USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

خلفية علمية
عن تنقية و توزيع مياه الشرب
و تجميع و معالجة مياه الصرف الصحي

تم اعداد هذا المستند بواسطة مشروع دعم قطاع المياه و الصرف الصحي الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية

خلفية علمية عن تنقية و توزيع مياه الشرب و تجميع و معالجة مياه الصرف الصحي

مشروع دعم قطاع مياه الشرب و الصرف الصحي

ممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية

المصادر الطبيعية للمياه ومعدلات الاستهلاك المائية وأعمال الإمداد بمياه الشرب

برنامج

إعداد وتنمية الكوادر الشابة بمحطات تنقية مياه الشرب

المصادر الطبيعية للمياه ومعدلات الأستهلاك المائية

وأعمال الأمداد بمياه الشرب

المحتويات

الفصل الأول

المصادر الطبيعية للمياه والإحتياجات المائية **١-١ ٣١**

الفصل الثانى

تكنولوجيا تنقية المياه السطحية **١-٨٩**

الفصل الثالث

النظم الهندسية لتوزيع مياه الشرب **١-١٣**

الفصل الرابع

المعامل بمحطة تنقية مياه الشرب ودورها فى التأكيد علـى جودة المياه ومطابقتها للمواصفات المصرية القياسية **١-٢٩**

الفصل الخامس

متطلبات التشغيل والصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب **١-١٨**

الفصل السادس

تكلفة إنتاج المتر المكعب من مياه الشرب ومؤشرات الإنجاز بمحطات تنقية مياه الشرب **١-٥**

المراجع ...

الفصل الأول

المصادر الطبيعية للمياه والإحتياجات المائية

الفصل الأول

المصادر الطبيعية للمياه والإحتياجات المائية

١-١ مقدمة

بدون الماء لا يمكن أن توجد حياة فالماء شريان الحياة علي كوكبنا الأرض والذى يسـمي بكوكـب الماء حيث يغطي الماء في حالته السائلة والصلبة أربعة أخماس عالمنا.

وكمية المياه في الكون ثابتة علي مدي العصور، إلا أن مصادر المياه العذبة قابلة للنضـوب، لـذلك يجب المحافظة عليها والتحكم فيها، وإن أمكن العمل علي زيادتها، وأي تلوث للمياه الطبيعية ضـار للحياة ولأي كائن حي يعتمد عليها، ويوضح ذلك تفاقم مشاكل المياه وازدياد أهميتهـا أينمـا إتجـه الإنسان، الأمر الذي يستلزم إستمرار التقدم العلمي، وزيادة الخبرات في ميادين تنقية المياه.

ويختص علم الهيدرولوجيا بدراسة توزيعات المياه في الكرة الأرضية وبحركتها المستمرة من البحار إلي الجو ومن الجو إلي اليابسة ومن الأرض عوداً إلي البحـار وتسـمي هـذه الـدورة بالـدورة الهيدرولوجية. وتغطي المحيطات ٧١% من سطح الأرض، وتحتوي علي ٩٧% من ميـاه الكـرة الأرضية، ٣% الباقية توجد فى الجو كبخار ماء وعلي الأرض ككميات عذبة وثلوج وجليد، وتحـت سطح الأرض كمياه جوفية والجدول رقم (١-١) يبين توزيع كميات المياه علي الكرة الأرضية.

جدول رقم (١-١) توزيع كميات المياه علي الكرة الأرضية

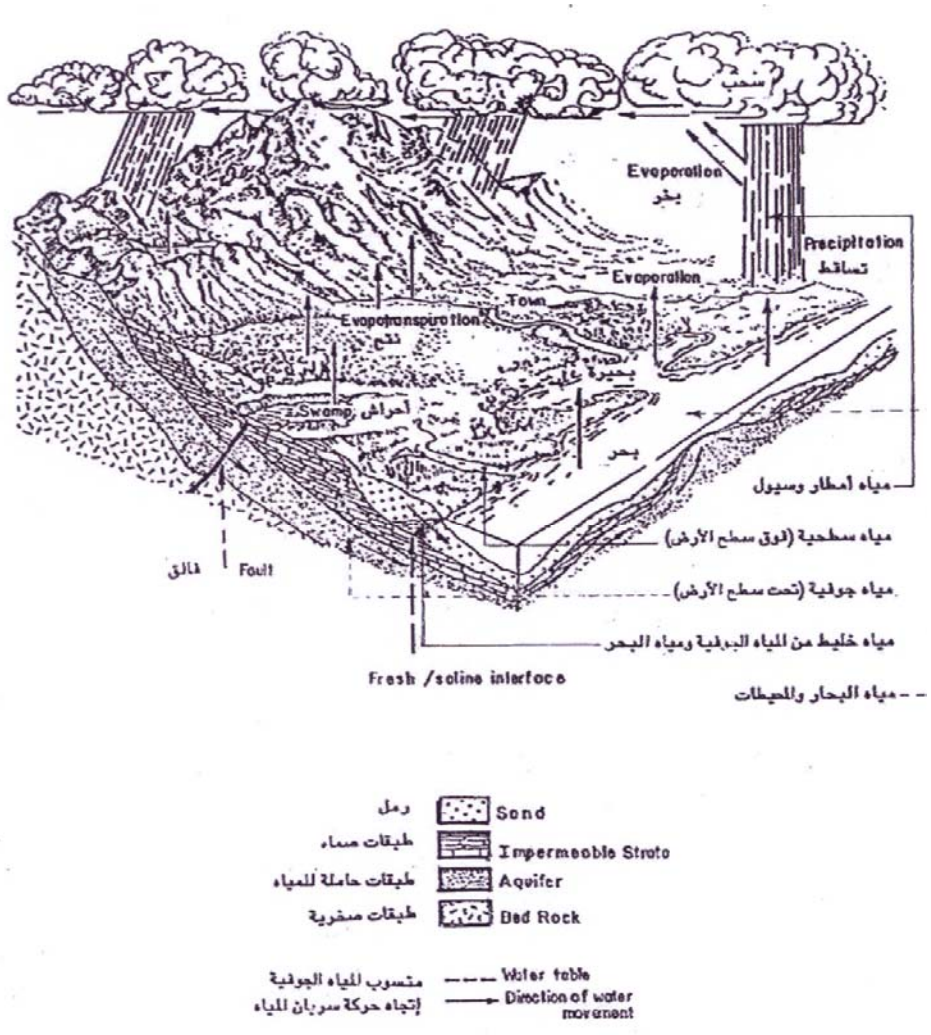
نوعية المياه	الحجم ١٠٠٠ كم مكعب	النسبة المئوية
مياه من مكونات الغلاف الجوي	١٣	٠.٠٠١
مياه مالحة في البحار والمحيطات	١٣٢٠٠٠٠	٩٧.٢٠٠
مياه مالحة في البحيرات والبحار الداخلية	١٠٤	٠.٠٠٨
مياه عذبة في البحيرات	١٢٥	٠.٠٠٩
مياه عذبة في الأنهار وفروعها	١.٢٥	٠.٠٠٠١
مياه عذبة متجمدة في المرتفعات والمناطق القطبية	٢٩٠٠٠	٢.١٥
مياه في مكونات الكائنات الحية	٥٠	٠.٠٠٤
مياه ضمن مكونات التربة فوق منسوب المياه الجوفية	٦٧	٠.٠٠٥
مياه جوفية حتي عمق ٨٠٠ متر	٤٢٠٠	٠.٣١
مياه جوفية علي عمق بين ٨٠٠ و٤٠٠٠متر	٤٢٠	٠.٣١
المجموع	**١٣٦٠٠٠٠**	**١٠٠.٠٠**

١-٢ الدورة الهيدرولوجية ومصادر المياه فى الطبيعة

الشمس والأرض والغلاف الجوى تكون معا الآلة الطبيعه الجباره التى تنتج لنا المناخ، فالشمس هى " الفرن " الذى يتحول فيه الوقود إلى طاقة إشعاعية، والمناطق الحارة من الأرض هى " الغلاية " التى تتحول بها الطاقة الى حرارة مفيدة وتحرك هذه الحرارة الهواء الجوى لينجز " شغلا " وهو ما

نسميه " بالمناخ ". والشغل الناتج عن هذه " الآلة " ضئيل فهولا يتعدى تحويل ٣ % من الوقود الذى يعطى لها إلى طاقة حركية، غير أن فى هذه النسبة مايكفى لتنشأ الرياح التى تنقل ملايين الأطنان من الأتربة وبخار الماء آلاف الكيلومترات.

وترفع الشمس الماء من سطوح البحيرات والبحار والمحيطات ومجارى الأنهار على اختلاف حجومها وما ينتج من النباتات، وتتكون السحب التى تتحرك فوق اليابسة والماء، وعندما ترتفع أوعندما تلامس كتلا هوائية أبرد منها تتلاصق جزيئات البخار ولا تستطيع البقاء محمولة فى الهواء وعندئذ يسقط المطر أوالبرد أوالثلج، والدورة الهيدرولوجية موضحه بالشكل رقم (١-١).



شكل رقم (١-١) الدورة الهيدرولوجية ومصادر المياه فى الطبيعة

ويتبخر الماء من سطح الأرض والمسطحات المائية من بحار ومحيطات فتتكون السحب ثم تسقط المطار فتتدفق المياه على سطح الأرض حيث يتبخر مرة أخرى، أومن النباتات حيث ينتج بخار الماء الذى يتصاعد الى الغلاف الجوى أوينفذ خلال الأرض فيسيل مع الماء الجوفى إلى البحار مرة أخرى حيث يتبخر مكونا السحاب وهكذا فى دورة لا نهائية مكونة نظاما مغلقا نشطا بصفة مستمرة. تمتص النباتات جزءا من الماء الذى ينفذ خلال الأرض، وما يبقى منه يرشح فى باطن الأرض

مكونا الماء الجوفى المخزون فى المسافات التى تتخلل مواد القشرة الأرضية مثل الرمال والحصى ذات المسام الكبيرة ويسحب منها الماء عن طريق حفر الآبار.

وإذا سقط المطر على تربة غير منفذة فقد يسيل الماء على سطح الأرض فى نهيرات وجداول وسيول، أما إذا كان سطح الأرض مساميا أوكانت التربة مغطاة بنباتات تخفف من وقع قطرات الماء المتساقطة، فإن تسرب الماء الى باطن الأرض يزداد ويقل تدفقة على السطح وتنخفض سرعة حركة الماء عندما ينفذ من سطح التربة إلى باطنها، وإذا كانت التربة شديدة الاندماج أوتحتوى نسبة كبيرة من الطين، فقد تبطىء حركة الماء خلالها فلا يصل إلى المياه الجوفيه إلا بعد فترة زمنية طويلة.

والماء الذى يصل إلى الخزان المائى الجوفى لا يظل منفصلاً عن الدورة المائية الطبيعية، إذ يتحرك هذا الماء الجوفى عائدا إلى المحيط، ولوأن ذلك قد يحدث ببطء شديد، وقد يصادف الماء بحيرة تبخر ماؤها أوقد يندمج مع مجرى ماء يسيل فوق الأرض، وعندما يصل هذا المجرى إلى المحيط يمكن القول إن الدورة المائية الطبيعية قد اكتملت.

ويغطى الماء نحو ٧٥% من سطح الكرة الأرضية، ويقدر الحجم الكلى للماء على وجه الأرض برقم ضخم يبلغ نحو ١.٣٨٦ بليون كم^{٣} وتكون المحيطات نحو٩٦.٥ % (١.٣٣٨ بليون كم^{٣}) مـن هـذا الماء. ومن رأى بعض الباحثين أن الأقرب للمنطق أن نسمى الكوكب الذى نعيش عليه " المحـيط " أو" كوكب الماء "، بدلا من كوكب الأرض.

١-٣ معدلات إستهلاك المياه

قبل تحديد الأسس التي تم اعتمادها في تقدير الطلب علي المياه، وكذلك تحديد نسب التزويد بالمياه وتطورها لابد من أخذ قرارات واضحة حول طريقة التزويد لكل مدينة أو تجمع سكني، وكذلك تحديد معدلات الإستهلاك للفرد، ما يتطلبه ذلك من تحديد المعايير والافتراضات التي سيتم استخدامه لاختبار طريقة التزويد بالمياه، وكذلك تحديد متي يتم إنشاء شيكات التوزيع؟ ومتي يتم إنشاء الوصلات المنزلية؟ وما هي نسبة الربط لشبكة التوزيع والمتوقع الوصول إليها عند بداية تشغيل مشروعات الإمداد بمياه الشرب، وكذلك في المستقبل القريب والبعيد؟

١-٣-١ معدل إستهلاك المياه للفرد

معدل إستهلاك المياه للفرد المقيم بأي مدينة أو تجمع سكني صغير، هو كمية المياه التي يسـتخدمها هذا الفرد طوال اليوم لمختلف الأغراض المعيشية محملاً عليها كافة الإستهلاكات البشـرية لجميـع الأنشطة المختلفة بالمدينة. وبطبيعة الحال فهذا المعدل ليس ثابتاً طوال اليوم بل متغير من ساعة إلي أخري ويصل إلي أدني قيمة له في فترة السكون ليلاً وأقصي قيمة له في فترات النهار تبعاً للأنشطة المختلفة بالمدينة أو التجمع السكني، كما أنه يختلف من يوم لآخر بإختلاف المواسم صيفاً وشتاءاً.

٢-٣-١ تصنيف إستهلاك المياه في مصر

يمكن تصنيف إستهلاك المياه بالمدن والقرى المصرية إلي:

١-٢-٣-١ الإستهلاك المنزلي

تستخدم المياه داخل المنزل في أغراض كثيرة مثل إعداد الطعـام، وأعمـال النظافـة الشخصـية، وتنظيف المكان، وغسل الملابس، وتستهلك الأجهزة الصحية المركبة في الحمامات ودورات الميـاه كميات كبيرة من المياه. علاوة علي ذلك ففي المجتمعات الإسلامية هناك كميات كبيرة مـن الميـاه تستهلك في الوضوء.

٢-٢-٣-١ الإستهلاك العام للمياه

يعرف إستهلاك المياه في المصالح الحكومية والمعاهد التعليمية والكليات والمـدارس والمستشـفيات والمستوصفات والمساجد ودور العبادة وأعمال النظافة العامة بالإستهلاك العام.

٣-٢-٣-١ الإستهلاك التجاري

وهو إستهلاك المياه في الأنشطة التجارية ويشمل المحلات التجارية (أسواق تجاريـة - خضـار – فاكهة - دواجن - لحوم - صيدليات - مقاهي ... الخ).

٤-٢-٣-١ الإستهلاك الصناعي الخدمى

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

٣-٣-١ نسب معدلات إستهلاك المياه في الظروف المصرية

تختلف النسب المئوية لمعدلات إستهلاك المياه من مدينة أو قرية لأخرى طبقاً لطبيعـة المدينـة أو القرية ونوع النشاط الذي يمارس بها. فهناك المدينة السكنية والمدينة الصناعية والمدينـة التجاريـة والمدينة الزراعية والمدينة الساحلية والمدينة الصحراوية. ويوضح الجدول رقم (١-٢) نسب مقترحة لمعدلات إستهلاك المياه بالمدن والقرى المصرية.

جدول رقم (١-٢) نسب مقترحة لمعدلات إستهلاك المياه للأنشطة المختلفة بالمدن والقرى المصرية

تصنيف الإستهلاك	نسبة التوزيع في المدن المصرية %			نسب التوزيع في القرى المصرية %		
	أصغر من ١٠٠.٠٠٠ نسمة	حتى ٥٠٠.٠٠٠ نسمة	أكبر من ٥٠٠.٠٠٠ نسمة	أصغر من ١٠٠٠ نسمة	حتى ٥٠٠٠ نسمة	أكبر من ٥٠٠٠ نسمة
الإستهلاك المنزلي	٥٥	٥٠	٤٥	٩٥	٩٠	٨٥
الإستهلاك العام وخلافه	١٥	١٥	١٥	٣	٥	١٠
الإستهلاك التجاري	١٥	١٥	١٥	٢	٥	٥
الإستهلاك الصناعي	١٥	٢٠	٢٥			
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

كما يمكن تقديرهما طبقاً للعلاقات الأتيه :

أولاً – في المدن المصرية :

الإستهلاك المنزلي المقترح للمدن يتراوح بين ٩٥ – ١٣٥ لتر/ فرد/ يوم

- أكبر معدل إستهلاك لجميع الأغراض بالمدن = $\frac{١٠٠\times١٣٥}{٤٥}$ =٣٠٠ لتر/ فرد/ يوم

(وذلك للمدن التي يزيد عدد سكانها عن ٥٠٠٠٠٠ نسمة) وكذلك للمدن الجديدة.

- أدني معدل إستهلاك المياه لجميع الأغراض للمدن = $\frac{١٠٠\times٩٥}{٥٥}$ =١٧٠ لتر/فرد/يوم

(وذلك للمدن التي يقل عدد سكانها عن ١٠٠٠٠٠ نسمة).

ثانياً - في القرى المصرية :

الإستهلاك المنزلي المقترح من الجدول السابق رقم (١-٢) يتراوح بين ٦٥ - ١٠٥ لتر/فرد/يوم

- أكبر معدل إستهلاك لجميع الأغراض بالقرى = $\frac{١٠٠\times١٠٥}{٨٥}$ =١٢٤ لتر / فرد/يوم

(وذلك للقرى التي يزيد عدد سكانها عن ٥٠٠٠ نسمة)

- أدني معدل إستهلاك لجميع الأغراض بالقرى = $\frac{١٠٠\times٦٥}{٩٥}$ =٦٨ لتر / فرد / يوم

(وذلك للقرى التي يقل عدد سكانها عن ١٠٠٠ نسمة)

١-٤ العوامل المؤثرة علي زيادة أو نقصان معدل إستهلاك المياه

العوامل المؤثرة على معدل إستهلاك المياه تشمل ما يلي :

١-٤-١ حجم المدينة أو التجمع السكنى

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

١-٤-٢ العوامل المناخية البيئية والموسمية

تزداد معدلات إستهلاك المياه بإزدياد درجات الحرارة بوجه عام كما أن معدل الإستهلاك للمياه في شهور الصيف يكون أكبر منه في شهور الشتاء.

١-٤-٣ مستوى المعيشة

كلما زاد مستوى معيشة الأفراد زادت معدلات الإستهلاك والحمد لله فأن مستوى معيشة الأفراد فى جمهورية مصر العربية يزداد بصفة دائمة وبالتالي فأن إستهلاك المياه سوف يزداد في المستقبل وكذلك كلما زاد النشاط التجارى والصناعى تزداد معدلات الإستهلاك بالزيادة.

١-٤-٤ ضغط المياه

المقصود بضغط المياه هو ضغط المياه المتاح بالشبكة وكلما زاد الضغط زاد إستهلاك المياه والعكس

صحيح. ونتوقع عند إستكمال شبكات التوزيع وتوفير كميات المياه المطلوبة وزيادة الضغط وبالتالي يزداد الإستهلاك.

١-٤-٥ نوعية المياه

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

١-٤-٦ سعر المياه ونظام القياس

عندما تتوفر أجهزة القياس لمعرفة الإستهلاك وعندما يكون سعر المياه غالياً. فأن المواطنين (خاصة الفقراء ومتوسطي الدخل) سوف يحاولون تقليل معدل إستهلاك المياه بغرض تقليل النفقات.

١-٤-٧ تواجد نظام متكامل للصرف الصحي

عندما تتواجد خدمات لشبكات تجميع مياه الصرف الصحي لمنطقة ما بالمدينة. وجد أن معدلات إستهلاك المياه إزدادت في حدود ٢٠-٣٠% من الإستهلاك السابق قبل إنشاء هذه الشبكة.

١-٥ معدل إستهلاك المياه المستقبلى للمدن والقرى المصرية

نظراً للتطور الكبير في مدن وقرى جمهورية مصر العربية. ومع الزيادة المستمرة في تعداد السكان وكذلك ارتفاع مستوى المعيشة والتعليم والصحة، فإن معدلات إستهلاك المياه سوف تزداد في المستقبل مما يتطلب تأمين كميات هائلة من المياه وقد أثبتت الدراسات جميعها أن معدلات إستهلاك المياه تزداد بإزدياد عدد السكان وتستخدم المعادلات التالية في تحديد نسبة الزيادة في معدل الإستهلاك :

$$\%Increase = \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{0.125} - 1 \right]^{(T_2 - T_1)} \times 100 \qquad (١-١)$$

وتستخدم هذه المعادلة لنظام توزيع المياه في وجود أجهزة قياس التصرف في كل مبنى:

$$\%Increase = \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{0.11} - 1 \right]^{(T_2 - T_1)} \times 100 \qquad (٢-١)$$

وتستخدم هذه المعادلة عندما تكون نسبة الفاقد قليلة جداً.

حيث أن :

P_1 = عدد السكان حالياً.

P_2 = عدد السكان في المستقبل.

$(T_2 - T_1)$ = الفترة الزمنية.

علماً بأن الزيادة في معدل الإستهلاك لا يتعدى ٠.٠٥ %.

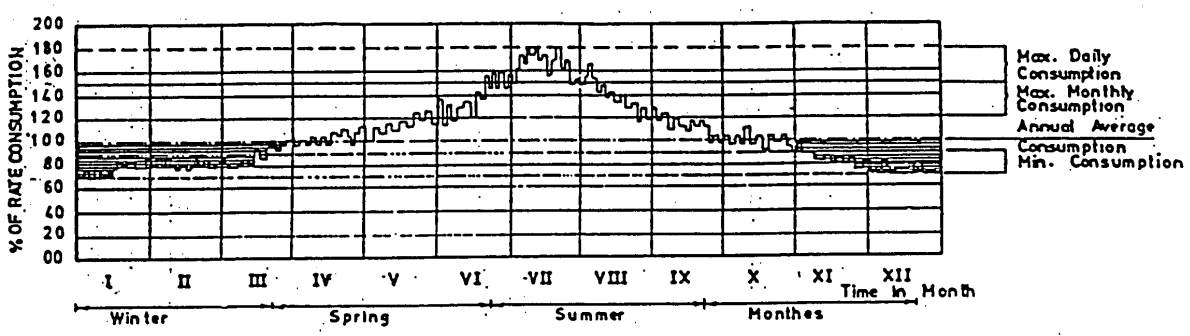
وتستخدم طريقة تقريبية بسيطة يمكن إستخدامها تنص علي أن الزيادة في معدل الإستهلاك من المياه تعادل عشر الزيادة المتوقعة فى تعداد السكان، فلو فرض مثلاً أن الزيادة السكانية في القرية المصرية هي في حدود ٢% تكون الزيادة في معدل إستهلاك المياه هي ٠.٢%، وجميع هذه المعادلات الرياضية والتوقعات تصلح للقرى المصرية (درجات حرارة تتراوح بين ٢٥-٣٥ م°).

١-٦ التغيير في معدل إستهلاك المياه في المدن والقرى المصرية

من البديهى أن معدل إستهلاك المياه فى أى مدينة أو قرية لا يبقى ثابتاً بإستمرار على مدار العام – ولكنه يتغير تبعاً للعوامل الأتية :

١-٦-١ التغير الموسمى (Seasonal Changes)

إذ يزداد معدل الإستهلاك فى أثناء شهور الصيف نظراً 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 على مدار العام، والشكل رقم (١-٢) يبين التغيرات الموسمية فى إستهلاك المياه لمدينة القاهرة فى الأعوام السابقة.



شكل رقم (١-٢) معدلات إستهلاك المياه خلال العام

١-٦-٢ التغييرات اليومية (Daily Change)

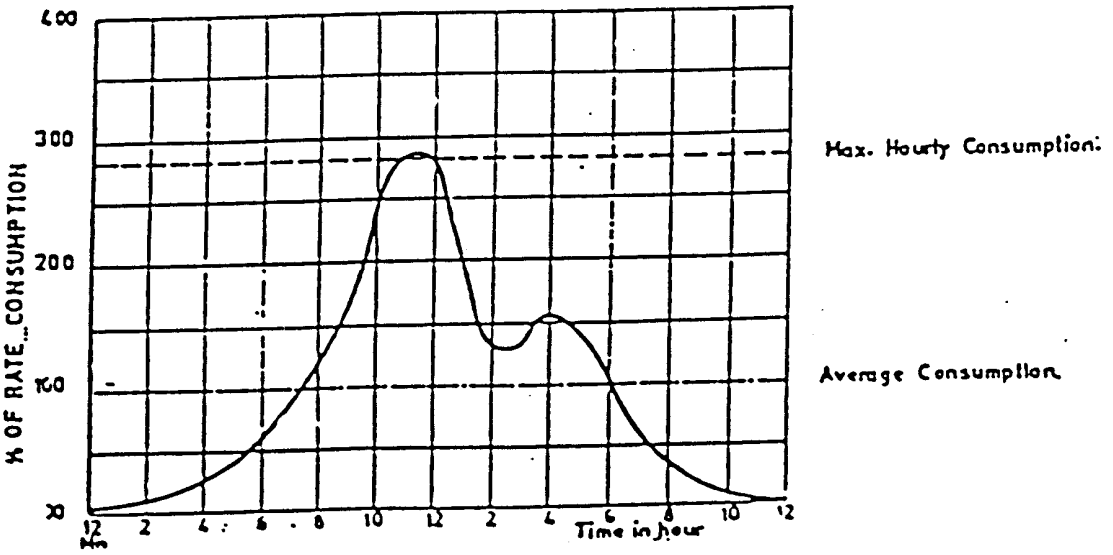
إذا تغير معدل الإستهلاك اليومى إلى يوم فى نفس الموسم بل فى نفس الأسبوع تبعاً لعادات السكان ونشاطهم وإحتياجاتهم المنزلية والصناعية ويتراوح هذا التغيير حتى يصل معدل الإستهلاك اليومى من ١٣٠% إلى ١٧٠% من معدل الإستهلاك اليومى على مدار السنة كما قد ينخفض إلى ٦٠% فى بعض الأحيان.

١-٦-٣ تغيرات من ساعة إلى ساعة على مدار اليوم الواحد (Hourly Changes)

ويرجع هذا إلى تغيير عادت السكان ونشاطهم بالتبعية لكمية إستهلاكهم للمياه فى الساعات المختلفة فى اليوم – فيكن أقصى معدل للإستهلاك فى فترة الصباح من الثامنة حتى الثانية عشر ظهراً وقريباً 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 أحياناً (Max. Hourly Consumption).

والشكل رقم (١-٣) يبين التغييرات من ساعة إلى أخرى خلال اليوم الواحد، ومنه يتضح 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 تقريباً من متوسط الإستهلاك اليومى على مدار السنة.



شكل رقم (١-٣) العلاقة بين متوسط الإستهلاك اليومى وإستهلاك أقصى ساعة

وبديهى أنه يجب مراعاة هذه التغييرات فى معدل إستهلاك المياه عند تصميم الوحدات المختلفة لمحطات تنقية مياه الشرب وكذلك أعمال إمداد المياه للمدن، ولمقاومة الحرائق يصل إلى أضعاف الإستهلاك العام للمياه مما يجب أن يؤخذ فى الإعتبار عند تصميم شبكات مواصير التوزيع كذلك محطات الطلمبات ومنشآت تخزين المياه .

١-٦-٤ تقديرات الأحتياجات المائية مستقبلاً

عند حساب توقعات أو تقدير مجمل الإستهلاك المستقبلية لمدينة ما تمهيداً لإقتراح إنشاء مشروعات المياه الجديدة بالمدينة يمكن الرجوع إلى تعدادات السكان السابقة بالمدينة 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 مستقبلاً – وبديهى أن هذه الزيادة المقترحة لمتوسط الإستهلاك تتوقف على عوامل أهمها : الزيادة المنتظرة فى السكان، إزدهار الصناعة، إرتفاع مستوى الحياة، التقدم فى مشروعات المرافق الأخرى، وبالتالى فإن:

$$Q = P \times q \qquad (١-٣)$$

حيث أن :

P = التعداد السكانى للمدينة مستقبلاً (شخص).

q = متوسط الإستهلاك اليومى على مدار السنة مقدرا باللتر/شخص/ يوم.

Q = متوسط الإسهلاك اليومى للمدينة بأكملها على مدار السنة وهو التصرف الـذى يصـمم عليـه وحدات عمليات إمداد المدينة بالمياه مستقبلاً مع وجوب مراعاة التغييرات الموسمية واليوميـة الذى يتعرض لها التصرف والذى يؤثر على كفاءة الوحدات المختلفة.

إلا أنه أحياناً يمكن تقدير الإستهلاك الإجمالى للمدينة خلال الفترة المقبلة دون الرجوع إلى حسـاب مستقل ومستقبل تعدادالمدينة ومعدل الإستهلاك للمياه فى المدينة على كل على حدة – وذلك بالرجوع إلى الإستهلاكات الإجمالية الفعلية وحساب معدل التزايد كل سنة لهذا الإستهلاك الإجمـالى ليكـون أساساً لإقتراح قيمة لتزايدة فى المستقبل ومن ثم تقديره فى الفترة المقبلة.

ذكرنا من قبل أن معدل إستهلاك المياه في أي مدينة أو قرية يختلف من ساعة إلي أخري، ومن يوم إلي آخر، ومن موسم الشتاء إلي موسم الصيف. ومن الممكن تحديد هذا التغيير بدقة، إلا أنـه يلـزم لذلك توفر هذه المعلومات :

١. توفر كمية المياه المطلوبة للمدينة والقرية.
٢. توفير الضغط اللازم بالشبكة.
٣. وجود أجهزة قياس في مناطق الإنتاج (المصدر).
٤. وجود تعداد دقيق للسكان.

١-٧ الإعتبارات الفنية المؤثرة على زيادة معاملات معدلات الإستهلاك

تشمل الإعتبارات الفنية المؤثرة على زيادة معاملات معدلات الإستهلاك للمياه كما يلى :

١. موسم الصيف أكبر بكثير من موسم الشتاء في جمهورية مصر العربية (حوالي ٦ أشهر صـيف) لـذلك فإن معامل التغيير في معدلذ الإستهلاك التصميمي يأخذ قيمة ١.٢٥ للمـدن الكبيـرة الحجـم، ويأخـذ ١.٥٠ للمدن صغيرة الحجم.
٢. معامل التغيير في معدل الإستهلاك لأكبر يوم أخذت له قيمة ١.٧٥ فقط لتلائم سعة التخزين.
٣. معامل التغيير في معدل الإستهلاك لأكبر ساعة أخذت له قيمة من ٢.٠٠ إلى ٣.٠٠.
٤. عند حساب كمية المياه المطلوبة يضاف فى أى يوم ١٠ % زيادة نتيجة للفاقد من شبكات التوزيع.

١-٨ معدلات الإستهلاك المائية بالمناطق الصناعية

يتراوح معدلات إستهلاك المياه للصناعة طبقاً 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 لإستيعاب حركة نقل البضائع) تتراوح من ١٥ – ٢٥% من المساحة الإجمالية، لذلك نجد أن المساحة المخصصة للمصانع لن تتجاوز ٨٠% من إجمالى المساحة الكلية للمنطقة الصناعية، كما أن مبانى منشآت المصانع لا تتعدى من ٤٠ – ٥٠% من المساحة المخصصة لقطع أراضى المصانع طبقاً 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 الإستهلاك للمياه الصناعية يمكن تقديرها كما يلى :

- معدل الإستهلاك الصناعى للمياه مقدرا لمساحة منشآت مبانى المصانع = ٢ – ٣ لتر/هكتار/ث.

- مساحة المصانع من إجمالى منشآت المصنع تعادل ٥٠%-٦٠% من مساحة قطع الأراضى للمصانع.

- معدل إستهلاك المياه لمساحة قطع المصانع (المساحة المخصصة لكل مصنع).

(مساحة القطع المخصصة للمصانع تعادل ٦٥% - ٧٥% من المساحة الإجمالية) حيث أن مساحة الطرق والمسطحات الخضراء خارج قطع المصانع تعادل ٢٥-٣٠% من المساحة الإجمالية.

- معدل إستهلاك المياه الفعلى لإجمالى مساحة المنطقة الصناعية = ٠.٨-١.٣٥لتر/هكتار/ث.

١-٩ إختيار المصدر الطبيعى المياه

توجد العديد من أنواع مصادر المياه على كوكب الأرض، غير أنه يمكن إجمالها فى ثلاثة صور تضم :

- مياه الأمطار (وهى غير متوفرة فى جمهورية مصر العربية).
- والمياه السطحية.
- والمياه الجوفية.

ومن الأهمية بمكان معرفة خصائص المصدر، وكمية المياه به ومدى إمكانية إيفائه بالكميات المطلوبة من المياه، واستمرارية المصدر، وطاقته الإنتاجية، ونوع المياه به وقرب المصدر أو بعده من منطقة الإستهلاك ورغبة جمهور المستهلكين فى إستهلاك المصدر.

ولابد من توخى الحذر وأخذ الحيطة عند استخدام المياه السطحية لتفادى مشاكل التلوث بها ولعدم مضاعفة الملوثات الموجودة أو أضافة ملوثات أخرى تصعب إزالتها من المصدر. ولابد من أخذ العوامل الصحية فى الحسبان عند تصميم وإجازة وإنشاء المشاريع التنموية.

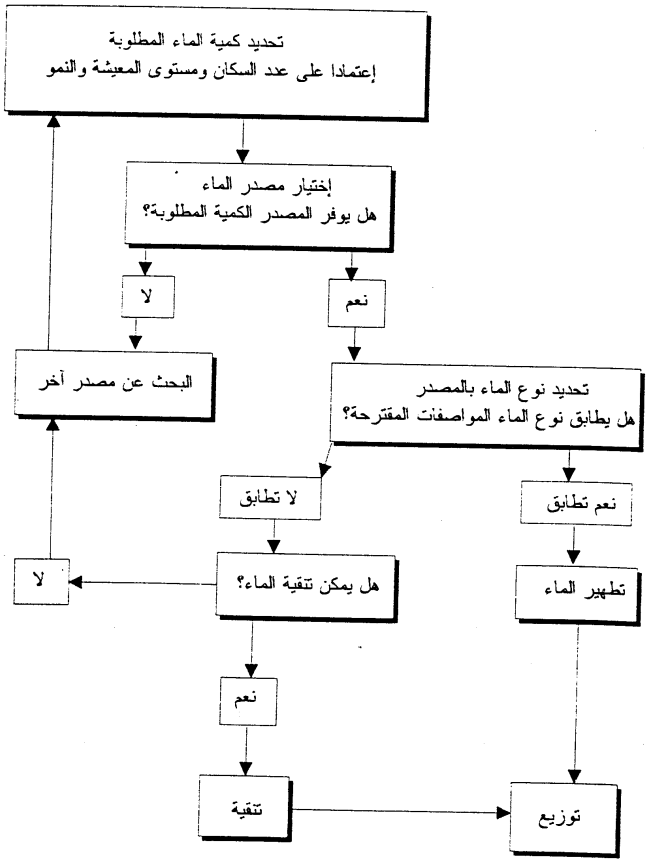
تعتبر المياه الجوفية من أفضل المصادر للإستهلاك نسبة لنوع المياه وجودتها مقارنة بالمياه السطحية خاصة عند غياب التلوث وعند وجود الكميات الكافية من المخزون الجوفى، وكذلك صغر المجتمع المطلوب خدمته.

أما عملية اختيار المصدر المائى فتتم بالإعتماد على عدة عوامل مؤثرة ومتداخلة فيما بينها مثل درجة القبول للمصدر من قبل جمهور المستهلكين كمية ونوع المياه بالمصدر، سبل استخدام المصدر وتكلفة الإنتاج والتوزيع وقرب المصدر من منطقة الإستهلاك، والطاقة المستهلكة ووجود التقنية المحلية الملائمة وأساليب التدريب، ووجود العمالة ومتطلبات التشغيل والصيانة والترميم، وإمكانية التنمية والزيادة على المدى القصير والطويل.

كما ويمكن استخدام أكثر من مصدر للإيفاء بالإحتياجات المائية وتعتمد النسبة المئوية لإستخدام كل مصدر على العوامل الإقتصادية والفنية والإجتماعية والبيئية وعوامل التقنية فى المقام الأول. ويبين

شكل رقم (١-٤) الخطوات الفعلية لتحديد مصدر المياه الطبيعى. كما أن الشكل رقم (١-٥) يوضح خطوات أختيار مصدر المياه الملائم للإستخدام.

وتتكون أعمال تجميع المياه السطحية من نهر النيل والرياحات والترع الرئيسية المستديمة المياه ثم نقلها إلى محطة التنقية لتصبح مياه للشرب من الوحدات التالية :



شكل رقم (١-٤) خطوات إنتقاء مصدر المياه

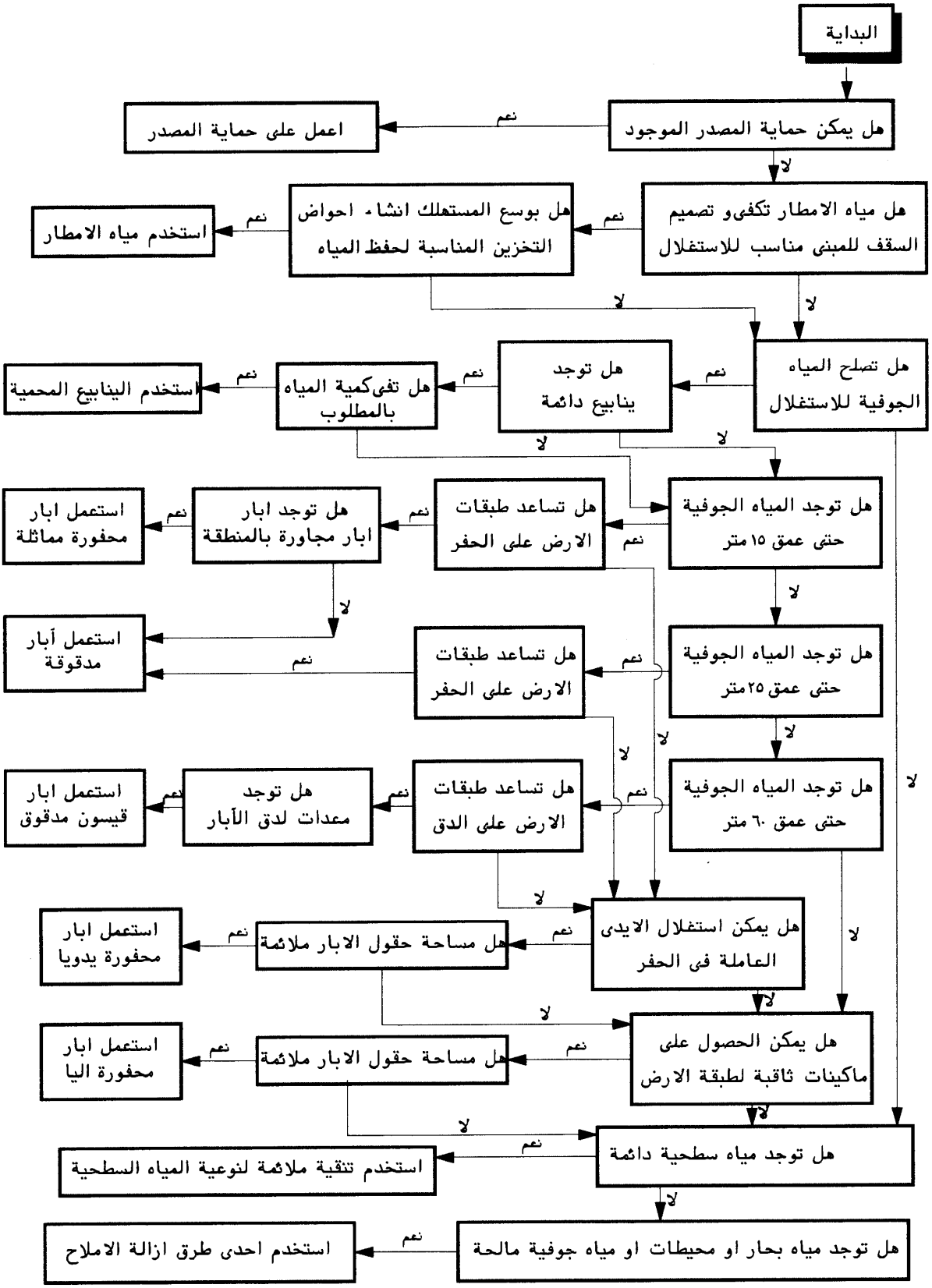
١-٩-١ المآخـذ

المأخذ هو الأعمال الإنشائية التي تقام على جانب المصدر المائي(نهر-ترعة رئيسية-بحيرة). لسحب المياه العكرة (الخام) بطريقة سليمة. وبالكميات المناسبة للاحتياجات.تمر المياه من خلال المصافي إلى مواسير المأخذ ثم إلى بيارة محطة طلمبات المياه العكرة (الضغط المنخفض عادة) لضخها إلى محطة التنقية.

وهناك أنواع مختلفة من المأخذ ألا إن إختيار النوع المناسب يتوقف على عدة عوامل أهمها :

عوامل إختيار النوع المناسب للمأخذ

١- مصدر المياه المستعمل (النهر أو البحيرة أو الترعة).
٢- خصائص المياه في المصدر (المجرى المائي).
٣- درجة التلوث لمياه المصدر.
٤- إحتمالات تلوث المصدر المائي.
٥- تأثير التيارات والفيضانات على مبنى المأخذ.



شكل رقم (١-٥) خطوات إختيار مصادر المياه الطبيعى الملائم للإستخدام

عوامل إختيار النوع المناسب للمأخذ

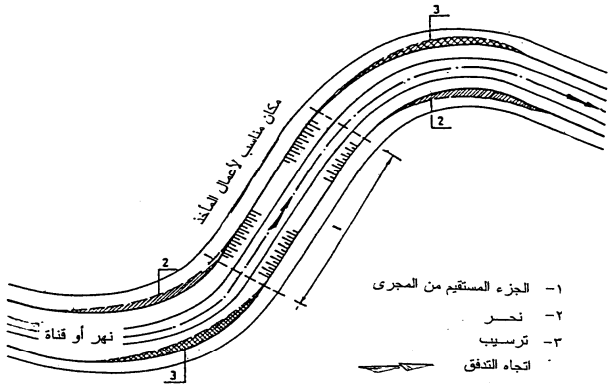
٦- عمق المياه وطبيعة قاع المصدر المائي.
٧- إحتياجات الملاحة.
٨- حماية الكائنات والأحياء المائية.
٩- إتجاه الرياح.
١٠- سرعة المياه وحركة الأمواج.
١١- أبعاد المجرى المائي.
١٢- الملاحة في المجرى المائي.
١٣- نوعية اساسات المآخذ الإنشائية.

على أنه يجب في جميع الأحوال مراعاة الشروط الآتية بالنسبة لمواقع جميع أنواع المأخذ :

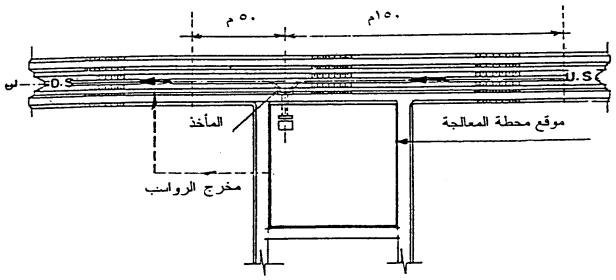
الإشتراطات الفنية لموقع المأخذ

١- أن يكون سعة المأخذ كافية لإمداد المدينة لمدة طويلة مستقبلاً.
٢- أن يكون موقع المأخذ فوق التيار(Upstream) بالنسبة للمدينة أو لأي مصدر للتلوث.
٣- أن يكون موقع المأخذ بعيداً عن المدينة بمسافة تسمح بامتداد المدينة في المستقبل.
٤- أن يكون المأخذ بعيداً عن أي مصدر تلوث محتمل مع وقاية موقع المأخذ من أي تلوث مباشـر، وذلك بمنع إرتياد أو إستعمال الأهالي لمنطقة تمتد على جانبى الموقع، وتصل إلى ٥٠٠ متر فوق التيار و١٥٠ متر تحت التيار بالنسبة للمأخذ ويكون ذلك بعمل سور من السلك الشائك حول هـذه المنطقة وكذلك وضع اللافتات الضرورية.
٥- أن يكون سحب المياه من متوسط عمق المياه بالمصدر، بحيث تكون أعلى من القاع وأقـل مـن سطح الماء بالمسافات الآمنة ولا تعترض إحتياجات الملاحة النهرية.
٦- أن يكون المأخذ في مكان على خط مستقيم من المصدر قدر المستطاع.
٧- أن يكون المأخذ بعيداً عن أماكن الترسيب في المجرى لضمان سحب مياه بدون رواسب بصـفة مستمرة.
٨- أن يكون المأخذ بعيداً عن أماكن النحر في المجرى لضمان عدم إنهيار منشآت المآخذ.

والإشتراطات الفنية لموقع المأخذ موضحة بالشكل رقم (١-٦).



موقع المأخذ على مجرى المياه



المناطق الممنوع استخدامها حول مأخذ المياه

شكل رقم (١-٦) مواقع مأخذ المياه السطحية (العكره)

ويجب قبل القيام بأي أعمال إنشائية القيام بإجراء التحاليل وتجميع البيانات الفنية والمقاييس الهندسية أمام المكان المقترح للمأخذ للتأكد من الشروط التاليه :

- نوعية المياه الخام ومناسبتها طبيعياً وكيميائياً و بيولوجياً لكافة الأستخدامات.
- مراجعة مناسيب المياه بالمجرى المائى على مدار عدة سنوات. والتأكد من مناسبتها ومراجعة أقصى تغيير بين أعلى و أوطى منسوب. لمراعاة ذلك عند تصميم طراز الطلمبات (أفقية أو رأسيه).

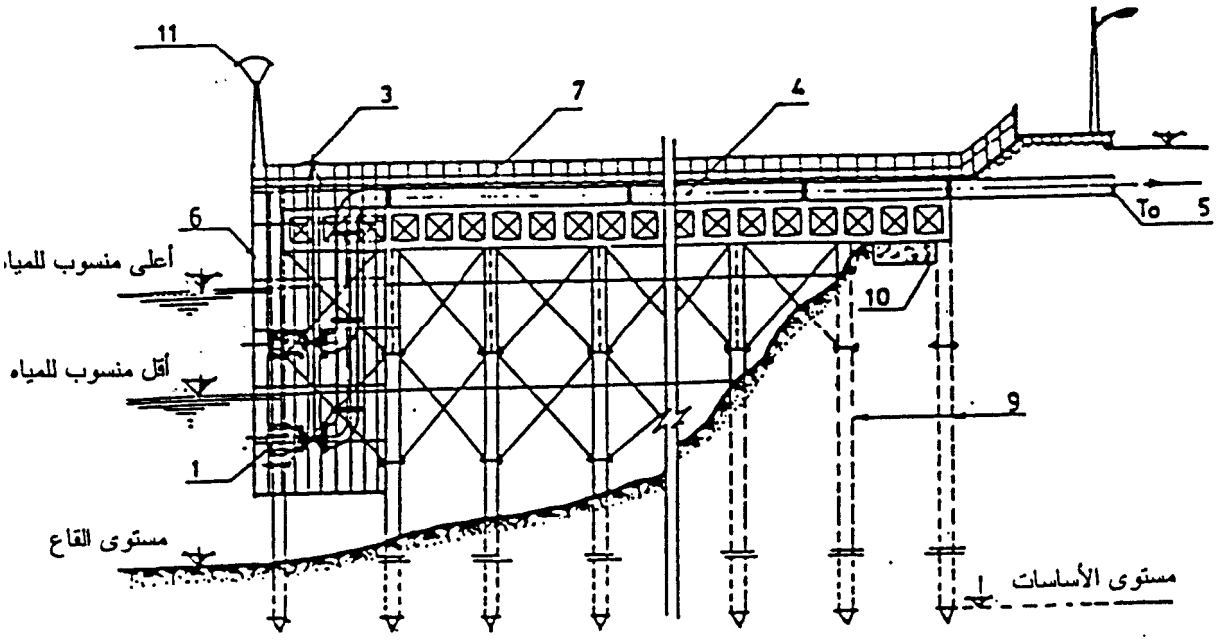
١-٩-٢ أنواع المآخذ

يمكن تقسم أنواع المآخذ إلى ما يلى:

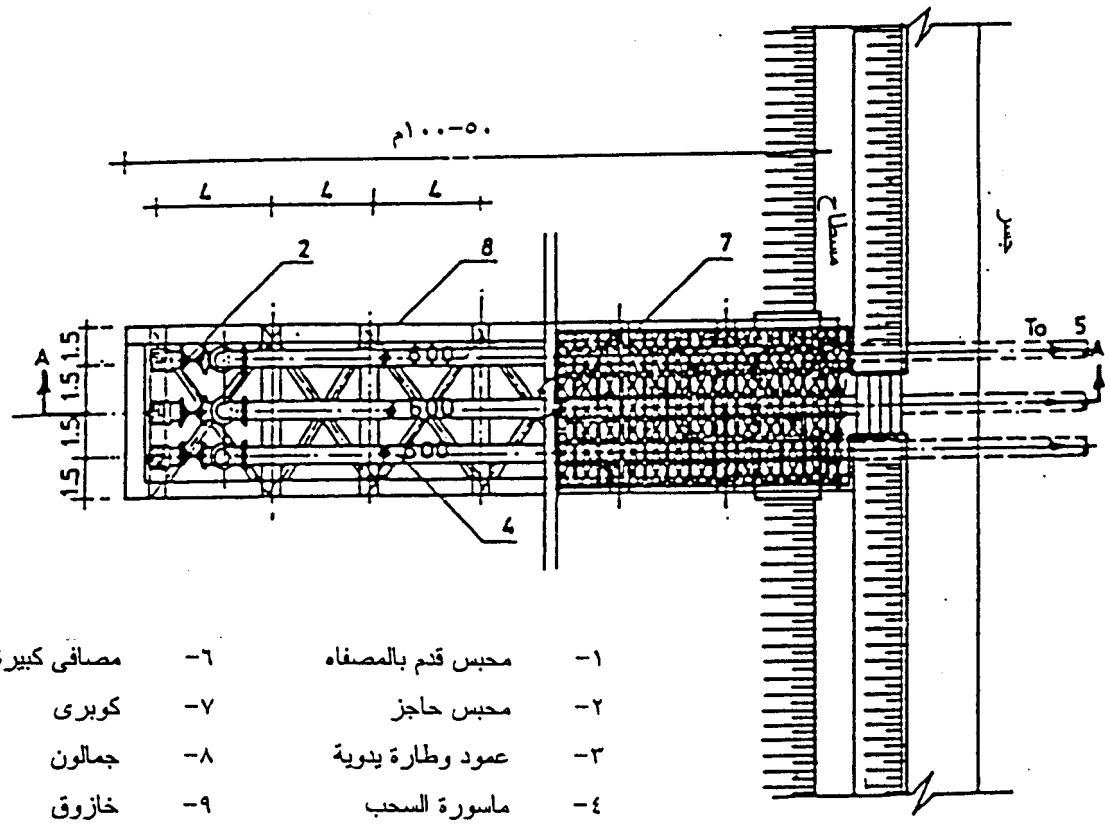
١-٩-٢-١ مأخذ ماسورة (pipe intake)

هو عبارة عن ماسورة أو ماسورتين أو أكثر تمتد من الشاطئ إلي مسافة كافية بعيدا عنـه لتفـادي التلوث المحتمل بجواره. وتكون المواسير محمولة علي هيكل حديد (كوبري) أو هيكل من الخرسانة المسلحة بحيث لا يعوق الملاحة، بالإضافة إلي وجوب إضاءته خاصة للتحذير من الاصـطدام بـه ليلاً. وتنزل المواسير إلي حوالي متر تحت أقل منسوب للمياه، أو أن يكون للمواسير أكثر من فتحـه لتناسب تغير المنسوب في المجري المائي ويستخدم هذا النوع من المآخذ عادة في الأنهار الكبيرة.

ويبين الشكلان رقما (١-٧) و(١-٨) رسمين تخطيطيين لنوعين من مآخذ الماسورة.

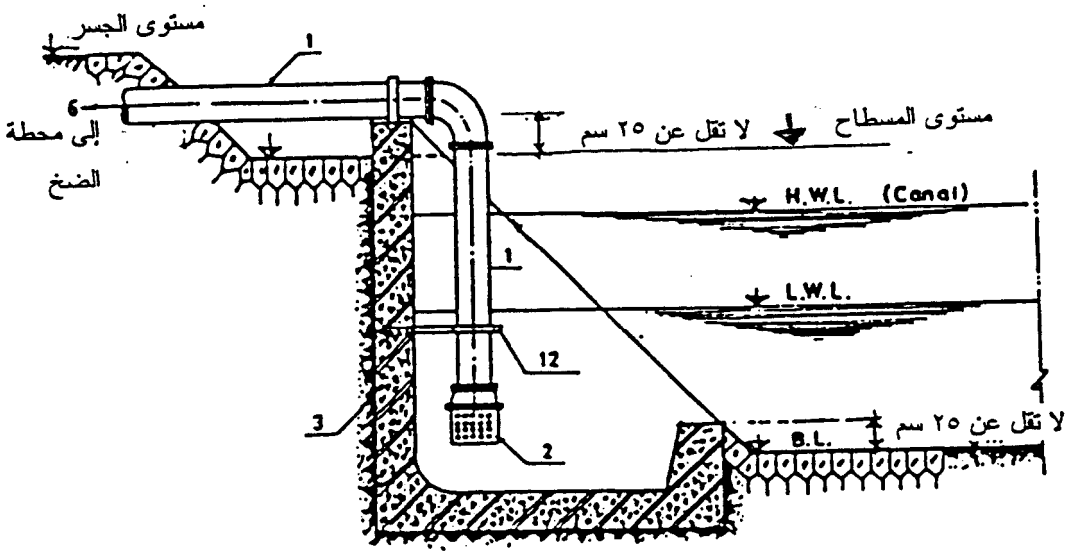


قطاع (A-A)

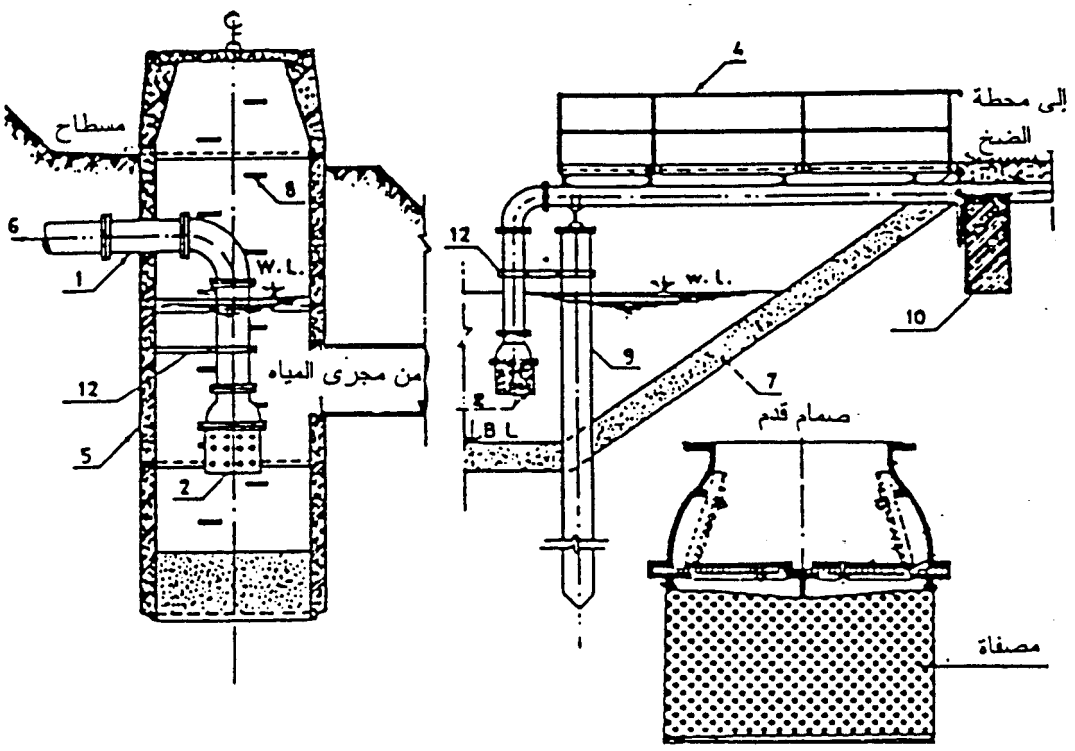


١-	محبس قدم بالمصفاه	٦-	مصافى كبيرة
٢-	محبس حاجز	٧-	كوبرى
٣-	عمود وطارة يدوية	٨-	جمالون
٤-	ماسورة السحب	٩-	خازوق
٥-	إلى محطة الضخ	١٠-	دعامة خرسانية
		١١-	إنارة تحذيرية للملاحة

شكل رقم (١-٧) تفاصيل مآخذ الماسورة – النموذج الأول



١- ماسورة السحب
٢- محبس قدم بالمصفاة
٣- أعمال المأخذ
٤- كوبرى
٥- مطبق (سابق التجهيز أو مصبوب فى الموقع)
٦- إلى محطة الضخ
٧- تبطين لمأخذ المياه
٨- سلم من الزهر
٩- خازوق
١٠- دعامة خرسانية
١١- تدبيش بالمونة ٣٠ سم
١٢- قفيز تثبيت للماسورة



شكل رقم (١-٨) تفاصيل مآخذ الماسورة – النموذج الثاني

١-٩-٢-٢ مأخذ الشاطئ (Shore intake)

وهو عبارة عن حائط وأجنحة تبني علي الشاطئ مباشرة من الخرسانة المسلحة أو الطوب لحماية الجسر من الأنهيار وبالتالي لوقاية مواسير المياه وتمتد المواسير تحت الجسر، وتنتهي إلي بيارة طلمبات المياه الخام (الضغط المنخفض عادة). وتوضع المصافي علي المأخذ لحجز المواد الطافية والأعشاب والكائنات. ويستعمل هذا الطراز من المآخذ في القنوات الملاحية وغير الملاحية علي السواء، وفي الأنهار الصغيرة نظراً لأنه لا يعوق الملاحة. ويبين الشكلان رقما (١-٩) و(١-١٠) قطاعين رأسيين تخطيطيين لمآخذ الشاطئ.

١-٩-٢-٣ مأخذ مغمور (Submerged intake)

وهو عبارة عن ماسورة مثبته في قاع المجري أو السطح المائي بواسطة كتل خرسانية أو صخرية، ويستعمل هذا المآخذ في الأنهار أو المجاري الملاحية الضيقة والبحيرات، وفي حالات إحتمال تلوث الشاطئ بالمواد الطافية من العوامات والسفن علي الجانبيين.

وتعرض الأشكال أرقام من (١-١١) و(١-١٢) و(١-١٣) ثلاثة نماذج للمآخذ المغمورة.

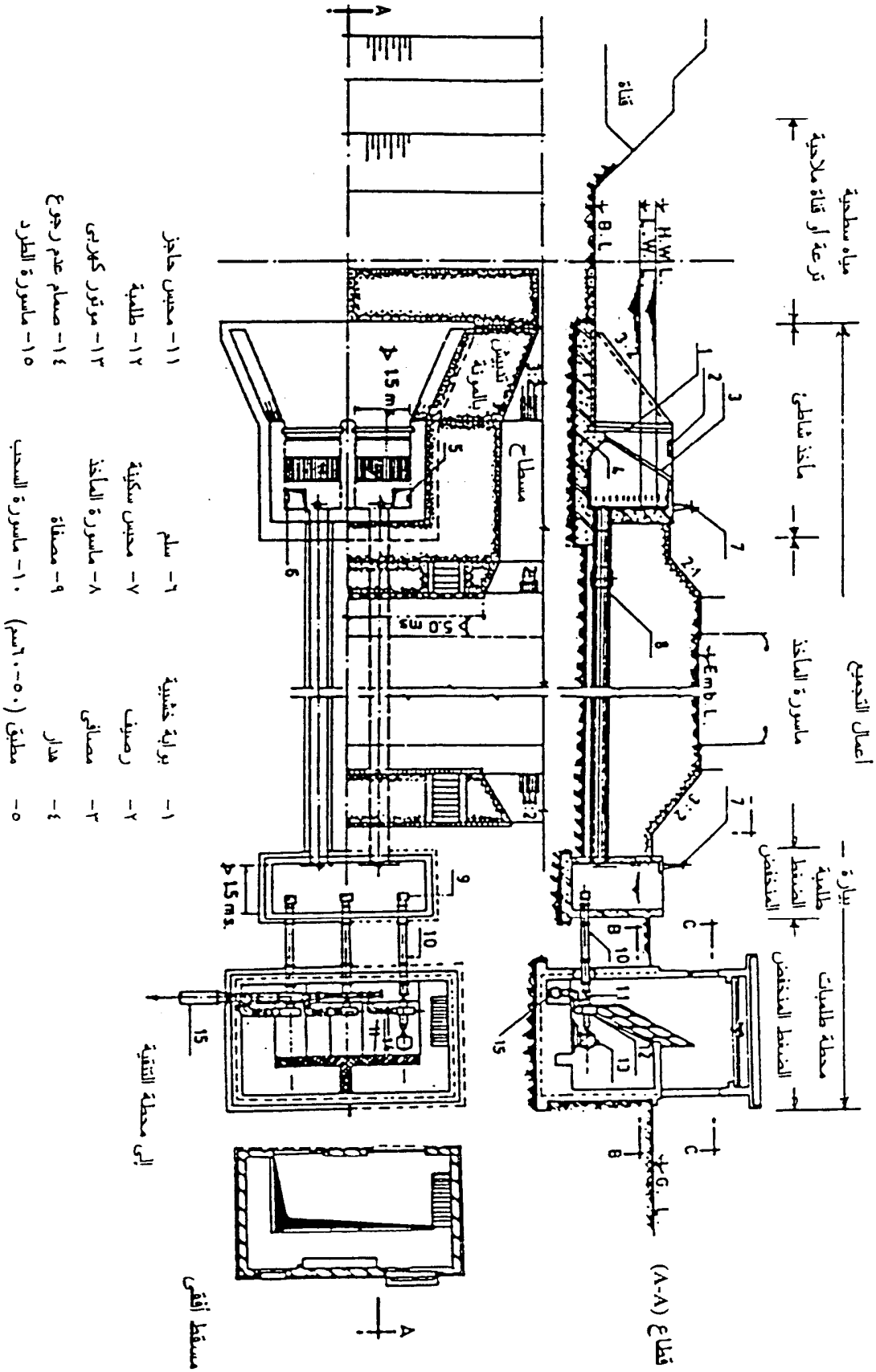
١-٩-٢-٤ مأخذ البرج (Tower intake)

في المسطحات أو المجاري المائية التي يسمح فيها بإنشاء مبان لسحب المياه بحيث لا يعوق هذه المباني الحركة الملاحية في المجري المائي مثل المسطحات المائية العريضة ذات التغير الكبير في منسوب المياه، يمكن إنشاء برج مزود بفتحات تدخل فيها المياه وتركب بداخلة طلمبات سحب المياه وتمتد مواسير الطرد بعد ذلك عن طريق كوبري إلي الشاطئ ويوضح الشكل رقم (١-١٤) أنواع مأخذ البرج علما بأن محطة تنقية مياه الشرب بالروضة موجود بها مثل هذا المأخذ.

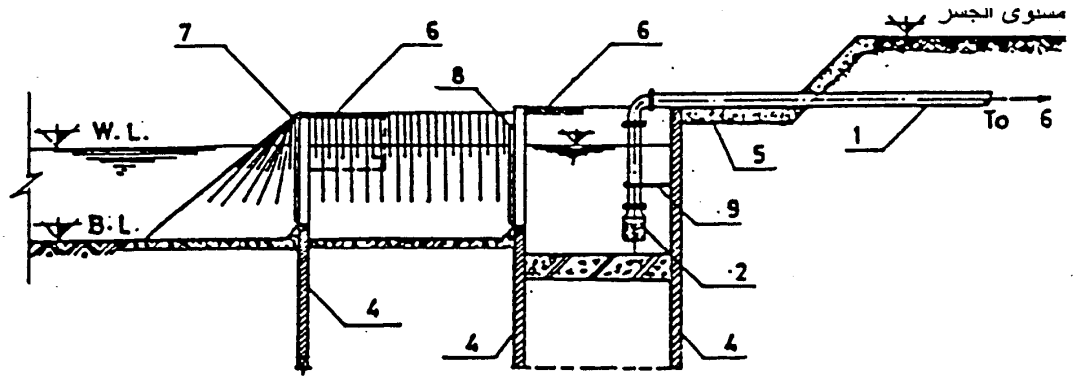
يستعمل هذا النوع من المأخذ في البحيرات ذات المياه العذبة والمتغيرة المناسيب، ويبني البرج داخل البحيرة على مسافة من الشاطئ وتدخله المياه من فتحات على مناسيب مختلفة ومنها إلى سحارة المأخذ.

١-٩-٢-٥ مأخذ مؤقت (Emergency Intake):

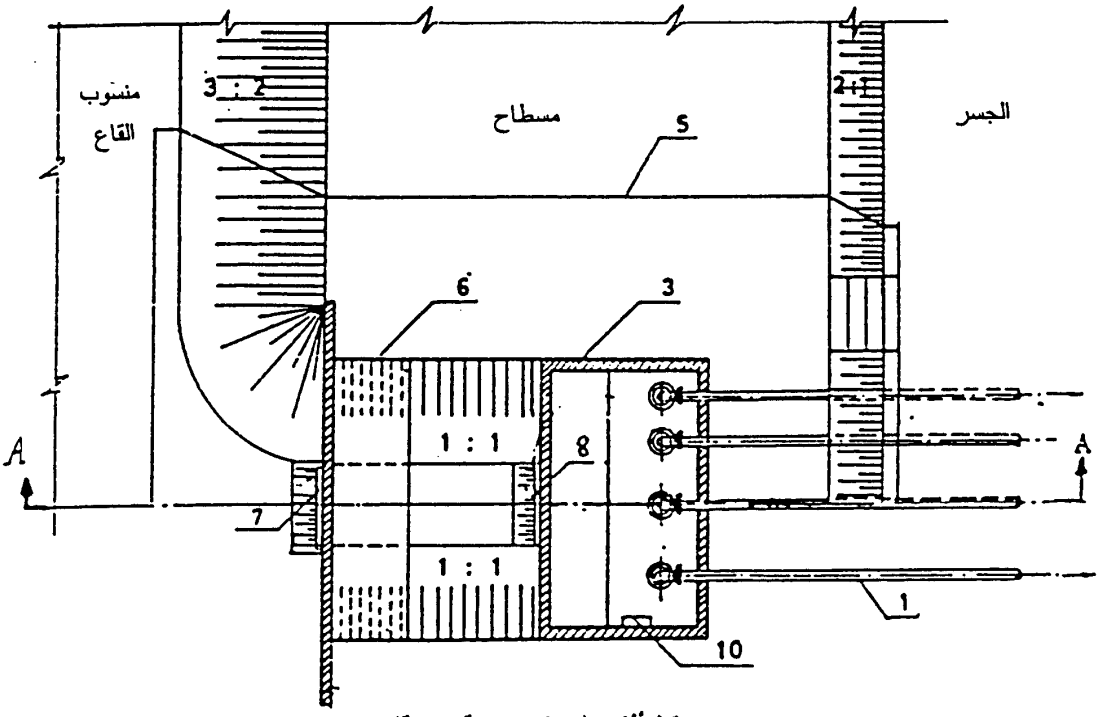
وهو يستعمل في حالات الطوارئ أو في الحالات المؤقتة التي يستدعى الأمر فيها الاعتماد على المياه السطحية كمصدر للمياه. وهو عبارة عن ماسورة مرنه ممتدة على حامل يطفو على سطح الماء. وهذه الماسورة المرنة تكون متصلة مباشرة بطلمبة الضخ وكما هو موضح بالشكل رقم (١-١٥).



شكل رقم (١-٩) تفاصيل مآخذ الشاطئ – النموذج الأول



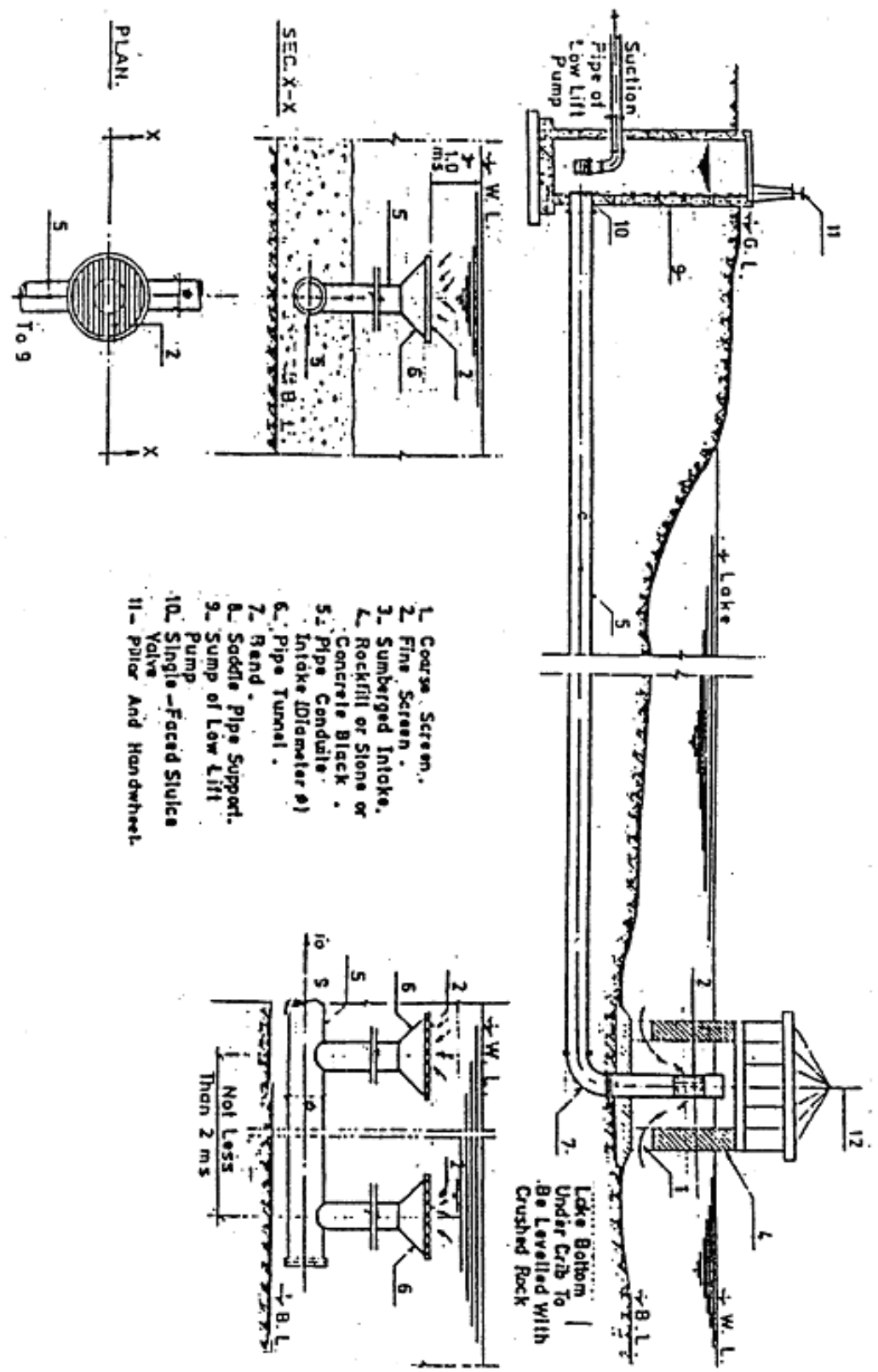
قطاع (A-A)



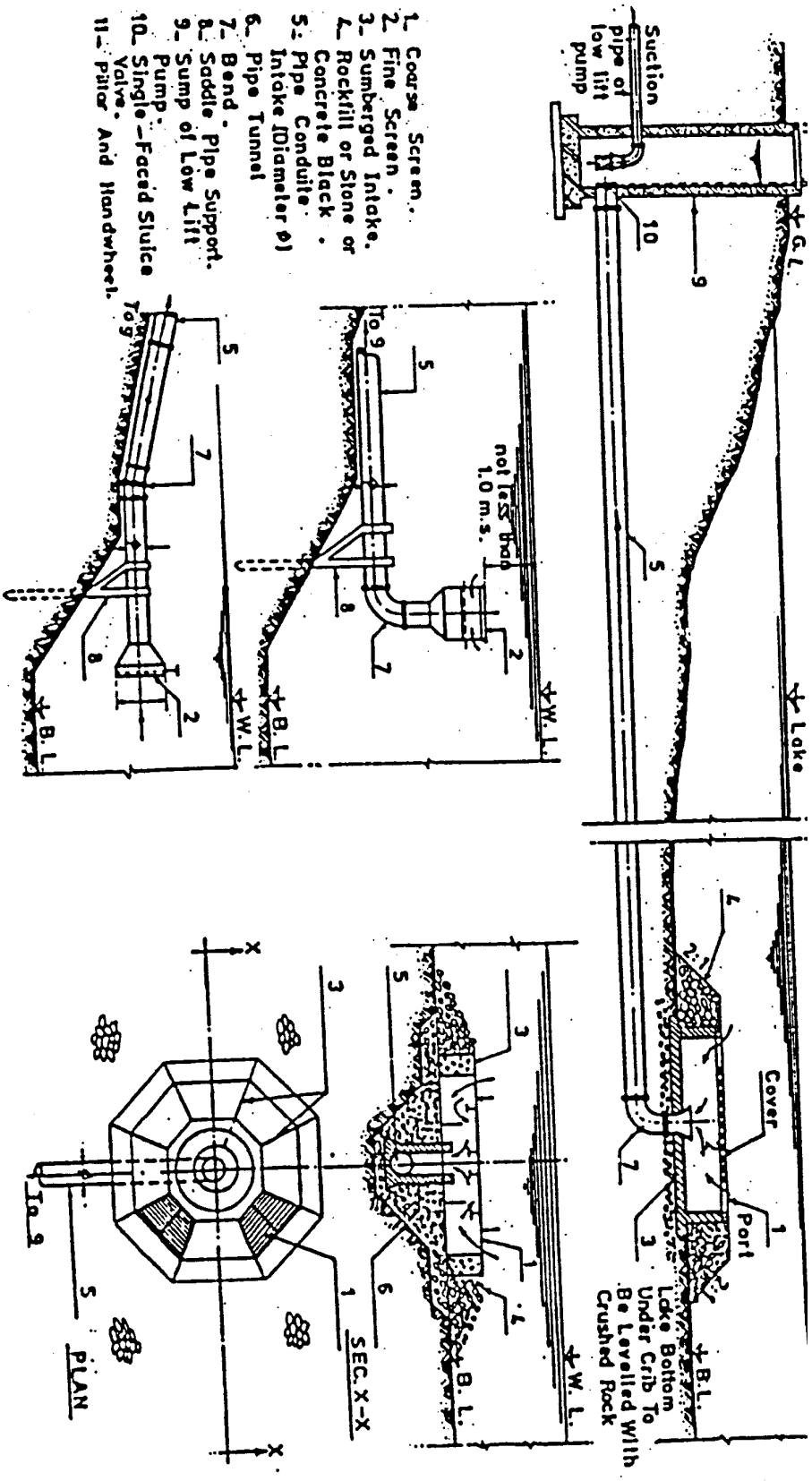
مسقط أفقى (نصف التربة مزالة)

١- ماسورة السحب
٢- محبس قدم بالمصفاة
٣- أعمال المأخذ
٤- حوائط من ألواح الصلب
٥- تبطين لمأخذ الماسورة
٦- رصيف
٧- مصافى كبيرة
٨- مصافى صغيرة
٩- قفيز لتثبيت الماسورة
١٠- سلم بحارى

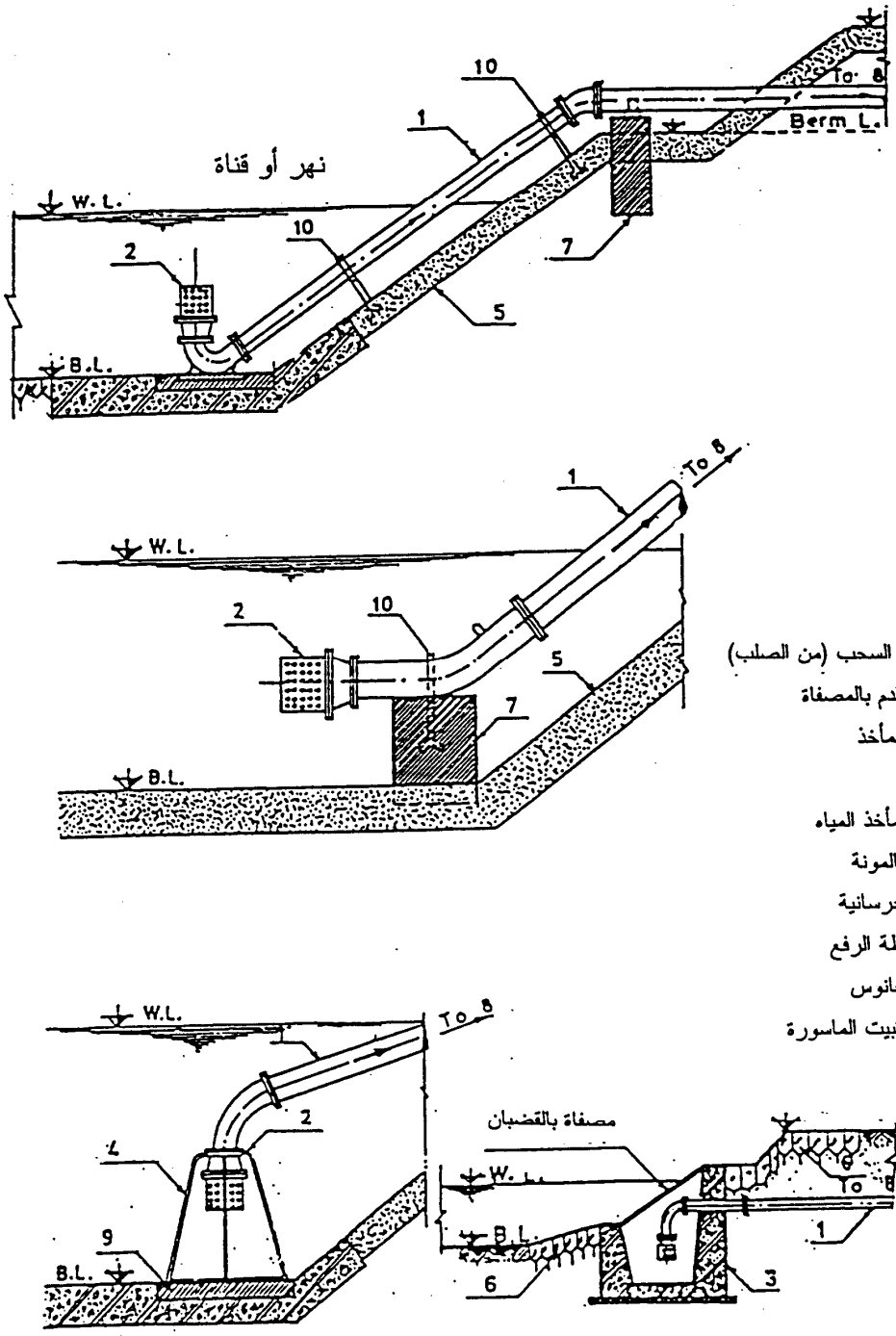
شكل رقم (١-١٠) تفاصيل مآخذ الشاطئ – النموذج الثاني



شكل رقم (١-١١) تفاصيل المأخذ المغمور - النموذج الأول

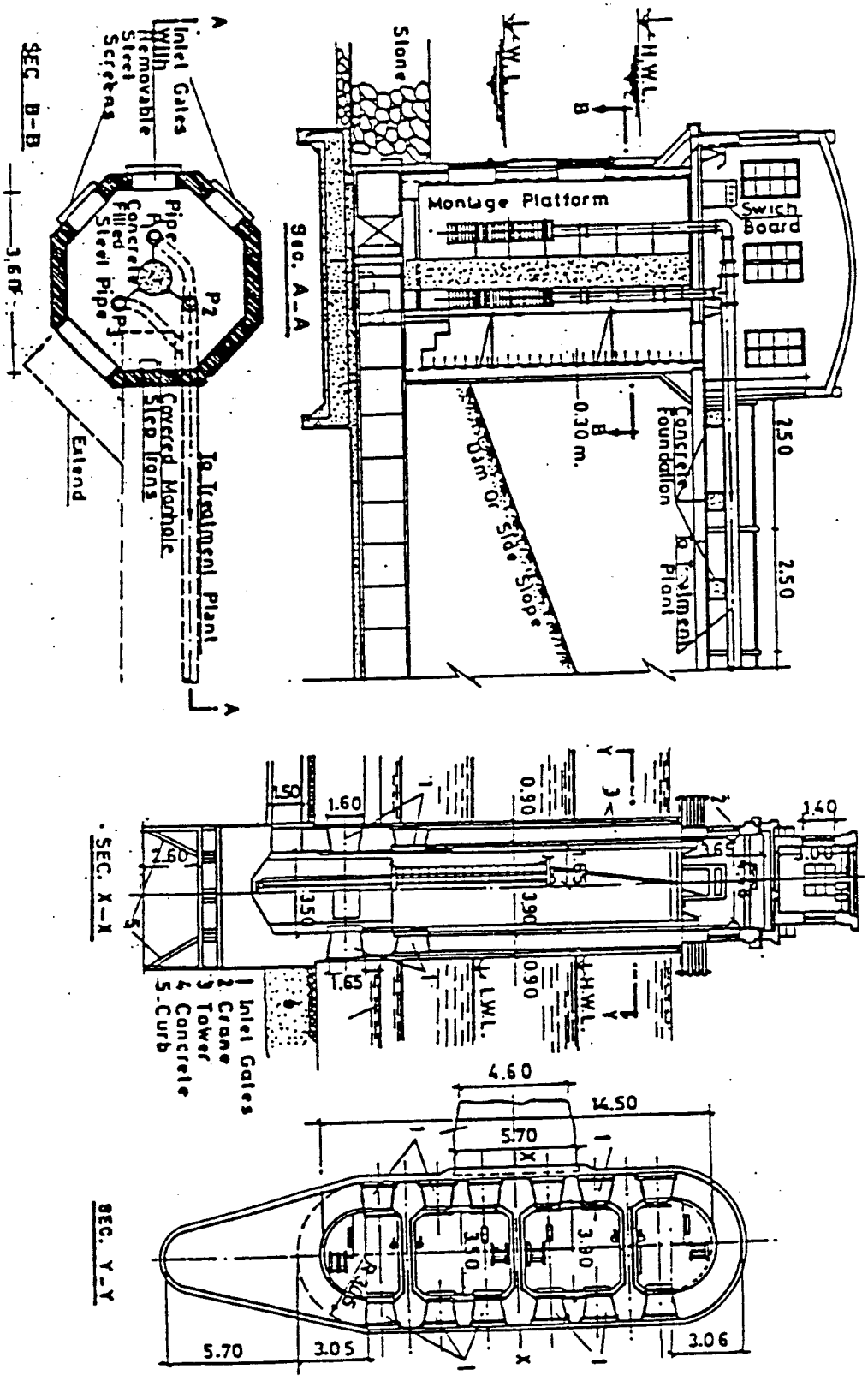


شكل رقم (١-١٢) تفاصيل المأخذ المغمور – النموذج الثانى

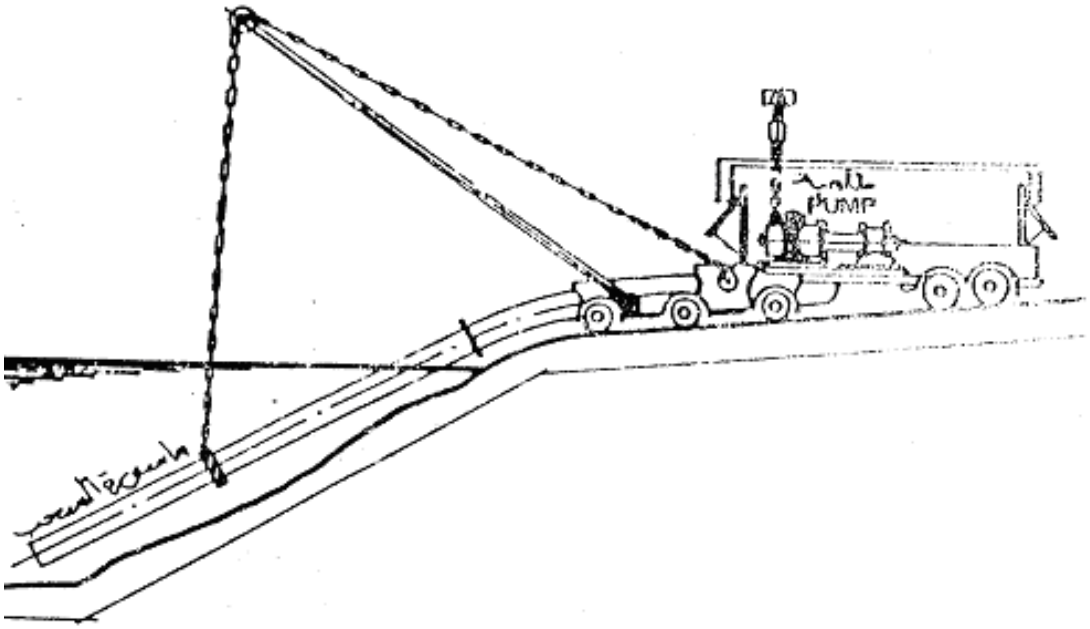


١- ماسورة السحب (من الصلب)
٢- محبس قدم بالمصفاة
٣- أعمال المأخذ
٤- فانوس
٥- تبطين لمأخذ المياه
٦- تدبيش بالمونة
٧- دعامة خرسانية
٨- إلى محطة الرفع
٩- قاعدة الفانوس
١٠- قفيز تثبيت الماسورة

شكل رقم (١-١٣) تفاصيل المأخذ المغمور- النموذج الثالث



شكل رقم (١-١٤) تفاصيل المأخذ البرج



شكل رقم (١-١٥) تفاصيل المأخذ المؤقت (المتحرك)

ولما كان مصدر المياه الرئيسي في جمهورية مصر العربية هو نهر النيـل وفروعـه والرياحـات والترع الرئيسية المستديمة المياه، فإنه غالباً ما يستخدم مأخذ الماسورة على النهر ومأخـذ الشـاطئ على الترع ويجب مراعاة الشروط العامة الآتية :

الشروط العامة للمأخذ

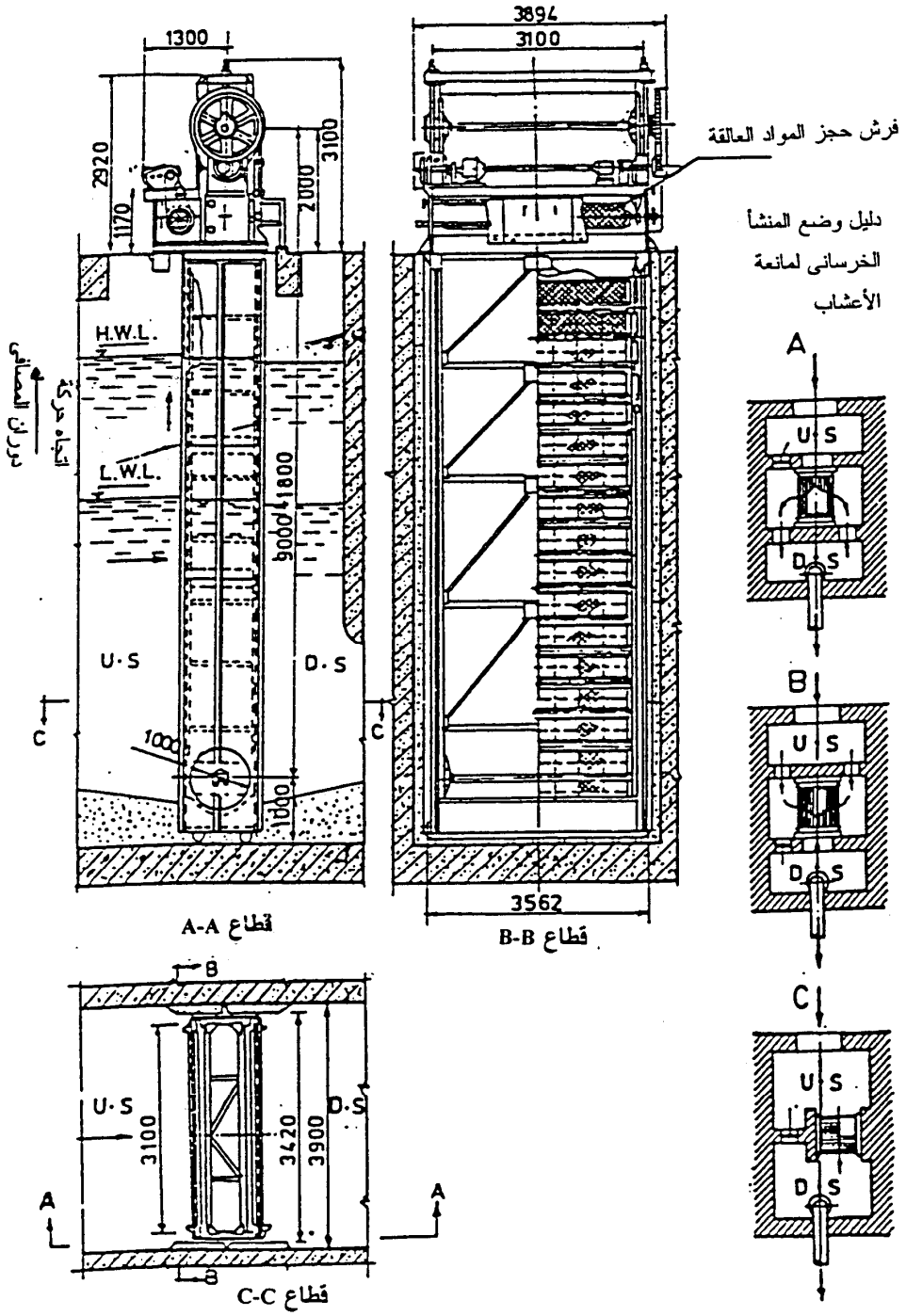
١. عمل مواسير ذات مداخل مختلفة المناسيب مزودة بالمحابس اللازمة حتى يمكن سحب المياه مـن الطبقات العليا للماء في النهر حيث يقل تركيز المواد العالقة في الماء هذه الطبقات، وذلك نظـراً لتغير مناسيب مياه النيل على مدار السنة.

٢. يفضل أن يكون المأخذ عبارة عن ماسورتين حتى إذا طرأ ما يوقف عمل إحداهما قامت الأخرى بإمداد محطة طلمبات المياه بالماء اللازم.

٣. تزويد المأخذ بالمصافي الثابتة أو المتحركة على أن يراعى عمل سلم بجوار المواسـير لنـزول العمال لعمل أي إصلاحات أو صيانة للمواسير أو المصافي.

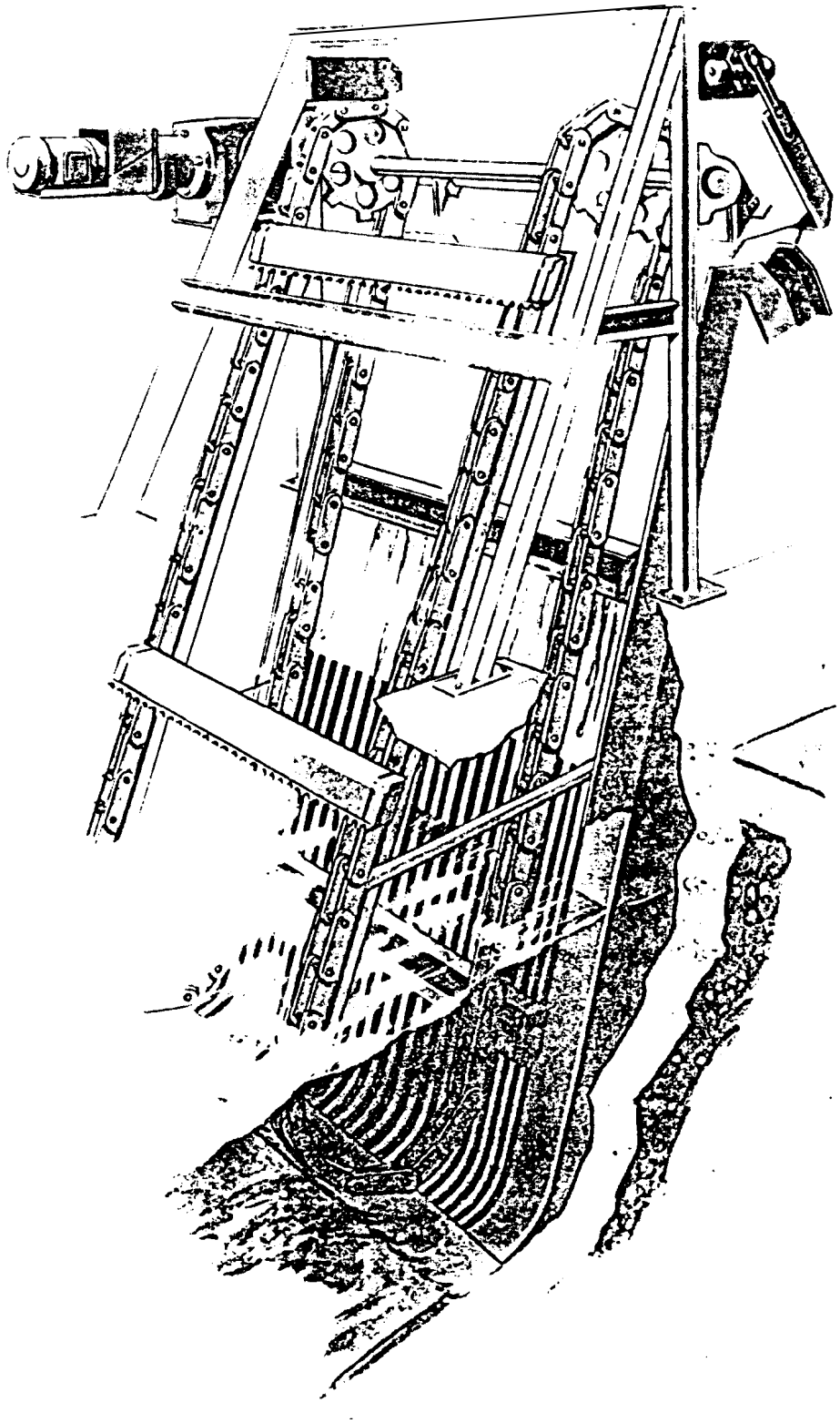
١-٩-٣ المصافى

الغرض من المصافي هو حجز الأشياء الكبيرة كأغصان الأشجار والنباتات والأجسام الطافية التـي يمكن أن تسد أو تتلف أو تعطل أجهزة ومعدات المحطة كالطلمبات والمواسير وغيرهـا، وأعمـال المصافي هي أولى خطوات التنقية وهى إزالة المواد الغريبة من المياه الخام، ويجب أن تتم عند نقاط سحب المياه الخام (العكرة). وتعرض الأشكال أرقام (١-١٦) و(١-١٧) مصافي المأخذ. وفيما يلي وصف مختصر لثلاثة أنواع من المصافي ذات القضبان.والمصافي ذات الشبك.والمصافي الدقيقة.



شكل رقم (١-١٦) المصافي المتحركة للمأخذ

(حصيرة)



شكل رقم (١-١٧) تفاصيل المصافي الميكانيكية

١-٣-٩-١ المصافي ذات القضبان (Bar Screens)

وتصنع من قضبان صلب ملحومة ومتوازية موضوعة على مسافات متساوية وتتراوح هذه المسافات من ١.٥ إلى ١٣ مم (في المصافي ذات الفتحات الصغيرة)، ومن ١٣ إلى ٢٥ مم (في المصافي ذات الفتحات المتوسطة)، ومن ٣٢ إلى ١٠٠ مم (في المصافي ذات الفتحات الكبيرة)، وأكثر المصافي استخداماً هي ذات الفتحات المتوسطة والكبيرة. وتعترض المصافي ذات القضبان مسار المياه الداخلة إلى مأخذ المياه بزاوية تتراوح من ٦٠ إلى ٨٠ درجة مع الأفقي لتسهيل عملية تنظيفها ولمنع إنسدادها، ويتم التنظيف يدوياً في مصافي المحطات صغيرة التصرف، ويفضل أن يكون أوتوماتيكياً في المحطات الكبيرة (أو حتى الصغيرة).

١-٣-٩-٢ المصافي ذات الشبك (Mesh Screens)

وتسمى أيضاً المصافي الضيقة وتصنع من نسيج السلك أو ألواح من الصاب الذي لا يصدأ وتصل مساحه الفتحة إلى ١٠ مم^{٢} وتستخدم في حالات المياه التي لا تحتوى على أجسام كبيرة، وتركب رأسياً في الماء وتنظف آلياً في معظم الأحيان.

١-٣-٩-٣ المصافي الدقيقة (Micros trainers)

المصافى الدقيقة تقوم بحجز العوالق والكائنات الحيوانية والنباتية الصغيرة جداً المعلقة أو الطافية في الماء، وتنظف عادة آلياً بواسطة دش ماء، ويعرض الشكل رقم (١-١٨) تفاصيل المصافى الدقيقة.

١-٩-٤ سحارة المآخذ (Intake conduit)

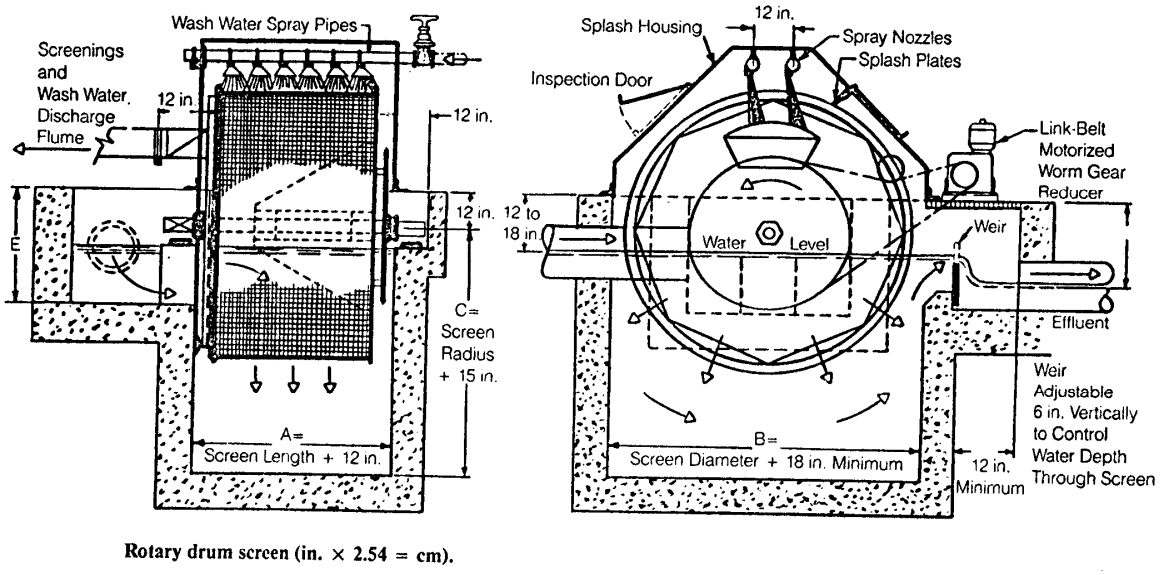
هي الماسورة الواصلة من مبني المأخذ علي مصدر المياه حتى بيارة طلمبات الضغط المنخفض وهي قد تكون صغيرة (ماسورة من الحديد الزهر) أو كبيرة (نفقاً من الخرسانة المسلحة) وبديهي أن تتوقف مساحة مقطع السحارة علي التصرف اللازم إلا أنه في جميع الحالات يجب أن تصمم بسعة كافية لإمداد المدينة بالماء لمدة طويلة مستقبلاً، بحيث تجري فيها المياه بسرعة كافية لا يتسبب عنها ترسيب للمواد العالقة في قاع الماسورة كما يجب ألا يزيد سرعة المياه داخل السحارة عن تلك القيمة التي تسبب تآكلا في جدران الماسورة كما هو مبين بالجدول رقم (١-٣). والقطاع الدائري هو أنسب القطاعات للسحارة من الناحية الهيدروليكية إلا أن صعوبة تنفيذه في بعض الأوقات قد تؤدي إلي أن يلجأ المصمم إلي قطاعات أخري مثل قطاع حدوة الفرس (Horse shoe) أو القطاع المربع أو المستطيل.

جدول رقم (١-٣) السرعة الإقتصادية والقصوى للمياه في الأنواع المختلفة لمواسير المأخذ

م	المواد المختلفة لمواسير المأخذ	السرعة(متر /ثانية)	
		السرعة الاقتصادية	السرعة القصوى
١	الخرسانة المسلحة	١.٢	٣-٤
٢	المباني من الطوب(Culvert Box)	١.٠	٣-٤
٣	الحديد الزهر(CI)	١.٢٥	٤-٥
٤	الحديد الصلب	١.٥٠	٤-٥

جدول رقم (١-٣) السرعة الإقتصادية والقصوى للمياه في الأنواع المختلفة لمواسير المأخذ

م	المواد المختلفة لمواسير المأخذ	السرعة(متر /ثانية)	
		السرعة الاقتصادية	السرعة القصوى
٥	الحديد الزهر المرن	١.٥٠	٥-٤
٦	ألياف الزجاج المقواه بالبلاستيك	١.٢٥	٤-٣



شكل رقم (١-١٨) تفاصيل المصافى الدقيقة

وبتحديد سرعة المياه في السحارة يمكن حساب القطاع المطلوب لماسورة المأخذ.

طبقاً للمعادلة الهيدروليكية رقم (١-٤) الأساسية التالية :

$$Q = A \times V \qquad (٤-١)$$

كما أنه بتحديد سرعة المياه بالسحارة وبمعرفة طول السحارة يمكن تقدير الفاقد بالإحتكاك (Friction loss) نتيجة لسير الماء في السحارة من المأخذ حتى بيارة سحب الطلمبات وذلك بإستعمال أحد القوانين الهيدروليكية التي تبين الفاقد في الضغط بالإحتكاك – وأهم هذه القوانين معادلة دراسى رقم (١-٥) :

$$H = \frac{4 f L v^2}{2 g D} \qquad (٥-١)$$

حيث أن :

Q = أقصى تصرف مار فى ماسورة السحارة (م^3/ثانية)

A = مساحة المقطع المائى (متر مربع)

H = الفاقد في عامود الضغط (متر)

L = طول الماسورة (متر)

υ = سرعة المياه (متر/ثانية)

g = عجلة الجاذبية الأرضية (م/ث^{٢})

D = قطر السحارة (متر)

f = معامل الإحتكاك ويتوقف علي نوع الماسورة وتتراوح قيمته من ٠.٠٢-٠.٠٤ تبعاً لنوع الماسورة ونعومة سطحها.

كما يمكن حساب الفاقد في المدخل (Entrance loss) والفاقد في المخرج (Exit loss) ويمثل مجموعها الفرق بين منسوب المياه في النهر أو الترعة ومنسوب المياه في بيارة طلمبات محطة الرفع المنخفض.

وتصنع سحارات المأخذ أما من الحديد الزهر أو من الصلب أو من الخرسانة. ويتوقف اختيار مادة إنشاء السحارة علي الأسعار المحلية لكل نوع سواء كانت هذه الأسعار للتوريد أو للتركيب أو الإنشاء كما يتوقف علي مدي تواجد هذه الأنواع في الأسواق وكذلك علي عمرها الافتراضي وتكاليف التشغيل والصيانة لها.

والمواسير الخرسانية أكثر المواسير استعمالا لسحارات المأخذ الموصلة من مأخذ الشاطئ إلى بيارة المياه العكرة التي تسحب منها محطة الضغط المنخفض المياه إلي أعمال التنقية، وهي أما مسلحة أو غير مسلحة ويتم إنتاجها أما مصبوبة خارج الموقع أو مصنعة في الموقع.

١-٩-٤-١ مميزات المواسير الخرسانية

١- تقاوم الضغط الخارجي.

٢- لا تحتاج تكاليف لصيانتها

٣- لا تتآكل بفعل المياه الجوفية إلا إذا احتوت هذه المياه الجوفية بأملاح ذائبة ذات تركيز عالى.

٤- لا تحتاج إلي وصلات تمدد.

٥- لا تحتاج إلي خبرة عالية في التصنيع والإنشاء في الموقع كما أن الرمل والزلط يتوفران في أماكن كثيرة وبذلك تقل تكاليف النقل نظرا لاقتصاره علي حديد التسليح والأسمنت.

١-٩-٤-٢ عيوب المواسير الخرسانية

١. يتسرب منها الماء نتيجة لمسامية الخرسانة وتشققها.

٢. لا تتحمل الضغط الداخلي العالى.

٣. صعوبة إصلاحها.

٤. ثقيلة الوزن مما يضطرنا لتصنيعها بأطوال قصيرة لسهولة نقلها وتقليل احتمالات كسرها.

١-٩-٥ محطة طلمبات المياه العكرة (الضغط المنخفض)

يفضل اختيار موقع محطة طلمبات المياه العكرة أقرب ما يكون إلى المأخذ وفى هذه الحالة تسمى الضغط المنخفض (Low Lift Pumps) على أن تتوفر فيها الشروط الآتية:

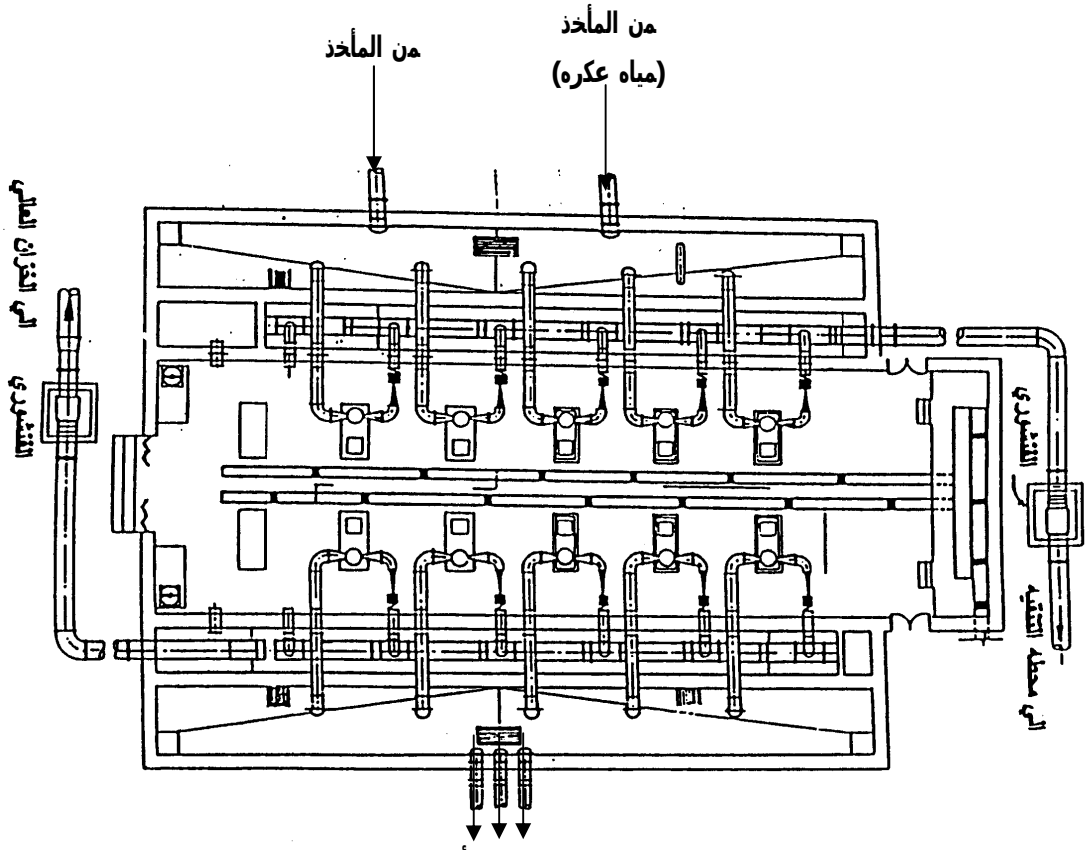
١. أن يكون حجم المبنى بالاتساع الكافي ليستوعب عدد الطلمبات التي تخدم المدينة فى المستقبل (بالرغم من عدم تركيبها حالياً، نظراً لعدم الحاجة إليها مؤقتاً).

٢. أن يكون المنظر الخارجي للمبنى جميلاً من الناحية الفنية والهندسية مما يزيد من ثقة الجمهور في عمليات المياه في مدينته.

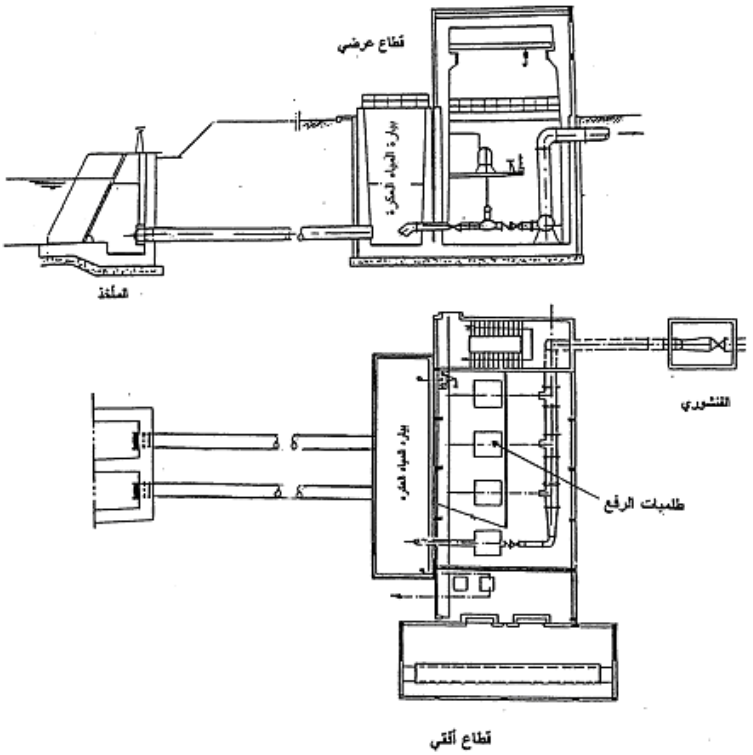
٣. أن يسمح تخطيط المواسير والكابلات الكهربائية داخل المبنى بتنفيذ عمليات التشغيل والصيانة بسهولة.

وتقوم محطة طلمبات الضغط المنخفض برفع المياه من بئر المياه العكرة الملحق بمحطة الطلمبات حتى منسوب المياه في عملية التنقية، وهذا الضغط لا يزيد عادة عن عشرة أمتار، ولذلك سميت هذه المحطات بمحطات الرفع المنخفض (طلمبات الضغط المنخفض) لتمييزها عن محطات الرفع العالي (طلمبات الضغط العالى) التي توجد في أول شبكة التوزيع وتضغط المياه بحيث لا يقل الضغط في الشبكة عن ٢٥ متر ماء عند أقصى نقطة في المدينة. أما فى حالة أن يكون موقع محطة تنقية مياه الشرب بعيداً عن مصدر المياه العكرة فى هذه الحالة قد تكون محطة طلمبات المياه العكرة ذات ضغط عالى.

و يعرض الشكل رقم (١-١٩) تفاصيل مبنى طلمبات رفع مياه خام عكرة ومياه نقية، بينما يعرض الشكل رقم (١-٢٠) تفاصيل مبنى طلمبات رفع مياه خام (عكرة ذات الضغط المنخفض فى حال تواجدها بجوار محطة التنقية).



شكل رقم (١-١٩) تفاصيل مبني طلمبات رفع المياه الخام (عكرة) وطلمبات رفع المياه النقية



شكل رقم (١-٢٠) تفاصيل مبني طلمبات رفع المياه العكرة من الترعة الرئيسية

(ذات الضغط المنخفض فى حال تواجدها بجوار محطة التنقية)

الفصل الثانى

تكنولوجيا تنقية المياه السطحية

الفصل الثانى

تكنولوجيا تنقية المياه السطحية

٢-١ الغرض من تنقية المياه السطحية

تحتوي معظم المياه السطحية (وخاصة نهر النيل) على بعض الشوائب العالقة، بالإضافة إلى بعض أنواع البكتريا والطحالب. أما الأملاح الذائبة فتكون غالباً مقبولة (حيث أن تركيزها دائما متزنا) كما أن هذه الأملاح في الوقت نفسه مرغوب فيها حيث أنها تدخل في بناء خلايا جسم الإنسان.

ونهر النيل وفروعه هو مصدر المياه السطحية في جمهورية مصر العربية، وتحتوي هذه المياه على نسبة مقبولة جداً من الأملاح الذائبة تتراوح بين ٢٠٠ إلى ٤٠٠ ملجم/لتر (جزء في المليون) وهذه النسبة المثالية من الأملاح الذائبة تدخل فى تركيب خلايا جسم الأنسان.

والغرض الأساسي من أعمال التنقية للمياه السطحية العكره الطبيعية هو تحقيق الآتي :

الغرض من تنقية المياه السطحية (العكره)

١- إزالة الكائنات الحية الدقيقة والقضاء عليها، خاصة البكتيريا الممرضة والفيروسات والجراثيم.

٢- تحسين الصفات الطبيعية للمياه، وذلك بإزالة اللون والعكارة والرائحة وجعلها مستساغة الطعم عديمة الرائحة.

٣- التخلص من الطحالب بطريقة مناسبة لا تؤدى إلى تدميرها تجنباً لمشاكل اللون والطعم والرائحة.

٤- إزالة المواد العالقة أو الطافية.

٥- إزالة المواد العالقة صغيرة الحجم.

٦- إزالة المواد الصلبة الذائبة العضوية والغير عضوية.

٧- إزالة العناصر الجالبة للون والمذاق والرائحة في المياه.

٨- إزالة الدهون والشحوم والزيوت.

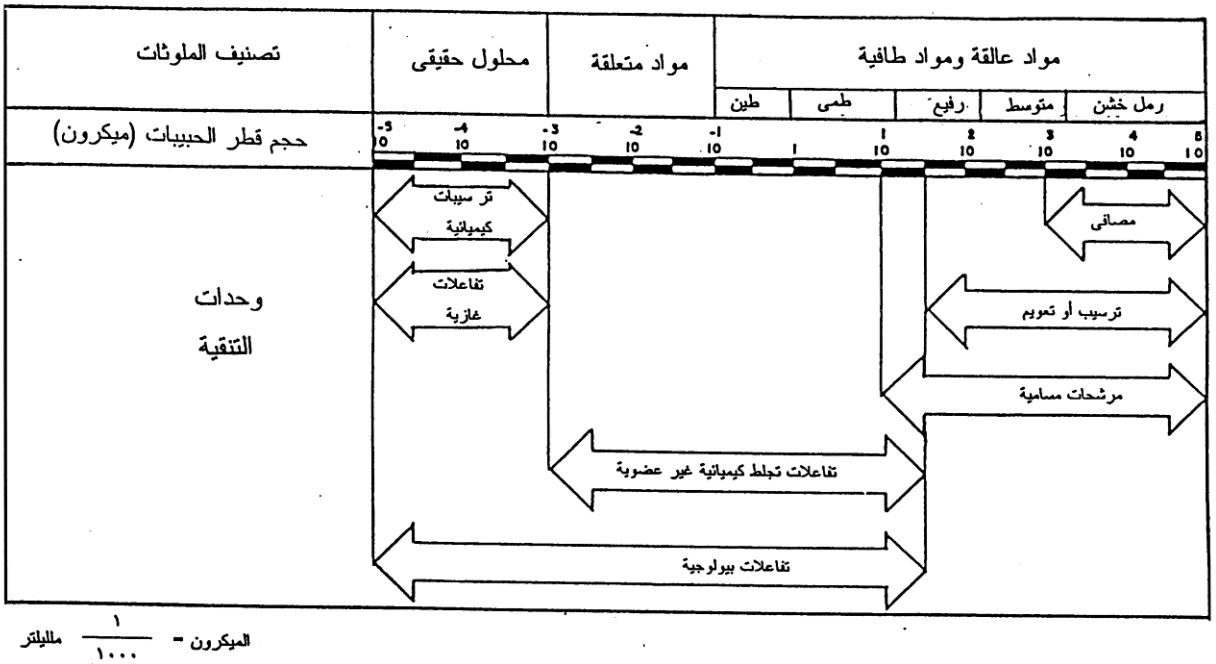
٩- إزالة المواد العالقة مثل الرمل والطين.

١٠- إزالة بعض المركبات الكيميائيه، والتي قد تتعارض مع بعض الإستخدامات الخاصة للمياه.

١١- الحد من تلوث المياه.

١٢- مواكبة وتطبيق التشريعات والقوانين السائدة ذات الصلة بتنقية مياه الشرب.

وهناك وسائل وطرق كثيرة للتنقية، تعتمد جميعها على نوع الشوائب المحمولة في المياه وكميتها (تعتمد هذه الشوائب بدورها على المصدر)، وعلى الاستعمال المتوقع للمياه المنقاة. ويوضح الشكل رقم (٢-١)، العلاقة بين حجم المواد العالقة الملوثة أو المتعلقة في المياه وبين وسائل التنقية لإزالة هذه الملوثات.



شكل رقم (٢-١) العلاقة بين حجم حبيبات المواد الصلبة العالقة أو المتعلقة الملوثة وإختيار إسلوب التنقية المناسبة لها

٢-١-١ خطوات عمليات تنقية المياه السطحية

يُتبع في عمليات تنقية المياه السطحية في مصر (والتي يكون مصدرها غالباً نهر النيل وفروعه الرئيسية والترع) خطوات شبة موحدة، تتلخص في النقاط التالية:

١- أعمال تجميع المياه من المصادر لضخها إلى موقع وحدات التنقية، وتشمل: المأخذ، ومواسـير المأخذ، وطلمبات ضخ المياه الخام (ذات الضغط المنخفض عادة) لتوصيل المياه من المأخذ إلى بداية محطة التنقية وهو حوض التوزيع.

٢- يتم إضافة جرعة الكلور المبدئى ويلى ذلك إضافة المواد الكيميائية المجلطة.

٣- أحواض الترويب والتنديف (المواد الكيميائية المجلطة) ثم الترسيب.

٤- الترشيح بالمرشحات الرملية بطيئة المعدل أو سريعة المعدل.

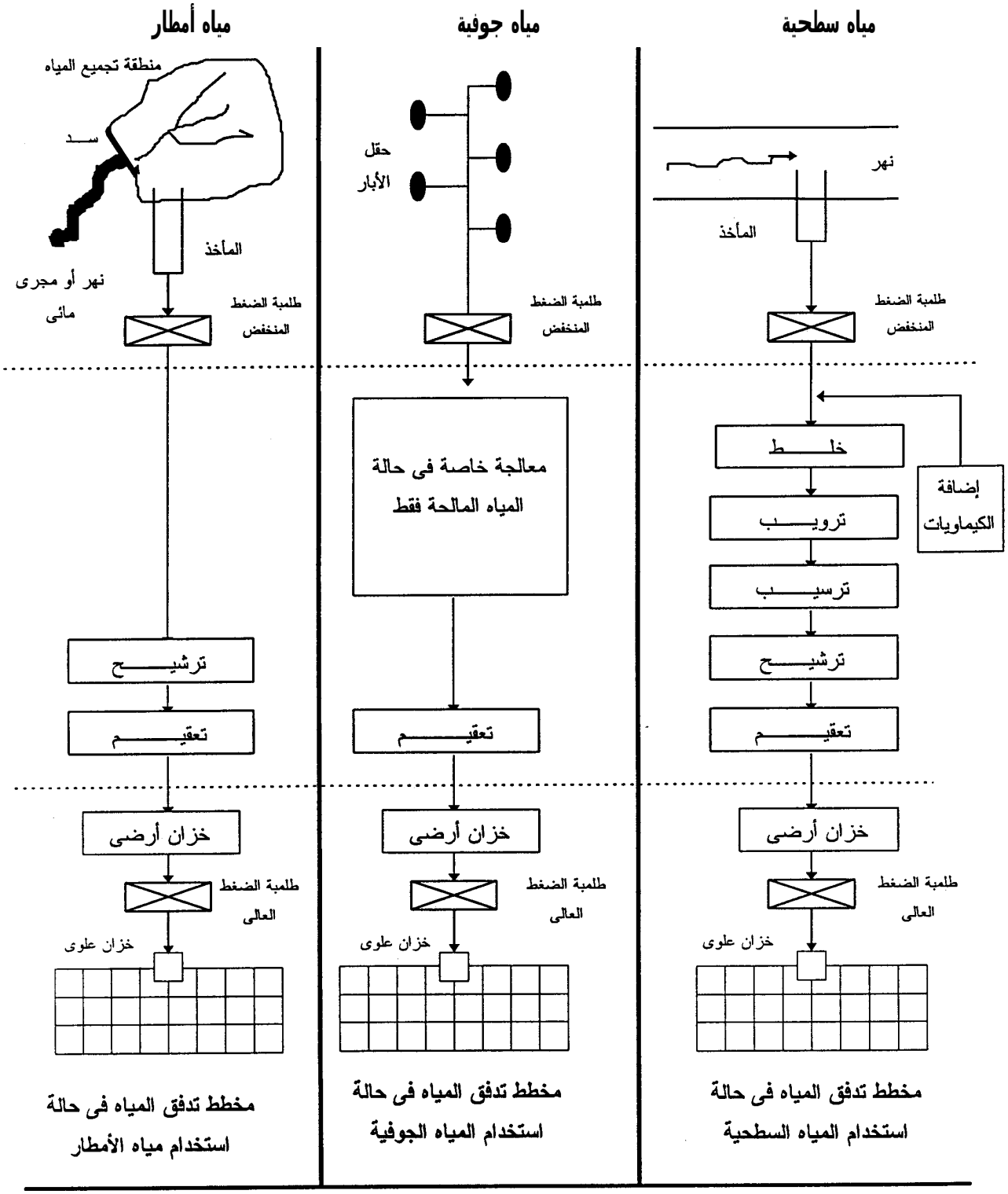
٥- التعقيم (يشمل الكلورة الابتدائية والكلورة النهائية).

ثم يتم بعد ذلك تجميع المياه المنقاه فى خزانات تجميع أرضية، ثم ضخها للتوزيع بواسطة طلمبات ضخ المياه المنقاة (ذات الضغط العالى) إلى شبكات التوزيع والخزانات العالية.

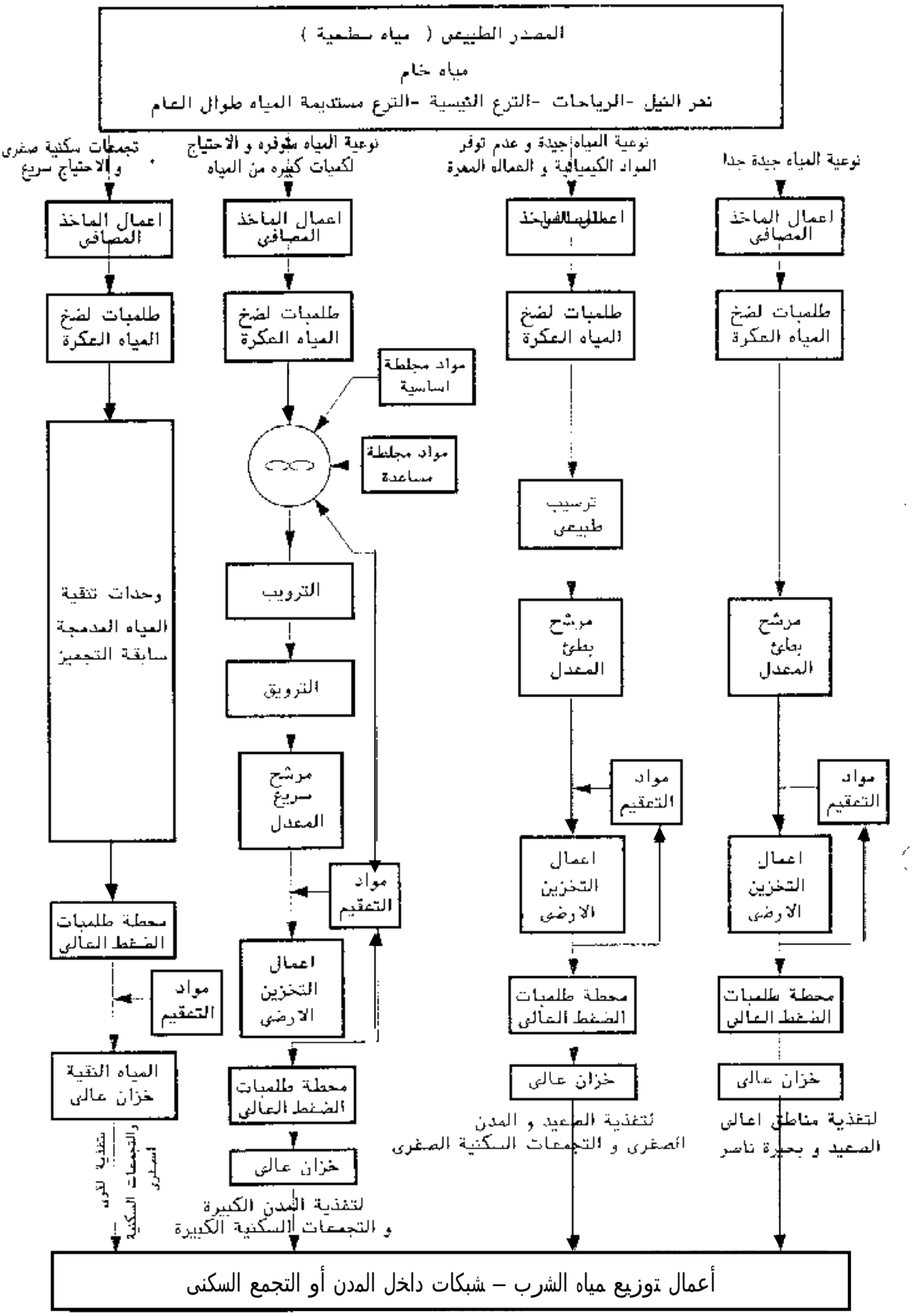
وقد بدأنا بالترسيب من أجل إيضاح الحاجة إلى الترويب والتنديف. ويلي ذلك فصل يشرح وحدات تنقية المياه النقالي، وآخر يوضح تكنولوجيا معالجة المياه الجوفية وتحلية مياه البحر.

ويوضح الشكل رقم (٢-٢) مخطط عام لنظم تنقية ومعالجة (المياه السطحية – المياه الجوفية – مياه الأمطار)، كما أن الشكل رقم (٢-٣) يوضح أعمال تجميع وتنقية (المياه السطحية) وتوزيع مياه الشرب كما يوضح الشكل رقم (٢-٤) رسماً تخطيطياً لمسار المياه في وحدات التنقية للمياه السطحية

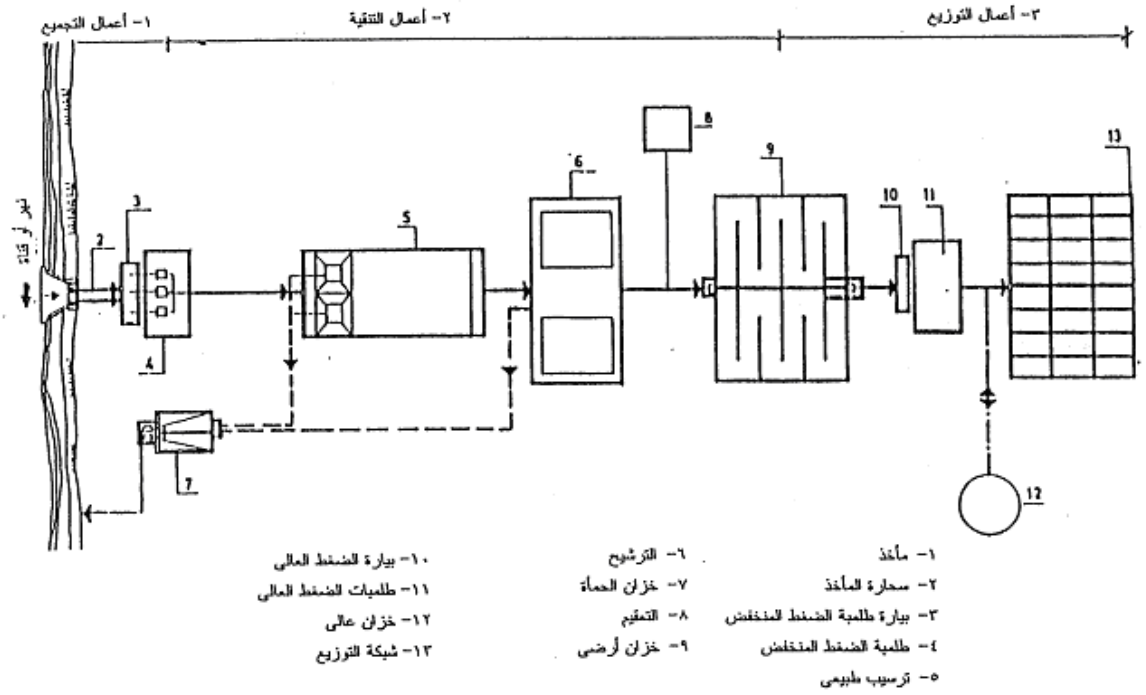
بنظام المرشحات الرملية بطيئة المعدل، بينما يوضح الشكل رقم (٢-٥) رسماً تخطيطياً لمسار المياه في وحدات التنقية للمياه السطحية بنظام المرشحات الرملية سريعة المعدل.



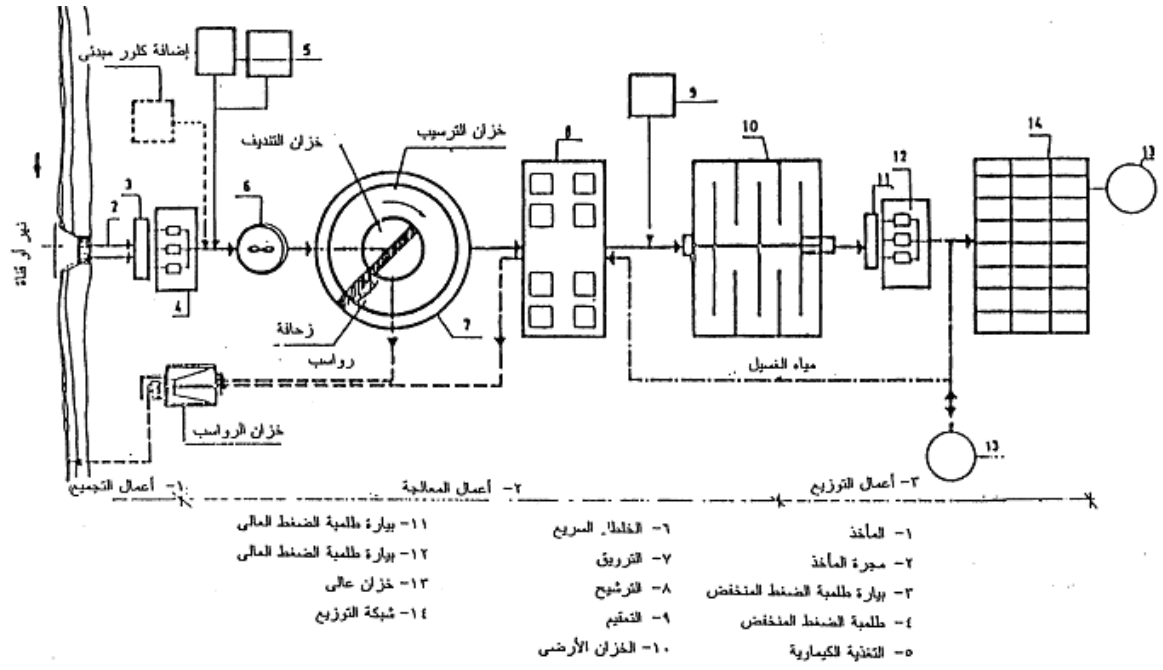
شكل رقم (٢-٢) مخطط عام لنظم تنقية وتوزيع مياه الشرب بإختلاف المصدر الطبيعى



شكل رقم (٢-٣) أعمال تجميع وتنقية (المياه السطحية) وتوزيع مياه الشرب



شكل رقم (٢-٤) رسم تخطيطي لمسار المياه في وحدات تنقية المياه السطحية (المرشح البطئ)



شكل رقم (٢-٥) رسم تخطيطي لمسار المياه في وحدات تنقية المياه السطحية (المرشح السريع)

٢-٢ إختيار الموقع لمحطات تنقية مياه الشرب

يعتبر اختيار الموقع المناسب لمحطة التنقية من أهم الدراسات المطلوبة لتصميم وإنشاء المحطة حيث تؤثر عوامل كثيرة على الاختيار الأنسب يلزم دراستها فى حالة عدم توافر دراسات أو مخططات عامة سابقة للمدن أو التجمع السكنى المطلوب إمداده بالمياه الصالحة للشرب.

يعتبر نوع وموضع مصدر المياه الخام سواء من الآبار أو المياه السطحية العكرة أو مياه البحار والبحيرات المالحة ذات علاقة وثيقة بإختيار موقع المحطة، وفيما يلى عرض لهذه المصادر.

أولاً : الآبار :

فى حالة الاعتماد على المياه الأرتوازية (الجوفية) كمصدر أساسى للإمداد بالمياه تكون الطبقة الحاملة ونوعية مياهها وإتجاه سريان المياه بها العنصر الأساسى لاختيار موقع محطة المياه حيث يحدد الموقع أمام إتجاه سريان تيار المياه تفادياً لأى مصادر للتلوث.

أما فى حالة دق آباراً إرتوازية للمياه كمصدر مساعد لكميات المياه المطلوب داخل محطة التنقية فيراعى أن تكون المياه صالحة للاستخدام طبقا للمعايير الصحية.

ثانيا : الأنهار والبحيرات العذبة :

تشترط أن تكون الأنهار والترع والبحيرات بعيدة عن مصادر احتمالات التلوث أمام التيار وأن تكون المياه بكميات تفى بالاحتياجات على مدار السنة.

ثالثا : البحار والبحيرات المالحة :

يشترط أن يكون مصدر هذه المياه بعيداً عن مصادر احتمالات التلوث مع الأخذ فى الاعتبار ظاهرة المد والجزر.

٢-١-٣ موقع حقل إنتاج المياه الجوفية (الآبار)

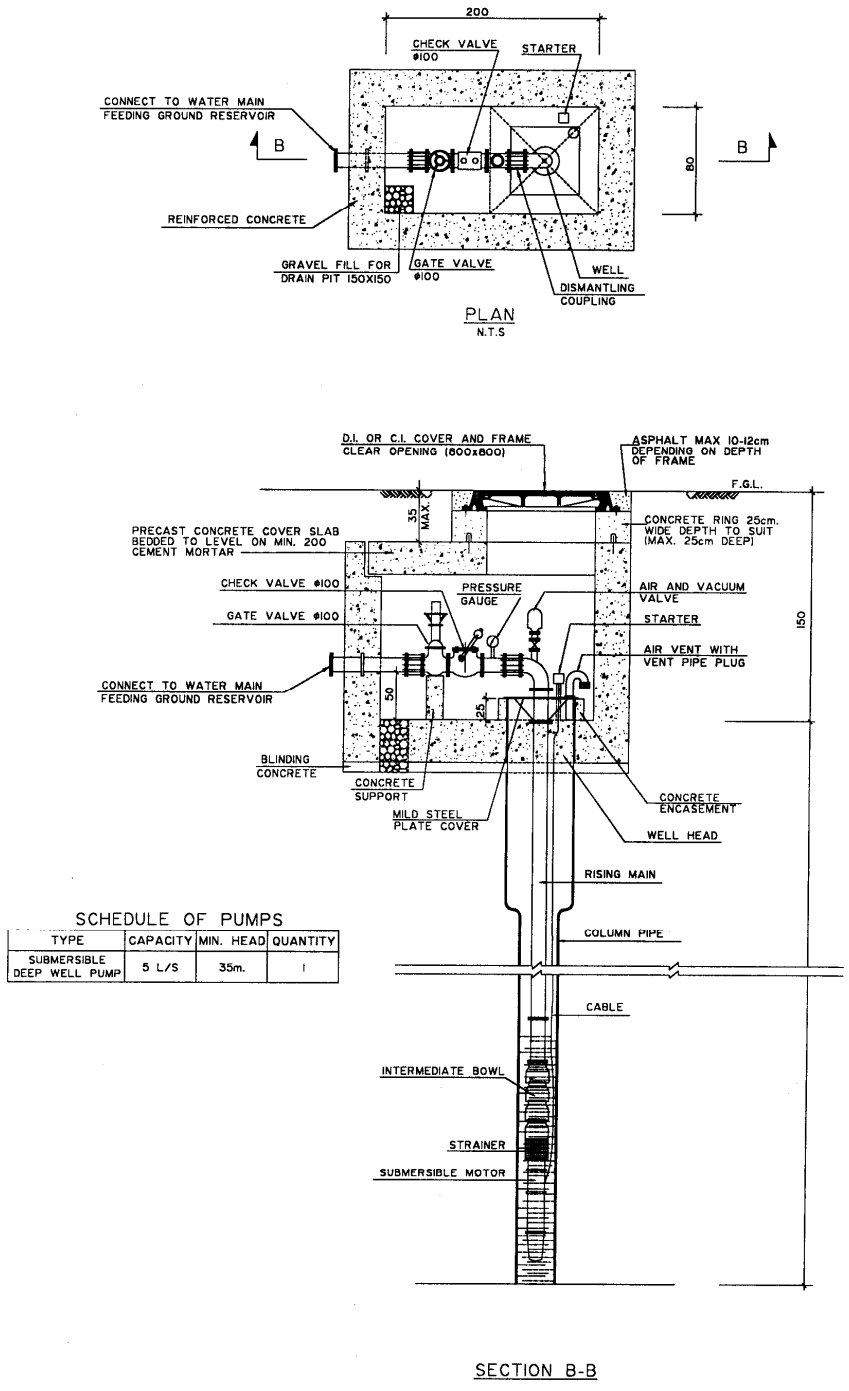
يتم عمل آبار إختيارية للوقوف على طبيعة الموقع الجيولوجية والهيدرولوجية كالآتى :

١- التأكد من وجود خزان جوفى وصلاحيته للإستغلال استناداً إلى الدراسات المتاحة وفى حالة التأكد من ذلك يتم إنشاء البئر والشكل رقم (٢-٦) وكذلك الشكل رقم (٢-٧) يوضحان تفاصيل إنشاء الآبار.
٢- .طريقة اختراق التربة للوصول إلى الخزان الجوفى.
٣- تحديد المعدلات الآمنة للسحب من هذه الآبار.
٤- تحديد دائرة التأثير عند معدلات السحب المختلفة.

٧-٢ التأثيرات البيئية لموقع محطة التنقية

عند إختيار موقع محطة التنقية يراعى التأثيرات البيئية للمناطق المجاورة كما يلى :

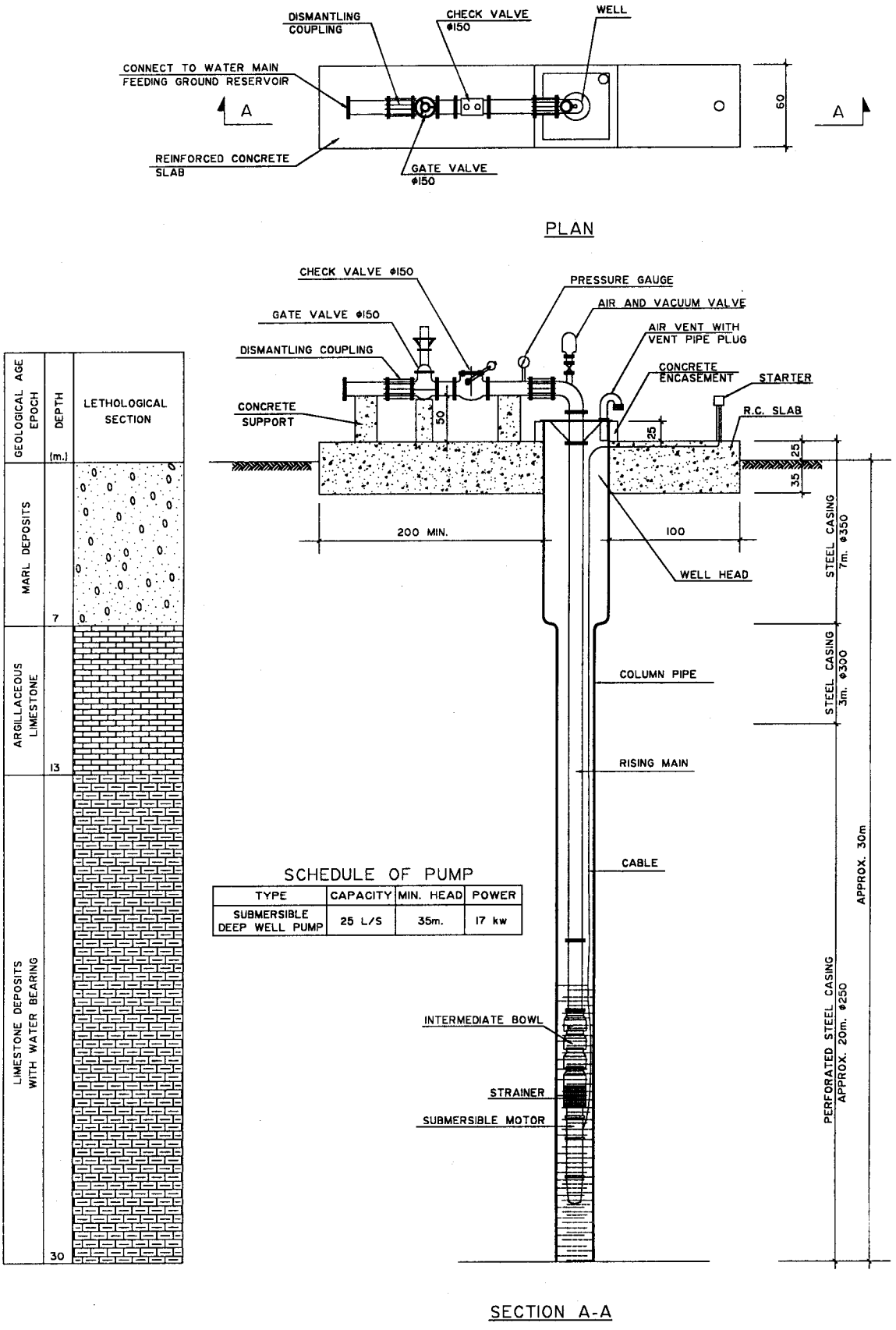
١. البعد الآمن عن مصادر التلوث بكافة أنواعه عن المناطق المأهولة بالسكان مع الأخذ فى الإعتبار التوسعات المستقبلية المتوقعة.
٢. الضوضاء المتوقعة خلال فترات الإنشاء والضوضاء المتوقعة أثناء التشغيل.
٣. تلوث الهواء الناتج عن تناثر الكيماويات خلال تسليمها أو تداولها.
٤. تأثير الإضاءة المبهرة الليلية على التجمعات السكانية المجاورة.



SCHEDULE OF PUMPS

TYPE	CAPACITY	MIN. HEAD	QUANTITY
SUBMERSIBLE DEEP WELL PUMP	5 L/S	35m.	1

شكل رقم (٢-٦) تفاصيل إنشاء الآبار نموذج رقم (١)



شكل رقم (٢-٧) تفاصيل إنشاء الآبار نموذج رقم (٢)

٢-٢ عمليات تنقية المياه – الترسيب الطبيعى

الترسيب هو عبرة عن عملية تنقية يتم فيها فصل المواد الصلبة والعالقة والحبيبات كبيرة الحجم ذات الكثافة العالية بالترسيب تحت تأثير الجاذبية الأرضية. وتوضع المياه المراد تنقيتها فى حوض ترسيب لفترة زمنية (٣-٥ ساعات)، ونظرا لأن مساحة مقطع الحوض عادة تكون كبيرة فإن سرعة الترسيب تكون قليلة. وبذا فإن الحبيبات ذات الكثافة الأعلى من السائل المحيط تترسب إلى القاع، أما الحبيبات ذات الكثافة القليلة فتصعد على سطح الحوض ليتم فصلها بعملية الطفو مكونة طبقة الخبث أعلى الحوض Scum. وتستخدم عملية الترسيب فى مجال تنقية المياه للأسباب التالية:

١- التخلص من الحبيبات الصلبة غير العضوية.

٢- إزالة المواد الصلبة العضوية.

٣- إزالة المتجلطات الكيميائية (أنظر البند ٢-٣).

وتصعب المفاضلة بين أنواع أحواض الترسيب إلأ إن الأحواض التى تعمل باستمرار بفضل أستخدامها لمحطات تنقية المياه ذات السعة الكبيرة. ويمكن المفاضلة الأحواض الدائرية أو المربعة أو المستطيلة من حيث تكلفة الإنشاء ومعايير وأسس التصميم. وعموما فإن اختيار أى من الأنواع المختلفة لأحواض الترسيب يبنى على خبرة المصمم والمعايير الإقتصادية والإجتماعية.

ويبين شكل رقم (٢-٨) تفاصيل أحواض الترسيب المستطيلة وتعتبر أحواض الترسيب أفقية الدفق من أفضل الأنواع للتخلص من المواد المتفردة والحبيبات المتقطعة Discrete. وتفضل الأحواض الضحلة الطويلة لزيادة كفاءة إزالة المواد الصلبة لنفس السعة وحجم الحوض غير أن أحواض الترسيب المستطيلة تفضل إعتمادا على البيئة المحلية لعدة أسباب منها :

١- أنها تستخدم الأرض المتاحة بطريقة أفضل

٢- توفر من التكلفة الكلية للإنشاء وتقلل من المواد المستخدمة للإنشاء.

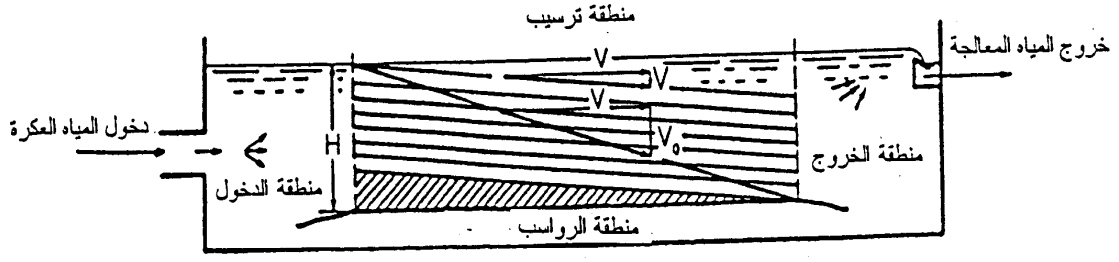
٣- تعطى مجالا أفضل لانتقاء مواد دائمة مثل الخرسانة سابقة الإجهاد.

كما وتم الحصول على نتائج أحسن باستخدام الأحواض ذات التصرف الرأسى والتى لها عمق أكبر ومدخل أكثر إتقانا لتنظيم دخول المياه وموزعة بانتظام على كافة مساحة الحوض لزيادة كفاءة الترسيب.

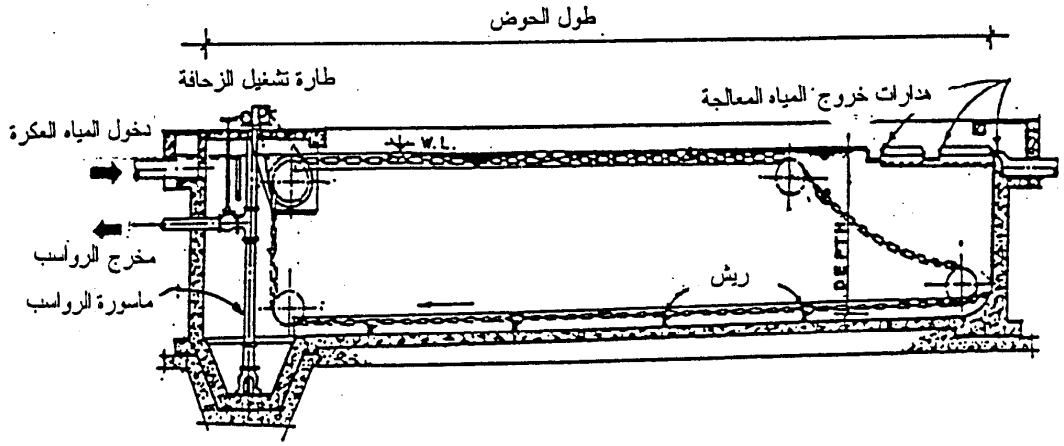
وظاهرة الترسيب تنقسم إلى عدة أقسام إعتماداً على نوع وشكل وحجم وكثافة الحبيبات المترسبة، وخواص سائل الترسيب. ومن هذه الأنواع المتفرد أو المتقطع، والترسيب المقاوم والترسيب المتجلط والترسيب المنضغط الطبيعي.

يتم الترسيب المتفرد أو المتقطع Discrete settling عندما تضمحل قوى التجمع الطبيعية وفى خلال فترة الترسيب تتبع كل حبيبة عالقة مسارها بسرعة منتظمة دونما حدوث أى تغيير فى حجمها أو شكلها أو كثافتها، ولا يحدث أى اختلاط أو اتحاد بين هذه الحبيبات والحبيبات الأخرى فى المحلول، كما ولا تعوق جدران الحوض عملية الترسيب. ومثال لهذا النوع من الترسيب ترسيب حبيبات الرمل وترسيب الحبيبات الصلبة غير العضوية.

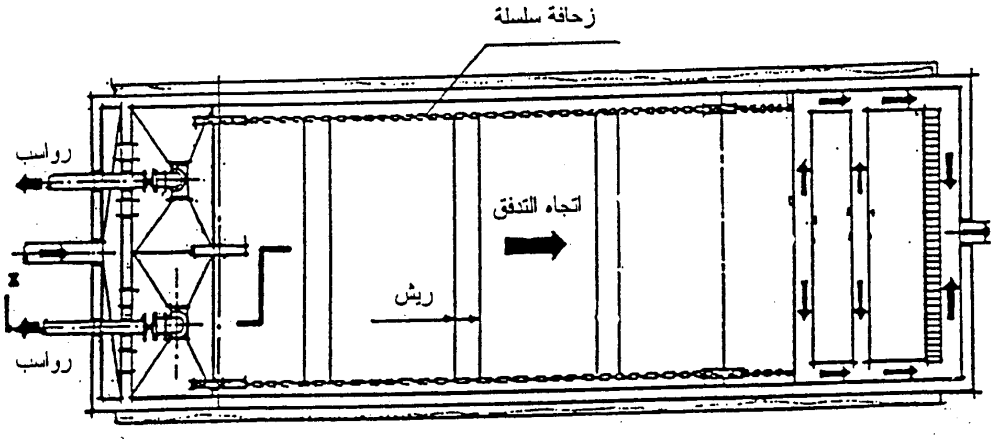
أما الترسيب المقاوم أو ترسيب المنطقة Hindered (zone) settling فيحدث عندما تأتى الكثافات العالية بتداخل الحبيبات مع بعضها وتقاربها بحيث أن ازاحة الماء من إحدى الحبيبات يؤثر فى السرعة النسبية للحبيبات المجاورة. ومن خواص هذا النوع من الترسيب وجود قوى بين الحبيبات تؤثر على خواص ترسيب الحبيبات المجاورة وان الحبيبات تهبط بنفس سرعة الترسيب، كما وأن الترسيب يحدث لمجموعة أو كتلة من الحبيبات يمكنها الترسيب كوحدة، وتظل الحبيبات فى مناطق ثابتة بالنسبة لبعضها البعض.



مناطق الترسيب المثالية فى الحوض



قطاع X - X



مسقط أفقى

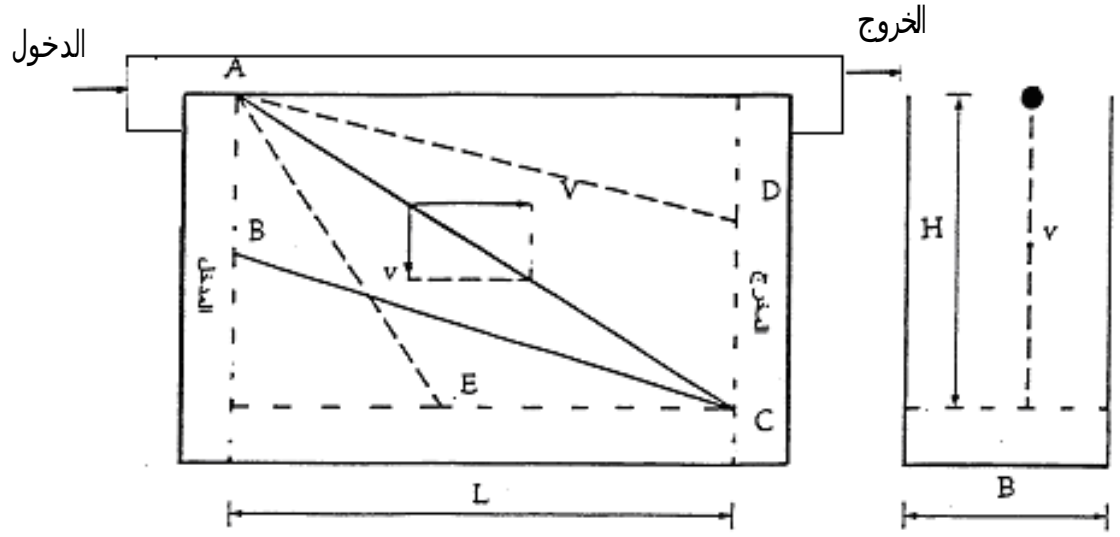
شكل رقم (٢-٨) نماذج أحواض الترسيب مستطيلة الشكل

١-٢-٢ تبسيط نظرية الترسيب

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

ويعتمد تصميم أحواض الترسيب على أن الحبيبة الداخلة، والتي لها سرعة أفقية هي سرعة دخول الماء، وسرعة رأسية هي سرعة الهبوط؛ يجب أن تهبط إلى القاع قبل أن تبدأ المياه في الخروج من الحوض من الجهة الأخرى. وعلى هذا الأساس تتحدد أبعاد الحوض (الطول والعرض والعمق).

ومن الناحية النظرية البحتة يمكن توضيح عملية الترسيب ـ كما هو موضح في الشكل رقم (٢-١٣) ـ كمدخل لتفهم أسس التصميم، وذلك على أساس أن المواد العالقة متجانسة التوزيع في الماء، وأن سرعة المياه بما فيها من مواد عالقة في الاتجاه الأفقي "V" وأن تصرف المياه "Q" وأن عرض الحوض "B" وعمقه "H"



V سرعة الأجسام العالقة فى الاتجاه الأفقى
v سرعة الأجسام العالقة فى الاتجاه الرأسى
H عمق الحوض
B عرض الحوض
A المساحة السطحية لحوض الترسيب
AD مسار المواد التى لا ترسب وتخرج من الحوض
BC مسار المواد التى لا يرسب منها إلا ما كانت نقطة دخوله بالقرب من القاع
AE مسار الأجسام ذات الكثافة والحجم الأكبر والتى ترسب بسرعة

شكل رقم (٢-١٣) رسم توضيحى لنظرية الترسيب

أى أن مساحة مقطع الحوض العمودي على مسار المياه = B x H وتكون سرعة المياه الأفقية = التصرف / مساحة المقطع.

وتكون هي أيضا السرعة الأفقية للمواد العالقة بمختلف أحجامها.

أما سرعة المواد العالقة في الأتجاه الرأسي (v) فتكون مختلفة حسب حجم الجزيئات وكثافتها. ومن الشكل نستنج أن:

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

وتكون $$v=V \times H/L$$

و حيث أن $$V=Q/(B \times H)$$

تكون $$v=Q/(\ \times H)\ H/L = Q/(B \times L)$$

أي أن $$v=Q/A$$

سرعة الهبوط الرأسية للحبيبات المتساقطة =	التصرف / المساحة السطحية لحوض الترسيب

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

ومن ذلك نرى أن المساحة السطحية لحوض الترسيب (A=B x L) لها تأثير مباشر على كفاءة الترسيب، فكلما زادت المساحة السطحية قلت السرعة الأفقية (V) وزادت كفاءة الترسيب بالحوض. وبتالي فإن معدل التحميل السطحي لحوض الترسيب يُتخذ كأساس من أسس التصميم لهذه الأحواض، وهو يعادل التصرف الوارد لحوض الترسيب مقسوماً على المساحة السطحية له، وتكون وحداته (متر مكعب/متر مسطح/يوم). ومن الشكل رقم (٢-١٠) يتبين أن المسار AD هو مسار المواد التي لها سرعة رأسية أقل من (V) وهذه لا ترسب في الحوض بل تخرج منه، ولا يرسب منها إلا عندما يدخل 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).

٢-٢-٢ أحواض الترسيب الطبيعي

والترسيب الطبيعي (Plain Sedimentation)، الذي هو موضوع هذا الفصل، هو أقدم وأبسط طرق ترسيب المواد العالقة بالماء، ويتم بأن يترك الماء ساكناً أو متحركاً ببطء شديد خلال أحواض صناعية أو طبيعية (بحيرات) إلى أن ترسب المواد العالقة أو معظمها. ويتم سحب المياه الرائقة من السطح العلوي للحوض. والترسيب الطبيعي لا يشمل إضافة مواد كيماوية مجلطة (مجمعة).وكميات الرواسب التي يمكن التخلص منها بواسطة هذا النوع من الترسيب تتراوح بين ٦٠% إلى ٧٠% من المواد العالقة، بالإضافة إلى نسبة مماثلة لإزالة البكتيريا نظراً لأن البكتريا لها خاصية الالتصاق على الحبيبات المترسبة. وفي أحسن الأحوال قد تصل هذه النسبة إلى ٨٠%.

