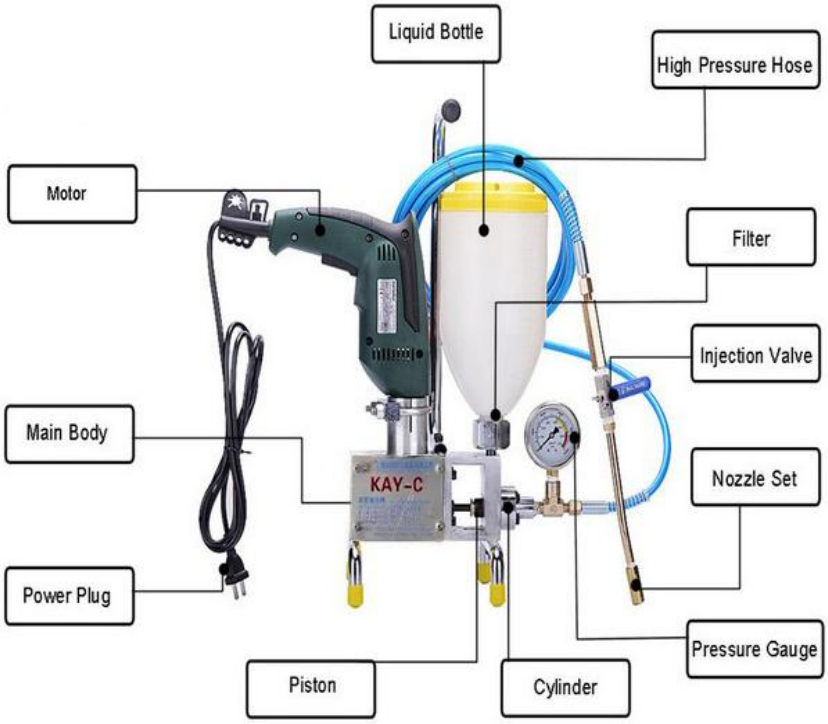


شكل (73)

حقن الشروخ الخرسانية

شكل (73)

معدات حقن الشروخ الخرسانية بالبولي يوريثان Pu Grouting Machine For Concrete Crack Repair



شكل (73)

معدات حقن الشروخ الخرسانية بالبولي يوريثان و الإيبوكسي Polyurethane And Epoxy Injection Equipment

شكل (73)

حقن من البلاستيك للشروخ العادية

الآلات الحقن اليدوية :

تعمل هذه الآلات التي تستخدم لحقن الشروخ للأعمال الخفيفة أو الأعمال الكبيرة . وهي تعمل تحت ضغط عالي . يمكن للتبسيط ، أستخدام (المشحمة) الخاصة بتشحيم المعدات مثل البلدوزرات أو اللوادر أو الحفارات وهي تؤدي الغرض تماما حيث تملأ أولا بادة الحقن و تحقن كافة الحقن بطول الشرخ ثم تنظف و تملأ بالمصلب و يحقن المصلب بسرعة حتي لا يتصلب داخل المشحمة – شكل (74) .

شكل (74)

حقن الإيبوكسي داخل الحقنة Epoxy injection

شكل (74)

أدوات يدوية أخري للحقن Concrete Injection

طريقة أخري للحقن :

أستخدام الحقن البلاستيكية الجاهزة - شكل (75) :

شكل (75)

مواد و مهمات الحقن

قفل الشرخ بالكامل عدا مناطق تركيب الحقن

وضع مواد لاصقة علي الحقنة

وضع مواد لاصقة علي الحقنة و تركيبها في مكانها فوق الشرخ

شكل (75)

الحقنة بعد تمام التركيب

ترك المونة كي تتصلب قبل بدء الحقن

وضع أنبوبة مواد الحقن (الجاهزة) داخل مسدس الحقن

شكل (75)

يجب و لبس واقي العينين قبل العمل (النظارة)

