



CPAS

مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية

"أ.د/ عبد الباقى إبراهيم وشركاه"

Center for Planning and Architectural Studies

" Prof.Dr. Abdelbaki Ibrahim & Partners "

دور ة تدريبية

في

"تحميم، أعمال المياه والصرف الصحي"

إعداد : الخبير البيئى وأستاذ الهندسة الصحية

الأستاذ الدكتور / محمد سعيد الخولي

الأستاذ الدكتور / اشرف غيم

الأستاذ الدكتور / وليد حمدى

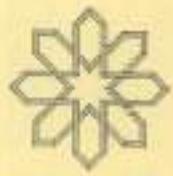
تنظيم : مديرية وحدة التدريب

مدام/ داليا شمس الدين

TR/24034-DF

14, EL-SOBKY ST., M. EL-BAKRY
HELIOPOLIS - CAIRO - EGYPT.
P.O. Box: 6 Saray - E.-Kobba - P.C. 11712
Tel: (202) 4190843 / 744 / 271
Fax: (202) 2919341
E-Mail : info@cpas-egypt.com

١٤ شارع السبكى / منشية البكرى
خلف نادى هليوبوليس - مصر الجديدة - القاهرة
ص.ب: ٦ سراى القبة - رمز بريدى ١١٧١٢
ت: ٨٤٣ / ٧٤٤ / ٤١٩٠٢٧١ (٢٠٢)
فكس: ٢٩١٩٣٤١ (٢٠٢)



CPAS

مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية

"أ.د/ عبد الباقى ابراهيم وشركاه"

Center for Planning and Architectural Studies

" Prof .Dr. Abdelbaki Ibrahim &Partners "

أ. د محمد سعيد الغولى

استاذ هندسة صحية - جامعة عين شمس

أ. د اشرفه لغبيه

استاذ مساعد كلية هندسة المطيرية - جامعة حلوان

أ. د وليد عاصم

استاذ مساعد كلية هندسة المطيرية - جامعة حلوان

TRR24034-DF

14. EL-SOBKY ST., M. EL-BAKRY
HELIOPOLIS - CAIRO - EGYPT.
P.O. Box: 6 S-ray - E-Kobba - P.C. 11712
Tel: (202) 4153843 / 744 / 271
Fax: (202) 2919341
E-Mail : info@cpas-zg.pt.com

١٤ شارع السبكي / منشية البكرى
خلف تادى هليوبوليس - مصر الجديدة - القاهرة
ص.ب: ٦ سراى القبة - رقم بريدى ١١٧١٢
ت: ٢٠٢ ٤١٩٠٢٧١ / ٧٤٤ / ٨٤٣
فكس: ٢٠٢ ٢٩١٩٣٤١ (٢٠٢) ٤١٩٠٢٧١

الفصل الأول

العداد السكاني واستهلاكات المياه

مقدمة

تعتبر البيانات الأساسية، والتي يتم الحصول عليها عن طريق الدراسات المبدئية، هي مدخلات لعملية تصميم ناجحة، تحقق لهدف المصممة من أجله الشبكة.

ولما كانت شبكات توزيع المياه تتضمن خدمة مجتمع في فترة تصميمية لا تقل في أغلب الأحيان عن عشرة إلى خمسة عشر عاماً، فإنه لا يكفي بالحصول على البيانات الأساسية لوقت الحاضر فقط، ولكن يتطلب التنبؤ بالبيانات المستقبلية وذلك بدراسة النمط السابق لنمو هذه البيانات.

وعلى هذا فإن البدء في تصميم شبكة مياه لمدينة أو منطقة معينة يتطلب تقدير كمية المياه اللازمة حالياً، ومستقبلاً وهذا يستوجب القيام بالدراسات المبدئية الآتية:

- التنبؤ بعدد السكان.
- حساب معدلات الاستهلاك المختلفة.
- تقدير الزيادة في معدلات الاستهلاك المستقبلية.
- حساب التصرفات التصميمية.
- عمل الدراسات الميدانية.

التنبؤ بعدد السكان

لما كان خط المواصلات الذي يستخدم في نقل المياه الحالية والمستقبلية ذات عمر افتراضي يتراوح بين ٣٠ و ٥٠ سنة فإنه يجب تقدير عدد السكان طوال المدة التي يخدم فيها الخط بدقة كافية، حتى لا تسبب زيادة التقدير حدوث زيادة في أقطار المواصلات، وبالتالي زيادة تكاليف الخط، وحتى لا يسبب نقص التقدير حدوث فسورة في خدمة الإمداد بالمياه اللازمة.

والطرق المستخدمة في التنبؤ بعدد السكان هي:

١. الطريقة الحسابية (Arithmetic Increase).
٢. الطريقة الهندسية (Geometric Increase).
٣. طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص (Decreasing Rate of Increase).

٤. طريقة الفراغ الكثافات السكانية.
٥. الطريقة البيانية التقريبية.
٦. طريقة المقارنة البيانية.

وسوف يتم التركيز هنا على الطريقة الحسابية الهندسية وطريقة الكثافات حيث أنها أكثر الطرق استخداماً وتناسباً مع منحني النمو السكاني للمجتمعات المصرية.

الطريقة الحسابية

وتطبق فيها المعادلة الآتية:

$$(1-1) \quad P_n = P_0 + K_a (t_n - t_0)$$

الطريقة الهندسية

وتطبق فيها المعادلة الآتية:

$$(2-1) \quad \ln P_n = \ln P_0 + K_g (t_n - t_0)$$

حيث أن:

العدد الذي يخدمه المشروع في سنة الهدف : P_n

آخر تعداد للمنطقة ويؤخذ حسب بيان التعبئة والأحصاء : P_0

معدل الزيادة السنوية للسكان (معدل ثابت) : K_a

معدل الزيادة السنوية للسكان في الطريقة الهندسية (متزايد) : K_g

الفترة الزمنية التي يخدم فيها المشروع : $t_n - t_0$

اللوغاريتم الطبيعي للأساس ٢,٧ : \ln

طريقة الكثافات السكانية

وتتوقف هذه الطريقة على تخطيط المدينة لـ المنطقة والجدول (١-١) يعطى الكثافات التي حددها الكود المصري لتصميم الشبكات.

جدول رقم (١-١)

الكثافات السكانية التي تستخدم عند حساب

عدد السكان المتوقع في تخطيط المدينة أو المنطقة

نوعية المسكن	الكثافة السكانية (فرد/هكتار)
فيلات درجة أولى	١٠
فيلات درجة ثانية	٦٠-٣٠
عمارات سكنية صغيرة	٢٥٠-١٠٠
عمارات سكنية متوسطة	٧٠٠-٤٤٠
عمارات سكنية كبيرة	١٢٠٠-٧٠٠
مناطق تجارية	٧٥-٥٠
مناطق صناعية	٣٠-٢٠

حساب معدلات الاستهلاك المختلفة

يمكن تقسيم أنواع الاستهلاكات إلى ملالي:

- استهلاك منزلي.

- استهلاك غير منزلي، ويشمل كل من الاستهلاك التجاري والصناعي والاستهلاك العام.

(ا) الاستهلاك المنزلي

وهو يشمل كل ما يخص استهلاك المياه داخل المنزل من نظافة وشرب وإعداد طعام .. إلخ

(ب) الاستهلاك غير المنزلي

ويشمل جميع عناصر الاستهلاك غير المنزلي من مدارس، مستشفيات، فنادق، مساجد ومكاتب .. إلخ، والجدول رقم (٢-١) يوضح معدل الاستخدام النمطي غير المنزلي، ويعبر عن معدل الاستهلاك الكلى لليومي للمياه باللتر/فرد/يوم، ويختلف هذا المعدل باختلاف فصول السنة وكذلك لشهر السنة وأيضاً في حلال الساعة من اليوم، ولمواجهة هذه التغيرات في معدلات الاستهلاك يمكن تعريف معدلات الاستهلاك المختلفة، وستنتاج متوسط الاستهلاك اليومي على مدار العام، كمقاييس لبقية معدلات الاستهلاك، وفيما يلى تعریفات لمعدلات الاستهلاك المختلفة:

- متوسط الاستهلاك اليومي على مدار العام (Average Of Annual Daily Consumption)، ويحسب بقسمة جملة الاستهلاك للمياه خلال العام على عدد أيام السنة.

- أقصى استهلاك شهري (Maximum Monthly Consumption)، يعين الشهر الذي يقع فيه مجموع أكبر استهلاك، ويؤخذ متوسط الاستهلاك اليومي خلال هذا الشهر، فيكون هو أقصى استهلاك شهري، ويمكن تقديره بحوالي (١,٢٥ - ١,٥٠) من متوسط الاستهلاك اليومي على مدار العام ويؤخذ (١,٤٠).
- أقصى استهلاك يومي (Maximum Daily Consumption)، يعين الشهر الذي يحدث فيه أكبر استهلاك خلال السنة، ثم يعين اليوم الذي يحدث فيه أكبر استهلاك فيكون هذا الاستهلاك هو أقصى استهلاك يومي، ويمكن تقديره بحوالي (١,٦٠ - ١,٨٠) من متوسط الاستهلاك اليومي على مدار العام.
- أقصى استهلاك في الساعة (Maximum Hourly consumption)، يعين اليوم الذي يحدث فيه أكبر استهلاك خلال السنة والذي يعطى أقصى استهلاك يومي، ثم يرسم منحنى الاستهلاك خلال ساعات هذا اليوم ومنه يحدد أقصى استهلاك في الساعة ويمكن تقديره بحوالي ٢,٥٠ من متوسط الاستهلاك اليومي على مدار العام.

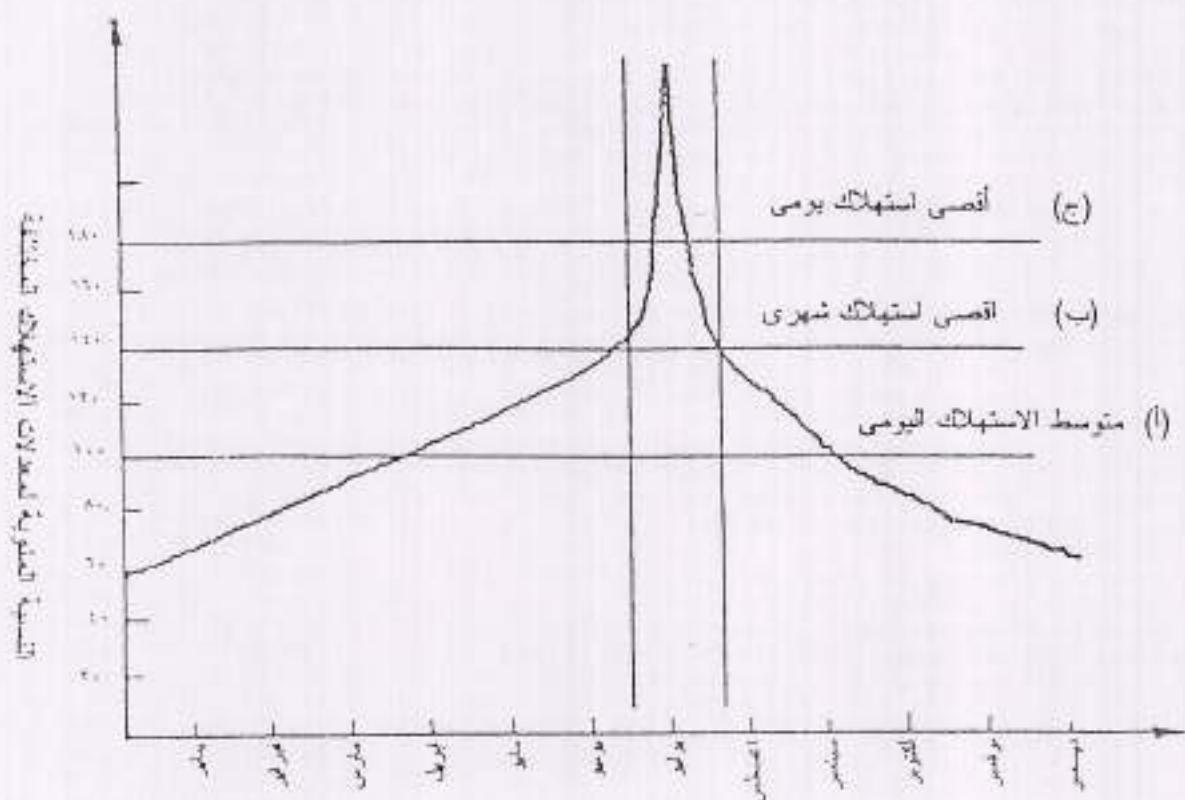
جدول رقم (٢-١)

معدل الاستهلاك النمطي غير المنزلي في القرى

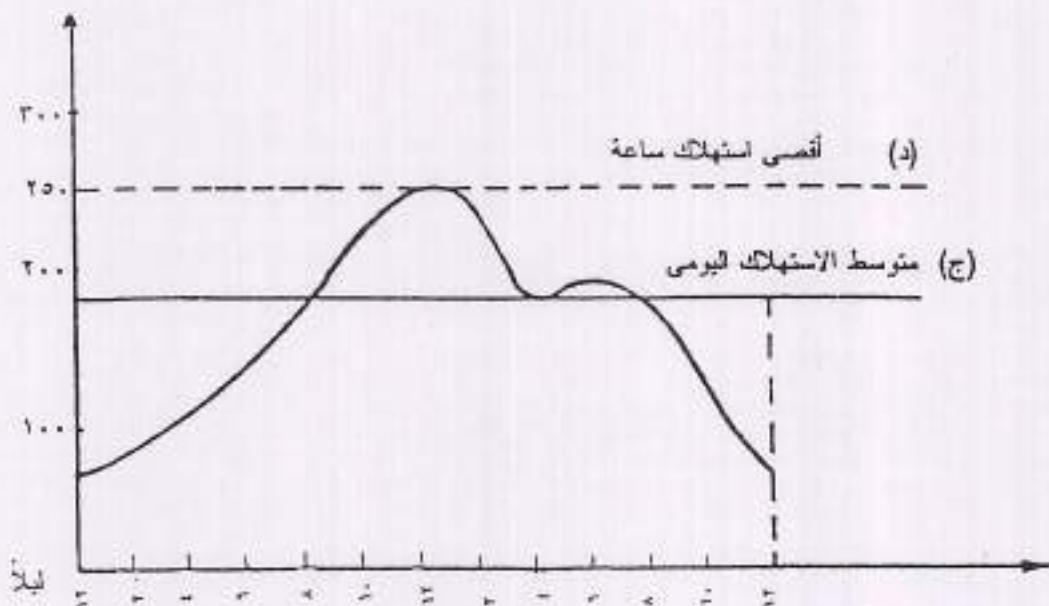
نقطة	الاستخدام النمطي (لتر/يوم)
المدارس	٣٠-٩٥ لكل تلميذ
المسافرات (بها مغاسل)	٣٠٠-٤٢٠ لكل سرير
الفنادق	١٢٠ - ٨٠ للشخص
المقاهي	٦٥ - ٩٠ للكرسى
المساجد	٤٠ - ٢٥ للزائر
السينما والمسرح	١٥ - ١٠ لكل كرسى
المكاتب	٤٠ - ٢٥ لكل شخص
محطات الأتوبيس ولسكمة الحديد	١٥ - ٢٠ لكل شخص
معامل منتجات الألبان	٢ - ٥ لكل لتر لبن
المجازر	٥ - ١٠ لكل حيوان
الثروة الحيوانية:	
العافية	٢٥ - ٣٥ للرأس
الخواني والحمير	٢٥ - ٤٠ للرأس
الأغنام	١٥ - ٢٥ للرأس
الدواجن	٢٥-١٥ لكل ١٠٠ دجاجة

وترجع أهمية دراسة معدلات الاستهلاك في تعين التصرفات المختلفة للإمداد بالمياه، حيث يستخدم (أقصى استهلاك شهري) في تصميم أعمال التقبية، (أقصى استهلاك يومي) في تصميم الخطوط الرئيسية والخطوط الفرعية وأعمال التخزين للشبكة، ويستخدم (أقصى استهلاك ساعة) في تصميم خطوط توزيع في الشبكة، وكذلك في تصميم وصلات الخدمة في البيوت.

والشكلان رقم (٢-١)، (٣-١) يوضحان العلاقة بين معدلات الاستهلاك.



شكل رقم (٢-١)
العلاقة بين معدلات الاستهلاك المختلفة



شكل رقم (٣-١)
الاستهلاك في اليوم الذي يحدث فيه أكبر استهلاك

تقدير الزيادة في معدلات الاستهلاك مستقبلاً

للحصول على معدلات الاستهلاك في المستقبل تطبق المعادلات الآتية:

$$\text{Percent Increase} = \left[\left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{0.125} - 1 \right] \times 100$$

Or

$$\text{Percent Increase} = \left[\left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{0.11} - 1 \right] \times 100$$

وتطبق المعادلة الأولى في حالة وجود عدادات قياس لاستهلاك المياه، وتطبق المعادلة الثانية في حالة عدم وجودها.

أما في حالة معرفة النسبة المئوية لمعدل الزيادة السكانية فيمكن تطبيق المعادلة الآتية:

$$\text{Percent Increase} = \{(1+r)^n - 1\} \times 100$$

حيث:

r : معدل الزيادة في الاستهلاك سنوياً وتؤخذ $1/10$ من النسبة المئوية لمعدل الزيادة السنوية للسكان.

n : زمن المشروع (عدد السنين التي يخدم فيها المشروع).

وطبقاً للدراسات التي تمت لمدن القاهرة، الإسكندرية، وبور سعيد وبعض محافظات الوجه القبلي والبحري والمدن الجديدة (مثل العبور - ٦ أكتوبر) تم تحديد متوسط الاستهلاك اليومي لمختلف مناطق الجمهورية من حيث كونها مدن أو عواصم محافظات أو مراكز أو ريف، ومتوسط الاستهلاك اليومي يمثل الاستهلاك المنزلي بالإضافة إلى الاستهلاك للأغراض العامة والصناعات الصغيرة، أما بالنسبة للفوائد في الشبكات فهي تتراوح بين ٤٠-٢٠ لنر/فرد/يوم، وهذه الكمية دخلة ضمن متوسط الاستهلاك اليومي، ويراعى خصم كمية الفاقد عند حساب معدلات الاستهلاك الأخرى.

والجدول رقم (١-٣) يعطي متوسط الاستهلاك اليومي وكذلك كمية الفاقد خلال الشبكة.

جدول رقم (٣-١)

متوسط الاستهلاك اليومي وكمية الفاقد خلال الشبكة

متوسط الاستهلاك الكلى لتر/فرد/يوم	كمية الفاقد لتر/فرد/يوم	متوسط الاستهلاك اليومي لتر/فرد/يوم	حالة الاستخدام
٢٢٠-٢٠٠	٤٠-٢٠	١٨٠	عواصم المحافظات (المدن)
١٨٠-١٦٥	٣٠-١٥	١٥٠	المرأز
١٥٠-١٣٥	٢٥-١٠	١٢٥	القرى حتى ٥٠٠٠٠ نسمة
٣٠٠-٢٨٠	٢٠ - صفر	٢٨٠	المدن الجديدة

والمثال التالي يوضح كيفية حساب معدلات الاستهلاك لمدينة جديدة.

مثل

متوسط الاستهلاك اليومي للمدينة الجديدة (من جدول رقم ٣-١).

$$\text{لتر/فرد/يوم} = ٣٠٠ - ٢٨٠$$

$$= ٢٨٠ + (٢٠ - \text{صفر}) \text{ لتر/فرد/يوم}$$

كمية الفاقد خلال الشبكة = ٢٠ لتر/فرد/يوم.

$$\text{أقصى استهلاك شهري} = ٤١٢ - ٢٠ + ٢٨٠ \times ١,٤٠$$

$$\text{أقصى استهلاك يومي} = ٢٠ + ٢٨٠ \times ١,٨٠ = ٥٢٤ \text{ لتر/فرد/يوم}$$

$$\text{أقصى استهلاك ساعة} = ٧٢٠ = ٢٠ + ٢٨٠ \times ٢,٥$$

أما بالنسبة للاستهلاك الصناعي، ومن واقع للدراسات التي تمت لمدن القاهرة، الإسكندرية، وبور سعيد وبعض المحافظات تم تحديد قيم الاستهلاك الصناعي كما هو موضح بالجدول رقم (٤-١).

جدول رقم (٤-١)
قيم الاستهلاك الصناعي (لتر/هكتار/ثانية)

الاستهلاك الصناعي (لتر/هكتار/ثانية)	حالة الاستخدام
٢	عواصم المحافظات (المدن)
٣	المرأáz
٤	القري حتى ٥٠٠٠ نسمة
٥	المدن الجديدة

والجدول رقم (٥-١) يوضح متوسط الاستهلاك اليومي في حالة الفنادق - المباني العامة - المباني الحكومية - والمدارس والمستشفيات، أما بالنسبة لنصرفات الحريق فتؤخذ طبقاً للجدول رقم (٦-١).

جدول رقم (٥-١)
متوسط الاستهلاك اليومي للمباني العامة (المستشفيات - الفنادق - المدارس)

متوسط الاستهلاك (لتر/فرد/يوم)	حالة الاستخدام
١٥٠ - ٥٠	مبانٍ عامة - مكاتب - مدارس
١٠٠٠ - ٥٠٠ لتر/سرير/يوم	مستشفيات
٥٠٠ - ١٨٠ لتر/سرير/يوم	فنادق

جدول رقم (٦-١)
نصرفات الحريق

نصرف الحريق (لتر/ث)	عدد السكان (فرد)
٢٠	حتى ١٠,٠٠٠
٢٥	٢٥,٠٠٠
٣٠	٥٠,٠٠٠
٤٠	١٠٠,٠٠٠
٥٠	أكثر من ٢٠٠,٠٠٠

حساب التصرفات التصميمية

تحسب التصرفات التصميمية (Q-design) للخطوط حسب نوع التخطيط المتبعة في الشبكة، من حيث كونه تخطيط شجري أو دائري أو شبكي، وسيتم مناقشة ذلك بالتفصيل في الفصل الثاني.

عمل الدراسات الميدانية

تعتبر الدراسات الميدانية هي الأساس في بدء عملية التصميم بالإضافة إلى البيانات التصميمية وتشمل الدراسات عمل الآتي:

- عمل خرائط تفصيلية موقع عليها جميع المنشآت والطرق.
- عمل خرائط كثورية لتحديد المناطق المنخفضة والمرتفعة في منطقة الدراسة.
- توقيع المصدر الرئيسي للشبكة وكذلك موقع الخزانات.
- عمل جسات على المسار لتصميم الأساسات.
- تحديد أماكن العدایات سواء للسكة الحديد أو الطرق أو المجاري المائية وخلافه.

الفصل الثاني

مصادر وخصائص المياه

مقدمة

بدون الماء لا يمكن أن توجد حياة، فالماء شریان الحياة على كوكبنا الأرض. ويسمى كوكب الأرض "بكوكب الماء" حيث يغطي الماء، في حالته السائلة والصلبة أربعة أخماس عالمنا.

والماء كبقية المسوائل يتندد بالبرودة وينكمش بالبرودة ، إلا أنه يشذ عن هذه القاعدة من درجة الصفر إلى درجة ٤ م وينمیز الماء في هذه القرنة الحرارية بخاصية تمیزه عن غيره من المسوائل ، إذ يتندد بالبرودة والتجميد، فيطفو الجليد على سطح مياه لمحيطات والبحار ، متىحا فرصة العواة للكائنات البحرية. ولو ان الماء كغيره من المسوائل يعني أنه ينكمش بالتجميد، لرسب الجليد إلى الأعماق، وماتت الكائنات البحرية، وتراكمت البرودة، وأختلت الفصول.

والماء كمادة يوجد في صورها الثلاث: الغازية كبخار ماء، والسائلة كماء، والصلبة كجليد، ويتحول من صورة إلى أخرى. فيتحول من الغازية إلى السائلة "بالنكثيف" ومن السائلة إلى الصلبة "بالتحجم" والعكس من الصلبة إلى السائلة "بالانصهار" ومن السائلة إلى الغازية "بالتبخر".

ويكون الماء من عنصرى الهيدروجين والأكسجين بنسبة ٢ : ١ حجماً ونسبة ٨ : ١ وزناً.

والماء هو أرخص منظف على الإطلاق. فهو العامل النموذجي لإزالة الأوساخ على اختلاف أنواعها. في الطبيعة تقوم الأمطار والسيول بتنظيف وكأن جميع المخلفات إلى البحار.

ولعهد قريب كانت التقنية الطبيعية كافية لتنقية المياه، إلا أن حضارة الإنسان تحير من الملوثات الصناعية في مياهنا الغالية، علاوة على النوعية الخاصة المطلوبة للمياه اليوم ، مما أدى إلى تعقيد عمليات تنقية المياه. ويزداد الأمر تعقيداً كلما ارتفع مستوى الحضارة وزادت احتياجاتنا من كميات المياه لاستعمال المنزلي والصناعي. وعليه فالبلاد المزحمة بسكانها والمتقدمة صناعياً، معرضة بشكل أكبر لأزمة المياه.

ولا تغنى البلاد الغنية بمصادر المياه من مشكلة توفير المياه لاستعمال الآدمي والصناعي؛ بينما يلزم في البلاد التي تقدر فيها مصادر المياه، تدخل التقدم المعملى لحل المشكلة أيًّا كان نوعها. واتخاذ كافة الإجراءات الاقتصادية لإمكان استعمال المياه.

وكمية المياه في الكون ثابتة على مدى العصور، إلا أن مصادر المياه النقية قابلة للتضليل، لذلك يجب المحافظة عليها والتحكم فيها، وإن أمكن العمل على زراعتها. وأى تلوث للمياه ضار للحياة ولأى كائن حتى يعتمد عليها.

ويوضح ذلك تفاقم مشاكل المياه وازدياد أهميتها أينما اتجه الإنسان، الأمر الذي يستلزم استمرار التقدم العلمي، وزراعة الخبرات في ميدان تنقية المياه.

مصادر المياه ودورة الماء في الطبيعة

يختص علم الهيدرونيوجيا بدراسة توزيعات المياه في الكره الأرضية، وبحركتها المستمرة من الحرارة إلى الجو ومن الجو إلى اليابسة ومن الأرض عوداً إلى البحر وتسمى هذه الدورة بالدورة الهيدرونيوجية، وتخطي المحيطات ٧١ % من سطح الأرض، وتحتوى على ٩٧ % من مياه الكره الأرضية، ٣ % الباقية توجد في الجو كبخار ماء، وعلى الأرض ككميات مياه عذبة وتلوّج وجليد، وتحت سطح الأرض كمياه جوفية، والجدول رقم (١-٢) يبين توزيع كميات المياه على الكره الأرضية.

جدول رقم (١-٢)

توزيع كميات المياه على الكره الأرضية

نوعية المياه	الحجم كم مكعب ١٠٠٠	نسبة الملوية
مياه من مكونات الغلاف الجوي	٦٣	٠,٠٠١
مياه مالحة في البحار والمحيطات	١٣٢٠٠٠	٩٧,٢٠٠
مياه مالحة في البحيرات والبحار الداخلية	١٠٤	٠,٠٠٨
مياه عذبة في البحيرات	١٢٥	٠,٠٠٩
مياه عذبة في الأنهار وفروعها	١,٢٥	٠,٠٠١
مياه عذبة متجمدة في المرتفعات والمناطق القطبية	٢٩٠٠	٢,١٥
مياه في مكونات الكائنات الحية	٥٠	٠,٠٤
مياه ضمن مكونات التربة فوق منسوب المياه الجوفية	٦٧	٠,٠٥
مياه جوفية حتى عمق ٨٠٠ متر	٤٢٠٠	٠,٣١
مياه جوفية على عمق بين ٨٠٠ و ٤٠٠٠ متر	٤٢٠	٠,٠٣١
المجموع	١٣٦٠٠٠	١٠٠,٠٠

ومعظم المياه التي تسقط على الأرض لا تصل إلى المحيطات بل تكمل دورتها الهيدرونيوجية عوداً إلى الجو بعملية البحر وعملية نقع النباتات.

وحوالي ٢٥ % من المياه العذبة بالكرة الأرضية مخزونة تحت سطح الأرض حيث تبقى لفترة أو آلات السنين، ونسبة صغيرة منها تكون موجودة في طبقات يمكن سحبها منها بكميات محسوبة.

ويوضح للشكل رقم (١-٢) دورة الماء في الطبيعة (الدورة الهيدرولوجية). وتعتبر مياه الأمطار أقرب المياه نقاوة، إذا تغدر الحصول على مياه نقية. ومياه الأمطار تحتوى على مولد بسيطة عضوية علاوة على الغازات الذائبة وأهمها الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

وتحدد الأرض التي تسقط عليها هذه الأمطار نوع الماء الدخيلة على مياهها. وأهم الأملاح في التربة هي كربونات الجير وسلفات الجير والمنجنيز وجميع هذه الأملاح قابلة للذوبان في الماء.

- وتنقسم المواد الدخيلة على الماء إلى ثلاثة أقسام:

- مواد ذاتية (Dissolved)
- مواد عالقة (Suspended)
- مواد كolloidية (Colloidal)

وأهم الماء الذائية هي أملاح كربونات وكlorيدات وسلفات ونترات الكالسيوم والمعنسيوم والصوديوم، ومركبات الحديد والمنجنيز والسيليكا وفضلات المجاري والمصانع. علاوة على الغازات الذائبة وأهمها الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وكربونات الهيدروجين.

وأهم المواد العالقة الطين والرمل والماء النباتية وفضلات المصانع والمجاري والبكتيريا.

أما الماء الكلوريدية فهي توجد في حالة متوسطة بين التعلق والذوبان.

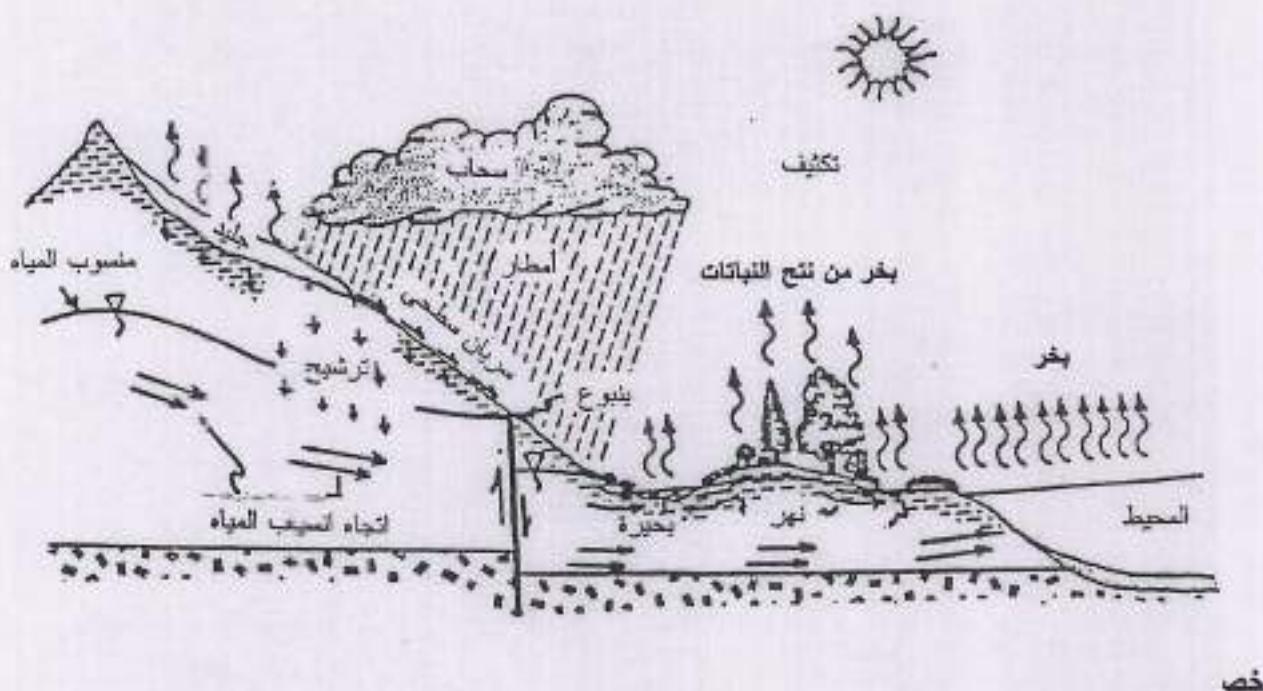
- وتجري لمياه على سطح الأرض في اتجاهات ثلاث:

- السريان السطحي على شكل ترع وأنهار وجداول وبحيرات.
- السريان إلى حوف الأرض مكونة خزانات مياه جوفية.
- سقى المزروعات (الرى).

والماء السطحية عبارة عن مياه البحار والمحيطات والبحيرات والأنهار، وتعتبر كلها مصادر لمياه الشرب. فيتم الحصول على مياه الشرب من مياه البحار والمحيطات عن طريق عمليات التحلية؛ أما مياه الأنهر والبحيرات العذبة فيتم الحصول على مياه الشرب منها عن طريق عملية المعالجة، والتي هي موضوع دراستنا.

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

وفي مصر تعتمد على مياه نهر النيل والماء الجوفي كمصدر رئيسي لمياه الشرب.



تقسم خصلات الماء إلى:

خصائص طبيعية

وتحتمل درجة الحرارة، والعكارة، واللون، والطعم، والرائحة.

خصائص كيماوية

وتحتمل الرقم ليبروجيني، والعسر، والأكجين الذائب، والمولاد الذائبة.

• خصائص بيولوجية

وهي الطحالب والبكتيريا والفيروسات التي يحتويها الماء.

الخصائص الطبيعية للمياه

١ - درجة الحرارة

وهي تؤثر على عمليات المعالجة حيث تساعد على سرعة ذوبان الكيماويات المضادة، وسرعة ترسيب الجسيمات تقنية.

٢ - العكارة

قد تكون العكارة مواد عضوية مثل طحالب، التي تسبب حضارية كبيرة ما لم تعالج كيماوياً لوقف نثارها. وقد تكون العكارة مواد غير عضوية مثل الطين والرمل، وقد تصل إلى عدة آلاف من الأجزاء في قطعات في المياه السطحية، وتكون أقل كثافة في المياه الجوفية نظراً لأن الأخيرة تتعرض للتربش أثناء مرورها في طبقات التربة. وقد تكون العكارة مولاً كلودية، وتندرج تحت هذا الاسم المواد الصغيرة الحجم جداً التي لا يمكن رؤيتها بالميكروسكوب العادي، وتوجت هذه المواد في حالة متوسطة بين التعلق والذوبان، ولكن يمكن تفتيتها بالترموج.

٣ - اللون

يتلون الماء في المياه السطحية نتيجة تحول الماء العضوية أو وجود مواد غير عضوية مثل مركبات الحديد والمنجنيز. ويعتبر تلوّن الماء من أكثر الدلالات على عدم صلاحية للاستعمال الآدمي ومعظم الاستخدامات الصناعية.

٤ - الطعم

يكون الماء في بعض الأحيان ذا طعم غير مستساغ نتيجة لإحتوائه على الطحالب والمواد العضوية، أو لإختلاطه بمعياه الصرف الصحي أو الزراعي أو بالمخلفات الصناعية السائلة قبل المعالجة.

٥ - الرائحة

يرتبط وجود طعم غير مستساغ بوجود رائحة غير مستحبة في نفس الوقت.

الخصائص الكيماوية للماء

٦ - الرقم الهيدروجيني

ويرمز له بالرمز pH ، ويعبر عن حالة المياه وهو يبدأ من الصغر إلى ١٤ . ولرقم ٧ يدل على التعادل وهو الرقم الهيدروجيني لمياه النقية. وإذا قل عن ٧ دل ذلك على حمضية المياه، وإذا زاد عن ٧ دل على قلوتها. والماء الحمضي تسبّب تأكل المعدات خاصة المعدنية، أما الفنية فترسب فشوراً على الأسطح على صورة هيدروكسيدات.

٧ - العسر

وينشأ عن وجود أملاح البوتاسيوم والصامغنسيوم ذاتية في الماء، وهي تزيد من الرقم الهيدروجيني للماء وترسب فشوراً على الأسطح، كما أنها تكتب الماء طعماً غير مستساغ، ويصعب مع الماء العسر استخدام الصابون والمنظفات.

٣ - الأكسجين الذائب

يتواجد الأكسجين ذائباً في الماء بصفة دائمة، وتزيد نسبته في المياه الباردة عنها في المياه الساخنة. ويؤدي وجود الطحالب في المياه إلى إنتاج الأكسجين نهاراً فتزيد نسبته نهاراً، واستهلاكه ليلاً فتقل نسبته ليلاً. ويتزداد زياده نسبة الأكسجين الذائب في الماء إلى تأكيل السطوح المعدنية الملامسة له.

٤ - المواد الذائبة

تمثل أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم الذائية في الماء من ٧٥% إلى ٩٠% من مجموع الأملاح الذائية وتنصل كميتها إلى ٥٠٠ جزء في المليون أو أكثر. والمياه الطبيعية تحتوى على نسبة من أملاح الصوديوم. وهذا حد أقصى للمواد الصلبة الذائية في الماء حسب المواصفات المصرية أو العالمية حتى لا تسبب للمسئولين مشاكل صحية أو تكتب الماء طعماً ورائحة غير مقبولين.

كما توجد بعض المواد الذائية والضارة بصحة الإنسان مثل المركبات العضوية، لذلك كان من الضروري إعطاء عملية خاصة للتخلص منها أثناء عمليات المعالجة.

الخصائص البيولوجية للمياه

هي عبارة عن ما تحتويه المياه من طحالب وبكتيريا وفiroسات ضارة بصحة المستهلكين. ويؤدي اكتشاف هذه البكتيريا والفيروسات إلى وضع النظام السليم للمعالجة والتعقيم بما يكفل قتل هذه البكتيريا والفيروسات إلى وضع النظام السليم للمعالجة والتعقيم بما يكفل قتل هذه الكائنات المسئولة للأمراض.

الهدف من تنقية المياه

يقصد بالتنقية التخلص من كل أو معظم المواد الغريبة سواء كانت ذاتية أو عالقة أو مشتقة، حيث أن المياه السطحية معرضة لعوامل كثيرة تؤدي إلى تلوئها فتصبح غير صالحة للاستعمال إلا بعد تنقيتها. ويمكن تنقية المياه طبقاً لدرجة نقاوتها إلى:

- مياه نقية صالحة للاستعمال (Safe Water).

- مياه غير نقية (Polluted Water)، مياه غير صالحة للاستعمال (Contaminated Water).

المياه النقية الصالحة للاستعمال

هي المياه الخالية من أي جراثيم (كائنات حية ممرضة) ومن المواد المعدنية الغير عضوية الذائية والتي تكسبها لوناً أو تجعلها غير صالحة للاستعمال أو غير مستساغة من حيث الطعم أو الرائحة. أي تتتوفر فيها خاصيتان هما: النقاء (Purity) والصلاحية (Wholesomeness). والصلاحية لفظ طبى مقصود به عدم احتواء الماء على أي مواد ضارة بالصحة. والنقاء صفة طبيعية المقصود بها خلو الماء من مسببات اللون والعكارة والطعم والرائحة.

المياه غير النقية

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

المياه غير الصالحة للاستعمال

هي المياه التي تحتوى على بكتيريا أو مواد كيماوية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة لما تسببه من أمراض، مما يؤكد عدم صلاحيتها للشرب.

ويبيّن الجدول رقم (٢-٢) المواد الملوثة وما تسببه من مشاكل صحية.

جدول رقم (٤-٢)

بعض المواد الملوثة وما تسببه من مشاكل صحية

ما تسببه من مشاكل صحية	نوع المواد الملوثة		
بعضها يسبب أمراضاً تسبب لوناً وطعمـاً ورائحةً وعـكارـة يـسـبـبـ عـكارـة	- البكتيريا - الطحالب - الطمي	• المواد العالقة	
يسـبـبـ لـونـاـ أحـمـرـ أوـ بـشـىـ فـاتـحـ تسـبـبـ لـونـاـ أـسـوـدـ أوـ بـنـيـاـ تسـبـبـ لـونـاـ وـطـعـماـ	- أكسيد الحديد - المنجنيز - المواد العضوية	• المواد الغروية	
تسـبـبـ قـلـويـةـ وـعـسـراـ مـؤـقـتاـ تسـبـبـ قـلـويـةـ وـعـسـراـ مـؤـقـتاـ تسـبـبـ عـسـراـ دـائـماـ تسـبـبـ عـسـراـ دـائـماـ	ليـبـكـرـونـاتـ الـكـرـبـونـاتـ الـكـرـبـيـنـاتـ الـكـلـورـيـدـاتـ	- أـمـلاحـ الـكـالـسيـوـمـ وـالـمـاغـنـيـسـيـوـمـ	• الأملاح الذائية
تسـبـبـ قـلـويـةـ تسـبـبـ قـلـويـةـ تسـبـبـ تـكـوـينـ رـغـلـوـيـ فـيـ الـغـلـاـيـاتـ تسـبـبـ تـشـوـيـهـ الـأـسـنـانـ تسـبـبـ طـعـماـ	ليـبـكـرـونـاتـ الـكـرـبـونـاتـ الـكـرـبـيـنـاتـ الـفـلـوـرـيـدـاتـ الـكـلـورـيـدـاتـ	- أـمـلاحـ الصـوـدـيـوـمـ	
تـؤـثـرـ عـلـىـ الـمـعـادـنـ تـؤـثـرـ عـلـىـ الـمـعـادـنـ وـتـرـيدـ الـحـامـضـيـةـ تـائـيـرـ عـلـىـ الـمـعـادـنـ وـطـعـمـ وـرـائـحةـ	الـأـكـسـجـينـ ـذـالـىـ أـكـسـيدـ الـكـرـبـونـ ـكـبـرـيـتـ لـهـبـرـوـجـينـ	• الغازات الذائية	

عمليات التنقية

يمكن تقسيم عمليات التنقية إلى:

- التنقية للاستعمالات المنزلية.
- التنقية لأغراض الصناعة.

التقنية للاستعمالات المنزلية

يلزم في هذه الحالة جعل الماء صحيًا ومستساغًا للشرب. فالغرض من التقنية هنا هو التخلص من العكاره والتلوّن والطعم والرائحة والطحالب والبكتيريا والفيروسات، إذ أن وجود هذه المواد في الماء يجعلها غير مستساغة وضارة للمستهلك.

وتشمل عملية التقنية غالباً على مراحل الترسيب والترشيح والتعقيم كما سيتم شرحه بالتفصيل في الفصول التالية. كما تؤدي عملية التطهير إلى التخلص من الروائح والأكسيدة بعض المواد القابلة لذلك، ولتحويل الحديد والمنجنيز في المياه إلى الصورة المترسمة والتي يسهل التخلص منها.

أما عملية إزالة عسر الماء (التيسيير) فهي عبارة عن التخلص من الأملاح المعدنية الذاتية في الماء والتي تسبب زيادة في استهلاك الصابون، ومنع تكون رواسب على الأسطح. ولكون هذه الأملاح المعدنية لا تسبب عدم صلاحية المياه صحياً فإنه ليس من المعاد تيسير المياه للاستعمال المنزلي، إلا أن بعض البدائل تقوم بهذه العملية، وببعضها يترك للمستهلك تيسير المياه لنفسه إذا كان ذلك ضرورياً لغرض معين.

التقنية لأغراض الصناعة

تشتمل عمليات تجفيف المياه للصناعات على الترسيب والتطهير علاوة على عملية التبخير حيث أنها من العمليات الهامة. فالماء العسر الغير ميسير يسبب تكون قشرة داخل أنابيب الفزانات مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الوقود وتلف الأنابيب مما يتبع عليه خسارة كبيرة وزيادة باهظة في التكاليف الجارية.