ويتوقف حجم حوض الترسيب الطبيعي على :

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

فإذا كانت المواد العالقة كبيرة، يكتفي ببضع ساعات لفترة الترسيب (Detention Period) بينما في حالة الحاجة للحصول على كفاءة كبيرة وإذا كانت الجزيئات العالقة صغيرة، فإن وقت الترسيب قد يمتد إلى عدة أيام.

إلا أن هذا النظام لم يعد مجدياً مع التزايد المستمر في كميات المياه المطلوبة نتيجة التزايد الكبير في التعداد السكاني والتقدم الاجتماعي والاقتصادي والصناعي.

٣-٢-٢ أنواع أحواض الترسيب

تختلف أنواع وأشكال أحواض الترسيب (Sedimentation Basins) بإختلاف التصميمات، فمنها الأحواض المستطيلة والأحوض الدائرية (المستديرة).

١-٣-٢-٢ الأحواض المستطيلة

يكون سريان الماء في الأحواض المستطيلة في إتجاه واحد مواز لطول الحوض، ويسمى ذلك بالتصريف في خطوط مستقيمة، كما هو موضح بالشكلين رقمى (٢-١٣) و(٢-١٤).

٢-٣-٢-٢ الأحواض الدائرية

يكون سريان الماء في الأحواض الدائرية (المستديرة) في اتجاه القطر، ويسمى ذلك بالتصريف القطري. ويوضح الشكلان رقماً (٢-١٥)، (٢-١٦) حوض ترسيب دائري ذا تصرف قطرى.

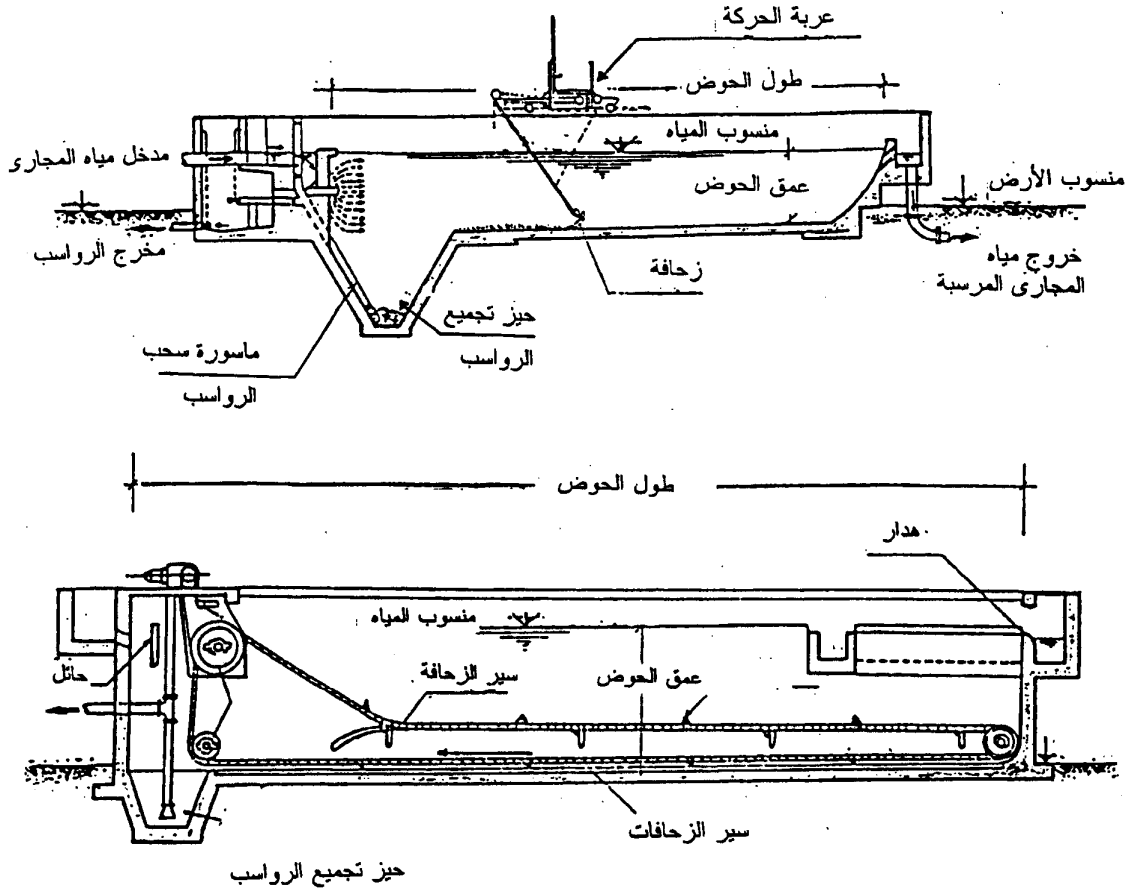
وفي كلا النوعين يلزم الحفاظ على انتظام سرعة المياه وتوزيع التصريف قدر الامكان، لمنع تكون الدوامات والتيارات الإعصارية بها والتي تعوق ترسيب المواد العالقة، مع تفادي حدوث قطر بالدورة (Short circuit) وهو ما يعرف باسم ظاهرة المسار الأقصر بين المدخل والمخرج. وينقسم حوض الترسيب عادة إلى عدة مناطق أساسيه هي:

أ- منطقة دخول المياه :

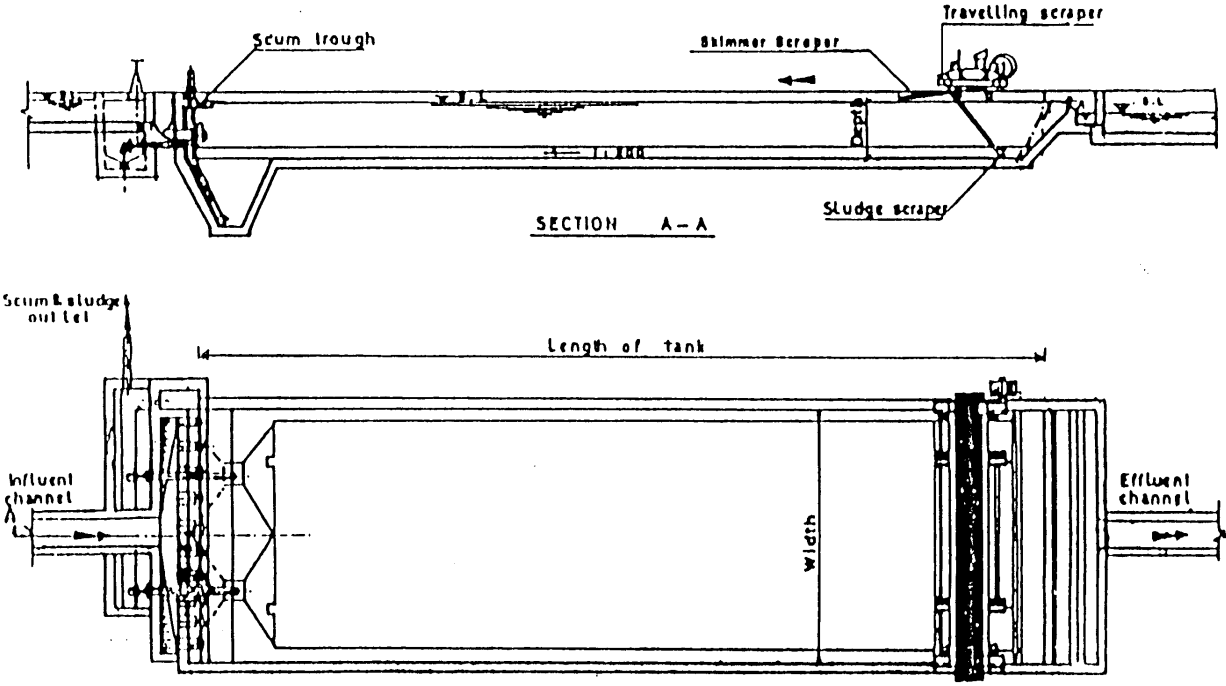
وهي منطقة دخول الماء الوارد من حوض التنديف، ومنها ينتشر في أرجاء حوض الترسيب.

ب- منطقة الترسيب :

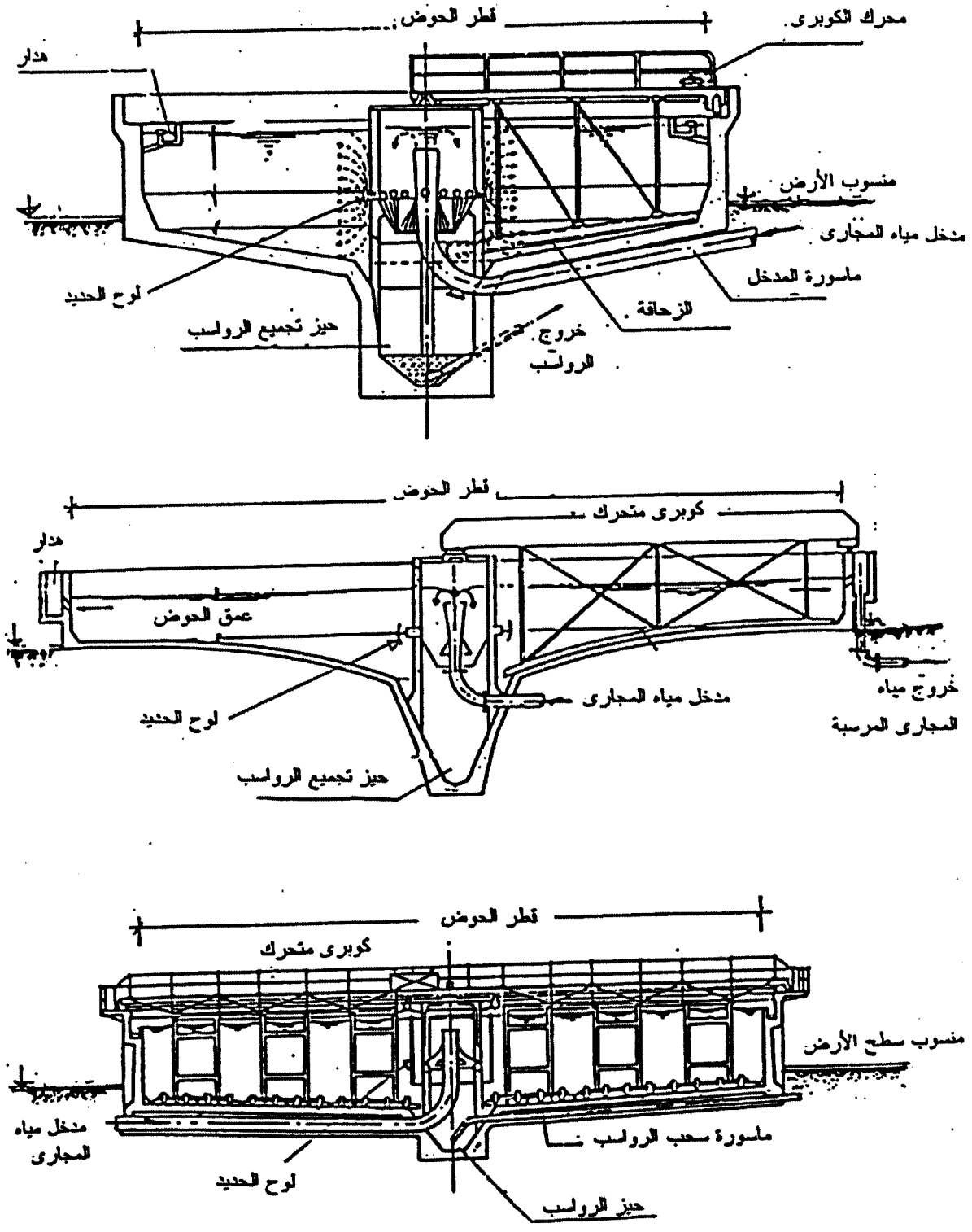
وهي أكبر مناطق الحوض عمقا وفيها يتم ترسيب العوالق بمكوثها مدة كافية من الزمن. ولكون المياه تسير بسرعة أكبر نسبيا في هذه المناطقة، فيلزم عمل الاحتياطات لتفادي التيارات الاعصارية.



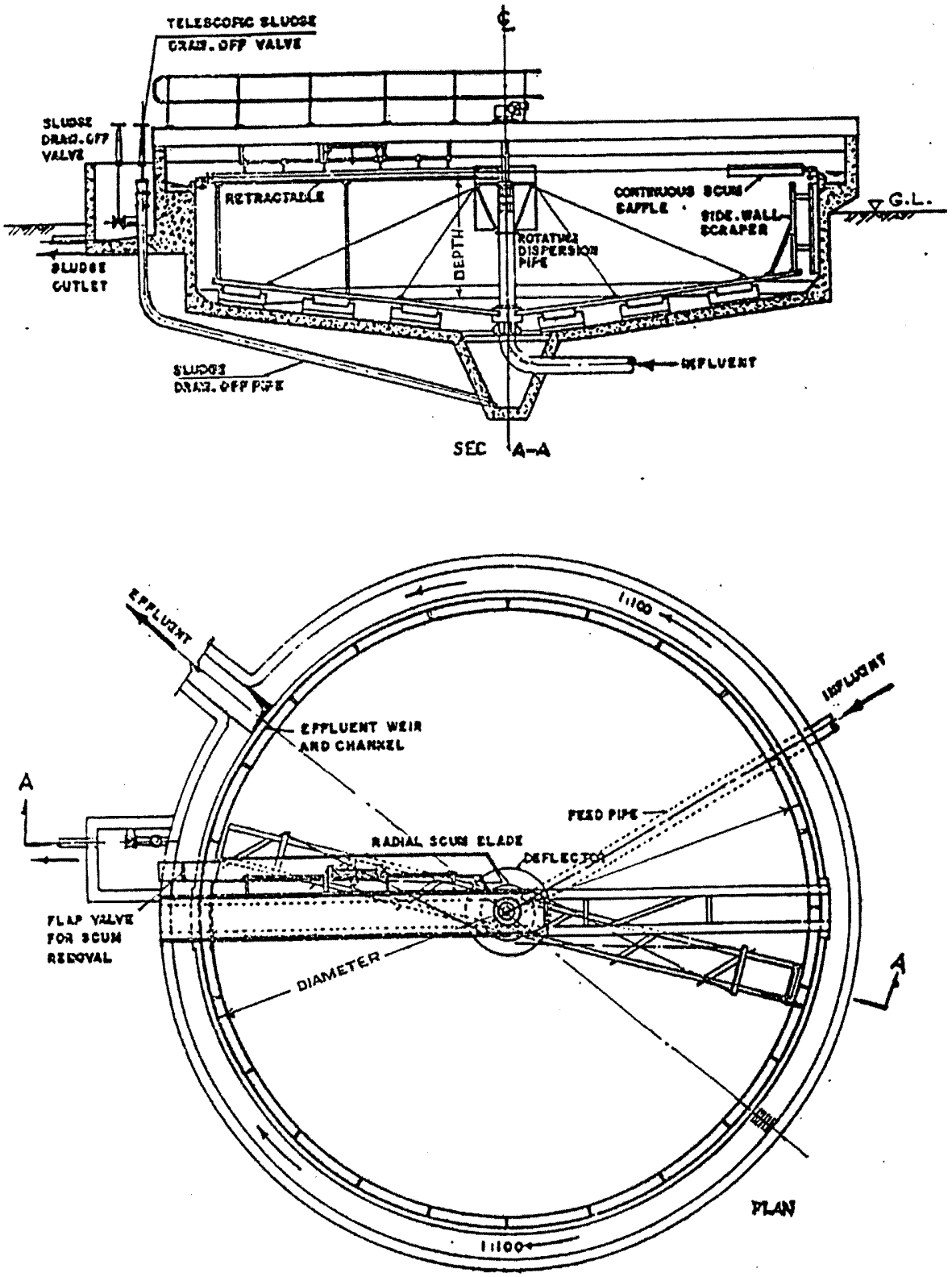
شكل رقم (٢-١٣) حوض الترسيب المستطيل



شكل رقم (٢-١٤) تفاصيل حوض الترسيب المستطيل الشكل



شكل رقم (٢-١٥) تفاصيل حوض الترسيب الدائري - نموذج (١)، (٢)، (٣).



شكل رقم (٢-١٦) تفاصيل حوض الترسيب الدائري - نموذج (٤)

ج- منطقة تجميع الرواسب (الروبة) :

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

د- منطقة خروج الماء :

وهي منطقة خروج الماء من حوض الترسيب الى مجرى خروج الماء الرائق. واذا كان انتقال الماء سلسا في هذه المنطقة فان ذلك يساعد على التحكم التحكم في منسوب الماء بالحوض. وقد تستخدم حواجز بها فتحات على شكل حرف V (هدارات) لتوفر الخروج الهادئ للمياه الرائقة بحيث لاتحمل معها ندفا تنتقل الى المرشحات.

٤-٢-٢ العوامل المؤثرة في عملية الترسيب

العوامل المؤثرة فى عملية الترسيب

١- حجم الحبيبات وطريقة توزيعها : فكلما زاد حجمها ووزنها، زادت كفاءة الترسيب.
٢- شكل الحبيبات : فكلما اقترب شكلها من الشكل الكروي كلما كان ترسيبها أسرع وأكفأ
٢- كثافة الحبيبات : فكلما زادت كثافتها زادت كتلتها بالنسبة لحجمها وزادت سرعة رسوبها، وبالتالي زادت كفاءة الترسيب.
٤- درجة حرارة الماء :فكلما ارتفعت درجة حرارة الماء قلت كثافته ولزوجتة، وبالتالي زادت سرعة رسوب الحبيبات وزادات كفاءة الترسيب.
٥- الشحنة الكهربائية للجسيمات: والتي تكون دائما سالبة الشحنة وعند معالجة المياه بالشبه الموجبة الشحنة يحدث تجاذب بين الجسيمات السالبة والموجبة مما يساعد علي ترسيبها وزيادة كفاءة الترسيب.
٦- سرعة سريان الماء في الحوض: فكلما قلت سرعة الماء زادت كفاءة الترسيب ويفضل الأ تتجاوز السرعة الأفقية في الحوض (٣٠ سم/ دقيقة).
٧- مدة بقاء الماء في الحوض (مدة المكث) : فكلما زادت المدة زادت كفاءة الترسيب. ومن النواحي الاقتصادية والعملية يفضل أن تكون مدة المكث في حدود ٢-٤ ساعات حيث أن زيادة المدة أكثر من اللازم، لا يزيد من كفاءة الترسيب إلا بنسبة بسيطة.
ومدة المكث = حجم حوض الترسيب مقسوما علي معدل التصرف خلال الحوض.
٨- النسبة بين طول وعرض حوض الترسيب في الأحواض المستطيلة وذلك لإقلال فرص تكون مناطق راكدة أو ميتة (Dead Zones) عند زيادة عرض الحوض.

٥-٢-٢ إستخراج الرواسب (الروبه) من أحواض الترسيب

تتكون الرواسب (الروبه) من بقايا المادة المروبه مثل الشبه (فى حالة أستخدام المواد الكيميائية للترويب) مع الرواسب المتجمعة ويكون تركيز المادة المجلطه (المروبه) في الروبه ٢-١٠% وفي أحواض الترسيب ذات التدفق الأفقي يتم ترسيب ٥٠% من الندف في الثلث الأول من طول الحوض، ويجب مراعاة ذلك في تصميم نظام استخراج الرواسب من الحوض.

كما يجب إستخراج الرواسب من الحوض دورياً (على فترات زمنية) للأسباب الآتية:

١- منع تداخلها مع المياه المروبه وإعادة تعكيرها.

٢- منع تكاثر البكتيريا التي تسبب طعماً ورائحة غير مقبولين للماء.

٣- تفادي شغل حيز كبير من الحوض، يخفض من كفاءة تشغيله، مع انخفاض نوعية المياه المنتجة لانخفاض مدة المكث.

ويتم إستخراج الروبة من الأحواض إما يدوياً أو ميكانيكيا عن طريق:

١- الكاسحات الميكانيكية للأحواض المستديرة والمعلقة في الكباري المتحركة فوق الحوض.

٢- العربات المتحركة الأفقية والكباري الكاسحة للأحواض المستطيلة.

٣- حيز تركيز الر واسب كما سيرد ذكره عند الحوض نابض(Pulsator).

١٠-٢ عمليات تنقية المياه – الترويب والتنديف

الترويب والتنديف من العمليات الهامة فى وحدات تنقية المياه ومعالجة الفضلات السائلة، والتى تستخدم للتخلص من المواد الغريانية التى تأتى باللون والعكارة. وعادة تسبب العكارة إلى وجود كميات قليلة من الطين الغروى العالق وبعض المعادن والمواد العضوية أما اللون فيأتى من هايدروكسيد المعادن الغروية، وعادة ينسب إلى مركبات عضوية معقدة تسمى بالأحماض الفولفية Fulvic acids. وفى المحاليل المخففة نسبيا فإن بعض الحبيبات لا تتصرف كجسيمات منفصلة أو منفردة، غير أنها تصادم مع بعضها، وتتحد أثناء ترسبها وبذا تزيد سرعتها. وعملية التجلط تعتمد على فرصة إلتقاء الحبيبات، والدفق السطحى، وعمق الحوض، وميل السرعة فى النظام، ودرجة تركيز الجسيمات، ومقاس الحبيبات وخواص السائل (درجة حرارة، الرقم الهيدروجينى الأيونات العكرة) نوع وطبيعة وخواص المروبات، وزمن وسرعة الترويب.

ولزيادة فعالية عملية التجلط تضاف إلى الماء الخام كميات بسيطة من مواد كيميائية مروبة مثل كبريتات الألمونيوم وكلوريد الحديد. وبعدها يبدأ التجلط وتزداد كفاءة الترسيب، وعملية الترويب والتجلط فعالة لإزالة الحبيبات صغيرة الحجم والمواد المسببة للعكارة والبكتريا. وتنقسم المروبات Coagulants إلى عضوية وغير عضوية أو إلى طبيعية وصناعية.

ومن أهم أمثلة المروبات :

أ) مروبات الألمونيوم مثل : كبريتات الألمونيوم $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$، وشب النشادر، وشب البوتاسيوم، وألومنات الصوديوم $NaAlO_2$.

ب) مروبات الحديد وتضم كبريتات الحديد المكلور.

$FeSO_4.7H_2O + Cl_2$, $Fe_2(SO_4)_3 + FeCl_3$ Chlorinated copperas ، وكلوريد الحديد (lll) $FeCl_3.6H_2O$، وكبريتات الحديد (lll) $Fe_2(SO_4)_3.7H_2O$ ، وكبريتات الحديد (ll) $FeSO_4.7H_2O$

ج) مساعدات المروبات مثل السيلكا النشطة، والمواد ذات الأصل المعدنى (مثال طين البنتونيت، ومسحوق السيلكا، والحجر الجيرى، والكربون النشط، والمواد المؤكسدة (مثل الكلور، وبرمنجنات البوتاسيوم، والأوزون)، والمواد متعددة الكتروليت.

والحبيبات التى تزال بواسطة المروبات يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين هم مواد محبة (شغوفة للماء Hydrophilic، ومواد كارهة للماء Hydrophobic. أما المواد الشغوفة بالماء فتتفاعل لحظياً مع الماء لتكون عالق يمكن إعادة إزالة الماء منه وإضافة الماء له بسهولة، ومن هذه المركبات النشا المذاب، والصمغ، والصابون، والمنظفات المصنعة والدم Blood serum، والبروتين. وهذه المواد تصعب إزالتها بطرق المعالجة التقليدية.

أما المواد الكارهة للماء فلا تتشتت مرة أخرى لحظياً عند إزالة الماء منها. ولا توجد قوى كبرى تربط الجسيمات مع الماء، ما ويعتمد الإتزان على التنافر. ومثال لهذه المواد معظم المواد غير العضوية والعضوية فى الماء الطبيعى العكر، وغرويات أكاسيد الفلزات.

أما العوالق الغروانية فهى من أكثر المكونات للعوالق المتزنة فى الماء. وعليه فخواص الجسيمات الغروانية أكثر تعقيداً فى أشكالها من الجسيمات الكروية الشكل. وتؤثر هذه الخاصية كثيرا على خواصها. ومن الأشكال التى يمكن أن تتواجد: أشكال الكرة والأهلة (على شكل هلال) والصفيحة، والقضيب، والشعيرة.

والخصائص العامة للمواد المتعلقة (الغريانية) :

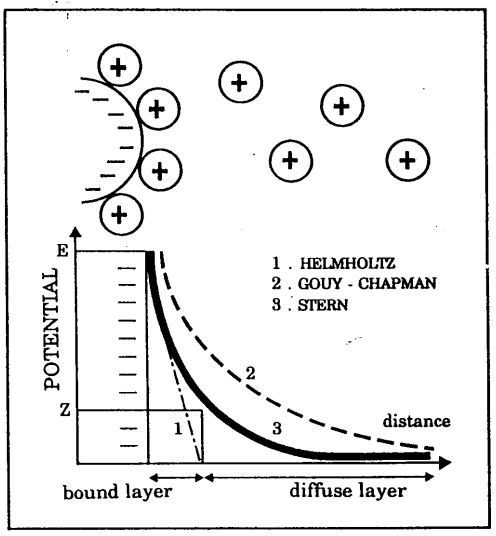
الخصائص العامة للمواد المتعلقة الغريانية

- لا تزال بعملية الترشيح العادية.
- يعوق حجمها الصغير (١ نانومتر إلى ١ ميكرومتر) من مشاهدتها وكشفها بالمجهر (الميكروسكوب) العادى.
- تمنع التصادمات المتعددة بين الحبيبات (حركة براون Brownian) ترسبها تحت قوى الجاذبية الأرضية.
- للمواد الغراوية قابلية للتجلط والترسيب.
- تقوم الجسيمات الغريانية بتشتت الضوء (ظاهرة تندال Tyndall effect).
- نسبة المساحة السطحية للغريانيات إلى نسبة الحجم كبيرة مما يجعل القوى الكيميائية السطحية أكثر أهمية.
- نظام الغريانيات نظام مستقر.

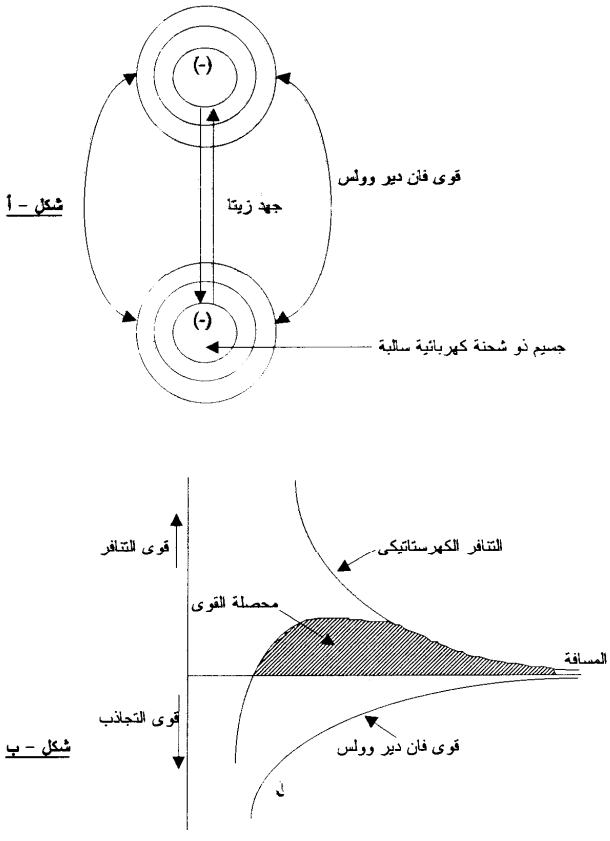
ومن أهم المؤثرات السطحية بالنسبة للجسيمات الغريانية الإمتزاز (أو قابلية المادة للتجمع على السطح)، والخواص الكهروحركية Electro kinetic (أو قابلية سطح الجسيم الملامس للماء لتملك شحن كهربائية).

أما القوى التى تربط الحبيبات المتجمعة مع بعضها البعض فهى أما قوى كولوم Columbic forces، أو قوى لندن – فان دير وول London-Van der Waal's forces وتظهر قوى كولوم من الشحنات الموجبة أو السالبة الكلية الموجودة على الحبيبات الأولية.

ويمكن أن تكون قوى كولوم جاذبة أو طاردة ويتناقص مقدار قوى كولوم بمربع المسافة بين الجسيمات. أما قوى فان دير وول فتظهر من أداء إلكترونات النوى أو جزيئات النظام. وتكون قوى فان دير وول دائما قوى تجاذب تؤثر على مسافات صغيرة جدا وتنشأ قوى فان دير وول من نقل الشحنات الإلكترونية داخل الجسيمات المحايدة. وهذا الفعل يركز الشحنات الموجبة على جهة من الحبيبة، ويركز الشحنات السالبة فى الجهة المغايرة من الحبيبة وتسمى هذه الظاهرة بالإستقطاب Polarization. ويقوم الإستقطاب بإنتاج قوى جذب بين الحبيبات وتتناقص قوى الجذب هذه مع مكعب المسافة بين الحبيبات. وعليه فإن قوى فان دير وول تؤثر لمسافة صغيرة جدا بين الجسيمات. يبين الشكلين (٢-١٧) و(٢-١٨) القوى العاملة بين الجسيمات الغروانية.



شكل رقم (٢-١٧) نظرية الطبقة المزدوجة (Theory of double layer)



شكل رقم (٢-١٨) القوى المؤثرة بين الجسيمات ذات الشحنات الكهربائية

ولكى يتم تجلط الحبيبات تعمل بعض الوسائل على حمل الحبيبات لتلامس بعضها البعض، ومن هذه الوسائل حركة براون، والترسيب التنفاضلى بين الحبيبات، وقوى القص. أما حركة براون العشوائية فهى ثابتة ولا يمكن التحكم فيها، غير أنها لا تؤثر كثيراً علىالترسيب لأن المسافات المتوسطة الحادثة تتساوى فى جميع الجهات. أما التجلط والترسيب التفاضلى فيحدث فقط فى أثناء عملية الترسيب. وإذا كانت الحبيبات العالقة أحادية التشتت، فتترسب كل حبيبة بنفس سرعة الترسيب ، ولا يتم ترسيب حبيبة أسرع من الأخريات. وعليه فلا توجد فرص تلامس مما لا ينتج تجلط كثيرا.

أما إذا كان النظام متعدد التشتت، فتترسب الحبيبات الكبيرة بسرعات ترسيب أكبر من سرعة ترسيب الحبيبات الصغيرة، وعليه فهنالك فرصاً أكبر للتصادم بين الحبيبات. واحد القوى التى تمنع تجلط الجسيمات يتعلق بوجود الشحنة على سطحها. ونسبة لأن الحبيبات تحمل شحنات كهربائية متماثلة، فإنها تنفر من بعضها البعض. ويقلل هذا التنافر من فرص التجمع. غير أن إضافة مواد غروانية أخرى تحمل شحنات مضادة للجسيمات تعمل على معادلة الشحن مما يزيد من فرص التصادم بين الجسيمات وتجلطها.

٢-١٠-١ أهمية عمليات الترويب والتنديف

- تحتوي المياه كما سبق ذكره على مواد على هيئة حبيبـات عالقـة ومـواد معلقـة (كلويديـة) (Colloidal) ذات أحجام مختلفة، ويعتمد الترسيب الطبيعي لهذه المواد على حجمها، فتحتـاج الأحجام الصغيرة للمواد العالقة و(الكلويدية)، لكي ترسب مسافة متر واحد، إلى الأزمنة التالية.
- حبيبات بقطر ١ مم تحتاج إلى ٦ ثواني.
- حبيبات بقطر ٠.١ مم تحتاج إلى ٣ دقائق.
- حبيبات بقطر ٠.٠١ مم تحتاج إلى ٣ ساعات.
- حبيبات بقطر ٠.٠٠١ مم تحتاج إلى ٣٠٠ ساعة.
- وحبيبات بقطر ٠.٠٠٠١ مم تحتاج إلى ١٥٠٠ يوم.

وإذا علمنا أن قطر الحبيبة الدقيقة العالقة يتراوح بين ٠.٠٠١ إلى ٠.٠٠٠٠٠١ مم، نرى أنه يستحيل الاعتماد على الترسيب الطبيعي في عمليات المياه مع التزايد المستمر في عـدد السـكان والزيـادة المضطردة في معدلات استهلاك المياه. لذلك تحتاج هذه الشوائب المعلقة الصغيرة إلى عملية ترويب (تجلط) وعملية تنديف قبل الترسيب.

ويقصد بلفظ الترويب أو التجلط (Coagulation)، عملية غرويات غير قابلة للذوبان في الماء. أمـا لفظ التنديف (Flocculation)، فيعني العملية التالية للترويب، وهي تكوين الندف (Flocs) الأكبـر حجماً، والتي ترسب لثقل وزنها.

وعليه فالترويب والتنديف عمليتان ضروريتان في معالجة المياه، ويرجع ذلك أساساً إلى وجود هـذه الجسيمات الدقيقة المعلقة في الماء والغير قابلة للترسيب في وقت مناسب، ولكن يمكن تحويلها إلـى أجسام أكبر وأثقل وزناً بواسطة إضافة مروبات أو مواد مجلطة كيماوية (Coagulants) وخلطهـا مع الماء. وتحمل الجسيمات الدقيقة (المشار إليها) شحنة كهربائية سالبة، وبالتالي يحدث تنافر بينهـا لتماثل شحناتها، وهكذا تبقى متباعدة عن بعضها. وتوجد قوى طبيعية أخرى تعمل على جذب هـذه

الجسيمات لبعضها، ولكنها تتعادل مع قوى التنافر، ولذلك تبقى الجسيمات لا متنافرة ولا متجاذبة أي معلقة في الماء. لذلك تستخدم المروبات حيث أنها تحمل شحنة كهربائية موجبة وبالتالي يحدث تجاذب مع الجسيمات الدقيقة العالقة وبذلك تساعد المروبات على تجميع هذه الجسيمات وترسيبها بسرعة.

٢-١٠-٢ مواد الترويب (المروبات)

تستعمل مواد كيميائية عديدة (مروبات) في عمليات ترويب المياه، من أهمها:

١	كبريتات الألومنيوم المائية (الشبه).
٢	كلوريدات الحديدك.
٣	كبريتات الحديدوز.
٤	كبريتات الحديدوز والجير.
٥	كما تستعمل مواد أخرى كمساعدات لعملية الترويب، من أهمها
٦	السيليكا المنشطة (سليكات الصوديوم).
٧	مواد التثقيل (مثل طين البانتونايت).
٨	البولي الكتروليتات (كاتيونية موجبة الشحنة، أو أنيونية سالبة الشحنة أو متعادلة الشحنة) وهو ما يعرف بمواد البوليمر.

وتتم عملية الترويب بإضافة مادة أو أكثر، حسب خواص المياه ومكوناتها.

وتؤثر درجة قلوية المياه تأثيراً مباشراً في كفاءة الترويب وجرعة المادة المروبه.

والشبه هي أكثر مواد الترويب استعمالاً وهي تتفاعل مع القلوية (العكارة) الموجودة في الماء طبيعياً والقلوية المضافة(إذ يجب توفير مستوى معين من القلوية لحدوث التفاعل) مكونة جسيمات ندفية جيلاتينية هلامية القوام أيدر وكسيد الألومنيوم، لها خاصية تجميع المواد العالقة، وذلك على النحو التالي:

كبريتات الومنيوم + بيكربونات كالسيوم ← أيدروكسيد الومنيوم + كبريتات كالسيوم + ثاني أكسيد الكربون

ونتيجة لأن الندف المتكونة من أيدروكسيد الألومنيوم تحمل شحنة كهربائية 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 جيدا)، ويعتبر هذا التعادل بين الشحنتين الكهربائيتين علامة على بدء الترويب. وتلتصق جسيمات العكارة بندف أيدر وكسيد الألومنيوم وتكون جسيمات أكبر حجماً وأثقل وزناً ذات شحنة كهربائية متعادلة وهي ما تسمى بالندف. ثم تتصادف الندف الدقيقة وتتماسك معاً مكونة ندفاً أكبر قابلة للترسيب وتسمى هذه العملية بالتنديف.

وتضاف مساعدات الترويبات لتحسين عملية الترويب حيث تساعد على:

- تكوين ندف أقوى أكثر قابلية للترسيب.
- الحفاظ على سرعة الترويب.

- الإقلال من كمية المروبات (المواد الكيميائية المجلطة) المستخدمة. خفض كمية الروبة المنتجة (الرواسب).

وتسمى كمية الشبة المضافة للمياه الخام لتكوين أكبر وأثقل ندف بالجرعة المؤثرة (Optimum Dose), ويتم تحديد هذه الجرعة عن طريق التجارب المعملية بأستخدام اختبار الكأس (Jar Test) كما سيرد بعد.

٢-١٠-٣ العوامل المؤثرة في عملية الترويب

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

العوامل المؤثرة فى عملية الترويب

١. تركيز الرقم الهيدروجيني (pH), حيث انه لكل نوع من المواد المروبه مدى معيناً من الرقم الهيدروجيني للمياه تتم عنده عملية الترويب بأحسن كفاءة. فعلى سبيل المثال يكون المدى ٦.٢ – ٧.٥ هو أفضل مدى بالنسبة للشبه, والمدى الأكبر من٨.٥ هو أحسنها بالنسبة لكبريتات الحديدوز.
٢. قلوية الماء حيث تتم عملية الترويب أسرع مع القلوية الأعلى.
٣. درجة الحرارة حيث تكون عملية الترويب أفضل في الدرجات الأعلى.
٤. ظروف الخلط بالمادة المروبه, ويفضل أن يكون خلط المواد المروبه بسرعة وبتجانس في كل كمية المياه الموجودة في حوض الخلط السريع.
٥. كمية العكارة حيث تساعد العكارة على تكوين نواة تتجمع حولها الندف, وتؤدى إلى الإقلال من المادة المروبه.وأحياناً يتم اللجوء إلى إضافة مواد مساعدة إذا كانت العكارة قليلة جداً.
٦. جرعة المادة المروبه ويفضل تحديد الجرعة الفعالة عن طريق التجارب المعملية بأستخدام اختبار الكأس.
٧. الزمن اللازم لإتمام التفاعل الكيميائي والطبيعي وتعادل الشحنات الكهربائية للمواد المروبه وللمواد العالقة.

٢-١٠-٤ العوامل المؤثرة في عملية التنديف

تتأثر عملية التنديف بالعوامل الآتية :

العوامل المؤثرة فى عملية التنديف

١. جرعة المادة المروبه, إذ يتفاوت حجم الندف تبعاً لكمية المادة المروبه المستخدمة, وبالتالي تتفاوت كثافتها, فتزداد كثافة الندف بزيادة حجمها إلى أن تصل إلى حجم معين فتبدأ كثافتها تقل, وبالتالي تتفاوت كثافتها، فتزداد كثافة الندف المروبه بزيادة حجمها إلي أن تصل إلي حجم معين فتبدأ كثافتها تقل، وبالتالي تقل سرعة رسوبها لذلك فإنه يلزم مراعاة الدقة التامة في تقدير الجرعة الفعالة (المؤثرة) للمادة المروبه معملياً للحصول علي ندف لها أكبر كثافة وبالتالي تكون الأسرع في الرسوب.
٢. سرعة التقليب في فترة الندف فإذا زادت سرعة التقليب عن سرعة معينة فإن ذلك يؤثر علي قوة التماسك ويؤدي إلي نفتت الندف وعدم تجميعها. لذلك يجب مراعاة إلا تزيد السرعة في منطقة التنديف عن السرعة المناسبة للحفاظ علي تماسك الندف.
٣. الزمن اللازم لإتمام عملية التندف وهو يتراوح بين ١٥ إلي ٣٠ دقيقة.

٢-١٠-٥ اختيار مادة الترويب

يتوقف اختيار مادة الترويب علي نوع الماء المطلوب معالجته ونوع المواد العالقة وثمن المادة المروبه كما يلزم إجراء التجارب المعملية لمعرفة الوقت اللازم للتقليب وقوة التركيب وهذان الاعتباران هامان للحصول علي نتائج مرضيه.

وتختلف كمية مواد الترويب باختلاف نوع الماء المعالج فالمياه ذات العكارة والقلوية الكبيرة غاليا يكون ترويبها سهلا أما المياه ذات القلوية الضعيفة والملونة فيلزم لها مراقبة جيدة لكمية الكيماويات المضافة لتعطي نتيجة مرضية في تكوين الندف ومع هذه الأنواع من المياه يفضل إضافة طفل مسحوق أو كمية من الرواسب لمساعدة التنديف.

ولكل نوع من الماء يوجد حد لكمية مادة الترويب المضافة للحصول علي أحسن النتائج، وما يتعدى هذه الحدود يكون غير مجد. كما أن طريقة المزج ومدته لهما تأثير علي حجم الندف، ويتحدد ذلك عن طريق التجارب المعملية للوصول إلي أحسن النتائج.

٢-١٠-٦ تحديد الجرعة الفعالة من مادة الترويب

يتوقف نجاح عملية التخلص من الشوائب العالقة بالماء علي دقة تقدير جرعة لمادة المروبه (Dose) ودقة إضافتها للمياه الخام(العكرة) والجرعة المضبوطة التي تؤدي للوصول إلي أفضل النتـائج فـي عملية التخلص من الجسيمات العالقة تعرف بالجرعة الفعالة.

وكما سبق ذكره فإن إضافة المروب بالجرعة المضبوطة يؤدي إلي تجميع هذه الجسيمات الصـغيرة علي هيئة أجسام أكبر تسمي ندفً بحيث تصل إلي الحجم الذي يحقق أكبر كثافة لهذه الندف فيعجـل من ترسيبها.

وقد أثبتت التجارب المعملية أن وزن هذه الندف يزداد بزيادة حجمها إلي أن تصل إلي حجم معـين، إذا زادت عنه خف وزنها كما ثبت أن حجم الندف يتناسب طردياً مع كمية مادة الترويب المضـافة كالشبة مثلا. وعليه لزم تحديد جرعة الشبة التي تحقق تكوين الندف التي لها أكبر كثافة. وقد تلاحظ عملياً أن هذا الحجم يعادل حجم رأس الدبوس وتسمي هذه الجرعة بالجرعة الفعالة.

ولدراسة وتحديد كفاءة عمل الترويب يستخدم اختبار الكأس (الجار) Jar test. ومن الأهداف العامة لهذا الأختبار :

١- تحديد كفاءة عمل المروبات المختلفة

٢- تحديد الجرعة الأمثل Optimum dose لعملية الترويب

٣- ايجاد الرقم الهيدروجينى الأمثل لعملية الترويب

٤- تحديد أفضل وأكفأ نمط للعديد من المروبات المختلفة

وطريقة الأختبار يمكن تلخيصها في النقاط التالية :

١- تملأ ٦ كؤوس سعة ٢ لتر بمقدار معلوم من العينة المراد اختبارها

٢- يضاف المروب لكل كأس

٣- يتم خلط سريع بالتقليب لأقصى سرعة (١٠٠ دورة على الدقيقة) لمدة دقيقة

٤- يتم تجلط العينة بمعدل خلط حوالى ٢٠ إلى ٧٠ دورة فى الدقيقة لمدة تتراوح بين ١٠ إلى ٣٠ دقيقة

٥- يسجل زمن تكون التجلطات فى كل كأس

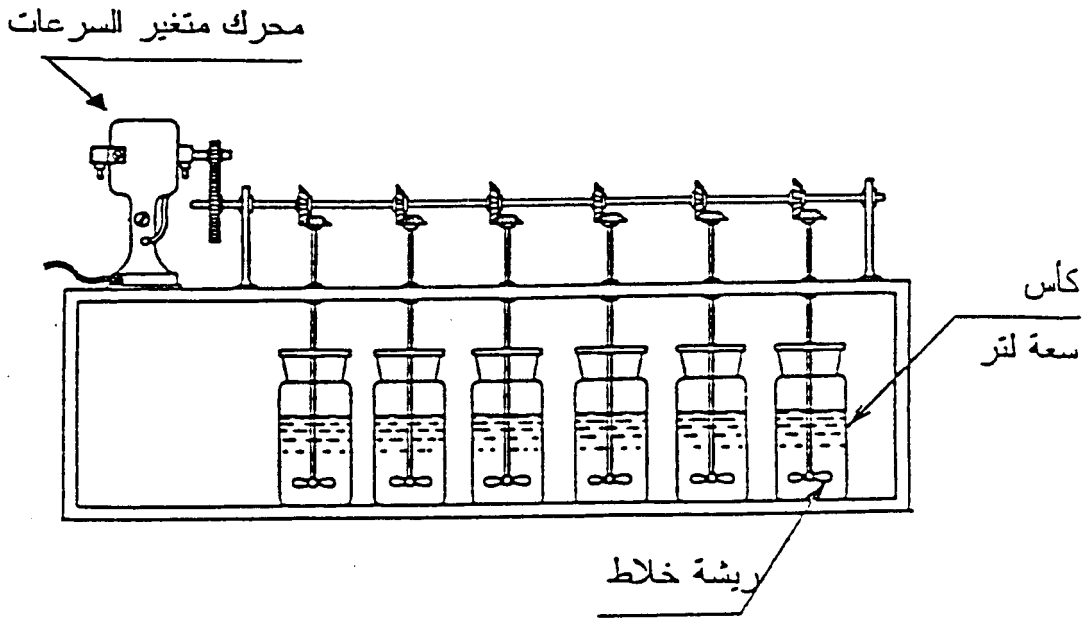
٦- يوقف التقليب وتسجل طبيعة المتجلطات، وشفافية الماء الفوقى، وخواص ترسيب المتجلطات، ودرجة العكارة أو تركيز المواد الصلبة

ويبين الجدول (٢-٤) الرقم الهيدروجينى الأمثل لبعض المروبات المستخدمة فى عمليات الترويب.

جدول رقم (٢-٤) الرقم الهيدروجينى الأمثل لبعض المروبات المستخدمة فى عمليات الترويب

م	المروبات	الرقم الهيدروجينى
١	كبريتات الألومنيوم	٤ إلى ٧
٢	كبريتات النحاس	٣.٥ إلى ٣.٦ (وأكثر من ٨.٥)
٣	كلوريد الحديد	٣.٥ إلى ٦.٥ (وأكثر من ٨.٥)
٤	كلوريد الحديديك	٣.٥ إلى ٧ (وأكثر من ٩)
٥	كبريتات الحديدوز	٨.٥ وأكثر

ويتكون جهاز اختبار الكأس (jar Test) كما يوضحه الشكل رقم (٢-٢٠) من ستة كؤوس تكون في الغالب بسعة واحد لتر. ويوجد في كل كأس قلاب صغير، وتدار هذه الغلابات بواسطة عمـود إدارة عن طريق تروس. وتتم إدارة عمود الإدارة بواسطة محرك كهربائي متغير السرعات حيث يمكـن تحريك القلابات بسرعات مختلفة.



شكل رقم (٢-٢٠) جهاز اختبار الكأس لتحديد الجرعة الفعالة من مادة الترويب

ولتحديد الجرعة الفعالة بواسطة الجهاز،يوضع في كل كأس مقدار لتر واحد من المياه العكرة فى كل كأس وتدار الخلاطات بسرعة ٢٠٠لفه في الدقيقة(لتماثل علمية المزج السريع)، ثم توضع في الكؤوس تركيزات مختلفة من محلول المادة المروبه في نفس الوقت، ويتسمر التقليب السريع فترة قصيرة من ١٥ إلي ٣٠ ثانية ثم تخفيض سرعة الخلاطات إلي ٢٨-٣٥ دقيقة بحيث تتم ملاحظة

تطورات التفاعل داخل جميع الكؤوس من بداية عملية التقليب البطئ حتي يمكن الحكم علي التركيز الذي نتج عنه أسرع وأكفأ تكوين للمواد المجمعة وتوضع عادة لمبات إضاءة أسفل الجهاز تحت كؤوس المياه لتساعد علي ملاحظة عملية الترويب وتحديد الجرعة الفعالة

وبعد نهاية فترة التقليب يوقف الجهاز تماماً وتترك الكؤوس لمدة ٣٠ دقيقة لإتمام عملية الترسيب وملاحظة الكؤوس التي حدث فيها الترسيب بصورة أفل ليمكن اختيار جرعة المروبات الفعالة والتي نتج عنها تفاعل وترسيب أفضل خلال فترة المزج البطئ والترسيب.

ويمكن تحديد التركيزات المختلفة للمواد المروبه التي تجري علي أساسها التجربة وذلك من واقع الخبرة العملية وظروف التشغيل والتغير في خصائص المياه كل هذه العوامل تساعد الفنيين علي إجراء هذه الاختبارات اليومية بكفاءة.

ويتم الخلط الهيدروليكي باستغلال اندفاع الماء وخاصة إذا بلغت سرعة الماء درجة تحـدث معهـا دوامات من شأنها إتمام عملية الخلط.

أما الخلط الميكانيكي فيتم بتحريك الماء وتقليبه باسـتخدام بـدالات أو نـافورة دوارة أو مروحـة. ويستخدم الناشر في علمية الخلط وهو يتكون من أنابيب مثقبة وعن طريق دفع المحلول فـي هـذه الأنابيب يخرج من الثقوب لينتشر في الماء وتتم عملية الخلط.

وتقوم مضخة التغذية فى خط مواسير المياه بحقن المحلول إلى خط المواسير، فينتشر المحلول فـى الماء من خلال فتحات فى أنبوب التغذية، والشكل التالى يوضح أنواع تجهيزات الخلط السريع.

وتوضح أيضا الأشكال أرقام (٢-٢٣)، (٢-٢٤) أنواع تجهيزات الخلط السريع وتتراوح مدة المكث من ١٠ ٢٠ ثانية.

٢-١٠-٧ عملية التنديف

التنديف هو تكوين الندف (كما سلفت الإشارة) ويتم ذلك عن طريق التقليب البطـئ فـي حـوض الترويب وتكون سرعة التدفق من الحوض بطيئة بما يكفل عدم تفتت الندف وتتراوح مدة الكث فـي الحوض من ١٥ إلي ٣٠ دقيقة وهو الفترة اللازمة للتنديف، وتؤخذ عادة في التصـميم ٣٦ دقيقـة، وتتنقل المياه بعد تكون الندف إلي أحواض الترويق.

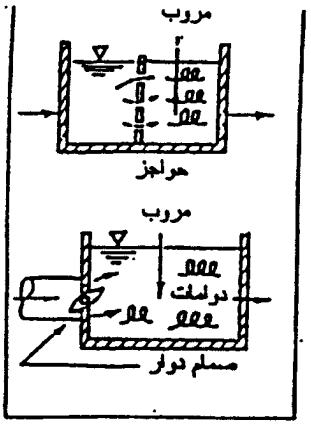
ويمكن إجراء التقليب للتنديف ميكانيكياً (بإستعمال بدالات دوارة) أو هيدروليكياً (أى نتيجـة لحركـة تيارات الماء) وتشمل قلابات التنديف الميكانيكية علي عدة أنواع منها :

١. القلابات ذات العجلات البدالة الأفقية/الرأسية.

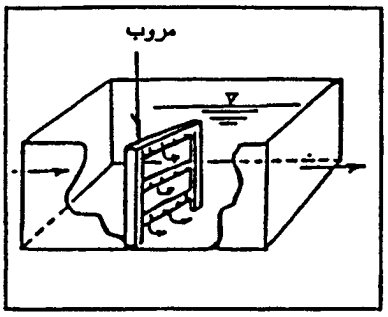
٢. قلابات المروحة.

٣. القلابات التوربينية.

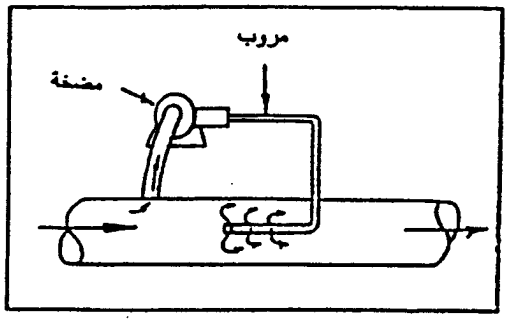
٤. القلابات المتأرجحة.



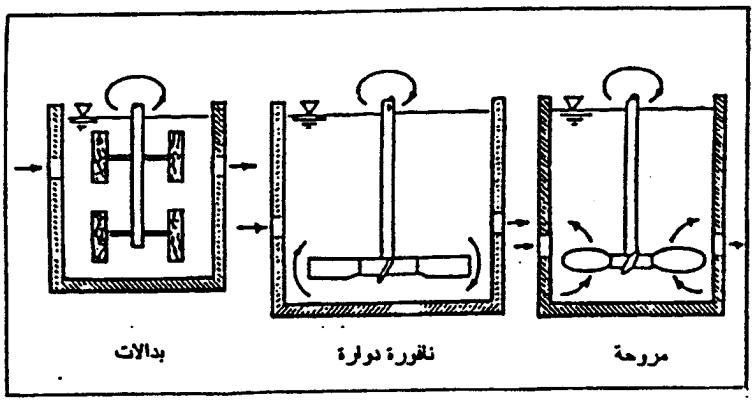
نظام الخلط الهيدروليكى



الخلط باستخدام الناشر

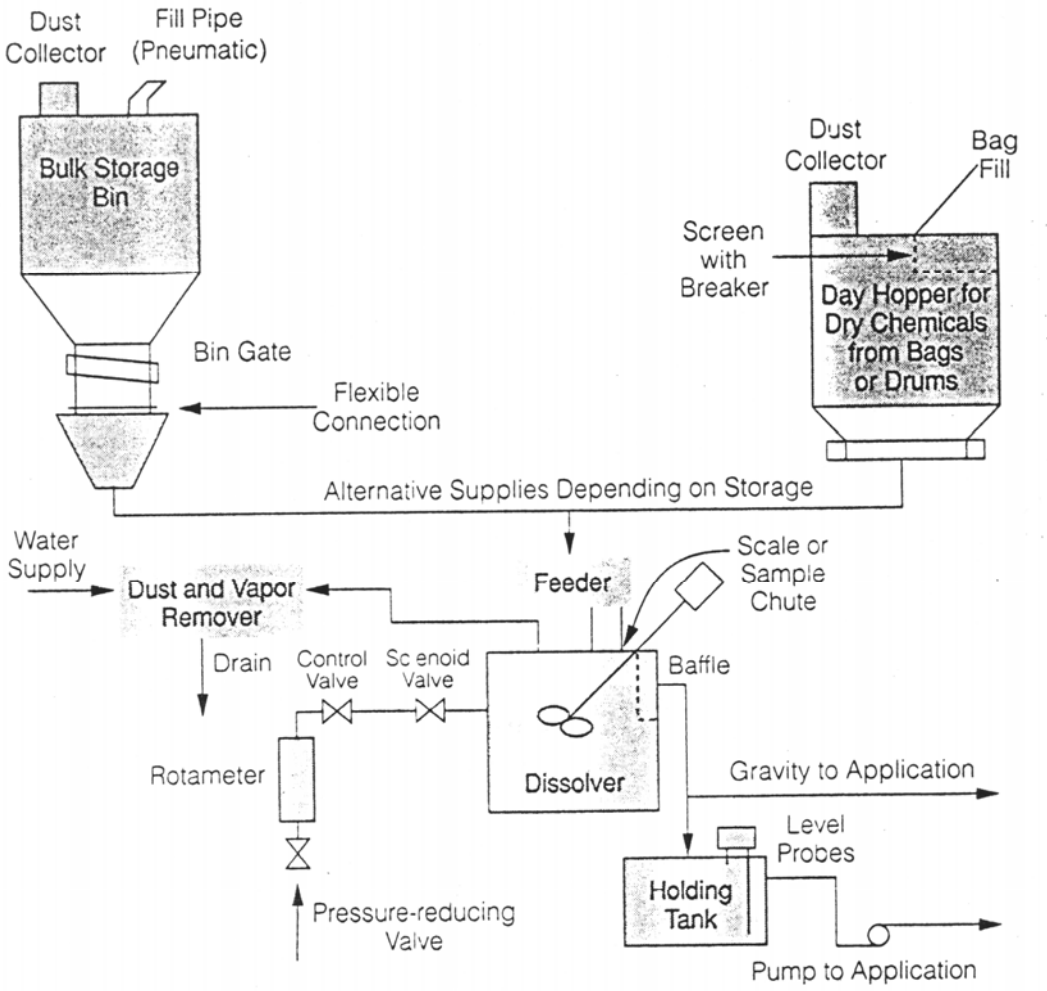


مضخة تغذية فى الخط



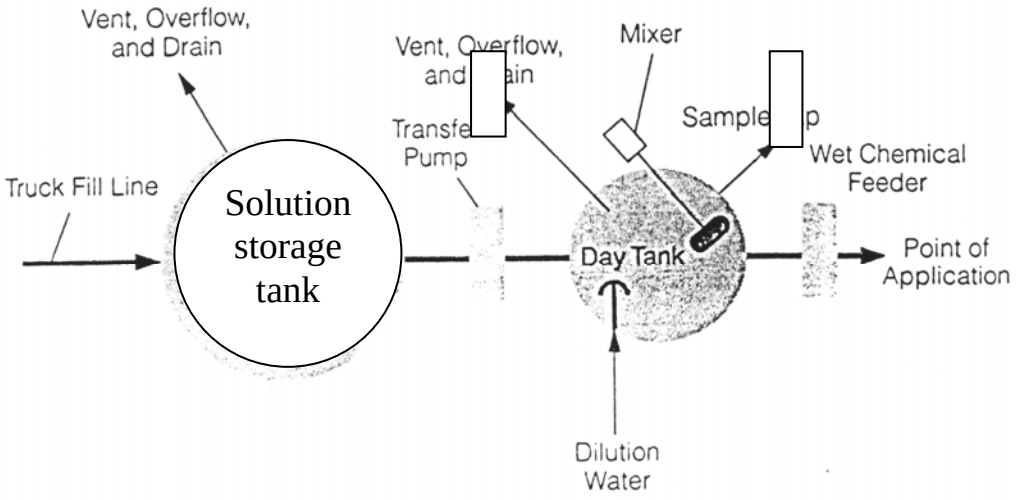
خلاطات ميكانيكية

أنواع تجهيزات الخلط السريع



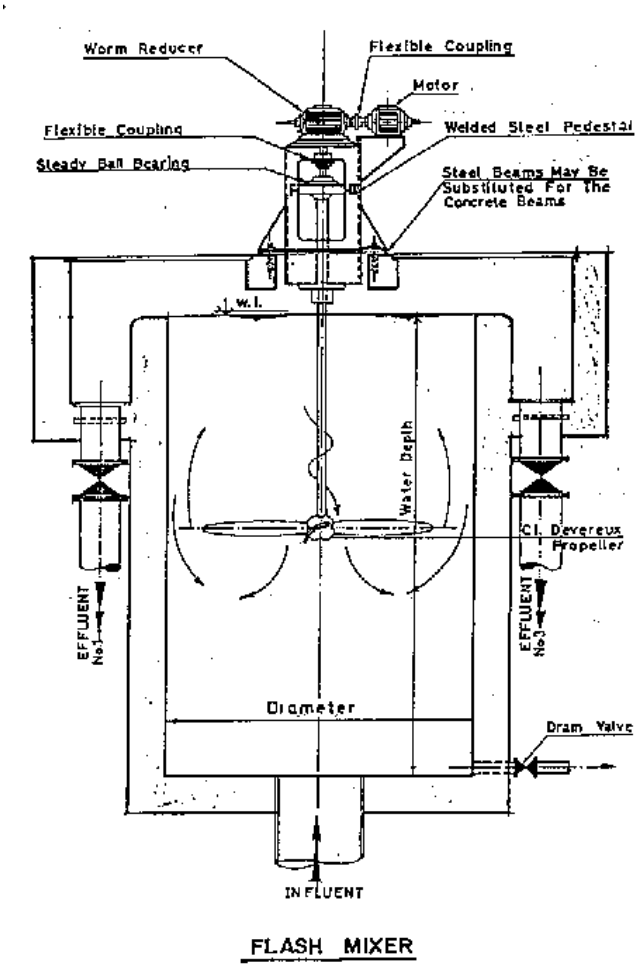
Typical dry chemical-feed system.

شكل رقم (٢-٢١) طرق إضافة المواد المجلطة (الطريقة الجافة)

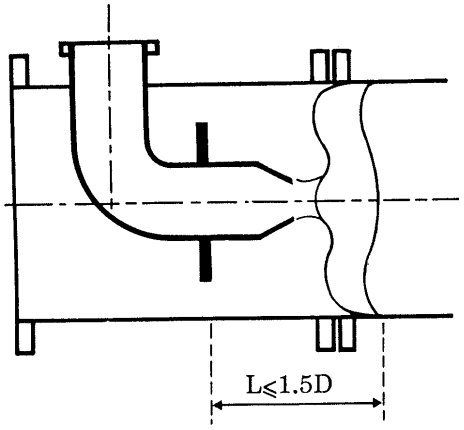


Typical liquid chemical-feed system.

شكل رقم (٢-٢٢) طرق إضافة المواد المجلطة (الطريقة الرطبة)



شكل رقم (٢-٢٣) تفاصيل حوض المزج السريع ويستخدم كموزع لأحواض المروقات



شكل رقم (٢-٢٣) تفاصيل نظام الخلط عن طريق الحقن المباشر فى خط المواسير

٢-١٠-٨ عملية الترويق (الترسيب)

بعد إتمام عملية (الخلط السريع) لمواد الترويب ثم إتمام عملية التنديف (الخلط البطئ) يـتم ترويـق المياه بإدخالها إلي أحواض الترويق عن طريق ماسورة تصل إلي محور الحوض فتنتشر المياه فـي اتجاه قطري، ثم تترك لفترة لا تتجاوز ثلاث ساعات لترسيب الندف المتكونة إلي قاع الحوض. يـتم بعدئذ تشغيل زحافة (Scraper) تدور حول محور رأسي علي قاع المروق بحيث تكسح الرواسـب أمامها إلي محور الحوض حيث ماسورة تجميع الرواسب ويتم صرف الرواسب كل فترة زمنية بفتح صمام ماسورة الرواسب الموجود في غرفة تجميع الرواسب خارج الحوض.

٢-١٠-٨-١ أحواض الترويق

لا تختلف أحواض الترويق في تصميمها عن أحواض الترسيب الطبيعي، كما أن العوامـل المـؤثرة علي كفاءة الترسيب فيها لا تختلف عن تلك المؤثرة علي أحواض الترسيب فيها لا تختلف عن تلـك المؤثرة علي أحواض الترسيب الطبيعي ولكن زمن الترويق سكون أقل جداً مـن زمـن الترسـيب، وبالتالي تكون أحجام أحواض الترويق أصغر كثيراً من أحجام أحـواض الترسـيب وبـالرغم مـن إختلاف أنواع وطرازات أحواض الترويق إلا أنها تتفق جميعها في الأسس الرئيسية للتصـميم وإن إختلفت في بعض التفاصيل.

٢-١٠-٩ أحواض الترويب والترويق

لتقليل حجم الأحواض تم تصميم حوض يقوم بعمليتي الترويب والترويق معاً وفي هذا التصميم تدخل المياه إلي الحوض عن طريق ماسورة راسية عند المحور الرأسي في منتصف الحوض. وتتم عملية تقليب المياه بواسطة أذرع أفقية تدور حول هذا المحور وتعمل بمحرك كهربائي حتي تـتم عمليـة الترويب. بعد ذلك تتجه المياه إلي أعلي وتتخطي الحاجز الرأسي وتدخل إلي أسفل الحوض، وتعمل الزحافة علي كشطها من علي أرضية الحوض إلي حيز الرواسب في منتصف الحـوض ثـم علـي ماسورة خروج الرواسب ومنها إلي غرفة تجميع الرواسب. أما المياه المروقة فتتجه إلـي المجـري المنشأ علي الحوض ثم إلي ماسورة الخروج ومنها إلي المرشحات.

ويعرض الشكلان رقما (٢-٢٧) و(٢-٢٨) نموذجين أحواض الترويب والترويق العادية.

وقد تطورت هذه الأحواض بالتقدم العلمي المستمر وتزايد متطلبات المياه وإتجه هذا التطـور فـي إتجاهين : وياردة سرعة الترسيب وزيادة سرعة مرور المياه في الأحواض، وذلـك لتقليـل حجـم الأحواض قدر الإمكان. وسنتناول فيما يلي وصفاً تفصيلياً لبعض من أحواض الترويـب والترويـق الحديثة وتشمل :

1. حوض الترويب والترويق السريع.
2. حوض الترويب والترويق النابض.
3. حوض الترويب والترويق النابض الفائق.

ثم إتجهت الأبحاث أخيراً إلـي تعـويم النـدف بـدلاً مـن ترسـيبها بطريقـة التعـويم بـالهواء (Air Floatation) وطالما وجد العلم والعلماء فلن تتوقف المحاولات لتحسين الأداء.

٢-١٠-٩-١ حوض الترويب والترويق السريع

الغرض من هذا الحوض هي الإسراع بعملية الخلط والتفاعل الكيميائى بين المياه والمروبات، كذلك تكوين الندف وترسيبها، ثم خروج المياه الرائقة إلي المرشحات ويتم إنشـاء أحـواض الترويـب والترويق السريعة من الخرسانة أو الصاب علي شكل قطاع دائري بقطر حوالي ٣٠ متـراً وقـاع مخروطي وأرضية مستوية لتسهيل خروج الرواسب كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٢٩).

طريقة تشغيل حوض الترويب والترويق السريع

١. تدخل المياه إلي منطقة الخلط الابتدائي (primary Mixing) ثم تضاف المروبات مـن ثلاثـة أماكن، وبعدئذ يقوم الخلاط بعملية مزج المروبات مع المياه مزجاً كاملاً ونتيجة لـذلك تتكـون الندف ويكبر حجمها ويثقل وزنها وترسب علي القاع.
٢. بإستمرار ترسب الندف يزداد حجم الخليط ويخرج خارج منطقة التفاعل وعند وقت معين يحدث التوازن.
٣. يخرج الماء خارج نطاق الخليط السابق وقد تم ترويقه بينما يتم سحب الخلـيط المتكـون إلـي الخارج عن طريق ماسورة خاصة.
٤. تخرج المياه الرائقة عبر هدار إلي ماسورة الخروج متجهة إلي المرشحات.

ومن مميزات أحواض الترويب والترويق السريعة ما يلى :

مميزات حوض الترويب والترويق السريع

١. تعطي درجة نقاوة عالية للمياه مع درجة عكارة بسيطة.
٢. تتميز بسهولة مراقبة تركيز الرواسب، بدرجة تجانس عالية للمياه.
٣. توفر في مساحة الأرض.

٢-١٠-٩-٢ حوض الترويب والترويق النابض

يعتبر هذا النوع من أحدث وأكفأ المروقات التي تعمل علي تنقية المياه، ويمكـن وصـف حـوض الترويب والترويق النابض (Pulsator) كما يلى :

هو عبارة عن خزان ذي قاع منبسط ينشأ من الخرسانة أو الصاب ويمكن أن يأخذ الشكل الدائري أو المربع أو المستطيل للإستفادة القصوى من موقع الإنشاء.

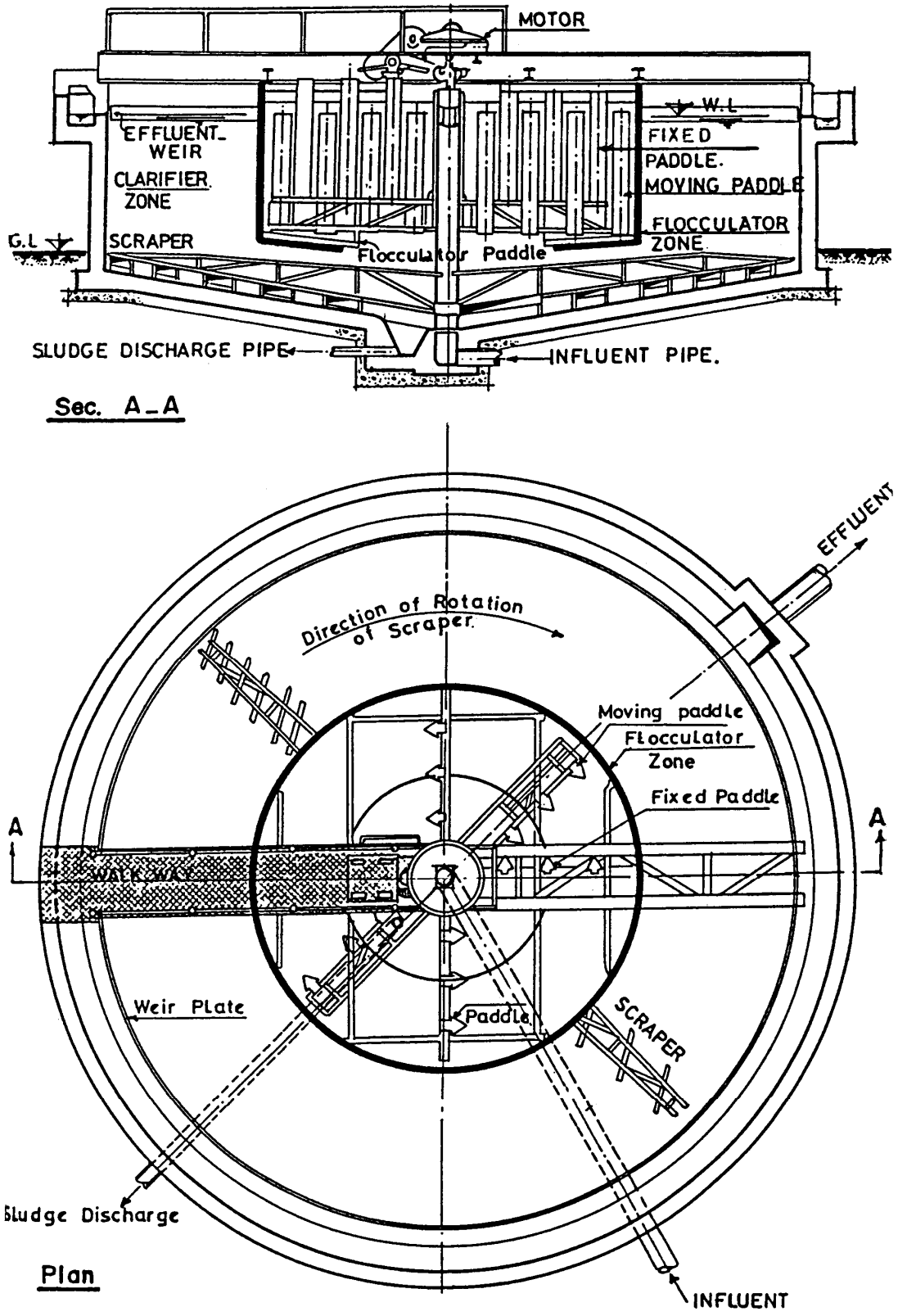
يزود الخزان بغرفة تفريغ في منتصفة من الحديد أو الفيبرجلاس أو الخرسانة وتركب علـي هـذه الغرفة طلمبة تفريغ وأخري احتياطية كما يوضع صمام للتحكم في ملء وتفريغ الغرفة.

وتركب مواسير من الأسبستوس أو الفيبرجلاس على الأرضية لتوزيع المياه أسفل الحوض وتغطـي هذه المواسير بشرائح معدنية (Baffles) مصنوعة من مواد مقاومة للصدأ.

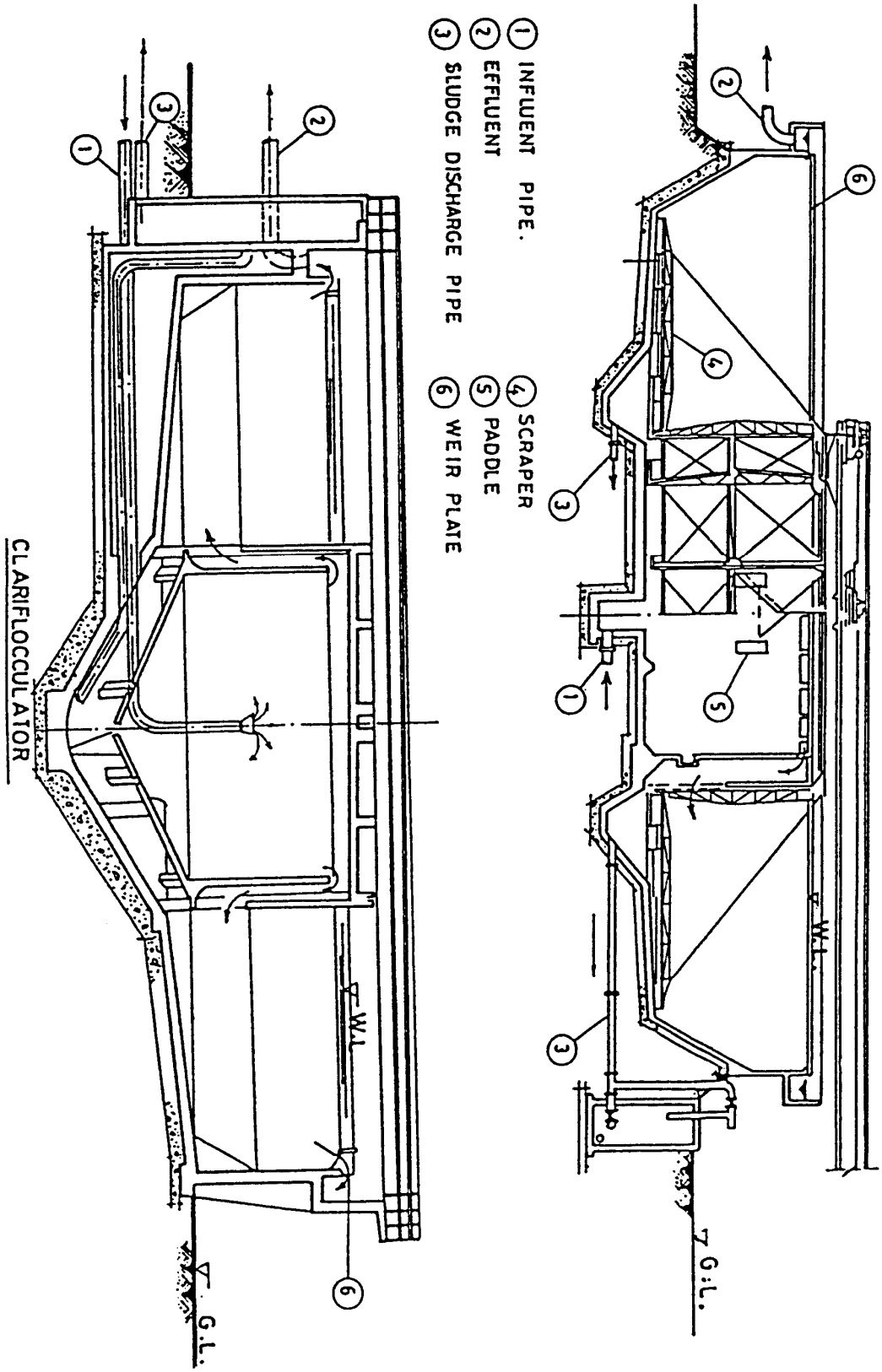
كما تركب مواسير علوية مثقبة لتجميع المياه المرشحة وذلك علي مسافات بينية قدرها ١ متر بـين محور كل ماسورة والتي تليها، كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٣١).

٢-١٠-١٢-٣ حوض الترويب والترويق النابض الفائق

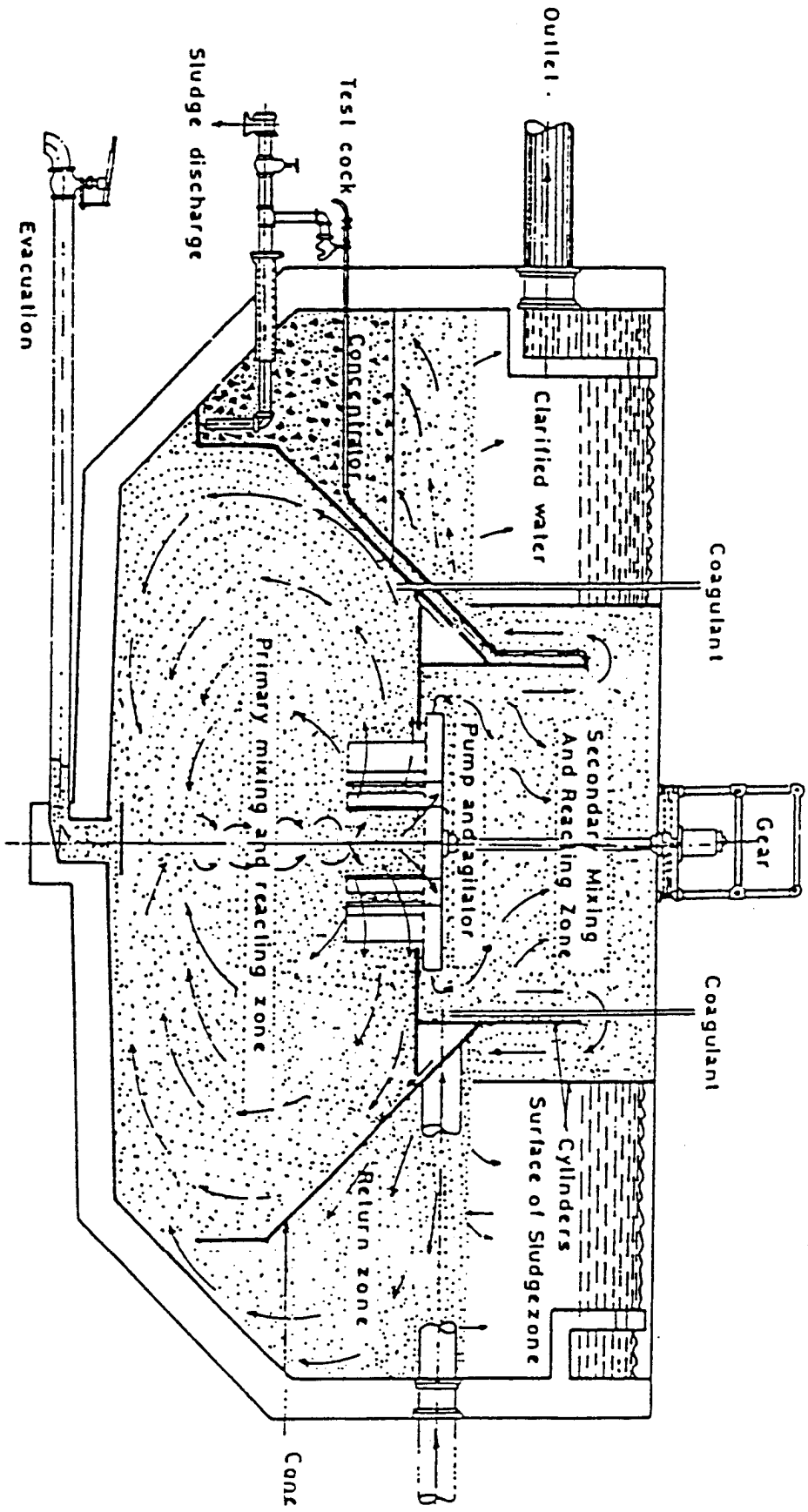
تم تطوير حوض الترويب والترويق النابض ليصبح فائقاً (super Pulsaor) وذلك بإضـافة جهـاز حساس لضبط منسوب المياه في غرفة التفريغ (Level sensor) ويقوم هذا الجهـاز بفـتح وغلـق الصمام المركب أعلى الغرفة شكل رقم (٢-٣٢).



شكل رقم (٢-٢٧) أحواض الترويب والترويق العادية – النموذج الأول



شكل رقم (٢-٢٨) أحواض الترويب والترويق العالية – النموذج الثاني



شكل رقم (٢-٣٩) تفاصيل حوض الترويب والترويق السريع

وطريقة تشغيل حوض الترويب والترويق النابض الفائق كما يلى :

١. تدخل المياه مختلطة بالمروبات إلي غرفة التفريغ (Vacuum chamber) ثم يتم تشغيل طلمبة التفريغ فيرتفع الماء داخل الغرفة إلي منسوب محدد. ويضبط منسوب الماء عن طريق تشغيل الصمام المركب أعلي الغرفة الذي يتم فتحة و غلقة بواسطة الجهاز الحساس المشارة إليه.عند فتح الصمام يعود الضغط الجوي إلي طبيعته فتهبط المياه علي المواسير السفلية والثقوب وتتخلل أسفل المرشح إلي أعلي.

٢. يتدفق خليط المياه مع المواد المروبه من القاع مخترقا الطبقة الحيلاتينية بسرعة ٦متر/ساعة ويتم حجز المواد العالقة والغروية الموجودة بالمياه علي هذه الطبقة. وعندما يصل منسوب المياه إلي أقل مستوي له ولا يكون هناك ضاغط مائي تنغلق فتحة الهواء بواسطة الجهاز الحساس وتقوم طلمبة التفريغ بالعمل فتشفط الهواء من داخل الغرفة وتدفعة إلي الخارج ويعود منسوب المياه غلي ألارتفاع وانخفاض وارتفاع المياه داخل غرفة التفريغ بطريقة أوتوماتيكية هو الذي أدي إلي تسمية هذا الحوض بحوض الترويب والترويق النابض الفائق. وتستغرق هذه العلمية و دورة النبضات من ٤٠-٥٠ ثانية.

٣. تجمع المياه المروقة الخارجة من الطبقة الهلامية عن طريق مواسير مثقبة مجمعة ومتراصة بعرض المروق وتنقل المياه إلي المرشح.

٤. يزداد سمك (ارتفاع) الطبقة الحيلاتينية المتكونة في أسفل المروق بزيادة المواد العالقة والغروية التي التصقت بها. وكذلك المواد المروبه المستخدمة مع الماء ويجب التخلص من الزيادة في هذه الطبقة عن طريق مجري تفيض فيه الرواسب وتنصرف إلي الخارج ليكون هناك سمك ثابت للطبقة الحيلاتينية اللازمة لعملية الترويق.

ومن مميزات حوض الترويب والترويق النابض الفائق ما يلى:

مميزات حوض الترويب والترويق النابض

١. القدرة علي إزالة اللون والعكارة من المياه.
٢. القدرة علي التعامل مع أي نوع من المياه السطحية.
٣. الفعالة في إنتاج مياه نظيفة تلائم الصناعات التي تتطلب مياهاً درجة عالية من النقاوة مثل صناعة المنسوجات والبتروكيماويات.
٤. المرونة الفائقة في التشغيل.
٥. الفاقد البسيط في ضاغط المياه.

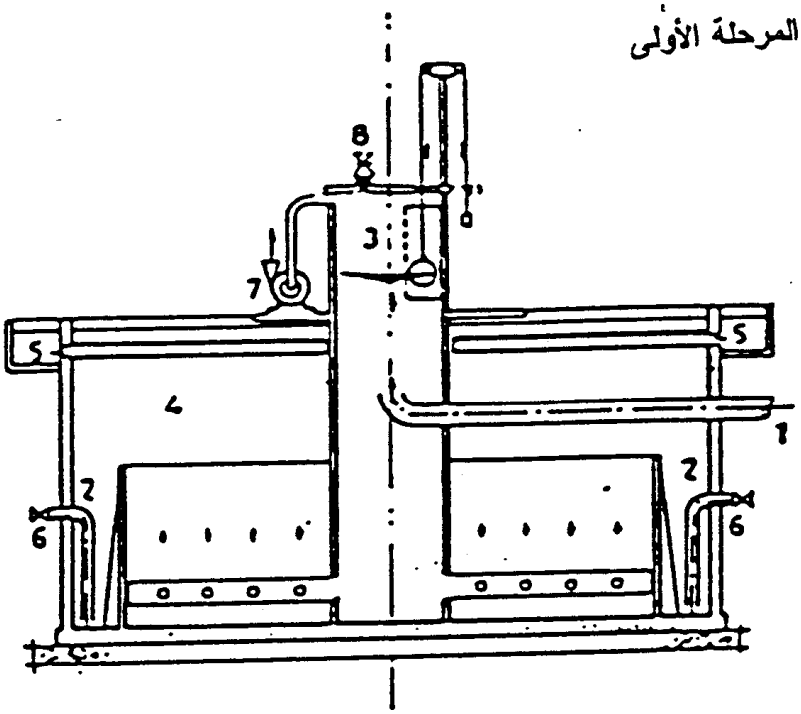
٢-١٠-١٠ ملخص أسس تصميم أحواض الترويب والترويق

١- زمن فترة الترويب =٢٠ -٤٠ دقيقة وزمن فترة الترويق =٢-٣.٥ ساعة.(أي أن الزمن الكلي من ٢.٥ الى ٤ ساعات).

٢- عمق المياه عن الجدار الخارجي =٣-٤ متر والعمق الكلي للخزان يزيد عن عمق المياه بمقدار ١متر.(لضمان عدم حدوث فيضان للحوض الداخلي).

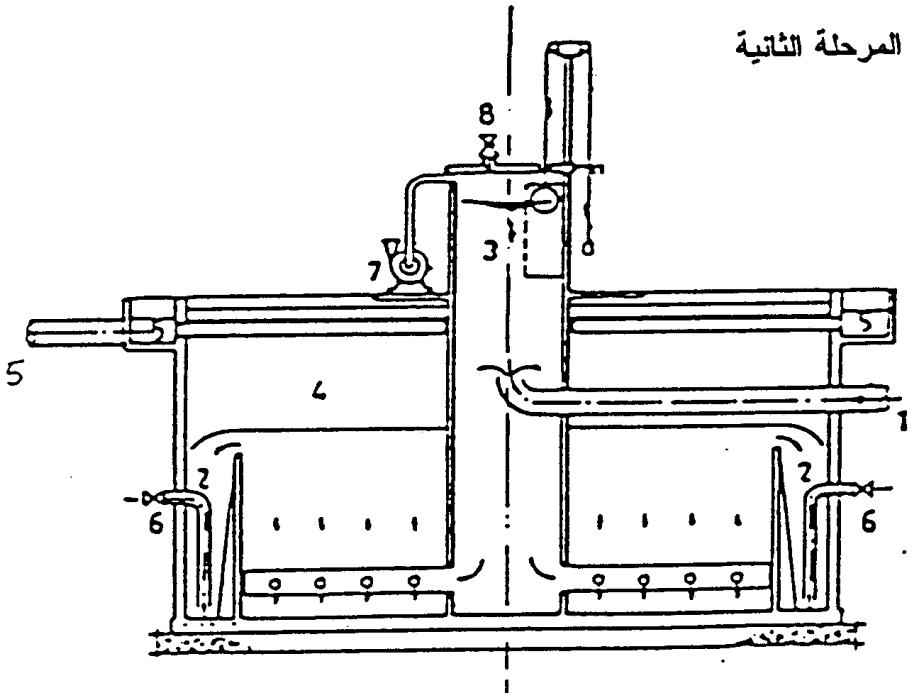
٣- قطر حوض الترويب الداخلي لا يزيد عن نصف قطر الحوض وقطر الحوض الكلي لا يزيد عن ٤٠ متر.

المرحلة الأولى

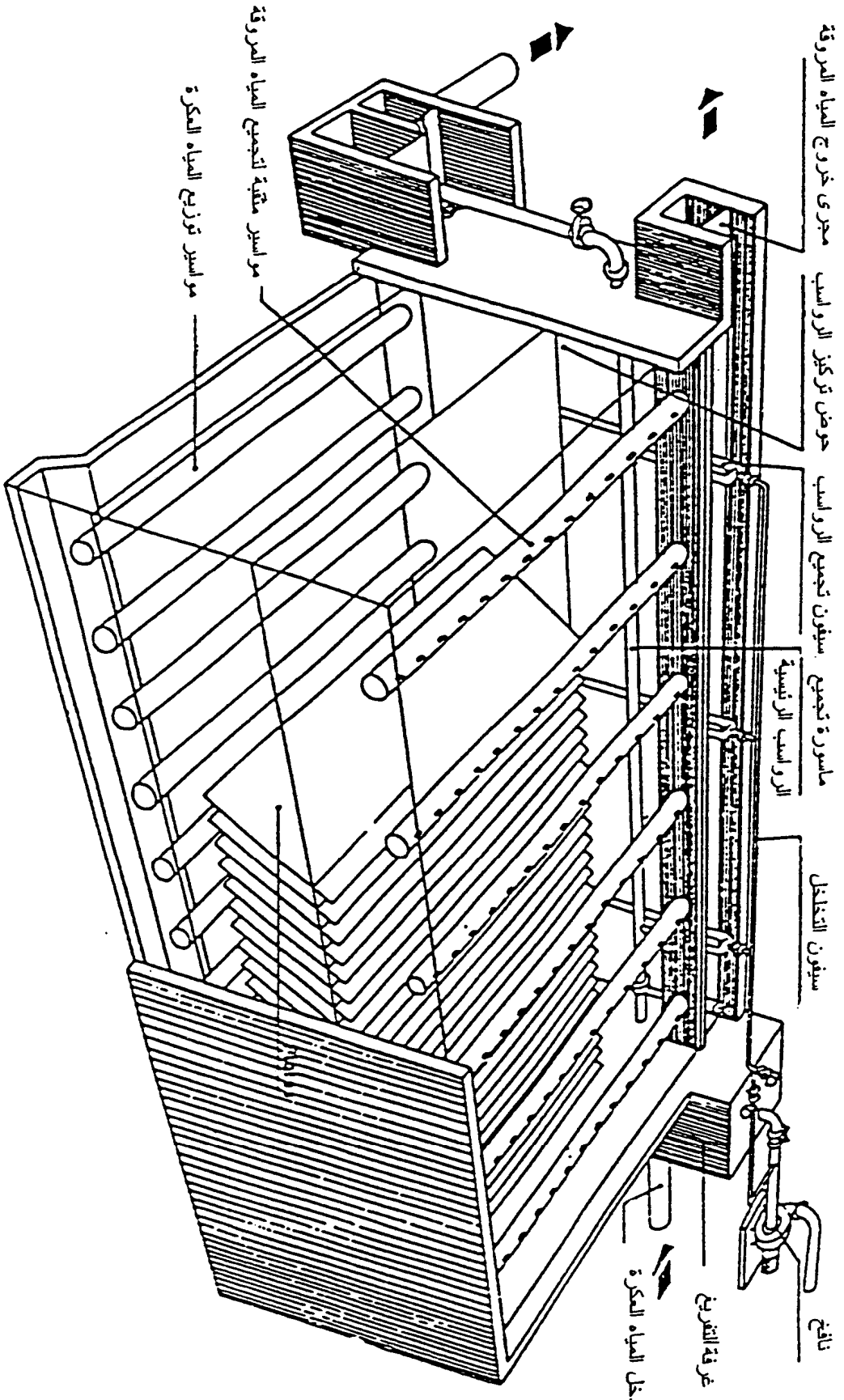


١- مدخل المياه العكرة
٢- حوض تركيز الرواسب
٣- غرفة التفريغ
٤- حوض الترويق
٥- مخرج المياه المعالجة
٦- محبس آلى
٧- طلمبة تفريغ
٨- محبس دخول الهواء

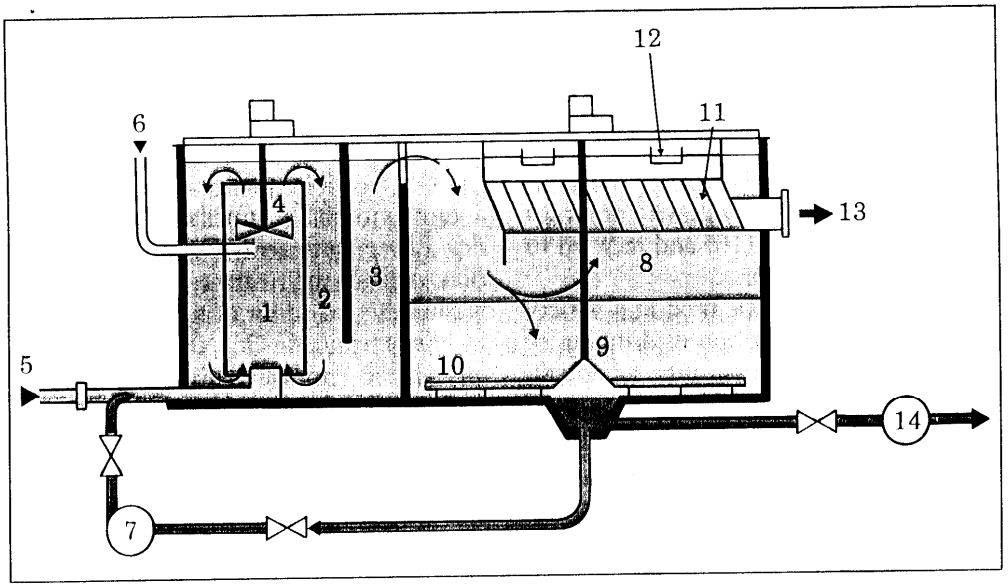
المرحلة الثانية



شكل رقم (٢-٣٠) تفاصيل حوض الترويب والترويق النابض

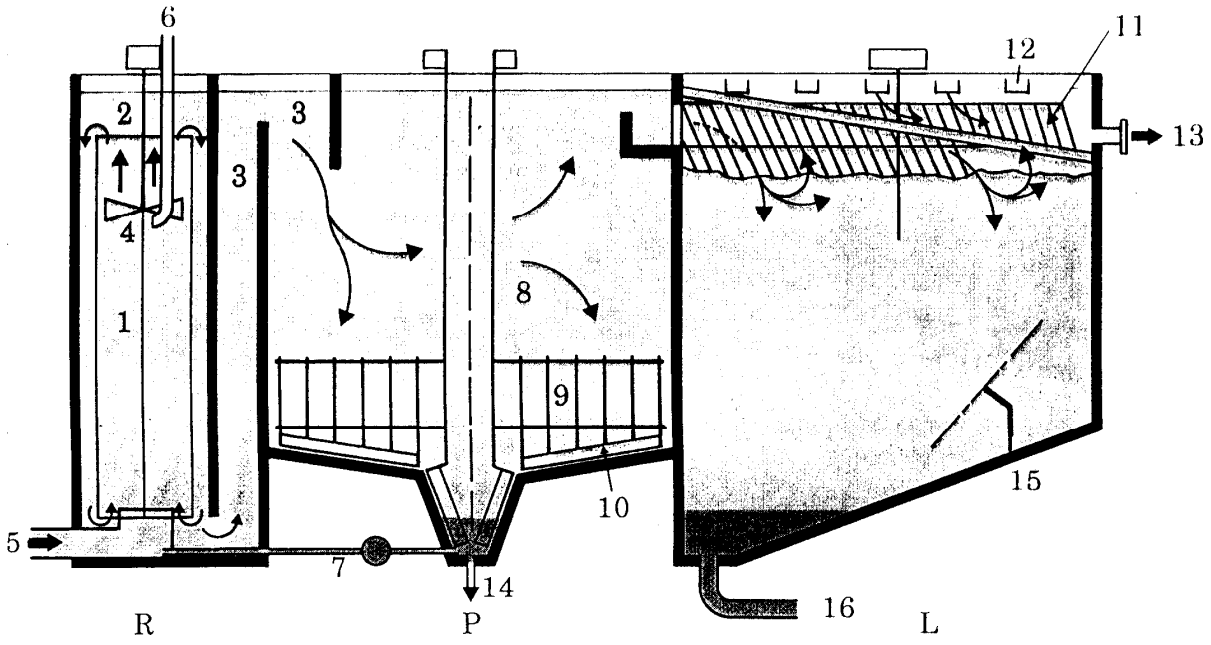


شكل رقم (٢-٣١) حوض الترويب والترويق النابض الفائق



1,2,3 – Flocculation chambers.
4 – Propeller.
5 – Raw water inlet.
6 – Reagent feed.
7 – Recirculation pump.
8 – Flocculated water inlet.
9 – Drive shaft.
10 – Scraper.
11 – Modules.
12 – Collection troughs.
13 – Treated water outlet.
14 – Sludge draw-off pump.

شكل رقم (٢-٣٢) تفاصيل أحواض المزج والترويب والترسيب



شكل رقم (٢-٣٣) تفاصيل أحواض المزج والترويب والترسيب

٢-٤ عمليات تنقية المياه - الترشيـح

يعرف الترشيح بأنه عملية فصل المياه عن الجسيمات الصلبة الموجودة بالمياه عبر فاصل أو حاجز ذى مسامات تمنع مرور الجسيمات عبرها وتسمح بمرور الراشح (المياه المرشحة).

وفى مجال تنقية المياه فإن عملية الترشيح تفيد فى تحسين نوعية المياه (عند التنقية) بما يلى:

الغرض من عملية الترشيح

1. إزالة المواد الصلبة العالقة والجسيمات المتعلقة (الغريانية) الموجودة فى المياه.
2. تغيير خصائص المواد الموجودة كيميائيا فى المياه.
3. تقليل أعداد البكتريا الضارة وجراثيم الأمراض الموجودة فى المياه.
4. إزالة اللون والطعم والرائحة من المياه.
5. تقليل أملاح الحديد والمنجنيز من المياه.

تمر المياه فى عملية الترشيح عبر طبقة (وسط) ترشيحية لها خصائص محددة مثل : قلة تكاليفها، وتواجدها بكميات مناسبة فى الطبيعة، وأنها مواد خاملة وسهولة استخدامها ونظافتها، وتحملها للضغط الموجود. ولقد استخدمت مواد عديدة فى الترشيح مثل : الرمل، وألأنثراسيت، والحجارة المكسرة، والزجاج، واللدائن، والخرسانة المسامية، والتربة Diatomaceous Earth. وقد أثبت الرمل محاسنه مقارنة بالمواد الأخرى المستخدمة كمادة ترشيحية. إن تحسن خصائص المياه بالترشيح يتم بإزالة الشوائب وهذا التحسن يحث بفضل عوامل مختلفة مثل : التصفية الميكانيكية والترسيب والإمتزاز والنمو الحيوى والتفاعلات الكيميائية.

أما التصفية الميكانيكية فهى ظاهرة سطحية تعمل على فصل المواد الصلبة العالقة ذات القطر الأكبر من الفتحات الموجودة بين حبيبات الرمل. ويعمل هذا العامل الترشيحى فى بضع سنتيمترات من الجزء الأعلى من الطبقة الترشيحية. وتزداد التصفية مع مرور الزمن. والعوامل المؤثرة على التصفية الميكانيكية تضم : سرعة الترشيح، والزمن، وكثافة وطبيعة المواد العالقة، وطبيعة وخصائص المادة الترشيحية. أما الترسيب فيعمل على إزالة الحبيبات العالقة الكبيرة والثقيلة من على سطح حبيبات الرمل. وتؤثر عوامل عدة على كفاءة الترسيب مثل: السرعة الترشيحية، سرعة ترسيب المواد العالقة، ودرجة اللزوجة، ومقاس الحبيبات، ودرجة الحرارة، وعوامل التجلط والتعقيم، وعمق المرشح، والتصرف المضطرب.

أما كفاءة الإمتزاز فترتبط بالخصائص السطحية للمادة الصلبة. وتعمل قوى الإمتزاز على إزالة الحبيبات العالقة الصغيرة والمواد الغريانية والمواد الذائبة فى الماء. وتلعب قوى الإمتزاز دورها الأكبر على مسافات صغيرة لا تتجاوز ٠.٠١ إلى١ ميكرومتر. ويعزى لقوى الإمتزاز فى إزالة الشوائب من الماء، وتعمل قوى الجاذبية الأرضية والتصرف المضطرب، والإنتشار والقصور الذاتى، على حركة وسير الشوائب لتساعد عمل قوى الإمتزاز عليها.

كما تساعد التفاعلات الكيميائية والحيوية على إزالة المواد الذائبة بالترشيح مما يغير خصائص الحبيبات الموجودة. وفى هذا المنحنى تؤثر العديد من العومل والتى تعمل لإزالة الكثير من المواد مثل: المواد العضوية والأمونيا والحديد والمنجنيز. وكأمثلة لهذه العوامل المؤثرة : نوع وخصائص الماء الخام، وكمية الأكسجين المذاب والمواد الغذائية، ودرجة الحرارة، وزمن وطريقة المرشيح، وعمق المرشيح، ونوع ووجود الكائنات الحية الدقيقة ووجود عوامل مساعدة.

من المعروف أن الترشيح لا يعمل بكفاءة كبيرة لإزالة البكتريا والفيروسات وحبيبات الطين، وذلك لصغر مقاسها والذى يقل عن الميكرون الواحد. ولذلك لا تنتج مرشحات الرمل السريعة مياه صالحة من النواحى البكتريولوجية. فمثلاً لا يتعدى معدل إزالة البكتيرية القولونية ٢ إلى ١٠، مما يوجب معه عمل التجلط والتعقيم قبل الترشيح الرملى أو الكلورة لإزالة الكبريتات والجراثيم بعد الترشيح.

٢-٤-١ نظرية الترشيح

إذا نظرنا الى كفاءة أحواض الترسيب الطبيعى أوأحواض المروقات باستخدام المواد المجلطة (المروبة) نجد أن العكارة تتراوح بين ١٠ – ١٢ جزء فى المليون وقد تصل فى بعض الأحوال الى أقل من ذلك وعملية الترشيح هى العملية التى يتم فيها إزالة هذه العكارة عن طريق حجز المواد العالقة والغروية.

عملية الترشيح (Filtration) هي مرور المياه المروقه خلال مادة مسامية لإزالة ما بقي من مواد عالقة و غرويه. وأكثر مواد الوسط الترشيحى المستخدمة في عملية الترشيح هي الرمل نظراً لرخصه وقدرته علي إزالة المواد العالقة.وعند استعمال رمل ذي حبيبات ذات حجم مناسب ومرور المياه بالسرعة المناسبة، يمكن إزالة المواد العالقة والمواد المتعلقة (سواء كانت عضوية أو غير عضوية) بالإضافة إلي البكتريا والمواد العالقة الدقيقة جدا التي تسبب عادة تلوث الماء.

وعند مرور المياه خلال طبقة الرمل تتكون علي سطح الرمل طبقة جيلاتينية من المواد العضوية والمواد العالقة تسمي بالطبقة القذرة (Dirty skin) وتقوم هذه الطبقة بحجز الجزئيان ذات الحجم الصغير جداً (والتي تصعب رؤيتها تحت الميكروسكوب)، ويمكن تفسير ما يحدث في عملية الترشيح ,وهو ما يسمى بنظرية الترشيح وكما هو موضح بالأشكال أرقام (٢-٣٤)، (٢-٣٥)، (٢-٣٦)، ويمكن وصف نظرية الترشيح كما يلى :

٢-٤-١-١ التصفية الميكانيكية Mechanical straining

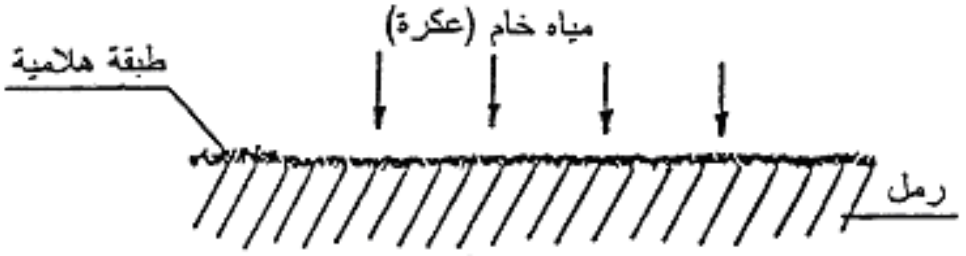
أى أن طبقة الرمال بما فيها من مسام تعمل كمصفاة دقيقة الفتحات تحجز المواد العالقة التى يزيد حجمها عن المسام – أما حجز المواد العالقة الغروية والبكتريا والتى يصغر حجمها عن حجم المسام فلا بد من تفسير يشرح سبب حجزها فى الوسط الترشيحى.

٢-٤-١-٢ إلتصاق بعض المواد العالقة بسطح حبيبات الرمل

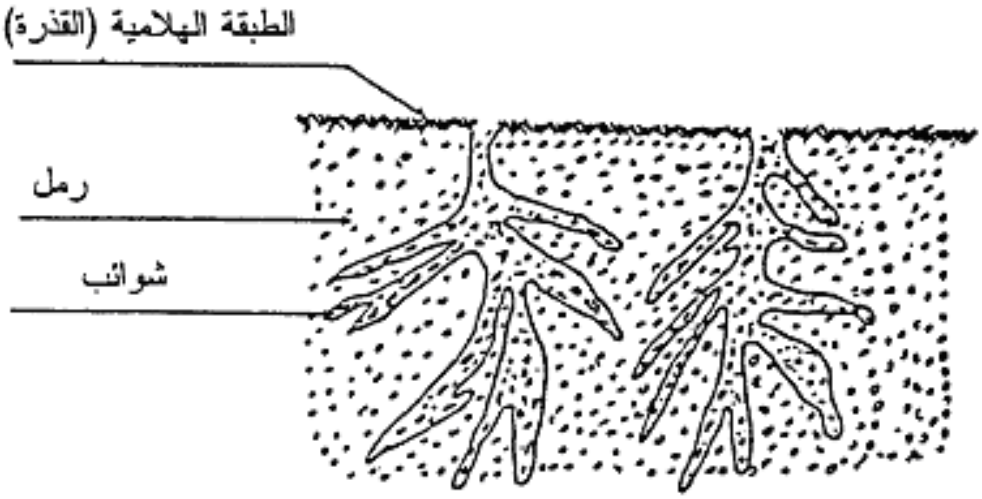
وتسمي هذه العملية الامتزاز (Adsorption) ويساعد علي ذلك الخصائص الهلاميه للمواد العالقة بسبب المواد المروبه في حالة إستخدامها وكذلك المسارات المتعرجة للمياه خلال طبقات الرمل.

٢-٤-١-٣ الفراغات تعمل كأحواض ترسيب Voids act as minsettling tanks

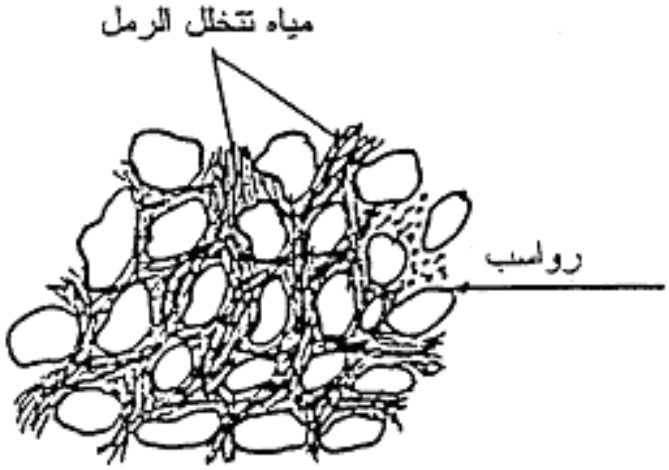
ترسب بعض المواد العالقة في الفجوات بين حبيبات الرمال حيث تعمل هذه الحبيبات كمصفاة تحجز المواد العالقة ذات الأحجام الكبيرة نسبياً وهذه عمليات ترسيب وحجز ميكانيكي.



شكل رقم (٢-٣٤) تكوين الطبقة الغذرة على سطح الوسط الترشيحى



شكل رقم (٢-٣٥) إختراق المواد الملوثة للوسط الترشيحى



شكل رقم (٢-٣٦) العمليات التى تتم أثناء عملية الوسط الترشيحى

٢-٤-١-٤ الإلتصاق Adherence of colloids to sand grains

تكون طبقة هلامية علي سطح الرمل من المواد العالقة الدقيقة والكائنات الحية الدقيقة التي يحتمل وجودها، مما يساعد علي اصطياد وحجز المواد العالقة وكذلك تثبيت المواد العضوية وتحويلها إلي مواد عالقة تحجز في هذه الطبقة.

٢-٤-١-٥ التفاعلات الكهربائية Electolitic Action

انجذاب والتصاق بعض المواد العالقة بحبيبات الرمل وخاصة أملاح الحديد والمنجنيز (ذات الشحنة الموجبة) نظرا لاختلاف شحناتها الكهربية عن الرمل (ذي الشحنة السالبة).

٢-٤-١-٦ التفاعلات البيولوجية Biological actives

تنشط الكائنات الحية الدقيقة الموجود فى الماء عندما يتواجد فى المياه الأملاح وكذلك المواد العضوية أو غازات ذائبة (الأكسجين) مما ينتج عن هذا النشاط إزالة المواد العضوية وتحويلها من الصورة الذائبة الى صورة قشور يتم حجزها فى الطبقة الترشيحية وكذلك تقليل كمية الأملاح كما أن يتوقف تأثيرها على مدة بقاء الماء فى المرشح أى على معدل الترشيح.

٢-٤-٢ أنواع المرشحات الرملية

يمكن تقسيم المرشحات الى أنواع مختلفة تبعاً لأربعة معايير :

١. وفقاً لمعدل الترشيح.

مرشحات بطيئة المعدل، مرشحات سريعة المعدل.

٢. وفقاً لنوع مادة الوسط (طبقة) الترشيحى:

مرشحات الرمل، ومرشحات الفحم (الانثراسيت)، ومرشحات الاثنين معاً. (وهناك المرشحات ذات طبقة الترشيح الواحدة وذات الطبقات المتعددة)

٣. وفقاً لإتجاه سريان المياه خلال الوسط الترشيحى :

مرشحات يتم سريان المياه خلال الترشيح فيها من أعلي إلي أسفل (وهو النوع الشائع الاستخدام) وأخري من أسفل إلي أعلي.

٤. وفقاً لطبيعة سريان المياه خلال الترشيح:

بالجاذبية أو تحت ضغط

٢-٤-٣ مواصفات رمل الترشيح (الوسط الترشيحى)

يجب أن تتوافر في رمل المرشحات بعض المواصفات من أهمها :

١. أن يكون نظيفاً وخالياً من الأتربة والمواد العضوية أو النباتية والطين والمواد الغريبة.

٢. أن يكون صلداً

٣. ألا يفقد أكثر من 5% من وزنه بعد وضعه في حامض هيدروكلوريد لمدة ٢٤ ساعة.

٤. أن تكون الرمال بأحجام مناسبة لعلمية الترشيح :

فالرمال الرفيعة جداً تكون الفجوات (الفراغات) بينها عرضة للانسداد بسرعة.

والرمال كبيرة الحجم تسمح فجواتها بمرور الكائنات الحية الدقيقة والمواد العالقة من خلال المرشح.

٢-٤-٣-١ الحجم الفعال للرمل

الحجم الفعال للرمل (Effective size) هو فتحة المنخل بالملليمتر التي تسمح بمرور ١٠% من وزن الرمل بغض النظر عن التدرج الحبيبي للرمل، والذي يؤثر في كفاءة عمل المرشح.

٢-٤-٣-٢ معامل الإنتظام للرمل

يعبر معامل الانتظام (Uniformity factor) عن درجة التغير في حجم الرمل وهو عبارة عن النسبة بين فتحة المنخل التي يمر من خلالها ٦٠ % من وزن الرمل وبين الحجم الفعال وبمعني آخر يمكن تعريف معامل الانتظام علي أنه النسبة بين فتحة المنخل التي تحجز ٤٠% من وزن الرمل وبين تلك التي تحجز ٩٠ % من وزنه (الحجم الفعال).

وعلي سبيل المثال إذا كانت فتحة المنخل التي يمر من خلالها ٦٠% من وزن الرمل هي ٠.٨ مم وكان الحجم الفعال للرمل هو ٠.٤ مم.

فإن معامل الانتظام = ٠.٨ ÷ ٠.٤= ٢

ويوضح الجدول رقم (٢-٥) الحجم الفعال، ومعامل الإنتظام للرمل المستخدم في مرشحات الرمل البطيئة ومرشحات الرمل السريعة.

جدول رقم (٢-٥)

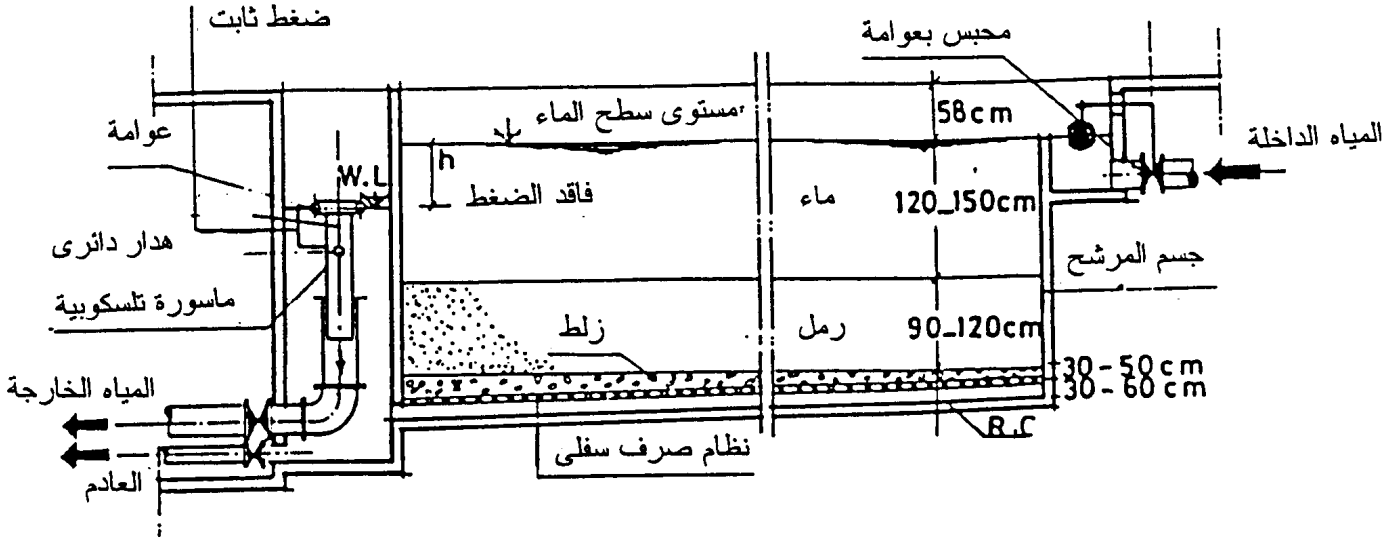
الحجم الفعال ومعامل الإنتظام للرمل طبقاً لنوع المرشحات

نوع المرشحات	الحجم الفعال للرمل	معامل الانتظام للرمل
مرشحات الرمل البطيئة	٠.٣ -٠.٣٥مم	٢ – ١.٧٥
مرشحات الرمل السريعة	٠.٤ -٠.٨ مم	١.٧ -١.٤

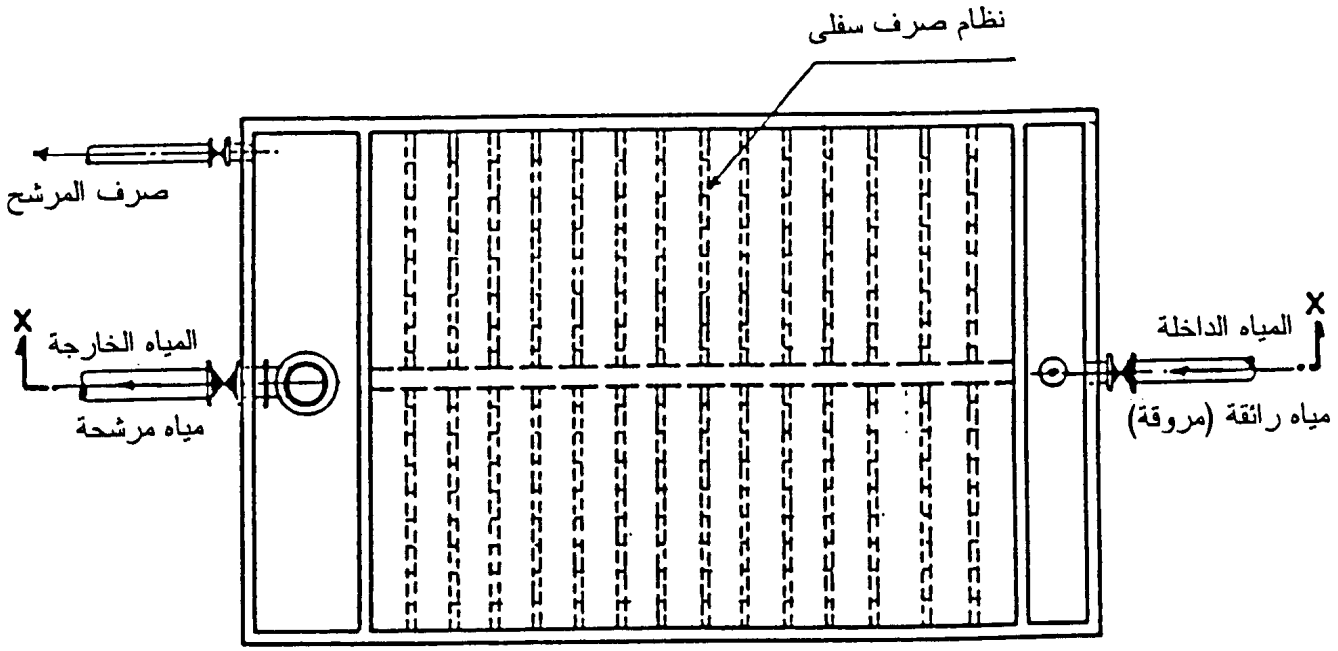
٢-٤-٤ مرشحات الرمل البطيئة المعدل

يتكون مرشح الرمل البطئ المعدل من طبقات من الزلط تعلوها طبقات من الرمل، وتمر المياه به من أعلي إلي أسفل ويتم تجميع المياه المرشحة بواسطة مواسير فخار أو مواسير خرسانية مثقبه، وتوضع أسفل المرشح أو خلال طبقة الزلط، ويوضح الشكل رقم (٢-٣٧) مكونات المرشح الرملي البطئ وتمتاز مرشحات الرمل البطيئة بعدة مميزات، فرغم أنها تحتاج إلي مساحة قد تزيد ٣٠ مرة عن مساحة المرشحات السريعة الحديثة إلا أنها تمتاز بالآتي:

١. بساطة التصميم والتشغيل وعدم الحاجة إلي مهارة فنية عالية.
٢. عدم استخدام مواد كيمائية (لإحداث التجلط) في عمليات الترسيب.
٣. إنخفاض استهلاك الطاقة لعدم الحاجة إلي عمليات الغسيل اليومية.
٤. عدم الحاجة إلي نظم هندسية وأجهزة ميكانيكية وكهربائية معقدة ومعدات معقدة في التشغيل لإجراء عمليات الغسيل والإنضاج (تحضير المرشح لإعادة تشغيله).



قطاع رأسى x–x



مسقط أفقى

شكل رقم (٢-٣٧) تفاصيل المرشح الرملي البطئ المعدل

٥. تكلفة إنشاء المرشح الرملى بطئ المعدل زهيدة وصيانته رخيصة.

٦. إستيعاب التغير هي خصائص المياه حيث أن معدل الترشيح صغير جـداً بالنسـبة للمرشـحات السريعة المعدل.

٧. إنتاج المياه النقية (المرشحة) خالية من المواد الشائبة العالقة وكذلك إزالة البكتيريا.

٨. عدم وجود مشكلة للتخلص من مياه الغسيل الملوثة حيث يتم غسل المرشحات البطيئة مـرة كـل بضعة شهور.

ونظراً لهذه المميزات، نجد المرشحات البطيئة مجالاً خصباً لاستخدامها في المواقع التي توجد فيهـا الأراضي بمساحات كافية، وبالذات في الأماكن المنعزلة والمناطق الصحراوية حيث لا تتوفر العمالة الفنية المدربة. وفي هذه الحالات يمكن استخدام المرشحات الرملية البطيئة حتي في حالة التصرفات الكبيرة كما يمكن استخدامها عندما تنخفض إلي حد كبير العكارة بالمياه الخام.

٢-٤-٥ مرشحات الرمل السريعة المعدل

تسمي مرشحات الرمل السريعة أيضاً بالمرشحات الميكانيكية وهي تختلف عن المرشحات البطيئـة فيما يلي:

أن معدل ترشيحها يتراوح بين ١٢٠ إلي ١٨٠م^3 /م^2 /يوم، أو يعادل من ٣٠ – ٤٠ ضـعفاً معـدل ترشيح المرشحات البطيئة لذلك فإن مرشحات الرمل السريعة تشغل حيزاً أصغر وبالتـالي تكـاليف إنشائية (أعمال مدنية) أقل لنفس التصرفات، في حالة استخدام أحواض مكشوفة.

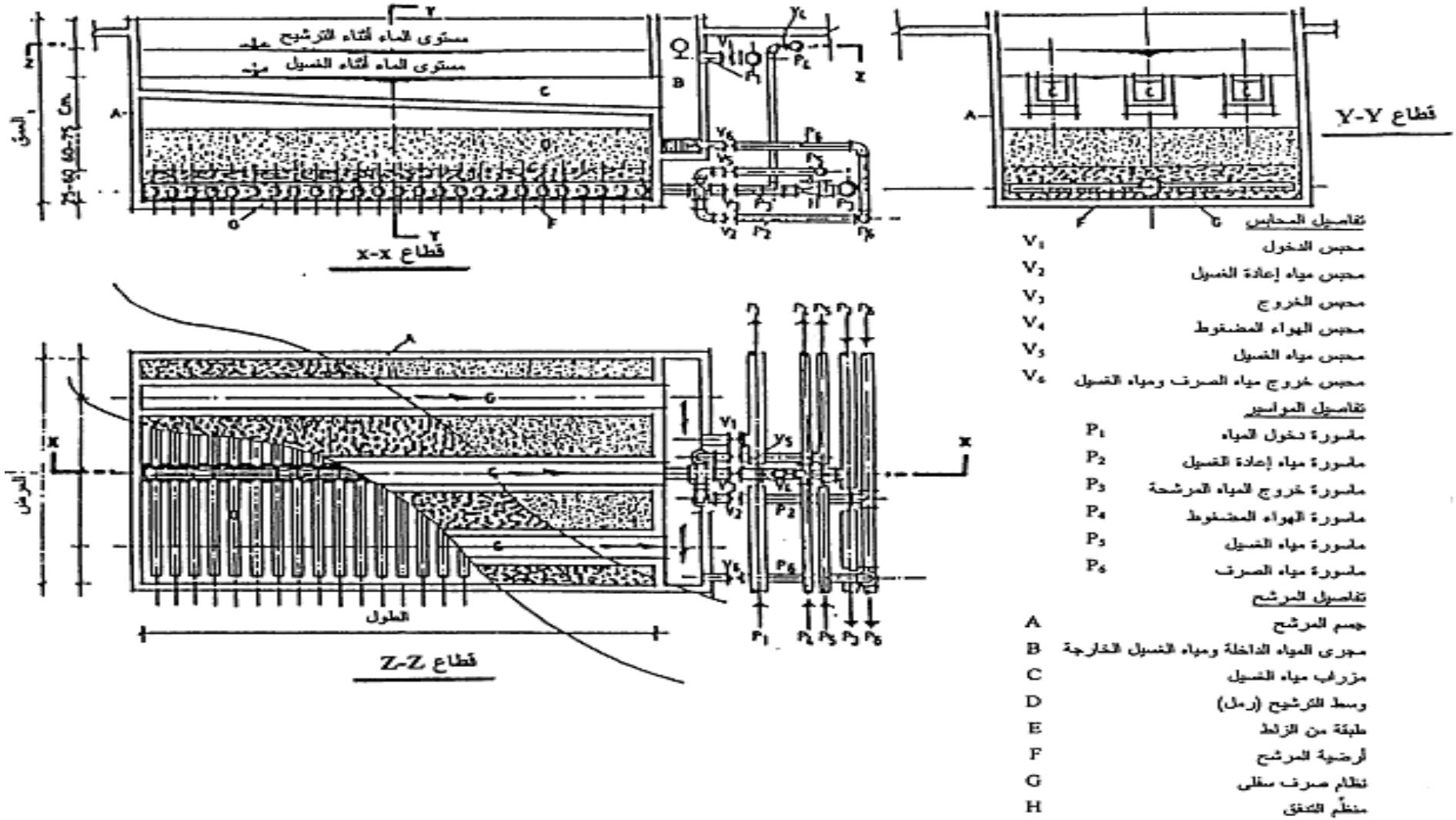
أن المياه التي يتم ترشيحها بالمرشـحات السـريعة، تعـالج دائمـا باسـتخدام المـواد الكيمائيـة المجلطة(المجمعة) قبل دخولها المرشحات بحيث لا تزيد عكارتها عن ٤٠ جزء في المليون ويسـمح بمرور المياه في المرشح سريع المعدل في طبقات متدرجة من الرمل والزلط وتصـنع المرشـحات علي هيئة أحواض، توضع في قاعها طبقات متدرجة من الزلط، تعلوها طبقات أخري متدرجة مـن الرمل، وأسفل الطبقتين توجد المصافي لتجميع المياه المرشحة وكما هـو موضـح بالشـكلين رقـم (٢-٣٨).

وتكون حبيبات الرمل متجانسة، ذات حجم فعال ٠.٤ إلي ٠.٨ أو أكثر حسب تصميم المرشح. ويتم تجهيز الرمل بمهزه خاصة (منخل) للحصول علي معامل انتظام بين١.٤ إلي ١.٧.

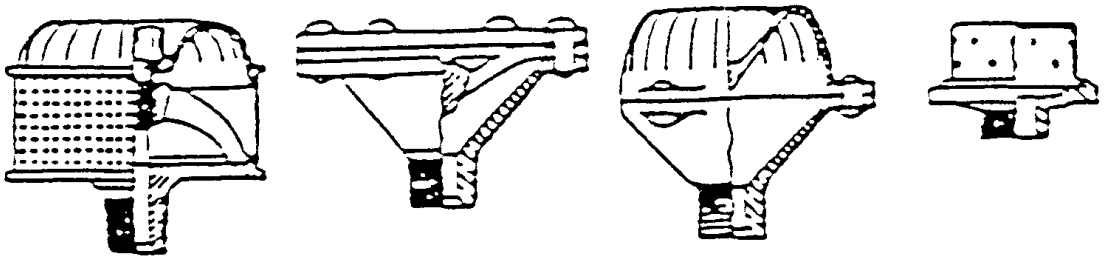
٢-٤-٥-١ نظام الصرف بالمرشحات السريعة المعدل

يوجد تحت طبقات الرمل والزلط بالمرشحات السريعة نظام للصرف (Under drainage system) مهمته تجميع الماء الذي يتم ترشيحه معدل ثابت خلال جميع أجزاء المرشح كما أنه يوزع في الوقت نفسه ماء الغسيل علي جميع أجزاء المرشح.

ويتكون النوع الأكثر شيوعاً لنظام الصرف من مجمع رئيسي (Header) بطول المرشح تتفرع منه علي زوايا قائمه فروع إلي جوانب المرشح. وفي أعلي فهذه الفروع، وأحيانا فـي أعلـي المجمـع الرئيسي أيضا توضع علي أبعاد متساوية مساقي (Straniners) تحتوي علي ثقوب أو شقوق رفيعة وفي تصميم آخر تستعمل المصافي بل تثقب ثقوب في أسفل سطح المواسير كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٣٩).



شكل رقم (٢-٣٨) تفاصيل المرشح الرملي السريع



شكل رقم (٢-٣٩) أنواع مختلفة من الفواني التي تثبت بقاع المرشح السريع

وقد يستعاض عن المواسير ببلاطات خرسانية تثبت عليها فواني (nozzles). وفي هذه الحالة يـتم الإستغناء عن طبقات الزلط وقد إستعمل حديثاً قاع من لوح مسامي وتم الإستغناء عن طبقات الـزلط وصاحب ذلك تقليل عمق المرشح وتقليل فاقد الضغط فيه.

٢-٤-٥-٢ البلاطات الخرسانية ذات الفواني

تصنع البلاطات عادة من الخرسانة وتحتوي علي فتحات تركب فيها الفواني وتصنع الفـواني مـن الصلب الذي لا يصدأ أو من البلاستيك وتحتوي علي مشقبيات رفيعة لا تسمح بمرور الرمل الخشن فيها.

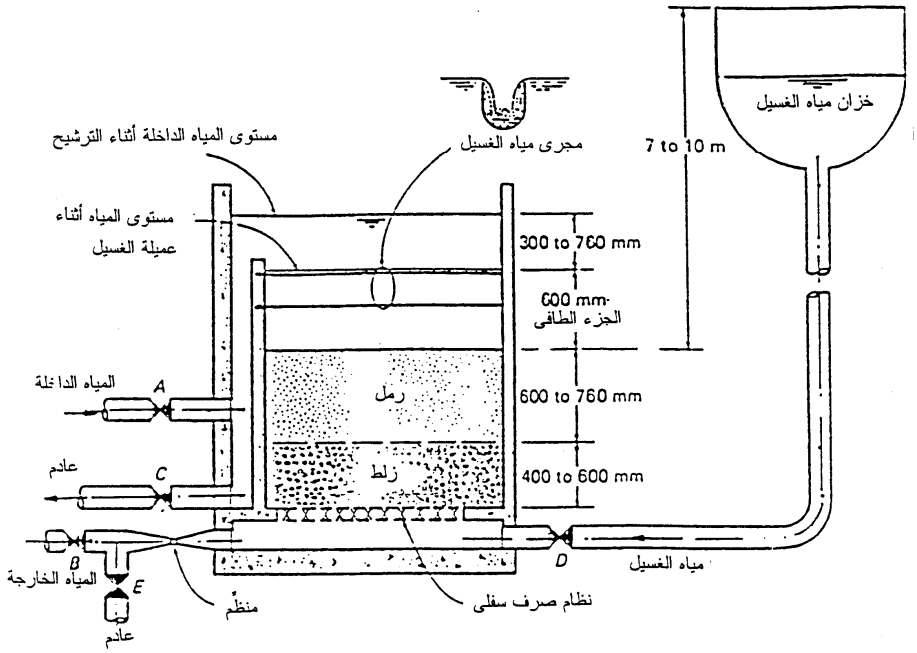
٢-٤-٥-٣ تشغيل المرشح السريع

يتم تشغيل المرشح بإمرار الماء المرسب في طبقات الرمل فالزلط فنظام الصرف إلي الخارج. وعند مرور المياه المرسبة من سطح الرمل تتجمع الندف مكونة طبقة جيلاتينية علي سطح الرمل تعمل عل ترشيح الماء ترشيحاً كاملاً وبعد تشغيل المرشح لمدة من الزمن تتراكم الرواسب علـي الرمـل حتي تصل إلي درجة يزيد فاقد الضغط زيادة كبيرة فيتحتم عند ذلك إيقافه وإجراء عملية الغسيل.

٢-٤-٥-٤ غسيل المرشح السريع

حتى تكون عملية الغسيل ناجحة ومؤثرة يجب أن تكون كمية مياه الغسيل وضغطه كافيان لإحـداث تمدد لطبقات الرمل بنسبة ٥٠% من حجمه أي إلي أن تشغل طبقة الرمل ١.٥ حجمها قبـل تسـليك ماء الغسيل. وقد تبين أن مقدار تمدد طبقة الرمل أثناء عملية الغسيل من أهم العوامل التـي يتوقـف عليها نجاح العملية، فإذا زاد تمدد الرمل أثر من الحد المطلوب، فإن حبباته تبتعد عن بعضها كثيـراً ويقل احتكاكها ببعضها ويقل أثر الغسيل. وإذا قل تمدد الرمل أقل من الحد المطلوب فإن حبباته تكون قريبه من بعضها ولا تجد المساحة الكافية للاحتكاك ويقل كذلك أثر الغسيل. ويراعي أن يكون تمـدد طبقة الرمل في جميع أجزاء المرشح بدرجة واحدة، كما أنه لا يجب أن تكون سرعة مـاء الغسـيل عالية حتى لا تحمل المياه الرمل معها إلي العادم والضغط المناسب لماء الغسيل عند الفـواني يبلـغ حوالي ١٠ متر أي واحد جو تقريباً. وتتم عملية الغسل والموضحة بالشكل رقم (٢-٤٠) بقفل محبس

دخول الماء المرسب إلي المرشح (A)، وعند انخفاض منسوب المياه في المرشح إلي سطح الرمـل تقريباً (١٠ سم فوق سطح الرمل).



شكل رقم (٢-٤٠) عملية غسيل المرشح الرملي السريع

٢-٤-٦ العدد اللازم للمرشحات الرملية سريعة المعدل وبطيئة المعدل

١- لإيجاد عدد مرشحات الرمل السريع المعدل، يمكن إستخدام المعادلة (٢-٤٤).

$$N = 12\sqrt{Q} \qquad (٤٤-٢)$$

حيث

N = عدد مرشحات الرمل السريع.

Q = معدل التصرف (م^3/ث).

٢- أما لإيجاد عدد مرشحات الرمل البطئ فيمكن استخدام المعادلة التجريبية الموضحة فى المعادلة (٢-٤٥).

$$N = 15\sqrt{Q} \qquad (٤٥-٢)$$

٢-٤-٦-١ تشغيل المرشح البطئ المعدل من الناحية الهيدروليكية

يتكون مرشح الرمل البطىء من حوض مفتوح من الأعلى، ويحمل بداخلة الوسط الترشيحى. عادة يكون عمق الحوض فى حدود ٣ متر، وتتفاوت مساحتة من بضعة عشرات إلى مئات من الامتار المربعة.

يوجد فى أسفل الحوض نظام التصرف التحتى والذى يعمل على حمل الوسط الترشيحى، ويساعد فى الإنبثاق المنتظم للماء خارج المرشح، ويجهز المرشح بعدة صمامات وأجهزة تحكم وتنظم دخول الماء الخام (الماء المرسب) وخروج المياه المرشحة.

وتلعب الطحالب دور هاماً فى تنقية المياة بالترشيح، وبما أن الطحالب تحتاج إلى ضوء لاتمام عملية التمثيل الضوئى لذا يكثر وجودها فى المرشحات المفتوحة. وتتمكن الطحالب من بناء مواد الخلايا من مواد بسيطة مثل : الماء، وثانى أكسيد الكربون، والنترات، والفوسفات وغيرها، بمساعدة الطاقة الشمسية. وعندما تكبر خلايا الطحالب يزيد حجمها مما يضر عملية سريان المياة إلى أسفل المرشح الشىء الذى يتطلب معة الأزالة الدورية للطحالب ونظافة المرشح. تواجد الأنواع الشعيرية من الطحالب Filamentous يكون حصيرة جيلاتينية (هلامية) على سطح المرشح. وتعمل هذة الحصيرة الهلامية على ازالة المواد العالقة والبكتريا بالتصفية والأمتزاز. وتتكاثر البكتريا فى المرشح وتقوم ببناء وحل بكتيرى Bacterial slime تسمى الطبقة المتسخة Schmutz decke. تعمل هذة الطبقة المتسخة كوسط لاصق للنباتات المائية المغمورة Plankton والحيوانات المجهرية Diatoms، مما يساعد فى زيادة كفاءة عمليات التصفية والأمتزاز لازالة الشوائب ومنعها من التغلغل داخل المرشح، مما يزيد من فترة الترشيح ويقلل من إنسداد المسامات. وفى مثل هذة المرشحات فمن الضرورى بمكان العمل على تلافي حدوث ضغط سالب، لأن الضغط السالب يعمل على تحرر الغازات الذائبة، وبذا فأن فقاعات الهواء المتكونة تتجمع فى الوسط الترشيحى وتعمل على زيادة المقاومة تجاة سريان المياة أسفل المرشح، كما وأن الفقاعات المرتفعة والتى لها قد (مقاس) كبير تعمل على تكوين ثقوب فى الوسط الترشيحى مما يسمح بمرور المياة خلاله دونما الحصول على تنقية ملائمة. يقفل محبس خروج المياه المرشحة (B) ويفتح محبس مياه الغسيل (D) ببطء لتدخل مياه الغسيل لتمر بالراجع في طبقات الزلط ثم طبقات الرمل. وتؤدي حركة الماء، من أسفل إلي أعلي إلي تمدد طبقة الرمل وانفصال الرواسب عنه. ثم يمر ماء الغسيل في قناة الغسيل إلي حرف المياه الملوثة (العادم) (Waste).

وتستمر عملية الغسيل لمدة 5 إلي ١٠ دقائق، حسب نوع المرشح، وبعدها يتم التأكد من نظافة الرمل ثم يقفل محبس الغسيل ويفتح محبس دخول الماء المرسب، ويبدأ المرشح عمله في الترشيح، إلا أن المياه المرشحة تخرج للعادم، ويستمر هذا لفترة قصيرة وذلك لإعطاء الفرصة لتكون الطبقة الحيلاتينية علي سطح الرمل ثم يقفل محبس العادم ويفتح محبس خروج المياه المرشحة ويتسمر المرشح في العمل طبيعياً.

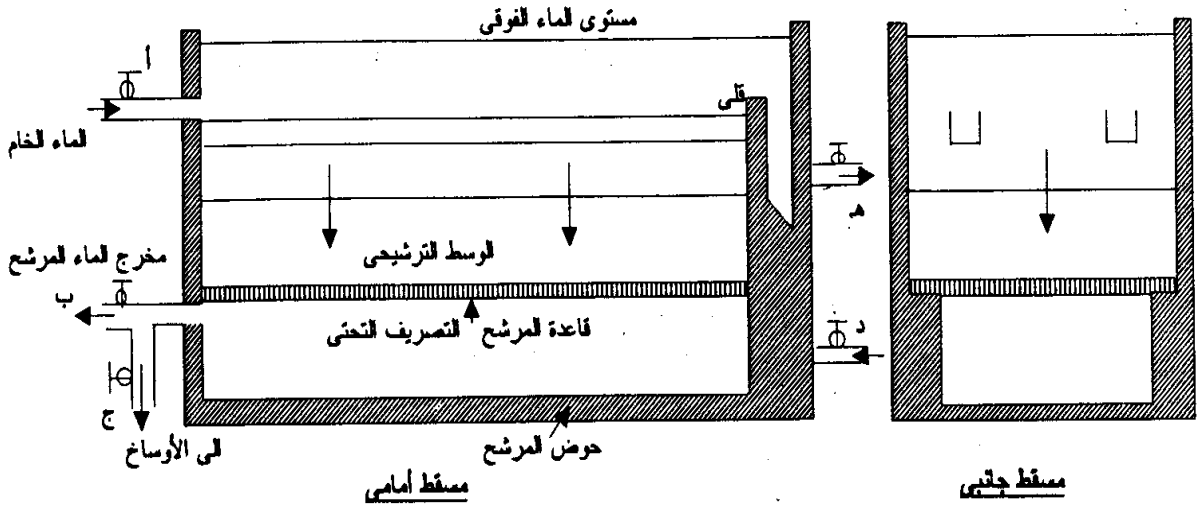
والمادة الأخرى التي إستخدمت في المرشحات هي فحم الانثراسيت والمتدرجة أحجامه إلي المقاسات المطلوبة ووزن هذا الفحم نصف وزن الرمل وبذلك يحتاج إلي سرعة ماء غسيل أقل لتقويم طبقاته. مما يوفر في الطاقة. علاوة علي أنه لا يتأثر بالمواد الكيمائية القلوية التي تستعمل في عمليات إزالة العسر (أي تيسير المياه).

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

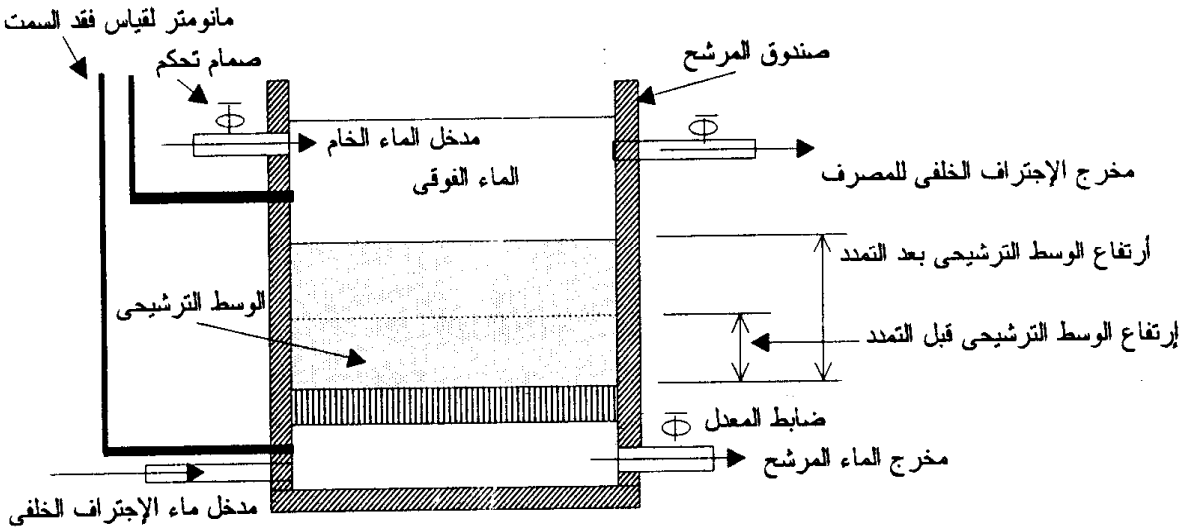
٢-٤-٦-٢ هيدروليكية الترشيح للمرشح الرملى السريع

الرمل المستخدم فى المرشحات السريعة له حبيبات قطرها يتراوح بين ٠.٤ إلى ١.٢ملم ونسبة لأن الرمل المستخدم خشن Coarse فإن مسامات الطبقة الترشيحية تكون كبيرة نوعاً ما مما يسهل معه تخلخل الحبيبات والشوائب إلى داخل المرشح. وبذا فإن كفاءة المرشح للتخلص من الشوائب تزداد مما يسهل معه ترشيح المياه العكارة الكبيرة.

يبين الشكل (٢-٤٣) رسم تخطيطى لمرشح رملى يتم فيه إدخال الماء الخام عبر الصمام (أ) لتناسب المياه عبر الطبقة الترشيحية، ومن ثم عبر نظام التصريف التحتى لتمر خارج المرشح عبر الصمام (ب). ونسبة للإنسداد التدريجى لمسام الطبقة الترشيحية تزداد مقاومة مسار المياه إلى الأسفل عبر الطبقة الترشيحية، مما يخفض من السرعة الترشيحية. ويتطلب معه فتح الصمام (أ) أكثر مما يسمح معه بدفق أكبر من للماء. وبعد مدة يفتح الصمام (أ) على آخرة وبعد هذا إذا لم يتم الحصول على التصرف المطلوب من الراشح فلا بد من عمل نظافة (غسيل) المرشح مما يسمح بالحصول على التصرف المطلوب من الماء النقى. ولنظافة المرشح يغلق الصمامان (أ) و(ب) ويفتح الصمام (ج) لنزح المياه المتبقية فى المرشح. وبعد مدة يتم فتح الصمام (د) ليسمح بدخول مياه النظافة من الإتجاه المعاكس أو ما يسمى بالغسيل الخلفى كما يوضح الشكل رقم (٢-٤٥). ولا بد أن يكون الغسيل الخلفى كبير ليسمح بتمدد الوسط الترشيحى ويعمل على كسح حبيبات الرمل وإزالة ما بها من شوائب. ويتم تجميع مياه النظافة فى هدار تجميع مياه الغسيل Trough، ومن ثم يتم تصريفها عبر الصمام (هـ)، وبعد إتمام عملية النظافة بالتصرف الخلفى يغلق الصمامان (د) و(هـ). ثم يعاد فتح الصمام (أ) لتبدأ دورة ترشيحية أخرى. ويمكن إتمام عملية التصرف الخلفى بسرعة كما وأنها لا تحتاج إلى زمن كبير وفى الغالب لا يتجاوز نصف ساعة، وتخضع الفترة الزمنية المطلوبة بين نظافة وأخرى لنوع المياه المرشحة.



شكل رقم (٢-٤٣) رسم تخطيطي لمرشح رملي سريع المعدل



شكل رقم (٢-٤٤) رسم تخطيطي لنظافة مرشح رملي سريع المعدل بالغسيل الخلفي

ويبين الجدول (٢-٧) مقارنة عامة بين مرشحات الرمل البطيئة المعدل ومرشحات الرمل السريعة المعدل.

جدول (٢-٧) مقارنة بين مرشحات الرمل السريع المعدل ومرشحات الرمل البطىء المعدل

العوامل	مرشحات الرمل السريع	مرشحات الرمل البطىء
أسباب الإستخدام (التنقية)	- فصل المواد الصلبة العالقة -التخلص من الجراثيم	- التخلص من الجراثيم - اتمام عملية التنقية
الوضع (التسلسل) فى محطة التنقية	*بعد عمليات التجلط والترويب أو بعد الترسيب	*مع أو بدون عمليات التجلط والترويب أو بعد مرشحات الرمل السريعة
الكفاءة	تعتمد على خصائص الماء الخام وعلى معايير التصميم	
عكارة الماء الخام المسموح بـا	عالية	متوسطة (تقل عن NTU)
العمر التصميمى	(من ١٠ إلى ١٥) سنة	
العمر الأفتراضى	طويل نسبيا	
سرعة الترشيح(م/ساعة)	من ٥ إلى ١٥	من ٠.١ إلى ٠.٢
المساحة الكلية	دفق الماء ÷ السرعة الترشيحية	
مساحة كل وحدة ترشيح	المساحة الكلية + (عدد المرشحات – 1) (A/ (N – 1)، A/ (N – 2)	
الأبعاد	$L = {}^{2}A * / \sqrt{(N+1)}$	
	$B = (N+1) * L / {}^{2}N$	
مقاس الحبيبات الفعال (ملم)	من ٠.٤ إلى ٠.٣٠	من ٠.١٥ إلى ٠.٣٥
معامل الأنتظام C_U	أكبر من ١.٢ إلى ١.٥	(أقل من ٣ إلى ٥) (٢.٥ بالمتوسط)
ارتفاع الوسط الترشيحى (م)	من ٠.٦ إلى ٠.٧٥	من ٠.٨ إلى ١.٢
ارتفاع الماء الفوقى (م)	من ١ إلى ١.٥	من ١ إلى ١.٥
اقل ارتفاع قبل اعادة وضع الرمل	يعتمد على التنقية	حوالى ٠.٥ متر

جدول (٢-٧) مقارنة بين مرشحات الرمل السريع المعدل ومرشحات الرمل البطىء المعدل

العوامل	مرشحات الرمل السريع	مرشحات الرمل البطىء
عدد المرشحات (أقل عدد مرشحان)	$12 \times \sqrt{Q}$	$15 \times \sqrt{Q}$
فترة التشغيل	٢٤ ساعة فى اليوم (لا يسمح بالتشغيل المتقطع)	
الفترة الزمنية بين عمليتى نظافة	من ١٢ إلى ٧٢ ساعة	من ٢٠ إلى ٦٠ يوما أو أكثر
مقاومة الوسط الترشيحى	من ١.٥ إلى ٤ متر	
طريقة النظافة	بالغسيل الخلفى بواسطة الماء أو بالماء والهواء	جرف الطبقة العليا بحدود ٠.٥ إلى ٢ سم
ازالة الرمل	يدويا أو ميكانيكيا (الياً) أو هايدروليكيا	
المادة المستخدمة لبناء المرشح	خرسانة مسلحة، طوب، مواد بلاستيكية	
الترميم والاصلاح	مستمر	
المخاطر	نمو الطحالب، التغير فى نوع الماء،الأنسداد	
مقاييس التحكم	فقد الضغط،معدل التصرف،العكارة	
أهم المعايير النوعية التى يتم اختيارها	العكارة، الخصائص الحيوية والميكروبولوجية	

٢-٤-٧ أجهزة التحكم الآلي في تشغيل المرشحات سريعة المعدل

يحتاج المرشح سريع المعدل لضمان عملية التشغيل بشكل مرض، إلي أجهزة التحكم الآلي التاليه :

جهاز للتحكم في معدل تصرف المرشح (Rate of flow control) والشكل رقم (٢-٤٦).

١. جهاز يبين فاقد الضغط في المرشح (Loss of head)

٢. جهاز لقياس درجة عكارة المياه المرشحة (Sampling device)

وتركب هذه الأجهزة في العمليات الحديثة علي منضدة تشغيل المرشح (Operating table) والتـي تشتمل بالإضافة لهذه الأجهزة علي مفاتيح تشغيل مجموعة محابس المرشح وهي:

١. محبس دخول المياه المرسبة (Inlet valve)

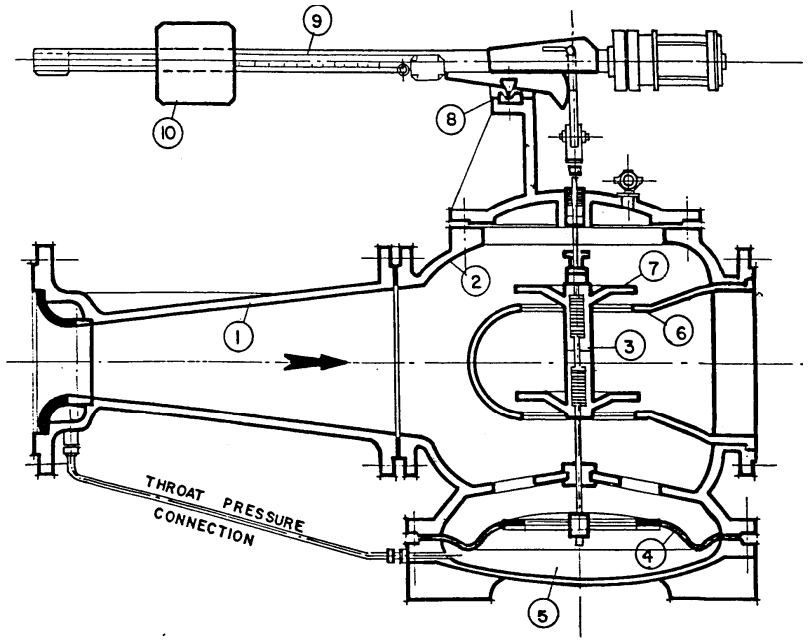
٢. محبس خروج المياه المرشحة (Outlet valve)

٣. محبس العادم (Waste valve)

٤. محبس مياه الغسيل (Wash water valve)

٥. محبس دخول الهواء (Air valve)

٦. محبس خروج المياه المرشحة أثناء فترة الانضاج (Rewash water valve)



1) VENTURI TYPE.
2) THE HOUSING.
3) A DOUBLE SEAT VALVE.
4) DIAPHRAGM.
5) DIAPHRAGM CHAMBER.
6) VALVE SEAT
7) CONTROL VALVE.
8) FALCRUM
9) A LOAD LEVER WITH CALEBRATED SCALE.
10) THE COUNTERWEIGHT

شكل رقم (٢-٤٦) تفاصيل جهاز التحكم الآلي فى معدل تصرف المرشح سريع المعدل

٢-٤-٨ مرشحات الضغط الرملية

يمر الماء في مرشحات الضغط(Pressure filters) تحت ضغط عال نسبياً علي طبقات من الرمـل والزلط موضوعة داخل اسطوانة مقفلة من الصلب (راسية أو أفقية) تتحمل ضغطاً داخليـاً لا يقـل عن ٢ جو. وتدخل المياه المراد ترشيحها من أعلي المرشح إلي أسفله، حيث تتجمع في المصـافي، مثلما يحدث في مشرحات الرمل. ويستخدم هذا النوع علي نطاق واسع فـي التصـرفات الصـغيرة لترشيح مياه حمامات السباحة بوجه خاص وفي وحدات المياه النقالي(Compact units) وتوجد منه أنواع وأحجام كثيرة ويجب إختبار هيكل مرشح الضغط لا يقل عن ضغط التشغيل، ويبين الشـكلان فيما (٢-٤٧)، (٢-٤٨) تفاصيل مرشحات الضغط الرأسية والأفقية.

وتتراوح معدلات التصرف المعتادة لهذا الطراز بين ٨٠ إلي ١٢٠ لتر/م^2/ دقيقة، ويفضل ألا يزيـد عن ١٥٠ لتر/م^2/ دقيقة (٢١٥ م^3/م^2/ دقيقة)، ويتوقف ذلك علي نوعية المياه الداخلة إلي المرشـح ويلزم إمرار الماء داخل هذه المرشحات تحت ضغط عال مناسب لأن الضغط الفاقد داخل المرشـح كبير، ويمكن الحصول علي الضغط بأحدي الطرق الآتية :

١. خزان مرتفع يتم ملؤه بطلمبة خاصة أو خط المواسير الرئيسي مباشر بعد تخفيض ضغطه.
٢. بواسطة طلمبة غسيل خاصة.
٣. بواسطة الماء من خط المواسير الرئيسي بعد تخفيض ضغطه خلال محبس تقليل الضغط.

ويتوقف فاقد الضغط الفعلي داخل هذه المرشحات علي حالة طبقات الرمل وعلي معـدل التصـرف خلال المرشح وزيادة فاقد الضغط عن الحد المسموح يبين أن طبقات الرمل قد أتسخت ويلزم إعـادة غسلها. ويتم غسل مرشح الضغط بنفس الطريقة السابق ذكرها في مرشحات الرمل السريعة. ويجب إلا يقل معدل ماء الغسيل عن ٥٠٠-٦٠٠ لتر/ م٢/ دقيقة، وتتراوح الفترة بين كل عمليـة غسـيل وأخري بين ٤- ٢٤ ساعة تبعا لفاقد الضغط الذي يتوقف بدوره علي نوعية المياه التي يتم ترشيحها وتتراوح كمية مياه الغسيل لكل فترة بين ٢ % - ٦ % من الماء المرشح بالمعدل المذكور عالية إلا إذا كان الغسيل مصحوبا بهواء مضغوط ليساعد علي تمدد الرمل أثناء الغسيل.

وبعد إتمام عملية الغسل يجب أن يرسب الرمل ثانيه إلي وضعه الأصـلي ظـاهراً كطبقـة ملسـاء متساوية. ويتراوح زمن عملية الغسيل بين ٣ إلي ٦ دقائق.

ويبين الجدول رقم (٢-٨) مقارنة بين مرشحات الرمل الثلاثة، البطيئة والسريعة ومرشحات الضغط.

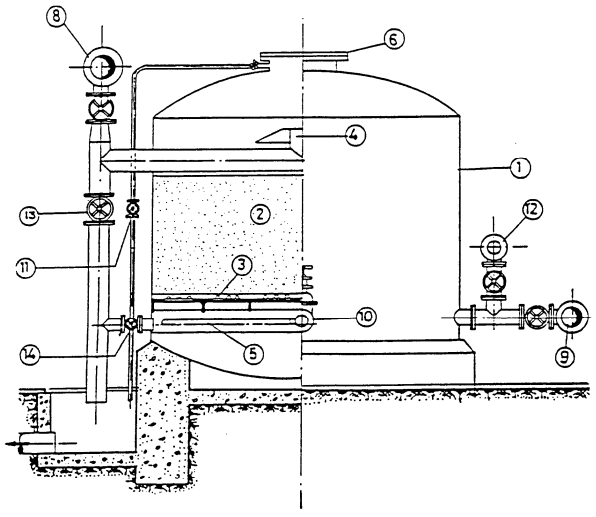
٢-١١-٩-١ إستعمالات مرشحات الضغط

لا يفضل إستخدام هذا النوع من مرشحات الضغط لعمليات تنقية مياه الشرب الكبرى بل يقتصر إستعماله على الحالات الآتية :

١- الأغراض الصناعية – لترشيح مياه تكون مطلوبة للمصانع و التي تكون بعيدة عن مصادر المياه النقية.

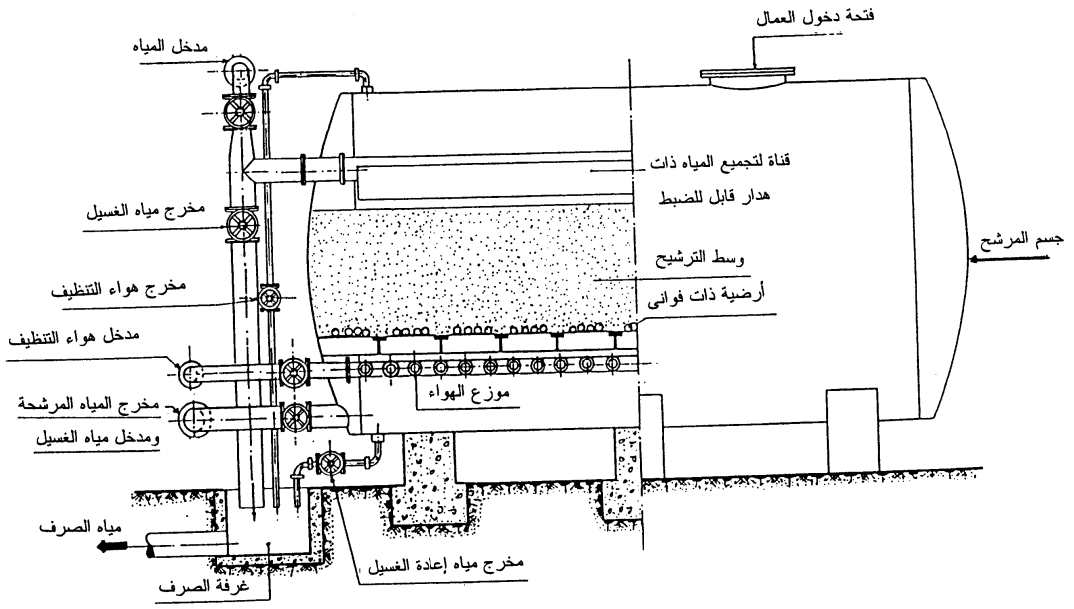
٢- إمداد المجتمعات السكانية الصغيرة بالمياه النقية الصالحة للشرب.

