USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج اعتماد مشغلى مرافق مياه الشرب و الصرف الصحى
Certification Program for Water and Wastewater Treatment Plant Operators and Lab. Analysts

دليل المتدرب
البرنامج التدريبي لمشغلي محطات تنقية مياه الشرب
المستوى (ج)
Training Course for WTP Operators
Level C
Trainee Guide

الجزء الأول
أعمال تشغيل و إدارة محطات مياه الشرب

المجلد الأول

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

برنامج اعتماد مشغلى مرافق مياه الشرب و الصرف الصحى
Certification Program for Water and Wastewater Treatment Plant Operators and Lab. Analysts

مشروع دعم قطاع مياه الشرب و الصرف الصحي
ممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية

دليل المتدرب
البرنامج التدريبي لمشغلي محطات تنقية مياه الشرب
المستوى (ج)
Training Course for WTP Operators
Level C
Trainee Guide

الجزء الأول
أعمال تشغيل و إدارة محطات مياه الشرب

المجلد الأول

Contract No. EPP-I-00-04-00020-00, Order No. 3 T-2012.06.144

مقدمة

هذا الدليل يمثل حلقة أخرى في سلسلة من أعمال التطوير الشامل والدائم في أداء قطاع مياه الشرب والصرف الصحي وكافة مرافقه، كجزء من برنامج "اعتماد مشغلي ومحللي مرافق مياه الشرب والصرف الصحي" والذي يهدف لتأهيل العاملين في هذا القطاع بصورة معتمدة وترتبط بأفضل الممارسات الدولية المعروفة في الدول المتقدمة، بحيث يتم وضعهم في مستويات تمكنهم من تبادل خبراتهم مع كافة المستويات المساوية في أي دولة في العالم واكتساب الخبرات التي تيسر لهم الاطلاع على كل ما هو جديد في مجال أعمالهم واستيعاب التجارب والأبحاث والتقنيات الجديد في هذا المجال.

ومن المؤكد أن برنامج "اعتماد مشغلي ومحللي مرافق مياه الشرب والصرف الصحي" يخدم العديد من الأغراض على مستويات مختلفة، كما يهدف لإنجاز أهداف عديدة للجهات التي سعت إلى وضعه والتخطيط لتنفيذه، فمن أهم أغراض هذا البرنامج أن أي جهة تشارك فيه سوف تكون قادرة على أن:

- تشارك في تنفيذ السياسات القومية للحفاظ على البيئة والصحة العامة وحماية المجتمع من سلبيات أي قصور في أداء مرافق الخدمات العامة.
- تحقق مستويات أداء فني وإداري للمرافق تضمن الحفاظ على استثمارات البنية الأساسية ومشروعاتها وكفاءة تقديم خدماتها وأصول مرافقها ومنشآتها.
- تطور أداء الكوادر الفنية والإدارية المختصة بالتشغيل والصيانة وإدارتها في منشآت مرافق المياه والصرف الصحي لمستويات الدول المتقدمة.
- تضع تصنيفاً واقعيًا لمنشآت المياه والصرف الصحي يرتبط بمستويات تأهيل فني وإداري متميز للقائمين على تشغيلها وجودة خدماتها.
- تطور النظم القائمة للتسجيل والمتابعة والتقييم لأداء كافة أعمال التشغيل والصيانة وفق أحدث النظم ومتطلبات الحفاظ على جودة الخدمات.
- تراجع متطلبات العمالة المدربة والمؤهلة للأداء الأمثل في المرافق وتتبع سياسات متطورة في الاستجابة لهذه المتطلبات مع تطور الأعمال وحجمها.
- تشارك في إنشاء وإتباع نظام تأهيل مستدام ودائم التطور يضمن تدريب وتقييم العاملين في تشغيل المرافق ومعاملها موثقة ومتجددة.

وأهمية البرنامج هو أنه بتحقيق هذه الأغراض يضع قطاع المياه والصرف الصحي ومنشآتها في مصاف مثيلاتها بالدول المتقدمة ويساهم في تحقيق سياسات الجهات المعنية بهذا القطاع، بداية من وزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية والشركة القابضة للمياه والصرف الصحي وشركاتها التابعة، وجهاز تنظيم مياه الشرب والصرف الصحي والمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، وصولاً إلى كافة المرافق والمنشآت والوحدات بمرافق وخدمات القطاع.

وفي إطار هذه الأغراض، تم إعداد هذا الدليل ليغطي احتياجات السادة "**مشغلي محطات تنقية مياه الشرب**"، **وذلك في المستوى (ج)** من برنامج الاعتماد، وتم فيه مراعاة كل ما يضمن الوفاء باحتياجات بناء قدرات هذه الفئة الهامة من العاملين في مرافق المياه وتوفير مادة مرجعية يسهل الرجوع إليها والبناء عليها عند الانتقال من هذا المستوى إلى مستوى أعلى في هذا البرنامج، وكذلك عند التعامل مع مواقع ومنشآت ومعدات العمل في محطات تنقية مياه الشرب، وما تنطوي عليه من أهمية وارتباط مباشر بالصحة العامة ورضا وثقة العملاء الذين يتلقون هذه الخدمة الحيوية.

والدليل يرتبط أساسا بالدليل الذى سبق إعداده بواسطة هذا المشروع للمستوى (د) مع إضافة ما يحقق ويستوفى الأهداف الموضوعة للمستوى الأعلى منه مباشرة ضمن هذا البرنامج، كما يرتبط بالملامح الرئيسية للعديد من مناهج ودورات التدريب التي تم تنفيذها من قبل، وهي بلا جدال تحوي خبرات عالية ومتخصصة شارك في وضعها خبراء، كما تم وضع مادة هذا الدليل أيضًا بإشراف نفس المستوى من الخبراء، تخصصوا وعملوا مع جهات دولية عديدة في مجال تشغيل وصيانة المرافق، ومرافق المياه بصورة خاصة، مع مرجعية لا يمكن تجاهلها لعديد من المصادر المرموقة في هذا المجال، ممثلة في مساهمات واضعي المواد التدريبية التي تم الرجوع إليها بواسطة أصحابها ومن خلال الجهات التي أشرفت على أعمالهم.

وهذا الدليل يغطي كافة الجوانب العملية لإنتاج المياه بما تتضمنه من مصادر ومنشآت ومعدات وأجهزة وعمليات وعاملين وشئون مالية وإدارية، وسوف نجد كل ما يختص بمصادر وخواص المياه وكيفية الحصول عليها في مآخذ المحطات وعمليات التنقية ووحداتها وخصائص ووظائف هذه الوحدات والمعاملات والاختبارات والمواد المستخدمة وجرعاتها وطرق كل ذلك وضوابطه وأنواع المعدات والأجهزة وأغراض استخدامها وصيانتها، كذلك إجراءات الأمن والصحة المهنية وسلامة

العاملين وكافة ما يختص بعمليات إنتاج المياه من المأخذ حتى نقاط التوزيع، والجوانب المالية والإدارية المرتبطة بكل ذلك.

ونأمل أن تكون هذه المادة وافية وعلى المستوى الذي يكافئ متطلبات تنفيذ هذا المستوى من البرنامج الهام والضروري والذي يمثل إضافة خبرة ومسئولية كبرى لمن يشارك فيه، لما له من أهمية وضرورة تمس وترتبط مباشرة بكافة سياسات الدولة في مجالات الخدمات الهامة والسكان والصحة العامة والبيئة وإدارة الموارد الطبيعية لصالح المجتمع والمواطنين والله الموفق.

المحتويات

الجزء الأول
أعمال تشغيل وإدارة محطات مياه الشرب

المجلد الأول

الفصل الأول: مشغلو محطات المياه

أهداف التعلم ١-١
لماذا نحتاج إلى مشغلي أنظمة المياه ١-٢
أنظمة المياه ١-٢
محطات تنقية المياه ١-٣
ما هو عمل مشغل محطة المياه ١-٩
ما الذي يلزم لتكون مشغل محطة ١-١١

الفصل الثانى: المياه ومصادرها

أهداف الأداء (التعلم) ٢-١
أهمية الماء ٢-٢
الدورة الهيدرولوجية للمياه ٢-٣
مصادر المياه ٢-٤
المياه السطحية ٢-٤
المياه الجوفية ٢-٥
خزانات المياه الجوفية ٢-٦
خصائص المياه ٢-٧
المواد الملوثة للمياه ٢-٧
المواد الملوثة وما تسببه من مشاكل صحية ٢-٨
الطحالب ٢-٩
الهدف من تنقية المياه ٢-١١
عمليات تنقية المياه ٢-١٢

تحديد نوعية مياه المصدر ٢-١٣

الفصل الثالث: تجميع المياه من المصدر إلى عملية التنقية وأنواع المآخذ

أهداف الأداء (التعلم)

١-٣

مقدمة ٢-٣

المأخذ ٢-٣

أنواع ومكونات مآخذ المياه العكرة ٤-٣

المصافي ١٠-٣

سحارة المأخذ ١٢-٣

طلمبات رفع المياه العكرة ١٣-٣

الفصل الرابع: الترويب والتنديف

أهداف الأداء (التعلم)

١-٤

طبيعة الجسيمات والشوائب الموجودة في الماء ٢-٤

الحاجة إلى الترويب والتنديف ٤-٤

وصف عملية الترويب ٤-٤

العوامل المؤثرة على أداء عملية الترويب ٧-٤

التنديف ١١-٤

تفاعل الترويب والتنديف مع عمليات التنقية الأخرى ١٥-٤

إجراءات التشغيل في ظروف التشغيل الطبيعية ١٦-٤

اختبار الكأس ٢٢-٤

الظروف المناسبة لعمل الشبة ٢٦-٤

الفصل الخامس: الترسيب

أهداف الأداء (التعلم) ١-٥

عملية الترسيب ٢-٥

الجوانب الهامة في أداء عملية الترسيب ٢-٥

أحواض الترسيب ٦-٥

أنواع المروقات ٥-٨
زمن المكث بالمروق ٥-١٦
المعادلات التصميمية ٥-١٦
تداول الروبة ٥-٢٠
إجراءات التشغيل ٥-٢١

الفصل السادس: الترشيح

أهداف الأداء (التعلم) ٦-١
مقدمة ٦-٣
أهمية عملية الترشيح ٦-٥
أنواع المرشحات ٦-٦
المرشحات الرملية البطيئة ٦-٦
المرشحات الرملية السريعة ٦-٨
مرشحات الضغط ٦-٢٠
متطلبات أعمال الترشيح ٦-٢٣
التعامل مع الروبة الناتجة من محطة التنقية ٦-٢٩
تقدير كمية الروبة الناتجة من محطة التنقية ٦-٣١

الفصل السابع: التطهير

أهداف الأداء (التعلم) ٧-١
مقدمة ٧-٢
طرق التطهير ٧-٢
التطهير بالكلور ٧-٤
خصائص الكلور ٧-٥
مركبات الكلور ٧-٧
أنواع التطهير بالكلور ٧-٨
التعامل مع غاز الكلور ٧-٩
نظام تعادل الكلور المتسرب ٧-١٣

الفصل الثامن: الآبار

أهداف الأداء (التعلم) ٨-١
مقدمة ٨-٢
أنواع الآبار ٨-٢
العوامل المؤثرة على إنشاء الآبار ٨-١٠
أنواع الطلمبات المستخدمة فى الآبار ٨-١١
الملامح الخارجية للبئر ٨-١٣
تشغيل الآبار ٨-١٧
اختبارات استيفاء البئر للشروط الصحية ٨-٢٢
تكنولوجيا معالجة الجوفية ٨-٢٩
طرق إزالة عسر الماء ٨-٣٠
إزالة أملاح الحديد والمنجنيز ٨-٣٨
تطهير المياه بواسطة الكلور ٨-٤٨

الفصل التاسع: وحدات تنقية المياه النقالي

أهداف الأداء (التعلم) ٩-١
مقدمة ٩-٢
مشتملات وحدات التنقية النقالي ٩-٤
وصف مبسط لوحدة التنقية النقالى ٩-٤
الترسيب الابتدائى ٩-٥
مثال للمواصفات الفنية لوحدات التنقية النقالى ٩-٦
مشاكل إنشاء الوحدات النقالى وبعض الحلول المقترحة ٩-٩
شروط اختيار موقع تركيب الوحدة النقالي ٩-١١
أعمال التشغيل والصيانة ٩-١١
مشاكل التشغيل وطرق التغلب عليها ٩-٢٣
بعض نماذج محطات تنقية مياه الشرب النقالي المطورة ٩-٢٧

المجلد الثانى

الفصل العاشر: تشغيل محطات تنقية مياه الشرب

أهداف الأداء (التعلم) ١٠-١
أهداف تشغيل محطات تنقية مياه الشرب ١٠-٢
الأسس العامة للتشغيل الأمثل لمحطات تنقية مياه الشرب ١٠-٣
خطوات التشغيل اليومية ١٠-٥
أجهزة القياس والتحكم ١٠-١١
التنظيم والتحكم في التدفقات ١٠-١٧
خزانات المياه النقية ١٠-٢٠
تغييرات عملية التنقية ١٠-٢١
استخدام وتداول الكيماويات ١٠-٢٢
سجلات وتقارير التشغيل ١٠-٢٩
حالات وإجراءات الطوارئ ١٠-٣٤
تداول والتخلص من الروبة ١٠-٤٣
التعامل مع الشكاوى عن جودة المياه ١٠-٤٤

الفصل الحادي عشر: الصيانة

أهداف الأداء (التعلم) ١١-١
مفهوم الصيانة ١١-٢
الصيانة المخططة ١١-٤
الصيانة الغير مخططة ١١-٥
مستويات الصيانة والإصلاحات ١١-٦
المضخات ١١-١٠
صيانة المحركات الكهربية ١١-٢٣
صيانة المحابس ١١-٢٦
نوافخ وضواغط الهواء ١١-٢٩
الأنواع الرئيسية لأجهزة القياس المستعملة فى محطات المياه ١١-٣٥
أساسيات محرك الديزل ١١-٣٩
المواسير والقطع الخاصة المستخدمة في مجال مياه الشرب ١١-٤٧

الفصل الثاني عشر: السلامة والأمان في الموقع

أهداف الأداء (التعلم)	١-١٢
التخطيط والصحة المهنية	٢-١٢
سلامة وأمن المحطة	٢-١٢
أخطار التعامل مع الكيماويات	٣-١٢
إجراءات الأمان بالنسبة للأماكن المغلقة	٥-١٢
مخاطر الكهرباء وكيفية تجنبها	٨-١٢
تعليمات عامة لاستخدام المعدات	١٩-١٢
احتياطات هامة لضمان الأمان والسلامة	٢٢-١٢
خطر الحريق	٢٣-١٢
اعتبارات عامة للأمان	٢٥-١٢
اللوحات الإرشادية والإعلانات	٢٦-١٢
الأخطار المتوقعة في محطات التنقية وطرق تجنبها والتغلب عليها	٢٨-١٢

الفصل الثالث عشر: الإجراءات الإدارية في مرافق المياه

أهداف الأداء (التعلم)	١-١٣
العملية الإدارية	٢-١٣
التفويض	٨-١٣
دراسة وتحليل المشاكل	١١-١٣
أنواع وأشكال اتخاذ القرار	١٤-١٣
الرقابة ووضع التقارير	١٨-١٣
الاتصالات	٢١-١٣
التدريب	٢٦-١٣
الميزانية والموازنة والتكلفة والعائد	٣٢-١٣
تكلفة إنتاج مياه الشرب	٣٩-١٣
إعداد موازنة التشغيل والصيانة	٤١-١٣

الملاحق

ملحق رقم (١): التشريعات المصرية للمياه م-١
مقدمة م-١
تحقيق جودة المياه م-٢
مواصفات المياه الصالحة للشرب م-٣
المعايير والمواصفات الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب طبقا لقرار وزير الصحة
رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧ م-٥
قرار وزير الصحة رقم ٣٠١ لسنة ١٩٩٥ م-١٢
قانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢ م-١٥
المراقبة البكتريولوجية للمياه م-٢١
المواصفات القياسية المصرية لسنة ٢٠٠٨:
كبريتات الألمونيوم (الشبة) المستعملة في تنقية مياه الشرب م-٢٢
المواصفات القياسية المصرية لسنة ٢٠٠٤:
الشبة السائلة المستخدمة في تنقية مياه الشرب م-٣١

ملحق رقم (٢) المصطلحات الفنية Glossary

ملحق رقم (٣) وحدات القياس Unit Conversion

الفصل الأول

مشغلو محطات المياه

الفصل الأول

مشغلو محطات المياه

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على هذا الفصل ينبغى أن يكون المتدرب قادراً على أن:

- يشرح الغرض من إنشاء مرافق المياه ومكوناتها ودور المشغل فى تحقيق أهداف إنشاء هذه المرافق.
- يصف وظائف مكونات أنظمة المياه المختلفة بداية من مصدرها وعمليات التخزين والتنقية حتى الوصول إلى أنظمة التوزيع.
- يحدد تتابع عمليات تنقية المياه والغرض من كل عملية على مخطط لهذه العمليات.
- يشرح على مخطط نموذجى مسار مراحل المياه داخل محطة تنقية المياه ويربط كل منها بخطوات عملية التنقية.
- يصف بعض العمليات الخاصة فى تنقية مياه الشرب مثل إزالة عسر المياه وإزالة الحديد والمنجنيز وأهمية ذلك.
- يصف دور مشغل محطة المياه فى أعمال التشغيل والصيانة على مدى مراحل تنقية مياه الشرب داخل المحطة.
- يشرح دور ومساهمة الأعمال الإدارية للمحطة والعلاقات العامة والسلامة والأمن الصناعى في تشغيل محطة المياه.

لماذا نحتاج إلى مشغلي أنظمة المياه

يحتاج الناس إلى مياه نقية وصحية ومستساغة للشرب ونظراً لوجود العديد من موارد المياه التي لا تصلح للشرب مباشرة، فقد قام المختصون بتصميم مرافق لنقل المياه من المصدر وتنقيتها وتخزينها وتوزيعها على المستهلكين سواء كان الاستهلاك آدمى أو صناعى أو تجارى وبمجرد الانتهاء من إنشاء هذه المرافق يبدأ دور المشغلين في تشغيلها وصيانتها بما يضمن أداءها للعمل المصممة من أجله والدور المطلوب منها في وصول المياه الصالحة والمستساغة للشرب لكل فرد ومن مسئوليات المشغلين الأخرى هي ضمان توفير كميات كافية من المياه في حالات الطوارئ مثل حالات الحرائق، وهذا يؤكد احتياج تلك المرافق إلى مشغلين مؤهلين وقادرين على القيام بهذه المهام.

وأنت كمشغل بشركة المياه مسئول عن صحة المجتمع الذي تقوم بخدمته، نظراً لكونك مسئولا عن توفير مياه الشرب لهذا المجتمع، وإذا فشلت في أداء وظيفتك ستكون مسئولا عن انتشار الأمراض التي تنشأ من المياه غير الآمنة والتي يمكن أن تؤدي إلى حالات الوفاة.

ومن المؤكد أنك كمشغل ترغب في أن تقوم بعملك على الوجه الأكمل وبما يضمن خدمة المجتمع المحيط دون الإضرار بأى من أفراده.

أنظمة المياه

نظام المياه هو النظام الذي ينقل الماء من مصدره الأساسي إلى المستهلك سواء كان منزل، مصنع، أو شركة تجارية، ومن أهم مصادر الإمداد بالمياه مصادر المياه الجوفية و السطحية.

مصادر المياه

مصادر المياه السطحية يمكن أن تكون بحيرات طبيعية أو انهار أو ترع، أما مصادر المياه الجوفية فهي عبارة عن مصادر موجودة تحت سطح الأرض.

وعادة ينقل الماء من مصدره إلى محطة تنقية المياه عن طريق نظام نقل يتكون إما من قنوات مفتوحة أو مواسير، وبعد عمليات التنقية يتم ضخ المياه عبر خطوط نقل متصلة بشبكة توزيع المياه وتفرع من هذه الشبكة خطوط خدمة تتصل بالمنازل والشركات والمصانع، أما المياه الجوفية فقد لا تحتاج إلى معالجة ولكن عادة يتم تعقيمها بالكلور ويتم ضخها مباشرة إلى خزان أو إلى شبكة التوزيع.

خزانات المياه

تنقسم خزانات تخزين المياه إلى عدة أشكال فمنها الخزانات الأرضية داخل محطات المياه أو في بعض الأماكن المختلفة في أنظمة التوزيع على هيئة خزانات علوية أو أرضية أو سطحية (مثل الخزانات الموجودة في مدن البحر الأحمر).

أنظمة التوزيع

يتكون نظام التوزيع من شبكة من المواسير، المحابس، حنفيات الحريق، خطوط الخدمة، العدادات، والروافع، ويقوم هذا النظام بتوصيل المياه إلى المنازل، المصانع، الشركات لاستخدامها في الشرب والأغراض الأخرى، وكذلك في أعمال إطفاء الحرائق، ويجب أن تكون شبكة المواسير وخزانات الخدمة والروافع ذات قدرات كافية لتغطية الاحتياجات القصوى بالإضافة إلى متطلبات إطفاء الحرائق وأن تحافظ على ضغط مناسب لضخ المياه، ويلزم وجود المحابس في النظام لفصل وعزل أي جزء من الشبكة بغرض الغسيل، الصيانة، الإصلاح أو إدخال أي إضافات للشبكة، ويجب أن يخلو النظام من الوصلات المتقاطعة مع مصادر المياه غير المصرح بها حيث أن هذه المصادر قد تؤدي إلى تلوث النظام بأكمله.

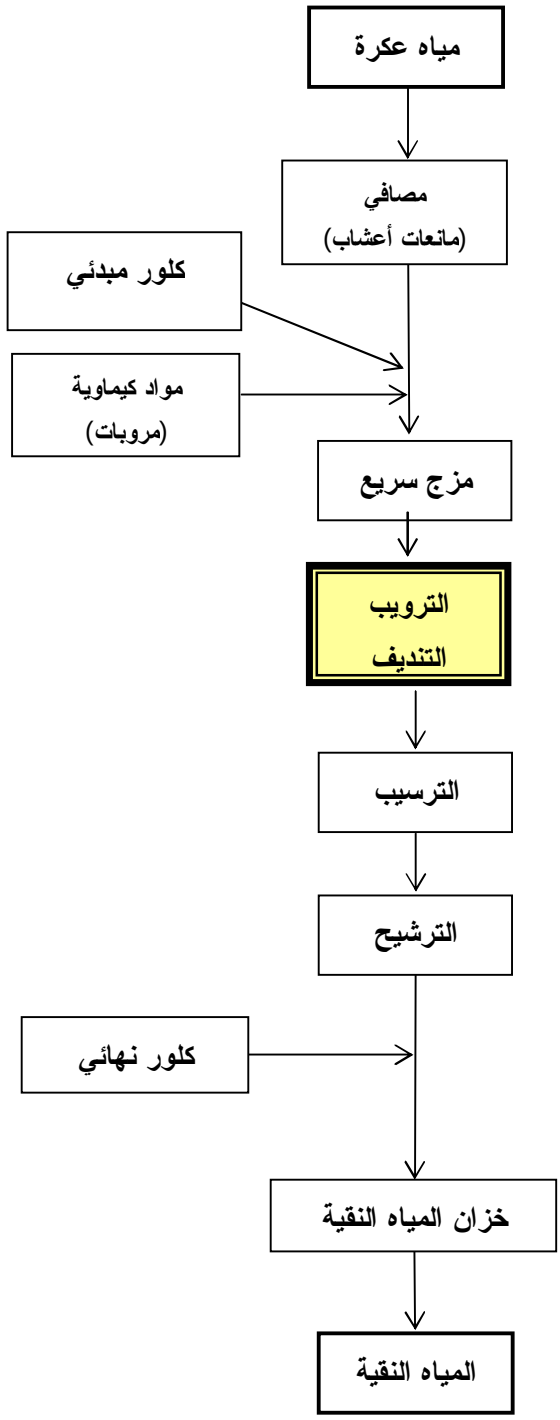
محطات تنقية المياه

الغرض من محطات تنقية المياه هو إنتاج مياه آمنة مستساغة صالحة للشرب ويجب أن يكون هذا الماء خالياً من الكائنات المسببة للأمراض ومن أى مواد سامة مهما كانت نسبتها، كما يجب أن يخلو الماء من أى طعم أو رائحة أو أى مظهر غير مستحب وتصل المياه إلى محطات التنقية من المصدر سواء كان بحيرة أو نهر وتجري عليه عدة عمليات، فيمر الماء إلى أحواض حيث

يتم إضافة وخلط مواد كيماوية له ثم يدخل إلى أحواض أكبر بسرعة بطيئة حيث يعطي الفرصة للمواد الثقيلة للترسيب، أما ما يتبقى من مواد صلبة فيتم إزالته بالترشيح، وبعد ذلك يتم تطهير المياه باستخدام الكلور وهي الطريقة الأكثر شيوعًا في مصر حيث تمر معظم المياه السطحية بهذا النوع من عمليات التنقية. وتعتمد طاقة محطة المياه ونوع العمليات بها على عدة عوامل هي:

١. كمية المياه المطلوبة لمنطقة الخدمة التي تتبع المحطة.
٢. كمية المياه المطلوبة لمكافحة الحرائق.
٣. جودة المياه (درجة النقاوة).
٤. مقدار الشوائب الموجودة في الماء.
٥. اعتبارات التكلفة.

ويبين الشكل رقم (١-١) مخطط مسار تتابع عمليات تنقية المياه والغرض من كل عملية، أما الشكل (١-٢) فيبين نموذج التدفق داخل محطة المياه.



المصافي: تتم فيها إزالة الأوراق والقش والأسماك وأي أجسام كبيرة.

كلور مبدئي: يقوم بقتل معظم الكائنات الحية التي تسبب الأمراض ويساعد على التحكم في المواد التي تسبب الطعم والرائحة.

مواد كيماوية: تسبب تجمع الأجسام الدقيقة مع بعضها مكونة أجسام أكبر.

مزج سريع: خلط ومزج المياه الخام (العكرة) المحتوية على جسيمات صغيرة لا تترسب أو تترشح بالمواد الكيماوية.

الترويب/ التنديف: تجميع الجسيمات الدقيقة والخفيفة مع بعضها لتكوين جسيمات أكبر (ندف) تساعد على الترسيب والترشيح.

الترسيب: ترسيب المواد العالقة الأكبر حجما والأثقل وزناً.

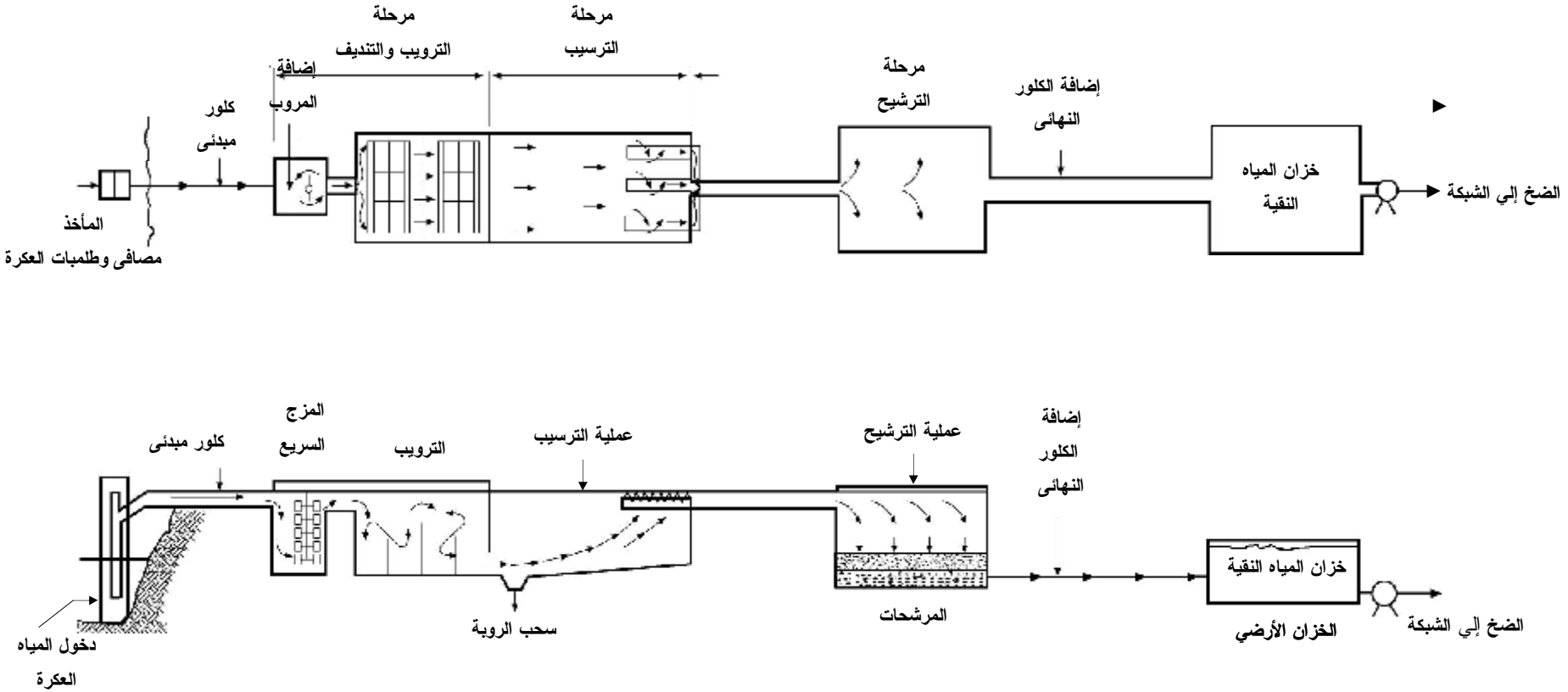
الترشيح: حجز وترشيح أي مواد عالقة متبقية.

كلور نهائي: يقتل كل الميكروبات والكائنات المسببة للأمراض ويتبقى كمية منه فى الماء لتطهير شبكة التوزيع وتسمى بالكلور المتبقي.

خزان المياه المرشحة: يسمح بزمن التلامس مع الكلور للتطهير ويخزن المياه لأوقات الذروة.

شكل رقم (١ - ١)

مخطط تتابع عمليات تنقية المياه والغرض من كل عملية



شكل رقم (١-٢)

مخطط نموذجي لمسار المياه في محطة تنقية المياه

محطة تنقية المياه السطحية التقليدية

تتكون محطة تنقية المياه السطحية من عدة مراحل كما يلي:

المأخذ والمصافي (مانعات الأعشاب)

تدخل المياه العكرة (الخام) إلى محطة المياه من خلال المأخذ، والغرض الأساسي من المأخذ هو سحب المياه من المصدر المائي إلى داخل المحطة مع حجز الأوراق والأجسام الأخرى التي قد تتسبب في إتلاف الطلمبات والمواسير وأي أجهزة أخرى موجودة بالمحطة وذلك عن طريق المصافي.

ويوجد أنواع مختلفة من مانعات الأعشاب عند مأخذ المحطة أو على خط سحب طلمبات المياه العكرة، ومنها المصافى ذات القضبان الصلب أو المصافى الشبكية أو الفوانيس الصلب أو مانعات الأعشاب الميكانيكية. ويضاف الكلور المبدئي إلى المياه بكميات محددة نظراً لاحتواء المياه على مواد يمكن أن تتفاعل معه مكونة مادة تراي هالوميثان والتى قد تسبب الأمراض السرطانية.

الترويب والتنديف

يتم إضافة المروبات مثل الشبة للمساعدة في إزالة الجسيمات الدقيقة الخفيفة والمواد العالقة الأخرى، فتقوم المروبات بمساعدة هذه الجسيمات على التماسك مع بعضها مكونة أجسام أكبر، ويستخدم خلاط سريع لمزج الكيماويات المروبة جيداً مع الماء الذي يتم معالجته، وتعرف عملية المزج بالتقليب البطئ بأسم عملية التنديف، وتتجمع كتل الجسيمات التي تكونت بواسطة الترويب مكونة ندف من الجسيمات، وهذه الندف الكبيرة من السهل إزالتها بواسطة الترسيب والترشيح.

الترسيب

هو عملية يتم فيها دخول الماء ببطء إلى حوض كبير (حوض الترسيب)، وأثناء هذا الوقت تترسب الجسيمات الأثقل وزناً بالتدريج وعندما تصل هذه الندف إلى قاع الحوض تتجمع مكونة الروبة التي يتم إزالتها، ويجب معالجة هذه الروبة من خلال أحواض التجفيف أو أي نظام آخر ليتم التخلص الآمن

منها بعد ذلك ونقلها إلى أحد المدافن الصحية، وتخرج المياه من حوض الترسيب عن طريق المرور فوق هدار موجود عند مخرج الحوض.

الترشيح

بعد مرحلة الترسيب يمر الماء خلال بعض المرشحات لإزالة ما تبقى به من جسيمات وشوائب عالقة ويتكون هذا المرشح غالباً من الرمل، فحم الانثراسيت، أو أنواع أخرى من الحبيبات أو مجموعة من كل هذه المواد مع بعضها.

الكلورة

بعد عملية الترشيح يتم تطهير المياه بواسطة عملية الكلورة، والغرض من هذه العملية هو قتل ما تبقى من الكائنات المسببة للأمراض، والحصول على كلور متبقي بالشبكة.

خزانات المياه المرشحة

يتم تخزين المياه المرشحة داخل خزانات أرضية بالمحطة إلى أن يتم ضخه في شبكة التوزيع للاستخدام أو تترك للتخزين أثناء فترات الطلب المنخفض حتى يتم استخدامه فيما بعد في أوقات الذروة، وكذلك يعطي التخزين الفرصة للتلامس مع الكلور لتتم عملية التطهير.

إزالة عسر المياه تحتوي بعض محطات المياه على عمليات إزالة عسر الماء، وتتم هذه العملية لإزالة العسر الزائد الذي يحدث بسبب أملاح الكالسيوم أو الماغنسيوم، ويتسبب عسر الماء في زيادة استهلاك الصابون عند الغسيل كما يساعد على تكوين قشور في سخانات المياه والمواسير.

إزالة الحديد والمنجنيز الحديد والمنجنيز من المواد غير المرغوب تواجدها في الماء لأنها تتسبب في وجود لون سئ للمياه وكذلك تحدث بقعاً في الملابس ويمكن أيضاً أن تتسبب في نمو بكتريا الحديد التي تقوم بتغيير طعم ورائحة الماء، ولذا يجب إزالة كل من الحديد والمنجنيز حال تواجدهم في الماء بنسب غير مسموح بها.

ما هو عمل مشغل محطة المياه

التشغيل والصيانة

دور مشغلى محطة المياه هو المحافظة على قيام المحطة بإنتاج المياه الصالحة للشرب من خلال القيام بمراقبة المياه الداخلة للمحطة وملاحظة الماء أثناء مروره بالعمليات المختلفة داخل المحطة بالإضافة إلى القيام بصيانة وإصلاح المعدات عند الضرورة للمحافظة على المحطة صالحة للعمل بصفة مستمرة.

وعند إنشاء محطة جديدة يفضل أن يتواجد المشغل داخل موقع المحطة ليتعرف على أجزائها ومسارات الخطوط والمواسير وكذلك المعدات التي سيتم تركيبها وكيفية التشغيل ويقوم المشغل بتجميع البيانات والكتالوجات الخاصة بالمعدات حتى يستطيع المشاركة في إعداد جداول الصيانة والمساهمة في اختيار أفضل السبل لتشغيل المحطة مع مصممي المحطة.

أما إذا كانت المحطة قديمة ويتم تعديلها فإن المشغل يمكنه أن يقدم النصائح والمشورة من واقع خبرته في العمل في هذه المحطة.

الإشراف والإدارة

بالإضافة لدور المشغل في أعمال التشغيل والصيانة فعليه القيام بالإشراف على الأفراد التابعين له وأن يقوم بتدريب العاملين الجدد وحثهم على بذل الجهد لرفع مستواهم.

ويوجد أيضاً دور إداري في الاحتفاظ بالسجلات فبدون السجلات الدقيقة لمراحل التشغيل والصيانة لن يتم تقييم فاعلية هذه المراحل، كذلك تطلب الجهات المسئولة مثل وزارة الصحة وجود هذه السجلات لمراجعة مدى التزام المحطة بالمعايير المطلوبة طبقًا للتشريعات المنظمة لذلك.

والسجلات هي أيضاً وسيلة هامة في التشغيل فوجود سجلات التشغيل تساعد على ضبط عمليات التنقية طبقًا لتغيرات خصائص المياه العكرة الواردة للمحطة.

وأيضاً فإنه يجب على المشغل متابعة تكاليف التشغيل بالمحطة وذلك لإعداد خطط التشغيل والموازنات المالية المطلوبة لمتطلبات المحطة المختلفة، ولذا يجب على المشغل أن يكون على دراية ومعرفة بالمصروفات الإضافية بما فيها مصروفات الصيانة وإحلال المعدات، متطلبات المعامل، واحتياجات العاملين ويجب عليك أن تحدد هذه الاحتياجات في وقت مبكر لإبلاغ مسئولي الشركة حتى يمكنهم إنجاز عمليات التخطيط أثناء إعداد الموازنة الخاصة بالشركة.

العلاقات العامة

عند عملك كمشغل فأنت تعمل في مجال للعلاقات العامة ويجب أن تكون قادراً على شرح وتوضيح الغرض من وجود محطة تنقية المياه لأي زائر، ومنظمات المجتمع المحلي، زيارات مدرسية أو جامعية، وسائل الإعلام أو حتى لأعضاء مجلس المدينة أو إدارات الحكم المحلي.

فلو قمت بتنظيم جولة داخل المحطة لأي من المسئولين فإن ذلك قد يساعد على حل الكثير من المشاكل فمثلا أعضاء مجلس المدينة قد يقفوا بجانبك ويساعدونك على الحصول على التمويل اللازم لأعمال التشغيل والصيانة أو الإحلال والتجديد.

المظهر العام للمحطة يعكس للزائرين مدى جودة ودقة العمل فإذا كان مظهر المحطة سيئاً فلن تستطيع أن تقنع أحدا أنك تقوم بعمل جيد ولن يثق أحد بالسجلات التي تقول أنك تنتج مياه ذات جودة عالية ومن الواجبات الأخرى التي ترتبط بعملك هي التعامل مع شكاوي المواطنين فإذا تقدم أحدهم بشكوى أن مظهر المياه أو طعمها أو رائحتها سيئة فأنت في مأزق كبير وعند تلقى أي شكوى يجب أن يتم تسجيل البيانات الهامة مثل (اسم مقدم الشكوى،

التاريخ، العنوان، المشكلة، ورقم التليفون) ويجب أن تقوم بتحري وفحص المشكلة بدقة ثم تقوم بإخطار مقدم الشكوى بالنتيجة التي وصلت إليها وما هي الإجراءات التي يجب عليه اتخاذها، وقد قامت الشركة القابضة بإنشاء نظم خاصة لمتابعة شكاوي المواطنين والرد عليها من خلال الخط الساخن بكل شركة وذلك بالتعاون مع مرافق الشركة المختلفة.

السلامة والأمان

السلامة هي إحدى مسئوليات المشغل الهامة وللأسف فإن الكثير من المشغلين لا يعطون اهتماماً وحرصاً كبيرين لهذا الموضوع ولكن يتعاملون معه كقضية مسلم بها، والواجب عليك كمشغل أن تتأكد أن المحطة مكان آمن للعمل أو الزيارة ويجب على كل فرد إتباع إجراءات السلامة وتفهم لماذا ينبغي عليه إتباعها طوال الوقت ويجب على جميع المشغلين الوعي بمصادر المخاطر الموجودة، وتقع معظم الحوادث نتيجة للإهمال أو الجهل، ويجب عليك أن يكون لك دوراً في برنامج السلامة والأمان بالمحطة، ويجب على مدير التشغيل بالمحطة أن يقوم بتدريب المشغلين الجدد والتركيز على إجراءات السلامة بالمحطة.

ما الذي يلزم لتكون مشغل محطة

أول شئ يجب أن يكون لديك الرغبة في اتخاذ القرار بدخول هذا المجال ويمكنك أن تحقق ذلك من خلال التعليم الجامعي أو الصناعي، حيث أن الحاجة إلى المشغلين المؤهلين موجودة دائماً بعكس الأعمال اليدوية الأخرى. كما يجب عليك أن تقوم بالدراسة والعمل الجاد لتطوير قدراتك بدراسة الطرق الحديثة، الأجهزة المتطورة، استخدام المعدات الحديثة ذات التكنولوجيات المتقدمة وإجادة استخدام الحاسب الآلي فمن يدرس اليوم يكسب غدًا، ومن المؤكد أن كل المحطات سوف تحاول إدخال الطرق الحديثة في التشغيل والصيانة لتحسين مستوى أدائها.

ويمكنك أن تصبح غداً مشغل محطة إذا بدأت التعلم اليوم وهذا البرنامج التأهيلي هو بداية نحو غد أفضل لك ولجميع من سيحصل على مياه أفضل نتيجة لمجهودك الذي ستبذله.

الفصل الثانى

المياه ومصادرها

الفصل الثاني

المياه ومصادرها

أهداف الأداء (التعلم)

بانتهاء التدريب على هذا الفصل ينبغى أن يكون المتدرب قادراً على أن:

- يصف أهم الخواص الطبيعية للمياه وعلاقة ذلك بصور توافرها بصورة نقية وتكوينها وأهميتها للحياة.
- يشرح مفهوم علم "الهيدرولوجى" والدورة الهيدرولوجية ومصادر وأشكال المياه المتوفرة لاستخدام الإنسان وأنشطته.
- يشرح كيفية ومصادر تكوين المياه الجوفية، وأشكال توافرها وطبيعة المياه بها وكيفية الحصول عليها لتنقيتها للاستخدام
- يقسم أنواع المياه وفقاً لصلاحيتها للاستخدام والفارق بين صلاحية المياه ونقاء المياه والمقصود بكل منهما.
- يصنف المواد الملوثة للمياه وما يسببه كل منها وآثارها على الصحة أو الصناعة.
- يصف الطحالب وأثرها على المياه خاصة الأس الهيدروجينى وعلاقة ذلك بتنقية المياه السطحية المحتوية عليها.
- يشرح أهم العوامل التى تؤدى إلى نمو الطحالب وكيفية التغلب على هذه المشكلة فى مياه الشرب.
- يشرح أهم الفروق بين عمليتى تنقية المياه لأغراض الشرب والاستخدام الآدمى وتنقيتها لأغراض الصناعة.

أهمية الماء

بدون الماء لا يمكن أن توجد حياة والماء هو شريان الحياة على كوكب الأرض، حيث يغطى الماء فى حالته السائلة والصلبة أربعة أخماس كوكب الأرض. والماء كبقية السوائل يتمدد بالحرارة وينكمش بالبرودة، إلا أنه يشذ عن هذه القاعدة عند درجة الصفر إلى درجة ٤ مئوية. حيث يتميز الماء فى هذا المدى بخاصية تميزه عن غيره من السوائل إذ يتمدد بالبرودة والتجميد فتقل كثافته ويتحول إلى جليد يطفو على سطح مياه المحيطات والبحار متيحاً فرصة الحياة للكائنات البحرية أسفله. ولو أن الماء كغيره من السوائل ينكمش بالتجمد لرسب الجليد إلى الأعماق وماتت الكائنات البحرية وتراكمت البرودة واختلت الفصول.

ويتواجد الماء كمادة فى صور ثلاث:

١. الغازية – بخار الماء
٢. السائلة – الماء العادى
٣. الصلبة - الجليد

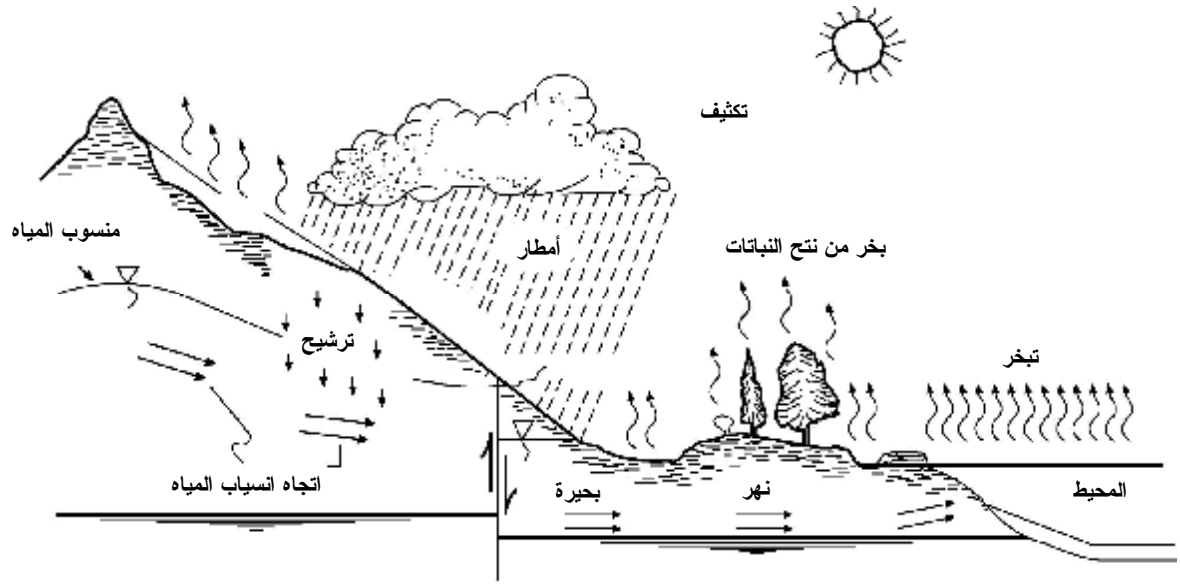
ويتحول الماء من صورة إلى أخرى، فيتحول من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة بالتكثيف، ومن الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة بالتجميد، ومن الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة بالانصهار، ومن الحالة السائلة إلى الحالة الغازية بالتبخير، ويتكون الماء كيميائياً من عنصرى الهيدروجين، والأكسجين، بنسبة ٢ : ١ حجماً ونسبة ١ : ٨ وزناً. والماء هو أرخص منظف على الإطلاق.

ولعهد قريب كانت التنقية الطبيعية كافية لتنقية الماء، إلا أن حضارة الإنسان تصب الكثير من الملوثات الصناعية فى المياه، علاوة على النوعية الخاصة المطلوبة للمياه اليوم، مما أدى إلى تعقيد عمليات تنقية المياه، ويزداد الأمر تعقيداً كلما ارتفع المستوى الحضارى وزاد الاحتياج من كميات المياه للاستخدام الآدمى والصناعى.

ومن هنا بدأت فكرة إنشاء محطات ومنشآت خاصة لمعالجة وتنقية المياه وتخليصها من الملوثات الصناعية وغير الصناعية وإعادتها إلى مياه آمنة صالحة للاستخدام الآدمى، وبالتالي تزايدت أهمية وجود فريق عمل لديه الكفاءة العلمية والخبرة الكافية لإدارة وتشغيل هذه المحطات للحفاظ على محطات التنقية بما تحويه من منشآت ومعدات وخلافه لأطول فترة زمنية ممكنة، ويتطلب ذلك التدريب المستمر للقائمين على تشغيل مثل هذه المحطات لرفع كفاءتهم بصفة مستمرة.

الدورة الهيدرولوجية للمـــياه

يختـــص علم الهيدرولوجـــى بدراســـة توزيعات المياه فى الكرة الأرضية، وبحركتها المستمرة من البحار إلى الجو، ومن الجو إلى الأرض، ومن الأرض إلى المحيطات والبحار مرة أخرى، وتسمى هذه الدورة بالدورة الهيدرولوجية. كما هو موضح بالشكل رقم (٢-١).



شكل رقم (٢-١)
الدورة الهيدرولوجية للمياه

وتتلخص الدورة الهيدروليكية فى تبخر المياه من المسطحات المائية وكذا من نتح النباتات ومن الإنسان والحيوان، ثم يتصاعد بخار الماء ويتجمع مكوناً السحب، ويتكثف بخار الماء ويسقط كأمطار، وتتجمع مياه الأمطار فى البحيرات العذبة والأنهار وفروعها، ثم يتسرب جزء من هذه المياه إلى باطن الأرض مكوناً المياه الجوفية والتى يتم استخراجها إلى السطح طبيعياً أو صناعياً.

وتغطى المحيطات ٧١% من سطح الأرض، وتحتوى على ٩٧% من مياه الكرة الأرضية، بينما توجد ٣ % الباقية فى الجو كبخار ماء وعلى الأرض كمياه عذبة وثلوج وجليد كما تتواجد المياه تحت سطح الأرض كمياه جوفية.

مصادر المياه

يوجد مصدرين أساسيين للمياه التى يتم تنقيتها فى محطات المياه السطحية ومحطات الآبار وهما:

١. مياه سطحية
٢. مياه جوفية

وهما نتاج سقوط الأمطار، فإذا تجمعت الأمطار على سطح الأرض فهى تكون الأنهار والمجارى المائية الأخرى، وأما ما يتخلل سطح الأرض إلى باطن الأرض فهى المياه الجوفية. كما يمكن أن تتجمع مياه الأمطار فى خزانات وبحيرات لاستخدامها فيما بعد.

المياه السطحية

وهى الأنهار والمجارى المائية والبحار والمحيطات والبحيرات الطبيعية، ويعتبر نهر النيل وأفرعه المصدر الرئيسى لمياه الشرب فى مصر وتأتى من بعده المياه الجوفية.

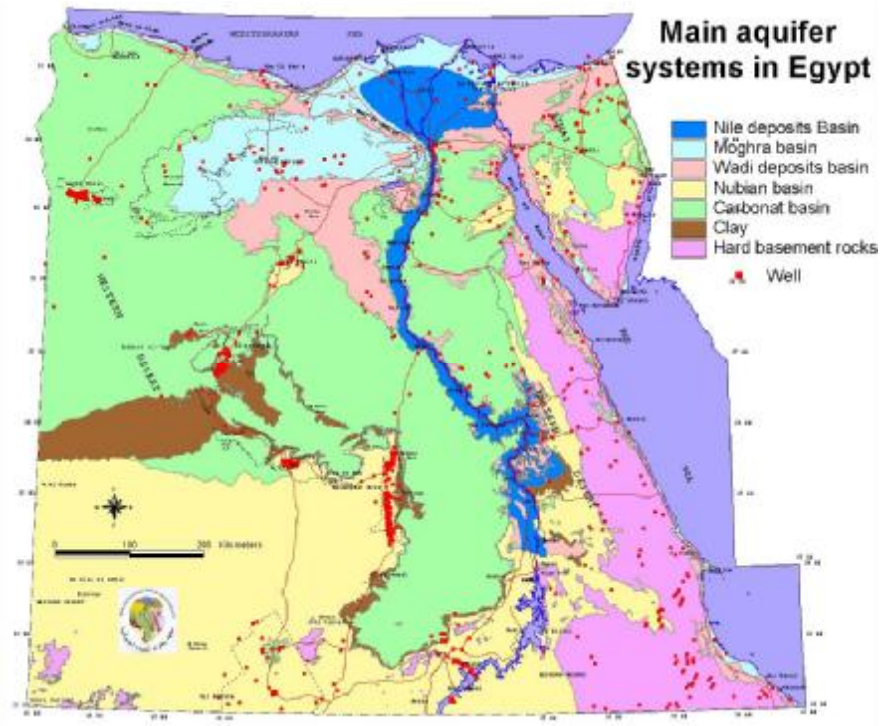
الأمطار

تعتبر مياه الأمطار أقرب المياه نقاوة إذا تعذر الحصول على مياه نقية من أى مصدر آخر، وتحتوى مياه الأمطار على مواد عضوية بسيطة علاوة على الغازات الذائبة وأهمها الأكسجين وثانى أكسيد الكربون.

وتحدد الأرض التى تسقط عليها هذه الأمطار نوع المواد الدخيلة على مياهها، وأهم الأملاح فى التربة هى كربونات الكالسيوم وكبريتات ومنجنيز، وجميع هذه الأملاح قابلة للذوبان فى الماء.

المياه الجوفية

المياه الجوفية هى المياه التى تسربت خلال طبقات الأرض من الأمطار والأنهار والبحيرات العذبة، وتتواجد هذه المياه فى باطن الأرض على أعماق وصور مختلفة، وتزداد أهمية المياه الجوفية بصفة مستمرة نظراً لزيادة الطلب على المياه لجميع الأغراض الزراعية والصناعية والشرب. ورغم أن المياه الجوفية تكون فى الغالب خالية من أى تلوث بكتريولوجى، إلا أنها تحتاج لدراسات وتحليلات كاملة قبل السماح باستخدامها، كما أنها تتواجد على أبعاد مختلفة عن سطح الأرض تتغير من موقع لآخر وذلك حسب التكوين الجيولوجى للتربة، ويوضح الشكل رقم (٢-٢) التوزيع السطحى لأحواض المياه الجوفية فى جمهورية مصر العربية طبقا لدراسات معهد بحوث المياه الجوفية بوزارة الموارد المائية والرى فى عام ٢٠٠٣.



شكل رقم (٢-٢)

التوزيع السطحى لأحواض المياه الجوفية فى مصر

خزانات المياه الجوفيـــة

تنقسم خزانات الميـــاه الجوفية إلى الخزان الجوفى الحر، والخـــزان الجوفى المحصور أو شبه المحصور.

الخـــزان الجوفـــى الحـــــر

وهو عبارة عن مياه تشبعت بها حبيبات التربة؛ نتيجة تسرب مياه الأمطار والأنهار والبحيرات والمجارى المائية، وتســـمى بخزانـــات الميـــاه الحـــرة (Phreatic Aquifer)، وتتوقف خصائص الطبقة الحاملة للمياه فى تلك المنطقة على الخواص الطبيعية للتربة، وأهمها مسامية التربة وقطر الحبيبات وقـــوى الجذب والتوتر السطحى ما بين حبيبات التربة وقطرات الماء.

الخـــزان الجوفـــى المحصور أو شبه المحصـــــور

هو عبارة عن مياه نفدت إلى طبقات الأرض العميقة؛ نتيجة تسرب من مياه أمطار أو بحيرات أو أنهار حتى استقرت بين طبقتين، فإذا كانت الطبقتيـــن منفذتين سميت خزانات المياه الجوفية شبه المحصورة (Leaky Aquifer).

أما إذا كانت الطبقة العلوية غير منفذة (صماء) والسفلى منفـــذة أو الطبقتـــين صماءتين سميت خزانات المياه الجوفية المحصـــــورة (Confined Aquifer). وهذه الأخيرة عادة ما تكون غنية بالمياه وعلى أعماق بعيـــدة وفـــى جميـــع الأحوال تكون تلك المنطقة متشبعة تماماً بالماء، أى أن جميع مسامها ممتلئـــة بالماء وتكون المياه حرة الحركة فى الاتجاه الأفقى فقط.

خواص المياه الجوفيـــة

تتغير خواص المياه الجوفية من موقع لآخر، وكذلك تتغير فى نفس الموقع إذا تم استخراجها من أعماق مختلفة؛ بل وتتغير فى نفس العمق أحيانـــاً مـــع تغير معدلات الضخ إذا كانت كبيرة واستمرت لسنوات طويلة.

وتعتمد مكونات وخواص المياه الجوفية على جميع العوامل التى صـــاحبت هذه المياه بداية من سقوطها كأمطار، ثم سريانها رأسياً ثم أفقياً خلال طبقات التربة المختلفة التكوين، وحتى ضخها للاستعمال. وأهم هذه العوامـــل هـــي الأملاح والمعادن التى تتواجد فى مكونات التربة، والتى يذوب جزء منها فى

المياه الجوفية.
ويتم الحصول على المياه الجوفية أو استخراجها من باطن الأرض بعدة طرق، إما طبيعياً وذلك عن طريق الينابيع أو صناعياً بواسطة حفر الآبار.

الآبار تستخدم الآبار التي يتم دقها للوصول إلى الطبقة الحاملة للمياه لاستخراج المياه من الخزان الجوفى، ويتم استخدام طلمبات خاصة لضخ المياه من البئر بمعدلات محددة، وإذا استمر الضخ بمعدل يزيد عن معدل الاستعواض فإن عمر البئر أو مجموعة الآبار سيقل، وباستمرار الضخ لاستخراج المياه من الطبقة الحاملة فإن إنتاجية البئر تقل وتتغير خصائص المياه ويبدأ فى سحب أشياء غير مرغوب فيها كمياه البحر، الطمي، الرمال من باطن الأرض.

الينابيع هى المياه التى تتدفق بطريقة طبيعية من الأرض، إما بالجاذبية أو بالضغط الارتوازى، وقد يتغير التدفق من الينابيع بطريقة ملحوظة عندما يضعف الضغط الارتوازى أو يقل المخزون المائي بالمنطقة.

خصائص المياه تنقسم خصائص المياه إلى:
خصائص طبيعية: وتشمل درجة الحرارة، العكارة، اللون، الطعم، الرائحة.
خصائص كيميائية: وتشمل الرقم الهيدروجينى، والعسر، والأكسجين الذائب، والمواد الذائبة.
خصائص بيولوجية: وتشمل البكتيريا والفيروسات التى يحتويها الماء.

المواد الملوثة للمياه تنقسم المواد الدخيلة على المياه إلى ثلاثة أقسام:

- مواد ذائبة.
- مواد عالقة.
- مواد غروية (ما بين الذائبة والعالقة).

ومن أهم المواد الذائبة هى أملاح كربونات وكلوريدات وسلفات ونترات الكالسيوم والماغنيسيوم والصوديوم ومركبات الحديد والمنجنيز والسيليكا،

ومخلفات الصرف الصحي والصناعي علاوة على الغازات الذائبة، وأهمها الأكسجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتوز الهيدروجين.

وأهم المواد العالقة، هى الطمي والرمل والمواد النباتية ومخلفات الصرف الصحي والصناعي والبكتيريا.