كما أن عسر الماء يسبب زيادة في استهلاك الصابون والمنظفات في المغاسل، ثم إن الرواسب المكونة من أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم تسبب قشرة تتلتصق بالأقبضة وتعطيبها لوناً بني فاتح يميل إلى الحمراء، وعلى سبيل المثال فإن عمليات تيسير الماء ضرورية أثناء عمليات صباغة النسيج لل النهائي، إذ أن الرواسب الذاتية تؤثر على تركيزات ونوعية أصباغ المنسوجات. وهناك الكثير من الصناعات التي يتحسن أداؤها بإستعمال الماء الميسير مثل صناعات الخمان والتقطير والورق والتليج. لذلك فإن التوازن الاقتصادي يحتم تيسير المياه العسرة قبل استعمالها في الصناعة بصفة عامة.

الفصل الثالث

الخطوات الأولية لتنقية المياه السطحية

نظرة عامة

تحتوي معظم المياه السطحية على بعض الشوائب العالقة، بالإضافة إلى بعض أنواع الكائنات الحية مثل البكتيريا والطحالب. أما درجة تركيز الأملالح الذاتية ف تكون غالباً مقبولة ومرغوبة في لوقت نفسه بحيث لا تزيد عن الحدود المسموح بها.

ويعتبر نهر النيل وفروعه مصدر المياه السطحية الرئيسي في جمهورية مصر العربية، حيث تحتوى مياهه على نسبة مقبولة جداً من الأملالح الذاتية والتي تتراوح بين ٢٠٠ و٤٠٠ ملجم/لتر (جزء في المليون).

وتقى أعمال التنقية لتحقيق الآتي:

- إزالة الكائنات الحية الدقيقة والقضاء عليها، وخاصة البكتيريا الممرضة.
- تحسين الصفات الطبيعية للمياه، وذلك بإزالة اللون والعkarة والرائحة وجعلها مستساغة الطعم.
- إزالة بعض المركبات الكيماوية، والتي قد تتعارض مع بعض الاستخدامات الخاصة.

وهناك طرق ودرجات عديدة للتنقية، والتي تعتمد على نوع وكمية الشوائب المحملة في المياه (تعتمد هذه الشوائب بدورها على المصدر)، وأيضاً على الاستعمال المتوقع للمياه المعالجة.

خطوات تنقية المياه السطحية

يتبع في تنقية المياه السطحية في مصر، والتي يكون مصدرها غالباً نهر النيل وفروعه الرئيسية والفرع، خطوات شبه موحدة تتلخص في النقاط التالية:

- أعمال تجميع المياه من المصدر وتشمل: المأخذ، ومواسير المأخذ، والمصافي، وطلبيات ضخ المياه الخام (ذات الضغط المنخفض عادة) لتوصيل المياه من المأخذ إلى بداية عملية التنقية.

- أعمال تنقية المياه بغرض جعلها صالحة للاستعمال في الأغراض المختلفة، والتي تشمل: إزالة المواد العالقة الدقيقة مثل الكائنات الحية والبكتيريا، والقضاء على أي مواد مسببة لظهور المياه قبل استعمالها.

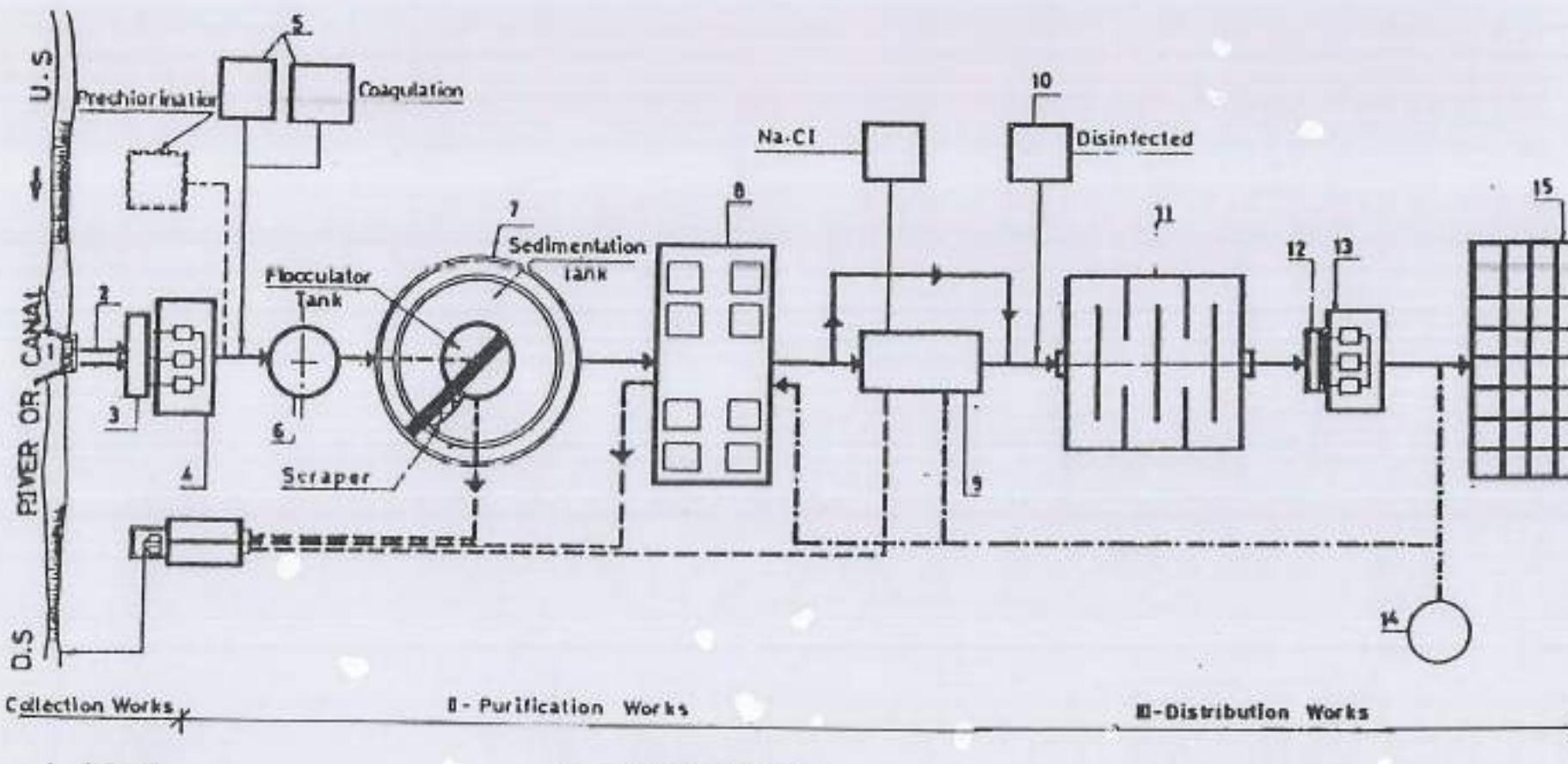
ويتم ذلك عن طريق عملية الكلورة الابتدائية، ثم المعالجة الكيماوية المبدئية، واتزواب، والتثبيط، تليها عمليات الترسيب، والترشيح، والتطهير.

- أعمال التخزين والتوزيع للاستخدام، ويتم ذلك بجمع المياه المتدفقة في خزانات تجمع أرضية، ثم يتم ضخها للتوزيع بواسطة طلمبات ضخ للمياه المتدفقة (ذات الضغط المرتفع) إلى شبكات توزيع والخزانات العلوية في التجمعات السكنية والمناطق الصناعية.
ويوضح الشكل رقم (١-٣) رسم تخطيطي لخطوات عملية تنقية المياه السطحية.

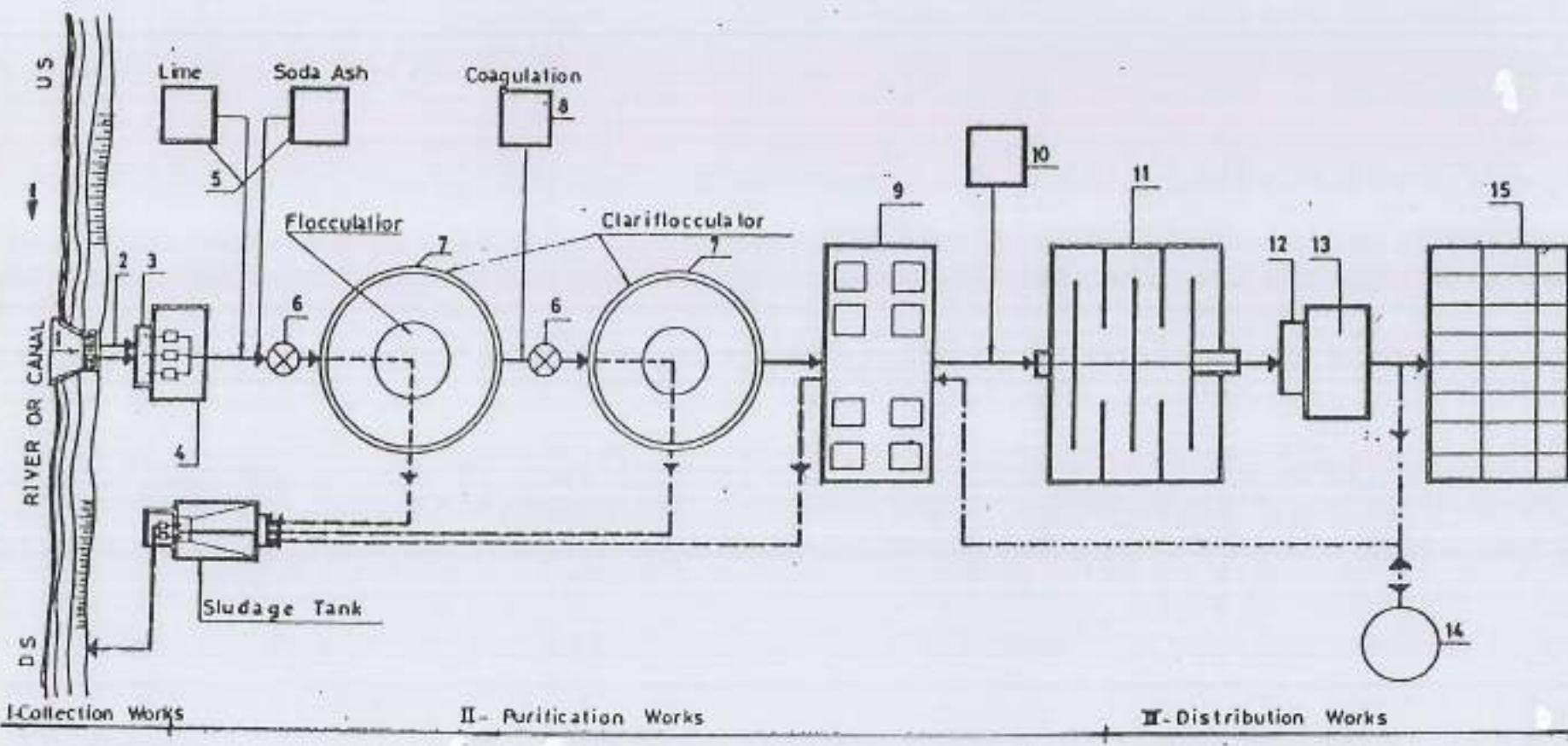
عوامل اختيار موقع عملية التنقية

هناك عدة عوامل هامة يلزم مراعاتها كلها أو أغلبها عند اختيار أقرب موقع لإنشاء عملية تنقية تخدم منطقة معينة.

- قرب الموقع المختار من مصدر مياه حام متوفّر فيه المروّط التالية:
 - ذو نوعية مياه حام جيدة.
 - قادر على الوفاء بالمتطلبات المالية الحالية والمستقبلية للعملية.
 - لا يخضع للمناويبات.
 - بعيد عن مصادر التلوث.
- قرب الموقع المختار من مصدر تنقية بالتيار الكهربائي، قادر على توفير الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل وحدات العملية على الحمل الكامل.
- وجود طرق ممهدة مناسبة تصل إلى الموقع المختار أو قريباً منه؛ لتسهيل وصول المهام والمعدات لإناء التنفيذ، والمهام والخامات اللازمة لتشغيل وصيانة بعد ذلك.
- وقوع الموقع المختار في مكان متوسط بالنسبة لمنطقة التي سيخدمها، ويستحسن أن يكون في أكثر المناطق ارتفاعاً بالنسبة لطبوغرافية المنطقة.



FLOW DIAGRAM IN RAPID SAND & ZEOLITE FILTERS TREATMENT PLANT FOR SURFACE WATER



FLOW DIAGRAM IN LIME SODA ASH TREATMENT PLANT FOR SURFACE WATER

الفصل الخامس

تجميع المياه من المصدر إلى عملية التنقية

مقدمة

يقاول هذا الفصل أعمال تجميع المياه من المصدر إلى عملية التنقية وتشمل: المأخذ (Intake) ، وأعمال إزالة العواد العالقة بالتصفية (Screening)، ثم طلمبات ضخ المياه الخام ذات الضغط المنخفض عادة (Raw water) .(low lift pumps)

المأخذ

عبارة عن الأعمال الإنسانية التي تقوم على المصدر المائي، لسحب المياه الخام (العكرة) بصربيقة سلامة، والكميات المناسبة للإحتياجات المطلوبة. ومنه تمر المياه إلى المصافي ومواسير المأخذ ثم إلى ببارة محطة طلمبات المياه العكرة (الضغط المنخفض عادة) لضخها إلى العملية.

وهناك أنواع مختلفة من المأخذ ، إلا أن اختيار النوع المناسب يتوقف على عدة عوامل أهمها:

- طول مصدر المياه الخام (النهر أو الترعة) وعرضه.
- نقطة سحب المياه من المصدر، والتي يجب ألا تكون قريبة من الناطئ.
- سحب المياه من متوسط عمق المياه بال المصدر، بحيث تكون أعلى من طفاف وأقل مستوى سطح الماء بالأعماق الأعمدة.
- مراعاة تغير منسوب المياه في المصدر، بحيث لا تكشف مداخل المواسير عند أقل منسوب.
- أن يكون المأخذ في إتجاه مستقيم مع المصدر قدر المستطاع.
- أن يكون المصدر بعيداً عن أماكن الترسيب في المجرى لضمان سحب مياه بدون رواسب بصفة مستمرة.
- أن يكون بعيداً عن أماكن النهر بالنسبة لقطاع المجرى أو لشاطئ لضمان سلامة المنشآت.
- أن يكون بعيداً عن أي مصدر ثلث محتمل.

ويجب قبل القيام بأى أعمال إنسانية، القيام بعمل القياسات والتحاليل أمام الموقع المقترن للمأخذ للتتأكد من: نوعية المياه الخام و المناسبة مواصفاتها و تحاليلها الكيماوية للإستخدامات المطلوبة.

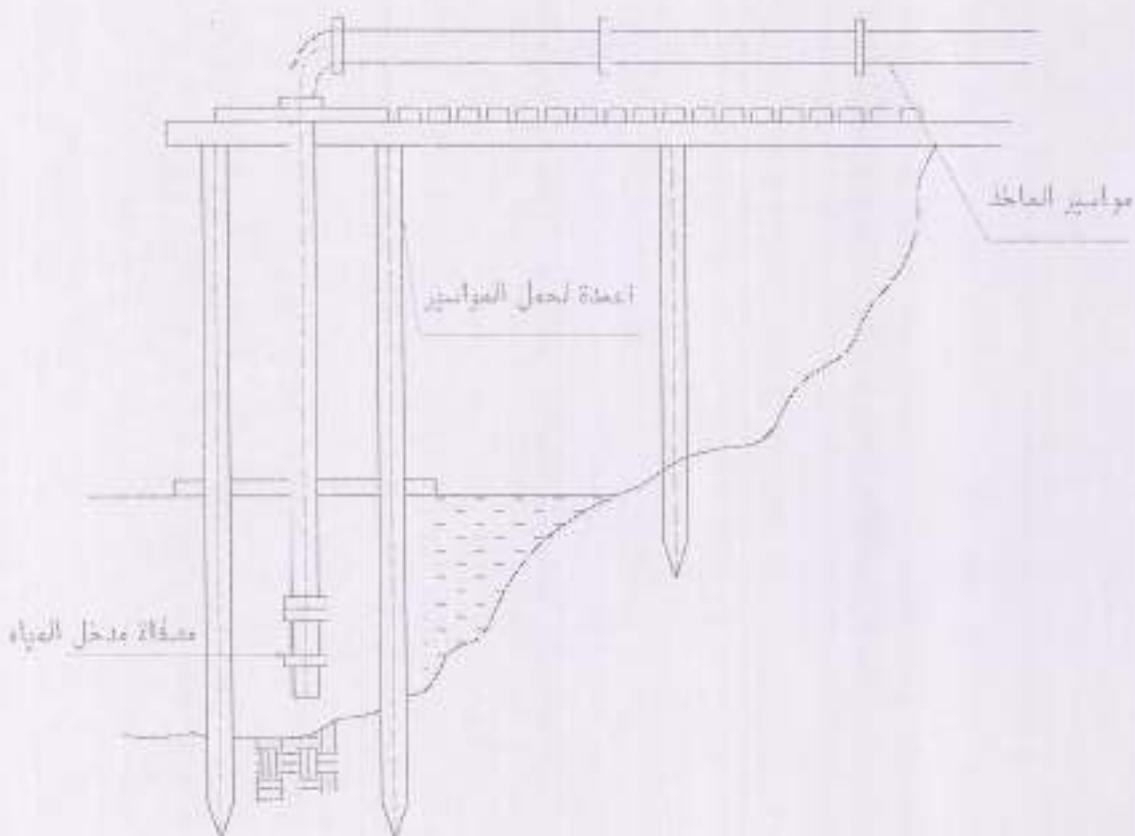
- كفاية عمق المياه بالموقع، حتى في حالة أقل منسوب للمياه.
- استقامرة المجرى قدر المستطاع قبل وبعد الموقع لتلافي مشاكل الترسيب والنهر والتي قد تنشأ عن وجود منحدرات في المجرى.
- انتظام قطاع المجرى عند موقع المأخذ، وعدم احتمال تكون جزر ترسيبية.

- مراجعة مناسبات المياه بالمجرى على مدار عدة سوlets، ولتأكد من أعمقها، وحساب أقصى وأقل تغير في المناسب، لمراعاة ذلك عند تصميم طرز الطلعيات (افقية أو رأسية).

أنواع المأخذ

أ - مأخذ الماسورة (Pipe Intake)

هو عبارة عن ماسورتين أو أكثر تمتدان من الشاطئ إلى مسافة كافية في النيل أو أحد فروعه بعيداً عن الشاطئ. وتكون المواسير محمولة على هيكل حديدي (كوبيري) أو هيكل من الخرسانة المسلحة بحيث لا يعوق الصلاحة، بالإضافة إلى وجوب إضاعته بطرق خاصة للتحذير من الاصطدام به ليلاً. ويكون عمق المواسير حوالي متراً تحت أقل منسوب للمياه، أو أن يكون للمواسير أكثر من فتحة لتتناسب تغير منسوب المياه في المجرى المائي. ويبين الشكل رقم (١-٥) رسم تخطيطياً لمأخذ ماسورة.



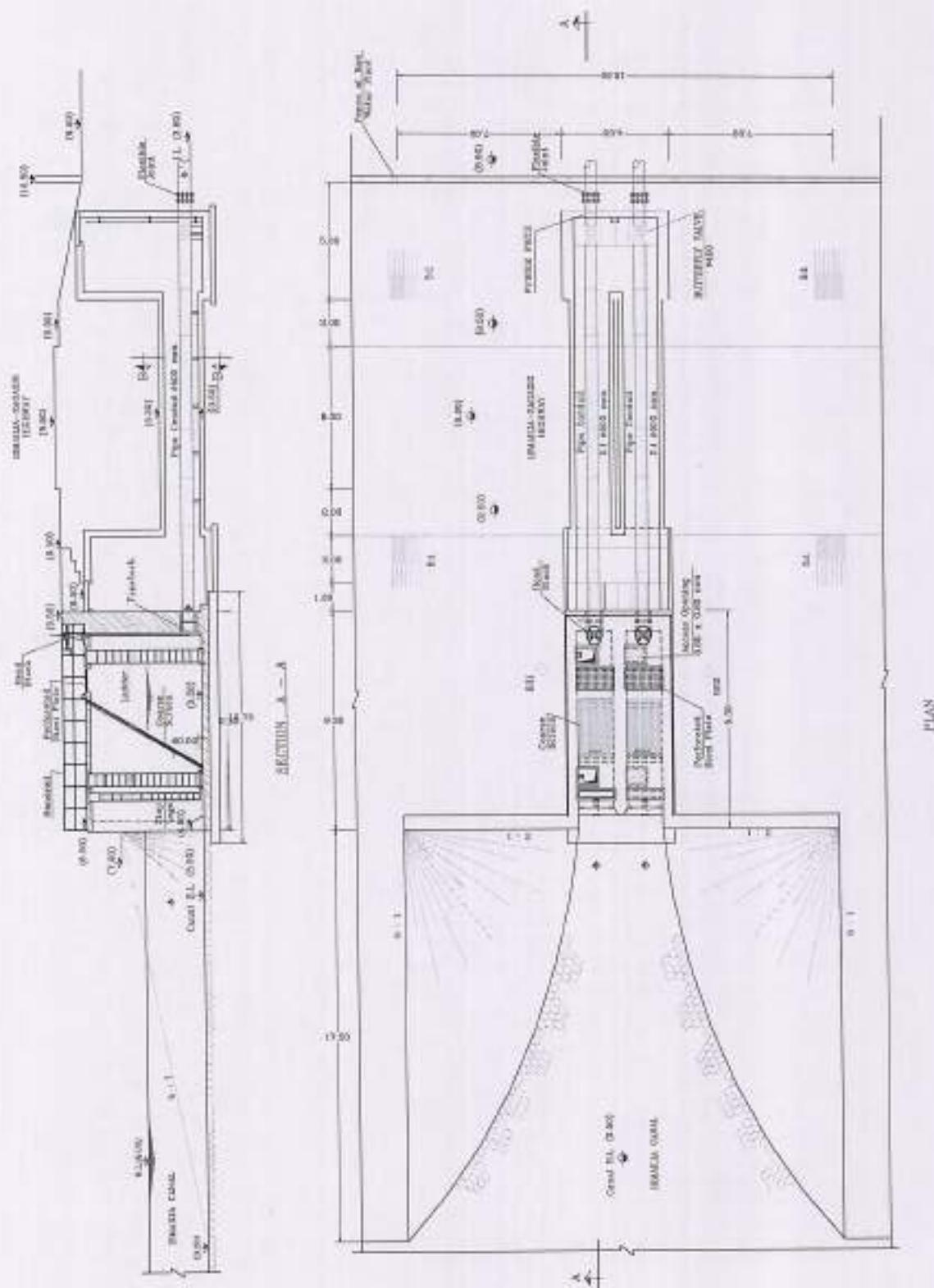
شكل رقم (١-٥)

رسم تخطيطي لمأخذ ماسورة

ب - مأخذ الشاطئ (Shore Intake)

هو عبارة عن حائط وأجنحة تبنى على الشاطئ مباشرة من الخرسانة المسلحة أو حوائط من الطوب لوقفية مواسير مأخذ المياه. هذا ويجب أن تتدلى المواسير تحت الجسر، وتنتهي إلى بياره ضمادات المياه الخام (الضغط

وينخفض عادة). وتوضع شبكة على المأخذ لجز المواد العالقة والأسمك، ويستعمل هذا الطراز من المأخذ في القتوت الملاحية وغير الملاحية على السواء، كذلك في الأنهر الصغيرة لكي لا يعوق حركة الملاحة. ويعرض الشكل رقم (٥-٢) قطاعاً رأسياً تخطيطياً لمأخذ الشاطئ.



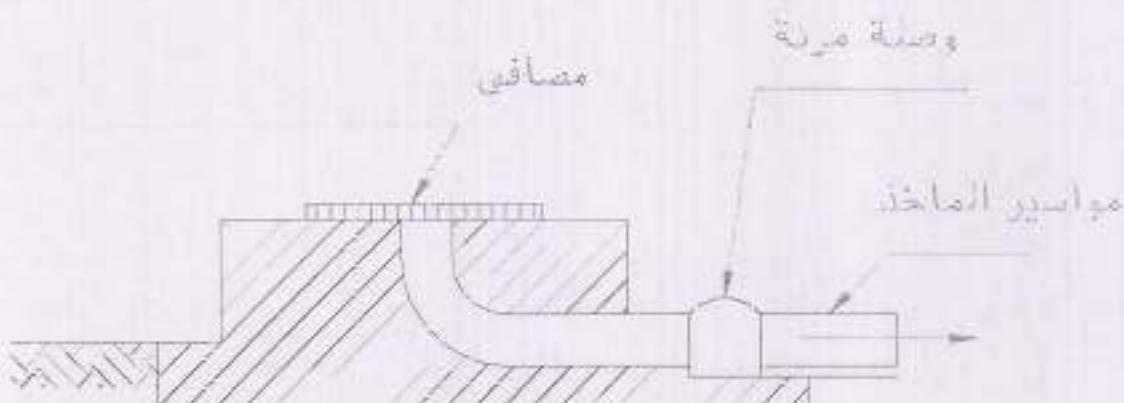
شكل رقم (٢-٥)

قطاع رأسى تخطيطى لملأذ الشاطئ

ج - مأخذ مغمور (Submerged Intake)

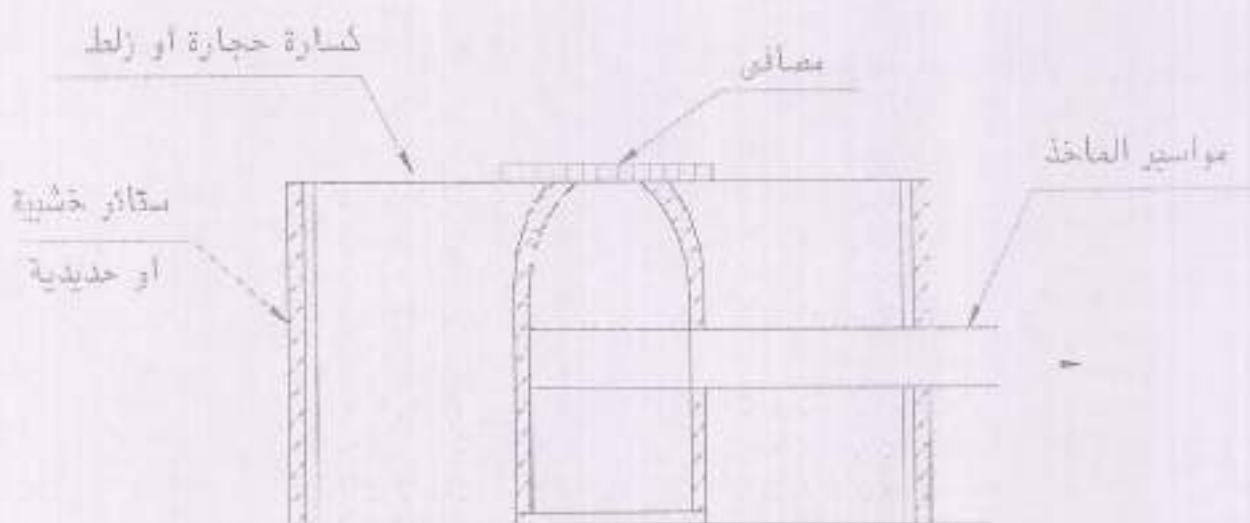
وهو ماسورة عثبة في قاع المجرى المائي بواسطة كرات خرسانية أو حوالنط من الطوب. ويستعمل هذا المأخذ في الأنهر أو المجاري الضيقة ملأيا، وفي حالات وجود مواد عالقة أو طافية نتيجة وجود بعض العوامات والسكن على الجانبين.

ويعرض الشكلان (٣-٥) و(٤-٥) نماذجين للأخذ المغمور.



شكل رقم (٣-٥)

نموج لأخذ مغمور



مس رقم ١٠

نموج آخر لأخذ مغمور

د - مأخذ مؤقت للطوارئ (Emergency Intake)

يُستعمل هذا النوع في حالات الطوارئ، أو في الحالات المؤقتة التي يستدعى الأمر فيها الاعتماد على المياه السطحية كمصدر للمياه. وهو عبارة عن ماسورة مرنّة ممتدّة على حامل يطفو على سطح الماء. وهذه الماسورة المرنّة تكون متصلة مباشرة بطلبة الضخ.

ونما كان مصدر المياه الرئيسي في مصر هو نهر النيل وفروعه والتفرع والرياحات، فإنه غالباً ما يستخدم مأخذ الماسورة على النهر، وأخذ الشاطئ على التفرع.

التصفيّة

الغرض من التصفية

الغرض من التصفية هو حجز الأجسام الصلبة الكبيرة كالأخسان والنباتات والأجسام الطافية التي يمكن أن تسد أو تتفّض مضخات ومعدات المحطة. والتصفية هي أولى خطوات التقية الأولية. ويجب أن تتم عند نقاط سحب المياه العكرة (الخام).

أنواع المصافي

أ - المصافي ذات القضبان (Bar Screens)

تصنع من قضبان الصلب المتوازية الملحومة على مسافات بینية بمقاسات مختلفة:

شبكة صغيرة بمسافات من ١٥ إلى ١٣ مم، شبکة متوسطة من ٢٥ إلى ١٣ مم، شبکة كبيرة من ٤٤ إلى ١٠٠ مم. وأكثرها استخداماً المتوسطة والكبيرة. وتركب في مسار المياه الداخلة إلى مأخذ المياه بزوليام بول ٨٠° إلى ٦٠° درجة مع الأفق لتسهيل عملية النظافة ولمنع إنسداد المواسير وعطل المضخات.

ب - المصافي ذات الشبك (Mesh Screens)

تensi أيضاً المصافي المتوسطة، وتصنع من شريح السلك الصلب الذي لا يصدأ. وتصل مساحة الفتحة إلى ١٠ مم^٢. وتنسخ في حالات المياه التي تحتوي على أجسام صغيرة. وتركب رأسياً في مجرى المياه، وتقطف إليها في معظم الأحيان.

ج - المصافي الدقيقة (Microstrainers)

هي مصافي لحجز العوالق الدقيقة مثل الكائنات الحية الحيوانية والنباتية لصغرها جداً المعلقة أو الطافية في الماء، وتقطف عادة إليها بواسطة دش ماء في اتجاه عكسي.

طلبات ضخ المياه

عادة ما تكون طلبات ضخ المياه الخام من النوع ذي الضغط المنخفض (Raw Water Low Lift Pumps) وتحتاج فيما يلي بزيارة طلبات الضغط المنخفض، ومواسير سحب وحدات الطلبات، ووحدات المياه الخام (العكرة).

بئار طلمبات الضغط المنخفض

بئار طلمبات الضغط المنخفض (Wet Well of Low Lift Pumps) هي بئار التي تصب فيها المياه الواردة من المأخذ، ومنها تسحب طلمبات المياه العكرة (الضغط المنخفض عادة) المياه لرفعها إلى وحدات التفقيه.

ويراعى في تصميم البئار الآتى:

- تترواح مدة المكث بالبئار، من ٢ إلى ٥ دقائق.
- طول البئار يكون عادة هو طول محطة الطلمبات، وهو يساوى:
عدد الطلمبات × المسافة بين محاورها (المسافة بين محاور الطلمبات فى حدود ٣-٢ متر بين كل طلبيتين، مع ترك أماكن للطلمبات المستقبلية)
- عرض البئار لا يقل عن ١,٥ متر لسهولة القيام بأعمال التطافة والصيانة.
- حجم البئار - للصرف × مدة المكث
- لا يقل عمق الماء بالبئار عن متر واحد فوق منسوب مواسير سحب الطلمبات.

ويفضل تقسيم البئار إلى جزءين أو ثلاثة حسب طولها لأغراض الصيانة. ويتم إنشاء البئار إما ملحقة بمبني الطلمبات مباشرةً أو منفصلة عنه.

مواسير سحب وحدات الطلمبات

يراعى في مواسير سحب الطلمبات الآتى:

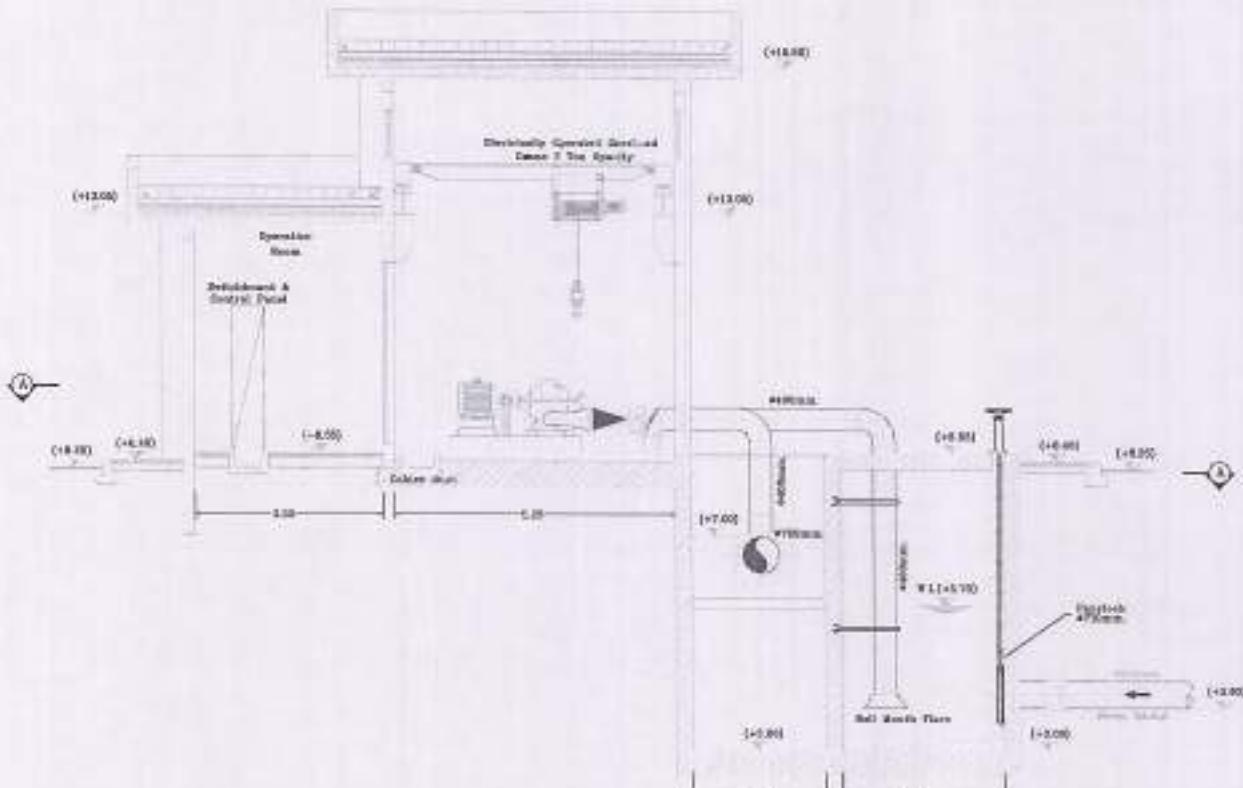
- لا تتدل سرعة الماء عن ٦٠،٦ متر/ثانية ولا تزيد عن ٣٠ متر/ثانية. ويفضل أن تكون متر واحد/ثانية لتقليل فواد الضغط إلى أقصى حد.
- تقليل عدد الكيغان والقطع قدر المستطاع لتقليل فواد الضغط.
- إستقمة خط السحب مع السماح بميل خفيف لأعلى نحو الطمبة.
- قطر الجرس (Bell Mouth) المركب = ١,٥ مرة قطر مامورة السحب.
- أقل عمق تحت سطح الماء بالبئار = ضعف قطر نجرس = ٣ مرات قطر مامورة السحب.

وحدات المياه الخام

مضخات المياه الخام (العكرة) [REW Water Pumps] هي الوحدات التي ترفع المياه الخام من بئار المياه العكرة إلى بداية مراحل عملية التتفيقه.

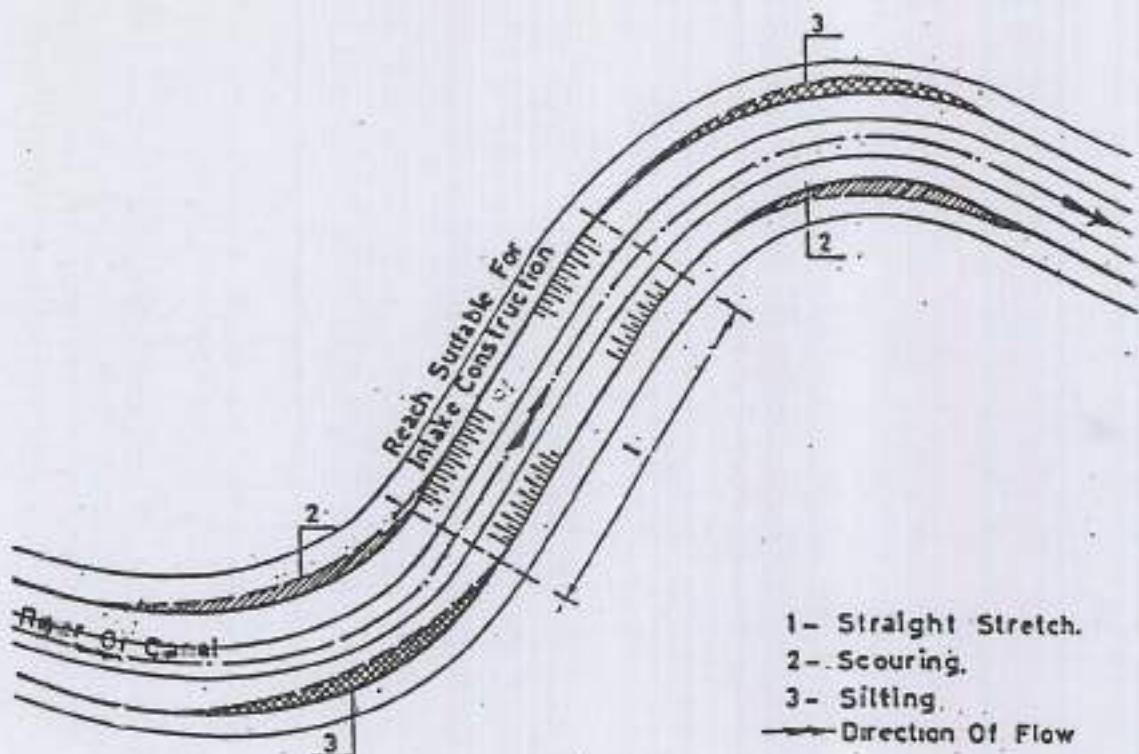
ويراعى في اختيار هذه الوحدات ما يلى:

- أن يكون عدد وحدات الرفع كافياً في جميع ظروف تشغيل وحدات عملية التتفية، بالإضافة إلى وجود وحدات احتياطية عددها من ٢٥٪ إلى ٥٠٪ من عدد الوحدات الأصلية. ولا يقل عدد الوحدات الاحتياطية عن وحدتين.
- أن يكون الصنف الكلى للطلبيات كافيًّا لرفع المياه من اسيارة إلى وحدات التتفية في حالة أقل منسوب للمياه عند موقع المأخذ.
- يكون الضغط الكلى لوحدات ضخ المياه العكرة، كما هو مبين بالشكل رقم (٥-٥)، مساوياً لفرق في منسوب المياه بين أقل منسوب للمياه عند موقع المأخذ وسطح منسوب المياه في بداية وحدات التتفية، مضافاً إلى ذلك فوادِ الضغط في مسار المياه.
- يراعى أن يكون أقل منسوب للمياه في الباردة في منسوب مدخل مواشير السحب بمسافة لا تقل عن ثلاثة أمثال قطر الماسورة.