٣- إمداد المجتمعات السكانية المؤقتة (كالمعسكرات الحربية أو الصيفية والمناطق الترفيهية أو المنتجعات الصحية أو الوحدات السكنية المتنقلة.



١	جسم المرشح	٨	مدخل المياه
٢	وسط الترشيح	٩	مخرج المياه المرشحة
٣	أرضية ذات فوانى	١٠	مدخل هواء التنظيف
٤	غرفة التغذية	١١	مخرج هواء التنظيف
٥	موزع الهواء	١٢	مدخل مياه الغسيل
٦	فتحة دخول العمال	١٣	مخرج مياه الغسيل
٧	غرفة الصرف	١٤	مياه إعادة الغسيل

شكل رقم (٢-٤٧) تفاصيل مرشح ضغط رأسي



شكل رقم (٢-٤٨) تفاصيل مرشح ضغط أفقى

جدول رقم (٢-٨)

مقارنة بين أنواع مرشحات الرمل الثلاثة (البطئ والسريع والضغط)

الخصائص	المرشح البطئ المعدل	المرشح السريع المعدل	المرشح الضغط
معدل الترشيح (م^3/م^2/يوم)	٥-٣	١٨٠-١٢٠	٢٤٠
وسط الترشيح	رمل وزلط	رمل- رمل وزلط	رمل وفحم
سمك وسط الترشيح (م)	١.٥	١-٠.٨	حسب الحجم
الوضع في محطة التنقية	بعد الترسيب الطبيعي	بعد التجلط والترويب والترسيب	بعد التجلط والترويب والترسيب
أبعاد المرشح متر×متر	٤٠×٤٠	٩×٦	القطر ٥٠-٢٦٠سم الطول١٠٠x٧٥٠سم
نوع الرمل	ناعم	خشن	خشن
زمن التشغيل (يوم)	٦٠-٢٠	١.٥-٠.٥	١.٥-٠.٥
عملية التنظيف والغسيل	تكشط الطبقة العليا	يستخدم الماء والهواء	يستخدم الماء والهواء للتنظيف
مياه الغسيل (%)	لا تحتاج مياه غسيل	٤-٣	٦
معدل الغسيل (م^3/م^2/يوم)		٦٠٠-٥٠٠	١٢٥٠-١٠٠٠
جودة المياه المنتجة	عالية جداً	عالية	عالية
كفاءة ترشيح المياه	ممتازة	عالية	عالية
المساحة المطلوبة	كبيرة جداً	محدودة	محدودة للغاية
تكلفة التشغيل	منخفضة	متوسطة	مرتفعة
سرعة الترشيح م/ساعة	من ٠.١ إلي ٠.٢	من ٥ إلي ١٥	من ١٠ إلي ١٥

٢-٥ عمليات تنقية المياه - التعقيـــم

لا يمكن لعمليات الترشيح للمياه بأستخدام المرشحات الرملية مهما كان معدله بطيئاً أن يحجز كل ما في الماء من بكتريا وكائنات دقيقة (Microorganisms) لذلك كان لابد من أتباع طريقـة اخـرى للتخلص من هذه الكائنات الحية والتي قد تسبب الأمراض(pathogens) وذلك طبقا للمعايير القياسية الخاصة بمياه الشرب.

ويستخدم التعقيم (Disinfection) في القضاء علي هذه لكائنات الحية الدقيقة الموجـودة بالمـاء أو وقف نشاطها وخاصة البكتريا المسببة للأمراض.

ومن أقدم طرق التعقيم التي عرفها الإنسان التعقيم بتسخين الماء حتى درجة الغليان ولكنها لا تصلح اقتصاديا إلا في الاستخدامات المحدودة جداً بالمنازل لذا كان لابد من وجود أو اسـتحداث وسـائل أخري أكثر فاعلية للكميات الكبيرة من المياه وتتناسب أيضا مع نظام الإمداد بالمياه الـذي يحتـوي علي مكونات قد تكون في حد ذاتها من العوامل التي قد تساعد علي نمو البكتريا وتكاثرها.

٢-٥-١ الغرض من عملية التعقيم

وتتم عملية التعقيم فى آخر عمليات تنقية مياه الشرب وذلك للأغراض التالية:

١. قتل الجراثيم الضارة بالصحة العامة.

٢. إزالة الأمونيا.

٣. أكسدة المواد غير العضوية مثل كبريتيد الهيدروجين، والحديد F++، والمنجنيز Mn++، لتسهيل إزالتها.

ويمكن تقسيم طرق التعقيم الى الأقسام التالية:

٢-٥-٢ الطرق الطبيعية للتعقيم

الطرق الطبيعية (الفيزيائية) للتعقيم تضم الأعمال الأتية :

١- المعالجة بالحرارة : وترفع درجة الحرارة إلى ١٠٠°م لمدة ١٥ إلى ٢٠ دقيقة لقتل الجراثيم، وتختلف هذه العملية عن عملية البسترة المستخدمة فى صناعة المأكولات والتى ترفع فيها درجة الحرارة إلى ٨٠°م لمدة عشر دقائق لقتل الخلايا الحية.

٢- استخدم الأشعة فوق البنفسجية : وتمرر المياه المراد معالجتها عبر غرفة تعرض فيها لأشعة فوق البنفسجية بطول موجة ٢٠٠ إلى ٣١٠ نانومتر.

٣- استخدم أيونات المعادن مثل أيونات الفضة والنحاس.

٢-٥-٣ الطرق الكيميائية

فى هذه الطرق يتم إضافة مواد كيميائية مؤكسدة (مركبات تستقبل إلكترونات) لتطهير المياه،ومثال المواد الكيميائية المستخدمة غاز الكلور ومركبات الكلور، والأوزون، واليود وبيرمنجنات البوتاسيوم ويجب أن تتوفر فيها الشروط التالية ..

شروط مواد التطهير

١. أن تكون سريعة وفعالة لقتل الجراثيم الموجودة.
٢. أن تكون سهلة الذوبان نسبياً فى درجات التركيز المطلوبة لإتمام التطهير.
٣. أن تأتى بباقى بعد إتمام عملية التطهير.
٤. أن لا تسبب طعم أو رائحة أو لون للماء فى حدود الجرعة المطلوبة للتطهير.
٥. أن لا تكون سامة لإنسان وحيواناته على الجرعة المستخدمة.
٦. أن تكون سهلة التعامل معها وسهلة الحفظ والنقل والتحكم.
٧. أن يسهل إكتشافها وقياسها فى الماء.
٨. أن تكون متواجدة محلياً وبتكلفة مناسبة.

وتعتمد عملية التطهير على العديد من العوامل المتداخلة مثل:

العوامل التى تؤثر على عملية التطهير

١. كمية ونوع الجراثيم الموجودة.
٢. نوع ودرجة تركيز المادة المطهرة.
٣. وجود مواد أخرى تسهل أكسدتها بالمادة المطهرة.
٤. خصائص السائل المارد تطهيره (درجة العكارة، الرقم الهيدروجينى، درجة الحرارة).
٥. كمية مادة التعقيم المستخدمة.
٦. زمن التلامس بين المادة المعقمة والمحلول المراد تعقيمه.

ويبين الجدول (٢-٩) مميزات وعيوب الطرق المختلفة المستخدمة لتطهير الماء.

جدول رقم (٢-٩) المميزات والعيوب لطرق التعقيم الطبيعية والكيميائية

الطريقة	المميزات	العيوب
أ) طرق طبيعية. الأشعة فوق البنفسجة	*عملية سهلة الإنشاء والتشغيل. *لا تتغير بعدها خصائص السائل المطهر. *لا تتفاعل الأشعة فوق البنفسجية مع المركبات الموجودة فى السائل. *تحتاج إلى زمن تلامس قليل. *لا تنتج روائح أو طعم. *لا تولد زيادة الأضافة مخاطر.	*لا يتكون باقى فى السائل * تحتاج إلى معالجة مسبقة لكى لا تتمكن الجراثيم والميكروبات من صنع درع واق حولها من المواد الصلبة الموجودة بالسائل. * ذات تكلفة عالية. لا تؤثر على كل الجراثيم. تحتاج إلى طاقة كبيرة وأجهزة غالية الثمن
أيونات المعادن	* تستخدم كميات قليلة من الأيون. * لا تنتج مواد سامة. * تنتج متبقى يحمى الصحة العامة * لا يعتمد علمل الأيون على تركيز الكائنات الدقيقة الموجودة.	* تحتاج إلى معالجة مناسبة. * تتأثر بالتغير فى درجة الحرارة والرقم الهيدروجينى. * ذات تكلفة عالي. * تتأثر بالخصائص الكيميائية للمياه.

جدول رقم (٢-٩) المميزات والعيوب لطرق التعقيم الطبيعية والكيميائية

الطريقة	المميزات	العيوب
	* لا تؤثر على أنواع عديدة من الجراثيم.	
ب) طرق كيميائية الكلور	* الكلور فعال فى إزالة الجراثيم. * طريقة جيدة يمكن الإعتماد عليها * تنتج متبقى للحماية ضد النمو الثانوى للجراثيم.	* تحتاج إلى ضمان للإيفاء بجزء متبقى. * تحتاج إلى منطقة معينة ثابتة. * قد يتفاعل الكلور مع المادة العضوية. ويكون مركبات ضارة بالصحة. * مخاطر عند النقل والتخزين.
الأوزون	* أكثر فاعلية وكفاءة من الكلور لمدى أكبر من الحرارة والرقم الهيدوجينى. * تحتاج إلى فترات تلامس قليلة. لا تكون مركبات ضارة بالصحة. * لا توجد مخاطر من تخزين المادة أو نقلها. * لا تنتج روائح مع مركبات السائل الواجب تطهيره. * تأتى بتطهير سريع وجيد.	* صعوبة النقل والتخزين لعدم ثبات الأوزون. * الأوزون قليل الذوبانية فى الماء. * يصعب قياس تركيز الأوزون فى الماء * يحتاج الأوزون إلى تقنية عالية لأنتاجة. * الأوزون غاز سام جدا. * لا ينتج متبقى يحمى الصحة العامة. * ذات تكلفة عالية لشراء الأجهزة والتشغيل واحتياجات الكهرباء. * تحتاج إلى معالجة مسبقة عندما تكثر المواد العضوية والطحالب. * تحتاج إلى عمالة مهرة للتشغيل.

٢-٥-٤ الخصائص الكيميائية الكلورة

الكلورة تعنى إضافة الكلور إلى المياه بغرض تعقيم المياه. ومن الخصائص العامة للكلور:

خصائص الكلور

١. غاز سام أخضر يشوبه إصفرار.
٢. يوجد فى الطبيعة متحداً مع عناصر أخرى من أهمها الصوديوم (ملح الطعام).
٣. له خاصية تغلغل كبيرة.
٤. له رائحة نفاذة.
٥. له كثافة أكبر من كثافة الهواء.
٦. يتبخر على درجات الحرارة العادية والضغط الجوى.

٧. يمكن إنتاجه بالتحليل الكهربائى Electrolysis لمحلول ملحى من كلوريد الصوديوم والصودا الكاوية والهيدروجين.

٨. قليل الذوبان فى الماء.

وعند إضافة الكلور إلى الماء يمكن أن تنتج هذه التفاعلات :

أ) تفاعل الكلور مع الماء: يتفاعل الكلور مع الماء ليكون حامض الهيدروكلوريس Hypochlorous acid (HOCl) وحامض الهيدروكلوريك Hydrochloric acid كما مبين فى المعادلة التالية:

وتتأين الأحماض المتكونة إلى :

$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HOC1$$
$$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$$
$$HOCl \rightleftharpoons H^+ + OC^{l-}$$

ب) ويعتبر حامض الكلوريك HOCl (I) أكثر المطهرات فعالية، ويسمى الكلور المتواجد Available chlorine، ويحدث أكثر التطهير على الرقم الهيدروجينى الحمضى. ويعطى الجدول (٢-١٠) فكرة عامة عن القيم المقترحة لأدنى جرعة من كلور مطلوبه لتعقيم الماء وقتل البكتريا.

جدول (٢-١٠) أدنى جرعة مقترحة للكلور المتبقى لتعقيم المياة

الرقم الهيدروجينى pH	أدنى جرعة كلور حر متواجد (ملجم/لتر) (المتبقى بعد زمن تلامس ١٠ دقائق)	أدنى جرعة كلور متحد متواجد (ملجم/لتر) (المتبقى بعد زمن تلامس ٦٠دقائق)
٦	٠.٢	١
٧	٠.٢	١.٥
٨	٠.٤	١.٨
٩	٠.٨	لا يوجد
١٠	٠.٨	لا يوجد

ب) تفاعل الكلور مع الأمونيا : يتفاعل الكلور مع الأمونيا فى وجود الماء ليكون الكلورامينات على حسب التفاعلات الموضحة أدناه.

أحادى كلورامين $NH_3 + Cl_2 \rightleftharpoons NH_2Cl + HCl$

ثنائى كلورامين $NHCl_2 + HCl \rightleftharpoons NH_2Cl + Cl_2$

ثلاثى كلورامين (ثلاثى كلوريد النتروجين)

$$NHCl_2 + Cl_2 \rightleftharpoons NCl_3 + HCl$$

ويمكن وضع التفاعل النهائى كما موضح فى المعادلة أدناه:

$$NH_3 + Cl_2 \rightleftharpoons NCl_3 + HCl$$

جـ) أكسدة المواد غير العضوية مثل أكسدة كبريتيد الهيدروجين، والحديد Fe^{++}والمنجنيز Mn^{++}

د) أكسدة المواد العضوية. ويتفاعل الكلور مع المواد العضوية مكونا ثلاثى هالوجينات الميثان Trihalomethanes وغيرها من المواد العضوية المكلورة. وتحتوى ثلاثى هالوجينات الميثان على الكلوروفورم($CHCl_3$ Chloroform)، وثنائى كلوربروم الميثان $CHBr_3$ Bromodichloromethane) وثنائى بروم كلور الميثان ($Chbr_2$ Cl Dibromchloromethane)، البروموفورم ($CHBr_3$ Bromoform). وقد وجد أن الكلورفورم مادة مسرطنة للحيوانات ويحتمل أن يكون مادة مسرطنة أيضاً للإنسان.

وتتولد الأمونيا فى الماء طبقا للتفاعل الموضح فيما بعد :

$$(NH_2)^2CO + H_2O \longrightarrow 2NH_3 + CO_2 \qquad (٥٠-٢)$$

أو ربما تنتج من تحلل المواد العضوية مثل البروتين. وتفاعل الكلور مع الأمونيا يقود إلى مفهوم نقطة إنكسار الكلورBreakpoint chlorination، وإلى تعرف بأنها كمية الكلور اللازمة لتحدث أقل كمية من الكلور المتبقى. ويبين الشكل (٢-٥٠) تفاعلات الكلور مع الأمونيا فى وجود الماء اللازمة فمن المنطقة (أ) إلى (ب) فإن إضافة الكلور تولد التفاعلات السريعة بين الكلور والعناصر الموجودة فى الماء، وهنا يتحول الكلورإلى أيون الكلوريد الذى هو ليس بمادة مطهرة. وبإضافة المزيد من الكلور فى المنطقة من (ب) إلى (ج) فإن الكلور يؤكسد كلياً المواد المختزلة مكونا الكلورامين وثنائى الكلورامين والتى تسمى الكلور المتحد المتواجد Combined available chlorine. ومن المنطقة (ج) إلى المنطقة (د) فإن إضافة الكلور تقلل الكلور المتواجد بسبب إنتاج ثلاثى الكلورامين والنتروجين والتى لا تعتبر مواد مطهرة. وبإضافة مزيد من الكلور يتم أكسدة كل من الأمونيا فى النقطة (د) والتى تسمى نقطة إنفصال الكلورة., وبإضافة المزيد من الكلور فإنه يتبقى ككلور متواجد HOCL، ويعمل كمتبقى وعادة تتم الكلورة إلى ما بعد النقطة (د) لضمان وجود الكلور المتبقى. وبالنسبة للسائل النهائى الذى يحمل كميات كبيرة من الأمونيا فتكون الكلورة مكلفة وبذلك فإن الكلورة تعمل إلى المنطقة من (ب) إلى (ج).

إن إضافة الكلور ليس فقط لحماية الصحة العامة ومنع تلوث شبكة توزيع المياه ولكنه يتم أيضاً لضمان عدم رجوع ونمو البكتريا فى شبكات المياه. ومع أن كمية الكلور الواجب إضافتها فى الغالب بسيطة إلا أن ضبطه والتحكم فيه يجب أن يتم بعناية، إذ أن إضافة القليل منه ليس بذى جدوى، كما وأن إضافة الكثير ينتج عنه مذاق غير مستحب ينفر المستهلك من شرب الماء. كما يجب التأكد من أن جزء من الكلور يتبقى فى شبكات التوزيع (الكلور المتبقى).

٢-٥-٥ التعقيم بالحرارة

تستخدم الحرارة في التعقيم نظراً لأن الكائنات الحية الدقيقة لا تتحمل درجات الحرارة العالية، خاصة إذا وصلت إلي درجة غليان الماء لمدة تتراوح بين ٥ إلي ٢٠ دقيقة إلا أن طريقة التعقيم بـالحرارة غير عملية ومكلفة في حالة استخدامها في الكميات الكبيرة من المياه لكنها تسـتخدم فـي المعامـل والمستشفيات والسفن وفي المنازل (في حالات خاصة) وفي المخيمات.

٢-٥-٦ التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية

تعتمد هذه الطريقة علي إبادة مسببات الأمراض(Pothogens) بتعريضها للأشعة فوق البنفسـجية (Ultra Violet) التي تعمل علي إبادتها. إلا أن عملية إنتاج هذه الأشعة مكلفة كما أنها تكون غير مجدية إذا كانت الأحواض عميقة، إذ أن المعالجة الإشعاعية تتم بتعريض طبقة رقيقة من المـاء (سنتيمترات قليلة) إلي الأشعة وبسرعة مرور بطيئة جداً لذلك فإن هذه الطريقة لا يتم استخدامها إلا في المعامل والمستشفيات وبعض الصناعات وفي وحدات تحلية مياه البحر التـي تعمـل بنظريـة التناضح العكسي (Reverse Osmosis) والتي تكون تصرفاتها صغيرة جداً إذا ما قورنت بوحدات معالجة المياه في المدن أو القرى.

٢-٥-٧ التعقيم بالأوزون

الأوزون (Ozone O_3) غاز مؤكسد قوي يتم إنتاجه من الأكسجين الجوي داخل أجهـزة خاصـة، وذلك بتمرير الأكسجين بين قطبي كاثود ذب جهد عال. وكما هو موضح بالشـكل رقـم (٢-٥٠). وتبلغ الطاقة الكهربائية المستهلكة لإنتاج جرام واحد من الأوزون٠.٢٥ كيلووات/ ساعة. ونظرا لأن الأوزون غاز نشيط جدا فانه يتفاعل مع كل المكونات الموجودة بالماء (عضوية وغير عضـوية)، لذلك يمكن استخدامه في التحكم في لون ورائحة الماء. والشكل رقم (٢-٥١) يوضح نظام التعقـيم بالأوزون.

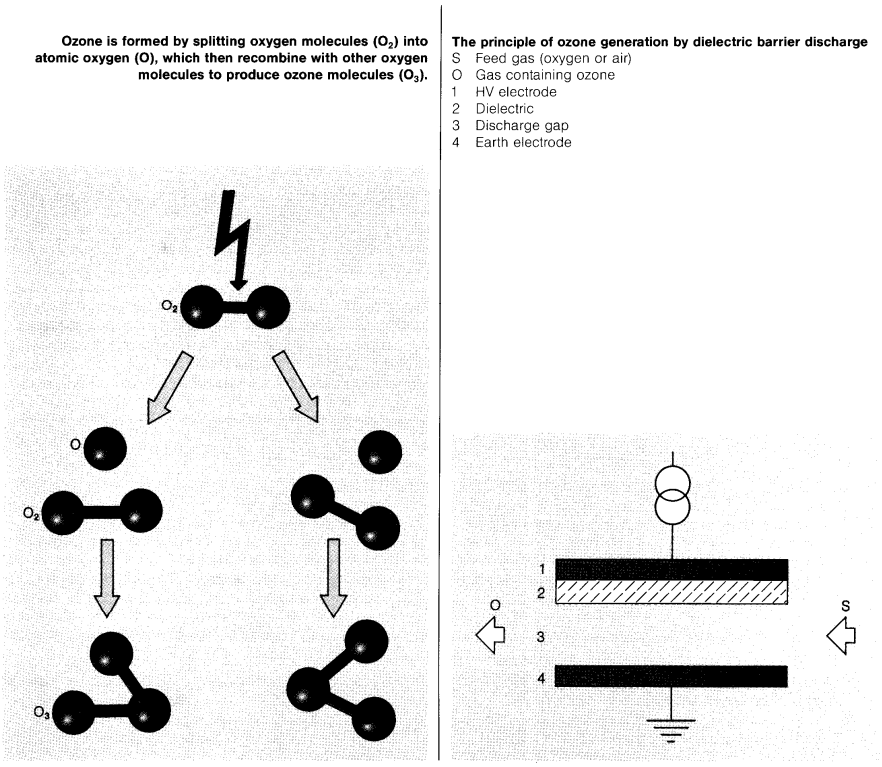
وثمة نقطة ضعف أخري لطريقة التعقيم بالأوزون، هي أن غاز الأوزون غير مسـتقر كيميائيـاً حيث أنه يتحلل ويختفي في بضع دقائق و لا تتبقي منه أي نسبة لمواصلة التعقيم في شبكة التوزيـع ويقتضي الأمر مزجه بمجرد إنتاجه مباشرة، بالماء المراد تعقيمه. والشكل رقـم (٢-٥٢) يوضـح أماكن أضافة غاز الأوزون.

٢-٥-٨ التعقيم بالمواد الكيميائية

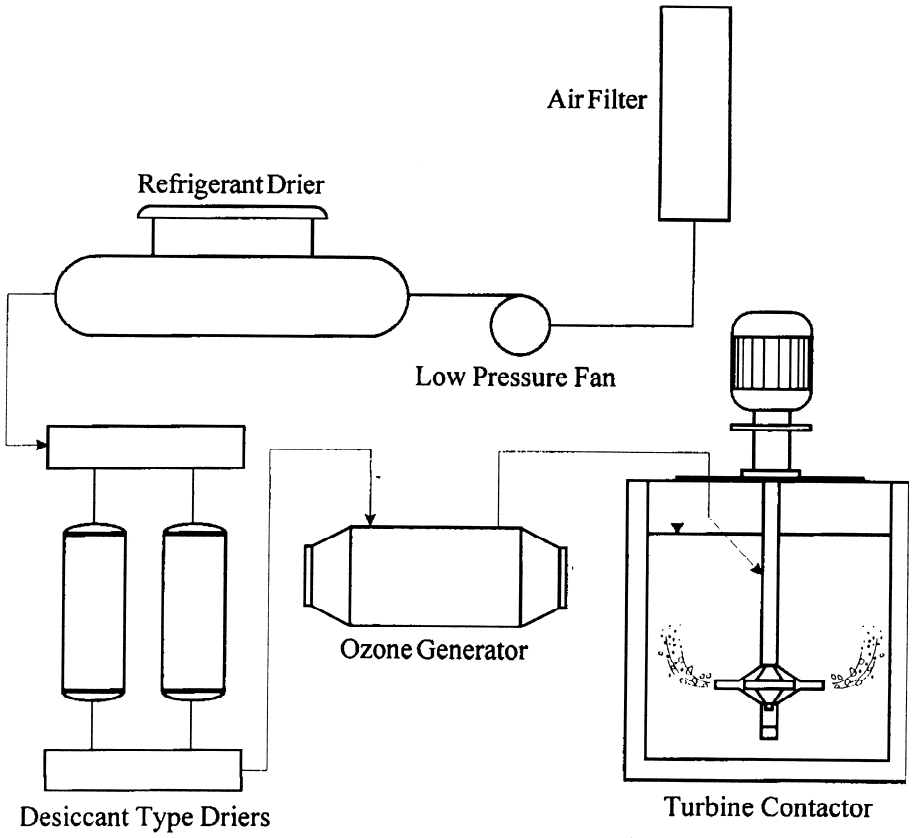
التعقيم بالمواد الكيميائية أو الكيميائي هو أنسب وسيلة لتعقيم المياه علي نطاق واسـع. وهـو يـتم بإضافة مواد كيميائية بجرعات خاصة، بحيث تقتل كل ما تبقي من البكتريا بعد الترشـيح ودون أن تضر بصحة الإنسان والحيوان وأيضا لا تحدث تغييرا في طعم ولون ورائحة المياه.

وهناك ثلاثة أنواع من المواد الكيميائية يمكن استخدامها في التعقيم وهي:

١. المسحوق المبيض
٢. هيبوكلوريت الكالسيوم
٣. هيبوكلوريت الصوديوم



شكل رقم (٢-٥٠) طرق تكوين غاز الأوزون



شكل رقم (٢-٥١) نظام التعقيم بالأوزون

٢-٥-٨-١ المسحوق المبيض

يطلق أحياناً علي المسحوق المبيض اصـطلاح كلوريـد الجيـر (Chloride of Lime)، وهـو المسحوق ابيض مائل للاصفرار ذو رائحة قوية نفاذة ويحتوي المسحوق المنتج حديثا علـي ٣٢ % من وزنه كلور فعال، وهذه النسبة تأخذ في النقصان بمرور الوقت خصوصاً إذا تعرض المسـحوق للجو أو للضوء. لذلك يجب حفظة في عبوات خاصة محكمة القفل، وكذلك اختباره قبـل اسـتخدامه لمعرفة نسبة الكلور الفعال التي مازال يحتويها. وتتوقف كمية المسحوق التي تستعمل للتعقيم اليومي في محطات تنقية مياه الشرب علي عوامل كثيرة أهمها:

١. كمية المياه المطلوب تعقيمها في اليوم.
٢. نسبة الكلور الفعال في المسحوق المبيض.
٣. جرعة الكلور المستعملة.

ويعد تقدير كمية المسحوق المبيض المطلوبة تعمل منه عجينه سميكة (Paste) يتم تخفيفها تـدريجياً حتى تتحول إلي مستحلب بنسبة ١: ١٠٠. ويمزج هذا المستحلب جيداً ثم يترك لمدة ساعة وبعد ذلك يصفي لإزالة ما به من رواسب، ثم يضاف إلي المياه بالمعدل المطلوب بواسطة أجهزة خاصة.

٢-٥-٨-٢ هيبوكلوريت الكالسيوم

يوجد هيبوكلوريت الكالسيوم علي هيئة مادة صلبة في شكل أقراص أو مسحوق، وهو تستخدم مبدئياً في معالجة أحواض السباحة لأنه يحتوي علي كلور فعال بنسبة ٦٠ -٧٠ % من وزنه وله أسـماء تجارية مختلفة مثل (High Test Hypochlorite) ومن مميزات هيبوكلوريت الكالسـيوم، غلـي جانب احتوائه علي نسبة علية من الكلور الفعال، أنه لا يتأثر بطول فترة التخزين.

وعند استعمال هيبوكلوريت الكالسيوم يحضر محلوب مركز منه ثم يضاف غلي المـاء بالجرعـات اللازمة بواسطة أجهزة مخصوصة، والشكل رقم (٢-٥٣) يوضح تفاصيل أجهزة إضافة مسـحوق هيبوكلوريت الكالسيوم للتعقيم.

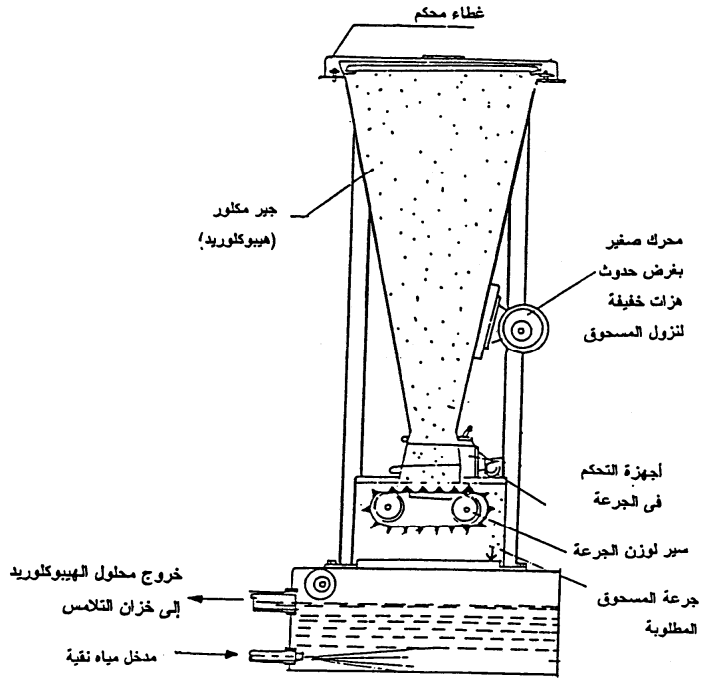
٢-٥-٨-٣ هيبوكلوريت الصوديوم

لا يحتوي هذا الملح هيبوكلوريت الصوديوم إلا علي ١٦ % من وزنه كلور فعال ولذلك لا يسـتعمل بكثرة ومن عيوبه أيضا أنه يسبب تآكلا للمواسير.

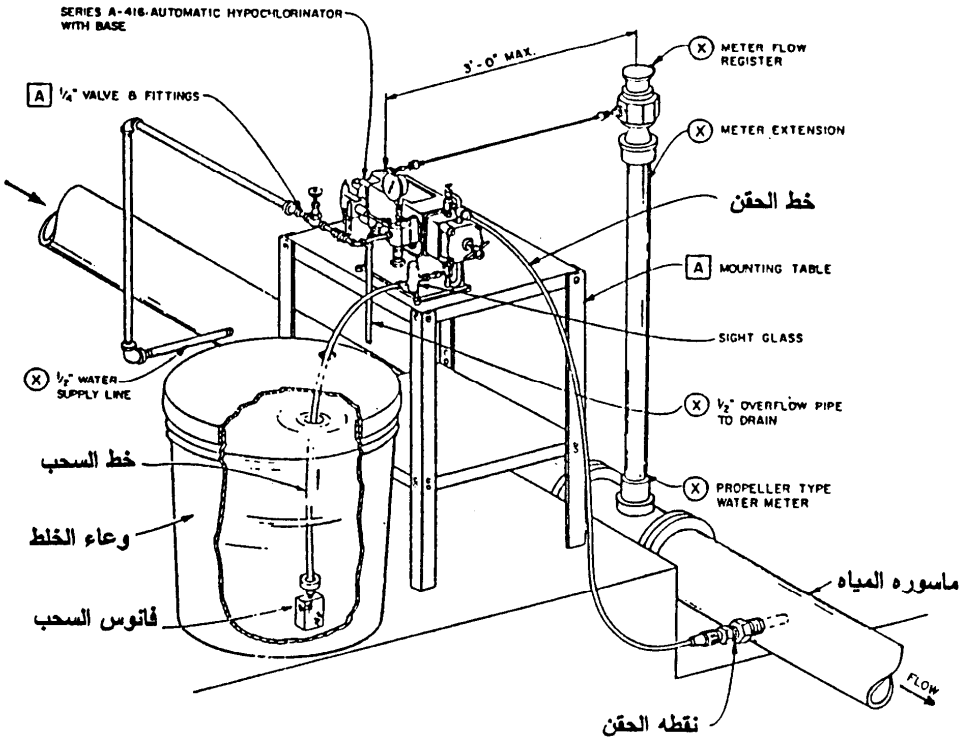
و لا يفضل استخدام مركبات الكلور سـواء المسـحوق المبـيض أو هيبوكلوريـت الكالسـيوم أو هيبوكلوريت الصوديوم في عمليات المياه الكبرى لأنها تسبب متاعب في التشغيل ولكنهـا مازالـت تستخدم في الحالات التالي:

١- تطهير شبكات توزيع المياه بعد تركيبها أو أصلاحها.
٢- تطهير مرشحات وخزانات المياه.

والشكل رقم (٢-٥٥) يوضح تفاصيل الخزانات ونظام الضخ لمحلول هيبوكلوريت الصوديوم.



شكل رقم (٢-٥٣) تفاصيل أجهزة إضافة مسحوق هيبوكلوريت الكالسيوم للتعقيم



شكل رقم (٢-٥٤) تفاصيل خزان المحلول وأجهزة أضافة مسحوق الهيبوكلوريت

٢-٥-٩ التعقيم بالكلور

يعتبر الكلور (Chlorine) من أكثر المواد المستخدمة في تعقيم مياه الشرب لأنه يؤثر تأثيراً فعـالاً علي البكتريا والمواد العضوية الميكروسكوبية. وعند إضافة الكلور إلي الماء فإنه يتفاعل معه منتجاً حامض الهيدروكلوريك وحامض الهيبوكلورس. وتبعاً لدرجة الأس الهيدروجيني pH يتأين حامض الهيبوكلورس إلي أيونات هيدروجين وهيبوكلوريد. ومادة الهيبوكلوريد هي المادة المعقمة. كمـا أن الكلور يتحد مع بعض المواد العضوية بالماء مؤكسداً إياها.

ويضاف الكلور إلي الماء عادة في نهاية عملية التنقية بعد عملية الترشيح أي في مدخل خزان المياه النقية. وذلك بغرض التعقيم، ومن أجل ترك نسبة من الكلور الحر في الماء تسمى بالكلور المتبقـي (Residual Chlorine) تدخل إلي شبكات التوزيع وتكون بمثابة خط دفاع ثان لأي تلوث بكتيـري يحدوث من الشبكة. وتسمي عملية التعقيم بالكلور في نهاية عملية التنقية بالكلورة.

وتتراوح جرعة الكلور التي تضاف للمياه المرشحة عادة من ٠.٦ إلي ١.٢ جزء في المليون، علـي أن تكون نسبة الكلور المتبقي في الماء بعد التعقيم و انتهاء فترة التلامس(contact time) التـي لا تقل عن ربع ساعة حوالي٠.٥ جزء في المليون. ويزاد الجرعة المضافة من غاز الكلور حتى ١.٥ غلي ١.٨ جزء في المليون في الظروف الخاصة التي تستوجب ذلك مثل حالات انتشـار أمـراض الصيف ولا تسبب هذه الزيادة إضرار بصحة المستهلك.

١-٩-٥-٢ العوامل المؤثرة علي عملية التعقيم بالكلور

تتأثر عملية التعقيم بالكلور بعدة عوامل أهمها:

العوامل المؤثرة فى عملية التعقيم بالكلور

١. درجة تركيز الأس الهيدروجيني pH حيث يسرى مفعول الكلور الحر في الماء الحمضي أو المتعال بسرعة أكبر منه في الماء القلوي لذا يفضل أن تكون قيمة pH أقل من ٨.٥.
٢. العكارة (Turbidity) حيث تؤثر العكارة علي تغلغل الكلور في الماء لاختفاء الكائنات الحية الدقيقة داخل جسيمات العكارة (تتحوصل) فيصعب القضاء عليها.
٣. وجود المركبات الأزوتية في الماء وخاصة الأمونيا العضـوية حيـث أن وجـود الأمونيـا العضوية قد تمنع تكون الكلور الحر المتبقي.
٤. نوع وعدد البكتريا المطلوب القضاء عليها.
٥. درجة الحرارة حيث تقل قدرة الكلور علي قتل البكتريا في درجات الحرارة المنخفضة.
٦. مدة التلامس حيث تحتاج عملية التعقيم إلي فترة تلامس لا تقل عن ١٥ دقيقة للكلـور الحـر وساعة أو أكثر للكورامين.
٧. جرعة الكلور المضافة.
٨. نوع وتركيز المادة المستخدمة للكلور.
٩. وجود مركبات الحديد والمنجنيز في الماء حيث أن وجود مثل هذه المواد يحد مـن فاعليـة الكلور في قتل البكتريا.

٢-٥-٩-٢ التعقيم المبدئي بالكلور

بالإضافة غلي عملية تعقيم المياه المرشحة بالكلور(أو الكلورة) والتي تتم في نهاية عمليـة التنقيـة أحياناً تكون هناك حاجة إلي أجراء عملية تعقيم مبدئية للمياه العكرة وخاصة إذا أحتوت هذه الميـاه علي بعض أنواع من الطحالب والبكتريا. وفي هذه الحالة يضاف الكلور علي الميـاه العكـرة قبـل دخولها إلي أحواض الترسيب أو المرشحات وذلك بهدف تقليل الحمل البكتيري علي المرشـحات. وتسمي هذه العملية التعقيم المبدئي بالكلور(Per-Disinfiction) ومن مميزات عملية التعقيم المبدئي بالكلور ما يلي:

مميزات التعقيم المبدئى بالكلور

١. خفض أعداد البكتريا في المياه قبل وصولها للمرشحات وهذا بدوره يخفف الحمل البكتيري علـي المرشح، وكذلك وقف نمو الطحالب.
٢. تطهير الرمل في المرشح نظراً لمرور المياه بما فيها من كلور في مسام الرمـل أثنـاء عمليـة الترشيح.
٣. إزالة الألوان والرائحة من الماء بكفاءة عالية.
٤. إذا أضيف الماء قبل أحواض الترويب فإن ذلك يقلل من كمية الكيماويات المروبة التـي تضـاف للماء، كما يساعد على ترسيب الطحالب وازالتها مع الرواسب.
٥. الحد من نمو الكائنات الحية الدقيقة داخل المرشحات وخاصة الطحالب.

٣-٥-٩-٢ التعقيم الزائد بالكلور

أحياناً يضاف الكلور بجرعات زائدة عن المطلوب قد تصل غلي ٢ أو ٣ جزء في المليون، وذلـك بغرض إزالة الطعم الناتج عم المركبات المتحللة من الطحالب (Algae) بالإضافة غلـي تحسـين فاعلية عملية الكلورة. وتسمي هذه العلمية بالتعقيم الزائد بالكلور (Super Chlorination)، ويجب أن تعقبها عملية إزالة الكلور الزائد من الماء (Dechlorination) حيث أنه بسـبب رائحـة نفـاذة وطعماً غير مستساغ.

وتتميز طريقة التعقيم الزائد بالكلور بما يلي:

مميزات التعقيم الزائد بالكلور

١. كفاءة عالية لتأثير الكلور علي البكتريا.
٢. أبادة كاملة للكائنات الحية الدقيقة التي قد لا تؤثر عليها بالجرعات العادية للكلور.
٣. أكسدة الكلور للمواد العضوية التي قد تتواجد بالماء.
٤. الجرعات الزائدة للكلور تقوم بالحد من البكتريا التي قد توجد في الماء.

٤-٥-٩-٢ طرق إزالة الكلور الزائد

هناك ست طرق لإزالة الكلور الزائد نوجزها فيما يلي:

١. بإضافة ثاني أكسيد الكبريت (Sulfer Dioxide) إلي الماء بجرعات تصل إلي حوالي١.٥ جزء في المليون لكل جزء في المليون من الكلور المطلوب إزالته. وفي هذه الحالة يتفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الكلور الزائد كما هو موضح بالمعادلة التالية:

ثاني أكسيد الكبريت + الماء + الكلور ⟵ حامض كبريتيك + حامض هيدروكلوريك.
كب أ٢+يد٢ أ+ كل٢ ⟵ يد٢كب أ٤ +٢ يد كل

والكميات الناتجة من حامض الكبريتيك وحامض الأيدروكلوريك ضئيلة جداً ولا أهمية لها. ويجـب أن تمر فترة خمسة عشر دقيقة بعد إضافة ثاني أكسيد الكبريت وذلك قبل استعمال المياه.

٢. إضافة كبريتيد الصوديوم (Sodium Sulphide) إلي الماء ليتفاعل مع الكلور الزائد كمـا هـو موضح في المعادلة التالية:

كبريتيد الصوديوم + كلور+ الماء ⟵ كبريتات الصوديوم + حامض هيدروكلوريك.
ص٢ كب أ٣ + كل٢ +يد٢ أ ⟵ ص٢كب أ٤ +٢ يد كل

٣. إضافة ثيوسلفات الصوديوم (Sodium thio Sulfate) غلي الماء ليتفاعل مع الكلور الزائد كمـا هو موضح بالمعادلة التالية:

ثيوسلفات الصوديوم + كلور ⟵ نتراتيونات الصوديوم + كلوريد الصوديوم.
٢ ص٢ كب٢ أ٣ + كل٢ ⟵ ص٢كب٤ أ٦ +٢ يد كل

٤. تخزين الماء في أحواض مكشوفة لمدة ثلاث أو أربع ساعات قبـل الاسـتعمال وذلـك للسـماح بتصاعد غاز الكلور في الجو.

٥. ترشيح الماء خلال طبقة من الكربون المنشط الذي يمتص الكلور الزائد.

٦. مزج المياه المضاف إليها جرعات زائدة من الكلور بمياه لم يتم إضافة الكلور إليها فيتعادلان.

٢-٥-٩-٥ التعقيم بإضافة الأمونيا قبل الكلور

تضاف الأمونيا للمياه قبل إضافة الكلور، وعند إضافة الكلور تتكون مركبات تسـمي بـالكلورأمين (Chloramine) لها نفس تأثير الكلور في تعقيم الماء غير أنها تمتاز عنه بالآتي:

مميزات التعقيم بالكلورامين

١. منع تكون الطعم وخصوصاً الطعم الناتج عن وجود الفينول.
٢. التحكم بسهولة أكثر في كمية المواد العضـوية الميكروسـكوبية فـي أحـواض الترسـيب والمرشحات وفي شبكة التوزيع وذلك لإمكان إضافة جرعات أكثر من الكلور وزيادة نسـبة المتبقي منه (Residual) دون تغير طعم الماء.
٣. تأثير أكبر علي قتل البكتريا عند وجود كميات كبيرة من المواد العضوية في الماء.
٤. استمرار تأثير الكلور لفترة طويلة.
٥. الاقتصاد في كمية الكلور المستهلكة، حيث يتم توفير حوالي ٣٠ % من كمية الكلور في حالة استخدام الأمونيا.

٦. تأثير أقل علي العين والأنف والحنجرة، خصوصاً عند استعماله في حمامات السباحة.

٧. خلوها من الخطورة أن الكلورامين غير خانق و لا يمثل خطورة علي العمال، والمستهلكين حتى عند إضافة جرعات عالية علي سبيل الخطأ.

ولذلك يفضل دائما استخدام هذه الطريقة إذا كانت شبكات المواسير التي يتم بواسطتها توزيع المياه تمتد إلي مسافات طويلة ويخشى من تواجد البكتريا في الأطراف البعيدة إذا استعمل الكلور فقط في التعقيم، وبذلك تقل تكلفة عملية التعقيم.

ومن الأهمية بمكان إضافة الأمونيا في الموضع الصحيح وضمان المزج التام بينها وبين الماء، وإتاحة وقت تلامس كاف قبل إضافة الكلور. وتعتبر نسبة ٠.٢٥ جزء في المليون من الأمونيا كافية في معظم الأحيان لمنع إكساب أي طعم عند إضافة الكلور بعد ذلك. والنسبة النظرية للكلور الأمونيا هي ٤:١ ولكن عملياً نسبة ٣:١ تعطي نتائج حسنة.

وعلي العموم عند استعمال الكلورامين للتعقيم فإن الكلور المتبقي في الماء بعد التعقيم يكون ضعف كميته عما لو استعمل الكلور وحده.

ويجب توخي الحذر والعناية عند تداول الأمونيا السائلة كما هو متبع عند تداول الكلور السائل فكلاهما يمثل خطراً علي الحياة وعلي المعدات إذا تسرب من زجاجاته.

٢-٥-٩-٦ خصائص غاز الكلور واحتياطات استخدامه

غاز الكلور غاز خانق لونه أخضر مصفر، وهو أثقل من الهواء الجوئ ويؤثر علي أغشية الأنف والحنجرة والعين، لذا يلزم لبس الكمامات الواقية في حالة التعامل مع الغاز المتسرب، والذي يمكن الكشف عنه بواسطة أبخرة الأمونيا التي تتحد مع الكلور مكونة سحباً بيضاء كثيفة من كلوريد الأمونيوم. و الكلور الجاف لا يسب تآكل كبير للمعادن لذلك فمن الأهمية بمكان منع الرطوبة عن أجهزة إضافة الكلور.

وعند استعمال الأمونيا مع الكلور في عمليات التعقيم بالكلورأمين يجب الحذر من عدم خلطهما قبل إضافتهما للماء بسبب خطورة تكون ثيوكلوريد النتروجين الشديد الانفجار. ويضغط غاز الكلور في أسطوانات من الحديد الصلب حتي يسيل عند ضغط حوالي ٣كجم/سم^{٢} عند درجة الصفر المئوي.

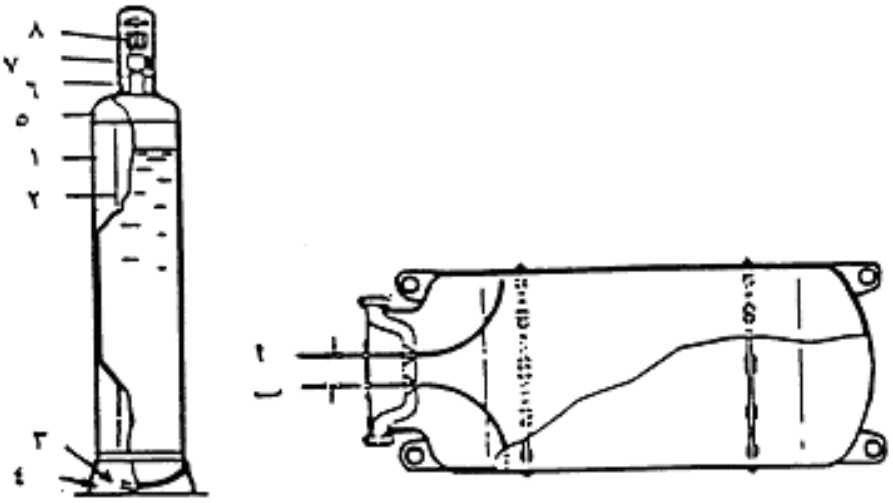
٢-٥-٩-٧ أسطوانات غاز الكلور

يتم تصنيع أسطوانات (زجاجات) الكلور من الحديد الصلب طبقاً لمواصفات خاصة لتتحمل ضغطاً داخلياً حوالي ٣٥كجم/سم^{٢} ويتم ملؤها بالكلور عادة إلي ٨٠ % من سعتها عند درجة حرارة ٦٨ ف) ٢٠^{o}مئوية) ويجب عدم تعريض هذه الأسطوانات للحرارة الزائدة أو تعريضها للسقوط أو الدحرجة العنيفة.

ويتم تصنيع الأسطوانات بثلاثة أحجام صغيرة سعة حوالي ٥٠كجم، ومتوسطة سعة نصف طن، وكبيرة سعة طن واحد. ويوضح الشكل رقم (٢-٥٥) أشكال اسطوانة الكلور وهى كما يلى :

- علي اليسار الأسطوانة الصغيرة
- وعلي اليمين شكل عام لكل من الأسطوانة المتوسطة و الأسطوانة الكبيرة.

وتستعمل الأسطوانة الصغيرة عادة في الوضع الرأسي للإمداد بغاز الكلور بينما تستعمل الأسـطوانة المتوسطة أو الكبيرة عادة في الوضع الأفقي. بحيث يمكن الحصول منها علي غاز كلور من المحبس (أ) أو كلور سئل من المحبس (ب). ويستعمل الكلور السائل في العلميات الكبيرة التي تحتـاج إلـي كميات كبيرة من الكلور فيمر السائل علي مبخر لتحويله إلي غاز.



شكل رقم (٢-٥٥) تفاصيل اسطوانة الكلور

٢-٥-٩-٨ أجهزة إضافة الكلور

نظراً لضرورة السيطرة الدقيقة علي كمية الكلور المضافة ونظرا لطبيعة الكلور الغازية في الضغوط العادية تستخدم أجهزة خاصة لإضافة جرعات الغاز إلي الماء تعرف بأجهزة إضافة الكلور.

وتعمل أجهزة الكلور بطريقة التفريغ ولذا فإن أي تنفيس في أي وصلة يسحب الهواء إلي الـداخل، بعكس ما يحدث عندما تعمل الأجهزة بطريقة الضغط حيث يتسرب غاز الكلور إلي الخارج.

ويتم إحداث التفرغ عن طريق مفرغ مائي(Ejector) وهو بارة عن قطعة بها جـزء ضـيق فـي مسارها وطبقا لقاعدة برنو للي والتي تقول أن مجموع طاقات السائل ثابتة، فأن زيادة سرعة المـاء في هذا الجزء الضيق يزيد من طاقة الحركة وبالتالي يصاحبه هبوط في الضغط وتوصل النقطة التي يصل فيها الضغط إلي التفريغ داخل المفرغ المائي بجهاز الكلور فيتم سحب الغـاز إلـي المفـرغ. ويستخدم ضغط الماء الذي يقوم بتشغيل المفرغ في حقن جرعـات الكلـور والمـذاب بالجرعـات المناسبة.

وهناك أنواع متعددة من أجهزة إضافة الكلور منها :

١. جهاز الكلور المندمج
٢. جهاز الكلور اليدوي ذو السعة الكبيرة.
٣. جهاز الكلور الآلي ذو السعة الكبيرة.

١- جهاز الكلور المدمج

وهو يناسب الجرعات الصغيرة ويركب مباشرة علي أسطوانات الكلور الصغيرة أو يعلق علي الحائط ويتصل بالأسطوانة بواسطة ماسورة.

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

ويبين الشكل رقم (٢-٥٦) جهاز الكلور المدمج المركب مباشرة الأسطوانة.

وينتج التفريغ بواسطة المفرغ الهيدروليكي (٧) فيفتح محبس دخول الكلور (٣) فتحة مناسبة بواسطة الغشاء (الرق) المنظم (٤) ولذلك حسب جرعة الكلور المطلوب إضافتها والتي يتم ضبطها بواسطة مسمار الضغط (٥) ويتم بيان جرعة الكلور المضافة علي تدريج أنبوبة القياس المسلوبة (٦). وعندما يتوقف تدفق المياه بالمفرغ ويقوم صمام عدم الرجوع الموجود بداخل المفرغ يمنع دخول الماء للجهاز.

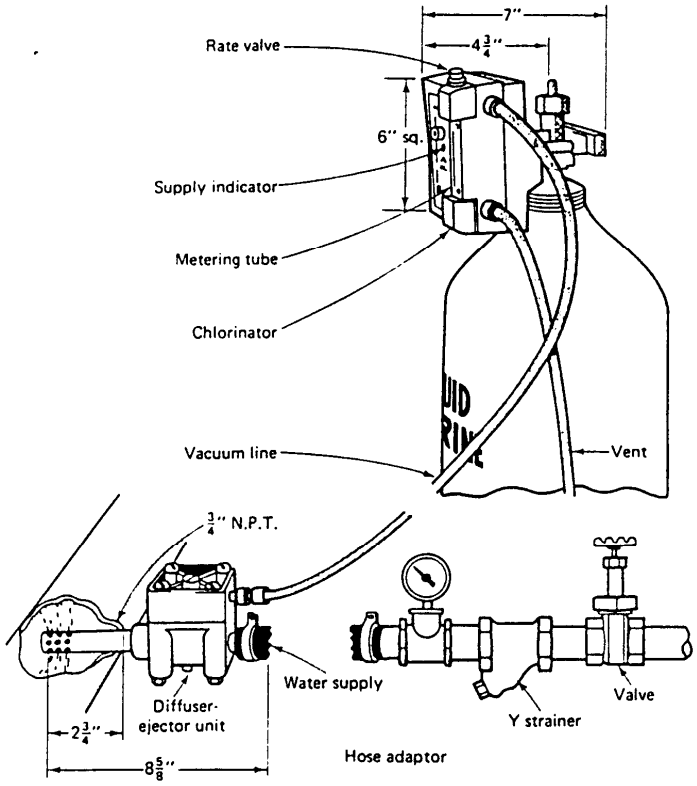
وفي حالة كسر الماسورة بين المفرغ والجهاز يزول التفريغ علي الرق (٤) فيقفل صمام سريان الكلور (٣).

٢- جهاز الكلور اليدوي ذو السعة الكبيرة

ويوضح الشكل رقم (٢-٥٧) جهاز الكلور اليدوي ذو السعة الكبيرة ونظرية عمله كالتالي: عندما تتدفق المياه بالحاقن (أ) ينتج فراغا يمكن ضبطه بدقة بمسمار التحكم في الصمام (ب) عن طريق لواب ويعمل هذا الصمام علي تصريف المياه المرتدة أيضا ثم يخنق التفريغ عند الصمام المنظم للتفريغ (ج) فيعطي فارق ضغط قدره ٣٠ سم علي فتحة متغيرة لتصريف الغاز (د).

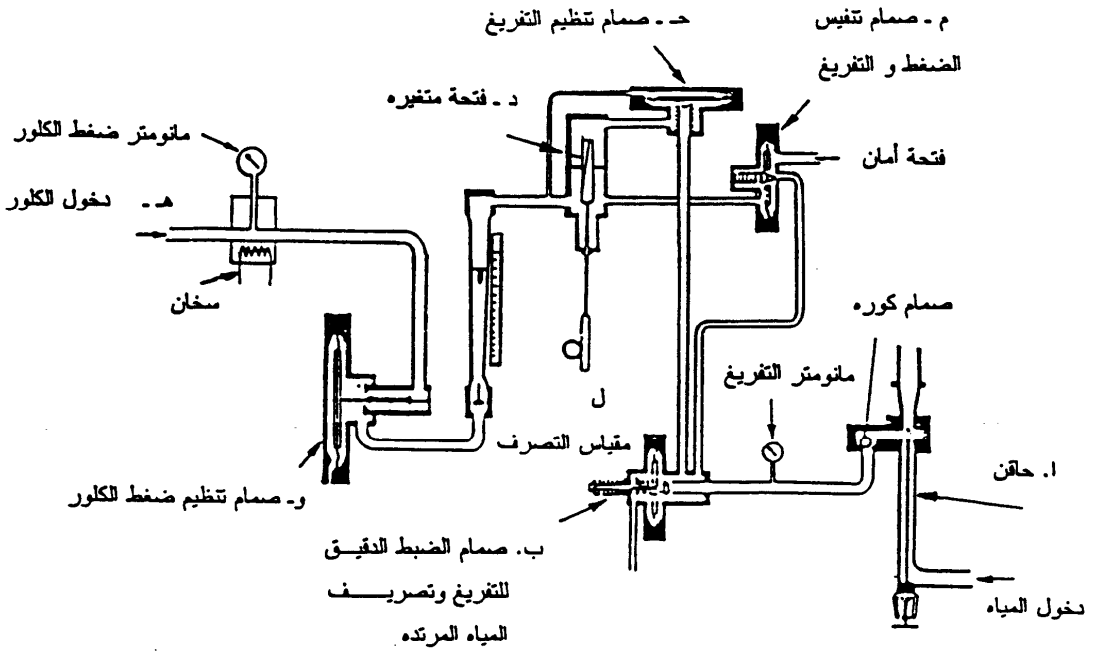
ويدخل غاز الكلور من ماسورة الدخول (هـ) ويمر من خلال سخان لضمان المحافظة علي حالته الغازية ثم ينفذ الغاز خلال صمام تنظيم ضغط الكلور (و) الذي يخفض الضغط إلي ضغط التفريغ ثم يمر الغاز خلال مقياس التصريف (ل) والمجهز بعوامة تتحرك لأعلي وأسفل لبيان معدل التصرف ومن اللوحة الأمامية يمكن التحكم يدوياً في كمية الغاز المار عند الفتحة (د).

وهناك صمامان لضمان الأمان – صمام ضبط التفريغ (ب) وصمام تنفيس ضغط التفريغ (م) كما يوجد في الحاقن صمام كروي (كورة) يمنع الماء من دخول جهاز الكلور عندما يتوقف المفرغ حيث يصبح الضغط موجباً داخله. وإذا تعطل الصمام الكروي فإن ضغط الماء علي رق صمام ضغط التفريغ (ب) يفتح صمام التنفيس، يندفع الماء إلي بالوعة الصرف من فتحة الأمان. وإذا استهلكت كمية الغاز في الأسطوانة أو تم إغلاق الجهاز أو تعطل صمام فارق الضغط فسوف يحدث فراغ زائد تحت الفتحة (د) ويتحرك الرق في صمام التنفيس إلي اليمين فيفتح الصمام ويدخل الهواء.وبنفس الطريقة إذا حدث ضغط زائد للغاز في الجهاز نتيجة لتعطل صما تخفيض الضغط يتحرك الرق في صمام تنفيس التفريغ إلي اليمين ويسمح للغاز بالمرور خلال فتحة الأمان ويستخدم هذا الطراز غالباً في عملية الكلورة المبدئية.



Dimensional Data. (Courtesy Capital Controls Co.)

شكل رقم (٢-٥٦) تفاصيل جهاز الكلور المدمج

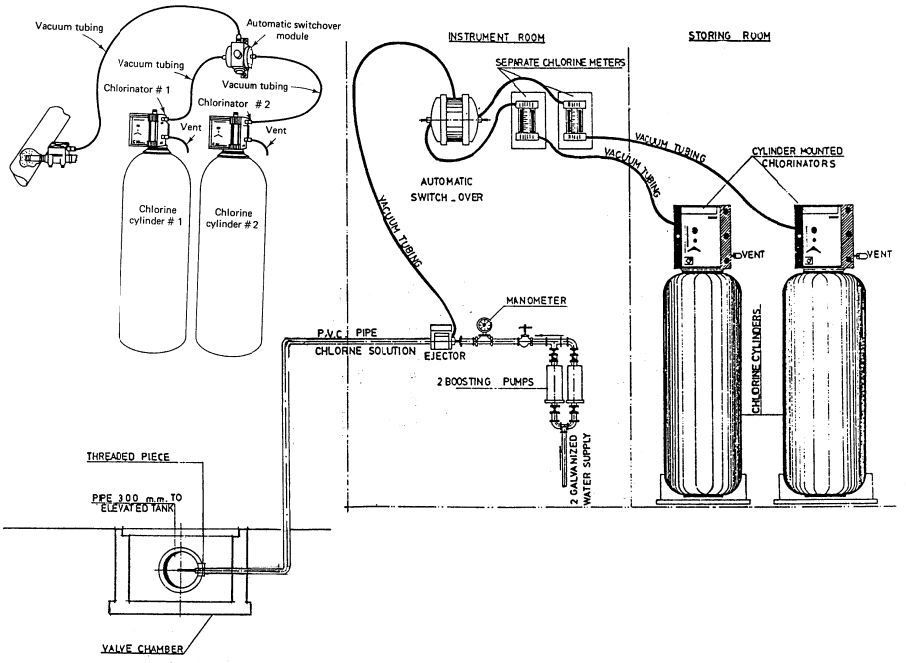


شكل رقم (٢-٥٧) جهاز الكلور اليدوي

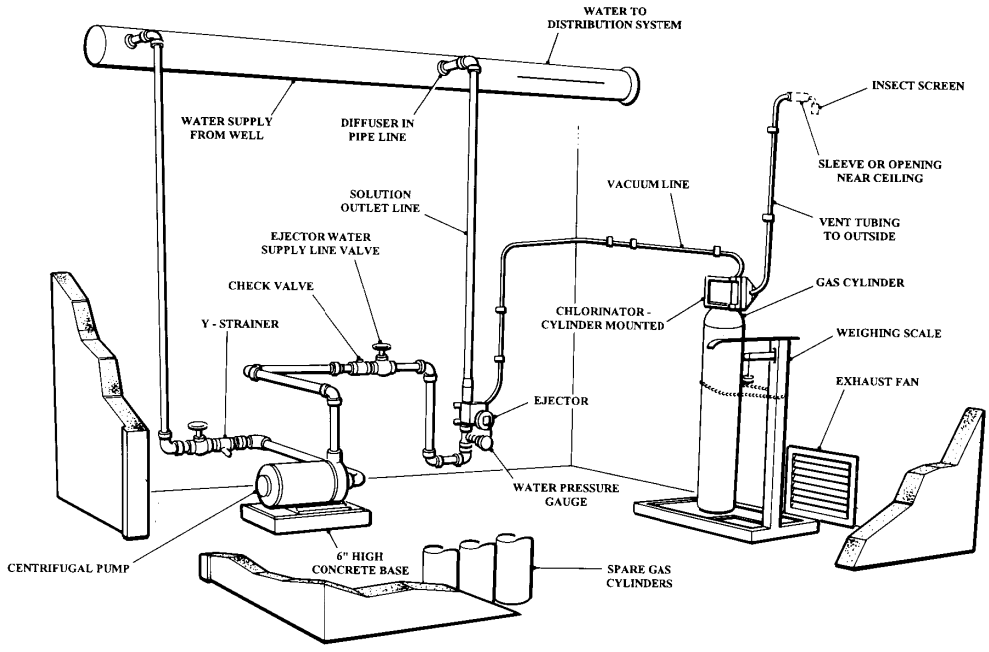
٣- جهاز الكلور الآلى ذو السعة الكبيرة

وهو لا يختلف عن جهاز الكلور اليدوي إلا في أن هناك محركاً كهربائياً يتحكم في الفتحة (د) كما أن هناك أيضا تحكماً يدوياً يستخدم في بداية تشغيل الجهاز.

ويستخدم هذا الطراز غالباً في عملية الكلورة النهائية. وكما هو موضح بالشكل رقم (٢-٥٨) أما الشكل رقم (٢-٥٩) فيوضح تفاصيل وحدة تعقيم ذات حجم صغير. أما الشكل رقم (٢-٦٠) فيوضح الجزاء الأساسية لنظام التعقيم، وأخيرا الشكل رقم (٢-٦١) فيوضح نظام التعقيم الألكتروليتى.



شكل رقم (٢-٥٨) أجهزة إضافة الكلور الآلي ذو السعة الكبيرة



شكل رقم (٢-٥٩) تفاصيل وحدة تعقيم ذات حجم صغير

٢-٦. تكنولوجيا تنقية مياه الشرب – محطات تنقية المياه المدمجة (النقالى)

نظراً لما تمثله مياه الشرب من أهمية قصوى ضمن الركائز والمتطلبات الحيوية ذات الأولوية الملحة، فقد أولت الدولة عناية فائقة بشكل خاص فيما يتعلق بتوفير مياه الشرب النقية بالمعدلات المناسبة لإستهلاك الأفراد سواء فى المدن (الحضر) أو فى القرى (المناطق الريفية).

وتتنوع طرق التنقية والإمداد بمياه الشرب من تجمع لآخر فالذى يمكن اعتباره ملائم فنيا واقتصاديا للتجمعات العمرانية ذات الكثافة السكانية الكبيرة ليس بالضرورة أن يتناسب مع التجمعات الريفية ذات الكثافة السكانية الصغيرة، حيث يمكن الاعتماد على الآبار الارتوازية فى حالة صلاحية المياه الجوفية، وقد يتطلب الأمر فى هذه الحالة بعض مراحل التنقية البسيطة والنهائية، وعلى الجانب الآخر فقد أثبتت الدراسات الحديثة عدم الجدوى الاقتصادية من اعتماد العديد من القرى والتجمعات الصغيرة على محطات المياه الإقليمية المقامة فى المدن وذلك لمسافات معينة من خلال شبكات مواسير ومحطات ضخ، وأثبتت الدراسات أيضا أن وجود نظام تنقية منفصل لكل قرية أو تجمع على حده قد يكون الملائم من الناحية الاقتصادية فى حالة بعد القرية لأكثر من خمسة كيلو ومترات عن مصدر التغذية.

تزايد الاتجاه نحو إنشاء محطات تنقية مياه صغيرة، فى السنوات الأخيرة حيث تم إنشاء عدد كبير من هذه المحطات فى جميع محافظات الجمهورية سواء المحطات المصرية الصنع أو الأجنبية.

معظم إن لم يكن كافة مراحل التنقية الخاصة بالمحطات الكبيرة ولكن على حجم صغير (مدمج) كما تعتمد هذه المحطات على التكنولوجيات الحديثة فى التشغيل وبالتالى تحتاج إلى عمالة ماهرة ذات الكفاءة والخبرة فى مجال التشغيل وضبط الجودة والصيانة.

ومع اتساع قاعدة استخدام المحطات النقالى لتنقية مياه الشرب حيث يتواجد عدد هائل من هذه المحطات المنتشرة بالفعل على مستوى محافظات الجمهورية، لذلك فقد أصبح من الأهمية والضرورة أن يتم العمل على تنمية البحوث والدراسات التى تهدف بشكل أساسى لتطوير ورفع كفاءة محطات تنقية مياه الشرب النقالى وذلك عن طريق العمل على تدارك مشاكل التشغيل التى تأتى كنتيجة لظروف وطبيعة الواقع المحلى، إضافة للعمل على توفير عناصر الكفاءة لمراحل التنقية المختلفة.

ونظراً لضعف المياه وخاصة فى فصل الصيف فى مناطق محافظات الجمهورية وذلك لعدم كفاية إنتاج محطات المياه لتغذية سكان المحافظات ومواجهة تزايد الاحتياجات الأخرى من مياه الشرب.

و قد تم تطوير عدد من محطات مياه شرب كومباكت، وقد تم زيادة الإنتاج لكل محطة من ١٠٠م^3/ساعة إلى ٣٠٠م^3/ساعة، وقد تم التغلب على مشاكل نقص المياه فى المناطق التى تخدمها تلك المحطات وأدى ذلك أيضا إلى عدم انقطاع المياه عن الأهالى بتلك المناطق وخاصة فى فصل الصيف.

وبصفة عامة كان المطلوب من التطوير تحقيق مايلى:

١- الكفاءة العالية فى التنقية والقدرة على إزالة ملوثات المياه الخام وتحمل التغيرات والأحمال المفاجئة.

٢- زيادة فترات تشغيل المرشحات الأمر الذى يؤدى للحد من استهلاك مياه الغسيل.

٣- خفض تكاليف الإنشاء وكذلك الحد من مراحل التشغيل.

٤- خفض تكاليف التشغيل والصيانة والحد من المكونات الميكانيكية وخفض المتطلبات الكيميائية والكهربائية.

وتجدر الإشارة إلى تجربة نظام الترشيح المباشر ذو المرحلتين فى دول العالم والتى تتشابه مياه المصدر المستخدم بما عليه نهر النيل وفروعه وترعه المستديمة المياه.

كما أن نظام الترويب المتدرج بالتلامس كوسيلة متميزة لإتمام عملية الترويب دون الحاجة إلى مهمات أو مكونات ميكانيكية ذات متطلبات تشغيل وصيانة وتكاليف عالية حيث أثبت نظام الترويب المتدرج بالتلامس كفاءة فنية واقتصادية عالية.

٢-٦-١ أنظمة المحطات المدمجة لتنقية مياه الشرب (النقالى)

بالرغم من تواجد عدد كبير جداً من محطات تنقية مياه الشرب النقالى والمنتشرة على نطاق واسع، وبالرغم من تعدد مصادر تصنيع وإنتاج هذه المحطات وتعدد مسمياتها التسويقية كنتيجة طبيعية لاختلاف ظروف إنشاء هذه المحطات ومصادر تمويلها إلا أن معظم إن لم يكن جميع هذه المحطات تعتمد على منظومة شبه موحدة لتنقية مياه الشرب.

ويوضح شكل رقم (٢-٦٠) رسم تخطيطى عام لأنظمة تنقية مياه الشرب النقالى الأكثر استخداما، ويتضح من استعراض هذه المنظومة مايلى:

- وجود مرحلة ترسيب ابتدائى (أولى) ونظراً لانخفاض درجة عكارة المياه الخام فإن هذه المرحلة لا يوجد لها أى دور حالى فى رفع كفاءة عملية التنقية.

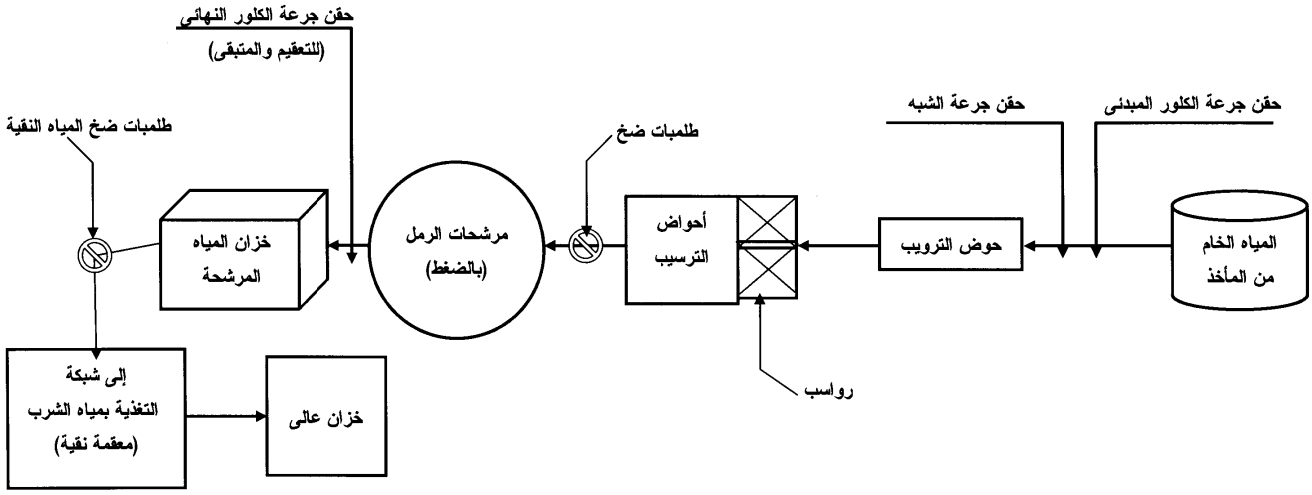
بل على العكس فإن استخدام هذه المرحلة يؤدى بدوره لوجود مرحلة طلمبات غير ذات فائدة وهو مايؤدى لرفع تكاليف التشغيل وكذلك تكاليف التشغيل والصيانة.

- الاعتماد على إضافة البوليمر للمياه الخام وهو ما لايحدث على المستوى المحلى نظراً لعدة أسباب منها قصر العمر الافتراضى لهذه المادة وكذلك نظراً لارتفاع تكاليف استيراده ولعدم إنتاجه محلياً.
- ضعف كفاءة عملية الترسيب النهائى فى معظم الأحيان سواء لتهالك مهمات الترسيب أو لانخفاض درجة العكارة كما سبق الإشارة إليه مع الترسيب الابتدائى.

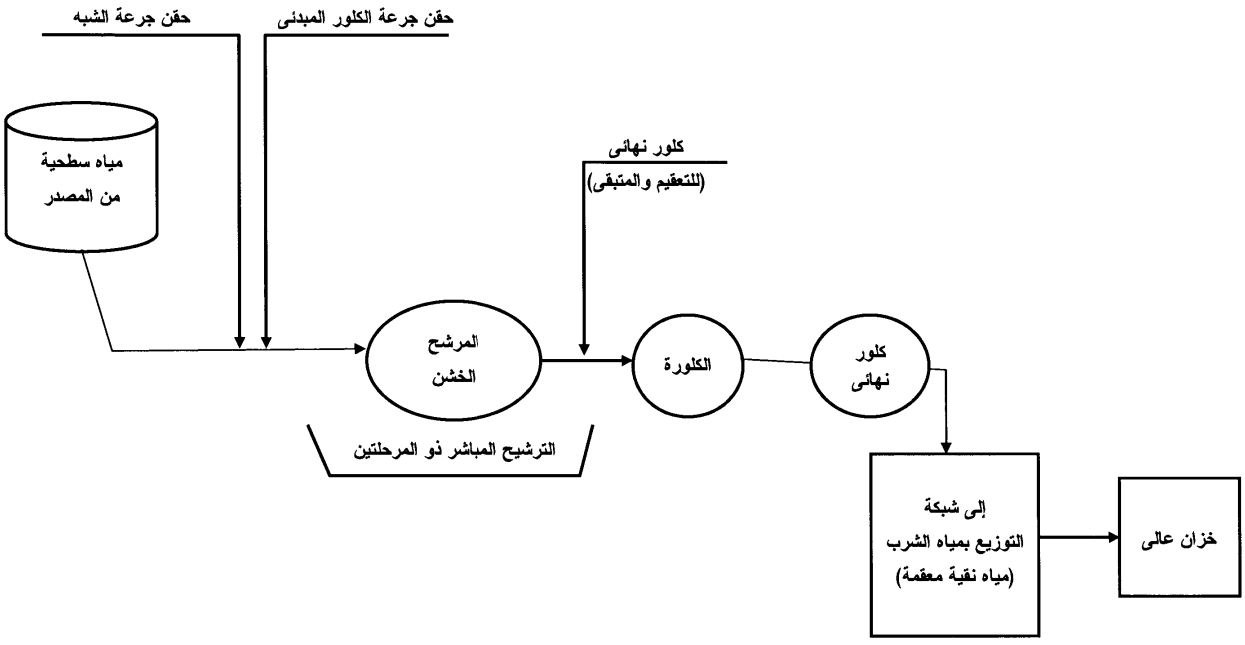
وبناء على ما سبق فإن انخفاض كفاءة جميع العمليات السابقة يلعب دور رئيسى مع إضافة الشبه كمروب فى زيادة الأحمال الواقعة بالتالى على المرشحات الأمر الذى يؤدى بدوره لانخفاض كفاءة هذه المرشحات.

٢-٦-٢ أعمال تطوير ورفع كفاءة محطات تنقية مياه الشرب النقالى

استهدفت الأعمال المطلوبة لتطوير نظام محطات تنقية المياه النقالى والموضح مكوناته المختلفة فى شكل رقم (٢-٦١) وذلك باستغلال وحدات المختلفة وإتمام بعض التعديلات عليها وذلك عن طريق تغير طريقة المعالجة نفسها حيث أمكن تطوير إنشاء المحطة وتعديلها بحيث تم إنشاء منظومتين متكاملتين لتنقية مياه الشرب من خلال المنظومة الأصلية وذلك على النحو التالي:



شكل رقم (٢-٦٠) رسم تخطيطى عام لأنظمة تنقية مياه المدمجة (النظام التقليدى)



شكل رقم (٢-٦١) الترشيح المباشر ذو المرحلتين لتطوير ورفع كفاءة محطات تنقية المياه النقالى

المنظومة الأولى:

وهى تعتمد على الترشيح المباشر ذو المرحلتين وتعطى هذه المنظومة تصرف يعادل نفس التصرف للمحطة الأصلية وهو ١٠٠م^{٣}/ساعة كما هو موضح فى شكل رقم (٢-٦١).

وكذلك فقد تم تطوير هذه المنظومة نفسها شكل رقم (١٨) وذلك بالاستغناء عن مرشحات الضغط واستخدام عدد (٢) مرشح خشن يعملان على التوازى كما بالشكل رقم (٢-٦١) حيث تم رفع تصرف تلك المنظومة إلى ٢٠٠م^{٣}/ساعة (١٠٠م^{٣}/ساعة لكل خط أو مرشح خشن).

المنظومة الثانية:

وهى تعتمد على الترويب المتدرج بالتلامس المتبوع بالترشيح السريع شكل رقم (٢-٦١) وتعطى المنظومة تصرف حوالى ٨٥م^{٣}/ساعة (تصرف إضافى) الأمر الذى يعنى بدوره مايلى:

- إمكانية الحصول على نفس تصرف المحطة الأصلية من المنظومة الأولى باستغلال جزء من وحدات المحطة الأصلية لا يتعدى نصف هذه الوحدات.
- زيادة الطاقة الإنتاجية للمحطة بقيمة ٢٨٥% فى حالة تشغيل المنظومة الثانية.

ونوضح فى الفقرة التالية الشرح التفصيلى للمنظومة الأولى والثانية وتشمل مكونات ومراحل التشغيل لكل منها.

٢-٦-٢-١ المنظومة الأولى (الترشيح المباشر)

تتمثل مكونات المنظومة الأولى شكل (٢) فى الوحدات الأساسية التالية:

- مهمات تحضير وإضافة المروب (الشبه).
- مرشح التلامس الخشن Rough/contact filter.
- مهمات التعقيم (إضافة الكلور).
- مهمات إضافية.

وتتلخص مراحل التشغيل لمكونات المنظومة الأولى فى:

سحب المياه الخام من مصادرها السطحية حيث يتم إضافة محلول الشبه (بعد تجهيزه) إلى المياه الخام من خلال عملية الحقن والخلط خلال المسار (In-Lin Mix)، بعد ذلك يتم إدخال المياه مباشرة إلى المرشح الخشن (Rough/Contact Filter) حيث يعمل ذلك المرشح بمعدلات ترشيح كبيرة تحت ظروف المياه الخام الحالية فى مصر وذلك لفترات زمنية طويلة قبل الحاجة لغسيل المرشح، وهذا المرشح له وظيفتين:

الوظيفة الأولى:

حجز المواد الصلبة العالقة بنسبة تصل إلى ٩٥% وكذلك إزالة الطحالب الموجودة بالمياه.

الوظيفة الثانية:

يعمل المرشح كمروب وتتكون بداخله الندف حيث تحجز أو تمر إلى المرشحات الرملية فعند تكـون الندف يكبر حجم المواد العالقة مما يؤدى إلى حجز جزء كبير منها داخل المرشح نفسه كمـا يتميـز ذلك المرشح بقدرة فائقة على خفض قيمة العكارة وباقى الملوثات من المياه الخام، بعد ذلـك تصـبح المياه المعالجة قابلة للشرب بعد مرحلة التعقيم مباشرة، وتتم عملية غسيل المرشحات الخشنة كما هو الحال بالنسبة لمرشحات الضغط.

٢-٢-٦-٢ المنظومة الثانية (باستخدام الترويب المتدرج بالتلامس)

تتمثل مكونات المنظومة الثانية شكل رقم (٢-٦٢) فى الوحدات التالية وهى عبارة عن الوحدات التى لم تستغل من المحطة النقالى ضمن المنظومة الأولى من التطوير وتشمل:

- مهمات تحضير وإضافة الشبه والكلور (مشتركة مع المنظومة الأولى).
- خزان الترويب (جزء من الترسيب النهائى سابقا).
- المرشحات السريعة (جزء من الترسيب النهائى + أحواض الترويب القديمة).

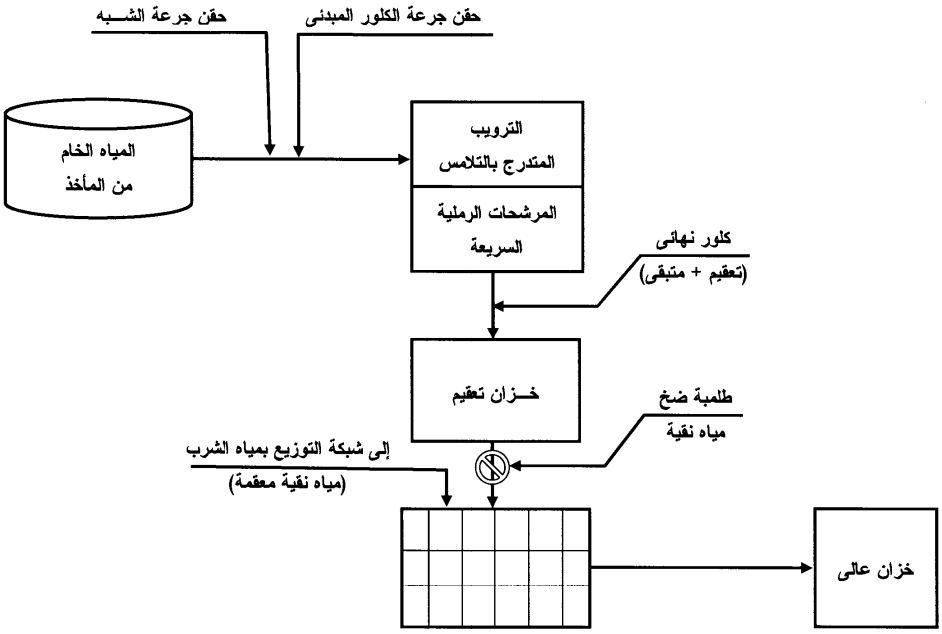
وتتلخص مراحل التشغيل لمكونات المنظومة الثانية فى:

- سحب المياه الخام من مصادرها السطحية حيث يتم إضافة محلول الشبه إلى المياه الخام من خـلال عملية حقن خلال المسار كما سبق فى المنظومة الأولى.

وبعد ذلك تدخل المياه إلى خزان الترويب (ترويب متدرج بالتلامس) وهو عبارة عـن جـزء مـن أحواض الترسيب الأصلية يتم تعديله بإضافة طبقات من الزلط بترتيب معين ليتم خلاله إتمام عمليـة الترويب المتدرج بالتلامس.

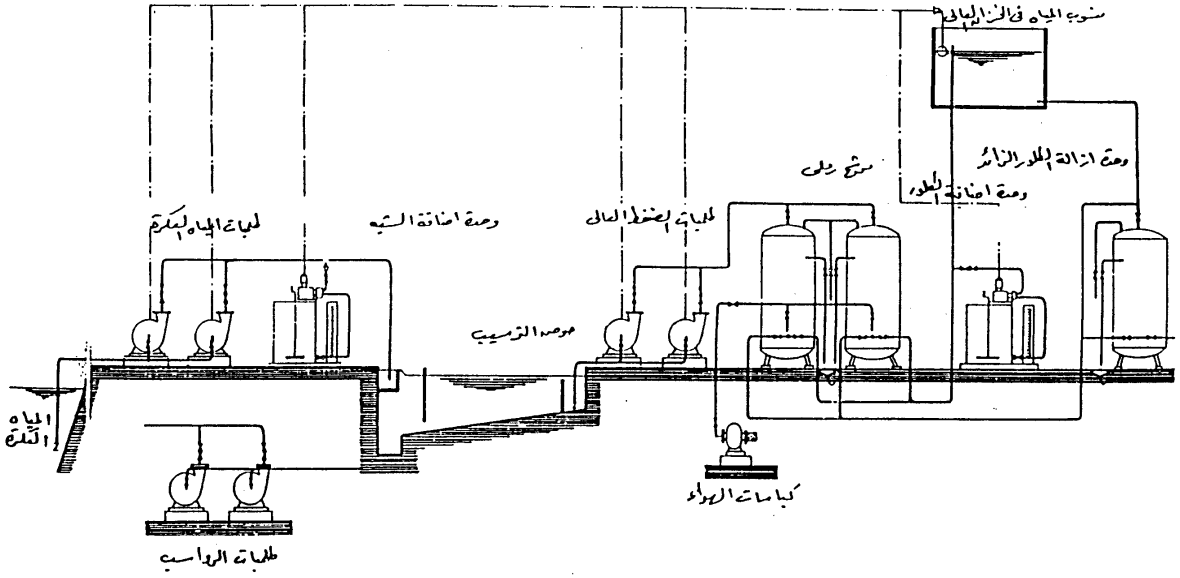
- بعد إتمام عملية الترويب المتدرج بالتلامس تدخل المياه إلى المرشحات الرمليـة وهـى فـى هـذه المنظومة عبارة عن جزئين (مرشحين):
المرشح الأول : يقع فى منطقة الترويب فى المحطة الأصلية.
المرشح الثانى : يقع فى جزء من حوض الترسيب النهائى للمحطة الأصلية.

وقد تم دراسة عدة تجارب على أوساط مختلفة لتحديد أفضلها ودراسة جميع العوامل المـؤثرة علـى الترويب المتدرج بالتلامس، حيث أظهرت الدراسات المختلفة كفاءة عالية جدا لنظام الترويب المتدرج بالتلامس، بالإضافة لانخفاض متطلبات الطاقة مع استخدام ذلك النظام نظراً لعدم الحاجـة للمعـدات الميكانيكية الخاصة بالترويب.

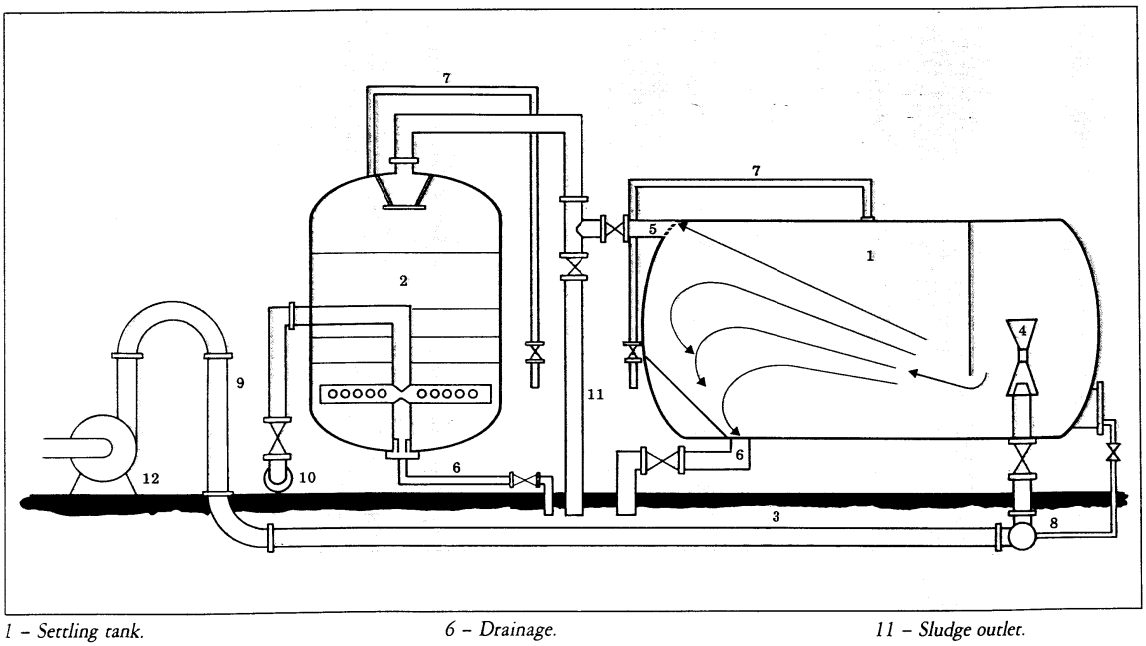


شكل رقم (٢-٦٢) الترويب المتدرج بالتلامس والمرشحات الرملية لتطوير ورفع كفاءة محطات تنقية مياه الشرب المدمجة

فى ذلك الإطار فقد أدخل نظام الترويب المتدرج بـ التلامس (Tapered Contact Flocculation) والذى يتمثل فى إتمام عملية الترويب بكفاءة عالية عن طريق إدخال المياه الخام بعد حقنها بمحلـ ول الشبه خلال طبقات من الزلط المتدرج الحجم (حجم أصغر فأكبر) حيث تؤدى السـ رعة المضـ طربة للمياه عبر فراغات الزلط لإتمام عملية الترويب كما سبق شرحه فى الترويب المتدرج بالتلامس، كما يؤدى اختلاف درجة الاضطراب (Turbulence) لزيادة حجم الندف المتكونة وهو ما يساعد بدوره على زيادة كفاءة عملية الترسيب خلال المرحلة التالية من مراحل التنقية.

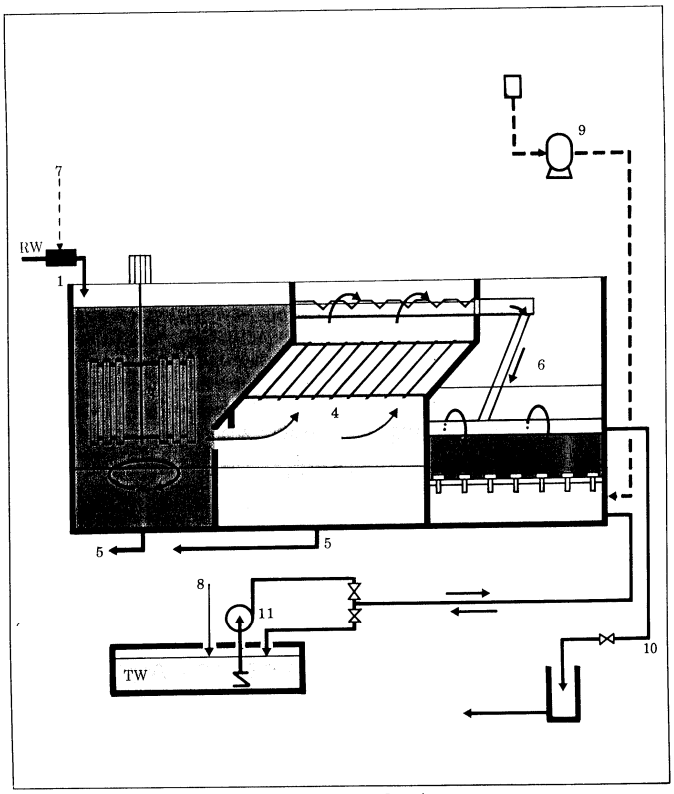


شكل رقم (٢-٦٣) مشتملات وحدات التنقية النقالي (المدمجة) لتنقية مياه الشرب



1 – Settling tank.
2 – Filter.
3 – Raw water delivery.
4 – Ejector.
5 – Settled water outlet.
Wash water outlet.
6 – Drainage.
7 – Air blowdown.
8 – Rinse water offtake.
9 – Reagent delivery.
10 – Filtered water collector.
Wash water inlet.
11 – Sludge outlet.
12 – Motorized pump unit.

شكل رقم (٢-٦٤) تفاصيل وحدات التنقية المدمجة لمياه الشرب – نموذج (١)-



1 – Static mixer.
2 – Flocculator.
3 – Turbine.
4 – Lamellae settling tank.
5 – Sludge extraction.
6 – Constant rate, variable head filter.
7 – Coagulant.
8 – Disinfectant.
9 – Air scour blower.
10 – Dirty wash water.
11 – Wash water pump.

شكل رقم (٢-٦٥) تفاصيل وحدات التنقية المدمجة لمياه الشرب – نموذج (٢)-

٢-٧. تحلية مياه البحار والمياه الجوفية شديدة الملوحة

يمكن تلخيص الأساليب المختلفة لتحلية مياه البحار والمياه الجوفية (الآبار شديدة الملوحة) بأساليب مختلفة من أهمها مايلى :

أساليب تحلية المياه المالحة

١. التحلية بطريقة التفريغ.
٢. التحلية بطريقة التقطير الحرارى الوميضى متعدد المراحل.
٣. التحلية بالتقطير التقليدى.
٤. إستخدام الطاقة الشمسية.
٥. التحلية بطريقة التناضح العكسى.
٦. الفرز الغشائى الديازة.

٢-٧-١ تحلية مياه البحار بطريقة التفريغ

تناسب وحدات تحلية مياه البحر بطريقة التفريغ (Vapour Vacuum Compression "VVC") تحلية مياه البحر والآبار الجديدة بالصحراء والقرى السياحية على شواطئ البحر. ويوضح الشكل رقم (٢-٦٦) تفاصيل وحدة تحلية مياه البحر بطريقة التفريغ، التى تتراوح طاقة معالجتها مابين ٢٥ متر مكعب/يوم الى ٥٠٠ متر مكعب/اليوم.

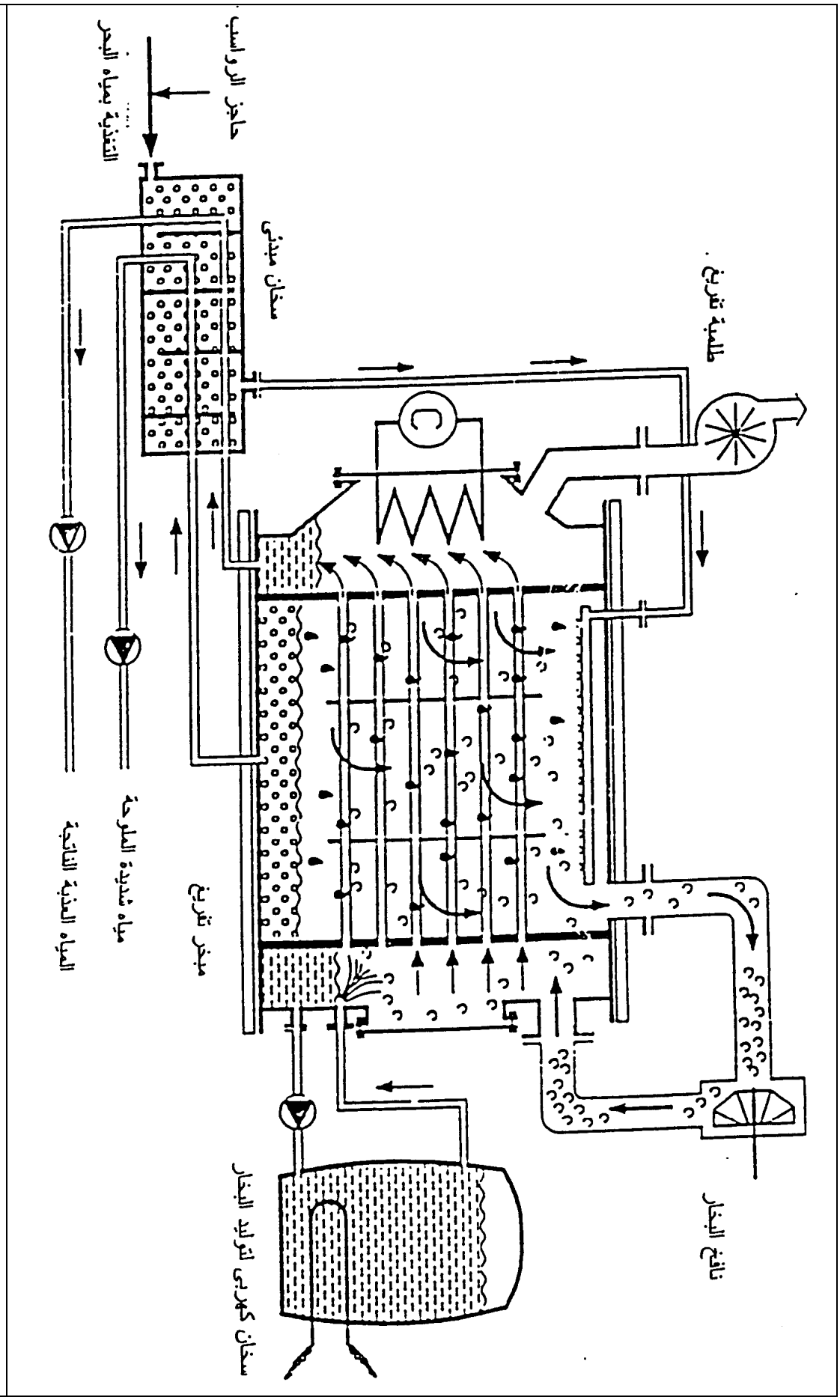
تعتمد هذه الطريقة على إدخال مياه التغذية من أعلى وحدة التحلية الى وعاء به مجموعة من المواسير الأفقية يمر بها بخار تحت تفريغ بحيث تكون درجة حرارة التبخير حوالى ٧٠ درجة مئوية. ونتيجة لتلامس مياه التغذية مع المواسير، يتبخر جزء من هذه المياه.

ويقوم ضاغط هوائى بسحبة وضغطة داخل المواسير الأفقية حيث يحدث تبادل حرارى وتتكثف المياه العذب ومن مميزات أسلوب التحلية بطريقة التفريغ :

١. تدوير جزء قليل من المياه المكثفة خلال مبادل حرارى لإستغلال حرارته.
٢. يمكن الحصول على مياه نقية تعادل ٤٠% من مياه التغذية فى حالة مياه البحر، وحوالى ٧٠ الى ٨٠% فى حالة مياه الآبار.

٢-٧-٢ تحلية مياه البحار بطريقة التقطير الحرارى الوميضى متعدد المراحل

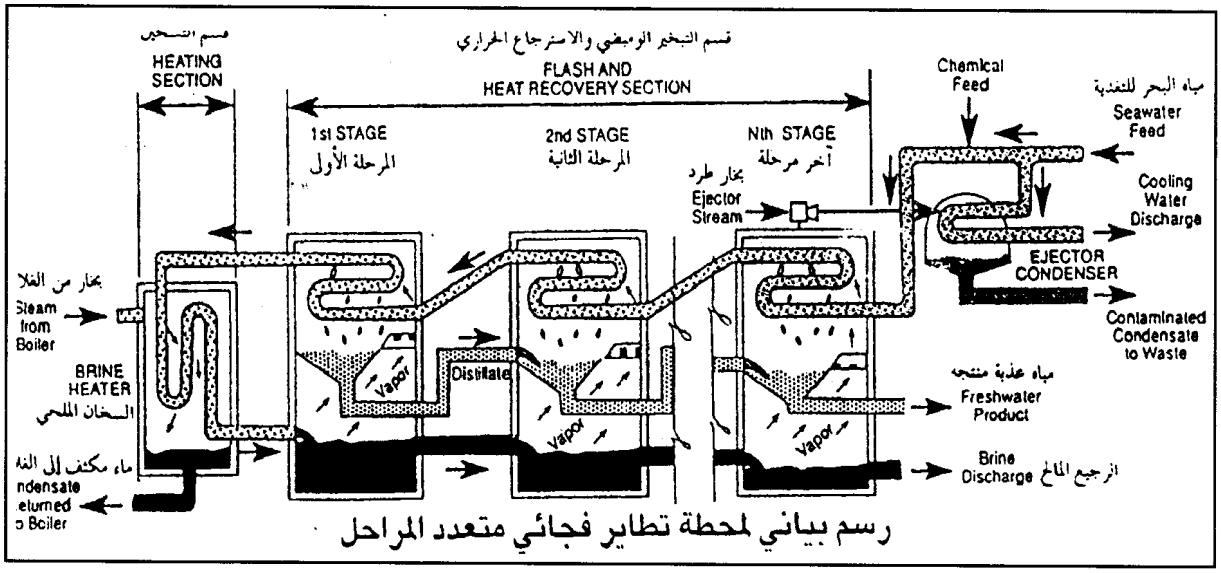
تعتمد طريقة التقطير الحرارى الوميضى (Multistage Distillation "MSF") على أن المياه المالحة يتم تسخينها فى مبادل حرارى (Heat Exchanger) منفصل ويجرى بعدها نقل المياه المالحة الساخنة إلى أوعية التبخير (Evaporators) تحت ضغط منخفض نسبياً (درجة تفريغ = ٠.٧٥ جوى) مما يساعد على زيادة معدل التبخير. وعلى ذلك فإن درجة التبخير المذكورة تساهم مساهمة فعالة فى إستخدام درجات حرارة منخفضة نسبياً (أقل من ١٠٠ درجة مئوية أى أقل من درجة الغليان).



شكل رقم (٢-٦٦) وحدة تحلية مياه البحر بطريقة التفريغ

وبناء على ذلك فإن فرصة تكون قشور أملاح كبريتات الكالسيوم وكربونـات الكالسـيوم وكلوريـد الماغنسيوم وهيدروكسيد الماغنسيوم وغيرها من المعادن تقل بدرجة كبيرة نظراً لأن درجات الحرارة والضغوط منخفضة، بالإضافة إلى ذلك فإن عملية التسخين داخل مواسير المبادل الحرارى تتم فـى وقت أقل وتحت درجات حرارة منخفضة نسبياً.

تستخدم هذه الطريقة فى المملكة العربية السعودية ودول الخليج للحصول على المياه العذبة من البحار وبكميات ضخمة، وهى تتميز بإمكانية توليد الطاقة الكهربية حيـث يمكـن إدارة توربينـات توليـد الكهرباء من ضغط البخار المتولد. وتستخدم الطاقة الكهربية المتولدة فى إمداد محطة التحليـة بمـا تحتاجه من كهرباء، بالإضافة الى إمداد المدينة بالطاقة أيضاً. والشكل رقم (٢-٦٧) يوضح خطوات وحده تحلية مياه البحار بطريقة التقطير الوميضى متعدد المراحل.



شكل رقم (٢-٦٧) خطوات وحدة تحلية مياه البحار بطريقة التقطير الوميضي متعدد المراحل

٢-٧-٣ التقطير الحرارى التقليدى

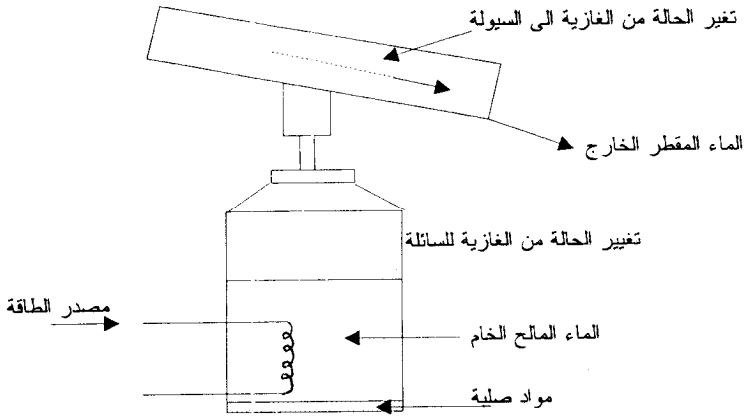
الفكرة الاساسية لعمليات التقطير تكمن فى رفع درجة حرارة المياه المالحة الى درجة الغليان وتكوين بخار الماء ويتم ذلك فى أوعية مناسبة لتنتج مسارين. أحد المسارين تقل فية المواد الصلبة الذائبة ويسمى مسار الماء النقى، والأخر يحتوى على بقية المواد الصلبة الذائبة ويسمى مسار المحلول الملحى المركز. ومن ثم يتم تكثيف البخار للحصول على الماء الصالح للشرب أو الرى ومن مميزات هذة الطريقة لتحلية الماء :

١. التخلص من الجراثيم والكائنات الحية الدقيقة الضارة الموجودة فى الماء الخام من بكتريا وفيروسات وبروتوزوا وغيرها.

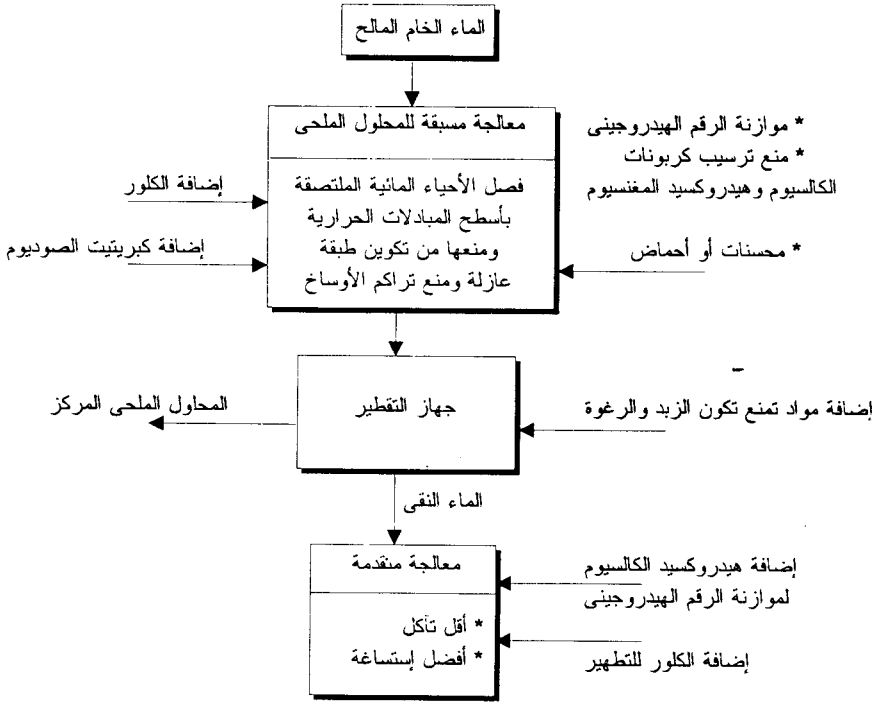
٢. التخلص من المواد الصلبة غير الطيارة التى يمكن أن تتواجد فى الماء الخام مثل الغازات الذائبة كغاز ثانى اكسيد الكربون والأمونيا (النشادر).

ومن محددات هذه الطريقة الترسبات والتى تحد من أقصى درجة حرارة يمكن تحقيقها. ومن المواد الكيميائية التى تزيد من الترسبات كبريتات الكالسيوم (الجبص)، والكربونات، والهايدروكسيد، وهذه الترسبات الحادثة على أسطح الغلايات الحرارية تعوق أداء الوحدات وتهدر الطاقة، وربما تم إغلاق المحطة ليتسنى إزالتها.

وطريقة التقطير تعتمد أساساً على التغير فى حالة المادة، وعادة يحتاج إلى وحدتى مبادلات (غلايات) حرارية، أحدهما لتبخير الماء الخام لبخار، والأخر ليساعد البخار على التكثيف. ويبين الشكل رقم (٢-٦٨) وحدة التقطير التقليدية، كما أن شكل رقم (٢-٦٩) يبين خطوات إسلوب التقطر الحرارى التقليدى وتتراكم المواد الصلبة على أسطح المبادلات الحرارية لتكون الترسبات. ومن هذه الترسبات :



شكل رقم (٢-٦٨) وحدة تحلية مياه البحار بطريقة التقطير الحراري التقليدى



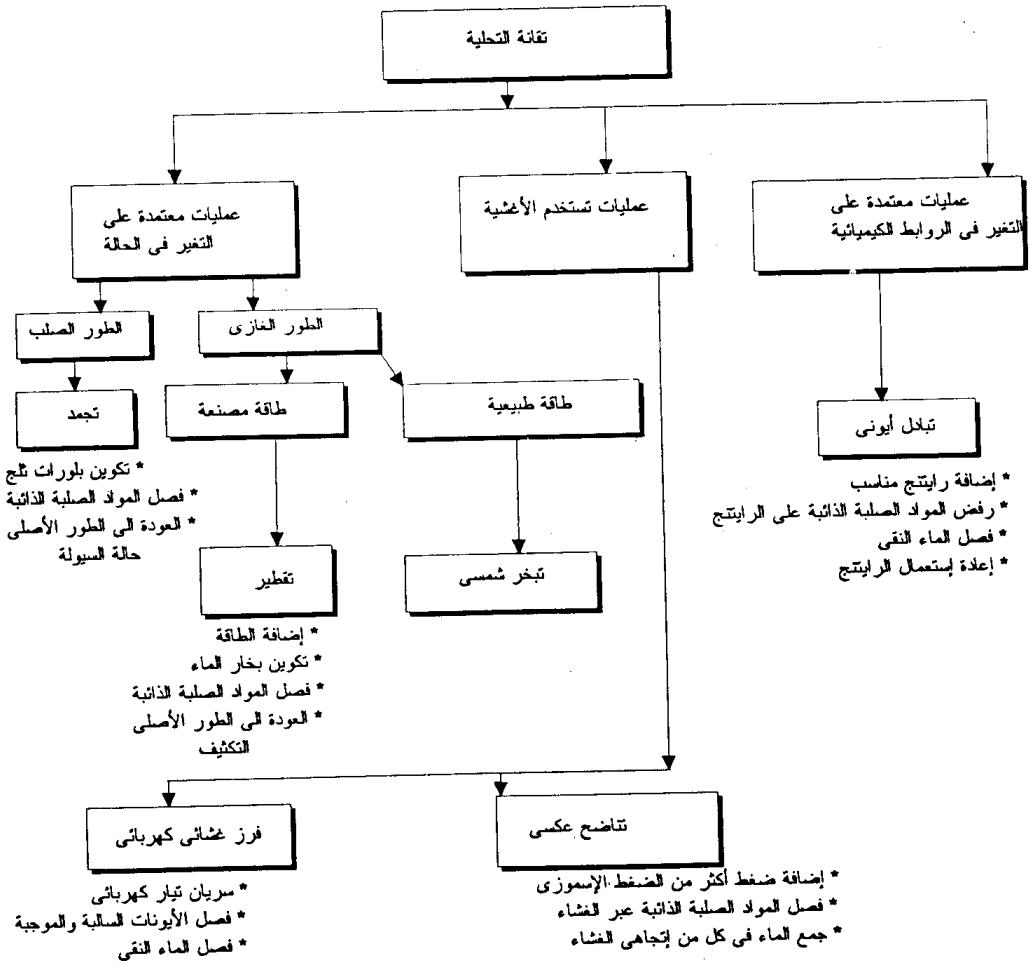
شكل رقم (٢-٦٩) خطوات إسلوب التقطير الحراري التقليدي

١. ترسبات بلورات صلدة Hard crystalline، وتلتصق بأسطح المبادلات الحرارية. وهذا النوع يمكن ازالتة بطرق طبيعية مثل النحت أو الحفر.

٢. مترسبات نتجت من محلول المادة والتى تتناقص ذوبانيتها مع درجة الحرارة.

٣. ترسبات بلورية كثيفة وتكون متحدة ومترابطة بصورة جيدة بسطح المعدن.

وتوجد انماط عديدة من طرق التقطير التى تزيد فيها وحدات التقطير، ويتم غلى الماء فى الوحدة الأولى تحت ضغط عالى إلى أن يتم التبخر فى الوحدة الأخيرة تحت الضغط العادى، ويبين الشكل رقم (٢-٧٠) مخطط عام لوحدات التقطير والمعالجات المبدئية المطلوبة.



شكل رقم (٢-٧٠) المخطط العام لوحدات التقطير والمعالجات المبدئية

٢-٧-٤ تحلية مياه البحار بأستخدام الطاقة الشمسية

ومعظم طرق التقطير التقليدية تستهلك الطاقة المستمدة من الوقود والكهرباء لعملها، غير أن الطاقـة الشمسية يمكن أن تستغل فى أجهزة التقطير رغم أنها تعتبر طاقة من درجة أقل. ومن مميزات نظام التقطير بإستخدام الطاقة الشمسية ما يلى :

١- هو نظام مبسط.

٢- معظم القوى العاملة والمواد المستخدمة فى وحدات التقطير الشمسى يمكن أن تكون محلية.

٣- معظم أعمال التشغيل والصيانة والإصلاح يمكن أن يتم بعمال غير مهرة.

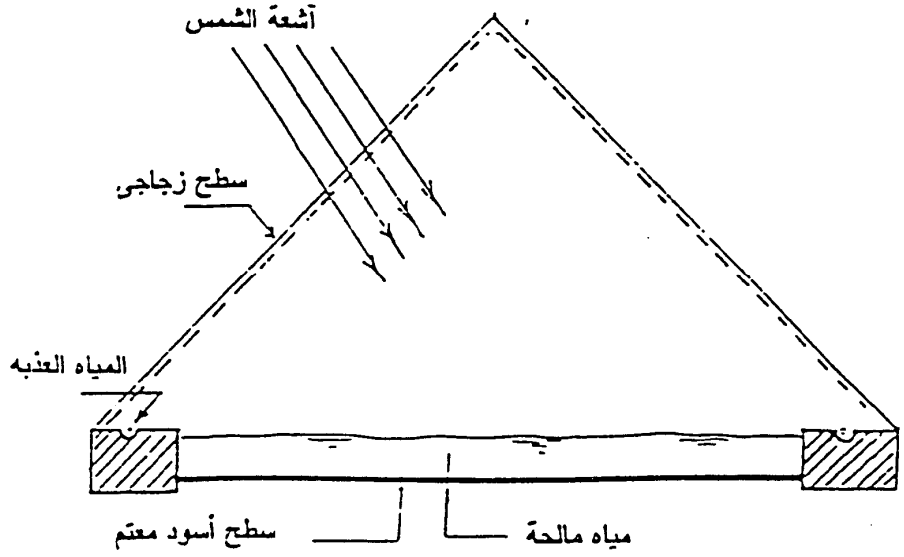
وجهاز التقطير عبارة عن حوض محكم مصنوع من الفولاذ المجلفن.

ورغماً عن أن الطاقة الشمسية لا محدودة ومستمرة ومتجددة غير أن تكلفة إنشاء الوحدة باهظة مما يعوق إستخدام هذه الطريقة، بالإضافة إلى عدم الحصول على الطاقة الشمسية على مدار اليوم، وإعتماد هذه الطاقة على عوامل الطقس والمناخ السائد زيادة على ذلك أثر تغير الموسم عليها.

يتكون هذا النظام (Solar Distillation) من مجموعة من الأهرامات الزجاجية كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٧١). وعند سقوط أشعة الشمس على السطح الزجاجى تتزايد الحرارة وتتبخر المياه على الجدران.

وعندما تصب مياه باردة على السطح الخارجى تتكثف المياه الموجودة على الجدران وتهبط الى مسارات محددة بالقاعدة، ويتم تجميعها بعد ذلك.

وتتميز هذه الطريقة بأنها تعتمد على الطاقة الشمسية النظيفة المتجددة (لا تفنى) والرخيصة. وهى تصلح فى البلاد الحارة المشمسة، وفى المجتمعات الصغيرة المجاورة لسواحل البحار. وبالطبع لا تعمل هذه المحطة ليلاً، ولذلك فإن تطويرها وإجراء مزيد من الأبحاث عليها هو أمر مطلوب.

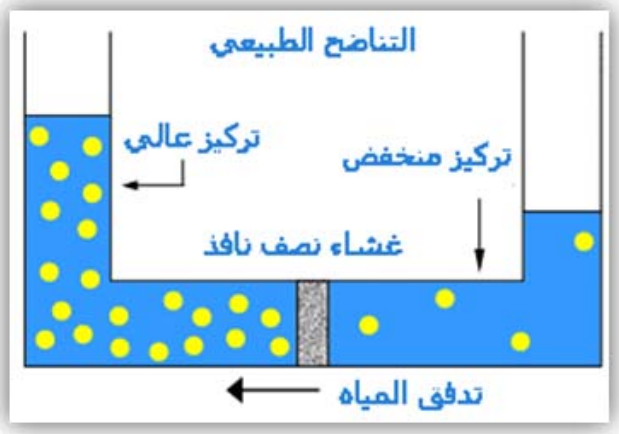


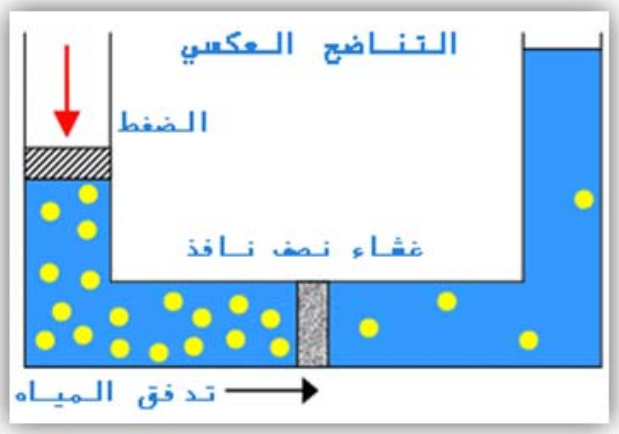
شكل رقم (٢-٧١) تفاصيل وحدة التقطير الشمسي

٢-٧-٥ التحلية بطريقة التناضح العكسى

تعتمد فكرة التناضح العكسى (Reverse Osmosis) على ضغط المياه داخل اغشية سليولوزية تحت ضغط ٣٠ جوى فيتم حجز الأملاح داخل الأغشية بينما تخرج المياه النقية من الخارج، كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٧٢). ويمكن بهذه الطريقة حجز ١٠٠% من الملوثات والبكتريا

والفيروسات، ويفضل إستخدام هذه الطريقة مع مياه الآبار لإحتوائها على نسبة قليلة مـن الأمـلاح، علما بأن مياه الآبار تحتاج – فى بعض الحالات – إلى عملية تنقية (علاوة علـى التحليـة) لإزالـة الشوائب العالقة بها.





شكل رقم (٢-٧٢) طريقة التناضح العكسى

٧٠% من إجمالى الطاقة العالمية للماء العذب المنتج من تحلية المياه يتم إنتاجه بإستخدام تكنولوجيا التناضح العكسى، بينما يبلغ عدد وحدات التناضح العكسى ٤٥١٧ من إجمالى ٧٥٣٦ وحدة، أى قرابة ٥٥% من إجمالى مجموع عدد وحدات التحلية فى العالم فى نهاية عام ١٩٩١.

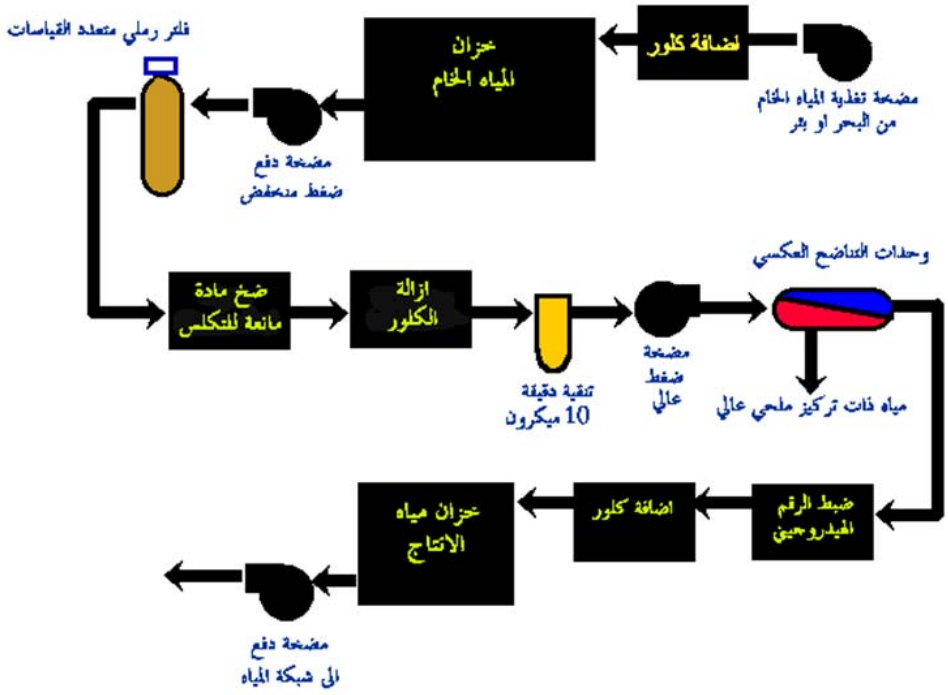
٢-٧-٥-١ مفهوم التناضح العكسي وتحلية المياه

قبل الشروع في تفسير عملية التناضح العكسي والتي يتم بها تحلية المياه، يلزم أولاً تقديم هذا الشرح البسيط لظاهرة التناضح مؤيدة ببعض الرسوم التوضيحية.

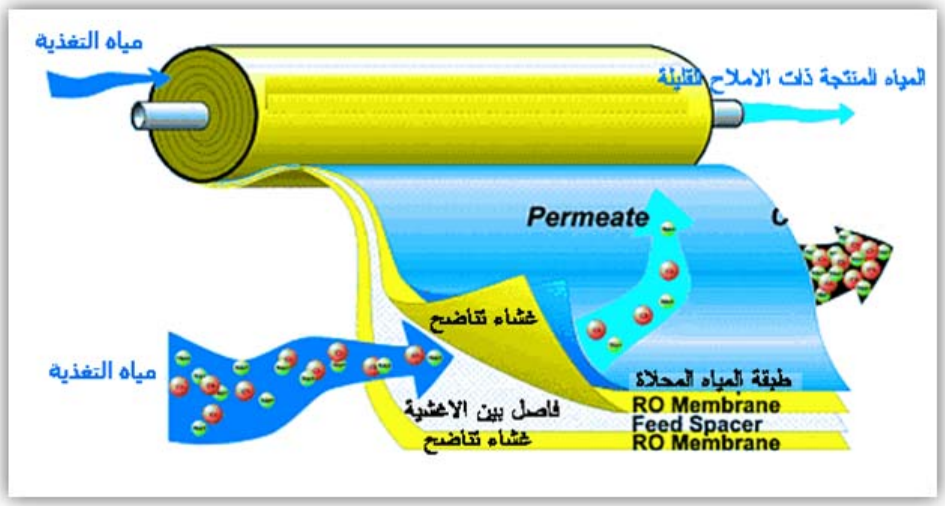
- التناضح هو قوة فيزيائية ونزعة طبيعية للمياه مع تركيز عالي لذرات ذائبة معينة حيث تتحرك خلال غشاء نصف نافذ Semi-permeable إلى منطقة مياه ذات تركيز منخفض بالذرات الذائبة.
- سوف تعمل المياه على إيجاد توازن على جهتي الغشاء أي بمعنى آخر أن المياه على طرفي الغشاء سوف تصبح ذات تركيز واحد للذرات الذائبة.
- إن عملية التناضح العكسي تستلزم دفع المياه وبضغط مرتفع يسمح لها بتخطي الغشاء بإتجاه عكسي لما هو حاصل في الحياة الطبيعية والذي يؤدي إلى نفاذ المياه النقية عبر الغشاء وتحصر بذلك الذرات المالحة في منطقة ملوحة عالية.
- التحلية هي عملية فصل تستعمل لخفض نسبة الأملاح الذائبة في المياه المالحة إلى مستوى تصبح معه هذه المياه قابلة للاستعمال و الشرب.
- في المناطق الجغرافية التي تفتقر إلى المصادر الطبيعية للمياه النقية والصالحة للشرب مثل الأنهار، الينابيع والسيول، تعتمد المجتمعات الموجودة على أنظمة تحلية المياه لأنها مصدر موثوق لا ينضب للمياه ولاسيما مع بداية العام ١٩٥٠ ميلادية الذي شهد إنطلاقة أنظمة التحلية بأسعار إقتصادية وتقنيات مبسطة تعمل في شتى الظروف البيئية.

وقد تم تحديد الأملاح الذائبة في المياه المحلاة بنسبة ٥٠٠ جزء بالمليون لتكون النسبة المسموح بها دولياً للمياه لجميع الإستعمالات المنزلية، الصناعية والزراعية.

والشكل رقم (٢-٧٣) يوضح المراحل الأساسية التى تمر بها المياه الخام خلال عملية التناضح العكسى كما أن الشكل رقم (٢-٧٤) يوضح عملية الفصل بواسطة الأغشية.



شكل رقم (٢-٧٣) رسم توضيحى للمراحل الأساسية التى تمر بها المياه الخام خلال عملية المعالجة بالتناضح العكسى



شكل رقم (٢-٧٤) عملية الفصل بواسطة الأغشية

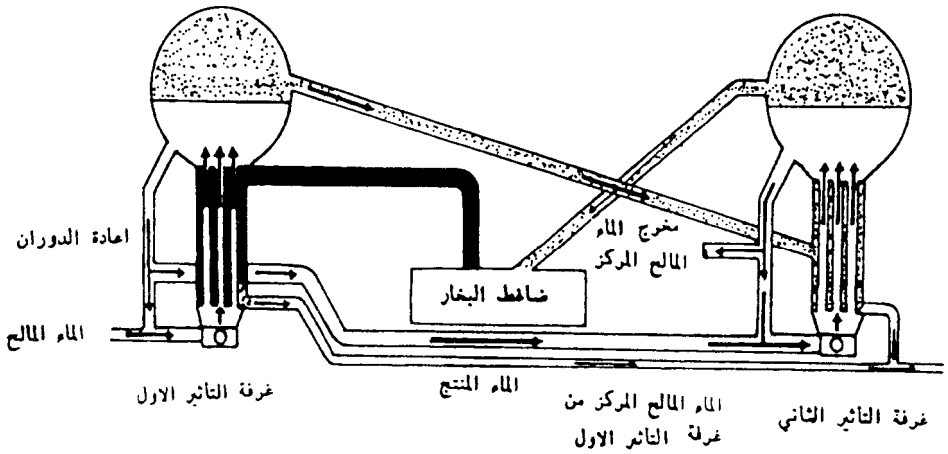
٦-٧-٢ التبادل الأيوني لإزالة الأملاح من مياه البحار

تستخدم طريقة التبادل الأيونى (ion exchange) للإزالة الكلية للأملاح من المياه منذ الثلاثينيات من هذا القرن لمعالجة المياه فى غلايات الضغط العالى، والتى تحتاج إلى ماء خال تماما من الأملاح وتعرف هذه الطريقة بإزالة المعادن نسبة إلى أنها تزيل المحاليل الكهربائية التى – إلى حد كبير- لها أصل معدنى، وتستخدم هذه الطريقة بشكلها المألوف مواد كيميائية تساوى تقريبا كمية الأملاح المنزلية. لهذا يمكن لهذه الطريقة منافسة طريقة إزالة الملوحة الأخرى فقط فى حالات ما إذا احتوت المياه على تركيزات صغيرة نسبيا من الملاح. وطرق التبادل الأيونى لها أهمية فى الحالات التى تحتاج إلى مياه ذات تركيزات ضئيل جدا من الأملاح وموصلة كهربائيا، مثل صناعة صمامات التليفزيون.

٧-٧-٢ تحلية مياه البحر بطريقة التقطير بأعادة ضغط البخار لإزالة الأملاح

تعتمد كل طرق التقطير على الحقيقة المؤكدة أن الماء والغازات الذائبة فيه قابلة للتطاير دون الأملاح، أما إذا تمت عملية التقطير عند درجات حرارة أعلى من ٣٠٠°م فإنه من المتوقع تطاير الأملاح أيضاً. وعلى الرغم من إمكانية مثل هذه الطرق للتقطير فإنها لا تعتبرعملية فى المرحلة الراهنة من التكنولوجيا الحديثة نظراً لإرتفاع ضغط بخار الماء المغلى (steam) بالإضافة إلى مشاكل التآكل المصاحبة، ومن الناحية العملية لكل عمليات التقطير يمكن القول أنه بالتسخين المستمر للماء المالح، يتبخر الماء فقط تاركاً الملح خلفه، وبتجفيف البخار الناتج نحصل على ماء نقى.

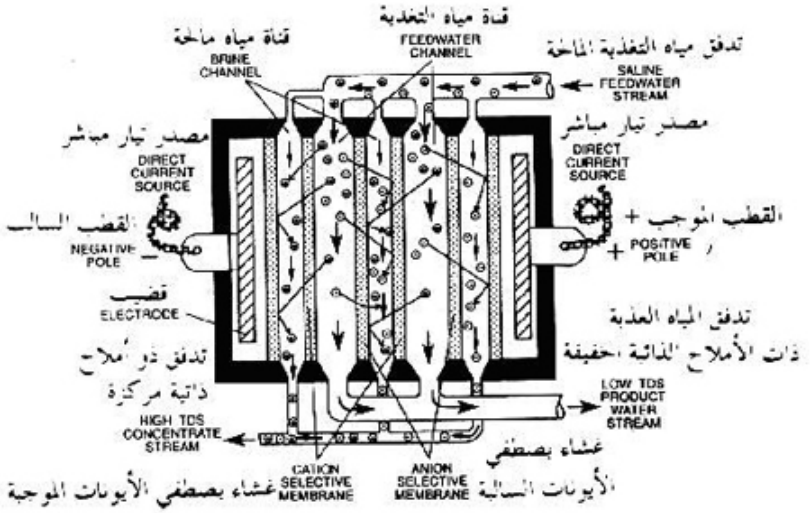
ويعتبر التقطير أفضل طريقة معروفة لتنقية المياه ومعظم المياه العذبة المنتجة من مياه البحار فى العالم تنتج بإحدى طرق التقطير، ويبين الشكل (٢-٧٥) عملية تقطير المياه المالحة لطريقة إعادة ضغط البخار (VC).



شكل رقم (٢-٧٥) عملية التقطير بإعادة ضغط البخار

٢-٧-٨ الديازة (الفرز) الغشائية الكهربائية

ولقد كانت طريقة الديازة الكهربائية (elector dialysis) أول طريقة غشائية تطورت تاريخيا، ومازالت تعتبر طريقة مهمة للآن. وفى هذه الطريقة، يتم جذب الأيونات المكونة للأملاح من المياه المالحة بقوى كهربائية، ويتم تركيزها فى أماكن مستقلة، وكلما زادت ملوحة المياه زادت القدرة الكهربائية اللازمة لعملية الفصل، وتستخدم هذه الطريقة أساسا لمعالجة الماء الأخضم (متوسط الملوحة) والذى يحتوى – فى العادة- على عدة آلاف من الأجزاء من الأملاح الذائبة لكل مليون جزء، وهذه الملوحة بالطبع مرتفعة نسبيا عن المطلوب للإستخدام المنزلى والصناعى، ولكنها بالتأكيد مازالت نحو عشر الملوحة المتوسطة لماء البحر. ويوضح الشكل رقم (٢-٧٦) الفكرة الأساسية للديلزه الكهربائية.



شكل رقم (٢-٧٦) تحرك الأيونات فى عملية الديازة الكهربائية

الفصل الثالث

النظم الهندسية لتوزيع مياه الشرب

الفصل الثالث

النظم الهندسية لتوزيع مياه الشرب

تشمل النظم الهندسية لتوزيع مياه الشرب الاعمال الرئيسية التالية :

أعمال توزيع ميـاه الشرب

أولا - محطات طلمبات ضخ المياه النقية (الضغط العالى).

ثانيا - شبكات توزيع مياه الشرب.

ثالثا - منشآت التخزين الأرضية والعالية

١-٣ متطلبات الأمان فى أعمال توزيع المياه

عند جرد أى أعمال لشبكات توزيع مياه الشرب التأكد من توفر متطلبات الآمان عند توريـدها وتركيبها واختبارها لإستلامها وهذه المتطلبات كما يلى :

متطلبات الآمان فى أعمال توزيع مياه الشرب

١- يجب أن تكون سعة شبكات التوزيع كافية لتلبية الإحتياجات المائية المطلوبة فى أى وقت.

٢- يجب أن يكون ضغط التشغيل بشبكة التوزيع كافيا لتوصيل المياه إلى أبعد وأعلى مكان بالمدينة أو التجمع السكنى.

٣- يمكن التحكم فى سريان المياه خلال شبكة التوزيع بإستخدام محابس القفل.

٤- يجب أن تكون شبكة المواسير آمنة على نوعية المياه النقية وأن لا تتفاعل معها أو تسمح بتلوثها.

٥- ينبغى أن تكون مواد الصنع للمنشآت والشبكات والأجزاء الميكانيكية والكهربائية من مواد متينة تتحمل التشغيل المستمر وتقاوم التآكل من الداخل والخارج.

٦- من الضرورى أن تخلو شبكة التوزيع من النهايات الميتة.

٧- ينبغى ألا يتعارض أى جزء من شبكات التوزيع مع شبكات والمرافق الأخرى.

٨- يجب حماية جميع أعمال التوزيع من التلوث من الخارج أو الداخل

٣-٢ النظم الهندسية للتغذية بمياه الشرب

يمكن تقسيم النظم الهندسية للتغذية بمياه الشرب كما هو موضح بالشكل رقم (٣-١)، كما يلى :

نظم التغذية

١- التغذية بالجاذبية.

٢- التغذية بالضغط.

٣- التغذية المشتركة

٣-٢-١ التغذية بالجاذبية

هى تغذية من أعلى وفيها تكون جميع اعمال انتاج وتنقية وتخزين المياه (فى خزانات أرضية) فى مكان مرتفع عن منسوب المدينة أو التجمع السكنى. ويسمح هذا الوضع بتغذية المدنية بالضغط الكافى والناتج من الفارق الاستاتيكى. ويمتاز هذا النظام بعدم وجود محطات ضخ (ضغط)، أو منشآت تخزين عالية، أى أنه نظام اقتصادى مريح

٣-٢-٢ التغذية بالضغط

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

٣-٢-٣ التغذية المشتركة بالجاذبية والضغط

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

٣-٣ شبكة توزيع المياه

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

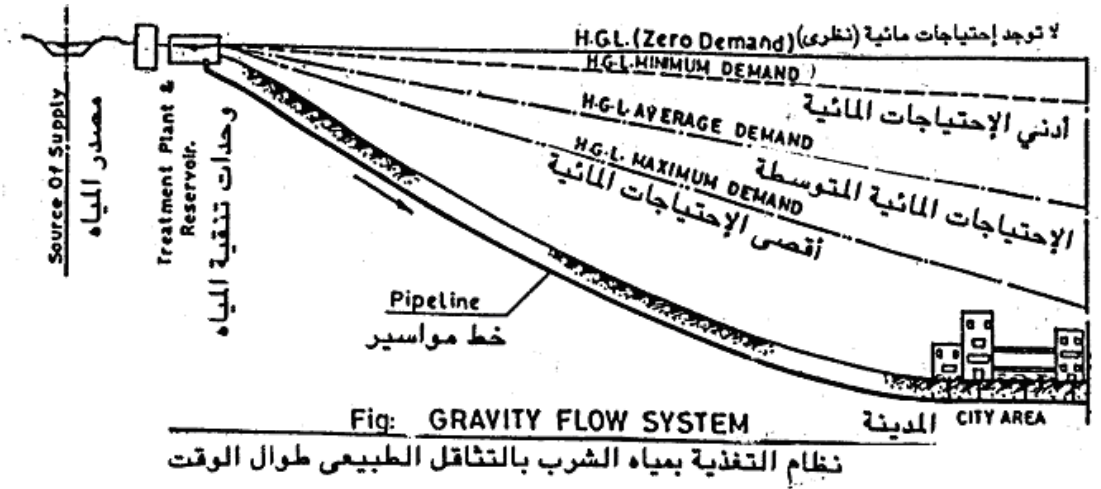


Fig: GRAVITY FLOW SYSTEM

نظام التغذية بمياه الشرب بالتثاقل الطبيعى طوال الوقت

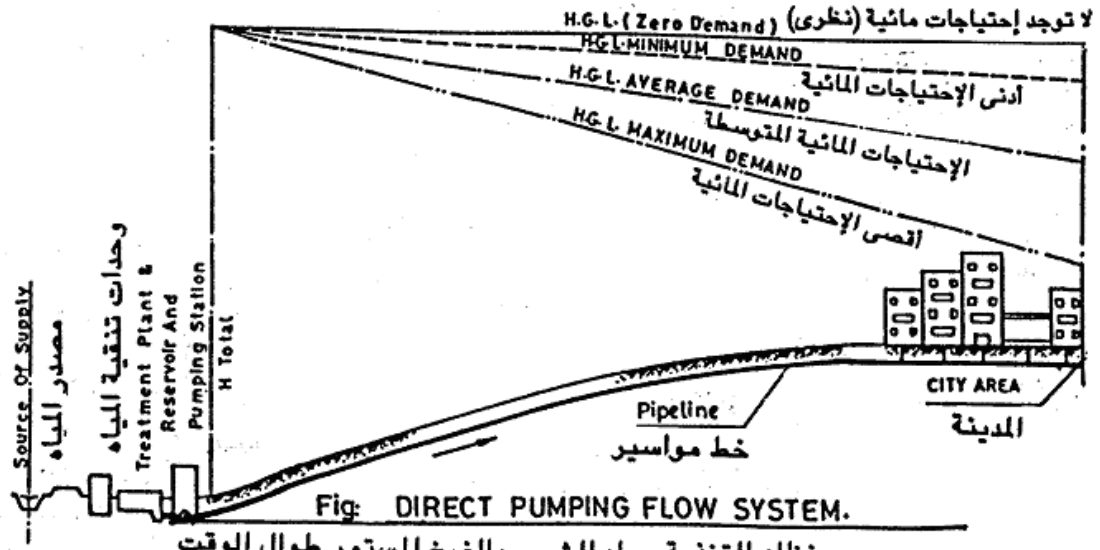
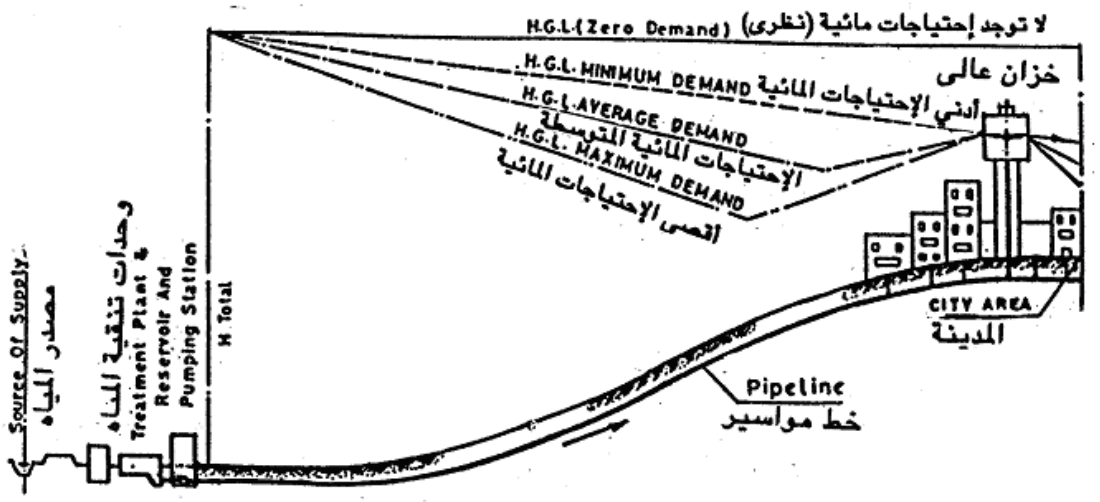


Fig: DIRECT PUMPING FLOW SYSTEM.

نظام التغذية بمياه الشرب بالضخ المستمر طوال الوقت



شكل رقم (٣-١)

النظم الهندسية للتغذية بمياه الشرب

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

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

٣-٤ تخطيط شبكة التوزيع

عند تخطيط شبكة التوزيع، تستخدم إحدى الطرق الأربعة الآتية: التخطيط الشجرى، أو الدائرى، أو الشبكى، أو القطرى.

٣-٤-١ التخطيط الشجرى

فى نظام التخطيط الشجرى (Tree System)، يمتد الخط الرئيسى من محطة الطلمبات إلى وسط القرية أو المدينة (شكل رقم ٣-٢- أ) ويقل قطره كلما بعد عن المحطة. وتتفرع من هذا الخط أفرع أخرى إلى داخل الشوارع المتفرعة من الشارع الرئيسى، لتوزيع المياه. ومع أن هذا الأسلوب فى التخطيط يعتبر أرخص الطرق للتخطيط إلا أنه أقل استعمالا لوجود نهايات غير متصلة (نهاية ميتة Dead Ends) كثيرة، بالاضافة إلى تعرض مناطق كثيرة للحرمان من المياه فى حالة قفل خطوط المياه بسبب الاصلاح والصيانة، أو نتيجة حدوث كسر فى الخط الرئيسى. ويمكن إستخدام هذا النظام فى القرى والتجمعات الصغيرة.

٣-٤-٢ التخطيط الدائرى

يعتبر التخطيط الدائرى (loop System) تطويرا لنظام التخطيط الشجرى، مع توصيل نهايات الخطوط الرئيسية حول المدينة أو المنطقة حيث يمر الخط الرئيسى فى شارع يحيط بالمناطق القديمة. لتكوين دائرة أو حزام مقفل تتفرع منه خطوط فرعية فى الشوارع الجانبية، وذلك حسب تخطيط مسارات خطوط التوزيع (شكل ٣-٢ – ب). ويستعمل هذا النظام فى تغذية القرى والمناطق الريفية، ويمتاز هذا التخطيط عن النظام السابق بقلة النهايات غير المتصلة، بالاضافة إلى عدم حرمان أى منطقة من الماء بسبب أى كسر بعيدا عن المنطقة، نظرا للتغذية من أكثر من اتجاه.

٣-٤-٣ التخطيط الشبكى

يفضل إستخدام التخطيط الشبكى (Gridiron System) فى المدن السكنية الصغيرة والمتوسطة. ويتكون هذا النوع من الشبكات من خط دائرى رئيسى يحيط بالمدينة أو المنطقة على هيئة حزام، بالاضافة إلى خطوط شبه رئيسية أخرى (ثانوية) تخترق الشوارع

الرئيسية على ألا تزيد المسافة بين أى ماسورتين رئيسيتين عن كيلو متر واحد (شكل ٣-٢-ج)، على أن تمتد بينهما من اتجاهين، كما يجعل المياه دائمة الحركة حيث تمر من جهة إلى أخرى ثم بالعكس طبقا للسحب والضغط فى جهتى الخط.

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

وهذا النظام هو الأكثر إستخداماً من مدن مصر.

٣-٤-٤ التخطيط القطرى

يمكن إعتبار نظام التخطيط القطرى (Radial System) نظاماً عكسياً للنظام الدائرى، حيث تخرج الخطوط الرئيسية حاملة للمياه من محطة ضخ أو تنقية المياه إلى خزانات المياه فى مراكز المناطق المختلفة المقسمة إليها المدينة أو الخطوط الحاملة للمياه، ثم تتفرع منها خطوط التوزيع اللازمة إلى أطراف المناطق شكل رقم (٣-٣). وتمتاز هذه الطريقة بإحتفاظها بمعدل التصرف والضغط العالى بداية من توزيعها فى خزانات المناطق المركزية إلى جميع أنحاء المدينة وقلة الفاقد فى الضغط فيها. ويستخدم هذا النظام فى تغذية المدن الكبيرة.

٣-٥ أرشادات التخطيط السليم لشبكات توزيع مياه الشرب بالمدن

يوضح الشكل رقم (٣-٤) إرشادات للتخطيط السليم شبكات توزيع مياه الشرب فى المدن السكنية بالنظام الشبكى المفضل وهو يوضح الأبعاد القياسية بين الخطوط الرئيسية والشبكة الرئيسية والفرعية ومواقع محابس التحكم فى تدفق المياه وكذلك مواقع حنفيات الحريق.

٣-٦ أنواع المواسير المستخدمة فى شبكات توزيع مياه الشرب

يمكن إستخدام الأنواع التالية :

١- مواسير الأسبستوس الأسمنتى.

٢- مواسير البلاستيك uPVC

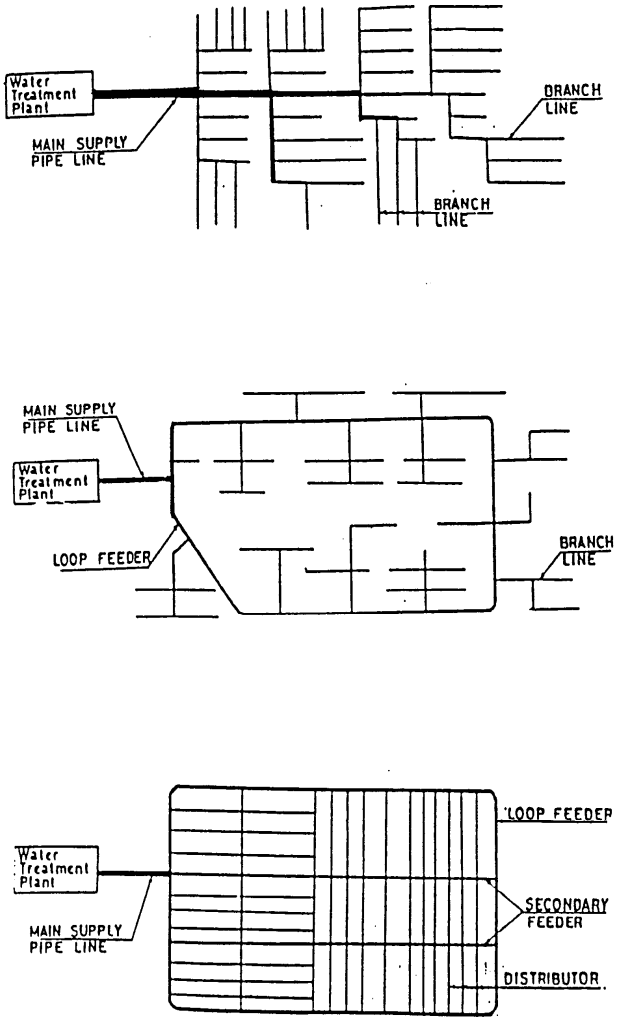
٣- مواسير ألياف الزجاج المقواه بالبلاستيك G.R.P

٤- مواسير الحديد الزهر

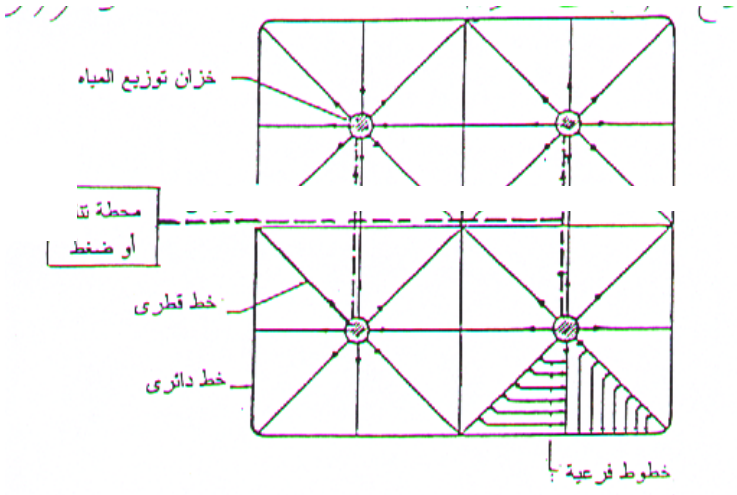
٥- مواسير الزهر المرن

٦- مواسير الصاب.

٧- مواسير الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الأجهاد.

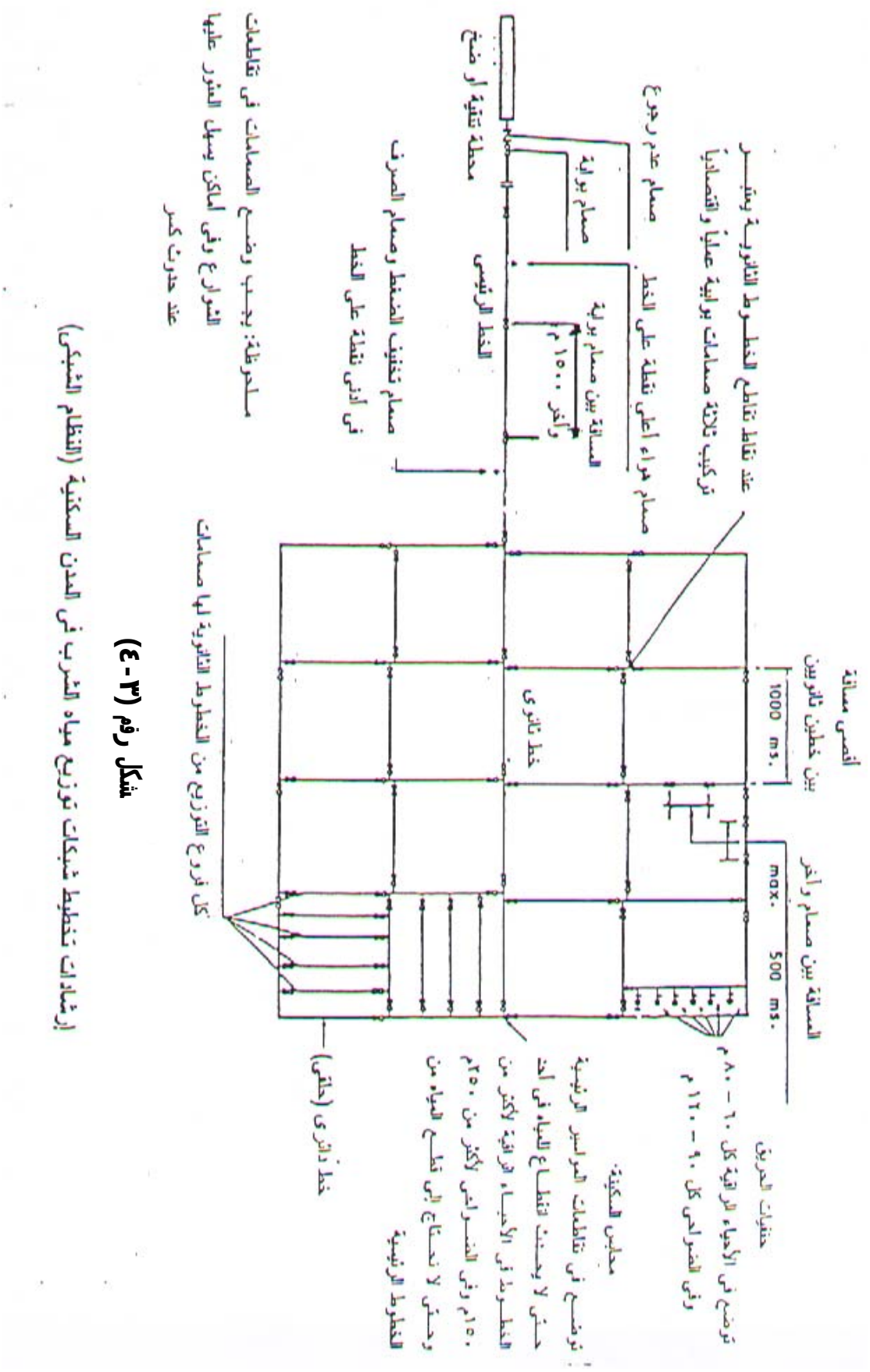


شكل رقم (٣-٢) التخطيط الشجرى والدائرى والشبكى لشبكات توزيع المياه



شكل رقم (٣-٣)

التخطيط القطرى لشبكات توزيع المياه

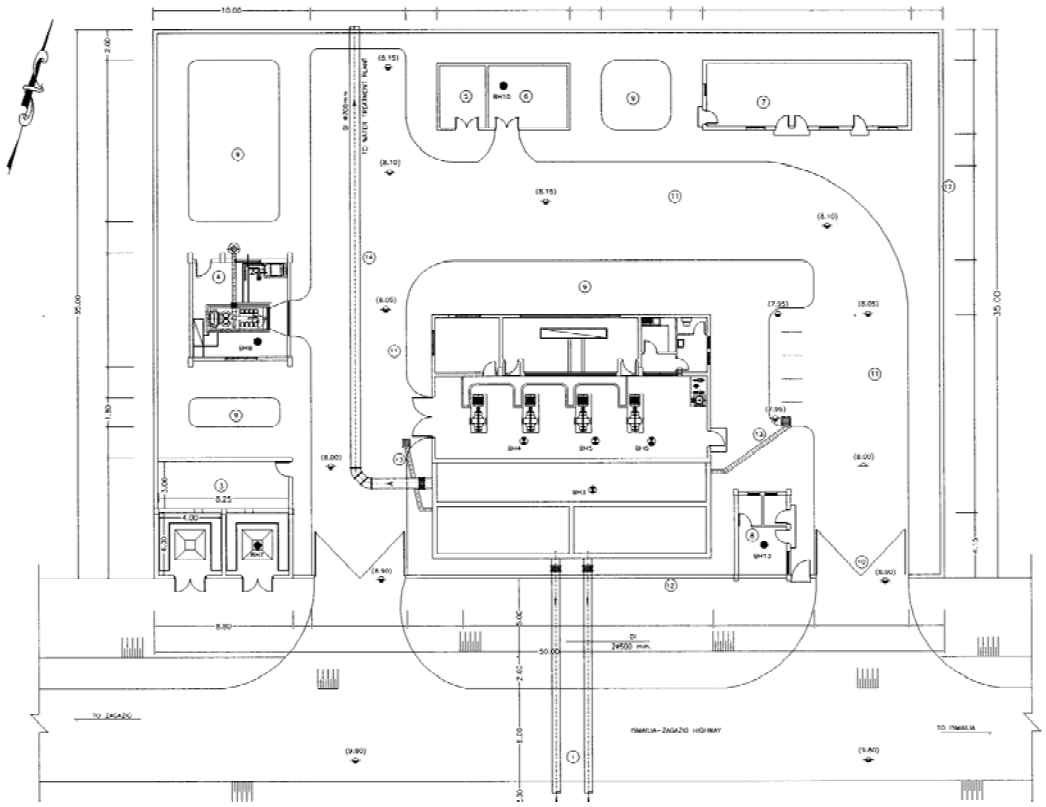


شكل رقم (٣-٤)

إرشادات تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب فى المدن السكنية (النظام الشبكى)

٣-٧ محطات طلمبات الضخ الضغط العالى للمياه النقية (مياه الشرب)

تقوم طلمبات محطة الضغط العالى برفع المياه من بيارة المياه بمحطة التنقية وضغطها فى المواسير الموزعة فى المدينة على ألا يقل الضغط فى أطراف المدينة أو أعلاها منسـوباً فى الأرض فى شبكة المواسير عن ٢٥ متراً وخاصة فى أطراف المدينة. والشـكل رقـم (٣-٥) يوضح تفاصيل محطة طلمبات الضخ الضغط العالى للمياه الشرب (مياه نقية).



شكل رقم (٣-٥) تفاصيل محطة طلمبات الضخ الضغط العالى للمياه الشرب (مياه نقية)

٣-٨ منشآت تخزين مياه الشرب

يتم الاحتفاظ بطاقة تخزينية من مياه الشرب بعد خروجها من محطة التنقية، فى مواقع داخل محطة التنقية وخارجها متفرقة على شبكة التوزيع تنشأ بها خزانات عالية تخدم التجمعات السكنية أو المدن وتكون معدة لتوزيع المياه، وذلك للأغراض الأساسية الآتية:

١- موازنة التغير فى سحب المياه خلال ساعات اليوم الواحد.

٢- تشغيل محطات ضخ المياه بشكل اقتصادى ومنتظم، إما بمعدل ثابت أو متغير، لفترة أو فترتين على الأكثر خلال اليوم الواحد.

٣- توفير كمية احتياطية من المياه النقية لمواجهة أى طارئ مثل :

أ- عدم استمرارية تشغيل محطة التنقية طوال الـ ٢٤ ساعة.

ب- عدم استمرارية تشغيل محطات الضخ لمدة ٢٤ ساعة حيث أنها تعمل غالبا فى القرى أو فى المدن الجديدة لمدة محدودة (١٢-١٦ ساعة فى اليوم، أى تتم التغذيـة بميـاه الشرب على فترات متقطعة).

ج- حدوث كسر فى خط المياه الرئيسى الناقل للمياه.

د- حدوث أى عطل فى وحدات محطة التنقية أو الضخ لفترة قصيرة.

ه- مواجهة حدوث حرائق بالتجمع السكنى.

٤- تحقيق السيطرة وانتظام الضغوط فى الشبكة.

٥- المساهمة فى خفض السعة الإنتاجية لمحطة التنقية، مما يساعد علـى الاقتصـاد فـى الاستثمارات وفى الطاقة الكهربائية.

٦- إتاحة فرصة تفاعل مادة التعقيم (الكلور) لإزالة التلوث قبل ضخ المياه للاستهلاك (يـتم ذلك فى الخزان الأرضى).

٣-٨-١ أنواع منشآت التخزين

تنقسم الخزانات إلى أرضية أو عالية. وتكلفة إنشاء النوع الأول اقل من تكلفة إنشاء النوع الثانى فى حالى التساوى فى السعة، بالإضافة إلى أن طاقته التخزينية أكبر. إلا أن الخزانات العالية تعمل على تنظيم الضغوط فى شبكة التوزيع.

٣-٨-١-١ الخزان الأرضى

الغرض من الخزان الارضى أو خزان المياه المرشحة هو استقبال المياه بعد خروجها من المرشحات، لتغذية محطات الضغط العالى التى تدفعها فى شبكات التوزيع. ويبنى هذا الخزان عادة تحت سطح الأرض بالقرب من مبنى المرشحات، على أن تكون سعته كافية لاستيعاب تصرف المدينة لمدة ٦-٨ ساعات، وفى هذه الحالة يعتبر الجزء المجاور لدخول المياه كخزان تلامس بين المادة المعقمة والمياه لاتمام عمليات التعقيم، وتتراوح هذه المدة بين ٢٠-٣٠ دقيقة. وقد تبنى خزانات المياه الأرضية تحت المرشحات مباشرة، إلا أنه لا يفضل ذلك نظرا للصعوبات الانشائية التى تعترض التنفيذ ويكتفى بتخزين مياه غسيل المرشحات فقط. وقد تبنى الخزانات فوق سطح الأرض فى المناطق المرتفعة الموجودة بالتجمعات السكنية أو القريبة منها، للاستفادة من فرق المنسوب الاستاتيكى.

ويبنى الخزان بحيث تتدفق المياه فيه بانتظام فى كامل قطاعه، وذلك ببناء حـوائط حائلـة توجه المياه من المدخل الى المخرج وتحول دون وجود مناطق تركد فيها الميـاه. وتبنـى الخزانات غالبا من الخرسانة المسلحة، وتستخدم الحـوائط الحائلـة كـدعامات للسـقف والأرضية، ويزود السقف بفتحات للتهوية تغطى بسلك ذو عيون دقيقـة او بغطـاء مـن الالومنيوم له شكل معين، بحيث يسمح بمرور الهواء أثناء عمليات الملء والتفريغ، ويمنع دخول التربة والحشرات. وتكسى الحوائط والارضية بطبقة عازلة من مونـة الاسـمنت

المخلوطة بمادة تمنع نفاذ المياه أو باى مادة عازلة أخرى. وينحدر القـاع إلـى مواسـير الصرف لامكان تنظيف الخزان على فترات زمنية لضمان سلامة المياه. كمـا يفضـل ان تمر المياه عند دخولها إلى الخزان على هدار أو حائط حائل، وبذلك يمكن تفريغ الخـزان إلى منسوب الهدار فقط، فى حالة إصلاح ماسورة أو محبس المدخل. أما ماسورة المخرج فتوضع على ارتفاع ٢٥ سم من القاع، كما هو مبين فى الشكل رقم (٣-٦)، بينما توضـع ماسورة الغسيل على القاع مباشرة حتى يمكن تفريغ الخزان منهـا، أو تسـتخدم طلمبـة غاطسة متحركة لتفريغ مياه الغسيل، وهى غير موضحة بالشكل

٣-٨-١-٢ الخزان العالى

وهو من الوحدات الهامة فى أعمال توزيع المياه، ونادراً ما تخلو مدينة أو قرية من خزان عالى أو أكثر. ويبنى من الخرسانة المسلحة أو الصاب، ويستخدم أساسا فى حفظ ضـغط كاف فى شبكة التوزيع، ولتخزين المياه عند حالة معدلات الاستهلاك المنخفضة من أجـل استخدامها عند حالة معدلات الاستهلاك الكبيرة (للموازنة)، ولإطفاء الحرائق. ويتم تحديـد سعة الخزان حسب الغرض من استخدامه (للموازنة أو للتخزين)، كما بالشكل رقم (٣-٧).