وتحتوي المياه الجوفية عادة على نسبة من الأملاح أكثر من المياه السطحية، إلا أنها تحتوى على نسبة بسيطة جداً من المواد العالقة لأن مرور المياه فى طبقات الأرض يرشحها من المواد العالقة.

المواد الملوثة وما تسببه من مشاكل صحية

يمكن إيجاز المشاكل التـــى تحدث من الميـــاه الملوثة طبقًا لنوع المواد الملوثة فيما يلى:

المواد العالقة:

البكتيريا: بعضها يسبب أمراضاً.
الطحالب: تسبب لوناً وطعماً ورائحة.
الطمى: يسبب عكارة.

المواد الغروية:

أكسيد الحديد: يسبب لوناً أحمراً.
المنجنيز: يسبب لوناً أسوداً أو بنياً.
المواد العضوية: تسبب لوناً وطعماً.

الأملاح الذائبة:

أملاح الكالسيوم: البيكربونات تسبب قلوية وعسراً مؤقتاً.
والماغنيسيوم الكربونات تسبب قلوية وعسراً مؤقتاً.
الكبريتات تسبب عسراً دائماً.
الكلوريدات تسبب عسراً دائماً.
أملاح الصوديوم: البيكربونات تسبب قلوية.

الكربونات تسبب قلوية.
الكبريتات تسبب رغاوى فى الغلايات.
الكلوريدات تسبب طعماً.

الغازات الذائبة:

الأكسيجين: يؤثر على المعادن.
ثانى أكسيد الكربون: يؤثر على المعادن ويسبب حمضية.
كبريتيد الهيدروجين: يؤثر على المعادن ويكسب طعماً ورائحة.

الطحالب

الطحالب هى من أهم الكائنات التى تسبب مشاكل كبيرة لمحطات المياه ما لم تعالج كيميائياً لوقف تكاثرها وازدهارها، والطحالب عبارة عن نباتات ميكروسكوبية تحتوى على مادة الكلوروفيل الخضراء وهو اللون المميز للطحالب، وتعيش الطحالب طافية أو معلقة فى المياه، وقد تكون ملتصقة بالمبانى والصخور أو أى أسطح أخرى مغمورة فى المياه، وقد يكون لون الطحالب مخضراً أو أزرق مخضر، وتمتاز الطحالب بنعومة ملمسها، ووجودها بكثرة فى المياه يسبب مشاكل كبيرة أثناء أعمال تنقية المياه.

ومن مشاكل الطحالب أن لها تأثيراً كبيراً على المياه التى تعيش فيها، والموجودة بها، فهى تعطى طعم ورائحة إلى مياه الشرب، كما أنها تنتج الأكسجين أثناء ساعات النهار وتستهلكه أثناء ساعات الليل، وعلى ذلك فإن الأنشطة البيولوجية للطحالب تؤثر بشكل كبير فى درجة تركيز أيون الهيدروجين (pH) والأكسجين الذائب فى الماء.

ويعتبر تركيز الأس الهيدروجينى أو تركيز أيون الهيدروجين مؤشرا لتحديد قلوية المياه أو حمضيتها، ونمو الطحالب بشكل ملحوظ يرفع رقم أيون الهيدروجين من الرقم ٧ إلى الرقم ٩ أو أكثر، بمعنى أن المياه تصبح أكثر قلوية ويعنى الرقم ٧ أن المياه متعادلة (أى لا حمضية ولا قلوية)، وهو المعروف بالرمز pH للمياه النقية. ومعنى هذا أن الـــ pH يزيد أثناء ساعات

النهار فى فترة إنتاج الأكسجين، ويقل إلى أقل من ٧ فى أثناء ساعات الليل لتصبح المياه حمضية.

ويؤدى نمو الطحالب بغزارة إلى زيادة الأكسجين الذائب فى الماء زيادة كبيرة، وعند موت الطحالب تتغذى البكتيريا بخلايا الطحالب وتستهلك كميات كبيرة من الأكسجين الذائب كغذاء.

ومن المعلوم أن زيادة الأكسجين الذائب فى الماء له تأثير على المعدات حيث يسبب تآكلها، كما أن نقص كميات الأكسجين الذائب فى المياه السطحية والعميقة يؤدى إلى حدوث موت للأسماك.

وهناك أكثر من ٤٠ نوع من الطحالب التى تسبب الطعم والرائحة فى الماء، وتكون الرائحة كرائحة العفونة أو رائحة وطعم العشب أو رائحة السمك أو رائحة تشبه رائحة التراب.

الظروف المؤدية إلى نمو الطحالب وازدهارها:

من أهم العوامل التى تؤدى إلى نمو الطحالب ما يلى:

١. خلال فصلي الربيع والخريف، حيث تكون درجة الحرارة ملائمة لنمو وتكاثر الطحالب.
٢. وجود المواد التى تتغذى عليها الطحالب وهى النيتروجين والفوسفات والنترات.
٣. الضوء (أشعة الشمس).

المشاكل التى تسببها الطحالب فى المياه:

١. مشاكل الطعم والرائحة (غير مقبولة).
٢. الإقلال من ساعات تشغيل المرشح في اليوم (نقص مدة التشغيل) بسبب حدوث سدد فى الوسط الترشيحى نتيجة تراكم الطحالب.
٣. زيادة الـــ pH (قلوية المياه) مما يؤثر فى كفاءة الكلور المستخدم لإيقاف نمو الطحالب.

٤. استنزاف الأكسجين الذائب.
٥. التحميل العضوى وهو زيادة المواد العضوية نتيجة تكاثر الطحالب وازدهارها، مما يسبب زيادة اللون وبالتالى يزيد احتياجنا من الكلور للتغلب على هذه المشاكل وهو ما ينعكس على زيادة تكلفة إنشاء محطات تنقية المياه.

كما أن التحميل العضوى مرتبط بتكون مركب (التراى هالو ميثان) وهو مركب ضار بالصحة، وللحد من تأثير هذا المركب يتم استخدام معقمات أخرى كالأوزون أو الترشيح باستخدام الكربون المنشط مما ينعكس مرة أخرى على زيادة تكلفة إنشاء وتشغيل محطات التنقية.

الهـــدف من تنقية المياه

يقصد بتنقية المياه، هو التخلص من كل أو بعض المواد الغريبة سواء كانت ذائبة أو عالقة أو غروية، ويمكن تقسيم المياه طبقاً لدرجة نقاوتها إلى:

- مياه نقية صالحة للشرب.
- مياه غير نقية.
- مياه غير صالحة للشرب.

المـــياه النقـــية الصالحة للشرب

هـــى المياه الخالية من أى جراثيم أو مواد معدنية ذائبة والتى تكسبها لوناً أو تجعلها غير صالحة للاستعمال أو غير مستساغة الطعم أو الرائحة. أى تتوافر فيها خاصيتان هما: النقاء والصلاحية، والصلاحية لفظ طبى مقصود به عدم احتواء الماء على أى شئ ضار بالصحة، والنقاء صفة طبيعية المقصود بها خلو الماء من مسببات اللون والعكارة والطعم والرائحة.

المياه غير النقية

هى المياه التى تعرضت لعوامل أكسبتها تغييراً فى اللون أو الطعم أو الرائحة أو العكارة، إلا أن هذا لا يعنى تأكيد عدم صلاحيتها للاستخدام، في حالة التأكد من أن هذا التلوث لا يسبب أية أمراض أو أضرار بالصحة.

المـــياه غـــير الصالحة للشرب

هى المياه التى تحتوى على بكتيريا أو مواد كيماوية ســـامة تجعلـــها ضارة بالصحة العامة لما تسببه من أمراض، مما يؤكد عدم صلاحيتها للشرب.

عمليات تنقية المياه

ويمكن تقسيم عمليات التنقية إلى:

- التنقية لأغراض الشرب.
- التنقية لأغراض الصناعة.

التنقية لأغراض الشرب

يلزم فى هذه الحالة جعل الماء صحياً ومستساغاً للشرب، فالغرض من التنقية هنا هو التخلص من العكارة واللون والطعم والرائحة، والبكتيريا الضارة والفيروسات، إذ أن وجود هذه المواد فى الماء يجعلها غير مستساغة وضارة بصحة المواطن.

وتتضمن عملية التنقية غالباً مراحل الترويب والترسيب والترشيح والتطهير، كما تستخدم عملية التهوية للتخلص من الروائح ولأكسدة بعض المواد وإزالة الحديد والمنجنيز من المياه.

أما عملية إزالة عسر الماء فهى عبارة عن التخلص من الأملاح المعدنية الذائبة للكالسيوم والماغنيسيوم والتى تسبب زيادة فى استهلاك الصابون، وتكوين رواسب على الأسطح ولأن هذه الأملاح لا تتسبب فى عدم صلاحية المياه صحياً فليس من المعتاد تيسير المياه للاستعمال الآدمى والمنزلى، ولكن يتم التيسير فقط للمياه المنتجة لأغراض الشرب.

التنقية لأغراض الصناعة

تشمل عمليات تجهيز المياه للصناعة على عملية إزالة العسر (التيسير) علاوة على الترسيب والترشيح والتهوية، حيث أنها من العمليات الهامة، فالماء العسر يسبب ترسبات فى أنابيب الخزانات مسبباً زيادة فى استهلاك الوقود وتلف الأنابيب مما ينتج عنه خسارة كبيرة وزيادة باهظة فى التكاليف، كما أن عسر الماء يسبب زيادة فى استهلاك الصابون فى المغاسل، كما أن الرواسب المتكونة من أملاح الكالسيوم تلتصق بالأقمشة وتعطيها لون يميل إلى الاصفرار.

هذا بالإضافة إلى أن عمليات إزالة عسر المياه ضرورية فى عمليات صناعة النسيج النهائية إذ أن الرواسب الناتجة تؤثر على أصباغ المنسوجات، وهناك صناعات كثيرة يتحسن أداؤها باستعمال الماء الميسر مثل صناعة الخمائر والتقطير وصناعة الورق والثلج، لذلك فإن النواحى الاقتصادية تحتم إزالة عسر المياه قبل استعماله فى الصناعة.

تحديد نوعية مياه المصدر

عند التعـــامل مع أى مصدر مياه تنشأ العـــديد من المشـــاكل التى قد تسبب صعوبات لأعمال التنفيذ وتنقسم هذه المشاكل إلى نوعين:

النوعية المعتادة

هى النوعية المتواجدة أغلب فترات السنة وبدرجة جودة متقاربة من حيث مكوناتها وما تحتويه من العكارة ومسبباتها ومن المواد الغروية والشوائب والمواد العالقة والبكتريا والكائنات الحية الدقيقة سواء كانت نباتية أو حيوانية أو طحلبية.

النوعية الطارئة

يمكن تحديد المشاكل الطارئة التى قد تحدث لنوعية مياه المصدر للأسباب التالية:

- حالات السيول حيث تكون المياه الخام محملة بكميات زائدة من مسببات العكارة والشوائب والمواد الغروية مما يسبب تغير المياه تغيرا ملحوظا.
- حالات موجات الطحالب وما ينجم عنها من مشكلات الطعم والرائحة وانسداد المرشحات خلال فترات من العام.
- حالات صرف مياه الصرف الصحى أو الزراعى على مصادر المياه السطحية وتسببها فى زيادة تحميل المياه بالمواد الملوثة.
- حالات غرق بعض السفن المحملة بمواد كيماوية مختلفة قد تغير من الطبيعة العادية للمياه الخام المتعارف عليها.

كما يجب الإهتمام بحرم المأخذ الذى يحدد الأبعاد التى لا يقترب منها أى إنسان أو سفن أو أى ملوثات أو عائمات مع تنفيذ القرارات الوزارية المنظمة لتلك الحماية.

الفصل الثالث

تجميع المياه من المصدر
إلى عملية التنقية وأنواع المأخذ

الفصل الثالث

تجميع المياه من المصدر إلى عملية التنقية وأنواع المآخذ

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على هذا الفصل ينبغى أن يكون المتدرب قادراً على أن:

- يصف المأخذ في محطات تنقية المياه وعوامل اختيار المأخذ المناسب والقياسات المطلوبة لذلك وأغراضها.
- يذكر مكونات المآخذ بشكل عام ومكونات كل نوع من أنواع المآخذ
- يصف أنواع المآخذ مع شرح شروط واستخدامات كل نوع وبيان ذلك على رسومات تخطيطية لكل منها.
- يشرح الغرض من المصافي ويصنف أنواعها ومكونات واستخدامات كل نوع وكيفية صيانتها وإصلاحها إن لزم.

مقدمة

يتناول هذا الفصل أعمال تجميع المياه من المصدر إلى عملية التنقية وهى تشمل المأخذ (Intake)، وأعمال التصفية (Screening)، وطلمبات ضخ المياه العكرة ذات الضغط المنخفض عادة (Raw Water Low Lift Pumps).

المأخذ

المأخذ هو الأعمال الإنشائية التى تقام على المصدر المائى، لسحب المياه العكرة (الخام) بطريقة سليمة، وبالكميات المناسبة للاحتياجات. ومنه تمر المياه إلى مواسير المأخذ ثم إلى المصافى ومنها إلى بيارة محطة طلمبات المياه العكرة (الضغط المنخفض عادة) لضخها إلى محطة التنقية. ويشتمل المأخذ على الأعمال الإنشائية اللازمة لحماية قاع وجوانب المجرى المائى.

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

- طبيعة مصدر المياه العكرة (النهر أو الترعة) من حيث عرضه وعمق المياه فيه.
- نقطة سحب المياه من المصدر، والتى يجب ألا تكون قريبة من الشاطئ.
- متوسط عمق المياه بالمصدر، بحيث تكون نقطة سحب المياه أعلى من القاع وأقل من سطح الماء بالمسافة الآمنة.
- تغير منسوب المياه وتصرفاتها فى المصدر على مدار السنة بحيث لا تتكشف مداخل المواسير عند أقل منسوب.
- مدى استقامة المجرى المائى فى موقع المصدر.
- كمية المياه المطلوب أخذها من المصدر المائى لعمليات التنقية.
- بُعد المصدر عن أماكن الترسيب فى المجرى لضمان سحب مياه بدون رواسب بصفة مستمرة.
- بُعد الموقع عن أماكن النحر بالنسبة لقطاع المجرى أو الشاطئ لضمان سلامة المنشآت.
- بُعد المأخذ عن مصادر التلوث المحتملة.

- استخدام المجرى المائى فى الملاحة.

من أجل هذا يجب قبل القيام بأى أعمال إنشائية، إجراء القياسات الهيدروليكية والتحاليل أمام الموقع المقترح للمأخذ، وتختص وزارة الموارد المائية والري في مصر بالمسئولية عن إعداد هذه الدراسات، حيث أنها تعطى الموافقة على إنشاء المأخذ وذلك بعد التأكد من:

- نوعية المياه الخام ومناسبتها كيماويا للاستخدامات.
- كفاية عمق المياه بالموقع، حتى فى حالة أقل منسوب للمياه خلال فترة السدة الشتوية.
- استقامة المجرى المائى قدر المستطاع فى الموقع المختار لتلافى مشاكل الترسيب والنحر والتى تنشأ عن وجود منحنيات فى المجرى.
- انتظام قطاع المجرى عند موقع المأخذ، وعدم احتمال تكون جزر ترسيبية.
- مراجعة مناسيب المياه بالمجرى على مدار عدة سنوات، والتأكد من مناسبتها، ومراجعة أقصى تغير بين أعلى وأقل منسوب، لمراعاة ذلك عند تصميم طراز الطلمبات (أفقية أو رأسية).

ونعرض فيما يلى بإيجاز أنواع مآخذ المياه الشائعة الاستخدام فى مصر، والتى يتم اختيارها بناءا على النوع الذى يتناسب مع طبيعة المجرى المائى ومعدلات سحب المياه المطلوبة لمحطة التنقية، ونتناول بعد ذلك أعمال التصفية، التى تشمل المصافى وسحارة أو مواسير المأخذ، ثم طلمبات العكرة والتى غالبًا ما تسمى طلمبات الضغط المنخفض.

أنواع ومكونات مآخذ المياه العكرة

أنواع المآخذ

توجد عدة أنواع من مآخذ المياه ومنها ما يلى:

- مأخذ الماسورة.
- مأخذ الشاطئ.
- مأخذ برج (مغمور).
- مأخذ مؤقت

وسوف نوضح فيما يلى هذه الأنواع مع وصف وشرح مكونات كل نوع منها.

المكونات العامة للمأخذ

تتكون المآخذ بصفة عامة (طبقا لنوعها) من عدة مكونات منها مواسير السحب، البوابات المنزلقة، محابس سكينة (بوابة) ومحابس فراشة، وبعض المحابس والبوابات يتم فتحها بالكامل أو غلقها بالكامل، أو يتم استخدامها كوسيلة تحكم في كمية المياه المارة بحيث يمكن فتحها أو غلقها جزئيا (محابس وبوابات تنظيم التدفق – Regulating valve) كما يمكن تشغيل هذه المحابس أما يدويا أو بمحرك كهربى.

كما قد توجد بوابات أمام فوهات المواسير (في حالة مأخذ الماسورة) لحجز الحشائش والأجسام الطافية الكبيرة وتكون ثابتة وترفع عن طريق ونش كهربى، بحيث يمكن رفع أحداها بغرض التنظيف وتكون الأخرى أمام فوهة الماسورة.

أ- مأخذ ماسورة (Pipe Intake)

يستعمل هذا النـــوع من المآخذ عادة فى الأنهار الكبيرة، وهو عـــبارة عـــن ماسورة أو أكثر تمتد داخل مصدر الماء لمسافة كافية بعيداً عن الشاطئ لتفادى التلوث المحتمل على ألا يسبب هذا الامتداد إعاقة للملاحة. ويتم تحميل الماسورة داخل مصدر المياه على كوبرى مع تزويدها بالمحابس اللازمة للتحكم فى سير المياه.

مكونات المأخذ يتكون مأخذ الماسورة من العناصر التالية:

- ماسورة أو أكثر تمتد إلى داخل المجرى المائى بمسافة كافية من الشاطئ.
- أعمدة إرتكاز للمواسير على امتدادها من المجرى المائى حتى الشاطئ.
- محابس، بوابات، مصافى ثابتة، مصافى متحركة تنظف آليا، كتل حاجزة.

ويجب أن يراعى أثناء إنشاء مأخذ الماسورة ما يلى:

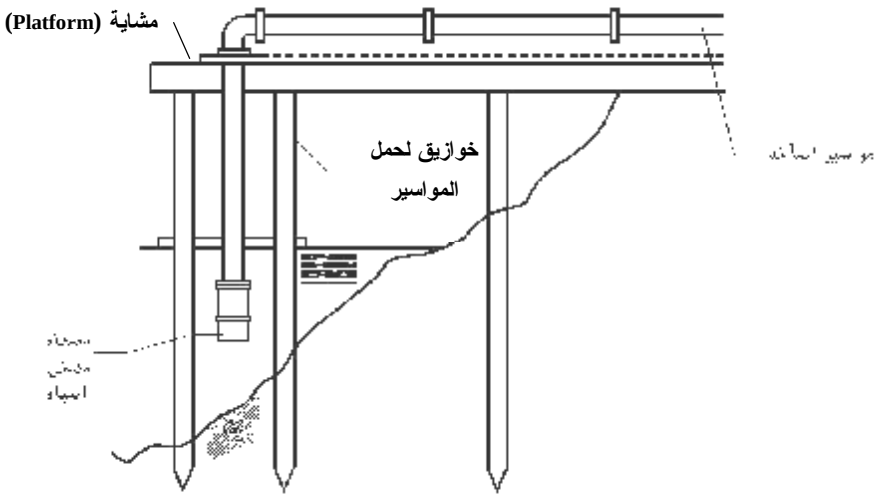
- أن تكون الماسورة على عمق حوالى ١ متر واحد من سطح المياه مع ضرورة معرفة أقل وأعلى منسوب للمياه بالنهر أو المجرى المائى طبقا لدراسات وزارة الموارد المائية والرى فى موقع مأخذ المحطة.
- ضرورة وضع علامات إرشادية للملاحة على مسار خط المواسير.
- ضرورة وضع مصدات مطاطية عند نقط ارتكاز المواسير فوق المنشأت الجديدة.

وتعرض الأشكال أرقام (٣-١)، (٣-٢) نماذج مختلفة لمأخذ الماسورة.

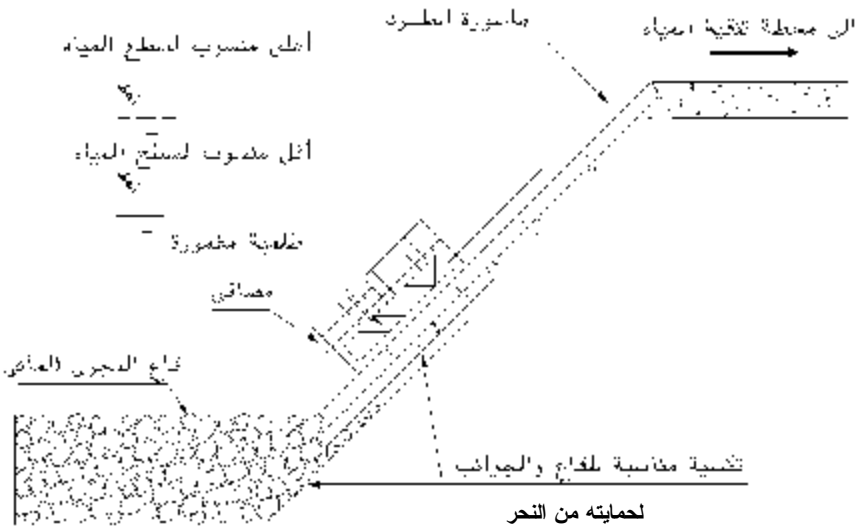
ب- مأخذ الشاطئ (Shore Intake) وهو عبارة عن حـــائط ساند وأجنحة يتم إنشاؤها على الشاطئ مباشـــرة من الخرسانة المسلحة أو الطوب كمدخل للمياه ويتم ربطها بمواســـير تمتد تحت جسر المجرى المائي، وتنتهى إلى بيارة طلمبات المياه العكرة وتوضع شبكة على المأخذ لحجز المواد الطافية والأسماك. ويستعمل هذا الطراز من المآخذ فى القنوات الملاحية وغير الملاحية على السواء، نظراً لأنه لا يعوق الملاحة، وعند استخدام هذا النوع من المآخذ يجب مراعاة ما يلى:

- ألا يقل ميل الماسورة عن ١% في اتجاه عنبر الطلمبات.
- استقامة مواسير السحب.
- تزويد المأخذ بالشبك المانع للاعشاب والأجسام الكبيرة في الجزء الأمامى من مكان السحب.
- عمل الحماية اللازمة للمأخذ ومواسيره.

ويعرض الشكلان رقما (٣-٣)، (٣-٤) نموذجين لمأخذ الشاطئ.

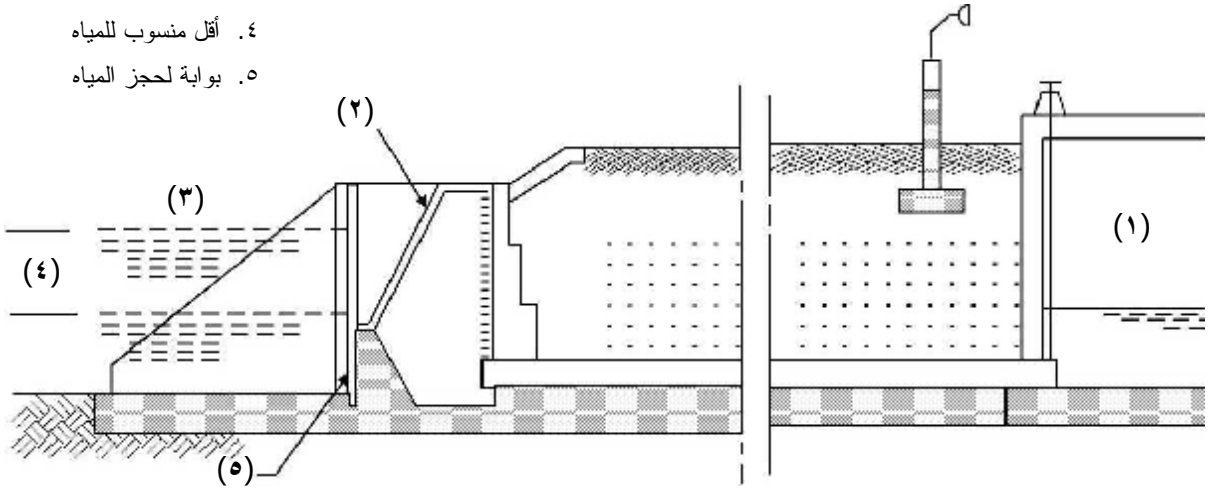


شكل رقم (٣-١)
مأخذ ماسورة يستخدم فى أعمال التنقية المؤقتة



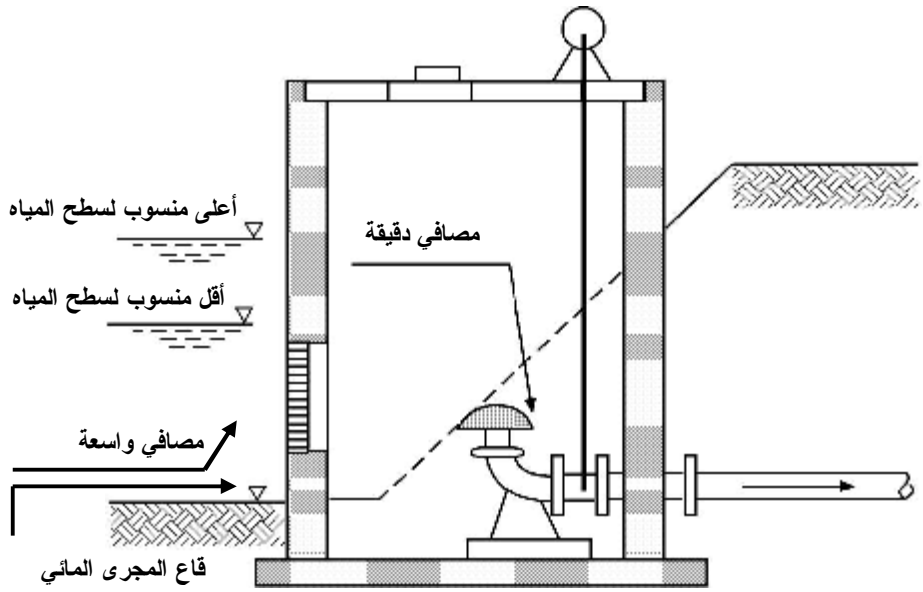
شكل رقم (٣-٢)
مأخذ ماسورة يمكن استخدامه فى التصرفات الصغيرة

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



شكل رقم (٣ - ٣)

مأخذ الشاطئ (Shore Intake)



شكل رقم (٣ - ٤)

نموذج آخر لمأخذ الشاطئ (مغمور)

الكتل الحاجزة Isolating Blocks:

تستخدم في حالة مأخذ الشاطئ عند الطوارئ وعند الحاجة إلى عزل المياه تماما من دخول المحطة أثناء العمرات أو عند طلب التحكم في الحصول على كميات المياه العكرة (الخام) من خلال منسوب بعيد عن القاع وبعيد عن السطح. وتتكون الكتل الحاجزة من ألواح من الخشب السميك أو من الصلب المصنع وتنزلق داخل مجارى صلب تثبت طوليا على جانبى فتحات المأخذ الخرسانى.

البوابات الحاجزة Penstocks Isolation Gates:

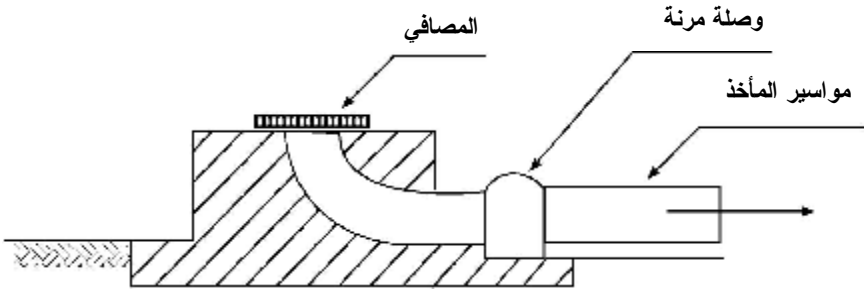
تستخدم هذه البوابات بمأخذ الشاطئ مع الكتل الحاجزة وذلك للتحكم في المياه الداخلة أو العزل الكامل للمأخذ عن النهر. كما تستخدم عند عزل البيارات الخاصة بمانعات الأعشاب الميكانيكية وتنزلق هذه البوابات داخل مجارى من الصلب تثبت رأسيا ومنها نوعان من حيث حركة الفتيل الذى يرفع جسم البوابة النوع الأول منها ذو الفتيل الصاعد والنوع الثانى ذو الفتيل الثابت.

جـ- مأخذ مغمور (Submerged Intake)

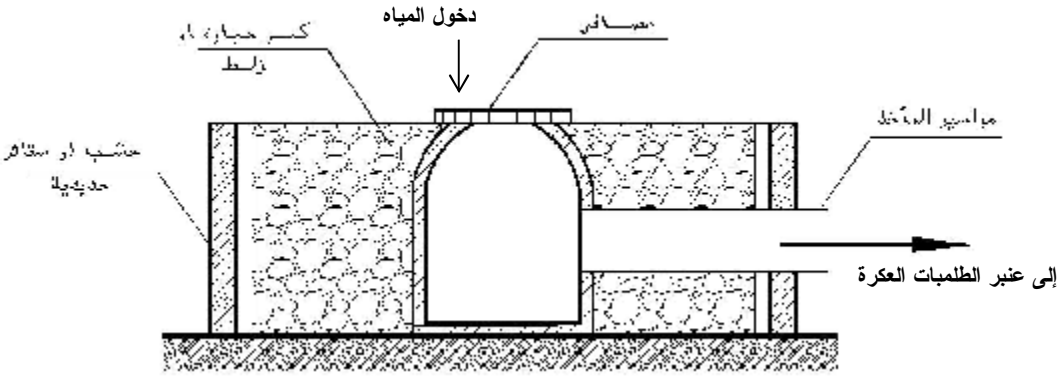
وهو عبارة عن ماسورة مثبتة فى قاع المجرى المائى بواسطة كمرات خرسانية أو بأى وسيلة أخرى، أو خرطوم مرن ممتد في المجرى المائى ومحمول على ألواح خشبية تطفو على سطح الماء. أو مواسير سهلة الفك والتركيب تعمل برافعه ميكانيكية. ويستعمل هذا المأخذ فى الأنهار أو المجارى الملاحية الضيقة، وفى حالات احتمال تلوث الشاطئ بالمواد الطافية الناتجة من العوامات أو السفن على الجانبين، وعند تصميم هذا المأخذ يجب مراعاة ما يلى:

- تكون فوهة الماسورة أسفل منسوب المياه وأعلى من منسوب قاع المجرى المائى وتجهز فوهة الماسورة بالمصافى لحجز الأعشاب والأجسام الكبيرة.
- استقامة خطوط المواسير.
- لا يقل الميل فى اتجاه عنبر الطلمبات عن ١%.

ويعرض الشكلان رقما (٣-٥)، (٣-٦) نموذجين للمأخذ المغمور.



شكل رقم (٣-٥)
نموذج لمأخذ مغمور



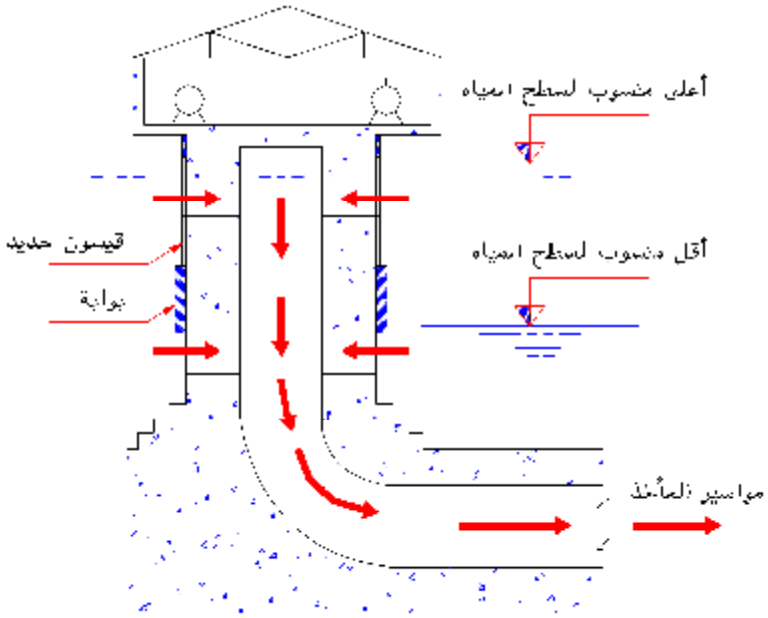
شكل رقم (٣-٦)
نموذج آخر لمأخذ مغمور

د- مأخذ مؤقت Emergency Intake

ويستعمل فى حالات الطوارئ، أو فى الحالات المؤقتة التى يستدعى الأمر فيها الاعتماد على المياه السطحية كمصدر للمياه. وهو عبارة عن ماسورة مرنة ممتدة على حامل يطفو على سطح الماء. وتتصل هذه الماسورة مباشرة بطلمبة الضخ.

هـ- مأخذ برج Tower Intake

يُستعمل هذا النوع من المآخذ غالباً فى البحيرات العذبة المتغيرة المناسيب حيث يتكون من برج يُبنى داخل البحيرة على مسافة من الشاطئ قد تصل إلى عدة كيلومترات، وتدخل المياه إلى المأخذ من خلال فتحات على مناسيب مختلفة ومنها إلى سحارة المأخذ، كما هو موضح بالشكل رقم (٣-٧).



شكل رقم (٣-٧)

مأخذ البرج

ولما كان مصدر المياه الرئيسى فى مصر هو النيل والترع والرياحات فإن أنواع المآخذ المستعملة فى مصر هى:

أ- مأخذ الماسورة في حالة نهر النيل.

ب- مأخذ الشاطئ يستخدم في حالة الترع الكبيرة والرياحات.

المصافـــى (مانعات الأعشاب)

الغرض من المصافى (مانعات الأعشاب) هو حجز الأشياء الكبيرة كالأغصان والنباتات والأجسام الطافية التى يمكن أن تسد أو تتلف أو تعطل معدات المحطة. وتعتبر المصافي هى أول خطوات التنقية ويجب أن تكون عند نقاط سحب المياه العكرة.

أنواع المصافى

أ- المصافى ذات القضبان (مانعة الأعشاب الثابتة) Bar Screens

وتصنع هذه المصافى من قضبان الصلب الملحومة على مسافات متساوية مع بعضها بمقاسات مختلفة، حيث تنقسم إلى مصافى ذات فتحات صغيرة، وتكون المسافة بين القضبان (١,٥ إلى ١٣ مم)، أو مصافى ذات فتحات متوسطة (١٣ إلى ٥ مم)، أو مصافى ذات فتحات كبيرة (٣٢ إلى ١٠٠ مم).

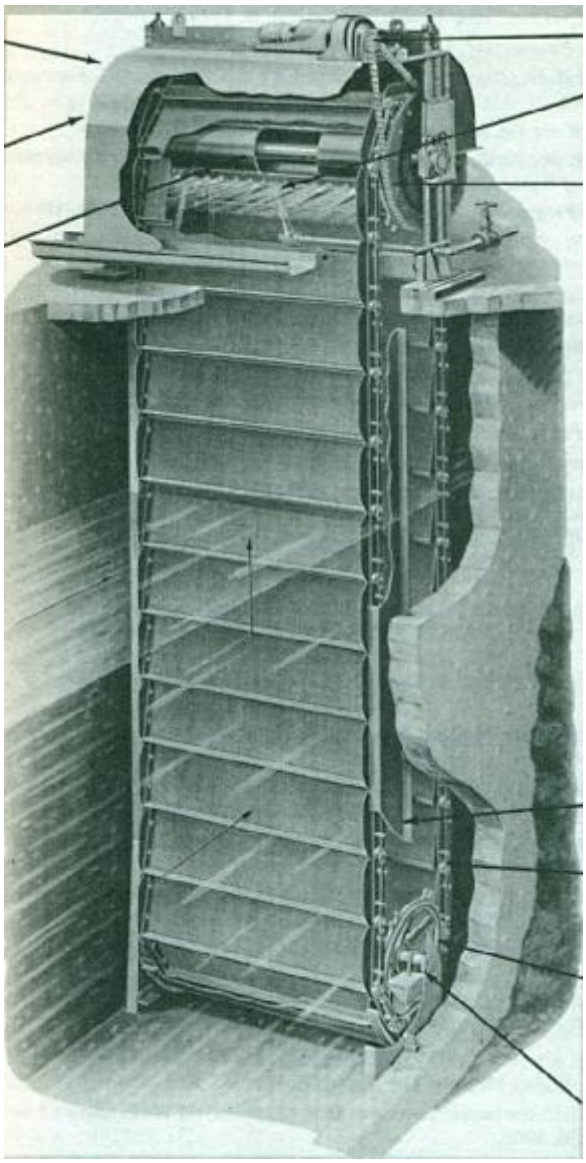
وأكثرها استخداما المصافى ذات الفتحات المتوسطة أو الكبيرة، ويتم تركيب هذه المصافى فى مسار المياه الداخلة إلى مأخذ المياه بزاوية ميل ٦٠ إلى ٨٠ درجة مع المستوى الأفقى لسهولة عملية النظافة ولمنع الانسداد حيث يتم تنظيفها يدويا.

ب- المصافى ذات الشبك (Mesh Screens) أو مانعة الأعشاب الميكانيكية Mechanical weed screen

وتستخدم هذه المصافى فى حجز وإزالة الأعشاب والأجسام الصلبة الدقيقة والتى مرت من مانعات الأعشاب والمصافى الثابتة الواسعة وتجميعها للتخلص منها بعيدا عن مسار خط إنتاج وتنقية مياه الشرب، وتستخدم هذه المصافى فى حالات المياه التى لا تحتوى على أجسام كبيرة بل أجسام صغيرة وتركب رأسيا فى الماء، وتنظف آليا فى معظم الأحيان.

وتتكون هذه المصافى من مجموعة من الألواح أو السلاسل المصنعة من الشبك الصلب المجلفن أو الصلب الذى لا يصدأ داخل إطار من الصلب الذى لا يصدأ ومثبتة على سير مفصلى من الصلب. وهى أما تكون ذات حركة رأسية أو حركة دائرية وتكون الفتحات للشبك تتراوح بين ٣×٣ مم إلى ٥×٥ مم وقطر أسلاك الشبك تتراوح بين ٢ إلى ٢,٥ مم.

وتعتمد نظرية عمل مانعة الأعشاب الميكانيكية على تغير سرعة المانعة حسب حالة وحجم كمية العوالق الموجودة على الشبك؛ فعندما تكون كمية العوالق كبيرة يقوم النظام الآلى بتغيير السرعة إلى السرعة الأعلى مع تغيير ضغط طلمبة غسيل الشبك إلى الضغط الأعلى طبقا للنظام الآلى المعمول به فى هذا التصميم (Automatic Control) حيث يعتمد هذا التصميم على فرق الضغط بين التيار الذى يدخل المانعة والتيار الخارج من المانعة. ويوضح الشكل رقم (٣-٨) أجزاء ومكونات المصافى أو مانعات الأعشاب الميكانيكية.



شكل رقم (٣-٨)
مانعة الأعشاب الميكانيكية

سحارة المأخذ

تحمل سحارة المأخذ (Intake Conduit) المياه العكرة من المأخذ إلى محطة الطلمبات العكرة التى ترفع المياه إلى محطة التنقية، وتتكون السحارة من ماسورة أو أكثر، أو قناة بقطاع يتناسب مع التصرف المطلوب للمياه وطول القناة.

وتكون السرعة عادة فى سحارة المأخذ بين ٤٠ – ١٠٠ سم/ ثانية، وفى حالة استخدام مواسير يفضل تركيبها بميول صغيرة فى اتجاه سريان المياه وذلك لمنع تجمع الهواء فى المواسير.

طلمبات رفع المياه العكرة

تنقسم أعمال محطة المياه إلى ثلاث مراحل رئيسية:

١. مرحلة الضغط المنخفض (فى معظم محطات المياه) وتشمل طلمبات رفع المياه العكرة.
٢. مرحلة التنقية وتشمل عمليات التنديف والترويب والترسيب والترشيح.
٣. مرحلة الضغط العالى وتشمل طلمبات المياه المرشحة.

تتكون طلمبات رفع المياه العكرة من مجموعة من الطلمبات محسوبة تصميميا لرفع المياه العكرة من المأخذ إلى بئر التوزيع. ولحساب عددها فإنه يتم تقسيم كمية المياه العكرة إلى أقرب رقم زوجى يعطى تصرف قياسى لنحصل على تماثل فى عدد الطلمبات بالعنبر ثم يتم إضافة عدد (٢) طلمبة لحالات الصيانة والطوارئ والأعطال.

ويتم حساب تصرف كل طلمبة طبقًا لما يلى:

تصرف الطلمبة = كمية المياه العكرة التصميمية لمحطة التنقية/ عدد الطلمبات

أما الرفع الهيدروليكى للطلمبة فيتم حسابه كما يلى:

الرفع المانومترى للطلمبة = الرفع الإستاتيكى للسحب + رفع الطرد
+ مرة ونصف من قطر الخط.

وتنقسم طلمبات المياه العكرة إلى مجموعة أقسام طبقا للسرعة النوعيـــة، وغالبا يتم اختيار الطلمبة من النوع ذو التصرف القطرى (Radial) إذا كانت السرعة النوعية من١٢ إلى ٣٥ سم/ ث، وعند السرعة النوعية من ٣٥ – ٨٠ تستخدم مروحة فرانسيس (Francis)، ومن ٨٠ – ١٦٠ تستخدم مروحة

ذات التدفق المختلط (Mixed flow)، أما فى حالة السرعات أكبر من ١٦٠ سم/ ث فيتم استخدام الطلمبات ذات المروحة المحورية (Axial flow).

يتم استخدام مبينات منسوب بيارة السحب وأجهزة الفصل التلقائى لمجموعات الطلمبات عند انخفاض المنسوب عن حد الخطر، كما تستخدم محابس السحب والطرد اليدوية والكهربية لعزل الطلمبات فى حالات الطوارئ والصيانة.

وتستخدم أجهزة قياس التصرف على الخطوط الرئيسية للتحكم فى سرعة المياه ومعدلات تحميل المروقات كما تساعد هذه الأجهزة فى التحكم فى ضبط جرعة وكميات الكيماويات المضافة من الشبة والكلور.

الفصل الرابع

الترويب والتنديف

الفصل الرابع

الترويب والتنديف

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على هذا الفصل ينبغى أن يكون المتدرب قادراً على أن:

- يصنف أنواع ومصادر الجسيمات والشوائب الموجودة في المياه السطحية وأساليب إزالتها من المياه والمواد المستخدمة في ذلك.
- يصنف عملية تنقية المياه من خلال تعريف كل خطوة من خطوات التنقية وكيفية عملها والغرض من كل منها.
- يشرح مصطلحي الترويب والتنديف وأهميتهما في تنقية المياه للشرب وعناصرهما والتحولات التي تتم خلالهما.
- يذكر أنواع المروبات الابتدائية ومساعدات الترويب وأداء أمثلة من كل منها في عملية الترويب وكفاءته للترويب.
- يشرح كيمياء المروبات الأساسية والعوامل المؤثرة على أداء عملية الترويب والأجهزة المستخدمة لتحسين الخلط.
- يشرح الغرض الأساسي لعملية المزج السريع وثلاثة أساليب على الأقل لخلط المواد الكيماوية المروبة في تدفق المحطة.
- يشرح التنديف وتأثير زمن المكث في عملية التنديف ويقارن بين أحواض ومقصورات التنديف المختلفة وسبب فصل المقصورات.
- يشرح علاقة الترويب والتنديف بعمليات التنقية الأخرى وتأثيره على التطهير والتحكم في عمليات التنقية.
- يذكر خطوات التشغيل الأمثل لعملية الترويب والتنديف الفعلية في الظروف الطبيعية.

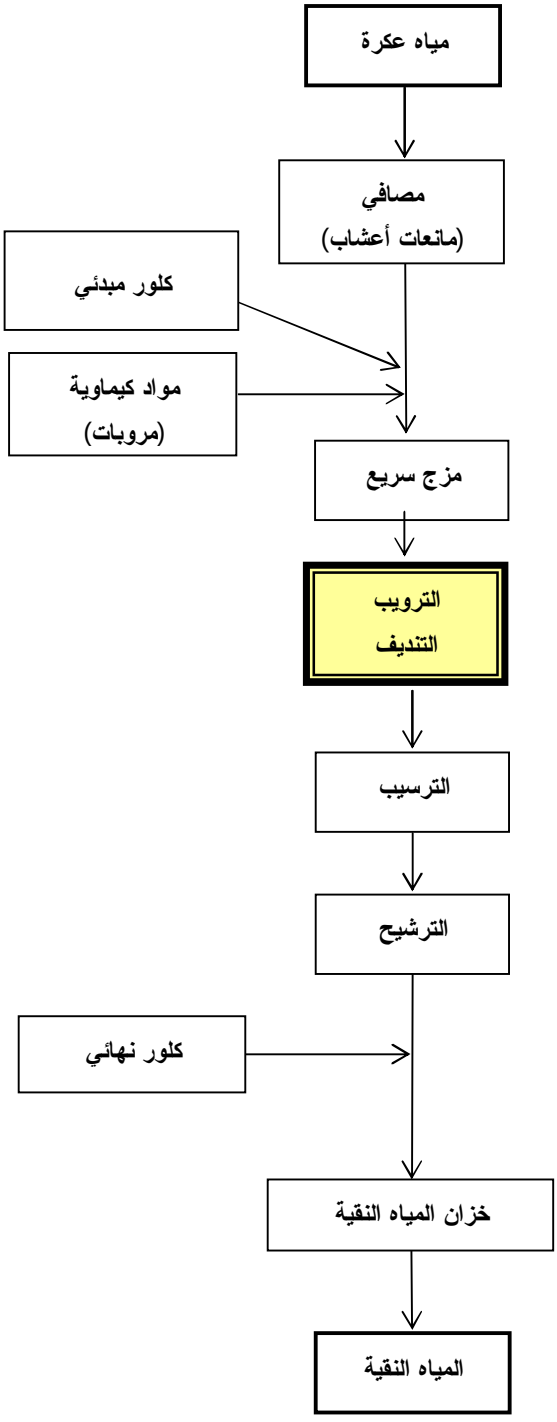
طبيعة الجسيمات والشوائب الموجودة في الماء

الجسيمات، هى شوائب توجد في المياه من مصادر عديدة، مثل تلك التي تأتي نتيجة تآكل الأراضي، واختلاط بعض المعادن، وتحلل بعض المواد النباتية، وهناك شوائب أخرى تأتى من تلوث الهواء، النفايات الصناعية، والنفايات الحيوانية وغيرها. وهكذا تتلوث مصادر المياه السطحية بواسطة الإنسان والطبيعة، ويكون ذلك في صور متعددة من مواد ذائبة أو عالقة كالمواد العضوية (نباتية أو حيوانية) والمواد غير العضوية (المعدنية)، ومن الأشكال البيولوجية مثل البكتيريا والعوالق.

وتشمل هذه الجسيمات (التي تسمى عادة المواد الصلبة العالقة) مجال متسع من الأشكال والأحجام والتكوينات، ويمكن إزالة الجسيمات ذات الحجم الأكبر مثل الرمل والطمى من خلال إبطاء تدفق المياه، للسماح بالترسيب بفعل الجاذبية. وتدعى هذه الجسيمات عادة بالمواد الصلبة القابلة للترسيب. ويتم ترسيب الجسيمات الكبيرة حجما عند تخزين المياه السطحية لفترة كافية من الوقت في خزان أو بحيرة. أما الجسيمات الأصغر حجما، مثل البكتيريا والطين الخفيف والغرين، فهي لا تترسب بسهولة وتتطلب معالجة لتكوين جسيمات أكبر حجما تكون قابلة للترسب. وغالبا ما تسمى هذه الجسيمات الأصغر حجما باسم المواد الصلبة غير القابلة للترسب (Non-Settleable) أو الغرويات (Colloidal).

ويوضح الشكل رقم (٤-١) مراحل عملية تنقية المياه في إحدى محطات التنقية التقليدية.

عملية تنقية المياه



المصافي: تتم فيها إزالة الأوراق والقش والأسماك وأي أجسام كبيرة.

كلور مبدئي: يقوم بقتل معظم الكائنات الحية التي تسبب الأمراض ويساعد على التحكم في المواد التي تسبب الطعم والرائحة.

مواد كيماوية: تسبب تجمع الأجسام الدقيقة مع بعضها مكونة أجسام أكبر.

مزج سريع: خلط ومزج المياه العكرة المحتوية على جسيمات صغيرة لا تترسب أو تترشح بالمواد الكيماوية.

الترويب/ التنديف: تجميع الجسيمات الدقيقة والخفيفة مع بعضها لتكوين جسيمات أكبر (ندف) تساعد على الترسيب والترشيح.

الترسيب: ترسيب المواد العالقة الأكبر حجما والأثقل وزناً.

الترشيح: حجز وترشيح أي مواد عالقة متبقية.

كلور نهائي: يقتل كل الميكروبات والكائنات المسببة للأمراض ويتبقى كمية منه فى الماء لتطهير شبكة التوزيع وتسمى بالكلور المتبقي.

خزان المياه المرشحة: يسمح بزمن للتلامس مع الكلور للتطهير ويخزن المياه لأوقات الذروة.

شكل رقم (٤ - ١)

مراحل عملية تنقية المياه

الحاجة إلى الترويب والتنديف

الغرض من الترويب والتنديف هو تسهيل عملية إزالة الجسيمات والشوائب والعكارة من الماء المعالج، وخصوصا المواد الصلبة غير القابلة للترسيب (Non-Settleable) حيث تتم إزالتها من المياه عن طريق استخدام المواد الكيميائية المناسبة لذلك.

وفى عملية الترويب، يتم إضافة مواد كيميائية للمياه العكرة لتتفاعل معها مكونة ندف جيلاتينية (Flocs) هلامية القوام وذات شحنة كهربية موجبة لتجذب إليها جسيمات العكارة ذات الشحنة السالبة وتلتصق بها ثم تتجمع هذه الجزيئات معا لتشكل جزيئات أكبر حجمًا وأثقل وزنًا، وعندما تتجمع قطع الندف معا، فإنها تشكل ندفا أكبر وأثقل وتكون أسهل فى الترسيب.

أسئلة للمراجعة

ما هو الغرض من عملية الترويب والتنديف؟
ماذا يحدث في عمليات الترويب والتنديف؟

وصف عملية الترويب Coagulation

يصف مصطلح "الترويب" الأثر الناتج عن إضافة بعض المواد الكيميائية إلى المياه الخام (العكرة) التي تحتوي على جزيئات بطيئة الترسيب أو غير قابلة للترسيب. حيث تبدأ الجسيمات الصغيرة في الالتصاق بالندف الهلامية حيث يتم تكوين ندف أكبر وأثقل، والتى يتم إزالتها فيما بعد من خلال عملية الترسيب والترشيح.

وتسمى عملية خلط المروبات الكيميائية والمياه الخام بالمزج السريع، والغرض الأساسي من عملية المزج السريع هو مزج الكيمياويات بسرعة وتوزيعها بالتساوى في المياه. وتحدث هذه العملية في وقت قصير جدا (عدة ثوان)، والنتائج الأولية لعملية الترويب تشكيل جزيئات صغيرة جدا.

المروبات

عادة يتم الإشارة إلى كيماويات الترويب إما بالمروبات الأولية أو مساعدات الترويب، حيث تساعد المروبات الأولية على تعادل الشحنات الكهربائية للجزيئات لتساعد في البدء فى تجمع الندف بطيئة الترسيب معا بحيث لا تتكسر الندف في العمليات التالية، وفي ضوء هذا التعريف يمكن أن نسمى المروبات بمساعدات التنديف.

يتم استخدام الأملاح المعدنية الصناعية مثل كبريتات الالومنيوم (الشبة) $[AL_2(SO_4)_3]$، كبريتات الحديديك، كبريتات الحديدوز أو البوليمرات الكاتيونية كمواد للترويب لأنها فعالة، وقليلة في التكلفة نسبيا، وهي متاحة وسهلة التداول والتخزين، والاستخدام.

فعند إضافة أملاح معدنية مثل كبريتات الحديد أو الألومنيوم للمياه، تحدث سلسلة من التفاعلات مع الماء ومع أيونات أخرى موجودة فى الماء، مما يوجب إضافة كميات كافية من المواد الكيميائية إلى المياه لتجاوز حد ذوبان هيدروكسيد المعدن، مما يؤدى إلى تشكيل الندف، حيث تقوم الندف المتشكلة بإمتزاز الجسيمات (العكارة) من الماء.

وتتكون البوليمرات الكاتيونية الصناعية المستخدمة في معالجة المياه تتكون من سلسلة طويلة من وحدات فرعية أو "أحادية". يمكن أن يكون لسلسلة البوليمر تركيب متفرع أو خطي، ويتراوح طولها من جزء من ميكرون (الميكرون واحد = ٠.٠٠١ ملليمتر) لتصل الى ١٠ ميكرون. ويختلف العدد الإجمالي للمونومرات في البوليمرات الصناعية ويكون متنوعا لإنتاج مواد ذات أوزان جزيئية مختلفة، والتي تصل من حوالي ١٠٠ إلى ١٠.٠٠٠.٠٠٠.

وتعتبر الشبة من أكثر المواد الكيميائية المستخدمة فى الترويب وتستخدم معها بعض الأملاح المعدنية كمساعدات للترويب، كما يمكن استخدام البوليمرات الموجبة في مجال معالجة المياه كمروبات ابتدائية (بدلاً من الشبة أو الأملاح المعدنية).

ونظرًا لأنه لا توجد معايير عالمية لاختيار المروبات، فإنه يجب على المشغل العناية فى اختيار تلك المنتجات والتي يجب أن يتم الموافقة عليها من خـــلال الدولة والجهات المنظمة لذلك مع تحديد صلاحيتها فى الاستخدام في أعمـــال معالجة مياه الشرب، ويتوفر لدي العديد من موردي المواد الكيميائية خبـــرة كبيرة في التعامل مع الأنواع المختلفة للمياه والتوصية بأفضل المواد المروبة التى يمكن استخدامها.

ويعرض الجدول رقم (٤-١) الأنواع الشائعة للمروبات الابتدائية ومساعدات الترويب.

جدول رقم (٤-١)
المروبات الإبتدائية ومساعدات الترويب

اسم المادة	مروبات إبتدائية	مساعدات ترويب
كبريتات الألومنيوم	X	
سلفات الحديدوز	X	
ثنائى سلفات	X	
كلوريد الحديديك	X	
البوليمر الكاتيوني	X	X
هيدروكسيد الكالسيوم	X	X
أكسيد الكالسيوم	X	X
الومينات الصوديوم	X	X
البنتونيت		X
كربونات الكالسيوم		X
سيليكات الصوديوم		X
أنيونات بوليمرية		X
أيونات غير بوليمرية		X

العوامل المؤثـــرة على أداء عملية الترويب

طرق الخلط:

فـــي محطات تنقية المياه الحديثة يتم حقن المـــواد المروبة المستخدمة فـــي الترويب في المياه في زمن قصير جدًا في حدود عدة ثوان، حيث أن عمليـــة التفاعل المطلوبة لا تحتاج إلى وقـــت كبيـــر، حيـــث أن المطلـــوب تجميـــع الجسيمات متناهية الصغر والغير قابلة للترسب في جسيمات أكبـــر حجمًـــا، وحيث أن هذه الجسيمات تحمل شحنة كهربائية سالبة (بصـــفة عامـــة فـــإن الجسيمات الموجودة داخل وسط ذو (pH) أكبر من ٤,٠ تكون شحنتها سالبة) مما تجعلها تتنافر مع بعضها وبالتالي فإن هذا التنافر يمنعها من التجمع مـــع بعضها، والمادة المروبة تكون شحنتها الكهربائية موجبة لذا فإنها تعمل علـــى جذب هذه الجسيمات ذات الشحنات السالبة فتتجمع مكونة جسيمات أكبر حجمًا وأثقل وزنًا يزيد حجمها وثقلها مما يساعد فى عملية الترسيب بعد ذلك.

ومن أجل حدوث ترويب وتنديف كامل يجـــب أن يـــتلامس المـــروب مـــع الجسيمات العالقة. ويمكن تحقيق ذلك بواسطة المزج السريع كما يمكن تحقيق الخلط بصورة مرضية بواسطة عدد من الأنواع المختلفة من أجهزة الخلـــط، وفيما يلى أكثر الطرق شيوعا فى عمليات الخلط:

١. خلط هيدروليكي (تقليب هيدروليكي)
٢. خلط ميكانيكى (تقليب ميكانيكى)
٣. حقن بالناشرات والطلمبات
٤. حقن بالضخ المباشر للمادة الكيماوية

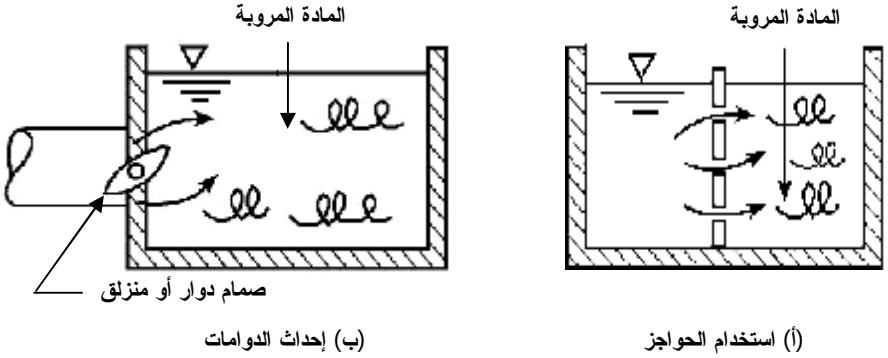
الخلط الهيدروليكي (التقليب الهيدروليكي)

يتم الخلط الهيدروليكي بإحدى الطريقتين التاليتين:

١. استخدام الحواجز وصمامات الخنق في حالة ما إذا كانت ســـرعة الميـــاه كافية لعمل دوامات واضطرابات لإتمام عملية الخلط.
٢. استخدام طاقة تدفق المياه في المحطة في حالة ما إذا كانت سرعة الميـــاه غير كافية لخلق دوامات تساعد في عملية الخلط وذلك بجعل المياه تتدفق

من هدارات لخلق دوامات، ويقوم الاضطراب الحادث في المياه المتدفقة بخلط المادة الكيميائية مع الماء (كما في المروق النابض).

