الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج إدارة مياه الشرب و الصرف الصحى
Water and Wastewater Management Program

gtz

Since the 1st of January 2011
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

دورة مراجعة تصميم محطات تنقية مياه الشرب

Design Review of Water Treatment Plants

October 2008

مراجعة تصميم محطات تنقية مياه الشرب

Design Review of Water Treatment Plants

Prof. Dr. Hisham Abdel-Halim
Prof. Dr. Ahmed Refaat
Dr. Walid Abdel-Halim

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GTZ
Water and Wastewater Management Programme (WWM)
GTZ Project No. 06.2006.3

October 2008

مراجعة تصميم محطات تنقية مياه الشرب

جدول المحتويات

تقديـــم

الفصل الاول : مقدمة

1 1 حقائق عن المياه

2 1 معدلات إستهلاك المياه

1-2-1 معدل إستهلاك الفرد

2-2-1 تصنيف إستهلاك المياه فى مصر

1-2-2-1 الإستهلاك العام

2-2 -2-1 الإستهلاك التجارى

3-2-2-1 الإستهلاك الصناعى

3 1 العوامل المؤثرة على معدل إستهلاك المياه

4 1 معدل إستهلاك المياه المستقبلى للمدن و القرى المصرية

5 1 التغيير فى معدل إستهلاك المياه فى المدن و القرى المصرية

6 1 تقديرات الإستهلاك المائى مستقبلا

7 1 معدلات الإستهلاك المائى للمناطق الصناعية

الفصل الثانى: الدراسات الأساسية اللأزمة لتصميم مشروعات الإمداد بمياه الشرب

1 2 مقدمة

2 2 التنبؤ بعدد السكان

1-2-2 تقدير عدد السكان فى المستقبل

1-1-2-2 طريقة إمتداد المنحنى البيانى

2-1-2-2 طريقة المقارنة البيانية

3 2 التخطيط العمرانى و إستخدامات الأراضى

4 2 الفترات التصميمية و العمر الإفتراضى للمنشآت و المعدات

2 5 معدلات الإستهلاكات الحالية للمياه
2 6 التصرفات التصميمية لأعمال التجميع و التنقية لمحطات تنقية مياه الشرب
2 7 أعمال المياه القائمة حاليا و إمكانية تطويرها
2 8 مصادر المياه الطبيعية المتاحة
2 9 خصائص مياه المصادر المتاحة
2 10 المعايير الميكروبيولوجية للمياه الصاحة للشرب
2 11 الأعمال المساحية و الطبوغرافية لمواقع أعمال تجميع المأخذ و محطات تنقية مياه الشرب
2 12 خصائص التربة بالمواقع المقترحة لأعمال المياه
2 13 المواقع المختارة لمحطات التجميع و تنقية مياه الشرب و منشآت التخزين
2 14 العوامل المؤثرة على إختيار موقع أعمال تجميع و تنقية مياه الشرب
2 15 الدراسات البيئية و المناخية لمواقع أعمال التجميع و محطات تنقية مياه الشرب
2 16 المخطط العام لموقع أعمال التجميع و موقع محطة التنقية لمياه الشرب
2 17 وسائل التحكم و الحماية بمحطات تنقية مياه الشرب
2 18 وسائل التحكم فى محطات تنقية مياه الشرب
2 19 وسائل الحماية فى محطات تنقية مياه الشرب

الفصل الثالث: تجميع المياه من المصدر إلى عملية التنقية

3 1 المأخذ
3 1 1 أنواع المأخذ
3 2 التصفية
3-2-1 الغرض من التصفية
3-2-2 أنواع المصافى
3 3 طلمبات ضخ المياه
3-3-1 بيارة طلمبات الضخ المنخفض
3-3-2 مواسير سحب وحدات الطلمبات
3-3-3 وحدات المياه الخام

الفصل الرابع: الترويب و التنديف

4 1 مقدمة
4 2 أنواع المروبات
4 3 العوامل المؤثرة على عملية الترويب
4 4 العوامل المؤثرة فى عملية التنديف
4 5 إختيار مادة الترويب
4 6 تحديد الجرعة الفعالة
4 7 الخلط السريع
4 8 التنديف

الفصل الخامس: الترسيب

5 1 مقدمة
5 2 نظرية الترسيب الطبيعى
5 3 التطور التاريخى لعملية الترسيب
5 4 الترسيب بإستخدام المروبات
5 5 أنواع أحواض الترسيب
5 6 العوامل المؤثرة فى عملية الترسيب
5 7 إستخدام الروبة

الفصل السادس: الترشيح

6 1 مقدمة
6 2 الرمال المستخدمة فى مرشحات المياه
6 2 1 الحجم الفعال للرمل
6 2 2 معامل الإنتظام
6 3 أنواع المرشحات
6 3 1 مرشحات الرمل البطيئة
6 3 2 مرشحات الرمل السريعة
6 3 3 مرشحات الضغط

6 3 4 مقارنة بين مرشحات الرمل
6 3 5 مرشح الرمل السريع

الفصل السابع: التعقيم

7 1 مقدمة
7 2 طرق التعقيم
7-2-1 التعقيم بالحرارة
7-2-2 التعقيم بالأوزون
7 3 أنواع التعقيم
7-3-1 التعقيم السابق
7-3-2 التعقيم الزائد
7-3-3 التعقيم بالكلور
7 4 العوامل المؤثرة على عملية التعقيم
7 5 التفاعل الكيماوى للكلور
7 6 التعقيم بمركبات الكلور
7 7 التعقيم بإضافة الأمونيا
7 8 أجهزة إضافة الكلور

الفصل الثامن: التخزين و التوزيع

8 1 التخزين
8-1-1 التخزين الأرضى
8-1-2 التخزين العالى
8 2 التوزيع
8-2-1 طلمبات الضغط العالى
8-3 شبكة التوزيع

تـقـديـــــــــم

يهدف برنامج إدارة المياه و الصرف الصحى (WWM) أحد مشروعات الوكالة الألمانية للتعاون الدولى (GTZ) إلى دعم قدرات الشركة القابضة لمياه الشرب و الصرف الصحى فى مجالات التدريب و الخطط الإستثمارية بالإضافة إلى إعداد و تحليل بيانات مراقبة الأداء من خلال مؤشرات الأداء و كذلك دعم الشركة القابضة فى تأسيس شركات تابعة جديدة و سيتم تنفيذ هذة الأنشطة خلال ثلاث سنوات تنتهى فى نهاية عام 2009

و دعما لدور الشركة القابضة فى دعم قدرات الشركات التابعة فى قطاع مياه الشرب و الصرف الصحى، يقوم برنامج إدارة المياه و الصرف الصحى بمشاركة الشركة القابضة لمياه الشرب و الصرف الصحى فى إعداد مجموعة من الدورات التدريبية التخصصية فى مجال الخطط الإستثمارية و المخطط العام لمياه الشرب و الصرف الصحى

نظرا لما تبذله الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى من مجهودات لتحقيق التوازن على مستوى الشركات التابعة لها والتوزيع العادل للخدمات مع وضع إطار عام وإستراتيجية واضحة المعالم لتطوير وإدارة خدمات مياه الشرب والصرف الصحى وفقا لتصور شامل لتنمية القطاع على المستوى الإقليمى وتحديد الخيارات الأساسية التى يمكن أخذها فى الإعتبار للتنمية المستقبلية لمصادر الإنتاج، ولذلك ظهرت الحاجة إلى إعداد مخططات عامة حديثة لقطاعى المياه والصرف الصحى على مستوى الشركات التابعة لتلائم التغيرات الحالية والمستقبلية وتغطى الإحتياجات من مياه الشرب والصرف الصحى حتى سنة 2037.

ويقوم بإعداد المخططات العامة نخبة من المكاتب الإستشارية التى تم تقييم خبراتها من الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى وذلك لضمان تحقيق أداء متميز ومستوى جيد لإعداد المخططات العامة وتعمل المكاتب الإستشارية تحت إشراف لجان مراجعة لأعمال المخطط العام على مستوى الشركات التابعة وكذلك لجنة عليا بالشركة القابضة.

حرصا وحفاظا على تنفيذ المخططات العامة التى سيتم الإنتهاء منها على مستوى الشركات التابعة وكذلك تحديثها لما يتلائم مع الظروف المتغيرة

مستقبلا من تطورات عمرانية وخلافه ، فقد تم إنشاء وحدات لمخطط العام بكل شركة من الشركات التابعة مكونة من مجموعة من المهندسين فى مجالات متعددة وخبير إقتصادى ويكون دور هذة الوحدة القيام بمتابعة تنفيذ أعمال ومشروعات المخطط العام حتى سنة الهدف وكذلك القيام بتحديثه وعمل الموازنات وتوزيع الإستثمارات لتنفيذ المشروعات طبقا للخطط الخمسية.

ولما كان دور وحدة المخطط العام ذو أهمية قصوى للحفاظ على إستدامة المخطط العام وتنفيذه وتحديثه ، كان لابد من رفع المستوى الفنى والإدارى لمجموعة العمل بالوحدات على مستوى الشركات التابعة وكذلك الوحدة الرئيسية بالشركة القابضة، ومن هذا المنطلق نمت فكرة هذا البرنامج التدريبى " برنامج تدريب العاملين بالشركات التابعة للشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى - وحدات المخطط العام" ويهدف البرنامج التدريبى لرفع الكفاءات والقدرات الفنية والإدارية لمجموعة العمل بوحدات المخطط العام فى مجالى المياه والصرف الصحى ويشمل البرنامج عدة دورات تدريبية تتناول مراجعة أعمال التصميم لكلا من أعمال معالجة مياه الصرف الصحى وأعمال شبكات المياه والصرف الصحى وكذلك أعمال تنقية مياه الشرب بالإضافة إلى التدريب على إستخدام الحاسب الألى والبرامج الحديثة المستخدمة فى تصميم وأعمال التحليل الهيدروليكى لشبكات المياه واصرف الصحى ويشمل البرنامج أيضا دورات فى مجالى التحليل الإقتصادى وحساب التكاليف لمشروعات المياه والصرف الصحى

و يتكون هذا الكتيب من عدد 8 فصول فى مجال تصميم محطات تنقية مياه الشرب

يتناول الفصل الأول مقدمة عن تصنيف و معدلات إستهلاكات مياه الشربو العوامل المؤثرة على الإستهلاك و التغيير فى معدل إستهلاك المياه فى المدن و القرى المصرية و كذلك تقديرات الإستهلاك المائى مستقبلا

ويتناول الفصل الثانى الدراسات الأساسية اللأزمة لتصميم مشروعات الإمداد بمياه الشرب و يشمل طرق حساب السكان المستقبلى و التخطيط و الفترات التصميمية و العمر الإفتراضى للمنشآت و المعدات و كذلك خصائص المياه بالمصادر و خصائص مياه الشرب و الدراسات البيئية و المناخية لموقع

محطات تنقية مياه الشرب ووسائل التحكم و الحماية فى محطات تنقية مياه الشرب

ويتناول الفصل الثالث الأسس التصميمية للمأخذ و المصافى و طلمبات الضخ المنخفض ووحدات المياه الخام

ويتناول الفصل الرابع الأسس التصميمية لعملية الترويب و التنديف و العوامل المؤثرة على كلا منهما

و يتناول الفصل الخامس الأسس التصميمية لعملية الترسيب و أنواع أحواض الترسيب و العوامل المؤثرة فى عملية الترسيب

و يستعرض الفصل السادس أسس التصميم لعملية الترشيح و نوعيات الرمل المستخدمة فى مرشحات الرمل و أنواع المرشحات المختلفة

و يستعرض الفصل السابع عملية التعقيم و طرقها المختلفة و أنواع التعقيم و العوامل التى تؤثر على عملية التعقيم

و يستعرض الفصل الثامن التخزين بأنواعه أرضى وعالى و كذلك أعمال التوزيع من محطة تنقية مياه الشرب و طلمبات الضخ العالى

الفصل الأول

مقـــدمة

1 الفصل الأول

مـقدمــة

1 1 حقائق عن المياه

- يكون الماء ٨٥ % من دم الإنسان، و ٨٢ % من كليتية و ٧٥ % من عضلاته، ٧٤ من مخه و ٦٩ % من كبده، و ٢٢ % من عظامه ٠
- يحتاج الإنسان إلى ما مقداره ٤,٢ لتر ماء يوميًا (أو ما يتراوح ما بين ٦ أكواب ماء يوميًا).
- يفقد جسم الإنسان يوميًا ما مقداره ١ %من كمية الماء فيه، عن طريق الكليتين(بولاً)، والجلد (عرقًا)، والتنفس، والدموع ، وفيها جميعًا يتخلص جسم الإنسان من السموم والمواد الزئدة عن حاجته ٠
- متوسط ما يستهلكه الإنسان من الماء طوال حياته يصل إلى نحو ٦٠٦٠٠ لتر ٠
- يلزم ٤٣٥ لترًا من الماء لزراعة كمية من القمح تكفي لإنتاج رغيف واحد من الخبز.
- نحتاج إلى ما مقداره ٧٥٠ لترًا من الماء لإنتاج نسخة واحدة من صحيفة يومية ٠
- تبلغ كمية الماء على سطح الأرض نحو ٤,١ ألف كيلو متر مكعب، ويحتوى الكيلو متر المكعب الماء أكثر من ٩,٠ مليون مليون لتر ماء ٠
- إذا كانت الأرض توصف أحيانًا بأنها كوكب الماء فالحقيقة أن ٩٧ % من الماء الموجود ضمن نطاقها، ماء شديد الملوحة غير صالح لحياة ضمن نطاقها ، ماء شديد الملوحة غير صالح لحياة البشر وكثير من الحيوانات (يوجد هذا الماء المالح فى البحار و المحيطات التى تشكل ٧٠ % من سطح الأرض)، و ٣ % فقط من مجموع الماء على سطح الأرض ماء عذب، وهذا الماء العذب أيضا غير متوافر بصورة كاملة، إذ أن نسبة ١,٢ % محتجزة فى شكل جليد وأنهار جليدية، وهذا يعنى أن المتوفر من المياه العذبة لا يتعدى ٩,٠ % معظمها مختزن فى باطن الأرض ، ولا ننسى أن هناك ماء معلقًا فى الغلاف الجوى للأرض لكن نسبته لا تتجاوز فقط واحدًا من الألف من ١ %من المجموع الكلى للماء على سطح الأرض ٠
- تبلغ كمية الماء العذب المتجمد(غير المتاح للناس)،ما يعادل كميات الماء التى تجرى فى كافة أنهار الأرض لمدة الف عام ، كل هذا محسوب من ال ٣ %العذبة من ماء الأرض !!٠

- كمية المياه العذبة التى يستهلكها البشر تعادل حاليًا ١٠ % من الموارد الطبيعية المتجددة سنويًا، بينما يفقد حوالى ٦٥ % فى البحار ويضيع ١٢ % فى مناطق غير مأهولة وغير مستغلة ويتسرب جزء فى التربة، ويفقد الجزء الأخير بالتبخر ٠
- تشير توقعات مبنية على دراسات علمية إلى هبوط نصيب الفرد العربى من المياه إلى ٤٦٤ مترًا مكعبًا فى السنة عام ٢٠٢٥ م٠
- ٥٠ % من الموارد المائية العربية تنبع وتبدأ من خارج الحدود العربية ، فعلى سبيل المثال نجد أن النيل ينبع من أوغندا وإثيوبيًا ، ودجلة والفرات ينبعان من تركيا ، ونهر السنغال الذى يغذى جزءًا كبيرًا من موريتانيا يأتى من خارجها ٠
- تشير دراسة علمية إلى أن ٣٠ % من سكان العالم لا يجدون ماء نقيًا للشرب ! ٠

- يتراوح قطر قطرة المطر مابين ٥,٠ و ٤,٦ مليمتر، والقطرات الأكبر حجمًا أسرع هطولاً ، وتتراوح السرعات وفقًا لذلك مابين ١٠ أمتار /ثانية و ٢ متر/ثانية ٠
- أعلى كمية أمطار سجلت فى جبل ويلالي فى جزر هاواى بالولايات المتحدة الأمريكية حيث بلغ المتوسط السنوي هناك ١٦٨,١ سنتمترًا ٠
- أطول أنهار العالم " نهر النيل " فى شمال إفريقيا ، إذ يبلغ طوله ٦٧١,٦ كيلو مترًا يلية فى الطول نهر " الأمازون "فى أمريكا بطول ٤٣٧,٦ كيلو مترًا ، لكن هذا الأخير يحمل من المياه أكثر من أى نه ر أخر ، ثم يأتى بعد ذلك نهر يانجسى فى الصين بطول ٣٠٠,٦ كيلو متر ٠
- أكبر السدود ارتفاعًا فى العالم سد " روجن " فى طاجكستان بارتفاع قدرة ٣٣٥ مترًا يلية سد " نوريك "فى طاجكستان " فى أيضًا ، بارتفاع ٣٠٠ متر ، ثم سد" جراند ديكستر "فى سويسرا بارتفاع ٢٥٨ مترًا ٠
- أضخم السدود فى طاقة التخزين " شلالات أوين ا "فى أوغندا بسعة ٧٠٠,٢ كيلو متر مكعب ، يليها سد " كاريبا "فى زامبيا(زيمبابوى) بسعة ٦,١٨٠ كيلو متر مكع ب ، ثم سد " بتراسك " فى روسيا بسعة ٣,١٦٩ كيلو متر مكعب ٠

2-1 معدلات استهلاك المياه

قبل تحديد الأسس التي تم اعتمادها في تقدير الطلب علي المياه، وكذلك تحديد نسب التزويد بالمياه وتطورها لا بد من أخذ قرارات واضحة حول طريقة التزويد لكل مدينة أو تجمع سكني، وكذ لك تحديد معدلات الاستهلاك للفرد، ما يتطلبه ذلك من تحديد المعايير والافتراضات التي سيتم استخدامه

لاختبار طريقة التزويد بالميا ه .وكذلك تحديد متي يتم إنشاء شيكات التوزيع؟ ومتي يتم إنشاء الوصلات المنزلية ؟ و ما هي نسبة الربط لشبكة التوزيع والمتوقع الوصول إليه ا عند بداية تشغيل المشروع، وكذلك في المستقبل القريب والبعيد؟

1-2 – 1 معدل استهلاك المياه للفرد

معدل استهلاك المياه للفرد المقيم بأي مدينة أو تجمع سكني صغير، هو كمية المياه التي يستخدمها هذا الفرد طوال اليوم لمختلف الأغراض المعيشية محملاً عليها كافة الاستهلاكات البشرية لجميع الأنشطة المختلفة بالمدينة . وبطبيعة الحال فهذا المعدل ليس ثابتًا طوال اليوم بل متغير من ساعة إلي أخري ويصل إلي أدني قيمة له في فترة السكون لي ً لا وأقصي قيمة له في فترات النهار تبعًا للأنشطة المختلفة بالمدينة أو التجمع السكني، كما أنه يختلف من يوم لآخر باختلاف المواسم صيفًا وشتاء.

1-2-2 تصنيف استهلاك المياه في مصر

يمكن تصنيف استهلاك المياه بالمدن والقرى المصرية إلي:

أ -استهلاك منزلي

ب -استهلاك عام

ج -استهلاك تجاري

د -استهلاك صناعي

1-2-2-2 الاستهلاك العام :

يسمي استهلاك المياه في المصالح الحكومية والمعاهد التعليمية والكليات والمدارس والمستشفيات و المس توصفات والمساجد ودور العبادة وأعمال النظافة العامة بالاستهلاك العام، ونسبة استهلاك هذه المياه لا تتعدي ٢٠ % من إجمالي الاستهلاك.

1-2-2-3 الاستهلاك التجاري :

وهو استهلاك المياه في الأنشطة التجارية ويشمل المحلات التجارية (تسويق - خضار - فاكهة - دواجن - لحوم - صيدليات - مقاهي – الخ) .

1-2-2-4 الاستهلاك الصناعي الخدمى :

وهو استهلاك المياه في الأنشطة الصناعية داخل المدينة (صناعى خدمى) أو القرية وأغلبها صناعات غذائية أو صناعات خفيفة أو مجموعة الورش الحرفية.

1-3 العوامل المؤثرة علي معدل استهلاك المياه :

العوامل المؤثرة معدل استهلاك المياه تشمل ما يلي:

أ -حجم المدينة أو التجمع السكني

ب -المناخ

ج -مستوى المعيشة

د -ضغط المياه

ه -نوعية المياه

و -سعر المياه ونظام القياس

ز -تواجد نظام تجميع وصرف مياه الصرف الصحي

وفيما يلى تأثير هذه العوامل على معدل إستهلاك المياه .

1-3-1 حجم المدينة أو التجمع السكنى :

فكلما كبر حجم المدينة زاد معه معدل الاستهلاك نتيجة للأنشطة المصاحبة لهذا الحجم سواء كانت أنشطة عامة أو تجارية أو صناعية . أي أن معدل الاستهلاك سوف يزداد في المستقبل.

1-3-2 العوامل المناخية والبيئية- :

تزداد معدلات استهلاك المياه بأزدياد درجات الحرارة بوجه عام كما أن معدل الاستهلاك في شهور الصيف يكون اكبر منة في شهور الشتاء.

1-3-3 مستوى المعيشة :

كلما زاد مستوى معيشة الأفراد زادت معدلات الاستهلاك والحمد لله فأن مستوى معيشة الأفراد فى جمهورية مصر العربية يزداد بصفة دائمة وبالتالي فأن استهلاك المياه سوف يزداد في المستقبل أيضا كذلك كلما زاد نشاط السكان التجارى والصناعى فسوف ينعكس ذلك على معدلات الإستهلاك بالزيادة.

1-3-4 ضغط المياه :

المقصود بضغط المياه هو ضغط المياه المتاح بالشبكة وكلما زاد الضغط زاد استهلاك المياه والعكس صحيح . ونتوقع عند استكمال الشبكات وتوفير مصادر المياه أن يزداد الضغط وبالتالي يزداد الاستهلاك.

1-3-5 نوعية المياه :

من البديهيات أنه كلما كانت نوعية المياه جيدة زاد استهلاك المياه والعكس صحيح أي كلما زادت درجة تركيز الأملاح في المياه قل الاستهلاك.

1-3-6 سعر المياه ونظام القياس :

عندما تتوفر أجهزة القياس لمعرفة الاستهلاك وعندما يكون سعر المياه غالياً ، فأن المواطنين (خاصة الفقراء ومتوسطي الدخل) سوف يحاولون تقليل معدل استهلاك المياه لأغراض المختلفة لتقليل النفقات.

1-3-7 نظام تجميع وصرف مياه الصرف الصحي :

عندما تتواجد خدمات لشبكات تجميع مياه الصرف الصحي لمنطقة من المناطق ، فأن من معدلات استهلاك المياه تزداد مباشرة في حدود ٢٠- ٣٠% من الاستهلاك السابق .

1-4 معدل استهلاك المياه المستقبلى للمدن والقرى المصرية:

نظرًا للتطور الكبير في مدن وقرى جمهورية مصر العربية ، ومع الزيادة المستمرة في تعداد السكان فأن معدلات استهلاك المياه سوف تزد اد في المستقبل مما يتطلب تأمين كميات هائلة من المياه وقد أثبتت الدراسات جميعها أن معدلات استهلاك المياه تزداد بأزدياد عدد السكان .

1-5 التغيير في معدل استهلاك المياه في المدن والقرى المصرية :

من البديهى أن معدل إستهلاك المياه فى مدينة ما لا يبقى ثابتا باستمرار على مدار العام ولكنه يتغير تبعا للعوامل الأتية:

1-5-1 التغير الموسمى (Seasonal Changes) :

إذ يزداد معدل الإستهلاك فى أثناء شهور الصيف نظرا لشدة الحرارة تتراوح هذه الزيادة حتى يصل متوسط الإستهلاك اليومى فى خلال أشهر الصيف من ١٢٠ % إلى ١٦٠ % من معدل الإستهلاك اليومى على مدار السنة كما أن متوسط الإستهلاك اليومى من خلال أشهر الشتاء ينخفض ليصل إلى حوالى ٧٠ % من معدل الإستهلاك اليومى ٢ (يبين التغييرات الموسمية فى إستهلاك المياه لمدينة - على مدار العام والشكل رقم) القاهرة فى الأعوام السابقة .

1-5-2 التغييرات اليومية :

إذا تغير معدل الإستهلاك اليومى إلى يوم فى نفس الموسم بل فى نفس الأسبوع تبعا لعادات السكان ونشاطهم واحتياجاتهم المنزلية والصناعية ويتراوح هذا التغيير حتى يصل معدل الإستهلاك اليومى من ١٣٠ % إلى ١٧٠ % من معدل الإستهلاك اليومى على مدار السنة كما قد ينخفض إلى ٦٠ %

1-5-3 تغيرات من ساعة إلى ساعة على مدار اليوم الواحد (Houry Changes) :

ويرجع هذا إلى تغيير عادت السكان ونشاطهم بالتبعية لكمية استهلاكهم للمياه فى الساعات المختلفة فى اليوم – فيكن أقصى معدل للإستهلاك فى فترة الصباح من الثامنة حتى الثانية عشر ظهرا وقريبا ثم يأخذ معدل الإستهلاك فى إنخفاض حتى يصل إلى أدناه فى الجزء المتأخر من الليل.

ويسمى أقصى تصرف يحدث فى أى فترة على مدار العام للنهاية العظمى للتصرف (Peak) قد يحدث فى ساعات النهار فى أشهر الصيف يسمى أحيانا (Max . Hourly Consuption) .

مع مراعاة أن أقصى تصرف فى اليوم قد يصل إلى ١٥٠ % من معدل التصرف فى نفس اليوم ولذلك قد يصل أقصى تصرف فى اليوم إلى ما يعادل ٢٢٥ ، تقريبا من متوسط الإستهلاك اليومى على مدار السنة.

وبديهى أنه يجب مراعاة هذه التغييرات فى معدل إستهلاك المياه عند تصميم الوحدات المختلفة لعمليات إمداد المدن بالمياه ولمقاومة الحرائق يصل إلى أضعاف الإ ستهلاك العام للمياه مما يجب أن يؤخذ فى الإعتبار عند تصميم شبكات مواصير التوزيع كذلك محطات الطلمبات ومنشآت تخزين المياه.

1-6 تقديرات الإستهلاك المائى مستقبلا :

عند حساب توقعات او تقدير مجمل الإستهلاك فى الستقبل لمدينة ما تمهيدا لإقتارح مشروعات المياه الجديدة بالمدينة يمكن الرجوع إلى تعدادات السكان السابقة بلمدينة لتقدير عدد السكان المستقبلى ثم الرجوع إلى الإستهلاكات الفعلية السابقة وبقسمة الإستهلاك الفعلى على التعداد المناظر يمكن الحصول على متوسط الإستهلاك على مدار السنة لكل شخص فى اليوم لفترة السابقة – ثم يحسب معدل الزيادة فى هذا المتوسط لكل سنة وعلى ضوء هذه البيانات يمكن إفتراض نسبة زيادة هذا المتوسط فى السنين المقبلة وتقدير قيمته مستقبلا – وبديهى أن هذه الزيادة المقترحة لمتوسط الإستهلاك تتوقف على عوامل أهمها : الزيادة المنتظرة فى السكان، إزدهار الصناعة، ارتفاع مستوى الحياة ، التقدم فى مشروعات المرافق الأخرى.

1-7 معدلات الاستهلاك المائي للمناطق الصناعية

- يتراوح معدلات استهلاك المياه للصناعة طبقا للكود المصرى بين ٢-٣ لتر/هكتار/ث والمقصود بوحدة المساحة) هكتار (هى المساحة الفعلية للمصانع داخل المنطقة الصناعية، وكما هو معلوم فإن مساحة الطرق المرصوفة بالمناطق الصناعية) عرض الطرق كبير ٢٥ %من المساحة الإجمالية، لذلك نجد – لاستيعاب حركة نقل البضائع (تتراوح من ١٥ أن المساحة المخصصة للمصانع لن تتجاوز ٨٠ % من إجمالى المساحة الكلية للمنطقة ٥٠ % من المساحة – الصناعية، كما أن مبانى منشآت المصانع لاتتعدى من ٤٠ المخصصة لقطع أراضى المصانع طبقا لإرشادات وتعليمات التخطيط العمرانى لشئون جهاز البيئة حيث يجب أن تكون هناك مساحات خضراء ومساحات لعمليات التفريغ والشحن والمناولة وخلافه لذلك نجد أن مساحة مبانى المصانع لن تتجاوز ٤٠ % من إجمالى المساحة الكلية للمنطقة الصناعية، ولذلك فإن معدلات الاستهلاك للمياه الصناعية يمكن تقديرها كمايلى :
- معدل الاستهلاك الصناعى للمياه مقدرا لمساحة منشآت مبانى المصانع = ٢-3 لتر/هكتار/ث(طبقا للكود المصرى).

- مساحة المصانع من إجمالى منشآت المصنع تعادل ٥٠% - 60% من مساحة قطع الأراضى المخصصة للمصانع.
- معدل استهلاك المياه لمساحة قطع المصانع(المساحة المخصصة لكل مصنع) .
- (مساحة القطع المخصصة للمصانع تعادل 65% - 75% من المساحة الإجمالية) حيث أن مساحة الطرق والمسطحات الخضراء خارج قطع المصانع تعادل ٢٥- ٣٠ % من المساحة الإجمالية.
- معدل استهلاك المياه الفعلى لإجمالى مساحة المنطقة الصناعية = ٨,٠- 1.35 لتر/هكتار/ث.

الفصل الثانى
الدراسات الأساسية اللازمة لتصميم
مشروعات الإمداد بمياه الشرب

2	الفصل الثانى

الدراسات الأساسية اللازمة لتصميم مشروعات الإمداد بمياه الشرب

1 -مقدمة

قبل البدء في تخطيط وتصميم مشروعات الإمداد بمياه الشرب النقية لأي مدينة أو قرية أو تجميع سكني ، يقتضي الأمر إجراء دراسات لتوفير البيانات الفنية الآتية :

- عدد السكان فى الماضى والحاضر والمستقبل.
- التخطيط العمراني واستخدامات الأراضي حاليًا ومستقبلاً.
- الفترات التصميمية والعمر الافتراضي للمنشآت والمعدات.
- معدلات الاستهلاك الحالية والمستقبلية للمياه.
- التصرفات التصميمية لأعمال تجميع وتنقية مياه الشرب .
- أعمال المياه القائمة حاليًا وإمكانيات تطويرها.
- مصادر المياه الطبيعية المتاحة بالمنطقة.
- الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية لمياه المصادر المتاحة والمعايير القياسية للمياه بالمنطقة.
- الأعمال المساحية والطبوغرافية بموقع محطة التنقية وباقى أعمال المياه.
- خصائص التربة بالمواقع المقترحة لأعمال المياه.
- المواقع المختارة لأعمال المياه (وحدات التنقية ومحطات الضخ وتدعيم الضغط ومنشآت التخزين) مع بيان أسس هذا الاختيار.
- الدراسات البيئية و المناخية لمواقع محطات التنقية.

- المخطط العام لموقع محطة التنقية.
- وسائل التحكم والحماية لمحطات تنقية مياه الشرب.

2 التنبؤ بعدد السكان

يقدر عدد السكان في نهاية الفترة التصميمية بالاستعانة بالإحصائيات التي تقوم بها الأجهزة الحكومية المعنية .وتبين هذه الإحصائيات عدد السكان الحالي ومعدلات النمو المستقبلية المتوقعة. يتم تقدير عدد سكان المدينة لفترات زمنية تتراوح بين ٣٠ إلي ٥٠ سنة وذلك في حالة ما إذا كانت المدينة قائمة، أو كانت مجتمعًا عمرانيًا جديدًا.

في حالة المدن القائمة

في هذه الحالة يتم التنبؤ بتعداد السكان وذلك بتحديد طبيعة نمو المدينة وما إذا كان نموًا متزايدا أم ثابتًا أم متناقصا.

في حالة المجتمعات العمرانية الجديدة

في هذه الحالة يحدد المخطط مراحل النمو المختلفة وفتراتها أو يستعان بالمراحل التالية وتسلسلها في التنبؤ بعدد السكان:

- مرحلة البداية و الازدهار
- مرحلة الاستقرار
- مرحلة التشبع

مرحلة البداية والازدهار

تنقسم هذه المرحلة بمعدل زيادة سكانية متزايدة علي صورة متوالية هندسية .

مرحلة الاستقرار

في هذه المرحلة تستقر عوامل جذب السكان ويكون معدل التوسع السكاني ثابتًا) علي صورة متوالية حسابية (ويقدر نمو التجمع السكاني لمدة تتراوح بين ١٠ إلي ١٥ سنة) .

مرحلة التشبع

وهي مرحلة الوصول إلي الزيادة المتناقصة للنمو السكاني نتيجة توقف عوامل الجذب أو نتيجة أنشاء تجمعات سكنية أخري ذات عوامل جذب أقوي وتتراوح المدة الزمنية لهذه المرحلة بين ١٥ و ٢٠ سنة.

منحني النمو السكاني طبقا لهذه المراحل الثلاث المتتابعة .