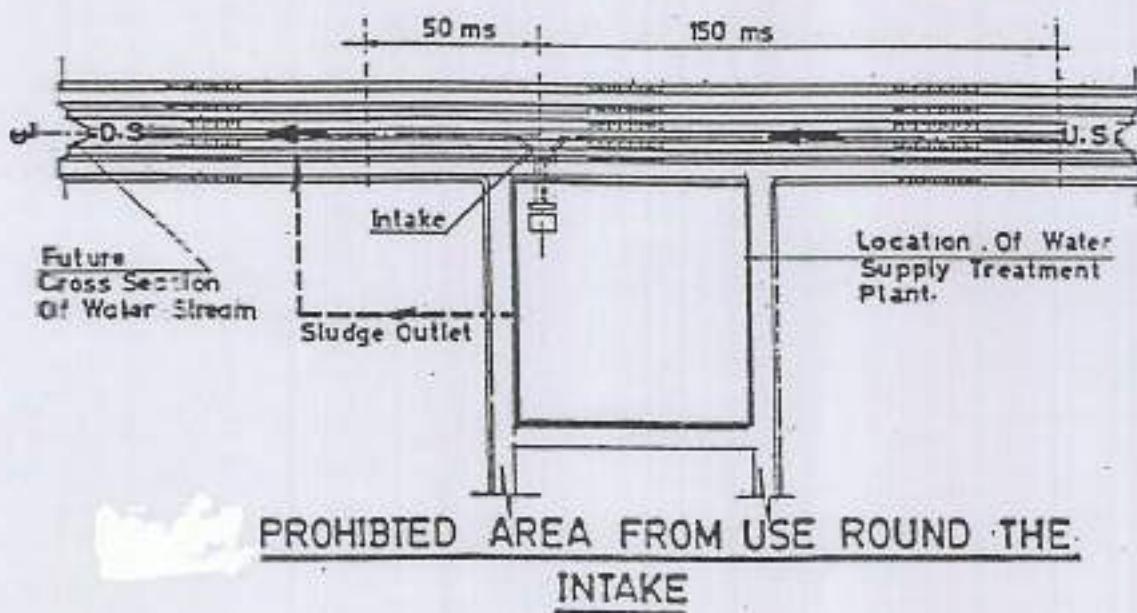


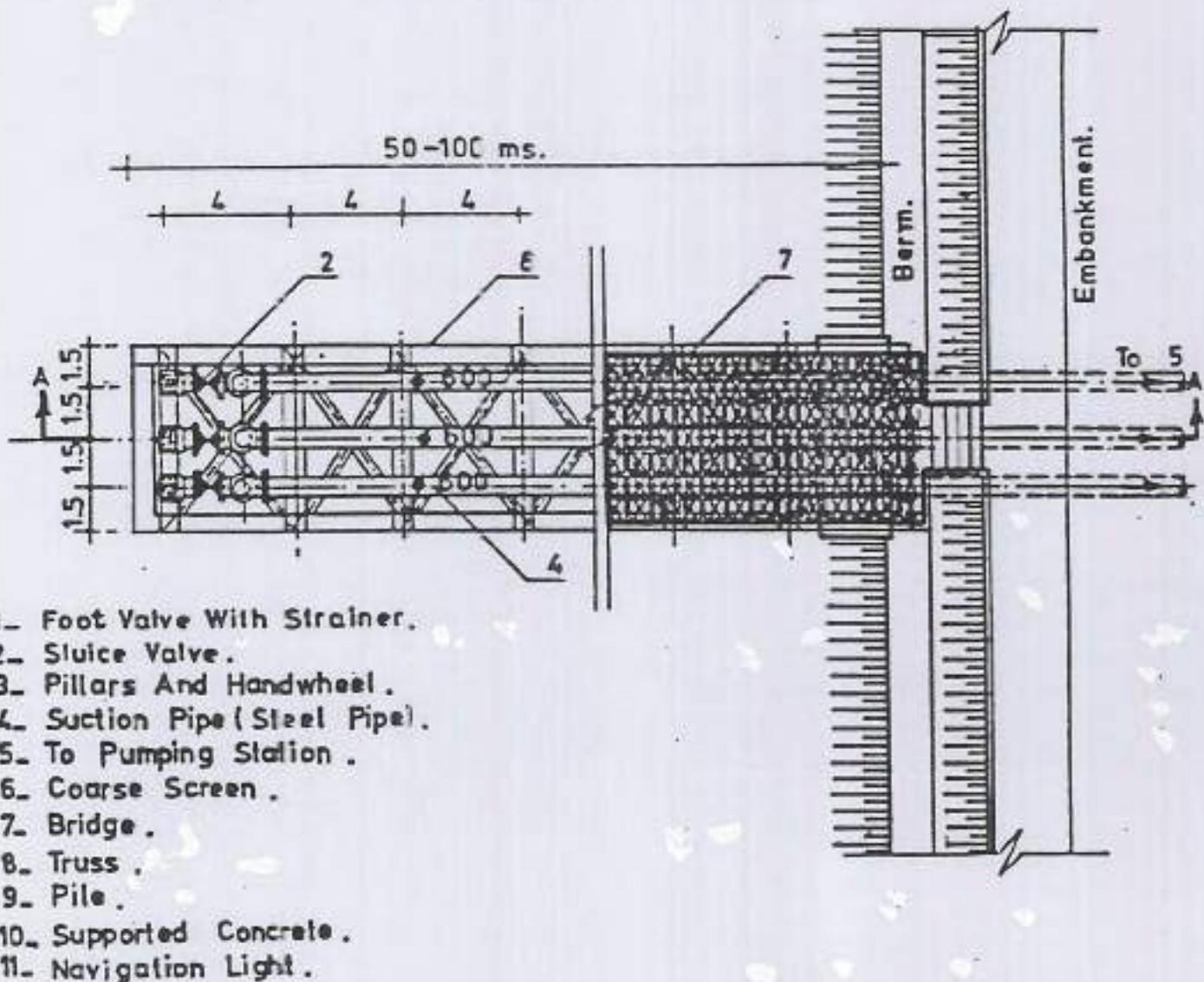
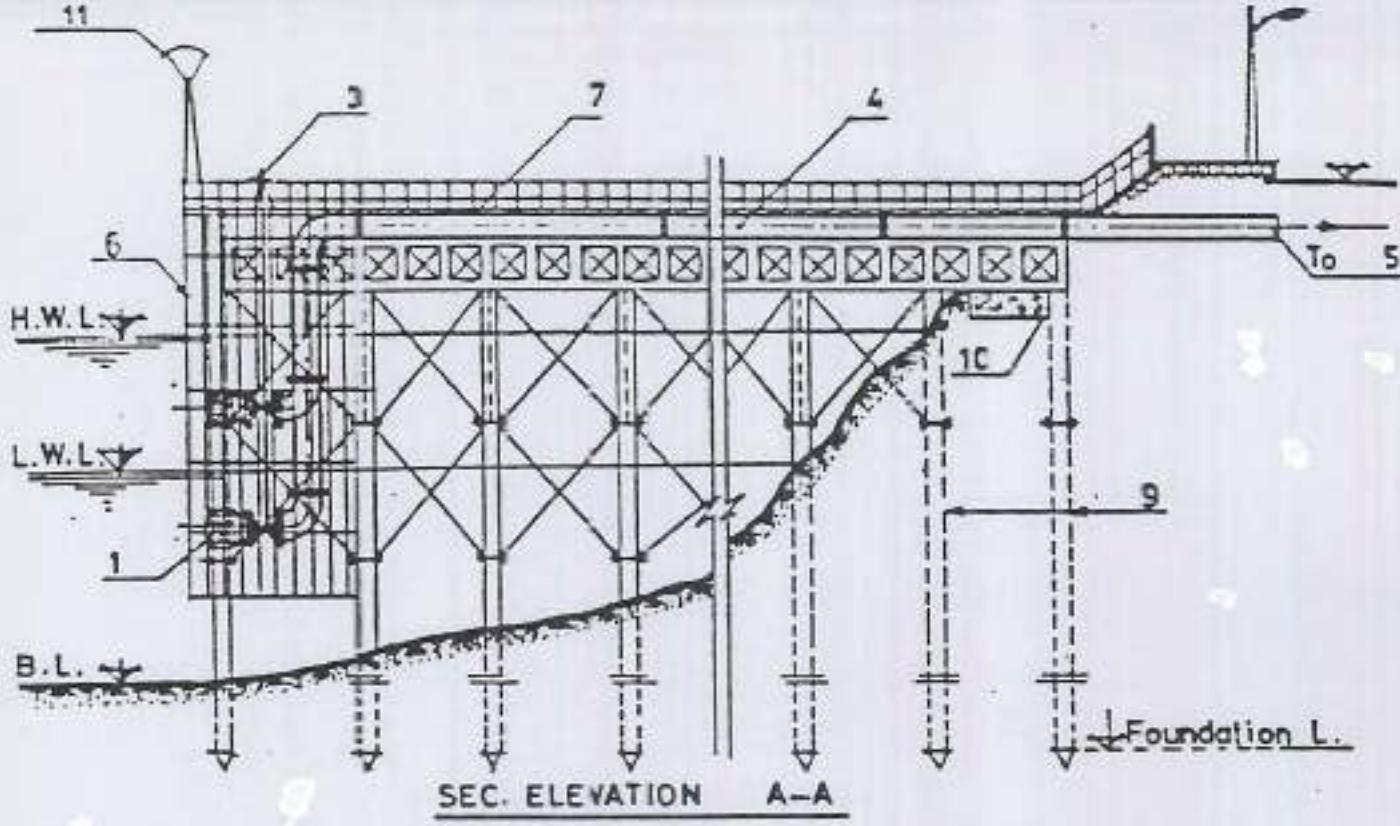
شكل رقم (٥-٥)

رسم تخطيطي لتشغيل وحدات المياه العكرة

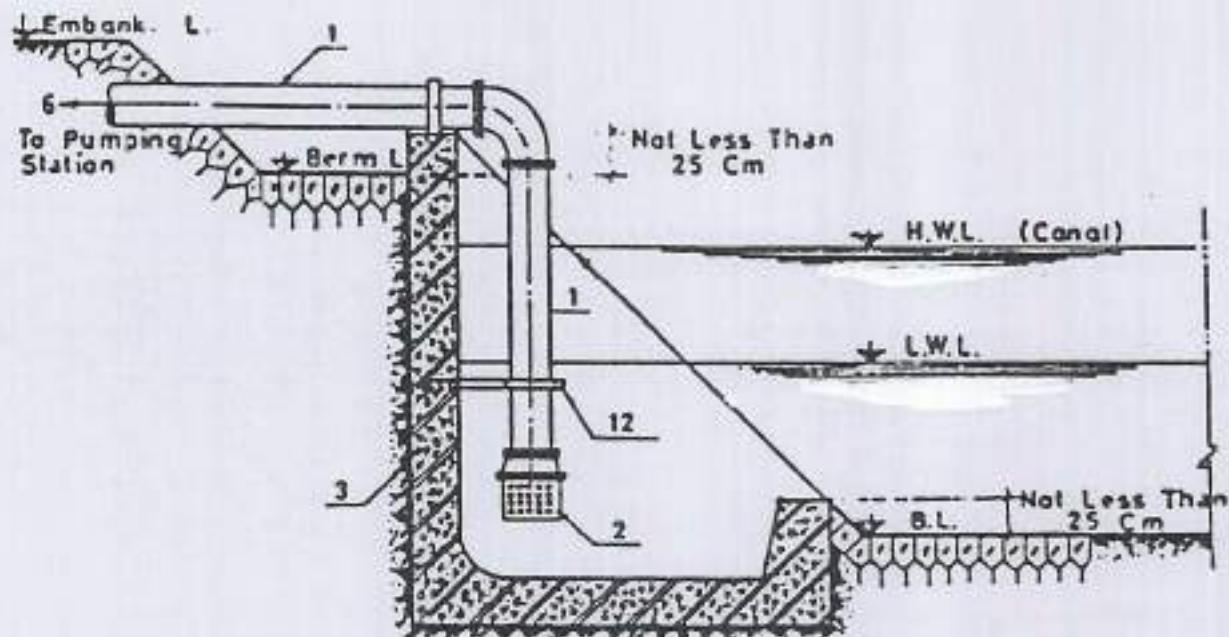


LOCATION OF INTAKE ON WATER STREAM





PIPE INTAKE FOR WIDE RIVER



1 — Suction Pipe (Steel Pipe).

2 — Foot Valve With Strainer

3 — Intake Construction.

4 — Bridge.

5 — Manhole (Prefabricated Or Cast In Situ)

6 — To Pumping Station.

7 — Apron

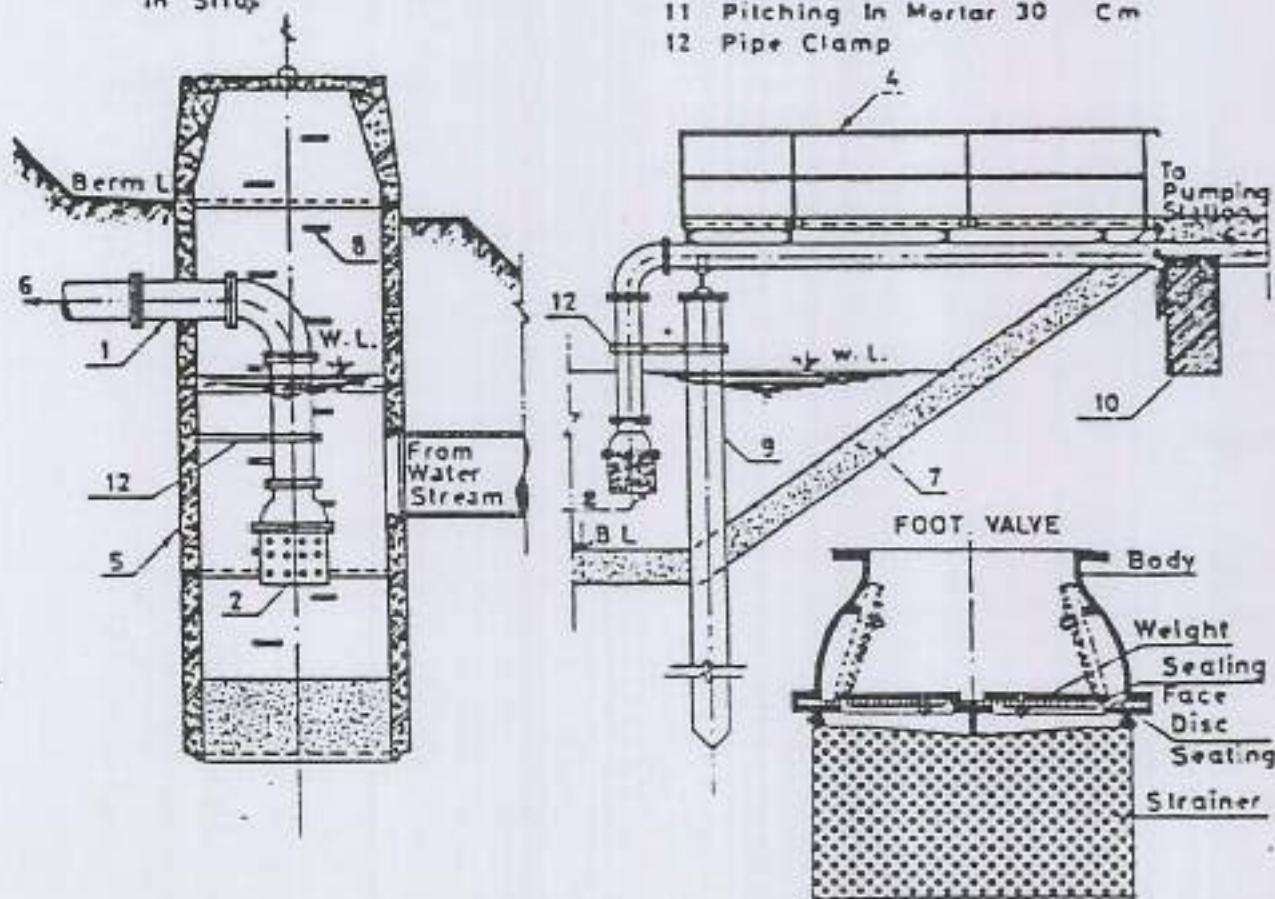
8 — C.I. Step

9 — Pile.

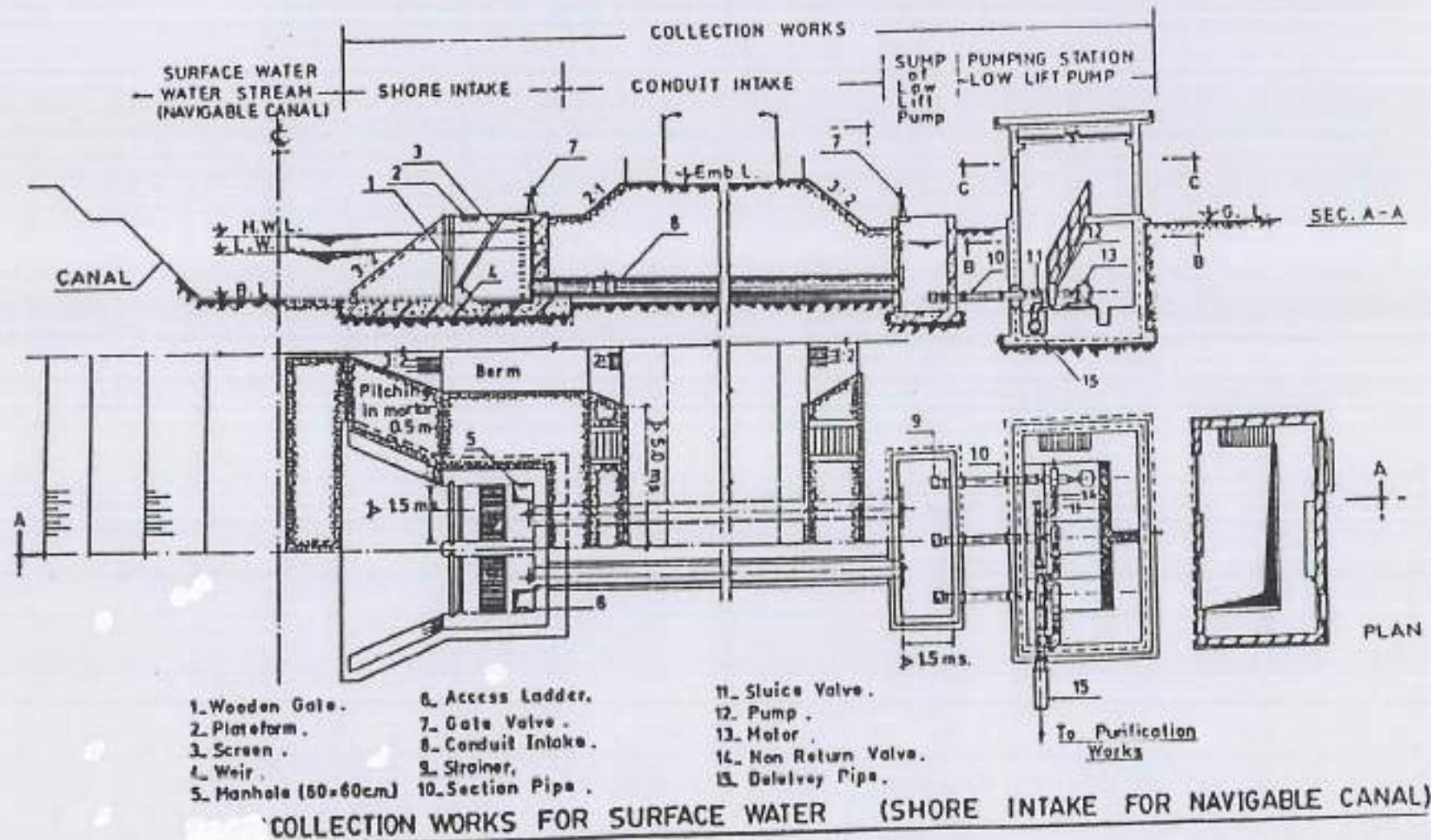
10 — Supported Concrete.

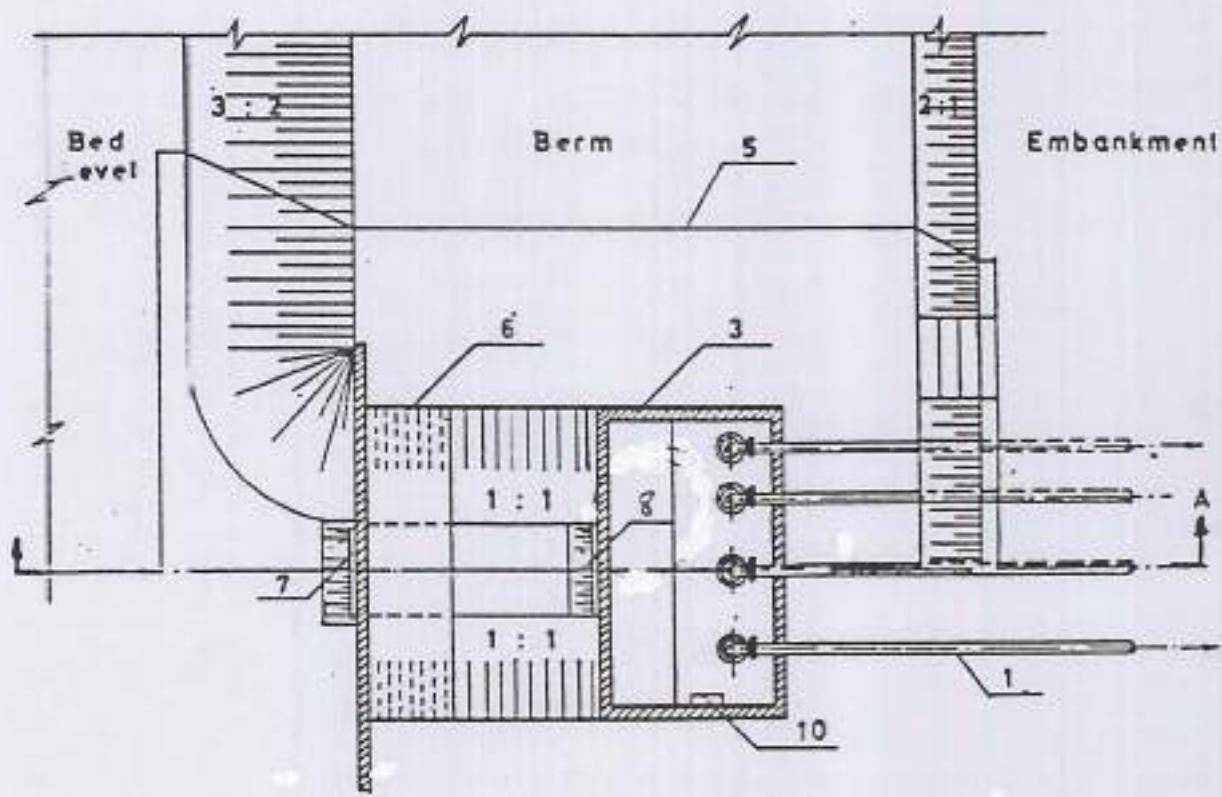
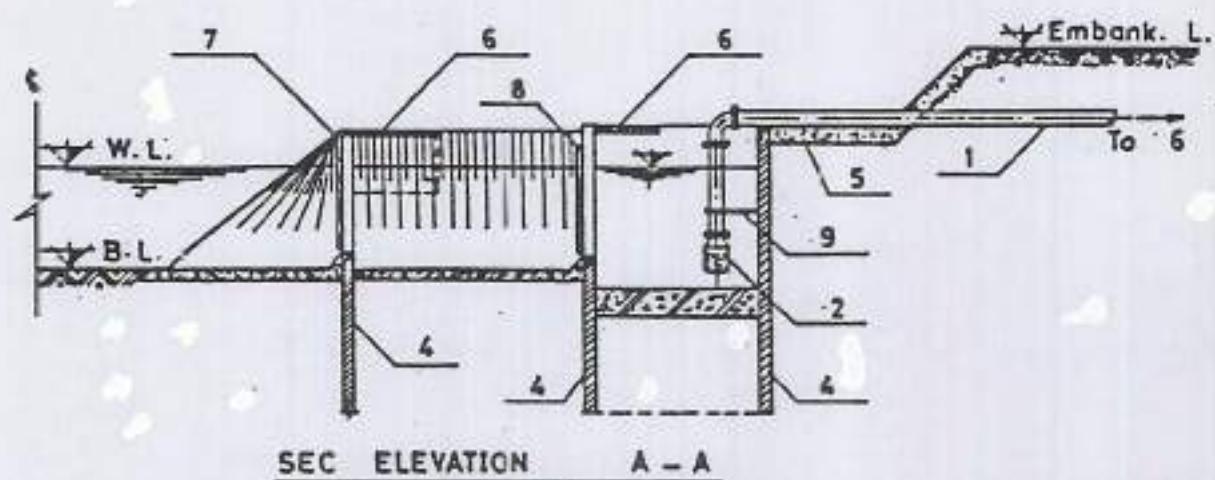
11 Pitching In Mortar 30 Cm

12 — Pipe Clamp



TYPES OF PIPE INTAKE





1 - Suction Pipe.

2 - Foot Valve With Straines.

3 - Intake Construction.

4 - Sheet Pile (Steel).

5 - Apron

6 - Platform.

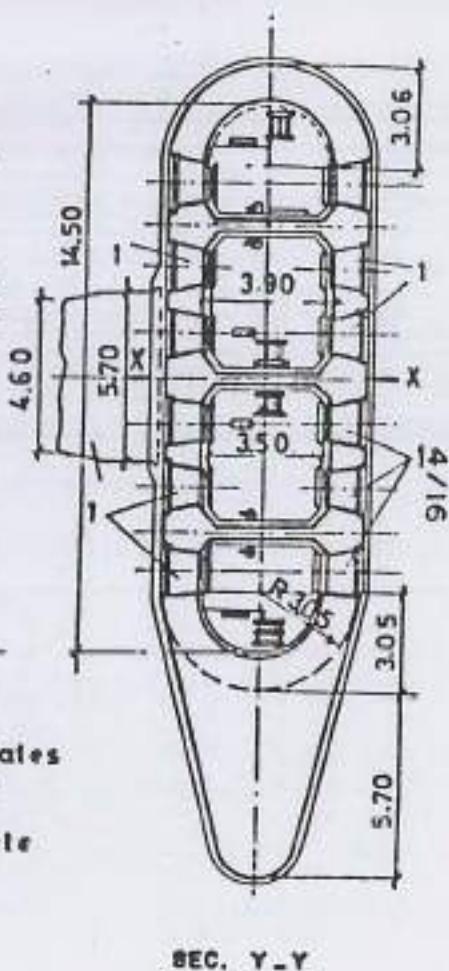
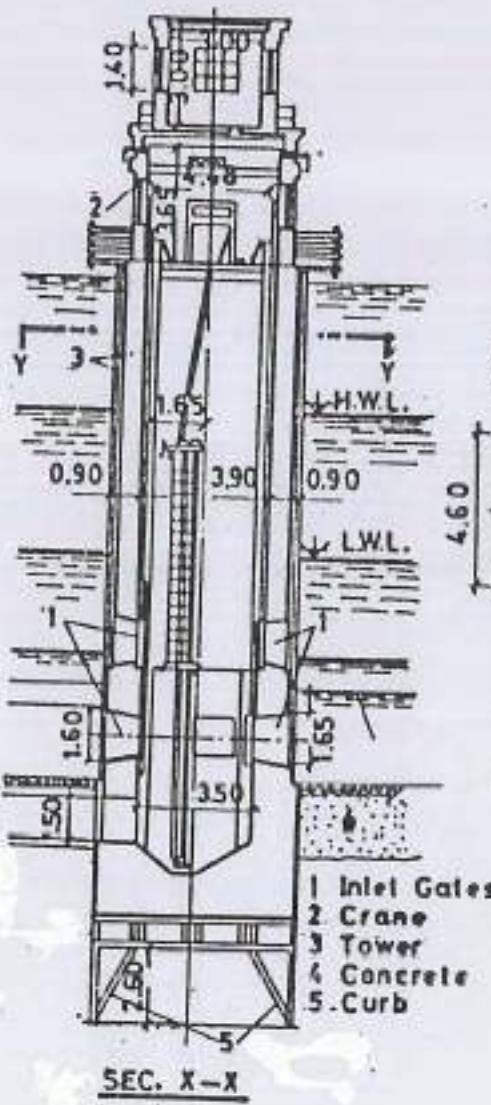
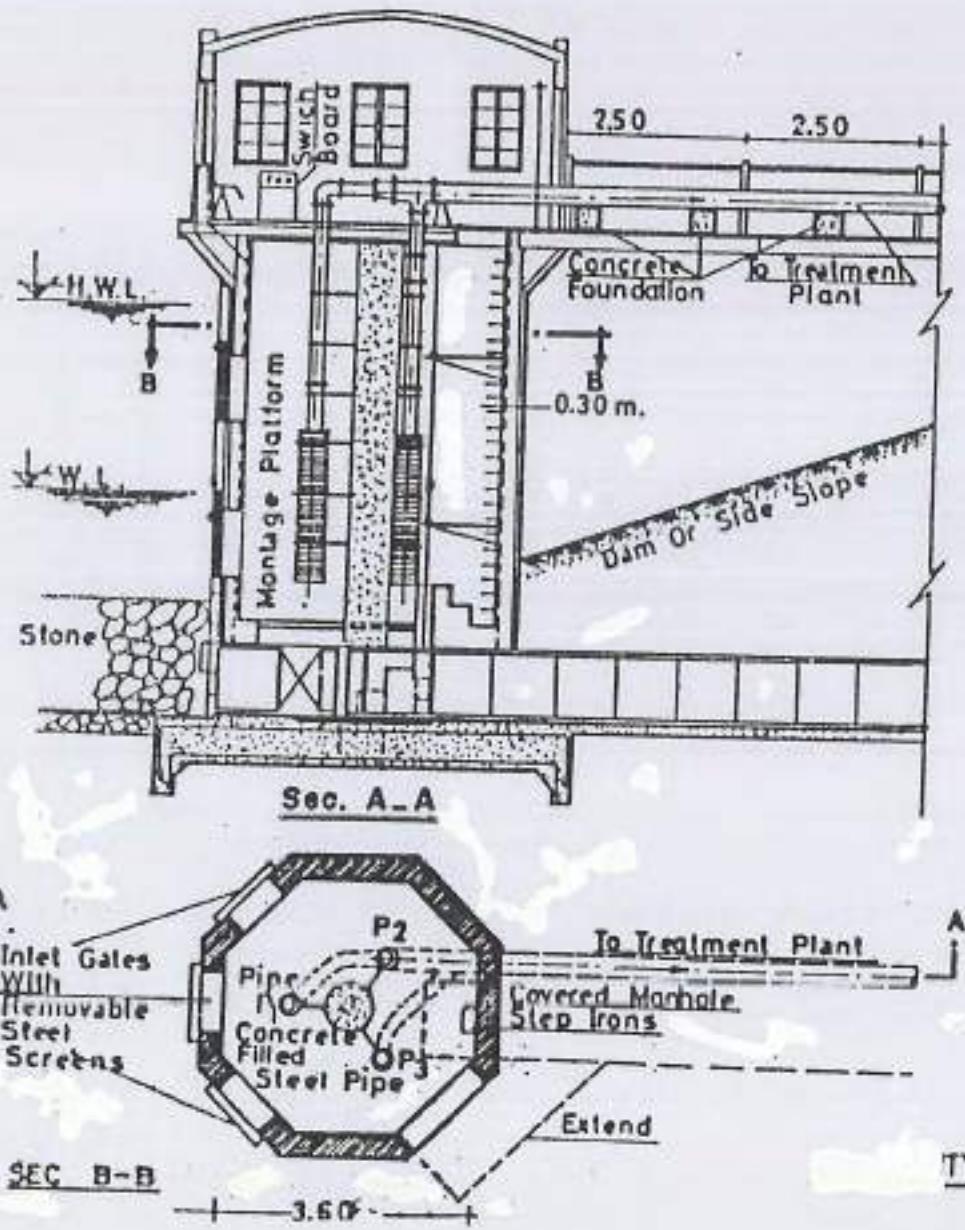
7 - Coarse Screen.

8 - Fine Screen.

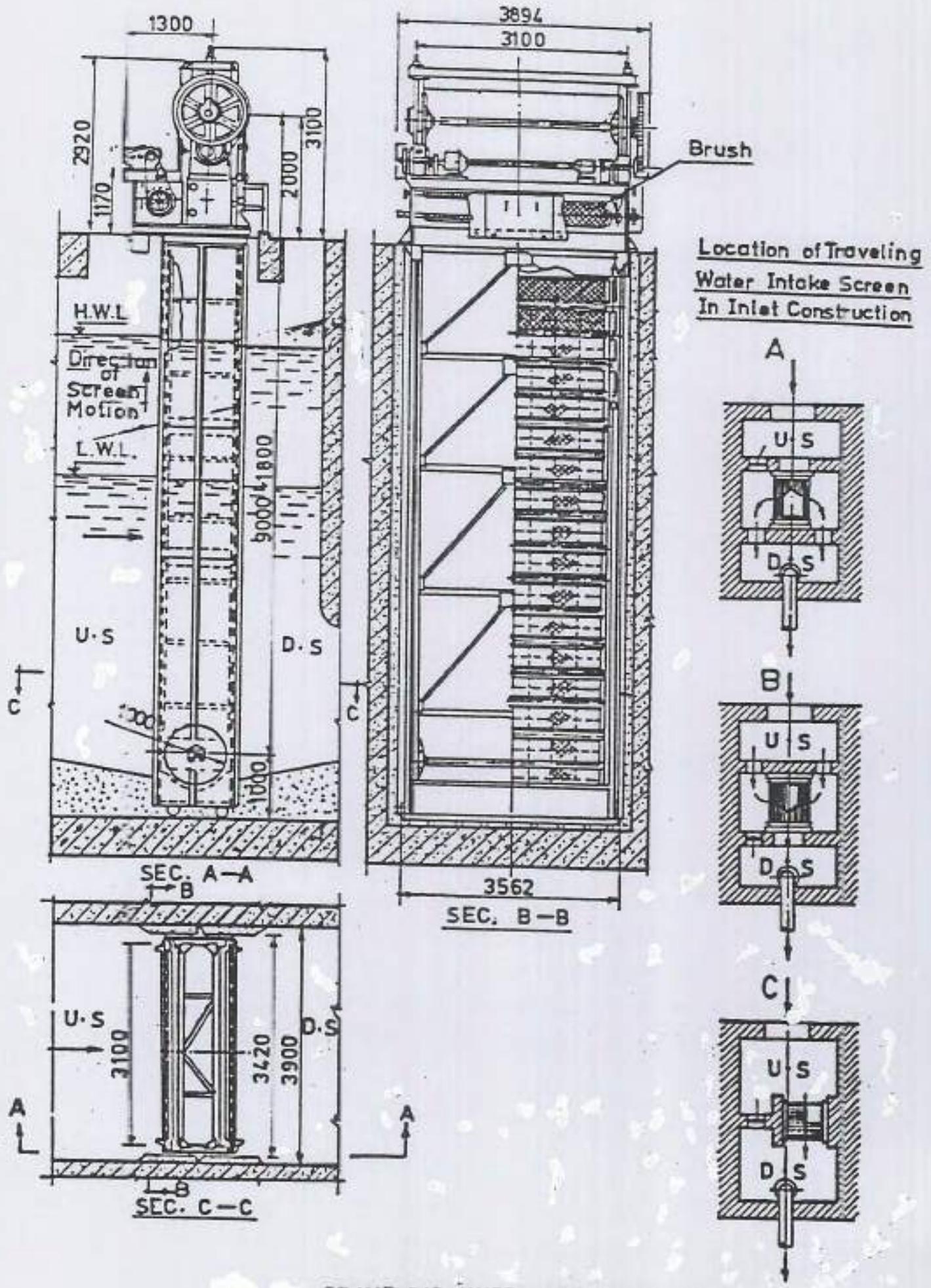
9 - Pipe Clamp.

10 - Steel Steps.

SHORE INTAKE

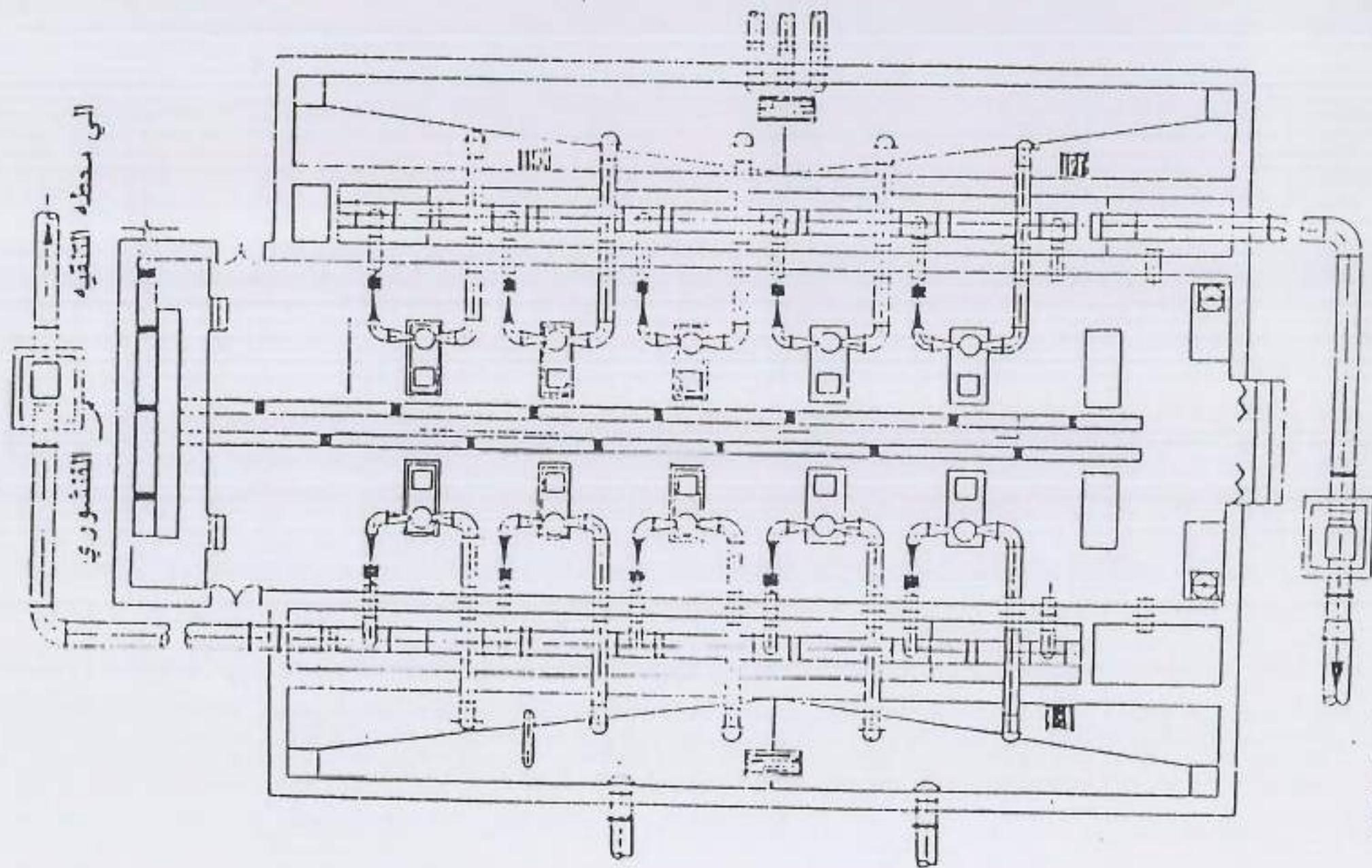


TYPES OF TOWER INTAKE



TRAVELING WATER INTAKE SCREEN .

النفثوري إلى الخزان العالي



نموذج مبني طلبات الضغط. العالي

الفصل الرابع

الترويب والتخثير

Coagulation - Flocculation

مقدمة

تحتوى المياه كما سبق ذكره على مواد عالقة ومواد كلويدية تختلف فى حجمها، ويعتمد الترسيب الطبيعي على حجم هذه المواد الصلبة. فبالنسبة للأحجام الصغيرة للمواد العالقة والكلويدية، لكي ترسب مسافة متراً واحداً، تحتاج:

- المواد بقطر امم تحتاج إلى ٦ ثوانى.
- المولا بقطر ١,٠٠٠مم تحتاج إلى ٣ دقائق.
- المواد بقطر ١٠,٠٠٠مم تحتاج إلى ٣ ساعات.
- المواد بقطر ١٠٠,٠٠٠مم تحتاج إلى ٣٠٠ ساعة.
- والمواد بقطر ١٠٠٠,٠٠٠مم تحتاج إلى ١٥٠٠ يوماً.

وإذا علمنا أن قطر المواد الدقيقة العالقة يتراوح بين ٠,٠٠١ إلى ٠,٠٠٠٠١ مم، نرى أنه يستحب الاعتماد على الترسيب الطبيعي في عمليات المياه مع التزايده المستمر في عدد السكان والزيادة المضطردة في معدلات استهلاك المياه مع زيادة المدنية. لذلك تحتاج هذه الشوائب المعلقة الصغيرة إلى عملية ترويب وتخثير.

ويقصد بالضبط الترويب (Coagulation) ، المرحلة الأولى لتكون غروبات غير قابلة للتذوبان في الماء. أما لفظ التخثير (Flocculation) ، فيعني المرحلة التالية للترويب، وهي تكوين الندف (Flocs) الأكبر حجماً، والتي ترسب لنقل وزنها.

وعليه فالترويب والتخثير عملية ضرورية في معالجة المياه، ويرجع ذلك أساساً إلى وجود الجسيمات الدقيقة المعلقة في الماء والغير قابلة للترسيب في وقت مناسب، ولكن يمكن تحويلها إلى أجسام أكبر حجماً وأنقل وزناً بواسطة إضافة محلطات كيماوية (Coagulants) وخلطها مع الماء.

هذا وتحمل الجسيمات الدقيقة للشوائب مث斫ات كهربائية مالية، وبالتالي يحدث تناقض فيما بينها لمائل شحائتها، وهكذا تبقى متباعدة عن بعضها. كما توجد قوى طبيعية أخرى تعمل على جذب هذه الجسيمات لبعضها، ولكنها تتعارض مع قوى التناقض، ولذلك تبقى الجسيمات لا متناقضة ولا متجاذبة أي معلقة في الماء. لذلك تستخدم المرويات لتساعد على تجميع هذه الجسيمات وترسيبها بسرعة.

أنواع المروربات

تستعمل مواد كيمائية (Coagulants) في عمليات ترويب المياه، من أهمها:

- كبريتات الألومنيوم (الثبيه).
- كلوريد الحديد.
- كبريتات الحديد.
- أكسيد الكالسيوم (الجير).

كما تستعمل مواد أخرى كمساعدات مروربات من أهمها:

- السيليكا المشططة (سليكات الصوديوم).
- عوامل التقليل (مثل طين الباكتونايت).
- البولي الكربوليتات (كاثيونية موجبة الشحنة، أو أنيونية سالبة الشحنة، أو أنيونية متعادلة الشحنة).

وتنتمي عملية الترويب بإضافة مادة أو أكثر، حسب خواص المياه ومكوناتها. وتؤثر درجة قلوية المياه تأثيراً مباشراً في كفاءة الترويب وجرعة المادة المروربة. وكل مادة من هذه المواد لها درجات مثلث من pH تكون كفاءتها خلالها أكبر ما يمكن.

وتعتبر الثبيه هي أكثر مواد الترويب استعمالاً في مصر، وهي تتفاعل مع القلوية الموجودة في الماء طبيعياً أو القلوية المضافة (إذا يجب توفير مستوى معين من القلوية حدوث التفاعل) مكونة جسيمات دقيقة جيلاتينية هلامية تقوم من أيروكسيد الألومنيوم، والتي لها خاصية تجميع المواد العالقة.

"كبريتات الألومنيوم + بيكربونات كالسيوم - أيروكسيد الألومنيوم + سلفات كالسيوم + ذانى أكسيد الكربون"



ونتيجة لأن النصف المكونة من أيونات الألومنيوم التي تحمل شحنة كهربائية ثلاثة موجبة، فإنها تتعادل مع جسيمات العکارة ذات الشحنة السالبة في مدى لا يتجاوز ثانية أو ثالبتين بعد إضافة الثبيه، (وهذا هو السبب في ضرورة الخلط السريع التام الحصول على ترويب جيد)، ويعتبر هذا التعادل بين الشحنتين الكهربائيتين علامة على بدء الترويب، وتلتصق جسيمات العکارة بنصف أيون الألومنيوم، وتكون جسيمات أكبر حجماً وأقل وزناً ذات شحنة كهربائية متعادلة وهي ما تسمى بالندف (Flocs). ثم تتصادم الندف الدقيقة وتنما معاً مكونة ندفاً أكبر قابلة للترسيب وتسمى هذه العملية بالتخثير.

وتصنف مساعدات المروربات لتحسين عملية الترويب حيث تساعد على:

- تكثيف ندف أقوى وأكثر قابلية للترسيب.

- الحفاظ على سرعة الترويب.

- الإقلال من كمية المرويات المستخدمة.

- خفض كمية الروبة المنتجة.

وتحدد كمية الشبة المضافة للمياه الخام لتكوين أكبر وأنقل نصف بالجرعة المثلثي (Optimum Dose) ويتم تحديد هذه الجرعة عن طريق التجارب المعملية باستخدام اختبار (Jar Test) كما سيرد فيما بعد.

العوامل المؤثرة في عملية الترويب

تتأثر عملية الترويب بعوامل مختلفة (Factors Affecting Coagulation) أهمها:

- قيمة الرقم الهيدروجيني (pH)، ولكل نوع من المواد المروية مدى من الرقم الهيدروجيني. وتنتمي عملية الترويب بأحسن كفاءة عندما يكون مدى الرقم الهيدروجيني للمياه $6,5 - 7,5$ بالنسبة لشبة، وأكبر من $8,5$ بالنسبة لكبريتات الحديدوز ما بين $8 - 8,5$ لكlorيد الحديديك على سبيل المثال.

- قوية الماء حيث تتم عملية الترويب أسرع مع القوية الأعلى.

- درجة الحرارة حيث تكون عملية الترويب أفضل في الدرجات الأعلى.

- ظروف الخلط بالمروب، ويفضل أن يكون خلط المواد المروية بسرعة وبتجانس في كل حجم المياه في حوض الخلط السريع لضمان توزيع المجلط مع المياه الخام .

- كمية العكارة ويفضل زيادة العكارة. وإن كانت قليلة جداً، فإنه أحياناً يتم التجوؤ إلى إضافة مواد مساعدة لتكوين نواة تتجمع حولها النصف، وتؤدي إلى الإقلال من المادة المروية.

- جرعة المادة المروية ويفضل تحديد الجرعة الفعالة (Optimum Dose) عن طريق التجارب المعملية باستخدام اختبار (Jar Test).

العوامل المؤثرة في عملية التخثير

- جرعة المادة المروية ، إذ ينقاوم حجم النصف تبعاً لكمية المادة المروية المستخدمة، وبالتالي تنقاوت كثافتها، فتزداد كثافة النصف بزيادة حجمها إلى أن تصل إلى حجم معين فتبدأ كثافتها تقل، وبالتالي تقل سرعة رسوبيها. لذلك فإنه يلزم مراعاة الدقة التامة في تحديد الجرعة الفعالة (Optimum Dose) لمادة المروية معملياً، للحصول على النصف ذات أكبر كثافة وبالتالي الأسرع في الرسوب.

- سرعة التقليب في فترة تكوين النصف، فإذا زانت سرعة التقليب عن سرعة معينة، فإن ذلك يؤثر على قوة التماسك، ويؤدي إلى نفخ النصف وعدم تجميعها. لذلك يجب مراعاة أن لا تزد السرعة في منطقة التخثير عن السرعة المناسبة للحفاظ على تماسك النصف.

اختيار مادة الترويب

يتوقف الاختيار على نوع المياه المطلوب معالجتها ونوع المواد العالقة وثمن المادة المروبة، كما يلزم اجراء التجارب المعملية لمعرفة الوقت اللازم للتقليل وقوة التركيب، وهذا الاعتبار هامان للحصول على نتائج مرضية.

وكمية مواد الترويب تختلف باختلاف نوع الماء المعالج. فالمياه ذات العكارة والقلوية الكبيرة غالباً يكون ترويبها سهلاً، أما المياه ذات القلوية الضعيفة والملونة فيلزم لها مرافقية جيدة لكمية التيماويبات المضافة لتعطى نتيجة مرضية في تكوين الندف. ومع هذه الأنواع من المياه يحسن إضافة مسحوق طفل أو كمية من الرواسب لمساعدة التخلص.