ويوضح الشكل (٤-٢) استخدام الحواجز أو الصمام الدوار في عملية الخلط الهيدروليكي (الدوامات).



شكل رقم (٤-٢)
الخلط الهيدروليكى

الخلاطات الميكانيكية (القلابات الميكانيكية)

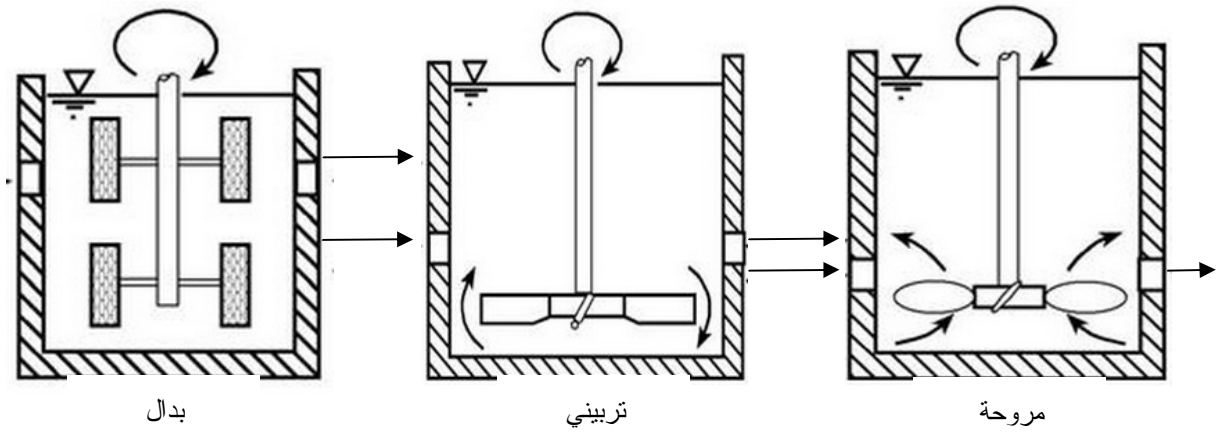
كثيرا ما تستخدم الخلاطات الميكانيكية، التوربينات، والمراوح في وحدات الترويب. وتستهلك الخلاطات الميكانيكية قدراً أكبر من الطاقة الكهربائية لخلط المروبات مع المياه التى تتم معالجتها، ويوضح الشكل رقم (٤-٣) الخلاطات الميكانيكية المستخدمة في أحواض المزج.

الناشرات

تتكون نظم الناشرات والشبكات من أنابيب مثقوبة أو فوانى تستخدم لتوزيع المروب في المياه، ويمكن لهذه النظم أن توفر توزيع المروب بانتظام على حوض الترويب بأكمله، ومع ذلك فهي حساسة للتغيرات فى التدفق بوجه عام وربما تتطلب تعديلات متكررة لإنتاج كمية مناسبة من الخلط، ويوضح الشكل رقم (٤-٤) الناشرات التي تستخدم في توزيع المروب داخل حوض المزج.

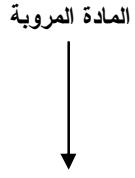
المضخات

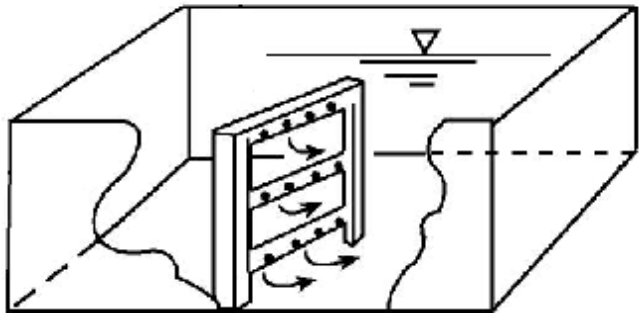
يمكن استخدام طريقة ضخ المحلول بالطلمبات في وحدات الترويب، وفي هذا النظام يتم ضخ المروب مباشرة إلى الماء من خلال ماسورة تنتهى بناشرة ويوفر هذا النظام الإنتشار السريع للمادة المروبة ولايتسبب فى فقدان كبير للضغط. ويتميز بأن استهلاكه للطاقة أقل نسبيا مقارنة بالطاقة المستهلكة فى تشغيل الخلاط الميكانيكى، ويوضح الشكل (٤-٥) عملية الخلط باستخدام المضخات.



شكل رقم (٤-٣)
الخلاطات الميكانيكية التي تركب في أحواض المزج

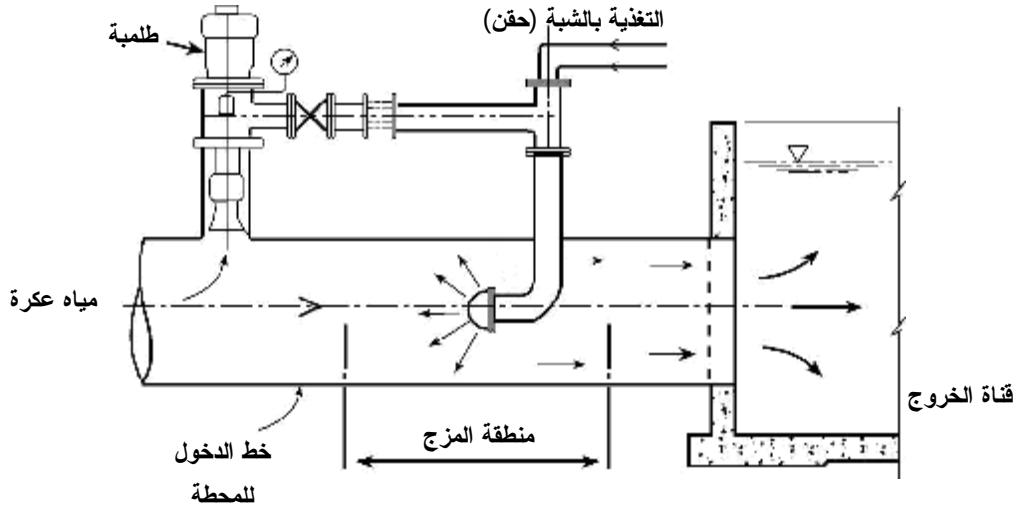
وفى هذا النوع من الخلط بالطلمبات يتم ضخ المحلول المكون من المياه العكرة والمادة المروبة من خلال استخدام الفوهة (Jet orifice) فى عكس اتجاه المياه العكرة حتى يحدث خلط المادة المروبة سريعا بالمياه العكرة.





شكل رقم (٤ - ٤)

النـــاشـــــرات



شكل رقم (٤ - ٥)

الخلط بالضخ بالطلمبات

Source: Water Treatment Plant Design, AWWA, ASCE, Fourth Edition 2005

أحواض الترويب

يمكن إتمام خلط المادة المروبة بصورة مرضية في حوض خاص مستطيل الشكل بواسطة أجهزة الخلط، كما يمكن أن يتم الخلط في المجرى المائى أو مواسير دخول المياه لحوض التنديف إذا كانت سرعة تدفق المياه عالية بما يكفي لإحداث الدوامات اللازمة، ويحدد شكل الحوض ضمن أسلوب تصميم نظام المزج السريع.

أسس تصميم أحواض الترويب طبقًا للكود المصرى

مدة المكث	٢ : ٤ دقيقة

عمق المياه بالحوض	٢ : ٣ متر
السرعة بين الحوائط الحائلة	فى حدود ٠,٣ م / ث
المسافة بين الحوائط	٠,٧٥ : ١,٥٠ متر
السرعة المحيطية فى حالة التقليب الميكانيكى	فى حدود ٠,٣ م / ث

يحتوى الحوض ذو التقليب الميكانيكى على ثلاثة صفوف من القلابات حيث تكون المساحة الصافية للصف الأول ٣٥% من المساحة المائية و ٢٥% للصف الثانى من المساحة المائية و ١٥% للصف الثالث من المساحة المائية

التنديف (Flocculation)

التنديف هو عملية تقليب بطيئة تسبب تجمع الجزيئات الصغيرة المروبة معا لتكون جسيمات أكبر حجما قابلة للترسيب، وتوفر عملية التنديف التلامس بين الجسيمات لتعزيز تجمعها معا في ندف يسهل إزالتها بالترسيب والترشيح. وبشكل عام، فإن التلامس والإلتصاق بين الجسيمات يحدث نتيجة للتقليب الخفيف الذي يتم بواسطة الأسلوب الميكانيكى أو الهيدروليكى فى الخلط.

تشكيل الندف

يتم التحكم فى تشكيل الندف بواسطة معدل حدوث الاصطدام بين الجسيمات وفعالية هذه الاصطدامات في تعزيز التلاحم بين الجسيمات، والغرض من التنديف هو خلق ندف ذات خواص جيدة في الحجم، الكثافة والمتانة ليسهل إزالتها فيما بعد في عمليات الترسيب والترشيح. ويتراوح أفضل حجم للندف بين ٠,١ ملم إلى حوالي ٣ ملم، ويتوقف هذا الحجم على نوع عملية الإزالة المستخدمة (الترشيح التقليدي أو الترشيح المباشر).

النقاط الهامة فى أداء العملية

تعتمد كفاءة عملية التنديف على:

- اختيار الفترة الزمنية المناسبة للتقليب (مدة المكث).
- قوة التقليب السليمة.
- الشكل الصحيح لحوض الخلط الذى يحقق انتظام الخلط.
- المعدات الميكانيكية أو غيرها من وسائل التقليب.

وينتج عن عدم كفاية الخلط إلى تلامس غير فعال للجسيمات مما يؤدي إلى ضعف تشكيل الندف. أما الخلط الزائد عن الحد فيتسبب بتفكك الجسيمات المتجمعة (الندف) بعد أن تكون قد تجمعت معا.

زمن المكث

لا تعتبر فترة المكث عادةً عاملا حاسما في الترويب أو المزج السريع إذا توزعت المواد الكيميائية المروبة جيدا واختلطت في الماء فيما ما لا يقل عن عدة ثواني، ولكن زمن المكث مطلوب لتتم التفاعلات الكيميائية الضرورية ولقد تمكن بعض المشغلين من تقليل جرعات المروب عن طريق زيادة مقدار زمن المكث بين مكان إضافة المروب وأحواض التنديف، ومع ذلك ففي عملية التنديف يكون زمن المكث مهم جدا، ويتراوح الحد الأدنى الموصى به لزمن المكث فى التنديف من حوالي ٥ إلى ٢٠ دقيقة (عند درجة حرارة ٢٠° م) وذلك عند استخدام أنظمة الترشيح المباشر، وتصل الى ٣٠ دقيقة لنظم الترشيح التقليدية (ويؤثر حجم وشكل حوض التنديف أيضا على زمن المكث اللازم للتكوين الأمثل للندف).

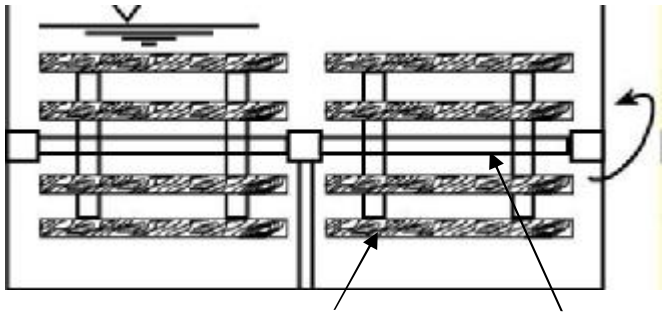
أنواع خلاطات (قلابات) التنديف

يتم عادة استخدام نوعين من قلابات التنديف الميكانيكية، قلابات التنديف ذات البدالات الدائرية الأفقية، وقلابات التنديف الرأسية، وتتميز قلابات التنديف الرأسية بقلة احتياجها للصيانة نظراً لعدم وجود كراسى تحميل مغمورة بالحوض. ويمكن أن تكون قلابات التنديف الرأسية ذات مروحة، بدال أو توربينات. ويوضح الشكل (٤-٦) أحد أنواع قلابات حوض التنديف.

ويمكن أيضا تحقيق بعض التنديف بواسطة الدوامات الناجمة عن خشونة في القنوات أو الخطوط، أو عن طريق الطاقة المتبددة نتيجة فقدان الضغط المرتبط بالهدارات، الحواجز (Baffles)، والفوهات (Orifice). "عموما، فإن هذه الأساليب محدودة الاستخدام بسبب العيوب الموجودة بها مثل نطاق التوزيع الضيق جدا للدوامات، وعدم كفاية وقت المكث، والتغير الكبير فى الدوامات الناجم عن تقلبات وتغيرات التدفق.

أحواض التنديف

يتم تحديد الشكل الفعلي لحوض التنديف جزئيا بواسطة طريقة التنديف التى يتم اختيارها، وبالتوافق مع أحواض الترسيب. وعادة تكون أحواض التنديف ذات القلابات الأفقية مستطيلة الشكل، في حين أن أحواض التنديف ذات القلابات الرأسية تكون مربعة تقريبا. ويكون عمق أحواض التنديف عادة هو نفس عمق أحواض الترسيب.



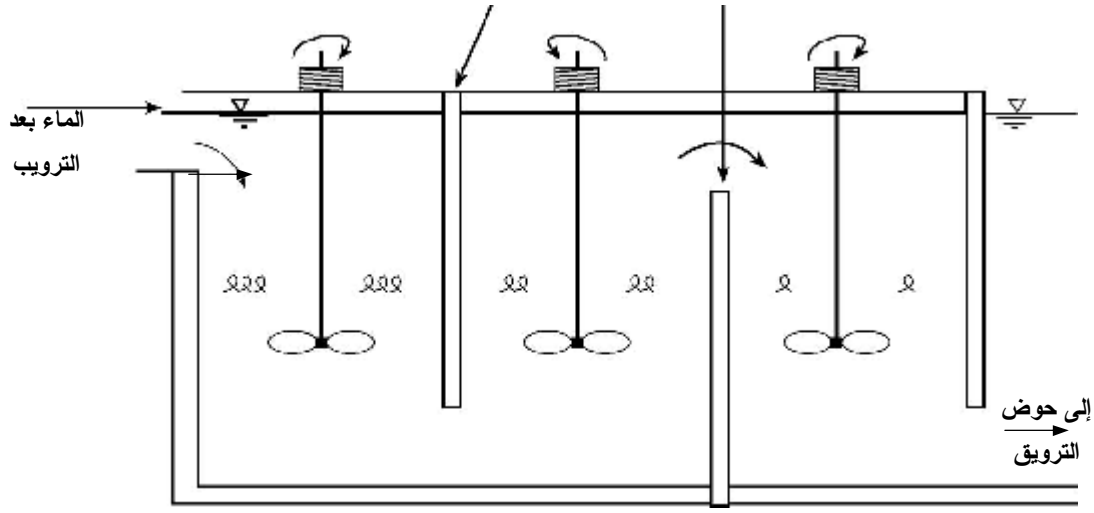
شكل رقم (٤-٦)
قلاب حوض التنديف

وعادة ما يتحقق أفضل مستوى للتنديف في الأحواض المقسمة (غالبا ثلاثة أقسام) ويفصل كل قسم بواسطة حاجز غير كامل لمنع حدوث اختصار فى مسار الماء المعالج، ويتم تخفيض الدوامات تدريجيا عن طريق الحد من سرعة الخلاطات الموجودة في كل خزان لاحق أو عن طريق تقليل المساحات السطحية للبدالات، ويسمى هذا بالخلط بالطاقة المتناقصة والسبب في الحد من سرعة القلابات هو منع تفكك الندف والجزيئات الكبيرة التي تشكلت بالفعل، فإذا كانت جزيئات الندف تتفتت فمعنى هذا أنه لم يتحقق أي شيء، وسوف تتسبب بالتحميل الزائد على المرشحات، ويوضح الشكل (٤-٧) نوعين من حوضي تنديف مزودين بحواجز متقابلة.

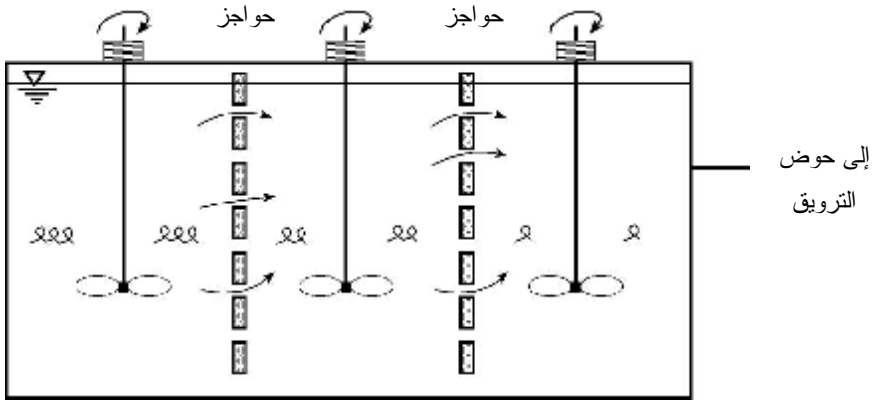
أسئلة للمراجعة

ما هو التنديف؟
ما هو وقت الخلط النموذجي في عملية الترويب؟
ما هو الحد الأدنى لزمن المكث لعملية التنديف؟
بماذا تتميز أحواض التنديف الرأسية عن الأفقية؟
لماذا تفصل مقصورات أحواض التنديف عن بعضها بواسطة الحوائل؟

حاجز **حاجز**



(أ)



(ب)

شكل رقم (٤ - ٧)

حوض تنديف مزود بحواجز متقابلة

تفاعل الترويب والتنديف مع عمليات التنقية الأخرى

ذكر فيما سبق الحاجة للترويب والتنديف وكما اتضح تتطلب هذه العمليات الإعداد المسبق أو تجهيز الجسيمات غير القابلة للترسيب (Non-Settleable) الموجودة في المياه العكرة لإزالتها بالترسيب والترشيح، وبدون الترويب والتنديف السليم تظل الجسيمات الصغيرة خفيفة للغاية ولن تترسب ولن تكون كبيرة بما يكفي ليتم حجزها خلال الوسط الترشيحى، ولذلك فمن الملائم اعتبار أن الترويب والتنديف هما عملية معالجة واحدة.

ونظرا لأن الغرض من الترويب والتنديف هو القدرة على إزالة الجسيمات، فإن فاعلية عمليات الترسيب والترشيح وكذلك الأداء العام للمحطة تعتمد على نجاح عملية الترويب والتنديف.

ويمكن أيضا أن تتأثر عملية تطهير الماء بالأداء الضعيف للترويب والتنديف، فإذا كانت عمليات إزالة المواد الصلبة قبل التطهير النهائي، وخاصة الترشيح غير فعالة فيمكن أن تلتصق البكتيريا وغيرها من مسببات الأمراض في الجسيمات العالقة وبالتالي تكون محمية من التطهير، ويقوم الترويب والتنديف الفعال بإزالة المركبات العضوية الطبيعية وإزالة هذه المركبات تقلل من تكوين الهالوميثانات الثلاثية (Trihalomethanes) التى قد تتكون عقب استخدام الكلور فى التطهير.

التحكم في التشغيل:

إن التفاعلات الكيميائية وتشكيل الندف المرتبطة بعملية الترويب والتنديف معقدة نوعا ما من الناحية النظرية، ولكن من الناحية العملية يجب أن يكون مشغل محطة تنقية المياه قادرا على قياس ومراقبة أداء هذه العمليات يوميا.

وأهم الاعتبارات في التحكم فى عمليات الترويب والتنديف هو حسن اختيار نوع وكمية المواد الكيميائية المروبة المناسبة لخصائص المياه العكرة والتى يتم تحديدها معملياً باستخدام جهاز اختبار الكأس.

أسئلة للمراجعة

ما هى أهمية الترويب والتنديف لعمليات المعالجة الأخرى؟
ما هى أهم الاعتبارات للتحكم فى الترويب والتنديف ؟
لماذا أصبحت طريقة خلط المروبات بالمضخات أكثر انتشارا فى السنوات الأخيرة؟

إجراءات التشغيل فى ظروف التشغيل الطبيعية

مؤشرات ظروف التشغيل العادية:

الترويب والتنديف هما عمليتان للمعالجة تسبق عمليتي الترسيب والترشيح، ففي أحواض الترسيب تتم إزالة معظم المواد الصلبة العالقة أما الترشيح فهو الخطوة النهائية في عملية إزالة المواد الصلبة، ويجب أن تعمل عملية الترويب والتنديف على تحسين نتائج الترشيح وبالتالي إنتاج ماء مرشح منخفض العكارة.

يجب قياس درجة عكارة المياه المرشحة سواء على أساس عينات مفردة كل فترة أو على أساس مستمر بواسطة جهاز قياس العكارة حيث سيعطى المشغل مؤشرا جيدا عن سير العملية بوجه عام، ومع ذلك لا يمكن للمشغل الإعتماد فقط على درجة عكارة الماء المرشح لمراقبة عملية التنقية بأكملها، حيث أنه يصعب الاعتماد على مؤشر واحد لتحديد نوعية المياه مثل عكارة المياه المرشحة.

ويلاحظ أن الزمن الكلي الذي تستغرقه كمية المياه خلال محطة التنقية يمكن أن يتغير من ٢ حتي ٦ ساعات أو أكثر. وهذا يعني أن أى تغير في جرعة المروبات المضافة فى بداية المحطة لن يلاحظ تأثيرها على نوعية المياه النهائية قبل مرور فترة من ٢ إلى ٦ ساعات أو أكثر اعتمادا على ظروف التشغيل، لذا يجب رصد وتسجيل العكارة وكذلك المؤشرات الأخرى لنوعية المياه مثل الرقم الهيدروجيني، ودرجة الحرارة، والكلور المطلوب، ونوعية الندف، وذلك خلال المراحل المختلفة لعملية معالجة المياه حتى يمكن رصد ضعف أداء عملية التنقية في وقت مبكر، واتخاذ الإجراءات التصحيحية لمواجهة ذلك.

وغالباً ما يتم وضع إرشادات للتشغيل ومراقبة عملية التنقية بالمحطة لمساعدة المشغل في اتخاذ القرار المناسب، وتستند هذه الإرشادات على أعمال التصميم والخبرة العملية فى التشغيل ، ولكن يجب أن تستند أيضا إلى المعرفة العملية بحالة مصدر المياه ومتغيراتها، بالإضافة إلى خصائص الأداء المعروفة لمحطات التنقية والتى تستخدم فى الظروف المختلفة لعملية التنقية.

إجراءات التشغيل:

في ظروف التشغيل العادي لعمليات الترويب والتنديف، يقوم المشغل بتنفيذ مجموعة من المهام داخل محطة تنقية المياه، ويختلف عدد ونوع المهام التي يؤديها المشغل طبقاً لحجم ونوع المحطة وعدد العاملين فيها، ففي المحطات الصغيرة يطلب من المشغل أن يتحكم في كل إجراءات التشغيل بالإضافة إلى أعمال الصيانة الوقائية وبصفة عامة فإنه يجب على جميع المشغلين أن يكونوا على دراية تامة بكل عمليات التشغيل والصيانة الروتينية المرتبطة بكل مراحل وعمليات التنقية.

وتشمل الوظائف الأساسية لعملية الترويب والتنديف التي يؤديها المشغل في حالات التشغيل العادية متابعة مايلى:

١. رصد سير وأداء العملية.
٢. تقييم نوعية المياه (المياه العكرة والمرشحة).
٣. فحص وضبط العمليات والمعدات.
٤. الفحص البصري للوحدات والمعدات.

رصد ومراقبة الأداء هو نشاط مستمر. وتتحكم كفاءة عملية الترويب والتنديف فى مستوى العكارة بالمياه المرشحة، لذا يجب الكشف المبكر عن فشل المعالجة الأولية بسبب انقضاء وقت طويل في تدفق المياه (حوالى من ٢-٦ ساعات) من خلال عمليات الترويب والتنديف والترسيب والترشيح مما يؤدى إلى تفاقم المشكلة، حيث تصل المياه إلى المراحل النهائية بدون معالجة بشكل جيد.

كما يمكن متابعة وتسجيل أداء العمليات بمساعدة أجهزة التحليل المستمر لنوعية المياه والتي تقيس تلقائيا مؤشرات محددة لنوعية المياه مثل العكارة، وفي بعض الحالات لا تتاح بسهولة أجهزة القياس الآلية لجميع مؤشرات نوعية المياه التى تهم المشغل، وبالتالي يجب على المشغل استخدام مجموعة من التقنيات لتقييم أداء العمليات وتشمل الملاحظات البصرية والفحوص المعملية الدورية لمتابعة المراقبة المستمرة لنوعية المياه.

كما يجب أن تتم الملاحظات البصرية والاختبارات المعملية لأداء عملية الترويب والتنديف على فترات ثابتة تكراريا، فالاختبارات المعملية الأكثر شيوعا هي العكارة، والقلوية، والرقم الهيدروجينى واللون ودرجة الحرارة، والكلور المطلوب، ويعتمد تكرار هذه الملاحظات والتجارب على مدى تغير نوعية ومصدر المياه العكرة الداخلة للمحطة. وفي محطات التنقية التي يتم تخزين المياه فيها في بحيرة أو خزان كبير (محطات المياه بمحافظة أسوان مثلاً) نجد بشكل عام أن نوعية المياه أكثر استقرارا أو ثباتا من تلك المأخوذة مباشرة من الأنهار والترع (محطات المياه بمحافظات الدلتا).

وتتغير نوعية المياه العكرة المأخوذة من المجارى المائية فى أطراف الدلتا موسميا وفى بعض الأحيان يوميا، حيث يمكن أن يحدث زيادة فى نسب الخلط من المصارف الزراعية لتعويض العجز فى كميات المياه الواردة لأعمال الرى، ففي الحالات القصوى تُحدث تغييرات مباشرة في نوعية المياه، وبالتالي فإن التكرار المناسب لإجراء هذه الاختبارات كل ساعة أو ربما مرة واحدة فقط في الوردية لمدة ثماني ساعات (وذلك بناء على استقرار نوعية مصدر المياه العكرة من عدمه).

ويجب أن يشمل الفحص البصري لعملية الترويب والتنديف ملاحظة الاضطراب في المياه في قناة أو حوض المزج السريع (ملاحظة أى أنماط تدفق غير صحيحة) والمراقبة الدقيقة لحجم وتوزيع الندف في أحواض التنديف، والتوزيع غير المنتظم للندف يمكن أن يكون مؤشرا لحدوث اختصار

فى المسارات (Short circuit) في حوض التنديف، فجزيئات الشوائب المتندفة الصغيرة جدا أو الكبيرة جدا قد لا تترسب بشكل صحيح ويمكن أن تسبب مشاكل أثناء الإزالة في العمليات التالية، ويجب أن تلى عملية الملاحظة البصرية أعمال التحاليل المعملية لتوفير بيانات أفضل. فعلى سبيل المثال تتطلب خصائص ترسب الندف تقييم معملى مبنى على أساليب المحاولة والخطأ (Trial and Error) وكذلك الخبرة المكتسبة ويتم استخدام اختبار الكأس فى إجراء هذه التجارب.

وإذا توفرت إمكانية تعديل سرعة القلاب فإنه يجب الأخذ في الاعتبار ما يلى:

١. حجم الندف التي سيتم تشكيلها: إذا كانت عكارة مصدر المياه منخفضة، قد يكون الأكثر ملاءمة ضبط المرشحات لإزالة الندف الصغيرة التي في حجم رأس الدبوس (وذلك فى محطات الترشيح المباشر). أما في الحالات الأخرى من المحطات التى تكون العكارة بالمياه العكرة الواردة للمحطة عالية فتقليل سرعة خلاط التنديف هى الأكثر ملائمة فى هذه الحالة.

ومن ناحية أخرى، يتطلب ارتفاع عكارة مصدر المياه ضبط سرعة القلاب إلى سرعة قريبة من الحد الأقصى وذلك لإنتاج ندف سهلة الترسب.

٢. الملاحظات البصرية: قد يشير وجود اختصار فى المسار (Short circuit) إلى أن عملية الخلط غير كافية، في حين يشير تفكك الندف إلى أن سرعة الخلط مرتفعة للغاية.

٣. درجة حرارة الماء: يتطلب انخفاض درجة حرارة المياه زيادة سرعة الخلط.

وهذه المعايير لا يمكن قياسها بسهولة، حيث تحتاج إلى الخبرة الشخصية، ومن المشاكل الحقيقية في عملية المراقبة هو الاعتماد على كمية العكارة المترسبة، ففي حين تعطي العكارة مقياس غير مباشر لتركيز المواد الصلبة

العالقة فإنها لا تصف حجم وكثافة الجسيمات ولا قدرة مرشح معين فى التعامل مع المياه.

وتستخدم مؤشرات جودة المياه لتقدير جرعة المروب المضافة وتقييم أداء العملية وتشمل هذه المؤشرات العكارة، ودرجة الحرارة، والقلوية، والرقم الهيدروجينى، واللون، والكلور المطلوب، وقد يحتاج المشغل إلى إجراء تغيير بسيط في الجرعات الكيماوية، أو ضبط سرعة خلاط المزج السريع إذا كان الخلاط متغير السرعة استنادا إلى التقييم الشامل لأداء العملية، وترتبط هذه الإجراءات بالتغييرات البسيطة التى قد تحدث في نوعية مياه المصدر مثل التغير فى العكارة أو درجة الحرارة.

وعادة تكون خلاطات المزج السريع أقل حساسية لضبط السرعة من خلاط التنديف حيث أن هدفهما الرئيسي هو توزيع المواد الكيميائية بسرعة في الماء المطلوب معالجته.

كما يجب فحص معدات العملية بشكل منتظم، مثل مغذيات الكيمياويات، وذلك لضمان قيامها بالتغذية بالكمية المطلوبة من المادة الكيميائية بدقة (معدل التغذية)، ويجب أن يقوم المشغل دوريا بالملاحظة البصرية لمكونات عملية الترويب والتنديف. فيمكن أن تتراكم الأوراق والأغصان وغيرها من الشوائب بسهولة في قناة الدخول أو في أحواض التنديف. إذا تم تجاهل ازالتها فمن الممكن أن تصل إلى داخل العمليات الأخرى حيث تقوم بإفساد قراءة العدادات وأجهزة رصد جودة المياه والمضخات والمعدات الميكانيكية أو غيرها وفي بعض الحالات يمكن أن تتسبب فى تغير الطعم والرائحة بسبب الكائنات الدقيقة التي يمكن أن تنمو في الشوائب والرواسب التي تتراكم في مرافق المحطة.

أسئلة للمراجعة

١. أى العمليات تعالج إزالة المواد الصلبة العالقة بعد عملية الترويب والتنديف ؟
٢. كيف يتم رصد فعالية عملية إزالة المواد الصلبة عادة؟
٣. اذكر الوظائف النمطية التي يؤديها المشغل في التشغيل العادي لعملية الترويب والتنديف ؟
٤. أى الاختبارات المعملية يمكنك استخدامها لمراقبة عملية الترويب والتنديف ؟
٥. ما الذى تبحث عنه من خلال الملاحظ البصرية لأداء عملية الترويب والتنديف ؟

تشغيل العملية

الحاجة للتجربة:

من أجل توضيح كيفية تشغيل عملية الترويب والتنديف، فإنه يجب إتباع الإجراءات القياسية للتشغيل.

تختلف كثير من المحطات عن بعضها البعض وتتغير كذلك نوعية المياه العكرة الداخلة للمحطة من محطة لأخرى، لذا يجب إتباع الإجراءات القياسية للتشغيل الخاصة بمحطة محددة تبعاً لنوعية المياه العكرة بها ومن هنا جاءت الحاجة لتحديد الأسلوب الأمثل فى التشغيل فى كل محطة على حدة.

ويتم إضافة الشبة إلى مصدر المياه القادم من محطة المياه العكرة في غرفة المزج السريع ويتم خلطها بالخلاط السريع (القلاب السريع)، حيث تتدفق المياه من الخلاط السريع خلال قناة التوزيع إلى أحواض التنديف، ثم إلى أحواض الترسيب ثم إلى المرشحات، ويمكن تحديد أبعاد الوحدات (الطول والعرض والعمق) من الرسومات التصميمية للمحطة.

زمن المكث:

يمكن حساب زمن المكث المتوقع في غرفة المزج السريع، وفى قنوات التوزيع، وأحواض التنديف من المعلومات التي تم الحصول عليها من

الرسومات التصميمية، وتحديد زمن المكث هام لتحديد الجرعة الكيماوية الأمثل (أفضل حد أدنى من الجرعة الكيميائية) للمياه التى تتم تنقيتها باستخدام اختبار الكأس، وأيضا يجب حساب الفترات اللازمة لتمام حدوث التفاعلات الكيميائية.

أسئلة للمراجعة

١. ما هي أنواع التغيرات المفاجئة في نوعية المياه الخام والمياه المرشحة التى تعتبر إنذار لأعادة النظر فورا فى أداء عملية الترويب والتنديف؟
٢. ماذا تفعل إذا لاحظت تغيرا كبيرا في مستوى عكارة مياه المصدر؟
٣. هل يمكنك التحقق من فعالية جرعة ونوع المروبات الكيميائية المستخدمة فى المزج السريع؟
٤. إذا تغيرت درجات حرارة ماء المصدر فجأة، ما هى التغييرات التى ينبغي التفكير فى عملها؟

اختبار الكأس

اختبار الكأس هو محاولة لتكرار وتقليد ما يحدث في المحطة من حيث العلاقة بين فترات المكث، وظروف الخلط والترسيب داخل المختبر ولكن يجب أن ندرك أنه يكاد يكون من المستحيل المحاكاة التامة لظروف التدفق التي تحدث في محطة التنقية في اختبار الكأس. ولكن يمكن الحصول على فكرة جيدة عما يحدث في المحطة لجرعة الكيماويات التجريبية من خلال مشاهدة تكون الندف وترسبها فى اختبار الكأس. ويجب استخدام اختبار الكأس كمؤشر لما يمكن توقعه في محطة تنقية المياه، ويمكنك أيضا الحصول على إشارة جيدة عما إذا كنت بالقرب من أفضل جرعة للمروب أم لا. ويوضح الشكل (٤-٨) جهاز اختبار الكأس.

وفى اختبار الكأس، يتم استخدام محلول الشبة كمروب أساسى، بحجم ٥٠٠ مل، ١٠٠٠ مل، أو ٢٠٠٠ مل. وعادة يتم استخدام عينة من المياه حجمها لتر واحد (١٠٠٠ مل) حيث أن معظم أجهزة التقليب أو جهاز اختبار الكأس

مصممة بسعة واحد لتر، ويمكن إعداد الكاشف لاختبار الكـــأس فـــى عـــدة تركيزات اعتماداً على الجرعة المطلوبة.

شكل رقم (٤-٨)
جهاز اختبار الكأس

إجراء الاختبار

عندما تكون جاهزا لإجراء اختبار الكأس يجب أن تكون درجة حرارة عينـــة الماء التى يجري اختبارها هى تقريبا نفس درجة حرارة المياه العكرة. ومـــن الأفضل استخدام الدوارق البلاستيكية النظيفة بدلا من الدوارق الزجاجية فـــى جمع العينات لأن الأولى تقلل من تغير درجة الحرارة.

وسوف نستخدم الإجراءات التالية فى اختبار الكأس:

١. سجل بيانات نوعية المياه وتسلسل الاختبار.
٢. اجمع العينة (حوالى ٧ لتر).
٣. املأ الدوارق بلتر واحد من الماء المراد اختباره.
٤. إضافة كميات معلومة من المواد الكيميائية في كل كأس فـــي أســـرع وقت ممكن.
٥. في تسلسل تجارب رقم ١ يضاف كميات الكواشف التالية:

كأس رقم	١	٢	٣	٤	٥	٦
جرعة الشبة ملجم / لتر	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠
حجم الكاشف مل (١ ٪)	٠.٥	١	١.٥	٢	٢.٥	٣

٦. ضع القلابات فى الكؤوس وابدأ تشغيلها على الفور لمدة دقيقة واحدة بسرعة ١٢٠ لفة في الدقيقة، (لا يمكن محاكاة زمن التقليب بدقة، لذلك تستخدم هذه الأزمان لأغراض المعلومات فقط).

٧. خفض سرعة الخلاط إلى ٢٠ لفة في الدقيقة لمدة ٢٠ دقيقة (لمحاكاة الظروف فى حوض التنديف)، يتم تعديل سرعة خلاط المزج السريع والترويب في المحطة عن طريق التجربة والخبرة.

٨. سجل الوقت اللازم لتشكيل ندف مرئية واضحة الخصائص (ندف بحجم رأس الدبوس).

٩. أوقف التقليب. لتسمح للندف بالترسيب لمدة ٢٠ دقيقة (أو لمدة مماثلة لظروف المحطة). راقب ولاحظ مدى سرعة ترسب الندف، ومظهر الندف، وعكارة المياه المروقة من فوق الندف. فإذا كان شكل المياه غائمًا فمعنى هذا أن عملية الترويب ضعيفة، أما إذا كان شكل المياه رائقًا فإن معنى ذلك أن عملية الترويب جيدة حيث تم تكوين ندف جيدة تم ترسيبها.

قيم هل الحالة سيئة أم متوسطة أم جيدة أم ممتازة.

١٠. قس درجة عكارة المياه المروقة.

١١. قيم نتائج اختبار الكأس.

رقم الكأس	١	٢	٣	٤	٥	٦
الشبة (ملجم / لتر)	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠
عكارة المياه المروقة	٠.٨	٠.٤	٠.٢	٠.٣	٠.٥	٠.٩

ارسم شكل بيانى يمثل العلاقة بين درجة عكارة المياه المروقة وجرعة المروب ثم حدد أفضل جرعة وهى التى ينتج عندها أقل عكارة. وتشير

النتائج إلى أن أقل عكارة نتجت من جرعة الشبة ١٥ ملجم/ لتر. مع ملاحظة أنه عند استخدام جرعة زائدة من الشبة زادت درجة العكارة.

تقييم نتائج الاختبار

هناك العديد من العوامل الهامة فى تقييم نتائج اختبار الكأس وتشمل هذه العوامل:

١. معدل تكون الندف
٢. نوع جسيمات الندف
٣. شفافية المياه بين جسيمات الندف (أثناء التقليب)
٤. حجم الندف
٥. كمية الندف المتكونة
٦. معدل ترسب الندف
٧. عكارة المياه بعد نهاية زمن الترسيب
٨. الألومنيوم المتبقى بالمياه المرشحة

وبعد تقييم نتائج اختبار الكأس، يتم اختيار الجرعة التى حققت أفضل نتيجة ثم يتم تطبيق هذه الجرعة على المحطة.

أحواض تخفيف الشبة

يتم تحضير محلول الشبة فى أحواض التخفيف، حيث يتم تحضير التركيز بالأحواض غالباً بنسبة ١٠% حيث يضاف ١٠٠ كجم من الشبة الصلبة لكل متر مكعب من المياه (أو ٢٠٠ كيلو جرام من الشبة السائلة)، وعند استخدام أحواض التركيز بنسبة ٥ % تضاف نصف هذه الكميات فى المتر المكعب من المياه.

معايرة طلمبات الشبة

يتم معايرة الطلمبة وقياس تصرفها وذلك بتجميع محلول الشبة الذى تضخه الطلمبة من الحوض فى وعاء ذو سعة معروفة وقياس الزمن اللازم لملء هذا

الوعاء ويكون التصرف مساويا لحجم الوعاء مقسوما على الزمن اللازم لملئه (لتر/ ثانية) أو باستخدام مقياس منسوب يقيس الكمية بالمتر المكعب فى زمن معين ثم يحسب التصرف (لتر/ ثانية).

الظروف المناسبة لعمل الشبة

يجب تهيئة الظروف المناسبة لعمل الشبة كما يلى:

- إزالة القلوية الزائدة ليصبح الماء متعادلا، لتحسين أداء الشبة (تعمل الشبة بكفاءة عند pH يتراوح من ٥,٥ – ٧,٥ ويفضل عند ٧).
- اختيار جرعة الشبة بعناية فائقة لأن نقص الجرعة مثل زيادتها يؤدى إلى نقص الكفاءة.
- تقليب الشبة في الأحواض بمعدل كل ساعة.
- غسيل خطوط الشبة بصورة مستمرة.
- معايرة تصرفات طلمبة الشبة لضمان ضبط الجرعة بعمل خزان معايرة على الطلمبات.

الفصل الخامس

الترسيب

الفصل الخامس

الترسيب

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على هذا الفصل ينبغى أن يكون المتدرب قادراً على أن:

- يحدد العوامل التى تؤثر فى أداء أحواض الترسيب فى محطة التنقية وعمليات تنقية مياه الشرب.
- يذكر المناطق التى يتكون منها حوض الترسيب والغرض من كل منها وآدائها فى عمليات المعالجة.
- يشرح الأنواع المختلفة من أحواض الترسيب وكيفية عملها فى عملية التنقية.
- يقوم بعمليات حساب زمن المكث فى الأحواض المختلفة باستخدام المعادلات الخاصة بذلك.
- يجرى الحسابات المبدئية لأعمال الترسيب باستخدام الألواح/الأنابيب المائلة ومقارنتها بالطرق التقليدية للترسيب.
- يؤدى خطوات التشغيل ويصف عمليات وأحواض الترسيب فى محطة التنقية ودور كل منها فى ذلك.
- يذكر مؤشرات وإجراءات التشغيل فى الحالة العادية فى محطة التنقية ويضع قائمة لهذه المؤشرات.
- يشرح الإجراءات الصحيحة لبدء تشغيل وايقاف حوض الترسيب فى محطة التنقية.

عملية الترسيب

الغرض من عملية الترسيب هو إزالة الأجسام العالقة في الماء وتقليل الحمل علي المرشح وقد تكون هذه الأجسام الصلبة العالقة في حالتها الطبيعية (مثل البكتريا، الطمي والغرين) والتي قد تكون قد عدلت في عمليات معالجة سابقة مثل الترويب والتنديف مكونه ندف أو قد تكون شوائب مترسبة.

وتتم عملية الترسيب بتقليل سرعة المياه المراد تنقيتها إلي سرعة لا تستطيع تحريك ونقل المواد العالقة القابلة للترسيب مما يسمح بتحرك الأجسام العالقة بقوة الجاذبية الأرضية في اتجاه قاع حوض الترسيب.

ويحدث ترسيب الأجسام الكبيرة بصورة طبيعية عند تخزين المياه في أحد الخزانات أو البحيرات الطبيعية لمدة كافية فتقوم قوي الجاذبية بنفس العمل الذي يحدث داخل أحواض الترسيب في محطات المياه وتترسب الأجسام الكبيرة مثل الرمل والطمي في قاع البحيرة أو الخزان كما فى حالة بحيرة ناصر خلف السد العالى.

ويمكن أيضاُ فى بعض الأحيان استخدام حواجز الشوائب وأحواض الحصى ومصائد الرمال لإزالة الجسيمات الثقيلة من المياه العكرة ويمكن أن توجد هذه الوحدات عند المنبع قبل تحويل المياه إلي المحطة أو عند مأخذ محطة المياه وتفيد هذه الوحدات في حماية مواسير المياه من الانسداد، ويمكن إنشاء أحواض الحصى بين المأخذ وأحواض الترويب والتنديف.

الجوانب الهامة فى أداء عملية الترسيب

توجد عدة جوانب هامة تؤثر فى فعالية وكفاءة عملية الترسيب ويمكن إيجازها فيما يلى:

١ - العوامل التي تؤثر فى الترسيب

يؤثر حجم وشكل ووزن الجسيمات المراد ترسيبها بالإضافة إلى الظروف البيئية فى حوض الترسيب تأثيراً كبيراً على نوع العمليات المطلوبة قبل الترسيب وكذلك كفاءة العمليات ومن هذه العوامل ما يلى:

١. حجم وتوزيع الجسيمات
٢. شكل الجسيمات
٣. كثافة الجسيمات (الثقل)
٤. درجة حرارة الماء (اللزوجة- الكثافة)
٥. الشحنة الكهربية للجسيمات
٦. المواد الذائبة فى الماء
٧. خواص التنديف للمواد العالقة
٨. الظروف البيئية المحيطة (مثل تأثير الرياح)
٩. الخواص الهيدروليكية والتصميمية لأحواض الترسيب (شكل الحوض- مدخل الحوض)

ويوضح الشكل رقم (٥-١) تتابع عمليات تنقية المياه والغرض من كل عملية وموقع عملية الترسيب بين هذه العمليات.

٢- طبيعية الشوائب والجسيمات

يمكن إزالة الجسيمات الكبيرة (الرمال والطمي) ذات القطر أكبر من ١٠ ميكرون بواسطة الترسيب نظراً لطبيعة حجمها وكثافتها وعلى العكس من ذلك فإن الأجسام الدقيقة لا يمكن إزالتها بنفس السهولة ولذلك تحتاج إلى عمليات خاصة لإنتاج جسيمات أكبر حجما وكثافة (الندف) لتكون قابلة للترسيب. وكذلك يؤثر شكل الجسيمات على ترسيبها فالجسيمات الناعمة ذات الأشكال المستديرة ترسب أسرع من الجسيمات الغير منتظمة الشكل.

وتحمل معظم الجزيئات شحنة كهربية سالبة (وذلك فى حالة وجودها فى وسط ذو pH أكبر من ٤) فلو كانت كل الجزيئات ذات شحنة سالبة فإنها تتنافر ولا تترسب وحيث أن الشبة تتكون من ألمونيوم ذو شحنة موجبة فإن الأجسام سالبة الشحنة تنجذب إلى ندف الشبة وتلتصق بها مما يساعد على سرعة ترسيب هذه الجزئيات.

عملية تنقية المياه

المصافي: يتم فيها إزالة الأوراق والقش والأسماك وأي أجسام كبيرة.

كلور مبدئي: يقوم بقتل معظم الكائنات الحية التي تسبب الأمراض ويساعد على التحكم في المواد التي تسبب الطعم والرائحة.

مواد كيماوية: تسبب تجمع الأجسام الدقيقة مع بعضها مكونة أجسام أكبر.

مزج سريع: خلط ومزج المياه الخام (العكرة) المحتوية على جسيمات صغيرة لا تترسب أو تترشح بالمواد الكيماوية.

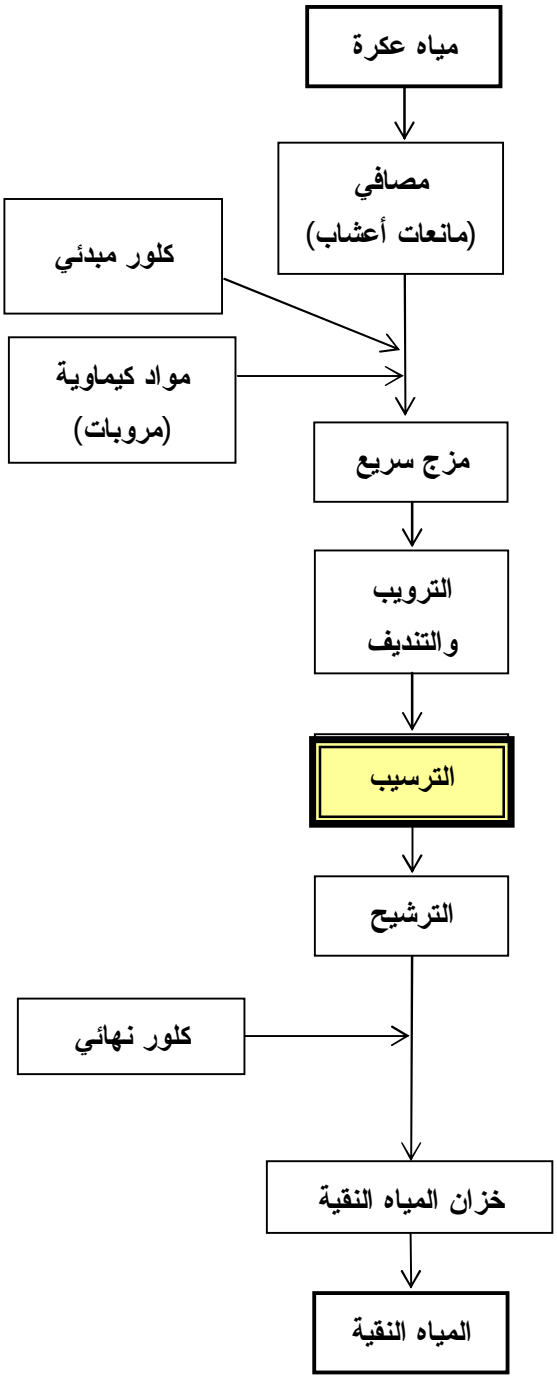
الترويب/ التنديف: تجميع الجسيمات الدقيقة والخفيفة مع تعضها لتكوين جسيمات أكبر (ندف) ليساعد على الترسيب والترشيح.

الترسيب: ترسيب المواد العالقة الأكبر حجما والأثقل وزناً.

الترشيح: حجز وترشيح أي مواد عالقة متبقية.

كلور نهائي: يقتل كل الميكروبات والكائنات المسببة للأمراض يتبقى كمية من الكلور فى الماء لتطهير شبكة التوزيع وتسمى بالكلور المتبقي.

خزان المياه المرشحة: يسمح بزمن التلامس مع الكلور للتطهير ويخزن المياه لأوقات الذروة.



شكل رقم (٥-١)

مراحل عملية تنقية المياه

٣ - درجة حرارة الماء

تتأثر عملية الترسيب بالتغير فى درجة الحرارة فعند انخفاض درجة الحرارة تصبح سرعة الترسيب أقل ويزداد الزمن الذي تحتاجه الجسيمات لتترسب.

٤ - التيارات

توجد عدة أنواع من التيارات فى حوض الترسيب ومنها:

١. تيارات سطحية بفعل الرياح.
٢. تيارات الكثافة وتحدث بتأثير اختلاف تركيز المواد الصلبة واختلاف درجات الحرارة.
٣. تيارات دوامية بتأثير المياه الداخلة والخارجة من الحوض.

وتكون التيارات التي توجد فى حوض الترسيب مفيدة حين تدعم عملية التنديف ومع ذلك فإن هذه التيارات قد تشتت الأجسام العالقة بدون انتظام فى الحوض وبذلك تقلل من كفاءة حوض الترسيب.

ويمكن تقليل بعض هذه التيارات عند تصميم المحطة فيمكن تركيب حواجز (Baffles) عند مدخل الحوض لتقليل التيارات الدوامية ولتقليل التيارات التي تحدث بتأثير الرياح وكذلك يمكن تركيب غطاء للحوض ولكن هذا الحل غير مرغوب فيه نظراً لتكاليفه الاقتصادية ونظراً لأنه يعيق عمليات الصيانة.

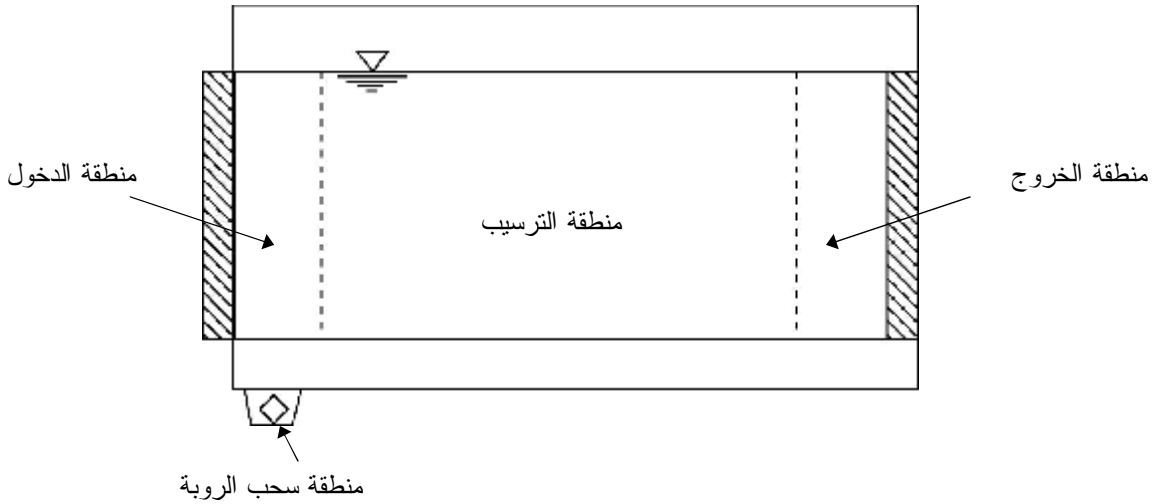
٥ - تفاعل الجزيئات

تستمر الأجسام العالقة فى التكتل مع بعضها (تكوين ندف) وتترسب جزيئات أخرى من الماء عن طريق التنديف والترسيب الكيميائي فى حوض الترسيب، وعند تغير حجم وكثافة الجسم تتغير أيضاً سرعة ترسيبه وكلما كان الجسم أكبر وأثقل بعد اتحاد والتصاق الجسيمات ببعضها أثناء الترسيب كلما زادت سرعة الترسيب.

أحواض الترسيب يجب أن تحتــوي كل محطة تنقية على مروقين على الأقل وذلك لظروف الصيانة والتطهير والفحص حتى لا يتم إيقاف المحطة بالكامل.

مناطق حوض الترسيب يوضح شكل رقم (٥-٢) مناطق المروق التى يمكن تقسيمها إلى أربعة مناطق:

١. منطقة الدخول
٢. منطقة الترسيب
٣. منطقة الروبة
٤. منطقة الخروج



شكل رقم (٥-٢)
مناطق حوض الترسيب

منطقة الدخول يجب أن يكون دخول المياه من حوض التنديف إلى حوض الترسيب بهــدوء وبسلاسة ويجب أن يوزع الماء بعد التنديف على مســاحة الحــوض كلهــا بانتظام، فلو تم تصميم مدخل الحوض جيداً مثل وضع حاجز مثقب به فإنــه سيمنع حدوث المسارات المختصرة للماء، وايضا يقلل حاجز الــدخول مــن محاولة الماء للدخول بسرعة والمرور من الحوض ويقلل من تيارات الكثافــة الناتجة من اختلاف درجات الحرارة ويقلل من التيارات الناتجة عن الريــاح كما سبق الإشارة إليه.

منطقة الترسيب منطقة الترسيب هى أكبر جزء فى حوض الترسيب وهى تتيح التخزين الهادئ المستقر للماء المندف لمدة كافية (ثلاث ساعات أو أكثر) لتسمح بالترسيب الفعال للجسيمات العالقة بالماء.

منطقة الروبة تقع منطقة الروبة فى قاع الحوض وهى عبارة عن مكان تخزين مؤقت للجسيمات المترسبة وتؤدى أيضاً إلى انضغاط حجم الروبة حيث أن الجسيمات المترسبة فى هذه المنطقة يزيد وزنها فتضغط الروبة المتكونة بأسفل، إذا زاد حجم الروبة المتكونة بشكل كبير جداً فإن الحجم الفعال لحوض الترسيب يقل تباعاً لذلك ويتسبب ذلك فى زيادة سرعة المياه وطفو الروبة وتقليل كفاءة الترسيب، ويجب أن يصمم مدخل حوض الترسيب بحيث يقلل سرعة المياه المارة بقرب قاع الحوض (منطقة الروبة) التي قد تتسبب فى طفو الجسيمات المترسبة أو خلخلتها وتسبب إعادة تعلقها فى الماء مرة ثانية.

يتم إزالة الروبة من الماء بواسطة كاسحة (مكشطة) وأجهزة للسحب تمر بقاع الحوض حسب الحاجة وطبقاً لجدول زمني، وإذا لم تغطى أجهزة إزالة الروبة قاع الحوض كله فيجب فى هذه الحالة تفريغ الحوض وغسله لتنظيفه.

منطقة المخرج (خروج الماء) يجب أن توفر منطقة المخرج انتقال الماء بسلاسة إلى مجرى المياه المروقة ويمكن أيضاً أن يتحكم مخرج الماء فى مستوى ومنسوب المياه بالحوض. ويستخدم هدار خروج المياه عادة لتنظيم تجميع المياه المروقة وتؤدى زيادة طول الهدار للسماح بمرور كمية مياه أكبر وبالتالى يمكن زيادة التحميل علي الحوض، (طبقا للكود المصرى لتصميم محطات تنقية مياه الشرب فإن معدل تحميل الهدار المستطيل (الأفقى) يتراوح بين ١٥٠ -٢٠٠ م^3/م/يوم ويصل فى حالة هدارات V-notch إلى ٣٠٠ م^3/م/يوم وكذلك يؤثر شكل فتحة الهدار على معدل التحميل ويستخدم عادة هدار ذو فتحات على شكل حرف (V-notch) لأنه يسمح بمعدل تحميل أعلى من الأنواع الأخرى ويكون قابل للضبط على المستوى الأفقى ليسهل انتظام سحب المياه من الحوض، فإذا لم يكن مرور المياه منتظماً على الهدار أو كانت سرعة مرور المياه عالية فإن

هذا يسمح بمرور الندف ووصولها إلى المرشح وهذا بالطبع يؤثر علـــى أداء المرشح ويزيد من عدد مرات الغسيل ويوضح الشكل رقم (٥-٣) هـــدارات حوض الترسيب.