2-1 تقدير عدد السكان في المستقبل

يقوم المهندس المصمم بتقدير التعداد المستقبلي للسكان باستخدام بعض المعادلات الرياضية أو باستخدام الإحصائيات المتوفرة وتوقيعها علي رسوم بيانية، ويتم ذلك من خلال احدي الطرق الدقيقة الهندسية التالية:

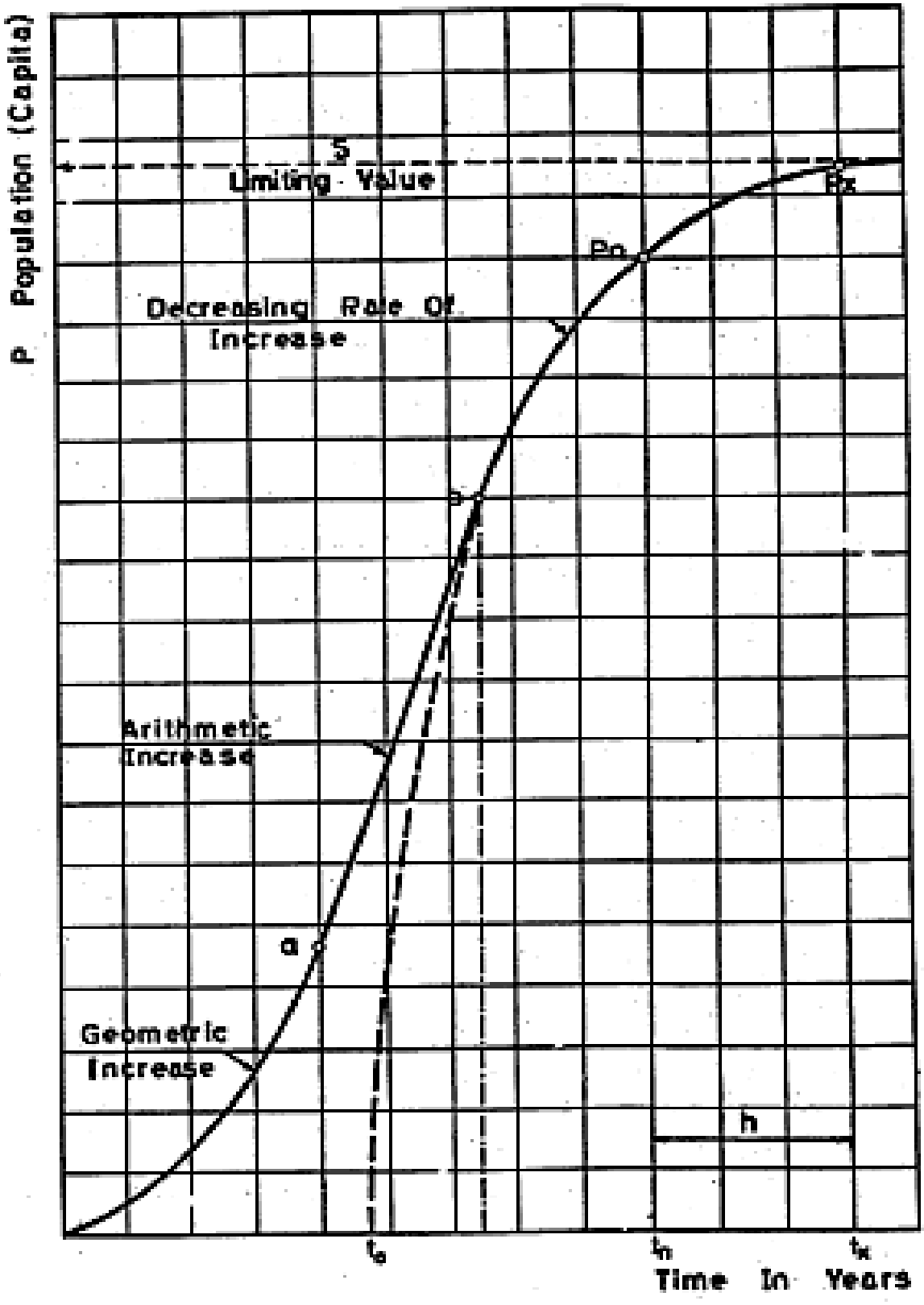
منحني النمو السكاني للمراحل الثلاثة لنمو المدينة - الشكل رقم (2-1)

١ .المتوالية الحسابية

٢ .المتوالية الهندسية

٣ .الزيادة بالمعدل المتناقص

أو باستخدام احدي الطرق التقريبية الآتية:



الشكل رقم(٢-١) منحنى النمو السكاني للمراحل الثلاثة لنمو المدينة

(الذي يعرض منحني النمو السكاني للمدينة العلاقة – ويوضح الشكل السابق رقم) بين التعداد والفترات الزمنية التي يمثلها كل طريقة من الطرق السابقة.

2-1-1 طريقة إمتداد المنحني البياني (Graphical Extension Method):

وهي طريقة تقريبية يستنتج منها التعداد المستقبلي عن طريق رسم منحن ي النمو

السكاني للمنطقة في الماضي، ثم عمل امتداد له لاستنتاج التعداد عند سنة الهدف المطلوبة ، كما هو موضح بالشكل رقم

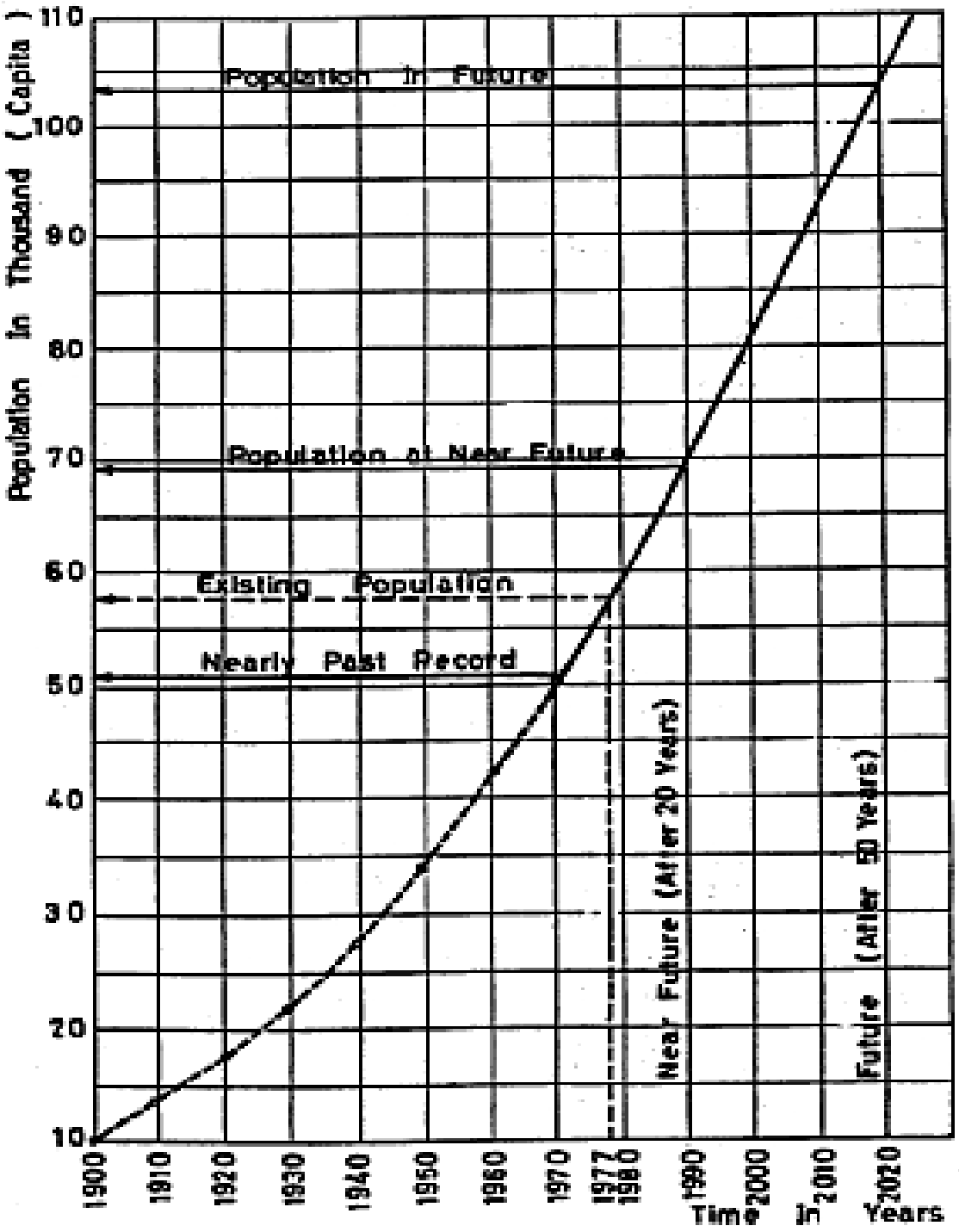
2-1-2 طريقة المقارنة البيانية (Graphical Comparison Method):

وفيها يتم رسم منحني النمو السكاني للمنطقة موضوع الدراسة مشابهًا لمنحني النمو السكاني لمدينة مناظرة لها أو أكبر منها في التعداد ثم يمتد المنحني مماثلا لمنحني النمو السكاني للمدينة الكبيرة وبالتالي يتم استنتاج التعداد السكاني المط لوب كما بالشكل .

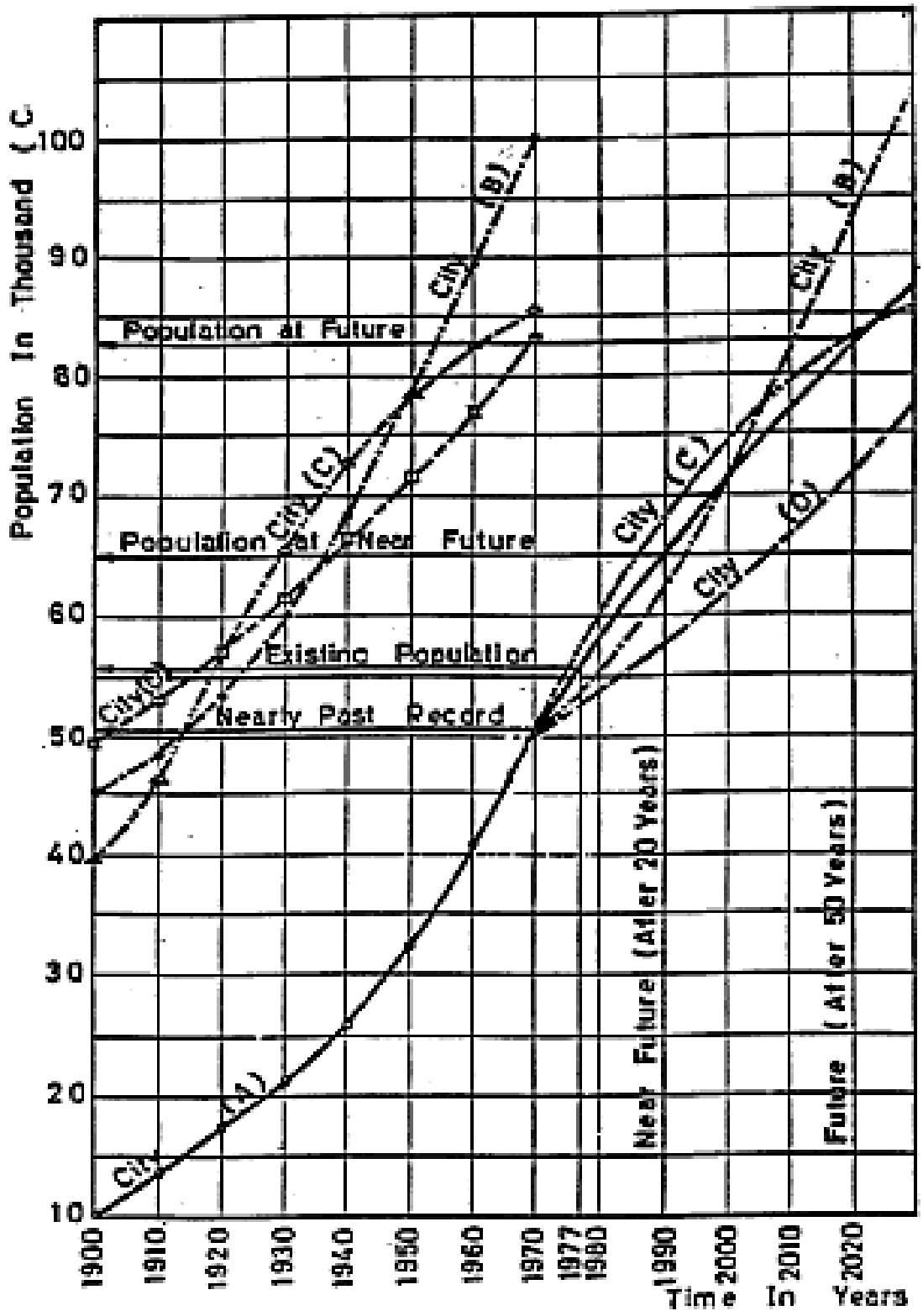
تقدير عدد السكان بافتراض كثافات سكانية Assuming Population Densities:

وفى هذه الطريقة يفترض كثافات سكانية فى المناطق المختلفة للمدينة –وبمعرفة مساحة كل منطقة وكثافة السكان فيه يمكن تقدير العدد الإجمالى للسكان فى المدينة والجدول يبين العلاقة من نوع المساكن وكثافة السكان .

نوع المساكن	الكثافة السكانية (شخص/هكتار)
فيلات درجة أولى	١٠
فيلات درجة ثانية	٦٠-٣٠
عمارات شعبية	٢٤٠-١٢٠
عمارات سكنية صغيرة	٣٥٠-٨٠
عمارات متوسطة	٧٠٠-٢٤٠
عمارات سكنية كبيرة	١٢٠٠-٧٠٠
مناطق تجارية وصناعية	٧٥-٢٥



شكل رقم(٢-٢) طريقة منحنى البياني للتنبؤ بحجم السكان في المستقبل



شكل رقم (٢-٣) طريقة المقارنة البيانية للتنبؤ بعدد السكان في المستقبل

٢-٢-٦-٧ طريقة الزيادة المضطردة (Inerimental)

وفى هذه الطريقة تحسب الزيادة فى تعداد السكان كل عشرة سنوات كما يحسب التغير فى هذه الزيادات ويقدر متوسط كل منهما – ومن ثم يقدر عدد السكان مستقبلا بالمعادلة الآتية:

$$P = Po + A\,T + a\,[(T) + (T - I) + T - a] \ldots\ldots + I] \qquad (٤-٢)$$

حيث :

Po = آخر تعداد حقيقى للمدينة

A = عدد الفترات الزمنية المطلوب تقدير عدد السكان بعدها

T = عدد الفترات الزمنية المطلوب تقدير عدد السكان بعدها

a = متوسط التغير فى الزيادات السابقة لتعداد المدينة

P = عدد السكان المقدر للمدينة بعد مضى T من الفترات الزمنية

٢-٢-٦-٨ الطريقة البيانية الدقيقة Acurate Graphical Extenion

وفيها يوقع سنوات التعداد السابقة والتعداد المناظر لكل سنة بالرسم البيانى اللوغاريتمى (Log, Log., Paper) – ومن ثم يمكن تحوير منحنى التعداد السابق للمدينة الى خط مستقيم وبإيجاد ميل هذا المستقيم وتعيين نقطة تقاطعه مع المحور الرأسى (الموقع عليه تعداد المدينة) يمكن غيجاد معادلة المستقيم الذى تمثل معدل نمو الدينة كالآتى :-

$$\text{Log}\ \ Y = b\ \ \text{Log}\, X + \log\ \ a \qquad (٥-٢)$$

حيث :

Y = تعداد المدينة فى أى سنة

X = عدد الفترات الزمنية التى بين أول سنة عمل فيها عمل تعداد للمدينة والسنة المطلوب ايجاد التعداد عندها.

b = ميل المستقيم

Log a = الإحداثى الرأسى لنقطة تقاطع المستقيم الممثل لمعادلة نمو المدينة مع المحور الرأسى Y وكذلك يمكن كتابة نفس المادلة السبقة بالصورة الآتية:

$$Y = a\ Xb \qquad (٦-٢)$$

٢-٢-٦-٧ طريقة الزيادة المضطردة (Inerimental)

وفى هذه الطريقة تحسب الزيادة فى تعداد السكان كل عشرة سنوات كما يحسب التغير فى هذه الزيادات ويقدر متوسط كل منهما – ومن ثم يقدر عدد السكان مستقبلا بالمعادلة الآتية:

$$P = Po + A\,T + a\,[(T) + (T - I) + T - a] \ldots\ldots + I] \qquad (٤-٢)$$

حيث :

Po = آخر تعداد حقيقى للمدينة

A = عدد الفترات الزمنية المطلوب تقدير عدد السكان بعدها

T = عدد الفترات الزمنية المطلوب تقدير عدد السكان بعدها

a = متوسط التغير فى الزيادات السابقة لتعداد المدينة

P = عدد السكان المقدر للمدينة بعد مضى T من الفترات الزمنية

٢-٢-٦-٨ الطريقة البيانية الدقيقة Acurate Graphical Extenion

وفيها يوقع سنوات التعداد السابقة والتعداد المناظر لكل سنة بالرسم البيانى اللوغاريتمى (Log, Log., Paper) – ومن ثم يمكن تحوير منحنى التعداد السابق للمدينة الى خط مستقيم وبإيجاد ميل هذا المستقيم وتعيين نقطة تقاطعه مع المحور الرأسى (الموقع عليه تعداد المدينة) يمكن غيجاد معادلة المستقيم الذى تمثل معدل نمو الدينة كالآتى :-

$$\text{Log}\ \ Y = b\ \ \text{Log}\, X + \log\ \ a \qquad (٥-٢)$$

حيث :

Y = تعداد المدينة فى أى سنة

X = عدد الفترات الزمنية التى بين أول سنة عمل فيها عمل تعداد للمدينة والسنة المطلوب ايجاد التعداد عندها.

b = ميل المستقيم

a Log = الإحداثى الرأسى لنقطة تقاطع المستقيم الممثل لمعادلة نمو المدينة مع المحور الرأسى Y وكذلك يمكن كتابة نفس المادلة السبقة بالصورة الآتية:

$$Y = a\ Xb \qquad (٦-٢)$$

حيث تمثل الرموز a, b, X, Y الى مثل ما ترمز به فى المعادلة السابقة . وفى هذه الحالة يمكن تعيين قيمة a بعد تعيين قيمة log a

٢-٣ التخطيط العمراني واستخدامات الأراضي

١. قبل البدء في تخطيط وتصميم أعمال الإمداد بمياه الشرب لأي مدينة أو قرية أو تجمع سكني، يجب الحصول علي التخطيط العمراني لها ومعرفة الآتي:
٢. التخطيط العمراني لكافة أرجاء المدينة موضحا عليه كافة الطرق الرئيسية والفرعية.
استخدامات الأراضي بالمدينة مثل:
أ- مناطق سكنية (فيلات- عمارات ضخمة – عمارات متوسطة مساكن شعبية).
ب- مناطق ترفيهية (سينما – ملاهي)
ج- مناطق تعليمية (مدارس – معاهد – جامعات)
د- مناطق صحية (مستشفيات – منتجعات)
ه- مناطق تجارية (محلات تجارية – ومراكز تسويق)
و- مناطق صناعية (صناعة ثقيلة – صناعات غذائية – صناعات كيميائية)
ز- مناطق خضراء(حدائق ومسطحات خضراء)
٣. مناطق التوسع العمراني في المستقبل القريب والبعيد.
٤. المناطق المتاحة لإنشاء أعمال الإمداد بمياه الشرب
٥. مناطق أعمال الإمداد بمياه الشرب الحالية في حالة وجودها

٢-٤ الفترات التصميمية والعمر الافتراضي للمنشآت والمعدات

يتم التصميم تبعاً للفترات التصميمية المناسبة للأعمال موضوع التصميم كالأعمال الهيدروليكية والميكانيكية والكهربائية والأعمال المدنية ونتناول ذلك بإيجاز فيما يلي.

- الفترة التصميمية للأعمال الهيدروليكية:

تقسم الفترة التصميمية للأعمال الهيدروليكية لمحطة تنقية مياه الشرب إلي مراحل تتراوح مدة كل منها بين ١٥ و ٢٠ سنة حيث تكون مرتبطة بالتصرفات التصميمية لها.

- الفترة التصميمة للأعمال الميكانيكية والكهربائية:

ترتبط الفترة التصميمية للأعمال الميكانيكية والكهربائية بالفترات التصميمية للأعمال الهيدروليكية والعمر الافتراضي للمعدات وتتراوح بين١٥ و ٢٠ سنة .

- الفترة التصميمية للأعمال المدنية (الأعمال الإنشائية)

تبلغ هذه الفترة حوالي من ٥٠ إلي ٦٠ سنة ويرتبط تنفيذها بالفترات الهيدروليكية التصميمية للمحطة.

ويوضح الجدول رقم (٢-١) العمر الافتراضي لخطوط المواسير والمنشآت والمعدات والأجهزة الخاصة بمشروعات الإمداد بمياه الشرب.

جدول رقم (٢-١)

العمر الافتراضي لخطوط المواسير والمنشآت والمعدات بمشروعات مياه الشرب

م	وصف الأعمال	العمر الافتراضي (عام)
١	خطوط مواسير التغذية بالمياه (حاملة-رئيسية-شبة رئيسية- فرعية)	٥٠-٣٠
٢	منشآت وحدات محطة التنقية ومباني محطات الضخ ومنشآت التخزين الأرضي والعالي	٦٠-٤٠
٣	معدات ميكانيكية لوحدات التنقية ومحطات الضخ	٢٠-١٥
٤	معدات وأجهزة كهربائية	١٥-١٠
٥	أجهزة إلكترونية وأجهزة قياس وتحكم	١٠-٥

٢-٥ معدلات الاستهلاك الحالية للمياه

يقصد بمعدل استهلاك المياه كمية المياه التي يستهلكها الفرد في اليوم ويعبر عنها باللتر/فرد/ يوم. ويختلف هذا المعدل باختلاف فصول السنة وأشهرها وأيضا خلال اليوم الواحد(من ساعة لأخرى) ولمواجهة هذه التغيرات في معدلات الاستهلاك أمكن تعريف معدلات الاستهلاك المختلفة واستنتاج متوسط الاستهلاك اليوم خلال العام (Average of Annual Consumption) كمقياس لبقية معدلات الاستهلاك وفيما يلي تعريف لبعض معدلات الاستهلاك ويشمل :

متوسط الاستهلاك اليومي ، أقصي استهلاك شهري، أقصي استهلاك يومي ، وأقصي استهلاك ساعة.

٢-٥-١ متوسط الاستهلاك اليومي

يحسب متوسط الاستهلاك اليومي بقسمة إجمالي استهلاك المياه خلال العام علي عدد أيام السنة.

٢-٥-٢ أقصي استهلاك شهري

يعين الشهر الذي يحدث فيه أكبر استهلاك خلال السنة ويؤخذ متوسط الاستهلاك اليومي خلال هذا الشهر فيكون هو أقصي استهلاك شهري.

٢-٥-٣ أقصي استهلاك يومي

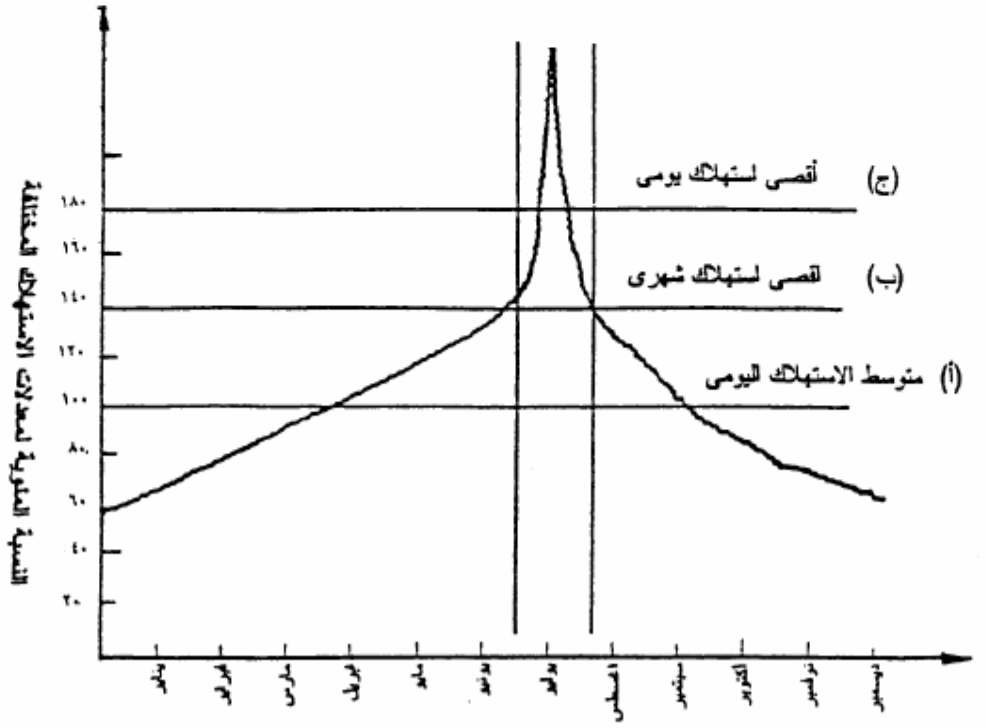
يعين الشهر الذي يحدث فيه أكبر استهلاك خلال السنة ثم يعين اليوم خلال الشهر الذي يحدث فيه أكبر استهلاك فيكون هذا استهلاك هو أقصي استهلاك يومي.

٢-٥-٤ أقصي استهلاك ساعة

يعين اليوم الذي يحدث فيه أكبر استهلاك خلال السنة والذي يعطي أقصي استهلاك يومي ثم يرسم منحني الاستهلاك خلال ساعات هذا اليوم، ومنه يحدد أقصي استهلاك ساعة ويقدر بخوالي ٢,٥ من متوسط الاستهلاك اليومي.

وترجع أهمية دراسة معدلات الاستهلاك إلي أنها تساعد في تعيين التصرفات التي تستخدم في تصميم الأعمال المختلفة للإمداد بالمياه حيث يستخدم أقصي استهلاك شهري في تصميم أعال التنقية وأقصي استهلاك يومي في تصميم الخطوط الرئيسية والخطوط الفرعية وأعمال التخزين للشبكة ويستخدم أقصي استهلاك ساعة في تصميم خطوط التوزيع في الشبكة وكذلك في تصميم وصلات الخدمة للمنازل.

ويوضح الشكلان رقما (٢-٤) ، (٢-٥) العلاقة بين معدلات الاستهلاك المختلفة ومن هذين الشكلين ينضح الآتي:



شكل رقم (٢-٤) العلاقة بين متوسط الاستهلاك اليومي وعلاقته بأقصى استهلاك شهري وأقصي استهلاك يومي

جدول رقم (٢-٢)

متوسط الاستهلاك المنزلي اليومي

م	مناطق الاستخدام	متوسط الاستهلاك اليومي لتر/فرد/يوم	كمية الفاقد خلال شبكة المياه لتر/فرد/يوم	متوسط الاستهلاك الكلي للفرد لتر/فرد/يوم
١	عواصم المحافظات	١٨٠	٤٠-٢٠	٢٢٠-٢٠٠
٢	المراكز	١٥٠	٣٠-١٥	١٨٠-١٦٥
٣	القرى حتى ٥٠٠٠٠نسمة	١٢٥	٢٥-١٠	١٥٠-١٣٥
٤	المدن الجديدة	٢٨٠	صفر-٢٠	٣٠٠-٢٨٠

وقد بنيت هذه التقديرات علي بناء الدراسات السابقة التي أجريت لمدن القاهرة والإسكندرية وبورسعيد ولبعض مدن وقري محافظات الوجه القبلي ولبعض المدن الجديدة. ويجب مراعاة عند حساب معدلات الاستهلاك المختلفة كنسبة من متوسط الاستهلاك اليومي أن يضاف الفاقد بعد حساب المعدل.

٢-٦ التصرفات التصميمية لأعمال التجميع والتنقية لمحطات تنقية مياه الشرب

يوضح الجدولان رقما (٢-٧) و (٢-٨) التصرفات التصميمية لأعمال تجميع وتنقية مياه الشرب للمدن والتجمعات السكنية.

جدول (٢-٣)

متوسط الاستهلاك الصناعي

م	مناطق الاستخدام	الاستهلاك الصناعي (لترم هكتار/ثانية)
١	عواصم المحافظات	٢
٢	المراكز	٢
٣	القرى حتي ٥٠٠٠٠ نسمة	٢
٤	المدن الجديدة	٣

جدول (٢-٤)

متوسط الاستهلاك اليومى للمبانى العامة والمدارس والمستشفيات والفنادق

م	حالة الاستخدام	متوسط الاستهلاك اليومي (لتر/فرد/ يوم
١	مباني عامة – مكاتب- مدارس	٥٠-١٥٠
٢	مستشفي	٥٠٠-١٠٠٠
٣	فنادق	١٨٠-٥٠٠

جدول (٢-٥)

التصرفات اللازمة لمكافحة الحريق بالنسبة لعدد السكان

م	عدد السكان (فرد)	تصرف الحريق(لتر/ث)
١	حتي ١٠٠٠	٢٠
٢	من ١٠٠٠إلي ٢٥٠٠٠	٢٥
٣	من ٢٥٠٠٠ إلي ٥٠٠٠٠	٣٠
٤	من ٥٠٠٠٠ إلي ١٠٠٠٠٠	٤٠
٥	أكثر من٢٠٠٠٠	٥٠

جدول (٢-٦)

متوسط استهلاك المياه للإنتاج الحيواني

م	عناصر الإنتاج الحيواني	متوسط الاستهلاك (لتر/يوم)
١	ماشية اللبن	٨٠-١٤٠ لتر/ رأس / يوم
٢	ماشية اللحم	٦٠-٨٠ لتر/ رأس / يوم
٣	الغنم والماعز	٥-٨ لتر/ رأس / يوم
٤	الخيل والبغال والحمير والإبل	٣٠-٤٠ لتر/ رأس / يوم
٥	دواجن البيض	٣٥ لتر/ ١٠٠ دجاجة / يوم
٦	دواجن اللحم	٢٥ لتر/١٠٠دجاجة / يوم
٧	دواجن رومي	٨٠ لتر/١٠٠ دجاجة /يوم
٨	البط و الإوز	٨٠ لتر /١٠٠ وحدة /يوم

2-7 أعمال المياه القائمة حاليا وإمكانيات تطويرها

تشمل البيانات الفنية الأساسية واللازمة لتصميم أعمال تجميع وتنقية مياه الشرب حصر أعمال المياه القائمة حاليًا ومعرفة عمرها الافتراضي وكذلك التعرف علي الأعمال التالية:

أ – مسارات خطوط شبكات التوزيع)أطوال وأقطار ونوعية .

ب – عدد الوصلات المنزلية.

ج – تحديد المناطق المخدومة والمناطق المحرومة من الخدمة.

د – تحديد موا قع الخزانات العالية ومنشآت التخزين الأخرى وكذلك معرفة سعتها وارتفاعها.

ه – تحديد مواقع محطات التنقية القائمة ومعرفة مساحاتها وطاقاتها الكلية.

و – تحديد إمكانية التطوير والتوسع لأعمال المياه القائمة.

ز – تحديد المشاكل المصاحبة لنظام الإمداد الحالي بمياه اشرب.

2-8 مصادر المياه الطبيعية المتاحة

يمكن تقسيم مصادر المياه الطبيعية إلي ما يلي:

- مياه الأمطار.
- المياه السطحية.
- المياه الجوفية.
- المياه المالحة الجوفية (خليط من المياه الجوفية ومياه البحار).
- مياه البحار والمحيطات.

جدول رقم(٢-٧)

التصرفات التصميمية لأعمال تجميع مياه الشرب

م	الوحدة	التصرف التصميمي وأسس التصميم	ملاحظات فنية
	أولا : المأخذ على الشاطئ		
١	الأجنحة		يتم تصميمها طبقا لميول الجسور و المسطاح وعمق المياه ومناسيب الأرض ومنسوب القاع ومنسوب أعلى وأدنى المياه.
٢	المواسير وهى مواسير السحب	أقصي تصرف شهري +١٠% السرعة (١,٠ – ١,٢) م/ثانية	مواسير المأخذ (١,٢-١,٤) من التصرف المتوسط (ماسورتين أو أكثر)
٣	البيارة	مدة المكث=٢-٥ دقائق الحجم =٢-٥ دقائق x التصرف الطول = طول محطة الطلمبات العرض ١,٥ متر – ٣متر العمق ١ متر فوق الراسم العلوى مواسير السحب	عدد الطلمبات × المسافة بين محوري طلمبتين. أو عدد الطلمبات × ٢ متر أو عدد الطلمبات × ١,٥ متر (في حالة الطلمبات المتداخلة) يتم تقسيم البيارة إلي جزءين أو ثلاثية حسب طولها البيارة إما ملحقة بمبني الطلمبات أو مفصولة
٤	المصافي	بزاوية الميل ٦٠°-٨٠ ° السرعة ٠,٣ متر / الثانية ٢متر /الثانية مصفاة دقيقة ١,٥-١٣ مم مصفاة متوسطة ١٣-٢٥ مم مصفاة كبيرة ٢٥-٥٠ مم	

تابع جدول رقم(٢-٧)

التصرفات التصميمية لأعمال تجميع مياه الشرب للمدن والتجمعات السكنية

م	الوحدة	التصرف التصميمي وأسس التصميم	ملاحظات فنية
	ثانيا : مأخذ ماسورة مواسير المأخذ وهى مواسير السحب	السرعة٠,٦ متر/ الثانية وأقصي سرعة ١,٥-٢ متر الثانية	ماسورتين أو أكثر بعمق حنى ١,٠٠ متر سطح الماء
	ثالثا : عنبر طلمبات المياه العكرة	التصرف التصميمي: أقصي تصرف شهري +١٠% + ٥٠% وحدات احتياطية	التصرف المتوسط x (١,٢-١,٤) x ١,١ +٥٠% وحدات احتياطية + تصرف وحدات المستقبل
		الضغط التصميمي: = الفرق بين اقل منسوب للمياه في بيارة المياه العكرة ومنسوب المياه في محطة التنقية =١٠-١٢ h=hs + hf + hm	$HP = \frac{WH}{75\eta_1-\eta_2}$ القدرة المستهلكة بالحصان الميكانيكي=HP كتلة الماء المرفوع كجم/ ثانية = W الضغط الكلي بالمتر= H كفاءة الطلمبة= η_1 ٧٥-٨٠% كفاءة المحرك = η_2 ٨٥-٩٠%

٢-٨-١ مياه الأمطار

تتراوح معدلات سقوط الأمطار في مصر بين ٢-٢٩ مم/ السنة وهي تعتبر كميات محدودة إذا ما تم أخذ معدلات تكرار العاصفة الممطرة في الاعتبار. لذلك فإنه قد يكون غير اقتصادي الاستفادة من مياه الأمطار لأغراض الشرب للمدن والتجمعات السكانية، بسبب التكلفة العالية لأعمال تجميعها وتخزينها ويكتفى في مصر الاستفادة من مياه الأمطار في أغراض التغذية بمياه الشرب في حالة عدم وجود مصدر بديل كما هو الحال في بعض أجزاء من شبه جزيرة سيناء وبعض المناطق بالساحل الشمالي.