ولكل نوع من الماء يوجد حد لكمية مادة الترويب المضافة للحصول على أحسن النتائج، وما تعدد هذه الحدود فيكون غير مجدٍ. كما أن طريقة المزج ومدته لها تأثير كبير على حجم الندف، ويتحدد ذلك عن طريق التجارب المعملية للوصول إلى أحسن النتائج.

ونسمى كمية المادة المروبة، والتي تعطي أحسن النتائج بالجرعة الفعالة (Optimum Dose) ويتم تحديدها عن طريق التجارب المعملية باستخدام اختبار (Jar Test).

تحديد الجرعة الفعالة

يتوقف نجاح عملية التخلص من الشوائب العالقة بالماء على دقة تغير جرعة المادة المروبة (Coagulant Dose)، ودقة إضافتها للمياه العكرة (الخام) بالجرعة المضبوطة عند انساب رقم هيدروجيني، للوصول إلى تحقيق أفضل النتائج من عملية التخلص من الجسيمات العالقة بها.

وكما سبق ذكره فإن إضافة المروب بالجرعة المضبوطة يؤدي إلى تجميع هذه الجسيمات الصغيرة على هيئة أجسام أكبر تسمى ندف، بحيث تصل إلى الحجم الذي يتحقق أكبر كثافة لهذه الندف، فيعجل من ترسيبها.

وقد أثبتت التجارب المعملية أن وزن هذه الندف يزداد بزيادة حجمها إلى أن تصل إلى حجم معين، وإذا زادت عنه خف وزنها. كما ثبت أن حجم الندف يتناسب طردياً مع كمية الثبة المضافة وعليه لزم تحديد جرعة الثبة التي تحقق تكوين الندف ذات أكبر كثافة. وقد تلاحظ عملياً أن هذا الحجم هو حجم "أنابوس".

ونسمى هذه الجرعة بالجرعة المثالية (Optimum Dose)، ويتم تحديد هذه الجرعة معملياً بواسطة جهاز (Jar Test Apparatus) كما سبق ذكره.

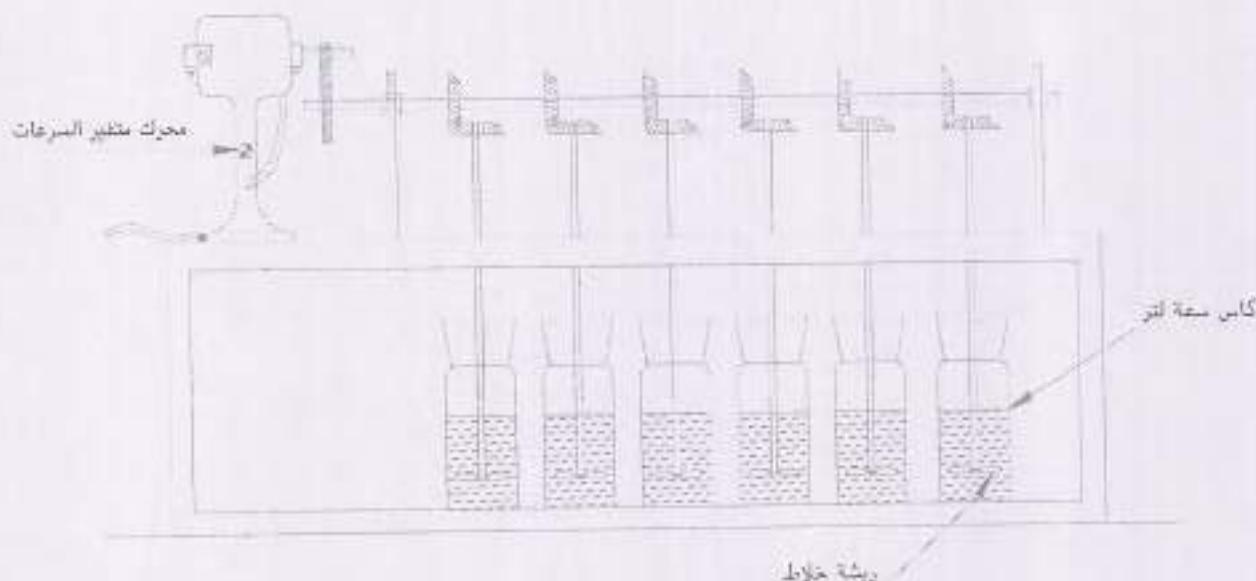
ويتكون هذا الجهاز كما يوضحه الشكل رقم (٤-١) من ست كوزوس (Jars) سعة كل منها واحد لتر. ويستعمل في كل كأس قلاب صغير، وتدار هذه القلابات بواسطة عاكس رأسي عن طريق مجموعة تروس. ويتم إدارة الأعمدة بواسطة محرك كهربائي متغير السرعات حتى يمكن تحريك القلابات بسرعات مختلفة.

ولتحديد الجرعة الفعالة بواسطة الجهاز، يوضع في كل كأس لتر من المياه العكرة، وتدار الخلطات بسرعة ٢٠٠ لفة في الدقيقة (التماثل عملية المزج السريع)، ثم توضع في الكاسات تركيزات مختلفة من محلول المادة المروبة

أثناء الخلط ويستمر التقليب السريع فترة قصيرة من ١٠ إلى ٣٠ ثانية، ثم يتم تخفيض سرعة التخلطات إلى (٢٨-٣٥) لفة في الدقيقة (النماذج عملية المزج البطيء)، وتنتظر فترة من ١٥-٣٠ دقيقة، وبحيث يتم ملاحظة تطورات التفاعل داخل جميع الكؤوس من بداية عملية التقليب البطيء، حتى يمكن الحكم على التركيز الذي نتج عنه أسرع وأكفاء تكوين للمواد المجمعة.

ويوضع عادة مصباح إضاءة أسفل مجموعة كؤوس المياه لتساعد على ملاحظة عملية الترويب، وتحديد الجرعة الفعالة.

وبعد نهاية فترة التقليب، يوقف الجهاز تماماً، وترك الكؤوس لمدة ٣٠ دقيقة لإتمام عملية الترسيب وملاحظة العيادات التي تم فيها أفضل ترسيب، ليتمكن اختبار انساب جرعة للمروبات المستخدمة والتي تنتج عنها الفضل تفاعل وترسيب خلال فترة المزج والتربيب، شكل رقم (٤-١).



شكل رقم (٤-١)

جهاز لتحديد جرعة الماء المروبة

ويمكن تحديد التركيزات المختلفة للماء المروبة التي تجري على أساسها التجربة، وذلك من واقع الخبرة العملية وظروف التشغيل والتغير في خصائص المياه العكرة. كل هذه العوامل تساعده الكيميائيين التقنيين على إجراء هذه الاختبارات اليومية بكفاءة.

(اضافة الجرعات

توجد عدة طرق لإضافة مولد الترويب لعينات المياه. بإضافة الماء المروبة على هيئة محلول لها ميزة التذكر من ذوبان المواد الكيماوية، في حين أن الإضافة الجافة تستغل حيزاً أقل، ويستغني فيها عن المجهود لمبذول لعمل محلول بالإضافة لسهولة نقلها. ولا شك أن استعمال الطريقة الجافة أفضل في حالة استعمال كميات كبيرة من

المواد المجمعة، ومن الجدير بالذكر أن الإضافة على هيئة محلول لها الأفضلية في العمليات الصغيرة، وتتراوح قوّة محلول المضاف ما بين ٣٪ إلى ٥٪ وقد تصل إلى ١٠٪. بيد أن معظم المواد المجمعة تسبب تآكل بسيط في المواد المعدنية (Metal Corrosion)، لذلك يلزم أن تكون تجهيز الإضافة من مادة تقاوم التآكل أو على الأقل مبطنة بها وتعتبر شدة المقاومة لعوامل التآكل (Durability) بالنسبة لأجهزة الإضافة هامة لضمان استمرار التشغيل دون توقف أو أعطال.

ويمكن تقسيم المواد المستعملة في التجلط من حيث طريقة الإضافة إلى:

- مواد يمكن إضافتها جافة أو على هيئة محلول كالثبيه وسلفات الحديديك وسلفات الحديدوز.
- مواد تضاف على هيئة محلائل فقط مثل كلوريد الحديديك وسليلات الصوديوم.
- مواد تضاف جافة أو معلقة مثل الجير الحى والجير المطفي والطفل المساعد.

الخلط السريع

هو ضروري جداً لضمان توزيع المرrob في سائر أجزاء الماء الخام، وتجانس المياه، علماً بأن التلامس الأول للمرrob مع الماء هو من أكثر الفترات حرجاً في عملية الترويب بأكملها، ولذلك فإن تفاعل الترويب يحدث بسرعة عالية. ولهذا فمن الضروري أن يتلامس المرrob مع الجسيمات الغروية فوراً وإن يتم التقليب لمدة ثوان حتى تتلامس جميع حزبيات المرrob مع الجسيمات المعلقة تلامساً تماماً.

ويستخدم لعملية الخلط السريع عدة أنواع من التجهيزات وتشمل:

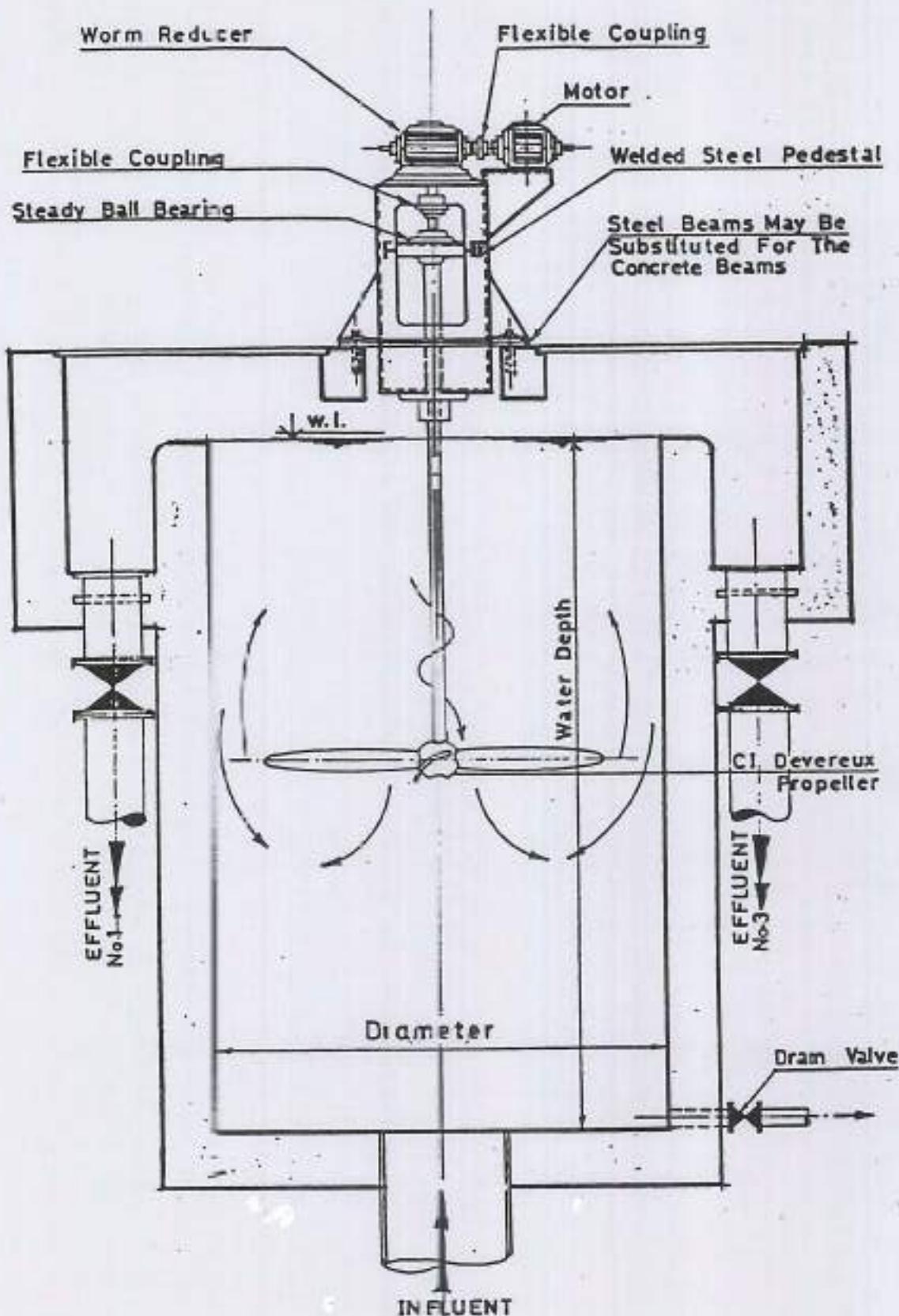
- الخلط الهيدروليكي.
- الخلط الميكانيكي.
- الغرف ذات الحواجز الحائلة.
- مضخة التغذية في الخط.

وهيتم الخلط الهيدروليكي باستغلال اندفاع الماء، وخاصة إذا بلغت سرعة الماء درجة تحدث دوامت من شأنها تمام عملية الخلط.

أما الخلط الميكانيكي فيتم بتحريك الماء ونقليه باستخدام بدالات أو نافورة دواره أو مروحة. ويستخدم الناشر في الخلط عن طريق دفع محلول ليخرج من ثقوب في أنابيب لينتشر في الماء.

وتقوم مضخة التغذية في الخط بحقن محلول بواسطة مضخة إلى خط مواسير المياه، فينتشر محلول من خلال فتحات في أنبوبة التغذية.

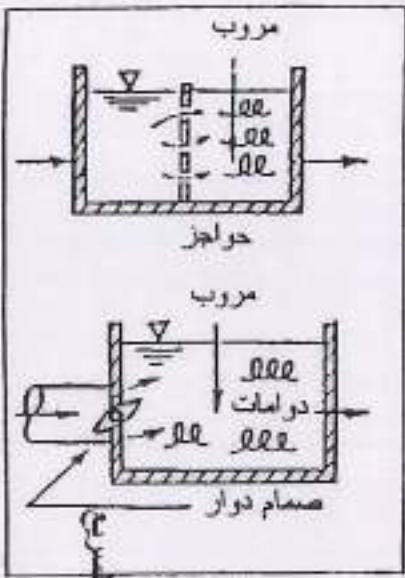
ويوضح الشكل رقم (٤-٢) أنواع تجهيزات الخلط السريع علماً بأن مدة المكث تترواوح بين ١٠ إلى ٢٠ ثانية، كما يوضح الشكل رقم (٤-٣) شكل عام لبئر التوزيع وإصاله بالخلط السريع



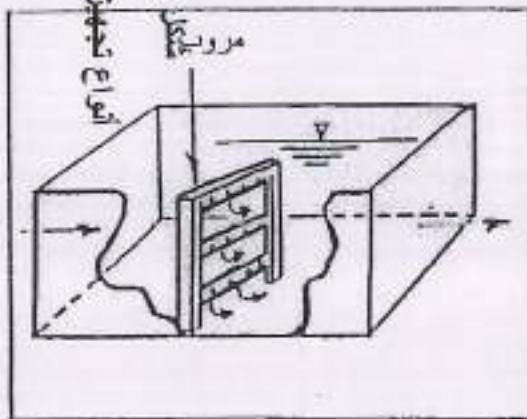
FLASH MIXER

شكل رقم (٤-٣)

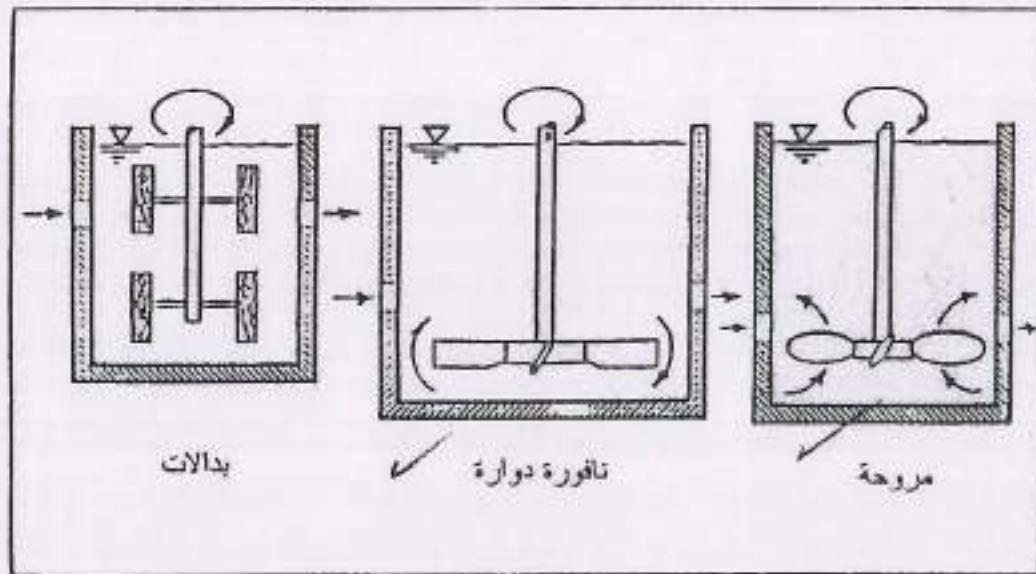
شكل عام لبئر التوزيع والخلاط



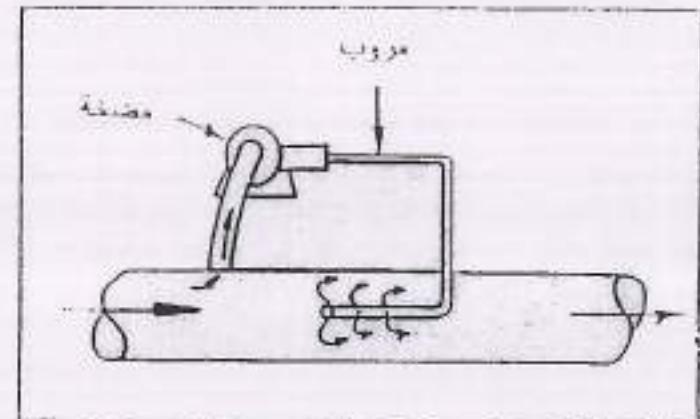
نظام الخلط الهيدروليكي



الخلط باستخدام الناشر



خلطات ميكانيكية



مضخة تغذية في الخط

التخثير

وتكون وحدة التخثير من حوض وقلابات للخلط والتقليب البطيء. علماً بأن التقليب في هذه العملية لبطأ من التقليب في عملية الترويب، كما يجرى للخلط ببطء. وتكون سرعة التصرف خلال الحوض بطيئة بما يكفل عدم نفث الندى. وتكون مدة المكث في الحوض من ٢٥ إلى ٤٥ دقيقة وهي الفترة اللازمة للتخلص. وهي عادة تمثل ٢٠٪ من مدة المكث في أحواض الترويب، وتؤخذ عادة في التصميم على أساس ٣٦ دقيقة.

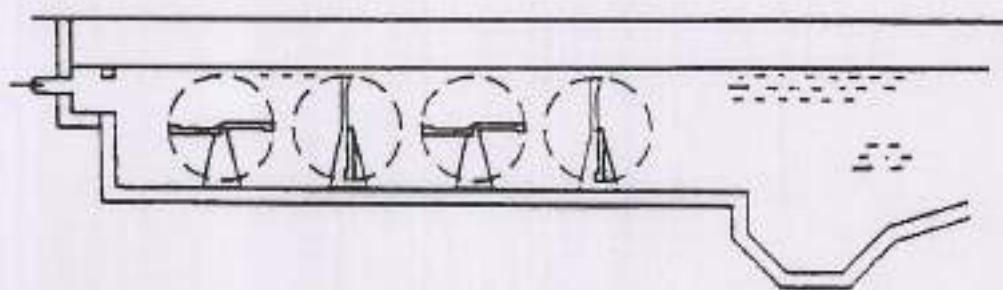
ويمكن إجراء التقليب للتخلص ميكانيكيًا باستعمال بدالات دواره أو هيدروليكيه، أي ينتج الخلط من حركة تيارات الماء.

وتشتمل قلابات التخلص الميكانيكي على عدة أنواع منها :

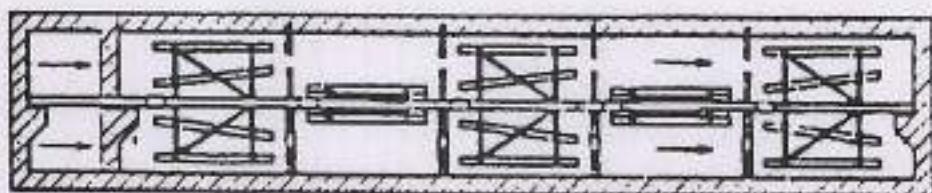
- ١ - قلابات ذات العجلات للبدالة الأفقية / الرأسية.
- ٢ - قلابات المرودة.
- ٣ - قلابات التربينية.
- ٤ - قلابات المترجمة.

ويوضح الشكل رقم (٤-٤) أنواع هذه القلابات.

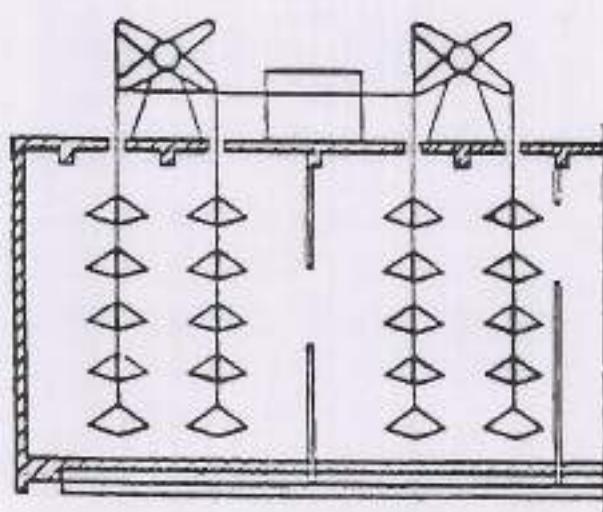
لما القلابات الهيدروليكيه فهي عادة تجمع بين عملية الترويب والتخلص وعملية الترسيب في وحدة معالجة واحدة، كما في شكل رقم (٤-٥).



(أ) قلابات تدور في اتجاه الماء



(ب) قلابات تدور عموديا على اتجاه الماء



(ج) قلابات تتحرك أعلى وأسفل

شكل رقم (٤-٤)

مزج بطن بالطرق الميكانيكية

الفصل السادس

الترسيب

مقدمة

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

وهناك عوامل كثيرة تؤثر في كفاءة عمليات الترسيب منها:

- تركيز المواد العالقة في المياه.
- شكل وحجم وكثافة المواد العالقة.
- درجة حرارة الماء ودرجة لزوجته.
- مدة سقاء الماء في الحوض.

نظريّة الترسيب الطبيعي

يلازم للتعرف على نظرية هبوط الحبيبة المنفردة. علماً بأن تعریف الحبيبة المنفردة (Discrete) هي التي لا تتبع في الحجم ولا الشكل ولا الوزن، ولا تتحدد مع حبيبة أخرى أثناء عملية الهبوط في الماء. فإذا تركنا حبيبة من الرمال مثلاً تهبط في حوض به ماء، تجد أنها تهبط تحت تأثير وزنها إلى أسفل ومقاومة طفو الماء إلى أعلى. وحيث أن قانون نيوتن يوضح أنه إذا توازن قوى مؤثرة على حبيبة عالقة في الماء، فلا توجد عند ذلك عجلة تسارع، وإنما سرعة هبوط ثابتة منتظمة تسمى "سرعة هبوط الحبيبة".

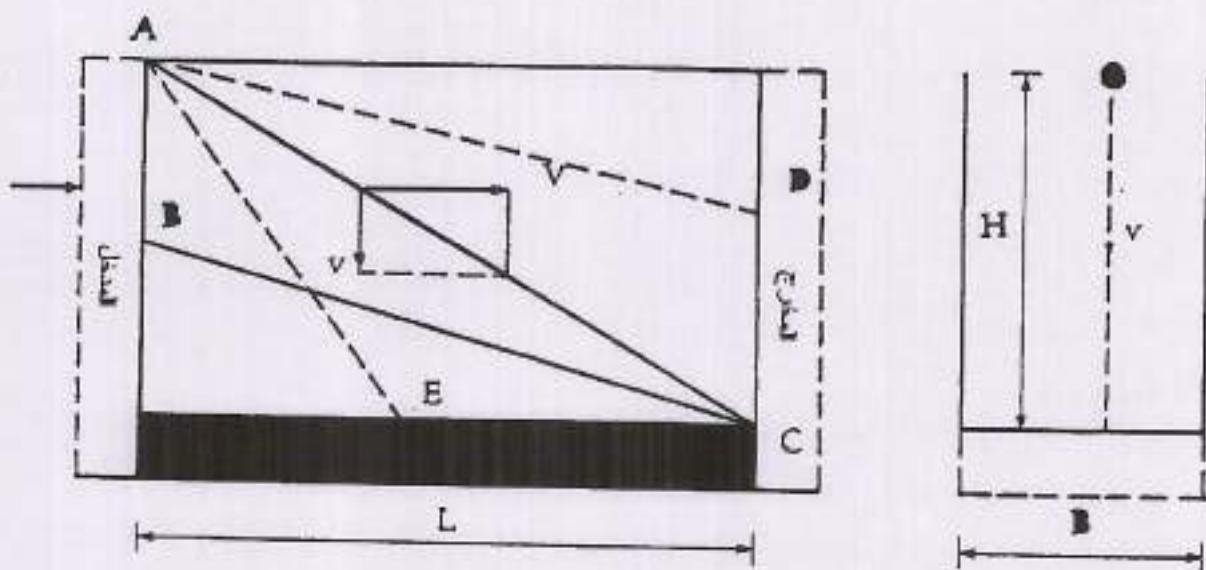
وتعتمد نظرية تصميم أحواض الترسيب على أن الحبيبة الداخلية، والتي لها سرعة دخول الماء الأفقية، ولها سرعة رأسية هي سرعة الهبوط، يجب أن تهبط إلى القاع قبل أن تبدأ المياه في الخروج من الحوض من الجهة الأخرى. وعلى هذا الأساس تتحدد أبعاد الحوض.

ومن الناحية النظرية للبحثة يمكن توضيح عملية الترسيب - كما هو موضح في الشكل رقم (١-٦) - كمدخل لنفهم لسن التصميم، وذلك على أساس أن المواد العالقة متجلسة التوزيع في الماء. وأن سرعة المياه بما فيها من مواد عالقة في الاتجاه الأفقي "V" ، وأن تصرف المياه يساوي "Q" وأن عرض الحوض "B" وعمقه "H" ، و تكون مساحة مقصمه "H" × "B" .

وتكون سرعة المياه الأفقية = التصرف / مساحة المقطع.

$$V = Q / BH$$

ونكون هي أيضاً سرعة الأفقية للمواد العالقة ب المختلفة أحجامها.



v سرعة الأجسام العالقة في الاتجاه الأفقي.

v سرعة الأجسام العالقة في الاتجاه الرأسى.

H عمق الحوض.

B عرض الحوض.

A المساحة السطحية لحوض الترسيب.

AD مسار المواد التي لا ترسب وتنخرج من الحوض.

BC مسار المواد التي لا يرسب منها إلا ما كانت نقطة دخوله بالقرب من القاع.

AE مسار الأجسام ذات الكثافة والحجم الأكبر والتي ترسب بسرعة.

شكل رقم (١-٦)

رسم تخطيطي لعملية الترسيب

لما سرعة المواد العالقة في الاتجاه الرأسى (v) ف تكون مختلفة حسب حجم الجزيئات وكثافتها. ومن الشكل نستنتج
أن:

$$V/v = (L/H)$$

$$v = V \times H/L$$

ونكون

وحيث أن

$$V = Q / (B \times H)$$

$$V = Q / (B \times H) \times H/L = Q (B \times L) = Q / A$$

أى أن:

التصريف	سرعة الهبوط للرُّسوب للحبيبات
المساحة السطحية لخوض الترسيب	

ويتضح من ذلك أن الماء العالقة التي لها سرعة هبوط رأسية متساوية أو أكثر من (v)، يتم ترسيبها في الخوض. وعلى العكس لا ترسيب الماء إذا كانت سرعتها الرأسية أقل من (v).

ومن ذلك نرى أن المساحة السطحية لخوض الترسيب "A" (B.H)، لها تأثير مباشر على كفاءة الترسيب. فكلما زادت المساحة السطحية، قلت (v) وزادت كفاءة الخوض. وتسمى (v) بمعدل التحميل السطحي لخوض الترسيب. وتحتاج كأسس من أسس التصميم لهذه الأحوال. وتكون وحداتها متر مكعب/متر مسطح/يوم أو متر/يوم.

ومن الشكل رقم (١-٦) يتضح أن المسار AD هو مسار الماء التي لها سرعة أقل من (v)، وهذه لا ترسيب في الخوض وتخرج منه، ولا يرسip منها إلا ما يدخل منها قرب قاع الخوض والذي يمثله المسار BC. أما المسار AE فيبين الماء الذي لها كثافة وحجم أكبر، وترسب بسرعة لأن سرعتها الرأسية تكون أكبر من (v).

التطور التاريخي لعملية الترسيب

أقدم وأبسط طرق ترسيب الماء العالقة بالماء كانت الترسيب الطبيعي (Plain Sedimentation) بأن يترك الماء ساكناً أو متحركاً ببطء شديد خلال أحواض صناعية أو طبيعية إلى أن ترسيب الماء العالقة أو معظمها. ويتم سحب المياه الزائدة من السطح العلوي لخوض.

والترسيب الطبيعي لا يشمل إضافة مواد كيماوية. وكيفيات الرواسب التي يمكن التخلص منها بهذا النوع من الترسيب تتراوح بين ٦٠% إلى ٧٠% مع نسبة مماثلة من البكتيريا. وفي بعض الأحوال المواتية تصل هذه النسبة إلى ٨٠%.

ويتوقف حجم خزان الترسيب الطبيعي على:

- كمية المياه المطلوب ترسيبها.
- حجم الماء العالقة ودرجة قابليتها للرسوب.
- درجة النقاوة الطولية.

فإذا كانت الماء العالقة كبيرة فإن فترة الترسيب (Sitting Time) تكفي أن تكون بضع ساعات، في حين أنه في حالة الحاجة للحصول على تقاوه كبيرة وكانت الجزيئات العالقة صغيرة، فإن وقت الترسيب قد يمتد إلى أيام. إلا أن هذا النظام لم يعد مجدياً مع التزايد المستمر في كميات المياه المطلوبة بالنسبة للتزايد الكبير في التعداد والتقدم الاجتماعي العظيم.

(Sedimentation with Coagulants) الترسيب باستخدام المرويات

عندما تبين عدم ملائمة الترسيب الطبيعي المتزايد، وعدم جدواه في ترسيب الحبيبات الدقيقة والخفيفة، وخاصة المواد الكهربائية، وأعوالي الطينية والكلائنات الحبة الدقيقة، والمواد العضوية الناتجة من تحمل النباتات المائية، وذلك لصغر سرعة الترسيب بشكل كبير وبالتالي تحتاج إلى مدة مكث كبيرة، أو لأن الجسيمات الموجودة بالماء تحمل شحنة كهربائية سالبة، وبالتالي يحدث تناقض فيما بينها لتماثل الشحنة، فتبقى الجسيمات متباينة عن بعضها. لذلك تصنف إلى المياه مولد كيماوية (مرويات) تعمل على تجميع هذه الحبيبات الدقيقة – كما سبق شرحه في الفصل الرابع "التزويف والتثثير". وبعد عملية المزج السريع والمزج البطيء، تمر المياه في أحواض التزويف حيث ترسب الندف المكونة في أحواض التزويف بما حذبت إلى سطحها من مواد عالقة إلى قاع الحوض.

ولا تختلف أحواض التزويف في تصمييمها عن أحواض الترسيب الطبيعي، ولا العوامل المؤثرة على كفاءة الترسيب ولكن يتم الترسيب بالتزويف في وقت أقل جداً، وبالتالي تكون أحجام هذه الأحواض أصغر كثيراً. وبالرغم من اختلاف أنواع وطرز أحواض الترسيب بالمرويات، إلا أنها تنبع في الأساس الرئيسية للتصميم، وإن اختلافت في بعض التفاصيل.

وقد تطورت تصميمات هذه الأحواض بالتقدم العلمي المستمر، وتزايد متطلبات المياه، واتجه هذا التطور في اتجاهين هما:

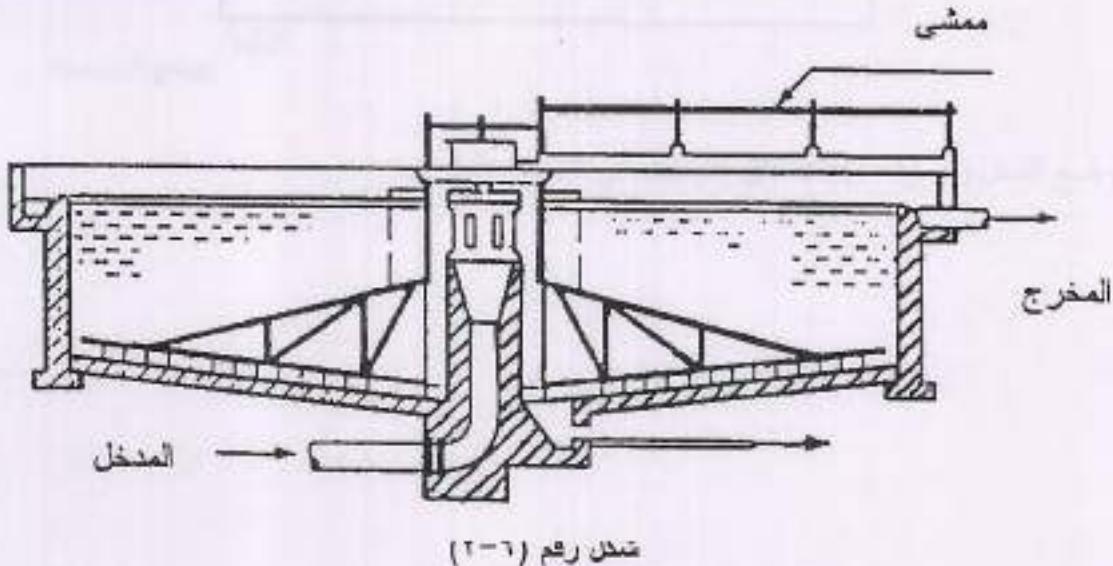
(أ) زيادة سرعة الترسيب مع زيادة سرعة مرور المياه في الأحواض، وذلك لتقليل حجم الأحواضقدر الامكان كما في الحوض النابض (Pulsator) كما سيرد شرحه فيما بعد.

(ب) تعويم الندف بدلاً من ترسيبها بطريقة التعويم بالهواء (Air Floatation) وطالما وجد العلم والعلماء فلن تتوقف المحاولات لتحسين الأداء.

أنواع أحواض الترسيب

تختلف أنواع وأشكال أحواض الترسيب (Sedimentation Basins) باختلاف التصميمات فمنها :

- الأحواض المستطيلة وفيها يكون سريان الماء في اتجاه واحد موازي لطول الحوض ويسمى ذلك بالتصريف في خطوط مستقيمة.
- الأحواض المستبردة ذات التغذية القطرية ويكون سريان الماء في اتجاه القطر ويسمى ذلك بالتصريف القطرى. ويوضح الشكل رقم (٦-٢) حوض ترسيب دائري ذو تصريف قطرى.



حوض ترسيب دالری ذو تصرف قطری

وفي كلا النوعين يلزم الحفاظ على سرعة الماء وتوزيع التصريف منتظمين قدر الإمكان لمنع تكون الدوامات والتيرات الاعصارية بها والتي تعيق ترسيب المواد العالقة، مع تقليدي حدوث قصر الدورة (Short Circuit) بين المدخل والمخرج حيث ينقسم حوض الترسيب عادة إلى عدة مناطق أساسية هي:

- **منطقة دخول الماء**

ويشترط أن يكون دخول الماء الوارد من حوض التدفيف منتظماً وينتشر في أرجاء حوض الترسيب.

- **منطقة الترسيب**

هي أكبر مناطق الحوض حيث يتم ترسيب العوالق ببقائها فترة زمنية كافية. ولكون المياه تسير بسرعة أكبر نسبياً في هذه المنطقة، فيلزم عمل الاحتياطات لتقديري للتيرات الاعصارية.

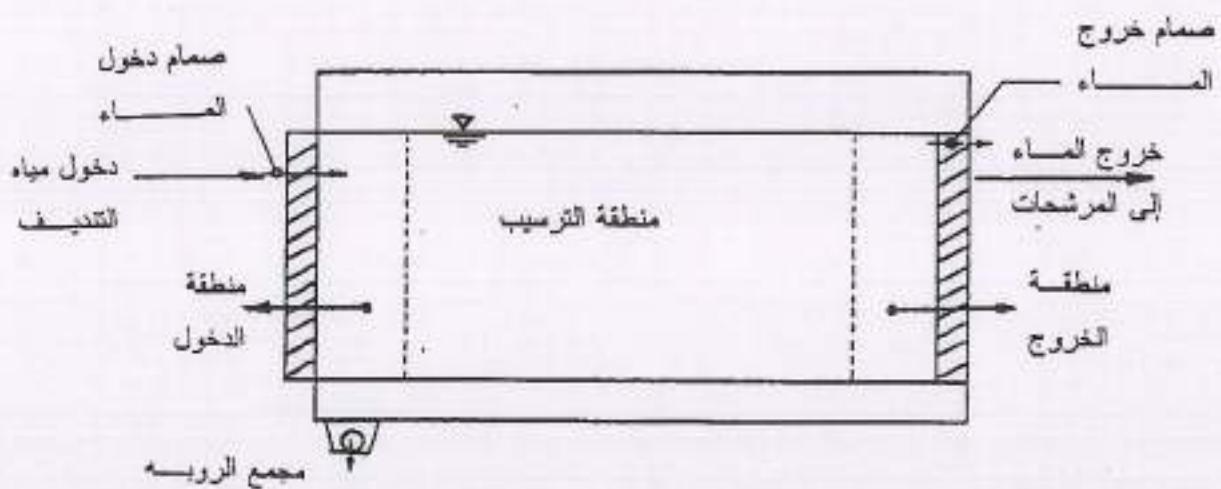
- **منطقة تجميع الروبة**

تقع عادة في قاع الحوض وتعتبر مكاناً للتجميع المؤقت للأجسام المترسبة. ويراعى في تصميم مدخل الماء إلا يتسبب في تكوين تيارات دوامية قرب منطقة تجميع الروبة، والتي قد تتسبب في تحريك الجسيمات المترسبة فتصعد للماء الرائق مـرة ثانية.

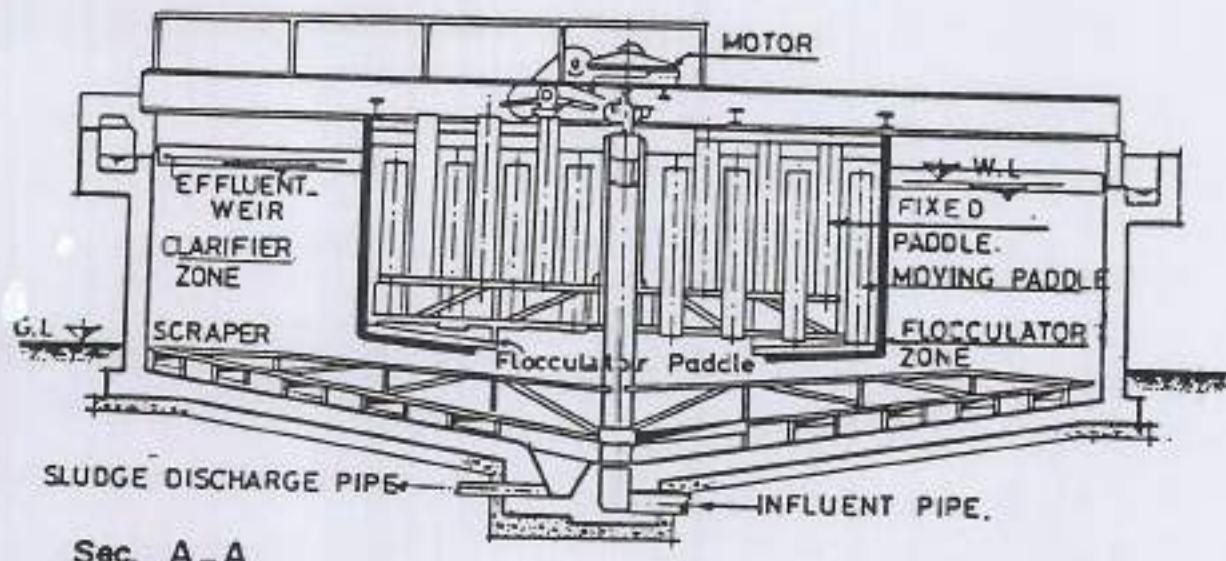
- **منطقة خروج الماء**

يجب أن يتوفر في مخرج الماء لنقلها سلساً من حوض الترسيب إلى مجرى خروج الماء الرائق. كما أنه يساعد على التحكم في منسوب الماء بالحوض. وقد تستخدم حواجز بها ثلات على شكل (V) لتوفّر الخروج الهادئ للمياه الرائقة بحيث لا تحمل معها ندفاً إلى المرشحات.

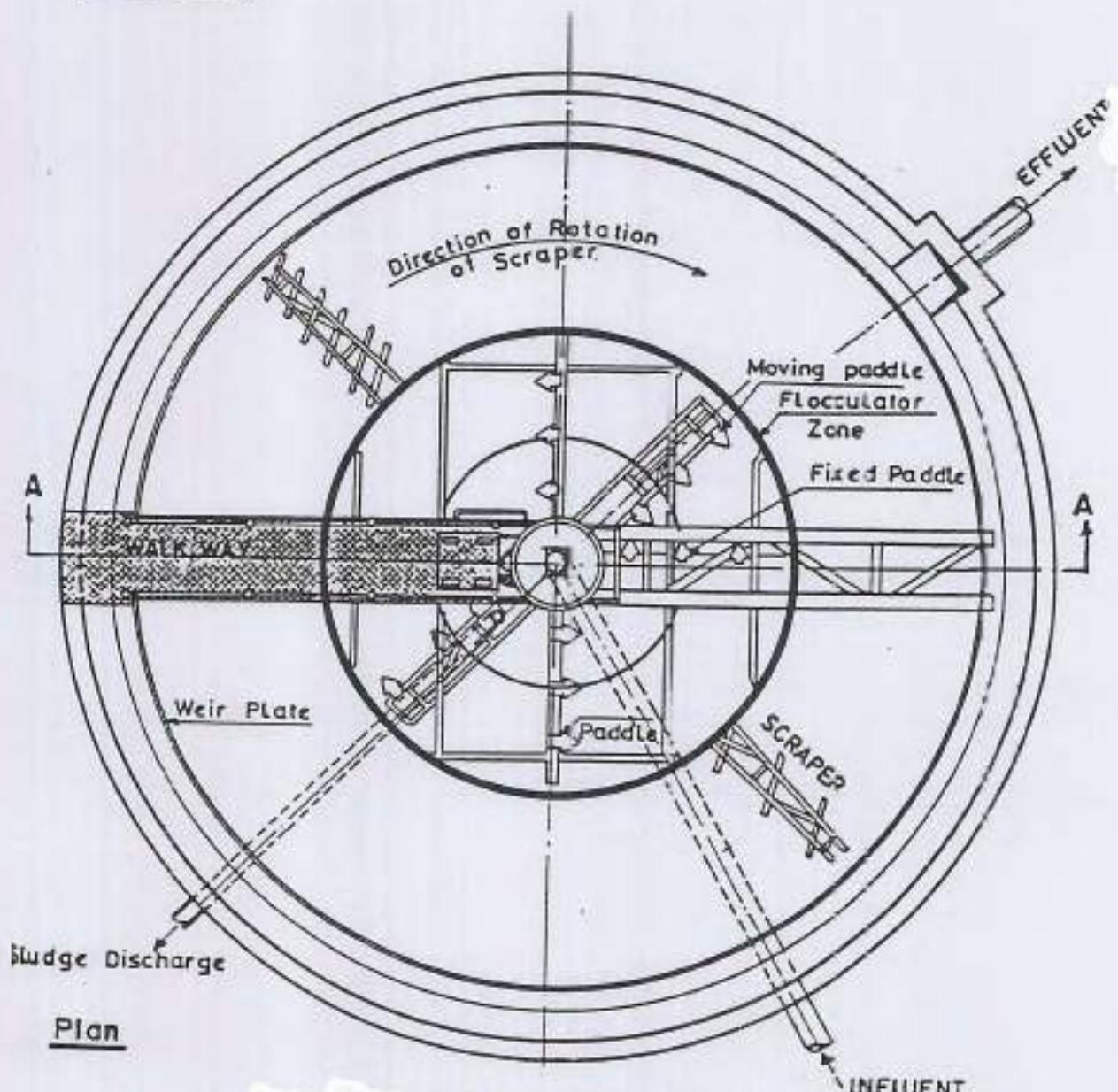
ويوضح الشكل رقم (٣-٦) مناطق الترسيب في حوض مستطيل.