شكل رقم (٥-٣)
مجموعة هدارات فى مروق فارغ

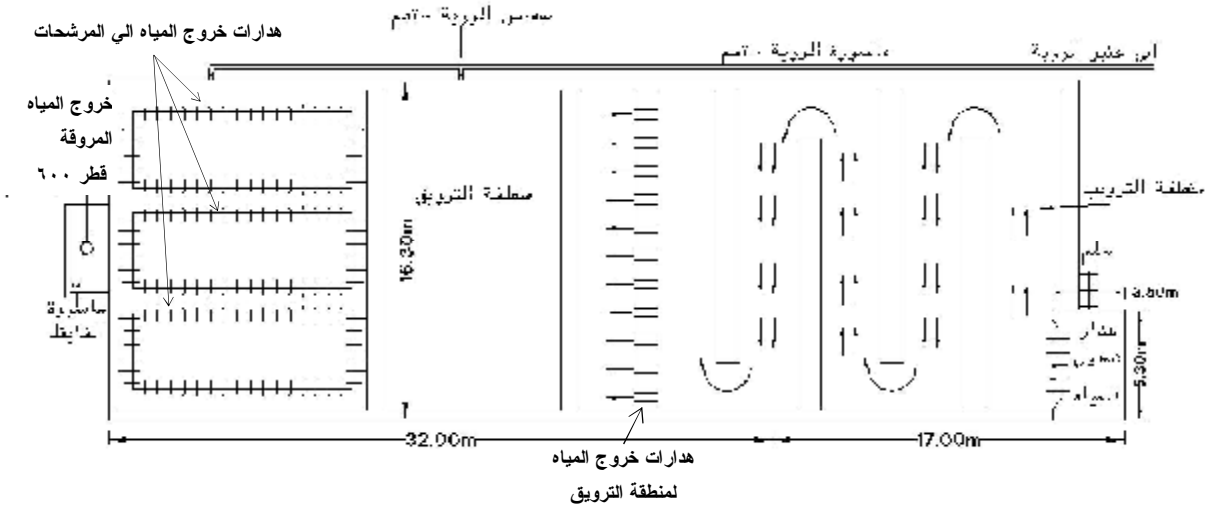
أنواع المروقات يوجد العديد من أنواع المروقات ذات الأشكال المتعددة وفيما يلي سيتم وصف أكثر الأنواع شيوعاً وخصائص كل نوع:

١- المروق المستطيل

توجد المروقات المستطيلة فى المحطات الكبيرة وهى أكثر شيوعاً لأنها تتميز بما يلي:

١. أكثر قدرة للتعامل مع التغيرات المفاجئة لنوعية المياه
٢. يمكن التوقع بادائها
٣. كفاءة اقتصادية
٤. أقل فى الصيانة
٥. أقل فى المسارات المختصرة

ويوضح الشكل رقم (٥-٤) المروق المستطيل.

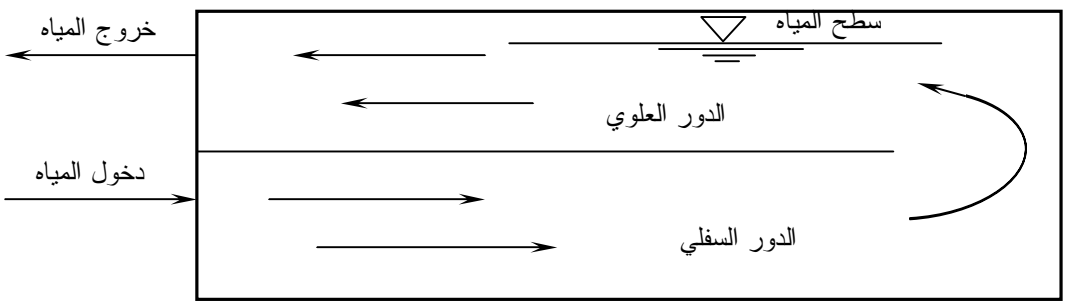


شكل رقم (٥ - ٤)

المروق المستطيل

٢ - المروقات المزدوجة (ذات الدورين)

هي تعديل للأحواض المستطيلة وذلك بوضع حوضين فوق بعضهما وتوفر الأحواض المزدوجة كفاءة مضاعفة فى المساحة السطحية للترسيب ضعف المساحة السطحية للحوض العادى وتصمم الأحواض المزدوجة لتوفير مساحة الأرض كما هو موضح بالشكل رقم (٥-٥) ولكنها غير شائعة الاستعمال نظرا لتكلفة التشغيل والصيانة المرتفعة وفى هذا النوع يتم استخدام أجهزة إزالة الروبة فى كلا الدورين وفى بعض الحالات يجب إيقاف العملية بأكملها عند حدوث مشكلة فى الأجهزة الموجودة فى أي دور من الاثنين.

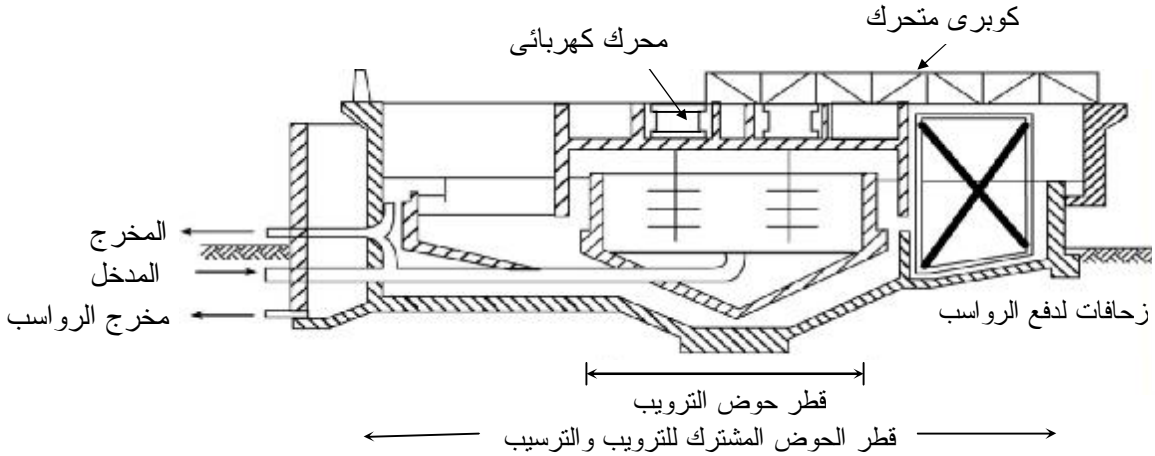


شكل رقم (٥ - ٥)

المروق المزدوج (ذو الدورين)

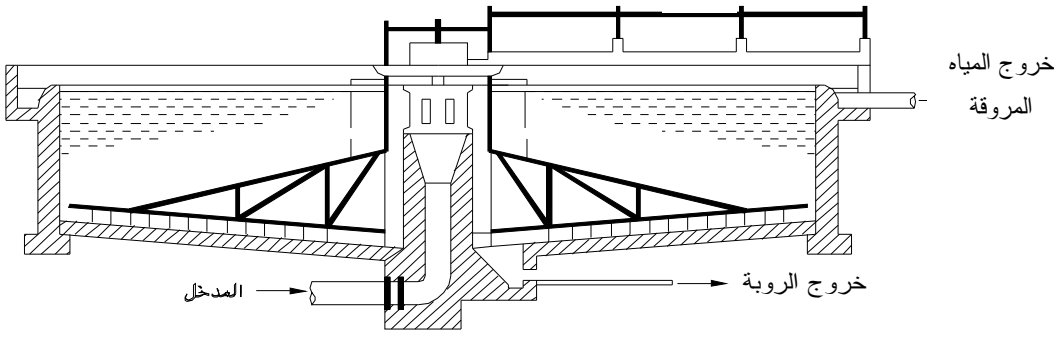
٣ - المروقات الدائرية والمربعة:

تسمى الأحواض الدائرية أو المربعة عادة باسم المروق لأنها تتضمن عمليتي الترويب والترسيب، ويوضح الشكل رقم (٥-٦) أحد أنواع الأحواض الدائرية حيث يشتمل علي عمليتي الترويب والترسيب، وتشترك هذه الأحواض فى بعض مميزات الأداء مثل الأحواض المستطيلة ومع ذلك فهذه الأحواض قد يحدث بها اختصار للمسارات (Short Circuit)، كما توجد بها بعض مشاكل فى إزالة الروبة، وتعتبر إزالة الروبة من الأركان هي إحدى المشاكل الكبرى فى الأحواض المربعة، وتعرف بعض الأحواض الدائرية باسم وحدات تلامس الأجسام الصلبة، ويوضح الشكل رقم (٥-٧) أحد أنواع المروقات الدائرية ذات التصرف القطرى.



شكل رقم (٥-٦)

مروق دائرى مشترك للترويب والترسيب

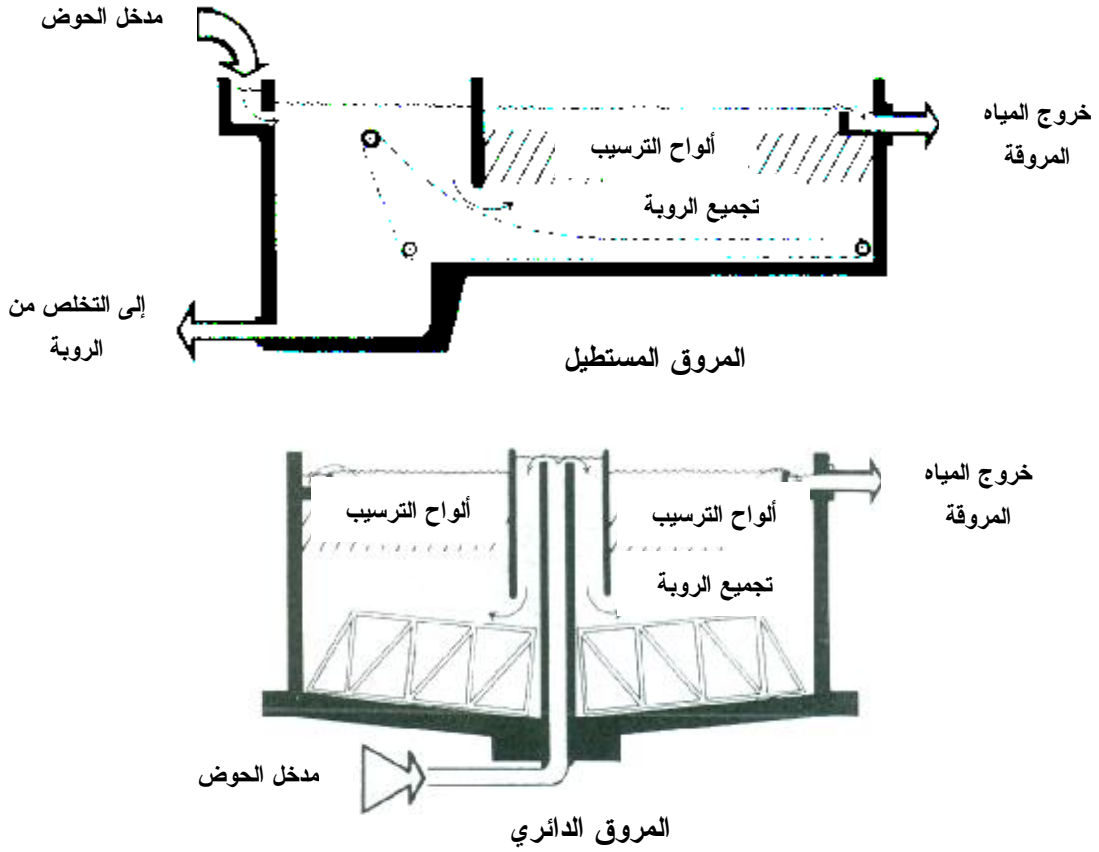


شكل رقم (٥-٧)

مروق دائرى ذو تصرف قطرى

٤ - المروقات ذات المعدل المرتفع:

تم استخدام أنابيب الترسيب ذو المعدل المرتفع لزيادة كفاءة الترسيب فى المروقات المستطيلة وكذلك فى المروقات الدائرية، وتدخل المياه إلى أنابيب الترسيب المائلة حيث يتم توجيهها إلى أعلى بواسطة الأنابيب أو المواسير وتعمل كل ماسورة (أنبوب) كأنها حوض ترسيب ضحل ولكن مجموع هذه الأنابيب مع بعضها تمثل زيادة مرتفعة لمساحة الترسيب السطحية بالنسبة لحجم المياه ويمكن أن تتجمع الجسيمات المترسبة على السطح الداخلي للأنبوب أو تترسب فى قاع المروق ويمكن أيضاً استخدام الألواح المائلة المتوازية لزيادة كفاءة المروقات المستطيلة وتعمل هذه الألواح بطريقة مماثلة لأنابيب الترسيب، كما يوضح الشكل (٥-٨) استخدام ألواح الترسيب في كل من المروقات المستطيلة والدائرية.



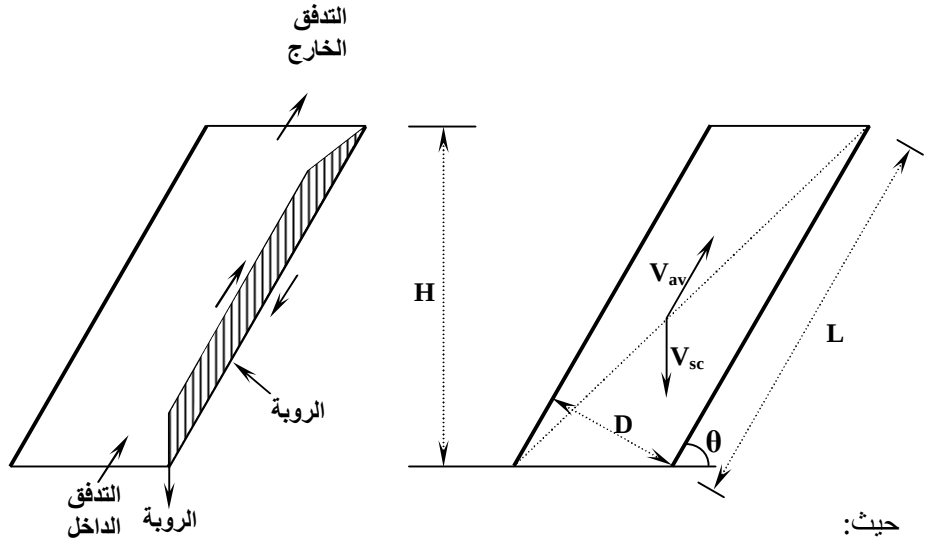
شكل رقم (٥-٨)

مروقات مزودة بألواح ترسيب

وتعتبر وسائل الترسيب ذات المعدل المرتفع من الطرق المفيدة خاصة إذا كانت مساحة الموقع محدودة، وكذلك تستخدم فى الوحدات المدمجة وكذلك فى زيادة قدرات وسعة الأحواض القائمة، وقد تسبب الرياح الشديدة تأثيراً عكسياً على أنابيب الترسيب.

الترسيب بالأنابيب والألواح المائلة

تعتبر أنابيب وألواح الترسيب من التقنيات الحديثة التي انتشر استخدامها بهدف تقليل تكاليف إنشاء أحواض الترسيب وذلك عن طريق تقليل المساحة السطحية المطلوبة لأحواض الترسيب وكذلك زمن المكث وتتميز أنابيب وألواح الترسيب المائلة بأن معدل تدفق المياه بها أعلى بكثير من أحواض الترسيب التقليدية ولذلك تسمى أحيانا بالمرسبات ذات المعدل العالي ويوضح الشكل رقم (٥-٩) الأنواع المختلفة لأنابيب الترسيب، كما يوضح الشكل رقم (٥-١٠) تفاصيل أنابيب الترسيب المائلة.

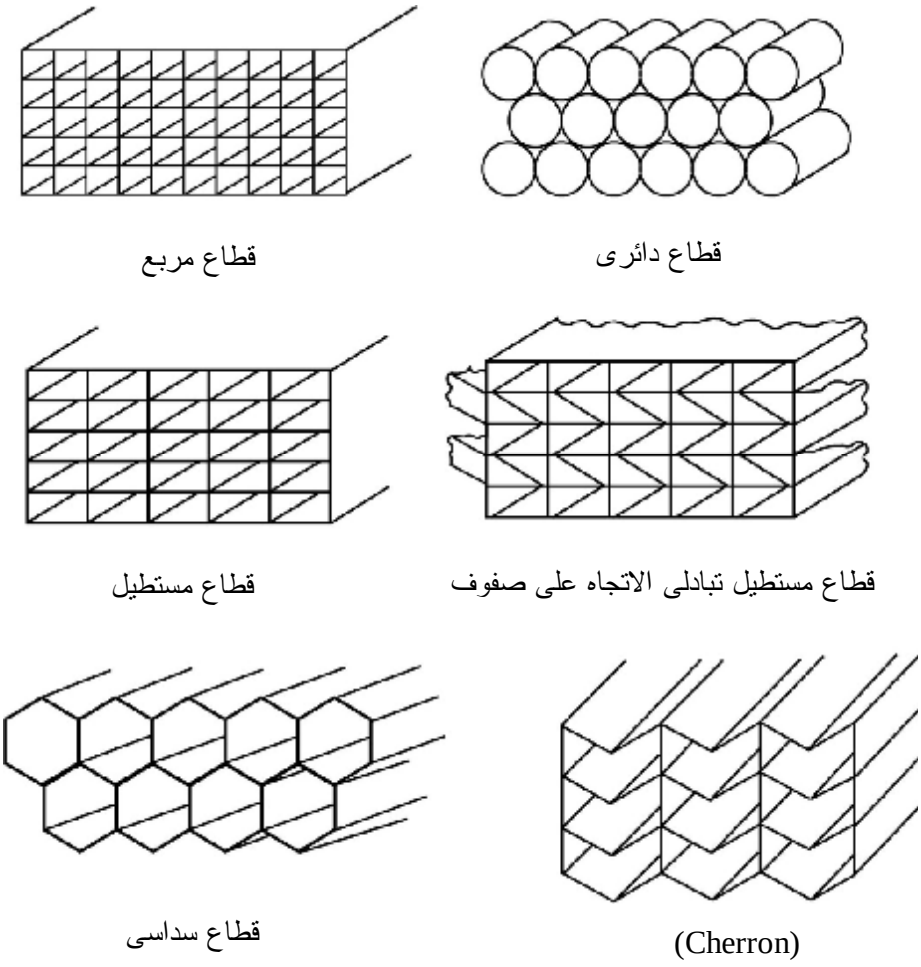


حيث:

V_{av}: متوسط سرعة تدفق المياه

V_{sc}: سرعة ترسيب الجزيئات

شكل رقم (٥-٩)
قطاع فى أنبوب الترسيب



شكل رقم (٥-١٠)

الأنواع المختلفة لأنابيب الترسيب (Tube Settler)

وتمر المياه المراد ترويقها إلى أعلى خلال الأنابيب حيث يتم الترسيب وتتجمع المواد الصلبة في أسفل الأنبوبة وتتراوح زاوية ميل الأنابيب من ٤٥ إلى ٦٠° وهذا الميل كافي ليجعل الروبة المترسبة تنزلق للأسفل إلى قاع المروق حيث يتم إزالتها بواسطة كاسحات الروبة.

ويمكن أن يتخذ مقطع الأنبوب العديد من الأشكال الهندسية المختلفة حيث تصنع الوحدة من مجموعة من الأنابيب توصل مع بعضها وتوضع عادة في الثلث العلوي من المياه في المروقات سواء المستطيلة أو الدائرية وسوف

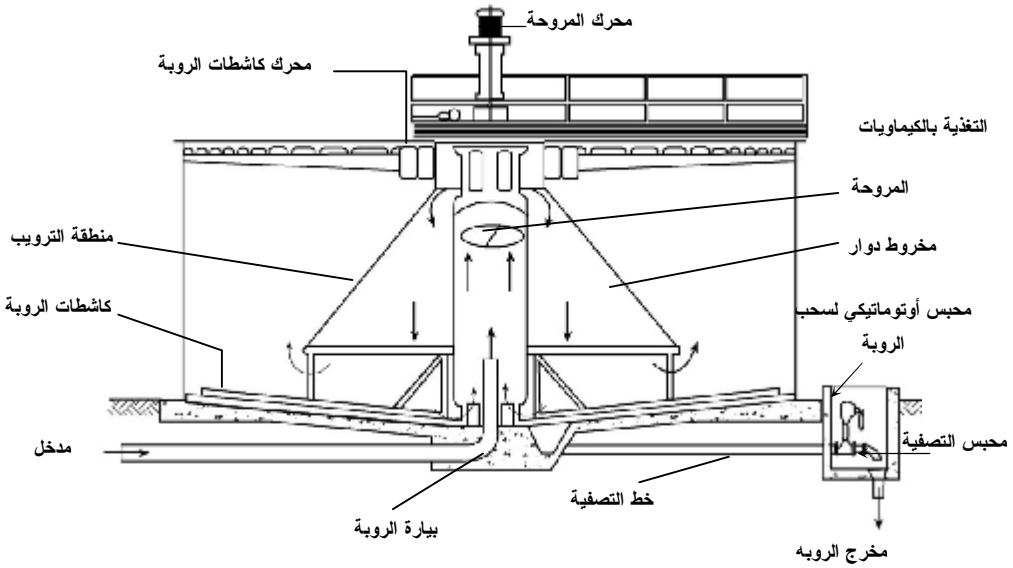
نوضح فيما بعد المعادلات الرياضية المحددة لتصميم هذا النوع من المروقات.
وبصفة عامة فإن استخدام أنابيب الترسيب فى المروقات يزيد من إنتاجيتها بمقدار من ٥٠ – ١٠٠%.

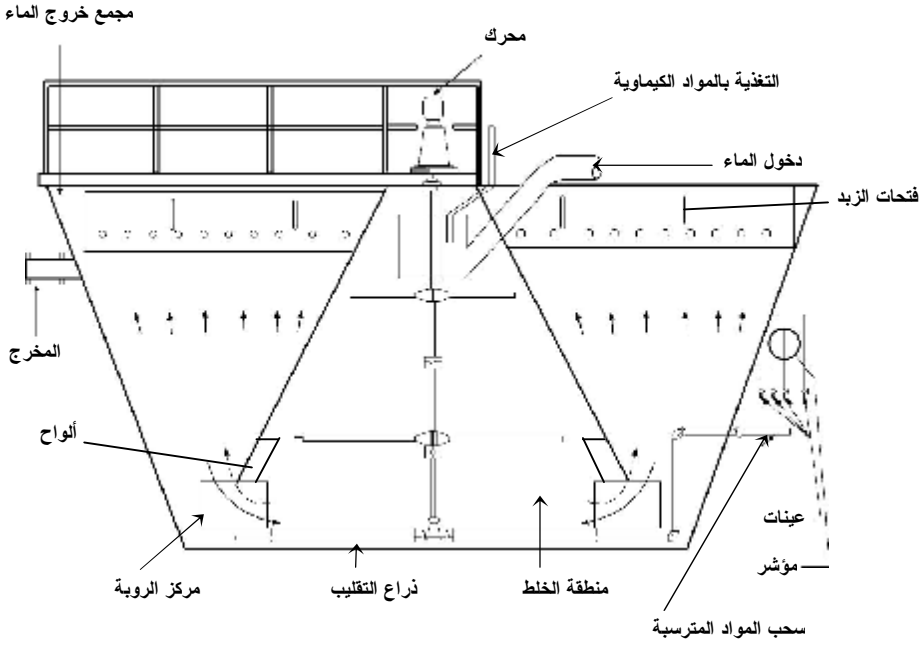
٥ - وحدات تلامس الأجسام الصلبة

وتسمى أيضا مروقات طبقة حصيرة (أو بطانية) (Sludge Blanket) الروبة وقد تم ابتكارها لتحسين عملية إزالة المواد الصلبة بتصميم خاص، وتضم هذه الطريقة عمليات الترويب والتنديف والترسيب في حوض واحد يمكن أن يكون مستطيلاً أو دائريا، وتندفع المياه من أسفل لأعلى عبر حصيرة أو طبقة من الروبة المتشكلة من الأجسام الصلبة المتندفة، ويوضح الشكل رقم (٥-١١) مروقات تلامس الأجسام الصلبة.

ويوجد بهذه الوحدات تجهيزات للتحكم في إزالة الأجسام الصلبة بحيث يظل تركيز المواد الصلبة الموجودة في الحوض عند الحدود المرغوب فيها وينتشر استخدام هذه الطريقة في محطات المياه صغيرة المساحة وكذلك في المناطق ذات الأجواء الباردة التي يتحتم وجود الوحدات داخل مباني، ومع ذلك فيجب الحرص عند تشغيل هذه الوحدات لضمان تكون طبقة منتظمة من الروبة (Sludge Blanket) وأن يتم الحفاظ عليها مع وجود عمليات إزالة الأجسام الصلبة وحصيرة الروبة حساسة للتغيرات في درجة الحرارة، ودائما تحاول تيارات الكثافة الناتجة من تغير الحرارة إتلاف هذه الحصيرة وفقدان هذه الحصيرة سوف يؤثر على أداء المرشحات ومن العوامل الأخرى المؤثرة في التشغيل هو التحكم في الجرعات الكيماوية، مزج الكيماويات، والتحكم في حصيرة الروبة.

وتوفر وحدات تلامس الأجسام الصلبة أداء جيدا في إزالة العكارة بالترسيب وبصفة عامة فإن هذا النوع من المروقات ذو حساسية كبيرة للتغير في درجات الحرارة أو نوعية المياه الواردة.





شكل رقم (٥-١١)

مروقات تلامس الأجسام الصلبة (Sludge Blanket)

زمن المكث بالمروق

هــو الوقــت الفعلي الذى تستغرقه قطرة الماء للمرور خلال حوض الترويق بمعدل تدفق محدد. ويمكن أيضا تعريف زمن المكث بأنه الوقت الذى تستغرقه قطرة الماء للمرور خلال أو البقاء في الحوض بمعدل تصرف محدد، ويمكن حساب زمن المكث بقسمة حجم الحوض على معدل التدفق.

وأحيانا قد يحدث اختلاف لمدة المكث داخل الحوض من مكان لآخر عن زمن المكث التصميمى وذلك بسبب حدوث اختصار في المسارات (دوائر القصــر نحو الهدار - Short Circuits) والذى ينتج عن عدم ضبط أفقية هدار الخروج. (وتعرف دوائر القصر بأنها الإنحراف عن مسار التصــرف المعتــاد خــلال المروقات أو أحواض الترسيب والوصول إلى مكان الخروج من المروق فــى زمن أقل من الزمن اللازم طبقا لتصميم المروق).

إذا كانت كمية المياه المطلوبة (الاحتياج المائي) أكبر من معــدل التصــرف التصميمى مما يتسبب فى زيادة معدل سحب المياه وبالتالى يقل زمن المكــث الفعلى عن زمن المكث التصميمى فيجب في هذه الحالة إجراء اختبار الكأس، لإعادة ضبط الجرعات الكيماوية وتحديد الجرعة المطلوبة فى هذه الحالة.

المعادلات التصميمية

لحساب زمن المكث في حوض الترسيب، فإنه يجب معرفة حجــم الحــوض ومعدل التدفق، ويمكن حساب حجم الحوض بمعرفة أبعاده ويمكن الحصــول على أبعاد الحوض من الرسومات الهندسية للمحطة وفــي هــذه الرســومات يتحدد الطول والعرض والعمق للأحواض المستطيلة أو القطر والعمق بالنسبة للمروقات الدائرية ويمكن معرفة معدل التدفق من قياســات التــدفق أو مــن سجلات التدفق.

ويتم حساب زمن المكث بقسمة التدفق ($م^3$ في اليوم) علــى حجــم الحــوض بالمتر المكعب ولتحويل هذا الزمن من يوم إلى ساعة يتم ضربه × ٢٤.

بالنسبة للحوض المستطيل:

حجم الحوض = الطول × العرض × العمق

وبالنسبة للحوض الدائري فإن حجم الحوض = ٠,٧٨٥ × (القطر)^{٢} × العمق

ولحساب زمن المكث نظريا:

$$\text{زمن المكث} = \frac{\text{حجم الحوض م}^{٣} \times ٢٤ \text{ س/ يوم}}{\text{التدفق م}^{٣}\text{/ يوم}}$$

$$\text{أما معدل التحميل السطحى (م}^{٣}\text{/م}^{٢}\text{/يوم)} = \frac{\text{معدل التدفق م}^{٣}\text{/ يوم}}{\text{المساحة السطحية للحوض (م}^{٢}\text{)}}$$

المساحة السطحية للحوض الدائرى = ٠,٧٨٥ × (القطر)^{٢}

المساحة السطحية للحوض المستطيل = الطول × العرض

الأسس التصميمية طبقًا للكود المصرى لتصميم محطات تنقية مياه الشرب

بالنسبة لمنطقة الترويب	
مدة المكث	من ٢٠ – ٤٠ دقيقة
عمق المياه	من ٢ – ٣ متر
السرعة المحيطية للتقليب الميكانيكى	فى حدود ٠,٣ م / ث
سعة حيز الترويب	١٥ – ٢٥% من السعة الكلية
بالنسبة لمنطقة الترسيب	
قطر الحوض	لا يزيد عن ٤٠,٠ متر
مدة المكث	من ٢ – ٣ ساعة
معدل التحميل السطحى	٢٠ – ٤٥ م^{٣} /م^{٢} / يوم
معدل التحميل على الهدار	من ٢٠٠ – ٣٠٠ م^{٣}/ م / يوم
السرعة القطرية	لا تزيد عن ٣٠ سم / دقيقة
ميل القاع من ٢ – ٤% فى اتجاه حيز تجميع الرواسب	
قطر ماسورة خروج الرواسب لا يقل عن ١٥٠ مم ويجب خروج الرواسب بمعدل منتظم	
سرعة المياه فى المواسير الخارجة	يتراوح بين ٠,٥ – ٠,٧ م/ث

ويمكن توقع إمكانية حدوث أى مشاكل بواسطة حساب زمن المكث وبمقارنة معدل التدفق الفعلى في المحطة بمعدل التدفق التصميمي فإذا اقترب معدل

التدفق الفعلي من المعدل التصميمي أو زاد عنه فهناك احتمال كبير للوقوع في مشاكل، وأيضا، يجب تقليل التدفق إذا وقعت مشاكل عند انخفاض درجة حرارة الماء وكلما انخفضت درجة حرارة الجو كلما احتاجت الجسيمات وقتا أطول لترسب ولإتاحة الوقت المطلوب فإنه يجب تقليل معدل التدفق، وإذا كانت كمية المياه المطلوبة (الاحتياج المائي) لا تسمح بتقليل معدل التدفق فيجب في هذه الحالة إجراء اختبار الكأس، وإعادة ضبط الجرعات الكيماوية لتعويض تأثير فرق درجات الحرارة.

ويجب على المشغل التحكم في عملية الترسيب من خلال ضبط الكيماويات ومعدل التغذية بالكيماويات حيث أنها الوسيلة الرئيسية التي يمكن أن يتحكم بها في كفاءة عمليات التنقية بالمحطة.

حسابات الترسيب باستخدام الأنابيب المائلة

افترض تساوى الزمن المطلوب للجزىء ليقطع المسافة من نقطة (a) إلى نقطة (b) مع الزمن المطلوب لنفس الجزىء ليترسب من النقطة (b) إلى النقطة (c) ويمكن إجراء حسابات الترسيب من خلال معادلة Tao (1970) حيث استنتج المعادلة التالية:

$$\frac{V_{av} - V_{sc} \sin\theta}{L} = \frac{V_{sc} \cos\theta}{D}$$

$$\therefore L = \frac{D\,(V_{av} - V_{sc}\,\mathrm{Sin}\,\theta)}{V_{sc}\,\mathrm{Cos}\,\theta}$$

حيث:

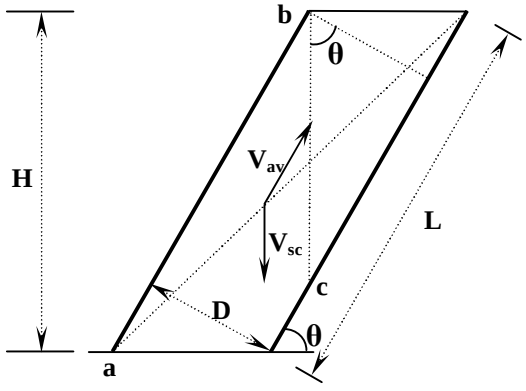
V_{av}: متوسط سرعة التدفق

V_{sc}: سرعة الترسيب

θ: زاوية ميل الأنبوب على الأفقى

L: طول الأنبوب

D: قطر الأنبوب



حسابات الترسيب في مروقات تلامس الأجسام الصلبة:

لنجاح تشغيل مروقات تلامس الأجسام الصلبة يجب إجراء بعض الحسابات البسيطة فاختبار الحجم على الحجم يعتبر كمؤشر على درجة (كفاءة) ترسيب الروبة أو الطمي في بطانية الروبة. ويعتبر زمن المكث في منطقة التفاعل من العوامل الهامة لضمان وجود زمن كافي للخلط وكذلك للتفاعل (الترويب).

يتطلب اختبار الحجم على الحجم (V/V) تجميع ١٠٠ مللي لتر من الروبة من وحدة الترسيب ووضعها في مخبار مدرج حجم ١٠٠ مللي لتر وتترك لمدة ١٠ دقائق ثم يتم قياس وتسجيل كمية الطمي (الروبة) المترسبة في قاع المخبار

$$\text{ح/ح\%} = \frac{\text{الطمي المترسب مللي لتر} \times ١٠٠\ \%}{\text{الحجم الكلي مللي لتر}}$$

ويتم حساب زمن المكث في وحدة تلامس الأجسام الصلبة بنفس طريقة حساب زمن المكث في أي حوض ترسيب فيتم قسمة التصرف على حجم منطقة التفاعل ويمكن إجراء بعض التعديلات قبل ضرب الناتج في ٦٠ لحساب زمن المكث في الدقيقة بدلا من الساعة.

$$\text{زمن المكث بالدقيقة} = \frac{\text{حجم منطقة التفاعل م}^{٣} \times ٢٤\ \text{س/ يوم} \times ٦٠\ \text{د/ س}}{\text{التصرف م}^{٣}\text{/ يوم}}$$

وإذا كانت درجة قلوية الماء منخفضة وكانت الشبة تستخدم كمروب فإنه يجب في هذه الحالة إضافة الجير لضبط القلوية اللازمة حتى تعمل الشبة بكفاءة.

مثال:

يبلغ قطر منطقة التفاعل في مروق تلامس أجسام صلبة ٣٣٠ سم والارتفاع ١٢٠ سم، مطلوب تحديد زمن المكث بالدقيقة إذا كان معدل التصرف هو ٧٥٠٠ م^{٣}/ يوم.

حجم منطقة التفاعل = ٠,٧٨٥ × ق^{٢} × ع

= ٠,٧٨٥ × (٣,٣٠)^{٢} × (١,٢)^{٢}

= ١٢,٣ م^{٣}

زمن المكث = $\frac{\text{حجم منطقة التفاعل} \times ٢٤ \text{ ساعة} \times ٦٠ \text{ دقيقة}}{\text{التصرف م}^{٣}\text{/ يوم}}$

= $\frac{١٢,٣ \times ٢٤ \times ٦٠}{٧٥٠٠}$

= ٢,٣٦ دقيقة

تداول الروبة

خواص الروبة:

الروبة الناتجة من محطات التنقية هى عادة روبة ناتجة من الندف التى تم ترسيبها بفعل الشبة، وتركيز المواد الصلبة بها يتراوح من ٠,٢٥ إلى ١٠ % عند إزالتها من الحوض، وفى حالة إزالة الروبة بالانحدار يجب ألا يزيد تركيز المواد الصلبة عن ٣ % اما إذا كان يتم ضخها بطلمبة فيمكن زيادة التركيز إلى ١٠ %.

عند استخدام المروقات ذات التصرف الأفقى ومسبوق بعمليات ترويب وتنديف نلاحظ ان ٥٠ % من الندف تترسب فى الثلث الأول من الحوض ويجب أخذ ذلك فى الاعتبار عند تحديد مدى تكرارية إزالة الروبة كذلك يجب مراعاة كمية وحجم الروبة المراد إزالتها وكذلك السعة المتاحة فى الحوض لتخزين الروبة.

نظام إزالة الروبة:

يجب إزالة الروبة المترسبة فى قاع حوض الترسيب دوريا للأسباب التالية:

١. لمنع تداخل الروبة فى عملية الترسيب (مثل عودة التعلق مرة أخرى).
٢. لمنع الروبة من التعفن أو ان تكون بيئة لنمو الكائنات الدقيقة التى تسبب تغير فى طعم أو رائحة للماء.
٣. لمنع انخفاض مساحة مقطع الحوض وبالتالى انخفاض مدة المكث.

إجراءات التشغيل يمكن تقييم الأداء فى المروقات المستطيلة والدائرية من خلال ملاحظة مدى بعد تواجد الندف عن مدخل الحوض، فإذا كانت الندف يمكن رؤيتها على مسافة قريبة من المدخل فإن هذا يعنى أن عملية الترسيب جيدة ، أما إذا تم ملاحظة وجود الندف على مسافات أبعد فإن هذا يعنى أن عملية الترسيب سيئة. (رؤية الندف من مسافة قريبة من المدخل تعنى أن الندف قد تكونت بشكل متماسك فى مسافة صغيرة من المدخل نتيجة كفاءة عملية الترويب والتنديف والخلط السريع الصحيح).

فى أحواض تلامس الأجسام الصلبة يمكن عادة الحكم على كفاءة الترسيب بواسطة عمق طبقة الروبة وكثافتها (تقاس بوحدات ملجم من الأجسام الصلبة لكل لتر مياه) فإذا كانت كثافة طبقة الروبة عادية ولكنها قريبة من السطح فيجب إزالة كمية أكبر من الروبة، أما إذا كانت كثافة الروبة خفيفة فيجب إعادة ضبط جرعة المروبات لتحسين الأداء.

بصفة عامة فإنه يجب ملاحظة المياه الخارجة من المروق أثناء مرورها فوق الهدار وحركة الندف والمسارات المختصرة وطبقة الروبة (حصيرة الروبة وتسمى فى بعض الأحيان بطانية الروبة) وكذلك فإن تغير شفافية المياه الخارجة تعبر عن كفاءة عملية الترويب والتنديف.

كما يجب فحص المعدات بانتظام لضمان الأداء الجيد، كذلك يجب التحقق من التشغيل السليم لمعدات إزالة الروبة كلما تم استخدامها حيث أن نظام صرف الروبة معرض دائماً للإنسداد، ويمكن مراقبة وملاحظة مخرج الروبة أثناء عملية ضخ الروبة إذا كانت ماسورة صرف الروبة تنسد باستمرار فهذا معناه أن تركيز الروبة أعلى من المعدل الصحيح وفى هذه الحالة يجب زيادة معدل سحب الروبة.

ويوضح الجدول رقم (٥-٣) ملخص للإجراءات المتابعة فى عملية الترسيب.

جدول رقم (٥-٣)

ملخص إجراءات متابعة عملية الترسيب

العوامل	الموقع	التكرارية	الإجراءات التى يمكن اتخاذها
١- ملاحظة جودة المياه			
* العكارة * درجة الحرارة * الأس الهيدروجينى * الكلور المتبقى	* المياه الداخلة والخارجة * المياه الداخلة	* مرة كل ساعتين على الأقل * على فترات	١. زيادة معدل تكرار أخذ العينات عند تغير نوعية المياه ٢. إجراء اختبار الكأس ٣. إجراء التغييرات اللازمة: - تغيير المادة المروبة - ضبط جرعة المروبات - بطء شدة الخلط والمزج - زيادة معدل إزالة الروبة ٤. التأكد من التجاوب السريع مع المتغيرات
٢- الملاحظة البصرية			
* خصائص ترسيب الندف * توزيع الندف * عكارة (شفافية) المياه المروقة	* النصف الأول من حوض الترسيب * مدخل الحوض * هدار الخروج أو قناة المياه المروقة	* مرة فى الوردية على الأقل (كل ٨ ساعات) * مرة على الأقل فى الوردية * مرة فى الوردية على الأقل (كل ٨ ساعات)	١. إجراء اختبار الكأس عند اللزوم ٢. إجراء التغييرات اللازمة: * تغيير المادة المروبة * ضبط جرعة المروبات * ضبط شدة الخلط والمزج * زيادة معدل إزالة الروبة ٣. التأكد من التجاوب السريع مع المتغيرات
٣- فحص حالة معدات إزالة الروبة			
* الضوضاء * الاهتزازات	* أماكن متعددة * أماكن متعددة	* مرة على الأقل فى الوردية * مرة على الأقل فى الوردية (كل ٨ ساعات)	١- أصلح الأعطال البسيطة ٢- أبلغ فريق الصيانة فى حالة الأعطال الكبيرة

تابع جدول رقم (٥-٣)

ملخص إجراءات متابعة عملية الترسيب

العوامل	الموقع	التكرارية	الإجراءات التى يمكن اتخاذها
٤- تشغيل معدات إزالة الروبة			
* التتابع العادى لإجراءات التشغيل * ملاحظة حالة وطبيعة الروبة المزالة	* حوض الترسيب * حوض الترسيب	تعتمد على حالة العمليات (يمكن أن تتغير من مرة فى اليوم إلى مرة كل عدة أيام)	١- تغيير تكرارية العمليات فى الحالات التالية: * إذا كانت الروبة بها كمية كبيرة من المياه، قلل مرات التشغيل ومعدل الضخ * إذا كانت الروبة مكثفة جدا (ثقيلة) أو انسداد فى خط الطرد، زد من معدل التشغيل والضخ * إذا كانت الروبة متعفنة، زد من مرات التشغيل أو معدل الضخ.
٥- التفتيش على الوحدات			
* فحص أحواض الترسيب	* أماكن متعددة	* مرة كل ساعتين	١- أبلغ عن الحالات الغير طبيعية ٢- قم بتعديل التدفق ٣- نظف وأزل أى شوائب على سطح المياه
* فحص منسوب المياه وعمق المياه المنسابة فوق الهدار	* أماكن متعددة	* مرة كل وردية (كل ٨ ساعات)	
* ملاحظة سطح المياه بالحوض	* أماكن متعددة	* مرة كل وردية (كل ٨ ساعات)	
* فحص وجود الطحالب على حوائط الحوض والهدار	* أماكن متعددة	* على فترات	

إجـــــراءات بدء التشغيل والإيقاف

إن إيقاف وتشغيل المروق ليس من العمليات المتكررة أو الروتينية فى محطات المياه التى تعمل بصفة مستمرة، وترتبط إجراءات تشغيل المروقـــات عـــادة بأعمال الصيانة والتطهير أو عند إيقاف المحطة بأكملها، وفى بعض الأحيان يتحتم الإيقاف عند وجود مشكلة خطيرة فى التشغيل.

إجراءات بدء التشغيل

١. **افحص حالة وطريقة تشغيل المعدات (يدوى/أتوماتيكى) التالية:**
   - محبس تفريغ الحوض وتأكد أنه مغلق.
   - فتح بوابات إيقاف دخول المياه التى تستخدم لعزل الحوض.
   - ضبط الهدارات ومجرى خروج المياه على منسوب أفقى واحد.

٢. **افحص معدات إزالة الروبة:**
   - تأكد أنه قد تم تشحيم المعدات الميكانيكية وأنها جاهزة للتشغيل.
   - لاحظ عمل معدات إزالة الروبة بعد التشغيل.

٣. **املأ المروق بالمياه:**
   - لاحظ أن يكون عمق المياه مضبوطاً.
   - أزل أى شوائب تكون طافية على سطح المياه.

٤. **ابدأ تشغيل طلمبة العينات:** أترك وقت كاف لتنظيف المواسير قبل بدء أخذ العينات.

٥. **ابدء في إجراء تحاليل جودة المياه:** أضبط تشغيل العمليات عند اللزوم

٦. **شغل معدات إزالة الروبة:** تأكد أن جميـــع المحـــابس فـــى الوضـــع الصحيح (مغلق أو مفتوح).

إجراءات الإيقاف

عند القيام بإيقاف المروق يجب اتباع الإجراءات التالية:

١. إيقاف تدفق المياه إلى الحوض، أغلق بوابات عزل الحوض.

٢. إيقاف عمل طلمبة العينات.
٣. إيقاف معدات إزالة الروبة، حيث يتم:
   - إيقاف المعدات الميكانيكية وفصل التيار عنها.
   - التأكد من ان جميع المحابس فى الوضع السليم (مغلق أو مفتوح).
٤. أفصل مفاتيح ولوحات الكهرباء.
٥. تفريغ المياه من الحوض إذا لزم الأمر وذلك بفتح محبس التفريغ (التصفية).
٦. قم بتشحيم جميع نقط التشحيم والعجلات والأجزاء الميكانيكية المتحركة التى كانت مغمورة بالمياه بعد تفريغ المياه مباشرة وذلك لمنع التحام الأجزاء ببعضها (قفش) مما قد يتطلب جهد كبير لإعادة فكها عند التشغيل.

الفصل السادس

الترشيح

الفصل السادس

الترشيح

أهداف الأداء (التعلم)

بانتهاء التدريب على أعمال هذا الفصل ينبغى أن يكون المتدرب قادرا علـــى أن:

- يشرح عملية ترشيح المياه المروقة والغرض منها والمواد المستخدمة في إزالة المكونات المطلوب إزالتها.
- يشرح النظريات والأسس التي تفسر عملية الترشيح ومـــا يـــتم خلالهـــا ويفرق بين عمليتي الحجز والإمتزاز في الترشيح.
- يذكر مواصفات الرمال المستخدمة في مرشحات المياه والحجـــم الفعـــال للرمل ومعامل الانتظام وأثرها على عملية الترشيح.
- يصنف أنواع المرشحات وتقسيمها طبقاً لسرعة الترشيح وطبقة الترشيح وطبقاً لاتجاه الترشيح وأكثرها استخداما.
- يصف أجزاء المرشحات الرملية البطيئة والســـريعة ومكوناتهـــا ويبـــين خطوات استخدام هذه المرشحات على رسم تخطيطي.
- يصنف المكونات الأساسية فـــي المرشـــح وشـــبكة الصـــرف الســـفلية والبلاطات ذات الفواني وأنواع الفواني والمصافي.
- يذكر أجهزة التحكم المستخدمة في المرشح ووظيفة كل منها للقيـــاس أو التحكم في التدفق في مختلف المكونات.
- يشرح كيفية تشغيل المرشح بخطوات مرتبة والغرض من كـــل خطـــوة ومقارنة ذلك في أنواع المرشحات المختلفة وبيان ذلك عملياً.
- يعقد مقارنة بين المرشحات الرملية البطيئة والسريعة والضغط ومكونات كل منها وخواصها وأوساط الترشيح.

- يحدد المتطلبات المختلفة لأعمال الترشيح التى يجب توفرها لكل نوع من أنواع المرشحات.
- يحسب تقديريا كمية الروبة الناتجة من المروقات وتلك الناتجة من أعمال الترشيح وإجمالى روبة محطات التنقية.

مقدمـــة

عملية الترشيح (Filtration) هى مرور المياه المروقة خلال مادة مسامية لإزالة ما بقى بها من مواد عالقة وغروية، وأكثر المواد المستخدمة فى عملية الترشيح هو الرمل نظرا لرخص الثمن وقدرته على إزالة المواد العالقة. واذا تم استعمال رمل ذو حبيبات ذات حجم مناسب، وتم مرور المياه بالسرعة المناسبة فإنه يمكن إزالة المواد العالقة والمواد الغروية سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وكذلك البكتريا والمواد العالقة الرفيعة جدا التى تسبب عادة تلوث الماء. وبعض الجزيئات التى يحجزها الرمل يكون حجمها متناهي فى الصغر لدرجة أنها لا ترى تحت الميكروسكوب وهى وإن كان حجمها أصغر بكثير من الفراغ الموجود بين حبيبات الرمل إلا أنه يتم حجزها من المرور بواسطة الطبقة الجيلاتينية التى تتكون على سطح الرمل من المواد العضوية والغروية والتى تعرف بالطبقة الهلامية الرقيقة (film).

هناك نوعان للمرشحات من ناحية أسلوب الترشيح فالمرشحات المسبوقة بعمليات الترويب والتنديف والترسيب تعرف بالمرشحات التقليدية أما في حالة الترشيح المباشر فيتم الاستغناء عن عملية الترسيب، أما عمليتي التنديف والترويب فقد تتواجدان في حيز أقل أو تكونان مع دخول المياه إلى المرشحات. ويوضح الشكل رقم (٦-١) ترتيب عملية الترشيح داخل منظومة تنقية مياه الشرب.

ويمكن تفسير ما يحدث فى عملية الترشيح طبقا للنظريات والأسس الآتية:

- التصاق بعض المواد العالقة بسطح حبيبات الرمل، وتسمى عملية "امتزاز Adsorption"، ويساعد على ذلك الخواص الهلامية للمواد العالقة عند استخدام المواد المروبة. وكذلك المسارات المتعرجة للمياه خلال طبقات الرمل.
- ترسيب بعض المواد العالقة فى الفراغات بين حبيبات الرمال، والتى تعمل كمصفاة تحجز المواد العالقة ذات الأحجام الكبيرة نسبياً وهى عملية ميكانيكية.

عملية تنقية المياه

المصافي: يتم فيها إزالة الأوراق والقش والأسماك وأي أجسام كبيرة.

كلور مبدئي: يقوم بقتل معظم الكائنات الحية التي تسبب الأمراض ويساعد على التحكم في المواد التي تسبب الطعم والرائحة.

مواد كيماوية: تسبب تجمع الأجسام الدقيقة مع بعضها مكونة أجسام أكبر.

مزج سريع: خلط ومزج المياه الخام (العكرة) المحتوية على جسيمات صغيرة لا تترسب أو تترشح بالمواد الكيماوية.

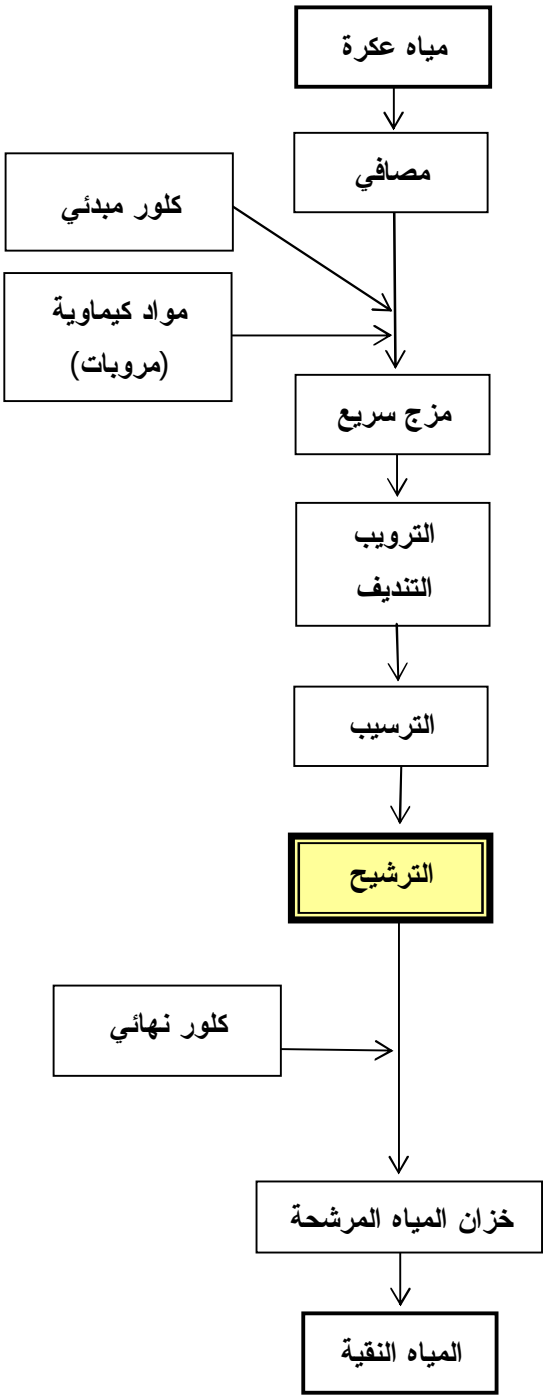
الترويب/ التنديف: تجميع الجسيمات الدقيقة والخفيفة مع تعضها لتكوين جسيمات أكبر (ندف) ليساعد على الترسيب والترشيح.

الترسيب: ترسيب المواد العالقة الأكبر حجما والأثقل وزناً.

الترشيح: حجز وترشيح أي مواد عالقة متبقية.

كلور نهائي: يقتل كل الميكروبات والكائنات المسببة للأمراض يتبقى كمية من الكلور فى الماء لتطهير شبكة التوزيع وتسمى بالكلور المتبقي.

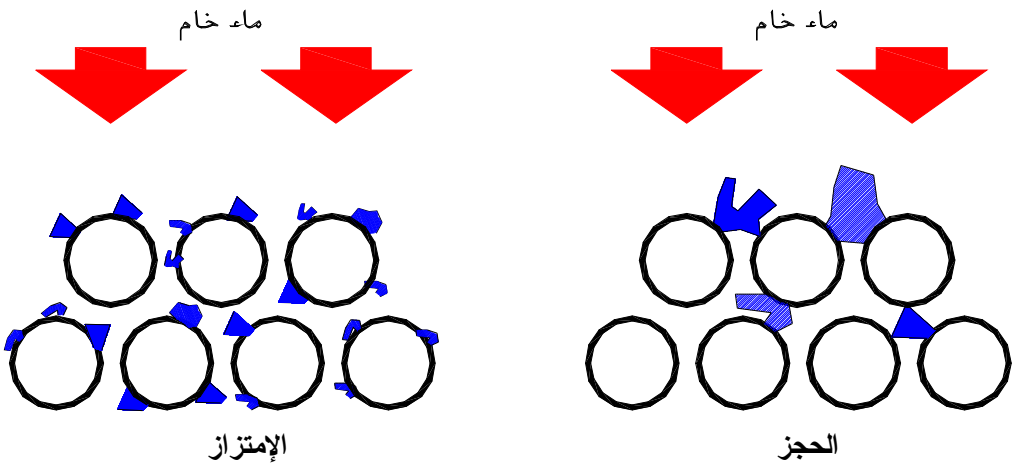
خزان المياه المرشحة: يسمح بزمن التلامس مع الكلور للتطهير ويخزن المياه لأوقات الذروة.



شكل رقم (٦ - ١)

مراحل عملية تنقية المياه

ويبين الشكل رقم (٦-٢) الفرق بين عمليتى الحجز والامتزاز.



شكل رقم (٦-٢)
الفرق بين عمليتى الحجز والامتزاز

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

أهمية عملية الترشيح

ترجع أهمية عملية الترشيح إلى ضرورة إزالة العكارة من المياه التى تتسبب فيما يلى:

١. تقليل قدرة المواد المطهرة (الكلور) في قتل الكائنات المسببة للأمراض.
٢. زيادة استهلاك الكلور المضاف بحيث يصبح من الصعوبة وجود كمية كافيـــة من الكلور المتبقي في الشبكة.
٣. تتداخل مع الفحص البكتريولوجي للمياه.
٤. تمنع الإزالة التامة لمسببات الطعم والرائحة.

أنواع المرشحات

تنقسم المرشحات طبقاً إلى ما يلي:

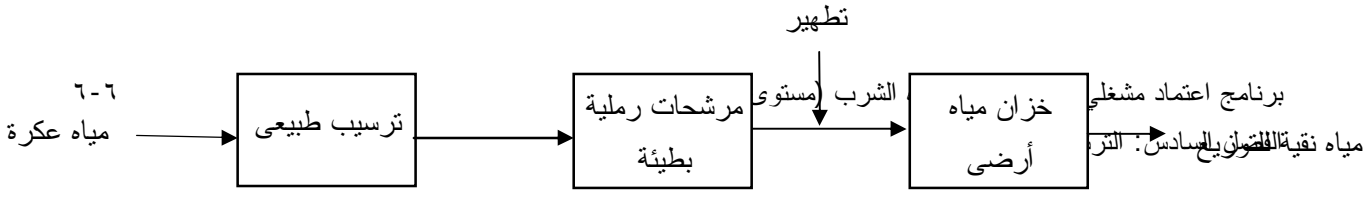
* سرعة الترشيح: فهناك المرشحات البطيئة والمرشحات السريعة.
* نوع الوسط الترشيحي: فهناك مرشحات الرمل أو الفحم (الانثراسيت) أو الاثنين معا، وهناك المرشحات ذات طبقة الترشيح الواحدة أو متعددة الطبقات.
* إتجاه الترشيح: فهناك المرشحات التى يتم الترشيح فيها من أعلى إلى أسفل وهو النوع الشائع، أو من أسفل إلى أعلى، وقد يكون الترشيح بالجاذبية أو تحت ضغط. ويمكن أيضا استخدام الكربون المنشط مع الوسط الترشيحي المذكور لإزالة الطعم والرائحة والمواد العضوية بالمياه وذلك في حالات خاصة.

المرشحات الرملية البطيئـــــــة

يعتبر مرشح الرمل البطئ (Slow Sand Filter) من أوائل أنواع المرشحات إلا أن الاعتماد عليه قد قل حاليا نظرا لبطئه الشديد واحتياجه إلى مساحة كبيرة من الأرض مما يجعل تكلفه عالية، فضلا على عدم صلاحيته فى البلاد الحارة حيث تنمو عليه الطحالب بكثرة ويقتصر استعماله على ترشيح المياه ذات العكارة المنخفضة بعد مرحلة الترسيب الطبيعى ويترواح معدل الترشيح في هذا النوع من المرشحات من ٣-٥ م^{٣}/ م^{٢}/ يوم.

