

**CPAS**

مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية

"أ.د/ عبد الباقى إبراهيم وشركاه"

Center for Planning and Architectural Studies

" Prof .Dr. Abdelbaki Ibrahim &Partners "

## دورة تدريبية

في

"تصميم أعمال المياه والصرف الصحي"

إعداد : الخبرير البيئى وأستاذ الهندسة الصحية

الأستاذ الدكتور / محمد سعيد الخولي

الأستاذ الدكتور / اشرف غنيم

تنظيم : مديرية وحدة التدريب

مدام / داليا شمس الدين

TRr24034-DF

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

١٤ شارع السبكي / منشية البكري  
خلف نادى هليوبوليس - مصر الجديدة - القاهرة  
ص.ب: ٦ سرای القبة - رمز بريدى ١١٧١٢  
ت : ٨٤٣ / ٧٤٤ / ٢٧١ / ٤١٩٠٢٧١ (٢٠٢)  
فاكس : ٢٩١٩٣٤١ (٢٠٢)

## الفصل الأول

### التعادل السكاني واستهلاكات المياه

#### مقدمة

تعتبر البيانات الأساسية، والتي يتم الحصول عليها عن طريق الدراسات الميدانية، هي مدخلات لعملية تصميم ناجحة، تحقق الهدف المصمم 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 يكتفى بالحصول على البيانات الأساسية لوقت الحاضر فقط، ولكن يلزم 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 الميدانية 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 قصور 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 افتراض 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 وتتناسب مع منحنى النمو السكاني للمجتمعات المصرية.

#### الطريقة الحسابية -

وتطبق فيها المعادلة الآتية:

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

#### الطريقة الهندسية

وتطبق فيها المعادلة الآتية:

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

حيث أن:

$P_n$  : التعداد الذي يخدمه المشروع في سنة الهدف

$P_0$  : آخر تعداد للمنطقة ويؤخذ حسب بيان التعبئة والأحصاء

$K_a$  : معدل الزيادة السنوية للسكان (معدل ثابت)

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

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

$\ln$  : اللوغاريتم الطبيعي للأساس ٢,٧

#### طريقة الكثافات السكانية

وتتوقف هذه الطريقة على تحديد المدينة أو المنطقة والجدول (1-1) 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 ما يلى:

- استهلاك منزلى.
- استهلاك غير منزلى، ويشمل كل من الاستهلاك التجارى والصناعى والاستهلاك العام.

**(أ) الاستهلاك المنزلى**

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

**ب) الاستهلاك غير المنزلى**

ويشمل جميع عناصر الاستهلاك غير المنزلى من مدارس، مستشفيات، فنادق، مساجد ومكاتب .. إلخ، والجدول رقم (٢-١) يوضح معدل الاستخدام النمطى غير المنزلى، ويعبر عن معدل الاستهلاك الكلى اليومى للمياه باللتر/فرد/يوم، ويختلف هذا المعدل باختلاف فصول السنة وكذلك أشهر السنة وأيضاً في خلال الساعة من اليوم، ولمواجهة هذه التغيرات في معدلات الاستهلاك أمكن تعريف معدلات الاستهلاك المختلفة، واستنتاج متوسط الاستهلاك اليومى على مدار العام، كمقاييس لبقية معدلات الاستهلاك، وفيما يلى تعرifات لمعدلات الاستهلاك المختلفة:

- متوسط الاستهلاك اليومى 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 (١٤٠ - ١٥٠) من متوسط الاستهلاك اليومي على مدار العام ويؤخذ (١٤٠).

- 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 (١٦٠ - ١٨٠) 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 ٢٥٠ من متوسط الاستهلاك اليومي على مدار العام.

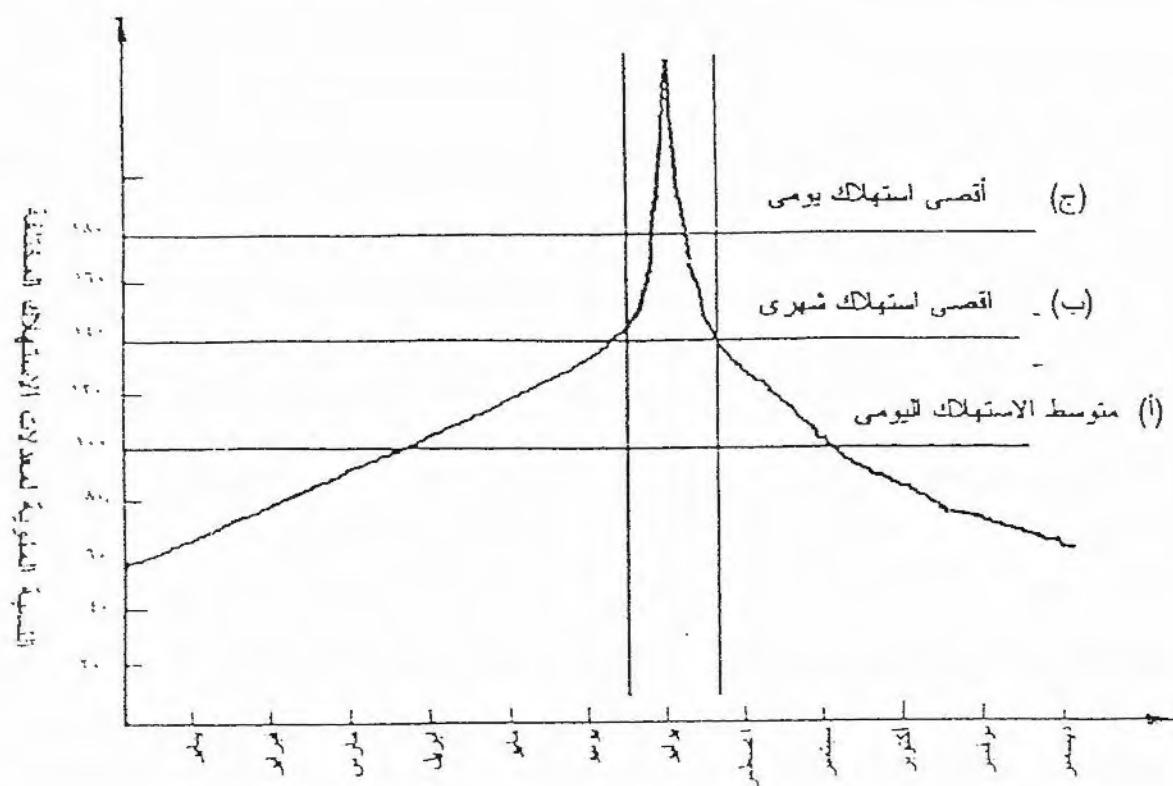
### جدول رقم (٢-١)

#### معدل الاستهلاك النمطي غير المنزلي في القرى

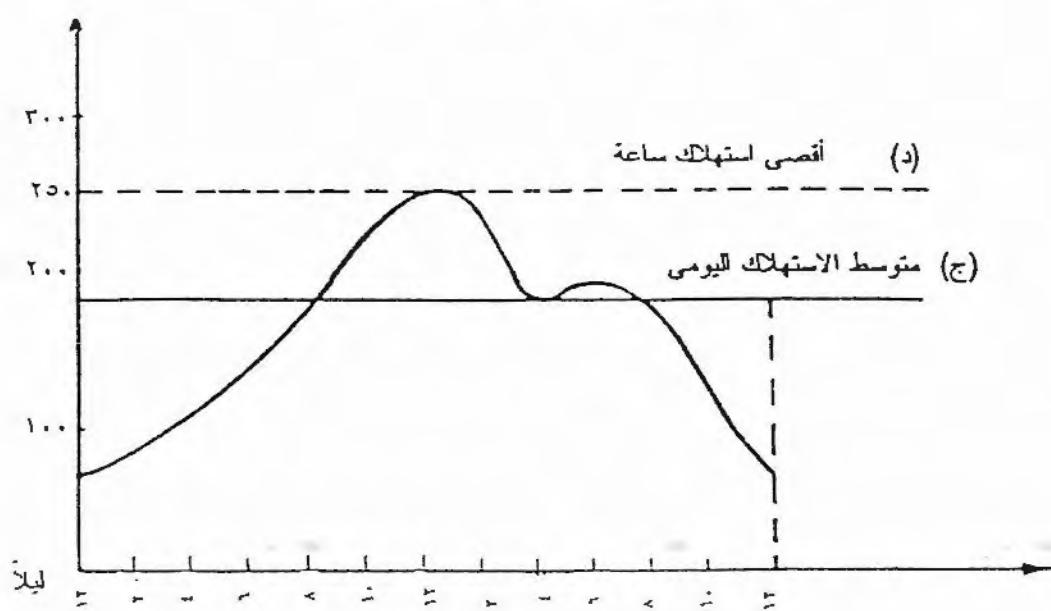
الفئة	الاستخدام النمطي (لتر/يوم)
المدارس	٣٠-١٥ لكل تلميذ
المستشفيات (بها مغاسل)	٣٠٠-٢٢٠ لكل سرير
الفنادق	١٢٠ - ٨٠ للشخص
المقاهى	٩٠ - ٦٥ للكرسي
المساجد	٤٠ - ٢٥ للزائر
السينما والمسرح	١٥ - ١٠ لكل كرسي
المكاتب	٤٠ - ٢٥ لكل شخص
محطات الأتوبيس والسكك الحديدية	٢٠ - ١٥ لكل شخص
معامل منتجات الألبان	٥ - ٢ لتر لطن
المجازر	٥٠ - ١٠ لكل حيوان
الثروة الحيوانية:	
الماشية	٣٥ - ٢٥ للرأس
الخيول والحمير	٢٥ - ٢٠ للرأس
الأغنام	٢٥ - ١٥ 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 التغذية، (أقصى استهلاك يومي) في تصميم الخطوط الرئيسية والخطوط الفرعية وأعمال التخزين للشبكة، ويستخدم (أقصى استهلاك ساعة) في تصميم خطوط التوزيع في الشبكة، وكذلك في تصميم وصلات الخدمة في البيوت.

والشكلان رقمـا (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:

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

Or

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

وتطبق المعادلة الأولى في حالة وجود عدادات قياس استهلاك المياه، وتطبق المعادل 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 ١٪ 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 لتر/فرد/يوم، وهذه الكمية دخلة ضمن متوسط الاستهلاك اليومي، ويراعى خصم كمية الفاقد عند حساب معدلات الاستهلاك الأخرى.

والجدول رقم (٣-١) يعطى 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 اليومى لتر/فرد/يوم	حالة الاستخدام
٢٢٠-٢٠٠	٤٠-٢٠	١٨٠	عواصم المحافظات (المدن)
١٨٠-١٦٥	٣٠-١٥	١٥٠	المراکز
١٥٠-١٣٥	٢٥-١٠	١٢٥	القرى حتى ٥٠٠٠ نسمة
٣٠٠-٢٨٠	٢٠ صفر -	٢٨٠	المدن الجديدة

والمثال التالي يوضح كيفية حساب معدلات الاستهلاك لمدينة جديدة.

مثال

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

$$\text{لتر/فرد/يوم} = ٣٠٠ - ٢٨٠$$

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

$$= ٢٠ \text{ لتر/فرد/يوم.} \quad \text{كمية الفاقد خلال الشبكة}$$

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

$$= ٥٢٤ + ٢٨٠ \times ١,٨٠ \quad \text{أقصى استهلاك يومى}$$

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

أما بالنسبة للاستهلاك الصناعي، ومن واقع الدراسات التى 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)
٢	المرانجز
٢	القرى حتى ٥٠٠٠٠ نسمة
٣	المدن الجديدة

والجدول رقم (٥-١) يوضح متوسط الاستهلاك اليومي في حالة الفنادق - المباني العامة - المباني الحكومية - والمدارس والمستشفيات، أما بالنسبة لتصرفات 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	مباني عامة - مكاتب - مدارس
١٠٠٠ - ٥٠٠ لتر/سرير/يوم	مستشفيات
٥٠٠ - ١٨٠ لتر/سرير/يوم	فندق

**جدول رقم (٦-١)**

**تصرفات الحريق**

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

## الفصل الثاني

### مصادر وخصائص المياه

#### مقدمة

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

وماء كبيرة السوائل يتمدد بالحرارة وينكمش بالبرودة ، إلا أنه يشذ عن هذه القاعدة من درجة الصغر إلى درجة ٤ م ويتميز الماء في هذه الفترة الحرارية بخاصية تميزه عن غيره من السوائل، إذ يتمدد بالبرودة والتجميد، فيطفو الجليد على سطح مياه المحيطات والبحار ، متىحا فرصه الحياة للكائنات البحرية. ولو ان الماء كغيره من السوائل بمعنى أنه ينكمش بالتجمد، لرسب الجليد إلى الأعماق، وماتت الكائنات البحرية، وتراكمت البرودة، واختلت الفصول.

وماء كمادة يوجد في صورها الثلاث: الغازية كبخار ماء، والسائلة كماء، والصلبة كجليد، ويتحوال من صورة إلى أخرى. فيتحول من الغازية إلى السائلة "بالتكثيف" ومن السائلة إلى الصلبة "بالتجدد" 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.

وماء هو أرخص منظف على الإطلاق. فهو العامل النموذجي لإزالة الأوساخ على اختلاف أنواعها. في الطبيعة تقوم الأمطار والسيول بتتنظيف وكنس جميع المخلفات إلى البحار.

ولعهد قريب كانت التقنية الطبيعية كافية لتنقية المياه، إلا أن حضارة الإنسان تصب الكثير من الملوثات الصناعية في مياها الغالية، علامة 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 للاستعمال المنزلى والصناعي. وعليه فالبلاد المزدحمة بسكانها والمتقدمة صناعياً، معرضة بشكل أكبر لأزمة المياه.

ولا تتعانى البلاد الغنية بمصادر المياه من مشكلة توفير المياه للاستعمال الآدمي والصناعي؛ بينما يلزم في البلاد التي تتدنى 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 للنضوب، لذلك يجب المحافظة عليها والتحكم فيها، وإن أمكن العمل على زيتها. وأى ثلوث للمياه ضار للحياة ولأى كائن حتى يعتمد عليها.

ويوضح ذلك تفاصيل مشاكل المياه وازدياد أهميتها أينما اتجه الإنسان، الأمر الذي يستلزم استمرار التقدم العلمي، وزيادة الخبرات في ميادين تنقية المياه.

### مصادر المياه ودورة الماء في الطبيعة

يختص علم الهيدرولوجيا بدراسة توزيعات المياه في الكره الأرضية، وحركتها المستمرة من البحار إلى الجو ومن الجو إلى اليابسة ومن الأرض عوداً إلى البحار وتسمى هذه الدورة بالدورة الهيدرولوجية. وتغطي المحيطات ٧١ % من سطح الأرض، وتحتوي على ٩٧ % من مياه الكره الأرضية، ٣ % الباقية توجد في الجو كبخار ماء، وعلى الأرض كميات مياه عذبة وثلوج 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	النسبة المئوية
مياه من مكونات الغلاف الجوى	١٣	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	٠,٠٠٤
مياه ضمن مكونات التربة فوق منسوب المياه الجوفية	٦٧	٠,٠٠٥
مياه جوفية حتى عمق ٨٠٠ متر	٤٢٠٠	٠,٣١
مياه جوفية على عمق بين ٨٠٠ و ٤٠٠٠ متر	٤٢٠	٠,٠٣١
<b>المجموع</b>	<b>١٣٦٠٠٠</b>	<b>١٠٠,٠٠</b>

ومعظم المياه التي تسقط على الأرض لا تصل إلى المحيطات بل تكمل دورتها الهيدرولوجية عوداً إلى الجو بعملية البخر وعملية نتح النباتات.

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

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

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

- وتنقسم المواد الدخيلة على المياه إلى ثلاثة أقسام:

- مواد ذائبة (Dissolved).
- مواد عالقة (Suspended).
- مواد كلويدية (Colloidal).

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

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

أما المواد الكلويدية فهى توجد في حالة متوسطة بين التعلق والذوبان.

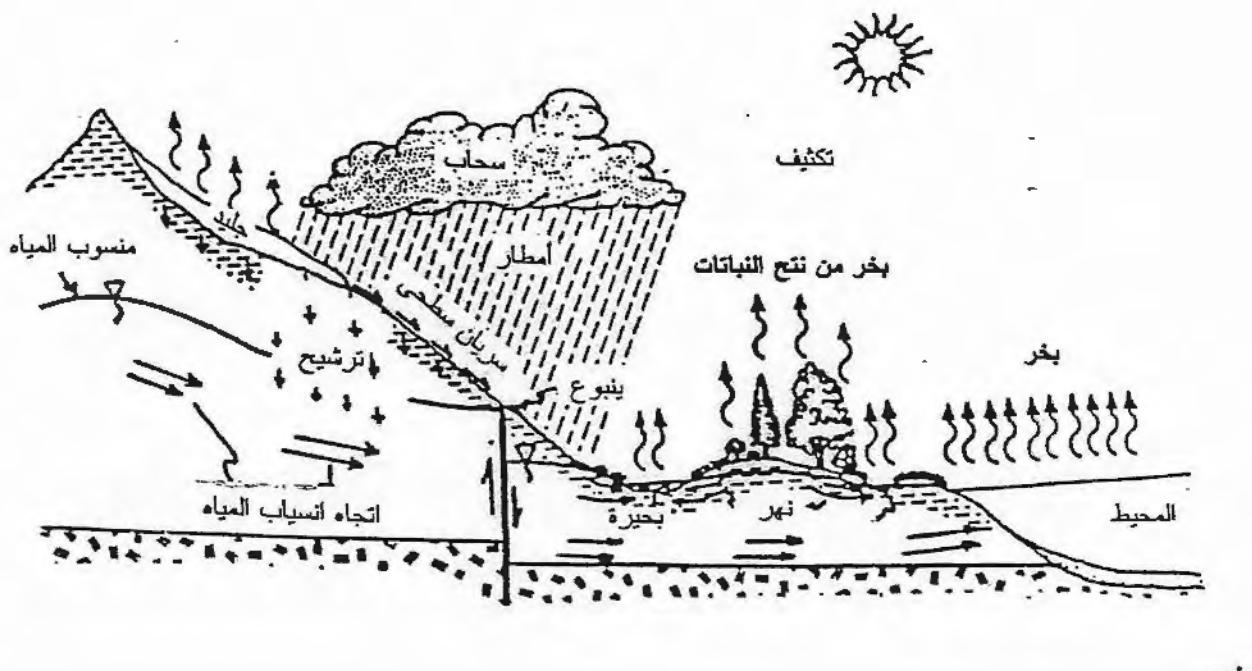
- وتجرى المياه على سطح الأرض في اتجاهات ثلاث:

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

والمياه 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 عمليات المعالجة، والتي هي موضوع دراستنا.

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

وفي مصر نعتمد على مياه نهر النيل والمياه الجوفية كمصادر رئيسية لمياه الشرب.



خص

تنقسم خصائص المياه إلى:

◆ **خصائص طبيعية**

وتشمل درجة الحرارة، والعkarة، وللون، والطعم، والرائحة.

◆ **خصائص كيماوية**

وتشمل الرقم الهيدروجيني، والعسر، والأكسجين الذائب، والمواد 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 المضافة، وسرعة ترسيب الجسيمات الدقيقة.

## ٢ - العكاره

قد تكون العكاره مواد عضوية مثل الطحالب، التي تسبب مضائقة كبيرة ما لم تعالج كيماويا لوقف نكاثرها. وقد تكون العكاره مواد غير عضوية مثل الطمى والرمال، وقد تصل إلى عدةآلاف من الأجزاء في المليون في المياه السطحية، وتكون أقل كثيرا في المياه الجوفية نظرا لأن الأخيرة تتعرض للترشيح أثناء مرورها في طبقات التربة. وقد تكون العكاره مواد كلويدية، وتندرج تحت هذا الاسم المواد الصغيرة الحجم جداً التي لا يمكن رؤيتها بالميكروسkop العادي. وتوجد هذه المواد في حالة متوسطة بين التعلق والذوبان، ولكن يمكن تنقيتها بالترشيح.

## ٣ - اللون

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

## ٤ - الطعام

يكون الماء في بعض الأحيان ذا طعم غير مستساغ نتيجة لاحتوائه على الطحالب والمواد العضوية، أو لإختلطه بمياه 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 للمياه

### ١ - الرقم الهيدروجيني

ويرمز له بالرمز pH ، ويعبر عن حالة المياه وهو يبدأ من الصفر إلى ١٤ . والرقم ٧ يدل على التعادل وهو الرقم الهيدروجيني للمياه النقية. وإذا قل عن ٧ دل ذلك على حمضية المياه، وإذا زاد عن ٧ دل على قلويتها. والمياه الحمضية تسبب تأكل المعدات خاصة المعدنية، أما القلوية فترسب قشوراً على الأسطح على صورة هيدروكسيدات.

### ٢ - العسر

وينشأ عن وجود أملاح الكالسيوم والماغنسيوم ذاتية في الماء، وهي تزيد من الرقم الهيدروجيني للماء وترسب قشوراً على الأسطح، كما أنها تكب الماء طعما غير مستساغ. ويصعب مع الماء العسر استخدام الصابون والمنظفات.

### ٣ - الأكسجين الذائب

يتوارد الأكسجين ذائباً في المياه 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. ويتؤدي زيادة نسبة الأكسجين الذائب في الماء إلى تأكل السطوح المعدنية الملمسة له.

### ٤ - المواد الذائبة

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

كما توجد بعض المواد الذائبة والضارة بصحة الإنسان مثل المركبات العضوية، لذلك كان من الضروري إعطاء عناية 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 تلوثها فتصبح غير صالحة للاستعمال إلا بعد تنقيتها.

ويمكن تقسيم 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 الذائبة والتي تكبها لوناً أو تجعلها غير صالحة للاستعمال أو غير مستساغة من حيث الطعام 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 والعکارة والطعم والرائحة.

### المياه غير النقية

هي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية اكسبتها تغيراً في اللون أو الطعم أو الرائحة أو العkarة، إلا أن هذا لا يعني تأكيد عدم صلاحية المياه للاستخدام، إذ قد لا يتسبب عن هذا 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 امراض، مما يؤكد عدم صلاحيتها للشرب.

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

## جدول رقم (٢-٢)

## بعض المواد الملوثة وما تسببه من مشاكل صحية

ما تسببه من مشاكل صحية	نوع المواد الملوثة		
بعضها يسبب أمراضاً تتسبب لوناً وطعمـاً ورائحةً وعـكارـة يسبب عـكارـة		- البكتيريا - الطحالب - الطمي	• المواد العالقة
يسـبـب لـونـا أحـمـر أو بـنـى فـاتـح تـسـبـب لـونـا أـسـوـدـاً أو بـنـىـا تـسـبـب لـونـا وـطـعـما		- أكسـيدـ الـحـدـيد - المـنـجـنـيزـ	• المواد الغـرـوـيـة
تـسـبـب قـلـويـة وـعـسـراً مـؤـقـتاً تـسـبـب قـلـويـة وـعـسـراً مـؤـقـتاً تـسـبـب عـسـراً دـائـماً تـسـبـب عـسـراً دـائـماً	البيـكـرونـات الـكـربـونـات الـكـبـرـيتـات الـكـلـورـيدـات	- أـمـلاـحـ الـكـالـسـيـوـمـ وـالـمـاغـنـيـسـيـوـمـ	• الأـمـلاـحـ الـذـائـبـة
تـسـبـب قـلـويـة تـسـبـب قـلـويـة تـسـبـب تـكـوـينـ رـغـاوـىـ فـىـ الـغـلـاـيـاتـ تـسـبـب تـشـوـيهـ الـأـسـنـانـ تـسـبـب طـعـماً	الـبـيـكـرـوبـونـات الـكـربـونـات الـكـبـرـيتـات الـفـلـورـيدـات الـكـلـورـيدـات	- أـمـلاـحـ الصـوـنـيـوـمـ	
تـؤـثـرـ عـلـىـ الـمـعـادـنـ تـؤـثـرـ عـلـىـ الـمـعـادـنـ وـتـزـيدـ الـحـامـضـيـةـ تـأـثـيرـ عـلـىـ الـمـعـادـنـ وـطـعـمـ وـرـائـحةـ		- الـأـكـسـجـينـ - ثـانـىـ أـكـسـيدـ الـكـربـونـ	• الـغـازـاتـ الـذـائـبـة

## 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 العكارنة واللون والطعم والرائحة والطحالب والبكتيريا والفيروسات، إذ أن وجود هذه المواد في الماء يجعلها غير مستساغة وضارة لاستهلاك.

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

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

### التقنية لأغراض الصناعة

تشتمل عمليات تجهيز المياه للصناعة على الترسيب والتهوية علاوة على عملية التيسير حيث أنها من العمليات الهامة. فالماء العسر الغير ميسر يسبب تكون قشرة داخل أنابيب الفزانات مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الوقود وتلف الأنابيب مما ينتج عنه خسارة كبيرة وزيادة باهظة في التكاليف الجارية.

كما أن عسر الماء يسبب زيادة في استهلاك الصابون والمنظفات في المغاسل، ثم إن الرواسب المتكونة من أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم تسبب قشرة تلتصق بالأقمشة وتعطيها لوناً بني فاتح يميل إلى الصفرة، وعلى سبيل المثال فإن عمليات تيسير الماء ضرورية أثناء عمليات صباغة النسيج النهائية، إذ أن الرواسب الناتجة تؤثر على تركيزات ونوعية أصباغ المنسوجات. وهناك الكثير من الصناعات التي يتحسن أداؤها بإستعمال الماء الميسر مثل صناعات الخماائر والتقطير والورق والتليج. لذلك فإن النواحي الاقتصادية تحتم تيسير المياه العسرة قبل استعمالها في الصناعة بصفة عامة.

### الفصل الثالث

## الخطوات الأولية لتنقية المياه السطحية

### نظرة عامة

تحتوى معظم المياه السطحية على بعض الشوائب العالقة، بالإضافة إلى بعض أنواع الكائنات الحية مثل البكتيريا والطحالب. أما درجة تركيز الأملاح الذائبة ف تكون غالباً مقبولة ومرغوبة في الوقت 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 الأملاح الذائبة والتي تتراوح بين ٤٠٠ و ٢٠٠ 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 والعکارة 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 المحمولة 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 والترع، 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 لتلوث المياه قبل استعمالها. ويتم ذلك عن طريق عملية الكلورة الابتدائية، ثم المعالجة الكيماوية المبدئية، والترويب، والتدفيف، تليها عمليات الترسيب، والترشيح، والتطهير.

- أعمال التخزين والتوزيع للاستخدام، ويتم ذلك بتجميع المياه المنشقة في خزانات تجمع أرضية، ثم يتم ضخها للتوزيع بواسطة طلمبات ضخ للمياه المنشقة (ذات الضغط المرتفع) إلى شبكات التوزيع 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.

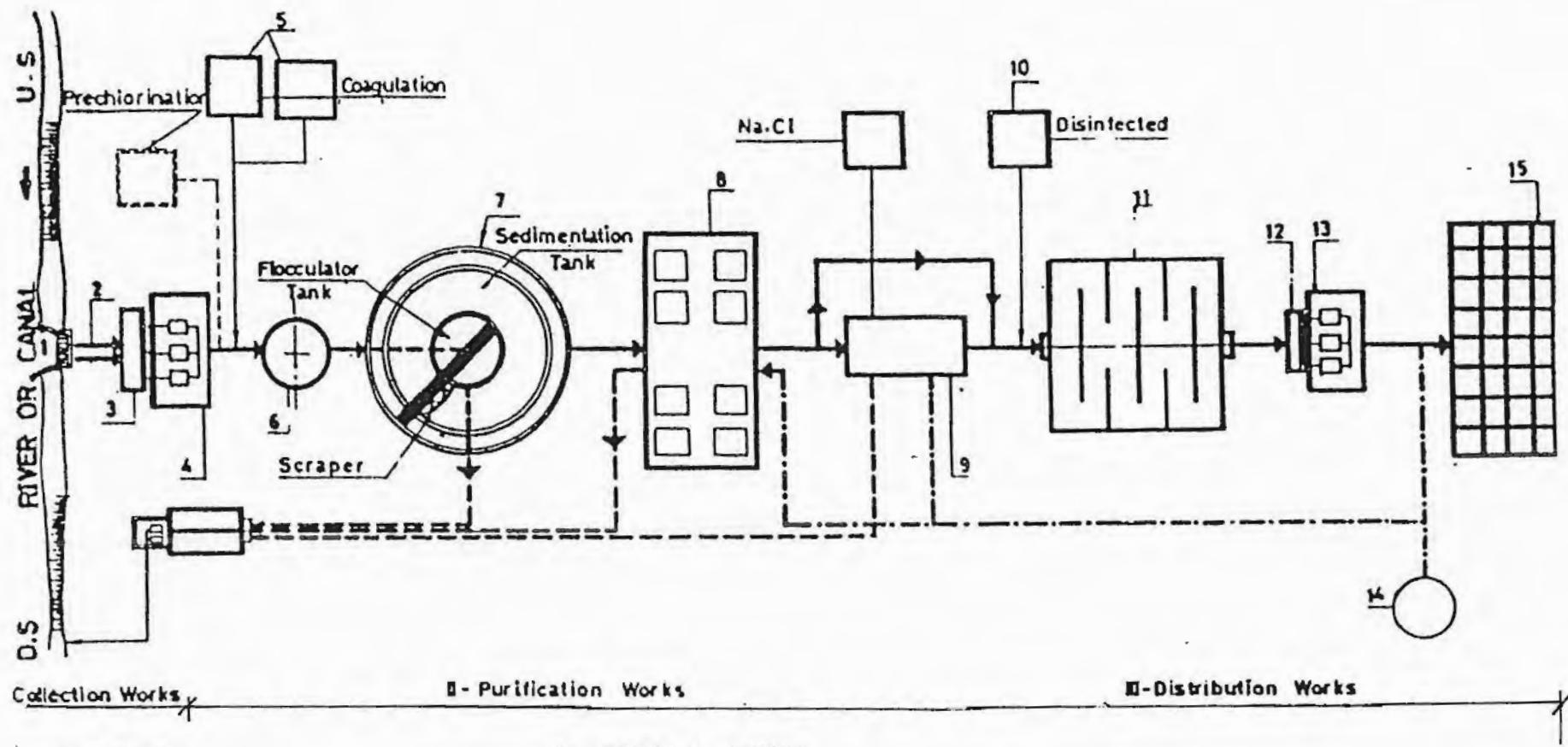
- قرب الموقع المختار من مصدر مياه خام متوفّر فيه الشروط التالية:

- ذو نوعية مياه خام جيدة.
- قادر على الوفاء بالمتطلبات المائية الحالية والمستقبلية للعملية.
- لا يخضع للمناويبات.
- بعيد عن مصادر التلوث.

- قرب الموقع المختار من مصدر تغذية 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 المهامات والمعدات أثناء التنفيذ، والمهامات والخامات اللازمة للتشغيل والصيانة بعد ذلك.

- وقوع الموقع المختار في مكان متوسط بالنسبة لمنطقة التي سيخدمها، ويحسن أن يكون في أكثر المناطق ارتفاعاً بالنسبة لطبيعة رافقية المنطقة.

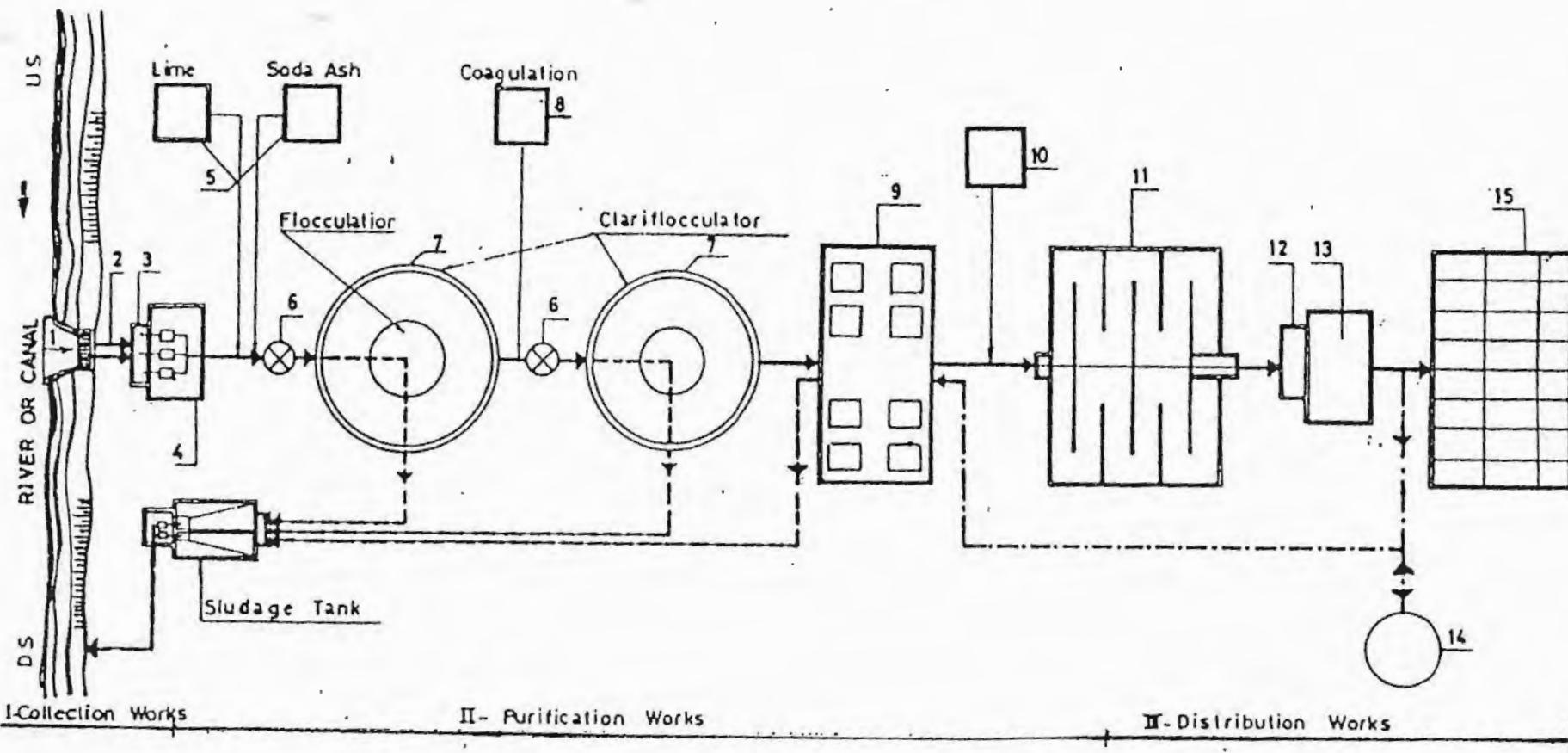


1 - INTAKE.  
 2 - CONDUIT INTAKE.  
 3 - SUMP OF LOW LIFT PUMP.  
 4 - LOW LIFT PUMP

5 - CHEMICAL FEEDING.  
 6 - FLASH MIXING  
 7 - CLARIFLOCCULATOR.  
 8 - FILTERATION  
 9 - ZEOLITE FILTER.  
 10 - DISINFECTION.

11 - GROUND RESERVOIR.  
 12 - SUMP OF HIGH LIFT PUMP.  
 13 - HIGH LIFT PUMP.  
 14 - ELEVATED TANK.  
 15 - NETWORK

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

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

#### المأخذ

عبارة عن الأعمال الإنسانية التي تقام على المصدر المائي، لسحب المياه الخام (العكرة) بطريقة سليمة، وبالكميات المناسبة للإحتياجات المطلوبة. ومنه تمر المياه إلى المصافي ومواسير المأخذ ثم إلى بحارة محطة طلبات 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 الشاطئ.
- سحب المياه من متوسط عمق المياه بالمصدر، بحيث تكون أعلى من القاع وأسفل مستوى سطح الماء بالأعمق الآمنة.
- 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 الشاطئ لضمان سلامة المنشآت.
- أن يكون بعيداً عن أي مصدر تلوث محتمل.

ويجب قبل القيام بأى أعمال إنسانية، القيام بعمل القياسات والتحاليل أمام الموقع المقترن للمأخذ للتأكد من:

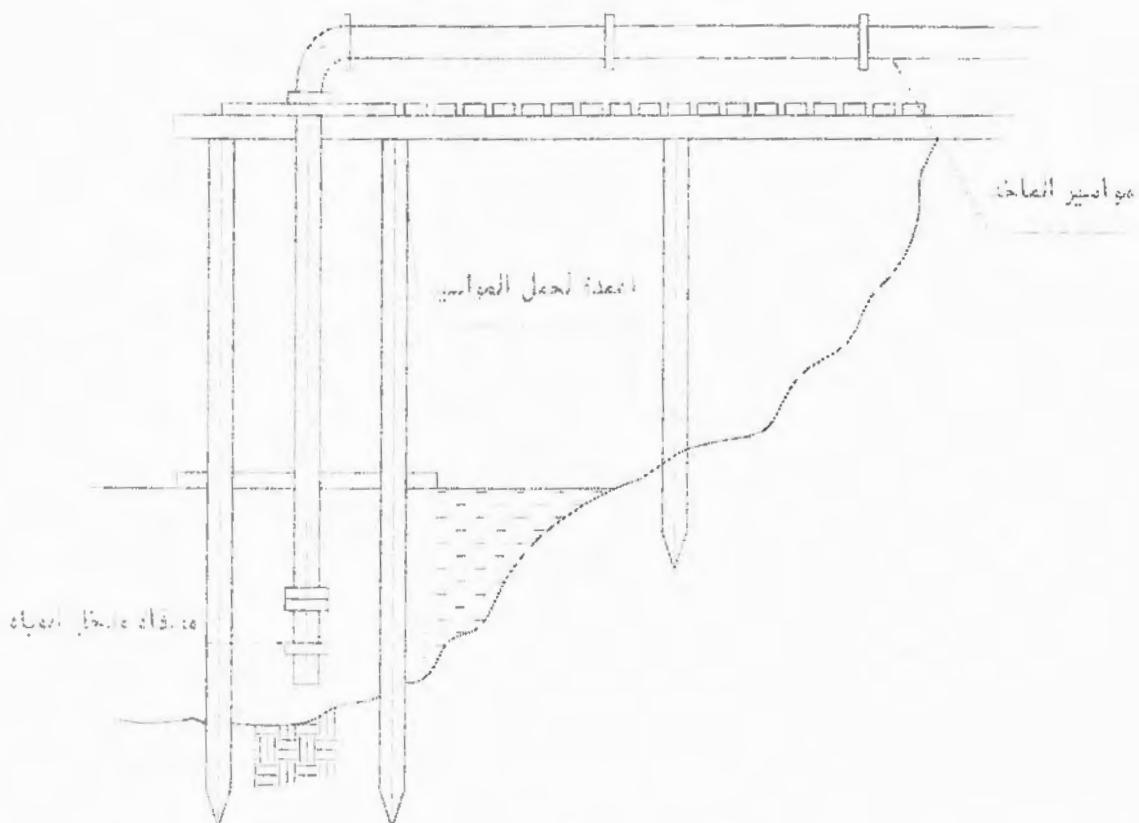
- نوعية المياه الخام ومتناسبتها مواصفاتها وتحاليلها الكيماوية للإستخدامات المطلوبة.
- كفاية عمق المياه بالموقع، حتى في حالة أقل منسوب للمياه.
- استقامة المجرى قدر المستطاع قبل وبعد الموقع لتلافي مشاكل الترسيب والنهر والتي قد تنشأ عن وجود منحدرات في المجرى.
- انتظام قطاع المجرى عند موقع المأخذ، وعدم احتمال تكون جزر ترسيبية.

- مراجعة مناسبات المياه بالمجرى على مدار عدة سنوات، والتتأكد من أعماقها، وحساب أقصى وأقل تغير في المناسبات، لمراعاة ذلك عند تصميم طرز الطلبات (افقية أو رأسية).

## أنواع المأخذ

### أ - مأخذ المسورة (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 الملاحة، بالإضافة إلى وجوب إضاعته بطرق خاصة للتحذير من الاصطدام به ليلاً. ويكون عمق المواسير حوالي متر تحت أقل منسوب للمياه، أو أن يكون للمواسير أكثر من فتحة لتناسب تغير منسوب المياه في المجرى المائي. ويبين الشكل رقم (١-٥) رسمياً تخطيطياً لمأخذ مسؤرة.



شكل رقم (١-٥)

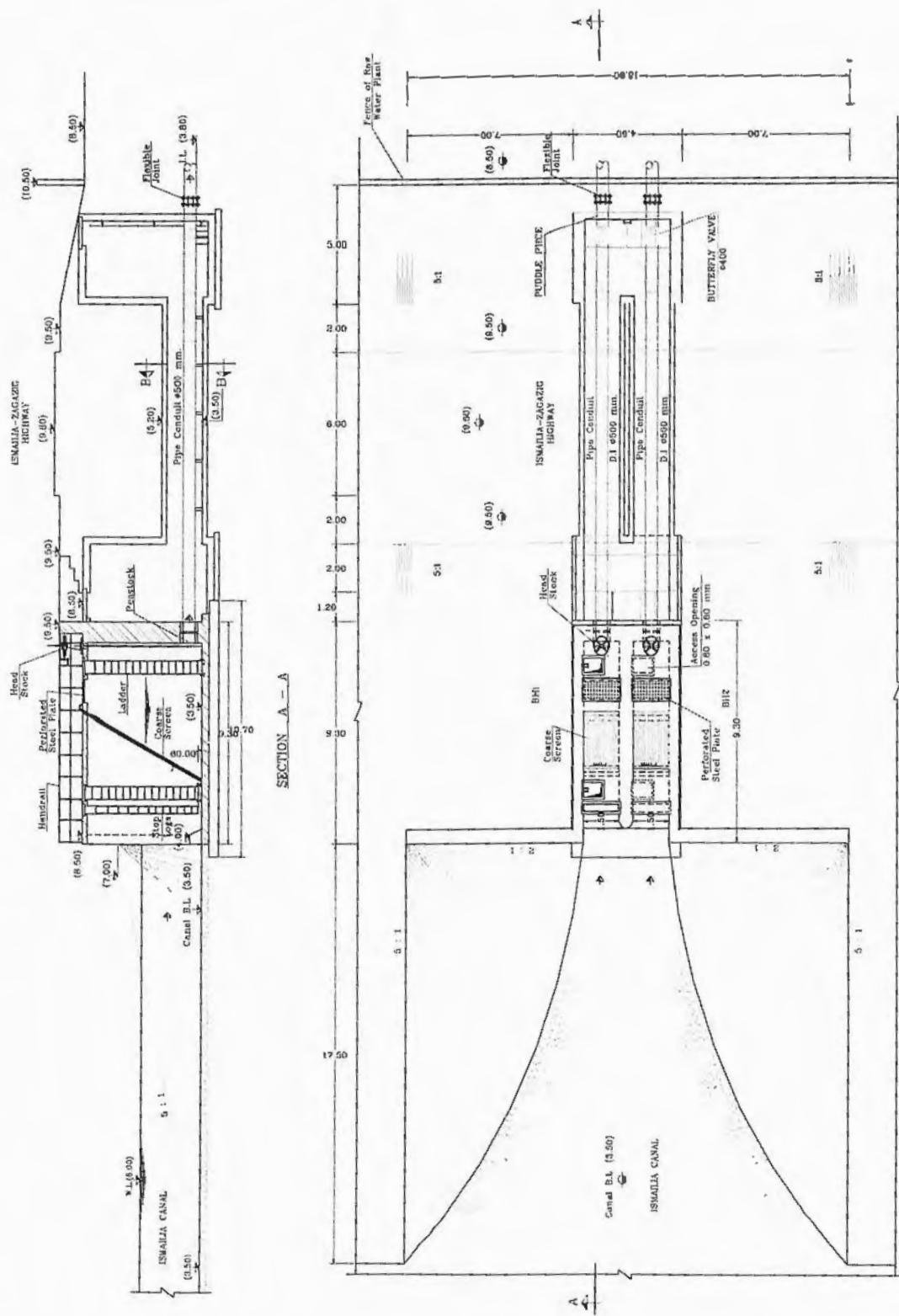
رسم تخطيطي لمأخذ مسؤرة

### ب - مأخذ الشاطئ (Shore Intake)

هو عبارة عن حائط وأجنحة تبني على الشاطئ مباشرةً من الخرسانة المسلحة أو حوائط من الطوب لوقاية مواسير مأخذ المياه. هذا ويجب أن تمتد المواسير تحت الجسر، وتنتهي إلى بياره طلبات المياه الخام (الضغط

المنخفض عادة). وتوضع شبكة على المأخذ لحجز المواد العالقة والأسماك. ويستعمل هذا الطراز من المأخذ في القنوات الملاحية وغير الملاحية على السواء، كذلك في الأنهر الصغيرة لكي لا يعوق حركة الملاحة.

ويعرض الشكل رقم (٢-٥) قطاعاً رأسياً تخطيطياً لمأخذ الشاطئ.



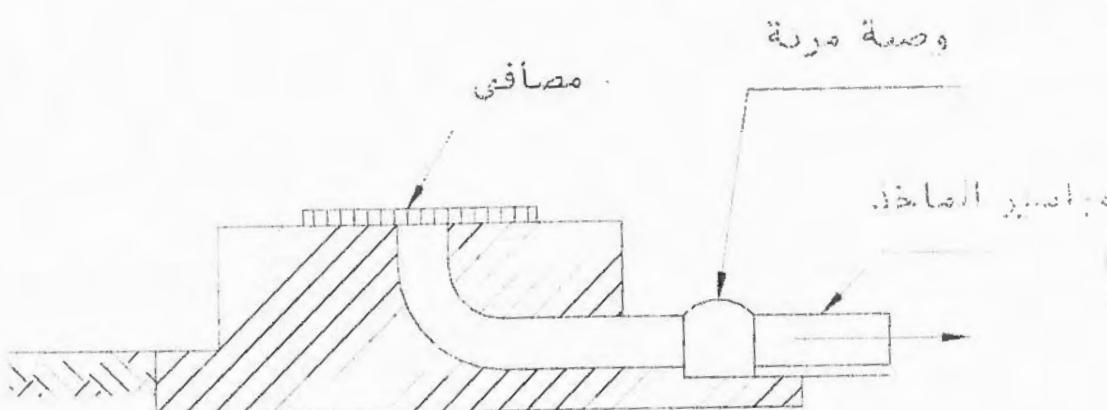
شكل رقم (٢-٥)

### قطاع رأسى تخطيطى لـمأخذ الشاطئ

#### ج - مأخذ مغمور (Submerged Intake)

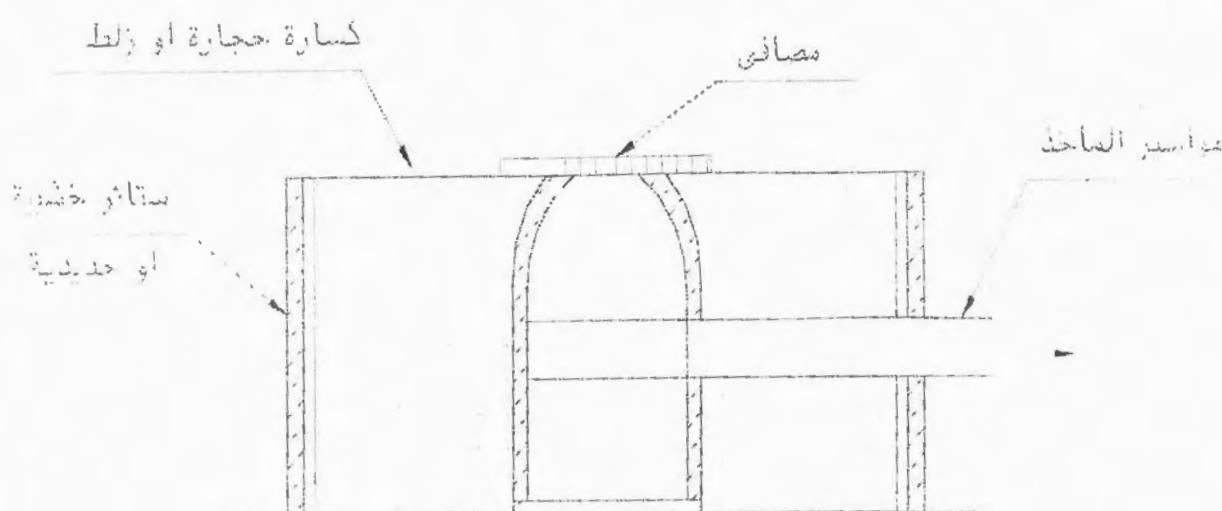
وهو ماسورة مثبتة في قاع المجرى المانى بواسطه كمرات خرسانية أو حواطن من الطوب. ويستعمل هذا المأخذ في الأنهر أو المجرى الضيق ملحيا، وفي حالات وجود مواد عالقة أو طافية نتيجة وجود بعض العوامات والسفن على الجانبين.

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



شكل رقم (٣-٥)

#### نموذج لمأخذ مغمور



سس رقم ١٠

#### نموذج آخر لمأخذ مغمور

#### د - مأخذ مؤقت للطوارئ (Emergency Intake)

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

ولما كان مصدر المياه الرئيسي في مصر هو نهر النيل وفروعه والترع والرياحات، فإنه غالباً ما يستخدم مأخذ الماسورة على النهر، وأخذ الشاطئ على الترع.

#### التصفيّة

##### الغرض من التصفية

الغرض من التصفية هو حجز الأجسام الصلبة الكبيرة كالأغصان والنباتات والأجسام الطافية التي يمكن أن تسد أو تتلف 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 بينية بمقاسات مختلفة:

شبك صغيرة بمسافات من ١٥ إلى ١٣ مم، شبک متوسطة من ١٣ إلى ٢٥ مم، شبک كبيرة من ٣٢ إلى ١٠٠ مم. وأكثرها استخداماً المتوسطة والكبيرة. وتركب في مسار المياه الداخلة إلى مأخذ المياه بزروايا ميل ٦٠ إلى ٨٠ درجة مع الأفق لتسهيل عملية النظافة ولمنع إنسداد المواسير وقطع المضخات.

###### ب - المصافي ذات الشبك (Mesh Screens)

تسمى أيضاً المصافي المتوسطة، وتُصنع من نسيج السلك الصلب الذي لا يصدأ. وتحصل مساحة الفتحة إلى ١٠ مم<sup>2</sup>. وتشتخدم في حالات المياه التي تحتوي على أجسام صغيرة. وتركب رأسياً في مجرى المياه، وتتنفس آلياً في معظم الأحيان.

###### ج - المصافي الدقيقة (Microstrainers)

هي مصافي لحجز العوالق الدقيقة مثل الكائنات الحية الحيوانية والنباتية الصغيرة جداً المعلقة أو الطافية في الماء، وتنتفع عادة آلياً 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) وسننراول فيما يلى بزيارة طلبات الضغط المنخفض، ومواسير سحب وحدات الطلبات، ووحدات المياه الخام (العكرة).

### ببارة طلمبات الضغط المنخفض

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

ويراعى في تصميم الببارة الآتى:

- تراوح مدة المكث بالببارة، من ٢ إلى ٥ دقائق.
  - طول الببارة تكون عادة هو طول محطة الطلمبات، وهو يساوى: عدد الطلمبات  $\times$  المسافة بين محاورها (المسافة بين محاور الطلمبات فى حدود ٣-٢ متر بين كل طلمبتين، مع ترك أماكن للطلمبات المستقبلية).
  - عرض الببارة لا يقل عن ١,٥ متر لسهولة القيام بأعمال النظافة والصيانة.
  - حجم الببارة = التصرف  $\times$  مدة المكث
  - لا يقل عمق الماء بالببارة عن متر واحد فوق منسوب مواسير سحب الطلمبات.
- ويفضل تقسيم الببارة إلى جزعين أو ثلاثة حسب طولها لأغراض الصيانة. ويتم إنشاء الببارة إما ملحقة بمبني الطلمبات مباشرة أو منفصلة عنه.

### مواسير سحب وحدات الطلمبات

يراعى في مواسير سحب الطلمبات الآتى:

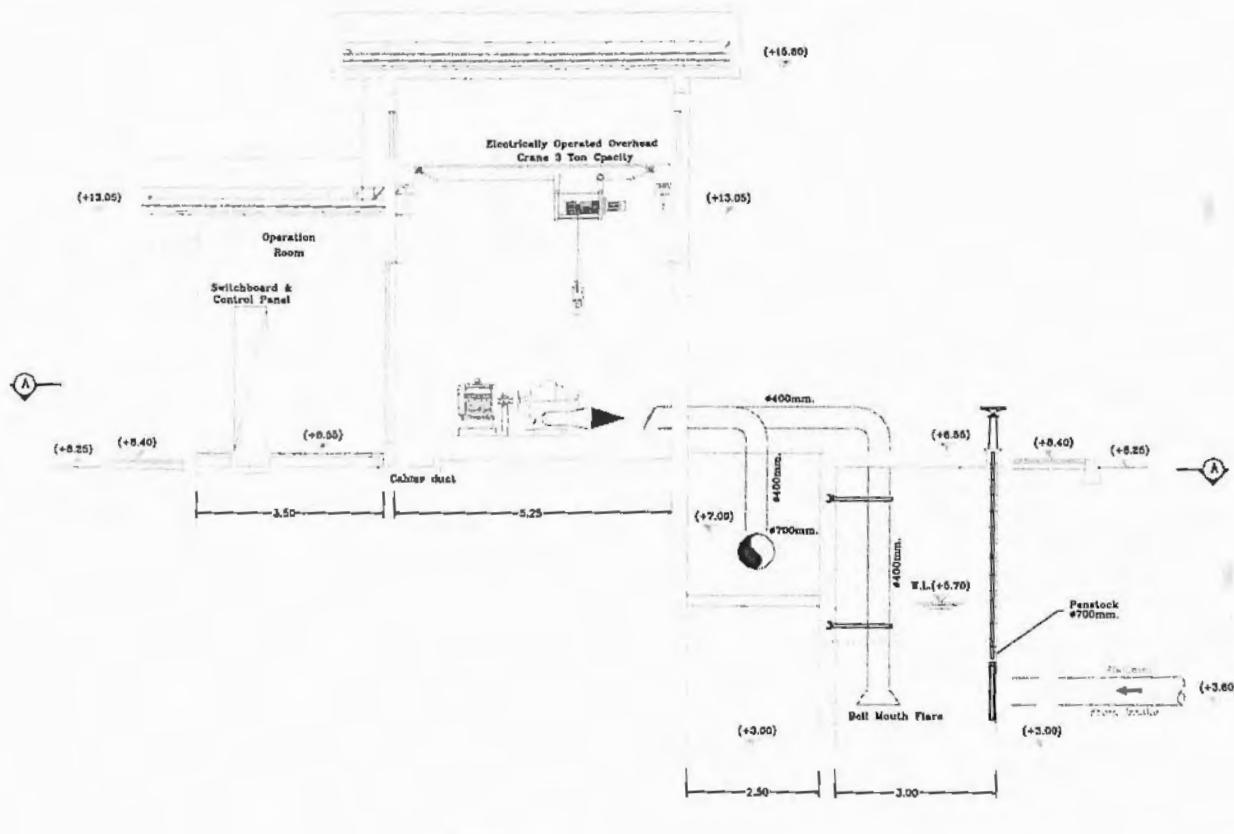
- لا تقل سرعة الماء عن ٠,٦ متر/ثانية ولا تزيد عن ٣ متر/ثانية. ويفضل أن تكون مترا واحداً/ثانية لتقليل فوائد الضغط إلى أقصى حد.
- تقليل عدد الكيغان والقطع قدر المستطاع لتقليل فوائد الضغط.
- إستقامة خط السحب مع السماح بميل خفيف لأعلى نحو الطلمبة.
- قطر الجرس (Bell Mouth) المركب = ١,٥ مرة قطر ماسورة السحب.
- أقل عمق تحت سطح الماء بالببارة = ضعف قطر الجرس = ٣ مرات قطر ماسورة السحب.

### وحدات المياه الخام

مضخات المياه الخام (العكرة) (Raw Water Pumps) هي الوحدات التي ترفع المياه الخام من ببارة المياه العكرة إلى بداية مراحل عملية التفقيه.

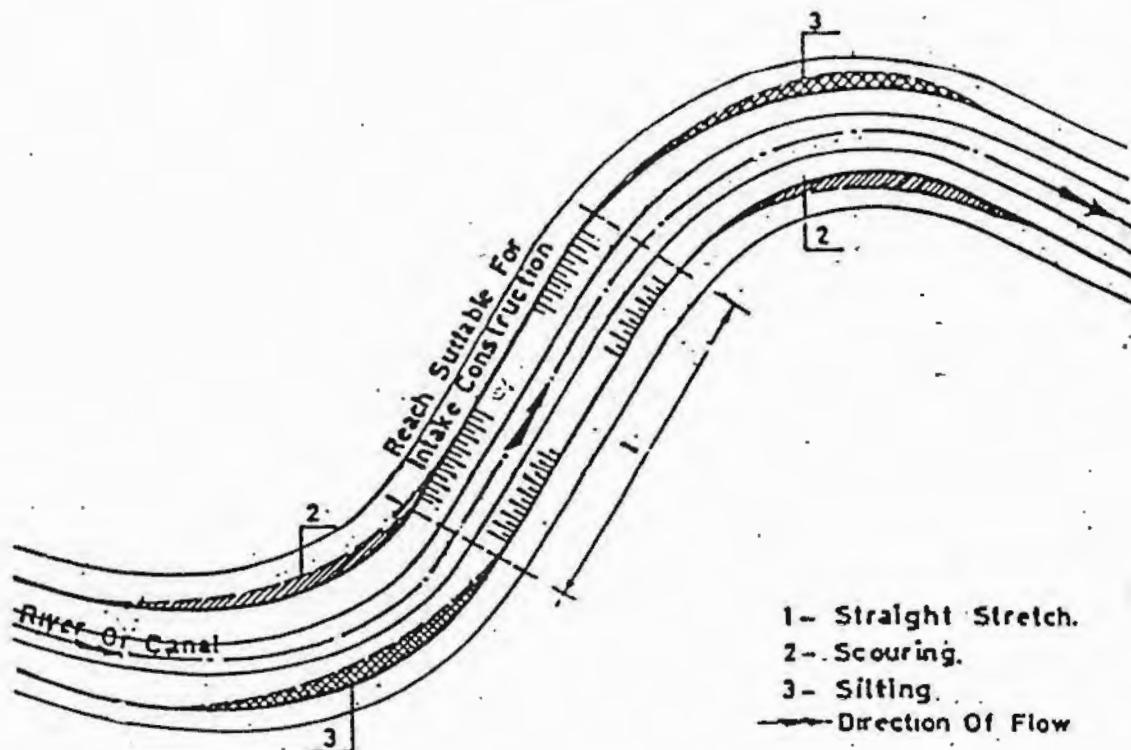
ويراعى في اختيار هذه الوحدات ما يلى:

- أن يكون عدد وحدات الرفع كافياً في جميع ظروف تشغيل وحدات عملية التقطية، بالإضافة إلى وجود وحدات احتياطية عددها من ٢٥٪ إلى ٥٠٪ من عدد الوحدات الأصلية. ولا يقل عدد الوحدات الاحتياطية عن وحدتين.
- أن يكون الضغط الكلى للطلبات كافياً لرفع المياه من البيارة إلى وحدات التقطية 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 التقطية، مضافة إلى ذلك فوائد الضغط في مسار المياه.
- يراعى أن يكون أقل منسوب للمياه في البيارة فوق منسوب مدخل مواسير السحب بمسافة لا تقل عن ثلاثة أمثال قطر الماسورة.

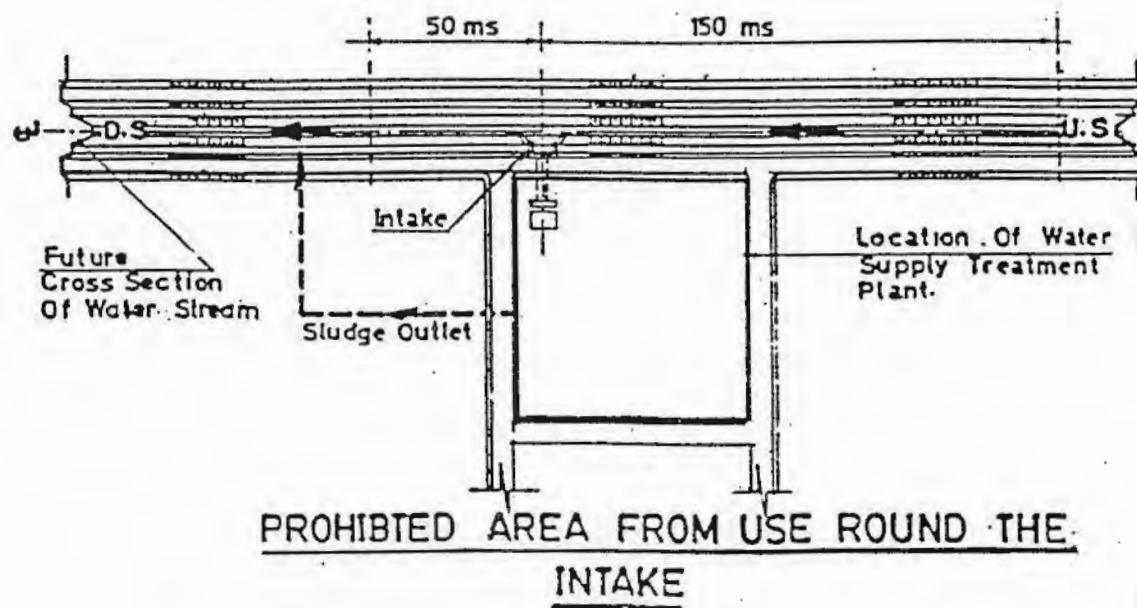


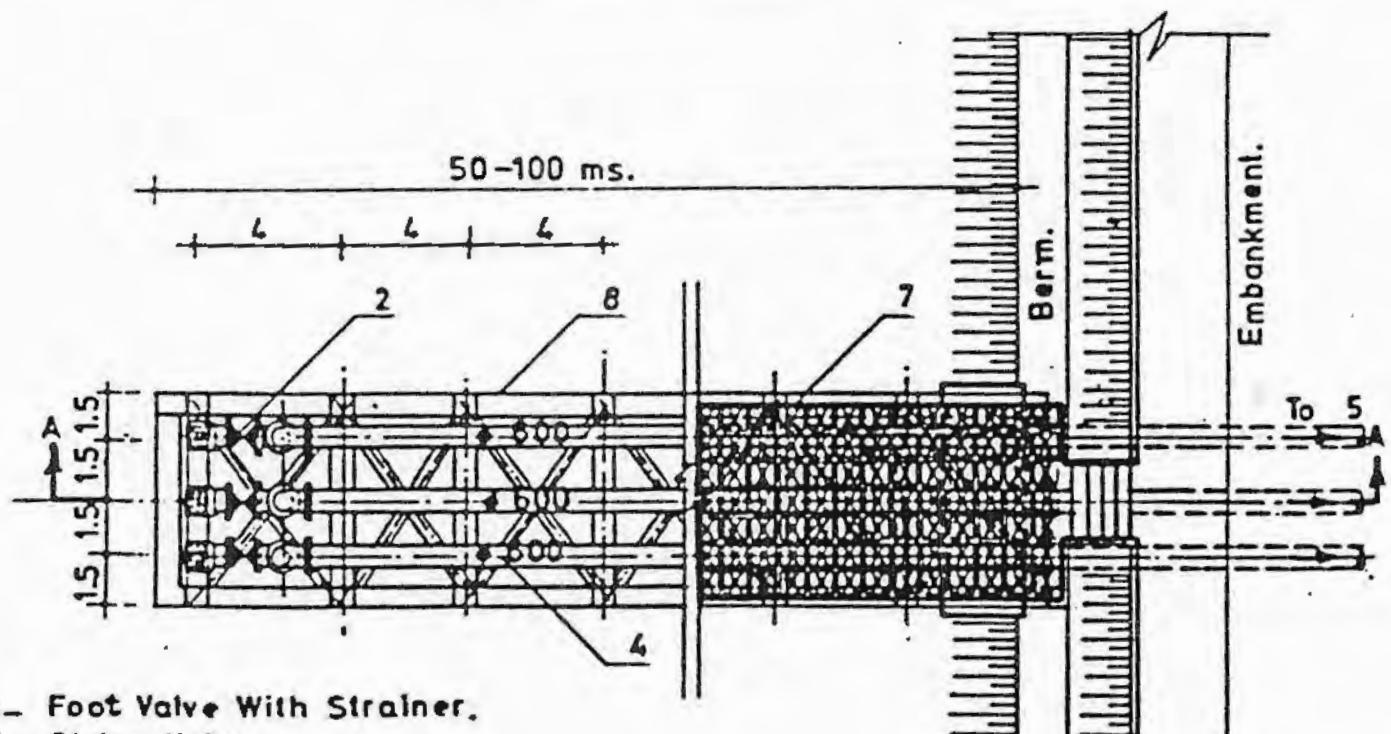
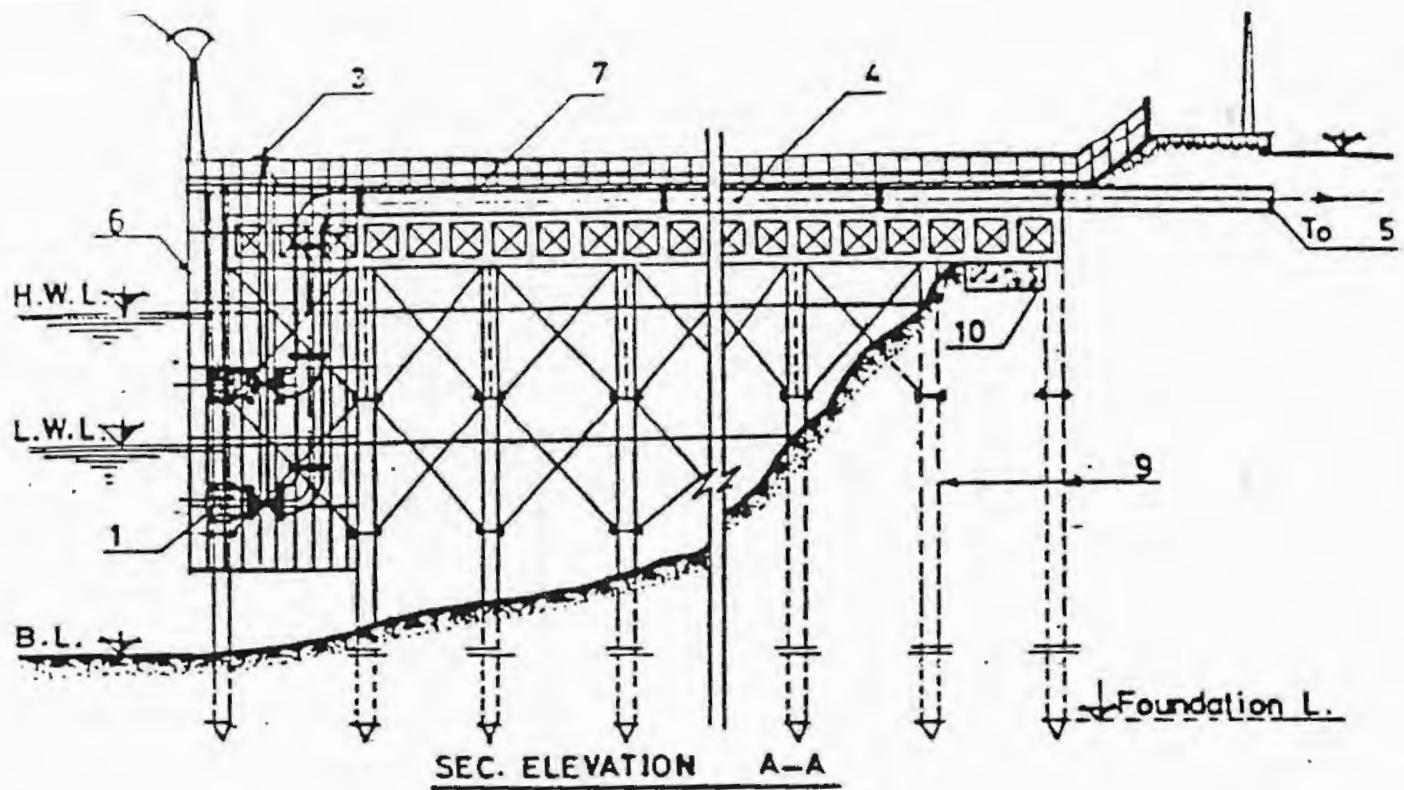
شكل رقم (٥-٥)

رسم تخطيطي لتشغيل وحدات المياه العكرة



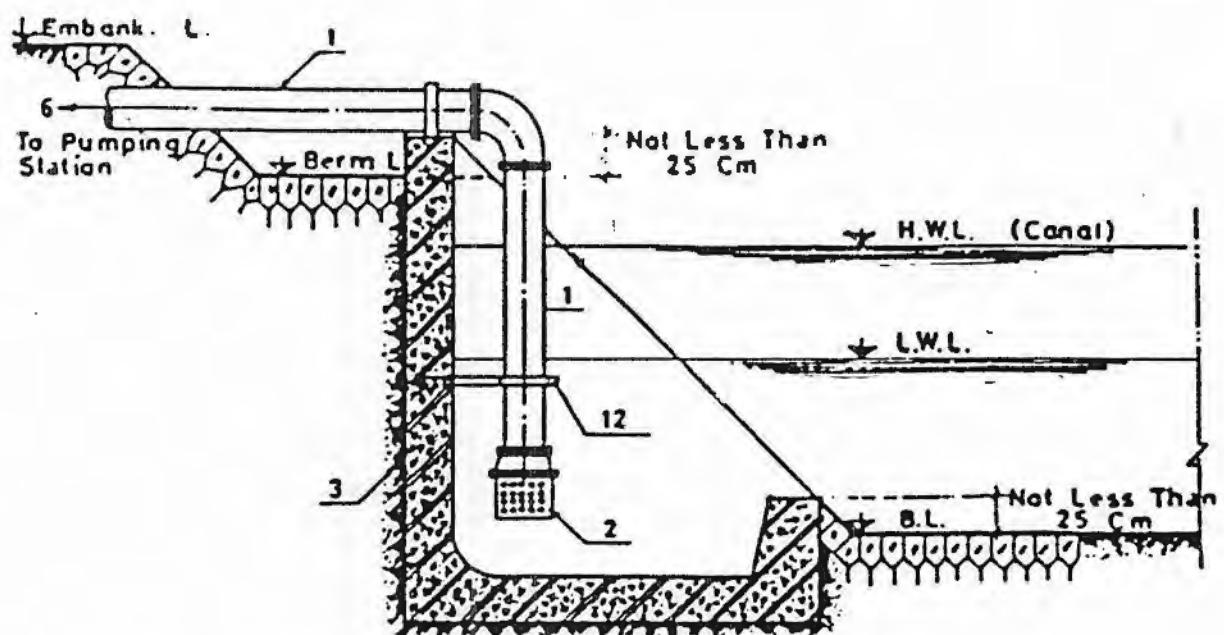
### LOCATION OF INTAKE, ON WATER STREAM



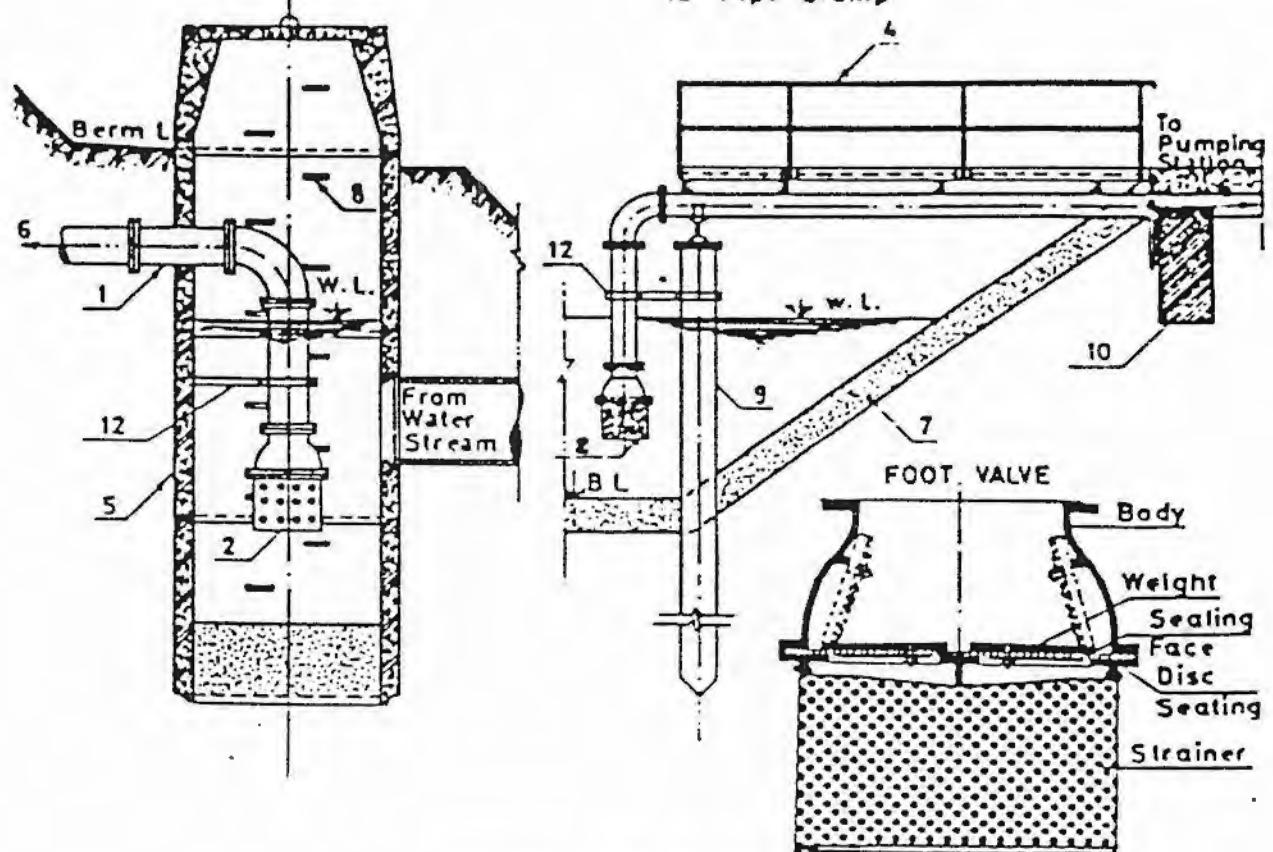


- 1. Foot Valve With Strainer.
- 2. Sluice Valve.
- 3. Pillars And Handwheel.
- 4. Suction Pipe (Steel Pipe).
- 5. To Pumping Station .
- 6. Coarse Screen .
- 7. Bridge .
- 8. Truss .
- 9. Pile .
- 10. Supported Concrete .
- 11. Navigation Light .

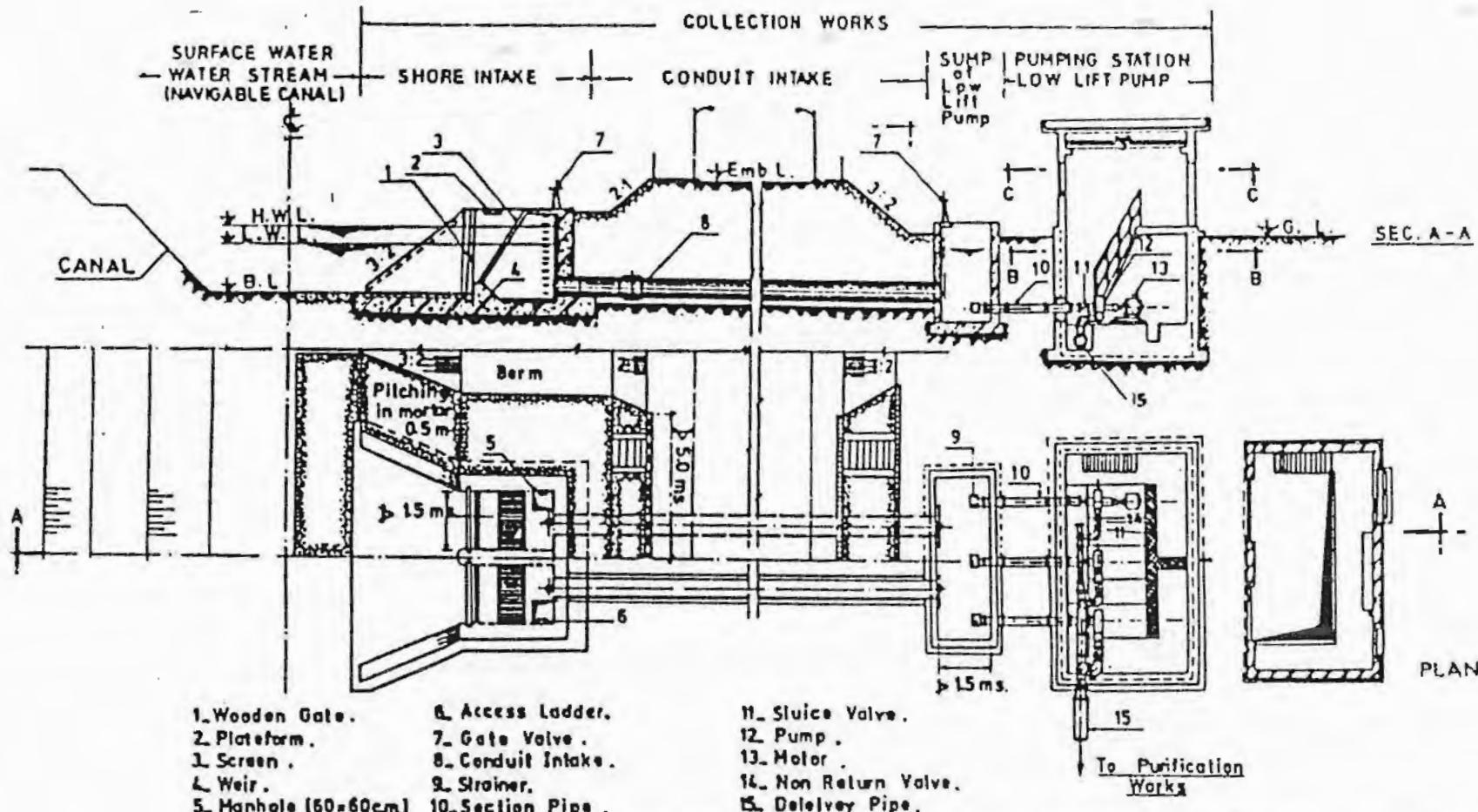
PIPE INTAKE FOR WIDE RIVER



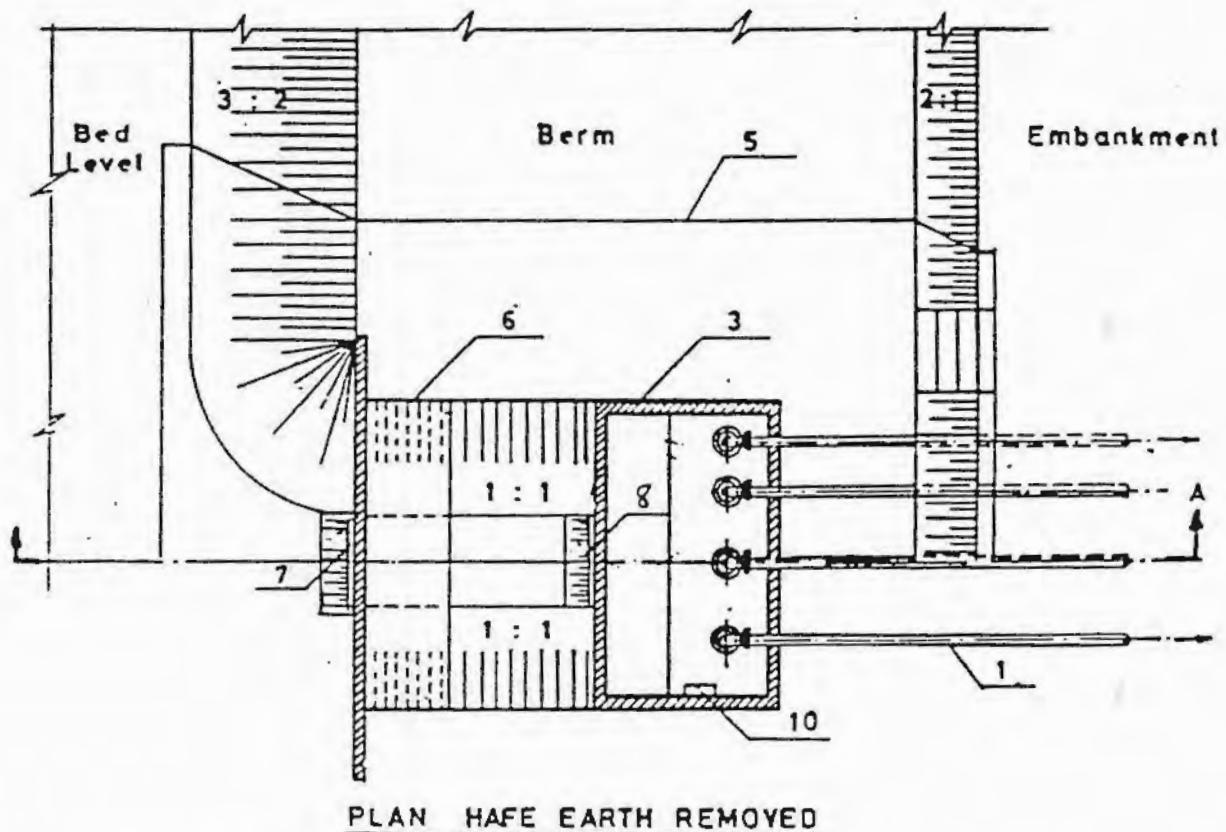
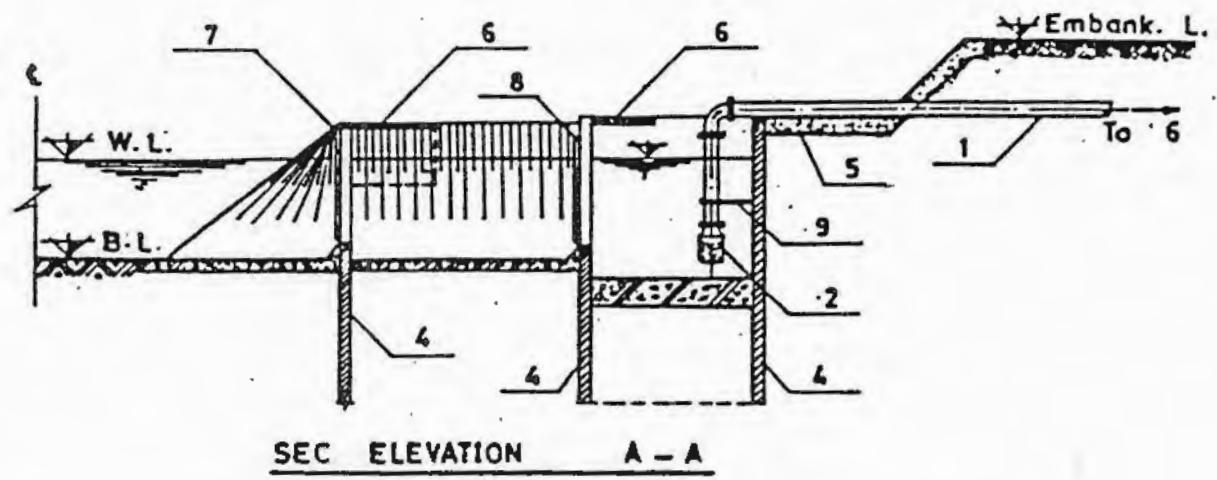
- 1 — Suction Pipe (Steel Pipe).  
 2 — Foot Valve With Strainer  
 3 — Intake Construction.  
 4 — Bridge.  
 5 — Manhole (Prefabricated Or Cast In Situ).  
 6 — To Pumping Station.  
 7 — Apron  
 8 — C.I. Step  
 9 — Pile.  
 10— Supported Concrete.  
 11 Pitching In Mortar 30 Cm  
 12 Pipe Clamp



TYPES OF PIPE INTAKE



**'COLLECTION WORKS FOR SURFACE WATER (SHORE INTAKE FOR NAVIGABLE CANAL)**



1 - Suction Pipe.

2 - Foot Valve With Straines.

3 - Intake Construction.

4 - Sheet Pile (Steel).

5 - Apron

6 - Platform.

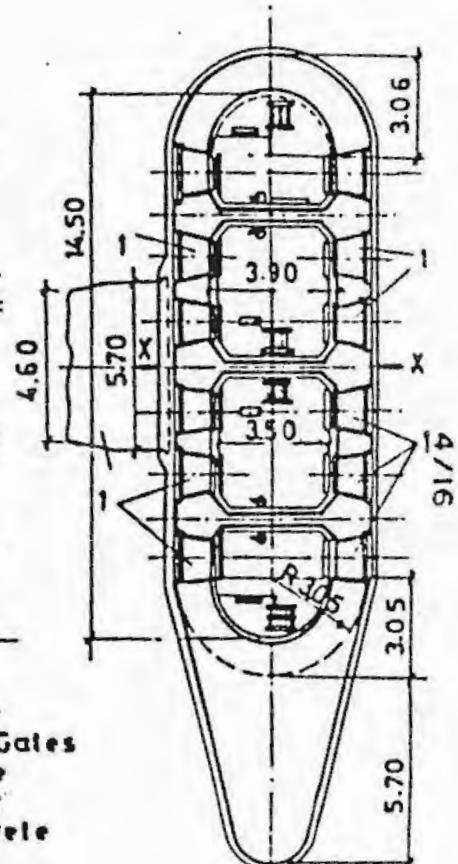
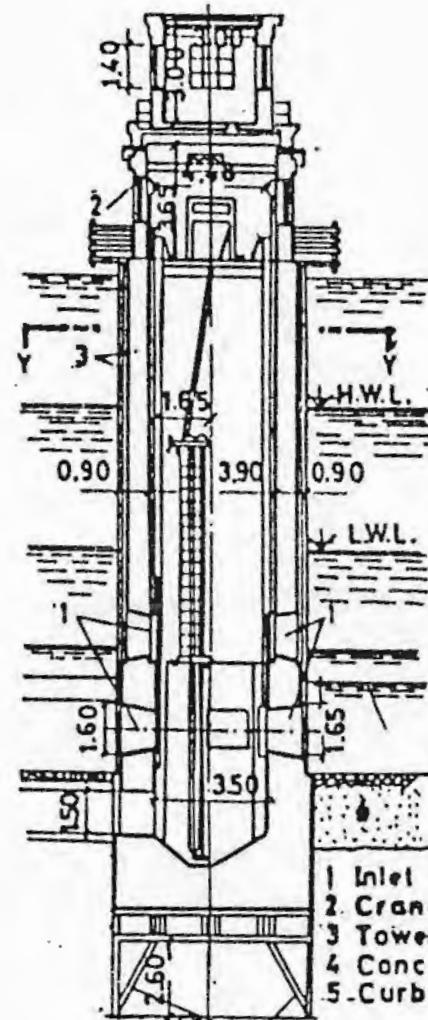
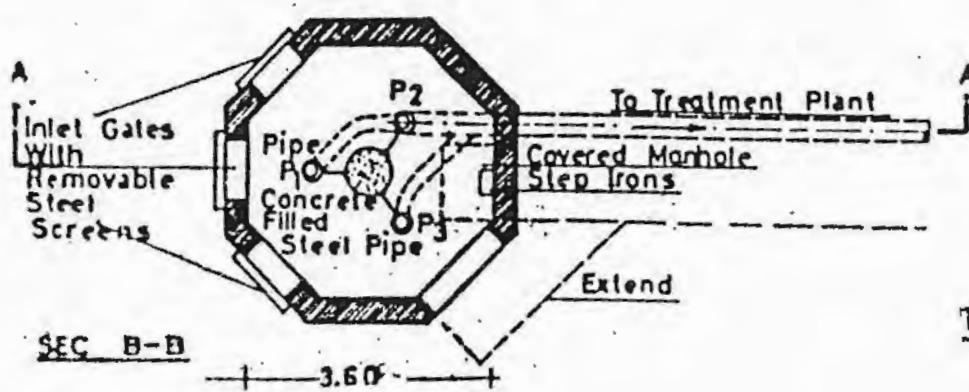
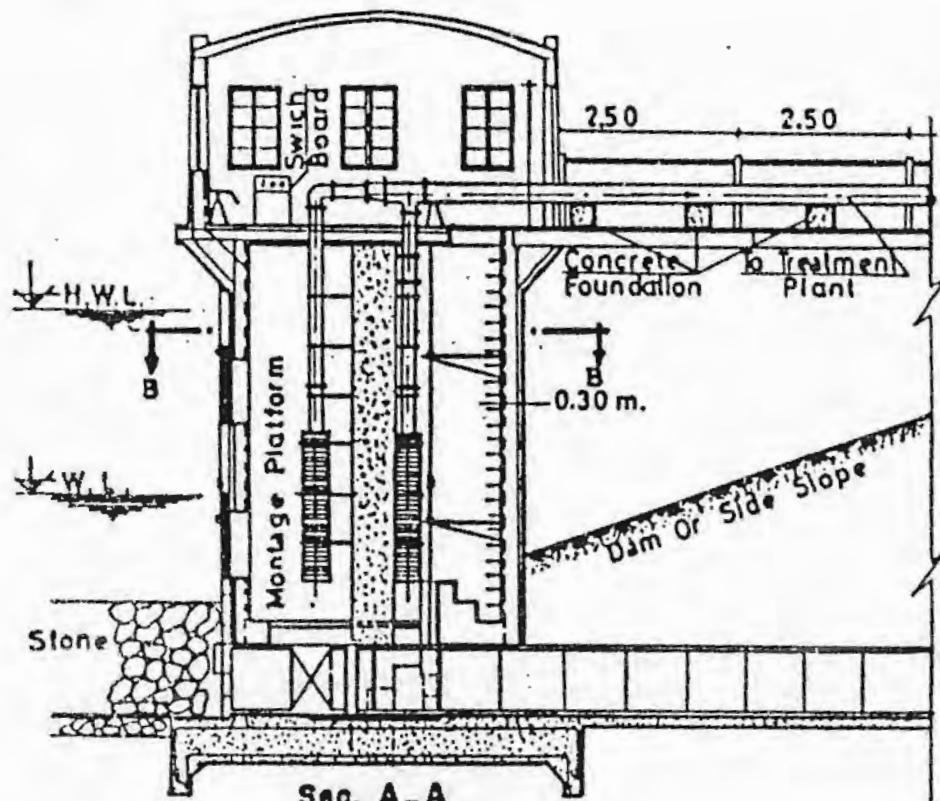
7 - Coarse Screen.

8 - Fine Screen.

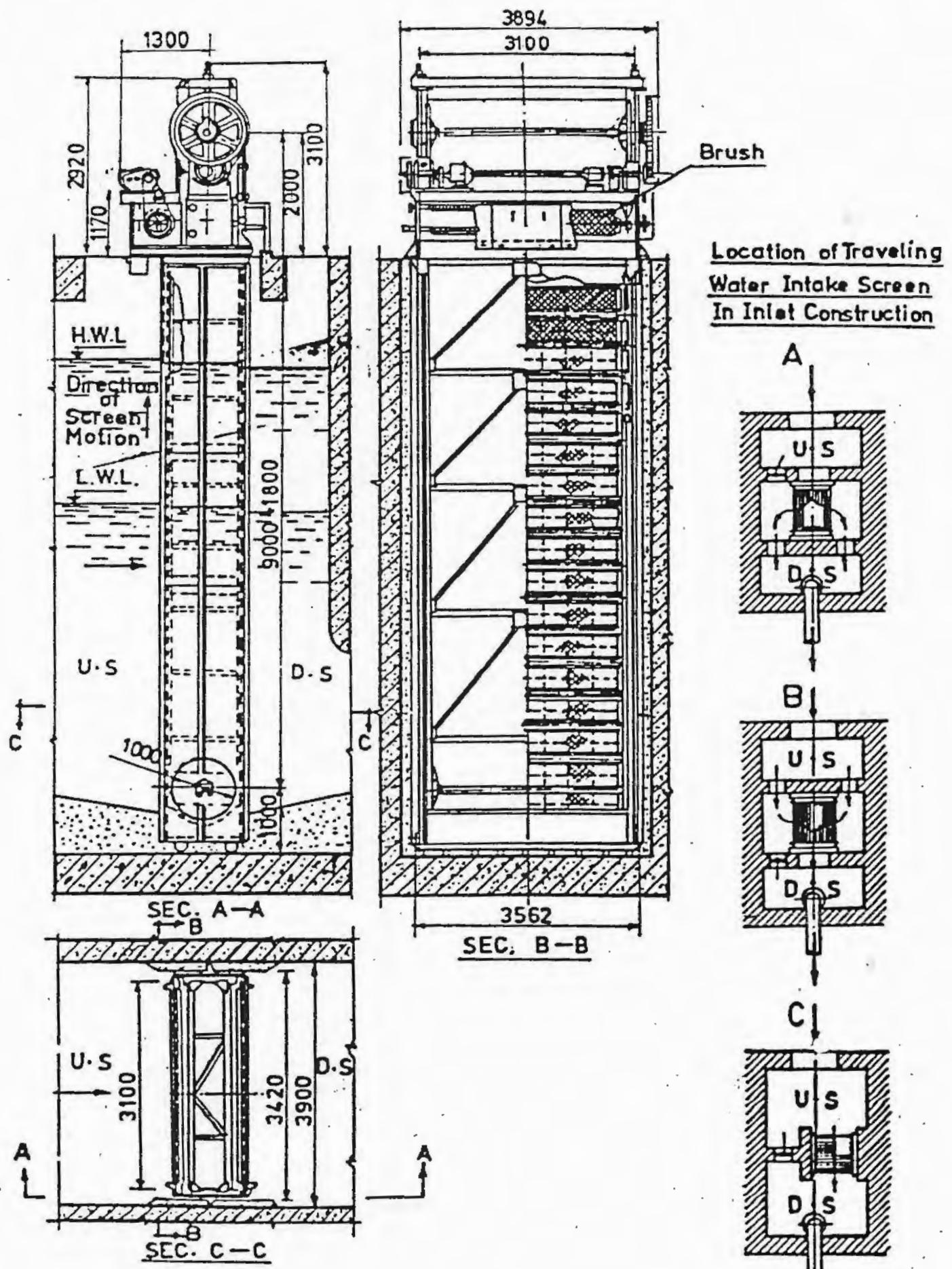
9 - Pipe Clamp.

10 - Steel Steps.

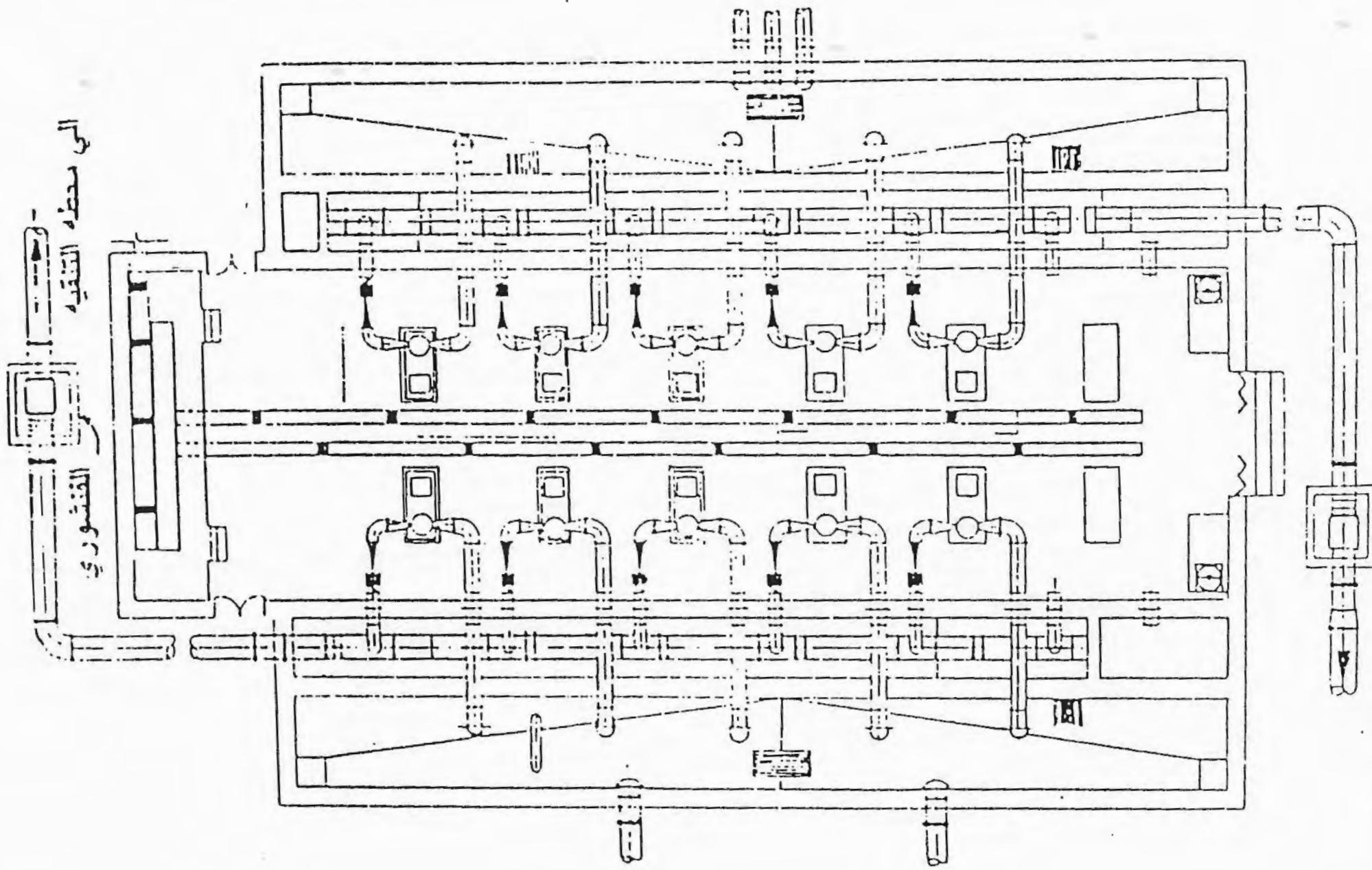
SHORE INTAKE



**TYPES OF TOWER INTAKE**



**TRAVELING WATER INTAKE SCREEN.**



نوع ذيج منـ، طلمبات الضغط العالى

## الفصل الرابع

### الترويب والتخثير

#### Coagulation - Flocculation

### مقدمة

تحتوى المياه كما سبق ذكره على مواد عالقة ومواد كلويدية تختلف فى حجمها، ويعتمد الترسيب الطبيعى على حجم هذه المواد الصلبة. بالنسبة للأحجام الصغيرة للمواد العالقة والكلويدية، لكي ترسب مسافة متر واحد، تحتاج:

- المواد بقطر ١٠٠ مم تحتاج إلى ٦ ثوانى.
- المواد بقطر ١٠٠٠ مم تحتاج إلى ٣ دقائق.
- المواد بقطر ١٠٠٠٠٠ مم تحتاج إلى ٣ ساعات.
- المواد بقطر ١٠٠٠٠٠٠ مم تحتاج إلى ٣٠٠ ساعة.
- والمواد بقطر ١٠٠٠٠٠٠٠٠ مم تحتاج إلى ١٥٠٠ يوماً.

وإذا علمنا أن قطر المواد الدقيقة العالقة يتراوح بين ١٠٠٠٠٠٠٠ مم، نرى أنه يستحيل الاعتماد على الترسيب الطبيعي في عمليات المياه مع التزايد المستمر في عدد السكان والزيادة المضطربة في معدلات استهلاك المياه مع زيادة المدينة. لذلك تحتاج هذه الشوائب المعلقة الصغيرة إلى عملية ترويب وتخثير.

ويقصد بالفترة الترويب (Coagulation) ، المرحلة الأولى لتكون غرويات غير قابلة للذوبان 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 مجلطات كيماوية (Coagulants) وخلطها مع الماء.

هذا وتحمل الجسيمات الدقيقة للشوائب شحنات كهربائية سالبة، وبالتالي يحدث تناقض فيما بينها لتماثل شحناتها، وهكذا تبقى متباude عن بعضها. كما توجد قوى طبيعية أخرى تعمل على جذب هذه الجسيمات لبعضها، ولكنها تتعادل مع قوى التناقض، ولذلك تبقى الجسيمات لا متناقض ولا متجاذبة أى معلقة في الماء. لذلك تستخدم المروبات لتساعد على تجميع هذه الجسيمات وترسيبها بسرعة.

## أنواع المروربات

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

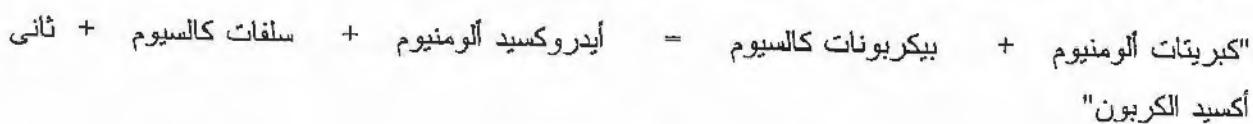
- كبريتات الألومنيوم (الشبة).
- كلوريد الحديد.
- كبريتات الحديدوز.
- أكسيد الكالسيوم (الجير).

كما تستعمل مواد أخرى كمساعدات مروربات من أهمها:

- السيليكا المنشطة (سليلات الصوديوم).
- عوامل التثليل (مثل طين الباكتونايت).
- البولي الكتروليتات (cationية موجبة الشحنة، أو أنيونية سالبة الشحنة، أو أنيونية متعادلة الشحنة).

وتم 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 متعددة من pH تكون كفافتها خلالها أكبر ما يمكن.

وتعتبر الشبة 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 لحدوث التفاعل) مكونة جسيمات ندية جيلاتينية هلامية القوام من أيروكسيد الألومنيوم، والتي لها خاصية تجميع المواد العالقة.



ونتيجة لأن الندى المتكونة من أيونات الألومنيوم التي تحمل شحنة كهربائية ثلاثة موجبة، فإنها تتعادل مع جسيمات العکارة ذات الشحنة السالبة في مدى لا يتجاوز ثانية أو ثانيةين بعد إضافة الشبة، (وهذا هو السبب في ضرورة الخلط السريع التام للحصول على ترويب جيد)، ويعتبر هذا التعادل بين الشحتين الكهربائيتين علامة على بدء الترويب، وتتصق جسيمات العکارة بندى أيون الألومنيوم، وتكون جسيمات أكبر حجماً وأقل وزناً ذات شحنة كهربائية متعادلة وهي ما تسمى بالندى (Flocs). ثم تتصادم الندى الدقيقة وتتماسك معاً مكونة ندىً أكبر قابلة للترسيب وتسمى هذه العملية بالتخثير.

وتضاف مساعدات المروربات لتحسين عملية الترويب حيث تساعد على:

- تكوين ندىً أقوى وأكثر قابلية للترسيب.

- الحفاظ على سرعة الترويب.

- الإقلال من كمية المروبات المستخدمة.

- خفض كمية الروبة المنتجة.

وتشتمل كمية الشبة المضافة للمياه الخام لتكوين أكبر وأقل ندف 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 المروبة مدى من الرقم الهيدروجيني. وتنتمي عملية الترويب بأحسن كفاءة عندما يكون مدى الرقم الهيدروجيني للمياه  $6,5 - 7,5$  بالنسبة للشبة، وأكبر من  $8,5$  بالنسبة لكبريتات الحديدوز ما بين  $8 - 8,5$  لكلوريد الحديديك على سبيل المثال.

- قلوية الماء حيث تتم عملية الترويب أسرع مع القلوية الأعلى.

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

- ظروف الخلط بالمرروب، ويفضل أن يكون خلط المواد المروبة بسرعة ومتجانس 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 اللجوء إلى إضافة مواد مساعدة لتكوين نواة تتجمع حولها الندف، وتؤدي إلى الإقلال من المادة المروبة.

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

### العوامل المؤثرة في عملية التخثير

- جرعة المادة المروبة ، إذ يتفاوت حجم الندف تبعاً لكمية المادة المروبة المستخدمة، وبالتالي تتفاوت كثافتها، فتزداد كثافة الندف 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) للمادة المروبة معملياً، للحصول على الندف ذات أكبر كثافة. وبالتالي الأسرع في الرسوبي.

- سرعة التقليل في فترة تكوين الندف، فإذا زادت سرعة التقليل عن سرعة معينة، فإن ذلك يؤثر على قوة التماسك، ويؤدي إلى نفخ الندف وعدم تجمعيها. لذلك يجب مراعاة أن لا تزيد السرعة في منطقة التخثير عن السرعة المناسبة للحفاظ على تماسك الندف.

## اختيار مادة الترويب

يتوقف الاختيار على نوع المياه المطلوب معالجتها ونوع المواد العالقة وثمن المادة المروية، كما يلزم اجراء التجارب المعملية لمعرفة الوقت اللازم للتقليل وقوه التركيب، وهذا اعتباران 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 مراقبة جيدة لكمية الكيماويات المضافة لتعطى نتيجة مرضية في تكوين الندف. ومع هذه الأنواع من المياه يحسن إضافة مسحوق طفلي أو كمية من الرواسب لمساعدة التخثير.

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

وتسمى كمية المادة المروية، 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 تقدير جرعة المادة المروية (Coagulant Dose)، ودقة إضافتها للمياه العكرة (الخام) بالجرعة المضبوطة عند انساب رقم هيdroجيني، 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 يحقق أكبر كثافة لهذه الندف، فيجعل 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 يتتناسب طردياً مع كمية الشبة المضافة. وعليه لزم تحديد جرعة الشبة التي تتحقق تكوين الندف ذات أكبر كثافة. وقد تلاحظ عملياً أن هذا الحجم هو حجم "رأس الدبوس".

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

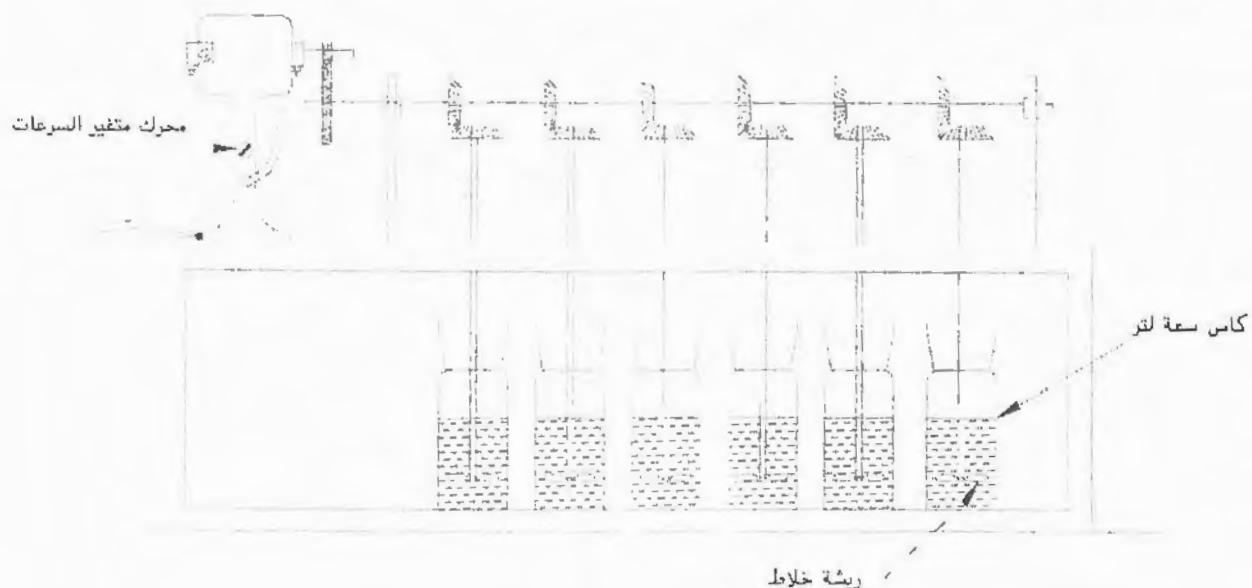
ويتكون هذا الجهاز كما يوضحه الشكل رقم (٤-١) من ست كؤوس (Jars) سعة كل منها واحد لتر. ويستعمل في كل كأس قلاب صغير، وتدار هذه القلابات بواسطة عامل رأسى عن طريق مجموعة تروس. ويتم إدارة الأعمدة بواسطة محرك كهربائي متغير السرعات حتى يمكن تحريك القلابات بسرعات مختلفة.

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 المروية

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

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

وبعد نهاية فترة التقليب، يوقف الجهاز تماماً، وتترك الكؤوس لمدة ٣٠ دقيقة لإتمام عملية الترسيب وملاحظة العينات التي تم فيها أفضل ترسيب، ليتمكن اختيار انساب جرعة للمروبات المستخدمة والتي نتج عنها أفضل تفاعل وترسيب خلال فترة المزج والترسيب، شكل رقم (٤-١).