وللاستفادة من مياه الأمطار يلزم إجراء الدراسات التالية:

أ - الحصول علي بيانات عن معدلات سقوط الأمطار ومعدلات تكرار العاصفة الممطرة لفترة سابقة تصل إلي ١٠ سنوات من الجهات المختصة.

ب -حساب معدلات التسرب في منطقة تجميع مياه الأمطار عن طريق القيام بأبحاث التربة.

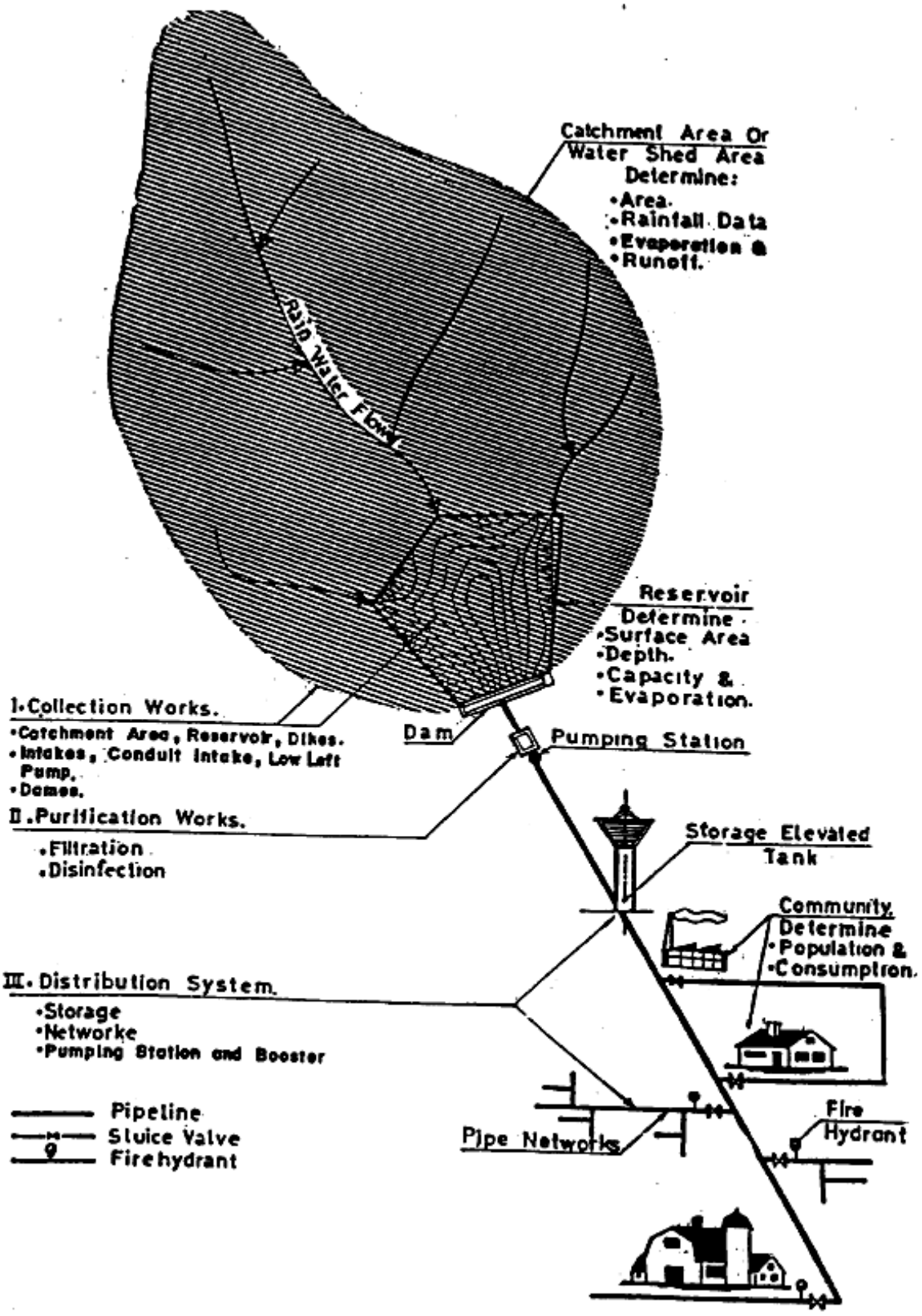
ت -تسوية وتخطيط المساحة التي تتساقط عليها الأمطار بغرض تجميع كميات المياه المطلوبة (Catchments Area) .

ث -تحديد مسار تصميم خطوط نقل المياه المجمعة إلي خزانات التجميع.

ج -تحديد سعة خزانات تج ميع المياه المطلوبة لتوفير معدلات التغذية خلال العام مع الأخذ في الاعتبار معدلات البخر.

ح -تحديد مسار وتصميم خطوط نقل المياه الى محطة التنقية.

يوضح شكل (2-6) الأعمال الهندسية المطلوبة للأستفادة من مياه الأمطار



شكل رقم (٢-٦) الأعمال الهندسية للأستفادة من مياه الأمطار

المياه السطحية

تشمل مصادر المياه السطحية نهر النيل وفروعه والترع الرئيسية والفرعية كما تشمل أيضا بحيرة السد العالي , وتتميز المياه السطحية بوفرة كمياتها في بعض المناطق مما يجعلها المصدر الرئيسي للتغذية بالمياه للمدن والتجم عات السكانية، إلا أن هذه المياه نادرًا ما توجد في الطبيعة صالحة للاستعمال المباشر دون تنقية نظرًا لما تحويه من مواد عالقة من المواد الغروية مثل الطين والطمي والطحالب ومواد ذائبة والكثير من

البكتريا كما أن مصدر المياه السطحية يكون معرضا لعوامل التلوث مما يت طلب ضرورة مراعاة ذلك عند اختيار موقع المأخذ وطريقة التنقية المناسبة.

وتشمل مصادر التلوث للمياه السطحية ما يلي:

- مياه الصرف الصحي من بعض المدن
- مياه الصرف الزراعية
- المخلفات السائلة من بعض المصانع
- السلوكيات البشرية.

المياه الجوفية

تتواجد المياه الجوفية تحت سطح الأرض داخل التكوينات الجيولوجية ذات الخواص التي تسمح بتخزين ونقل المياه وتعرف بالخزانات الجوفية.

تنقسم الخزانات الجوفية بجمهورية مصر العربية علي ثلاثة أنواع رئيسية:

- الخزان الرسوبي بوادي النيل والدلتا حيث تكون المياه الجوفية علي أعماق قريبة من سطح الأرض، وتتغذي من فائض مياه الري المتسرب من الترع . ونظرا لكثرة الأنشطة بهذه المناطق فإن الطبقات الضحلة من المياه تكون غالبًا عرضه للتلوث . لذلك يفضل دق الآبار علي أعماق تسمح بسحب المياه الإرتوازية المحصورة بين طبقات صماء أو يتم دق الآبار علي أعماق لا تقل عن ٤٠ متر للحصول علي المياه الجوفية بعيدة عن مصادر التلوث.

- الكثبان الرملية بالساحل الشمالي وتعتبر خزاناً ضعيف الكفاءة من حيث سمكها وتواجد مياه البحر أسفلها .وهي تتغذي أساسا من مياه الأمطار ويمكن سحبها بواسطة آبار ضحلة بمعدلات ضعيفة بحيث لا تؤثر عملية السحب عل ي تلوث البئر بمياه البحر المالحة .

•الحجر الرملي النوبي وهو خزان إقليمي يمتد خارج مصر والمياه الجوفية به قديمة ، وغالبًا ما تتواجد علي أعماق كبيرة وتعتبر غير متجددة خاصة داخل حدود مصر.

وتظهر طبقات الحجر الجيري شمالاً .

ويمكن الحصول علي المياه الجوفية من تكوينات الحجر الرملي النوبي بدق آبار عميقة تصل إلي الطبقات الحاملة للمياه . وقد تخرج المياه بعد ذلك تحت ضغط بدون حاجة إلي طلمبات (كما هو الحال بالواحات البحرية) أو بواسطة طلمبات الأعماق.

أما الصحراء الشرقية فتتغذي من الأمطار المتساقطة علي الجبال الشرقية المحازية للبحر الأحمر والمتسربة الي طبقات الأرض، وهي المصدر الرئيسي للمياه الجوفية بالصحراء الشرقية . وبصفة عامة فإنه يمكن الحصول علي المياه الجوفية إما بدق آبار عميقة أو من خلال تدفقها في صورة عيون نتيجة حدوث فوالق(تشققات) بسطح الأرض.

وعند الاعتماد علي المياه الجوفية كمصدر للتغذية بمياه الشرب فإنه يلزم:

- اختيار المواقع التي تتوفر فيها المياه الصالحة للاستخدام الآدمي والبعيدة عن مصادرالتلوث.
- السحب بمعدلات تضمن استمرارية المياه الكمية والنوعية المطلوبة.
- تحديد المسافة التي تضمن عدم حدوث تداخلات في دوائر السحب المخروطية للآبار.
- تحديد خواص المياه من الناحية الطبيعية والكيمائية والبكتريولوجية لاختيار طرق وخطوات التنقية المناسبة.

المياه المالحة

المياه المالحة هي المياه الموجودة بالبحار والبحيرات المالحة ويتم اللجوء إليها فقط في حالة عدم وجود مصادر أخري للمياه أ و عدم كفاية المصادر الموجودة . ويرجع السبب في ذلك إلي أن المياه المالحة تحتاج إلي عمليات تحلية لتصبح صالحة للشرب وهذه العمليات ذات تكلفة باهظة.

2-9 خصائص مياه المصادر المتاحة

يجب أن يكون مياه المصادر المتاحة صالحة للاستخدام الآدمي وتحقيق الأمان والسلامة ا لصحية للمستهلكين . وقد حددت وزارة الصحة الخواص الطبيعية والمعايير الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب، وذلك في قرار وزير الصحة رقم ١٠٨٨ (الخواص الطبيعية للمياه الصالحة للشرب – .لسنة ١٩٩٥ . ويعرض الجدول رقم) ٢

كما يعرض الجدول رقم (٢-٩) الحد الأقصى للمواد غير العضوية التي تؤثر علـــي استساغة مياه الشرب، وكذلك الجدول رقم (٢-١٠) يبين المواد الكيميائية (العضـــوية والغير عضوية) ذات التأثير علي الصحة العامة، طبقاً لنفس القرار.

جدول رقم(٢-٨) الخواص الطبيعية للمياه الصالحة للشرب

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به
اللون	٣٠ بمقياس الكوبالت بلاتين
الطعم	مقبول
الرائحة	معدومة
العكارة	٥ وحدات جاكسون أو ما يعادلها للمياه المرشحة ١٠ وحدات تكسون أو ما يعادلها للمياه الجوفية
الرقم الأيدروجيني	٩,٢-٦,٥

جدول رقم (٢-٩) الحد الأقصى للمواد غير العضوية التي تؤثر علي استساغة مياه الشرب

المادة	الحد الأقصى المسموح به ملليجرام/لتر
الأملاح الذائبة عند ١٢٠م	١٢٠٠
الحديد Fe	٠,٣للمياه للمرشحة ١,٠للمياه الجوفية والخليط
المنجنيز Mn	٠,١للمياه المرشحة ٠,٥ للمياه الجوفية والخليط
النحاس Cu	١,٠
الزنكZn	٥,٠
المعسر الكلي AsCaCo3	٥٠٠
الكالسيومCa	٢٠٠
الماغنسيوم Mg	١٥٠
الكبريات So4	٤٠٠
الكلورايدات C1	٥٠٠
الصوديوم Na	٢٠٠
الألمنيوم Al	٠,٢

ويتراوح التوازن الكلى للمواد غير العضوية بين (+٠,١) و(-٠,١).

جدول رقم (٢-١٠) الحد الأقصى للمواد الكيميائية ذات التأثير علي الصحة العامة

اولاً: المواد غير العضوية

المادة	الحد الأقصى المسموح به
الرصاص Pb	٠,٥ ملليجرام/لتر
الزرنيخ As	٠,٠٥ ملليجرام/لتر
السيانيد Cn	٠,٠٥ ملليجرام/لتر
الكاديوم Cd	٠,٠٠٥ ملليجرام/لتر
السلينيوم Sc	٠,٠١ ملليجرام/لتر
الزئبق Hg	٠,٠٠١ ملليجرام/لتر
الكروم يوم Cr	٠,٠٥ ملليجرام/لتر
النترات (تقاس كنسبة نيتروجين)	١٠ ملليجرام/لتر
النيتريت (تقاس كنسبة نيتروجين)	٠,٠٠٥ ملليجرام/لتر
الفلوريدات	٠,٨ ملليجرام/لتر

ثانياً: المواد غير العضوية

١- المبيدات

المادة	الحد الأقصى المسموح به (ميكرو جرام/لتر)
الكلور Alchlor	٢٠
الديكارب Aldicarb	١٠
الدرين داي الدرين Aldrin Dialdrin	٠,٠٣
أترازين Atrazine	٢
بنتازون Bentazone	٣٠
كاربزفيوران Carbofuran	٥
كاوران Chlorane	٠,٢
د. د. D. D. T	٣٠
١و٢ داي بروموكلوروبربان Dibromochloropane 1,2	٢
١و٢و٤ داي د. D.2,4	١
١و٣ داي كلوروبربان 1,3 Dichloropropane	٢
هكسا كلوروبنزين Hexachlorobenzene	٢٠

جدول رقم (٢-١٠) الحد الأقصى للمواد الكيميائية ذات التأثير علي الصحة العامة

اولاً: المواد غير العضوية

المادة	الحد الأقصى المسموح به
الرصاص Pb	٠,٥ ملليجرام/لتر
الزرنيخ As	٠,٠٥ ملليجرام/لتر
السيانيد Cn	٠,٠٥ ملليجرام/لتر
الكاديوم Cd	٠,٠٠٥ ملليجرام/لتر
السلينيوم Sc	٠,٠١ ملليجرام/لتر
الزئبق Hg	٠,٠٠١ ملليجرام/لتر
الكروم يوم Cr	٠,٠٥ ملليجرام/لتر
النترات (تقاس كنسبة نيتروجين)	١٠ ملليجرام/لتر
النيتريت (تقاس كنسبة نيتروجين)	٠,٠٠٥ ملليجرام/لتر
الفلوريدات	٠,٨ ملليجرام/لتر

ثانياً: المواد غير العضوية

١- المبيدات

المادة	الحد الأقصى المسموح به (ميكرو جرام/لتر)
الكلور Alchlor	٢٠
الديكارب Aldicarb	١٠
الدرين داي الدرين Aldrin Dialdrin	٠,٠٣
أترازين Atrazine	٢
بنتازون Bentazone	٣٠
كاربزفيوران Carbofuran	٥
كاوران Chlorane	٠,٢
د. د. D. D. T	٣٠
١و٢ داي بروموكلوروبربان Dibromochloropane 1,2	٢
١و٢و٤ داي د. D.2,4	١
١و٣ داي كلوروبربان 1,3 Dichloropropane	٢
هكسا كلوروبنزين Hexachlorobenzene	٢٠

أيزوبروفيرن Isoproturon	١
لندان Lindame	٩
أم س بي ايه كلوروفينوكسي MCPA Chlorophenoxy	٢
ميثوكس كلور Methoxychlor	٢٠
ميتولاكلور Metolachlor	١٠
مولينات Molinate	٦
بنتاكلوروفينول Pentachlorophenol	٩
بيرميثرين Permithrin	٢٠
بروبانيل Propanil	٢٠
سيمازين Simazine	٢
تراي فلورالين Trifluralin	٢٠

مبيدات الحشائش كلورو فينوكسيد غير ٢و٤ دي و أم سي بي إيه
Chlorophenoxy herbicides other than 2, 4 d and MCPA

٢و٤ د ، ب. 2,4 D. B.	٩٠
داي كلوز بروب Dichloroprop	١٠٠
فينوبروب Fenoprop	٩
ميكوبروب Mecprop	١٠
٢و٤و٥ تـــ 2,4,5 T	٩

مواد عضوية أخري

ثلاثي بيوتيل أكسيد القصدير Tributalyltin	٢
فينول phenol	٢

المطهرات ونواتجها Disinfictants and Disinfectants byproducts

أحادي كلورأمين Monochloramine	٣
ثنائي وثلاثي كلوز أمين Di and trichlormine	٥
برومات Bromate	٢٥
كلورايت Chlorite	٢٠٠
٢و٤و٥ تراي كلوروفينول Trichlorophenol2,4,5	٢٠٠
تراي هالو ميثان Trihalomethanes	١٠٠

أحماض ألخليك المكلورة Chlorinated Acetic acids

داي كلوروا ستيك اسيد Dichloro accite acide	٥٠
تراي كلوز استك أسيد Trichloro Accite acide	١٠٠
تراي كلوز اسيتالدهيد Trichloro Acctaldhude	١٠

الأستوثيرلات المهلجة Halogenated acetonitriles

ثنائي كلوز اسبتو نيتريل Dichloro acctonitrile	٩٠
ثنائي بروموا اسبتو نيتريلDibromoacctonitrile	١٠٠
ثلاثي كلوز اسيتو نيتريل Trichloro acctonitelile	١
كلوروالسانومين Cyanogen Chloride	٧٠

الكانات المكلورة Chlorinated Alkanes

رابع كلوريد الكربونCarbon tetrachloride	٢
داي كلورو مثيان Dichloromethane	٢٠
١و٢ داي كلورو ايثان1,2 Dichloroethane	٣٠
١و١و١ تراي كلوز ايثان1,1,1 Tricloroethinane	٢٠٠

مركبات الإيثان المكلورة Chlorinated Ethanes

كلوريد الفينيل Vinyl Chloride	٥
١و١ داي كلورو ايثان 1,1 Dichloroethane	٣٠
١و٢ داي كلورو ايثان 1,2 Dichloroethane	٥٠
تراي كلورو ايثان Trichloroethane	٧٠
رباعي كلورو ايثانTetrachloroethane	٤٠
الهيدروكربونات الكلية فيما عدا البنزين	١٠٠
في صورة تولوين (Total Hydrocarbone)	١٠٠
بنزين Benzene	١٠
بنزوبيرين Benzo(a) pyrine	٠,٧

البنزينات المكورة Chlorinated Benzenes

أحادي كلورو بنزين Monochirobenzene	٣٠٠
١و٢ داي كلورو البنزين1,2 Dichlorobenzene	١٠٠٠
١و٤ داي كلورو بنزين 1,4 Dichlorobenzene	٣٠٠
تراي كلوروبنزين Trichlorobenzen	٢٠
ثنائي (أيثيل هسكيل) اديبات Di (2-Ethiyl hexyl) adipat	٨
اكريلاميد Acrylamide	٠,٥
ابيير كلورو هيدران Epichlorohydrin	٠,٤
هكسا كلورو بيوتاديين Hexachlorohybutadiene	٠,٦
اديتك اسيد Edetic acid (EDTA)	٢٠٠
نيترلو استيك اسيد Nitrilotriacctie	٢٠٠

٢-١٠ المعايير الميكروبيولوجية للمياه الصالحة للشرب

٢-١٠-١ العدد الكلي للبكتريا

بطريقة الصب بالأطباق (Poured Plate Method):

١- عند درجة ٣٧ م لمدة ٢٤ ساعة لا يزيد عن ٥٠ خلية/ ١سم٢

٢- عند درجة ٢٢ م لمدة ٤٨ ساعة لا يزيد عن ٥٠ خلية/ ١سم٢

٢-١٠-٢ أدلة التلوث:

١-بكتريا القولون الكلية (Total Colifrom) : يجب أن تكون ٩٥% من العينات التي يتم فحصها خلال العام خالية تماماً من بكتريا القولون في ١٠٠سم٢ من العينة كما يجب ألا تحتوي أي عينة من العينات علي أكثر من ٣ خلية / ١٠٠ سم٣ علي أن لا يتكرر ذلك في عينتين متتاليتين من نفس المصدر.

٢- بكتريا القولون البرازية (باسيل القولون النموذجي) يجب أن تكون جميع العينات خالية من باسيل القولون النموذجي.

٣- البكتريا السبحية البرازية: يجب أن تكون جميع العينات خالية من الميكروب السبحي ألبرازي.

الفحص البيولوجي :

عند فحص االمياه ميكروسكوبيا يجب أن تكون خالية تمامًا من البروتوزوا وجميع (Blue green) أطوار الديدان المسببة للأمراض والطحالب الزرقاء المخضرة (Algae) .

المواد المشعة

عن ١,٠ ميكروكيوري / لتر، و لا تزيد (α) يجب ألا تزيد المشتقات من فصيلة أل فاعن ٠,١ ميكروكيوري/لتر (β) .المشتقات من فصيلة بيتا.

2-11 الأعمال المساحية والطبوغرافية لمواقع أعمال تجميع المآخذ و محطات تنقية مياه الشرب

تعتبر الأعمال المساحية من أهم العناصر التي يبني عليها تصميم محطات تنقية مياه الشرب، والتي علي أساسها يتم توزيع وتحدي د أماكن وحدات التجميع والتنقية من أجل استغلالها الاستغلال الأمثل وتحقيق الاقتصاد في الطاقة المستخدمة . ويشمل ذلك مواقع مصادرالمياه المطلوب تنقيتها، و الانتقال المرحلي بين وحدات التنقية ودفع المياه إلي شبكة التوزيع الر ئيسية للمستهلكين . وتتلخص الأعمال المساحية المطلوبة في البنود الآتية:

١ -تحديد الجهات الأصلية للمواقع.

٢ -القيام بأعمال الميزانية الشبكية للموقع علي مسافات تحدد طبقًا لطبيعة الأرض و لا تزيد عن ٥٠ متر علي الأكثر في الاتجاهين، مع تنسيبها إلي أقرب روبير أو نقطة ثابتة سواء كان هويس أو كوبري يقع علي الممر المائي أو أي نقطة ثابتة معلومة المنسوب.

٣ -رفع المعالم الرئيسية المحيطة بالموقع من طرق مرصوفة ، ومصارف زراعية وترع وخلافه.

٤ -تحدي نقاط ثابتة معلومة المنسوب داخل الموقع في أماكن مناسبة مع توصيفها للرجوع إليها.

2-12 خصائص التربة بالمواقع المقترحة لأعمال المياه

يتم إجراء جسات بالمواقع المقترحة لأعمال المياه بهدف معرفة خصائص التربة بها، وذلك علي النحو التالي:

١ -دراسة الموقع العام لأعمال التجميع والتنقية بهدف تحديد أماكن الجسات.

2- دراسة القطاع الهيدروليكي لوحدات التجميع و التنقية لتحديد عمق الجسات المطلوبة بناء علي عمق المنشآت وأحمالها وتحديد منسوب التأسيس.

٣ -أخذ الجسات المطلوبة.

٤ -تحديد درجة تحمل التربة وخصائصها الأخرى ومراعاة ذلك في التصميم الإنشائي لوحدات التنقية والضخ.

٥ -تحديد درجة عدوانية التربة معرفة نوعها لاختيار نوع المواسير المناسب.

2-13 المواقع المختارة لمحطات التجميع و تنقية مياه الشرب ومنشآت التخزين

يعتبر اختيار الموقع المناسب لأعمال التجميع و لمحطة التنقية من أهم الدراسات المطلوبة لتصميم وإنشاء المحطة حيث تؤثر عوامل كثيرة علي هذا الاختيار الأنسب.

ويلزم دراسة المواقع المقترح ة في حالة عدم توافر مثل هذه دراسات أو مخططات عامة سابقة للمدن أو التجمعات السكنية المطلوب إمدادها بالمياه الصالحة للشرب.

2-14 العوامل المؤثرة علي اختيار موقع أعمال تجميع وتنقية مياه لشرب

تشمل العوامل المؤثرة علي اختيار المواقع ما يلي:

- عوامل تتعلق بمصدر المياه.
- عوامل تتعلق بالمكان المختار.
- عوامل تتعلق بخصائص التربة.

أولا : عوامل تتعلق بمصدر المياه

- إذا كان المصدر نهرًا أو ترعة أو بحيرة عذبة، تفض ل المواقع التي تتوفر بها كمية (Upstream)مياه كافية علي مدار العام) مستديمة المياه ، والموجودة أعلي المجري أي في الجهة القادمة منها المياه لتكون بعيدة عن احتمالات التلوث.
- إذا كان المصدر بئرا، تفضل المواقع التي بها خزان جوفي كبير صالح للاستخدام ، وتكون تربتها أسهل في الحفر، ونوعية مياهها أفضل صحيحًا.
- إذا كان المصدر بحرًا أو بحيرة، تفضل المواقع البعيدة عن احتمالات التلوث ، وغير المتأثرة بظاهرة المد والجزر.

ثانيًا : عوامل تتعلق بالمكان المختار

تفضل الأماكن القريبة من التجمعات السكنية المطلوب خدمتها. تفضيل الأماكن المخدومة بالمرافق)مثل شبكات الطرق، مصادر الطاقة الكهربية، الاتصالات السلكية واللاسلكية.

ثالثا : عوامل تتعلق بخصائص التربة

- لا تفضل المواقع التي بها مياه جوفية مرتفعة المنسوب حيث أن تكاليف الإنشاء بها ستكون عالية.
- يتم تقدير تكاليف الحفر والإنشاءات عند المفاضلة بين المواقع u1573 إذا كانت التربة صخرية.
- في حالة التربة غير الصخرية تحدد خواصها لمعرفة مدي الحاجة لاستبداله بتربة بديلة وتأثير ذلك علي التكلفة.

2-15 الدراسات البيئية و المناخية لمواقع أعمال التجميع و محطات تنقية مياه الشرب

تفيد الدراسات البيئية للمنطقة الواقع بها محطات تنقية مياه الشرب في تحديد البعد الآمن لمحطة التنقية عن المناطق المأهولة بالسكان وذلك لحمايتهم ما يلي:

١ -الضوضاء المتوقعة خلال فترات الإنشاء والضوضاء المتوقعة إثناء التشغيل.

٢ -تلوث الهواء الناتج عن تتأثر الكيماويات خلال تسليمها أو تداولها داخل المحطة.

٣ -تأثير الإضاءة المبهرة الليلية عليهم وما تسببه من إزعاج لهم.

وتفيد البيانات المناخية للمنطقة في معرفة ما يلي:

١ -درجات الحرارة القصوى والدنيا والمتوسطة علي مدار العام.

٢ -مستويات الرطوبة ومعدلات البخر علي مدار العام.

٣ -شدة الأمطار وكثافتها ومنحني التكرار علي مدار العام والأعوام السابقة.

٤ -أشعة الشمس وكثافتها والفترة المشمسة علي مدار العام.

٥ -السيول والفيضانات التي تتعرض لها المنطقة وتحديد مسارات مخرات السيول.

٦ -الرياح واتجاهها السائد وشدتها علي مدار العام.

2-16 المخطط العام لموقع أعمال التجميع وموقع محطة التنقية لمياه الشرب

بعد تحديد تكنولوجيا التنقية واختيار الموقع يحدد المخطط العام لمحطة تنقيه مياه الشرب طبقًا لما تقتضيه عناصر التنقية المطلوبة والتي تحددها نتائج الاختبارات المعملية والخبرة السابقة . ويراعي أن يشتمل المخطط العام للمحطة علي المسطحات اللازمة للتشغيل والتحكم والصيانة والخدمات علي أساس الاحتياجات الفعلية . وعند إعداد المخطط العام للمحطة يجب أخذ ما يلي في الاعتبار:

- طبوغرافية الموقع، وطبيعة التربة ومنسوب المياه الجوفية والطرق المرصوفة الخارجية الموصلة للموقع.
- ربط المخطط العام لمحطة التنقية بالطرق العامة.
- حماية الموقع من المؤثرات الخارجية (الأمطار والفيضانات) .
- مراعاة الموقع المناسب لغرفة التحكم بالنسبة لوحدات التنقية.
- مواجهة صعوبات الإنشاء بأقل التكاليف (تخفيض منسوب المياه الجوفية – سند الجوانب – منسوب التأسيس -إحلال التربة) .
- تحديد الوحدات الاحتياطية اللازمة لبعض مراحل أعمال التنقية.
- مراعاة الاتزان الهيدروليكي) القطاع الهيدروليكي (بين وحدات التنقية المتابعة لتحقيق أ قل فواقد ممكنة، ويساعد علي ذلك التخطيط الملائم لوحدات التنقية بالمحطة.
- ترك مسافات ومساحات مناسبة بين وحدات التنقية وبينها وبين المنشآت الأخرى، وذلك لتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانة.
- فصل شبكة الصرف الصحي عن شبكة صرف مياه غسيل المرشحات والروية لإمكانية الاستفادة منها.
- سهولة تصريف والتخلص من الفوائض الطارئة للمحطة إلي شبكة صرف الروية.
- اتخاذ الاحتياطات المناسبة لتقليل الخطورة الناجمة عن استخدام ومناولة المواد الكيميائية(مواد مخلطة و كلور وخلافه) داخل المحطة لأقل ما يمكن.
- توفير المخازن المناسبة لتخزين مو اد الترشيح والمواسير والمهمات الأخرى في المحطة.
- مراعاة التوسع المستقبلي وما يترتب علي ذلك من احتياجات.
- تقليل طول مسار خطوط التغذية بالكيماويات لأقل ما يمكن لتجنب مشاكل التشغيل، وذلك بوضع أماكن التغذية بالكيماويات أقرب ما يمكن لأماكن الاستعمال.

- تخطيط شبكة ا لطرق والطرقات الداخلية لتيسير تداول ومناولة الكيماويات ميكانيكية مع تجنب المناولة البشرية لها قدر الأمكان.
- مراعاة إبعاد المباني الإدارية والخدمات عن عنابر الوحدات المسببة للضوضاء.
- وضع وحدات التغذية بالطاقة الكهربائية بالقرب من وحدات الأعمال الرئيسية والمستهلكة لأكبر طاقة كهر بائية.
- تخطيط شبكات المرافق اللازمة للمحطة مثل شبكات التغذية بالمياه ومكافحة الحريق وري المسطحات والصرف الصحي وإنارة الموقع والاتصالات السلكية واللاسلكية وكذلك التغذية بالتيار الكهربائي.
- تصميم سور خارجي حول الموقع شاملا أبراج المراقبة وا لمداخل (البوابات) وغرف الأمن والاستعلامات.
- إضافة بعض الأعمال لتجميل الموقع (مسطحات خضراء – أحواض زهور– طرقات مرصوفة–علامات إرشاديق) .

2-17 وسائل التحكم والحماية بمحطات تنقية مياه الشرب

يقصد بوسائل التحكم والحماية تلك النظم التي يتم وضعها للسيطرة علي أدا ء وكفاءة محطة تنقية المياه من حيث سلامة التشغيل، وضمان درجة التنقية وتحقيق المعايير الصحية المطلوبة لمياه الشرب وحمايتها من التلوث، وضمان حسن إدارة المحطة طوال فترة العمر الافتراضي لوحداتها المختلفة.

2-18 وسائل التحكم فى محطات تنقية مياه الشرب

الغرض الرئيسي من استخدام نظام تحكم في محطات تنقية مياه الشرب هو ضبط بعض العناصر الرئيسية بالمحطة، لإمكان السيطرة علي تشغيل الوحدات المختلفة، ولضمان الحصول علي أدائها الأمثل في مختلف الظروف بأقل تكاليف ممكنة . ويكون النظام حساسًا لأي تأخير أو توقف أو اختلاف في مسار أي عملية من عمليات التشغيل الأساسية، ومن فوائد النظام أيضا أنه يساعد مسئول التشغيل علي تحليل ودراسة البيانات المنتجة، وبالتالي العمل علي تحسين طرق التشغيل والأداء وتوفير التكاليف.

ويتم اختيار المحطة من بين الأنظمة اليدوية أو نصف الأوتوماتيكية أو الأوتوماتيكية تبعًا لسهولة تشغيله ودرجة الاعتماد عليه.

(Indicators) وبعض أجهزة ومعدات التحكم في المحطة ميكانيكي كالمبينات التي تعتمد في تشغيلها علي (Actuators) والمشغلات (Controllers) والمنظمات عوامات وبكرات وأذرع توصيل، وقلي ً لا ما تستعم ل حاليً ا .وبعضها الآخر هيدروليكي كمنظمات تصريف المرشحات التي تعمل علي فارق الضغط وفارق السرعات- الذي يستعمل في أغراض كثيرة خلال مسافات (Penumatic)وبعضها الثالث هوائي

محدودة .وهناك الوسائل الإلكترونية التي يغلب استعمالها حاليًا حيث تعمل المسافات لا حدود لها١.ويتم التحكم في تشغيل الوحدات علي النحو المبين بالنقاط الست التالية:

2-18-1 وسائل التحكم للمأخذ :

في عزل المأخذ، وللتحكم في عمق • (Isolating Blocks) تستخدم بلوكات حاجزة منسوب سحب المياه من النهر أو الترعة.

والمحابس اليدوية للتحكم في عزل • (Isolating Gates) تستخدم البوابات الحاجزة مواسير السحب.

2-18-2 وسائل التحكم لعنبر طلمبات سحب المياه العكرة :

- تستخدم مبينات لمنسوب مياه بيارة السحب، بالإضافة إلي أجهزة للفصل التلقائي لمجموعات الطلمبات عند انخفاض المنسوب إلي حد الخطر.
- تستخدم محابس السحب والطرد اليدوية أو الكهربائية لعزل الطلمبات في حالات الطوارئ أو الصيانة.
- تستخدم عدادات تصريف المياه علي خطوط الطرد الرئيسية للتحكم في سرعة المياه ومعدلات تحميل المروقات وتساعد علي التحكم في ضبط جرعات وكميات الكيماويات المضافة من الشبة و الكلور.

2-18-3 وسائل التحكم للمروقات :

- تستخدم بوابات الدخول اليدوية كهدرات متحركة للتحكم في كميات دخول المياه العكرة للمروقات وكذا ضبط معدلات التحميل علي المروقات.
- تستخدم الهدارات الثابتة علي مخارج المروقات للتحكم في أحمالها الهيدروليكية.