ويتصل الخزان العالى بشبكة التوزيع بواسطة ماسورة رأسية لتغذيته بالماء وكذلك لتغذيـة شبكة التوزيع بالماء منه.

٣-٨-٢ سعة التخزين

يتم تحديد السعة التخزينية بغرض الموازنة خلال دورة الملء والتفريغ وذلك على اساس:

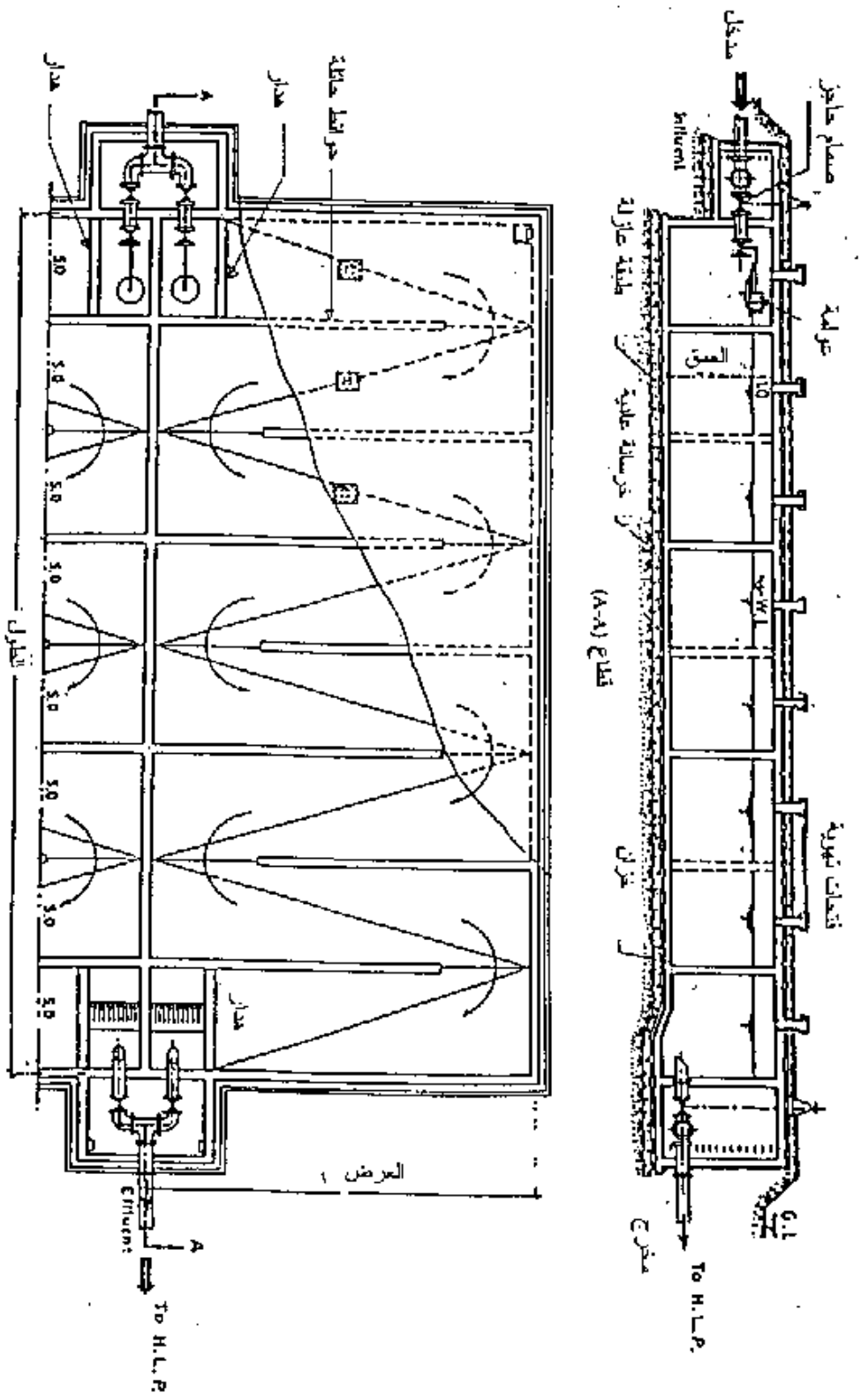
- الفرق بين أعلى وأقل احتياج (التغير فى الاستهلاك).
- التخزين الاحتياطى المطلوب لإطفاء الحرائق.
- سعة التخزين للطوارئ

ويتم التخزين عادة باستخدام الخزانات الأرضية والعلوية معا بحيث يغطى كل منهما جزءا من التخزين الكلى المطلوب.

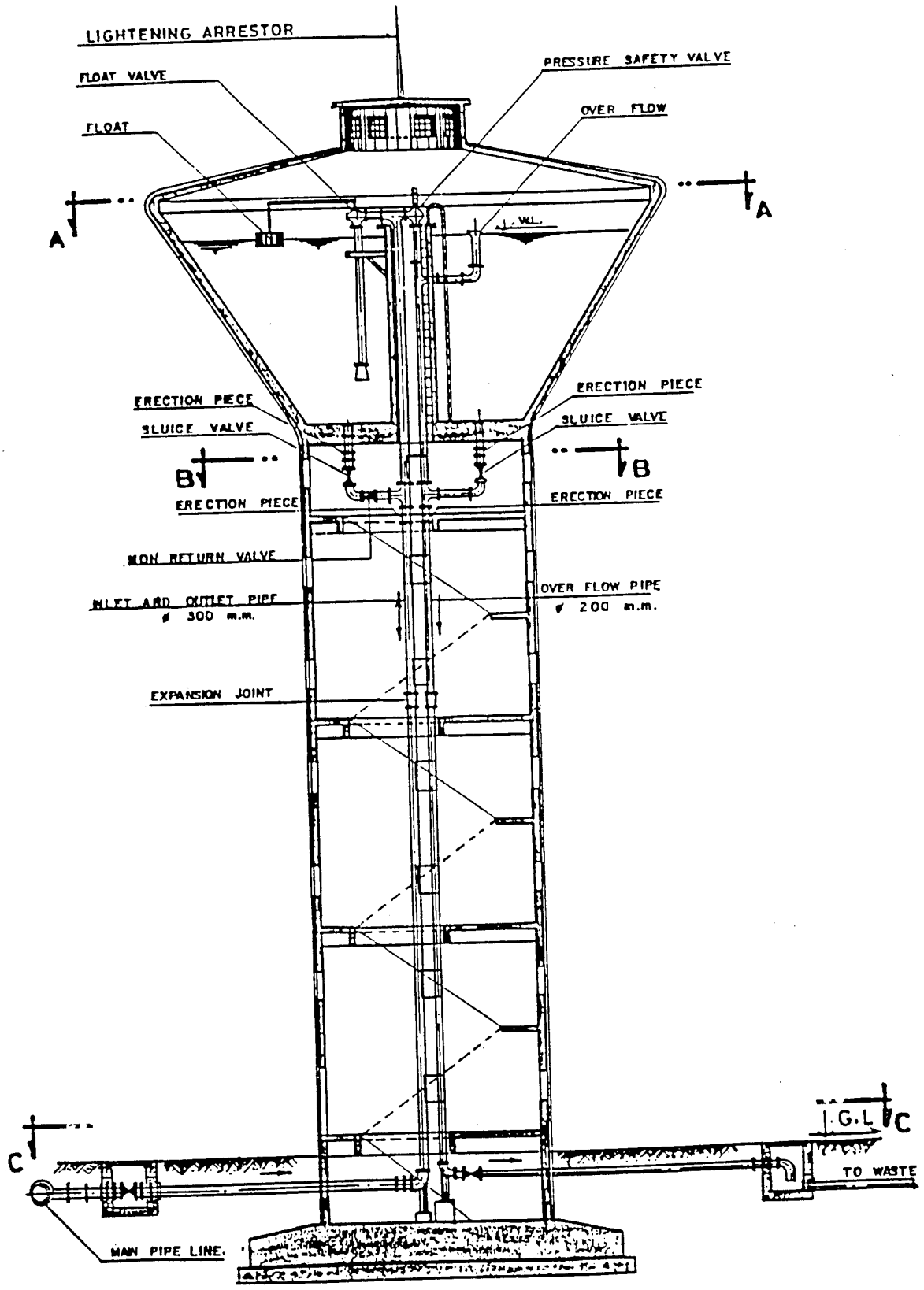
٣-٨-٣-١ سعة التخزين الارضى

يتم حساب حجم التخزين الارضى بحيث يفى بالاحتياجات التالية:

١. الفرق بين اقصى استهلاك يومى وأقصى استهلاك شهرى (التصرف التصميمي).
٢. حجم تخزين للطوارئ من أربع إلى عشر ساعات من الإنتاج اليومى.
٣. الزمن اللازم للتلامس بين الكلور والماء للتعقيم (٣٠ دقيقة).



شكل رقم (٣-٦) تفاصيل خزان مياه أرضى



شكل رقم (٣-٧) تفاصيل مواسير ومحابس وصلات الخزانات العالية

وتضاف كمية مياه تخزين مكافحة الحريق إلى أكبر كمية من الثلاث كميات الأخرى

وطبقا للمواصفات المصرية، فإن كمية الحريق يمكن تقديرها على اساس احتياج ٦٠ متر مكعب/ساعة للحريق الواحد وزمن الحريق لمدة ساعتين، وذلك لكل ١٠٠٠٠ نسمة.

∴ كمية المياه المطلوبة للحريق =

$$\text{متر}^3 = \frac{٦٠ \text{ م}^3/\text{ساعة} \times ٢ \text{ ساعة} \times \text{عدد السكان (نسمة)}}{١٠٠٠٠ \text{ (نسمة)}}$$

٣-٨-٣-٢ سعة التخزين العلوى

فى المناطق السكنية الصغيرة التى لا يتجاوز تعدادها مائة ألف شخص، يبنى الخزان العلوى بحيث تكون سعته تساوى احتياجات المدنية لمدة تتراوح بين ٨-١٠ ساعات، وهو الوقت الذى قد تتوقف فيه محطة الطلمبات عن الضخ يوميا عند تشغيلها فترة النهار فقط وايقافها فى المساء.

أما فى المناطق الكبيرة، التى يتراوح تعدادها ما بين مائة ألف شخص ونصف مليون شخص، فيكتفى بأن تكون سعة الخزان مساوية لاحتياجات المدينة مدة تتراوح بين ساعتين وأربع ساعات. وذلك نظرا لتشغيل محطة الطلمبات ومحطة الطلمبات ومحطة التنقية ٢٤ ساعة يوميا فى مثل هذه المناطق

أما فى المناطق الأكبر من ذلك، والتى يتعدى تعدادها مليون شخص، فقد يستغنى كليه عن الخزان العلوى إذا توافرت قوة احتياطية من الطلمبات فى محطة الضغط العالى يمكنها أن تفى باحتياجات المدينة القصوى فى اى وقت. اى أن الطلمبات لن يتم تشغيلها بأقصى طاقتها إلا فى فترات قليلة طوال العام. ولذلك فإن مثل هذا النظام يعتبر أكثر تكلفة من المشروعات التى تشمل إنشاء خزانات المياه العالية، مما يجعله غير متبع فى كثير من الاحوال. وإن كان يفضل إنشاء خزان عالى أو أكثر ليفى باحتياجات المياه اللازمة لمحكافحة الحريق وللطوارئ.

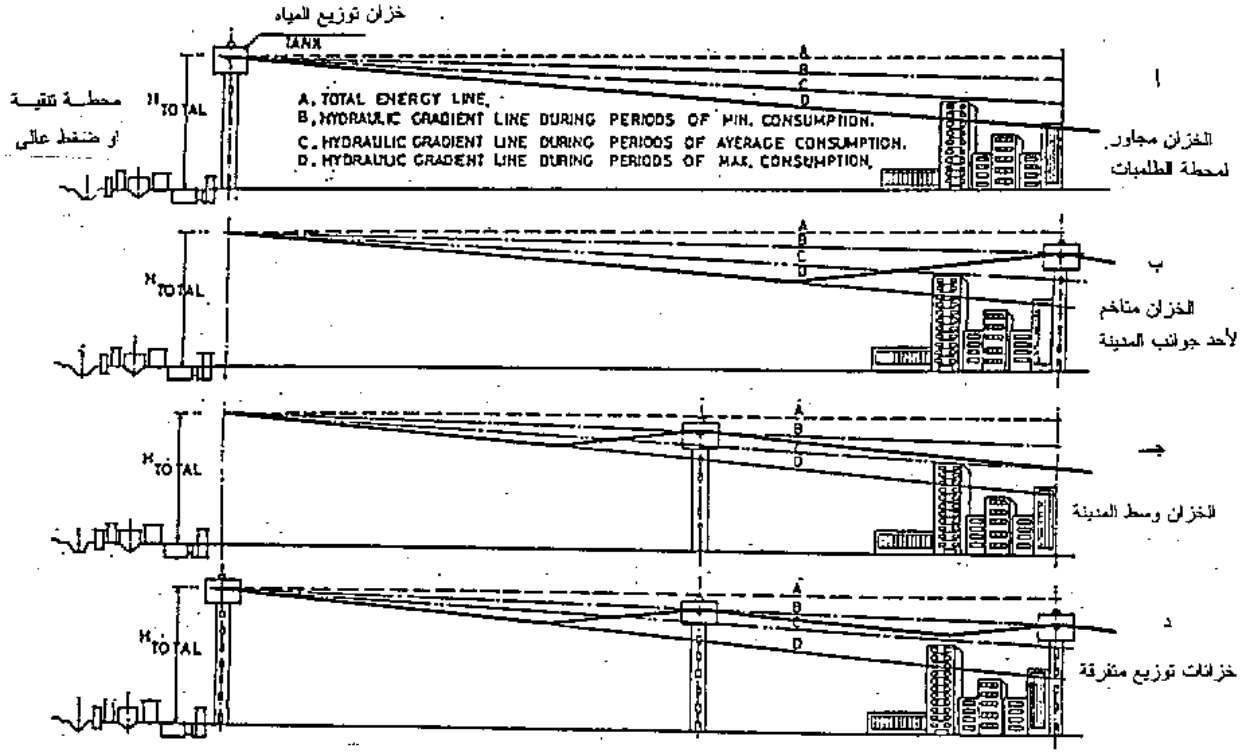
٤-٤ اختيار مواقع انشاء الخزان العالى

عند تحديد موقع انشاء الخزان العالى توجد عدة اختيارات لكل منها مميزاته وعيوبه. ويبين الشكل رقم (٣-٨) بدائل اختيار موقع الخزان العالى للمدينة، كما يوجد خيار بناء عدة خزانات للمدينة الواحدة وذلك على النحو التالى:

- أن يكون الموقع مجاورا لمحطة الطلمبات، إلا أن عيب هذا الاختيار يتمثل فى ارتفاع الضغط فى شبكة المواسير باستمرار بالقرب من الخزان، وانخفاض الضغط باستمرار فى

الجانب الآخر من المدينة، الأمر الذى قد يستدعى إنشاء محطة ضغط مساعدة (Booster).

- أن يكون موقع الخزان متاخماً لأحد جوانب المدينة ومحطة الطلمبات فى الجانب الآخر. ويمتاز بإمكانية إمداد المدينة بالمياه من جانبيها عند زيادة الاستهلاك، إلا أن الضغط فى المواسير بالقرب من محطة الطلمبات يكون متغيرا تغيرا كبيراً، فيكون أقصاه عند عمل الطلمبات ويكون أدناه عند توقف الطلمبات وإمداد المدينة بأكملها من الخزان العلوى.



شكل رقم (٣-٨) بدائل أختيار مواقع الخزان العالى بالنسبة للمدينة

الفصل الرابع

المعامل بمحطات تنقية مياه الشرب
ودورها فى التأكيد على جودة المياه
ومطابقتها للمواصفات القياسية المصرية

الفصل الرابع

المعامل بمحطات تنقية مياه الشرب ودورها فى التاكيد على جودة المياه ومطابقتها للمواصفات القياسية المصرية

٤-١ مقدمة

تجرى بعض الاختبارات المعملية على عينات من المياه سواء داخل محطات التنقية أو من شـبكات التوزيع، وذلك بهدف التأكد من خصائص هذه المياه ومدى مطابقتها للمواصفات القياسية المصـرية وبالتالى تحقيق الأغراض التالية :

الغرض من الإختبارات المعملية

١- معرفة كفاءة عمليات التنقية اللازمة لإزالة ما بالمياة العكرة من شوائب أو غيرها.

٢- الحكم على مدى كفاءة كل مرحلة من مراحل التنقية.

٣- التأكد من قيام وحدات المحطة لوظائفها وكذلك وظيفتها كوحدة متكاملة.

٤- الحكم على مدى صلاحية المياه المنتجة من محطة تنقية مياه الشرب.

٥- الحكم على مدى صلاحية المياه العكرة وكذلك مدى ملائمتها للتنقية.

٦- معرفة حدوث تغير مفاجئ فى خصائصها للتغلب علية ومواجهتة.

ويشمل فحص العينات من المياه الإختبارات الموضحه فيما بعد.

٤-٢ الإختبارات الطبيعية

وتشمل الإختبارات الآتية :

١- قياس درجة الحرارة.

٢- قياس الطعم والرائحة.

٣- قياس كمية المواد العالقة SS

٤ – قياس العكارة/ الشفافية.

٥- قياس اللون.

٦ – قياس درجة التوصيل الكهربى .E.C.

٤-٣ الإختبارات الكيميائية

وتشمل الإختبارات الكيميائية وإختبارات التحاليل للمواد العضوية وكذلك إختبارات التحاليل للمـواد الغير عضوية وهى كما يلى :

٤-٣-١ إختبارات التحاليل للمواد العضوية

١. قياس النشادر الحر والمتحد.

٢. قياس النشادر الزلالى.

٣. تقدير النترات.

٤. تقدير النيتريت.

٥. قياس الأكسجين الحيوى الممتص.

٤-٣-٢ إختبارات التحاليل للمواد الغير عضوية

١. المواد الذائبة الغير عضوية.

٢. قوة تركيز أيون الهيدروجين.

٣. قياس القلوية.

٤. قياس الحموضة.

٥. قياس العسر.

٦. تقدير أملاح الكلوريدات.

٧. تقدير تركيز أملاح المعادن.

٨. تقدير الغازات الذائبة.

٤-٤ الإختبارات البكتريولوجية

وتشمل اختبارات البكتريولوجية ما يلى :

١- العد الكلى للبكتريا الحية فى درجة ٢٠ درجة مئوية.

٢- العد الكلى للبكتريا الحية فى درجة ٣٧ درجة مئوية.

٣- العد الكلى لبكتريا القولون عند ٣٧ درجة مئوية.

٤-٥ الإختبارات الميكروسكوبية

وتشمل الفحوص الميكروسكوبية للمياه ما يلى :

أ– البحث عن الطحالب الخضراء المزرقة.

ب- البحث عن الطحالب الخضراء.

ج- البحث عن الطحالب الدياتومية.

٤-٦ قياس المواد المشعة

ويشمل قياس أعداد المواد المشعة القياسات التالية :

- إختيار المواد المشعة من فصيلة ألفا.

- إختيار المواد المشعة من فصيلة بيتا.

٤-٧ الإختبارات المعملية لعينات المياه من وحدات محطة تنقية مياه الشرب

تنتقسم التجارب الواجب إجرائها بمحطات تنقية مياه الشرب طبقاً لتوقيت أخذ العينات تجارب يومية وتجارب أسبوعية وتجارب أسبوعية وتجارب شهرية كما يلى :

٤-٧-١ التجارب اليومية

وهي المراقبة الطبيعية الكيميائية والمراقبة البكتيريولوجية للمياه.

أولاً : تجارب التحاليل الطبيعية الكيميائية :

١- درجة الحرارة (مئوية).
٢- اللون.
٣- الطعم.
٤- الرائحة.
٥- العكارة NTU.
٦- الرقم الهيدروجيني pH.
٧- التوصيل الكهربي.
٨- الأملاح الذائبة.
٩- القلوية الكلية (كا ك أ٣).
١٠- قليوة الكربونات (كا ك أ٣).
١١- العسر الكلي (كا ك أ٣).
١٢- الكلوريدات (كل).
١٣- التوازن الكلسي.
١٤- جرعة المروب (تقدير جرعة المروب – إختبار Jar Test).
١٥- جرعة الكلور (المبدئى والنهائى)
١٦- الكلور المتبقي.
١٧- العد الطحلبي.
١٨- الفحص الميكروسكوبي.

ثانياً : تجارب التحاليل البكتيريولوجية :

١- المجموعة القولونية في ١٠٠سم^{٣}
٢- البكتريا العادية في ١سم^{٣}

٤-٧-٢ تجارب التحاليل الإسبوعية

وتشمل تجارب التحاليل الأسبوعية ما يلى :

١- العكارة.
٢- درجة الحرارة.
٣- عكارة بالوزن.
٤- التوصيل الكهربى.
٥- أملاح ذائبة (١٢٠م).
٦- توازن كلسي.
٧- تركيز أيون الأيدروجينى.
٨- القلوية الكلية (كا ك أ٣).
٩- قلوية الكربونات (كا ك أ٣).
١٠- العسر الكلي (كا ك أ٣).
١١- العسر الدائم (كا ك أ٣).
١٢- العسر المؤقت (كا ك أ٣).
١٣- الكالسيوم (كا).
١٤- الماغنسيوم (ما).
١٥- الكلوريدات (كل).
١٦- الكبريتات (كب أ٤).
١٧- سيليكات (س أ٢).
١٨- فلوريدات (فل).
١٩- أوكسجين مستهلك.
٢٠- ثاني أكسيد الكربون (ك أ٢).
٢١- الحديد (ح).
٢٢- المنجنيز (م).
٢٣- العد الطحلبي.
٢٤- الفحص الميكروسكوبي.
٢٥- الأمونيا.
٢٦- النيتريت.
٢٧- النترات.

٤-٧-٣ تجارب التحاليل الشهرية

وتشمل تجارب التحاليل الشهرية ما يلى :

١- تحليل كيميائي كامل للمياه العكرة والمرشحة في جميع مراحل التنقية.

٢- إختبار المعادن الثقيلة (بمعمل مركزي).

٣- إختبار المبيدات والمركبات العضوية – الزيوت والشحوم (بمعمل مركزي).

٤- إختبار مركبات الميثان المكلوره (بمعمل مركزي).

٤-٨ دور المعامل فى الإختبارات المعملية والتأكيد على جودة مياه الشرب

دور المعامل فى الإختبارات المعملية

١- تجرى هذه التحاليل لجميع محطات تنقية المياه ويتبع في إجرائها الطرق القياسية العالمية المعتمدة علي إنه في حالة عدم توافر الإمكانات اللازمة لإجراء أي من التحاليل يتم إجراؤها بمعمل محطة تنقية أكبر من ناحية الحجم.

٢- يجب الإلتزام بإجراي تحاليل المراقبة الكيميائية والمراقبة البكتيريولوجية للمياه علي أن يتم إجراؤها روتينياً لجميع عينات المياه.

٣- يجب الإلتزام بإجراء تحاليل المعادن الثقيلة مرة – علي الأقل – كل شهر.

٤- يجب الإلتزام بإجراء تحاليل مركبات الميثان المكلورة شهرياً.

٥- يجب الإلتزام بإجراء تحاليل المبيدات والمركبات العضوية الأخري – مرة علي الأقل – كل ٦ أشهر.

٦- المواد المشعة : يتم إجراء التحاليل الخاصة بها بمعرفة هيئة الطاقة الذرية.

٤-٨-١ العكارة Turbidity

تنتج العكارة عن وجود الجزئيات العالقة في الماء مثل الطمي والمواد العضوية والطحالب والكائنات الأخري الدقيقة. وتعتبر العكار من الدلائل الواضحة في إمدادات المياه لأنها تعطي مقياساً للمخاطر الصحية وتعتبر دليلاً علي كفاءة عملية التنقية.

وحديثاً ترتبط الكفاءة العالية لإزالة العكارة بإزالة الكائنات الدقيقة وتشمل الجيارديا (Giardia) والكريبتوسبوريديم (Cryptosporidium).

العكارة هي إصطلاح للدلالة علي مقدار الضوء المتفرق والممتص بواسطة الجزئيات في العينة. تقاس العكارة وتقدر بوحدات (Nephelometric Turbidity Units) (NTU). يجب قياس عكارة المياه الخام مرة يومياً علي الأقل (إلا إذا زادت عكارة المياه الخام عن ٢٠ NTU في هذه الحالة يجي أخذ عينات كل ساعتين). يتم قياس العكارة لكل العينات اليومية الخاصة بالتحليل البكتيريولوجي. يتم تسجيل عكارة العينات كلها في دفتر التسجيل. يتم ترك جهاز قياس العكارة مفتوحاً كلما أمكن حتي يعطي أكثر القراءات ثابتاً. يتم إستخدام أقل مدي ممكن مع كل عينة يراد قياسها (تحديد نطاق قياس العينة)، يتم معايرة الجهاز لكل مجموعة من العينات في نفس المدى. يجب

أن تكون إنبوبة العينة (في الجهاز) نظيفة جداً وخالية من أي خدوش حتي لا يتسبب ذلك في خطـأ القراءة. يجب معايرة المحلول القياسي الأولي في بداية التشغيل – (وكذلك العكارات القياسية كلها مع كتابة رقم العكارة علي كل أنبوبة) وإجراء المعايرة مرة كل ٦ شهور.

٤-٨-٢ درجة الحرارة

تؤثر درجات الحرارة علي كفاءة العمليات في وحدات محطة التنقية، ويعتمد معدل ذوبان الكيماويات وتفاعلها علي درجة الحرارة. وتحتاج المياه الباردة عموماً إلي جرعات أكبر من الشبة ليتم الترويق بكفاءة، بينما تحتاج المياه ذات درجات الحرارة المرتفعة إلي جرعات أعلي من الكلور بسبب النشاط الزائد للكائنات الحية والطحالب في المياه الخام ويتم قياس وتسجيل درجة حرارة المياه مـرة يوميـاً علي الأقل.

٤-٨-٣ إختبار تحديد الجرعات Jar- Test

يتم إجراء الإختبار بهدف تحديد جرعة الشبة المثلي الواجب إسـتخدامها (Optimum dose) مـن حيث الجودة والتكلفة.

الإجراء القياسي لأداء إختبار (Jar Test) عبارة عن وضع لتر واحد من المياه الخام في كل كـأس زجاجي من كئوس جهاز الإختبار (عادة ما يكون عددها ستة كؤوس زجاجية) ثم تضاف جرعة من الكلور محددة تحاكي جرعة الكلور المبدئي التي سيتم تطبيقها في المحطة ثم تضاف الشبة بجرعات متباينة مع تقليب سريع لمدة دقيقتين ثم تقليب بطئ لمدة ٢٠ دقيقة. ثم يترك ليرسب لمدة ١٠ دقـائق لمحاكات عملية الترسيب بمحطة المياه.

تجري الإختبارات المعملية التالية على المياه العكرة لتقييم جرعة الشبة وكـذلك أختبـار الجرعـة المثالية وهذه الإختبارات المعملية كما يلى :

الإختبارات المعملية للمياه العكرة

١- قياس العكارة.
٢- قياس الكلور المتبقي.
٣- قياس درجة التأين الأيدروجينى.
٤- إجراء العد الطحلبي.
٥- يتم إختبار جرعة الشبة المثلي الواجب إستخدامها بمراعاة الجودة والناحية الإقتصادية (التكلفة).
٦- يجب أن تسجل البيانات علي النموذج القياسي الموضح في جدول رقم (٤-١).
٧- يتم إجراء إختبار Jar Test بمجرد أخذ (رفع) العينة ويفضل أن يتم ذلك خلال ساعة واحدة إذا تأخر عن ذلك يجب إحضار عينة مياه خام طازجة.

جدول رقم (٤-١) نتائج التحليل القياسي لإختبار تحديد الجرعات للكلور المبدئى والمروبات (الشبة)

شركة مياه الشرب والصرف الصحى : .....

محطة تنقية مياه الشرب : .....

١- مصدر المياه العكرة : نهر النيل : ..... **كيلو**

الرياح : .....

الترعة : .....

٢- درجة الحرارة : ..... **م°**

٣- درجة تركيز الأيون الأيدروجينى : ..... **pH**

٤- العكارة : ..... **NTU**

٥- العدد الطحلبي : .....**وحدة/مل**

التاريخ والساعة : .....

رقم	رقم الجار	١	٢	٣	٤	٥	٦	ملاحظات
١	جرعة الكلور (جم/م^3)							
٢	جرعة الشبة (جم/م^3)							
٣	الحجم النسبي للندف							
٤	وقت الترسيب النسبى (دقيقة)							
٥	الكلور المتبقى (ppm)							
٦	العكارة ()NTU							
٧	درجة التأين الأيدروجينى pH							
٨	العد الطحلبي (وحدة/مل)							

مدير المختبر : .....

٤-٨-٤ التوصيل الكهربي

هي طريقة شائعة لتحديد المحتوي العام للمواد الصلبة أوالمعادن الذائبة في الماء حيث أن المواد التي تذوب في الماء يقال أنها تتأين أي تكون حسيمات مشحونة كهربياً. وهذه الجسيمات المتأينة تسمح للماء بتوصيل الكهرباء.

ووحدة القياس هي EC (الميكرومهو /سم Micro Mho/ cm)

٤-٨-٥ المواد الصلبة الذائبة الكلية Total dissolved solids (TDS)

ترجع المواد الصلبة الذائبة الكلية إلي البقايا القابلة للترشيح. وتتكون الأملاح الكلية الذائبة من كالسيوم وماغنسيوم وكربونات وبيكربونات وكلوريدات وكبريتات وصوديوم وبوتاسيوم. وكمية مقررة من المواد العضوية التي تذوب في الماء.

ومحتوي المواد الصلبة الذائبة في الماء دليل هام علي مدي صلاحيتها للشرب والإستعمالات الزراعية والصناعية. فإرتفاعها يخلق مشاكل مثل الطعم والرائحة والعسر والتأكل وتكون القشور.

٤-٨-٦ الأس الأيدروجينى

تعتبر قيمة الـ pH مقياساً لحموضة وقلوية المياه وهو عبارة عن درجة تركيز الأيون الأيدروجينى الحر فى السائل (الماء).

- يستخدم النطاق من صفر إلى ١٤ للقياس وعند الصفر تكون أقصي الحامضية وعند الـ ١٤ تكون أقصي القلوية. والرقم ٧ هو التعادل والمدى العادى للرقم الأيدروجينى للمياه السطحية يتراوح ما بين ٦.٥ إلي ٨.٥ وللمياه الجوفية من ٦ علي ٨.٥.
- وتعتمد كفاءة عمليات الكلورة (تفاعل الكلور) وعمليات (تفاعل الشبة) علي قيمة الـ **pH** بالإضافة إلي أنه عند قيمة أقل من ٧ يميل الماء إلي إحداث تآكل للمعدات والمواد الأخري التي تلامسها. وعند قيم أعلي من ٧ يميل الماء إلي ترسيب القشور. ويلاحظ ذلك في خطوط المواسير والسخانات المنزلية.

٤-٨-٧ القلوية الكلية

قلوية الماء تمثل معيارا لقدرتها علي أن تعادل حامض. وقد توجد في المياه الطبيعية علي شكل كربونات وبيكربونات وهيدروكسيد وسليكات وفوسفات. ووجود واحد أو أكثر من هذه الأيونات يعتمد علي قيمة الرقم الأيدروجينى للمياه pH ويستحسن أن تكون مياه الشرب متعادلة أو قلوية قليلاً لما لها من تأثير علي عملية الترويب نظرا لأن الشبة مادة حمضية تحتاج وسط قلوي لإتمام عملية الترويب.

٤-٨-٨ العسر الكلى

عسر الماء هو مقياس لتركيز أملاح الكالسيوم والماغنسيوم الذائبة في الماء وقد يكون مؤقتاً أو دائماً والعسر المؤقت هو الناتج عن وجود بيكربونات الكالسيوم والماغنسيوم ويمكن إزالته بالغليان.

والعسر الدائم ينتج من وجود كبريتات وكلوريدات وسليكات الكالسيوم والماغنسيوم ولايمكن إزالته بالغليان ويحتاج لعمليات معالجة خاصة وكلآ من المياه العسره والمياه اليسرة صالحة للإستهلاك الأدمي ولكن لايستحب بصفة عامة إستخدام المياه العسره تترسب في المواسير والأدوات الصحية المنزلية وأواني الطهو بالإضافة إلي أن المياه العسره تقلل من فاعلية الصابون. ويستعمل في المختبرات إختبار قياسي لتعيين عسر الماء ويعبر عن الناتج بالـ مجم/لتر لكربونات الكالسيوم كما أ ٣ وتصنف درجة العسر علي النحو التالي :

ماء يسر	(٠ – ٧٥ مجم / لتر)
ماء متوسط العسر	(٧٥ – ١٥٠ مجم / لتر)
ماء عسر	(١٥٠ – ٣٠٠ مجم / لتر)
ماء عسر جدا	(> ٣٠٠ مجم / لتر)

٤-٨-٩ الكلوريدات

الكلوريدات أحد اكبر الأيونات الغير عضوية الذي يوجد طبيعياً في المياه ويزيد محتوي الكلوريدات كلما زاد المحتوي المعدني. لذلك يمكن أن يكون تركيز الكلوريدات مؤشراً لتلوث المياه بمياه الصرف الصحى، كما أن المستويات العالية من الكلوريدات يمكن أن تسبب تآكل المواسير المعدنية.

٤-٨-١٠ الكبريتات

الكبريتات هي جزء من العسر الدائم للمياه. وتدخل إلي الماء عن طريق المرور علي التكوينات الجيولوجية أو من التلوث الجوي أو من أغصان النباتات أو من المصانع والمناجم.

ومستويات الكبريتات أكثر من ٢٥٠مجم / لتر. تسبب شكوي المستهلكين من الطعم وفي المستويات العالية فغن كبريتات الصوديوم والمغنسيوم تسبب أثراً ملينا.

٤-٨-١١ السيليكات

تدخل السيليكات إلي المياه الطبيعية كمواد معلقة أو غروية أو في شكل أيونات السيليكات من خلال تآكل الصنبور المحتوية علي سيليكاتوتحتوي المياه الطبيعية علي السيليكات في صورة ذائبة أو غروية بتركيزات أقل من ١٠ مجم / لتر بينما تصل بعض أنواع المياه الطبيعية إلى ٦٠ مجم/لتر.

ووجود السيليكات في المياه غير مرغوب فيه حيث توجد صعوبة كبيرة في إزالة السيليكا وقشور السيليكات من مختلف المعدات.

٤-٨-١٢ الفلوريدات

تتواجد الفلوريدات طبيعياً في المياه السطحية كما أنه يمكن إضافتها لمياه الشرب بجرعات محددة ويعتبر تركيز ١ مجم/لتر من الفلوريدات في مياه الشرب كافياً للوقاية من تسوس الأسنان دون أية

تأثيرات ضارة علي صحة الإنسان ولكن قد تسبب التركيزات الزائدة عن الحدود المقررة لضعف وتهشم الأسنان. (Dental Fluorosis)

٤-٨-١٣ الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen

تدل تركيزات الأكسجين الذائب في المياه الطبيعية علي الأنشطة الطبيعية والكيميائية الحيوية في المياه وترتبط كمية الأكسجين الذائب بدرجة الحرارة حيث أن المياه الدافئة تحتوي علي أكسجين ذائب أقل والمياه الباردة علي أكسجين ذائب أكثر.

٤-٨-١٤ الأكسجين المستهلك Oxygen Consumed

يعتبر تعيين الأكسجين المستهلك مقياساً لكمية الأكسجين اللازمة المطلوبة لأكسدة المواد القابلة للأكسدة في عينة المياه بما في ذلك المواد العضوية.

٤-٨-١٥ الأمونيا Ammonia

يوجد نيتروجين الأمونيا طبيعياً في المياه السطحية ومياه الصرف ويقل تركيزها بصفة عامة في المياه الجوفية ويدل الإزدياد المفاجئ في تركيز الأمونيا في المياه الخام علي تلوث بالصرف العضوي ويتسبب وجود الأمونيا في مياه الشرب بتركيز أعلي من ١.٥ مجم/لتر في مشاكل في الطعم والرائحة.

٤-٨-١٦ النيتريت Nitrite

يعتبر النيتريت حالة أكسدة متوسطة للنيتروجين يمكن أن تحدث نتيجة أكسدة الأمونيا أو إختزال النترات يدل وجود النيتريت في المياه علي أعلي إحتمال تلوث بالمخلفات العضوية ويعتبر النيتروجين عموماً أحد العناصر الغذائية الضرورية لنمو الطحالب.

٤-٨-١٧ النترات Nitrate

تعتبر النترات أعلي حالة أكسدة للنيتروجين وفي المياه يمكن أن يتأكسد النيتروجين العضوى غلى أمونيا ثم إلى نيتريت ثم نترات. وتوجد النترات عامة فقط بكميات قليلة جدا فى المياه السطحية. وزيادة النترات فى الماء قد يتسبب في حدوث مرض الزرقة في الأطفال.

٤-٨-١٨ الحديد

يوجد الحديد في شكلين حديدوز ($ح^{+2}$) وحديديك ($ح^{+3}$) يوجد أيون الحديد في المياه الجوفية وفي المياه ذات المستوي المنخفض من الأكسجين الذائب وينتج الحديد الذائب في الماء من التربة والصخور وقد ينتج أيضاً نت تآكل الأنابيب الحديدية الغير محمية والخزانات.

وتتسبب تركيزات الحديد أعلي من ٠.٣ مجم / لتر في ظاهرة المياه الحمراء الغير مرغوب فيها وتستطيع بكتريا الحديد مثل الجاليونيلا Gallionella في مشاكل مياه مراء وطعم ولون وإنسداد المواسير وفشل الطلمبات.

٤-٨-١٩ المنجنيز

يخلق معدن المنجنيز مشاكل في إمدادات المياه مثل تلك التي يحدثها الحديد وهي مشاكل شكلية أكبر منها إرتباطها بالصحة وعند مستوي أكبر من ٠.٥ مجم/لتر يصبغ الملابس وأطقم الحمامات باللون الأسود أقل إنتشاراً عن الحديد لذلك يقل وجود المنجنيز في إمدادات الماء عن الحديد ومن الصعب أكسدة المنجنيز أو ترسيبه مقارنة بالحديد لأن محاليل المنجنيز أكثر ثباتاً من محاليل الحديدوز.

ويجب تحليل عينات المنجنيز في الحال بعد جمعها (خلال ساعة) وفي حالة عدم التأكد من تحليلها خللال ساعة يتم حفظها بإضافة حوالي ٠.٥ مجم من حمض النيتريك المركز لكل ١٠٠ مل من العينة. وسوف يقل ذلك الـ pH إلي أقل من ٢.

٤-٨-٢٠ العد الطحلبي

تعتبر الطحالب جزءاً أساسياً في بيئة المياه وتخلق المستويات العالية من الطحالب مشاكل في التشغيل في محطات تنقية المياه بصفة مبدئية نتيجة إنسداد المرشحات وما ينتج عنهمن تكرار غسيل المرشحات وبالتالي إرتفاع نسبة الفاقد في المياه.

وتوجد في أشكال وحيدة الخلية أو مستعمرات أو دياتومات أو أشكال خيطية وتعتبر الدياتومات والطحالب الخيطية من أهم أسباب إنسداد المرشحات ويمكن أن تسبب الطحالب أيضاً مشاكل في الطعم والرائحة.

وإذا زاد العد الطحلبي قد تبدأ المرشحات في الإنسداد وللتغلب علي تأثير زيادة الطحالب علي كفاءة عمل المرشحات يتم إجراء إختبار الجرعات لتحديد الجرعات المناسبة من الكلور المبدئي ومن المادة المروبة لمواجهة هذه الزيادة.

٤-٨-٢١ الزيوت والشحومات

يتم التخلص من الزيوت والشحوم خلال عمليات التنقية ويتم قياس الزيوت والشحوم في المياه بإستخدام طرق تحليل خاصة مثل القياس بإستخدام جهاز الأشعة تحت الحمراء.

٤-٨-٢٢ الفحص الميكروسكوبي

تحتوي المياه الخام السطحية علي ميكروبات وكائنات دقيقة مختلفة بعضها لا يسبب مخاطر صحية للإنسان والبعض الآخر يسبب الأمراض. وتشمل الأنواع الرئيسية للميكروبات الموجودة في المياه البكتريا والفيروسات والحيوانات الأولية والطحالب والديدان والحشرات ولايمكن الكشف عن بعضها بالميكروسكوب العادي، وتشمل الحيوانات الأولية الأميبا والسوطية والحيوانات الجرثومية.

٤-٩ أماكن أخذ عينات المياه من محطة تنقية مياه الشرب

يتم أخذ (رفع) عينات من المياه فى محطات تنقية مياه الشرب من الأماكن التالية :

أماكن أخذ عينات المياه من محطة تنقية مياه الشرب

١- مأخذ محطة المياه (مصدر المياه الخام).

٢- الموزع (دخول المروقات).

٣- خروج كل مروق + مجمع المروقات (إن وجد).

٤- خروج كل مرشح + مجمع المرشحات (إن وجد).

٥- دخول وخروج كل خزان – طرد المحطة.

٦- أحياناً يتواجد أكثر من خط طرد خارج من محطة التنقية وعليه يجب متابعة أخذ عينات من كل من هذه الخطوط كل علي حده.

٧- شبكات التوزيع لمياه الشرب.

٤-١٠ التحاليل الواجب إجراؤها طبقا لمكان أخذ العينات

٤-١٠-١ المياه الخام العكره

- مصدر العينة : مأخذ محطة تنقية المياه.
- يجب إجراء التحاليل الموضحة بالبنود أرقام ٤-٧-١ و ٤-٧-٢

٤-١٠-٢ المياه المروقة

- مصدر العينة : خروج المروق بالإضافة إلي مجمع المروقات إن وجد.
- يجب إجراء التحاليل اليومية وذلك قبل ساعتين من أخذ العينة.

٤-١٠-٢-١ المراقبة الكيميائية للمياه

١- العكارة NTU.

٢- الرقم الأيدروجينى pH.

٣- كلور متبقي.

٤-١٠-٢-٢ المراقبة البكتريولوجية للمياه يوميا

١- المجموعة القولونية في ١٠٠سم^{٣}.

٢- بكتريا عادية في ١سم^{٣}.

٤-١٠-٢-٣ الفحص الميكروسكوبي والعد الطحلبي يومياً

٤-١٠-٣ المياه المرشحة

- ومصدر العينة هو خروج المياه من المرشّح بالإضافة إلي مخرج جميع (المجمع) المرشـحات إن وجد.

- ويجب إجراء التحاليل الموضحة يومياً.

٤-١٠-٣-١ المراقبة الكيميائية

١- العكارة NTU

٢- العد الطحلبي

٣- الكلور المتبقي

٤-١٠-٣-٢ المراقبة البكتريولوجية للمياه

- المجموعة القولونية في ١٠٠ سم^{٣}
- بكتريا عادية في ١ سم^{٣}

٤-١٠-٣-٣ الفحص الميكروسكوبي

٤-١٠-٤ مياه الخزانات الأرضية (المياه المرشحة والمضاف إليها جرعة الكلور اللازمة للتعقيم)

ومصدر العينة عند دخول الخزان الأرضى وكذلك عند خروج الخزان.

وفي حالة وجود أكثر من خزان أرضى بالمحطة يتم إجراء التحاليل المعملية لكل خزان علي حده.

٤-١٠-٤-١ المراقبة الكيميائية للمياه كل ساعتين

* يجب إجراء التحاليل التالية :

١. العكارة NTU
٢. تقدير جرعة الكلور (النهائي) (معملياً وحقلياً)
٣. الكلور المتبقي
٤. الرقم الأيدروجينى
٥. العد الطحلبي

٤-١٠-٤-٢ المراقبة البكتريولوجية للمياه

١- المجموعة القولونية فى ١٠٠ سم^{٣}

٢- بكتريا عادية فى ١ سم^{٣}

٤-١٠-٤-٣ الفحص الميكروسكوبي والعد الطحلبي يومياً

٤-١٠-٥ المياه النقية (مياه الشرب)

ومصدر العينة : خطوط طرد محطة الضخ.

ويجب إجراء التحاليل التالية يوميا.

٤-١٠-٥-١ المراقبة الكيميائية للمياه

١- درجة الحرارة ^{0}م

٢- العكارة NTU (يتم القياس والتسجيل كل ساعتين)

٣- الرقم الأيدروجينى pH (يتم القياس والتسجيل كل ساعتين)

٤- القلوية الكلية (كا ك أ٣)

٥- قلوية الكربونات (كا ك أ٣)

٦- التوازن الكلسي

٧- العد الطحلبي

٨- الفحص الميكروسكوبي

٩- كلور متبقي (يتم تعيينه كل ساعتين)

٤-١٠-٥-٢ المراقبة البكتريولوجية للمياه

١- المجموعة القولونية في ١٠٠ سم^3

٢- بكتريا عادية في ١ مل

٤-١٠-٥-٣ الفحص الميكروسكوبي

بالإضافة إلي إجراء تحليل كامل أسبوعي.

٤-١٠-٦ شبكات التوزيع لمياه الشرب

يتم أخذ عينات من أنحاء الشبكات من مناطق متفرقة تمثل المياه المنتجة من محطة التنقية بصفة دورية. يجب إجراء التحاليل التالية :

٤-١٠-٦-١ المراقبة الكيميائية للمياه

١- العكارة NTU.

٢- الكلور المتبقي.

٣- تركيز أيون الأيدروجينى pH.

٤- الأملاح الذائبة.

٤-١٠-٦-٢ المراقبة البكتريولوجية للمياه

١- المجموعة القولونية في ١٠٠ سم^3.

٢- بكتريا عادية في ١ سم^3.

٤-١٠-٦-٣ الفحص الميكروسكوبي

٤-١٠-٧ مراقبة الجودة

يتم وضع برامج جودة ودقة التحاليل وتطبيقها.

٤-١١ تجهيزات مختبرات (المعامل) محطات تنقية مياه الشرب

١- الجدول رقم (٤-١) يوضح الأجهزة المعملية الواجب توافرها في مختبرات محطات تنقية مياه الشرب طبقا لحجم محطة التنقية لمياه الشرب.

٢- يجب إجراء برامج الصيانة دورية لكافة المعدات للمحافظة على دقة أدائها واصلاح الأعطال.

٣- يجب معايرة الأجهزة والمعدات التى تحتاج لمعايرة ويتم ذلك طبقا للخطط وبرامج معايرة معدة سابقا.

جدول رقم (٤-١) الأجهزة المعملية الواجب توافرها في مختبرات محطات تنقية مياه الشرب طبقا لحجم المحطة

م	الجهاز	معمل محطة تنقية تصرف أكبر من ٤٠٠٠ل/ث	معمل محطة تنقية تصرف أكبر من ٢٠٠ إلى ٤٠٠٠ل/ث	مل محطة تنقية تصرف حتى ٢٠٠ل/ث	معمل محطة تنقية مياه معالجة تصرف ٢٠٠م٣/يوم ومضاعفتها	محطة مياه آبار جوفية
١	ترمومتر مئوي	*	*	*	*	*
٢	جهاز قياس العكارة	*	*	*	*	*
٣	جهاز تعيين الأس الأيدروجيني	*	*	*	*	*
٤	جهاز قياس التوصيل الكهـربى (الأمـلاح الذائبة)	*	*	*	*	*
٥	جهاز قياس الكلور المتبقى	*	*	*	*	*
٦	جهاز تقطير المياه	*	*			
٧	جهاز أختبار الجرعات Jar Test	*	*			
٨	اسبكتروفونوميتر	*	*			
٩	جهاز مقارنة ألوان بالأقراص (لوفى توند)	*	*			
١٠	جهاز تسلر بملحقاتة	*	*			
١١	جهاز تحليل المعادن الثقيلة باستخدام طيف الأمتصاص الذرى	*	*			

جدول رقم (٤-١) الأجهزة المعملية الواجب توافرها في مختبرات محطات تنقية مياه الشرب طبقا لحجم المحطة

م	الجهاز	معمل محطة تنقية تصرف أكبر من ٤٠٠٠ل/ث	معمل محطة تنقية تصرف أكبر من ٢٠٠ إلى ٤٠٠٠ل/ث	مل محطة تنقية تصرف حتى ٢٠٠ل/ث	معمل محطة تنقية مياه معالجة تصرف ٢٠٠م٣/يوم ومضاعفتها	محطة مياه آبار جوفية
١٢	جهاز تعيين الأكسجين الذائب	*	*			
١٣	حمام مائى	*	*	*		
١٤	سخان مسطح كهربى	*	*	*		
١٥	قلاب مغناطيسى	*	*	*		
١٦	ساعة إيقاف	*	*	*		
١٧	ميزان حساس	*	*	*		
١٨	ميزان بكفة عالية	*	*	*		
١٩	جهاز هزاز رمال Sand Shaker	*	*			
٢٠	مجموعة مناخل أقطار مختلفة	*	*			
٢١	جهاز نزع الأملاح والأيونات Deionizer	*	*			
٢٢	جهاز ترشيح بالتفريغ (طلمبة معملية)	*	*			
٢٣	فرن تعقيم وتجفيف كهربى (٠ – ٢٥٠ درجة مئوية)	*	*			
٢٤	حضانة بكتريولوجية كهربائية	*	*			
٢٥	ميكرسكوب	*	*		*	
٢٦	جهاز طرد مركزى للعينات (سنتر فيوج)	*	*	*		
٢٧	جهاز عد المستعمرات البكتيرية	*	*			
٢٨	ثلاجة كهربية	*	*			
٢٩	فرن أحتراق (١٠٠ – ١٢٠٠ درجة مئوية) كهربى	*	*			
٣٠	جهاز تحليل كروماتوجرافى G.I.C مزود بكاشف صائد الألكترونيات ECD	*	*			

جدول رقم (٤-١) الأجهزة المعملية الواجب توافرها في مختبرات محطات تنقية مياه الشرب طبقا لحجم المحطة

م	الجهاز	معمل محطة تنقية تصرف أكبر من ٤٠٠٠ل/ث	معمل محطة تنقية تصرف أكبر من ٢٠٠ إلى ٤٠٠٠ل/ث	مل محطة تنقية تصرف حتى ٢٠٠ل/ث	معمل محطة تنقية مياه معالجة تصرف ٢٠٠م٣/يوم ومضاعفتها	محطة مياه آبار جوفية
	وكاشف اللهب FID					
٣١	ترمومتر مئوي	*				

٤-١٢ الإتاحة (تحقيق الإنتاج المستهدف) من محطات تنقية مياه الشرب

يختلف إستهلاك المياه خلال فترات اليوم الواحد طبقاً لحاجة المستهلكين ويختلف الإستهلاك فى الصيف عنه فى الشتاء ففى أيام الصيف بينما تكون حاجة المستهلكين شديدة خلال فترة الذروة فى الإستهلاك فى الفترة من الساعة التاسعة أو العاشرة حتى الساعة السادسة مساء فى هذه الفترة يقل ضغط المياه فى الشبكة إلى أقل مستوى له رغم تشغيل عدد ثابت من المضخات.

وبعد الساعة السادسة مساء تتدنى الحاجة إلى المياه النقية ويبدأ منحنى الضغط فى الارتفاع مع الوقت حتى يصل قمته العليا بين الساعة الثالثة والخامسة صباح اليوم التالى. بداية من الساعة السادسة صباحاً يبدأ المنحنى (الضغط) فى الانخفاض التدريجى حتى يصل إلى قاع المنحنى (أقل ضغط) رغم استمرار نفس عدد المضخات فى التشغيل – فى الساعة الثالثة – وهكذا. خلال هذه الفترة (ساعات الذروة) يشعر المستهلكين بانخفاض الضغط وقله المياه وخاصة قاطنى الأدوار العليا.

يمكن سد العجز فى إنتاج المياه فى فترات الذروة الآتية:

١- استخدام الخزانات العالية لتخزين المياة بها خلال فترات الليل وهذا متوقف على:

أ- هل ضغط محطة الضخ للمياه النقية يصل إلى أعلى منسوب لملء الخزانات العلوية؟

ب- إذا كانت الإجابة بالنفى فيلزم تركيب وتشغيل طلمبات ضغط عالى لملء هذه الخزانات فقط خلال فترة الليل. وفى ساعات الذروة تفتح محابس مواسير التغذية من تلك الخزانات لتصل إلى شبكة التوزيع وتزيد ضغط الشبكة مع استمرار تشغيل الطلمبات بالمحطة الرئيسية.

٢- استخدام خزانات مياه أرضية بالمحطكة ذات سعة تخزين كبيرة. هذه الخزانات تملأ بالمياه المرشحة من إنتاج المحطة بواسطة طلمبات حيث يبدأ ملؤها من الساعة الحادية عشر مساءً حتى الساعة الخامسة صباحاً ويفتح محبس خروج الماء بداية من الساعة العاشرة لتصل المياه إلى بيارات سحب طلمبات الضغط العالى.

ويمكن تشغيل طلمبة أو أكثر فى عنبر طلمبات الضغط العالى لمدة ٤ أو ٥ ساعات. وبذلك يمكن زيادة كمية المياه المدفوعة إلى الشبكة مع زيادة الضغط أيضاً ويتحقق ا"لإنتاج المستهدف لسد حاجة الجماهير فى فترة الذروة.

وإنتاج المحطة محسوب على أقصى طاقة إنتاجية لمحطة التنقية ويستخدم فى فصل الصيف، أما فى فصل الشتاء فالحاجة إلى المياه قليلة بطبيعة الأمر.

وفى سبيل الحفاظ على سلامة ونظافة الخزانات العلوية أو الأرضية فيجب ألا يتوقف تشغيل هذه الخزانات طوال العام إلا للعمرات فقط.

وبناء على ذلك تقل عدد ساعات تشغيل طلمبات الضغط العالى شتاءً وبما يكفى لتحقيق الإنتاج المستهدف شتاءً وبطريقة التشغيل المثلى لمعدات المحطة يمكن تحقيق الإنتاج المستهدف.

١٣-٤ خصائص والمعايير القياسية لمياه الشرب

تحددت مواصفات المياه المنتجة من محطات التنقية والصالحة للشرب والاستخدام المنزلى طبقاً لقرار وزير الصحة رقم ١٠٨ لسنة ١٩٩٥ ونعرض على الصفحات التالية المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى التى أقرتها اللجنة العليا للمياه بتاريخ ١٩٩٥/٢/٢٦.

المعايير والخصائص الواجب توافرها فى المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى التى أقرتها اللجنة العليا للمياه بتاريخ ١٩٩٥/٢/٢٦

أولاً : الخواص الطبيعية :

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به
اللون	٢٠-٣٠ كحد أقصى بمقياس الكوبالت بلاتين
الطعم	مقبول
الرائحة	معدومة
العكارة	٥ وحدات جاكسون أو ما يعدلها للمياه المرشحة
	١٠ وحدات جاكسون أو ما يعادلها للمياه الجوفية والخليط
الرقم الايدروجينى	٦.٥- ٩.٢

ثانياً : مواد غير عضوية لها تأثير على الإستساغة والاستخدامات المنزلية :

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام / متر)
الأملاح الذائبة عند ١٢٠°م	١٢٠٠
الحديد Fe	٠.٣ للمياه المرشحة
	١.٠ للمياه الجوفية والخليط
المنجنيز Mn	٠.١ للمياه المرشحة
	٠.٥ للمياه الجوفية والخليط
النحاس Cu	١.٠
الزنك Zn	٥.٠

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام / متر)
العسر الكلى As Ca Co	٥٠٠
الكالسيوم Ca	٢٠٠
الماغنسيوم Mg	١٥٠
الكبريتات So_4	٤٠٠
الكلوريدات CI	٥٠٠
الصوديوم Na	٢٠٠
الألمنيوم Al	٠.٢
التوازن الكلى	٠.١ ±

ثالثاً : المواد الكيميائية ذات التأثير على الصحة العامة :

(أ) المواد الغير عضوية :

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام/لتر)
الرصاص Pb	٠.٠٥
الزرنيخ As	٠.٠٥
السيانيد Cn	٠.٠٥
الكاديوم Cd	٠.٠٠٥
السيلينيوم Se	٠.٠١
الزئبق Hg	٠.٠٠١
الكروميوم Cr	٠.٠٥
النترات As (N)	١٠
النيتريت As (N)	٠.٠٠٥
الكلوريدات	٠.٨

(ب) المواد العضوية :

(١) المبيدات :

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/لتر)
الكلور Alchlor	٢٠
الديكارب Aldicarb	١٠
الدرين داى الدرين Aldrin/diadrin	٠.٠٣
اترازين Atrazine	٢
بنتازون Bentazon	٣٠
كاربوفيوران Carbofuran	٥
كلوردان Chlordane	٠.٢

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/لتر)
كلورونوليرون Chlortofuron	٣٠
د.د.ت. D.D.T.	٢
داى برومو كلوروبروبات ١، ٢ Dichloropropane	١
د D ٢، ٤	٣٠
داى كلوربروبان Dichloropropane ١، ٢	٢٠
هكسا كلوروبنزين Hexachlorobenzene	١
ايزو برفيرون Isoproturon	٩
لندان Lindane	٢
ام سى بى إيه كلوروفينوسكى MCPA (Chlorophenoxy)	٢
ميثوكس كلور Methoxychlor	٢٠
مينو لا كاور Metolachlor	١٠
مولينات Molinate	٦
بنديمتالين Pentachlorophenol	٢٠
بير ميثرين Permethrin	٢٠
بروبانيل Propanil	٢٠
سيمازين Simaizne	٢
ترای فيلورالين Trifluralin	٢٠

مبيدات الحشائش كلوروفينوكسيد غير ٢، ٤ داند أم سى بى إيه :

Chlorophenoxy herbicides other than dand MCPA

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/لتر)
٢، ٤ د.ب D B ٢، ٤	٩٠
٢، ٤ دارى كلور بروب Dichloroprop	١٠٠
فينوبروت Fenoprop	٩
ميكوبروب Mecprop	١٠
تى T ٢، ٤، ٥	٩

(٢) مواد عضوية أخرى :

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/لتر)
ثلاثى بيونيل أكسيد القصدير Tributalytin Oxide	٢
فينول Phenol	٢

المطهرات ونواتجها Disinfictants and disinficatants biproducts

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/لتر)
أحادى كلورامين Monochloramine	٣
ثنائى وثلاثى كلورامين Di and Trichlorimne	٥
برومات Bromate	٢٥
كلورايت Chlorite	٢٠٠
٢، ٤، ٦ ترای كلوروفينول Trichlorophonal ٦، ٤، ٢	٢٠٠
ترای هالوميثان Trihalomethanes	١٠٠

أحماض الخليك المكلورة Chlorinated Acetic Acids :

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/لتر)
داى كلورواستيك اسيد Dichloro acetic acid.	٥٠
ترای كلورو استيك اسيد Trichloro acitic acid.	١٠٠
ترای كلورو اسيتالدهيد Trichloro acetaldhyde.	١٠

الاستوثيرلات المهلجنة Halgonated acetonitriles :

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/لتر)
ثنائى كلورواسنونيتريل Dichloro acctonitririle	٩٠
ثنائى بروموا ستونيرتيل Dibromo acctonitirile	١٠٠
ثلاثى كلورواستونيتريل Trichloro acctonitrite	١
كلوريد السيانوجين Cyanogen Chloride	٧٠

الكاذات المكلورة Chlorinated Alkanes :

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/لتر)
رابع كلوريد الكربون Carbon Tetrachloride.	٢
داى كلوروميثان Dichloromethane	٢٠
١، ٢ جاى كلورواثان Dichloroethane ١، ٢.	٣٠
١، ١، ١ ترای كلورواثان ١، ١، ١ Trichloroethane ١، ١، ١.	٢٠٠

مركبات الإيثان المكلورة Chlorinated Ethanes :

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/لتر)
كلوريد الفينيل Vinyl choride	٥
١، ١ داى كلورواثان ١، ٢ Dichloroethane.	٣٠
١، ٢ جاى كلورواثان ١، ٢ Dichloroethan	٥٠
ترای كلورواثان Trichloroethane	٧٠
رباعى كلورواثان Tetrachloroethane	٤٠
الهيدروكربونات الكلية فيما عد البنزين قصورة تولوين Total Hydrocarbons as Toluene.	١٠٠
بنزين Benzene	١٠
بنزوبنزين Benzo (a) pyrine	٠.٧

البنزينات المكلورة Chlorinated Benzenes :

الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/لتر)
أحادى كلورو البنزين Monochlorobenzene.	٣٠٠
١، ٢ داى كلورو البنزين Dichlorobenzene.	١٠٠٠
١، ٤ داى كلوروبنزين Dichlorobenzene.	٣٠٠
ترای كلوروبنزين Trichlorobenzene	٢٠
ثنـائى (ايثيـل مكسـيل) اديبـات Di(2 Ethyllexyl)– adipate.	٨٠
ثنـاءى (ايثـي هكسـيل فـثلات Di(2 Ethylhexyl)– pathalate	٨
اكريلاميد Acrylamide	٠.٥
ابيير كلوروهيدران Epichlorohydrin	٠.٤
هكسا كلورو بيوتاديين Hexachlorohybutadiene.	٠.٦
ادينيك اسيد Edetic acid (EDTA)	٢٠٠
نيتراو استيك اسيد Nitritotriacetic	٢٠٠

رابعاً : المعايير الميكروبيولوجية :

(أ) <u>العدد الكلى للبكتيريا</u> :

(١) عند درجة ٣٧م لمدة ٢٤ ساعة لا يزيد عن ٥٠ خلية/١سم^{٣}.

(٢) عند درجة ٢٢م لمدة ٤٨ ساعة لا يزيد عن ٥٠ خلية/١سم^{٣}.

(ب) أدلة التلوث:

(١) بكتريا القولون الكلية Total Coliform يجب أن تكون ٩٥% من العينات التى يـتم فحصـها خلال العام خالية تماماً من بكتريا القولون Total Coliform فى ١٠٠سم^{٣} من العينة، كما يجب أن لا تحتوى أى عينة من العينات على أكثر من ٣ خلية/١٠٠ سم^{٣} على أن لا يتكرر ذلك فى عينـات متتاليتين من نفس المصدر.

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

(٣) البكتريا السبحية البرازية: يجب أن تكون جميع العينات خالية من الميكروب السبحى البرازى.

(ج) الفحص البيولوجى:

عند فحص المياه ميكروسكوبيا يجب أن تكون خالية تماماً من البروتوزوا وجميع أطـوار الديـدان المسببة للأمراض والطحالب الزرقاء المخضرة Bluegreen algae

خامساً: المواد المشعة :

مشتقات من فصيلة ألفا (α) ٠.١ ميكروكيودى/ لتر

مشتقات من فصيلة بيتا (β) ١.٠ ميكروكيودى/ لتر

٤-١٣-١ الألتزام بالمعاييرالقياسية للمياه

يتم الألتزام بالمعايير القياسية بأتباع الخطوات التالية :

١- يبدأ الالتزام الفورى من تاريخ صدور القرار الخاص بالمواصفات فيمـا يخـتص بـالخواص الطبيعية – المواد الغير عضوية ذات التأثير على الاستساغة والاستخدامات المنزلية وعلـى أن يتم إجراءها روتينياً لجميع عينات المياه.

٢- يبدأ الالتزام الفورى من تاريخ صدور القرار الخاص بالمواصفات بالمعايير الميكروبيولوجيـة روتينياً لجميع العينات.

٣- بالنسبة للمواد الكيميائية ذات التأثير على الصحة العامة يجب مراعاة التالى :

(أ) بالنسبة للمواد الغير عضوية :

يبدأ الالتزام الفورى بالمعايير الخاصة بالمواد الغير عضوية ذات التأثير على الصحة العامة على أن يتم إجراءها مرة كل شهر على الأقل لكل مورد مائى.

(ب) بالنسبة للمواد العضوية:

(١) يبدأ الالتزام بالمعايير الخاصة بمركبات الميثان المكلورة بعد عام ميلادى من تاريخ إقرار المعايير.

(٢) يبدأ الالتزام بالمعايير الخاصة بالمبيدات والمركبات العضوية الأخرى بعد عامين من إقرار المعايير على أن تلتزم جميع الجهات بإجراءها لعينات ممثلة لجميع مصادر المياه مرة كل ستة شهور على الأقل.

٤- يبدأ الالتزام الفورى بالمعايير الخاصة بالمواد المشعة لعينات ممثلة لجميع مصادر المياه وتتولى إجراءها الهيئة العامة للطاقة الذرية وإخطار وزارة الصحة بأنها فى حدود الأمان النووى وذلك لحين توفر إمكانيات القياس بمعامل وزارة الصحة.

٥- يجب على الهيئات (الشركات) المنتجة للمياه عند التعاقد على إنشاء محطات مياه جديدة مراعاة التزام التصميم الهندسى وطرق المعالجة بالوصول إلى المياه المنتجة مطابقة للمواصفات وتجهيز معاملها بالإمكانيات اللازمة لطرق قياسها ورفع كفاءة محطات تنقية مياه الشرب الحالية مرحباً للوصول بإنتاجها إلى المواصفات.

٦- تجرى جميع الفحوص والتحاليل طبقاً لطرق القياس الواردة فى كتاب Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters (A.P.H.A & E.P.A.) last edition وتتولى الإدارة المركزية للمعامل بوزارة الصحة اختبار أنسب الطرق الواردة فى الكتاب المذكور وطبعها وتوزيعها على جميع معامل المحافظات وتدريب العاملين بها وتوفير إمكانيات تطبيقها من أجهزة ومعدات وكيماويات مع تطبيق الرقابة على القياسات على مستوى الجمهورية لتقييم أداء المعامل المختلفة Quality Control.

٤-١٤ الأساليب الفنية لتحسين أداء محطات تنقية مياه الشرب

الأساليب الفنية لها تأثير كبير فى نجاح أو فشل المحطة فى أداء رسالتها، فمثلاً هناك محطات إنتاج مياه تعمل بأسلوب قديم وطاقتها الإنتاجية محدودة حيث كان هذا الإنتاج فى الماضى يكفى ويزيد عن الطلب فى أقصى أوقات الذروة، أما اليوم فهذا الإنتاج لا يفى بالطلب إطلاقا.

ويلاحظ أن المحطات القديمة تشغل حيزاً كبيراً من مساحة الأرض، بينما تشغل المحطات الحديثة حيزاً أقل من الأرض وتنتج كمية أوفر من المياه وبتكاليف أقل. إذن لابد من تغيير هذه الأساليب الفنية القديمة بأخرى حديثة لتتواكب مع متطلبات العصر ومستجداته.

معلوم أن تكاليف إنشاء المحطة تقدر بملايين الجنيهات وليس من المعقول تحديث المحطة كلما ظهرت نماذج وأفكار جديدة لكمن على الأقل تستمر التكنولوجيا المختارة لفترة زمنية لا تقل عن عشرين عاماً، مع الأخذ فى الاعتبار إمكانية تطبيق أساليب فنية أكثر تطوراً فى المستقبل دون إجراء تغيير جذرى فى المنشآت المدنية، بمعنى أنه إذا ظهرت تكنولوجيات متطورة لعمليات الترويق أو الترشيح أو التعقيم فلابد من التأكيد من تطبيق هذه المستجدات ولو جزئياً فى المحطة دون إحداث

تغيير جذرى فى الإنشاءات لامدنية المقامة. ويسمى هذا رفع كفاءة إنتاج محطة التنقية بأساليب فنية حديثة.

والأمثلة كثيرة ومتعددة للأساليب الفنية منها:

رفع كفاءة إنتاج محطات التنقية

١- هناك محطات مياه تستخدم مرشحات (جويل) التى يتم غسلها وتقليب الوسط الترشيحى لها وبواسطة مصبعات تدور ميكانيكياً حول مركز المرشح.

٢- هنا محطات مازالت تستخدم المحابس الهيدروليكية التى تعتمد على المياه فى فتح وغلـق المحـبس، وهذا أسلوب قديم، أما الآن فهناك محابس تعمل بالهواء المضغوط وأخرى تعمل بالكهربـاء وهـى أحدث وأفضل من المحابس الهيدروليكية.

٣- تستخدم الآن مراوح من الصاب الذى لا يصدأ تعمل بمحرك كهربائى فى عمليات تقليب وإذابة الشبة بدلاً من التقليب بالألواح الخشبية التى تدار باليد. كما يمكن أستخدام الهواء المضـغوط حاليـاً فـى عمليات التقليب والإذابة.

٤- حدث تقدم فى طريقة إضافة الشبه بإضافتها سائلة باستخدام محرك والطلمبة، وبذلك أمكـن تـوفير العمالة والونش اللازمة لرفع شكاير الشبة إلى أحواض الإذابة.

ما ذكر عاليه هو بعض الأساليب الفنية الهندسية الجارى استخدامها فى محطات المياه.

الأسلوب الفنى التالى هو طريقة استخدام الكلور فى تظهر وتعقيم المياه للشرب.

٤-١٤-١ طريقة إضافة الكلور

إذا كانت التجارب المعملية على المياه العكرة تشير إلى أن المتر المكعب من المياه يحتاج إلى ٤ جم كلور لقتل الجراثيم والبكتريا والأجسام الحية الدقيقة الموجودة به، فلابد من اللاتزام باستخدام أجهزة إضافة كلور تضمن تحقيق هذا الرقم لكمية المياه الواردة بإضافة عدد من الكيلوجرامات من الكلـور كل ساعة. ويجب الإلتزام بأن تكون هذه الأجهزة سليمة ولا يدخل إليها الهواء المتسرب من الخارج.

إن استخدام أجهزة حديثة وسليمة يعتبر عاملاً مهما لإنتاج مياه نقيه، أما استخدام اسـطوانة الكلـور ومعها خرطوم بلاستيك (يوضح بالخزان الأرضى) وبدون حساب للكمية المطلوبة فهذا أسلوب بدائى قد تقل فيه كمية الكلور أو تزيد عن الرقم المحدد مما يؤدى إلى مخاطر جسيمة.

٤-١٤-٢ طريقة غسل المرشحات

من الأساليب الفنية أيضاً والمؤثرة فى نجاح أو فشل إدارة المحطات طريقة غسل المرشحات وطريقة أدائها بالصورة السليمة التى تضمن استمرار فترة الترشيح لأكبر فترة زمنيـة ممكنـة دون إتـلاف الوسط التشريحى. فعند بدء عملية غسل مرشح يكون الهواء المضغوط عاملاً لتفتيت طبقات الطمـى المترسب فوق رمل المرشح أو بين حبيباتة، ويستمر ذلك لمدة ٥ دقائق. ثـم يبـدأ الغسـل بالمـاء بالمضغوط (بجانب الهواء المضغوط) لمدة ٥ دقائق لإزالة الطمى المترسب وصرفه إلـى الروبـة. ويوقف الهواء بعد ١٠ دقائق مع استمرار ضخ مياه الغسيل إلى المرشح لمدة ٥ دقائق أخرى. خلال

هذه الفترة (١٥ دقيقة) يكون المرشح قد تم غسله جيداً ويظهر رمل المرشح خالياً من كل الطمى والأجسام التى ترسبت على سطحخ المرشح.

أما الغسيل غير الجيد فيتسبب فى وجود الطمى مع الرمل وفى تكون كريات من الطين (Mud balls) قد تحتوى بداخلها على ديدان وجراثيم مختلفة متحوصلة، هذا بالإضافة إلى الحاجة لتغيير الوسط الترشيحى كل فترة وأخرى مما يزيد التكاليف فى إنتاج المياه – ويصل ثمن المتر المكعبت من رمل الترشيح إلى ١٢٠ جنيهاً.

٤-١٤-٣ مراقبة ضغط طلمبات الضخ للمياه النقية (مياه شرب)

من الأساليب الفنية ذات الصلة بالتوزيع مراقبة ضغط طلمبات الضخ لمحطة طلمبات المياه النقية باستمرار وخاصة فى فترات الليل ما بين الساعة لاثنية عشرة وحتى الساعة السادسة صباحاً كل يوم. هنا يتدخل عامل فنى هام هو السيطة على إنتاج المحطة فى وقت لا يحتاج الناء فيه إلى المياه، وهنا يأتى دور المهندس أو المشرف الواعى بتخفيض الضغط فى شبكة التوزيع إلى حد الحاجة الفعلية بدلاً من استمرار تشغيل طلمبات ترفع الضغط فى الشبكة إلى حد انفجار المواسير، وهذا عمل غير مطلوب إطلاقاً.

وتفضل أثناء فترة الليل أن تتم عليمات الغسل الجيد للمرشحات، وإذا كان بالمحطة خزان مياه يستخدم فى ساعات الذروة فيجب ملء هذا الخزان فى تلك الفترة. وعند حلول الساعة السادسة صباحا يجب انً تكون محطة تنقية المياة :

١- خزاناتها الأرضية مملوءة.

٢- مرشحاتها مغسولة.

٣- أعطالها مسجلة فى دفتر الصيانة.

علاوة على ما تقدم يوضح فى الاعتبار أعمال النظافة العامة لجميع وحدات التنقية وعنابر محطات الضخ والممرات والشوارع وجميع أجزاء مكونات محطة تنقية مياه الشرب.

هذه أساليب فنية هندسية يجب مراعاتها لإنجاح المحطة فى أداء رسالتها.

٤-١٤-٤ إفلال الفاقد داخل محطات تنقية المياه

يمكن تقسيم الفواقد فى محطات المياه إلى نوعين:

أولاً : الفواقد فى المياه العكرة:

وتتمثل فواقد المياه العكرة فيما يلى :

فواقد المياه الطبيعية (الخام) العكرة	١- الزيادة الكبيرة فى معدل التحميل السطحة للمروقات وأحواض الترسيب الأمر الذى يؤدى إلى زيادة منسوب المياه فى الأحواض وانسيابها إلى مجارى الروبة عن طريق مواسير الفائض. وهذا يمكن علاجه إما بتقليل التصرف الداخل إلى الأحواض إلى الحالة الطبيعية أو رفع

منسوب ماسورة الفائض ولا يوصى بهذا الحل حيث أنه يكون على حساب نوعية المياه الخارجة من الحوض.

٢- فاقد من أحواض الترسيب والمروقات نتيجة تهريب محابس التفريغ أو الغسيل وهذا يمكن تلافيه بعمل الصيانة أو استبدال المحابس.

٣- فاقد من مواسير المياه المرسبة والداخلة للمرشحات لعدم إحكام قفل محبس الدخول للمرشح الأمر الذى يؤدى إلى خروج كمية كبيرة من المياه المرسبة إلى الروبة وعليه يجب التأكد من إحكام قفل محبس الدخول للمرشح أو صيانته أو استبداله إذا لزم الأمر.

فواقد المياه الطبيعية (الخام) العكرة

٤- فاقد من أحواض الترسيب نتيجة لخطأ فى فرق المنسوب بين هدار المخرج للأحواض وهدارات الدخول للمرشح. فعند انسداد المرشحات ترتفع المياه فى الأحواض وتتسرب عن طريق الفائض إلى الروبة وهذا يمكن تلافيه بضبط فرق المنسوب بين أحواض الترسيب والمرشحات عن طريق تركيب هدارات معدنية متحركة.

٥- فاقد من المرشحات إلى الروبة عن طريق مجارى مياه الغسيل وذلك عند ترك المرشحات مسدودة لمدد طويلة وهذا عيب فى التشغيل حيث يجب غسل المرشح فور انسداده.

٦- فواقد نتيجة تآكل مواسير الأتصال بين وحدات محطة التنقية وعليه يجب فحص المواسير بأجهزة الكشف عن التسرب دوريا والتأكد من عدم وجود تسرب في مواسير التصال علما بأن جميع هذه المواسير إما من حديد الزهر أو من الصلب.

ثانياً : الفواقد فى المياه النقية (صالحة للشرب):

وتتمثل فواقد المياه النقية الصالحة للشرب فيما يلى :

١- فاقد فى كميات المياه نتيجة زيادة فترة غسيل المرشحات عن الحد المسموح به وهذا يمكن تقليله بترشيد استخدام مياه غسيل المرشحات وضبط قرعة المروبات المضافة وتحسين عمليات الترويب والترويق والترسيب. كذلك فإن إضافة الكلور المبدئى يساعد على تحسين عملية الترشيح وتقليل فترة الغسيل.

٢- فاقد فى مياه خزانات المياه الأرضية.

فواقد المياه النقية

٣- تسرب المياه من طلمبات المياه المرشحة لعدم إحكام ربط الجلاندات وهذا يمكن تلافيه بتغيير حشو الطلمبات وترشيد استخدام مياه التبريد.

٤- فواقد نتيجة تآكل مواسير الأتصال بين وحدات التنقية الموصلة بين وحدات التنقية ضمن مكونات المحطة، لذلك يجب الكشف عن التسرب داخل المحطة باستخدام اجهزة الكشف عن التسرب لتحديد مواضع التسربات وإصلاحها.

٥- فاقد من خزانات المياه العالية والموجودة داخل محطة التنقية وذلك لتعطل صمام العوامة وعليه يجب صيانة الصمام أو إستبداله مع ضرورة تركيب مقياس مدرج لمعرفة منسوب المياه بالخزان وتزويد الخزان بأجهزة إنذار كهربائية لتنبيه المشغل فى حالة امتلاء الخزان.

٤-١٥ الجودة – خصائص المياه

لماكان الهدف من تنقية المياه هو التخلص من كل المواد الذاتية أو العالقة بالمـاء أو تلـك المـواد الكلويدية (أى تلك المواد التى توجد فى حالة متوسطة بين المواد العاللقة والمواد الذائبة). ولما كانت المياه السطحية معرضة لعوامل كثيرة تؤدى إلى تلوثها فتصبح غير صالحة للاستعمال إلا بعد تنقيتها وعلى ذلك يمكن تقسيم المياه طبقا لدرجة نقاؤها إلى ثلاث أقسام هى كما يلى :

٤-١٥-١ المياه النقية الصالحة للاستعمال Safe Water

هى تلك المياه الخالية من أى جراثيم أو مواد معدنية ذائبة التى تكسبها لونا أو رائحة وتجعلها غيـر صالحة للاستعمال أو غير مستساغة الطعم.

أى تتوفر فيها خاصيتان:

١- النقاء Purity.

٢- الصلاحية Wholesmeness.

والمقصود بالصلاحية طبياً هو عدم احتواء الماء على أى شئ ضار بالصحة، أمـا النقـاء فصـفة طبيعية ويقصد بالنقاء خلو الماء من مسببات اللون والعكارة والطعم والرائحة.

٤-١٥-٢ المياه الغير نقية Polluted Water

هى المياه التى تعرضت لعوامل طبيعية أكسبتها تغيرا فى اللون أو الطعم أوالرائحة أو العكارة. هذه المياه لا تصلح للشرب إلا بعد معالجتها لإزالة هذه العوامل. لكنها تستخدم فى الزراعة وخلافه حيث أن هذه العوامل التى تعرضت لها لا تسبب أى أمراض أو أضرار بالصحة.

٤-١٥-٣ المياه الغير صالحة للاستعمال Contaminated Water

هى المياه التى تحتوى على بكتريا أو مواد كيماوية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة لما تسببه هذه المواد من أضرار للإنسان. ومما يؤكد عدم صلاحيتها للشرب التجارب المعملية للكشف على نسـب هذه المواد الضارة.

وقد أصدرت وزارة الصحة المصرية اللائحة الخاصة بالمواصفات القياسية لجـودة ميـاه الشـرب وحددت فيها الحدود القصوى المسموح بها لوجود بعض العناصر وصدرت هذه اللائحة عام ١٩٩٥ بالقرار رقم ١٠٨.

٤-١٥-٤ العوامل التى تؤثر على المواصفات القياسية:

ليس هناك سبب واحد يدعو إلى عدم تطبيق وتنفيذ المواصفات القياسية لجودة مياه الشـرب. لكـن هناك عوامل تؤثر على نوعية المياه العكرة وكذلك المرشحة، فيبدو وكأن المياه الواردة من النيل قد تغيرت صفاتها. ونفس الشئ بالنسبة للمياه المرشحة. وأى باحث يستطيع أخذ عينـات مـن المأخـذ وكذلك المياه المرشحة ويجد تغييرات بها. وقد يظن أنها نتيجة عدم تطبيـق المواصـفات القياسـية والحقيقة أنها نتيجة تاثير المؤثرات التالية:

٤-١٥-٤-١ المأخذ

قد يتواجد ببيارات محطة طلمبات سحب المياه العكرة طحالب أو طمى مترسب أو بكتريا. وكذلك المواد العالقة تسبب لون وطعم ورائحة وعكارة وأمراض. ويرجع السبب الرئيسى لذلك على قلة نظافة بيارات سحب المياه العكرة لأكثر من ٥ سنوات. وخلال هذه الفترة الزمنية يتزايد ترسب الطمى والمنجنيز والأكاسيد ويتزايد تواجد الطحالب فى المياه وعلى الجدران، وتجد البكتريا مكانا للنمو والتكاثر.

٤-١٥-٤-٢ مواسير الأتصال بين المأخذ والموزع إلى المروقات:

قد تكون هذه المواسير ضيقة ولا يمكن تنظيفها وقد تكون قنوات مكشوفة (مفتوحة) أو مجرى لدخول المروقات، وتلك يمكن تنظيفها. ونتيجة لوجود كلور مبدئى وكذلك أملاح كبريتات الألومنيوم (الشبة) قد تم إضافتها للمياه لذلك يحدث ترسيب الطمى وما تحمله المياه فى هذه المناطق، ويلاحظ ظهور الطحالب على الجدران. وبالتالى فإن العامل الرئيسى لوجود هذه الترسبات نتيجة عدم تنظيف هذه الأماكن وليس نتيجة عدم تطبيق المواصفات القياسية لجودة المياه. ولذلك فإن هذه العوامل والتى تم ذكرها يمكن التغلب عليها بالنظافة مرة واحدة فى العام عند إجراء الصيانات أثناء فترة السدة الشتوية.

٤-١٥-٤-٣ خزان المياه تحت المرشحات وخزانات المياه التحت أرضية

يجب تنظيفه مرة كل عام على الأقل لمنع تواجد جراثيم أو بكتريا أو مواد كيماوية سامة.

٤-١٦ البيانات الفنية لمحطة تنقية مياه الشرب

يجب تدوين البيانات الفنية الموضحة فيما بعد لمحطة تنقية مياه الشرب كما يلى :

رقم	البيانات الفنية	
١	أسم المحطة	
٢	نظام تكنولوجيا التنقية	
٣	مكونات محطة التنقية	
٤	الطاقة التصميمية لمحطة التنقية (م^3/يوم)	
٥	الطاقة الأنتاجية الحالية (م^3/يوم)	
٦	تاريخ التشغيل (عام)	
٧	عدد العمالة بمحطة التنقية (فرد)	
٨	تعداد السكان المخدوم بمحطة التنقية (نسمة)	
٩	مناطق الخدمة	
١٠	الموقع (مكان) محطة التنقية	
١١	موقع التخلص من الروبة	
١٢	مساحة موقع محطة التنقية	
١٣	أسم مدير المحطة	

الباب الخامس

متطلبات التشغيل والصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب

الباب الخامس

متطلبات التشغيل والصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب

إن التشغيل الجيد والصيانة المثلى هما الركيزتان الأساسيتان لأى محطة تنقية لمياه الشرب. وعليها يتوقف نجاح المحطة من عدمه، وكذلك لكى يتم التشغيل للمحطة بالصورة المطلوبة. ولكى تتم الصيانة طبقاً للخطة الموضوعة فإن هناك متطلبات رئيسية وحيوية لكل من التشغيل والصيانة وأثناء إجراء عملية الشتغيل أو القيام بأعمال الصيانة فهناك أيضا دواعى الأمان المطلوب مراعاتها حرصاً على سلامة العاملين.

١-٥ متطلبات التشغيل لمحطات تنقية مياه الشرب

متطلبات التشغيل لمحطات تنقية مياه الشرب كثيرة ويمكن تلخيصها كما يلى :

متطلبات التشغيل لمحطات تنقية مياه الشرب

١. خطة تشغيل واضحة ومفهومة لكل من المشغل والمهندس الوردية ومدير المحطة. بحيث تكون هذه الخطة ملزمة وتؤدى الغرض من إنشاء المحطة بحيث تكفى المياه النقية المنتجة الاستهلاك المطلوب.

٢. توفر العدد الكافى من العمالة المدربة لتشغيل المحطة على مدار الورادى الثلاث. مع وجود احتياطى أجازات.

٣. ان يتفهم كل فرد من أفراد المحطة واجباته ومسئولياته وأن يكون قادرا على أداءها.

٤. ان يتفهم كل فرد من أفراد المحطة علاقاته بباقى الأفراد رؤساء أو مرؤوسين وحدود كل علاقة.

٥. عدم الإسراف فى زيادة عدد العاملين بالمحطة عن العدد المطلوب حيث أن الزيادة تكون لها نتيجة عكسية وتؤثر سلبا على أداء المحطة.

٦. وجود نظام مخزنى (تخزين) سهل وواضح وغير معقد لصرف أى مهمة من مستلزمات التشغيل بحيث تكون الإجراءات واضحة وغير معقدة.

٧. وجود إحتياطى كافى بمخزن المحطة من مستلزمات التشغيل وإستكمال العجز أولا بأول.

٨. العمل على عدم وجود أصناف راكدة بالمخزن عن طريق الالتزام بطلب الإحتياج الفعلى مع وجود زيادة طفيفة للطوارئ.

٩. توفر مصدر كهربائى إحتياطى للعمل عند إنقطاع المصدر الرئيسى (مولد كهربائى).

متطلبات التشغيل لمحطات تنقية مياه الشرب

١٠. وجود محطة لتوليد الكهرباء للعمل عند إنقطاع التيار عن المصدرين وعلى الأخص بمحطات تنقية مياه الشرب الكبرى.

١١. توفر كتيبات التشغيل لكل مهمة من مهمات محطة التنقية.

١٢. توفر نظام متابعة جيد لمتابعة تنفيذ خطة التشغيل.

١٣. توفير نظام تقييم جيد لأداء المحطة والتوصية بعمل أى تعديل يكون ضرورياً ولصالح محطة التنقية.

١٤. وجود سلفة مؤقتة أو مستديمة تكون تحت تصرف مدير المحطة لشراء أى مستلزمات ضرورية وغير متوفرة بمخزن المحطة.

١٥. وجود معمل جيد مزود بالأدوات وأجهزة القياس المعلمية والمواد المطلوبة بحيث تكون نتيجة المعمل صادقة ومعبرة تعبيراً فعلياً عن أدء المحطة.

١٦. وجود أجهزة قياس على مراحل محطة التنقية المختلفة مع وجود نظام تشغيل وتحكم جيد بحيث يتم مراقبة تشغيل محطة التنقية من غرفة التشغيل والتحكم.

١٧. وجود نظام تدريب جيد لعمالة التشغيل التى قد تكون فى حاجة إلى التدريب مع تحديد برامج التدريب بدقة وعناية وأن يستهدف التدريب إستكمال أوجه النقص أو خلق كوادر جديدة أولاً بأول.

١٨. وجود نظام حوافز للعاملين بهدف أساساً إلى مكافأة العامل المتميز، وعدم الأخذ بنظام المكافآت الجماعية التى يتساوى معها تقريباً المتميز وغير المتميز.

٢-٥ متطلبات الصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب

متطلبات الصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب كثيرة ومهمة ويمكن سردها فيما يلى :

متطلبات الصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب

١. خطة صيانة واضحة ومخططة بحيث يتم إجراء عملية الصيانة فى موعدها المحدد سواء كانت صيانة يومية أو اسبوعية أو شهرية أو سنوية.

٢. توفر أطقم الصيانة بالعدد الكافى لإجراء أعمال الصيانة المخططة فى مواعيدها المحددة. وأيضاً لإجراء أعمال الصيانة الفجائية (الغير مخططة).

٣. الإلمام الكامل لأطقم الصيانة بتكنولوجيا المهمات المركبة والطريقة الصحيحة لصيانتها طبقا لتعليمات المنتج.

٤. توفر كتيبات الصيانة التى تحتوى على تعليمات إجراء عملية الصيانة بأنواعها المختلفة لدى طاقم الصيانة.

٥. التفاهم التام والتنسيق الكامل بين طاقم الصيانة وأطقم التشغيل.

٦. توفر العدد اليدوية والأدوات اللازمة للصيانة وبالقدر الكافى.

متطلبات الصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب

٧. عدم الإسراف فى زيادة العدد بطاقم الصيانة حيث أن الزيادة تؤدى إلى إرباك العمـل وعدم تحقيق الجودة المطلوبة واعتماد الأفراد بعضهم على الآخر.

٨. أن يكون لكل فرد من أفراد الصيانة مهمة واضحة (أو أكثر) يتفهمها جيدا ويؤديهـا على أكمل وجه.

٩. وجود نظام مخزنى سهل وسريع (إجراءات سهلة وواضحة وغير معقدة) عند عمليـة الصرف أو الإضافة.

١٠. توفر قطع الغيار المطلوبة لمحطة التنقية بالقدر الكافى واستكمال النقص أولا بأول.

١١. توفر نظام متابعة وتقييم جيد لمتابعة تنفيذ خطة الصيانة ومتابعة أداء الوحـدات بعـد عملية الصيانة والتأكد من أن الوحدات التى تمت صيانتها تعمل بصورة جيدة وطبقـا للتصميم.

١٢. وجود نظام تدريب جيد لطاقم الصيانة بحيث يتم تدريب أفراد طاقم الصيانة على أى مهمات جديدة كما يتم تدريب الأفراد الجدد الذين تقرر انضـمامهم لطـاقم الصـيانة تدريبا مبدئيا قبل مشاركتهم فى أعمال الصيانة.

١٣. أن يكون جميع أفراد الصيانة على دراية بوسائل الأمن الصناعى وتنفيـذ تعليمـات الأمن الصناعى بدقة عند إجراء أعمال الصيانة.

١٤. ضرورة توافر سيارة مع طاقم الصيانة طوال مدة تنفيذ أعمال الصيانة.

٣-٥ متطلبات الأمان فى محطات تنقية مياه الشرب

يجب أن تتوفر متطلبات الأمان فى محطات تنقية مياه الشرب طبقاً لما يأتى :

متطلبات الأمان فى محطات تنقية مياه الشرب

١. توفير معدات الأمان اللازمة من أحذية وجوانات وأقنعة واقية ..... إلـخ. وبالقـدر الكافى وتدريب العاملين عليها.

٢. إلمام جميع العاملين بالأخطار الموجودة بالموقع وأخطار المهنة كل فيمـا يخصـه. وطرق التصرف السليم إذاء كل موقف.

٣. ضرورة توافر نظام إنذار ضد الحريق بالمحطة وعلى الأخص بالأماكن الحيوية مثل غرف لوحات توزيع الجهد المتوسط والجهد المنخفض – خزانات الوقود – المخازن ... إلخ.

٤. توفير الملابس المناسبة للعاملين طبقا لتخصصاتهم المختلفة ومراقبة ارتدائهم لهـذه الملابس.

٥. توافر أجهزة إطفاء الحريق بأنواعها المختلفة والمناسبة لكل موقع من مواقع المحطة.

٦. توافر شبكة حريق بالمحطة والتأكد من سلامتها وصلاحيتها مـع تـوفير طلمبـات الحريق التى تغذى هذه الشبكة عند اللزوم مع ضورة تواجد أكثر من مصدر لتغذيـة

طلمبات الحريق. والكشف على الشبكة والطلمبات ونظام الحريق بالكامل بصورة دورية.

٧. توفير بيارة أمان بجوار مخزن الكلور للسيطرة على أى تسرب قد يحدث لإحدى اسطوانات الكلور.

٨. توفير نظام تهوية كفء بعنبر الكلور وطبقا للأصول الهندسية.

٩. توفير نظام الكشف على تسرب غازالكلور بحيث يعطى إشارة صوتية وضوئية عند حدوث أى تسرب للكلور مهما كانت نسبته ضئيلة وأن يتم اشغيل جميع المراوح بعنبر الطلمبات أوتوماتيكيا بمجرد حدوث أى تسرب.

١٠. توفير الأقنعة الواقية واسطوانات الأكسجين بالقدر الكافى، والتفتيش عليها والتأكد من صلاحيتها أولا بأول.

١١. وضع علامات التحذير فى أماكن واضحة للعاملين وذلك بأى موقع يحتمل حدوث أى خطورة منه على العمال.

١٢. تغطية أى فتحات بأغطية من الصاج قوية ومحكمة ومثبتة جيدا.

١٣. توفير نظام إضاءة جيد بجميع مواقع محطات تنقية مياه الشرب.

متطلبات الأمان فى محطات تنقية مياه الشرب

٤-٥ متطلبات التشغيل والصيانة الوقائية والدورية ومشاكل التشغيل

تشغيل وصيانة محطات تنقية المياه هما أهم محاور العمل والإنتاج لشركات مياه الشرب، وعن طريقهما يمكن الحكم على كفاءة محطة التنقية وتميزها عن غيرها من المحطات. لذا فإسلوب التشغيل القياسى أو النمطى هو الذي يضمن الآتى :

١- تشغيل آمن لمعدات محطة تنقية مياه الشرب.

٢- تشغيل نموذجى بكميات محدودة للكيماويات المستخدمة، وليس على حساب نوعية المياه المنتجة.

٣- إهلاك بطئ جداً للمعدات المستعملة (أقل من المتوقع بكثير).

٤- إستهلاك طاقة كهربية قليلة.

٥- إستخدام عمالة ذات كفاءات متميزة.

٦- إنتاج وافر من مياه الشرب وطبقا للمعايير والخصائص القياسية فى أوقات الذروة.

٧- عند تشغيل معدة فى محطة تنقية المياه يجب أن تكون خطوات التشغيل القياسية معلومة للكافة (المشغل والمشرف والمهندس) وعليهم اتباع هذه التعليمات حرفياً.

٨- إذا حدث عطل أو خلل فى أحد الخطوات يجب اتباع خطوات التشغيل القياسية البديلة لتشغيل معدة أخرى وهكذا.

٩- التشغيل النموذجى يكون باستخدام محدد للكيماويات المضافة لإنتاج نوعية مياه ممتازة ومطابقة للمواصفات، بمعنى إضافة جرعة الشبة التى يحددها المعمل، فهى

متطلبات التشغيل القياسى لمحطات تنقية مياه الشرب

على سبيل المثال ٢٥جم/م^{3} مياه عكرة، لا أكثر ولا أقل، وفى نفس الوقت فإن هـذه الجرعة تحافظ على معدات المحطة من التلف أو التلوث.

وكذلك الحال بالنسبة للكلور المضاف حيث يجب ضبط كمية الغاز المحدد بالضـبط على جهاز حقن الكلور.

وعلى هذا يمكن تحديد استهلاك المحطة من هذه المواد سنوياً، وبالتالى المصـروفات اللازمة وذلك لإدراجها فى الموانة التالية.

ويبين الجدول رقم (٥-١) خطة تشغيل المحطة خلال أحد الشهور.

١٠- حتى يكون استهلاك الطاقة الكهربية قليلاً فإنه يلزم عدم تشغيل المعدات ذات الكفاءة المنخفضة، لأنها تمثل عبئاً على الطاقة المستهلكة بينما إنتاجها الفعلى قليل جداً.

١١- للتقليل من كمية الفاقد من المياه فإنه يلزم المحافظة على المياه التى تم رفعهـا "إلـى المروقات وعدم إهدارها مرة أخرى عن طريق مواسير الفايظ.

متطلبات التشغيل القياسى لمحطات تنقية مياه الشرب

٥-٥ الأساليب القياسية للصيانة بمحطات تنقية مياه الشرب

الصيانة بصفة عامة هى جميع الأعمال التى تتم على المنشأة أو المعدة أو الآلة من لحظـة دخولها إلى الخدمة وحتى لحظة أنتهاء عمرها الأفتراضى أو أستبدالها وتعتبـر الصـيانة وسيلة الأمم المتحضرة للحفاظ على حضارتها.

٥-٥-١ أهمية أعمال الصيانة بمحطات تنقية مياه الشرب

للصيانة أهداف وفوائد عديدة من أهمها :

١. المحافظة على العمر الفنى للمنشأة أو المعدة أو الآلة وزيادة عمرها الإفتراضى، وقـد تكون المنشأة أحواض ترويب وترسيب أو صالة مرشحات أو محطات تنقية صـرف صحى أو مكاتب إدارية، أو تكون آلات ومعدات كما أن الآلات قـد تكـون مركبـة بصفة ثابتة كالطلمبات أو متحركة كالسيارات ومقطورات اللحام.

٢. المحافظة على كمية الإنتاج من مياه الشرب والإستمرار فى أداء الخدمة.

٣. المحافظة على نوعية الإنتاج من مياه الشرب ونوعية الخدمة.

٤. تقليل فترات خروج الآلة أو المعدة من الخدمة وما يترتب على ذلك من نجاح الشركة فى أداء المهام المطلوبة منها.

٥. الإقلال من الأعطال المفاجئة وبالتالى الإقلال من تكاليف الصيانة وتكاليف التشغيل.

٦. المحافظة على كفاءة مكونات المشروع ككل من شبكات وطلمبات ومعـدات ومبـانى لتؤدى دورها المطلوب.

أهمية أعمال الصيانة

٧. المحافظة على تعريفة محددة لمياه الشرب وأداء خدمة الصرف الصحى بما يحقق العائد المادى المطلوب للشركة.

٨. المحافظة على إيرادات الشركة وتقليل الفاقد.

٥-٥-٢ أنواع الصيانة

تنقسم الصيانة إلى نوعين رئيسيين هما الصيانة المخططة (Planning Maintenance)، الصيانة غير المخططة (Un Planning Maintenance) :

١- الصيانة المخططة :

والتى يتم تنفيذها طبقا لخطط سابقة محددة المدة والتاريخ ومحددة بالأعمال التى سيتم تنفيذها والعمالة البشرية المطلوبة لها والهدف منها وتنقسم إلى :

- صيانة وقائية.
- صيانة علاجية.

٢- الصيانة غير مخططة :

وتشمل الإصلاحات التى يتم تنفيذها نتيجة لحصول أعطال فجائية أو طارئة أو حوادث بدون تحديد مسبق أو متوقع والأعطال الطارئة غالبا ما تحدث نتيجة لسوء التشغيل أو عدم أتباع تعليمات التشغيل الصحيحة.

٥-٥-٢-١ الصيانة المخططة (Planning Maintenance)

تشمل الصيانة المخططة نوعين رئيسيين هما الصيانة الوقائية (Protective Maintenance)، والصيانة العلاجية (Corrective Maintenance).

١- الصيانة الوقائية :

وهى الأعمال التى تتم بصفة دورية على المنشأة أو المعدة أو الآلة بعد فترة زمنية محددة أو مسيرة مسافة معينة أو زمن معين أو التشغيل لعدد محدد من الساعات، وذلك طبقا لتعليمات المنتج الأصلى أو تعليمات التشغيل والصيانة المعمول بها.

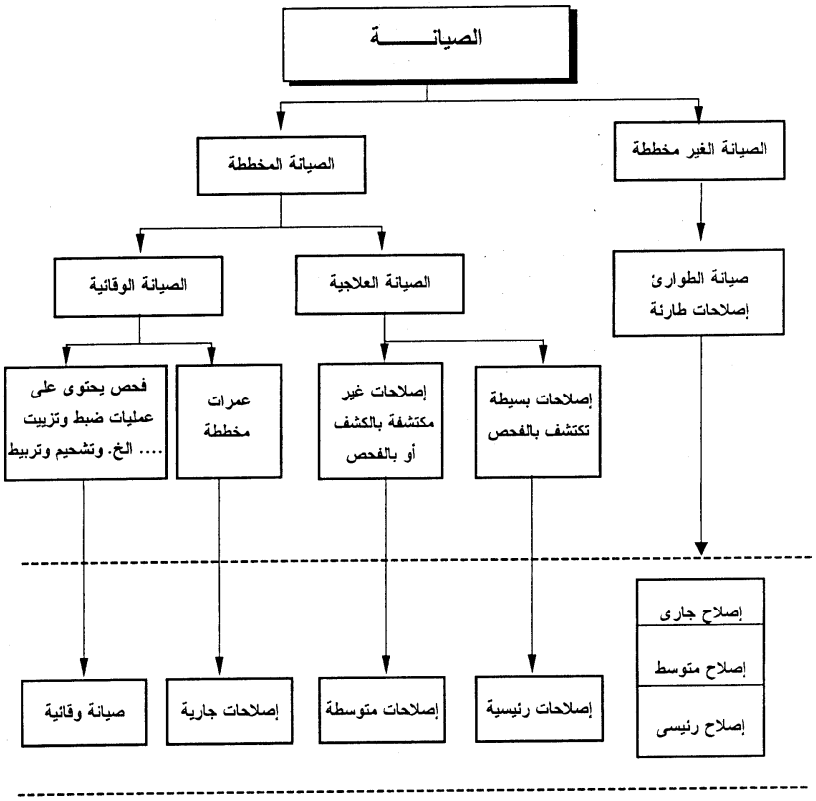
٢- الصيانة العلاجية

ويحتوى هذا النوع من الصيانة على :
استبدال أجزاء أو مجموعات وذلك طبقا لنوع العطل وبالتالى نوع الإصلاح (جارى – بسيط – متوسط) أو طبقا للأعمار المحددة من المنتج بالأستبدال عندها ومثال على ذلك تغيير السيور، تغيير رولمان بلى، حشو الجلندات، تيل الفرامل وخلافة، وذلك لتجنب حدوث العطل أو مضاعفتة للجزء المطلوب تغييرة وأجزاء أخرى متصلة به. العمرات أو الإصلاحات الرئيسية التى تنفذ للمعدات نفسها او لأحد مجموعاتها الكبيرة (محرك – صندوق تروس .... إلخ) وذلك طبقا للحالة الفعلية للمعدة وقت أتخاذ القرار بإجراء العمرة.

٥-٥-٢-٢ الصيانة غير المخططة (Un Planning Maintenance) :

وهى التى تحتوى على الإصلاحات التى تنفذ عندما تحدث الأعطـال الفجائيـة أو حالـة الحوادث – والأعطال غالبا ما تحدث نتيجة سوء الأستخدام أو الحوادث بسـبب مـؤثرات خارجية طارئة أو عدم أتباع أجراءات التشغيل الصحيحة، أو التحميل الزائد عـن قـدرة المعدة أو الآلة وهذا النوع من العمل يجب مواجهتة فور الإبلاغ عنه حيث أنة يؤدى فـى حالة التأخر فى اصلاحة إلى كوارث ومشاكل للهيئة أو المصلحة المسؤلة.

والشكل رقم (٥-١) يوضح الهيكل التنظيمى للصيانة.



شكل رقم (٥-١) الهيكل التنظيمى للصيانة.

٥-٥-٣ مستويات الصيانة والإصلاح

يحتوى كتالوج تعليمات التشغيل والصيانة الصادر من منتج المعدة على تعليمات خاصـة بالمعدة نفسها، ويوضح مكونات هذه المعدة وطريقة تشغيلها والأحتياطات الواجبـة أثنـاء التشغيل لضمان عمل المعدة بصورة سليمة كما توضح نفس الكتالوج نوع ودورية أعمـال الصيانة المطلوبة على المعدة، وفى حالة إضافة أى إجـراءات قياسـية أخـرى خاصـة بالصيانة نظراً لدخول معدات جديدة فى الخدمة فإنة يجب إعداد إجراءات الصيانة القياسية، سواء كانت ميكانيكية أو كهربية أو خاصة بالتشحيم والتزييت أو خاصة بعمليات الفحص. وعند إعداد الإجراءات القياسية الجديدة للصيانة فإنة يتم تسجيلها خطوة بخطـوة لإمكـان تسهيل الأمر على الفنيين أثناء التنفيذ. ومن واقع هذه الإجراءات فإنة يمكن تقسيم الصيانة إلى مستويين للتنفيذ.

٥-٥-٣-١ المستوى الأول (مستوى المحطة)

يقوم هذا المستوى بتنفيذ كل أنواع الصيانة الوقائية (أسبوعى – شهرى – نصف سنوى – سنوى) بجانب القيام بتنفيذ الإصلاحات البسيطة (الجارية) والإصلاحات المتوسطة.
وتحتوى الصيانة الوقائية على عمليات التنظيف – الضبط – التربيط – التشحيم – تغيير زيوت – تغيير فلاتر – استبدال الحشو فى الكراسى، بينما يحتوى الإصلاح البسيط على تغيير السيور – الخراطيم – الوصلات – الجوانات – تغيير أجزاء بسيطة – تغيير لمبات فى لوحات الكهرباء للإضاءة – تغيير فيوزات.
أما الإصلاح المتوسط فهو عبارة عن أستبدال بعض المجموعات الصغيرة الميكانيكية أو الكهربائية أو أجزاء من طلمبات أو محركات. كما يحتوى على فك بعض من هذه المجموعات وإستبدال بعض أجزائها وإعادة تركيبها.

٥-٥-٣-٢ المستوى الثانى (مستوى المنطقة)

يكلف هذا المستوى بإجراء الإصلاحات المتوسطة التى تفوق طاقة وإمكانات المستوى الأول. كما يكلف هذا المسوى بإجراء العمرات العمومية أو الإصلاحات الرئيسية للمعدات سواء الميكانيكية أو الكهربائية. ويمكن لهذا المستوى أيضا القيام ببعض الأعمال التى يوصى عليها فى كتالوج المعدة بأن ينفذها مستوى عالى من الكفاءة والخبرة، مثل تغيير زيوت صناديق تخفيض السرعات – أختيار مدى ملائمة أعمدة الطلمبات ومجارى خابور تجميع الأعمدة مع الطارات أو القوابض – وأخيرا تحليل الذبذبات للمحركات. وعند إجراء العمرة لمحرك أو لطلمبة، فإنة يتم الفك والتسليم للورشة القائمة بالإصلاح على أن يتم تركيب بدلا منها فور عملية الفك لضمان أستمرار التشغيل.

٥-٥-٤ مستويات تنفيذ الصيانة والإصلاحات المزمع تطبيقها

طبقا للهيكل التنظيمى والواجبات والمسؤليات الخاصة بالصيانة الوقائية والإصلاحات فإنه يمكن التقسيم إلى :

١- مستوى محطة تنقية مياه الشرب ومحطة طلمبات ضخ المياه النقية (ضغط عالى)

تكون مسؤلية ورشة المحطة تنفيذ الصيانة الأسبوعية والشهرية والنصف سنوية والسنوية. أما الأصلاحات فتقوم هذه الورشة بإجراء الإصلاحات الجارية (البسيطة) والمتوسطة.

٢- مستوى المنطقة

ويكلف باعمال الصيانات المتوسطة التى تفوق أعمال المستوى الأول، وذلك قبل عمل الصيانة الدورية على السيارات والمعدات وخلافة وفيه ايضا يمكن أستبدال بعض المجموعات الصغيرة مثل السيور والرلمان بلى – عامود طلمبة - ..... وخلافه.

٣- مستوى الهيئة

حيث يتم عمل العمرات الرئيسية وتنفيذ الأعمال الكبـرى للصـيانة والمطلـوب تنفيـذها بالورش الخارجية، وطرح أعمال الشراء لقطع الغيار بأنواعها.

٥-٥-٥ الصيانة التصحيحية

تتم كل ٦ أشهر على المعدات العاملة، وفيها يتم تغيير الزيوت والشحوم، وتصحيح أوضاع المحركات مع الطلمبات وتختبر المحاذاة Alignment، والكشف على الوحدات الكهربية.

٦-٥-٥ الصيانة السنوية

وتجرى شتاء كل عام وفيها تتم العمرات الكاملة، وهى تتضمن تغيير الأجزاء المتآكلة من المعدات، وغسيل المروقات والمرشحـات، وصيانة أجهزة الكلور وكـذلك طلمبـات حقـن الشبة، بمعنى أن المحطة جميعها يتم صيانتها خلال فترة تستغرق ٤ أشهر تقريباً، من أول شهر نوفمبر حتى آخر شهر فبراير، وفى هذه الفترة يكثف نشاط العمـل، وتجهـز قطـع الغيار والعمالة الفنية والعادية، مع الأخذ فى الاعتبار تدوين المصروفات، وتسجيل ما تـم صرفه من قطع غيار حتى يمكن حساب التكلفة.

٦-٥ مفهوم الصيانة الوقائية

لكى يستمر تشغيل وحدات محطة تنقية مياه الشرب فلابد من إجـراء عمليـات الضـبط المسبق وتغيير الأجزاء المستهلكة وعمل الاصلاحات اللازمة. إن برنامج الصيانة الوقائية إذا تم تنفيذه بانتظام وعلى فترات زمنية محددة طبقا للإرشادات الموصى بها فإنه يقلل إلى أدنى حد من استهلاك الآلات أو المنشآت ويطيل من عمرها الافتراضى.

وعلى ذلك فإن الأغراض الرئيسية للصيانة الوقائية هى:

١- حفظ المعدات قابلة للاستخدام وفى حالة جيدة.

٢- تقليل عدد أعطال الطوارئ إلى أدنى حد ممكن.

٣- تقليل تكاليف الإصلاحات.

٧-٥ مفهوم الإصلاح

يهدف الإصلاح إلى التغلب على العيوب أو الأعطال التى تحدث أثناء التشغيل العادى أو بشكل طارئ، وهو يتطلب توفير الأدوات والعدد والمهمات والعمالة الفنية الماهرة.

وعليه فإنه يمكن تحديد الفروق الجوهرية بين الصيانة الوقائية والإصلاح، فالإصلاح يحدث فى أوقات غير متوقعة وهو يؤدى إلى إرباك العمل وضياع الأموال، أما الصيانة الوقائية المخطط لها مسبقا فإنها تكون أقل تكلفة وتطيل عمر المعدة أو المنشأ مما يحقق الهدف من إقتنائها.

٥-٨ مفهوم قطع الغيار

هى أجزاء الآلات أو المعدات التى لابد من تخزينها للأستفادة بها عند إجراء الإصلاحات أو الاستبدال رغم إجراء الصيانة الوقائية.

ورغم أن قطع الغيار تمثل استثمارا كبيرا فى حالة تخزينها إلا أنه من الأهمية بمكان أن يتم التحكم فى الموجود منها لتجنب الراكد غير الضرورى وتفادى النقص. كما يجب أن يكون هناك نظاما جيدا للخصم والإضافة لإمكان توافق أعداد ونو عيات قطع الغيار مع الاحتياجات المتوقعة.

ويعتمد حصر قطع الغيار المطلوب تخزينها على عدة عوالم منها:

١. نوع المعدة.
٢. عدد ساعات التشغيل.
٣. معدل تحميل المعدة.
٤. معدلات الصيانة واحتياجاتها.
٥. مدى توافر قطع الغيرا فى السوق.

وأخيراً فإنه لابد من توفير الرقابة اللازمة على قطع الغيار لتقليل مشكلة النقص الغير متوقع.

٥-٩ العمالة الفنية المدربة

إن العمالة الماهرة ذات الخبرة والكفاءة هى أهم العناصر اللازمة لإجراء الصيانة الوقائية والإصلاحات، ويجب أن تزود العمالة بالتدريب الكافى لتكون على دراية بالمواصفات الفنية والتقنيات الحديثة والتعليمات والأرشادات التى يضعها المصممون أو المنتجون.

٥-١٠ الأدوات لإجراء الصيانة

ويقصد بها الأدوات المطلوبة لإجراء عملة الصيانة، وكتيبات التشغيل والصيانة أو الرسومات الفنية التى توفرها الجهة الصانعة للمعدة أو الجهاز.

٥-١١ مفهوم برنامج الصيانة الوقائية

كما أوضحنا فإن الصيانة الوقائية هى الصيانة المخططة سلفا والموضوع لها برنامج يتم تنفيذه بكل دقة وفى مواعيده المحددة بهدف الحفاظ على المعدة تعمل بأعلى كفاءة لها وإطالة عمرها الافتراضى.

بصفة أساسية فإنه يتم إجراء الصيانة الوقائية فى موقع المحطة، ومع ذلك فإن بعض الإصلاحات تتطلب معدات غالية الثمن (كالعمرات مثلاً). وهذا يعنى أن برنامج الصيانة الكفء يتطلب مستويات مختلفة من الورش والمعدات والعمالة. بالإضافة إلى أن التنظيم الجيد لورش الصيانة هو عامل حيوى لتنفيذ برنامج الصيانة بكفاءة وانتظام، ولضمان عدم تراكم الإصلاحات بما يزيد التكلفة أو قد يؤدى إلى إحلال المعدة بالكامل.

١٢-٥ برنامج التسجيل والمتابعة

إن أحد الوسائل الهامة للإشراف هى إنشاء نظام سجلات للصيانة وجدولة الخدمات للمعدة. كما أن قيمة برنامج الصيانة الوقائية ستتضاءل ما لم يتم الاحتفاظ بسجل دقيق للخدمة لكل معدة عىل حدة. وهذا السجل يجب أن يحتوى على قائمة بتاريخ تركيب المعدة ونوعها ومواصفاتها وساعات تشغيلها وأعمال الصيانة والإصلاح التى تتم عليها. كما يتم تسجيل الأجزاء وقطع الغيار التى تستبدل. كما يجب كذلك تسجيل نتائج عمليات التفتيش والمتابعة التى تجرى على المعدة. ومن خلال هذه السجلات فإنه يتم تقييم الأداء، وتحديد مشاكل تنفيذ الصيانة، وكذلك عيوب التصميم والتشغيل. وعن طريق تجميع البيانات عن المعدات أو المشروعات وتحديد التكلفة المتفق عليها فإنه يمكن تقدير التكاليف المستقبلية المطلوبة لأعمال التشغيل والصيانة. وتظهر أهمية ذلك فى تحديد المشتريات من قطع الغيار أو الخامات والمهمات اللازمة للتشغيل أو الإصلاح والصيانة.

١٣-٥ مكونات خطة التشغيل والصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب

تتكون خطة التشغيل والصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب من العناصر الآتية :

١. حصر شامل لمكونات المحطة المطلوب صيانتها.

٢. تحديد أعمال الصيانة المطلوب القيام بها لكل مكون من مكونات المحطة.

٣. تحديد الطاقة اللازمة للقيام بأعمال الصيانة المتمثلة فى العمالة والعدد والخامات وقطع الغيار.

٤. تحديد المهام فى عمليات الصيانة والإصلاح.

٥. وضع برنامج مخطط لصيانة وتشغيل المحطة.

٦. إعداد نظام لمتابعة التنفيذ.

١٤-٥ حصر مكونات محطة تنقية مياه الشرب

توجد نماذج لحصر مكونات محطة تنقية مياه تقليدية تعمل بنظام المرشحات الرملية السريعة المعدل التقليدية، وهو النوع الشائع فى مصر.

١٥-٥ تحديد أعمال الصيانة المطلوب القيام بها لكل وحدة أو عنصر من محطة تنقية مياه الشرب

بناء على نماذج الحصر السابق إعدادها فإنه يتم تحديد الأعمال المطلوب تنفيذها للصيانة، وتقسيمها إلى أنواع من الصيانات التى تنفذ كل مدة زمنية معينة، طبقاً لساعات التشـغيل بالنسبة للمعدات الثابتة، أو المسافة المقطوعة بالنسبة للمعدات المتحركة كالآتى :

١- بالنسبة للمعدات الثابتة فإنه يتم تجميع الأعمال ذات دوريات الصيانة المتقاربة لتنفيذها معاً فى وقت واحد. وأنواع الصيانة التى تجرى على محطات تنقية المياه يمكن تقسـيمها إلى :

م	الصيانة	الرمز
١	صيانة دورية يومية	(ى)
٢	صيانة أسبوعية	(ص١)
٣	صيانة شهرية	(ص٢)
٤	إصلاحات بسيطة	(س)
٥	صيانة نصف سنوية	(ن)

١٦-٥ تحديد أطقم العمالة اللازمة للقيام بأعمال التشغيل والصيانة

يتم تحديد العمالة اللازمة للتشغيل طبقا للهيكل التنظيمى السابق الإشارة إليه. أما بالنسـبة لتقدير حجم العمالة اللازم لأعمال الصيانة فإنه يمكن تحديده كالآتى:

١-١٦-٥ العمالة المباشرة

ويمكن تقدير حجمها طبقا للجهد (رجل / ساعة) لكل تخصص عن طريق حسـاب أعـداد الصيانات والإصلاحات المطلوبة خلال سنة واحدة عن طريق:

تحديد حجم العمالة المباشرة

١- حصر العمليات التى تنفذ فى كل نوع من أنواع الصيانة.

٢- تقسيم العمليات طبقا لكل تخصص.

٣- تقدير الوقت اللازم لتنفيذ العمليات بالنسبة لكل تخصص ولكل نـوع مـن أنـواع الصيانة.

٤- حساب عدد مرات إجراء الصيانة سنويا.

٥- حساب الوقت اللازم لتنفيذ كل نوع من الصيانة طبقا لكل مهنة.

٦- تقدير ساعات العمل السنوية للعامل بعد خصم الآجازات وهى ١٧٥٠ ساعة.

ويوضح النموذج رقم (٥-١) كيفية حساب الجهد المطلوب من كـل تخصـص لإجـراء عمليات الصيانة لمحطة تنقية مياه الشرب تصرف ٤٠٠ ل/ث

نموذج رقم (٥-١)

معدلات الأداء وحساب العمالة المباشرة لمحطات تنقية مياه الشرب بطاقة ٤٠٠ ل/ث

نوع الصيانة	عدد مرات إجراء الصيانة سنويا	الجهد اللازم (رجل/ساعة)				الجهد اللازم سنويا (رجل/ساعة)			
يومية (ى)	٣٠٠								
أسبوعية (ص١)	٥٢								
شهرية (ص٢)	١٢								
إصلاح (س)	٢٨								
نصف سنوية (ن)	٢								

٥-١٦-٢ العمالة غير المباشرة

وهى التى تختص بالإشراف أو المتابعة أو الأعمال الأخرى، مثل مدير الصيانة والمشرفين والكتبة وأمناء المخازن وغيرها.

ولقد وضعت معايير لهذه العمالة للاسترشاد بها عند حصر الأعداد المطلوبة منها طبقا للآتى:

تحديد حجم العمالة الغير مباشرة

١- مهندس فنى ذو خبرة على النحو الموضح بالفصل ليكون مديرا للصيانة.
٢- مهندس تخصص ميكانيكا وآخر تخصص كهرباء، ليكونا مشرفين للصيانة الميكانيكية والكهربائية.
٣- ملاحظ لكل تخصص.
٤- كاتب إدارى لكل ٢٠ عامل وموظف.
٥- خراط لكل مخرطة.
٦- براد لكل اثنين خراط.
٧- لحام.

ويجب أن تكون العمالة اللازمة لتشغيل وصيانة محطة تنقية مياه الشرب موزعة حسب التخصصات المطلوبة.

وهناك نماذج إسترشادية لكيفية تحديد مستلزمات التشغيل والصيانة لمحطات التنقية.

٥-١٦-٣ تحديد المهام

كما أن هناك نماذج معده لتحديد المهام طبقاً لأنواع الصيانة والإصلاح لمحطات تنقية مياه الشرب يجب الإسترشاد بها.

٥-١٧ تقييم ومتابعة التشغيل والصيانة بمحطات تنقية مياه الشرب

من الأهداف الرئيسية لنظام مراقبة الجودة تقييم خطة التشغيل والصيانة الموضوعة وذلـك بهدف معرفة نواحى القصور وعلاجها قدر الإمكان، وكذا تذليل أى عقبـات نحـول دون الوصول للهدف الرئيسى.

٥-١٧-١ أسس التقييم لخطة التشغيل والصيانة بمحطات تنقية مياه الشرب

أسس التقييم لخطة التشغيل والصيانة تشمل العناصر التالية :

أسس التقييم لخطة التشغيل والصيانة

١- مدى الالتزام بخطة التشغيل وثباتها
٢- مدى الالتزام بعناصر التحكم فى التشغيل
٣- سرعة الاستجابة للتغييرات التى تنشأ
٤- مدى الالتزام بخطة الصيانة الروتينية المخططة وثباتها
٥- مدى جودة أعمال الصيانة وعدم تكرار حدوث الأعطال
٦- صحة مصادر المعلومات التى تبنى عليها القرارات
٧- حفظ المعلومات بطريقة ميسرة يسهل الحصول عليها
٨- تحليل نتائج التجارب
٩- المقارنة بين كمية المياه المنتجة وكمية المياه المحاسب عليها ومعرفة نسـبة الفاقـد مقارنة بآخر نسبة
١٠- سرعة الاستجابة لمتطلبات الجمهور
١١- تشخيص المشاكل والتعامل معها

هذه بعض العناصر الذى يمكن جعلها أساسا للتقييم فى محطة مـا أو مؤسسـة. ويمكـن للمسئول أيضا إضافة ما يراه مناسبا عليها على أنه فى كل الأحوال يلزم الآتى:

أساس عمل لجنة التقييم

١. وجود قسم خاص أو لجنة مشكلة لتنفيذ عملية التقييم.
٢. أن تتبع هذه اللجنة أو ذلك القسم رئيس الجهة مباشرة.
٣. أن تكون هذه اللجنة على دراية بالمهام والمسئوليات والسياسة العامة للمؤسسة.
٤. أن تلتزم اللجنة بالموضوعية والحياد والدقة فى أداء عملها.
٥. أن يكون الهدف من التقييم هو مراقبة تطبيق النظام ومعرفة مدى نجاحه وتعديله إذا لزم الأمر بما يتماشى مع صالح محطة تنقية مياه الشرب.

٥-١٧-٢ المتابعة لخطة التشغيل والصيانة بمحطات تنقية مياه الشرب

تعتبر المتابعة والتقييم من العمليات الهامة لضمان تنفيذ أى برنامج أو مشروع بكفاءة تامة. وكذلك فإن عملية التقييم والمتابعة تساعد على تخطيط أفضل لبرامج أو مشروعات أخرى مماثلة فى المستقبل.

ويمكن القول بأن المتابعة والتقييم لا ينفصلان عن بعضهما البعض ولكـ ت لهمـا أوجـه مختلفة حيث تكمل إحداهما الأخرى، كما أنهما معا يمثلان ركناً هاماً فـى دورة حيـاة أى برنامج بإعتبارهما حجر الزاوية فى الإدارة بصفة عامة.

إذا فالمتابعة هى مجموعة العمليات المستمرة التى تهدف إلى التحقق من أن تنفيذ البرنامج يتم طبقاً للخطة المعتمدة وبالخطوات المتفق عليها، وذلك لتحقيق الأهداف المرغوبة وفـى مجال التخطيط للتشغيل والصيانة يكون هدف المتابعة هو التأكد من الأتى :

هدف متابعة خطة التشغيل

١. أن التشغيل يتم وقف المعدلات المطلوبة وطبقاً للخطة وبالكميات والنوعية المطلوبة.
٢. أن تكلفة التشغيل فى حدود الخطة وفى حدود موازنة التشغيل المعتمدة.
٣. أن الصيانة تتم طبقاً للبرامج الموضوعة وفى المواعيد المحددة وبالتكلفة المقدرة وعلـى أعلى درجة من الجودة.
٤. أن مشاكل التشغيل وعقباته – إن وجدت – يتم تصويرها ونقلهـا علـى الإدارة العليـا للتغلب عليها.
٥. إن مشاكل الصيانة وإحتياجاتها يتم تصويرها وإقتراح الحلول لها ونقلهـا إلـى الإدارة العليا للتغلب عليها.

مما سبق نستخلص أن المتابعة هى : مقارنة ما تحقق فعلاً بما كان مخططاً.

٥-١٧-٣ عناصر المتابعة

وتشمل هذه العناصر ما يلى :

١- تحديد المطلوب :

أى ما هى المعلومات اللازمة والمطلوب الحصول عليها من المتابعة.

٢- تصميم نماذج جمع البيانات :

أى ما هى الأسئلة الواجب طرحها للحصول عليها من المتابعة وكيف تصاغ هذه الأسـئلة بكلمات مفهومة وسهلة ومحددة.

٣- تحليل وتبويب البيانات :

أى جدولة ودراسة وتلخيص هذه البيانات وإيجاد العلاقة بين البيانات المجمعة.

٤- إتخاذ القرار.

٥- متابعة تنفيذ القرار.

ونعرض فيما يلى شرحاً تفصيلياً لهذه العناصر.

٥-١٧-٤ تحديد المطلوب

يحتاج القائمون بالمتابعة إلى القيام بزيارات ميدانية لمواقع العمل (محطات الضخ (الضغط العالى) – تنقية – روافع – خزانات ... إلخ) وذلك لمتابعة تنفيذ أعمال التشغيل والصـيانة على الطبيعة والتأكد من أن كلا من التشغيل والصيانة يسير وفـق الخطـط المرسـومة. والزيارات الميدانية لها مميزات عديدة منها :

مميزات الزيارات الميدانية لمحطات تنقية مياه الشرب

١- التأكد من إستغلال الموارد المتاحة سواء كانت موارد مالية أو بشرية أو عينية.
٢- التحقق من تطابق بيانات المتابعة مع الواقع المرئى.
٣- التأكد من جودة تنفيذ أعمال الصيانة المطلوبة وأنها تتم طبقاً للتعليمات الموضوعة وفى المواعيد الزمنية المحددة.
٤- التحقق من كفاءة الوحدات العاملة وصلاحيتها ومقدرتها على الإستمرار فى العمل.
٥- تقديم المساعدة الفنية لطاقم الصيانة أو التشغيل.
٦- التعايش مع المشاكل والمعوقات – إن وجدت – ودراسة وضع الحلول لها.
٧- طلب عقد دروات تدريبية لطاقم التشغيل والصيانة فى النقاط التـى يشـعر فريـق المتابعة أن طاقم الصيانة أو التشغيل فى حاجة لها.

٥-١٧-٥ تصميم نماذج جمع البيانات

يراعى عند تصميم نماذج جمع البيانات (لكى تكون واقعية ولتقليل الأخطـاء وللحصـول على معلومة واضحة وصحيحة) الأخذ فى الإعتبار ما يلى :

إعتبارات تصميم نماذج جمع البيانات

١- أن تكون الأسئلة موضوعية وتخدم الغرض الذى من أجله يتم جمع البيانات.
٢- أن توجه الأسئلة للشخص المعنى بالموضوع والذى تكون لديه الإجابة علـى هـذا السؤال.
٣- يمكن وضع السؤال على صورة أسئلة مرحلية للوصول إلى الحقيقة كاملة وذلك فى الحالات التى تكون فيها الأمور غير واضحة أو غير ملموسة.
٤- اختيار صيغة السؤال وشكل الإجابة :

لاختيار صيغة السؤال وشكل الإجابة أهمية قصوى فى الحصول بدقة على المعلومـة فإذا كنت مثلاً تريد معرفة كفاءة محطة من المحطات فلو كان السؤال لمسئول محطـة التنقية لمياه الشرب.

ما هى الحالة الفنية لمحطتك؟ فمن المحتمل أن تكون الإجابة كله تمام أو حالة المحطة جيدة والإجابة هنا عامة لا تخدم هدفك من وراء السؤال.

ولكن لو كان سؤالك هو:

١. ما عدد الوحدات العاملة فى محطتك ؟

٢. وما عدد الوحدات المتوقفة (العاطلة) ؟

٣. ما هى كمية التصرف لكل وحدة ؟

٤. ما عدد ساعات التشغيل لكل وحدة ؟

٥. ما كمية المياه المطلوب ضخها من المحطة ؟

إن مجموع هذه الأسئلة وإجاباتها من المؤكد أن يعطى إيضاحا أكثر، ويلقى الضوء على الحقيقة، ويساعدك فى تحليل المعلومة.

٥-١٧-٦ تحليل وتبويب البيانات

بعد جمع البيانات من مصادرها المختلفة أصبح لدينا كمية من المعلومات عن التشغيل والصيانة وهدف تحليل البيانات هو :

هدف تحليل البيانات

١- الوقوف على الجانب المعرفى والإدراكى لمجموعة المشغلين وكذا أطقم الصيانة وهل هى على المستوى المطلوب من عدمه.

٢- هل هناك حاجة إلى تدريب طاقم الصيانة وما هو نوع التدريب المطلوب.

٣- هل كمية قطع الغيار الموجودة بالمخازن كافية وما هى أوجه النقص إن وجدت.

٤- هل النظام أو الخطة الموضوعة للتشغيل والصيانة على المستوى المطلوب أم أن هناك حاجة إلى التعديل، وما هو المقترح.

٥- وضع تقييم نهائى مفصل عن الحالة الفنية لقطاعى التشغيل والصيانة شاملاً المتطلبات.

٦- وضع صورة كاملة وواضحة أمام الرؤساء عن كل ما سبق.

٥-١٧-٧ إتخاذ القرار

بعد تحليل وتوثيق البيانات يقوم فريق المتابعة وتقييم الأداء برفع تقرير مفصل إلى سلطة إتخاذ القرار (المدير العام – رئيس القطاع – رئيس الشركة ....) بتوصيات واضحة المعالم. وقد يكون القرار كالأتى :

توصيات إتخاذ القرار

١- إدراج بند شراء مهمات جديدة فى العام المالى القادم.

٢- تدعيم محطة ما بعمالة فنية مدربة من محطة أخرى.

توصيات إتخاذ القرار

٣- قيام طاقم الصيانة بإحدى المحطات بأعمال صيانة لمحطة مجاورة لرفع كفاءتها.
٤- نقل وحدة أو شخص أو أكثر من محطة إلى محطة أخرى قد تكون فى حاجة إليها.
٥- تدريب بعض عمال التشغيل ممن يثبت حاجتهم إلى التدريب.
٦- تدريب بعض أفراد الصيانة على نقاط معينة فى برنامج الصيانة.
٧- دراسة زيادة معدل الحوافز لطاقم التشغيل.
٨- دراسة زيادة معدل الحوافز لطاقم الصيانة.
٩- تغذية إحدى المحطات بمصدر آخر للكهرباء نظراً لكثرة إنقطاع المصدر المغذى لها.

٥-١٧-٨ متابعة تنفيذ القرار

تعود المسئولية مرة أخرى على فريق المتابعة وتقييم الأداء لمتابعة تنفيذ ما تم إتخاذه من قرارات والمتابعة فى هذه المرحلة ليست للتأكد من تنفيذ القرار فحسب ولكن للتأكد من الفوائد التى عادت من تنفيذ هذا القرار وبأنه قد أدى الغرض المقصود به.

وفى حالة الإحتياج إلى إدخال بعض التعديلات فى قرار ما، أو فى حالة إنتفاء الغرض الأصلى للقرار يأتى دور المتابعة ثانياً للبحث والتحديد والتحليل ورفع الأمر للمسئول مرة ثانية ..... وهكذا.

٥-١٨ خطط التشغيل والصيانة بمحطات تنقية مياه الشرب

من الضرورى وضع خطط لتشغيل وصيانة محطة تنقية مياه الشرب، وأن تكون هذه الخطط واضحة لدى عمالة التشغيل والقائمين بالصيانة. لذلك يتم إعداد خطة تشغيل يومية للمحطة توضح الإنتاج المستهدف وأنظمة التشغيل والتحاليل المطلوب إجراؤها موزعة على ساعات اليوم، كما يتم إعداد خطة للصيانة الشهرية تحدد تواريخ إجراء الصيانة لمعدات ووحدات المحطة خلال الشهر، وخطة أخرى للصيانة السنوية تحدد الأشهر التى تتم فيها أعمال الصيانة.

٥-١٨-١ خطة التشغيل اليومية

يجب إعداد خطة التشغيل اليومية لمحطة تنقية مياه الشرب فى النماذج المعده لذلك.

٥-١٨-٢ خطة الصيانة الشهرية

يجب إعداد خطة الصيانة الشهرية لمحطة تنقية مياه الشرب فى النماذج المعده لذلك.

٥-١٨-٣ خطة الصيانة السنوية

يجب إعداد خطة الصيانة السنوية لمحطة تنقية مياه الشرب فى النماذج المعده لذلك.

الفصل السادس

تكلفة إنتاج مياه الشرب ومؤشرات الإنجاز

بمحطات تنقية مياه الشرب

الفصل السادس

تكلفة إنتاج مياه الشرب ومؤشرات الإنجاز

بمحطات تنقية مياه الشرب

٦-١ مقدمة

تعتبر التكاليف من أهم أسس تقييم أداء محطات تنقية مياه الشرب والتعرف على العائد الحقيقى الذى يتحقق نتيجة مزاولة هذا النشاط، وهو إنتاج مياه شرب نقية ذات جودة عالية وتخضع للمعايير والخصائص القياسية، وهى تساعد الإدارة على كافة المستويات لإجراء الدراسات الدقيقة بناء على بيانات موضوعية تدعو فى النهاية إلى اتخاذ القرار الرشيد الذى يعمل على تنمية القطاع بأكمله وحل مشاكله أولاً بأول.

وحتى الآن فإن الحديث عن التكاليف فى إنتاج مياه الشرب ليس بالأمر اليسير أو المهمة السهلة حيث تواجهه صعوبات عديدة منها :

١- عدم وجود إطار مؤسسى واحد.

٢- تعدد جهات الصرف ومصادره.

٣- تعدد جهات التشغيل والصيانة.

٤- عدم توافر السجلات.

٥- عدم وجود آليات تتبع التكاليف والرقابة عليها.

٦-٢ تكلفة إنتاج المتر المكعب من مياه الشرب

نظراً لأهمية حساب التكاليف والتى نستخدمها فى إجراء التحاليل الإقتصادية كما سبق ذكره. ويوضح الجدول رقم (٦-١) عناصر تكلفة إنتاج مياه الشرب، كما يجب الأخذ فى الإعتبار النقاط التاليه ..

٦-٢-١ تقدير حساب الإهلاك

يتم تقدير قسط الإهلاك السنوى طبقاً للمعادلة الأتيه :

$$\text{قسط الإهلاك السنوى} = \frac{\text{القيمة الأصلية} - \text{القيمة التخزينية}}{\text{العمر الافتراضى}}$$

جدول رقم (٦-١) عناصر تكلفة إنتاج المتر المكعب من مياه الشرب داخل محطة التنقية

الطاقة الإنتاجية : ..... (م^3/شهر)

عناصر التكاليف	تكلفة إنتاج المتر المكعب (جنيه)	%
أولاً : الإهلاك		
١- المبانى		
٢- المعدات		
٣- خطوط المواسير		
٤- الخزانات		
الإجمالى		
ثانياً : المصروفات الجارية		
١- أجور (عمالة مباشرة وغير مباشرة) :		
١- أجور ثابتة		
٢- أجور متغيرة		
٣- حصة المعاشات		
٤- حصة التامين الصحى		
٥- بدل وجبة		
الإجمالى للبند (١)		
٢- مستلزمات سلعية :		
١- خامات		
٢- قطع غيار		
٣- وقود تشغيل		
٤- زيوت		
٥- مواد صيانة		
٦- كهرباء (القوى المحركة)		
٧- مواد ومهمات متنوعة		
٨- أدوات مكتبية		
الإجمالى للبند (٢)		
٣- مستلزمات خدمية :		
١- صيانة		
٢- المقابل النقدى		
٣- نقل وانتقالات		
٤- بدل السفر		
٥- مصاريف خدمية متنوعة		
الإجمالى للبند (٣)		
ثالثاً : مصروفات تحويلية جارية		
فوائد قروض (البنوك والجهات القارضة)		
الإجمالى الكلى (أولاً + ثانياً + ثالثاً)		

٦-٢-٢ معدلات الإهلاك السنوى

ويتم وفقاً للمعدلات المقررة بالنظام المحاسبى الموحد وفى ضوء ما هو مطبق فـى مرافـق الميـاه والصرف الصحى فإن هذه المعدلات مقارنة بنوعيات الأصول تكون كما هو معـروض بالجـدول رقم (٦-٢).

جدول رقم (٦-٢) تقدير حساب الإهلاك

م	نوع الأصل	معدلات الإهلاك السنوى
١	مبانى	% ٢.٥
٢	شبكات	% ٣
٣	آلات	% ٧.٥
٤	عدادات	% ١٥
٥	وسائل نقل	% ٢٠
٦	عدد وأدوات	% ٢٠
٧	أثاث	% ١٠
٨	طرق	% ٥
٩	آبار	% ١٠
١٠	نفقات إيرادية مؤجلة	% ٢٠

ومعدلات الإهلاك السنوى السابق ذكرها تطبق بإفتراض الأتى :

- أن عدد أيام العمل فى السنة ٣٠٠ يوم.
- أن مدة التشغيل اليومى وردية واحدة ٨ ساعات.

وعلى ذلك فإنه يمكن زيادة هذه المعدلات إذا زادت أيام التشغيل أو فترات الورديات مـع ضـرورة الحصول على موافقة اللجنة الفنية الدائمة للنظام المحاسبى الموحد.

ومن ناحية أخرى يراعى عند إعداد تقديرات أقساط الإهلاك ما يلى :

١. التكلفة التاريخية هى الأساس فى تحديد قيمة الأصل الخاضعة للإهلاك.
٢. السنة المالية مقسمة على ٤ فترات ربع سنوية وأينما يقع التاريخ المتوقع لبدء إستخدام الأصـل خلال الفترة المالية فإنه يتم تقدير حساب الإهلاكعن كامل هذه الفترة، فمـثلاً إذا كـان متوقـع إستخدام أصل فى ٩/١ وكان معدل إهلاكه ٢٠% سنوياً فيقدر حساب إهلاكه بمعدل ٥% عـن الفترة الربع سنوية من ٧/١ إل ٩/٣٠.
٣. يتم حساب الإهلاك بطريقة القسط الثابت.
٤. الأدوات الصغيرة تهلك بكامل قيمة المتوقع إستخدامه منها لصعوبة تقدير عمر إنتـاجى لهـا، فضلاً عن عدم أهميتها النسبية.
٥. إهلاك المهمات (مثل قوالب الصب – السلندرات) يجوز بإعادة التقدير لأنهـا لا تعتبـر عـن مجموعة الآلات، ويتوقف عمرها الإنتاجى على مدى إستعمالها فى الإنتاج.

٦. الأصول التى يتوقع ألا تعمل إطلاقاً يحسب لها قسط إهلاك على أساس ٥٠% من نصيب الفترة أو الفترات الآلية التى لم يستخدم فيها الأصل.
٧. الأصول المتوقع شراؤها قديمة يحسب لها معدل إهلاك زيادة ٥٠% من معدلات الأصول المشتراة جديدة.
٨. الأصول السابق إهلاكها بالكامل يحسب لها قسط إهلاك بواقع ٥٠% من معدل الإهلاك المقرر لنوع الأصل، وتضاف القيمة إلى حساب إحتياطى إرتفاع أسعار الأصول.
٩. يقدر حساب الإهلاك أياً كانت نتيجة النشاط المتوقعة سواء كانت فائضاً أو عجزاً.

٦-٢-٣ تقدير الإيجار

يتم تقدير الإيجار فى ضوء التعاقدات السارية والممتدة خلال السنة التى تعد عنها الموازنة وما قد يستجد من إيجار يتوقع التعاقد عليه خلال السنة.

٦-٢-٤ تقدير حساب الفوائد

يتم تقدير حساب الفوائد وفقاً لشروط الحصول على القروض من بنك الإستثمار القومى أو أية جهة أخرى، بحيث تحسب الفوائد المتوقع سدادها فى السنة التى تعد عنها الموازنة، فإذا كانت القروض قد تم الحصول عليها لتمويل تنفيذ مشروعات فيكون تقدير حساب الفوائد المدينة فيما يختص بالقروض التى تم تشغيل المشروعات الممولة بها، أما القروض التى لا تزال المشروعات الممولة بها تحت التنفيذ فتحسب فوائدها وتدرج ضمن تقديرات الموازنة الإستثمارية.

١- الربح الصافى

= التدفق للداخل – التدفق للخارج

= الإيرادات السنوية – المصروفات السنوية متضمنة الإهلاك

٢- عائد الاستثمار البسيط = $\frac{\text{الربح الصافى}}{\text{إجمالى الاستثمارات}} \times ١٠٠$

٦-٣ نظام معلومات تكلفة الإنتاج

حتى يمكن التعرف على نظام معلومات تكلفة الإنتاج للمتر المكعب من المياه يجب توافر العناصر التاليه ...

٦-٣-١ أهداف نظام المعلومات

تتبع حفظ بيانات كميات الإنتاج اليومية والشهرية ومتابعة حركة الإنتاج السنوى ومتابعة تكاليف إنتاج وحدة المياه وإعداد المقارنات فى تكلفة إنتاج كل وحدة مع توضيح المؤشرات الإنتاجية بالكمية والقيمة.

٦-٣-٢ توصيف البيانات الأساسية

تشمل مجموعة البيانات الأساسية : التاريخ – كود عنصر التكاليف (مرتبات وأجور + وقود – قطع غيار .. إلخ)- كمية كل عنصر مستهلك من عناصر التكاليف (ك/لتر مثلاً) – قيمة كل عنصر مستهلك من عناصر التكاليف (قرش/ جنيه)، وكذلك كمية الإنتاج المستهدفة وقيمة الإنتاج الفعلى وكذلك قيمة الإنتاج المستهدف.

٦-٣-٣ المؤشرات

١- نسبة الإرتفاع أو الإنخفاض فى قيمة كل عنصر من عناصر التكاليف خلال فترة محددة =

$$= \frac{\text{قيمة العنصر فى الفترة الحالية}}{\text{قيمة العنصر فى الفترة المناظرة من السنة الماضية}} \times ١٠٠$$

٢- نسبة تحقيق التكلفة النمطية لإستهلاك قيمة أو كمية كل عنصر خلال فترة محددة =

$$= \frac{\text{قيمة أو كمية العنصر فى الفترة المحددة}}{\text{هدف العنصر قيمة أو كمية فى الفترة المحددة}} \times ١٠٠$$

٣- نسبة التطور فى قيمة عناصر التكاليف المباشرة خلال فترة معينة =

$$= \frac{\text{قيمة عناصر التكاليف خلال هذه الفترة}}{\text{هدف عناصر التكاليف خلال الفترة المناظرة}} \times ١٠٠$$

أعمال تجميع ومعالجة والتخلص
من مياه الصرف الصحى

برنامج

إعداد وتنمية الكوادر الشابة بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

أعمال تجميع ومعالجة والتخلص من مياه الصرف الصحى

المحتويات

الفصل الأول

نظام الصرف الصحى المتكامل ١-٢٩

الفصل الثانى

تكنولوجيا معالجة مياه الصرف الصحى ٢-٤١

الفصل الثالث

المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى بالمرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية) ٣-٣٧

الفصل الرابع

برامج العمل لرفع الكفاء ة ودور المعامل ومتابعـة الكفـاءة بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى ٤-٢٤

الفصل الخامس

خطط التشغيل والصيانة بمحطات المعالجة لمياه الصرف الصحى ٥-١٨

الفصل السادس

النظم المالية وتكاليف الإنتاج بمحطات معالجة ميـاه الصـرف الصحى ٦-٩

الملحق رقم (أ) :

التشريعات المصرية الخاصة بتحديد مواصفات مياه الصـرف الصحى المعالجة قبل صرفها على المجارى المائية ١-٨

المراجع ...

الفصل الأول
نظام الصرف الصحى المتكامل

الفصل الأول
نظام الصرف الصحى المتكامل

١-١ الأثر البيئى لإنشاء شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

من علامات التقدم الحضاري في منطقة ما وجود شبكات لتجميع المياه الملوثة بها يحقق صرف المخلفات السائلة لسكانها ومنشآتها صرفا صحيا. وقد زاد في السنوات الأخيرة الإهتمام بأعمال الصرف الصحي نتيجة للزيادة المستمرة في معدلات إستهلاك المياه، والتي ترتبط بعوامل كثيرة منها زيادة تعداد السكان والتقدم في الصناعة وكثرة الاحتياجات من المياه، وكل هذه العوامل جعلت من صرف المخلفات السائلة من أهم العمليات اللازمة لضمان توفر البيئة الصحية الصالحة للأفراد في المجتمعات السكنية، والتي تساعد على تجنب المشاكل التالية:

١- تلوث المياه السطحية أو المياه الجوفية مما ينتج عنه إنتشار الأمراض مثل التيفود والكوليرا وبقية الأمراض التي تنقلها المياه الملوثة.

٢- نمو وتكاثر الذباب والبعوض وما يؤدي إليه ذلك من إنتشار الأمراض علاوة على ما تسببه من مضايقات.

٣- معاناة الأهالي من مشاكل الصرف في المنازل وأعمال الكسح اللازم إجراؤها كل فترة لبيارات الصرف وخزانات التحليل المستخدمة، في حالة عدم وجود شبكة لتجميع المخلفات السائلة.

٤- نزح رواسب خزانات التحليل أو بيارات الصرف والتخلص منها إما على المجاري المائية مما يؤدي إلى تلوثها، أو بتجميعها في بعض المناطق القريبة من المدن مما يؤدي إلى تراكمها وانبعاث روائح كريهة غير مرغوب فيها.

٥- تأثير الأحماض الناتجة من التفاعلات التي حدثت في المياه الملوثة بفعل البكتريا اللاهوائية على أساسات المنشآت، علاوة على تأثيرها على التربة المحيطة إذا تم صرف مثل هذه المياه الملوثة على التربة مما يؤدي مستقبلا إلى إنهيار المنشآت وعدم صلاحية الطرق.كما أن استمرار الصرف على التربة المحيطة يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية بالجراثيم والطفيليات مما يعوق إستخدامها في مختلف الأغراض.

لذلك يعتبر الصرف الصحي للمخلفات السائلة المنزلية والمحتوية على الفضلات الآدمية من أهم العمليات اللازمة لضمان توفير البيئة الصالحة للأفراد، سواء في المجتمعات الحضرية أو الريفية، ويجب أن يتم الصرف بطرق هندسية وإقتصادية وفقا للأسس الفنية والشروط الأساسية لمقومات الصحة العامة ومقتضيات الراحة والأمان للمواطنين وسلامة ونظافة البيئة، وفي حدود الإمكانات المتيسرة.

٢-١ الغرض من إنشاء شبكات تجميع مياه الصرف الصحي

فوائد إنشاء شبكات تجميع وصرف مياه الصرف الصحي كثيرة ومتعددة، أهمها مايلي:

١- حماية أساسات المباني والمنشآت.

٢- حماية المجاري المائية ومصادر المياه الجوفية من التلوث.

٣- ضمان إجراء عمليات الصرف للمياه الملوثة على أسس صحية وسليمة، مما يوفر وسائل الراحة والرفاهية بالتجمعات السكانية.

٤- الإستفادة من مياه الصرف الصحي بعد معالجتها وإعادة استخدامها .

٥- الإستفادة من الرواسب الناتجة من وحدات معالجة مياه الصرف الصحي، وذلك بعد معالجتها.

٦- حماية البيئة المحيطة من التلوث (مياه-تربة-هواء-نباتات-حيوان).

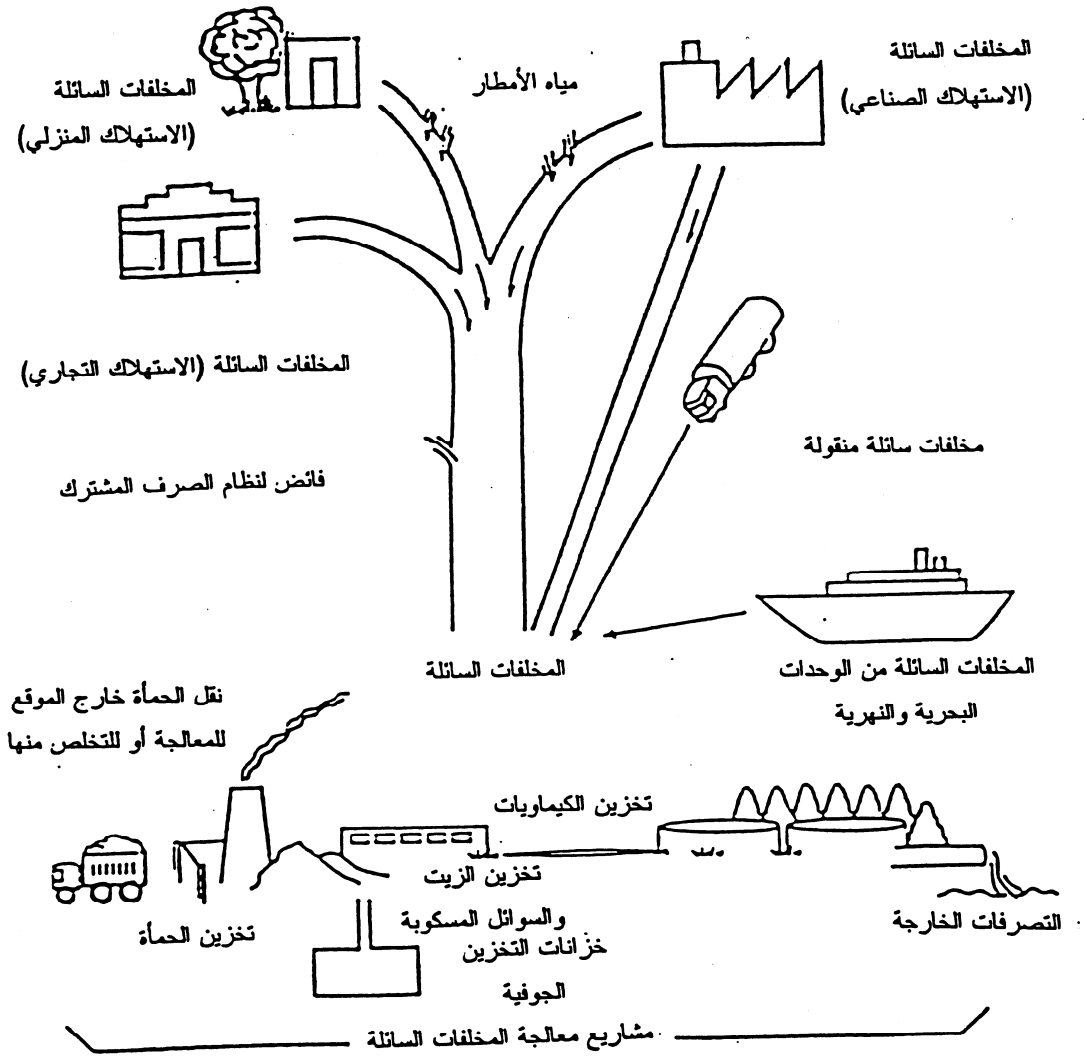
ويتم تجميع مياه الصرف الصحي والمخلفات السائلة بواسطة شبكة من المواسير تسير فيها المياه الملوثة بما تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة بالإنحدار الطبيعي تبعاً للقوانين الهيدروليكية.وتسير المخلفات السائلة في هذه الشبكة بحيث تصب المواسير الصغرى في مواسير أكبر منها وهكذا إلى أن تصب في النهاية في مجمع رئيسي يصب في بيارة محطة الرفع التي ترفع المخلفات السائلة وتدفعها في مواسير تحت ضغط تعرف بالمواسير الصاعدة أو خطوط الطرد إلى موقع وحدات معالجة المخلفات السائلة. ويمكن تقسيم أعمال تجميع المخلفات السائلة (مكونات تجميع مياه الصرف الصحي) إلى الأعمال التالية:

- ***أولا:*** شبكة المواسير بالانحدار الطبيعي وملحقاتها من المطابق وغرف التفتيش الأخرى.
- ***ثانيا:*** محطات الرفع وملحقاتها(البيارة ووحدات الضخ من الطلمبات والمحركات ومواسير السحب والطرد وأجهزة قياس التصرف).
- ***ثالثا:*** المواسير الصاعدة (خطوط الطرد) وملحقاتها من غرف المحابس وأجهزة الحماية من المطرقة المائية.

٣-١ مصادر المياه الملوثة (الصرف الصحى)

تتكون المياه الملوثة أساساً من المخلفات السائلة المنزلية (الصرف الصحي) الناتجة من المباني السكنية ومن المخلفات السائلة الناتجة من بعض الصناعات الخفيفة بالمدينة كالصناعات الغذائية بالإضافة إلى مياه الرشح ومياه الأمطار التي تصل إلى الشبكة كما هو موضح بالشكل رقم (١-١).

وتتكون مياه الصرف الصحي أصلا من مياه الشرب المستعملة بما تحتويه من العناصر الكيميائية الموجودة فيها قبل الإستعمال مضافاً إليها الشوائب التي تصاحب إستعمالها. وتعتمد هذه الشوائب في نوعيتها وكمياتها على مجالات استعمال المياه، فتختلف بالنسبة للمخلفات الصناعية عنها في الإستعمالات المنزلية أو مياه الأمطار أو مياه الرشح. وكل نوع من هذه الأنواع تتداخل عوامل كثيرة في التأثير على مكوناته،وتتفاوت هذه العوامل من منطقة إلى أخرى.



١. المخلفات السائلة من الإستهلاك المنزلى
٢. المخلفات السائلة من الإستهلاك الصناعى
٣. المخلفات السائلة من الإستهلاك التجارى
٤. مياه غسيل الشوارع والطرقات
٥. مياه الأمطار والسيول المتساقطة على المدينة أو التجمع السكنى إن وجدت
٦. مياه جوفية (مياه الرشح)

شكل رقم (١-١) مصادر المياه الملوثة(الصرف الصحى)

١-٣-١ مياه الصرف الصحي المنزلى

تشمل المياه المستعملة في التجهيزات الصحية المنزليـة والمـراحيض وأحـواض المطـابخ والأجهزة الأخرى، ويتضح من ذلك أن نوعية الشوائب في هذه المياه هـي مخلفـات الطعـام

والفضلات الآدمية بالإضافة إلى المواد الناتجة عن الإستحمام ونظافة الملابس والأوانى والأرضيات وأعمال النظافة الأخرى.

وتختلف نوعية مياه الصرف الصحي المنزلي طبقاً للعوامل التالية:

- نظام شبكات التجميع(هل هي مشتركة أو منفصلة).
- مستوى المعيشة.
- معدلات إستهلاك المياه.
- خصائص مياه الشرب.

١-٣-٢ مياه الأمطار

تحتوي مياه الأمطار بعد تجميعها على المواد التي تحملها الأمطار أثناء سقوطها أو جريانها فوق أسطح المباني والأرض،وتختلف ما تحمله مياه الأمطار من أتربة ورمال ومواد عضوية طبقا لعدة عوامل كثيرة منها طبيعة الأسطح التي تسقط عليها الأمطار ونوعية رصفها ومدى تكرار سقوط الأمطار ومدتها. وقد تحتوي مياه الأمطار في بعض الأحيان على تركيزعال من المواد العالقة التي تجرفها المياه من الأسطح التي تسقط عليها بالإضافة إلى بعض الغازات الذائبة في الأمطار أثناء هطولها.وفي البلاد شديدة التساقط للأمطار وأفتقارها لأى مصادر طبيعية أخبى للمياه يفضل إنشاء شبكات منفصلة لتخزين مياه الأمطار لإستخدامها في أعمال الري أو في أي استخدامات أخرى.

١-٣-٣ المخلفات الصناعية السائلة

تختلف مكونات المخلفات الصناعية السائلة وخصائصها حسب نوع الصناعة والعمليات الصناعية المستخدمة فيها،وكمية المياه المستعملة والمواد التي تدخل في التصنيع، والنسبة التي تصل منها إلى مياه الصرف الصحي. وتكون بعض المخلفات الصناعية أشد تركيزا من مياه الصرف المنزلي بالنسبة للمواد العضوية والمواد الذائبة، وقد تكون بعضها أقل تركيزا، فنجد مثلا أن المياه المستعملة في صناعة الورق تحتوي على تركيز عال من المواد العضوية العالقة والذائبة، بينما نجد أن المياه المستعملة في صناعة التبريد تكون خالية من الشوائب. وتحتوي بعض المخلفات الصناعية على مواد سامة أو ضارة بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة التي لها دور كبير في عمليات المعالجة. ولذلك لا يسمح بصرف المخلفات الصناعية على شبكات الصرف الصحي إلا إذا توافرت فيها معايير وخصائص معينة حددها القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ والقانون رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ في شأن صرف المخلفات الصناعية السائلة على شبكات الصرف الصحى.

١-٣-٤ مياه الرشح

وهى المياه التي تدخل مواسير الصرف الصحي من المياه السطحية أو من المياه الجوفية في باطن الأرض إذا كان منسوبها أعلى من منسوب المواسير. لذا يجب أن تقدر قيمتها لتؤخذ في

الاعتبار عند التصميم. وتدخل المياه الجوفية عن طريق الوصلات والمسام والمطابق المعيبة وأغطية المطابق التي يقل منسوبها عن منسوب سطح الأرض .وتعتمد كمية مياه الرشح على ارتفاع منسوب المياه الجوفية فوق منسوب المواسير وعلى جودة الوصلات ونوعية مواسير الصرف المستخدمة وقطرها وطولها ونوع أغطية المطابق المستخدمة (بفتحات أم بدون فتحات-خاصة في المناطق الممطرة)، وتشمل أسس التصميم والمراجع المختلفة تحديد كميات مياه الرشح، فللمواسير قطر ٢٠٠ مم تتراوح مياه الرشح من ١٠ إلى ٣٠ متر مكعب في اليوم لكل كيلومتر من المواسير، وللمواسير قطر ٦٠٠مم تتراوح مياه الرشح من ٢٠ إلى ٨٠ متر مكعب لكل كيلومتر من المواسير.