شكل رقم (٤-١)

#### جهاز لتحديد جرعة المواد المروبة

ويمكن تحديد التركيزات المختلفة للمواد المروبة التي تجرى على أساسها التجربة، وذلك من واقع الخبرة العلمية وظروف التشغيل والتغير في خصائص المياه العكرة. كل هذه العوامل تساعد الكيميائيين الفنيين على اجراء هذه الاختبارات اليومية بكفاءة.

#### إضافة الجرعات

توجد عدة طرق لإضافة مواد الترويب لعينات المياه. بإضافة المواد المروبة على هيئة محلول لها ميزة التأكد من ذوبان المواد الكيماوية، في حين أن الإضافة الجافة تشغل حيزاً أقل، ويستغني فيها عن المجهود المبذول 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 قوة 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 أجهزة 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 كالشبة وسلفات الحديديك وسلفات الحديدوز.
  - مواد تضاف على هيئة محليل فقط مثل كلوريد الحديديك وسليلات الصوديوم.
  - مواد تضاف جافة أو معلقة مثل الجير الحى والجير المطفى والطفل المساعد.

### الخلط السريع

هو ضروري جداً لضمان توزيع المروب في سائر أجزاء الماء الخام. وتجانس المياه، علماً بأن التلامس الأول للمروب مع الماء هو من أكثر الفترات حرجاً في عملية الترويب بأكملها، ولذلك فإن تفاعل الترويب يحدث بسرعة عالية. ولهذا فمن الضروري أن يتلامس المروب مع الجسيمات الغروية فوراً وأن يتم التقليل لعدة ثوان حتى تتلامس جميع جزيئات المروب مع الجسيمات المعلقة تلامساً تاماً.

ويستخدم لعملية الخلط السريع عدة أنواع من التجهيزات وتشمل:

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

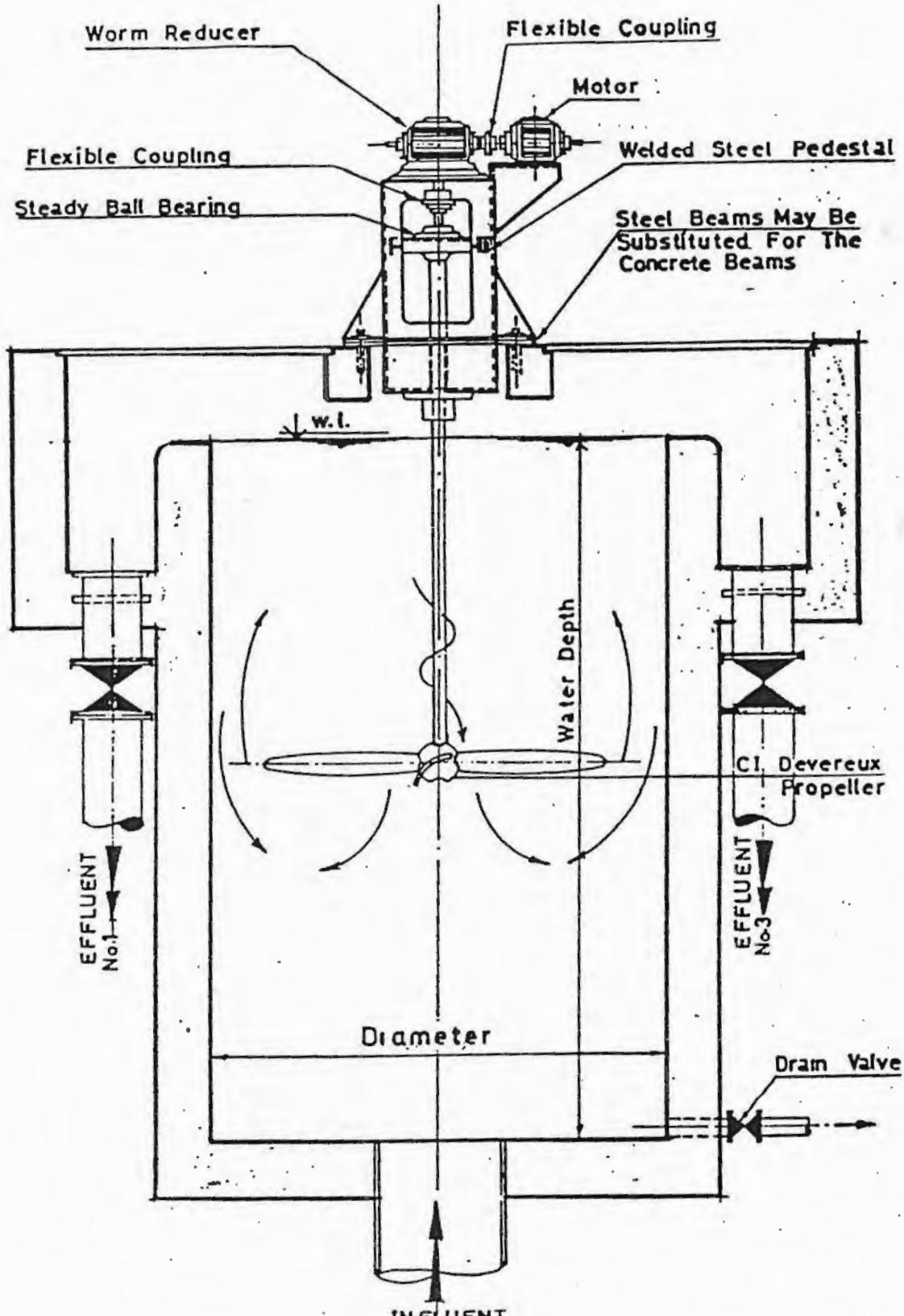
ويتم الخلط الهيدروليكي باستغلال اندفاع الماء، وخاصة إذا بلغت سرعة الماء درجة تحدث دوامات من شأنها اتمام عملية الخلط.

أما الخلط الميكانيكي فيتم بتحريك الماء وتقليله باستخدام بدالات أو نافورة دوارة 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 تترواح بين ١٠ إلى ٢٠ ثانية.

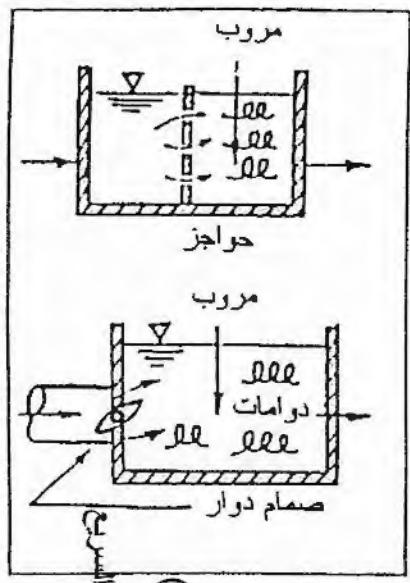
كما يوضح الشكل رقم (٤-٣) شكل عام لبئر التوزيع وإصالاته بالخلط السريع



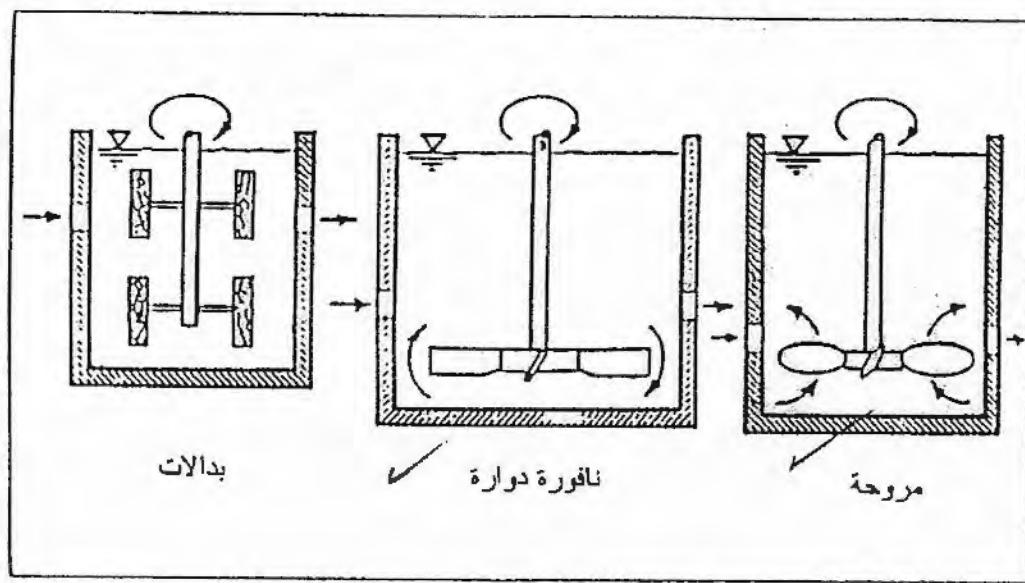
### FLASH MIXER

شكل رقم (٣-٤)

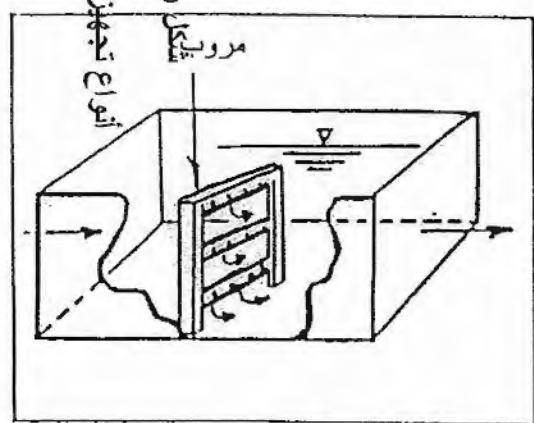
شكل عام لبئر التوزيع والخلط



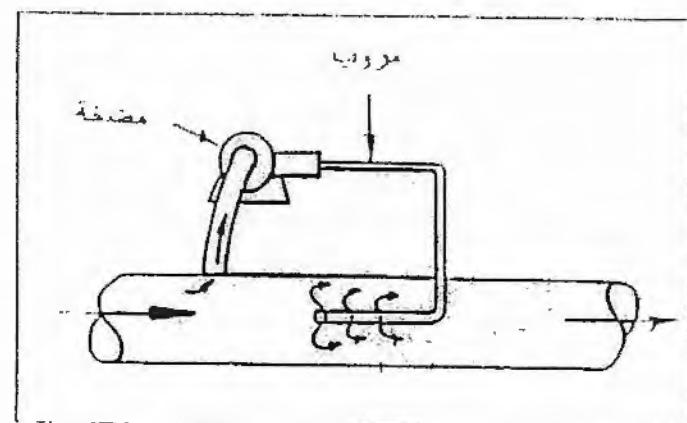
نظام الخلط الماء والنقى  
مع  
بدالات



خلطات ميكانيكية



الخلط باستخدام الناشر



مضخة تغذية في الخط

## التخثير

وتكون وحدة التخثير من حوض وقلابات للخلط والتقليب البطئ. علماً بأن التقليب في هذه العملية أبطأ من التقليب في عملية الترويب، كما يجري الخلط ببطء. وتكون سرعة التصرف خلال الحوض بطيئة بما يكفل عدم تفتق الدف. وتكون مدة المكث في الحوض من ٢٥ إلى ٤٥ دقيقة وهي الفترة اللازمة للتثثير. وهي عادة تمثل ٢٠٪ من مدة المكث في أحواض الترويب، وتؤخذ عادة في التصميم على أساس ٣٦ دقيقة.

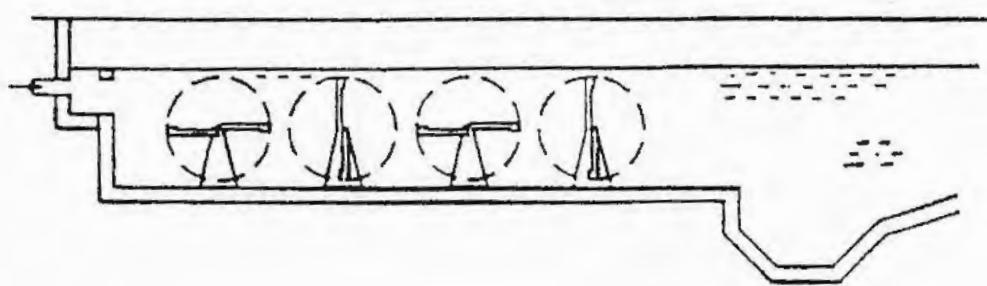
ويمكن إجراء التقليب للتثثير ميكانيكيًا باستعمال بدالات دوارة أو هيدروليكيّة، أي ينتج الخلط من حركة تيارات الماء.

وتشتمل قلابات التثثير الميكانيكية على عدة أنواع منها :

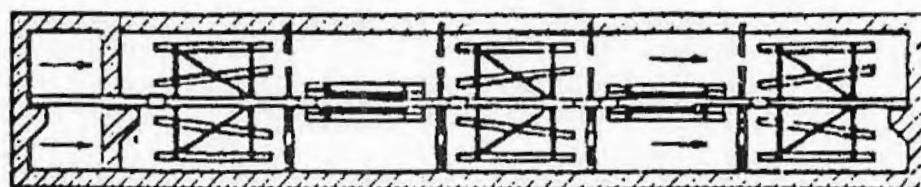
- ١ - القلابات ذات العجلات البدالة الأفقية / الرأسية.
- ٢ - قلابات المرودة.
- ٣ - القلابات التربينية.
- ٤ - القلابات المتأرجحة.

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

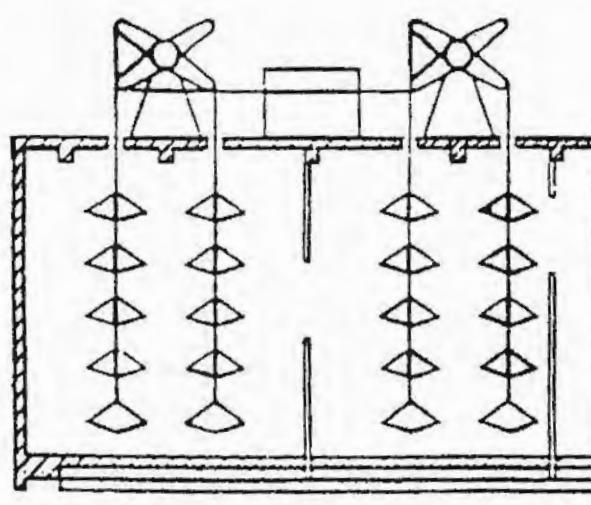
أما القلابات الهيدروليكيّة فهي عادة تجمع بين عمليّتي الترويب والتثثير وعمليّة الترسيب في وحدة معالجة واحدة، كما في شكل رقم (٤-٥).



(ا) قلابات تدور في اتجاه المياه



(ب) قلابات تدور عموديا على اتجاه المياه



(ج) قلابات تتحرك أعلى وأسفل

شكل رقم (٤-٤)

مزج بطئ بالطرق الميكانيكية

## الفصل السادس

### الترسيب

#### مقدمة

الغرض من عمليات الترسيب هو العمل على ترسيب أكبر نسبة ممكنة من المواد العالقة، والتي لها تقل 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 مواد 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 المروبات". 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 بقاء الماء في الحوض.

#### نظريّة الترسيب الطبيعي

يلزم التعرف على نظرية هبوط الحبيبة المنفردة. علما بأن تعريف الحبيبة المنفردة (Discrete) هي التي لا تتغير 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، نجد أنها تهبط تحت تأثير وزنها إلى أسفل ومقاومة طفو الماء إلى أعلى. وحيث أن قانون نيوتن يوضح أنه إذا توازنت قوى مؤثرة على حبيبة عالقة في الماء، فلا توجد عندئذ عجلة تسارع، وإنما سرعة هبوط ثابتة منتظمة تسمى "سرعة هبوط الحبيبة".

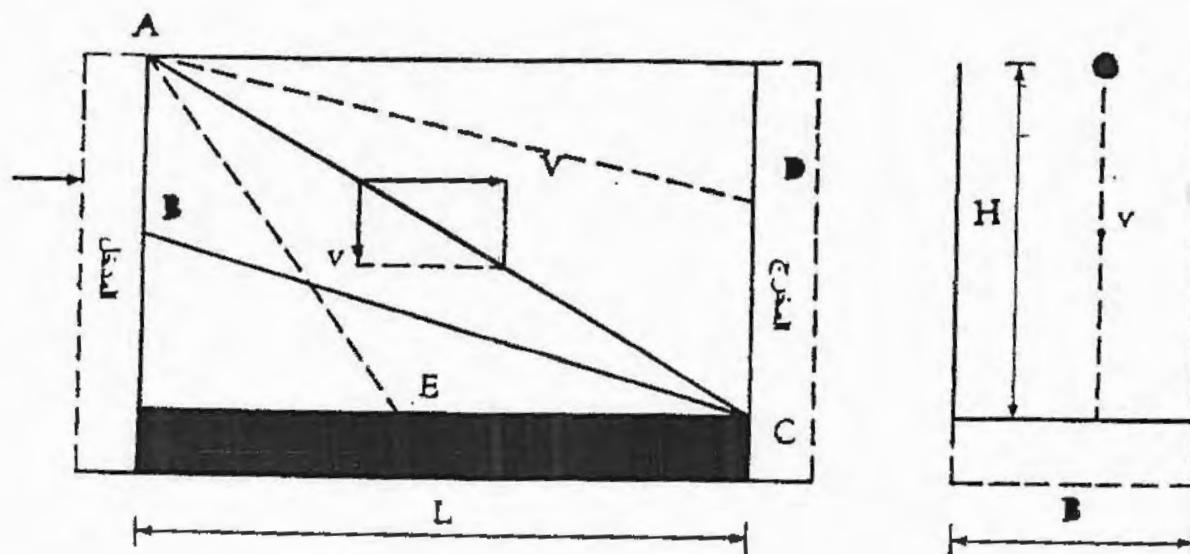
وتعتمد نظرية تصميم أحواض الترسيب على أن الحبيبة الداخلة، والتي لها سرعة دخول الماء الأفقية، ولها سرعة رأسية هي سرعة الهبوط، يجب أن تهبط إلى الواقع قبل أن تبدأ المياه في الخروج من الحوض من الجهة الأخرى. وعلى هذا الأساس تتحدد أبعاد الحوض.

ومن الناحية النظرية البحثة يمكن توضيح عملية الترسيب - كما هو موضح في الشكل رقم (١-٦) - كمدخل لفهم أساس التصميم، وذلك على أساس أن المواد العالقة متجانسة 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 " $H$ "، تكون مساحة مقطعيه " $H \times B$ ".

وتكون سرعة المياه الأفقية = التصرف / مساحة المقطع.

$$V = Q / BH$$

وتكون هي أيضاً السرعة الأفقية للمواد العالقة بمختلف أحجامها.



سرعه الأجسام العالقة في الاتجاه الأفقي.  $V$

سرعه الأجسام العالقة في الاتجاه الرأسى.  $v$

عمق الحوض.  $H$

عرض الحوض.  $B$

المساحة السطحية لحوض الترسيب.  $A$

مسار المواد التي لا ترسب وتخرج من الحوض.  $AD$

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

مسار الأجسام ذات الكثافة والحجم الأكبر والتي ترسب بسرعة.  $AE$

شكل رقم (١-٦)

رسم تخطيطي لعملية الترسيب

أما سرعة المواد العالقة في الاتجاه الرأسى ( $v$ ) فتكون مختلفة حسب حجم الجزيئات وكثافتها. ومن الشكل نستنتج أن:

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

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

وتكون

وحيث أن

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

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

أى أن:

$$\frac{\text{التصريف}}{\text{ المساحة السطحية لحوض الترسيب}} = \frac{\text{سرعة الهبوط الرئيسية للحببات}}{\text{ المساحة السطحية لحوض الترسيب}}$$

ويتضح من ذلك أن المواد العالقة التي لها سرعة هبوط رئيسية مساوية أو أكثر من (v)، يتم ترسيبها في الحوض. وعلى العكس لا ترسب المواد إذا كانت سرعتها الرئيسية أقل من (v).

ومن ذلك نرى أن المساحة السطحية لحوض الترسيب "A(B.H)"، لها تأثير مباشر على كفاءة الترسيب. فكلما زادت المساحة السطحية، قلت (v) وزادت كفاءة الحوض. وتسمى (v) بمعدل التحميل السطحي لحوض الترسيب. وتنفذ كأساس من أساس التصميم لهذه الأحواض. وتكون وحداتها متر مكعب/متر مسطح/يوم أو متر/يوم.

ومن الشكل رقم (١-٦) يتبين أن المسار AD هو مسار المواد التي لها سرعة أقل من (v)، وهذه لا ترسب في الحوض وتخرج منه، ولا يرسب منها إلا ما يدخل منها قرب قاع الحوض والذي يمثله المسار BC. أما المسار AE فيبيئ المواد التي لها كثافة وحجم أكبر، وترسب بسرعة لأن سرعتها الرئيسية تكون أكبر من (v).

### التطور التاريخي لعملية الترسيب

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

والترسيب الطبيعي لا يشمل إضافة مواد كيماوية. وكمييات 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 المواد العالقة ودرجة قابليتها للرسوب.
- درجة النقاوة المطلوبة.

إذا كانت المواد العالقة كبيرة فإن فترة الترسيب (Sitting Time) تكفي أن تكون بضع ساعات، في حين أنه في حالة الحاجة للحصول على نقاوة 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 ملاءمة الترسيب الطبيعي المتزايد، وعدم جدوه في ترسيب الحبيبات الدقيقة والخفيفة، وخاصة المواد الكلوية، والعوالق الطينية والكائنات الحية الدقيقة، والمواد العضوية الناتجة من تحلل 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 الشحنات، فتبقى الجسيمات متباينة عن بعضها. لذلك تضاف إلى المياه مواد كيماوية (مرويات) تعمل على تجميع هذه الحبيبات الدقيقة – كما سبق شرحه في الفصل الرابع "الترويق والتغذير". وبعد عملية المزج السريع والمزج البطيء، تمر المياه في أحواض الترويق حيث ترسب الندف المتكونة في أحواض الترويق بما جذبت إلى سطحها من مواد عالقة إلى قاع الحوض.

ولا تختلف أحواض الترويق في تصميمها عن أحواض الترسيب الطبيعي، ولا العوامل المؤثرة على كفاءة الترسيب ولكن يتم الترسيب بالترويق في وقت أقل جداً، وبالتالي تكون أحجام هذه الأحواض أصغر كثيراً. وبالرغم من اختلاف أنواع وطرز أحواض الترسيب بالمرويات، إلا أنها تتفق في الأسس الرئيسية للتصميم، وإن اختلفت في بعض التفاصيل.

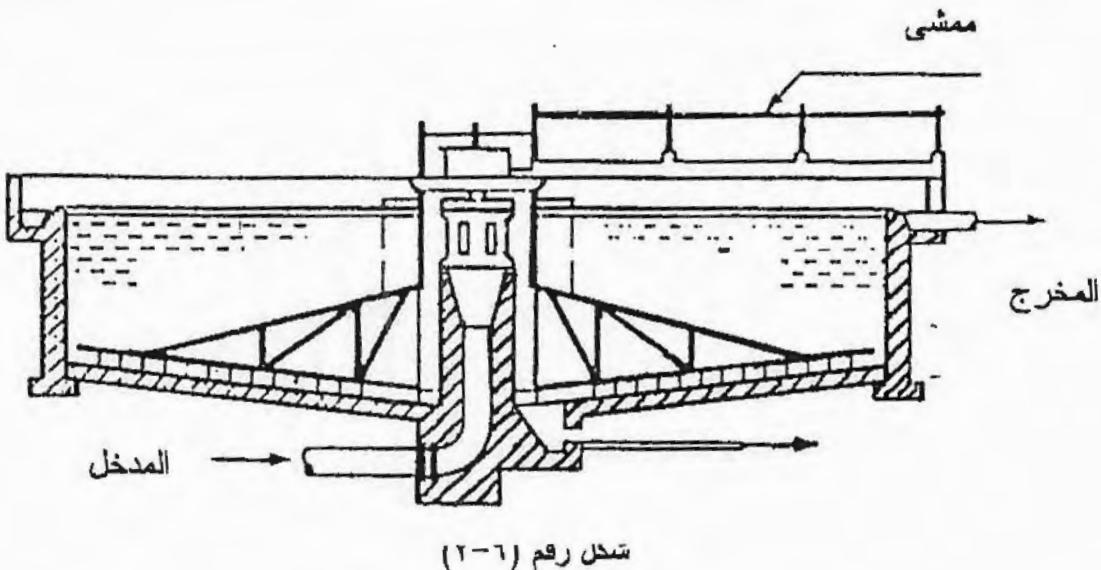
وقد نظورت تصميمات هذه الأحواض بالتقدم العلمي المستمر، وتزايد متطلبات المياه، واتجه هذا التطور في اتجاهين هما:

- (أ) زيادة سرعة الترسيب مع زيادة سرعة مرور المياه في الأحواض، وذلك لتقليل حجم الأحواض قدر 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 المستيرة 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 دائري ذو تصريف قطرى

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

- منطقة دخول المياه

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 لتفادي التيارات الاعصارية.

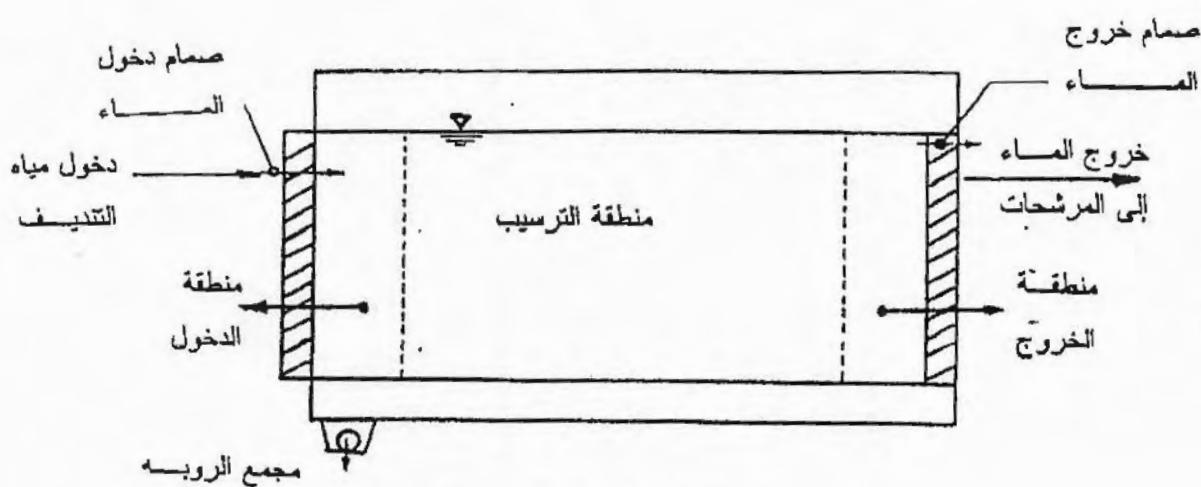
- منطقة تجميع الروبة

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 مرة ثانية.

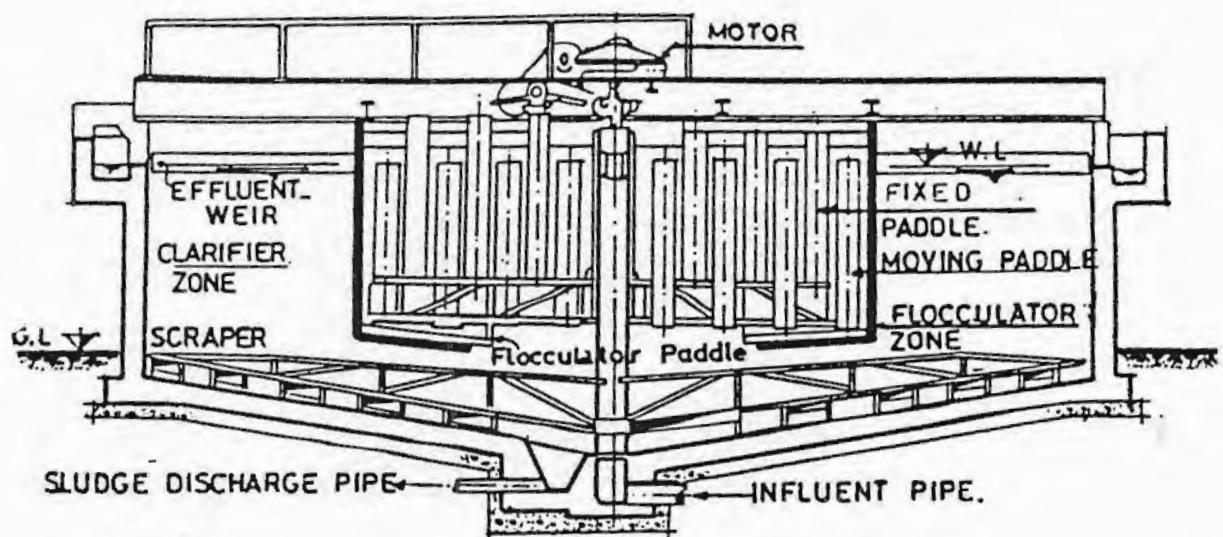
- منطقة خروج الماء

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

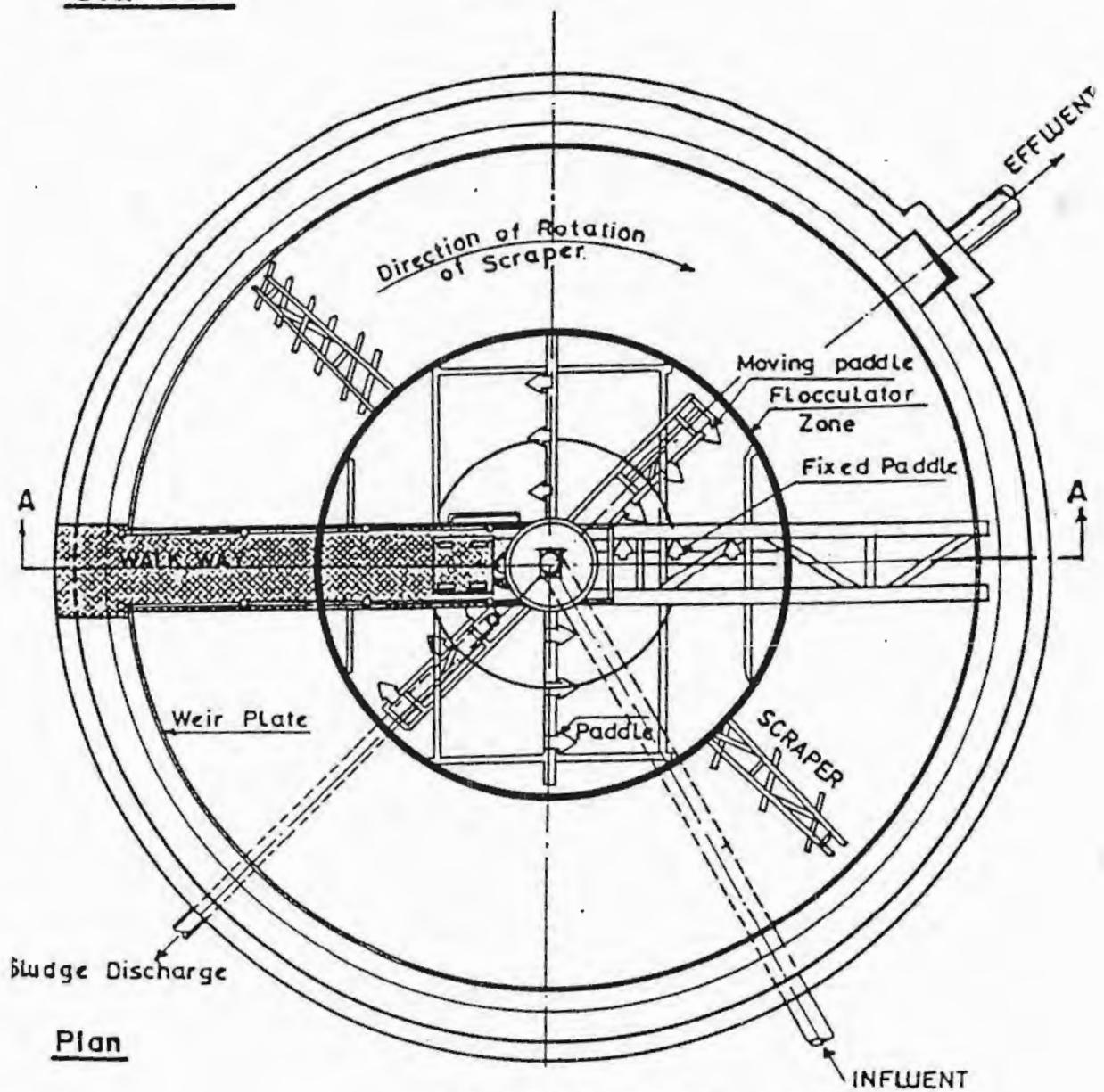
ويوضح الشكل رقم (٣-٦) مناطق الترسيب في حوض مستطيل.



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



Sec. A-A

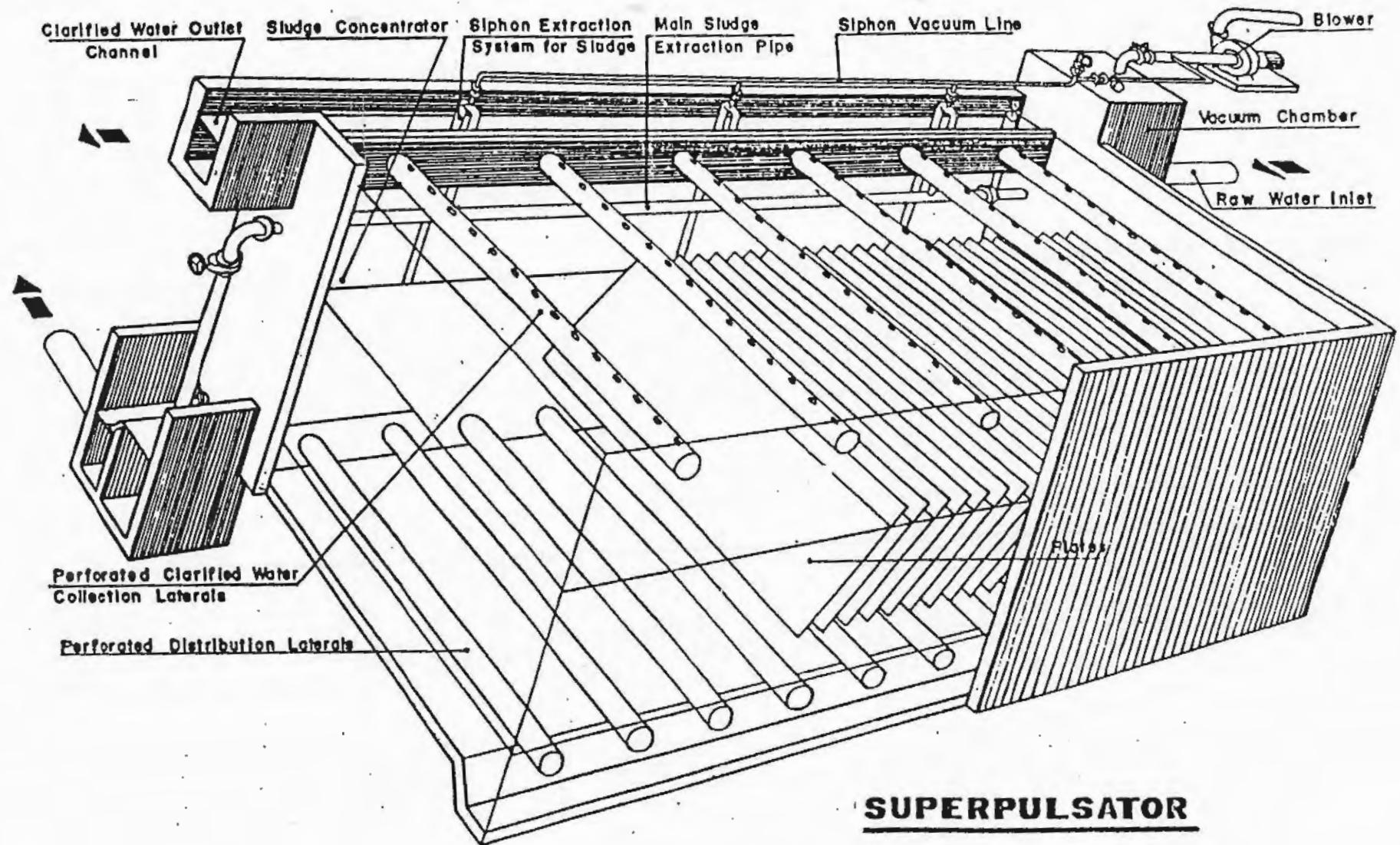


Plan

### **CLARIFLOCULATOR**

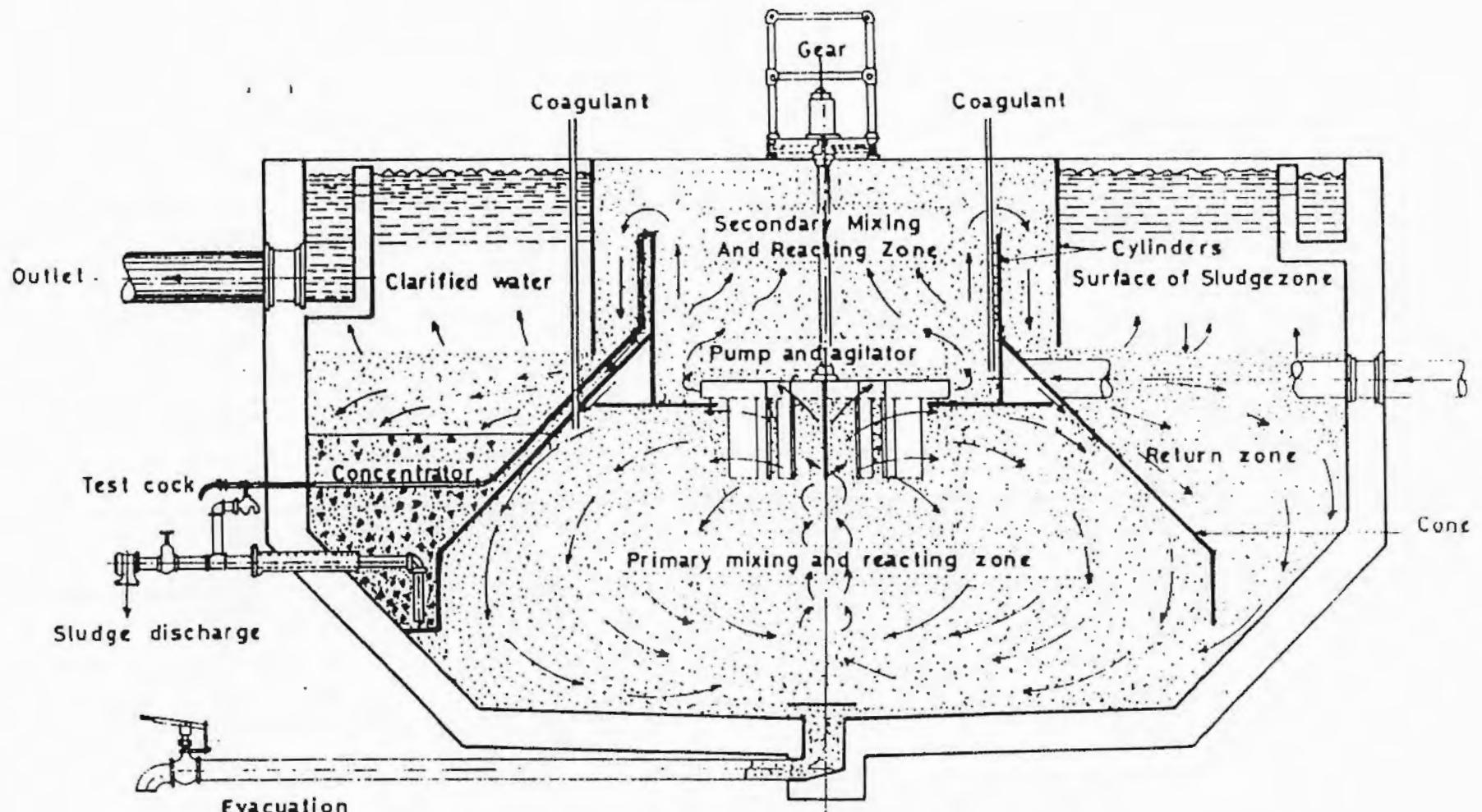
شكل رقم (٤-٦)

حوض دائري مشترك للتزوير والتربيب



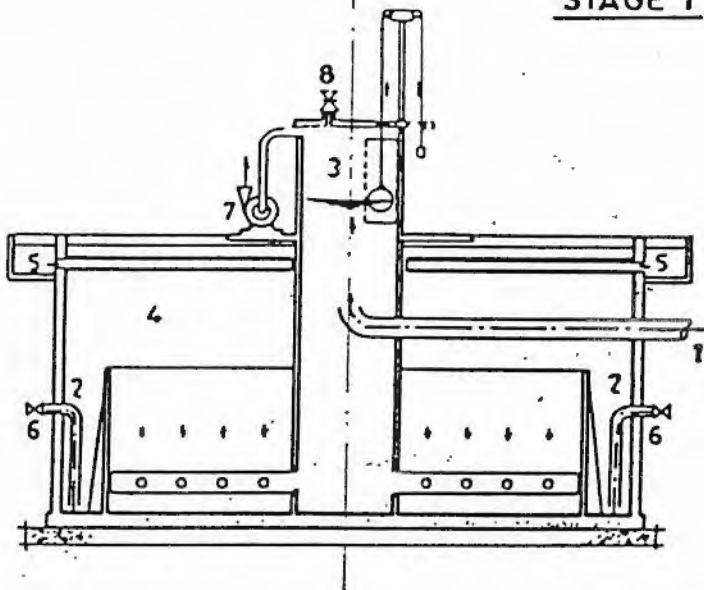
شكل رقم (٦-٤ب)

الألوان المائية في أحواض الترسيب (المرورقات)



**THE ACCELERATOR**

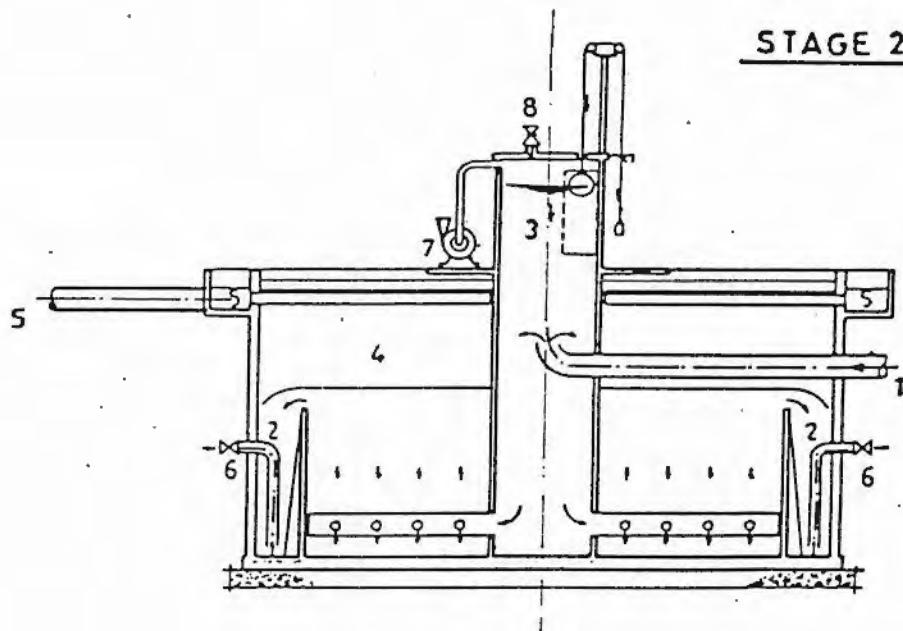
STAGE 1



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 (٦-٤ جـ)

#### هدار الخروج بأحواض الترسيب

#### العوامل المؤثرة في عملية الترسيب

تتأثر عملية الترسيب بعدة عوامل أهمها:

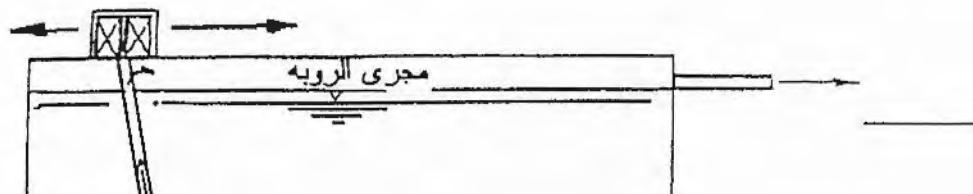
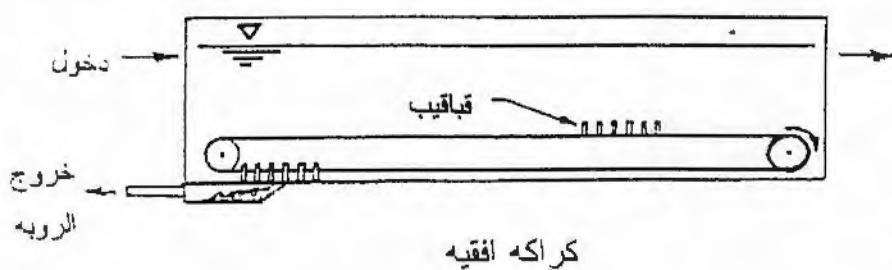
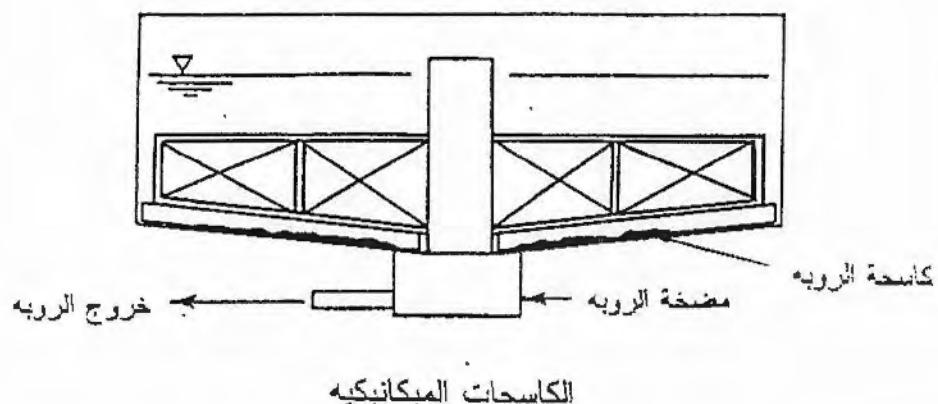
- حجم الحبيبات: كلما زاد حجمها وزنها ازدادت كفاءة الترسيب.
- شكل الحبيبات: كلما اقترب شكلها من الشكل الكروي كلما كانت معدلات ترسيبها أسرع وأكفاء.
- كثافة الحبيبات: فكلما زادت كثافتها زادت كتلتها بالنسبة لحجمها وزادت سرعة رسوبها وبالتالي كفاءة الترسيب.
- درجة حرارة الماء: كلما ارتفعت درجة حرارته قلت كثافته وزروجته وبالتالي زادت سرعة رسوب الحبيبات وزادت كفاءة الترسيب.
- الشحنة الكهربائية للجسيمات: والتي تكون دائمًا سالبة الشحنة. وعند معالجة المياه بالشبكة (موجبة الشحنة)، يحدث تجاذب بين الجسيمات السالبة والموجبة مما يساعد على ترسيبها وزيادة كفاءة الترسيب.
- سرعة سريان الماء في الحوض: كلما قلت سرعة الماء، زادت كفاءة الترسيب ، ويفضل الا تتجاوز السرعة الافقية في الحوض ( $30 \text{ سم/دقيقة}$ ).
- 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  $3-4$  ساعات، حيث أن زيادة المدة أكثر من اللازم، لا يزيد من كفاءة الترسيب إلا بنسبة بسيطة.  
وformula = 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.

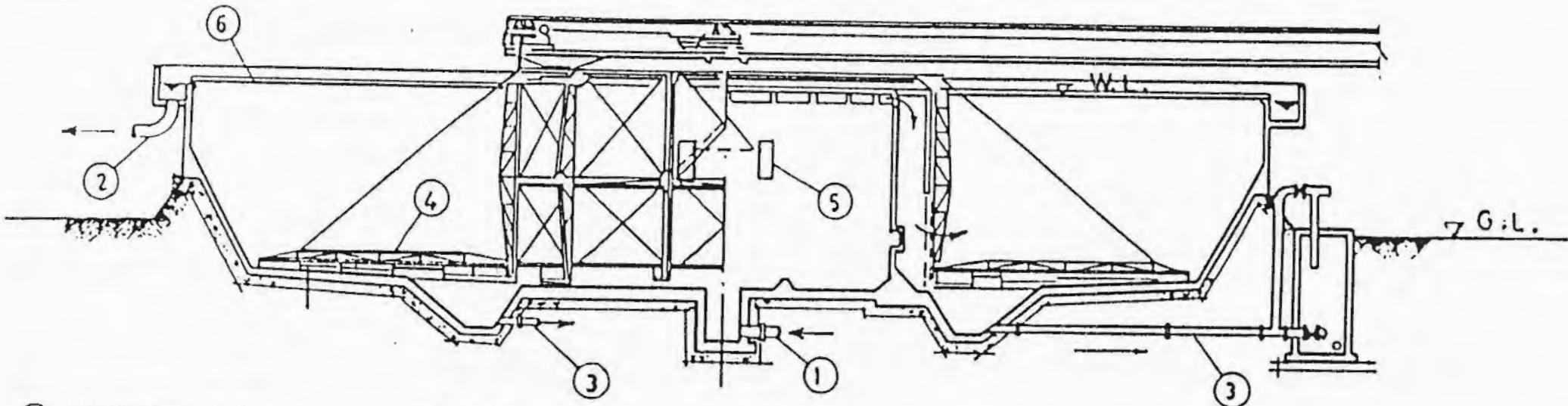
### استخراج الروبة :-

ت تكون الروبة من مخلفات المادة المروية (الشببة) مع رواسب جامدة. ويكون تركيز الروبة من ٣٪ - ١٠٪ .  
وفى أحواض الترسيب ذات التدفق الأفقي يتم ترسيب ٥٥٪ من الندى فى الثلث الأول من طول الحوض،  
ويراعى ذلك فى تصميم نظام استخراج الروبة من الحوض.

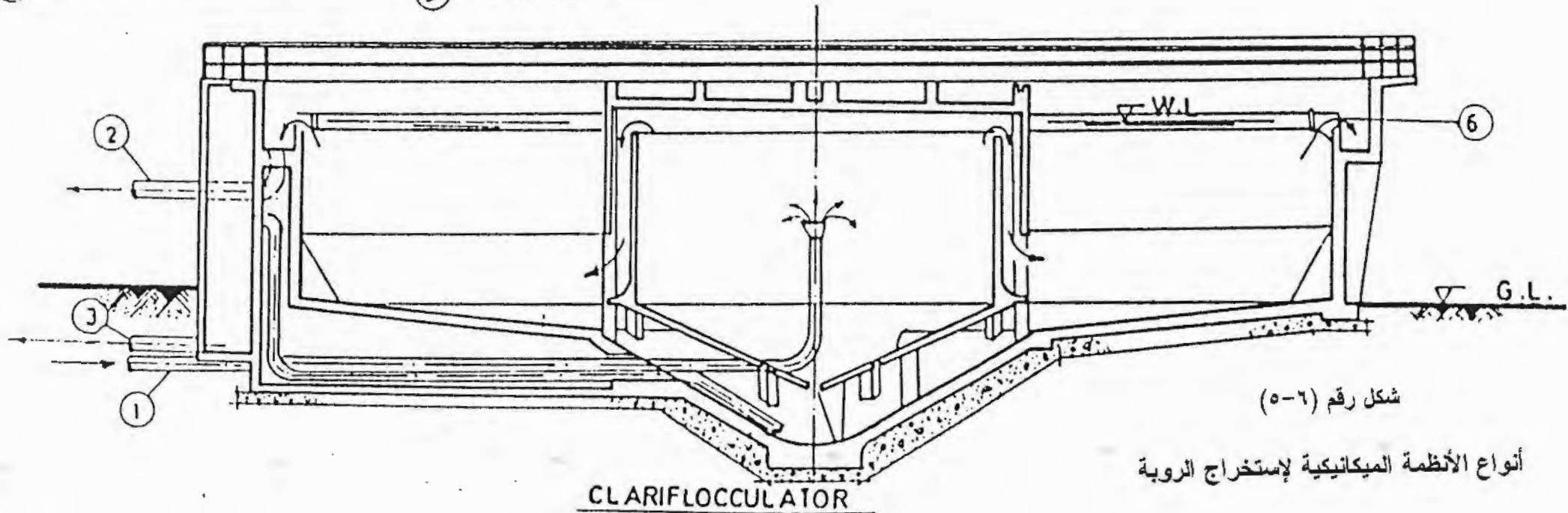
ويجب استخراج الروبة من الحوض دوريا للأسباب الآتية:

- منع تداخلها مع المياه المروقة وإعادة تعكيرها. ويوضح الشكل رقم (٦-٣) مناطق الترسيب فى حوض مستطيل.
  - تقادى شغل حيز كبير من الحوض، يخفض من كفاءة تشغيله، مع انخفاض نوعية المياه المنتجة لانخفاض مدة المكث. ويتم استخراج الروبة من الأحواض إما يدوياً أو ميكانيكيًا عن طريق:
    - الكاسحات الميكانيكية للأحواض المستديرة.
    - الكراكات الأفقيه والكباري الكاسحة للأحواض المستطيلة.
    - حجرة تركيز الرواسب كما سيرد ذكره في الحوض النابض (Pulsator).
- ويوضح الشكل رقم (٦-٥) أنواع الأنظمة الميكانيكية لاستخراج الروبة.





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



شكل رقم (٥-٦)

أنواع الأنظمة الميكانيكية لاستخراج الروبة

## الفصل السابع

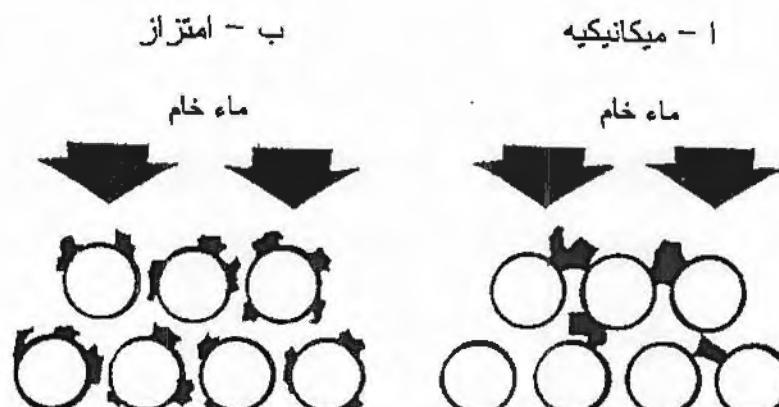
### الترشيح

#### مقدمة

عملية الترشيح (Filtration) هي مرور المياه المروقة خلال مادة مسامية لإزالة ما بقى بها من مواد عالقة وغروية. وأكثر المواد المستخدمة في عملية الترشيح هو الرمل، نظراً لرخصه وتوفره وسهولة تنظيفه.

وإذا تم استعمال رمل ذو حبيبات مناسب، وتم مرور المياه بالسرعة المناسبة، فإنه يمكن إزالة المواد العالقة والمواد الكلويدية 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 والكلويدية 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 الهمامية للمواد العالقة بسبب المواد المروبة في حالة استخدامها. وكذلك المسارات المتعرجة للمياه خلال طبقات الرمل.
- ترسيب 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 والإمتاز

- تكون طبقة هلامية على سطح الرمل من المواد العالقة الدقيقة وما يتحمل 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 والتصاق هذه المواد بحبوبات الرمل.

#### الرمال المستخدمة في مرشحات المياه

يجب أن تتوافر في رمل المرشحات بعض الموصفات من أهمها:

- أن يكون الرمل نظيفاً وخالياً من الأتربة والمواد 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 هيدروكلوريك لمدة ٢٤ ساعة.
  - أن تكون الرمال بأحجام مناسبة لعملية الترشيح.
  - فالرمال الرفيعة جداً تكون الفجوات بينها عرضة للسد بسرعة.
  - والرمال كبيرة الحجم تسمح فجواتها بمرور الكائنات الحية الدقيقة والمواد العالقة من خلال المرشح.
- لذلك يجب أن تكون الرمال 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 تحجز ٤٠٪ من وزن الرمل وبين الحجم الفعال.

وعلى سبيل المثال إذا كانت فتحة المنخل التي يمر من خلالها ٦٠٪ من وزن الرمل هي ٨٠ مم وكان الحجم الفعال للرمل هو ٤٠ مم.

$$\text{فإن معامل الانظام} = \frac{80}{40} = 2$$

- للرمال المستخدمة في المرشحات الرملية البطيئة يكون:

- الحجم الفعال بين (٠,٣٥) - (٠,٣)

- ومعامل الانظام بين (١,٧٥) - (٢,٠٠)

- للرمال 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 البطيئة والمرشحات السريعة طبقاً لسرعة الترشيح.

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

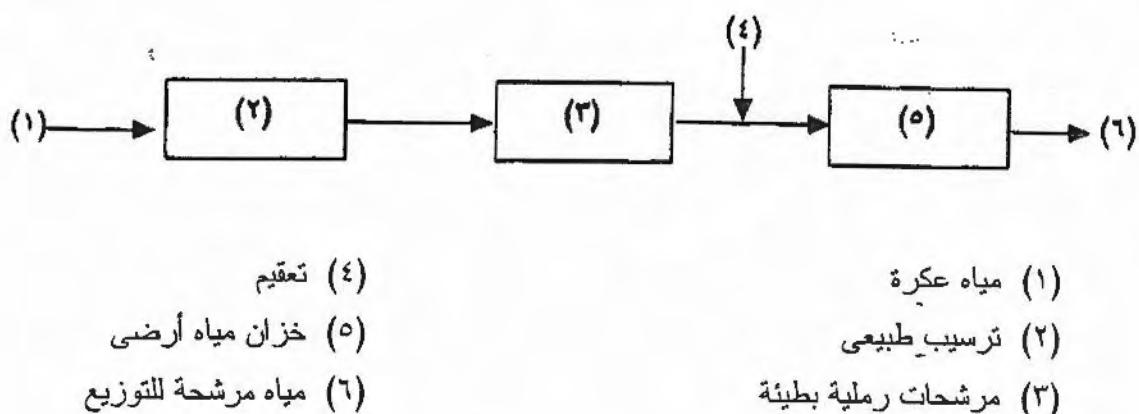
- طبقاً لاتجاه الترشيح: وهناك المرشحات التي يتم الترشيح فيها من أعلى إلى أسفل وهو النوع الشائع، أو من أسفل إلى أعلى.

- وقد يكون الترشيح بالجاذبية أو تحت ضغط.

### مرشحات الرمل البطيئة

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

ويوضح الشكل رقم (٢-٧) خطوات التقنية باستخدام مرشحات الرمل البطيئة.

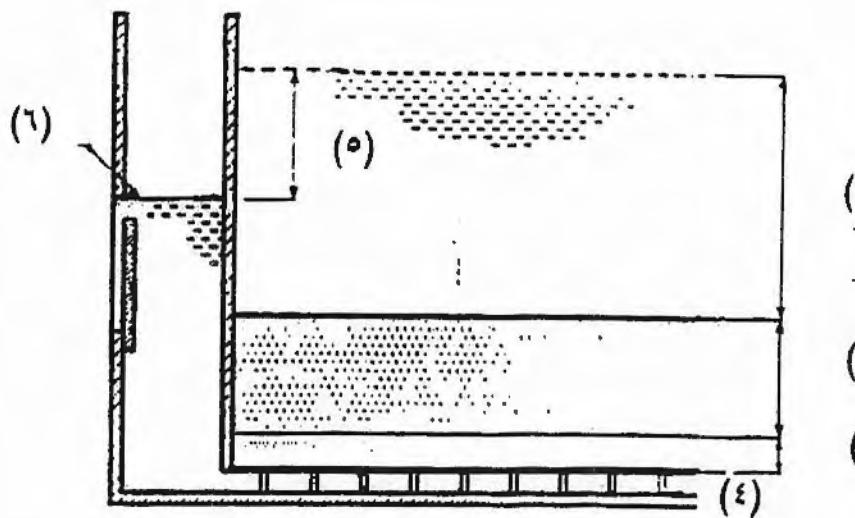


شكل رقم (٢-٧)

رسم تخطيطي لخطوات التنقية باستخدام المرشحات البطيئة

ويكون المرشح غالباً من طبقات زلط ورمل، ويكون تجميع المياه المرشحة بواسطة مواسير فخار أو مواسير خرسانية منقبة، توضع أسفل المرشح أو خلال طبقة الزلط.

ويوضح الشكل رقم (٣-٧) مكونات المرشح البطيء.



- ١ - ارتفاع المياه.
- ٢ - ارتفاع الرمل ٨٠ - ١٢٠ سم.
- ٣ - ارتفاع الزاط ٣٠ - ٤٥ سم.
- ٤ - نظام تجميع المياه المرشحة.
- ٥ - الفاقد في الضغط.
- ٦ - منسوب خروج المياه.

شكل رقم (٣-٧)

#### رسم توضيحي للمرشح الرملي البطئ

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

- انخفاض التكاليف الإنسانية.
- بساطة التصميم والتشغيل وعدم الحاجة إلى مهارة فنية عالية.
- عدم استخدام مواد كيماوية (لتجميل).
- 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 الغسيل اليومية.
- عدم وجود مشكلة للتخلص من مياه الغسيل الملوثة، حيث أن عملية تنظيف المرشحات البطيئة تتم كل بضعة شهور، دون استخدام مياه غسيل يومية.

ونظراً لهذه المميزات، تجد المرشحات البطينية مجالاً خصباً لإمكانية استخدامها في الموقع الذي توجد فيها الأراضي 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

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

- أن معدل الترشيح يتراوح بين ١٢٠ إلى ١٨٠ م<sup>٣</sup>/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 عكارتها عن ٤٠ 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 لتجمیع المياه المرشحة.

وتكون حبيبات الرمل متجانسة، وذات حجم فعال ٤,٠٠ إلى ٠,٨ . أو أكثر حسب تصميم المرشح. ويتم تجهيز الرمل بهذه خلال مهزات خاصة للحصول على معامل انتظام بين ١,٤ إلى ١,٧ .

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

- والنوع الأكثر شيوعاً في مجموعة الصرف يتكون 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 شقوق رفيعة.
- وفي تصميم آخر لا تستعمل المصافي، بل تتقدب في أكثر من مكان أسفل سطح المواسير.
- وقد يستعاض عن المواسير ببلاطات خرسانية تثبت عليها فوانى (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.

وتشغيل المرشح يكون بمرور الماء المرسّب في طبقات الرمل فالزلط فمجموعه الصرف إلى الخارج. وعند مرور المياه المرسّبة من سطح الرمل، تتجمع الندف مكونة طبقة جيلاتينية على سطح الرمل تعمل على ترشيح

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

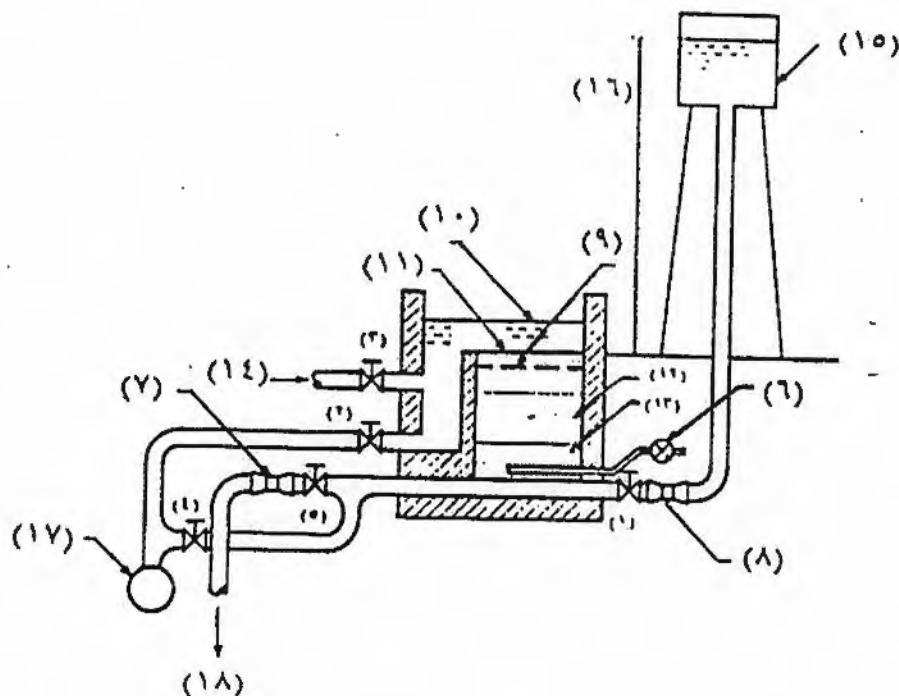
ويتم ذلك بغلق محبس دخول الماء المرسب إلى المرشح، وعند انخفاض منسوب المياه في المرشح إلى سطح الرمل تقريراً (١٠ سم فوق سطح الرمل)، يغلق محبس الخارج بالنسبة للمياه المرشحة، ويفتح محبس ماء الغسيل ببطء لتدخل مياه الغسيل لنمر بالرائع في طبقات الزلط طبقات الرمل. وحركة الماء من أسفل إلى أعلى تؤدي إلى تمدد طبقة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

وبعد الغسيل لمدة من ٥ إلى ١٠ دقائق حسب نوع المرشح والتتأكد من اكتمال الغسيل ونظافة الرمل، يغلق محبس الغسيل ويفتح محبس دخول الماء المرسب، ويبدأ المرشح عمله في الترسيح، إلا أن المياه المرشحة 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 وافراً في المرشحات هي فحم "الانثاسيت" والمتردجة أحجامه إلى المقاسات المضبوطة. وزن هذا الفحم حوالي نصف وزن الرمل، وبذلك يحتاج إلى سرعة ماء غسيل أقل لتفويم طبقاته، مما يوفر في الطاقة. علاوة على أن الفحم لا يتغطى سطحه بالجير بسرعة مثل الرمل عند استعمال الجير. علاوة على أنه لا يتأثر بالقلويات الساخنة التي تستعمل في عمليات التيسير.

وفي المرشحات التي يستخدم فيها الهواء المضغوط في عمليات الغسيل مع الماء؛ يتم إدخال الهواء قبل ماء الغسيل، لتكسير طبقة الرواسب وخلطها بكمية المياه البسيطة الباقية فوق سطح الرمل (١٠ سم) بعد تفريغه، ثم يتم قفل 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 علوى لمياه الغسيل     | (٦) صمام دخول الهواء المضغوط    |
| (١٦) ارتفاع حوالى ١٠ متر        | (٧) منظم لخروج المياه من المرشح |
| (١٧) تصريف مياه التحضير والغسيل | (٨) منظم لدخول مياه الغسيل      |
| (١٨) خروج المياه المرشحة        | (٩) قاع قنوات تجميع مياه الغسيل |

شكل رقم (٤-٧)

نظريّة تشغيل المرشح

### مرشحات الضغط

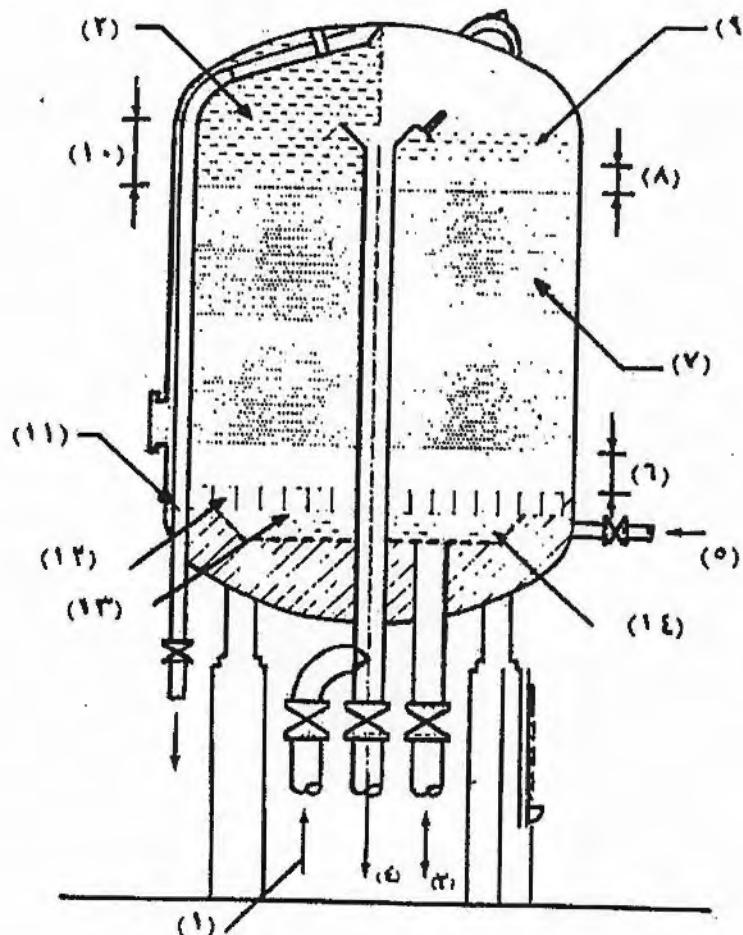
توضع في مرشحات الضغط (Pressure Filter) طبقات من الرمل والزلط داخل اسطوانة مقفلة من الصلب رأسية أو أفقية تحمل ضغط داخلي لا يقل عن ٢ جوى. وتدخل المياه المراد ترشيحها من أعلى، مارة بطبقات الرمل والزلط إلى أسفله، حيث تتجمع في المصافي مثل ما يحدث في مرشحات الرمل التقليدية. ويستخدم هذا النوع على نطاق واسع 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/م<sup>٢</sup>/دقيقة، ويفضل ألا يزيد عن ١٥٠ لتر/م<sup>٢</sup>/دقيقة (٢١٥ م<sup>٣</sup>/م<sup>٢</sup>/يوم)، 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 طلمبات المياه العكرة (الضغط المنخفض).

وفاقد الضغط الفعلي داخل هذه المرشحات يتوقف على حالة طبقات الرمل وعلى معدل التصرف خلال المرشح، وزيادة فاقد الضغط عن الحد المسموح يبين أن طبقات الرمل اتسخت، ويلزم إعادة غسلها. ويتم غسيل مرشح الضغط بنفس الطريقة السابق ذكرها في مرشحات الرمل السريعة. ويجب ألا يقل معدل ماء الغسيل عن ٥٠٠ - ٦٠٠ لتر/م<sup>٢</sup>/دقيقة، والفترة بين كل غسيل 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 ٢% - ٦% من الماء المرشح بالمعدل المذكور عليه، إلا إذا كان الغسيل مصحوباً بهواء مضغوط ليساعد على تمدد طبقة الرمل أثناء الغسيل.

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



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

شكل رقم (٥-٧)

مرشحات تعمل تحت ضغط

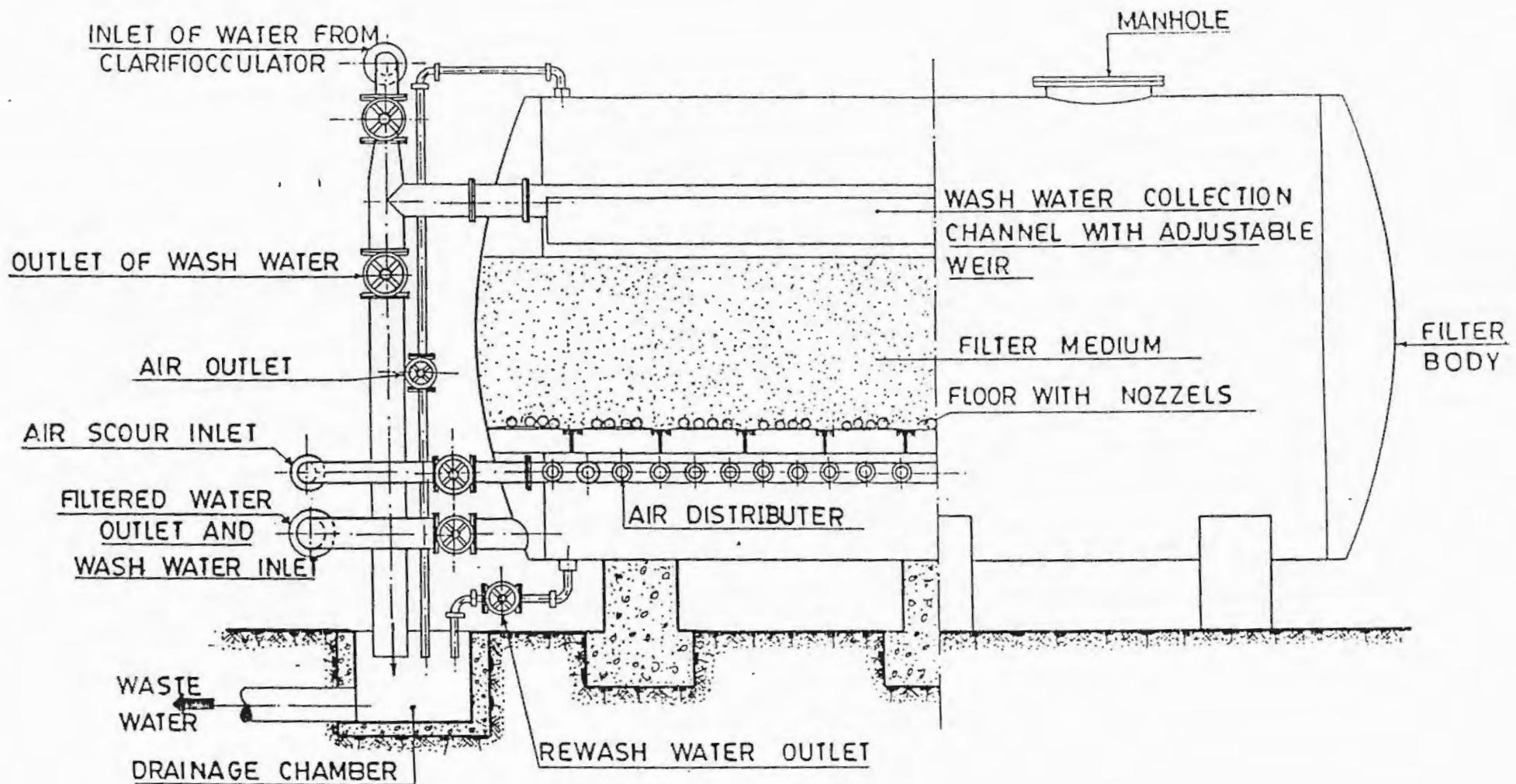
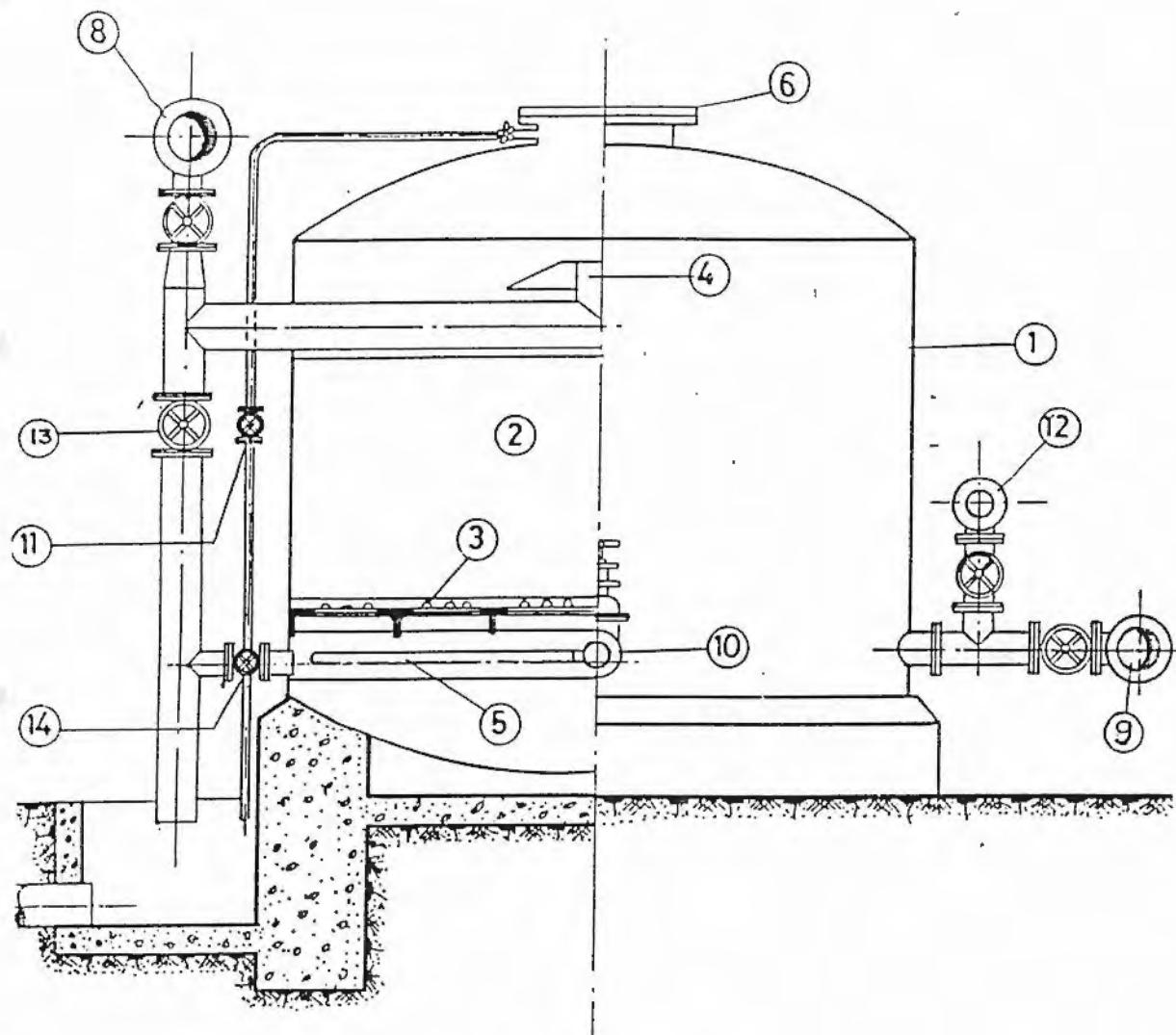


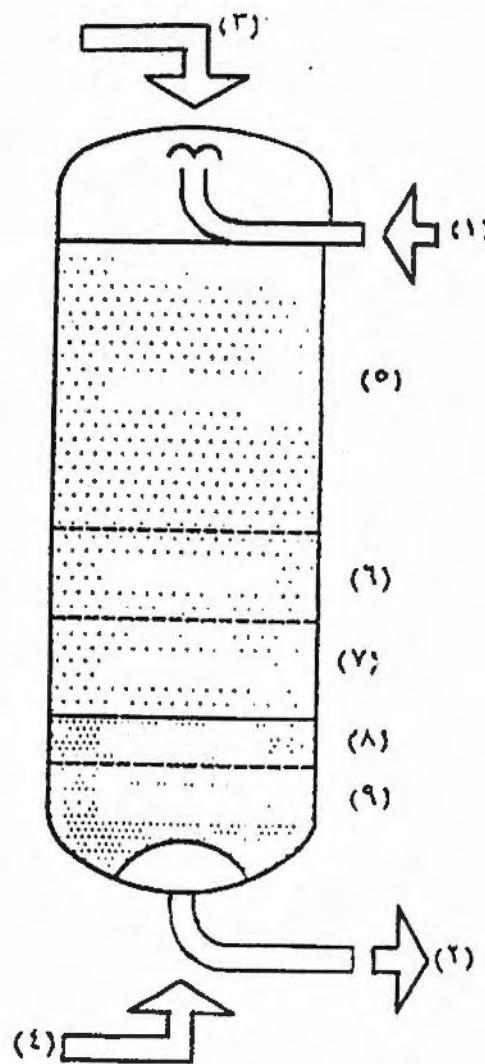
Fig. 4/16 PRESSURE FILTER (HORIZONTAL FILTER)



- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| (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) دخول المياه للمرشح         |
| (٧) جرانيت ناعم | (٢) خروج المياه المرشحة        |
| (٨) جرانيت خشن  | (٣) إتجاه المياه أثناء الترشيح |
| (٩) زلط         | (٤) إتجاه مياه الغسيل          |
|                 | (٥) إنثراسيت                   |

شكل رقم (٦-٧)

استخدام الكربون في عملية الترشيح

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

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

**جدول رقم (١-٧)**

**مقارنة بين مرشحات الرمل**

الخواص	المرشح البطري	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 وفحm
سمك وسط الترشيح (م)	١,٥	١-٠,٨	حسب الحجم
أبعاد 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	تكشط الطبقة العليا	يستخدم الماء والهواء للتقطيف	يستخدم الماء والهواء للتقطيف
مياه الغسيل (%)	-	٤-٣	٦
جودة المياه المنتجة	عالية جدا	عالية	عالية
كفاءة المياه المنتجة	عادية	عالية	عالية
المساحة المطلوبة	كبيرة جدا	محدودة للغاية	محدودة للغاية
تكلفة التشغيل	متخضضة	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 المياه ذات نسبة العkarة العالية.
- يمكن غسله عكسياً، مع مراقبة العملية بالعين.
- يسهل تغيير الوسط الترشيجي.

ويكون المرشح من المكونات الرئيسية التالية:

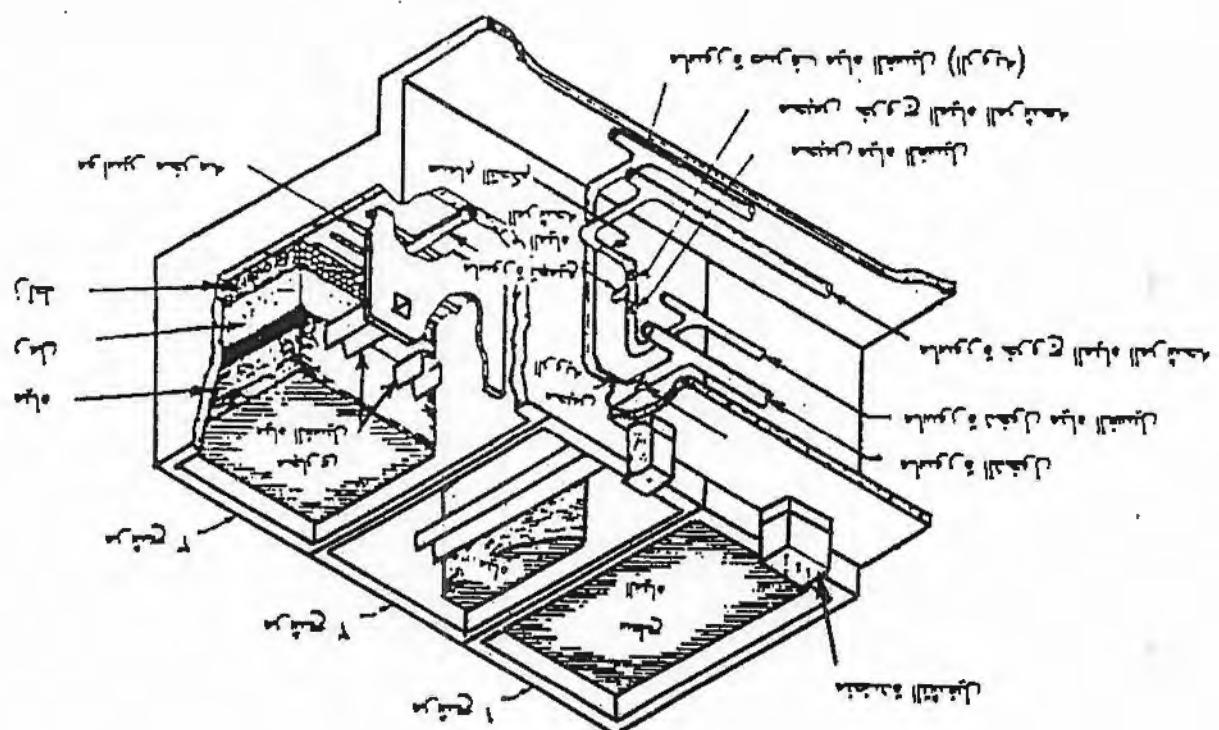
၅။ ဟူးဆောင်ရွက်နည်းလမ်းကို ဖြစ်ပေးအသေးခြင်း၊ ဖျက်နည်းလမ်းကို မြန်မာစွဲမှုများ  
နှင့် မြန်မာစွဲမှု မြတ်နည်းများ ရှိပါသော်လည်း ဒေသ ၂၁၀၀ မှုနယ်မှုတွင် မြန်မာစွဲမှု  
ပုဂ္ဂန်အောင် လျှပ်စီမံချက်များ ရှိခဲ့ရသော်လည်း ဒေသ ၂၁၀၀ မှုနယ်မှုတွင် မြန်မာစွဲမှု  
ပုဂ္ဂန်အောင် လျှပ်စီမံချက်များ ရှိခဲ့ရသော်လည်း

မြန်မာစွဲမှု အောင် ရှိခဲ့ရသော်လည်း

ဒေသ ၂၁၀၀ တွင် မြန်မာစွဲမှု အောင် ရှိခဲ့ရသော်လည်း ဒေသ ၂၁၀၀ မှုနယ်မှုတွင် မြန်မာစွဲမှု  
ပုဂ္ဂန်အောင် လျှပ်စီမံချက်များ ရှိခဲ့ရသော်လည်း မြန်မာစွဲမှု မြတ်နည်းများ ရှိခဲ့ရသော်လည်း မြန်မာစွဲမှု  
ပုဂ္ဂန်အောင် လျှပ်စီမံချက်များ ရှိခဲ့ရသော်လည်း

#### မြန်မာစွဲမှု အောင်

##### မြန်မာစွဲမှု မြတ်နည်းများ



- မြန်မာစွဲမှုများ.
- မြန်မာစွဲမှု ပုဂ္ဂန်အောင်.
- ပုဂ္ဂန်အောင် မြန်မာစွဲမှု မြတ်နည်းများ ဖြစ်ပေးအသေးခြင်း.
- မြန်မာစွဲမှု (မြန်မာစွဲ).
- ရေတာ့ မြတ်နည်းများ.

وأكـثـر شبـكـات الـصـرف استـخدـاماً فـي مصر:

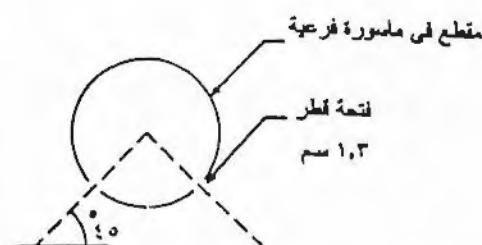
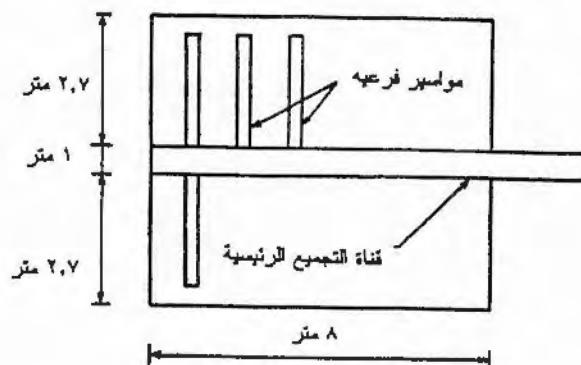
#### ◆ شبـكـة الموـاسـير المـسـتـعـرضـة

وـهـى منـ الـأـنـوـاعـ الـقـدـيمـةـ، وـتـحـتـاجـ إـلـى طـبـقـةـ الـأـعـلاـهـ تـسـاعـدـ عـلـى حـمـلـ طـبـقـةـ الرـمـلـ، لـتـسـاعـدـ عـلـى دـعـمـ اـنـسـادـ شبـكـةـ الـصـرفـ بـالـرـمـلـ. وـهـى تـتـكـونـ كـمـاـ فـيـ الشـكـلـ رـقـمـ (ـ٨ـ٧ـ)ـ مـنـ مـاسـورـةـ تـجـمـيعـ رـئـيـسـيةـ، تـتـصلـ بـهـاـ مـجـمـوعـةـ مـنـ الموـاسـيرـ فـرعـيـةـ المـسـتـعـرضـةـ.

وـيـكـونـ قـطـرـ مـاسـورـةـ التـجـمـيعـ الرـئـيـسـيـةـ أـكـبـرـ مـنـ الموـاسـيرـ فـرعـيـةـ المـسـتـعـرضـةـ وـالـتـىـ تـحـتـوىـ عـلـىـ تـقـوبـ فـيـ جـوـانـبـهاـ السـفـلـىـ مـنـعـاـ لـإـنـسـادـهـاـ بـالـرـمـلـ.

وـتـمـ تـجـمـيعـ الـمـيـاهـ المـرـشـحةـ مـنـ خـلـالـ تـقـوبـ الـمـوـجـودـةـ بـالـموـاسـيرـ المـسـتـعـرضـةـ وـالـمـوزـعـةـ بـاـنـتـظـامـ عـلـىـ مـسـاحـةـ الـمـرـشـحـ إـلـىـ مـاسـورـةـ التـجـمـيعـ الرـئـيـسـيـةـ، وـبـذـلـكـ تـعـمـلـ عـلـىـ تـجـمـيعـ الـمـيـاهـ المـرـشـحةـ بـاـنـتـظـامـ مـنـ مـسـاحـةـ الـمـرـشـحـ.

كـمـاـ تـمـ مـيـاهـ الغـسـيلـ فـيـ الـاتـجـاهـ العـكـسـيـ مـنـ مـاسـورـةـ التـجـمـيعـ إـلـىـ موـاسـيرـ المـسـتـعـرضـةـ وـتـخـرـجـ مـنـ تـقـوبـ، وـبـذـلـكـ تـقـومـ بـتـوزـيعـ مـيـاهـ الغـسـيلـ تـوزـيـعـاـ مـتـسـاوـيـاـ عـلـىـ مـسـاحـةـ الـمـرـشـحـ أـثـاءـ عـمـلـيـةـ الغـسـيلـ، وـتـقـومـ بـنـفـسـ الـعـمـلـ فـيـ حـالـةـ اـسـتـخـدـامـ الـهـوـاءـ مـعـ الـمـيـاهـ فـيـ عـمـلـيـةـ الغـسـيلـ.



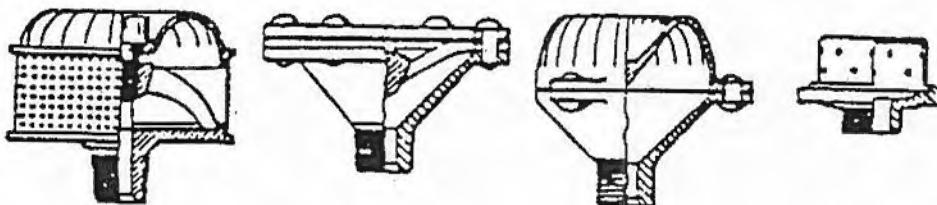
شكل رقم (٨-٧)

شبـكـةـ الموـاسـيرـ المـسـتـعـرضـةـ

## • البلاطات ذات الفوانى

وهي النوع الأحدث، ولا يحتاج الى طبقة زلط حاملة. وتصنع البلاطة عادة من الخرسانة وبها فتحات ترتكب فيها الفوانى. وتصنع الفوانى من الصلب الذى لا يصدأ أو من البلاستيك، ويكون بها مشقبيات 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 وضغطهكافية، ليحدث تمدد لطبقات الرمل إلى ٥٥٪ من حجمه، أي إلى أن تشغل طبقة الرمل ١,٥ حجمها قبل تسليط ماء الغسيل. وقد تبين 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 حباته تبتعد عن بعضها كثيراً ويقل احتكاكها ببعضها ويقل أثر الغسيل. وإذا قل تمدد الرمل أقل من الحد المطلوب، فإن حباته 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/المصافي

ويمكن الحصول على الضغط بإحدى الطرق الآتية:

- خزان مرتفع يتم منه بطاقة خاصة أو مباشرة من خط المواسير الرئيسي بعد تخفيض ضغطه.
- بواسطة طلمبة غسيل خاصة.
- بواسطة الماء من خط المواسير الرئيسي بعد تخفيف ضغطه خلال محبس تقليل الضغط.

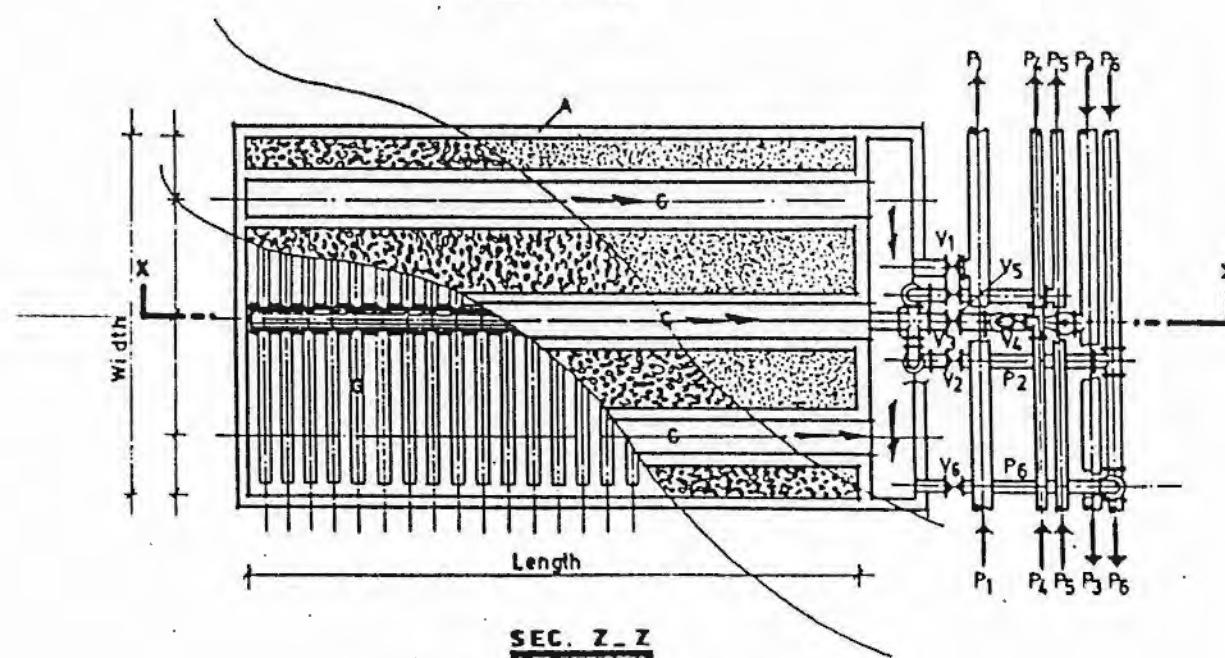
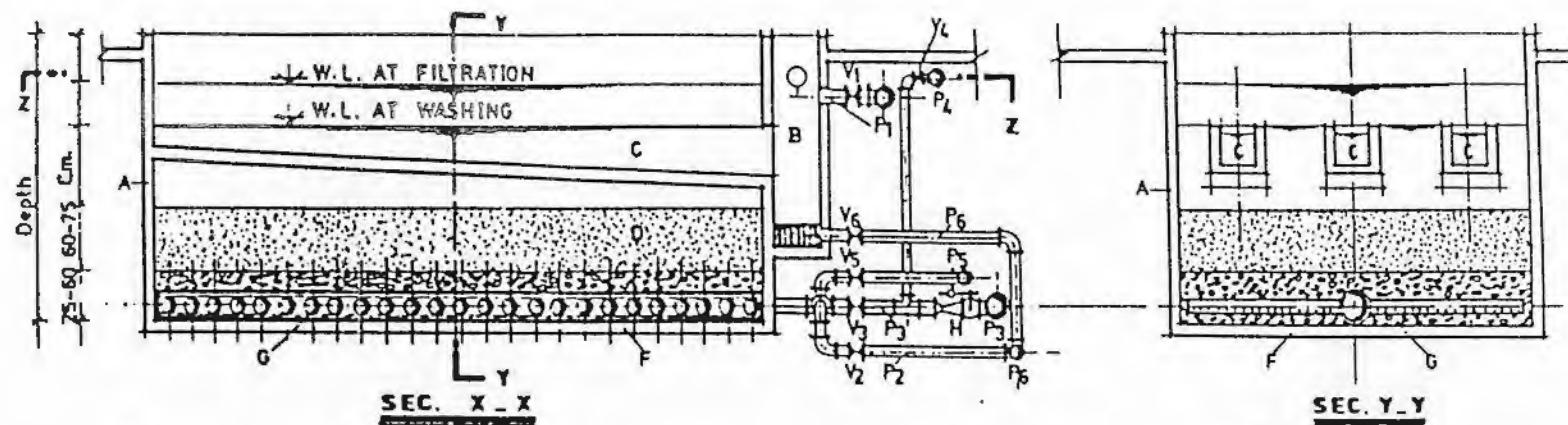
وبعد اتمام عملية الغسيل يجب أن يرسب الرمل ثانية إلى وضعه الأصلى ظاهرياً كطبقة ملساء متساوية، و زمن عملية الغسيل حوالي ٣ إلى ٦ دقيقة، زكمية مياه الغسيل تتراوح كما سبق ذكره بين ٥-٢٪ من المياه المرشحة.

### أجهزة التحكم

بحاجة 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 ترايبزة 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 العائم .(Waste valve)
  - محبس مياه الغسيل .(Wash water valve)



DETAILS OF RAPID SAND FILTER.

PIPING DETAILS

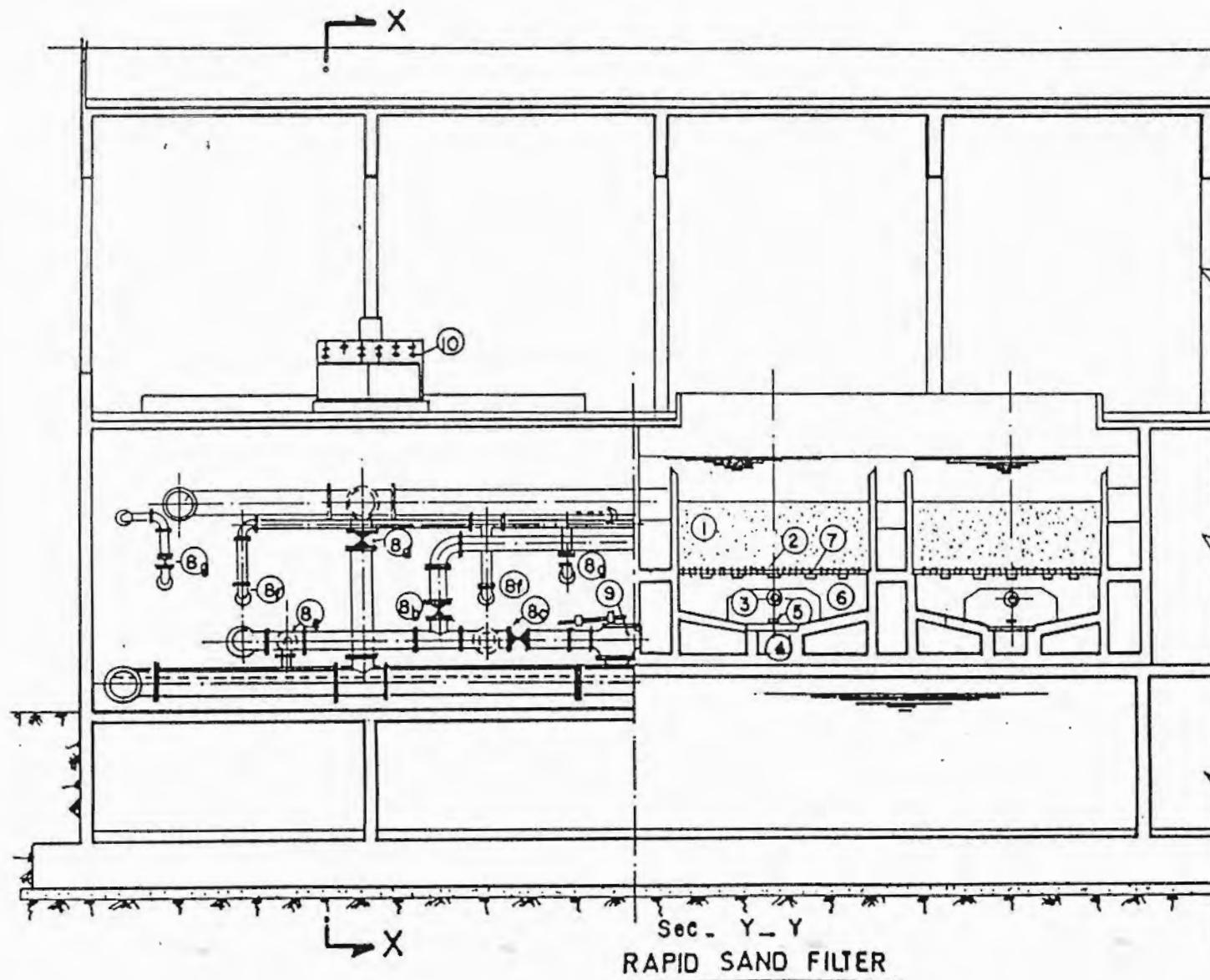
- P<sub>1</sub>-RAW WATER SUPPLY.
- P<sub>2</sub>-REWASH WATER PIPE.
- P<sub>3</sub>-FILTERED WATER OUTLET.
- P<sub>4</sub>-COMPRESSED AIR PIPE.
- P<sub>5</sub>-WASH WATER PIPE.
- P<sub>6</sub>-WASTE WATER PIPE.

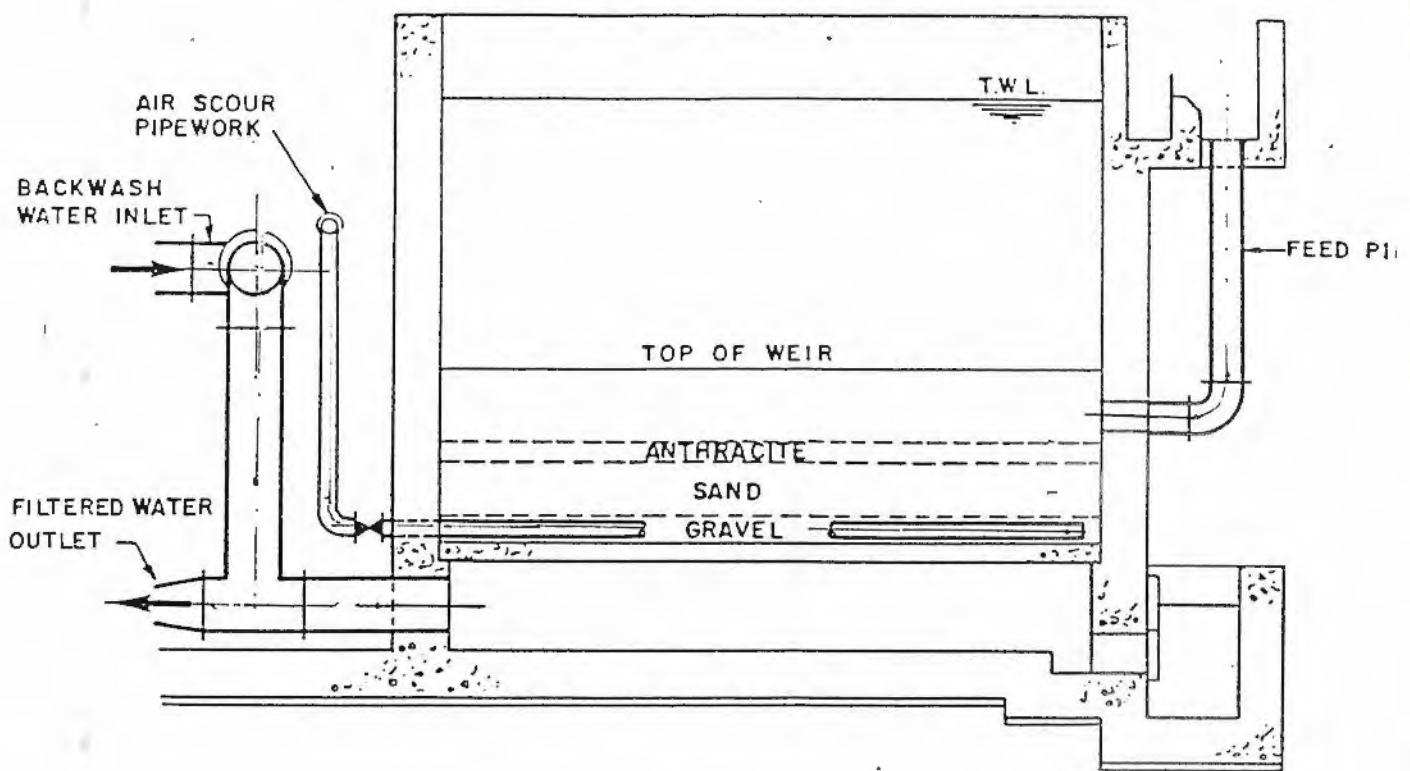
VALVES DETAILS

- V<sub>1</sub>-INLET VALVE.
- V<sub>2</sub>-REWASH WATER VALVE.
- V<sub>3</sub>-EXIT VALVE.
- V<sub>4</sub>-PRESSURE AIR VALVE.
- V<sub>5</sub>-WASH WATER VALVE.
- V<sub>6</sub>-DRAIN AND WASH WATER OUTLET VALVE.