كما يوضح الشكل رقم (٤-٦)، مناطق الترسيب في الحوض الدائري.



Sec. A-A

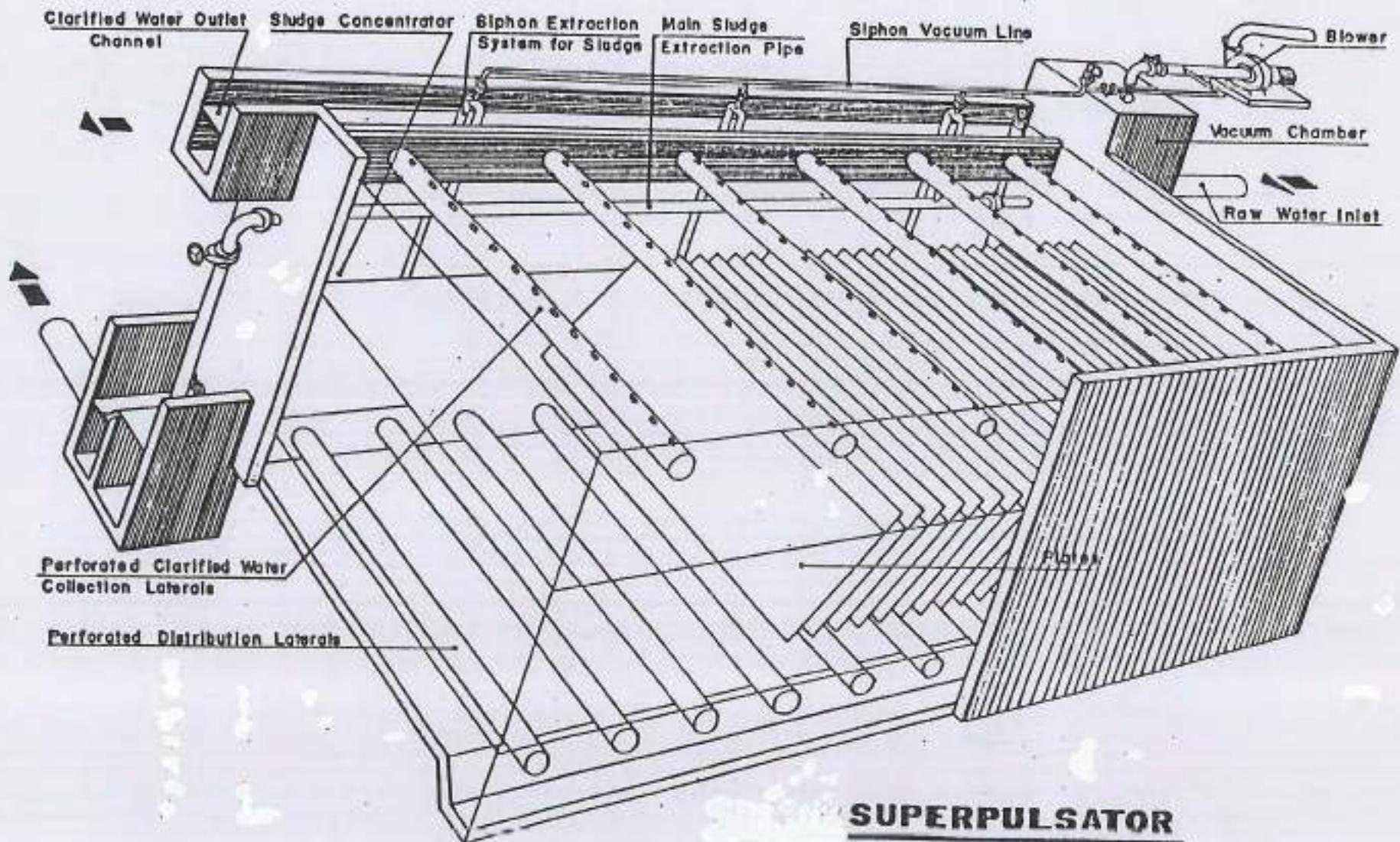


Plan

CLARIFLOCULATOR

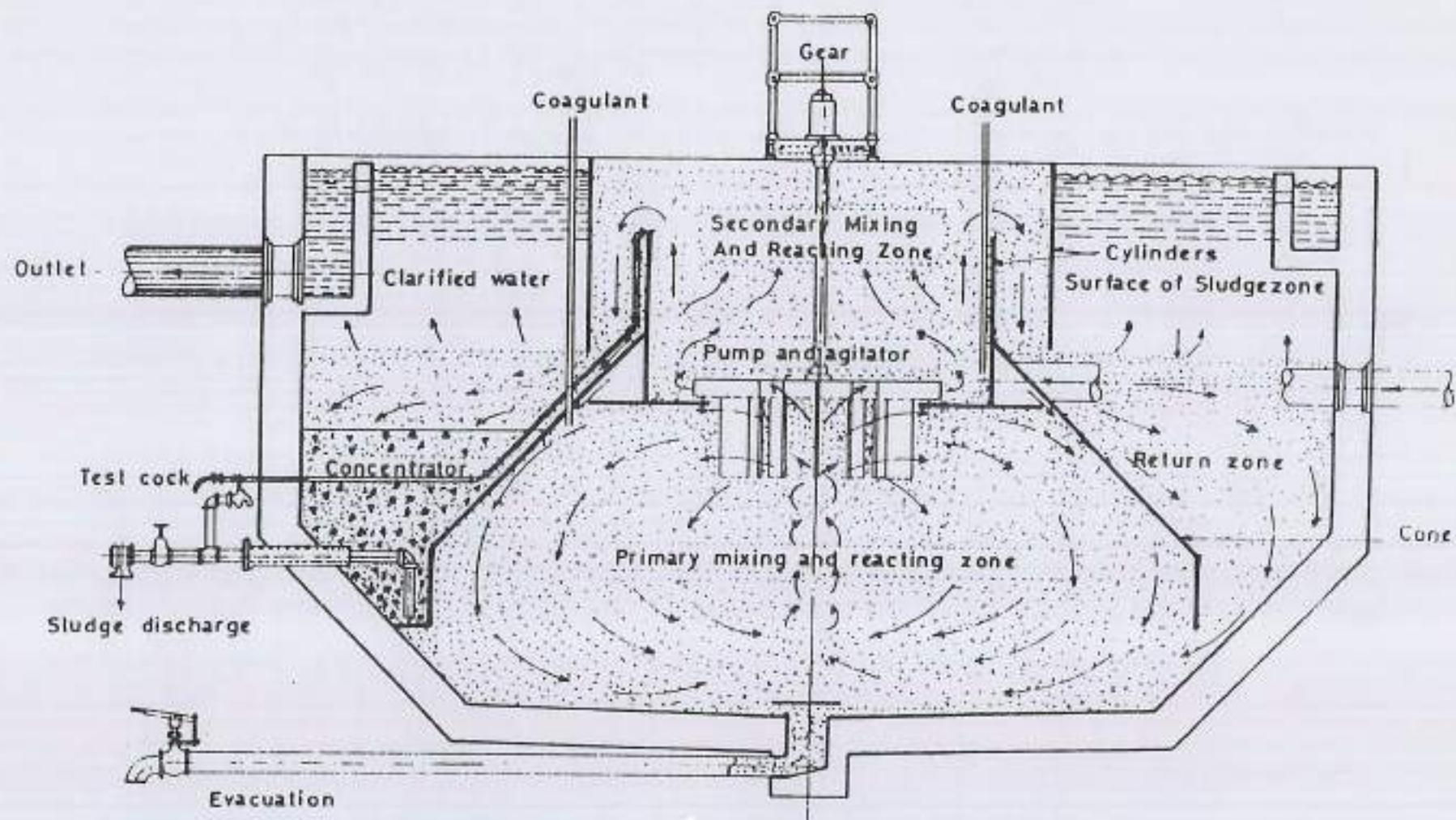
شكل رقم (٤-٦)

حوض دائري مشترك للتثريب والترسيب



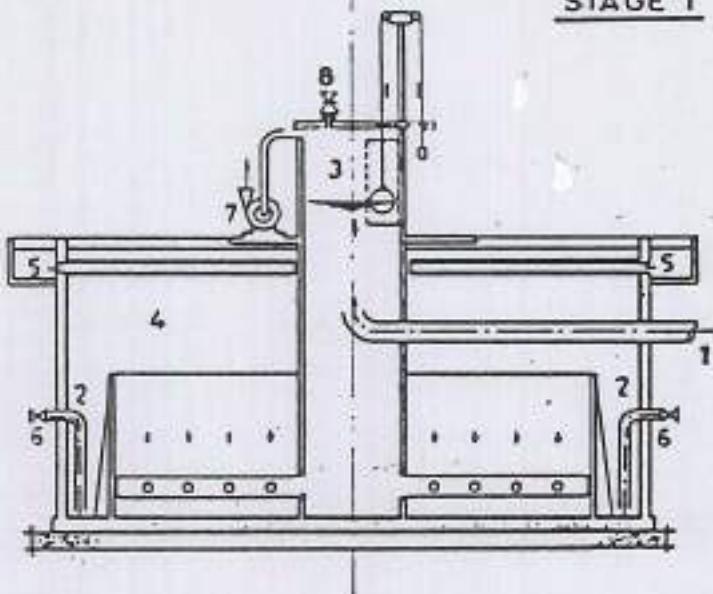
شكل رقم (٦-٤)^(ب)

الألواح المائنة في أحواض الترسيب (المرورقات)



THE ACCELERATOR

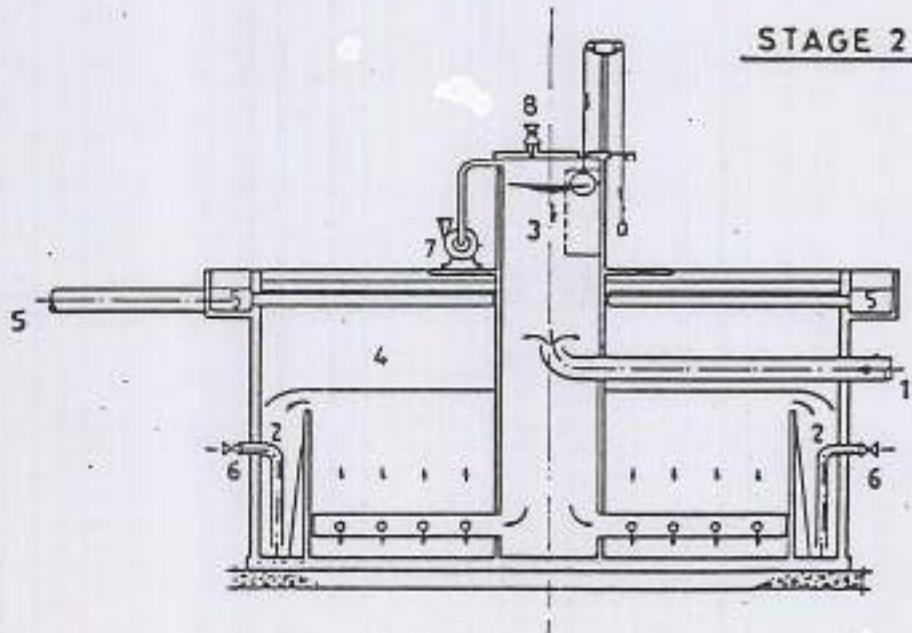
STAGE 1



1 RAW WATER INLET
2 THE CONCENTRATOR
3 VACUUM CHAMBER
4 THE CLARIFIER

5 CLARIFIED WATER OUTLET
6 AUTOMATIC VALVE
7 VACUUM PUMP DEVICE
8 AIR INLET VALVE

STAGE 2



THE PULSAToR.

شكل رقم (٤-٦)

هدار الخروج بأحواض الترسيب

العوامل المؤثرة في عملية الترسيب

تتأثر عملية الترسيب بعدة عوامل أهمها:

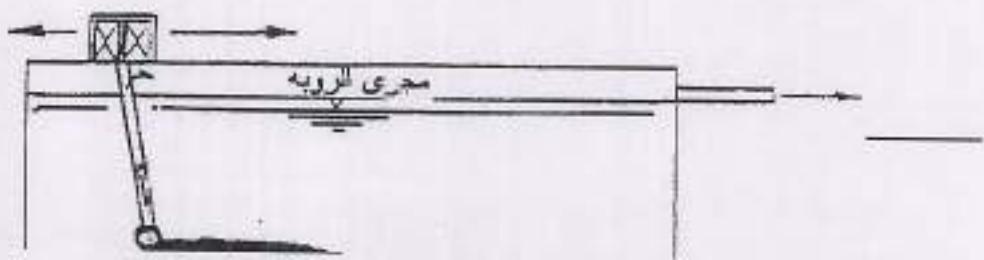
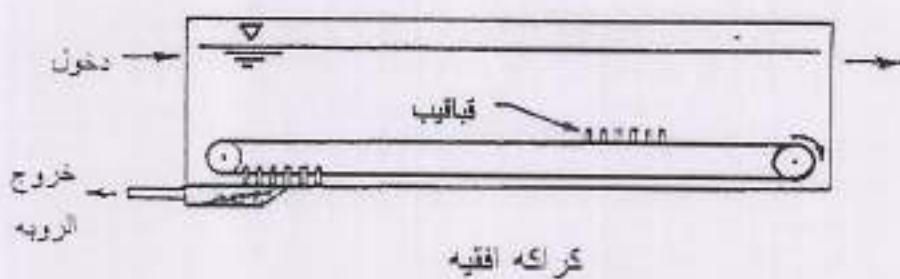
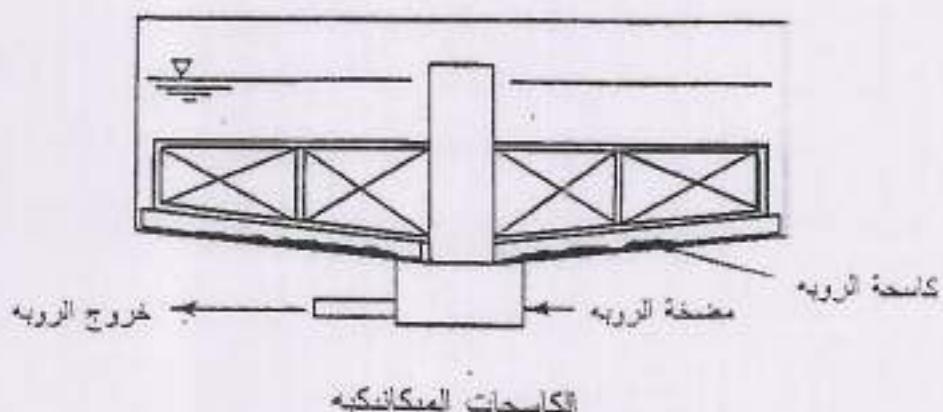
- حجم الحبيبات: كلما زاد حجمها وزنها ازدادت كفاءة الترسيب.
- شكل الحبيبات: كلما اقترب شكلها من الشكل الكروي كلما كانت معدلات ترسيبها أسرع وأكمل.
- كثافة الحبيبات: فكلما زادت كثافتها زادت كثافتها بالنسبة لحجمها وزادت سرعة رسوبها وبالتالي كفاءة الترسيب.
- درجة حرارة الماء: كلما ارتفعت درجة حرارته قلت كثافته وتزوجته وبالتالي زادت سرعة رسوب الحبيبات وزادت كفاءة الترسيب.
- الشحنة الكهربائية للجسيمات: والتي تكون دائماً معاية الشحنة. وعند معالجة المياه بالثنية (موجبة الشحنة)، يحدث تجاذب بين الجسيمات المعاية والموجبة مما يساعد على ترسيبها وزيادة كفاءة الترسيب.
- سرعة سريان الماء في الحوض: كلما قلت سرعة الماء، زادت كفاءة الترسيب ، ويفضل الا تتجاوز السرعة الاقرية في الحوض (٢٠ سم/دقيقة).
- مدة بقاء الماء في الحوض (مدة المكث Detention Time) : فكلما زادت المدة، زادت جودة الترسيب . ومن النواحي الاقتصادية والعملية أن تكون مدة المكث في حدود ٤-٣ ساعات، حيث أن زيادة المدة أكثر من اللازم، لا يزيد من كفاءة الترسيب إلا بنسبة بسيطة.
- وحدة المكث - حجم حوض الترسيب / معدل التصرف خلال الحوض
- النسبة بين طول وعرض حوض الترسيب في الأحواض المستطيلة: وذلك لإقلال فرص تكون مناطق راكدة أو ميتة (Dead Zones) عند زيادة عرض الحوض.

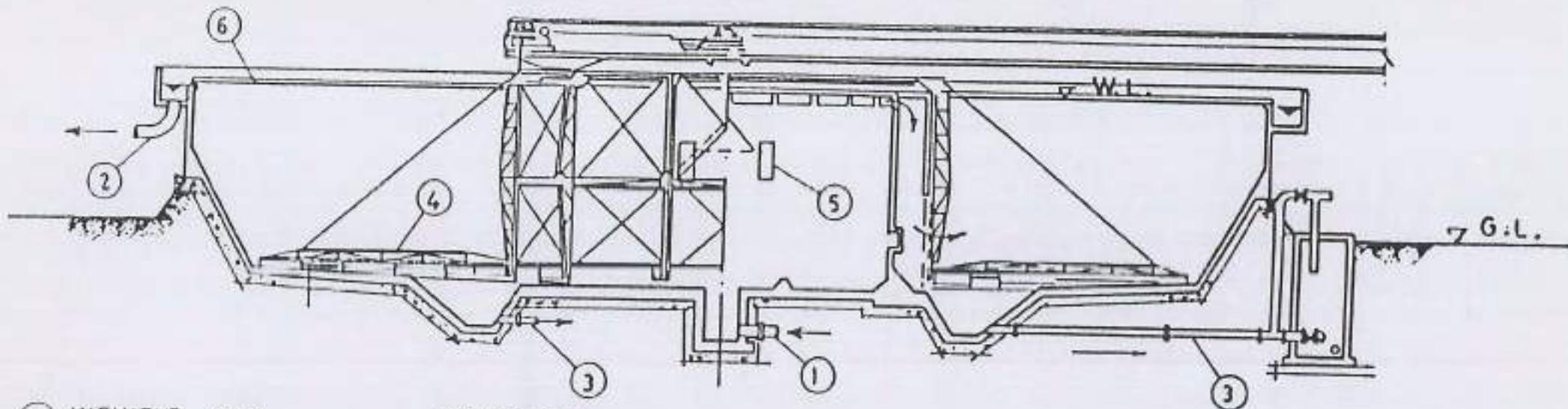
استخراج الروبة :-

ت تكون الروبة من مخلفات قنادة المروبة (النسبة) مع رهاب جامدة. ويكون تركيز الروبة من ٣٪ - ١٠٪ . وفي أحواض الترسيب ذات التدفق الأفقي يتم ترسيب ٥٥٪ من الندى في الثلث الأول من طول الحوض، ويراعى ذلك في تصميم نظام استخراج الروبة من الحوض.

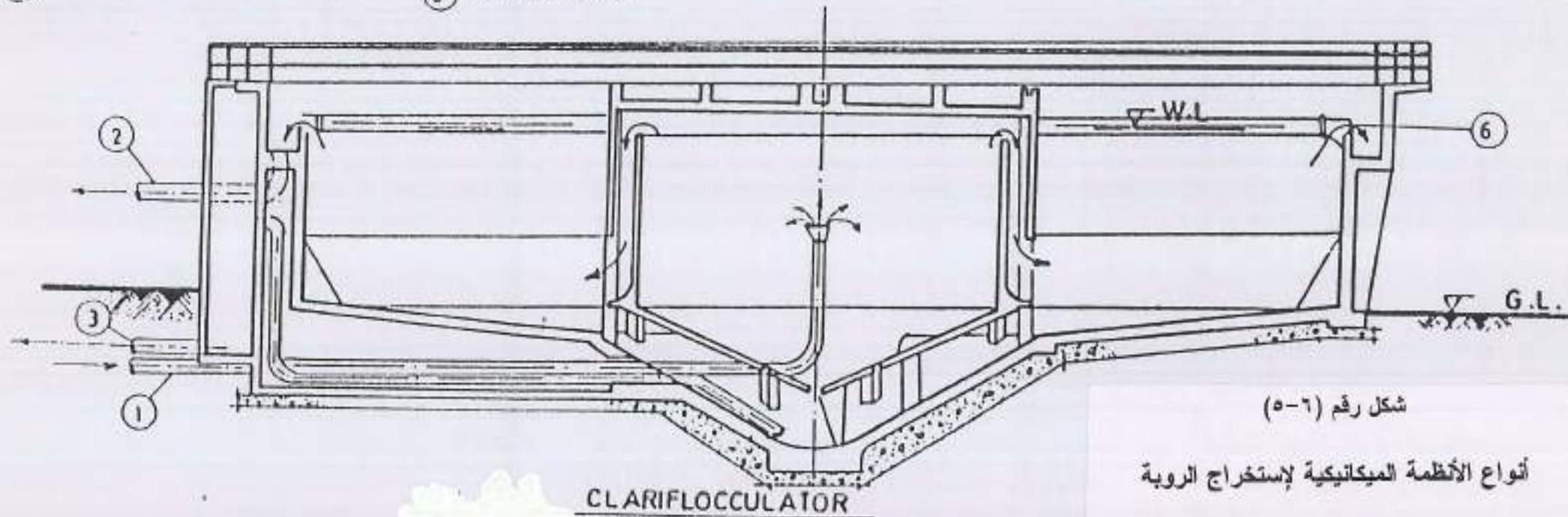
ويجب استخراج الروبة من الحوض دورياً للأسباب الآتية:

- منع تدالخها مع المياه المروقة وإعادتها تعكرها. ويوضح الشكل رقم (٣-٦) مناطق الترسيب في حوض مستطيل.
- تفادى شغل حيز كبير من الحوض، يخضع من كفاءة تشغيله، مع الخفاض نوعية المياه المنتجة لانخفاض مدة المكث. ويتم استخراج الروبة من الأحواض إما يدوياً أو ميكانيكيأ عن طريق:
 - الكاسحات الميكانيكية للأحواض المستديرة.
 - الكرالكت الأفقي والكباري الكاسحة للأحواض المستطيلة.
 - حجرة تركيز الروبة كما سرد ذكره في الحوض النابض (Pulsator).
- ويوضح الشكل رقم (٣-٧) لنوع الأنظمة الميكانيكية لاستخراج الروبة.





- (1) INFLUENT PIPE.
- (2) EFFLUENT
- (3) SLUDGE DISCHARGE PIPE
- (4) SCRAPER
- (5) PADDLE
- (6) WEIR PLATE



شكل رقم (٥-٦)

نوع الأنظمة الميكانيكية لاستخراج الروبة

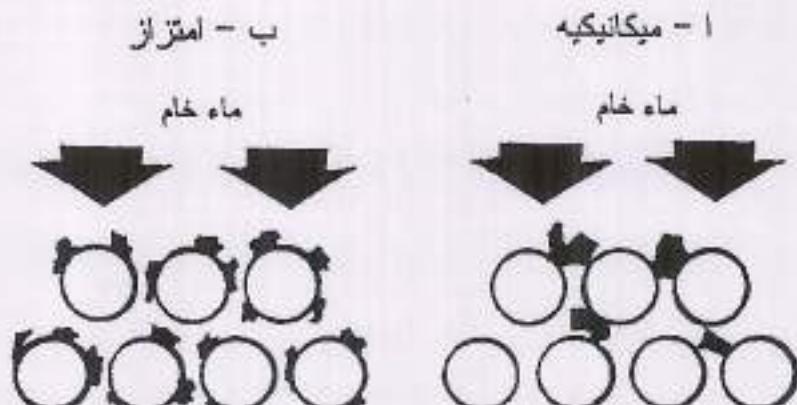
الفصل السابع

الترشيح

مقدمة

عملية الترشيح (Filtration) هي مرور المياه المروفة خلال مادة مسامية لإزالة ما بقى بها من مواد عالقة وغروية. وأكثر المواد المستخدمة في عملية الترشيح هو الرمل، نظرًا لرخصه ووفره وسهولة تنظيفه. وإذا تم استخدام رمل ذو حبيبات مناسب، وتم مرور المياه بالسرعة المناسبة، فإنه يمكن إزالة المواد العالقة والمواد الكلوية سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وكذلك البكتيريا والكائنات الرفيعة جداً التي تسبب عادة تلوث الماء. كما أن بعض المواد التي يتم حجزها وإن كان حجمها أصغر بكثير من الفراغ الموجود بين حبات الرمل، إلا أنه يتم حجزها من المرور بواسطة الطبقة الجيلاتينية التي تتكون على سطح الرمل من المواد العضوية والكلوية والتي تسمى "بالحصيرة Mat". ويتم تفسير ما يحدث في عملية الترشيح طبقاً للنظريات والأسس الآتية:

- التصاق بعض المواد العالقة بسطح حبيبات الرمل، وتسمى عملية "امتزاز Adsorption" ، ويساعد على ذلك الخواص الهلامية للمواد العالقة بسبب المواد المروبة في حالة استخدامها. وكذلك المسارات المتعرجة للبياء خلال طبقات الرمل.
- ترميم بعض المواد العالقة في الفجوات بين الرمال، والتي تعمل كمصفاة تحجز المواد العالقة ذات الأحجام الكبيرة نسبياً. وهي عملية ميكانيكية.
ويبين الشكل رقم (١-٧) الفرق بين عملية الحجز والإمزاز.



شكل رقم (١-٧)

الفرق بين عملية الحجز والإمتزاز

- تكون طبقة هلامية على سطح الرمل من المولد العالقة الدقيقة وما يحتمل وجوده من كائنات حية دقيقة، مما يساعد على اصطياد وحجز المواد العالقة.
- اختلاف الشحنات الكهربائية على كل من المواد العالقة وحبوبات الرمل، مما يساعد على جذب والتثاقف هذه المواد بحبوبات الرمل.

الرمل المستخدمة في مرشحات المياه

يجب أن تتوافر في رمل المرشحات بعض الموصفات من أهمها:

- أن يكون الرمل نظيفاً وخالياً من الأتربة والمولد العضوية والبقايا النباتية والطفلة والمواد الغريبة.
- أن يكون صلداً ويفضل أن يكون من الكوارتز.
- لا يفقد أكثر من ٥% من وزنه بعد وضعه في حامض هيدروكلوريدي لمدة ٢٤ ساعة.
- أن تكون للرمل بأحجام مناسبة لعملية الترشيح.
- فالرمل للرقيقة جداً تكون الفجوات بينها عرضة للسدود بسرعة.
- والرمل كبيرة الحجم تسمح فجواتها بمرور الكائنات الحية الدقيقة والمواد العالقة من خلال المرشح.

لذلك يجب أن تكون الرمل المستخدمة في المرشحات لها تدرج حبيبي معين.

الحجم الفعال للرمل

الحجم الفعال للرمل (Effective Size) هو فتحة المنخل بالمليمتر التي تسمح بمرور ١٠٪ من وزن الرمل، أو بمعنى آخر التي تحجز ٩٠٪ بالوزن من الرمل، بغض النظر عن التدرج الحبيبي للرمل، والذي يؤثر في كفاءة عمل المرشح.

معامل الانظام

يعبر معامل الانظام (Uniformity Factor) عن درجة التغير في حجم الرمل، وهو عبارة عن النسبة بين فتحة المنخل التي يمر من خلالها ٦٠٪ من وزن الرمل وبين الحجم الفعال. وبمعنى آخر يمكن تعريف معامل الانظام على أنه النسبة بين فتحة المنخل التي تحرز ٤٠٪ من وزن الرمل وبين الحجم الفعال.

وعلى سبيل المثال إذا كانت فتحة المنخل التي يمر من خلالها ٦٠٪ من وزن الرمل هي ٠,٨ مم وكان الحجم الفعال للرمل هو ٠,٤ مم.

$$\text{فإن معامل الانظام} = \frac{0,8}{0,4} = 2$$

- للرمل المستخدمة في المرشحات الرملية البطينية يكون:

- الحجم الفعال بين (٠,٣) - (٠,٣٥)

- ومعامل الانظام بين (١,٧٥) - (٢,٠٠)

- وللرمل المرشحات السريعة يكون:

- الحجم الفعال بين (٠,٤) - (١,٢)

- ومعامل الانظام بين (١,٣٥) - (١,٥٠)، ويفضل ألا يزيد عن (١,٧).

أنواع المرشحات

تنقسم المرشحات إلى:

- المرشحات البطينية والمرشحات السريعة طبقاً لسرعة الترشيح.

- مرشحات الرمل أو الفحم (الانتراسيت) أو الاثنين معاً طبقاً لنوع طبقة الترشيح، وهناك المرشحات ذات طبقة الترشيح الواحدة أو متعددة الطبقات.

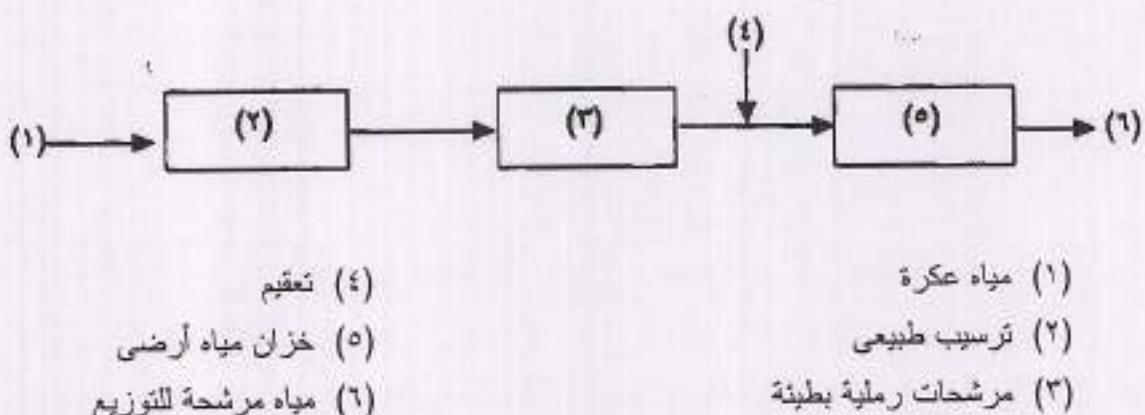
- طبقاً لاتجاه الترشيح: فهناك المرشحات التي يتم الترشيح فيها من أعلى إلى أسفل وهو النوع الشائع، أو من أسفل إلى أعلى.

- وقد يكون للترشيح بالجاذبية أو تحت ضغط.

مرشحات الرمل البطينية

يعتبر مرشح الرمل البطني (Slow Sand Filters) من أوائل أنواع المرشحات، إلا أنه قلل الاعتماد عليه حالياً لبطئه الشديد واحتياجه إلى مساحة كبيرة من الأرض مما يجعل تكليفه عالية؛ فضلاً على عدم صلاحيته في البلاد الحارة، حيث تتم على الطحالب بكثرة، ويقتصر استعماله على ترشيح المياه ذات العkarة المنخفضة بعد مرحلة الترسيب الطبيعي.

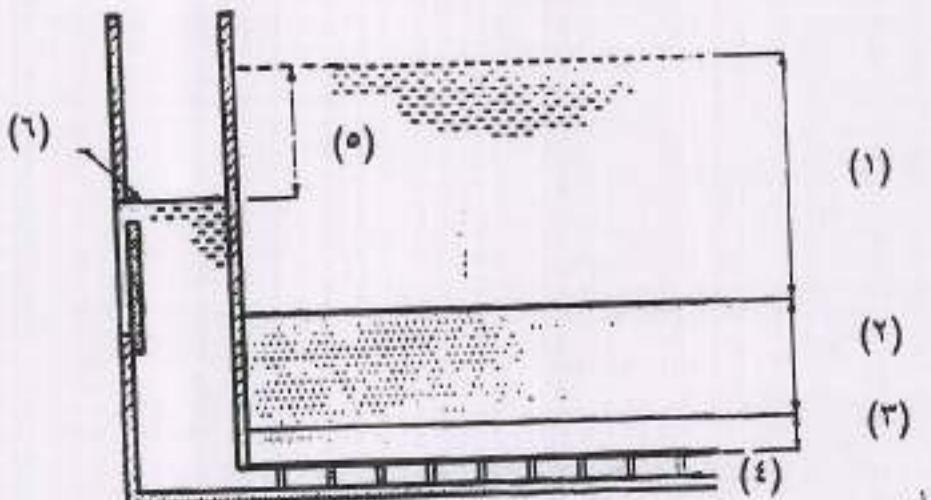
ويوضح الشكل رقم (٧-٢) خطوات التنفيذ باستخدام مرشحات الرمل البطينية.



شكل رقم (٢-٧)

رسم تخطيطي لخطوات التنفيذ باستخدام المرشحات البطيئة

ويكون المرشح غالباً من طبقات زلط ورمل، ويكون تجميع المياه للمرشحة بواسطة مواسير فخار أو مواسير خرسانية مثقبة، توضع أسفل المرشح أو خلال طبقة الزلط.
ويوضح الشكل رقم (٣-٧) مكونات المرشح البطني.



١ - ارتفاع المياه

٢ - ارتفاع الرمل ٨٠ - ١٢٠ سم.

٣ - ارتفاع للزلط ٣٠ - ٤٥ سم.

٤ - نظام تجميع المياه المرشحة.

٥ - الفاقد في الضغط.

٦ - منسوب خروج المياه.

شكل رقم (٣-٧)

رسم توضيحي للمرشح الرملي البطن

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

- انخفاض التكاليف الإنشائية.
- بساطة التصميم والتشغيل وعدم الحاجة إلى مهارة فنية عالية.
- عدم استخدام مواد كيماوية (لتجميع).
- انخفاض استهلاك الطاقة لعدم الحاجة إلى متطلبات الغسيل اليومية.
- عدم الحاجة إلى وصلات ومعدات معقدة في التشغيل.
- استيعاب التغير في خصائص المياه، حيث أن معدل الترشيح صغير جداً بالنسبة للمرشحات السريعة.
- توفير كمية كبيرة من المياه المرشحة لعدم إجراء عملية لغسيل اليومية.
- عدم وجود مشكلة للتخلص من مياه الغسيل الملوثة، حيث أن عملية تنظيف المرشحات البطنية تتم كل بضعة شهور، دون استخدام مياه غسيل يومية.

ونظراً لهذه المميزات، تجد المرشحات البطينية مجالاً خصباً لإمكانية استخدامها في الواقع التي توجد فيها الأرضى بمساحات كافية، وبالذات في الأماكن المنعزلة والمناطق الصحراوية، حيث لا تتوفر العمالة الفنية المدربة، وفي هذه الحالات يمكن استخدام المرشحات الرملية البطينية حتى في التصرفات الكبيرة.

مرشحات الرمل السريعة

وتشتهر هذه المرشحات أيضاً بالمرشحات الميكانيكية. وأهم فروق بينها وبين المرشحات البطينية هي:

- أن معدل الترشيح يتراوح بين ١٢٠ إلى ١٨٠ م٣/ يوم، أي يصل معدل ترشيحها من ٣٠ - ٤٠ ضعف معدل ترشيح المرشحات البطينية. لذلك فإن مرشحات الرمل السريعة تشغّل حيزاً أصغر وبالتالي تكليف إنشائية أقل لنفس التصرفات.
- أن المياه التي يتم ترشيحها بالمرشحات السريعة، تعالج دائماً بالمجمعات قبل دخولها المرشحات بحيث لا تزيد عكاراتها عن ٤ جزء في المليون.

ونظرية المرشح هي مرور المياه في طبقات متدرجة من الرمل والزلط. فتصنع المرشحات على هيئة أحواض، يوضع في قاعها طبقات متدرجة من الزلط، تعلوها طبقات أخرى متدرجة من الرمل، وأسفل الطبقتين توجد المصافي لتجميع المياه المرشحة.

وتكون حبيبات الرمل متجانسة، وذات حجم فعال ٠,٨ - ٠,٩ . أو أكثر حسب تصميم المرشح. ويتم تجهيز الرمل بهذه خلال مهارات خاصة للحصول على معامل انتظام بين ١,٤ إلى ١,٧ .

وتحت طبقات الرمل والزلط (إن وجد)، توجد مجموعة الصرف (Underdrain System)، ومهمتها تجميع الماء الذي يتم ترشيحه بمعدل ثابت خلال جميع أجزاء المرشح. كما أنها توزع في الوقت نفسه ماء الغسيل على جميع أجزاء المرشح.

- والتوجه الأكثر شيوعاً في مجموعة الصرف ينكون من مجمع رئيسي (Header) بطول المرشح، ويترفرع منه على زوايا قائمة فروع إلى جوانب المرشح، وفي أعلى هذه الفروع، وأحياناً في أعلى المجمع الرئيسي أيضاً، توضع على أبعاد متساوية، مصافي (Strainers) ، تحتوى على خروم أو شفافات رفيعة.
- وفي تصميم آخر لا تستعمل المصافي، بل تثبت في أكثر من مكان لـنـفـل سطح المواسير.
- وقد يستعاض عن المواسير ببلاطات خرسانية تثبت عليها فوائى (Nozzles)، وقد يتم الاستغناء في هذه الحالة عن طبقات الزلط.
- وقد استعمل حديثاً قاع من لوح مسامي وتم الاستغناء عن طبقات الزلط، وصاحب ذلك تقليل عمق المرشح وتقليل فاقد الضغط فيه.

وتشغّل المرشح يكون بمراور الماء المرسّب في طبقات الرمل فالزلط لمجموعة الصرف إلى الخارج. وعند مرور المياه المرسبة من سطح الرمل، تتجمع التدف مكونة طبقة جيلاتينية على سطح الرمل تعمل على ترشيح

الماء ترثيحاً كاملاً، وبعد تشغيل المرشح لمدة من الزمن تراكم الرواسب على الرمل حتى تصل إلى درجة يزيد معها فلاد الضغط زيادة كبيرة، فينتحم عند ذلك إيقافه وغسله.

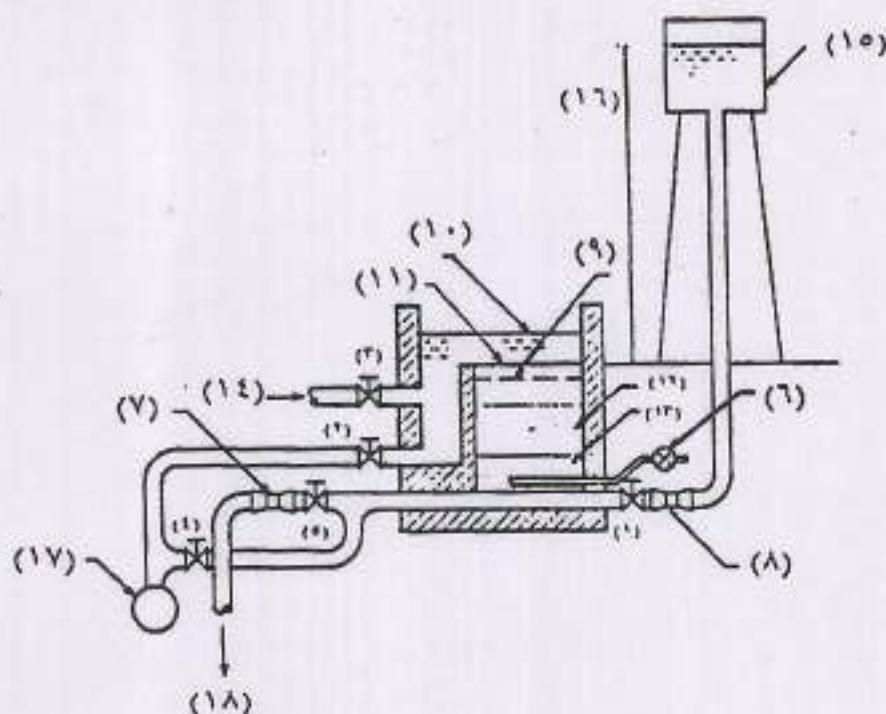
و يتم ذلك بغلق محبس دخول الماء المرسوب إلى المرشح، وعند لخافت منسوب المياه في المرشح إلى سطح الرمل تقريباً (١٠ سم فوق سطح الرمل)، يغلق محبس الخارج بالنسبة للمياه المرشحة، ويفتح محبس ماء الغسيل ببطء لتدخل مياه الغسيل لنهر بالرائع في طبقات الزلط طبقات الرمل. وحركة الماء من أسفل إلى أعلى تؤدي إلى تمدد طبقة للرمل وتفصل الرواسب عنه. ثم يمر ماء الغسيل في قناة الغسيل إلى العادم (Waste).

و بعد الغسيل لمدة من ٥ إلى ١٠ دقائق حسب نوع المرشح والتأكد من اكتمال الغسيل ونظافة الرمل، يغلق محبس الغسيل ويفتح محبس دخول الماء المرسوب، ويدأ المرشح عمله في الترشيح، إلا أن المياه المرعشحة تخرج للعادم، ويستمر ذلك لفترة قصيرة، وذلك لإعطاء الفرصة لتكوين الطبقة الجيلاتينية على سطح الرمل. ثم يغلق محبس العادم ويفتح محبس خروج المياه المرشحة. ويستمر المرشح في العمل طبيعياً.

والمادة الأخرى التي أخذت حظاً ولفرأ في المرشحات هي قحم "الانتراسيت" والمترجدة أحجامه إلى المقاسات المضبوطة. وزن هذا القحم حوالي نصف وزن الرمل، وبذلك يحتاج إلى سرعة ماء غسيل أقل لتقويم طبقاته، مما يوفر في الطاقة. علاوة على أن القحم لا يتغطى سطحه بالجير بسرعة مثل الرمل عند استعمال الجير. علاوة على أنه لا يتأثر بالظروف الساخنة التي تستعمل في عمليات التبييض.

وفي المرشحات التي يستخدم فيها الهواء المضغوط في عمليات الغسيل مع الماء، يتم إدخال الهواء قبل ماء الغسيل، لتكسير طبقة الرواسب وخلطها بكمية المياه للبساطة الباقية فوق سطح الرمل (١٠ سم) بعد تفريغه، ثم يتم فغل محبس الهواء ويتم إدخال ماء الغسيل وتستمر العملية كما سبق تفصيله.

ويوضح الشكل رقم (٤-٧) فكرة تشغيل المرشح.