2-18-4 وسائل التحكم للمرشحات

- تستخدم عوامات فوق سطح المرشحات للتحكم في ثبات منسوب المياه فوق الوسط الترشيحي.
- تستخدم عدادات ومنظمات التصريف لمياه خروج المرشحات للتحكم في سرعة ومعدلات الترشيح.
- تستخدم عدادات قياس فاقد الضغط خلال الوسط الترشيحي للتحكم في وتحديد فترة وتحديد موعد إعادة غسله وبالتالي المحافظة علي كفاءة (Filter Run) عمل المرشح المرشحات.

2-18-5 وسائل التحكم للخزانات الأرضية والعالية :

- تستخدم البوابات اليدوية لعزل أجزاء من الخزان الأرضي عند الطوارئ ولأعمال الصيانة الدورية.
- تستخدم المحابس اليدوية لعزل الخزان العالى عند الطوارئ ولأعمال الصيانة الدورية.
- يستخدم عوامات ومبينات المنسوب للتحكم في كميات المياه المتداولة داخل المحطة.
- تستخدم عوامات ومبينات المنسوب للتحكم في كميات المياه المتداولة خارج المحطة بالنسبة للخزان العالي.

2-18-6 وسائل التحكم لطلمبات المياه المرشحة :

- تستخدم مبينات لمنسوب مياه بيارة سحب الطلمبات، وأجهزة للفصل التلقائي لمجموعات الطلمبات عند انخفاض المنسوب إلي حد الخطر.
- تستخدم محابس السحب ومحابس الطرد اليدوية أو الكهربائية لعز ل الطلمبة في حالة الطوارئ أو الصيانة.
- تستخدم عدادات التصريف والضغط للتحكم في سرعة المياه وضغط الخط وكمية المياه المنتجة.

2-19 وسائل الحماية فى محطات التنقية

الغرض الرئيسي من استخدام نظم ووسائل الحماية بمحطات تنقية مياه الشرب هو حماية وضمان سلامة الأفراد وجميع منشآت ومكونات ووحدات الإنتاج ومياه الشرب ذاتها ضد جميع المؤثرات والعوامل الخارجية وظروف التشغيل المختلفة واستمرارها في أداء العمل بأحسن كفاءة ممكنة وتتم الحماية علي النحو التفصيلي الآتي:

وسائل حماية الأفراد :

يتم ذلك بتوفير معدات وأجهزة ووسائل الحماية الشخصية للعاملين في المجالات المختلفة، وأتباع تعليمات الصحة والسلامة المهنية في جميع مجالات ومراحل العمل لمحطة النقية، فض ً لا عن توفير وسائل الإنقاذ والعلاج في حالات الطوارئ.

الوقاية من أخطار تداول الكيماويات و الكلور

- توفير وسائل التداول الميكانيكية.
- توفير وسائل التهوية والإضاءة والتعادل لتجنب الآثار السلبية للغازات السامة.
- استخدام وسائل التنبيه والإنذار.
- توفير وسائل خروج (هروب) الأفراد عند الطوارئ .

حماية المأخذ من مصدر المياه العكرة :

أ –تحديد حرم ال مأخذ طبقا لقرار وزير الصحة الخاص بحماية مأخذ محطات المياه من التلوث.

ب –تحديد مستوي سحب المياه الخام من المصدر بحيث يكون علي عمق لا يقل عن ٥٠ سم من سطح المياه لتجنب الزيوت، ولا يزيد عن ٢ متر لتجنب السحب من مناطق تكثر فيها البكتريا اللاهوائية وتدخل فيها مياه ذات خواص ردئية تحتاج لكميات كبير ة من الكيماويات كالشبة و الكلور لمعالجاتها وتنقيتها.

ج –تركيب عوامات أو براميل أو حواجز خاصة عند المدخل لمنع دخول الزيوت والمواد العائمة للمحطة.

د –تثبيت مانعات أعشاب واسعة، أخري دقيقة لمنع دخول أعشاب لوحدات التنقية.

هـــ – تستخدم الأسوار والدرابزينات المناسبة لحماية المأخذ والأفراد.

حماية المروقات والمرشحات والخزان الأرضي وبيارات السحب :

- تستخدم وسائل العزل المناسبة للأحواض لحماية المنشآت وحماية المياه من أخطار التلوث.
- تستخدم فتحات مخارج لفائض ارتفاع منسوب المياه فى المرو قات والمرشحات والخزانات) الفائظ (لحمايتها من الغرق نتيجة زيادة منسوب المياه.
- تستخدم الأسوار أو الدرابزينات والأغطية لحماية الأفراد وحماية نوعية المياه من سقوط الملوثات بها.

حماية الطلمبات ومواسير التوزيع

- تستخدم محابس عدم الرجوع لحماية الطلمبات وضمان عدم رجوع المياه في حالة التوقف الفجائي لمحرك التشغيل (انقطاع التيار الكهربائي للمحركات الكهربائية) .
- تستخدم أجهزة الحماية ضد الطرق المائي لحماية الطلمبات عند التوقف الفجائي لها.
- تستخدم محابس التخلص من الهواء عند المستويات العالية لمواسير التوزيع لحمايت ها من الانفجار عند تكون فقاعات هوائية كبيرة وتحركيها بسرعة.

حماية المحركات والمعدات الكهربائية :

- استخدام أجهزة الحماية ضد القصر الكهربائي أو زيادة التيار أو انخفاض الجهد.
- استخدام وسائل الإنذار و التنبية عند سخونة المحركات أو المعدات أو نقس الزيوت بها لحمايتها من التلف.

الفصل الثالث
تجميع المياه من المصدر إلى عملية التنقية

3	الفصل الثالث

تجميع المياه من المصدر إلي عملية التنقية

مقدمة

يتناول هذا الفصل أعمال تجميع المياه من المصدر إلي عملية التنقية وهي تشمل : المأخذ (Intake)، وأعمال التصفية (Screening)، وطلمبات ضخ المياه الخام ذات الضغط المنخفض عادة (Raw water low lift pumps).

1 - المـــأخـــــذ

المأخذ هو الأعمال الإنشائية التي تقام علي المصدر المائي ، لسحب المياه العكرة (الخام) بطريقة سليمة ، وبالكميات المناسبة للإحتياجات . ومنه تمر المياه إلي المصافي ومواسير المأخذ ثم إلي البيارة محطة طلمبات المياه العكرة (الضغط المنخفض عادة) لضخها إلي العملية .

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

- مصدر المياه الخام (النهر أو الترعة) وعرضه .
- نقطة سحب المياه من المصدر ، والتي يجب ألا تكون قريبه من الشاطيء .
- سحب المياه من متوسط عمق المياه بالمصدر ، بحيث تكون أعلي من القاع وأقل من سطح الماء بالمسافات الأمنة .
- مراعاة تغير منسوب المياه في المصدر، بحيث لاتتكشف مداخل المواسير عند أقل منسوب .
- أن يكون في مكان مستقيم من المصدر قدر المستطاع .

- أن يكون المصدر بعيداًعن أماكن الترسيب في المجري لضمان سحب مياه بدون رواسب بصفة مستمرة.
- أن يكون بعيداً عم أماكن النحر بالنسبة لقطاع المجري أو الشاطيء لضمان سلامة المنشأت .
- أن يكون بعيداً عن أي مصدر تلوث محتمل .

ويجب قبل القيام بأي أعمال إنشائية ، القيام بعمل القياسات والتحاليل أمام المكان المقترح للمأخذ للتأكد من :

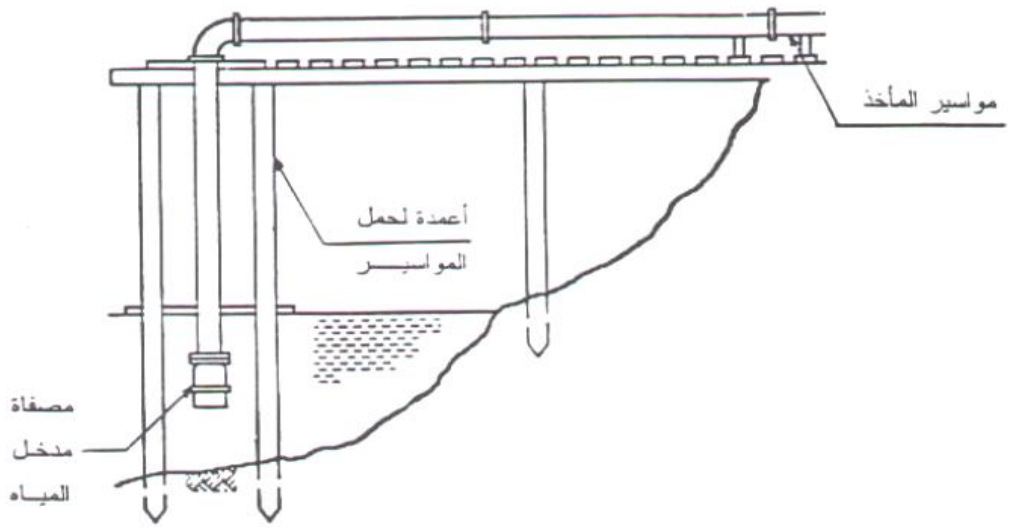
- نوعية المياه الخام ومناسبتها كيماويا للاستخدامات .
- كفاية عمق المياه بالموقع ، حتي في حالة أقل منسوب للمياه .
- استقامة المجري قدر المستطاع وبعد الموقع لتلافي مشاكل الترسيب والنحر والتي تنشأ عن وجود منحنيات في المجري .
- أنتظام قطاع المجري عند موقع المأخذ ، وعدم احتمال تكون جزر ترسيبية .
- مراجعة مناسيب المياه بالمجري علي مدار عدة سنوات ، والتأكد من مناسبتها . ومراجعة أقصي تغير بين أعلي وأوطي منسوب ، لمراعاة ذلك عند تصميم طراز الطلمبات (أفقية أو رأسية) .

2-1 أنواع المأخذ

أ -مأخذ ماسورة (Pipe Intake):

وهو عبارة عن ماسورتين أو أكثر تمتدان من الشاطيء إلي مسافة كافية في النيل بعيداً عن الشاطيء . وتكون المواسير محمولة علي هيكل حديدي (كوبري) أو هيكل من الخرسانة المسلحة بحيث لا يعوق الملاحة ، بالإضافة إلي وجوب إضاءته بإضاءة خاصة للتحذير من الاصطدام به ليلاً . وتنزل المواسير إلي حوالي متر تحت أقل منسوب المياه ، أو أن يكون للمواسير أكثر من فتحة لتناسب تغير المنسوب في المجري المائي .

ويبين الشكل رقم (3-1) رسماً تخطيطياً لمأخذ ماسورة .

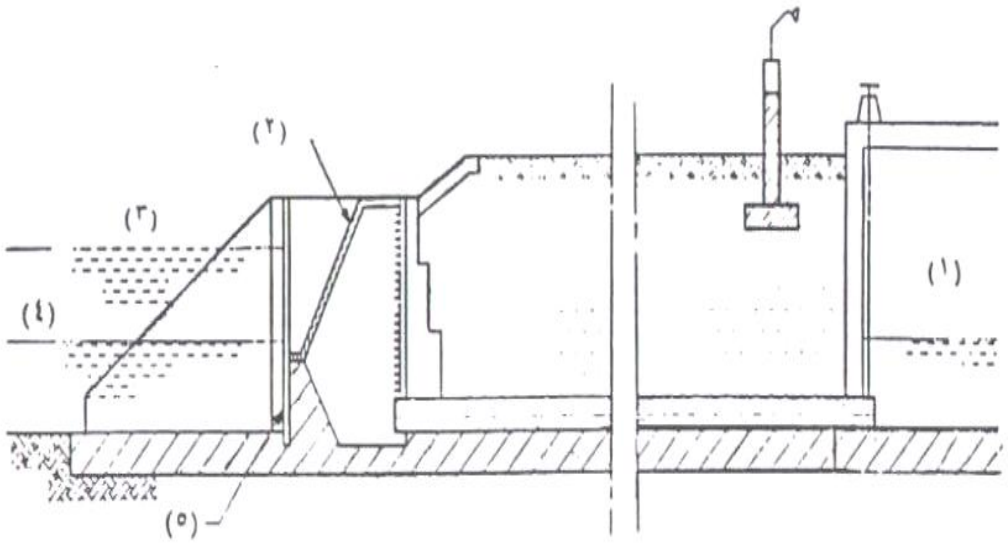


شكل رقم (٣-١)
رسم تخطيطى لمأخذ ماسورة

ب مأخذ الشاطئ (Shore Intake) :

وهو عبارة عن حائط وأجنحة تبني علي الشاطئ مباشرة من الخرسانة المسلحة أو الطوب لوقاية مواسير المياه . وتمتد تحت الجسر ، وتنتهي إلي بيارة طلمبات المياه الخام (الضغط المنخفض عادة) .وتوضع شبكة علي المأخذ لحجز المواد الطاقية والأسماك . ويستعمل هذا الطراز من المأخذ في القنوات الملاحية علي السواء ، وفي الأنهار الصغيرة نظراً لأنه يعوق الملاحة .

ويعرض الشكل رقم (3 – 2) قطاعاً رأسياً تخطيطياً لمأخذ الشاطئ .



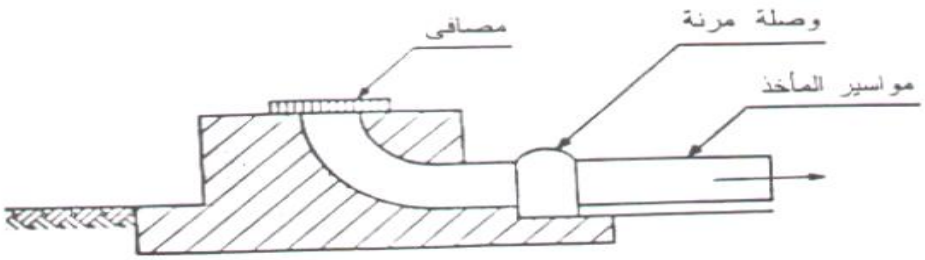
١- بيارة المياه العكرة
٢- مصافى
٣- أعلى منسوب للمياه
٤- أقل منسوب للمياه
٥- بوابة لحجز المياه

شكل رقم (٣-٢)
قطاع رأسى تخطيطى لمأخذ الشاطىء

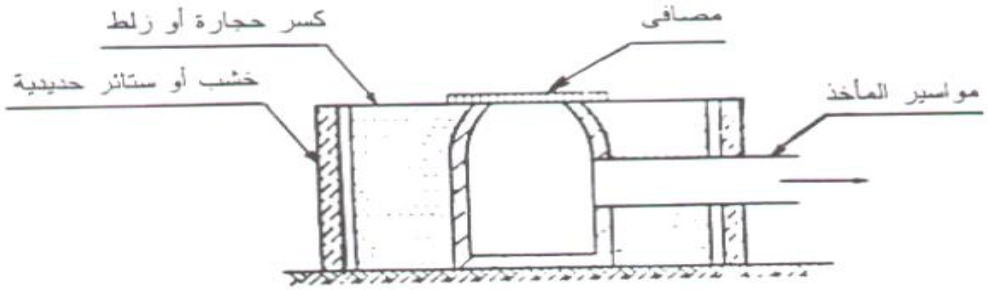
ج – مأخذ مغمور (Submerged Intake) :

وهو مأسورة مثبتة في قاع المجري المائي بواسطة كمرات خرسانية أو خلافه . ويستعمل هذا المأخذ في الأنهار أو المجاري الضيقة الملاحية ، وفي حالات احتمال تلوث الشاطئ بالمواد الطافية من العوامات والسفن علي الجانبين .

ويعرض الشكلان رقما (3 – 3) و (3 – 4) نموذجين للمأخذ المغمورة .



شكل رقم (٣-٣)
نمـــوذج لمأخـــذ مغمـــور



شكل رقم (٣-٤)
نموذج آخر لمأخذ مغمور

د- مأخذ مؤقت (Emergency Intake) :

وهو يستعمل في حالات الطواريء ، أو في الحالات المؤقتة التي يستدعي الأمر فيها الاعتماد علي المياه السطحية كمصدر للمياه . وهو عبارة عن مأسورة مرنة ممتدة علي حامل يطفو علي سطح الماء . وهذه المأسورة المرنة تكون متصلة مباشرة بطلمبة الضخ.

ولما كان مصدر المياه الرئيسي في مصر هو نهر النيل وفروعه والترع والرياحات ، فإنه غالبا ما يستخدم مأخذ الماسورة علي النهر ، ومأخذ الشاطيء علي الترع .

2 -التصفية

2-1 الغرض من التصفية

الغرض من التصفية هو حجز الأشياء الكبيرة كالأغصان والنباتات والأجسام الطافية التي يمكن أن تسد أو تتلف أو تعطل معدات المحطة . والتصفية هي أولي خطوات التنقية الأولية . ويجب أن تتم عند نقاط سحب المياه العكرة (الخام) .

2-2 أنواع المصافي

أ -المصافي ذوات القضبان (Bar Screens)

وتصنع من قضبان الصلب الملحومة علي مسافات بين بعضها بمقاسات **مختلفة :**

عيون صغيرة من 1.5 إلي 13 مم ، عيون متوسطة من 13 مم إلي 25 مم ، عيون كبيرة من 32 إلي 100 مم . وأكثرها استخداما المتوسطة والكبيرة . وتركب في مسار المياه الداخلة إلي مأخذ المياه بزاوية 60 إلي 80 درجة مع الأفقي لتسهيل عملية النظافة ولمنع الإنسداد

ب -المصافي ذوات الشبك (Mesh Screens) :

وتسمي أيضاً المصافي الضيقة ، وتصنع من نسيج السلك الصلب الذي لا يصدأ . وتصل مساحة الفتحة إلي 10 مم2 . وتستخدم في حالات المياه التي لا تحتوي علي أجسام كبيرة بل أجسام صغيرة . وتركب رأسيا في الماء ، وتنظف أليا في معظم الأحيان .

ج- المصافي الدقيقة (Microstrainers) :

وهي دقيقة لتحجز العوائق ، والكائنات الحوانية والنباتية الصغيرة جداً المعلقة أو الطافية في الماء . وتنظف عادة أليا بواسطة دش ماء .

3 -طلمبات ضخ المياه

عادة ما تكون طلمبات ضخ المياه الخام من النوع ذي الضغط المنخفض (Raw water low lift pumps) وسنتناول فيما يلي بيارة طلمبات الضغط المنخفض ، ومواسير سحب وحدات الطلمبات ، ووحدات المياه الخام (العكرة) .

3-1 بيارة طلمبات الضغط المنخفض

بيارة طلمبات الضغط المنخفض (Wet Well of Low Lift Pumps) هي البيارة التي تصب فيها المياه الواردة من المأخذ ، ومنها تسحب طلمبات المياه العكرة (الضغط المنخفض عادة) المياه لرفعها إلي وحدات التنقية .

ويراعي في التصميم البيارة الأتي :

- مدة المكث للبيارة ، وتتراوح من 2 إلي 5 دقائق .
- طول البيارة يكون عادة هو طول محطة الطلمبات ، وهو يساوي :
عدد الطلمبات × المسافة بين محاورها (المسافة بين محاور الطلمبات في حدود 2 – 3 متر بين كل طلمبتين ، مع ترك أماكن للطلمبات المستقبلية) .
- عرض البيارة لا يقل عن 1.5 متراً لسهولة القيام بأعمال النظافة والصيانة .
- حجم البيارة = التصرف × مدة المكث .
- لا يقل عمق الماء بالبيارة عن متر واحد فوق منسوب مواسير سحب الطلمبات .

ويفضل تقسيم البيارة إلي جزئين أو ثلاثة حسب طولها لأغراض الصيانة . ويتم انشاء البيارة إما ملحقة بمبني الطلمبات مباشرة أو منفصلة عنه .

3-2 مواسير سحب وحدات الطلمبات

يراعي في مواسير سحب الطلمبات الأتي :

- لاتقل سرعة الماء عن 0.6 متر/ ثانية ولاتزيد عن 3 متر/ ثانية ، ويفضل أن تكون متر واحد / ثانية لتقليل فواقد الضغط إلي أقصي حد .
- إقلال عدد الكيعان والقطع قدر المستطاع لتقليل فواقد الضغط .
- استقامة خط السحب مع السماح بميل خفيف لأعلي نحو الطلمبة .

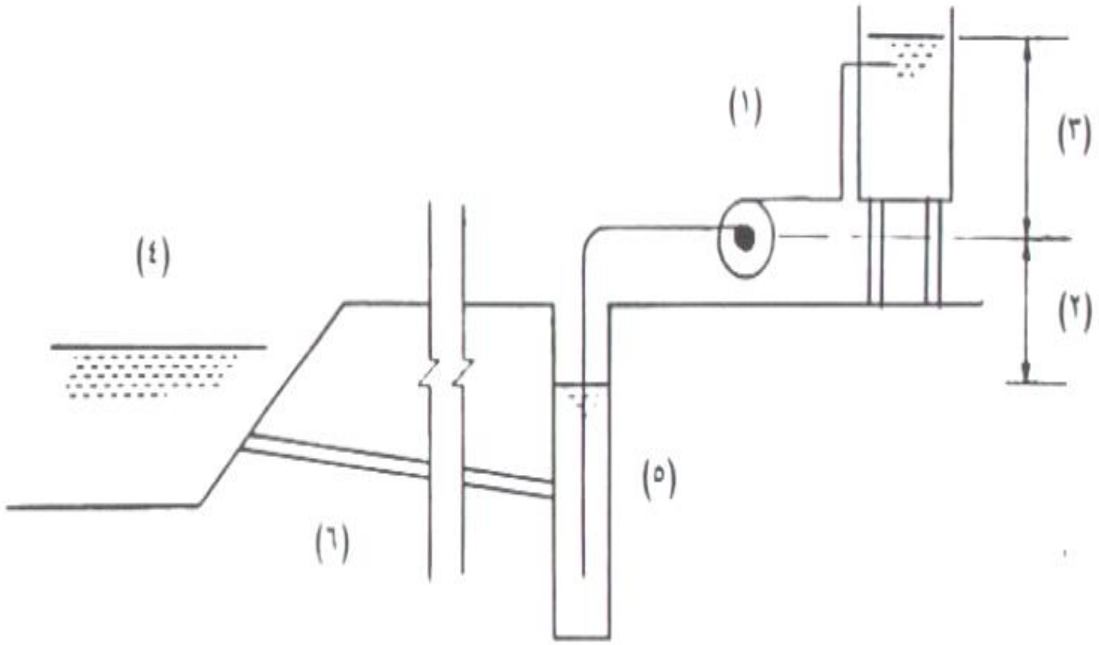
- قطر الجرس (Bell Mouth) المركب = 1.5 مرة قطر ماسورة السحب .
- أقل غمر تحت سطح الماء بالبيارة = ضعف قطر الجرس = 3 مرات قطر ماسورة السحب .

3-3 وحدات المياه الخام

وحدات المياه الخام (العكرة) " Raw Water Pumps " هي الوحدات التي ترفع المياه الخام من بيارة المياه العكرة إلي بداية مراحل عملية التنقية .

ويراعي في اختبار هذه الوحدات ما يلي :

- أن يكون عدد الرفع كافياً في جميع ظروف تشغيل وحدات عملية التنقية ، بالأضافة إلي وجود وحدات احتياطية عددها من 25 % إلي 50 % من عدد الوحدات الأصلية . ولايقل عدد الوحدات الإحتياطية عن وحدتين .
- أن يكون الضغط الكلي للطلمبات كافياً لرفع المياه من البيارة إلي وحدات التنقية في حالة أقل منسوب للمياه عند موقع المأخذ .
- يكون الضغط الكلي لوحدات ضخ المياه العكرة ، كما هو مبين بالشكل رقم (3 – 5) ، مساويا للفرق في منسوب المياه بين أقل منسوب للمياه عند موقع المأخذ وسطح منسوب المياه في بداية وحدات التنقية ، مضافا إلي ذلك فواقد الضغط في مسار المياه .
- يراعي أن يكون أقل منسوب للمياه في البيارة فوق منسوب مدخل مواسير السحب بمسافة لا تقل عن ثلاثة أمثال قطر المأسورة .



(١) وحدة الضـــخ
(٢) عامود السحب
(٣) عامود الطـرد
(٤) المجرى المائـــى
(٥) بيارة المياه العكره
(٦) مواسير المأخـــذ

شكل رقم (٣-٥)

رسم تخطيطى لتشغيل وحدات المياه العكره

الفصل الرابع
الترويب و التنديف

4	الفصل الرابع

التـــرويـــــــب والتـــنـــديـــــف

1 – مقدمة :

تحتوي المياه كما سبق ذكره على مواد عالقة ومواد كلويدية تختلف في حجمها ويعتمد الترسيب الطبيعي على حجم هذه المواد الصلبة ، فبالنسبة للأحجام الصغيرة للمواد العالقة والكلويدية ، لكي ترسب مسافة متر واحد ، تحتاج :

- المواد بقطر 1 مم تحتاج إلى ثواني .
- المواد بقطر 0.1 مم تحتاج إلى 3 دقائق .
- المواد بقطر 0.01 مم تحتاج إلى 3 ساعات .
- المواد بقطر 0.001 مم تحتاج إلى 300 ساعة .
- والمواد بقطر 0.0001 مم تحتاج إلى 1500 يوماً .

وإذا علمنا أن قطر المواد الدقيقة العالقة يتراوح بين 0.001إلى 0.000001 مم ، نرى أنه يستحيل الاعتماد على الترسيب الطبيعي في عمليات المياه مع التزايد المستمر في عدد السكان والزيادة المضطردة في معدلات استهلاك المياه مع زيادة المدنية ، لذلك تحتاج هذه الشوائب المعلقة الصغيرة إلى عملية ترويب وتنديف .

ويقصد بلفظ الترويب (coagulation) ، المرحلة الأولى لتكون غرويات غير قابلة للذوبان في الماء ، أما لفظ التنديف (flocculation) ، فيعني المرحلة التالية للترويب وهي تكوين الندف (flocs) الاكبر حجماً ، والتي ترسب لثقل وزنها .

وعليه فالترويب والتنديف عملية ضرورية في معالجة المياه ، ويرجع ذلك أساساً إلى وجود هذه الجسيمات الدقيقة المعلقة في الماء والغير قابلة للترسيب في وقت مناسب ، ولكن يمكن

تحويلها إلى أجسام اكبر وأثقل وزناً بواسطة إضافة مروبات كيماوية (Coagulants) وخلطها مع الماء.

وتحمل هذه الجسيمات الدقيقة شحنة كهربائية سالبة ، وبالتالي يحدث تنافر بينها لتماثل شحناتها ، وهكذا تبقي متباعدة عن بعضها ، ولكنها تتعادل مع قوى طبيعية أخرى تعمل على جذب هذه الجسيمات لبعضها ، ولكنها تتعادل مع قوى التنافر ، ولذلك تبقى الجسيمات لا متنافرة ولا متجاذبة أى معلقة في الماء .

لذلك تستخدم المروبات لتساعد على تجميع هذه الجسيمات وترسيبها بسرعة .

2 - أنواع المروبات :

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

- سلفات الألمونيوم (الشبه) .
- كلوريد الحديديك .
- سلفات الحديديك .
- سلفات الحديدوز والجير .

كما تستعمل مواد أخرى كمساعدات مروبات من أهمها :

- السيليكا المنشطة (سليكات الصوديوم) .
- عوامل التقيل (مثل طين البانتونايت) .
- البولي الكتروليتات (كاتيونية موجبة الشحنة ، أو أنيونية سالبة الشحنة ، أو ننيونية متعادلة الشحنة) .

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

والشبه هي أكثر مواد الترويب استعمالاً ، وهي تتفاعل مع القلوية الموجودة في الماء طبيعياً أو القلوية المضافة (إذ يجب توفير مستوى معين من القلوية لحدوث التفاعل) مكونة جسيمات ندفية جيلاتينية هلامية القوام من أيدروكسيد الألومنيوم ، والتي لها خاصية تجميع المواد العالقة.

"سلفات الومنيوم +بيكربونات كالسيوم = ايدروكسيد الومنيوم +سلفات كالسيوم + ثاني اكسيد الكربون "

ونتيجة لأن الندف المتكونة من ايدروكسيد الالومنيوم تحمل شحنة كهربية موجبة ، فإنها تتعادل مع جسيمات العكارة ذات الشحنة السالبة في مدى لا يتجاوز ثانية أو ثانيتين بعد إضافة الشبه (وهذا هو السبب في ضرورة الخلط السريع التام للحصول على ترويب جيد) ، ويعتبر هذا التعادل بين الشحنتين الكهربائيتين علامة على بدء الترويب ، وتلتصق جسيمات العكارة بندف ايدروكسيد الالومنيوم ، وتكون جسيمات اكبر حجماً وأثقل وزناً ذات شحنة كهربائية متعادلة وهي ما تسمى بالندف (Flocs) ثم تتصادم الندف الدقيقة وتتماسك معاً مكونة ندفاً أكبر قابلة للترسيب وتسمى هذه العملية بالتنديف .

وتضاف مساعدات المروبات لتحسين عملية الترويب حيث تساعد على :

- تكوين ندف أقوى وأكثر قابلية للترسيب .
- الحفاظ على سرعة الترويب .
- الإقلال من كمية المروبات المستخدمة .
- خفض كمية الروبة المنتجة .

وتسمى كمية الشبه المضافة للمياه الخام لتكوين أكبر وأثقل ندف بالجرعة المؤثرة (Optimum dose) ويتم تحديد هذه الجرعة عن طريق التجارب المعملية بإستخدام اختبار الكأس (Gar Test) كما سيرد بعد .

3 -العوامل المؤثرة على عملية الترويب

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

- تركيز الرقم الهيدروجيني (PH) ولكل نوع من المواد المروبة مدى من الرقم الهيدروجيني ، وتتم عملية الترويب بأحسن كفاءة عندما يكون مدى الرقم الهيدروجيني ، وتتم عملية الترويب بأحسن كفاءة عندما يكون مدى الرقم الهيدروجيني للمياه 6.2- 7.5 بالنسبة للشبه ، واكبر من 8.5 بالنسبة لكبريتات الحديدوز على سبيل المثال.
- قلوية الماء حيث تتم عملية الترويب اسرع مع القلوية الأعلى .

- درجة الحرارة حيث تكون عملية الترويب افضل في الدرجات الأعلى .
- ظروف الخلط بالمروب ، ويفضل ان يكون خلط المواد المروبة بسرعة وبتجانس في كل حجم المياه في حوض الخلط السريع .
- كمية العكارة ويفضل زيادة العكارة وإن كانت قليلة جداً فإنه أحياناً يتم اللجوء إلى إضافة مواد مساعدة لتكوين نواة تتجمع حولها الندف وتؤدي الى الاقلال من المادة المروبة .
- جرعة المادة المروبة ويفضل تحديد الجرعة الفعالة (Optimum dose) عن طريق التجارب المعملية بستخدام اختبار الكأس (Gar Test) .

4 – العوامل المؤثرة في عملية التنديف

تتأثر عملية التنديف بالعوامل الآتية :

- جرعة المادة المروبة إذ يتفاوت حجم الندف تبعاً لكمية المادة المروبة المستخدمة ، وبالتالي تتفاوت كثافتها فتزداد كثافة الندف بزيادة حجمها الى ان تصل الى حجم معين فتبدأ كثافتها تقل وبالتالي تقل سرعة رسوبها ، لذلك فإنه يلزم مراعاة الدقة التامة في تقدير الجرعة الفعالة (Optimum dose) للمادة المروبة معملياً للحصول على الندف ذات اكبر كثافة وبالتالي الاسرع في الرسوب .
- سرعة التقليب في فترة تكوين الندف فإذا زادت سرعة التقليب عن سرعة معينة فإن ذلك يؤثر على قوة التماسك ويؤدي الى تفتت الندف وعدم تجميعها لذلك يجب مراعاة ان تزيد السرعة في منطقة التنديف عن السرعة المناسبة للحفاظ على تماسك الندف .

5 – إختيار مادة الترويب

وتتوقف على نوع الماء المطلوب معالجته ونوع المواد العالقة وثمن المادة المروبة كما يلزم اجراء التجارب المعملية لمعرفة الوقت اللازم للتليب وقوة التركيب وهذان الاعتباران هامان للحصول على نتائج مرضية .

وكمية مواد الترويب تختلف باختلاف نوع الماء المعالج فالمياه ذات العكارة والقلوية الكبيرة غالباً يكون نرويبها سهلاً اما المياه القلوية الضعيفة والملونة فيلزم لها مراقبة جيدة لكمية الكيماويات المضافة لتعطي نتيجة مرضية في تكوين الندف ومع هذه الانواع من المياه يحسن اضافة طفل مسحوق او كمية من الرواسب لمساعدة التنديف .

ولكل نوع من الماء يوجد حد لكمية مادة الترويب المضافة للحصول على احسن النتائج وما تعدى هذه الحدود فيكون غير مجدي كما ان طريقة المزج ومدته لهما تأثير كبير على حجم الندف ويتحدد ذلك عن طريق التجارب المعملية للوصول الى احسن النتائج .

وتسمى كمية المادة المروبة والتي تعطي احسن النتائج بالجرعة الفعالة (Optimum dose) ويتم تحديدها عن طريق التجارب المعملية باستخدام اختبار الكأس (Jar Test) .

6 -تحديد الجرعة الفعالة

يتوقف نجاح عملية التخلص من الشوائب العالقة بالماء على دقة تقدير جرعة المادة المروبة (Dose) ودقة إضافتها للمياه العكرة (الخام) بالجرعة المضبوطة للوصول الى تحقيق افضل النتائج من عملية التخلص من الجسيمات العالقة بها .

وكما سبق ذكره فإن اضافة المروب بالجرعة المضبوطة يؤدي الى تجميع هذه الجسيمات الصغيرة على هيئة أجسام أكبر تسمى ندف بحيث تصل الى الحجم الذي يحقق أكبر كثافة لهذه الندف يحقق اكبر كثافة لهذه الندف فيعجل من ترسيبها .

وقد اثبتت التجارب المعملية ان وزن هذه الندف يزداد بزيادة حجمها الى ان تصل الى حجم معين إذا زادت عنه خف وزنها ، كما ثبت ان حجم الندف يتناسب طردياً مع كمية الشبه المضافة ، وعليه لزم تحديد جرعة الشبه التى تحقق تكوين الندف ذات اكبر كثافة وقد تلاحظ عملياً ان هذا الحجم هو حجم "رأس الدبوس" .