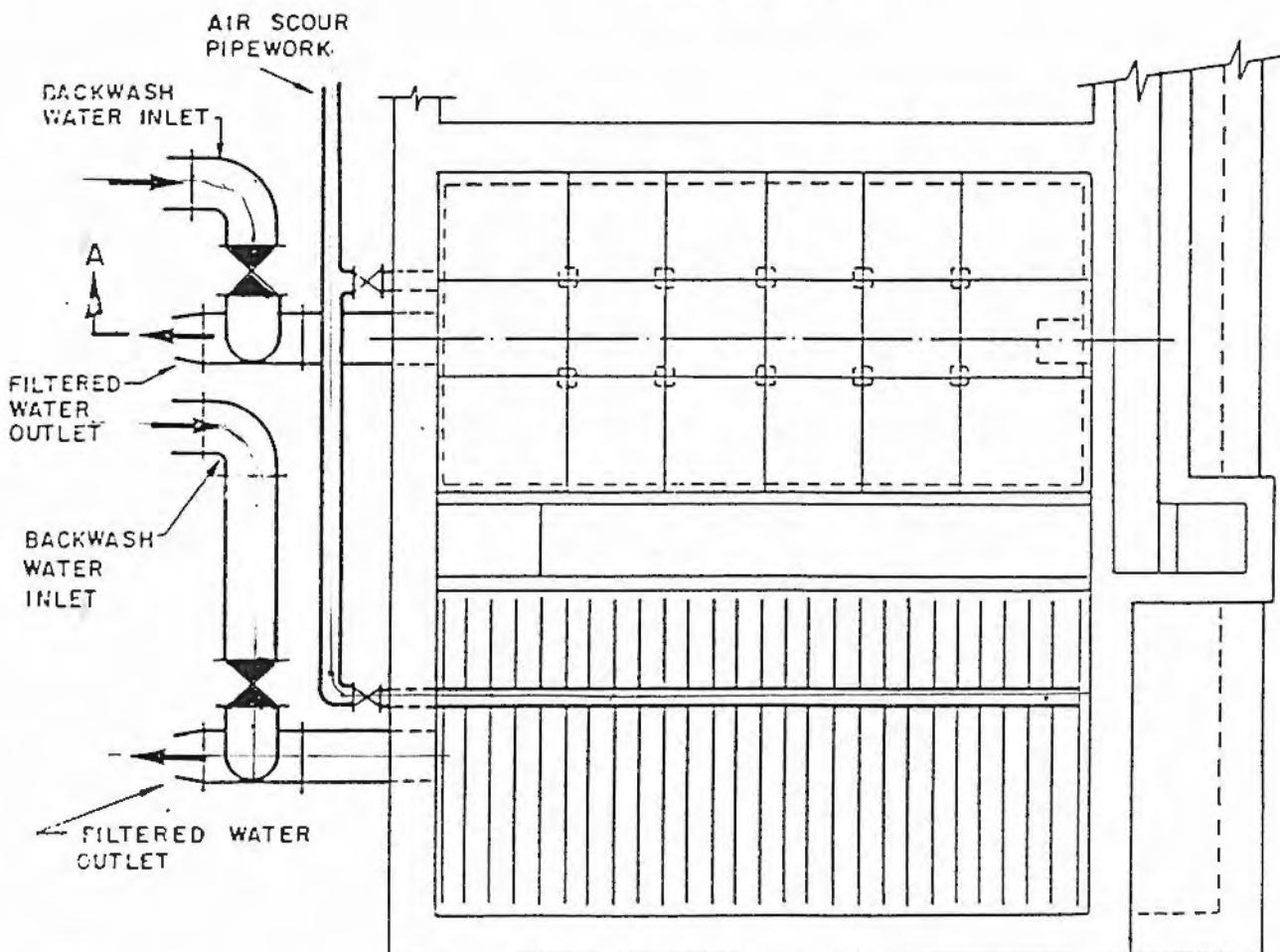
FILTER DETAILS

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

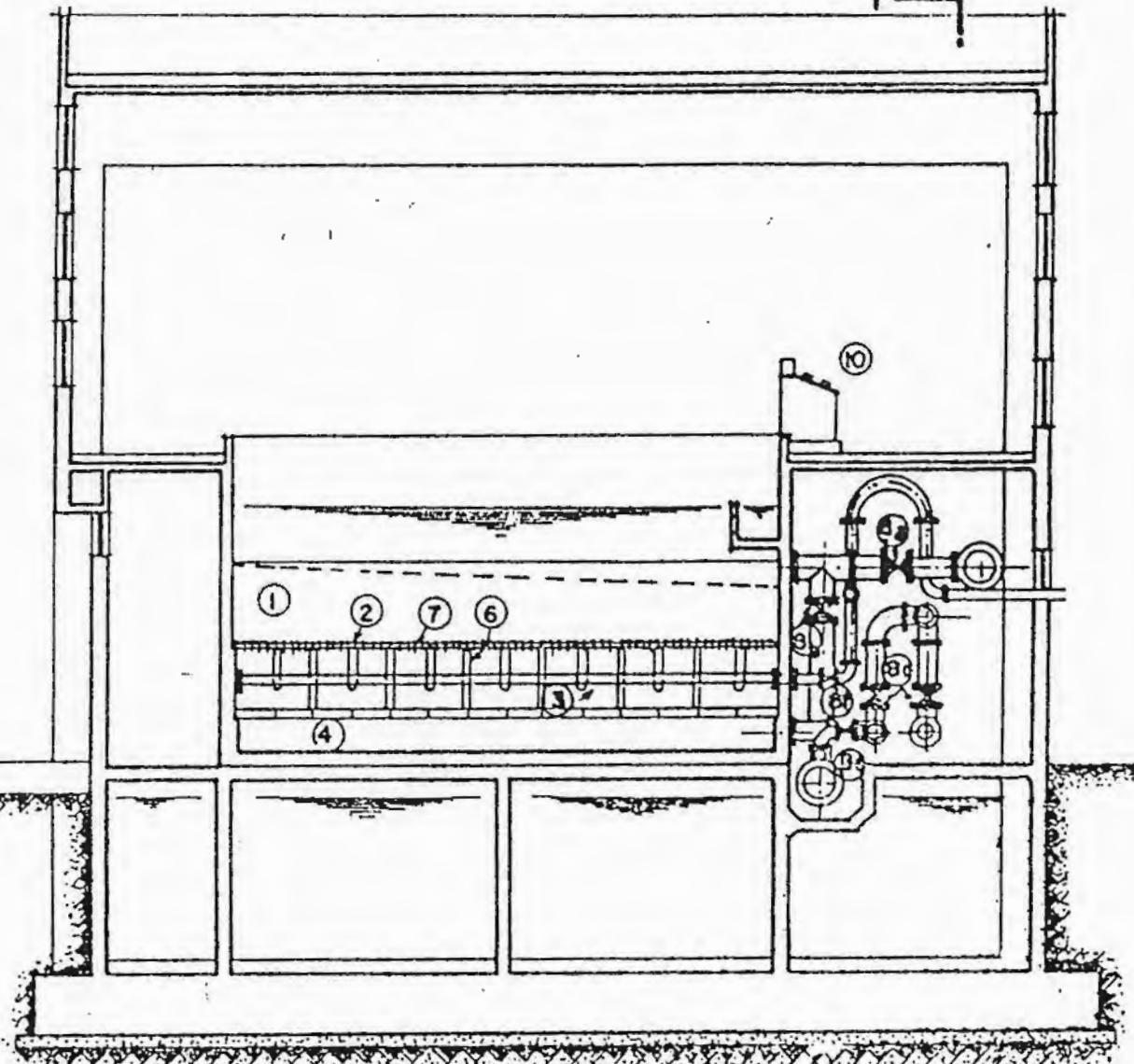




SECTION A-A



RAPID GRAVITY SAND FILTER



Sec. X-X

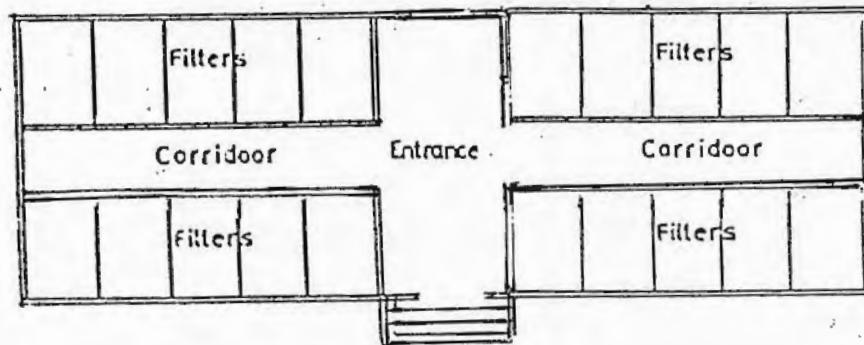
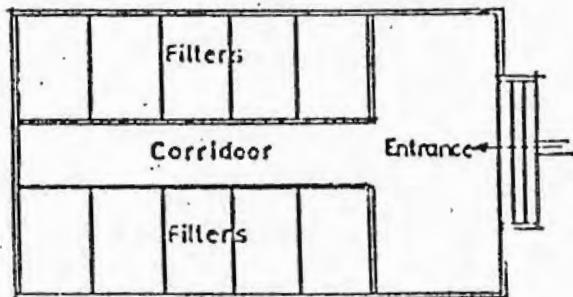
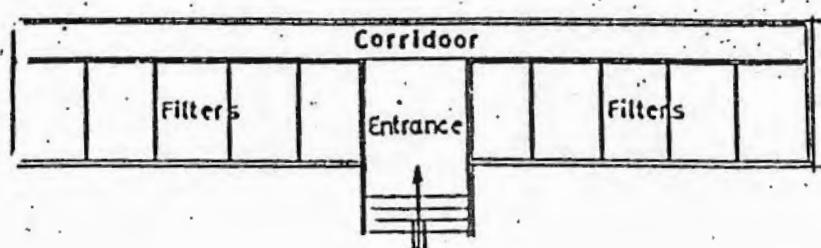
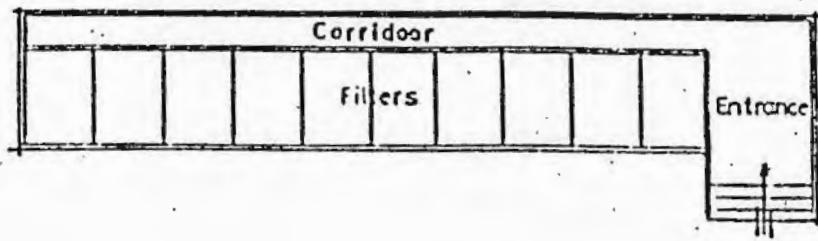
### RAPID SAND FILTER

#### FILTER DETAILS

- 1) FILTER MEDIA QUARTZ SAND HAVING A GRADED SIZE OF 0.0-1.2mm AND A HEIGHT OF 1.0 m.
- 2) LONG TAIL NOZZLE 80 NOZZLES PER 80m<sup>2</sup>.
- 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 280 mm DIA.
- B) WASH WATER INLET 280 mm DIA.
- C) FILTERED WATER OUTLET 280 mm DIA.
- D) SLUDGE WATER 300 mm DIA.
- E) REWASH OUTLET 180 mm DIA.
- F) COMPRESSED AIR INLET 100 mm DIA.
- G) AIR CUSHION OUTLET 80 mm 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.

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

ويعتبر التعقيم بتسخين 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 أو استخدام 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 وتكاثرها.

#### طرق التعقيم

توجد طرق كثيرة للتعقيم تستخدم 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 المعامل والمستشفيات والسفن وفي المنازل (في حالات خاصة) وفي المخيمات.

##### ♦ التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية

( ) وهي تعتمد على إبادة الكائنات الحية الممرضة (Pothogeens) 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 (سنتيمترات قليلة) إلى الأشعة وبسرعة مرور بطئه جداً. لذلك فإن هذه الطريقة لا يتم استخدامها إلا في المعامل 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 مؤكسد قوى يتم إنتاجه من الأكسجين الجوى داخل أجهزة خاصة، وذلك بتمرير الأكسجين بين قطبي كاوثود ذو جهد عالى. ونظراً لأنه غاز نشيط جداً، فإنه يتفاعل مع كل المكونات الموجودة بالماء (عضوية وغير عضوية)، لذا فإنه بإستخدام غاز الأوزون (Ozone) يمكن التحكم أيضاً في لون ورائحة الماء.

إلا أن غاز الأوزون غير مستقر كيميائياً حيث أنه يتحلل ويختفى فى بضع دقائق ولا يترك أى نسبة من الأوزون المتبقى لمواصلة التعقيم فى شبكة التوزيع، لذا يجب مزجه بالماء المراد تعقيميه بمجرد إنتاجه مباشرة.

#### ♦ التعقيم الكيميائى

وهو أنساب وسيلة للاستخدام لتعقيم المياه على نطاق واسع، وذلك بإضافة مواد كيماوية بجرعات خاصة، بحيث تقتل كل ما تبقى من البكتيريا بعد الترشيح، دون الإضرار بصحة الإنسان والحيوان، وأيضاً بدون إحداث تغير في طعم ولون ورائحة المياه.

### أنواع التعقيم

#### ♦ التعقيم الأولى:-

عند استقبال المياه من المأخذ المختلفة كالأنهار والترع والآبار، تحتوى هذه المياه على بعض أنواع من الطحالب والبكتيريا، ولتقليل 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 عامل الأمان.
- تحسن إزالة الألوان في بعض الأحيان.
- إطالة فترة تشغيل المرشحات وعدم إنسدادها بالطحالب.
- تخفيض كمية 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. والكلور غاز خانق وأنقل من الهواء، ويتم تحضيره وتسييله بالضغط داخل اسطوانات من الحديد

الصلب ذات ساعات مختلفة. ويتم تركيب الأسطوانات على أجهزة خاصة لتنظيم انساب غاز الكلور، حيث يضاف إلى المياه المرشحة بالجرعة المطلوبة للتطهير. وتتراوح هذه الجرعة عادة من ٠,٦ 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 تستوجب 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 لتلاقي وجود طعم ورائحة كلور في الماء. ويتم ذلك بإضافة ثيوکبريتات الصوديوم أو الكربون المنشط.

### العوامل المؤثرة على عملية التعقيم

تتأثر عملية التعقيم بعدة عوامل أهمها:

- درجة تركيز الرقم الهيدروجيني pH ، حيث يسرى مفعول الكلور الحر في الماء الحمضى أو المتعادل بسرعة أكبر منها في الماء القلوى. لذا يفضل ألا يكون قيمة pH أقل من ٨,٥ .
- العكاره (Turbidity) ، حيث تؤثر العكاره على عدم تغلغل الكلور في الماء، لاحتفاء الكائنات الحية الدقيقة داخل جسيمات العكاره، فيصعب القضاء عليها.
- النيتروجين العضوى، حيث أن وجود الأمونيا العضوية قد يمنع تكوين 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 النشادر المكلورة مثل الكلورامين.
- 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  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCl} + \text{HCl}$ . وتبعاً لدرجة الرقم الهيدروجيني pH للماء، يتآثر حامض الهيدروكلوروس إلى أيونات هيدروجين وهيبوكلوريت، والمادة الأخيرة هي المادة المعقمة.

وعند إضافة الكلور إلى ماء به مواد عضوية، فإنه يتحدد مع بعض تلك المواد كما يتحدد مع بعض المواد غير العضوية مؤكسداً إيابها.

ويتفاعل الكلور مع النشادر وأى أحماض أمينية منتجأ الكلورامين، وهى مادة معقمة، ولكن ليس لها قوة أكسدة الكلور الحر، أى أن التفاعل يكون أبطأ، ولذا تستخدم فى التعقيم البطئ الذى يستدعي وجود خزانات للمياه قبل

توزيعها للجمهور. والكلورامين كبير النفع في حالة خطوط المواصلات الطويلة، إذ يمنع نكاثر البكتيريا مرة أخرى في المياه، علاوة على أنه ليس له تأثير على طعم ورائحة المياه، إذا زادت جرعته نسبياً.

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 تمكثه المياه في شبكات المواصلات.

### عملية الكلورة النهائية

يتم إضافة الكلور إلى الماء في نهاية عملية التقية 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 ثانى لأى تلوث يكتفى يحدث من الشبكة.

### التعقيم بمركبات الكلور

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

### التعقيم بإضافة الأمونيا

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

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

ومن الأهمية بمكان إضافة الأمونيا في الموضع الصحيح وضمان المزج التام بينها وبين الماء، ويوقت تلامس كافى قبل إضافة الكلور. وإضافة ٠,٢٥ جزء في المليون من الأمونيا كافى في معظم الأحيان لمنع الطعم عند إضافة الكلور بعد ذلك. والنسبة 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 العناية عند تداول الكلور السائل، فكلاهما يكون خطراً على الحياة، ومفسداً للمهام إذا تسرب من زجاجاته.

### غاز الكلور

#### خواص غاز الكلور - وتحضيره

غاز الكلور غاز خانق لونه أخضر مصفر، أتقل من الهواء الجوى، ويؤثر على أغشية الأنف والحنجرة والعين، لذا يلزم لبس الأقنعة الواقية في حالة التعامل مع الغاز المتسرّب، والذي يمكن الكشف عنه بواسطة أبخرة الأمونيا، والتي تتحد مع الكلور مكونة سحب بيضاء كثيفة من كلوريدي 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.

وعند استعمال الأمونيا مع الكلور في عمليات التعقيم بالكلورامين، يجب الحذر من عدم خلطها قبل إضافتها للماء، بسبب خطورة تكوين ثيوكلوريدي النيتروجين الشديد الانفجار.

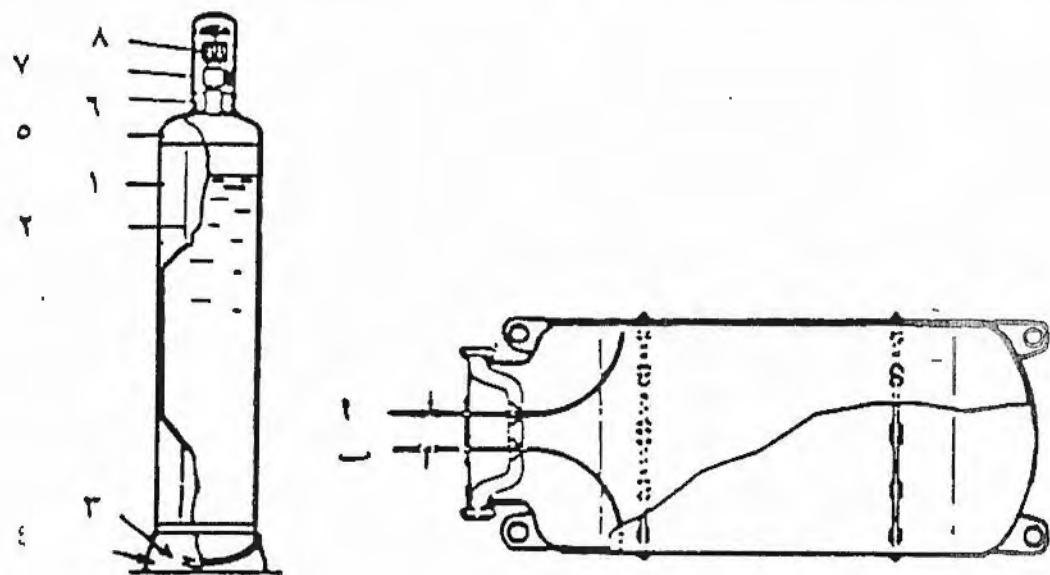
ويُضغط غاز الكلور في اسطوانات من الحديد الصلب حتى يسيل عند ضغط حوالي  $3 \text{ كجم}/\text{سم}^2$  عند درجة الصفر المئوى.

#### اسطوانات غاز الكلور

يتم تصنيع اسطوانات الكلور من الحديد الصلب طبقاً لمواصفات خاصة لتحمل ضغطاً داخلياً حوالي  $35 \text{ كجم}/\text{سم}^2$ . ويتم ملؤها بالكلور عادة إلى  $80\%$  من سعتها عند درجة حرارة  $68^\circ \text{F}$  ( $20^\circ \text{ مئوية}$ ). ويجب عدم تعريض هذه الاسطوانات للحرارة الزائدة أو تعريضها للسقوط أو الدحرجة العنيفة.

ويتم تصنيع الاسطوانات بثلاثة أحجام، صغيرة سعة حوالي  $50 \text{ كجم}$ ، ومتروسطة سعة نصف طن، وكبيرة سعة طن واحد. ويوضح الشكل رقم (١-٨) شكل الاسطوانة كما يلى:

- على اليسار الاسطوانة الصغيرة.
- على اليمين شكل عام لكل من الاسطوانة المتوسطة والاسطوانة الكبيرة.



محابس الخروج      أ غاز      ب سائل

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| (٥) النهاية العليا المقعرة | (١) جسم الاسطوانة          |
| (٦) رقبة ملحومة            | (٢) خط لحام الاسطوانة      |
| (٧) غطاء المحبس            | (٣) النهاية السفلی المقعرة |
| (٨) محبس                   | (٤) قاعدة                  |

شكل رقم (١-٨)

#### اسطوانات الكلور

وتسنعمل الاسطوانة الصغيرة عادة في وضع رأسى للإمداد بغاز الكلور. بينما تسنعمل الاسطوانة المتوسطة أو الكبيرة عادة في وضع أفقى، بحيث يمكن الحصول منها على غاز الكلور من المحبس (أ) أو الكلور سائل من المحبس (ب)، وذلك في العمليات الكبيرة التي تستلزم استخدام كميات كبيرة من الكلور فيتم التحكم في 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 جرارات 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 تعمل 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 برنولى والتي تقول (أن مجموع طاقات السائل ثابتة) ، فإن زيادة سرعة الماء في هذا الجزء الضيق يزيد من طاقة الحركة وبالتالي يصاحبها هبوط في الضغط. وتوصل 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.

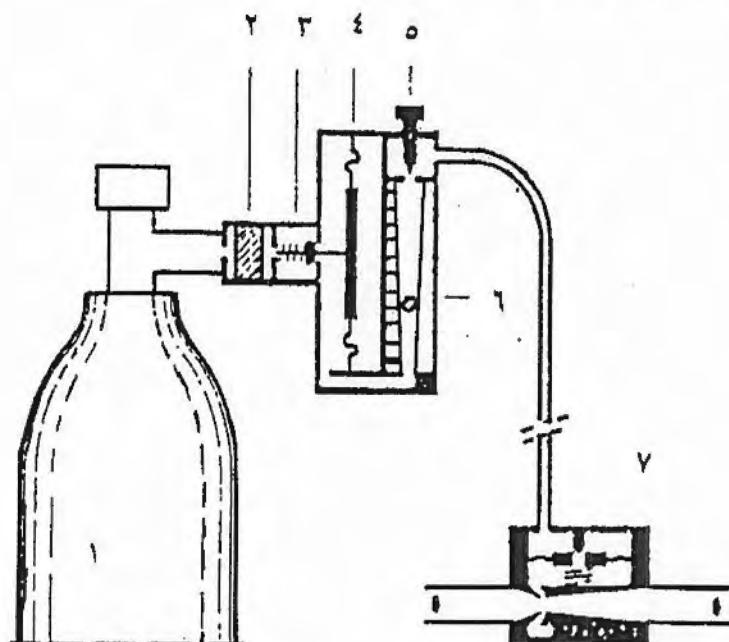
وهناك أنواع متعددة من أجهزة إضافة الكلور:

#### ♦ جهاز الكلور المندمج

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

ويجب تثبيت الاسطوانة في الوضع الرأسي حتى لا تقع وتسبب مشاكل. كما يتطلب تركيب الجهاز إتخاذ احتياطات خاصة، نظراً لأنه سهل الكسر.

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



- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| (٥) مسمار تحكم     | (١) اسطوانة الكلور   |
| (٦) مقياس التصرف   | (٢) مرشح             |
| (٧) مفرغ هيدروليكي | (٣) صمام دخول الكلور |
|                    | (٤) رق منظم          |

شكل رقم (٢-٨)

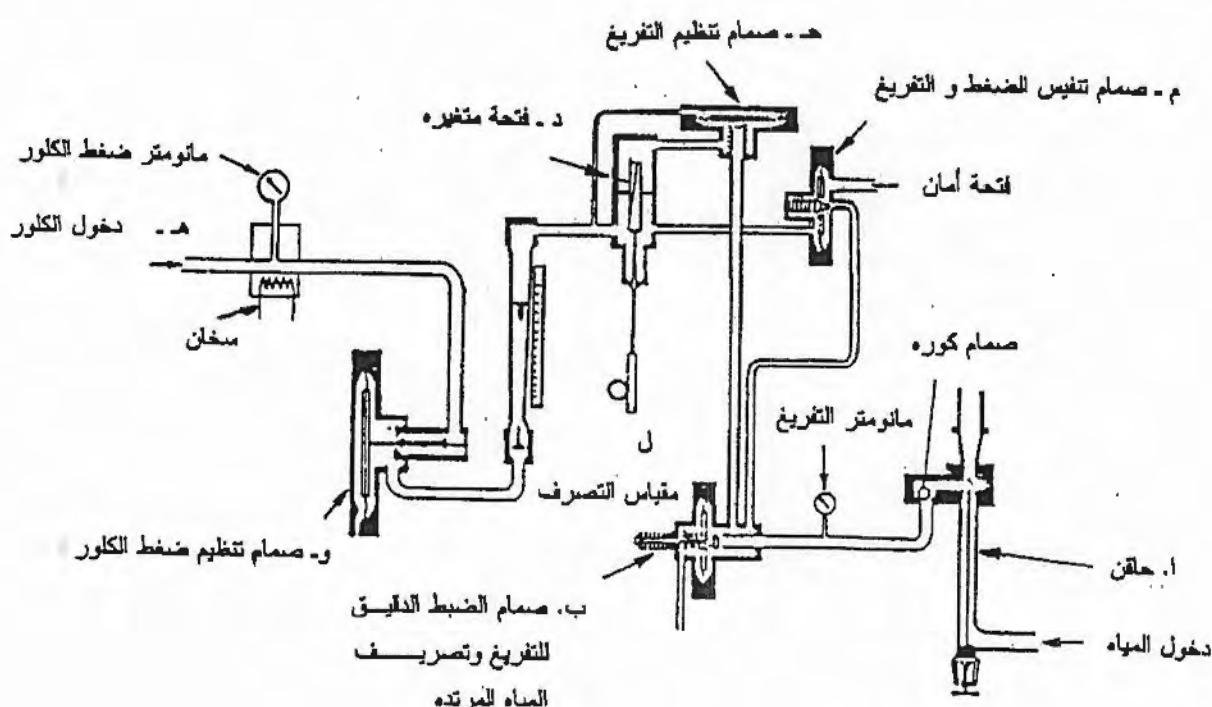
جهاز الكلور المندمج

وبينج التفريغ بواسطة المفرغ الهيدروليكي (٧) فيفتح محبس دخول الكلور (٣) فتحة مناسبة بواسطة الرق المنظم (٤). وذلك حسب جرعة الكلور المطلوب إضافتها، والتي يتم ضبطها بواسطة المسamar (٥). ويتم بيان جرعة الكلور المضافة على تدريج أنبوبة القياس المسلوبة (٦). وعندما يتوقف تدفق المياه بالمفرغ، يقوم صمام عدم الرجوع الموجود داخل المفرغ بمنع دخول الماء للجهاز.

وفي حالة كسر الماسورة بين المفرغ والجهاز، يزول التفريغ على الرق (٤) فيقف صمام سريان الكلور (٣).

#### ♦ جهاز الكلور اليدوى ذو السعة الكبيرة

ويوضحه الشكل رقم (٣-٨).



شكل رقم (٣-٨)

#### جهاز الكلور اليدوى

وعندما تتدفق المياه بالحاقن (أ) ينبع فراغاً يمكن ضبطه بدقة بمسamar التحكم في الصمام (ب) عن طريق لولب. ويعلم هذا الصمام على تصريف المياه المرتدة أيضاً. ثم يتحقق التفريغ عند الصمام المنظم للتغريب (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 مقياس التصرف (ل)، والمجهز بعوامة تتحرك لأعلى وأسفل لبيان معدل التصرف. ومن اللوحة الأمامية يمكن التحكم يدوياً في كمية الغاز المار عند الفتحة (د).

وهناك صمامان لضمان الأمان - صمام ضبط التفريغ (ب) وصمام تنفس ضغط التفريغ (م). كما يوجد في الحاقن صمام كورة يمنع الماء من دخول جهاز الكلور عندما يتوقف المفرغ، حيث يصبح الضغط موجب داخله. وإذا تعطل صمام الكورة، فإن ضغط الماء على رق صمام ضغط التفريغ (ب) يفتح صمام التنفس، ويندفع الماء إلى بالوعة الصرف من (فتحة الأمان).

وإذا استهلكت كمية الغاز في الأسطوانة أو تم إغلاق الجهاز أو تعطل صمام فارق الضغط، فسوف يحدث فراغ زائد تحت الفتحة (د)، ويتحرك الرق في صمام التنفس إلى اليمين فيفتح الصمام ويدخل الهواء. وبنفس الطريقة إذا حدث ضغط زائد للغاز في الجهاز نتيجة لتعطل صمام تخفيض 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.

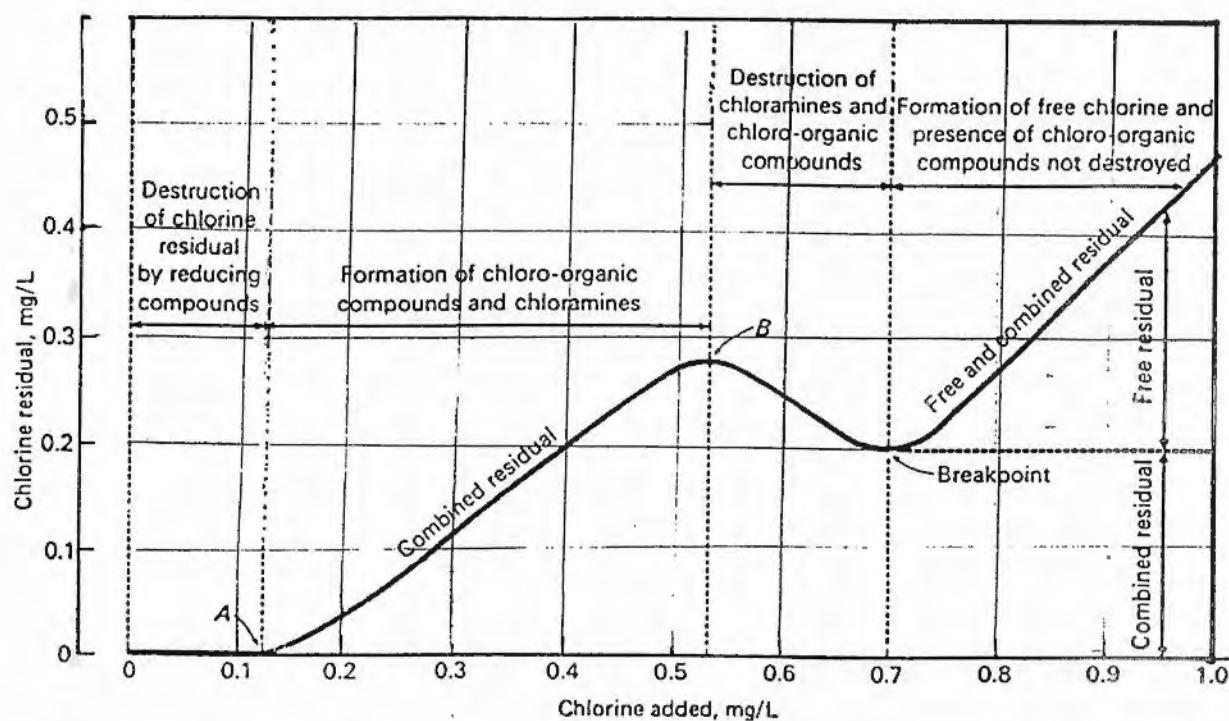
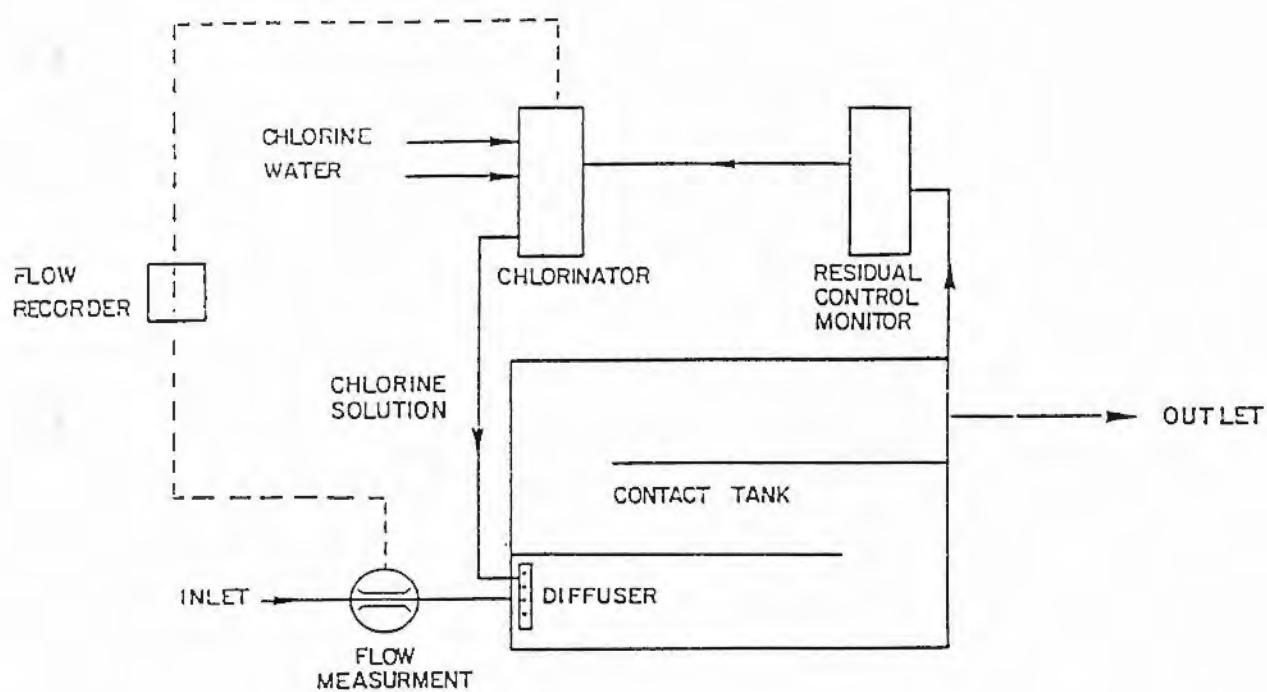
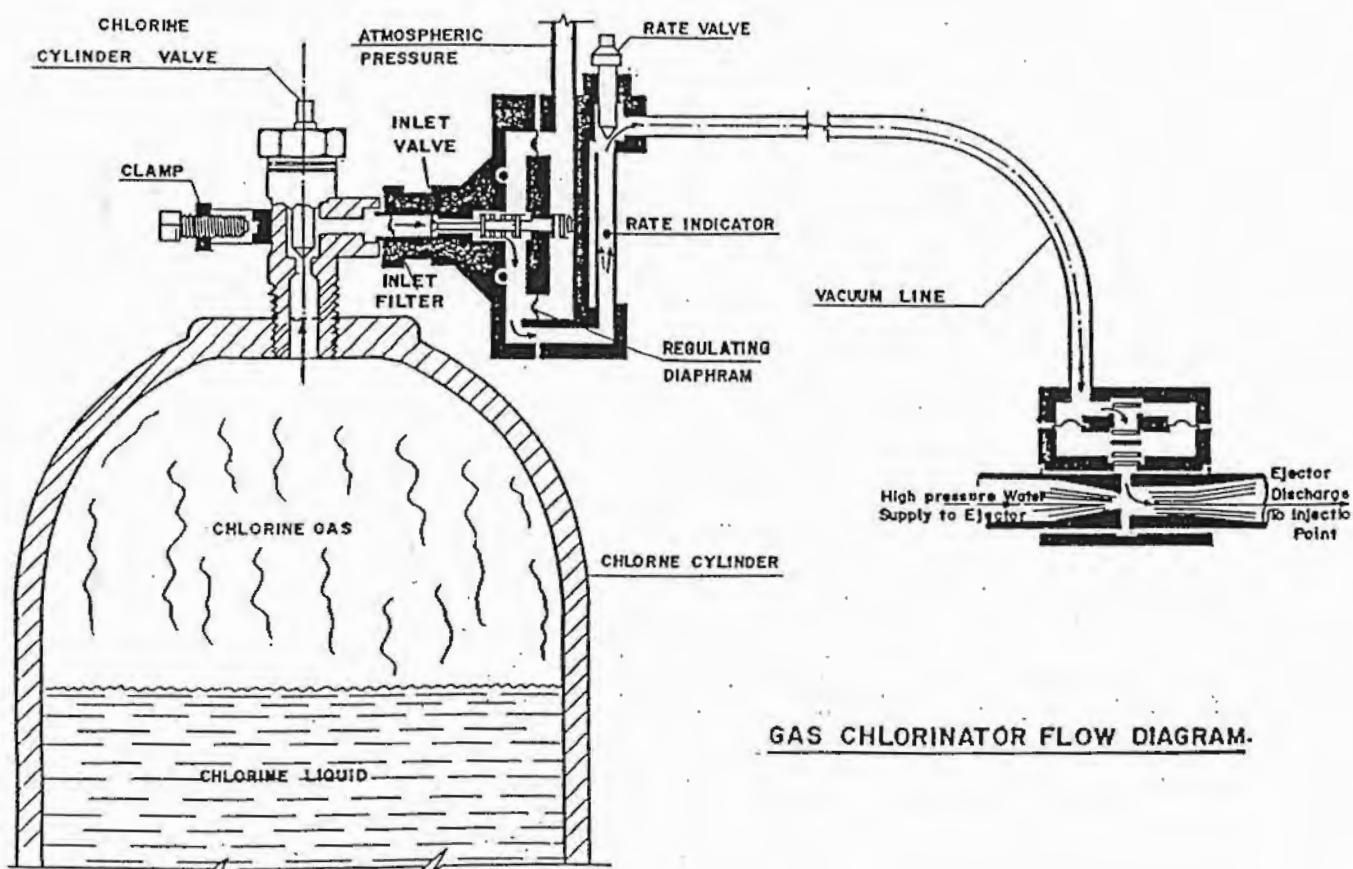
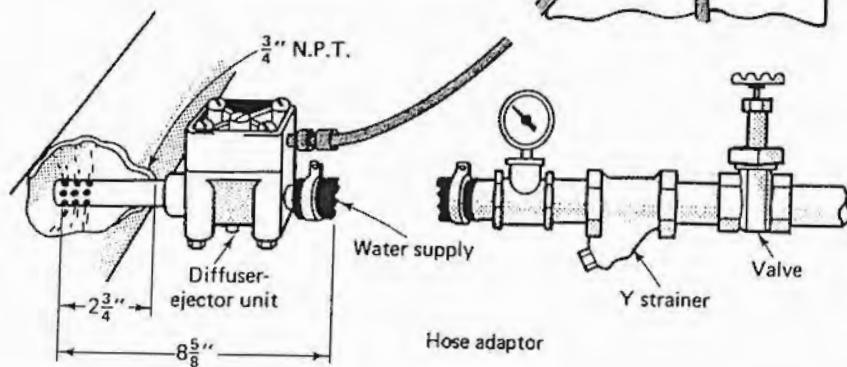
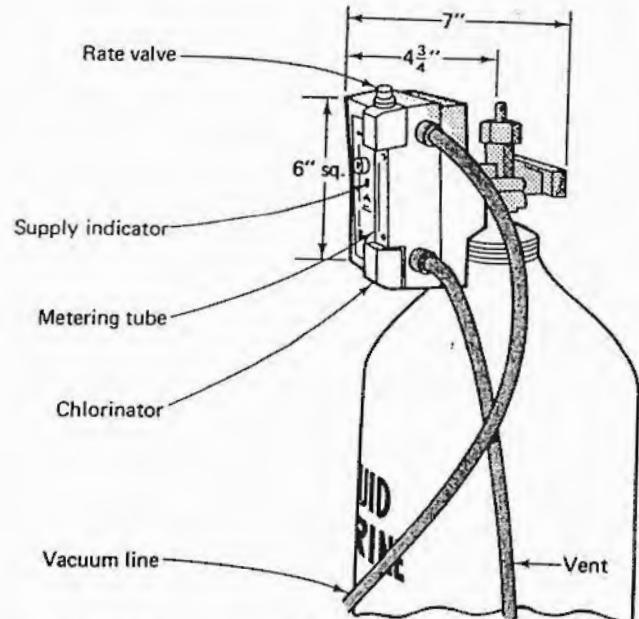


Figure Generalized curve obtained during breakpoint chlorination.



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 أي وقت.
٢. يجب أن يكون ضغط التشغيل بشبكة التوزيع كافياً لتوصيل المياه إلى أبعد وأعلى مكان بالمدينة أو التجمع السكني.
٣. يمكن التحكم في سريان المياه خلال شبكة التوزيع باستخدام محابس القفل.
٤. يجب أن تكون شبكة المواسير آمنة على نوعية المياه النقية وأن لا تتفاعل معها أو تسمح بتلوثها.
٥. ينبغي أن تكون مواد الصنع للمنشآت والشبكات والأجزاء الميكانيكية والكهربائية من مواد متينة تحتمل التشغيل المستمر وتقاوم التآكل من الداخل والخارج.
٦. من الضروري أن تخلو شبكة التوزيع من النهيات الميئنة.
٧. ينبغي ألا يتعارض أى 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) كما يلى:

١. التغذية بالجاذبية.
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 التجمع السكني.

ويسمح هذا الوضع بتغذية المدينة بالضغط الكافي والناتج 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 السكني 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

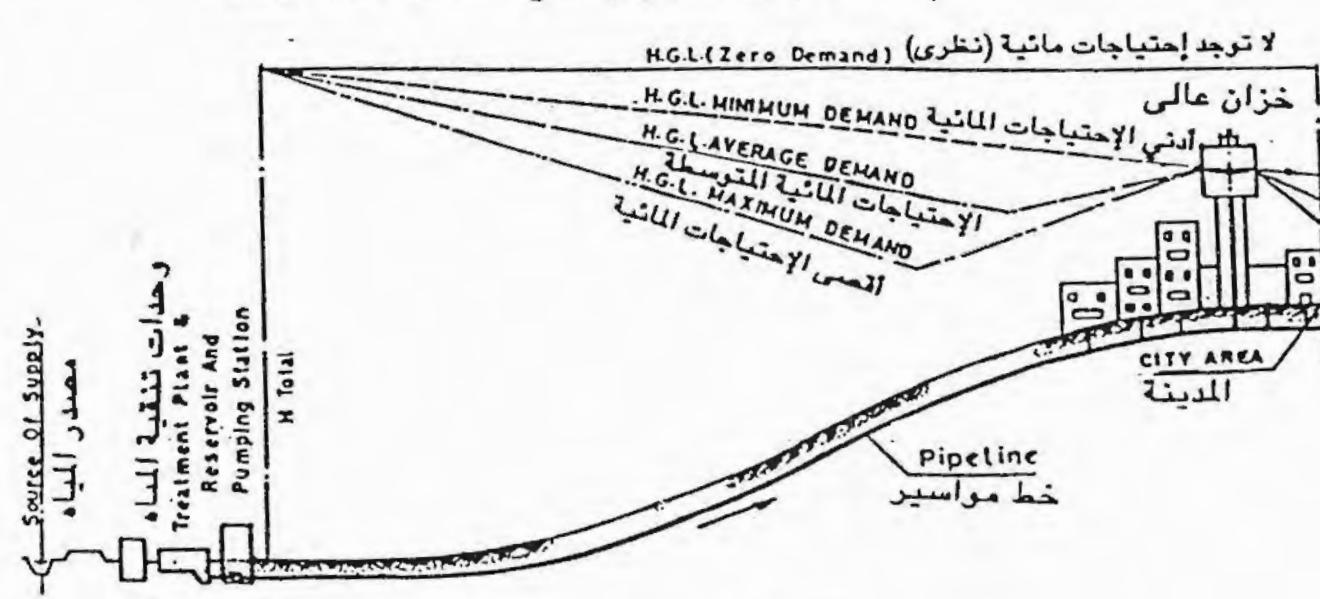
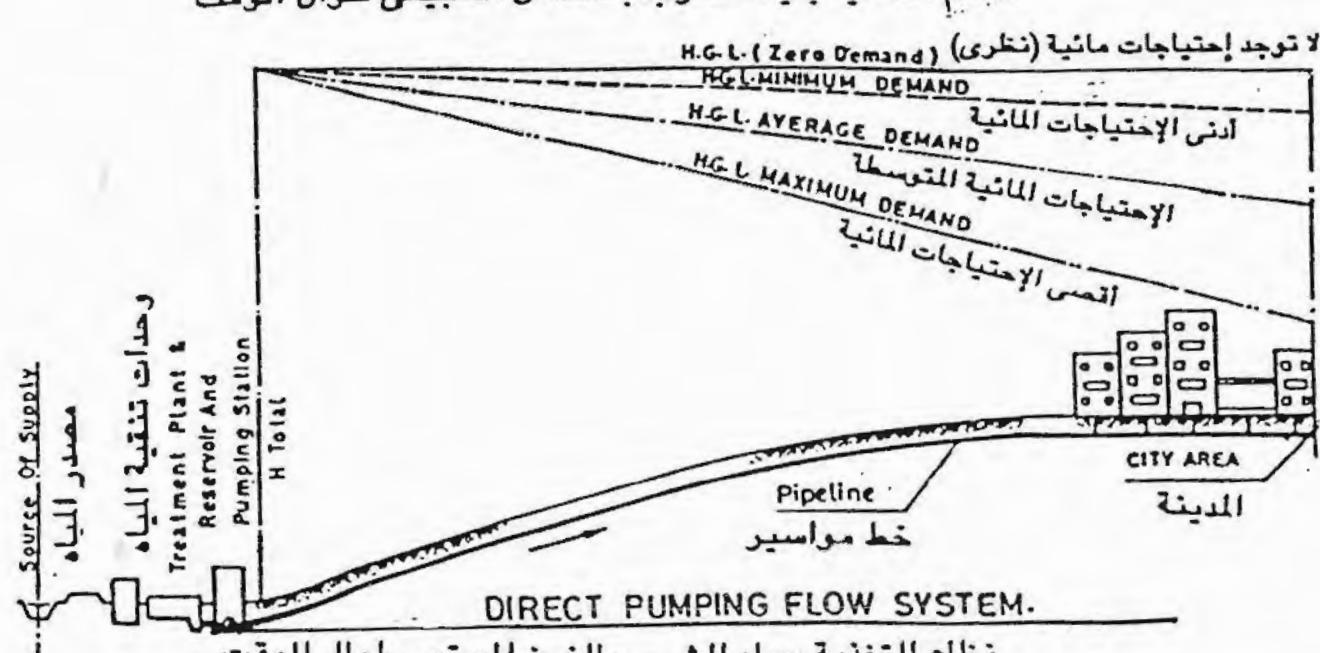
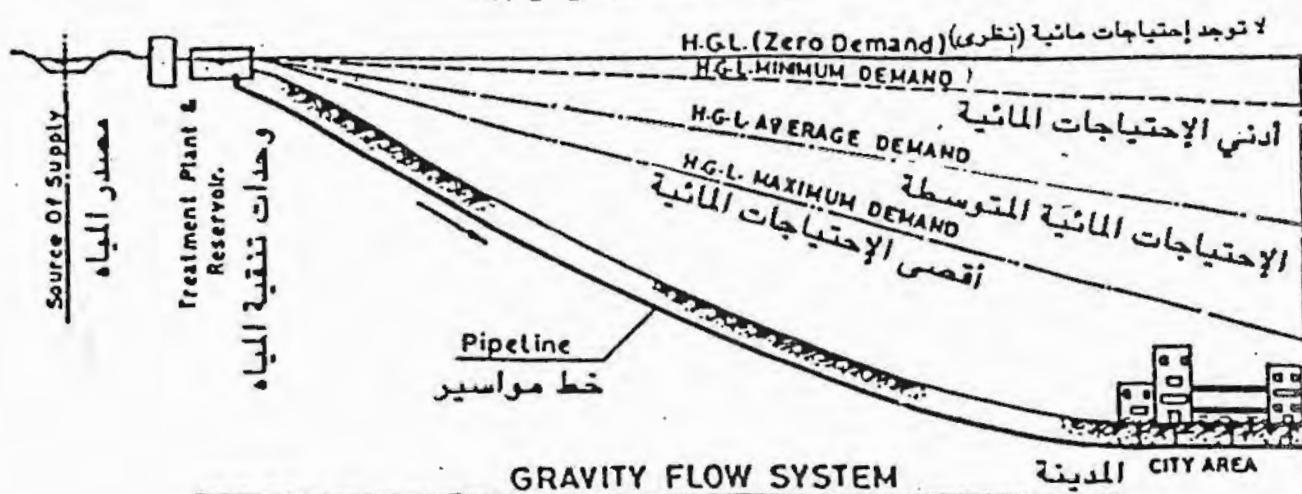
هي التغذية من نفس المستوى أو أقل، بواسطة محطة ضخ ومنشآت تخزين عالية ونجد في هذا النظام الثالث للتغذية بمياه الشرب أن جميع أعمال إنتاج المياه وتنقيتها وكذلك تخزينها في خزانات أرضية هي في مكان ذي منسوب يعادل منسوب المدينة أو يقل عنه، وتتوارد في شبكة التوزيع منشآت تخزين عالية مما يتبع الفرصة لأن تعمل محطة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

### شبكة توزيع المياه

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

وتشمل شبكة التغذية المواصلات، وجميع مايلزها من قطع خاصة، ومحابس مختلفة، وحنفيات حريق ورى، بالإضافة إلى الأعمال الإنسانية والتكميلية اللازمة لحمايةها وضمان سهولة تشغيلها وصيانتها مثل غرف المحابس، والدعایات والدعامات الخرسانية للأکواع والمشترکات..إلخ، وفي الغالب، تتبع خطوط المواصلات في إنشائها شكل سطح الأرض.

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



شكل رقم (١-٩)

النظم الهندسية للتغذية بمياه الشرب

### تخطيط شبكة التوزيع

عند تخطيط شبكة التوزيع، تستخدم إحدى الطرق الأربع الآتية، التخطيط الشجري، أو الدائرية، أو الشبكة، أو القطرى.

#### (أ) التخطيط الشجري

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

الشوارع المتفرعة من الشارع الرئيسي، لتوزيع المياه، ومع أن هذا الأسلوب في التخطيط يعتبر أرخص الطرق للتخطيط إلا أنه أقل استعمالاً لوجود نهايات غير متصلة (ميته 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 والتجمعات الصغيرة.

#### **ب) التخطيط الدائري**

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، لتكوين دائرة أو حزام مغلق تتفرع منه خطوط فرعية في الشارع الجانبي، وذلك حسب تخطيط مسارات خطوط التوزيع كما في الشكل رقم (٢-٩) ويستعمل هذا النظام في تغذية القرى والمناطق الريفية، ويتميز هذا النظام عن النظام السابق بقلة النهايات غير المتصلة، بالإضافة إلى عدم حرمان أي منطقة من الماء بسبب أي كسر بعيداً عن المنطقة، نظراً للتغذية من أكثر من اتجاه.

#### **ج ) التخطيط الشبكي**

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

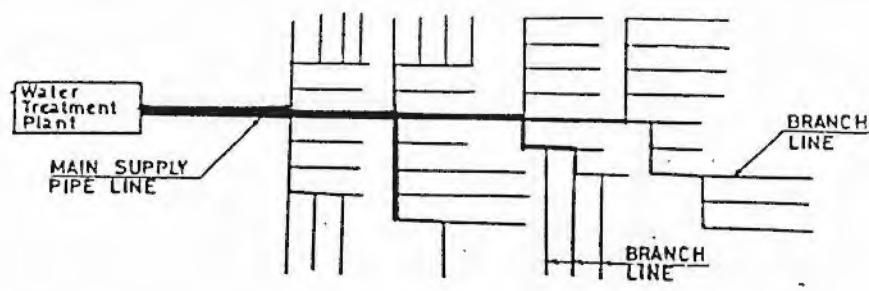
وهذه الطريقة، وإن كانت عالية التكاليف، إلا أنها تعتبر أفضل من الطرق السابقة نظراً لضمان الإمداد بالمياه دون توقف أو انقطاع، وضمان ملائمة توزيع الضغوط بالإضافة إلى مقاومة الحرائق.

#### **د ) التخطيط القطري**

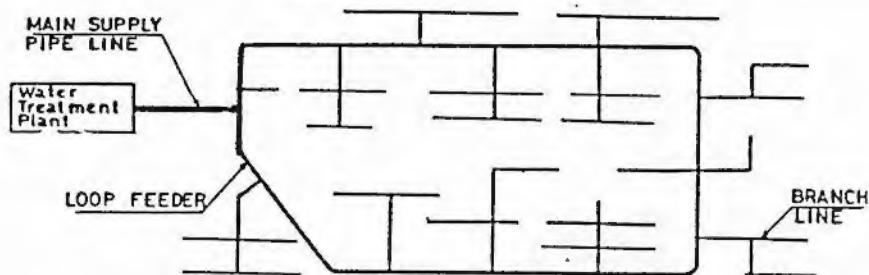
يمكن اعتبار نظام التخطيط القطري (Radial System) نظاماً عكسياً لنظام الدائري، حيث تخرج الخطوط الرئيسية حاملة للمياه من محطة ضخ أو تنقية المياه إلى خزانات المياه في مراكز المناطق المختلفة المقسمة إليها المدينة أو الخطوط الحاملة للمياه، ثم تتفرع منها خطوط التوزيع الالزمة إلى أطراف المناطق شكل (٣-٩) وتمتاز هذه الطريقة باحتفاظها بمعدل التصرف والضغط العالي حتى بداية توزيعها من المناطق المركزية، لقلة الفاقد في الضغط فيها، ويستخدم هذا النظام في تغذية المدن الكبيرة.

وعومما، فإن نظام توزيع ونقل المياه لأى مدينة يمكن أن يجمع بين أكثر من نظام من النظمتين السابقتين، حسب تخطيط المدينة أو التجمع العمراني.

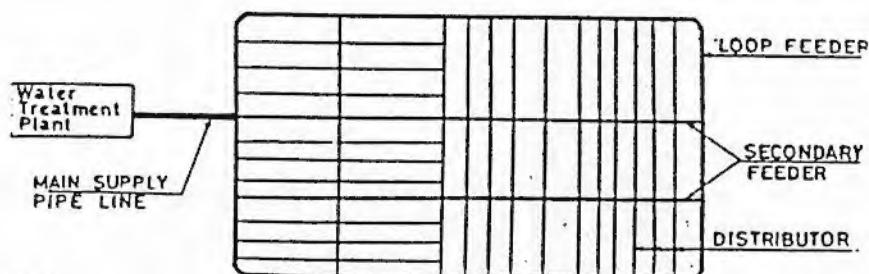
ويوضح الشكل رقم (٤-٩) إرشادات تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب في المدن السكنية بنظام الشبكة المفضل.



TREE SYSTEM (DEAD END SYSTEM).



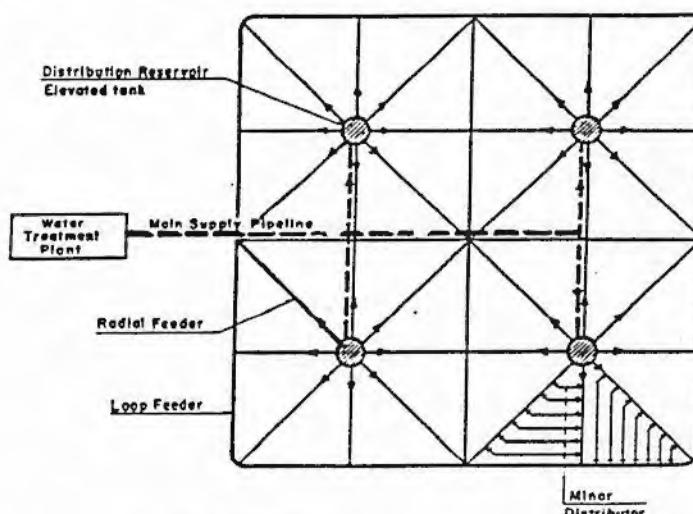
CIRCLE SYSTEM (RING SYSTEM).



شكل رقم (٢-٩)

GRIDIRON SYSTEM.

التخطيط الشجري والدائري والشبكي لشبكات توزيع الماء



RADIAL TYPE

شكل رقم (٣-٩)

التخطيط القطري لشبكات توزيع المياه

TYPES OF WATER DISTRIBUTION SYSTEM.

## الفصل العاشر

### منشآت تخزين مياه الشرب

#### الغرض من منشآت تخزين مياه الشرب

يتم الاحتفاظ بطاقة تخزينية من مياه الشرب بعد تقطيئها في محطة التقية، وفي بعض الأماكن المترفرفة من التجمعات السكنية أو المدن (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، إما بمعدل ثابت أو متغير، لفترة أو فترتين على الأكثر خلال اليوم الواحد.
- (ج) توفير كمية احتياطية من الماء النقى (مياه الشرب) لمواجهة أى طارئ مثل:
  - عدم استمرارية تشغيل محطة التقية طوال ٢٤ ساعة.
  - عدم استمرارية تشغيل محطات الضخ لمدة ٢٤ ساعة حيث أنها تعمل غالباً في القرى أو في المدن الجديدة لمدة محددة (١٦-١٢ ساعة في اليوم، أى تتم التغذية بمياه الشرب على فترات متقطعة).
  - حدوث كسر في خط المياه الرئيسي الناقل للمياه.
  - حدوث أى عطل في وحدات محطة التقية أو الضخ لفترة قصيرة.
  - مواجهة حدوث حرائق بالتجمع السكنى.
- (د) تحقيق السيطرة وتنظيم الضغوط في الشبكة.
- (هـ) المساهمة في خفض السعة الإنتاجية لمحطة التقية، مما يساعد على الاقتصاد في الاستثمارات وفي الطاقة الكهربائية.
- (و) إتاحة فرصة تفاعل مادة التعقيم (الكلور) لإزالة التلوث قبل ضخ المياه للاستهلاك (يتم ذلك في الخزان الأرضي).

#### 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 العالى التي تدفعها في شبكات التوزيع، وبينى هذا الخزان عادة تحت سطح الأرض بالقرب من مبني المرشحات، على أن تكون سعته كافية لاستيعاب تصرف المدينة لمدة ٨-٦ ساعات، وفي هذه الحالة يعتبر الجزء المجاور لدخول المياه كخزان تلامس بين المادة المعقمة والمياه لإتمام عمليات التعقيم، وتتراوح هذه المدة بين ٣٠-٢٠ دقيقة، وقد تبني خزانات المياه الأرضية تحت المرشحات مباشرة، إلا أنه لا يفضل ذلك نظراً للصعوبات الإنسانية التي ت تعرض التنفيذ ويكتفى بتخزين مياه غسيل المرشحات فقط، وقد تبني الخزانات فوق سطح الأرض في المناطق المرتفعة الموجودة بالمجتمعات السكنية أو القرية منها للاستفادة من فوق المنسوب الاستثنائي.

ويبنى الخزان بحيث تتدفق المياه فيه بانتظام في كامل قطاعه، وذلك بناء حواطط حائلة توجه المياه من المدخل إلى المخرج وتحول دون وجود مناطق تركد فيها المياه، وتبني الخزانات غالباً من الخرسانة المسلحة، وتستخدم الحواطط الحائلة كدعامات للسقف والأرضية، ويزود السقف بفتحات للتهوية تُنْطَلَى بسلك ذو عيون دقيقة أو بقطاء من الألومنيوم له شكل معين، بحيث يسمح بمرور الهواء أثناء عمليات الملء والتفریغ ويمنع دخول الأتربة والحشرات، وتكتسي الحواطط والأرضية بطبقة عازلة من مونة أسمنت المخلوطة بمادة تمنع نفاذ المياه أو بأى 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 تفريغ الخزان إلى منسوب الهدار فقط، في حالة إصلاح ماسورة أو محبس المدخل، أما ماسورة المخرج فتوتر على ارتفاع ٢٥ سم من القاع، كما هو مبين في الشكل رقم (١-١)، بينما توضع ماسورة الغسيل على القاع مباشرة، حتى يمكن تفريغ الخزان منها، أو تستخدم طلمبة غاطسة متحركة لتفريغ مياه الغسيل، وهي غير موضحة بالشكل.

## الخزان العالى

وهو من الوحدات الهامة في أعمال توزيع المياه، ونادرًا ما تخلوا أي مدينة من خزان عال أو أكثر، وبينى من الخرسانة المسلحة ويستخدم أساساً في حفظ ضغط كاف في شبكة التوزيع، ولتخزين المياه في حالة معدلات الاستهلاك المنخفضة من أجل استخدامها في حالة معدلات الاستهلاك الكبيرة (للموازنة)، وإطفاء الحرائق، ويتم تحديد سعة الخزان حسب الغرض من استخدامه (للموازنة أو للتخزين)، كما هو موضح بالشكل رقم (٢-١).

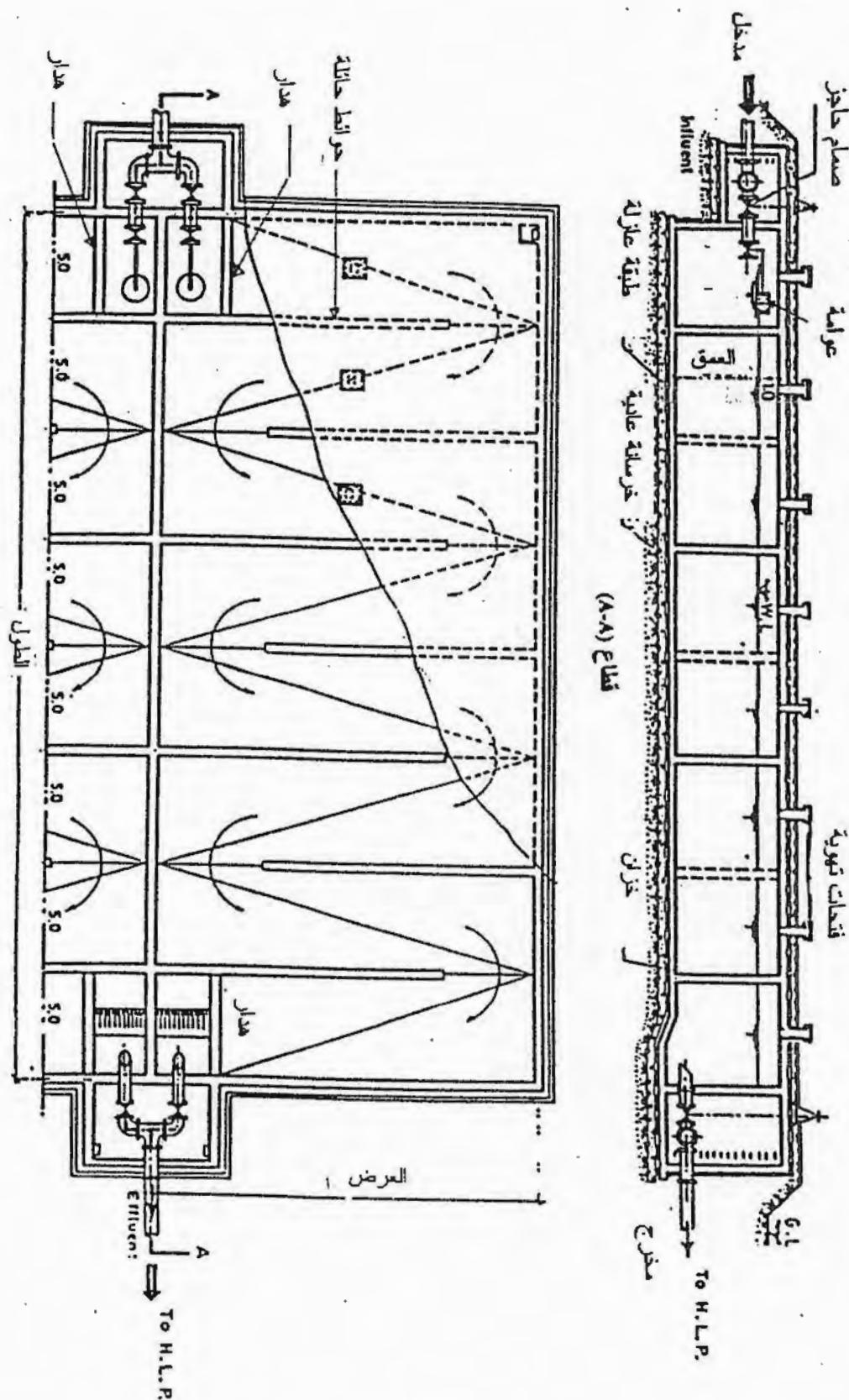
ويتصل الخزان العالى بشبكة التوزيع بواسطة ماسورة رأسية لتغذيته بالمياه وكذلك لتغذية شبكة التوزيع بالماء منه، وهناك نوعان من الخزانات العالية هما:

- الخزان الأنبوبي (Standpipe Tank).
- خزان الموازنة العالى (Elevated Tank).

### أ ) الخزان الأنبوبى

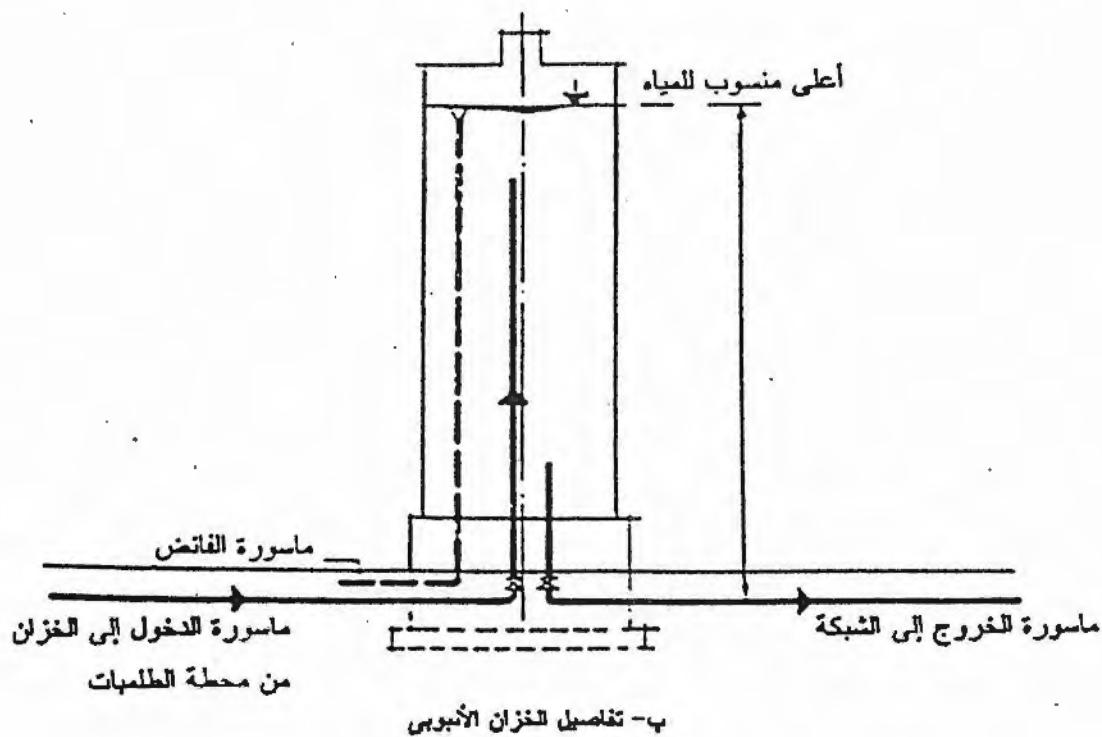
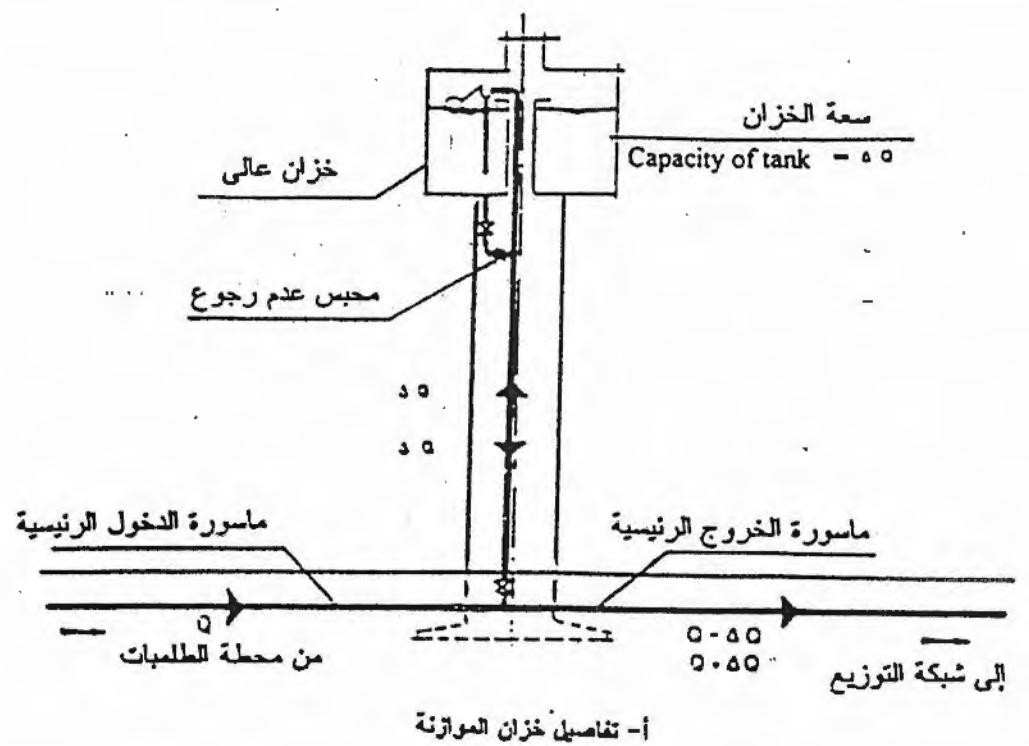
هو عبارة عن وعاء أسطواني من ألواح الصلب أو الخرسانة المسلحة، ذو قاع مستو ويستقر على أساس من الخرسانة المسلحة، ويستخدم الخزان في الاحتفاظ بالمياه من منسوب سطح الأرض إلى أعلى الخزان، (أى أن جميع حجمه مملوء بالمياه).

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.



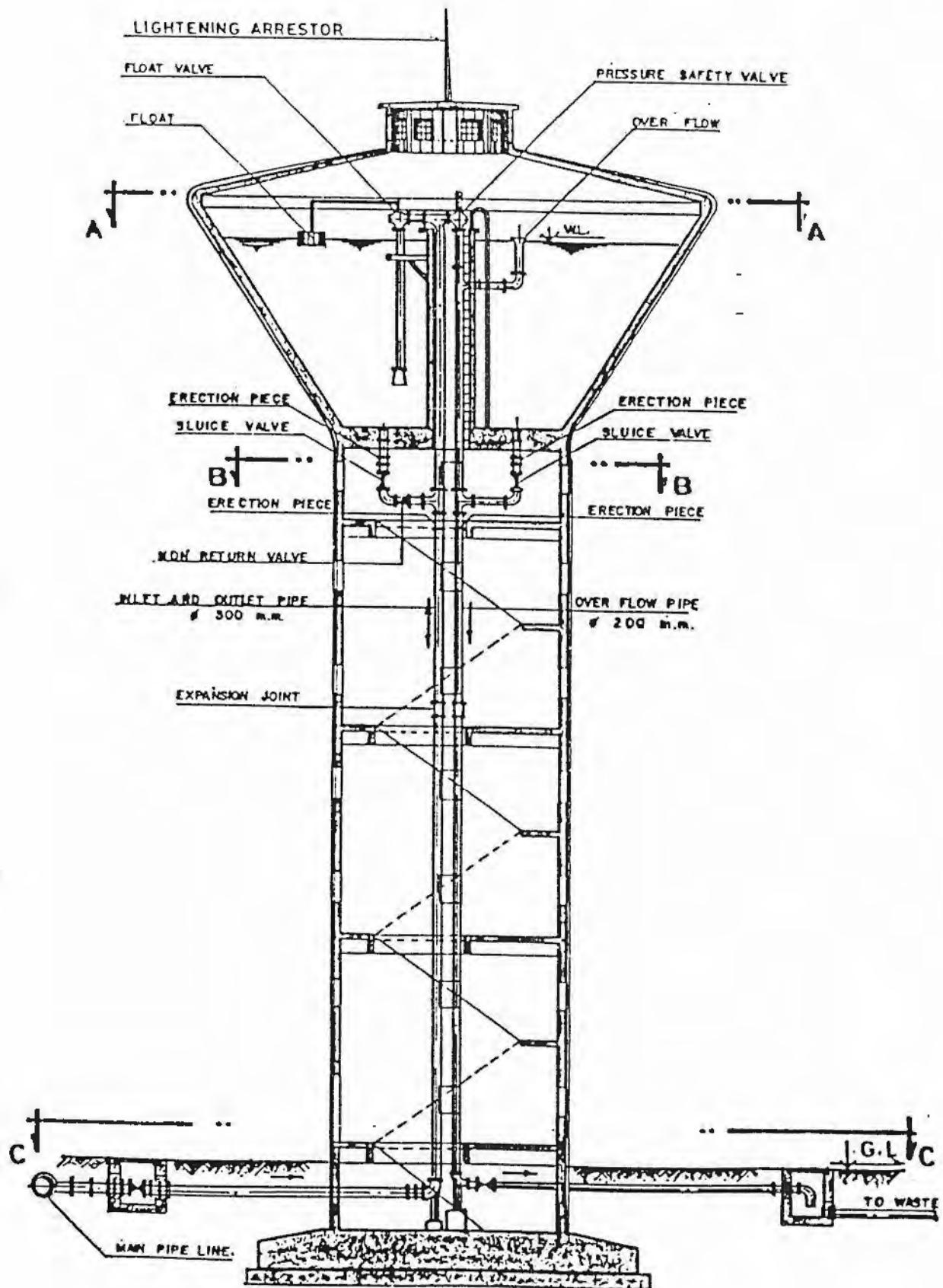
شكل رقم (١-١٠)

تفاصيل خزان مياه أرضى



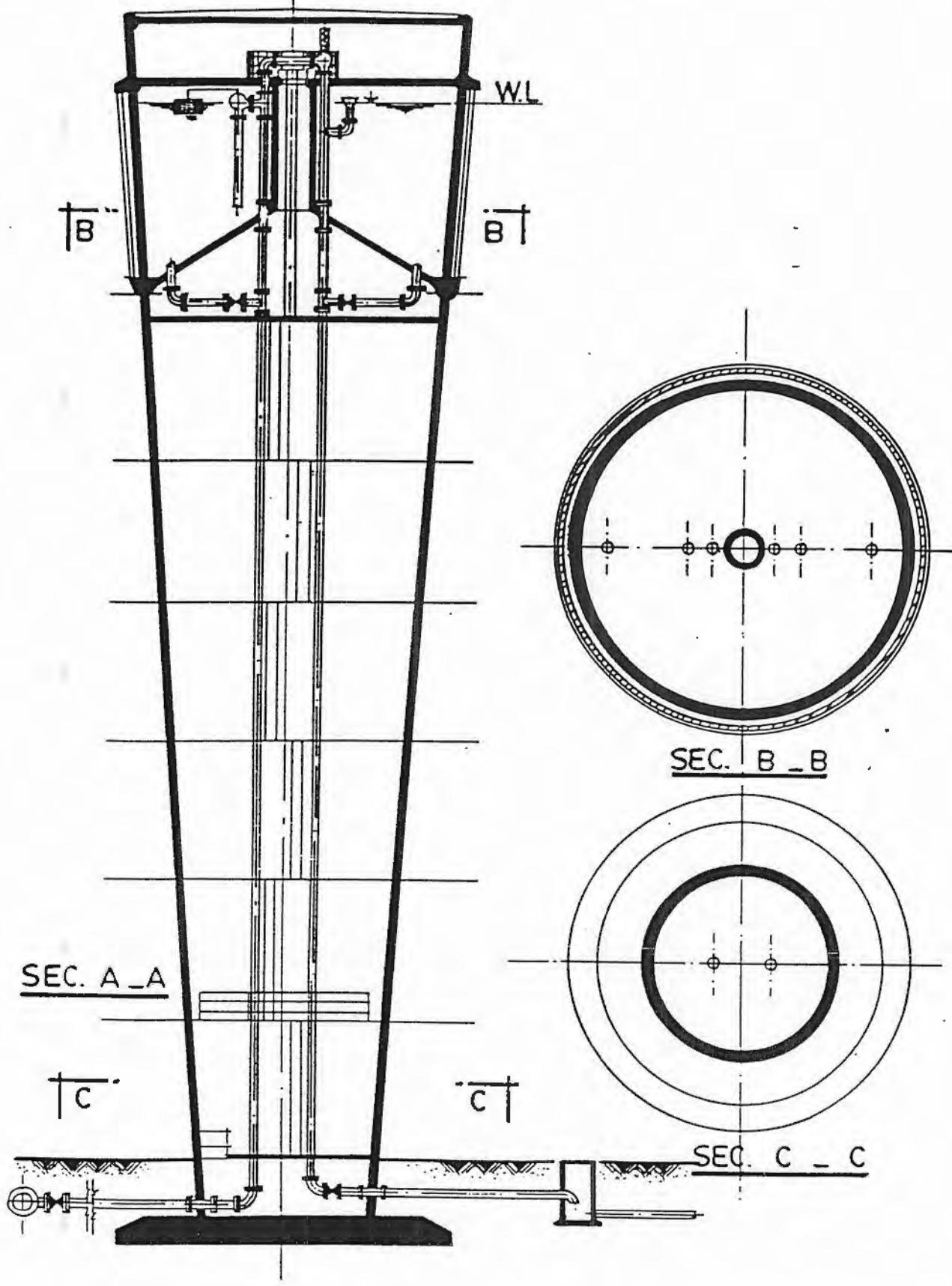
شكل رقم (٢-١٠)

أنواع الخزانات العالية (أنبوبى - موازنة عالي)

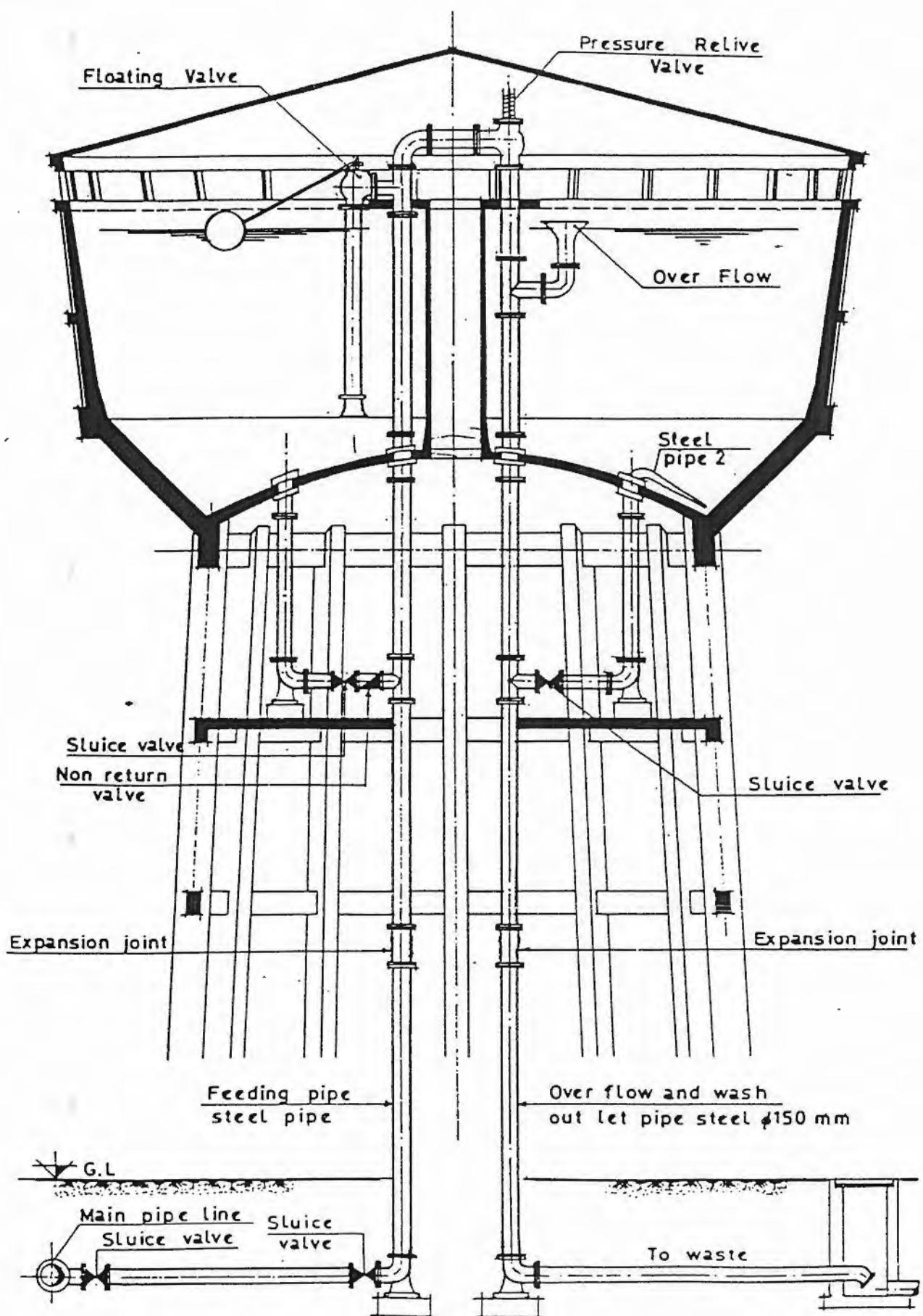


Sec: Elevation

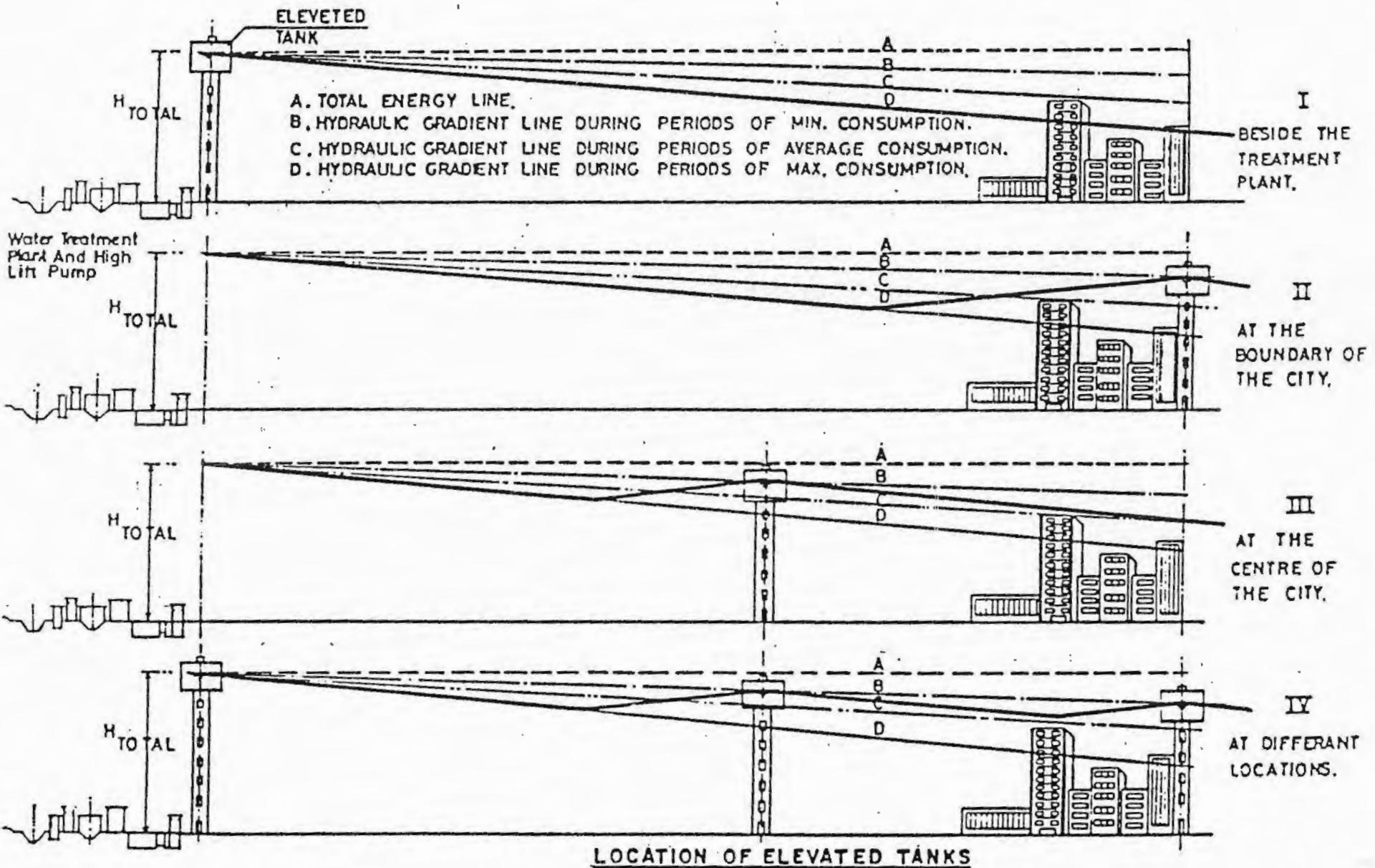
ELEVATED TANK.



PIPE CONNECTION AND VALVES FOR ELEVATED  
TANK



PIPE CONNECTION AND VALVES FOR ELEVATED TANK.



## الفصل الحادى عشر

### محطات طلمبات الضغط العالى

#### التصرف التصميمى لمحطة الطلمبات

تقوم طلمبات محطة الضغط العالى برفع المياه من بئاره المياه بمحطة التقية وضغطها فى المواسير الموزعة فى المدينة على ألا يقل الضغط فى أى نقطة فى شبكة المواسير عن ٢٥ مترًا وخاصة فى أطراف المدينة.

يتوقف التصرف الذى تصمم عليه محطة طلمبات الضغط العالى على العوامل الآتية:

١. عدد السكان الذين يخدمهم المشروع.
٢. متوسط الاستهلاك السنوى (لتر/شخص/يوم).
٣. التغيرات الموسمية التى تحدث فى هذا المتوسط صيفاً وشتاءً.
٤. التغيرات من ساعة إلى ساعة فى نفس اليوم للاستهلاك فى المدينة.
٥. سعة خزانات المياه العالية.
٦. ساعات تشغيل محطة الطلمبات نظراً لأن هناك بعض الأحوال التى يفضل فيها تشغيل المحطة ساعات معدودة من اليوم بدلاً من تشغيلها ٢٤ ساعة يومياً.

ومن الناحية النظرية يمكن الاستغناء كلياً عن الخزانات العالية، إذا أمكن زيادة أو نقص التصرف الخارج من المحطة كلما تغير معدل استهلاك المياه فى المدينة، وفي هذه الحالة يجب أن يكون التصرف التصميمى لمحطة يساوى أقصى تصرف للمدينة (Peak Demand Load) مما يجعل عدداً كبيراً من وحدات المحطة عاطلاً معظم أيام العام، وهذا لا يتنقق مع الجانب الاقتصادي للمشروع.

ويفضل غالباً أن يكون التصرف التصميمى لمحطة الطلمبات هذه مساوياً للتصرف اليومى أثناء فترة الصيف، على أن يؤخذ فى الاعتبار إضافة وحدات رفع احتياطية (Stand by Units) للعمل وقت تعطل بعض الوحدات، على أن يتراوح تصرف هذه الوحدات الاحتياطية ما بين ثلث ونصف تصرف الوحدات الأساسية، ضماناً لاستمرار تشغيل المحطة - على أن تعمل جميع الوحدات طوال العام بالتناوب، وفي هذه الحالة تصمم الخزانات العالية لتقابل التغيرات من ساعة إلى ساعة فى نفس اليوم - فعندما يكون استهلاك المدينة أقل من تصرف محطة الطلمبات، يرتفع جزء من الماء فى الخزانات العالية، حتى إذا ما كان استهلاك المدينة أكبر من تصرف محطة الطلمبات وجدنا رصيداً من المياه فى الخزانات العالية، يخرج منها بالانحدار الطبيعي إلى شبكة التوزيع، ليعرض النقص فى تصرف محطة الطلمبات.

## أنواع الطرلمبات المستعملة

تستعمل في محطة الضغط العالي أما طلمبات ماصة كابسة (Displacement Pumps) أو طلمبات طاردة مركزية (Centrifugal Pumps).

### الضغط الذي تعمل ضده الطرلمبات:

هذا الضغط يساوى الفرق بين منسوب المياه في بياره المياه النقية ومنسوب الطرلمبة وهو ما يسمى (Suction Head) مضافاً إليه الضغط الواجب تواجده في شبكة المياه ( $hd$ ) وهو ما اتفق على أن يكون كافياً لتوصيل المياه إلى الطابق الرافع في المنازل (ولا يقل عن ٢٥ متراً) هذا الضغط عبارة عن:

- ١٤ متراً ارتفاع منزل ذو أربعة طوابق.
- ٥ أمتار الفاقد في عمود الضغط داخل المواسير المنزليّة.
- ٦ أمتار عمود الضغط اللازم على الصنابير في المنزل.
- ٢٥ متراً المجموع (ويفضل أن لا يقل عن ثلثين متراً).

يضاف إلى ذلك أيضاً الفاقد في الاحتكاك ( $hf$ ) في شبكة التوزيع نتيجة سير المياه من محطة الطرلمبات إلى أقصى مكان في المدينة بالإضافة إلى الفوائد الثانوية في شبكة التوزيع ( $hm$ ) أي أن:

$$(1-11) \quad H = H_s + h_d + h_m + h_r$$

حيث:

- :  $H$  الضغط الكلى الذي تعمل به محطة الطرلمبات (متر).
  - :  $h_s$  الفرق بين منسوب المياه في البياره ومنسوب الطرلمبات (متر).
  - :  $H_d$  عمود الضغط اللازم في شبكة المواسير في أبعد موقع في المدينة ويساوي كما ذكر أعلاه ٢٥ متراً.
  - :  $H_r$  الفاقد في الاحتكاك في شبكة التوزيع (متر).
  - :  $H_m$  الفوائد الثانوية في شبكة التوزيع (متر).
- وبذلك تكون قوة الطرلمبات مقدرة بالحصان الميكانيكي.

$$(2-11) \quad P = \frac{WH}{75}$$

حيث:

- :  $P$  قوة الطرلمبات بالحصان الميكانيكي.
- :  $W$  كتلة الماء المرفوع في الثانية بالكيلوجرام.
- :  $H$  الضغط الكلى بالمتر.

## موقع الطلبات بالنسبة لمنسوب المياه في البيارة

من المستحسن دائمًا أن تكون الطلبات في منسوب أقل من منسوب المياه في البيارة، لتفادي حدوث ضغط أقل من الضغط الجوي في ماسورة السحب، إذ أن هذا الضغط الأقل قد يسبب تسرب الهواء داخل الماسورة أو تصاعد الغازات الذائبة في المياه منها، مما يؤدي إلى تواجد فقاعات من الهواء قد تجتمع في الماسورة مسببة اضطراباً في عمل الطلبات ونقصاً في تصرفاتها، على أن تزود كل طلوبة بالصمامات وأجهزة القياس للتصرف والضغط.

ألا أن هناك بعض الأحوال التي يتعدى فيها وضع الطلبات في منسوب المياه في البيارة وفي هذه الحالة يجب مراعاة الآتي:

١. ماسورة السحب يجب أن تكون مستقيمة ما أمكن.
٢. ماسورة السحب يجب ألا تحتوى على منحنيات رئيسية لاحتمال تجمع الغازات المتسربة إلى الماسورة في هذه المنحنيات.
٣. ألا يزيد ارتفاع منسوب الطلبة عن منسوب المياه في البيارة عن قيمة  $H_s$  كما هي في المعادلة الآتية:

$$(3-11) \quad H_s = H_a - (H_v + V_h + H_f + H_m)$$

حيث:

- |   |   |       |
|---|---|-------|
| الفرق بين منسوب الطلبة ومنسوب البيارة.                          | : | $H_s$ |
| عامود الضغط الجوي بالметр (١٠,٣٣ متر).                          | : | $H_a$ |
| عامود ضغط بخار الماء بالметр.                                   | : | $H_v$ |
| طاقة سرعة المياه (Velocity Head) في ماسورة السحب مقدرة بالметр. | : | $V_h$ |
| الفاقد في الاحتكام بالметр (Friction Head).                     | : | $H_f$ |
| الفوائد الثانوية بالметр (Secondary Losses).                    | : | $H_m$ |

ولهذا فإنه من الواجب ألا يزيد عامود الرفع ( $H_s$ ) عن ثمانية أمتار بل يفضل ألا يزيد عن ستة أمتار.

## القوى المحركة للطلبات

هناك أكثر من قوة يمكن استخدامها لتحريك الطلبات:

١. ماكينات дизيل.
٢. المحركات الكهربائية.

وأكثر هذه القوى استعمالاً في الوقت الحاضر هو المحركات الكهربائية، إلا أنه يفضل دائماً أن يكون هناك أكثر من مصدر كهربائي لإدارة هذه المحركات، حتى إذا ما انقطع التيار الكهربائي من مصدر أمكن الاعتماد على المصدر الثاني لإدارة المحركات.

بل أنه زيادة في الاحتياط في بعض عمليات المياه الكبرى - تنشأ وحدة إدارة بالديزل كوحدة محركة احتياطية تعمل عند انقطاع التيار - كل هذا حتى نتأكد من عدم توقف تشغيل محطة تنقية المياه مهما حدث من أخطاء.

على أنه يمكن حساب قوى المحرك بالحصان الميكانيكي (M.H.P.) بالمعادلة الآتية:

$$(4-11) \quad M.H.P. = \frac{Q + H}{75 \times E_1 \times E_2}$$

حيث:

التصريف باللتر في الثانية. : Q

عاصمة الرفع الكلى (احتكاك + رفع). : H

كفاءة جودة الطلببة = %٧٠ - %٦٠ : E<sub>1</sub>

كفاءة جودة المحرك = %٩٠ - %٨٠ : E<sub>2</sub>

### المحابس على مداخل ومخارج الطلببات

للتحكم في تشغيل الطلببات يجب أن تزود كل طلببة بالمحابس الآتية:

١. صمام (Foot Valve) ويوضع في مدخل ماسورة السحب أو الطلببة عند توقف الطلببة عن العمل وبذلك لا يحتاج إلى تحضير عند بدء تشغيلها مرة ثانية.
٢. صمام حجز (Sluic Valve) ويوضع عند مدخل الطلببة والغرض منه التحكم في سير المياه، وغلق الماء عن الطلببة عند إصلاحها.
٣. صمام عدم رجوع (Non-return Valve) ويوضع على مخرج الطلببة مباشرة والغرض منه منع سير المياه في اتجاه عكسي عند توقف الطلببة عن العمل فجأة نتيجة توقف التيار الكهربائي مثلاً أو خلل في المحرك.
٤. صمام حجز ويوضع بعد الصمام المرتدى والغرض منه التحكم في سير المياه وغلق الماء عن الطلببة عند إصلاحها أو إصلاح صمام عدم الرجوع ومن ذلك يتضح أنه يجب غلق محبسى الحجز إذا أريد إصلاح أي من الطلببة أو صمام عدم الرجوع - وبذلك لا تصل المياه إلى الطلببة عن أي طريق.

### أجهزة القياس في محطة الطلببات

يجب أن يركب على كل طلببة الأجهزة الآتية لقراءة الضغط والتصرف الماء في كل طلببة.

١. جهاز قياس التصرف .Flow Meter

٢. جهاز قياس ضغط السحب .Suction head gauge

٣. جهاز قياس ضغط الطرد .Delivery Head gauge

كما يجب أن يوجد بالإضافة إلى ذلك جهاز لتسجيل ضغط الطرد والتصرف الكلى لمحطة الطلبات، وهذا الجهاز يُسجل على ورق بياني (يتبدل يومياً) جميع هذه البيانات للرجوع إليها عند الرغبة في ذلك.

## الفصل الثاني عشر

### التصميم الهيدروليكي لشبكات توزيع مياه الشرب

#### مقدمة

يتناول هذا الفصل التصميم الهيدروليكي لشبكات التوزيع. ويشمل ما يلى:

- ١- اعتبارات التصميم الهيدروليكي
- ٢- المعادلات الهيدروليكية التي تربط بين المتغيرات الرئيسية
- ٣- خطوات التصميم الهيدروليكي
- ٤- حساب الضغوط في أجزاء الشبكة
- ٥- التصميم باستخدام الحاسوب الآلي
- ٦- القطر الاقتصادي للمواسير

#### اعتبارات التصميم الهيدروليكي

نستعرض فيما يلى اعتبارات التصميم الهيدروليكي الأساسية، وتشمل:

- ١- التصرف التصميمي
- ٢- الضغوط التصميمية
- ٣- السرعات التصميمية

#### التصرف التصميمي

من البديهي نتيجة لاختلاف معدل استهلاك المياه فى أى تجمع سكنى، من شهر لآخر، ومن يوم لآخر، بل وخلال ساعات اليوم الواحد؛ أن يتم تصميم مشروعات المياه بحيث يمكن لمرافق المياه مواجهة الاحتياجات المائية المختلفة للسكان. وكل نوع من أنواع تخطيط شبكات توزيع المياه النقية. وتناول فيما يلى التصرف التصميمي لكل من حالة التخطيط الشبكي وحالة التخطيط الشجري والدائرى لشبكة التوزيع.

#### أولاً: التصرف التصميمي في حالة التخطيط الشبكي

- تصميم خطوط المواسير الرئيسية (الناقلة للمياه من محطة الضخ - أو التنقية - حتى بداية الشبكة داخل المدينة أو القرية) على أساس أقصى تصرف يومي مضافاً إليه تصرف الحرائق. وذلك على أساس أن معدل الضخ ثابت على مدار اليوم. أما إذا كان الضخ لفترة محدودة (١٦ ساعة مثلاً)، فيتم تعديل التصرف التصميمي وفقاً

لظروف التشغيل، وذلك باستخدام الخزانات العالية لتلبية التغير في احتياجات المياه خلال ساعات اليوم، وخلال ساعات التوقف عن الضخ (غالباً ساعات الليل).

- تضم خطوط المواسير الثانوية (الموجودة داخل التجمع السكني) على أساس أقصى استهلاك في الساعة، أو معدل الاستهلاك اليومي مضافاً إليه تصرف الحريق، أيهما أكبر.
- تضم خطوط التوزيع الفرعية على أساس التصرف المطلوب لإطفاء الحرائق، وهو تصرف يختلف باختلاف عدد السكان. ويوضح الجدول رقم (١-١٢) احتياجات الحريق في مصر بالنسبة لعدد السكان.

**جدول رقم (١-١٢)**

**معدلات التصرف المطلوبة لإطفاء الحرائق (طبقاً للمواصفات المصرية)**

التصرف المطلوب لإطفاء الحريق (لتر/ث)	عدد السكان (نسمة)	م
٣٠-٢٠	٥٠٠٠ حتى	١
٣٥-٢٥	١٠٠٠٠-٥٠٠٠	٢
٤٠-٣٠	٢٠٠٠٠-١٠٠٠٠	٣
٤٥-٣٥	٣٠٠٠٠-٢٠٠٠٠	٤
٥٠-٤٠	٥٠٠٠٠-٣٠٠٠٠	٥
٧٥-٤٥	١٠٠٠٠-٥٠٠٠٠	٦
١٠٠-٥٠	٢٠٠٠٠ أكثر من	٧

#### ثانياً: التصرف التصميمي في حالة التخطيط الشجري والدائرى

يتم تصميم الشبكات على أساس متوسط الاستهلاك اليومي مضروباً في معامل الذروة. ويتوقف هذا المعامل على عدد السكان وصفات المنطقة المراد تغذيتها سواء كانت حضرية (مدننا) أو ريفية، كما هو مبين في الجدول رقم (٢-١٢).

**جدول رقم (٢-١٢)**

**قيم معامل الذروة المستخدم في حساب التصرف التصميمي  
في حالة التخطيط الشجري والدائري**

ريف (قرية واحدة أو مجموعة قرى)	حضر	عدد السكان (نسمة)	م
٢,٠	٢,٢٥	٥٠٠٠٠ حتى	١
١,٨٠	٢	١٠٠٠٠-٥٠٠٠٠	٢
١,٦٠	١,٨٠	٥٠٠٠٠-٩٠٠٠٠	٣
-	١,٤٠-١,٦٠	١٠٠٠٠٠-٥٠٠٠٠	٤
-	١,٢٠-١,٤٠	١٠٠٠٠٠ فأكثر	٥

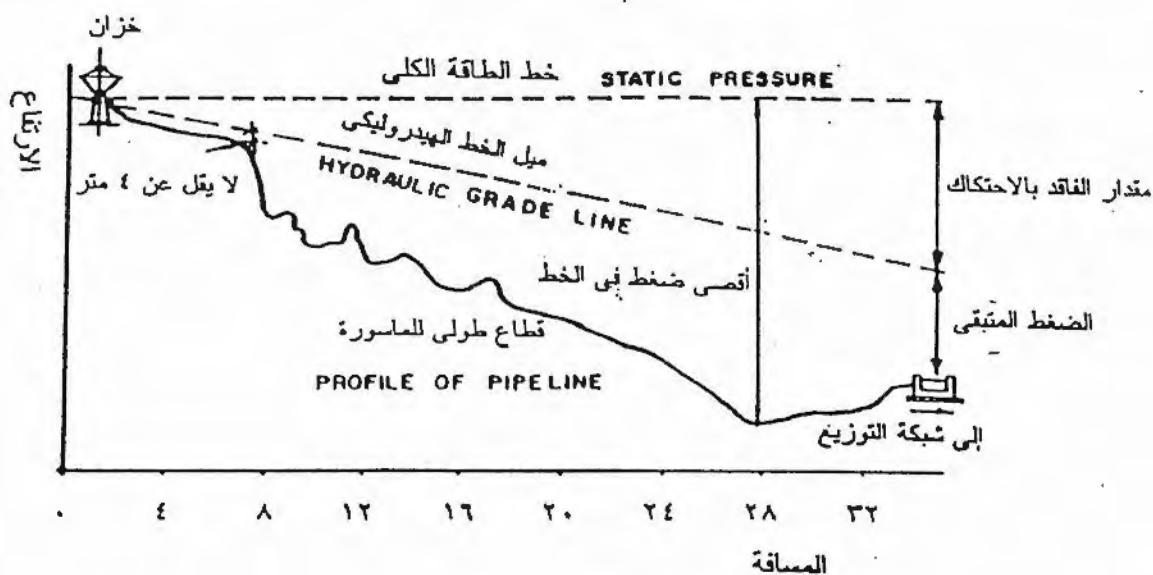
**الضغوط التصميمية**

تتبع خطوط مواسير المياه عند إنشائها عادة طبيعة سطح الأرض، حيث يتم إنشاؤها قربة منه، وعلى عمق يتراوح بين ١,٠ و ٣,٠ متر طبقاً لقطر الماسورة. ومع استمرار خط المواسير في السير بعيداً عن محطة طلبات الضغط العالى أو محطة التقية أو الخزان العالى، يقل الضغط في الخط. لذا يجب توقيع (رسم) خط الميل الهيدروليكي، والذي يبين ضغط المياه في خط المواسير تحت ظروف التشغيل المختلفة، فوق القطاع الطولى لخط المواسير وعلى مدى طوله، للتمكن من معرفة الضغوط عند النقط المختلفة في الشبكة.

ونتناول فيما يلى الضغوط التصميمية لكل من الخطوط الناقلة (الحاملة للمياه)، وشبكات التوزيع.

**أ - الضغوط التصميمية للخطوط الناقلة**

في بعض الحالات التي تكون فيها محطة التقية أو الخزان على منسوب عالٍ بالنسبة للمدينة، بحيث يسير الماء في الماسورة الرئيسية دون حاجة إلى محطة ضخ كما في الشكل رقم (١-١٢)، يجب ألا يقل ضغط التشغيل (أو الضغط المتبقى) في أي نقطة على الخط عن أربعة أمتار.



شكل رقم (١-١٢)  
الضغط التصميمي لخط المواسير

#### ب - الضغوط التصميمية لشبكات التوزيع

نتيجة لاعتبارات الاقتصادية لأطوال شبكات الإمداد بالماء يتم اختيار الضغوط التصميمية لشبكات التوزيع على النحو التالي:

- في المدن والتجمعات السكنية التي يتراوح متوسط ارتفاع مبانيها بين ثلاثة وأربعة أدوار (حوالى 15 مترا)، لا يقل الضغط المتبقى في الشبكة عادة عن 25 مترا فوق أعلى وأبعد منسوب للأرض في ساعات الاستهلاك الأقصى، على أن يصل الماء إلى الأدوار العلوية تحت ضغط قدره خمسة أمتار.
- في التجمعات السكنية التي تتكون معظم مبانيها من دور واحد أو دورين، عادة لا يقل الضغط المتبقى في الشبكات عند أقصى معدلات استهلاك فوق أعلى منسوب لسطح الأرض عن 15 مترا، أو ما يتحقق، على الأقل، الضغط المناسب لتشغيل حنفيات الحريق.
- في المناطق التجارية الصناعية، يفضل لا يقل الضغط عن 30-40 مترا.

و عموماً لا يفضل استخدام ضغوط مرتفعة تزيد عن الحاجة الضرورية للشبكة، حيث أن ذلك قد يؤدي على المزيد من التسرب في الشبكة، وإلى استخدام مواسير غالية الثمن لتحمل هذا الضغط. لذلك يجب مراعاة أن تبقى الضغوط بالمطلوب فقط.

#### السرعات التصميمية

يتم اختيار سرعات سريان الماء في المواسير تبعاً لظروف التصميم. وتتراوح قيمة السرعات عند التصرفات التصميمية من 0,8 م/ث إلى 1,5 م/ث. و تؤخذ في المتوسط في حدود 1,00 م/ث.

### المعادلات الهيدروليكيّة التي تربط بين المتغيرات الرئيسيّة

يلزم لاستكمال أعمال التصميم الهيدروليكي لشبكات توزيع مياه الشرب، دراسة العلاقات التي تربط بين التصرف، والسرعة، وقطر الماسورة (أو مساحة القطاع الحامل للمياه)، ومعدل الفاقد في الضغط نتيجة سريان الماء. وتوجد عدة معادلات هيدروليكيّة تربط بين تلك المتغيرات المختلفة، من أهمها ما يلى:

١- معادلة التصرف

٢- معادلات حساب الفوائد الرئيسيّة

#### معادلة التصرف

تحدد معادلة التصرف التالية العلاقة بين كل من سرعة سريان المياه ومساحة مقطع الماسورة، وبين التصرف المطلوب نقله:

(١-١٢)

$$Q = A \times V$$

حيث:

$Q$  : التصرف التصميمي المطلوب نقله (م³/ث)

$V$  : سرعة سريان المياه التصميمية (م/ث)

$A$  : المساحة المائيّة لمقطع الماسورة =  $\frac{\sum D^2}{4}$

أى عندما تكون الماسورة مملوءة بالماء (م)

$D$  : القطر الداخلي للماسورة (م)

ويتحدد التصرف التصميمي والسرعة التصميمية من الاعتبارات السابق ذكرها يمكن باستخدام هذه المعادلة حساب مساحة مقطع الماسورة واستنتاج قطرها. وبالرجوع إلى بيانات الشركات المنتجة للمواسير، يتم اختيار أقرب أكبر قطر ليكون هو القطر المبدئي للماسورة.

#### معادلات حساب الفوائد الرئيسيّة

من أكثر هذه المعادلات الهيدروليكيّة شيوعا في تصميم مواسير المياه معادلة هازن - وليامز وكذلك معادلة كولبروك ووايت (Colbrook & White) (Hazen - Williams). وتتص معادلة هازن-وليامز على الآتى:

$$V = 0.849 C R^{0.63} S^{0.54}$$

And

$$(٢-١٢) \quad Q = AV = 0.849 C A R^{0.63} S^{0.54}$$

حيث:

$V$	:	السرعة (م/ث)
$Q$	:	التصريف (م³/ث)
$C$	:	معامل الاحتكاك (هازن - ولیامز) ويعتمد على نوع المواسير والمواد المبطنة لها، كما هو موضح بالجدول رقم (٣-١٢)
$R$	:	المعامل الهیدروليکي = $\frac{D}{4}$
$A$	:	المساحة (م²) = $\frac{\sum D^2}{4}$
$D$	:	قطر الماسورة (م)
$S$	:	معدل الفاقد ويعبر عن ميل الخط الهیدروليکي = $\frac{hr}{L}$
$hr$	:	الفاقد الرئيسي في الضغط (م)
$L$	:	طول الماسورة (م)

هذا وقد قام (هازن - ولیامز) بترجمة هذه المعادلة إلى منحنيات يسهل استعمالها (مبنية بالملحق). وبمعلومات نوع المواسير، وطولها، وتصرف الماء بها، يمكن بواسطة المنحنيات تعين القطر، والسرعة، وفاقد الضغط بين طرفي الماسورة.

جدول رقم (٣-١٢)  
قيم معامل الاحتكاك في معادلة هازن-وليامز

معامل الاحتكاك (C)	نوع الماسورة	م
١٤٠	إسبستوس أسمنتى	١
١٤٠-١٣٠	نحاس أصفر أو أحمر *	٢
١٠٠	(ماسورة من الطوب)*	٣
١٣٠	حديد زهر: أ - جديد وغير مبطن ب - قديم وغير مبطن ج - مبطن بالأسمنت د - مبطن بالبيتومين ه - مطلي بالقار	٤
١٢٠-٤٠		
١٥٠-١٣٠		
١٥٠-١٤٠		
١٣٥-١١٥		
١٤٠	خرسانة أو مبطنة بالخرسانة: أ - شدات معدنية ب - شدات خشبية ج - مصنوعة بطريقة الطرد المركزي	٥
١٢٠		
١٣٥		
١٣٥	خرطوم حريق (مبطن بالمطاط) *	٦
١٢٠	حديد مجلفن	٧
١٤٠	الياف زجاجية مقواة بالبلاستيك	٨
١٤٠-١٣٠	رصاص (استخدم هذا النوع في الماضي للوصلات المنزلية)	٩
١٥٠-١٤٠	بلاستيك	١٠
١٥٠-١٤٠	صدأ: أ - جديد وغير مبطن ب - مبرشم	١١
١١٠		
١٣٠	* فصدير *	١٢
١٤٠-١٠٠	* فخار مزجج *	١٣

المصدر: Practical Hydraulics, by Andrew L. Simon, 1976

\* لا تستخدم هذه المواسير في شبكات توزيع مياه الشرب.

أما معادلة كولبروك ووايت فهي موضحة بملحق هذا الكتيب. ونظراً لصعوبة حلها حسابياً تتم الاستعانة بجدول التصميم الهيدروليكي (المعروضة أيضاً في نفس الملحق) لمعرفة قيم المتغيرات المطلوبة.

كذلك يمكن استنتاج معادلة الفاقد الرئيسي في الضغط ( $hf$ ) من معادلة هازن - ولیامز كالآتي (وذلك بالتعويض عن قيمة كل من A, R, S):

$$hr = \frac{10.7L}{C^{1.852} D^{4.87}} Q^{1.852}$$

ويمكن تبسيط هذه المعادلة إلى:

(٣-١٢)

$$hr = K \cdot Q^n$$

حيث:

$$k = \frac{10.7L}{C^{1.852} D^{4.87}}$$

$$n = 1.852$$

### خطوات التصميم الهيدروليكي

يتم تصميم شبكة التوزيع على اعتبار أنها ستخدم لفترة زمنية تتراوح بين ٤٠ و ٥٠ سنة، وهي تقارب العمر الافتراضي للمواسير. ويمكن اتباع الخطوات التالية عند إعداد التصميم الهيدروليكي لشبكات التوزيع:

١. تحديد التصرف التصميمي للراسورة، والسرعة التصميمية للمياه المارة فيها، والضغط التصميمي طبقاً لاعتبارات التصميم المذكورة في بداية هذا الفصل.
٢. حساب القطر المبدئي للراسورة باستخدام معادلة التصرف، وبمعلومات كل من التصرف التصميمي والسرعة التصميمية.
٣. إعداد خريطة للمنطقة، موقعاً عليها أطوال وأقطار المواسير الحالية والأقطار المبدئية للمواسير المستقبلية. وتتوقع على الخريطة أيضاً أماكن جميع المحابس وحنفيات الحريق وباقى ملحقات الشبكة.
٤. حساب الاحتياجات المختلفة المطلوبة، شاملة احتياجات مكافحة الحرائق عند النقط المهمة في شبكة التوزيع.
٥. حساب الفاقد الرئيسي في الضغط في الخطوط، بالاستعانة بمعادلات ومنحنيات حساب الفاقد الرئيسي (هازن - ولیامز).
٦. حساب الضغوط في الأجزاء المختلفة للشبكة، وذلك بمعلومات الفاقد الرئيسي في الضغط في كل خط.