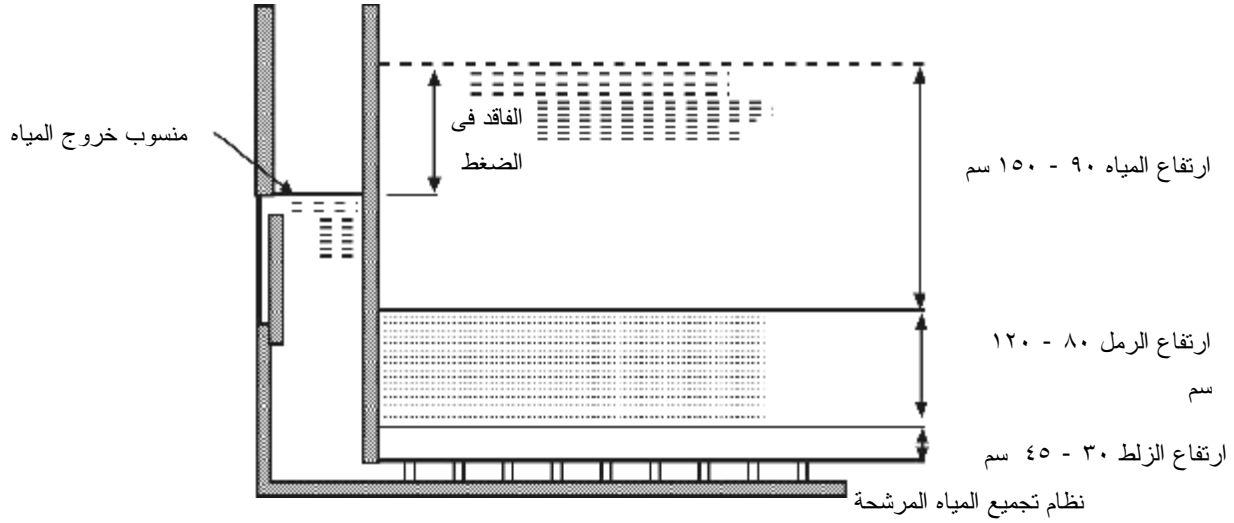
ويوضح الشكل رقم (٦-٣) رسم تخطيطي لخطوات التنقية باستخدام المرشحات الرملية البطيئة، كما يوضح الشكل رقم (٦-٤) رسم توضيحي لمكونات المرشح البطئ.

ويتكون المرشح غالبا من طبقات زلط ورمل، ويكون تجميع المياه المرشحة بواسطة مواسير فخار أو مواسير خرسانية، مثقبـــه تكـــون المســـافة بينها ٣ - ٦ متر، توضع أسفل المرشح أو خلال طبقة الزلط.



شكل رقم (٦-٣)

رسم تخطيطى لخطوات التنقية باستخدام المرشحات البطيئة



شكل رقم (٦-٤)

رسم توضيحى للمرشح الرملى البطيء

وفى بداية تشغيل المرشح يكون الفاقد فى الضغط نتيجة مرور المياه فى طبقات الرمل والزلط حوالى ١٠ – ٢٠ سم ويستمر تشغيل المرشح حتى يصل الفاقد فى الضغط إلى حوالى ١ متر، ويكون ذلك بعد مدة ترشيح من ٢ – ٤ شهور ويلزم بعدها كشط الطبقة العليا من الرمل بسمك حوالى من ٢ – ٥ سم ثم يعاد تشغيل المرشح بفترة تحضير حوالى ١ – ٢ يوم تبدأ بعدها فترة الترشيح التى تستمر ٢ – ٤ شهور وهكذا.

والمرشح الرملى البطئ يعطى كفاءة أفضل من المرشحات السريعة الحديثة إلا أنه يحتاج إلى مساحات أكبر قد تزيد ٣٠ مرة عن مساحات المرشحات السريعة الحديثة وكذا أعمال إنشائية كثيرة ومكلفة، ولذلك يتم استخدامه فى التصرفات الصغيرة فقط.

وتتميز المرشحات الرملية البطيئة بما يلى:

- بساطة التصميم والتشغيل وعدم الحاجة إلى مهارة فنية عالية.
- انخفاض استهلاك الطاقة لعدم الحاجة إلى أعمال غسيل يومية.
- عدم الحاجة إلى وصلات ومعدات معقدة فى التشغيل.
- استيعاب التغير فى خصائص المياه، حيث أن معدل الترشيح صغير جدا بالنسبة للمرشحات السريعة.
- توفير كمية كبيرة من المياه المرشحة لعدم إجراء عملية الغسيل اليومية.
- عدم وجود مشكلة في لتخلص من مياه الغسيل الملوثة، حيث أن عملية تنظيف المرشحات البطيئة تتم كل بضعة شهور، دون استخدام مياه غسيل يومية.

ونظرا لهذه المميزات، فإنه يمكن استخدام المرشحات البطيئة عند توافر الأراضي بمساحات كافية وبالذات فى الأماكن المنعزلة والمناطق الصحراوية حيث لا تتوفر العمالة الفنية المدربة، وفى هذه الحالات يمكن استخدام المرشحات الرملية البطيئة، (يتراوح معدل الترشيح من ٣-٥ م^{٣}/م^{٢}/ يوم طبقا لمتطلبات التصميم بالكود المصرى لمحطات تنقية مياه الشرب).

المرشحات الرملية السـريعة

وتسمى المرشحات الرملية السريعة (Rapid Sand Filters) بالمرشحات الميكانيكية أيضا. وهى الأكثر استخداماً فى محطات تنقية المياه بمصر، ويتميز هذا النوع بما يلى:

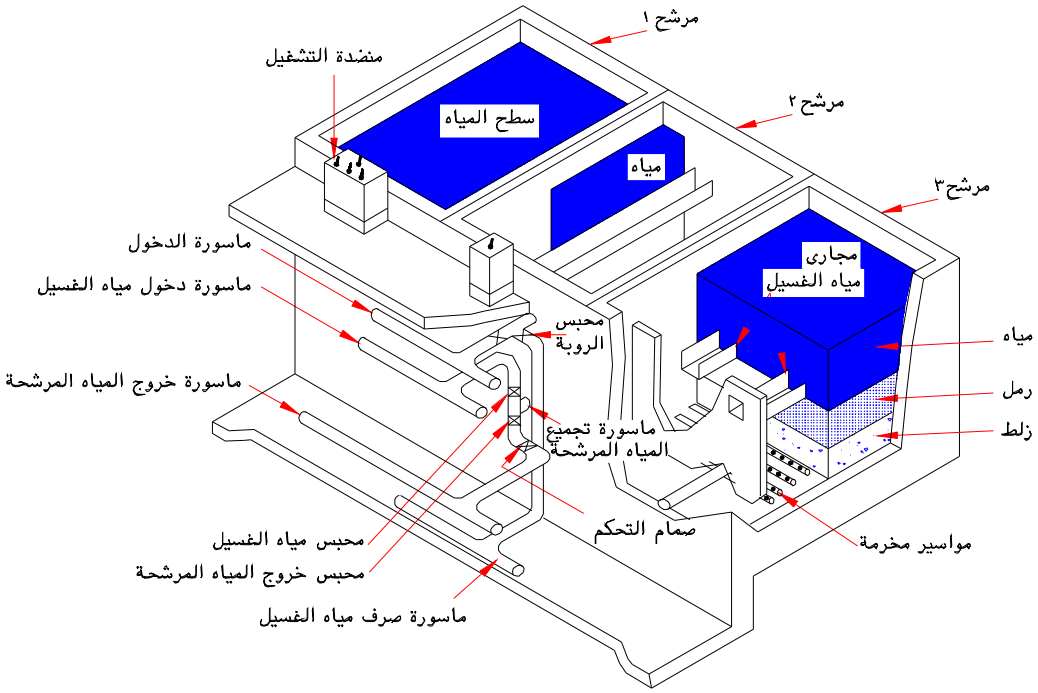
- معدل الترشيح عالى يتراوح بين ١٢٠ إلى ٢٠٠ م^{٣}/ م^{٢}/ يوم، أى يصل معدل ترشيحها من ٣٠-٤٠ ضعف معدل ترشيح المرشحات البطيئة، لذلك فإن المرشحات الرملية السريعة تشغل حيزا أصغر وبالتالى تكاليف إنشائية أقل لنفس التصرفات.
- يمكن غسيلها عكسيا مع مراقبة العملية بالعين المجردة.
- يسهل تغيير الوسط الترشيحى.

ونظرية عمل المرشح هى مرور المياه فى طبقات متدرجة من الرمل والزلط،

فتنشأ المرشحات على هيئة أحواض، يوضع فى قاعها طبقات متدرجة من الزلط، تعلوها طبقات أخرى متدرجة من الرمل وأسفل الطبقتين توجد المصافى أو الفواني لتجميع المياه المرشحة.

ويتكون المرشح من المكونات الرئيسية التالية وذلك كما يوضحها الشكل رقم (٦-٥):

- حوض الترشيح.
- الوسط الترشيحى (طبقة الرمل).
- شبكة الصرف السفلية (تعلوها طبقة الزلط الحاملة) أو البلاطات الخرسانية ذات الفوانى أو البلوكات الخرسانية (M-Block).
- أجهزة التحكم.



شكل رقم (٦-٥)

مكونات المرشح الرملي السريع

العناصر المكونة للمرشحات

يتـــم إنشاء المرشحات غالبا مـــن الخرسانة المسلحة وتكـــون عادة مستطيلة الشكل، ويراعى أن تكون هذه الأحواض محكمة ضد التسرب وأن تكون

متراصة جنبا إلى جنب ومزودة بمجارى مكشوفة أعلى الوسط الترشيحى لدخول المياه المروقة أو لصرف مياه غسيل المرشح ويتكون المرشح من العناصر الرئيسية التالية:

الوسط الترشيحى (طبقة الرمل) تكون حبيبات الرمل متجانسة، وذات حجم فعال ٠,٨ إلى ١,٢٥ مم أو أكثر حسب تصميم المرشح (يتراوح حجم حبيبات الرمل من ٠,٦إلى١,٥مم طبقا للكود المصرى لتصميم محطات مياه الشرب). ويتم تجهيز الرمل بهزه فى مناخل خاصة للحصول على معامل انتظام بين ١,٣٥ إلى ١,٥.

معامل الانتظام:

هو اختبار خاص بتدرج حبيبات الوسط الترشيحى وهو عبارة عن النسبة بين قطر حبيبات الوسط التى تشكل ٦٠% من اجمالى الوزن وقطر حبيبات الوسط التي تشكل ١٠% من الوزن (باستخدام اختبار المناخل) ولهذا نجد أن الوسط ذو المعامل الصغير يكون حجم حبيباته متقارب أى أن أقطارها متقاربة وتكاد تكون متساوية فعلى سبيل المثال إذا كان ٦٠% من وزن الوسط الترشيحى من حبيبات ذات قطر (ا) مم وكان ١٠% من حبيبات الوسط ذات قطر ٠,٥ مم، فإن معامل الإنتظام يكون مساويا (٢).

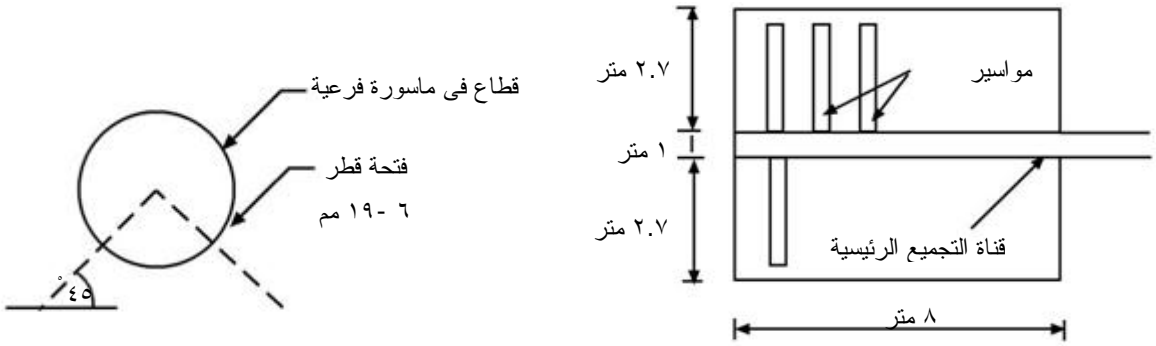
شبكة الصرف السفلية وهى موجودة فى قاع المرشح، وتعمل على تجميع المياه المرشحة بانتظام من مساحة المرشح، كما تقوم بتوزيع مياه الغسيل توزيعا متساويا على مساحة المرشح أثناء عملية الغسيل حتى لا تختل طبقات الرمل والزلط، ومن أنواع شبكات الصرف المستخدمة فى مصر:

١. شبكة المواسير المستعرضة
٢. البلاطات ذات الفوانى
٣. البلوكات الخرسانية (M-Block)

١- شبكة المواسير المستعرضة:

وهى من الأنواع القديمة، وتحتاج إلى طبقة من الزلط أعلاها تساعد على

حمل طبقة الرمل لتساعد على عدم انسداد شبكة الصرف بالرمال. وتتكون من ماسورة تجميع رئيسية، تتفرع منها مجموعة من المواسير الفرعية المستعرضة على زاويا قائمة، ويكون قطر ماسورة التجميع الرئيسية أكبر من قطر المواسير الفرعية المستعرضة (شكل رقم ٦-٦)، وهذا النظام قديم وقد تم استخدامه مؤخرا فى محطات المياه ذات الترشيح المباشر والتى تم تنفيذها فى بعض مشروعات الخطة العاجلة لمياه الشرب ٢٠٠٧ - ٢٠٠٨.



شكل رقم (٦-٦)
شبكة المواسير المستعرضة

وتحتوى المواسير المستعرضة على ثقوب فى جوانبها السفلية (منعاً لانسدادها بالرمل) بقطر من ٦ – ١٩ مم وعلى مسافات من ٨ – ٣٠ سم كما هو موضح بالشكل رقم (٦-٦).

وتمر المياه المرشحة من خلال الثقوب الموجودة بالمواسير المستعرضة والموزعة بانتظام على مساحة المرشح إلى ماسورة التجميع الرئيسية، وبذلك تعمل على تجميع المياه المرشحة بانتظام من مساحة المرشح.

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

وحتى تكون عملية الغسيل ناجحة ومؤثرة يجب أن تكون كمية مياه الغسيل وضغطه كافيين، لإحداث تمدد لطبقات الرمل إلى ٢٥ - ٤٠% من حجمه، أى إلى أن تشغل طبقة الرمل ١,٢٥- ١,٤٠ حجمها قبل بدء تشغيل عملية ماء الغسيل عليها، وقد تبين أن مقدار تمدد طبقة الرمل أثناء عملية الغسيل من أهم العوامل التى يتوقف عليها نجاح العملية، فإذا زاد تمدد الرمل أكثر من الحد المطلوب، فإن حبيباته تبتعد عن بعضها كثيراً ويقل احتكاكها ببعضها وتقل كفاءة عملية الغسيل، وإذا قل تمدد الرمل أقل من الحد المطلوب فإن حبيباته تكون قريبه من بعضها ولا تجد المساحة الكافية للاحتكاك وتقل كذلك كفاءة عملية الغسيل

ويجب ملاحظة أن يكون تمدد طبقة الرمل فى جميع أجزاء المرشح بدرجة واحدة، كما أنه لا يجب أن تكون سرعة ماء الغسيل عالية حتى لا تحمل معها الرمل إلى الصرف، كما يجب أن يكون ضغطه عند المصافى أو الثقوب حوالى ١٠ متر.

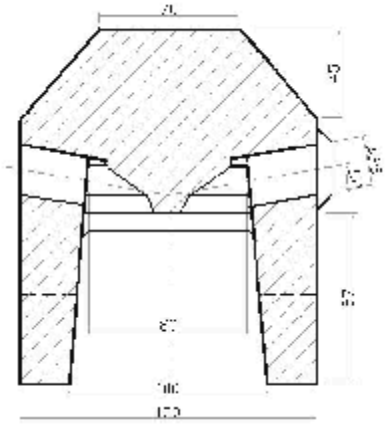
البلاطات ذات الفوانى:

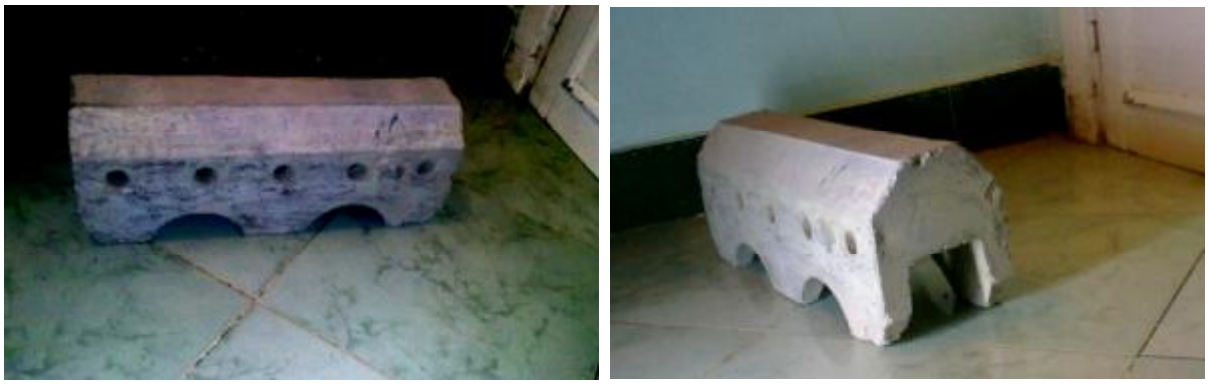
وهى النوع الأحدث، ولا تحتاج إلى طبقة زلط حامله، وتصنع البلاطة عادة من الخرسانة المسلحة وبها فتحات تركب فيها الفوانى. وتصنع الفوانى من الصلب الذى لا يصدأ أو من البلاستيك، ويكون بها مشقبيات رفيعة لا تسمح بمرور رمل المرشح ويحدد شكل وخصائص الفواني التصرف المسموح به للترشيح،ويوضح الشكل رقم (٦-٧) بعض أشكال الفوانى المصنوعة من البلاستيك.

شكل (٦-٧)

أنواع مختلفة من الفوانى المصنوعة من البلاستيك

كما توجد بعض المحطات تستخدم البلوكات الخرسانية كما هو موضح بالشكل رقم (٦-٨) حرف M ذات الفراغات الجانبية بدلاً من البلاطات ذات الفوانى، ويستعمل مع الرمل فى هذه الحالة طبقات زلط بمقاسات مختلفة.





شكل رقم (٦-٨)

البلوكات الخرسانية ذات الفراغات الجانبية (M-Block)

أجهزة التحكم يحتاج المرشح، لضمان عملية التشغيل بشكل مرضى، إلى أجهزة التحكم التالية:

- جهاز للتحكم فى معدل تصرف المرشح (Regulating Value)
- جهاز يبين فاقد الضغط فى المرشح (Loss of head)
- جهاز لقياس درجة عكارة المياه المرشحة (Turbidity Meter)
- جهاز لقياس معدل تصرف المرشح (Flow meter)

ويتم تركيب هذه الأجهزة فى العمليات الحديثة على ترابيزة تشغيل المرشح (Operating Table) والتى تشتمل بالإضافة لهذه الأجهزة على محابس تشغيل المرشح وهى:

- محبس دخول المياه المروقة (Inlet Valve) أو بوابة
- محبس خروج المياه المرشحة (Outlet Valve)
- محبس صرف مياه الغسيل(Waste Valve)
- محبس دخول مياه الغسيل (Wash Water Valve)
- محبس دخول هواء الغسيل (Air Blower)
- محبس تشطيف (Rewash)

تشغيـــل المرشـــح يتم تشغيل المرشح بإمرار الماء المروق فى طبقات الرمل ثم الزلط ثم مجموعة الصرف إلى خزان المرشح، وعند مرور المياه المروقة من سطح الرمل، تتجمع الندف مكونة طبقة جيلاتينية على سطح الرمل تعمل على ترشيح الماء ترشيحاً كاملاً، وبعد تشغيل المرشح لمدة من الزمن تتراكم الرواسب على سطح الرمل حتى تصل إلى درجة يزيد معها فاقد الضغط زيادة كبيرة فيتحتم عند ذلك إيقافه والبدء في مرحلة الغسيل.

معدلات المياه المرشحة ومياه الغسيل العكسي وهواء الغسيل والغسيل السطحي (للمرشحات الرملية السريعة)

كمية مياه الغسيل العكسي	من ١٥- ٣٥ م٣/م٢/ س
معدل هواء الغسيل	من ٣٥- ٧٥ م٣/م٢/ س
ضغط هواء الغسيل	من ٠,٣– ٠,٥ كجم/سم^{٢}
كمية مياه الغسيل السطحي (إن وجد)	من ٧-١٠ م٣/ م٢/ س

هذه المعدلات طبقًا للكود المصري لنظام البلوكات الخرسانية N أو M ذات الفراغات الجانبية أو المواسير المثقبة الأسمنتية أو البلاستيكية، أو البلاطات الخرسانية ذات الفوانى.

نظام الغسيل

يوجد نظامين لغسيل المرشحات كما يلي:

١- (هواء)، (هواء + ماء)، ثم ماء

٢- مياه فقط

ويمكن استخدام مياه سطحية طوال فترة غسيل المرشح في النظامين.

ويمكن الحصول على ضغط مياه الغسيل بإحدى الطرق الآتية:

- خزان عالى بالمحطة ويتم ملؤه بطلمبات المحطة.
- بواسطة طلمبة غسيل خاصة.
- بواسطة الماء من خط المواسير الرئيسى بعد تخفيف ضغطه خلال محبس تقليل الضغط (مع الأخذ فى الإعتبار خطورة ذلك عند تلف المحبس).

وبعد إتمام عملية الغسيل يتراجع الرمل ثانيه إلى وضعه الأصلى ظاهراً كطبقة نظيفة، وزمن عملية الغسيل حوالى ١٠-٢٥ دقيقة وكمية مياه الغسيل تتراوح كما سبق ذكره بين ٢-٥ % من المياه المرشحة.

غسيل المرشح بالماء فقط

يتم ذلك بقفل محبس أو بوابة دخول الماء المروق إلى المرشح وعند انخفاض منسوب المياه فى المرشح إلى منسوب سطح الرمل تقريباً (١٠سم فوق سطح الرمل) يقفل محبس المياه المرشحة ثم يفتح محبس دخول مياه الغسيل ببطء ويتم تشغيل طلمبة الغسيل ويفتح محبس العادم لتدخل مياه الغسيل لتمر فى اتجاه عكسى فى طبقات الزلط وطبقات الرمل، وحركة الماء من أسفل إلى أعلى تؤدى إلى تمدد طبقة الرمل وتنفصل الرواسب عنه وتخرج مع الماء في قناة الغسيل إلى العادم (Waste).

وبعد إتمام عملية الغسيل لمدة من١٠ إلى ٢٥ دقيقة حسب نوع المرشح وجودة المياه وكفاءة الوسط الترشيحى والتأكد من اكتمال الغسيل ونظافة

الرمل، يتم ايقاف طلمبة الغسيل ويقفل محبس الغسيل ويقفل ممحبس ويفتح محبس دخول المياه المروقة، ويبدأ المرشح عمله فى الترشيح، إلا أن المياه المرشحة تخرج للصرف عن طريق محبس التصافى، ويستمر ذلك لفترة قصيرة من ١٥ -٢٠ دقيقة وذلك لإعطاء الفرصة لتكوين الطبقة الجيلاتينية على سطح الرمل. ثم يقفل محبس التشطيف ويفتح محبس خروج المياه المرشحة ويستمر المرشح فى العمل طبيعياً.

غسيل المرشح بالهواء والماء

فى المرشحات التى يستخـــدم فيها الهواء المضغوط فى عمليات الغسيل مع الماء؛ يتم إدخال الهواء قبل ماء الغسيل، لمدة محددة (٢-٣) دقائق وذلك لتكسير طبقة الرواسب وخلطها بكمية المياه البسيطة الباقية فوق سطح الرمل (١٠م) بعد تفريغه، ثم يتم إدخال ماء الغسيل مع الهواء لمدة من ٢-٤ دقائق على أن يتم فصل الهواء قبل وصول المياه للهدار بمسافة حوالى ١٠سم حتى لاتفقد الرمال ثم يتم ايقاف نافخ الهواء ويقفل محبس الهواء، ويستمر الغسيل بالماء لمدة من ٤-٦ دقائق حتى ينظف رمل المرشح، ويوضح الشكل رقم (٦-٩) مكونات المرشح مع نظام الغسيل بالهواء والماء.

ويمكن تقسيم خطوات تشغيل وغسيل المرشح إلى الخطوات الرئيسية الآتية:

أولاً: بداية التشغيل

يمكن فتح الصمامين (١)، (٢) حتى ترتفع المياه فى المرشح من أسفل لأعلى، وذلك لطرد الهواء من بين فجوات الزلط والرمل.

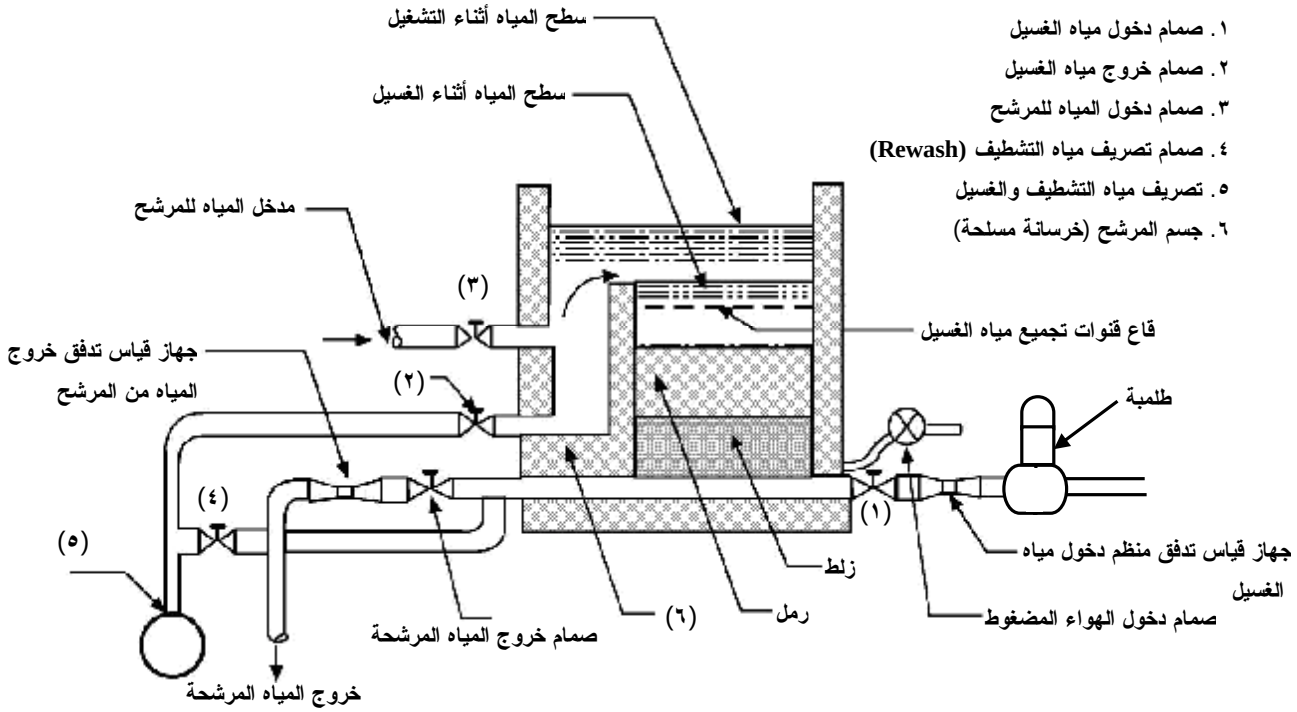
ثانياً: فترة التحضير

يقفل الصمامان (١)، (٢) ويفتـــح الصـــمامان (٣)، (٤) لمدة (من ٥ حتى ١٠) دقيقة لتهيئة المرشح للعمل بتكوين طبقة هلامية رقيقة على سطح الرمل لتساعد فى إتمام عملية الترشيح بكفاءة.

ثالثاً: فترة الترشيح (التشغيل)

يقفل الصمـــام (٤) ويفتـــح الصـــمامان (٣)، (٥) وتستمـــر هـــذه الفتـــرة

(١٢ – ٣٦) ساعة حتى يصل الفاقد فى الضغط نتيجة مرور المياه فى طبقات الرمل والزلط إلى حوالى ٢٥٠ سم، ويكون هذا الفاقد فـــى البدايـــة (٤٠ – ٦٠) سم.



شكل رقم (٦-٩)

المكونات الأساسية للمرشح الرملى السريع

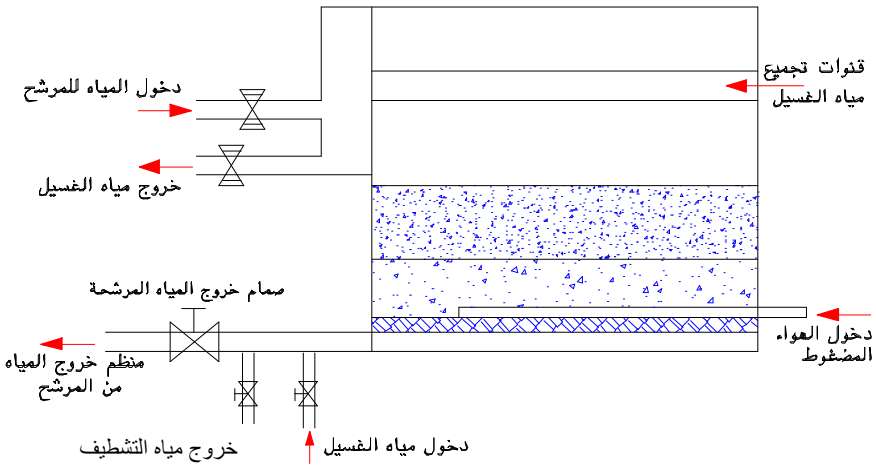
رابعاً: غسيل المرشح

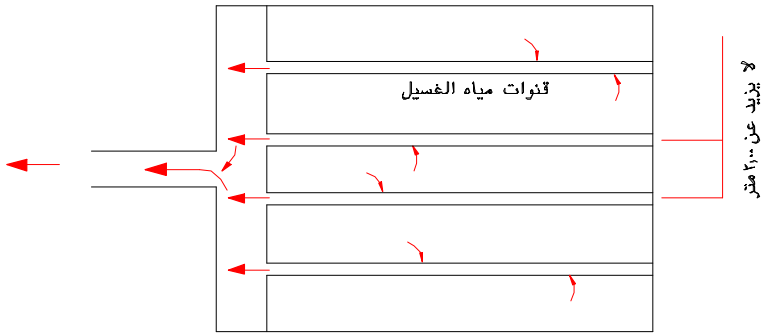
١. اقفل الصمام (٣) لدخول المياه إلى المرشح.
٢. اترك الصمام (٥) مفتوحاً حتى يصل سطح الماء فوق رمل المرشح إلى حوالي ١٠ سم ثم اقفله.
٣. افتح صمام دخول هواء الغسيل للمرشح (٦).
٤. شغل نافخ الهواء لمدة من ٤-٨ دقائق.
٥. افتح الصمام (١) لدخول ماء الغسيل والصمام (٢) لصرف ماء الغسيل للروبة.

٦. شغل طلمبة مياه الغسيل ليعمل الماء مع الهواء لمدة ٢-٤ دقائق.
٧. أوقف تشغيل نافخ الهواء واقفل محبسه (٦).
٨. تستمر طلمبات مياه الغسيل في العمل لمدة ٦-١٠ دقيقة حتى ينظف رمل المرشح تماماً.
٩. أوقف طلمبات مياه الغسيل واقفل صمام دخول مياه الغسيل (١).
١٠. بعد تصفية مياه الغسيل من مجرى الصرف اقفل الصمام رقم (٢).
١١. افتح الصمام رقم (٣) لدخول المياه المروقة للمرشح.
١٢. افتح صمام التشطيف رقم (٤) لمدة من ١٠ دقائق ثم اقفله.
١٣. افتح صمام الترشيح (٥) لتصل المياه المرشحة للخزان الأرضي.
١٤. راقب مبين فاقد الضغط للمرشح الذي يكون بين ٤٠-٦٠ سم.
١٥. يستمر تشغيل المرشح حتى يصل فاقد الضغط إلى ٢.٠٠-٢.٥ م بعدها يلزم غسيل المرشح مرة أخرى بعد أكثر من ٢٤ ساعة.

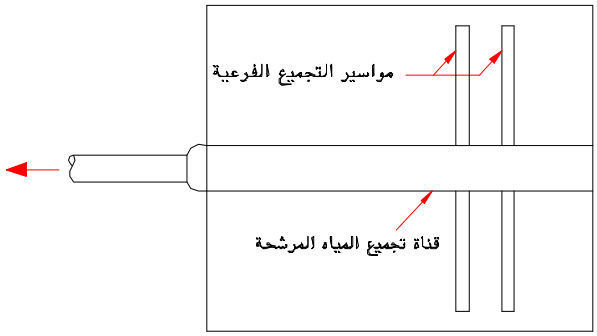
ويستخدم فى مساعدة غسيل المرشحات أحياناً أمشاط معدنية تتحرك فى الجزء العلوى من الرمال فتساعد على تحريك حبيبات الرمال واحتكاكها، وتستخدم أحياناً رشاشات مياه قوية يتم توجيهها لسطح المرشح، وأحياناً يستخدم هواء مضغوط مع هذه الرشاشات. ويعتمد اختيار طريقة الغسيل على أبعاد المرشح وتصميمه وتشغيله.

ويوضح الشكل رقم (٦-١٠) قطاع رأسى وبعض المساقط الأفقية التى توضح تفاصيل تشغيل المرشح الرملى السريع.





مسقط أفقى لقنوات مياه الغسيل



نظام قديم يستخدم حاليا فى محطات الترشيح المباشر

شكل رقم (٦-١٠)
قطاع رأسى وبعض المساقط الأفقية
لتشغيل المرشح الرملى السريع

مرشحات الضغط

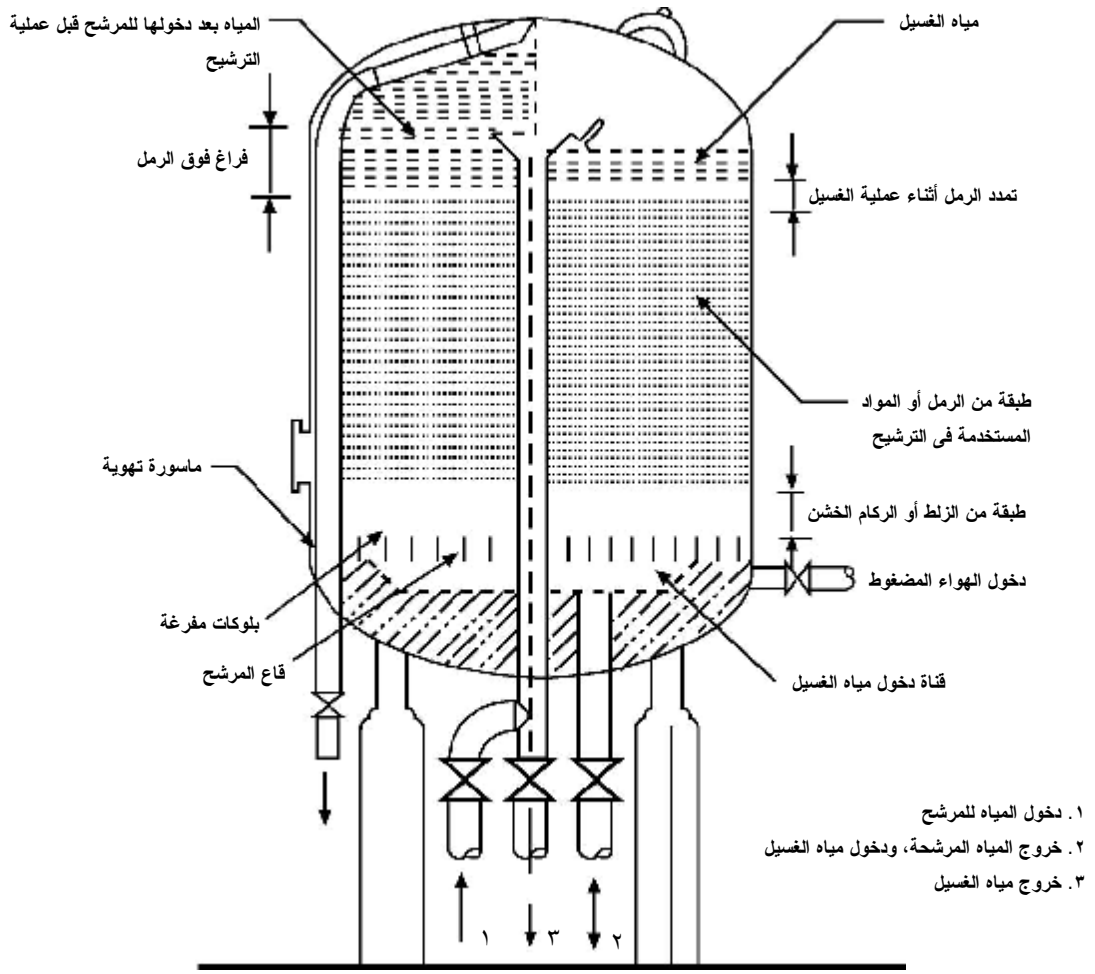
فى مرشحات الضغط (Pressure Filters) توضع طبقات الرمل والزلط داخل اسطوانة مقفلة من الصلب (رأسية أو أفقية) تتحمل ضغط داخلى لا يقل عن ٢ جوى، وتدخل المياه المراد ترشيحها من أعلى المرشح مارة بطبقات الرمل والزلط إلى أسفله حيث تتجمع فى المصافى مثل ما يحدث فى مرشحات الرمل بالجاذبية الأرضية، ويستخدم هذا النوع على نطاق واسع فى التصرفات الصغيرة لترشيح مياه حمامات السباحة بوجه خاص وفى عمليات المياه المدمجة (Compact Units) ذات تصرفات حوالي ٣٠ لتر/ ثانية. وتوجد منه أنواع وأحجام كثيرة. ويجب اختبار هيكل المرشح على ضغط لا يقل عن ضعف ضغط التشغيل.

وتبلغ معدلات التصرف المعتادة لهذا الطراز من ٨٠ إلى ١٢٠ لتر/م^{٢}/دقيقه، ويفضل ألا يزيد عن ١٥٠ لتر/م^{٢}/دقيقه ويتوقف ذلك على نوعية المياه الداخلة إلى المرشح.

واسم مرشح الضغط لا يعنى أنه يلزم امرار الماء داخل المرشح تحت ضغط عالى أو أن فاقد الضغط داخل المرشح كبير، بل أن الماء يمر خلاله تحت أى ضغط مناسب مثل ضغط طلمبات المياه العكرة (الضغط المنخفض).

ويتوقف فاقد الضغط الفعلى داخل هذه المرشحات على حالة طبقات الرمل وعلى معدل التصرف خلال المرشح، ويدل زيادة فاقد الضغط عن الحد المسموح على أن طبقات الرمل قد اتسخت، ويلزم إعادة غسلها. ويتم غسيل مرشح الضغط بنفس الطريقة السابق ذكرها فى مرشحات الرمل السريعة. ويجب ألا يقل تصرف ماء الغسيل عن ٥٠٠-٦٠٠ لتر/م^{٢}/دقيقة، والفترة بين كل عملية غسيل وأخرى تتراوح بين ٤-٢٤ ساعة تبعا لفاقد الضغط، والذى يتوقف بدوره على نوعية المياه التى يتم ترشيحها. وتتراوح كميـــــة مياه الغسيل لكل فترة بين ٢- ٦% من الماء المرشح بالمعدل المذكور عاليه، إلا إذا كان الغسيل مصحوباً بهواء مضغوط ليساعد على تمدد طبقة الرمل أثناء الغسيل.

ويفضل استخدام مرشحات الضغط إذا كانت المياه المراد ترشيحها مأخوذة من ماسورة تحت ضغط، كمياه المدن المراد إعادة ترشيحها لأغراض خاصة، أو مياه حمامات السباحة. وكذلك فى عمليات المياه المدمجة. ويبين الشكل رقم (٦-١١) قطاعاً فى مرشح يعمل تحت ضغط.



شكل رقم (٦-١١)
مرشح يعمل تحت ضغط

ويوضح الجدول رقم (٦-١) المقارنة بين أنواع مرشحات الرمل المختلفة.

جدول رقم (٦-١)

مقارنة بين مرشحات الرمل

الخصائص	المرشح البطئ	المرشح السريع	مرشح الضغط
معدل الترشيح (م^3/م^2/يوم)	٣-٥	١٢٠-١٨٠	٢٤٠
وسط الترشيح	رمل وزلط	رمل - رمل وزلط	رمل وزلط
سمك وسط الترشيح (م)	١.٥	٠.٨-١	حسب الحجم
أبعاد المرشح	٤٠ ×٤٠ م	٦ × ٩م	القطر ٥٠-٢٦٠ سم الطول ١٠٠-٧٥٠ سم
نوع الرمل	ناعم	خشن	خشن
زمن التشغيل (يوم)	٢٠ - ٦٠	٠.٥ – ١.٥	٠.٥ - ١.٥
عملية الغسيل	تكشط الطبقة العليا	يستخدم الماء والهواء للتنظيف	يستخدم الماء والهواء للتنظيف
مياه الغسيل (%)	-	٣-٤	٦
جودة المياه المنتجة	عالية جدا	عالية	عالية
كفاءة المياه المنتجة	عادية	عالية	عالية
المساحة المطلوبة	كبيرة جدا	محدودة	محدودة للغاية
تكلفة التشغيل	منخفضة	متوسطة	مرتفعة

متطلبات أعمال الترشيح

١ - المـــرشحات الرملية السريعة

تتضمن متطلبات أعمال الترشيح أهمية وجود العناصر التالية:

١. أن تسبق المرشحات الرملية معالجة أولية وعملية الترسيب.
٢. تحديد معدل الترشيح مع أخذ العوامل المؤثرة في الاعتبار مثل (نوعية المياه العكرة – مقدار المعالجة الأولية (من ١٢٠ : ٢٠٠ م^{٣}/م^{٢}/يوم).
٣. لا يقل عدد المرشحات عن وحدتين، أي أن تكون المرشحات قادرة على استيعاب السعة التصميمية مع خروج أحدى الوحدات من العمل وفي حالة وحدتين فقط يجب أن تكون كل وحدة منهما قادرة على استيعاب السعة التصميمية.
٤. أن يتم تصميم هيكل المرشح طبقًا لما يلى:

- جدران المرشح رأسية.
- عدم وجود نتوءات أو بروزات من جدران المرشح في الوسط الترشيحي.
- أن توجد غرفة رئيسية تسمح بالفحص والتشغيل بسهولة.
- الحد الأدنى لعمق المرشح ٢٨٠ سم.
- أقل عمق للمياه فوق الوسط الترشيحي ٩٠ سم.
- أن يكون خرج المرشح محكما بحيث يمنع دخول الهواء إلى قاع المرشح.
- أن يكون محاطا بحاجز خرسانى ارتفاع ١٠ سم على الأقل لمنع تسرب وصرف المياه إلى داخل المرشح.
- منع حدوث فيضان وذلك بعمل فتحة صرف للتدفق الزائد (overflow).
- لا تزيد سرعة المياه المعالجة الداخلة إلى المرشح عن ٦٠ سم/ث.
- أن تكون مواسير الصرف كافية لمياه الغسيل بحيث تتسع لأقصى تصرف.

- وجود ممرات ومماشي حول المرشح لا يقل عرضها عن ٦٠ سم.
- عمل حوائط فاصلة بين الماء المعالج والغير معالج.

٥. مجاري مياه الغسيل (Troughs).

- أن يكون أقل منسوب لها فوق أعلى منسوب لتمدد الرمال أثناء الغسيل.
- أن تكون المسافات بينها منتظمة بحيث تغطي كل صينية نفس المساحة من الوسط.
- ألا تزيد المسافة الأفقية التي تقطعها الجزيئات حتى تصل إلى الصينية عن ٩٠ سم.

٦. الوسط الترشيحى

يجب أن تكون مادة الوسط الترشيحى من الرمل النظيف أو أي مادة طبيعية أو صناعية خالية من المواد الكيماوية الضارة أو الملوثات البكترية وأن تكون معتمدة من الجهات المختصة وأن تتوافر بها الخصائص التالية:

- لا يقل العمق عن ٦٠ سم وعادة لا يزيد عن ٧٥ سم.
- لا يزيد معامل الانتظام للجزيئات الصغيرة عن ١,٦٥.
- أن يحتوي على طبقة سمكها لا يقل عن ٣٠ سم من جسيمات ذات حجم فعال لا يزيد عن ٠,٤٥ مم إلى ٠,٥٥ مم.

٧. قاع المرشح ونظام الصرف السفلي:

يجب أن يصمم نظام تجميع المياه أسفل المرشح بحيث:

- يقلل فواقد الضغط في مجمع المياه وفروعه.
- يضمن توزيع منتظم لمياه الغسيل ومعدل الترشيح متساوي في كل مساحة المرشح.
- أن تكون نسبة مساحة فتحات نظام التجميع إلى المساحة الكلية للمرشح حوالي ٠,٠٠٣.
- المساحة الكلية لمقطع الخطوط الفرعية تكون ضعف المساحة الكلية للفتحات.

- أن تكون مساحة مقطع المجمع تساوي ١,٥ : ٢ من المساحة الكلية للفروع.
- أن تكون فتحات الفروع التي بلا مصافي متجهة لأسفل.

٨. الغسيل السطحي وتحت السطحي:

- نظام التنظيف بالهواء:

- يجب أن يتوفر هواء بمعدل ١٠٠٠٠٠ إلى ١٥٠٠٠٠سم^{٣}/د لكل ٠,٩– ١,٥ م^{٣}/ م^{٢}/ دقيقة من مساحة المرشح.
- يجب عمل وسيلة لتفادي فقدان الوسط الترشيحي أثناء الغسيل.
- يجب أن يتبع الغسيل بالهواء (الخلخلة بالهواء) غسيل بالماء وأن يكون كافيا لإعادة تنظيم طبقات الوسط الترشيحي.
- يجب أن يكون الهواء خاليا من الملوثات.
- يجب أن يكون نظام توزيع الهواء تحت الوسط الترشيحي وأن يدعم سطح الوسط الترشيحي ويجب أن تصمم فواني الهواء بحيث تمنع الوسط الترشيحي من الدخول إلى نظام الهواء أو سد الفواني.
- يجب ألا تمر مواسير الهواء خلال الوسط الترشيحي.
- يجب أن تراعي متطلبات الصيانة وإصلاح مواسير الهواء.
- يجب أن يكون نظام مياه الغسيل قادرا على توفير ٣٧ م^{٣}/ س من المياه لكل م^{٢} من مساحة المرشح وفي حالة وجود الغسيل بالهواء يكتفي بـ ٢٠ م^{٣}/ س/ م^{٢}.
- يتم تصميم شبكة تصريف المياه السفلية بحيث لا تعترض شبكة هواء الغسيل.

- الملحقات: يجب أن يزود كل مرشح بما يلي:
  - صنبور عينات للمياه الداخلة والخارجة.
  - مقياس فاقد الضغط (Pressure meter) ومقياس تدفق (Flow meter).

- في الأنظمة التي تحتوي على ثلاث مرشحات أو أكثر يجب أن يزود خارج كل مرشح بمقياس عكارة.

٩. الغسيل العكسي: يجب أن يجهز كل مرشح بما يلي:

- معدل دفق مياه ٣٧ م٣/ ساعة/ م٢ على الأقل ويقترح أن يكون المعدل ٥٠ م٣/ س/ م٢ أو المعدل الكافي لأحداث تمدد في الوسط الترشيح مقداره ٥٠%.
- يتم توفير المياه المرشحة للغسيل عن طريق خزانات مياه الغسيل أو بواسطة طلمبة غسيل من خطوط الخدمة أو عن طريق كلا المصدرين معا.
- يجب أن تكون طلمبات الغسيل زوجية العدد أو توفير وسيلة بديلة.
- لا يقل زمن الغسيل عن ١٥ دقيقة لكل مرشح حسب المعدل التصميمي للغسيل.
- توفير صمام أو منظم لمياه الغسيل على الخط الرئيسي للغسيل لضمان الحصول على المعدل المطلوب.
- تركيب مبين لمعدل التدفق على الخط الرئيسي لمياه الغسيل ويفضل أن يكون مزود بجهاز تسجيل إجمالي التدفق (Totalizer).
- يجب أن يكون نظام الغسيل العكسي قابل للتشغيل بواسطة المشغل يدويا وإذا كان النظام آلي (اوتوماتيكي) فيجب أن يكون هناك إمكانية لضبطه.

٢ - متطلبات الترشيح باستخدام مرشحات الضغط

تستخدم هذه المرشحات عادة فى عمليات الترشيح المدمجة (Compact unit) وكذلك فى عمليات إزالة الحديد والمنجنيز، وتنطبق نفس معايير الحد الأدنى للمعدلات المستخدمة في المرشحات الرملية السريعة على مرشحات الضغط.

١. معدل الترشيح: يجب ألا يزيد معدل الترشيح عن ٧,٢ م^{٣}/ س/ م^{٢} إلا إذا ثبت بالاختبار غير ذلك ووافقت عليه الجهات المختصة.

٢. التصميم: يجب أن يتم تصميم المرشح بحيث يحتوي على:

- مقياس فاقد الضغط عند مدخل ومخرج مواسير كل مرشح.
- مقياس سهل القراءة لبيان التدفق في كل وحدة ترشيح.
- مواسير بسيطة بقدر الإمكان للترشيح وللغسيل العكسي لكل مرشح على حدة.
- أن يكون مجمع مياه الغسيل أعلى من سطح الوسط الترشيحي بمقدار ٤٥ سم على الأقل.
- نظام الصرف السفلي يقوم بكفاءة بتجميع المياه المرشحة وتوزيع مياه الغسيل بانتظام بمعدل لا يقل عن ٣٧ م٣/ س.
- توفير أجهزة تحكم وبيان لتدفق مياه الغسيل العكسي بحيث تكون سهلة القراءة أثناء تشغيل محبس التحكم.
- محبس تصريف الهواء في أعلى نقطة من كل مرشح.
- غرفة تفتيش سهلة الدخول لتسهيل عملية الفحص والإصلاح للمرشحات التي يزيد قطرها عن ٩٠ سم.
- توفير وسيلة لمراقبة وملاحظة المياه المستعملة أثناء الغسيل العكسي.

متطلبات مراقبة مستويات العكارة

يتضمن الجدول رقم (٦-٢) متطلبات الرقابة على درجة العكارة لنظم الترشيح المختلفة.

جدول رقم (٦-٢)
متطلبات الرقابة على قياسات العكارة فى المرشحات

نوع الترشيح	تكرار الرقابة	مستوى العكارة
تقليدي	كل ٤ ساعات	< ٠,٥ وحدة عكارة
مباشر	كل ٤ ساعات	< ٠,٥ وحدة عكارة
الرملي البطئ	مرة في اليوم	< ١ وحدة عكارة

ويلاحظ أن تكرار الرقابة يصل إلى ٦ مرات يوميًا فى أنظمة الترشيح التقليدى والمباشر إلا أنه يمكن تخفيض الرقابة إلى مرة واحدة في اليوم للأنظمة التي تخدم أقل من ٥٠٠ شخص كما يمكن الاستعاضة عن جمع العينات كل ٤ ساعات بتركيب مقياس للعكارة بشرط أن يتم معايرته دوريا.

١- الترشيح التقليدى والمباشر

بالنسبة للأنظمة التي تستعمل الطريقة التقليدية للترشيح أو تستخدم الترشيح المباشر يجب أن تحقق هذه الأنظمة مستوى عكارة أقل من ٠,٥ وحدة عكارة في ٩٥% من القياسات التي تؤخذ كل شهر ويمكن السماح بزيادة هذه النسبة إلى ١ وحدة عكارة إذا أثبت النظام أنه يمكنه إزالة طفيليات الجياردیا بكفاءة عند هذه النسبة من العكارة ولا يمكن بأي حال وفي أي وقت أن تزيد العكارة عن ٥ وحدات.

٢- الترشيح باستخدام المرشح الرملى البطىء

الأنظمة التي تستخدم المرشح الرملي البطئ يجب أن تحقق مستوى عكارة أقل من أو يساوي وحدة عكارة واحدة في ٩٥% من القياسات كل شهر ولا يسمح بأي حال وفي أي وقت أن تزيد العكارة عن ٥ وحدات.

٣- الطرق الأخرى للترشيح

يمكن أن تستخدم المحطة أي أنظمة أخرى للترشيح بعد موافقة الجهات المختصة على ذلك بشرط أن تحقق نفس معايير إزالة الجيارديا والجراثيم والفيروسات مثلما تحقق الطرق التقليدية.

التعامل مع الروبة الناتجة من محطة التنقية

ينشأ عن الروبة الناتجة من عمليات التنقية أكثر من مشكلة صحية يجب مواجهتها بجميع الأفراد القائمين على تشغيل محطات التنقية، حيث أنه عادة يتركز اهتمام مشغلى محطات تنقية مياه الشرب على إنتاج مياه آمنة تصلح للشرب والاستهلاك الآدمى دون الاهتمام بالتخلص الآمن من مخلفات عمليات تنقية المياه من روبة المروقات أو غسيل المرشحات.

ونتيجة للنمو السكانى وزيادة مصادر التلوث بالمجارى المائية فقد صدرت القوانين واللوائح التى تمنع صرف أى مخلفات من شأنها الإضرار بالمسطحات المائية أو البيئة، وتعتبر المخلفات الناتجة عن عمليات التنقية مخلفات صناعية تتطلب الموافقة من الجهات المعنية على إصدار تصريح ليسمح بصرف المياه أو المخلفات الناتجة عن محطات التنقية.

ويمكن تقسيم مخلفات محطات تنقية المياه إلى ثلاث مجموعات:

أ. المجموعة الأولى: وتشمل المحطات التى تستعمل الطرق التكنولوجية التالية فى التنقية:
- الترويب والترويق والترسيب
- إزالة الحديد والمنجنيز بالأكسدة
- الترشيح المباشر

ب. المجموعة الثانية: وتشمل المحطات التى تستخدم عمليات التيسير الكيميائى فقط.

ج. المجموعة الثالثة: تشمل المحطات التى تستعمل الجمع بين الترويق والترسيب والتيسير الكيميائى أو إزالة الحديد والمنجنيز مع التيسير الكيميائى.

وتشمل مؤشرات تحديد نوعية المياه لصرف مخلفات محطات التنقية ما يلى: درجة تركيز أيون الأيدروجين pH – المواد العالقة الكلية- المواد الصلبة المترسبة- الحديد والمنجنيز الكلى- معدل التدفق- المواد الصلبة الذائبة الكلية- الأكسجين الحيوى- العكارة- الكلور المتبقى الكلى، المواد الطافية والأشكال والتكوينات المرئية للمخلفات.

وفى الماضى كان يتم صرف مخلفات مياه الغسيل أو الروبة على الترع ونهر النيل والروافد مباشرة، وفى بعض الأحيان على المصارف الزراعية إن وجدت وتتطلب القوانين البيئية حاليا أهمية مراقبة مؤشرات نوعية المياه التى يتم صرفها على المجارى المائية مثل pH، والعكارة، وأى مواد ضارة أخرى. ويجب حفظ نتائج التحاليل فى سجلات وتقديمها فى تقرير دورى إلى الجهات المختصة ويجب أن تكون مطابقة للمعايير المنصوص عليها، ولهذه الأسباب أصبح من الضرورى أن تقوم محطات المياه بالتعامل مع هذه المخلفات على أسس سليمة والاحتفاظ بالمستندات المعتمدة والموثقة لذلك.

مصادر مخلفات عملية التنقية

تمثل الروبة المترسبة فى أحواض الترسيب (المروقات) ومياه الغسيل الناتجة عن غسيل المرشحات المصدرين الرئيسيين للمخلفات فى محطات تنقية المياه، وهذا بالإضافة إلى نواتج عملية تيسير المياه فى العمليات الخاصة بها وتحتاج هذه المخلفات إلى معالجة لتسهيل عملية التخلص منها ولحماية البيئة من التلوث الناتج عنها.

وهناك طرق كثيرة لمعالجة هذه المخلفات:

١. ضخ مياه الغسيل فى حوض خاص للترويق ثم يضاف إليه قليل من الشبة أو المروبات المساعدة مثل البوليمر فيتم ترسيب المواد العالقة فى

مياه الغسيل ثم تعاد المياه الناتجة عن هذه العملية إلى بداية خط المعالجة فى المحطة.

٢. أما الروبة الناتجة عن أحواض الترسيب فيتم ضخها إلى أحواض التركيز، حيث يتم إضافة بوليمر مناسب ليساعد على الترسيب وتعاد المياه الناتجة عن هذه العملية إلى مدخل المعالجة، أما الجزء المتبقى فيتم فصل المياه فيه عن المواد الصلبة بطريقة التجفيف الميكانيكى (Mechanical Dewatering) إو أن يتم ضخ الروبة بعد تركيزها إلى أحواض خاصة للتجفيف من خلال عملية البخر والترشيح داخل طبقات الرمل.
٣. النفايات المتجمعة فى المحطة.
٤. رمال الوسط الترشيحى التى تتسرب إلى أحواض الروبة وتلك التى يتم استبدالها أو كشطها.
٥. روبة الشبة، هيدروكسيد الحديد، البوليمر من أحواض الترسيب.
٦. تيسير المياه بالجير والصودا.
٧. التبادل الأيونى للمحاليل الملحية.