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

شكل رقم (٤-٧)

نظريّة تشغيل المرشح

مرشحات الضغط

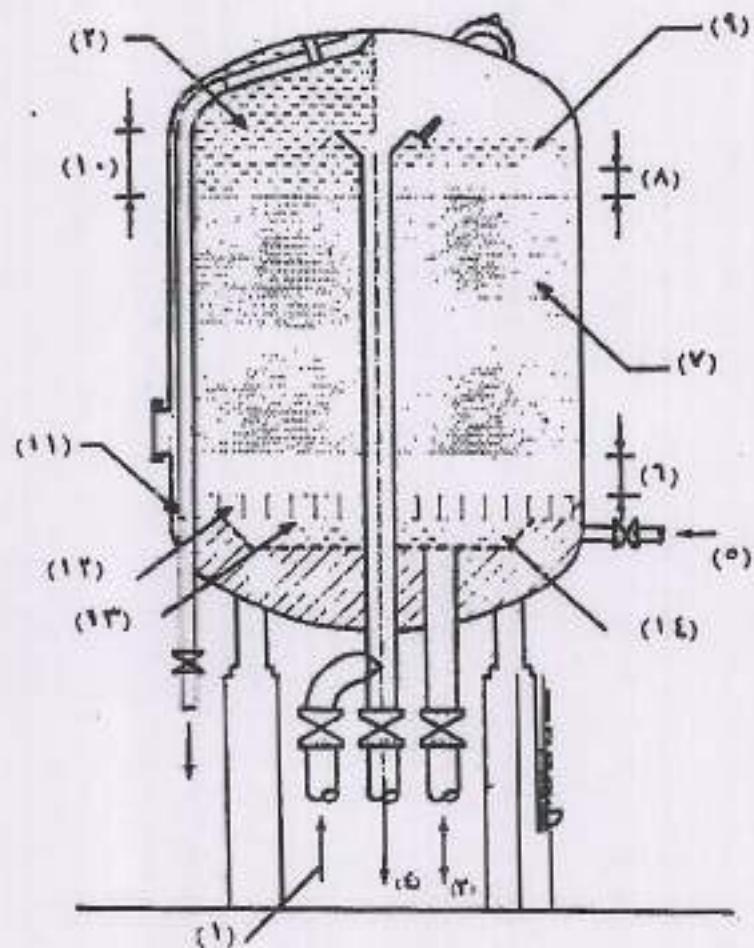
توضع في مرشحات الضغط (Pressure Filter) طبقات من الرمل والزلط داخل أسطوانة مقفلة من الصلب رأسية أو لفبة تتحمض ضغط داخلي لا يقل عن 2 جو. وتنخل المياه المراد ترشيحها من أعلى، مارة بطبقات الرمل والزلط إلى أسفله، حيث تجتمع في المصفى مثل ما يحدث في مرشحات الرمل التقليدية. ويستخدم هذا النوع على نطاق واسع في التصريفات الصغيرة، لترشيح مياه حمامات السباحة بوجه خاص وفي عمليات المياه المدمجة (Compact Units). وتوجد منه أنواع وأحجام كثيرة. ويجب اختبار هيكل المرشح على ضغط لا يقل عن ضغط التشغيل.

ومعدلات التصرف المعتادة لهذا الطراز تتراوح بين ٨٠ إلى ١٢٠ لتر /م²/ دقيقة، ويفضل ألا يزيد عن ١٥٠ لتر /م²/ دقيقة (٢١٥ م³/م²/دقيقة)، ويتوقف ذلك على نوعية المياه الداخلة إلى المرشح.

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

وفاقد الضغط لفعلي داخل هذه المرشحات يتوقف على حالة طبقات الرمل وعلى معدل التصرف خلال المرشح، وزيادة فاقد الضغط عن الحد المسموح يعني أن طبقات الرمل تسخن، ويلزم إعادة غسلها. ويتم غسل مرشح الضغط بنفس الطريقة للسائل ذكرها في مرشحات الرمل السريعة. ويجب ألا يقل معدل ماء الغسيل عن ٥٠٠ - ٦٠٠ لتر /م²/ دقيقة، والفترة بين كل غسل وآخر تتراوح بين ٤ - ٢٤ ساعة تبعاً لفاقد الضغط، والذي يتوقف بدوره على نوعية المياه التي يتم ترشيحها. وكمية مياه الغسيل لكل فترة تتراوح بين ٦٢% - ٧٦% من الماء المرشح بالمعدل المذكور حالياً، إلا إذا كان الغسيل مصحوباً بهواء مضغوط ليساعد على تمدد طبقة الرمل أثناء الغسيل.

ويبين الشكل رقم (٥-٧) قطاع في مرشح يعمل تحت ضغط.



- (١) دخول المياه للمرشح
 (٢) المياه بعد دخولها للمرشح قبل عملية الترشيح
 (٣) خروج المياه المرشحة، ودخول مياه الغسيل
 (٤) خروج مياه الغسيل
 (٥) نخول الهواء المضغوط
 (٦) طبقة من لزاط أو الركام الخشن
 (٧) طبقة من الرمل أو المواد المستخدمة في الترشيح
 (٨) تندد الرمل أثناء عملية الغسيل
 (٩) مياه الغسيل
 (١٠) فراغ فوق الرمل
 (١١) ماسورة نهورية
 (١٢) بلوكتات مفرغة
 (١٣) قاع المرشح
 (١٤) قناة دخول مياه الغسيل

شیئل رقم (۵-۷)

مرشح تعلم تحت ضغط

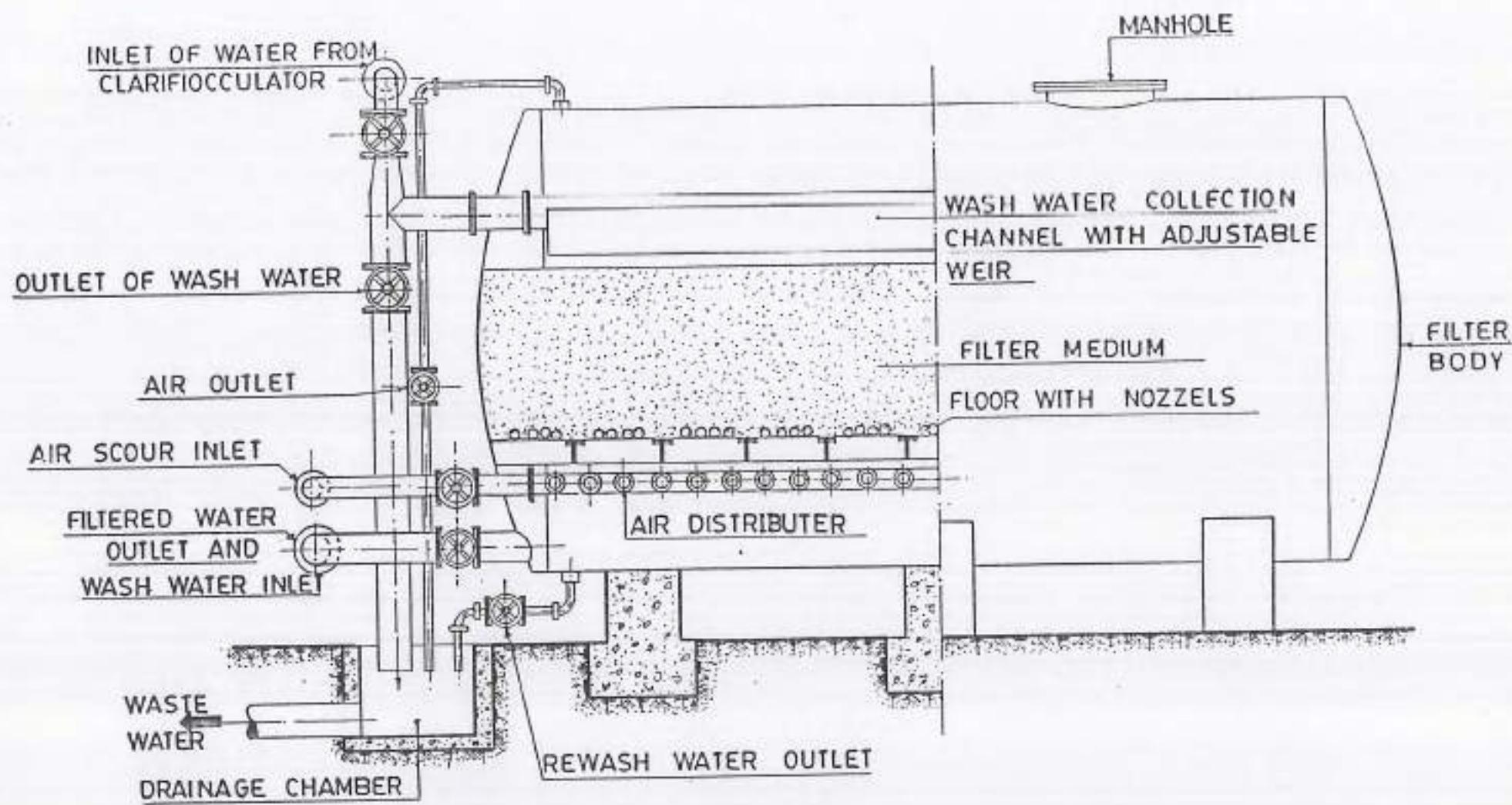
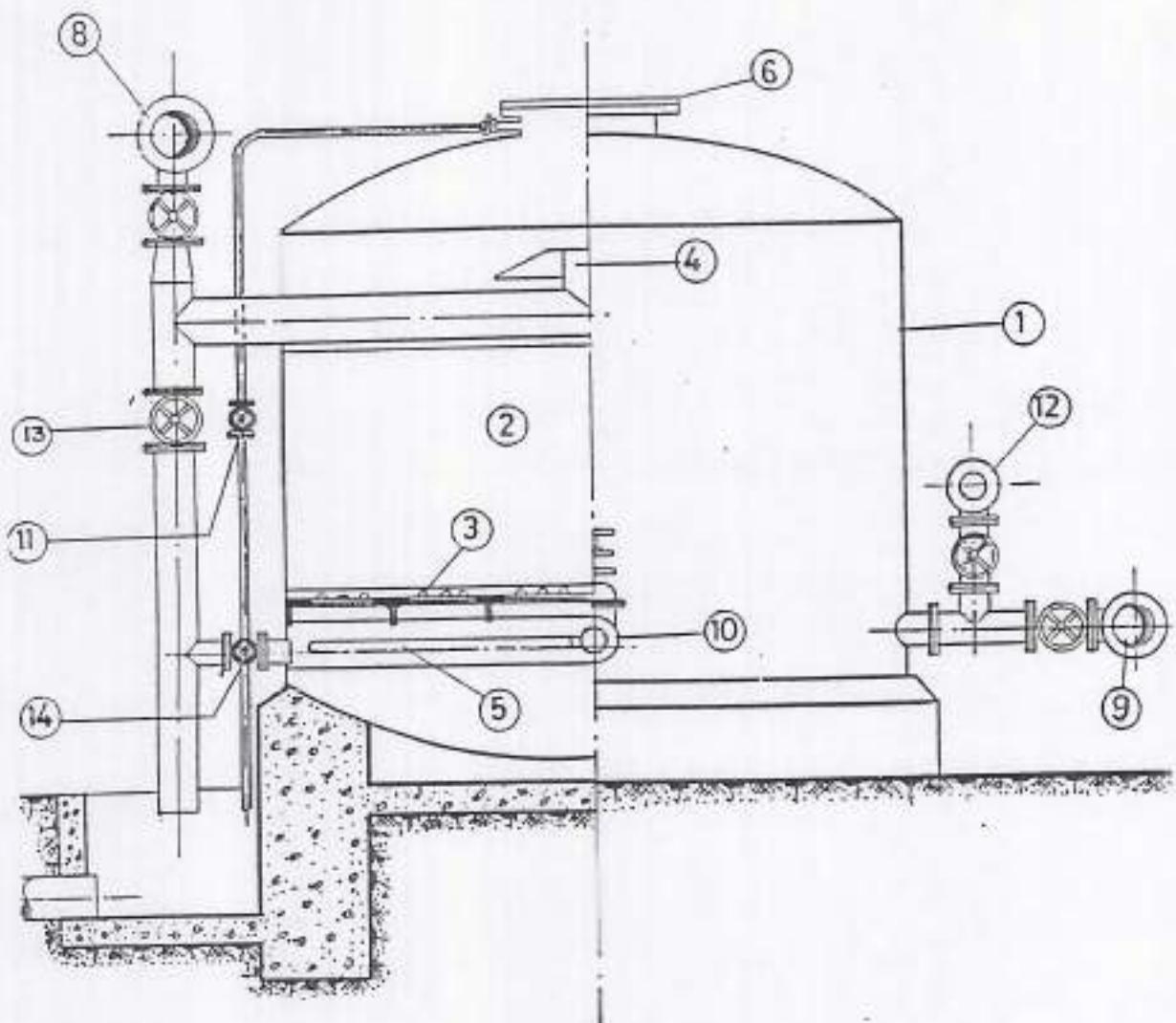


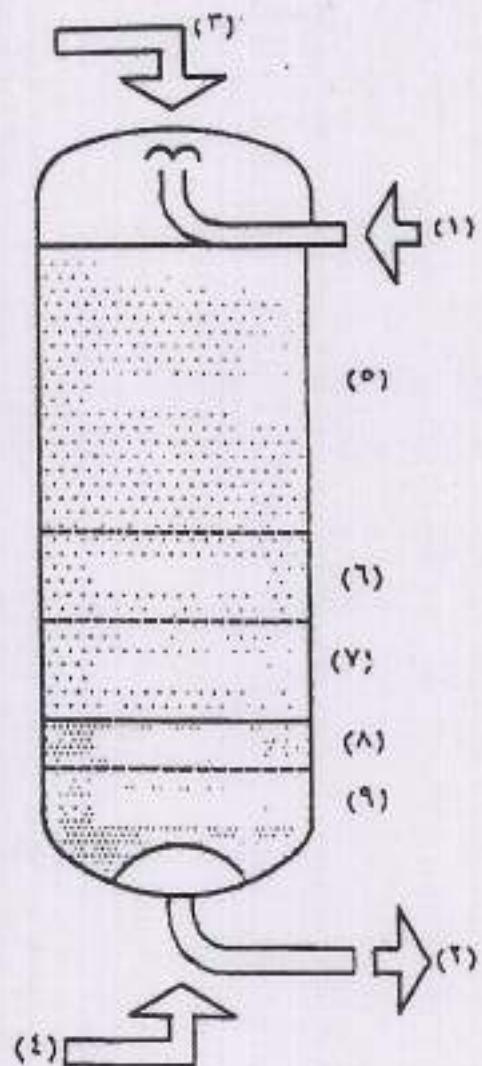
Fig. 4/16 PRESSURE FILTER (HORIZONTAL FILTER)



- | | | | |
|-----|--------------------|------|-------------------|
| (1) | FILTER BODY | (8) | RAW WATER INLET |
| (2) | FILTERING MEDIUM | (9) | FILTERED WATER |
| (3) | FLOOR WITH NOZZLES | (10) | AIR SCOUR INLET |
| (4) | FEED CHAMBER | (11) | AIR OUTLET |
| (5) | AIR DISTRIBUTER | (12) | WASH WATER INLET |
| (6) | MANHOLE | (13) | WASH WATER OUTLET |
| (7) | DRAINAGE CHAMBER | (14) | REWASHER WATER |

Fig.4/15PRESSURE FILTER (VERTICAL FILTER).

ويوضح الشكل رقم (٦-٧) استخدام الكربون في عملية الترشيح.



- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| (٦) رمل | (١) نخول المياه لمترشح |
| (٧) جرانيت ناعم | (٢) خروج المياه المرشحة |
| (٨) جرانيت خشن | (٣) إتجاه المياه أثناء الترشيح |
| (٩) زلط | (٤) إتجاه مياه الغسيل |
| | (٥) إنتراسيت |

شكل رقم (٦-٧)

استخدام الكربون في عملية الترشيح

لما مرشحات الضغط فتستعمل بأفضلية في حالة ما إذا كانت المياه المراد ترشيحها مأخوذة من ماسورة تحت ضغط كمياه قمدن المراد إعادة ترشيحها لأغراض خاصة أو مياه حمامات السباحة. وكذلك في عمليات المياه المدمجة.

ويبين الجدول رقم (١-٧) مقارنة بين أنواع مرشحات الرمل الثلاثة.

جدول رقم (١-٧)

مقارنة بين مرشحات الرمل

الخواص	المرشح البطىء	المرشح السريع	مرشح الضغط
معدل الترشيح ($\text{م}^3/\text{م}^2/\text{يوم}$)	٥-٣	١٨٠-١٢٠	(٢٤٠ $\text{م}^3/\text{م}^2/\text{يوم}$)
وسط الترشيح	رمل وزلط	رمل - رمل وزلط	رمل وفحم
سمك وسط الترشيح (م)	١,٥	١-٠,٨	حسب الحجم
بعد المرشح	٤٠×٤٠ م	٩-٦ م	القطر ٢٦٠-٥٠ سم الطول ٧٥٠-١٠٠ سم
نوع الرمل	ناعم	خشن	خشن
زمن التشغيل (يوم)	٦٠-٢٠	١,٥-٠,٥	١,٥-٠,٥
عملية الغسيل	نكشط الطبقة العلية	يستخدم الماء والهواء للتنظيف	يستخدم الماء والهواء للتنظيف
مياه الغسيل (%)	-	٤-٣	٦
جودة المياه المنتجة	عالية جدا	عالية	عالية
كمادة المياه المنتجة	عادية	عالية	عالية
المساحة المطلوبة	كبيرة جدا	محدودة	محدودة للغازية
تكلفة التشغيل	متخصصة	متوسطة	مرتفعة

مرشح الرمل السريع

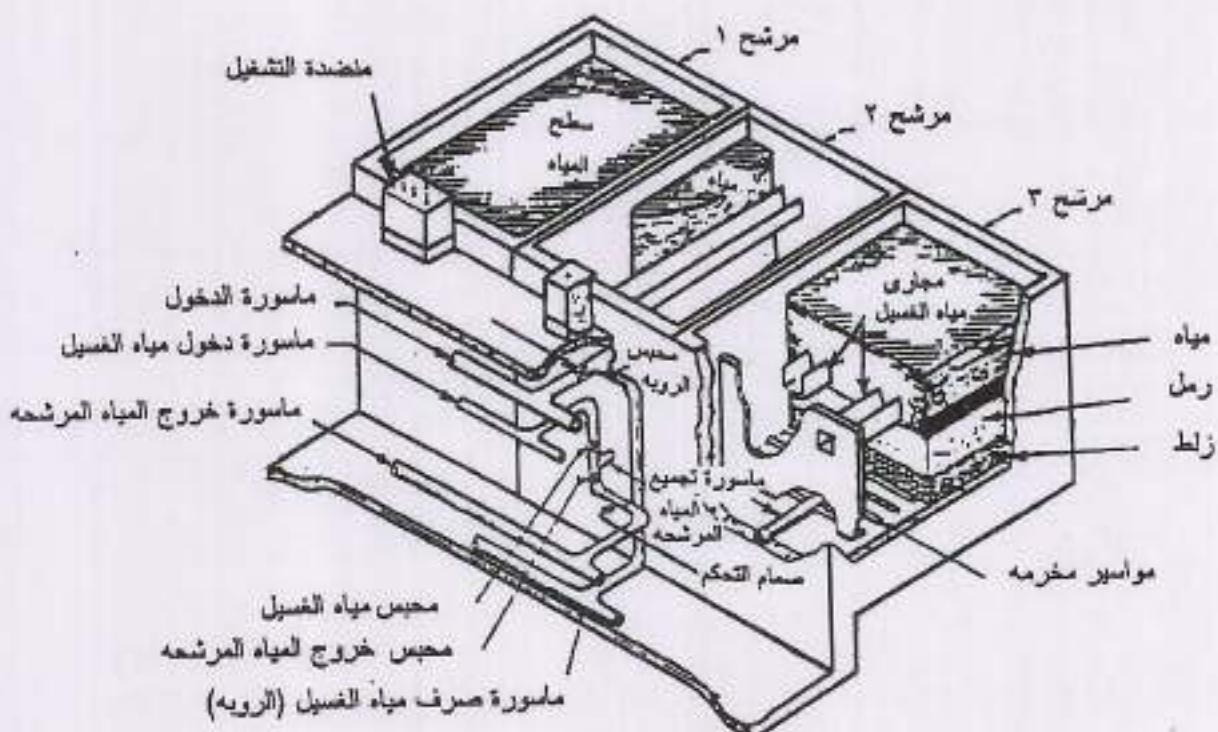
وهو الأكثر استخداماً في محطات المعالجة بمصر. ويتميز هذا النوع بما يلى:

- معدل ترشيحه عالي يتراوح بين ١٨٠-١٢٠ $\text{م}^3/\text{م}^2/\text{يوم}$.
- يعمل بكفاءة مع الماء ذات نسبة العکارة العالية.
- يمكن غسله عكسياً، مع مرافقة العملية بالعن.
- يسهل تغيير الوسط الترشيجي.

وبتكون المرشح من المكونات الرئيسية التالية:

- حوض الترشيح.
- الوسط الترسيحي (طبقة الرمل).
- طبقة الرلط الخملة، أو البلاطات الخرسانية ذات الفوالى، أو المدفف المسامي.
- شبكة الصرف السفلية.
- أجهزة التحكم.

ويوضح الشكل رقم (٧-٧) مجسم لمرشح رملى سريع.



شكل رقم (٧-٧)

مرشح رملى سريع

حوض الترشيح

تشيد أحواض الترشيح غالباً من الخرسانة، وتكون عادة مستطيلة الشكل. ويراعى أن تكون هذه الأحواض محكمة ضد التسرب، وأن تكون متراصة جنباً إلى جنب، ومزودة بمحاري مكشوفة أعلى الوسط الترسيحي لدخول المياه المرمية أو لصرف مياه غسل المرشح.

شبكة الصرف السفلية

وهي موجودة في قاع المرشح، وتعمل على تجميع المياه المرشحة بانقطاع من مساحة المرشح، كما تقوم بتوزيع مياه الغسيل توزيعاً متساوياً على مساحة المرشح لثاء عملية الغسيل حتى لا تختل طبقات الرمل والزلط.

وأكثـر شبـكات الـصرف اـستخدـاماً فـي مصر :

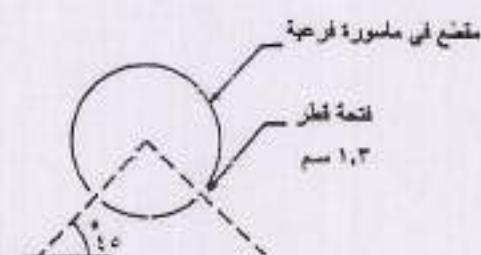
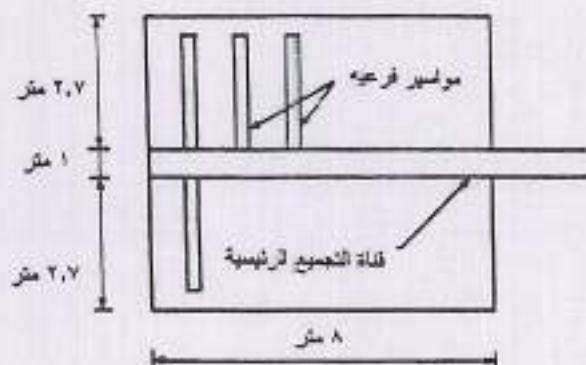
♦ شبكة المـواسـير المستـعـرضـة

وهي من الأنواع القديمة، وتحتاج إلى طبقة من الرمل أعلاها تساعد على حمل طبقة الرمل، لتساعد على عدم اتساد شبكة الصرف بالرمال. وهي تكون كما في الشكل رقم (٨-٧) من ماسورة تجميع رئيسية، تتصل بها مجموعة من المـواسـير الفـرعـية المستـعـرضـة.

ويكون قطر ماسورة التجميع الرئيسية أكبر من المـواسـير الفـرعـية المستـعـرضـة ولـتـنـتوـى عـلـى تـقـوبـ فـي جـوـانـبـها السـطـلـى مـذـعـاً لـاتـسـادـهـا بـالـرـمـلـ.

وتمر المياه المرشحة من خلال القوب الموجودة بالمـواسـير الفـرعـية المستـعـرضـة والمـوزـعـة بـانتـظام عـلـى مـسـاحـةـ المـرـشـحـ إلى مـاسـورـةـ تـجـمـيعـ الرـئـيـسـيـةـ، وبـذـلـكـ تـعـلـمـ عـلـى تـجـمـيعـ المـاءـ المـرـشـحـ بـانتـظامـ مـنـ مـسـاحـةـ المـرـشـحـ.

كـماـ تـمـرـ مـيـاهـ الغـسـيلـ فـي الـاتـجـاهـ العـكـسـيـ مـنـ مـاسـورـةـ تـجـمـيعـ الرـئـيـسـيـةـ لـتـجـمـيعـ إـلـىـ المـواسـيرـ المـسـتـعـرضـةـ وـتـخـرـجـ مـنـ القـوبـ، وـبـذـلـكـ تـقـومـ بـتـوزـيعـ مـيـاهـ الغـسـيلـ تـوزـيعـاً مـشـابـياً عـلـى مـسـاحـةـ المـرـشـحـ لـثـاءـ عـلـىـ الغـسـيلـ، وـتـقـومـ بـتـقـصـنـ العـلـمـ فـي حـالـةـ اـسـتـخـدـامـ الـهـوـاءـ مـعـ المـاءـ فـيـ عـلـىـ الغـسـيلـ.



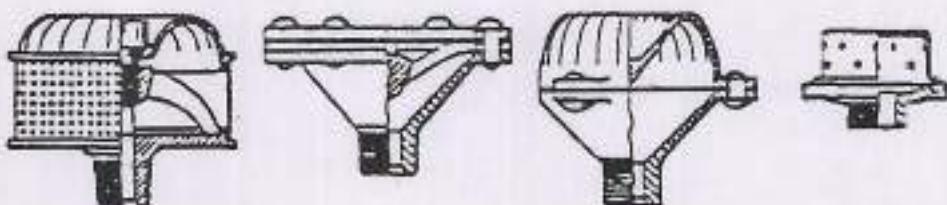
شكل رقم (٨-٧)

شبـكةـ المـواسـيرـ لـمـسـتـعـرضـةـ

♦ البلاطات ذات الفوانى

وهي النوع الأحدث، ولا يحتاج الى طبقة زلط حاملة. وتصنع البلاطة عادة من الخرسانة وبها فتحات ترکب فيها الفوانى. وتصنع الفوانى من الصلب الذى لا يصدأ أو من البلاستيك، ويكون بها مشققات رفيعة لا تسمح بمرور الرمل الخشن حولها. ويوضح الشكل رقم (٩-٧) بعض أشكال الفوانى.

وحتى تكون عملية الغسيل ناجحة ومؤثرة يجب أن تكون كمية مياه الغسيل وضغطه كافية، ليحدث تمدد لطبقات الرمل إلى ٥٥% من حجمه، أي إلى أن تشغل طبقة الرمل ١,٥ حجمها قبل تسليط ماء الغسيل. وقد ثبت أن مقدار تمدد طبقة الرمل أثناء عملية الغسيل من أهم العوامل التى يتوقف عليها نجاح العملية. فإذا زاد تمدد الرمل أكثر من الحد المطلوب، فإن جياته تبتعد عن بعضها كثيراً ويقل احتكاكها ببعضها ويقل أثر الغسيل. وإذا قلل تمدد الرمل أقل من الحد المطلوب، فإن جياته تكون قريبة من بعضها ولا تجد المساحة الكافية للإحتكاك ويقل كذلك أثر الغسيل. ويجب ملاحظة أن يكون تمدد طبقة الرمل في جميع أجزاء المرشح بدرجة واحدة، كما أنه لا يجب أن تكون سرعة ماء الغسيل عالية، حتى لا تحمل معها الرمل إلى العادم، كما يجب أن يكون ضغطه عند الفوانى حوالي ١٠ متر.



شكل (٩-٧)

أنواع مختلفة من الفوانى/المصافى

ويمكن الحصول على الضغط بإحدى الطرق الآتية:

- خزان مرتفع يتم ملنته بطاولة خاصة أو مباشرة من خط المواسير الرئيسي بعد تخفيض ضغطه.
- بواسطة طلمبة حسب خاصة.
- بواسطة آلة من خط المواسير الرئيسي بعد تخفيض ضغطه خلال محبس تقليل الضغط.

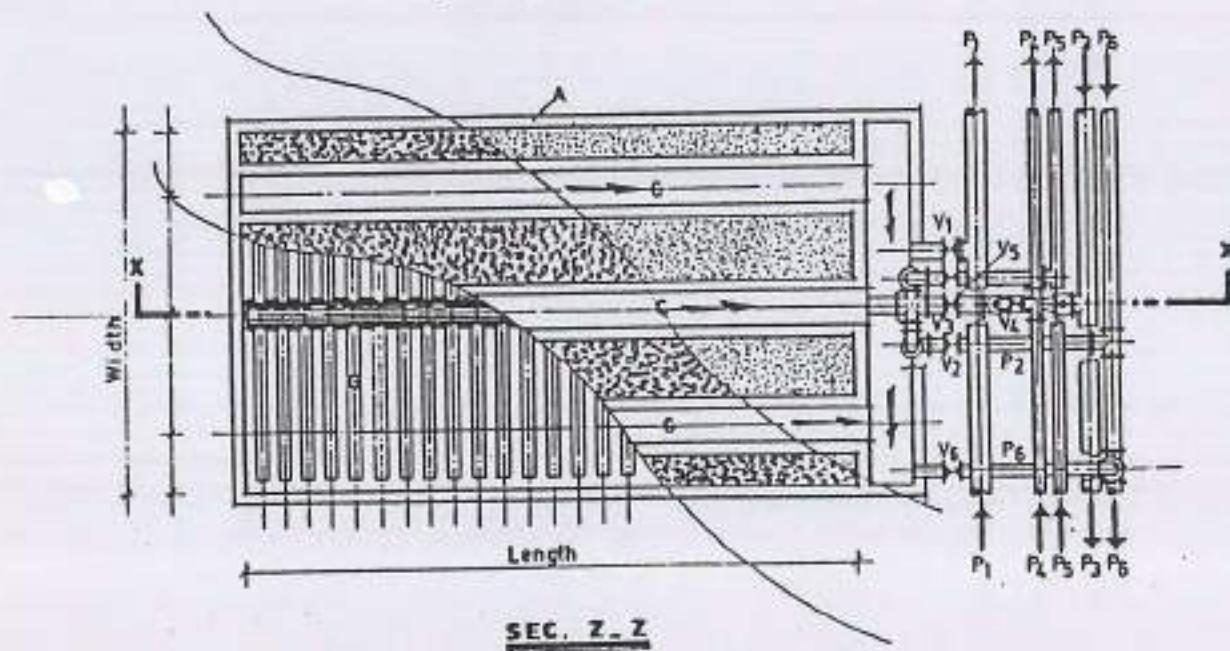
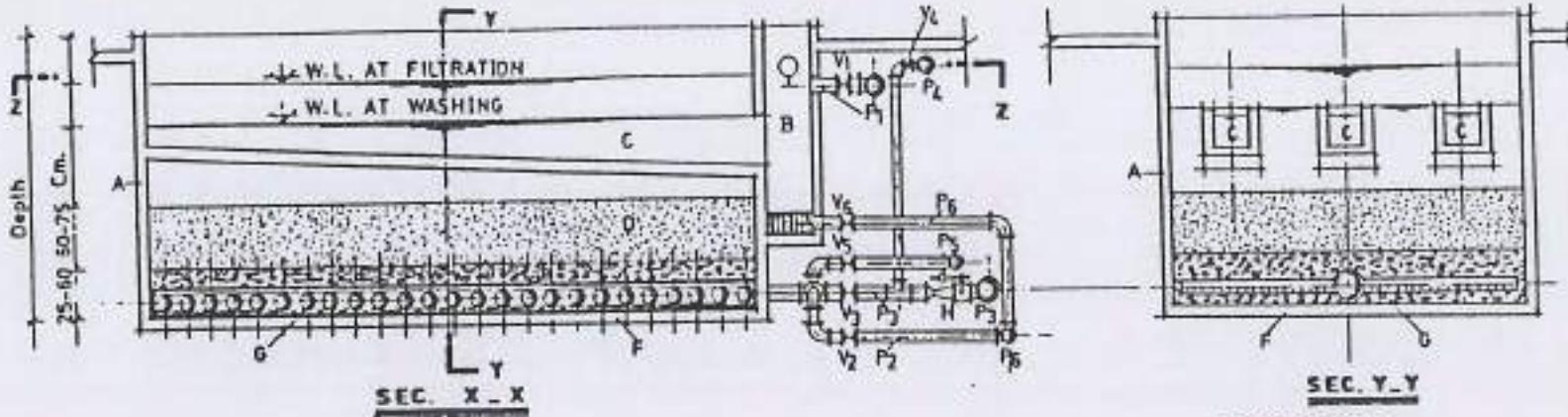
وبعد اتمام عملية الغسيل يجب أن يرسب الرمل ثانية إلى وضعه الأصلى ظاهرياً كطبقة ملساء متساوية. وزمن عملية الغسيل حوالي ٣ إلى ٦ دقيقة، زكمية مياه الغسيل تتراوح كما سبق ذكره بين ٥-٢ % من المياه المرئية.

أجهزة التحكم

بحاج المرشح لضمان عملية التشغيل بشكل مرضي، إلى أجهزة التحكم التالية:

- جهاز للتحكم في معدل تصرف المرشح (Rate of flow control).

- جهاز يبين فاقد الضغط في المرشح .(Loss of head)
 - جهاز لقياس درجة عكارة المياه المرشحة .(Sampling devise)
- وتركب هذه الأجهزة في العمليات الحديثة على ترايبيز تشغيل المرشح (Operating table) والتي تشمل بالإضافة لهذه الأجهزة على محابس تشغيل المرشح وهي:
- محبس دخول المياه المرسبة .(Inlet valve)
 - محبس خروج المياه المرشحة .(Outlet valve)
 - محبس للعام (Waste valve)
 - محبس مياه الغسيل .(Wash water valve)



DETAILS OF RAPID SAND FILTER.

PIPING DETAILS

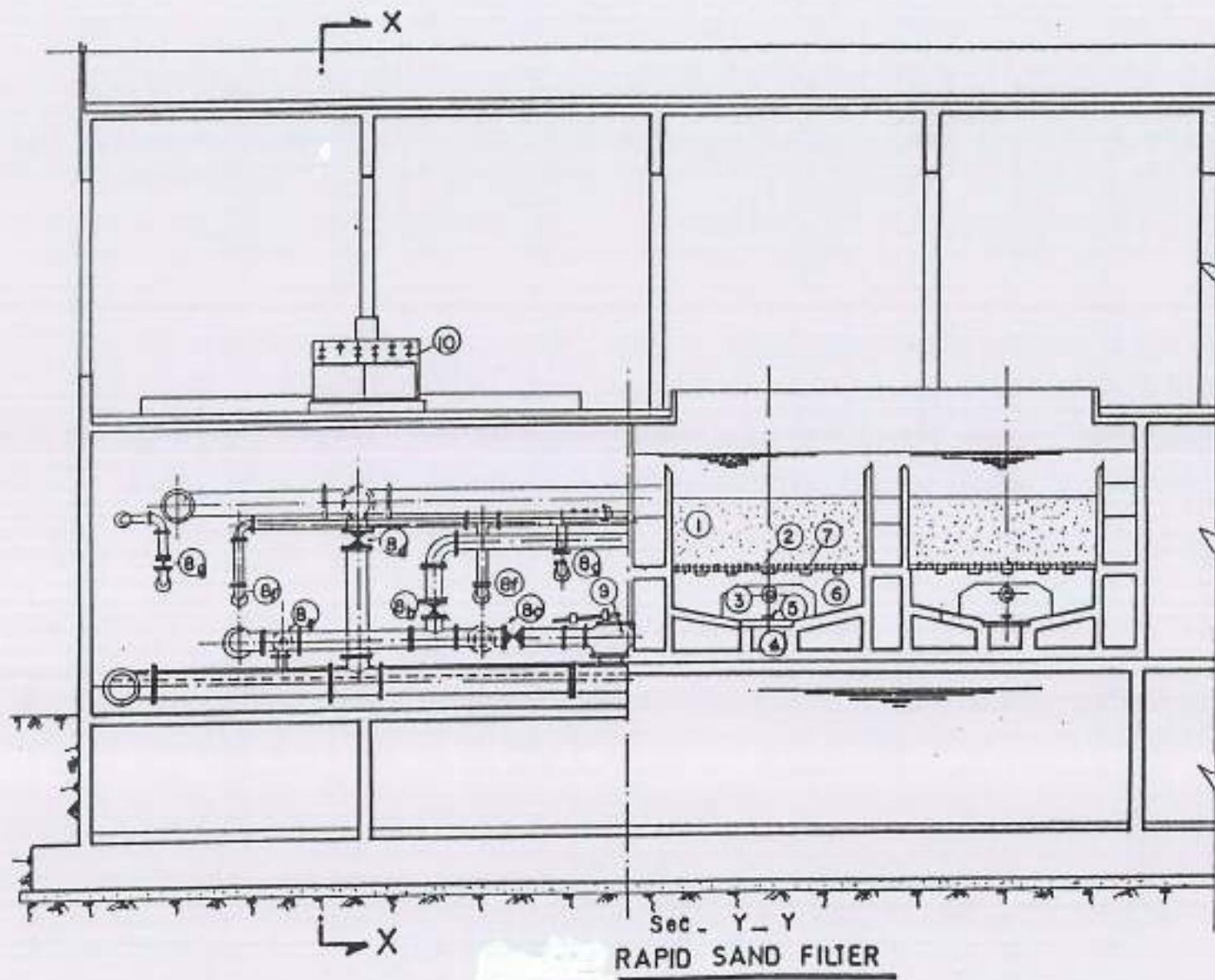
P₁-RAW WATER SUPPLY.
P₂-REWASH WATER PIPE.
P₃-FILTERED WATER OUTLET.
P₄-COMPRESSED AIR PIPE.
P₅-WASH WATER PIPE.
P₆-WASTE WATER PIPE.

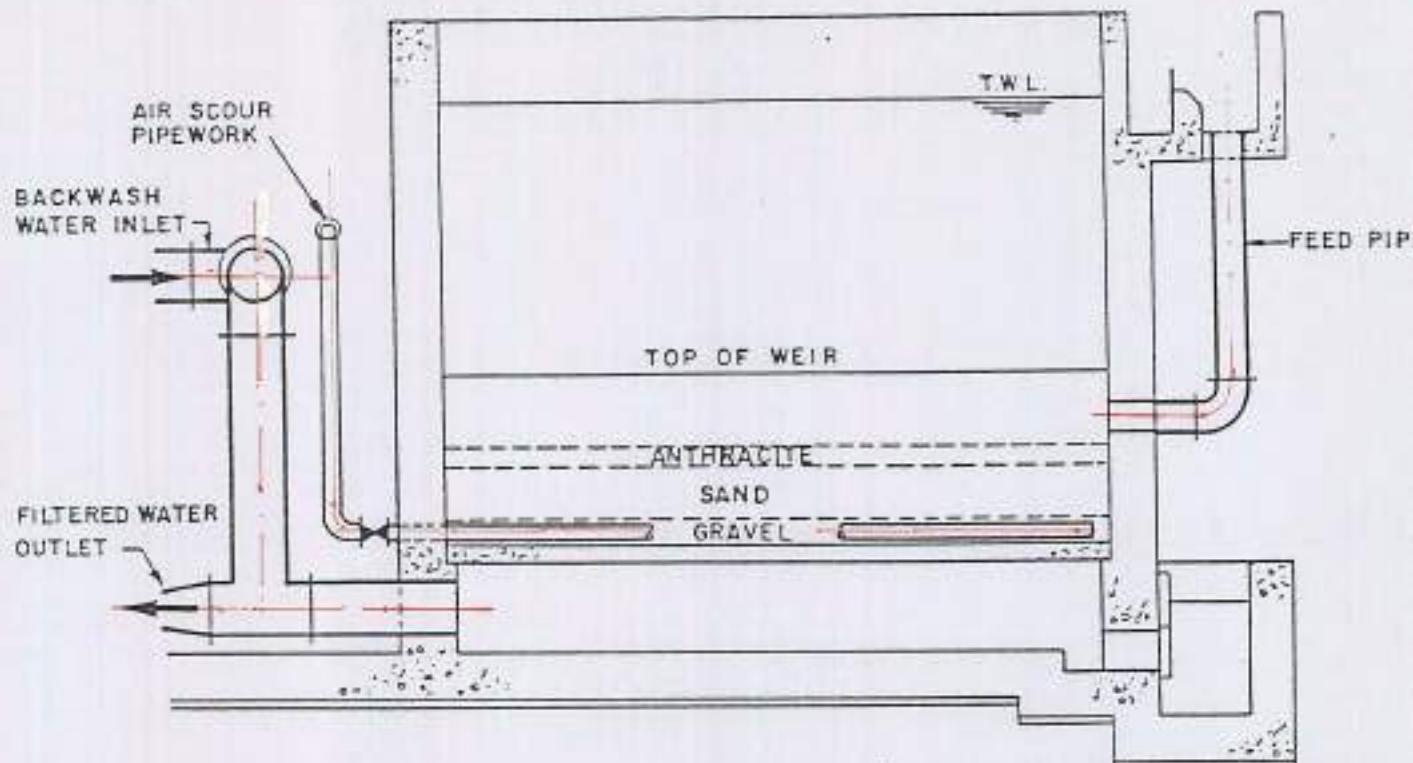
VALVES DETAILS

V₁-INLET VALVE.
V₂-REWASH WATER VALVE.
V₃-EXIT VALVE.
V₄-PRESSURE AIR VALVE.
V₅-WASH WATER VALVE.
V₆-DRAIN AND WASH WATER OUTLET VALVE.

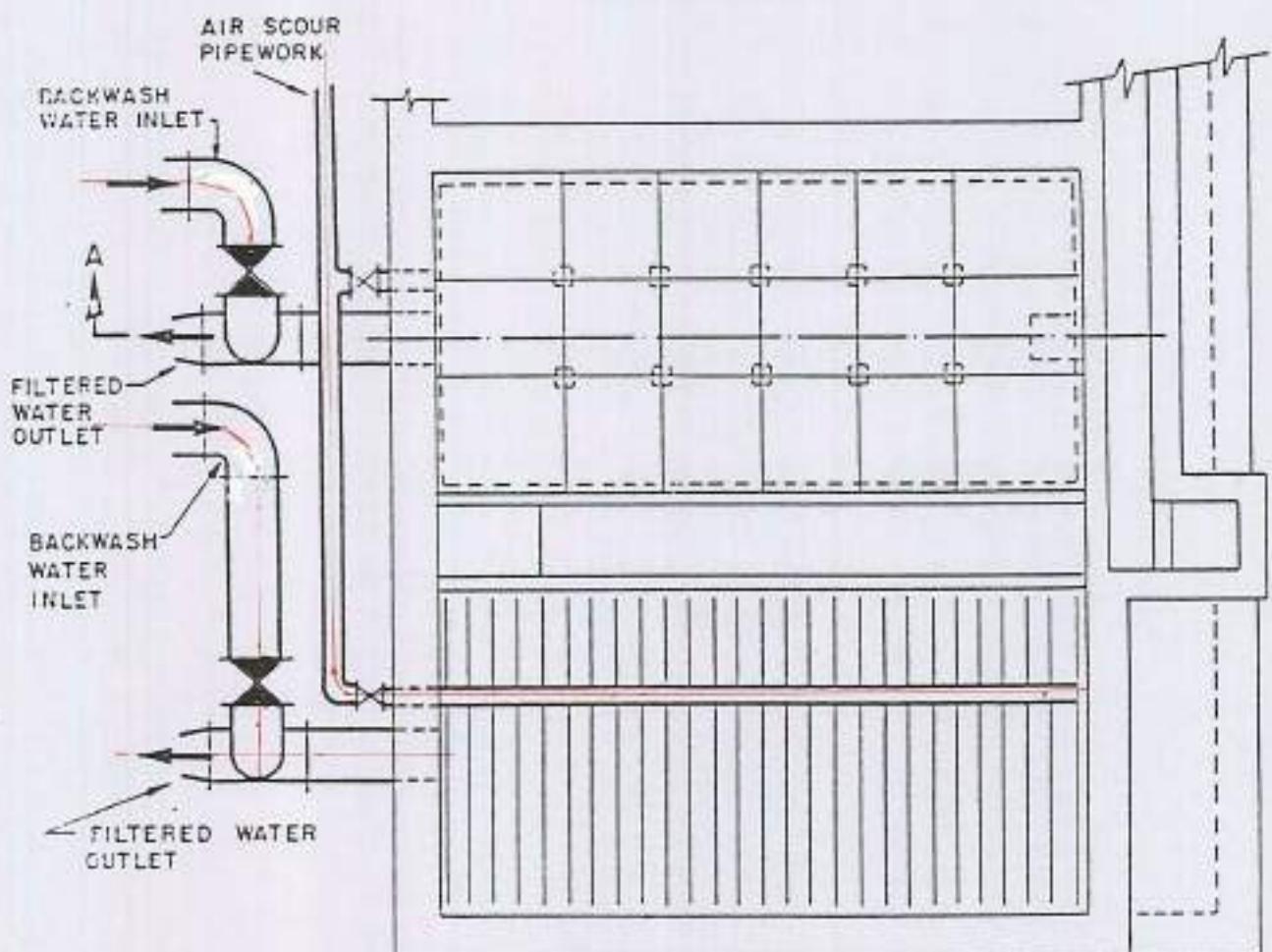
FILTER DETAILS

A-R.C FILTER BODY.
B-RAW WATER SUPPLY CHANNEL AND WASH WATER OUTLET.
C-WASH WATER CUTTER.
D-FILTER BED (SAND).
E-LAYER OF GRAVEL.
F-FILTER FLOOR.
G-UNDER DRAINAGE SYSTEM.
H-FLOW CONTROLLER.