وهناك عدة طرق لحساب الضغوط في مختلف مناطق الشبكة، منها طريقة المواسير المكافحة، وطريقة القطاعات، وطريقة هاردي كروس، وطريقة الدائرة. وستتناول بالشرح في الجزء التالي هذه الطرق الأربع الرئيسية لحساب الضغوط.

٧. تعديل الأقطار المبدئية للمواسير للوصول إلى الضغوط التصميمية المطلوبة لها.

٨. حساب الفوائد الثانوية في القطع الخاصة والوصلات والمحابس ومختلف أجزاء الشبكة من المعادلة الآتية  
في صورتها العامة:

(٤-١٢)

$$h = K_L V^2 / 2g$$

حيث:

- $h$  : مقدار الفاقد الثانوى فى الضغط (م)
- $V$  : سرعة السريان (م/ث)
- $g$  : عجلة الجاذبية الأرضية (٩,٨١ م/ث٢)
- $K_L$  : معامل يتوقف على نوع الوصلة أو القطعة (أنظر الملحق الأول)

### الشروط الفنية لشبكات التوزيع

يجب أن تتوافق نتائج التصميم الهيدروليكي مع الشروط الفنية الآتية:

١. أقل قطر يمكن استخدامه في شبكات التوزيع هو ١٠٠ مم ويفضل ١٥٠ مم حتى يتحقق أقل متطلبات لتركيب حفارات مكافحة الحرائق.
٢. لا يسمح بتوصيل الوصلات المنزلية مباشرة على الخطوط ذات الأقطار الأكبر من ٣٠٠ مم.
٣. المسافة بين الخطوط الرئيسية تكون في حدود ١٠٠٠ متر.
٤. المسافة بين الخطوط الشبه رئيسية (الثانوية) تكون في حدود ٥٠٠ متر.
٥. الخطوط الفرعية لا يزيد طولها عن ٣٠٠-٤٠٠ متر.

### حساب الضغوط في أجزاء الشبكة

تتناول فيما يلى الطرق الأربع المشار إليها لحساب الضغوط في أجزاء الشبكة المختلفة، وهي:

١. طريقة المواسير المكافئة
٢. طريقة القطاعات
٣. طريقة هاردي كروس
٤. طريقة الدائرة

### طريقة المواسير المكافئة

يقال أن الماسورتين متكافئتان إذا كان يمر في كل منها نفس التصرف بنفس الفاقد في عمود الضغط. ويقال أن الماسورة متكافئة مع مجموعة من المواسير، إذا كانت الماسورة تحمل تصرفاً مساوياً لتصريف المجموعة بنفس الفاقد في عمود الضغط.

وتسنعمل هذه الطريقة في حالة تحويل الشبكات الرئيسية إلى شبكات بسيطة يمكن حلها بسهولة، أو في حالة طلب مد خطوط رئيسية لمناطق جديدة، أو زيادة الاستهلاك وإضافة خطوط جديدة، وذلك باستبدال ماسورة أو مجموعة من المواسير المتصلة على التوازي أو التوالى بمسورة واحدة. علماً بأن هذه الماسورة المكافئة تخيلية، بمعنى أن طولها أو قطرها غير واقعى. ونعرض فيما يلى أسس حساب قطر وطول الماسورة المكافئة في كل من حالى المواسير المتصلة على التوالى والمواسير المتصلة على التوازي.

#### أولاً: المواسير المتصلة على التوالى

يكون التصرف المفترض، المار بمجموعة المواسير المتصلة على التوالى، مساوياً للتصريف المار في كل منها، مع الأخذ في الاعتبار أن القوافد في الضغوط تجمع مع بعضها لتساوى الفاقد الكلى فيها، والذى بمعلوميته ومعلومية التصرف المار يمكن فرض القطر المكافئ. ومن المنحنيات يمكن إيجاد السرعة ومعدل الفقد، وبالتالي إيجاد طول الماسورة المكافئة كما هو مبين بالشكل (٢-١٢-أ)، وذلك على أساس أن:

$$(5-12) \quad Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots$$

$$(6-12) \quad H = H_1 + H_2 + H_3 + \dots$$

حيث:

$Q$  : معدل التصرف ( $\text{م}^3/\text{s}$ )

$H$  : مقدار الفقد في الضغط ( $\text{m}$ )

#### ثانياً: المواسير المتصلة على التوازي

في هذه الحالة، يكون الفاقد في الضغط متساوياً بينما التصرف الكلى يساوى مجموع التصرفات المارة في كل خط على حدة، كما هو مبين بالشكل (٢-٩-ب). ويتم الحساب على أساس المعادلات الآتية:

$$(7-12) \quad Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$$

$$(8-12) \quad H = H_1 = H_2 = H_3 = \dots$$

### ٢ - طريقة القطاعات

تستخدم طريقة القطاعات (Method of Sections) للتصميم المبدئي لشبكة مياه مدينة، في الأحوال التالية:

١- المدينة موجودة وحدث تغير في عدد السكان، ويراد معرفة كفاءة الشبكة لتغذية عدد السكان المطلوب خدمتهم ب المياه الشرب.

- ٢- المدينة موجودة وحدث توسيع (امتداد) عمراني خارج المدينة، وامتدت الشبكة لهذا الجزء من التوسيع.  
 ٣- المدينة لم تنشأ بعد، ويراد تصميم شبكتها.

وقد اخترع هذه الطريقة العالم هازن ووضع شروطاً لتطبيقها وهي "أن معدل الفاقد في الضغط يتراوح من ١٥٠-٦٠ سم/ثانية، وأن يكون القطاع عمودياً على اتجاه سريان المياه للخطوط الناقلة للمياه من محطة الضخ إلى شبكة التوزيع". ونعرض فيما يلى خطوات هذه الطريقة لكل من الحالتين الأولى والثانية المشار إليها أعلاه.

#### أولاً: في حالة حدوث تغير في عدد السكان

في هذه الحالة، تكون الشبكة قائمة وأقطارها معروفة فتتبع خطوات التصميم الهيدروليكي الخمس الأولى، ثم يكون الحساب كالتالي:

١- المسورة معروفة قطرها ويفرض لها الميل الأقصى (٣٪) ومن الممكن معرفة التصرف الماء بها.

٢- تجمع التصرفات التي تحملها المواسير المقطوعة، ثم تقارن مع التصرفات المطلوبة، فإذا تساوت كانت الشبكة الموجودة كافية. أما إذا كانت التصرفات المطلوبة أكبر فلابد من تعويض النقص، وذلك إما بوضع مسورة أخرى جديدة تحمل التصرف المكمل (توضع في أحد الشوارع التي يظن أنها في حاجة إلى المياه)، أو باستبدال مسورة قديمة بأخرى جديدة أكبر منها لتعويض النقص في التصرفات.

#### ثانياً: في حالة امتداد العمران خارج المدينة

تتبع نفس الخطوات بالإضافة إلىأخذ قطاع إضافي على مناطق التوسيع لتحديد أقطارها، مع الأخذ في الاعتبار أن أصغر قطر يلف حول أي توسيع جديد لا يقل عن ٢٠٠ مم، حتى لو كان التصرف اللازم لهذا التوسيع يحتاج إلى مسورة أقل من ذلك.

#### المعادلات التي تحكم التصرفات داخل الشبكة

١- مجموع التصرفات الداخلة إلى نقطة الاتصال تساوى مجموع التصرفات الخارجة من نقطة الاتصال.

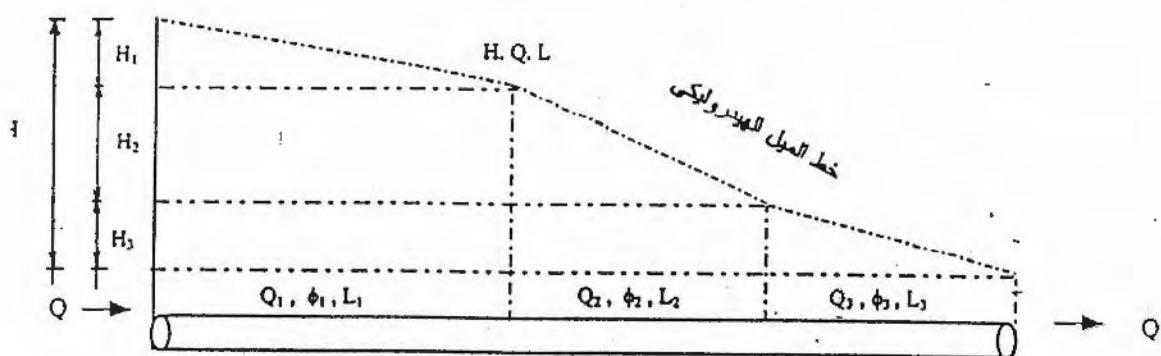
$$\sum Q_{in} - \sum Q_{out} = Zero \quad (9-12)$$

$$Q_2 + Q_1 + Q_5 - (Q_6 + D) = 0$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_5 - Q_6 = D \quad (10-12)$$

٢- لكل دائرة مجموع فوائد الضغط في اتجاه معين يساوى صفر.

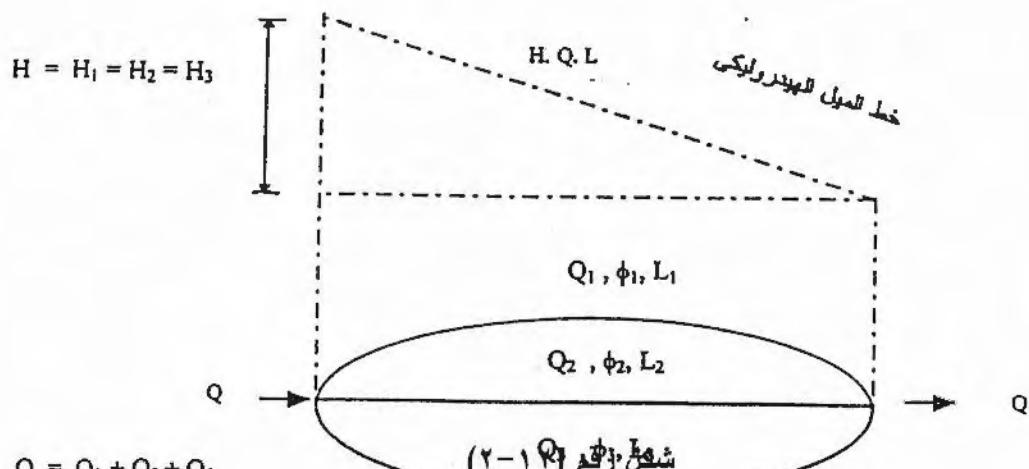
$$\sum h_f = \sum K Q^n = Zero$$



$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

(ا) حالة المواسير المتصلة على التوالى



$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$H = H_1 = H_2 = H_3$$

طريقة المواسير المكافئة

(ب) حالة المواسير المتصلة على التوازي

تتكون شبكة المواسير من عدد  $J$  من الوصلات و  $L$  من الدوائر غير المتداخلة و  $N$  من المواسير، تربطهم المعادلة التالية:

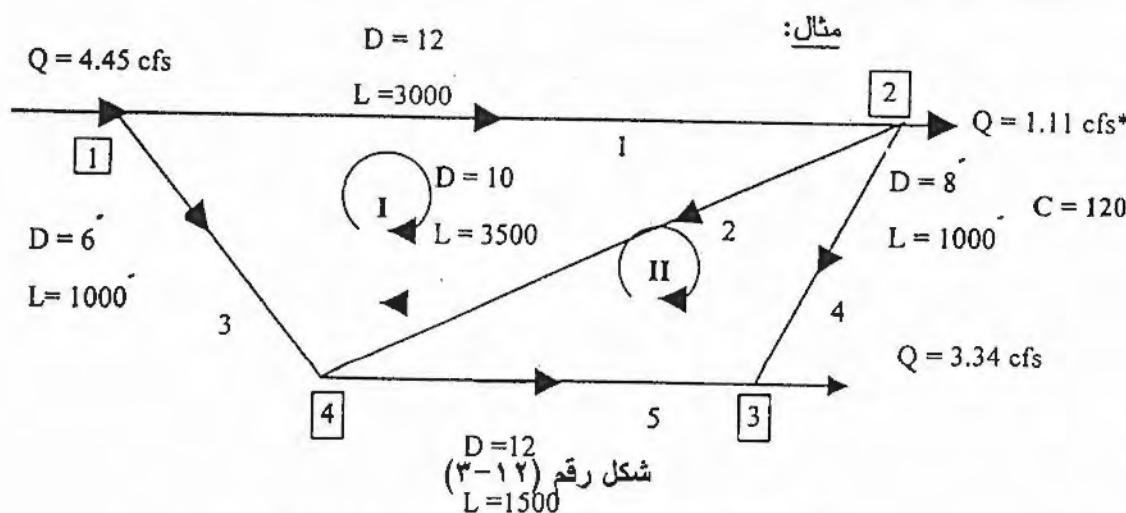
(١١-١٢)

$$N = (J - 1) + L$$

ولأن كمية التصرف لكل ماسورة غير معلومة فيكون عدد المجاهيل مساوياً لعدد المواسير. ولحل هذه الشبكة نحتاج إلى عدد  $N$  من المعادلات أو  $(J-1+L)$  من المعادلات.

المعادلات  $(J-1)$  تعتبر معادلات خطية، أما المعادلات  $(L)$  فتعتبر غير خطية.

ولأن أي شبكة تحتوى على مئات من المواسير لذلك يلزم استخدام الكمبيوتر في حل هذه الشبكات بطرق سهلة. ويعرض الشكل رقم (٣-١٢) مثلاً مبسطاً لذلك.



مثال لشبكة مواسير تحتوى على أكثر من دائرة مغلقة

حيث:

من معادلة (٣-١٢)  $K$

$P$	=	Pipe	$K_1$	=	2.018
$D$	=	Diameter	$K_2$	=	5.722
$l$	=	Length	$K_3$	=	19.674
$\square$	=	Node No*	$K_4$	=	4.847
$\circ$	=	Pipe No	$K_5$	=	1.009

في هذا المثال

عدد الوصلات  $J = 4$

عدد الدوائر  $L = 2$

$\therefore$  عدد المعادلات المطلوبة  $5 = L + 1 - J$ .

معادلات التصرفات في نقاط التلاقي  $J$ :

$$Q_1 + Q_3 = 4.45 \quad (1)$$

$$-Q_1 + Q_2 + Q_4 = -1.11 \quad (2)$$

$$-Q_4 + Q_5 = -3.34 \quad (3)$$

معادلات الفوائد في الدوائر  $L$ :

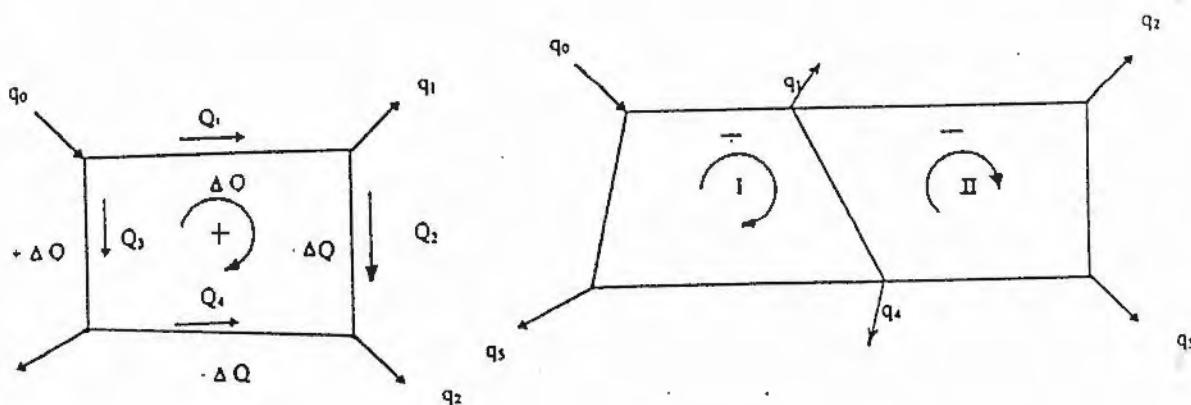
ومن معادلة (٣-٤) وفي اتجاه عقارب الساعة

$$2.018 Q_1^{1.85} + 5.722 Q_2^{1.85} - 19.764 Q_3^{1.85} = 0 \quad (4)$$

$$4.847 Q_4^{1.85} - 1.009 Q_5^{1.85} - 5.722 Q_2^{1.85} = 0 \quad (5)$$

### ٣- طريقة هاردي كروس

اخترع هذه الطريقة العالم هاردي كروس (Hardy Cross) عام ١٩٣٦، وهي تعتمد على المحاولة والخطأ، وستعمل في تحديد التصرفات المارة بالمواسير وتعيين الضغوط في الشبكة عند أي نقطة فيها. (شكل رقم ٤-٤)



قطاع (٤-٤)

شكل رقم (٤-٤)

### طريقة هاردي كروس

وفي هذه الطريقة، تتبع الخطوات التالية:

١- تقسم الشبكة الرئيسية فقط إلى مجموعات على هيئة دوائر مفتوحة.

٢- تدرس كل دائرة على حدة، مع الأخذ في الاعتبار وجود مواسير مشتركة في الدوائر الأخرى.

٣- يفترض التصرف المار في المواسير في الدائرة الواحدة واتجاهه، بحيث تساوى كمية المياه الداخلة كمية المياه الخارجة عند كل نقطة اتصال.

٤- يحسب الفاقد في الضغط في كل خط نتيجة مرور التصرف المفروض.

٥- يحسب مجموع الفراقي كلها ( $\sum hr$ ) في الدائرة الواحدة مع اخذ الاتجاهات في الاعتبار.

$$nKQ^n/Q = n \sum (hr/Q) \quad ٦- تُحسب القيمة$$

٧- يحسب التصحيح المطلوب للتصرف المفروض  $\Delta q$  ، باستخدام القوانين الرياضية. وبعد حل جميع الدوائر تؤخذ التصحيحات كلها من جميع الدوائر.

$$(12-12) \quad \Delta q = \frac{-\sum hr}{n \sum (hr/Q)} = \frac{\sum KQ^n}{nKQ^n/Q}$$

وهو خارج قسمة الناتج من الخطوة الخامسة على الناتج من الخطوة السادسة.

٨- يعاد الحساب بعد هذا التصحيح عدة مرات، حتى يصبح الفرق ضئيلاً يمكن التغاضي عنه.

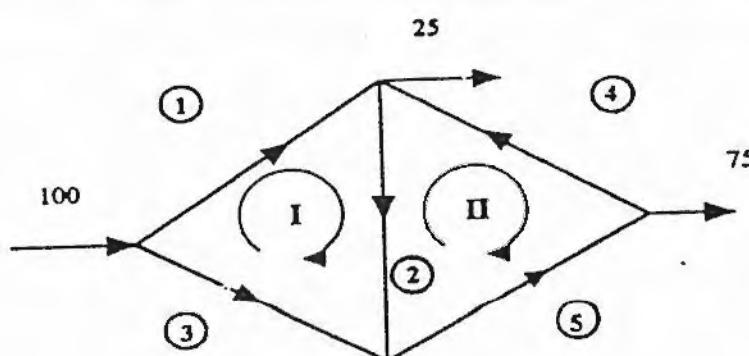
ولإتزان مجموعة من خطوط المياه المقفلة في شبكة توزيع المياه، يمكن تحديد التصرف الفعلى فيها بإضافة قيمة تصحيحية  $\Delta q$  إلى التصرف الافتراضي  $Q$ .

$$(13-12) \quad Q_n = Q + \Delta q$$

ويعرض الشكل رقم (٥-١٢) مثلاً على استخدام طريقة هاردي كروس لحساب الضغوط.

مثال على طريقة هاردي كروس:

المسورة (Pipe)	K	Q	n
1	1	50	2
2	3	40	2
3	2	50	2
4	2	15	2
5	1	90	2



### شكل رقم (٤-١٢)

#### مثال على استخدام طريقة هاردي كروس لحساب الضغوط

#### ٤- طريقة الدائرة

تستخدم طريقة الدائرة (Circle Method) في تصميم أو الكشف عن أي نقص في الضغط في شبكات المواسير الفرعية (قطر ١٥٠، ١٠، ٥٠ مم)، وذلك باستخدام التصرف اللازم للحريق. وتنخلص هذه الطريقة فيما يلى:

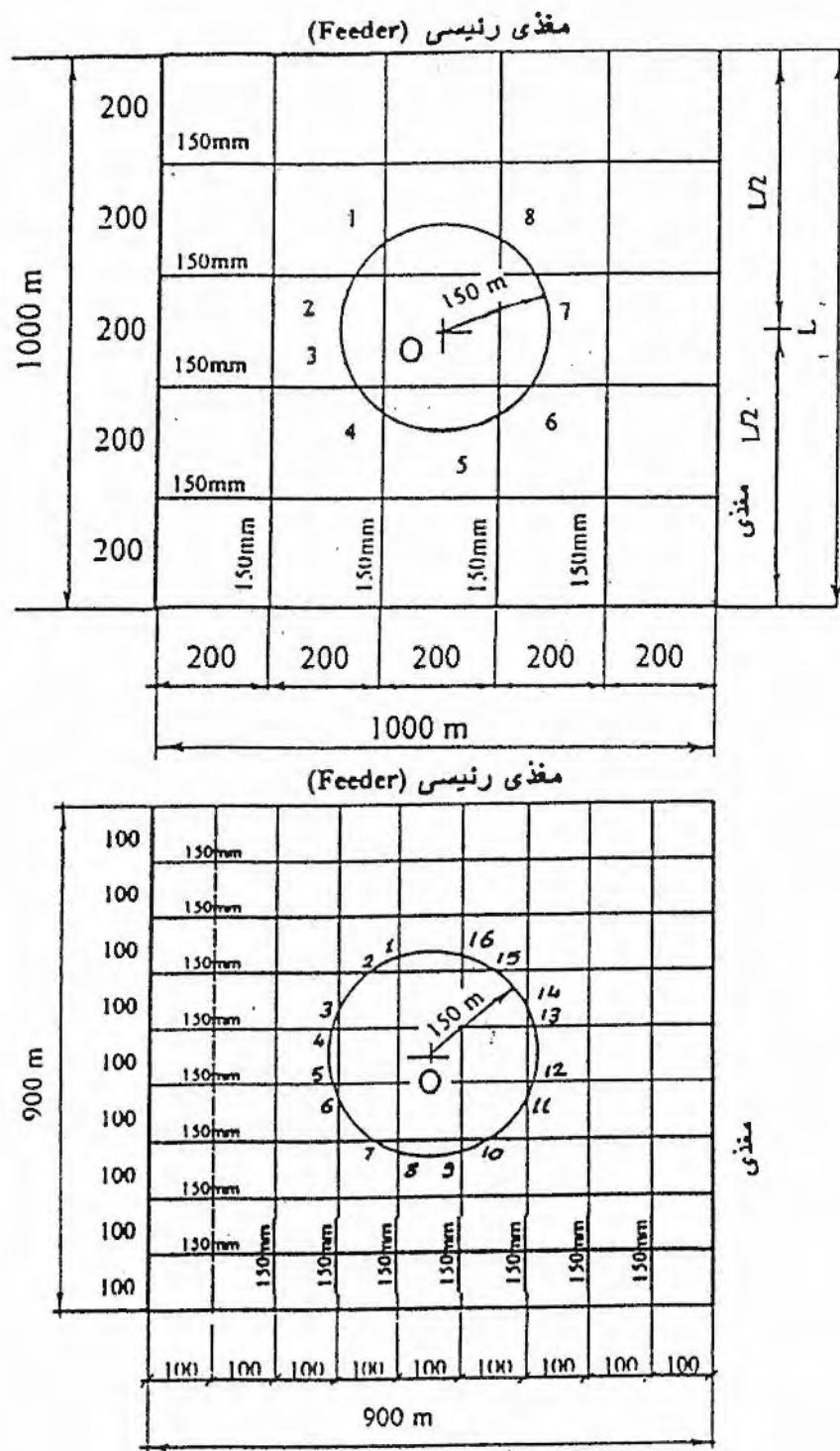
- رسم الشبكات الفرعية على ورق مربعات أو بمقاييس رسم مناسب.
- رسم دائرة قطرها ٣٠٠ متر تقطع الخطوط الفرعية في عدة نقاط.
- افترض أن المواسير المقطوعة تعطى تصرفا يكفي احتياجات الحريق، ومنه يحسب نصيب كل ماسورة من هذا التصرف. مع الأخذ في الاعتبار انه اذا كانت أقطار المواسير متساوية، يتساوى نصيب كل منها من التصرف، أما اذا كانت المواسير غير متساوية القطر، فيستعمل الجدول رقم (٤-١٢) التالي لتحويل هذه المواسير ذات قطر واحد.

### جدول رقم (٤-١٢)

#### تحويل المواسير إلى مواسير مكافئة

قطر الماسورة المقطوعة والمطلوب تحديد المكافئ لها	٣٠٠ مم	٢٥٠ مم	٢٠٠ مم	١٥٠ مم	١٠٠ مم	٦٦٦ مم	٣٣٣ مم	١٢١٢ مم	٢٠٢٠ مم
عدد المواسير قطر ١٠٠ مم المكافئة للماسورة المقطوعة	٢٠	١٢	٦٦	٣	١				

- يتم حساب الفاقد في الضغط في الماسورة من معادلة (٤-١٢) على أساس قطرها والتصرف الخارج منها وبعدها عن الماسورة الرئيسية المغذية لها.
- يجب أن يكون الضغط في كل ماسورة عند نقاط التقاطع أكبر من أو يساوى ١٥ متراً أو الضغط الخاص بالحريق.
- في حالة اكتشاف نقص في الضغط عن هذا المقدار، في إحدى المواسير الفرعية في الشبكة تستبدل بamasire ذات قطر أكبر ويعاد الحساب من جديد.
- إذا مس الدائرة أحد الخطوط اعتبرت نقطة التماس كما لو كانت ماسورتين. ويوضح الشكل رقم (٤-١٢) مثلاً لطريقة الدائرة وكيفية تطبيقها.



شكل رقم (٦-١٢)

مثال لطريقة الدائرة لحساب الضغوط

## التصميم الهيدروليكي باستخدام الحاسوب الآلي

يمكن استخدام الحاسوب الآلي في تصميم شبكة توزيع مياه الشرب وذلك بواسطة استخدام أحد برامج الحاسوب الآلي المتخصص في هذا المجال ومنها برنامج "CYBERNET". وفي هذه الحالة تتبع الخطوات التالية:

(ا) إدخال البيانات الأساسية للحاسوب الآلي

(ب) استقراء النتائج الخارجة من الحاسوب الآلي

(ت) تحليل النتائج

أ - إدخال البيانات الأساسية إلى الحاسوب الآلي

هناك سبع مجموعات من البيانات التي يتم إدخالها إلى الحاسوب الآلي لتصميم الشبكة. وهي تشمل:

١. نموذج الشبكة المقترحة
٢. بيانات المواسير
٣. بيانات نقاط الاتزان
٤. بيانات مصدر المياه
٥. موقع محابس التحكم
٦. معدلات الذروة
٧. بيانات تصرفات الحريق

١ - نموذج الشبكة المقترحة (Computer model)

يتم عمل نموذج للشبكة المقترحة على الحاسوب الآلي يعبر عن شبكة التغذية بمياه الشرب بما فيها من مواسير ونقاط اتزان (Nodes)، وما يتصل بها من أعمال محطات الضخ والخزانات والمحابس الرئيسية وخلافه. ويعبر هذا النموذج عن النظام المقترن للتغذية بمياه الشرب.

٢ - بيانات المواسير (Pipe Data)

يتم إدخال بيانات المواسير بالشبكة مثل:

- الرقم المسلسل لكل ماسورة.

- أطوال المواسير بالمتر.

- أقطار المواسير (المبدئية) بالسنتيميتر.

- معامل الاحتكاك لقطاع الماسورة (يعتمد على نوع الماسورة وعمرها)

### ٣ - بيانات نقاط الاتزان (Node Data)

يتم إدخال بيانات نقاط الاتزان بالشبكة. ونقطة الاتزان هي نقطة التقاطع بين ماسورتين أو بداية أو نهاية ماسورة، والبيانات التي يتم إدخالها هي:

- الرقم المماسل لكل نقطة اتزان.
- منسوب الأرض عند كل نقطة اتزان.
- التصرف بكل نقطة اتزان، وهو يساوى:

المساحة المخدومة بكل نقطة  $\times$  الكثافة السكانية  $\times$  متوسط استهلاك مياه الشرب للفرد

### ٤ - بيانات مصدر المياه (Water Source Data)

يتم إدخال بيانات مصدر المياه مثل محطات الضخ والخزانات كالتالي:

- بيانات الخزانات العالية (مثل الارتفاع والقطر).
- بيانات منحنيات الطلبات وعدد الطلبات المستخدمة.

### ٥ - مواقع محابس التحكم (Control Valves Locations)

يتم إدخال موقع محابس التحكم مثل محابس تخفيض الضغط أو محابس ثبيت الضغط أو محابس التحكم في التصرف .... إلخ.

### ٦ - معدلات الذروة (Peak Factors)

يتم إدخال بيانات التصرفات المتوسطة عند كل نقطة اتزان، على أن يتم إدخال منحني التصرف اليومي للفرد بما فيه من معاملات ذروة قصوى ودنيا وذلك لكي يناسب التحليل الهيدروليكي (ظروف التشغيل على مدار اليوم).

### ٧ - بيانات تصرفات الحريق (Fire Flows)

يتم إدخال بيانات تصرفات الحريق عند بعض النقاط المختارة بحيث تعبّر عن احتمالية حدوث حالات حريق في أماكن مفترقة وذلك لدراسة شكل واتزان الشبكة في تلك الحالات.

#### ب - استقراء النتائج الخارجية من الحاسوب الآلي

يقوم الحاسوب الآلي بعمل التحليل الهيدروليكي للبيانات المختلفة التي يتم إدخالها ثم يعطي نتائج تتمثل فيما يلى:

- السرعات في المواصل.
- اتجاه السريان في كل ماسورة.
- الفوائد في الاحتكاك في المواصل.
- ضغط المياه عند كل نقطة اتزان.

- التصرف الكلى والضغط المطلوب عند الطلبات.

### جـ - تحليل النتائج

بعد استقراء النتائج بواسطة المهندس الهيدروليكي، الذى يقوم بتعديل أقطار المواسير وبيانات الطلبات للوصول إلى أنساب الحلول لحدوث اتزان للتصرفات والضغوط بالشبكة.

ويقوم المهندس الهيدروليكي بتحليل النتائج الخارجة من الحاسب الآلى لكل حالة من حالات التشغيل المختلفة وتعديل التصميم تبعاً لذلك.

وتشمل حالات التشغيل المختلفة حالتين هما:

١. حالة التصرف الأقصى (Peak Demand).

٢. حالة التصرف الأقصى + تصرف الحرائق (Peak demand + Fire demand)

#### ١- التشغيل فى حالة التصرف الأقصى (Peak demand)

وفي هذه الحالة يتم إمداد الحاسب الآلى ببيانات فى حالة أقصى تصرف. وتشمل النتائج الخارجة من الحاسب الآلى البيانات الآتية:

- التصرف الأقصى.
- أقصى ضغط للماء عند نقاط الازنان.
- أقل ضغط للماء عند نقاط الازنان.
- أقطار مواسير التغذية بالمياه.
- يحدد الحاسب الآلى ما إذا كان سيتم استخدام طلمبة واحدة أو مجموعة طلبات فى حالة أقصى تصرف.

#### ٢- التشغيل فى حالة التصرف الأقصى + تصرف الحرائق (Peak demand + Fire demand)

في هذه الحالة يتم إمداد الحاسب الآلى ببيانات فى حالة أقصى تصرف + تصرف الحرائق. وتشمل النتائج الخارجة من الحاسب الآلى البيانات الآتية:

- التصرف الأقصى + تصرف الحرائق.
- أقصى ضغط للماء عند نقاط الإتزان.
- أقطار مواسير التغذية بالمياه وهى نفس أقطار المواسير المستخدمة فى حالة أقصى تصرف.
- يحدد الحاسب الآلى ما إذا كان سيتم استخدام طلمبة واحدة أو أكثر على التوازن فى هذه حالة.

ويوضح الشكل رقم (٧-١٢) خطوط مواسير شبكات توزيع مياه الشرب.

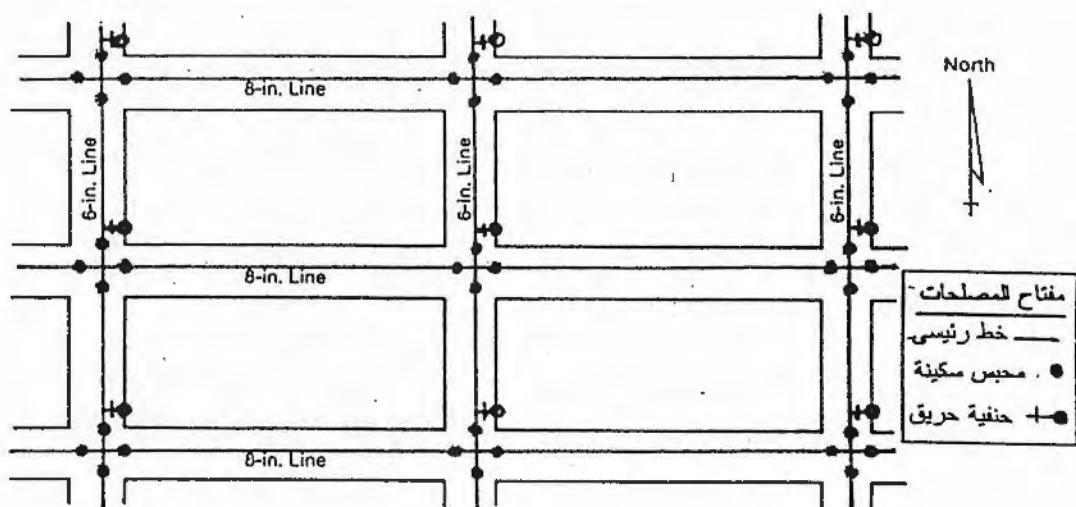
## القطر الاقتصادي للمواشير

عند اختيار أقطار المواصلات التي تضغط فيها المياه لمسافات بين محطة طلبات الضغط العالي والمدينة (شكل ١٢-٨) فإنه يجب مراعاة اختيار أقطار هذه المواصلات بحيث تكون التكلفة أقل ما يمكن - ويمكن تقسيم تكاليف مثل هذه المواصلات إلى:

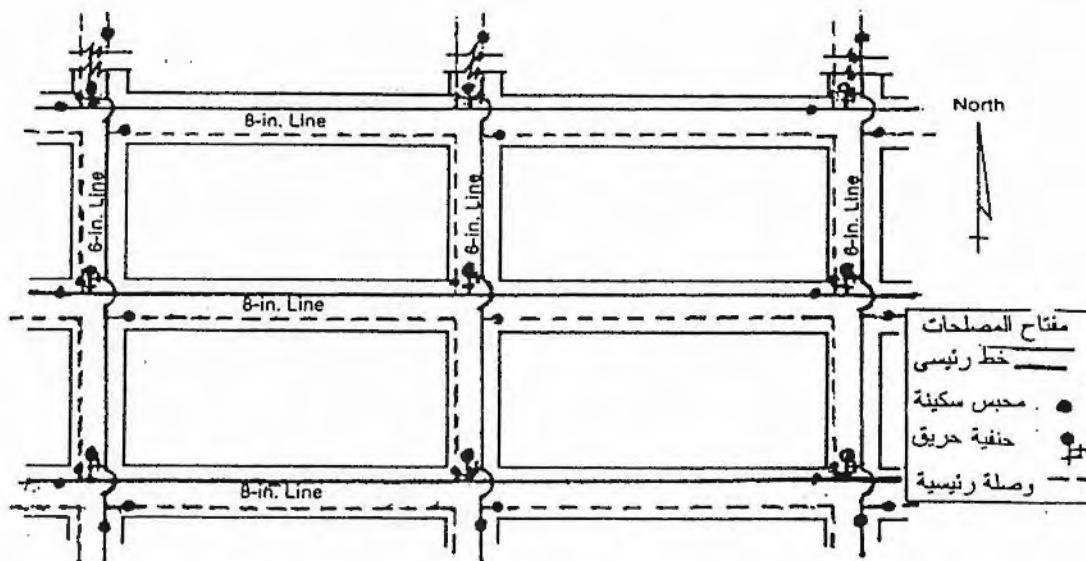
١. الثمن الأساسي للمواشير بما فيه تكاليف الإنشاء - وهذا الثمن يتزايد مع كبر قطر الماسورة، نظراً لزيادة كمية الحديد المستعمل في الماسورة وكذلك لزيادة التكاليف الإنسانية مع كبر القطر. وهذا الثمن الأساسي يفترض استهلاكه في المدة التي فيها الماسورة (عمر الماسورة وهذا يسامي عادة حوالي خمسين عاماً).
٢. الفائدة السنوية لرأس المال الذي استغل في الثمن الأساسي وهذه الفائدة تتزايد مع كبر رأس المال.
٣. تكاليف ضغط الماء في الماسورة وهذه تقل مع كبر قطر الماسورة إذ أن الفاقد في الاحتكاك في الماسورة يقل مع كبر قطر الماسورة - ومن ثم فإن قوة الطلبات اللازمة لضغط المياه تقل وبالتالي تقل القوة الكهربائية المستعملة.

وبذلك تكون التكاليف السنوية للماسورة.

١. رأس المال مقسوماً على عدد سنين خدمة الماسورة.
٢. الفائدة السنوية لرأس المال.
٣. تكاليف القوة المحركة لطلبات الضغط.



مخطط نظام تغذية رئيسى مفرد



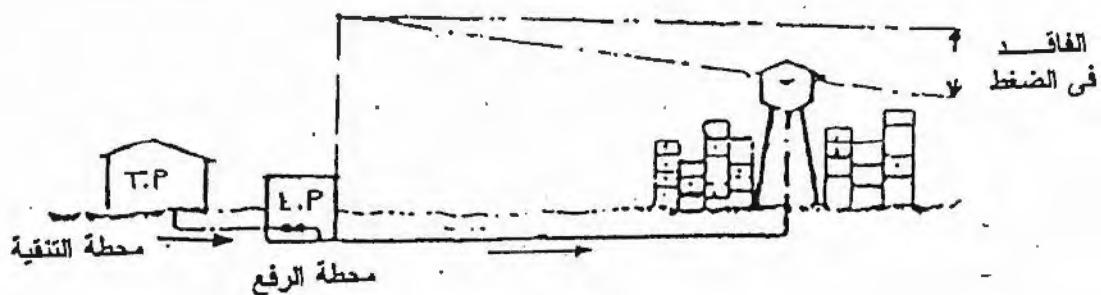
مخطط نظام تغذية رئيسى مزدوج

شكل رقم (٧-١٢)

#### خطوط مواسير شبكات توزيع مياه الشرب

ونلاحظ أن البند ١ - ٢ يأخذان في الزيادة إذ أخذ البند الثالث في النقصان. ويمكن الحصول على أقل مجموع للثلاثة بنود بتطبيق قاعدة كلفن التي تنص على:

"إذا تساوت التكاليف الآخدة في الزيادة مع التكاليف الآخدة في النقصان فإن جملة التكاليف تكون أقل ما يمكن."



شكل رقم (٨-١٢)

اختيار قطر المواسير المناسب بعد المسافة

بين محطة الضغط والمدينة

#### القطر الاقتصادي لمواسير تسير بالانحدار الطبيعي

هناك بعض الحالات التي تكون فيها محطة التقية على منسوب عال بالنسبة للمدينة بحيث يسير الماء في الماسورة الرئيسية بالانحدار بطبيعي دون الحاجة إلى محطة طلبات (شكل رقم ٩-١٢). وفي هذه الحالة يحسن اختيار قطر الماسورة هذه بحيث يكون الفاقد في الاحتكاك مساوياً لفرق بين منسوب المياه في محطة التقية، ومنسوب المياه في محطة الضغط، ومنسوب المياه في خزان المياه العلوى في أقصى المدينة والذي يكون ارتفاعه كافياً لحفظ المياه على منسوب كاف لرفع المياه إلى الدور الرابع في أي منزل في المدينة.



شكل رقم (٩-١٢)

فاقد الإحتكاك في المواسير يساوى الفاقد

بين المنسوبين (محطة التقية والخزان)

## الضغط في شبكات التوزيع

تنص بعض الموصفات على أنه يجب حفظ الضغط في شبكات التوزيع بحيث يكون كافيا لرفع المياه إلى الدور الرابع في المساكن في أي مكان في المدينة. على أن يكون عند وصوله إلى هذه الأدوار تحت ضغط قدره ستة أمتار على الأقل وبذلك بحيث لا يقل عامل الضغط في المواسير من وعشرين متراً موزعة كالتالي:

١٤ متراً ارتفاع أربعة أدوار

٥ متراً فاقد في مواسير التوزيع داخل المنزل

٦ متراً عامل على الصنابير داخل المنزل

٢٥ متراً للمجموع

وتنص بعض الموصفات الأخرى على لا يقل الضغط في المواسير الرئيسية في المدينة عن ٤٠ رطل على البوصة المربعة أي ثلاثة كيلوجرام على السنتيمتر المربع - أما الضغط في المواسير الفرعية فيجب أن لا يقل ٢٠ رطل / على البوصة المربعة أي ١,٥ كيلوجرام على السنتيمتر المربع.

أي أن عامل ضغط الماء يجب أن لا يقل عن ثلثين متراً في المواسير الرئيسية ولا يقل عن خمسة عشر متراً في المواسير الفرعية.

كما ينص في بعض الأحوال على لا يقل الضغط في المواسير من ٦٠ أو ٧٥ رطل على البوصة المربعة (٥-٤ كيلوجرام على السنتيمتر المربع) وذلك لضمان ضغطاً كافياً لمقاومة الحرائق. إلا أن حفظ هذا الضغط العالى نسبياً - وبذلك يفضل لا يتجاوز الضغط ٤٠ رطل بوصلة مربعة أي ثلاثة كيلوجرام / السنتيمتر المربع - وفي هذه الحالة ينصح باستعمال طلمبات متقللة لضخ الماء من مواسير التوزيع في خراطيم مقاومة الحرائق عند الحاجة لذلك.

كما أنه في بعض المدن توجد شبكتان للتوزيع يحتفظ في شبكة منها بضغط عادة ٢٠ - ٤٠ رطل / البوصة المربعة أي ٣-١,٥ كيلوجرام / سنتيمتر المربع. ويحفظ في الأخرى بضغط عالى من ٨٠-٦٠ رطل البوصة المربعة أي ٦-٤ كيلوجرام / سنتيمتر المربع - وستعمل الشبكة الأولى في الأغراض العادمة. أما الشبكة الثانية فستعمل في أغراض مقاومة الحرائق أو الأغراض الصناعية الخاصة.

### الفصل الثالث عشر

## ملخص لأسس تصميم أعمال تجميع مياه الصرف الصحي

### مقدمة

إن وضع أسس التصميم لـ أي مشروع هندسي هو النواة والأساس الذي يضمن نجاح التصميم وكذا تسهيل أعمال الدراسة والتصميم في البداية وسهولة أعمال التنفيذ والتشغيل والصيانة في النهاية

ويجب أن تكون أسس التصميم للمشروع ملائمة لأوضاع الأعمال القائمة لتحقيق أقصى استفادة منها ومرنة بقدر كافي لمقابلة التطورات المستقبلية المتوقعة ومناسبة للظروف كما يتبع وجود أسس التصميم سهولة تقييم الأعمال حالياً ومستقبلاً وتناسق وحدات وأجزاء المشروع المختلفة مع بعضها البعض.

ويشمل مجال الأعمال في المدينة الأعمال الآتية :

- (أ) أعمال شبكات الصرف الصحي.
- (ب) الأعمال المكملة لأعمال تجميع الصرف الصحي.

ومن أهم العوامل التي تؤخذ في الاعتبار كأساس للتصميم هي:

- طرق التنفيذ والعوامل المؤثرة عليها.
- طبوغرافية منطقة المشروع.
- تعداد التسبيح السكني.
- معدل تصرف مياه الصرف الصحي.
- نظام شبكات تجميع مياه الصرف الصحي وملحقاتها من خطوط طرد ومحطات رفع.

### أسس التصميم لأعمال تجميع الصرف الصحي مستقبلاً

وبناء على أسس التصميم الخاصة بأعمال الصرف الصحي للمدينة السكنية سيتم تحديد حجم ونوعية الأعمال المطلوبة والتي تقي باحتياجات المدينة حالياً ومستقبلاً.

العوامل المؤثرة في اختيار أعمال الصرف الصحي ومراحل تنفيذها

### العوامل المؤثرة على المواصلات والمنشآت اللازمة للمشروع

هناك عوامل تحديد إمكانية تنفيذ الأجزاء المختلفة من أعمال الصرف الصحي لتغطية احتياجات المدينة، ومن أهم هذه العوامل ما يلي:

(أ) العمر الافتراضي للمنشآت والمواسير والمعدات اللازمة لأعمال الصرف الصحي:

يوضح الجدول رقم (١-١٣) العمر الافتراضي للمنشآت والمواسير والمهام الميكانيكية والأجهزة لأعمال الصرف الصحي وأعمال الرى، ويتبين من جدول رقم (١-١٢) أن العمر الافتراضي للمنشآت والمواسير يتراوح بين ٣٠ و ٥٠ عاماً، أما في حالة المهام الميكانيكية وأجهزة التحكم والقياس فإنها تتراوح بين ١٠ إلى ٢٠ عاماً، لذا فإنه يمكن تنفيذ المنشآت والمواسير لتناسب الاحتياجات لفترة طويلة في المستقبل تصل إلى ٥٠ عاماً أما المهام الميكانيكية وأجهزة التحكم والقياس فإنه يتم توريدها وتركيبها على مراحل (فترات) لا تتجاوز ٢٠ عاماً.

جدول (١-١٣) العمر الافتراضي للمنشآت

والمواسير والمهام والأجهزة المستخدمة في مشروعات الصرف الصحي

العمر الافتراضي المقترن (الأعوام)	وصف الأعمال	
٥٠-٣٠	خطوط مواسير الصرف بالانحدار الرئيسية والفرعية وخطوط الطرد	١
٥٠-٤٠	منشآت وحدات محطة المعالجة ومحطات الضخ	٢
١٥	معدات وحدات محطة المعالجة ومحطات الضخ	٣
١٠	أجهزة القياس والتحكم	٤

(ب) إمكانية التوسيع في مقومات أعمال الصرف الصحي

مكونات أعمال الصرف الصحي هي:

- خطوط مواسير الصرف الصحي بالانحدار وملحقاتها.
- خطوط الطرد.
- محطات طلمبات ضخ مياه الصرف الصحي.

ومن الواضح أن جميع هذه المقومات، فيما عدا مواسير الانحدار للصرف الصحي تتكون من وحدات متكررة يمكن التوسيع في إنشائها طبقاً للاحتجاجات المتزايدة بشرط الاحتفاظ بمساحات الأرضي الازمة لهذا التوسيع.

أما بالنسبة لشبكات مواسير الصرف ومواسير الرى فإن التوسيع غير ممكن إلا بالإخلال بخطوط المواسير بأكبر منها أو بتركيب شبكات المجاورة.

## طبوغرافية المنطقة

تعتبر الدراسة الطبوغرافية للمدينة عنصر أساسى عند تصميم أعمال الصرف الصحى وذلك لتأثيرها على بعض أسس التصميم طبقاً لما يلى:

### أعمال الصرف الصحى:

تساعد طبوغرافية المدينة في تحديد أماكن محطات الضخ وذلك لتجنب زيادة كميات الحفر لتركيب مواسير الأنحدار.

### تصميم الطلبات المستخدمة في محطات الضخ:

كذلك تؤثر طبوغرافية المنطقة في تحديد الرفع الكلى لوحدات الطلبات.

تحديد أماكن المطابق وغرف الصمامات والملحقات الأخرى (غرفة التهدئة - بالوعات صرف مياه الأمطار - أحواض الدفق)

### تعداد التسبيع السكاني

يتم تقدير السكان الذين يخدمهم الخط حالياً وفي المستقبل بنفس الطرق المتتبعة لتقدير أو التنبؤ بعدد السكان في شبكة المياه.

### معدل تصرف مياه الصرف الصحى

عند تصميم خطوط شبكة الصرف الصحى يلزم تعريف التصرفات الآتية:

#### التصريف المتوسط :

يحسب بضرب متوسط الاستهلاك اليومي للمياه في معامل تخفيض يؤخذ من (٠,٩٠-٠,٨) وهذا التخفيض نابع من الفاقد خلال شبكة المياه.

#### التصريف الجاف:

وهو التصرف الناتج من الاستهلاكات المختلفة بدون إضافة مياه الأمطار وينقسم إلى:

##### أ) أدنى تصرف جاف:

وهذا التصرف يحدث أثناء الليل أو خلال الشتاء ويحسب من المعادلة الآتية:

$$Q_{\min D.W.F} = (0.2p)^{1/6} Q_{av}$$

حيث

= أدنى تصرف جاف (لتر/ث)  $Q_{\min D.W.F}$  -

= عدد السكان بالألاف.  $p$  -

= التصرف المتوسط (لتر/ث)  $Q_{av}$  -

### أقصى تصرف جاف:

ويطلق عليه تصرف ساعة الذروة ويحدث في شهور الصيف ويحسب من المعدلات الآتية:

$$Q_{\max D.W.F} = \left(1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}\right) Q_{av}$$

$$Q_{\max D.W.F} = \left(\frac{5}{P^{0.167}}\right) Q_{av}$$

### التصرف الممطر

وهو التصرف الناتج من الاستهلاكات المنزلية والاستهلاكات الأخرى بأنواعها إن وجدت مضافاً إليها مياه الأمطار وتقسم إلى:

#### (أ) آدنى تصرف ممطر

ويُعين بجمع آدنى تصرف جاف يومي خلال الشتاء بالإضافة إلى مياه الأمطار.

#### (ب) أقصى تصرف ممطر

ويُعين بجمع أقصى تصرف جاف يومي خلال أشهر الشتاء بالإضافة إلى مياه الأمطار.

$$Q_{\max W.W.F} = Q_{\max D.W.F} + Q_{rain}$$

### التصرف الصناعي

في حالة وجود أنشطة صناعية في المنطقة يؤخذ التصرف الصناعي بقيمة تتراوح ما بين (٤٠-٨٠) م<sup>3</sup>/هكتار/يوم، وذلك ما لم تتوافر بيانات محددة، أما إذا كانت صناعات صغيرة متواجدة داخل المنطقة فيحمل الاستهلاك الصناعي على الاستهلاك المنزلي.

### التصرفات التجارية:

وتعتمد على نوعية النشاط التجاري ويتراوح قيمة الاستهلاك التجاري ما بين ٤٠-١٥٠٠ م<sup>3</sup>/هكتار/يوم.

### كمية مياه الرشح:

تتوقف كمية مياه الرشح التي تمر خلال خط مواسير لشبكة صرف صحي على نوع الماسورة وكذلك على بعد خط المواسير من منسوب المياه الجوفية . وسلامة الوصلات الخط ومدى أحکامها والمعادلة الآتية تستخدم لحساب كمية مياه الرشح خلال ١٠٠٠ متر طولي من الخط:

$$Q_{inf} = \alpha dh^{2/3}$$

حيث :

- $Q =$  كمية مياه الرشح خلال ١٠٠٠ متر طولي من خط المواسير (لتر/ساعة).
- $\alpha =$  معامل يتراوح بين ٥ - ١٠ ويؤخذ (١٠)
- $d =$  قطر الخط
- $h =$  العمق المتوسط (م) لخط المواسير أسفل منسوب المياه الأرضية.

وفي حالة صعوبة تطبيق المعادلة وعدم توافر البيانات اللازمة تؤخذ كمية مياه الرشح متساوية (٩٥-٢٤) م<sup>٣</sup>/اليوم/كم من خط المواسير أو تؤخذ ٤٦,٤٠ م<sup>٣</sup>/اليوم/كم من قطر الماسورة ١/كم من خط المواسير أيهما أكبر.

#### كمية مياه الأمطار

لحساب كمية مياه الأمطار تطبيق المعادلة الآتية:

$$Q_{rain} = CiA$$

حيث:

- $Q_{rain}$  = كمية مياه الأمطار التي تصل إلى خط الصرف.
- $C$  = معامل فائض مياه الأمطار ويؤخذ من الجدول رقم (٢-١٣).
- $i$  = كثافة سقوط مياه الأمطار (مم/ساعة).
- $A$  = المساحة التي يخدمها الخط.

#### جدول (٢-١٣)

##### معامل فائض مياه الأمطار (C)

نوع السطح	$C$	قيمة "C"
الأسطح والشوارع المرصوفة جيداً	١	٠,٩٥ - ٠,٧٠
التربة العادية والشوارع غير المرصوفة	٢	٠,٢٠ - ٠,١٠
المناطق السكنية (مستوية)	٣	٠,٥٠ - ٠,٣٠
المناطق السكنية (جبلية)	٤	٠,٧٠ - ٠,٥٠
المناطق الصناعية (صناعات خفيفة)	٥	٠,٦٥ - ٠,٥٥
المناطق الصناعية (صناعات ثقيلة)	٦	٠,٨٠ - ٠,٦٠

وفي حالة عدم توافر بيانات عن كثافة سقوط مياه الأمطار (i) فيتم استنتاجها من المعادلة الآتية:

$$t_c = \frac{L}{60V_f} + t_e (\text{minute})$$

حيث :

$t_c$  = زمن تركيز العاصفة الممطر ويساوي الزمن اللازم لوصول مياه الأمطار من أبعد نقطة المساحة المخدومة " A " وحتى بالوعة صرف الأمطار.

$v_r$  = سرعة مياه الأمطار وتؤخذ  $0,75 \text{ m/s}$ .

$t_e$  = زمن دخول مياه الأمطار إلى خط الصرف ويؤخذ من  $2-3$  دقائق.

$L$  = طول خط الصرف من المدخل وحتى النقطة المطلوب حساب كمية الأمطار عندها بالمتر.

وبعد تعين  $t_c$  يتبع الخطوات الآتية لحساب (i)

في حالة  $20 < t_c < 10$  دقيقة، تطبق المعادلة الآتية:

$$i = \frac{750}{t_c + 10} \text{ (مم/الساعة)}$$

$$i = \frac{1000}{t_c + 20} \text{ في حالة 20 دقيقة } < t_c < 120$$

وقيم المعامل " C " يتوقف على نوع السطح الذي تجري عليه مياه الأمطار وميل السطح ويزيد كذلك بزيادة فترة سقوط الأمطار.

### التصريفات التصميمية لخطوط شبكة الصرف

تنقسم شبكات الصرف الصحي إلى نوعين:

(أ) **شبكة الصرف المنفصلة** : وتنقسم إلى شبكة صرف لاستقبال المخلفات السائلة (المنزلية والصناعية والتجارية ..... الخ) مع وجود شبكة أخرى لاستقبال مياه الأمطار.

(ب) **شبكة الصرف المشتركة** : وهي شبكة موحدة لاستقبال كل المخلفات السائلة بجميع أنواعها مضافاً إليها مياه الأمطار.

### خطوط شبكة الصرف المنفصلة

حالة مواسير الاحدار بقطر أقل من  $700 \text{ mm}$

تصمم كالتالي:

$$Q_{des.} = Q_{max D.W.F} + Q_{inf} \quad (\text{إن وجدت})$$

وتُصمم على أن الماسورة ثلاثي مملوءة.

ويراعى ألا تقل السرعة عن ٠,٧٥ م / ث في كلتا الحالتين .

(حالة وجود أو عدم وجود مياه رشح) وفي حالة (أدنى تصرف جاف)

$$Q_{des.} = Q_{\max D.W.V}$$

ويراعى ألا تقل السرعة عن ٠,٥٠ م / ث

حالة خطوط المجمعات (أقطار أكبر من ٧٠٠ مم)

تصمم كالتالي :

$$Q_{des.} = Q_{\max D.W.F} + Q_{inf} \quad (\text{إن وجدت})$$

وتصمم على أن الماسورة ثلاثة أربع مملوءة.

ويراعى ألا تقل السرعة عن ١ م / ث في كلتا الحالتين وفي حالة (أدنى تصرف جاف)

$$Q_{des.} = Q_{\min D.W.F}$$

يراعى ألا تقل السرعة عن ٠,٦ م / ث

يضاف كمية مياه الأمطار ومياه الرشح.

#### خطوط شبكة الصرف المشتركة

تضاف كمية مياه الأمطار ومياه الرشح ويراعى الآتي :

حالة مواسير الاتحدار بقطر أقل من ٧٠٠ مم

تصمم كالتالي :

$$Q_{des.} = Q_{\max D.W.F} + Q_{inf} \quad (\text{إن وجدت})$$

وتصمم على أن الماسورة نصف مملوءة ويراعى ألا تقل السرعة عن ٠,٦٠ م / ث.

وعند إضافة مياه الأمطار :

$$Q_{des.} = Q_{\max D.W.F} + Q_{ran} + Q_{inf} \quad (\text{إن وجدت})$$

ويراعى أن يكون أقصى تصرف جاف هو أقصى تصرف يومي خلال شهور الشتاء وتصمم على أن الماسورة ثلاثة مملوءة.

ويراعى ألا تقل السرعة عن ٠,٧٥ م / ث.

وفي حالة (أدنى تصرف جاف) خلال شهور الشتاء فيكون

$$Q_{des.} = Q_{\min D.W.F}$$

حالة خطوط المجمعات (قطر اكبر من ٧٠٠ مم)

تصمم بالأخذ في الاعتبار الآتي:

$$Q_{des.} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf} \quad (\text{إن وجدت})$$

وتصمم على أن المسياورة ثلاثي مملوءة، وعند إضافة مياه الأمطار ومياه الرشح

$$Q_{des.} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{ran} + Q_{inf} \quad (\text{إن وجدت})$$

ويراعى أن يكون أقصى تصرف جاف هو أقصى تصرف يومي خلال شهور الشتاء وتصميم على أن الماسورة ثلاثة أرباع مملوءة ويراعى ألا تقل السرعة عن ١ م/ث في كلتا الحالتين وفي حالة أدنى تصرف جاف.

$$Q_{des.} = Q_{max\ D.W.V}$$

ويراعى ألا تقل السرعة عن ٦٠ م/ث.

### شبكات الصرف بالانحدار

#### تخطيط الشبكة

يتم تخطيط شبكة مواسير الصرف بالانحدار طبقاً لطبوغرافية الأرض بحيث يتم تجميع مياه الصرف الصحي من المناطق المختلفة بالمدينة في خطوط انحدار إلى نقطة ربطها على شبكة الصرف الصحي بالمدينة، وت تكون الشبكة من مواسير فرعية تنقل مياه الصرف الصحي من المباني المختلفة بالمدينة، وتكون قطراتها وأطوالها صغيرة نسبياً وتصب المواسير الفرعية في خطوط انحدار رئيسية تصب في بياردة محطة الرفع المقترحة والتي تقوم بضخ مياه الصرف من خلال خط طرد إلى غرفة تهيئة ومنها إلى وحدات معالجة مياه الصرف.

#### الصرف التصميمي لخطوط الانحدار

يتم تصميم مواسير الانحدار باستخدام التصرفات التالية :

- أقصى تصرف وذلك لتحديد قطر ماسورة الصرف على أساس أن الماسورة تكون غير كاملة الامتداء ويفضل أن تتراوح نسبة الامتداء بين ٥٠٪ إلى ٨٠٪ عند أقصى تصرف متوقع سريانه بالماسورة .
- أدنى تصرف لتحديد أدنى ميل للماسورة حتى لا يحدث ترسيب داخلها حيث لا يسمح بانخفاض حد السرعة عن قيمة سرعة التنظيف الذاتي Self-cleaning Velocity (٦٠ م/ث) بما يضمن عدم انسداد الخطوط.

#### التصميم الهيدروليكي والشروط التصميمية لشبكة الانحدار

- ١) يتم استخدام معادلة كولبروك - وايت في تصميم شبكات الصرف الصحي بالانحدار حيث أنها من أفضل المعادلات في التطبيقات الهندسية، وتنص معادلة كولبروك - وايت على الآتي ::

$$S = -2 \ln \left( \frac{C_1}{C_2} \right) \quad (1)$$

حيث :   
  $S$  = سرعة الماسورة في حالة الامتداء ، متر/ثانية  
 $C_1$  = عجلة إنجذابية الأرضية = 9,81 متر/ثانية مربعة  
 $C_2$  = قطر الماسورة، متر  
 $m$  = ميل الماسورة، متر/متر  
 $\alpha$  = معامل الاحتكاك ويتوقف على نوع مادة جسم الماسورة = 1م  
 $L$  = معامل لزوجة المياه، متر مربع/ثانية  
 $Q$  = تصرف الماسورة في حالة الامتداء، متر مكعب/ثانية  
 $A$  = مساحة مقطع الماسورة متر مربع.

(ب) أقطار المواسير المستعملة في شبكات الصرف بالانحدار لا تقل عن 200 ملليمتر لتجنب حدوث الانسداد ولتقليل مشاكل الصيانة

(ج) الحد الأدنى لسرعة التصرف في مواسير الشبكة يكون 45 متر/ثانية لتقاضي حدوث ترسيب في خطوط المواسير ويفضل ألا تقل عن 60 م/ث (سرعة التنظيف الذاتي)

(د) السرعة القصوى للسريان في مواسير الانحدار يجب ألا تزيد عن 3 متر/ثانية.

(هـ) التصرف المتوسط لمياه الصرف الصحي ( $S_m$ ) .

$$S_m = \frac{\text{معامل تصرف الفرد في اليوم} \times \text{عدد السكان والعاملين}}{60 \times 24}$$

$$Q = [ \times (S_m) ] \times \frac{14}{4 + \sqrt{4 + [ \times (S_m) ]^2}}$$

حيث (ع) هي تعداد المقيمين بالألف

- ز) التصرف الأدنى الكلى (ص د) =  $0,2 \times ع^{1/2} \times$  التصرف المتوسط
- ح) تستخدم مواسير الصرف بحيث تكون ممتنعة جزئيا على أن تكون نسبة التصرف الاقصى إلى التصرف والمسورة ممتنعة يتراوح من ٥٠٪ إلى ٨٠٪.
- ط) أدنى ميل يمكن السماح به يتوقف على قطر المواسير كما هو موضح بالجدول رقم (١٣-٣).

جدول رقم (١٣ - ٣)

## الميول الدنيا لمواسير الصرف الصحي

القطر (مم)	الميل الأدنى (%)
٢٠٠	٤
٢٥٠	٣,٥٠
٣٠٠	٣,٣٣
٣٥٠	٢,٨٥
٤٠٠	٢,٥٠
٤٥٠	٢,٢٢
٥٠٠	٢
٦٠٠	١,٦٧
٧٠٠	١,٤٣
٨٠٠	١,٢٥

ك) يتم تركيب مواسير الصرف في الطرق بحد أدنى للردم ٨٠-١٠٠ سم فوق سطح المسورة وذلك لتفادي تأثير الأحمال نتيجة مرور السيارات بالقرب من سطح الأرض ولتوفير منسوب صرف ملائم للمباني التي تخدمها مسورة الصرف.

ى) يتم إنشاء غرف تقنيش أو مطابق على شبكات الصرف بالانحدار عند نقاط التقاطع وتغيير الميل ونقاط تغير المياه والاتجاه للمواسير وعند تغير قطر المسورة وعلى مسافات تتراوح بين ٥٠ - ٢٥ متر حسب القطر.

## مادة المواسير

يجب أن تكون المواسير المستعملة في شبكات الصرف من النوع الذي يتحمل الضغوط الخارجية للردم والمرور ويقاوم التآكل نتيجة الغازات الناتجة من التحلل اللاهوائي لمياه الصرف الصحي.

وأفضل أنواع المواسير التي يمكن استعمالها في شبكات الصرف الصحي هي:

**(أ) مواسير الفخار المزجج**

و هذه المواسير هي أكثر مقاومة للتأكل من تأثير مياه الصرف الصحي وهي متوفرة بأقطار تصل إلى ١,٢ مترًا.

**(ب) المواسير البلاستيك**

يتم تصنيع المواسير البلاستيك (الفيبرمون) في جمهورية مصر العربية حتى أقطار ٤٠٠ ملليمتر، ويمكن استعمال هذه المواسير في شبكات الصرف لتحملها للتأكل من تأثير مياه الصرف الصحي، ويجب العناية بتركيبها والردم عليها حيث أنها تتعرض بسهولة لاعوجاج والانبعاج.

**(ج) مواسير الفiber جلاس**

و هذه المواسير من الأنواع التي تتميز بمقاومتها العالية للتأكل وتأثير مياه الصرف الصحي وهي تنتج محلياً في جمهورية مصر العربية بأقطار من ٥٠٠ ملليمتراً حتى ١٦٠٠ ملليمتراً، إلا أن سعرها لا يزال أعلى بكثير من الأنواع الأخرى من المواسير.

ونقترح بناءً على ما سبق ذكره استخدام مواسير الفخار المزجج V.C في تجميع وصرف مياه الصرف الصحي.

**ملحقات أعمال الصرف الصحي**

تستخدم هذه الملحقات في شبكات الصرف الصحي لضمان حسن تشغيلها وصيانتها وتشمل الآتي:

**المطابق**

المطبق هو غرفة خرسانية مربعة أو مستديرة المقطع لها فتحة وغطاء بغرض أعمال الصيانة وتخالف أبعادها تبعاً لخطوط الصرف الصحي المنشآة عليها وتتشاءم المطابق على خطوط المواسير في الحالات الآتية:

- عند تغيير قطر الماسورة.
- عند تغيير نوع الماسورة.
- عند تغيير اتجاه المسار.
- عند تغيير انحدار خط المواسير.
- عند تقابل ماسورتين أو أكثر.
- على مسافات مناسبة على طول الخط تتوقف على قطر الماسورة والجدول التالي يوضح أكبر مسافة مسموح بها بين مطبقين.

أكبر مسافة بين مطبقين (م)	قطر الخط مم (بوصة)
---------------------------	--------------------

٣٠	وحتى ٢٠٠ (٨)	من ١٧٥ (٧)
٥٠	وحتى ٣٠٠ (١٢)	أكبر من ٢٠٠ (٨)
٦٠	وحتى ٤٠٠ (١٦)	أكبر من ٣٠٠ (١٣)
١٠٠	وحتى ٩٠٠ (٣٦)	أكبر من ٤٠٠ (١٦)
١٥٠	وحتى ١٢٠٠ (٤٨)	أكبر من ٩٠ (٣٦)
٣٠٠		أكبر من ١٢٠٠ (٤٨)

### محطات طلبات مياه الصرف الصحي

- يتم تصميم وحدات الطلبات العاملة لضخ أقصى استهلاك يومي .
- يكون عدد الطلبات العاملة مناسباً للتغيرات التي تحدث في التصرفات الداخلة للمحطة على مدى ساعات اليوم.
- يتم رفع الطلبات على أساس الرفع الاستنادي المناظر مضافاً إليه الفوائد في الرفع نتيجة الاحتكاك داخل خط الطرد العمومي وألقوا قد الثانوية في الوصلات والمحابس.
- تكون وحدات الطلبات من النوع الرئيسي الطاردة المركزية ، مصممة لضخ مياه الصرف الصحي الخام وتزود بمبروش من النوع المفتوح.
- تكون وحدات الطلبات من النوع الغاطس، في حالة محطات الطلبات الثانوية ذات التصرفات والرفع المنخفض نسبياً.
- تكون وحدات الطلبات من النوع الجاف الذي يركب داخل بباره جافة في حالة محطات الطلبات الرئيسية ذات التصرفات والرفع المرتفع.
- يتم اختيار منحنيات الأداء للطلبات لتغطي التشغيل على التوازي لوحدات الطلبات عند أقصى كفاءة ممكنة على مدى تشغيلها.
- تضم وحدات الطلبات للتشغيل بصفة مستمرة (٢٤ ساعة يومياً)، في جو حار رطب.
- يتم إدارة الطلبات عن طريق محركات كهربائية بتيار متعدد ؛ ثلاثة الأوجه ٣٨٠ فولت؛ ٥٠ ذبذبة/ثانية.
- يجب ألا يقل عدد وحدات الطلبات العاملة عن اثنين بحيث يكون العدد مناسب لتغطية الاحتياجات خلال ساعات اليوم.
- يجب أن يمثل عدد الطلبات الاحتياطية (٥٠ - ١٠٠٪) من عدد الطلبات العاملة.

- يجب ألا تزيد سرعة وحدات الطلبات عن ١٥٠٠ لفة/ دقيقة.
- يتم إحكام التسرب في الطلبات الصغيرة عن طريق موانع التسرب الميكانيكية ويتم استخدام طلبات حبس في حالة الطلبات الكبيرة.
- يتم اختيار قطرات الخطوط الصاعدة بحيث لا تزيد سرعة التدفق بها عن ١,٥ متر/ث ولا تقل عن ٠,٦ متر/ث.
- يتم تزويد وحدات الطلبات التي تركب داخل ببارات جافة بمحابس قفل على أفرع السحب.
- تزويذ جميع وحدات الطلبات بمحابس قفل وعدم رجوع على أفرع الطرد.
- يتم التحكم في تشغيل وإيقاف وحدات الطلبات طبقاً لمنسوب المياه في ببارة السحب.

### أسس التصميم لخطوط الطرد

تقوم خطوط الطرد بنقل مياه الصرف الصحي إلى خط الانحدار الرئيسي.

### التصميم الهيدروليكي لخطوط الطرد

سيتم استخدام معادلة (هازن - وليرمان) في تصميم خطوط الطرد وتتصنـ معادلة على أن

$$S = k \times (Q)^{0.54} \times (T)^{0.13}$$

$$S = M \times C$$

حيث:

- $C$  = التصرف التصميمي (متر مكعب/ثانية).
- $M$  = مساحة مقطع الماسورة =  $\frac{\pi}{4} \times Q^2$  (متر مربع)
- $Q$  = قطر الماسورة (متر)
- $T$  = ثابت الدائرة
- $S$  = سرعة السريان في الماسورة (متر / ثانية)
- $k$  = الميل الهيدروليكي =  $\frac{C}{L} \times (\text{متر}/\text{متر})$
- $P$  = الفاقد الكلـ (متر)
- $L$  = طول الماسورة (متر)
- $k$  = معامل الاحتكاك للمعادلة ويتغير تبعـ لنوع مادة الماسورة وعمرها ويؤخذ معامل ( $k$ ) في معادلة (هازن - وليرمان) كما هو مبين بالجدول رقم (٤-١٣)

## جدول رقم (٤-١٣)

## معامل الاحتكاك (ك) في معادلة (هازن - ولیامز)

قيمة معامل الاحتكاك (ك)	حالة المواسير بالنسبة للعمر	مادة الصنع	م
١٣٠	جديدة	مواسير حديد زهر مرن مبطنة من الداخل بمونة الأسمنت	١
١٣٠	جديدة	مواسير بلاستيك uP.V.C	٢
١٤٠	جديدة	مواسير ألياف زجاجية G.R.P	٣
١٤٠	جديدة	مواسير أسبستوس أسمنتى A.C	٤

- يجب ألا تقل قطرات المواسير المستخدمة في خطوط الطرد عن ١٠٠ ملليمتر لتجنب انسداد المواسير.

- يجب ألا تقل سرعة السريان داخل خطوط الطرد عن ٦٠ م/ث لسرعة توصيل مياه المخلفات قبل حدوث تفاعلات لا هوائية فيه وألا تزيد عن ٣ م/ث لتفادي حدوث نحر بالراسورة ولتقليل الفاقد بالاحتكاك.

- توضع محابس الهواء في الأماكن المرتفعة من خطوط الطرد لتسريب الهواء المحبوس الذي يتجمع بها وكذلك توضع محابس للغسيل (التصريف) في الأماكن المنخفضة لتصريف مياه الصرف الصحي من الخط عند إجراء الصيانة.

- توضع دعامات خرسانية عند القطع الخاصة كالاكواع والتبيهات وخلافة.

## مادة صنع مواسير خطوط الطرد لمياه الصرف الصحي

يجب أن تكون المواسير المستعملة في خطوط الطرد من النوع الذي يتحمل الضغوط الناتجة من التفاعلات اللاهوائية لمياه الصرف الصحي .

وأفضل أنواع المواسير التي يمكن استعمالها لخطوط الطرد هي:

## (أ) مواسير الحديد الزهر المرن المبطن من الداخل

يمتاز هذا النوع بطول العمر والكفاءة ومقاومة للضغط الداخلية والخارجية العالية علاوة على إمكانية تطبيقه أما بالمونة الأسمنتية أو البلاستيكية وكلاهما لا يتأثر بالأحماس الموجودة بمياه الصرف الصحي ويصنع حالياً في جمهورية مصر العربية إلا أن سعرة أعلى من باقي الأنواع الأخرى .

(b) مواسير (U.P.V.C)

يتم تصنيع هذا النوع في جمهورية مصر العربية حتى قطر ٤٠٠مم ويمتاز بعدم تأثيره بالفاسدات اللاهوائية لمياه المجاري أو التربة وكذلك تحمله للضغط الداخلية والخارجية بكفاءة عالية ويعييه ضرورة العناية في التركيب والردم حيث أنها تتعرض بسهولة للاعوجاج والانبعاج ويعتبر سعرها الحالى مناسب

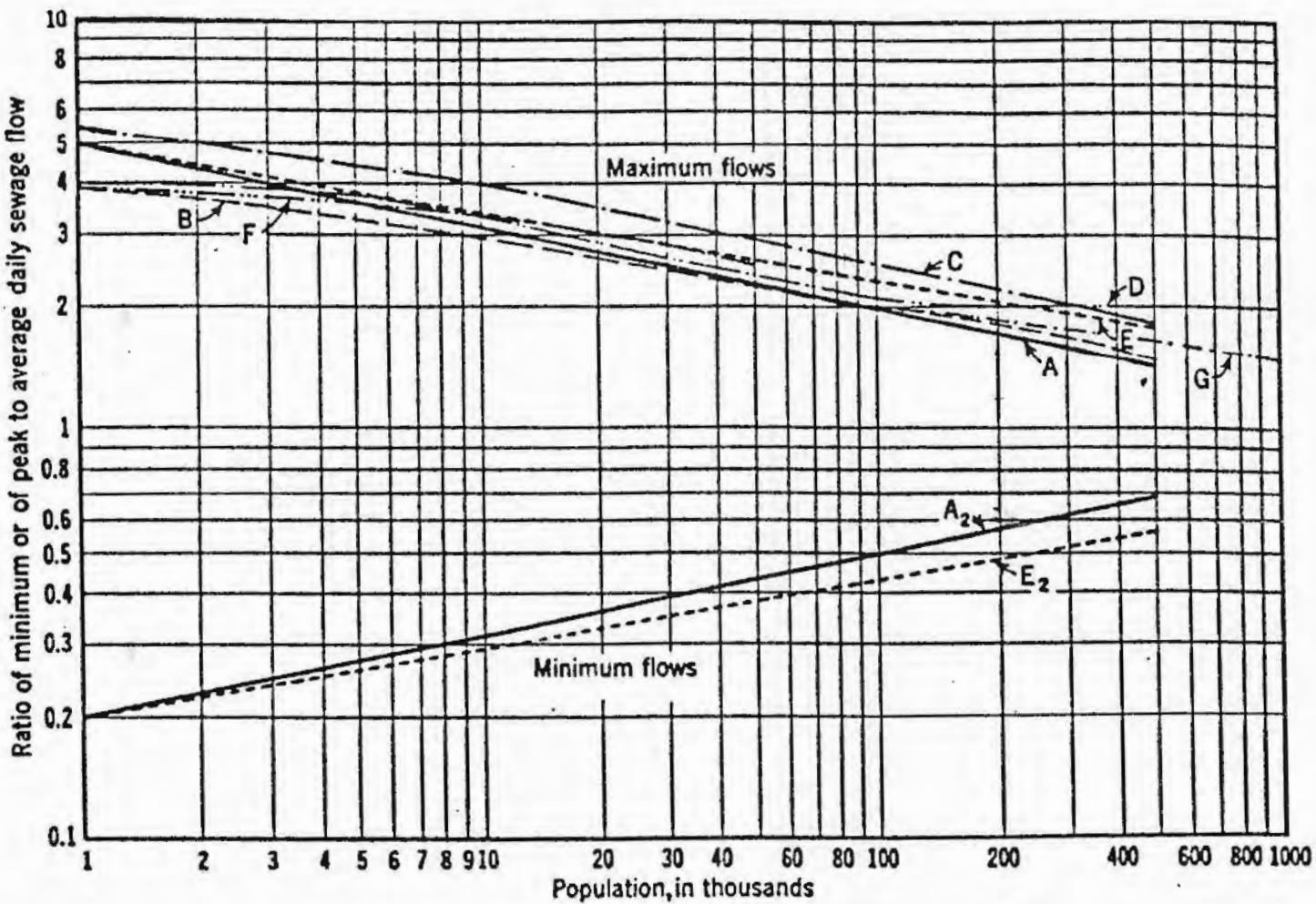
(ج) مواسير الألياف الزجاجية (G.R.P)

يتم تصنيع هذا النوع في جمهورية مصر العربية بأقطار تتراوح بين ١٨٠٠مم إلى ٥٥٠٠مم ويمتاز بمقاومته للتآكل الناتج عن تأثير الأحماض في مياه المجاري وتحمله للضغط الداخلية والخارجية ويعييه ارتفاع سعره حيث أنه أغلى نسبياً من الأنواع السابقة، كما أنه يحتاج إلى عناية فائقة في التركيب والردم.

(د) مواسير الحديد الصلب المعالج

يتم تصنيع هذا النوع بجمهورية مصر العربية بأقطار حتى ٨٠٠مم ويمتاز بمقاومته العالية للضغط سواء داخلية أو خارجية يجب معالجتها بالغمر في البيوتمين أو التبطين بالموننة الأسمنتية أو البلاستيك ويعتبر سعره مناسب وأن كان أغلى من سعر مواسير البلاستيك

وبناء على المقارنة السابقة بين أنواع المواسير المختلفة يتم استخدام مواسير البلاستيك (uP.V.C) وذلك للأقطار أقل من ٤٠٠مم أما في حالة الأقطار الأكبر من ٤٠٠مم ويتم استخدام مواسير الحديد الزهر المرن.



\* Curve A source: Babbitt, H. E., "Sewerage and Sewage Treatment." 7th Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York (1953).

Curve A<sub>2</sub> source: Babbitt, H. E., and Baumann, E. R., "Sewerage and Sewage Treatment." 8th Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York (1958).

Curve B source: Harman, W. G., "Forecasting Sewage at Toledo under Dry-Weather Conditions." Eng. News-Rec. 80, 1233 (1918).

Curve C source: Youngstown, Ohio, report.

Curve D source: Maryland State Department of Health curve prepared in 1914. In "Handbook of Applied Hydraulics." 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co., New York (1952).

Curve E source: Giff, H. M., "Estimating Variations in Domestic Sewage Flows." Waterworks and Sewerage, 92, 175 (1945).

Curve F source: "Manual of Military Construction." Corps of Engineers, United States Army, Washington, D.C.

Curve G source: Fair, G. M., and Geyer, J. C., "Water Supply and Waste-Water Disposal." 1st Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York (1954).

Curves A<sub>2</sub>, B, and G were constructed as follows:

$$\text{Curve A}_2, \frac{5}{P^{0.107}}$$

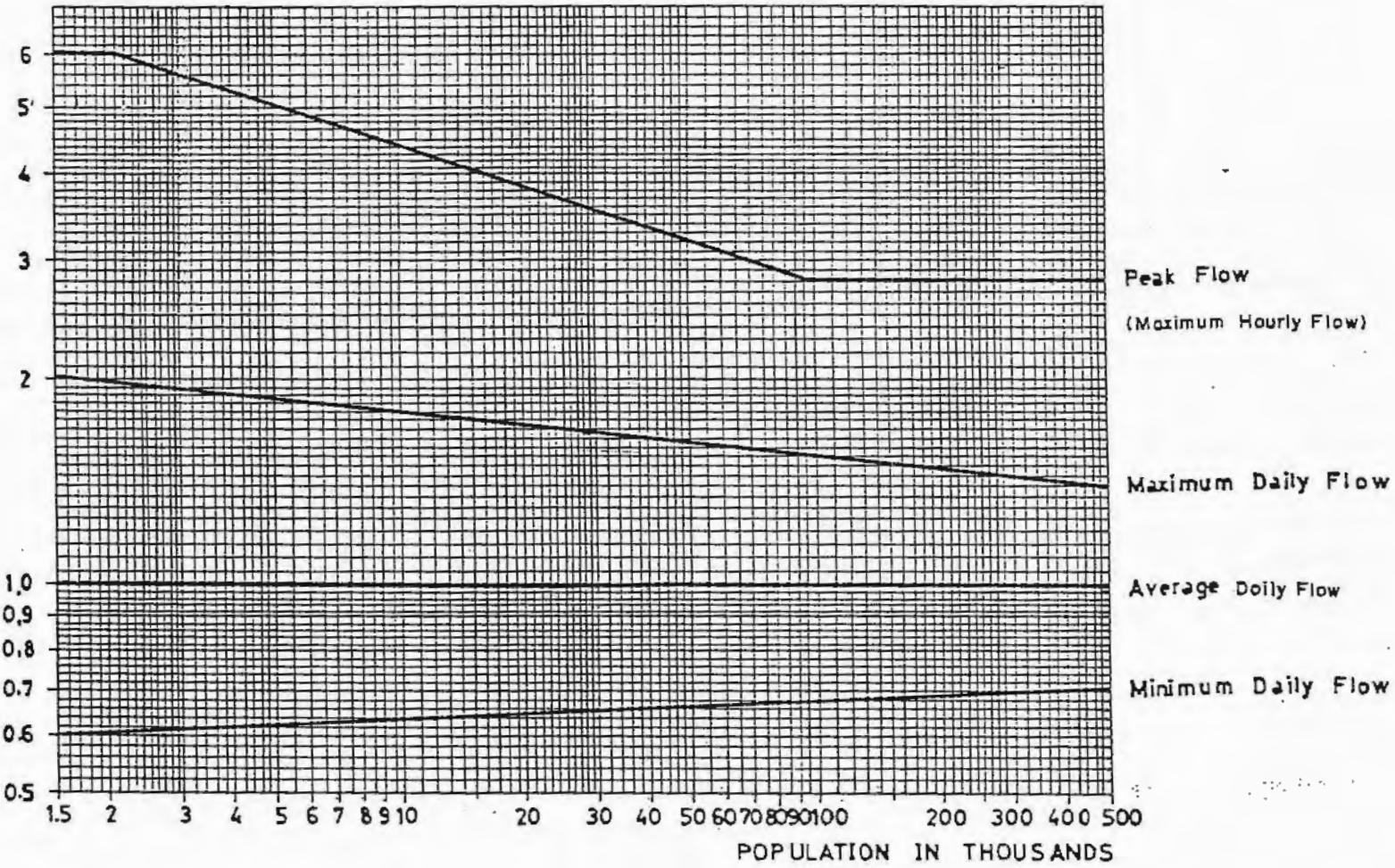
$$\text{Curve B}, \frac{14}{4 + \sqrt{P}} + 1$$

$$\text{Curve G}, \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

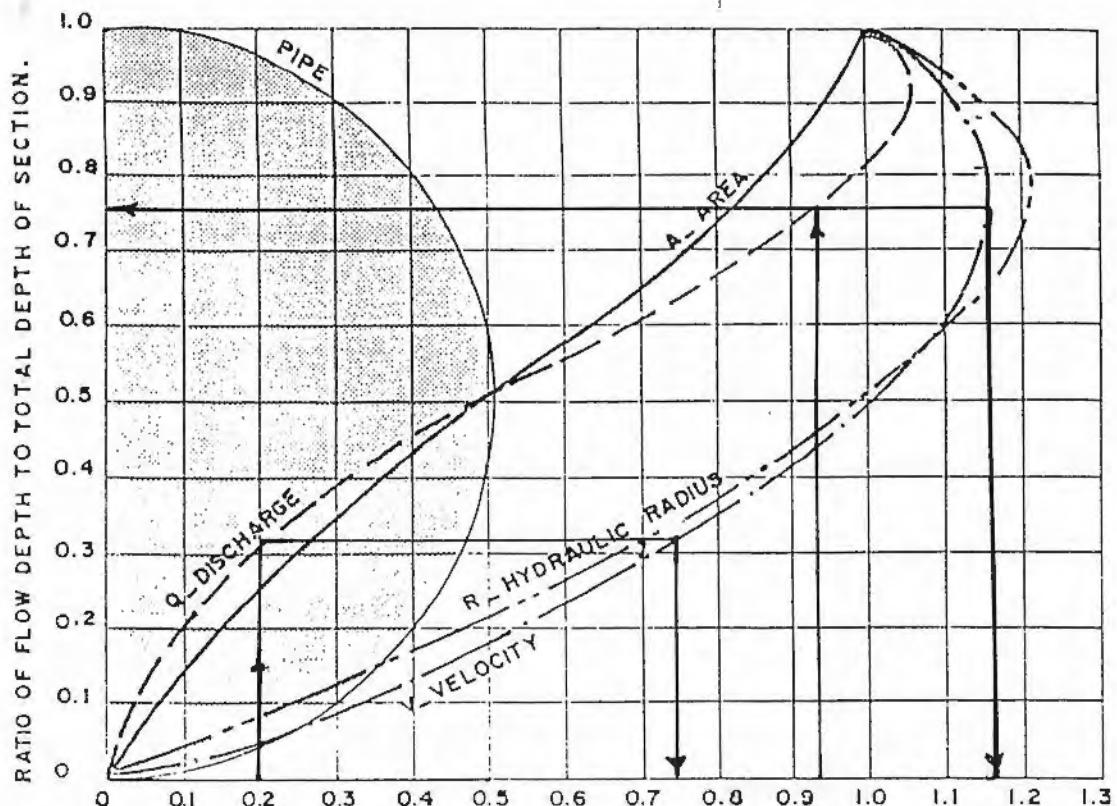
in which P equals population in thousands.

**Ratio of extreme flows to average daily flow compiled from various sources.**

RATIO OF MIN., MAX. AND PEAK FLOWS TO AVERAGE DAILY  
SANITARY SEWAGE FLOW



VARIATIONS IN SANITARY SEWAGE FLOW.



RATIO OF HYDRAULIC ELEMENTS OF THE FILLED SECTION TO THOSE OF THE FULL SECTION.

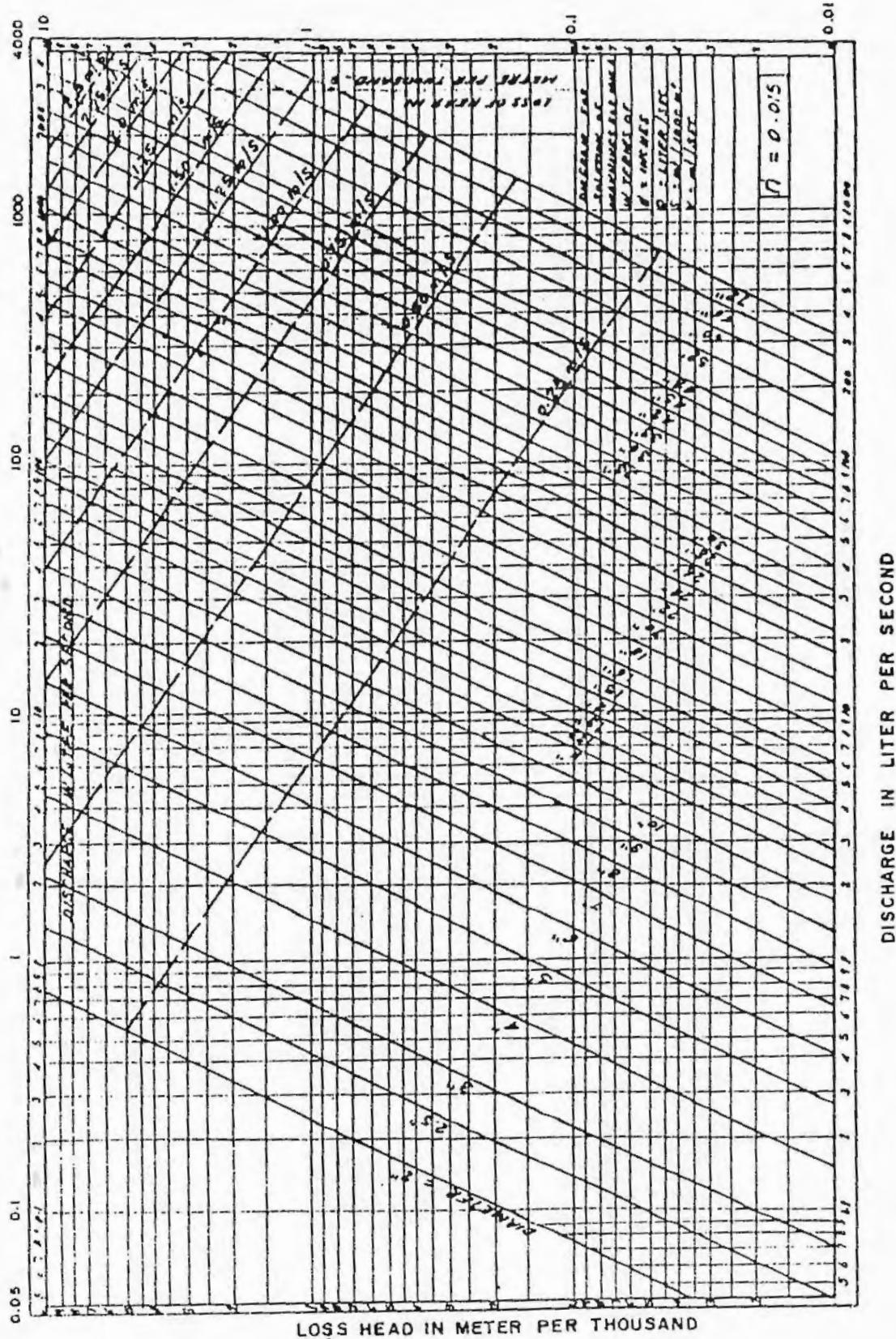
$$\frac{V}{V_{full}}, \frac{Q}{Q_{full}}, \frac{A}{A_{full}}, \frac{R}{R_{full}}$$

EXAMPLE (1)

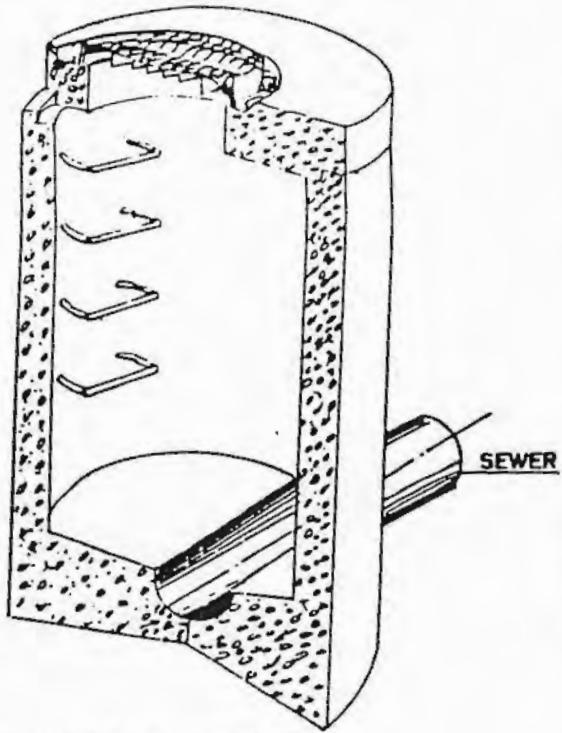
$$\frac{Q_{max}}{Q_{full}} = 0.93 \rightarrow \frac{V_{max}}{V_{full}} = 1.17, \quad \frac{D_{max}}{D_{full}} = 0.75$$

EXAMPLE (2)

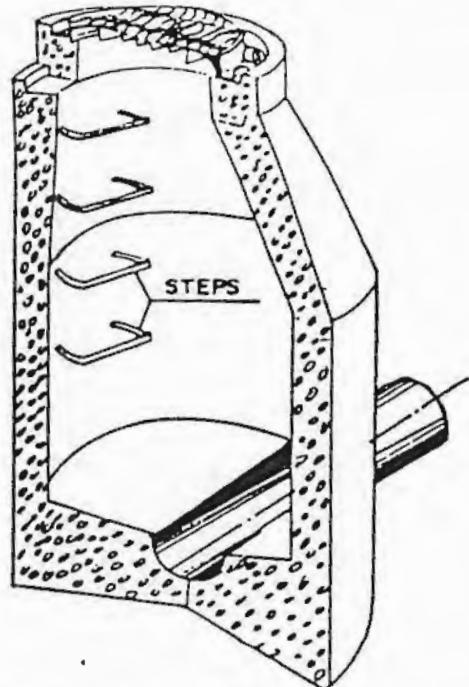
$$\frac{Q_{min}}{Q_{full}} = 0.20 \rightarrow \frac{V_{min}}{V_{full}} = 0.73, \quad \frac{D_{min}}{D_{full}} = 0.31$$



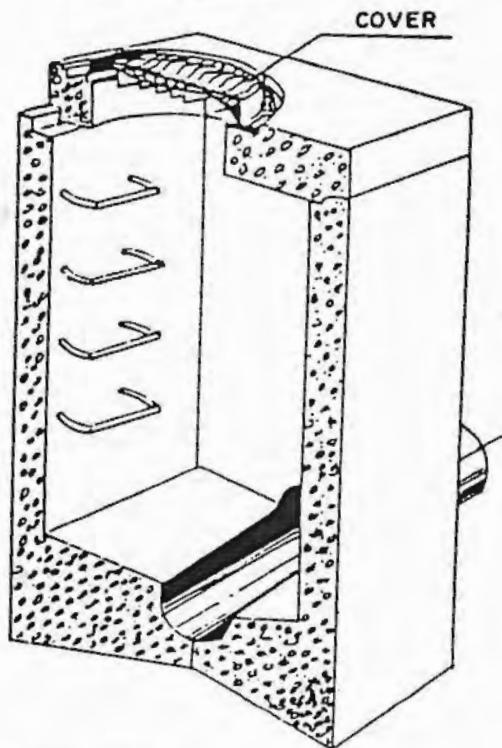
MANNING CHART.



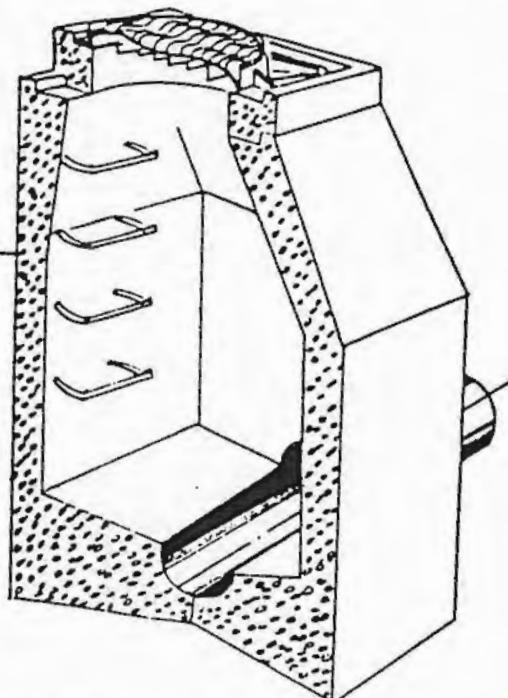
CYLINDRICAL TYPE WITH  
VERTICAL WALLS



CYLINDRICAL TYPE WITH  
INCLINED WALLS

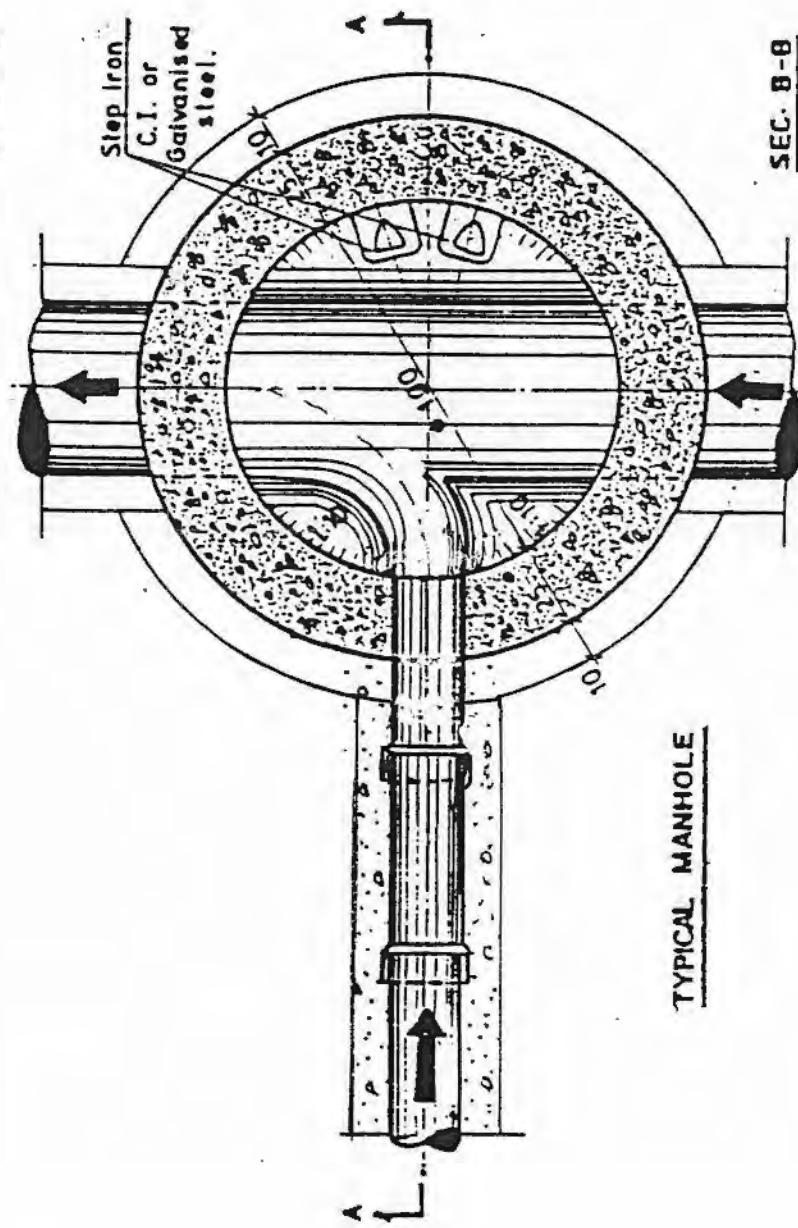
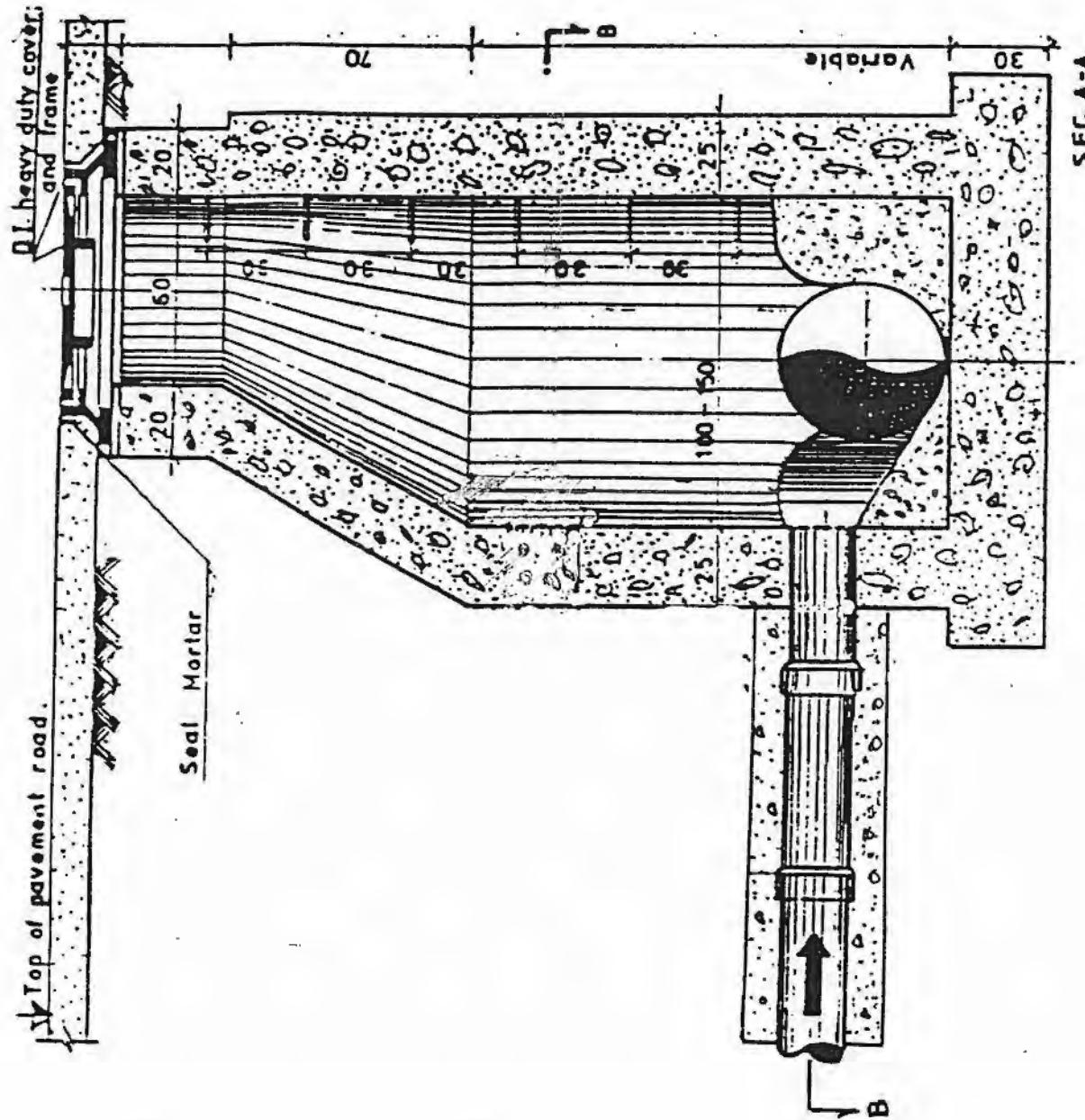


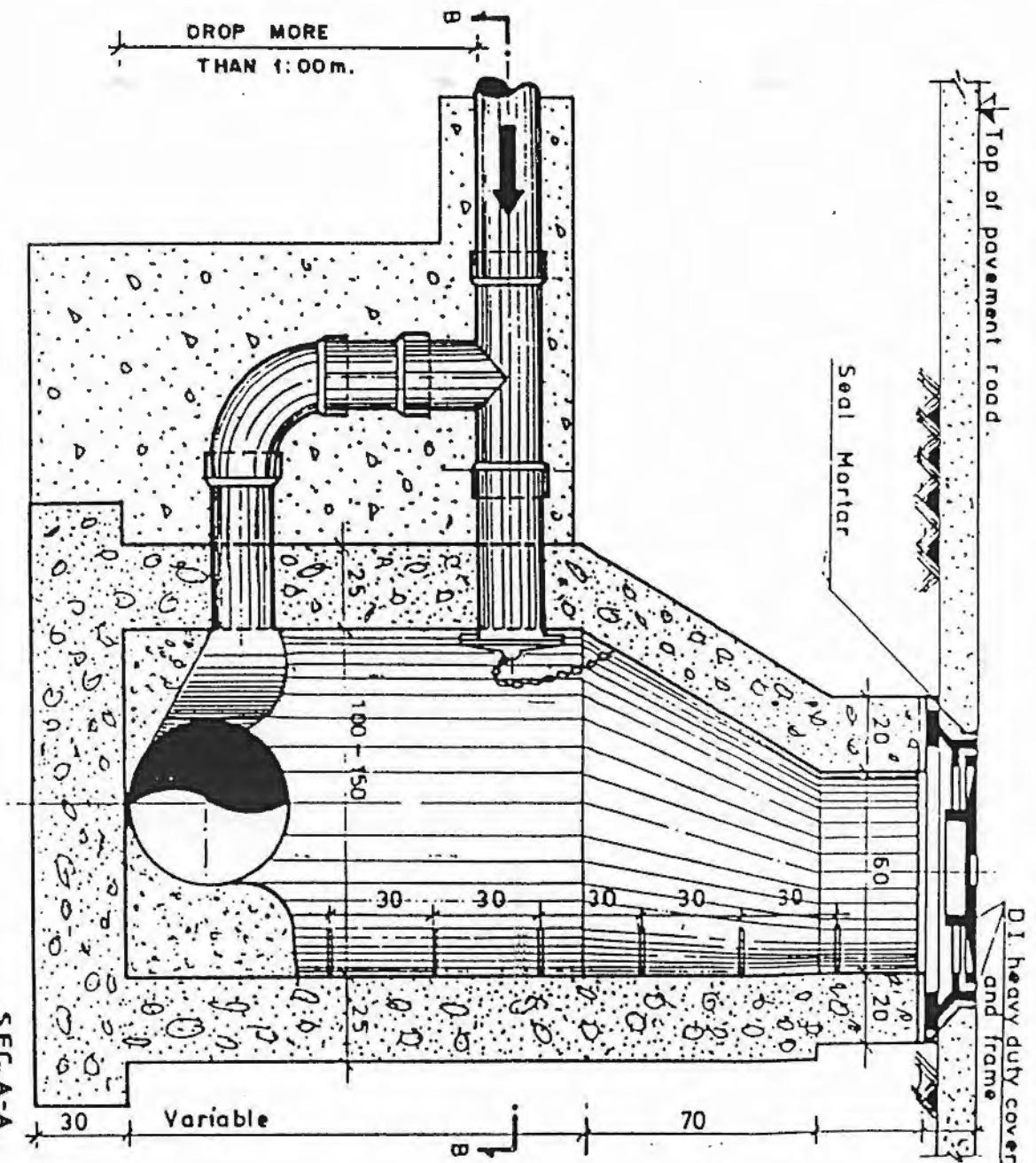
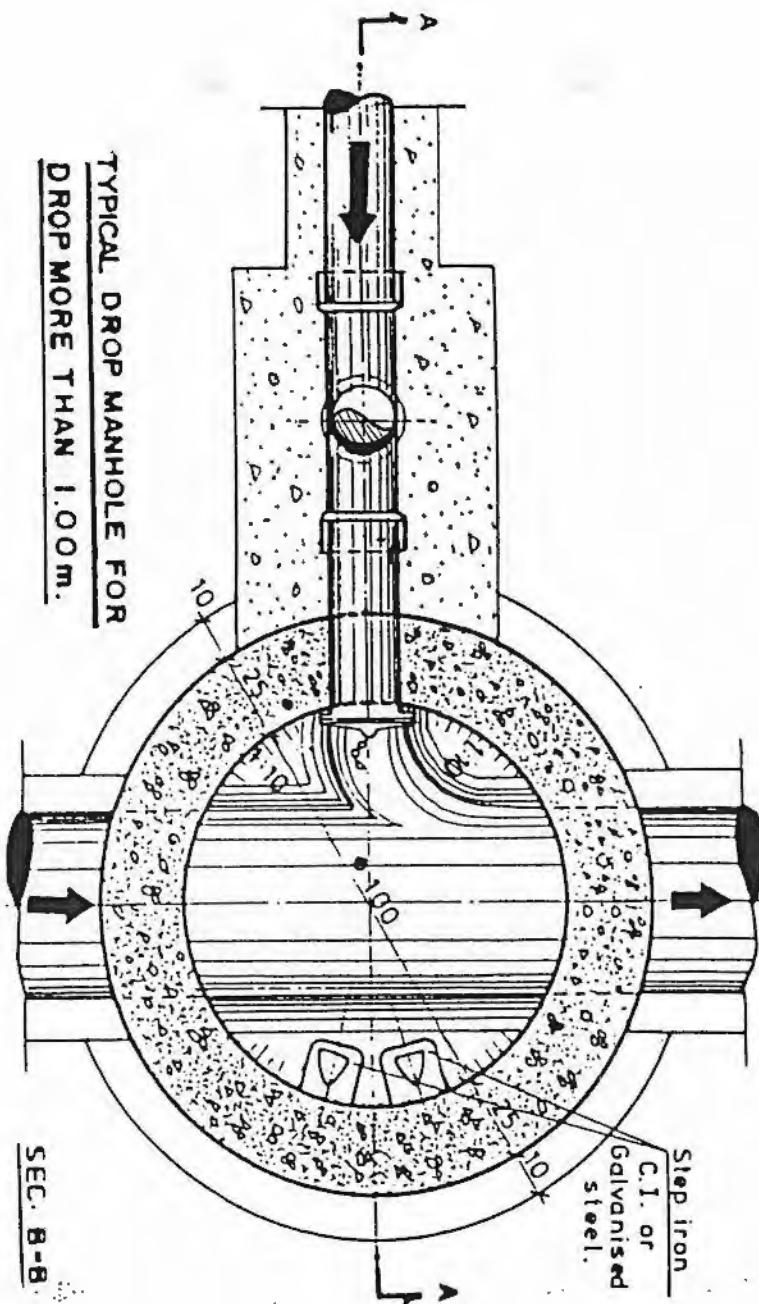
BOX TYPE WITH VERTICAL  
WALLS

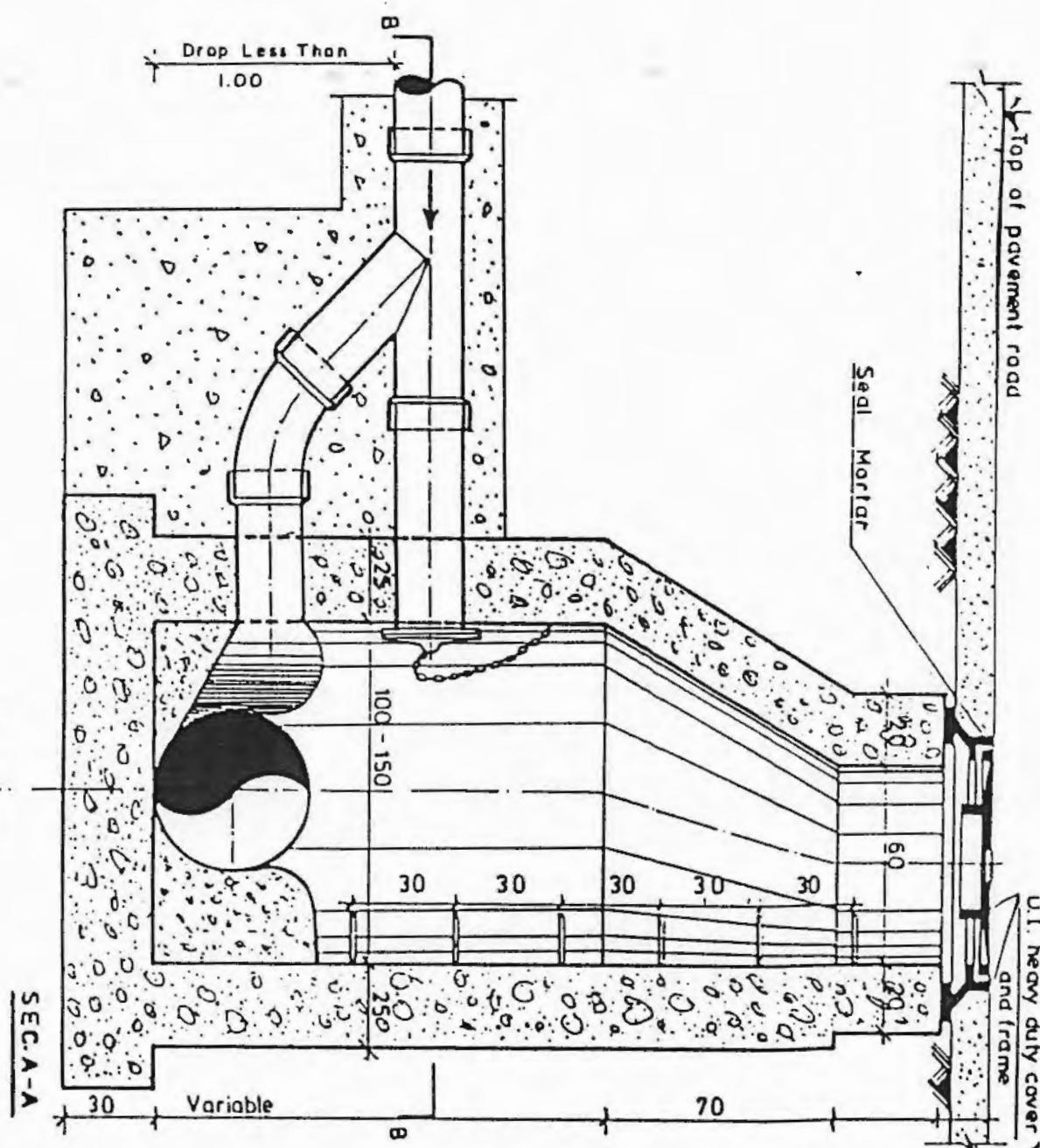
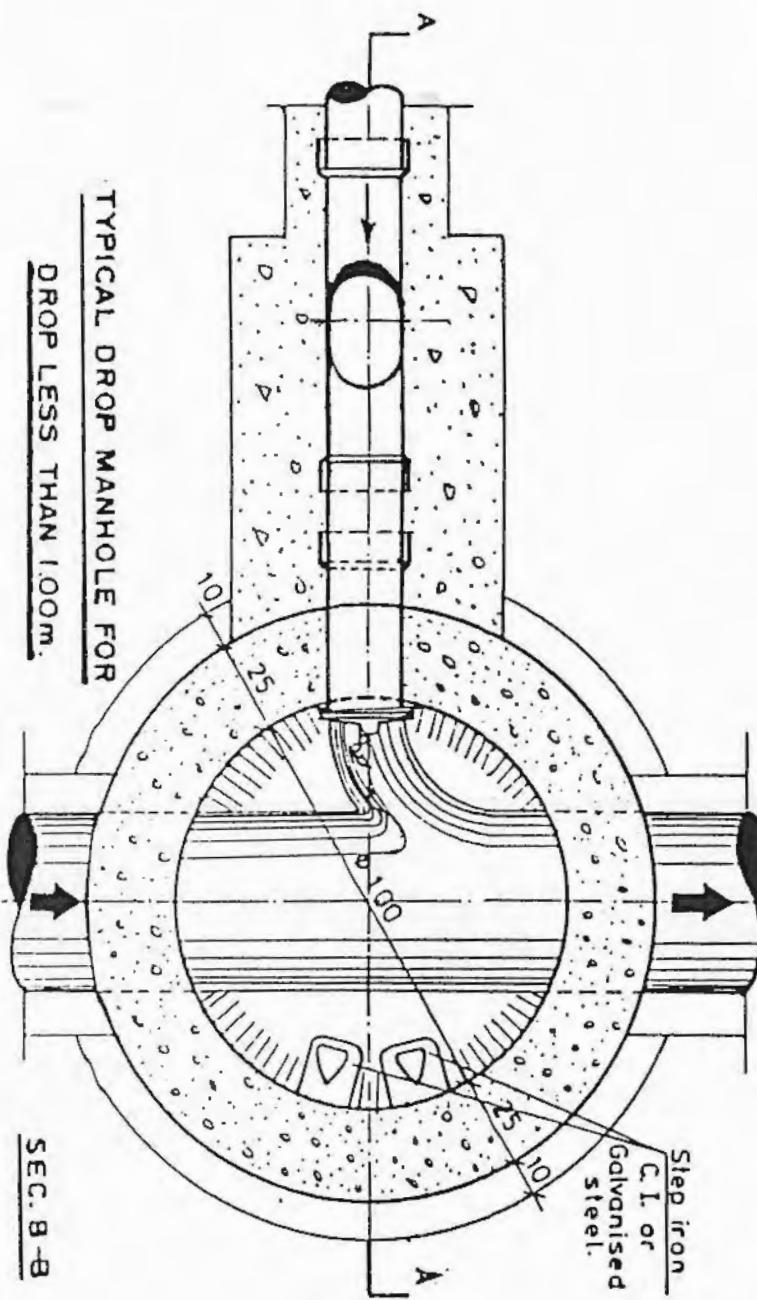


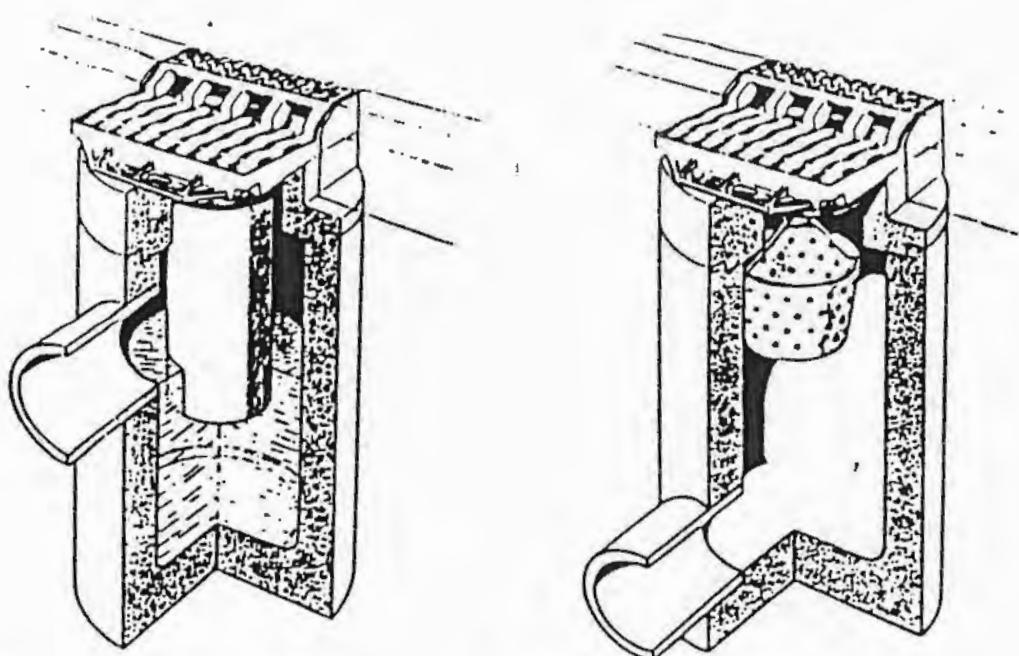
BOX TYPE WITH INCLINED  
WALLS

TYPICAL MANHOLE FOR SMALL SEWERS.