وتقدر كمية المياه المتسربة لكل مطبق بحوالي من١.٣ الي٤.٧ لتر/ثانية، وتتوقف هذه الكمية على عدد ومساحة الفتحات في غطاء كل مطبق. وهذه الكميات قابلة للزيادة في حالة سوء التنفيذ وقابلة للنقص في حالة استخدام عدد وصلات أقل للمواسير. وقد يحدث في بعض الأحيان ظاهرة الترشيح (عكس حركة مياه الرشح) في حالة وجود المياه الجوفية على منسوب أقل من منسوب المواسير حيث تتسرب المياه من المواسير إلى طبقات التربة المحيطة (Exhilaration), مما يتسبب في تلوث التربة والمياه الجوفية بالاضافة إلى خلخلة التربة أسفل أساس المواسير والمطابق وتأثير ذلك على سلامة هذه المنشآت والمواسير. ويتأثر منسوب مياه الرشح بالدرجة الأولي بموقع تركيب المواسير, حيث يرتفع عندما يكون الموقع مجاورا للأنهار أو الترع أو المجاري المائية، بينما يقل عندما يزيد بعد الموقع عن المجاري المائية. ولذلك نجد أن منسوب مياه الرشح في الموقع المجاور للنهر وعلى مسافة في حدود خمسون مترا من جسر النهر يتأثر بارتفاع أو انخفاض منسوب النهر.

١-٣-٥ مياه غسل الشوارع والأرصفة

وهذه المياه الملوثة تصرف في البالوعات ومنها إلى شبكة الصرف حاملة معها بعض الرمال والورق والزيوت والشحومات.

١-٤ العوامل التى تؤثر على محتويات وخصائص المخلفات السائلة

تتغير مكونات مياه الصرف الصحي السائلة من وقت إلى آخر على مدار السنة والشهر واليوم أسوة بتغير كمياتها،الا انه يمكن القول أن المخلفات السائلة تتكون في المتوسط من ٩٩,٩% ماء و٠,١% مواد صلبة سواء كانت عالقة أو ذائبة، عضوية أو غير عضوية، كما تحتوي على الكثير من البكتريا (هوائية أو لا هوائية).

وتشمل هذه العوامل ما يلي:

- عمر المخلفات السائلة.
- وقت جمع العينة.
- تعرض المخلفات السائلة للهواء.

١-٤-١ عمر المخلفات السائلة

أي الوقت الذي مضي منذ صبها في شبكة الصرف إلى وقت أخذ العينة، فالمخلفات السائلة في بدء جريانها في شبكة الصرف تكون ذات لون مائل إلى الرمادي مع وجـود مـواد برازيـة وزيوت وشحوم وأوراق ومخلفات الخضروات طافية على السطح. وبمضي الوقـت ونتيجـة لجريان هذه المخلفات السائلة في شبكة الصرف تتفتت المواد العالقة والطافية وتندمج مع سائل متجانس ذو عكرة عالية ولون أشد تركيزاً، بينما تتصاعد منها روائح كريهة نتيجة لتحلل بعض المواد العضوية تحللاً لا هوائياً.

١-٤-٢ وقت جمع العينة

لما كانت المياه المستعملة وكذلك الغرض من استعمالها يتغيران من وقت لآخر، فمن البـديهي أن تختلف محتويات العينة ودرجة تركيز هذه المحتويات من وقت للآخـر، فنجـد أن أكثـر العينات تركيزا هي التي تؤخذ في الساعات الأولى من الصباح، بينما يقل تركيز العينات التـي تؤخذ في الساعات المتأخرة من الليل. كما تتغير مكونات المخلفات السائلة ودرجة تركيز مـا تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة تبعاً لتغير للأنشطة الصناعية من موسم لآخر على مدار السنة.

١-٤-٣ تعرض المخلفات السائلة للهواء

تحتوي المخلفات السائلة عند بدء جريانها في شبكة الصرف على بعض الأكسـجين الـذائب الذي سرعان ما يستهلك نتيجة لنشاط البكتريا الهوائية التي تموت إذا لم يتجدد الأكسـجين (أى إذا لم يكن هناك اتصال دائم بين المخلفات السائلة والهواء)، وعندئذ تنشط البكتيريا اللاهوائيـة ويحدث تحلل لاهوائي للمواد العضوية فتكتسب المخلفات لونا داكنا ورائحة عفنة نتيجـة لهـذا التحلل اللاهوائي، وعلى النقيض من ذلك إذا تواجدت المخلفات السائلة علـى إتصـال دائـم بالهواء عندئذ تنشط البكتريا الهوائية مما ينتج عنه تحلل هوائي للمواد العضوية لا ينـتج عنـه روائح عفنة أو تركيز عالي في اللون.

من هذا يتضح أن المواد العضوية تتعرض إلى نوعين من التحلل:

أولا- التحلل اللا هوائي(Putrefaction):

وهو الذي يحدث نتيجة لنشاط البكتريا اللا هوائية في غياب الأكسجين وينـتج عنـه غـازات النشـادر (Ammonia) والميثـان (Methane) وكبريتـور الهيـدروجين (Hydrogen Sulphide) ومعظم هذه الغازات ذات رائحة نفاذة كريهة.

ثانيا :التحلل الهوائي(Oxidation):

وهو الذي يحدث نتيجة نشاط البكتريا الهوائية عند تواجد الأكسجين وينتج عنه أملاح الأزوتات (Nitrates) والكبريتات (Sulphates) وثاني أكسيد الكربون (Carbon Dioxide) ومـواد أخرى غير ضارة.

ويتأثر التحليل الهوائي بعدة عوامل مثل:

درجة حرارة المخلفات (Temperature of Sewage):

ويظهر تأثير درجة الحرارة في زيادة نشاط البكتريا سواء الهوائية أو اللاهوائية مع ارتفاع درجة الحرارة إلى درجة معينة يأخذ بعدها نشاط البكتريا في الهبوط.

٢- العوامل الميكانيكية (Mechanical Factors):

مثل مرور المخلفات السائلة على هدارات أو في منحدرات أو في وحدات الطلمبات، إذ أن مثل هذه العوامل تساعد على تفتت المواد العالقة الكبيرة الحجم نسبيا إلى مواد أصغر حجما. كمية المياه المستخدمة (مياه الشرب) في المدينة وكذلك محتويات هذه المياه.

١-٥ خصائص مياه الصرف الصحى

تتوقف خصائص مياه الصرف الصحى على كمية مياه الرشح وكمية مياه المطر، وهذه تؤثر على درجة تركيز المواد الصلبة(عالقة كانت أو ذائبة)،كما أن مياه الرشح بما قد تحتويه من أملاح ذائبة تؤثر على درجة تركيز المواد الذائبة وبالتالى يمكن تلخيص خصائص مياه الصرف الصحى كما يلى :

١-٥-١ المواد الصلبة الموجودة في المخلفات السائلة

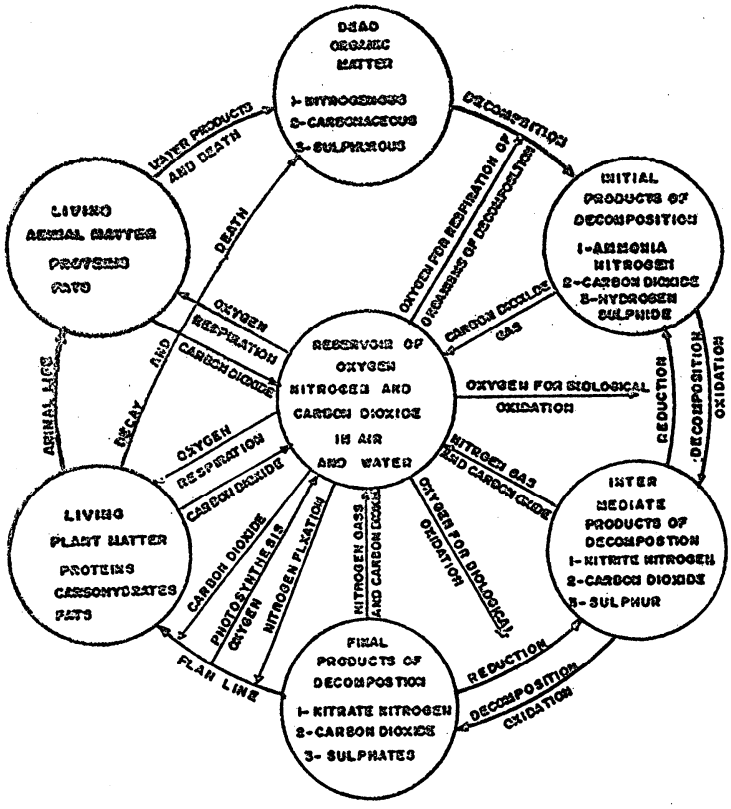
تتواجد المواد الصلبة في المخلفات السائلة إما عالقة أو ذائبة،فإذا أخذنا عينة من المخلفات السائلة ووضعناها في فرن تجفيف لتبخير ما فيها من ماء أمكننا تحديد كمية المواد الصلبة في العينة سواء كانت ذائبة أو عالقة، أما إذا رشحنا العينة قبل التجفيف ثم جففنا السائل الذي مر في ورقة الترشيح فانه يمكننا تحديد كمية المواد الصلبة الذائبة. وتنقسم المواد الصلبة العالقة إلى:

- مواد سهلة الترسيب, أي ترسب في وقت قصير وتقدر بحوالي ٥٠%من المواد العالقة.
- مواد صعبة الترسيب، أي تحتاج إلى وقت طويل لترسيبها وتقدر بحوالي ٥٠% من المواد العالقة.

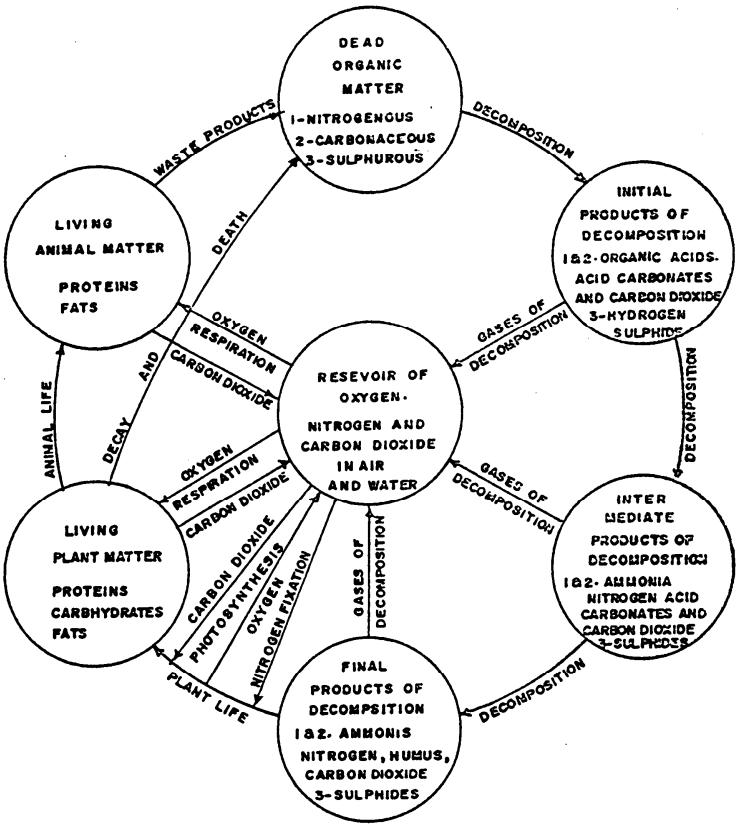
وتتراوح نسبة المواد الصلبة الذائبة من٦٥% إلى ٧٥% من مجموع المواد الصلبة، بينما تتراوح نسبة المواد الصلبة العالقة من ٢٥% إلى ٣٥% من مجموع المواد الصلبة. وفي عمليات معالجة المخلفات السائلة تحجز نسبة كبيرة من المواد العالقة بينما تمر نسبة كبيرة من المواد الذائبة في كامل عملية المعالجة دون تغيير يذكر إذ يتغير قليل منها بالأكسدة، كما يمكن تقسيم المواد الصلبة في المخلفات السائلة إلى مواد عضوية وغير عضوية.

١-٥-٢ المواد العضوية (Organic Substance):

وتسمي أحيانا مواد طيارة أو غير ثابتة (Volatile-Unstable) نظرا لتطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عالية والشكلين رقما (١-٢),(١-٣) يوضحان دورة النتروجين والكربون والكبريت فى ظروف التحلل الهوائى وظروف التحلل اللاهوائى .



شكل رقم (١-٢) دورة النتروجين والكربون والكبريت فى ظروف التحلل الهوائي



شكل رقم (١-٣) دورة النتروجين والكربون والكبريت فىظروف التحلل اللاهوائى

١-٥-٣ مواد غير عضوية (Inorganic Substance):

وتسمي أحيانا مواد معدنية أو ثابتة (Mineral – Stable) ونظرا لثباتها وعدم تطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عالية .وتقدر نسبة كل من المواد العضوية والمواد غير العضوية الموجودة في المخلفات السائلة بحوالي ٥٠% من مجموع المواد الصلبة.

١-٥- ٤ الكائنات الحية الميكروسكوبية في المخلفات السائلة

تحتوي المخلفات السائلة بالإضافة إلى المواد الصلبة العالقة والزائدة على العديد من أنواع الكائنات الحية الميكروسكوبية والبكتريا، والتي يتواجد كل نوع منها بالآلاف في كل مللي لتر من المخلفات، إلا أن غالبية هذه الكائنات غير ضارة وبعضها ضروري لعملية المعالجة لتثبيت المواد العضوية وتحويلها إلى مواد ثابتة غير ضارة وبعضها ضروري لعمليات المعالجة لتثبيت المواد العضوية وتحويلها إلى مواد ثابتة غير عضوية.

إلا أن بعض هذه الكائنات ضارة تسبب أمراض خاصة إذا وصلت إلى الطعام أو إلى مياه الشرب، ومن أمثلة ذلك: البكتريا التيفودية، والباراتيفود، الدوسنتاريا، الكوليرا، والإمراض المعدية الأخرى. وتجري على المخلفات السائلة الإختبارات البكتريولوجية الاتية :

١- العد الكلى للبكتريا عند درجة حرارة ٣٠ درجة مئوية، ويتراوح بين نصف مليون إلى خمسة مليون إلى في المللليتر.

٢- العد الكلي للبكتريا عند درجة حرارة ٣٧ درجة مئوية، وهو يقل قليلاً عن العد الكلي عند ٢٠ درجة مئوية.

٣- عدد بكتريا القولون ويتراوح بين ٣٠٠٠٠ – ٢٠٠٠٠٠ في المليمتر. وبديهي أن هذا التراوح الواسع في عدد البكتريا يكون سبب إختلاف وقت وظروف أخذ العينة وكذلك نوع المخلفات وما يحتويه من مركبات.

١-٦ الإختبارات الكيميائية لعينة المخلفات السائلة

تجري بعض الإختبارات الكيميائية لفحص عينة من المخلفات السائلة بغرض تقدير درجة تركيزها قبل المعالجة، كما تجري نفس الإختبارات على عينة من المخلفات السائلة أثناء وبعد المعالجة. وتشمل الإختبارات ما يلي :

١-٦-١ إختبار الأزوت النشادرى (Nitrogen-Ammonia)، حيث تقل كمية النشادر بمضي الوقت لتحولها إلى نيترات ونيتريت.

١-٦-٢ إختبار الأزوت على هيئة نترات ونيتريت (Nitrites and Nitrates)، حيث تزيد كمية النترات بمضي الوقت ويدل تواجد الأزوتات بكثرة على اقتراب كفاءة المعالجة من الكمال.

١-٦-٣ إختبار الكلوريدات (Chlorides)، ويستفاد من هذا الإختبار للدلالة على تلوث الماء بالمخلفات السائلة نظراً لإرتفاع تركيز الكلوريدات في المخلفات السائلة عنه في الماء.

١-٦-٤ إختبار كبريتورالهيدروجين (Hydrogen Sulphide)، إذ يدل تواجد هذا الغاز في عينة المخلفات على نشاط البكتريا اللا هوائية وعدم تواجد اللأكسجين في العينة.

١-٦-٥ إختبار الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD– Chemical Oxygen Demand)، ويستدل منه على مدي تركيز المواد الكربونية العضوية في العينة، إلا أنه ليس بالدقة الكافية.

١-٦-٦ إختبار الأكسجين الحيوى المستهلك (BOD-Biological Oxygen Demand)، وهو من التجارب الهامة في إختبار عينات المخلفات السائلة باعتباره طريقة لقياس تركيز المواد العضوية في العينة، إذ بإجرائها يتم تقدير كمية الأكسجين اللازمة لنشاط البكتريا لأكسدة المواد العضوية الموجودة في العينة عند حفظها لفترة محددة وتحت ظروف معينة، وتجري التجربة بتخفيف العينة بكمية معينة من المياه المهواة (Aerated Water). ويتم قياس تركيز الأكسجين في الخليط في بداية ونهاية مدة حفظه ومن ثم يمكن حساب كمية الأكسجين المستهلك خلال هذه الفترة وتقديرها بالجزء في المليون.

وتتوقف كمية الأكسجين الحيوي على العوامل الآتية:

١- تركيز المواد العضوية في العينة، فكلما زاد تركيزها زاد الأكسجين المستهلك أي الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) حيث يتناسب معدل إستهلاك الأكسجين أثناء اجراء تجربة واحدة طرديا مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.

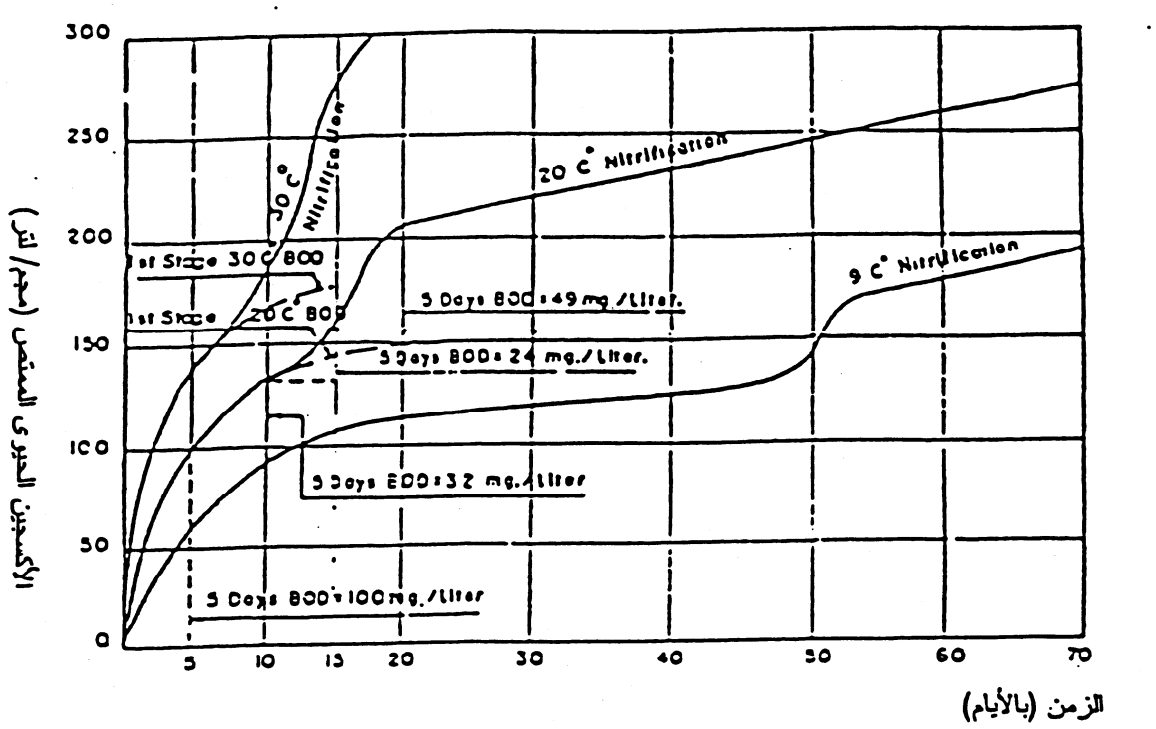
٢- درجة الحرارة أثناء فترة الحفظ (Incubation) إذ كلما زادت درجة الحرارة – إلى حد معين- زاد نشاط البكتريا في أكسدة وتثبيت المواد العضوية.

٣- الزمن أو التي تحفظ أثناءها العينة أي التي يقاس تركيز الأكسجين في العينة في بدايتها ونهايتها.

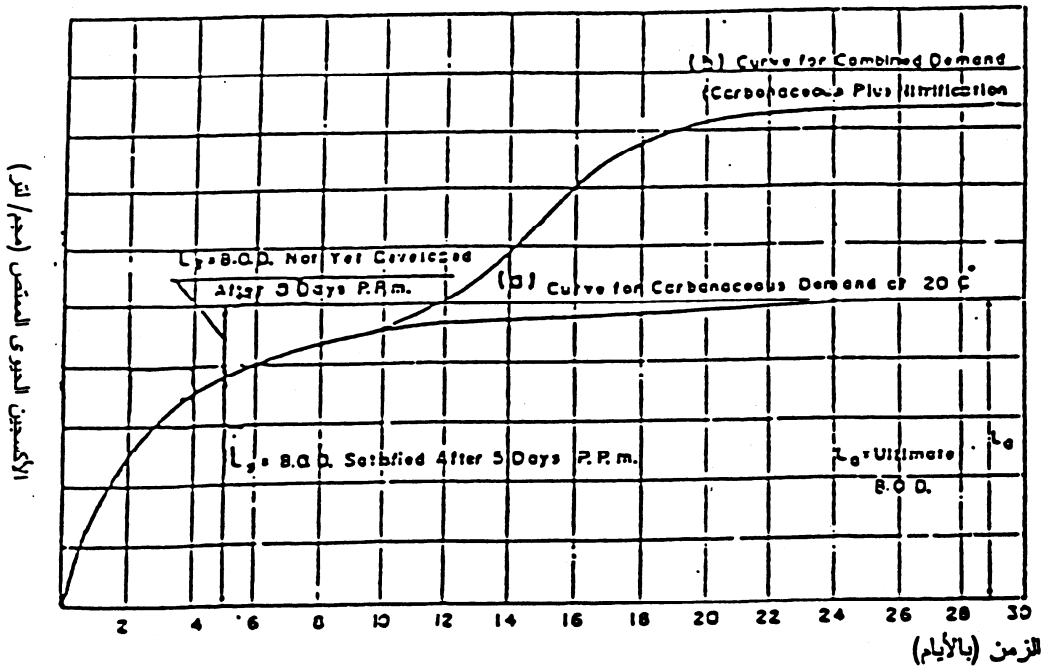
ولتقنين التجربة (Standardization) وحتى يمكن مقارنة النتائج على عينات مختلفة في أماكن وأوقات مختلفة تم الاتفاق على أن تبقى درجة الحرارة طوال هذه الفترة ٢٠ درجة مئوية وأن يكون زمن حفظ العينة (Incubation Period) خمسة أيام. ويبين الشكل رقم (١-٥) المنحنيات الموضحة للعلاقة بين المتغيرات الثلاثة وهي (BOD)، زمن أو فترة الحفظ، درجة الحرارة، ويتبين في هذا الشكل أنه يمكن تقسيم أي منحني إلى ثلاثة مراحل :

- ***المرحلة الأولي:*** وتستمر لفترة ١٠ إلى ١٥ يوماً أو أكثر وفيها تتأكسـد المـواد العضـوية الكربونية الأصل، ويتميز هذا الجزء من المنحني بأن معدل إستهلاك الأكسجين يتناسب مـع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.
- ***المرحلة الثانية:*** وهي فترة انتقال بين المرحلة الأولي والثالثة, وتتميز هذه المرحلـة بثبـات معدل إستهلاك الأكسجين مع ارتفاع في قيمة هذا المعدل، وتستمر هذه المرحلة حوإلى ثلاثـة أيام.
- ***المرحلة الثالثة:*** يتم فيها أكسدة المواد العضوية الأزوتية الأصل، وتتميز بأن معدل إسـتهلاك الأكسجين يكاد يكون ثابت إلا أنه أقل من المعدل في المرحلة الثانية، وتستمر هذه المرحلـة حتى يتم أكسدة المواد العضوية التي قد تستغرق شهوراً.

ويوضح الشكل رقم (١-٤) , (١-٥), العلاقة بين الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) وزمن الحفظ ودرجة الحرارة ونوع المادة العضوية، ويتضح من هـذا الشـكل أن معـدل إسـتهلاك الأكسجين يتناسب مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.



شكل رقم (١-٤) العلاقة بين كمية الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) ودرجة الحرارة وزمن الحفظ بالحضانة



شكل رقم (١-٥) العلاقة بين كمية الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) ودرجة الحرارة ونوع المادة العضوية

وفى جميع الإختبارات السابقة تظهر النتائج موضحة تركيز محتويات المخلفات السائلة بالجزء في المليون كما في الجدول رقم (١-١). ويبين الجدول رقم (١-٢) كمية المواد العالقة والذائبة والأكسجين الحيوي الممتص بالنسبة للشخص الواحد مقدرة بالجرام\للفرد، ومنه يمكن تحديـد تركيز هذه المواد في مياه الصرف الصحى بعد معرفة معدل إستهلاك الفرد للمياه في المدينة

الجدول رقم (١-١) محتويات مياه الصرف الصحى فى الظروف المصرية المختلفة

المحتوي	نوعية المخلفات السائلة مجم/لتر			ملاحظات
اللون	أسود (قوية)	مائل إلى السواد (متوسطة)	رمادي (رمادي)	
الأكسجين الذائب	صفر	صفر	صفر	
الأكسجين الحيوي الممتص(BOD)	٣٠٠	٢٠٠	١٠٠	
الأكسجين الكيميائي المستهلك(COD)	١٠٠٠	٥٠٠	٢٥٠	
المواد الصلبة الكلية	١٢٠٠	٧٢٠	٤٠٠	
الواد العالقة	٣٥٠	٢٠٠	١٠٠	
المواد الذائبة	٨٥٠	٥٠٠	٢٥٠	
الزيوت والشحوم	١٥٠	١٠٠	٥٠	
الدهون	٤٠	٢٠	-	
الكالسيوم	٤٠	٢٥	١٥	
الماغنسيوم	٤٠	٢٥	١٥	
الصوديوم	٧٠	٥٥	٤٠	
البوتاسيوم	١٥	١١	٧	
الحديد	٠.٤	٠.٣	٠.٢	
المنجنيز	٠.٤	٠.٣	٠.٢	

الجدول رقم (١-١) محتويات مياه الصرف الصحى فى الظروف المصرية المختلفة

المحتوي	نوعية المخلفات السائلة مجم/لتر			ملاحظات
اللون	أسود (قوية)	مائل إلى السواد (متوسطة)	رمادي (رمادي)	
الأزوت الكلي	٨٦	٥٠	٢٥	
النيتريت	٠.١٠	٠.٠٥	صفر	
النترات	٠.٤	٠.٢	٠,١	
النوشادر	٥٠	٣٥	٢٠	
القلوية	٢٥٠	١٠٠	٥٠	
الكلوريدات	١٠٠	٥٠	٣٠	
الفوسفات	٤٠	٣٠	٢٠	
السلفات	٣٠	٣٣	١٥	
الرقم الهيدروجيني	٨,٥	٧.٢	-	رقم
درجة الحرارة	٦٠	٤٠	٢٠	درجة مئوية
الرائحة	تختلف حسب التفاعلات اللاهوائية ونسبة النتروجين والفسفور والزمن وكلوريد المتكون			
الفينول	تختلف حسب الاستخدام			
المنظفات الصناعية				

جدول رقم (١-٢) كمية المواد العالقة والذائبة والأكسجين الحيوى الممتص (جرام/فرد/يوم)

نوع المادة الصلبة	غير عضوية	عضوية	الموع	الأكسجين الحيوي الممتص
عالقة	٢٥	٦٥	٩٠	٤٢
قابلة للترسيب	١٥	٤٠	٥٥	١٩
صعبة الترسيب	١٠	٢٥	٣٥	٢٣
ذائبة	٨٠	٨٠	١٦٠	١٢
المجموع	**١٠٥**	**١٤٥**	**٢٥٠**	**٥٤**

١-٧ التغيير في تصرفات الصرف الصحي

يجب عند تصميم أعمال الصرف الصحي تحديد تصرفات مياه الصرف الصحي حتى يمكن تصميم أعمال الصرف الصحي المختلفة من شبكات وخطوط طرد ومحطات ضخ ومحطات معالجة. وحيث أن تصرفات مياه الصرف الصحي تعتمد بالدرجة الأولي على معدلات إستهلاك المياه، لذلك سنتعرض فيما يلي لكيفية حساب معدلات إستهلاك المياه.

١-٧-١ معدلات إستهلاك مياه الشرب ومياه الصرف الصحى الحالية والمستقبلية

يعبر عن معدلات إستهلاك مياه الشرب باللتر /فرد/اليوم ويختلف هذا المعدل باختلاف فصول السنة و كذلك علي مدار الشهر وأيضاً خلال الـ٢٤ ساعة من اليوم. ولمواجهة هذه التغيرات في معدلات الإستهلاك أمكن تعريف معدلات الإستهلاك المختلفة وأيضا تحديد معدل الإستهلاك اليومي المتوسط.

متوسط الإستهلاك اليـومي(average annual daily water consumption) ويحسـب بقسمة اجمالي الإستهلاك للمياه خلال العام علي عدد أيام السنة

$$\text{لتر/فرد/يوم} = \frac{\text{اجمالي انتاج محطات تنقية مياه الشرب علي مدار العام الواحد}}{\text{اجمالي عدد السكان}\times ٣٦٥} =$$

وطبقاً للدراسات التي تمت لمدن القاهرة والأسكندرية وبورسعيد وبعض محافظـات الوجـه القبلي والبحري والمدن الجديدة مثل (مدينة العبور ومدينة السادس من أكتـوبر) تـم تحديـد متوسط اللإستهلاك اليومي لمختلف مناطق الجمهورية من حيث كونهـا مـدن أو عواصـم محافظات أو مراكز أو ريف، ومتوسط الإستهلاك اليومي يمثل الإستهلاك المنزلي بالأضافة الي الإستهلاك للأغراض العامة و للصناعات والصغيرة، أما بالنسبة للفوائد في الشبكات فهي تتراوح بين ٢٠-٤٠/لتر/الفرد في اليوم وهذه الكمية داخلة ضمن متوسط الإستهلاك اليومي ويراعي خصم كمية الفاقد عند حساب معدلات الإستهلاك الأخرى. ويعرض الجـدول رقـم (١-٣) متوسط الإستهلاك اليومي وكذلك كمية الفاقد خلال شبكة توزيع مياه الشرب.

جدول رقم (١-٣)

متوسط الإستهلاك اليومي و كمية الفاقد خلال شبكة توزيع مياه الشرب

حالة الاستخدام	متوسط الإستهلاك اليومي لتر/فرد/يوم	كمية الفاقد خلال شبكة المياه لتر/فرد/يوم	متوسط الإستهلاك الكلي للفرد لتر/فرد/يوم
عواصم المحافظات (مدن	١٨٠	(٢٠-٤٠)	(٢٠٠-٢٢٠)
المراكز	١٥٠	(١٥-٣٠)	(١٦٥-١٨٠)
القرى حتي ٥٠٠٠٠ نسمة	١٢٥	(١٠-٢٥)	(١٣٥-١٥٠)
المدن الجديدة	٢٨٠	(صفر-٢٠)	(٢٨٠-٣٠٠)

و للحصول علي معدلات الإستهلاك في المستقبل تطبق المعادلات الأتية:

$$\text{Perent.Increase} = \left[\left(\frac{P_n}{P_1}\right)^{0.125} - 1\right]\times 100 \qquad (١-١)$$

$$\text{Perent.Increase} = \left[\left(\frac{P_n}{P_1}\right)^{0.11} - 1\right]\times 100 \qquad (٢-١)$$

وتطبيق المعادلة (١) فى حالة عدم وجود عدادات قياس إستهلاك المياه.

وتطبق المعادلة (٢) في حالة وجود عدادات إستهلاك المياه.

وفي حالة معرفة النسبة المئوية لمعدل الزيادة السكانية يمكن تطبيق المعادلة الاتية:

$$Perent.Increase = \left[(1+r)^n - 1\right] \times 100 \qquad (٣-١)$$

حيث:

r معدل الزيادة في الإستهلاك سنويا و تؤ خذ ١/١٠ من النسبة المئوية لمعدل الزيادة السنوية للسكان.

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

$$W.C._{future} = W.C._{present} \times Percent.Increase \qquad (٤-١)$$

وبعد تقدير النسبة المئوية للزيادة يتم تقدير معدل الإستهلاك المتوسط في المستقبل

١-٧-٢ التصرف المتوسط لمياه الصرف الصحى

يحسب التصرف المتوسط (average flow) بضرب متوسط الإستهلاك اليومي للمياه في المعامل يؤخذ من (٠.٨ – ٠.٩).

$$Q_{av}(sewage)=(0.8\text{-}0.9)Q_{av}(water) \qquad (٥-١)$$

١-٧-٣ التصرف الجاف لمياه الصرف الصحى:

التصرف الجاف (dry weather flow DWF) هو التصرف الناتج من الإستهلاكات المختلفة بدون اضافة مياه الأمطار, م ينقسم الي:

أدني تصرف جاف(minimum dry weather flow):

و هذا التصرف يحدث أثناء الليل أو خلال الشتاء و يحسب من المعادلة الآتية:

$$Q_{min}\ DWF = 0.2p^{1/6} * qav \qquad (٦-١)$$

حيث

Q_{min} DWF أدني تصرف (لتر/ث)

P عدد السكان(بالالف)

Q_{av} التصرف المتوسط (لتر/ث)

أقصي تصرف جاف (maximum dry weather flow):

يطلق عليه تصرف ساعة الذروة و يحدث في شهور الصيف و يحسب من المعادلات الاتية:

$$Q_{min}DWF = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \times Q_{av} \qquad (٧-١)$$

$$Q_{min}DWF = \frac{5}{P^{0.167}} \times Q_{av} \qquad (٨-١)$$

و لتحديد قيم معاملات الذروة في حالة أدني تصرف جاف و أقصي تصرف جاف طبقا للمعادلات (١-٦، ١-٧ ، ١-٨) السابق ذكرها ، يمكن استخدام المنحنيات الموضحة بالشكل رقم (١-٨) لتحديدها مباشرة.والشكل رقم (١-٩) يوضح هذة المعاملات فى الظروف المصرية من واقع التجارب العملية

١-٨ تقدير كمية مياه الرشح

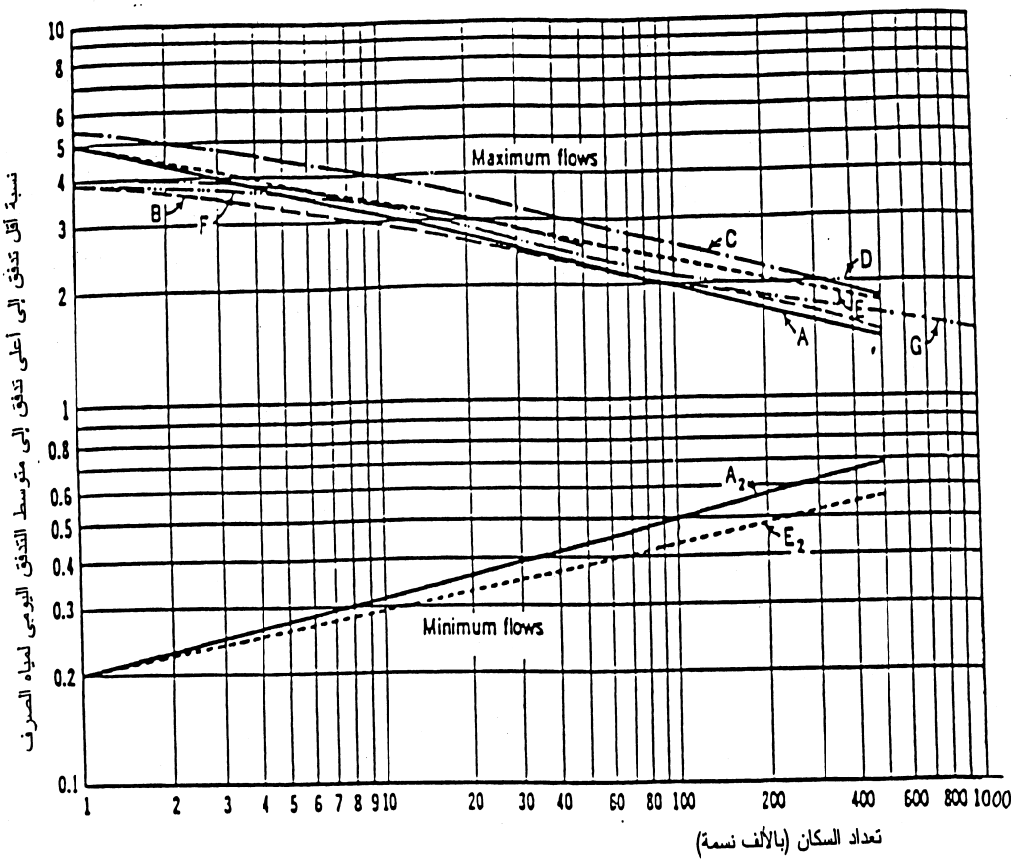
يتم حساب كمية مياه الرشح الواصلة إلى شبكة الصرف الصحي القائمة بواسطة هدارات قياس تصرف توضع في المطابق حيث يتم قياس كمية مياه الرشح الداخلة إلى الشبكة.توجد معادلات كثيرة تستخدم لحساب كمية مياه الرشح، والمعادلة الآتية تستخدم لحساب كمية ميـاه الرشـح خلال ١٠٠٠ متر طولي من الخط.

$$Q_{inf} = ADH^{2/3} \qquad (٩-١)$$

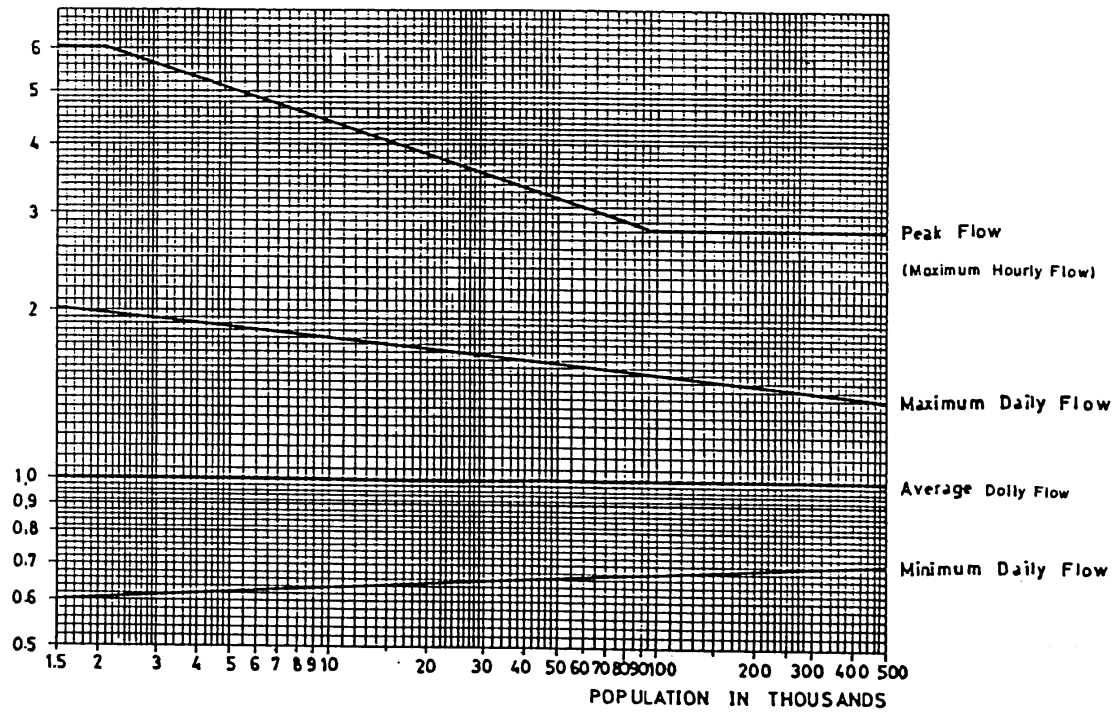
حيث :

- Q_{inf} كمية مياه الرشح خلال ١كم طولي من خط المواسير (لتر/ساعة)
- A معامل يتراوح بين ٥-١٠ ويؤخذ (١٠)
- D قطر المواسير (م)
- H العمق المتوسط (م) لخط المواسير أسفل منسوب المياه الأرضية.

وفى حالة صعوبة تطبيق المعادلة وعدم توافر البيانات اللازمة تؤخذ كمية مياه الرشح مساوية (٢٤-٩٥) م^3/اليوم/١ كم من خط المواسير أو تؤخذ ٠.٤٦م^3/يوم/١ سم من قطر الماسورة/١ كم من خط المواسير, أيهما أكبر.

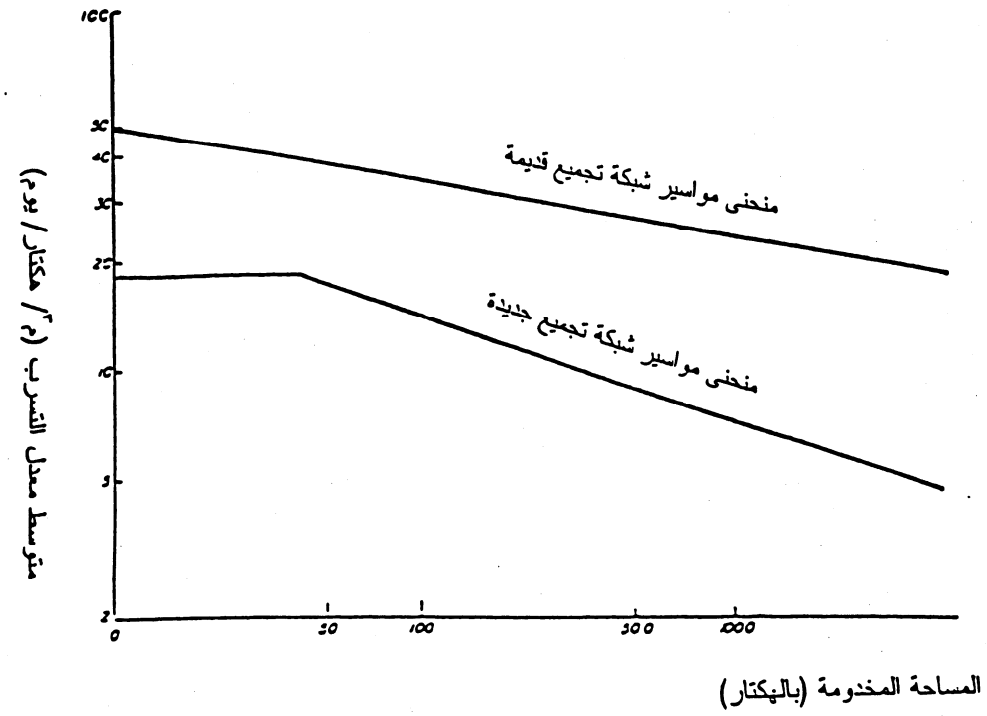


شكل رقم (١-٨) منحنيات تحديد قيم معامل الذروة وأدنى وأقصى تصرف جاف



شكل رقم (١-٩) النسبة إلي تصرف أقصى تصرف إلي اقصى تصرف يومي

كما يمكن تحديد كمية مياه الرشح الواصلة الى خطوط مواسير الشبكة مباشرة وذلـك بالنسـبة للمساحة المخدومة بالهيكتار لكل من خطوط المواسير الجديدة والقائمة فعـلا مـن المنحنيـات الموضحة بالشكل رقم (١-١٠).



شكل رقم (١-١٠) العلاقة بين كمية مياه الرشح والمساحة المخدومة

١-٩ أعمال تجميع مياة الصرف الصحى

يتم تجميع المخلفات السائلة (الصرف الصحى) من التجمعات السكنية والتجاريـة والصـناعية الخدمية خلال شبكات إنحدار للتجميع وضخها بواسطة محطات الرفع وتصل إلى عملية معالجـة مياه الصرف الصحي بواسطة خطوط الطرد – حيث يتم معالجتها ثم التخلص منها بصرفها بعـد معالجتها على المصارف الزراعية أو يتم الإستفادة منها في أعمال الرى للمزارع الخشبية.

وتتكون شبكة مواسير الإنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى من الأجزاء الآتية :

١- وصلات الصرف الصحى المباني (بالإنحدار).
٢- خطوط مواسير الصرف الصحى الفرعية (بالإنحدار)..
٣- خطوط مواسير الصرف الصحي الرئيسية. (بالإنحدار).
٤- خطوط مواسير المجمعات الرئيسية. (بالإنحدار).
٥- خطوط مواسير الطرد الفرعية (بالضغط).
٦- خطوط مواسير الطرد الرئيسية (بالضغط).

١-٩-١ أنواع المواسير المستخدمة في شبكات الصرف الصحي (إنحدار – طرد)

- مواسير الفخار المزجج (مواسير أنحدار فقط)
- مواسير الزهر المرن
- مواسير الفيبر جلاس
- المواسير البلاستيك U.P.V.C
- المواسير الخرسانة سابقة الإجهاد بأسطوانة داخلية – بدون أسطوانة
- المواسير البولي إيثيلين عالى الكثافة (HDPE)

١-٩-٢ المطابـق

وهى عبارة عن غرف تنشأ من الطوب أو الخرسانة العادية أو المسلحة، وتستخدم لتجميع مياه الصرف الصحي، وتستخدم أيضاً للتفتيش والصيانة للمواسير عن طريق إنزال المهمات والمعدات اللازمة لأعمال الصيانة والتنظيف للمواسير والمطابق أما مستديرة أو مربعة، ويتم اختيار أبعادها طبقا لقطر المواسير، مع الأخذ فى الأعتبار إمكانية إستخدام المعدات الميكانيكية اللازمة لأعمال الصيانة.

والمطبق يتكون من الأعمال التالية:

ا- **الغطاء:**

ويكون عادة من الحديد الزهر.

ب- **الإطار الخارجي (الشنبر**):

ويصنع من الحديد الزهر ويثبت أعلى المطبق ليركب عليه الغطاء بإحكام.

ج- **عقد المطبق:**

وهو سقف المطبق الذى يثبت فيه البرواز الحلقى، ويكون الجزء من المطبق الذى ينحصر بين فتحته وحوائطه الرأسية.

د- **الحوائـــط (الجدران**):

وهى الجزء الرأسي من المطبق، وتكون أسطوانية أو مربعة.

١-٩-٣ بالوعات المطر

تستخدم لتجميع مياه الأمطار وصرفها إلى شبكة الصرف الصحي.

١-٩-٤ غرف التفتيش

تبنى من الطوب أو الخرسانة بأعماق تبدأ عادة من ٦٠ سم لتجميع صرف المبنى ومنها لشبكة انحدار الصرف الصحي.

١-٩-٥ غرف التهدئـة

وهى تنشأ بهدف خفض السرعة عند التقاء خطوط الطرد بشبكة الإنحدار.

١-٩-٦ السيفونات

وتستخدم في نقل مياه الصرف الصحي بالإنحدار الطبيعى لتعدية المجارى المائية وما شابها.

١-١٠ تخطيط شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

يتم تقسيم شبكات التجميع تبعاً لمصادر وكمية مياه الصرف الصحى المطلوب تجميعها وأيضا طبقا لطبوغرافية المدينة وطبقا للظروف المناخية والبيئية السائدة بالمنطقة :

أولاً : شبكات الصرف المشتركة.

ثانياً : شبكات الصرف المنفصلة.

ثالثاً : شبكات الصرف المشتركة جزئياً.

<u>وسنستعرض فيما يلى هذه الأنواع ثم نذكر مميزات وعيوب كل نوع منها بعد ذلك.</u>

١-١٠-١ شبكات الصرف المشتركة

وهى الشبكات التى تستقبل كل المخلفات السائلة بجميع أنواعها من مختلف المصادر سـواء كانت مخلفات منزلية أو صناعية أو مياه أمطار أو مياه رشح. وهذا النظام هو المستخدم فـى تجميع المخلفات السائلة من معظم المدن المصرية، كما هو موضح بالشكل رقم (١-١١).

١-١٠-٢ شبكات الصرف المنفصلة

وهى الشبكات التى تستقبل المخلفات السائلة المنزلية والمخلفات الصناعية وتنشأ شبكة أخرى لاستقبال مياه الأمطار، كما هو موضح بالشكل رقم (١-١٢).

١-١٠-٣ شبكات الصرف المشتركة جزئياً

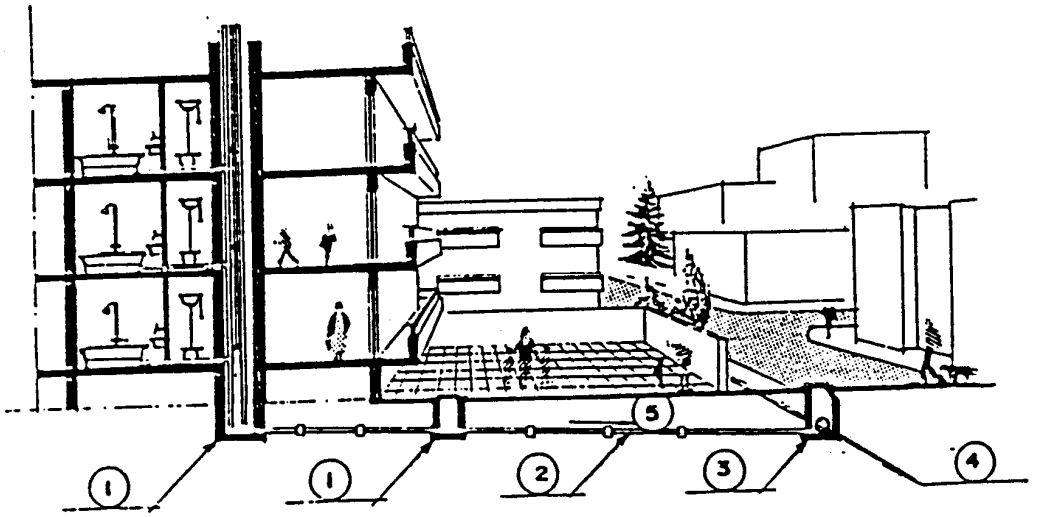
وتستخدم لتجميع المخلفات المنزلية والصناعية وصرف المياه المتجمعة فوق بعض الأسـطح والممرات الداخلية. وتنشأ فى بعض الأحيان شبكات لتجميع المخلفات السائلة ثم تنشأ هدارات على مواسير التجميع الرئيسية فى نقط محددة لتحويل الزيادة فى التصرفات أثناء العواصـف الممطرة الشديدة الى أماكن صرف مثل مخرات السيول أو المسطحات المائية مثل البحيرات أو البحار أو المجارى المائية المجاورة.

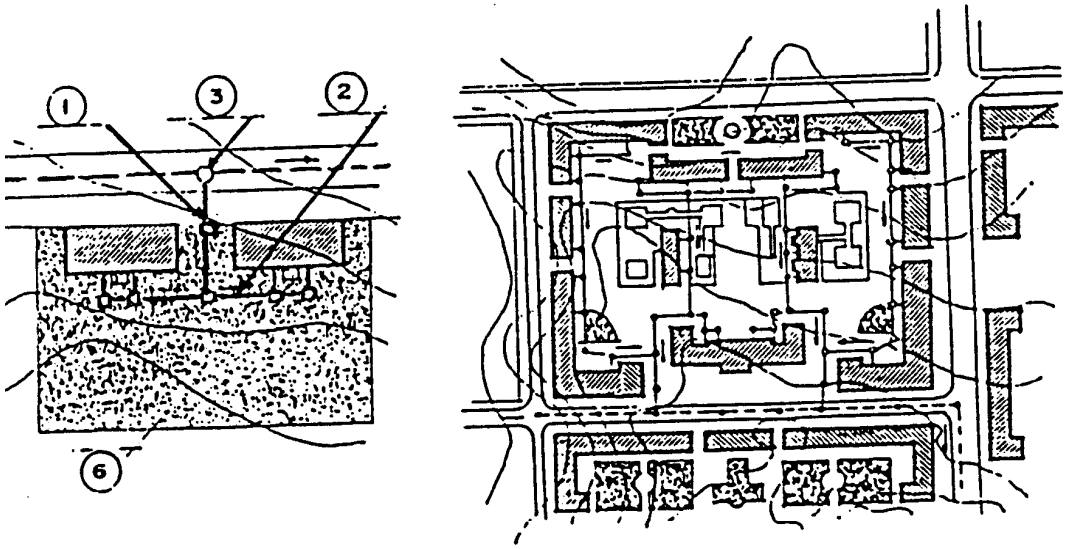
١-١١ الأحوال التى تستعمل فيها شبكات الصرف المشتركة

١. فى الشوارع والطرقات المزدحمة بالخدمات العامة الأخرى كمواسير شبكات توزيع مياه الشرب وكابلات الكهرباء والتليفونات وشبكة مواسير توزيع الغاز.

٢. مما يصعب معه وضع ماسورتى صرف كل منهما لغرض خاص، ولذا تستعمل فـى هذه الحالة ماسورة واحدة لصرف المخلفات السائلة بمختلف أنواعها.

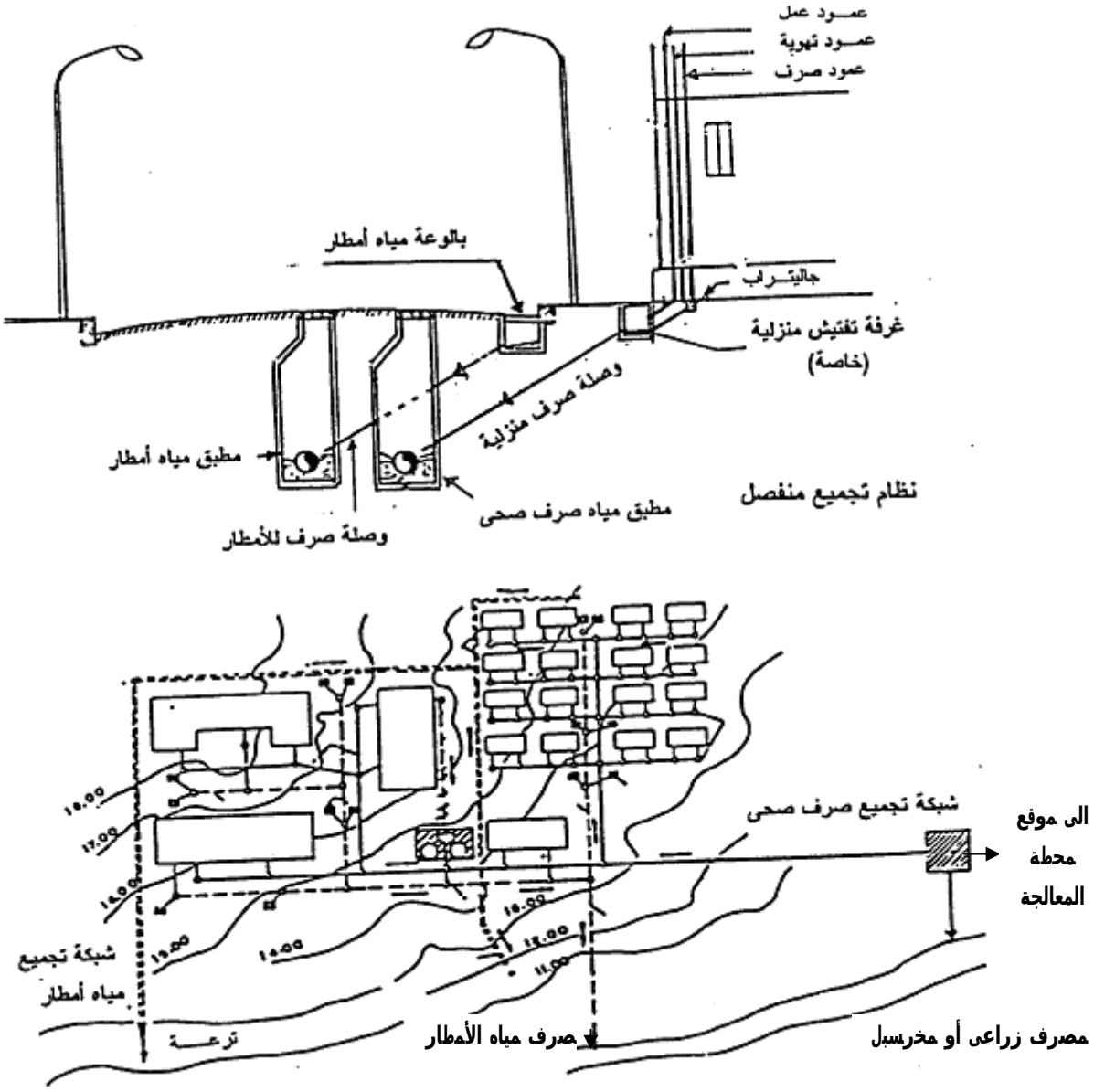
٣. إذا كان سقوط الأمطار نادراً ويخشى أن تبقى شبكة مياه الأمطار خالية دون اسـتعمال معظم أيام العام.





١- غرفة تفتيش
٢- وصلة صرف منزلية
٣- مطبـــق
٤- خط صرف بالانحدار فرعى
٥- اتجاه سريان الصرف الصحى
٦- حدائق (مسطحات خضراء)

شكل رقم (١-١١) شبكة الإنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى ومياه الأمطار المشتركة



شكل رقم (١-١٢) شبكة الأنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى وشبكة الأنحدار لتجميع مياه الأمطار المنفصلتين

٤. إذا كان هطول الأمطار بكثرة وغزارة مما يجعل كمية المخلفات السـائلة المنزليـة والصناعية بسيطة بالنسبة لمياه الأمطار، مما يشجع على إدماجها جميعـاً طالمـا أن كمية المخلفات المنزلية والصناعية ولا تؤثر فى حجم تكاليف إنشاء مواسير صـرف مياه الأمطار.

٥. إذا ظهر أن كل من المخلفات المنزلية والصناعية وكذلك مياه الأمطـار لابـد مـن رفعها بإستخدام الطلمبات الى نفس المكان ففى هذه الحالة لا يوجد داع لفصل ميـاه الأمطار عن بقية المخلفات السائلة.

٦. إذا كانت الأرض مسطحة مما يستدعى وضع المواسير بانحدار بسيط منعا للوصول بها الى أعماق كبيرة، الأمر الذى قد يسبب جريان الماء فى المواسير بسرعة بطيئـة

ما ينتج عنه ترسيب المواد العالقة فى قاع الماسورة وتفاديا لهذه الحالة تتبع طريقة الصرف المشترك مما يزيد التصرف المار فى الماسورة، وبالتالى يزيد من سرعة جريان الماء بها، بالرغم من وضعها بإنحدار بسيط نظراً لكبر حجم المواسير.

٧. إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة أثناء فترة هطول الأمطار ويخشى من تحلل المخلفات السائلة أثناء سيرها مدة طويلة فى شبكة المواسير ، وتفاديا لهذه الحالة تتبع طريقة الصرف المشتركة مما يزيد التصرف المار فى الماسورة ، وبالتالى تزداد سرعة جريان الماء مما يمنع تحللها فى الماسورة قبل وصولها الى محطة الرفع ومنها الى موقع وحدات المعالجة.

١-١٢ الأحوال التى تستعمل فيها شبكات الصرف المنفصلة

١. إذا أمكن صرف مياه الأمطار بالانحدار الطبيعى فى مصرف زراعى أو مجرى مائى مثل الأنهار والترع أو المسطحات المائية مثل البحيرات فيمكن فى هذه الحالة إنشاء شبكة صرف منفصلة لمياه الأمطار.

٢. إذا كانت تكاليف معالجة المخلفات السائلة مرتفعة ففى هذه الحالة يستحسن فصل مياه الأمطار عن المخلفات الأخرى للتخلص منها دون معالجة، وذلك اقتصادا فى تكاليف إنشاء وحدات المعالجة.

٣. عند تواجد شبكة صرف لمياه الأمطار قبل إنشاء مشروع صرف المخلفات السائلة، فعندئذ يحسن الإبقاء على هذه الشبكة لتقوم بالخدمة التى أنشئت لها فعلا مع إنشاء شبكة جديدة تكفى لصرف المخلفات السائلة الأخرى فقط.

ويعرض الجدول التالى رقم (١-٤) مميزات وعيوب أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى وهى شبكات الصرف المشتركة ، والمنفصلة، والمشتركة جزئيا .

الجدول رقم (١-٤) مميزات وعيوب أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

النظام	المميزات	العيوب
الشبكة المنفصلة	• أقطار المواسير صغيرة وبالتالى فهى أقل تكاليفاً واسهل تصميما	عدم تحقيق سرعة التنظيف الذاتية ولذلك لابد من استخدام أحواض الدفق الأرضية الى المطابق.
	ضمان عدم تلوث المسطحات المائية المجاورة لشبكة التجميع المنفصلة	مضاعفة إنشاء الوصلات المنزلية ، وكذلك تنفيذ شبكتين وما يترتب عليه من تكاليف باهظة لإنشاء أعمال تفادى تقاطعات الشبكتين.
	كمية مياه الصرف الصحى المطلوب معالجتها محدودة وبالتالى أعمال المعالجة والتخلص من الفائض محدودة	تكاليف التشغيل والصيانة لشبكتين سوف تكون أكبر من تكاليف تشغيل وصيانة شبكة واحدة

الجدول رقم (١-٤) مميزات وعيوب أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

النظام	المميزات	العيوب
	تكاليف رفع مياه الصرف الصحى سوف تقل إلا إذا تطلب الأمر رفع مياه العواصف والأمطار كذلك	
الشبكة المشتركة	خلط مياه الأمطار مع مياه الصرف الصحى يجعلها سهلة المعالجة وبالتالى تكون تكاليف المعالجة اقتصادية	كمية مياه الأمطار كبيرة تتطلب أعمال حفر وردم وإنشاءات مما يزيد التكاليف
	خلط مياه الأمطار مع مياه الصرف الصحى يخفف من درجة التلوث وبالتالى قد لا تحتاج المياه المختلطة الى معالجة ابتدائية ويقتصر الأمر على المعالجة البيولوجية	نظرا لصغر التصرف الجاف وكبر أقطار المواسير قد تترسب المواد العالقة بالمياه الملوثة مما يتطلب أعمال نظافة مستمرة للشبكة فى موسم الجفاف . كما أن تراكمها قد يسبب تعفنها الاهوائى ويتصاعد غاز ثانى اكسيد الكبريت الذى يتحد مع بخار الماء الموجود على الجزء العلوى الداخلى الغير
تابع الشبكة المشتركة		ممتلئ من المواسير مكونا حامض الكبريتيك مما يسبب تآكل الجزء العلوى من المواسير.
	خلط مياه الأمطار مع مياه الصرف الصحى يتطلب أقطار مواسير كبيرة وبالتالى يسهل عمليات التنظيف	تكاليف التشغيل والصيانة للشبكة ومحطات الرفع وخطوط الطرد ووحدات المعالجة تكون كبيرة .
	الوصلات المنزلية واحدة مما يقلل التكاليف	فى الحالات الحرجة يحدث فيضان للشبكة مما يسبب خطورة على الصحة العامة .
الشبكة المشتركة جزئيا	الوصلات المنزلية بسيطة	السرعات المنخفضة لسريان مياه الصرف الصحى أثناء موسم الجفاف تسبب تراكما للمواد العضوية المترسبة.
	شبكة تجميع مياه الصرف الصحى تكون متوسطة الحجم وبالتالى تكون اقتصادية فى التكاليف	احتمال حدوث فيضان للشبكة الأمر الذى قد يسبب خطرا على الصحة العامة .

١-١٣ أنظمة تخطيط شبكات تجميع مياه صرف صحى

تكون شبكة التجميع من مواسير تسير فيها المخلفات السائلة بالانحدار الطبيعى فتصب المواسير الصغرى فى مواسير أكبر منها وهكذا حتى تصب فى النهاية فى مواسير كبرى تسمى "المجمع الرئيسى" أو خط إنحدار الصرف الرئيسى. ويصل هذا الخط الرئيسى الى محطات الرفع ومنها تضخ مياه الصرف الصحى فى المواسير الصاعدة الى موقع وحدات المعالجة حيث يتم التخلص منها بعد المعالجة. وتتباين طرق التخلص من المياه المعالجة

تبعاً للظروف الطبوغرافية للمدينة، وكذلك الموقع المحدد لإنشاء وحدات المعالجة وأيضـاً أماكن الإستفادة أو التخلص من السيب وبالإستعانة بالخرائط الكنتوريـة للمخطـط العـام للمدينة والمناطق المحيطة يمكن تخطيط شبكة تجميع مياه الصرف الصحى.

وبشكل عام ينقسم تخطيط شبكات تجميع المياه الملوثة الى أربعة أنظمة – وهى :

أولاً : التخطيط العمودى.

ثانياً : التخطيط بتقسيم المدينة الى مناطق صرف.

ثالثاً : التخطيط المروحى.

رابعاً : التخطيط الإشعاعى (المحورى).

١-١٣-١ التخطيط العمودى

يستعمل هذا النظام عندما تكون طبوغرافية المدينة ذات ميل واحد وفى هذه الحالـة يـتم إنشاء خط انحدار الصرف الرئيسى (المجمع الرئيسى) فى اتجاه المنسوب المنخفض، وكما هو موضح بالشكل رقم (١-١٣).

٢-١٣-١ التخطيط بتقسيم المدينة إلى مناطق للصرف الصحى

ينفذ هذا التخطيط فى المدن ذات الإختلاف الواضح فى مناسيب الأحيـاء فيهـا ، تقسـم المدينة الى عدة مناطق ينشأ بكل منها مجمع رئيسى يصل الى محطة الرفع الخاصة بـه. وتضخ مياه الصرف الصحى المتجمعة مباشرة إلى موقع وحدات المعالجة ويمكن صـرف الأحياء المنخفضة الصغيرة إما الى المجمع الرئيسى للمنطقة المجاورة أو إلى أقرب محطة رفع وكما هو موضح بالشكل رقم (١-١٤).

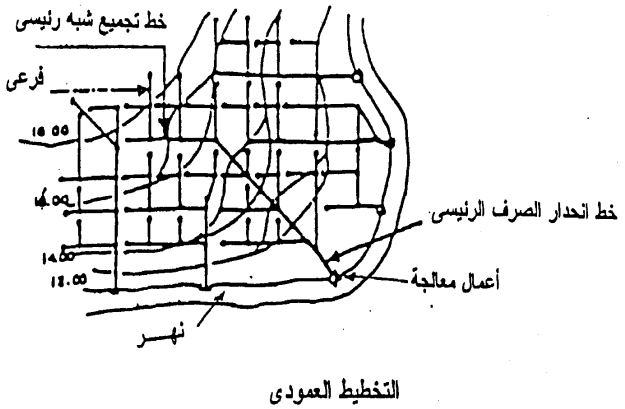
٣-١٣-١ التخطيط المروحى

وهو موضح بالشكل رقم (١-١٥)، ويعتمد التخطـيط المروحـى فـى الأسـاس علـى طبوغرافية المدينة أو أجزاء منها.

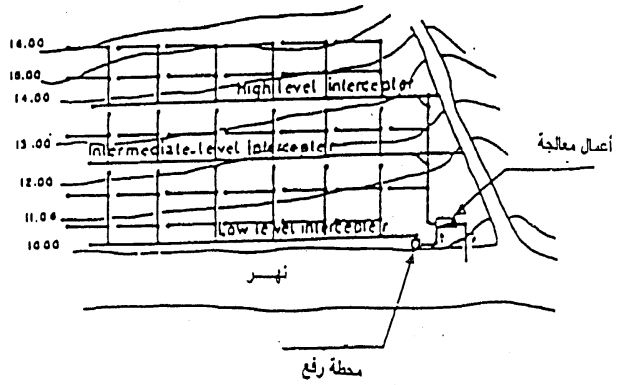
٤-١٣-١ التخطيط الإشعاعى (المحورى)

فى التخطيط الإشعاعى أو المحورى يتم تجميع مياه الصرف الصحى من مركز المدينة الى محيطها ، وتكون هناك حاجة فى هذه الحالة الى عدة محطات لمعالجـة ميـاه الصـرف الصحى . وفى حالة طبوغرافية المدينة الموضحة فى الشكل السابق رقـم (١-١٥) يـتم تجميع مياه الصرف الصحى من الحدود الخارجية الى مركز المدينة المنخفض المنسوب ، ويتم إنشاء محطة رفع رئيسية فى مركز المدينة ، ومنها تضخ ميـاه الصـرف الصـحى المتجمعة الى موقع وحدات المعالجة عبر خطوط الطرد .

كما أن والشكل رقم (١-١٦) يوضح أنواع خاصة لشبكات التجميع مثـل نظـام التجميـع بالضغط ونظام التجميع بالتفريغ وجميعها لا تصلح للظروف المصرية .

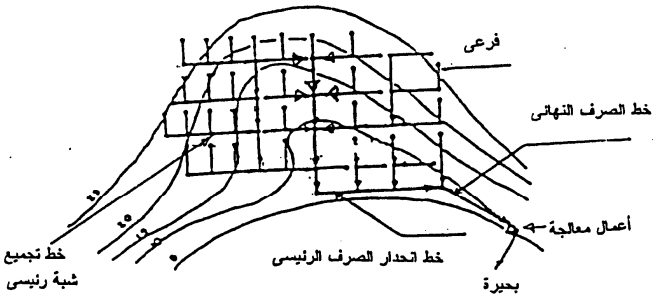


التخطيط العمودى

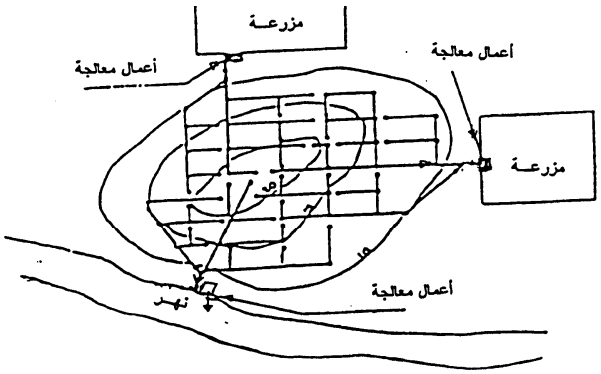


التخطيط بمناطق الصرف

شكل رقم (١-١٣) نظم تخطيط شبكات تجميع المياه الملوثة (العمودى ومناطق الصرف)



التخطيط المروحى



التخطيط الاشعاعى

شكل رقم (١-١٤) نظم تخطيط شبكات تجميع المياه الملوثة (المروحى والإشعاعى والمحورى)

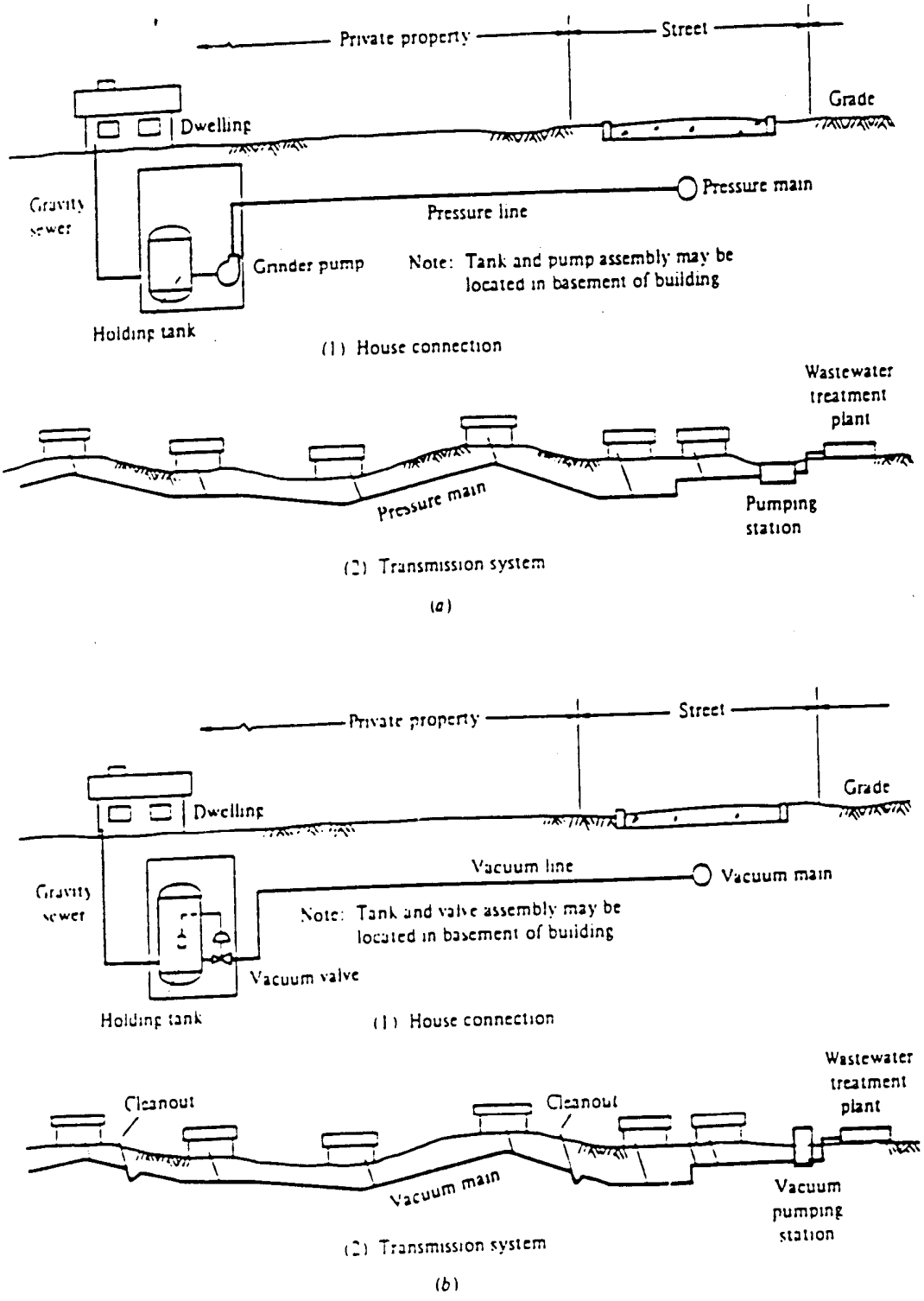


Figure Identification sketch for the principal components of pressure and vacuum sewer systems (*a*) Pressure sewer. (*b*) Vacuum sewer.

شكل رقم (١-١٥) أنواع خاصة لنظم شبكات لتجميع مياه الصرف الصحى

١-١٤ خطوات تخطيط شبكة الصرف الصحى فى منطقة المشروع

يتم تخطيط شبكة تجميع مياه الصرف الصحى فى منطقة المشروع طبقاً للخطوات التالية :

١. بعد إنتهاء أعمال الرفع المساحى يتم إنتاج مساقط أفقية لمنطقة المشروع بمقياس رسم ١ :٥٠٠ أو ١ :١٠٠٠ موقعا عليها المناسيب المساحية كل ٢٥ متر تقريباً، وموضحاً عليها كل الشوارع والمنشآت والكبارى والأنفاق والترع والسكك الحديديـة والطـرق السريعة وجميعها لا تصلح للظروف المصرية.

٢. يتم توقيع مسارات مواسير الصرف الصحى على المساقط الأفقية بداية من المنـاطق ذات المناسيب الأعلى ، وذلك حتى المناطق المنخفضة المنسوب .

٣. تحدد مواقع محطات الضخ المختلفة .

يتم تحديد مسارات خطوط الطرد من مواقع محطات الضخ وذلك حتى موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحى.

١. يتم التنسيق مع الجهات الرسمية والجهات المختلفة للحصول على موافقتها على مواقع محطات الضخ وموقع محطة المعالجة وأيضا مسارات خطوط الطرد.

٢. يتم تحديد المجمعات الرئيسية للصرف الصحى وتسميتها.

٣. توقع أماكن المطابق على خطوط الصرف الصحى الصغيرة (Sewer Line) وأيضاً المجمعات الرئيسية.

٤. يتم ترقيم المطابق على كل خط.

٥. يتم تحديد منسوب سطح الأرض عند كل مطبق.

١-١٥ الإرشادات الفنية لتخطيط شبكات التجميع

١. يفضل أن تكون المواسير الفرعية عمودية على خطوط الكنتـور أى أن تكـون مـع الانحدار الطبيعى للأرض وذلك نظراً للإنحدار الكبير لها، أما الخطوط أو المجمعـات الرئيسية فيمكن أن تكون موازية لخطوط الكنتور حيث أن ميلها صغير وذلك لتجنـب زيادة مكعبات الحفر والردم.

٢. تجنب إختيار مسار المواسير فى الأراضى الصخرية أو ضعيفة التربة أو التربة التـى بها مرتفعة فى المياه الجوفية (مياه الرشح) مرتفعة المنسوب.

٣. تلافى عبور خطوط السكك الحديدية أو الشوارع المزدحمة قدر الإمكان وكذلك تجنـب إختيار مواقع محطات الرفع الفرعية بالشوارع الضيقة أو المقام على جوانبها مبـانى ضعيفة الإنشاء.

٤. الإعتماد على سير المياه الملوثة بالإنحدار الطبيعى فى الشبكة.

٥. يجب أن تصل المخلفات السائلة بالشبكات فى اقصر وقت الى مواقع محطـات الرفـع وبالتالى الى موقع وحدات المعالجة.

١٦-١ إختيار موقع محطة المعالجة

يلزم أن يتوفر فى موقع محطة المعالجة الشروط التالية :

١- أن يكون الموقع بعيداً عن الحيز العمرانى للمدينة أو القرية بمسافة تتـراوح بـين ١ - ٣ كم.

٢- تفادى الأراضى الزراعية بقدر الإمكان ويفضل فى الأراضى البور أو الصحراوية.

٣- أن يكون هناك طريق للوصول الى محطة المعالجة بعرض وحمولة مناسبة.

٤- أن يكون الموقع قريبا ما أمكن من مكـان الـتخلص النهـائى مـن الميـاه المعالجـة (مصرف – أراضى للإستزراع).

٥- أن يكون الموقع تحت الرياح السائدة لتجنب الروائح المنبعثة منه.

٦- دراسة التربة لإختيار الموقع المناسب للتأسيس الإقتصادى.

٧- الأخذ فى الإعتبار التوسع المستقبلى للمحطة.

٨- عدم وجود عوائق بالموقع – خطوط كهرباء ضغط عالى – أنابيب بتـرول أوغـاز – مواسير الصرف المغطى- مخارات للسيول.

وبالنظر الى هذه الشروط يتضح مدى تاثير موقع محطة المعالجة على نظم تجميع مياه الصرف الصحى.

الفصل الثانى
تكنولوجيا معالجة مياه الصرف الصحى

الفصل الثانى
تكنولوجيا معالجة مياه الصرف الصحى

١-٢ الغرض من معالجة مياه الصرف الصحى

إن الهدف الرئيسى من عملية معالجة مياه الصرف الصحى هو التخلص من أى مسببات تلوث المياه سواء كانت موادعضوية أو غيرها عالقة كانت أم ذائبة، ويتم ذلك عن طريق حجزها وإزالتها أو تحليلها إلى مواد وغازات غير ضارة إضافة إلى التخلص من الكائنات الحية الضارة والمسببة للأمراض، وكما هو معلوم فإن حوالى ٧٥ % من المواد العالقة وحوالى ٤٠% من المواد الذائبة فى مياه الصرف الصحى هى عبارة عن مواد عضوية كما هو موضح بالجدول رقم (٢-١).

جدول رقم (٢-١)نسب مكونات الجوامد العالقة والذائبة فى مياه الصرف الصحى

١٠٠٠ جزء فى المليون مواد صلبة					١٠٠٠×٩٩٩ جزء فى المليون ماء
٣٠٠ مواد عالقة		٧٠٠مواد ذائبة			
١٥٠ قابل للترسيب		١٥٠غير قابل للترسيب			
١٠٠ عضوى	٥٠ غير عضوى	١٠٠ عضوى	٥٠ غير عضوى	٣٠٠ عضوى	٤٠٠ غير عضوى

وهذه المواد الصلبة ناتجة عن النشاطات المختلفة للإنسان فى مجتمعاته السكانية وعادة فإن مكونات المركبات العضوية تكون خليطا من الكربون والهيدروجين والأكسجين بالإضافة إلى النيتروجين، كما أن هناك عناصر هامة أخرى مثل الكبريت والفسفور والحديد، وهذه المكونات تشكل المجاميع الرئيسية للعناصر العضوية الموجودة فى مياه الصرف الصحى وهى كالآتى:

١- بروتينات تتراوح ما بين ٤٠ إلى ٦٠ %.
٢- كربوهيدرات تتراوح ما بين ٢٥ إلى ٥٠ %.
٣- دهون وزيوت تصل إلى ١٠ %.

إضافة إلى ذلك فإن مياه الصرف تحتوى على كميات قليلة من عناصر عضوية صناعية (غير طبيعية) كثيرة مثل المبيدات الحشرية الزراعية والمواد الفينولية والمنظفات الصناعية، وهناك عدة إختبارات أساسية لتحديد المحتويات العضوية لمياه الصرف الصحى أهمها مايلى:

١- متطلبات الأكسجين الكيميائى والحيوى (BOD).
٢- متطلبات الأكسجين الكيميائى (COD).
٣- الكربون العضوى الكلى (TOC).
٤- متطلبات الأكسجين الكلية (TOD).

وعموما فإن المعيار الشائع الأستخدام والمطبق فى تحديد التلوث العضوى فى المياه هو متطلبات الأكسجين الكيميائى والحيوى(BOD) .ومن خلال هذا المعيار يتم قياس الأكسجين الذائب المستخدم من قبل الأحياء الدقيقة فى عمليات الأكسدة الكيميائية والحيوية للمادة العضوية وتتراوح متطلبات الأكسجين الكيميائى والحيوى (BOD) فى مياه الصرف الصحى الخام غير المعالجة ما بين ٢٥٠ إلى ٦٥٠ ملجم/ لتر. ويقدر التركيز المقبول للأكسجين الكيميائى والحيوى (BOD) فى مياه الصرف الصحى المعالجة بحوالى ٣٠ ملجم/لتر كمتوسط شهرى وقد ينخفض إلى ١٠ملجم/لتر فى بعض البلاد القاسية فى شروط حماية البيئة.

٢-٢ تقنيات معالجة مياه الصرف الصحى:

تتم إزالة الملوثات الموجودة فى مياة الصرف الصحى من خلال عمليات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية، وتقوم العمليات الكيميائية فيتم تحويل جزء من المواد الذائبة من جراء التفاعلات الكيميائية إلى مواد عالقة يمكن ترسيبها وإزالتها ويتركز أستخدام العمليات الحيوية (البيولوجية) فى إزالة المواد العضوية القابلة للتحلل سواء العالقة أم الذائبة، وعن طريق تلك العمليات يتم تحويل الموادالعضوية إلى غازات متطايرة وأنسجة خلايا حيوية تتم إزالتها عن طريق ترسيبها، إضافة إلى ذلك فإن العمليات الحيوية لها دور فى إزالة النيتروجين من المياه الملوثة وتتبع هذه الطرق تعقيم مياه الصرف الصحى.

١- المعالجة التمهيدية (الميكانيكية).

٢- المعالجة الأبتدائية (الطبيعية أو الطبيعية والكيماوية).

٣- المعالجة الثانوية (البيولوجية - الكيميائية).

٤- معالجة الحمأة (المواد الترسبة).

٥- المعالجة الثلاثية (البيولوجية – الكيميائية – الطبيعية).

٢-٢-١ المعالجة التمهيدية:

الهدف من المعالجة التمهيدية هو إزالة المواد الصلبة العالقة غير القابلة للتحلل فى مياه الصرف الصحى، وتتم هذه المعالجة فى الوحدات التالية:

٢-٢-١-١ المصافى العادية:

التى تخلص مياه الصرف الصحى من الجوامد الكبيرة الحجم وذلك بحجزها.

٢-٢-١-٢ المصافى الدقيقة:

التى تخلص مياه الصرف الصحى من الجوامد الصغيرة الحجم وذلك بحجزها.

٢-٢-١-٣ أحواض حجز الرمال والأتربة:

التى تستعمل عادة لإزالة المواد الصلبة ذات الأصل المعدنى كالرمل والأتربة وما شابهها من مياه الصرف الصحى.

٢-٢-١-٤ أحواض إزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الصحى.

٢-٢-١-٥ أحواض التهوية الأبتدائية لإعادة مياه الصرف الصحى لحالتها الطازجة.

٢-٢-٢ المعالجة الإبتدائية (الترسيب الطبيعى):

الهدف من عملية المعالجة الإبتدائية هو إزالة المواد الصلبة العالقة سواء كانت عضوية أو غير عضوية،وتتم هذه المعالجة فى أحواض الترسيب التى تستعمل لحجز المواد الصلبة ذات الوزن النوعى الأكبر من ١.٠٠ أما المواد ذات الوزن النوعى الأقل من ١.٠٠ فتطفو على سطح أحواض الترسيب، وتوجد ثلاثة أشكال رئيسية لأحواض الترسيب وهى:

١- أحواض الترسيب أفقية الحركة ذات الشكل المستطيل التى تتم حركة المياه فيها بشكل أفقى من بداية الحوض إلى نهايته

٢- أحواض الترسيب القطرية التى تتم فيها حركة المياه بشكل أفقى من مركز حوض الترسيب إلى محيطه وتنفذ هذه الأحواض بشكل دائرى أو بشكل مربع فى بعض الأحوال.

٣- أحواض الترسيب الرأسية التى تتم حركة المياه فيها من الأسفل إلى الأعلى.

ويمكن للمعالجة الإبتدائية (الميكانيكية) هذه أن تزيل تقريباً نسبة ٦٠-٧٠% من المواد العالقة وتسبب انخفاض فى الأكسجين الحيوى الممتص من مياه الصرف الصحى بنسبة ٢٠–٣٠%.

٢-٢-٣ المعالجة الكيميائية

تتم هذه المعالجة بإضافة المواد الكيميائية التى تتفاعل والمواد العالقة والهلامية وبعض المواد القابلة للتحلل الموجودة فى مياه الصرف الصحى وتشكل مواد غير ضارة قابلة للترسيب، ولإجراء المعالجة الكيميائية تحتاج إلى الوحدات التالية:

١- مستودعات حفظ وتحضير الماده الكيميائية.

٢- أحواض المزج السريع التى يتم فيها خلط مياه الصرف الصحى مع هذه المواد الكيميائية.

٣- أحواض الترويب التى يتم فيها تفاعل المواد العضوية مع المواد العالقة والهلامية الموجودة فى مياه الصرف الصحى.

٢- أحواض الترسيب ليتم فيها ترسيب المواد الناتجة عن هذه التفاعلات.

وتستعمل الطرق الكيميائية بشكل رئيسى لمعالجة المخلفات السائلة الصناعية، ويمكن إجراء المعالجة الكيميائية بمرور تيار كهربائى خلال مياه الصرف الصحى يسبب تحلل المياه إلى ايونات موجبة وأخرى سالبة، فتنتقل الأيونات الموجبة إلى القطب السالب وتنتقل الأيونات السالبة إلى القطب الموجب فتشكل الأيونات فيما بينها مع القطب الكهربائى مواد جديدة، فإذا كانت المهابط المستعملة من الحديد، تشكل نتيجة هذا التحلل مركب أيدروكسيدات الحديد الثلاثى

[$Fe(OH)_3$] الذى يعمل كمادة مروبة تسرع عملية ترسيب المواد العالقة.

وبعد هذه المعالجة تدخل المياه إلى أحواض الترسيب فيتم ترسيب المواد الصلبة الناتجة من التفاعلات الكيميائية إلى القاع بسهولة.

ويمكن أن تستعمل الطرق المعالجة الكيميائية والميكانيكية كمرحلة وحيدة من مراحل المعالجة أو كمرحلة ابتدائية للمعالجة قبل المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى.

٤-٢-٢ المعالجة الثانوية (البيولوجية)

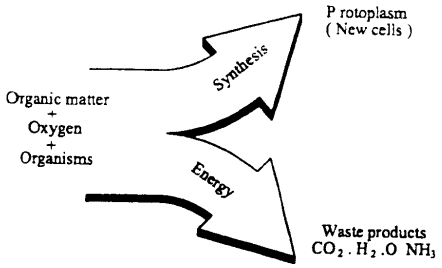
تحتوى مياه الصرف الصحى على فيروسات تصنيف حسب العائل، وتعد المجموعة الأولى أهم مجموعة فيما يتعلق بمياه الصرف الصحىحيث أنها المصدر الرئيسى للكائنات الحية المسببة للأمراض مثل التيفود والدوسنتاريا والإسهال والكوليرا إضافة إلى ذلك تحتوى أمعاء الإنسان على أعداد هائلة من البكتريا تعرف باسم بكتريا القولون، يتخلص الإنسان يوميا من أعداد تتراوح ما بين ١٠٠ إلى ٤٠٠ مليون إضافة إلى أنواع أخرى من البكتريا، وتعد هذه الكائنات غير ضارة للأنسان بل نافعة فى التخلص من المواد العضوية أثناء عمليات المعالجة الحيوية لمياه الصرف الصحى.

ونظراً لأن أعداد الكائنات الحية الدقيقة الموجودة فى مياه الصرف الصحى والمسببة للأمراض قليلة ويصعب عزلها، فإن بكتريا القولون ولوجودها بأعداد هائلة فى مياه الصرف الصحى يمكن أستخدامها ككائن حى للدلالة على مدى تلوث المياه بالكائنات المسببة للمرض.

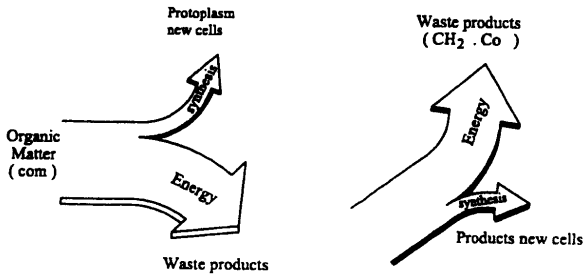
ويمكن قياس المواد العضوية عن طريق قياس متطلبات الأكسجين الكيميائى والحيوى (BOD)، وكلما زادت كمية الأكسجين الكيميائى والحيوى دل ذلك على تركيز عال للمواد العضوية، وعلية فإن إزالة المواد العضوية يتم من خلال تخفيف متطلبات الأكسجين الكيميائى والحيوى بيولوجيا بأستخدام كائنات دقيقة مختلفة أهمها البكتريا، ويتم استخدام تلك الكائنات الحية فى تحويل المواد العضوية العالقة والذائبة إلى غازات مختلفة وأنسجة خلايا، ونظرا لأن تلك الأنسجة أثقل من الماء فإنه يمكن إزالتها عن طريق الترسيب بالجاذبية.

ومن أجل الحصول على معالجة بيولوجية فإنه لابد من توفير البيئة المناسبة لنمو وتكاثر البكتريا، ويتم التكاثر عادة عن طريق الأنشطار والتزاوج وعن طريق التبرعم، كما أنه من المعلوم فإن البكتريا لا يمكن أن تستمر فى عملية الأنقسام إلى ما لا نهاية.

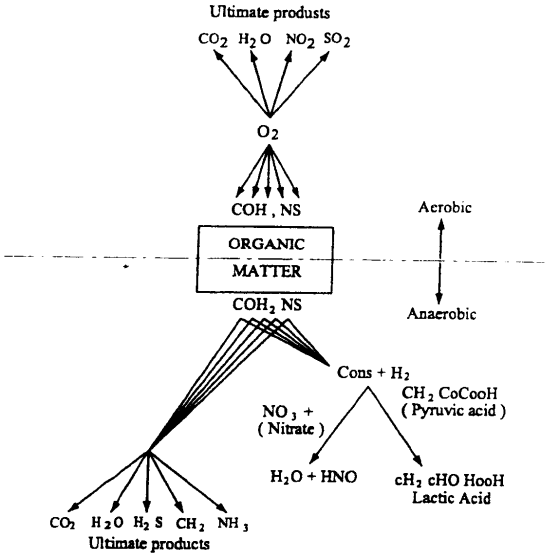
كذلك تعتمد على عوامل مختلفة من أهمها توفر الغذاء اللازم ودرجة الحرارة والرقم الهيدروجينى ونوعية المعالجة (هوائية/ لا هوائية) وتتم عملية تحويل المواد العضوية من خلال أكسدتها إلى منتجات نهائية، وهذه العملية تتم خلال الحصول على الطاقة الضرورية لتشييد خلايا جديدة ومع غياب المواد العضوية فإن الخلايا تتحلل إلى غازات ومتطلبات طاقة لبقاء النوع وتلك الخطوات فى المعالجة تتم بالتتابع أو فى نفس الوقت ويمكن توضيح خطوات تلك العمليات كما هو موضح بالشكل (٢-١) على النحو التالى:



aerobic metabolism of organic matter



ANAEROBIC METABOLISM OF ORGANIC MATTER



شكل رقم (٢-١) عمليات نمو وتكاثر البكتريا

عملية الأكسدة:

- مواد عضوية + أكسجين+ بكتريا = ثانى أكسيد الكربون + نشادر + طاقة + نواتج أخرى

عملية التشييد:

- مواد عضوية + أكسجين + بكتريا + طاقة = خلايا بكتيرية جديدة

عملية التنفس الذاتى:

- خلايا بكتيرية + أكسجين = ثانى أكسيد الكربون + نشادر + ماء + طاقة + نواتج أخرى

وبالأمكان التحكم فى العوامل البيئية ذات العلاقة بنمو وتكاثر البكتريا من خلال النقاط التالية:

١- التحكم فى الرقم الهيدروجينى لمياه الصرف الصحى.

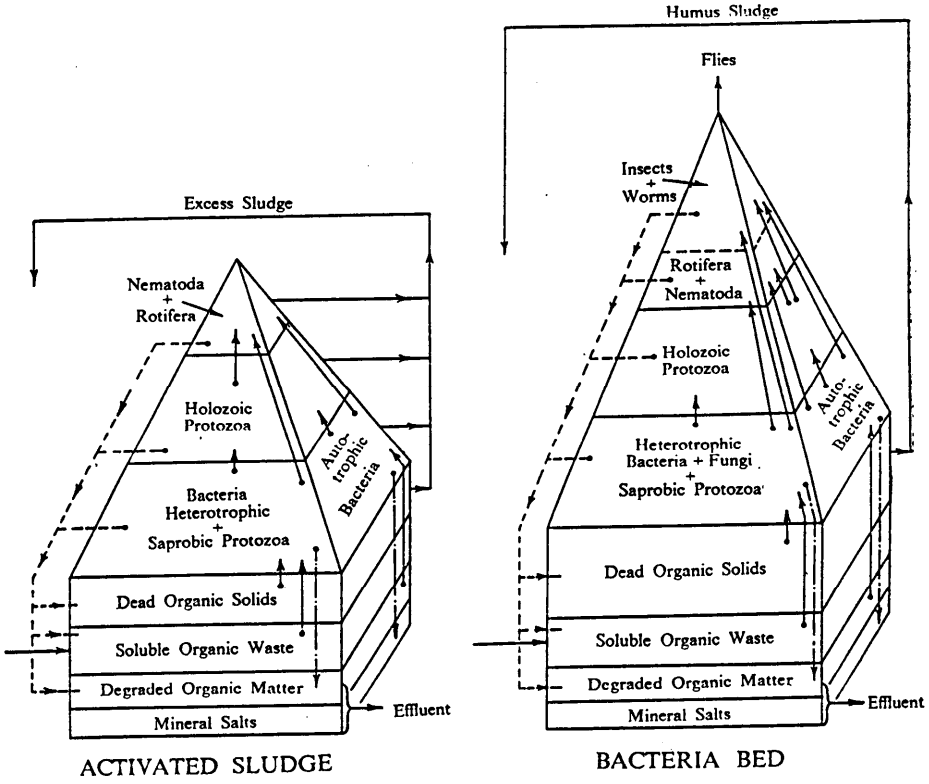
٢- التحكم فى درجة حرارة مياه الصرف الصحى.

٣- إضافة بعض المواد الغذائية الضرورية أى التحكم فى العلاقة (F/M).

٤- التحكم فى معدل الأكسجين الذائب فى مياة الصرف الصحى.

٥- إجراء خلط ملائم ومستمر للمواد العضوية فى مياه الصرف الصحى

وهى العلاقة بين قيمة المواد الغذائية فى مياه الصرف الصحى (مواد عضوية) وأعدادالبكتريا فى مياه الصرف الصحى.وكما هو موضح بالشكل رقم (٢-٢)



نظام الحمأة المنشطة نظام المرشحات البيولوجية (الزلطية)

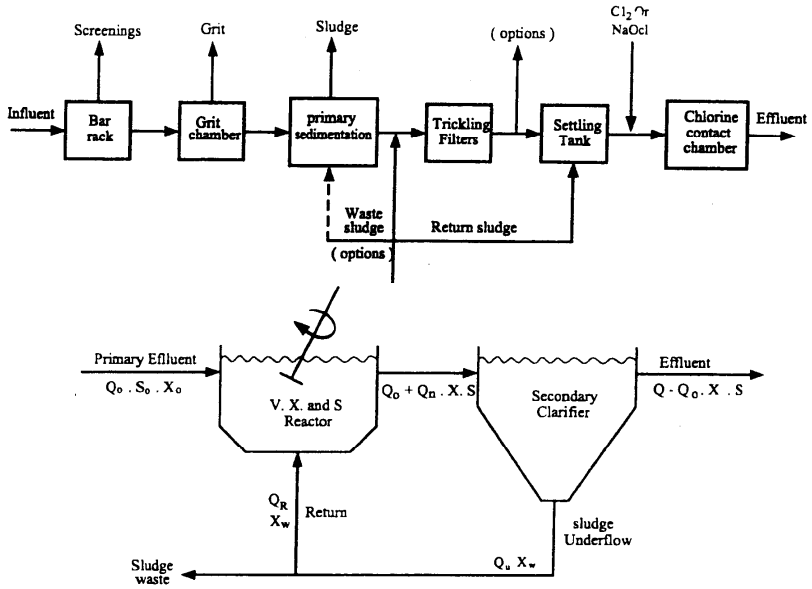
شكل رقم (٢-٢) العلاقه بين الكائنات الحية الموجودة بمياة الصرف الصحى ووحدات محطة المعالجة

٢-٢-٤-١ الإستنبات المعلق (الحمأة النشطة):

ومن أشهر العمليات فى هذه النظم عملية الحمأة المنشطة وقد اكتسبت العملية هذا الأسم لأنها تتعلق بإنتاج كتلة نشطة من الأحياء الدقيقة قادرة على تثبيت المخلفات وتتلخص هذه العملية كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٣).

فى ضخ مياة الصرف الصحى المعالجة إبتدائيا والمحتوية على مواد عضوية فى خزان تهوية يحتوى على بكتريا من النوع سالب الجرام وتقوم البكترياالموجودة فى الخزان بتحويل المواد

العضوية إلى مواد بسيطة كما تم شرحة (العمليات الثلاث السابقة)، ويتم التحكم فى العوامل البيئية فى الخزان عن طريق استخدام الهواء المضغوط أو التهوية الميكانيكية التى تهيئ كذلك إلى تأمين خلط مستمر للمحتويات، وبعد فترة محددة من الزمن تتراوح ما بين ٦ – ١٢ ساعة يتم ضخ المخلوط الذى يحتوى على خلايا جديدة ومعمرة إلى خزان ترسيب، حيث يتم فصل الخلايا المترسبة عن الماء بعمل الجاذبية، ويتم تدوير جزء من الخلايا المترسبة إلى خزان الخلط من أجل الحفاظ على التركيز المطلوب من الكائنات فى خزان التهوية، أما المتبقى فيتم التخلص منه، وتعتمد درجة تركيز الكتلة الحيوية فى خزان التهوية على الفاعلية المطلوبة فى المعالجة وكذلك أمور أخرى تتعلق بتكاثر الأحياء الدقيقة مثل درجة الحرارة والرقم الهيدروجينى ووجود العناصر الضارة.



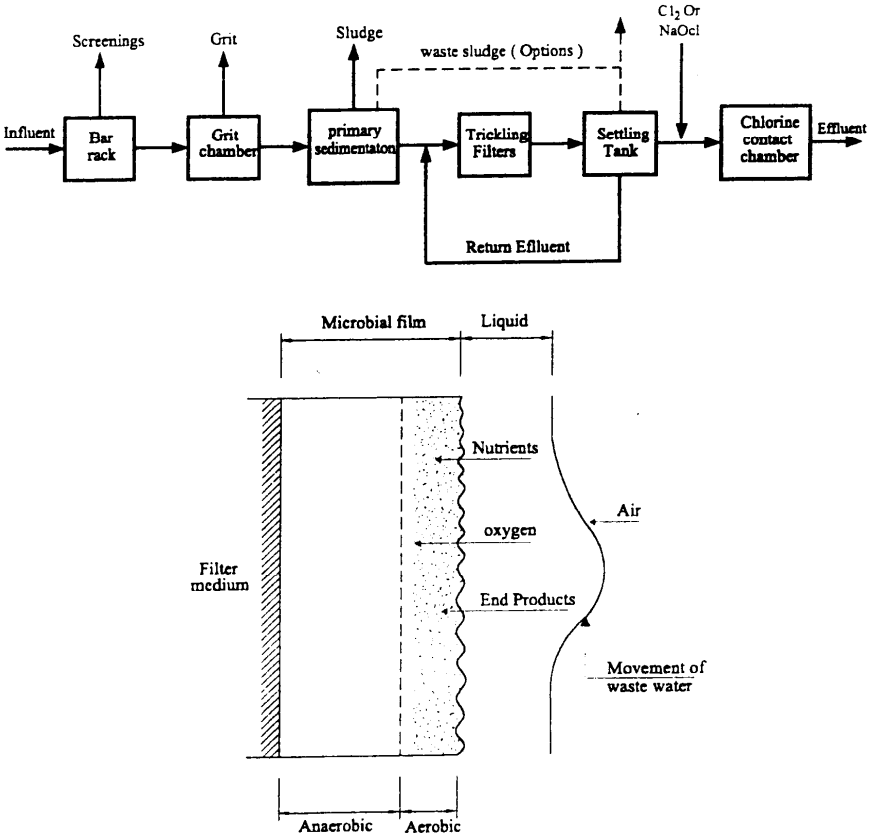
شكل رقم (٢-٣) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بنظام الأستنبات المعلق (الحمأة المنشطة)

٢-٢-٤-٢ النمو الملتصق (المرشحات الزلطية):

تعمل هذه النظم على اساس التصاق الكائنات الحية بوسط يسمح بتحليل المواد العضوية عند مرور مياه الصرف الصحى علية، ومن أمثلة هذه النظم عملية المرشح بالتنقيط الذى تم تطويرة فى بريطانيا عام ١٨٩٣م، والمرشح عبارة عن خزان يحتوى على مواد مثل الصخر تمر المياه من خلالها ثم تقوم الكائنات.

الحية بالألتصاق بها، ويتراوح قطر الصخر المستخدم ما بين ٢٥ إلى ١٠٠ ملم أما عن المرشح فيتراوح ما بين ٠.٩ إلى ٢.٥ من المتر وقد يصل إلى أكثر من ٥ أمتارفى المرشحات البرجية حسب التصميم المطلوب، كما هو معروض بالشكل رقم (٢-٤).
تقوم الشرائح الحيوية وهى عبارة عن طبقة الكائنات الحية الملتصقة بالوسط بأمتصاص المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف ويتم تحليل المواد العضويه من قبل الكائنات الحية الهوائية فى الأجزاء الخارجية من تلك الشرائح، ومع نمو وتكاثر الكائنات الحية فإن سمك

الشرائح يزداد وبالتالى فإن الأكسجين يتم إستهلاكة قبل وصولة إلى داخل الطبقة وعندئذ تكون هناك بيئة لا هوائية قريبة من سطح محتويات المرشح، وبزيادة سماكة طبقات المادة اللزجة فى الشرائح فإن المواد العضوية التى تم أمتصاصها يتم أستهلاكها قبل وصول الكائنات الحية القريبة من سطح محتويات المرشح، ونتيجة لذلك فإن تلك الكائنات الحية تكون فى مرحلة الموت وتفقد مقدرتها على الإلتصاق، ومن ثم إزالتها مع السائل ويبدأ بعدها فى تكوين طبقة أخرى وهكذا.



شكل رقم (٢-٤) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بنظام المرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية)

٢-٢-٤-٣ المستنقعات والبرك (بحيرات التثبيت أو بحيرات الأكسدة):

يتم معالجة مياه الصرف الصحى فى هذه النظم من خلال إستخدام برك ضحلة يتم وضع مياه الصرف الصحى فيها لفترة كافية لعمليات المعالجة الطبيعية ليتم تحقيق المعالجة المطلوبة، وتختلف المستنقعات عن البرك وذلك أن المستنقعات يضاف إليها الأكسجين عن طريق التهوية الأصطناعية كما هو موضح بالشكل رقم (٢- ٥) حيث يوضح العمليات البيولوجية التى تتم فى البرك التى تقوم فيها البكتريا الهوائية بتحليل المواد العضوية فى الطبقة العليا من البركة متخذة من الطحالب وكذلك الأكسجين الجوى مصدراً للأكسجين، وفى الجزء السفلى يتم تحليل المواد العضوية عن طريق البكتريا اللاهوائية، وتعتمد فاعلية البرك على الرياح والخلط الذى يتم وكذلك على درجة حرارة الجو، لذلك فإن إستخدام هذا النوع من المعالجة محدد ويقتصر على مناطق معينة فى القرى أو المدن الصغيرة ذات المساحات المتوفرة أو

القريبة من الصحراء، ونتيجة للجهود الكبيرة فى مجال حماية البيئة من التلوث، فقد تم الوصول إلى مايلى:

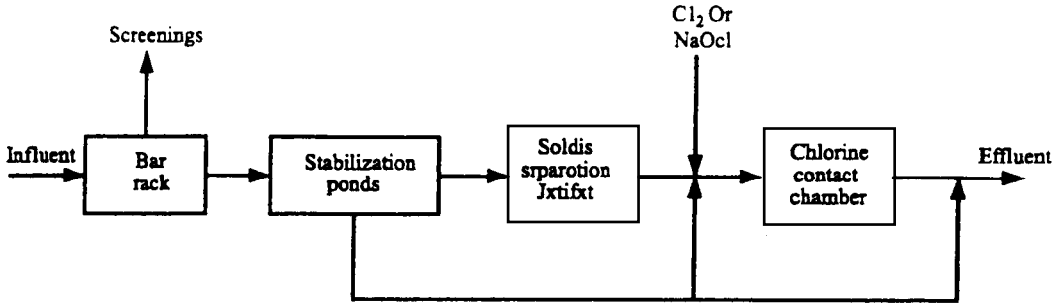
١- زيادة الفهم فى التأثير البيئى المتسبب من صرف كميات كبيرة من المياه الملوثة غير المعالجة أو التى تمت معالجتها جزئيا.

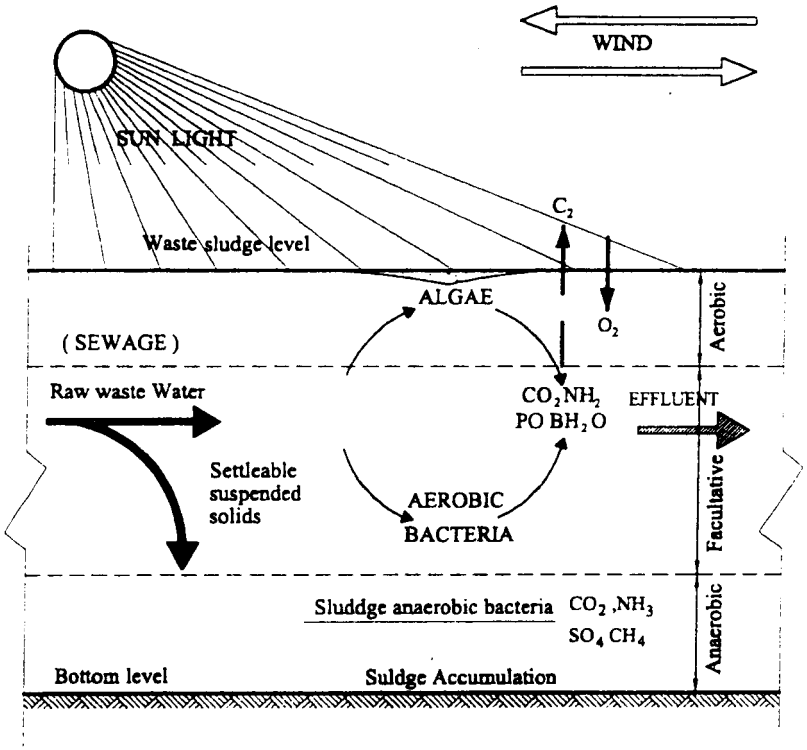
٢- تطور المعرفة فى تأثير المواد الملوثة والموجودة فى مياه الصرف الصحى على البيئة على المدى الطويل.

٣- الإسراع فى تطوير نظم حماية البيئة وتشديد القوانين.

٤- زيادة المعرفة فى مجالات المعالجة الكيميائية والبيولوجية والميكروبيولوجية.

٥- المحافظة على المصادر الطبيعية للمياه وإعادة تدوير المياه الملوثة بعد تنفيتها أى أعادة استخدام فائض محطات معالجة مياه الصرف الصحى.





شكل رقم (٢-٥) نظام معالجة مياه الصرف الصحى بإستخدام بحيرات الأكسدة الطبيعية

٦- توسيع المعرفة فى أساسيات ومقدرة الطرائق المختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحى. ومن ثم يجب تحديد درجة العلاج المطلوبة حتى تلائم القوانين والمعايير والشروط اللازمة للتخلص من فائض محطات معالجة مياه الصرف الصحى بعد معالجتها.

ويعرض الجدول رقم (٢-٢) الخطوط العريضة لخصائص فائض (السيب) محطات معالجة مياه الصرف الصحى المطلوبة.

جدول رقم (٢-٢)

الخطوط العريضة لخصائص فائض محطات معالجة مياه الصرف الصحى

خصائص السيب (الفائض)	المعايير للسيب طبقا للقانون	
	المتوسط الشهرى	المتوسط الأسبوعى
BOD (مجم / لتر)	٣٠	٤٥
SS (مجم / لتر)	٣٠	٤٥
pH (وحدة Ph)	٦ - ٩	٦ - ٩

٢-٢-٥ معالجة الحمأة

تتم معالجة المواد الصلبة المترسبة فى أحواض التحليل التى تتألف من أحواض ترسيب أفقية الحركة يتم حفظ الحمأة المترسبة مدة طويلة فيسبب هذا الحفظ تحلل المواد العضوية. ويمكن أن تجرى هذه المعالجة فى أحواض التحليل ذات الطابقين أى فى أحواض إمهوف وترافس فيستعمل الطابق العلوى للترسيب والسفلى لتخمير المواد المترسبة، وقد نستعيض عن أحواض التحليل ذات الطابقين بأحواض التكثيف ثم تنقل الحمـأة المترسبة مرتين فى اليوم إلى أحواض خاصة للتخمير يتم فيها تدفئة الحمأة وتحريكها بأستمرار.

تؤخذ الحمأة من أحواض ترافس أو إمهوف أو أحواض التحليل أو أحواض التخمير إلى أحواض خاصة قليلة العمق يتم فيها تخفيف الحمأة ومن ثم يمكن استعمالهاكسماد جيد. ويمكن أيضا أن تتم إزالة رطوبة الحمأة المعالجة فى أحواض التخمير بشكل اصطناعى وذلك بالتخيف حرارياً أو بواسطة القوى الطاردة فى أجهزة الطرد المركزى.

٢-٣ المعالجة التمهيدية لمياه الصرف الصحى

توجد طرق عديدة لمعالجة مياه الصرف الصحي بغرض إزالة المواد المسببة للتلوث سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وذلك حتي يمكن التخلص من مياه الصرف الصحي التي تمت معالجتها بطريقة آمنة عن طريق إلقائها في مجرى أو مسطح مائى، أو إستخدامها في أعمال رى المزروعات، أو التخلص منها علي سطح الأرض أو باطنها دون أن تسبب أي آثار سلبية على البيئة (الماء-الهواء-التربة).

والخطوات المتبعة حاليا في معظم محطات معالجة مياه الصرف الصحي تتلخص فى الوحدات التالية :

١- معالجة تمهيدية

٢- معالجة ابتدائية.

٣- معالجة ثانوية (بيولوجية) بمختلف أنواعها.

٤- معالجة متقدمة (إضافية) بمختلف أنواعها.

٥- أعمال التخلص من السيب الناتج.

٦- معالجة الرواسب (الحمأة) الناتجة من وحدات المعالجة.

وعمليا فانة يمكن الأستغناء عن بعض هذه الوحدات لأسباب اقتصادية والأكتفاء بمعالجة جزئية مثل المعالجة الأبتدائية فقط أو انشاء وحدات معالجة ثانوية (بيولوجية) بعد المعالجة الأبتدائية وهكذا. إلا انة وبغرض الحصول علي سيب لا يؤثر علي تلوث البيئة فيفضل اتباع جميع الخطوات المذكورة لأعمال المعالجة.

ويوضح الشكل رقم (٢-٦) لمجموعة أعمال معالجة مياه الصرف التمهيدية والأبتدائية والتي يمكن تسميتها بالمعالجة الأبتدائية أو المعالجة الميكانيكية حيث انها تعتمد نظريات الحجز والترسيب الطبيعي الميكانيكي.

ويمكن تلخيص مكونات وحدات معالجة مياه الصرف الصحي التمهيدية والشائع إستخدامها في جمهورية مصر العربية كمايلي:

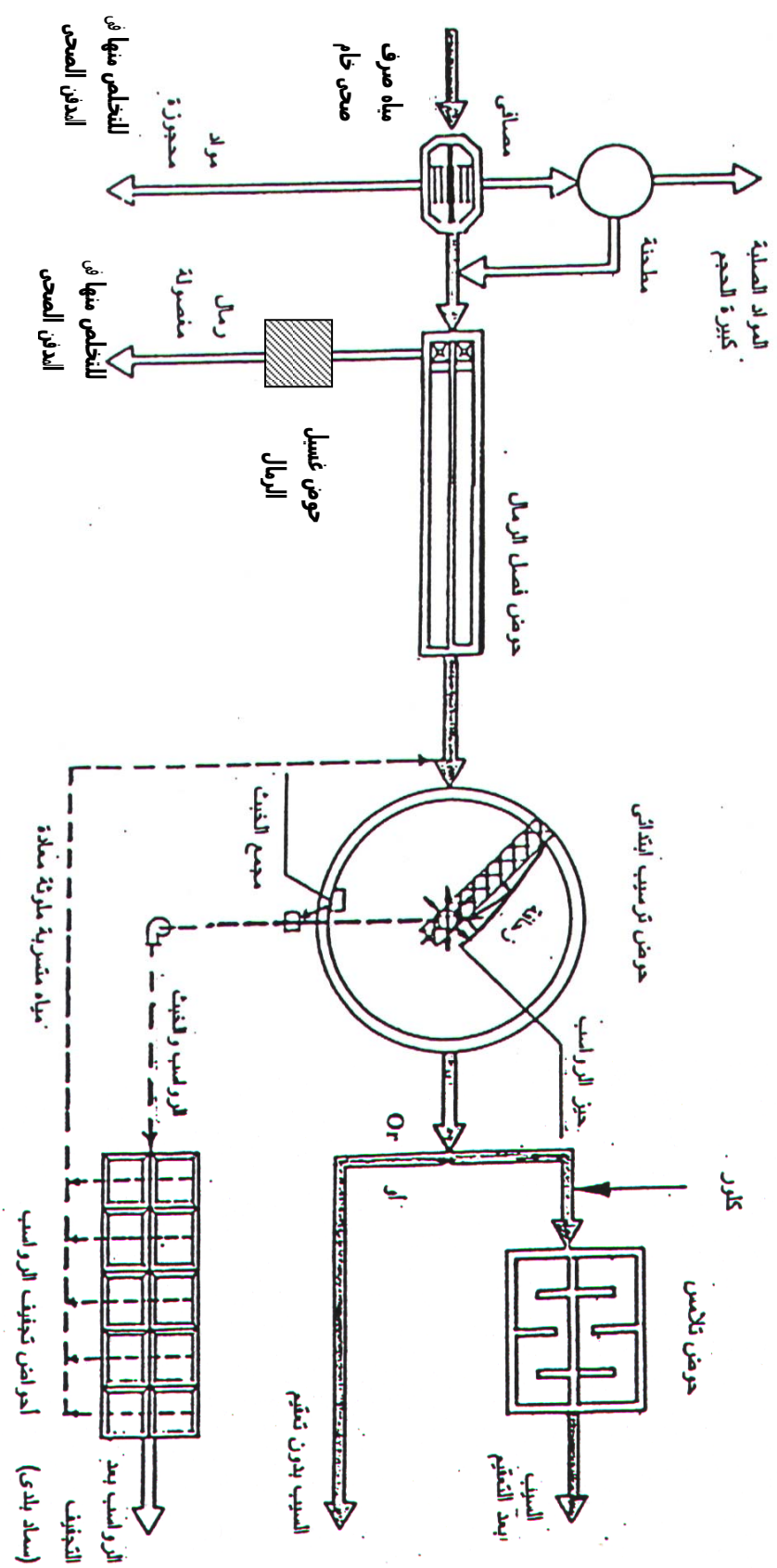
- المصافى.
- وحدات فصل الرمال والزيوت والشحوم.

٢-٣-١ المصافى

بعد دخول مياه الصرف الصحي محطة المعالجة من خلال غرفة التهديه يتم توزيعها خلال مجاري مكشوفة مزودة بالمصافى. وتقوم هذه المصافى بحجز المواد الطافية كبيرة الحجم أثناء مرور مياه الصرف الصحي الخام خلالها وذلك لحماية طلمبات الضخ ومواسير الإتصال بين وحدات المعالجة من الأنسداد وكذلك حجز المواد الطافيه على سطح مياه الصرف الصحي ذات المنظر الغير مرغوب فيه، وتنقسم المصافى إلى الأنواع التالية :

٢-٣-١-١ المصافى المتوسطة والكبيرة الفتحات

المصافى هي قضبان من الحديد المتوازى توضع بحيث تكون في مستوي واحد يعترض سير المخلفات السائلة، فتحجز أمامها المواد الطافية الأكبر من سعة فتحاتها، وتتراوح سعة فتحات المصافى المتوسطة من ٠.٢٥ إلي ١.٥٠ بوصة، والمصافى الكبيرة من ١.٥ الي ٦.٠ بوصة، ويفضل دائما استخدام المصافى ذات السعة الصغيرة في وحدات المعالجة الأبتدائية، أما المصافى ذات السعة الكبيرة فيفضل إستخدامها أمام محطات رفع- ضخ مياه الصرف الصحي الخام.



شكل رقم (٢-٦) رسم تخطيطى لمسار مياه الصرف الصحى فى وحدات المعالجة التمهيدية والإبتدائية

٢-١-٣-٢ المصافى الدقيقة

هي ألواح معدنية بها فتحات (شقوق) تنفذ من خلالها مياه الصرف الخام ويتراوح عرض هذه الشقوق من ١/١٦ بوصة الي ١/٤ بوصة وطولها من ١/٢ بوصة الى ٢ بوصة، ولا يفضل استخدامها في المناطق الريفية، وتستعمل في الحالات الآتية:

أ- تصفية المخلفات السائلة قبل التخلص منها في البحار والمحيطات بدون معالجة.

ب- وجود مخلفات صناعية تحوي مواد عالقة يصعب ترسيبها.

ج- عندما يتطلب الأمر الإستغناء كلياً عن أحواض الترسيب الأبتدائي في بعض عمليات المعالجة البيولوجية مصل التهويه الممتده.

٣-١-٣-٢ المصافى المتحركة

هي مصافي علي شكل شريط دائري يلف علي إسطوانتين أفقيتين وتسمي أيضا بالمصافى اللفافة، كما توجد أنواع ترفع من مكانها لتنظيفها وتحل محلها مصافي أخرى ثم تعاد الي مكانها. وجميع هذه الأنواع لايفضل إستخدامها في المناطق الريفية لإحتياجها لأعمال صيانة وتشغيل وقطع غيار بصفة مستمرة.

٤-١-٣-٢ الشروط الواجب توافرها بالمصافى

١- يجب أن تكون القضبان الحديدية دائرية أو مستطيلة المقطع وتتراوح مابين ١/٢ إلى ٣/٤ بوصة.

٢- يجب أن تكون زاوية ميل القضبان علي المستوى الأفقي مابين ٣٠ إلى ٧٥ درجة وذلك ليسهل تنظيفها كما أن الميل يساعد على تحميل الفضلات أمامها على منسوب سطح الماء.

٣- يجب أن تساوى المساحة الصافية مابين القضبان ضعف مساحة المقطع المائى للمجرى المؤدى إلى غرفة المصافى (وذلك فى حالة إستعمال شبكة صرف منفصلة).

٤- فى حالة استخدام شبكة صرف صحي مشتركة يكون صافي المساحة مابين القضبان مساويا لثلاثة أمثال مساحة المقطع المائى للمجرى المؤدى إلى غرفة المصافى.

٥- يجب ألا تزيد سرعة الماء العمودية على مستوى المصفاة عن ١٥ سم/الثانية حتى لاتسبب ضغطا على الفضلات فتمر بين القضبان.

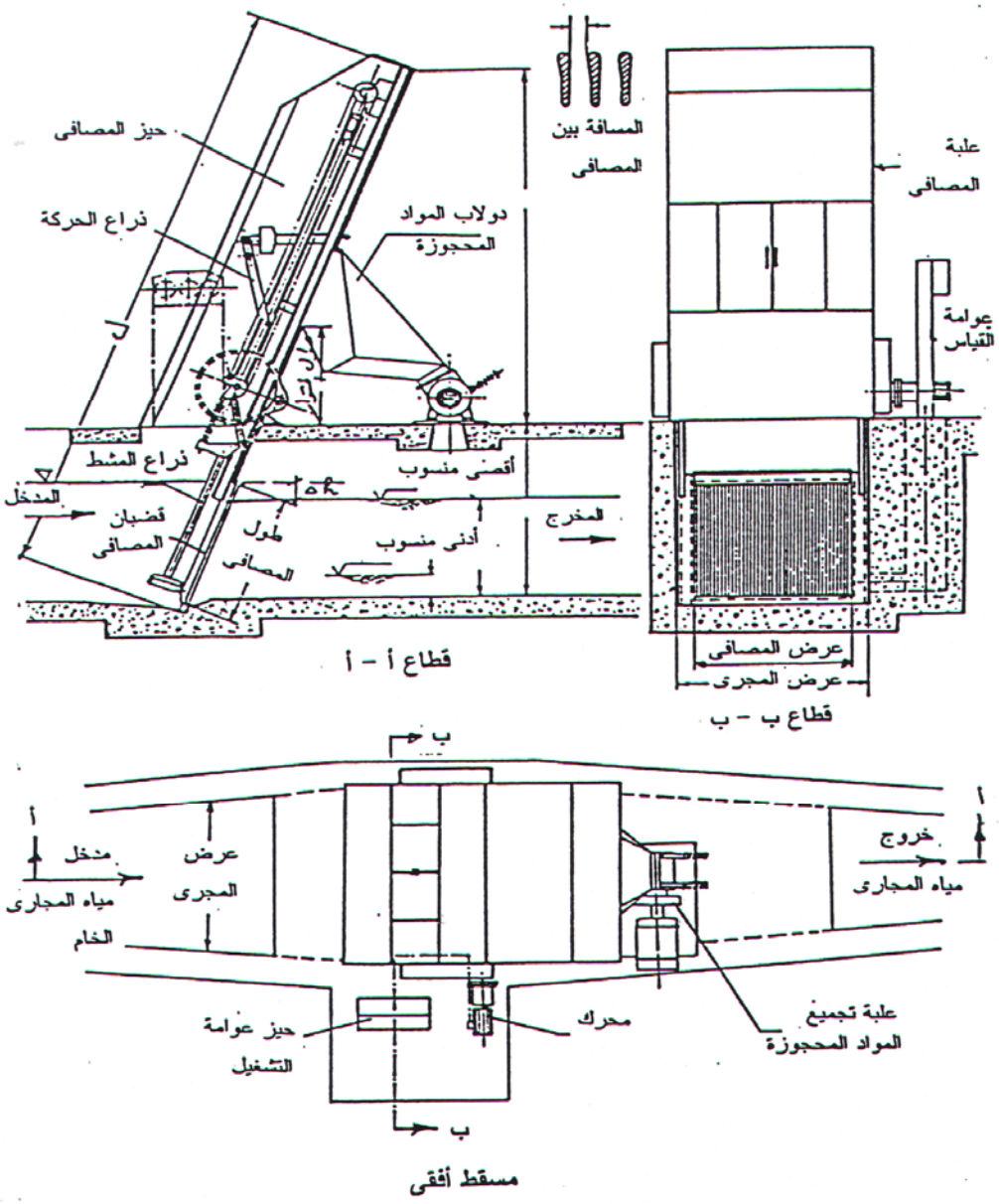
٥-١-٣-٢ طرق تنظيف المصافى

هناك طريقتان رئيسيتان لتنظيف المصافى هما :

أولاً : تنظيف المصافى يدوياً

ويتم ذلك بالنسبة للمصافى العادية بأن يقف العامل على الرصيف الذى ترتكز علية المصفاة وبواسطة شوكة ذات يد طويلة يرفع المواد الطافية التي حجزت أمام المصافى لتجميعها على

الرصيف والتخلص منها، ويستخدم هذا النظام فى محطات المعالجة صغيرة الحجم أو محطات المعالجة فى القرى، وتفاصيل المصافى الميكانيكية موضحه بالشكل رقم (٢-٧).



شكل رقم (٢-٧) تفاصيل المصافى الميكانيكية

ثانياً : تنظيف المصافى آليا (ميكانيكياً)

وتستخدم هذه الطريقة فى التصرفات الكبيرة، وذلك بواسطة أمشاط متحركة لها أسنان تتخلل الفتحات بين القضبان، وعند وصول المشط إلى مستوى خروج المواد المحجوزة يتم إستخراجها ميكانيكياً. وفي حالة وجود مواد عالقة بالمشط يقوم العامل بتنظيفه بواسطة فرشاة خاصة.

ثالثاً : تنظيف المصافى الدقيقة

ينظف هذا النوع بواسطة فرش دوارة خاصة ويحتاج إلى صيانة كبيرة وتشغيل دقيق. ولذلك لايفضل إستخدامة فى المناطق الريفية كما سبق ذكرة.

٢-٣-٢ وحدات فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم

هذه الوحدات هى المرحلة الثانية من المعالجة التمهيدية وهى تتكون من أحواض فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم كما فى المدن، أو من وحدات فصل الرمال فقط كما هو الحال فى القرى حيث تكون كمية الزيوت قليلة، وسوف نتكلم عن كل منها بالتفصيل.

١-٢-٣-٢ أحواض فصل الرمال

هى أحواض مستطيلة الشكل أو دائرية، الغرض منها هو فصل الرمال المتواجدة فى مياه الصرف الصحي من الشوارع والأرصفة الغير مرصوفة، أو من مياه الأمطار عند تساقطها ووصولها للشبكة أو من التربة نتيجة وجود شروخ فى المواسير أو في المطابق. ولا تتعدى مدة مكث المياه فى هذه الأحواض دقيقة واحدة وبسرعة لاتزيد عن ٠.٣ م/ث، وذلك نظرا لأن الرمال سهلة الترسيب كما أنها مادة خاملة لاتتحلل وبالتالى تضعف القيمة الغذائية للرواسب كمادة تسميدية، لذلك يفضل فصلها أولا وقبل دخولها أحواض الترسيب الأبتدائى.

٢-٢-٣-٢ أحواض إزالة الزيوت والشحوم

فى حالة الرغبة فى إزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الخام يتم إنشاء حوض إزالة الزيوت والشحوم الذى تصل فية فترة المكث من ٥ إلى ١٠ دقائق مع إمدادة بالهواء المضغوط لتسهيل عملية تعويم الزيوت والشحوم، وتظهر أهمية إستخدام أحواض فصل الزيوت والشحوم عندما تكون المرحلة التالية من المعالجة البيولوجية (الثانوية) هى المعالجة باستخدام أحواض الحمأة المنشطة نظراً لما تسببة هذه المواد الدهنية من ضرر بليغ بهذه الأحواض. ومدة البقاء بأحواض فصل الزيوت والشحوم بين خمس وثمانى دقائق، والهواء الحر اللازم لذلك هو حوالى ١٤م^3 لكل حوالى ٤٠٠٠ م^3 من مياه الصرف. وقد وجد أن إضافة حوالى ١.٥ جزء/المليون من الكلور يساعد أيضا على سرعة إزالة هذه المواد العضوية. وغالباً ما يتم إنشاء حوض واحد لكل من فصل الرمال وفصل الزيوت والشحوم. ويمكن دمج حوض فصل الرمال مع هذا الحوض وتكون فترة المكث بين ٥ – ١٠ دقائق.

٣-٢-٣-٢ تنظيف أحواض فصل الرمال

الغرض من هذه الأحواض كما سبق ذكرة هو ترسيب الرمال والمواد الغير عضوية وذلك دون السماح للمواد العضوية بالترسيب.

وتتكون أحواض فصل الرمال من قنوات مكشوفة متسعة نسبيا تمر فيها المخلفات السائلة مع التحكم الكافي لحفظ سرعتها عند السرعة التى تسمح بترسيب المواد الغير عضوية التى يبلغ قطرها ٠.٢مم (وهى ٣٠ سم/ث).

ويتم إزالة الرمال بتسليط خرطوم مياه على الرواسب فتكسحها إلى خارج الحوض لتسير فى مواسير إلى موضع التخلص منها. ويعيب هذه الطريقة عدم استمرار العمل فى هذه الأحواض ويتطلب الأمر تفريغ الحوض المطلوب إزالة الرمال منه.

وهناك طريقة أخرى لتنظيف هذا النوع من أحواض فصل الرمال وذلك بإستعمال كاسحات تتحرك بقوة موتور كهربى فتدفع أمامها الرمال إلى منخفض فى مدخل الحوض ومن هذا المنخفض ترفع الرمال بواسطة كباشات أو طنبور إلى أعلى الحوض حيث يمكن جمعها فى أوعية خاصة. وتمتاز هذه الطريقة باستمرار العمل دون الحاجة إلى تفريغ الحوض من وقت لآخر كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٨) والشكل رقم (٢-٩) يوضح أحواض فصل الرمال المهواة.

٢-٤ المعالجة الإبتدائية لمياه الصرف الصحى

تتم المعالجة الإبتدائية لمياه الصرف الصحى فى أحواض تعرف بأسم أحواض الترسيب والغرض من أحواض الترسيب هو التخلص من المواد العضوية العالقة بمياه الصرف الصحى بفعل الجاذبية الأرضية فتسقط بتأثير ثقلها إلى قاع الحوض حيث تجمع ويتم التخلص منها، ولذا سميت بعملية الترسيب العادية أو الترسيب الميكانيكى، ولما كانت المواد العضوية خفيفة الكثافة النوعية لذا فهى تحتاج إلى سرعة بطيئة بالحوض وطول مناسب له لإعطائها الفرصة للرسوب. فكلما قلت سرعة المياه وطالت مدة بقائها بالحوض كلما حصلنا علي نسبة عالية من الترسيب.وللحصول علي نسبة عالية للترسيب، أستعملت طريقة ملء وتفريغ الحوض ويتم ذلك بملء الحوض بمياه الصرف الواردة إلية ثم يترك دون حركة للمدة اللازمة لترسيب النسبة المطلوبة من المواد العالقة، ثم تسحب المواد الراسبة، وبعد ذلك يفرغ الحوض مما بة من مياه، ويعاد ملؤة ثانية وتتكرر العملية وهكذا – وبذا نحصل على سرعة صفر للمياه بالحوض ومدة البقاء المقررة- إلا أنة لكثرة تكاليف إنشاء هذه العملية ولارتفاع تكاليف تشغيلها ولضياع الوقت فى الملء والتفريغ أصبحت هذه الطريقة غير مستخدمة حاليا، ويجب التعرف على المصطلحات الفنية التالية :

٢-٤-١ المصطلحات الفنية

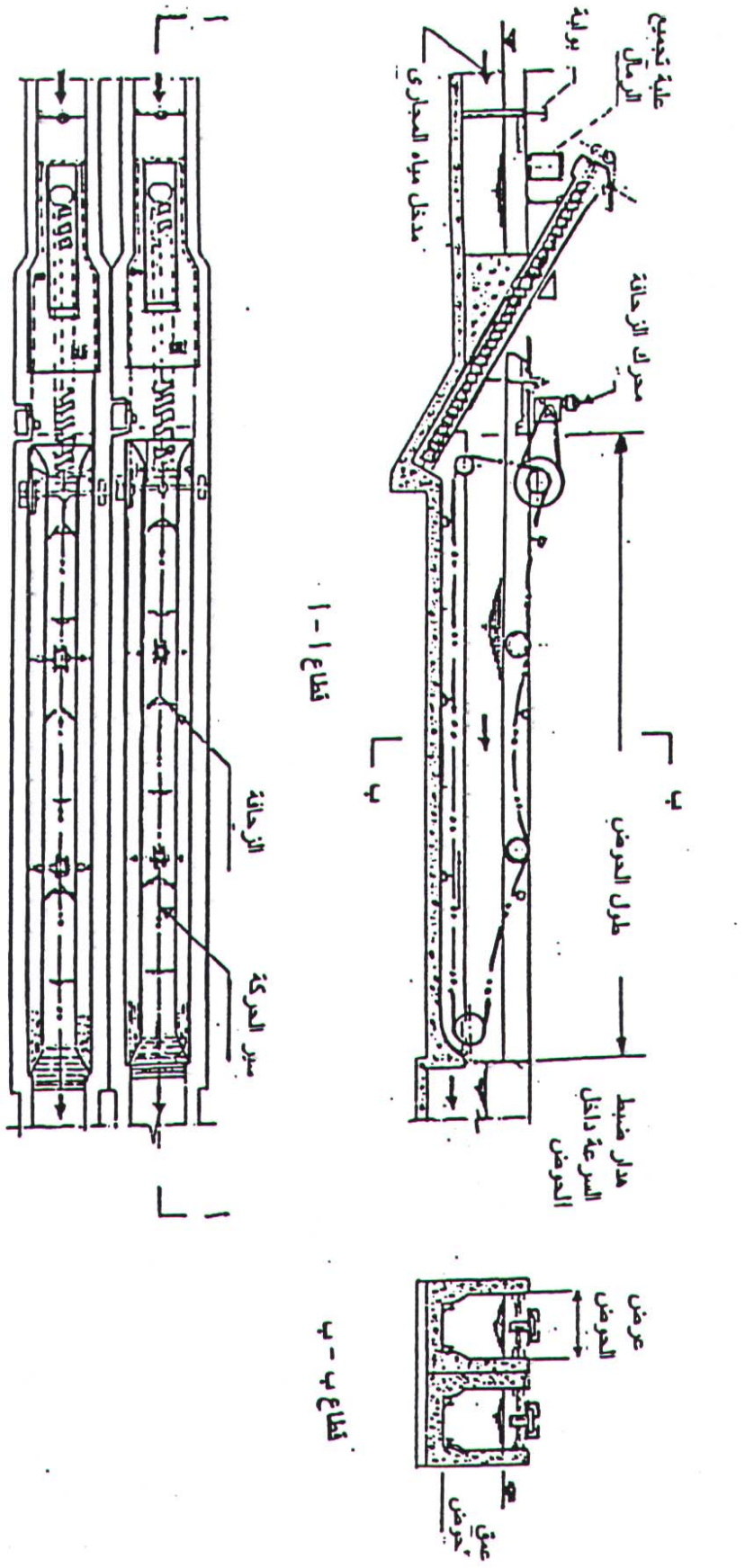
ويستحسن قبل شرح أحواض الترسيب أن نوضح التعريفات الفنية الآتية:

٢-٤-١-١ الخبث

هو المواد الطافية بالحوض والغير قابلة للرسوب وغالبيتها من الزيوت والشحوم وهى ذات رائحة كريهه، وبتراكمها على السطح تحجز الهواء والضوء من التخلل بمياه الصرف الصحى بالحوض.

٢-٤-١-٢ الحمأة السائلة

هى المواد المشبعة بالمياه والراسبة بقاع حوض الترسيب وكمية الحمأة السائلة تقدر بما لايزيد عن ١% من كمية مياه الصرف الصحى الداخلة للحوض.



شكل رقم (٢-٨) تفاصيل أحواض فصل الرمال

٢-٤-١-٣ مدة البقاء النظرية أو مدة المكث النظرية

هى المدة النظرية المفروض أن تمكثها نقطة مياه بالحوض، وبمعنى آخر هي المدة التى تلزم لنقطة المياه التى تلزم لنقطة مياه الصرف الصحى أن تقطع فيها المسافة بين مدخل الحـوض ومخرجة بالسرعة النظرية.

٢-٤-١-٤ السرعة النظرية

هى سرعة مياه الصرف الصحى بحوض الترسيب على اساس المعادلة التالية :

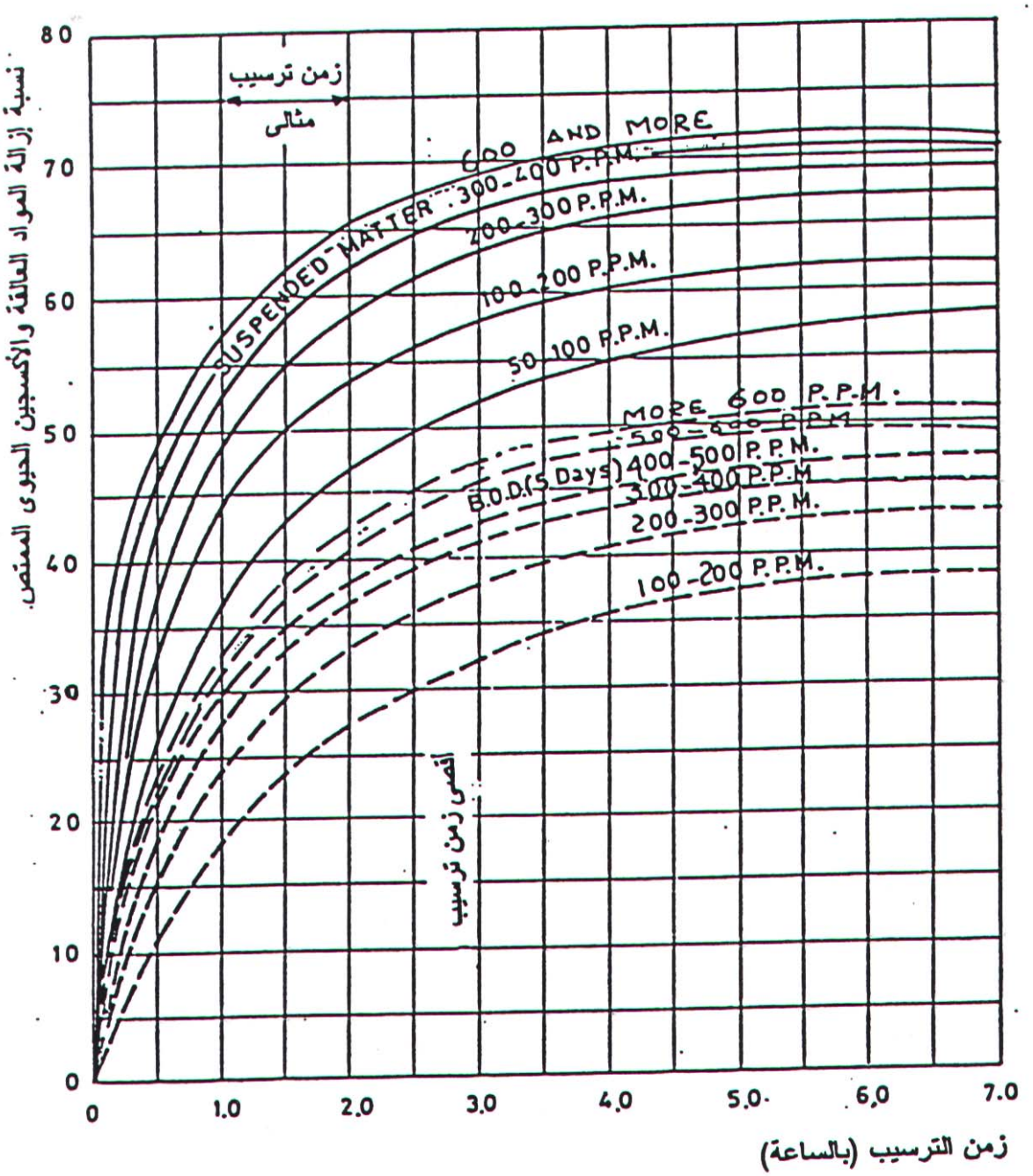
$$\text{السرعة} = \frac{\text{التصرف (م}^3\text{ / الثانية)}}{\text{مساحة قطاع الحوض (م}^2\text{)}} \quad (\text{ م / ثانية })$$

٢-٤-١-٥ مدة البقاء الفعلية

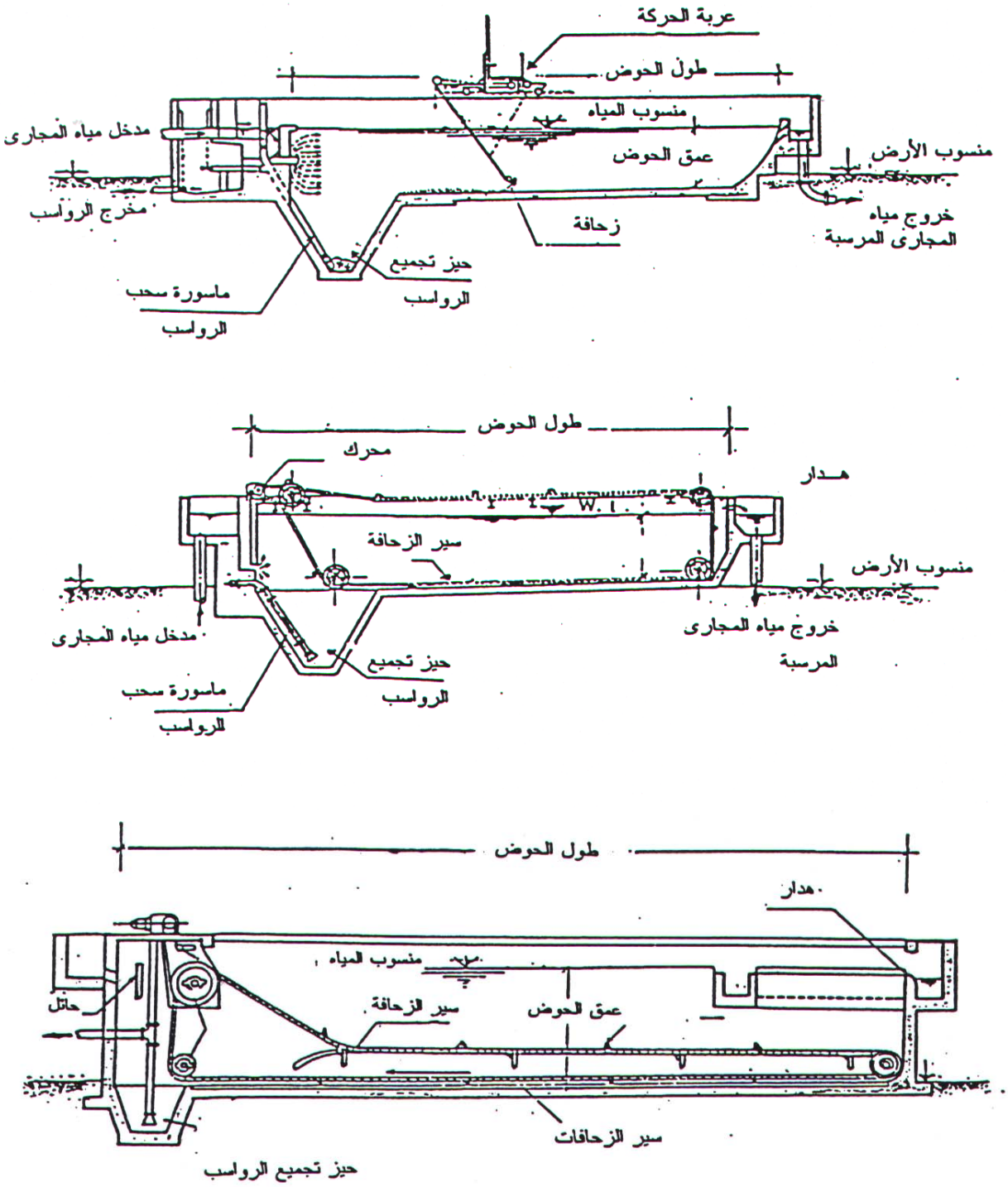
هى المدة الفعلية التى تقطع فيها نقطة المياه المسافة بين مدخل الحوض ومخرجة. وقد استخدمت عدة أنواع من أحواض الترسيب (خلاف طريقة الملء والتفريغ) يستمر فيها سريان الماء بالحوض، وروعى فى تصميمها أن تكون سرعة المياه بها بطيئة ومدة بقائها بها كافية بحيث تسمحان بترسيب غالبية المواد العالقة بمياه الصرف – وصممت فى بادئ الأمر بسعة تسمح بمدة بقاء نظرية ٢٤ ساعة أنقصت تدريجيا حتى أصبحت في بعض الحالات ساعة واحدة، ويرجع السبب فى ذلك إلى أن كثيرا من المواد العالقة ترسب فى الساعة الأولى وغالبيتها ترسب فى الثلاث ساعات الأولى من بدء عملية الترسيب، وبعد ذلك تقل كمية الراسب منها مما لا يتناسب مع زيادة سعة الأحواض وبالتبعية زيادة تكاليف انشائها، هذا علاوة على أن بقاء مياه الصرف مدة طويلة فى هذه الأحواض بعيدا عن الشمس والهواء (اللهم إلا الطبقة السطحية بالحوض أن لم تكن مغطاة بالخبث) يزيد من درجة تعفنها وتعقيدها، مما يزيد من تكاليف معالجتها فى الخطوات التى تلى عملية الترسيب. هذا بالإضافة إلى ما ينبعث منها من رائحة كريهة للغاية. والشكل رقم (٢-١٠) يوضح العلاقة بين مدة البقاء والنسبة المئوية لترسيب المواد العالقة بأحواض الترسيب.

وتوجد أنواع عديدة من أحواض الترسيب، ويتوقف اختيار أى منها على عوامل عدة منها حجم التصرف المراد معالجتة وطبوغرافية موقع أعمال المعالجة وخصائص التربة بالموقع مع مراعاة الناحيتين الفنية والأقتصادية. وتنقسم غالبية أحواض الترسيب إلى الأنواع التالية:

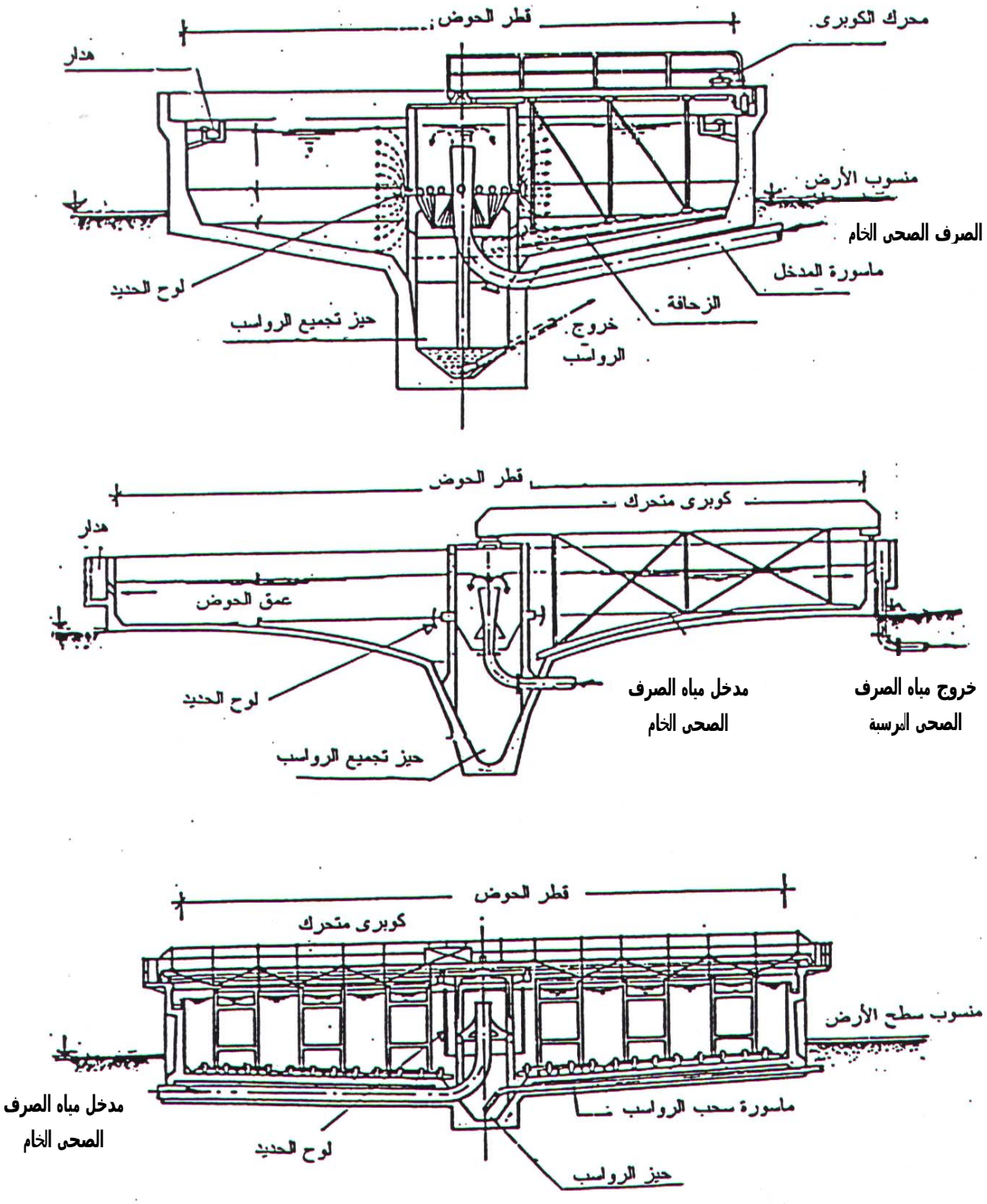
- من حيث أتجاه سير المياه : رأسى – أفقى – دائرى.
- من حيث شكل الحوض : مستطيل – مربع – دائرى كما هو موضح بالأشـكال أرقـام (٢-١١) و(٢-١٢).
- من حيث طريقة سحب الحمأة : يدوى – ميكانيكى – بضغط المياه.
- من حيث مناسيب قاع الحوض : أفقى – بميل بسيط – هرمى شديد الميل.



شكل رقم (٢-١٠) العلاقة بين زمن الترسيب الطبيعى وكفاءة أحواض الترسيب الإبتدائى



شكل رقم (٢-١١) نماذج مختلفة لأحواض الترسيب الإبتدائية المستطيلة الشكل



شكل رقم (٢-١٢) نماذج مختلفة من أحواض الترسيب الإبتدائية دائرية الشكل

٢-٤-٢ شروط أنشاء أحواض الترسيب الأبتدائى

يراعى عند إنشاء أحواض الترسيب أن تستوفي الأشتراطات الآتية:

شروط أحواض الترسيب الأبتدائية

١- أن تكون السرعة بها بطيئة فى حدود تسمح للمواد العالقة بالرسوب.
٢- أن تكون مدة البقاء الفعلية كافية لرسوب المواد العالقة إلى قاع الحوض قبل وصولها لمخرجة، مع مراعاة ألا تكون مدة البقاء سببا فى زيادة نسبة تعفن مياه الصرف بالحوض زيادة كبيرة.
٣- أن تكون مدة البقاء الفعلية أقرب إلى مدة البقاء النظرية اللازمة.
٢- ألا يسمح للخبث الطافى بالخروج مع السيب الخارج من الحوض.
٥- عدم السماح بأى حركة فى قاع الحوض تثير ما يرسب به.
٦- أن يختار نوع الحوض مناسبا لتربة الموقع وظروفة ونوع وكمية مياه الصرف المطلوب معالجتها بحيث تكون أقل الأنواع فى تكلفة إنشائها وتشغيلها وصيانتها مع الحصول على نسبة الترسيب المطلوبة.

٢-٥ المعالجة البيولوجية بالإستنبات المعلق لمياه الصرف الصحى (الحمأة المنشطة)

عند معالجة مياه الصرف الصحى بطريقة الحمأة المنشطة تتم تهوية وتقليب هذه المخلفات بعد خلطها بنسبة معينة من الحمأة المنشطة – وهى الرواسب التى تجمعت فى حـوض الترسـيب النهائى – فى أحواض خاصة تسمى أحواض التهوية، وينتج عـن ذلـك امتصـاص الخلـيط للأكسجين من الهواء، وأستخدام البكتريا الهوائية وكائنات دقيقة أخرى لهذا الأكسجين فى تثبيت المواد العضوية المتعلقة والذائبة وتحويلها إلى مواد عالقة، يمكن ترسيبها على هيئة قشور، كما يؤدى التقليب المستمر للخليط إلى ترويب المواد المتعلقة الدقيقة أى تجميع هذه المواد ولصـقها فى حبيبات أكبر يسهل ترسيبها فى حوض الترسيب النهائى، ويوضح الشـكل رقـم (٢-١٣) مسار مياه الصرف الصحى فى وحدات المعالجة لمياه الصرف الصحى بطريقة الحمأة المنشطة (الأستنبات المعلق).

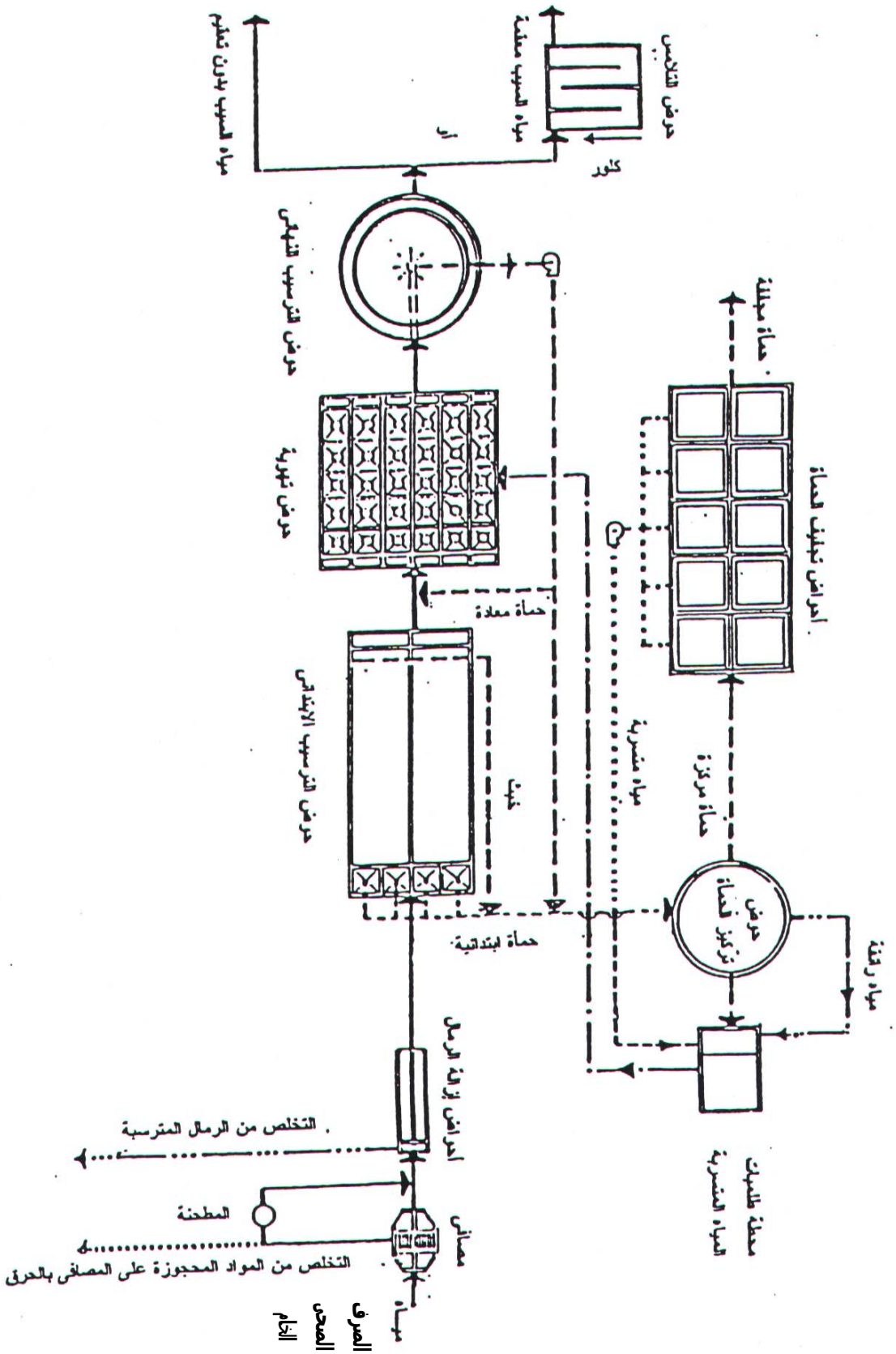
٢-٥-١ طريقة التهويـة

تتم تهوية المياه الخارجة من أحواض الترسيب الابتدائى مع الحمأة المنشطة المعادة من حوض الترسيب النهائى فى أحواض خاصة تسمى أحواض التهوية، وتظل المياه فى حوض التهويـة فترة تتراوح من أربع إلى ثمانى ساعات تنشط فيها البكتريا الهوائية لتؤدى وظيفتها فى أكسـدة وتثبيت المواد العضوية.