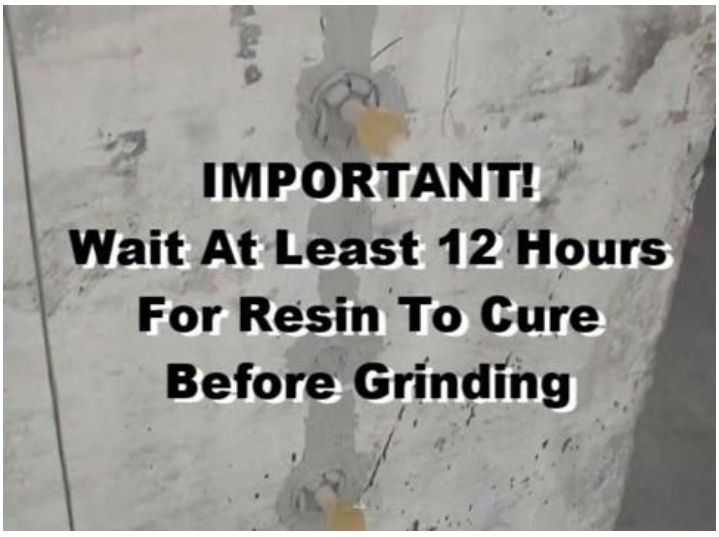
أدخال خرطوم الحقن داخل الحقنة

ضغط المواد الأولي داخل الحقنة و قفلها – لا تستطيع مواد الحقن الخروج

شكل (75)

فك خرطوط الحقن

حقن المادة المصلبة



الأنتظار 12 ساعة علي الأقل لمواد الحقن حتي تتصلد قبل أزالة الحقنة

شكل (75)

أزالة الحقنة بعد الجفاف

أزالة الزوائد و تنظيف و تسوية السطح

شكل (75)

الحقن بمادة البولي يوريثان Polyurethane Grouting :

هو عبارة عن حقن مادة البلوريثان المتمددة Expanding Polyurethane خلال الشروخ الخرسانية لمنع رشح المياه .

المهمات المستخدمة :

شكل (76) :

آلة الحقن اليدوية Handy Grout Pump

Handy Grout Pump

شكل (76)

آلة الحقن اليدوية Handy Grout Pump

للمزيد من المعرفة عن حقن الشروخ :

الرابط :

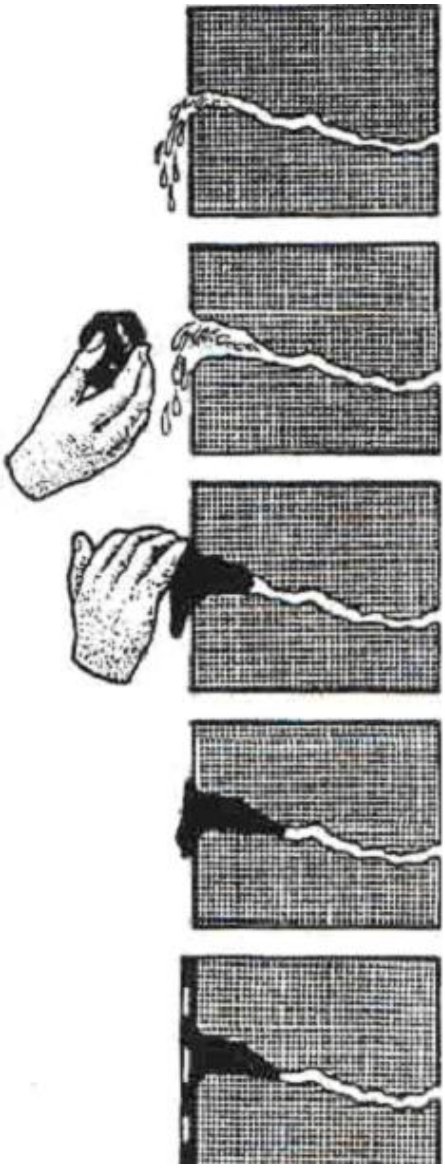
https://www.youtube.com/watch?annotation_id=annotation_66410615&feature=iv&src_vid=7_diXmKZp_8&v=eEXAWukRfD4

ثانيا : حقن الشروخ أو الفجوات الكبيرة :

تنفذ الخطوات التالية :

1 - توسيع الشرخ أو الفجوة وإزالة أي خرسانات مفككة ثم تنظيفه جيدا - شكل (77).