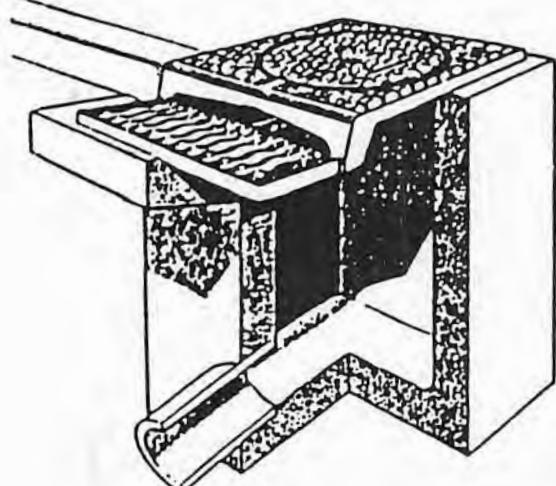




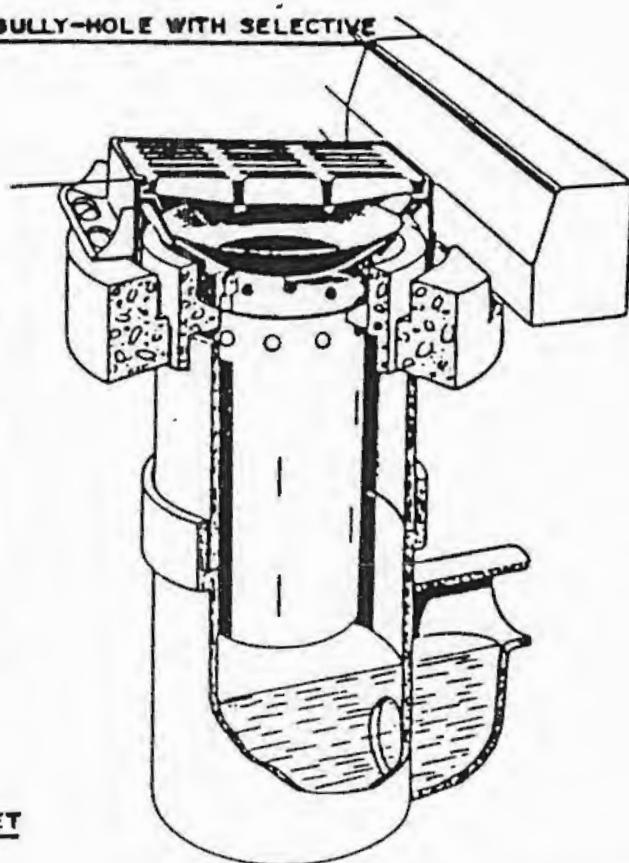
GULLY-HOLE WITH DECANIMATION

SIPHON TYPE

GULLY-HOLE WITH SELECTIVE

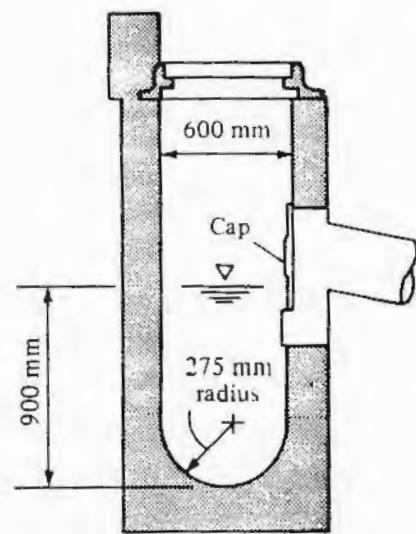
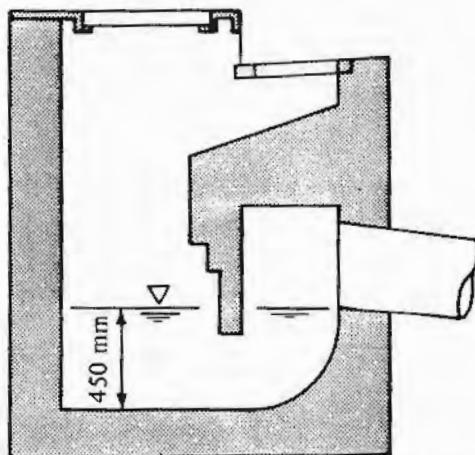
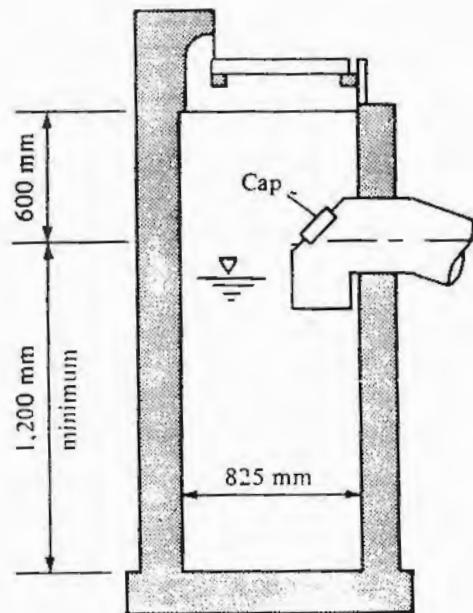
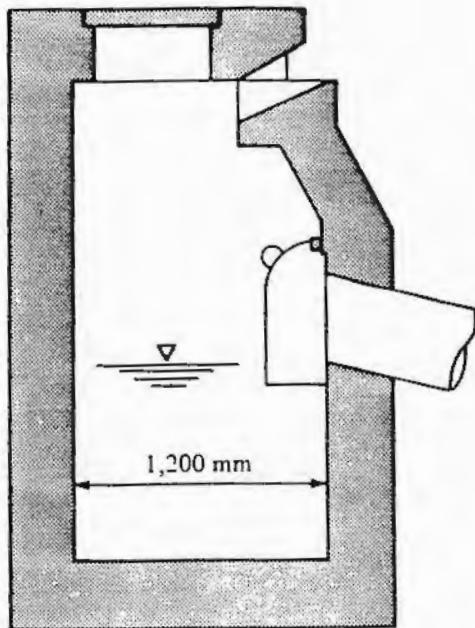


GULLY-HOLE WITH COVER PLATE AND INLET

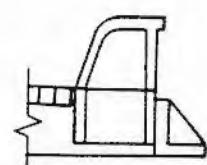
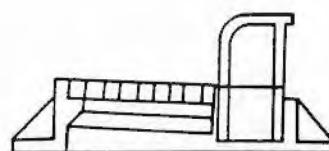
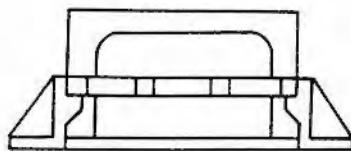
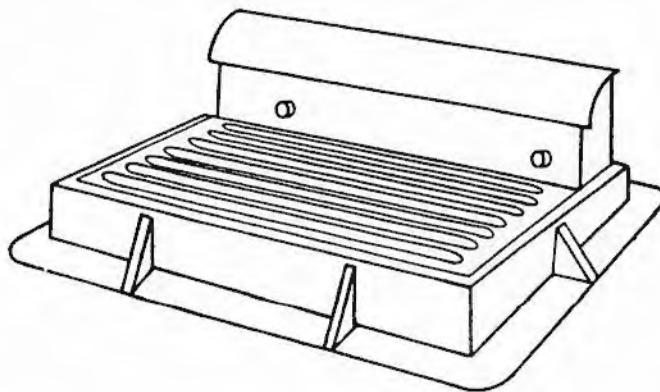


ROAD TRAP FILLED WITH DRY BUCKET

GULLY-HOLES (STREET INLET).



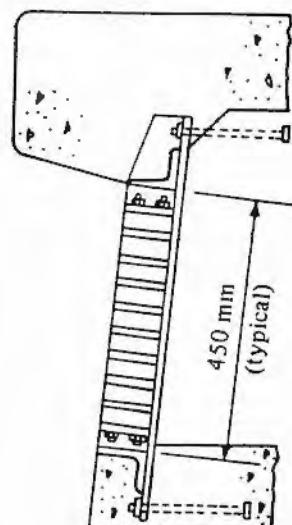
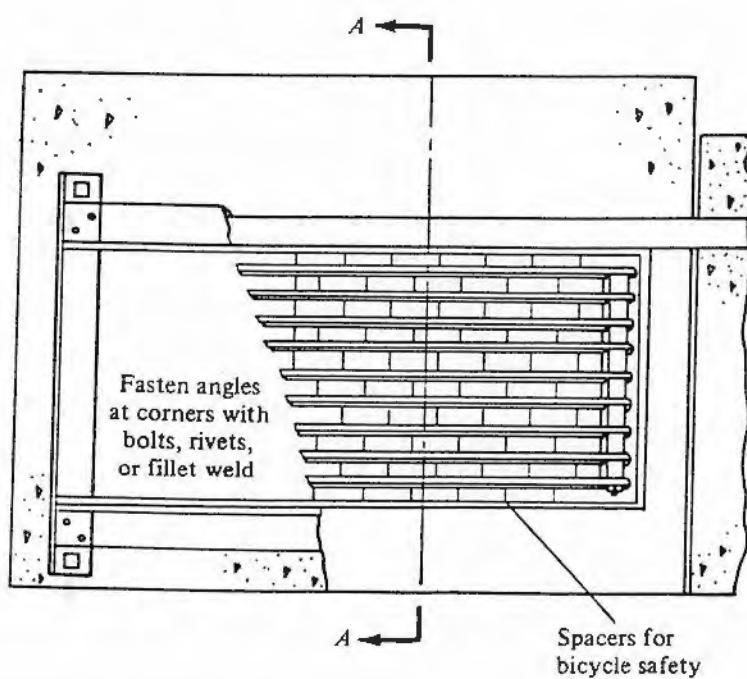
Typical catch basins [10]. Note: mm × 0.03937 = in.



Vertical curb

Tapered curb

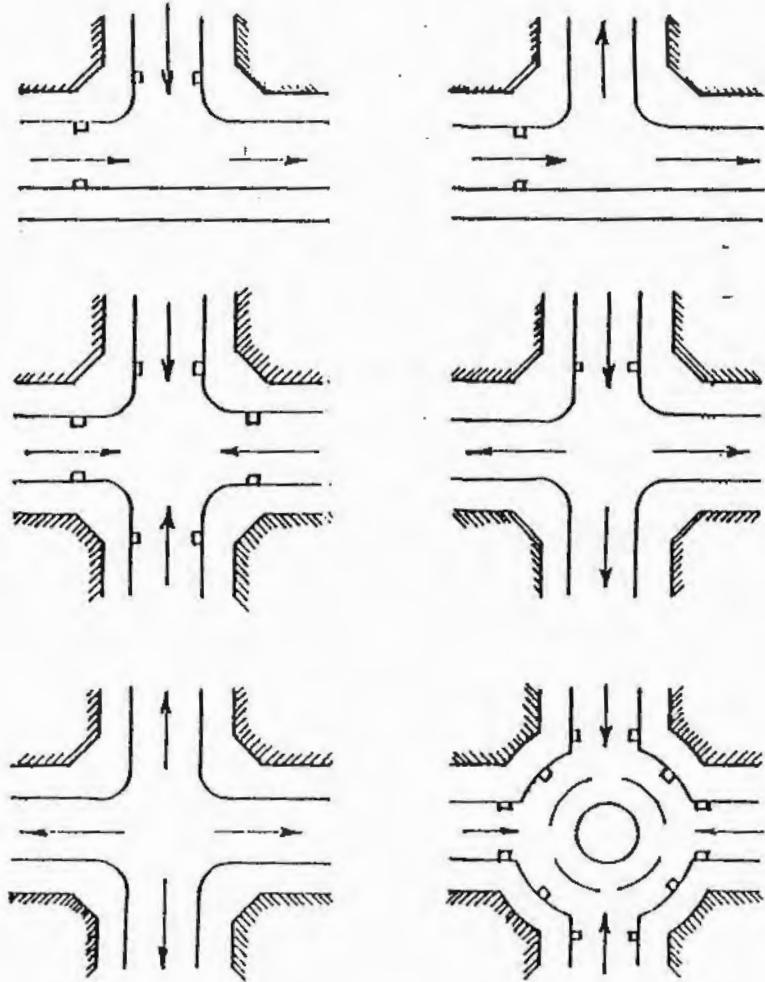
(a)



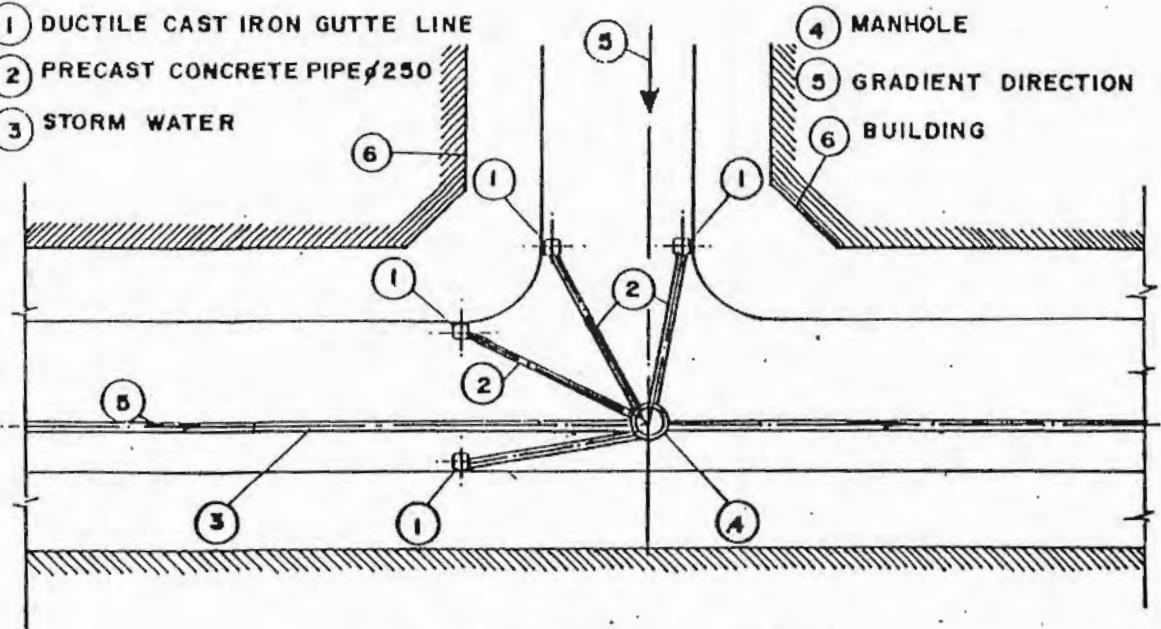
Section A-A

(b)

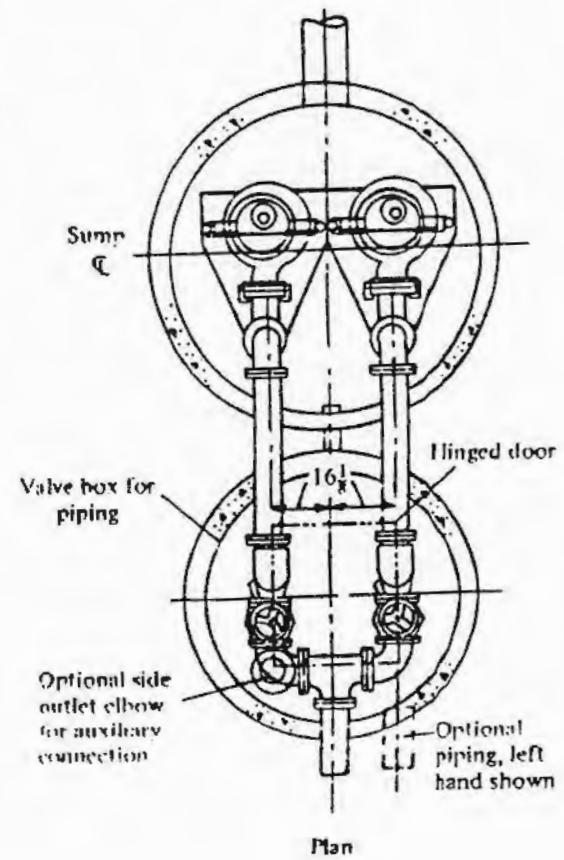
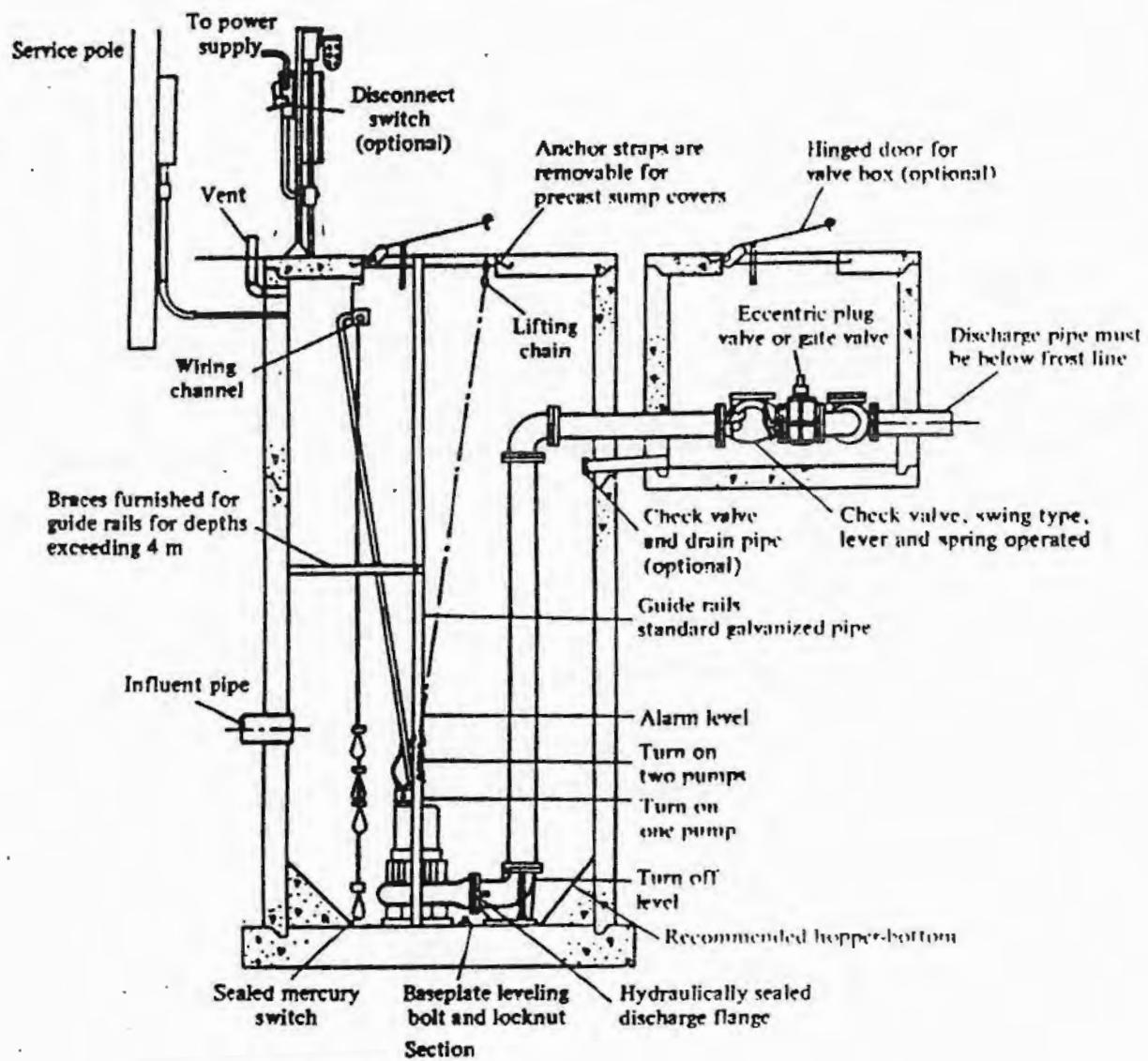
Typical manufactured gutter inlets. (a) Various inlet castings. (b) Assembled grating.



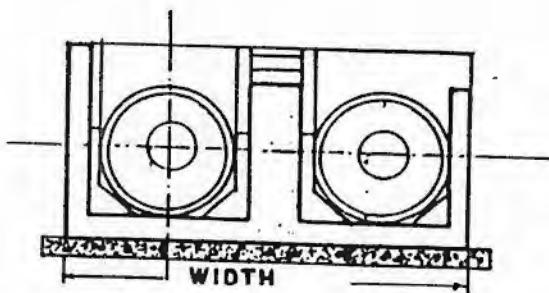
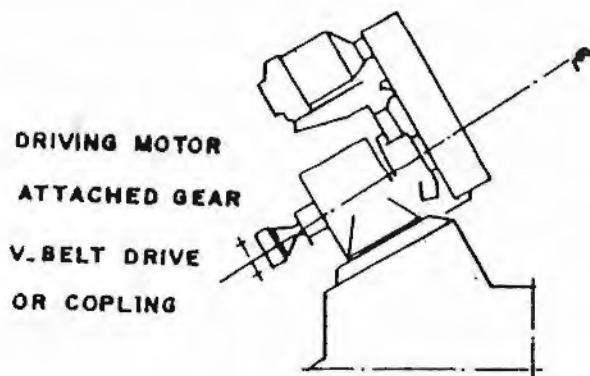
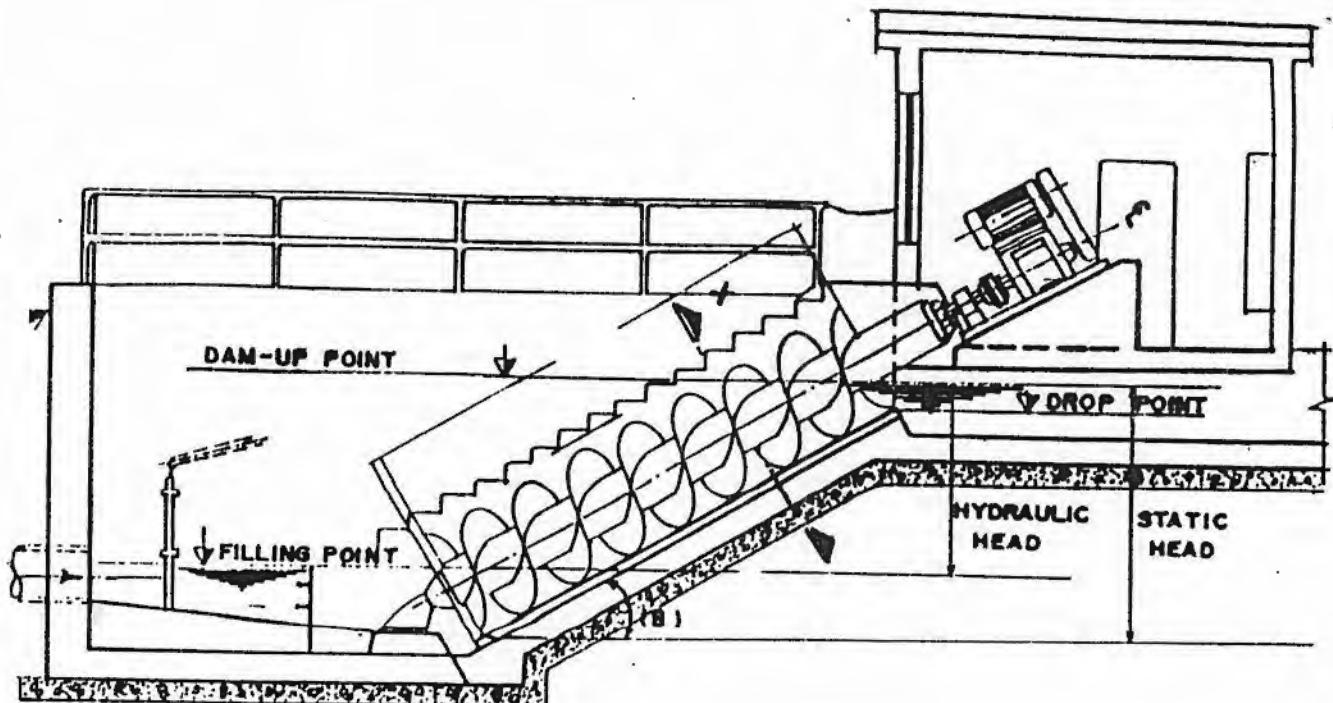
- (1) DUCTILE CAST IRON GUTTE LINE
- (2) PRECAST CONCRETE PIPE #250
- (3) STORM WATER
- (4) MANHOLE
- (5) GRADIENT DIRECTION
- (6) BUILDING



LOCATION OF STREET INLET.

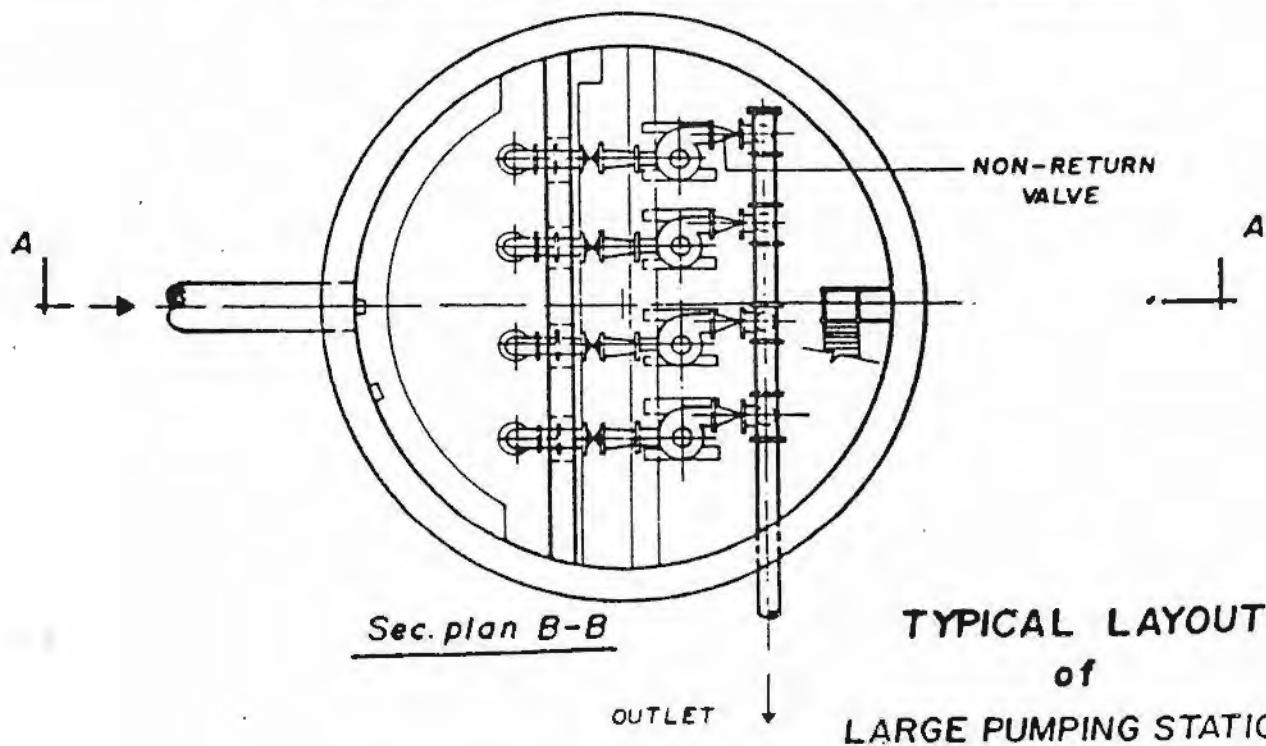
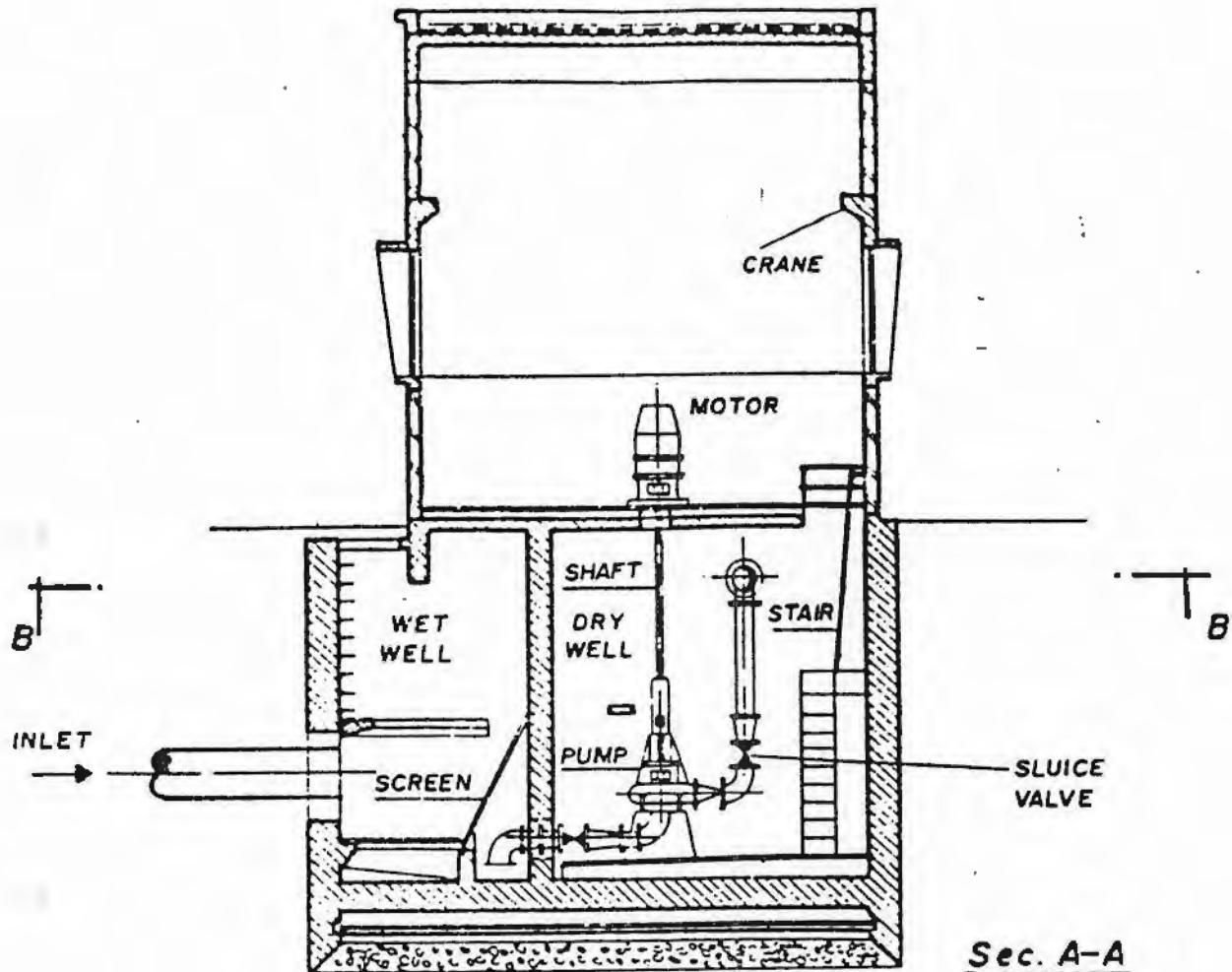


**Wet-pit pumping station.**

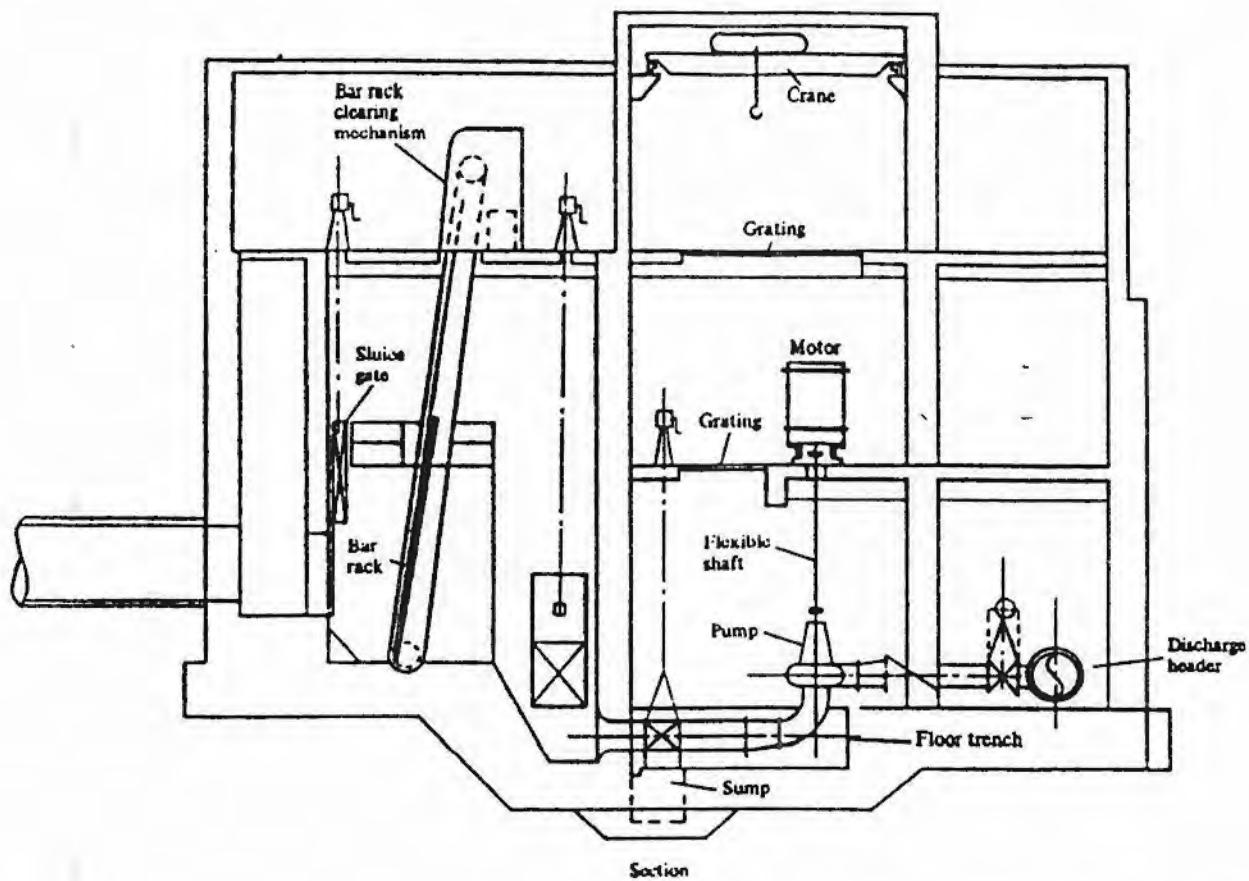


SEC.X-X

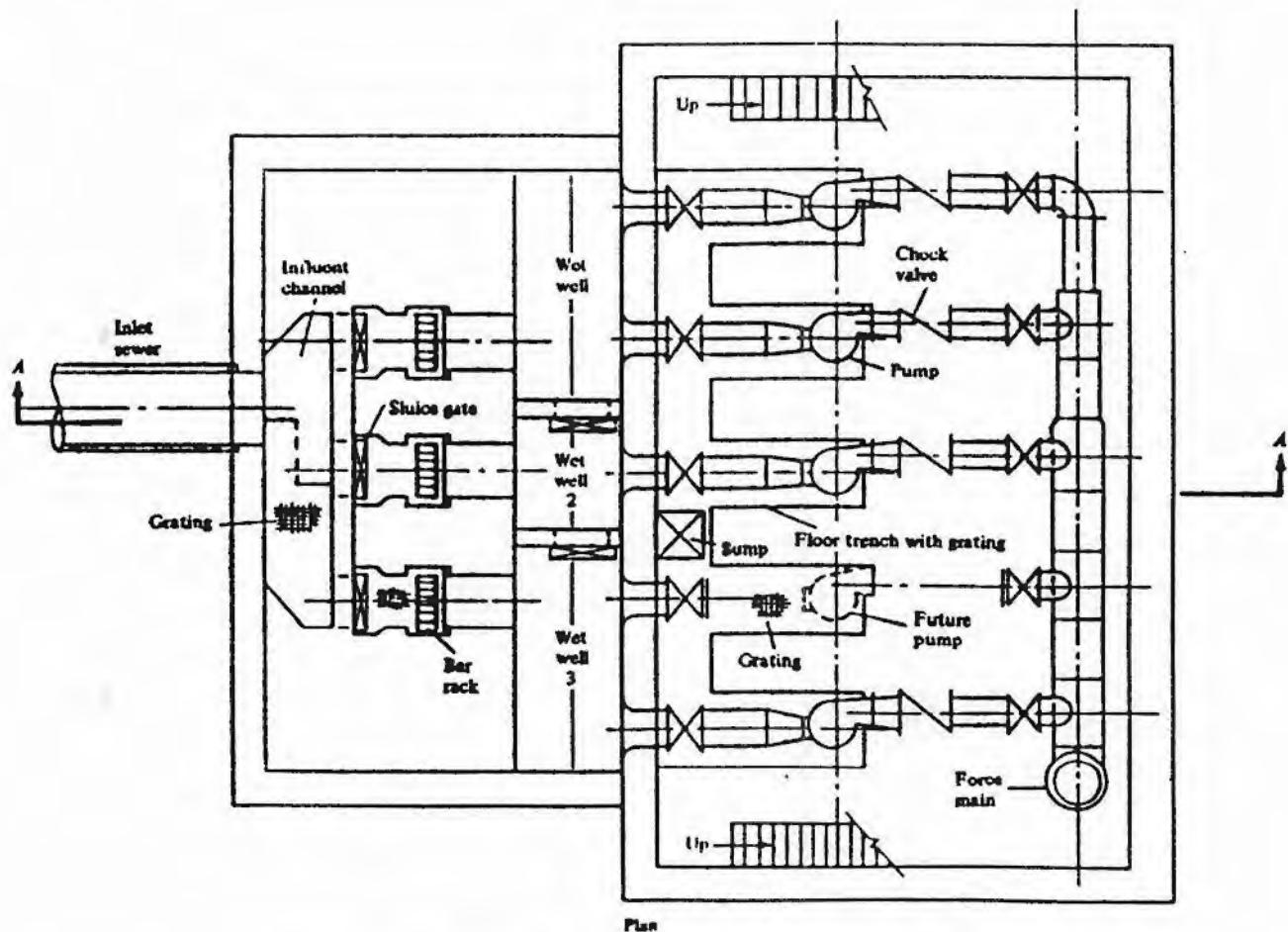
ARCHIMEDEAN SCREW PUMPING STATION.



**TYPICAL LAYOUT  
of  
LARGE PUMPING STATION**

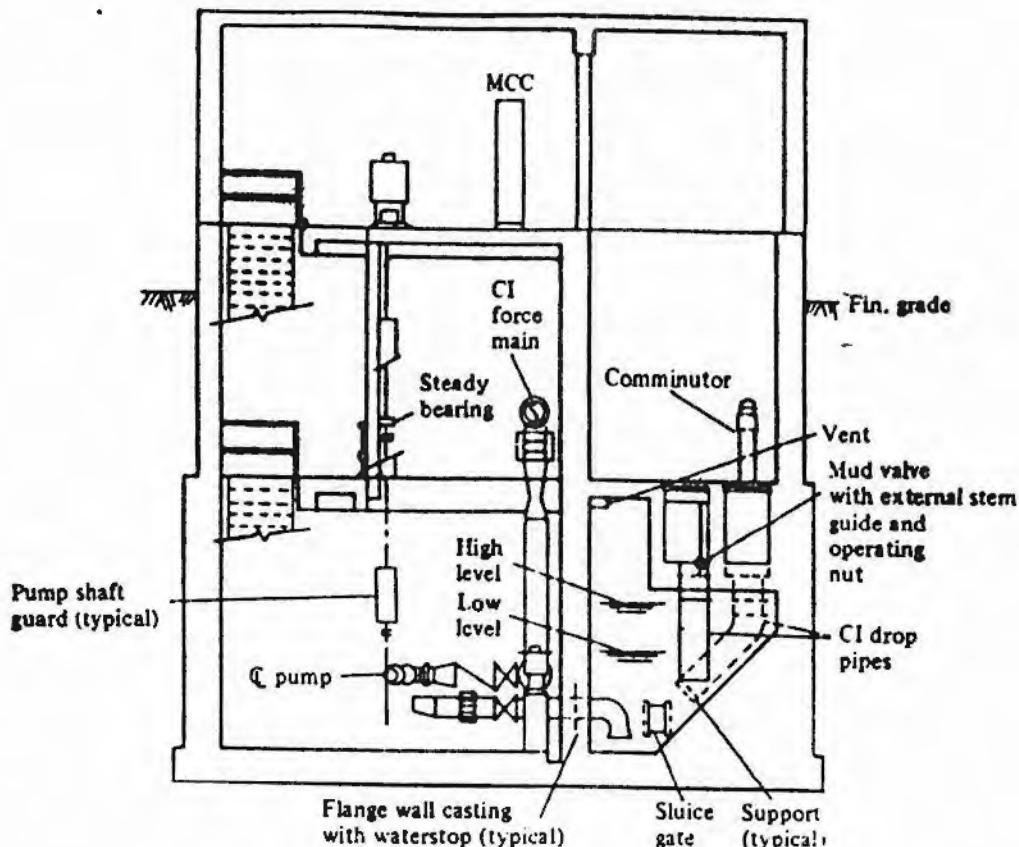


Section

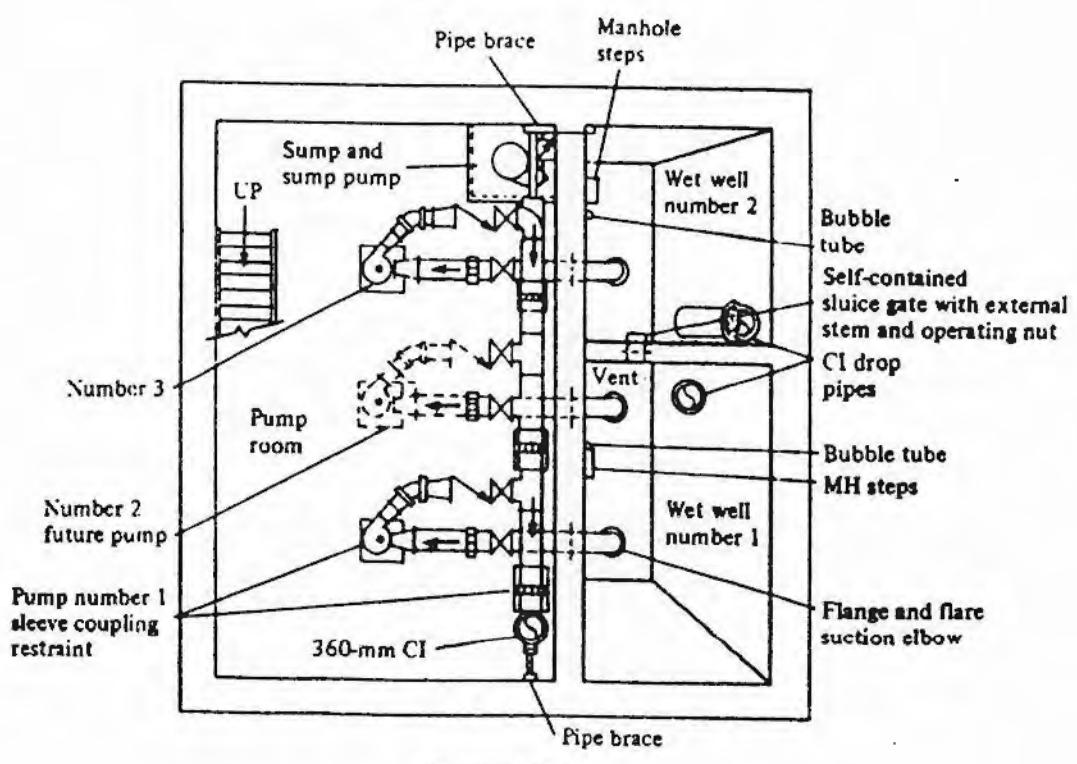


Plan

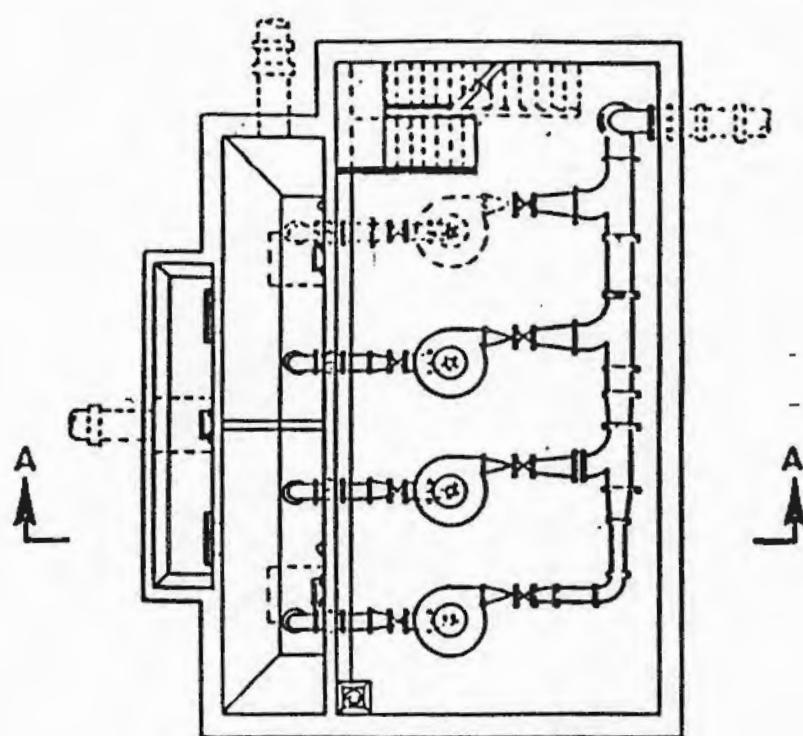
Typical large conventional wastewater pumping station.



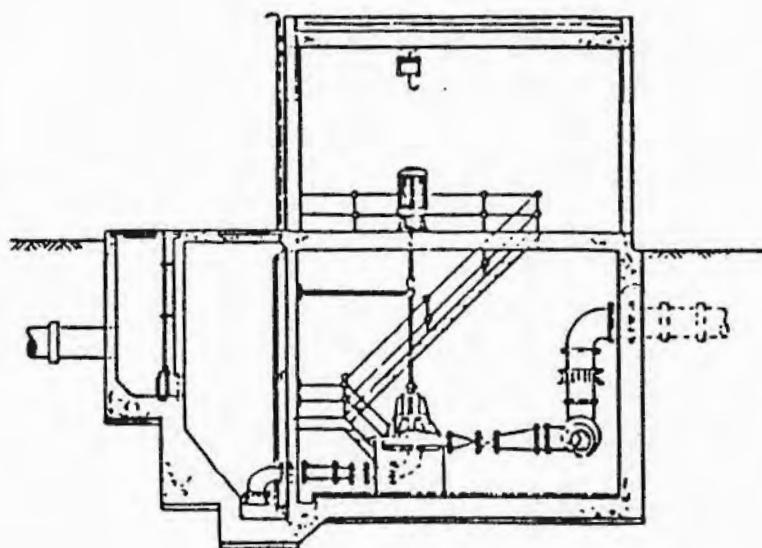
Section through pumping station



*Continued.*



PLAN



SECTION A-A

TYPICAL DRY / WELL      WET / WELL PUMPING  
STATION

## الفصل الرابع عشر

### أسس تصميم أعمال معالجة مياه الصرف الصحي

#### مقدمة

في هذا الفصل يتم استعراض أسس التصميم المختلفة التي سوف يتم استخدامها في تصميم وحدات عملية المعالجة المختلفة وذلك لمعالجة التصرفات الواردة إلى محطة المعالجة من مياه الصرف الصحي، وتشتمل أسس التصميم التي يتم استعراضها ، أسس تصميم أعمال معالجة مياه الصرف الصحي، أسس تصميم الأعمال الميكانيكية والأعمال الكهربائية والأعمال الإنشائية.

#### أعمال معالجة مياه الصرف الصحي

تهدف عمليات معالجة مياه الصرف الصحي إلى إمكانية التخلص من أو استعمال فائض مياه الصرف الصحي بعد المعالجة بحيث لا يسبب ثلوث لمصادر الغذاء أو الماء أو أى ضرار بالصحة العامة، وبناء على ذلك فإن مدى المعالجة المطلوبة لمياه الصرف المصادر الغذاء أو الماء أو أى ضرار بالصحة العامة، وهذا بدوره يحدد الصحي بيوقوف على الإمكانيات المتاحة للتخلص من هذه المياه أو استعمالها بعد المعالجة، وهذا بدوره يحدد اختيار طرق المعالجة المناسبة، ويعرض إعادة استعمال الفائض بعد المعالجة في أغراض الزراعة وأيضاً بغرض المحافظة على البيئة المحيطة يمكن استخدام المياه المعالجة في أعمال تثمير الطريق الرئيسية القرية من الموقع عمل حزام شجري لحدود المدينة بالإضافة إلى استصلاح وزراعة المنطقة الطويلة بأحد الزراعات المناسبة لمطبيعة الأرض وخصائص السوائل المعالجة، ويتم الأخذ في الاعتبار عند تصميم هذه العمل خواص المياه على النحو التالي:

المعابر	مياه صرف صحي خام	مياه معالجة
احتياج الأوكسجين الحيوي (BOD5)	٣٠ - ١٠ مجم/لتر	٣٠ - ١٠ مجم/لتر
تركيز المواد العالقة	٥٥ - ٤٠ مجم/لتر	٥٥ - ٤٠ مجم/لتر

ويجب أن تتوافق خصائص المياه المعالجة مع التركيزات المسموح بها في قوالين البيئة ٤/٤٩ و ٤/٢٩٨، والقرارات الوزارية بالنسبة للملوثات المختلفة، والحصول على هذه الدرجة العالية من المعالجة، تحتاج مياه الصرف الصحي إلى عمليات معالجة تكون أساساً مماثلة:

- المعالجة التمهيدية والإبداعية (الميكانيكية).
  - المعالجة الثانيةوية (اليولوجية).
    - معالجة الرواسب (الحمة).
  - المعالجة الإبداعية (الميكانيكية)
    - الالمعالجة التمهيدية والإبداعية الأساسية وضرورية لعمليات المعالجة الثانوية، والغرض منها التخلص - بطريقة ميكانيكية - من المواد الطائفية ومعظم المواد العضوية العالقة والمواد العضوية القابلة للترسيب، ويتم ذلك بواسطة الجزر بال牧صافى وحرز المواد الزيتية والشحوم وفصل المواد العالقة بالترسيب.
- وتكون المعالجة الإبداعية من الوحدات التالية:
  - غرفة المدخل
  - الغرض منها تهدئة سرعة وضفت المياه بحيث يتم تغيير نظام السريان من المجرى المغلق إلى المجرى المفتوح ليعرض سطح المياه بعد ذلك إلى الضغط الجوي.
  - التصافي
  - لحرز المواد الغيرية الطائفية والعالقة فيمياه الصرف الصحى (مثل قطع القماش والخشب والخلافه).
  - أحواض فصل الرمال
  - وذلك لإزالة المواد غير العضوية العالقة فى مياه الصرف الصحى مثل الطين والرمل وكذلك إزالة الزبوب والشحوم فى حالة الأحواض المهوءاه.
  - أحواض الترسيب الإبداعية
  - لتخلص من جزء من المواد العضوية العالقة ومعظم المواد العالقة غير العضوية وكذلك إزالة الزبوب والشحوم. كما أن هناك وحدات إضافية يمكن استعمالها فى بعض الحالات مثل أجهزة تقطيع ناتج المصافي وأحواض فصل الزبوب المزودة بأجهزة التقليب بالهواء المضغوط.
  - كما أنه يمكن الاستغناء عن بعض هذه الوحدات حسب نوع المعالجة الثانوية (البيولوجية) التي ستستخدم فى المرحلة التالية.
  - وتبلغ نسبة الإزالة بعد المعالجة الإبداعية لمياه الصرف الصحى حوالى ٢٥-٣٥% من الاحتياج الأكسجيني للدوى لمياه الصرف الصحى و٥٠-٥٠% من كمية المواد العالقة بها.

## المعالجة الثانوية (البيولوجية)

### وصف عام

وهي عملية بيولوجية، ينتج عنها أكسدة وتنشيط الماء العضوية وتحويلها إلى مواد عضوية ثابتة أو مواد غير عضوية، تكون عادة على شكل تدف قليلة الترسيب وذلك باضافة الهواء إما بطريقة مباشرة بواسطة كبسات وناشرات الهواء أو بطريقة غير مباشرة باستخدام هوليات ميكانيكية أو بالاثنين معاً وتعاد الحماة المترسبة في أحواض الترسيب النهائى إلى أحواض التهوية مرأ أخرى لتكوين الوسط الذي يتم بواسطته عملية الأكسدة للماء العضوية ويراعى وجود تقليل مسافر داخل الحوض خوفاً من تراكم الرواسب مما يقلل كفاءة عملية الأكسدة وتشطط البكتيريا اللاهوائية في منطقة الرواسب، ولبي وحدات المعالجة البيولوجية أحواض الترسيب النهائى لإزالة الماء العالقة المؤكسدة لتخريج المياه بعد ذلك وهي لا تحتوى إلا على كمية قليلة من المواد العالقة واحتياج الأكسجيني حيوي محدود.

وتبلغ نسبة الإزالة بعد المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحي حوالي ٧٥-٩٠% من الاحتياج الأكسجيني الحيوي، ٨٠-٩٠% من المواد العالقة – وذلك حسب طريقة المعالجة الثانوية المستعملة.

### الطرق المختلفة للمعالجة البيولوجية

أهم الطرق الرئيسية المستخدمة للمعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي هي ملخصاً:

- ١) بحيرات الأكسدة الطبيعية.
- ٢) المرشحات البيولوجية (مرشحات الزلط العادمة والسريعة).
- ٣) الحماة المنشطة.
  - الطريقة التقطيعية.
  - التهوية الممتدة.
  - بحيرات الأكسدة المهوأة.
  - طرق أخرى.

تناول بالتفصيل أسس التصميم الخاصة بوحدات المعالجة البيولوجية.

- ١) **المرشحات البيولوجية**  
مشحفات المعدل الطبيعي
  - معدل التحميل السطحي الميدريوليكي =  $1 - 4 \text{ م}^3/\text{م}^2/\text{يوم}$ .
  - معدل التحميل العضوي =  $80 - 320 \text{ جم أكسجين حيوي مستهلك (BOD)}_5/\text{م}^3/\text{يوم}$
  - عمق عادة الترشيج =  $1.8 - 3 \text{ م}$ .

- لا يحتوى على خطوط لإعادة المياه المعالجة بيلوجياً.
- . مرشحات المعدل العالى
- معدل التحميل السطحي الهايدروليكي  $10 - 30$  (يشمل المياه المعادة)  $\text{م}^3/\text{م}^2/\text{يوم}$ .
- معدل التحميل العضوى  $500 - 1000$  (جم أكسجين حبوي مستهلك /  $\text{م}^3/\text{يوم}$ ).
- ينشأ من مرحلة واحدة أو مرحلتين.
- عمق مادة الترشيح  $1,0 - 1,5\text{م}$ .

### (ب) الأفراس البيولوجية الدوارة

- . أسس التصميم
- سمك القرص الدوار  $= (1-2)$  سـم.
- قطر القرص  $= (2-5,5)$  مـتر.
- سرعة دوران القرص  $= (1-2)$  لفة في الدقيقة في حالة التشغيل العادى.  
ويمكن زيادة كفاءة المعالجة بمضايقة هذه السرعة.
- المسافة بين مركز كل قرصين  $= (40-40-4)$  سـم.
- الحمل الهايدروليكي  $= 40-60$  لتر /  $\text{م}^2/\text{يوم}$ .
- الحمل العضوى  $= 500 - 1000$  جرام أكسجين حبوي مستهلك لكل  $\text{م}^3/\text{يوم}$ .
- يجب أن توضع في مجموعتين إلى ٦ مجموعات من الأفراس على التوالى فى خط التشغيل بحيث يصل طول كل مجموعة إلى ٧ مـتر.

### (ج) أحواض الحمأة المنشطة

#### طريقة التصميم

لتصميم محطة معالجة مياه الصرف الصحى باستخدام الحمأة المنشطة تتبـع الخطوات التالية:

- إيجاد حجم حوض التهوية تستـخدم المعادلة (١)
- حجم حوض التهوية
$$\frac{F}{M} = Q_{v,V} (L_1 - L_0)/MLSS$$
- حيث  $F/M$  = نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية،  $Q$  = التصرف التصميمى ( $\text{م}^3/\text{يوم}$ ).
- $V$  = حجم حوض التهوية ( $\text{م}^3$ ).

الاحتياج للأكسجين الحيوي في ( $\text{جم}/\text{م}^3$ ) .

$Li$  = المياه المرسبة قبل حوض التهوية.

$Le$  = الاحتياج للأكسجين الحيوي في ( $\text{جم}/\text{م}^3$ ) .

المياه بعد حوض التهوية.

$MLSS$  = تركيز المواد العالقة الكلية( $\text{جم}/\text{م}^3$ ) في حوض التهوية.

- يتم التحقق من مدة المكث في الحوض باستعمال المعادلة رقم (٢)

$$T = V/Q$$

$$T = (Li - Le) F/M \times MLSS$$

$$\text{مدة المكث} = T$$

- يتم حساب معدل التحميل العضوي.

- يتم حساب الحمأة الزائدة باستعمال المعادلة رقم (٣).

$$M_w/F = a - b \cdot \frac{F}{M}$$

$$M/W = \text{الحمأة الزائدة الناتجة في اليوم كجم/يوم.}$$

$$F = \text{الغذاء المستهلك جم/يوم.}$$

$$a = \text{ثابت} = 0,7$$

$$b = \text{ثابت} = 0,075$$

يتم حساب زمن بقاء الحمأة باستعمال المعادلة رقم (٤).

$$SRT = M / aF - bM$$

$$SRT = \text{زمن بقاء الحمأة}$$

معدل إعادة الحمأة (R) Recalculation rate of Sludge (R)

$$C2R = C1 (R + Q)$$

تركيز المواد العالقة بحوض التهوية ( $\text{جم}/\text{م}^3$ )

تركيز المواد العالقة بالحمأة المعادة ( $\text{جم}/\text{م}^3$ )

الحمأة المعادة (١٠٠ % من التصرف)  $\text{م}^3/\text{ساعة}$ .

معدل التصرف ( $\text{م}^3/\text{ساعة}$ ).

- يتم حساب معدل إعادة الحمأة باستعمال المعادلة رقم (٥).

a = ثابت = ٠,٥٥

b = ثابت = ٠,١٥

O<sub>c</sub> = كمية الأكسجين المطلوبة.

d) أسس تصميم برك الأكسدة الطبيعية

#### البرك اللاهوائية -

- مدة المكث = ٣ أيام

- عمق البركة = ٣-٥ م.

- نسبة إزالة الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) = ٥٠% - ٧٠%.

- نسبة إزالة المواد العالقة (SS) = ٣٠% - ٨٠%.

- معدل التحميل العضوي الحجمي = ٣٠٠-١٠٠ جم (BOD)/م<sup>3</sup>/يوم.

- معدل التحميل العضوي السطحي = ٦٠٠-١٠٠ جم (BOD) هكتار/يوم.

- الميلوں الجانیہ ٢ : ١ (٢ أفقی : ١ رأسی).

#### برك الأكسدة الترددية

توجد العديد من طرق تصميم برك الأكسدة الترددية تعتمد على البيانات والتسجيلات لدى المصمم، ولذا فإننا نجد المعادلات التصميمية تتسب إلى المهندس أو الهيئة المعدة لها والتي تم التوصل إليها من تجارب معملية ونذكر فيما يلي هذه المعادلات:

- معادلة جلوينا: وقد توصل العالم جلوينا نتيجة لإجراء العديد من التجارب وتسجيل العلاقة بين حجم البركة ودرجة الحرارة بالنسبة للتصريف ثم التوصل إلى المعادلة الآتية:

حجم البركة =  $10 \times 3,5 - 5 \times \text{التصريف} \times \text{كمية الأكسجين الحيوي المطلوب إزالة} \times (1,085 - 3,5 \times \text{درجة حرارة المياه})$   
حيث التصريف باللتر في اليوم.

- معادلة الانحدار لمكجاري ويسكود:

التحميل العضوي السطحي =  $6,30 \times (1,0993)$  درجة الحرارة.

- معادل مركز البحوث الهندي: توصل الباحثون الهنود إلى معادلة ترتبط بخط العرض.  
التحميل العضوي السطحي =  $6325 - 375 \times L$   
حيث L درجة خط العرض في موقع المدينة.

وتعتبر معالجة جلوينا هي الأكثر تحفظاً وتصنّى نتائج ذات معلمات أعلى لذلك فهي التي سيتم استخدامها في التصميم.

مع مراعاة مايلي:

- مدة المكث لا تقل عن ١٠ أيام.
- عمق البركة يتراوح من ١,٥ - ٢,٠ متر.
- معدل التحميل العضوي السطحي من ٠٠٠٠٠٤ كجم/BOD/هكتار يوم.
- متوسط درجة حرارة الماء بالبرك = ٢٠ درجة مئوية.
- الميل الجانبي ٢ : ١ (أفقى : ١ رأسى).

#### برك الإنضاج

العدد الجرثومي للتصريف الخارجي / العدد الجرثومي للتصريف الداخل.

$$= 1 / (\text{ثابت الثلاثي} (K) \times \text{مدة المكث} + 1)$$

العدد الجرثومي للتصريف الداخل = ٧,٤ × ١٠<sup>٣</sup> قملونية/٠٠٠١ متر.

العدد الجرثومي للتصريف الخارجي يؤخذ أقل من  $2 \times 10^3$  بكتيريا قملونية/٠٠٠١ متر.

ثابت الثلاثي (K) = ٢ في حالة الأشريشية القولونية.

مدة المكث = لا تقل عن ٣ أيام.

ن = عدد برك الإنضاج على التوالي.

عمق البرك = ١ - ١,٥ متر.

العمق الجانبي = ٢ : ١ (أفقى : ١ رأسى).

ومن واقع خبرتنا يفضل استخدام برك الإنضاج فقط ولا يتم إنشاء حوض التلامس بالكلور وذلك للمحدودية الصحية وحتى يمكن استخدامها في الزراعة.

#### معالجة الرواسب

يتم معالجة المواد العضوية المترسبة في أحواض الترسيب الإبدائي وجزء من رواسب أحواض الترسيب النهائي (الحمة) في أحواض منفصلة للتثبيت (أحواض الهضم الهوائى) ثم تجفف في أحواض التجفيف لتخفيض نسبة المياه بها إلى أنه لا يفضل في المدن الكبيرة خاصة، استعمال أحواض التركيز الحمة قبل دخولها لأحواض الهضم بعدها تحسين نوعية الحمة الداخلية وتقليل حجمها وبالتالي مسطحات الأرض اللازمة لمعالجة الرواسب.

وتكون معالجة الرواسب من الوحدات التالية:

أسس تصميم أحشائين مياه الشرب والصرف الصحي

- أحواض ترتكز الحمام وفيه يتم ترتكز الحمام المتصل إلى .٨ - ٩٠%.
- أحواض ثابتة الحمام حيث يتم أكستدة المولاد العضوية.
- أحواض تجفيف الحمام.
- أسس تصميم وحدات عملية المعالجة لمياه الصرف الصحي المعالجة التمهيدية في الأبدانية (الميكانيكية)

#### غرفة المدخل

غرفة ذات أبعاد تحقق الأسس التصميمية الهدرويليكية، تأخذ أشكالاً متعددة مزودة بمسورة لخروج الرواسب والتغليف، وبتصل بها ماسورة الفاكنز.

#### أسس التصميم

- مدة المكث : من ٥٠ إلى ١ دقيقة
- السرعة الأفقية : من ٦٠ إلى ١٢٠ م/ث
- عمق المياه : لا يقل عن قطر ماسورة المدخل + عمق المياه في قناة التوصيل ولا يزيد عن ٢ متر لاتجاه السريان الأفقي.

#### المصافي

أ) وصف غرف المصافي وتشتمل المصافي في صورة قضبان حديدية تتنظف ميكانيكيًا بواسطة أمشاط متحركة لها أسنان تخلل الفتحات التي بين القضبان، ويتنظيف المشط آلياً عند نهاية مشواره إلى أعلى ويكون تنظيف المصافي من الناحية الخلفية لها، والمشط يحصل ذاتياً بواسطة عواملتينقياس مشروب المياه أمام وخلف المصافي وعند قياس العواملتين لفرق مشروب يصل إلى ١٥ سم تعطى إشارة لعمل المشط ويقوم بالتنظيف، وقد تكون القضبان مستقيمة أو مقوسة (جزء من دائرة).

- ب) أسس تصميم غرف المصافي
- القضبان مستطيلة المقاطع ببعدين ١٥ × ٥ سم.
  - القضبان مائلة وزاوية المدخل (٧٥-٨٠-٨٠) درجة.
  - سرعة المياه أمام الصافي لا تقل عن ٥ سم/ثانية.
  - نسبة صافي المساحة بين القضبان على المستوى المائي للقضبان إلى مساحة المقاطع المائي لقناة التوصيل المؤدية إلى غرفة المصافي = ١-٣.
  - الفرق بين منسوب المياه أمام وخلف المصافي لا يتعذر ١٥ سم.

## أحواض فصل الرمال

### أ) وصف أحواض فصل الرمال

وهي أحواض الغرض منها ترسيب الرمل والماء غير العضوية العالقة بمياه الصرف الصحي دون السماح للمواد العضوية بالترسيب.

تصل مياه الصرف الصحي إلى عملية المعالجة بعد حدوث بعض التخللات اللاهوائية بمياه الصرف الصحي الخام وذلك لاستيفه.

- ارتفاع درجات الحرارة وخاصة في فصل الصيف.
  - صغر تصيرفات مياه الصرف الصحي في بداية مرافق التسغيف.
  - طول مسار خطوط مواسير مياه الصرف الصحي حتى موقع عملية المعالجة.
  - ولما كان حدوث تخللات لاهوائية بمياه الصرف الصحي قبل وصولها إلى عملية المعالجة يؤثر على كفاءة وحدات المعالجة البيولوجية لذلك نوصي باستخدام أحواض فصل الرمال من النوع المموج بما يساعد على:
  - طرد الغازات المكونة نتيجة التخللات اللاهوائية.
  - تجديد نشاط البكتيريا الهوائية بمياه الصرف الصحي.
  - فصل الرمال والماء غير العضوية دون السماح للمواد العضوية بالترسيب.
  - (ب) أساس تصميم أحواض فصل الرمال المسوأة
  - مدة المكث = ٥-٢ دقيقة.
  - معدل التحميل السطحي = لا يزيد عن ١٠٠٠٠ ل/م يوم.
  - كمية الهواء المضيقوط اللازمة = ٥٠٠٥ - ٣٠٠ قدم مكعب/جلون مياه صرف صحي
  - الضغط المطلوب للهواء = عمق الحوض + الفاقد بالأحتراك.
  - الطول = ٧٥ - ٦٠٠٠ م
  - عرض الحوض لا يزيد عن = ٢ متر.
- ويتم توفير كمية الهواء اللازمة لأحواض فصل الرمال عن طريق توافر هواء ترتكب في حجرة ملحقة أو منفصلة عن أحواض فصل الرمال، وتكون الكبسات من النوع المروحي والذي يدار بمحرك كهربائي متصل بها اتصالاً مباشرأ عن طريق وصلة مرننة، وسرعة المحرك ٨٠٠ (لفة/دقيقة) وضغط الهواء الخارج من الكبسات حوالي ٨,٠٠ كجم/سم<sup>٢</sup> ويتركب توافر الهواء والمحرك الكهربائي على قاعدة مشتركة ويزود تألف الهواء بجهاز قياس التصرف والضغط، كما يرتكب على تألف الهواء والمواسير - مجلس الأمان - لمنع ارتفاع الضغط عن الحد المسموح به.

- القدرة الإلزامية بالاحسان لflowing الهواء:

$$hp = \frac{WRT_1}{550ne} \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^n - 1$$

حيث:

W = وزن تصرفات الهواء (رطل/ثانية).

R = ثابت الغازات (٥,٣٥).

T<sub>1</sub> = درجة الحرارة المطلقة للمياه الداخلية.

P<sub>1</sub> = الضغط المطلق للهواء الداخل (رطل/البوصة المربعة).

P<sub>2</sub> = الضغط المطلق للهواء الخارج (رطل/البوصة المربعة).

n = ثابت الهواء = ٢,٨٣.

E = كفاءة كبسات الهواء = ٧٠ - ٧٠,٨%.

hp = القدرة بالاحسان الميكانيكي.

#### أحواض الترسيب الإبتدائي

##### أ) وصف أحواض الترسيب الإبتدائي

تستعمل أحواض الترسيب الإبتدائي لترسيب بعض من المواد العضوية وغير العضوية العالقة في مياه الصرف الصحي لتخفيض الحمل العضوي في وحدات المعالجة البيولوجية وكذلك فصل الزيوت والشحوم في حالة استخدام أحواض فصل الرمال العادلة.

وعليه فمن المسئول استعمال أحواض الترسيب الدائرية التي يكون دخول المياه بها من منتصفها، وتخرج منها المياه عن طريق هدار على امتداد كامل محيتها.

ويتم تجميع الحمأة المترسبة في الأحواض بطريقة ميكانيكية عن طريق زحافة تتصل بكورني دوران مثبت بمنتصف الحوض كما يتم تزويد الحوض بكاسخ للخبث لإزالة المواد الطائفية من سطح مياه الحوض، ويزود الحوض بممحبس لسحب الحمأة يشغل بيورا أو ميكانيكي.

و يتم تشغيل الكورني بواسطة موتور كهربائي مزود بعلبة تروس للتحكم في سرعة دوران الكورني ويعلم المotor على تيار ٢٠٨٠ فولت، وزينية ٥ ذينية/ث.

##### ب) أساس التصميم لأحواض الترسيب الإبتدائي:

- مدة المكث بحوض الترسيب الإبتدائي

الذى يتبعه حوض لتنشيط الحمأة

= ٢-٣ دقيقة.

لس تصميم أعمل مياه الشرب والصرف الصحي

- معدل التحميل السطحي = ٢٠-٥٤ م³ / اليوم.
- معدل التحميل على هدار المخرج = لا يزيد عن ٦٠٠ م³ / يوم.
- المعالجة الثانوية (البيولوجية)

يوضح الجدول رقم (٤-١-١) معدل التحميل العضوي ومعاملات التشغيل بالنسبة للطرق المختلفة للمعالجة بالبيولوجية.

وتعتبر طريقة الحماة المنشطة من أفضل الطرق لمعالجة المخلفات السائلة والوصول بها إلى درجة عالية من النقاوة، إضافة إلى ذلك فإن هذه الطريقة تتميز بأنها لا تسبب أية مضاربات للمناطق المجاورة، كما أنه يمكن استخدام إحدى الطرق المعدلة من طريقة الحماة المنشطة.

ويكون توفير الأسجين اللازم لاحواض النهoria باستخدام القلابات الميكانيكية أو نشرات الهواء المضغوط والتي يوجد منها أنواع عديدة يتطلب كل منها أن تكون أحواض النهoria بشكل وأبعاد تناسب هذه المعدات الميكانيكية.

جدول (٤-١-١)

#### معدل التحميل العضوي ومعاملات التشغيل

#### المطرق المختلفة للمعالجة البيولوجية

نسبة الاتساع كفاءة آلية الاتساع العصوبي الحيوي %BOD	متوسط معدل الحماية كمية العادة ٪ BOD	مدة النهoria ساعة	كم/كم MLS	كم/م³ ب يوم	الطريقة
٩٥	٣٠	٧,٥-٧,١	٠,٥-٠,٣	٤٠-٦٠	١) طريقة الحماة المنشطة:
٩٠-٨٥	١٠٠	٣,٥-٢,٥	١,٠-١,٥	١٥٠	- الطريقة التقليدية
٩٥-٩٠	٥	٧,٠-٥,٥	٢,٠-٠,٥	٨٠	- المعدل العالى ذو الخلط المتباين
٩٠-٨٥	١٠٠	٩,٠-٧,٠	٠,٥-٠,٠	٨٠	- التهoria على مراحل
٩٠-٨٠	١٠٠	٢٠,٠-١٠,٠	٠,٥-٠,٣	٤٥	- التثبيت بالالاصقة
٩٥-٩٠	٣٠	٣,٠-٢,٣	١,٥-٠,٦	٤٥-٦٥	- التهoria الممدة
٨٥-٨٠	-	-	-	-	- التهoria بالأشعوب التي
٨٠-٧٥	٤٠*	-	-	٤٠-٦٠	ب) طريقة المرشحات البيولوجية:
٧٥-٧٠	٤٠*	-	-	٣٠٠-٤٠٠	- المرشحات الطبلية
٧٠-٦٥	٤٠*	-	-	٣٠٠-٤٠٠	- المرشحات السريعة
٦٥-٦٠	٤٠*	-	-	٣٠٠-٤٠٠	- المرشحات فائقة السرعة (Biotorw)
٦٠-٥٥	٤٠*	-	-	٣٠٠-٣٠٠	ج) طريقة بحارات الأكمدة المهراء

(\*) إصدارة الفاضل الشهابي.

### أحواض الترسيب النهائي

أ) وصف أحواض الترسيب النهائي وهي الأحواض التي تستقبل مياه الصرف الصحي الخارج من أحواض المعالجة البيولوجية بغرض ترسيب المواد العالقة التي تمت أكستئتها وتنثتها في أحواض التهوية، ويتم اختبار أحواض الترسيب النهائي من النوع الدائري.

### ب) أسس تصميم أحواض الترسيب النهائي:

- مدة المكث = ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ ساعة.
- معدل التحميل السطحي = ٣٥٤ م³ /م² يوم.
- معدل التحميل على هدار المخرج = لا يزيد عن ٣٠٠ م³ /م² ط/يوم.

### إضافة الكلور

القضاء على البكتيريا الناقلة للأمراض في مياه الصرف الصحي المعالجة، تضاف جر عات من الكلور (١٠-٢٠) دققيقة بأحواض التلامس لضمان مجم (تر) إلى هذه المياه قبل صرفها حيث تبقى هذه المياه مدة مكث من ١٥-٣٠ دقيقة بأحواض التلامس لضمان تفاعل الكلور مع البكتيريا والقضاء عليها.

ويلزم لذلك توريد وتركيب المهامات التالية:

### أ) أجهزة الكلور

تكون أجهزة الكلور من النوع الذي يركب على الأرض والذي يعمل بالتفريغ وتكون جميع التوصيلات والمواسير دائمة تحت التفريغ (ضغط جوى سالب)، ويزود الجهاز بطريقة لإزالة الضغط إذا تكون داخل الجهاز، وتكون جرعة الكلور حوالي ١٠ جرام للمتر المكعب ويمكن زراعتها إلى ٢٠ جرام للمتر المكعب عند الضرورة.

### ب) طلمبات تشغيل حلقن الكلور

هذه الطلبات تعمل على رفع ضغط المياه داخل الحلقن وبالتالي سحب الكلور من أسطوانات الكلور وحقنها داخل خزان التلامس.

### ج) أجهزة معادلة الكلور المشرب

التهوية العادلة يتم إنشاء مخزن لأسطوانات الكلور بحيث يكون كافى لتخزين العدد المطلوب من أسطوانات الكلور وتروي المخازن بمدراوح شفط لتهويتها خلال ساعات العمل العادلة.

في حالة تسرب الكلور

توقف التهوية العادمة وتبدأ شفاطات الهواء في العمل بمعدلات كبيرة لسحب الهواء الملوث بالكلور ودفعه إلى برج المعادلة.

يزود مخزن الكلور وحجرة الأجهزة بسراوح لشفط الهواء الملوث بالكلور ودفعه إلى برج معادلة الكلور

بزود مخزن الكلور وحجرة الأجهزة بسراوح لشفط الهواء الملوث بالكلور ودفعه إلى برج معادلة الكلور

كما يزود المخزن والحجرة المركب بها أجهزة حقن الكلور بجهزة إنذار مرئي وصوتي للتنبيه في حالة حدوث تسرب الكلور، وفي هذه الحالة يتم تشغيل أجهزة المعادل أو توماتيكيا عند ارتفاع نسبة الكلور بالهواء عند الحدود المقررة.

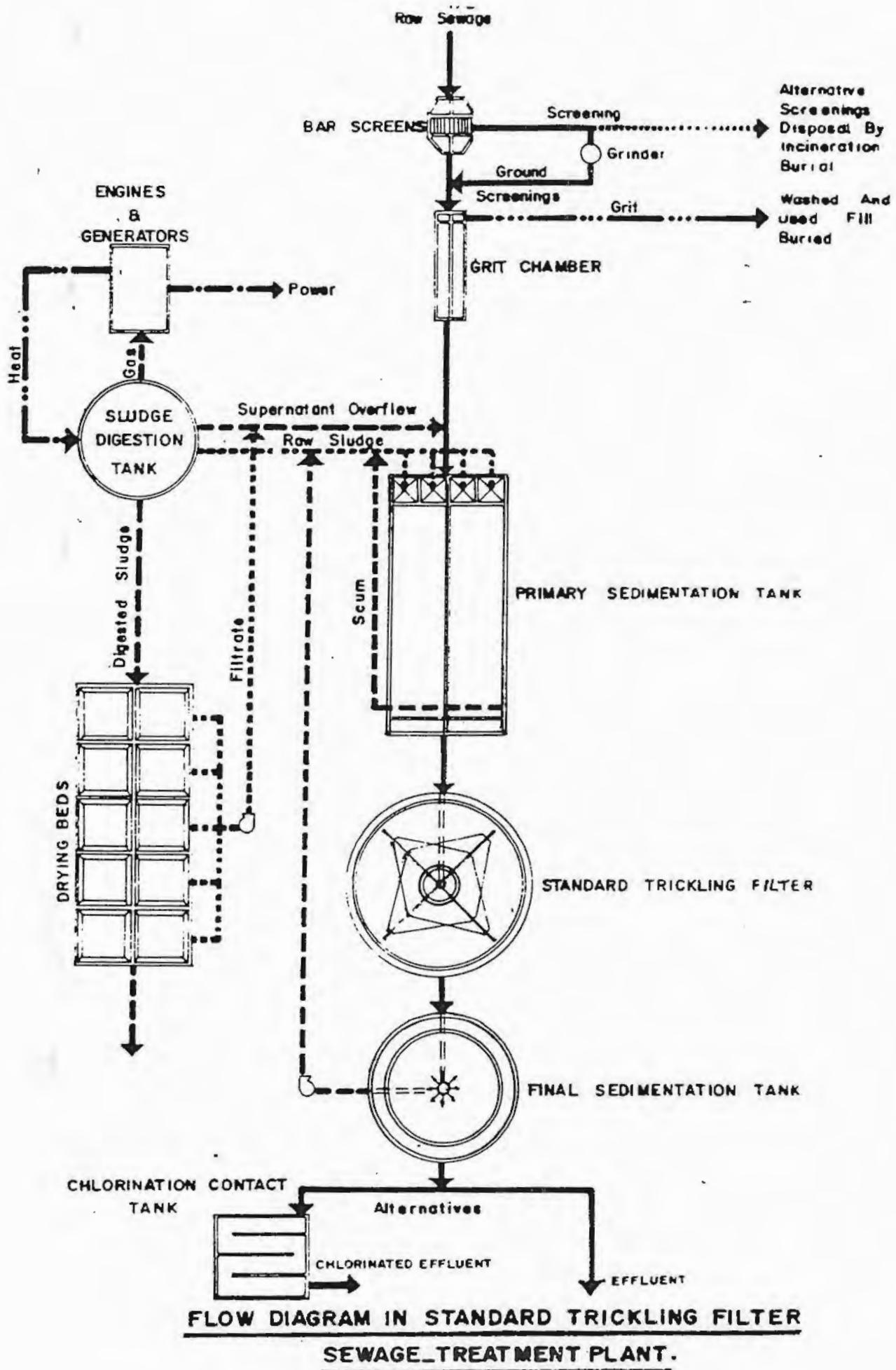
#### ٤) أحواض التلامس لمياه الصرف الصحي المعالجة

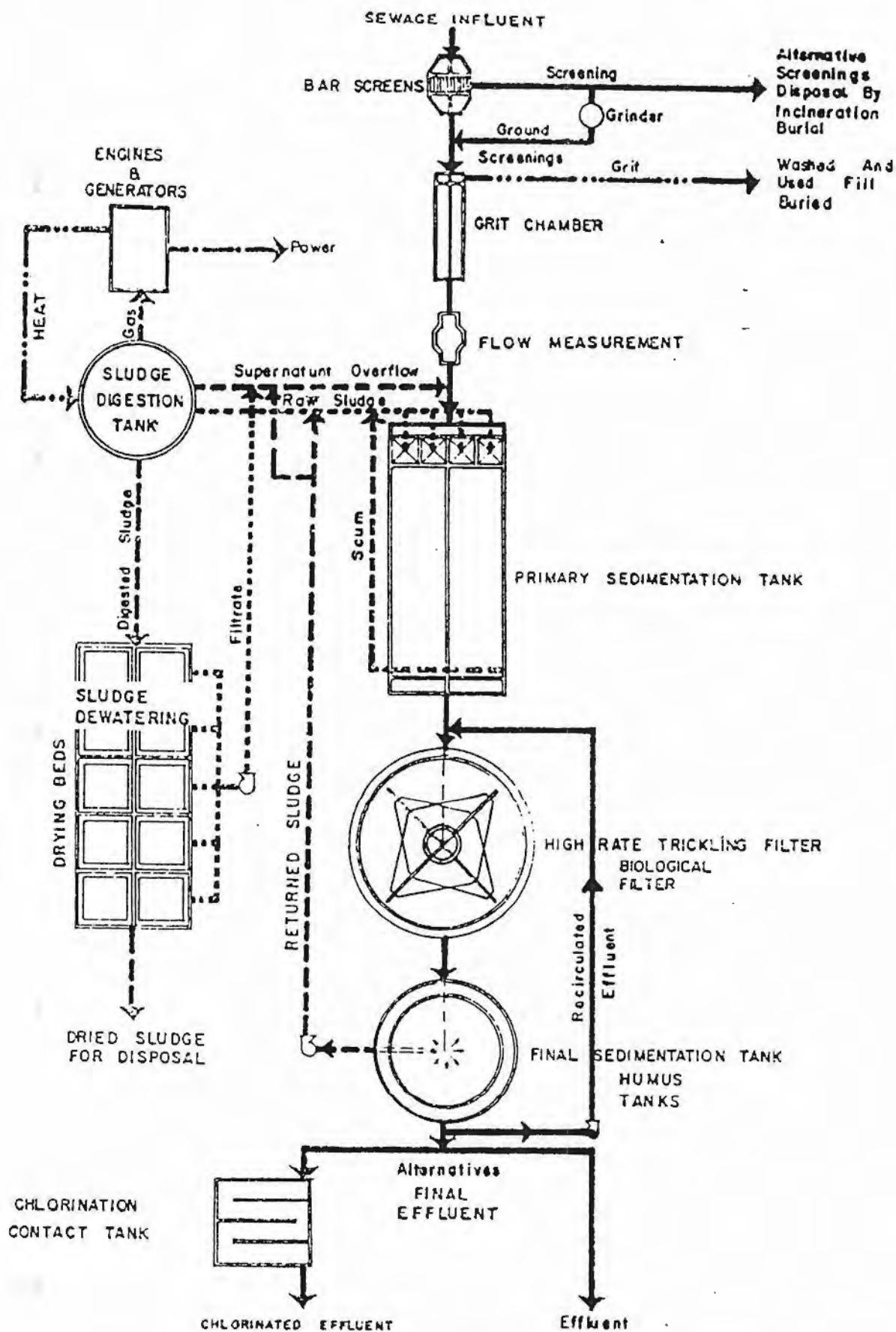
تختلف كمية الكلور المحقونة من وقت لأخر باختلاف مدة المزrag وخصوصاً مياه الصرف الصحي المعالجة ومقدار

الأسم البيروروجيني ودرجة الحرارة.

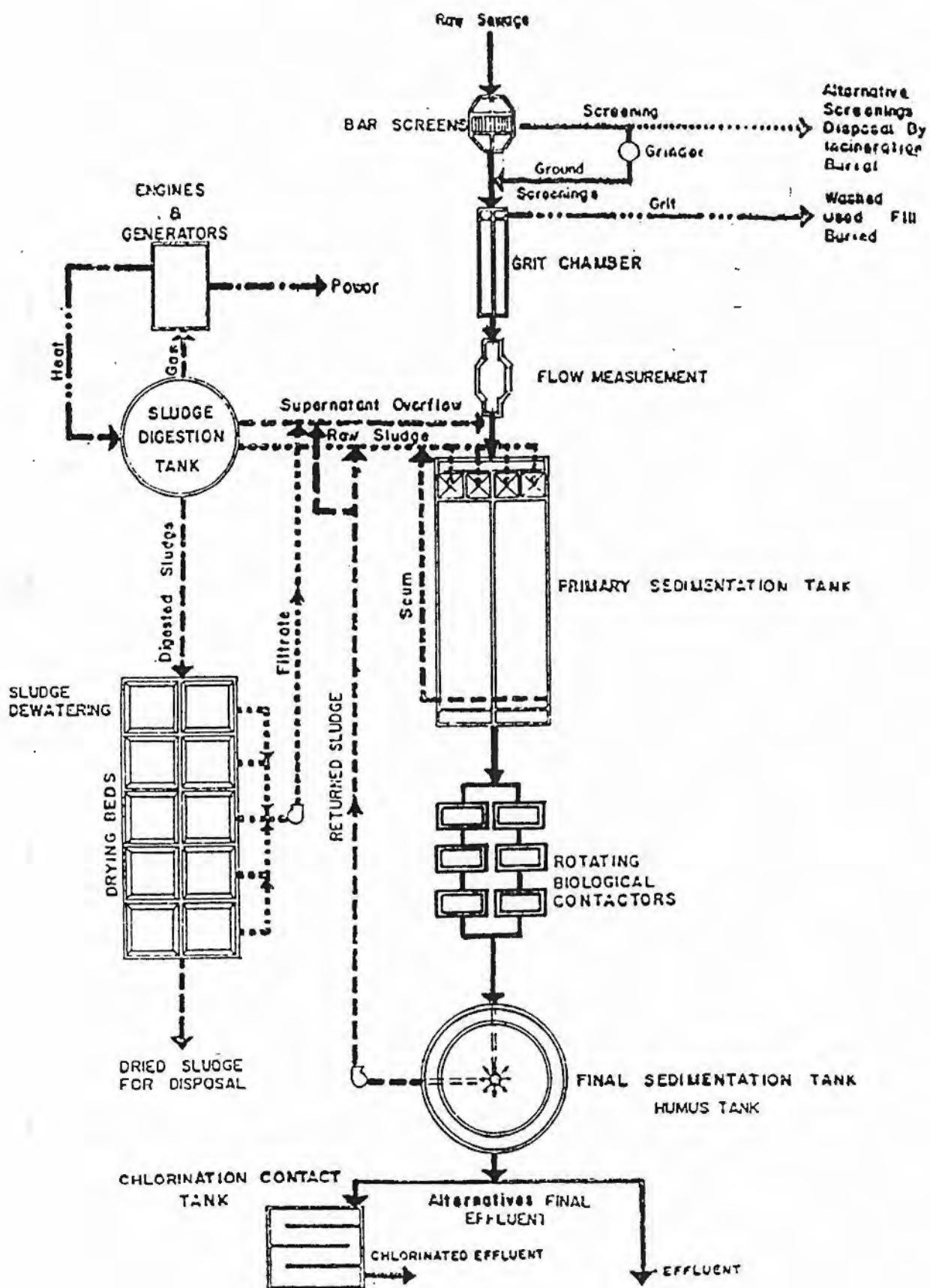
وتكون أحواض التلامس عبارة عن خزانات من الخرسانة المسلحة مقاومة للكبريتات ومن الممكن أن تكون

معطرة أو مكتشوفة وتتعدد أحجامها بحيث تسع بمدة تلامس مقدارها ١٥ - ٣ دقيقة.

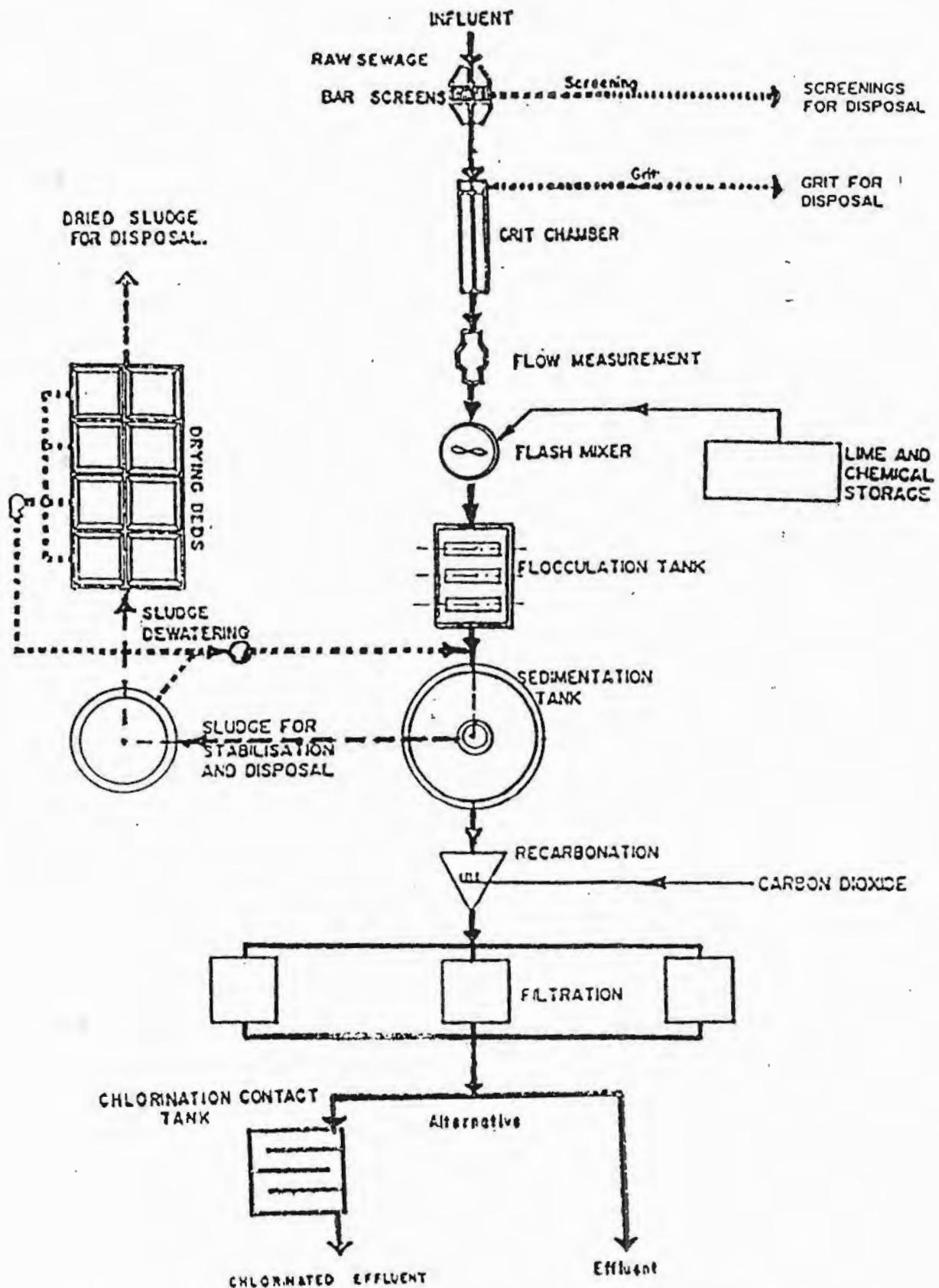




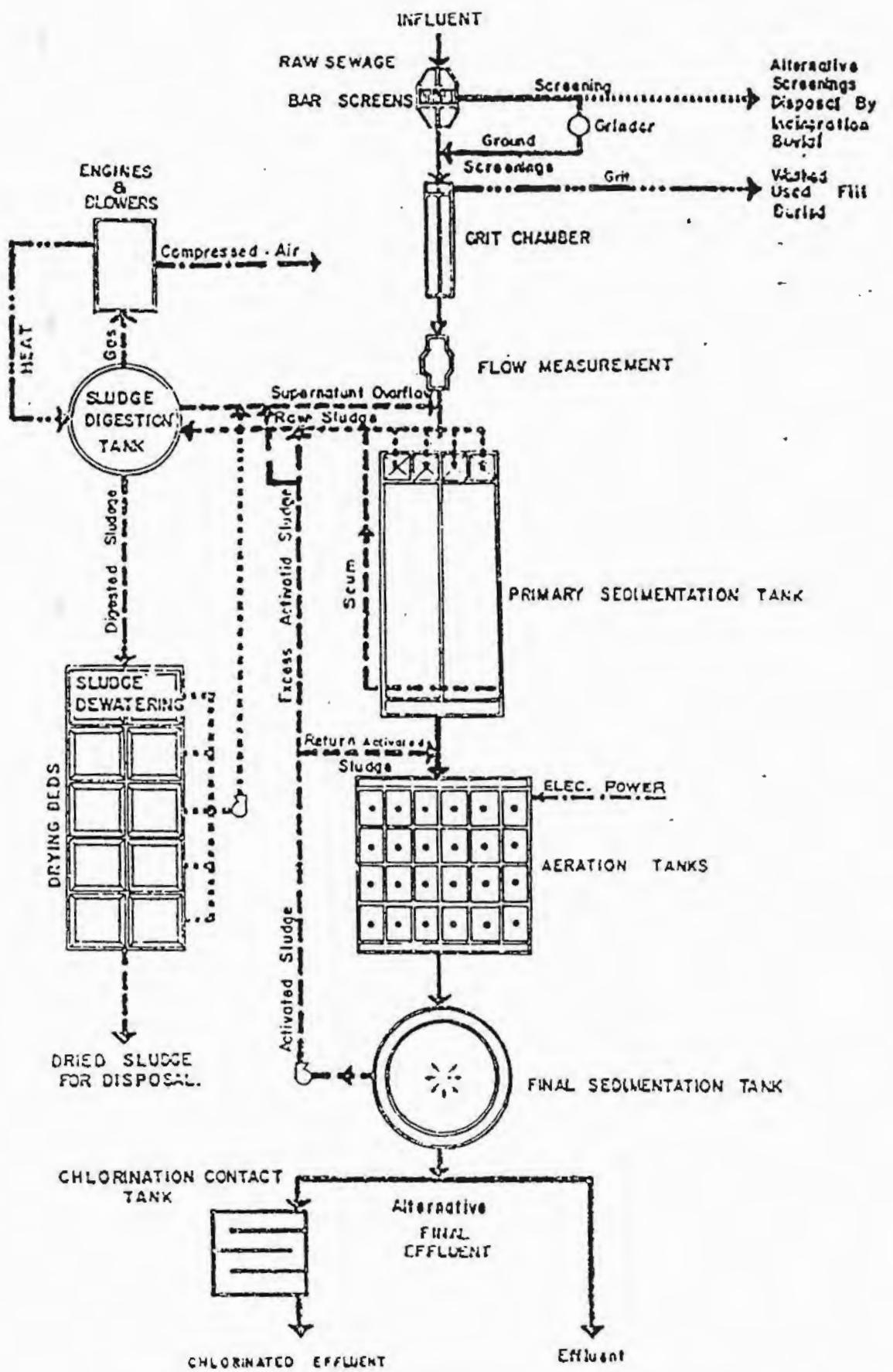
FLOW DIAGRAM IN HIGH RATE TRICKLING FILTER  
SEWAGE-TREATMENT PLANT.