وتسمى هذه الجرعة بالجرعة الفعالة (Optimum dose) ويتم تحديد هذه الجرعة معملياً بواسطة جهاز اختبار الكأس (Jar test apparatus) كما سبق ذكره .

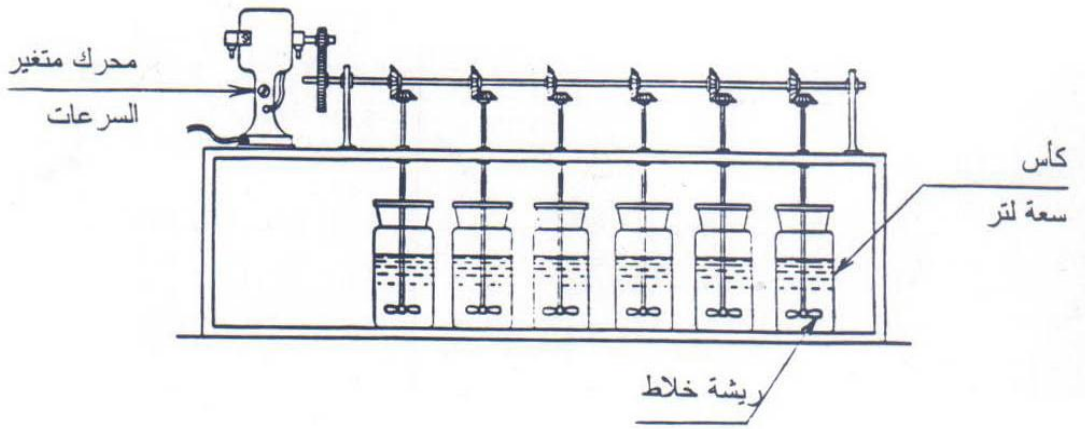
ويتكون جهاز اختبار الكأس كما يوضحه الشكل رقم (4-1) من ست كاسات (Jars) تكون في الغالب بسعة واحد لتر ويوجد في كل كأس قلاب صغير ويتم إدارة هذه القلابات بواسطة عامود إدارة عن طريق تروس ويتم إدراة عامود الادارة بواسطة محرك كهربائي متغير السرعات حتى يمكن تحريك القلابات بسرعات مختلفة .

ولتحديد الجرعة الفعالة بواسطة الجهاز يوضع في كل كأس مقدار لتر من المياه العكرة وتدار الخلاطات بسرعة 200 لفة في الدقيقة (لتماثل عملية المزج السريع) ثم توضع في الكاسات تركيزات مختلفة من محلول المادة المروبة في نفس الوقت ويستمر التقليب السريع فترة

قصيرة من 10 الى 30 ثانية ثم تخفيض سرعة الخلاطات الى (28–35) لفة في الدقيقة (لتماثل عملية المزج البطئ) وتستمر فترة من 15–30 دقيقة وبحيث يتم ملاحظة تطورات التفاعل داخل جميع الكاسات من بداية عملية التقليب البطئ حتى يمكن الحكم على التركيزالذي نتج عنه أسرع وأكفأ تكوين للمواد المجمعة .

وتوضع عادة لمبات إضاءة أسفل الجهاز تحت كاسات المياه لتساعد على ملاحظة عملية الترويب وتحديد الجرعة الفعالة .

وبعد نهاية فترة التقليب بوقف الجهاز تماماً وتترك الكاسات لمدة 30 دقيقة لإتمام عملية الترسيب وملاحظة الكاسات التي تم فيها الترسيب بصورة أفضل ليمكن اختيار جرعة المروبات المناسبة والتي نتج عنها تفاعل وترسيب أفضل خلال فترة المزج البطئ والترسيب ، شكل رقم (4–1) .



شكل رقم (٤-١)
جهاز لتحديد جرعة المواد المروبة

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

إضافة الجرعات

توجد عدة طرق لإضافة مواد الترويب (التجميع) للماء فإضافة المواد المروبة على هيئة محلول لها ميزة التأكد من ذوبان المواد الكيماوية في حين ان الإضافة الجافة تشغل حيزاً أقل ويستغني فيها عن المجهود المبذول لعمل المحلول ولا شك ان استعمال الطريقة الجافة افضل

في حالة استعمال كميات كبيرة من المواد المجمعة ومن الجدير بالذكر ان الإضافة على هيئة محلول لها الافضلية في العمليات الصغيرة .

وقوة المحلول تتراوح بين 3% الى 5% وقد تصل الى 10% ومعظم المواد المجمعة تسبب تآكل بسيط في المواد المعدنية (Corrosive) لذلك يلزم ان تكون اجهزة الإضافة من مادة تقاوم التآكل أو على الاقل مبطنة بها ، وشدة الاحتمال لعوامل التآكل (Durability) بالنسبة لأجهزة الإضافة هامة لضمان استمرار التشغيل دون توقف أو عطل .

ويمكن تقسيم المواد المستعملة في التجميع من حيث طريقة الإضافة الى :

- مواد يمكن إضافتها جافة أو على هيئة محلول كالشبه وسلفات الحديديك وسلفات الحديدوز .
- مواد تضاف على هيئة محاليل فقط مثل كلوريد الحديديك وسيليكات الصوديوم.
- مواد تضاف جافة أو معلقة مثل الجير الحي والجير المطفي والطفل المساعد .

7 -الخلط السريع

وهو ضروري جداً لتجانس توزيع المروب في سائر أجزاء الماء الخام ، والتلامس الأول للمروب مع الماء هو من أكثر الفترات حرجاً في عملية الترويب بأكملها وذلك لأن تفاعل الترويب يحدث بسرعة عالية ، ولذلك فمن المهم ان يتلامس المروب والجسيمات الغروية فوراً وأن يتم التقليب لعدة ثوان حتى تتلامس جزيئات المروب مع الجسيمات المعلقة تلامساً تاماً .

ويستخدم لعملية الخلط السريع عدة أنواع منالتجهيزات وتشمل :

- الخلط الهيدروليكي .
- الخلط الميكانيكي .
- الغرف ذات الحواجز الحائلة .
- مضخة التعغذية في الخلط .

ويتم الخلط الهيدروليكي بإستغلال اندفاع الماء وخاصة إذا بلغت سرعة الماء درجة تحدث دومات من شأنها إتمام عملية الخلط .

أما الخلط الميكانيكي فيتم بتحريك الماء وتقليبه باستخدام بدالات أو نافورة دوارة أو مروحة ، ويستخدم الناشر في الخلط عن طريق دفع المحلول ليخرج من ثقوب في انابيب لينتشرفي الماء.

وتقوم مضخة التغذية في الخط بحقن المحلول بواسطة مضخة الى خط مواسير المياه فينتشر المحلول في الماء من خلال فتحات في انبوبة التغذية .

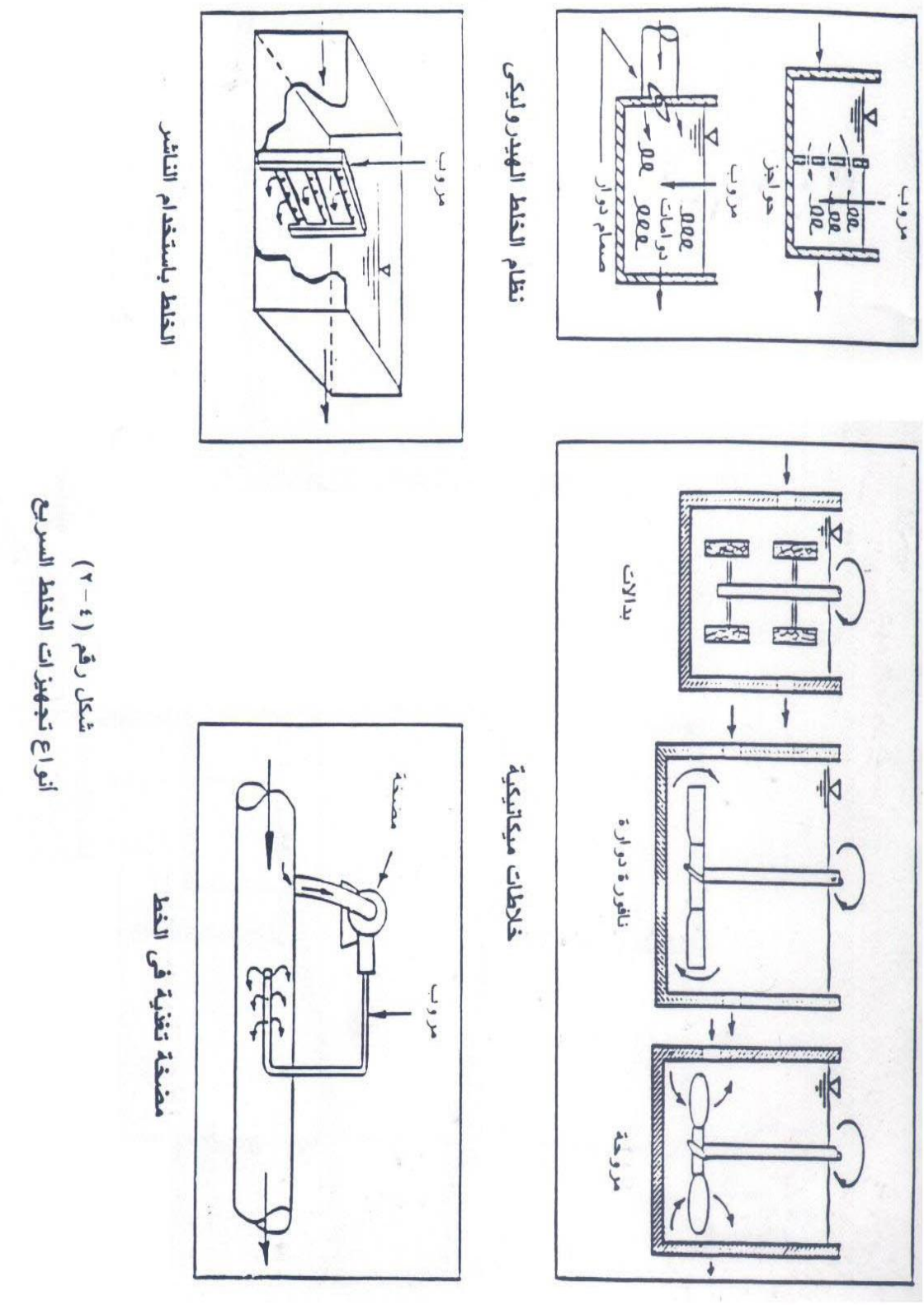
ويوضح الشكل رقم (4-2) أنواع تجهيزات الخلط السريع .

ومدة المكث تتراوح بين 10 الى 20 ثانية .

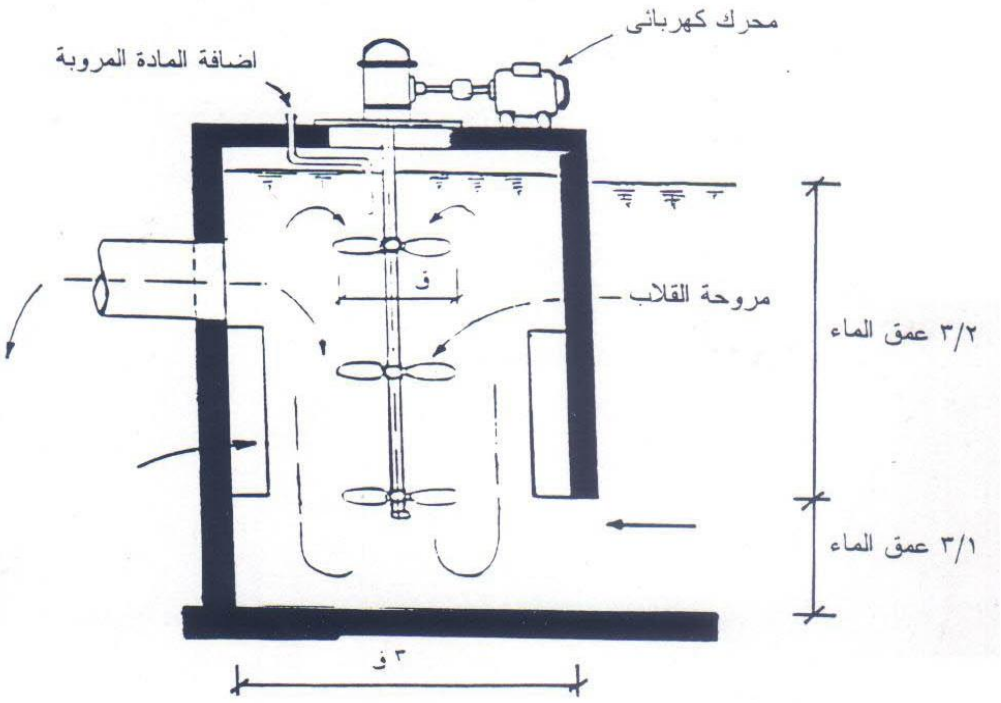
كما يوضح الشكلان رقم (4-3) ، (4-4) شكل عام لقلاب سريع مربع وشكل عام لبئر التوزيع واتصاله بالخلاط السريع .

8 -التنديف

وتتكون وحدة التنديف من حوض ووسيلة للخلط والتقليب البطئ ويكون التقليب هنا أبطأ من التقليب في عملية الترويب كما يجري الخلط ببطء وتكون سرعة التصرف خلال الحوض بطيئة بما يكفل عدم تفتت الندف ، وتكون مدة المكث في الحوض من 25 الى 45 دقيقة وهي الفترة اللازمة للتنديف ، وهي عادة تمثل 20 % من مدة المكث في أحواض الترويب وتؤخذ عادة في التصميم 36 دقيقة .

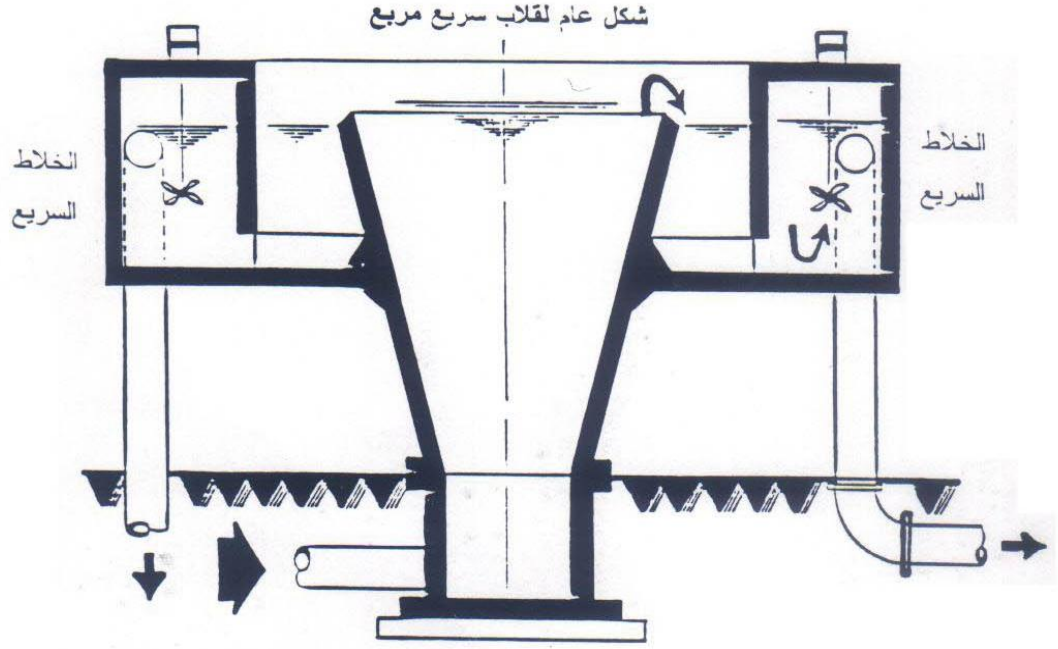


شكل رقم (٤ - ٢)
أنواع تجهيزات الخلط السريع



شكل رقم (٤-٣)

شكل عام لقلاب سريع مربع



شكل رقم (٤-٤)

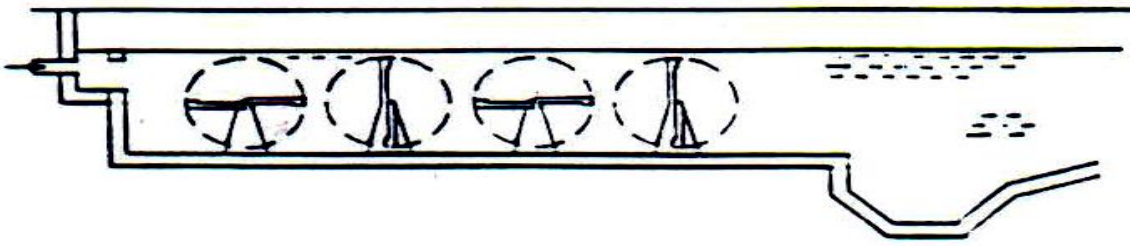
شكل عام لبئر التوزيع والخلاط

ويمكن إجراء التقليب للتنديف ميكانيكياً باستعمال بدالات دوارة او هيدروليكيا ، أي ينتج من حركة تيارات الماء وتشتمل قلابات التنديف الميكانيكية على عدة انواع منها .

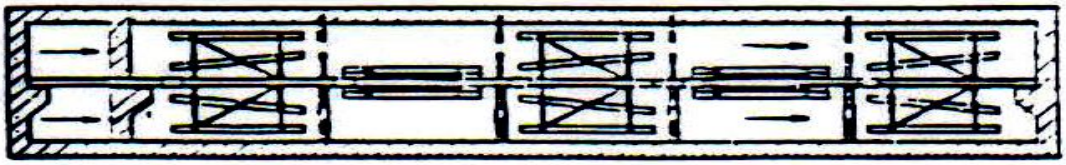
1 - القلابات ذات العجلات البدالة الافقية / الرأسية .
2 - قلابات المروحة .
3 - القلابات التربينية .
4 - القلابات المتأرجحة .

ويوضح الشكل رقم (4-5) أنواع هذه القلابات .

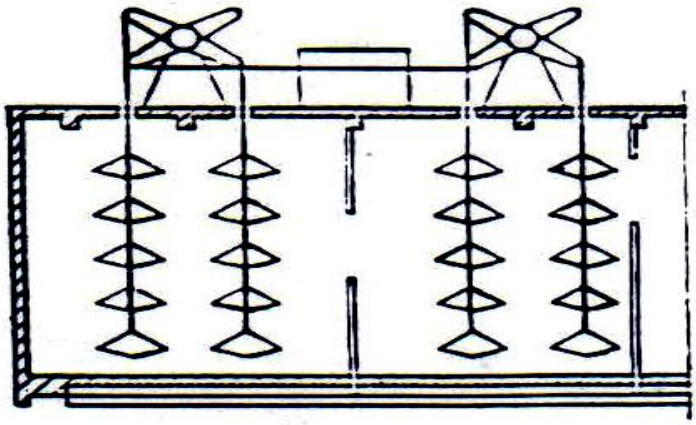
أما القلابات الهيدروليكية فهي عادة تجمع بين عمليتي الترويب والتنديف وعملية الترسيب في وحدة معالجة واحدة كما في شكل رقم (4-6) .



(أ) قلابات تدور فى اتجاه المياه



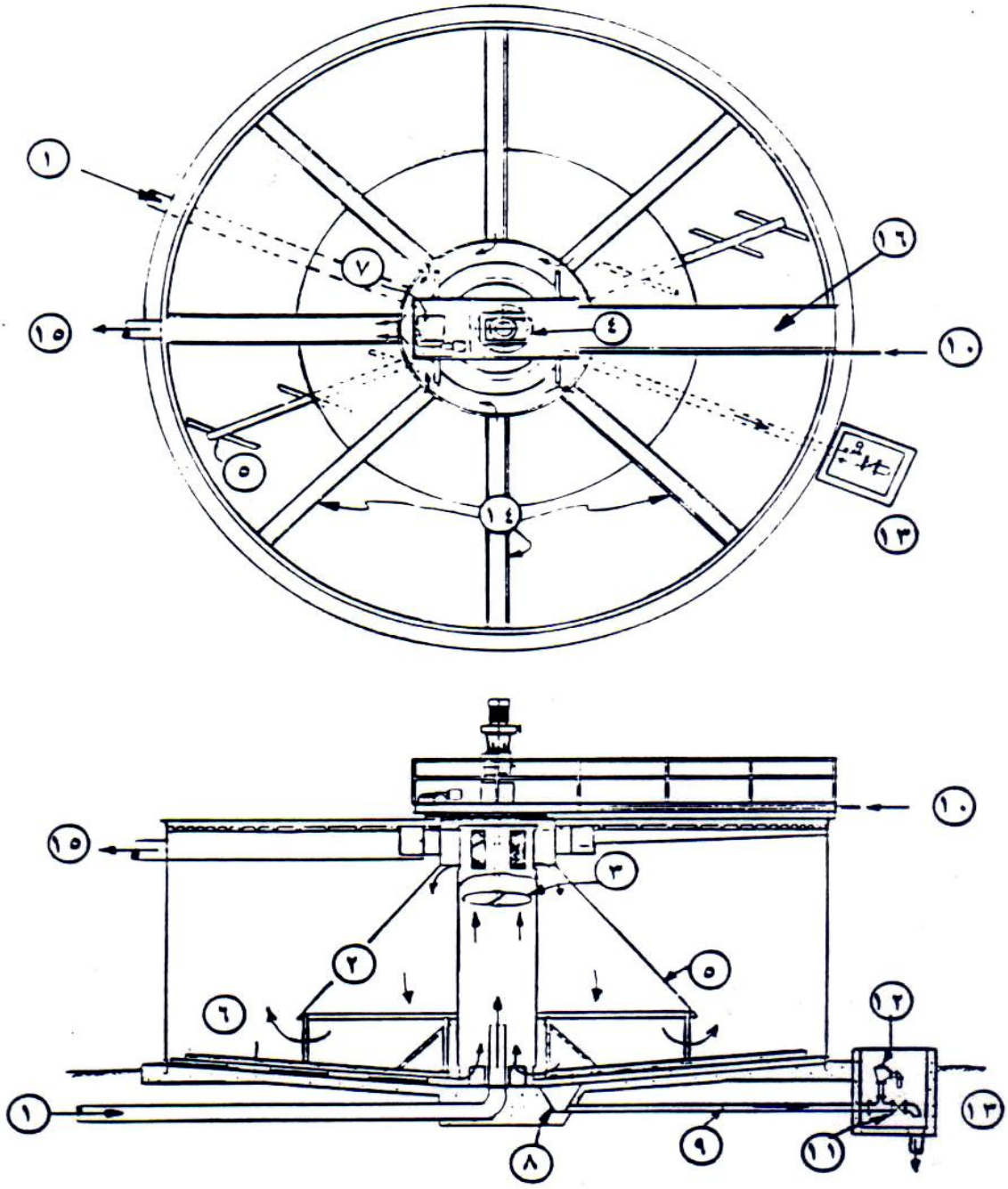
(ب) قلابات تدور عموديا على إتجاه المياه



(جـ) قلابات تتحرك أعلى وأسفل

شكل رقم (4-5)

مزج بطئ بالطرق الميكانيكية



شكل رقم (٤-٦)

مـــــــــروب ميكانيكـــــى

في الشكل رقم (4-6) السابق :

1 - دخول المياه العكرة .
2 - قطاع الترويب .
3 - دافع (مروحة) .
4 - محرك إدارة الدافع (المروحة) .
5 - مخروط دوار .
6 - كاسحات الروبة .
7 - محرك إدارة الكاسحات .
8 - حوض تجميع الروبة .
9 - خط خروج الروبة .
10 - التغذية الكيميائية .
11 - صمام تفريغ .
12 - صمام اتوماتيكي .
13 - غرفة خروج الروبة .
14 - الهدارات .
15 - خروج المياه .
16 - كوبري علوي .

الفصل الخامس

الترسيب

5	الفصل الخامس

التـــــــرســـــــــــيب

1 -مقدمة

الغرض من عمليات الترسيب هو العمل على ترسيب أكبر نسبة ممكنة من المواد العالقة والتي لها ثقل اكبر من دفع الماء عن طريق تركها ترسب تحت تأثير وزنها وعملية الترسيب إما ان تكون طبيعية اى تحت تأثير وزن المواد العالقة بدون اضافة أي مواد وتسمى " الترسيب الطبيعي " أو " الترسيب الذاتي " .

أو تكون بإضافة مواد مساعدة كيماوية للماء لتساعد على تجميع المواد الرفيعه 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 .
-

2 -نظرية الترسيب الطبيعي

يلزم التعرف على نظرية هبوط الحبيبة المنفردة ، والحبيبة المنفردة (Discrete) هى التي لا تتغير في الحجم ولا في الشكل ولا الوزن ولا تتحد مع حبيبة اخرى أثناء عملية الهبوط في الماء فإذا تركنا حبيبة من الرمال مثلاً تهبط في حوض به ماء نجد انها تهبط تحت تأثير وزنها الى أسفل ومقاومة الماء الى اعلى وحيث ان قانون نيوتنيوضح انه إذا توازنت قوى

مؤثرة على حبيبة عالقة في الماء فلا توجد عندئذ عجلة تسارع وإنما سرعة هبوط ثابتة منتظمة تسمى " سرعة هبوط الحبيبة " .

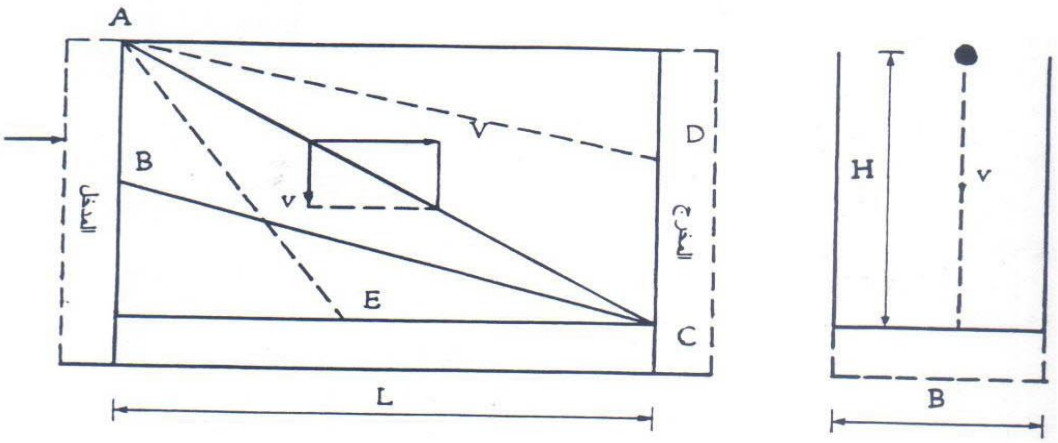
وتعتمد نظرية تصميم أحواض الترسيب على ان الحبيبة الداخلة والتي لها سرعة دخول الماء الافقية ولها سرعة رأسية هي سرعة الهبوط يجب ان تهبط الى القاع قبل ان تبدأ المياه في الخروج من الحوض من الجهة الاخرى وعلى هذا الاساس تتحدد أبعاد الحوض .

ومن الناحية النظرية البحته يمكن توضيح عملية الترسيب – كما هو موضح في الشكل رقم (5-1) – كمدخل لتفهم أسس التصميم وذلك على أساس ان المواد العالقة متجانسة التوزيع في الماء وان سرعة المياه بما فيها من مواد عالقة في الاتجاه الافقي " V " وان تصرف المياه يساوي "Q" وان عرض الحوض "B" وعمقه "H" وتكون مساحة مقطعه "B×H" وتكون سرعة المياه الافقية = التصرف / مساحة المقطع .

$$V = Q / BH$$

وتكون هي أيضاًالسرعة الافقية للمواد العالقة بمختلف احجامها .

V سرعة الاجسام العالقة في الاتجاه الافقي.



شكل رقم (5-1)

رسم تخطيطي لعملية الترسيب

حيث:

V سرعة الاجسام العالقة في الاتجاه الرأسي.

H عمق الحوض.

B عرض الحوض.

A المساحة السطحية لحوض الترسيب.

AD مسار المواد التي ترسب وتخرج من الحوض.

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

AE مسار الاجسام ذات الكثافة والحجم الاكبر والتي ترسب بسرعة .

أما سرعة المواد العالقة في الاتجاه الرأسي (v) فتكون مختلفة حسب حجم الجزيئات وكثافتها ومن الشكل نستخلص أن :

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

وتكون $$v = V \times H/L$$

أي أن :

سرعة الهبوط الرأسية للحبيبات = التصرف ÷ المساحة السطحية لحوض الترسيب

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

ومن ذلك نرى ان 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 وتتخذ كأساس من أسس التصميم لهذه الاحواض وتكون وحداتها متر مكعب / متر مسطح / يوم أو متر / يوم .

ومن الشكل رقم (5 -1) 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 فيبين مسار المواد التي لها كثافة وحجم أكبر وترسب بسرعة لأن سرعتها الرأسية تكون أكبر من (v).

3 - التطور التاريخي لعملية الترسيب :

أقدم وأبسط طرق ترسيب المواد 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 الرائقة من السطح العلوي للحوض .

والترسب الطبيعي لا يشمل إضافة مواد كيماوية وكميات الرواسب التي يمكن التخلص منها بهذا النوع من الترسيب تتراوح بين 60% الى 70 مع نسبة مماثلة من البكتريا وفي بعض الاحوال المواتية تصل هذه النسبة الى 80% .

ويتوقف حجم خزان الترسيب الطبيعي على :

- كمية المياه المطلوب ترويقها .
- حجم المواد العالقة ودرجة قابليتها للرسوب .
- درجة النقاوة المطلوبة .

فإذا كانت المواد العالقة كبيرة فإن الترسيب (Detention period) تكفي ان تكون بضع ساعات ، في حين انه في حالة الحاجة للحصول على نقاوة كبيرة وكانت الجزيئات العالقة صغير ، فإن وقت الترسيب قد يمتد الى أيام .

إلا ان هذا النظام لم يعد مجدياً مع التزايد المستمر في كميات المياه المطلوبة بالنسبة للتزايد الكبير في التعداد والتقدم الاجتماعي العظيم .

4 - الترسيب بإستخدام المروبات (Sedimentation With Coagulants) :

عندما تبين عدم ملاءمة الترسيب الطبيعي المتزايدة وعدم جداوة في ترسيب الحبيبات الدقيقة والخفيفة وخاصة المواد الكلويدية والعوالق الطينية والكائنات الحية الدقيقة والمواد العضوية الناتجة من تحلل النباتات المائية ، وذلك إما لصغر سرعة الترسيب بشكل كبير وبالتالي تحتاج الى مدة مكث كبيرة أو لأن الجسيمات الموجودة بالماء تحمل شحنة كهربية سالبة وبالتالي يحدث تنافر بينها لتماثل الشحنات فتبقى الجسيمات متباعدة عن بعضها لذلك تضاف

الى المياه مواد كيماوية (مروبات) تعمل على تجميع هذه الحبيبات الرفيعة – كما سبق شرحة في الفصل الرابع " الترويب والتنديف " فيعد عمليتي المزج السريع والمزج البطئ ، تمر المياه في احواض الترويق حيث ترسب الندف المتكونة في أحواض الترويق بما جذبت الى سطحها من مواد عالقة الى قاع الحوض .

ولا تختلف أحواض الترويق في تصميمها عن أحواض الترسيب الطبيعي ، كما ان العومل المؤثرة على كفاءة الترسيب فيها لا تختلف عن أحواض الترسيب الطبيعي ولكن في وقت أقل جداً وبالتالي تكون احجام هذه الاحواض أصغر كثيراً وبالرغم من اختلاف انواع وطرازات احواض الترويق (الترسيب بالمروبات) إلا انها تتفق في الاسس الرئيسية للتصميم وإن اختلفت في بعض التفاصيل .

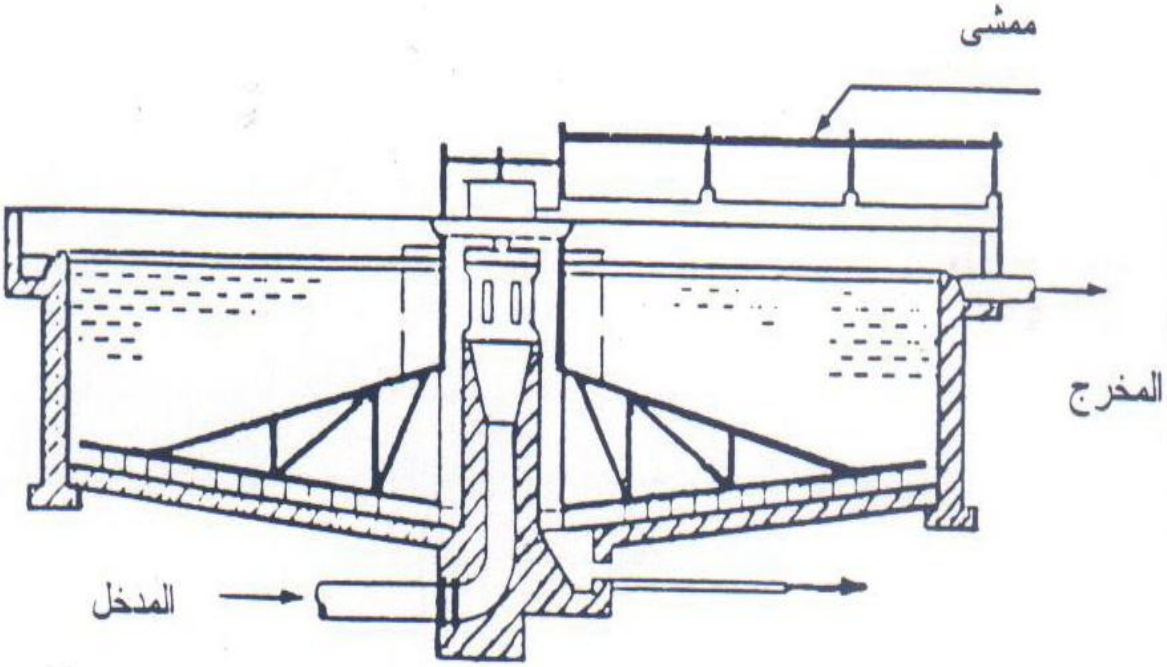
وقد تطورت هذه الاحواض بالتقدم العلمي المستمر وتزايد متطلبات المياه واتجه هذا التطور في اتجاهين : زيادة سرعة الترسيب وزيادة سرعة مرور المياه في الاحواض وذلك لتقليل حجم الاحواض قدر الامكان كما في الحوض النابض (Pulsator) كما سيرد شرحه فيما بعد .