ويجب أن تتوافر فى أحواض التهوية الشروط الآتية:

توافر الأكسجين فى جميع أنحاء الحوض لتأكيد نشاط البكتريا فـى أكسـدة وتثبيـت المـواد العضوية.

وجود تقليب مستمر فى أحواض التهوية ينتج عنه ترويب المواد المتعلقة الدقيقة لتكوين مـواد أكبر حجما يسهل ترسيبها فى أحواض الترسيب النهائى.

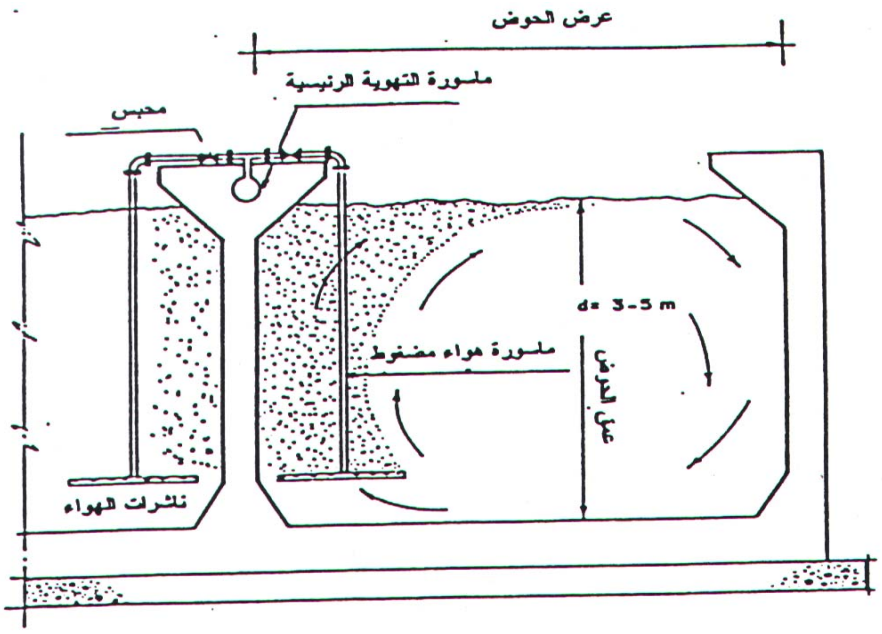


شكل رقم (٢-١٣) مسار مياه الصرف فى وحدات المعالجة بالحمأة المنشطة

٣. يكون التقليب بشدة كافية تمنع ترسيب المواد المتعلقة – أى هبوطها إلى قاع حوض التهوية – خوفا من تراكمها لأن ذلك يتعارض مع استكمال عملية الأكسدة، وكذلك لخلو هذه الأحـواض من وسائل إزالة وكسح الرواسب من القاع.
٤. ويمكن تقسيم طرق التهوية والتقليب إلى ثلاثة أقسام رئيسية:
٥. التهوية بالهواء المضغوط.
٦. التهوية الميكانيكية.
٧. التهوية بالطرق المشتركة (الهواء المضغوط مع التقليب الميكانيكى).

٢-١-٥-١ التهوية بالهواء المضغوط

فى هذه الطريقة تمزج المخلفات السائلة بعد معالجتها وخروجها من أحواض الترسيب الابتدائى بنسبة حوالى من ٢٠% إلى ١٠٠% من حجم الحمأة المنشطة السابق ترسيبها فى أحواض الترسيب النهائى، ثم يمر الخليط فى أحواض التهوية التى تتم فيها عملية التقليب والتهوية بواسطة فقـاقيع مـن الهـواء تخرج من شبكة من البلاطات أو القوالب المسامية مثبتة فى قاع الحوض ومتصـلة بمجموعـة مـن المواسير يضغط فيها الهواء وتسمى هذه البلاطات أو القوالب بناشرات الهواء، كما هو موضح بالشكل رقم (٢-١٤).



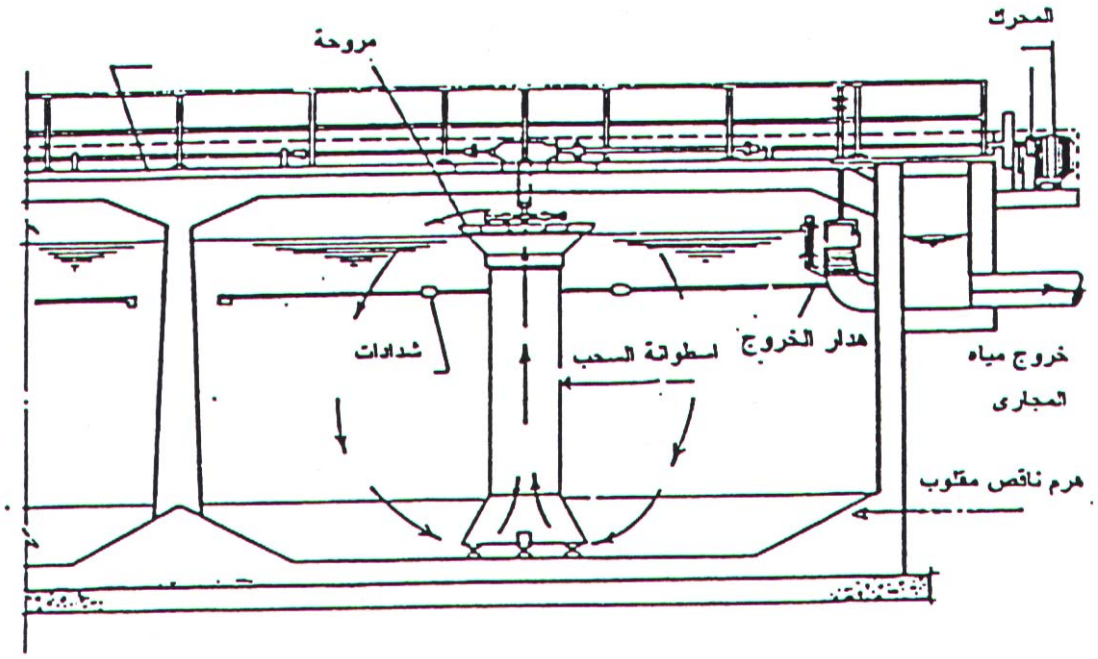
شكل رقم (٢-١٤) التهوية بأستخدام الهواء المضغوط

٢-١-٥-٢ التهوية الميكانيكية

تتم التهوية فى هذه الحالة باستخدام طرق ميكانيكية تحدث اضطرابا فى سطح المخلفات السائلة – هذا الاضطراب يساعد على أن يمتص السائل الأكسجين من الهواء ومن ثم تقوم البكتريا الهوائية باستخدام هذا الأكسجين فى أكسدة وتثبيت المواد العضوية كما سبق شرحه.
وأهم الطرق المستعملة للتهوية الميكانيكية الطرق الأربع الآتية:

أولا – طريقة سمبلكس للتهوية السطحية:

فى هذه الطريقة تتم تهوية المخلفات السائلة الخارجة من أحواض الترسيب الابتدائى بعد إضافة نسبة من الحمأة المنشطة المرسبة بحوض الترسيب النهائى وذلك فى أحواض تهوية خاصة، يشكل قاعها على هيئة أهرامات ناقصة مقلوبة، وترتفع فى رأس كل هرم ماسورة رأسية فى نهايتها مروحة بشكل خاص تدور بقوة محرك فيرتفع السائل فى الماسورة ويخرج من فوهتها العليا على شكل رذاذ وبذلك تتم عملية تقليب وتهوية السائل كما هو موضح بالشكل رقم (٢-١٥).



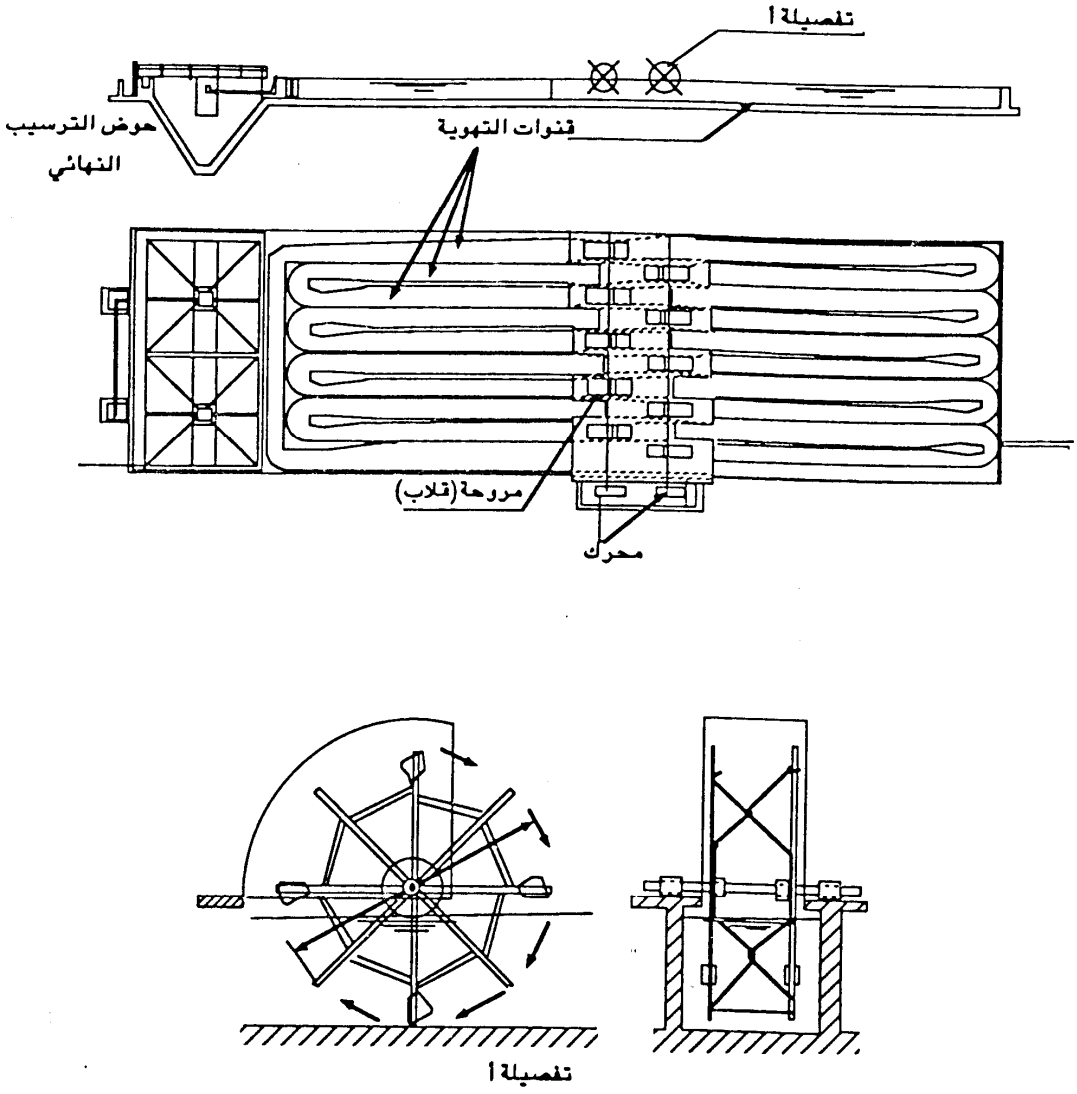
شكل رقم (٢-١٥) طريقة التهوية الميكانيكية (طريقة سمبلكس للتهوية السطحية)

ثانيا – طريقة شيفياد للتهوية:

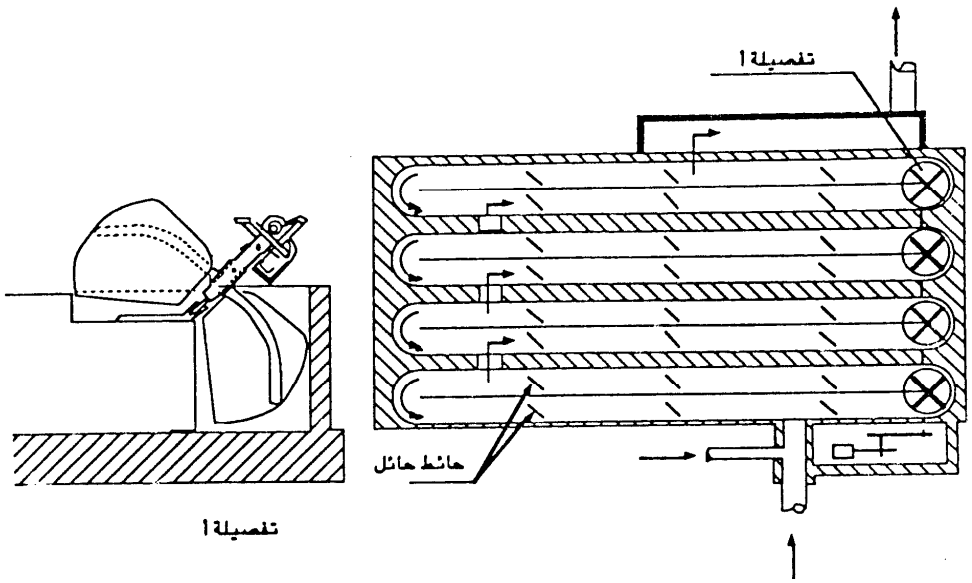
يتراوح عمق حوض التهوية اللازم لهذه الطريقة من متر إلى متر ونصف، وهو مقسم إلى قنوات بواسطة حوائط حائلة – تمر المياه فيما بينها ذهابا وإيابا لمدة قد تصل إلى اثنتي عشر ساعة، وتتم التهوية عن طريق سواقى ذات أذراع حديدية تدور فى القنوات المكونة للحوض، حول محاور أفقية لتقليب سطح السائل محدثة فيه الاضطراب اللازم لتقليبه ولجعله يمتص الأكسجين من الهواء مباشرة كما هو موضح بالشكل رقم (٢-١٦).

ثالثا- طريقة هارتلى للتهوية:

الحوض اللازم للتهوية بهذه الطريقة لا يختلف كثيرا عن الحوض المستعمل فى طريقة شيفياد، فهو حوض مقسم بواسطة حوائط حائلة إلى قنوات تسير فيها المخلفات السائلة ذهابا وإيابا حول الحوائط الحائلة – على أنه يوجد فى نهاية كل قناتين متجاورتين قلابات ميكانيكية مائلة الوضع، تدور فتعطى المياه أثناء جريانها بين الحوائط الحائلة حركة حازونية تسبب اضطرابا فى سطح السائل، وهكذا يتم تقليب السائل ومساعدته على امتصاص الأكسجين من الجو كما هو موضح بالشكل رقم (٢-١٧).



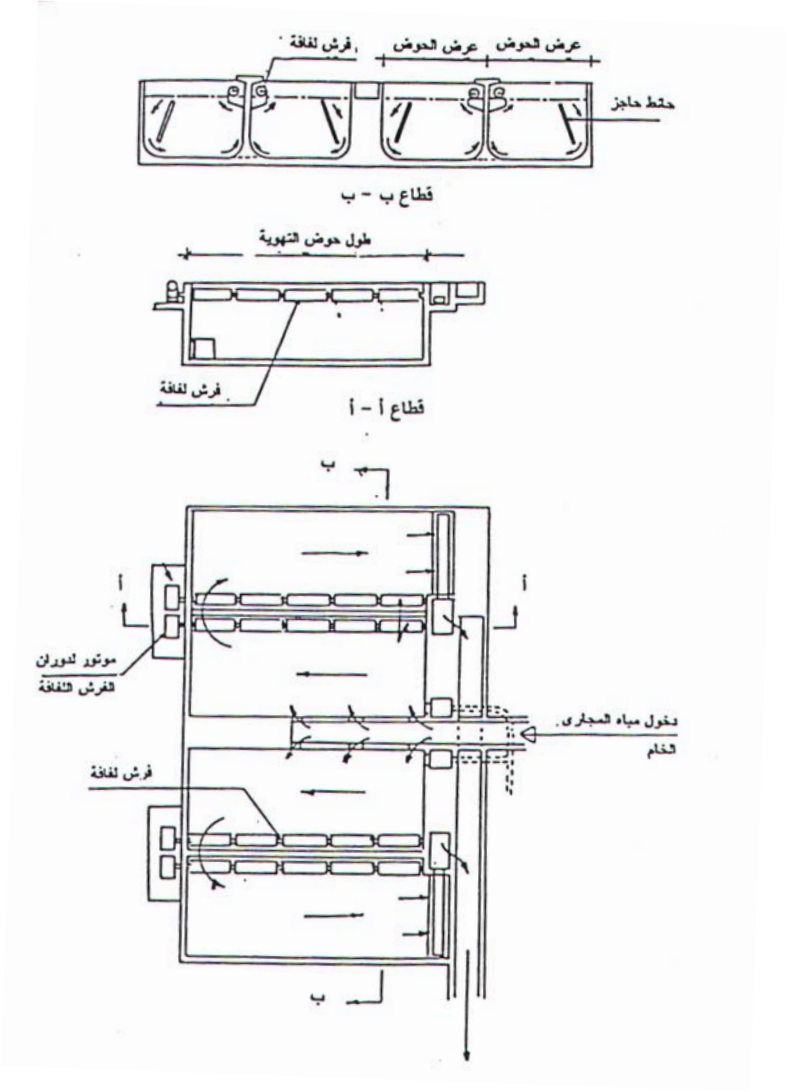
شكل رقم (٢-١٦) طريقة شيفياد للتهوية الميكانيكية



شكل رقم (٢-١٧) طريقة هارتلى للتهوية الميكانيكية

رابعا – طريقة الفرش اللفافة للتهوية:

وتتم التهوية فى هذه الحالة فى أحواض مستطيلة قليلة العمق – مركـب بجوانبهـا الطوليـة فـرش أسطوانية بحيث يكون نصفها تقريبا مغمورا فى الماء – وبطول الحوض، وعندما تدور الفرش بسرعة كبيرة يتم سحب الماء من بين الحائط الحائل وجدار الحوض لينتشر على سطح الحوض علـى شـكل رذاذ – وبذلك تتوالد فى الحوض حركة مستديمة تنتج عنها تهوية للمخلفات السائلة فيـه، كمـا هـو موضح فى الشكل رقم (٢-١٨).



شكل رقم (٢-١٨) التهوية باستخدام الفرش اللفافة

٢-٥-١-٣ التهوية بالطرق المشتركة:

يقصد بالتهوية بالطرق المشتركة استخدام الهواء المضغوط مع التقليب الميكانيكى فى نفـس الوقـت، ونظراً لما أثبتته الأبحاث والتجارب من أن حوالى ١٠% فقط من الهواء المضغوط يستعمل لأكسـدة وتثبيت المواد العضوية الموجودة فى المخلفات السائلة، وأن الباقى يستفاد منه فـى التقليـب (لمنـع الرواسب من الهبوط إلى قاع أحواض التهوية) وكذلك فى زيادة اضطراب سطح السائل، الأمر الـذى يساعد على امتصاص الأكسجين من الهواء، فلقد عمد البعض إلى إنشاء أحواض تهوية يستخدم فيهـا

الهواء المضغوط على أن تقلب محتوياتها بواسطة سواقى غاطسة، مما ينتج عنه اقتصاد كبير فى كمية الهواء المضغوط المستعمل.

٢-٥-٢ تعديلات وتطوير طرق المعالجة بالحمأة المنشطة

نظراً لما تمتاز به طريقة المعالجة بالحمأة المنشطة من مرونة فى التشغيل فلقد أدت الدراسات إلى إدخال بعض التعديلات فى أسس التصميم وطريقة التشغيل، ومن هذه الطرق:

تعديلات وتطوير طرق معالجة مياه الصرف الصحى بالحمأة المنشطة

١- عملية الحمأة المنشطة ذات المعدل العالى.
٢- التهوية المتدرجة.
٣- طريقة كراوس.
٤- طريقة التنشيط البيولوجى.
٥- التهوية بالتثبيت مع التلامس.
٦- التغذية على خطوات.
٧- التهوية على مراحل (أو على التوالى).
٨- التهوية الممتدة.

١-٢-٥-٢ طريقة الحمأة المنشطة ذات المعدل العالى

فى هذه الطريقة يختصر زمن التهوية إلى ثلاث ساعات أو أقل، كما تقل نسبة الإعادة بحيث لا تزيد عن ١٠% ليكون تركيز المواد العالقة فى الخليط من ٥٠٠ إلى ٧٠٠ جزء فى المليون، وفى هذه الطريقة لا تزيد كفاءة عملية المعالجة كوحدة متكاملة عن ٦٠-٨٠%، كما أن الحمأة المعادة المترسبة فى حوض الترسيب تتحلل بسرعة، ولذلك يجب إضافتها إلى حوض التهوية بسرعة دون تخزينها فى حوض الترسيب النهائى، أما كمية الهواء اللازمة فتصل إلى حوالى ٥ مترمكعب/ مترمكعب من الخليط.

٢-٢-٥-٢ التهوية المتدرجة

المقصود بها إضافة الهواء إلى أحواض التهوية بمعدلات مختلفة على طول مسار الحوض – فيكون معدل التهوية فى الجزء الأول أكبر منه فى الأجزاء التالية، وبذلك تتناسب كمية الهواء على طول حوض التهوية مع كمية المواد العضوية القابلة للتأكسد – إذ من المعروف أن كمية هذه المواد العضوية تتناقص على طول مسار الماء فى الحوض نظراً للنشاط المستمر للبكتريا فى أكسدتها، وتبلغ كفاءة المعالجة بهذه الطريقة ما بين ٨٠ و ٩٥%.

٣-٢-٥-٢ طريقة كراوس:

فى هذه الطريقة تخلط نسبة معينة من الحمأة المخمرة أو السائل الخارج من حوض التخمير أو المزيج فى أحواض خاصة ثم يُنقل المزيج إلى أحواض التهوية العادية حيث تتم تهويته مع المخلفات السائلة السابق معالجتها فى حوض الترسيب الابتدائى، وتتميز هذه الطريقة بأنها توفر الغذاء اللازم للبكتريا

كما أنها لا تتأثر بزيادة الحمل عليها – وعلاوة على ذلك فإن الأمونيا الموجودة فى الحمأة المخمرة أو السائل الخارج من حوض التخمير تتأكسد إلى أزوتيت وأزوتات مما يقلل من متاعب التخلص منهـا، وتتراوح كفاءة المعالجة باستخدام هذه الطريقة من ٨٠ إلى ٩٥%.

٢-٥-٢-٤ طريقة التنشيط البيولوجى:

فى هذه الطريقة تعالج المخلفات السائلة فى أحواض ترسيب ابتدائية، تعقبها مرشحات زلطية يتـراوح عمقها من ٦٠-٩٠سم، يليها حوض ترسيب ثانوى ثم حوض تهوية ثم حوض ترسيب نهائى، وتؤدى هذه الطريقة إلى تحمل العملية للزيادة الطارئة فى الحمل العضوى وكذلك إلى خفض زمن التهوية إلى ساعة أو ساعة ونصف، كما أن التحميل العضوى على المرشحات يتراوح بين ١٠٠-١٥٠كيلـوجرام أكسجين حيوى لكل ١٠٠٠ مترمكعب/يوم، وتتراوح كفاءة المعالجة بطريقة التنشيط البيولوجى من ٨٥ إلى ٩٧%.

٢-٥-٢-٥ التهوية بالتثبيت مع التلامس:

وفى هذه الطريقة تتم التهوية بإدخال المخلفات السائلة المعالجة بالترسيب الابتدائى فى أحواض تحتوى على ألواح رأسية من الأسبستوس، وفى نفس الوقت يدفع الهواء إلى قاع هذه الأحواض، ونتيجة لذلك يغطى سطح الألواح بطبقة هلامية بها الكثير من الكائنات الحية الدقيقة والبكتريا الهوائية التـى تقـوم بأكسدة المواد العضوية إلى مواد ثابتة تخرج مع المخلفات بعد تهويتها، وتسمى هذه الطريقـة أحيانـا طريقة هايس أو طريقة جريفيث، وقد أثبتت نجاحها فى معالجة المخلفات السائلة فى العمليات الصغيرة والمتوسط وتبلغ كفاءة المعالجة فيها ما بين ٨٥ % و ٩٧%.

٢-٥-٢-٦ التغذية على خطوات:

وفيها تضاف المخلفات السائلة إلى حوض التهـوية فى أكثر من موقع مما يؤدى إلى انتظام الاحتياج للأكسجين بطول الحوض مما يساعد على خفض كمية الهواء لتتراوح بين ٥ و١٠ مترمكعب لكل متر مكعب من المخلفات، كما ينخفض زمن مكث الخليط فى حوض التهوية إلى ما يتـراوح بـين ٣ و ٤ ساعات، وتتراوح كفاءة المعالجة باستخدام هذه الطريقة بين ٨٠ و ٩٥%.

٢-٥-٢-٧ التهوية على مراحل أو على التوالى:

فى هذه الطريقة يستعمل حوضين للتهوية يعملان على التوالى، وبعدها حوض ترسيب، وتعتمد نظرية التشغيل فى هذه الطريقة على إتمام الترويب فى الحوض الأول ثم إتمام الأكسدة والتأزت (النترتة) فى الحوض الثانى، وقد نجحت هذه الطريقة عند اتباع زمن تهوية ساعتين لكل حوض.

٢-٥-٢-٨ التهوية الممتـدة:

فى هذه الطريقة تستمر تهوية الخليط لمدة تتراوح بين ١٨ إلى ٢٤ساعة، فى حين تتراوح مدة المكث فى حوض الترسيب النهائى بين ٣ و ٦ ساعات كما يمكن الاستغناء فى هذه الطريقـة عـن حـوض الترسيب الابتدائى.

أما نسـبة الحمأة المعادة فتصل إلى حوالى ١٠٠% من كمية المخلفات السـائلة التى تـدخل محطـة المعالجـة، وبذلك يتراوح تركيز المواد العالقة فى حوض التهـوية بين ٥٠٠٠ و ٨٠٠٠ جزء فـى

المليون، ويبلغ أقصى حمل من ٢٤٠ إلى ٦٤٠ جزء فى المليون أكسجين حيوى لكل متر مكعب من سعة حوض التهوية فى اليوم – وتبلغ الكفاءة الكلية لهذه الطريقة من ٨٠% إلى ٩٥%، إلا أنه لا ينصح باتباعها إلا لتصرفات التجمعات السكنية الصغرى بسبب احتياجها إلى أحواض كبيرة الحجم.

ويوضح الشكلان رقما (٢-١٩) و (٢-٢٠) بعضا من الطرق المعدلة للمعالجة بالحمأة المنشطة وهى:

١- الحمأة المنشطة ذات المعدل العالى.

٢- التهوية المتدرجة.

٣- التغذية على خطوات.

٤- التثبيت مع التلامس.

٥- التهوية على مراحل أو على التوالى.

٢-٥-٣ مزايا المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى بالحمأة المنشطة

يمكن تلخيص مزايا المعالجة بطريقة الحمأة المنشطة فيمايلي:

مزايا المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى بالحمأة المنشطة

١- خلوها من متاعب الرائحة غير المرغوب فيها، وعدم إنتشار الذباب.

٢- تحتاج إلى مساحة صغيرة بالنسبة للمساحة التى تحتاجها المرشحات.

٣- مصاريف إنشائها صغيرة نسبياً.

٤- يمكن إنشاؤها بالقرب من المساكن دون حدوث ضرر أو مضايقة للسكان.

٥- لا تحتاج إلى أيدى عاملة كثيرة للتشغيل.

٦- لا يتسبب عنها فاقد كبير فى منسوب المياه من أول حوض إلى آخر حوض بالمحطة.

٢-٥-٤ عيوب المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى بالحمأة المنشطة

يمكن تلخيص عيوب المعالجة بطريقة الحمأة المنشطة فيمايلي:

عيوب المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى بالحمأة المنشطة

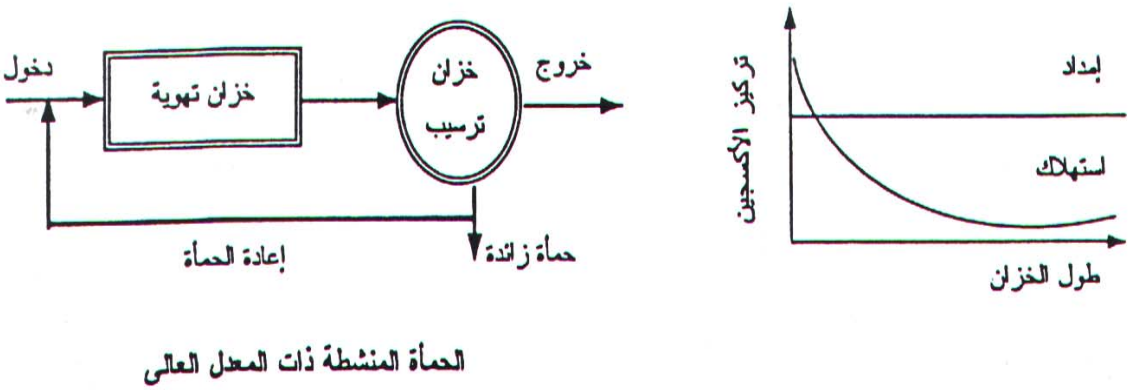
١- تحتوى الحمأة الناتجة على نسبة عالية من الماء مما يسبب زيادة كبيرة فى حجم الحمأة وكذلك صعوبة فى تجفيفها.

٢- ارتفاع مصاريف الصيانة والتشغيل.

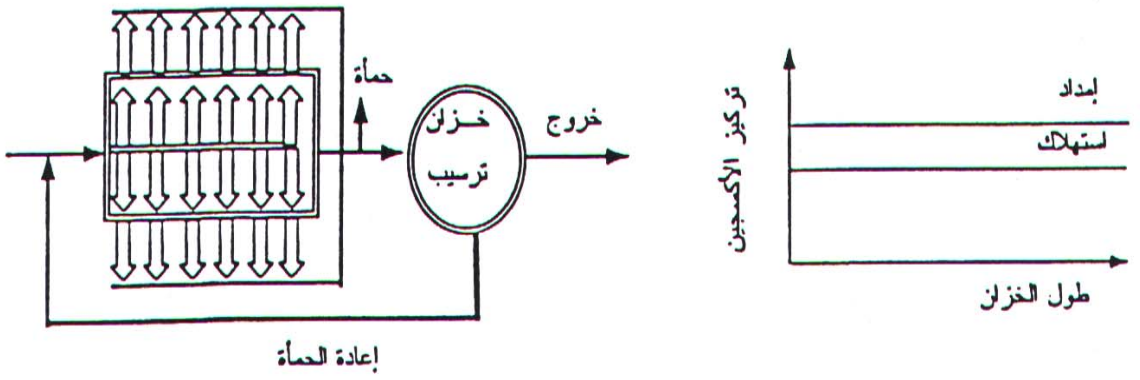
٣- تحتاج إلى إشراف فنى على مستوى عال.

٤- قد توجد صعوبات فى التشغيل إذا احتوت المياه المطلوب معالجتها على مواد سامة.

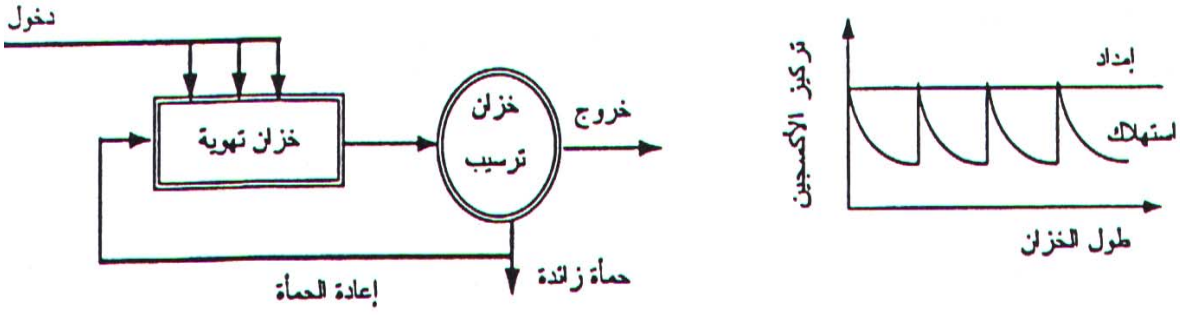
٥- بدون أسباب معروفة قد تسوء نتائج التشغيل، ويحتاج الأمر وقتا طويلا لإعادة نتائج التشغيل إلى الدرجة المعتادة.



الحمأة المنشطة ذات المعدل العالى

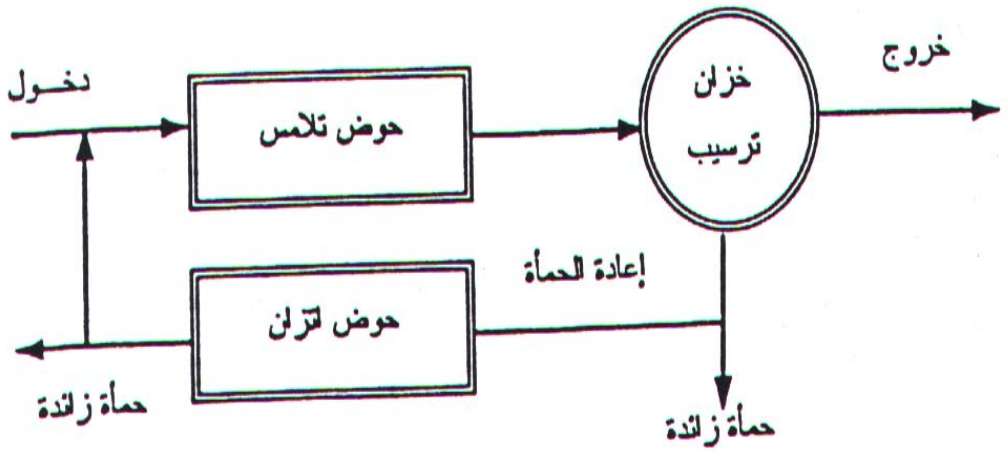


التهوية المتدرجة

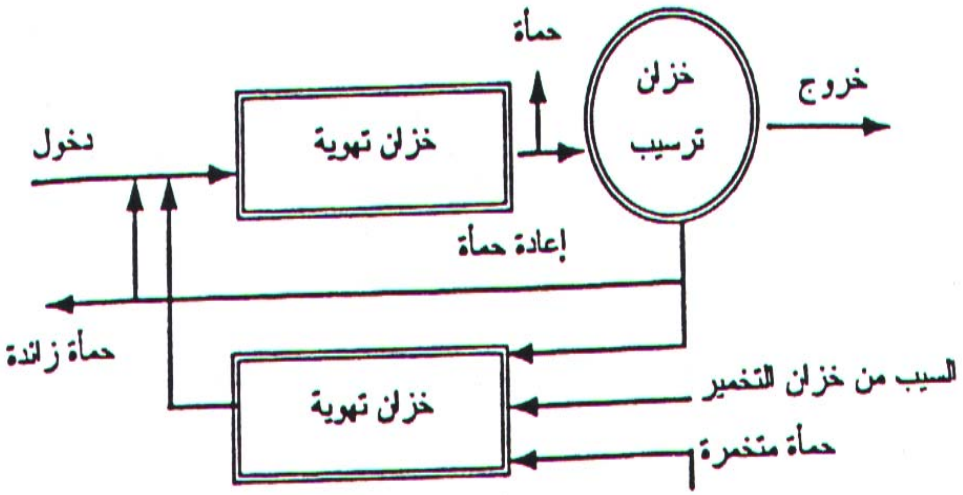


التغذية على خطوات

شكل رقم (٢-١٩) تطوير المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى بالحمأة المنشطة
(الحمأة ذات المعدل العالى - التهوية المتدرجة - التغذية على خطوات)



التثبيت مع التلامس



التهوية على التوالى

شكل رقم (٢-٢٠) تطوير المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى بالحمأة المنشطة
(التثبيت مع التلامس-التهوية على التوالى)

٢-٥-٥ التحكم فى معدلات تدوير (إعادة) الحمأة المنشطة

قبل أن نخوض فى تفاصيل كيفية التحكم فى معدلات تدوير (إعادة) الحمأة المنشطة لابد أن نتعرض إلى سبب التدوير.

ج- -***أولا :*** يجب إزالة المواد الصلبة التى ترسبت فى أحواض الترسيب النهائية حتى لا تتراكم فى الأحواض ثم تفيض مع المياه الرائقة الخارجة من الأحواض وتفسدها فيزيد نسبة الأكسجين المطلوب فى المياه ولا تصلح للاستخدام مرة أخرى.

د- -***ثانيا:*** إذا كان السبب الأول وحده هو المانع فهل معنى ذلك أنه يمكن التخلص من هذه المواد المترسبة نهائيا دون تدوير؟ بالطبع لا.

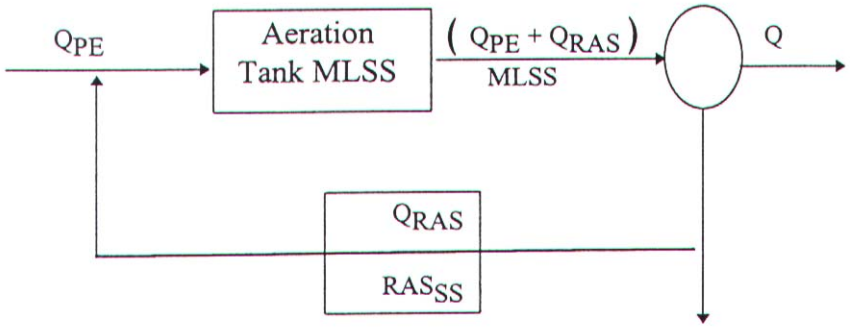
فالسبب الثانى للتدوير لا يقل أهمية عن السبب الأول حيث أن الأحياء المجهرية المكونة للمواد المترسبة ما زالت تعيش وفى كامل حيويتها وكل ما هنالك أنها تستكمل فترة هضم ما تغذت عليه من مواد عضوية فى أحواض التهوية، ورغم أن مياه الصرف الواردة إلى أحواض التهوية تحتوى على بكتريا ورغم أن مياه الصرف الواردة إلى أحواض التهوية تحتوى على بكتريا وبعض من الأحياء المجهرية إلا أنها لا يمكن أن تكفى لالتهام كل ما يرد من غذاء فى المياه، ومن هنا تأتى ضرورة الاستعانة بالأحياء المجهرية التى تقبع فى قاع أحواض الترسيب النهائية للتغذى على كل مايرد من ماد عضوية إلى أحواض التهوية، ومن الطبيعى أن تكون الأحياء المجهرية التى قامت بهضم ما التهمته فى حالة شرهه إلى الغذاء فهى تجهز على الجزء الأعظم من المواد العضوية الواردة.وهذان السببان يتحكمان فى معدلات تدوير الحمأة، فإذا ارتفع منسوب السطح الفاصل بين الحمأة المترسبة فى أحواض الترسيب النهائية والماء الرائق المفصول فإن هذا يعنى زيادة فى حجم المواد الصلبة التى ترسبت فى الحوض مما يستوجب زيادة فى معدل التدوير.

وإذا كانت كمية المواد العضوية الواردة لأحواض التهوية كبيرة استوجب ذلك أيضا زيادة فى معدلات التدوير ومن الناحية النظرية فإن معدل التحميل ممثلا فى كمية المواد العضوية يزيد كلما وردت مياه أكثر (معدل السريان اليومى أكثر)، وبالتالى فإن معدل التدوير يجب أن يتناسب طرديا مع معدل التحميل، ويتضح من ذلك أنه يمكن تدوير معدلات من الحمأة المنشطة طبقا للتغير فى الحجم الذى تشغله الحمأة فى أحواض الترسيب النهائية ممثلا فى عمق السطح الفاصل بين الماء والحمأة المترسبة، أو تدوير معدلات الحمأة المنشطة طبقا للأحمال الواردة وبالتالى عمل اتزان فى كتلة المواد الصلبة.كما أن العلاقة بين كمية الحمأة المعادة والطاقة المطلوبة

٢-٥-٥-١ إستخدام إتزان الكتلة لحساب معدل تدوير الحمأة المنشطة

إذا افترضنا أن السطح الفاصل بين الماء والحمأة المترسبة فى أحواض الترسيب النهائية ثابت وأن كمية المواد الصلبة التى تخرج مع الفائض النهائى بسيطة جدا ويمكن أن يهمل، فإنه يمكن عمل اتزان فى كتلة المواد الصلبة الداخلة لأحواض الترسيب النهائية والمواد الصلبة التى تخرج منها، وفى حالة ثبات كافة العناصر يمكن اعتبار أن المواد الصلبة التى تدخل منها، وفى حالة ثبات كافة العناصر يمكن اعتبار أن المواد الصلبة التى تدخل إلى أحواض التهوية أو أحواض الترسيب النهائية مساوية للمواد الصلبة العالقة التى تخرج منها، ولتحقيق هذا الاتزان فى الكتلة (بافتراض أن كل المواد الصلبة

التى تدخل إلى أحواض الترسيب النهائية يتم تدويرها مرة أخرى عن طريق الحمأة المنشطة المـدارة وأن كمية المواد الصلبة العالقة التى تخرج مع الفائض النهائى مهملة) يمكن الاسترشاد بالشـكل رقـم (٥-٢١) لتحقيق معادلة اتزان الكتلة.



شكل رقم (٢-٢١)

تحقيق معادلة اتزان الكتلة

الداخل على أحواض الترسيب النهائية = الخارج من أحواض الترسيب النهائية.

$$- QRAS \times RASss = (QPE + QRAS)\ MLSS$$

$$= QPE \times MLSS + QRAS \times MLSS$$

$$- QRAS \times RASss - QRAS \times MLSS = QPE \times MLSS$$

$$- QRAS\ (RASss - MLSS) = QPE \times MLSS$$

$$\frac{QPE \times MLSS}{RASss \times MLSS} = QRAS \qquad (١-٢)$$

حيث:

- QPE = معدل تدفق فائض أحواض الترسيب الابتدائيه.
- QRAS = معدل تدوير الحمأة المنشطة فى الوقت الحالى.
- RESss = المواد الصلبة العالقة فى الحمأة المنشطة المدارة.
- MLSS = المواد الصلبة العالقة فى السائل المخلوط.

٢-٥-٥-٢ استخدام حجم الحمأة المترسبة لحساب معدل التدوير (الحمأة المنشطة):

من خلال قياس حجم الحمأة المترسبة بعد نصف ساعة فى مخبار زجاجى سعة ١٠٠٠مللى لتر فإنـه يمكن استنتاج الحجم الذى تشغله الحمأة المترسبة النهائية، وبالتالى يسهل حساب معدل تدوير الحمـأة المترسبة المطلوب، فإذا كان حجم الحمأة المترسبة فى المخبار يمثل قيمة الـ SV فمعنـى ذلـك أن النسبة المئوية للمطلوب تدويره هى:

$$\frac{QRAS}{QPE} = \frac{SV}{1000-SV}\ \% \qquad (٢-٢)$$

حيث:

SV = حجم الحمأة المنشطة فى السائل المخلوط والمترسبة بعد نصف ساعة فى حجم المخبار كله.

٦-٢ المعالجة بالحمأة النشطة تقنية كروجر

تقنية كروجر لمعالجة مياه الصرف الصحى هى أحد تطبيقات المعالجة بالحمأة المنشطة ذات التهوية الممتدة

صممت هذه التقنية لمعالجة تصرفات مياه الصرف الصحي بكميات ٢٠٠٠م^{٣} / يوم ١٠.٠٠٠ م^{٣}/يوم وطبقاً للتعداد المخدوم .

وتصل الأحمال العضوية للمحطة الصغيرة إلي ١٢٠٠ كجم بينما تصل الأحمال العضوية للمحطة الأكبر إلي ٦٠٠٠ كجم، والشكل رقم (٢-٢٢) يوضح تقنية كروجر لمعالجة مياه الصرف الصحى.

٦-٢-١ وصف مختصر لتقنية كروجر لمعالجة مياه الصرف الصحى

فيما يلى وصف مختصر لتقنية كروجر لمعالجة مياه الصرف الصحى علما بأن الشكل رقم (٢-٢٣) يوضح مسار مياه الصرف الصحى والحمأة طبقا لتقنية كروجر.

١- يتم ضخ المخلفات السائلة من محطات الرفع المختلفة الموجودة في الكتلة السكنية وخارج حدود محطة المعالجة.

٢- تدخل التصرفات إلي غرفة التهدئة ومنها إلي المصافي الميكانيكية حيث تقوم بحجز وفصل المخلفات الطافية باستخدام أمشاط هيدروليكية في أوعية أسفل المصافي ليتم دفنها صحياً خارج المحطة .

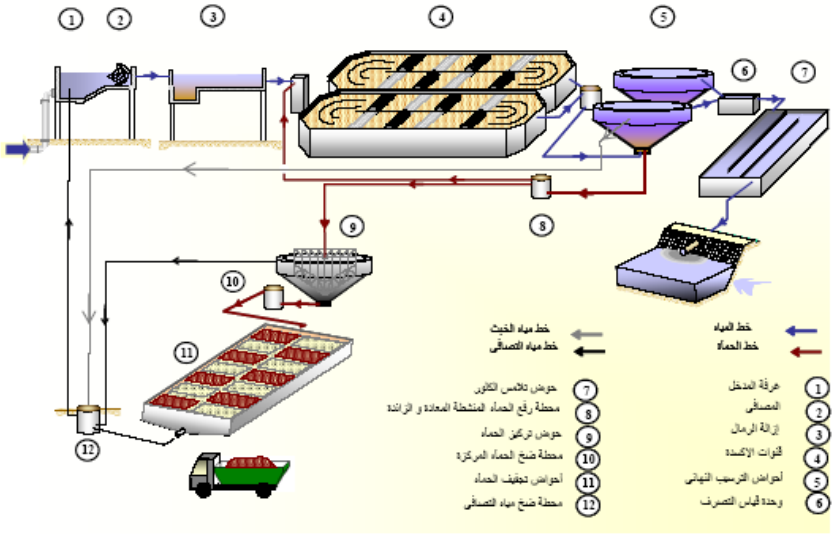
٣- تدخل التصرفات بعد ذلك غلي أحواض الراسب الرملي حيث يتم ترسيب الرمال وكسحها في اقماع مخروطية في مقدمة الحوض باستخدام كباري متحركة

٤- يتم رفع مخلفات الرمال المخلوطة بالمياه إلي أقماع علوية باستخدام طلمبات غاطسه حيث يتم إعادة المياه المصاحبه لها وفصل الرمال في أوعية خاصة ونقلها خارج المحطة تسمي المرحلتين السابقتين المعالجة الأولية .

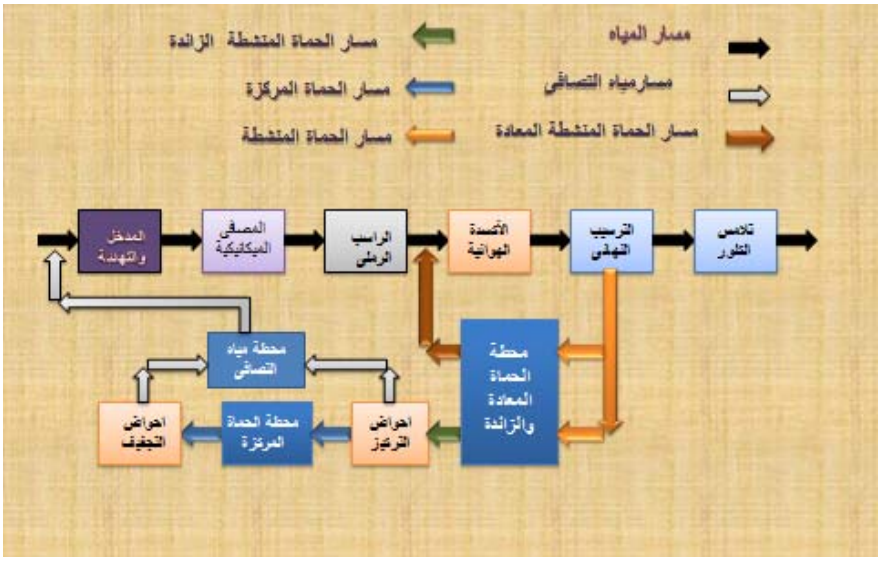
٥- تبدء عملية المعالجة البيولوجية بدخول المخلفات السائلة إلي احواض التهوية البيولوجية علي شكل حدوة الحصان ويتم تهوية المخلفات فى عدد (٢) قناة اكسدة تعمل علي التوازي باستخدام هوايات ذات ريش دوارة بسرعة بطيئة .

٦- تدخل المياه المهواة بعد ذلك إلي عدد (٢) حوض ترسيب نهائي دائري حيث يتم ترسيب الحمأة المنشطة وخروج المياة المعالجة من الهدارات الموجودة علي محيط الأحواض إلي غرفة قياس التصرفات ومنها إلي حوض المزج بالكلور .

٧- يتم حقن سائل الكلور في هذا الحوض بهدف تقليل تركيز البكتريا المسببة للأمراض والامونيا والمواد العضوية وبعد ٢٠ دقيقة مدة تلامس تخرج المياه المعالجة إلي اقرب مصرف .



شكل رقم (٢-٢٢) تقنية كروجر لمعالجة مياه الصرف الصحى



شكل رقم (٢-٢٣) مسار مياه الصرف الصحى والحمأة طبقا لتقنية كروجر

٨- بعد ترسيب الحمأة المنشطة في احواض الترسيب النهائي يتم تجميعها بواسطة زحافة وعند فتح محابس الحمأة تخرج بالانحدار إلي محطة الحمأة حيث يتم إعادة الجزء الأكبر إلي قنوات الأكسدة باستخدام طلمبات غاطسة والجزء الأصغر يتم التخلص منه في حوض التركيز

٩- بعد تركيز الحمأة المبعدة يتم سحبها بالانحدار أو رفعها بطلمبات على أحواض التجفيف حيـث يتم جمعها ورفعها يدوياً لغرض استخدامها في أعمال تحسين خواص التربه والتسميد.

٢-٦-٢ المعالجة الأولية (الميكانيكية)

ويقصد بها غرفة الدخول – المصافي – الراسب الرملي :

٢-٦-٣ غرفة الدخول

تستقبل غرفة الدخول المياه الخام المرفوعة من محطات الرفع حيث يتم تهدئتها تمهيداً لدخولها إلـي المرحلة التالية.

٢-٦-٤ غرفة المصافى الميكانيكية

تقوم غرفة المصافي بفصل المخلفات الطافية والتخلص منها اليأ وتجميعها في أوعية خاصه باستخدام المصافي الميكانيكية، وصممت المصافي الميكانيكية لفصل المخلفات الطافيـة والشـوائب الـواردة للمحطة باستخدام مشط دوار يعمل هيدروليكياً بزاوية ٩٠° حيث يتخلل بارات المصافي ذات الشـكل النصف دائري .

٢-٦-٥ أحواض الراسب الرملى

الوظيفة الرئيسية لهذه الأحواض : فصل وترسيب الرمال وحجز الزيوت والشحوم بأقطار تزيد عن ٠.٢ مم، كما تقوم بفصل المواد الغير العضوية عن المواد العضوية الذائبـة والعالقـة حيـث يـتم معالجتها في المراحل التالية:

ويتكون حوض الراسب الرملي من عدد ٢ مجرى واحدة بالخدمة والأخرى احتياطي ويـتم فصـل الرمال حجز الزيوت والشحوم بواسطة كوبرى زحافة في قمع مخروطي يقع في بداية الحوض.

٢-٦-٦ رفع الرمال المترسبة

يتم ضخ الرمال المجمعة في هذا القمع عن طريق طلمبات غاطسه علي قمع فصل الرمال العلوي.

تنبيه : يتم تشغيل هذه الطلمبه آلياً في نهاية مشوار كوبرى الزحافة بينما يتم تحويل تشغيل طلمبـه الخدمه إلي الطلمبه الأحتياطى يدوياً .

٢-٦-٧ كوبرى زحافة الرمال

- يتم التحكم في تشغيل كوبرى الزحافة عن طريق تايمر الذي يقوم بفصل الحركة في نهاية المشوار وإعادة التشغيل مرة اخري في بداية المشوار .

- يتم في نفس الوقت إعطاء اشارة لطلمبة الرمال الغاطسة لتعمل في رفع الرمال

٢-٧ المعالجة البيولوجية بنظام الحمأة المنشطة – المفاعل متعدد الدفعات (الوظائف) Sequencing Batch Reactor (SBR)

يتم معالجة مياه الصرف الصحى بيولوجياً فى المفاعل متعدد الدفعات وهو حوض واحد يـتم ملئـه وتهويته بمياه الصرف الصحى الخام وتخلط مع الحمأة المنشطة الموجودة بالحوض ثم تـتم عمليـة الترسيب فى حوض واحد مشترك (SBR) ، ونظم الحمأة المنشطة متطابقة وتتم التهوية والترسـيب توضح فى كلا النظامين. ومع ذلك، هناك فارق واحد مهم هو أستخدام مصدر الكهرباء مـع جميـع العمليات في وقت واحد في خزانات منفصلة، في حين أنه فى عملية SBR وتنفذ العمليات بالتتابع فى حوض واحد.

١-٧-٢ وصف عملية المعالجة البيولوجية بالمفاعل متعدد الدفعات SBR

يستخدم حالياً هذا النظام SBR لمعالجة مياه الصرف الصحى خمس خطوات بالحوض المشترك التي يتم تنفيذها في التسلسل على النحو التالي: (١) الملئ، (٢) التهويـة، (٣) الترسـيب، (٤) الإنتـاج والتفريغ، (٥) السكون. ويتضح من كل هذه الخطوات فى الشكل رقم (٢-٢٤) كما يمكن وصفها في الجدول رقم (٢-٣). وقد تم إجراء عدد من التعديلات في وظائف العمليات المرتبطة بكل خطوة من الخطوات الخمسة لتحقيق أهداف معالجة مياه الصرف الصحى.

كما أن معالجة الحمأة الزائدة يتم فى خطوة هامة أخرى من عملية SBR حيث أنها لا تؤثر بشـكل كبير في الأداء. مما يتضمن عدم إضاعتها بإعتبارها واحدة من خمس خطوات العملية الأساسية لأنه لا توجد فترة زمنية محددة ضمن دورة مخصصة للإضاعة. يتم تحديد كمية توافر الهـزال الحمـأة بواسطة متطلبات الأداء، كما هو الحال مع نظام الدفق المستمر التقليدية في عمليـة SBR، الحمـأة الزائدة عادة ما يحدث خلال مراحل تسوية أو الخمول. ومن المزايا الفريـدة لنظـام SBR هـو أن ليست هناك حاجة للعودة الحمأة المنشطة (RAS) فى هذا النظام، لأن كلاً من التهوية وخلط الحمـأة المنشطة المتكونة تحدث فى ذات الحوض، لا يضيع في حمأة فى هذه الخطوة رد فعـل، ولا شـيء

لديه ليتم إرجاعها من المروق للحفاظ على محتوى الحمأة في حوض التهوية كما أجريت بعض التعديلات في عملية SBR تشمل أيضا وسائل التدفق المستمر للعملية.

جدول رقم (٢-٣) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بالمفاعل متعدد الوظائف – الدفعات بنظام الـ SBR

رقم الخطوة أو الفترة		وصف التفاعلات والعمليات التى تتم بالمفاعل SBR
الأولى	الملئ	الغرض من عملية الملئ هى خلط الحمأة المنشطة الموجودة بقاع الحوض مع مياه الصرف الصحي الخام المضافة أو المخلفات الأولية (بعد فصل المواد الصلبة بالمصافى وكذلك فصل الرمال والزيوت والشحوم بالحوض المخصص لذلك) إلى المفاعل SBR. عمليةالملء تسمح عادة مستوى مياه الصرف الصحى في المفاعل ليرتفع من ٢٥% في المئة من الطاقة في نهاية الفترة إلى ١٠٠% إذا تسيطر عليها الزمن، فإن عملية الملئ تستغرق عادة حوالي ٢٥% من الوقت للدورة الكاملة.
الثانية	التفاعل البيولوجى	الغرض من رد فعل هو استكمال ردود الفعل التي كانت قد بدأت أثناء الملئ، وعادة رد الفعل يستغرق ٣٥% من مجموع وقت الدورة الكاملة للمفاعل.
الثالثة	الترسيب	خطوة الترسيب هو السماح لفصل المواد الصلبة والناتجة والموجودة فى مياه الصرف الصحى التى تمت معالجتها بالتهوية، ولابد من صرف المخلفات الصلب وفى SBR ، وهذه العملية عادة أكثر كفاءة بكثير مما كانت عليه في نظام الصرف المستمر لأنا في هذا الوضع تكون ترسيب مياه الصرف الصحى التى تمت معالجتها فى المفاعل هادئة تماماً.
الرابعة	التفريغ (الإنتاج)	الغرض من هذه الخطوة هو صرف مياه الصرف الصحى المعالجة والتى تم ترسيب المواد الرملية العالقة ومعظمها مواد عضوية تم أكسدتا من المفاعل، والوقت المخصص للفترة تتراوح من ٥ - ٣٠% من مجموع وقت الدورة الكاملة من ١٥ دقيقة - ٢ ساعة (نأخذ ٤٥ دقيقة كونا فترة التعادل نموذجى).
الخامسة	السكون (العطل) وسحب الحمأة الزائدة WAS	الغرض من فترة السكون في نظام المفاعل متعدد الوظائف والدفعات هو توفير الوقت للمفاعل الواحد لإعادة دورة الملئ قبل أن ينتقل إلى وحدة مفاعل أخرى وفترة السكون هذه ليست مرحلة ضرورية، ويمكن حذفها فى بعض الأحيان مع الأخذ فى الإعتبار سحب الحمأة الزائدة دون أن يؤثر ذلك على فترة إعادة الملئ للحوض متعدد الوظائف – الدفعات.

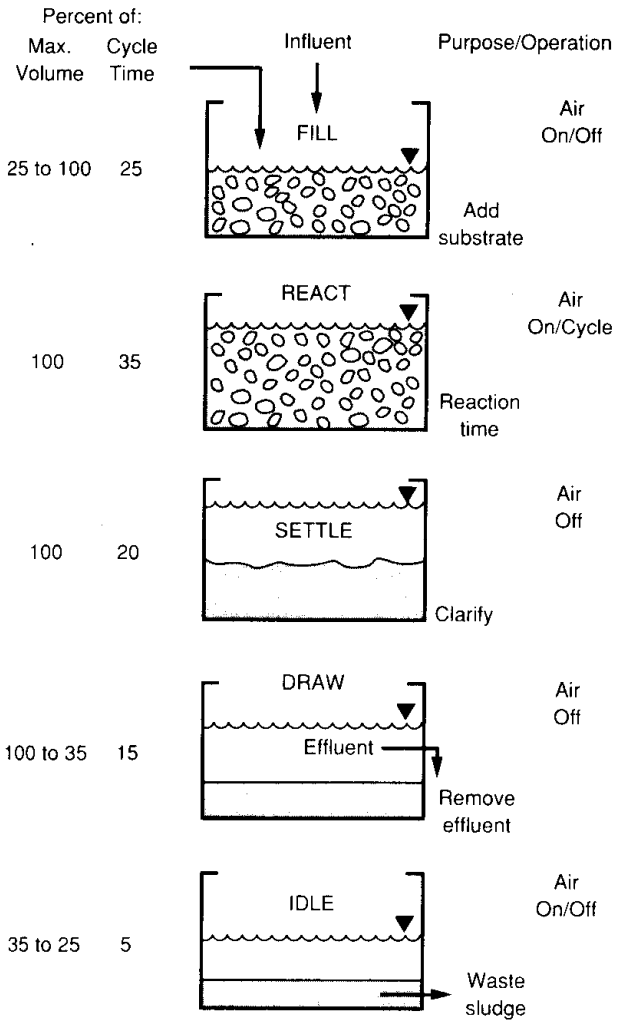
٢-٧-٢ مكونات محطة معالجة مياه الصرف الصحى بنظام الحمأة المنشطة – SBR

١-٢-٧-٢ المصافى الميكانيكية الدقيقة

يتم فى المصافى الميكانيكية الدقيقة التخلص من المواد الصلبة (الشوائب) والمواد الطافية فى مياه الصرف الصحى.

٢-٢-٧-٢ حوض فصل الرمال Vortex Type

يتم فصل الرمال الموجودة بالمخلفات السائلة داخل الحوض وتقوم طلمبة Air left Pump برفع الرمال إلى وحدة تقوم بتجميع الرمال المزاله من هذا الحوض ثم التخلص من المياه الموجودة بالرمال وتقوم بإعادة هذه المياه الملوثة إلى مدخل محطة المعالجة مرة أخرى ليتم معالجتها، ثم يتم رفع الرمال والتخلص الآمن منها، كما يمكن إضافة حاجز لإزالة الشحوم والزيوت من حوض فصل الرمال إذا كانت متواجده فى مياه الصرف الصحى بنسبة أزيد من الحدود المسموح بها.



شكل رقم (٢-٢٤) خطوات المفاعل المتعدد الوظائف – الدفعات (الحمأة المنشطة) لمعالجة مياه الصرف الصحى

٢-٧-٢-٣حوض المفاعل متعدد الوظائف – الدفعات

يتم فى هذا الحوض جميع عمليات الوظائف لعملية المعالجة إذ أنه يقوم بإستقبال المخلفـات السـائلة (مياه الصرف الصحى الخام) بصفة دائمة داخل حوض شبه منفصل يسمى Preselector حيـث تمر المخلفات السائلة بعد ذلك إلى الحوض الرئيسى والذى يتم فيه التهوية ثم الترسيب ثم الإنتاج أما بالنسبة لعملية انتاج المياة المعالجة الرائقة فتتم بواسطة وحدة ميكانيكية تسمى Decanter ، ويتم فى حوض المفاعل متعدد الوظائف – الدفعات عدد ٥ عمليات هم كالأتى :

١) ملىء الحوض بالتصرفات الواردة من مياه الصرف الصحى الخام (حوض خلط مياه الصـرف الصحى الخام والحمأة المنشطة).

٢) المعالجة البيولوجية بالتهوية من القاع بواسطة Air Diffusers (حوض تهوية).

٣) عملية الترسيب للمواد العالقة (حوض ترسيب).

٤) عملية سحب لمياه الصرف الصحى المعالجة (الترويق) – مياه الصرف الصحى المعالجة تخضع للمعايير والخصائص بالنسبة للمواد العالقة المتبقية وكذلك للإحتياج الأكسجينى الحيوى.

٥) عملية السكون (التوقف عن العمل) وتصريف الحمأة الزائدة.

٢-٧-٢-٤حوض التلامس (التعقيم بالكلور)

يتم فى هذا الحوض عملية تعقيم مياه الصرف الصحى المعالجة بواسطة إضافة جرعة من الكلور فى بداية حوض التلامس (من ٥ - ٨ مجم/لتر) على أن تكون نسبة الكلور المتبقى لا يزيد عن ٠.٥ مجم/لتر فى زمن مكث من ٣٠ إلى ٤٥ دقيقة فى مياه الصرف الصحى المعالجة الخارجة من حوض التلامس.

٢-٧-٢-٥حوض تخزين الحمأة

يتم فى هذا الحوض إستقبال وتجميع الحمأة الزائدة (WAS) من حوض المفاعل متعدد الوظائف – الدفعات على أن يظل تركيز المواد الصلبة فى الحمأة المنشطة MLSS بنسبة (٣٠٠٠ : ٥٠٠٠مجم/لتر) كما يكون العمر البكتيرى يصل من (١٠ : ١٥ يوم) داخل حوض المفاعل SBR، ويتم هضم وتخزين الحمأة لتقليل المحتوى المائى بالحمأة فى هذا الحوض عن طريق التهوية وبالتالى يتم تقليل حجمها وذلك بغرض إقتصاديات نقل الحمأة والتخلص منها، ثم بعد ذلك تتم عملية التجفيف الميكانيكى.

٢-٧-٢-٦وحدة التجفيف الميكانيكى Belt filter press

يتم فى هذه الوحدة عملية التجفيف الميكانيكى للحمأة بنسبة تركيز مواد صلبة تصل إلى ٣٠% ثم يتم بعد ذلك التخلص الآمن من هذه المخلفات الصلبة.

ويعرض الشكل رقم (٢-٢٥) وحدة التجفيف الميكانيكى باستخدام الطرد المركزى

شكل رقم (٢-٢٥) وحدة التجفيف الميكانيكى بإستخدام الطرد المركزى

الفصل الثالث

المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى

بالمرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية)

الفصل الثالث

المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى بالمرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية)

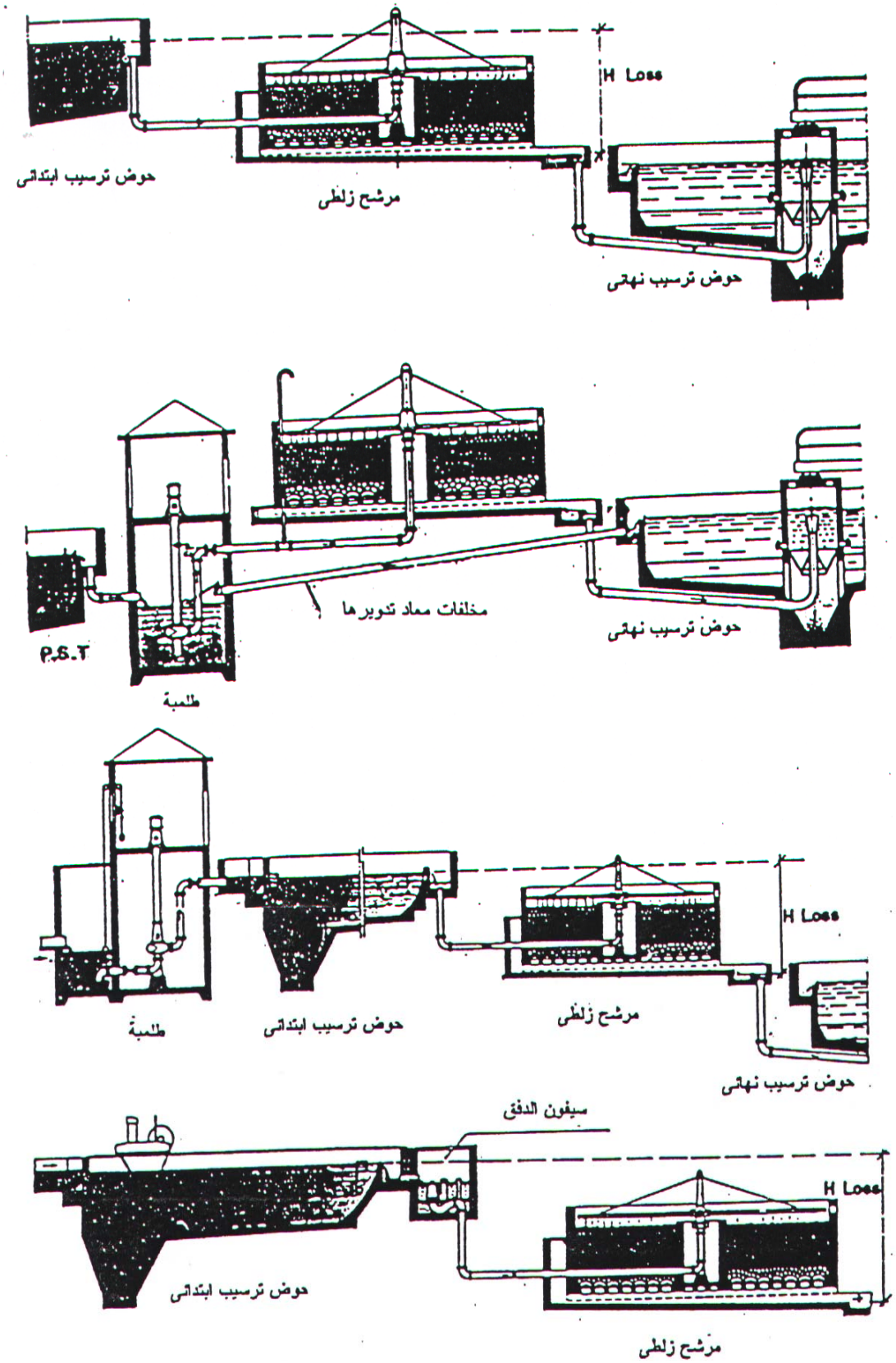
٣-١ المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى بالمرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية)

فى المرشحات البيولوجية (الزلطية) يتم دخول مياه الصرف الصحى الخارجة من هدار حوض الترسيب الإبتدائى، أو من سيفون المرشح الزلطى عن طريق ماسورة تغذية تمتد أسفل مركز المرشح، وتنتهى أعلاة على كرسى تحميل تتصل به أربعة أذرع توزيع (رشاشه) لتسهيل دوران الأذرع، وكل ذراع عبارة عن ماسورة أفقية تمتد فى إتجاه قطرى نحو المحيط الخارجى للمرشح، وترتفع بحوالى ٢٠ سم فوق الوسط الترشيحى (الزلط). وتوجد فى أحد جوانب المواسير ثقوب موزعة لضمان توزيع المياه على المساحة الكلية لسطح المواد الموجودة بالمرشحات الزلطية – ولا تتفاعل هذه المواد (مثل الزلط، كسر الحجارة أو قطع البلاستيك) مع المياه الملوثة، وتمر المياه الملوثة خلال هذه المواد ألى نظام التجميع السفلى بالحوض ومنه إلى أحواض الترسيب النهائى كما فى الشكل رقم (٣-١) الذى يوضح تسلسل هذه المعالجة البيولوجيه بنظام المرشحات البيولوجيه (الزلطية).

وقد أنشئت أول محطة لمعالجة مياه الصرف تعمل بهذه الطريقة فى سالفورد بواسطة ج. كوربت, وذلك قبل نهاية القرن الثامن عشر. وقد تأكد كوربت أن تهوية المياه الملوثة وتوزيعها بأنتظام على سطح الوسط الترشيحى وكذلك التدرج الحجمى للوسط الترشيحى من العوامل المؤثرة فى عملية نجاح تشغيل المرشحات الزلطية. وفى عام ١٨٩٤ م استطاع كاندى أن يضع أول ذراع يمكن أدارته ـ لفه ـ يدويا لتوزيع مياه لاصرف بانتظام على سطح الوسط الترشيحى. ثم اكتشف ت. كانك بأنه يمكن ان يلف (يدور) هذا الذراع أتوماتيكيا وذلك بتوفير ضاغط مناسب من المياه الملوثة. وفى عام ١٨٩٧م اخترع ت. كانك آلة تجعل المياه الملوثة تخرج من الذراع الدوار بطاقة حركية كبيرة وهذه الطاقة تساعد الذراع على الحركة الدائريه أتوماتيكيا.

٣-١-١ نظرية الترشيح فى المرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية)

معالجة المياه الملوثة بأستخدام المرشحات الزلطية هى عملية تقليدية, ولكنها تستخدم على نطاق واسع فى جميع أنحاء العالم نظرا لسهولة تشغيلها, والنتائج الجيدة التى أمكن الحصول عليها, بالإضافة إلى قدرتها على معالجة مياه الصرف الصحى الشديدة التلوث. كماتزيل المرشحات الزلطية المواد الذائبة (العالقة) من مياه الصرف الملوثة. وتتلخص هذه الطريقة أولا فى إزالة المـواد العالقـة الكبيـرة والطافية وذلك فى أحواض الترسيب الأبتدائى والمصافى. ثم بعد ذلك ترش الميـاه الخارجـة مـن أحواض الترسيب الأبتدائى على الوسط الترشيحى وذلك فى وجود الأكسـجين والبكتريـا الهوائيـة. وتقوم البكتريا الهوائية والكائنات الدقيقة الآخرى مثل الFungi وال Protozoa بعمليـة الأكسـدة للمواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف.



شكل رقم (٣-١) مسار مياة الصرف الصحى فى وحدات المعالجة باستخدام المرشحات البيولوجية (مرشحات زلطية)

وتتكون عملية أكسدة المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف الصحى من الخطوتين الآتيتين :

أولاً : تجميع المواد الصلبة الموجودة فى مياه الصرف الصحى ونمو الكائنات الحية الدقيقة والتى تعتمد فى نموها على التغذية من مكونات مياه الصرف الصحى. كما يقوم نوع معين من البكتريا – Nitrifying Bacteria – بأكسدة المواد النيتروجينية الموجودة فى مياه الصرف الصحى.

ثانياً : تنظيف المرشح الزلطى بواسطة أنواع معينة من البكتريا تسمى ال Protozoa تقوم بالتهام الطبقة الرقيقة التى تغلف الوسط الترشيحى والتى تحتوى على موادعضوية تتأكسد بفعل البكتريا إلى غازات وماء مما يؤدى إلى تكسير هذه الطبقة وخروجها مع المياه الخارجة من المرشحات الزلطية.
تنظيف المرشح الزلطى بواسطة أنواع معينة من البكتريا تسمى ال Protozoa تقوم بالتهام الطبقة الرقيقة التى تغلف الوسط الترشيحى والتى تحتوى على موادعضوية تتأكسد بفعل البكتريا إلىغازات وماء مما يؤدى إلى تكسير هذه الطبقة وخروجها مع المياه الخارجة من المرشحات الزلطية.

والغرض من الوسط الترشيحى هو أنه يعمل كوسط حامل لتجميع البكتريا الهوائية والمواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف على سطحة, حيث تتم عملية الأكسدة. ويجب أن يزود المرشح الزلطى بوسائل التهوية اللازمة, وأن يحتوى على فراغات بين حبيبات الوسط الترشيحى لتسهيل عملية دخول وخروج الهواء من المرشح الزلطى.ونتيجة لعملية أكسدة المواد العضوية الموجودة بمياه الصرف فإن حرارة الهواء الموجود بين فراغات الوسط الترشيحى تزداد مما يقلل من كثافة الهواء الموجود وبالتالى يتحرك الهواء إلى أعلى فيحل محله الهواء البارد, وبالتالى تتم عملية تهوية المرشح الزلطى, وتتم عملية ذوبان الأكسجين الموجود بالهواء الجوى فى مياه الصرف المتجمعة على سطح الوسط الترشيحى, مما يزيد من معدل نمو البكتريا الهوائية التى تقوم بعملية الأكسدة للمواد العضوية أثناء مرورها فى مياه الصرف خلال المرشح الزلطى من أعلى إلى أسفل. وتتأكسد المواد الكربونية إلى ثانى أكسيد الكربون بينما تتاكسد المواد النيتروجينية إلى الأمونيا والتى من الممكن أن تتأكسد إلى نترات أو نيتريت إذا طالت مدة بقائها فى مياه الصرف. وكلما زاد حجم الطبقة المتجمعة حول الوسط الترشيحى فإنها يسهل كسرها وخروجها مع مياه الصرف الخارجة من المرشح.

٣-١-٢ مميزات المرشحات البيولوجى (الزلطية)

١. أثبتت المرشحات البيولوجية (الزلطية) نجاحها فى عملية أكسدة المواد العضوية الموجودة بمياه الصرف الصحى.
٢. لاتحتاج إلى عمالة ماهرة مثل طريقة الحمأة المنشطة.
٣. يمكن أن تتقبل الأحمال العالية المفاجئة خلال وقت قصير.
٤. لا يحتاج نظام المرشحات بطيئة المعدل إلى طاقة كبيرة محركة للأذرع الدوارة وبالتالى تقل مصاريف التشغيل للمحطة.

٣-١-٣ عيوب المرشحات البيولوجية (الزلطية)

١. الفاقد فى الضغط كبير فى حالة المرشحات البيولوجية (الزلطية) عنة فى حالة الحمأة المنشطة.

٢. تحتاج المرشحات الزلطية إلى مساحة كبيرة بالمقارنة بطريقة الحمأة المنشطة.

٣. يتجمع الذباب حول المرشحات الزلطية نتيجة لبطء معدل مياه الصرف ويضع يرقات الذباب ويتكاثر بأعداد كبيرة مما يسبب مضايقات للسكان وتلوثا للبيئة المحيطة بالمرشحات والمبانى القريبة منها.

ولذلك يتم فى المرشحات سريعة المعدل عملية إعادة المياه المعالجة مرة أخرىمن حوض الترسيب النهائى الى المرشح الزلطى التى تزيد من معدل مياه الصرف,وبالتالى تقل مشكلة تكون يرقات الذباب حول المرشحات الزلطية. كما يقل تركيز المواد العضوية داخل المرشح وبالتالى تنشط البكتريا.

٣-١-٤ أنواع المرشحات البيولوجية (الزلطية)

يتم تقسيم المرشحات الزلطية إلى أنواع طبقا للأحمال الهيدروليكية والأحمـال العضـوية. وأنـواع المرشحات الزلطية هى :

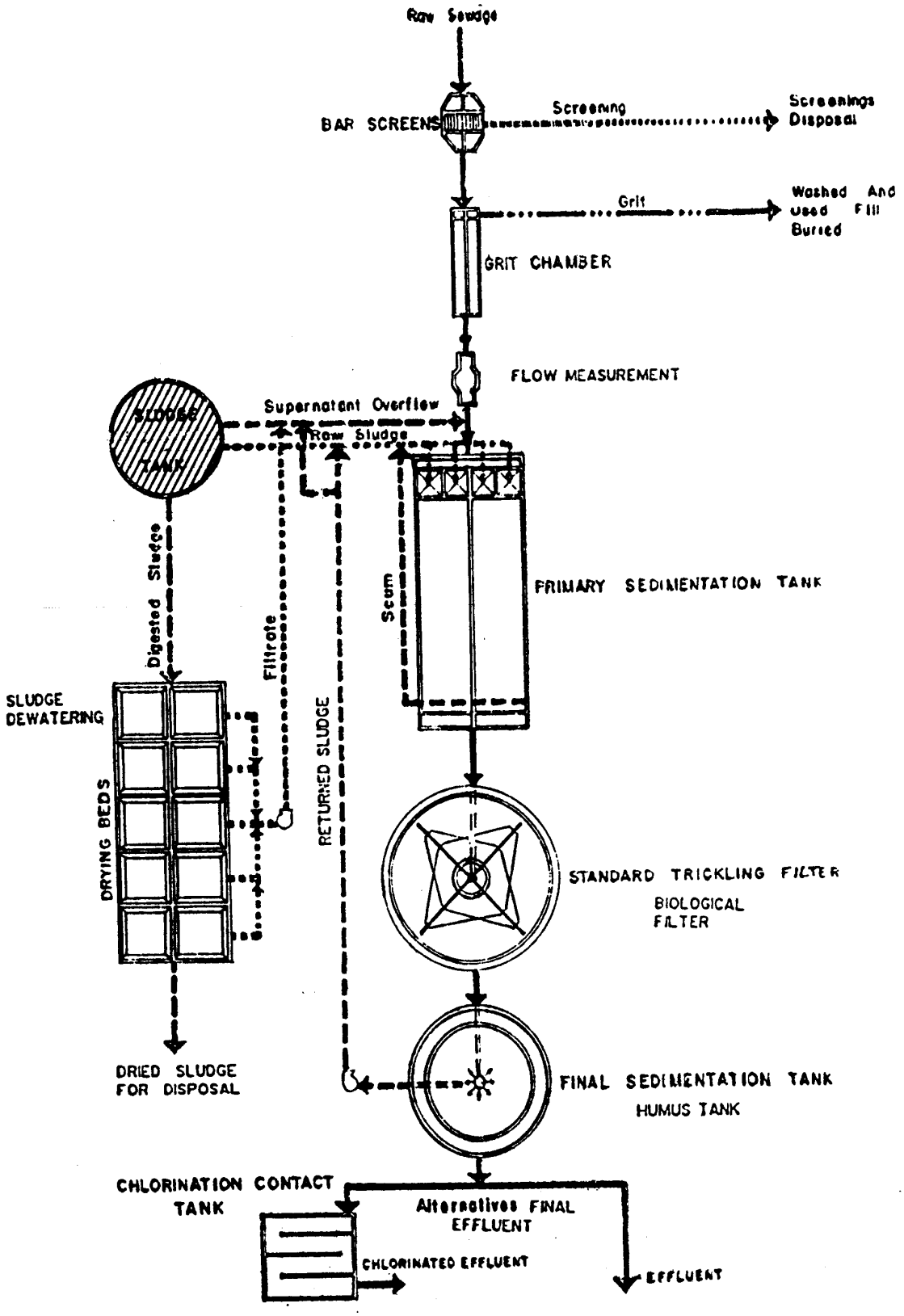
المرشحات ذات المعدل البطئ, والمرشحات ذات المعدل المتوسط والمرشحات ذات المعدل السـريع والمرشحات الخشنة.والجدول رقم (٣-١) يبين المقارنة الفنية بين الأنواع المختلفـة للمرشـحات البيولوجية وأنواعها.

جدول رقم (٣-١) المقارنة الفنية بين الأنواع المختلفة للمرشحات البيولوجيه

الوصف	الوحدة	المرشحات الزلطية العادية	مرشحات زلطية ذات معدل متوسط	مرشحات زلطية ذات معدل سريع	مرشحات زلطية تحضيرية
- نوع مادة الوسط الترشيحى		كسر حجارة زلط	كسر حجارة زلط	كسر حجارة قطع حديد خشب أحمر مواد بلاستيكية	أى من – المواد السابقة
- عمق مادة وسط الترشيح	متر	٣.٠-١.٣	٣.٠-١.٣	٢.٤-٠.٩	٩.١- ٣.٠
-الحمل العضوى	كجم /م٣/يوم	٠.٤-٠.٠٨	٠.٤٨-٠.٢٣	١.٦ - ٠.٤	أكبر من ١.٦
-الحمل الهيدروليكى	م٣/م٢/يوم	٤.١-١.٠	٩.٣-٤.١	٤٠.٧-٤.١	١٢٢.٢-٢٨.٦
-نسبة مياه الصرف الصحى المعالجة المعادة (R)	----	لا يوجد	٢.٠-٠.٣	٢.٠-٠.٣	٢.٠-٠.٣
-معدل التحميل السطحى لأحواض الترسيب النهائى	م٣/م٢/يوم	٤٠.٧	- - - -	٣٢.٦	٤٠.٧
-نسبة إزالة المواد العضوية	%	٩٠-٨٠	٧٠-٥٠	٨٥-٦٣	٧٠-٤٠

٣-١-٤-١ المرشحات البيولوجية (الزلطية) العادية Standard Trickling Filters

الأحمال العضوية لهذه المرشحات حوالى ٠.٠٨ كجم/ م٣/ يوم. وبصفة عامة فإن المرشـحات ذات المعدل البطئ لا تستخدم سيفون دفق, ويتراوح عمق هذه المرشحات من ١.٣- ٣.٠ متر من كسـر الحجارة. ويوضح الشكل رقم (٣-٢) مسار المياه فى وحدات معالجـة ميـاه الصـرف باسـتخدام المرشحات الزلطية البطيئة.



الشكل رقم (٣-٢) مسار المياه فى وحدات معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام المرشحات البيولوجيه (الزلطية) البطيئة المعدل

ومزايا المرشحات البيولوجية (الزلطية) العادية لمعالجة مياه الصرف الصحى

مزايا المرشحات الزلطية العادية

١- أكثر كفاءة من أحواض البكتريا.
٢- يمكنها معالجة من ضعف إلى خمسة أضعاف كمية مياه الصرف الصحى التى تعالجها حقول البكتريا بالرغم من تساوى مساحتيهما.
٣- تتحمل التغير فى تركيب ومحتويات مياه الصرف الصحى دون تأثير يذكر على كفاءتها.
٤- قلة تكاليف التشغيل.

وعيوب المرشحات البيولوجية (الزلطية) العادية لمعالجة مياه الصرف الصحى

عيوب المرشحات الزلطية العادية

١- تتصاعد منها الروائح المنفرة.
٢- مساحتها كبيرة وتكاليفها الإنشائية عالية.
٣- ينخفض منسوب سطح المرشح عن منسوب الماء فى حوض الترسيب بحوالى مترين فى المتوسط يضاف إلى ذلك عمق المرشح وهوحوالى مترين فى المتوسط وبذلك يكون الفرق بين منسوب المياه فى حوض الترسيب ومخرج الماء من المرشح حوالى أربعة أو خمسة امتار وهو ما يعتبرفاقدا كبيرا فى الطاقة التى أكتسبتها المياه برفعها بالطلمبات.
٤- يتوالد فيها الذباب والذي يمكن الحد من تزايده بغمر المرشح بالمخالفات السائلة على فترات مرة كل أسبوع مما يسبب غرق يرقات الذباب فتموت.

٣-١-٤-٢ المرشحات البيولوجية (الزلطية) متوسطة المعدل

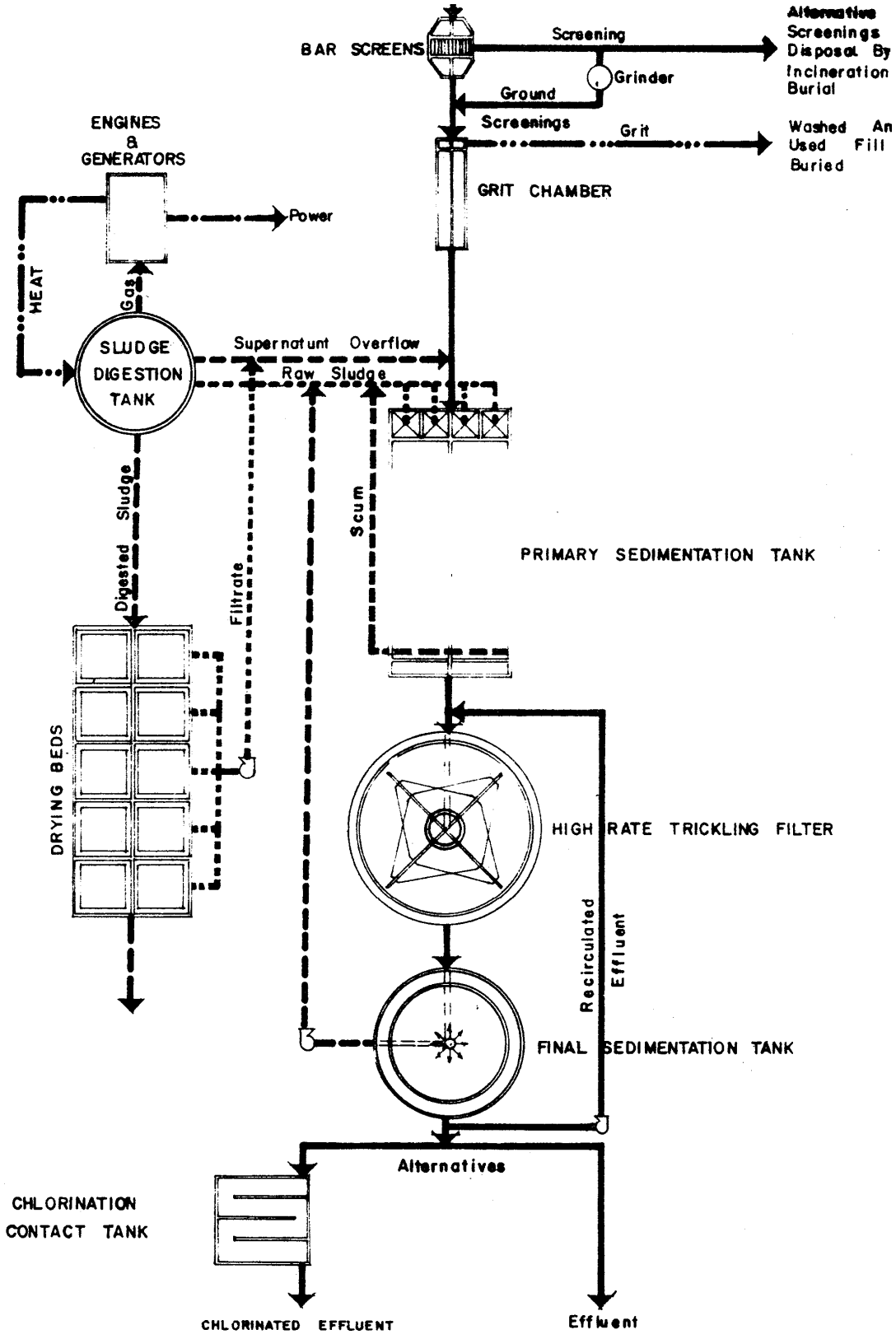
تستخدم هذه المرشحات فى معالجة مياه الصرف للأحمال العضوية من ٠.٢٤ -٠.٤٨كجم/ م^{٣}/يوم. والأحمال الهيدروليكية من ٤.١-٩.٣ م^{٣}/ م^{٢}/ يوم.وهذه تشمل المياه المعادة. وتكون مـادة الوسـط الترشيحى المستخدمة كبيرة الحجم وتتراوح بين ٧٣- ١٠٠ مم.

٣-١-٤-٣ المرشحات البيولوجية (الزلطية) متوسطة المعدل

هذه المرشحات تصمم لاستقبال مياه الصرف بصفة مستمرة, وذلك تحت أحمال هيدروليكية تتـراوح من ٤.١-٤٠.٧ م^{٣}/ م^{٢}/ يوم شاملة المياه المعادة وذلك فى حالة أحمال عضوية من٠.٤ – ١.٦ كجم /م^{٣} / يوم، ويتراوح عمق مادة الوسط الترشيحى من ٠.٩ - ٢.٤ متر,وتكون مقاسات مـادة الوسـط الترشيحى كبيرة لتجنب، الأنسداد ولتحسين التهوية, وتصل كفاءة هذا النوع إلى مـن ٦٣- ٨٥ %, ويوضح الشكل رقم (٣- ٣) مسار المياه فى وحدات معالجة مياه الصرف باسـتخدام المرشـحات الزلطية سريعة المعدل.

٣-١-٤-٤ المرشحات الزلطية التحضيرية :

ويستخدم هذا النوع من المرشحات قبل أحواض التهوية أو قبل المرشحات سريعة المعدل وذلك لتقليل الأحمال العضوية العالية وتتراوح كفاءته بين ٤٠, ٧٠ %.



الشكل رقم (٣- ٣) مسار المياه فى وحدات معالجة مياه الصرف باستخدام المرشحات الزلطية سريعة المعدل.

٣-١-٤-٥ نسبة مياه الصرف الصحى المعالجة المعادة للمرشحات البيولوجية سريعة المعدل

وهى ما تسمى إختصارا نسبة الأعادة(Recirculation Ratio) أى النسبة بين كمية مياه الصرف الصحي المعالجة التى ترفع بالطلمبات بعد معالجتها بيولوجيا لتعود إليه ثانية مع كمية مياه الصرف الصحي القادمة من أحواض الترسيب الإبتدائى ولم يسبق أن مرت فى المرشح البيولوجى.

وتتوقف هذه النسبة على العوامل التالية :

العوامل المؤثرة على نسبة مياه الصرف الصحى المعالجة المعادة

١- درجة تركيز الأكسجين الحيوى فى مياه الصرف الصحى بعد المعالجة الإبتدائية.
٢- الكفاءة المطلوبة من عملية المعالجة البيولوجية.
٣- عدد مراحل الترشيح البيولوجى أى هل الترشيح على مرحلة واحدة (Single Stage) أم على مرحلتين (Double Stage).

والجدول رقم (٣–٢) يبين نسبة الإعادة كما يقترحها كل من باخمان ومونتجمرى.

جدول رقم (٣-٢)

نسبة إعادة مياه الصرف الصحى المعالجة للمرشحات البيولوجية (الزلطية) ذات المعدلات العالية

الأكسجين الحيوى الممتص فى مياه الصرف الصحى الخام $B.O.D_5$ (p.p.m)	نسبة الإعادة فى كل مرحلة Q_r / Q_d	
	الترشيح على مرحلة واحدة	الترشيح على مرحلتين
صفر- ١٥٠	٠.٧٥	٠.٥
١٥٠- ٣٠٠	١.٥	١.٠
٢٠٠ - ٣٥٠	٢.٢٥	١.٥
٤٥٠ - ٦٠٠	٣.٠	١.٠
٦٠٠ - ٧٥٠	٣.٧٥	٣.٥
٧٥٠ - ٩٠٠	٤.٥	٣.٠

٣-١-٤-٦ أسباب إعادة مياه الصرف الصحى المعالجة

يتم أعادة جزء من مياه الصرف الصحي المعالجة والخارجة من أحواض الترسيب النهائى إلى احواض التوزيع قبل المرشحات الزلطية مرة أخرى للأسباب الآتية :

أسباب إعادة مياه الصرف الصحى المعالجة

١- تحسين عملية التشغيل.
٢- تقليل الأحمال العضوية على المرشحات الزلطية نتيجة تخفيفها بالمياه المعادة.
٣- تقليل التغيرات فى الأحمال العضوية والأحمال الهيدروليكية.
٤- تقليل الرائحة وتقليل فرصة نمو يرقات الذباب.
٥- المحافظه على الحياه البيولوجية فى المرشحات والمحافظة على وسط الترشيح مبتلا دائما وذلك فى حالة ما إذا كانت مياه الصرف قليلة.

٦- إمداد المرشح بالبكتريا المهواه النشطة الموجودة فى المياه المعادة والتى تزيد من كفاءة عملية الأكسدة فى المرشحات الزلطية.

وعادة تتراوح نسبة مياه الصرف الصحى المعادة إلى التصرف فى المرشحات الزلطية سريعة المعدل من ٠.٣-٠-٠-٤, مع ملاحظة أن النسب الأعلى تكون غير اقتصادية عادة وتتراوح نسبة الإعادة بين ٠.٣-٠- ٠.٢.

٣-١-٤-٧ المرشحات البيولوجية الزلطية ذات المعدل العالى High Rate Trickling Filters

وهى تشبة من ناحية المظهر المرشحات العادية فهى أحواض مملؤة بالزلط أو كسر الحجارة كما يوجد فى قاعها شبكه لتصريف المياه بإستمرار ومزودة بمجموعة من الرشاشات المركبة على موزعات لفافة لرش مياه الصرف الصحى على سطح الزلط لتتخلل طبقة الزلط ومنها إلى شبكة الصرف فى قاع الحوض إلا أنها تختلف عن المرشحات العادية فى طريقة ومعدل التشغيل.

٣-١-٤-٨ طريقة التشغيل للمرشحات البيولوجية ذات المعدل العالى

فى هذه المرشحات تخلط المياه القادمة من أحواض الترسيب مع المياه الخارجة من المرشح قبل رشها على سطح الزلط. أى أن مياه الصرف الصحى يعاد رشها على سطح المرشح أكثر من مرة وهذه يسمى (Recirculation) ولهذا أكثر من فائدة. إذ من المسلم به عمليا أنه إذا أتبعت طريقة إعادة المياه لتمر فى وحدات التنقية أكثر من مرة - فإن هذه الأعادة ستؤدى إلى تخفيف تركيز المواد العضوية فى مياه الصرف الصحى (الخليط بين الخام والمعاد) كما أنها ستزيد من البكتريا النشطة فى المخلفات وهذه ستعمل على أكسدة وتثبيت المواد العضوية فى مياه الصرف الصحى مما يسهل ازالتها فيما بعد - وكذلك تقلل من احتياجات مياه الصرف الصحى للأكسجين - ومن ثم يمكن رفع معدل الترشيح ومضاعفتة إلى خمسة وعشرون م٣ للمتر المسطح - وهو ما تنص علية المواصفات وأسس التصميم عند اتباع طريقة اعادة مياه الصرف الصحى لتمر فى المرشحات أكثر من مرة وبذلك يمكن تصغير حجم ومساحة المرشحات الزلطية الأمر الذى يوفر كثيرا فى التكاليف الأنشائية للمشروع.

٣-١-٤-٩ مزايا المرشحات البيولوجية ذات المعدل العالى :

مزايا المرشحات البيولوجية ذات المعدل العالى

١- مياه الصرف الصحى المعالجة المعادة تحتوى على عدد كبير من البكتريا الهوائية المنشطة التى تساعد فى أداء المرشح لوظيفتة فى أكسدة المواد العضوية وتثبيتها إلى مواد غير قابلة للتحلل.

٢- إعادة مياه الصرف الصحى المعالجة لرشها على المرشح البيولوجى يتبعه زيادة معدل الرش مما ينتج عنه إستمرار تفريغ (unloading) للمواد العضوية التى تم أكسدتها وتثبيتها فلا يحدث انسداد لفراغات المرشح البيولوجية.

٣- تخفيف مياه الصرف الصحى عند دخولها إلى المرشح البيولوجى يخفف من درجة تركيز المواد العضوية ويزيد من تركيز الأكسجين فيها ومن ثم يساعد على قيام المرشح بوظيفتة.

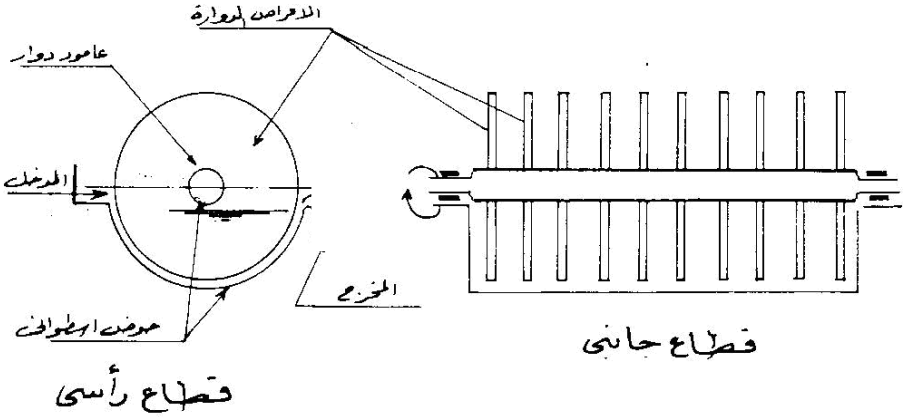
٤- إعادة رش مياه الصرف الصحى المعالجة على المرشح البيولوجى يزيد من أنتظام تشغيل المرشح بصرف النظر عن تغير التصرف الوارد إلى محطة المعالجة أثناء الساعات أو الأيام المختلفة. إلا أن إعادة رش مياه الصرف الصحى المعالجة على المرشح يستلزم وضع محطة طلمبات لرفع التصرف الخارج من المرشح وإعادتة إلى منسوب أحواض الترسيب الأبتدائية.

٢-٣ الأقراص البيولوجية الدوارة Rotating biological Contactors

- هى عبارة عن أقراص دائرية خفيفة من البلاستيك تدور بسرعة بطيئة وتكون مغمورة لمنتصفها تقريباً فى حوض قاعة اسطوانى به مياه الصرف الصحى كما هو موضح بالشكل رقم (٣-٤).
- هذه الطريقة تصلح للتجمعات الصغيرة وتكليفها الإنشائية تكون أعلى من طريقة الحمأة المنشطة ولكن تكاليف الصيانة والتشغيل تكون أقل.

١-٢-٣ أشتراطات أسس التصميم للأقراص البيولوجية الدوارة

- بالنسبة للأقراص يجب مراعاة الآتى :-
  - قطر القرص يكون ٢-٤متر.
  - سمك القرص ١-٢ سم.
  - المسافة بين منتصف كل قرصين ٣٠-٥٠ سم
  - سرعة دوران القرص ١-٢ لفة فى الدقيقة فى حالة التشغيل العادى.
- الحمل العضوى يتراوح بين ١٥-٦٠ BODلكل متر مربع فى اليوم.
- الحمل الهيدروليكى ٤٠-٦٠ لتر لكل متر مربع فى اليوم.

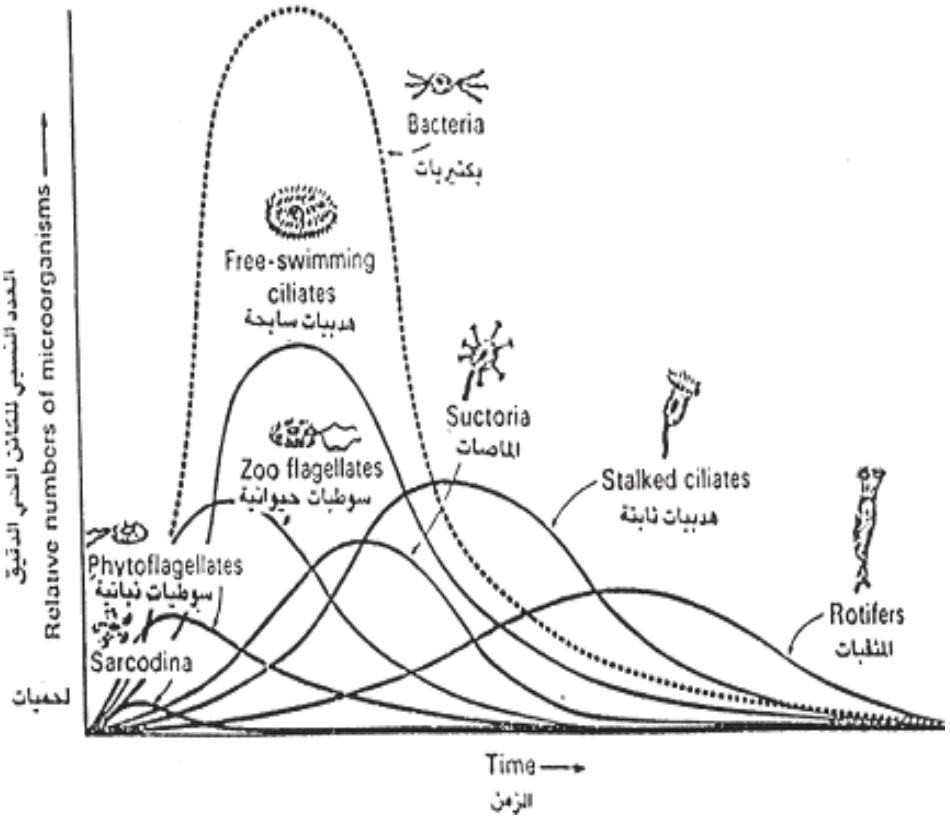


شكل رقم (٣-٤) الأقراص البيولوجية الدوارة

٣-٣ معالجة مياه الصرف الصحى فى بحيرات التثبيت

إن العملية البيولوجية التى تحدث فى بحيرات التثبيت مهمة لإنها دورة طبيعية ومستمرة وظاهرة حية فإن الظروف والحياة دائما متغيرة، ومن الصعب أن تتوقع بالتأكيد ماذا سوف يحدث فالتغيرات ممكن أن تكون نتيجة للحرارة والطقس والتغيرات فى أنواع الطحالب وبعض الميكروبات الحيـة وأيضـا التغيرات فى أنواع المخلفات.

إن الحياه البيولوجية فى البحيرة تتكون من بلايين الكائنات الميكروسكوبية الحية النباتية أو الحيوانية والموجودة فى وقت واحد والتى تعتمد على بعضها البعض. حقيقة فهذه العلاقة هـى التـى تجعـل البحيرة تعمل. فالأشكال النباتية هى الأشكال المختلفة العديدة من البكتريا والطحالب التـى تسـتخدم المركبات الذائبة مثل الغذاء بإمتصاصها خلال جلدها أو غشاءها ، أما الأشـكال الحيوانيـة فهـى الأنواع الأعلى من المخلوقات السابحة الحرة التى تستخدم المواد الصلبة والبكتريا والطحالب كغـذاء تبلعها خلال فمها وكما هو موضح بالشكل رقم (٣-٥).



شكل رقم (٣-٥) مراحل نمو وتكاثر البكتريا والكائنات الدقيقة

الموجودة فى مياه الصرف الصحى

والنظام الميكروبيولجى فى البحيرة مهم جدا لعملية التشغيل. ويمكن أن يستخدم ميكروسكوب غيـر غالى بواسطة القائم بالتشغيل للتعرف على التغيرات التى تحدث فى البحيرة. فمثلا معظم الشغل يـتم عن طريق البكتريا الدقيقة التى تستخدم المركبات العضوية كغذاء وتحت الظروف الجيدة فإنها تقترب من بعضها مكونةالندفة وتصبح ثقيلة إلى حد أن ترسب.وبعض البكتريا الغير مطلوبة ممكن أيضـا تتكون وهى خيطية ومن الصعب أن ترسب وهؤلاء الأنواع من البكتريا يصبح وا أكثر عددا عنـد الرقم الايدروجينى ٦.٥ أو أقل. وبعض الطالحب الخضراء كأنواع الكوريلا مطلوبة لإنها متحركـة وتبقى قريبة من السطح أما الطحالب الخيطية والتى لها اللون الأخضر المائل للأزرق غير مطلوبـة وتوجد أيضا فى البحيرات بعض الأنواع الأخرى من الطحالب والتى لها ألوان مختلفة مثل :

١- بيروفيتا – مصبغ أخضر إلى البنى الذهبى Pyrophyta

٢- فيوفيتا – بنى Phaeophyta

٣- رودوفيتا- أحمر Rhodophyta

وهذان النوعان الأخيران موجودان فى البرك المائية ويحدث تغير اللون نتيجة للصبغات.

٣-٣-١ البكتريا

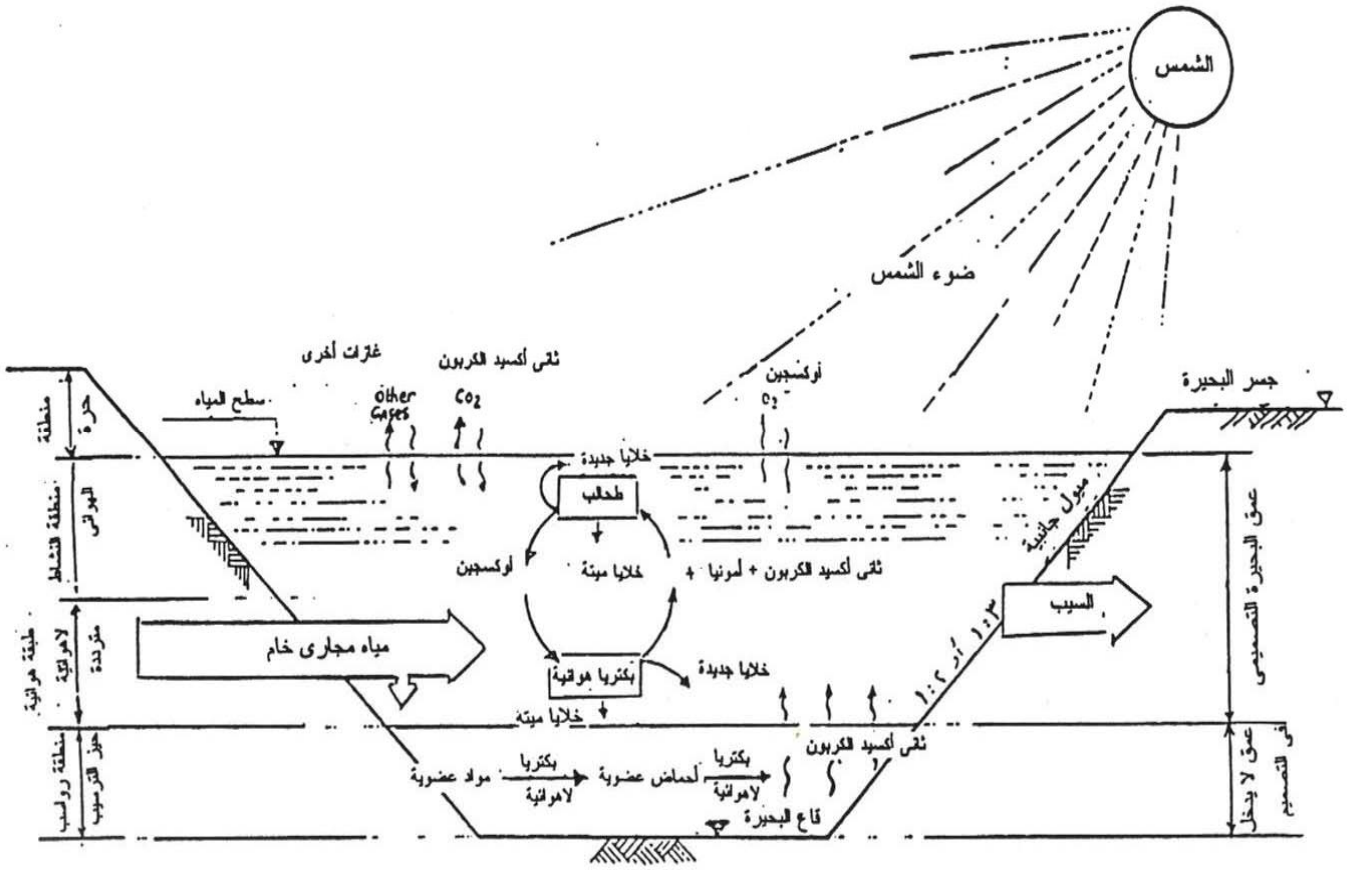
تنقسم البكتريا إلى بكتريا (هوائية) وهى التى تحتاج إلى الأكسجين لتعيش و(اللاهوائية) التى يمكن أن تعيش فى بيئة بدون أكسجين وكل من هذين النوعين تكسران المركبات العضوية المعقدة إلى مواد ذائبة تمر من خلال جدار الخلية داخل السائل المحيط، وعلى الرغم من أن الغذاء وطـرق التحويـل متشابهة إلا أن المنتجات النهائية لاتتشابة أما المنتجات المتشابهة التى تنتج بواسطة البكتريا الهوائية هى ثانى أكسيد الكربون والأمونيا والفوسفات وهذه المركبات أساسية كعناصـر غذائيـة للطحالـب المنتجة للأكسجين أما البكتريا اللاهوائية فإنها تعيش فى مناطق قاع البحيرة الفقيرة فـى الأكسـجين وتنتج ثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا وبعض المواد الذائبة التى تنتشـر داخـل الماء كغازات أو تستخدم بالبكتريا الهوائية كغـذاء. وغالبـا مـا توجـد بعـض الأشـكال مثـل روتيفيرزوالقشريات فى البحيرات حيث تتغذى على البكتريا والطحالب لتعيش ومن الأنواع المعروفة وهى الدافينا ففي معظم الأوقات تستطيع أن تنظف البحيرة من الطحالب الخضراء.

٣-٣-٢ الطحالب :

كما ذكر سابقا فأن البكتريا الهوائية تحتاج إلى الأكسيجين لجهازها التنفسى حتى تبقـى حيـة وهـذا الأكسجين المستخدم يسمى الأكسجين المطلوب وأى أكسجين متبقى يقاس كأكسجين مذاب ويسـتطيع الماء أن يحتفظ فقط بكمية معينة من الأكسجين المذاب وعند أى نقطة ممكن أن يصبح مشبعا وهـذا التشبع يعتمد على درجة حرارة الماء فأذا زادت كمية الأكسجين عن هذه الكمية المذكورة فيقـال أن الماء فوق المشبع ويستطيع الماء البارد أن يحتفظ بكمية الأكسجين أكبر من الماء الساخن لكل قـدم مكعب ويزداد الأحتياج إلى الأكسجين كلما زادت البكتريا والطحالب وكل من البكتريـا والطحالـب تزداد بزيادة الغذاء وهو الحمل العضوى ويوجد مصدرين للأكسجين الأول هو إنتشار الهـواء مـن الغلاف الجوى إلى الماء والأخر من الطحالب.

والطحالب هى نباتات ميكروسكوبية وتعيش بنفس طريقة النجيل (الأعشاب – الحشيش) أو نباتات الحدائق وهى تحتوى على الكلورفيل الذى يحول ضوء الشمس إلى طاقة ليحلل المركبات المعقدة إلى منتجات بسيطة لينمو عليها وهذه الظاهرة تسمى التمثيل الضوئى كما يحتاج إلى مستلزمات أساسـية أخرى هى المواد الغذائية وخصوصا الكربون والنتروجين والفسفور وهى تتشابة مع نباتات الحدائق من حيث إنها تنمو بطريقة أحسن تحت الحرارة الدافئة وتموت فى درجات الحرارة الباردة وتلعـب الطحالب دورا هاما حيث إنها تنتج الجزء الأكبر من الأكسجين فى البحيرة ولأن الطحالـب تحتـاج ضوء الشمس فإنها توجد بالقرب من سطح البحيرة فى طبقة تسمى بالطبقة الهوائيـة وعمـق هـذه الطبقة يعتمد على المناخ وكثافة الطحالب وهى فى العادة بين ١٥ – ٤٦ سم ولكن هذه الطبقة ممكن

أن تمتد لاسفل إلى ١٢٥ سم فى البحيرة المخلوطة جيدا. اما فى الماء فأن الطحالب تحتاج أكسـجين لعملية التنفس فعندما تغرب الشمس فأن الطحالب لاتموت بل تستمر فـى أداء وظائفهـا وأسـتهلاك الأكسجين ولكنها بالتالى تتوقف عن أنتاج الأكسجين وهذا يفسر لماذا يقل مستوى الأكسجين الـذائب حيث يكون عند أقل قيمة بالضبط بعد الشروق ونشاط الطحالب والبكتريـا فـى بحيـرات التثبيـت الطبيعية موضح بالشكل رقم (٣-٦).



شكل رقم (٣-٦) نشاط الطحالب والبكتريا فى بحيرات الأكسدة

يوجد عديد من أشكال الطحالب موجود فى البحيرات ولكنها جميعا تنقسم تحت مجموعتين كبيـرتين والذى يمكن ربطهم بكفاءة البحيرة :

١- الأولى وتسمى الطحالب الخضراء والتى تعطى البحيرة اللون الأخضر وتـدل علـى الظـروف الصحية الجيدة ويصحبها ارتفاع فى الرقم الأيدروجينى ومخلفات ذات قيمة غذائية عالية.

٢- الثانية تسمى الطحالب الخضراء المائلة للأزرق وهـى خيطيـة وتظهـر عنـدما يكـون الـرقم الأيدروجينى أقل والقيمة الغذائية صغيرة أو التى تظهر عندما تلـتهم الحيوانـات الكبيـرة مثـل

الحيوانات الأولية الطحالب الخضراء ومن ثم فأن ظهور الطحالب الخضراء المائلة للأزرق فـى البحيرة هو دليل على الظروف السيئة.

والحمل العضوى على البحيرة له تأثير مباشر على حياة الكائنات الحية الدقيقة سواء كانت بكتريا أو طحالب داخل البحيرة :

أ – يزداد عدد الميكروبات بالقرب من المدخل ويقل كلما إتجهنا إلى الطرف الخارجى للبحيرة.

ب- عند الحمل العضوى الصغير فإن الحيوانات الأولية المختلفة تظهر مثـل الـدافينا والباراميسـيوم والتى تستخدم البكتريا والطحالب كغذاء لها وعمليا يجب أن تتوقع أن ترى أى من هذه الأشـكال فى الوحدة الأولية ولكن ممكن أن تراهم فى بحيرة التنظيف وتوجد بعض الحالات التى تسـتخدم فيها هذه الحيوانات الأولية فى تنظيف البحيرة كما توجد بعض الحالات الآخرى وبها البريداتورز وتبقى البحيرة خضراء وهذا ناتج من أن الطحالب الخيطية الخضراء المائلـة لـلأزرق تكـون موجودة ولا تلمسها البرايداتورز.

جـ - فى البحيرات التى بها حمل عضوى زائد جدا فأن هذا الحمل يؤدى إلى النمو السريع لكـل مـن البكتريا والطحالب وبالتالى يحتاج إلى نسبة كبيرة من الأكسجين المطلوب والتى لا تقوم كل مـن الطحالب والرياح بأنجاز هذا الغرض وبالتالى فأن الطحالب تموت كما يلاحظ من سـمك طبقـة الطحالب الطافية وقلة الأكسجين المذاب ومن السهل أن تصل إلى الحالة التى تتحول فيها البحيرة لتصبح لا هوائية.

وواحدة من المشاكل الكبيرة أو المعوقات لبحيرات الأكسدة والتثبيت هى كمية الطحالب الموجودة فى المياه الخارجة من البحيرة والطحالب فى هذه الحالة تشارك بدرجة كبيرة بمواد عالقة تـذهب إلـى المجرى المائى المستقبل لمياه البحيرة. والطريقة المعروفة والتى تتغلب بها على (تستخدم لتخفيض) كمية الطحالب هى جعل نقطة سحب المياه تحت طبقة الطحالب. كما أنه توجد طرق عديدة آخـرى يمكن إستخدامها لتخفيض تركيز الطحالب وهى مرشحات الرمل السريعة والمرشـحات الصـخرية المغمورة ، وعملية الترويب بالشبه والمرشحات ذات الطبقات المختلفة وعملية التعقيم بالكلورين. كل هذه الطرق ما عدا التعقيم بالكلورين فهى مؤثرة فى قتل الطحالب ولكن خلايا الطحالب الميتة تطلق المواد العضوية المخزنة داخلها وبالتالى تشارك فى زيادة الأكسجين الحيوى الممـتص فـى الميـاه المعالجة الخارجة من البحيرة. وفى الحقيقة أن هذا الحمل العضوى ثابت وغير ضار ولكنة يخفـض من الأكسجين الذائب فى المجرى المائى المستقبل لهذه المياه.

عندما يفرغ المخلف السائل فى البحيرة فأن المواد الصلبة الثقيلة تترسب بالقرب من المدخل حيـث تعمل نوعين من البكتريا اللاهوائية على تثبيت المواد العضوية.

وتحدث عملية التثبيت فى خطوتين :

أولا : تحلل البكتريا الحامضية المواد العضوية وتستخدم المواد الذائبة كغذاء لها حيث تحولها إلى أحماض عضوية.

ثانيا : الحامض العضوى يستخدم كغذاء لبكتريا الميثان والتى تحول الحامض إلى ثانى أكسـيد الكربـون وأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وغاز الميثان.

تذوب المنتجات الجانبية للتحلل اللاهوائى فى الماء وتصبح مواد غذائية للبكتريا الهوائية والطحالـب وتحتاج الطحالب إلى كربون ونيتروجين وبعض المواد الغذائية وضوء الشمس. ومـن الممكـن أن تكون شدة ضوء الشمس كافية وفى صورة صالحة حتى عمق ٣٠ – ٤٦ سم حينئذ فـان الطحالـب توجد فقط بالقرب من السطح. عندما تتوفر هذه الأشياء فان الطحالب تنتج الأكسجين اللازم للبكتريا الهوائية. وعندما تكون شدة الضوء الشمس غير كافية مثل وقت الليل أو عندما يغطى السطح بـالثلج أو ببعض النباتات فان الطحالب لاتحول ثانى أكسيد الكربون ولا تنتج أكسجين ، وتستخدم البكتريـا الهوائية فى طبقة السطح الأكسجين الموجودة بالهواء الجوى وتتغذى على المواد العضوية الذائبة فى المخلف الخام كما تتغذى على المنتجات الجانبية الذائبة والناتجة من التحلل اللاهوائى ونتيجـة لهـذا فإنها تنتج بعض المواد الخاملة التى تترسب فى القاع كما تنتج المركبات الذائبة للكبريتات والنترات والفوسفات والكربونات اللازمة كمصدر للطاقة بواسطة البكتريا اللاهوائيـة. وهكـذا ففـى معظـم بحيرات التثبيت تكون عملية المعالجة هى عمليات متداخلة معقدة بين مجتمعين منفصلين من البكتريا والطحالب وكل منهم يعمل شئ مفيد لصالح الآخر.

٣-٤ أنواع بحيرات التثبيت الطبيعية

أهم ثلاث أنواع من بحيرات التثبيت هى البحيرات الهوائيـة والبحيـرات اللاهوائيـة (المتـرددة والأختيارية) وبحيرات الأنضاج ويمكن تقسيمها كالآتى :

٣-٤-١ بحيرات التثبيت :

تستقبل المخلفات الخام الغير معالجة وعادة ما تنقسم إلى أثنين أو أكثر من الخلايا (بحيرات مفردة) فالخلية الأولى التى تستقبل مياه الصرف الصحى الخام تسمى الخلية الأولية والخلية التالية لها هـى الخلية الثانوية والتى غالبا ماتتبع بالخلية المنظمة (الخلية الثالثة) وبحيرات التثبيت غالبا ما تصـمم بخليتين أوليتين أو أكثر وبالتالى فمن الممكن أن تعمل فى توازى حتى تمنع مشاكل التحميل الزائد.

٣-٤-٢ بحيرات الأكسدة :

تستقبل البحيرات مياه الصرف الصحى المعالجة وتعمل فى مجموعات تسـمى بحيـرات الأكسـدة وممكن أن تعمل كمعالجة بيولوجية تتبع محطة معالجة أبتدائية.

ومعظم بحيرات التثبيت والأكسدة تثبت المواد العضوية خلال عملية طبيعية معقدة مستخدمة ضـوء الشمس والأكسجين وتيارات الماء ونشاط البكتريا والطحالب كما تحتاج بحيرات التثبيـت والأكسـدة إلى مساحات مسطحة كبيرة وأعماق قليلة ووقت مكث طويل حتى يحدث التثبيت الطبيعى.

٣-٤-٣ البحيرات (المترددة) الأختيارية :

البحيرات الأختيارية (الهوائية اللاهوائية) هى أكثر الأنواع المعروفة من البحيرات التى تستخدم فـى برك التثبيت والأكسدة وتحتوى على طبقتين (منطقتين) للمعالجة وهى الطبقة السـطحية الهوائيـة

وطبقة القاع اللاهوائية فالبحيرات الأختيارية تعمل على عمق من الماء بين١ إلى ٢.٤م وعـادة مـا تتحمل من ١٧ – ٩٠ كجم للهكتار من BOD ، والأكسجين اللازم للتهوية فى الطبقة السطحية يمـد بواسطة الطحالب وتأثير الرياح. وتحلل المواد العضوية المترسبة فى طبقة القاع يحـدث لاهوائيـا وعادة ما تصمم البحيرات المترددة تهوية طبيعية للتأكد من أن سطح مياه الصرف الصـحى يبقـى هوائيا.

٣-٤-٤ البحيرات الأكسدة ذات المعدل العالى للتهوية :

وهى محددة للإستخدام فى البحيرات التى يلزم نمو كمية كبيرة من الطحالب فيها للحصاد وتسـتخدم هذه الطحالب كغذاء للماشية وهذه البحيرات ذو عمق صغير يتدرج بين ٣٠ إلى ٤٥ سم وعادة يكون الحمل العضوى بين ٦٥ إلى ٢٢٥ كجم BOD /هكتار/يوم.

٣-٤-٥ بحيرات التثبيت اللاهوائية

وهى البحيرات المصممة لتعالج مياه الصرف الصحى أو المخلفات السائلة الصناعية ذات الأحتيـاج العالى للأكسجين مثل مخلفات المجازر والحمل العضوى عالى فى هذه البحيرات حيث تنتشر خلالها الظروف اللاهوائية وتشبة هذه البحيرات الخزانات ذات الهضم اللاهوائى أو بيارة تخـزين الميـاه الملوثة(الصرف الصحى) ويتراوح عمق هذه البحيرات اللاهوائية من ٣-٥ متر.

٣-٤-٦ بحيرات الأكسدة (التثبيت) الأنضاج (الثلاثية) :

وهى التى تستخدم فى رفع كفاءة مياه الصرف الصحى المعالجة والخارجة من عمليـات المعالجـة الثانوية العادية وغالبا أيضا ما تستخدم كأخر بحيرة للتثبيت أو الأكسدة وذلك لإزالة الطحالـب قبـل تفريغ المياه الخارجة وتشبه هذه البحيرات البحيرات الأختيارية فيما عدا إنها تتحمل حمل عضـوى خفيف وعادة ما يكون أقل من ١٧ كجم BOD / هكتار/ يوم.

٣-٥ العوامل الطبيعية المؤثرة على النشاط البيولوجي ببحيرات التثبيت

٣-٥-١ تأثير الرياح

يخلق تأثير الرياح خلط على سطح البحيرات يزداد بزيادة مساحة السطح المعرضة للهواء والبحيرات الكبيرة ويحتاج موقع العملية إلى سور على الجوانب للحماية وتميل الرياح أيضا إلى إزالة الأكسجين من الماء عندما تكون البحيرة فوق التشبع وعندما يكون الأكسجين المذاب أقل من التشـبع فيسـاعد تأثير الرياح بأن يدخل الأكسجين فى الماء.

٣-٥-٢ الحرارة

يحتفظ الماء بكمية أكبر من الأكسجين لكل قدم مكعب وذلك فى جو الحرارة البارد عنـة فـى جـو الحرارة الدافئ فالماء فى وقت الشتاء يحتفظ بالأكسجين بما يعادل مرتين أحتفاظة بالأكسجين خـلال وقت الصيف. وعلى الجانب الأخر ففى المناخ البارد فأن الثلج الذى يغطى الماء(لا يحدث هذا فـى الظروف المصرية) يمنع إضافة الأكسجين المذاب بواسطة الرياح كما أن الجليد المغطى يمنع نشاط الطحالب فى أنتاج الأكسجين المذاب ويقل النشاط البيولوجى كلما قلت درجة الحرارة فكلمـا قلـت

الحرارة حوالى ١٠ درجات فأن نشاط الميكروبات يقل حوالى النصف أما الظروف الجيدة فإنها تتواجد عندما يكون الدفئ مصاحب لضوء الشمس المناسب والنسيم المناسب فهذا يؤدى إلى أعلى نشاط للبكتريا وبالتالى إزالة نسبة عالية من BOD من المخلفات الخام والتغيرات الصغيرة الطبيعية فى درجات الحرارة تنتج تأثيرات موسمية طويلة مثل التغير من الربيع إلى الصيف. بينما التغير المفاجئ فى درجات الحرارة ينتج مشاكل قصيرة الأمد فمثلا الأرتفاع المفاجئ فى الحرارة تسبب للبكتريا أن تتكاثر فى أعلى معدل مسببة زيادة معدل الأحتياج للأكسجين بسرعة أكبر من كمية الطحالب القليلة والتى تمدة بالأكسجين اللازم وهذا يؤدى إلى زيادة العكارة فى المياه الخارجة عن الطبيعى. أما السقوط المفاجئ فى درجات الحرارة فهذا يؤدى بالبحيرة إلى الصفاء وهذا يحدث لأن نشاط الطحالب يقل وترسب.

ويكون تركيز الفسفور عالى أثناء الطقس البارد وعلى الجانب الأخر فأن المواد الصلبة العالقة تكون قليلة أثناء الطقس البارد نتيجة لأن نشاط الطحالب ينخفض.

أما الطقس الدافئ فأنه يؤدى إلى زيادة كبيرة فى نمو الطحالب ومن المتوقع أن يشاهد العمال سحابة من تفتحات أو أزدهار الطحالب والذى يوقف تحلل الضوء وبالتالى يقل أنتاج الأكسجين. كما أن زيادة الأكسجين الحيوى الممتص فى المياه الخارجة والسارية فى البحيرات(المواد الطحلبية هى مواد عضوية).

والطقس الدافئ يزود معدلات التبخر والذى يغير ساعات المكث وممكن أن يؤثر على كمية المياه الخارجة الفائض. وعند مجئ الربيع فأنه يؤدى إلى النمو الكبير للأعشاب المائية والتى ممكن أن تغير نمط (طريقة) حركة الماء وتتكون كتلة من الرغاوى (الخبث) على السطح ، وكل من الرغوة والأعشاب المائية تكون أرض ممتازة لتوالد البعوض وحشرات أخرى.

٣-٥-٣ ضوء الشمس

ضوء الشمس ضرورى للتشغيل الكفء لبحيرات التثبيت وذلك من خلال عملية التمثيل الضوئى للطحالب لإنتاج الأكسجين ، ونسبة ضوء الشمس السنوية المتاحة

تتغير خلال البلد وهى تتحكم بخطوط العرض (التى تتحكم فى الموسم) والأرتفاع والسحب المغطاه. وكمية ضوء الشمس المتاحة تساعد فى معرفة كيفية تشغيل البحيرة بكفاءة ، والمساحة والعمق اللازمين للتشغيل المناسب وعمق أختراق ضوء الشمس يعين الحد الذى يشارك به حجم البحيرة فى أنتاج الأكسجين وبالتالى عمق التشغيل المناسب للبحيرة ويزداد معدل فقدان الضوء بالأنعكاس إلى ٣٠% وذلك عندما يخشن السطح بفعل الرياح كما أن كثافة الطحالب والتى تتغير من موسم إلى موسم ومن بحيرة إلى بحيرة تعين عمق أختراق الضوء وشدته.وعامة فمع النمو الجيد للطحالب وتوزيعها فأن أنتاج الأكسجين يكون جيد حتى ٦٠ سم فى العمق. والأكسجين المنتج لايفى بالأكسجين المطلوب لأكثر من هذا العمق إلا إذا تم الخلط الرأسى للبحيرة بتأثير الموجات، ولذلك فيجب على عامل البحيرة أن يعمل على تثبيت أنتاج الأكسجين المناسب وذلك عن طريق إزالة النباتات أو أى مواد أخرى تقلل من التعرض للضوء.

كل الملاحظات السابقة ممكن أن تتعلق بالتشغيل ويمكن تلخيصها فى الخطوات التالية:

أ – لايقل عمق الماء إلى أقل من ١م عند التشغيل فى الطقس الدافئ.

ب – اجعل ازدهار(تفتح) الطحالب مشتت أو متفرق.

جـ - اجعل البحيرة خالية من النباتات المائية أو الأعشاب المشابهه مثل ورد النيل.

٣-٥-٤ معامل التحميل السطحى

تعين مساحة السطح بالحمل العضوى (كمية أرطال من BOD / فدان/ يوم) وتسمى بمعدل الحمل السطحى والحمل السطحى يعين نوع البحيرة فمثلا :

البحيرات الهوائية	٦٧ – ٢٢٤	كجم BOD / هكتار/ يوم
البحيرات الأختيارية	١٧ – ٣٥	كجم BOD / هكتار/ يوم
البحيرات اللاهوائية	٢٢٤ – ١١٢٠	كجم BOD / هكتار/ يوم
البحيرات الثلاثية	٦ – ١٧	كجم BOD / هكتار/ يوم

فى بعض الأحيان يتعلق الحمل السطحى بعدد السكان المصاحبين فمثلا ١٠٠ شخص/ فـدان/ يـوم للنظام الأختيارى ، ولكن نوع البحيرة ممكن أن يحدد الرقم الصحيح. مثال للحمل السطحى ، إذا كان الحمل العضوى ٣٣٦ كجم/ يوم على البحيرة الأختيارية فأنه يحتاج على الأقل ١٠ أفدنة.

٣-٥-٥ عمق مياه الصرف الصحى بالبحيرات

يتغير عمق مياه الصرف الصحى بالبحيرات وخصوصا فى البحيرات التى تملأ لأول مرة أو فـى الأنظمة التى تعمل على أساس دورة موسمية للتفريغ.

ولكن تبدأ ببحيرة جديدة فأنه يجب إضافة الماء حوالى ٠.٦ م قبل تغذية المخلفات للبحيرة وفى أنظمة التفريغ المحكمة فأن الخلية الأولية يجب ألا تقل عن ٠.٩ م ومن الضرورى أن يتم تحديد أقل عمق حتى يمنع تعرض طبقة الحمأة الموجودة بالقاع لتأثير الجو وبالتالى تمنع الرائحة وأيضا لاتسمح لقاع البحيرة أن يجف أو يتشقق.

٣-٥-٦ المسار الأقصر (المختصر)

بصرف النظر عن نوع البحيرة فأن التشغيل الجيد يتم عندما تستخدم البحيرة كاملة وعندما لايحـدث حركة للماء فى جزء من البحيرة فأن هذه الحالة تسمى بالدورة القصيرة أو أختصار المسـار وهـذه الدورة ممكن أن تحدث نتيجة التصميم السئ لنظام المواسير الداخلة والخارجة وأيضا نتيجـة عـدم استواء القاع وشكل الخلية وأتجاه الرياح السائد أو بالنمو العشوائى للأعشاب المائية. فـأذا حـدثت واحدة من هذه الحالات فيجب أن تصحح وطرق التصحيح موجودة فى باب حـل المشـاكل وهـذه الدورة القصيرة فى البحيرات ممكن أن تؤدى إلى عديد من المشاكل التى تشتمل على أجـزاء ميتـة تقلل من المساحة الفعالة للبحيرة اللازمة للمعالجة والتى تشارك أيضا بمشـاكل الرائحـة وطبقـات الحمأة.

٣-٦ تأثير العوامل الكيميائية علي النشاط البيولوجي ببحيرات التثبيت :

٣-٦-١ الأكسجين

يعتبر الأكسجين ضرورى للأحتفاظ بالأشكال الحية فى البحيرات الهوائية. فتستخدمة البكتريا حتى تظل حية ويتحد الأكسجين بعديد من المركبات ليكون الأكاسيد ويكسر عديد من الجزيئات العضوية المركبة إلى جزيئات بسيطة أكثر ملائمة للبكتريا.

ولأن الأكسجين يستخدم لأكسدة هذه المركبات العضوية فان الأكسجين المذاب يقل فى تناسب مع كمية المواد العضوية الموجودة وهذا يعرف بالأكسجين المطلوب للمخلفات يحتفظ الماء بكمية معينة من الأكسجين المذاب فعندما تكون كمية الأكسجين فى الهواء الذى يدخل الماء يساوى الكمية التى تترك الماء فهذا يسمى بالتشبع ، وفى البحيرات التى تحتوى على الطحالب فأن الماء يصبح فوق المشبع بالأكسجين (أى أن الأكسجين الذى يدخل الماء أكثر من المستهلك).

تميل الرياح أيضا إلى إزالة الأكسجين من الماء عندما تكون البحيرة فوق التشبع أما عندما يكون الأكسجين الذائب أقل من التشبع فان تأثير الرياح يساعد على وصول الأكسجين إلى داخل الماء.

ومن الممكن تعيين تركيز المخلفات بطريقة غير مباشرة وذلك بإجراء تجربة الأكسجين الحيوى الممتص BOD وتعتمد هذه التجربة على تقدير كمية الأكسجين المستهلكة بواسطة البكتريا فى فترة 5 أيام فأذا كان الأكسجين المطلوب أكبر من الأمداد فان البكتريا الهوائية تموت وتتغلب الظروف اللاهوائية بجانب مشاكل التشغيل. ويؤدى النقص فى تركيزات الأكسجين الذائب إلى مياه صرف معكرة وروائح سيئة ونمو الأنواع الخيطية من البكتريا.

٣-٦-٢ المواد الغذائية :

بدون الأمداد الكافى للموارد الغذائية فإن البكتريا سوف تكون قادرة على أن تنمو وتتكاثر وبالرغم من أن عناصر عديدة لازمة إلا أن النيتروجين والفسفور هما العناصر الأساسية اللازمة وتحتوى المخلفات الأدمية عادة على كمية كافية منهم ويوجد النيتروجين فى شكل أمونيا (ن يد ٣)

٣-٦-٣ الرقم الأيدروجينى :

ويستخدم هذا الأختبار فى معرفة حامضية أو قلوية البحيرة (يدل على الوضع الموجود به البحيرة هل هو حامضى أو قلوى) فكل من الأنظمة الهوائية واللاهوائية تحتاج إلى بيئة قلوية للتشغيل الجيد ويجب على القائمين بالتشغيل أن يضبطوا الرقم الأيدروجينى لمياة صرف البحيرة ليعينوا دخول أى مواد سامة إلى البحيرة كما أن pH أو الرقم الأيدروجينى يمكن أن يساعد القائمين بالعمل أن يتنبأوا بأى مشاكل وشيكة الحدوث.فاللون الأخضر يوضح أن (الوسط القلوى) درجة pH عالية أما اللون الأخضر المائل للأصفر فيعنى خفض لدرجة pH (الوسط حامضى) ومن الممكن ألا يتعلق اللون بدرجة pH وذلك عندما تحرك الرياح الشديدة الرواسب الطينية من القاع كما أن المخلفات الصناعية ذات الصبغات الملونة تؤثر على لون مياه بحيرات التثبيت.

كما أن انخفاض الرقم الأيدروجينى يمكن تصحيحة بالسماح للخلية بعدم العمل لعدة أيام قليلة وذلك لأن pH تتغير خلال اليوم وتصل إلى اقل قيمة فى الصباح المبكر وتصل إلى اكبر قيمة فى مؤخرة

الظهيرة وذلك لأن الطحالب تكون فى أكثر نشاطها أثناء ساعات النهار وتسبب بعـض التفـاعلات الكيميائية التىترفع درجة pH.(ثانى أكسيد الكربون المنتج بواسطة البكتريا فى المساء يؤدى إلـى أنخفاض pH).

٣-٦-٤ تصميم وتخطيط وإنشاء بحيرات التثبيت

بحيرات التثبيت هى أحواض كبيرة ضحلة تتكون من تشكيل فى الأرض الطبيعية سواء بـالحفر أو الردم. وتتم معالجة المياه الملوثة فيها بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك متكامـل تقـوم بـه الطحالب والبكتريا وبعض العناصر الموجودة أصلا فى المياه الملوثة (مياه الصرف الصحى) وذلك بإستخدام المقومات الطبيعية مثل درجة الحرارة والرياح وقوة أشعة الشمس ونمو الكائنات الحية من بكتريا وطحالب.

وتعتبر مدة مكث المياه الملوثة فى البحيرات من أهم العوامل المؤثرة فى المعالجة وتتراوح هذه المدة من ٣٠ – ٥٠ يوما لأنواع البحيرات الطبيعية. ويفضل إستخدام بحيرات التثبيت فى معالجة الميـاه الملوثة للمناطق المنعزلة والصغيرة والريفية وخاصة فى المناطق الحارة والجافة وذلك لعدم إحتياجها للصيانة المعقدة أو العمالة المدربة وتعتبر الحل الأقتصادى لمعالجة المياه الملوثة فـى حالـة تـوفر الأرض اللازمة لإنشاء مثل هذه البحيرات.

٣-٧ نظريات تشغيل بحيرات التثبيت

تنشأ بحيرات التثبيت أساساً لمعالجة المياه الملوثة ويتم ذلك بتثبيت جزء كبير من المـواد العضـوية ويتم ذلك بطريقتين هما كما يلى:

٣-١٤-١ طريقة المعالجة اللاهوائية

وتتم فيها عملية التحلل اللاهوائي نتيجة لنشاط البكتريا اللاهوائية ويتم تثبيت المواد العضوية العالقـة والذائبة. وينتج عن ذلك خلايا بكتيرية لاهوائية وأحماض عضوية ومواد ثابتة ، ثم تقـوم البكتريـا اللاهوائية الميثانية بتحويل الناتج إلى المكونات الأساسية وهى الميثان وثانى أكسيد الكربـون وميـاه وأمونيا (ثم تتحول الأمونيا إلى نيترات ثم إلى نترات) أى يتم فى المعالجة اللاهوائية بتثبيت المواد العضوية الذائبة وتحويلها إلى مواد مترسبة.

٣-١٤-٢ طريقة المعالجة الهوائية

وتتم فيها عملية أكسدة للمواد العضوية فى وجود البكتريا الهوائية ونتيجة لهذا النشاط ينتج خلايـا بكتيرية هوائية وثانى أكسيد الكربون وفوسفات وأمونيا (ثم تتحول الأمونيا إلى نيتـرات ثـم إلـى نترات) ويتم إمداد عملية الأكسدة بالأكسجين اللازم عن طريق التمثيل الضوئى للطحالب وفى وجود اشعة الشمس والمياه وثانى أكسيد الكربون تقوم الطحالب بالتكاثر إلى خلايا طحلبية جديدة وتحـرر أكسجين وماء نقى. والشكل رقم (٣-٦) يوضح نشاط الطحالب والبكتريا فى بحيرات الأكسدة.

تنقسم بحيرات التثبيت إلى ثلاثة أنواع هى بحيرات التثبيت (الأكسدة) الطبيعية والبحيرات اللاهوائية الطبيعية والبحيرات المهواة والبحيرات الخاصة.

٨-٣ العوامل المؤثرة في تصميم بحيرات التثبيت

تعتمد أسس تصميم بحيرات الأكسدة على طريقة التخلص والأستفادة من أعادة إستخدام الميـاه بعـد المعالجة. وبالتالى يمكن تحديد درجة المعالجة المطلوبة،والتى تحدد بدورها أسس التصميم المناسبة.

كما أن تخطيط بحيرات الأكسدة والتى تصاحب عملية التصميم يمكن أن تؤثر على تكاليف الإنشـاء والتشغيل والصيانة وكفاءة المعالجة أيضا.

ولذلك يجب الأهتمام والعناية بعمل الدراسات التفصيلية التى تمثل الأسس الفنيـة المطلوبـة لعمليـة التصميم السليمة، وتشمل هذه الدراسات ما يلى:

الدراسات اللازمة لتصميم بحيرات التثبيت الطبيعية

١. كمية تصرف المياه الملوثة الخام ومعدلاته المتغيرة على مدار العام حاليا ومستقبلاً.
٢. خصائص المخلفات السائلة الخام والمواد السامة والضارة بها.
٣. كمية المواد الصلبة المتوقع تراكمها فى قاع البحيرات ومكونات هذه المواد.
٤. درجة الحرارة وكثافة أشعة الشمس والفترة الزمنية المشمسة.
٥. الرياح السائدة وصفاء السماء وتداخل السحب.
٦. معدلات سقوط الأمطار ومعدلات التبخر.
٧. الحمل العضوى والحمل الهيدروليكى.
٨. طبوغرافية المنطقة التى تنشأ فيها البحيرات.
٩. طبيعة التربة ووجود مساحات أراضى متاحة.
١٠. منسوب سطح المياه الجوفية واحتمالات تلوثها.
١١. شكل البحيرات المناسب للموقع وعمقها.
١٢. أمكانية التشغيل على التوالى والتوازى للبحيرات.
١٣. الأستخدمات المناسبة للمياه المعالجة (السيب الناتج).
١٤. تكاليف الأراضى وتكاليف الإنشاء وكذلك تكاليف التشغيل والصيانة.

وعند إجراء التصميمات اللازمة لبحيرات التثبيت لابد من الأخذ فىالأعتبار النقاط التالية:

١. يراعى عند ربط الأكسجين الحيوى المستهلك للمخلفات السائلة بكمية الطحالب المنتظرة علماً بأن كمية الأكسجين اللازمة للبكتريا تغطية كمية الأكسجين المحرر بواسطة الطحالب، ويفرض أن التصميم المستخدم هو كجمBOD / للفدان / يوم وجد أن هذه الطريقة تعطى مساحات للبحيرات أكثر من اللازم مما يزيد من كميات الطحالب التى تسبب مشكلتين :

_ زيادةالحمل العضوى بالبحيرات نتيجة زيادة الخلايا الطحلبية الحية.

_ زيادة الخلايا الطحلبية فى المياه المعالجة وتأثيرها على المسطحات المائية التـى تصـرف فيها هذه المياه بعد معالجتها.

٢. نظرا لأن إزالة الحمل العضوى تعتمد على مدة المكث بالبحيرة وحجم البحيرة وليس المساحة السطحية لذلك يفضل إستخدام البحيرات العميقة بحيث لا يزيد عن ٣-٤ متر فى البحيرات اللاهوائية و١.٠ – ١.٥ متر فى البحيرات الهوائية.

٣. يراعى فى حالة أنخفاض نسبة المواد العالقة بالمياه الملوثة الأستغناء عن إستخدام البحيرات اللاهوائية ، وإستخدام بحيرات هوائية واللاهوائية بشرط ضمان توزيع المواد الرسوبية على مساحة كبيرة من قاع البحيرات.

أعتبارات تصميم بحيرات التثبيت الطبيعية لمعالجة مياه الصرف الصحى

٤. المداخل والمخارج للبحيرات وبينها، تصمم على أساس ١.٥ من التصرف المتوسط (أقصى تصرف).

٥. عند تحديد عمق بحيرات التثبيت يجب مراعاة الآتى :

- العمق الصغير للمياه يسمح بوصول الأكسجين إلى الطبقات السفلى فيحد من نشاط البكتريـا اللاهوائية.
- العمق الكبير قد يساعد النشاط اللاهوائى بالقاع على خفض معدل النشاط الهوائى فى الطبقات السطحية.
- العمق الكافى من شأنة توفير السعة الكافية لأتمام كل من التفاعل الهوائى واللاهوائى بكفاءة. وفى نفس الوقت توفير حيز لترسيب المواد التى يتم تثبيتها وتترسب بالقاع.
- معدل تراكم الرواسب فى البحيرات يتراوح بين ٥٢ إلى ٨٤ لتر/ شخص/ عام وتمثل الأتربة والرمال حوالى 5% منها إلا إذا زودت بحيرات التثبيت عند المدخل بغرفة لفصـل الرمـال ويفضل أن يتم كذلك فصل الزيوت والشحوم والمتواجدة فى المياه الملوثة.

٣-٩ نظم تخطيط بحيرات التثبيت

يتوقف أختيار نظام تخطيط بحيرات التثبيت على عدة عوامل مهمة ومنهـا درجـة الحـرارة والأرض المتاحة وطبيعة عمل البحيرة وطبوغرافية المنطقة ومدخل مياه الصرف الصحى الخام وأماكن الـتخلص من السيب ومدى الأستفادة منه ، وعموما فان نظم التخطيط هى أيضا طريقة تشغيل البحيـرات ويمكـن تلخيصها فيما يلى :

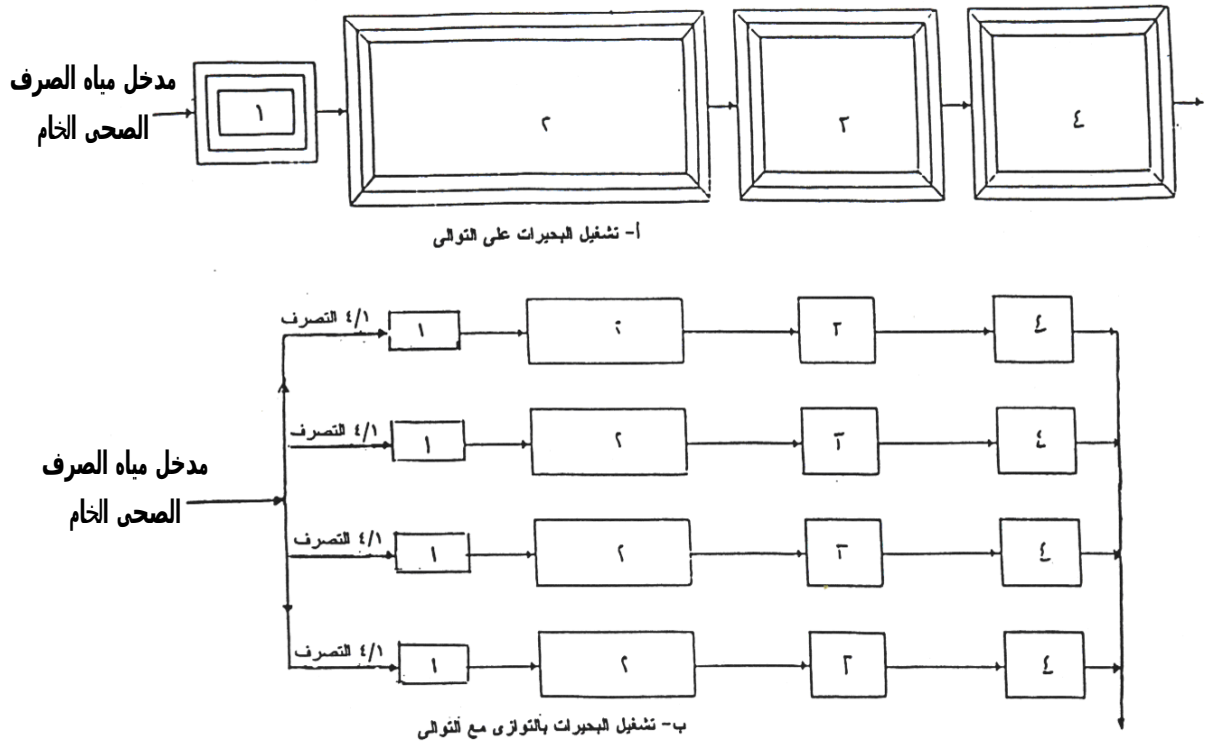
٣-١٦-١ طريقة التشغيل على التوالى

تستخدم فيها عدد من البحيرات على التوالى فمثلا يتم دخول المياه من بحيرة لاهوائية أى تكون البحيرات متوالية واحدة تلو الآخرى.

وهذه الطريقة ذات كفاءة عالية فى خفض أعداد البكتريا الضارة وخاصة إذا كان عدد البحيرات لا يقـل عن أربع بحيرات متتالية.

٣-١٦-٢ طريقة التشغيل على التوازى

يستخدم فيها عدد من البحيرات تعمل متوازية معا أى يوجد أكثر من بحيرة تؤدى نفس العمل أى يوجـد أكثر من بحيرة لاهوائية. وهذه الطريقة تعطى زيادة فى مرونة التشغيل فى حالة صيانة أحدى البحيرات وبالتالى يمكن إستخدام البحيرة البديلة وكما هو موضح بالشكل رقم (٣-٥).



١- بحيرات لاهوائية.
٢- بحيرات مترددة.
٣- بحيرات هوائية (إنضاج).
٤- بحيرات هوائية (إنضاج).

أ) تشغيل البحيرات على التوالى.

ب) تشغيل البحيرات بالتوازى مع التوالى.

شكل رقم (٣-٥) نظم تخطيط بحيرات التثبيت الطبيعية

٣-١٦-٣ طريقة التشغيل بالتوازى مع التوالى

تستخدم هذه الطريقة بان تقسم التصرف (مياه الصرف الصحى الخام) الوارد إلى عدة اقسـام ثنائيـة أو ثلاثية أو أكثر ثم تنقسم البحيرات إلى عدد من البحيرات تعمل كلا منهما على التوالى وهـذه الطريقـة تستخدم فى حالة التصرفات الكبيرة لزيادة المرونة وسهولة التشغيل وكفاءة المعالجة ، كما يمكن فى حالة إنشاء بحيرات التثبيت على مراحل تنشأ مجموعة على التوالى فى المرحلة الأولى ثـم مجموعـة فـى المرحلة الثانية ثم مجموعة فى المرحلة الثالثة.

ويتوقف إختيار نظام تخطيط البحيرة من هوائية أو مترددة (هوائية أو لاهوائية) أو إنضاج على حسـب نوعية المعالجة المطلوبة وكذلك أختيار عدد البحيرات المطلوبة، والجدول رقم (٣-٢) يوضح نسبة إزالة البكتريا القولونية بإختلاف نظام تخطيط البحيرات وطرق تشغيلها.

جدول رقم (٣-٢) كفاءة بحيرات التثبيت لإزالة الأكسجين الحيوى الممتص والبكتريا القولونية بأختلاف نظام تخطيط البحيرات وأختلاف درجات الحرارة

رقم	نوعية البحيرات	نسبة إزالة الأكسجين الحيوى الممتص			نسبة إزالة البكتريا القولونية		
	درجات الحرارة ($م^0$)	١٢	٢٠	٢٥	١٢	٢٠	٢٥
١	**-** هوائية	٤٥	٦٢	٧٠	٦٠	٨٦	٩٣
٢	**-** لاهوائية**+** مترددة	٨٠	٨٨	٩٠	٩٦	٩٩.٥	٩٩.٢
٣	**-** لاهوائية**+** مترددة**+** أنضاج	٨٦	٩٢	٩٤	٩٩	٩٩.٩٧٥	٩٩.٩٥
٤	**-** لاهوائية**+** مترددة**+٣** بحيرات أنضاج	٩٤	٩٥	٩٥	٩٩.٩	٩٩.٩٩٩٦	٩٩.٩٩
٥	- مترددة	٧٥	٨٠	٤٨	٩١	٩٧	٩٨
٦	-مترددة+ أنضاج	٨٦	٩٠	٩٣	٩٨.٢	٩٩.٩٤	٩٩.٩٨
٧	-مترددة+٣بحيرات أنضاج	٩٣	٩٥	٩٥	٩٩.٩	٩٩.٩٩٨	٩٩.٩٩
٨	- مهواه	٧٠	٨٠	٨٢	٧٢	٩٣	٩٦
٩	- مهواة+ أنضاج(١٠ أيام)	٨٤	٩٢	٩٣	٩٥	٩٩.٥	٩٩.٩
١٠	- مهواة+٣بحيرات أنضاج	٩٣	٩٥	٩٥	٩٩.٩	٩٩.٩٩٦	٩٩.٩٩

<u>ملحوظة:</u>

البيانات الموضحة بهذا الجدول السابق تحقق الفروض الآتية:

أ- نوعية المياه الملوثة الخام هى مخلفات منزلية سائلة (أى مياه صرف صحى).

ب- مدة المكث للبحيرات اللاهوائية = ٢يوم

ج- مدة المكث للبحيرات المترددة = ٧-١٥ يوم

د- مدة المكث لبحيرات الأنضاج = ٥ يوم

ه- نسبة إزالة الأكسجين الحيوى الممتص طبقاً للمعادلات الرياضية المذكورة فيما بعد

٣-١٠ بحيرات الأكسدة المهواه لمعالجة مياه الصرف الصحى

يمكن اعتبار هذه الطريقة تطوير لبحيرات الأكسدة الطبيعية لرفع كفاءتها كما إنها تعمل بنظرية الحمأة المنشطة (التهوية الممتدة) وفائدة التهوية للبحيرات هى كما يلى :

فوائد التهوية الصناعية للبحيرات المهواة

١. تهوية البحيرات يسمح بخلط المياه الملوثة لمنع ظاهرة الطبقية فيها وكذلك رفع المواد العضوية المترسبة بالقاع للطبقات السطحية التى تنشط فيها البكتريا الهوائية.
٢. تتيح التهوية إمداد مياه البحيرة بالأكسجين الذائب, وتكون درجة التقليب صغيرة ولا تسمح برسوب المواد العالقة.
٣. مزج كامل لمياه البحيرة, مثل ما يحدث فى طريقة الحمأة المنشطة ولكن تركز المواد العالقة الصغيرة, وبدون أى حمأة معادة, وفى هذه الحالة قد تختفى الطحالب تماما من المياه الخارجة من البحيرة لأن درجة عكارة المياه نتيجة للمزج الكامل يمنع اختراق أشعة الشمس لمياه البحيرة وبالتالى لايساعد على نمو الطحالب.

ويمكن تهوية البحيرات المهواة بأحد الطرق الآتية :

أ- الطرق الميكانيكية السطحية.

ب- الهواء المضغوط.

ولكل من الطريقتين مميزاتها, فالطرق الميكانيكية تتميز بسهولة مد الكابلات الكهربائية التى لا تحتاج إلى الوقت والتكاليف الذى يحتاجة مد مواسير الهواء المضغوط. وطريقة الهواء المضغوط تتميز بامكانية رفع درجة حرارة مياه البحيرة كما أن أعمال الصيانة لضاغطات الهواء أقل منها فى معدات التهوية السطحية إلا أن صيانة شبكات توزيع الهواء وكذلك ناشرات الهواء صيانةصعبة ومكلفة.

٣-١١ نظم معالجة مياه الصرف الصحى بالبحيرات المهواة

يتم دخول المياه الملوثة الخام بعد المصافى إلى البحيرات المهواة وهى بحيرات الأكسدة ولكن عمقها يتراوح بين ٢.٥ إلى ٥.٠ متر وميل الجوانب من (١:١.٥) أو (٢ : ١) وذلك حسب ظروف التشغيل والتصميم وفى هذه البحيرات تؤدى عملية التهوية الوظيفة التى تقوم بها الطحالب فى بحيرات الأكسدة وتتراوح مدة بقاء المياه فى البحيرات بين ٢ إلى ٦ أيام أو أكثر حسب خواص المخلفات السائلة كما يتم امداد البحيرات بالهواء عن طريق قلابات الهواء ميكانيكية ذات قدرة (٥ أو ١٠ أو ١٥) حصان ميكانيكى ويختلف قدرة القلاب حسب حجم البحيرة وبالتالى يتم امداد البحيرة بالهواء اللازم لعملية مزج محتويات البحيرة وكذلك الأكسجين الكافى لعملية الأكسدة البيولوجية. وعند تحديد قدرة القلابات يتم فرضها تقريباً بما يعادل ٥ وات/م^{٣} من حجم البحيرات وذلك لعملية المزج فقط, ويعبر عنها بـ كجم أكسجين/كيلووات ساعة. كما أن المساحة المحددة لكل قلاب والمسافة المتروكة بين القلابات لابد من تحديدها للوصول إلى تركيز الأكسجين الكافى.

وفى بعض الأحيان تخرج المياه من البحيرات المهواة إلى أحواض ترسيب نهائية يتم فيها ترسيب المواد العالقة فى المياه وتخرج المياه المعالجة إلى أحواض مزج الكلور ثم إلى أقرب مصرف ليتم التخلص منها ويتم سحب الحمأة أيضا من أحواض الترسيب النهائية إلى طلمبات الحمأة ليتم إعادة جزء منها إلى

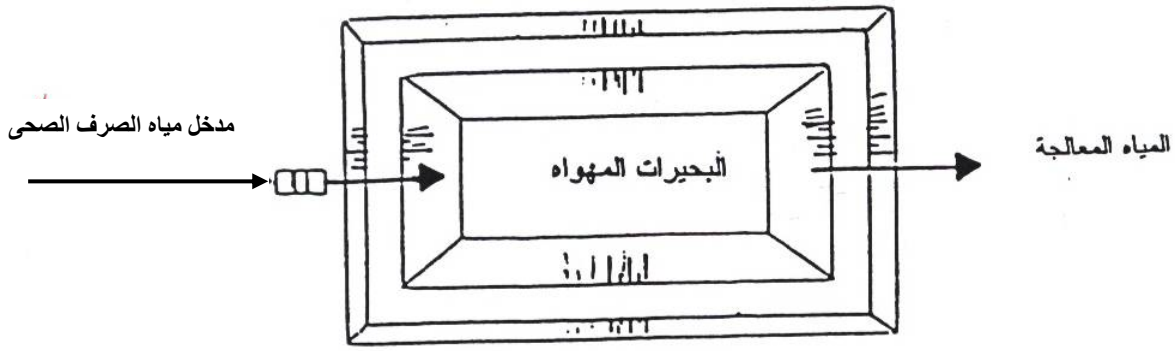
البحيرات المهواه وتسمى الحمأة المعادة (الحمأة المنشطة), والجزء الباقى يتم رفعة إلى أحواض التجفيف الطبيعية (أحواض التجفيف الرملية) حيث يتم تجفيفة ثم التخلص منه.