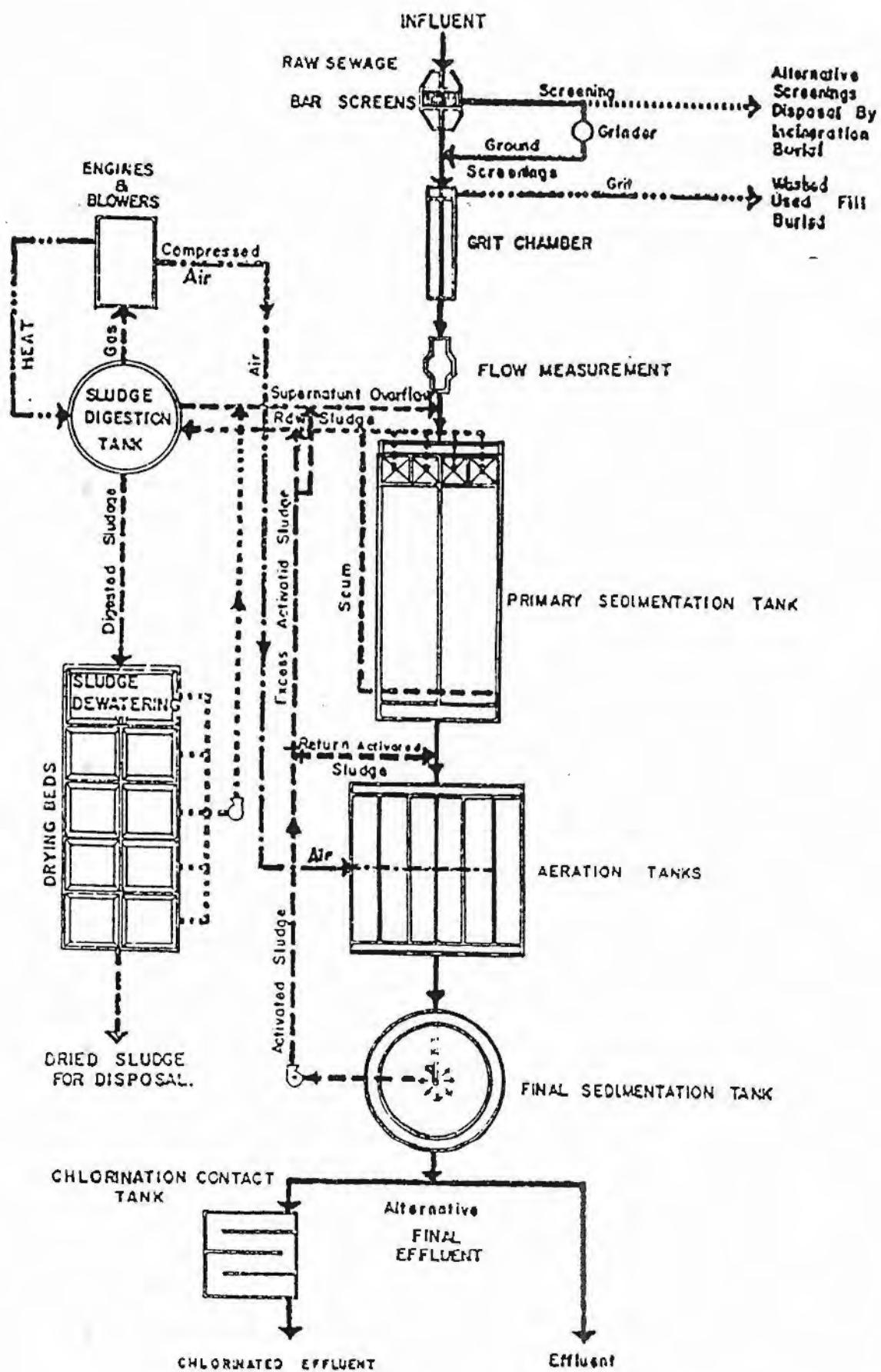
TYPICAL PROCESS FLOW SHEET  
FOR ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS



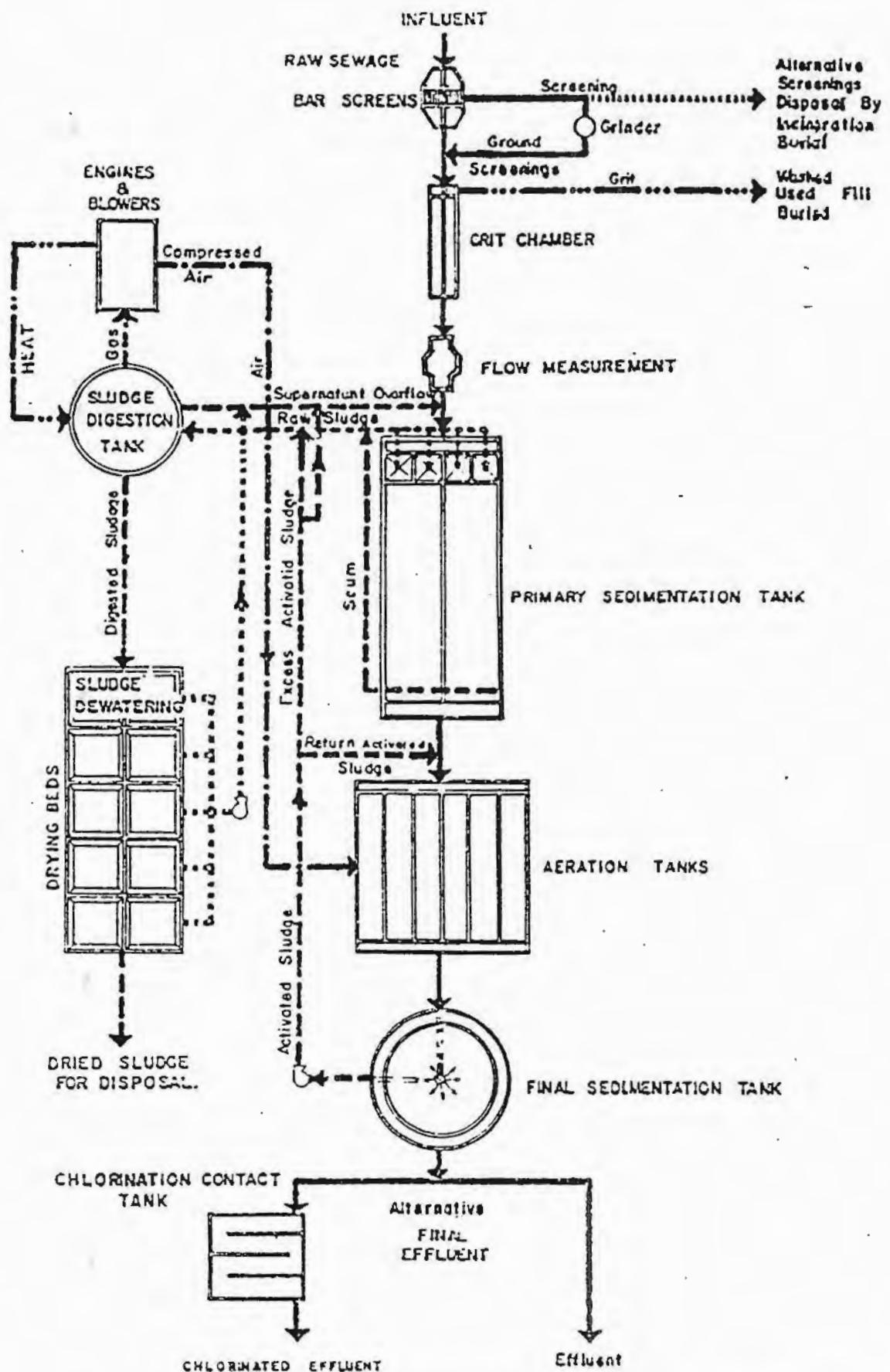
TYPICAL PROCESS FLOW DIAGRAM  
FOR PHYSICO-CHEMICAL TREATMENT



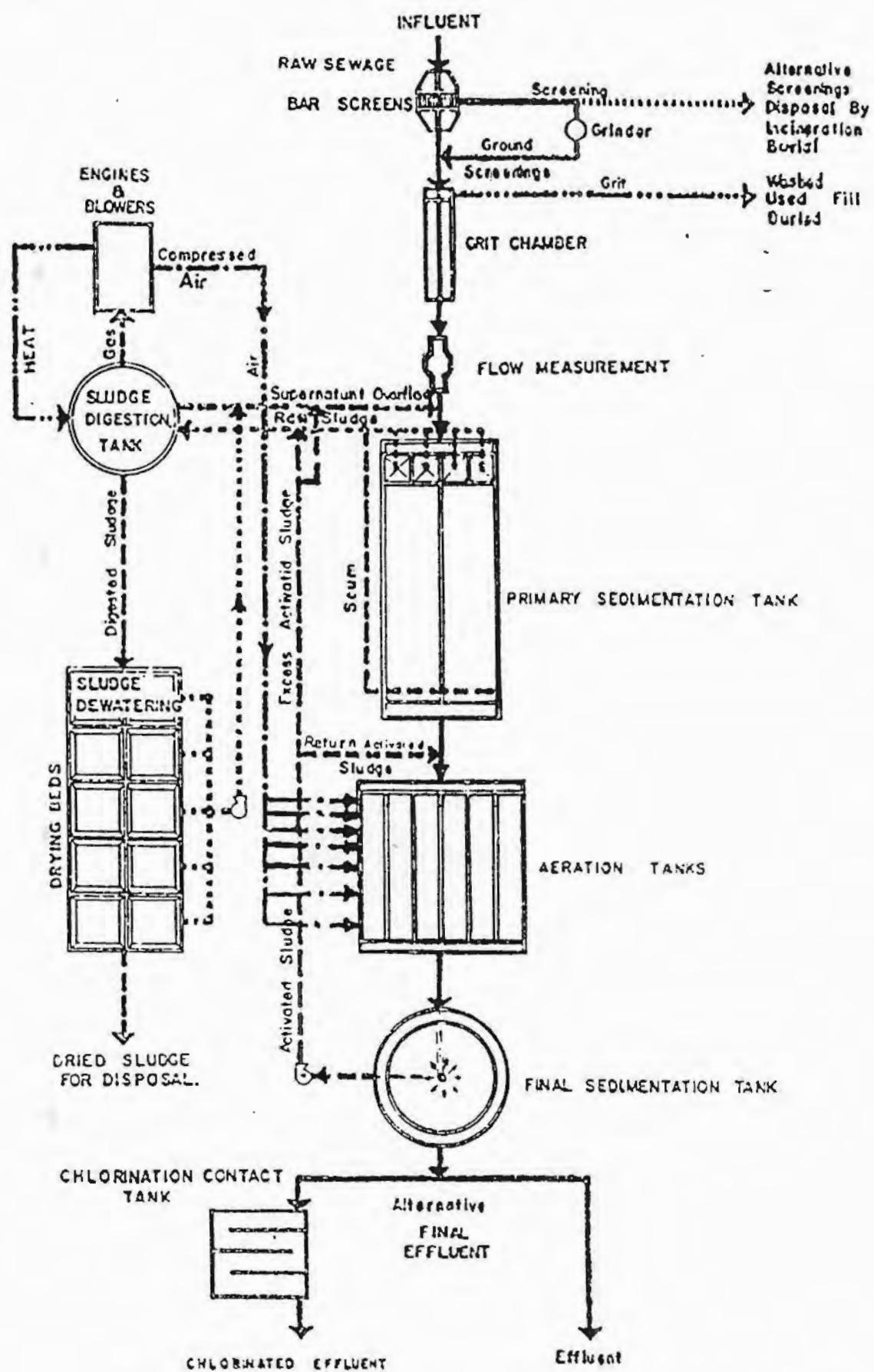
FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.



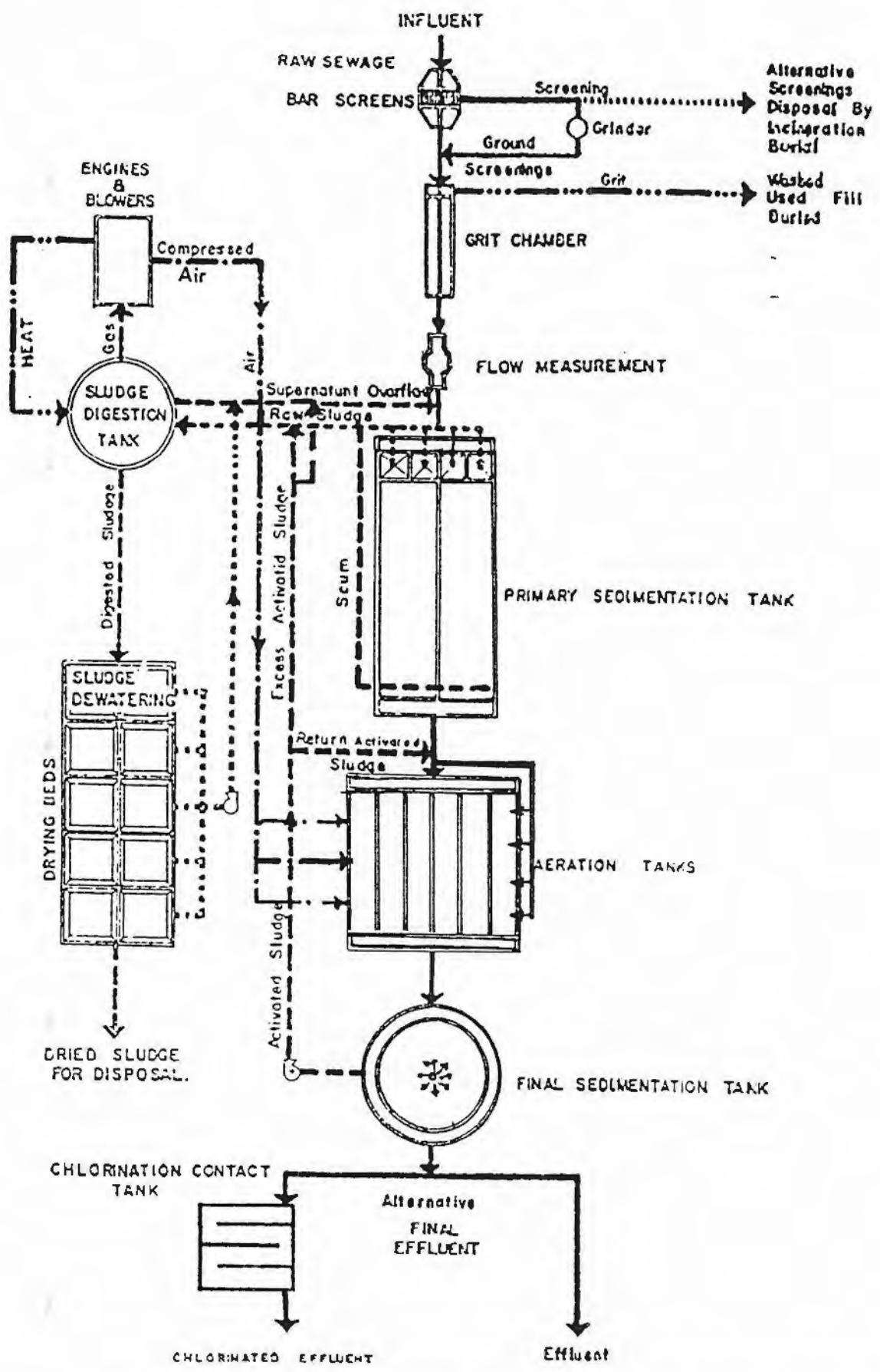
FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.



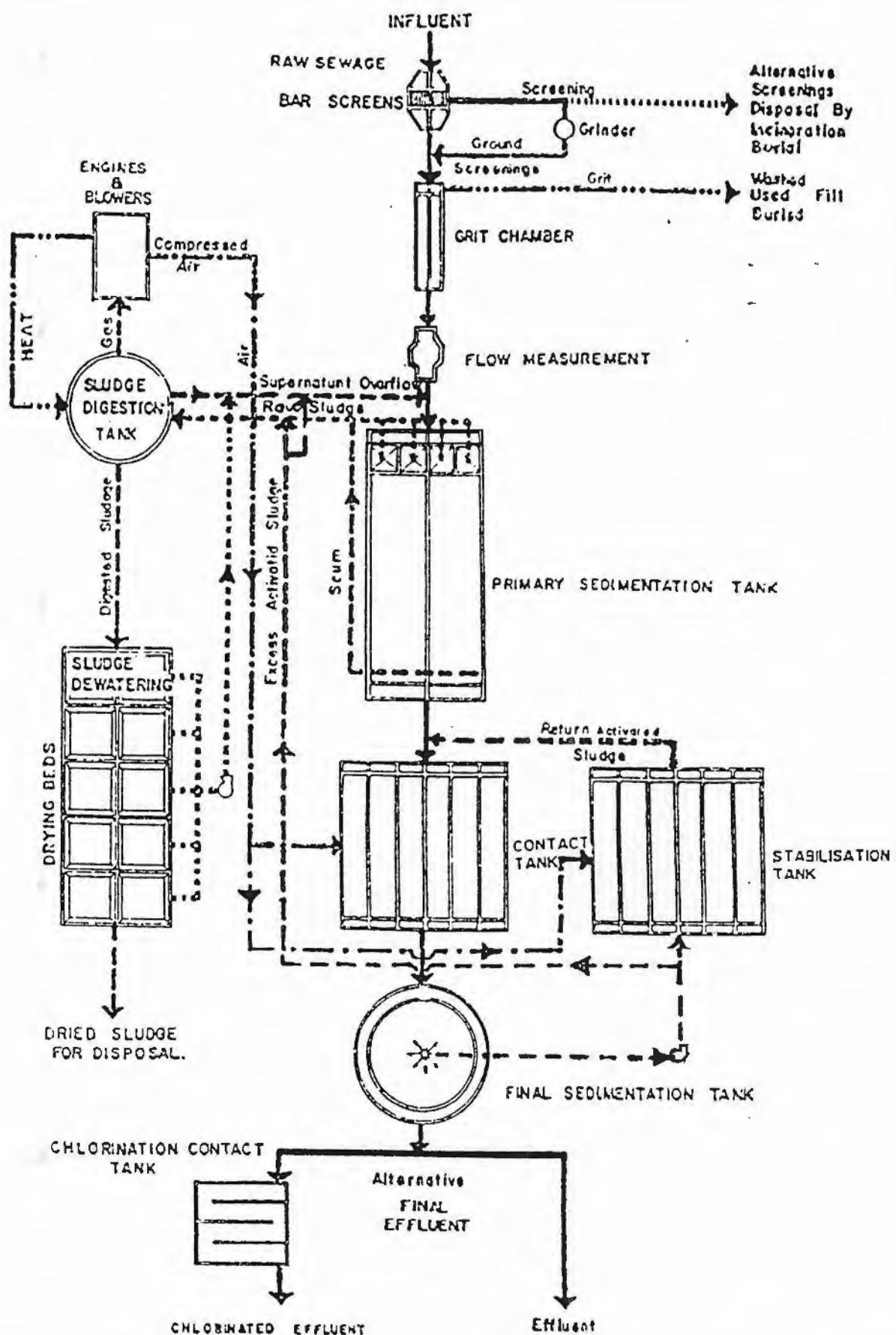
**FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.  
FOR EXTENDED AERATION**



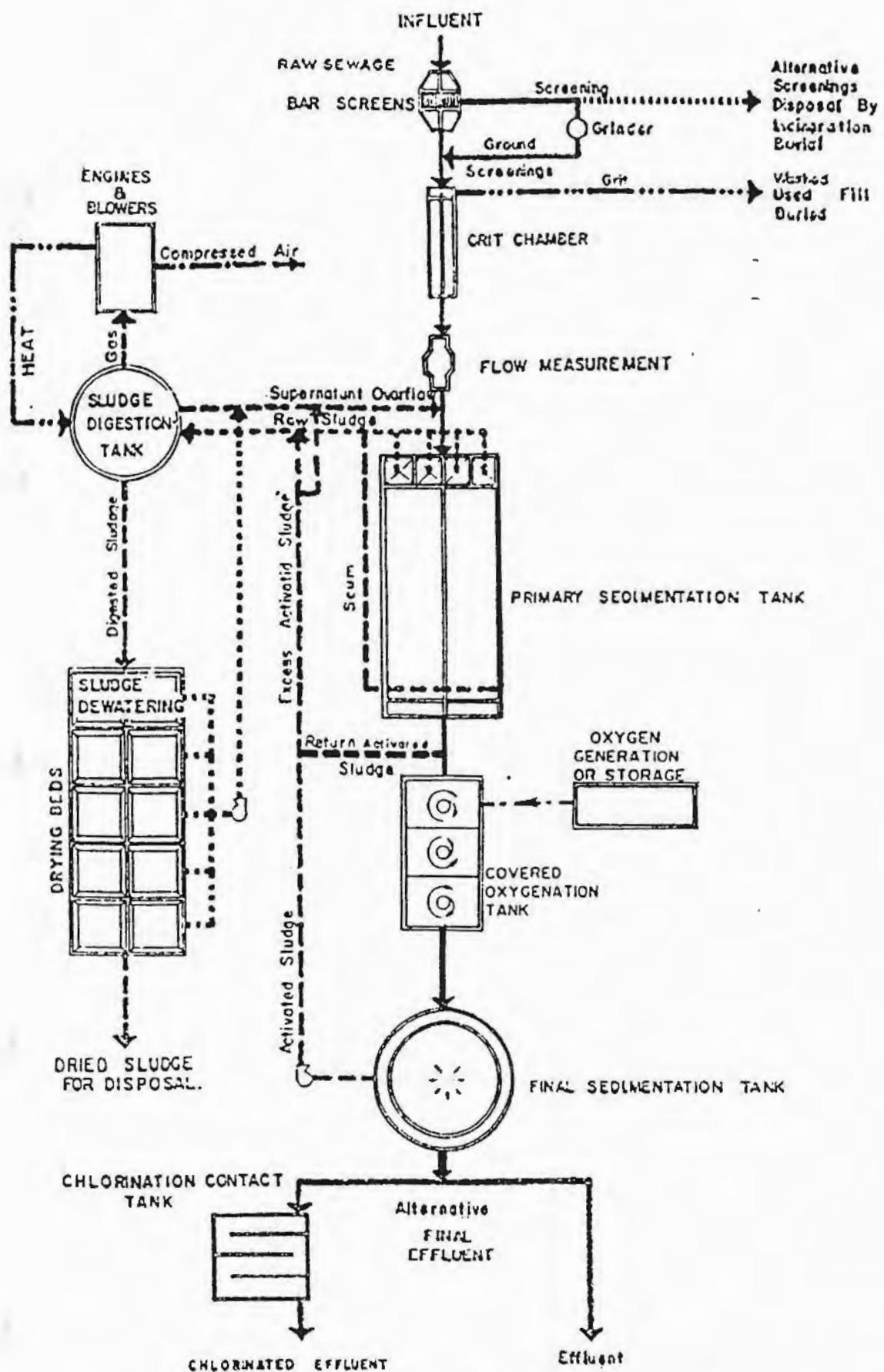
**FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.**  
Tapered aeration process.



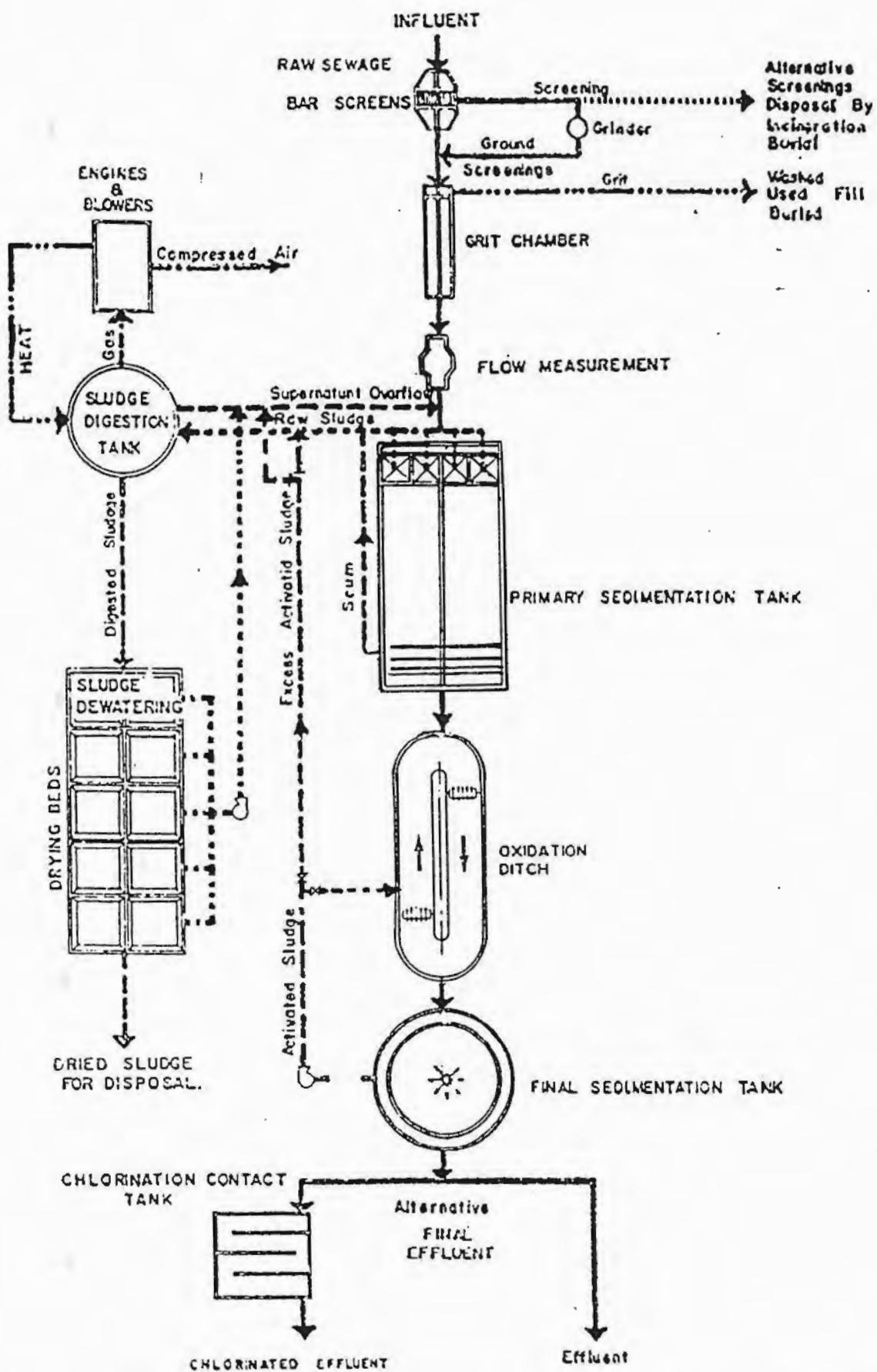
**FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.**  
Step feed process.



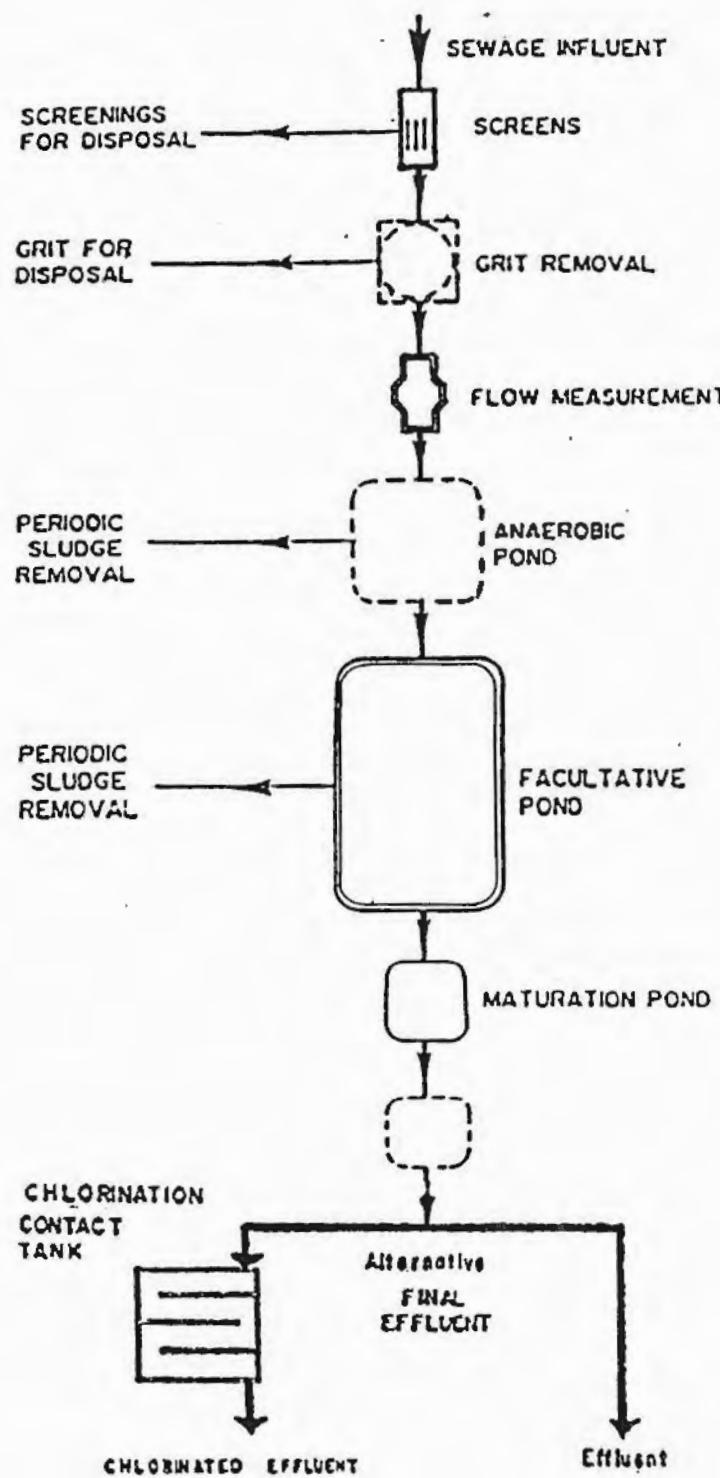
**FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.  
FOR CONTACT STABILISATION**



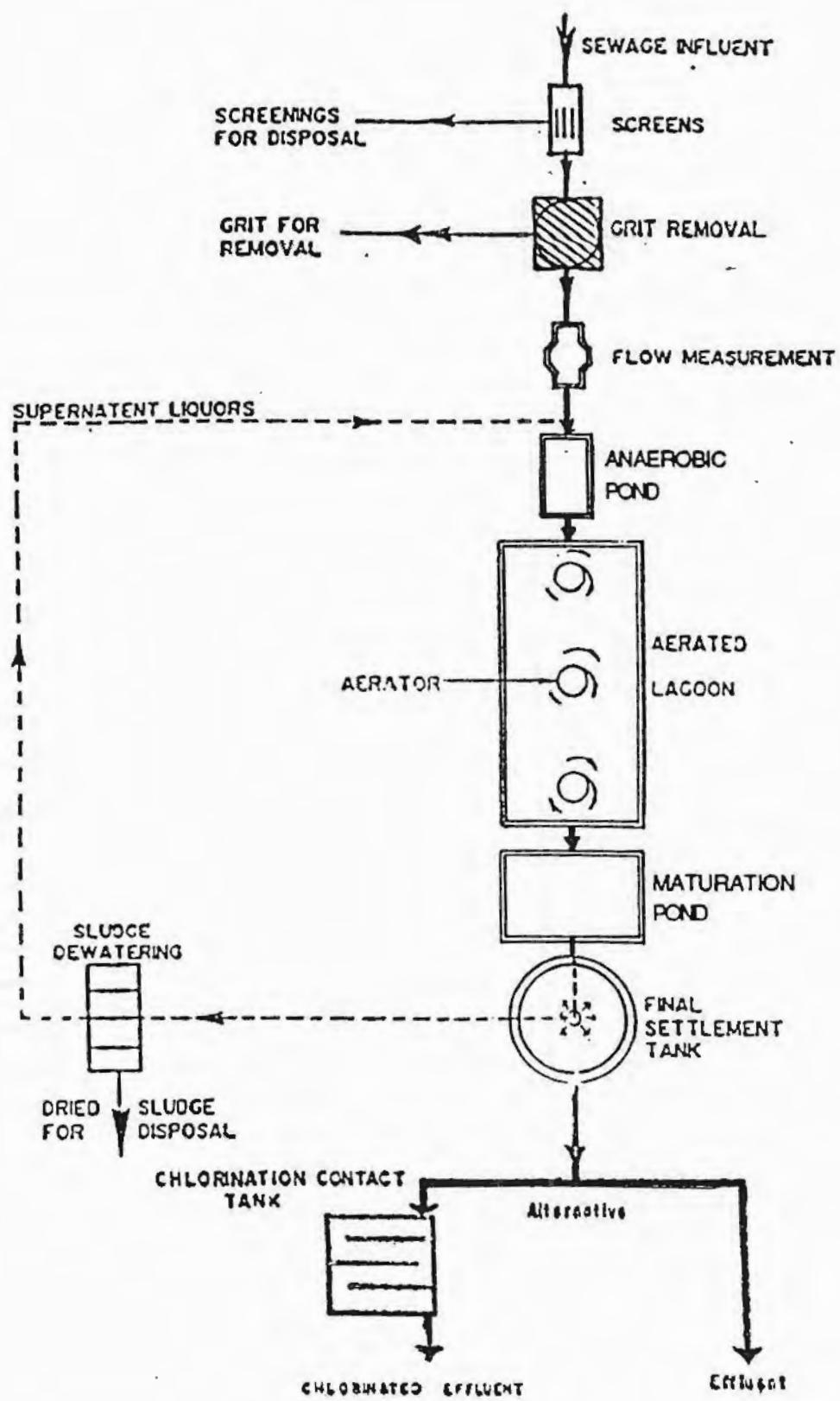
FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.  
FOR OXYGENATED ACTIVATED SLUDGE



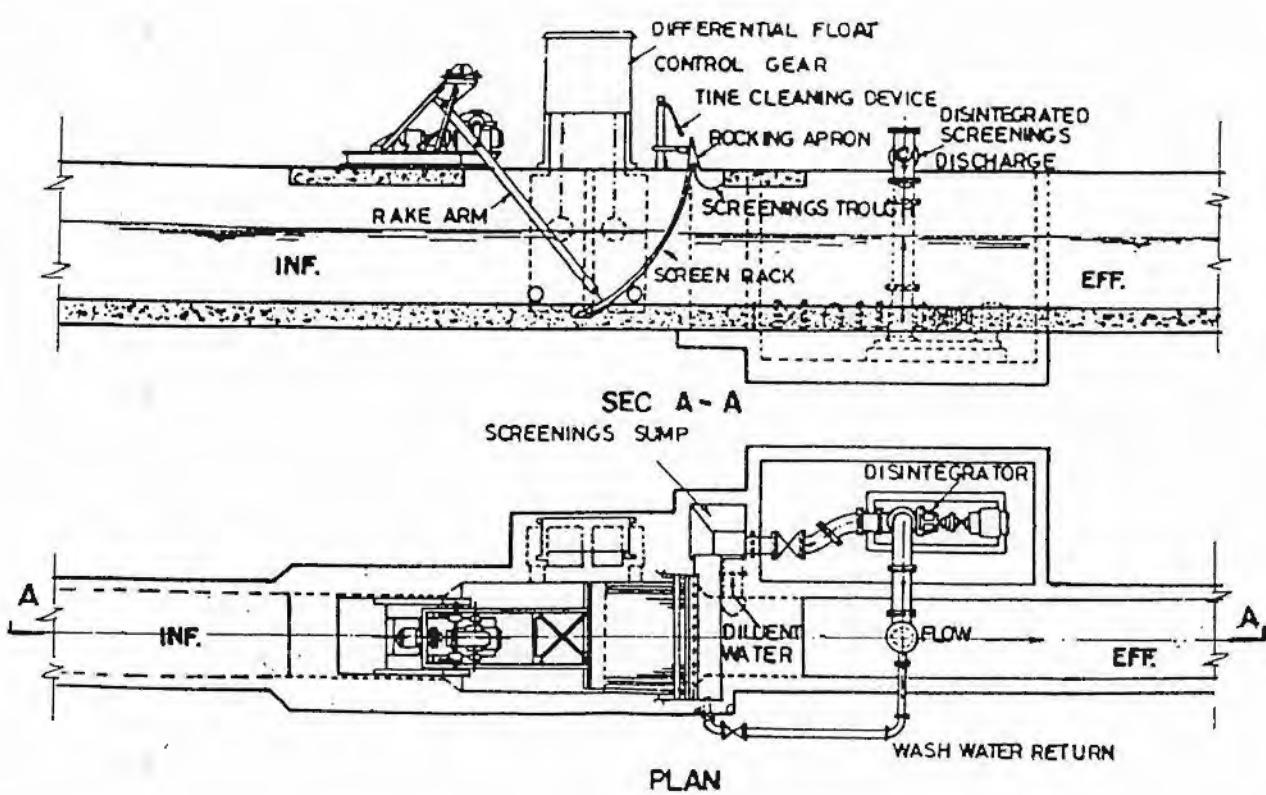
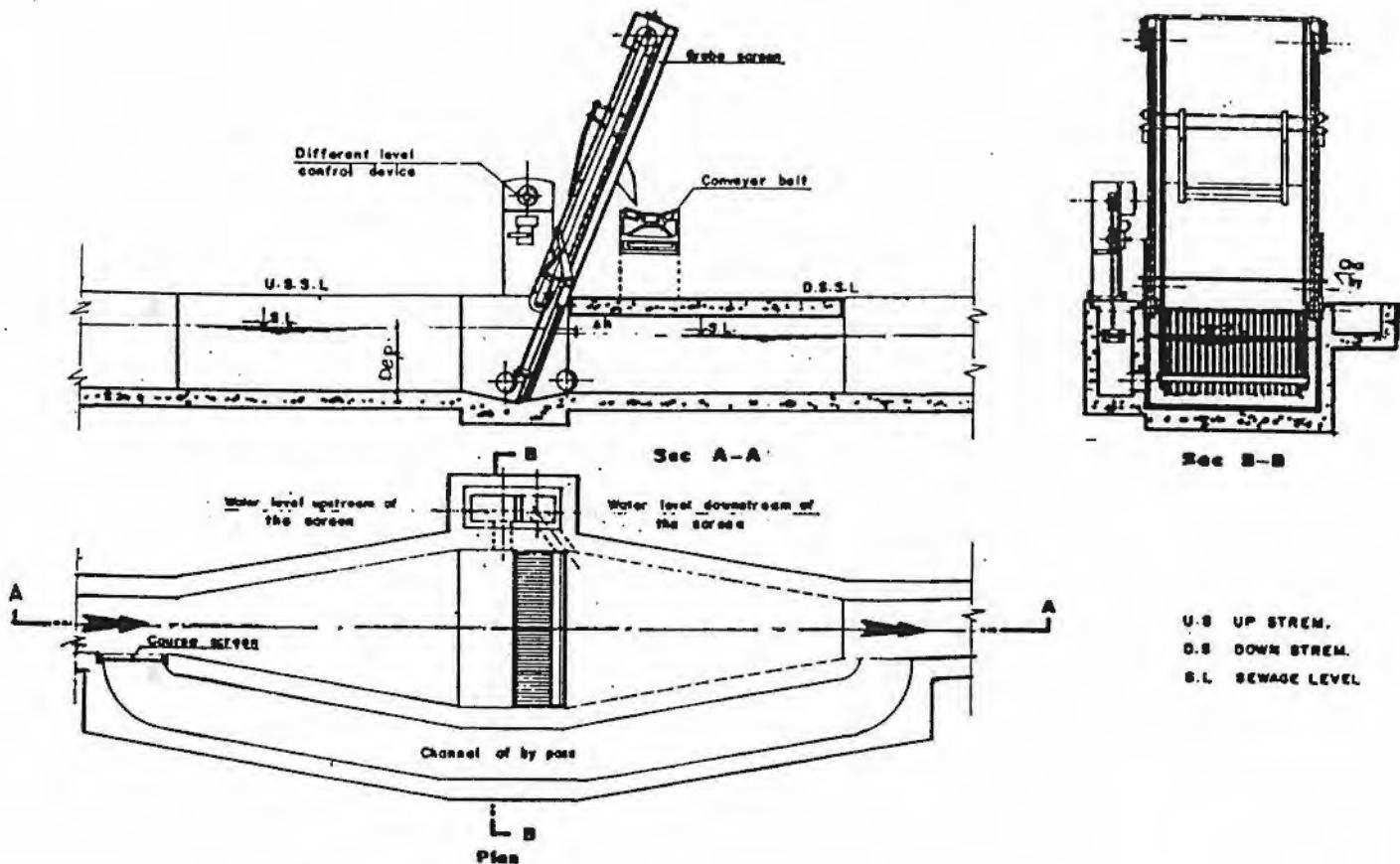
FLOW DIAGRAM IN ACTIVATED SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT.  
FOR OXIDATION DITCH



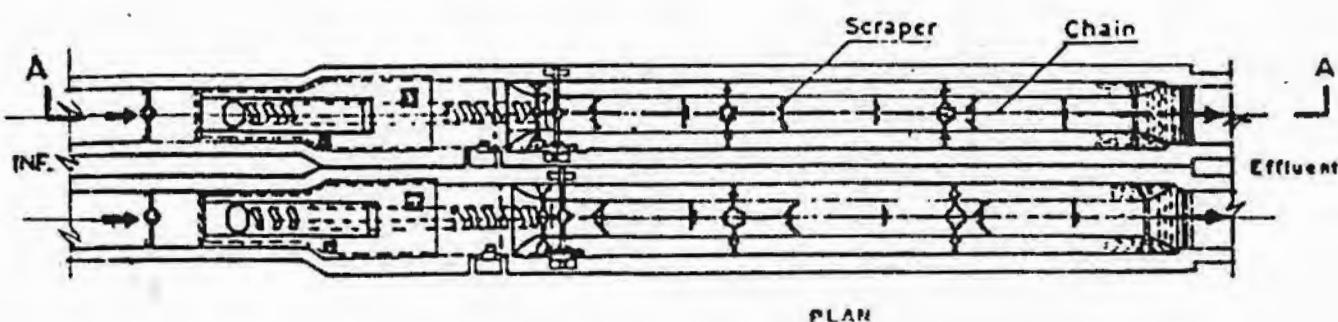
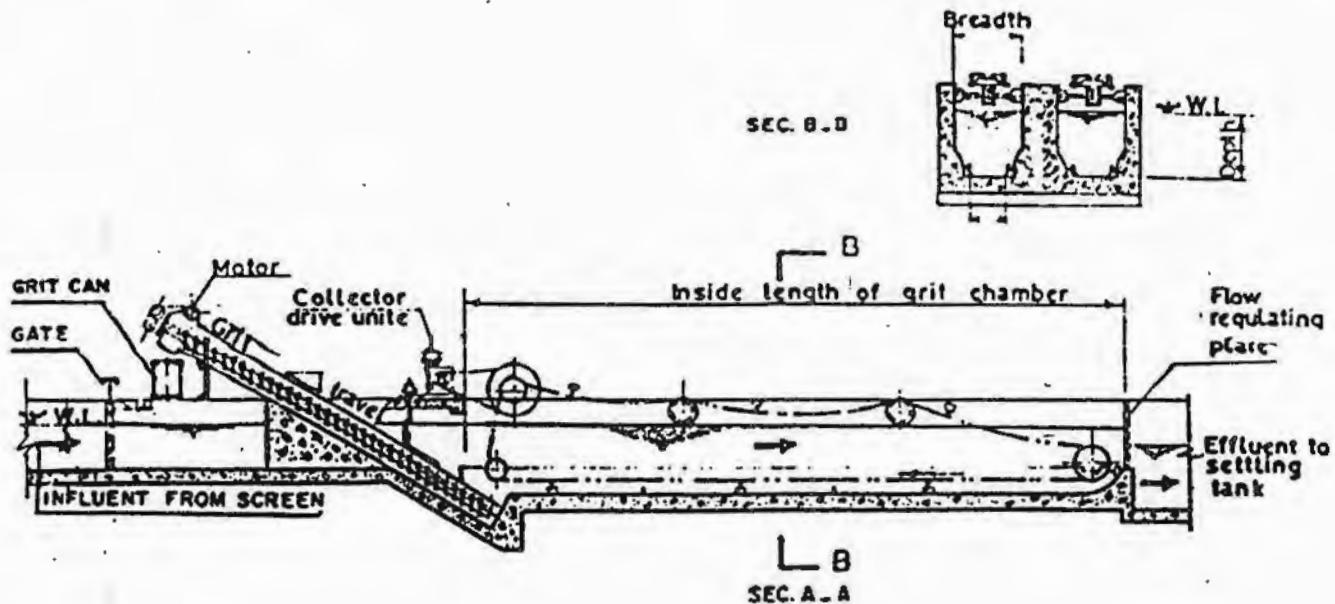
TYPICAL PROCESS FLOW SHEET  
FOR WASTE STABILISATION PONDS



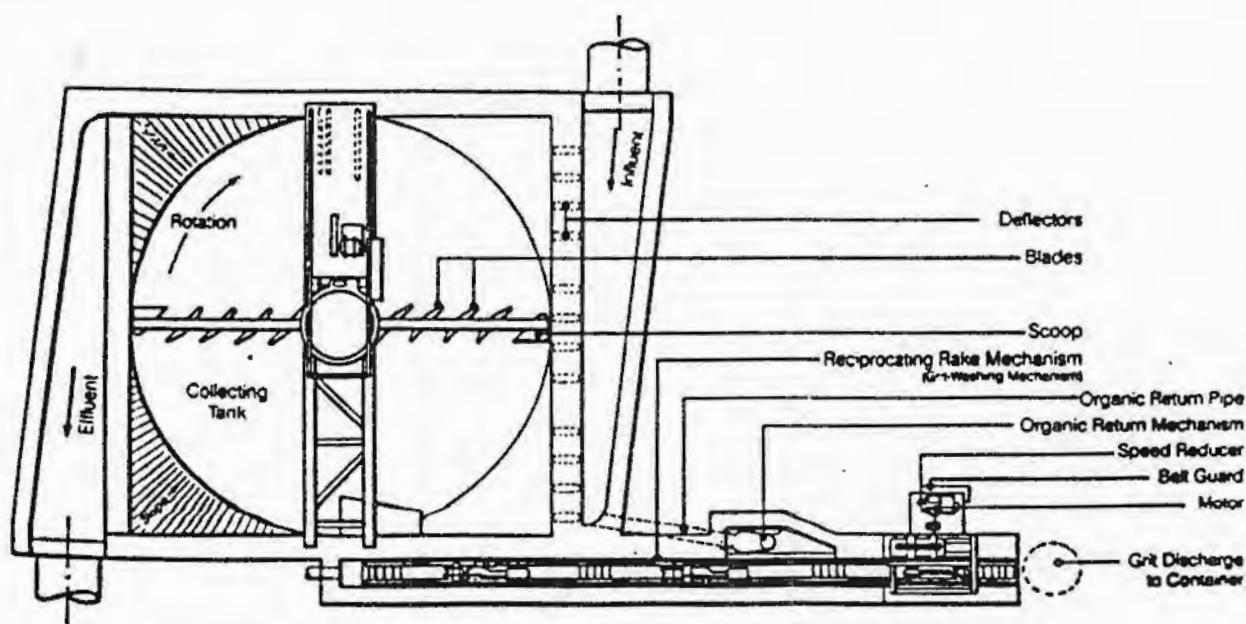
TYPICAL PROCESS FLOW DIAGRAM FOR AREATED LAGOONS



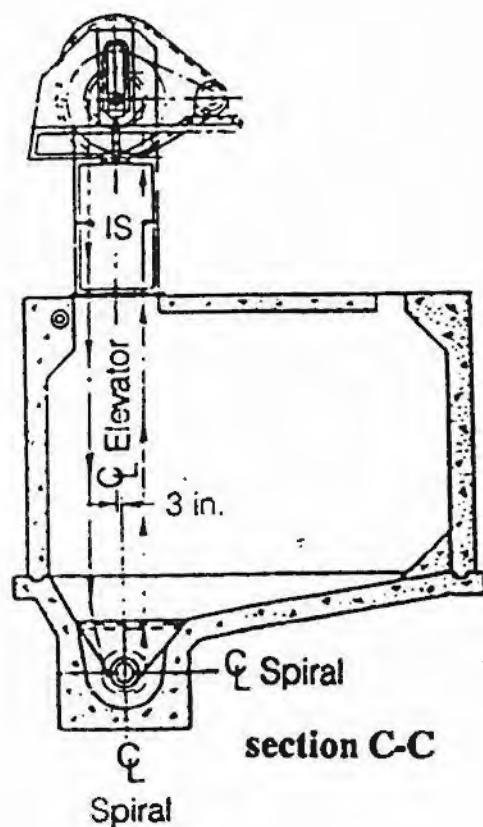
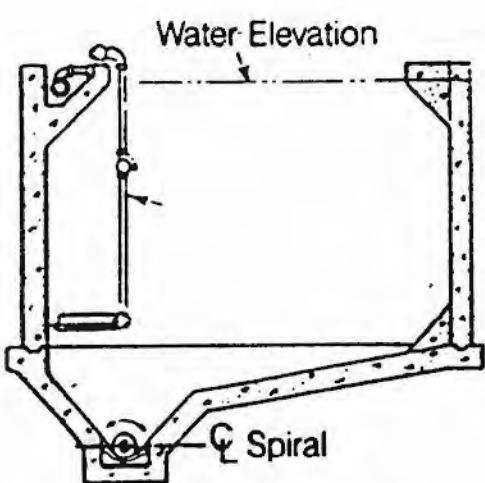
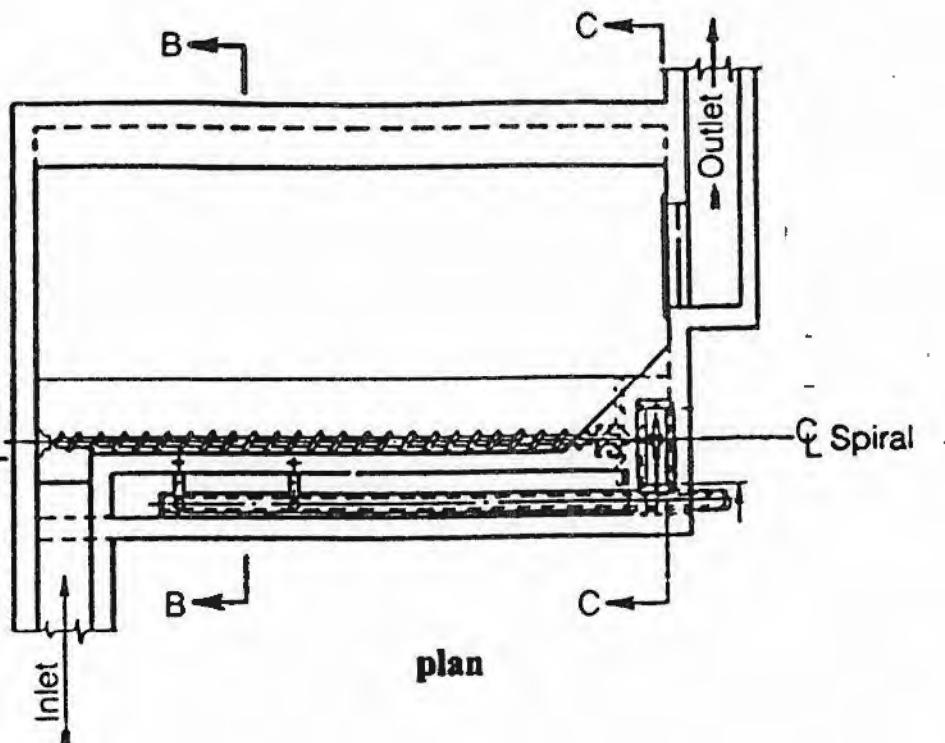
DORR TYPE "T" SCREEN DISINTEGRATOR.



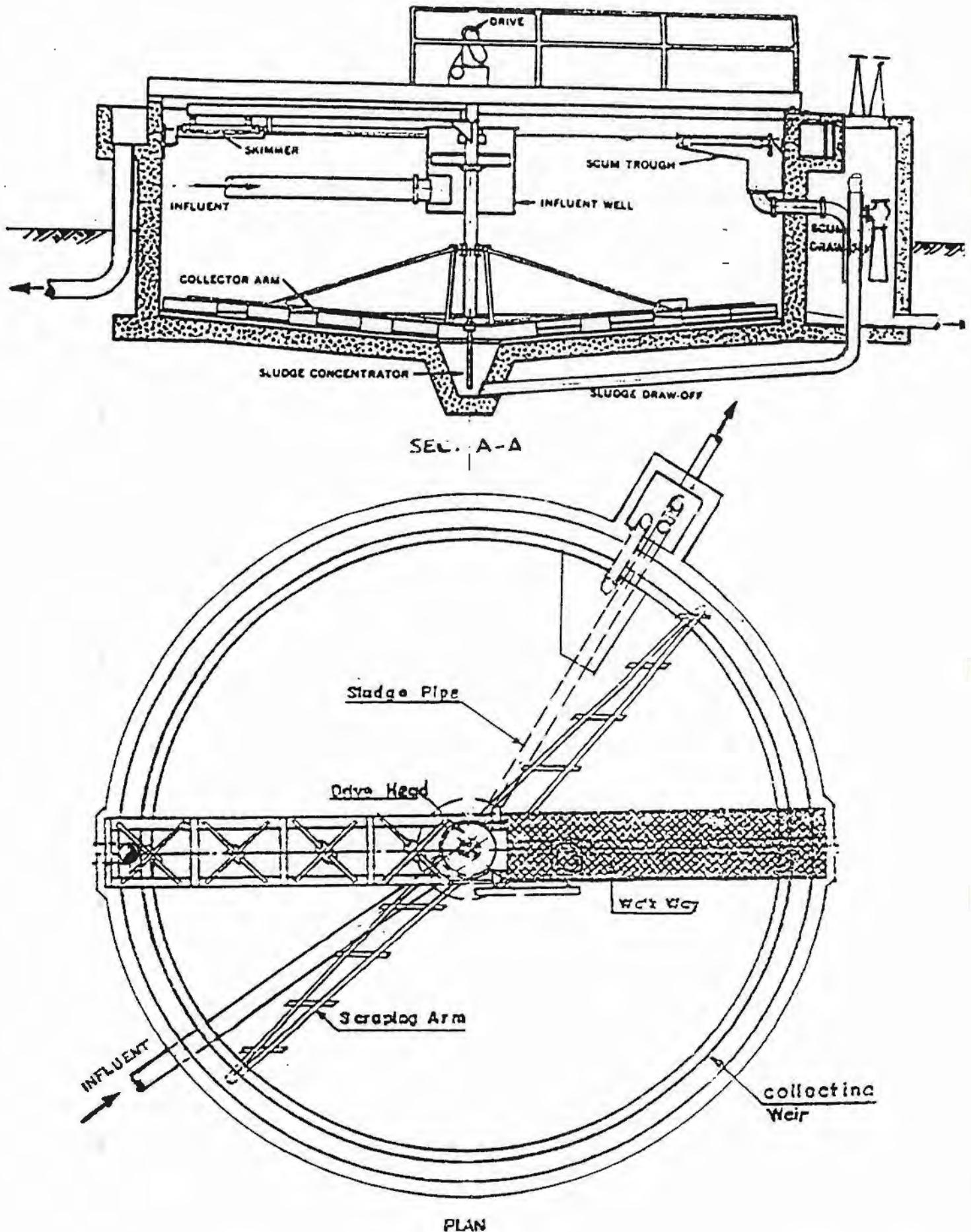
GRIT CHAMBER.



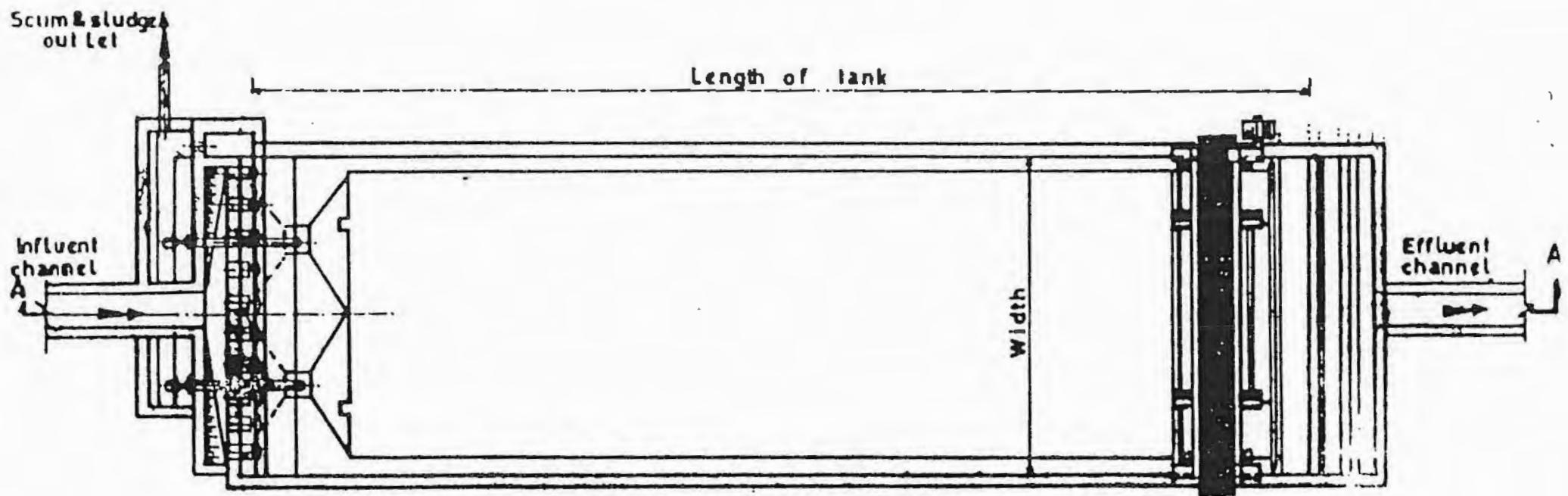
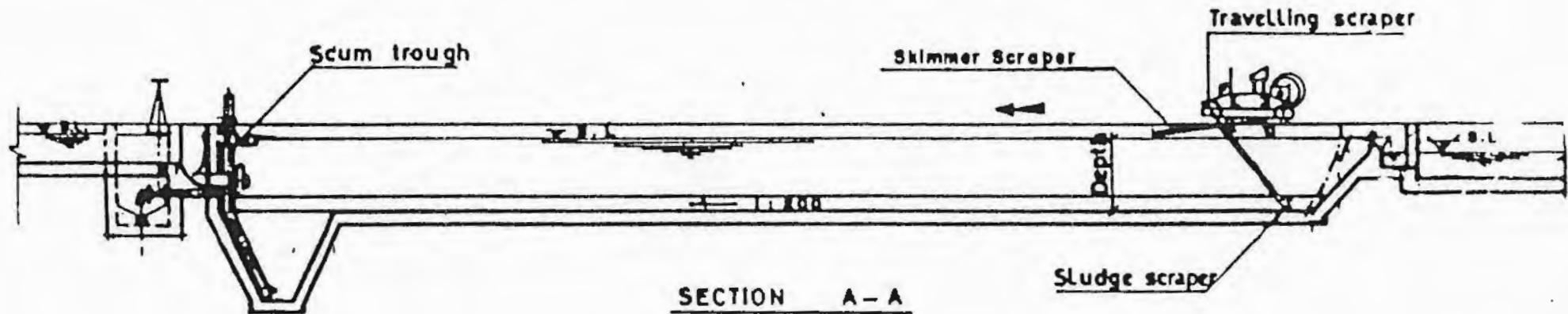
Plan view of detritus tank installation.



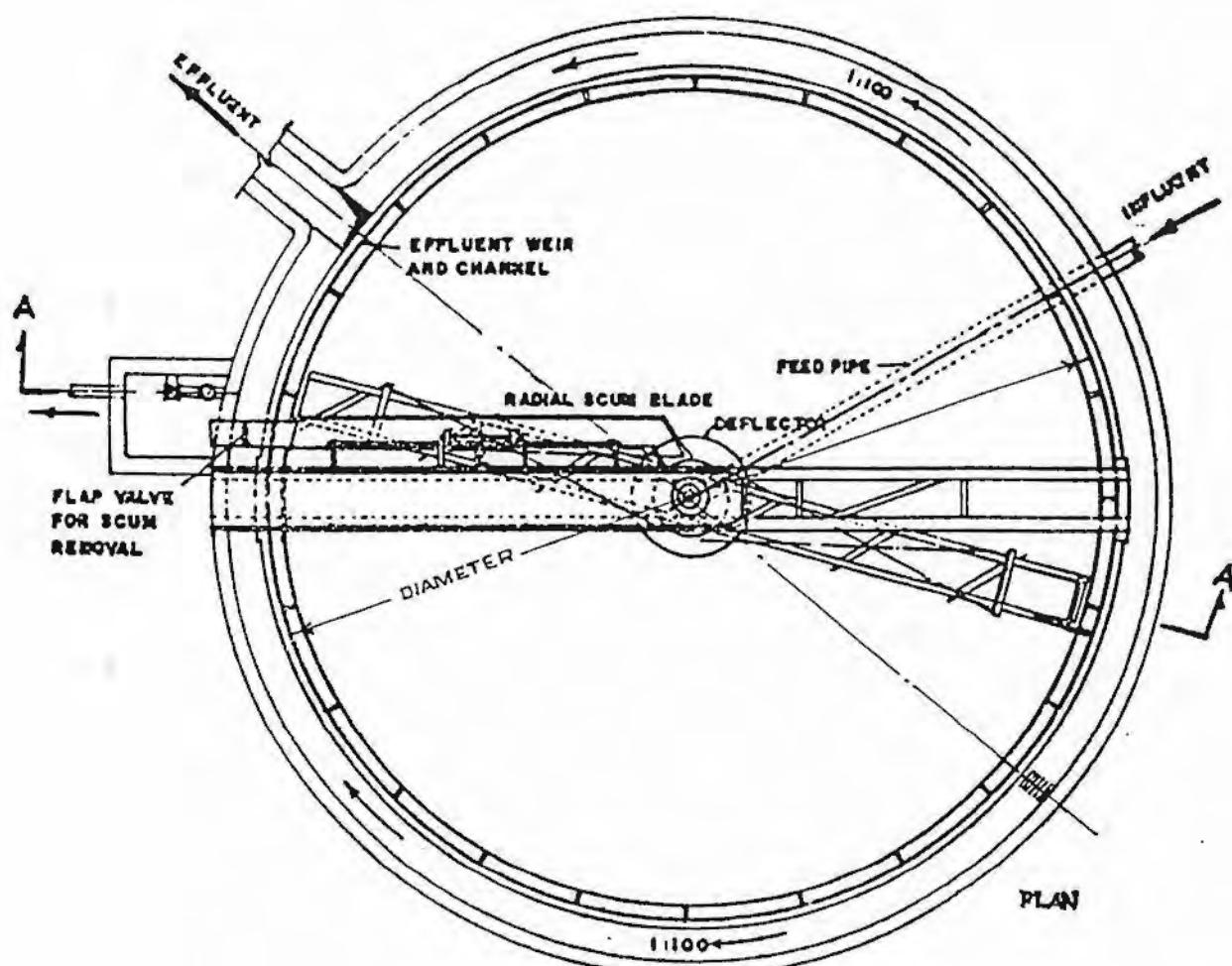
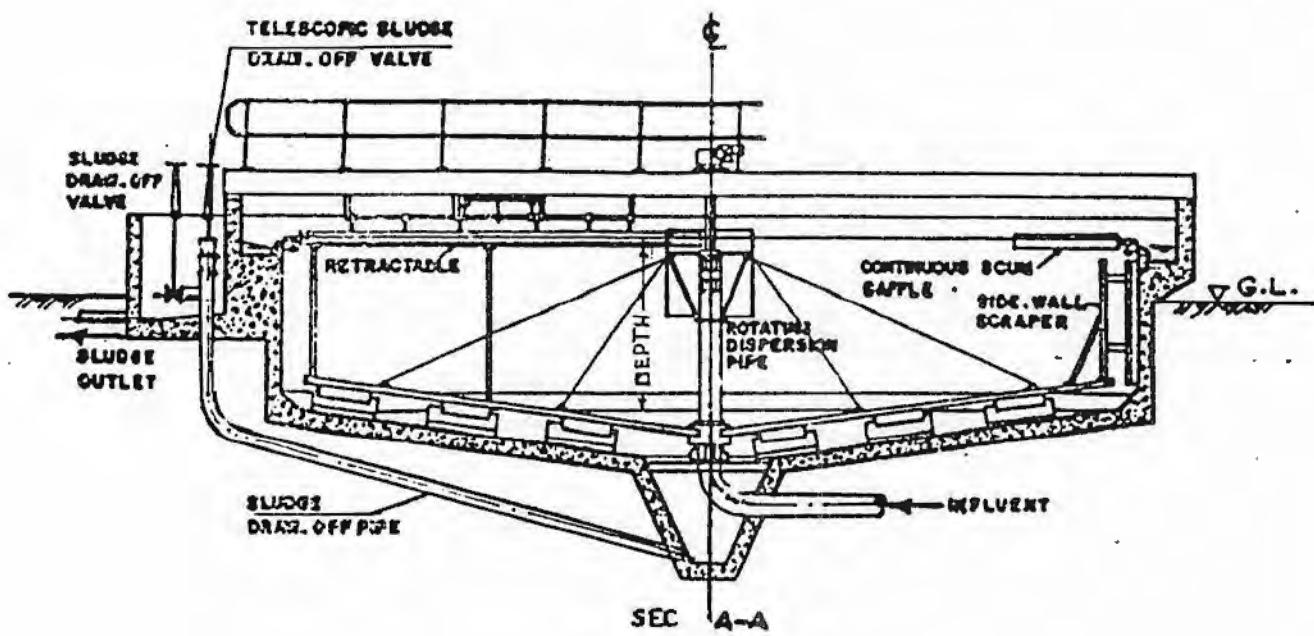
Typical layout of an aerated grit chamber



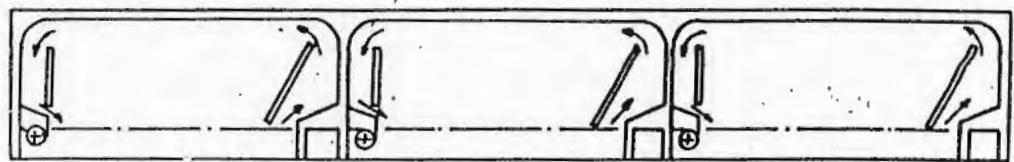
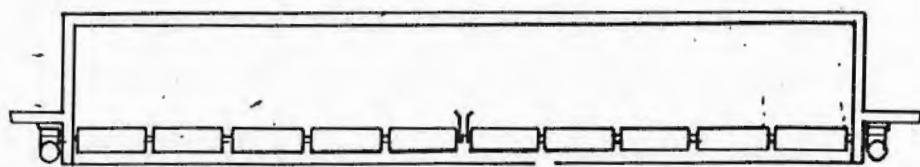
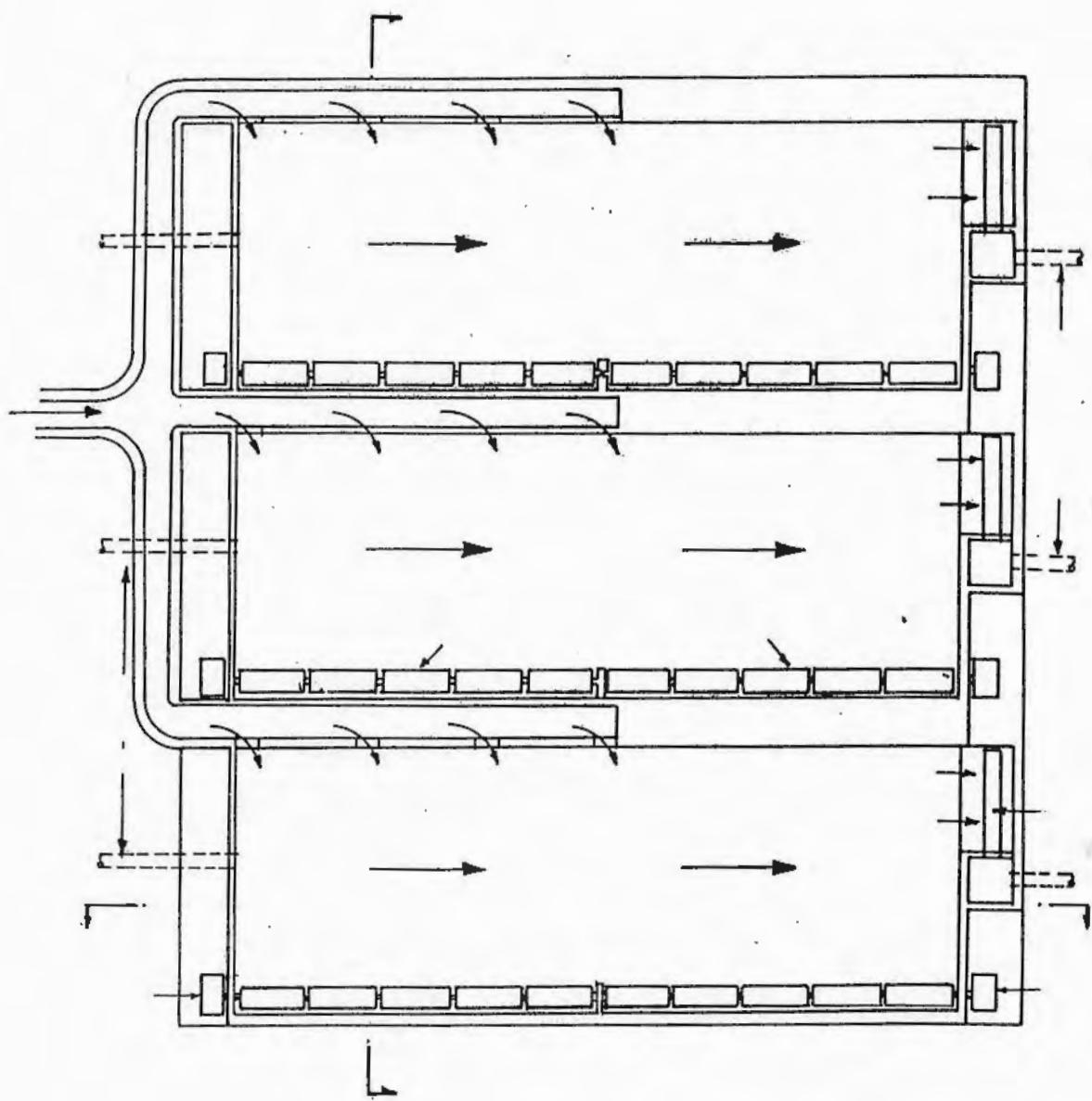
Typical circular primary sedimentation tank.

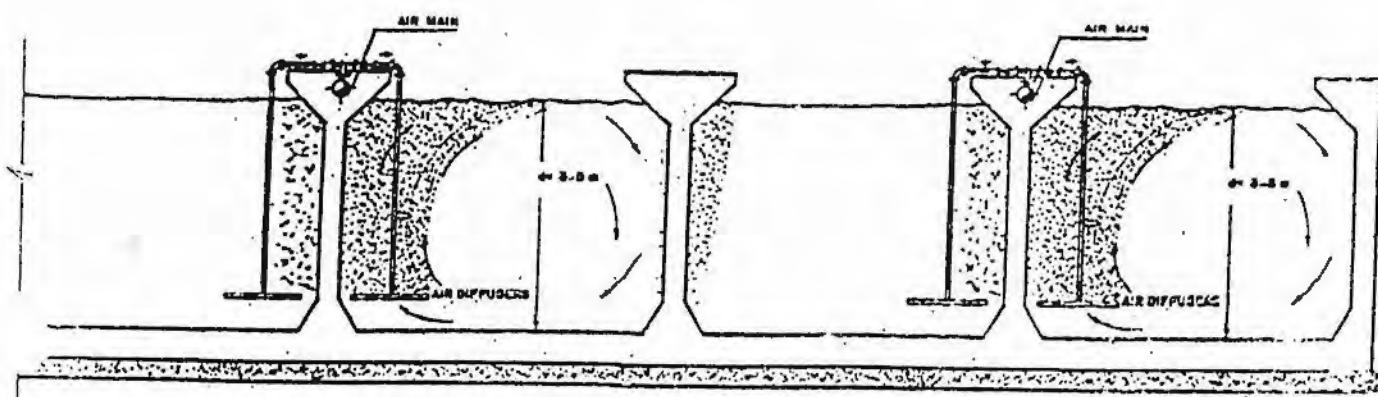
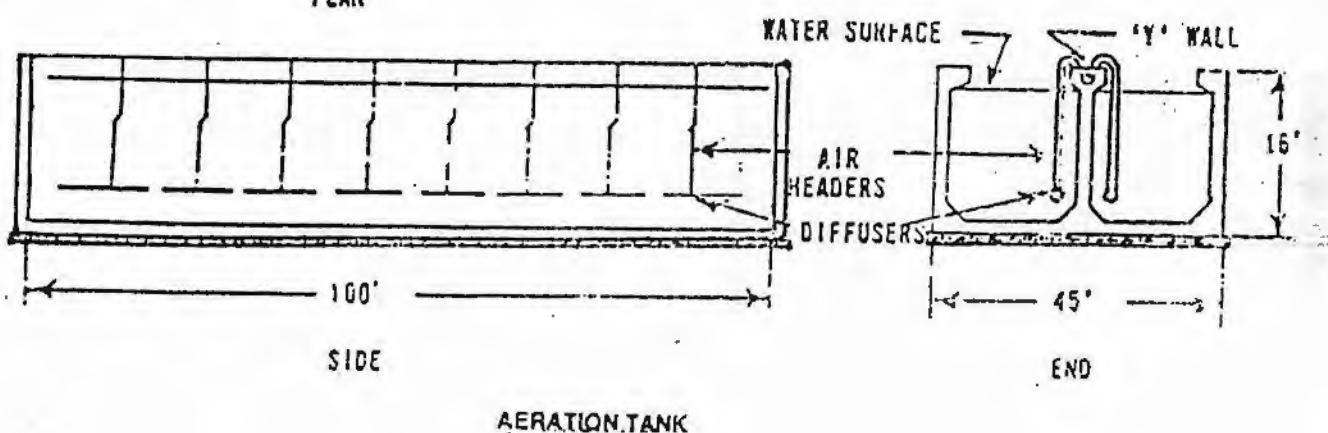
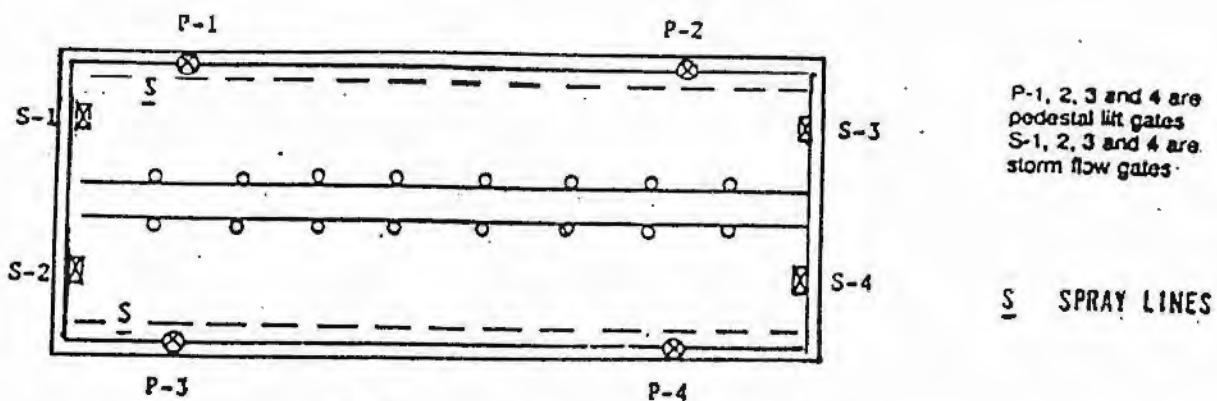


PRIMARY SEDIMENTATION TANK (HORIZONTAL FLOW WITH TRAVELING SCRAPER).

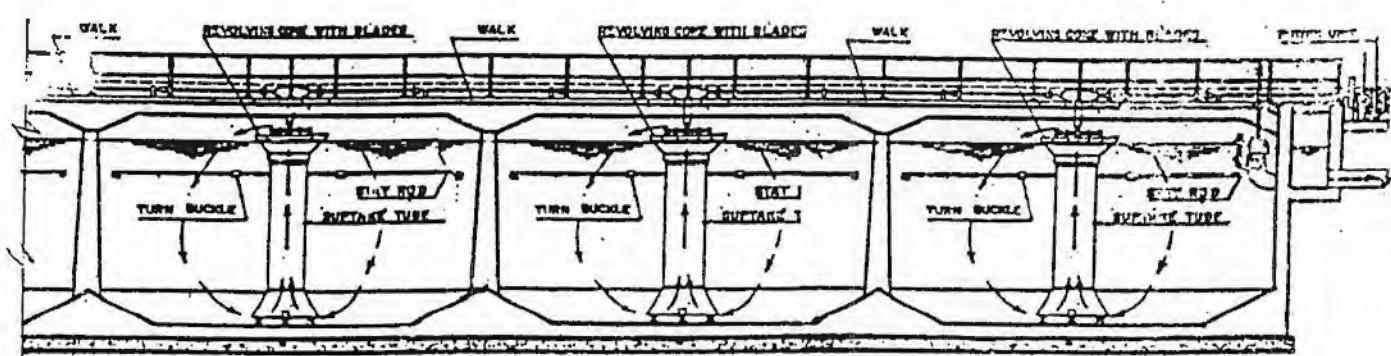


PRIMARY SEDIMENTATION TANK (CIRCULAR TANK)

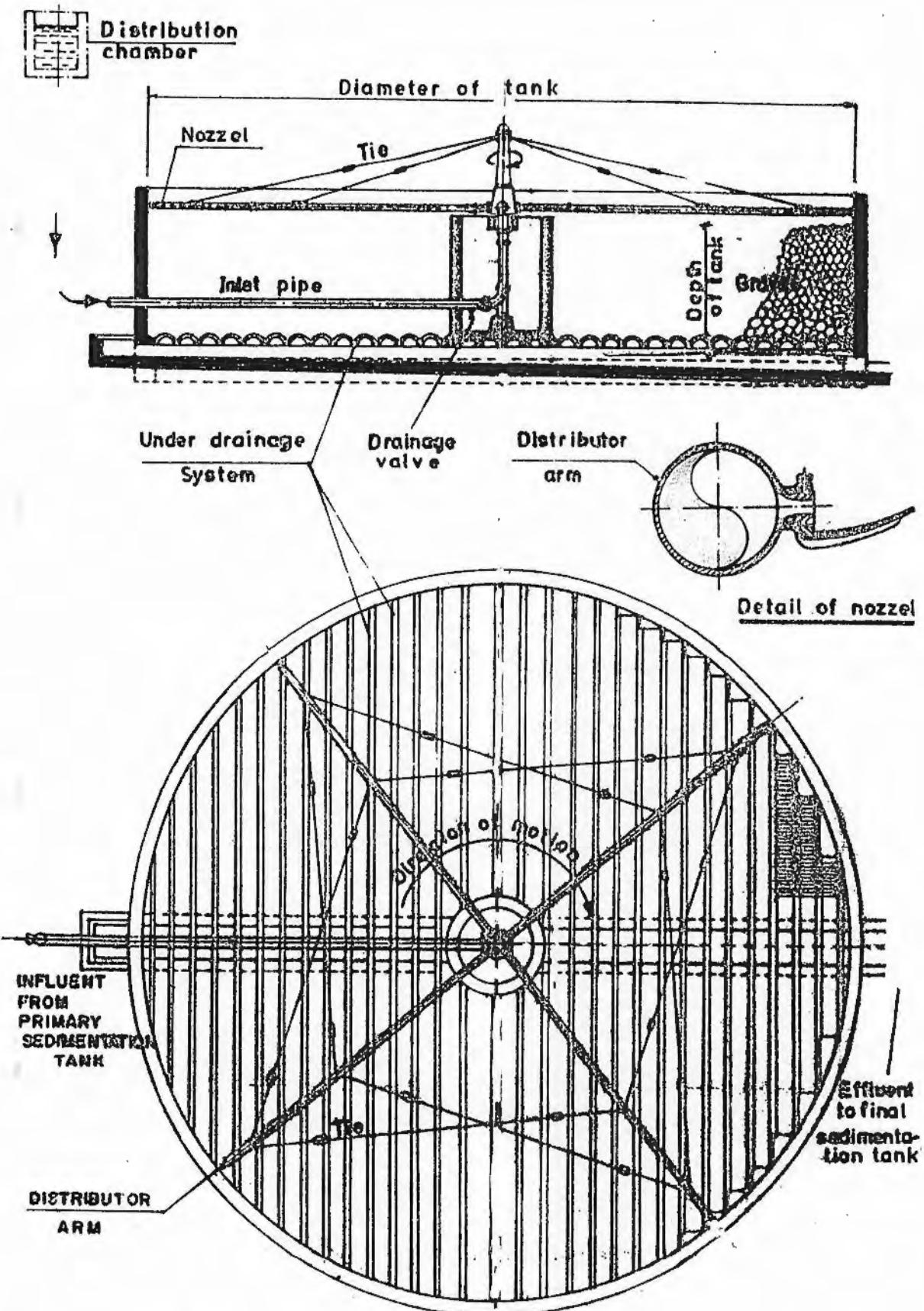




DIFFUSED AIR METHOD.

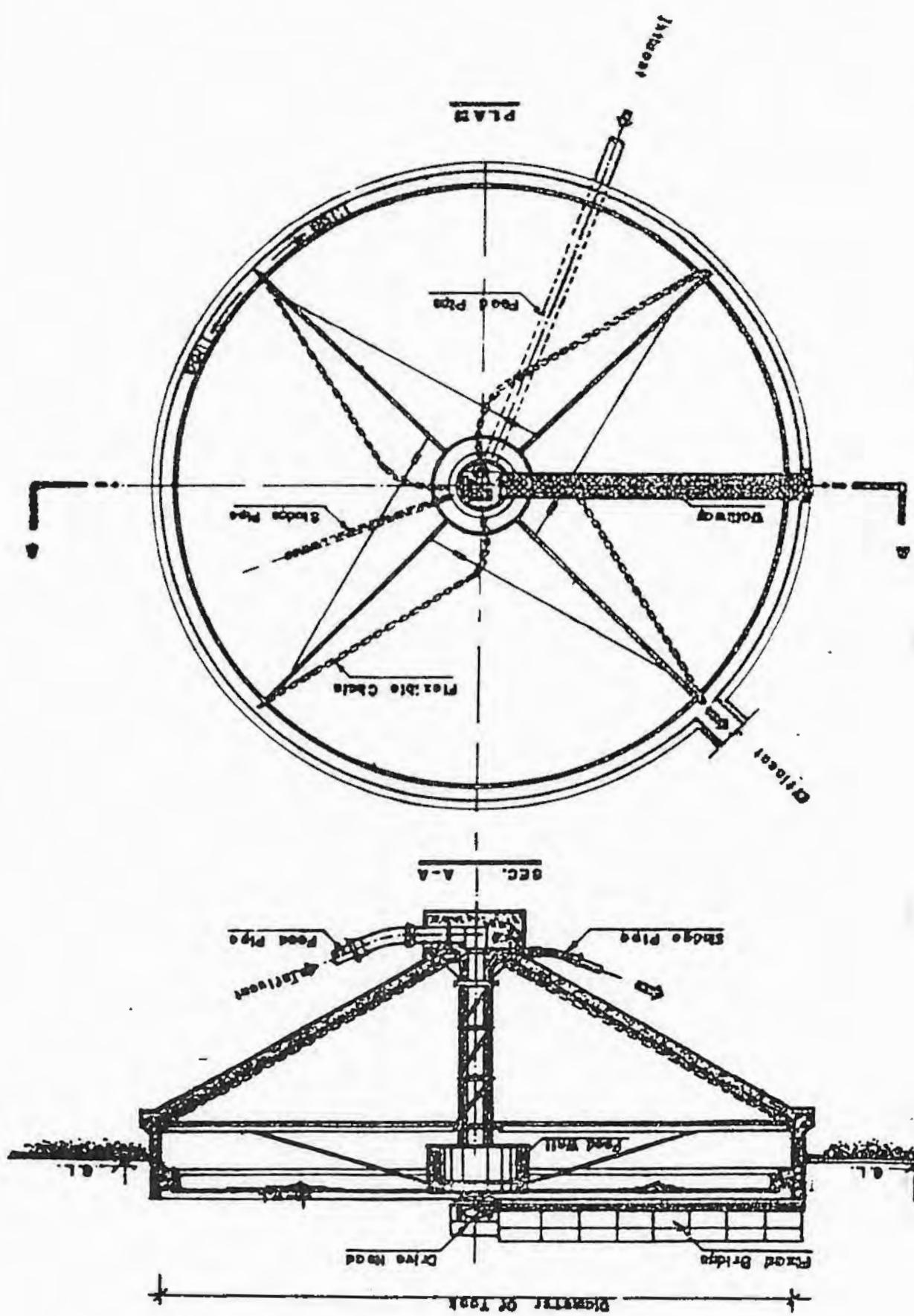


SIMPLEX METHOD.



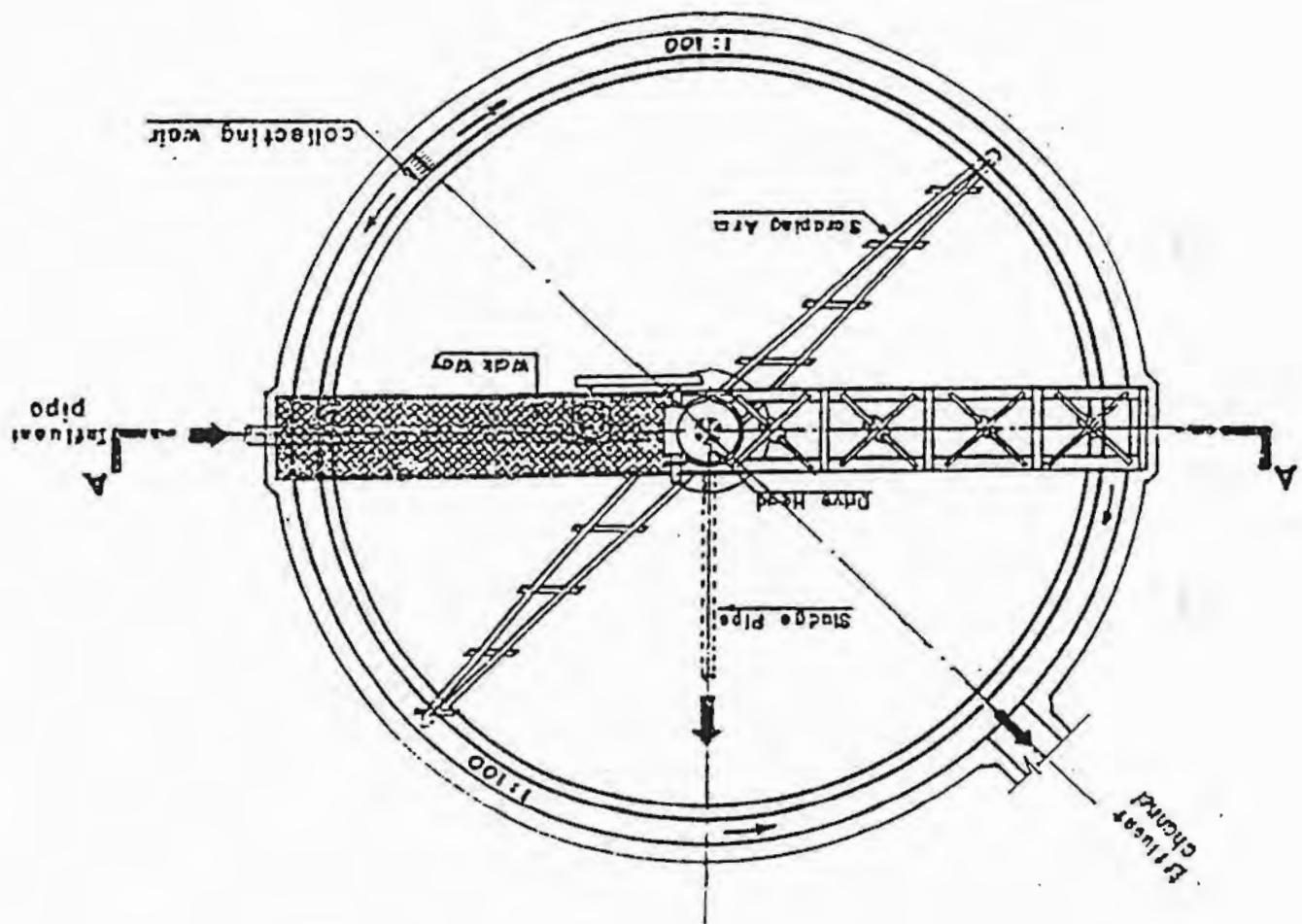
**DETAILS OF TRICKLING FILTER.**

FINAL CIRCULAR SEDIMENTATION TANK.

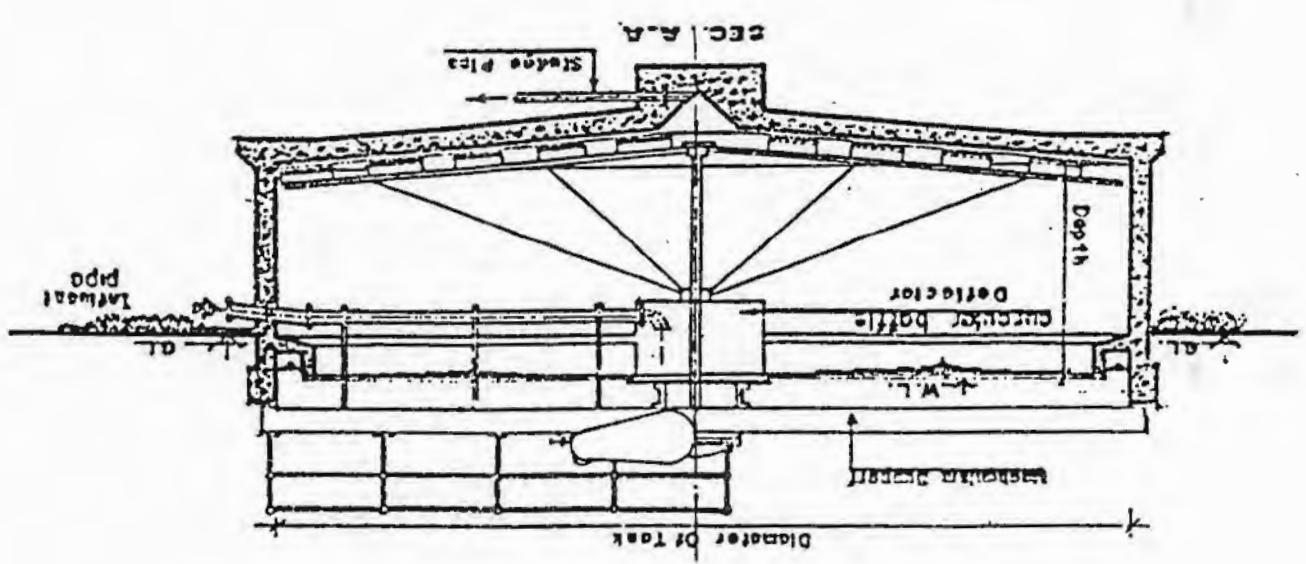


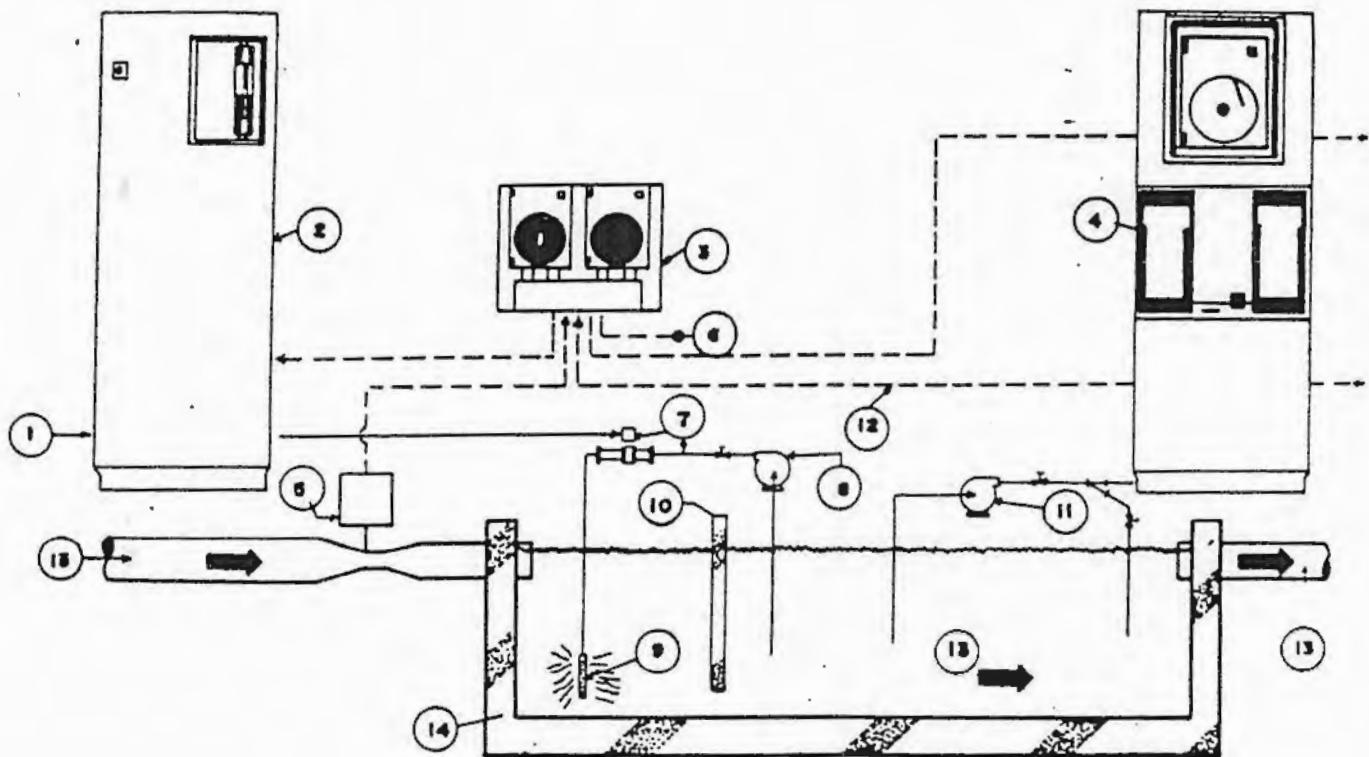
FINAL CIRCULAR SEDIMENTATION TANK.

PLAN



SEC. A-A





- |     |                               |      |                                |
|-----|-------------------------------|------|--------------------------------|
| (1) | CHLORINE GAS SUPPLY           | (8)  | BOOSTER PUMP FOR CHLORINE DOSE |
| (2) | CHLORINE FLOW CONTROL CABINET | (9)  | DIFFUSER                       |
| (3) | COMPOUND LOOP CONTROL PANEL   | (10) | FIRST BAFFLE                   |
| (4) | ANALYZER-RECORDER CABINET     | (11) | BOOSTER PUMP FOR ANALYZER      |
| (5) | FLOW METER                    | (12) | SIGNAL LINE                    |
| (6) | POWER SUPPLY                  | (13) | SEWAGE FLOW                    |
| (7) | EJECTOR                       | (14) | CHLORINE CHAMBER               |

TYPICAL COMPOUND LOOP CONTROL INSTALLATION FOR  
SEWAGE TREATMENT.

## الفصل الخامس عشر

### معالجة الحمأة والتخلص منها

#### مقدمة

اصدرت الحكومة المصرية القوانين الخاصة بعمليات الحمأة ( لائحة وزارية رقم ٢١٤ لعام ١٩٩٧ ) وهذه القوانين توفر التوجيهات الدقيقة الصارمة لعمليات معالجة الحمأة طبقاً لأسلوب التخلص منها وفي الواقع فإن عمليات معالجة الحمأة والتخلص منها المستخدمة في المحطات القائمة والمفترضة غير كافية لإعادة استخدامها في الزراعة.

ويطلب هذا وضع خطة لمعالجة والتخلص من المواد الصلبة كما هو مطلوب من قبل الحكومة المصرية تحت اللائحة الوزارية رقم ٢١٤ لعام ١٩٩٧ . ويشتمل هذا التقرير على ما يلى :

- إستعراض ملخص للائحة الوزارية رقم ٢١٤ لعام ١٩٩٧ .
- إستعراض المرادفات لطرق التخلص من الحمأة ويوصى بالطريقة المثلثى.
- إستعراض المرادفات عملية المعالجة المناسبة مع طريقة التخلص المقترنة ويوصى بطريقة المعالجة المثلثى.

#### اللائحة الوزارية رقم ٢١٤ لعام ١٩٩٧

تحتوي اللائحة على الطرق المناسبة لعمليات معالجة والتخلص من الحمأة / مستويات المعالجة المطلوبة لاستخدام هذه الطرق المناسبة للتخلص واجمالاً فان اللائحة توضح الآتي:

هناك نوعان من طرق التخلص من الحمأة:

أ - الحمأة الآمنة - الحمأة الممكن استخدامها بدون ان تسبب اي اذى على الصحة العامة او البيئة ويمكن استخدامها في التطبيقات الزراعية.

ب - الحمأة غير الآمنة - تحتوى على تركيزات من المعادن الثقيلة والبكتيريا البرازية والفيروسات والبويضات اكثراً من التركيزات المسموح بها - ويتم احراقها او ردمها في الأراضي المخصصة لذلك.

تطلب الحمأة الآمنة أحدى العمليات التالية :

أ - التخمير الهوائي المتبع بالتجفيف

ب - التخمير اللاهوائي المتبع بالتجفيف

ج - المعالجة الحرارية المتبعه بالتجفيف

#### د — اضافة الجير

#### هـ — التجفيف المتبع بالتسميد

تتطلب الحماة الغير آمنة التجفيف قبل التخلص منها.

#### التخلص من الحماة

تهتم طرق إعادة استخدام الحماة بصفة عامة على امكانية تركيزات العناصر السامة. وتنشأ المخاطر الناجمة عن العناصر السامة. من التراكم على المدى تأثر من التجميع على المدى البعيد في التربة من خلال تطبيقات الحماة المترکزة والتي قد تزيد من تأثير السموم على المحاصيل او الحيوانات او الانسان الذي يستخدم مثل هذه المحاصيل إذا زادت هذه التركيزات (عن المستويات الآمنة وقد تمضي عدة عقود او حتى قرون لتصل هذه التركيزات الى المستويات الحرجة وتقل هذه المخاطر بصفة عامة نقل من خلال الطبيعة المترکزة للتربة المصرية والتي تقلل من حيوية ونشاط المواد السامة الخطرة ويمكن التحكم في هذه المشكلة على المدى البعيد بواسطة المتابعة لنوعية الحماة والكميات المتجمعة والحفظ على تسجيل مناسب لهذه البيانات.

الاهتمام الأول لإعادة استخدام الحماة يجب ان يكون لنوعيته الصحية حيث ان انتشار الأوبئة في مصر يمثل خطراً مباشراً على صحة الإنسان في حالة عدم معالجة الحماة بطريقة فعالة. وتنمي مصر بمعالم طبيعية (كالشمس وندرة الامطار) والتي تساعد على انتاج الحماة الصحية بتكلفة فعالة جداً.

وتمثل المتطلبات الأساسية لعملية التخلص من الحماة في تقليل تركيز الكائنات الحية الدقيقة في الحماة الخام إلى مستويات آمنة يجب أيضاً توفير الحماية الكافية للتأكد من ان العاملين بمحطة معالجة الصرف الصحي في عمليات إنتاج الحماة ومن أن ترتيبات ضمان الجودة المطلوبة للتحكم في نوعية الحماة المنتجة معنوم بها.

ولقد حددت اللائحة الوزارية رقم ٢١٤ لعام ١٩٩٧ تركيزات المركبات العضوية وغير العضوية والكائنات الدقيقة والتي يجب ان تتواجد في الانواع المختلفة من الحماة كما يلى :

- الحماة الآمنة : يجب ألا تزيد تركيزات المعادن الثقيلة بالحema الآمنة عن الحدود الموضحة باللائحة الوزارية كما يجب الا تحتوى الحماة الآمنة المعالجة بطريقة سلية البكتيريا المسئولة للأمراض ويجب أن تتحقق الحماة الآمنة عائداً اقتصادياً وتكون صالحة لعادة الاستخدام ( بدون أي تأثيرات سلبية على الصحة والبيئة )

- الحماة غير الآمنة : وهي التي تشتمل على العناصر السامة و / أو البكتيريا المسئولة للأمراض وهي تتطلب تكافؤاً عالية التخلص منها بصورة سلية وحالياً فإن اراضى الردم الازمة للتخلص من هذه الحماة غير متوافرة.

#### مرادفات معالجة الحماة

تعتمد تطبيقات ادارة الحماة التقليدية على :

- عمليات المعالجة التي تقلل بصورة ملحوظة تركيزات البكتيريا المسئولة للأمراض والطفيليات
- القيد على استعمال الحماة

هذا المدخل الثاني أساس لحماية مستهلك المحاصيل ولتوفير الأمان للمزارعين في حالة اتباعهم التوجيهات المطلوبة وإذا كان ليس من الناحية العملية ان يتتجنب المزارعون تطبيقات معينة مثل المناولة اليدوية للحمأة وأن يتطلب الأمر أفضل أكثر في هذه الحالة معالجة أكثر حيث تكون ضرورية لحماية المزارعين من الاصابة للأمراض.

بصفة عامة فإن معظم الكائنات الدقيقة المسحوية يسهل القضاء عليها نسبياً من خلال الحرارة أو رفع PH أو تكون كطعام لميكروبات أخرى أو طرق تركيبة من هذه الطرق. وعلى أية حال بعض البكتيريا المسئبة للأمراض تنتج بويضات والتي قد تقاوم هذه الظروف لفترات معقولة قد تتدل لعدة أشهر. وبالتالي فإن عمليات معالجة الحمأة يجب أن تصمم على التخلص من هذه الكائنات الدقيقة الأكثر مقاومة طبقاً للظروف المصرية.

يوجد عدد من الطرق التي يمكن الاعتماد عليها لتحقيق هذا الهدف لكنها تتطلب تكاليف كبيرة في الإنشاء والتشغيل. وعلى الوصول إلى هذا الهدف والتي يلزم لمعظمها تكاليف كبيرة في الإنشاء والتشغيل. في حالة توافر الأرض فإنه يمكن التوصل إلى حلول اقتصادية من الممكن تطبيقها في مصر وهذه الحلول ومن الممكن أن تقلل محتوى البكتيريا المسئبة للأمراض بصورة ملحوظة بالإضافة إلى تحسين النوعية الطبيعية للحمأة المنتجة وتشمل عمليات المعالجة التي

- الخلط والتسميد
- التجفيف الحراري
- التثبيت بإضافة الجير

#### التجفيف الاهوائي

التجفيف الشمسي أو الاهوائي للحمأة الخام أو الحمأة بعد المعالجة الثانوية في أحواض أو بحيرات يساعد على الوصول بها إلى تركيزات مواد صلبة مناسبة للنقل عن طريق العربات لمعالجة إضافية والمعالجة الإضافية يمكن أن تكون في موقع محطة معالجة الصرف الصحي نفسها أو في منطقة إقليمية تخدم عدد من محطات معالجة الصرف الصحي ويتطلب هذا أن يكون تركيز المواد الصلبة تقريباً ١٥% بالوزن وعادة ما يمكن الوصول إلى تركيزات المواد الصلبة أكبر من ٢٥% بعد تجفيفها في أحواض تجفيف لمدة شهور قليلة في الظروف المناخية بالمنطقة.

واثناء عملية التجفيف بحيث بعض التثبيت للحمأة عن طريق التخمير الاهوائي حيث يتم رفع درجة الحرارة داخل كتلة الحمأة درجة تقلل من تركيز المواد الصلبة الطيرية وتعتبر طرق إدارة اكواك التخزين وزيادة مدة التجفيف بسيطة ومنخفضة التكاليف وفعالة في تقليل المحتوى الميكروبي للحمأة. يكون تقليب ومزج الحمأة أثناء مدة التجفيف ضرورياً لزيادة كفاءة التجفيف والتعرض للأشعة فوق البنفسجية والا تكون قشرة على سطح الحمأة في أحواض أو بحيرات التجفيف والتي تمنع تجفيف الطبقات السفلية من الحمأة.

وبعد التجفيف بالموقع للحصول على حمأة قابلة للتشغيل والنقل يتطلب بعد ذلك استخدام أحدى عمليات المعالجة الإضافية التالية لانتاج "حمأة آمنة" ويجب ملاحظة انه لا تستطيع اي من الطرق المذكورة في انتاج "حمأة آمنة"

إذا كانت تركيزات المعادن الثقيلة في الحماة الخام تزيد عن المعايير المصرية. لذا فإنه يجب التحكم في تركيزات المعادن الثقيلة في التصرفات الداخلية إلى محطة معالجة الصرف الصحي من خلال تطبيق القوانين المصرية الحالية الخاصة بالمعالجة الأولية الصناعية.

### الخلط والتسميد

الخلط والتسميد يعتبر التسميد عملية تخمر هوائي محكم في أكواخ حيث إن الحرارة المتولدة أثناء التحلل الميكروبي تقلل من محتوى المواد الطيارة والبكتيريا المسيبة للأمراض في الحماة وهذا الطريقة يتطلب وجود عامل مساعد ( مثل فضلات زراعية ، فضلات منزلية صلبة ، سماد طبيعي..... الخ) يتم مزجه مع الحماة للتأكد من التهوية الكافية. وعادة فإن بعض الحماة المعالجة يعاد إدخاله في العملية ليخدم كعامل مساعد يجب التحكم في الحرارة من خلال تهوية للأكواخ الثابتة أو تقليلها بواسطة معدات خاصة كما يجب أيضاً التحكم في السماد تحت الظروف الجافة في مصر للتأكد من أن نقص الرطوبة لن يمنع النشاط الميكروبي.

يتم تسميد الحماة المجففة الخام المنتجة في الإسكندرية من خلال كلابات لانتاج منتج عالي الجودة باستخدام السماد البلدي الطبيعي كعامل مساعد.

يعتبر التسميد من الطرق الفعالة والملائمة للظروف المصرية ولكن يتطلب تكاليف عالية نسبياً لمعدات التقليب الخاصة لكنها على أي حال تنتج الحماة ذو جودة عالية ( محتوى قليل للبكتيريا المسيبة للأمراض يسهل تناولها) بتكليف أقل من الطرق الأخرى. ويمكن استخدام الحماة الآمنة المنتجة بواسطة التسميد في التطبيقات الزراعية أو المساحات الخضراء.

### المعالجة الحرارية (غير شمسية)

اصبح التجفيف للحema مرادفاً جذاباً بدرجة كبيرة في بلاد عديدة حيث يرفع محتوى المواد الصلبة بالحema إلى أكثر من ٩٦٪ والتي تكون عندها الحماة سهلة التفتت. يتطلب محطات التجفيف الحراري حماة مجففة ومصدر للطاقة يستخدم في التجفيف مثل أن يكون الغازات الحيوى الناتجة من التخمير الهوائي أو الوقود المترجر. ولذا فإن الطريقة تكون جذابة عندما يكون مصدر الحرارة متاحاً مثل الأماكن القريبة من محطات الطاقة ويطلب محطات التجفيف الحراري المساحة قليلة للمعالجة ولكنها يتطلب تعقدات في التشغيل والصيانة أكثر من عمليات معالجة الحماة المرادفة.

وهذا المرادف يعتبر مكلفاً تحت الظروف المصرية إذا ما قورن بالمرادفات الأخرى ولكنها يوفر أمان تشغيلي أفضل بكثرة قادرًا أن يسوق منتج عالي الجودة - مثل الرماد في طبيعته.

### الثبيت

الثبيت الجيري لمعالجة الحماة يتكون من إضافة الجير إلى الحماة المجففة حتى الأس الإيدروجيني ودرجة حرارة الحماة ومن ثم زيادة القدرة على التقليل من مسببات الأمراض وتمتاز بأنها بسيطة جداً تتكون من إضافة الجير الجاف إلى الحماة مع التأكد الخلط الجيد بين الحماة والجير المضاف.

وكلما كانت الحمأة مجففة كلما امكن الحصول على منتج أحسن حيث ان المياه الموجودة في الحمأة تتحدد في الجير وتمنع الجير من ان يخلط جيدا مع الحمأة وفي حالة عدم امتصاص المنتج جيدا تنتج الحمأة في صورة غير معالجة.

وهناك حول القاهرة اماكن عديدة جاهزة لتوريد المواد الجيرية وخاصة الاتربة الاسمنتية والتي تحتوى على اكسيد الكالسيوم وعندما يضاف الجير الى الحمأة المجففة تنتج الحرارة خلال اعادة هدرجة اكسيد الكالسيوم والمصخوب بارتفاع قيمة الأس ايديروجيني التقاعلي تكون متوفرة والتي تحكم في اضافة الجير الى ان تصل درجة الحرارة الى ٥٥ درجة مئوية ويرتفع الأس ايديروجيني الى ١٢ ومن ثم التحقق من ان الحمأة قد تم تعقيمها استخدام الاتربة الاسمنتية يكون من مميزاته أيضا انه يضيف كميات اضافية من البوتاسيوم الذي يكون عادة قليل في مكونات الحمأة ومن ثم يتم انتاج أسمدة اكثر اتزانا.

وعيوب هذه الطريقة تكون في ارتفاع قيمة الأس ايديروجيني في الحمأة المنتجة والغالب لاينتظر باستخدام المواد الجيرية الى التربة المتكلسة ) كما ان الاتربة الاسمنتية تضيف بصورة ملحوظة بالعناصر غير مرغوبة للمنتج وهناك ايضا تأثيرات خلال عملية حيث ان الجير يعتبر مادة ذات كثافة عالية ويتم نقله الى محطة المعالجة او لا ثم ينقل بعد ذلك الى خارج المحطة خلال الحمأة المعالجة يثبت بالجير يكون بسيط في تشغيله ويعتمد على اضافة نسبة معينة من الجير بالوزن الى الحمأة ومتابعة درجة الحرارة ونسبة البكتيريا المسئولة للأمراض في الخليط. التي تستخدم المعالجة الكيميائية بالجير في الولايات المتحدة الامريكية تضيف ٢٥٪ جير الى الحمأة المجففة والتي تؤدي الى زيادة ملحوظة في وزن المنتج والذي يجب نقله خارج الموقع.

### **المعالجة المقترنة للحمأة**

يوصى بأن يتم معالجة الحمأة والناتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام التجفيف بالموقع في احواض او بحيرات متربعا بالخلط والمزج توافر الأرض اللازمة للتجفيف بالموقع يكون امر حرجا خاصة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي القائمة. كلما اتيحت كانت الأرض اللازمة لتجفيف الحمأة متاحة كلما كان عمق الحمأة في الاحواض اصغر وبذلك لمرحلة المعالجة التالية بشكل اكبر انتظاما يجب ايضا ان تتوافر مواقع التخزين للحمأة المجففة.

محطات معالجة مياه الصرف الصحي القائمة والتي لا تشمل خدمات تجفيف الحمأة لا يمكنها استيعاب احواض او بحيرات التجفيف على مواقعهم الحالية وعمليات التجفيف في مواقعها الحالية اما عمليات تجفيف الحمأة التي تحتاج الى مساحة صغيرة من الاراضي هي المجففات الميكانيكية مثل اجهزة الطرد المركزيه.

الخلط والمزج يعتبر عملية فعالة ومناسبة للظروف المصرية وسهلة التنفيذ مع تكافل تشغيل أقل بالمقارنة مع عمليات الحمأة الأخرى وهي تنتج منتج ذو جودة عالية والذي يتطابق مع اهداف الحكومة المصرية في تطبيقات اعادة الاستخدام

وأهم عامل لتحقيق التشغيل الناجح في نظام الخلط والمزج هو توافر مساحة الأرض الكافية لخلق وقليل الأكواخ ومساحة التخزين المتاحة للمنتج الذي ينتظر اعادة الاستخدام. إن تشغيل عمليات الخلط والمزج من الممكن ان ينتج كمية ملحوظة من الاتربة تحت ظروف مناخية معينة.