ثم اتجهت الابحاث الى تعويم الندف بدلاً من ترسيبها بطريقة التعويم بالهواء (Air Floatation) وطالما وجد العلم والعلماء فلن تتوقف المحاولات لتحسين الاداء .

5 –أنواع أحواض الترسيب :

تختلف انواع واشكال احواض الترسيب (Sedimentation Bsins) باختلاف التصميمات فمنها :

- الاحواض المستطيله وفيها يكون سريان الماء في اتجاه واحد موازي لطول الحوض ويسمى ذلك بالتصريف في خطوط مستقيمه .
- والاحواض المستديرة ذات التغذية القطرية ويكون سريان الماء في اتجاه القطر ويسمى ذلك بالتصريف القطري ، ويوضح الشكل رقم (5–2) حوض ترسيب دائري ذو تصرف قطري .



شكل رقم (٥-٢)

حوض ترسيب دائرى ذو تصرف قطرى

وفى كلا النوعين يلزم الحفاظ على سرعة المياه و توزيع التصريف , منتظمين قدر الامكان لمنع تكون الدوامات و التيارات الإعصارية بها و التى تعوق ترسيب المواد العالقة , مع تقادى حدوث قصر الدورة (Short circuit)بين المدخل و المخرج حيث ينقسم حوض الترسيب عادة الى عدة مناطق اساسية هى :-

- **منطقة دخول المياه :-**

ويشترط أن يكون دخول الماء الوارد من حوض التنديف منتظما وينتشر فى أرخاء حوض الترسيب .

- **منطقة الترسيب :**

وهى أكبر مناطق الحوض حيث يتم ترسيب العوالق بمكوثها مده كافية من الزمن . ولكون المياه تسير بسرعة أكبر نسبيا فى هذه المنطقة ، فيلزم عمل الاحتياطات لتفادى التيارات الإعصارية .

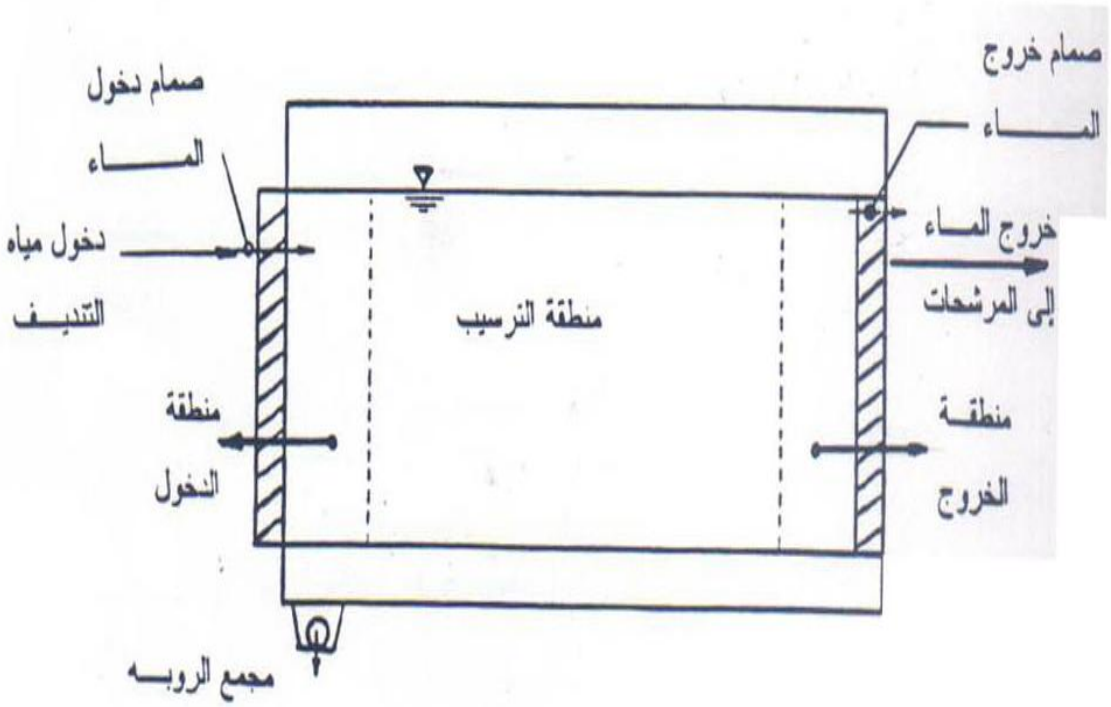
- **منطقة تجميع الروبه :**

وهى تقع عادة فى قاع الحوض , تعتبر مكانا للتجميع المؤقت للأجسام المترسبة . و يراعى فى تصميم مدخل الماء الا يتسبب فى تيارات دواميه قرب منطقة تجميع الروية , تتسبب فى تهييج الجسيمات المترسبة فتصعد للماء الرائق مره ثانية .

- **منطقة خروج الماء :**

ويجب أن يوفر مخرج الماء انتقالا سلسا من حوض الترسيب الى مجرى خروج الماء الرائق . كما انه يساعد فى التحكم فى منسوب الماء بالحوض . وقد تستخدم حواجز بها ثلمات على شكل (V) لتوفير الخروج لتوفر الخروج الهادى للمياه الرائقة بحيث لا تحمل معها ندفا تنتقل الى المرشحات .

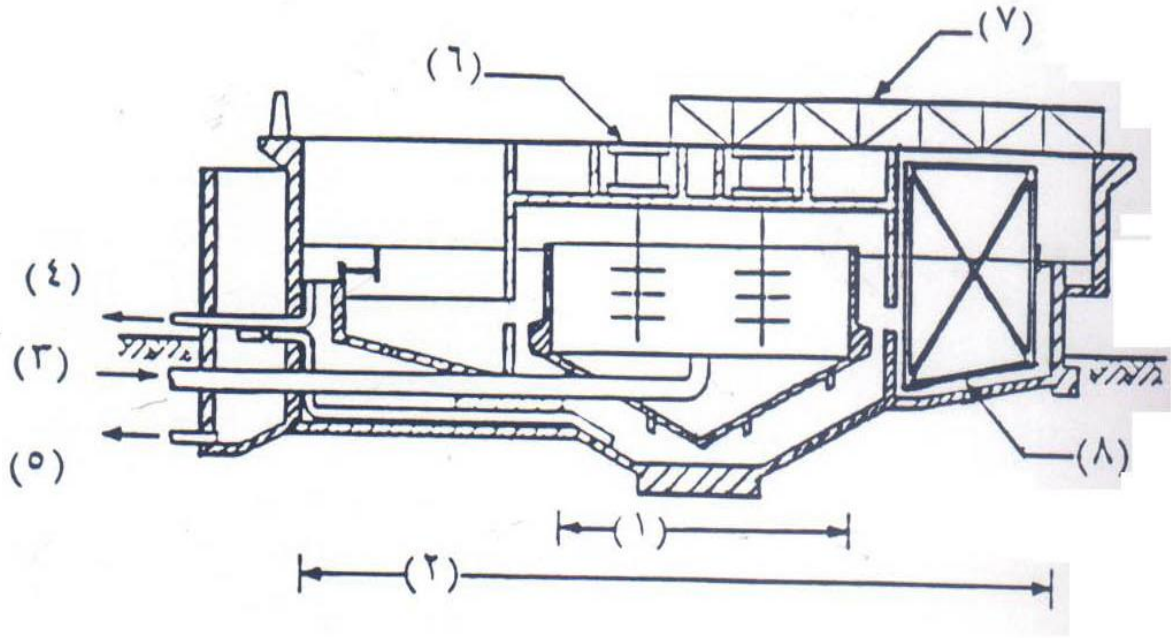
ويوضح الشكل رقم (5-3) مناطق حوض الترسيب فى حوض مستطيل .



شكل رقم (٥-٣)

مناطق حوض الترسيب

كما يوضح الشكل رقم (٥-٤) مناطق حوض الترسيب الدائرى.



(١) قطر حوض الترويب
(٢) قطر الحوض المشترك للترويب والترسيب
(٣) المدخل
(٤) المخرج
(٥) مخرج الرواسب
(٦) محرك كهربائى
(٧) كوبرى متحرك
(٨) زحافات لدفع الرواسب

شكل رقم (٥-٤)

حوض دائرى مشترك للترويب والترسيب

6 -العوامل المؤثرة فى عملية الترسيب

تتأثر عملية الترسيب بعدة عوامل أهمها :-

- حجم الحبيبات : وطريقة توزيعها ,فكلما زاد حجمها ووزنها , ازدادت كفاءة الترسيب .
- شكل الحبيبات : فكلما اقترب شكلها من الشكل الكروى كلما كان ترسيبها أسرع وأكفأ.

- كثافة الحبيبات : فكلما زادت كثافتها زادت كتلتها بالنسبة لحجمها وزادت سرعة رسوبها و بالتالى كفاءة الترسيب.
- درجة حرارة الماء : فكلما ارتفعت درجة حرارته قلت كثافته و لزوجته و بالتالى زات سرعة رسوب الحبيبات وزادت كفاءة الترسيب .
- الشحنة الكهربائية للجسيمات : و التى تكون دائما سالبة الشحنة . عند معالجة المياه بالشبة موجبة الشحنة . يحدث تجاذب بين الجسيمات السالبة و الموجبة مما يساعد على ترسيبها وزيادة كفاءة الترسيب.
- سرعة سريان الماء فى الحوض : فكلما قلت سرعة الماء ، زادت كفاءة الترسيب , و يفضل الا تتجاوز السرعة الأفقية فى الحوض (30 سم / دقيقة) .
- مدة بقاء الماء فى الحوض (مدة المكث Detention time) : فكلما زادت المدة , زادت جودة الترسيب . ومن النواحى الاقتصادية و العملية أن تكون مدة المكث فى حدود 3-4 ساعات ، حيث أن زيادة المده أكثر من اللازم , لا يزيد من كفاءة الترسيب الا بنسبة بسيطة .
- ومدة المكث = حجم حوض الترسيب على معدل التصرف خلال الحوض
- النسبة بين طول و عرض حوض الترسيب فى الأحواض المستطيلة .وذلك لإقلال فرص تكون مناطق راكدة أو ميتة (Dead Zones) عند زيادة عرض الحوض .

7 - إستخدام الروبة

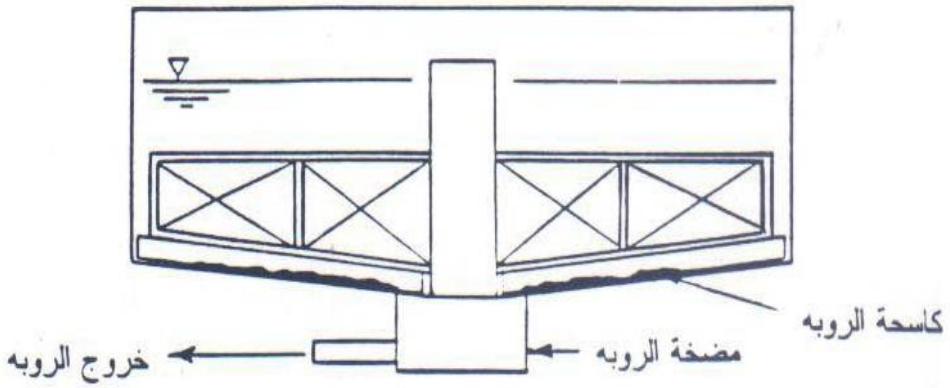
تتكون الروبه من مخلفات الماده المروبه (الشبه) مع رواسب جامدة . ويكون تركيز الروبه 10-13% . وفى أحواض الترسيب ذات التدفق الأفقى يتم ترسيب 50% من الندف فى الثلث الأول من طول الحوض , و يراعى ذلك فى تصميم نظام استخراج الروبه من الحوض .

ويجب استخراج الروبه من الحوض دوريا للأسباب الأتية :-

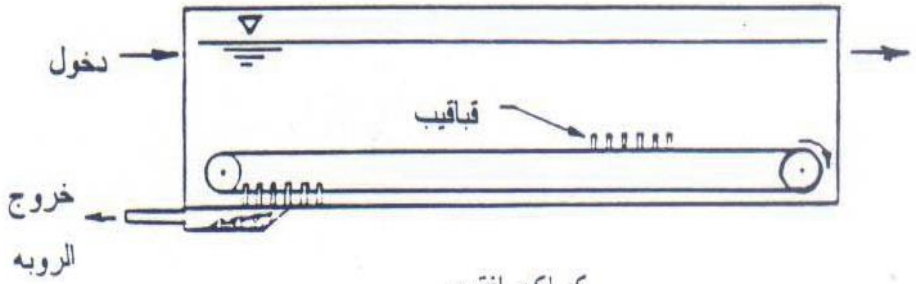
- منع تداخلها مع المياه المروقة واعادة تعكيرها .
- منع تكاثر البكتيريا التى تسبب طعما وراحة غير مقبولين للماء .
- تفادى شغل حيز كبير من الحوض , يخفض من كفاءة تشغيلة , مع انخفاض نوعية المياه المنتجة لانخفاض مدة المكث .

ويتم استخراج الروبه من الاحواض إما يدويا أو ميكانيكيا عن طريق :-

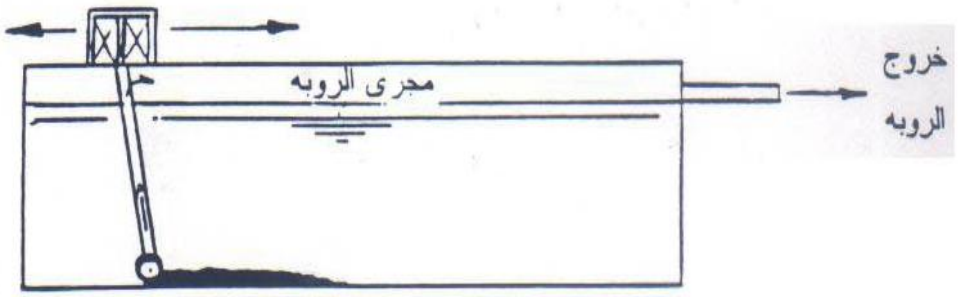
- الكاسحات الميكانيكية للأحواض المستديرة .
- الكراكات الأفقبة و الكبارى الكاسحة للأحواض المستطيلة .
- حجز تركيز الرواسب كما سيرد ذكره فى الحوض النابض (Pulsator) .



الكاسحات الميكانيكيه



كراكه افقيه



كوبرى كاسح (بمضخه او بالشفط)

شكل رقم (٥-٥)

أنواع الأنظمة الميكانيكية لاستخراج الروبه

الفصل السادس

الترشيح

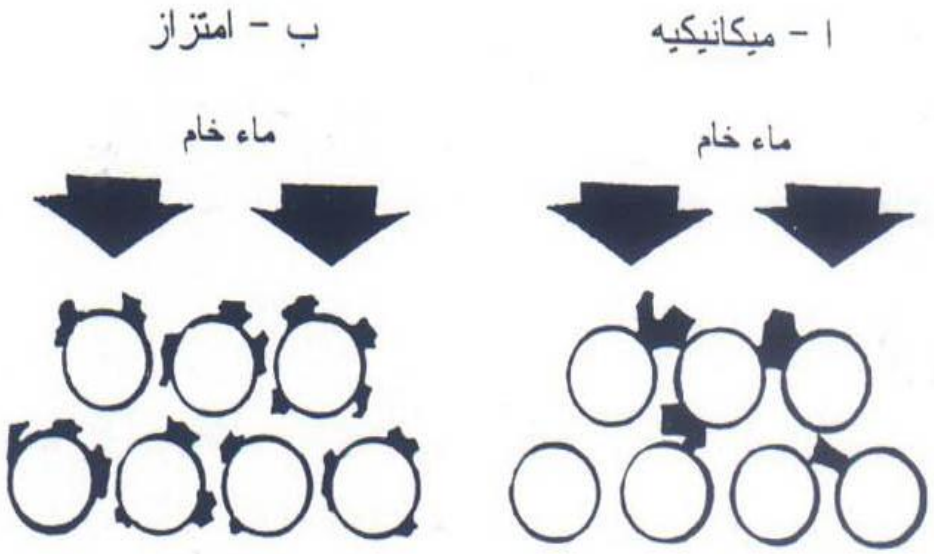
6	الفصل السادس

الترشـــــــــــــــــــــيح

1 – مقدمة

عملية الترشيح (Filtration) هي مرور المياه المروقه من مادة مسامية لإزالة ما بقي بها من مواد عالقة وغرويه. وأكثر المواد المستخدمة في عملية الترشيح هو الرمل ، نظراً لرخصه وقدرته علي إزالة المواد العالقة . وإذا تم استعمال رمل ذو حبيبات ذات حجم مناسب، وتم مرور المياه بالسرعة المناسبة، فإنه يمكن إزالة المواد العالقة و المواد الكلويدية سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وكذلك البكتريا و العكارات الرفيعة جدا التي تسبب عادة تلوث الماء. وبعض الجزيئات التي يحجزها الرمل تكون من صغر الحجم لدرجة أنها لا تري تحت الميكروسكوب ، وهي وإن كان حجمها أصغر بكثير من الفراغ الموجود بين حبات الرمل ، إلا أنه يتم حجزها من المرور بواسطة الطبقة الجيلاتينية التي تتكون علي سطح الرمل من المواد العضوية و الكلويدية والتي تسمي " بالحصيرة Mat " ويتم تفسير ما يحدث في عملية الترشيح طبقا للنظريات و الأسس الآتية :

- التصاق بعض المواد العالقة بسطح حبيبات الرمل، وتسمي عملية " امتزاز adsorption "، ويساعد علي ذلك الخواص الهلامية للمواد العالقة بسبب المواد المروبة في حالة استخدامها. وكذلك المسارات المتعرجة للمياه خلال طبقات الرمل.
- ترسيب بعض المواد العالقة في الفجوات بين الرمال، و التي تعمل كمصفاة تحجز المواد العالقة ذات الأحجام الكبيرة نسبياً. وهي عملية ميكانيكية.



شكل رقم (٦-١)

الفرق بين عمليتى الحجز والإمتزاز

- تتكون طبقة هلامية علي سطح الرمل من المواد العالقة الدقيقة وما يحتمل وجوده من كائنات حية دقيقة . مما يساعد علي اصطياد وحجز المواد العالقة .
- اختلاف الشحنات الكهربائية علي كل من المواد العالقة وحبيبات الرمل ، مما يساعد علي جذب والتصاق هذه المواد بحبيبات الرمل .

2 -الرمال المستخدمة في مرشحات المياه

يجب أن تتوفر في رمل المرشحات بعض المواضفات من أهمها :

- أن يكون الرمل نظيفاً وخالياً من الأتربة والمواد العضوية والبقايا النباتية والطفلة والمواد الغريبة .
- أن يكون صلداً ويفضل أن يكون من الكوارتز .
- ألا يفقد أكثر من 50 %من وزنه بعد وضعه في حامض هيدروكلوريد لمدة 24 ساعة.
- أن تكون الرمال بأحجام مناسبة لعملية الترشيح .

- فالرمال الرفيعة جداً تكون الفجوات بينها عرضة للسدد بسرعة .
- و الرمال كبيرة الحجم تسمح فجواتها بمرور الكائنات الحية الدقيقة و المواد العالقة من خلال المرشح.

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

2-1 الحجم الفعال للرمل

الحجم الفعال للرمل (Effective Size) هو فتحة المنخل بالملليمتر التي تسمح بمرور 10 % من وزن الرمل، أو بمعني أخر التي تحجز 90 % بالوزن من الرمل، بغض النظر عن التدرج الحبيبي للرمل، و الذي يؤثر في كفاءة عمل المرشح.

2-2 معامل الانتظام

يعبر معامل الانتظام (Uniformity Factor) عن درجة التغير في الرمل، وهو عبارة عن النسبة بين فتحة المنخل التي يمر من خلالها 60 % من وزن الرمل وبين الحجم الفعال. وبمعني أخر يمكن تعريف معامل الانتظام علي أنه النسبة بين فتحة المنخل التي تحجز 40 % من وزن الرمل وبين الحجم الفعال.

وعلي سبيل المثال إذا كانت فتحة المنخل التي يمر من خلالها 60 % من وزن الرمل هي 0.8 مم وكان الحجم الفعال للرمل هو 0.4 مم .

فإن معامل الانتظام = 0.8 ÷ 0.4 = 2

- للرمال المستخدمة في المرشحات الرملية البطيئة يكون:
  - الحجم الفعال بين (0.3) – (0.35)
  - ومعامل الانتظام بين (1.75) – (2.00)
- ولرمال المرشحات السريعة يكون:
  - الحجم الفعال بين (0.4) – (1.2)
  - ومعامل الانتظام بين (1.35) – (1.50) ، ويفضل ألا يزيد عن (1.7)

3 -أنواع المرشحات

تنقسم المرشحات إلي:

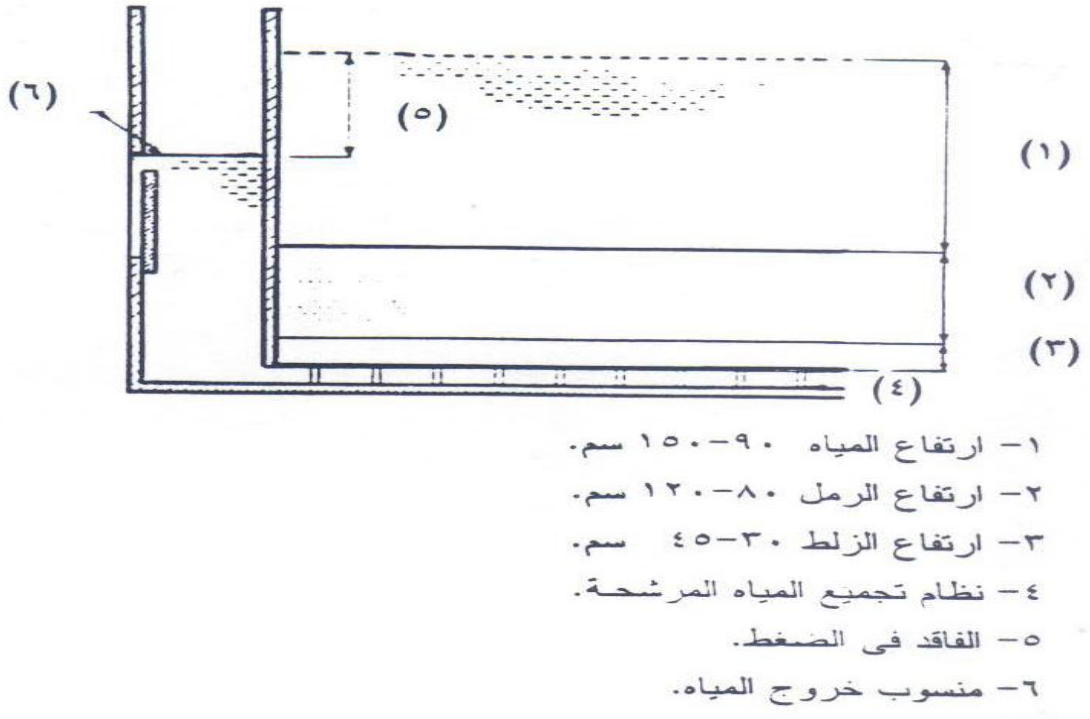
- طبقاً لسرعة الترشيح: فهناك المرشحات البطيئة و المرشحات السريعة.
- طبقاً لنوع طبقة الترشيح: فهناك مرشحات الرمل أو الفحم (الاثراسيت) أو الاثنين معا، وهناك المرشحات ذات طبقة الترشيح الواحدة أو متعددة الطبقات
- طبقاً لاتجاه الترشيح: فهناك المرشحات التي يتم الترشيح فيها من أعلي إلي أسفل وهو النوع الشائع، أو من أسفل إلي أعلي.
- وقد يكون الترشيح بالجاذبية أو تحت ضغط.

3-1 مرشحات الرمل البطيئة

يعتبر مرشح الرمل البطيء (Slow Sand Filters) من أوائل أنواع المرشحات، أنه قل الاعتماد عليه حاليا لبطئه الشديد و احتياجه إلي مساحة كبيرة من الأرض مما يجعل تكاليفه عالية؛ فضلا علي عدم صلاحيته في البلاد الحارة، حيث تنمو الطحالب بكثرة، ويقتصر استعماله علي ترشيح المياه ذات العكارة المنخفضة بعد مرحلة الترسيب الطبيعي.

ويوضح الشكل رقم (6 – 2) خطوات التنقية باستخدام مرشحات الرمل البطيئة.

1 -مياه عكرة.
2 -ترسيب طبيعي.
3 -مرشحات رملية بطيئة.
4- تعقيم.
5- خزان مياه أرضي.
6- مياه مرشحة للتوزيع.



شكل رقم (6-2): رسم تخطيطي لخطوات التنقية باستخدام المرشحات البطئية

وتمتاز مرشحات الرمل البطيئة بعدة مميزات ، فرغم انها تحتاج إلي مساحة قد تزيد 30 مرة عن مساحة المرشحات السريعة الحديثة إلا أنها تمتاز بالأتي :

- انخفاض التكاليف الإنشائية .
- بساطة التصميم و التشغيل وعدم الحاجة إلي مهارة فنية عالية.
- عدم استخدام مواد كيماوية (للتجمع).
- انخفاض استهلاك الطاقة لعدم الحاجة إلي متطلبات الغسيل اليومية.
- عدم الحاجة إلي 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 بدون استخدام مياه غسيل يومية.

ونظرا لهذه المميزات، نجد المرشحات البطيئة مجالاً خصباً لإمكانية استخدامها في المواقع التي توجد فيها الأراضي بمساحات كافية، وبالذات في الأماكن المنعزلة والمناطق الصحراوية، حيث لا تتوفر العمالة الفنية المدربه، وفي هذه الحالات يمكن استخدام المرشحات الرملية البطيئة حني في التصرفات الكبيرة.

3-2 مرشحات الرمل السريعة

وتسمي هذه المرشحات أيضا بالمرشحات الميكانيكية. وأهم فروق بينها وبين المرشحات البطيئة هي:

- أن معدل الترشيح يتراوح بين 120 إلي 180 م3 / م2 / يوم، أي يصل معدل ترشيحها من 30 – 40 ضعف معدل ترشيح المرشحات البطيئة. لذلك فإن مرشحات الرمل السريعة تشغل حيزا أصغر وبالتالي تكاليف إنشائية أقل لنفس التصرفات.
- أن المياه التي يتم ترشيحها بالمرشحات السريعة، تعالج دائما بالمجمعات قبل دخولها المرشحات بحيث لاتزيد عكارتها عن 40 جزء في المليون.

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

وتكون حبيبات الرمل متجانسة، وذات حجم فعال 0.4 الي 0.8 أو أكثر حسب تصميم المرشح. ويتم تجهيز الرمل بهزه من مهزات خاصة للحصول علي معامل انتظام بين 1.4 ألي 1.7 .

وتحت طبقات الرمل والزلط (أن وجد) ، توجد مجموعة الصرف (under drain system) ، ومهمتها تجميع الماء الذي يتم ترشيحه بمعدل ثابت خلال جميع أجزاء المرشح كما أنها توزع في الوقت نفسه ماء الغسيل علي جميع أجزاء المرشح.

- والنوع الأكثر شيوعاً في مجموعة الصرف يتكون من مجمع رئيسي (Header) بطول المرشح، ويتفرع منه علي زوايا قائمة فروع إلي جوانب المرشح. وفي أعلي هذه الفروع، وأحياناً في أعلي المجمع الرئيسي أيضا، توضع علي أبعاد متساوية، مصافي (Strainers) تحتوي علي خروم أو شقوق رفيعة.

- وفي التصميم أخر لا تستعمل المصافي، بل تثقب ثقوب في أسفل سطح المواسير.
- وقد يستعاض عن المواسير ببلاطات خرسانية تثبت عليها فواني (Nozzles)، وقد يتم الاستغناء في هذه الحالة عن طبقات الزلط.
- وقد استعمل حديثاً قاع من لوح مسامي وتم الاستغناء عن الطبقات الزلط، وصاحب ذلك تقليل عمق المرشح وتقليل فاقد الضغط فيه

وتشغيل المرشح يكون بمرور الماء المرسب في طبقات الرمل فالزلط فمجموعة الصرف إلي الخارج. وعند مرور المياه المرسبة من سطح الرمل، تتجمع الندف مكونة طبقة جيلاتينية علي سطح الرمل تعمل علي ترشيح الماء ترشيحاً كاملاً. وبعد تشغيل المرشح لمدة من الزمن تتراكم الرواسب علي الرمل حتي تصل إلي درجة معها فاقد الضغط زيادة كبيرة، فيتحتم عند ذلك إيقافه وغسله.

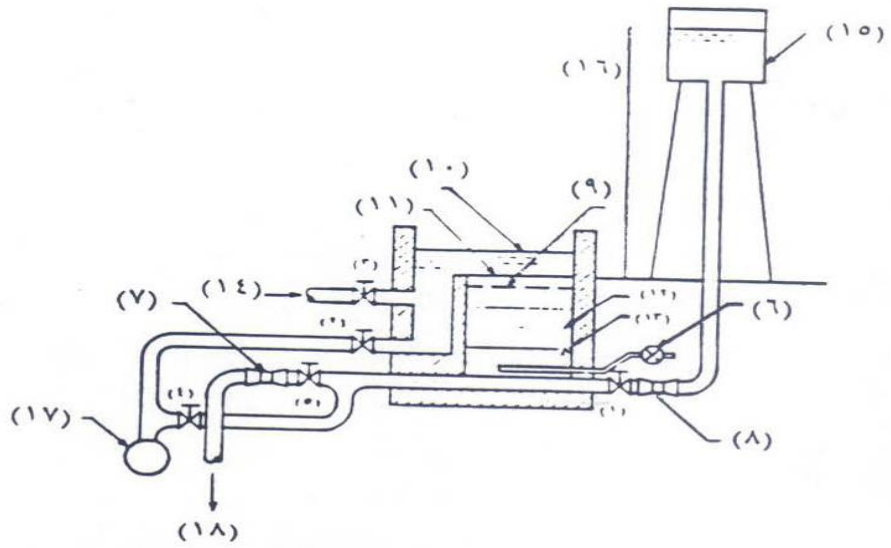
ويتم ذلك بقفل محبس دخول الماء المرسب الي المرشح، وعند انخفاض منسوب المياه في المرشح الي سطح الرمل تقريباً (10 سم فوق سطح الرمل)، يقفل محبس الخارج بالنسبة للمياه المرشحة، ويفتح محبس ماء الغسيل ببطء لتدخل مياه الغسيل لتمر بالراجع في طبقات

الزلط فطبقات الرمل. وحركة الماء من أسفل إلي أعلي تؤدي إلي تمدد طبقة الرمل وتفصل الرواسب عنه. ثم يمر ماء الغسيل في قناة الغسيل إلي العادم (Waste).

وبعد الغسيل لمدة من 15 إلي 10 دقائق حسب نوع المرشح والتأكد من اكتمال الغسيل ونظافة الرمل، يقفل محبس الغسيل ويفتح محبس دخول الماء المرسب، ويبدأ المرشح عمله في الترشيح، إلا أن المياه المرشحة تخرج للعادم، ويستمر ذلك لفترة قصيرة، وذلك لإعطاء الفرصة لتكوين الطبقة الجيلاتينية علي سطح الرمل. ثم يقفل محبس العادم ويفتح محبس خروج المياه المرشحة. ويستمر المرشح في العمل طبيعياً.

والمادة الاخري التي أخذت حظاً وافراً في المرشحات هي فحم "الانثراسيت" والمتدرجة أحجامه إلي المقاسات المضبوطة. ووزن هذا الفحم حوالي نصف وزن الرمل، وبذلك يحتاج إلي سرعة ماء غسيل أقل لتقويم طبقاته، مما يوفر في الطاقة. علاوة علي أن الفحم لا يتغطي سطحه بالجير بسرعة مثل الرمل عند استعمال الجير. علاوة علي أنه لا يتأثر بالقلويات الساخنة التي تستعمل في عمليات التيسير.

وفي المرشحات التي يستخدم فيها الهواء المضغوط في عمليات الغسيل مع الماء؛ يتم ادخال الهواء قبل ماء الغسيل، لتكسير طبقة الرواسب وخلطها



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

شكل رقم (٦-٤)
نظـــــرية تشـــــغيل المرشـــــح

3-3 مرشحات الضغط

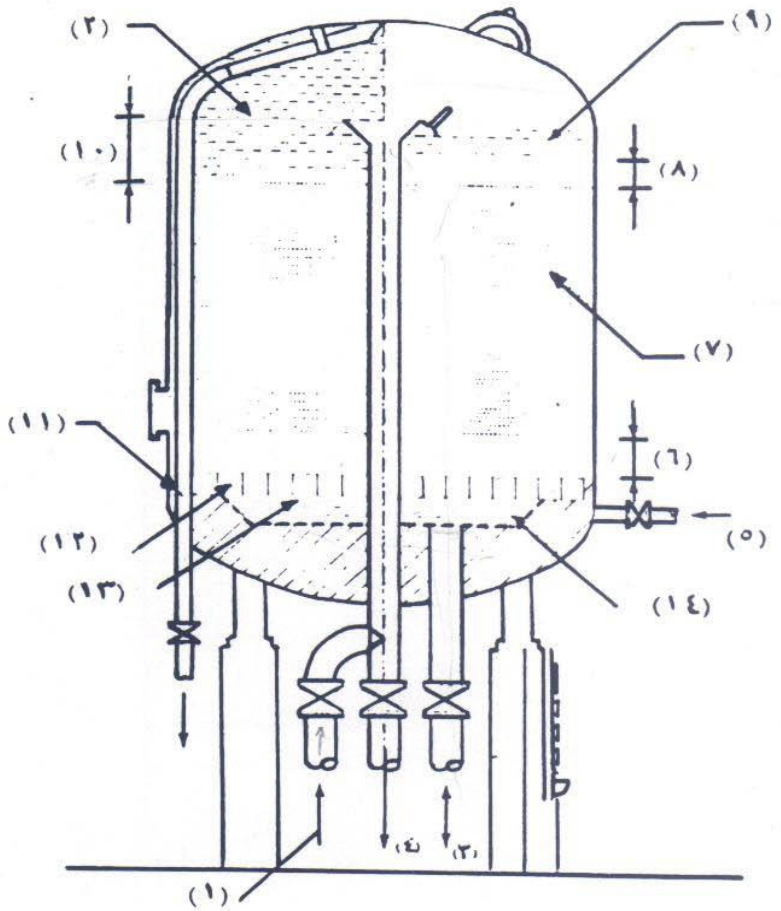
توضع في المرشحات الضغط (Pressure Filter) طبقات الرمل والزلط داخل اسطوانة مقفلة من الصلب رلأسية أو أفقية تتحمل ضغط داخلي لا يقل عن 2 جوي. وتدخل المياه المراد ترشيحها من أعلاه، مارة بطبقات الرمل والزلط إلي أسفله، حيث تتجمع في المصافي مثل ما يحدث في المرشحات الرمل التثاقلية. ويستخدم هذا النوع علي نطاق واسع في التصرفات الصغيرة، لترشيح مياه حمامات السباحة يوجه خاص وفي عمليات المياه المدمجة (Compact Units). وتوجد منه أنواع وأحجام كثيرة. ويجب اختبار هيكل المرشح علي ضغط لا يقل عن ضغط التشغيل.