2 - تجهيز مرنة من مادة سيكا 2 أو سيتوكس فيكس (السريعة الشك جدا) - تخلط بالماء وتكور في اليد بحجم يناسب أتساع الشرخ. يجب الإسراع في وضع المونة في الشرخ لقفل فتحات الشرخ بالرغم من تدفق المياه المستمر من الشرخ.



شكل (77)

خطوات حقن الشروخ الكبيرة في المنشآت المائية

3 - تدفع هذه المونة نحو الشرخ مع الضغط باليد لملء الشرخ بالمونة - حتى مع وجــود رشح الميــاه.

4 - يستمر الضغط باليد نحو دقيقة واحدة حتى يتم شك المونة.

5 - يسوي السطح النهائي وأزالة أي زوائد.

6 - يمكن أن يحتاج الشرخ إلى عدة عمليات مماثلة لما سبق ، يمكن تنفيذ ذلك حتى يمتلأ الشرخ تماما.

شكل (77)

غلق الشروخ الواسعة بمادة سيكا 2 (السريعة جدا) في أحد المنشآت المائية

توصيات أنشاء أحواض و منشآت المعالجة في المحطات :

يجب الاهتمام الكبير بتنفيذ هذه المحطات باعتبارها منشأ مائي، فيجب الاعتناء بمواد الخرسانات (خاصة الأسمنت المقاوم للكبريتات) وصناعة الخرسانة بكل مراحلها والإضافات المختلفة مثل الإضافات المحسنة لعدم نفاذية الماء والعناية بالشدات ونسب الخلط والخلط الميكانيكي و الدمك والمعالجة 0000

1- يفضل استخدام الشدات المعدنية و الفرم لإنتاج الخرسانة الظاهرة. تنتج خرسانة عالية الجودة بجانب عدم الاحتياج إلي بياض داخلي أو خارجي مما يوفر الوقت و المال.

2 - دهان الأحواض من الداخل بدهان داخلي عازل مقاوم للأحماض الناتجة عن مياه الصرف الصحي و الأبخرة مثل كيمابوكسي 110 أو مايماثله ، تطبق شروط العزل الموجودة في هذا الباب .

3 - يفضل أن يكون موقع المحطة علي بعد 1,5 إلي 2 كم بعيدا عن المدينة و يكون تحت الريح كما يفضل قربها من مكان صرف المياه المنقاة.

4 - تستخدم المعادن المقاومة للصدأ مثل الزحافات و الأسوار المعدنية و أي جزء معدني ظاهر .

الدهانات الداخليه للأحواض – الدهانات المقاومة للأحماض :

بعد انتهاء التجارب المائية و نجاحها ، يتم تفريغ الحوض من المياه و أزالة حوائط المباني المؤقتة التي تقفل مخارج ومداخل الحوض ، يجهز الأسطح الداخلية للدهانات العازله . يتم أختيار مادة العزل مقاومة للأحماض من الأيبوكسيات التي يوافق عليها الأستشاري الغير سامة ، ويقوم المقاول بتوريدها كاملة الي موقع العمل بالكميه المطلوبة . يتم اختيار عينات عشوائية من الدهانات بمعرفة مهندس الجودة الخارجي طبقا للمواصفات لتذهب الي أحد المعامل المعتمدة لدي الاستشاري و التي تجري عليها تجارب ضبط الجودة و تكون تكاليفها علي نفقة المقاول و يكون سمك الدهان مطابقا للمواصفات .

يقدم المقاول طلبا للمهندس الاستشاري بطلب أجراء التجارب علي الدهانات في أحد المعامل المعتمده ، يوافق الأستشاري علي ذلك مع تحديد أسم المعمل للمقاول .