توافر الأرض والموقع سوف يفرض إما استخدام نظام الخلط والمزج في موقع محطات معالجة الصرف الصحي المنفصلة أو إنشاء منطقة خدمات إقليمية والتي ستخدم العديد من محطات معالجة مياه الصرف الصحي إنشاء نظام المزج في كل محطة معالجة قد يكون الأقل تكلفة عن نقل الحمأة مرتين حتى يتم توصيلها إلى منطقة إعادة الاستخدام تطوير المحطات القائمة قد يتطلب إنشاء وحدات معالجة الحمأة خارج موقع محطة المعالجة.

#### مرادفات التخلص من الحمأة

التخلص من الحمأة الناتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي المجففة بالعمليات المختلفة يجب أن يتم بطريقة تكون مقبولة من الناحية البيئية الاجتماعية وتكون أيضا ذات تكلفة فعالة المرادفات المتاحة للتخلص تكون محصورة في الآتي :

- الزراعة / المساحات الخضراء

- الردم

تمثل الزراعة عادة أكثر الطرق المربيحة والمحتملة للحمأة ولكن توجد مواضع ذات أهمية حول حماية البيئة وصحة الإنسان تطبيقات الأراضي لاستخدام الحمأة في الزراعة أو المساحات الخضراء تكون طريقة التخلص الوحيدة ذات المكاسب المحددة الناتجة من إعادة دورة النيترات والمواد العضوية التي تحتويها الحمأة إلى التربة وبالتالي بنظر إلى الحمأة على أنها المصدر الطبيعي الذي يمكن الحفاظ عليه وإعادة استخدامه بدلاً من التخلص منه على أنه فضلات فاسخداماته في الزراعة تعتبر أفضل اختيار بيئي عملي.

وهو يكون عادة المسار الأقل تكلفة ومن الممكن أن يوفر دخل من خلال بيع منتجات الحمأة المعالجة وعلى أية حال فإن الحمأة يجب أن تعالج لانتاج نوعية الحمأة الآمنة ويلزم التحكم في استخداماتها للتأكد من ان الملوثات والبكتيريا المسيبة للأمراض والتي توجد عادة في مياه الصرف الصحي لاتؤدي إلى مخاطر على البيئة وصحة الإنسان.

التخلص من الحمأة في أرض الردم هو الان المخرج السائد في اقطار عديدة ولكن عدم توافر موقع اراضي الردم في مناطق المخطط العام وكذلك ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مناطق عديدة يحد من استخدام هذا النوع من التخلص وفي الولايات المتحدة الأمريكية ودول اوروبا فإن انحدار نوعية المياه الجوفية من خلال اراضي الردم وكذلك انباع غاز الميثان ادى الى ان تقوم الهيئات الحكومية بوضع القيود على محتوى المياه للمواد المختلفة مثل حمأة محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي من الممكن ان تستخدم هذه الطريقة في التخلص.

أما الحمأة المحتوية على المعادن الثقيلة او المواد العضوية بصورة زائدة من التركيزات المحددة بواسطة القوانين الحكومية يجب أن يتم التخلص منها في اراضي ردم (مدافن صحيحة).

مصر بها قوانين تتطلب المعالجة الاولية لمياه الصرف الصحي الناتجة من مصادر معينة وذلك لتقليل تركيزات المعادن الثقيلة والمواد العضوية لأقل من الحدود الموضوعة قبل الصرف على أنظمة الصرف الصحي العامة وحيث ان التفتيش على هذه المصادر ضمن برامج المعالجة الاولية لمياه الصرف الصحي تكون فقط في مرحلة

الاعداد لذلك يجب اعداد خطة بديلة للتعامل مع الحماة المتغيرة " حماة غير آمنة " أما تركيزات العناصر السامة في التصرفات القادمة الى محطة المعالجة قد يؤدي الى حماة لا يمكن معالجتها وانتاجها بنوعية " حماة آمنة " وفي هذه الحالة يجب التخلص من الحماة في موقع الردم المدافن الصحية المخصصة لذلك. وهذه الواقع للردم قد تحتاج الى ان تكون واقعة خارج المناطق ذات منسوب المياة الجوفية المرتفع ويجب ان تخطط مع ان ذلك قد يتطلب مصاريف عالية. وكما يجب ان تقع مناطق الردم في الموقع التي نقل بها التأثيرات البيئية العكسية الى اقصى حد ممكن .

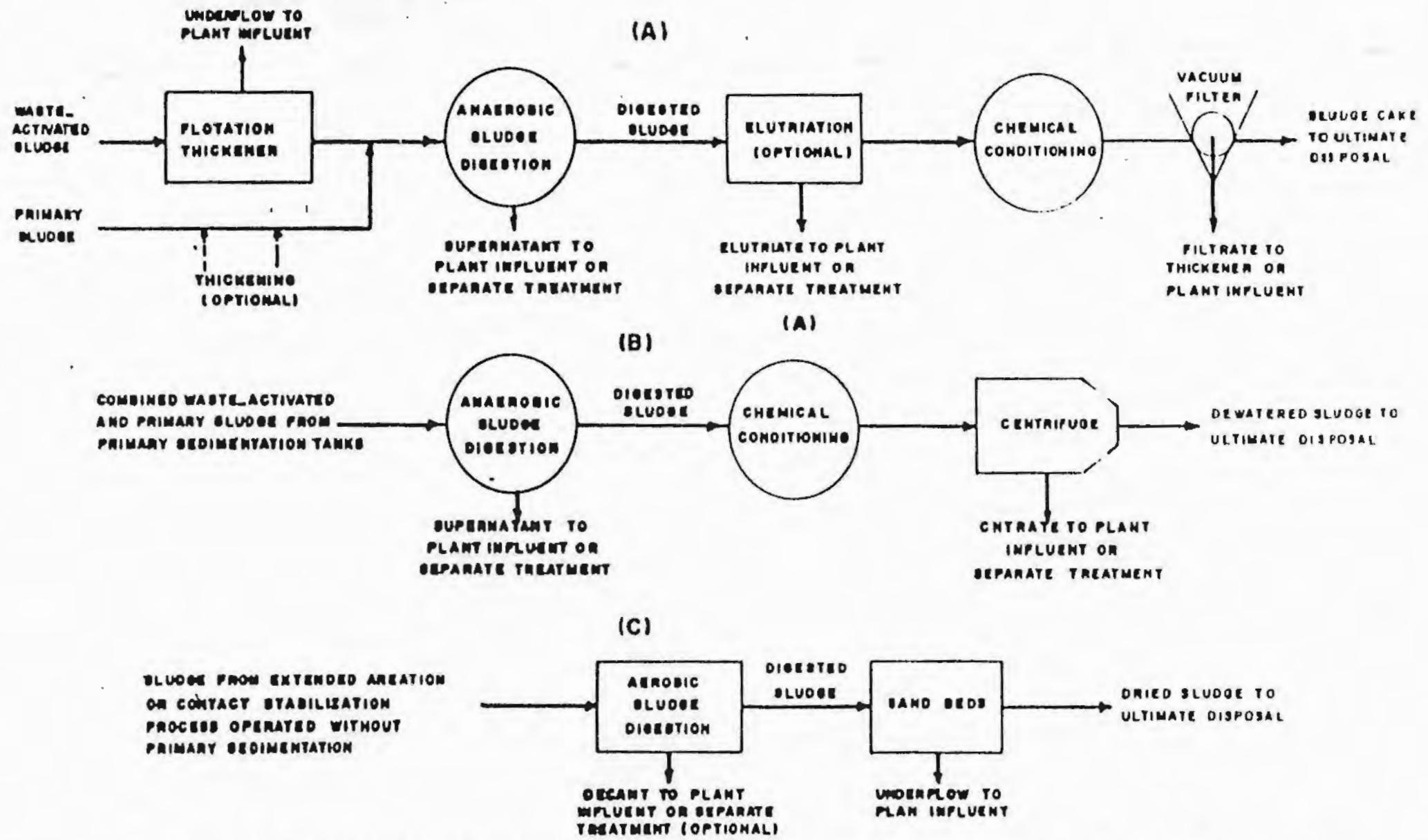
### السياسة المقترحة للتخلص من الحماة

الطريقة الوحيدة العملية للتخلص من الحماة المعالجة يكون اعادة استخدامها في الزراعة كسماد للتربة او التخلص بالردم في المدافن الصحية الهدف الأول من سياسة اعادة استخدام الحماة في هو التأكيد من ان الحماة الناتجة من محطات المعالجة الصرف الصحي تستخدم بطريقة تكون مربحة وتقلل المخاصل البيئية والصحية لهؤلاء الاشخاص والأراضي والملكيات التي قد تتأثر من خلال مثل هذا الاستخدام لذلك فإنه يوصى باستخدام هذه الطريقة حيث انها تهدر المكاسب المتوقعة من النظام الآخر.

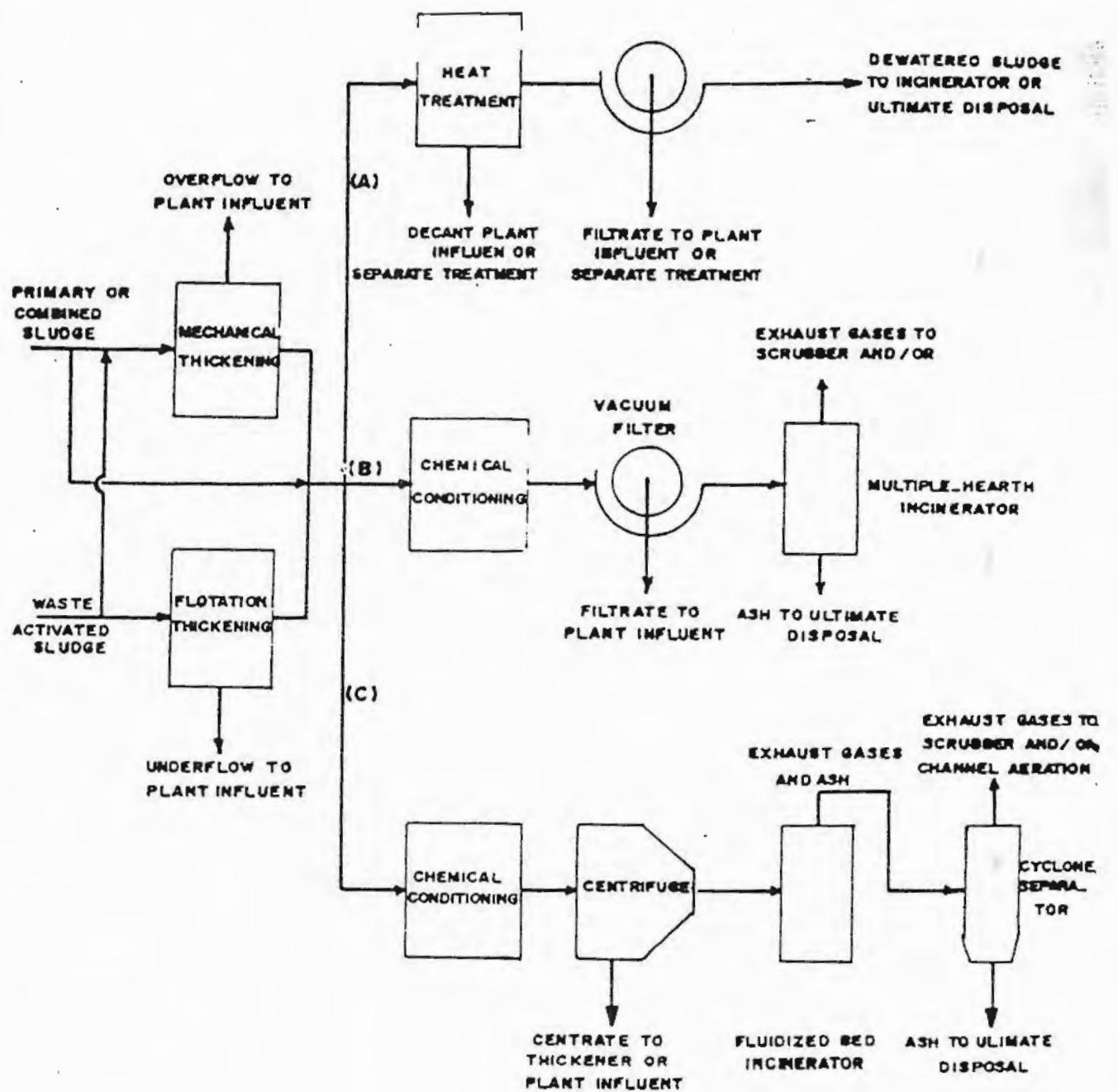
ويشمل اعداد برنامج للتطبيقات الزراعية تطبيقات اعادة الاستخدام الآمن للحماة، وبالنسبة لظروف المناخية فيجب دراسة امكانية تطبيقها على الأراضي على مدار العام كله ولايكون هناك حاجة الى تخزين موسمى للحماة. محطات المعالجة الجديدة المقترحة في بها تحت هذا المخطط العام سوف تستخدم طرق المعالجة وبرنامج التخلص المقترحة بهما باستخدام حواضن تجفيف الحماة والخلط والمزج.

اعادة تطوير محطات المعالجة القائمة سوف يعتمد على ظروف معينة لكل محطة مثل الأرض والتكاليف المتاحة والتي تكون خارج مجال هذا المخطط العام وفي حالة استخدام الخلط والمزج وتجفيف شمسى في المحطات القائمة فانه يتطلب الامر انشاء معالجة الصرف الصحي خارج الموقع للخدمات خارج الموقع.

دراسة معالجة الحماة والتخلص منها بصورة تفصيلية تحتاج الى ان تؤخذ بعين الاعتبار لكل من محطات معالجة مياة الصرف الصحي القائمة ويتطلب الامر وضع خطة تشغيل لكل محطة تتماشى مع انتاج الحماة الزائد الحالية والمترقبة ذلك من أجل وضع سياسة لتجفيف الحماة والتخلص منها.



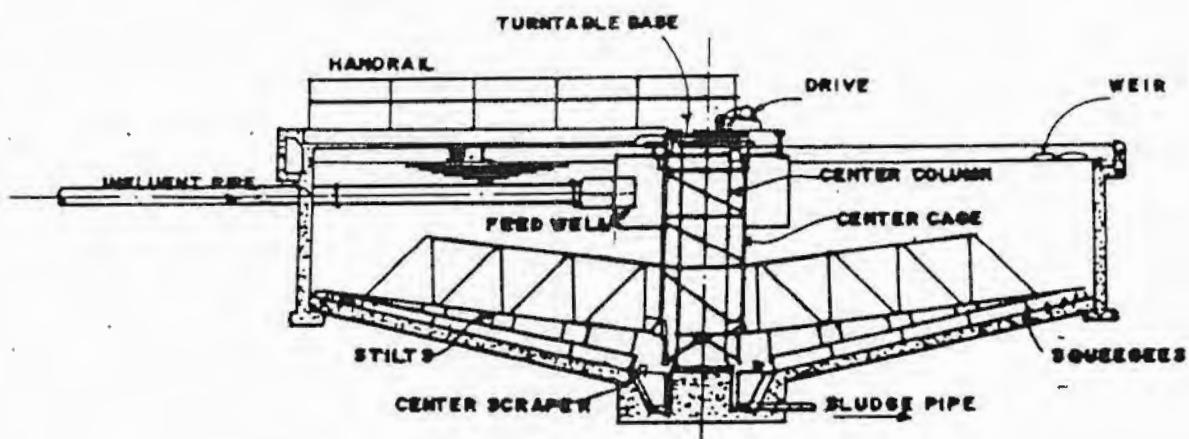
**TYPICAL SLUDGE TREATMENT FLOWDIAGRAM WITH BIOLOGICAL DIGESTION AND THREE DIFFERENT SLUDGE DEWATERING PROCESSES (A)VACUUM FILTRATION, (B)CENTRIFUGATION, AND (C)DRYING BEDS.**



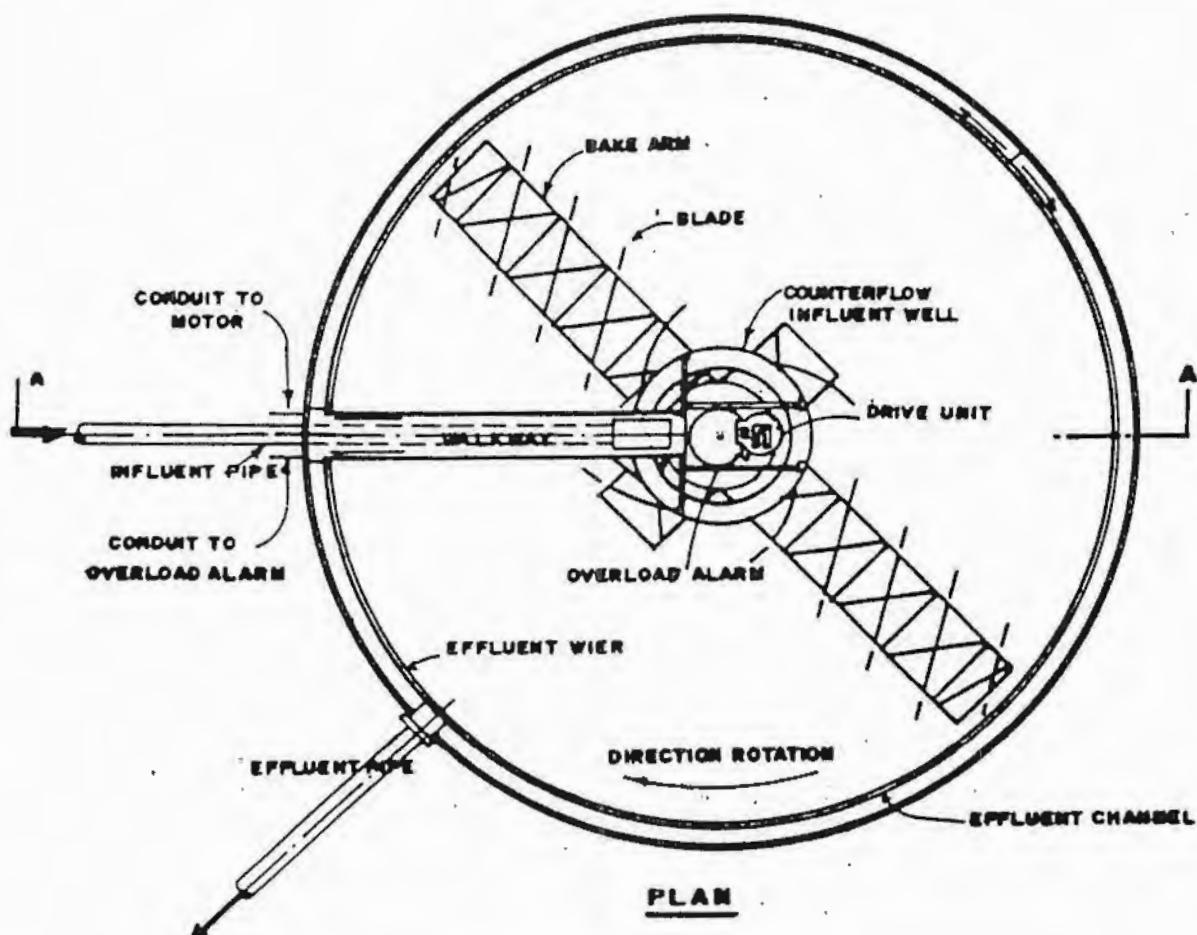
**TYPICAL NONBIOLOGICAL SLUDGE TREATMENT FLOWDIAGRAM**

**(A) HEAT TREATMENT WITH VACUUM- FILTER DEWATERING**

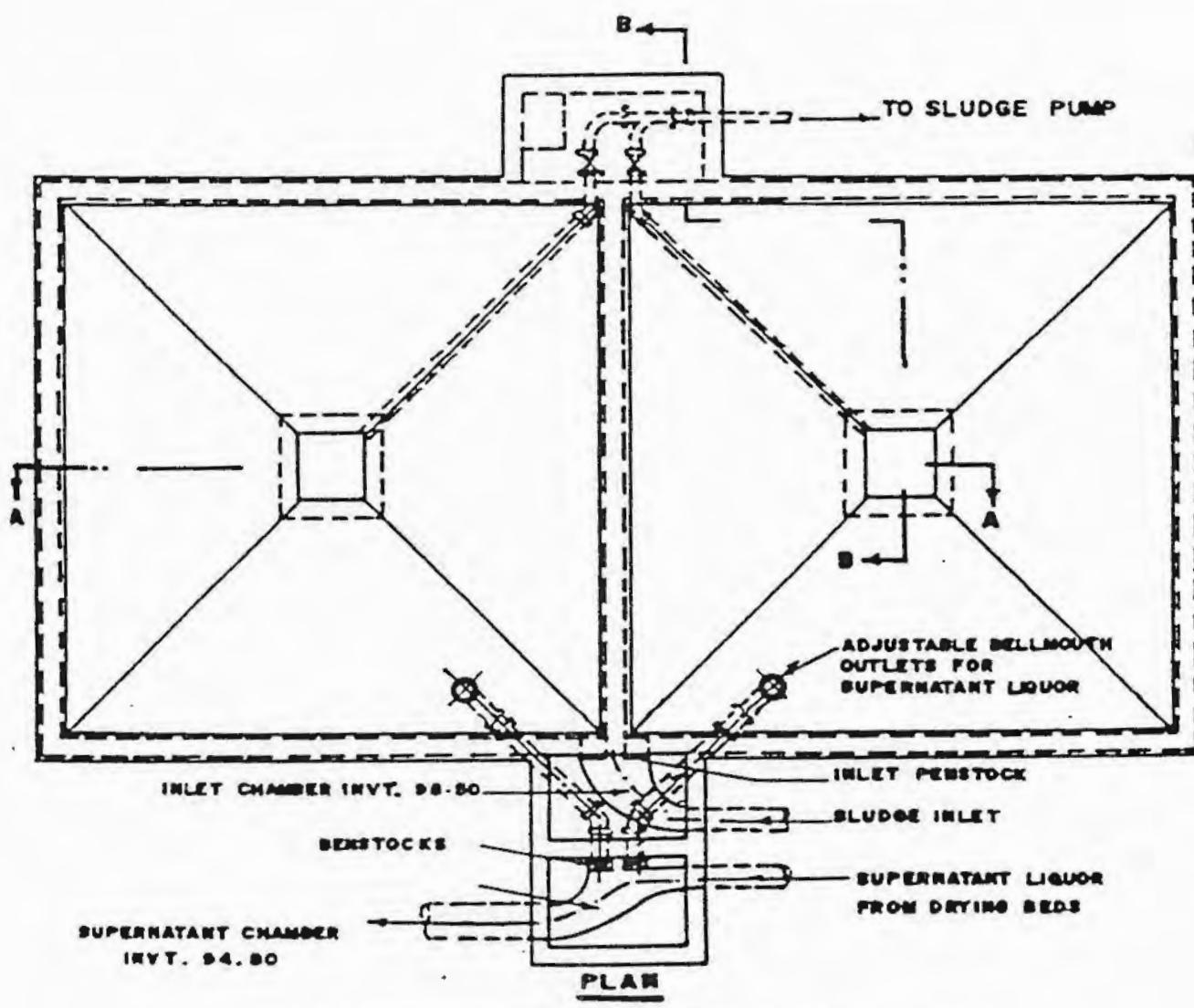
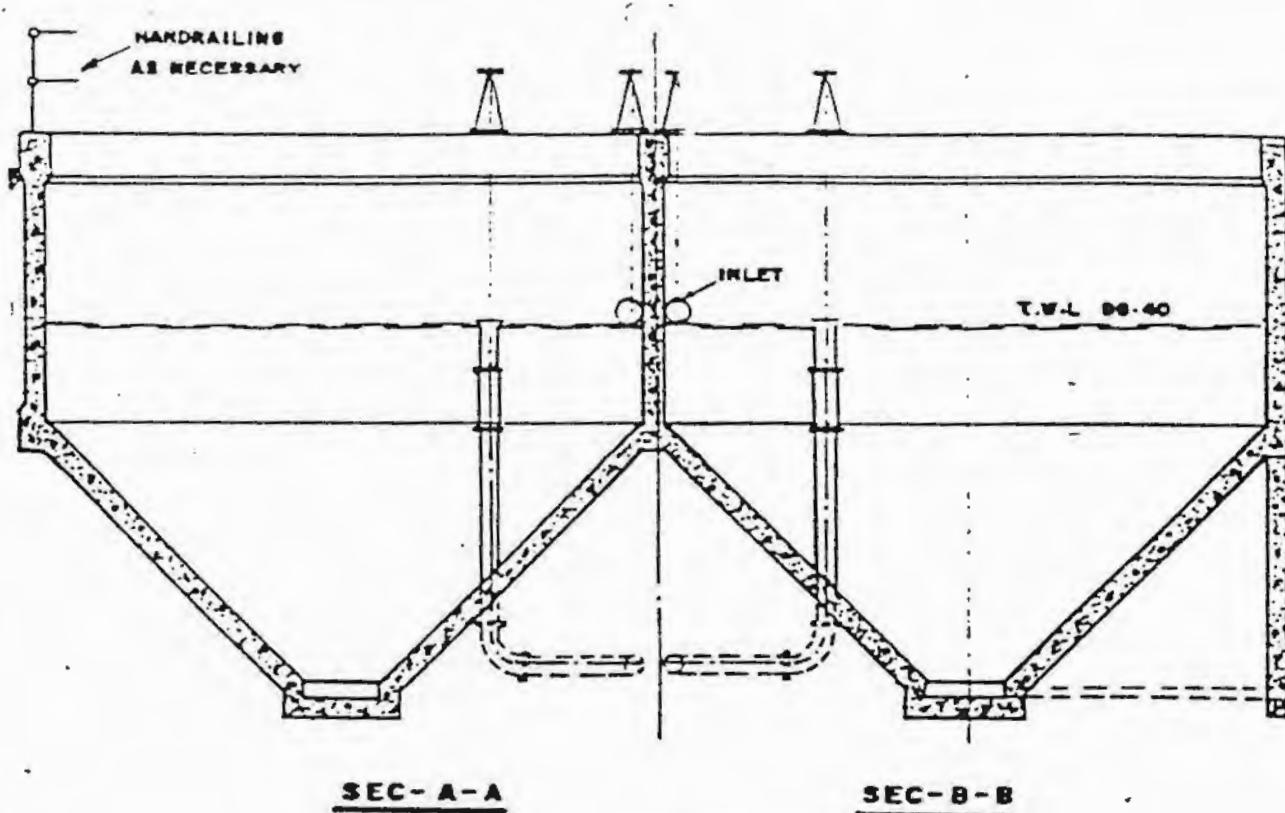
**(B) MULTIPLE HEARTH INCINERATION , AND (C) FLUIDIZED-BED INCINERATION.**



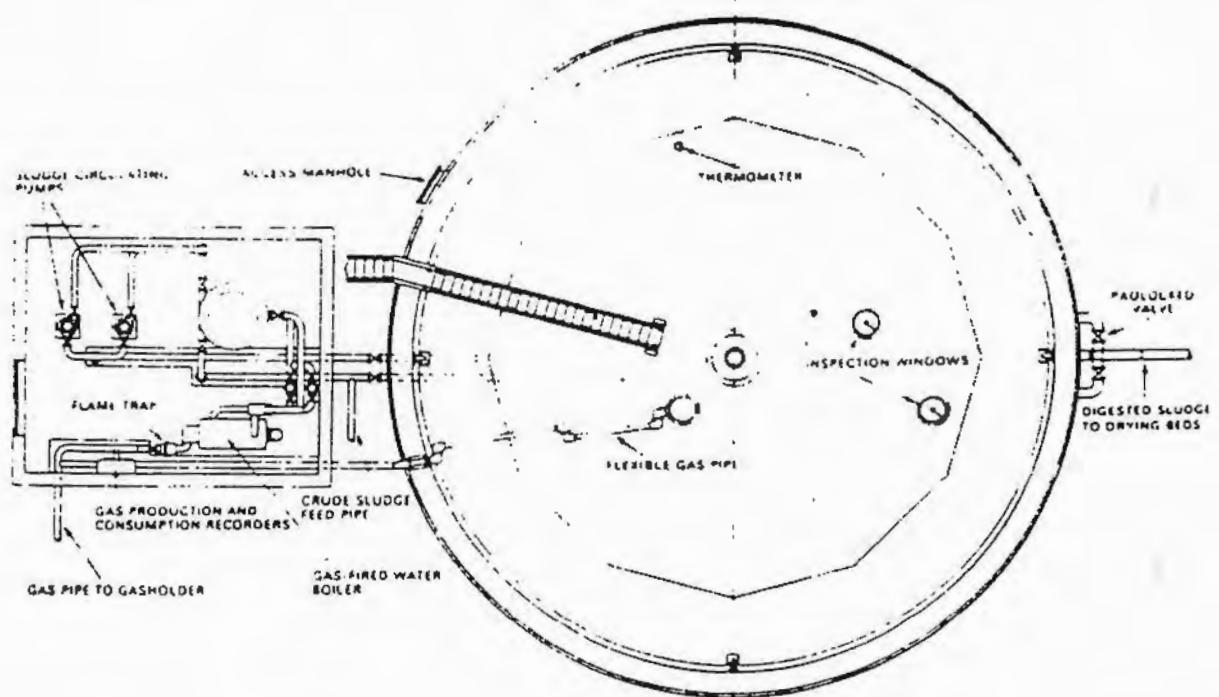
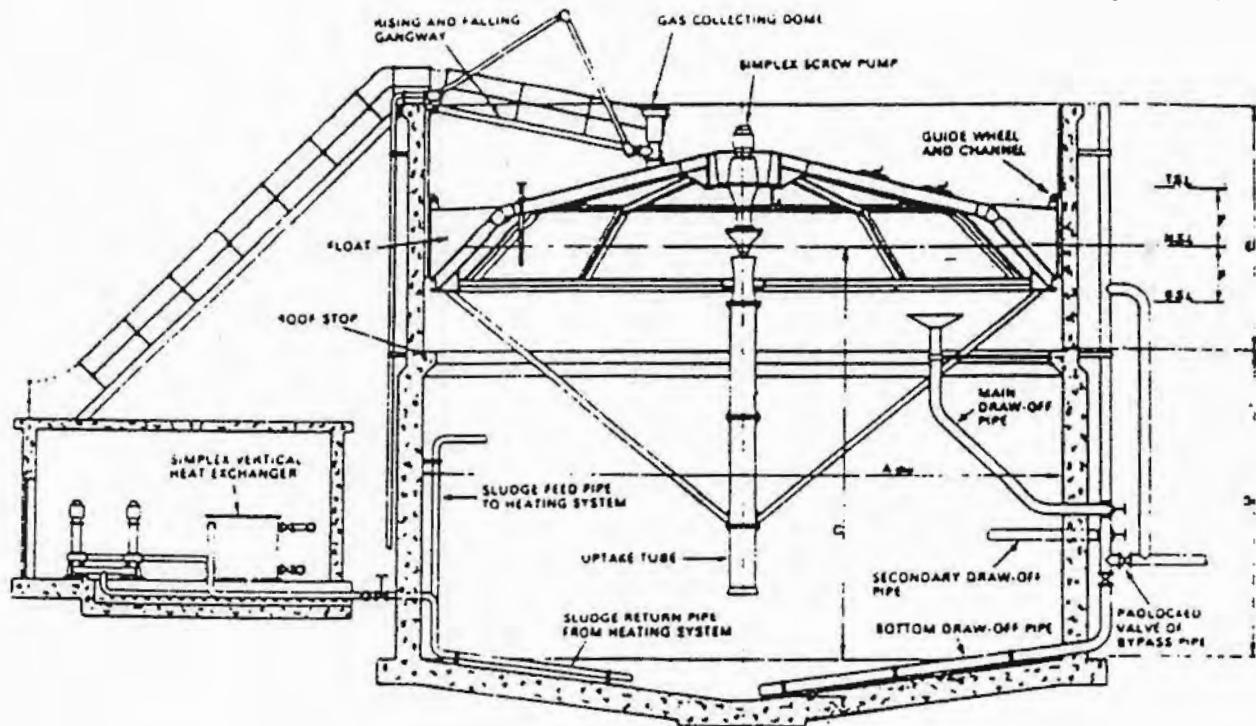
SEC. A-A



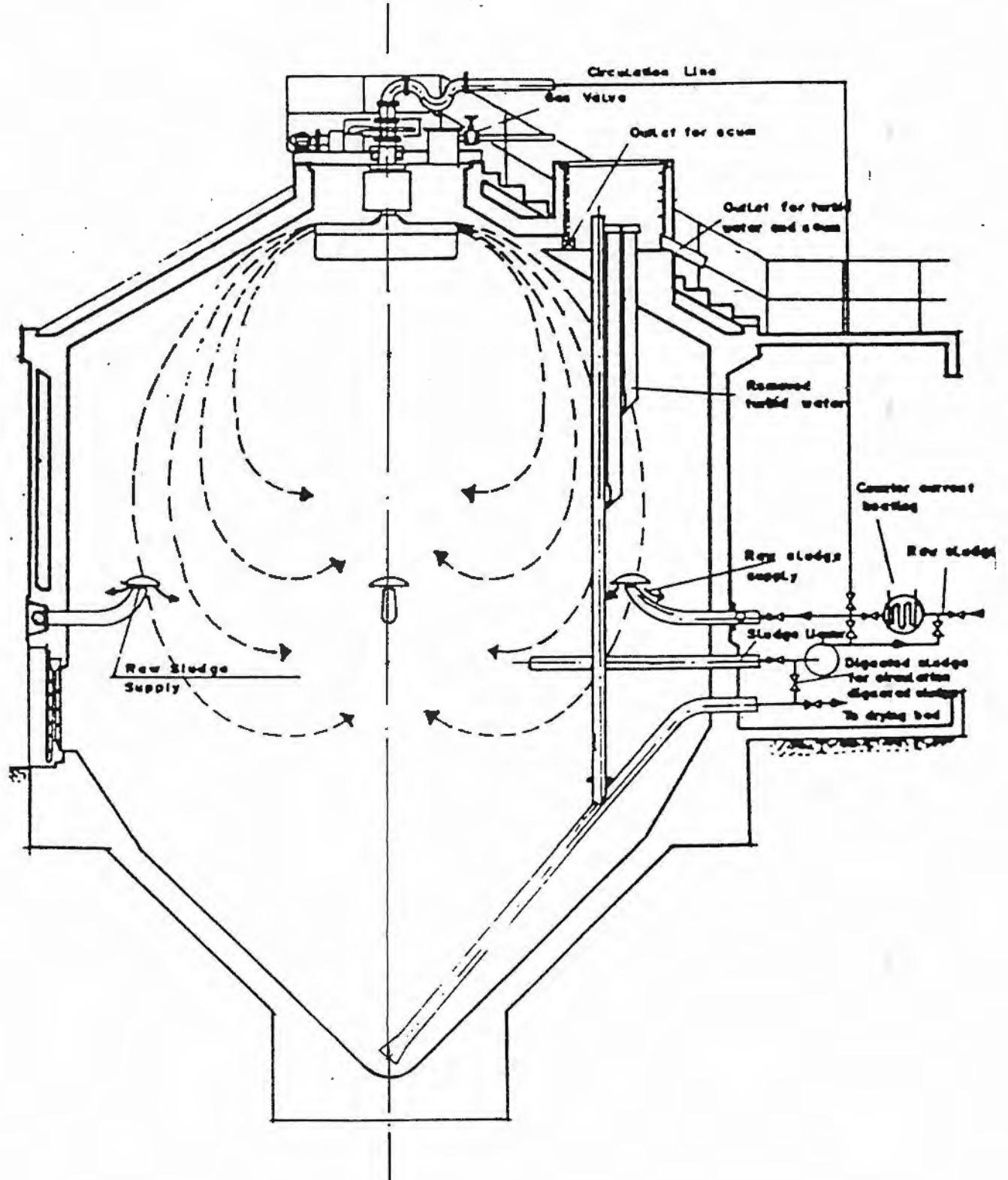
SCHEMATIC OF A MECHANICAL THICKENER  
(FROM DORR-OLIVIER)



RECTANGULAR THICKENER TANK.

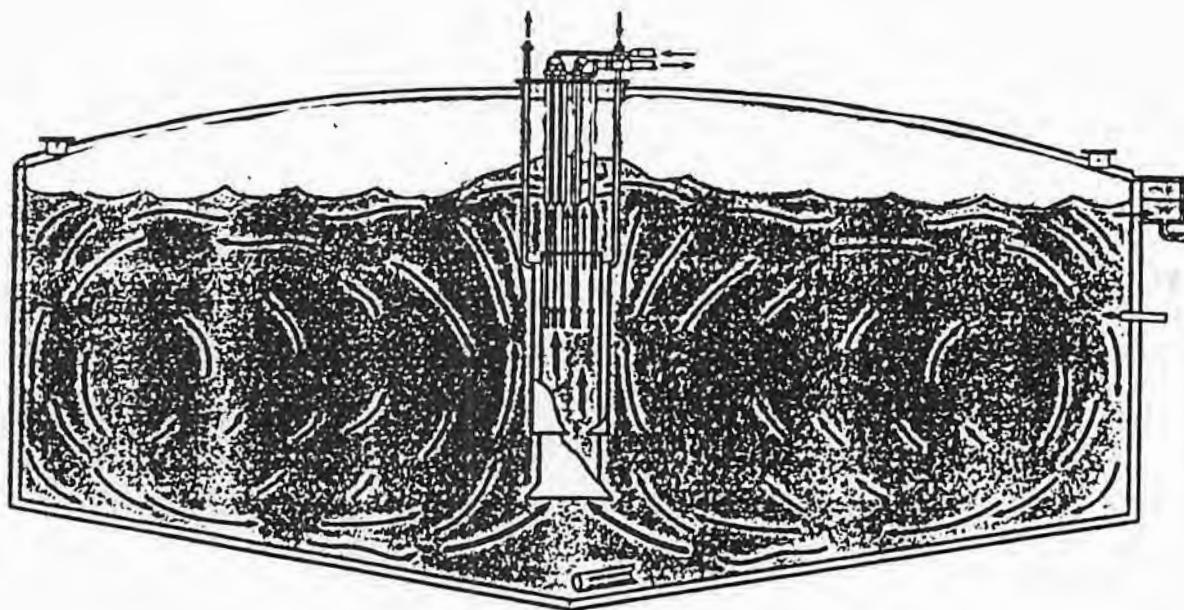


**DIGESTION SLUDGE TANK (Floating Cover)**

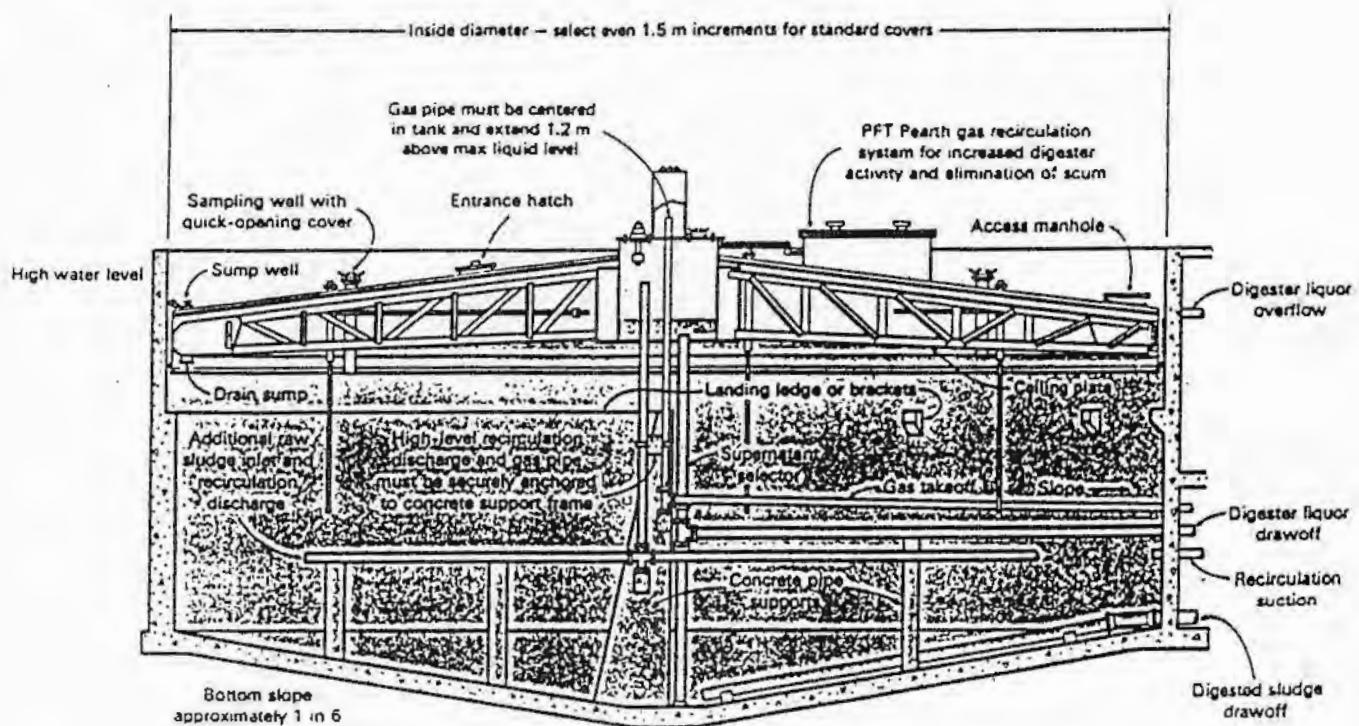


DIGESTION SLUDGE TANK

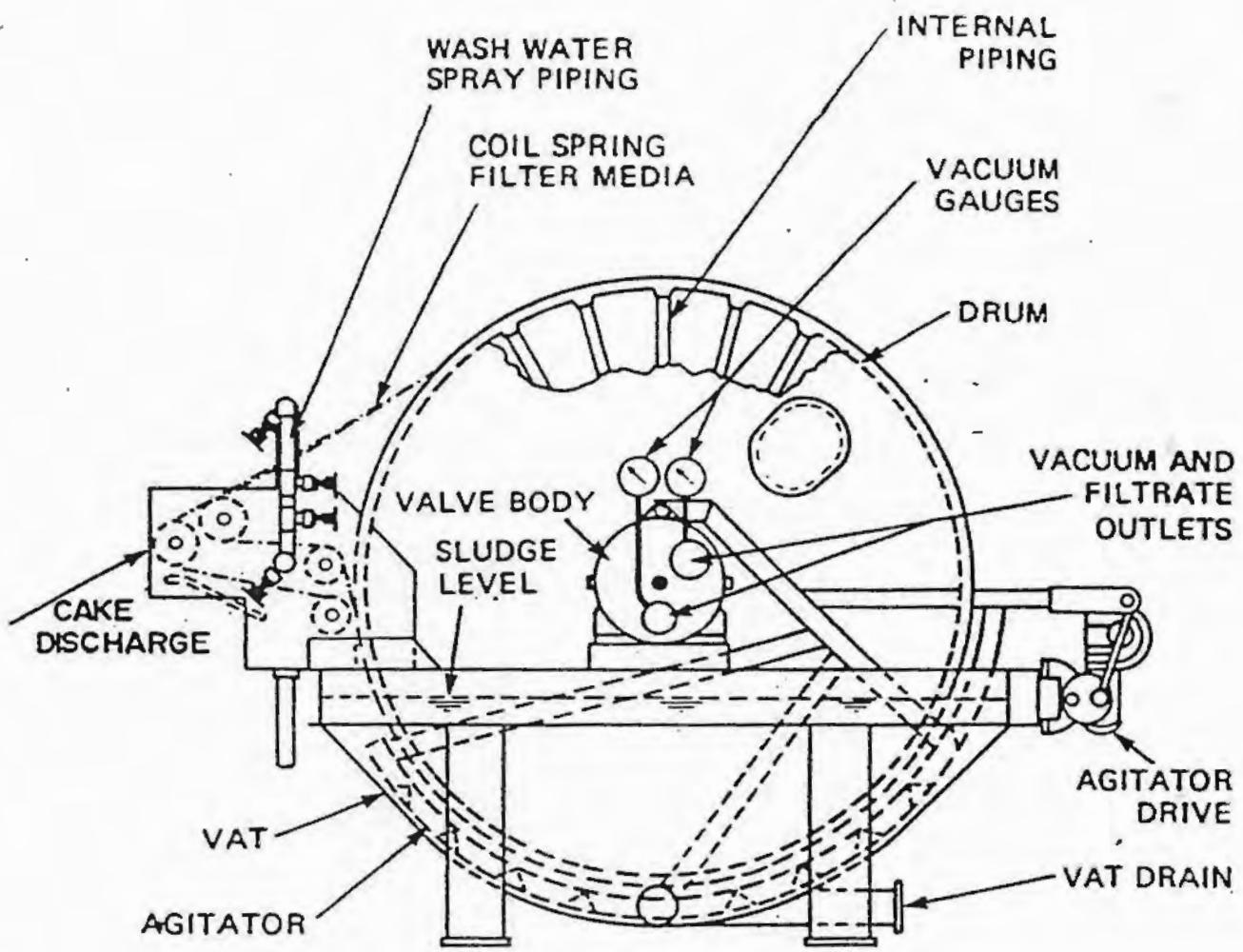
( Fixed Cover )



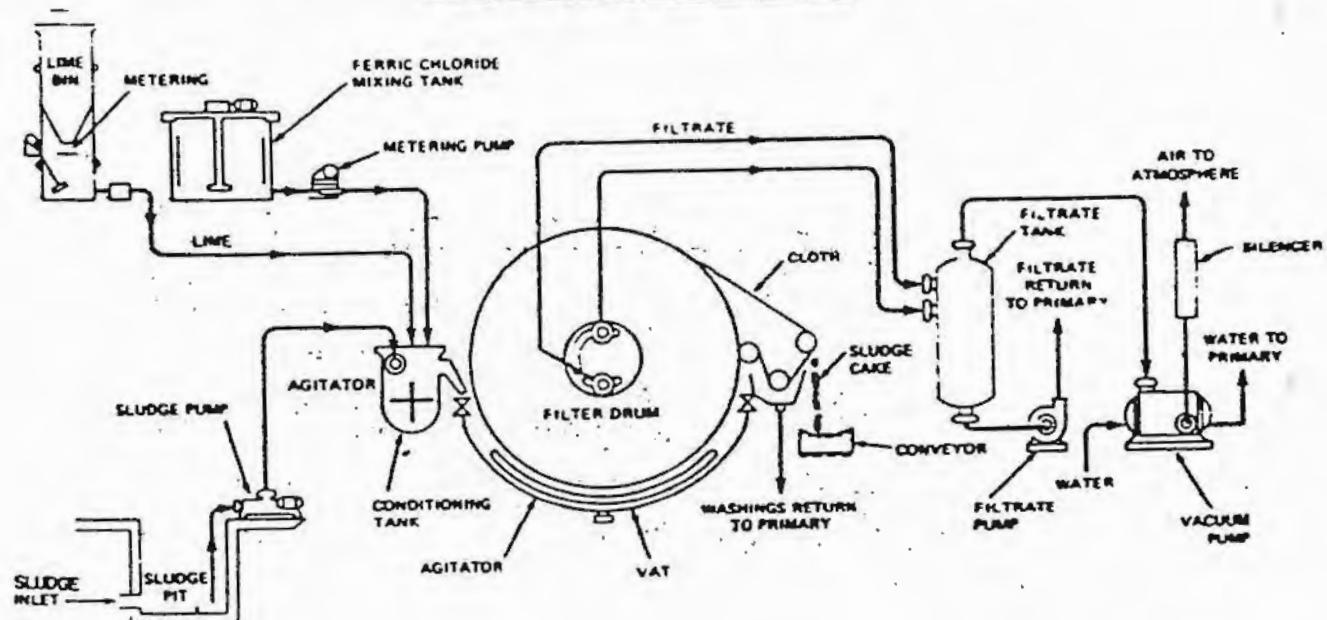
Section through gas-mixed high-rate sludge digestion tank [from Walker Process Equipment Division, Chicago Bridge & Iron Company].



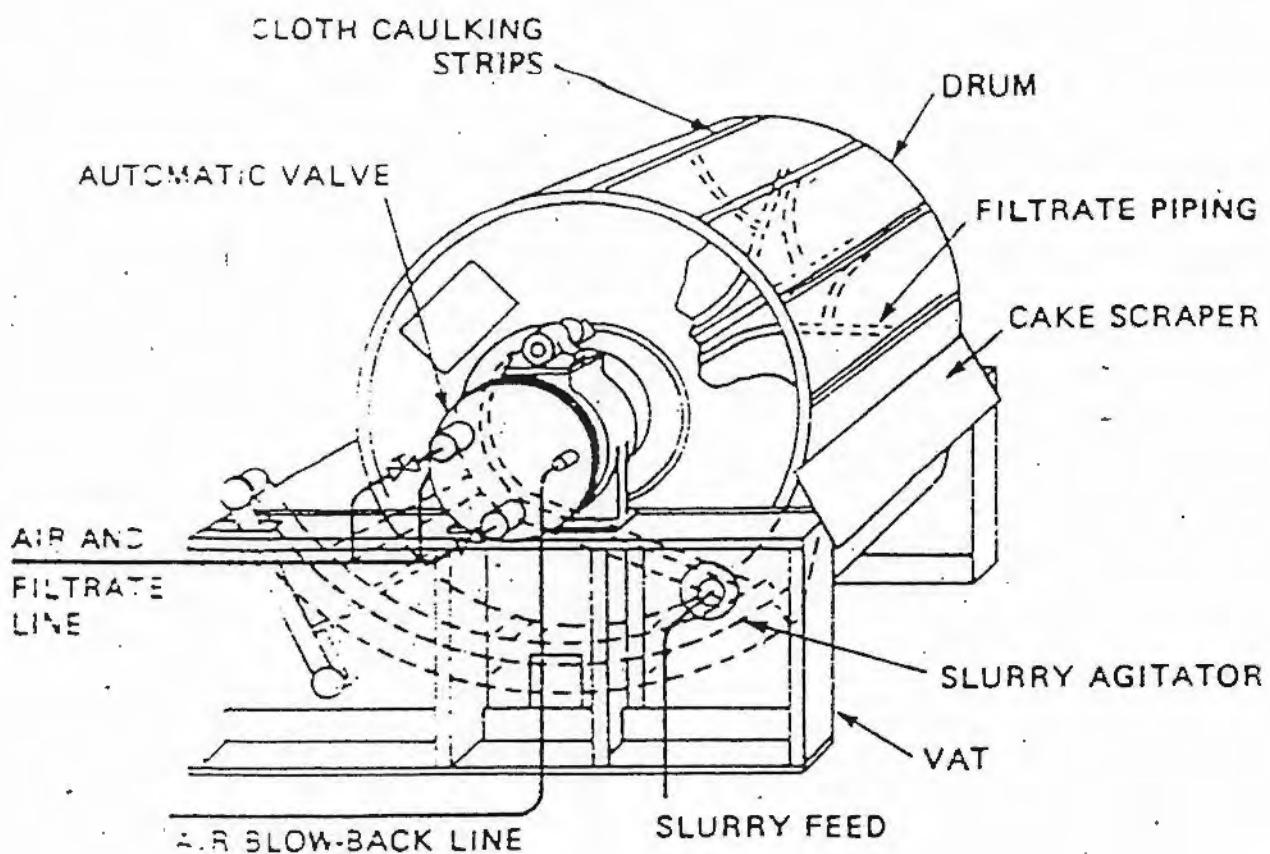
Cross section through a typical standard-rate digester



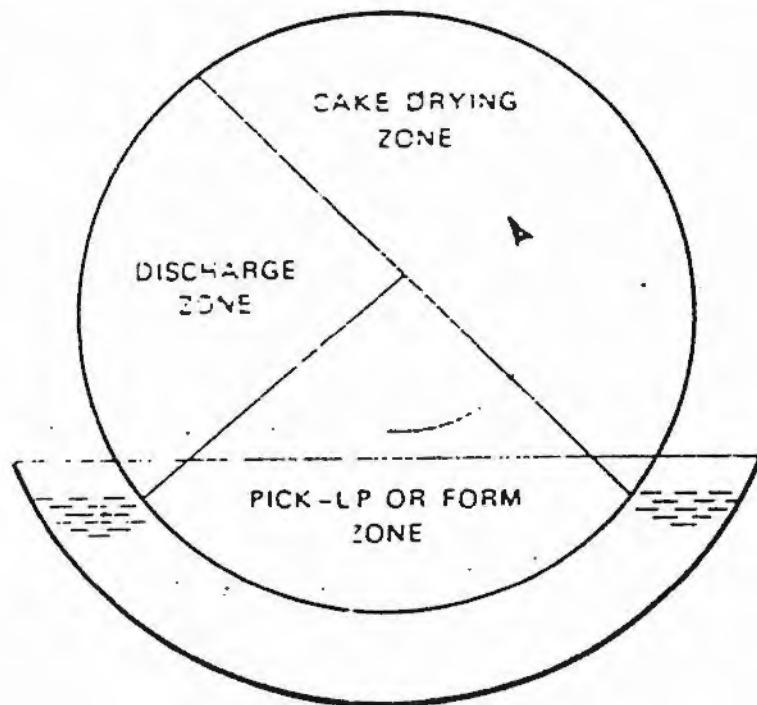
CROSS SECTIONAL VIEW OF A COIL SPRING - BELT TYPE  
ROTARY VACUUM FILTER



ROTARY VACUUM FILTER SYSTEM



CUTAWAY VIEW OF A DRUM OR SCRAPER-TYPE ROTARY VACUUM FILTER

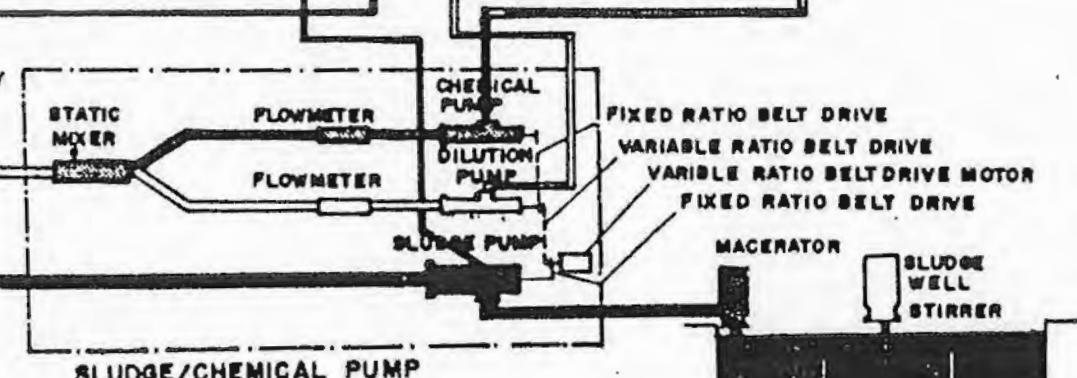
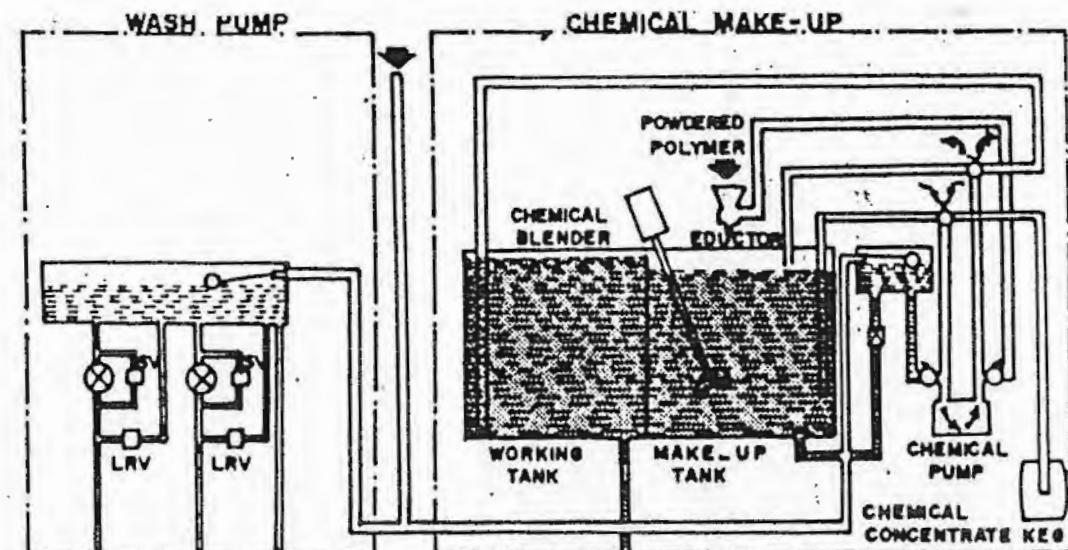
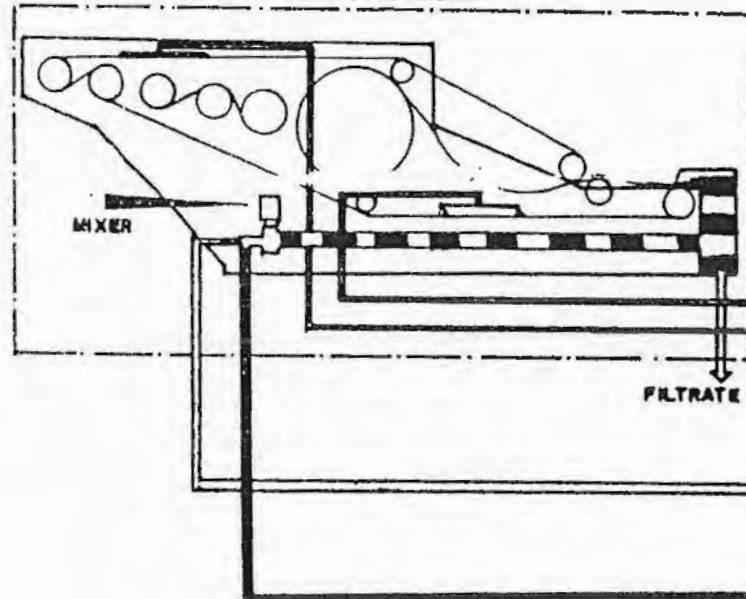


OPERATING ZONES OF A ROTARY VACUUM FILTER

ABBREVIATIONS

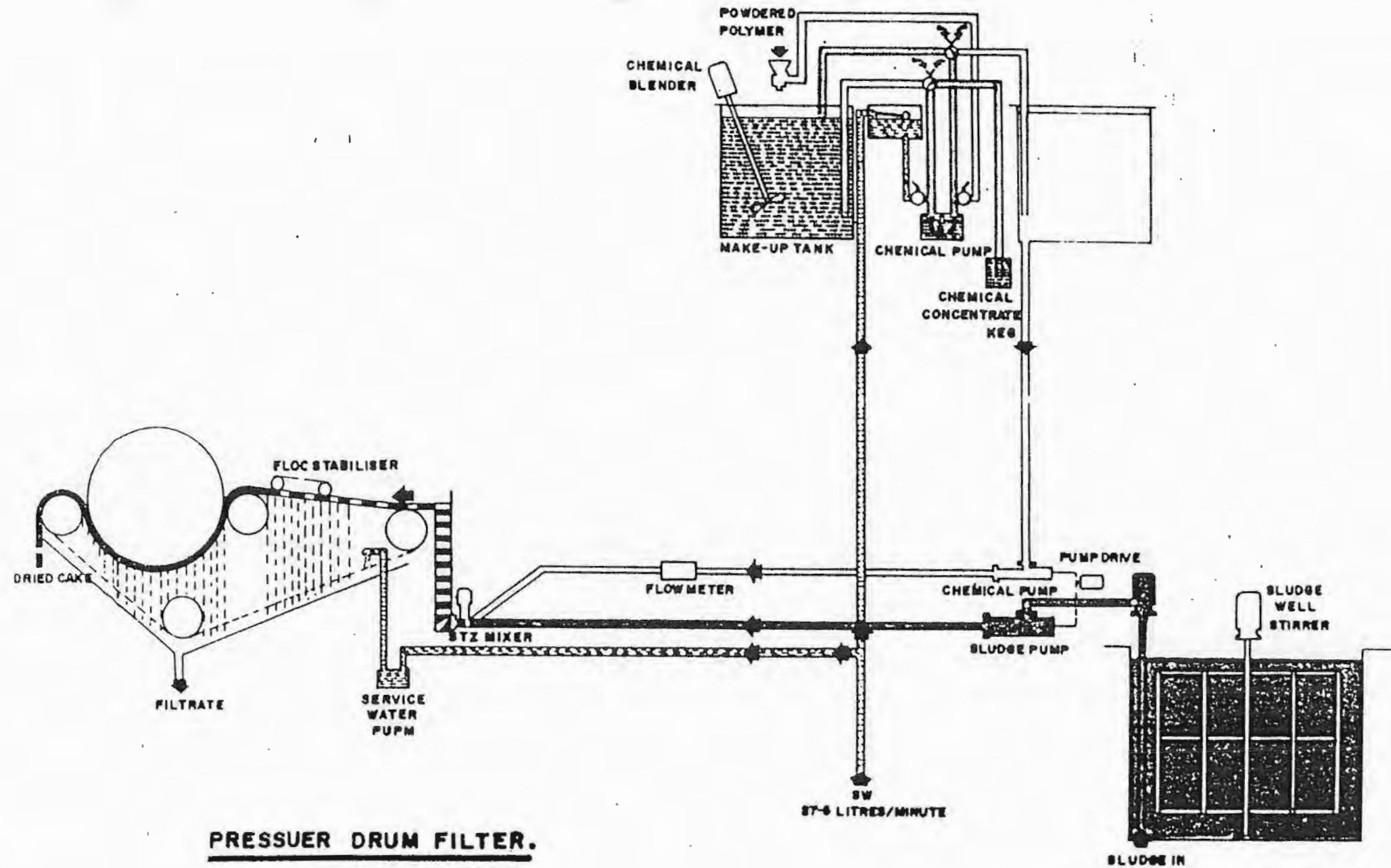
SV - SOLENOID VALVE.  
LRV - LIQUID RELIEF VALVE.  
DSV - DIVERTER SOLENOID VALVE.  
3WV - THREE WAY VALVE.

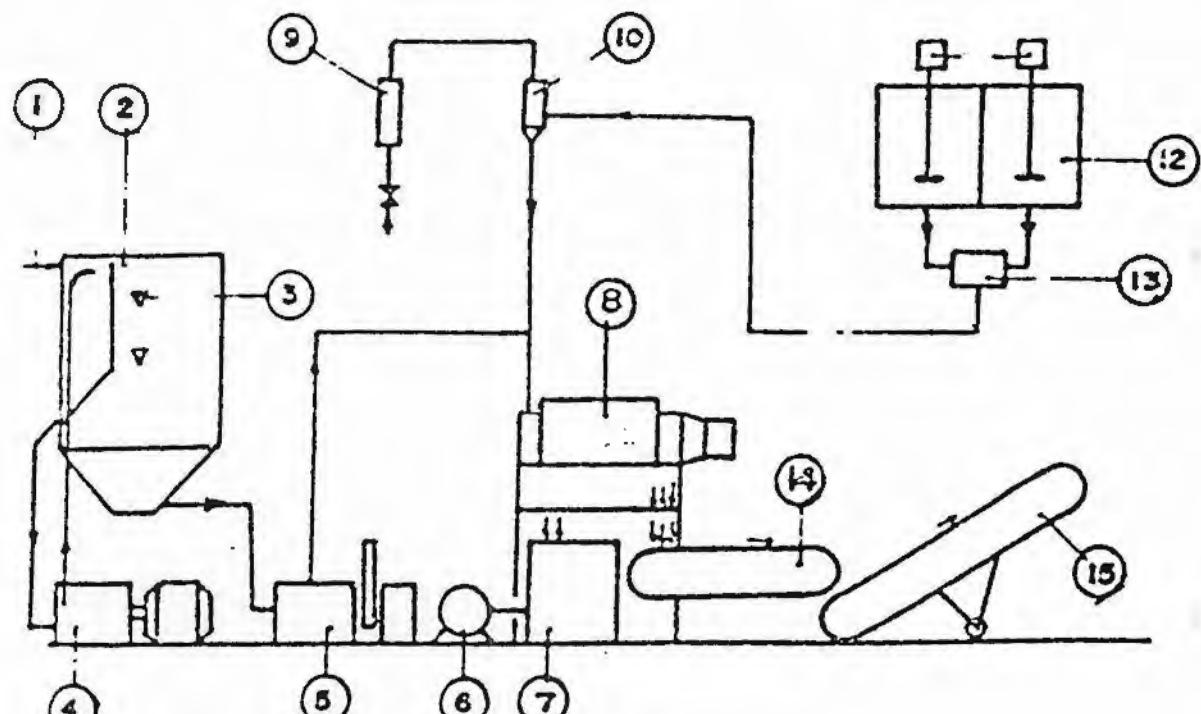
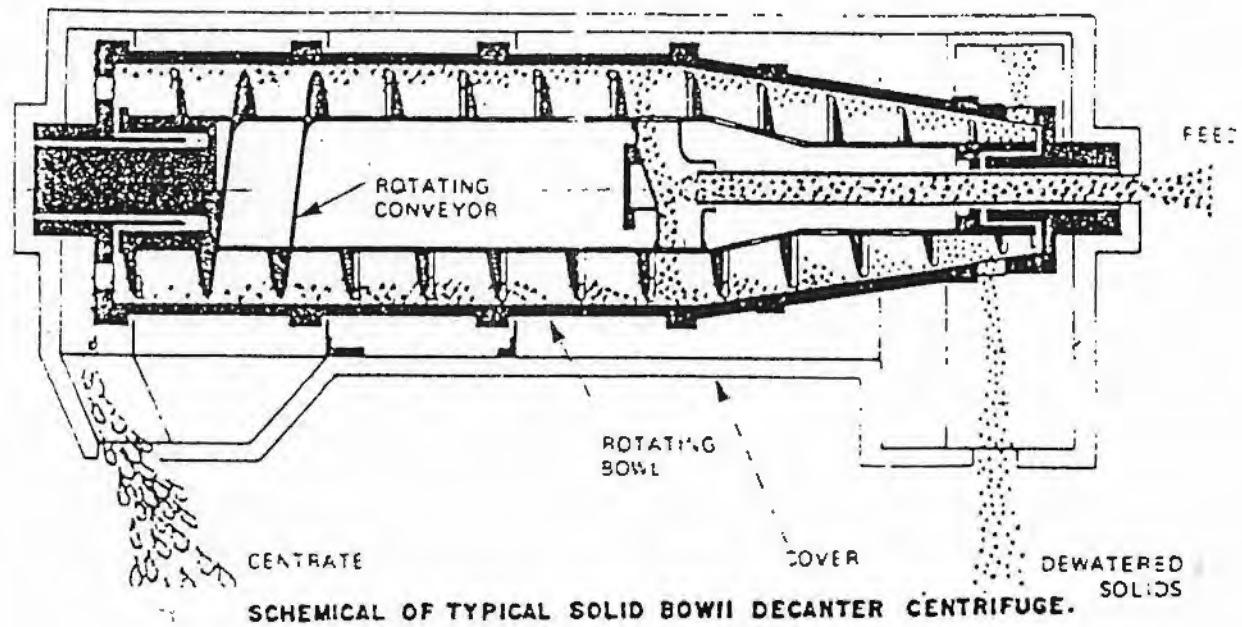
TYPICAL MRF PRESSURE



DEWATERING SYSTEM FLOW DIAGRAM.

SLUDGE IN      SLUDGE WELL DECANTING





- |     |   |      |   |
|-----|---|------|---|
| (1) | SLUDGE INLET.                                       | (9)  | GYROMETER   |
| (2) | SCREENING AND COMMUNITION TANK.                     | (10) | EJECTOR/MIXER FOR PRIMARY<br>DILUTION OF THE POLYMER SOLUTION |
| (3) | LEVEL-OPERATED SWITCH.                              | (11) | STIRRING SERVICES   |
| (4) | ELECTRIC COMMUNITION PUMP.                          | (12) | REAGENT PREPARATION (POLYMER)                                 |
| (5) | FEED PUMP WITH SPEED CONTROL.                       | (13) | DOSING PUMP   |
| (6) | CENTRIFUGAL PUMP FOR EXTRACTING<br>THE CENTRIFUGATE | (14) | FIXED CONVEYOR  |
| (7) | CENTRIFUGATE COLLECTION                             | (15) | MOBILE INCLINED CONVEYOR                                      |
| (8) | CONTINUOUS CENTRIFUGE                               |      |   |

DIAGRAM SHOWING THE WORKING PRINCIPLE OF  
AN INDUSTRIAL-SCALE SLUDGE CENTRIFUGING PLANT.

## الفصل السادس عشر

### معالجة مياه الصرف الصحي المحلية

#### مقدمة

الاهتمام الاستراتيجي الحالي للمخطط العام للصرف الصحي ينحصر في نقل مياه الصرف الصحي إلى أنظمة تجميع ومرافق معالجة إقليمية يتم تنفيذها على مراحل مختلفة ، تتأثر فعالية التكاليف تأثيراً كبيراً بتكاليف الضخ المصاحبة لنقل مياه المجاري إلى الخدمات الإقليمية لمناطق الخدمة المحددة. وقد توضح تحليلات التكاليف أنه من الأفضل من ناحية التكاليف أن يتم عملية الضخ في حدود مسافة لا تزيد عن ٧كم إلى محطة ضخ إقليمية ويكون اقتصادياً أن تنقل المجاري عن طريق خطوط مواسير انحدار لا يزيد مسافة خدمتها عن ٣كم من مركز تجمع سكاني ما إلى محطة الضخ أو تجميع مياه الصرف من المناطق المختلفة والتي تبعد عن بعضها البعض مسافة لا تزيد عن ٣كم.

ويوضح هذا الجزء مرادفات وبدائل عملية معالجة مياه الصرف الصحي للمناطق السكانية الريفية والتي يتوقع أن يكون تعدادها السكاني أقل من ٥٠٠ نسمة بحلول سنة الهدف والتي تكون خارج المسافات التي تحقق الفعالية التكاليف لربطها بالخدمات الإقليمية.

ويشرح هذا الجزء أيضاً بدائل المعالجة القابلة للتطبيق وكيفية عملية الاختيار والتي عن طريقها يتم اختيار المرادف الأكثر ملائمة لكل تطبيق معالجة محلية.

#### السكان المستهدفين

القرى البعيدة والتي تبعد أكثر من سبعة كيلومترات من محطة الضخ الإقليمية تكون مستهدفة لتطبيق خدمات معالجة مياه الصرف الصحي المحلية. وقد تستخدم هذه التجمعات الأصغر خدمة معالجة محلية معينة أو قد تشارك تجمعات أخرى تبعد عنها بما لا يزيد عن ثلاثة كيلومترات قطراً في خدمة محلية.

وينتمي تجميع مياه الصرف الصحي من هذه القرى الصغيرة في خزانات تحليل ويتم نقلها بعد ذلك عن طريق مواسير الانحدار ذات الأقطار الصغيرة. وهذا النوع من الأنظمة يتم التعامل مع المياه السائلة والمواد الصلبة بطريقة منفصلة. في هذه الحالة يتم تجميع الجزء السائل في المواسير ذات الأقطار الصغيرة أما مكونات المواد الصلبة فسيتم التعامل معها من خلال برنامج تجميع ومعالجة المواد القابلة للتحلل.

#### تكنولوجيات المعالجة المحلية المختارة

تشمل مرادفات المعالجة المحلية المقترحة مايلي :

- حقول الصرف.

- أنظمة الاستحكام الترابي.
- أنظمة الترشيح السريعة.
- أنظمة التبخير.
- أنظمة البحيرات المتكاملة ( يتطلب التخلص من الناتج ).
- أنظمة الأرض المبللة ( يتطلب التخلص من الناتج ).
- مرشحات الرمال المتقطعة ( يتطلب التخلص من الناتج ).
- الصرف الأرضى ( يتطلب التخلص من الناتج ).

وتعتبر أنظمة حقول الصرف والاستحكام الترابي، الترشيح السريع والتبخير من أنظمة معالجة مياه الصرف بالإضافة إلى كونها أيضاً أنظمة للتخلص من الناتج أما أنظمة البحيرات والأرض المبللة ومرشحات الرمال المتقطعة لصرف الأرض فإنها تتبع معالجة فقط وتتطلب تخلص إضافي.

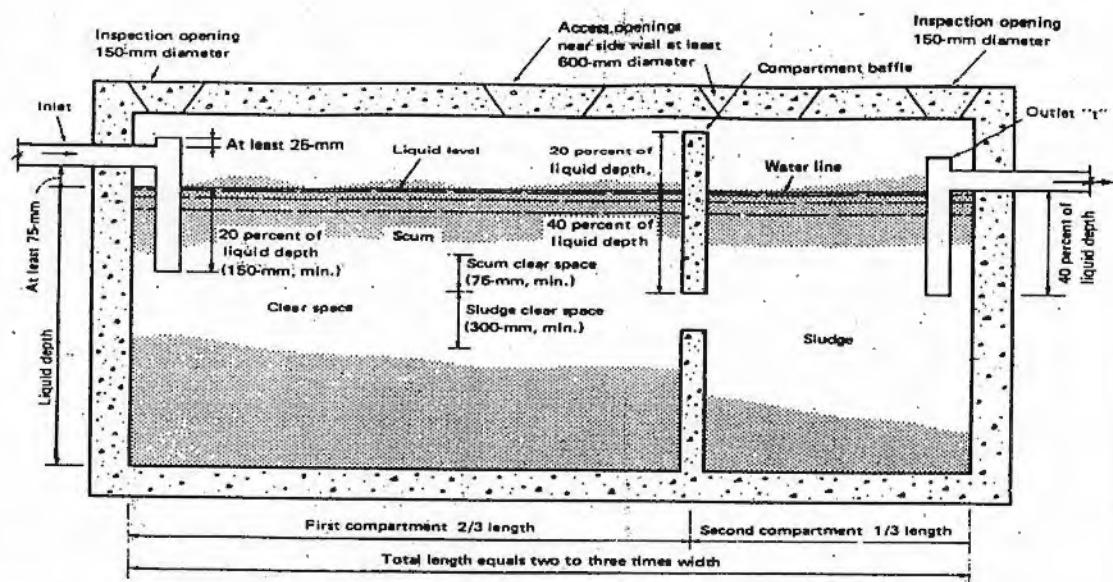
### حقول الصرف

#### مقدمة

توفر أنظمة خزان التحليل أو حقول الصرف معالجة بالموقع للتجمعات سكانية خاصة ومراكمز أعمال صغيرة. وتكون هذه أنظمة عامة مصاحبة للتجمعات الريفية البعيدة ، كما أن تلك الأنظمة شائعة في مصر في كل من المناطق الحضرية والنصف حضرية وكمثل خزانات التحليل ضمن منطقة المشروع موضوع ذو أهمية كبيرة حيث أنها عادة تنفذ بسعة تصميمية غير كافية بطريقة سيئة كما أنها تنشأ المواقع ذات الظروف الغير جيدة للتخلص الصحيح من تصرفات ناتج عملية التحليل ( مناطق ذات نفاذية ضعيفة ومنسوب مياة جوفية مرتفع ).

#### الوصف

يوضح شكل ( ١-١٦ ) خزان تحليل نموذجي أما شكل ( ٢-١٦ ) فيبين حقل صرف نموذجي. وتقوم خزانات التحليل إزالة المواد الصلبة بسهولة من خلال الترسيب بالجاذبية. كما تحتوى الخزانات على شحوم وخبث سطحي على الحواجز الداخلية وخزانات التحليل قد تكون غرفة واحدة وعموماً فإن الفعالية الأفضل يتم الحصول عليها من خلال استخدام غرفتين أو أكثر متصلة على التوالى وتقسم تلك الانظمة على اساس مدة مكث يوم واحد على الأقل بعد المعالجة في الخزان ويتم تحويل المياه السائلة خلال خطوط انحدار وضخها إلى حقل صرف وتنحل المواد الصلبة لاهوائياً في خزان التحليل ويجب إزالة المواد الصلبة المتخرمة من خزان التحليل الذي يعمل بصورة صحيحة كل ٥-٢ سنوات.



Note: If vent is not placed as shown on figures 13-2, 3, and 4, septic tank must be provided with a vent.

شكل رقم ١-١٦

### خزان تحليل (غرفتين)

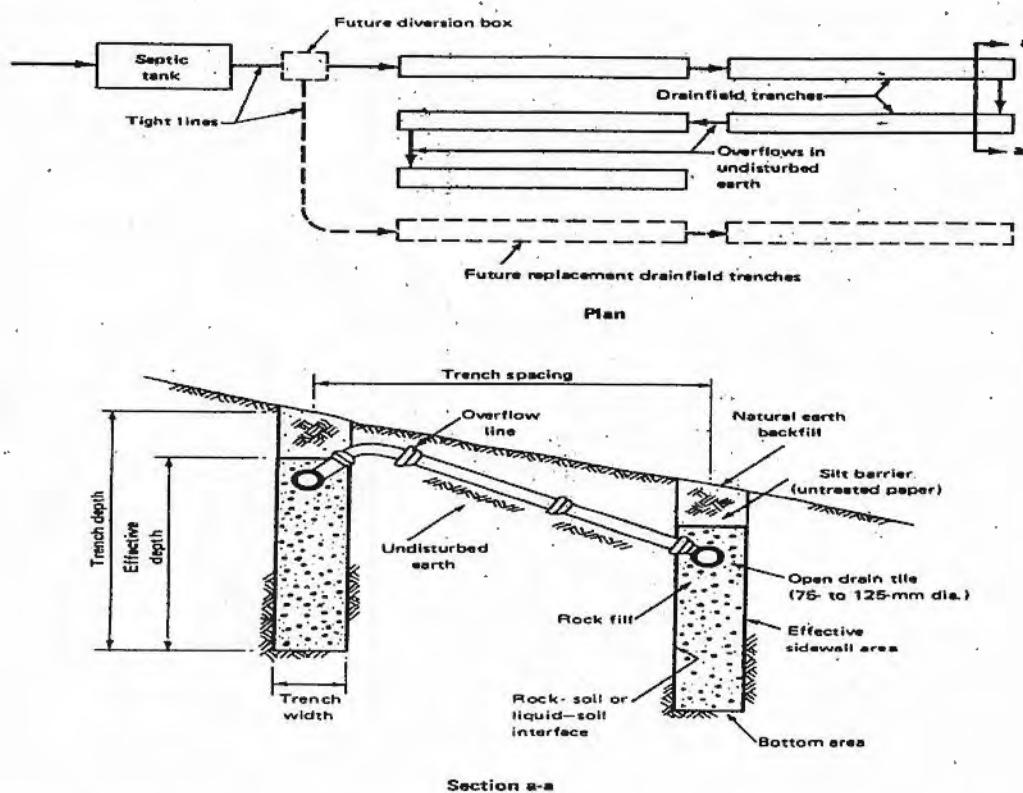
وتكون حقول الصرف الاكثر شيوعا كما انها من اكثربالطرق قبولا للتخلص من ناتج خزان التحليل وحقول الصرف يجب ان تقع على تربة ذات نفاذية مناسبة - الخنادق او الحفر يتم حفرها ثم الردم بزلط من ٤٠-١٣ مم في القطر وتنطوي على الاقل بالمواد الترابية بسمك ٣٠٠ مم ويحول ناتج التحليل السائل على حقل الامتصاص الذي يسمح له بال النفاذية لتشبع فرشة الزلط بطريقة الجرعات او النبضات المعالجة ويتم التخلص خلال عملية الترشيح في التربة المحبيطة والتي بها العديد من الأنشطة الميكروبية ونمو النباتات بالتربة ويعمل ذلك على ازالة النيترات وبذلك توفر معالجة أفضل.

ويعتبر معدل النفاذية ٣٠ دقيقة / سم مقبولا كحد أدنى لتطبيقات الامتصاص ويجب أن تكون أعلى نقطة لمنسوب المياه الجوفية على بعد حوالي ٥٠ متر أسفل قاع حقل الامتصاص. يوضح شكل (٢-١٦) تصميم حقل الامتصاص النموذجي.

### الأشكال الشائعة

توجد بدائل تصميم عديدة للمسقط الأفقي لحقول الامتصاص وعلى سبيل المثال على الجوانب المائلة من الممكن استخدام التصريفات بالجاذبية لحقن جرعة من انظمة الخنادق المتعددة وكمرادف آخر من الممكن الترتيب الحلزوني والذي يستغل طبوغرافية الموقع بشكل أفضل. وتضاف غرفات الجرعة الى انظمة التحليل / حقل الامتصاص للسماح بفترات للراحة بين تطبيقات الصرف الصحي. وهذه اثبتت هذه الطريقة بنجاح اطالة عمر حقول الامتصاص ولتقليل تحمل خزانات التحليل يمكن فصل مياة الصرف الصحي المنزليه إلى مياة رمادية

(الماء لاتحتوى على مواد برازية مثل الأحواض الاذاش..... الخ) والتي تعالج في خزان تحليل منفصل على ان يتم اعادة استخدام المياه في التطبيقات الزراعية المحدودة ومن مشاكل التشغيل الأكثر شيوعا في نظام حقول الامتصاص هي عدم انتظام توزيع المياه ففي حالات عديدة توزع هذه المياه خلال جزء فقط من المساحة الكلية للحقل.



Source: Adapted from Cotteral and Norris (1969).

شكل رقم ٢-١٦

### حقل صرف نموذجي

### التطبيقات

لايوصى باستخدام حقول الامتصاص حيث تكون مناسب للمياه الجوفية عالية او في حالة التربة الغير منفذة. ويؤدى استعمال هذه الانظمة تحت هذه الظروف يؤدى إلى فاعلية ضعيفة لنظام الامتصاص و يجعل خزان التحليل غير فعال بالنسبة للمعالجة وتحت هذه الظروف يستخدم الخزان فقط للتخزين على ان يتم ضخه بصورة دورية. ويؤدى التخلص الغير صحيح للمواد المحتلة النشطة الى مخاطر جادة على البيئة وصحة الانسان.

وفي المناطق حيث يكون نظام حقوق الامتصاص مرافق غير ممكن من الناحية الفنية فإن خزانات التحليل يجب ان تزود بمواسير صرف صغيرة القطر لجمع ونقل الفضلات السائلة الى نظام المعالجة والتخلص خارج الموقع

أنظمة المعالجة ويجب أن تؤخذ التخلص من مياه الصرف الصحي في الاعتبار بالمقارنة مع طرق معالجة مياه الصرف الصحي المحطة.

#### المميزات

- الانظمة المصممة والتي تعمل بطريقة سلية تتطلب كمية قليلة من الصيانة.
- نظام خزان التحليل / حقول الامتصاص المنفصل يمنع او يقلل الحاجة إلى تكاليف معالجة مركزية وتجميع وضخ.

#### العيوب

- أنظمة حقول الامتصاص تكون محدودة في منطقة المشروع وذلك بسبب قدرة الامتصاص الضعيفة للترابة وعمق المياه الجوفية وفيضان مياه الرى الموسمي في الأراضي الزراعية.
- إزالة والتخلص من المواد الصلبة لأنظمة الصرف بالموقع تكون مسؤولة المستخدم فهو يتحمل تكاليف صيانة النظام
- مواد التحليل الصلبة تجمع ويتم التخلص منها خلال شبكة ضعيفة التنظيم من الجرارات الخاصة والعامة تحت نظام متابعة ضعيف وتصرف المواد المتحللة عادة بالقرب من المصارف والترع مما قد يؤدي إلى مخاطر بيئية وصحية كبيرة.
- قدرة التشغيل لأنظمة خزان التحليل / حقل الامتصاص تكون متغيرة من موقع إلى آخر فهي تعتمد أساساً على التصميم السليم ومعدل التحميل الهيدروليكي وخواص مياه الصرف الصحي ونوع التربة ومعدلات النفاية والعوامل المناخية والمحتوى المائي للترابة... الخ.
- التصرفات على التربة من الممكن ان تلوث المياه الجوفية اذا لم تتم الإزالة الفعالة لهذه المواد الملوثة.
- في التربة ذات النهوية الجيدة فإن أنظمة خزان التحليل / حقل الامتصاص قد تؤدي إلى زيادة مستوى النيترات في الطبقات المحيطة.
- انسداد التربة من الممكن ان يؤدي إلى تبرك سطحي مسبباً مشاكل جمالية وصحية.

#### متطلبات البناء

قد تنفذ خزانات التحليل من مواد كثيرة منها الخرسانة، مبانى الطوب، الفينيل، البلاستيك والفيبر글اس، حقول الامتصاص عادة تكون من خنادق تحت السطح أو حفر مواسير صرف مثبتة توضع ويردم عليها بطبقات الزلط.

#### متطلبات التشغيل

متطلبات الصيانة لأنظمة التحليل / حقول الامتصاص تكون قليلة حيث يكون النظام موظف بكفاءة خزانات التحليل ويجب ان تضخ كل ٢ - ٥ سنوات أو إذا كان ضرورياً لتجنب تسرب المواد الصلبة داخل حقول الامتصاص.

ويجب الاهتمام والعناية لتجنب اضافة الكيماويات السامة والاحماض القوية او القلوية الى انظمة التحليل حيث ان هذه الاضافات قد تؤدي الى فشل مثل هذه الانظمة لمعالجة الصرف الصحي .

### أنظمة الاستحكامات الترابية

#### الوصف

أنظمة الاستحكامات الترابية تكون أفضل المرادفات من ناحية حقول الامتصاص الموضوعة فوق سطح الأرض في الظروف التي تكون فيها النفاية التربة محدودة و / أو عندما يكون منسوب المياه الجوفية قریب من سطح الأرض (على عمق مترا واحد ) ويستخدم بصفة عامة ترشیحی عبارة عن رمل متدرج مع زلط رفيع لخلق منطقة امتصاص فوق سطح الأرض الناتج من خزان التحليل بصرف بجرعات متقطعة خلال مواسير التوزيع الموضوعة بين طبقات الزلط ويوضح.شكل (٣-١٦) يوضح نظام الاستحكامات الرملية النموذجي للتخلص من ناتج خزان التحليل .

#### اشكال شائعة

توجد بدائل عديدة للمسقط العام الأفقى لأنترية الامتصاص وعلى سبيل المثال ففي الميول الجانبية للموقع يمكن استخدام التصرفات الجانبية لخلق سلسلة من الجرعات لأنترية المتعددة، ويتم اضافة غرف الجرعات ايضا الى انظمة التحليل / الانترية للسماح بفترات راحة بين تطبيقات مياه الصرف الصحي.

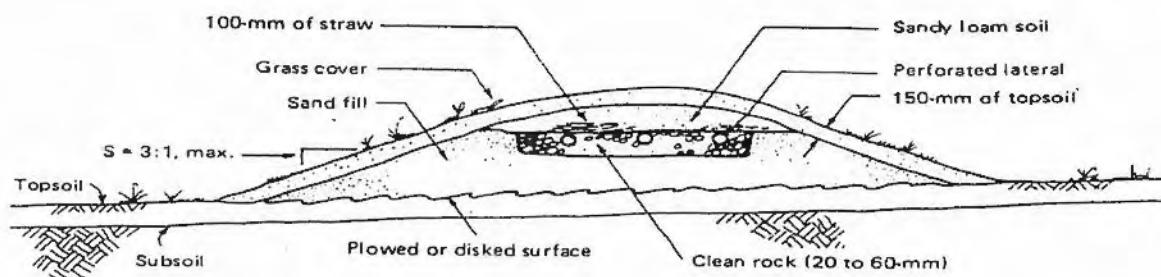
وقد اثبتت هذه الغرف كفاعتها في إطالة عمر انظمة الامتصاص في الحصول على توزيع متوازن بطريقة افضل خلال النظام انظمة الامتصاص وفي الحصول على توزيع متوازن بطريقة افضل خلال النظام انظمة الاستحكامات الرملية من الممكن أيضا ان تخدم خزانات تحليل عديدة عن طريق نظام المواسير صغيرة القطر محولة ناتج خزان التحليل الى نظام الامتصاص .

#### التطبيقات

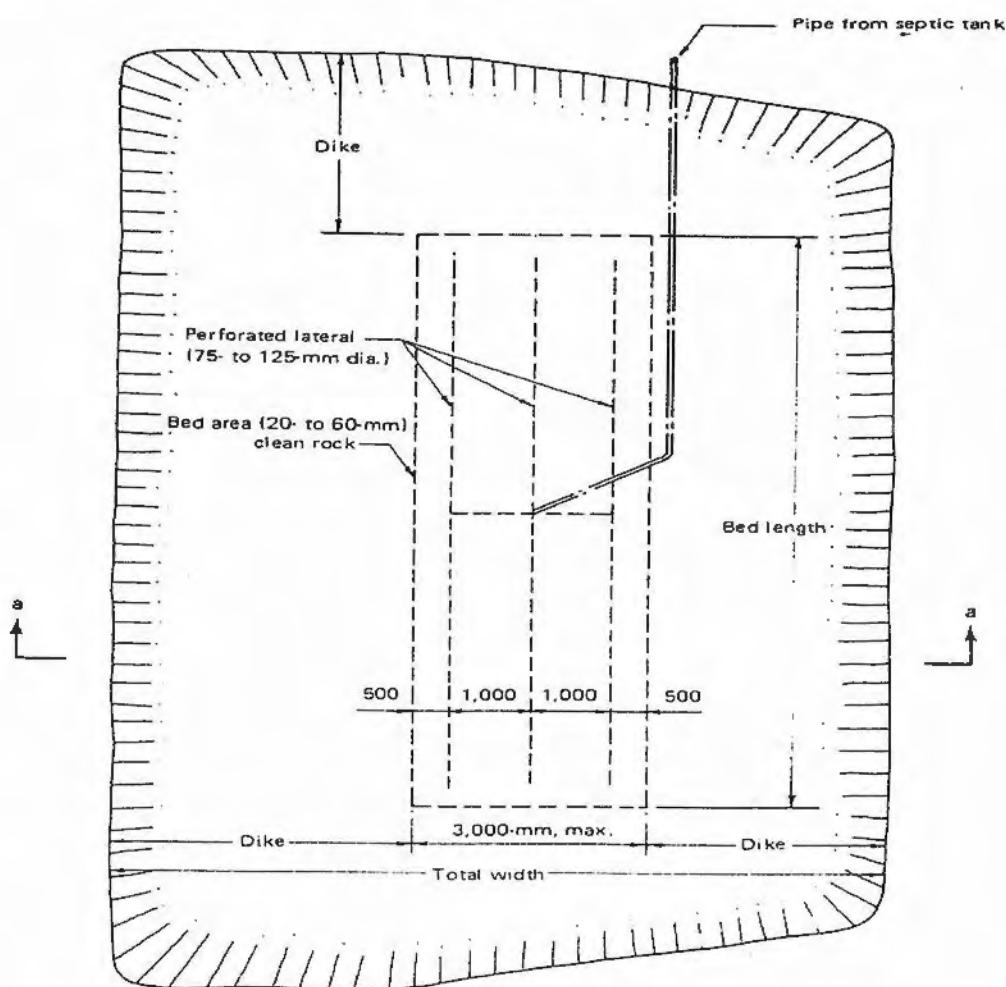
أنظمة التخلص الرملية يوصى بها في حالة ارتفاع منسوب المياه الجوفية او حالة التربة الغير مسامية ولكن يجب توافر مساحة الأرض الكافية. بالنسبة لمصر تنشأ هذه الانظمة عادة كأنظمة تجمعات لخدمة عدد من المستخدمين بخزانات تحليل منفصلة تصرف على نظام المواسير صغيرة القطر .

#### المميزات

- الانظمة المصممة بعناية والتي تعمل بطريقة فعالة لاتطلب تكاليف صيانة كبيرة.



Cross section a-a



S, slopes

Note: An acceptable alternative to a mound is an evapotranspiration bed, which has the same construction but is built in a natural or manmade depression not subject to flooding and has a more or less level surface.

شكل رقم ٣-١٦

### أنظمة الإستحکمات الترابية

- أنظمة خزان التحليل / حقول الامتصاص المنفصلة تمنع او تقلل من الحاجة الى تكاليف معالجة مركزية بالإضافة الى تكاليف التجميع والضخ.

- أنظمة الاستحکامات الرملية تكون غير محددة بقدرة الامتصاص الضعيفة للتریة، عمق المياة الجوفیة او فيضان مياة الری الموسمی بالأراضی الزراعیة بحيث تكون قدرة النظم على الامتصاص کافیة ومنشأة فرق منسوب الفيضان بارتفاع کاف.

#### العيوب

- ازاله المواد الصلبة والتخلص منها فى أنظمة الصرف بالموقع تكون مسؤلية مالك النظم حيث يتحمل تكاليف صيانة النظم.
- مواد التحليل الصلبة تجمع ويتم التخلص منها خلال شبكة ضعيفة التصميم من عربات الضخ الخاصة والعامة تحت نظام متابعة ضعيف. كما تصرف المواد المتحللة عادة على اقرب مصرف او ترعة مما يؤدي الى مشاكل صحية وبيئية كبيرة.
- القدرة على تشغيل أنظمة خزان التحليل / نظام الامتصاص تتغير من موقع الى اخر فهى تعتمد اساس على التصميم السليم ومعدل التحميل الهيدروليکي وخواص مياة الصرف الصحى ونوع التربة ومعدلات النفاذية والعوامل المناخية والمحنوى المائى للتریة.... الخ.
- التصرفات على التربة من الممكن ان تلوث المياة الجوفیة اذا لم يتم الازالة الفعالة لهذه المواد الملوثة.
- انسداد التربة من الممكن ان يؤدي الى تبرک سطحی مسببا مشاكل جمالية وصحية.

#### متطلبات الانشاء

ت تكون أنظمة الاستحکامات الرملية عادة من وسط ترشیح مسامی ( عادة رمل متدرج مع زلط رفیع ) حيث توضع مواسير الصرف المتقبة خلال هذا الوسط وتردم بالزلط.

#### متطلبات التشغيل

متطلبات الصيانة لهذا النظم تكون قليلة وذلك في حالة التشغيل السليم يجب ان تضخ الفضلات بخزان التحليل كل ٢ - ٥ سنوات او عندما يكون ضروريا وذلك لتجنب انتقال المواد الصلبة الى حقل الامتصاص. كما يجب ان تتوافق العناية والاهتمام بالنظام لتجنب اضافة الكیماویات السامة والاحماض القوية او القلويات الى انظمة التحليل مما قد يؤدي الى فشل النظم.

#### أنظمة التبخير

#### الوصف

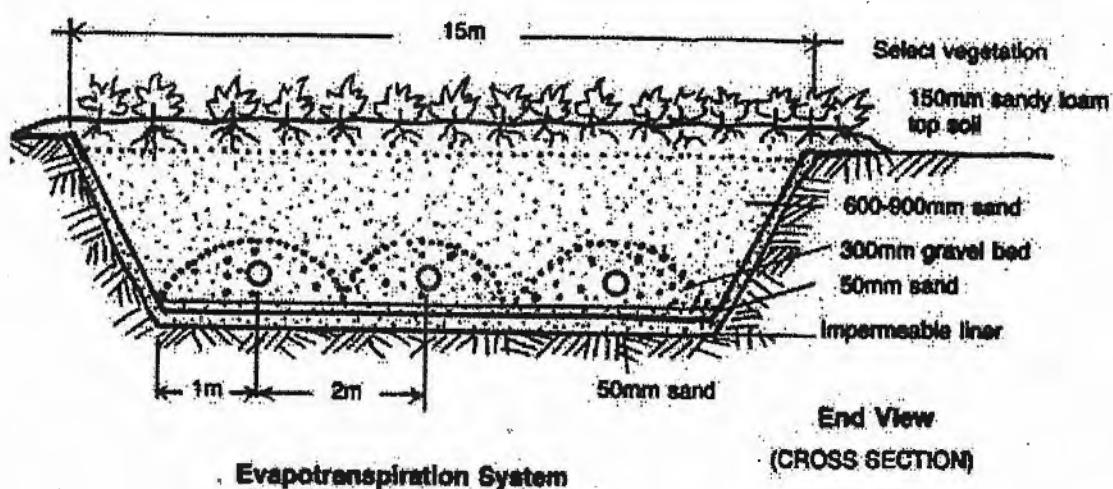
هذا النوع من التخلص من الناتج السائل يستخدم الناتج نفسه في زراعة النباتات نظام والتبخير هذا النظم قابل للتطبيق في المناطق التي لا تتحقق فيها نفاذية التربة او يتم تجنب الصرف على المياة الجوفية.

اما في المناطق ذات نفاذية التربة الكافية و مناسب المياة الجوفية القليلة يسمح لجزء من الناتج بالصرف على التربة وهذا يقلل من مساحة الارض المطلوبة لزراعة النباتات والتبخير.

## الأشكال الشائعة

هذا النظم عادة ينشأ في سلسلة من الخلايا التي تسبق الناتج بمعدل لا يسمح بقرب الناتج من الخلية او الخلايا التي يضخ فيها بنفس الطريقة المشابهة لبحيرات تجفيف الحماة ويبين شكل (٤-١٦) قطاع عرضي نموذج للخلية حيث يتواجد الناتج. ويمكن زراعة النباتات لأغراض منفعية على ان تكون مطابقة لقوانين المطبقة على نظام اعادة الاستخدام الغير مقيد الناتج من أنظمة المعالجة المحلية كما يجب ان ينظم طبقاً للمعايير الخاصة بتطبيقات اعادة الاستخدام المقيد لذلك حيث لا يجب زراعة المحاصيل التي تؤكل طازجة وغير مطبوخة.

ولتجنب حصاد المحاصيل في الدورات المنتظمة يجب اختيار الزراعة لتقليل الحصاد و / أو اختيار المحاصيل التي لها معدلات عالية من التبخير وذلك لزيادة القدرة على استخدام الناتج المعالج .



شكل رقم ٤-١٦

### أنظمة التبخير

#### التطبيقات

أحواض التبخير او الخلايا تكون قابلة للتطبيق كطرق نهائية للتخلص من الناتج في المناطق ذات النفايات الفقيرة او الجيدة وذات مناسب الماء الجوفي المرتفعة او المنخفضة نسبياً. وت分成 الخلايا على اساس معدل البحر ومعدل استخدام النباتات من الماء وأية مساعدة أخرى عن الطريق ترشيح جزء الى التربة.

وهذه الأحواض لا يجب ان تنشأ في المناطق حيث يرتفع منسوب الماء الجوفي كثيراً عن قاع الخلية حيث انها في هذه الحالة تؤثر بطريقة عكسية على عملية التبخير او تعوقها.

### متطلبات التشغيل

يُتطلب تشغيل أحواض التبيخir المتتابعة عن قرب لتوجيه التصرفات إلى الخلايا التي تحتوى على تربة جافة وهذا يزيد من سعة التخلص من الناتج على مستوى النظام كله – كما يجب أيضاً أن يحافظ على الزراعة للوصول إلى معدل مثالي من استخدام النباتات الناتج المعالج وبناء على الاختلاف بين أنواع النباتات المختلفة فإنها تحتاج لأن تقطع أو تحدى على فترات كما هو مطلوب.

وقد يتطلب الأمر وضع خطة لحساب الكمية كبيرة من مياه الامطار الموسمية المستقبلة كل عام ، ولا تستطيع الخلايا استيعاب تصرفات كبيرة في الأيام التي تستقبل فيها كمية من الامطار.

### نظام الأرض المبتلة بالمياه السطحية

#### الوصف

نظام الأرضي المبتلة يستخدم دائماً كنظام معالجة طبيعية تعجز المجرى المائي عن التربات وأيضاً التلوثات المجتمعية من سقوط الأمطار على مدار القرون العديدة الماضية. وقد عمّلت هذه الأنظمة بأكمل معالجة مياه الصرف المنزلي وللزراعة وأمطار الطرق سابقاً أما حديثاً فقد تم إنشاء الأنظمة الصناعية التي تستخدم الدورة الطبيعية لنباتات معينة لمعالجة المياه عضويًا. عادة تكون أنظمة الأرضي المبتلة بالمياه المفتوحة من بحيرة ترابية غير منفذة و / أو أنظمة قنوات شبكات البحيرات الترابية تبطّن عادة بمادة غير منفذة مثل طين البنتونيت أو المبطّنات الصناعية والتي استعملت لهذه الأغراض في التطبيقات السابقة ويوضح الشكل (٥-١٦) قطاع عرضي نموذجي لنظام المعالجة بالأراضي المبتلة وأنواع الزراعة النموذجية.

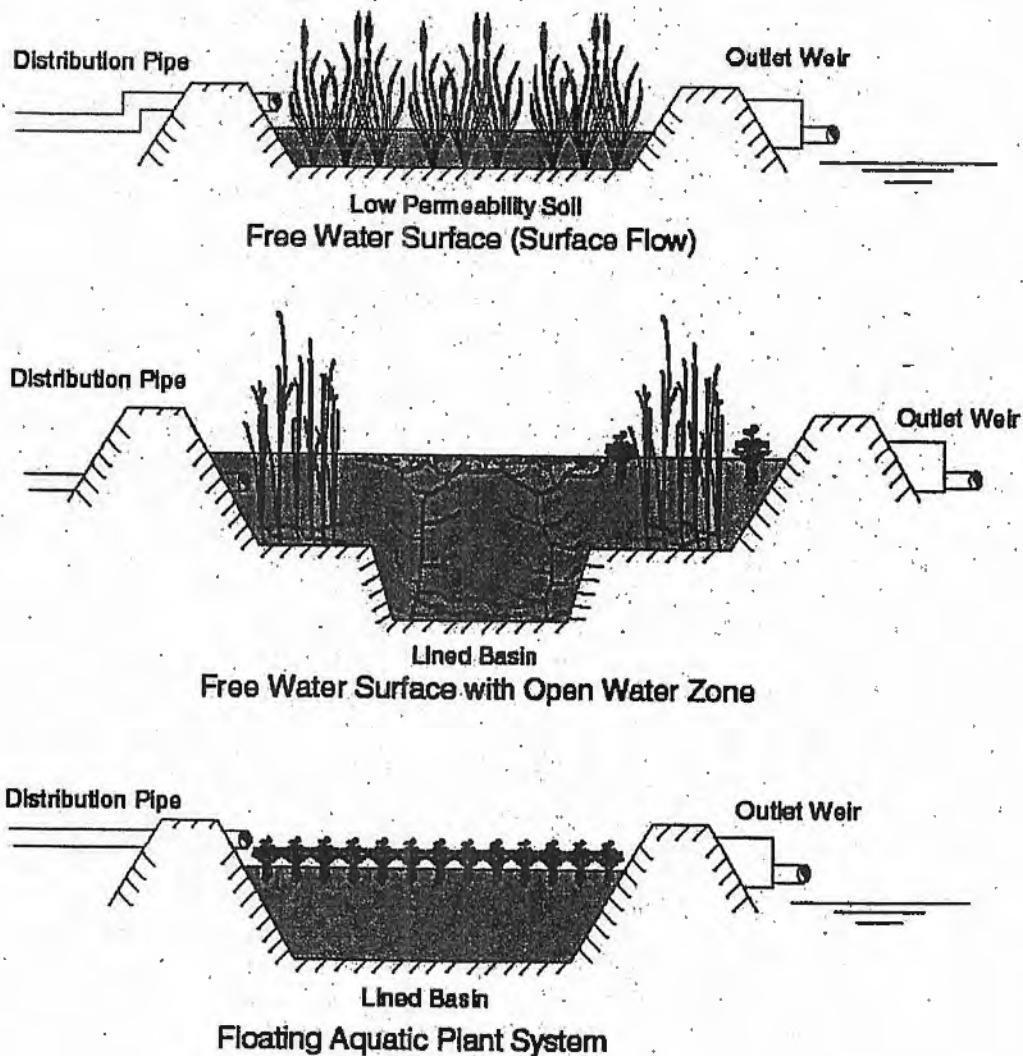
#### التطبيقات

أنظمة المعالجة بالأرض المبتلة بالمياه تكون قابلة للتطبيق لكل أشكال المياه المحتوية على المواد العضوية. وهذه الأنظمة يمكنها استقبال أنواع كثيرة من مياه الصرف الصحي المركزية وتتوفر الأرضي المبتلة معالجة ثانوية أو نهائية ل إعادة الاستخدام كما هو الحال في نظام البحيرات المتكامل او لا يجب استخدامها في حالة وجود تركيزات عالية من المركبات السامة والتي قد تؤثر بصورة عكسية على عمليات المعالجة الحيوية او تتسبب في مخاطر على البيئة المحيطة.

#### الأشكال الشائعة

مصفافى – يتكون نظام المعالجة بالأراضي المبتلة عادة من الوحدات التالية (على التوالى) :

وحدات معالجة حسب التصميم غرفة حجز الرمال – أحواض الترسيب الابتدائية – حماة منشطة – التهوية الممتدة – أحواض الترسيب النهائية او نظام البحيرات المتكامل ارض مبتلة بالمياه مفتوحة – تعقيم اذا كان مطلوباً – وحدات الاستخدام.



شكل رقم ١٦

### نظام الأرض المبتلة بالمياه السطحية

المميزات

- أنظمة المعالجة باستخدام الأرض المبتلة تستطيع أن تكون مرادفا سهلا للتكنولوجيا قليل التكاليف اذا ما قورن بالعلميات الأخرى إذا استخدم في مناطق التي تكون فيها تكلفة الأرضي قليلة.
- ثبتت أنظمة الأرض المبتلة كفاءة وثقة في قدرات المعالجة بها كما يمكن حصاد المحاصيل بها للاستخدام المرادف مثل توليد غاز الميثان - أطعمة الحيوانات او الاسمدة الزراعية.
- الأرض المبتلة تخدم كمساحة خضراء.
- تكاليف التشغيل والصيانة العامة قليلة إذا كان النظام ذو تصميم جيد.

## العيوب

- الأرض المبتلة بالمياه المفتوحة تتطلب مساحة كبيرة من الأرض وقد تكون صعبة التنفيذ حيث تكون تكلفة الأرض عالية او في حالة تطبيقات المعالجة الكبيرة.
- نظام الغطاء الزراعي الكثيف والمياه الراكدة يمثل بيئة ممتازة لانتشار البعوض لذلك يلزم ادارة النظام جيدا.
- الأرض المبتلة سريعة التأثر بالفشل نتيجة زيادة المواد السامة وقد تحتاج في هذه الحالة وقت طويل لاعادة التشغيل.
- الارض المبتلة تعتمد على العوامل المناخية.

## متطلبات الإنشاء

ينشأ هذا النظم باستخدام الأعمال الترابية طبقاً لخطوط الكونتور وعند إنشاء هذه الأنظمة من الخرسانة المسلحة فإن ذلك يتطلب عدد كبير من القنوات ويلزم ذلك إنشاء منشآت هيدروليكيّة لتنقية التشغيل يعتمد هذا كلّه على تطبيقات التصميم الخاصة بكل مشروع حسب ظروف التصميم والتشغيل المطلوبة كل على حدة.

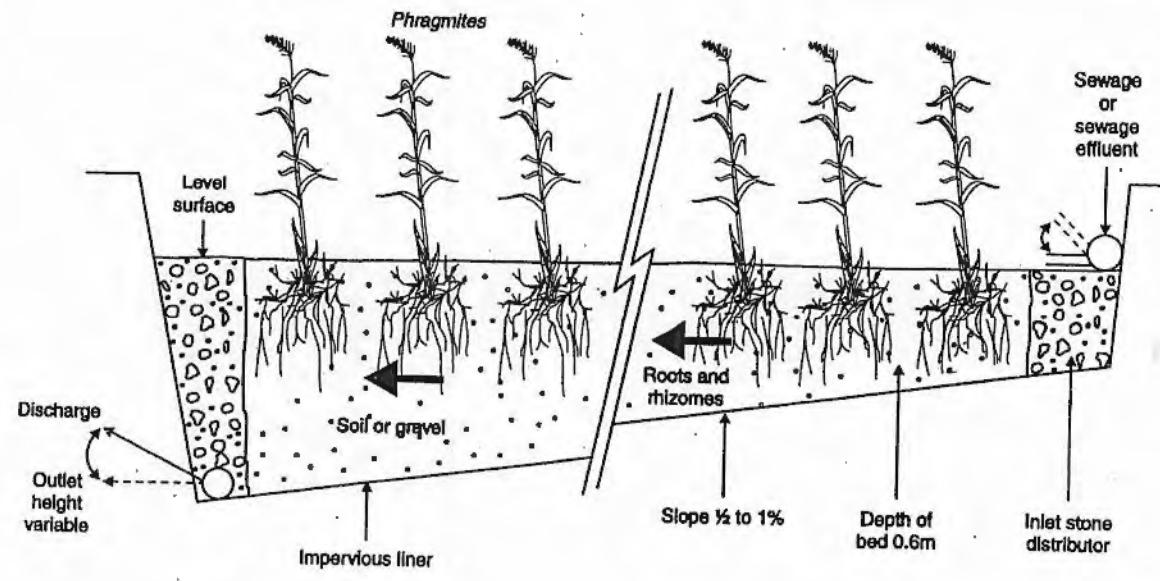
## متطلبات التشغيل

تكون تكاليف التشغيل والصيانة للأنظمة المصممة بطريقة سليمة قليلة ويجب الاهتمام دائماً بسياسات الادارة المتكاملة لتشمل كل النواحي ويكون أخذ العينات الروتينية وبرنامج المتابعة ضرورياً للتأكد من أنّ أنظمة الأرض المبتلة تعمل باستمرار بطريقة سليمة كما أن التفتيش الدوري على منشآت التحكم الهيدروليكيّة يكون مطلوباً دائماً حيث أن نمو الزراعات المختلفة قد تمنع تصرف المياه ومن ثم التأثير في فاعلية أجهزة التحكم ويتم حصاد الزراعات كلما كان ضرورياً.