ومعدلات التصرف المعتادة لهذا الطراز تتراوح بين 80 إلي 120 اتر/ م3/ دقيقة، ويفضل ألا يزيد عن 150 لتر/ م2 / دقيقة (215/ م2 / يوم)، ويتوقف ذلك علي نوعية المياه الداخله الي المرشح.

واسم مرشح الضغط لايعني 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).

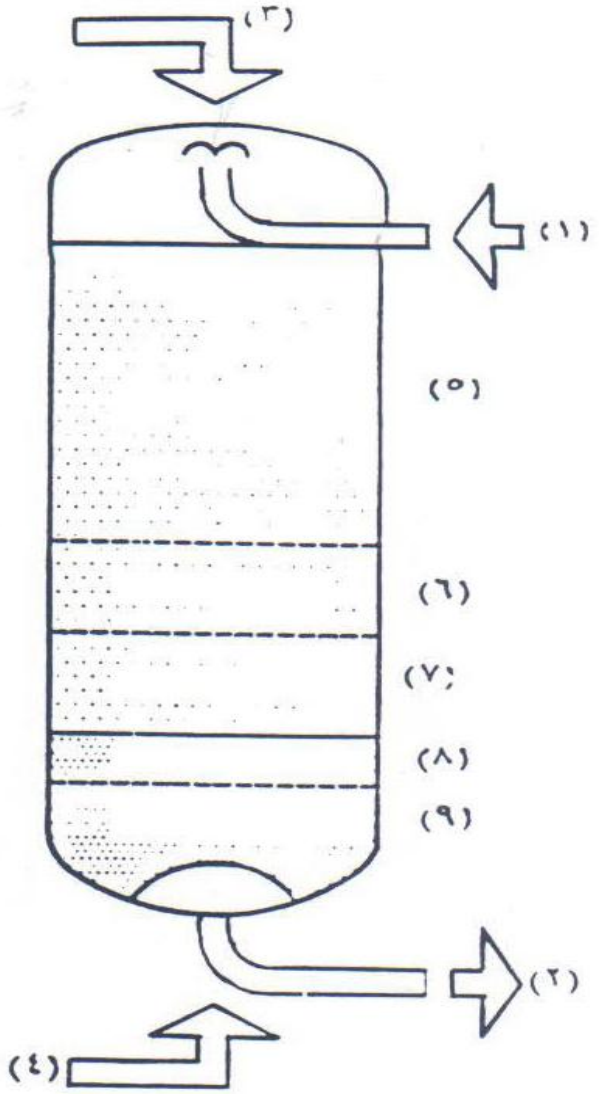
وفاقد الفعلي داخل هذه المرشحات يتوقف علي حالة الرمل وعلي معدل التصرف خلال المرشح، وزيادة فاقد الضغط عن الحد المسموح يبين أن طبقات الرمل اتسخت، ويلزم اعادة غسلها. ويتم غسيل مرشح الضغط بنفس الطريقة السابق ذكرها في مرشحات الرمل السريعة. ويجب ألايقل معدل ماء الغسيل عن 500 – 600 اتر / م 2 / دقيقة، والفترة بين كل غسيل وأخر تتراوحبين 4 – 24 ساعة تبعا لفاقد الضغط، والذي يتوقف بدوره علي نوعية المياه التي يتم ترشيحها. وكمية مياه الغسيل لكل فترة تتراوح بين 2 % – 6 % من الماء المرشح بالمعدل المذكور عاليه، إلا إذا كان الغسيل مصحوباً بهواء مضغوط ليساعد علي تمدد طبقة الرمل أثناء الغسيل.

ويبين الشكل رقم (6 – 5) قطاع في مرشح يعمل ضغط



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

شكل رقم (٦-٥)
مرشحات تعمل تحت ضغط



١- دخول المياه للمرشح.
٢- خروج المياه المرشحة.
٣- إتجاه المياه أثناء الترشيح.
٤- إتجاه مياه الغسيل.
٥- أنثراسيت.
٦- رمل.
٧- جرانيب ناعم.
٨- جرانيت خشن.
٩- زلط.

شكل رقم (٦-٦)
استخدام الكربون فى عملية الترشيح

3-4 مقارنة بين مرشحات الرمل

جدول رقم (٦-١)
مقارنة بين مرشحات الرمل

الخواص	المرشح البطيء	المرشح السريع	مرشح الضغط
معدل الترشيح (م٣/م٢/يوم)	٣-٥	١٢٠-١٨٠	٢٤٠م٣/م٢/يوم
وسط الترشيح	رمل وزلط	رمل - رمل وزلط	رمل وفحم
سمك وسط الترشيح(م)	١,٥	١-٠,٨	حسب الحجم
أبعاد المرشح	٤٠X٤٠ م	٦-٩م	القطر ٥٠-٢٦٠سم الطول ١٠٠-٧٥٠سم
نوع الرمل	ناعم	خشن	خشن
زمن التشغيل (يوم)	٢٠-٦٠	١,٥-٠,٥	١,٥-٠,٥
عملية الغسيل	تكشط الطبقة العليا	يستخدم الماء والهواء للتنظيف	يستخدم الماء والهواء للتنظيف
مياه الغسيل (٪)	-	٣-٤	٦
جودة المياه المنتجه	عالية جدا	عالية	عالية
كفاءة المياه المنتجه	عادية	عالية	عالية
المساحه المطلوبه	كبيرة جدا	محدودة	محدودة للغاية
تكلفة التشغيل	منخفضة	متوسطة	مرتفعة

3-5 مرشح الرمل السريع

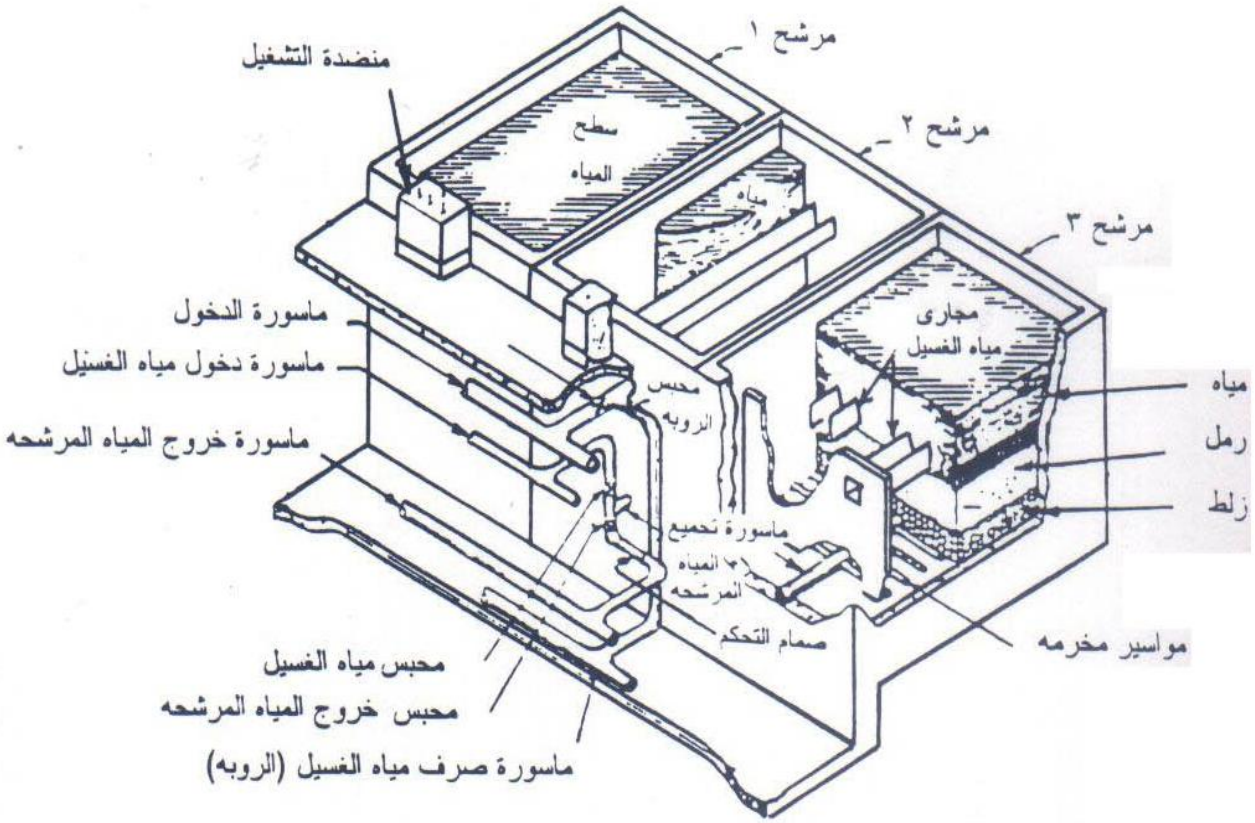
وهو الأكثر استخداما في محطات المعالجة بمصر. ويتميز هذا النوع بما يلي :

- معدل ترشيحه عالي يتراوح بين 120 – 180 م3 / م2 / يوم.
- يعمل بكفاءة مع المياه ذات نسبة العكارة العالية.
- يمكن غسيله عكسيا، مع مراقبة العملية بالعين.
- يسهل تغيير الوسط الترشيحي.

ويتكون المرشح من المكونات الرئيسية التالية :

- حوض الترشيح.
- الوسط الترشيحي (طبقة الرمل).
- طبقة الزلط الحاملة، أو البلاطات الخرسانية ذات الفواني، أو السقف المسامي.
- شبكة الصرف السفلية.
- أجهزة التحكم.

ويوضح الشكل رقم (6 – 7) مجسم لمرشح رملي سريع.



شكل رقم (٦-٧)

مرشـــح رمـــلى ســـريع

حوض الترشيح

تشيد أحواض الترشيح غالبا من الخرسانة، وتكون عادة مستطيلة الشكل. ويراعي أن تكون هذه الأحواض محكمة ضد التسرب، وأن تكون متراصه جنبا إلي جنب، ومزودة بمجاري مكشوفة أعلي الوسط الترشيحي لدخول المياه المرسبة أو لصرف مياه غسيل المرشح.

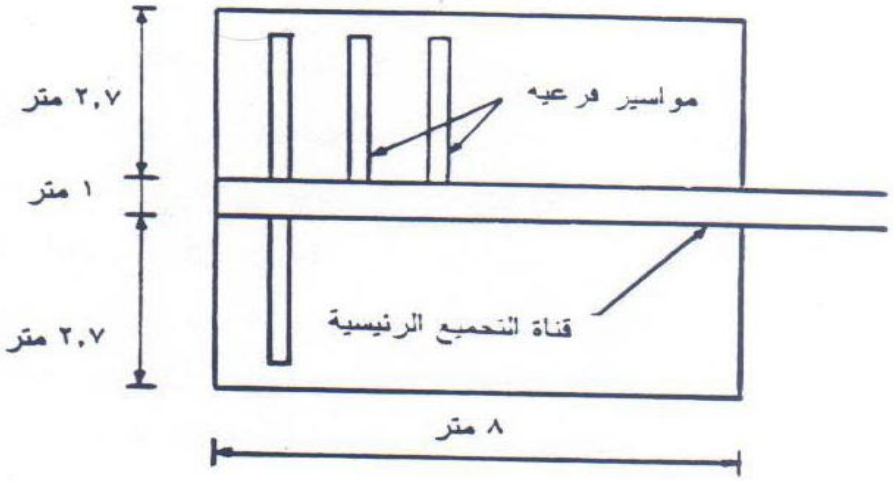
شبكة الصرف السفلية

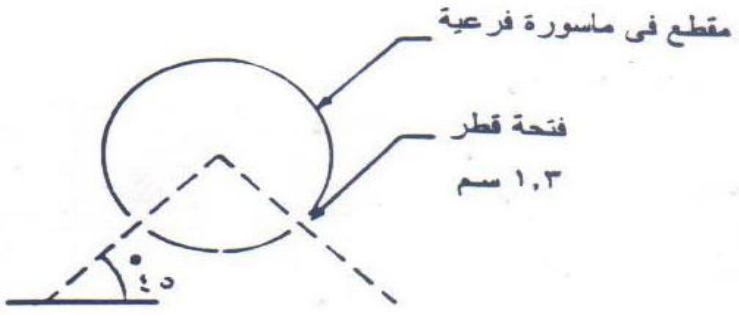
وهي موجودة في قاع المرشح، وتعمل علي تجميع المياه المرشحة بانتظام من مساحة المرشح، كما تقوم بتوزيع مياه الغسيل توزيعا متساوياً علي مساحة المرشح أثناء عملية الغسيل حتي لاتختل طبقات الرمل والزلط.

وأكثر شبكات الصرف استخدما في مصر هى شبكة المواسير المستعرضه وهي من الأنواع القديمة ، وتحتاج إلي طبقة من الزلط أعلاها تساعد علي حمل طبقة الرمل ، لتساعد علي عدم انسداد شبكة الصرف بالرمال . وهي تتكون كما في الشكل (6 – 8) من مأسورة تجميع رئيسية ، تتصل بها مجموعة من المواسير الفرعية المستعرضه ويكون قطر مأسورة التجميع الرئيسية أكبر من المواسير الفرعية المستعرضة والتي تحتوي علي ثقوب في جوانبها السفلي منعاً لأنسدادها بالرمل .

وتمر المياه المرشحه من خلال الثقوب الموجوده بالمواسير المستعرضه والموزعه بانتظام على مساحة المرشح الى ماسورة التجميع الرئيسية، وبذلك تعمل على تجميع المياه المرشحه بانتظام من مساحة المرشح.

كما تمر مياه الغسيل فى الاتجاه العكسى من ماسورة التجميع الى المواسير المستعرضه وتخرج من الخروم، وبذلك تقوم بتوزيع مياه الغسيل توزيعا متساويا على مساحة المرشح أثناء عملية الغسيل، وتقوم بنفس العمل فى حالة استخدام الهواء مع المياه فى عملية الغسيل.





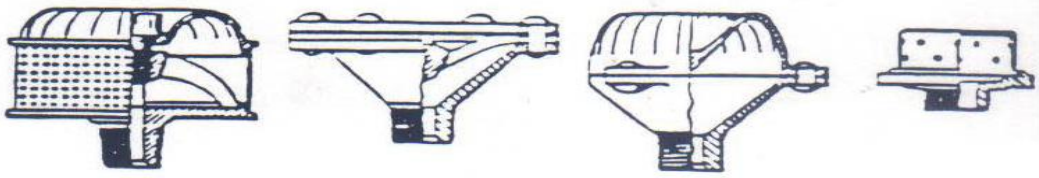
شكل رقم (٦-٨)
شبكة المواسير المستعرضة

- البلاطات ذات الفوانى:

وهى النوع الأحدث، ولايحتاج الى طبقة زلط حامله. وتصنع البلاطه عادة من الخرسانه وبها فتحات تركب فيها الفوانى. وتصنع الفوانى من الصلب الذى لا يصدأ أو من البلاستيك، ويكون بها مشقبيات رفيعه لا تسمح بمرور الرمل الحرش حولها.

ويوضح الشكل رقم (٦-٩) بعض أشكال الفوانى.

وحتى تكون عملية الغسيل ناجحه ومؤثره يجب أن تكون كمية مياه الغسيل وضغطه كافيه، ليحدث تمدد لطبقات الرمل إلى ٥٠٪ من حجمه، أى 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 العمليه. 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 قريبه من بعضها ولاتجد المساحه الكافيه للإحتكاك ويقل كذلك أثر الغسيل. ويجب ملاحظة أن يكون تمدد طبقة الرمل فى جميع أجزاء المرشح بدرجه واحدة، كما أنه لايجب أن تكون سرعة ماء الغسيل عاليه، حتى لا تحمل معها الرمل إلى العادم، كما يجب أن يكون ضغطه عند الفوانى حوالى ١٠ متر.



شكل (٦-٩)
أنواع مختلفه من الفوانى/ المصافى

ويمكن الحصول علي الضغط بأحدي الطرق الأتية :

- خزان مرتفع يتم ملئه بطلمبة خاصة أو مباشرة من خط المواسير الرئيسي بعدتخفيض 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 إلي وضعه الأصلي ظاهراً كطبقة ملساء متساوية. وزمن عملية الغسل حوالي 3 الي 6 دقيقة وكمية مياه الغسيل تتراوح كما سبق ذكره بين 2 – 5 % من المياه المرشحة.

يحتاج المرشح لضمان عملية التشغيل بشكل مرضي، إلي 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 علي ترابيزة تشغيل المرشح (Operating table) والتي تشتمل بالإضافة لهذه الأجهزة علي محابس تشغيل المرشح وهي :

- محبس دخول المياه المرسبة (Inlet valve)
- محبس خروج الماه المرشحة (Outlet valve)
- محبس العادم (Waste valve)
- محبس مياه الغسيل (Wash water valve)

الفصل السابع

التعقيـــم

7	الفصل السابع

التعقيـــــــــم

1 -مقدمة

لا يمكن للترشيح مهما كان بطيئا أن يحجز كل ما فى الماء من بكتريا و كائنات دقيقة (Microorganisms) ، لذلك كان لا بد من وجود طريقة للتخلص من هذه الكائنات الحيه التى تسبب الأمراض (Pathogens)، وذلك طبقا لمعايير قياسية خاصة بمياه الشرب.

ويستخدم التعقيم (Disinfection) فى القضاء على هذه الكائنات الحيه الدقيقة ، أو وقف نشاطها ،مثل البكترية المسببة للأمراض.

ومن أقدم طرق التعقيم التى عرفها الإنسان ، التعقيم بتحسين الماء حتى درجة الغليان و لكنها أقتصادياً إلا فى الاستخدمات المحدودة جداً بالمنازل ، لذا كان لابد من وجود أو استحداث و سائل أخرى أكثر فاعلية للكميات الكبيرة من المياه , و أيضا لتتناسب مع نضام الإمداد بالمياه الذى يحتوى على مكونات قد تكون فى حد ذاتها من العوامل التى قد تساعد على بمو البكتريا و تكاثرها.

2 -طرق التعقيم

توجد طرق كثيرة للتعقيم تستخدم حسب نوع و طبيعة الظروف التى يجرى فيها التعقيم و العرض من التعقيم ، و سنستعرض فيما يلى عدة أنواع من التعقيم .

2-1 التعقيم بالحرارة

من المعروف أن الكائنات الحية الدقيقة لا تتحمل الحرارة ، خاصة إذا و صلت ألى درجة غليان الماء لمدة بين 5-20 دقيقة . إلا أن هذة الطريقة غير عملية و مكلفة فى حالة استخدامها فى الكميات الكبيرة من المياه ، و إنما تستخدم عادة فى المعامل و المستشفيات و السفن و فى المنازل (فى حالات خاصة) وفى المخيمات .

التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية

وهى تعتمد على إبادة الباثوجينات (Pathogens) بتعريضها للاشعة فوق البنفسجية (Ultra Violet) التى تعمل إبادة الباثوجينات ، إلا أن عملية إنتاج هذه الأشعة مكلفة , كما أنها تكون غير مجدية إذا كانت الاحواض عميقة ، إذ أن المعالجة الإشعاعية تتم بتعريض طبقة رقيقة من الماء (سنتيمترات قليلة) إلى الإشعة و بسرعة مرور بطيئة جدا . لذلك فإن هذه الطريقة لا يتم استخدامها الأ فى المعامل و المستشفيات و بعض الصناعات و فى وحدات تحلية مياه البحر التى تعمل بنظرية التناضح العكسى (Reveres - Osmoses) والتى تكون تصرفاتها صغيرة جدا إذا ما قورنت بوحدات معالجة المياه فى المدن أو القرى .

2-2 التعقيم بالأوزان

وهو غاز مؤكسد قوى يتم إنتاجة من الأكسجين الجوى داخل إجهزة خاصة , و ذلك بتمرير الأكسجين بين قطبى كاثود ذو جهد عالى ، ونظرآ لانه غاز نشط جدآ ، فإنه يتفاعل مع كل المكونات الموجودة بالماء (عضوية و غير عضوية) , اذا يجب مزجة بالماء المراد تعقيمة بمجرد إنتاجه مباشرة .

التعقيم الكيميائى وهو أنسب و سيلة للاستخدام لتعقيم المياه على نطاق واسع ، وذلك بإضافة مواد كمياوية بجرعات خاصة ، بحيث تقتل كل ما تبقى من البكتريا بعد الترشيح , ودون الإضرار بصحة الانسان و الحيوان , و إيضا بدون إحداث تغيير فى طعم ولون ورائحة المياه .

3 -أنواع التعقيم

3-1 التعقيم السابق

عند استقبال المياه من المإخذ المختلفة كالأنهار و الترع و الابار ، تحتوى هذه المياه على بعض أنواع من الطحالب و البكتريا , و لتقليل الحمل البكتيرى على المرشحات فإنه يتم إجراء عملية تعقيم أولية للمياه العكره .

ومن مزايا التعقيم السابق (الأول) " Pre – Disinfiction " :-

- تقليل الحمل البكتيري على المرشحات.
- زيادة عامل الأمان .
- تحسين إزالة الألوان فى بعض الأحيان .
- إطالة فترة تشغيل المرشحات و عدم إنسدادها بالطحالب .
- تخفيض كمية المواد العضوية الميكروسكوبية .

- تأخير تعفن الرواسب فى أحواض الترسيب .
- المسادة على منع الطعم و الرائحة .

3-2 التعقيم الزائد

ويستجدم التعقيم الزائد (Super-Disinfiction) لإزالة الطعم الناتج عن المركبات المتحلله من الطحالب (Algae) فى الماء العكرفى أحواض الترسيب و يمكن استخدام الكربون المنشط قبل أو بعد هذه العملية , فهو مفيد جدآ فى إزالة الطعم و الرائحة .

وفى هذة الحالة يجب إزالة الكلور الزائد لتلافى وجود طعم ورائحة كلور فى الماء . ويتم ذلك بإضافة سلفات الصوديوم أو الكربون المنشط.

3-3 التعقيم بالكلور

يعتبر الكلور من أكثر المواد المستخدمة فى تطهير مياه الشرب , و يؤثر تاثيرآ فعالا على البكتريا و المواد العضوية الميكروسكوبية . و الكلور غاز خانق واثقل من الهواء و يتم تحضيره و تسييلة بالضغط داخل اسطوانات على أجهزة خاصة لتنظيم انسياب غاز الكلور ، حيث يضاف الى المياه المرشحة بالجرعة المطلوبة للتطهير . وتتراوح هذه الجرعة عادة من 0.6 الى 1.2 جزء فى المليون ، على ان تكون نسبة الكلور المتبقى فى الماء بعد التطهير وبعد فترة التلامس(Contact Time) – و التى لا تقل عن ربع ساعة بعد الإضفة – حوالى 0.5 جزء فى المليون . و يتم زيادة الجرعة المضافة من غاز الكلور فى الظروف الخاصة التى تستوحب ذلك – كما فى حالة أمراض الصيف حتى 1.5 الى 1..8 جزء فى المليون دون الاضرار بصحة المستهلك.

4 – العوامل المؤثرة على عملية التعقيم

تتأثر عملية التعقيم بعدة عوامل أهمها :

- درجة تركيز الأس الهيدروجينى pH ، حيث يسرى مفعول الكلور الحر فى الماء الحمضى أو المتعادل بسرعة أكبر منها فى الماء القلوى.لذا يفضل الا يكون قيمة ال pHأقل من 8.5
- العكارة (Turbidity) , حيث تؤثر العكارة على تغلغل الكلور فى الماء ، لاختفاء الكائنات الحية الدقيقة داخل جسيمات العكارة (تتحوصل) فيصعب القضاء عليها

- الأمونيا العضوية , حيث ان وجود الامونيا العضوية قد يمنع تكوين الكلور الحر المتبقى .
- درجة الحرارة ، حيث تقل قدرة الكلور على قتل البكتريا فى درجات الحرارة المنخفضة .
- مدة التلامس (Contact Time) ، حيث تحتاج عملية التطهير الى فترة تلامس لا تقل عن 15–20 دقيقة للكلور الحر , وساعة أو أكثر للكورامين.
- نوع و تركيز المادة المستخدمة للكلور.

5 –التفاعل الكيماوى للكلور

عند إضافة الكلور (Chlorine) الى الماء يحدث تفاعل كيماوى (Contact Reaction) ينتج عنه حامض الهيبوكلورس وحامض الهيدروكلوريد . وتبعا لدرجة الاس الهيدروجينى pH للماء ، يتأين حامض الهيدروكلورس الى أيوانات هيدروجين و هيبوكلوريد , و المادة الاخيرة هى المادة المعقمة

وعند إضافة الكلور الى ماء به مواد عضوية ، فانه يتحد مع بعض المواد العضوية كما يتحد مع بعض المواد غير العضوية مؤكسداً اياها .

و يتفاعل الكلور مع الامونيا وأى أحماض أمينية منتجاً الكلور أمين ، وهو مادة معقمة ، و لكن ليست لها قوة الاكسدة مثل الكلور الحر ، أى ان التفاعل يكون أبطا ، ولذا تستخدم فى التعقيم البطى الذى يستدعى وجود خزانات للمياه قبل توزيعها للجمهور . و الكلور أمين كبير النفع فى حالة خطوط المواسير الطولية ,إذ يمنع تكاثر البكتريا مرة أخرى فى المياه ، علاوة على انه ليس له تاثير على طعم ورائحة المياه ، إذا زادت جرعته نسبيا.

ومن ذلك يتضح ان استعمال الكلور وحده أو الكلورأمين يتوقف على الظروف المحيطة بعماية المياه من حيث وجود خزانات ارضية قبل التوزيع للاستهلاك ، وكذا الزمن الذى تمكثة المياه فى شبكة المواسير.

عملية الكلور

يتم إضافة الكلور الى الماء فى نهاية عملية التنقية بعد عملية الترشيح بغرض تعقيم ، و ترك نسبة من الكلور الحر فى الماء تسمى بالكلور المتبقى (Residual Chlorine) , تدخل الى شبكات التوزيع ، و تكون بمثابة خط دفاع ثانى لاى تلوث بكترى يحدث من الشبكة

6 -التعقيم بمركبات الكلور

مثل الجير المكلور , هيبوكلوريت الكالسيوم ، هيبوكلوريت الصوديوم . ويوجد بعضها على هيئة مسحوق و البعض الاخر على هيئة محلول . وتستخدم غالبا فى عمليات تعقيم الشبكات و الخزانات و العمليات الصغرى.

7 -التعقيم بإضافة الامونيا

تضاف الامونيا للمياه قبل اضافة الكلور ، تتكون مركبات تسمى بالكلورامين (Chloramine) ولها نفس تأثير الكلور فى تعقيم الماء غير أنها تمتاز عنه بالاتى:-

- امتناع تكوين الطعم و خصوصا الناتج عن وجود الفينول .
- التحكم بسهولة أكثر فى كمية المواد العضوية الميكروسكوبية فى أحواض الترسيب والمرشحات وفى شبكة التوزيع ، و ذلك لامكان إضافة جرعات أكبر من الكلور مع ابقاء باقى (Residual) دون تكوين طعم فى الماء .
- تاثير أكبر على قتل البكتريا عند وجود كميات كبيرة من المواد العضوية فى الماء.
- توفير فى كمية المستهلكة ، وتاثير فعال بصرف النظر عن وجود المواد العضوية .
- تأثير اقل على العين و الانف و الحنجرة ، خصوصا عند استعماله فى حمامات السباحة .
- خلوه من الخطورة حيث ان الكلورأمين غير خانق ، ولا خطورة معه على العمال و المستهلكين.

ومن الاهمية بمكان إضافة الامونيا فى الموضع الصحيح و ضمان الزج التام بينها وبين الماء , وبوقت تلامس كافى قبل اضافة الكلور . و اضافة 0.25 جزء فى المليون من الامونيا كافى فى معظم الاحيان لمنع الطعم عند اضافة الكلور بعد ذلك . والنسبة النظرية للكلور و الامونيا 4:1, ولكن عمليا نسبة 3:1 تعطى نتائج حسنة.

وعلى العموم فعند استعمال الكلورأمين للتعقيم , فان الكلور المتبقى فى الماء بعد التعيم يكون ضعف كمية عما لو استعمل الكلور وحده.

ويجب العناية فى تداول الامونيا السائلة بنفس العناية عند تداول الكلور السائل ،فكلاهما يكون خطراً على الحياه ، ومفسداً للمهمات إذا تسرب من زجاجاته .

غاز الكلور

خواص غاز الكلور و تحضيره

غاز الكلور غاز خانق لونه أخضر مصفر , أثقل من الهواء الجوى , ويؤثر على أغشية الانف و الحنجرة و العين ,لذا يلزم لبس الكمامات الواقية فى حالة التعامل مع الغاز المتسرب , و الذى يمكن الكشف عنه بواسطة أبخرة الامونيا ، و التى تتحد مع الكلور مكونة سحب بيضاء كثيفة من كلوريد الامونيوم والكلور الجاف لا يسبب تأكل للمعادن إلا أن وجود الرطوبة البسيطة تجعلة يسبب تاكل كبير للمعادن . لذلك فمن الأهمية بمكان منع الرباطة عن أجهزة الاضافة.

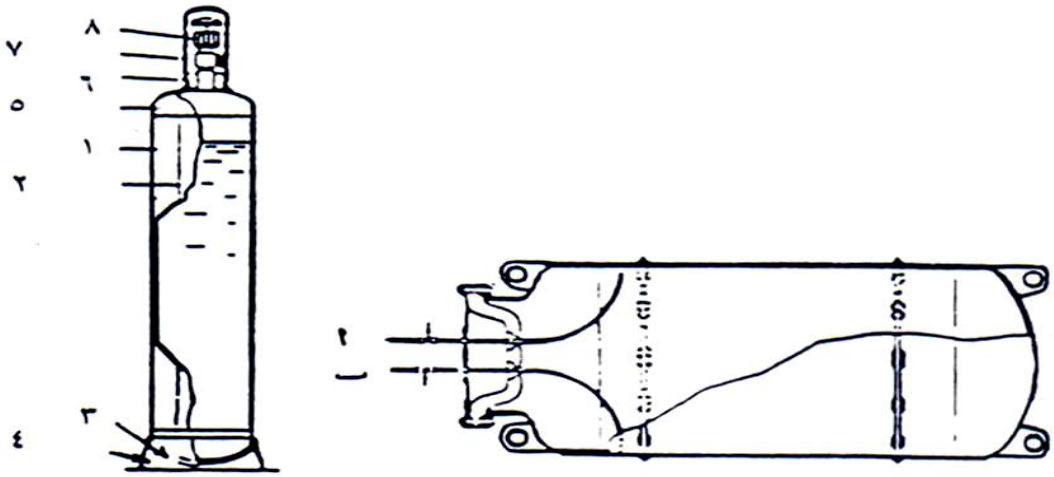
وعند استعمال الامونيا مع الكلور فى عمليات التعقيم بالكلورأمين , يجب الحذر من عدم خلطهما قبل اضافتهما للماء , بسبب خطورة تكوين ثيوكلوريد النتروجين الشديد الانفجار .

ويضغط غاو الكلور فى اسطوانات من الحديد الصلب حتى يسيل عند ضغط حوالى 3 كجم / سم2 عند درجة الصفر المئوى.

اسطوانات غاز الكلور

يتم تصنيع اسطوانات (زجاجات) الكلور من الحديد الصلب طبقا لمواصفات خاصة لتتحمل ضغطا داخليا حوالى 35 كجم / سم2 . ويتم ملؤها بالكلور عدة الى 80% من سعتها درجة حرارة 68° ف (20° مئوية) . ويجب عدم تعريض هذه الاسطوانات للحرارة الزائدة أو الدحرجة العنيفة .

ويتم تصنيع الاسطوانات بثلاثة أحجام , صغيرة سعة حوالى 50 كجم ومتوسطة سعة نصف طن . وكبيرة سعة طن واحد . ويوضح الشكل رقم (17 – 1) شكلى الاسطوانة كما يلى :-



١- جسم الاسطوانة
٢- خط لحام الاسطوانة
٣- النهاية السفلى المقعره
٤- قاعدة
٥- النهاية العليا المقعرة
٦- رقبة ملحومة
٧- غطاء المحبس
٨- محبس

شكل رقم (٧-١)
اسطوانـــــات الكلـــــور

وتستعمل الاسطوانة الصغيرة عادة فى وضع راسى للامداد بغاز الكلور . بينما تشغيل الاسطوانة المتوسطة أو الكبيرة التى تستلزم استخدام كميات كلور من المحبس (أ) أو كلور سائل من المحبس (ب) وذلك فى العمليات الكبيرة التى تستلزم استخدام كميات كلور كبيرة فيمر الكلور السائل على مبخر لتحويله الى غاز

8 -اجهزة إضافة الكلور

نظرآ لضرورة السيطرة الدقيقة على كمية الكلور المضافة ونظرا لطبيعة الكلور الغازية فى الضغوط العادية ، تستخدم أجهزة خاصة لاضافة جرعات الغاز الى الماء تعرف باجهزة اضافة الكلور.