١٢-٣ أنواع البحيرات المهواه

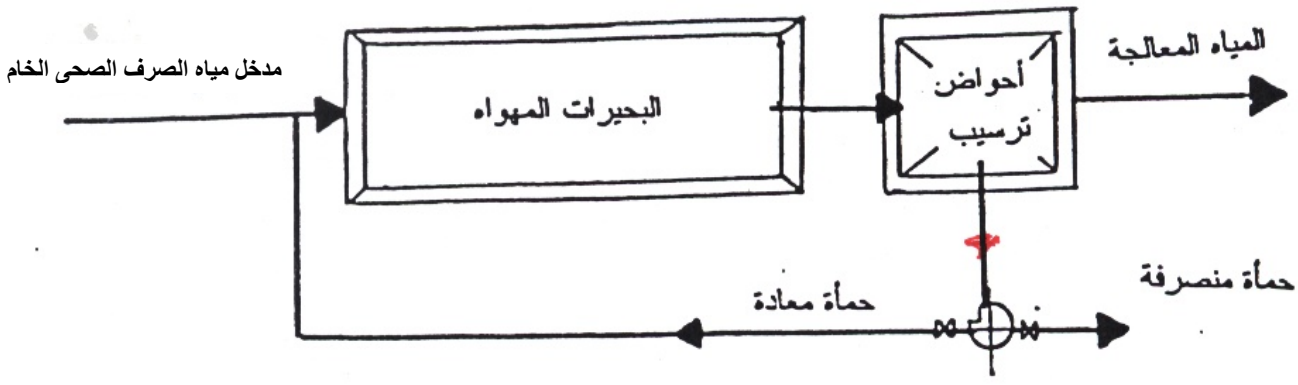
تختلف البحيرات المهواة بإختلاف طريقة التخلص من الرواسب والمواد العالقة وكـذلك كميـة الطاقـة اللازمة لتهوية البحيرة وهذه الأنواع هى :

١-١٢-٣ البحيرات المترددة (هوائية ولا هوائية) المهواه

تشبة إلى حد كبير بحيرات الأكسدة المترددة ما عدا إستخدام المعدات الميكانيكية فى تهويـة البحيـرات وتوزيع الأكسجين الذائب فى مياه البحيرة. ولكن درجة التهوية وأن كانت تمـد الميـاه فـى البحيـرة. بالأكسجين إلا إنها لا تكفى لأبقاء المواد الصلبة عالقة بالمياه فيرسب نسبة منها بالقاع حيث يتم تثبيتها لا هوائيا وفى حين تتأكسد النسبة العالقة هوائيا ثم تخرج المياه المعالجة إلى أماكن التخلص منها ، وفى هذه البحيرات يتم إزالة حوالى ٧٠ – ٩٠ % من الأكسجين الحيوى الممتص ولا يتبعها أحـواض ترسـيب نهائية وكما هو موضح بالأشكال أرقام (٣-٦) و (٣-٧).



شكل رقم (٣-٦) مسار مياه الصرف الصحى فى البحيرات الهوائية المهواة



شكل رقم (٣-٧) مسار مياه الصرف الصحى فى البحيرات المهواة (تهوية ممتده)

٣-١٢-٢ بحيرات هوائية مهواه

وهى نفس بحيرات الأكسدة ومزودة بقلابات سطحية ميكانيكية لكى تمد البحيرة بالأكسجين الكافى لعملية الأكسدة البيولوجية كما أن قوة التقليب لا تسمح أيضاً بترسيب المواد العالقة وتبقيها عالقة كما فى أحواض الحمأة المنشطة ولكن بدون حمأة معادة ولا يتبعها أحواض ترسيب نهائية.

وعموما فإن هذه الطريقة أقل كفاءة من البحيرات المترددة لأن المواد الصلبة وأن كان يتوفر لها ظروف الأكسدة الهوائية إلا إنها تخرج كلها فى المياه المعالجة وتكون فيها نسبة إزالة الأكسجين الحيوى الممتص حوالى من ٥٠ إلى ٦٠ % لذلك يفضل أن يصحب هذه البحيرات بحيرات أخرى للمعالجة.

٣-١٢-٣ البحيرات المهواه بالتهوية الممتدة (إعادة الحمأة)

البحيرات المهواه بالتهوية الممتدة هى طريقة مبسطة من عملية التهوية الممتدة ومن البحيرات المهواه ويكون فيها القوى الميكانيكية للقلاب كبيرة بحيث تمد البحيرة بالأكسجين الكافى لعملية الأكسدة البيولوجية والكافى لعدم حدوث أى ترسيب وبقاء المواد الصلبة عالقة، ويكون تركيز المواد العالقة فيها عالى جداً وذلك ناتج من إعادة الحمأة إلى البحيرات مرة أخرى وذلك بأحد الطرق الآتية :

١- تخرج مياه الصرف الصحى المعالجة من البحيرات إلى أحواض ترسيب حيث تخرج المياه المعالجة منها وتترسب الحمأة التى ترفع بواسطة طلمبة الرفع إلى البحيرة مرة أخرى وتسمى الحمأة المعادة والجزء المتبقى منها يرفع إلى أحواض التجفيف للمحافظة على الحمل العضوى ثابت.

٢- يمكن إنشاء جزء من البحيرة المهواه وأعتباره جزء للترسيب داخل البحيرة بدلا من إنشاء أحواض ترسيب منفصلة وتتراوح نسبة إزالة الأكسجين الحيوى الممتص حوالى ٩٥ – ٩٨ %.

٣- التشغيل المتقطع للبحيرات، ويحدث كالآتى :

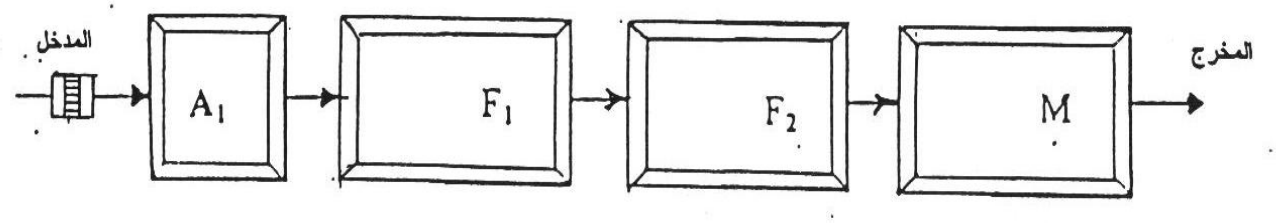
أ- أيقاف معدات التهوية بعد مدة تهوية كافية، ولفترة تسمح بالترسيب ، وتصل هذه الفترة لحوالى ساعة ، لا يسمح خلالها بدخول المياه الملوثة للبحيرة حيث يتم تحويل هذه المياه لبحيرة أخرى تعمل بالتوازى مع البحيرة الأولى.

ب- بعد فترة الترسيب يصرف جزء من الطبقة العليا لمياه البحيرة فى الموقع المخصص لأستقبال المياه الملوثة المرسبة أو فى بحيرة أخرى تعمل بالتوالى مع البحيرة الأولى.

ج- بعد ذلك يتم تشغيل معدات التهوية مرة أخرى مع دخول المياة الملوثة لبحيرة أخرى.

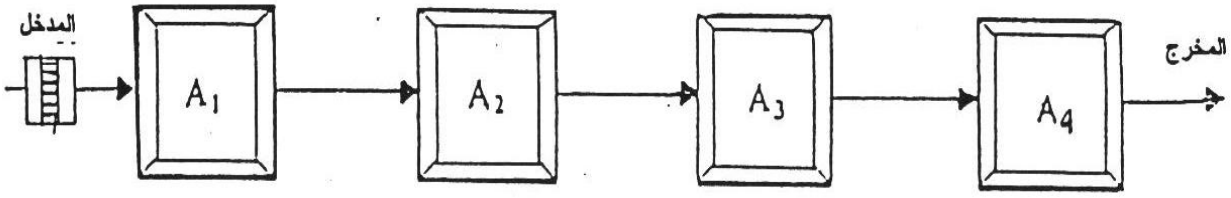
٣-١٢-٤ تشغيل البحيرات المهواة

تستخدم طرق كثيرة فى التشغيل سواء من ناحية درجة التهوية أو فى نظام التشغيل نفسة بتخطيط البحيرات على التوالى والتوازى وكل هذه العوامل ترتبط بنوعية وخواص المخلفات السائلة ، ثم بدرجة المعالجة المطلوبة، وما يتبع ذلك من امكانية إستعمال المخلفات السائلة المعالجة للاستفادة منها، ونذكر بعض هذه الطرق التى توصل اليها الباحثون واستخدمت فى مناطق كثيرة من العالم كما امكن إستخدامها بنجاح فى مصر (السويس والاسماعيلية وبورسعيد)، وكما هو موضح بالشكل رقم (٣-٨).



الطريقة الأولى

بحيرة مهواة هوائية تليها بحيرات أكسدة



الطريقة الثانية

مراحل متوالية من البحيرات المهواة الهوائية

A بحيرات مهواة هوائية

F بحيرات أكسدة مترددة (هوائية لاهوائية)

M بحيرات أكسدة هوائية (إنضاج)

شكل رقم (٣-٨) الطريقة الأولى والثانية من طرق تشغيل البحيرات المهواة

٣-١٢-٤-١ الطريقة الأولى

وفى هذه الطريقة تبدأ من المرحلة الأولى بتهوية المخلفات السائلة ثم يتبع ذلك مراحل متوالية من بحيرات الأكسدة الهوائية اللاهوائية (المترددة).

٣-١٢-٤-٢ الطريقة الثانية

يمكن تشغيلها على أساس وحدة بحيرة بها تهوية كافية للتقليب الكامل يتبعها ثلاث وحدات بحيرات متتالية بها تقليب أقل بحيث تعلق بعض المواد الصلبة ويرسب الباقى، كما يمكن إضافة وحدة بحيرة لتحسين خواص المياه بمدة بقاء تصل لخمسة أيام.

وبالنسبة للبحيرة الأولى التى تحتاج لتقليب كامل تكون الطاقة المطلوبة لمعدات التقليب لا تقل عن ٦ (وات/م^3) والطاقة المطلوبة فى الثلاث وحدات المتتالية لايقل عن واحد (وات/م^3).

وفى هذه الطريقة يكون مجموع مدة بقاء مياه الصرف الصحى فى البحيرات الأربعة مقارب لمدة بقاء مياه الصرف الصحى فى البحرات المهواه ذات المرحلة الواحدة.

وهذه الطريقة بمراحلها المتعددة المتتالية لها المميزات الاتية :

التقليب الكامل للمرحلة الأولى من البحيرات يجعل مياه البحيرة كلها فى حالة أكسدة هوائية وتكون المواد الصلبة كلها عالقة بالمياه.

فى المراحل التالية التى يتوفر فيها تقليب ضعيف يتم ترسيب نسبة من المواد العالقة فى القاع تتحلل بالطرق اللاهوائية ، وعلى ذلك فهذه البحيرات تعمل ايضا عمل حوض الترسيب ، أما المواد المعلقة التى لا تترسب فيتم أكسدتها بالبكتريا الهوائية.

وكما سبق فى طرق تشغيل بحيرات الأكسدة الطبيعية ، فان فى البحيرات المهواه يمكن تقسيم البحيرة إلى اجزاء، أو تشغيلها على التوازى، إلا أن التشغيل على التوالى له المزايا الاتية :

يمكن تشغيل البحيرة الأولى بمعدل تهوية كافية لعملية التهوية والتقليب.يتم تشغيل البحيرات التالية والمتتالية بمعدل تهوية اقل بحيث تعمل بطريقة هوائية وبذلك يكون استهلاك الطاقة اقل ما يمكن.

٣-١٢-٥ إنشاء البحيرات المهواة

تنشأ البحيرات المهواة مثل بحيرات الأكسدة تماما ولكن يزيد العمق فيها عن بحيرات الأكسدة ليصل إلى ٢.٥ – ٥.٠ متر ، ويتم إنشاء البحيرات المهواة فى التربة الطبيعية – اذا كانت متماسكة مع تكسية الجوانب المعرضة لحركة المياه بالدبش ولكن فى حالة الارض المسامية والضعيفة فيتم تكسية القاع والجوانب بالدبش أو الحجارة أو الطوب أو الخرسانة مع مراعاه إنشاء مناطق لمداخل و المخارج من الخرسأنه المسلحة أو المواسير الحديد كما فى مداخل ومخارج بحيرات الأكسدة.

وفى حاله إستخدام المعدات الميكانيكية للتهوية ثابتة – يجب مراعاه ذلك عند الإنشاء والتأكد من ثبات منسوب المياه فى البحيرات مع تغير التصرف حتى يكون العمق المغمور من هذه المعدات ثابتا وبالتالى تعمل بأعلى كفاءتها. اما فى حاله إستعمال معدات تهوية عائمة فان تغير منسوب المياه فى البحيرات لا يؤثر فى كفاءه التهوية ، حيث يظل الجزء المغمور فى المياه ثابتا مهما تغير منسوب المياه فيها. ونتيجة لذلك فتكسية البحيرات بالحجارة بطريقة اقتصادية أو تركها كالارض الطبيعية بحيث لا يؤثر فى تشغيلها مهما حدث من تسرب مما يؤدى إلى تغير فى منسوب المياه فيها طالما استخدمت المعدات العائمة على التهوية وفى هذه الحاله ترفع الكابلات الموصلة لمعدات التهوية العائمة فوق سطح المياة حتى موقع العوامات. كما يمكن تثبيت هذه الكابلات بالحبال الحديدية التى تربط العوامات بجوانب البحيرات ويكون شكل البحيرات عادة مستطيلا لا يزيد الطول عن ضعف العرض ، ولكن يمكن انشائها بأى شكل حسب طبوغرافية المنطقة بحيث يتم تحديد مواقع معدات التهوية لتعطى خلط متجانس فى البحيرات.

وفى حالة قرب المياه الجوفية من سطح الارض يفضل إنشاء البحيرات فوق سطح الارض ولو جزئيا وهذا يساعد على إستخدام المياه المعالجة فى الرى بالانحدار الطبيعى (الراى بالراحة).

وتكون ماسورة المدخل مغمورة للتحكم فى الرائحة ويكون هدار المخرج بطول كافى لمنع ارتفاع المياه فوق الهدار فى حاله التصرفات القصوى ، ثم يوضع حاجز قبل الهدار لمنع تأثير حركة السطح التاتجة عن التهوية.كما يجب التقيد بجميع الملاحظات السابق الاشارة اليها عند إنشاء بحيرات الأكسدة.

٦-١٢-٣ مقارنة بين بحيرات الأكسدة الطبيعية والبحيرات المهواة

يمكن تلخيص نقاط المقارنة بين بحيرات الأكسدة الطبيعية وبحيرات الأكسدة المهواه كما يلى :

فى البحيرات المهواة تتدنى عملية التهوية الطبيعية التى تقوم بها الطحالب فى بحيرات الأكسدة ولذلك تنخفض مدة بقاء المياه فى البحيرات المهواة لتصل إلى ٣ – ٥ أيام أو أكثر حسب خواص المخلفات السائلة المطلوب علاجها.

بمقارنة بحيرات الأكسدة بالبحيرات المهواة نجد أن عمق البحيرات المهواة يصل إلى ضعف أو ثلاثة أو أربعة أضعاف عمق بحيرات الأكسدة ، كما أن مدة بقاء المياة فى البحيرات المهواة يقل بمقدار النصف أو الثلث أو الربع عن مدة بقائة فى البحيرات الأكسدة ، وعلى ذلك فالبحيرات المهواة تحتاج لمساحة تصل إلى ١٠% من مساحة بحيرات الأكسدة ، وهذه المقارنة لها أهمية خاصة فى حالة القرى كبيرة التعداد السكانى والتى تحتاج فيها بحيرات الأكسدة إلى مساحات كبيرة جدا من الأرض اذا أستخدمت كطريقة لمعالجة مياه الصرف الصحى.

ولذلك عند إجراء مقارنة لإستخدام احدى طريقتى بحيرات الأكسدة أو البحيرات المهواة يجب دراسة الاتى :

- تكاليف المساحات الشائعة من الاراضى المطلوبة لبحيرات الأكسدة بالإضافة إلى تكاليف انشائها.
- تكاليف معدات التهوية وصيانتها وتشغيلها واستهلاكها من الطاقة وكذلك تكاليف إنشاء مثل هذه الوحدات.

٧-١٢-٣ أهمية البحيرات المهواة ومميزاتها

تزداد أهمية هذه الطريقة مع الوقت لإنها تعطى درجة عالية من الكفاءة وتشجع على اعادة إستعمال المياه المعالجة ، والاهم من ذلك تجعل التخلص من الحماة أمرا بسيطا وسهلا لا يمكن مقارنته بطرق المعالجة الأخرى ، والتى تمثل الحماة فيها مشكله رئيسية ، ويمكن تلخيص مزايا إستخدام البحيرات المهواة كما يلى : -

١- إستخدام التهوية فى البحيرات المهواة بصغر مساحات الارض التى تحتاجها كذلك يمكن التخلص من مشاكل انتشار الناموس والذناب والرائحة، كما أن هذه الطريقة يمكن تشغليها بسرعة.

٢- البحيرات المهواة يمكن إستخدامة كطريقة متكاملة لمعالجة المخلفات السائلة شديدة التلوث بالمواد العضوية أو تستخدم كمرحلة أولى قبل بحيرات التثبيت أو فى حالة عدم توفر مساحات كافية من الاراضى.

٣- فى حالة وجود مواد عالقة بتركيز كبير فى السيب الخارج من البحيرات المهواة بسبب عملية التهوية وما ينتج عنها من تقليب. فهذا لا يؤثر فى إستخدام هذا السيب فى الرى أما اذا إحتياج الامر إلى خفض تركيز المواد العالقة فيمكن إستخدام بحيرات بعمق صغير تستقبل السيب من

البحيرات المهواة ليحدث فيها ترسيب للمواد الرسوبية العالقة ، يمكن إستخدام هذه البحيرات الإضافية فى تربية الاسماك حيث تكون المياه بها مناسبة لهذا الغرض.

٤- ملائمة هذه الطريقة لجميع مجالات اعادة إستعمال (الأستفاده) المياه والتى توفرها طريقة التشغيل المرنة الممكنه ، فمثلاً :

- يمكن زيادة قوة التهوية بإضافة وحدات جديدة للتهوية.
- يمكن إضافة أحواض ترسيب اذا كانت البحيرات تعمل اصلا بدون أحواض وتنشأ هذه الأحواض اما داخل البحيرة أو خارجها.
- يمكن تعديل نسبة الحمأة المعادة.
- وهذا كلة يزيد من سعه البحيرات فى إستيعاب الأحمال العضوية والهيدروليكية المتغيرة والمتزايدة، وهذه التعديلات ممكنه وعملية فى الأحوال التى لا يطلب فيها فى الفترات الأولى من التشغيل درجات معالجة عالية الكفاءة كإستخدام المياه فى إستصلاح الاراضى مثلاً، ثم مع زيادة التصرفات أو الحاجة إلى درجة كفاءة أكبر يمكن عمل التعديلات أو الإضافات المناسبة والتى تعتمد على عوامل كثيرة منها، خواص مياه الصرف الصحى الخام ودرجة الحرارة وإستخدام المياه بعد المعالجة.

كما أن هذه الطريقة يمكن إعتبارها من حيث البساطة ووفر التكاليف فى الترتيب الأتى بين طرق المعالجة الأخرى لمعالجة مياه الصرف الصحى :

- الأول : بحيرات الأكسدة الطبيعية.
- الثانى : البحيرات المهواه.
- الثالث : قنوات الأكسدة.
- الرابع : طرق المعالجة التقليدية الأخرى.

٥- وفى حالة تشغيل البحيرات المهواة كبحيرات هوائية لاهوائية تكون أرخص فى التكاليف وأسهل فى التشغيل، ولكنها تحتاج إلى مساحة أكبر فى الأرض وهو يتوفر بكثرة فى المناطق الصحراوية بجمهورية مصر العربية.

٦- أن طريقة التهوية المطولة تكاليفها أكبر فى الإنشاء والصيانه، إلا أنها تبقى أسهل وأرخص من الطرق التقليدية الأخرى التى تمثل فيها الحمأة مشكلة جوهرية لا يمكن إخفائها وإستنتاجاً لكل ما سبق فإن البحيرات المهواة بطرق تشغيلها المختلفة تصبح أنسب الطرق من الناحية الإقتصادية لمعالجة مياه الصرف الصحى فى الدول النامية، وذلك للقرى الكبيرة فى تعداد السكان أو للمدن الصغيرة والمتوسطة الحجم وتتمتع بوجود ظهير صحراوى لهذه المدن.

٣-١٣ المعالجة البيولوجية اللاهوائية لمياه الصرف الصحي

Anaerobic Biological Sewage Treatment

٣-١٣-١ المعالجة البيولوجية اللاهوائية

تتواجد وتتكاثر نوعيات الكائنات الحية الدقيقة فى مراحل وحدات المعالجة اللاهوائية على أساس العوامل التى تساعد فى تهيئة البيئة الملائمة لحياة هذه الكائنات. ومن هذه العوامل :

١. خصائص المخلفات السائلة.

٢. تركيز المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً.

٣. الأس الأيدروجينى pH، ودرجة الحرارة.

٣-١٣-٢ النشاط البيولوجي اللاهوائي

فى غياب الأكسجين الذائب من المخلفات السائلة، ينتج عن النشاط اللاهوائى للبكتريا خلايا بكتيرية جديدة، وعناصر غير مستقرة مثل الأحماض العضوية، وكحوليات، والكيتين (مركبات عضوية ناتجة من أكسدة الكحوليات الثانوية)، وكذلك غاز الميثان وهو الناتج الأكثر إنتاجا فى عمليات المعالجة اللاهوائية، وتمر العملية البيولوجية بمرحلتين هما :

المرحلة الأولى : مواد عضوية = بكتريا ← خلايا بكتيرية جديدة + أحماض عضوية وكحوليات

المرحلة الثانية : نواتج المرحلة الأولى + بكتريا ← خلايا بكتيرية جديدة +غاز الميثان + غاز ثانى أكسيد الكربون + ثانى أكسيد الكبريت + المياه + أمونيا.

وتبعاً لذلك يحدث انتاج غاز الميثان على مرحلتين :

يتم فى المرحلة الأولى تحويل المواد العضوية الى أحماض عضوية وكحوليات بواسطة بكتريا خاصة بذلك معروفة باسم Acid forming micro-organisms.

وتقوم بعد ذلك المجموعة الثانية من البكتريا اللاهوائية المعروفة باسم Methane Bactria باستمرارية الأكسدة اللاهوائية وتحويل ما تبقى من المواد العضوية الى غاز الميثان وثانى أكسيد الكربون، وكبريتات الهيدروجين، وتتم هذه العمليات بصورة أبطأ من عمليات الأكسدة الهوائية.

وهذه المرحلة تحتاج لعناية خاصة فى التشغيل لأنها تحتاج الى أس إيدروجينى pH بين ٦.٥ الى ٧.٥، ولذلك فالمرحلة الأولى تتسبب فى خفض ملحوظ فى الأس الإيدروجينى ويمنع بذلك نشاط البكتريا المنتجة للميثان وينتج من ذلك مركبات ذات رائحة غير مرغوبة وإذا استمر إنتاج المركبات الحمضية يقل الأس الإيدروجينى أكثر فيمنع نشاط البكتريا المنتجة للأحماض وينعدم النشاط البيولوجى.

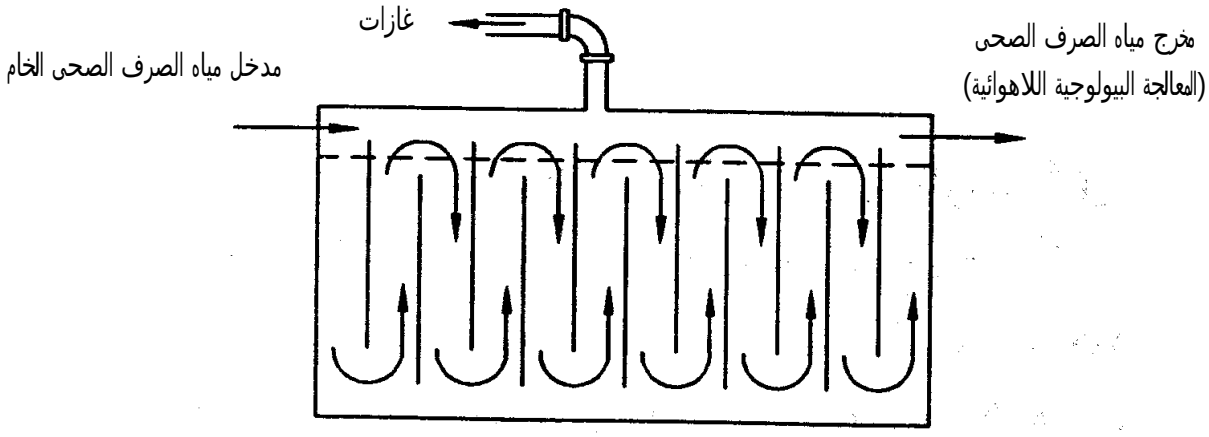
ولذلك فمتابعة قياس الأس الإيدروجينى والتحكم فيه من أهم عوامل التشغيل فى عمليات المعالجة اللاهوائية، ويستخدم الجير وهو رخيص الثمن، وعموما فان الأفضل هو القياس المستمر لكل من الأس الإيدروجينى والأحماض الطيارة.

ويمكن الأستفادة من البيوجاز الناتج فى معالجة الحمأة أو المخلفات السائلة التى تحتوى على تركيزات عالية من المواد العضوية القابلة للتحلل بواسطة البكتريا.

٣-١٣-٣ أحواض المعالجة اللاهوائية ذات الحواجز المتوازية

Anaerobic Baffled Reactors

تكون هذه الأحواض مستطيلة، والمزودة بداخلها حواجز متوازية لتوجيه مياه الصرف الصحى إما رأسياً لأعلى وأسفل، أو أفقياً بتغيير إتجاهها عند نهاية الحواجز. ويوضح الشكل رقم (٣-٩) أحد هذه الوحدات. ويسمح تصميمها بسريان المياه ببطء لتسمح للنشاط اللاهوائى البيولوجى أن يتم بصورة طبيعية تبعاً لأشتراطات وأسس التصميم.



شكل رقم (٣-٩) حوض التفاعل البيولوجى اللاهوائى ذو حواجز تمر به مياه الصرف الصحى لأعلى وأسفل وأفقياً

وعادة لا تكون السرعة بين الحواجز كبيرة حتى لا تتسبب فى خروج تركيز عالى من المواد العالقة فتقل بذلك مدة بقاء المواد العالقة فى وحدة المعالجة.

وتقل كفاءة خفض المواد العضوية فى حالة اعادة نسبة أكبر من ٢٠% من المياه المعالجة لمدخل حوض التحلل اللاهوائى، إلا أنها تزيد فى حالة مراعاة ظروف مكونات المخلفات السائلة حيث يمكن أن تساعد النسبة المعادة من المياه فى زيادة نشاط البكتريا المنتجة لغاز الميثان بنسبة كبيرة بالإضافة الى التحكم فى درجة الحموضة فى مناطق مداخل الأحواض، كما أن اعادة المياه المعالجة لمداخل الأحواض تخفض من تركيز المواد الضارة المؤثرة فى الأنشطة البيولوجية.

مميزات إعادة المياه من المخرج للمدخل :

- تلامس أكثر بين الكائنات الحية الدقيقة والمواد القابلة للتاكسد.
- لا تتأثر كثيرا بالتغير فى درجة الحرارة.
- رفع قيمة pH فى مناطق المدخل.

- خفض تأثير المواد السامة التى تؤثر على نشاط البكتريا.
- إمكانية معالجة المخلفات السائلة التى تحتوى على تركيزات متوسطة وعالية من المواد العضوية والشوائب الأخرى وبأحمال متغيرة.
- تحمل العملية للأحمال الفجائية الهيدروليكية والعضوية.

عيوب عملية الإعادة :

- تسبب عملية الأعادة بنسب كثيرة، زيادة حركة المياه وتؤثر على العوالق والطبقات البيولوجية.
- تزيد من المناطق الغير فاعلة بوحدات المعالجة.
- تساعد على هروب مواد عالقة من المخرج النهائى.
- تقل الكفاءة الكلية للعملية.

٣-١٣-٤ تهيئة عملية المعالجة للتشغيل

فى عمليات المعالجة البيولوجية يكون الهدف فى مرحلة التشغيل هو تهيئة وحدة المعالجة لتحتوى على التركيز الكافى من الكائنات الحية الدقيقة فى صورة متحركة أو ثابتة حسب التجهيزات الهندسية بداخل حوض المعالجة. ويكون الحمل العضوى فى حدود (٥٠٠ – ٢٠٠٠) مجم / لتر مع مراعاة التحكم فى درجة الأس الأيدروجينى، وتشير البحوث الأخيرة الى أن أفضل طريقة لبداية التشغيل هو مدة بقاء المياه فى الأحواض حوالى ثلاثة شهور، حتى يتم الحصول على درجة ثابتة لعملية المعالجة، بعدها يتم خفض مدة بقاء المياه تدريجيا بحرص مع مراعاة جميع العوامل المؤثرة فى كفاءة ونجاح عملية المعالجة.

٣-١٣-٥ أسس التصميم للأحواض ذات الحواجز الداخلية

١. تركيز الأكسجين الكيمائى المستهلك = (٣٠٠ – ٩٠٠) مجم / لتر.

٢. الحمل العضوى = (٨٠٠ – ٢٠٠٠) جم أكسجين كيمائى مستهلك لكل متر مكعب من حجم المفاعل

٣. البيولوجى اللاهوائى فى اليوم.

٤. مدة بقاء المياه فى الحوض = (٥ – ١٥) ساعة.

٥. كفاءة خفض الحمل العضوى = (٧٥ – ٩٠) %.

٦. السرعة الرأسية(فى النوع الرأسى الإتجاه) = م٣/ ساعة.

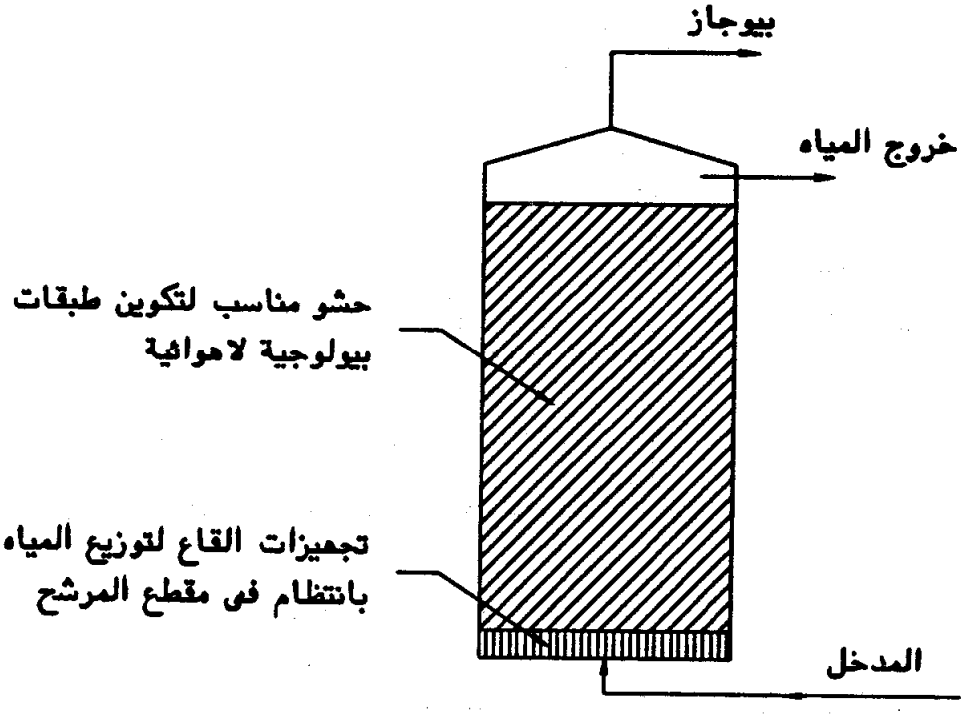
٧. عدد الغرف بين الحواجز فى الحوض = (١٢ – ٨) حسب الأبعاد.

٣-١٣-٦ أحواض ذات مساحة سطحية كبيرة

ومن هذه الأحواض أنواع تسير فيها المياه اما راسيا أو أفقيا. وبالنسبة للنوع الأول يكون عادة الحوض دائرى وبه مواد خفيفة الوزن صغيرة السمك بأشكال متعددة (العامل الأساسى فيها أن تكون مساحتها السطحية كبيرة وتعطى فرصة لتكوين طبقة بيولوجية على أسطح هذه المواد (Fixed Film Units) كما تساعد أشكالها على تجانس مرور المياه على الطبقات البيولوجية حتى تتم عملية التحلل اللاهوائى بالمعدل التصميمى.

وفى الأحواض التى تسير فيها المياه أفقيا يمكن تقسيم الحوض الى أجزاء يفصلها حواجز رأسية وتوضع مواد الحشو داخل هذه الأجزاء، وتكون هذه المواد بأشكال كثيرة منها :

- ألواح متعرجة رأسية متوازية.
- ألواح متعامدة مائلة أو رأسية لضمان مرور المياه على جميع الأسطح.
- مواسير دائرية قطرها (٣–١٠) سم، وطولها يساوى قطرها تقريبا، ويكون بها فتحات فى جدارها بأشكال هندسية مختلفة وغير متماثلة، وتوضع بالحوض بطريقة غير منتظمة.ويوضح الشكل ١-٢٦ تفاصيل المرشح اللاهوائى تسير فيه المياه لأعلى



شكل رقم (٣-١٠)

تفاصيل المرشح اللاهوائى الرأسى (الميل لأعلى)

٣-١٣-٧ أحواض تسير فيها المياه لأعلى خلال طبقة من المواد العالقة

Upflow Anaerobic Sludge Blanket

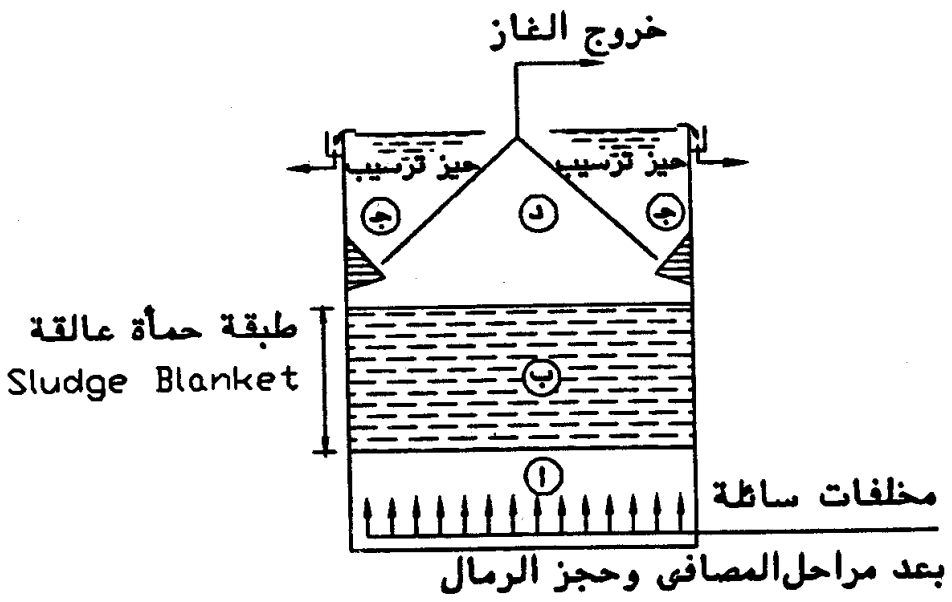
يوضح الشكل رقم (٣-١١) تفاصيل هذه الأحواض والتى تتكون من :

١. جزء سفلى تدخل إليه المياه من جهة أو من جهتين بحيث يتم توزيعها فى قطاع الحوض بصورة متجانسة ومتساوية.

٢. طبقة عالقة من الحمأة Sludge Blanket يتراوح ارتفاعها بين (٢٠٠٠-٢١٢٠) سم، ويكون تركيز العوالق فيها حوالى ١٠٠ جم / لتر.

٣. أجزاء علوية للترسيب يصل طولها لحوالى ١٢ متر، وعمق المياه فيها يصل لحوالى (٢٠٠ – ٢٥٠) سم، ومعدل التحميل السطحى فى حدود (٢٠ – ٣٠) م^3/م^2/يوم.

٤. جزء فى أعلى الحوض بشكل هندسى يساعد على توجية البيوجاز لأعلى نقطة فى الحوض وخروجة لتجميعة والأستفادة منه.



شكل رقم (٣-١١)

طريقة المعالجة اللاهوائية UASB

أسس التصميم لأحواض المعالجة اللاهوائية من أسفل إلى أعلى :

١. لا تزيد السرعة عن ٥٠ سم فى الساعة للتصرف المتوسط.

٢. لا يزيد تركيز الأمونيا عن ١٠٠٠ مجم / لتر.

٣. لا تزيد الأحماض الدهنية المتطايرة عن ١٠٠٠ مجم / لتر.

٤. لا تزيد الكبريتات الذائبة عن ٥٠ مجم / لتر.

٥. يكون الفاقد فى الضغط خلال سريان المياه لأعلى (٢-٣) متر.

٦. مدة بقاء المياه فى الأحواض = (٨-١٢) ساعة.

٧. الحمل العضوى = (١-٢.٥٠) كجم أكسجين كيماوى مستهلك / م٣ / يوم، ويصل هذا الحمل لعشرة أضعاف فى حالة معالجة المخلفات الصناعية.

٨. البيوجاز الناتج (٧٠ % ميثان) فى حدود ٢٠٠ لتر لكل كيلو جرام أكسجين كيماوى يتم إزالتة.

٩. ينتج المتر المكعب من البيوجاز عند احتراقة طاقة تقدر بحوالى ١.٣ كيلووات ساعة.

١٠. تحتاج هذه الطريقة فترة تحضير حوالى (٧٠-٩٠) يوم حتى تصل لدرجة التشغيل التصميمى، وفى حالة إضافة حمأة من أحواض لاهوائية (خميرة) تقل هذه المدة لتصل إلى أقل من شهر.

١١. زمن بقاء المواد الصلبة (عمر تواجدها) فى الحوض = (٣٠-٧٠) يوم، وتساوى الحمأة الكلية فى الحوض بالكيلو جرام مقسوما على الحمأة المنصرفة بالكيلو جرام/يوم

١٢. فى حالة الحاجة الى المعالجة الإضافية يمكن استخدام طرق الاستنبات المعلق أو المعالجة الكيمائية أو أى طريقة بيولوجية مناسبة.

١٣. لا تحتاج هذه الطريقة الى إعادة المواد العالقة من مرحلة الترسيب التالية أو من الحمأة المترسبة بالقاع، حيث أن الغازات الناتجة من التفاعل اللاهوائى لرواسب حوض التحلل، تحمل معها لأعلى عوالق بها تركيزات كبيرة من البكتريا فيتم حجزها فى طبقة الرواسب العليا التى تعتمد عليها طريقة المعالجة.

١٤. يمكن تطوير هذه الطريقة بوضع ألواح بلاستيك أو مواد خفيفة ذات مساحة سطحية داخلية وخارجية كبيرة، وذلك فى جزء اضافى أعلى طبقة المواد العالقة، ويعتبر هذا الجزء كمرحلة إضافية للمعالجة.

وتحتاج هذه الطريقة إلى مهارة فنية فى التشغيل أكثر من طرق المعالجة اللاهوائية الأخرى، كما أن المخلفات التى تحتوى على تركيز أكبر من ٢٥٠٠ مجم/لتر مواد عالقة لا يفضل معالجتها بهذه الطريقة، وتكون عملية بداية التشغيل أصعب من الطرق الأخرى.

الفصل الرابع

برامج العمل لرفع الكفاء ة ودور المعامل

لمتابعة الكفاءة بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

الفصل الرابع

برامج العمل لرفع الكفاء ة ودور المعامل لمتابعة الكفاءة بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

٤-١ برامج العمل لرفع كفاءة الأداء بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

تهدف برامج العمل التنفيذية إلي رفع كفاءة الأداء وخلق قاعدة بيانات لإعداد خطط التشغيل والصيانة ومراقبة نوعية التصرفات الخام والتأكد من مطابقتها للقوانين البيئية كما تهدف أيضاً إلي تقليل فاتورة الكهرباء التي تشكل أكبر مشكلة لأي محطة معالجة ونستعرض فيما يلي بعض هذه البرامج التي يجب التخطيط لها من الآن لضمان نجاحها وإستمرارها.

١- مراقبة خصائص التصرفات الخام الواردة.
٢- مراقبة رشح المياه الجوفية في شبكات الإنحدار.
٣- إعداد كتيبات التشغيل والصيانة القياسية.
٤- تحسين معامل القدرة للمهمات الكهربية.
٥- تطبيق برامج مراقبة وتأكيد الجودة (QA/QC).

٤-١-١ مراقبة خصائص مياه الصرف الصحى

تشكيل إدارة لمراقبة الصرف الصحى والصرف الصناعى من مهندس أو كيميائى ويساعده فني معمل خطوات التنفيذ:

١- حصر المنشآت الصناعية المخدومة لمحطة المعالجة.
٢- إعداد نموذج إستقصاء بيانات لتحديد كمية التصرفات الكيماويات المستخدمة في صناعة – ساعات العمل- نوع المعالجة الأولية.. الخ.
٣- جمع عينات مركبة أو مفردة طبقاً لطبيعة المنشأة وتحليلها بمعامل المحطة.
٤- إخطار المنشأت المخالفة بضرورة إجراء المعالجة الأولية أو إتخاذ الإجراءات القانونية ضدها.

والجدير بالذكر أنه حالياً إلزام المنشآت الصناعية بالمعالجة الأولية لتصرفاتهم لأنتهاء مهلة القانون ٤ لسنة ١٩٩٤. وقد بدء بالفعل بالمنشآت التي تصب على نهر النيل وروافده. وفي دراسة مماثلة تمت بمدينة السويس إلي ٣٥ منشآة صناعية بين أنها جميعاً مخالفة لمعايير الصرف سواء على الشبكات أو المسطحات المائية بنوعيها. إن خطورة الصرف الصناعي ذات تأثير مدمر سواء على العاملين في تطهير الشبكات أو المنشآت الخرسانية لمحطات المعالجة وكذا على المعالجة البيولوجية ذاتها.

٤-١-٢ مراقبة رشح المياه الجوفية في شبكات الإنحدار

قد يتساءل البعض عن تأثير رشح المياه الجوفية على أعمال المعالجة البيولوجية ويكفي الإشارة إلى تقرير تأثير رشح المياه الجوفية من شبكات مدينة السويس حيث أوضح ما يلي:

١- زيادة التصرفات الخام الواردة للمحطة عن التصرفات التصميمية ب ٣٠%.
٢- زيادة ملوحة التصرفات الخام إلي الضعف بالمقارنة بتصرفات المجاري المنزلية الخام ويعني ذلك زيادة تكلفة معالجة المتر المكعب بنسبة ٣٠% علاوة على تدني كفاءة المعالجة حيث أن محطات المعالجة ليس لها القدرة على التعامل مع تركيزات الملوحة المرتفعة.

وتقع مسؤلية تنفيذ هذا البرنامج على مديري الصرف الصحي بالتعاون مع مديري المحطات ويشمل هذا البرنامج بارجاز تصوير شبكات الإنحدار من الداخل بعد تطهيرها تماماً وعمل التحويلات اللازمة للمياه بهدف تحديد كميات المياه المتسربة من المياه الجوفية داخل الشبكة و يتبع ذلك برنامج إحلال وتجديد الشبكات التالفة وهو ما يحدث حالياً في مدينة السويس.

٤-١-٣ إعداد كتيبات التشغيل والصيانة القياسية

تهدف هذه الكتيبات إلي تحقيق التشغيل الأمثل لمكونات محطة المعالجة طبقاً لتوصيات للمصنع كما تهدف أيضاً إلي إجراء أعمال الصيانة الدورية طبقاً لخطة تنفيذية سنوية.

٤-١-٣-١ تعليمات التشغيل القياسية

١- تعليمات ما قبل بدء التشغيل الوحدات.
٢- تعليمات بدء التشغيل.
٣- تعليمات التشغيل المستمرة.
٤- تعليمات إيقاف الوحدة و إخراجها من الخدمة.

٤-١-٣-٢ تعليمات الصيانة الدورية السنوية

١- إعداد عدد ٤ بطاقات لكل معدة تشمل على :
- بطاقة البيانات الأساسية للمعدة.
- بطاقة الصيانة الدورية والتصحيحية.
- بطاقة مشاكل التشغيل والتغلب عليها.
- بطاقة خطوات التشغيل والإيقاف القياسية.

وناتج إستخدام مثل هذه البرامج هو قاعدة بيانات تشمل كافة المعلومات المطلوبة لتوفير قطع الغيار وإعمال الإحلال والتجديد المقترحة وذلك من خلال تقارير تشغيل يومية وشهرية مع تحليل شاكل لكافة هذه التقارير.

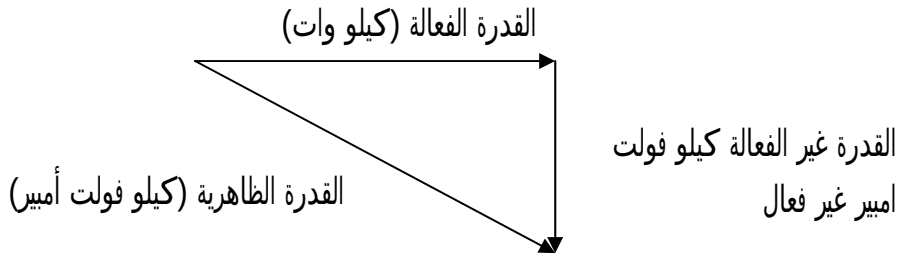
ويشترط الحصول على كافة الكتالوجات ومواصفات المهمات الميكانيكية والكهربائية لإعداد مثل هذه البرامج.

٤-١-٤ تحسين معامل القدرة للمهمات الكهربائية

تنص اللوائح الخاصة برسوم تحصيل إستهلاك الكهرباء في جمهورية مصر العربية على أن المنشآت التي يقل معامل القدرة لديها عن ٩٠% تفرض عليها غرامة نسبية تتناسب مع قيمة معامل القدرة للمنشآة, وذلك بهدف حث المنشآت على تركيب معدات تحسين معامل القدرة.

ومن المعروف أن غالبية الأحمال الكهربائية لا تستهلك فقط القدرة الفعالة (Active Power) ولكنها أيضاً تحسب جزءاً من القدرة التي تعرف بأسم القدرة غير الفعالة (Reactive Power). وفي حين تمد القدرة الفعالة المحركات الكهربائية والمصابيح وأجهزة التسخين بالطاقة المفيدة, نجد أن القدرة غير الفعالة ضرورية لمغنطة الدوائر المغناطيسية للأحمال الحثية كالمحولات والمولدات والمحركات الكهربائية, والأفران الحديثة.

وفي حين أن القجرة الفعالة لا يمكن الحصور عليها الإ من محطات توليد الكهرباء عبر خطوط التوزيع, نجد أنه يمكن الحصور على القدرة غير الفعالة من داخل المنشآة وذلك عن طريق المكثفات



٤-١-٤-١ مزايا تحسين معامل القدرة

١- تقليل قيمة فاتورة الكهرباء.
٢- زيادة قدرة نظام التوزيع الكهربي الداخلي والإقلال من الفقد في نظام التوزيع.
٣- زيادة القدرة الخدمية التي تقدمها شركات الكهرباء.
٤- التخلص من بند غرامة معامل القدرة في فاتورة الكهرباء.

٤-١-٤-٢ حجم التوفير وفترة السداد

تم تنفيذ عدة مشروعات لتحسين معامل القدرة وذلك بتركيبي مجموعة من المكثفات والأجهزة الحديثة داخل المنشآت. وقد أثبتت الدرسات أن فترة إسترداد تكاليف المشروع تقل عادة من سنتين.

٤-١-٤-٣ إعتبارات مالية وإقتصادية

يجب عند تحسين معامل القدرة مراعاة التكلفة اللازمة للتحسين وكذا العائد المادي منه وذلك لتقييم التجربة أقتصادياً.

٤-١-٤-٤ إعتبارات التكلفة

١- تكلفة شراء المعدات.
٢- كلفة التدريب.
٣- ثمن الأرض المخصصة إذا تطلب الأمر.

٤-١-٤-٥ إعتبارات التوفير

١- تجنب غرامة معامل القدرة.
٢- تخفيض الحمل في خطوط توزيع الطاقة الكهربائية.
٣- تقليل فقد الطاقة الكهربائية في خطوط التوزيع.

٤-٢ تطبيق برنامج مراقبة وتأكيد الجودة

إن برنامج مراقبة وتأكيد الجودة (QC/QA) في غاية الأهمية وهو يغطي جميع المراحل بدءاً من جمع العينة ثم تحليلها وإنتهاء بتقييم النتائج, و تمثيلها بيانياً ثم تحديد مدي دقتها وكفائتها.

٨-٢-١ أهداف برنامج مراقبة وتأكيد الجودة

١- التعرف على مناطق وجود المشاكل عند جمع العينات أو تحليلها.
٢- إعداد السجلات اللازمة لتأكيد صحة نتائج التحليل.
٣- تحديد مدى دقة وكفاءة كل تحليل.
٤- إصدار البيانات المعتمدة لإستخدامها في أي قرارت تخص حماية البيئة.

٨-٢-٢ كيفية تطبيق برنامج مراقبة وتأكيد الجودة

١- يتم التنسيق داخل كل هيئة إقتصادية جديدة أو كل محافظة بين كافة معامل التحاليل المعملية سواء مياه الشرب أو محطات معالجة مياه الصرف الصحي, مع أهمية إشتراك معامل وزارة الصحة.
٢- تتم الإستعانة بأحد معامل التحاليل البحثية المعتمدة داخل كل محافظة للإشراف على هذا البرنامج وتقديم المعونة الفنية اللازمة للمشاركين فيه, وتتمثل هذه المعونة الفنية في:
   - إمداد المعامل المشتركة بمحاليل قياسية معلومة التركيز, لإجراء بعض التحاليل المعملية بصفة دورية.
   - تقييم نتائج التحليل والتأكد من إستخدام الطرق القياسية المتبعة, ومن صلاحية المحاليل, ومن معايرة الأجهزة المستخدمة... ألخ.
   - التنسيق مع معامل وزارة الصحة بجمع العينات، وإقتسامها وتحليلها، ومقارنة النتائج.

و بتحقيق ذلك:

تتم إزالة الفجوة الدائمة بين نتائج معامل محطات معالجة مياه الصرف الصحى، ومعامل وزارة الصحة، وتحقيق أعلى جودة في دقة التحاليل.

٤-٣ دور المعامل لمتابعة الكفاءة بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

ما صممت وانشئت مشروعات معالجة مياه الصرف الصحى وتكلف البعض منها الملايين من الجنيهات هباء بل لتشغيلها والاستفادة الكاملة من كافة وحداتها بأقل التكاليف والحصول مـن كل وحدة معالجة على النتائج المرجوه منها وبأعلى كفاءة، فالتشغيل الجيد هو حصـيلة لمـا سبق أن بذل من جهد فى التصميم والتنفيذ وما صرف فى سبيلهما من مال، والتشغيل السـيئ ينتج عنه معالجة ضعيفة بل وقد يعطى نتائج عكسية.

وطبقا لما سبق توضيحه من تعليمات يجب أن يتم التشغيل دون أى إهمال أو تقصير أو تبذير بل يجب أن يتم بكل دقة وعناية ودراية تامة بكافة الأغراض من وحدات المعالجة المختلفـة وتشغيلها طبقا لمتطلبات كل تصرف فى كل فترة من فترات الليل والنهار على طـول العـام لنحصل على أعلى كفاءة.

ويجب أخذ عينات على فترات زمنية بالليل والنهار دوريا (وبـالأخص لأعمـال المعالجـة الكبيرة) من عند مدخل ومخرج كل وحدة بل ومن بعض نقط بداخلها للتأكد من قيام كل منها بواجبها على أكمل وجه واكتشاف أى عيب بها ومكانة للعمل الفورى على إصـلاحه ولعـدم التخاص من السبب النهائى الخارج من عملية المعالجة إلا بعد التأكد من مطابقتـه للمعـايير الواجب توفرها وإلا رفع وأعيد معالجته.

وأعمال الصيانة لا تقل شأنا عن أعمال التشغيل فيجب العمل الفورى على إصلاح أى خلـل، هذا خلاف أعمال الصيانة الدورية والعمرات السنوية.

ويجب العناية بنظافة وحدات المعالجة والموقع ككل ومنع الروائح الكريهـة مـن أن تـؤذى المارين بها أو القاطنين بالقرب منها، لذا يجب العناية بتجميل موقعهـا وزرع الزهـور ذات الروائح الذكية والمنظر الجميل فى أحواضها وغرس الأشجار على حـدود الموقـع وعلـى جانبى طرقه الداخلية الواجب رصفها حتى يسهل التحرك بين الأحواض المختلفة.

كما يجب العناية بما ينشأ بالموقع من منشآت وكأنه منطقة متنزهات فـلا يشـعر الإنسـان بمضايقة بمروره به بل بالعكس يشهر براحة نفسيه.

٤-٤ عينات مياه الصرف الصحى قبل (الخام) وأثناء وبعد المعالجة (مياه صرف صحى معالجة)

من أهم ما يجب أن يعتنى به عند تحليل مياه الصرف الصحى هو الآتى:

١- أن تكون العينة ممثلة تمثيلاً صحيحا لما هو مطلوب تحليله سواء كانت العينة للمياه الخام أو للمياه الداخلة بالوحدات المختلفة أو الخارجة منها وكذلك المـواد المزالـة مـن ميـاه الصرف الصحى كالحمأة والخبث الطافى والغازات.

٢- أن يتم إجراء التحاليل بكل دقة.

٣- إن انتخاب العينة الممثلة تمثيلاً صحيحا لمياه الصرف الصحى أمر صعب إذا أن تركيـز مياه الصرف الصحى يختلف من ساعة لأخرى بل يختلف باختلاف عمقهـا بـالقنوات أو الأحواض فيستحسن أخذ عينات فى وقت واحد من عدة أعماق منها، وقد تؤخـذ العينـات يدويا أو ميكانيكيا.

٤- يجب أن تكون كمية العينة كافية للتجربة وأن توضع بزجاجات نظيفة ومراعاة عدم تغيير خصائص العينة نتيجة لعبوتها فمثلا لا تستخدم أغطية زجاجات من الفل أو الكاوتشوك بل يجب أن يكون غطائها من الزجاج وأن يكون محكما، كما يجب ألا تتعرض للجو العينات المأخوذة لتجارب الأكسجين الذائب أو الأكسجين الحيوى الممتص، والعينات التى يتـأخر تحليلها لعدة ساعات قليلة قبل تحليلها يجب أن تحفظ فى جو بارد أما إن تأخر تحليلها مدة حوالى ٥ ساعات من وقت جمعها وجب التحفظ عليها بالكلورفورم أو حامض الكبريتيـك طبقا للطرق المتبعة، ويجب عدم استخدام الكلورفورم لحفظ العينة إن كان بها دهون.

٥- يجب تحليل العينات المأخوذة للتحليل البكتريولوجى بأسرع مايمكن ولايزيد المدة من وقت أخذ العينة حتى بدء اختبارها عن ٦ ساعات وأن تحفظ العينة خلال هذه الفترة فى درجـة حرارة تتراوح بين ٤، ١٠ مئوية، ويجب ألا تصل لدرجة التجمد، وعينات الحمأة تؤخذ من عدة نقط من قاع الحوض وعلى فترات وتمزج العينات مع بعضها مزجا جيداً ويؤخذ منها الكمية اللازمة للاختيار والعينة التى لا يبدأ اختبارها فى خلال سـاعات قليلـة مـن أخذها يجب أن تحفظ فى زجاجات مانعة لدخول الهواء لمنع أى تطاير من العينة ويجـب ألا يتأخر تحليلها عن أيام معدودة، ويجب الحيطة عند فتح الزجاجات المقفلة المحتوية على عينات الحمأة وبالأخص إذا كانت مخمرة وذلك بتغطيتها بقطعة قماش سميكة عند فتحهـا لمنع أى انفجار قد يحدث نتيجة ما هو متراكم بها من غازات.

٦- يجب أن يتوفر بالمعمل جميع الكيماويات وبالأجهزة اللازمة للاختبارات المختلفـة وقـد انتشر الآن استخدام الأجهزة الحديثة التى تقوم بالتحاليل المعقدة فى دقائق محدودة وبدقـة تامة تحت إشراف الكيميائى المختص وهى التى كانت تحتاج لساعات أو أيـام لإجرائهـا ويجب أن تراعى إجراء التحاليل بكل دقة إذ على أساسها تستمر عملية التشغيل على مـا هى عليه أو يتم تعديلها وتغييرها طبقا لما تدل عليه التحاليل من نقص فى كفـاءة إحـدى الوحدات أو أى جزء منها، كما أن على أساسها يسمح بصرف السبب النهائى الخارج من أحواض المعالجة أو إرجاعه بالتالى لإعادة معالجته.

٤-٥ تقارير التشغيل الدورية لوحدات المعالجة البيولوجية

إن للتقارير الدورية أهمية عظمى فهى سجل ومرجع لجميع عمل الوحدات وإبـراز مزاياهـا وعيوبها نقط الضعف بها والوقوف على أى خلل فى التشغيل والعمل على ملافاته سواء مـن الناحية الفنية أو الاقتصادية وهى بيان شامل لتاريخ عمل الوحدات مدنية كانت أو ميكانيكيـة أو كهربائية ومؤشر لما يكثر تلفه منها وأسبابه للعمل على ملافاته أو تجنب اسـتخدام هـذه المهمات فى مشروعات المستقبل – وتشمل التقارير على التصرفات وتذبـذبها ويرسـم لهـا الخطوط البيانية للوقوف على نسبة الزيادة السنوية فى التصرفات والتنبيه لاتخاذ مـا يلـزم لمقابلتها، كما تشمل نتائج التحاليل للوحدات المختلفة فى مختلف أجزائها وبيان الكيماويات وما يحصل عليها من نتائج وما تتكلفه من مصاريف وكذا تشمل البيانـات اللازمـة عـن ميـاه الصناعة أن كان تصرف فى مشروعات الصرف الصحى العامة بنسبة كبيرة، وتحاليلها قبل وبعد معالجتها بالمصنع، وتأثيرها على منشآت الصرف الصحى المختلفة.

ويوضح بالتقارير تكاليف التشغيل والصيانة لكل بند منها على حدة شاملاً مرتبـات القـائمين بصفة مباشرة على العمل ومحملا عليها نسبة مـن مصـاريف الإدارة العموميـة الرئيسـية وبالإجمال جميع المصروفات المباشرة والغير مباشرة التى يتم صرفها لإدارة أعمال المعالجة مع بيان جميع الدخول الناتجة من بيع الحمأة الجافة والمزروعات أن وجدت ومنهـا نسـتنتج صافى المصروفات وما يخص كل ٥٠٠٠ مواطن وكذا ما يخص المواطن الواحد من تكاليف نظير معالجة مخالفاته السائلة ومن هذه البيانات يتضح أن كانت العملية سـليمة اقتصـادية أم يرى تعديلها أو ضغط المصروفات مع مراعاة المحافظـة علـى درجـة الكفـاءة اللازمـة للمشروع.

وعلى الإدارات القائمة على أعمال الصرف الصحى بالمدينة أن ترفق مـع تقريـر أعمـال المعالجة تقرير مماثل لأعمال الشبكة ومنها يتضح مدة كفاءة المشروع ككل وما يخص كـل فرد من المنتفعين.

ومن التقارير يتضح نقاط ضعف المشروعات المختلفة للمرفق ومايلازمه من تعـديل وتـدعيم وإنشاءات جديدة حتى يقوم بواجبه على الوجه الأكمل فى خدمة تصـرفات المدينـة الحاليـة والمستقبلية دون أن يواجه المسئولين فجأة بقصوره وما ينجم عن ذلك مـن أضـرار بالغـة بالصحة العامة.

ولا تحرر التقارير فقط لوحدات المعالجة بل تحرر أيضا تقارير عن العاملين بالمرفق ويجب أن يسجل بهذه التقارير أسماء المرضى من العمال ونوع مرضهم ونتائج التحاليل الدورية لهم حتى يتبين ما هو شائع بينهم من أمراض والعمل على مداركه أسبابه، ويوضح بالتقارير كمية العمل ومدة احتياجه للتدعيم أو التوفير من العاملين به، ونوعيه التخصص المحتاج إليه مـع تحرير تقارير سنوية لكل العاملين ومدة كفاءة كل ومدى تحمله للمسئولية وتفانيه فى عمله.

وعموما فالتقارير هى مؤشر ومرجع يهتدى بها القائمين على أعمـال التشـغيل والصـيانة، ومكاتب التصميم، وكذا القائمين على أعمال البحوث فهى تنبه عن وجـود أى إهمـال فـى التشغيل أو الصيانة وتحدد مكانة وتبرز أى عيوب بالتصميم أو المهمات وتوجه الباحثين إلى ما يجب بحثه وتطويره ولمتابعة الكفاءة لوحدات المعالجة.

ونوضح فيمايلى بعض أنواع التقارير وبعض البيانات الموضحة قد لا تلزم لبعض العمليـات لعدم وجود الوحدات وبذا فلا داعى لتحريرها كما أن بعض البيانات قد يثبت لبعض العمليات عدم جدواها فلا داعى لتحريرها لهذه العمليات فى مطبوعاتها المستقبلية، وإذا وجد أن بعضا من البيانات اللازمة غير مدونة وجب إضافتها، والتقارير الموضحة بعد هى أمثلة ودليل لمـا يجب أن تحرر على نحوه التقارير.

وما يستقر عليه الرأى من بيانات لازمة لصالح العمل تطبع ويجب أن تملأ بيانات التقرير فى المواعيد المقررة وعدم السهو أو الإهمال فى تدوين أى بند منها.

نموذج رقم (١)

فترات كتابة تقارير تشغيل وحدات محطة معالجة مياه الصرف الصحى

شركة مياه الشرب والصرف الصحى: ..... **المدينة:** .....

محطة معالجة الصرف الصحى: ..... **الموقع:** .....

كاتب التقرير المهندس: ..... **التاريخ:** .....

م	وحدات المعالجـة	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
١	• **التصـرف:**		
	التصرف اليومى المتوسط السنوى	مترمكعب	يوميا
	التصرف اليومى المتوسط الشهرى	مترمكعب	شهريا
	أقصى تصرف يومى	مترمكعب	أسبوعيا
	أقصى تصرف سنوى	مترمكعب	أسبوعيا
	أقصى تصرف يومى أسبوعى	مترمكعب	أسبوعيا
	التصرف الذى لا يعالج بأحواض المعالجة	مترمكعب	عند حدوثه
	درجة تركيز الرائحة	--	يوميا
	درجة حرارة مياه الصرف الصحى الخام	مئوية	يوميا
٢	• **الأحوال المناخية:**		
	صافى – كثير الغيوم – ممطر		
	درجة حرارة الهواء بالموقع	مئوية	
	اتجاه الريح		
	كمية هطول المطر أو الثلوج	مم/ ساعة	
٣	• **المصافى الميكانيكية:**		
	أوقات التنظيف.	ساعة	يوميا
	مدة كل	ساعة	يوميا
	كمية المواد المحجوزة يوميا	مترمكعب	يوميا
	كمية المواد المحجوزة لكل ٥٠٠٠م^3 مياه صرف صحى	مترمكعب	يوميا
	وزن المتر المكعب من المواد المحجوزة	كيلو/م٣	شهريا
	القوى المستخدمة للتنظيف خلال الأسبوع	كيلوات ساعة	أسبوعيا
	القوى المستخدمة للتنظيف لكل ٥٠٠٠م^3 مياه صرف صحى	كيلوات ساعة	أسبوعيا

تابع نموذج رقم (١) فترات كتابة تقارير تشغيل وحدات محطة معالجة مياه الصرف الصحى

شركة مياه الشرب والصرف الصحى: ..... **المدينة:** .....

محطة معالجة الصرف الصحى: ..... **الموقع:** .....

كاتب التقرير المهندس: ..... **التاريخ:** .....

م	وحدات المعالجـة	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
٤	• **القاطـع:**		
	مدة التقطيع	ساعة	يوميا
	القوى المستخدمة	كيلوات ساعة	أسبوعيا
٥	• **الحريـق:**		
	مدة حريق المخلفات	ساعة	يوميا
	الوقود المستخدم	كيلو أو لتر	يوميا
	قيمته الحرارية	الوحدة الحرارية	شهريا
٦	• **أحواض إزالة الأتربة والرمال:**		
	أحواض فصل الأتربة والرمال بالعمل	بالعدد مع بيان أرقامها	يوميا
	فترات إزالة الأتربة ومدة كل فترة	ساعة	يوميا
	كمية الرواسب الكلية المستخرجة	مترمكعب	يوميا
	كمية الراسب لكل ٥٠٠٠م^3 مياه صرف صحى	مترمكعب	أسبوعيا
	وزن المترالمكعب من المواد المستخرجة	كيلو للمترالمكعب	شهريا
	القوى المستخدمة للتنظيف خلال أسبوع	كيلوات ساعة	أسبوعيا
	القوى المستخدمة لكل ٥٠٠٠م٣ مياه الصرف الصحى	كيلوات ساعة	أسبوعيا
٧	• **فاصل الشـحوم:**		
	كمية الهواء المستخدم	م^{3}هواء/م^3 مياه مجارى	يوميا
	الكلور المستخدم	جزء/المليون	يوميا
	كمية الخبث الكلية	مترمكعب	يوميا
	كمية الخبث لكل ٥٠٠٠م^3 مياه صرف صحى	كيلو	أسبوعيا
	وزن المترالمكعب من الخبث	كيلو	أسبوعيا
	القوى الكلية المستخدمة	كيلوات ساعة	أسبوعيا
	القوى الكلية لكل ٥٠٠٠م^3 مياه صرف صحى	كيلوات ساعة	أسبوعيا
٨	• **أحواض الترسيب الأبتدائى:**		
	أحواض الترسيب الأبتدائى بالعمل	بالعدد	يوميا
	مدة البقاء النظرية	ساعة	يوميا

تابع نموذج رقم (١) فترات كتابة تقارير تشغيل وحدات محطة معالجة مياه الصرف الصحى

شركة مياه الشرب والصرف الصحى: ..... **المدينة:** .....

محطة معالجة الصرف الصحى: ..... **الموقع:** .....

كاتب التقرير المهندس : ..... **التاريخ:** .....

م	وحدات المعالجـة	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
	متوسط مدة البقاء الفعلية	ساعة	كلما أحتاج الأمر
	أدنى مدة بقاء فعلية	ساعة	كلما أحتاج الأمر
	عدد مرات نظافة الحوض	بالعدد وإثبات ترقيمه	يوميا
	كمية الحمأة الكلية المزالة	بالمترالمكعب	يوميا
	الحمأة الكلية المزالة	بالمترالمكعب	يوميا
	كمية الحمأة المزالة لكل ٥٠٠٠م٣ مياه صرف صحى	بالمترالمكعب	أسبوعيا
	كمية الحمأة الكلية المزالة	بالمترالمكعب	يوميا
	القوى الكلية المستخدمة لكل ٥٠٠٠م٣ مياه صرف صحى	كيلوات ساعة	شهرى
٩	• **الترسيب الكيميائي:**		
	المروب الكلى المستخدم	كيلو	يوميا
	المروب لكل ٥٠٠٠م٣ صرف صحى	كيلو	يوميا
	متوسط مدة الترويب	بالدقيقة	يوميا
١٠	• **أحواض تخمير الحمأة:**		
	حجم الأحواض بالعمل	م٣	يوميا
	الحمأة المضافة	م٣	يوميا
	الجير أو المواد الكيماوية الأخرى المضافة	كيلو	عند الإضافة
	مدة تشغيل طلمبات الإثارة أو غيرها مـن أنـواع تقليـب الحمـأة بالحوض	ساعة	يوميا
	مدة تشغيل طلمبات التسخين	ساعة	يوميا
	كمية المياه المستخدمة لعملية التسخين	م٣/الدقيقة	يوميا
	درجة حرارة المياه بالحوض	مئوية	يوميا
	مدة تشغيل طلمبات التسخين	ساعة	يوميا
	كمية المياه المستخدمة لعملية التسخين	م٣/الدقيقة	يوميا
	درجة حرارة المياه بالحوض	مئوية	يوميا
	درجة حرارة الحمأة الداخلة	مئوية	يوميا
	كمية الغاز المستخرج	م٣	يوميا
	أنواع استخداماته المختلفة (يوضح كل استخدام على حدى)	م٣	شهريا
	القوى المستخدمة لكل استخدام على حدة	كيلوات/ساعة	شهريا

تابع نموذج رقم (١) فترات كتابة تقارير تشغيل وحدات محطة معالجة مياه الصرف الصحى

شركة مياه الشرب والصرف الصحى: ..... **المدينة:** .....

محطة معالجة الصرف الصحى: ..... **الموقع:** .....

كاتب التقرير المهندس: ..... **التاريخ:** .....

م	وحدات المعالجـة	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
١١	• **مرشحات الزلط:**		
	المساحة بالعمل	فدان أو متر مسطح	يوميا
	معدل الترشيح للمتر المسطح	م٣	يوميا
	الأكسجين الممتص للمياه للمتر المسطح/اليوم	كيلو	أسبوعيا أو شهريا
١٢	• **أحواض التوزيع:**		
	العدد بالعمل	بالعدد	يوميا
	عدد الأحواض بالتنظيف أو الإصلاح	بالعدد	يوميا
١٣	• **الحمأة المنشطة:**		
	الكمية الكلية للهواء	م٣	يوميا
	للأحواض	م٣	يوميا
	للقنوات	م٣	يوميا
	للروافع	م٣	يوميا
	الضغط بالكباسات	رطل/بوصه^{٢} أو كم٢	يوميا
	عدد الكباسات بالعمل	بالعدد	يوميا
	مدة تشغيل كل كباس	ساعة	يوميا
	القوى الكلية لتشغيل الكباسات	كيلوات/ساعة	شهريا
١٤	• **أحواض التهويـة:**		
	عدد الأحواض بالعمل	بالعدد	يوميا
	الكمية الكلية للحمأة المعادة	بالعدد	يوميا
١٥	• **أحواض الترسيب النهائية:**		
	أحواض العمل	عدد	يوميا
	متوسط مدة البقاء الفعلية	ساعة	عند الرغبة
	أدنى مدة البقاء الفعلية	ساعة	عند الرغبة
	معدل الترسيب/اليوم	م^{٣} للمتر المسطح	أسبوعيا
	كمية الحمأة المزالة – الكلية	م٣	يوميا
	كمية الحمأة المزالة لكل ٥٠٠٠م^{٣} مياه مجارى	م٣	أسبوعيا أوشهريا
	القوى الكلية	كيلوات ساعة	شهريا

تابع نموذج رقم (١) فترات كتابة تقارير تشغيل وحدات محطة معالجة مياه الصرف الصحى

شركة مياه الشرب والصرف الصحى: ..... **المدينة:** .....

محطة معالجة الصرف الصحى: ..... **الموقع:** .....

كاتب التقرير المهندس : ..... **التاريخ:** .....

م	وحدات المعالجـة	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
	القوى لكل ٥٠٠٠م٣ مياه صرف صحى	كيلوات ساعة	شهريا
	كمية الحمأة الزائدة – الكلية	م٣/اليوم	يوميا
	كمية الحمأة الزائدة لكل ٥٠٠٠م٣ مياه صرف صحى	م٣/اليوم	يوميا
١٦	• **أحواض الترسيب النهائية التى تلى المرشحات الزلطية:**		
	عدد الأحواض بالعمل	عدد	يوميا
	متوسط مدة البقاء الفعلية	ساعة	حسب الرغبة
	أدنى مدة بقاء فعلية	ساعة	حسب الرغبة
	عدد الأحواض بالنظافة	عدد	حسب الرغبة
	مدة النظافة	ساعة	يوميا
	كمية الحمأة الكلية المزالة	م٣	يوميا
	كمية الحمأة المزالة لكل ٥٠٠٠م^3 مياه مجارى	م٣	أسبوعيا أو شهريا
	كمية الحمأة الكلية المستعملة	كيلوات ساعة	شهريا
	كمية الحمأة المستعملة لكل ٥٠٠٠م٣	كيلوات ساعة	شهريا
	بالكلور	جزء/المليون	يوميا
١٧	• **أحواض تجفيف الحمأة**		
	الحمأة السائلة	م٣	شهريا
	سمك الحمأة السائلة بالأحواض	سم	شهريا
	الحمأة الجافة	م٣	شهريا
	كمية للجفاف	باليوم	شهريا
١٨	• **محطات رفع مياه الصرف الصحى والحمأة:**		
		عدد	يوميا
		ساعة	يوميا
		بالألف م^3/اليوم	يوميا
		بالألف م^3/اليوم	يوميا
		بالألف م^3/اليوم	يوميا
		كيلوات ساعة	شهريا
		كيلوات ساعة	شهريا
		فى المائة	شهريا

٤-٥-١ الإشراف والعمالة

يجب أن يشرف رئيس أعلى على جميع أعمال المعالجة وأن يكون مقيم بصفة دائمة بـالموقع ويعاونه المختصين اللازمين والعمال المهرة والعاديين مع مراعاة تقليل العـدد لأدنـى حـد مستطاع مع تحديد اختصاص ومسئولية كل فرد.

٤-٥-٢ استغلال موقع أعمال المعالجة لإجراء البحوث العلمية

إن موقع أعمال المعالجة لما فيه من سعة فى المكان وتوفر فى الحصول على مياه الصـرف الصحى الخام والمياه الخارجة من كل وحدة من وحدات المعالجة لذا يسهل إنشاء الوحـدات التجريبية على نفس ظروف وملابسات الوحدات بالعمل ومقارنة كفاءتها وتكـاليف وسـهولة تشغيلها وصيانتها بالوحدة المراد تطويرها وبذا يمكن القطع بمدى فائـدة فكـرة التطـوير أو الحاجة إلى تعديلها.

لذا فمن المستحسن استغلال هذه الظروف وإجراء بعض البحوث ولو التجريبية بموقع أعمال المعالجة.

٤-٥-٣ المنشآت الواجب توفرها

يجب إنشاء المبانى اللازمة سواء لخدمة العمل أو القائمين به مع مراعاة إنشائها فى المواقـع المناسبة لكل مع مراعاة متطلبات العمل ومتابعة وسهوله إنجازه ومباشرته وتـوفير الأمـان للمنشآت وما تشمله من مهمات أو مواد وتوفير الراحة والأمان والرعاية الصـحية للأفـراد بموقع العمل.

٤-٥-٤ منشآت لحاجة العمل

١- المكاتب ومايلزمها من أثاث وتليفونات.
٢- المعامل ومايلزمها من أجهزة وكيماويات.
٣- المخازن – وتوفر بها جميع المهمات اللازمة للتشغيل والصيانة العاجلة والدورية والسنوية والعمرات على أن يكفى الموجود منها لستة شهور مقبلة للعمل على الأقل.
٤- مخازن الوقود – اختيارها فى مكان بعيد عن المنشآت الأخرى بالموقع بما يحفظهـا فـى مأمن من خطورتها مع اتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة لتأمينها.
ويجب أن تكون أقرب ما يكون من وحدات المولدات الاحتياطية.
٥- اسطوانات الكلور – يجب أخذ الاحتياطات بخصوص الأمـان مـن أسـطوانات الكلـور وتأمينها من الحرارة أو الشرارات الكهربائية.
٦- الورش – إنشاء مختلف أنواعها كهربائية أو ميكانيكية أو نجارة اللازمة لأعمال الصـيانة والعمرات للأعمال المختلفة بالموقع.
٧- جراج للسيارات.
٤- صالة – تسع نموذج مجسم لأعمال المعالجة بالموقع ومكتبة وصالة تصلح للسينما والفيديو والمحاضرات والندوات.

٤-٥-٥ منشآت لراحة العاملين

فى حالة أنشاء محطات المعالجة بعيداً عن العمران لذلك يجب تسهيل سبل الإسكان والمعيشة للقائمين بالعمل بها واللازم تواجدهم بموقع العمل غالبية الوقت لصالح العمل بالموقع، ونذكر من هذه التسهيلات الآتى:

١- إنشاء المساكن المريحة اللائقة بالمهندسين والكيميائيين ومساعديهم مـن العمـال المهـرة ومساعديهم والعدد الضرورى من العمال العاديين مع إعفائهم من الإيجار وثمن اسـتهلاك المياه والإنارة.

٢- إنشاء ناد رياضى اجتماعى بسيط مزود بوسائل الترفيه.

٣- إنشاء نقطة إسعاف لمداركة الأمور العاجلة ويشرف عليها ممرض مقيم متمرن ذو خبرة.

٤- تخصيص طبيب زائ مرتين فى الأسبوع على الأقل مع إمكان استدعائه عند الضرورة.

٤-٦ المعامـل وعينات مياه الصرف الصحى الخام والمياه المعالجة

الشروط الواجب اتباعها عند أخذ عينات مياه الصرف الصحى وعينات الحمأة.

٤-٦-١ عينات مياه الصرف الصحى

١- يجب مراعاة جمع وحفظ العينة بحيث لا تتغير خصائصها من وقت جمعها حتى الانتهـاء من تحليلها وذلك من خلال استخدام ثلاجة حفظ عينات Ice Box.

٢- يجب قياس كل من درجة الحرارة والرقم الهيدروجينى والأكسجين الذائب فـوراً بموقـع العملية وكذلك بعض الغازات التى يمكن تثبيتها حتى إتمام نقل العينة للمعمل للتحليل على أنه يجب ألا يتم تثبيت عينة تحتوى على كمية كبيرة من المواد العضوية فترة طويلة لأنها ستتغير حتماً.

٣- يجب انتقاء أحسن النقاط للحصول على عينة تمثل الحقيقة حتى يكون لها دلالة فى ضـبط عملية المعالجة بالإضافة إلى ذلك فتعتمد العينة الجيدة على نقطة أخذها على أن يكون خلط العينة تاما وأن يكون خلط العينة تاما وأن تكون طبيعة المياه منتظمة كلما أمكن ذلك.

والعينات إما عينة مجمعة، أو عينة فرديه.

٤-٦-١-١ العينة المجمعة Composite Sample

تستخدم عينة فى زجاجة سعة ١٠٠ مللى تجمع كل ساعة وتصب فى زجاجة كبيرة وتحفـظ فى درجة حرارة أقل من ٤°م خلال ٢٤ ساعة (ثلاجة حفظ العينات) ولابد أن يتناسب حجـم العينة المأخوذة مع معدل السريان.

٤-٦-١-٢ العينة الفرديـة:

١- يجب أن تؤخذ عند زمان ومكان معين وتمثل فقط مكونات المصدر فى ذلك المكان، وتستخدم هذه الطريقة لجمع العينات فى وحدات التنقية الصغيرة ويكون أفضل وقت لجمع هذه العينات فى أوقات الذروة.

٢- ***حجم العينـة:*** يجب أن يكون كافيا للقيام بالفحوص المطلوبة وإذا تم حفظ العينة ونقلها للمعمل للتحليل فيجب أن يكون حجم العينة ضعف الكمية المطلوبة للقيام بالفحوص المطلوبـة حتـى يمكن التأكد أو إعادة الفحص وفى الأحوال العادية يفضل أن لا يقل حجم العينة عن لترين.

٣- ***تجهيز العينات:*** وذلك بإرفاق بطاقة على كل زجاجة عينة تبين موقع أخذ العينـة بالتحديـد– اليوم والساعة، درجة الحرارة للماء والجو، وأسم القائم بأخذ العينات وكذا بعـض البيانـات وثيقة الصلة بالاختبارات مثل مستوى سطح الماء أو تصرف النهر وحالة الجو طبقا للجـدول المرفق.

٤- ***حفظ العينات:*** يجب وضع العينة فى ثلاجة فور أخذها لحفظها من التحلل البكتيرى المسـتمر ويجب (خلط) العينات المأخوذة من موقع واحد طبقا لمعدل التصرف وذلك لعمل عينة مركبة من جميع العينات التى تم جمعها خلال ٢٤ ساعة.

٤-٦-١-٣ أماكن أخذ العينات من مياه الصرف الصحى بمحطات المعالجة

اختيار أماكن أخذ العينات: تجمع العينات فى محطات معالجة مياه الصرف الصحى عند النقاط التالية:

أماكن أخذ العينات من مياه الصرف الصحى بوحدات محطة المعالجة

١- تؤخذ عينات مياه الصرف الصحى الخام بعد المصافى وأحواض حجز الرمال.
٢- تؤخذ عينات من أحواض الترسيب الابتدائية والثانوية من خط خروج الميـاه أو قنـاة تجميع.
٣- تؤخذ عينات مياه التغذية للمرشح البيولوجى عند نقاط خروج المياه من ذراع التوزيـع أو الداخلة مباشرة إلى الأذرع.
٤- تؤخذ عينات المياه الخارجة من المرشح البيولوجى عند مدخل حوض الترسيب الثانوى.
٥- تؤخذ العينات من أحواض التهوية فى عملية الحمأة المنشطة من الأماكن الجيدة الخلط.
٦- تؤخذ عينات مياه التغذية لخزانات لتحليل وبحيرات الأكسدة من خطوط التغذية.
٧- تؤخذ عينات المياه الخارجة من خزانات التحليل وبحيرات الأكسدة من قنوات تجميـع المياه أو البيارات.
٨- تؤخذ العينات من خزانات التحليل وبحيرات الأكسدة فى مواقع يتم تحديد عمقها وبعدها عن المدخل.
٩- تؤخذ عينات الحمأة المعادلة عند نقطة إعادتها إلى أحواض التهوية.

٤-٦-١-٤ عينات الحمأة:

أماكن أخذ العينات من الحمأة بوحدات محطة المعالجة

١- يجب أخذ عينة مركبة من الحمأة بأخذ عينات صغيرة ومزجها كل نصف دقيقة خـلال الضخ لتصبح العينة ممثلة تماما للحمأة.
٢- - يجب معرفة إنه إذا مكثت الحمأة لفترة فإن المواد الصلبة تنفصل بـالتقويم بسـبب إنبعاث الغاز أو الترسيب والمهم إعادة رج العينة لإعادتها إلى حالتها الأصلية لتصـبح مزيجا يمثل الواقع.

أماكن أخذ العينات من الحمأة بوحدات محطة المعالجة

٣- - أدوات أخذ العينة: يفضل استخدام الأدوات الآليـة Autsompler لأخـذ العينـات لتوفير الجهد والوقت كما يجب تنظيف مآخذ الخط بصفة مستمرة.

٤- - حفظ وتخزين العينات: يجب حفظ العينات فى مكان بارد ويمكـن اسـتخدام مـواد حافظة إذا تأكدت أن هذه المواد لا تؤثر على المواد المراد قياسها كما سبق الإشارة إليه عند أخذ العينة السائلة.

٤-٦-١ خصائص مياه الصرف الصحى قبل وبعد وحدات المعالجة

تشمل التجارب اللازمة لتحديد الخصائص الكيميائية على قياس درجة القاعدية تركيز المـواد الصلبة العالقة الذائبة نسبة الصلبة الطيارة والثابتة، الأكسجين الحيوى المستهلك، الأكسـجين الكيميائى المستهلك، رقم الأس الهيدروجينى، المركبات النيتروجينية ودرة ثباتها.

٤-٦-٢ أحواض الترسيب الأبتدائى

يتم تحديد خصائص مياه الصرف الصحى الداخلة والخارجة من أحواض الترسـيب بقيـاس الخصائص التالية:

١- تركيز المواد الصلبة العالقة.
٢- كمية المواد الصلبة القابلة للترسيب.
٣- الأكسجين الحيوى الممتص.
٤- الأكسجين الكيميائى المستهلك.

ويلزم تحديد خصائص الحمأة الخام فى أحواض الترسيب الابتدائية وذلك فى حالة تخميرهـا وتشمل التجارب أيضا تحديد نسبة المواد الصلبة العالقة ونسبة المركبات العضـوية والـوزن النوعى لها.

٤-٦-٣ الأحواض البيولوجية (التهوية):

تشمل التجارب التحليلية فى أحواض التهوية على تحديد خصائص المياه الداخلة والخارجة من الحوض وذلك بقياس:

١- الأكسجين الحيوى المستهلك.
٢- الأكسجين الكيميائى المستهلك.
٣- كمية المواد الصلبة العالقة فى الخليط الممزوج بحوض التهوية.
٤- الأكسجين الذائب.
٥- المؤشر الحجمى للحمأة.

ويلزم إجراء بعض التجارب البكتيرولوجية للتأكد من وجود عدد كاف من الكائنـات الحيـة (البروتوزوا) وتشتمل هذه التجارب على:

١- معدل هذه الكائنات.
٢- معدل استهلاك الأكسجين.

٤-٦-٤ أحواض الترسيب النهائى:

يتم تحليل المياه الخارجة لتحديد الخصائص التالية:

١- تركيز المواد الصلبة العالقة ونسبة المواد الصلبة القابلة للترسيب.
٢- الأكسجين الحيوى المستهلك قبله وبعد ترشيح العينة.
٣- الأكسجين الذائب.
٤- درجة القاعدية.
٥- مركبات النيتروز والانتريك.

٤-٦-٥ الكلور الحـر:

يجب تحديد نسبة الكلور الحر المتبقى فى المياه المعالجة وذلك قبل التخلص منها فى مصادر المياه أو التربة ويتم أخذ عينة للقياس والتحليل مرة واحدة كل أربع ساعات.

٤-٦-٦ تجارب تحاليل خصائص مياه الصرف الصحى المعالجة

١- درجة الحرارة.
٢- العكارة.
٣- اللون.
٤- رقم الأس الهيدروجينى.
٥- درجة القاعدية.
٦- الأكسجين الحيوى المستهلك.
٧- الأكسجين الكيميائى المستهلك.
٤- تركيز المواد الصلبة الكلية.
٩- المواد الصلبة العالقة.
١٠- المواد الصلبة المذابة.
١١- المواد الصلب الثابتة والطيارة.
١٢- الأكسجين الذائب.
١٣- تركيز الكلور فى المياه المعالجة وتحديد كمية الكلور اللازمة لمعالجة المياه.
١٤- تركيز المواد النيتروجينية الأمونيا – أملاح الأمونيا – أملاح النيتروز – أملاح النيتريك.
١٥- المؤشر الحجمى للحمأة.
١٦- الأحماض العضوية الطيارة.
١٧- تحليل تمهيدى للكائنات الحية (البروتوزوا).
١٤- تحديد كلى لخلايا البكتريا وخلايا بكتريا القولون.
١٩- تحديد تركيز الشحوم والزيوت.
٢٠- المعادن الثقيلة.

٤-٦-٧ الكوادر والكفاءات المطلوبة لتشغيل المعمل

يجب أن يرأس معمل التحليل فى محطات المعالجة الكبيرة كيميائى له خبرة كافية فى مجـال الكيمياء التحليلية ويساعده عدد من الفنيين فـى تخصصـات الكيميـاء والكيميـاء الحيويـة

والبكترويولوجى، كذلك عدد كاف من العمالة المتدربين على كيفية العمل فى المعامـل وكـذا لجميع العينات الخاصة بالمحطة.

ويجب أن يكون مدير المعمل على دراسة كافية لتلقى التدريبات على كل ما هو حـديث مـن طرق تحليل أو تشغيل الأجهزة الحديثة.

أما بالنسبة للمحطات الصغيرة، فيمكن إدارة المعمل بفنى له خبرة فى تحليل ميـاه الصـرف الصحى والمياه المعالجة تحت إشراف المعمل المركزى.

٤-٦-٨ تقارير التحاليل المعملية

١- ***أولا:*** يجب تدوين نتائج جميع أنواع التحاليل المختلفة فى التقارير اليومية والدوريات الخاصة وتكون بها توضيح لأى ظروف تشغيل غير عادية وترفع بعد ذلك لمدير المحطة، حيث يـتم بناء عليها مراقبة التشغيل ومعرفة كفاءة وحدات المعالجة.

ويجب أن تتوافر جميع نتائج التحاليل لجميع العاملين بالمعمل والمحطة حتـى يتمكنـوا مـن معرفة جميع ظروف التشغيل.

٢- ***ثانيا:*** يجب أن تشمل التقارير الدورية تقرير شهرى لحصر جميع التحاليـل اليوميـة وبهـا الحدود القصوى والصغرى ومتوسط القيم، وحصر القيم الشاذة الملازمة لمشـاكل التشـغيل وعلى أن يتضمن بنداً خاصا بمعدل الاستهلاك فى المواد والمعدات لتحديد احتياجات المحطة كل سنة.

ومن التقارير الشهرية يمكن إعداد تقرير سنوى للتعرف على معدل الأداء طوال العام وعلاقة التشغيل بالظروف المحيطة.

٣- ***ثالثا:*** تحميل بيانات التحاليل على كمبيوتر خاص بالمعمل للرجوع إليها والاستناد عليها عنـد أى توسعة أو تطوير ..إلخ.

٤-٦-٩ مستويات تجهيز المعامل

١- التجهيزات الواردة بالجداول تعتبر حصر شامل لما يمكن أن يحتاجه أى معمل فـى مجـال تحاليل المخلفات السائلة، وليس بالضرورة أن يشمل كل معمل جميع هذه الاحتياجات، وإنمـا يتم الاختيار بناء على حجم المعمل والتحاليل المطلوب إجراؤها.

٢- تستخدم جميع الزجاجات من الأنواع المقاومة للحرارة والكيماويات والأحمـاض والمـذيبات والقلويات.

٣- تستخدم زجاجات من البيركس، وتحفظ المحاليل والمواد التى تتأثر بالضوء فى عبوات بنيـة اللون.

٤- تستخدم الكيماويات عالية الجودة، ويجب أن تكون فى مستوى المواصـفات المعتمـدة مـن الجمعية الكيميائية الأمريكية (ACS grade)، يمكن استخدام كيماويات مـن درجـة أنـالار Analar.

٥- توريد الكيماويات فى عبوات صغيرة أفضل، فإن ذلك يحافظ عليها من التغير والتف.

٤-٦-١٠ سحب الحمأة من أحواض الترسيب

ومن أهم ما يجب مراعاته فى سحب الحمأة الآتى:

١- يجب أن تكون نسبة المياه بالحمأة أقل ما يمكن حتى لاتزيد تكاليف الرفع برفع كميـات مـن المياه لاداعى لها، بل هناك ضرر من رفعها إذ تزيد الحمل على أحواض التخمير وأحـواض التجفيف مما يستدعى زيادة العدد الكلى، وبالتبعية زيادة تكاليف الإنشاء والتشغيل والصيانة.

٢- يجب إزالة الرواسب بمجرد رسوبها حتى لا تتحلل فيخرج منها الروائح الكريهة، ولكـى لا ينخفض رقمها الأيدروجينى فيصعب معالجتها بأحواض تخمير الحمأة ولكن سـحبها بمجـرد رسوبها أمر ليس من السهل تحقيقه، لذا يجب سحب الحمأة من كل حوض مرتين فى اليـوم على الأقل وتزيد حجم الرواسب المتراكمة وقد تنقص بالعمليات الصغيرة فيسمح بصرفها مرة فى اليوم على الأقل.

٣- التأكد بصفة مستمرة من أن منسوب هدارات المياه الداخلة علـى منسـوب واحـد وبالمثـل هدارات المياه الخارجة حتى تسير المياه بالحوض سيراً منتظما وحتى لا تتوالد المناطق الميتة بالحوض وما ينتج منها من ضعف لكفاءته ويمكن دراسة سرعة المياه فى الحـوض ومـدة المكث به باستعمال الألوان أو محلول من الأملاح.

٤- يجب كشط الخبث الطافى بصفة مستمرة أو مرتين فى اليوم على الأقل بمـا يمنـع تجمعـه وحجبه لسطح الماء بالحوض من التعرض للشمس والهواء والتخلص منه محملا بأقل كميـة من المياه والتأكد من عدم خروج أى منه مع السيب الخارج من الحوض.

٥- يجب المحافظة باستمرار على نظافة الحوائط والممرات الظاهرة للأحواض.

٦- يجب أن يكون قاع الحوض مستويا لا توجد به أى انخفاضات أو ارتفاعات مهما بسـطت إذ أن أى تجويف بالقاع أو عائق به يمنع أسفل الزحافة من الملاصقة التامة لقاعة وإزالة ما بـه من رواسب.

٧- يجب أخذ عينات بصفة مستمرة أثناء اليوم سواء للمياه الداخلة أو الخارجـة مـن الحـوض وإجراء التحاليل اللازمة لها للتأكد من قيام الحوض بواجبه على أكمل وجه.

٤- تفريغ الأحواض بصفة دورية – حوض كل أسبوع على الأقـل لتنظيفـه تمامـا وترميمـه وإصلاح أى خلل به.

٩- يجب العناية بكل الأجهزة الميكانيكية والكهربائية والبلوف ومداومة تشحيمها والتأكد من حسن إدارتها وسلامتها مع توفير الأدوات الاحتياطية اللازمة لها بالموقع.

١٠- صيانة جميع الأعمال الحديدية وترشيمها ودهانها سنويا.

وبعد أن تتم المعالجة بأى من الطرق المذكورة تعالج بأحواض الترسيب النهائية.

٤-٧ تقرير تشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحى

يعتمد تشغيل محطات المياه على قاعدة بيانات تتمثل فى تقارير التشغيل بهدف تحليلها واتخاذ الإجراءات اللازمة (تعليمات، توصيات ... إلخ) للتغلب على مشاكل التشغيل.

ويجب التقيد بكتابة مجموعة من التقارير اليومية والشهرية مع رسم بعض المنحنيـات التـى توضح كفاءة المحطة شهرياً، كما تشمل بعض الحسابات الدورية التى يجب إجرائهـا مثـل MCTRT-SVI-F/M، وكذالك تدوين نتائج التجارب المعملية الأساسية.

كما يجب وصف البيانات الفنية المدونة بمحطة معالجة مياه الصرف الصحى قبل كتابـة أى تقارير، كما يلى :

رقم	بيانـات محطـة المعالجـة	
١.	إسم محطة المعالجة :	
٢.	نظام تكنولوجيا المعالجة :	
٣.	مكونات محطة المعالجة :	
٤.	الطاقة التصميمية (م^3/يوم) :	
٥.	الطاقة الفعلية (م^3/يوم) :	
٦.	تاريخ التشغيل :	
٧.	عدد العمالة بمحطة المعالجة :	
٨.	التعداد المخدوم (نسمه) :	
٩.	مناطق الخدمة :	
١٠.	موقع محطة المعالجة (المكان) :	
١١.	موقع التخلص من مياه الصرف الصحى المعالجة :	
١٢.	موقع التخلص من الحمأة المجففة :	
١٣.	موقع التخلص من المواد المرفوضة :	
١٤.	مساحة موقع محطة المعالجة :	
١٥.	إسم مدير المحطة :	

ويعرض النموذج رقم (٤-١) تقرير التشغيل اليومى لمحطة معالجة مياه الصـرف الصـحى بالحمأة المنشطة.

نموذج رقم (٤-١)

تقرير التشغيل اليومى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

التاريخ:

التصرفات الواردة: ( ) م٣/يوم.

أولا: ظروف التشغيل:

- **المصافى الميكانيكية والمكبس ووحدة التعبئة:**

١- ساعات التشغيل اليومية : م١( ) – م٢ ( ) – م٣ ( )

طريقة التشغيل : (يدوى – تايمر – فرق المنسوب)

٢- المكبس ووحدة التعبئة :

ساعات التشغيل للمكبس : ( ) ساعات التشغيل لوحدة التعبئة( )

عدد الأجولة اليومية : ( ) جوال

٣- أحواض الراسب الرملى :

ساعات تشغيل الكبارى : كوبرى رقم (١)

كوبرى رقم (٢)

كوبرى رقم (٣)

ساعات تشغيل طلمبات الرمال: طلمبة رقم (١)

طلمبة رقم (٢)

طلمبة رقم (٣)

طلمبة رقم (٤)

طلمبة رقم (٥)

طلمبة رقم (٦)

كمية الرمال التى تم التخلص منها يوميا : ≃ ( )م٣

كمية الزيوت والشحومات والخبث الطافى اليومى : ≃ ( )م٣

٤- أحواض الترسيب الابتدائى:

المواد المترسبة فى المخبار فى المياه الداخلة بعد ٣٠ دقيقة : ( ) ملل

المواد المترسبة فى المخبار فى المياه الخارجة بعد ٣٠ دقيقة : ( ) ملل

تابع نموذج رقم (٤-١)

تقرير التشغيل اليومى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

حالة سطح الحوض : خبث طاف (كثيف – متوسط – بسيط)

معدلات سحب الحمأة فى اليوم ( ) مرة ( ) دقيقة فى المرة عدد اللفات ( ).

نظافة الهدافات وصندوق الخبث الطافى ومجرى خروج المياه ( ) ملل.

٤- أحواض التهوية:

الفحص الظاهرى: - لون المياه ( ) نظافة الجدران والهدارات

- متوسط تركيز الأكسجين: ( ) ملجم/لتر

- ساعات تشغيل الهوايات وعددها فى كل حوض:

حوض رقم (١) : ( ) – ( ) الأمبير

حوض رقم (٢) : ( ) – ( ) الأمبير

حوض رقم (٣) : ( ) – ( ) الأمبير

٤- ساعات تشغيل الطلمبات الحلزونية:

طلمبة رقم (١) الأمبير ( )

طلمبة رقم (٢) الأمبير ( )

طلمبة رقم (٣) الأمبير ( )

كمية الحمأة المعادة : ( ) م^{٣}

كمية الحمأة المبعدة : ( ) م^{٣}

نسبة الحمأة المعادة إلى التصرفات الواردة : ( )%

نسبة الحمأة المبعدة إلى التصرفات الواردة : ( )%

٧- أحواض الترسيب النهائى:

- نظافة الهدارات والجدران وحاجز الخبث الطافى : ( )

- معدلات سحب الحمأة المنشطة ( ) مرة، المدة ( ) دقيقة عدد اللفات ( ).

- الشفافية فى الأحواض:

حوض رقم (١) :

حوض رقم (٢) :

حوض رقم (٣) :

حوض رقم (٤) :

حوض رقم (٥) :

تابع نموذج رقم (٤-١)

تقرير التشغيل اليومى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

الفحص الظاهرة للأحواض : كمية الندف الطافية والحمأة الطافية ( ).
عمق طبقة الحمأة : ( ) سم.
تركيز الأكسجين فى المياه الخارجة.

٤- أحواض التكثيف:
الحمأة الطافية (سميكة – متوسطة – بسيطة)
نظافة الهدارات والجدران الداخلية.
كمية الحمأة الخام الوارد للحوض.
زمن البقاء : ( )
كمية الحمأة المكثفة لأحواض التكثيف
كمية مياه التصافى من أحواض التكثيف

٩- أحواض التجفيف:
كمية الأسمدة الجافة الناتجة : ( )م٣
عدد الأحواض بالخدمة :
كمية الأسمدة المباعة : ( )م٣

١٠- عنبر طلمبات الحمأة:
طلمبات الحمأة الخفيفة : ( ) ساعة ( ) الأمبير
طلمبات الحمأة الثقيلة : ( ) ساعة ( ) الأمبير
طلمبات مياه التصافى : ( ) ساعة ( ) الأمبير
طلمبات الحمأة المكثفة : ( ) ساعة ( ) الأمبير

١١- عنبر الكلور:
الكلور المضاف يوميا :
تركيز الكلور المتبقى :
زمن البقاء فى أحواض التلامس :

تابع نموذج رقم (٤-١)

تقرير التشغيل اليومى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

ثانياً : أعمال الإصلاحات الرئيسية :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ثالثاً : تقرير التحاليل المعملية :

(أنظر التقرير اليومى المرفق)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

رابعاً : تحليل النتائج والتوصيات :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

إعتماد مدير المحطة

الفصل الخامس

خطط التشغيل والصيانة

بمحطات المعالجة لمياه الصرف الصحى

الفصل الخامس

خطط التشغيل والصيانة بمحطات المعالجة لمياه الصرف الصحى

٥-١ خطط الصيانة

من الضرورى وضع خطط لتشغيل وصيانة محطة معالجة الصرف الصحى، وأن تكون هذه الخطط واضحة لدى عمالة التشغيل والقائمين بالصيانة. لذلك يتم إعداد خطة تشـغيل يومية للمحطة توضح الانتاج المستهدف وأنظمة التشغيل والتحاليل المطلوب إجراؤهـا موزعة على ساعات اليوم، كما يتم إعداد خطة للصيانة الشهرية تحدد تواريخ إجـراء الصيانة لمعدات ووحدات محطة المعالجة خلال الشهر، وخطة أخرى للصيانة السنوية تحدد الأشهر التى تتم فيها أعمال الصيانة .

٥-١-١ خطة الصيانة الشهرية

يعرض الجدول رقم (٥-١) نموذجاً لخطة الصيانة الشهرية لمحطة المعالجة.

٥-١-٢ خطة الصيانة السنوية

يعرض الجدول رقم (٥-٢) نموذجاً لخطة الصيانة السنوية لمحطة المعالجة.

٥-٢ موازنة التشغيل والصيانة

إن أحد الأهداف الرئيسية لإعداد خطة متكاملة للتشغيل والصيانة هو إعداد مشـروع موازنـة التشغيل والصيانة لمحطة المعالجة. فبناء على حصر مكونات المحطة وعمل نماذج التشـغيل والصيانة بها وحصر المطالب من قطع الغيار والخامات لكل مكـون مـن مكونـات محطـة المعالجة فإنه يمكن تقدير قيمة مستلزمات التشغيل والصيانة وكذلك إعداد مشـروع الموازنـة وذلك طبقاً للنموذجين رقمى (٥-٣) و(٥-٤) المعروضين فيما بعد :

وكيفية وضع موازنات التشغيل والصيانة تتم كما يلى مع الأخذ فى الإعتبار أن تضع كل هيئة تصورا لمشروع موازنتها الجارية الخاصة بالتشغيل والصيانة كالآتى :

- الباب الأول : الخاص بالأجور
- الباب الثانى : الخاص بالمصروفات والنفقات الجارية

جدول رقم (٥-١)

نموذج لخطة الصيانة الشهرية لمعدات المحطة

أسم الوحدة	أسم المشغل	الموقع	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١-٣٠				إجمالى	
																											ص١	ص٢
إجمالى																												

جدول رقم (٥-٢)

نموذج لخطة الصيانة الشهرية لمعدات المحطة

أسم الوحدة (المعدة)	الموقع	أسم المشغل	يناير				فبراير إلى نوفمبر	ديسمبر				ملاحظات

وسوف يكون الاعتماد فى تقدير هذه الموازنة على :

١- معدلات الصرف الفعلية للسنة السابقة مضافا إليها التوقعات الموضوعية للزيادة للسنة التى تعد عنها الموازنة

٢- معايير كمية لاستخدامات الطاقة الكهربية والكيماويات في كميات مياه الصرف الصحى المعالجة.

٣- معدلات استخدام المواد والمهمات وقطع الغيار اللازمة للتشغيل والصيانة.

٤- المتوقع تنفيذه من الإحلال والتجديد لمعدات محطة المعالجة.

٥- معدلات التضخم المتوقعة.

جدول رقم (٥-٣) نموذج لموازنة التشغيل والصيانة لمحطة المعالجة

رقم البند	بنود الباب الثانى	ديوان عام المحافظة	مركز	مركز	مركز	مركز	مركز	مركز	الجملة
	مجموعة (١) المستلزمات السلعية:								
١	خامات								
٢	وقود وزيوت وقوى محركة للتشغيل								
٣	وقود وزيوت لسيارات الركوب								
٤	قطع غيار ومهمات								
٥	مواد تعبئة وتغليف								
٦	أدوات كتابية وكتب								
٧	مياه وإنارة								
٨	تجهيزات ومعدات صغيرة								
	جملة مجموعة (١)								
	مجموعة (٢) المستلزمات الخدمية								
١	نفقات صيانة								
٢	نفقات تشغيل لدى الغير ومقاولى الباطن								
٣	خدمات أبحاث وتجارب								
٤	نشر وإعلان ودعاية وأستقبال								
٥	نفقات طبع ودورات وحقوق تأليف								
٦	نقل وأنتقالات عامة ومواصلات								
٧	إيجار معدات ووسائل نقل								
	جملة مجموعة (٢)								

جدول رقم (٥-٤)

كشف الإنفاق على التشغيل والصيانة عن الشهر المنتهى فى / / ٢٠

سنة الخطة

الباب الثانى	إجمالى الإنفاق حتى نهاية الشهر السابق	الإنفاق خلال الشهر الجارى	الجملة
مجموعة (١) المستلزمات السلعية:			
خامات			
وقود وزيوت وقوى محركة للتشغيل			
وقود وزيوت لسيارات الركوب			
قطع غيار ومهمات			
مواد تعبئة وتغليف			
أدوات كتابية وكتب			
مياه وإنارة			
تجهيزات ومعدات صغيرة			
الموع الفرعى للمجموعة (١)			
مجموعة (٢) المستلزمات الخدمية			
نفقات صيانة			
نفقات تشغيل لدى الغير ومقاولى الباطن			
خدمات أبحاث وتجارب			
نشر وإعلان ودعاية وأستقبال			
نفقات طبع ودورات وحقوق تأليف			
نقل وأنتقالات عامة ومواصلات			
إيجار معدات ووسائل نقل			
أشتراكات			
تكاليف العلاقات الثقافية			
تكاليف البرامج التدريبية			
الموع الفرعى للمجموعة (٢)			
إجمالى الأنفاق			

٥-٣ إعداد خطة التشغيل والصيانة

قبل الدخول فى تفاصيل إعداد خطة التشغيل والصيانة يجدر بنا أن نتطرق إلى بعض التعريفات الهامة المستخدمة فى هذا الشأن .

٥-٣-١ الصيانة الوقائية

لكى يستمر تشغيل أى مشروع أو آلة فإنه لابد من إجراء عمليات الضبط المسبق وتغيير الأجزاء المستهلكه وعمل الاصلاحات اللازمة . إن برنامج الصيانة الوقائية إذا تم تنفيذه بانتظام وعلى فترات زمنية محددة طبقا للإرشادات الموصى بها فإنه يقلل إلى أدنى حد من استهلاك الآلات أو المنشأت و يطيل من عمرها الافراضى.

وعلى ذلك فإن الأغراض الرئيسية للصيانة الوقائية هى

١- حفظ المعدات قابلة للإستخدام وفى حالة جيدة
٢- تقليل عدد اعطال الطوارئ الى أدنى حد ممكن.
٣- تقليل تكاليف الاصلاحات.

٥-٣-٢ الإصلاح

يهدف الاصلاح إلى التغلب على العيوب أو الاعطال التي تحدث أثناء التشغيل وبشكل طارئء وهو يتطلب توفير الادوات والعدد والمهمات والعمالة الفنية الماهرة.

وعليه فإنه يمكن تحديد الفروق الجوهرية بين الصيانة الوقائية والاصلاح، فالإصلاح يحدث فى أوقات غير متوقعة وهو يؤدى الى إرباك العمل وضياع الأموال ، أما الصيانة الوقائية المخطط لها مسبقا فإنها تكون أقل تكلفة وتطيل عمر المعدة أو المنشأ مما يحقق الهدف من اقتنائها.

٥-٣-٣ قطع الغيار

هى أجزاء الآلات أو المعدات التى لابد من تخزينها لمتفادة بها عند إجراء الاصلاحات أو الاستبدال رغم إجراء الصيانة الوقائية.

ورغم ان قطع الغيار تمثل استثمارا كبيرا فى حالة تخزينها إلا أنه من الأهمية بمكان أن يتم التحكم فى الموجود منها لتجنب الراكد غير الضرورى وتفادى النقص . كما يجب أن يكون هناك نظاما جيدا للخصم والإضافة لامكان توافق أعداد ونوعيات قطع الغيار مع الاحتياجات المتوقعة.

ويعتمد حصر قطع الغيار المطلوب تخزينها على عدة عوامل منها:

١- نوع المعدة.
٢- عدد ساعات التشغيل.

٣- معدل تحميل المعدة.

٤- معدلات الصيانة واحتياجاتها.

٥- مدى تواقر قطع الغيار فى السوق.

وأخيراً فإنه لابد من توفير الرقابة اللازمة على قطع الغيار لتقليل مشكلة النقص الغير متوقع.

٥-٣-٤ العمالة الفنية المدربة

إن العمالة الماهرة ذات الخبرة والكفاءة هى أهم العناصر اللازمة لإجراء الصيانة الوقائية والإصلاحات، ويجب أن تزود العمالة بالتدريب الكافى لتكون على دراية بالمواصفات والتقنيات والتعئيمات التى يضعها المصممون أو المنتجون

٥-٣-٥ العدد – إرشادات الصيانة – المعدات

ويقصد بها الأدوات المطلوبة لإجراء عملية الصيانة، والكتيبات أو الرسومات التى توفرها جهة الصنع.

٥-٣-٦ مفهوم برنامج الصيانة الوقائية

كما أوضحنا فإن الصيانة الوقائية هى الصيانة المخططة سلفاً والموضوع لها برنامج يتم تنفيذه بكل دقة وفى مواعيده المحددة بهدف الحفاظ على المعدة تعمل بأعلى كفاءة آلياً وإطالة عمرها الافتراضى

بصفة أساسية فإنه يتم إجراء الصيانة الوقائية فى موقع المحطة · ومع ذلك فإن بعض الإصلاحات تتطلسب معدات غالية الثمن (كالعمرات مثلا). وهذا يعني أن برنامج الصيانة الكفء يتطلب مستويات مختلفة من الورش والمعدات والعمالة. بالإضافة إلى أن التنظيم الجيد لورش الصيانة هو عامل حيوى لتنفيذ برنامج الصيانة بكفاءة وانتظام، ولضمان عدم تراكم الاصلاحات بما يزيد التكلفة أو قد يؤدى إلى إحلال المعدة بالكامل .

٥-٣-٧ برنامج التسجيل والمتابعة

إن أحد الوسائل الهامة للإشراف هى إنشاء نظام سجلات للصيانة وجدولة الخدمات للمعدة. كما أن قيمة برنامج الصيانة الوقائية ستتضاءل ما لم يتم الاحتفاظ بسجل دقيق للخدمة لكل معدة على حدة. وهذا السجل يجب أن يحتوى على قائمة بتاريخ تركيب المعدة ونوعها ومواصفاتها وساعات تشغيلها وأعمال الصيانة والاصلاح التى تتم عليها. كما يتم تسجيل الأجزاء وقطع الغيار التى تستبدل. كما يجب كذلك تسجيل نتائج عمليات التفتيش والمتابعة التى تجرى على المعدة. ومن خلال هذه السجلات فإنه يتم تقييم الأداء، وتحديد مشاكل تنفيذ الصيانة، وكذلك عيوب التصميم والتشغيل. وعن طريق تجميع البيانات عن المعدات أو المشروعات وتحديد التكلفة المتفق عليها فأنه يمكن تقدير التكاليف المستقبلية المطلوبة لأعمال التشغيل والصيانة.

وتظهر أهمية ذلك فى تحديد المشتريات من قطع الغيار أو الخامات والمهمات اللازمة للشـغيل أو الإصلاح والصيانة.

٥-٣-٨ مكونات خطة التشغيل والصيانة لمحطات المعالجة

تتكون خطة التشغيل والصيانة لوحدات محطات المعالجة من العناصر الآتية :

أ- حصر شامل لمكونات محطة المعالجة المطلوب صيانتها.

ب- تحديد أعمال الصيانة المطلوب القيام بها لكل مكون من مكونات المحطة.

ج- تحديد الطاقة اللازمة للقيام بأعمال الصيانة متمثلة فى العمالة والعدد والخامـات وقطع الغيار.

د- تحديد المهام فى عمليات الصيانة والأصلاح.

ه- وضع برنامج مخطط لصيانة وتشغيل المحطة.

و- إعداد نظام لمتابعة التنفيذ.

٥-٣-٩ حصر مكونات محطة معالجة مياه الصرف الصحى

يبين الجدول رقم (٥-٥) نماذج لحصر مكونات محطة معالجة الصرف الصحى.

جدول رقم (٥-٥)

حصر المكونات والمواصفات الفنية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

أ- طلمبات الرفع الرئيسية وعنبر الحمأة :

الموقع	نوع	غرض	عدد	الطلمبة / الضاغط					المحرك				
				ماركة	صناعة	تصرف ل/ث	قدرة	رفع	ماركة	صناعة	قدرة	جهد	عدد ساعات التشغيل

تابع جدول رقم (٥-٥)

حصر المكونات والمواصفات الفنية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

ب- المصافى واحواض الترسيب وأحواض فصل الرمال وأحواض التهوية :

الأسم	الشكل	الطراز	الأبعاد					التجهيزات		الحالة الفنية
			قطر	عمق	طول	عرض	أرتفاع	نوع	قدرة	

تابع جدول رقم (٥-٥)

حصر المكونات والمواصفات الفنية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

ج- أجهزة الكلور وملحقاتها

الأسم	الموقع	الوظيفة	الماركة	جهة الصنع	مواصفات			عدد ساعات التشغيل الشهرية	عدد ساعات التشغيل السنوية
					السعة (كجم/ساعة)	القدرة (ك/وات)	الجهد		

تابع جدول رقم (٥-٥)

حصر المكونات والمواصفات الفنية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى

د- السيارات والمعدات

م	الموقع	بيانات			مواصفات		عدد ساعات التشغيل السنوية	المسافة المقطوعة سنويا	الحالة الفنية
		النوع	الموديل	جهة الصنع	التجهيز	معدل الأستهلاك (ل/كم)			

٥-٣-١٠ تحديد أعمال الصيانة المطلوب لوحدات المعالجة

بناء على نماذج الحصر السابق إعدادها فإنه يتم تحديد الأعمال المطلـوب تنفيـذها للصـيانة، وتقسيمها إلى أنواع من الصيانات التى تنفذ كل مدة زمنية معينة، طبقـا لأساسـيات التشـغيل بالنسبة للمعدات الثابته. أو المسافة المقطومة بالنسبة للمعدات المتحركة كالآتى :

١- بالنسة للمعدات الثابتة فإنه يتم تجميع الأعمال ذات دوريات الصيانة المتقاربة لتنفيذها معاً في وقت واحد.

وأنواع الصيانه التى تجرى على وحدات محطات المعالجة يمكن تقسيمها إلى :

أ- صيانة دورية يومية (ى).

ب- صيانة أسبوعية (ص١).

ج- صيانة شهرية (ص٢).

د- إصلاحات بسيطة

ه- صيانة نصف سنوية (ن).

٥-٣-١١ تحديد طاقة العمالة اللازمة للقيام بأعمال التشغيل والصيانة

يتم تحديد العمالة اللازمة للتشغيل طبقاً للهيكل التنظيمى السابق الإشارة إليه. أما بالنسبة لتقدير حجم العمالة اللازمة لأعمال الصيانة فإنه يمكن تحديده كالتالى :

٥-٣-١١-١ العمالة المباشرة

ويمكن تقدير حجمها طبقا للجهد (رجل / ساعة) لكل تخصص عن طريـق حسـاب أعـداد الصيانات والإصلاحات المطلوبة خلال سنة واحدة عن طريق :

- حصر العمليات التى تنفذ فى كل نوع من أنواع الصيانة .
- تقسيم العمليات طبقا لكل تخصص.
- تقدير الوقت اللازم لتنفيذ العمليات بالنسبة لكل تخصص ولكل نوع من أنواع الصيانة.
- حساب عدد مرات إجراء الصيانة سنويا.
- حساب الوقت اللازم لتنفيذ كل نوع من الصيانة طبقا لكل مهنة.
- تقدير ساعات العمل المنوية للعامل بعد خصم الاجازات وهى١٧٥٠ ساعة

ويوضح الجدول رقم (٥-٦) كيفية حساب الجهد المطلوب من كل تخصص لإجراء عمليـات الصيانة لمحطة معالجة ذات تصرف تصميمى ٩٠.٠٠٠ م^3/يوم.

جدول رقم (٥-٦) معدلات الأداء وحساب العمالة المباشرة

م	نوع الصيانة	عدد مرات إجراء الصيانة	الجهد اللازم (رجل/ساعة)				الجهد اللازم سنويا (رجل/ساعة)			
١	يومية (ى)	٣٠٠								
٢	أسبوعية (ص١)	٥٢								
٣	شهرية (ص٢)	١٢								
٤	إصلاحات بسيطة	٢٨								
٥	نصف سنوية (ن)	٢								

٥-٣-١١-٢ العمالة غير المباشرة

وهى التى تختص بالإشراف أو المتابعة أو الأعمال الأخرى، مثل مدير الصـيانة والمشـرفين والكتبة وأمناء المخازن وغيرها.

ولقد وضعت معايير لهذه العمالة للأسترشاد بها لحصر الأعداد المطلوبة منها طبقا للآتى :

١- مهندس فنى ذو خبرة على النحو الموضح فيما بعد ليكون مديرا للصيانة.

٢- مهندس تخصص ميكانيكا وآخر تخصص كهرباء، ليكونـا مشـرفين للصـيانة الميكانيكيـة والكهربائية.

٣- ملاحظ لكل تخصص.

٤- كاتب إدارى لكل ٢٠ عامل وموظف.

٥- خراط لكل مخرطة.

٦- براد لكل إثنين خراط.

٧- لحام.

ويعرض الجدولان رقما (٥-٧) و (٥-٨) نماذج استرشادية لكيفية تحديد المهام طبقا لأنـواع الصيانة والتشغيل .

ويوضح الجدول رقم (٥-٩) طريقة تحيد المهام طبقا لأنواع الصيانة.

جدول رقم (٥-٧)

حصر متطلبات الصيانة

الصنف	وحدات رفع وضواغط				أجهزة كلور وشبة				خلايا كهربائية ومحولات وأجهزة				مرشحات				مروفات وأحواض ترسيب وخزانات مياه			
	ص١	ص٢	ص٣	ن	ص١	ص٢	ص٣	ن	ص١	ص٢	ص٣	ن	ص١	ص٢	ص٣	ن	ص١	ص٢	ص٣	ن

جدول رقم (٥-٨) حصر متطلبات التشغيل

الصنف	الوحدة	معدل الإستهلاك			عدد ساعات التشغيل	معدل التشغيل
		جم/م^{٣}	لتر/ساعة	لتر/كم		

جدول رقم (٥-٩) تحديد المهام فى عمليات الصيانة والإصلاح بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

م	البيان	القائم باعمال الصيانة الوقائية			القائم بأعمال الإصلاح		
		ص ١	ص ٢	ص ٣	جارى	متوسط	رئيسى
١	طلمبات						
٢	محركات كهربائية						
٣	خطوط مواسير						
٤	أحواض ترسيب وتوية						
٥	أجهزة وشبة وكلور						
٦	مولدات						
٧	أجهزة قياس						
٨	محولات كهربائية						
٩	ضواغط هواء						

٥-٣-١٢ تقييم خطة التشغيل والصيانة بمحطات المعالجة

من الأهداف الرئيسية لنظام مراقبة الجودة تقييم خطة التشغيل والصيانة الموضوعة وذلك بهدف معرفة نواحى القصور وعلاجها قدر الإمكان . وكذا تذليل أى عقبات تحـول دون الوصـول للهدف الأساسى.

٥-٣-١٣ أسس التقييم لخطة التشغيل والصيانة بمحطات المعالجة

يجب اتباع الأسس التالية عند تقييم خطة التشغيل والصيانة بمحطات المعالجة :

١- مدى الالتزام بخطة التشغيل وثباتها.

٢- مدى الالتزام بعناصر التحكم فى التشغيل.

٣- سرعة الاستجابة للتغييرات التى تنشأ.

٤- مدى الالتزام بخطة الصيانة الروتينية المخططة وثباتها.

٥- مدى جودة أعمال الصيانة وعدم تكرار حدوث الأعطال.

٦- صحة مصادر المعلومات التى تبنى عليها القرارات.

٧- حفظ المعلومات بطريقة ميسرة يسهل الحصول عليها.

٨- التحليلات المعملية.

٩- سرعة الاستجابة لمتطلبات الجمهور.

١٠- تشخيص المشاكل والتعامل معها.

وهذه بعض العناصر الذى يمكن جعلها أساسا للتقييم فى محطات المعالجة. ويمكـن للمسـئول أيضا إضافة ما يراه مناسبا عليها على أنه فى كل الأحوال يلزم الآتى :

١- وجود قسم خاص أو لجنة مشكلة لتنفيذ عملية التقييم.

٢- أن تتبع هذه اللجنة أو ذلك القسم رئيس الجهة مباشرة.

٣- أن تكون هذه اللجنة على دراية بالمهام والمسئوليات والسياسة العامة للشركة.

٤- أن تلتزم اللجنة بالموضوعية والحياد والدقة فى أداه عملها.

٥- أن يكون الهدف من التقييم هو مراقبة تطبيق النظام ومعرفة مدى نجاحه وتعديلـه إذا لـزم الأمر بما يتماشى مع صالح محطة المعالجة.

٥-٣-١٤ متابعة تنفيذ خطة التشغيل والصيانة

تعتبر المتابعة والتقييم من العمليات الهامة لضمان تنفيذ أى برنامج أو مشروع بكفـاءة تامـة . وكذلك فان عملية التقييم والمتابعة تساعد على تخطيط أفضل لبـرامج أو مشـروعات اخـرى مماثلة فى المستقبل.

ويمكن القول بأن المتابعة والتقييم لا ينفصلان عن بعضهما البعض ولكن لهما أوجـه مختلفـة حيث تكمل إحداهما الأخرى. كما أنهما معا يمثلان ركنا هامـا فـى دورة حيـاه أى برنـامج باعتبارهما حجر الزاوية فى الإدارة بصفة عامة.

ولقد تناولنا التقييم فى البند رقم ٥-٣-١٣، فما هى المتابعة ؟

المتابعة هى مجموعة العمليات المستمرة التى تهدف إلى التحقق من أن تنفيذ البرنامج يتم طبقا للخطة المعتمدة وبالخطوات المتفق عليها وذلك لتحقيق الأهداف المرغوبة وفى مجال التخطيط للتشغيل والصيانة يكون هدف المتابعة هو التأكد من :

١- أن التشغيل يتم وفق المعدلات المطلوبة وطبقا للخطة وبالكميات والنوعيه المطلوبه.

٢- أن تكفة التشغيل فى حدود الخطة وفى حدود موازنة التشغيل المعتمدة.

٣- أن الصيانة تتم طبقا للبرامج الموضوعة وفى المواعيد المحددة وبالتكلفة المقدرة وعلـى أعلى درجة من الجودة.

٤- أن مشاكل التشغيل وعقباته - إن وجدت - يتم تصويرها ونقلها إلى الإدارة العليا للتغلب عليها.

٥- أن مشاكل الصيانة واحتياجاتها يتم تصويرها واقتراح الحلول لها.

مما سبق نستخلص أن المتابعة هى :

مقارنة ما تحقق فعلا بما كان مخططا.

٥-٣-١٥ عناصر المتابعة لخطة الصيانة

عناصر المتابعة لخطة الصيانة تتكون من الآتى :

١- تحديد المطلوب -: أى ما هى المعلومات اللازمة والمطلوب الحصول عليها من المتابعة.

٢- تصميم نماذج جمع البيانات الفنية لكافة وحدات المعالجة - أى ما هى الاسئلة الواجب طرحها للحصول على المعلومات المطلوبة وكيف تصاغ هذه الأسئلة بكلمات مفهومة وسهله ومحدده.

٣- تحليل وتبويب البيانات - أى جدوله ودراسة وتلخيص هذه البيانات وإيجاد العلاقة بين البيانات المجمعة.

٤- إتخاذ القرار.

٥- متابعة تنفيذ القرار.

ويوضح الجدول رقم (٥-١٠) نموذجاً لمتابعة خطة الصيانة.

جدول رقم (٥-١٠)
حصر متطلبات الصيانة

ص ٢ صيانة شهرية

ص ٣ صيانة نصف سنوية

المعدة	الموقع	يناير		فبراير		من مارس إلى نوفمبر		ديسمبر		إجمالى الصيانة			
		مخطط	منفذ	مخطط	منفذ			مخطط	منفذ	ص ٢		ص ٣	
										مخطط	منفذ	مخطط	منفذ

الفصل السادس
النظم المالية وتكاليف الإنتاج
بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

الفصل السادس
النظم المالية وتكاليف الإنتاج بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

٦-١ النظم المالية بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

من المعلوم أن محطات المعالجة ليست وحدات اقتصادية مستقلة ولكنها تعمل كوحـدة تنظيمية فى إطار كيان مؤسسى متكامل أيا كان الشكل القانونى لهذا الكيان المؤسسـى وهو إدارة الشركة. ومن ثم فإن النظم المالية التى تدور فى فلكها مصروفات تشـغيل وصيانة المحطة وما ينتج عن نشاطها من ايرادات تكون وفقا لما هو متبع فى الكيـان المؤسسى ككل.

ويقوم النظام المالى فى المرافق الحكومية على نظام محاسبى واحد هو نظام المحاسبة الحكومية وأساسه حسابات الموازنة، فإن الهيئات الاقتصادية تقوم أنظمتها المالية على أساس سلسلة أنظمة للحسابات ويتم إدراج انشطة العمل المختلة فى داخل مجموعة من المراكز حسب نوعية أداء كل نشاط وينتهى نظام حسابات التكاليف إلى :

١. إعداد قوائم تكلفة لكل من مراكز التكلفة المشار إليها التكلفة إلى عناصـرها مـع إيضاح الأهمية بالنسبة لكل عنصر.
٢. إعداد قائمة تكلفة مجمعة على مستوى المحطة أو الشركة تبين تكلفـة التشـغيل والصيانة على مستوى المراكز الأربعة الأولى مراكز الأعمال الرأسمالية .
٣. إعداد تكلفة الوحدة (متر مكعب) موزعة على عناصرها
٤. إعداد حسابات إنتاج ومتاجرة وحساب أرباح وخسائر
٥. نموذج قائمة تكلفة للمتر المكعب مقارن لفترة سابقة
٦. أجور
٧. كيماويات
٨. قطع غيار ومواد وصيانة
٩. مواد ومهمات متنوعة
١٠. مستلزمات خدميه
١١. الإهلاك

وتضم القائمة أهم عناصر الاستخدامات والأهمية النسبية لكل عنصر كنسبة منوية من إجمالى نصيب المتر المكعب الذى يتحصل عليه بقسمة إجمالى تكلفة الاستخدام ÷ كمية الأمتار المكعبة المعالجة .

أما المصروفات قيمة التعامل منها طبقا لما هو متبع فـى الجهـات الحكوميـة بقيـد المنصرف خصما على اعمتادات بنود الصرف وأنواعها وكذلك تسجيل الإيرادات وفقا لبنودها. وتقسم الموازنات من حيث نوعيتها إلى:

١- تتعلق بالاستخدامات والموارد الخاصة بالمنشاء الجارى.

٢- تتعلق بالاستخدامات والموارد الاستثمارية الخاصة بالاسـتثمارات والتحـويلات الرأسمالية وتنقسم إلى الموازنة الاستثمارية ومو ازنة التحويلية الرأسمالية .

ينتهى نظام حسابات الموازنة إلى:
إعداد حساب ختامى يوضح المنصرف خصما على اعتمادات بنود الصرف أنواعهـا متضمنا استخدم ولم يتم صرف قيمته حتى نهاية السنة المالية .

لذلك أخذا بمبدأ الاستحقاق ويتقارن الصرف بالاعتماد٠ ويظهر الفرق كوفى أو تجاوزه وكذلك يوضح المحقق من الإيرادات مقارنا بالربط المعتمد عليها.
ويجب تبويب الموازنة الجارية على النحو التالى :

أولاً : فى جانب الاستثمارات :
الباب الأول ، الخاص بالأجور وتشمل:

١- الأجور النقدية.

٢- المزايا العينية
٣- المزايا التأمينية
الباب الثانى، الخاص بالنفقات الجارية والتحويلية الرآسمالية وتشمل:

١- المستلزمات السلعية

٢- المستلزمات الخدميه

٣- المشتريات بغرض البيع

٤- التحويلات الجارية

٥- التحويلات الجارية التخصيصية

ثانياً : فى جانب الموارد :

الباب الثالث الخاص بالإيرادات الجارية والتحويلية الجارية وتشمل :

١- إيرادات خدمات

٢- إيرادات متنوعة

٣- إيرادات نشاط جارى

٤- اعانات

٥- إيرادات أوراق مالية

٦- إيرادات تحويلية جارية

تبويب الموازنة الرأسمالية على النحو التالى:

ثالثا : فى جانب الاستخدامات:

الباب الرابع ، الخاص بالاستخدامات الاستثمارية .

الباب الخامس: الخاص بالتحويلات الرأسمالية ، وتشمل:

١- الإقراض

٢- سداد القروض

٣- الاستثمارات المالية

٤- الاستثمارات العقارية

٥- التغير فى الأرصدة

٦- تحويلات رأسمالية أخرى

رابعاً : فى جانب الموارد

- الباب الثالث ، الخاص بالإيرادات الرأسمالية المتنوعة

١- التمويل الذاتى

٢- ايرادات تحويلية ورأسمالية

الباب الرابع : الخاص بالقروض والتسهيلات الائتمانية

وتشمل :

وضع موازنات تعد لكل محطة تقديرات مشروع موازنتها الجارية الخاصة بالتشـغيل والصيانة وتعتمد فى إعداد هذه التقديرات على :

١- معدلات الصرف الفعلية والتوقعات الموضوعية للسنة التى تعد عنها الموازنة.

٢- معايير كمية لاستخدامات المواد والكيماويات فى ضوء كمية مياه الصرف المتوقع معالجتها معدلات استخدام المواد وقطع الغيار اللازمة للتشغيل والصيانة.

٣- معدلات التضخم المتوقعة.

٦-٢ التوازن المالى بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

تعمل محطة المعالجة على تحقيق التوازن بين المصروفات والإيرادات فى إطار من الأداء الإقتصادى الذى يعمل على ضبط وترشيد الإنفاق دون الإخلال بجودة الأداء. ويتحقق ذلك من خلال مسك حسابات تكاليف منتظمة، مع وجود رقابة فعالة على تنمية وزيادة الموارد ويتحقق ذلك من :

تنمية وزيادة الموارد لمحطات معالجة مياه الصرف الصحى

١. توسيع قاعدة المشتركين بإجراء مراجعة شاملة للتأكد من محاسبة كل منتفع بالخدمة على فاتورة المياه، وضم مشتركين جدد
٢. تتبع الحالات التى تستخدم الصرف الصحى.
٣. تصميم موارد مياه ذاتية وتنتفع بشبكة الصرف الصحى.
٤. تصميم وتنفيذ شبكات صرف صحى للغير.
٥. تشغيل وصيانة وحدات معالجة أو رفع أو شبكات أنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى لجهات أخرى (الغير).
٦. تأجير معدات لجهات أخرى (الغير).
٧. تصنيع وصيانة مهمات بورش المحطة للغير.
٨. تقديم المشورة الفنية لإعداد وشروط ومواصفات مناقصات أعمال للغير محاسبة المصانع التى تصرف مخلفات صناعية على الشبكة العمومية للصرف الصحى بتعريفة تتناسب وما يترتب على صرف مثل هذه المخلفات من أعباء.
٩. بيع الحمأة التى تستخدم كأسمدة أو تحويلها إلى كمبوست ثم بيعها .
١٠. تطبيق هيكل تعريفة يتدرج بزيادة الإيرادات حتى تتحقق التغطية الكاملة للتكاليف.

٦-٢-١ مؤشرات الحكم على كفاءة تحقيق التوازن

لإمكان الحكم على مدى كفاءة الأداء لتحقيق التوازن المالى، يتم بعض نسب التحليل المالى كمؤشرات للدلالة على نحو هدف تحقبة هذه المؤشرات هى :

ويأتى فى مقدمتها نسبة مصروفات التشغيل والصيانة الإيرادات

١. نسبة التحصيل : المبالغ المحصلة إلى المبالغ المطالب بها
٢. تكلفة المتر المكعب : مصروفات التشغيل والصيانة المعالجة .
٣. متوسط إيرادات المتر المكعب المعالج : الإيرادات المستحقة
٤. كمية مياه الصرف الصحى المعالجة .

٦-٢-٢ مؤشرات الكفاءه الإقتصادية للإنتاج

١. نسبة القيمة المضافة إلى الانتاج
٢. نسبة ربحية الإنتاج إلى القيمة المضافة

٦-٢-٣ مؤشرات الكفاءة الإقتصادية للأجور

١. إنتاجية الجنيه /أجر / قيمة الانتاج : الأجور
٢. نسبة القيمة المضافة إلى الأجور
٣. نسبة القيمة المضافة الصافية إلى الأجور
٤. فائض أو عجز العمليات الجارية إلى الجنيه أجر

٦-٢-٤ مؤشرات السيولة والهيكل التمويلى

١. معدل تغطية الأصول : صافى حقوق الملكية إلى الأصول الثابتة
٢. نسبة السيولة : السيولة النقدية إلى الخصوم ات اولة
٣. نسبة التداول : الأصول المتداولة على الخصزم المتداول

٦-٢-٥ مؤشرات الكفاية الإقتصادية للإستثمار

١. نتيجة النشاط الجارى إلى صافى حقوق الملكية
القيمة المضافة
معدل صافى حقوق الملكية (الفائض أو العجز إلى صافى حة ق الملكية
٢. ربحية رأس المال المملوك (الفائض أو العجز إلى رأس المال المملوك
٣. عائد رأس المال المستثمر (الفائض أو العجز - الفوائد المدينة إلى رأس المال المستثمر

تحتسب القيمة المضافة بإضافة أو طرح قيم بعض البنود، على النحو التالى :

ايرادات النشاط الجارى
(-) مشتريات بغرض
= قيمة الانتاج بسعر السوق
+إعانات الانتاج
أ. - الضرائب والرسوم الجمركية

= قيمة الانتاج بتكلفة عوامله

ب. - مستلزمات سلعية

ج. - مستلزمات خدمية

= القيمة المضافة الإجمالية

٦-٣ بنود تكاليف معالجة المتر المكعب من مياه الصرف الصحى

لحساب تكلفة معالجة المتر المكعب من مياه الصرف الصحى، يجب حساب جميع المصروفات الخارجة شهرياً من مواد مستهلكة إلى فواتير صيانة أو قطع غيار وكذلك نسبة من قيمة المعدات أى أنه يتم وضع عمر افتراضى للمعدات ويتم تقسيم تكلفة هذه المعدات على هذا العمر الأفتراضى وكم تقدر ويجب أن تضاف على قيمة كل شهر، وكذلك نسبة من قيمة تكاليف المبانى الخرسانية من مكاتب وإدارات وأحواض وطرق، وكذلك المعدات العاملة من سيارات ولوادر وماكينات. وأيضآ نسبة من قيمة تكلفة شراء المتر المربع من مساحة الأرض. وذلك لكى نحصل على قيمة تكلفة معالجة المتر المكعب تماما من مياه الصرف الصحى.

إلا أنه نظراً للعمر الافتراضى الكبير الذى يوضع للمعدات والمبانى فإنه يقتصر حساب تكلفة معالجة المتر المكعب من مياه الصرف الصحى على البنود التالية :

بنود تكاليف معالجة المتر المكعب من مياه الصرف الصحى

١- مرتبات العمال ، وتشمل المرتبات الأساسية والحوافز والمكافئات.

٢- استهلاك الكهرباء، وتشمل قيمة فواتير الكهرباء للضغوط العالية والمتوسطة والمنخفضة وكذلك قيمة إصلاح أى عطل بواسطة مسئولى شركات الكهرباء والمحملة على المحطة.

٣- قطع الغيار وهى قيمة ما يتم تغييرة فى المعدات من قطع غيار سواء كانت مشتراة حديثا أو منصرفة من المخازن.

٤- الزيوت والشحوم، وتشمل زيوت المعدات المتحركة كالسيارات أو اللوادر والقلابات أو زيوت صناديق التروس والمعدات والروافع الهوائية والشحوم المستخمة فى التروس والرولمان بللى وأعمال الكهرباء.

٥- الوقود، كذلك يتم حساب قيمة ما يتم أستخدامه من الوقود للحملة الميكانيكية والمولدات والوقود المسخدم فى أعمال الصيانة من سولار وبنزين.

٦- احتياجات الصيانة، وتشمل جميع المستهلكات فى أعمال الصيانة وفواتير التليفون ومياه الشرب وعقود الصيانة لإصلاح بعض الأجهزة الخاصة مثل عقود الصيانة للحاسبات الإلكترونية (الكمبيوتر)، عقود صيانة لأجهزة التكييف، عقود صيانة لأجهزة المعامل

وأجهزة القياس بالمحطة، حيث أن هذه الأجهزة تحتاج لخبرات معينة تكون عادة لا تتوافر فى المحطات.

٧- إحتياجات المعمل، وتشمل الأحماض والقلويات والكواشف والمواد الكيميائية المستهلكة فى أعمال المعمل وكذلك آى مشتروات خاصه بالمعمل من أنابيب زجاجية أو أوراق ترشيح ومخابير وكاسات زجاجية وأجهزة يدوية وبطاريات تشغيل.

٦-٣-١ تحليل عناصر تكاليف معالجة المتر المكعب من مياه الصرف الصحى

وبتحليل نتائج تكاليف معالجة المتر المكعب من مياه الصرف الصحى والموضحة بالجداول أرقام (٦-١) و(٦-٢)، اللذين يوضحان التكلفة السنوية لمحطتى زنين وأبو رواش، يتضح أن أستهلاك الكهرباء يقع فى أعلى مراتب التكلفة، يليه مرتبات العاملين، لذلك يكون المطلوب هو خفض استهلاك الطاقة بقدر الإمكان.

جدول رقم (٦-١) التكلفة السنوية لمحطة معالجة زنين

م	البيان	التكلفة بالجنية المصرى سنويا	النسبة المئوية لعناصر التكلفة
١	مستحقات العمالة	٢٤٨٥١٧٣	% ١٣.٣٤
٢	الكهرباء	١٤٧٥٨٠٧٠	% ٧٨.٧٠
٣	قطع الغيار	٩٦٩١٥٦	% ٥.٢٠
٤	الزيوت	٥٦٦٠٤	% ٠.٣٠
٥	الشحوم	٤٠٣١٠	% ٠.٢٢
٦	الوقود	١٠١٠٣٦	% ٠.٥٤
٧	أحتياجات الصيانة	٢٥٧٠٨٨	% ١.٣٨
٨	أحتياجات المعمل	٥٨٨١٤	% ٠.٣٢
	إجمالى التكاليف	١٨٦٢٦٢٥٠	
	كمية مياه الصرف الصحى الواردة لمحطة المعالجة	٣٣٠٠٠٠ م^3/يوم	
	سعر معالجة المتر المكعب من مياه الصرف الصحى	٠.١٥٢ جنيها	

ملحوظة : محطة معالجة زنين تشمل معالجة أبتدائية ومعالجة بيولوجية ولا تشمل أى معالجة للحمأة أنما تضخ فقط كمياتها لتصل إلى محطـة معالجـة أبـو رواش.

جدول رقم (٦-٢) التكلفة السنوية لمحطة معالجة أبو رواش

م	البيان	التكلفة بالجنية المصرى سنويا	النسبة المئوية لعناصر التكلفة
١	مستحقات العمالة	١٣٧٤٤٢٠	% ٤٢.١٠
٢	الكهرباء	١٤٥٦٨٩٢	% ٤٤.٦٢
٣	قطع الغيار	٣٩٣١٤	% ١.٢٠
٤	الزيوت + الشحوم	٥٦٨٨٦	% ١.٧٤
٥	الوقود	١٥٤٢١٦	% ٤.٧٢
٦	أحتياجات الصيانة	١٤٦١٣٠	% ٤.٤٨
٧	أحتياجات المعمل	٣٧٠٤٤	% ١.١٣
	إجمالى التكاليف	٣٢٦٤٩٠٢	
	كمية مياه الصرف الصحى الواردة لمحطة المعالجة	٤٠٠٠٠٠ م٣/يوم	
	سعر معالجة المتر المكعب من مياه الصرف الصحى	٠.٠٢٤ جنيها	

ملحوظة : محطة معالجة أبو رواش تشمل معالجة أبتدائية فقط ومعالجة للحمأة الناتجة من محطة معالجة أبو رواش ومحطة معالجة زنين.

٦-٣-٢ حساب تكلفة إزالة الحمل العضوى من مياه الصرف الصحى

فى كثير من البلدان المتقدمة يشترط ألا تزيد قيمة الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)، الذى يمثل الحمل العضوى. من أى منشأة صناعية كانت أو زراعية عن قيمة معينة، ويتم أخذ عينة مستديمة من هذه المنشآت. وفى حالة زيادة الحمل العضوى عن القيمة المعينة فإنه يتم إضافة تكلفة إضافية على هذه المنشأة بسبب زيادة قيمة الحمل العضوى، وتضاف هذه التكلفة بناء على تكلفة إزالة الكجم من الحمل العضوى، علماً أنه لا تترك القيمة القصوى للحمل العضوى، ولكن هناك أقصى قيمة مسموح بها لصرف الحمل العضوى، وإذا زاد عنها يمنع الصرف تماماً على شبكة محطة الصرف الصحى للمعالجة، ويتم طلب معالجة خاصة لهذه المنشأة قبل صرف مخلفاتها على شبكة الصرف الصحى العمومية.

ولنأخذ مثالا على تكلفة إزالة الحمل العضوى فى شهر أكتوبر ٢٠٠٥ فى محطة معالجة مياه الصرف الصحى بزنين

- متوسط المياه الداخلة فى اليوم = ٣٣٠٠٠٠ م٣/ يوم

- تكلفة المعالجة فى شهر أكتوبر ٢٠٠٥ = ١٢٨٧٣٦٨ جنية/ شهر
- تكلفة المعالجة فى اليوم = ٤٣٩١٢ جنية/ يوم
- متوسط الحمل العضوى الداخل = ٢٨٥ ملج/ لتر
- متوسط الحمل العضوى الخارج = ٢٠ ملج/ لتر
- متوسط الحمل العضوى المزال = ٢٦٥ ملج/ لتر
  = ٠.٢٦٥ كجم
- متوسط الحمل العضوى المزال كليه = ٠.٢٦٥ × ٣٣٠٠٠٠
  = ٨٧٤٥٠ كجم/ يوم
- متوسط تكلفة إزالة الحمل العضوى فى اليوم = ٤٣٩١٢ ÷ ٨٧٤٥٠
  = ٠.٥٠ جنية/ كجم

٦-٣-٣ حساب تكلفة إزالة المواد الصلبة العالقة

بنفس الطريقة وللأسباب السابقة تحسب تكلفة إزالة الكيلو جرام الواحد من الـ (TSS) نأخذ مثالاً لذلك محطة معالجة زنين خلال شهر أكتوبر ٢٠٠٥

- متوسط المياه الداخلة فى اليوم = ٣٣٠٠٠٠ م^3/ يوم
- تكلفة المعالجة فى شهر سبتمبر ١٩٩٤ = ١٢٨٧٣٦٨ جنية/ شهر
- تكلفة المعالجة فى اليوم ٤٣٩١٢
- متوسط المواد الصلبة العالقة الداخلة = ٣٧٥ ملج/ لتر
- متوسط المواد الصلبة العالقة الخارجة = ٢٢ ملج/ لتر
- متوسط المواد الصلبة العالقة المزالة = ٣٥٣ ملج/ لتر
- = ٠.٣٥٣ كجم
- متوسط المواد الصلبة العالقة المزالة الكليه = ٠.٣٥٣ × ٣٣٠٠٠٠
  = ١١٦٤٩ كجم/ يوم
- متوسط تكلفة إزالة المواد الصلبة العالقة فى اليوم = ٤٣٩١٢ ÷ ١١٦٤٩
  = ٠.٣٧ جنية/ كجم

٦-٥ التشريعات المصرية الخاصة بتحديد مواصفات المياه المعالجة قبل صرفها على المجارى المائية

٦-٥-١ المياه التى تصرف على نهر النيل وفروعه وعلى الخزانات الجوفية

صدر فى مصر القانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ بشأن حماية نهر النيل والمجارى المائية من التلوث وعدم الترخيص بصرف أية مخلفات سائلة إلى نهر النيل أو فروعه أو الترع والمصارف والجنابيات وخزانات المياه الجوفية ، قبل مطابقتها للمعايير الواردة باللائحة التنفيذية للقانون والصادرة بقرار وزير الرى رقم ٥٨ لسنة ١٩٨٣. وقد نصت المادة ٦٠من القانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢ على أنه:

" يجب أن تبقى مجارى المياه العذبة التى يرخص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إليها فى حدو المعايير والمواصفات المبينة فى الجدول رقم (٦-٣) :

جدول رقم (٦-٣)

المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات الصناعية السائلة والمعالجة للصرف على النيل وفروعه والخزانات الجوفية

الاختبار	المواصفات ملليجرام/لتر (ما لم يذكر غير ذلك)
اللون	لا يزيد على ١٠٠ درجة
مجموع المواد الصلبة	٥٠٠
درجة الحرارة	٥ درجات مئوية فوق المعتاد
الأكسجين الذائب (D. O)	لا يقل عن ٥
الأس الهيدروجينى (pH)	٧ – ٨.٥
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	لا يزيد عن ٦
الأكسجين الكيماوى المستهلك (COB)	لا يزيد عن ١٠
نيتروجين عضوى	لا يزيد عن ١
نشادر	لا يزيد عن ٠.٥
شحوم وزيوت	لا تزيد عن ٠.١
القلوية الكلية	لا تزيد على ١٥٠ ولا تقل عن ٢٠
كبريتات	لا تزيد عن ٢٠٠
مركبات الزئبق	لا تزيد على ٠.٠٠١
حديد	لا يزيد عن ١
منجنيز	لا يزيد عن ٠.٥
نحاس	لا يزيد عن ١
زنك (خارصين)	لا يزيد عن١
منظفات صناعية	لا تزيد عن ٠.٥

جدول رقم (٦-٣)

المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات الصناعية السائلة والمعالجة للصرف على النيل وفروعه والخزانات الجوفية

الاختبار	المواصفات ملليجرام/لتر (ما لم يذكر غير ذلك)
نترات	لا تزيد عن ٤٥
فلوريدات	لا تزيد عن ٠.٥
فينول	لا يزيد عن ٠.٠٢
زرنيخ	لا يزيد عن ٠.٠٥
كادميوم	لا يزيد عن ٠.٠١
كروم	لا يزيد عن ٠.٠٥
سيانيد	لا يزيد عن ٠.١
رصاص	لا يزيد عن ٠.٠٥
سلينيوم	لا يزيد عن ٠.٠١

وحددت المادة ٦١ من نفس القانون:

"معايير الترخيص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إلى مسطحات المياه العذبة وخزانات المياه الجوفية التى وضعتها وزارة الصحة طبقا لما هو مبين فى الجدول رقم (٦-٤).

ونصت المادة ٦٢ من نفس القانون على أنه:

" لوزارة الرى، ودون إخلال بأحكام المادة ٦٠ من هذه اللائحة، أن تتجاوز عن بعض المعايير المشار إليها بالمادة ٦١ وذلك فى الحالات التى تقل فيها كمية المخلفات الصناعية السائلة المعالجة التى يتم صرفها إلى مسطحات المياه العذبة عن مائة متر مكعب من اليوم ويشترط ألا تزيد عن الحدود الموضحة فى الجدول رقم (٦-٤).

ونصت المادة ٦٣ من نفس القانون على أنه:

" يجب ألا تكون المخلفات الصناعية السائلة المعالجة والتى يرخص بصرفها إلى مسطحات المياه العذبة مختلطة بمخلفات آدمية أو حيوانية.

جدول رقم (٦-٦) المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات الصناعية السائلة والمعالجة للصرف على مسطحات المياه العذبة وخزانات المياه الجوفية

الاختبـــار	الحد الأقصى لمعايير المخلفات الصناعية السائلة المعالجة التى يتم صرفها على	
	نهر النيل من حدود مصر الجنوبية إلى قناطر الدلتا	فرع النيل والرياحات والترع الجنابيات وخزانات المياه الجوفية
درجة الحرارة	٣٥ م	٣٥ م
الأس الهيدروجينى (pH)	٦-٩	٦-٩
اللون	خالية من المواد الملونة	خالية من المواد الملونة
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	٣٠	٢٠
الأكسجين الستهلك كيميائيا (COD) (دايكرومات)	٤٠	٣٠
الأكسجين المستهلك كيميائيا (برمنجنات)	١٥	١٠
مجموع المواد الصلبة الذائبة	١٢٠٠	٨٠٠
رماد المواد الثلبة الذائبة	١١٠٠	٧٠٠
المواد العالقة	٣٠	٣٠
رماد المواد العالقة	٢٠	٢٠
الكبريتيدات	١	١
الزيوت والشحوم والراتنجات	٥	٥
الفوسفات غير العضوى	١	١
النترات	٣٠	٣٠
الفينول	٠.٠٠٢	٠.٠٠١
الفلوريدات	٠.٥	٠.٥
الكلور المتبقى	١	١
مجموع المعادن الثقيلة:	**لا يزيد عن ١**	**لا يزيد عن ١**
الزئبق	٠.٠٠١	٠.٠٠١
الرصاص	٠.٠٥	٠.٠٥
الكادميوم	٠.٠١	٠.٠١
الزرنيخ	٠.٠٥	٠.٠٥
الكروم سداسى التكافؤ	٠.٠٥	٠.٠٥
النحاس	١	١

الاختبـــار	الحد الأقصى لمعايير المخلفات الصناعية السائلة المعالجة التى يتم صرفها على	
	نهر النيل من حدود مصر الجنوبية إلى قناطر الدلتا	فرع النيل والرياحات والترع الجنابيات وخزانات المياه الجوفية
النيكل	٠.١	٠.١
الحديد	١	١
المنجنيز	٠.٥	٠.٥
الزنك	١	١
الفضة	٠.٠٥	٠.٠٥
المنظفات الصناعية	٠.٠٥	٠.٠٥
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية فـى ١٠٠ سم^{٣}	٢٥٠٠	٢٥٠٠
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	٤٠	٣٠
الأكسجين المستهلك كيميائيـا (COD)	٦٠	٤٠
الدايكرومات		
الأكســجين المســتهلك كيميائيــا (البرمنجنات)	٢٠	١٥
مجموع المواد الصلبة	١٥٠٠	١٠٠٠
رماد المواد الصلبة	١٠٠٠	٩٠٠
المواد العالقة	٤٠	٣٠
الزيوت والشحوم والراتنجات	١٠	١٠
النترات	٤٠	٣٠
الفينول	٠.٠٠٥	٠.٠٠٢

ونصت المادة ٦٤ على أنه:

" فى تطبيق أحكام القانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ المشار إليه تسرى أحكام التشريعات المنظمة للمعايير الخاصة بالإشعاعات والمواد المشعة للتأكد من مطابقة المخلفات الصناعية السائلة لها قبل الترخيص بصرفها إلى مسطحات المياه العذبة ".

ونصت المادة ٦٥على أنه:

" يجب أن تتوافر فى مياه المصارف قبل رفعها إلى مسطحات المياه العذبة المعايير المبينة فى الجدول رقم (٦-٥)" .

جدول رقم (٦-٥) المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى مياه المصارف قبل صرفها إلى مسطحات المياه العذبة (المادة ٦٥ من القانون ٤٨ لسنة ٨٢)

الاختبار	المعايير (ملليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
اللون	لا يزيد عن ١٠٠ وحدة
مجموع المواد الصلبة	٥٠٠
درجة الحرارة	٥ ^{o} م فوق المعتاد
الرائحة	٢ درجة على البارد
الأكسجين الذائب (D. O)	لا يقل عن ٥
الأس الهيدروجينى (pH)	لا يقل عن ٧ ولا يزيد عن ٨.٥
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	لا يزيد عن ١٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك (COD) دايكرومات	لا يزيد عن ١٥
الأكسجين الكيميائى المستهلك (برمنجنات)	لا يزيد عن ٦
النشادر	لا يزيد عن ٠.٥
زيوت وشحوم	لا يزيد عن ١
القلوية الكلية	لا تزيد عن ٢٠٠ ولا يقل عن ٥٠
مركبات الزئبق	لا يزيد عن ٠.٠٠١
حديد	لا يزيد عن ١
منجنيز	لا يزيد عن ١.٥
نحاس	لا يزيد عن ١
زنك	لا يزيد عن ١
منظفات صناعية	لا تزيد عن ٠.٥
نترات	لا تزيد عن ٤٥
فلوريدات	لا تزيد عن ٠.٥
فينول	لا يزيد عن ٠.٠٢
زرنيخ	لا يزيد عن ٠.٠٥
كادميوم	لا يزيد عن ٠.٠١
كروم سداسى التكافؤ	لا يزيد عن ٠.٠١
سيانيد	لا يزيد عن ٠.٠١
التانين واللجنين	٠.٥
فوسفات	١
مستخلص كربون – كلوروفورم	١.٥ جم/لتر

جدول رقم (٦-٥) المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى مياه المصارف قبل صرفها إلى مسطحات المياه العذبة (المادة ٦٥ من القانون ٤٨ لسنة ٨٢)

الاختبار	المعايير (ملليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية/١٠٠ سم^3	٥٠٠٠

٦-٥-٢ المياه التى تصرف على شبكة الصرف الصحى

صدر القانون ٩٣ لسنة ١٩٦٢ ليوجب ضرورة معالجة المخلفات السائلة التى يتم صرفها من مختلف المنشآت الصناعية على شبكة الصرف الصحى بالمدن ثم صر القرار الوزارى رقم ٩ لعام ١٩٨٩ بتعديل القرار رقم ٦٤٩ لسنة ١٩٦٢ لتصبح المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المخلفات الصناعية التى يسمح بصرفها على شبكة الصرف الصحى كما هو مبين فى الجدول رقم (٦-٦).

جدول رقم (٦-٦)

والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات السائلة قبل صرفها على شبكة الصرف الصحى

" القرار ٩ لسنة ١٩٨٩"

الاختبار	المعايير (ملليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
درجة الحرارة	لا تزيد عن ٤٠ ^{o} م
الأس الهيدروجينى (pH)	٦-١٠
مجموع المواد الصلبة الذائبة	لا تزيد عن ٢٠٠٠
المواد العالقة	لا تزيد عن ٥٠٠
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	لا يزيد عن ٤٠٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك (COD) دايكرومات	لا يزيد عن ٧٠٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك (برمنجنات)	لا يزيد عن ٣٥٠
الكبريتيدات (كب)	لا يزيد عن ٠.١
السيانيد	لا يزيد عن ٠.١
فوسفات	لا تزيد عن ٥
نترات	لا تزيد عن ٣٠
فلوريدات	لا تزيد عن ١
فينول	لا يزيد عن ٠.٠٠٥
أمونيا	لا تزيد عن ١٠٠
الكلور الحر المتبقى	لا يزيد عن ١٠
أكاسيد كبريت	لا تزيد عن ١٠

جدول رقم (٦-٦)
والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات السائلة قبل صرفها على شبكة الصرف الصحى
" القرار ٩ لسنة ١٩٨٩"

الاختبار	المعايير (ملليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
فورمالدهيد	لا يزيد عن ١٠
زيوت ودهون	لا تزيد عن ١٠٠
مجموع المعادن الثقيلة وتشمل: (الفضة – الزئبق – النسـكل – الزنـك – الكـروم – الكادميوم – القصدير)	لا يزيد عن ١٠ إذا كان حجم الصرف لا يزيد عن ٥٠ م^{٣} يوميا، ولا يزيد عن ٥ إذا كان حجم الصرف يزيد عن ٥٠ م^{٣} يوميا
مجموع الفضة والزئبق	لا يزيد عن ١

٦-٥-٣ المياه التى تصرف على البيئة البحرية

صدر القانون ٤ لسنة ١٩٩٤ ولائحته التنفيذية التى نصت فى المادة من الفصل الثانى منه مع عدو الإخلال بما تنص عليه المادة الثانية من قرار إصدار هذه اللائحة، يحظر على المنشآت الصناعية التى يصرح لها بتصريف المواد الملوثه القابله للتحلل إلى البيئة المائية والشواطىء المتاخمة تصريف تلك المواد إلا بعد معالجتها وجعلها مطابقة للمواصفات والمعايير المبينة فى الجدول رقم (٦-٧).