## الأرض المبتلة ذات التصرفات تحت سطحية

### الوصف

الأرض المبتلة تحت السطحية هي أحواض زراعية ضحلة تماماً بالزلط أو أي مادة أخرى منفذة حيث يمر خلالها مياه الصرف المعالجة. ويتم زراعة النباتات في هذا الوسط الذي يساعد على تدعيم الجذر به وذلك للزراعات المختلفة من المفترض في هذا النظم أن تكون سطح مياه الصرف تحت سطح الوسط وهذا يتم من خلال التصميم الهيدروليكي السليم واستخدام الأنظمة المناسبة للتحكم في التصرفات. من المعروف أن في مسار الصرف خلال أنظمة التشغيل في الولايات المتحدة تكون افقياً مع ذلك فإن الابحاث الحالية في موقع عديدة يقترح استخدام التصرفات في الاتجاه الرأسى في هذا النظم والذي يساعد في عملية التخلص من الامونيا (أكسدته) وحدات عديدة من هذا النوع ترسم الأن لتحسين وتعديل نظام التشغيل ويوضح شكل (٦-١٦) قطاع عرضي لهذا النظم.



شكل رقم ٦ - ١٦

#### قطاع عرضي للأراضي المبتلة

يحتوى هذا النظام من المعالجة على الوحدات الآتية:

مصارى خزان تحليل أو نظام البحيرات المتكاملة نظام الأرض المبتلة تحت السطحية – تطهير إذا كان ضروريا  
– إعادة استخدام.

#### التطبيقات

هذه الانظمة تطبق في المجتمعات الصغيرة والمساكن المنفصلة والتطبيق الأكثر شيوعاً إلى الآن هو معالجة الصرف الصحي من المساكن المنفصلة. العديد من المجتمعات الصغيرة تستخدم هذه الأنظمة التي تتبع بأنظمة البحيرات للمعالجة.

#### المميزات

الأرض المبتلة تحت السطحية تمتاز بالآتي :

- توفير مستوى عالي من المعالجة والذي يلي خزان التحليل وقبل عملية التسريب بالترابة.
- يستخدم نسبياً مساحة صغيرة من الأرض.
- لايساعد على انتشار البعوض.
- يعتبر من الناحية المعنوية مفضل نتيجة عدم رؤية مياه الصرف على السطح بالإضافة إلى جمال المظهر المقبول للنباتات المزروعة.

## العيوب

أنظمة الأرض المبتلة تحت السطحية ايضا تحتوى على عيوب تشغيل مثل :

- تكاليف انشاء عالية نتيجة استخدام وسط من الزلط.
- النظام يميل لانتاج ناتج يحتوى على نسبة امونيا عالية.
- اذا لم يتم غسل الوسط او امتلاء الفراغات بالمواد غير المذابة نقل مساحة الفراغات بالوسط والتى تؤدى الى تقليل التوصيل الهيدروليكي بها ويجب حفر على الأقل واحد متر من التربة الموجودة حاليا. وفي حالة مياه جوفية عالية في الموقع فيجب عمل طبقة عازلة قبل اضافة (الزلط) وسط المعالجة. يجب العناية بغسيل الوسط المضاف (الزلط) غسيلا جيدا وان هذا الوسط لايتاثر سطحه لوجود الأحماض الموجودة بمياه الصرف الذى يؤدى الى تكوين بركة وبالتالي الحصول على معالجة سيئة.

## متطلبات البناء

هذه الأنظمة تحتاج الى متطلبات تشغيل قليلة. الناتج يمر على حقل الامتصاص او بنظام رى تحت سطحى بالموقع. الزراعات التي ينمو على سطح الأرض المبتلة قد يكون من اللازم حصادها إذا زاد عن اللازم. إذا حدث انسداد للوسط في هذا النظام يجب ازالته على ان يعاد انشائه مرة أخرى.

## مرشحات الرمال المقطعة

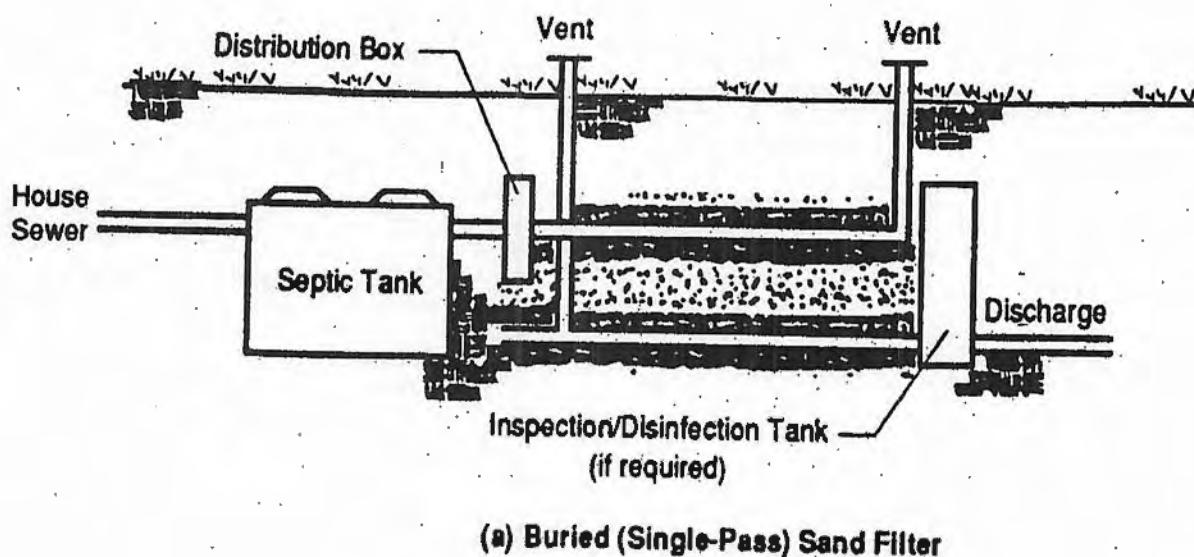
مرشحات الرمال المقطعة تستخدم العلوم الطبيعية والحيوية لتقليل تركيزات التلوث في مياه الصرف الصحي. الاساس في مرشحات الرمال المقطعة يكون الجرعة المقطعة على فرشة من الرمل. تحدث المعالجة عندما تمر مياه الصرف الصحي على الوسط (رمل) الناتج المرشح يجمع خلال نظام صرف نموذجي. يوجد ثلاثة انواع من اشكال مرشحات الرمال المقطعة.

- أنظمة تحت سطحية ( مدفونة )
- أنظمة المرور الواحد.
- أنظمة اعادة الدورة

## مرشح الرمل المدفون

### الوصف

مرشحات الرمال المدفونة تكون من نوع المرشحات ذات الدورة الواحدة وتتشاً تحت سطح الأرض وتبطن بطبقة غير منفذة وتغطى مواد الردم مواسير التوزيع تكون مدفونة في طبقة الزلط او الصخر المتفتت على سطح الوسط للمرشح. توضع فوق سطح الزلط Geo-tertile لمنع مواد الردم ان تتسبب في انسداد المرشح ولتوفير تهوية للمرشح يتم تمديد النهايات الامامية لمواسير الصرف رأيا فوق سطح الأرض. مواسير التوزيع قد تكون ايضا ممتدة فوق سطح الأرض للتهوية. وشكل رقم (١٦-٧) يوضح قطاع عرضي نموذج لمرشح الرمل المدفون.



شكل رقم ١٦ - ٧

قطاع عرضي نموذج لمرشح الرمل المدفون

#### التطبيقات

تكنولوجيا مرشح الرمل المدفون استخدمت بصفة مبدئية في المجتمعات الصغيرة النظام مناسب للمساكن المنفصلة والعناقيد السكانية الصغيرة حيث تكون الأرض متوفرة ولكن العمالة الماهرة غير موجودة.

#### أشكال شائعة

خزان التحليل – مرشح الرمل المدفون

#### المميزات

- قلة التكاليف
- لا يحتاج إلى صيانة دورية
- إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة العالقة الكلية ( طحالب )
- التبترة

#### العيوب

- متطلبات الأراضي
- الانشطة المقيدة فوق أو الموصلة إلى الملكية المشغولة بمرشح الرمل.

- صعوبة الوصول إلى النظام للصيانة أو الاصلاح.

#### الفعالية

- نوعية الناتج : ١٥ - ٣٠ مللاجم / لتر من المواد العضوية والمواد الصلبة العالقة الكلية.

- نيترة كاملة متوقعة فيما عدا التشغيل تحت الظروف الباردة جداً.

#### مواد البناء

رمل - زلط - مادة تبطين غير منفذة - مواد ردم - مواسير - قطع ووصلات

#### متطلبات التشغيل

يتطلب الصيانة الدورية لخزان التحليل ولكن اذا حدثت مشكلة في نظام المرشح المدفون تكون هناك مشكلة حيث يتم الحفر للوصول الى المرشح وتغيير الوسط او المواسير التي لا تعمل.

#### مرشح الرمل باعادة الدورة

#### الوصف

مرشح الرمل باعادة الدورة عادة يكون مرشح رمل مفتوحة ومصمم على ان تتم اعادة ترشيح المياه المرشحة - يستقبل خزان اعادة الدورة مياه الصرف الغير معالجة مع جزء من المياه المرشحة. وهناك طلبية غايسنة تعمل بجهاز توقيت تضخ بانتظام في المرشح مركب مياه الصرف الغير معالجة مع المياه المرشحة المعادة. المرشحات باعادة الدورة تم تعديلها بنجاح لتوفير ازالة النيتروجين قد يكون المرشح مفتوحاً للهواء الجوى او مغطى بطبقة من الزلط.

ميكانيكية المعالجة تجمع بين الترشيح الطبيعي والحيوي والالتصاق الكيميائى - مرشحات الرمل البطيئة تعمل كفاعل بيولوجي لاهوائى قادر على انتاج نوعية عالية من الناتج باستمرار. عملية المعالجة تكون متوازنة جداً ويعتمد عليها ولكن تعتمد على درجات الحرارة في تشغيلها هذه الانظمة تكون قادرة لاستيعاب التغيرات في الحمل الهيدروليكي والعضوى بتأثير بسيط في نوعية الناتج

#### التطبيقات

تكنولوجيا مرشح الرمل باعادة الدورة تطبق عامة في المجتمعات الصغيرة للنظام يكون مناسباً للمساكن المنفصلة والعقايد السكانية الصغيرة والمجتمعات الريفية والصناعية حيث تتوافر الأرض ولكن لانتشار العمالة الماهرة للصيانة.

#### أشكال شائعة

- نظام بحيرات الأكسدة - مرشح الرمل بإعادة الدورة

- نظام خزان التحليل - مرشح الرمل بإعادة الدورة

### المميزات

- معدلات عالية لازالة النيتروجين تزيد عن المتحققة في نظام مرشحات الرمال المتقطعة.
- يحتوى الناتج على نسب قليلة من المواد الصلبة العالقة والمواد العضوية.
- المحتوى العضوي القليل للناتج قد يسمح بتقليل متطلبات مساحة الأرض للترشيح تحت السطحي.

### العيوب

- متطلبات الأرض - الانشطة المقيدة او الوصول الى الجزء من الملكية المشغول بمرشح الرمل.
- عقود الصيانة لمشغلى العمليات المهرة قد تكون ضرورية للتأكد من الفعالية المقبولة.
- الجرف النصف سنوي للرمل يكون ضرورياً لمنع تكون الطبقات في السمية.
- يتطلب توافر الطاقة الكهربائية الازمة لتشغيل الطلبة.

### الفعالية

- نوعية الناتج = ١٠ ملجم / لتر من المواد العضوية والمواد الصلبة العالقة ازالة للنيترات بنسبة ٤٠% - ٧٠% نبذة كاملة فيما عدات التشغيل تحت الظروف المناخية الباردة جداً. تحت ١٠ درجات مئوية تقل النيترات إلى ٢٥%.

### مواد البناء

رمل ناعم ( المقاس ٠,٧٢ مم ، ٠,٤ مم و ٠,١٧ مم ) خزانات - مواسير - قطع ووصلات - طلمبات.

### متطلبات التشغيل

صيانة الطلبة - تنظيف دورى الوسط

### أنظمة التصرفات فوق الأرض

### الوصف

أنظم التصرفات فوق الأرض تكون عبارة عن أرض ذات عمليات معالجة للصرف الصحي والتي يطبق فيها مياه الصرف المعالجة ابتدائياً او ثانوياً على ميول مناسبة وتكون الأرض غير منفذة نسبياً وتزرع الأرض بمواسير - قنوات مفتوحة او شبكات الرش - وتعالج المياه ابتدائياً عن طريق الزراعات - الغطاء الأرضي مثل الأعشاب ويفضل ان تكون مخطية كلما أمكن الأعشاب استخدمت بنجاح في مناطق عديدة على مستوى العالم تطبيقات التصرف فوق الأرض الناجحة تتطلب ان يوزع الناتج على الميول الغير منفذة بالتساوی هذه الميول يجب ان تكون عميقه بدرجة كافية لمنع التبرك ولا تكون عميقه بدرجة كبيرة فتسبب تأكل او نحر التربة او تؤدى إلى مدة مكث قليلة والتي تسبيب المسارات القصيرة الغير كافية للتصرفات معالجة المياه الطبيعية تحدث خلال الترشيحات والترسيب بالجانبية. ازالة النيترات والتحول يعتمد على نوع النباتات المزروعة ومدى متطلباتها من المياه وكذلك

على النشاط الميكروبي في طبقات التربة السطحية إزالة النيترات يعتمد على عمليات التبيئة في التربة المياه المعالجة تجمع خلال خنادق أو مواسير مثبتة لمعالجة ثابتة إعادة استخدام أو الصرف.

#### التطبيقات

تطبيقات الصرف فوق الأرض تكون مناسبة لمعالجة المياه المستخدمة بعد المعالجة الابتدائية والثانوية. وقد تكون المياه من تصرفات منزليه، زراعية او صناعية بما ان عمليات الصرف فوق الأرض تعتبر ظاهرة سطحية للك موضوع انسداد التربة غير ذي جدوى هنا كما قد يكون للأنواع الأخرى من تطبيقات الأراضي.

#### أشكال شائعة

مصفاف بالقضبان — مصفاف مائلة — إزالة الرمال — ترسيب ابتدائي — تطبيقات الصرف فوق الأرض.

#### المميزات

يعتمد على نظام الصرف فوق الأرض بدرجة كبيرة بسبب بساطته في معالجته المياه — معدلات إزالة المواد الصلبة والنيترات والبكتيريا المسئولة للأمراض تكون عالية بمجرد اعداد الميول المناسبة وانظمة نقل المياه يكون تشغيل وصيانة النظام بسيطة تماماً ولا يحتاج إلى درجة تشغيل عالية ولكن يجب متابعة التشغيل بصفة دورية للتأكد من أن الغطاء الزراعي الكثيف ونوعيات المعالجة المطلوبة يتم الحفاظ عليها علماً بأن هذا النظام يوفر عائد اقتصادي بيئي.

#### العيوب

الروائح الكريهة المصاحبة لتطبيقات الصرف فوق الأرض تمثل اعتبارات أساسية ولها السبب فإن الاستخدام الأفضل لعمليات المعالجة بهذا النظام يكون بمناطق بعيدة عن المناطق السكانية المزدحمة حيث تكون الأرض متوفرة لهذه الأغراض. الأرض يجب أن تكون ذات خطوط كنترور مناسبة حيث أن عملية تخطيط الأرض الكبيرة بالمعايير المطلوبة تكون عادة ممنوعة من حيث التكاليف الباهظة. تطبيقات مياه المجاري بحيث أن تقييد أثناء فترات الأمطار الغزيرة كما أنها لا تطبق أثناء فترات البرودة.

#### متطلبات الأنساء

تهذيب التربة وعمل الميول يجب أن يقلل بقدر الامكان ولكنه أحياناً يكون ضرورياً وعادة الأنظمة تتضمن مواسير الحديد أو البلاستيك أو المواسير الخرسانية.

قد تكون الطلبيات مطلوبة لنقل الناتج وذلك طبقاً لكتور للموقع المحدد وعلاقة بعمليات معالجة المياه الأخرى.

#### متطلبات التشغيل

سياسات التشغيل لتطبيقات الصرف فوق الأرض تكون مماثلة لعمليات المرشحات النضرة حيث أن المياه المستخدمة تطبق في جرعات بحيث تخلق فترات راحة تساعد الأرض المتأثرة أن تكون قادرة على تطبيق آخر للمياه والماء العضوي الموجود فيه.

## أنظمة الترشيح السريع

### الوصف

الترشيح السريع هو طريقة لمعالجة مياه الصرف الصحي معتمدا على التربة حيث يتم إنشاء سلسلة من الأحواض الترابية بأسطح مكشوفة ومصممة على أساس الدورة المتكررة للفيضان، والترشيح / النفاذية والتجفيف. وتعتمد هذه الطريقة على معدل عال من ترشيح مياه الصرف خلال التربة والنفاذية خلال طبقات التربة الغير مشبعة والتي تحت سطح الترشيح قبل إعادة الصرف إلى المياه الجوفية.

ويتم تصميم النظام بناء على قدرة التربة على توفير المعالجة قبل أن تصل مياه الصرف إلى منسوب المياه الجوفية .

### التطبيقات

تعتمد التطبيقات على ظروف الموقع حيث الترشيح السريع أثبت كفاءة كبيرة لمعالجة مياه الصرف المنزليه ومياه الصرف التي تحتوى على مواد عضوية بصفة عامة وتكون تطبيقاته محدودة بصفة أساسية حسب التربة والتأثيرات المتوقعة على المياه الجوفية وتكليف الأرض ويكون هذا النظام غير مناسبا للتصرفات الصناعية ذات المواد العضوية .

### المميزات

- يوفر معالجة مياه اضافية وعادة المعالجة الثانوية فقط تكون مطلوبة ويستخدم التعقيم حسب ظروف التشغيل.
- يزيل المواد الملوثة بنسبة جيدة جدا شاملة الأمونيا.
- سهل التشغيل ويطلب تدخل قليل في التشغيل.
- يتطلب مساحة ارض اقل من الطرق الأخرى
- يمكن تشغيله على مدار السنة.
- يعتبر ذو ناتج مساويا " صفر " وذلك في حالة إعادة الصرف إلى المياه الجوفية.
- مياه الصرف المعالجة يمكن اعادة استخدامها في الرى.

### العيوب

- متطلبات مساحة الأرض الكبيرة.
- امكانية تلوث المياه الجوفية يحد ايضا تطبيقاته نظرا لوجود النيتروجين.
- المواد الصلبة الناتجة قد تسد سطح الأحواض ويطلب هذا الاصلاح والتجديد لأسطح الحوض.

### أسس التصميم

تشمل أسس التصميم اختيار الموقع، معدل التحميل الهيدروليكي عمق المياه الجوفية، وأشكال التصرفات المطبقة التي تفرض حجم معين لأحواض الترشيح.

#### اختيار الموقع

يعتمد اختيار الموقع على سعة المعالجة من التربة وتوافر الأرض المناسبة، وتعتمد سعة المعالجة بالتربة بصفة أساسية على الظروف الطبيعية مثل المسامية، درجة التنشبع وتعتبر التربة الناعمة (مثل الطمي والطين) ذات قدرة توصيل ضعيفة نسبياً ولذلك تكون غير مناسبة للترشيح السريع - أما التربة الخشنة (الرمل) تعتبر ذات قدرة توصيل عالية ومعدل إعادة تهوية يسمح بتحميل عضوي وهيدروليكي أعلى ودورات أقصر لآراحة الحوض وهذا النوع من التربة يسمح بالترشيح السريع. وعلى أيّة حال من الممكن استخدام مرشح بكفاءة أقل ولكنه يحتوى على سعة تغير Cat-ion قليلة مما يسمح بترشيح أكبر ونفاذية أعلى إلى مناطق التربة وتكون التربة الرملية إلى الرملية الطفيلة هي الأنسب كموقع بالنسبة لهذا النظام وتعتبر الأعمق الغير مشبعة حرجة جداً بمعنى أنه على الأقل يجب أن يكون  $1,5 - 2,0$  متر من التربة غير مشبوع ذات قدرة توصيل مننظم نسبياً.

#### معدل التحميل الهيدروليكي

يحدد معدل التحميل الهيدروليكي للتصميم عن طريق خواص التربة والمياه الجوفية ومتطلبات المعالجة ونوعية مياه الصرف المطلوب لمعالجتها ويحدد معدل التحميل الهيدروليكي الأقصى عن طريق قدرة التوصيل الهيدروليكيّة لطبقة التربة ذات النفاذية الأقل في منطقة الصرف ويستخدم  $4\%$  من قدرة التوصيل الهيدروليكيّة المشبعة المقاسة كتقدير مبدئي وقد يعدل هذا المعدل إلى الأقل ليقل التحميل العضوي إلى  $21 - 26$  كجم/ $\text{هكتار}/\text{يوم}$  وذلك للسيطرة والتحكم في عدم انسداد السطح وتمثل المعالجة الابتدائية أقل مستوى مقترن بمعالجة أولية ولكن في بعض الحالات تكون المعالجة الثانوية أيضاً مطلوبة. وقد يتحكم النitrorgen أو المياه الجوفية أو أيّة عوامل خاصة بالتربة بالإضافة إلى المواد العضوية في معدلات التحميل الهيدروليكي المتوسطة والتي تتراوح بين  $1,5 - 35$  متر $^3/\text{يوم}$ .

#### أشكال التطبيقات

يتم اختيار أشكال التطبيقات المختلفة لتشغيل الأحواض بحيث يتم التحكم في انسداد السطح المرشح و/أو إزالة النitrorgen وهذا يحدد عدد وحجم الأحواض ومساحة الأرض المطلوبة وتخالف النسب النموذجية لمعدلات التحميل من التشغيل عن فترات الجفاف تختلف من  $0,2 - 0,0$  ( التحميل الهيدروليكي الأقصى ) إلى ١ ( التحميل الهيدروليكي الأقل ).

#### متطلبات البناء

تتضمن متطلبات البناء إعداد سطح الترشيج وإنشاء الحاجز وتركيب مواسير الأحواض وإنشاءات المدخل حيث يجب تسوية السطح بسمك  $50$  مم للوصول إلى المناسب الأرضية النهاية المطلوبة لكل حوض بأقل ضغط يمكن

لترية السطح كما يجب شق السطح المسوى الناعم الى عمق ٦٠٠ مم. كما يجب أن تقوم بين الأحواض بمنع التسرب كما يجب أيضاً أن توفر امكانية مرور السيارات للوصول الى كل حوض ويجب أيضاً أن يتم تسويتها لمنع نحر الترية.

#### متطلبات التشغيل

متطلبات التشغيل والصيانة الأولى تشمل صيانة سطح المرشحات خلال مواسم الأمطار وادارة التيتروجين ومتابعة مهامات التشغيل اما الصيانة الأخرى فتشمل صيانة الطلبات والمعدات والحواجز بين الأحواض ومتنازع متطلبات التشغيل بسهولة التنفيذ وتنطلب تدريب قليل حيث لا توجد معدات خاصة مطلوبة لهذا النظام فيما عدا معدات صيانة أسطح المرشحات وتحصر تكاليف التشغيل والصيانة بصفة أساسية في تكاليف العمالة المستخدمة.

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

- କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

- କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି :

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି :

- କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି :

କାନ୍ତି ପାଦ ଶରୀର କାନ୍ତି :

- କାନ୍ତି ପାଦ :

କାନ୍ତି :

କାନ୍ତି ପାଦ :

## معدلات الصرف:

يبين الجدول التالي احتياجات المنشآت المختلفة للمياه في المناطق المنعزلة ومنها يمكن حساب معدلات الصرف حسب نوعية وطبيعة المنشأ.

جدول رقم ( ١ )  
**يبين إحتياجات المنشآت المختلفة للمياه  
 في المناطق المنعزلة**

نوع المنشأ	باللتر / يوم / شخص
مدارس ( مراحيض وأحواض غسيل أيدي فقط )	٢٠
مدارس ( مراحيض وأحواض غسيل أيدي وكافيتريا )	٣٠
مدارس ( مراحيض وأحواض غسيل أيدي وأدشاش وكافيتريا )	٦٠
العملة في المدارس والمكاتب	٢٠
المخيمات اليومية	٥٠
حمامات السباحة والبلاد	٣٠
المنازل	١٥٠
فنادق ( حمامات مجتمعة وبدون مراافق أخرى )	١٢٠
فنادق ( حمام خاص بكل غرفة - ٢ شخص بالغرفة - وبدون مراافق أخرى ).	٢٤٠
المدارس الداخلية ( بالمرافق )	٢٥٠
المصانع لكل فرد في الوردية الواحدة بخلاف تصرفات عمليات الصناعة	٥٠
المستشفيات العامة ( لكل سرير )	١٥٠
المطاعم ( حمامات وصرف مطابخ لكل وجبة )	٣٥
صرف المطابخ بالفنادق والمعسكرات وخلافه التي تقم ثلاثة وجبات في اليوم	٣٥
الموئيلات بحمامات وصرف مطبخ	٢٠٠
المطارات	١٥-١٠ لتر / مسافر

## تحديد موقع عمليات الصرف:

تكون أقل مسافة بين أجزاء عمليات الصرف في المناطق المنعزلة كالتالي:

- أ- ٣ م بين الآبار السطحية أو العميق، وبين فرعات الصرف المنزلية المنشأة من حديد الزهر.
- ب- ١٥ م بين الآبار السطحية أو العميق، وبين فرعات الصرف المنزلية المنشأة من حديد الزهر.
- ج- ٣٠ م بين خزان التحليل والآبار السطحية.
- د- ١٥ م بين خزان التحليل والآبار العميق.
- هـ- ١٥٠ م بين خزان التحليل وغرفة توزيع مياه المجاري على نظم التخلص.

و - ٣ م بين خزان التحليل وبين كل من خنادق الصرف - ببارات الصرف- حدود الملكية - المبني.

ز - ٣٠ م بين غرفة توزيع مياه المجاري والأبار السطحية.

ح - ١٥ م بين غرفة توزيع مياه المجاري والأبار العميقه.

ط - ١,٥ م بين غرفة توزيع مياه المجاري وكل من خزان التحليل وخنادق وبارات الصرف.

ي - ٣ م بين غرفة توزيع مياه المجاري وبين حدود الملكية.

ك - ٦ م بين غرفة توزيع مياه المجاري وبين المبني.

ل - ٣٠ م بين خنادق أو ببارات الصرف، وبين الآبار السطحية.

م - ١٥ م بين خنادق أو ببارات الصرف، وبين الآبار العميقه.

ن - ١,٥ م بين خنادق أو ببارات الصرف، وبين غرفة توزيع مياه المجاري.

ش - ٣ م بين خنادق أو ببارات الصرف، وبين حدود الملكية.

س - ٦ م بين خنادق أو ببارات الصرف، وبين المبني.

ص - لا تنشأ أى عمليات للصرف على أى مجراي مائي يستخدم في نظم الأمداد بالمياه وعموماً ففي جميع الأحوال يلزم أن يكون التصرف من مياه المجاري تحت التيار بالنسبة لاتجاه سير المياه الجوفية ( Down Stream ).

### خزان التحليل:

يجب أن تتوافر في خزان التحليل الشروط والمواصفات التالية:

- أن يكون الخزان بسعة كافية تتناسب مع حجم المنصرف من سواقل المجاري المنزلية أو المخلفات السائلة ليسمح بمدة مكث تتراوح ما بين ٢٤ ساعة إلى ٧٢ ساعة بالنسبة للمباني السكنية ولا تقل عن ١٢ ساعة في المباني العامة وغيرها من المنشآت والمحال الصناعية والتجارية المشار إليها بالإضافة إلى ترك حيز كاف بالخزان يخصص لتخزين الحمأة والخبث لا يزيد على ٥٠ % من الحجم الفعال والا نقل سعة الخزان عن ٢٠٠ متر مكعب وألا يزيد عن ٣٦ متر مكعب فإذا زاد حجم الخزان التصميمى على ذلك أو التصرف على ذلك مكعب فيعمل أكثر من خزان واحد من هذا الطراز.

- أن يكون لكل خزان غرفة تقدير المدخل والمخرج ويفضل أن تعمل غرفة تقدير المدخل كغرفة لاحتجاز المواد الغير عضوية في حالة الخزانات ذات السعات الكبيرة.

- ألا يقل عمق السائل بالخزان عند المخرج عن ١,٢٠ متر وألا يزيد على ١,٨٥ متر ويستحسن أن تعمل أرضية الخزان بميل لا يقل عن ١ : ١٠ نحو المدخل.

- أن يزود كل من المدخل والمخرج بمشترك من الفخار ذي الطلاء الملحي أو من الزهر أو ما يماثلها ولا يقل قطرة عن ١٥٠ مم، ويجوز الاستعاضة عنه ب حاجز رأسى ( من مادة مناسبة ) يكون في مواجهة المدخل والمخرج - على أن يكون إرتفاع الحاجز الحاجز أسفل سطح السائل بحوالى

٢٠ % من عمق السائل عند ماسورة المدخل وحوالي ٤٠ % من عمق السائل عند ماسورة المخرج.

- أن يكون منسوب قاع ماسورة خروج السائل من الخزان أوسطى من منسوب قاع ماسورة المدخل بمقدار ٥ سم على الأقل.

- أن يعمل بسقف الخزان فتحات كافية للكشف عليه بمقاس  $60 \times 60$  سم على الأقل وأن تزود هذه الفتحات وغرف التفتيش الملحة به بغضاءات محكمة من الزهر التقيل أو الخرسانة المسلحة. ويجب أن يتم الكشف على الخزان دوريًا عندما يزيد إرتفاع الحمأة والخبث على ٥٠ سم فوق قاع الخزان.

- لا يقل ميل مجاري صرف المبني التي تصب في غرفة تفتيش مدخل الخزان عن ١ : ١٠٠.

- ينشأ الخزان فوق قاعدة من الخرسانة العادية بتخانة لا تقل عن ٣٠ سم وأن يكون سقفه من الخرسانة المسلحة بتخانة لا تقل عن ١٥ سم وأن تكون حوائطه بتخانة كافية لتحمل الضغوط الخارجية بحيث لا تقل عن ٢٥ سم إذا كانت من الطوب الطفلى المصمت ولا تقل عن ٤٠ سم إذا كانت من البish وعن ١٥ سم إذا كانت من الخرسانة المسلحة. ويتم بياض الخزان من الداخل بمونة الأسمنت والرمل بنسبة ٥٠٠ كجم / م٣ رمل على أن تخدم جيداً. وتوضع طبقة عازلة لكل من القاع والحوائط لما يقع منها تحت منسوب مياه الرشح وتسند الطبقات العازلة الرئيسية من الخارج بمبان بتخانة ١/٤ أو ١/٢ طوبية طبقاً لأسس التصميم وشروط التنفيذ الخاصة بالمبانى بالطوب بنسبة ٣٥٠ كم / م٣ رمل على أن تنتهي الطبقة العازلة الرئيسية حتى منسوب سطح الأرض.

ويكون الخزان مستطيل الشكل ويراعى أن يتراوح طول الخزان بين ضعف وثلاثة أمثال عرضه.

- يراعى فى اختيار موقع الخزان إنشاؤه فى مكان مكشوف سهل الوصول إليه بواسطة عربات الكسح بحيث لا تستدعي إجراء عملية الكسح المرور بإحدى غرف المبنى أو المنشآة مما يتربّط على وجوده فى الموقع المختار أى أضرار صحية.

## التخلص النهائي من المخلفات السائلة بطريقة الامتصاص

يعتبر التخلص من السبب الذي ينصرف من عمليات المعالجة الإبتدائية والثانوية من أهم المشاكل التي يواجهها المختصون لصرف المباني المنعزلة وغير المتصلة بشبكات المجاري العامة نظراً لاحتواء هذه المخلفات على مواد عضوية ذاتية أو عالقة أو قابلة للترسيب كما تشمل على نسبة كبيرة من الجراثيم الممرضة والمواد الضارة بالصحة مما يكون له أثر كبير على مصادر المياه الجوفية وعلى مسامية التربة وقدرتها على الإمتصاص وإستيعاب السوائل والمواد محمولة لذلك فإنه ينبغي إختيار وسائل الصرف التي تناسب خواص التربة والمساحة المخصصة للصرف ومياه الرشح والتي تكفل عدم ظهور الطفح في الموقع والمناطق المجاورة له وحماية موارد المياه الجوفية من التلوث ولا تؤثر على سلامة المباني والأساسات.

### تجربة الامتصاص

يجب إجراء تجربة الامتصاص بهدف الحصول على مساحات الامتصاص اللازمة لتصميم أعمال التخلص من المخلفات السائلة أو سوائل المجاري المنزلية المعالجة وتتوقف مسامية التربة أو قدرتها على إمتصاص هذه السوائل والسماح للسوائل والهواء بالمرور من خلالها على عمق منطقة التهوية ومشروب مياه الرشح وعلى التكوين الحبيبي للتربة.

وتجرى التجربة وفقاً للخطوات والإشتراطات التالية:

- أ - يختار موضع التجربة لعدد لا يقل عن ثلاثة حفر توزع على المساحة التي سيتم الصرف إليها لتتمثل خواص التربة تمثيلاً متكاملاً.
- ب - يراعى ألا يقل إتساع الحفرة عن نصف متر مربع وأن يعمل الحفر إلى عمق الترشيح الفعلى.
- ج - توضع في قاع الحفرة طبقة من الرمل الحرsh والزلط بسمك ٥ سم.
- د - ترش التربة بالمياه قبل إجراء التجربة لدرجة التشبع.
- هـ - تملأ كل الحفر المختارة بالمياه النظيفة لعمق لا يقل عن ١٥ سم وتترك المياه للتتسرب من خلال التربة.
- و - يحدد الزمن اللازم لتسرب المياه كليّة من خلال التربة بالدقائق ثم يحسب الزمن اللازم لإنخفاض منسوب سطح المياه بمقدار ٢٥ مم في كل حفرة بالدقائق أيضاً وبقدر المتوسط الحسابي للنواتج المأخوذة من الخفر الثلاث.
- ز - يقدر معدل الامتصاص الفعلى من الجدول رقم (٢) وتقدر مسطحات الامتصاص بالمتر المربع من الجدول رقم (٣).

جدول رقم ( ٢ )  
**معدل الإمتصاص الفعلى على أساس تصرف السوائل**  
**لتر / يوم / متراً مربعاً**

معدل الإمتصاص الفعلى للمتر المربع عند منسوب قطاع الخندق لتر / يوم	الزمن اللازم بالدقيقة لإنخفاض منسوب مسطح المياه الجوفية بالحفرة لمسافة ٢٥ مم
١٧٠	٢ أو أقل
١٤٠	٣
١٢٠	٤
١١٠	٥
٨٥	١٠
٦٥	١٥
٥٠	٣٠
٣٥	٦٠
لا يصلح	٦٠ فأكثر

جدول رقم ( ٣ )  
**مسطحات الإمتصاص بالمتر المربع على أساس المنصرف**  
**من الشخص الواحد في اليوم**

مسطح الإمتصاص الفعلى بالمتر المربع عند منسوب قاع الخندق بالنسبة للمدارس وما يماثلها	الزمن اللازم لإنخفاض منسوب سطح المياه بالحفرة لمسافة ٢٥ مم
بالنسبة للمساكن	
٠,٤٠	٢
٠,٥٣	٣
١,٦٠	٤
١,٦٥	٥
٠,٨٥	١٠
٠,٩٥	١٥
١,٤٠	٣٠
١,٥٠	٤٥
١,٧٠	٦٠
-	٦٠ فأكثر
لا يصلح	

### ملاحظات:

أ - حسبت أرقام الجدول على أساس متوسط إستهلاك الفرد ١٠٠ لتر / يوم كفرض، أما بالنسبة للمدارس أو ما يماثلها فقد حسبت على أساس ٣٠ لتر / يوم للفرد كفرض.

ب - يراعى عند تقيير مسطحات الإمتصاص المعدلات الفعلية لإستهلاك المياه بالنسبة للمنشآت المختلفة. أنظر الجدول رقم (١).

ج - لا تصلح هذه التجربة في الأراضي المكونة من الردم لمخالفات القمامنة أو ما يماثلها.

### طرق الصرف بالإمتصاص: (التصريف داخل التربة)

#### **- خنادق التصريف:** Perculating Trench (أنظر الشكل رقم ٣)

في حالة الصرف إلى خنادق تصريف يجب أن توفر الإشتراطات التالية:

أ - لا يقل عرض الخندق من الداخل عن ٣٠ سم على أن يترك بدون قاع.

ب - أن تنشأ الحوائط الجانبية للخندق من المباني بالدبش الصلب الناشف أو الطوب الأسمنتى أو الطفلى المصمت مع تحليق شنايش بالحوائط تسمح بالتصريف من خلالها على لا نقل تخانة المباني بالدبش عن ٥٠ سم ولا نقل تخانة المباني بالطوب عن ٣٨ سم.

ج - أن يكون سقفه من بلاطات من الخرسانة المسلحة بتخانة لا تقل عن ١٠ سم أو من العقود بالدبش الصلب العجالي أو الطوب أو أي مادة مناسبة.

د - لا يزيد عمق الخندق عن مترين وأن يكون قاعه بإنحدار مناسب يسمح بالإنساب الطبيعي للسوائل على امتداده.

هـ - أن يملأ بالزلط لنصف عمقه وبكامل طوبه أو في جزء منه إن أمكن.

و - أن تتم تهوية الخندق بطريقة مناسبة وكافية.

ز - أن يزود سقف الخندق بفتحات تفتيش كافية وعلى مسافات كافية.

ح - أن يحدد طوله على أساس مسطحات الإمتصاص طبقاً لطبيعة التربة وتجربة الإمتصاص كما جاء في تجربة الإمتصاص مع مراعاة لا يقل حجمه الفعال عن سعة تصريف يوم واحد والجدول رقم (٤) يبين مساحة خنادق التصريف المقترنة وبحيث لا يزيد طول الخندق الواحد عن ٣٠ متر لضمان توزيع المياه على طول الخندق بالكامل.

جدول رقم (٤)

### **مساحة فنادق التصريف**

طول خنادق التصريف بالمتر لكل ١٠٠ لتر مجرى في اليوم لعرض ٩٠ سم	٦٠ سم	٣٠ سم	الوقت اللازم بالدقائق لانخفاض
			سطح المياه في الحفرة ٢,٥ سم
٧	١٠	٢٠	١
٨	١٢	٢٤	٢
١٠	١٥	٢٨	٣
١١	١٧	٣٤	٥
١٦	٢٤	٤٨	١٠
٢٠	٣٠	٦٠	١٥
٢٥	٣٧	٧٤	٢٠
٢٨	٤٣	٨٥	٢٥
٣٤	٥٠	١٠٠	٣٠

جدول رقم (٥)  
**الحد الأدنى بين محاور مواسير التوزيع  
عند مداخل الخنادق**

الحد الأدنى للمسافات المحورية لمواسير التوزيع بالمتر	عمق الخندق سم	عرض الخندق عند منسوب القاع سم
٢,٠٠٠	من ٤٥ إلى ٧٥	٤٥
٢,٠٠٠	من ٤٥ إلى ٧٥	٦٠
٢,٥٠	من ٤٥ إلى ٩٠	٧٥
٣,٠٠	من ٦٠ إلى ٩٠	٩٠

**مواسير التصريف المغطاة :**

في حالة صرف سبب خزان التحليل إلى حقول الإمتصاص عن طريق المواسير غير ملحومة الوصلات يجب توافر الإشتراطات التالية:

- أ - أن تكون التربة مسامية قابلة لامتصاص السوائل وأن تكون مناسبة المياه الجوفية أو مياه الرشح على عمق مناسب من سطح الأرض يسمح بالصرف، ولا يجوز استخدام هذه الطريقة في حالة إرتفاع منسوب مياه الرشح لمسافة ٥٠ سم من منسوب سطح الأرض أو في مناطق المستنقعات والبرك.
- ب - أن تصرف السوائل المعالجة إبتدائياً إلى حقول الصرف الجوفي بطريقة مناسبة تسمح بتنظيم توزيع الصرف عن طريق غرفة توزيع السوائل أو غرفة مزودة بسيفون.
- ج - أن تنقل السوائل من الخزان إلى غرفة التوزيع بواسطة مواسير ملحومة أو موصلة وفقاً للأصول الفنية بحيث يكون منسوب قاع المسورة على إرتفاع لا يقل عن ٢,٥ سم من منسوب قاع غرفة التوزيع ويكون منسوب قاع ماسورة الصرف الجوفي الخارجية من غرفة التوزيع في منسوب قاعها.
- د - أن تكون مواسير الصرف الجوفي الخارجية من غرفة التوزيع من المواسير ذات الرأس والذيل أو مواسير مستوية النهايات وصلاتها مفتوحة بتفاصيل لا يزيد كل منها على سم واحد ويراعى في حالة إستعمال مواسير مستوية النهايات، بدون (رأس أو ذيل) أن يغطي النصف العلوى من هذه الفواصل بطبقة من الخيش المقطرن أو ما يماثله لمنع دخول حبيبات التربة بداخليها، ويجب أن تحاط المواسير بطبقة من الزلاط لا تقل عن ١٥ سم أسفلها وعن ١٠ سم أعلى.
- هـ - ألا تقل المسافة المحورية بين مواسير الصرف الجوفي عن ٢,٠٠ مترأ.
- و - أن يكون ميل مواسير الصرف الجوفي بإنحدار يتراوح بين ثلاثة وخمسة في الألف.

ز - أن تكون مسطحات الإمتصاص كافية على أساس قدرة التربة على الإمتصاص وصرف السوائل بحيث لا تظهر السوائل على سطح الأرض ولتحقيق ذلك يجب ألا تقل مسطحات الإمتصاص عن المعدلات التالية بـأدنى نوع التربة:

ز/١ - ١٥٠ لتر في اليوم للمتر المسطح من التربة الرملية.

ز/٢ - ٨٥ لتر في اليوم للمتر المسطح من التربة متوسطة التماسك.

ز/٣ - ٤٠ لتر في اليوم للمتر المسطح من التربة الطينية.

وفي جميع الحالات يتعين إجراء تجربة الإمتصاص وتحديد مسحوقات الإمتصاص من الجدولين (٢،٣) ويوضح جدول رقم (٥) أبعاد خنادق الإمتصاص لمواسير المغطاة والمسافة التي يجب توافرها بين محاور مواسير التوزيع عند مداخل الخنادق المجاورة في حقول الصرف **بباوات**

#### التصريف: (Cesspools or Percolating Wall)

يتراوح قطرها بين متر وأربعة أمتار وتشأ دون قاع على أن تبني حوائطها بالطوب الطفلي المصمت أو بالطوب الأسمنتى أو بالدبش أو بالخرسانة العادية أو المسلحه بتخانة مناسبة. وفي حالة إرتفاع منسوب مياه الرشح يتم تعويض البئارة مع مراعاة التأكد من عدم وجود مصادر مياه جوفية للشرب يخشى تلوثها، كما تحدد السعة والعمق اللازمان على أساس مسحوقات الإمتصاص مع عمل فتحات الصرف الكافية.

وفي حالة إنخفاض منسوب مياه الرشح عن الطبقة الرملية أو الطبقة القابلة للتسرع يكتفى ببناء البئارة إلى العمق الذي يسمح بالصرف مع عمل فتحات الصرف الكافية بجوانبها وبالإضافة إلى ذلك يراعى توافر الإشتراطات التالية:

أ - أن تسمح المسافة بين منسوب دخول السوائل إلى البئارة وأعلى منسوب لمياه الرشح بتصريف الكمية اليومية للمخلفات السائلة.

ب - أن يتم تهوية البئارة بمساعدة قطرها ١٠ سم.

ج - ألا تقل المسافة بين كل بيارتين متجاورتين عن ثلاثة أمثال قطر أكبرها.

د - ألا تقل المسافة بين البئارة وأساسات المبنى عن ستة أمتار، ويجوز تخفيض هذه المسافة إلى النصف إذا تم إنشاء حواجز البئارة من مادة صماء أو عزلت بمادة لا تسمح بتسرب السوائل خلال جدرانها حتى منسوب منخفض عن منسوب قاع الأساسات بمسافة مترين.

هـ - يزود سقفها بفتحة تفتيش ذات غطاء.

#### آبار التصريف العميقه:

يجوز صرف السبب النهائي للسوائل المختلفة بعد المعالجة إلى آبار التصريف العميقه وذلك في حالة عدم وجود مجاري مائية قريبة يمكن الصرف عليها أو في حالة عدم وجود الطبقات الصالحة للصرف على أعمق قريبة من سطح الأرض حتى عمق حوالي ١٥ متراً.

كما يجوز دق آبار التصريف العميق داخل خنادق التصريف أو ببارات التصريف الواردة في طرق الصرف بالإمتصاص وببارات التصريف وذلك في حالة إنسداد مسام التربة المحاطة بهذه البارات أو الخنادق.

ويراعى أن تتوفر الإشتراطات التالية في آبار التصريف العميق:

- أ - أن تجمع السوائل المطلوب صرفها في غرفة تجميع بالسعة الكافية التي تسمح لمدة مكث قدرها ساعة ونصف.
- ب - أن تبني غرفة التجميع بالطوب الطفلي أو الأسمنت المصمت أو بالخرسانة المسلحة وتبيض من الداخل بمونة الأسمنت والرمل بنسبة ٣٥٠ كيلو جرام أسمنت للمتر المكعب من الرمل، مع إضافة مادة مانعة لتسرب السوائل.
- ج - أن يراعى تخول السوائل إلى حوض التجميع بمشترك وأن يكون خروج السوائل عن طريق مواسير منقبة أو مخرمة مكسورة بالسلك بطول مناسب.
- د - الا يقل قطر مواسير بئر التصريف العميق عن ٢٥ سم وأن تصل المواسير إلى الطبقات الصالحة للتصريف وذلك من واقع الجهة التي تحدد عمق البئر.
- و - أن يملا بئر بخ بين انقايسون ومواسير البئر بطول المواسير المنقبة أو المخرمة بزلط لا يزيد مقاسة على ٢ سم وأن تحاط الأجزاء الأخرى من مواسير البئر (غير المنقبة أو غير المخرمة) أعلى طبقة الزلط، بطبيعة من الأسمنت اللبناني تخانة لا تقل عن ٢٥٠ سم وذلك حتى منسوب سطح الأرض أو بطول لا يقل عن ٥ أمتار أعلى طبقة الزلط.

#### أعمال المعالجة الثانوية:

تم جزئياً أعمال التنقية لمخلفات السائلة بوسائل المعالجة الإبتدائية في خزانات التحليل حيث تزال نسبة كبيرة من المواد العالقة ومن المواد العضوية.

ويليها لأعمال المعالجة الثانوية لتحسين خصائص السيب النهائي الناتج من المعالجة الإبتدائية وذلك لتحقيق الأهداف التالية:

- أ- إمكانية الصرف النهائي بطرق تاسب كل حالة حسب ظروفها وبحيث لا تؤثر على الصحة العامة ولا تتسبب في أي تلوث للبيئة.
- ب- إمكانية الصرف في التربة ضيقه المسام ذات القدرة الضعيفة على الإمتصاص الفعال للمتر المسطح منها على ٦٠ دقيقة.
- ج- إمكانية الصرف في التربة عندما يرتفع منسوب المياه الجوفية إلى أقل من ١,٠٠ متر من سطح الأرض النهائي.

وتشتمل أعمال المعالجة الثانوية بالوسائل التالية:

- أ - تكرار بعض مراحل المعالجة الإبتدائية مثل إقامة خزان تحليل أو أكثر (أو ما شابهه) على التوالي.

ب - مضاعفة مساحات الإمتصاص لحقول الصرف وذلك بإستعمال خنادق الترشيح الرملية والخنادق الرملية تحت سطح الأرض ومرشحات الرمل المكثوفة أو المغطاة.

### خندق الترشيح الرملية:

يعلم خندق الترشيح الرملى بعرض يتراوح بين ٧٥ سم، ١٢٠ سم وبحيث يعلو قاعه عن منسوب المياه الجوفية، ويملاً هذا الخندق بطبقة من الرمل بتخانة ٧٥ سم تعلوها مواسير صرف بقطر ١٠ سم غير ملحومة الوصلات لصرف سبب أحواض التقى، وتوضع تلك المواسير وسط طبقة من الزلط تخانتها ٢٠ سم بكامل عرض الخندق كما يوضع أسفل طبقة الرمل سالفة الذكر طبقة أخرى من الزلط تخانتها ٢٠ سم يتوسطها كذلك مواسير صرف بقطر ١٠ سم غير ملحومة الوصلات لاستقبال السوائل وحملها إلى خارج حقل التصريف.

### الخنادق المبللة تحت سطح الأرض:

وإستعمل الخنادق الرملية تحت سطح الأرض وفي حالة عدم صلاحية ناتج أحواض التحليل للصرف إلى المجاري المائية أو عدم قدرة التربة على إمتصاصه، وهي عبارة عن خنادق تملأ بالزلط والرمل تتضاً أسفل مواسير الصرف غير ملحومة الوصلات وعلى إمتدادها. وفي حالة إستخدام مواسير ذات أنفاس والذيل، يتم وضع الذيل في مركز منوسط داخل الرأس ويحاط بالزلط ليسمح بتسرب السوائل من المواسير إلى الخندق الرملى أسفلها.

أما في حالة إستخدام مواسير مستوية النهايات ( بدون رأس وذيل ) فيجب ألا يزيد الفاصل بين كل ماسورتين متتاليتين على ستة أمتار مع مراعاة أن يغطي النصف العلوي من هذه الفواصل به حماة من التخشيش المقطرن أو بشبكة من تلك الضيقه الفتحات أو بأى مادة أخرى مناسبة تمنع تسرب الرمل والأثربة خلال تلك الفواصل.

ويجوز أن تستبدل هذه المواسير بخندق الترشيح، على أن يبني الخندق من الطوب أو من الحجر مع ملاحظة عمل مدماك على النافذ وأخر بمونة ضعيفة على التوالى وبحيث لا تقل مقاساته عن ٣٠ سم وأن يغطي بطبقة سميكة أو أحجار ثلاثات ويحقق قاع الخندق بالمونة الآسمانية وأن ينشأ أسفل المواسير والخندق مواسير غير ملحومة الوصلات لتجميع السوائل المتصرفة خلال هذا الوسيط المرشح حتى يتم التخلص منها إما بالصرف إلى المصادر القرية أو إلى الآبار العميقة ( القابسون ) وفقاً لما تقرره الجهة المختصة.

ويراعى في ذلك ما يلى:

- أ- الإيقل ارتفاع طبقة الرمل وهي الوسيط المرشح عن ٧٥ سم ولا يقل العرض المخصص لكل ماسورة أو خندق عن ٥٠ سم ولا يزيد طول المواسير أو الخندق عن ٣٠ م.
- ب- أن تحاط المواسير العليا والسفلى بطبقة من الزلط لا يقل تخانتها عن ٢٠ سم علاوة على ارتفاع طبقة الرمل المثار إليها سابقاً.

جـ - أن تحدد مساحة المرشح على أساس معالجة ٤٠ لتر / يوم لكل متر مربع.

#### مرشحات الرمل المكشوفة:

يجوز معالجة السبب الناتج عن عملية الترسيب وباستخدام مرشحات الرمل المكشوف ويقسم مرشح الرمل عادة إلى قسمين أو أكثر لتيسير عمليات التشغيل والتنظيم على أن تراعى الاشتراطات التالية:

أ - أن يتراوح ارتفاع طبقة الرمل بالمرشح بين ١٠٠ : ٧٥ سم وأن توضع هذه طبقة فوق طبقة من الزلط وفقاً لما ورد سابقاً.

ب - يتراوح تدرج طبقة الرمل المستخدمة بين ٠,٤ ، ٠,٢ مم.

ج - يتراوح تدرج طبقة الزلط المستخدم بين ٢,٥ : ٣,٨ مم.

د - أن ينجز المرشح بحسب بواسطة موزعات مثل البلاطات الخرسانية أو المواسير أو ما يماثلها بما يكفل إنظام توزيعه على سطح المرشح.

هـ - أن يزود قاع المرشح بمجاري صرف مناسبة تكفل صرف السبب، بالإنحدار الطبيعي.

و - أن تحدد مساحات المرشح وفقاً للجدول رقم (٦).

جدول رقم (٦)

#### تحديد مساحات مرشحات الرمل المكشوفة

المقادير الافتراضية لحبوب الرمل بالملليمتر	٠,٦	٠,٥	٠,٤	٠,٣	٠,٢	أقصى تصرف للسبب في اليوم لكل متر مربع
	٣٥٠	٢٥٠	٢٠٠	١٥٠	١٠٠	

#### مرشحات الرمل المغطاة:

يجوز معالجة السبب الناتج من عملية الترسيب والتخيير باستخدام مرشحات الرمل المغطاة التي تشبه إلى حد ما مواسير التصريف المغطاة من حيث ارتفاع كل من طبقة الرمل والزلط المشار إليها في مواسير التصريف المغطاة، ويحسن استخدام السيفون لتنظيم الصرف إلى المرشح لإتاحة الفرصة للوسيط المرشح لاستعادة حيويته أو قدرته على معالجة السوائل المختلفة وتستخدم هذه الطريقة في حالة ما إذا زادت مساحات الترشيح المطلوبة للمعالجة على ٢٠ متر مربعاً أو إذا زاد مجموع أطوال مواسير التوزيع على مائة متر، وتحدد كمية السوائل المعالجة على أساس تصرف قدرة ٤٠ لتر لكل متر مربع من سطح المرشح.

#### مرشحات بطينية الانسياب:

يجوز معالجة السبب الناتج من عملية الترسيب والتخيير باستخدام مرشحات بطينية الانسياب على أن تراعى الإشتراطات التالية:

- أ - ألا تقل المسافة بين المرشح المكشوف وأقرب مسكن من مجموعة العساكن عن ٤,٥ متر .
- ب - أن يتراوح عمق المرشح بين متر ونصف متر .
- ج - أن توزع طبقة سفلية من الزلط يتراوح مقاس حبيباته بين ٨ سم، ١٠ سم وبتخانة من ١٥ إلى ٢٠ سم تعلوها طبقة أخرى من الزلط مقاس حبيباته حوالي ٢,٥ سم لإستكمال العمق المطلوب للترشيح.
- د - أن يصمم المرشح على أساس توفير حجم قدره خمسة أمتار مكعبة من الوسط المرشح لمعالجة كل متر مكعب واحد من اسواقل المتختلفة في اليوم.
- ه - أن توزع السوائل على سطح المرشح بواسطة موسيفات ( مصنوعة من حديد الزهر أو من الخرسانة أو من أي مادة أخرى مماثلة ) تغذي من سيفون لتعطى تصرفًا متقطعاً أو بواسطة إنشاء مجاري رئيسي تخرج منه مواشير التوزيع، أو بأى ويلة أخرى تعتمدها الجهة المختصة.
- و - أن ينشأ حوض ترسيب إضافي إذا زاد عدد الأفراد على مائة شخص وذلك لترسيب السيل المرشح قبل صرفه على أن يكون هذا الحوض مطابقاً لمواصفات خزان التحليل وبدون سقف وذات سعة مناسبة تسمح بمنتهى مكث لا تقل عن أربع ساعات.

#### أحواض حجز الشحوم والدهون:

- في حالة صرف المخلفات السائلة للمبانى السكنية أو غيرها من المبانى التي تشتمل على مطابخ أو غيرها من المحال التي يختلف عنها زيوت أو دهون أو شحوم يلزم التخلص من هذه المواد بصرفها إلى غرفة حجز زيوت يتوافر فيها الإشتراطات التالية:
- أ - تستوعب تصرفًا يومياً لا يقل عن ١٠٠ لتر.
  - ب - تنشأ حواططها وقاعتها من مادة مناسبة مثل الخرسانة المسلحة بتخانة لا تقل عن ١٢ سم أو تكون حواططها من المبانى بتخانة طوبية على الأقل، وبمونة الأسمنت والرمل بنسبة ١ : ٣ فوق طبقة من الخرسانة العاديّة بنسبة ٣ زلط : ١ رمل : ١ أسمنت وتخانة ٢٥ سم وتبرز عن الأسطح الخارجية بحواطط الغرفة بمقدار ١٠ سم من جميع الجهات، وتنكى من الداخل ومن الخارج بمادة مقاومة للرشح والرطوبة أو من الصلب المدهون بدهان مانع للصدأ والتآكل.
  - ج - أن تكون مأسورة المدخل عبارة عن مشترك يرتفع قاعه عن منسوب سطح السائل كما يجب أن يكون الجزء السفلي لفرع الرأسى المشترك المخرج مغموراً تحت منسوب السائل لمسافة لا تقل عن ٦٠ سم.

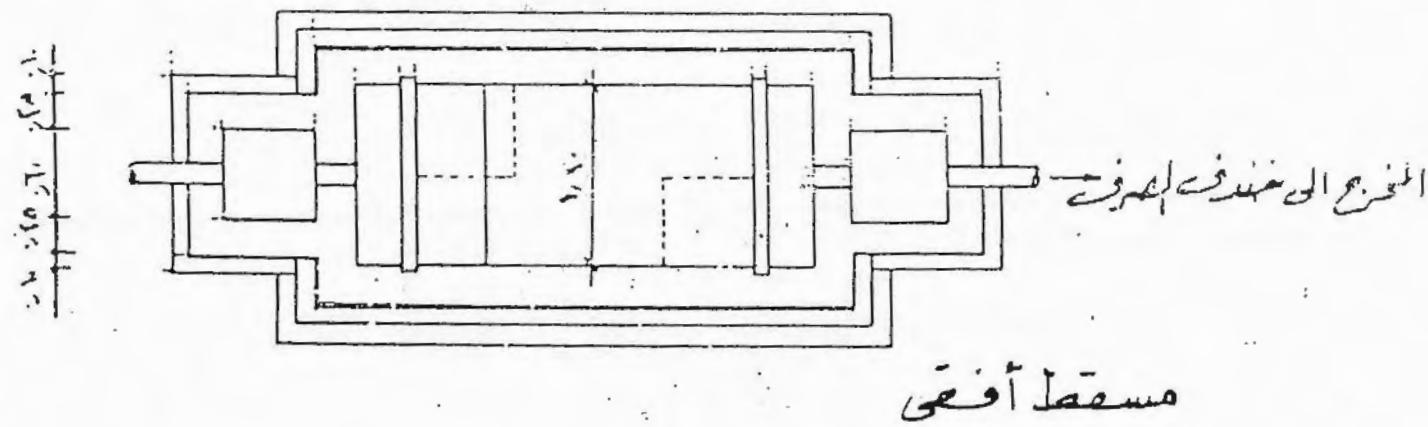
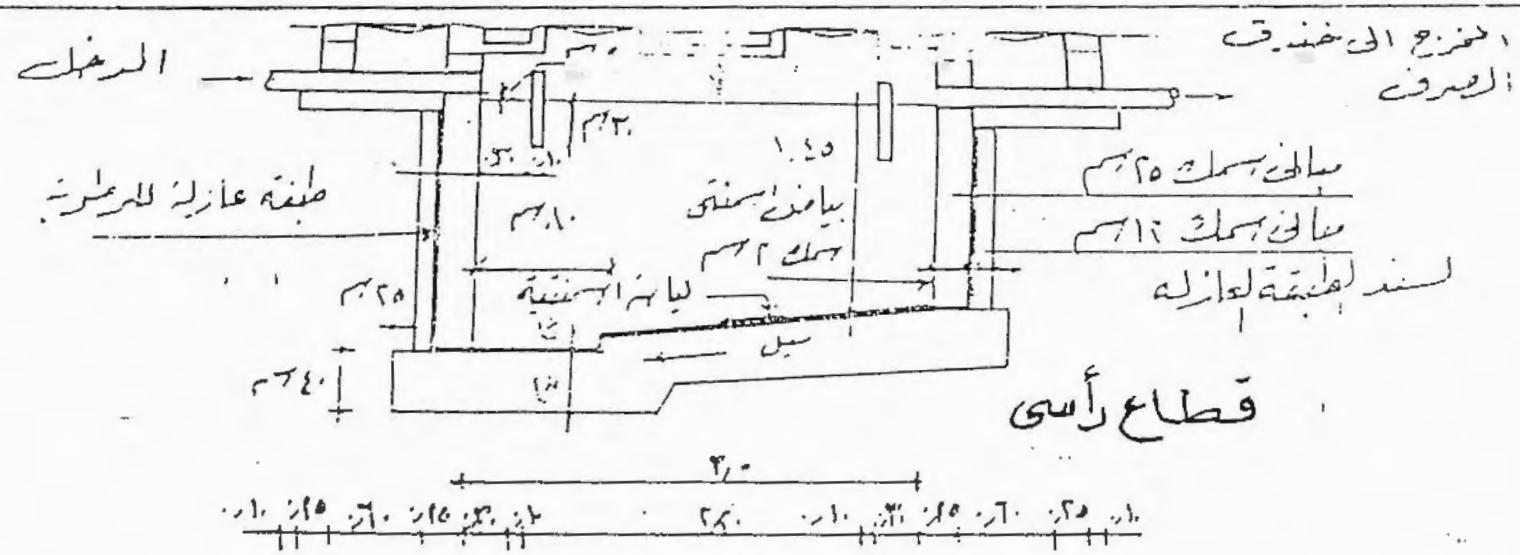
#### أعمال الصرف للمبانى الريفية غير المزودة بالموارد المائية:

- الأماكن غير المزودة بالموارد المائية تختار طريقة الصرف التي تتناسب ونوع التربة مياه الرشح مثل إنشاء مرحاض الحفرة أو القبو أو المرحاض الأصم أو غيرها من أجهزة الصرف التي توافق عليها الجهة المختصة على أن تفي طريقة الصرف المختارة بالإشتراطات التالية:
- أ - ألا تسبب تلوث سطح التربة أو مصادر المياه الجوفية أو نقل الأمراض المعدية أو إجذاب الذباب والحشرات والطيور والحيوانات مما يهدد الصحة العامة.

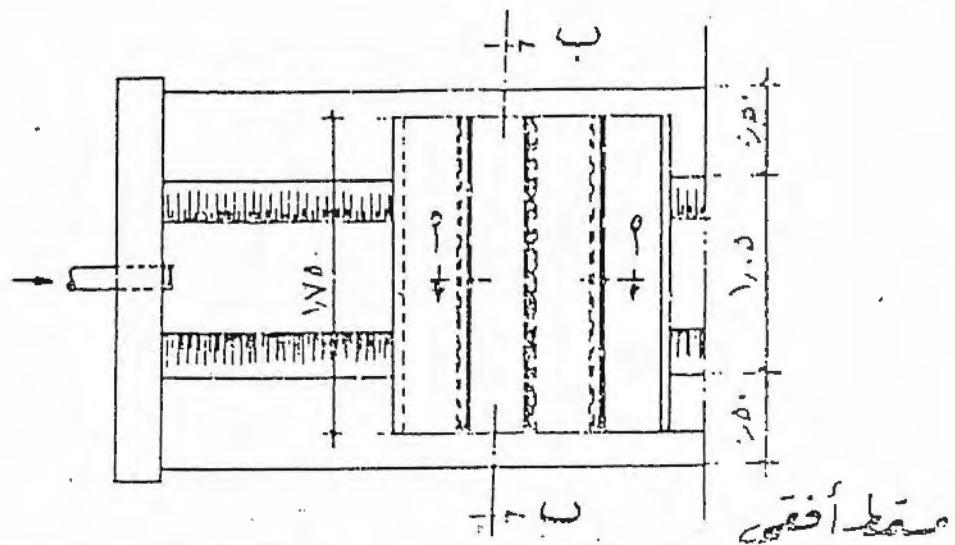
- ب - ألا تكون أحجزتها مصدراً لإنتشار الرائحة النير مقبولة.
- ج - أن تكون أحجزتها بسيطة مقبولة المنظر وبحيث تسمح بفترات طويلة بين عمليات الكسح وبعضها ونقصنir المدة الالزامية لإنتمامها.
- ون تكون البمارة أسفل المرحاض بسعة لا تقل عن ١,٧٠ متر مكعب ويتم تركيب ماسورة تهوية  
باتقريب من قاعدة المرحاض تمت إلى أعلى سطح المبني، وتزود قاعدة المرحاض بغطاء.

ب - ألا تكون أجهزتها مصدراً لإنتشار الرائحة الغير مقبولة.  
ج - أن تكون أجهزتها بسيطة مقبولة المنظر وبحيث تسمح بفترات طويلة بين عمليات الكسح وبعضها وتنصير المدة اللازمة لإتمامها.

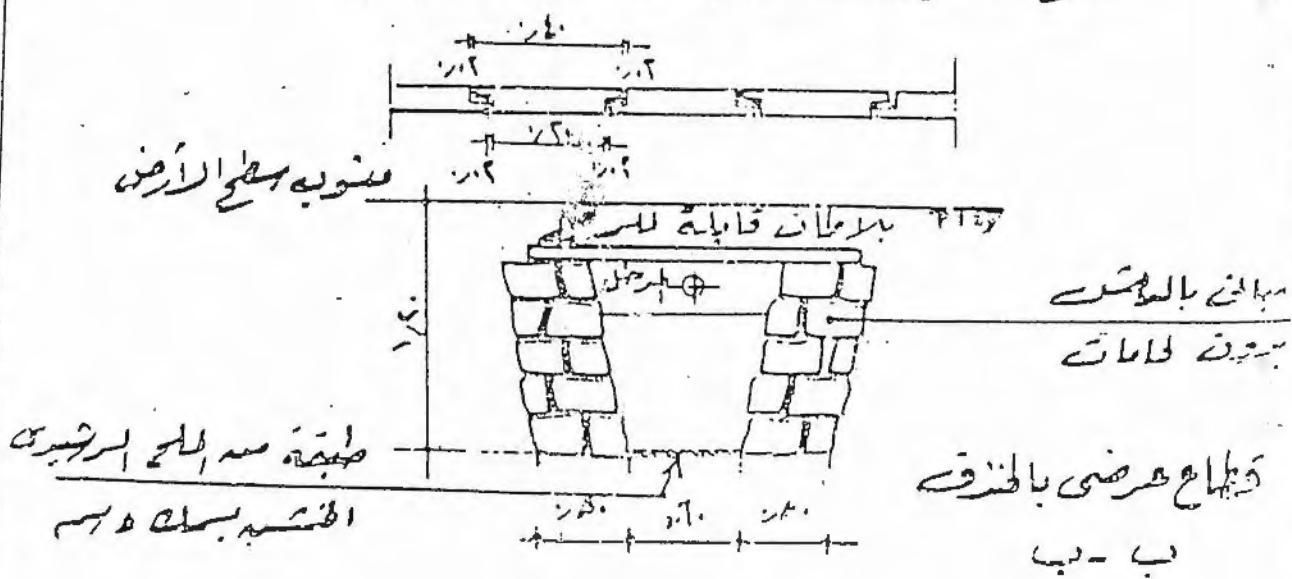
وتكون البخارية أسفل المرحاض بسعة لا تقل عن ١,٧٠ متر مكعب ويتم تركيب ماسورة تهوية بالقرب من قاعدة المرحاض تمتد إلى أعلى سطح المبني، وتزود قاعدة المرحاض بغطاء.



تفاصيل حزان التحليل  
(سعة ٦ م<sup>٣</sup>)

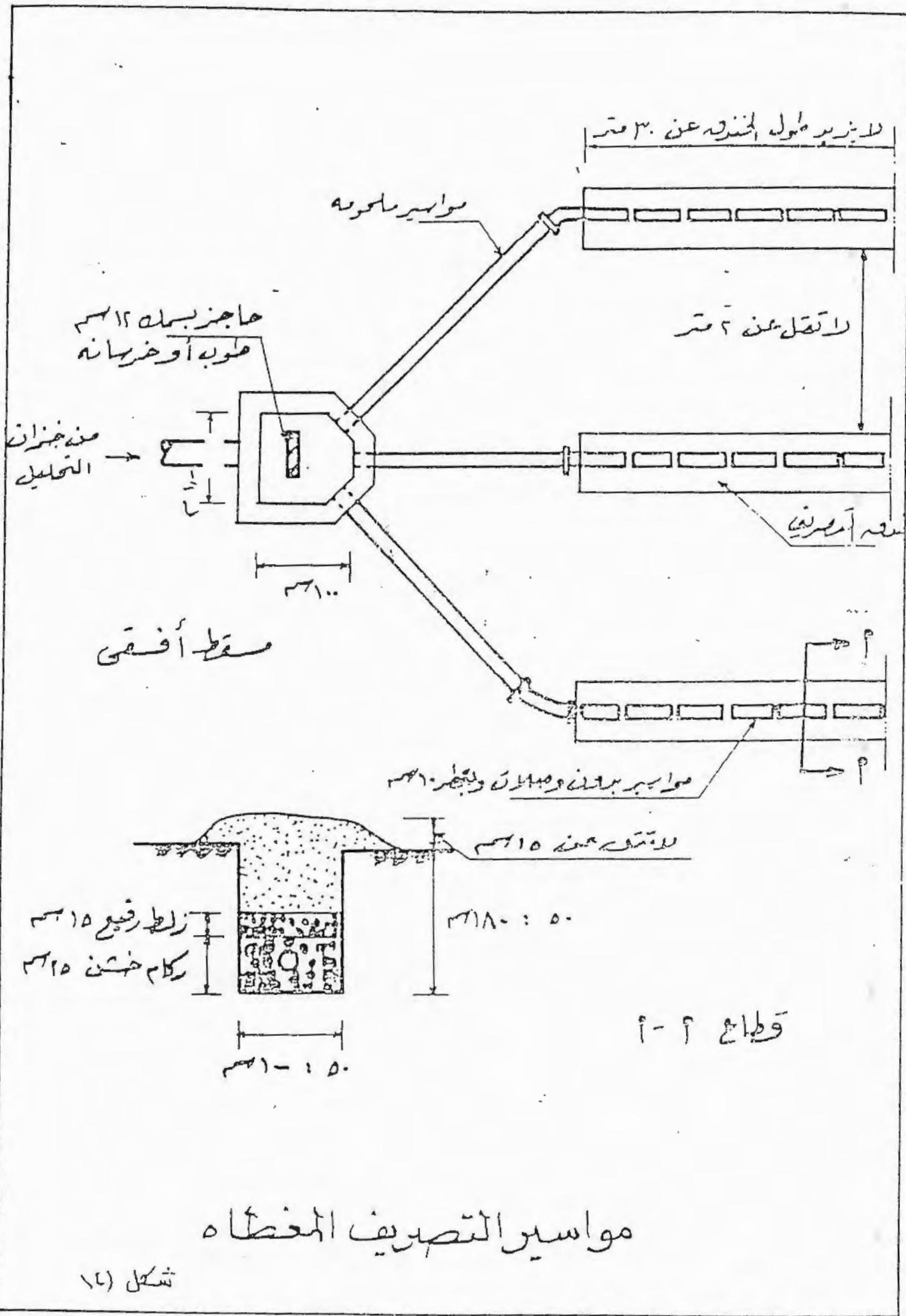


قطاع تفصيلي في البدرطات الشهانية ٩ - ٩

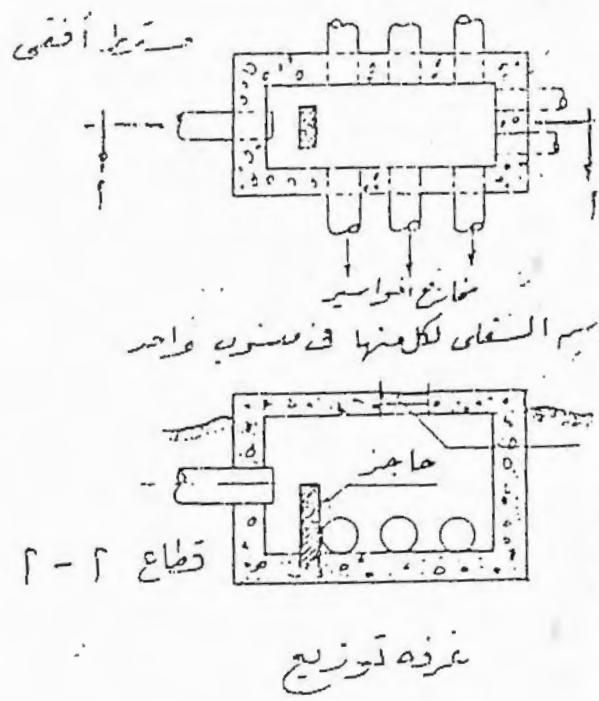
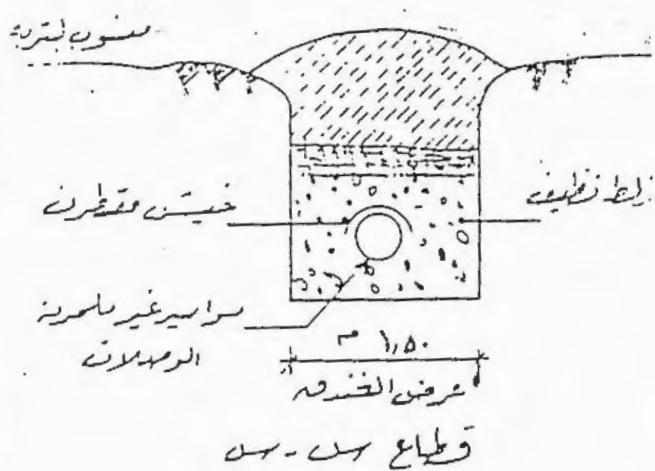
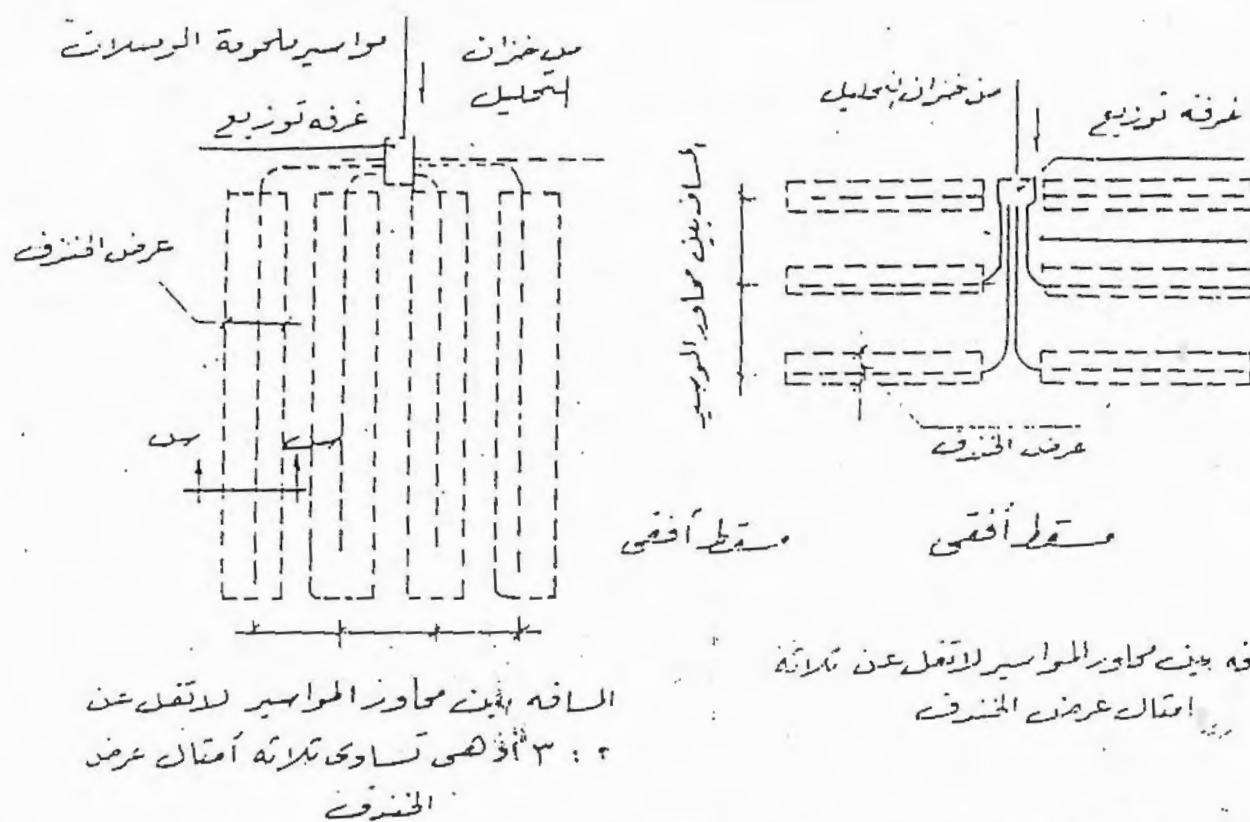


خندق صرف

شكل (٣)

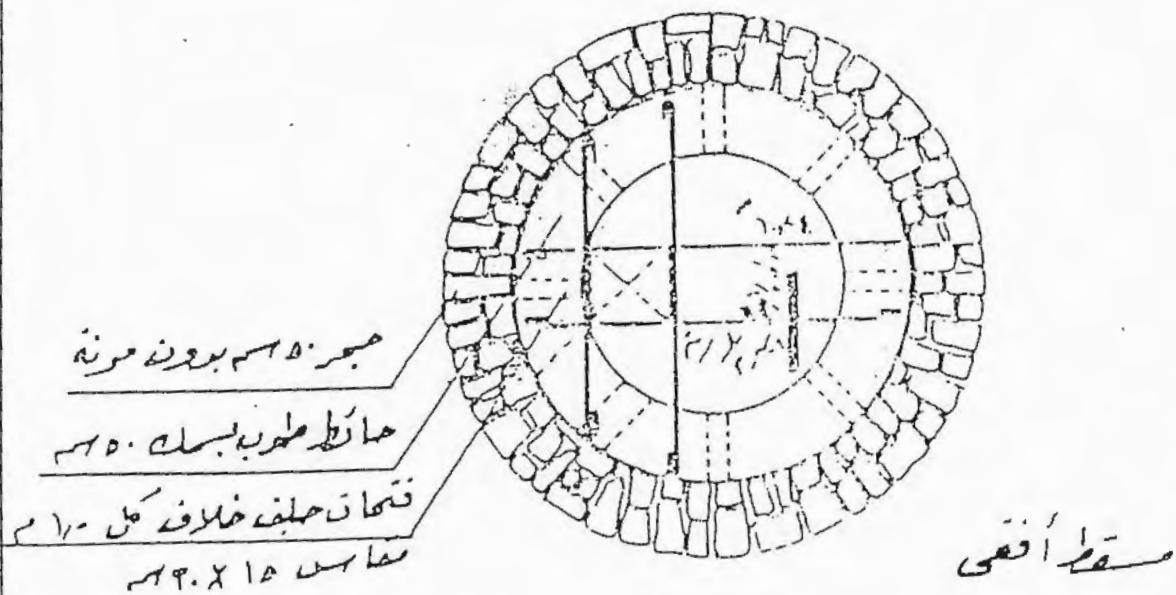
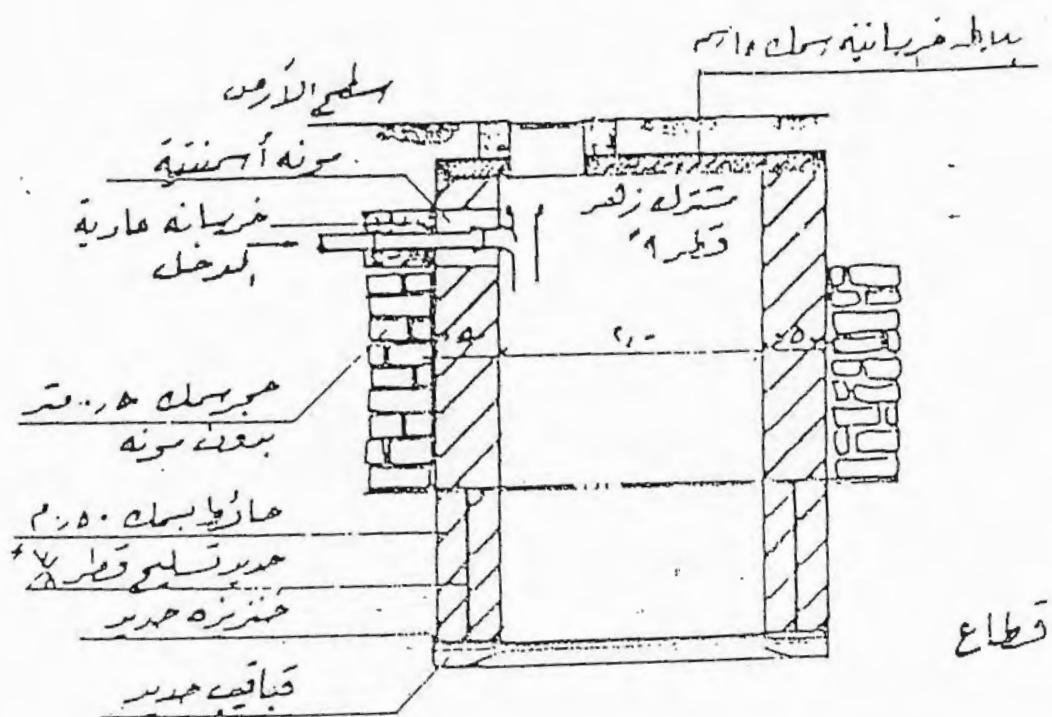


موايير الصرف الجرف بميدان  
مناسبة مع سطح التربة

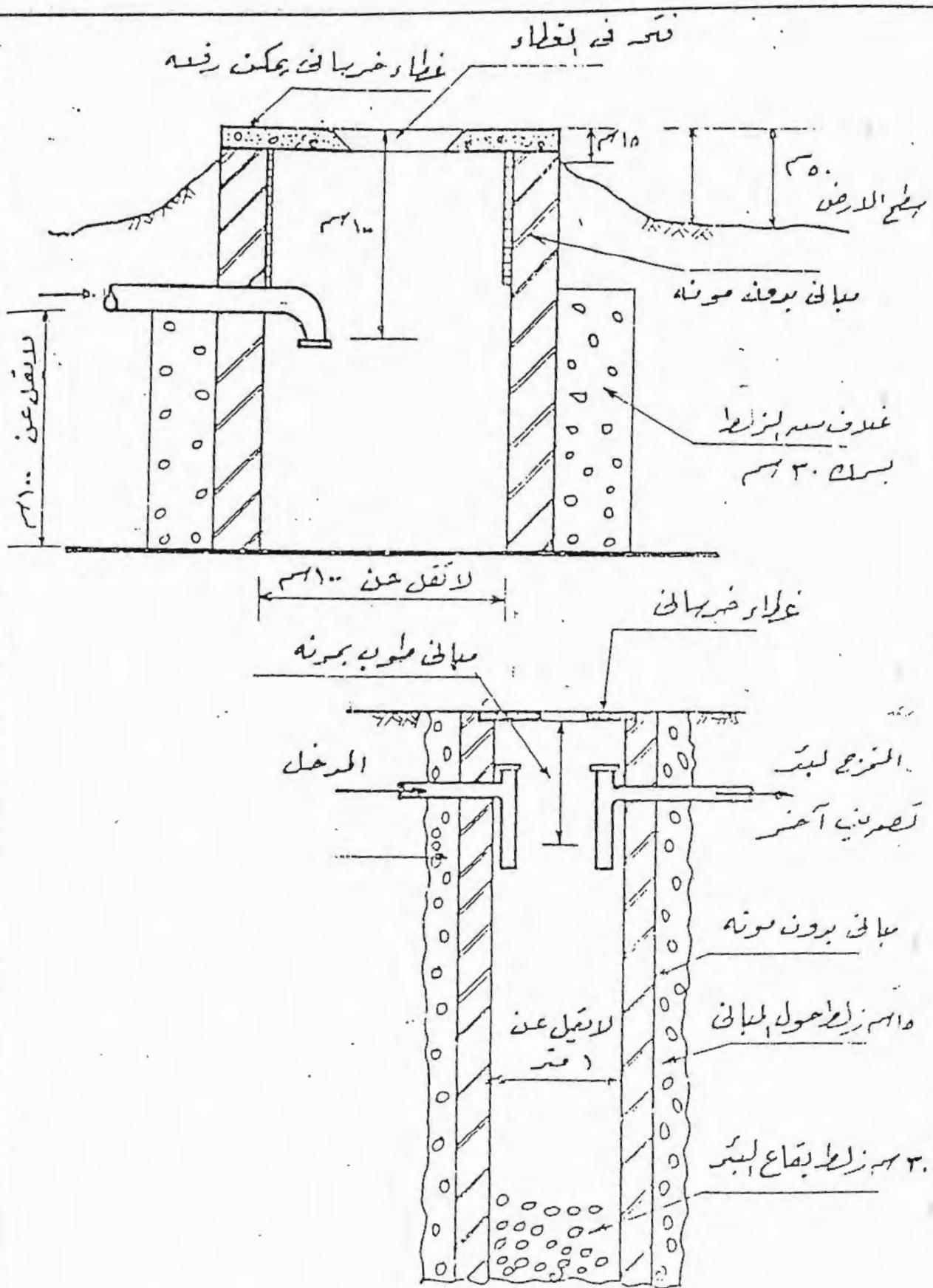


موايير الصرف المغصّه شكل (٤)

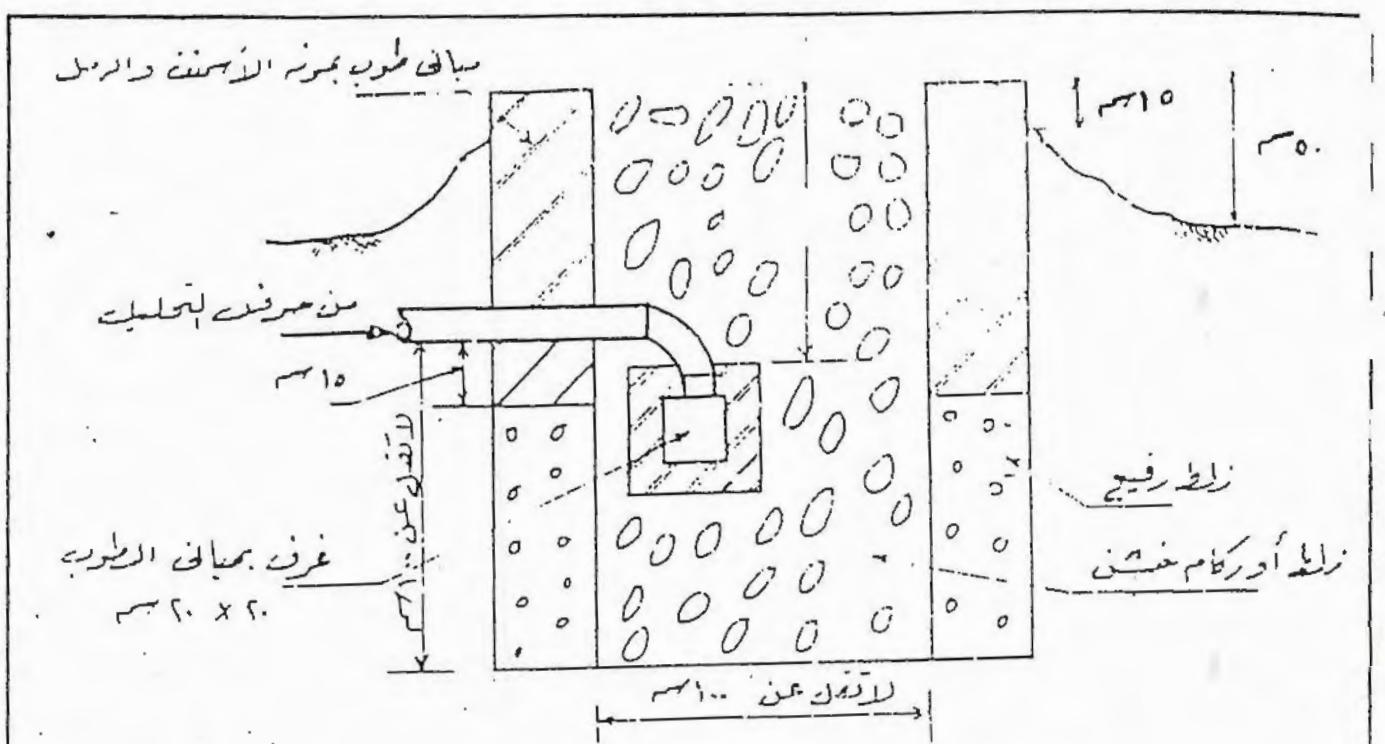
## نماذج بيارات التصريف



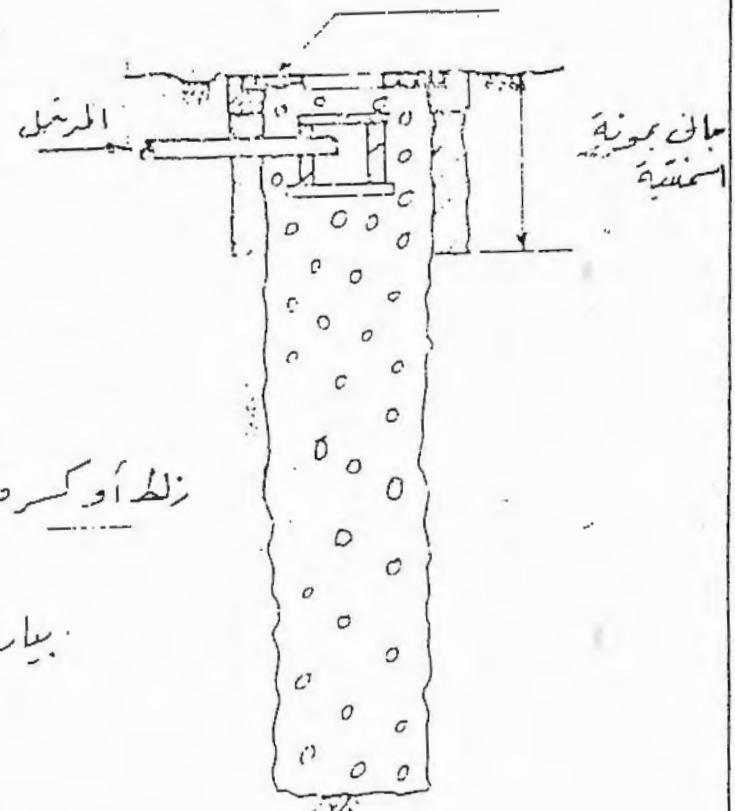
بيارة التصريف  
بالتفصيل



قطاعات رأسية في بيوت تصريف  
 بدون تخويف



بيارة تصريفية محاورة بالرذاذ المختبر



قصاءات رئيسية في بيارات تصريف

بدون تغويص

خزان تحليل

مواسير ملحوقة  
الفاصل

غرفة توزيع لاكتermann  
بيارة بدون تغطية

الميل  
١٠/١

مقطع أقصى

التوزيع لاكتermann من بسارة صرف

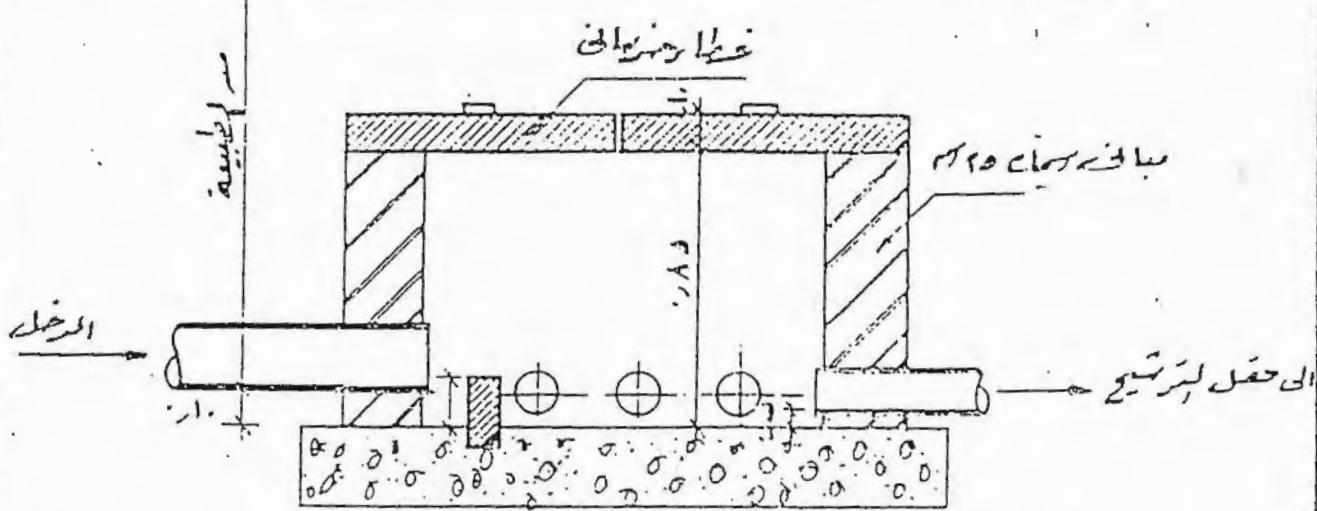
بيارة

بيارة

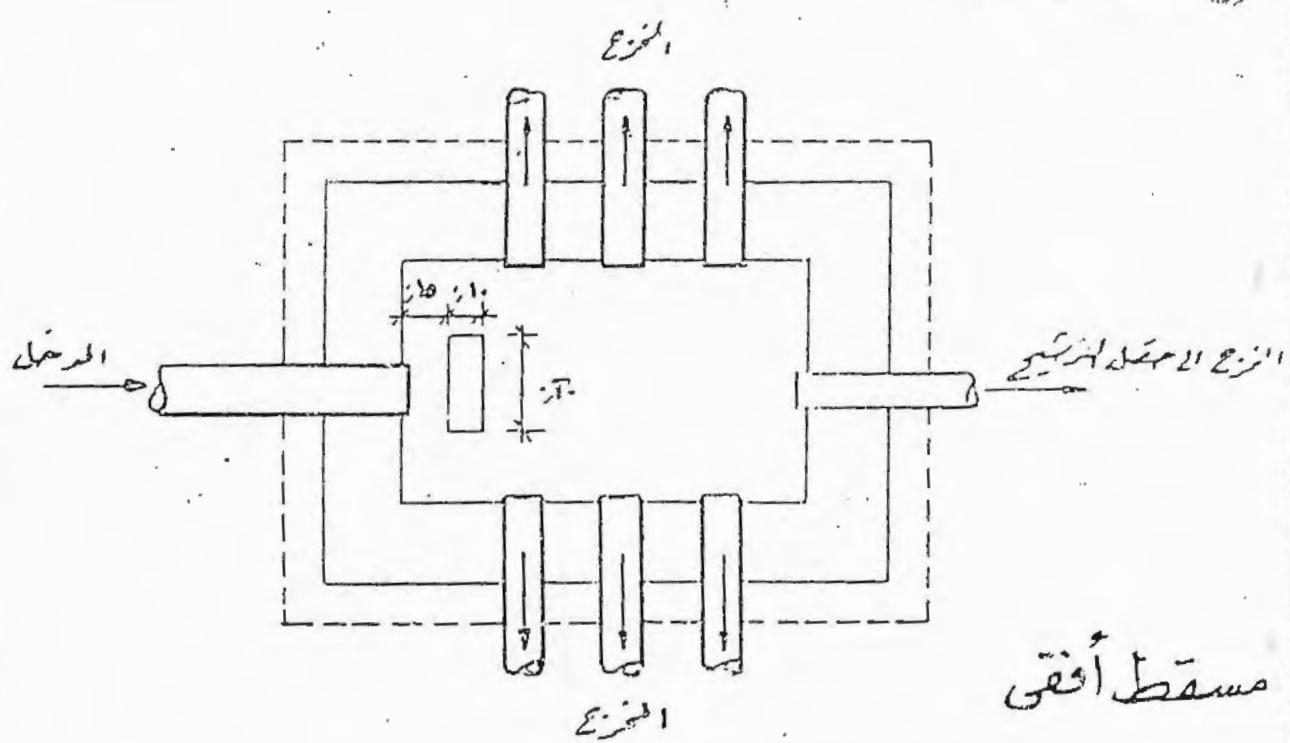
بيارة

الفاصل  
ملحوظ

نورب رفعي بدر من

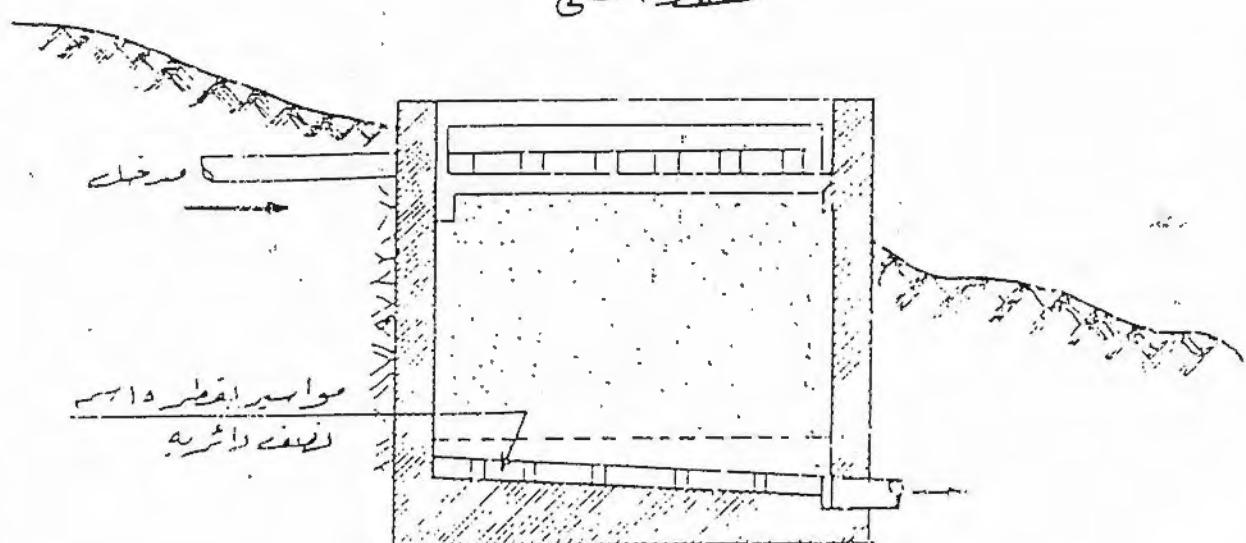
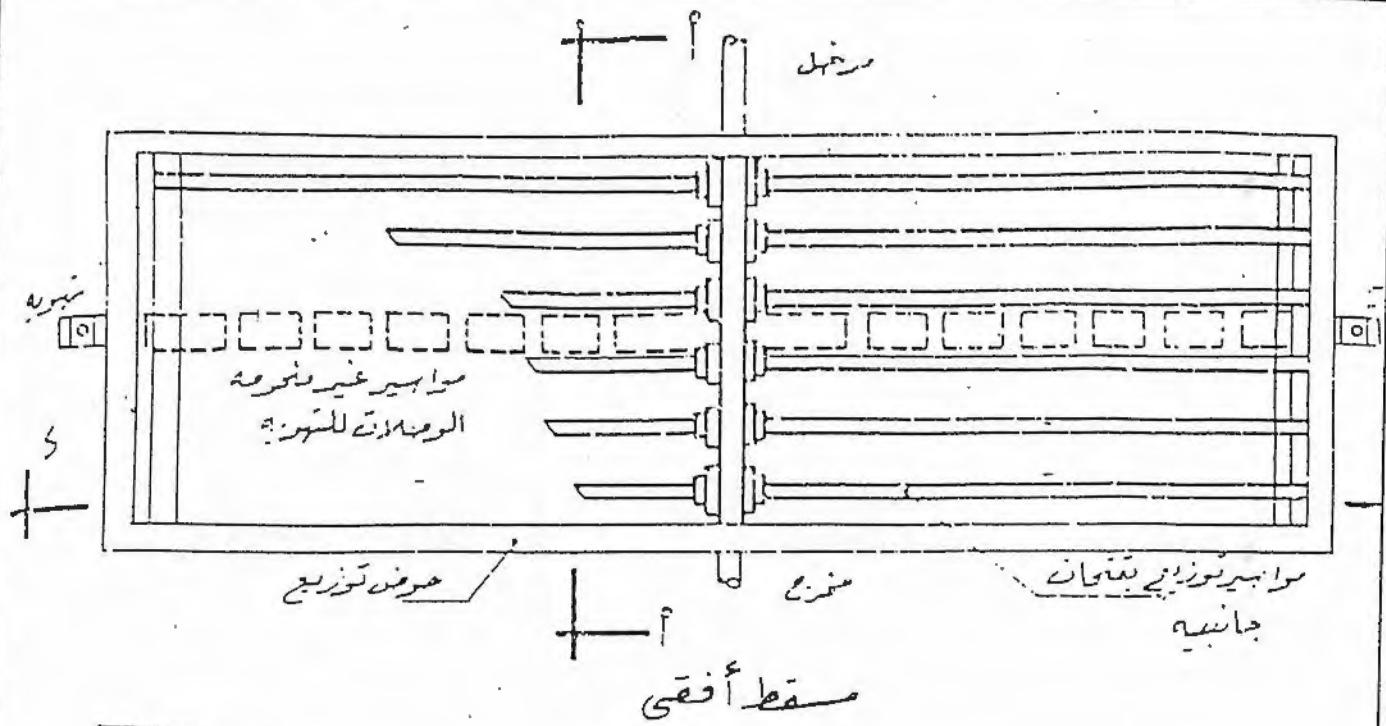


قطع ارضي



مسقط افقي

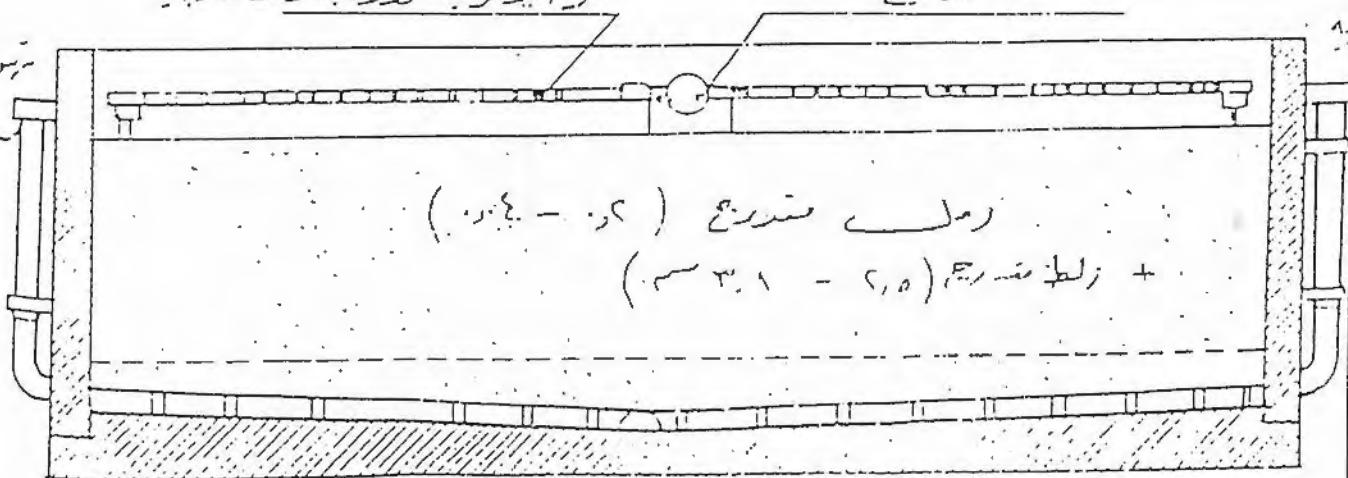
غرفة توزيع



قطاع ٤ - ٤

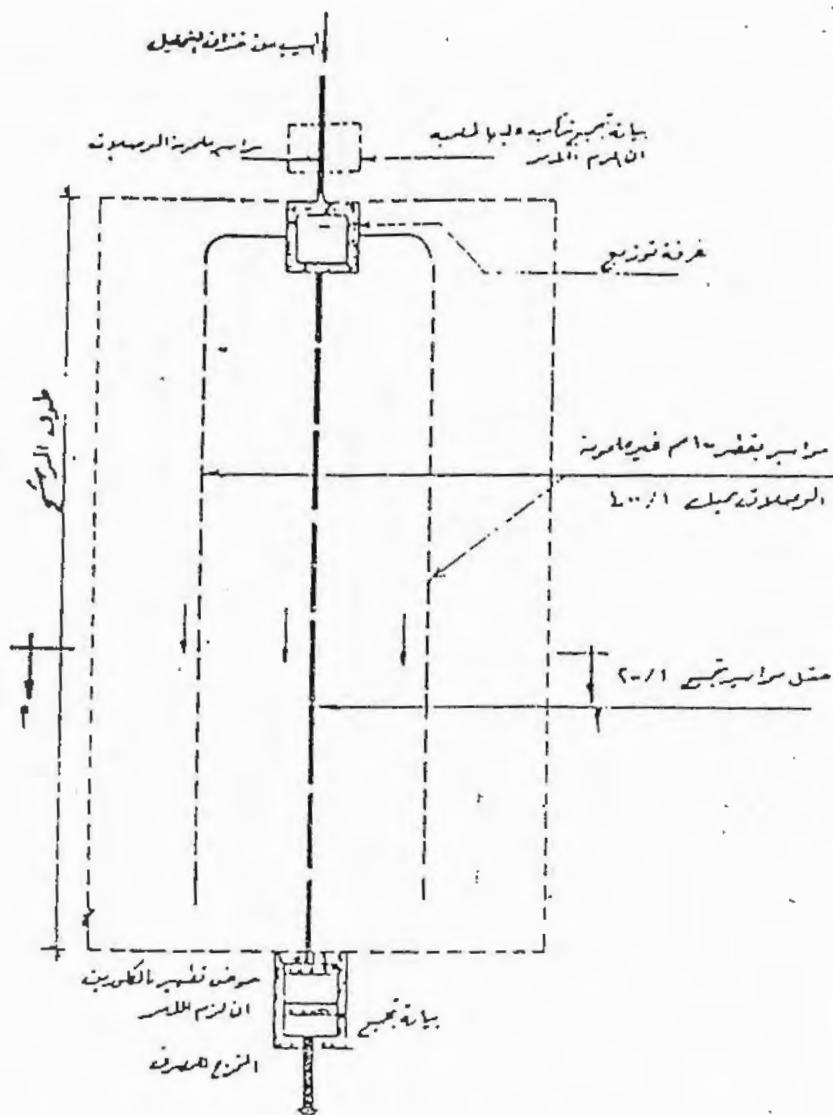
سوبر فرملة منورة بفتحات ذاتية

سوبرة توزيع

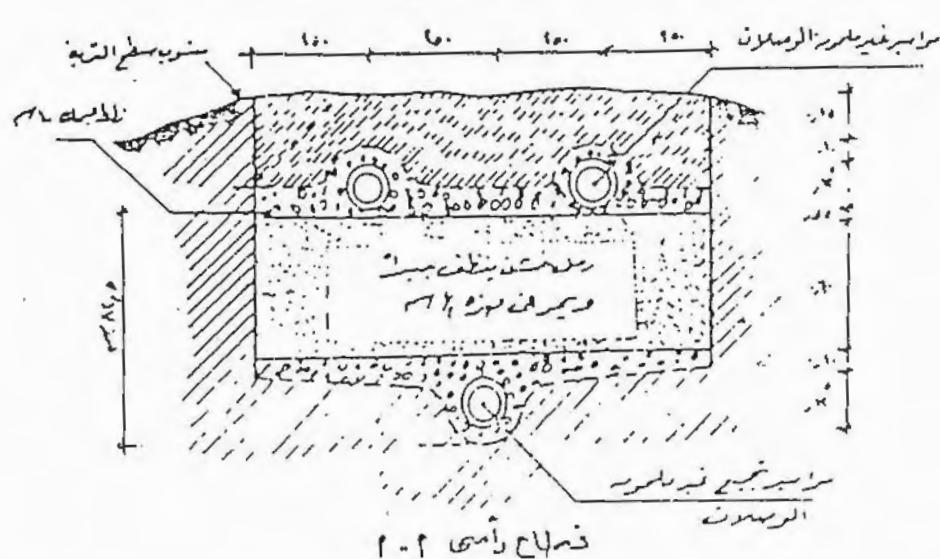


قطاع ٤ - ٥

مرسم زلط «مكتوف أو مغضبي»



مسقط أفقى



مرشح الرمل الجوى

الumasat بالستيرن ورسالة تمثل الدخول المدخل الرئيسي توافرها