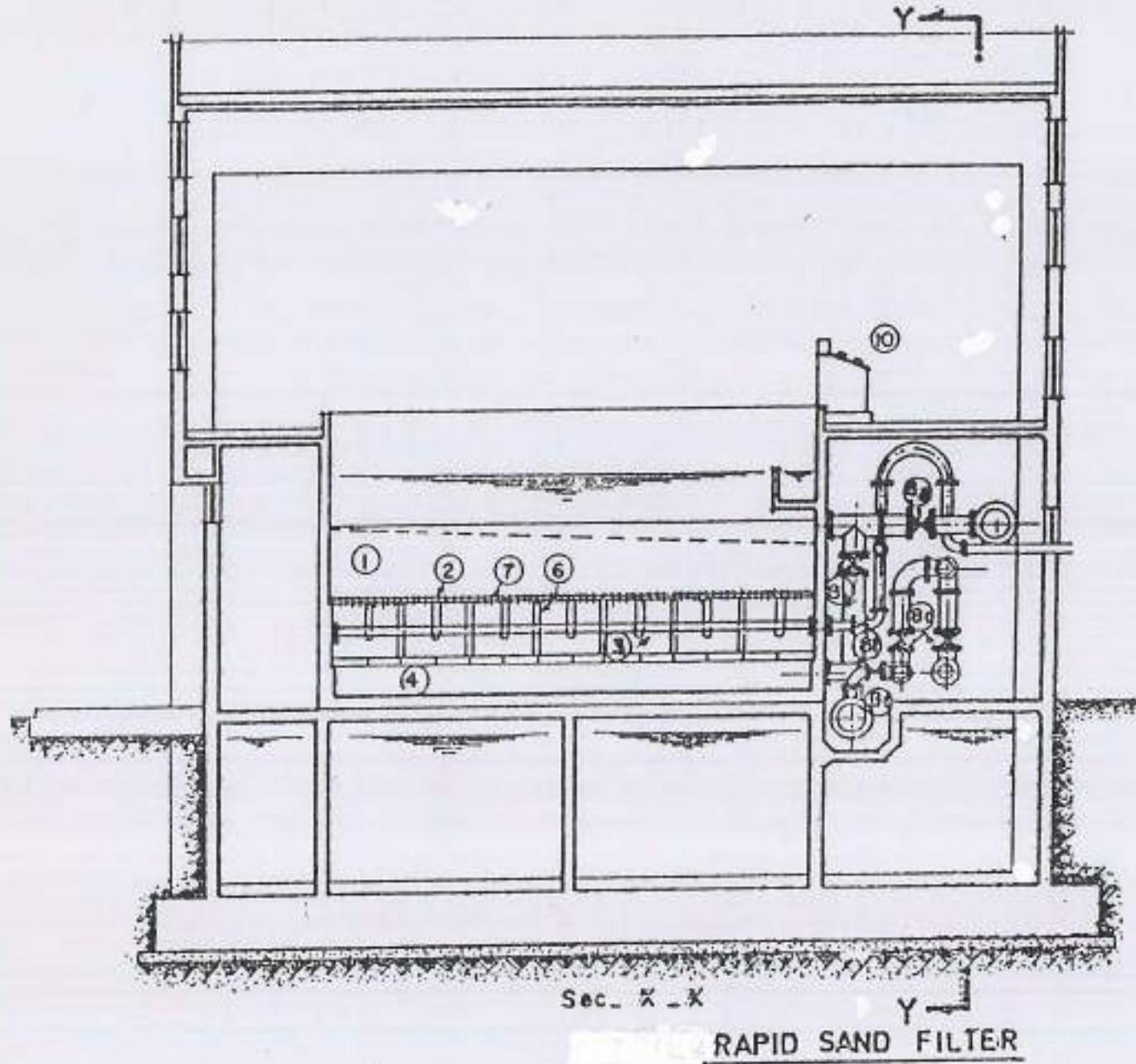




SECTION A-A



RAPID GRAVITY SAND FILTER

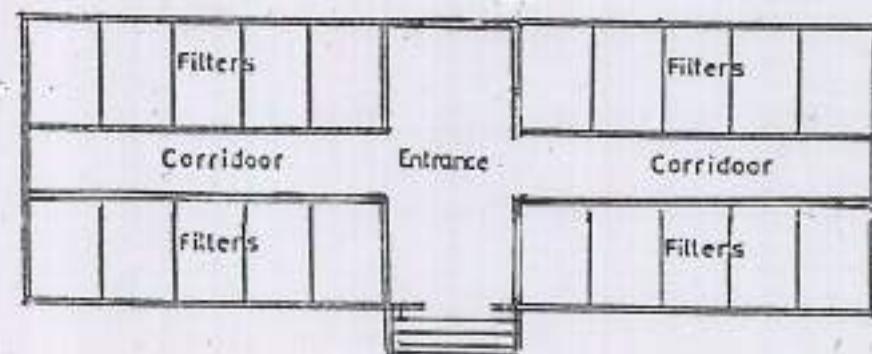
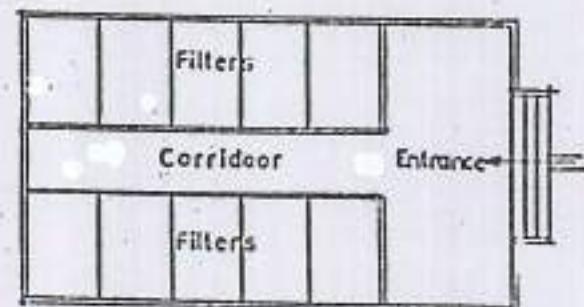
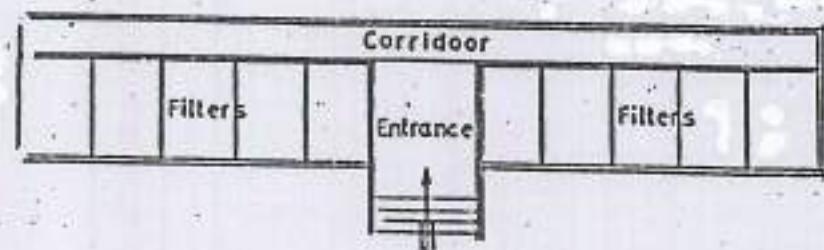
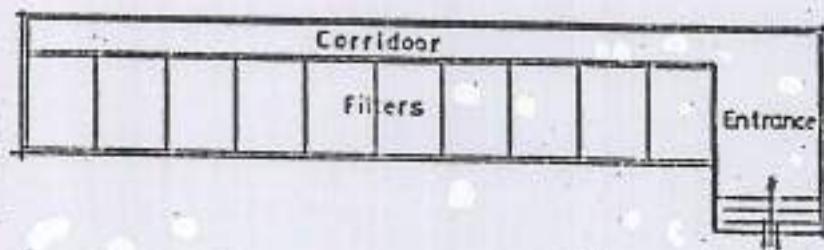


FILTER DETAILS

- 1) FILTER MEDIA QUARTZ SAND HAVING A GRADED SIZE OF 0.0-1.8mm AND A HEIGHT OF 1.0m.
- 2) LONG TAIL NOZZLE 80 NOZZLES PER SQ.m.
- 3) AIR DISTRIBUTING PIPE.
- 4) FILTERED WATER COLLECTING CHANNEL
- 5) WASH WATER DISTRIBUTING NOZZLES.
- 6) SUPPORTING R.C BEAMS.
- 7) ASBESTOS CEMENT PALES BOTTOM OR ALTERNATIVELY R.C SLABS

PIPING DETAILS

- 8) HYDRAULICALLY OPERATED SLUICE VALVE
- A) RAW WATER INLET 250 mm DIA.
- B) WASH WATER INLET 250mm DIA.
- C) FILTERED WATER OUTLET 150mm DIA.
- D) SLUDGE WATER 300 mm DIA.
- E) REVERSE OUTLET 150mm DIA.
- F) COMPRESSED AIR INLET 100mm DIA.
- G) AIR CUSHION OUTLET 80mm DIA.
- H) FLOW CONTROLLER.
- I) OPERATION TABLE.



الفصل الثامن

التعقيم

مقدمة

لا يمكن للترشيح مهما كان بطيئاً أن يحجز كل ما في الماء من بكتيريا وكائنات دقيقة (Microorganisms) لذلك كان لابد من وجود طريقة للتخلص من هذه الكائنات الحية الممرضة (Pathogens) ، وذلك طبقاً للمعايير القياسية الخاصة بمياه الشرب.

ويسخدم التعقيم (Disinfection) في القضاء على هذه الكائنات الحية الدقيقة، أو وقف نشاطها، مثل البكتيريا المسئولة للأمراض.

ويعتبر التعقيم بتخفين الماء حتى درجة الغليان من أقدم طرق التعقيم التي عرفها الإنسان ولكنها لا تصلح اقتصادياً إلا في بعض الاستخدامات المحدودة جداً بالمنازل، لذا كان لابد من وجود لو استحداث وسائل أخرى أكثر فاعلية للكميات الكبيرة من المياه، وأيضاً لتناسب مع نظام الإمداد بالمياه الذي يحتوى على مكونات قد تكون في حد ذاتها من العوامل التي قد تساعد على نمو البكتيريا وتتكاثرها.

طرق التعقيم

توجد طرق كثيرة للتعقيم تستخدمن حسب نوع وطبيعة الظروف التي يجري فيها التعقيم والغرض من التعقيم، وسنستعرض فيما يلى عدة طرق من التعقيم:-

♦ التعقيم بالحرارة

من المعروف أن الكائنات الحية الدقيقة لا تحتمل الحرارة، خاصة إذا وصلت إلى درجة غليان الماء لمدة بين ٥ - ٢٠ دقيقة. إلا أن هذه الطريقة غير عملية ومكلفة في حالة استخدامها في الكميات الكبيرة من المياه، وإنما تستخدم عادة في المعمل والمستشفيات والسفن وفي المنازل (في حالات خاصة) وفي المخيمات.

♦ التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية

وهي تعتمد على إلادة الكائنات الحية الممرضة (Pathogens) بعرضها للأشعة فوق البنفسجية (Ultra-Violet) إلا أن عملية إنتاج هذه الأشعة مكلفة، كما أنها تكون غير مجده إذا كانت الأحواض عميقه، إذ أن المعالجة الإشعاعية تتم بعرض طبقة رقيقة من الماء (ستئمتات قليلة) إلى الأشعة وسرعة مرور بطيئة جداً، لذلك فإن هذه الطريقة لا يتم استخدامها إلا في المعمل والمستشفيات وبعض الصناعات وفي وحدات تحلية مياه البحر التي تعمل بنظرية التناضح العكسي (Revers-Osmothes) والتي تكون تصرفاتها صغيرة جداً إذا ما قورنت بوحدات معالجة المياه في المدن أو القرى.

♦ التعقيم بالأوزون

وهو غاز مؤكّد قوى يتم إنتاجه من الأكسجين الجوي دخل أجهزة خاصة، وذلك بتمرير الأكسجين بين قطبي كاثود ذو جهد عالي. ونظراً لأنه غاز نشيط جداً، فإنه يتفاعل مع كل المكونات الموجودة بالماء (عضوية وغير عضوية)، لذا فإنه بإستخدام غاز الأوزون (Ozone) يمكن التحكم ليصاً في لون ورائحة الماء.

إلا أن غاز الأوزون غير مستقر كيميائياً حيث أنه يتحلل ويختفي في بعض دقائق ولا يترك أي نسبة من الأوزون المتبقى لمواصلة التعقيم في شبكة التوزيع، لذا يجب مزجه بالماء المراد تعقيمه بمجرد إنتاجه مباشرة.

♦ التعقيم الكيميائي

وهو أسلوب وسيلة للاستخدام لتعقيم المياه على نطاق واسع، وذلك بالإضافة مواد كيماوية بجرعات خاصة، بحيث تقتل كل ما تبقى من البكتيريا بعد الترشيح، ودون الإضرار بصحة الإنسان والحيوان، ول ايضاً بدون إحداث تغير في طعم ولون ورائحة المياه.

أنواع التعقيم

♦ التعقيم الأولى:-

عند استقبال المياه من المأخذ المختلفة كالأنهار والترع والأبار، تحتوى هذه المياه على بعض أنواع من الطحالب والبكتيريا، وتقليل الحمل البكتيري على المرشحات فإنه يتم إجراء عملية تعقيم أولية للمياه العكرة.

ومن مزايا التعقيم السابق (الأولى) " Pre - Disinfiction "

- تقليل الحمل البكتيري على المرشحات.
- زيادة عمق الأمان.
- تحسن إزالة الألوان في بعض الأحيان.
- إطالة فترة تشغيل المرشحات وعدم إنسدادها بالطحالب.
- تخفيض قيمة المواد العضوية الميكروسكوبية.
- تأخير تغفن الرواسب في أحواض الترسيب.
- المساعدة على منع الطعم وإزالة الرائحة.

♦ التعقيم الزائد

ويستخدم التعقيم الزائد (Super-Disinfiction) لإزالة الطعم الناتج عن المركبات المتحللة من الطحالب (Algae) في الماء العكر في أحواض الترسيب ويمكن استخدام الكربون المنشط قبل أو بعد هذه العملية، فهو مفيد جداً في إزالة الطعم والرائحة.

♦ التعقيم بالكلور

يعتبر الكلور من أكثر المواد المستخدمة في تطهير مياه الشرب، ويؤثر تأثيراً فعالاً على البكتيريا والمواد العضوية الميكروسكوبية. الكلور غاز خالق وأنفل من الهواء، ويتم تحضيره وتسويقه بالضغط داخل اسطوانات من الحديد

الصلب ذات سعات مختلفة. ويتم تركيب الأسطوانت على أجهزة خاصة لتنظيم انساب غاز الكلور، حيث يضاف إلى الماء المرشحة بالجرعة المطلوبة للتطهير. وتتراوح هذه الجرعة عادة من ٠٠,٦ إلى ١,٢ جزء في المليون، على أن تكون نسبة الكلور المتبقى في الماء بعد التطهير وبعد فترة التلامس (Contact Time) - والتي لا تقل عن ربع ساعة بعد الإضافة - حوالي ٠,٥ جزء في المليون. ويتم زيادة الجرعة المضافة من غاز الكلور في الظروف الخاصة التي تتسوّج ذلك - كما في حالة أمراض الصيف حتى ١,٥ إلى ١,٨ جزء في المليون دون الإضرار بصحة المستهلك.

وفي هذه الحالة يجب إزالة الكلور الزائد لتلافي وجود طعم ورائحة كلور في الماء. ويتم ذلك بإضافة ثيوکربريتان الصوديوم أو للكربون المنشط.

العوامل المؤثرة على عملية التعقيم

تأثير عملية التعقيم بعدة عوامل أهمها:

- درجة تركيز الرقم الهيدروجيني pH ، حيث يسرى مفعول الكلور الحر في الماء الحمضي أو المتعادل بسرعة أكبر منها في الماء القلوى. لذا يفضل ألا يكون قيمة pH أقل من ٨,٥ .
- العكارنة (Turbidity) ، حيث تؤثر العكارنة على عدم تغلغل الكلور في الماء، لإختفاء الكائنات الحية الدقيقة داخل جسيمات العكارنة، فيصعب القضاء عليها.
- للبieroتين العضوى، حيث أن وجود الأمونيا العضوية قد يمنع تكون الكلور الحر المتبقى.
- درجة الحرارة، حيث تقل قدرة الكلور على قتل البكتيريا في درجات الحرارة المنخفضة.
- مدة التلامس (Contact Time) ، حيث تحتاج عملية التطهير إلى فترة تلامس لا تقل عن ٢٠-١٥ دقيقة للكلور الحر، وساعة أو أكثر لمركبات الشادر المكلورة مثل الكلورامفين.
- نوع وتركيز المادة المستخدمة للكلور.

التفاعل الكيماوى للكلور

عند إضافة الكلور (Chlorine) إلى الماء يحدث تفاعل كيماوى (Chemical Reaction) ينتج عنه حامض الهيبوكلوروس وحامض الهيدروكلوريك $\text{CL}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCL} + \text{HCl}$. ويتبعا لدرجة الرقم الهيدروجيني pH للماء، يتآكل حامض الهيدروكلوروس إلى أبوزات هيدروجين وهيبوكلوريت، والمادة الأخيرة هي المادة المعقمة.

وعند إضافة الكلور إلى ماء به مولد عضوية، فإنه يتحد مع بعض تلك المواد كما يتحد مع بعض المواد غير العضوية مركستاً لها.

ويتفاعل الكلور مع الشادر وأى أحماض أمينية منتجًا الكلورامفين، وهي مادة معقمة، ولكن ليس لها قوة أكسدة الكلور الحر، أى أن التفاعل يكون أبطأ، ولذا تستخدم في التعقيم البطئ الذى يستدلى وجود خزانات للمياه قبل

توزيعها للحميور، والكلورامين كبير النفع في حالة خطوط المواصلات الطويلة، إذ يمنع تكاثر البكتيريا مرة أخرى في المياه، علاوة على أنه ليس له تأثير على طعم ورائحة المياه، إذ زالت جرعة نسبية.

ومن ذلك يتضح أن استعمال الكلور وحده أو الكلورامين يتوقف على الظروف المحيطة بعملية المياه من حيث وجود خزانات أرضية قبل التوزيع للإستهلاك، وكذا الزمن الذي تمكّنه المياه في شبكة المواصلات.

عملية الكلورة النهائية

يتم إضافة الكلور إلى الماء في نهاية عملية الترشيح بعد عملية الترشيح بغرض التعقيم، ووجود نسبة من الكلور الحر في الماء تسمى بالكلور المتبقى (Residual Chlorine)، تدخل إلى شبكات التوزيع، وتكون بمثابة خط دفاع ثالثي لأى تلوث بكتيري يحدث من الشبكة.

التعقيم بمركبات الكلور

تعتبر مركبات الكلور من أكثر المواد شيوعاً في عمليات التعقيم، ويوجد بعضها على هيئة مسحوق (هيبوكلوريت الكلسيوم) والبعض الآخر على هيئة محلول (هيبوكلوريت الصوديوم) وتستخدم غالباً في عمليات تعقيم الشبكات والخزانات والعمليات الصغرى.

التعقيم بإضافة الأمونيا

تضاف الأمونيا للماء قبل إضافة الكلور، تكون مركبات تسمى بالكلورامين (Chloramine) ولها نفس تأثير الكلور في تعقيم الماء غير أنها تمتاز عنه بالآتي:

- امتياز تكون للطعم وخصوصاً النكهة عن وجود الفينول.
- التحكم بسهولة أكثر في كمية الماء العضوية الميكروسكوبية في أحواض الترسيب والمرشحات وفي شبكة التوزيع، وذلك لإمكان إضافة جرارات أكبر من الكلور مع إبقاء باقي (Residual) دون تكون طعم في الماء.
- تأثير أكبر على قتل البكتيريا عند وجود كميات كبيرة من الماء العضوية في الماء.
- توفير في كمية الكلور المستهلكة، وتأثير فعال بصرف النظر عن وجود الماء العضوية.
- تأثير أقل على العين والأذن والحنجرة، خصوصاً عند استعماله في حمامات السباحة.
- خلوه من الخطورة حيث أن الكلورامين غير خانق، ولا خطورة معه على العمال والمستهلكين.

ومن الأهمية بمكان إضافة الأمونيا في الموضع الصحيح وضمان المزج الثام بينها وبين الماء، ويوقف تلامس كافى قبل إضافة الكلور. وإضافة ٠،٢٥ جزء فى المليون من الأمونيا كافى في معظم الأحيان لمنع الطعم عند إضافة الكلور بعد ذلك. وللنسبة النظرية للكلور والأمونيا ٤ : ١ ، ولكن عملياً نسبة ٣ : ١ تعطى نتائج حسنة.

وعلى العموم فعند استعمال الكلورامين للتعقيم، فإن الكلور المتبقى في الماء بعد التعقيم يكون ضعف كميته عما لو استعمل الكلور وحده.

ويجب العناية في تداول الأمونيا السائلة بنفس العذابة عند تداول الكلور السائل، فكلاهما يكون خطراً على الحياة، ومفسداً للمهمات إذا تسرّب من زجاجاته.

غاز الكلور

خواص غاز الكلور وتحضيره

غاز الكلور غاز خالق بونه أخضر مصفر، أقل من الهواء الجوى، ويؤثر على أesthesie الأنف والحنجرة والعين، لذا يلزم لمعرفة الأقنعة الوقية في حالة التعامل مع الغاز المتسرّب، والذي يمكن الكشف عنه بوسائل أبخرة الأمونيا، والتي تتحد مع الكلور مكونة سحب بيضاء كثيفة من كلوريد الأمونيوم. والكلور الجاف لا يسبب تآكل للمعدن، إلا أن وجود الرطوبة البسيطة تجعله يسبب تآكل كبير للمعدن. لذلك فمن الأهمية بمكان منع الرطوبة عن أجهزة الإضافة.

و عند استعمال الأمونيا مع الكلور في عمليات التعقيم بالكلورامين، يجب الحذر من عدم خلطها قبل إضافتها للماء، بسبب خطورة تكون تيوكلوريد النيتروجين الشديد الانفجار.

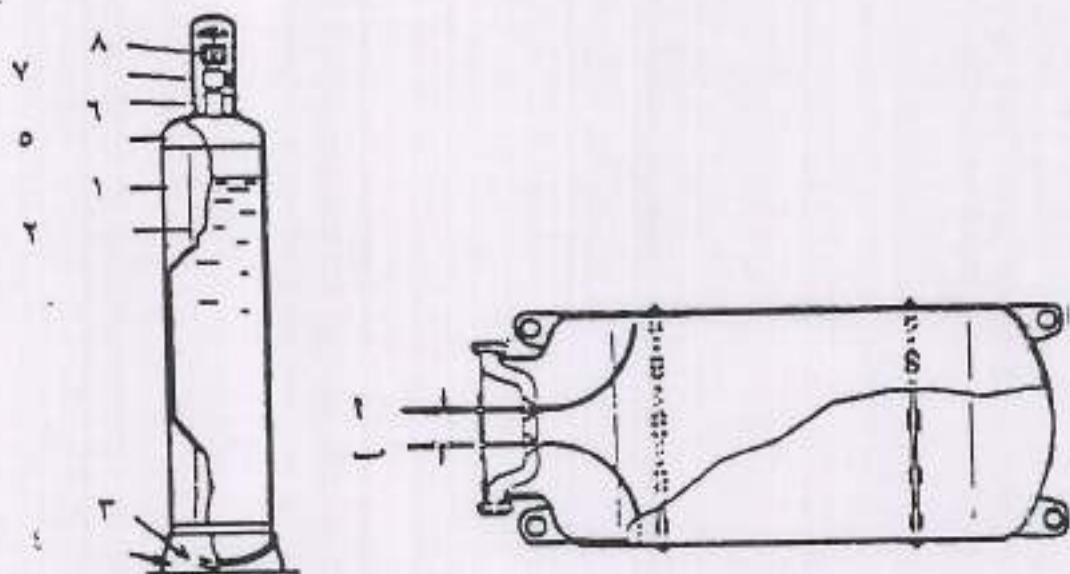
ويضغط غاز الكلور في سطوانات من الحديد الصلب حتى يسهل عند ضغط حوالي ٣ كجم/سم^٢ عند درجة الصفر المئوي.

سطوانات غاز الكلور

يتم تصنيع سطوانات الكلور من الحديد الصلب طبقاً لمواصفات خاصة لتحمل ضغطاً داخلياً حوالي ٣٥ كجم/سم^٢. ويتم ملؤها بالكلور عادة إلى ٦٨٠٪ من سعتها عند درجة حرارة ٦٨ ° ف (٢٠ ° مئوية). ويجب عدم تعريض هذه السطوانات للحرارة الزائدة أو تعريضها للسقوط أو الدحرجة العنيفة.

ويتم تصنيع سطوانات بثلاثة أحجام، صغيرة سعة حوالي ٥ كجم، ومتوسطة سعة نصف طن، وكبيرة سعة طن واحد. ويوضح الشكل رقم (١-٨) شكل السطوانة كما يلى:

- على البسار الاسطوانة الصغيرة.
- على الجين شكل عام لكل من الاسطوانة المتوسطة والاسطوانة الكبيرة.



محلب الخروج أ غاز ب سائل

- (١) جسم الاسطوانة
- (٢) خط لحام الاسطوانة
- (٣) النهاية العليا المقرفة
- (٤) قاعدة
- (٥) النهاية السفلية المقرفة
- (٦) رقبة ملحومة
- (٧) غطاء محلب
- (٨) محلب

شكل رقم (١-٨)

اسطوانات الكلور

وتشتمل الاسطوانة الصغيرة عادة في وضع رأسى للإمداد بغاز الكلور، بينما تستعمل الاسطوانة المتوسطة أو الكبيرة عادة في وضع افقي، بحيث يمكن الحصول منها على غاز الكلور من محلب (أ) أو الكلور سائل من محلب (ب)، وذلك في العمليات الكبيرة التي تتلزم استخدام كميات كبيرة الكلور فيمر الكلور السائل على مبشر لتحويله إلى غاز.

أجهزة إضافة الكلور

نظراً لضرورة السيطرة الدقيقة على كمية الكلور المضافة، ونظرًا لطبيعة الكلور الغازية في الضغوط العاديّة؛ تستخدم أجهزة خاصة لإضافة جرعتان الغاز إلى الماء تعرف بأجهزة إضافة الكلور.

وتعمل أجهزة الكلور بطريقة التفريغ، ولهذا فإن أي تسريب في أي وصلة يسحب الهواء إلى الداخل، بعكس ما يحدث عندما تحصل الأجهزة بطريقة الضغط حيث يتسرّب غاز الكلور إلى الخارج.

ويتم إحداث التفريغ عن طريق مفرغ مائي (Ejector) وهو عبارة عن قطعة بها جزء ضيق في مسارها وطبقاً لقاعدة برنولي والتي تقول (أن مجموع طاقات السائل ثابتة) ، فإن زيادة سرعة الماء في هذا الجزء الضيق يزيد من طاقة الحركة وبالتالي يصاحبه هبوط في الضغط. وتوصيل النقطة التي يصل فيها الضغط إلى التفريغ داخل المفرغ المائي بجهاز الكلور، فيتم سحب الغاز إلى المفرغ. ويستخدم ضغط الماء الذي يقوم بتشغيل المفرغ في حقن جرعات الكلور المذاب بالجرعات المناسبة.

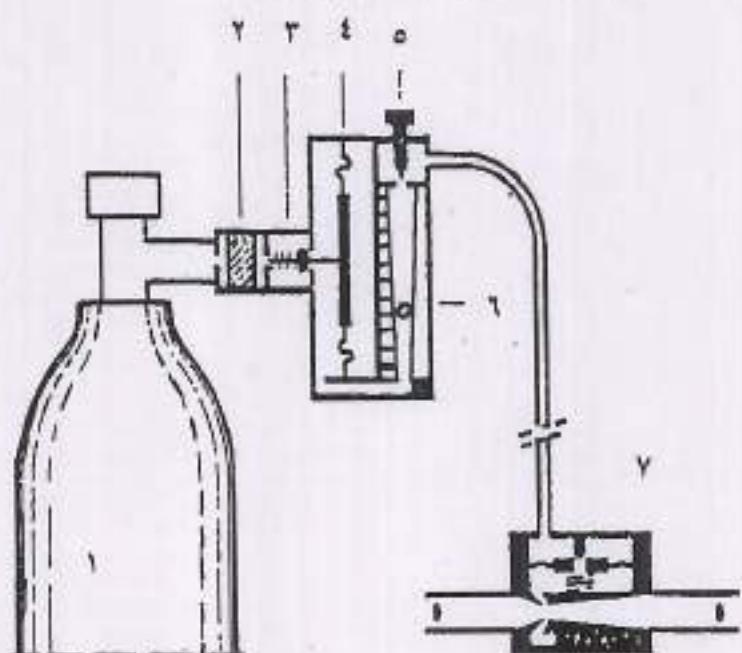
وهناك أنواع متعددة من أجهزة إضافة الكلور:

• جهاز الكلور المندمج

وهو يناسب الجرعات الصغيرة، ويركب مباشرة على اسطوانات الكلور الصغيرة أو يعلق على الحاطط ويتصل بالاسطوانة بواسطة ماسورة.

ويجب تثبيت الاسطوانة في الوضع الرأسى حتى لا تقع وتسهب مشاكل، كما يتطلب تركيب الجهاز إتخاذ احتياطات خاصة، نظراً لأنه سهل للكسر.

ويبين الشكل رقم (٢-٨) جهاز الكلور المندمج مرکب مباشرة على الاسطوانة.



(١) اسطوانة الكلور

(٢) مرشح

(٣) صمام دخول الكلور

(٤) رق منظم

(٥) مسمار تحكم

(٦) مقياس التصرف

(٧) مفرغ هيدروليكي

شكل رقم (٢-٨)

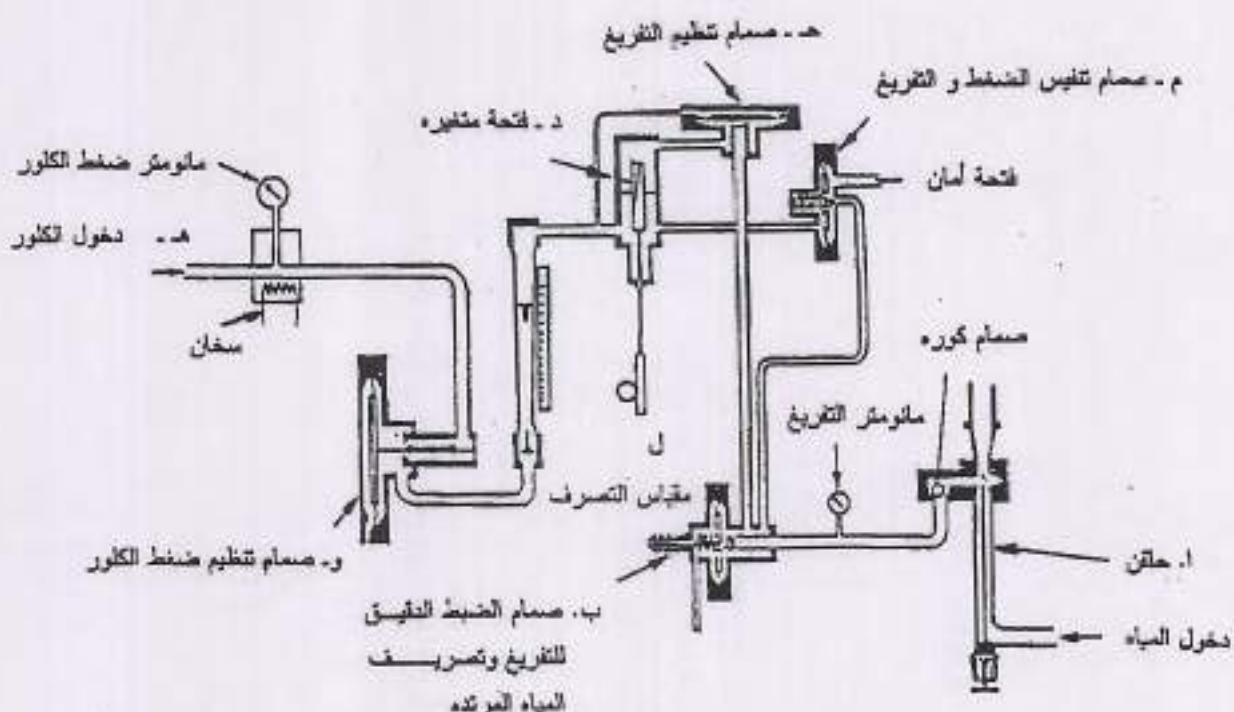
جهاز الكلور المندمج

وبينج التفريغ بواسطة المفرغ الهيدروليكي (٧) فيفتح محبس دخول الكلور (٣) فتحة مناسبة بواسطة الرق المنظم (٤). وتلك حسب جرعة الكلور المطلوب [ضافتها، والتي يتم ضبطها بواسطة المسamar (٥)]. ويتم بيان جرعة الكلور لضافة على تدريج لنيوبة القياس المسلوبة (٦). وعندما يتوقف تدفق المياه بالمفرغ، يقوم صمام عدم الرجوع الموجود بداخل المفرغ بمنع دخول الماء لتجهيز.

وفي حالة حسر الماسورة بين المفرغ والجهاز، يزول التفريغ على الرق (٤) فينغل صمام سربان الكلور (٣).

• جهاز لخوار اليدوى ذو السعة الكبيرة

ويوضحه الشكل رقم (٣-٨).



شكل رقم (٣-٨)

جهاز لخوار اليدوى

وعندما تتدفق المياه بالحاقن (أ) ينبع فراغاً يمكن ضبطه بدقة بمسمار التحكم في الصمام (ب) عن طريق لوبل. ويحمل هذا الصمام على تصريف المياه المرئية أيضاً. ثم يتحقق التفريغ عند الصمام المنظم للتفريغ (ج) فيعطي فارق ضغط ٣٠ سم على فتحة متغيرة لتصريف الغاز (د).

ويدخل غاز الكلور من ماسورة الدخول (هـ)، ويمر خلال سخان لضمان حالته الغازية. ثم ينفذ الغاز خلال صمام تنظيم ضغط الكلور (و)، الذي يخفض الضغط إلى ضغط التفريغ. ثم يمر الغاز خلال مقاييس التصريف (ل)، والمجهز بعمامة تحرك لأعلى وأسفل لبيان معدل التصريف. ومن اللوحة الأمامية يمكن التحكم يدوياً في كمية الغاز المر عند الفتحة (د).

وهذا حسانان لحسان الأمان - صمام ضبط التفريغ (ب) وصمام تنفس ضغط التفريغ (م). كما يوجد في الحافظ صمام كورة يمنع الصاء من دخول جهاز الكلور عندما يتوقف المفرغ، حيث يصبح الضغط موجب داخليه. وإذا تعطل صمام الكورة، فإن ضغط الصاء على رق صمام ضغط التفريغ (ب) يفتح صمام التنفس، ويندفع الصاء إلى بالوعة الصرف من (فتحة الأمان).

وإذا استهلكت كمية الغاز في الاسطوانة أو تم إخلاق الجهاز أو تعطل صمام فارق الضغط، فسوف يحدث فراغ زائد تحت الفتحة (د)، ويتحرك الرق في صمام التنفس إلى اليمين فيفتح الصمام ويدخل الهواء. ونفس الطريقة إذا حدث ضغط زائد لغاز في الجهاز نتيجة لتعطل صمام تخفيف الضغط، يتحرك الرق في صمام تنفس التفريغ إلى اليمين، ويسمح للغاز بالمرور خلال فتحة الأمان.

وهذا الطراز يستخدم غالباً في الكلورة المبدئية.

* جهاز الكلور الآلي ذو السعة الكبيرة

وهو لا يختلف عن جهاز الكلور اليدوى إلا في أن هناك محركاً كهربائياً يتحكم في الفتحة (د). كما وأنه هناك أيضاً تحكم يدوى يستخدم في بداية تشغيل الجهاز.

وهذا الطراز يستخدم غالباً في الكلورة النهائية.

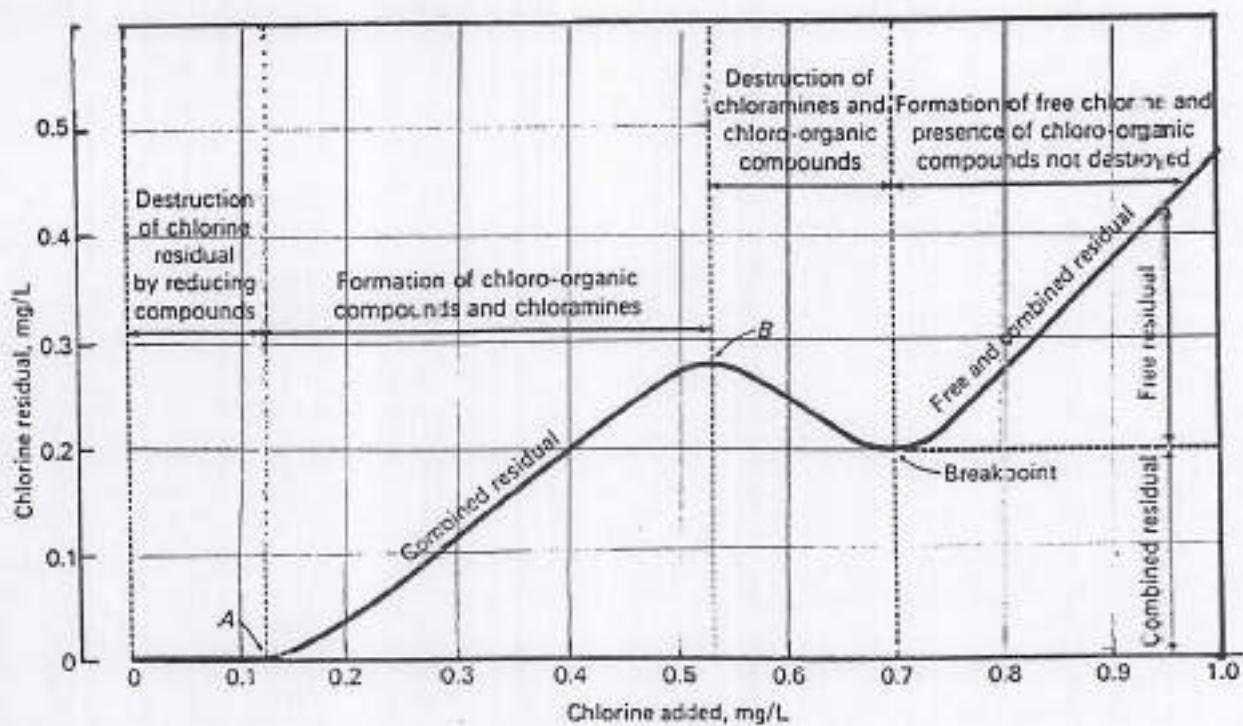
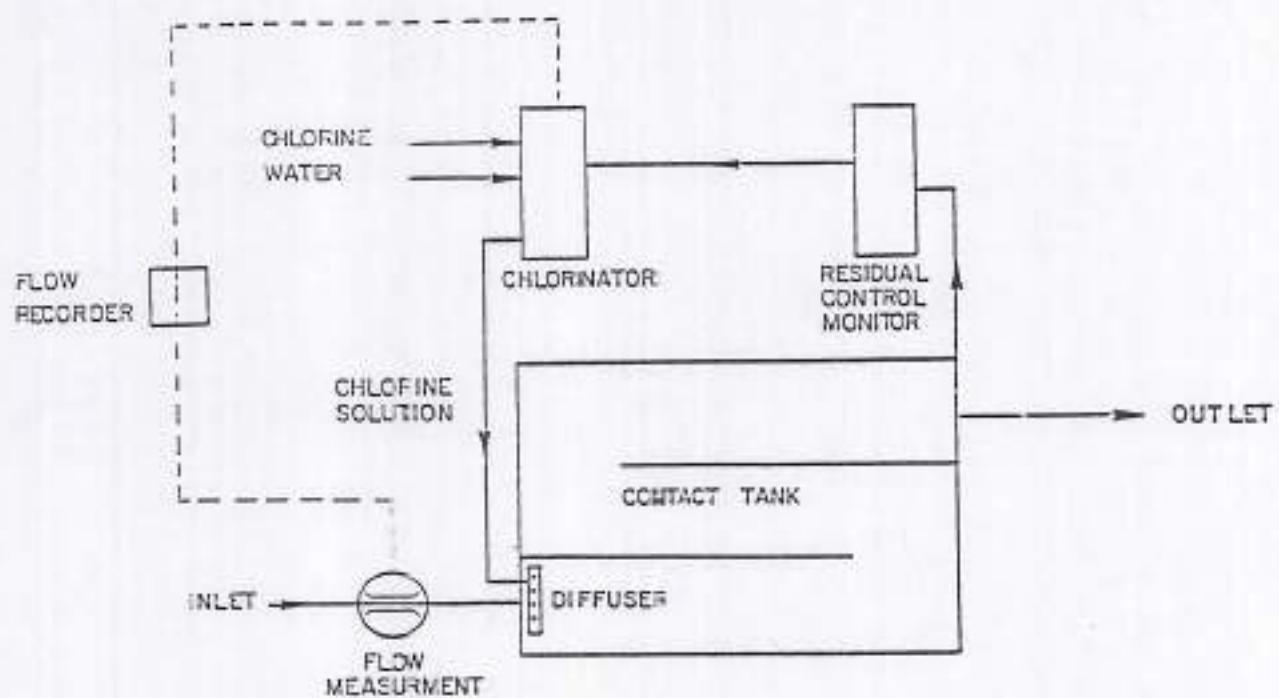
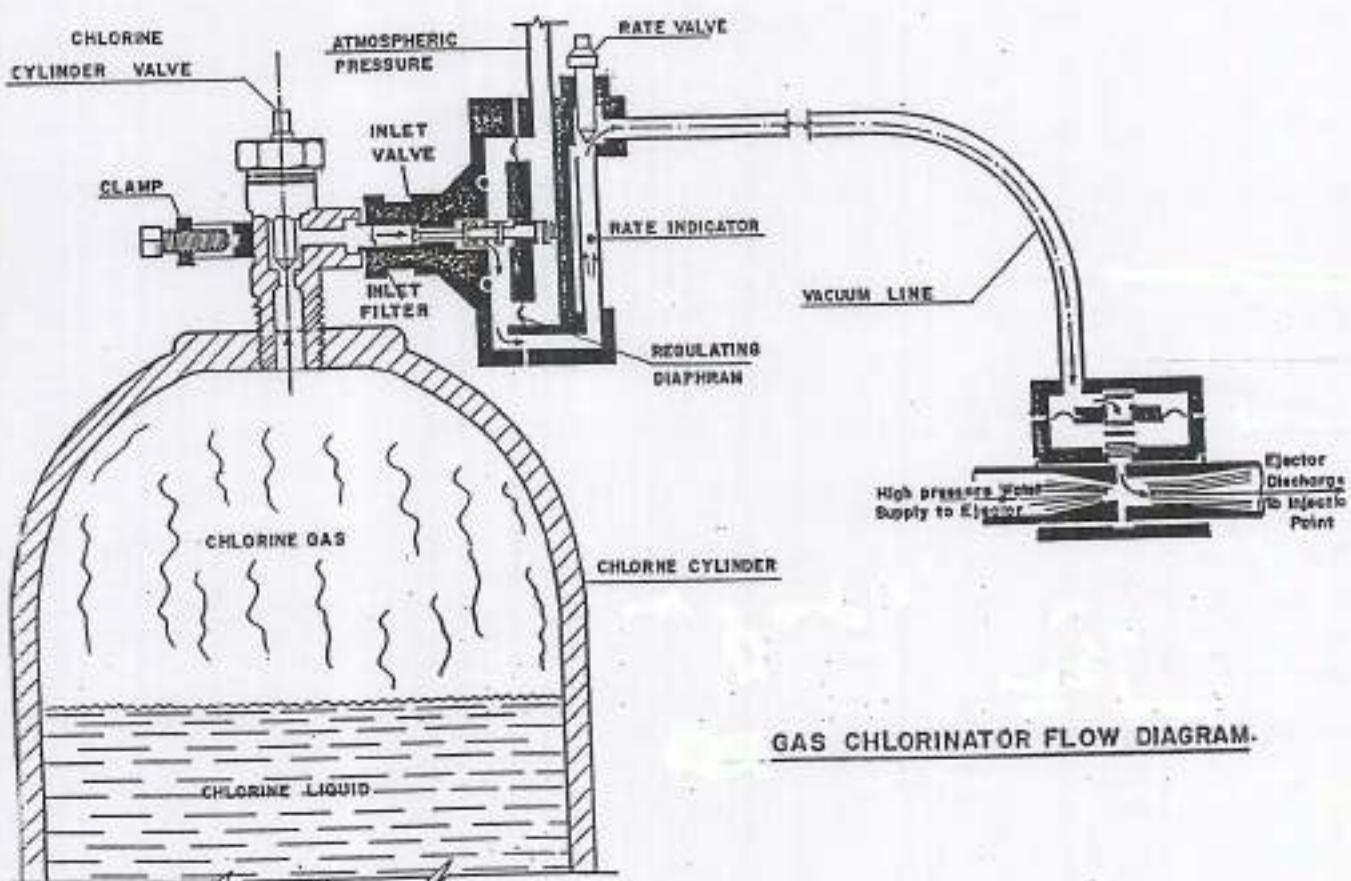
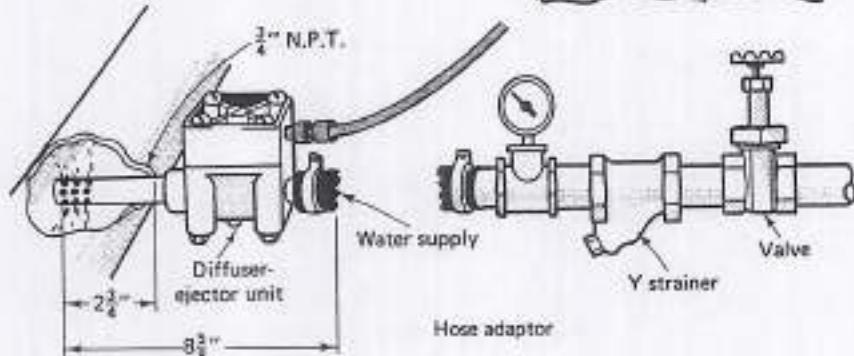
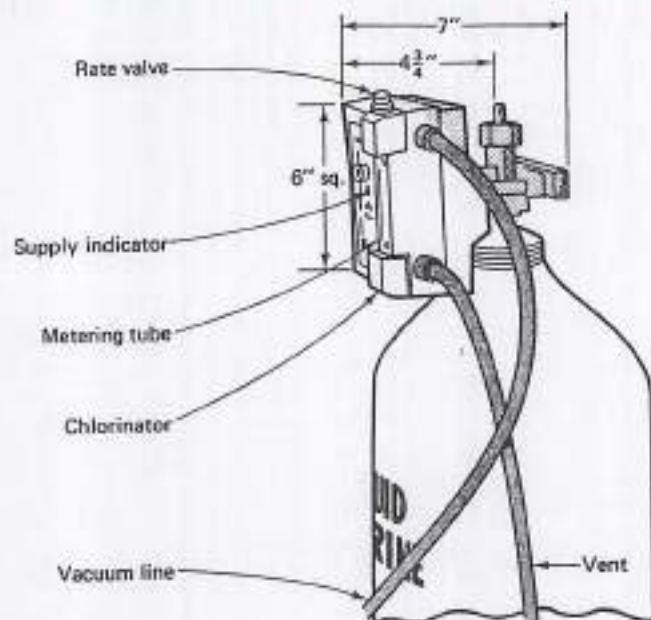


Figure Generalized curve obtained during breakpoint chlorination.