كيفية حساب كمية الروبة الناتجة عن محطة التنقية

١. المحطات التى لا يوجد بها عدادات لقياس التصرف يتم اعتبار أن كمية الروبة = ١٠% من كمية المياه العكرة الداخلة إلى المحطة.
وعلى سبيل المثال لو أن كمية المياه العكرة الداخلة إلى المحطة قدرها ١٠,٠٠٠ متر مكعب فى اليوم فتكون كمية الروبة = ١٠٠٠ متر مكعب فى اليوم.
٢. فى المحطات التى يوجد بها أجهزة قياس يتم احتساب كمية الروبة من خلال هذه الأجهزة (سواء أجهزة قياس فوق صوتية أو أجهزة قياس تعمل بالمجال المغناطيسى).
٣. فى المحطات التى يوجد بها عنبر روبة يتم حساب كمية الروبة تقريبًا على أساس عدد ساعات تشغيل الطلمبات بمعرفة تصرف الطلمبة.

تقدير كمية الروبة تتكون روبة محطة التنقية من مصدرين:

١. الروبة الناتجة من المروقات.

٢. الروبة الناتجة من مياه غسيل المرشحات.

روبة المروقات:

وهي عبارة عن ترسبات لهيدروكسيد الألمنيوم والطمى والرواسب ومواد عضوية وغير عضوية وهي نتيجة مصدرين:

١. الروبة الناتجة من المواد الصلبة القادمة مع المياه العكرة.

٢. الروبة الناتجة من المروبات وهي مادة الشبة.

ولحساب كمية الروبة من ترسيب المواد الصلبة، فإنه يجب معرفة ما يلى:

- معدل تدفق المياه العكرة م^٣/ يوم
- تركيز المواد الصلبة TSS جزء من المليون (مجم/لتر) – (جم/ م^٣)
- جرعة المادة المروبة (الشبة) جزء من المليون (مجم/لتر) – (جم/ م^٣)
- تركيز الروبة الصلبة %
- كثافة الروبة كجم/ م^٣

المطلوب حساب:

- وزن الروبة الناتجة من ترسيب المواد الصلبة كجم/ يوم

$$= \text{معدل تدفق المياه العكرة (م}^٣\text{/ يوم)} \times \frac{\text{تركيز المواد الصلبة (جم/ م٣)}}{١٠٠٠}$$

- وزن الروبة الناتجة من الشبة كجم/ يوم

$$= \text{معدل تدفق المياه العكرة م}^٣\text{/ يوم} \times \text{جرعة الشبة (جم/م}^٣) \times \frac{\text{تركيز الروبة الصلبة \%} \times \text{تركيز المواد الصلبة جم/م}^٣}{١٠٠٠}$$

- إجمالي الروبة الصلبة الجافة

= روبة المروقات + روبة الشبة (كجم/ يوم)

- إجمالي حجم الروبة (عند تركيز ١%)

$$= \frac{\text{إجمالي وزن الروبة الصلبة الجافة}}{\text{تركيز الروبة الصلبة (\%)} \times \text{كثافة الروبة}}$$

مثال

المعطيات

- معدل تدفق المحطة في اليوم = ٥٠,٠٠٠ م^3/ يوم
- تركيز المواد الصلبة TSS = ٣٠ PPM جزء في المليون – ٣٠ جم/ م^3
- جرعة الشبة = ٣٥ PPM – ٣٥ جم/ م^3
- تركيز الروبة الصلبة = ١%
- كثافة الروبة = ١٠٠٠ كجم/ م^3

المطلوب

أ. حساب وزن روبة المواد الصلبة (كجم/ يوم).

ب. حساب وزن روبة الشبة (كجم/ يوم).

ج. حساب إجمالي وزن روبة المروقات (كجم/ يوم).

د. حساب إجمالي حجم روبة المروقات (عند تركيز ١%).

أ. وزن روبة المواد الصلبة =

$$٥٠,٠٠٠ \text{ (م}^3\text{/ يوم)} \times \frac{٣٠ \text{ (جم/ م}^3\text{)}}{١٠٠٠} = ١٥٠٠ \text{ كجم/ يوم.}$$

ب. وزن روبة الشبة =

$$٥٠,٠٠٠ \text{ (م}^3\text{/ يوم)} \times \frac{٣٥ \text{ (جم/م}^3\text{)} \times ٠.١ \times ٣٠ \text{ جم/ م}^3}{١٠٠٠} = ٥٢٥ \text{ كجم/ يوم}$$

ج. إجمالى وزن روبة المروقات =

١٥٠٠ + ٥٢٥ = ٢٠٢٥ كجم/ يوم

د. إجمالى حجم روبة المروقات

$$= \frac{\text{٢٠٢٥ كجم/ يوم}}{\text{١٠٠٠ (كجم/ م}^3\text{)} \times \text{٠,٠١}} = \text{٢٠٢,٥ م}^3\text{/ يوم}$$

روبة المياه الناتجة من غسيل المرشحات

لحساب كمية المواد الصلبة (الروبة) في مياه الغسيل الناتجة من غسيل المرشحات، فإنه يلزم معرفة ما يلى:

- عدد المرشحات التي تم غسيلها في اليوم.
- كمية مياه الغسيل المستهلكة لكل مرشح (م^3) وهي تساوي

$$\frac{\text{تصرف طلمبة/ طلمبات الغسيل (م}^3\text{/س)}}{\text{٦٠ (ق/س)}} \times \text{مدة الغسيل بالمياه (ق) م}^3$$

- إجمالي كمية مياه الغسيل المستهلكة في اليوم (م^3/يوم)

= عدد المرشحات التي تم غسيلها في اليوم × كمية المياه المستهلكة لكل مرشح

- نسبة المواد الصلبة في مياه الغسيل وهي تتراوح ما بين ٤ – ١٠ PPM (أو ملجم/ لتر أو جم/ م^3).
- إجمالي وزن المواد الصلبة بمياه غسيل المرشحات

$$= \text{كمية مياه الغسيل في اليوم (م}^3\text{)} \times \frac{\text{نسبة المواد الصلبة (جم/م}^3\text{)}}{\text{١٠٠٠ (كجم/ يوم)}}$$

مثال:

- كمية المياه لغسيل المرشح الواحد ٥٥٠ م^3
- عدد المرشحات التى تم غسيلها في اليوم ١٢ مرشح
- كمية المياه المستهلكة في الغسيل ٥٥٠ × ١٢ = ٦٦٠٠ م^3/ يوم
- ∴ وزن المواد الصلبة في اليوم = ٦٦٠٠ م^3/ يوم × $\frac{\text{١٠ جم/ م}^3}{\text{١٠٠٠ جم/ كم}}$

= ٦٦ كجم/ يوم

وهي كمية قليلة جدا بالمقارنة بروبة المروقات.

الفصل السابع

التطهير

الفصل السابع

التطهير

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على أعمال هذا الفصل ينبغى أن يكون المتدرب قادرا علـــى أن:

- يشرح معنى التطهير في عملية تنقية مياه الشرب وأغراضه وأهم الطرق المستخدمة في عملية التطهير وأغراض كل منها.
- يصنف أنواع التطهير ويربطها بمراحل عملية التنقية ومواقعها على خط إنتاج المياه في محطة تنقية مياه الشرب.
- يشرح كيفية التطهير بالكلور ويقارن بين ظروف وطرق وتقنيات التطهير بمركبات الكلور وأشكال وتداول هذه المركبات.
- يشرح كيفية التعامل مع غاز الكلور وخواصه وتحضيره واسطوانات الكلور وأنواع الأجهزة المستخدمة مع أنواع الكلور وأجزائها.
- يشرح أسس حساب تركيز جرعة الكلور وأشكال الكلور المستخدمة في التطهير وكيفية تحضير كل منها بأمان وبالجرعة المناسبة للتطهير.

مقدمة

الغرض من عملية التطهير جعل المياه آمنة للاستهلاك الآدمى، فلا يمكن للترشيح مهما كان بطيئا أن يحجز كل ما فى الماء من بكتريا وكائنات دقيقة (Microorganisms)، لذلك كان لابد من وجود طريقة للتخلص من هذه الكائنات الحية التى تسبب الأمراض (Pathogens)، وذلك طبقا لمعايير قياسية خاصة بمياه الشرب.

وتهدف عملية التطهير (Disinfection) إلى القضاء على الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض (Pathogens)، أو وقف نشاطها، بينما تهدف عملية التعقيم (Sterilization) إلى القضاء الكامل على جميع الكائنات الحية فى المياه ويستخدم التعقيم فى أعمال محدودة، لذا تعتبر عملية التطهير مرحلة جزئية من عملية التعقيم. وفى أعمال تنقية مياه الشرب بمحطات المياه تستخدم عملية التطهير فقط وهو ما سيتم شرحه خلال هذا الفصل.

ومن أقدم طرق التطهير التى عرفها الإنسان، التطهير بتسخين الماء حتى درجة الغليان ولكنها لا تصلح اقتصادياً إلا فى الاستخدامات المحدودة جداً بالمنازل، لذا كان لابد من وجود أو استحداث وسائل أخرى أكثر فاعلية للكميات الكبيرة من المياه، وأيضاً لتتناسب مع نظام الإمداد بالمياه الذى يحتوى على مكونات قد تكون فى حد ذاتها من العوامل التى قد تساعد على نمو البكتريا وتكاثرها.

طرق التطهير

توجد طرق كثيرة للتطهير تستخدم حسب نوع وطبيعة الظروف التى يجرى فيها التطهير والغرض منه، وهناك طرق عديدة للتطهير منها:

* التطهير بالحرارة
* التطهير بالأشعة فوق البنفسجية
* التطهير بالأوزون
* التطهير الكيميائى

التطهير بالحرارة

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

التطهير بالأشعة فوق البنفسجية

تعتمد هذه الطريقة على إبادة الباثوجينات (Pathogens) بتعريضها مباشرة للأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet). إلا أن عملية إنتاج هذه الأشعة مكلفة، كما أنها غير مجدية إذا كانت الأحواض عميقة، إذ أن المعالجة الإشعاعية تتم بتعريض طبقة رقيقة من الماء (سنتيمترات قليلة) إلى الأشعة وبسرعة مرور بطيئة جدا. لذلك فإن هذه الطريقة لا يتم استخدامها إلا فى المعامل والمستشفيات وبعض الصناعات وفى وحدات تحلية مياه البحر التى تعمل بنظرية التناضح العكسى (Reverse Osmosis)، والتى تكون تصرفاتها صغيرة جداً إذا ما قورنت بوحدات معالجة المياه فى المدن أو القرى.

التطهير بالأوزون

الأوزون غاز مؤكسد قوى يتم إنتاجه من الأكسجين الجوى داخل أجهزة خاصة، وذلك بتمرير الهواء الجوي الجاف والخالي من الأتربة بين قطبى كاثود ذو جهد عالى. ونظراً لأنه غاز نشيط جداً، فإنه يتفاعل مع كل المكونات الموجودة بالماء (عضوية وغير عضوية)، لذلك يمكن استخدام غاز الأوزون (Ozone O_3) أيضاً للتحكم فى لون ورائحة الماء.

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

التطهير بالكيماويات وهو أنسب وسيلة تستخدم فى تطهير المياه على نطاق واسع، وذلك بإضافة مواد كيماوية بجرعات خاصة، للتخلص من الكائنات الحية المسببة للأمراض (Pathogens) والقضاء عليها دون الإضرار بصحة الإنسان والحيوان، وأيضاً بدون إحداث تغيير فى طعم ولون ورائحة المياه، ويعتبر التطهير بالكلور من أهم طرق التطهير الكيميائى.

التطهير بالكلور يعتبر التطهير بالكلور من أكثر الطرق شيوعا في عمليات تطهير المياه، وكان لظهور عملية الكلورة في أواخر القرن الماضي أثر كبير في القضاء علي الأمراض التي ينقلها الماء وذلك بأقل التكاليف وأبسط المعدات واقل عدد من العاملين ولولا عملية الكلورة لانتشرت أوبئة الكوليرا والتيفود مثلما كان الأمر منذ مائة عام، ويتميز التطهير بالكلور بسهولة استعماله، وكذلك سهولة الحكم علي مدي فاعليته بالتأكد من بقاء قدرا من الكلور في الماء بعد فترة من إضافته.

ولا يعرف علي وجه التحديد كيف يعمل الكلور علي قتل البكتريا في الماء والمعتقد أن مركبات الكلور التي تتكون عند إضافة الكلور إلى الماء تقضي علي بعض الأنزيمات الضرورية للعمليات الحيوية في هذه الكائنات ولم يعد أحدا يعتقد مثلما كانوا يعتقدون في الماضي بان البكتريا تتأكسد نتيجة إضافة الكلور وذلك لان عملية التأكسد تحتاج إلى كميات هائلة من الكلور، في حين أن التطهير الناجح الآن لا يتطلب إلا كميات ضئيلة منه. ومع هذا فإن الكلور عامل مؤكسد قوي وعندما يستخدم بكميات كافية فإنه يوقف نمو الطحالب في المرشحات.

صناعة الكلور يتم تحضير الكلور فى الصناعة بواسطة التحليل الكهربى لمحلول كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)، ويتجمع الغاز عند القطب الموجب ويتم سحبه حيث تتم إسالته ويحفظ فى خزانات كبيرة إلى أن تتم عملية تعبئته فى الاسطوانات المستخدمة فى محطات المياه.

خصائص الكلور يمكن أن يتواجد الكلور مثله مثل أى مادة فى ثلاث صور مختلفة، الغازية أو السائلة أو الصلبة، ولكل منها خصائصه.

غاز الكلور

غاز الكلور غاز لونه أصفر مائل إلى الخضرة، وهــو أثقل من الهواء مرتين ونصف، وغاز الكلور سام له رائحة مميزة شديدة النفاذية ومهيج للأغشية المخاطية المبطنة للأنف والعين والجلد والرئتين ويسبب سعال وصعوبة فى التنفس.

والكلور الغازي وزنه الذري ٣٥,٥ وهو ضعيف القابلية للذوبان في الماء (٦.٧ جم/ لتر ماء عند ٢٠°م، ١٤.٨ جم/ لتر ماء عند صفر°م)، ولذلك لا ينبغي رش الماء على الكلور المتسرب، كما أن حفظ محلول الكلور في درجة حرارة باردة يحافظ على تركيزه لفترة طويلة.

وبرغم أن الكلور ليس مادة ملتهبة قابلة للاشتعال أو الانفجار، إلا انه يمكن أن يساعد على الاشتعال تحت ظروف معينة، كذلك فإن الكلور الجاف ليس مادة مسببة للتآكل، إلا انه يتحول إلى ذلك بشكل مؤثر إذا تعرض للرطوبة.

ويسال غاز الكلور بالتبريد (عند -٣٤.١°م تحت ضغط جوى ١ بار) أو يسال تحت ضغط عالي (حوالي ٧ بار، في درجات الحرارة العادية) ولذلك يحفظ وينقل علي هيئة غاز مسال بالضغط في اسطوانات من الصلب تختلف سعتها من خمسين إلي ألف كيلوجرام وتتوقف العبوة المستعملة علي الكمية المستهلكة في محطة المياه.

ويتحول الكلور من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية بسرعة كبيرة تؤدي لانخفاض شديد في درجات الحرارة، وعلى ذلك فإن الحد الأقصى المسموح به لسحب الكلور من الأسطوانة لا يجب أن يزيد عن ٩ كجم/ ساعة لتفادي انخفاض درجات الحرارة وتكوين الجليد على الأسطوانة ومواسير السحب

منها.

في حالة وجود تسرب لغاز الكلور فى الجو فإن ٣ جزء في المليون هى أقل نسبة يمكن حسها بالشم، وعند ١٥ جزء في المليون يصبح تأثيرها مهيج للعين والرئة، ويصبح خطرا إذا ما استنشق لفترة من ٣٠ –٦٠ ق عند تركيز من ٤٠ -٦٠ جزء في المليون، وإذا زاد التركيز في الجو ليصل إلى ١٠٠٠ جزء في المليون فيصبح مميت، حيث يصاب الفرد الذى يتعرض لهذه الجرعة بالاختناق والوفاة مباشرة.

أما الكمية المسموح بها لغاز الكلور في الجو وتكون آمنة لفترة الوردية الواحدة (ثماني ساعات) لا تتجاوز تركيز ١.٠ جزء في المليون.

الكلور السائل:

عبارة عن محلول نقى كهرمانى اللون وهو أثقل من الماء مرة ونصف تقريباً، وللكلور السائل معامل تمدد عالى، إذ يزداد حجمه بسرعة كبيرة بازدياد درجة الحرارة، حيث يزداد تمدد السائل ليملأ الاسطوانة بالكامل عندما ترتفع درجة الحرارة إلى ٦٧.٥ درجة مئوية، ولذلك يلتزم دائماً بعدم ملء اسطوانات الكلور بأكثر من ٨٥ % من حجمها. وحيث أن الكلور السائل يتبخر بسرعة شديدة إذا ما تعرض للهواء الجوى، لذلك فهو نادراً ما يرى فى صورته السائلة.

وعند تبخر الكلور السائل فإن وحدة الحجوم الواحدة منه تنتج حوالى ٤٥٦ وحدة حجم من الغاز النقى عند درجة حرارة ١٥ درجة مئوية، وضغط ٧٦٠ مم زئبق، وبالتالى فإنه عند وجود تسرب فى اسطوانة الكلور، يتحتم تعديل وضع الاسطوانة بحيث تكون منطقة التسرب فى أعلاها لكى يتسرب غاز الكلور وليس السائل.

الكلور الصلب:

نظراً لأن الكلور السائل يتجمد عند درجة حرارة منخفضة جداً (-١٠٢ درجة مئوية) فهو نادراً ما يوجد فى صورته الصلبة، غير أنه يتواجد متحـــداً مـــع بعض العناصر الأخرى فى صورة مركبات على هيئة بودرة أو حبيبات.

مركبات الكلور بخلاف الكلور النقى يتواجد الكلور علي هيئة مركبات سائلة أو صلبة:

١ - محلول الكلور:

ويسمي كيماويا (هيبوكلوريت الصوديوم) وتركيبه الكيماوي هو NaOCl وهو محلول يحتوي علي حوالي ١٥٪ من الكلور الحر ويباع في المحلات العامة كمنظف تحت أسماء مختلفة، ويمكن استعماله كمطهر للمياه بشرط أن لا يضاف إليه أي أنواع من المنظفات ويضاف مباشرة إلى الماء سواء بالصب المباشر من وعاء أو باستعمال مضخة مناسبة، ويسبب محلول الكلور تآكلا في المواسير.

٢ - المسحوق المبيض:

ويسمي أحيانا (كلوريد الجير أو الجير المكلور) وتركيبة الكيماوي هو مزيج من (كلوريد كالسيوم قاعدي $CaCl_2Ca(OH)_2$، هيبوكلوريت كالسيوم قاعدي $Ca(OCl)_2Ca(OH)_2$)، وهو مسحوق ابيض مائل للاصفرار، له رائحة قوية نفاذة ،الجديد منه يحتوي علي ٣٢٪ من وزنه كلور فعال. إلا أن هذه النسبة تأخذ في النقصان بمضي الوقت خصوصا إذا تعرض للجو أو للضوء، ولذلك يجب حفظه في عبوات خاصة محكمة القفل، كما يجب اختباره لمعرفة نسبة الكلور الفعال قبل كل استعمال حتى يمكن تقدير الكمية التي تعطي جرعة الكلور المطلوبة، وبعد تقدير تركيز المسحوق المبيض تعمل عجينه سميكة تخفف تدرجيا حتى تصير مستحلب بنسبة ١: ١٠٠ وهذا المستحلب يمزج جيدا ثم يترك لمدة ساعة ثم يصفي لإزالة ما به من رواسب ثم يضاف إلى الماء بالمعدل المطلوب بواسطة أجهزة خاصة.

٣ - مسحوق أو أقراص الكلور:

ويسمي كيماوياً (هيبوكلوريت الكالسيوم) وتركيبة الكيماوي هو $Ca(OCl)_2.4H_2O$ وهذه المادة تحتوي علي حوالي ٦٠-٧٠٪ من الكلور الحر. ويمتاز عن المسحوق المبيض بارتفاع نسبة الكلور الفعال وبان نسبة الكلور الفعال لا تتأثر بالتخزين لفترات طويلة. وعند الاستعمال يحضر محلول مركز منه ثم يضاف إلى الماء بالجرعات اللازمة بواسطة أجهزة خاصة.

وعموما استعمال مركبات الكلور أصبح غير شائع في عمليات التطهير الكبرى للمياه نظرا لمتاعب التشغيل إلا انه يستعمل في الحالات الآتية:

١. تطهير شبكات مواسير توزيع المياه بعد إنشائها أو إصلاحها.
٢. تطهير مرشحات وخزانات المياه.
٣. في حالات الطوارئ مثل حالات الفيضانات.

أنواع التطهير بالكلور يمكن تقسيم أنواع التطهير من حيث موقعه فى مراحل المعالجة إلى الأنواع التالية:

- التطهير المبدئي (حقن الكلور المبدئي).
- التطهير المتوسط (حقن الكلور المتوسط).
- التطهير النهائى (حقن الكلور النهائي).

التطهير المبدئي عند استقبال المياه من المأخذ من مصدر المياه فإنها تحتوي على بعض أنواع من الطحالب والبكتريا، ولتقليل الحمل البكتيرى على المرشحات فإنه يتم إجراء عملية تطهير مبدئي للمياه العكرة.

ومن مزايا التطهير المبدئي "Pre-Disinfection" ما يلى:

- تقليل الحمل البكتيرى على المرشحات.
- زيادة عامل الأمان.
- المساعدة على إزالة الألوان فى بعض الأحيان.
- إطالة فترة تشغيل المرشحات وعدم انسدادها بالطحالب.
- تخفيض كمية المواد العضوية والكائنات الدقيقة.

- المساعدة على عدم تكون طعم أو رائحة.

التطهير المتوسط يستخدم في حالة ما إذا كانت المياه المـــروقة الخارجة من المروقات تحتوي على كميات ضئيلة من الكلور المتبقي حيث يكون له تأثير في تطهير الوسط الترشيحي.

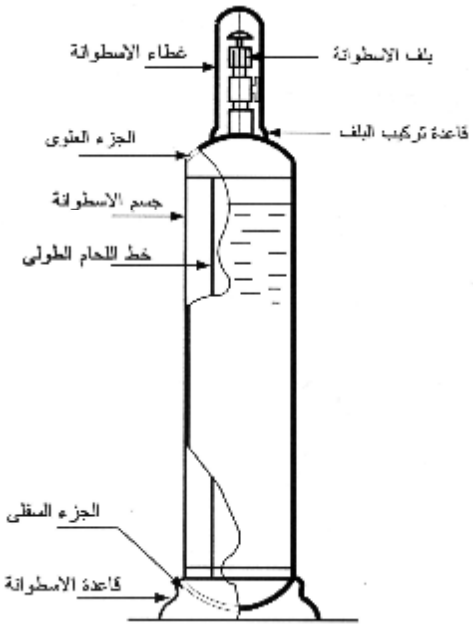
التطهير النهائي هو إضافة الكلور إلى الماء بعد عملية الترشيح أي بعد الانتهاء من عمليات التنقية وقبل دخولها الخزان الأرضي لقضاء فترة تلامس لا تقل عن نصف ساعة وذلك لضمان تمام عملية التطهير. بالإضافة إلا أن التطهير النهائي (Post-Disinfection) يحافظ على كلور متبقي في شبكات التوزيع الأرضي.

التعامـــل مـــع غـــاز الكلـــور نظراً لخطورة غاز الكلور عند تداوله واستخدامه فى عمليات التطهير، لذلك سوف نوضح أسلوب تعبئته وتداوله والأجهزة المستخدمة فى إضافته.

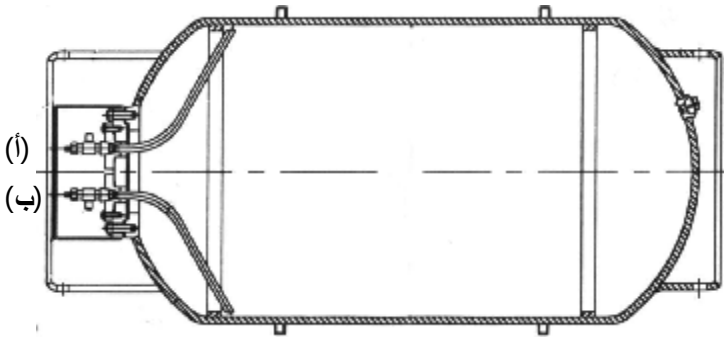
اسطوانات غاز الكلور يتم تصنيع اسطوانـــات الكلور من الحديـــد الصلب طبقا لمواصفات خاصة لتتحمل ضغطا داخليا حوالى ٣٥ كجم/ سم^{٢}. ويتم ملؤها بالكلور عادة إلى ٨٠٪ من سعتها عند درجة حرارة ٢٠° مئوية (٦٨° ف). ويجب عدم تعريض هذه الاسطوانات للحرارة الزائدة أو تعريضها للسقوط أو الدحرجة العنيفة.

ويتم تصنيع الاسطوانات بثلاثة أحجام؛ صغيرة سعة حوالى ٥٠ كجم، ومتوسطة سعة نصف طن، وكبيرة سعة طن واحد. ويوضح الشكل رقم (٧-١) قطاع رأسي في الإسطوانة الصغيرة والكبيرة.

وتستعمل الاسطوانة الصغيرة عادة وهي فى وضع رأسى للإمداد بغاز الكلور، بينما الاسطوانة المتوسطة أو الكبيرة عادة يتم وضعها فى وضع أفقى، بحيث يمكن الحصول منها على غاز كلور من المحبس (أ) أو كلور سائل من المحبس (ب)، وذلك فى العمليات الكبيرة التى تستلزم استخدام كميات كلور كبيرة فيمر الكلور السائل على مبخر لتحويله إلى غاز.



أسطوانة سعة ٥٠ كجم



أسطوانة سعة واحد طن

شكل رقم (٧-١)
اسطوانـــات الكلـــور

أجهزة إضافة الكلـــــــور

نظراً لضرورة السيطرة الدقيقة على كمية الكلور المضافة، ونظـــرا لطبيعـــة الكلور الغازية فى الضغوط العادية؛ تستخدم أجهزة خاصة لإضافة جرعات الغاز إلى الماء تعرف بأجهزة إضافة الكلور، وتعمل هذه الأجهزة بطريقة التفريغ، ولهذا فإن أى تنفيس فى أى وصلة يسحب الهواء إلى الداخل، بعكس ما يحدث فى الأجهزة التى تعمل بطريقة الضغط حيث يتسرب غاز الكلور إلى الخارج.

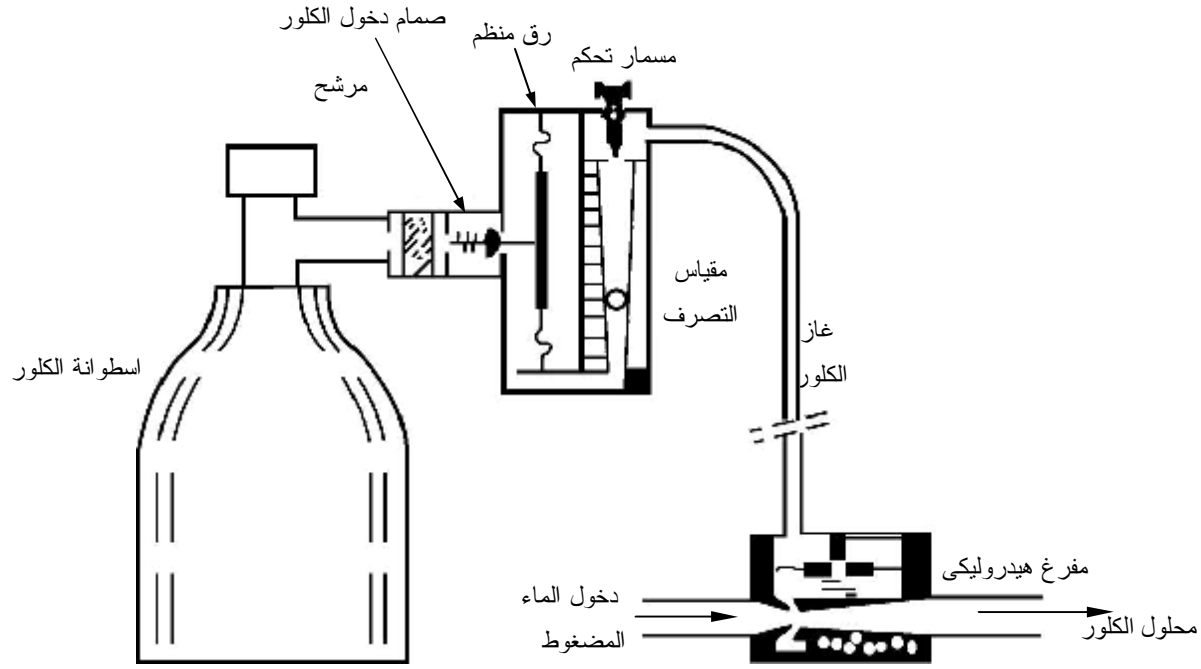
ويتم إحداث التفريغ عن طريق مفرغ مائى وهو عبارة عن ماسورة بها اختناق فى مسارها، وطبقا لقاعدة برنوللى والتى تقول "أن مجموع طاقات السائل ثابتة"، فإن زيادة سرعة الماء فى هذا الجزء الضيق يزيد من طاقة الحركة وبالتالى يصاحبه هبوط فى الضغط. وتوصل النقطة التى يصل فيها الضغط إلى التفريغ داخل المفرغ المائى بجهاز الكلور، فيتم سحب الغاز إلى المفرغ. ويستخدم ضغط الماء الذى يقوم بتشغيل المفرغ فى حقن جرعات

الكلور المذاب بالجرعات المناسبة.

وتوجد أنواع متعددة من أجهزة إضافة الكلور، منها:

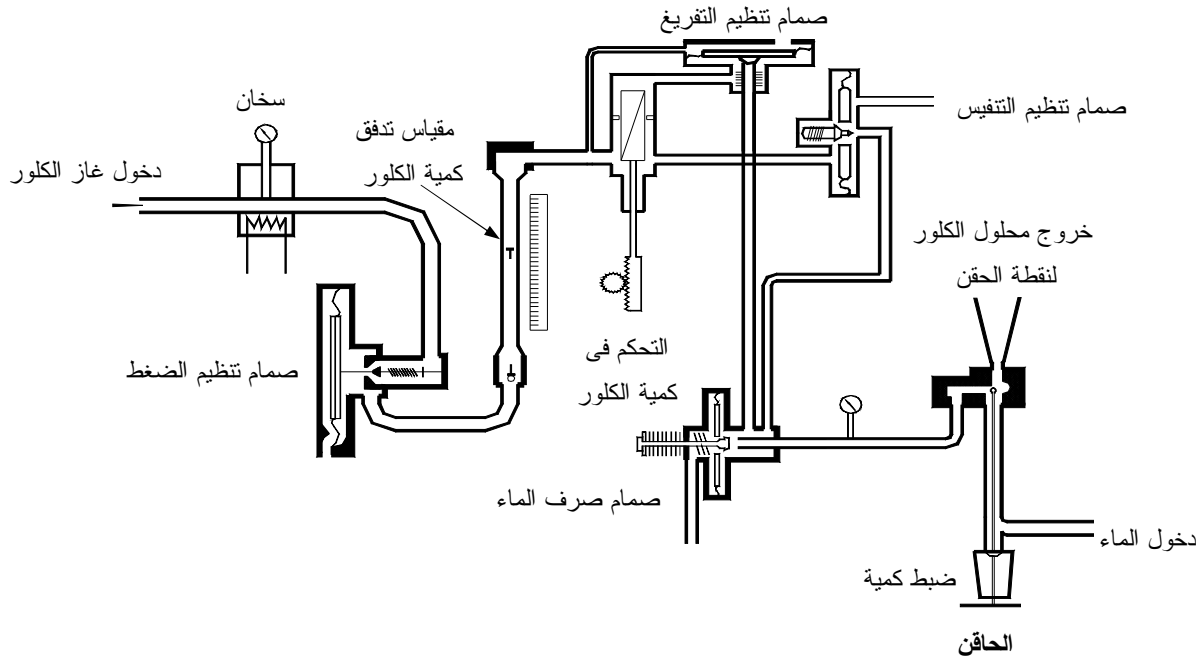
- جهاز الكلور المدمج
- جهاز الكلور اليدوى ذو السعة الكبيرة
- جهاز الكلور الآلى ذو السعة الكبيرة

ويوضح الشكل رقم (٧-٢) جهاز الكلور المدمج، والشكل رقم(٧-٣) جهاز الكلور اليدوى.



شكل رقم (٧-٢)

جهاز الكلور المدمج



شكل رقم (٧-٣)

جهاز الكلور اليدوى

تحديد جرعة الكلور:

يجب تحديد جرعة الكلور المبدئي للمياه العكرة قبل دخولها للمحطة والكلور النهائي في نهاية مراحل التنقية حيث تقوم معامل محطة التنقية بعمل تجارب نقطة الانكسار لتحديد الجرعة المناسبة بإضافة تركيزات مختلفة من الكلور إلى الماء وتترك لفترة تلامس لا تقل عن ٣٠ دقيقة ثم يتم اختيارالجرعة المطلوبة.

ويمكن بطريقة أخرى متابعة تحاليل المياه من مخرج خزان المياه الأرضى الذى يضاف الكلور فى بدايته، ويتم تحديد الجرعة المناسبة عندما يكون الكلور المتبقى فى المياه فى الحدود المطلوبة لعمليات الإمداد بالمياه والتى تصل إلى ٠.٢ – ٠.٣٠ مجم/ لتر فى نهاية الشبكة، ويمكن فى بعض الأحيان حقن كلور إضافي فى الشبكة لتعويض النقص فى الكلور المتبقى فى حالة خطوط نقل المياه لمسافات طويلة أو وجود خزانات أرضية فى محطات الروافع.

نظام تعادل الكلور المتسرب

هذا النظام يعـــمل على حماية العاملين بالموقع من خطورة الكلور المتسرب، فهو يعمل على تجميع الكلور المتسرب من أماكن التسرب وهي مخزن الاسطوانات أو غرفة الأجهزة والمبخرات- ويدفع الكلور المتسرب إلى برج التعادل وتتساقط عليه محلول الصودا الكاوية فتتفاعل مع الكلور وينتج ملح الطعام بذلك يتم القضاء على خطورته.

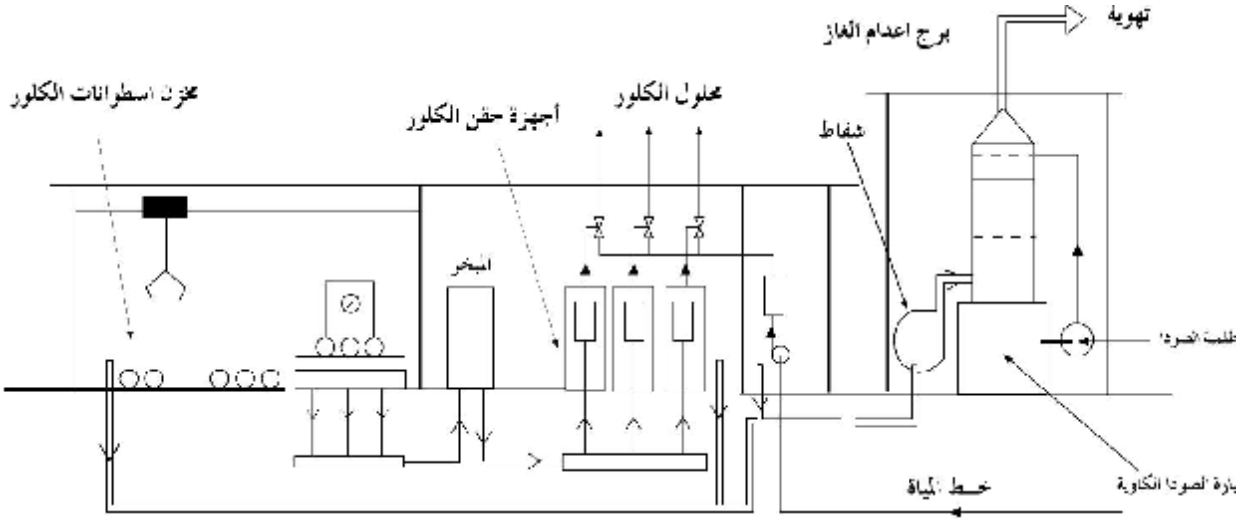
ويتكون نظام معادلة الكلور المتسرب مما يلى:

١. بيارة تركيز محلول الصودا الكاوية سعة ١٠ م^{٣} ويتم تركيز الصودا بقوة تركيز ٤٠ %.
٢. عدد (٢) طلمبة سحب الصودا الكاوية ودفعها إلى البرج لعمل دش واحدة تعمل والأخرى احتياطي.
٣. عدد (٢) مروحة شفط الكلور المتسرب ودفعه إلى أسفل لتتساقط عليه الصودا الكاوية.
٤. عدد (٢) حساس لتركيز الكلور في الهواء الجوي بمخزن الاسطوانات.
٥. عدد (١) حساس لتركيز الكلور في الهواء الجوي بمبنى الأجهزة والمبخرات.

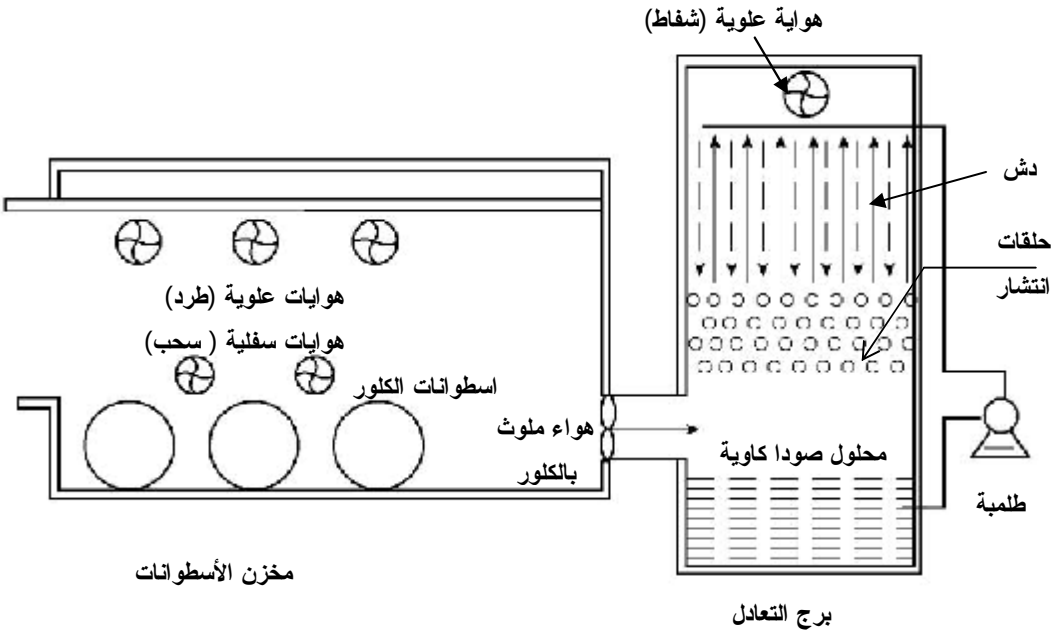
وهذه الأجهزة الحساسة تنشط عند وصول نسبة تركيز الكلور في الهواء إلى ٣ جزء في المليون لإعطاء إنذار وعندما تصل إلى ٥ جزء في المليون تعطي إشارة إلى مرواح الشفط وطلمبات الصودا للعمل في معادلة هذا الكلور المتسرب وفي نفس الوقت نقوم بإيقاف مراوح التهوية العادية.

وحتي تقوم الحساسات بعملها على أكمل وجه وتستشعر الكلور المتسرب يجب أن يتم غلق جميع الأبواب والشبابيك الخاصة بالمباني، ويجب أن يتم قياس تركيز الصودا دوريا خاصة بعد حدوث أي تسريب وتشغيل النظام لزيادة التركيز إذا لزم الأمر.

ويبين الشكل رقم (٧-٤) نظام حقن الكلور المتكامل متضمناً نظام امتصاص الغاز المتسرب.



(أ) نظام متكامل لحقن الكلور



(ب) تفاصيل نظام امتصاص الغاز المتسرب وبرج التعادل

شكل رقم (٧-٤)

نظام متكامل لحقن الكلور متضمناً نظام التعادل لغاز الكلور المتسرب

الفصل الثامن

الآبار

الفصل الثامن

الآبـــار

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على هذا الفصل ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن:

- يذكر الأنواع المختلفة للآبار ويشرح الفرق بينها.
- يصف ويعدد العوامل المؤثرة على إنشاء الآبار.
- يذكر بالتفصيل المكونات الرئيسية لطلمبة تشغيل الآبار.
- يشرح الملامح الخارجية للبئر ويصف بالتفصيل المنافذ والفتحات الموصلة لداخل البئر ووظائفها.
- يشرح نظامين مختلفين يستخدما لتشغيل الآبار والعمليات المصاحبة لأنظمة التشغيل مثل التطهير والتعقيم والصيانة والاختبارات.
- يشرح طريقتين تستعملا لإزالة عسر الماء ومميزاتهما وعيوبهما المختلفة.
- يذكر الطرق المختلفة لإزالة الحديد والمنجنيز والمراحل المتبعة في كل منها.
- يشرح المصطلحات المستخدمة في مجال التشغيل السليم للآبار.
- يذكر مشاكل آبار المياه وكيفية التعامل معها والتغلب عليها.

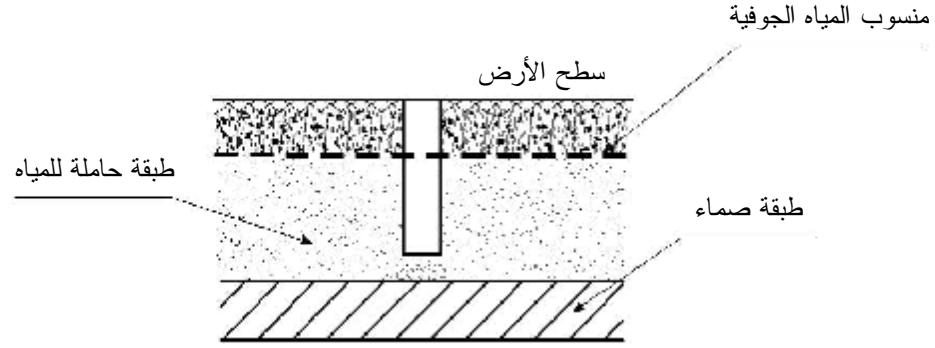
مقدمة

نظرا لوجود كميات كبيرة من المياه الجوفية الناتجة من تسرب مياه الأمطار والأنهار والمجاري المائية إلى باطن الأرض ولكون هذه المياه من أنقى أنواع المياه العذبة بعد مياه الأمطار ولا تحتاج إلى معالجة إلا في حالات التلوث أو احتوائها على بعض الشوائب والأملاح المعدنية غير المرغوب فيها، لذا كان لابد من الاستفادة من هذه المياه وإخراجها إلى سطح الأرض وضخها إلى المواطنين بعد التأكد من صلاحيتها للاستهلاك الآدمي.

وحتى يتسنى إخراج المياه الجوفية من أعماق الأرض إلى سطحها كان لابد من إنشاء ما يسمى البئر بغرض تكوين حوض مياه (مصدر) في المكان المحدد حتى يمكن إخراج هذه المياه منه إلى السطح، وبعد تكون هذا الحوض بحفر مكان البئر يتم استخراج ورفع هذا الماء إلى السطح، ويتم هذا باستخدام أنواع خاصة من الطلمبات تعرف باسم طلمبات الأعماق – حيث تستطيع هذه الطلمبات سحب المياه من حوض البئر ورفعها رأسيا حتى سطح الأرض وتضخ إلى شبكة التوزيع بضغوط مناسبة.

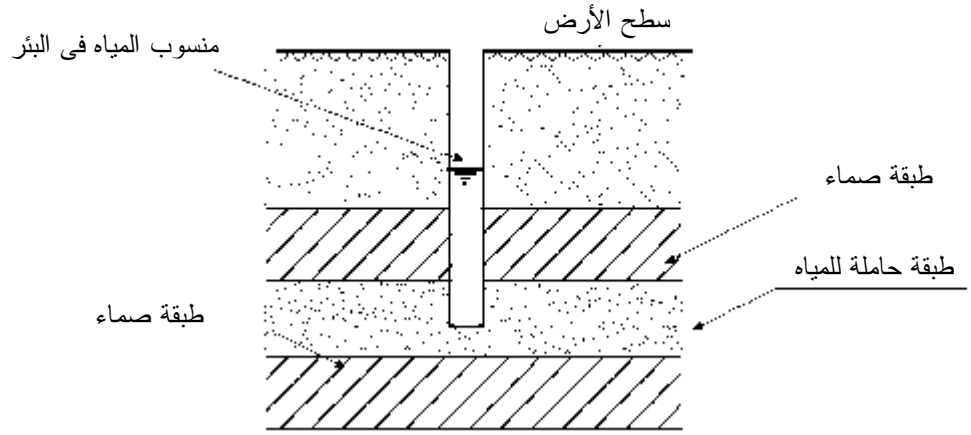
أنواع الآبـــار تنقسم الآبار إلى: آبار سطحية، وآبار عميقة، وآبار ارتوازية.

الآبـارالسطحيـة وهى التى تستمد مياهها من طبقة حاملة للمياه تقع أعلى أول طبقة غير منفذة (صماء)، ويكون منسوب سطح المياه فى حالة عدم تشغيل البئر مساوياً لمنسوب سطح المياه الجوفية، ومساوياً للضغط الجوى شكل رقم (٨-١).



شكل رقم (٨-١)
بئر سطحى

الآبار العميقـــة وهى التى تستمد مياهها من طبقة حاملة للمياه على أعماق بعيدة ومحصـــورة بين طبقتين غير منفذتين (صماءتين)، وعادة ما تكون غنية بالمياه شكل رقـــم (٨-٢). وتتميز الآبار العميقة بعدم تلوث مياهها من الناحيـــة البكترولوجيـــة (الأمر الذى يحدث فى الآبار السطحية)، وكذلك يتميز بعضها باندفاع المـــاء ذاتياً لأعلى دون الحاجة لاستخدام الطلمبات.



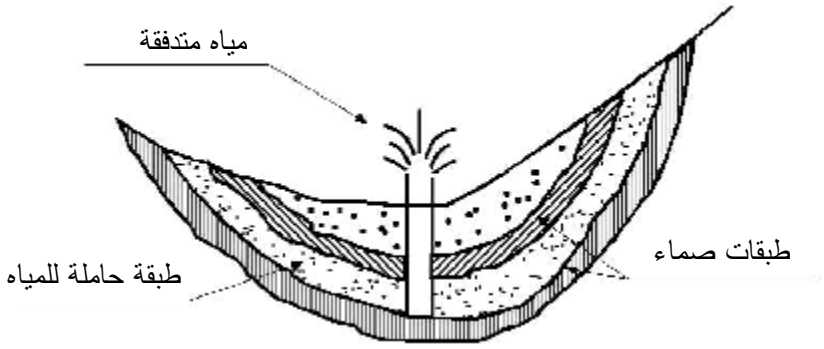
شكل رقم (٨-٢)

بئر عميـــق

الآبار الارتوازية وهى الآبار التى تتغذى من طبقة مسامية تكون المياه الجوفيـــة فيهـــا تحـــت ضغط أعلى من الضغط الجوى، فيرتفع سطح الماء فى البئر إلى مستو أعلى من مستواه فى الطبقات المحيطة بالبئر، وهذا النوع من الآبار ينقســـم إلـــى نوعين هما:

١- آبار ارتوازية متدفقة:

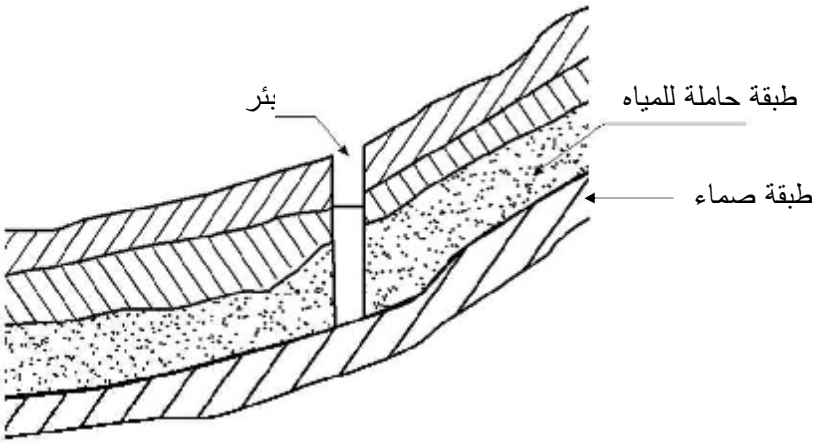
وهى الآبار التى تكون المياه فيها معرضة لضغط كاف يسبب ارتفاع المـــاء إلى فوهة البئر عند مستوى سطح الأرض أو أعلى – الأمر الذى يغنى عـــن استعمال طلمبات لسحب المياه من البئر شكل رقم (٨-٣).



شكل رقم (٨-٣)
بئر ارتوازى متدفق

٢- آبار ارتوازية غير متدفقة:

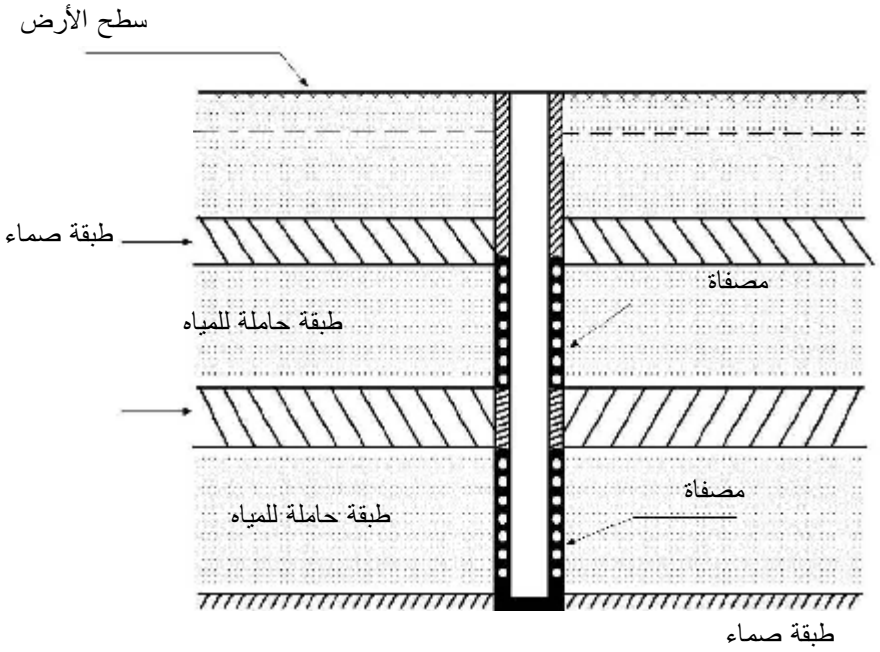
وهى الآبار التى لا تتعرض المياه الجوفية فيها لضغط كاف لرفع الماء إلى سطح الأرض، بل يسبب الضغط ارتفاع المياه إلى منسوب أقل من منسوب سطح الأرض، الأمر الذى يستلزم معه استخدام الطلمبات لاستخراج المياه من البئر. شكل رقم (٨-٤).



شكل رقم (٨-٤)
بئر ارتوازى غير متدفق

٣- آبار متعددة الطبقات:

وهى الآبار التى تخترق عدة طبقات حاملة للمياه؛ مما يؤدى إلى زيادة تصرف البئر، وتحسين خواص المياه بسبب اختلاف نوعيات المياه فى الطبقات الحاملة. شكل رقم (٨-٥).



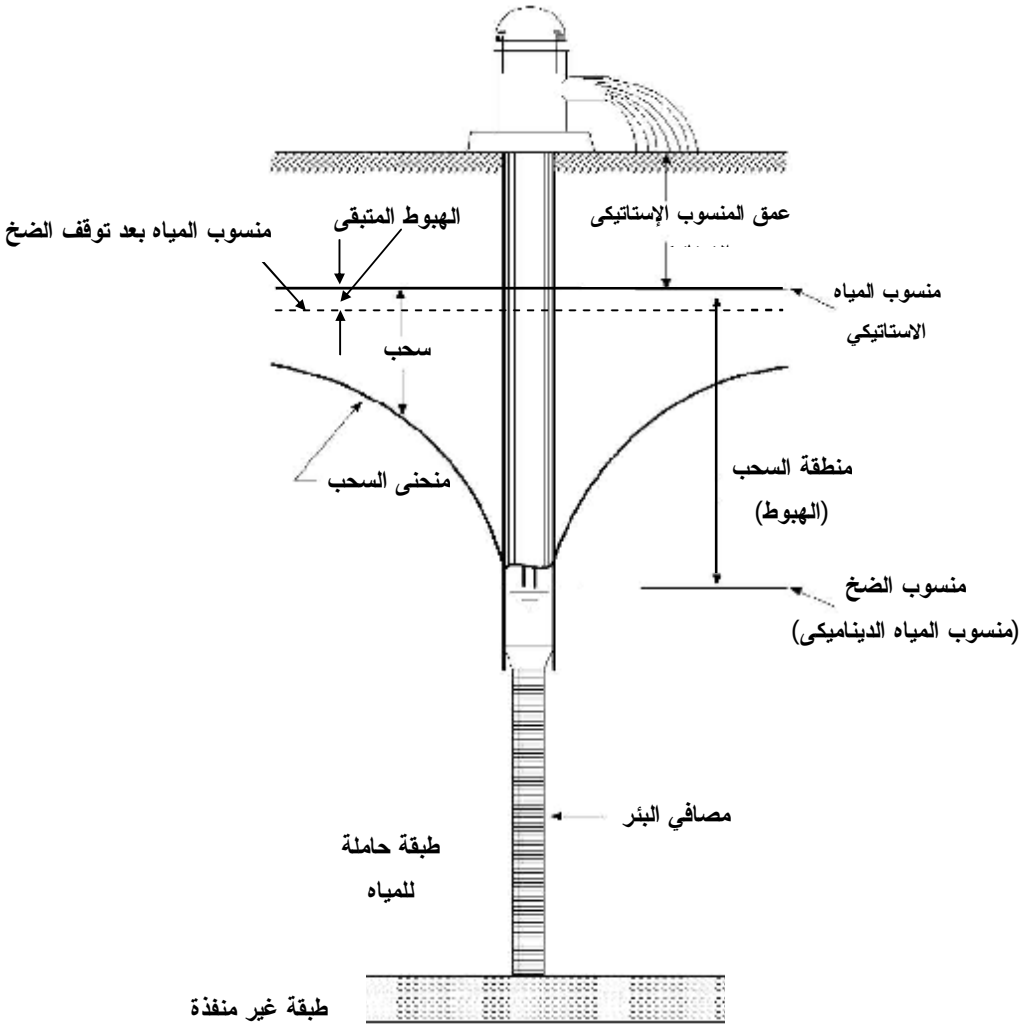
شكل رقم (٨-٥)
بئـــر متعـــدد الطبقات

الدراسة الهيدرولوجية للآبار

مـــن الضروري معرفة وفهم المصطلحات المستخدمة في مجال الآبار نظرًا لأهميتها في التشغيل السليم للآبار وسوف نتعرض هنا لنوعية الآبـــار التـــى يحتاج رفع المياه منها لاستخدام طلمبات ولن نتعرض للآبـــار التـــى تتـــدفق المياه منها مباشرة دون الحاجة للطلمبات ويوضح الشكل رقم (٨-٦) قطـــاع رأسى فى البئر والتعاريف الأساسية له.

١. المنسوب الاستاتيكي للمياه (Static Water Level, SWL)

وهو المستوى الذي يثبت عنده سطح المياه في البئر أو في الخزان المائي عند عدم سحب أي مياه من البئر سواء بالضـــخ بالطلمبـــات أو بالتـــدفق الحر. وعادة يعبر عنه بأنه المسافة بين سطح الأرض أو من عند نقطـــة قياس ثابتة قرب سطح الأرض إلى سطح المياه الموجودة في البئر.



شكل رقم (٨-٦)

قطاع رأسي في أحد الآبار الجوفية

٢. منسوب ضخ المياه (Pumping Water Level, PWL)

وهو المنسوب الذي تثبت عنده المياه داخل البئر في حالة ضخ الميـــاه مـــن البئر.

٣. الهبوط (Drawdown)

الهبوط أو الانخفاض هو الفرق بالمتر بين الجدول المائي وبين منسوب ضخ المياه ويمثل هذا الفرق الضاغط المانومتري للمياه (head) الذي يسبب تدفق المياه في الخزان الجوفي في اتجاه البئر بمعدل سحب المياه من البئـــر فـــي

الحالات المفتوحة (الغير محاطة أو محددة) ويمكن تمثيل هذه الضاغط بيانيا بالمنسوب الفعلي للمياه عند نقطة منحنى السحب (Drawdown).