جدول رقم (٦-٧) المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات السائلة قبل صرفها فى البيئة البحرية (القانون ٤ لسنة ١٩٩٤)

الاختبار	الحد الأقصى للمعايير والمواصفات (ملليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
درجة الحرارة	لا تزيد عن ١٠ ^{o} م فوق المعدل السائد
الأس الهيدروجينى (pH)	٦-٩
اللون	خالية من المواد الملونة
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	٦٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك (COD) دايكرومات	١٠٠
مجموع المواد الصلبة الذائبة	٢٠٠٠
رماد المواد الصلبة الذائبة	١٨٠٠
المواد العالقة	٦٠
العكارة	٥٠ (ن. ع. و)
الكبريتيدات	١

جدول رقم (٦-٧) المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات السائلة قبل صرفها فى البيئة البحرية (القانون ٤ لسنة ١٩٩٤)

الاختبار	الحد الأقصى للمعايير والمواصفات (مللجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
الزيوت والشحوم	١٥
الهيدروكربونات من أصل بترولى	٠.٥
الفوسفات	٥
النيترات	٤٠
الفينولات	١
الفلوريدات	١
الألومنيوم	١
الأمونيا – نيتروجين	٣
الزئبق	٠.٠٠٥
الرصاص	٠.٥
الكادميوم	٠.٠٥
الزرنيخ	٠.٠٥
الكروم	١
النحاس	١.٥
النيكل	٠.١
الحديد	١.٥
المنجنيز	١
الزنك	٥
الفضة	٠.١
باريوم	٢
كوبلت	٢
المبيدات بأنواعها	٠.٢
السيانيد	٠.١
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية فى ١٠٠ سم^{٣}	٥٠٠٠

الملحق رقم (١)

التشريعات المصرية الخاصة بتحديد مواصفات مياه الصرف الصحى المعالجة قبل صرفها على المجارى المائية

الملحق رقم (١)

التشريعات المصرية الخاصة بتحديد مواصفات مياه الصرف الصحى المعالجة قبل صرفها على المجارى المائية

١- المياه التى تصرف على نهر النيل وفروعه وعلى الخزانات الجوفية

صدر فى مصر القانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ بشأن حماية نهر النيل والمجارى المائية من التلوث وعدم الترخيص بصرف أية مخلفات سائلة إلى نهر النيل أو فروعه أو الترع والمصارف والجنابيات وخزانات المياه الجوفية ، قبل مطابقتها للمعايير الواردة باللائحة التنفيذية للقانون والصادرة بقرار وزير الرى رقم ٥٨ لسنة ١٩٨٣. وقد نصت المادة ٦٠من القانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢ على أنه :

" يجب أن تبقى مجارى المياه العذبة التى يرخص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إليها فى حدو المعايير والمواصفات المبينة فى الجدول رقم (١-١) :

جدول رقم (١-١)

المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات الصناعية السائلة والمعالجة للصرف على النيل وفروعه والخزانات الجوفية

الاختبار	المواصفات بالجرام/لتر (ما لم يذكر غير ذلك)
اللون	لا يزيد على ١٠٠ درجة
مجموع المواد الصلبة	٥٠٠
درجة الحرارة	٥ درجات مئوية فوق المعتاد
الأكسجين الذائب (D. O)	لا يقل عن ٥
الأس الهيدروجينى (pH)	٧ – ٨.٥
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	لا يزيد عن ٦
الأكسجين الكيماوى المستهلك (COB)	لا يزيد عن ١٠
نيتروجين عضوى	لا يزيد عن ١
نشادر	لا يزيد عن ٠.٥
شحوم وزيوت	لا تزيد عن ٠.١
القلوية الكلية	لا تزيد على ١٥٠ ولا تقل عن ٢٠
كبريتات	لا تزيد عن ٢٠٠
مركبات الزئبق	لا تزيد على ٠.٠٠١
حديد	لا يزيد عن ١
منجنيز	لا يزيد عن ٠.٥
نحاس	لا يزيد عن ١

جدول رقم (١-١)

المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات الصناعية السائلة والمعالجة للصرف على النيل وفروعه والخزانات الجوفية

الاختبار	المواصفات ملليجرام/لتر (ما لم يذكر غير ذلك)
زنك (خارصين)	لا يزيد عن١
منظفات صناعية	لا تزيد عن ٠.٥
نترات	لا تزيد عن ٤٥
فلوريدات	لا تزيد عن ٠.٥
فينول	لا يزيد عن ٠.٠٢
زرنيخ	لا يزيد عن ٠.٠٥
كادميوم	لا يزيد عن ٠.٠١
كروم	لا يزيد عن ٠.٠٥
سيانيد	لا يزيد عن ٠.١
رصاص	لا يزيد عن ٠.٠٥
سلينيوم	لا يزيد عن ٠.٠١

وحددت المادة ٦١ من نفس القانون:

"معايير الترخيص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إلى مسطحات المياه العذبة وخزانات المياه الجوفية التى وضعتها وزارة الصحة طبقا لما هو مبين فى الجدول رقم (٦-٤).

ونصت المادة ٦٢ من نفس القانون على أنه:

" لوزارة الرى، ودون إخلال بأحكام المادة ٦٠ من هذه اللائحة، أن تتجاوز عن بعض المعايير المشار إليها بالمادة ٦١ وذلك فى الحالات التى تقل فيها كمية المخلفات الصناعية السائلة المعالجة التى يتم صرفها إلى مسطحات المياه العذبة عن مائة متر مكعب من اليوم ويشترط ألا تزيد عن الحدود الموضحة فى الجدول رقم (٦-٤).

ونصت المادة ٦٣ من نفس القانون على أنه:

" يجب ألا تكون المخلفات الصناعية السائلة المعالجة والتى يرخص بصرفها إلى مسطحات المياه العذبة مختلطة بمخلفات آدمية أو حيوانية.

جدول رقم (٦-٦) المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات الصناعية السائلة والمعالجة للصرف على مسطحات المياه العذبة وخزانات المياه الجوفية

الاختبـــار	الحد الأقصى لمعايير المخلفات الصناعية السائلة المعالجة التى يتم صرفها على	
	نهر النيل من حدود مصر الجنوبية إلى قناطر الدلتا	فرع النيل والرياحات والترع الجنابيات وخزانات المياه الجوفية
درجة الحرارة	٣٥ م	٣٥ م
الأس الهيدروجينى (pH)	٦-٩	٦-٩
اللون	خالية من المواد الملونة	خالية من المواد الملونة
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	٣٠	٢٠
الأكسجين الستهلك كيميائيا (COD) (دايكرومات)	٤٠	٣٠
الأكسجين المستهلك كيميائيا (برمنجنات)	١٥	١٠
مجموع المواد الصلبة الذائبة	١٢٠٠	٨٠٠
رماد المواد الثلبة الذائبة	١١٠٠	٧٠٠
المواد العالقة	٣٠	٣٠
رماد المواد العالقة	٢٠	٢٠
الكبريتيدات	١	١
الزيوت والشحوم والراتنجات	٥	٥
الفوسفات غير العضوى	١	١
النترات	٣٠	٣٠
الفينول	٠.٠٠٢	٠.٠٠١
الفلوريدات	٠.٥	٠.٥
الكلور المتبقى	١	١
مجموع المعادن الثقيلة:	**لا يزيد عن ١**	**لا يزيد عن ١**
الزئبق	٠.٠٠١	٠.٠٠١
الرصاص	٠.٠٥	٠.٠٥
الكادميوم	٠.٠١	٠.٠١
الزرنيخ	٠.٠٥	٠.٠٥

الاختبـــار	الحد الأقصى لمعايير المخلفات الصناعية السائلة المعالجة التى يتم صرفها على	
	نهر النيل من حدود مصر الجنوبية إلى قناطر الدلتا	فرع النيل والرياحات والترع الجنابيات وخزانات المياه الجوفية
الكروم سداسى التكافؤ	٠.٠٥	٠.٠٥
النحاس	١	١
النيكل	٠.١	٠.١
الحديد	١	١
المنجنيز	٠.٥	٠.٥
الزنك	١	١
الفضة	٠.٠٥	٠.٠٥
المنظفات الصناعية	٠.٠٥	٠.٠٥
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية فـى ١٠٠ سم^{٣}	٢٥٠٠	٢٥٠٠
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	٤٠	٣٠
الأكسجين المستهلك كيميائيـا (COD) الدايكرومات	٦٠	٤٠
الأكسـجين المسـتهلك كيميائيـا (البرمنجنات)	٢٠	١٥
مجموع المواد الصلبة	١٥٠٠	١٠٠٠
رماد المواد الصلبة	١٠٠٠	٩٠٠
المواد العالقة	٤٠	٣٠
الزيوت والشحوم والراتنجات	١٠	١٠
النترات	٤٠	٣٠
الفينول	٠.٠٠٥	٠.٠٠٢

ونصت المادة ٦٤ على أنه:

" فى تطبيق أحكام القانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ المشار إليه تسرى أحكام التشريعات المنظمة للمعايير الخاصة بالإشعاعات والمواد المشعة للتأكد من مطابقة المخلفات الصناعية السائلة لها قبل الترخيص بصرفها إلى مسطحات المياه العذبة ".

ونصت المادة ٦٥على أنه:

" يجب أن تتوافر فى مياه المصارف قبل رفعها إلى مسطحات المياه العذبة المعايير المبينة فى الجدول رقم (٦-٥)" .

جدول رقم (٦-٥) المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى مياه المصارف قبل صرفها إلى مسطحات المياه العذبة (المادة ٦٥ من القانون ٤٨ لسنة ٨٢)

الاختبار	المعايير (هللجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
اللون	لا يزيد عن ١٠٠ وحدة
مجموع المواد الصلبة	٥٠٠
درجة الحرارة	٥ ^{o} م فوق المعتاد
الرائحة	٢ درجة على البارد
الأكسجين الذائب (D. O)	لا يقل عن ٥
الأس الهيدروجينى (pH)	لا يقل عن ٧ ولا يزيد عن ٨.٥
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	لا يزيد عن ١٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك (COD) دايكرومات	لا يزيد عن ١٥
الأكسجين الكيميائى المستهلك (برمنجنات)	لا يزيد عن ٦
النشادر	لا يزيد عن ٠.٥
زيوت وشحوم	لا يزيد عن ١
القلوية الكلية	لا تزيد عن ٢٠٠ ولا يقل عن ٥٠
مركبات الزئبق	لا يزيد عن ٠.٠٠١
حديد	لا يزيد عن ١
منجنيز	لا يزيد عن ١.٥
نحاس	لا يزيد عن ١
زنك	لا يزيد عن ١
منظفات صناعية	لا تزيد عن ٠.٥
نترات	لا تزيد عن ٤٥
فلوريدات	لا تزيد عن ٠.٥
فينول	لا يزيد عن ٠.٠٢
زرنيخ	لا يزيد عن ٠.٠٥
كادميوم	لا يزيد عن ٠.٠١
كروم سداسى التكافؤ	لا يزيد عن ٠.٠١
سيانيد	لا يزيد عن ٠.٠١
التانين واللجنين	٠.٥

جدول رقم (٦-٥) المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى مياه المصارف قبل صرفها إلى مسطحات المياه العذبة (المادة ٦٥ من القانون ٤٨ لسنة ٨٢)

الاختبار	المعايير (ملليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
فوسفات	١
مستخلص كربون – كلوروفورم	١.٥ جم/لتر
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية/١٠٠ سم^{٣}	٥٠٠٠

٦-٥-١ المياه التى تصرف على شبكة الصرف الصحى

صدر القانون ٩٣ لسنة ١٩٦٢ ليوجب ضرورة معالجة المخلفات السائلة التى يتم صرفها من مختلف المنشآت الصناعية على شبكة الصرف الصحى بالمدن ثم صر القرار الوزارى رقم ٩ لعام ١٩٨٩ بتعديل القرار رقم ٦٤٩ لسنة ١٩٦٢ لتصبح المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المخلفات الصناعية التى يسمح بصرفها على شبكة الصرف الصحى كما هو مبين فى الجدول رقم (٦-٦).

جدول رقم (٦-٦)

والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات السائلة قبل صرفها على شبكة الصرف الصحى

" القرار ٩ لسنة ١٩٨٩"

الاختبار	المعايير (ملليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
درجة الحرارة	لا تزيد عن ٤٠ ^{o} م
الأس الهيدروجينى (pH)	٦-١٠
مجموع المواد الصلبة الذائبة	لا تزيد عن ٢٠٠٠
المواد العالقة	لا تزيد عن ٥٠٠
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	لا يزيد عن ٤٠٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك (COD) دايكرومات	لا يزيد عن ٧٠٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك (برمنجنات)	لا يزيد عن ٣٥٠
الكبريتيدات (كب)	لا يزيد عن ٠.١
السيانيد	لا يزيد عن ٠.١
فوسفات	لا تزيد عن ٥
نترات	لا تزيد عن ٣٠
فلوريدات	لا تزيد عن ١
فينول	لا يزيد عن ٠.٠٠٥
أمونيا	لا تزيد عن ١٠٠

جدول رقم (٦-٦)
والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات السائلة قبل صرفها على شبكة الصرف الصحى
" القرار ٩ لسنة ١٩٨٩"

الاختبار	المعايير (ملليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
الكلور الحر المتبقى	لا يزيد عن ١٠
أكاسيد كبريت	لا تزيد عن ١٠
فورمالدهيد	لا يزيد عن ١٠
زيوت ودهون	لا تزيد عن ١٠٠
مجموع المعادن الثقيلة وتشمل: (الفضة – الزئبق – النسـكل – الزنـك – الكـروم – الكادميوم – القصدير)	لا يزيد عن ١٠ إذا كان حجم الصرف لا يزيد عن ٥٠ م^{٣} يوميا، ولا يزيد عن ٥ إذا كان حجم الصرف يزيد عن ٥٠ م^{٣} يوميا
مجموع الفضة والزئبق	لا يزيد عن ١

٦-٥-٢ المياه التى تصرف على البيئة البحرية

صدر القانون ٤ لسنة ١٩٩٤ ولائحته التنفيذية التى نصت فى المادة من الفصل الثانى منه مع عدو الإخلال بما تنص عليه المادة الثانية من قرار إصدار هذه اللائحة، يحظر على المنشآت الصناعية التى يصرح لها بتصريف المواد الملوثه القابله للتحلل إلى البيئة المائية والشواطىء المتاخمة تصريف تلك المواد إلا بعد معالجتها وجعلها مطابقة للمواصفات والمعايير المبينة فى الجدول رقم (٦-٧).

جدول رقم (٦-٧) المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات السائلة قبل صرفها فى البيئة البحرية (القانون ٤ لسنة ١٩٩٤)

الاختبار	الحد الأقصى للمعايير والمواصفات (ملليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
درجة الحرارة	لا تزيد عن ١٠ ^{o} م فوق المعدل السائد
الأس الهيدروجينى (pH)	٦-٩
اللون	خالية من المواد الملونة
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)	٦٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك (COD) دايكرومات	١٠٠
مجموع المواد الصلبة الذائبة	٢٠٠٠
رماد المواد الصلبة الذائبة	١٨٠٠
المواد العالقة	٦٠

جدول رقم (٦-٧) المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى المخلفات السائلة قبل صرفها فى البيئة البحرية (القانون ٤ لسنة ١٩٩٤)

الاختبار	الحد الأقصى للمعايير والمواصفات (مللجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
العكارة	٥٠ (ن. ع. و)
الكبريتيدات	١
الزيوت والشحوم	١٥
الهيدروكربونات من أصل بترولى	٠.٥
الفوسفات	٥
النيترات	٤٠
الفينولات	١
الفلوريدات	١
الألومنيوم	١
الأمونيا – نيتروجين	٣
الزئبق	٠.٠٠٥
الرصاص	٠.٥
الكادميوم	٠.٠٥
الزرنيخ	٠.٠٥
الكروم	١
النحاس	١.٥
النيكل	٠.١
الحديد	١.٥
المنجنيز	١
الزنك	٥
الفضة	٠.١
باريوم	٢
كوبلت	٢
المبيدات بأنواعها	٠.٢
السيانيد	٠.١
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية فى ١٠٠ سم^{٣}	٥٠٠٠

Presentations

المصادر الطبيعية للمياه ومعدلات الاستهلاك المائية وأعمال الإمداد بمياه الشرب

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
المصادر الطبيعية للمياه والأحتياجات المائية وأستخداماتها وأعمال تجميع المياه السطحية (العكرة)

محتويات العرض الفنى للمحاضرة الأولى

1. أهمية المياه فى الحياة
2. الأمراض ذات الصلة بالمياه
3. الدورة الهيدرولوجية (الدورة المائية فى الطبيعة)
4. المصادر الطبيعية للمياه
5. اختيار مصدر المياه الطبيعى الملائم للتنقية لأستخدامة كمياه شرب
6. استعمالات المياه فى الأنشطة السكانية بالمدن والقرى
7. الأعمال الهندسية لتجميع المياه السطحية
   - 7-1 المأخذ
   - 7-2 مواسير المأخذ
   - 7-3 محطة طلمبات ضخ ورفع المياه السطحية العكرة

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
1- أهمية المياه فى الحياة

1. الماء يدخل فى جميع الكائنات الحية بمختلف صورها وأشكالها
2. الماء من العوامل الأساسية لعملية التمثيل الضوئى
3. الماء أكبر مذيب للعديد من المواد العضوية وغير العضوية
4. الماء يشترك فى جميع التفاعلات الحيوية المختلفة لجميع الكائنات الحية
5. الماء من أهم السوائل الأساسية بالجسم
6. الماء لازم لرى المزروعات لإنتاج المحاصيل والأطعمة وتربية الحيوانات والأسماك
7. الماء يلزم لإنتاج وتوليد الطاقة
8. الماء للتبريد وتقليل الحرارة والترطيب والتهوية
9. الماء (المسطحات والمجارى المائية والبحار والمحيطات) تستخدم فى المواصلات ونقل المواد والملاحة
10. الماء يستخدم لكل الأنشطة الأنسانية والصحة العامة ونظافة البيئية والأنشطة الترفيهية

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

2- الأمراض ذات الصلة بالمياه

- الأمراض المحمولة بالمياه هى (الكوليرا – حمى التيفود – الدسنتاريا – الباسلية وألتهابات الكبد المعدية – وإصابات الإسهال والجارديا).
- الأمراض الناجمة عن عدم الغسيل بالماء أو عدم وجود المياه هى (الأمراض والتهابات الجلد والعيون (التراكوما - الرمد الصديدى - الدوسنتاريا الأمينية – البارانيفويد - الأنكلستوما).
- الأمراض المتمركزة فى الماء (البلهارسيا والدودة الشريطية).
- الأمراض وثيقة الصلة بالماء (الحمى الصفراء التى تنقلها بعوضة أيدس ايجبتاى ومرض الفلاريا والملاريا اللذان ينقلهما البعوض وعمى الجور الذى تنقلة ذبابة الذكفاء (السيموليم).

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

3- الدورة الهيدرولوجية (الدورة المائية فى الطبيعة)

- يتكون ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية من مسطحات مائية هائلة متمثلة فى البحار والمحيطات وتتبخر منها المياه بفضل الشمس وتسقط الأمطار على سطح الأرض، وهذا المطر عند سقوطة يتبخر بعضة مباشرة من سطح الأرض ويتسرب جزء منه داخل الأرض مكونا ما يسمى بالمياه الجوفية أما الجزء الأكبر منه فإنة يسيل على سطح الأرض مكونا جداول صغيرة تتجمع فى جداول أكبر منها حتى تصل إلى أنهار تسير حتى تصب فى البحار والمحيطات لتعود ثانيا وتتبخر إلى طبقات الجو (وبذلك لا يكون هناك أى فاقد فى المياه بل هناك دورة لانهائية من البحر إلى الجو ومن الجو إلى الأرض ومن الأرض إلى البحر) وهو أيضا ما يعرف بأسم الدورة المائية الطبيعية.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

4- مصادر المياه الطبيعية

كميات المياه على الكرة الأرضية

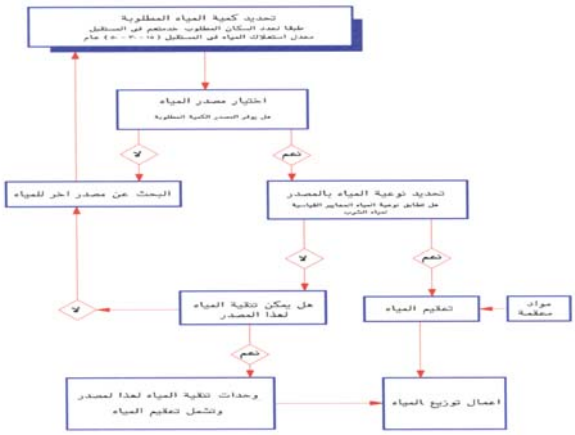
رقم	نوعية المياه	الحجم ١٠٠٠ كيلومتر مكعب	النسبة المئوية	المياه التي يمكن الاستفادة منها
١	مياه في مكونات الغلاف الجوى	١٣,٠٠	٠,٠٠١	
٢	مياه مالحة في البحار والمحيطات	١٣٢٠٠٠٠,٠٠	٩٧,٢٠	×
٣	مياه مالحة في البحيرات والبحار الداخلية	١٠٤,٠٠	٠,٠٠٨	
٤	مياه عذبة في البحيرات	١٢٥,٠٠	٠,٠٠٩	×
٥	مياه عذبة في الأنهار وفروعها	١,٢٥	٠,٠٠٠١	×
٦	مياه متجمدة في المرتفعات والمناطق القطبية	٢٩٠٠٠,٠٠	٣,١٥	
٧	مياه في مكونات الكائنات الحية	٥٠,٠٠	٠,٠٠٤	
٨	مياه ضمن مكونات التربة فوق منسوب المياه الجوفية	٦٧,٠٠	٠,٠٠٥	
٩	مياه جوفية حتى عمق ٨٠٠ متر	٤٢٠٠,٠٠	٠,٣١	×
١٠	مياه جوفية لعمق بين ٨٠٠ ، ٤٠٠٠ متر	٤٢٠٠,٠٠	٠,٣١	
	المجموع	١٣٦٠٠٠٠,٠٠	١٠٠,٠٠	

1. مياه الأمطار
2. المياه السطحية
3. المياه الجوفية
4. المياه الجوفية المالحة
5. مياه البحار والمحيطات

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

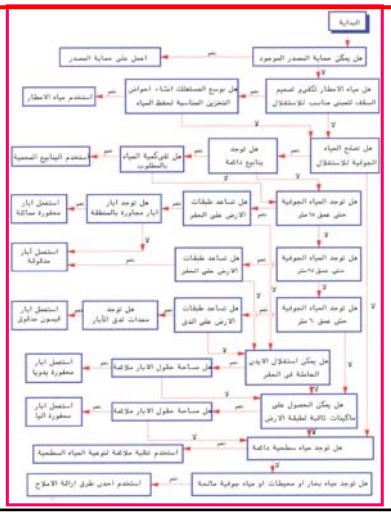
1-5 أختيار مصدر المياه الطبيعى الملائم للتنقية لأستخدامة كمياه شرب



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

2-5 أختيار مصدر المياه الطبيعى الملائم للتنقية لأستخدامة كمياه شرب



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

6- استعمالات المياه فى الأنشطة السكانية بالمدن والقرى

أولاً : أستعمالات المياه المختلفة

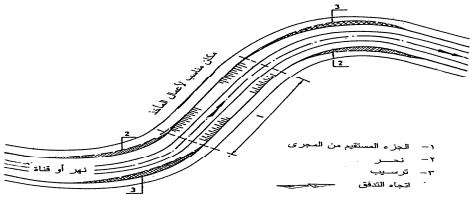
1. الاستهلاك المنزلى (مياه للشرب – للنظافة الشخصية والعلمة – وأعداد الطعام)
2. الأستهلاك الصناعى (الخدمى) داخل الكتلة السكنية
3. الاستهلاك الصناعى بالمناطق الصناعية (الصناعات الهندسية – الصناعات الدوائية – الصـناعات الغذائيـة التعليـب وتجهيز الطعام – الصناعات الكيميائية – الصناعات المعدنية)
4. الاستهلاك التجارى (الأسواق والمحلات التجارية والمولات)
5. الاستهلاك العام (المستشفيات – دور العبادة – المعاهد التعليمية – المدارس – النوادى - الفنادق)
6. الفاقد فى محطات تنقية مياه الشرب – الفاقد فى شبكات توزيع مياه الشرب – الفاقد داخل المبانى بالجهزة الصحية

ثانياً : معدلات استهلاك المياه

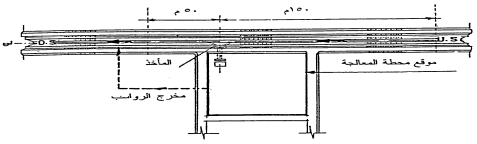
1. معدل استهلاك الفرد من المياه بالمدن السكنية القديمة من 150-250 لتر/فرد/يوم
2. معدل استهلاك الفرد من المياه بالمدن السكنية الجديدة 300 لتر/فرد/يوم
3. معدل استهلاك الفرد من المياه بالقرى من 100-150 لتر/فرد/يوم

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
1-7 الأعمال الهندسية لتجميع المياه السطحية – مواقع مآخذ المياه العكرة



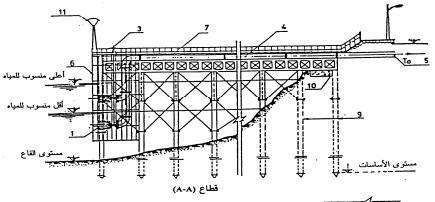
موقع المأخذ على مجرى المياه



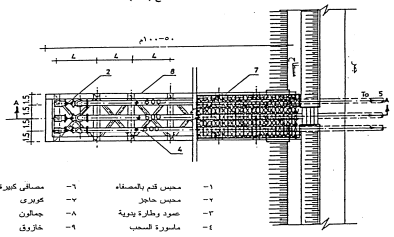
المناطق الممنوع استخدامها حول مأخذ المياه

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
2-7 أعمال تجميع المياه السطحية – مواسير المأخذ على نهر النيل



قطاع (٨-٨)

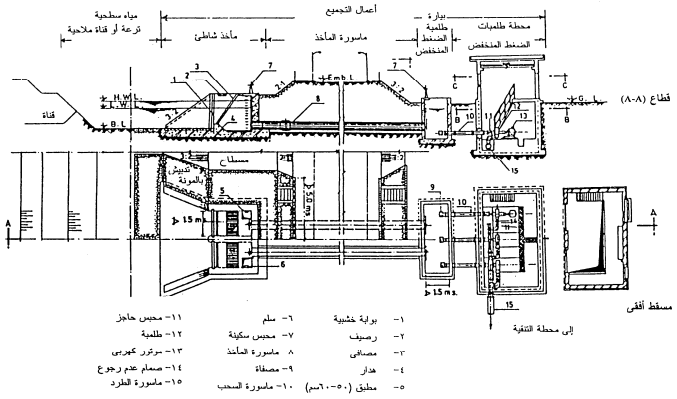


١- محبس قدم بالمصفاه
٢- محبس حاجز
٣- عمود وظارة يدوية
٤- ماسورة السحب
٥- إلى محطة الضخ
٦- مصافى كبيرة
٧- كوبرى
٨- جمالون
٩- خازوق
١٠- دعامة خرسانية
١١- إنارة تحذيرية للملاحة

1. سرعة المياه داخل مواسير المأخذ تتراوح بين 1 – 1.5 متر/ث.
2. تأكد من أن محور طلمبات السحب (المص) لايزيد عن 7-8 متر من سطح أوطى منسوب للمياه
3. تأكد من أن ماسورة السحب (المص) أوطى من أى منسوب للمياه بمقدار لايقل عن 1.5 متر كما يكون أعلى من منسوب القاع بمقدار 1.5 متر

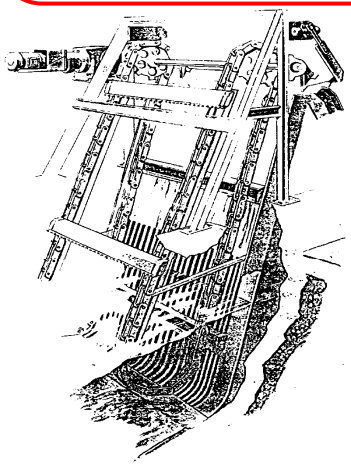
USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
3-7 أعمال تجميع المياه السطحية – مأخذ الشاطئ على الترع الرئيسية



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
4-7 المصـــــافـــــى



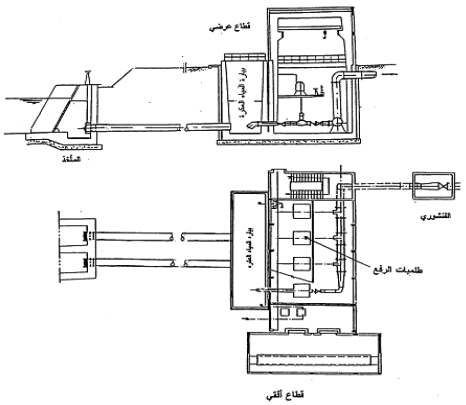
- المصافى تستخدم للأعمال التالية:

1. إزالة المواد الخشنة والمـواد الصـلبة العالقـة والمواد الطافية
2. منع قفل وأنسداد المواسير
3. منع تهشم أو تحطيم أو تآكل المضخات والأجزاء الميكانيكية المتحركة بالمحطة

يجب أن يتم التخلص من المواد المحجوزة أمام المصافى بمأخذ محطات التنقية بعيدا عن المأخذ دون أن يسبب أى تلوث للبيئة المحيطة

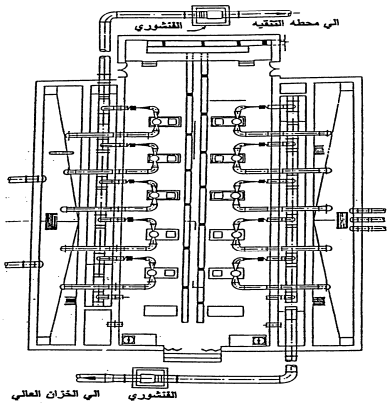
USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
5-7 محطات طلمبات ضخ ورفع المياه السطحية (العكرة)



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
6-7 محطة طلمبات ضخ ورفع المياه السطحية (العكرة) وطلمبات ضخ ورفع مياه الشرب



مبنى محطة طلمبات ضخ ورفع المياه السطحية الخام (عكرة)
وطلمبات ضخ ورفع مياه الشرب النقية

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

شكراً

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية
تكنولوجيا تنقية مياه الشرب (المياه السطحية العكرة)
الترسيب الطبيعى والترويب والترويق والترشيـح والتعقيم

محتويات العرض الفنى للمحاضرة الثانية

1. الأهداف العامة لتنقية المياه
2. تكنولوجيا تنقية ومعالجة المياه السطحية – المياه الجوفية – مياه الأمطار
3. تكنولوجيا تنقية المياه السطحية
4. الترسيب الطبيعى
5. التنديف والترويب
6. أحواض المروقات الترويب والترسيب
7. أحواض المروقات سريعة المعدل
8. أحواض المروقات النابض
9. أحواض المروقات النابض الفائق المعدل
10. المرشحات الرملية (بطيئة المعدل وسريعة المعدل وتحت الضغط)
11. الغرض من عملية التعقيم فى تنقية مياه الشرب
12. محطات تنقية مياه الشرب المدمجة والنقالى
13. محطات تحلية مياه البحار والمياه الجوفية شديدة الملوحة

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

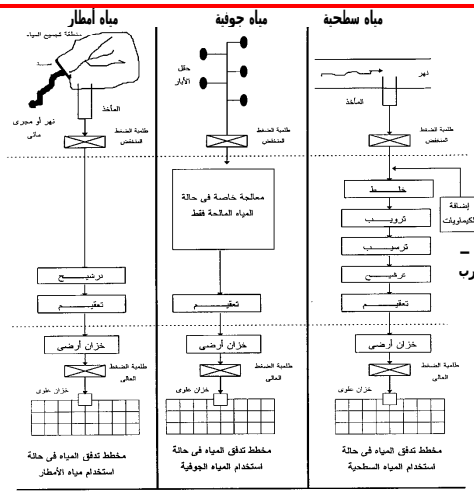
1- الأهداف العامة لتنقية المياه

1. إزالة المواد العالقة أو الطافية الموجودة بالمياه
2. إزالة المواد المتعلقة صغيرة الحجم مثل الطين والسيلت
3. إزالة المواد الصلبة الذائبة العضوية وغير العضوية (أملاح المعادن) الغير مسموح بها
4. إزالة الغازات الذائبة مثل كبريتيد الهيدروجين وثانى أكسيد الكربون والأمونيا
5. إزالة العناصر المسببة للون والمذاق والرائحة فى الماء
6. إزالة الدهون والزيوت
7. إزالة البكتريا والفيروسات والجراثيم الضارة بصحة الإنسان
8. الإبقاء أو أزالة بعض العناصر لتفى بمتطلبات نوعية المياه المطلوبة للصناعة أو المنزلية أو للزراعة
9. الحد من تلوث المياه
10. إعادة تدوير المياه الملوثة وذلك بعد معالجتها أو تنقيتها للاستفادة منها
11. مواكبة وتطبيق التشريعات والقوانين السارية ذات الصلة بحماية المياه والبيئية من التلوث

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

2- تكنولوجيا تنقية ومعالجة المياه السطحية – المياه الجوفية – مياه الأمطار

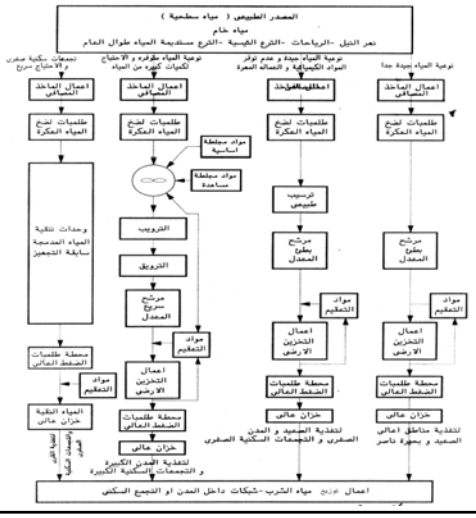


مخطط عام لنظم تنقية ومعالجة (المياه السطحية – المياه الجوفية – مياه الأمطار) وتوزيع مياه الشرب بإختلاف المصدر الطبيعى

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

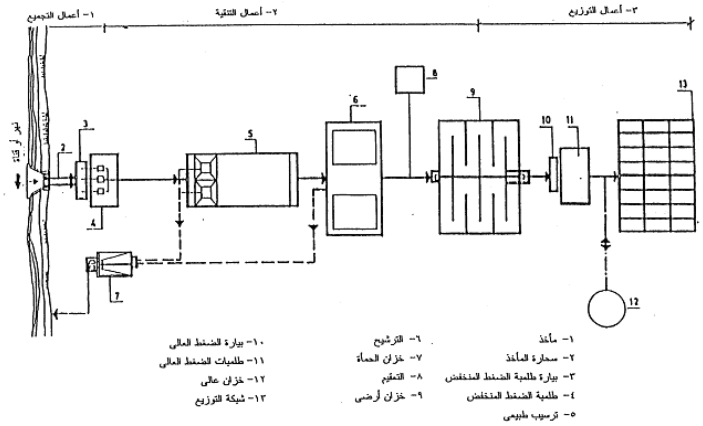
3- تكنولوجيا تنقية المياه السطحية



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

3- تكنولوجيا تنقية المياه السطحية المرشحات بطيئة المعدل

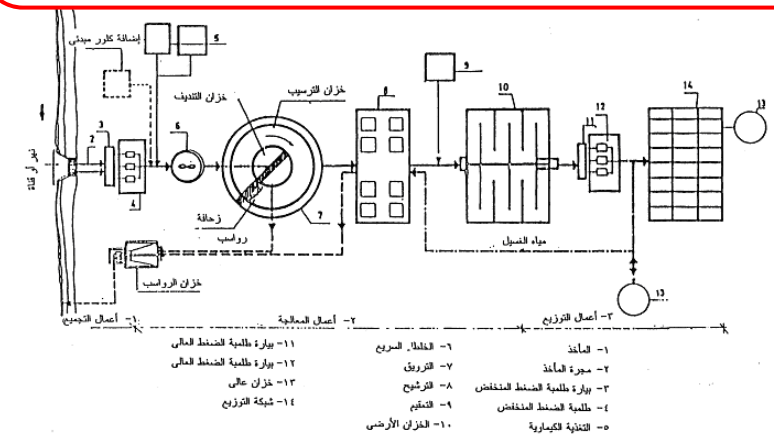


رسم تخطيطي لمسار المياه في وحدات تنقية المياه السطحية بنظام الترشيح الرملي بطيئ المعدل

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

3- تكنولوجيا تنقية المياه السطحية المرشحات سريعة المعدل



رسم تخطيطي لمسار المياه في وحدات تنقية المياه السطحية بنظام المرشح الرملي سريع المعدل

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

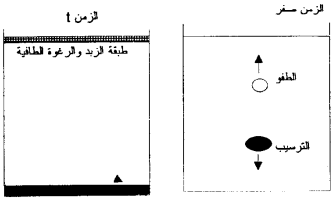
المحاضرة الثانية

4- التـرسيـــــب الطـبيـعى

تستخدم عملية الترسيب فى مجال تنقية المياه للتخلص من الحبيبات الصلبة وتقليل درجات تركيزها

وتؤثر فى عملية الترسيب العوامل التالية :

1. حجم الحبيبات المراد ترسيبها
2. الثقل النوعى للحبيبات المترسبة
3. كمية ونوع ودرجة تركيز وشكل الحبيبات
4. زمن المكث المعطى لإتمام عملية الترسيب
5. سرعة دفق الماء عبر الحوض والظروف المحيطة بعملية الترسيب
6. سرعة ترسيب الحبيبات
7. الخصائص الطبيعية للماء
8. التفاعلات والتغيرات الكيميائية والحيوية بين الحبيبات و السائل الذى يتم فيه الترسيب



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

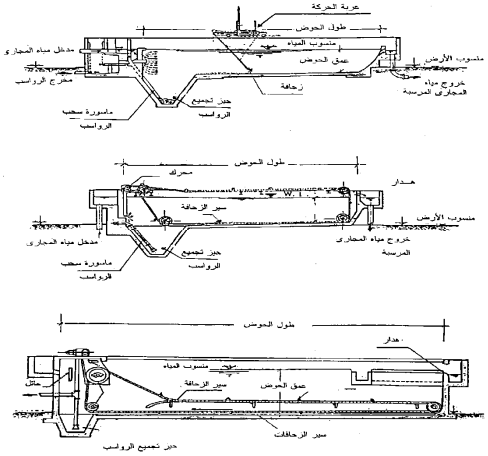
المحاضرة الثانية

4- التـرسيـب الطبيعى أحواض الترسيب المستطيلة

مميزات أحواض الترسيب المستطيلة :

- تستخدم الأرض المتاحة بطريقة أفضل
- توفر من التكلفة الكلية وتقلل من المواد المستخدمة للإنشاء
- تعطى مجالا أفضل لأنتقاء مواد الأنشاء مثل الخرسانة المسلحة

حوض الترسيب المستطيلة



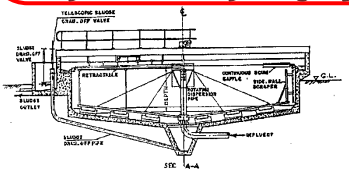
المعايير التصميمية لأحواض الترسيب المستطيلة :

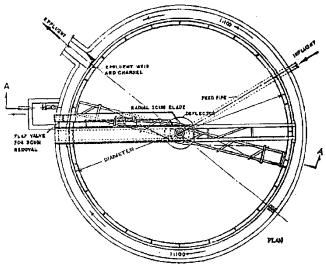
1. زمن الترسيب من 3-5 ساعات
2. عمق المياه 3 - 5 متر
3. عرض الحوض يعادل من 2-3 العمق
4. طول الحوض يعادل من 3-5 العرض
5. معدل التحميل السطحى من 25-40 م^3/م^2/يوم
6. سرعة الترسيب لا تزيد عن 0.3 م/الدقيقة

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

4- الترسيب الطبيعى أحواض الترسيب الدائرية





مميزات أحواض الترسيب الدائرية

- معدل التحميل على الهدارات الخارجية لأحواض الترسيب كبيرة
- المساحة السطحية للحوض عالية
- تعطى كفاءة وسهولة فى إزالة الحبيبات العالقة والدقيقة

أحواض الترسيب الدائرية

المعايير التصميمية لأحواض الترسيب الدائرية :

1. زمن الترسيب من 3-5 ساعات
2. عمق المياه لا يزيد عن 5 متر
3. قطر الحوض لا يزيد عن 36 متر
4. معدل التحميل السطحى من 25-40 م^3/م^2/يوم
5. سرعة الترسيب لا تزيد عن 0.3 م/الدقيقة

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

5- التنديف والترويب (التجلط)

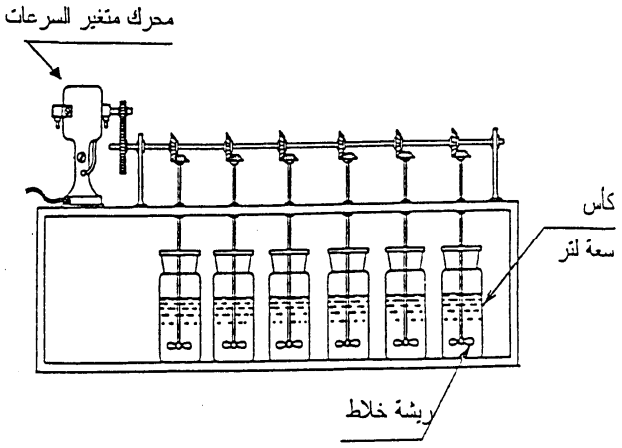
- التنديف والترويب من العمليات الهامة فى وحدات تنقية المياه ومعالجة الفضلات السائلة، والتى تستخدم للتخلص من المواد الدقيقة العالقة (الغروانية) التى تأتى باللون والعكارة، وعادة ما تكون العكارة نتيجة وجود كميات قليلة من الطين الغروى العالق وبعض المعادن والمواد العضوية. أما اللون فيأتى من هايدروكسيد المعادن الغروية، وعادة ينسب إلى مركبات عضوية معقدة. وفى المحاليل نسبيا فإن بعض هذه الحبيبات لا تتصرف كجسيمات منفصلة أو متفردة، غير أنها تتصادم مع بعضها، وتتحد أثناء ترسيبها وبذا تزيد سرعتها. وعملية التنديف تعتمد على فرصة التقاء الحبيبات، والتدفق السطحى، وعمق الحوض، وميل السرعة فى النظام، ودرجة تركيز الجسيمات، ومقاس الحبيبات وخصائص المياه (درجة الحرارة، الرقم الأيدروجينى، الأيونات، والعكارة)، نوع وطبيعة وخواص المروبات، وزمن وسرعة الترويب
- ومن أهم أمثلة المروبات :

1. مروبات الألمونيوم مثل : (كبريتات الألومنيوم، وشب البوتاسيوم، وألومنات الصوديوم)
2. مروبات الحديد وتضم الكوبراس المكلور
3. مساعدات المروبات مثل السيلكا النشطة، والمواد مثل طين البنتوبيت، ودقيق السيلكا، والحجر الجيرى، والكربون النشط، والمواد المؤكسدة مثل الكلور، وبرمنجنات البوتاسيوم، والأوزون)، والمواد متعددة الكتروليت

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

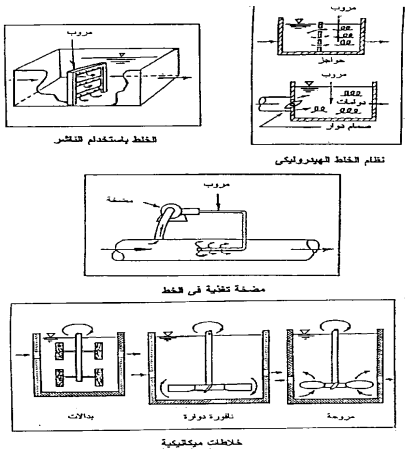
5- جهاز تجربة تحديد جرعة المروب (تجربة الكأس) Jar Test



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

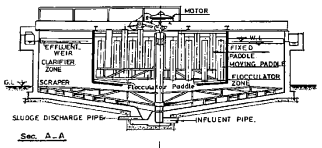
5- أجهزة ومعدات الخلط السريع للمروب (الشبة)

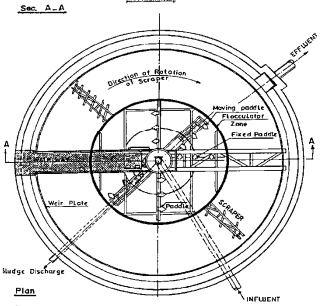


USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

6- أحواض المروقات (الترويب والترسيب)





أحواض الترويب والترويق العادية – النموذج الأول

جرعة كبريتات الألومنيوم (الشبة) :

- من 25-40 ج.ف.م
- يمكن أضافة الشبة على هيئة مسحوق (جاف) أو محلول (سائل)
- زمن المزج السريع من 1-2 دقيقة

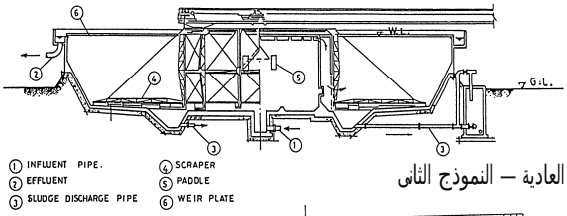
مواصفات أحواض الترويب (الترويب والرويق) :

- زمن الترويب 20-30 دقيقة
- زمن الترسيب 1.5-2 ساعة
- عمق المياه الخارجة من 3-5 متر
- قطر الحوض الخارجى لا يزيد عن 36 متر
- قطر الحوض الداخلى لا يزيد عن 1/3 القطر الخارجى

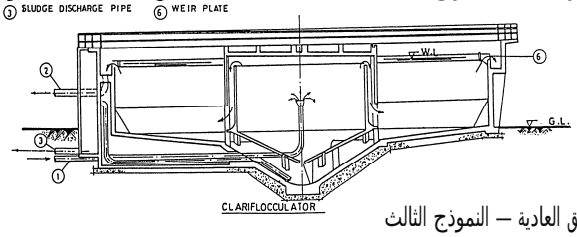
USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

6- أحواض المروقات (الترويب والترسيب)



أحواض الترويب والترويق العادية – النموذج الثانى

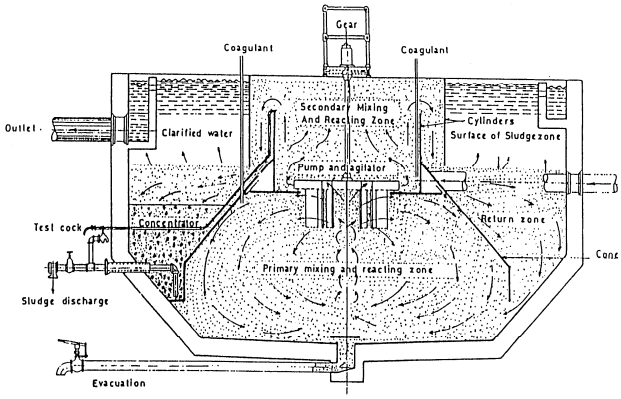


أحواض الترويب والترويق العادية – النموذج الثالث

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

7- حوض الترويب والترويق السريع المعدل

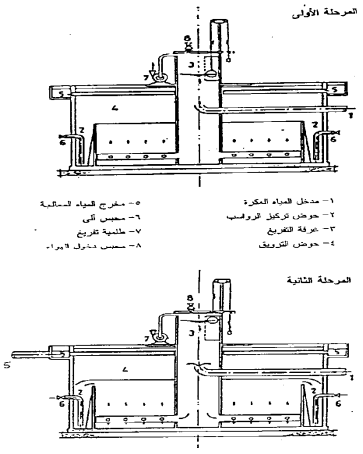


THE ACCELATOR

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

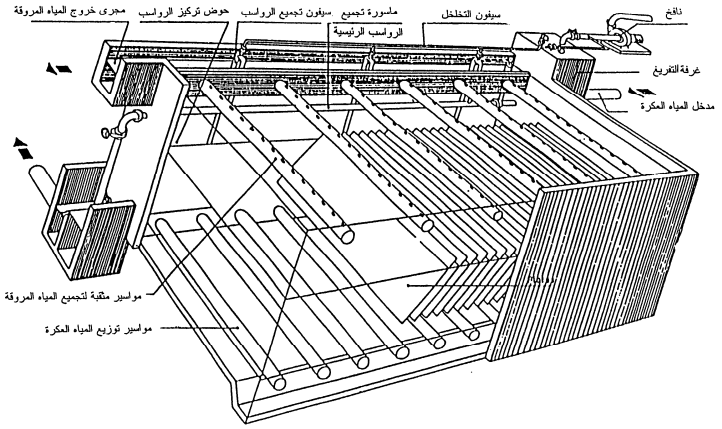
8- حوض الترويب والترويق النابض



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

9- حوض الترويب والترويق النابض الفائق المعدل



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

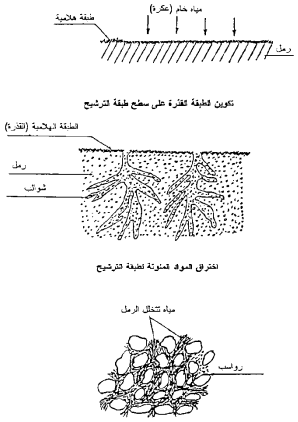
10- التـــرشيـــح (المرشحات الرملية)

- الترشيح هو عملية فصل السائل مما يحتوية من الجسيمات الصلبة عبر فاصل أو حاجز ذى مسامات تمنع مرور الجسيمات عبرها وتسمح بمرور الرائـح (مياه) أى تحسين نوع المياه (عند التنقية) خلال المرشح كما يلى :

1. إزالة المواد الصلبة العالقة والجسيمات الغروانية
2. تغيير طفيف فى خواص المواد الموجودة كيميائيا
3. تقليل أعداد البكتريا وجراثيم الأمراض قد تصل إلى 99.9%
4. إزالة اللون والطعم والرائحة
5. إزالة أملاح الحديد والمنجنيز

- **نظرية الترشيح**

1. التصفية الميكانيكية أثناء المرور خلال الفراغـات الموجـودة بـين الحبيبات
2. ترسيب المواد العالقة بالفراغات الموجودة بين حبيبات الرمل
3. الأمتزاز على سطح حبيبات الرمل
4. التفاعلات الكهروكيميائية
5. التفاعلات الكيميائية والحيوية

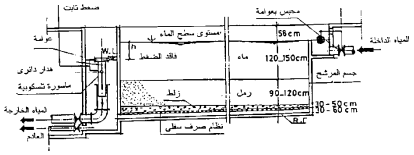


العمليات التي تتم أثناء عملية الترشيح

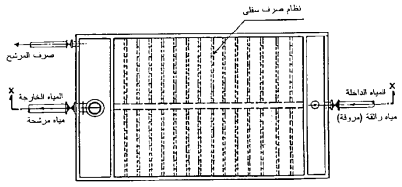
USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

10- المرشحات الرملية بطيئة المعدل



قطاع رأسي x--x

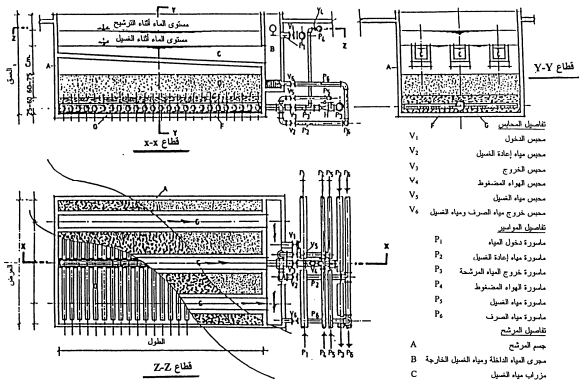


مسقط أفقي

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

10- المرشحات الرملية سريعة المعدل



تفاصيل المحابس

V_1	محبس الدخول
V_2	محبس مياه إعادة الغسيل
V_3	محبس الخروج
V_4	محبس الهواء المضغوط
V_5	محبس مياه الغسيل
V_6	محبس خروج مياه الصرف ومياه الغسيل

تفاصيل المواسير

P_1	ماسورة دخول المياه
P_2	ماسورة مياه إعادة الغسيل
P_3	ماسورة خروج المياه المرشحة
P_4	ماسورة الهواء المضغوط
P_5	ماسورة مياه الغسيل
P_6	ماسورة مياه الصرف

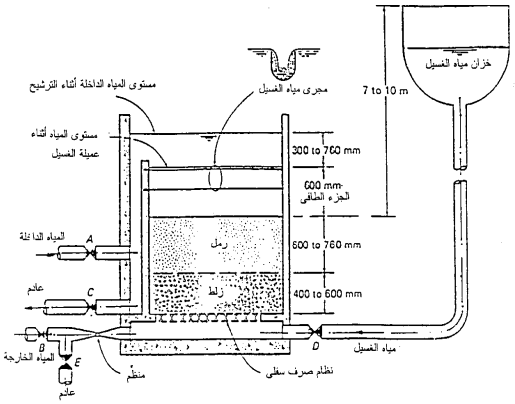
تفاصيل المرشح

A	جسم المرشح
B	مجرى المياه الداخلة ومياه الغسيل الخارجة
C	مزراب مياه الغسيل
D	وسط الترشيح (رمل)
E	طبقة من الزلط
F	أرضية المرشح
G	نظام صرف سفلي
H	منظم التدفق

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

10- عملية غسيل المرشح سريع المعدل

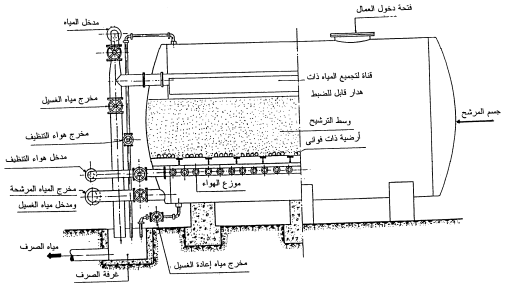


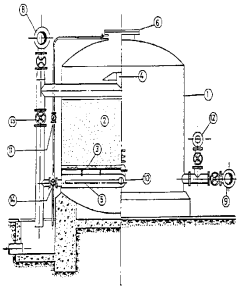
- مواصفات المرشح سريع المعدل :
1. - القطر الفعال من 0.4-0.6 مم
2. - معامل الأنتظار من 1.4-1.8
3. - سمك طبقة الترشيح لا تقل عن 75 سم
4. - معدل الترشيح من 125-175 م^3/م^2/يوم
5. - معدل الغسيل 5 مرات معدل الترشيح
6. - فترة عمل المرشح من 24-36 ساعة
7. - فترة الغسيل والأنتضاح من 20 إلى 30 دقيقة

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

10- المرشحات الرملية الرأسية والأفقية تحت الضغط



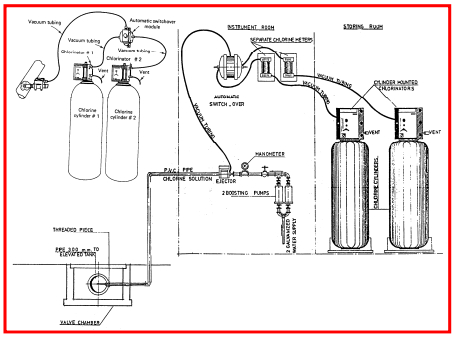


١ جسم المرشح	٨ مدخل المياه
٢ وسط الترشيح	٩ مخرج المياه المرشحة
٣ أرضية ذات فوالق	١٠ مدخل هواء التنظيف
٤ غرفة التغذية	١١ مخرج هواء التنظيف
٥ موزع الهواء	١٢ مدخل مياه الغسيل
٦ فتحة دخول العمال	١٣ مخرج مياه الغسيل
٧ غرفة التصرف	١٤ مياه إعادة الغسيل

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

11- الغرض من عملية التعقيم للمياه



الغرض من عملية تعقيم المياه

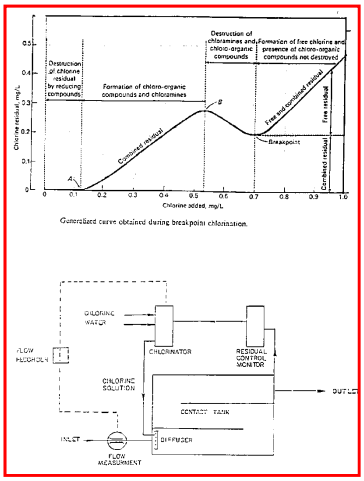
1. قتل جميع الكائنات الدقيقة والجراثيم والتلوث من المياه بما فيها الأنواع الضارة والمسببة للأمراض.
2. إزالة الأمونيا
3. أكسدة المواد مثل كبريتيد الهيدروجين والحديد والمنجنيز

* طرق التعقيم المستخدمة فى محطات تنقية مياه الشرب
1. الأشعة فوق البنفسجية
2. غاز الكلور ومركبات الكلور
3. الأوزون

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

11- العوامل المؤثرة على جرعة التعقيم (الكلور)



* جرعة الكلور المبدئى 2-4 ج.ف.م
* جرعة الكلور للتعقيم 0.5-1 ج.ف.م
* جرعة الكلور المتبقى 1-1.5 ج.ف.م

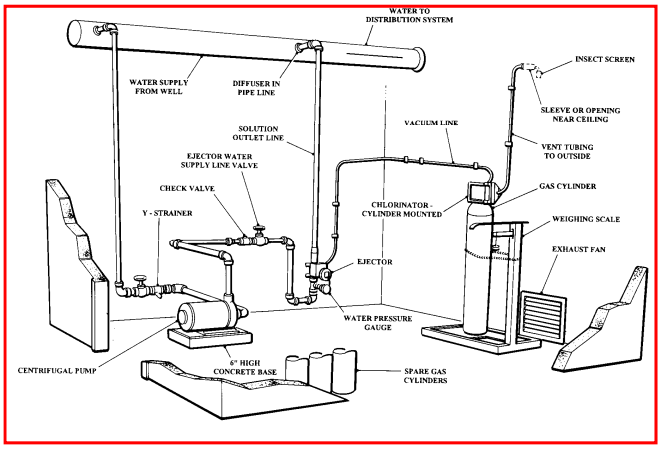
* العوامل التى تؤثر على جرعة التعقيم
1. كمية ونوع الجراثيم الموجودة
2. نوع وتركيز المادة المعقمة
3. وجود مواد أخرى تسهل أكسدتها بالمادة المعقمة
4. خصائص السائل المراد تعقيمة
5. كمية مادة التعقيم
6. زمن التلامس بين المادة المعقمة وكمية المياه المـراد تعقيمها

منحنى تحديد نقطة أنكسار الكلور

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

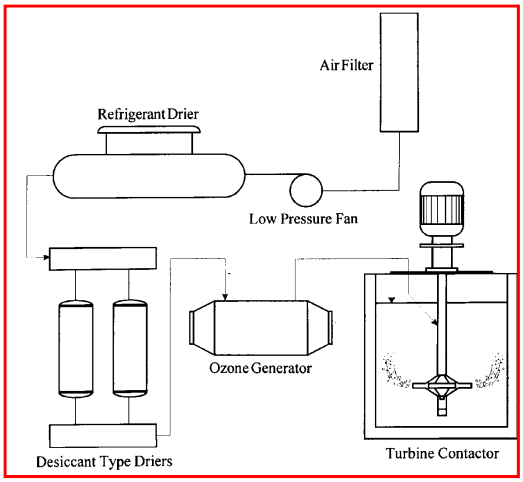
11- أجهزة تعقيم مياه الشرب بالكلور (صغيرة الحجم)



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

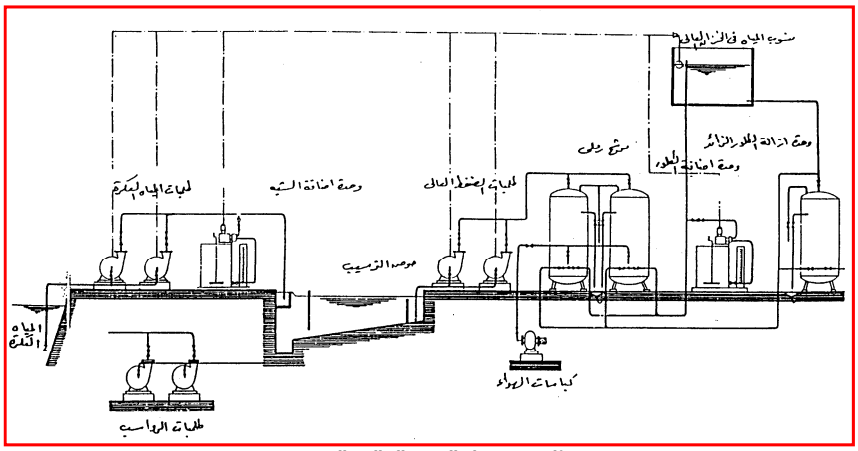
11- أجهزة التعقيم مياه الشرب بالأوزون



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

12- محطات تنقية مياه الشرب المدمجة (النقالى)

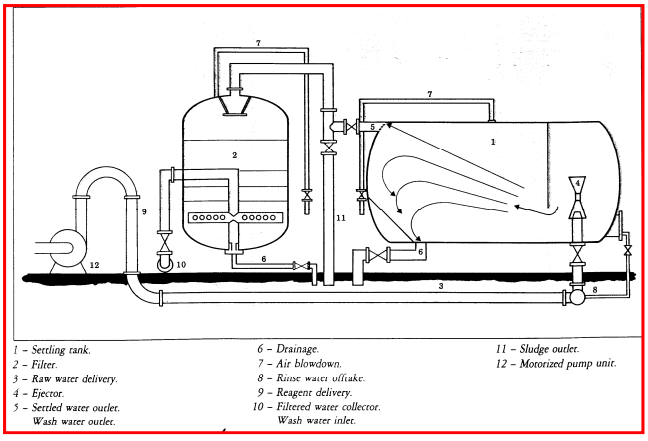


محطات تنقية مياه الشرب النقالي (المدمجة) نموذج (1)

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

12- محطات تنقية مياه الشرب المدمجة (النقالى)

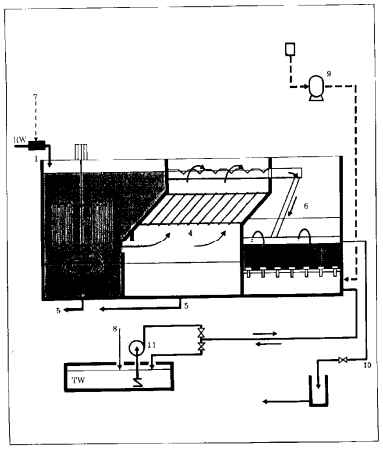


محطات تنقية مياه الشرب النقالي (المدمجة) نموذج (2)

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

12- محطات تنقية مياه الشرب المدمجة (النقالى)



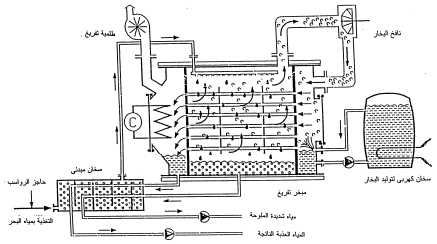
وحدات التنقية المدمجة لمياه الشرب – نموذج (3)

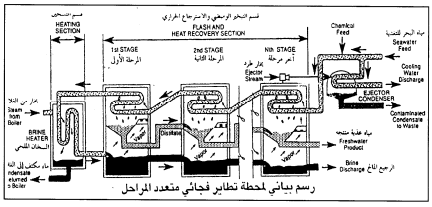
1 – Static mixer.
2 – Flocculator.
3 – Turbine.
4 – Lamellae settling tank.
5 – Sludge extraction.
6 – Constant rate, variable head filter.
7 – Coagulant.
8 – Disinfectant.
9 – Air scour blower.
10 – Dirty wash water.
11 – Wash water pump.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

13- محطات تحلية مياه البحار والمياه الجوفية شديدة الملوحة





رسم بيانى لمحطة تطاير فجائى متعدد المراحل

تحلية مياه البحار بطريقة التفريغ

تناسب وحدات تحلية مياه البحر بطريقة التفريغ (Vapour Compression "VVC") تحلية مياه البحـر والآبار الجديدة بالصحراء والقرى السياحية علـى شـواطئ البحر. التى تتراوح طاقة معالجتها مابين 25 متر مكعب/يوم الى 500 متر مكعب/اليوم.

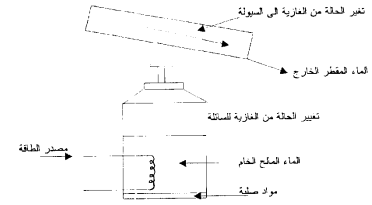
1. تحلية مياه البحار بطريقة التقطير الحرارى الوميضى متعدد المراحل

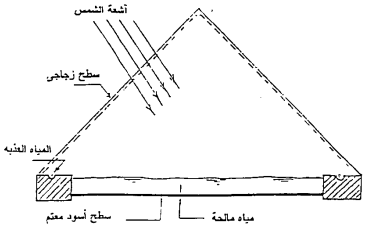
تعتمد طريقة التقطير الحرارى الوميضى (Multistage "MSF" Distillation) على أن المياه المالحة يتم تسخينها فى مبادل حرارى (Heat Exchanger) منفصل ويجرى بعدها نقل المياه المالحة الساخنة إلى أوعية التبخير (Evaporators) تحت ضغط منخفض نسبياً (درجة تفريغ = 0.75 جوى) مما يساعد على زيادة معدل التبخير. وعلى ذلك فإن درجة التبخير المذكورة تساهم مساهمة فعالة فى إستخدام درجات حرارة منخفضة نسبياً (أقل من 100 درجة مئوية أى أقل من درجة الغليان)

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

13- محطات تحلية مياه البحار والمياه الجوفية شديدة الملوحة





التقطير الحرارى التقليدى

الفكرة الاساسية لعمليات التقطير تكمن فى رفع درجة حرارة المياه المالحة الى درجة الغليان وتكوين بخار الماء ويتم ذلك فى أوعيـة مناسبة لتنتج مسارين. أحد المسارين تقل فية المواد الصلبة الذائبة ويسمى مسار الماء النقى، والأخر يحتوى على بقية المواد الصلبة الذائبة ويسمى مسار المحلول الملحى المركز. ومن ثم يتم تكثيـف البخار للحصول على الماء الصالح للشرب أو الرى.

تحلية مياه البحار بأستخدام الطاقة الشمسية

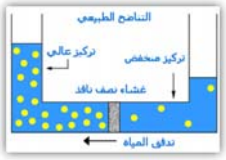
ومعظم طرق التقطير التقليدية تستهلك الطاقـة المسـتمدة مـن الوقـود والكهرباء لعملها، غير أن الطاقة الشمسية يمكن أن تستغل فـى أجهـزة التقطير رغم أنها تعتبر طاقة من درجة أقل. ومن مميزات نظام التقطير بإستخدام الطاقة الشمسية ما يلى :

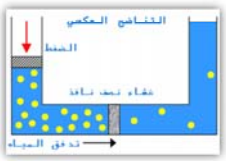
USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

13- محطات تحلية مياه البحار والمياه الجوفية شديدة الملوحة

التحلية بطريقة التناضح العكسى





تعتمد فكرة التناضح العكسى (Reverse Osmosis) على ضغط المياه داخل اغشية سليولوزية تحت ضغط 30 جوى فيتم حجز الأملاح داخل الأغشية بينما تخرج المياه النقية من الخارج. ويمكن بهذه الطريقة حجز 100% من الملوثات والبكتريا والفيروسات، ويفضل إستخدام هذه الطريقة مع مياه الآبار لإحتوائهـا على نسبة قليلة من الأملاح، علما بأن مياه الآبار تحتاج – فى بعض الحالات – إلى عملية تنقية (علاوة على التحلية) لإزالة الشوائب العالقة بها.

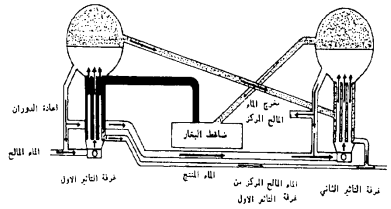
التبادل الأيونى لإزالة الأملاح من مياه البحار

تستخدم طريقة التبادل الأيـونى (ion exchange) للإزالـة الكليـة للأملاح من المياه منذ الثلاثينيات من هذا القرن لمعالجة المياه فى غلايات الضغط العالى، والتى تحتاج إلى ماء خال تماما من الأملاح وتعرف هذه الطريقة بإزالة المعادن نسبة إلى أنها تزيل المحاليل الكهربائية التى – إلى حد كبير- لها أصل معدنى، وتستخدم هذه الطريقة بشكلها المألوف مـواد كيميائية تساوى تقريبا كمية الأملاح المنزلية. لهذا يمكن لهـذه الطريقـة منافسة طريقة إزالة الملوحة الأخرى فقط فى حالات ما إذا احتوت الميـاه على تركيزات صغيرة نسبيا من الملاح. وطرق التبادل الأيونى لها أهمية فى الحالات التى تحتاج إلى مياه ذات تركيزات ضئيل جدا من الأمـلاح وموصلة كهربائيا، مثل صناعة صمامات التليفزيون.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

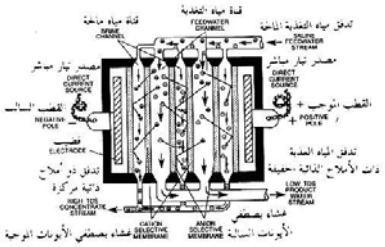
المحاضرة الثانية

13- محطات تحلية مياه البحار والمياه الجوفية شديدة الملوحة



تحلية مياه البحر بطريقة التقطير بأعادة ضغط البخار لإزالة الأملاح

تعتمد كل طرق التقطير على الحقيقة المؤكدة أن الماء والغازات الذائبة فيه قابلة للتطاير دون الأملاح، أما إذا تمت عملية التقطير عند درجات حرارة أعلى من 300°م فإنه من المتوقع تطاير الأملاح أيضاً. وعلى الرغم من إمكانية مثل هذه الطرق للتقطير فإنها لا تعتبرعملية فى المرحلة الراهنة من التكنولوجيا الحديثة نظراً لإرتفاع ضغط بخار الماء المغلى (steam) بالإضافة إلى مشاكل التآكل المصاحبة، ومن الناحية العملية لكل عمليات التقطير يمكن القول أنه بالتسخين المستمر للماء المالح، يتبخر الماء فقط تاركا الملح خلفه، وبتجفيف البخار الناتج نحصل على ماء نقى.



الديازة (الفرز) الغشائية الكهربائية

ولقد كانت طريقة الديازة الكهربائية (elector dialysis) أول طريقة غشائية تطورت تاريخياً، ومازالت تعتبر طريقة مهمة للآن. وفى هذه الطريقة، يتم جذب الأيونات المكونة للأملاح من المياه المالحة بقوى كهربائية، ويتم تركيزها فى أماكن مستقلة، وكلما زادت ملوحة المياه زادت القدرة الكهربائية اللازمة لعملية الفصل، وتستخدم هذه الطريقة أساسا لمعالجة الماء الأخضم (متوسط الملوحة) والذى يحتوى – فى العادة- على عدة آلاف من الأجزاء من الأملاح الذائبة لكل مليون جزء، وهذه الملوحة بالطبع مرتفعة نسبيا عن المطلوب للإستخدام المنزلى والصناعى، ولكنها بالتأكيد مازالت نحو عشر الملوحة المتوسطة لماء البحر

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

شكراً

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
أعمال توزيع مياه الشرب.

محتويات العرض الفنى للمحاضرة الثالثة

1. أعمال توزيع مياه الشرب
2. أنواع المواسير المستخدمة
3. المحابس والحنفيات وأجهزة الحماية والتحكم فى المطرقة المائية
4. منشآت التخزين الأرضى
5. محطات طلمبات الضخ والرفع للمياه النقية
   5-1 منشآت التجزين العالى
   5-2 بدائل مواقع الخزانات العالية
6. النظم الهندسية للأمداد بمياه الشرب
7. نظم تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب
8. أرشادات تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب فى المدن السكنية النظام الشبكى
9. أسباب تدهور نظم الأمداد بمياه الشرب
10. تكاليف انتاج المتر المكعب من مياه الشرب داخل محطات التنقية

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

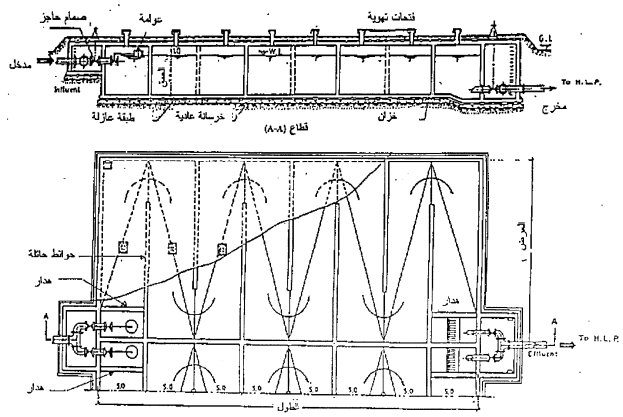
المحاضرة الثالثة

1- أعمال توزيع مياه الشرب

1-1	أعمال توزيع مياه الشرب	1. محطات الضخ لمياه الشرب النقية والمعقمة (ضغط عالى) 2. منشآت التخزين العالى والأرضى 3. شبكات توزيع مياه الشرب وملحقاتها
2-1	المواسير المستخدمة فى شبكات توزيع مياه الشرب	1. حديد زهر – صلب – زهر مرن (ممطول) DI-SI-CI 2. خرسانة مسلحة وخرسانة سابقة الأجهاد RC-PRC 3. الالدائن البلاستيكية uPVC 4. ألياف الزجاج المقواة بالبلاستيك GRP 5. الأسبستوس الأسمنتى Asp.C
3-1	المحابس والحنفيات المستخدمة فى شبكات توزيع مياه الشرب	1. محابس (تحكم – حجز – عدم أرتداد – هواء – غسيل 2. أجهزة التحكم فى المطرقة المائية 3. حنفيات مكافحة الحريق 4. حنفيات رى الحدائق والمسطحات الخضراء

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
2- منشآت التخزين الأرضى



سعة الخزان الأرضى من 6إلى 10 ساعات

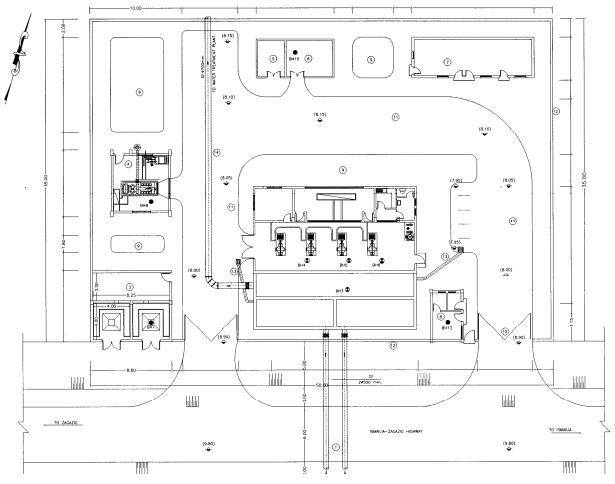
سعة الخزان الأرضى

-أقل سعة تكفى لفترة للتصميم 30 دقيقة

- الفرق بين التصرف لأقصى استهلاك والتصرف التصميمى للمحطة وهو 1.5 التصرف المتوسط بالأضافة إلى 80% من كمية المياه اللازمة لمكافحة الحريق

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

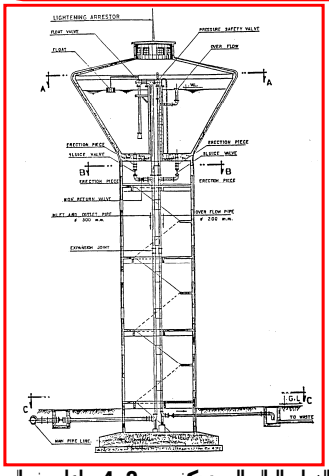
المحاضرة الثالثة
3. محطة طلمبات الضخ والضغط للمياه النقية (مياه شرب)



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة

1-4 منشآت التخزين العالى



الخزان العالى السعة تكفى من 2-4 ساعات فى المدن

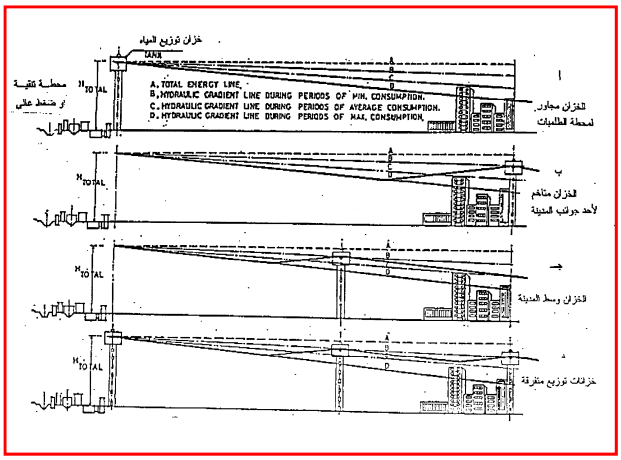
فوائد الخزانات العالية :

1. الإمداد المنتظم والثابت للمياه
2. المحافظة على أستمرار الإمداد بالمياه للمستهلك
3. موازنة التصرف اليومى (أقصى تصرف وأدنى متوسط)
4. مواكبة التغيرات فى الطلب للمياه
5. مكافحة الحريق حال حدوثة
6. حماية محطات الضخ وخطوط المواسير الرئيسية من الطرقة المائية
7. تحسين نوعية المياه
8. مكافحة التلوث
9. تأمين الكميات المطلوبة فى حالة الطوارئ والحوادث

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة

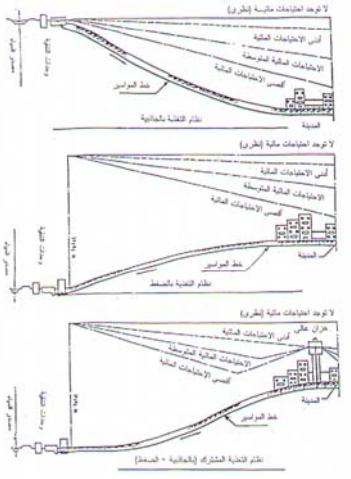
2-4 بدائل مواقع الخزانات العالية



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة

5- النظم الهندسية للإمداد بمياه الشرب



النظم الهندسية للإمداد بمياه الشرب ثلاثة هى ::

الأمداد بالجاذبية.

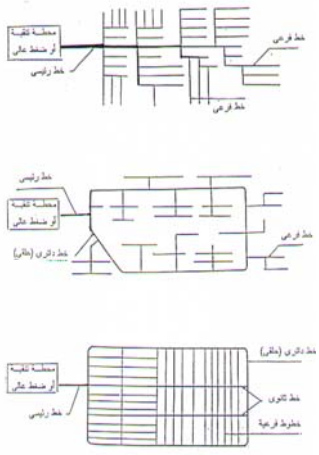
الأمداد بالضغط.

الأمداد المشتركة.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة

6- نظم تخطيط شبكة توزيع مياه الشرب

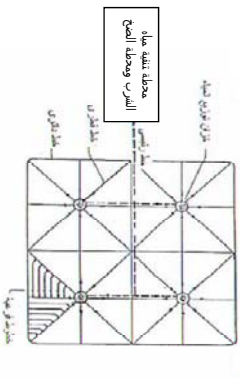


التخطيط الشجرى

التخطيط الدائرى

التخطيط الشبكى

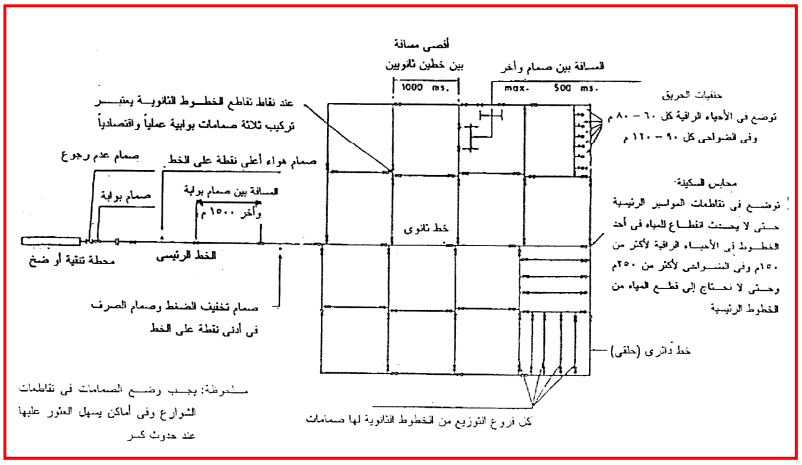
التخطيط القطرى



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة

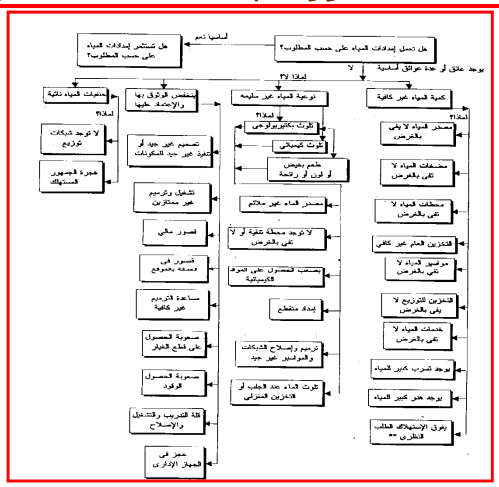
7- إرشادات تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب فى المدن السكنية (النظام الشبكى)



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة

8- أسباب تدهور نظم الأمداد بمياه الشرب



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة

9. تكلفة أنتاج المتر المكعب من مياه الشرب

عناصر تكلفة مياه الشرب

محطة تنقية مياه الشرب ..... (م³/شهر)

عناصر التكاليف	تكلفة إنتاج المتر المكعب (جنيه)	%
أولاً: الإهلاك		
١- المباني		
٢- المعدات		
٣- خطوط المواسير		
٤- الخزانات		
ثانياً: المصروفات الجارية		
أجور (عمالة مباشرة وغير مباشرة)		
أ- أجور أساسية		
ب- أجور متغيرة		
ج- حصة العاملين		
د- حصة التأمين الصحي		
هـ- بدل وجبة		
الإجمالي		
٢- مستلزمات سلعية		
أ- خامات		
ب- قطع غيار		
ج- وقود وتشغيل		
د- زيوت		
هـ- مواد كيماوية		
و- كهرباء (الغرض المحرك)		
ز- مواد ومهمات متنوعة		
ح- أدوات مكتبية		
الإجمالي		
٣- مستلزمات خدمية		
أ- صيانة		
ب- تكاليف أخرى		
ج- نقل واتصالات		
د- بدل السفر		
هـ- مصاريف خدمية متنوعة		
الإجمالي		
ثالثاً: مصروفات تمويلية جارية		
فوائد القروض (البنوك والجهات الدائنة)		
الإجمالي الكلي		

عناصر تكلفة انتاج 1م³ داخل محطة تنقية مياه الشرب ما يلى :

1. تكاليف المواد الكيميائية والمنظفات
2. تكاليف الطاقة الكهربائية – تكاليف الزيوت والشحوم
3. أجور العاملين من واقع مستندات المرتبات الشهرية للعاملين (ثابتة – متغير – معاشات – تأمين وخلافة)
4. تكاليف قطع الغيار من واقع خطة عمل المحطة
5. تكاليف الأصلاح
6. مصاريف التشغيل والصيانة وستلزمات أخرى

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

شـــكراً

على المشاركة وحسن الاستماع

أعمال تجميع ومعالجة والتخلص
من مياه الصرف الصحى

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
نظام الصرف الصحى المتكامل – المكونات والغرض والهدف

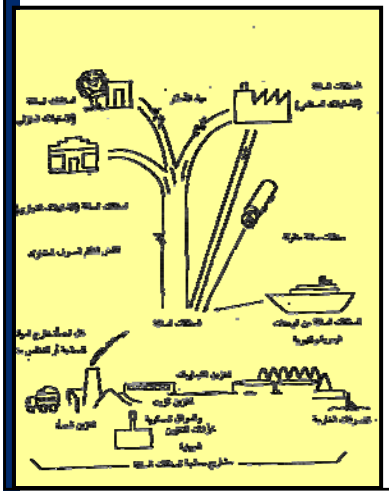
محتويات العرض الفنى للمحاضرة الأولى

1. مكونات نظام الصرف الصحى المتكامل للمدن السكنية
2. الغرض من أنشاء نظام الصرف الصحى المتكامل
3. فوائد أنشاء شبكات تجميع مياه الصرف الصحى
4. مصادر المياه الملوثة (مياه الصرف الصحى)
5. العوامل المؤثرة على محتويات وخصائص المياه الملوثة (مياه الصرف الصحى)
6. خصائص مياه الصرف الصحى (الأستهلاك المنزلى فقط)
7. الأختبارات الطبيعية والكيميائية والبيولوجية والميكروبيولوجية لمياه الصرف الصحى
8. أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى
9. تخطيط أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

1. مكونات نظام الصرف الصحى المتكامل للمدن السكنية



1. شبكات الأنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى وملحقاتها
2. محطات طلمبات الضخ (الرفع) و ملحقاتها
3. خطوط الطرد (المواسير الصاعدة) وملحقاتها
4. محطات معالجة مياه الصرف الصحي
   - معالجة تمهيدية
   - معالجة أبتدائية
   - معالجة بيولوجية (الحمأة المنشطة أو المرشحات البيولوجية أو بحيرات التثبيت الطبيعية والمهواة)
5. معالجة ثلاثية
6. التطهير (التعقيم)
7. وحدات معالجة وتجفيف رواسب (الحمأة) الصرف الصحي
8. أعمال التخلص وإعادة الأستخدام لمياه الصرف الصحى المعالجة

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

2. الغرض من أنشاء نظام الصرف الصحى المتكامل

1. عدم تلوث المياه السطحية أو المياه الجوفية والذى كان ينتج منه إنتشار الأمراض مثل التيفـود والكـوليرا وبقيـة الأمراض التي تنقلها المياه الملوثة.
2. عدم نمو وتكاثر الذباب والبعوض والذى كان يؤدي إلى إنتشار الأمراض علاوة على ما تسببه من مضايقات.
3. معاناة الأهالي من مشاكل الصرف في المنازل وأعمال الكسح اللازم إجراؤها كل فترة لبيارات الصرف وخزانـات التحليل المستخدمة، في حالة عدم وجود شبكة لتجميع المخلفات السائلة
4. نزح رواسب خزانات التحليل أو بيارات الصرف والتخلص منها إما على المجاري المائية مما يؤدي إلى تلوثهـا، أو بتجميعها في بعض المناطق القريبة من المدن مما يؤدي إلى تراكمها وانبعاث روائح كريهة غير مرغوب فيها
5. تأثير الأحماض الناتجة من التفاعلات التي حدثت في المياه الملوثة بفعل البكتريا اللاهوائية على أساسات المنشآت، علاوة على تأثيرها على التربة المحيطة إذا تم صرف مثل هذه المياه على التربة مما يؤدي مستقبلا إلـى إنهيـار المنشآت وعدم صلاحية الطرق.كما أن استمرار الصرف على التربة المحيطة يؤدي إلى تلـوث الميـاه الجوفيـة بالجراثيم والطفيليات مما يعوق إستخدامها في مختلف الأغراض
6. التخلص السريع من المياه الملوثة مما يساعد على عدم تولد الروائح الكريهة الغير مرغوب فيها
7. عدم إنشاء خزانات لتجميع مياه الصرف الصحى بجوار المبانى
8. عدم نقل كميات المياه الملوثة للتخلص منها فى الأمكان المخصصة لذلك

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

3. فوائد أنشاء شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

1. حماية حياة وصحة الأنسان
2. حماية البيئة من التلوث (الهواء – الماء – التربة – النبات – الحيوان)
3. حماية أساسات المباني والمنشآت من الأنهيار (السقوط)
4. حماية المجارى المائية (نهر النيل والترع والمصارف الزراعية) وحماية مصادر المياه الجوفيـة مـن التلوث
5. ضمان إجراء عمليات التخلص للمياه الملوثة على أسس صحية وسليمة، مما يوفر وسـائل الراحـة والرفاهية بالتجمعات السكانية

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

4. مصادر المياه الملوثة (مياه الصرف الصحى)

1 مياه الصرف الصحى (المخلفات السائلة) الناتجة من :

أ. المخلفات السائلة من الأستهلاك المنزلى
ب. المخلفات السائلة من المبانى الأدارية والحكومية والتعليمية والصحية ودور العبادة
ج. المخلفات السائلة من الأسواق والمناطق السياحية والترفيهية

2 المخلفات الصناعية السائلة من الصناعات الخدمية داخل المدن السكنية أو المناطق الصـناعية خـارج المدن

3 مياه غسيل الشوارع والأرصفة والأرضيات (نادرا ما تتواجد فى جمهورية مصر العربية)

4 التسربات داخل شبكة الأنحدار من المياه الجوفية (مياه الرشح)

5 مياه الأمطار والسيول المتساقطة على المدينة أو التجمع السكنى ويتم صرفها على شبكة الأنحدار

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

5. العوامل المؤثرة على محتويات وخصائص المخلفات السائلة

تتغير مكونات مياه الصرف الصحي من وقت إلى آخر على مدار السنة والشهر واليوم أسوة بتغير كمياتها،الا انه يمكن القول أن المخلفات السائلة تتكون في المتوسط من 99,9% ماء و0,1% مواد صلبة سواء كانت عالقة أو ذائبة، عضوية أو غير عضوية، كما تحتوي على الكثير من البكتريا (هوائية أو لا هوائية)
والعوامل المؤثرة على محتويات وخصائص المخلفات السائلة هى كما يلي:

1 عمر المخلفات السائلة (مياه الصرف الصحى)

2 وقت جمع العينة

3 تعرض المخلفات السائلة (مياه الصرف الصحى) للهواء

4 درجات حرارة الهواء

5 نوعية مياه الشرب المتاحة

6 كمية وضغوط مياه الشرب المتاحة

7 عادات وتقاليد المجتمع

8 وسائل الرفاهية ورقى وتطور المجتمع

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
6. خصائص مياه الصرف الصحى

1. **المواد الصلبة الموجودة في مياه الصرف الصحى**
2. **المواد العضوية (Organic Substance) (عالقة أو ذائبة)**
3. **مواد غير عضوية (Inorganic Substance)**
4. **الكائنات الحية الميكروسكوبية**

والجدول التالى يوضح المواد العالقة والذائبة فى مياه الصرف الصحى

1000 جزء فى المليون مواد صلبة							
300 مواد عالقة				700مواد ذائبة		999× 1000 جزء فى المليون ماء
150 قابل للترسيب		150غير قابل للترسيب		300 عضوى	400 غير عضوى	
100 عضوى	50 غير عضوى	100 عضوى	50 غير عضوى			

وتواجد هذه المواد الصلبة ناتج عن النشاطات المختلفة للإنسان فى مجتمعاته السكانية وعادة فإن مكونات المركبات العضوية تكون خليطا من الكربون والهيدروجين والأكسجين بالإضافة إلى النيتروجين، كما أن هناك عناصر هامة أخرى مثل الكبريت والفسفور والحديد، وهذه المكونات تشكل المجاميع الرئيسية للعناصر العضوية الموجودة فى مياه الصرف الصحى وهى كالآتى:

- بروتينات تتراوح ما بين 40 إلى 60 %
- كربوهيدرات تتراوح ما بين 25 إلى 50 %
- دهون وزيوت تصل إلى 10 %

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
7. الأختبارات الكيميائية لعينة مياه الصرف الصحى

1. اختبار الأزوت النشادرى (Nitrogen-Ammonia)، حيث تقل كمية النشادر بمضي الوقت لتحولها إلى نيترات ونيتريت
2. اختبار الأزوت على هيئة نترات ونيتريت (Nitrites and Nitrates)، حيث تزيد كمية النترات بمضي الوقت ويدل تواجـد الأزوتات بكثرة على اقتراب كفاءة المعالجة من الكمال
3. اختبار الكلوريدات (Chlorides)، ويستفاد من هذا الاختبار للدلالة على تلوث الماء بالمخلفات السائلة نظراً لإرتفاع تركيـز الكلوريدات في المخلفات السائلة عنه في الماء
4. اختبار كبريتورالهيدروجين (Hydrogen Sulphide)، إذ يدل تواجد هذا الغاز في عينة المخلفات على نشاط البكتريا اللا هوائية وعدم تواجد اللأكسجين في العينة
5. اختبار الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD– Chemical Oxygen Demand)، ويستدل منه على مدي تركيز المـواد الكربونية العضوية في العينة، إلا أنه ليس بالدقة الكافية
6. اختبار الأكسجين الحيوى المستهلك (BOD-Biological Oxygen Demand)، وهو من التجارب الهامة في اختبار عينات المخلفات السائلة باعتباره طريقة لقياس تركيز المواد العضوية في العينة، إذ بإجرائها يتم تقدير كميـة الأكسـجين اللازمـة لنشاط البكتريا لأكسدة المواد العضوية الموجودة في العينة عند حفظها لفترة محددة وتحت ظروف معينة، وتجري التجربـة بتخفيف العينة بكمية معينة من المياه المهواة (Aerated Water). ويتم قياس تركيز الأكسجين في الخليط في بداية ونهايـة مدة حفظه ومن ثم يمكن حساب كمية الأكسجين المستهلك خلال هذه الفترة وتقديرها بالجزء في المليون

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

8. أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

1 شبكات الصرف المشتركة

وهى الشبكات التى تستقبل كل المخلفات السائلة بجميع أنواعها من مختلف المصادر سواء كانت مخلفات منزلية أو صناعية أو مياه أمطار أو مياه رشح. وهذا النظام هو المستخدم فى تجميع المخلفات السائلة (الصرف الصحى) من معظم المدن

2 شبكات الصرف المنفصلة

وهى الشبكات التى تستقبل المخلفات السائلة المنزلية والمخلفات الصناعية وتنشأ شبكة أخرى لاستقبال مياه الأمطار

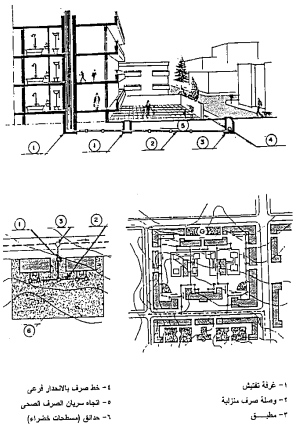
3 شبكات الصرف المشتركة جزئيا

وتستخدم لتجميع المخلفات المنزلية والصناعية وصرف المياه المتجمعة فوق بعض الأسطح والممرات الداخلية . وتنشأ فى بعض الأحيان شبكات لتجميع المخلفات السائلة ثم تنشأ هدارات على مواسير التجميع الرئيسية فى نقط محددة لتحويل الزيادة فى التصرفات أثناء العواصف الممطرة الشديدة الى أماكن صرف مثل مخرات السيول أو المسطحات المائية مثل البحيرات أو البحار أو المجارى المائية المجاورة

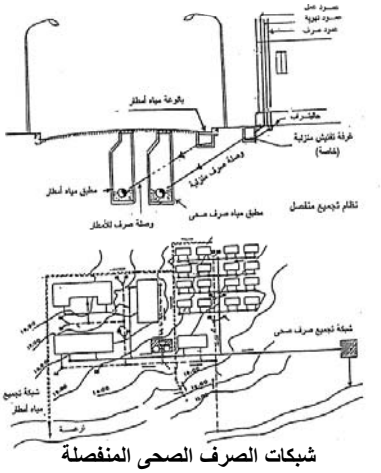
USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

8. أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى



شبكات الصرف الصحى المشتركة



شبكات الصرف الصحى المنفصلة

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
8. أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

الأحوال التى تستعمل فيها شبكات الصرف المشتركة

1. فى الشوارع والطرقات المزدحمة بالخدمات العامة الأخرى كمواسير شبكات توزيع مياه الشرب وكبلات الكهرباء والتليفونات وشبكة مواسير توزيع الغاز
2. مما يصعب معه وضع ماسورتى صرف كل منهما لغرض خاص ، ولذا تستعمل فى هذه الحالة ماسورة واحدة لصرف المخلفات السائلة بمختلف أنواعها
3. إذا كان سقوط الأمطار نادرا ويخشى أن تبقى شبكة مياه الأمطار خالية دون استعمال معظم أيام العام
4. إذا كان هطول الأمطار بكثرة وغزارة مما يجعل كمية المخلفات السائلة المنزلية والصناعية بسيطة بالنسبة لمياه الأمطار ، مما يشجع على إدماجها جميعا طالما أن كمية المخلفات المنزلية والصناعية ولا تؤثر فى حجم تكاليف إنشاء مواسير صرف مياه الأمطار
5. إذا ظهر أن كل من المخلفات المنزلية والصناعية وكذلك مياه الأمطار لا بد من رفعها باستخدام الطلمبات الى نفس المكان ففى هذه الحالة لا يوجد داع لفصل مياه الأمطار عن بقية المخلفات السائلة
6. إذا كانت الأرض مسطحة مما يستدعى وضع المواسير بانحدار بسيط منعا للوصول بها الى أعماق كبيرة ، الأمر الذى قد يسبب جريان الماء فى المواسير بسرعة بطيئة ما ينتج عنه ترسيب المواد العالقة فى قاع الماسورة وتفاديا لهذه الحالة تتبع طريقة الصرف المشترك مما يزيد التصرف المار فى الماسورة، وبالتالى يزيد من سرعة جريان الماء بها ، بالرغم من وضعها بانحدار بسيط نظرا لكبر حجم المواسير
7. إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة أثناء فترة هطول الأمطار ويخشى من تحلل المخلفات السائلة أثناء سيرها مدة طويلة فى شبكة المواسير ، وتفاديا لهذه الحالة تتبع طريقة الصرف المشتركة مما يزيد التصرف المار فى الماسورة ، وبالتالى تزداد سرعة جريان الماء مما يمنع تحللها فى الماسورة قبل وصولها الى محطة الرفع ومنها الى موقع وحدات المعال

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
8. أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

الأحوال التى تستعمل فيها شبكات الصرف المنفصلة

1. إذا أمكن صرف مياه الأمطار بالانحدار الطبيعى فى مصرف زراعى أو مجرى مائى مثل الأنهار والترع أو المسطحات المائية مثل البحيرات فيمكن فى هذه الحالة إنشاء شبكة صرف منفصلة لمياه الأمطار
2. إذا كانت تكاليف معالجة المخلفات السائلة مرتفعة ففى هذه الحالة يستحسن فصل مياه الأمطار عن المخلفات الأخرى للتخلص منها دون معالجة، وذلك اقتصادا فى تكاليف إنشاء وحدات المعالجة
3. عند تواجد شبكة صرف لمياه الأمطار قبل إنشاء مشروع صرف المخلفات السائلة ، فعندئذ يحسن الإبقاء على هذه الشبكة لتقوم بالخدمة التى أنشئت لها فعلا مع إنشاء شبكة جديدة تكفى لصرف المخلفات السائلة الأخرى فقط

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
9. تخطيط أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

تكون شبكة التجميع من مواسير تسير فيها المخلفات السائلة بالانحدار الطبيعى فتصب المواسير الصغرى فى مواسير أكبر منها وهكذا حتى تصب فى النهاية فى مواسير كبرى تسمى "المجمع الرئيسى" أو خط إنحدار الصرف الرئيسى. ويصل هذا الخط الرئيسى الى محطات الرفع ومنها تضخ مياه الصرف الصحى فى المواسير الصاعدة الى موقع وحدات المعالجة ، حيث يتم التخلص منها بعد المعالجة . وتتباين طرق التخلص من المياه المعالجة تبعا للظروف الطبوغرافية للمدينة ، وكذلك الموقع المحدد لإنشاء وحدات المعالجة وأيضا أماكن الاستفادة أو التخلص من السيب وبالاستعانة بالخرائط الكنتورية للمخطط العام للمدينة والمناطق المحيطة يمكن تخطيط شبكة تجميع مياه الصرف الصحى.

وبشكل عام ينقسم تخطيط شبكات تجميع المياه الملوثة الى أربعة أنظمة – وهى:

أولا التخطيط العمودى

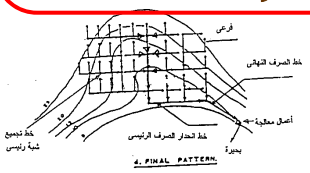
ثانيا التخطيط بتقسيم المدينة الى مناطق صرف

ثالثا التخطيط المروحى

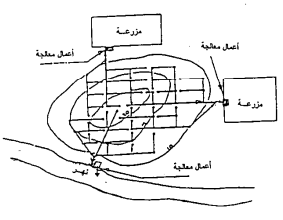
رابعا التخطيط الإشعاعى (المحورى)

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى
9. تخطيط أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

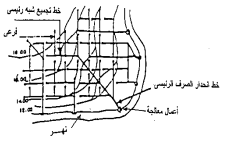


التخطيط المروحى

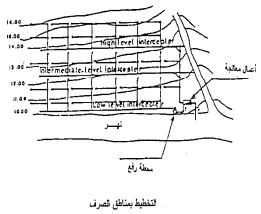


التخطيط الإشعاعى

نظم تخطيط شبكات تجميع المياه الملوثة (المروحى والإشعاعى والمحورى)



التخطيط العمودى



التخطيط بمناطق الصرف

نظم تخطيط شبكات تجميع المياه الملوثة (العمودى)

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الأولى

9. تخطيط أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

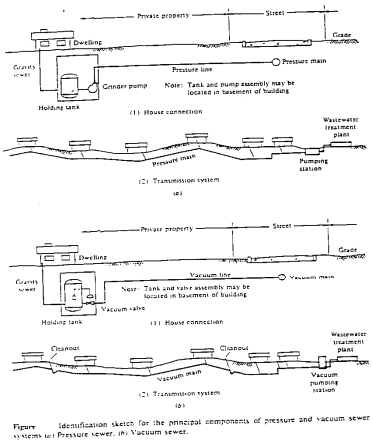


Figure Identification sketch for the principal components of pressure and vacuum sewer systems (a) Pressure sewer, (b) Vacuum sewer.

أنواع خاصة لنظم شبكات لتجميع مياة الصرف الصحى

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

شـــكراً لـــكـم

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية
المعالجة التمهيدية والأبتدائية لمياه الصرف الصحى

محتويات العرض الفنى للمحاضرة الثانية

1. الغرض من معالجة مياه الصرف الصحى
2. تقنيات معالجة مياه الصرف الصحى
3. المعالجة التمهيدية لمياه الصرف الصحى
3-1 المعالجة الأبتدائية لمياه الصرف الصحى
3-2 المعالجة التمهيدية والأبتدائية لمياه الصرف الصحى
3-3 المعالجة التمهيدية - المصافى
3-4 المعالجة التمهيدية - وحدات أزالة الأتربة والرمال
3-5 المعالجة التمهيدية – وحدات إزالة الزيوت والشحوم
4. المعالجة الأبتدائية - أحواض الترسيب الأبتدائى
5. المعالجة البيولوجية بالإستنبات المعلق (الحمأة المنشطه)
6. المعالجة البيولوجية – المفاعل متعدد الوظائف
7. المعالجة البيولوجية – خنادق الأكسدة (الحمأة المنشطة)

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

1. الغرض من معالجة مياه الصرف الصحى

إن الهدف الرئيسى من عملية معالجة مياه الصرف الصحى هو التخلص من أى مسببات تلوث المياه وهى المواد العالقة الغير عضوية وكذلك المواد العضوية سواء كانت عالقة أو ذائبة، ويتم ذلك عن طريق حجزها وإزالتها أو تحليلها إلى مواد وغازات غير ضارة إضافة إلى التخلص من الكائنات الحية الضارة والمسببة للأمراض، وكما هو معلوم فإن حوالى 75 % من المواد العالقة وحوالى 40% من المواد الذائبة فى مياه الصرف الصحى هى عبارة عن مواد عضوية

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

2. تقنيات معالجة مياه الصرف الصحى

تتم إزالة الملوثات الموجودة فى مياة الصرف الصحى من خلال عمليات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية، وتقوم العمليات الكيميائية فيتم تحويل جزء من المواد الذائبة من جراء التفاعلات الكيميائية إلى مواد عالقة يمكن ترسيبها وإزالتها ويتركز أستخدام العمليات الحيوية (البيولوجية) فى إزالة المواد العضوية القابلة للتحلل سواء العالقة أم الذائبة، وعن طريق تلك العمليات يتم تحويل المواد العضوية إلى غازات متطايرة وأنسجة خلايا حيوية تتم إزالتها عن طريق ترسيبها، إضافة إلى ذلك فإن العمليات الحيوية لها دور فى إزالة النيتروجين من المياه الملوثة وتتبع هذه الطرق تعقيم مياه الصرف الصحى

1. المعالجة التمهيدية
2. المعالجة الأبتدائية (الترسيب الطبيعى)
3. المعالجة الكيميائية
4. المعالجة الثانوية (البيولوجية)
5. المعالجة الثلاثية - والتعقيم
6. معالجة الرواسب (الجوامد)

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

3. المعالجة التمهيدية لمياه الصرف الصحى

الهدف من المعالجة التمهيدية هو إزالة المواد الصلبة العالقة الغير قابلة للتحلل والموجودة بمياه الصرف الصحى، وتتم هذه المعالجة فى الوحدات التالية :

1. **المصافى العادية**

التى تخلص مياه الصرف الصحى من الجوامد (المواد الصلبة) الكبيرة الحجم وذلك بحجزها

2. **المصافى الدقيقة**

التى تخلص مياه الصرف الصحى من الجوامد (المواد الصلبة) الصغيرة الحجم وذلك بحجزها

3. **أحواض حجز الرمال والأتربة**

تستعمل عادة لإزالة المواد الصلبة ذات الأصل المعدنى كالرمل والأتربة من مياه الصرف الصحى

4. **أحواض إزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الصحى**

5. **أحواض التهوية الأبتدائية لإعادة مياه الصرف الصحى لحالتها الطازجة(حديثة التكوين)**

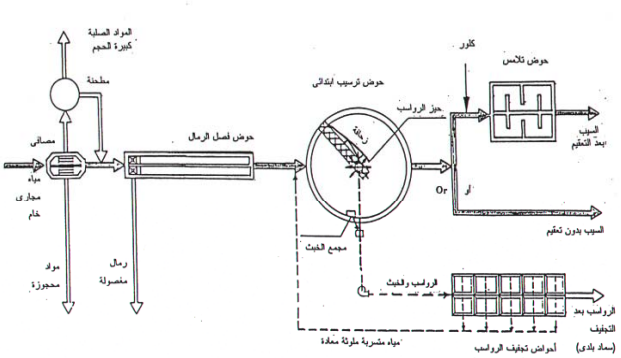
USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

3. المعالجة التمهيدية والأبتدائية لمياه الصرف الصحى

وبالتالى يمكن تلخيص مكونات وحدات معالجة مياه الصرف الصحي التمهيدية والأبتدائية كمايلي :

1. المصافي
2. وحدات فصل الرمال والأتربة (العادية أو المهواة)
3. وحدات فصل الزيوت والشحوم
   ويمكن أن يكون حوض فصل الرمال والزيوت والشحوم حوض واحد
4. أحواض التهوية الأبتدائية
5. أحواض الترسيب الأبتدائي
6. أحواض التلامس مع الكلور (التعقيم)



المعالجة التمهيدية الأبتدائية شائعة الأستخدام فى مصر

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

3. المعالجة التمهيدية - المصافى

1 المصافي المتوسطة والكبيرة الفتحات

المصافي هي قضبان من الحديد المتوازى توضع بحيث تكون في مستوي واحد يعترض سير المخلفات السائلة، فتحجز أمامها المواد الطافية الأكبر من سعة فتحاتها، وتتراوح سعة فتحات المصافي المتوسطة من 0.25 إلي 1.50 بوصة، والمصافي الكبيرة من 1.5 الي 6.0 بوصة، ويفضل دائما استخدام المصافي ذات السعة الصغيرة في وحدات المعالجة الأبتدائية، أما المصافي ذات السعة الكبيرة فيفضل إستخدامها أمام محطات رفع- ضخ مياه الصرف الصحي الخام

2 المصافي الدقيقة

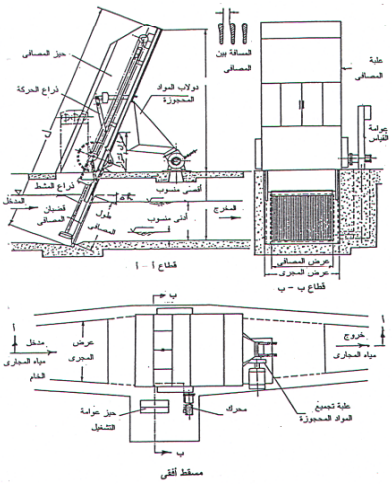
هي ألواح معدنية بها فتحات (شقوق) تنفذ من خلالها مياه الصرف الخام ويتراوح عرض هذه الشقوق من 16/1 بوصة الي 4/1 بوصة وطولها من 2/1 بوصة الي 2 بوصة، ولا يفضل استخدامها في المناطق الريفية، وتستعمل في الحالات الآتية

1. تصفية المخلفات السائلة قبل التخلص منها في البحار والمحيطات بدون معالجة
2. وجود مخلفات صناعية تحوي مواد عالقة يصعب ترسيبها
3. عندما يتطلب الأمر الإستغناء كلياً عن أحواض الترسيب الأبتدائي في بعض عمليات المعالجة البيولوجية مثل التهويه الممتده (أو فى عمليات المعالجة صغيرة الحجم المدمجة)

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

3. المعالجة التمهيدية - المصافى



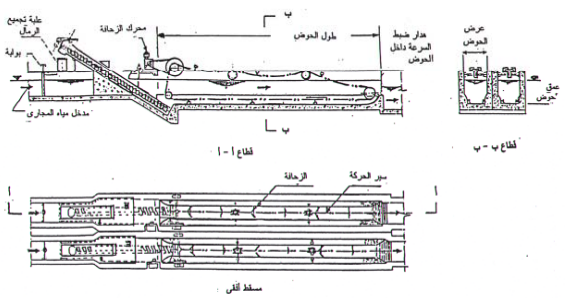
المصافي المتحركة تكون علي شكل شريط دائري يلف علي إسطوانتين أفقيتين وتسمي أيضا بالمصافي اللفافـة، أو مـن الأنواع التى ترفع من مكانها لتنظيفها وتحل محلها مصـافي أخرى ثم تعاد الي مكانها. وجميع هـذه الأنـواع لايفضـل إستخدامها في المناطق الريفية لإحتياجها لأعمـال صـيانة وتشغيل وقطع غيار بصفة مستمرة، ويفضل أستخدام النـوع الموضح بالسم وهو الثابت وأمامة مشط متحرك يقوم بأزالة المواد الصلبة المحجوزة ويتم كشطها وإزالتهـا مـن أمـام المصافى ويتم تجميعها والتخلص منها فى المدافن الصـحية القريبة من محطة المعالجة.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

3. المعالجة التمهيدية - وحدات فصل الرمال والأتربة

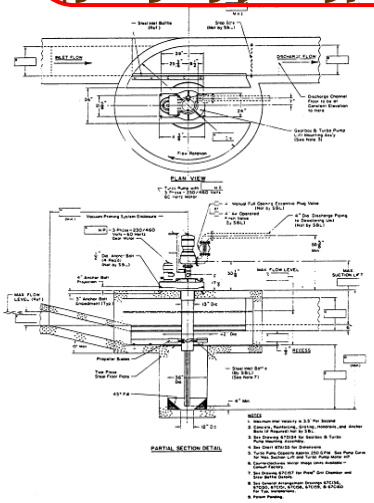
هى أحواض مستطيلة الشكل أو دائرية، الغرض منها هو فصل الرمال المتواجدة فى مياه الصرف الصـحي مـن الشـوارع والأرصفة الغير مرصوفة، أو من مياه الأمطار عند تساقطها ووصولها للشبكة أو من التربة نتيجـة وجـود شـروخ فـي المواسير أو في المطابق. ولا تتعدى مدة مكث المياه فى هذه الأحواض دقيقة واحدة وبسرعة لاتزيد عـن 0.3 م/ث، وذلـك نظرا لأن الرمال سهلة الترسيب كما أنها مادة خاملة لاتتحلل وبالتالى تمثل زيادة فى كمية الرواسب الغير مستفاد منها وكـذلك تضعف القيمة الغذائية للرواسب كسماد عضوى، لذلك يفضل فصلها أولا وقبل دخولها أحواض الترسيب الأبتدائى



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

3. المعالجة التمهيدية - وحدات إزالة الزيوت والشحوم

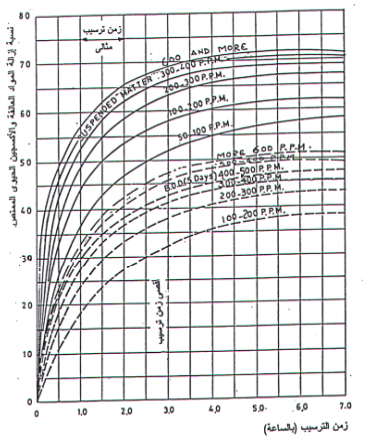


فى حالة الرغبة فى إزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الخام يتم إنشاء حوض إزالة الزيوت والشحوم الذى تصل فية فترة المكث من 5 إلى 10 دقائق مع إمدادة بالهواء المضغوط لتسهيل عملية تعويم الزيوت والشحوم، وتظهر أهمية إستخدام أحواض فصل الزيوت والشحوم عندما تكون المرحلة التالية من المعالجة البيولوجية (الثانوية) هى المعالجة باستخدام أحواض الحمأة المنشطة نظراً لما تسببة هذه المواد الدهنية من ضرر بليغ بهذه الأحواض. ومدة البقاء بأحواض فصل الزيوت والشحوم بين خمس وثمانى دقائق، والهواء الحر اللازم لذلك هو حوالى 14م3 لكل حوالى 4000 م3 من مياه الصرف. وقد وجد أن إضافة حوالى 1.5 جزء/المليون من الكلور يساعد أيضا على سرعة إزالة هذه المواد العضوية. وغالباً ما يتم إنشاء حوض واحد لكل من فصل الرمال وفصل الزيوت والشحوم. ويمكن دمج حوض فصل الرمال مع هذا الحوض وتكون فترة المكث بين 5 – 10 دقائق

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

4. المعالجة الأبتدائية - أحواض الترسيب الأبتدائى



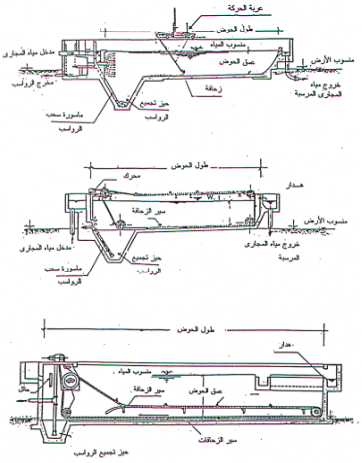
العلاقة بين زمن الترسيب الطبيعى وكفاءة أحواض الترسيب الإبتدائى

الغرض من أحواض الترسيب هو التخلص من المواد الغير عضوية والمواد العضوية العالقة بمياه الصرف الصحى بفعل الجاذبية الأرضية فتسقط بتأثير ثقلها إلى قاع الحوض حيث تجمع ويتم التخلص منها، ولذا سميت بعملية الترسيب العادية أو الترسيب الميكانيكى، ولما كانت المواد العضوية خفيفة الكثافة النوعية لذا فهى تحتاج إلى سرعة بطيئة بالحوض وطول مناسب له لإعطائها الفرصة للرسوب. فكلما قلت سرعة المياه وطالت مدة بقائها بالحوض كلما حصلنا علي نسبة عالية من وتعتبر من الناحية الأقتصادية والفنية أن زمن 1-3 ساعات هو زمن الترسيب الطبيعى الذى يعطى أعلى كفاءة لأحواض الترسيب الأبتدائى.

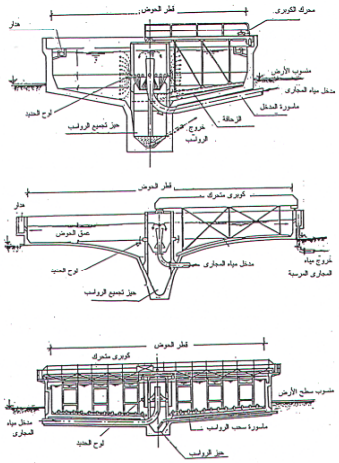
USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

4. المعالجة الأبتدائية - أحواض الترسيب الأبتدائى



أحواض الترسيب الإبتدائية المستطيلة الشكل



أحواض الترسيب الإبتدائية دائرية الشكل

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية

5. تقنيات المعالجة الكيميائية لمياه الصرف الصحى

تتم هذه المعالجة بإضافة المواد الكيميائية التى تتفاعل والمواد العالقة والهلامية وبعض المواد القابلة للتحلل الموجودة فـى مياه الصرف الصحى وتشكل مواد غير ضارة قابلة للترسيب، ولإجراء المعالجة الكيميائية تحتاج إلى الوحدات التالية:

1. مستودعات حفظ وتحضير الماده الكيميائية
2. أحواض المزج السريع التى يتم فيها خلط مياه الصرف الصحى مع هذه المواد الكيميائية
3. أحواض التروبب التى يتم فيها تفاعل المواد العضوية مع المواد العالقة والهلامية الموجودة فى مياه الصرف الصحى
4. أحواض الترسيب ليتم فيها ترسيب المواد الناتجة عن هذه التفاعلات

وتستعمل الطرق الكيميائية بشكل رئيسى لمعالجة المخلفات السائلة الصناعية، ويمكن إجراء المعالجة الكيميائية بمرور تيار كهربائى خلال المياه الملوثة يسبب تحلل المياه إلى ايونات موجبة وأخرى سالبة، فتنتقل الأيونات الموجبة إلى القطب السالب وتنتقل الأيونات السالبة إلى القطب الموجب فتشكل الأيونات فيما بينها مع القطب الكهربائى مواد جديدة، فإذا كانت المهابط المستعملة من الحديد، تشكل نتيجة هذا التحلل مركب أيدروكسيدات الحديد الثلاثى [$Fe(OH)_3$]الذى يعمل كمادة مروبة تسرع عملية ترسيب المواد العالقة. ويعد هذه المعالجة تدخل المياه إلى أحواض الترسيب فيتم ترسيب المواد الصلبة الناتجة من التفاعلات الكيميائية إلى القاع بسهولة.

ويمكن أن تستعمل الطرق المعالجة الكيميائية والميكانيكية كمرحلة وحيدة من مراحل المعالجة أو كمرحلة ابتدائية للمعالجة قبل المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

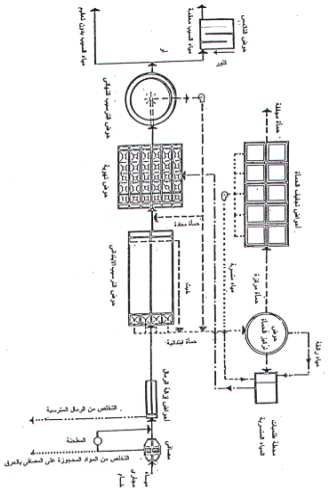
المحاضرة الثانية
6-الغرض من المعالجة البيولوجيه بالإستنبات المعلق (الحمأة المنشطه)

الغرض من أعمال المعالجة الثانوية – البيولوجية – هو تحويل المواد العضوية الدقيقة العالقة التى لم ترسب فى أحواض الترسيب الابتدائى، وكذلك تحويل جزء كبير من المواد العضوية الذائبة إلى مواد ثابتة عالقة يمكن ترسيبها، وذلك عن طريق تنشيط البكتريا الهوائية وغيرها من الكائنات الدقيقة التى تعتمد على الأكسجين فى حياتها مما يؤدى إلى أكسدة وتثبيت هذه المواد العضوية، ولذلك سميت هذه المعالجة بالمعالجة البيولوجية نظراً لاعتمادها على نشاط كائنات حية.

والمقصود بعملية أكسدة العناصر الموجودة بالمواد العضوية وهذه العناصر تحتوى على كربون وأكسجين ونيتروجين وهيدروجين (C, O, N & H) وعندما تتغذى عليها البكتريا تتكاثر وتحول هذه المواد العضوية إلى غازات (أغلبها يحتوى على أكسجين، مثل ثانى أكسيد الكربون والنيترات (Co2, No3)، بالإضافة إلى الماء، وكيميائيا تسمى هذه العملية أكسدة أو تثبيت وتتحول المواد العضوية إلى قشور تلتصق بها البكتريا وتصبح حمأة نشطة ويتم ترسيبها فى أحواض الترسيب النهائى فتصبح أعداد البيكتريا كبيرة والغذاء المتاح أمامها قليل فتصبح شرهة (نشطة) ولذلك يفضل سحبها من أحواض الترسيب النهائى وإعادة ضخها مرة أخرى إلي أحواض التهوية للإستفادة منها و تسمى هذه العملية إعادة الحمأة النشطة.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية
7-نظرية المعالجة البيولوجيه بالإستنبات المعلق (الحمأة المنشطه)



عند معالجة المخلفات السائلة بطريقة الحمأة المنشطة تتم تهوية وتقليب هذه المخلفات بعد خلطها بنسبة معينة من الحمأة المنشطة – وهى الرواسب التى تجمعت فى حوض الترسيب النهائى – فى أحواض خاصة تسمى أحواض التهوية، وينتج عن ذلك امتصاص الخليط للأكسجين من الهواء، واستعمال البكتريا الهوائية وكائنات دقيقة أخرى لهذا الأكسجين فى تثبيت المواد العضوية المتعلقة والذائبة وتحويلها إلى مواد عالقة، يمكن ترسيبها على هيئة قشور، كما يؤدى التقليب المستمر للخليط إلى ترويب المواد المتعلقة الدقيقة أى تجميع هذه المواد ولصقها فى حبيبات أكبر يسهل ترسيبها فى حوض الترسيب النهائي.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية
8- شروط أنشاء الأحواض البيولوجيه (التهويه) وطرق تهويتها

تتم تهوية مياه الصرف الصحي الخارجة من أحواض الترسيب الابتدائى مع الحمأة المنشطة المعادة من حوض الترسيب النهائى فى أحواض خاصة تسمى الأحواض البيولوجيه (التهوية)، وتظل المياه فى حوض التهوية فترة تتراوح من أربع إلى ثمانى ساعات تنشط فيها البكتريا الهوائية لتؤدى وظيفتها فى أكسدة وتثبيت المواد العضوية.

ويجب أن تتوافر فى أحواض التهوية الشروط الآتية:

1. توافر الأكسجين فى جميع أنحاء الحوض لتأكيد نشاط البكتريا فى أكسدة وتثبيت المواد العضوية.
2. وجود تقليب مستمر فى أحواض التهوية ينتج عنه ترويب المواد المتعلقة الدقيقة لتكوين مواد أكبر حجما يسهل ترسيبها فى أحواض الترسيب النهائى.
3. يكون التقليب بشدة كافية تمنع ترسيب المواد المتعلقة – أى هبوطها إلى قاع حوض التهوية – خوفا من تراكمها لأن ذلك يتعارض مع استكمال عملية الأكسدة، وكذلك لخلو هذه الأحواض من وسائل إزالة وكسح الرواسب من القاع.

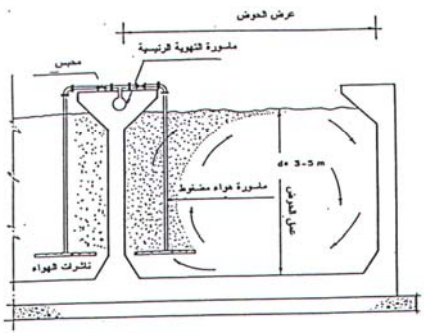
ويمكن تقسيم طرق التهوية والتقليب إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

- التهوية بالهواء المضغوط.
- التهوية الميكانيكية.
- التهوية بالطرق المشتركة (الهواء المضغوط مع التقليب الميكانيكى).

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية
9- الأحواض البيولوجية التهوية بالهواء المضغوط

فى هذه الطريقة تمزج المخلفات السائلة بعد معالجتها وخروجها من أحواض الترسيب الابتدائى بنسبة حوالى من 20% إلى 100% من حجم الحمأة المنشطة السابق ترسيبها فى أحواض الترسيب النهائى، ثم يمر الخليط فى أحواض التهوية التى تتم فيها عملية التقليب والتهوية بواسطة فقاقيع من الهواء تخرج من شبكة من البلاطات أو القوالب المسامية مثبتة فى قاع الحوض ومتصلة بمجموعة من المواسير يضغط فيها الهواء وتسمى هذه البلاطات أو القوالب بناشرات الهواء

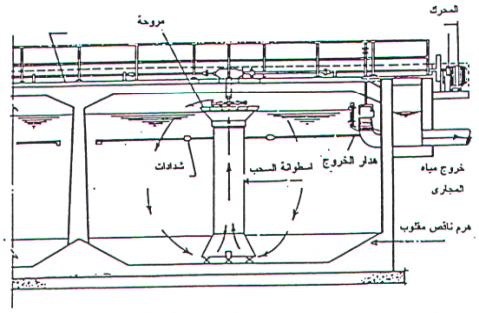


USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية
10- الأحواض البيولوجيه التهويه الميكانيكيه (طريقة سمبلكس)

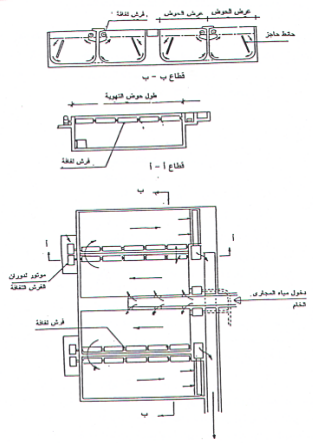
تتم التهوية فى هذه الحالة باستخدام طرق ميكانيكية تحدث اضطرابا فى سطح المخلفات السائلة – هذا الاضطراب يساعد على أن يمتص السائل الأكسجين من الهواء ومن ثم تقوم البكتريا الهوائية باستخدام هذا الأكسجين فى أكسدة وتثبيت المواد العضوية كما سبق شرحه.

فى هذه الطريقة تتم تهوية المخلفات السائلة الخارجة من أحواض الترسيب الابتدائى بعد إضافة نسبة من الحمأة المنشطة المرسبة بحوض الترسيب النهائى وذلك فى أحواض تهوية خاصة، يشكل قاعها على هيئة أهرامات ناقصة مقلوبة، وترتفع فى رأس كل هرم ماسورة رأسية فى نهايتها مروحة بشكل خاص تدور بقوة محرك فيرتفع السائل فى الماسورة ويخرج من فوهتها العليا على شكل رذاذ وبذلك تتم عملية تقليب وتهوية السائل.



USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية
11- الأحواض البيولوجيه التهويه الميكانيكيه (طريقة طريقة الفرش اللفافة الهوائية)



تتم التهوية فى هذه الحالة باستخدام طرق ميكانيكية تحدث اضطرابا فى سطح المخلفات السائلة – هذا الاضطراب يساعد على أن يمتص السائل الأكسجين من الهواء ومن ثم تقوم البكتريا الهوائية باستخدام هذا الأكسجين فى أكسدة وتثبيت المواد العضوية كما سبق شرحه.

وتتم التهوية فى هذه الحالة فى أحواض مستطيلة قليلة العمق – مركب بجوانبها الطولية فرش أسطوانية بحيث يكون نصفها تقريبا مغمورا فى الماء – وبطول الحوض، وعندما تدور الفرش بسرعة كبيرة يتم سحب الماء من بين الحائط الحائل وجدار الحوض لينتشر على سطح الحوض على شكل رذاذ – وبذلك تتوالد فى الحوض حركة مستديمة تنتج عنها تهوية للمخلفات السائلة فيه

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية
12- تطوير المعالجة البيولوجيه بالإستنبات المعلق (الحمأة المنشطة)

17-1 طريقة الحمأة المنشطة ذات المعدل العالي

17-2 التهويه المتدرجه

17-3 التنشيط البيولوجي

17-4 طريقة التثبيت مع التلامس

17-5 طريقة التغذية على خطوات

17-6 طريقة التهوية على مراحل (على التوالى)

17-7 طريقة التهوية الممتدة

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثانية
13- مزايا وعيوب المعالجة البيولوجية بالإستنبات المعلق (الحمأة المنشطة)

	المزايا		العيوب
1	خلوها من متاعب الرائحة غير المرغوب فيها، وعدم إنتشار الذباب.	1	تحتوى الحمأة الناتجة على نسبة عالية من الماء مما يسبب زيادة كبيرة فى حجم الحمأة وكذلك صعوبة فى تجفيفها.
2	تحتاج إلى مساحة صغيرة بالنسبة للمساحة التى تحتاجها المرشحات.	2	ارتفاع مصاريف الصيانة والتشغيل.
3	مصاريف إنشائها صغيرة نسبياً.	3	تحتاج إلى إشراف فنى على مستوى عال.
4	لا تحتاج إلى أيدى عاملة كثيرة للتشغيل.	4	قد توجد صعوبات فى التشغيل إذا احتوت المياه المطلوب معالجتها على مواد سامة.
5	لا يتسبب عنها فاقد كبير فى منسوب المياه من أول حوض إلى آخر حوض بالمحطة.	5	بدون أسباب معروفة قد تسوء نتائج التشغيل، ويحتاج الأمر وقتا طويلا لإعادة نتائج التشغيل إلى الدرجة المعتادة.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
معالجة مياه الصرف الصحى بالنمو الملتصق وبحيرات التثبيت

محتويات العرض الفنى للمحاضرة السادسة

1. المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى بالنمو الملتصق (المرشحات البيولوجية)
2. المعالجة البيولوجية لمعالجة مياه الصرف الصحى بالأقراص الدوارة
3. بحيرات التثبيت الطبيعية لمعالجة مياه الصرف الصحى
4. بحيرات الأكسدة المهواة لمعالجة مياه الصرف الصحى
5. أنواع بحيرات الأكسدة المهواه
6. **المعالجة البيولوجية اللاهوائية لمياه الصرف الصحى**

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
1. معالجة مياه الصرف الصحى بالنمو الملتصق (المرشحات البيولوجية)

الغرض من أعمال المعالجة الثانوية Secondary Treatment أو المعالجة البيولوجية Biological Treatment هو تحويل المواد العضوية الدقيقة العالقة والتى لم تترسب فى أحواض الترسيب الأبتدائى وكذلك بعض المواد العضوية الذائبة وتحويلها إلى مواد ثابتة صعبة التحلل وذلك عن طريق تنشيط البكتريا الهوائية وغيرها من الكائنات الدقيقة التى تعتمد على الأكسجين فى حيويتها مما تؤدى إلى تثبيت هذه المواد العضوية ولذلك عرفت هذه المعالجة بالمعالجة البيولوجية نظرا لإعتمادها على نشاط كائنات حية للوصول إلى الهدف منها.

وتشمل أعمال المعالجة البيولوجية (النمو الملتصق) فى محطات معالجة مياه الصرف الصحى على أحد النظم الآتية

1. حقول أو أحواض البكتريا Contact Beds
2. مرشحات الرمل Intermittent Sand Filter
3. المرشحات العادية Standard Trickling Filters
4. المرشحات ذات المعدل العالى أو السريعة High Rate Trickling Filters
5. الأقراص الدوارة Rotating Biological Disc

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
1. نظرية الترشيح فى المرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية)

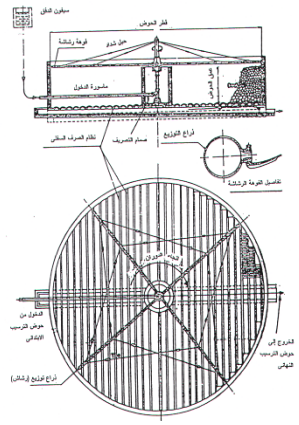
معالجة المياه الملوثة بأستخدام المرشحات الزلطية هى عملية تقليدية, ولكنها تستخدم على نطاق واسع فى جميع أنحاء العالم نظرا لسهولة تشغيلها, والنتائج الجيدة التى أمكن الحصول عليها, بالإضافة إلى قدرتها على معالجة مياه الصرف الصحى الشديدة التلوث. كماتزيل المرشحات الزلطية المواد الذائبة (العالقة) من مياه الصرف الملوثة. وتتلخص هذه الطريقة أولا فى إزالة المواد العالقة الكبيرة والطافية وذلك فى أحواض الترسيب الأبتدائى والمصافى. ثم بعد ذلك ترش المياه الخارجة من أحواض الترسيب الأبتدائى على الوسط الترشيحى وذلك فى وجود الأكسجين والبكتريا الهوائية. وتقوم البكتريا الهوائية والكائنات الدقيقة الآخرى مثل الFungi والProtozoa بعملية الأكسدة للمواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف. وتتكون عملية أكسدة المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف الصحى من الخطوتين الآتيتين

1 تجميع المواد الصلبة الموجودة فى مياه الصرف الصحى ونمو الكائنات الحية الدقيقة والتى تعتمد فى نموها على التغذية من مكونات مياه الصرف الصحى. كما يقوم نوع معين من البكتريا – Nitrifying Bacteria –بأكسدة المواد النيتروجينية الموجودة فى مياه الصرف

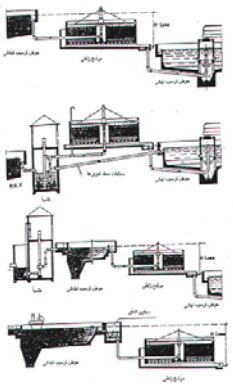
2 تنظيف المرشح الزلطى بواسطة أنواع معينة من البكتريا تسمى ال Protozoa تقوم بالتهام الطبقة الرقيقة التى تغلف الوسط الترشيحى والتى تحتوى على موادعضوية تتأكسد بفعل البكتريا إلىغازات وماء مما يؤدى إلى تكسير هذه الطبقة وخروجها مع المياه الخارجة من المرشحات الزلطية. تنظيف المرشح الزلطى بواسطة أنواع معينة من البكتريا تسمى ال Protozoa تقوم بالتهام الطبقة الرقيقة التى تغلف الوسط الترشيحى والتى تحتوى على موادعضوية تتأكسد بفعل البكتريا إلىغازات وماء مما يؤدى إلى تكسير هذه الطبقة وخروجها مع المياه الخارجة من المرشحات الزلطية

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
1. التفاعلات البيولوجية بالمرشحات الزلطية



تفاصيل المرشح الزلطى



مسار مياة الصرف الصحى فى وحدات المعالجة باستخدام المرشح الزلطى

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
1. خصائص أنواع المرشحات الزلطية (المرشحات البيولوجية)

1 **المرشحات الزلطية بطيئة المعدل**

الأحمال العضوية لهذه المرشحات حوالى 0.08 كجم /م^3/ يوم. وبصفة عامة فإن المرشحات ذات المعدل البطئ لا تستخدم سيفون دفق, ويتراوح عمق هذه المرشحات من 1.5- 3.0 متر من كسر الحجارة

2 **المرشحات الزلطية متوسطة المعدل**

تستخدم هذه المرشحات فى معالجة مياه الصرف للأحمال العضوية من 0.24 -0.48كجم /م^3/ يوم. والأحمال الهيدروليكية من 4.1-9.3 م^3/ م^2/ يوم.وهذه تشمل المياه المعادة. وتكون مادة الوسط الترشيحى المستخدمة كبيرة الحجم وتتراوح بين 75- 100 مم

3 **المرشحات الزلطية سريعة المعدل**

هذه المرشحات تصمم لاستقبال مياه الصرف بصفة مستمرة, وذلك تحت أحمال هيدروليكية تتراوح من 4.1-40.7 م^3/ م^2 /يوم شاملة المياه المعادة وذلك فى حالة أحمال عضوية من0.4 – 1.6 كجم/ م^3/يوم، ويتراوح عمق مادة الوسط الترشيحى من 0.9- 2.4 متر,وتكون مقاسات مادة الوسط الترشيحى كبيرة لتجنب، الأنسداد ولتحسين التهوية, وتصل كفاءة هذا النوع بين 65- 85 %,

4 **المرشحات الزلطية التحضيرية**

ويستخدم هذا النوع من المرشحات قبل أحواض التهوية أو قبل المرشحات سريعة المعدل وذلك لتقليل الأحمال العضوية العالية وتتراوح كفاءته بين 40, 70 %

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
1. إعادة مياه الصرف الصحى المعالجة للمرشحات الزلطية سريعة المعدل

يتم أعادة جزء من مياه الصرف الصحى المعالجة والخارجة من أحواض الترسيب النهائى إلى احواض التوزيع قبل المرشحات البيولوجية الزلطية مرة أخرى للأسباب الآتية :

1 تحسين عملية التشغيل

2 تقليل الأحمال العضوية على المرشحات الزلطية نتيجة تخفيفها بمياه الصرف الصحى المعالجة والمعادة

3 تقليل التغيرات فى الأحمال العضوية والأحمال الهيدروليكية

4 تقليل الرائحة وتقليل فرصة نمو يرقات الذباب

5 المحافظه على الحياه البيولوجية فى المرشحات والمحافظة على وسط الترشيح مبتلا دائما وذلك فى حالة ما إذا كانت مياه الصرف قليلة

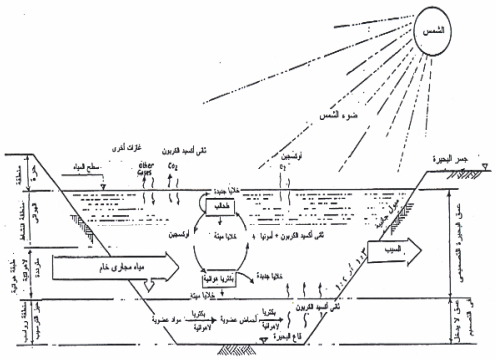
6 إمداد المرشح بالبكتريا المهواه النشطة الموجودة فى المياه المعادة والتى تزيد من كفاءة عملية الأكسدة فى المرشحات الزلطية

وعادة تتراوح نسبة المياه المعادة إلى التصرف فى المرشحات الزلطية سريعة المعدل من 0.5-4.0, مع ملاحظة أن النسب الأعلى تكون غير اقتصادية وهى تتراوح عادة بين 0.5- 2.0

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
3. ظاهرة التفاعل البيولوجي في بحيرات التثبيت الطبيعية

والنظام الميكروبيولجى الطبيعى فى بحيرات التثبيت مهم جدا لعملية التشغيل. والذى يتغير بتغير درجات حرارة الجو والعوامل المناخية وأشعة الشمس وكذلك أختلاف خصائص مياه الصرف الصحى الخام. معظم التفاعلات البيولوجية تتم عن طريق البكتريا الدقيقة التى تستخدم المركبات العضوية كغذاء وتحت الظروف الجيدة فإنها تقترب من بعضها مكونة الندفة وتصبح ثقيلة إلى حد أن ترسب. وبعض البكتريا الغير مطلوبة وهى من النوع الخيطية ذات اللون الأخضر المائل إلى الأزرق ومن الصعب أن تترسب وعموما فأن البكتريا تصبح الأكثر عددا عند الرقم الايدروجينى 6.5 أو أقل. ومثل الطالحب الخضراء من أنواع الكوريلا وهى متحركة وتبقى قريبة من السطح.



نشاط الطحالب والبكتريا فى بحيرات التثبيت (الأكسدة) الطبيعية

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
3. أنواع بحيرات التثبيت الطبيعية

1 البحيرات اللاهوائية

وهى البحيرات المصممة لتعالج المخلفات ذات الأحتياج العالى للأكسجين مثل مخلفات المجازر والحمل العضوى عالى فى هذه البحيرات حيث تنتشر خلالها الطروف اللاهوائية وتشبة هذه البحيرات الخزانات ذات الهضم اللاهوائى أو بيارة تخزين المياه الملوثة(الصرف الصحى) ويتراوح عمق هذه البحيرات اللاهوائية من 3-5 متر.

2 البحيرات المترددة (الهوائية واللاهوائية)

البحيرات الأختيارية هى أكثر الأنواع المعروفة من البحيرات التى تستخدم فى برك التثبيت والأكسدة وتحتوى على طبقتين (منطقتين) للمعالجة وهى الطبقة السطحية الهوائية وطبقة القاع اللاهوائية فالبحيرات الأختيارية تعمل على عمق من الماء بين1 إلى 2.4 م وعادة ما تتحمل من 17 – 90 كجم للهكتار من BOD، والأكسجين اللازم للتهوية فى الطبقة السطحية يمد بواسطة الطحالب وتأثير الرياح. وتحلل المواد العضوية المترسبة فى طبقة القاع يحدث لاهوائيا وعادة ما تصمم البرك لتعطى تخفيف كافى للمخلفات وتهوية طبيعية للتأكد من أن سطح السائل يبقى هوائيا.

أن بحيرات التثبيت أو الأكسدة الموجودة ممكن أن ترفع كفائتها أما بزيادة وقت المكث أوبخفض الحمل العضوى على السطح أو كل منهم.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
3. أنواع بحيرات التثبيت الطبيعية

3 البحيرات ذات المعدل العالي للتهوية

وهى مطلوبة إذا كان الغرض من هذه البحيرات نمو كمية كبيرة من الطحالب فيها للحصاد وتستخدم هذه الطحالب كغذاء للماشية وهذه البحيرات ذو عمق صغير يتدرج بين 30 إلى 45 سم وعادة يكون الحمل العضوى بين 65 إلى 225 كجم BOD/ هكتار/ يوم.

4 بحيرات الإنضاج

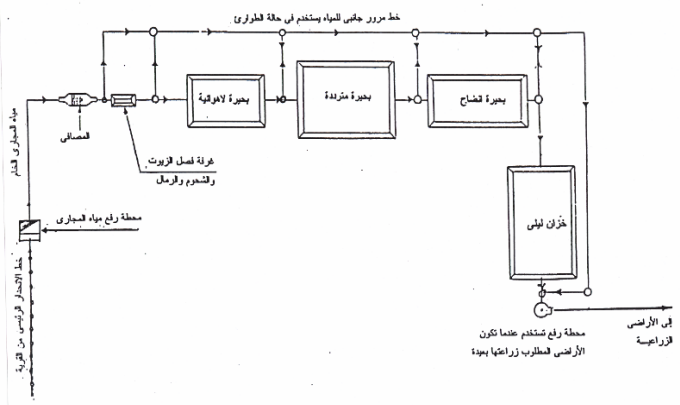
وهى التى تستخدم فى معالجة (تنظيف) الخارج من عمليات المعالجة الثانوية العادية لمياه الصرف الصحى وغالبا أيضا ما تستخدم كمرحلة أخيرة من بحيرة التثبيت أو الأكسدة الطبيعية وذلك لإزالة الطحالب قبل تفريغ المياه الخارجة وتشبه هذه البحيرات البحيرات الأختيارية فيما عدا إنها تتحمل حمل عضوى خفيف وعادة ما يكون أقل من 17 كجم / BOD هكتار/ يوم.

5 البحيرات المهواة

وهى التى تستخدم فى الحالات التى يكون فيها إضافة الأكسجين ضرورى نتيجة الحمل العضوى العالى فمثلا عندما تصبح البحيرات لا أختيارية زائدة الحمل فإنها تستخدم أكسجين أكثر من الذى تنتجة وبالتالى تتحول إلى لاهوائية. والطريقة الوحيدة التى تستخدم لزيادة الأكسجين هى تركيب مصدر هوائى ويوجد عديد من البحيرات مصممة وتعمل بأنظمة التهوية السطحية وذلك لتسمح بتحمل حمل عالى فى مساحات صغيرة وتحصل هذه البحيرات أساسا على كل الأكسجين المطلوب بالطرق الميكانيكية كما ينمو فيها كمية قليلة جدا من الطحالب.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

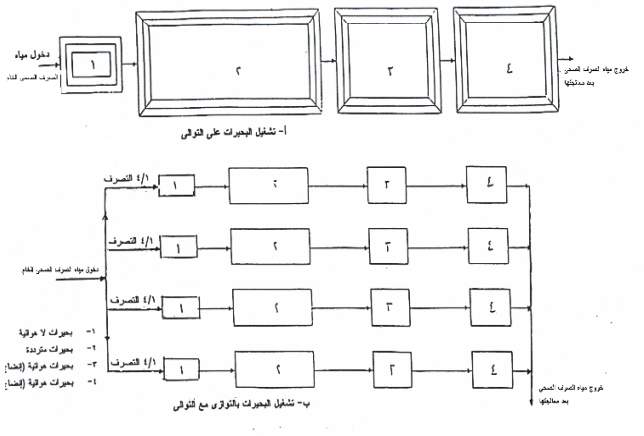
المحاضرة الثالثة
3. تسلسل (التوالى) بحيرات التثبيت الطبيعية



مسار معالجة مياه الصرف الصحى فى بحيرات التثبيت بنظام التوالى

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
3. نظم تخطيط بحيرات التثبيت الطبيعية



نظم تخطيط بحيرات التثبيت الطبيعية بنظام التوازى والتوالى

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
4. بحيرات الأكسدة المهواة

يمكن اعتبار هذه الطريقة تطوير لبحيرات الأكسدة الطبيعية لرفع كفاءتها كما إنها تعمل بنظرية الحمأة المنشطة (التهوية الممتدة) وفائدة التهوية للبحيرات هى كما يلى :

1. تهوية البحيرات يسمح بخلط المياه الملوثة لمنع ظاهرة الطبقية فيها وكذلك رفع المواد العضوية المترسبة بالقاع للطبقات السطحية التى تنشط فيها البكتريا الهوائية.
2. تتيح التهوية إمداد مياه البحيرة بالأكسجين الذائب, وتكون درجة التقليب صغيرة ولا تسمح برسوب المواد العالقة.
3. مزج كامل لمياه البحيرة, مثل ما يحدث فى طريقة الحمأة المنشطة ولكن تركز المواد العالقة الصغيرة, وبدون أى حمأة معادة, وفى هذه الحالة قد تختفى الطحالب تماما من المياه الخارجة من البحيرة لأن درجة عكارة المياه نتيجة للمزج الكامل يمنع اختراق أشعة الشمس لمياه البحيرة وبالتالى لايساعد على نمو الطحالب.

تهوية البحيرات المهواة بأحد الطرق الآتيه

1. الطرق الميكانيكيه السطحيه
2. الهواء المضغوط

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

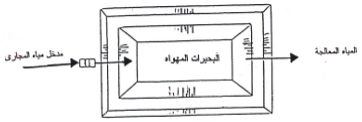
المحاضرة الثالثة

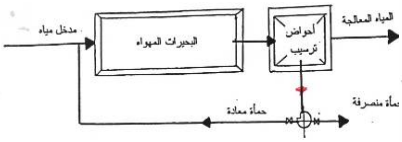
4. أنواع بحيرات الأكسدة المهواه

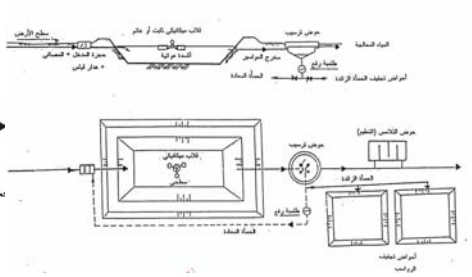
تختلف البحيرات المهواة بإختلاف طريقة التخلص من الرواسب والمواد العالقة وكذلك كمية الطاقة اللازمة لتهوية البحيرة وهذه الأنواع هى :

1. البحيرات المترددة (هوائية و لاهوائية)
2. المهواه.
3. البحيرات المهواه بالتهوية الممتدة (إعادة الحمأة).

بحيرات هوائية مهواه.







USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

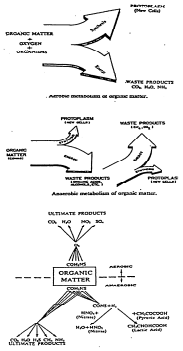
المحاضرة الثالثة

5. المعالجة البيولوجية اللاهوائية لمياه الصرف الصحى

العوامل المؤثرة فى المعالجة البيولوجية اللاهوائية

تتواجد وتتكاثر نوعيات الكائنات الحية الدقيقة فى مراحل وحدات المعالجة اللاهوائية على أساس العوامل التى تساعد فى تهيئة البيئة الملائمة لحيـاة هذه الكائنات. ومن هذه العوامل:

1. خصائص المخلفات السائلة (مياه الصرف الصحى)
2. تركيز المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا
3. الأس الأيدروجينى pH ودرجة الحرارة



النشاط البيولوجى اللاهوائى

فى غياب الأكسجين الذائب من المخلفات السـائلة، ينـتج عـن النشـاط اللاهوائى للبكتريا خلايا بكتيرية جديدة، وعناصـر غيـر مسـتقرة مثـل الأحماض العضوية، وكحوليات، والكيتين (مركبات عضوية ناتجة مـن أكسدة الكحوليات الثانوية)، وكذلك غاز الميثان وهو الناتج الأكثر إنتاجا فى عمليات المعالجة اللاهوائية، وتتم العملية البيولوجية بمرحلتين هما :

المرحلةالأولى: مواد عضوية = بكتريا ← خلايا بكتيرية جديدة + أحماض عضوية وكحوليات

المرحلة الثانية : نواتج المرحلة الأولى + بكتريا ← خلايا بكتيرية جديدة +غاز الميثان + غاز ثانى أكسيد الكربون + غـاز أكسيد الكبريت + المياه + أمونيا

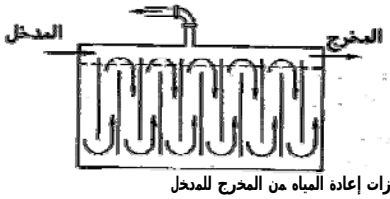
USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
5. المعالجة البيولوجية اللاهوائية لمياه الصرف الصحى (ABR)
أحواض المعالجة اللاهوائية ذات الحواجز المتوازية

الوصف

تكون هذه الأحواض مستطيلة، والمزودة بداخلها حواجز متوازيـة لتوجيه مياه الصرف الصحى إما رأسيا لأعلى وأسـفل، أو أفقيـا بتغيير اتجاهها عند نهاية الحواجز. ويسمح تصميمها بسريان المياه ببطء لتسمح للنشاط اللاهوائى البيولوجى أن يتم بصورة طبيعيـة تبعا لأشتراطات وأسس التصميم وعادة لا تكـون السـرعة بـين الحواجز كبيرة حتى لا تتسبب فى خروج تركيز عالى من المـواد العالقة فتقل بذلك مدة بقاء المواد العالقة فى وحدة المعالجة

وتقل كفاءة خفض المواد العضوية فى حالة اعادة نسبة أكبر مـن 20% من المياه المعالجة لمدخل حوض التحلل اللاهوائى، إلا أنها تزيد فى حالة مراعاة ظروف مكونات المخلفات السائلة حيث يمكن أن تساعد النسبة المعادة من المياه فى زيادة نشاط البكتريا المنتجة لغاز الميثان بنسبة كبيرة بالإضافة إلى التحكم فى درجة الحموضة في مناطق مدلخل الأحواض، كما أن اعادة المياه المعالجة لمدلخل الأحواض تخفض من تركيز المواد الضارة المؤثرة فى الأنشـطة البيولوجية



مميزات إعادة المياه من المخرج للمدخل

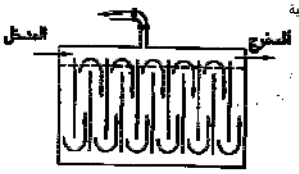
1. تلامس أكثر بين الكائنات الحية الدقيقة والمواد القابلة للتاكسد
2. لا تتأثر كثيرا بالتغير فى درجة الحرارة
3. رفع قيمة pH فى مناطق المدخل
4. خفض تأثير المواد السامة التى تؤثر على نشاط البكتريا
5. إمكانية معالجة المخلفات السائلة التى تحتوى على تركيزات متوسطة وعالية من المواد العضوية والشوائب الأخرى وبأحمال متغيرة
6. تحمل العملية للأحمال الفجائية الهيدروليكية والعضوية

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
5. المعالجة البيولوجية اللاهوائية لمياه الصرف الصحى (ABR)
أحواض المعالجة اللاهوائية ذات الحواجز المتوازية

عيوب الإعادة بالأحواض ذات الحواجز المنوازية:

1. تسبب عملية الأعادة بنسب كثيرة، زيادة حركة المياه وتؤثر على العوالق والطبقات البيولوجية
2. تزيد من المناطق الغير فاعلة بوحدات المعالجة
3. تساعد على هروب مواد عالقة من المخرج النهائى
4. تقل الكفاءة الكلية للعملية



أسس التصميم للأحواض ذات الحواجز الداخلية

1. تركيز الأكسجين الكيمائى المستهلك = (300 – 900) مجم / لتر
2. الحمل العضوى = (800 – 2000) جم أكسجين كيمائى مستهلك لكل متر مكعب من حجم المفاعل البيولوجى اللاهوائى فى اليوم
3. مدة بقاء المياه فى الحوض = (5 – 15) ساعة
4. كفاءة خفض الحمل العضوى = (75 – 90) %
5. السرعة الرأسية(فى النوع الرأسى الأتجاه) = 1 م^3/ ساعة
6. عدد الغرف بين الحواجز فى الحوض = (8 – 12) حسب الأبعاد

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

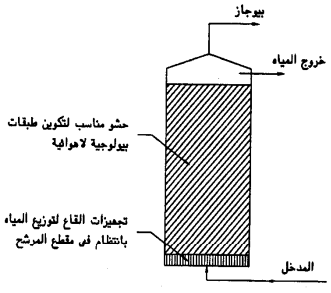
المحاضرة الثالثة
5. المعالجة البيولوجية اللاهوائية لمياه الصرف الصحى
أحواض المعالجة اللاهوائية ذات مساحة سطحية كبيرة

الوصف

ومن هذه الأحواض أنواع تسير فيها المياه اما راسيا أو أفقيا. وبالنسبة للنوع الأول يكون عادة الحوض دائرى وبه مواد خفيفة الوزن صغيرة السمك بأشكال متعددة (العامل الأساسى فيها أن تكون مساحتها السطحية كبيرة وتعطى فرصة لتكوين طبقة بيولوجية على أسطح هذه المواد (Fixed Film Units) كما تساعد أشكالها على تجانس مرور المياه على الطبقات البيولوجية حتى تتم عملية التحلل اللاهوائى بالمعدل التصميمى.

وفى الأحواض التى تسير فيها المياه أفقيا يمكن تقسيم الحوض الى أجزاء يفصلها حواجز رأسية وتوضع مواد الحشو داخل هذه الأجزاء، وتكون هذه المواد بأشكال كثيرة منها :

1. ألواح متعرجة رأسية متوازية
2. ألواح متعامدة مائلة أو رأسية لضمان مرور المياه على جميع الأسطح
3. مواسير دائرية قطرها (2 – 15) سم، وطولها يساوى قطرها تقريبا، ويكون بها فتحات فى جدارها بأشكال هندسية مختلفة وغير متماثلة، وتوضع بالحوض بطريقة غير منتظمة.



تفاصيل المرشح اللاهوائى الرأسى (الميل لأعلى)

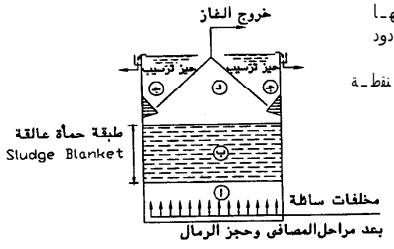
USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
5. المعالجة البيولوجية اللاهوائية لمياه الصرف الصحى (USAB)
أحواض المعالجة اللاهوائية تسير فيها المياه لأعلى خلال طبقة من المواد العالقة

الوصف

تتكون هذه الأحواض مما يلى :

1. جزء سفلى تدخل إليه المياه من جهة أو من جهتين بحيث يتم توزيعها فى قطاع الحوض بصورة متجانسة ومتساوية
2. طبقة عالقة من الحمأة Sludge Blanket يتراوح ارتفاعها بين200-2120سم، ويكون تركيز العوالق فيها حوالى 100 جم / لتر
3. أجزاء علوية للترسيب يصل طولها لحوالى 12 متر، وعمق المياه فيها يصل لحوالى (200 – 250) سم، ومعدل التحميل السطحى فى حدود (20–30)م^3/م^2/يوم
4. جزء فى أعلى الحوض بشكل هندسى يساعد على توجية البيوجاز لأعلى نقطة فى الحوض وخروجة لتجميعة والأستفادة منه



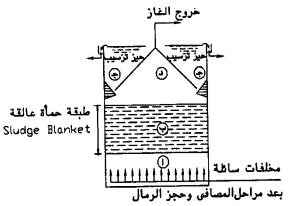
طريقة المعالجة اللاهوائية UASB

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

المحاضرة الثالثة
5. المعالجة البيولوجية اللاهوائية لمياه الصرف الصحى (USAB)
أحواض المعالجة اللاهوائية تسير فيها المياه لأعلى خلال طبقة من المواد العالقة

أسس التصميم :

1. لا تزيد السرعة عن 50 سم فى الساعة للتصرف المتوسط.
2. لا يزيد تركيز الأمونيا عن 1000 مجم / لتر.
3. لا تزيد الأحماض الدهنية المتطايرة عن 1000 مجم / لتر.
4. لا تزيد الكبريتات الذائبة عن 50 مجم / لتر.
5. مدة بقاء المياه فى الأحواض = (8-12) ساعة.
6. يكون الفاقد فى الضغط خلال سريان المياه لأعلى (2-3) متر.
7. الحمل العضوى = (1-2.50) كجم أكسجين كيماوى مستهلك/م^3/يوم، ويصل هذا الحمل لعشرة أضعاف فى حالة معالجة المخلفات الصناعية.
8. البيوجاز الناتج (70 % ميثان) فى حدود 200 لتر لكل كيلو جرام أكسجين كيماوى يتم إزالته.
9. تحتاج هذه الطريقة فترة تحضير حوالى (70-90) يوم حتى تصل لدرجة التشغيل التصميمى،
10. وفى حالة إضافة حمأة من أحواض لاهوائية (خميرة) تقل هذه المدة لتصل إلى أقل من شهر. ينتج المتر المكعب من البيوجاز عند احتراقة طاقة تقدر بحوالى 1.3 كيلووات ساعة.
11. زمن بقاء المواد الصلبة (عمر تواجدها) في الحوض = (30-70) يوم، وتساوى الحمأة الكلية فى الحوض بالكيلو جرام مقسوما على الحمأة المنصرفة بالكيلو جرام/يوم.



طريقة المعالجة اللاهوائية UASB

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

شـــكراً لـــكـم