وتعمل اجهزة الكلور بطريقة التفريغ ، ولهذا فان اى تنفيس فى اى وصلة يسحب الهواء الى الداخل بعكس ما يحدث عندما تعمل الاجهزة بطريقة الضغط حيث يتسرب غاز الكلور الى الخارج.

ويتم احداث الفريغ عن طريق مفرغ مائى (Ejector) وهو عبارة عن قطعة بها جزء ضيق فى مسارها وطبقا لقاعدة برنوللى و التى تقول أن مجموع طاقات السائل ثابتة ، فإن زيادة سرعة الماء فى هذا الجزء الضيق يزيد من طاقة الحركة وبالتالى يصاحبة هبوط فى الضغط . وتوصل النقطة التى يصل الى المفرغ ويستخدم ضغط الماء الذى بقوم بتشغيل المفرغ فى حقن جرعات الكلور المذاب بالجرعات لمناسبة .

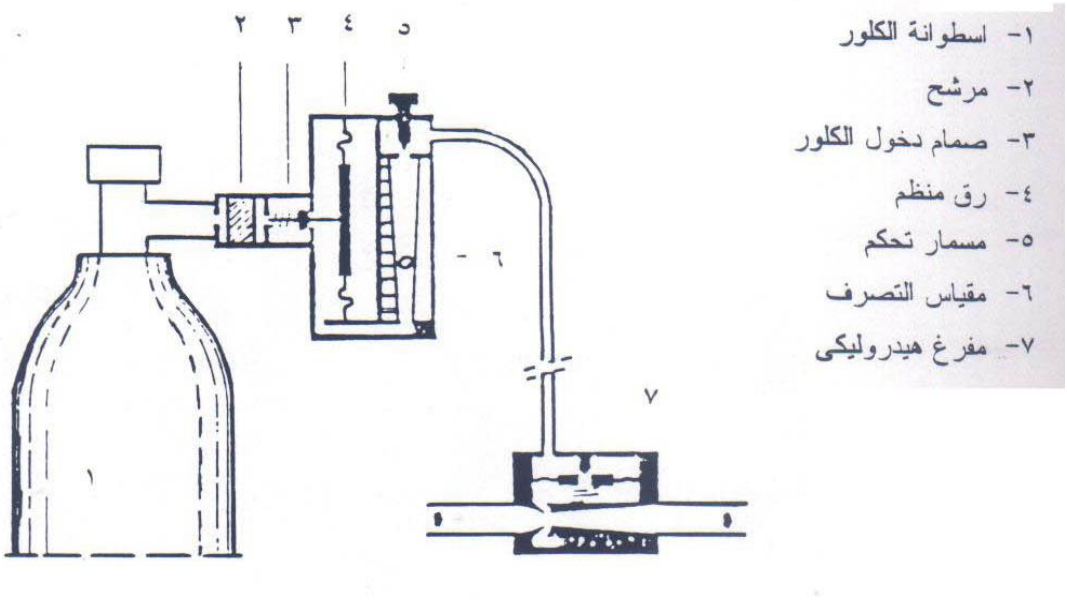
وهناك أنواع متعددة من أجهزة إضافة الكلور :

- **جهاز الكلور المندمج :**

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

ويجب تثبيت الاسطوانة فى الوضع الرأسي حتى لا تقع وتسبب مشاكل . كما يتطلب تركيب الجهاز إتخاذ احتياطات خاصة , لانه سهل الكسر .

ويبين الشكل رقم (7- 2) جهاز الكلور المندمج مركب مباشر على الاسطوانة



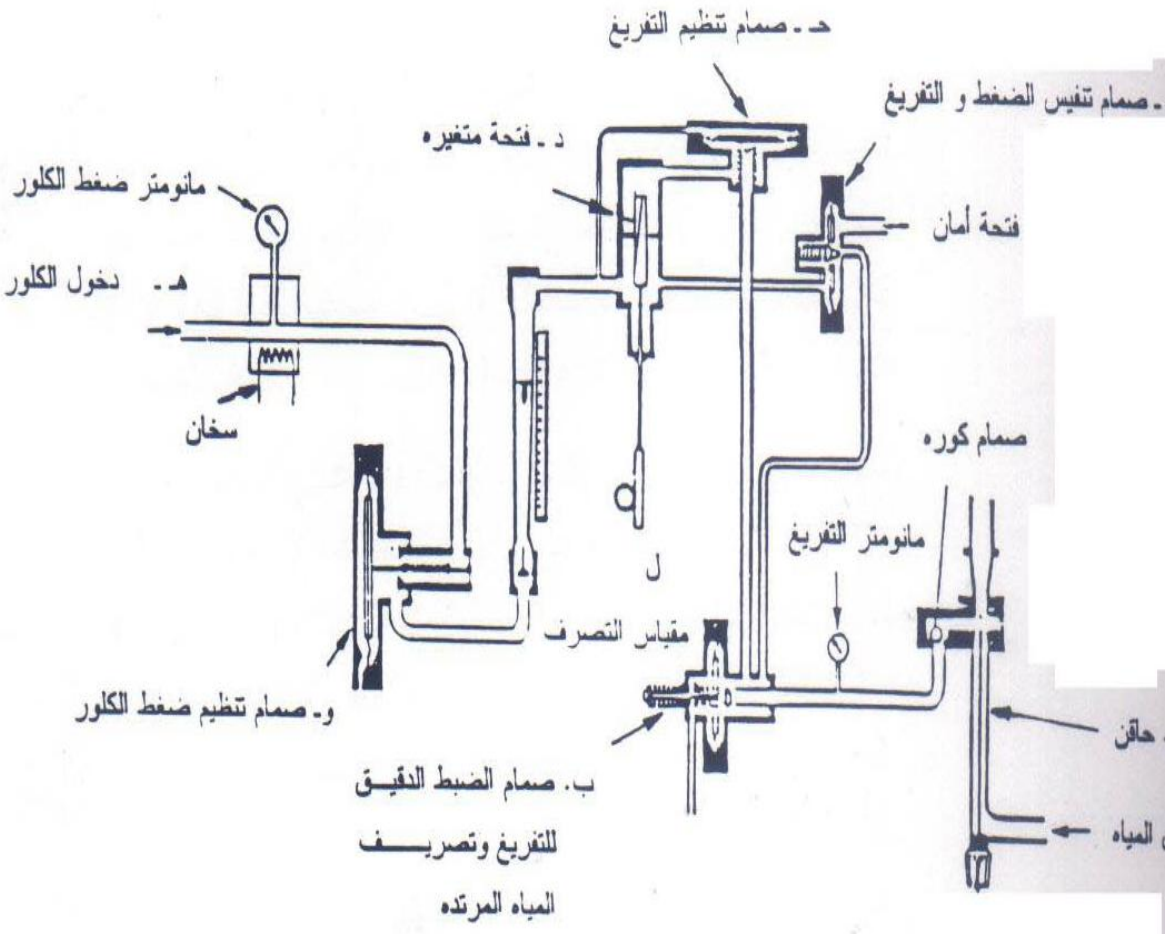
شكل رقم (7-2): جهاز الكلور المندمج

وينتج التفريغ بواسطة المفرغ الهيدروليكى (7) فيفتح محبس دخول الكلور (3) فتحة مناسبة بواسطة الرق المنظم (4) .وذلك حسب جرعة الكلور المطلوب اضافتها , و التى يتم ضبطها بواسطة المسمار (5) . ويتم بيان جرعة الكلور المضافة على تدريج أنبوبة القياس المسلوبة (6) . وعندما يتوقف تدفق المياه بالمفرغ , يقوم صمام عدم الرجوع الموجود بداخل الفرغ بمنع دخول الماء للجهاز.

وفى حالة كسر الماسورة بين المفرغ و الجهاز , يزول التفريغ على الرق (4) فيقفل صمام سريان الكلور (3).

- جهاز الكلور اليدوى ذو السعة الكبيرة .

ويوضحه الشكل رقم (7 – 3) .



شكل رقم (7-3): جهاز الكلور اليدوى

وعندما تتدفق المياه بالحاقن (أ) ينتج فراغا يمكن ضبطه بدقة بمسمار التحكم فى الصمام (ب) عن طريق لولب . و يعمل هذا الصمام على تصريف المياه المرتده أيضا . ثم يخنق التفريغ عند الصمام المنظم للتفريغ (ج) فيعطى فارق ضغط 30 سم على فتحة متغيرة لتصريف الغاز (د).

ويدخل غاز الكلور من ماسورة الدخول (هـ) ، ويمر خلال سخان لضمان حالته الغازية ، ثم يمر الغاز خلال مقياس التصرف (ل) ، و المجهز بعوامة تتحرك لأعلى وأسفل لبيان معدل التصرف . من اللوحة الامامية يمكن التحكم يدويا فى كمية الغاز المار عند الفتحة (د).

وهناك صمامان لضمان الأمان – صمام ضبط التفريغ (ب) وصمام تنفيس ضغط التفريغ (م) .كما يوجد فى الحاقن صمام كوره ، فان ضغط الماء على رق صمام ضغط التفريغ (ب) يفتح صمام التنفيس ، ويندفع الماء الى بالوعة الصرف من (فتحة الأمان) .

واذا استهلكت كمية الغاز فى الاسطوانة أو أو تم إغلاق الجهاز أو تعطل صمام فارق الضغط ، فسوف يحدث فراغ زائد تحت الفتحة (د).

ويدخل غاز الكلور من ماسورة الدخول (هـ) ،ويمر خلال سخان لضمان حالته الغازية . ثم ينفذ الغاز خلال صمام تنظيم ضغط الكلور (و) ، الذى يخفض الضغط الى ضغط التفريغ .ثم يمر الغاز خلال مقياس التصرف (ل) و المجهز بعوامة تتحرك لأعلى وأسفل لبيان معدل التصرف. ومن اللوحة الامامية يمكن التحم يدويا فى كمية الغاز المار عند الفتحة (د).

وهناك صمامان لضمان الأمان – صمام ضبط التفريغ (ب) وصمام تنفيس ضغط التفريغ (م) . كما يوجد فى الحاقن صمام كوره يمنع الماء من دخول جهاز الكلور عندما يتوقف المفرغ , حيث يصبح الضغط موجب داخله . وإذا تعطل صمام الكوره , فان ضغط الماء على رق صمام ضغط التفريغ (ب) يفتح صمام التنفيس , ويندفع الماء الى بالوعة الصرف من (فتحة الأمان).

واذا استهلت كمية الغاز فى الاسطوانة أو تم إغلاق الجهاز أو تعطل صمام فارق الضغط فسوف يحدث فراغ زائد تحت الفتحة (د) . ويتحرك الرق فى صمام التنفيس الى اليمين فيفتح الصمام و يدخل الهواء . وبنفس الطريقة اذا حدث ضغط زائد للغاز فى صمام تنفيس التفريغ الى اليمين , ويسمح للغاز بالمرور خلال فتحة الأمان.

- **جهاز الكلور الألى ذو السعة الكبيرة**

  وهو لا يختلف عن جهاز الكلور اليدوى الا فى أن هناك محركا كهربائيا يتحكم فى الفتحة (د) ، كما وأنة هناك أيضا تحكم يدوى يستخدم فى بداية تشغيل الجهاز .
  وهذا الطراز يستخدم غالبا فى الكلور النهائية .

الفصل الثامن

التخزين و التوزيع

8	الفصل الثامن

التخزين و التوزيع

1 - التخزين :

يتناول هذا الفصل عمليات تخزين الماء و توزيعه . ويشمل التخزين : التخزين الأرضي ،والتخزين العالي . أما بالنسبة للتوزيع فيناقش هذا الفصل طلمبات الضغط العالي ، وشبكة التوزيع .

1-1 التخزين الأرضي

الغرض منه استقبال المياه بعد خروجها من المرشحات ، وتحقيق فترة تلامس بين المياه المرشحة وجرعة الكلور المضافة لتحقيق التطهير .

وتحسب طلمبات التوزيع (طلمبات الضغط العالي) المياه من الخزانات الأرضية عن طريق بيارة المياه المرشحة ، لدفعها في شبكات التوزيع للاستهلاك .

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

ويتم حساب كمية التخزين الأرضي لتفي بالاحتياجات التالية :

- الفرق بين أقصي استهلاك يومي و التصرف التصميمي .
- حجم تخزين للطواري من 4 الي 10 ساعات من الإنتاج اليومي .
- الزمن اللازم للتلامس بين الكلور و الماء للتطهير (30 دقيقة) .
- تضاف كمية التخزين لمواجهة الحرائق إلي أكبر كمية من الكميات الثلاثة السابقة .

ويختلف معدل مياه الحريق حسب تعداد السكان ، ويحدد الكود المصري معدلات الحريق كما هو موضح في الجدول رقم (8 – 1) .

جدول رقم (8 – 1)

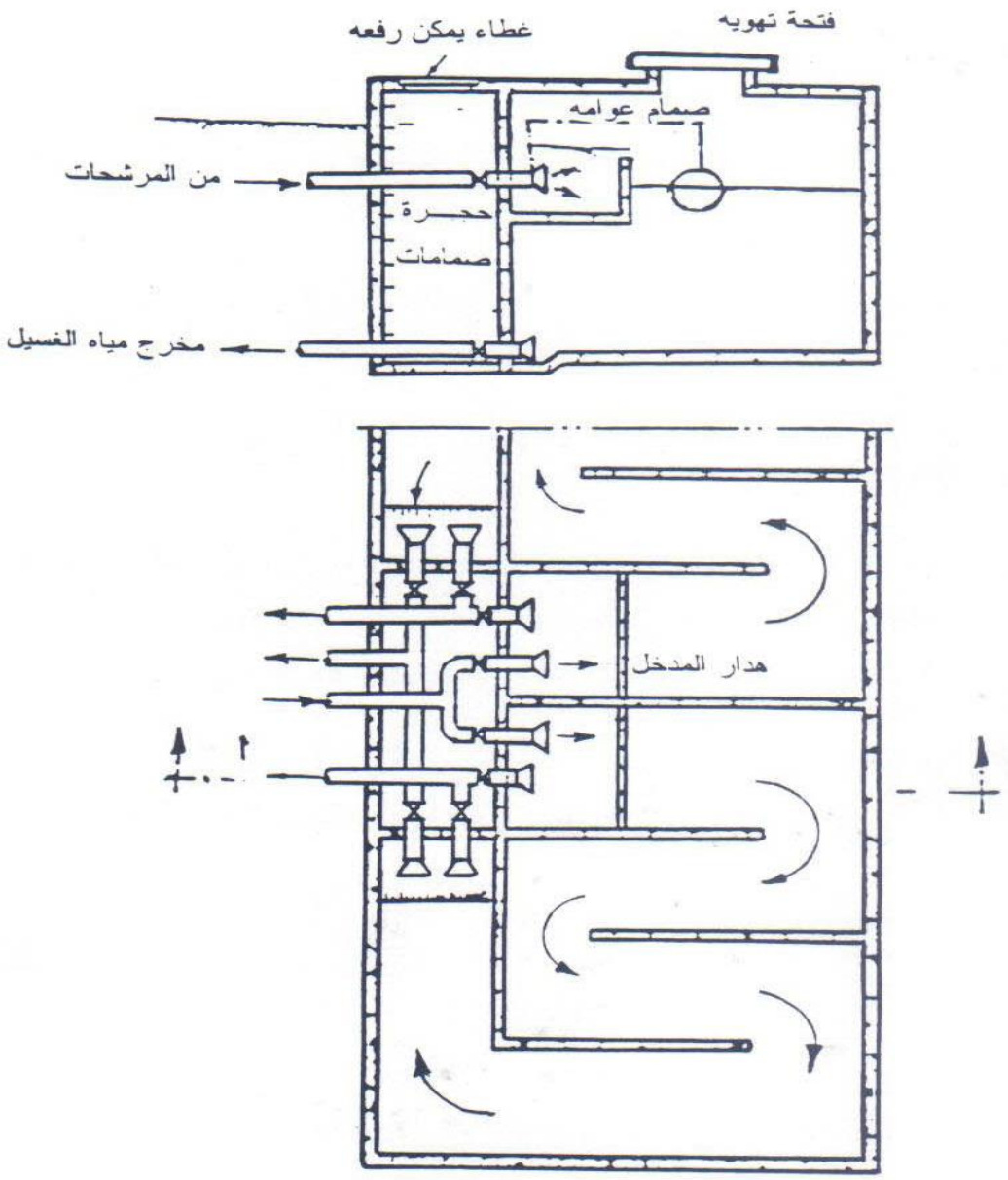
معدلات مياه الحريق حسب الكود المصري

تعداد السكان (نسمة)	معدل مياه الحريق (لتر / ثانية)
حتي 5000	5
حتي 10000	20
حتي 25000	25
حتي 50000	30
حتي 100000	40
أكبر من 100000	50

ويستحسن أن يكون حجم الخزانات الأرضية من 25 % إلي 30 % من إنتاج العملية اليومي .

وتؤدي الخزانات الأرضية في عملية التنقية إلي :

- تقليل التكاليف الإجمالية لعملية التنقية ، إذ بدونها يجب أن تكون طاقة العملية قادرة علي مواجهة أقصي تصرف مطلوب ، وهو يصل عادة إلي 2.5 مرة التصرف المتوسط.
- تخزين المياه عند نقص الاستهلاك عن المتوسط ، لتغطية فرق الاستهلاك عن أقصي حمل وقت الذروة . ويؤدي ذلك بطبيعة الحال إلي تصغير حجم عملية التنقية .



شكل رقم (٨-١)
قطاع فى خزان أرضى

2-1 التخزين العالي

وهو تخزين المياه في خزانات عالية يتم إنشاؤها من الخرسانة المسلحة أو من الصلب ، في أنحاء شبكة التوزيع . وتحقيق الخزانات العالية ما يلي :

- تعويض الفرق بين أقص استهلاك و متوسط الاستهلاك .
- تحقيق التوزان في شبكة التوزيع ، و الحد من التغير في الضغط المناطق المختلفة .
- تخزين كمية مياه و الحفاظ علي الضغط في شبكة التوزيع لمواجهة الحرائق و الطواريء .
- تحقيق تشغيل طلمبات الضغط العالي بمعدل تصرف ثابت ، مع تثبيت عامود الضغط الذي تعمل ضده الطلمبات .

ويبين الشكل رقم (8 – 2) بعض النماذج للخزانات العالية ، كما يوضح الشكل رقم (8-3) توصيلات الخزان العالي .

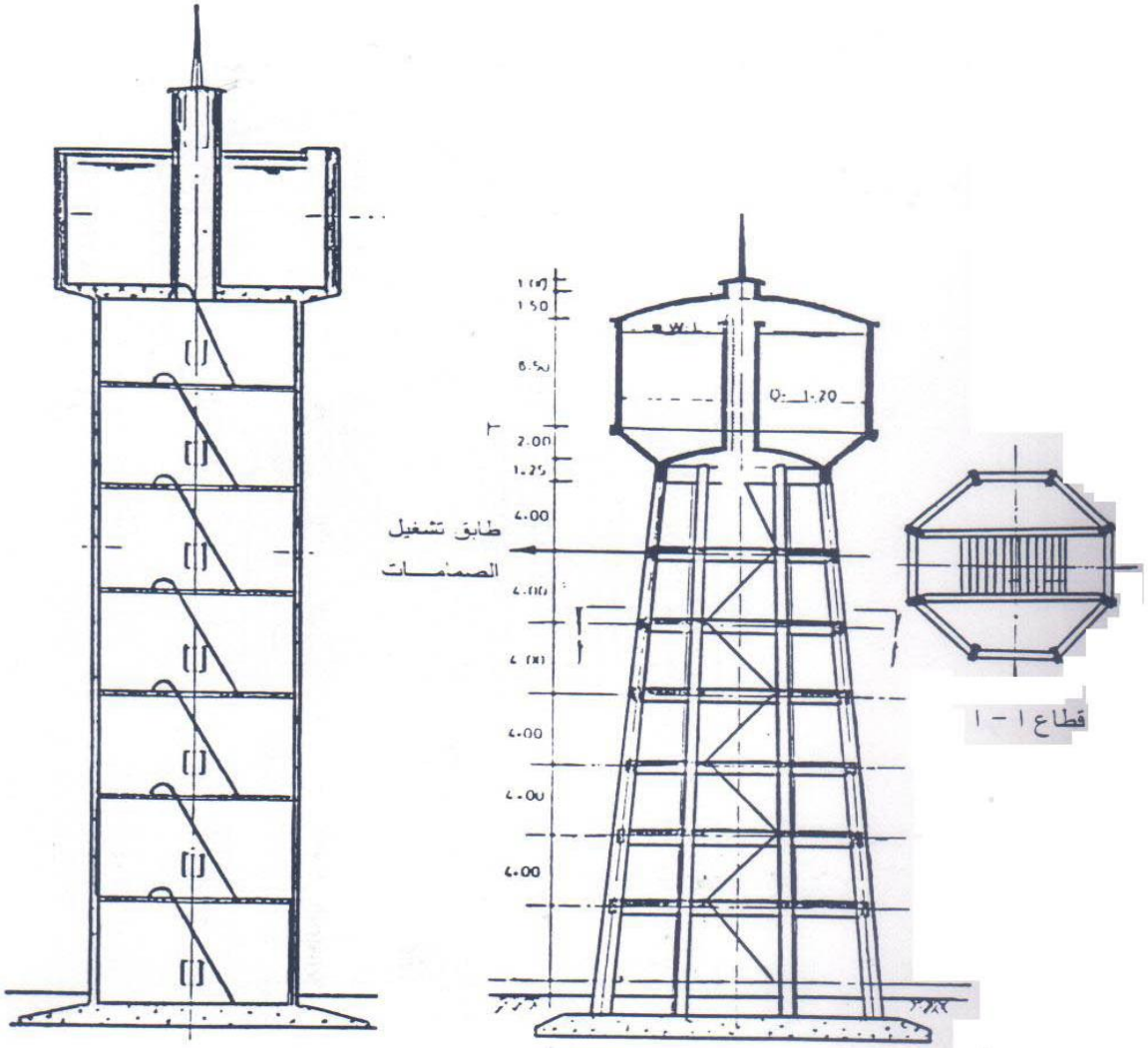
2 – التوزيع

2-1 طلمبات الضغط العالي

طلمبات الضغط العالي (High Lift Pumps) هي مجموعة الطلمبات التي تسحب المياه المرشحة المطهرة من الخزان الأرضي ، عن طريق بيارة المياه المرشحة ، وتضخها في شبكة التوزيع لاستهلاك المواطنين .

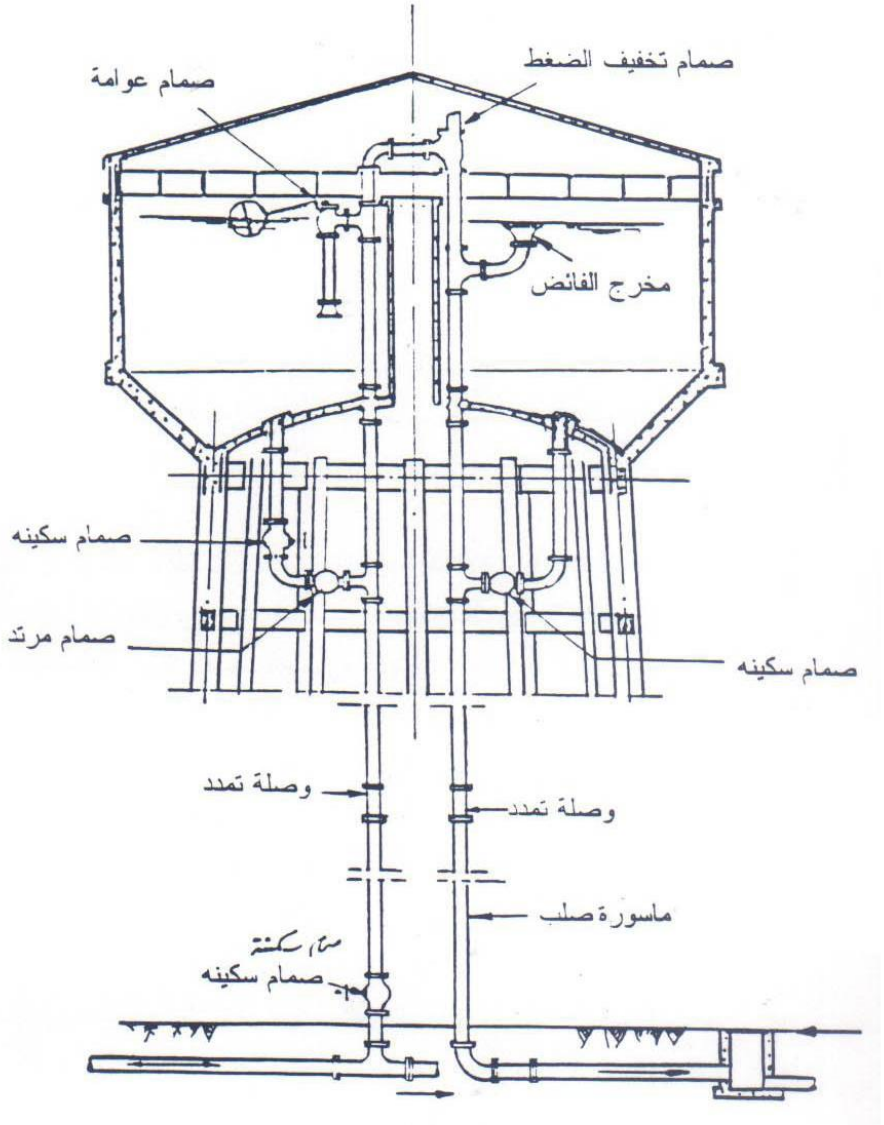
ويتم اختيار موقع مبني طلمبات الضغط العالي بحيث يكون أقرب ما يمكن إلي خزان المياه الأرضي . ويجب أن تتوفر في المبني الشروط الأتية :

- أن يكون مناسباً هندسياً ومعمارياً لمباني العملية .
- أن تلحق به بيارة متصلة بالخزان الأرضي ، وأن تمتد مواسير سحب الطلمبات للسحب من البيارة .
- أن يتسع المبني لأي توسعات مستقبلية .



شكل رقم (٨-٢)
نماذج للخزانات العالية

- أن يتم تخطيط المواسير والكابلات الكهربائية بالمبني بشكل يسهل معه تشغيلها و صيانتها .



شكل رقم (٨-٣)
توصيلات الخزان العالى

و يتوقف التصرف التصميمي لمحطة طلمبات الضغط العالي علي العوامل الأتية :

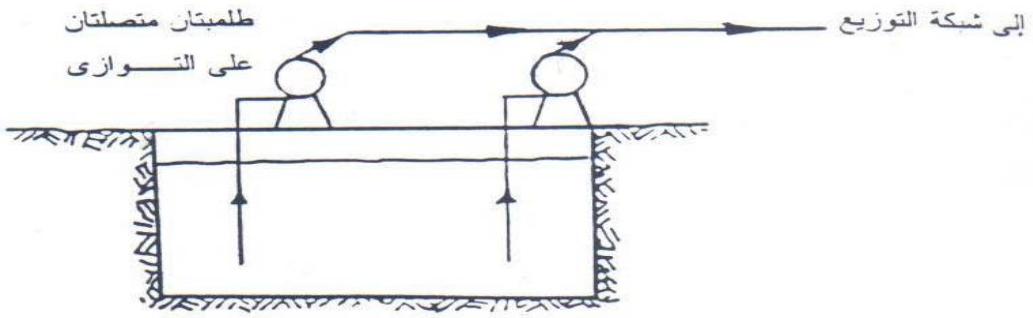
- عدد السكان الذين تخدمهم العملية .
- متوسط الأستهلاك باللتر / فرد / يوم .
- التغيرات الموسمية لمتوسط الأستهلاك .
- تغير الأستهلاك علي مدي ساعات اليوم .
- سعة خزانات المياه العالية .
- ساعات تشغيل الطلمبات في اليوم .

ويفضل أن يكون التصرف التصميمي لمحطة الطلمبات مساوياً للتصرف اليومي أثناء فترة الصيف ، مع إضافة وحدات احتياطية في حدود 25 – 50 % من الوحدات الأساسية .

ويكون ضغط تشغيل هذه الطلمبات مساوياً الضغط المطلوب تحقيقه في شبكة التوزيع ، مضافاً إليه فواقد الضغط في الشبكة التوزيع ، ومضافاً إليه أيضاً الفرق بين منسوب المياه و منسوب الطلمبات عندما تكون الطلمبات في منسوب أعلي من منسوب مياه البيارة .

ومن المفضل أحياناً أن تكون الطلمبات في منسوب أوطي من منسوب المياه في البيارة ، وفي هذه الحالة يتم الاستغناء عن تحضير الطلمبات وما يسببه من مشاكل .

ويبين الشكل رقم (8 – 4) أسلوب توصيل الطلمبات داخل محطة الطلمبات و الذي يكون عادة علي التوازي .



شكل رقم (٨-٤)
توصيل الطلمبات على التوازى

ويركب على خط سحب كل طلمبة فى هذه الحالة محبس قفل، يتم إغلاقه فى الحالات التالية:

- عند إيقاف الوحدة عن التشغيل، حتى لا يتسرب الهواء إلى الوحدات الأخرى التى تعمل، وحتى لا يهرب الماء من الوحدة المتوقفة، ويساهم ذلك فى تسهيل عملية التحضير التالية.
- عند فك الوحدة للإصلاح.

يركب على خط طرد كل طلمبة:

- محبس عدم رجوع (Non-return valve)، ويركب عادة بين الطلمبة ومحبس الطرد، وهو يساعد على:
  - السماح بانسياب الماء من الطلمبة إلى الشبكة، وعدم السماح برجوع الماء من الشبكة إلى الطلمبة فى حالة انقاطع التيار الكهربائى فجأة، وبذلك لا يحدث تحميل مفاجئ على المروحة والعامود يؤدى إلى كسر العامود.
  - سرعة تحضير المجموعة فى حالة إحكام القفل.

محبس الطرد (Delivery Valve) وهو محبس قفل ، ويفيد في :

- يصعب بدونه تحضير الطلمبة قبل بدء تشغيلها .
- يتم التحميل منه بفتحه خطوة للحفاظ علي الطلمبة و المحرك .
- يمكن بواسطته التحكم في كمية التصرف المطلوب من الطلمبة .

- يسمح بعزل الطلمبة عن الشبكة لإجراء الصيانة في الطلمبة أو في محبس عدم الرجوع عند اللزوم .

كما يركب علي المضخات الأجهزة التالية :

- عداد قياس التصرف ، لإمكان متابعة أداء الطلمبة .
- مانومتر سحب .
- مانومتر طرد .

ويفضل تزويد الوحدات بعدادات ذات أجهزة تسجيل سواء للتصرف أو للضغط لإمكان متابعة أداء الطلمبة يومياً .

3 -شبكة التوزيع

وهي شبكة توزيع المياه علي المستهلكين في المدينة وهي موضوع قائم بذاته . وهنا نذكر باختصار شديد ، أنه لتحقيق التحكم السليم و حسن الأداء ومنع التلوث و تقليل الفواقد في الشبكات ، يجب مراعاة النقاط التالية :

- عزل شبكة المياه عن شبكة الصرف الصحي و عدم تداخلهما ، ومن المستحسن أن تبعد خطوط المياه عن خطوط الصرف الصحي بمسافة أفقية لا تقل عن 3 متر ، ومسافة رأسية لا تقل عن نصف متر .
- عدم توصيل الشبكات بأي مصدر أخر للمياه (أبار مثلا) ، إلا بعد التأكد من صلاحيته تماماً و مطابقته للمعايير القياسية و عدم احتمال تعلرضه للتلوث .
- التصميم السليم لأقطار المواسير ، وخاصة المواسير المتلاقية لضمان سلامة و حسن أنسياب المياه في الشبكة ، وتقليل الأطراف الميتة .
- حسن توزيع حنفيات الحريق لتسمح بإمكان غسيل كل جزء من أجزاء الشبكة .
- تركيب محابس الهواء في الأماكن التي تستلزم تركيبها (الأماكن المرتفعة) مع حمايتها حتي لا تكون مصدر تلوث إذا حدث تفريغ في خطوط المواسير . كما يجب حماية حجرات المحابس ضد الغرق .

- تركيب محابس و خطوط الغسيل في الأماكن المنخفضة من الشبكة لضمان إتمام عملية الغسيل بنجاح ، وتفريغ الخطوط مما قد يكون بها من رواسب .
- حسن توزيع محابس القفل في شبكة المواسير، لتمكين العاملين من عزل أي منطقة بغير حاجة إلي قفل المياه عن الشبكة كلها ، أو عن مناطق كبيرة دون داع .
- استعمال المواد المبطنة للخطوط و الخزانات (إذ لزم الأمر) من المواد المقاومة للصدأ ، و عدم استعمال أي مواد ينتج عنها رائحة أو لون أو عكارة أو سمية .
- يجب اتباع و مراعاة الأصوال الهندسية و الفنية السليمة عند تركيب خطوط المواسير و ملحقاتها (الحفر و أبعاده و الردم ... إلخ) لتقليل كمية الأعمال عند صيانة الخطوط ، وتقليل تكاليف التشغيل و الصيانة إلي الحد الأدني .
- يلزم حماية خطوط الشبكة و ملحقاتها ضد التلوث أثناء التركيب .

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
Water & Wastewater Management Program
Holding Company for Water and Wastewater (HCWW),
Corniche El Nil, Water Treatment Plant-Road El Farag
Tel.: +2 02 245 98 405/411
Fax: +2 02 245 98 405/411
Website: www.gtz.de

الوكالة الألمانية للتعاون الفني
برنامج إدارة مياه الشرب و الصرف الصحي
الشركة القابضة لمياه الشرب و الصرف الصحي
كورنيش النيل محطة مياه رياض الفرج
تليفون : ٠٠٢٠٢ ٢٤٥ ٩٨ ٤٠٥/٤١١
فاكس: ٠٠٢٠٢ ٢٤٥ ٩٨ ٤٠٥/٤١١
موقع إلكتروني: www.gtz.de