٤. الهبوط المتبقي (Residual Drawdown)

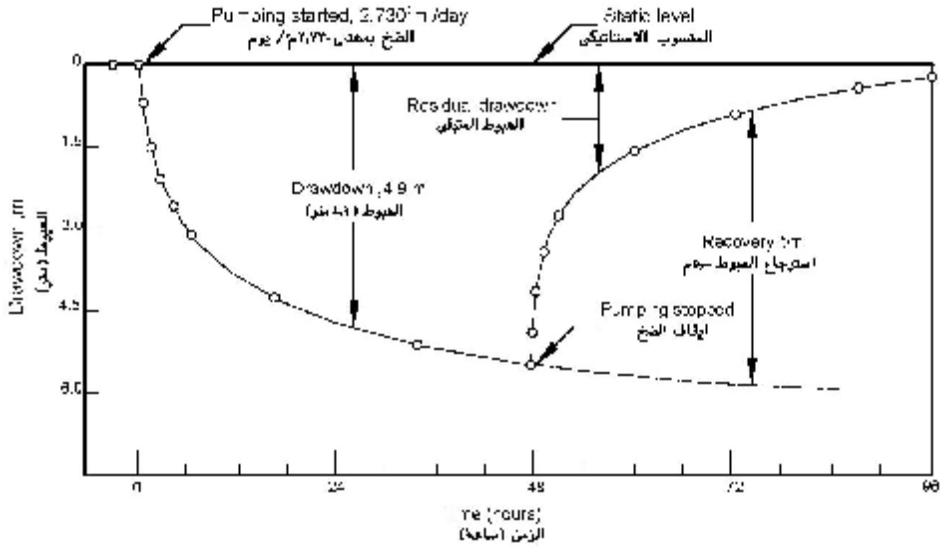
بعد توقف الضخ يرتفع مستوى المياه مرة ثانية حتى يقترب من المنسوب الاستاتيكي للمياه الذي كان عليه قبل بدء الضخ. وتعرف المسافة بين منسوب المياه الفعلي ومنسوب المياه الاستاتيكي الأولي أثناء عملية استعادة المنسوب باسم الانسحاب المتبقي، ويوضح الشكل رقم (٨-٧) منحنى الضخ لأحد الآبار ثم التوقف واسترجاع جزء من الهبوط الحادث فى منسوب المياه الاستاتيكى بالبئر.

٥. إنتاجية البئر (Well Yield)

وهو حجم المياه المنصرفة من البئر في الوحدة الزمنية وقد يكون هذا التصرف بالضخ أو بالتدفق الحر ويتم قياسها عادة مثل بوحدات م^{٣}/ساعة أو لتر/ثانية.

٦. السعة النوعية (Specific Capacity)

السعة النوعية لأي بئر هي كمية الإنتاج لكل وحدة سحب ويعبر عنها عادة بالمتر مكعب في اليوم للمتر من الهبوط (م^{٣}/ يوم/ م) بعد مرور فترة معينة من الزمن (عادة بعد ٢٤ ساعة). ويمكن الحصول على السعة النوعية للبئر بقسمة كمية المياه المنتجة على الهبوط الناتج بشرط قياسها في نفس الوقت، فعلى سبيل المثال إذا كان معدل الضخ ٥٤٥٠ م^{٣}/ يوم وكان الهبوط الناتج ٩,١ متر فإن السعة النوعية لهذا البئر وقت حدوث الضخ تكون ٥٩٩ م^{٣}/ يوم/ م (٩,١/٥٤٥٠) وتختلف السعة النوعية بشكل عام حسب مدة الضخ فعند زيادة زمن ومدة الضخ أو السحب تقل السعة النوعية وكذلك تنخفض السعة النوعية عند زيادة معدل السحب من نفس البئر.

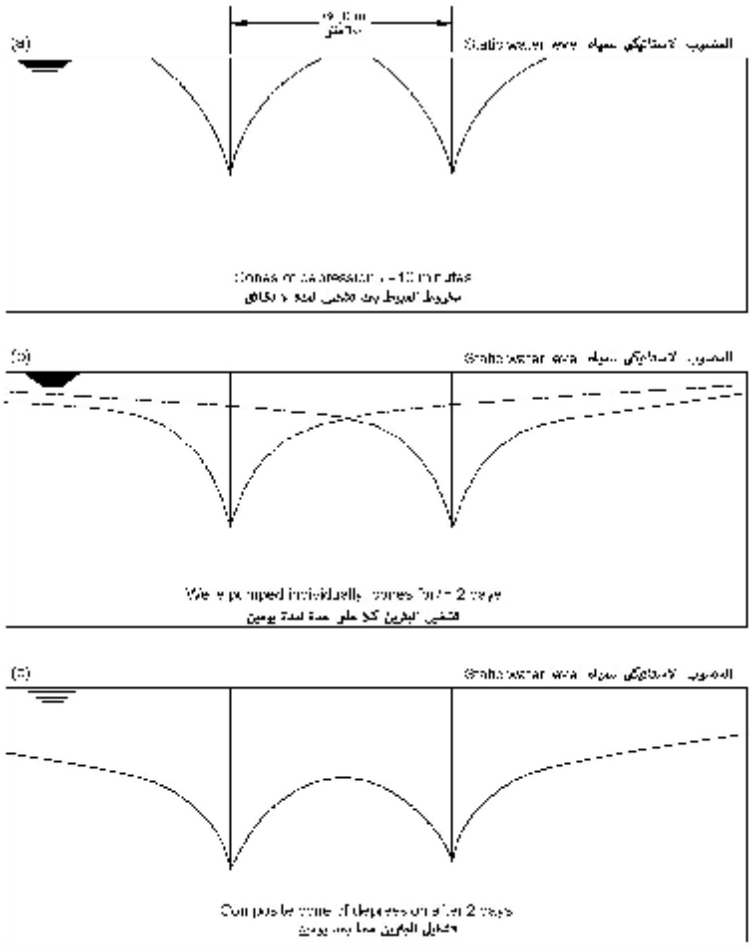


شكل رقم (٨-٧)

منحنى الضخ لأحد الآبار ثم التوقف واسترجاع جزء من الهبوط

٧. التأثير المتبادل على تشغيل الآبار

يوضح الشكل رقم (٨-٨) التأثير المتبادل نتيجة وجود تشغيل متجاورتين، ويتضح بالشكل التأثير الحادث على المنسوب الديناميكى للمياه عند تشغيل بئر واحد أو البئرين معًا، مما يجب أخذه فى الاعتبار عند تحديد مواقع هذه الآبار لضمان تشغيلها الجيد وإعطاؤها الإنتاجية التصميمية المطلوبة منها.



شكل رقم (٨-٨)
التأثير المتبادل لتشغيل الآبار المتجاورة

إنشاء الآبار الارتوازية

تنشأ الآبار بطرق كثيرة، بسيطة ومعقدة، فبعضها يتم حفره يدويـــاً، وبعضها الآخر يستخدم فى إنشائه معدات ميكانيكية كبيرة لعمل ثقوب عميقـــة بالتربة الصخرية، خاصة للآبار العميقة التى يصل عمقها لمئات الأمتار. وتوجد أشكال وتركيبات وأحجام مختلفة للآبار وتتحكم طبيعة السطح وتكوينات ما تحت السطح فى طريقة الإنشاء ونوعية الصيانة اللازمة.

ويتكون البئر من العناصر الرئيسية التالية:

١. مأوى البئر: وهو عبارة عن غرفة تنشأ فوق فتحة البئر يوضع بها معدات البئر وتشمل اللوحة الكهربية لتشغيل الطلمبات وكذلك المحابس

وأجهزة قياس الضغط وخلافه.

٢. ماسورة البئر العليا: وهى عبارة عن ماسورة بقطر مناسب يتم تركيب طلمبة البئر بداخلها ويحدد طولها طبقا للعمق المتوقع لإنخفاض مياه البئر عند السحب.
٣. ماسورة البئر السفلية: وتكون من الصلب بدون مشقبيات أو مصافى وقطرها أقل من الماسورة العليا ويوضع حولها زلط متدرج.
٤. منطقة المصافى: وهى جزء من ماسورة البئر بنفس قطر الماسورة السفلية وبها ثقوب لسحب المياه من التربة المحيطة وقد يركب عليها شبك إضافى.
٥. منطقة الحربة: وهى عبارة عن ماسورة مدببة على شكل حربة طولها لايقل عن ٣ أمتار ويتم ترسيب الرمال المتسربة مع المياه إلى البئرفى نهايتها.

وبصفة عامة فإنه يتم إنشاء الآبار بقطر داخلي ١٠ بوصة أو ١٢ بوصة في عمليات مياه الشرب ويتم حفر البئر من خلال إنزال قيسون متدرج يبدأ من ٢٠ بوصة ثم ١٨ ثم ١٦ بوصة وذلك في حالة البئر قطر ١٠ بوصة، وفي حالة البئر قطر ١٢ بوصة فيتم الحفر باستخدام قيسون متدرج قطر ٢٤ بوصة ثم ٢٠ ثم ١٨ بوصة.

وتتنوع المواسير المستخدمة في آبار المياه سواء المواسير المصمتة أو المصافي من الصلب المجلفن إلى (uPVC) إلى الصلب الذي لا يصدأ (Stainless Steel) بحيث لا يقل سمك مواسير المصافي عن ٦ مم.

العوامل المؤثرة على إنشـــاء الآبار

يعتمد إنشاء الآبار على عدة عوامل، أهمها:

١. بُعد المياه الجوفية عن سطح الأرض وتتواجد المياه الجوفية الصـــالحة للشرب فى معظم طبقات الأرض بجمهورية مصـــر العربيـــة وعلـــى أعماق تتراوح من ١٠ إلى ١٢٠ متراً، وقد تصل فى بعـــض الأحيـــان إلى ٣٠٠ متر في بعض المناطق الصحراوية.

٢. مكونات وخواص التربة من سطح الأرض وحتى أسفل الطبقات الحاملة للمياه.
٣. معدلات سحب المياه المطلوبة.
٤. مصادر التلوث المحتملة فى المنطقة؛ فى حالة وجود بيارات صرف منزلية بالمنطقة، فإنه يجب أن لا تقل المسافة بين هذه البيارات وموقع البئر عن ٥٠ متراً من جميع الاتجاهات.
٥. موقع البئر المقترح بالنسبة للآبار المجاورة له (التداخل بين الآبار)، حيث أنه فى حالة تواجد بئرين أو أكثر متجاورين، فإنه يتم سحب المياه من نفس الطبقة الأرضية الواحدة ويتأثر تصرف البئر بتصرف البئر الأخر المجاور له. ويتوقف هذا التأثير على المسافة بين تلك الآبار، وفى هذه الحالة يفضل أن لا تقل المسافة بين البئر والآخر عن مجموع نصفى قطر دائرتى تأثير البئرين، وألا يكون الخط الواصل بين البئرين موازياً لاتجاه سير المياه الجوفية (المياه الجوفية تتبع سير مياه النيل المتجهة من الجنوب إلى الشمال) بل يكون عمودياً على هذا الاتجاه.

أنواع الطلمبات المستخدمة فى الآبار

يمكن استخدام العديد من أنواع الطلمبات فى تشغيل الآبار، كما يلى:

<u>فى حالة الآبار العميقة</u>

- طلمبات الأعماق التربينية (متعددة المراحل) (Vertical Turbine Pumps).
- الطلمبات الغاطسة (طاردة مركزية) (Submersible Pumps).

<u>فى حالة الآبار الغير عميقة</u>: طلمبات أفقية طاردة مركزية.

ويوضح الشكل رقم (٨-٩) أحد الآبار وبه طلمبة الأعماق التربينية، وكذلك عنبر طلمبات أفقية بأحد عمليات آبار المياه الجوفية.

أ. طلمبة أعماق تربينية بأحد الآبار

ب. عنبر الطلمبات الأفقية (الطاردة المركزية)

شكل رقم (٨-٩)
طلمبة الأعماق التربينية والطلمبات الأفقية بعمليات الآبار

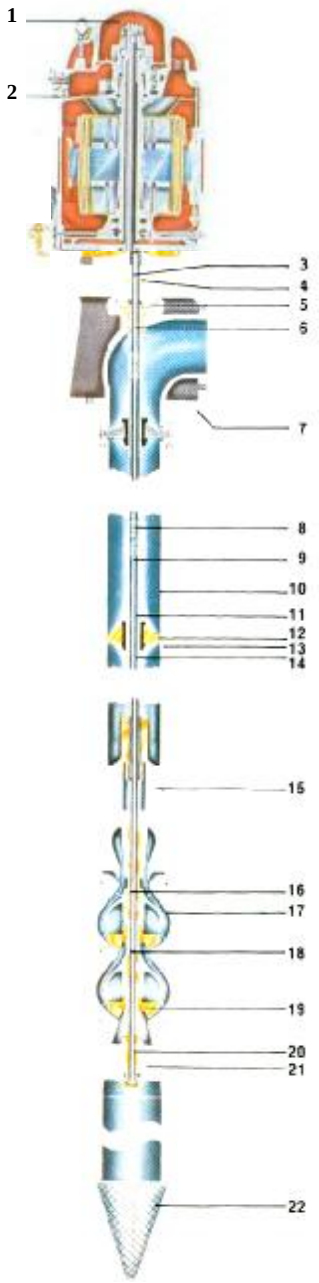
المكونات الرئيسية للطلمبة التربينية

تعتبر طلمبات الأعماق من النوع التربينى متعددة المراحل (Vertical Turbine Pump, "Multistage")، هى أكثر الأنواع استخداما في تشغيل الآبار، ويوضح الشكل رقم (٨-١٠) تركيب هذا النوع من الطلمبات:

وتتكون طلمبة الأعماق من النوع التربينى متعددة المراحل من الأجزاء الرئيسية التالية:

١. مصفاة السحب (Suction Strainer)
٢. ماسورة السحب (Suction Case)
٣. ماسورة الطرد الرأسية (Discharge Case)
٤. أغلفة (تجاويف) المراوح (Bowls)
٥. عمود الطلمبة (Pump Shaft)
٦. عمود توصيل عمود الطلمبة بالمحرك (Line shaft)
٧. رأس (مقدمة) ماسورة الطرد الرئيسية للطلمبة (مخرج مياه البئر) Discharge head

وتشتمل على صندوق الحشو ومحبس عدم الرجوع ومحبس الطرد علاوة على بعض أجهزة القياس للضغط والتصرف ... إلخ.



1. الصامولة العلوية للعمود
2. موتور كهربى بعمود رأسى مجوف
3. العمود العلوى للطلمبة
4. فتحة لفحص البئر
5. قاذف الماء
6. صندوق حشو (جلاند) يبرد بالماء
7. مانع تسرب صحى لقاعدة ماسورة التصرف
8. وصلة ازدواج لعمود الطلمبة
9. عمود الطلمبة
10. ماسورة للعمود المقلوظ لتوصيل مياه التبريد
11. كرسى كاوتش للعمود يبرد بالماء
12. ازدواج سداسى برونزى للعمود يبرد بالماء
13. وصلة ازدواج ماسورة مقلوظة للعمود
14. جلبة من الصلب الذى لا يصدأ (يمكن تغييرها) تدور داخل الكرسى الكاوتش
15. جسم غلاف الطرد
16. كرسى تحميل برونزى طويل
17. غلاف المروحة العلوى
18. عمود من الصلب الذى لا يصدأ
19. مروحة نصف مفتوحة
20. كرسى تحميل غلاف مروحة السحب (من البرونز)
21. غلاف مروحة السحب
22. مصفاة مخروطية لماسورة السحب

شكل رقم (٨-١٠)

الأجزاء الرئيسية لطلمبة الأعماق التربينية

الملامح الخارجية للبئر توجد مجموعة من الفتحات أعلى سطح البئر الغرض منها توفير عدة منافذ إلى داخل البئر يمكن معها أخذ قياسات مختلفة لمناسيب المياه بالبئر، والسماح بدخول وخروج الهواء أثناء تشغيل وإيقاف الطلمبة، إضافة الفلتر الزلطي لتعويض التناقص فى منسوبه، إضافة المواد المطهرة ووسائل

التنظيف المختلفة. ويتم حماية هذه الفتحات من تسرب أى ميـــاه إليهـــا مـــن السطح أو دخول أى مواد غريبة وذلك للحماية الصحية الأساسية للبئر، وهذه الفتحات بالتفصيل هى:

١. **فتحة التهوية (Well casing vent)**

الغرض منها السماح بدخول الهواء ومنع حدوث تفريغ داخل البئر أثناء عملية بدء تشغيل الطلمبة، حيث أن التفريغ يؤدى إلى سحب ملوثات من خارج البئر خلال أى فتحات صغيرة مختفية فى أعلى سطح البئر، كما أنها تمنع زيادة الضغط داخل البئر أثناء إيقاف الطلمبة وعودة ارتفاع منسوب المياه إلى وضعه الأصلى، وبالتالى قد تعمل على طرد مونة التثبيت ومادة العزل حول قاعدة الطلمبة العلوية، ويجب تغطيتها بشبك من السلك الدقيق لمنع دخول الحشرات وخلافه.

٢. **ماسورة استكمال الفلتر الزلطي (Gravel Filter Tube)**

تستخدم هذه الماسورة لإضافة الفلتر الزلطي والمراجعة الدورية لمنسوبه ويكون بها غطاء محكم وتكون مرتفعة بمقدار كاف فوق سطح الأرض لمنع دخول الملوثات.

٣. **فتحة القياس (Sounding Tube)**

هى فتحة صغيرة يمكن من خلالها إجراء قياس منسوب المياه فى البئر دورياً كما يمكن استخدامها عند إضافة مساعدات التنظيف والتطهير، ويجب إحكام تغطيتها بعد الاستعمال، ويتم القياس بعدة طرق منها استخدام حبل أو شريط معقم يتم إدخاله من هذه الفتحة وإسقاطه حتى يصل إلى سطح المياه، أو باستخدام جهاز قياس منسوب المياه بضغط الهواء.

٤. **قاعدة الطلمبة (Pump Pedestal)**

تصمم قاعدة الطلمبة الخرسانية لتحمل وزن جسم الطلمبة ومواسيرها بالكامل بالإضافة إلى تحمل وزن المحرك وغالباً ما يثبت بها فتحة

التهوية وفتحة الزلط، ويجب أن تكون مصبوبة من قطعة واحدة ومسلحة بالحديد وارتفاعها حوالى ٤٥ سم فوق سطح البئر النهائى، ولا يقل عن ٣٠ سم فوق سطح الأرض.

٥. **مانع تسرب قاعدة المحرك (Pump Motor Base Seal)**

يجب تركيب جوان مانع لتسرب المياه بين قاعدة المحرك وبين القاعدة الخرسانية ويفضل أن تكون من الكاوتش مع عدم استخدام المونة الأسمنتية لاحتمال تشرخها والسماح بدخول مياه وملوثات أخرى إلى داخل البئر.

٦. **حنفية العينات (Sampling Tap)**

عبارة عن محبس جزرة من النحاس ومثبت عليه ماسورة مركبة على ماسورة الطرد الرئيسية للبئر.

٧. **صمام تصريف الهواء وكسر التفريغ (الخلخلة) Air release-vacuum breaker**

إذا لم تكن الطلمبة مجهزة بمحبس قدم (Foot-valve) يحتفظ بعمود الماء عند إيقاف تشغيل الطلمبة، فيجب تركيب صمام تصريف الهواء وكسر التفريغ فى المسافة بين قاعدة المحرك وصمام عدم الرجوع على ماسورة الطرد الرئيسية، ويعمل هذا الصمام على:

أ. طرد الهواء من داخل ماسورة طرد الطلمبة الرأسية إلى الجو عند بدء تشغيل الطلمبة

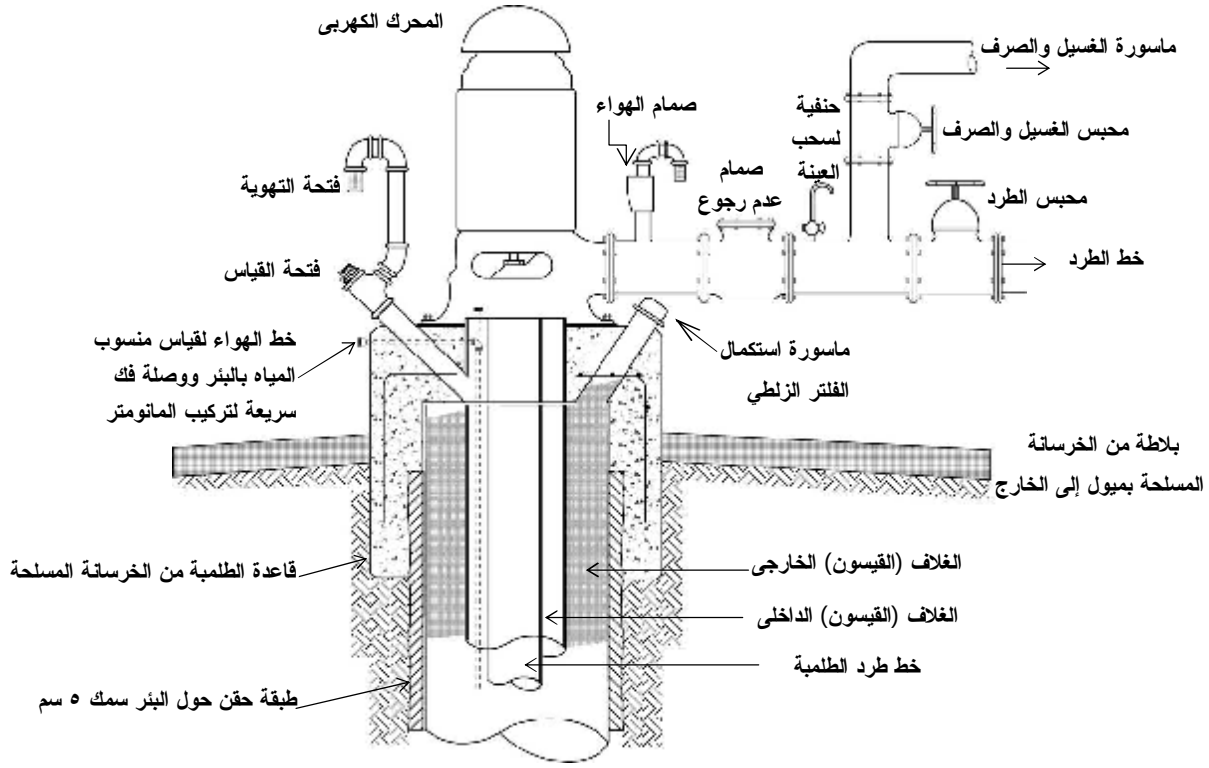
ب. إدخال الهواء إلى ماسورة طرد الطلمبة الرأسية عند إيقاف تشغيل الطلمبة، وبالتالى يسمح بارتداد الماء إلى ماسورة الطرد الرأسية مانعاً من تكوين تفريغ داخل العمود.

٨. **صمام الغسيل والتصفية (Wash and Drain Valve)**

يستعمل فى تفريغ المياه مع بدء التشغيل، ويسمح بخروجها خارج خط

الطرد لاحتوائها على رمال ومنع دخولها إلى الشبكة، وتتصل ماسورة التصفية والغسيل بماسورة الطرد قبل محبس الطرد الذى يتم غلقه وفتح محبس التصفية لخروج مياه الغسيل أو المياه فى بداية التشغيل، ويجب مراعاة عدم توصيل هذه الماسورة إلى غرفة تفتيش للمجارى، لمنع احتمال التلوث العكسى أو دخول الرمال إلى الغرفة، كما يجب أن تكون ماسورة الصرف أعلى من أى مستوى به مياه لحمايتها من الارتداد العكسى.

ويعرض الشكل رقم (٨-١١) قطاع نمطي في تركيبات بئر المياه الجوفية.

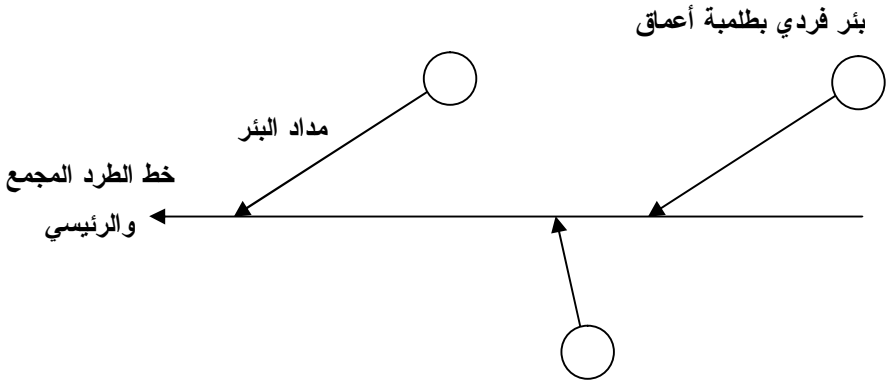


شكل رقم (٨-١١)
قطاع في تركيبات بئر المياه الجوفية

تشغيل الآبار يمكن تشغيل الآبار بأحد نظامين:

النظام الأول:

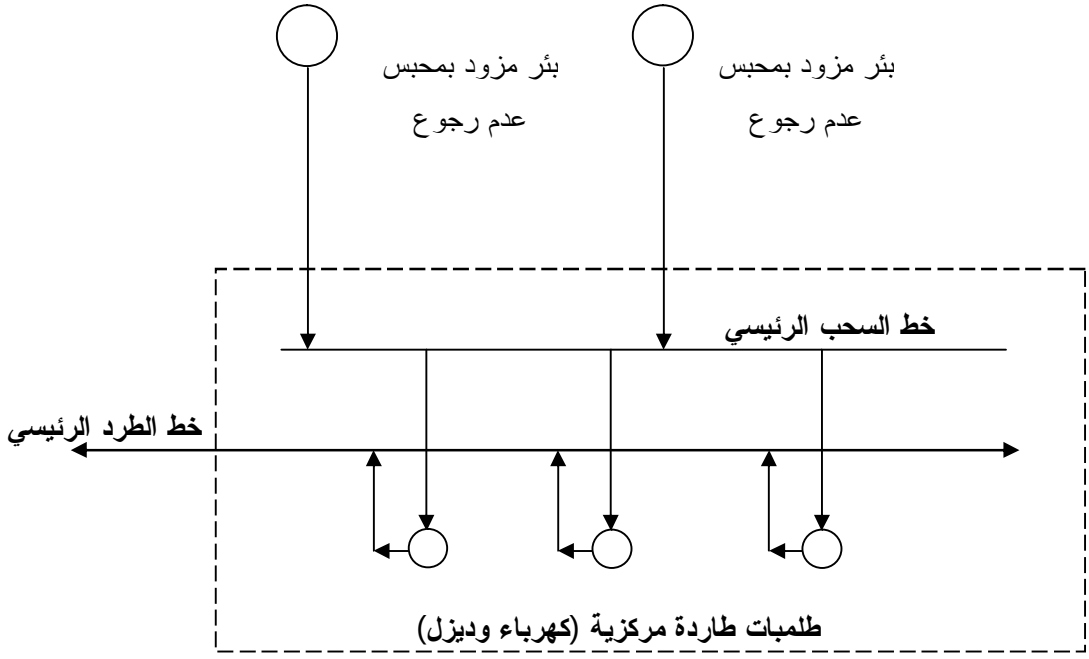
مجموعة آبار كل بئر يعمل بطلمبة أعماق ويتم تجميع خطوط الطرد لمجموعة الآبار في خط طرد رئيسي لتغذية المنطقة التي تخدمها هذه الآبار. كما هو معروض بالشكل رقم (٨-١٢).



شكل رقم (٨-١٢)
النظام الأول لتشغيل الآبار

النظام الثاني:

وهو عبارة عن مجموعة من الآبار توصل كلها على خط سحب رئيسي عن طريق مدادات فرعية ولا يحتوي هذا النظام على طلمبات أعماق ولكن تستبدل بمأوى لطلمبات الطرد المركزي التي تدور وتعمل بواسطة محركات كهربية أو محركات ديزل وتقوم هذه الطلمبات بسحب المياه من البئر إلى خط السحب الرئيسي ومنه إلى خط طرد الطلمبات ثم إلى خط الطرد الرئيسي الذي يوصل المياه إلى المنطقة المراد تغذيتها وفي هذه الحالة يمكن تشغيل بئر واحد فقط أو أكثر مع أكثر من طلمبة حسب تصرف البئر. والبئر مزود بمحبس عدم رجوع لعدم ارتداد المياه إلى البئر في حالة توقف الطلمبات، كما هو معروض بالشكل رقم (٨-١٣).



شكل رقم (٨-١٣)
النظام الثانى لتشغيل الآبار

عند تشغيل الآبار العميقة يتم مراعاة واتخاذ الاحتياطات اللازمة الكفيلة بسلامة وأمان كل بئر وضمان حمايته وحماية المياه المنتجة من التلوث، كذلك ضمان استمرارية تشغيله وحسن استغلاله وذلك بإتباع الخطوات والإجراءات التالية:

١. التأكد من سلامة حرم البئر عن طريق الحفاظ على مسافة كافية خالية ونظيفة حول البئر، بعيدة كل البعد عن جميع مصادر التلوث البكتيري المحتمل كخزانات التحليل (Septic tank) أو خزانات التجميع (مجرور) (Cesspit) ومواسير الانحدار (Sewers) أو الطرد (Force main) للصرف الصحي وكذا أكوام القمامة ... الخ. وكذلك التلوث الكيميائي كصرف الحقول والمزارع وما قد تحويه من أسمدة أو مبيدات ومراعاة الشروط الصحية.

٢. التأكد من عدم تسرب المياه من سطح الأرض إلى داخل البئر خلال فتحة التهوية أو أي فتحات أخرى، مع ضرورة عمل مجرى لإزاحة أي مياه متساقطة من أجزاء طلمبة البئر العلوية إلى أقصى حرم للبئر.

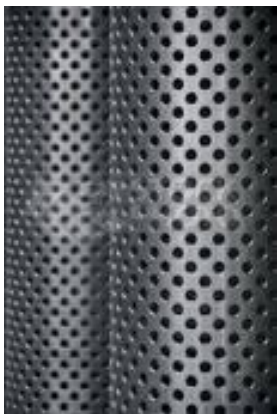
٣. عدم تجاوز معدل السحب الآمن للمياه من البئر وهو التصرف الذي يمكن الحصول عليه من البئر بدون خفض مستمر لمنسوب الطبقة الحاملة للمياه الجوفية حتى لا تتسرب المياه الملوثة إليها من الطبقة المحيطة.
٤. يتم القياس الدوري كل ٦ شهور لمنسوب المياه الاستاتيكي بالبئر (عند إيقاف الطلمبة وأخر لمنسوب المياه الديناميكي لعدة مرات بعد تشغيل الطلمبة وأثناء التشغيل وحساب مستوى الخفض في المنسوب (Draw down) وتسجيله لاستخدامه في المقارنة المستمرة ومنه يتم معرفة حدود تشغيل البئر والأداء المستقبلي له.
٥. مراعاة عدم تشغيل آبار متقاربة أو متداخلة مع بعضها حتى لا تؤثر في منسوب الطبقة الحاملة للمياه.

مصافى البئر

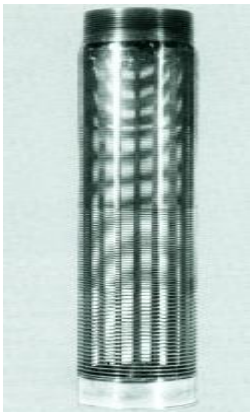
تستخدم أنواع عديدة من مواسير المصافى لتتناسب مع طبيعة التربة من ناحية، ومع قطر وعمق البئر من ناحية أخرى، ومع العمر الافتراضى للبئر من ناحية ثالثة. وعموماً تستخدم فى مجال مياه الشرب مصافى مصنوعة من مواسير بلاستيك (uPVC) التى تتحمل ضغطاً يعادل ١٠ ضغط جوى، أو من الحديد المجلفن أو من الصلب الذى لا يصدأ (Stainless steel) ولا يقل سمك مواسير المصافى عن ٦ مم.

وتجهز المواسير بالسن والقلاووظ والجلبة، وتُثّقبْ بقطر ٨/٥ بوصة. ويصل عدد الثقوب فى القدم المربع من سطح الماسورة إلى ١٤٤ ثقباً. ويتم تغطية (كسوة) مواسير المصافى، المصنوعة من الحديد المجلفن، بالسلك الشبكى من نوع الحصيرة والمصنوع من النحاس المجلفن، ويُلحم السلك الشبكى طولياً بعد تدسيره عرضياً حول الماسورة. ولا يقل وزن المتر المربع من السلك الشبكى الحصيرة عن ٢.٥ كيلو جرام، ويكون منتظم الأنسجة مجدول جدلاً طولياً. أما مواسير المصافى المصنوعة من البلاستيك uPVC فيتم ثقبها ثم تغطيتها بشبكة من السلك البلاستيك. ويُراعى عند إنزال مواسير المصافى أن يتم تنزيلها رأسيا باستقامة واحدة وبسلاسة حتى لا يحدث أى خدش للسلك الشبكى أو فك فى لحامه.

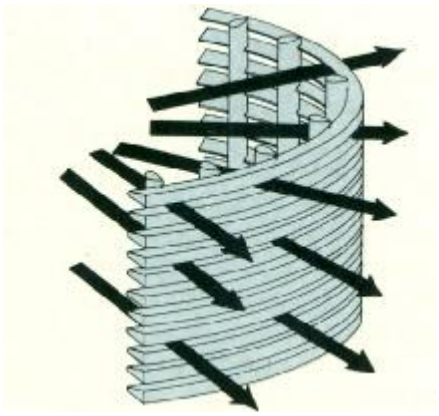
كما توجد أنواع أخرى من المصافي كما هو موضح بالشكل رقم (٨-١٢) ومنها المصافي ذات المشقبيات الطولية المستمرة حيث تصنع هذه المصافي من أسلاك مدرفلة على البارد يكون مقطعها مثلث الشكل تلف دائريا حول قضبان طويلة ويتم لحام هذه الأسلاك مع القضبان لتنتج وحدة واحدة متماسكة لها قدرة كبيرة على التحمل وبأقل وزن وتصنع هذه المصافي من الصلب أو من الصلب الذي لا يصدأ أو من البلاستيك مثل (PVC) وتتراوح فتحات المشقبيات من ٠.٠١٥ مم إلى ٦.٤ مم ويعتبر مقاس هذه المشقبيات هام جدا لمنع مرور الرمال.



١. مصافي مثقبة

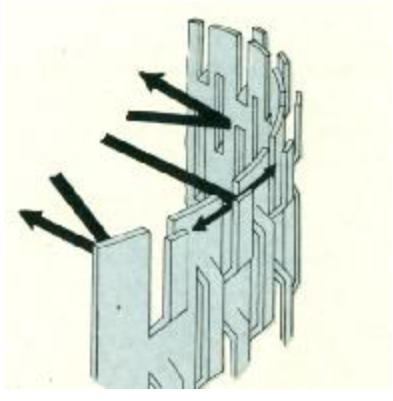


٢. مصافي ذات مشقبيات طولية

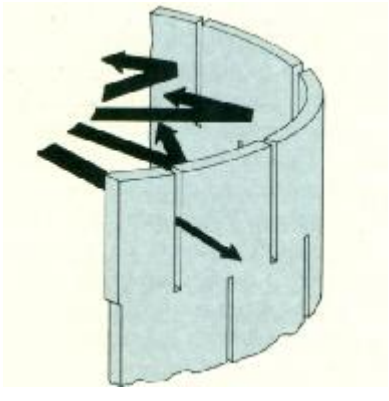


٣. مصافي ذات مشقبيات مستمرة

٤. مصافي ذات فتحات تهوية



٥. مصافي ذات مشقبيات طولية



٦. مصافي ذات مشقبيات قنطرية

شكل رقم (٨-١٤)

الأشكال المختلفة لأنواع مصافي آبار المياه الجوفية

المواسير غير المثقبة

المواسير غير المثقبة (السادة) هى من نفس نوع وقطر المواسير المثقبة، ولها نفس السمك وتحتاج إلى نفس التجهيز من ناحية الجلبة والسن والقلاووظ، ويتم إنزالها أيضاً رأسياً دون أى ميل. بعد ذلك تتم تهيئة البئر للتشغيل وذلك بتطهيرها ثم تعقيمها باستخدام الكلور، ثم غسلها لإزالة آثار الكلور.

تطهير البئر

يتعرض البئر أثناء تنفيذه للتلوث من المصادر الخارجية كالأتربة والمياه السطحية والأدوات المستخدمة في التنفيذ، لذا يجب تطهير البئر والمنطقة المحيطة به من هذا التلوث، وذلك برفع وسحب المياه من البئر بصورة متقطعة حتى يسمح للأتربة الموجودة في الطبقة المحيطة بدخول البئر، فيتم رفعها وإزالتها مع المياه، وتُرفع المياه وتُسحب في البداية بمعدل صغير جداً، ثم يزداد معدل السحب بالتدريج، وذلك للحفاظ على فتحات المصافى.

ويمكن توجيه مياه تحت ضغط، أو هواء مضغوط، إلى داخل البئر أثناء عملية الرفع للمساعدة على إزالة أى مواد عالقة بالأسطح الداخلية للبئر، وكذلك للمساهمة في عملية امتزاج الأتربة المترسبة بالقاع بالمياه لإمكان رفعها معها.

تعقيم البئر

بعد عملية التطهير تأتى عملية تعقيم البئر، ويتم ذلك باستخدام محلول الكلور. ويتم تحضير هذا المحلول بإضافة أوقيتين من مسحوق (بودرة) الكلور المركز (تركيز ٢٥%) إلى ٢٠ لتراً من الماء. وهذه الجرعة من المحلول تكفى لتعقيم كمية من ماء البئر حجمها ٤٠٠ لتر. ويتم تحضير عدد من الجرعات يكفى لإجمالى كمية المياه الموجودة داخل البئر. ويتم تقليب المحلول لمدة ١٠-٢٠ دقيقة ثم يترك ليرسب. بعد هذا يُؤخذ السائل الرائق ويُضاف إلى المياه الموجودة بماسورة البئر، ويترك هناك لفترة تكفى لتعقيم البئر (وهى فى حدود ٢٤ ساعة تقريباً) وفى هذه الأثناء يتم تشغيل وإيقاف الطلمبة عدة مرات دون إخراج الماء من البئر، بهدف إتاحة الفرصة للكلور لكى يمتزج بالماء جيداً، كما يتيح ذلك تعقيم جدران البئر الداخلية كلها.

بعد انقضاء ٢٤ ساعة، تؤخذ عينة من مياه البئر وتُقاس نسبة الكلور المتبقى بها. فإذا خلت المياه من الكلور المتبقى، لزم إضافة كمية أخرى من محلول الكلور السابق تحضيره وتركها لمدة ٢٤ ساعة أخرى. بعد ذلك يعاد قياس الكلور المتبقى فى الماء، فإذا ثبت وجود نسبة من الكلور المتبقى بالعينة تُعتبر البئر قد تم تعقيمها. بعد ذلك تُدار الطلمبة لتفريغ محتويات البئر من المياه مع صرف هذه المياه وعدم استعمالها. وبانتهاء عمليتى التطهير والتعقيم تصبح البئر صالحة للاستعمال.

صيانة البئر

تتعرض البئر منذ بدء تشغيلها لبعض المتاعب الناتجة عن العناصر الموجودة بالمياه الجوفية مثل كربونات الكالسيوم والماغنسيوم، وأكاسيد الحديد والمنجنيـــز التى تتراكم على فتحات المصافى. ويساعد على ذلك بعض أنواع البكتريا التى تحتاج إلى الحديد لنموها. ولعلاج ذلك تُستخدم بعض الأحماض وخاصة حمض الأيدروكلوريك للتخلص من مركبات الكربونات، كما يستخدم محلول الكلور بتركيز عالٍ للقضاء على البكتريا.

حساب تصرف البئر

يتم حساب معدل التصرف للبئر بالطريقة التقريبية الآتية:

- يتم إحضار طلمبة رفع مياه بمحرك متغير السرعات ومركب على خط الطرد عداد لقياس التصرف.
- يتم تركيب الطلمبة على البئر وتشغيلها على سرعات متغيرة، مع ملاحظة مستوى الماء فى البئر عند التشغيل على كل سرعة. وتُحدد السرعة التى عندها يكون منسوب الماء ثابتاً، عندئذ يكون التصرف المنتظر من البئر مساوياً لتصرف الطلمبة عند هذه السرعة.

اختبارات استيفاء البئر للشروط الصحية

أولاً: اختبار مبنى البئـــر:

يجـــرى هذا الاختبار للتأكد من عدم تسرب المياه السطحية إلى داخل البئر؛ ويتم ذلك على النحو التالى:

أ - التأكد من أن مبانى الجزء العلوى من الحائط المبطن للبئر من الطوب أو الخرسانة العادية (من مادة غير منفذه للماء)، وذلك لعمــق لا يقل عن ثلاثة أمتار.

ب- رفع هذا الحائط المبطن للبئر فوق سطح الأرض بحوالى ثلاثين سنتيمترا مع وضع غطاء من الخرسانة المسلحة تخترقه ماسورة سحب المياه من البئر، على أن يزود هذا الغطاء بفتحة مغطاة يمكن فتحها عند الحاجة للكشف على البئر. ويتم تبليط الأرض المحيطة بالبئر بقطر حوالى عشرة أمتار مع مراعاة أن يكون الانحدار إلى الخارج، وبذلك لا تتجمع المياه حول البئر.

ثانياً: اختبار موقع البئر:

يتم فحص موقع البئر للتأكد من عدم تلوثها بالمياه الجوفية الملوثة. ويحدث التلوث إذا أنشئت البئر بالقرب من المصادر المسببة لتلوث المياه الجوفية مثل المجارير المرشحة. ولذلك فإنه يوصى بألا يقل بعد البئر عن أى مصدر من مصادر التلوث عن ٥٠ متراً حسب مصدر التلوث ونوع البئر وتكوين طبقات الأرض.

ثالثاً: اختبار طريقة سحب المياه من البئر وطريقة تخزينها:

أ - التأكد من أن مواسير السحب والضغط من مادة محكمة، ويفضل أن تكون من الحديد الزهر.

ب- التحقق من أن الخزانات المخصصة للمياه منشأة من مادة لا تتسرب منها المياه، ومزودة بفتحات مغطاة للكشف عليها، وبفتحات تهوية تسمح بمرور الهواء فقط وتمنع مرور الأتربة والحشرات.

جـــ- عدم وضع آلات متحركة ثقيلة على البئر مباشرة؛ إذ قد ينتج عن اهتزازها شروخ فى غطاء البئر أو الحائط المبطن لها. وهذا بالتالى يسبب دخول المياه السطحية إلى داخل البئر.

رابعاً: الفحص البكتريولوجى للمياه الجوفية:

يتم ذلك بأخذ عينات من المياه الجوفية من البئر وفحصها بكتريولوجيا لمعرفة ما إذا كانت تحتوى على بكتريا دالة على تلوث المياه الجوفية بالمخلفات السائلة. إلا أن النتائج السلبية لهذا الفحص ليست كافية للدلالة على عدم تلوث المياه الجوفية بالمخلفات السائلة، بل يُعتمد اعتماداً أساسياً على الاختبارات الثلاثة السابقة كدليل على سلامة البئر وإمكان الاعتماد عليه كمصدر لمياه الشرب.

مشاكل آبار المياه

يمكن تقسيم مشاكل آبار المياه إلى مجموعتين رئيسيتين هي أعطال المعدات وأعطال البئر نفسه. ويمكن الرجوع إلى كتيبات وكتالوجات الصانع حيث توجد بها كيفية إصلاح الأعطال بالإضافة إلى تعليمات التشغيل وقوائم قطع الغيار ويجب الاستعانة بهذه الكتيبات خاصة عند حدوث الأعطال أو إجراء عمليات الصيانة وأيضا سنجد معظم هذه المعلومات في القسم الخاص بالتشغيل والصيانة في هذا الكتيب أما الجزء الخاص بأعطال البئر نفسه فسوف يتم استعراضها كما يلى.

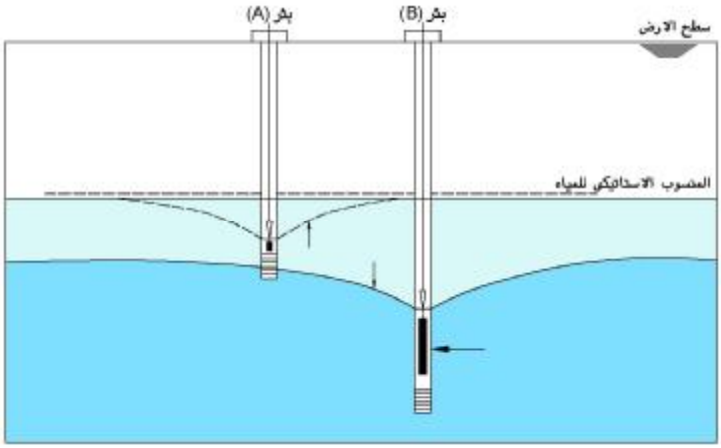
الانخفاض الطبيعي لمحتوى المياه:

يتغير منسوب المياه بشدة في الآبار الضحلة نتيجة للعوامل المناخية وفي كثير من الأحوال يزيد هذا التغير في منسوب المياه عن متر حسب المواسم المناخية ففي الشتاء نجد منسوب المياه في البئر في أعلى مستوياته نتيجة لهطول الأمطار في موسم الأمطار ثم تأخذ في التناقص بالتدريج وعند دق الآبار يجب الوصول بعمق البئر إلى العمق المناسب تحت المحتوى المائي لضمان توفر إمداد كافي من المياه في شهور الصيف الجاف التي قد يقل فيها منسوب المياه، ومن الجدير بالذكر أن السحب الزائد عن التصميمى (السحب الجائر) سوف يسبب انخفاض منسوب المياه وزيادة نسبة الملوحة فى المياه كما هو موجود حاليًا فى الآبار الجوفية الموجودة فى منطقة الطريق الصحراوى غرب فرع النيل برشيد.

تداخل مياه الآبار:

قد يتأثر المنسوب الاستاتيكي للمياه داخل البئر بسحب كميات كبيرة من المياه الجوفية من الآبار المجاورة التي قد تكون ذات سعة كبيرة من خلال أنظمة تخفيض منسوب المياه الجوفية أثناء تنفيذ أحد المشروعات المجاورة لموقع البئر، وعند ضخ المياه فإن منسوب المياه ينخفض في الحال ويظهر شكل مخروطي حول البئر يعرف بمخروط الانخفاض ويتوقف شكل وحجم هذا المخروط على خواص الخزان المائي والطبقات الحاملة للماء التي أنشئ عليها البئر ومعدل السحب.

وفي الشكل رقم (٨-٢٨) نجد أن تشغيل البئر (A) يخلق مخروط سحب يصل تأثيره إلى البئر (B) وبالتالى فإنه ينتج عنه انخفاض في منسوب المياه في البئر (B). ونظرا لأن الطلمبة الموجودة في البئر (B) تم تركيبها قرب قاع البئر حيث كمية التداخل تكون أقل ما يمكن فلن نلاحظ أي تأثير على تشغيل البئر (B). ولكن مخروط الانخفاض الناتج عند تشغيل البئر (B) سيؤدي إلى خفض منسوب المياه في الخزان المائي الموجود أسفل مأخذ طلمبة البئر (A) وبهذا يتداخل في إمدادات المياه البئر (A) مما سيؤثر على تشغيل البئر ويجعله يتوقف عن العمل، ويعود منسوب المياه في البئرين إلى مستواه العادي عند توقف الضخ، وتعتمد عودة مستوى المياه على كمية المياه المسحوبة من الخزان وطول الفترة الزمنية التي تم فيها تشغيل الطلمبة.



شكل رقم (٨-٢٨)
تأثير تداخل تشغيل الآبار

انسداد مصافي البئر

إذا تم إنشاء البئر في خزان أو محتوى مائي يوجد به طمي أو رمال رفيعة جدا فمن الممكن أن تدخل هذه الرمال في المياه التى يتم ضخها وبالتالي يتغير لون المياه بشدة وتصبح عكرة، ويمكن أن يؤدى مرور هذه المواد الناعمة من خلال مصافي البئر إلى الانسداد الجزئي للمصافي وتقليل كمية المياه التي تدخل إلى البئر وبالتالي يقل إنتاج البئر، كما تؤدي الحبيبات الدقيقة للرمال إلى تآكل مروحة الطلمبة ومن الممكن أيضا أن تؤدي إلى انسداد مواسير الطرد.

والاختيار الخاطئ لمقاس فتحات مصافي البئر هو أحد أسباب دخول الرمل إلى البئر وكذلك تركيب المصافي ووضعها بطريقة خاطئة. وفي حالة ظهور الرمال في الآبار العاملة فهذا معناه أن تآكلا قد حدث بالمصافي أو فى المواسير المشقوقة، وفي بعض الحالات يتم السيطرة على هذا العطل بتركيب مصفاة ثانية للبئر ذات فتحات أصغر إذا كان تصميم البئر يسمح بذلك ولكن هذا الحل قد يكون مكلفا وأحيانا قد لا ينجح على الإطلاق.

تقشر مصافي البئر

نظرا لأن مصافي البئر تكون بعيدة عن الأنظار فلا يهتم بها أحد إلا إذا قل إنتاج البئر بشكل ملحوظ. وفي الآبار فى المناطق التى بها مياه جوفية ذات نسبة الأملاح المعدنية العالية يمكن أن يحدث انسداد فتحات المصافي بسبب تراكم هذه الأملاح مثل كربونات المغنسيوم أو كربونات الكالسيوم والأكاسيد الهيدروجينية وأكاسيد الحديد الناتجة بواسطة بكتريا الحديد.

فعلى سبيل المثال يمكن أن تكون المياه الجوفية مشبعة بأملاح كربونات المغنسيوم أو الكالسيوم وبذلك فإن أي انخفاض في ثاني أكسيد الكربون يمكن أن يتسبب في بدء تآكل المصافى أو انسدادها، وقد ينبعث ثاني أكسيد الكربون نتيجة لانخفاض ضغط المياه داخل مصافي البئر بسبب عمليات

الضخ وينتج عن ذلك رواسب قد تتسبب في انسداد شقوق وفتحات المصافي، وفي هذه الحالة يمكن تقليل معدل الانسداد بتقليل معدل ضخ المياه والضغط المرافق له عبر مصافي البئر.

ويمكن استخدام حامض الهيدروكلوريك أو حامض الكبريتيك لإزالة قشور الأملاح المتكونة من المغنسيوم والكالسيوم ومركبات الحديد من مصافي البئر، ويجب الحرص عند القيام بهذه العملية حيث أن تداول هذه الأحماض القلوية يعتبر من الأعمال الخطيرة، كما يمكن استخدام كلور بتركيز ٥٠٠ ملجم/ لتر لإزالة بكتريا الحديد من على مصافي البئر ومع ذلك فإنه نادرا ما يمكن التخلص النهائي من بكتريا الحديد ولذا يجب أداء أعمال الصيانة الوقائية باستمرار.

تآكل جسم البئر والمصافي (Corrosion of Casing and Screens)

يمكن أن تكون مياه البئر من النوع الآكال ويمكن أن تضر جسم البئر والمصافي وتوجد ٤ أشكال معتادة من التآكل الكيميائي وهي:

١. تآكل كيميائي مباشر.
٢. تآكل بنزع الزنك.
٣. تآكل الكتروليتي.
٤. تآكل بكتيري.

وحدوث أي نوع من هذه الأنواع يؤدي لانهيار جسم البئر أو المصافي وتعطل البئر.

١. <u>التآكل الكيميائي المباشر</u>

ينشأ التآكل الكيميائي المباشر من التفاعلات الكيميائية بين المياه الجوفية أو التربة والمادة المعدنية لجسم البئر (Casing)، الطلمبة، أو المصافي وعند تآكل المصافي تتسع فتحاتها فتسمح بدخول حبيبات الرمال الرفيعة إلى داخل البئر.

٢. التآكل نتيجة نزع الزنك

تفريغ المحتوى الزنكي لمعدن المصافى وهو عبارة عن إزالة أحد المعادن المكونة للسبيكة تاركة المصفاة في شكلها الأصلي ولكنها تضعفها جدا وتجعلها مثل الأسفنجة. وتنشأ مشكلة إزالة الزنك من فرق الجهد الكهروكيميائي بين المعادن والسبيكة.

٣. التآكل الإلكتروليتي

ينشأ بفعل الخلايا الإلكتروليتية التي تتكون بين معدنين مختلفين مثل معدن مصفاة أو المعادن الموصلة به وتعمل هذه المعادن مثل البطارية الكهربية حيث يقوم أحد المعادن بدور القطب الموجب والأخر القطب السالب (الأنود والكاثود). وعند مرور تيار بين هذين المعدنين يحدث تآكل وانفصال لجزيئات من الأنود وتترسب على الكاثود.

٤. التآكل البكتيري

يمكن أن يتأثر بطريقة غير مباشرة بالغزو البكتري فمن الممكن أن يغير النمو البكتري بعض المواد الذائبة في المياه الجوفية وبهذا يتم تأكل جسم البئر أو المصافي بصورة أسرع فعلى سبيل المثال في حالة كبريتات الكالسيوم المعتادة تقوم البكتريا المختزلة للكبريتات بإنتاج كبريتيد الهيدروجين وحامض الكبريتيك وهذه المركبات تساعد على سرعة عمليات التآكل للمصافى المعدنية.

وبصفة عامة فإنه عند استخدام المصافى من مواسير uPVC فإننا نتجنب معظم هذه التأثيرات.

تكنولوجيا معالجة المياه الجوفية

يتناول هذا القسم عمليتين أساسيتين يتم إجراؤهما على المياه الجوفية وهى:

١- إزالة عسر الماء.

٢- إزالة أملاح الحديد والمنجنيز.

إزالـــة عســـر المـــــاء

يعرف عسر الماء (Hardness of Water)، بأنه عدم القدرة على تكوين رغوة عند استخدام الصابون. وتقسم درجة عسر الماء طبقاً لتركيز أملاح كربونات الكالسيوم كما هو موضح بالجدول رقم (٨-١).

جدول رقم (٨-١)

علاقة تركيز كربونات الكالسيوم بدرجة العسر

م	وصف عسر الماء	درجة تركيز كربونات الكالسيوم
١	الماء غير العسر (يسر)	صفر – ٧٥ ملجم / لتر
٢	الماء متوسط العسر	٧٥ – ١٥٠ ملجم / لتر
٣	الماء العسر	١٥٠– ٣٠٠ ملجم / لتر
٤	الماء شديد العسر	أكبر من ٣٠٠ ملجم / لتر

أسباب العسر

عند اختراق المياه السطحية ومياه الأمطار لطبقات الأرض، تتخلص المياه من الشوائب العالقة بها مثل السيلت والطمى والبكتريا بنظرية الترشيح. وعند ذوبان الأملاح الموجودة فى باطن الأرض (مثل أملاح الحديد والمنجنيز والكالسيوم والماغنيسوم) فى الماء يحدث العسر.

أهم الأملاح المسببة للعسر:

أولاً: أملاح موجبة الشحنة (Cations):

١- أملاح الكالسيوم: تسبب العسر.

٢- أملاح الماغنيسيوم: تسبب العسر.

٣- أملاح الحديد: تسبب العسر، بالإضافة إلى تلوين الملابس – انسداد مواسير التغذية بالمياه – الطعم الردىء.

٤- أملاح المنجنيز: تسبب العسر، بالإضافة إلى تلوين الملابس – انسداد مواسير التغذية بالمياه.

ثانياً: أملاح سالبة الشحنة (Anions):

١- الكربونات: تسبب قلوية الماء.
٢- البيكربونات: تسبب قلوية الماء.
٣- الكبريتات: تسبب الإسهال – تآكل بدن المواسير – صدأ المواسير.
٤- الكلوريدات: تعطى طعماً غير مستساغ للماء.
٥- الفلوريدات: تسبب تسوس الأسنان (إذا كانت نسبة الفلورين ٠.٥ ملجم/ لتر) – كما تسبب تكسر الأسنان (إذا كانت نسبة الفلورين ١.٥ ملجم/لتر).

الآثار الضارة لعسر المـــاء

من الآثار الاقتصادية والصحية الضارة لعسر الماء ما يلى:

١- زيادة فى استهلاك الصابون.
٢- نقص فى متانة الأقمشة ونقص عمرها الأصلى.
٣- انسداد مسام الأقمشة بأملاح الكالسيوم وبذلك يفقد الماء قدرته على التنظيف.
٤- تعارض الماء العسر مع عملية صباغة الأقمشة.
٥- عدم صلاحية الماء العسر للاستخدام فى بعض الصناعات مثل صـــناعة الورق وصناعة الثلج والمغاسل.
٦- التأثير الضار للماء العسر على الغلايات والذى يؤدى إلى:
* رفع درجة غليان الماء.
* زيادة استهلاك الوقود (بسبب تكون قشور على أسطح الغلايات).
* نقص كفاءة الغلايات واحتمال انفجارها.
٧- تعارض عسر الماء مع طهى وتعليب الأطعمة حيث أنـــه يســـبب لونـــاً وطعماً غير مستساغٍ للأغذية.

طرق إزالـــة عسر الماء

تتم إزالة عسر الماء باستخدام إحدى الطرق الآتية:

١- استعمال كربونات الصوديوم والجير (الترسيب الكيميائى Chemical precipitation).
٢- استعمال الزيوليت (التبادل الأيونى Ion Exchange).

١. **استعمال كربونات الصوديوم والجير فى إزالة العسر:**

فى هذه الطريقة يضاف كل من الجير وكربونات الصوديوم (Lime & Soda Ash) إلى الماء فيتفاعلان مع الأملاح المسببة للعسر وتنتج أملاح كربونات الكالسيوم غير القابلة للذوبان فى الماء، كما يتضح من المعادلات الآتية:

* بيكربونات الكالسيوم + الجير ← كربونات كالسيوم ↓ + ماء
* بيكربونات الماغنسيوم + الجير ← أيدروكسيد ماغنسيوم ↓ + كربونات كالسيوم ↓ + ماء
* كبريتات الكالسيوم + كربونات الصوديوم ←
كربونات الكالسيوم ↓ + كبريتات الصوديوم
* كبريتات الماغنسيوم + جير + كربونات الصوديوم ←
أيدروكسيد ماغنسيوم ↓ + كربونات كالسيوم ↓ + كبريتات الصوديوم

وبدراسة المعادلات السابقة، نجد أن الجير يقوم بإزالة العسر الناتج من بيكربونات الكالسيوم وبيكربونات الماغنسيوم، كما تقوم كربونات الصوديوم بإزالة العسر الناتج من كبريتات الكالسيوم وكذلك يلزم استعمال كل من كربونات الصوديوم والجير لإزالة العسر الناتج من كبريتات الماغنسيوم.