يجب أجراء التجارب التالية (في المعمل) لضمان جودة الدهان :

*** أختبار نفاذية الدهان .**

*** أختبار تأثير الأحماض والقلويات علي الدهان .**

*** أختبار المذيبات العضوية علي المادة .**

*** أختبار الكلوريدات والكبريتييدات علي المادة .**

أجراء التجارب المائية لمنع الرشح :

يجب أجراء تجربة مائية للحوض لضمان جودة العمل ولاكتشاف نقاط الرشح - وقبل أجراء أي أعمال بياض أو دهان يتم العمل كما يلي :

**** إزالة الأجزاء المعششة و زوائد الخرسانة وزراجين الشدات المسلحة و عمل الترميمات اللازمة لها.**

**** يتم سد المداخل و المخارج للحوض بحوائط من المباني مع بياضها لضمان عدم رشح المياه من خلالها.**

لا يتم عمل أي بياض داخلي للخزان أو أي دهانات أو عزل خارجي أو ردم قبل تجربة الرشح المائي .

**** يجب عمل التجربة بعد 14 يوم علي الأقل من آخر صبة خرسانة حتي تأخذ الخرسانة أقصي قوتها .**

**** نبدأ في ملء الحوض بارتفاع 1 متر كل اليوم حتي نصل إلي منسوب المياه المستقبلي . يتم غسل الأسطح الخارجية للحوض من الأملاح الظاهرة يوميا بالمياه .**

** بعد اكتمال ملء الحوض ، يجب أن تكون الأسطح الخارجية للحوائط في حالة جفاف ظاهر لمدة 4 أيام و تترك و لا يتم عمل أي علاج . في أغلب الأحوال ، سترشح المياه من الخرسانة حتما و عدم عمل أي شيء و ترك الرشح كما هو ، تغسل أسطح الخرسانة الخارجية يوميا لأزالة الأملاح .

** يلاحظ انسداد بعض المسام الدقيقة و نقاط الرشح البسيطة في جسم الحوض من تلقاء نفسها مع استمرار يتم غسل وإزالة التمليح الذي يظهر علي السطح الخارجي للحوض بالمياه . بعد انتهاء المدة السابقة ، نبدأ في حقن نقاط الرشح المتبقية بالحوض من الخارج ومنع تسرب المياه بالطرق المذكورة في هذا الباب ، مع ملاحظة أن يظل الحوض مملوءا بالماء طوال عملية الحقن حتي النهاية .

** لا يسمح بأن ينخفض منسوب المياه بالحوض لأكثر من 3 مم خلال الـ 24 ساعة الأخيرة (آخذا في الاعتبار نسبة التبخر للمياه). (في المواصفات الأمريكية AWWA ينص علي السماح بانخفاض المياه بمقدار 0,1% من حجم المياه في 24 ساعة).

في بعض المواصفات :

كمية المياه الراشحة و المفقودة من الحوض خلال 24 ساعة لا تزيد 0.0005 × حجم الجزء المبتل من الخزان (آخذا في الاعتبار نسبة التبخر للمياه).، أذا زادت عن هذه الكمية يتم عمل الأصلاحات و الترميمات اللازمة ثم تعاد التجربة .

** إذا لم نشاهد أي رشح من جسم الحوض و إذا كان منسوب المياه ثابتا بالحوض - مع احتساب الفاقد في المياه بسبب التبخير - كانت التجربة مرضية.

** بعد انتهاء المعالجة والحقن وجفاف السطح الخارجي للحوض، يتم تحديد سبعة أيام أخري يكون فيها حوائط الحوض في حالة جفاف تام – (الكود المصري).

** في حالة عدم الوفاء بالاشتراطات المذكورة - يقوم المقاول بتقديم تقرير فني عن أسباب الرشح مع بيان طرق العلاج المقترح و تعاد التجربة مرة أخري.

المراجع

1 - الكود المصري .

2 - المكتبة الأليكترونية : تنقية مياه الشرب علي الأنترنت للمؤلف .

3 – Inflico Degremont.