FLOW DIAGRAM FOR CHLORINATION CONTROL



الفصل التاسع

تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب

مقدمة

تشمل أعمال توزيع مياه الشرب الوحدات الرئيسية التالية:

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

متطلبات الأمان في توزيع أعمال توزيع المياه

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

١. يجب أن تبقى كميات المياه التي تنقلها الشبكة بكافة الاحتياجات المائية المطلوبة في أى وقت.
٢. يجب أن يكون ضغط التشغيل بشبكة التوزيع كافياً لتوصيل المياه إلى أبعد وأعلى مكان بالمدينة أو التجمع السكاني.
٣. يمكن التحكم في سريان المياه خلال شبكة التوزيع باستخدام محابس الففل.
٤. يجب أن تكون شبكة المواسير آمنة على نوعية المياه النقية ولن لا تتفاعل معها أو تسمح بتلوثها.
٥. ينبغي أن تكون مواد الصنع للمنشآت والشبكات والأجزاء الميكانيكية والكهربائية من مواد متينة تحتمل التشغيل المستمر وتقاوم التأكل من الداخل والخارج.
٦. من الضروري أن تخلو شبكة التوزيع من النهارات العينية.
٧. ينبغي ألا يتعرض أي جزء من أعمال التوزيع من الخدمات والمرافق الأخرى.
٨. يجب حماية جميع أعمال التوزيع من التلوث من الخارج أو الداخل.

النظم الهندسية للتغذية بمياه الشرب

يمكن تقسيم النظم الهندسية للتغذية بمياه الشرب كما هو موضح بالشكل رقم (١-٩) ك التالي:

١. التغذية بالجانبية.
٢. التغذية بالضغط.

٣. التغذية المشتركة.

١- التغذية بالجاذبية

هي التغذية من أعلى وفيها تكون جميع أعمال إنتاج وتنقية وتخزين المياه (في خزانات أرضية) في مكان مرتفع عن منسوب المدينة أو الجمجم السككي.

ويسمح هذا الوضع بتنمية المدينة بالضغط الكافي ولناتج من الفارق الاستثنائي، ويمتاز هذا النظام بعدم وجود محطات (ضغط)، أو منشآت تخزين عالية، أي أنه نظام اقتصادي مريح.

٢- التغذية بالضغط

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

٣- التغذية المشتركة

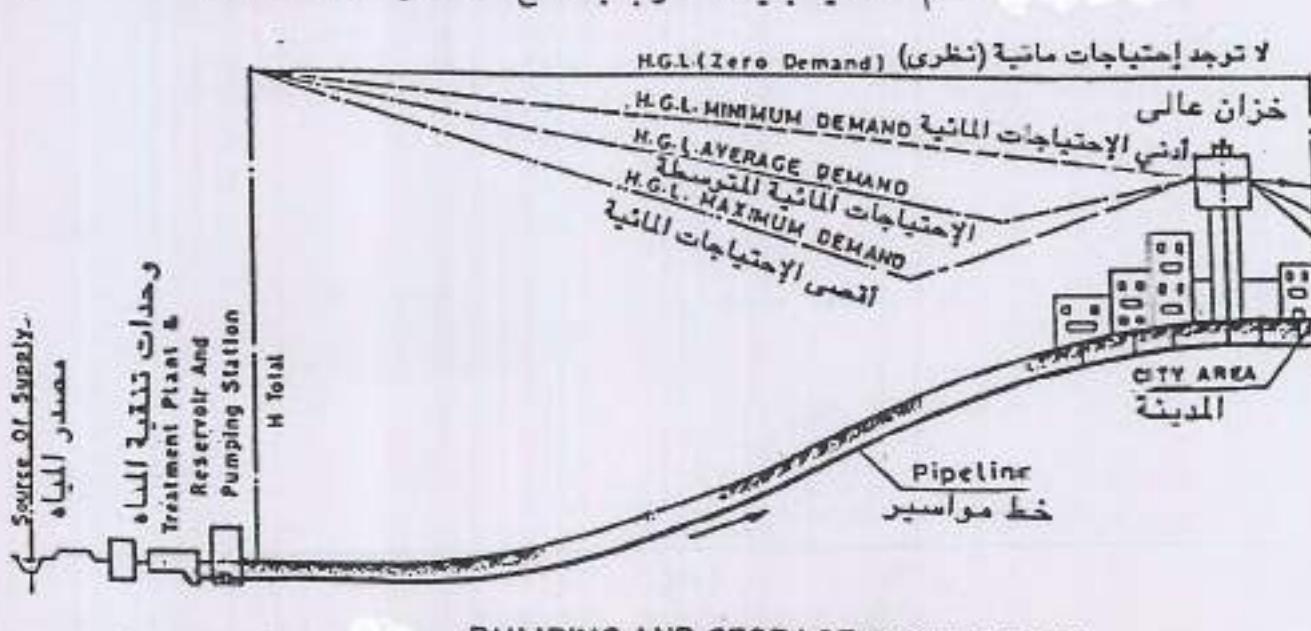
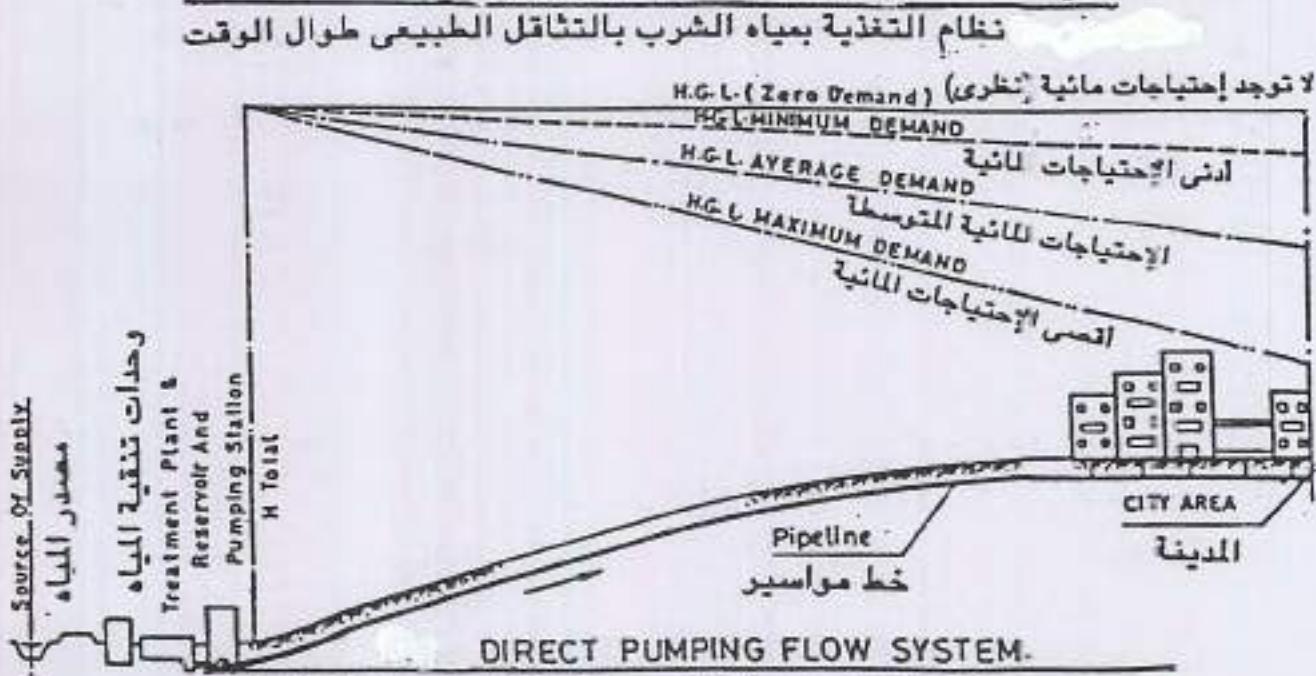
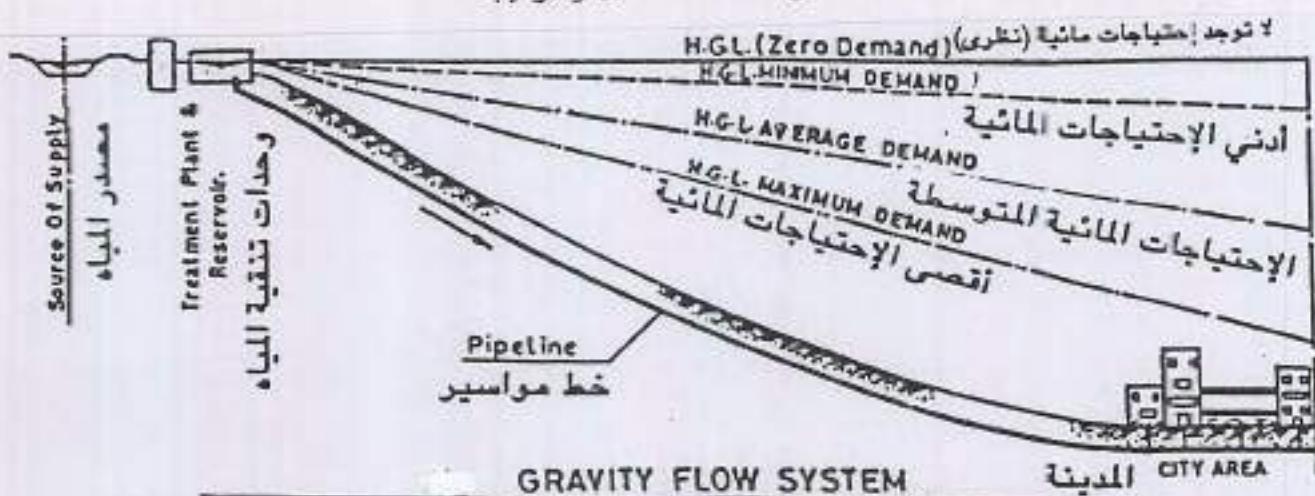
هي التغذية من نفس المستوى أو أقل، بواسطة محطة ضخ ومنشآت تخزين عالية وتجد في هذا النظام الثالث للتنمية بمياه الشرب أن جميع أعمال إنتاج المياه وتنقيةها وكذلك تخزينها في خزانات أرضية هي في مكان ذي منسوب يعادل منسوب المدينة أو يقل عنه، وتتوارد في شبكة التوزيع منشآت تخزين عالية مما يتبع الفرصة لأن تعمل محطة طلبات ضخ لمياه النقية بعض الوقت، بتصريف ثابت، بينما تنتج منشآت تخزين العالي فرصة تعويض كميات المياه أثناء ساعات الذروة على أن يتم ملؤها أثناء ساعات الليل.

شبكة توزيع المياه

يعتبر بشبكة التوزيع خطوط المواصلات الرئيسية لمدينة من محطة تنقية المياه أو من محطة ضخ المياه إلى شبكة التوزيع الفرعية في جميع مناطق التجمعات المعاصرة المختلفة (مدن/قرى/عزب/نجوع)، وتستخدم شبكة توزيع المياه في تغذية جميع أنحاء التجمعات السكنية بالمياه الصالحة للاستخدام المنزلي والصناعية ومقاومة الحرائق، وذلك وفقاً للمعدلات المطبوعة وتحت الضغط المناسب، مع الأخذ في الاعتبار الحماية الكافية للشبكة لضمان عدم ثبوت المياه وضمان نظافة الشبكة.

وتشمل شبكة التغذية الموسير، وجميع ملابسها من قطع خاصة، ومحابس مختلفة، وحنفيات حريق ورى، بالإضافة إلى الأعمال الإنسانية والتكميلية اللازمة لحماية وضمان سهولة تشغيلها وصيانتها مثل غرف المحالين، والدعامات الدعامات الخرسانية للأكواخ والمشتركات، إلخ، وفي الغالب، تتبع خطوط الموسير في إنشائها شكل سطح الأرض.

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



شكل رقم (١-٩)

النظم الهندسية لتنقية بمياه الشرب

تخطيط شبكة التوزيع

عند تخطيط شبكة التوزيع، تستخدم إحدى الطرق لأربعة الأشكال، التخطيط الشجري، أو الدائرية، أو الشبكة، أو القطرى.

(١) التخطيط الشجري

في نظام التخطيط الشجري (Tree System)، يمتد الخط الرئيسي من محطة الطلبات إلى وسط القرية أو المدينة كما في الشكل رقم (٩-٢) ويقل قطره كلما يبعد عن المحطة، وتتفرع من هذا الخط أفرع أخرى إلى داخل

الشوارع المفرعة من الشارع الرئيسي، لتوزيع المياه، ومع أن هذا الأسلوب في التخطيط يعتبر أرخص الطرق للتخطيط إلا أنه أقل استعمالاً لوجود نهايات غير متصلة (ميتة Dead Ends) كثيرة، بالإضافة إلى تعرض مناطق كثيرة للحرمان من المياه في حالة قفل خطوط المياه بسبب الإصلاح والصيانة، أو نتيجة حدوث كسر في الخط الرئيسي، ويمكن استخدام هذا النظام في القرى والمجتمعات الصغيرة.

ب) التخطيط الذاتي:

يعتبر التخطيط الدائري (Circle System) تطويراً لنظام التخطيط الشجري، مع توصيل نهايات الخطوط الرئيسية حول المدينة أو المنطقة حيث يمر الخط الرئيسي في شارع يحيط بالمناطق القديمة، لتكون دائرة أو حزام مغلق تتفرع منه خطوط فرعية في الشوارع الجانبية، وذلك حسب تخطيط مسارات خطوط التوزيع كما في الشكل رقم (٢-٩) ويستعمل هذا النظام في تغذية القرى والمناطق الريفية، ويمتاز هذا النظام عن النظام الساقي بقلة النهايات غير المتصلة بالإضافة إلى عدم حرمان أي منطقة من الماء بسبب أن كسر بعيداً عن المنطقة، نظراً للتغذية من أكثر من أتجاه.

ج) التخصيط الشيك

يفضل استخدام التخطيط الشبكي (Gridiron System) في المدن السكنية، ويكون هذا النوع من الشبكات من خط دائري رئيسى يحيط بالمدينة أو المنطقة على هيئة حزام، بالإضافة إلى خطوط شبه رئيسية أخرى (ثانوية) تخترق الشوارع الرئيسية على ألا تزيد المسافة بين أي ماسورتين رئيستين عن كيلومتر واحد على أن تتم بينهما خطوط فرعية للتوزيع، ويضمن هذا النوع وصول المياه إلى أي منطقة من اتحادين، كما يجعل المياه دلامة الحركة حيث تمر من جهة إلى أخرى ثم بالعكس طبقاً للسحب والضغط في جهة الخط.

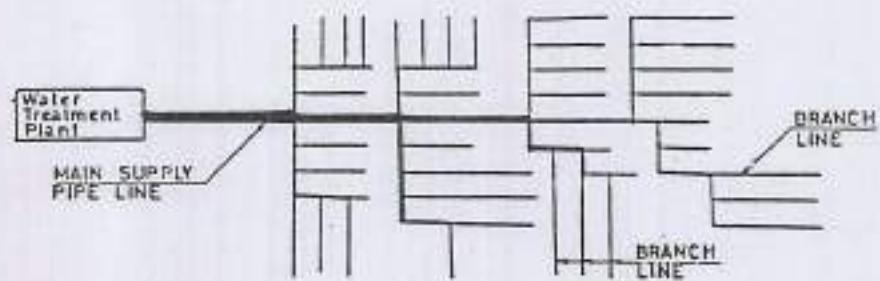
وهذه الطريقة، وإن كانت عالية لتكلفة التكاليف، إلا أنها تعتبر أفضل من الطرق السابقة نظراً لضمان الإمداد بالمياه دون توقف أو انقطاع، وضمن ملائمة توزيع الضغوط بالإضافة إلى مقاومة للحرق.

د) التخطيط القطري

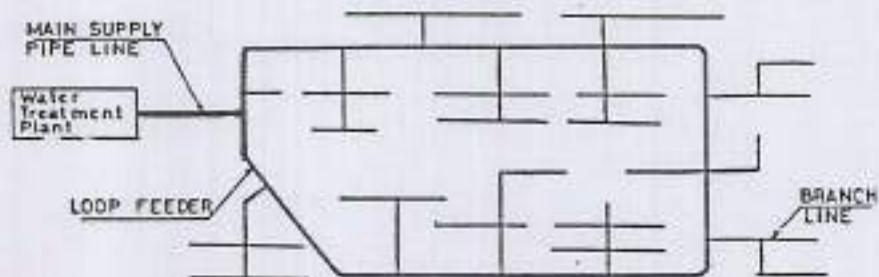
يمكن اعتبار نظام التخطيط القطري (Radial System) نظاماً عكساً للنظام الدائري، حيث تخرج الخطوط الرئيسية حاملة للمياه من محطة ضخ أو تنقية المياه إلى خزانات المياه في مراكز المناطق المختلفة المقسمة إليها المدينة أو الخطوط الحاملة للمياه، ثم تتفرع منها خطوط التوزيع الازمة إلى أطراف المدنلائق شكل (٣-٩) وتميز هذه الطريقة بالحفاظها بمعدل التصرف والضغط العالى حتى بدلية توزيعها من المناطق المركزية، لفحة الفاقد في الضغط فيها، ويستخدم هذا النظام في تغذية المدن الكبيرة.

و عموماً، فإن نظام توزيع ونقل المياه لأى مدينة يمكن أن يجمع بين أكثر من نظام من النظائرتين السابقتين، حسب خطط المدينة في التجمع العرائفي.

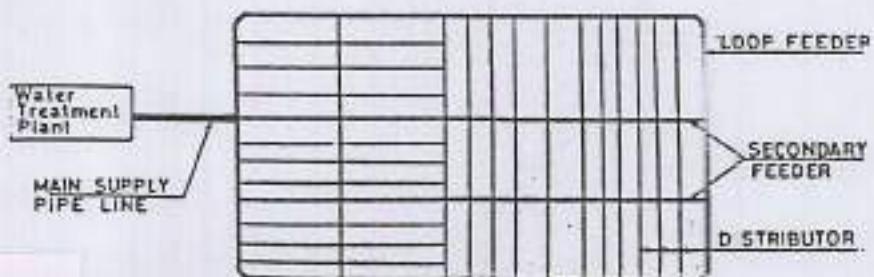
ويوضح الشكل رقم (٤-٤) إرشادات تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب في المدن السكنية بنظام الشبكة المفضل.



TREE SYSTEM (DEAD END SYSTEM).

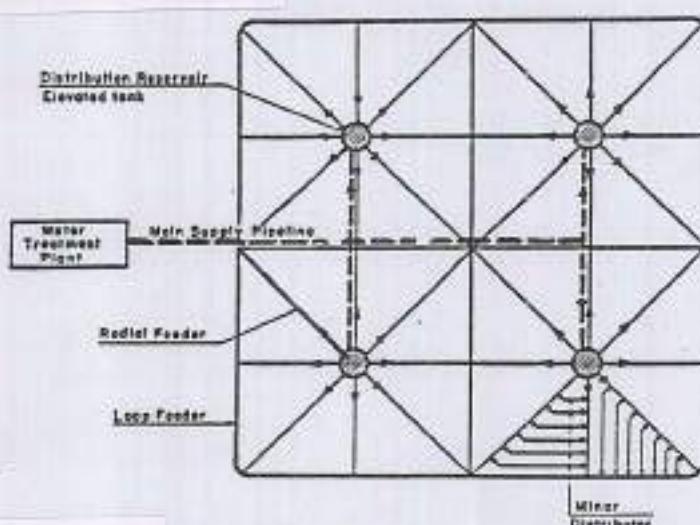


CIRCLE SYSTEM (RING SYSTEM).



شكل رقم (٤-٩)

الخطيط الشجري والدائري والشبكي لشبكات توزيع المياه



RADIAL TYPE

TYPES OF WATER DISTRIBUTION SYSTEM.

شكل رقم (٤-٩)

التخطيط القطري لشبكات توزيع المياه

الفصل العاشر

منشآت تخزين مياه الشرب

الغرض من منشآت تخزين مياه الشرب

يتم الاحتفاظ بطاقة تخزينية من مياه الشرب بعد تنقيتها في محطة التبيقية، وفي بعض الأماكن المترفة من التجمعات السكانية أو للدن (على الشبكة) وتكون معدة لتوزيع المياه، وذلك للأغراض الأساسية الآتية:

- (أ) وزانة التغير في سحب المياه خلال ساعات اليوم الواحد.
- (ب) تشغيل محطات ضخ المياه بشكل اقتصادي ومنتظم، بما بمعدل ثابت أو متغير، لفترة أو فترتين على الأكثر خلال اليوم الواحد.
- (ج) توفير كمية احتياطية من الماء النقى (مياه الشرب) لمواجهة أي طارئ مثل:
 - عدم استقرارية تشغيل محطة التبيقية طوال الـ 24 ساعة.
 - عدم استقرارية تشغيل محطات الضخ لمدة 24 ساعة حيث أنها تعمل غالباً في القرى أو في المدن الجديدة لمدة محددة (12-16 ساعة في اليوم، أي تتم للتغذية بمياه الشرب على فترات منقطعة).
 - حدوث كسر في خط المياه الرئيسي الناقل للمياه.
 - حدوث أي عطل في وحدات محطة التبيقية أو الضخ لفترة قصيرة.
 - مواجهة حدوث حريق بالتجمع السكاني.
- (د) تحقيق السيطرة والتنظيم الصغوطة في الشبكة.
- (هـ) المساعدة في خفض السعة الإنتاجية لمحطة التبيقية، مما يساعد على الاقتصاد في الاستثمارات وفي الطاقة الكهربائية.
- (و) إتاحة فرصة تفاعل مادة التعقيم (الكلور) لإزالة للتلوث قبل ضخ المياه للاستهلاك (يتم ذلك في الخزان الأرضى).

أنواع الخزانات

تستخدم الخزانات الأرضية أو الخزانات العالية، وتكلفة إنشاء النوع الأول أقل من تكلفة إنشاء النوع الثاني في حالة التساوى في السعة. بالإضافة إلى أن طاقته التخزينية أكبر، إلا أن الخزانات العالية تعمل على تنظيم الضغوط في شبكة التوزيع.

الخزان الأرضي

الغرض من الخزان الأرضي أو خزان المياه المرشحة هو استقبال المياه بعد خروجها من المرشحات، وتغذية محطات الضغط العالي التي تدفعها في شبكات التوزيع، وبيني هذا الخزان عادة تحت سطح الأرض بالقرب من مبنى المرشحات، على أن تكون سعته كافية لاستيعاب تصرف المدينة لمدة 6-8 ساعات، وفي هذه الحالة يعترف الجزء المجاور لدخول المياه كخزان تلامس بين المادة المعقمة والمياه لإتمام عمليات التعقيم، وتنراوح هذه المدة بين ٣٠-٦٠ دقيقة، وقد تبني خزانات المياه الأرضية تحت المرشحات مباشرة، إلا أنه لا يفضل ذلك نظراً للصعوبات الإنشائية التي تعرّض التنفيذ وبكتفي بتخزين مياه غسيل المرشحات فقط، وقد تبني الخزانات فوق سطح الأرض في المناطق المرتفعة الموجودة بالتجمعات السكانية أو القرية منها للاستفادة من فوق المنسوب الاستثنائي.

ويبني الخزان بحيث تتدفق المياه فيه بانتظام في كامل قطاعه، وذلك ببناء حواجز حائلة توجه المياه من المدخل إلى المخرج وتحول دون وجود مناطق ترکد فيها المياه، ويبني الخزانات غالباً من الخرسانة المسلحة، وتنسّق من الحواجز الحائلة كدعامات للسقف والأرضية، ويزود السقف بفتحات للتهوية تغطي سلك ذو عيون دقيقة أو بخطاء من الألومنيوم له شكل معين، بحيث يسمح بمرور الهواء أثناء عمليات الملاه والتقوير ويمنع دخول الأتربة والحضرات، وتكتس الحواجز والأرضية بطبقة عازلة من مواد أسمنت المخلوطة بمادة تمنع نفاذ المياه أو باي مادة عازلة أخرى، وينحدر القاع إلى مواسير الصرف لإمكان تنظيف الخزان على فترات زمنية لضمان سلامة المياه، كما يفضل أن تمر المياه عند دخولها إلى الخزان على هدار أو حائط حائل، وبذلك يمكن تغريغ الخزان إلى منسوب الهدر فقط، في حالة إصلاح ماسورة أو محبس المدخل، أما ماسورة المخرج فتوضع على ارتفاع ٢٥ م من القاع، كما هو مبين في الشكل رقم (١٠-١)، بينما توضع ماسورة الغسيل على القاع مباشرة، حتى يمكن تغريغ الخزان منها أو تستخدم طلمبة متحركة لتغريغ مياه الغسيل، وهي غير موضحة بالشكل.

الخزان العالى

وهو من الوحدات الهامة في أعمال توزيع المياه، ونادر ما تخلوا أي مدينة من خزان عال أو أكثر، وبيني من الخرسانة المسلحة ويستخدم أساساً في حفظ ضغط كاف في شبكة التوزيع، ولتخزين المياه في حالة معدلات الاستهلاك المختصة من أجل استخدامها في حالة معدلات الاستهلاك الكبيرة (الموازنة)، وإلطقاء الحرائق، وبه تحديد سعة الخزان حسب الغرض من استخدامه (الموازنة أو للتخزين)، كما هو موضح بالشكل رقم (٢-١٠).

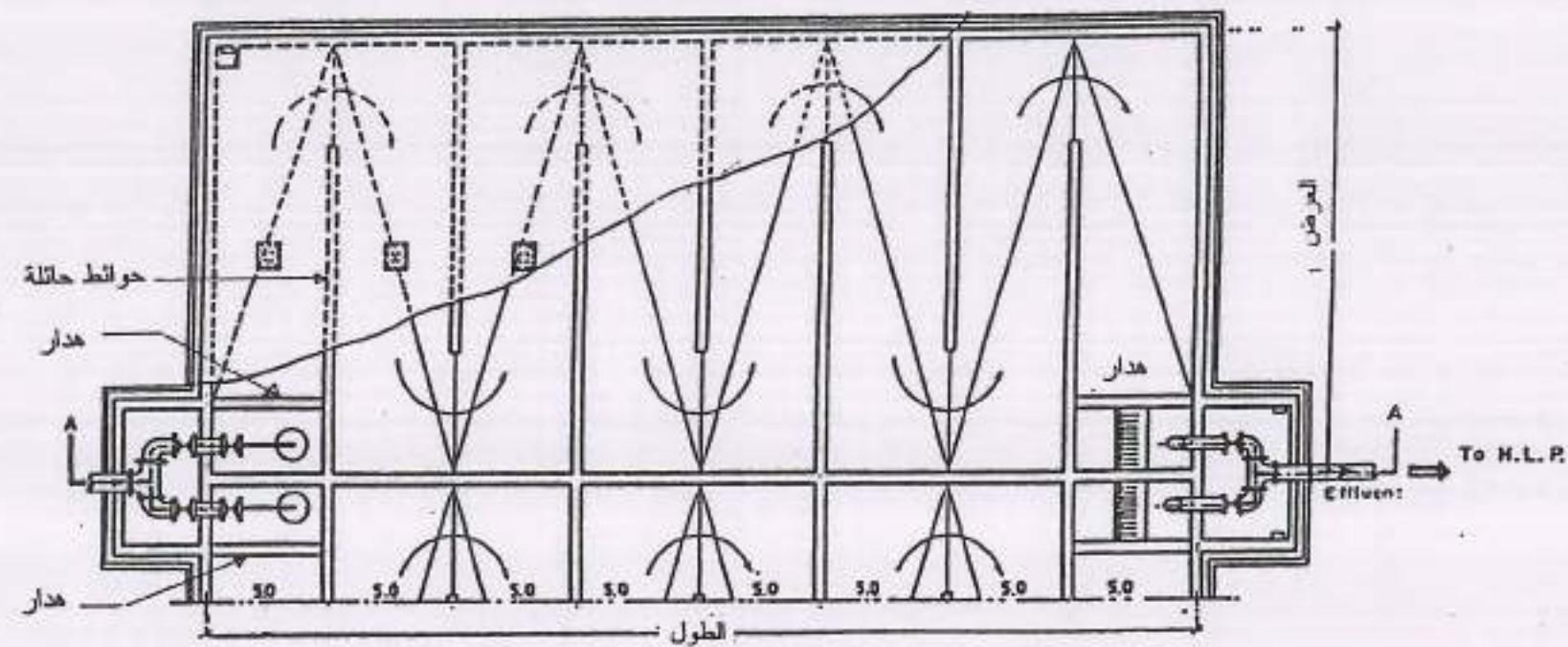
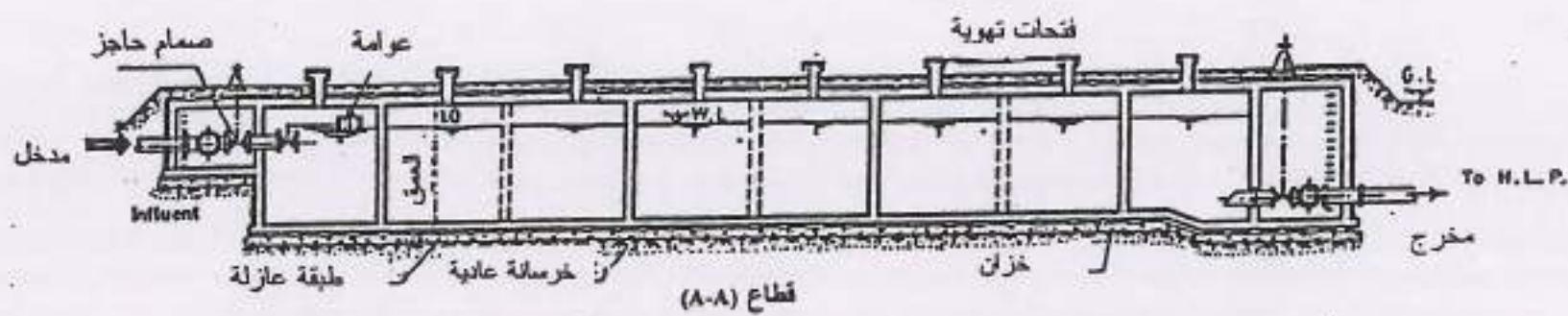
ويحصل الخزان العالى بشبكة التوزيع بواسطة ماسورة رأسية لتغذيته بالمياه وكذلك لتغذية شبكة التوزيع بالماء منه، وهناك نوعان عن الخزانات العالية هما:

- الخزان الأنبوبى (Standpipe Tank).
- خزان الموازنة عالى (Elevated Tank).

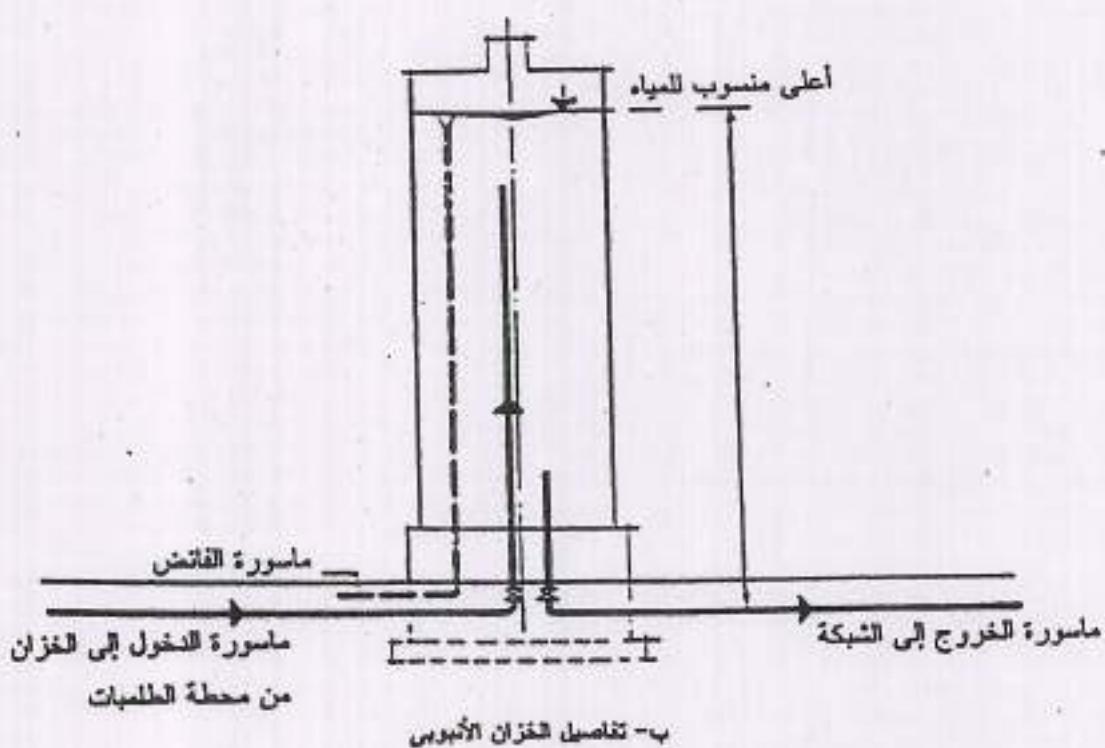
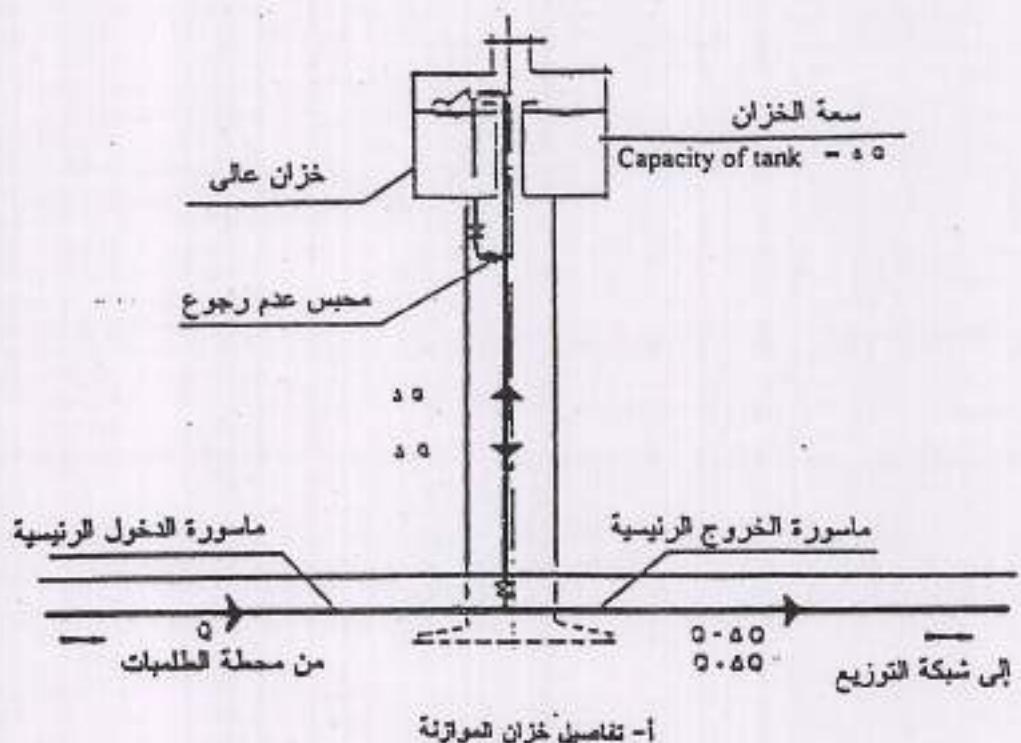
١) الخزان الآتوماتيكي

هو عبارة عن وعاء لسطواني من ألواح الصلب أو الخرسانة المسلحة، ذو قاع مستو ويستقر على أساس من الخرسانة المسلحة، ويستخدم الخزان في الاحتفاظ بالمياه من منسوب سطح الأرض إلى أعلى الخزان، (أى أن جميع حجمه مملوء بالمياه).

ويعمل هذا الخزان على زيادة الضغط في الشبكة عن طريق توفير كمية تخزين إضافية فوق المنسوب المطلوب لتوفير الضغط المطلوب للشبكة أما المياه المتبقية أسفل هذا المنسوب، فتستخدم ككمية إضافية للتخزين يمكن استعمالها مع طلبات رفع مساعدة في مكافحة الحرائق، وذلك عند استخدام عربات الإطفاء.

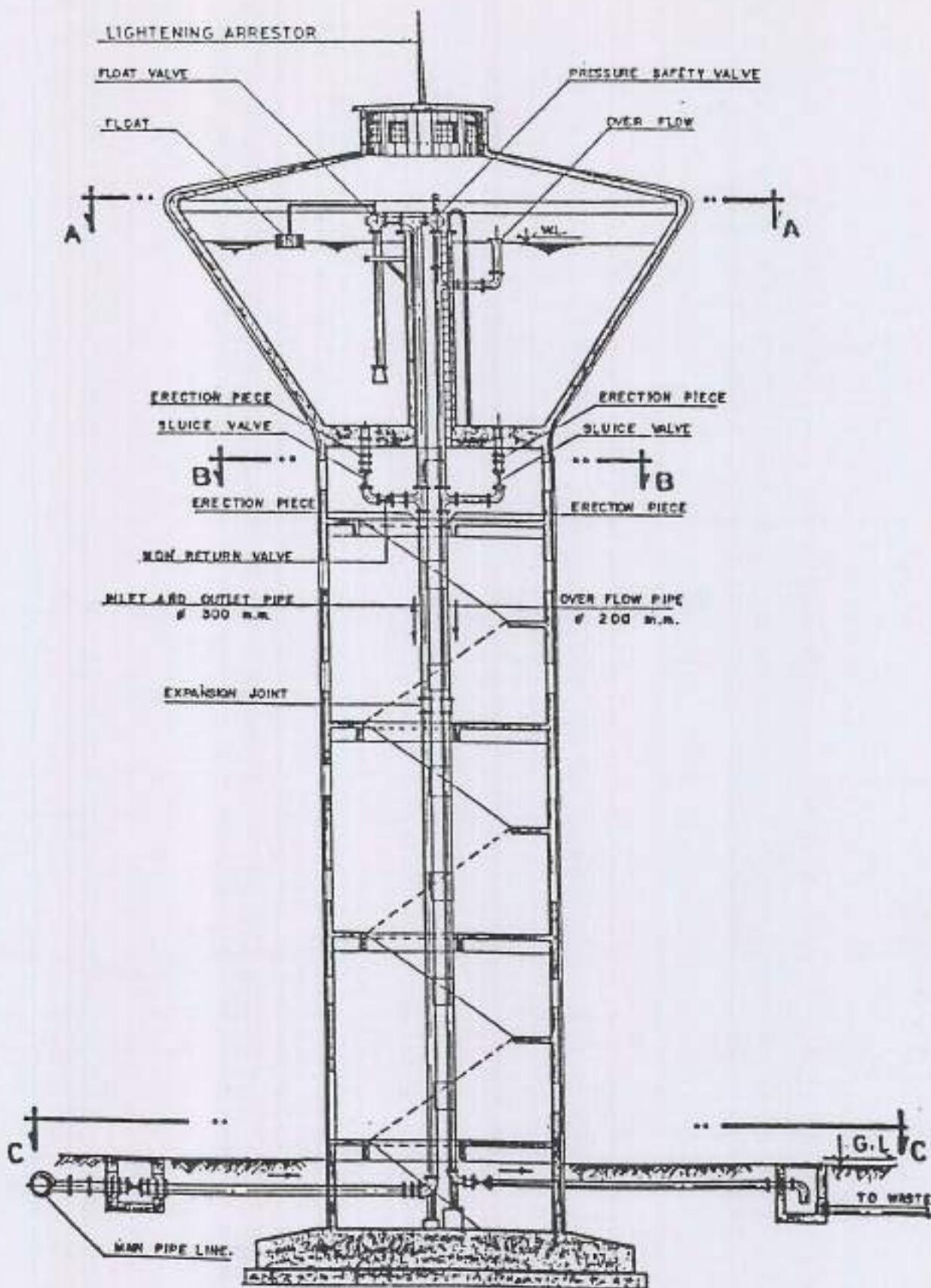


تفصيل خزان مياه أرضي
شكل رقم (١٠ - ١)



شكل رقم (٤-١٠)

أنواع الخزانات العالية (أنبوبى - موازنة عالى)



Sec: Elevation

ELEVATED TANK.