ويتم تحديد كمية الجير وكربونات الصوديوم المضافة لإزالة العسر بواسطة أجهزة خاصة، ويعرض الشكل رقم (٨-١٣) رسماً تخطيطياً لمسار المياه فى وحدات إزالة العسر.

<u>وتتوقف جرعتى الجير وكربونات الصوديوم على العوامل الآتية:</u>

١- درجة عسر الماء – كلما زاد العسر تُزاد الكميات المضافة.
٢- درجة الحرارة – تساعد درجة الحرارة على سرعة التفاعل الكيماوى.
٣- جودة المزج والتقليب.

٤- إضافة الشبَّة إلى الماء - بعد أن يتم التفاعل الكيماوى المزيل للعسر حيث تساعد الشبَّة على ترسيب كربونات الكالسيوم الناتجة من هذا التفاعل.

٢. **استعمال الزيوليت فى إزالة العسر [التبادل الأيونى (Ion Exchange)]:**

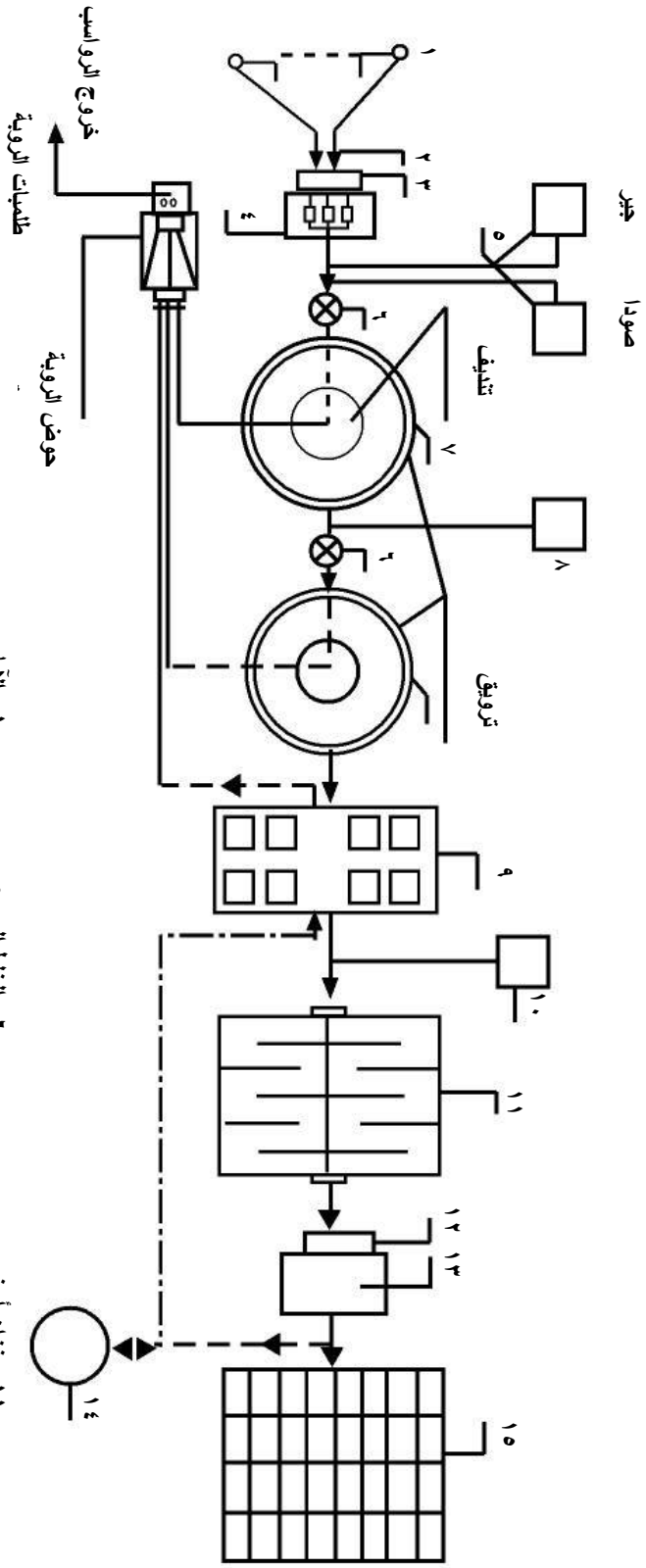
الزيوليت عبارة عن مركب يتكون من الكاولين والرمل والصودا ورمزه الكيماوى ($Na\ Al\ Si\ O_4$) أى سليكات الصوديوم والألومنيوم.

تتميز حبيبات الزيوليت بأنه عند مرور الماء العسر فى مسامها يحدث تفاعل تبادلى بين الكالسيوم والماغنيسيوم من ناحية، والصوديوم الموجود فى الزيوليت من ناحية أخرى فيتكون زيوليت الكالسيوم والماغنيسيوم الذى لا يذوب فى الماء بينما تذوب كبريتات الصوديوم التى لا تسبب عسر الماء، وذلك طبقاً للمعادلة الآتية:

زيوليت الصوديوم + كبريتات الكالسيوم ←
كبريتات الصوديوم + زيوليت الكالسيوم

وتتضمن عملية إزالة العسر باستعمال الزيوليت المراحل التالية:

١- الترشيح ٣- التنشيط
٢- إزالة العسر ٤- الغسيل



شكل رقم (٨-١٣)

رسم تخطيطى لمسار المياه فى وحدات إزالة العسر باستخدام كربونات الصوديوم والجير

١- الترشيح:

يُمرر الماء العسر فى مرشح يشابه المرشح الرملى السريع ويعمل بالانحدار الطبيعى أو تحت الضغط. والمرشح عبارة عن حـــوض مـــن الخرسانـــة أو الصلب – فى قاع الحوض توجد شبكة من المواسير المثقبة لتجميع وصرف المياه المرشحة – تعلو هذه الشبكة طبقة من الزلط بارتفاع ٣٠ سم ثم طبقة من زيوليت الصوديوم بارتفاع ٢ متر – شكل رقم (٨-١٤).

أما المرشح الذى يعمل بالضغط فيتكون من اسطوانة رأسية أو أفقية محكمة، توجد فى قاعها شبكة من المواسير المثقبة تعلوها طبقة من الزلط ثم طبقة من زيوليت الصوديوم – شكل رقم (٨-١٥).

٢- إزالة العسر (Softening):

تدخل المياه من الصمام رقم (١) وتمر خلال طبقة زيوليت الصوديوم فيتم التفاعل السابق ذكره، ثم تخترق المياه طبقة الزلط إلى مواسير تجميع المياه المرشحة بالماسورة المثقبة ثم إلى خارج المرشح من الصمام رقم (٢).

٣- التنشيط:

بعد أن تتحول جميع حبيبات زيوليت الصوديوم إلى حبيبات من زيوليت الكالسيوم – يوقف تشغيل المرشح بقفل الصمامين (١) و(٢) ثم يفتح الصمـــامين (٣) و(٤) ليدخل محلول كلوريد الصوديوم ويتم التفاعل السابق ذكره وتتحول الحبيبات إلى زيوليت الصوديوم مرة أخرى، ويخرج محلول كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) الزائد من الصمام رقم (٤).

٤- الغسيل:

الغرض من هذه العملية إزالة آثار كلوريد الصوديوم من جدران المرشح وشبكة الصرف وحبيبات الزلط وزيوليت الصوديوم.

يفتح الصمام رقم (٥) فتندفع مياه الغسيل إلى أعلى مزيلة لآثار كلوريد الصوديوم والشوائب الموجودة فى مسام الحبيبات وتخرج المياه المحملة

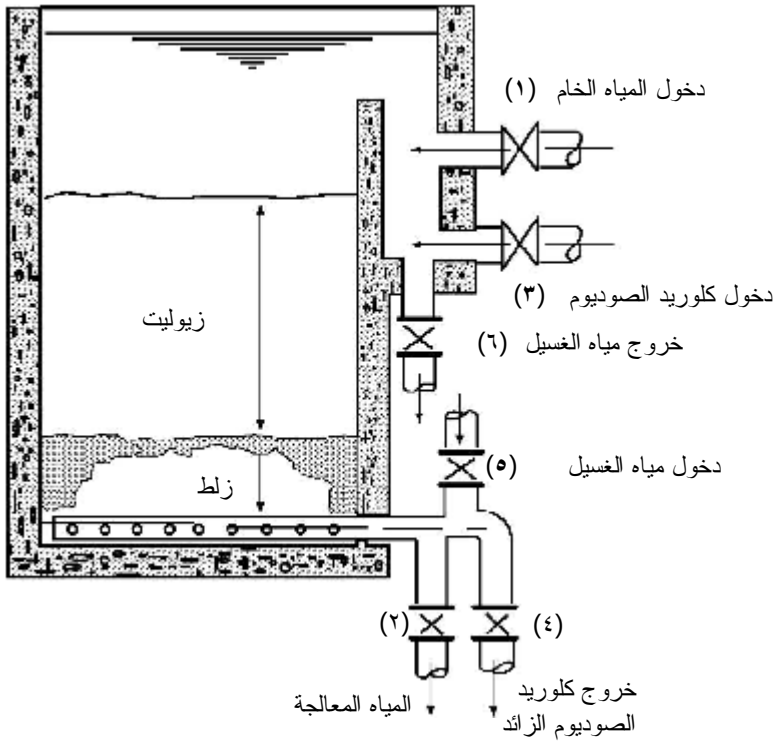
بالشوائب من الصمام رقم (٦).

ويعرض الجدول رقم (٨-٢) وضع الصمامات أثناء عملية الترشيح والتنشيط والغسيل.

جدول رقم (٨-٢)

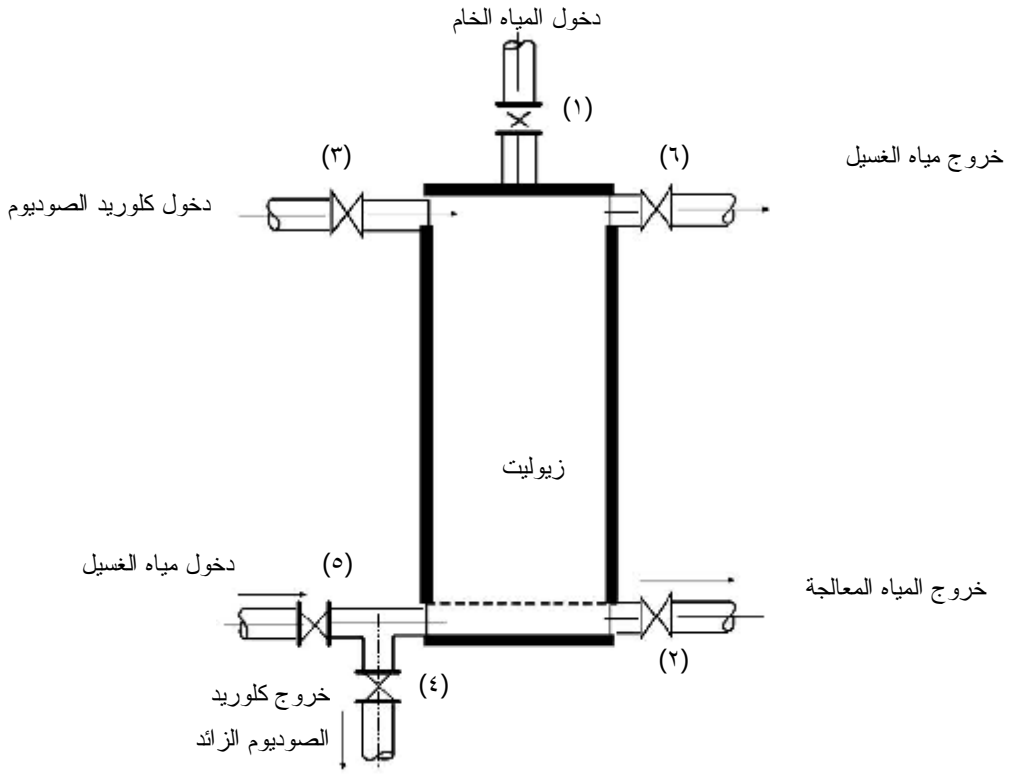
وضع الصمامات أثناء عملية الترشيح والتنشيط والغسيل.

العملية	رقم الصمام وعمله					
	(١) دخول المياه الخام	(٢) خروج المياه المعالجة	(٣) دخول كلوريد الصوديوم	(٤) خروج فائض كلوريد الصوديوم	(٥) دخول مياه الغسيل	(٦) خروج مياه الغسيل
المعالجة (الترشيح)	مفتوح	مفتوح	مقفول	مقفول	مقفول	مقفول
التنشيط	مقفول	مقفول	مفتوح	مفتوح	مقفول	مقفول
الغسيل	مقفول	مقفول	مقفول	مقفول	مفتوح	مفتوح



شكل رقم (٨-١٤)

مرشـــح الزيوليـــت



شكل رقم (٨-١٥)

مرشح زيوليت يعمل بالضغط

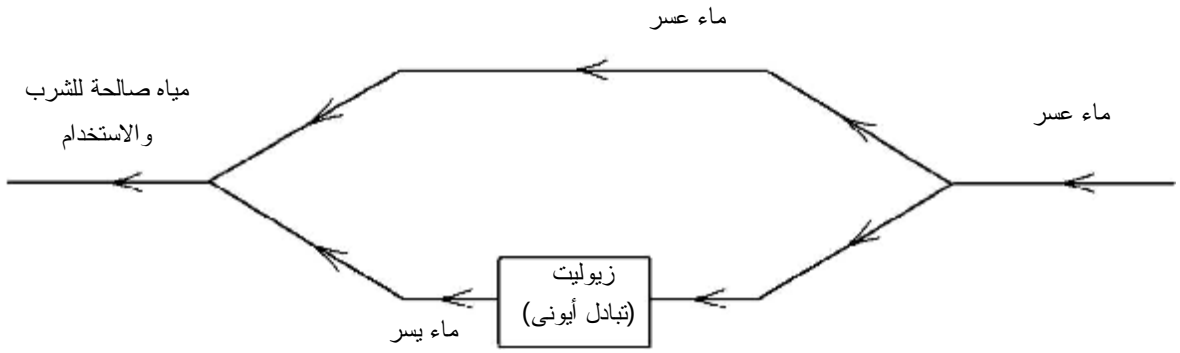
<u>مميزات طريقة الزيوليت:</u>

١- تشغل حيزاً أقل من طريقة الجير وكربونات الصوديوم.
٢- تزيل كل العسر الموجود بالماء مما يناسب بعض الأغراض الصناعية.
٣- لا ينشأ عنها أى رواسب يجب التخلص منها.
٤- سريعة الإنتاج – فلا تحتاج إلى وقت للتقليب أو الترسيب.
٥- تناسب العمليات الصغيرة.

<u>عيوب طريقة الزيوليت:</u>

١- تزيل كل العسر مما يجعل طعمها غير مستساغٍ للشرب – ولذلك يفضل مزج المياه المعالجة ببعض من الماء العسر لإكسابها طعماً مقبولاً كما هو موضح بالشكل رقم (٨-١٦).
٢- المياه العسرة المحتوية على نسبة من العكارة أو أملاح الحديد تضر بالزيوليت – لذلك لا يفضل استخدام هذه الطريقة مع تلك المياه.

٣- قد تسبب المياه (بعد إزالة العسر منها) تآكلاً فى المواسير الحديدية.



شكل رقم (٨-١٦)
مزج المياه المعالجة ببعض من الماء العسر

وحـــدات إزالـــة عسر الميـــاه سابقة التجهيز

تتميز وحدات إزالة عسر المياه بالآتى:

١- تعمل على إزالة عسر الماء، فتزيل الأملاح مـن ميـاه الآبار لتلائـم المواصفات القياسية للمياه اللازمة للعمليات الصناعية والغلايات والمستشفيات ودوائر تكييف الهواء، حيث تمنع تكون القشور والرواسب الناتجة عن أملاح العسر وتحولها إلى أملاح ذائبة فى الماء.

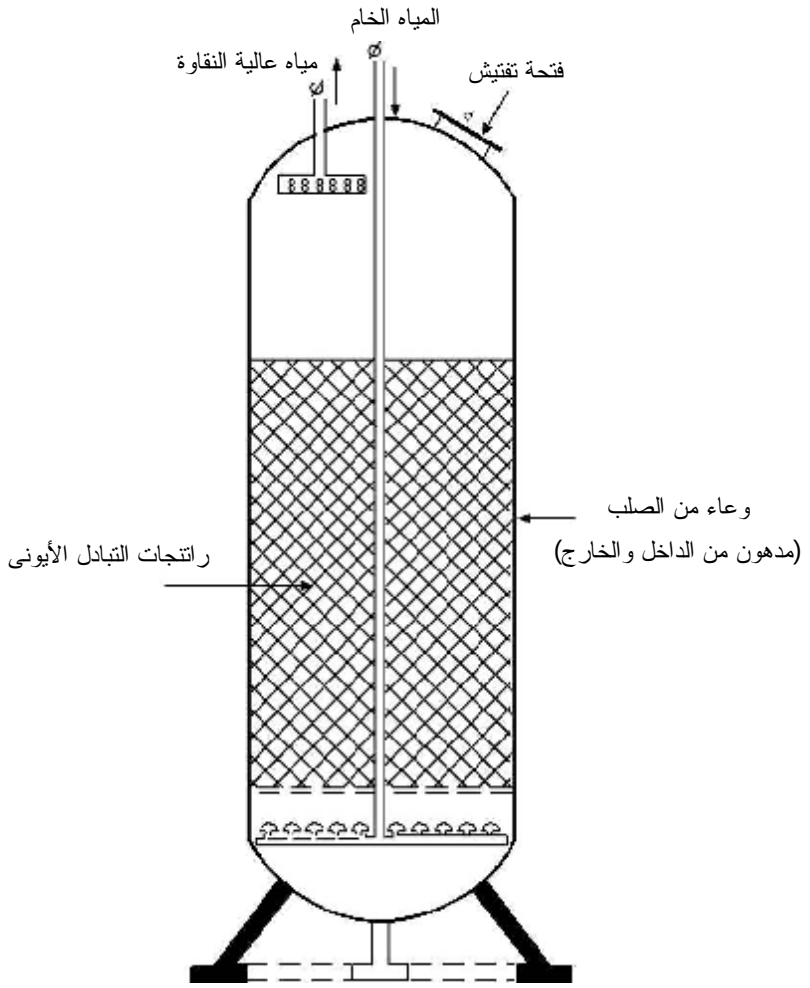
٢- تُستخدم فى هذه الوحدات راتنجات التبادل الأيونى ذات الكفاءة العالية (Exchange Resin Cation) وتعتبر تطويراً لأسلوب الزيوليت، كما أن عمرها الافتراضى طويل ولا تتأثر بالإجهادات فى التشغيل. ويُعاد تنشيط الراتنج المستعمل باستخدام ملح كلوريد الصوديوم.

٣- تتميز هذه الوحدات بسهولة صيانتها وإمكانية رفع كفاءتها فى أى وقت، كما يمكن إعادة شحنها بالراتنجات عند الحاجة.

٤- تصنع هذه الوحدات من الصلب الكربونى المدهون من الداخل والخارج بدهانات ايبوكسية مقاومة للصدأ، كما بالشكل رقم (٨-١٧).

٥- الضغط المناسب للتشغيل ٢ كجم / سم.^{٢}

٦- تعمل على تيار ذى جهد ٢٤٠ فولت – ٥٠ ذبذبة / ثانية.



شكل رقم (٨-١٧)
وحدة إزالة عسر الماء سابقة التجهيز

إزالـــــة أمـــلاح الحديد والمنجنيز

يتسبب وجود أملاح الحديد والمنجنيز (Iron & Manganese) فى المـــاء فى كثير من المتاعب أهمها:

١- تواجد طعم غير مستساغ للمياه.
٢- تلوين الملابس والأدوات المنزلية والأجهزة الصحية للحمامات.
٣- تكوين قشور من الصدأ داخل المواسير الحديدية مما يتسبب فى تقليل مساحة مقطعها.
٤- توالد بكتيريا الحديد فى المياه المحتوية على تركيزات عالية من مركبات الحديد مما يتسبب فى سرعة تكون القشور داخل المواسير ويقلل من مساحة مقطعها.

٥- تأكسد المنجيز الذائب فى الماء مكوناً رواسب فى المواسير مما يقلل من مساحة مقطعها وبالتالى من كفاءتها فى نقل الماء.

طرق إزالـــة أملاح الحديد والمنجنيز

يتوقف اختيار أسلوب إزالة أملاح الحديد والمنجنيز على طبيعة وجودهما فى الماء – لذلك فمن المفضل عمل تجارب معملية على عينـــة من المياه لتقرير الأسلوب المناسب. ومن الأساليب المستخدمة لهذا الغرض:

١- إضافة الكلور
٢- استعمال مرشحات الزيوليت
٣- إضافة الجير
٤- تهوية الماء

ويعتبر أسلوب تهوية الماء من أشهر هذه الأساليب وأكثرها فعالية، حيث يمكن باستخدامه التخلص من الغازات الذائبة فى الماء مثل كبريتور الهيدروجين وثانى أكسيد الكربون، بالإضافة إلى إزالة الروائح من الماء. وفيما يلى شرح تفصيلى لهذا الأسلوب.

تهوية الماء:

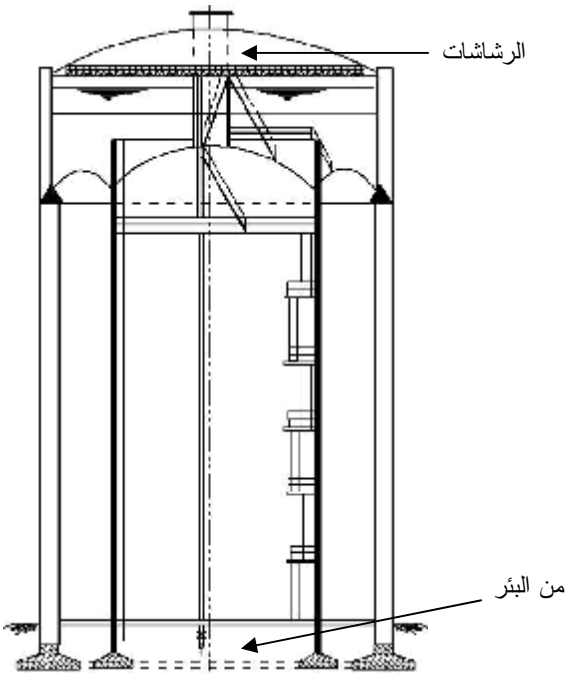
باستخدام أسلوب تهوية الماء تتم أكسدة أملاح الحديد والمنجنيز وتحويلها إلى أكاسيد الحديد والمنجنيز التى تترسب وتسهل إزالتها بالترشيح.

والأكسجين اللازم لإزالة مركبات الحديد من الماء هو ٠.١٤ جزء فى المليون لكل جزء فى المليون من الحديد المطلوب إزالته. وتتوقف كفاءة عملية التهوية على مساحة المسطح المائى ومدة بقاء هذا السطح معرضاً للهواء. وتستخدم الطرق الآتية فى تهوية الماء:

١- التهوية باستخدام النافورات.
٢- التهوية باستخدام الشلالات المتتالية.
٣- استخدام الهوايات ذات الصوانى المتعددة.
٤- التهوية بالهواء المضغوط.

أولاً: التهوية باستخدام النافورات (Spray Nozzles):

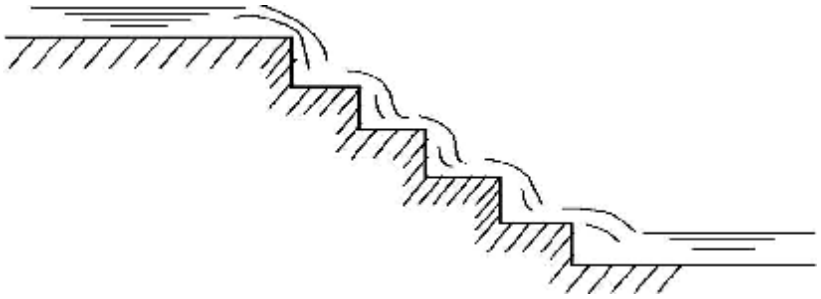
يتم ضخ المياه تحت ضغط عالٍ من خلال ماسورة مثقبة موجودة أعلى الوحدة، فتندفع المياه من هذه الثقوب (الرشاشات) مختلطة بالهواء الجوى حيث تتم عملية التأكسد، كما هو موضح بالشكل رقم (٨-١٨)، وكلما صغرت قطرات الماء كلما زادت المساحة الكلية المعرضة للتهوية مما يزيد من كفاءتها. إلا أن بقاء قطرات الماء لثوان معدودة يحد من فاعلية هذه الطريقة. ومن عيوب هذه الطريقة احتياجها إلى مساحات كبيرة تشغلها النافورات بالإضافة إلى احتياجها لضغط عالٍ لدفع المياه فى النافورات.



شكل رقم (٨-١٨)
تهوية الماء باستخدام النافورات

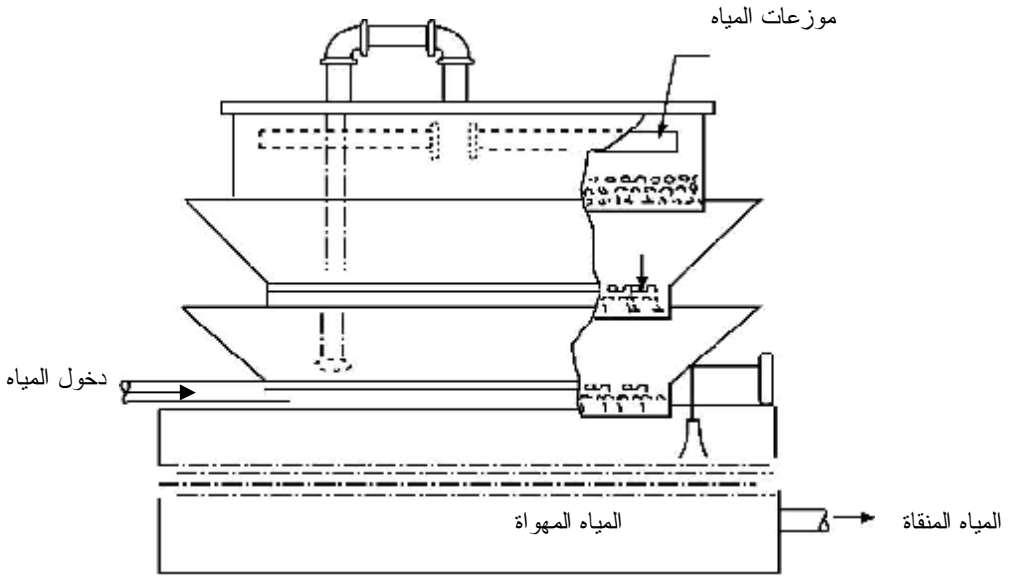
ثانياً: التهوية باستخدام الشلالات المتتالية (Cascade Falls):

تتدفق المياه على مدرجات متتالية (سلالم) ينكسر عليها الماء فى طبقات رقيقة تساعد على اختلاط الهواء بالماء وتحدث عملية الأكسدة لمركبات الحديد والمنجنيز كما هو موضح بالشكل رقم (٨-١٩).



شكل رقم (٨-١٩)
تهوية المياه باستخدام الشلالات المتتالية

ثالثاً: استخدام الهوايات ذات الصوانى المتعددة (Multiple Tray Aerator):
يتكون هذا النظام من عدد من الصوانى المثقبة تعلو بعضها البعض بمسافة بينية قدرها نصف متر تقريباً. تحتوى كل من هذه الصوانى على طبقة من فحم الكوك أو الخبث المتخلف من صهر المعادن أو الحجارة أو الكرات الخزفية (Ceramic Balls) بارتفاع ٢٠ – ٣٠ سم. وتتراوح أحجام هذه الكرات من ٥ - ١٠ سم. يرش الماء على الصينية العليا على هيئة قطرات وذلك بمعدل ٢٥٠-٥٠٠ لتر/دقيقه فتتساقط المياه على طبقة الفحم وتمر من ثقوب الصينية العليا إلى التالية لها وهكذا، وتختلط بالهواء الذي يعمل على أكسدة الحديد والمنجنيز، شكل رقم (٨-٢٠).

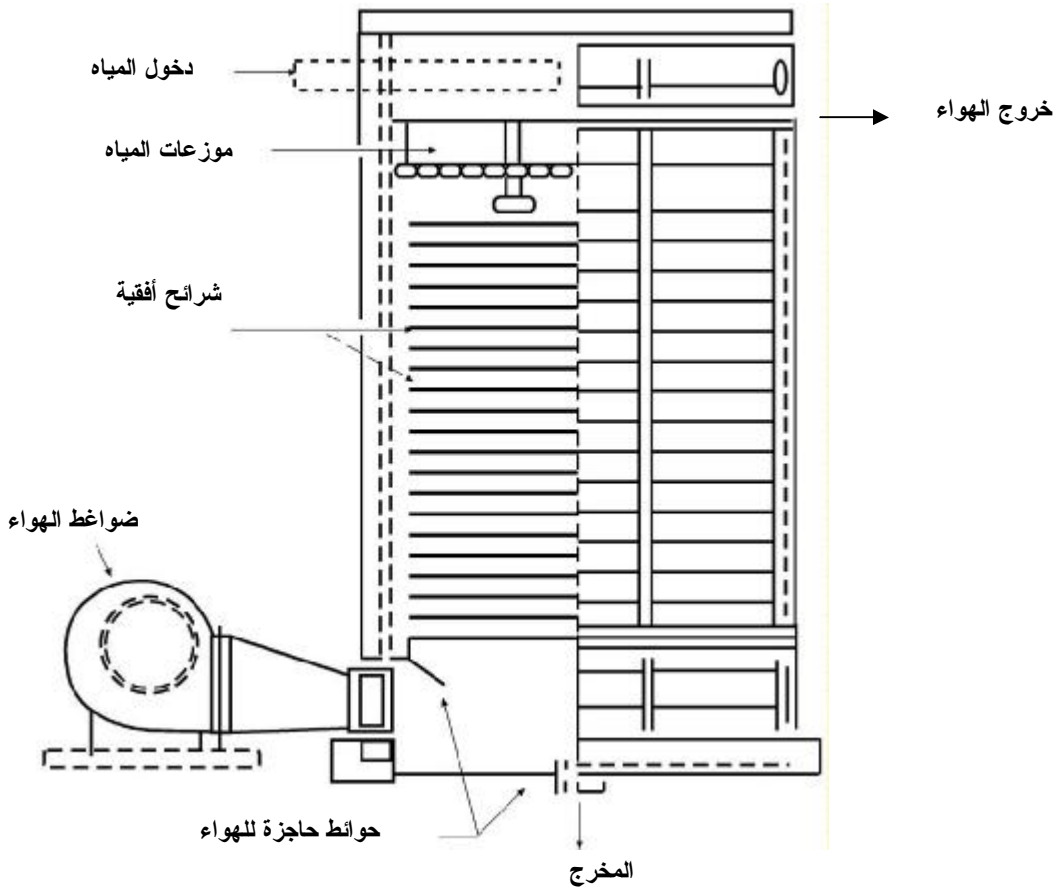


شكل رقم (٨-٢٠)
الهوايات ذات الصوانى المتعددة

رابعاً: التهوية بواسطة الهواء المضغوط (Compressed Air):

يتكون هذا المنشأ من أحواض خرسانية بأعماق ٣ - ٥ متر تدخل فيها المياه من أعلى وتمكث فيها ما بين ٥ - ٣٠ دقيقة. في أسفل هذه الأحواض توضع شبكة من المواسير المثقبة أو الأقراص المسامية. ويخرج الهواء المضغوط من هذه الثقوب أو المسام على شكل فقاقيع، كلما صغر حجمها زادت فعاليتها في التهوية.

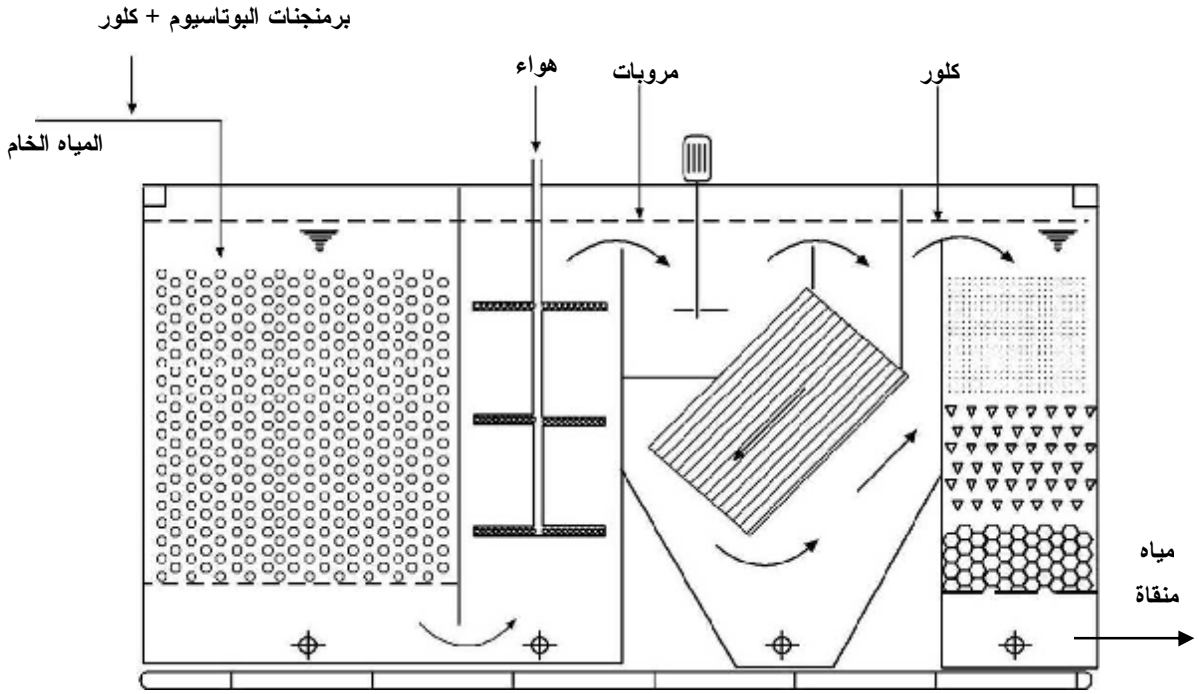
تتميز هذه الطريقة بإمكان التحكم فى فترة بقاء الماء فى الحوض، كما أنها تساعد على ترويب المواد العالقة إذا أضيفت المروبات فى نفس الحوض مما يعمل على ترسيب أملاح الحديد، شكل رقم (٨-٢١).



شكل رقم (٨-٢١)

تهوية الماء باستخدام الهواء المضغوط

وحدات إزالة أملاح الحديد والمنجنيـــز هى وحدات سابقة التجهيز على هيئة حاويات يمكن فكهـــا وتركيبـــها. وهى تصنع محلياً ولا تحتاج لأى أعمال إنشائية عدا بلاطة من الخرسانة المسلحة لتركيب المحطة عليها، شكل رقم (٨-٢٢).



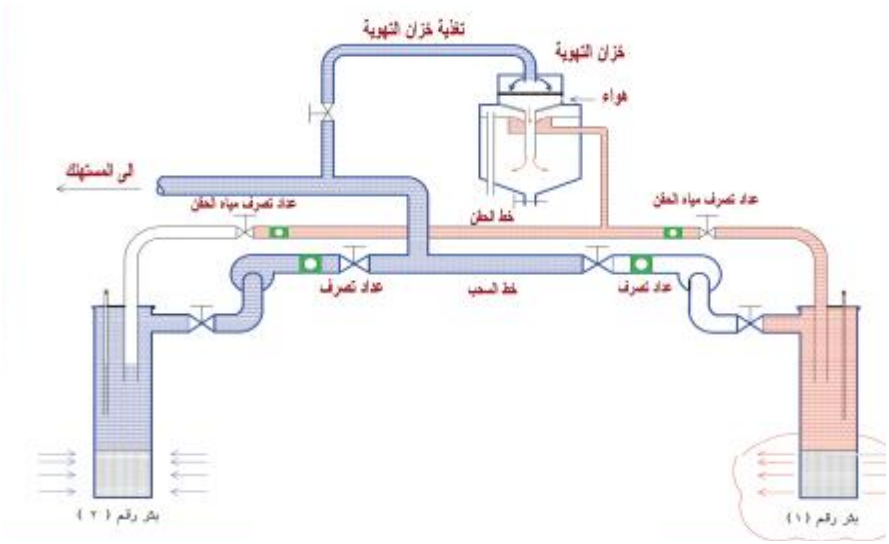
شكل رقم (٨-٢٢)
وحدة إزالة الحديد والمنجنيز

تتضمن وحدات إزالة الحديد والمنجنيز المراحل التالية:

١- حقن محلول برمنجنات البوتاسيوم فى المياه الخام.
٢- تعديل درجة الحموضة إلى القلوية المناسبة.
٣- تهوية الماء باستخدام الهواء المضغوط.
٤- حقن محلول مساعدات الترسيب والخلط السريع.
٥- الترسيب داخل مرسب أنبوبى (Tube Settler) الذى يتميز بسطح هائل للترسيب ويناسب الرواسب الجيلاتينية.
٦- حقن محلول أو غاز الكلور للتعقيم وللتطهير.
٧- الترشيح النهائى على مرشح رملى بطىء للتخلص من جميع العوالق.

أسلوب إزالة الحديد والمنجنيز بطريقة BURMAN:

تم استخدام هذه الطريقة فى محافظة البحيرة فى عام ٢٠٠٣، حيث تم تطوير طريقة لإزالة الحديد والمنجنيز من خلال التعاون بين شركة مياه البحيرة وبرنامج التعاون الإدارى الهولندى (NMCP) وشركة مياه امستردام (AWS) وذلك من خلال اتفاقية التآخى بينهم لنقل الخبرة الهولندية فى معالجة مشاكل الحديد والمنجنيز بالمياه الجوفية بدراسة أفضل الطرق لإزالة الحديد والمنجنيز عن طريق تطبيق أسلوب BURMAN. وفيها تتم عملية إزالة الحديد والمنجنيز بأسلوب التحت سطحى BURMAN من خلال ثلاث مراحل كما هو مبين بالشكل رقم (٨-٢٣):

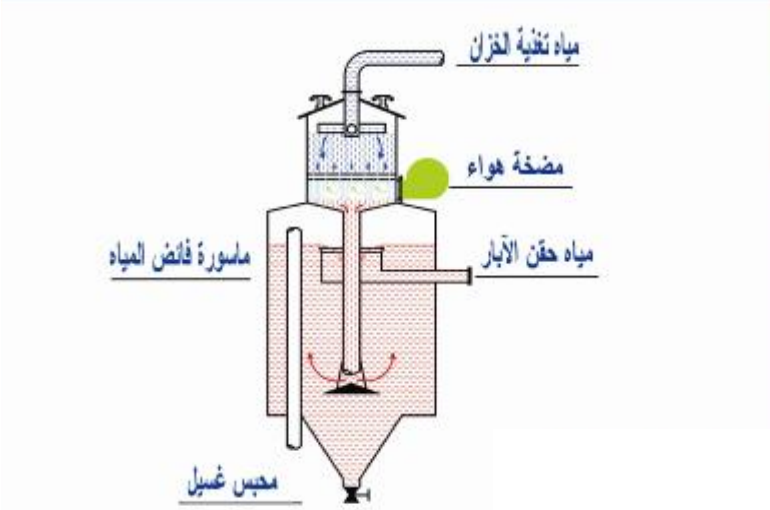


شكل (٨-٢٣)

نظام الإزالة للحديد والمنجنيز باستخدام طريقة بيرمان

أ. **الحقـــن**:

يتم حقن كمية من المياه المهواة جيداً بإستخدام خزان للتهوية قبل عملية الحقن فى البئر المطبق به الأسلوب، وتبلغ كمية هذه المياه المحقونة حوالى ١٠٠٠ – ٢٠٠٠ م^3 ويتم تحديدها بالتجربة العملية بالموقع وبتحليل النتائج، ويعرض الشكل رقم (٨-٢٤) خزان التهوية.



شكل رقم (٨-٢٤)
خزان التهوية يستخدم أثناء عملية الحقن

ب. فترة الراحة:

يتم إيقاف الحقن وترك البئر دون سحب المياه منه لفترة زمنية حوالى أربعة ساعات.

ج. السحب:

يتم تشغيل البئر وضخ المياه المسحوبة منه إلى المناطق المخدومة. وتكون المياه الخارجة من البئر بتركيزات منخفضة لكل الحديد والمنجنيز. ويستمر السحب مع التحليل المستمر للمياه حتى الوصول إلى الحد الأقصى المسموح به للحديد والمنجنيز فى المياه الجوفية طبقا للكود المصرى وهو ١.٠٠ ملجم/ل للحديد، ٠.٥ ملجم/ل للمنجنيز، فيتم إيقاف البئر وإعادة دورة التشغيل بدءاً بالحقن مرة أخرى، وبإزدياد عدد الدورات تزداد مقدار المياه التى يتم سحبها من البئر ويمكن تفسير هذة العملية كالآتى:

- عند حقن البئر بماء يحتوى على أكسجين ذائب والسحب أكثر من مرة تتكون طبقة (غشاء ملتصق) من هيدروكسيد وأكاسيد الحديد والمنجنيز حول حبيبات التربة أسفل منسوب المياه الجوفية فى

المنطقة المحيطة بماسورة البئر بدائرة ذات قطر يتم حسابه عند التصميم.

- عند سحب المياه من البئر تمر المياه المحتوية على أيونات الحديد والمنجنيز الثنائيو التكافؤ على منطقة التربة السابق تكون عليها طبقة الهيدروكسيدات والأكاسيد (غشاء ملتصق). يتم إدمصاص أيونات الحديد والمنجنيز على سطح طبقة الأكاسيد الهيدروكسيدات لتخرج المياه من البئر خالية من هذه الأيونات.
- تستمر عملية إدمصاص الأيونات حتى يتم التوازن بين تركيز الأيونات داخل طبقة الهيدروكسيدات والأكاسيد وبين المياه المحيطة بحبيبات التربة فتتوقف عملية الإدمصاص وعندها يتم إيقاف السحب من البئر.
- يتم حقن البئر مرة أخرى بماء مهوى (يحتوى على أكسجين ذائب) فيتم أكسدة الأيونات السابق إدمصاصها من الحديد والمنجنيز ثنائيو التكافؤ لتتحول إلى هيدروكسيدات وأكاسيد حديد ثلاثى التكافؤ ومنجنيز رباعى التكافؤ مكونة طبقة (غشاء ملتصق) جديدة على سطح حبيبات التربة. ومع مرور الوقت تتحول هيدروكسيدات الحديد الكبيرة الحجم إلى أكاسيد ذات حجم أقل وهو ما يفسر عدم إنسداد البئر سريعاً بعد استخدام الأسلوب تحت السطحى.

ونظرًا لطبيعة التشغيل بهذا الأسلوب، حيث يتم التشغيل ثم التوقف، ثم الحقن فيفضل أن يقوم بالعملية الواحدة أكثر من بئر لإجراء أعمال هذا التناول ولاستمرار الإمداد بالمياه طول الوقت. إلا أن هذه الظروف غير متوفرة فى معظم عمليات الآبار بمحافظة البحيرة، فعلى سبيل لمثال عملية آبار السخنة، تحتوى على بئر واحد، ويتم عمل دورة التهوية والحقن عن طريق.

توفير كميات مياه للحقن من خارج الموقع (من الشبكة) وهى طريقة غير عملية وعلى ذلك فإن هذه العملية تتطلب إنشاء بئر آخر فى

الموقع للعمل معًا بالتبادل ويفضل أن يكون بكل موقع عدد ٣ آبار على الأقل آخذين فى الاعتبار وجود بئر فى حالة صيانة أو عمرة بالمحرك.

ويوضح الشكل رقم (٨-٢٥) محرك طلمبة الأعماق وخط الطرد.

شكل رقم (٨-٢٥)
محرك طلمبة الأعماق وخط الطرد

وبصفة عامة فإن كمية المياه التى يتم حقنها تتراوح بين ٦ – ١٢% من كمية المياه التى يتم سحبها ويخضع ذلك لخصائص البئر والتربة المحيطة ونوعيتها والعديد من العوامل الأخرى.

اشتراطات تشغيل آبار بنظام Burman

وعند استخدام تكنولوجيا Burman في تشغيل الآبار الجوفية فإنه يجب مراعاة ما يلي:

- الالتزام بتسجيل كافة البيانات عن البئر خاصة عند إنشائه (خصائص البئر، بيانات المواسير السادة، بيانات المواسير، المصافي، اختبار الضخ المبدئي للبئر، وصف طبقات التربة التي يوجد بها البئر، الطاقة التصميمية للبئر).
- الالتزام بتركيب عداد قياس لتسجيل كمية المياه المسحوبة وتسجيلها دوريا.

- إعداد دراسة عن العلاقة بين عدد دورات التشغيل وكمية المياه المنتجة مع تحديد كمية المياه المطلوبة للحقن لتشغيل البئر.
- الالتزام بكمية المياه المسحوبة والمحددة من خلال التجارب السابقة على البئر من حيث دورات السحب والحقن.
- مراجعة التصرف النوعي للبئر مرة واحدة على الأقل كل ستة أشهر.
- في حالة انخفاض التصرف النوعي للبئر أكثر من ٢٥% فإنه يجب البدء في تنمية البئر فوراً.
- المراجعة الدورية لتركيز الحديد والمنجنيز بالمياه التي يتم سحبها وإيقاف البئر في حالة زيادته إلى ٠,٢ ملجم/ لتر.
- يجب أن لا يزيد تركيز الحديد والمنجنيز بمياه الحقن عن ٠.٠٣ ملجم/ لتر.

تطهير المـــــــياه بواسطة الكـــلور

إذا تم اكتشاف وجود بكتريا في البئر فيكفي معالجته مرة واحدة بالكلور لإزالة هذه المشكلة أما إذا كانت البكتريا موجودة في الماء نفسه فيجب استخدام طلمبة تغذية بالكلور لحقن الكلور باستمرار في غلاف البئر أو إلى طلمبة ضخ الماء أو إلى الخط الواصل بين الطلمبة وخزان الضغط ويجب استخدام جهاز لمنع ارتداد الكلور إلى البئر عند توقف الطلمبة. وعادة تكون طلمبة الكلور موصلة كهربيا مع طلمبة الماء بحيث تعمل الطلمبتان معا في نفس الوقت ويجب المحافظة على قيمة الكلور المتبقي بين ٠.٢ - ٠.٦ مجم/ لتر ويعتمد زمن التلامس على كمية الكلور المتبقي ودرجة الحرارة والاس الهيدروجيني وعلى البكتريا الموجودة.

ويوضح الشكل رقم (٨-٢٦) جهاز الكلور. وقد تم شـــرح عمليـــة التطهيـــر بالكلور تفصيليا فى الفصل السابع من هذا البرنامج التدريبى.

شكل رقم (٨-٢٦)
جهاز حقن الكلور

وتعتمد كمية الكلور المطلوبة لقتل البكتريا على كمية كبريتيد الهيدروجين والحديد الموجودة في الماء لأن جزء من الكلور يتم استهلاكه في أكسدة هذه المواد فكل ١ ملجم/ لتر من الحديد تستهلك ١ مجم/ لتر من الكلور وكل ١ مجم/ لتر من كبريتيد الهيدروجين تستهلك ٣ مجم/ لتر من الكلور فإذا كانت المياه تحتوى على سبيل المثال على ٣ مجم/ لتر من الحديد و٣ مجم/ لتر من كبريتيد الهيدروجين فيجب أن يضاف ١٢ مجم/ لتر من الكلور (٣×١ + ٣×٣ = ١٢) وبعد أن تتم أكسدة الحديد بواسطة الكلور يمكن إزالته بالترشيح أما كبريتيد الهيدروجين فيتأكسد إلى كبريتيات.

الفصل التاسع

وحدات تنقية المياه النقالي

الفصل التاسع

وحدات تنقية المياه النقالى

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على هذا الفصل ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن:

- يذكر مميزات وحالات استخدام الوحدات النقالي.
- يصف مشتملات الوحدات النقالي ومسار ومراحل العمليات بها.
- يشرح المشاكل التي تصاحب إنشاء الوحدات النقالي وبعض الحلول المقترحة لها.
- يذكر الشروط الواجب توافرها في الموقع الذي سيتم تركيب الوحدة النقالي فيه.
- يشرح بالتفصيل جميع إجراءات تشغيل المحطة وما قبلها من فحوص.
- يذكر إجراءات الصيانة الوقائية اليومية والأسبوعية والشهرية والنصف سنوية والسنوية.
- يذكر بالتفصيل جميع الخطوات والإجراءات التي تتبع عند غسيل المرشحات.
- يحدد مشاكل التشغيل المحتملة وأسبابها وطرق إصلاحها.
- يصف نماذج للمحطات النقالي المطورة ويذكر الفرق بينها وبين المحطات النقالي التقليدية.

مقدمـــة

وحدات التنقية "النقـــالى" أو المدمجـــة (Compact Units)، تماثـــل العمليـــات التقليدية لمعالجة المياه السطحية الخام، حيث تشمل نفس خطوات التنقية وهى الترويب، والترسيب، والترشيح، والتطهيـــر، والتخـــزين، وأخيـــراً التغذيـــة. ويختلف تصرف هذه الوحدات تبعا لتصميمها، ويتراوح بوجه عام بـــين ٣٠ إلى ٩٠ لتر/ثانية (١٠٨ إلى ٣٢٤ متر^{٣}/ساعة) وتمتاز وحدات التنقية النقالى بالمِيزات التالية:

١- سهولة وسرعة التركيب، حيث أن مكوناتها تكون مركبة فى حاويات مجهزة بالمعدات والمهمات، ولا يلزم لتركيب الوحدة إلا التوصيل بين هذه الحاويات مما يُيسر تركيبها وتشغيلها فى عدة أيام.
٢- إمكان نقل الوحدة من مكان لآخر، وذلك لأن مكوناتها مركبة فى حاويات كما سبق ذكره. ولا يستلزم عملية نقلها إلا الفصل بين هذه الحاويات.
٣- لا تحتاج هذه الوحدات إلى أعمال إنشائية كبيرة سوى بعض القواعد الخرسانية للحاويات.

وتلعب هذه الوحدات دوراً هاما فى إنتاج وإمداد التجمعات المحدودة بالمياه الصالحة للشرب، وذلك نظراً لصغر حجمها، وسرعة تركيبها، وعدم حاجتها لمساحة كبيرة من الأرض، ولانخفاض سعرها بالمقارنة مع تكاليف إنشاء محطات تنقية المياه التقليدية. ويبين الشكل رقم (٩-١) نموذجاً صغيراً لأحدى حاويات هذه الوحدة.

شكل رقم (٩-١)
إحدى حاويات محطة تنقية مياه شرب نقالى صغيرة

وتستخدم الوحدات النقالى أو المدمجة، بشكل أفضل فى الحالات التالية:

١- التجمعات المحدودة النائية، التى يصعب إمدادها من محطات المياه التقليدية لبعدها عنها، أو لارتفاع تكلفة إمدادها منها، وعدم صلاحية المياه الجوفية فى هذه المواقع.
٢- حل مؤقت عاجل لتغذية التجمعات المحدودة، المقرر تغذيتها من محطات تقليدية، وذلك لحين الانتهاء من إنشاء هذه المحطات وتشغيلها.
٣- سد العجز فى إمدادات المياه لبعض المناطق بصفة مؤقتة، لحين حل المشكلة القائمة بالحلول الدائمة.

مشتملات وحدات التنقية النقالى

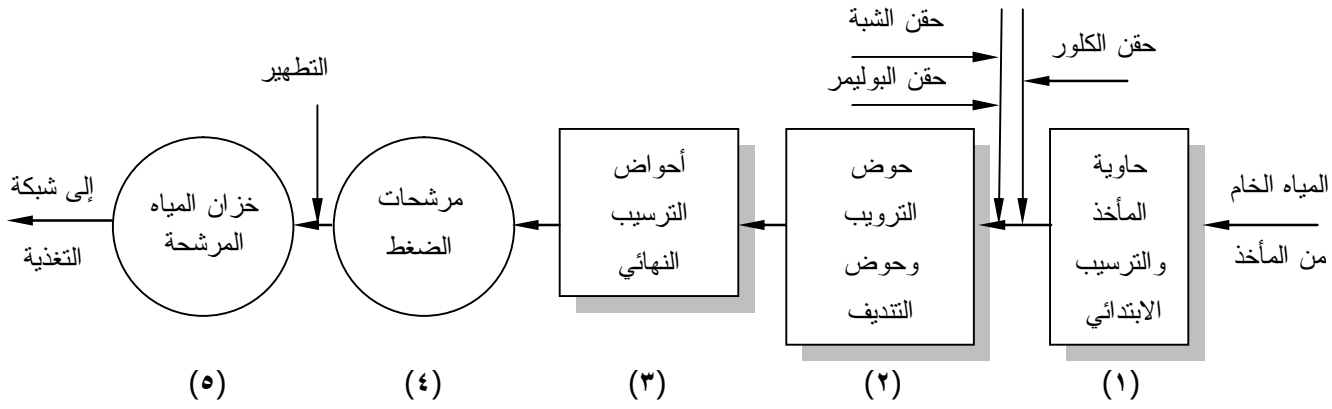
تشتمل الوحدات النقالى لتنقية المياه على نفس مشتملات عمليات تنقية المياه الكبيرة التقليدية. وتشمل:

١. المأخذ وطلمبات سحب وضخ المياه العكرة "الخام".
٢. حوض الترسيب الابتدائى.
٣. الطلمبات الوسطية لرفع المياه من الترسيب الابتدائى إلى باقى العمليات.
٤. الترويب والتنديف وتشمل أجهزة التطهير الابتدائى والنهائي وطلمبات إضافة المحاليل الكيماوية.
٥. أحواض الترسيب النهائي، وطلمبات رفع المياه المرسبة إلى المرشحات.
٦. المرشحات وتكون عادة مرشحات ضغط (Pressure Filters).
٧. أجهزة التطهير النهائى.
٨. خزان تجميع المياه النقية.
٩. طلمبات ضخ المياه النقية للشبكة الخارجية، طلمبات الغسيل ونافخ الهواء.
١٠. وحده التحكم فى ضغط المياه للاستهلاك.

وصف مبسط لوحدة التنقية النقالى

تستخدم محطات التنقية النقالى لتنقية المياه العكرة من الشوائب والمواد العالقة والطحالب، وتطهيرها للتخلص من البكتريا، حيث تمر المياه فى مسارها المخطط شكل رقم (٩-٢) بعدة مراحل، وتشمل:

١- الترسيب الابتدائى.
٢- الترويب والتنديف بإضافة الكيماويات.
٣- الترسيب النهائي
٤- الترشيح.
٥- التخزين.
٦- الضخ لشبكة التوزيع



شكل رقم (٩ - ٢)
مخطط لوحدة تنقية مياه نقالي

الترسيب الابتدائى يتم الترسيب فى أحواض إما دائرية أو مستطيلة، وفى بعض الأنواع يتم الاستعانة بألواح رقيقة مائلة متوازية، تركب داخل هذه الأحواض لتمر المياه خلالها لزيادة المساحة السطحية المؤثرة للحوض بمقدار عشرة أضعاف.

أحواض الترويب والتنديف بإضافة الكيماويات بعد ملء حوض الترسيب الابتدائي يتم ضخ المياه بواسطة الطلمبات الوسيطة إلى حوض الترويب والتنديف وفى هذه الأحواض يضاف أيضاً الكلور المبدئى – بالإضافة إلى المواد الكيماوية المروبة – للتخلص من الطحالب ولتخفيف الحمل البكتيرى على المرشحات وتشتمل على حوض المزج السريع وحوض التنديف.

الترسيب النهائي بعد انتهاء عملية الترويب والتنديف تنتقل المياه إلى حوض الترسيب النهائي حيث يتم التخلص من معظم الرواسب ويحتوي هذا الحوض على ألواح مائلة لزيادة معدل الترسيب بالإضافة إلى طلمبات الضخ إلى المرشحات..

الترشيح تحتوى كل محطة تنقية صغيرة على عدد معين من المرشحات يتراوح عادة بين أثنين أو ثلاثة مرشحات سريعة بالضغط.

التطهير يتم التطهير بإضافة الكلور الذى يقتل البكتريا، حيث يحقن الكلور فى هذه المحطات فى نقطتين:

- الأولى فى أحواض الترويب، ويسمى التطهير المبدئى.
- الثانية بعد خروج المياه من المرشحات، ويسمى التطهير النهائى.

التخزين

تخزن المياه الخارجة من المرشحات فى خزانات من الصلب تصل سعتها إلى ٢٠٠ متر مكعب حيث يتم سحب المياه منها لضخها مباشرة إلى المستهلكين.

يتم إنشاء حوض لتجميع مياه الروبة والغسيل في الموقع ويزود بطلمبات غاطسة لضخها إلى الخارج.

ملحوظة

توجد وحدات تنقية مدمجة (صغيرة ثانية) منفذة من المباني الخرسانية يتم تشغيلها وصيانتها طبقا لما يتم في المحطات الكبرى.

مثال للمواصفات الفنيـــة لوحدات التنقية النقالى

يوضح المثال التالى المواصفات الفنية لبعض وحدات التنقية النقالى والمصنعة بمصر.

بيانات الوحدة:

- سعة الوحدة:		١٠٠ م^3/س
- فترة التشغيل:		٢٠ ساعة/يوم
- الوزن لمكونات الوحدة:	فارغة	٤٠ طن تقريباً
	عند التشغيل	١٢٥ طن تقريباً
- القدرة الكهربائية:	المركبة	١٢٥ ك وات
	عند التشغيل	٤٥ ك وات
-أقصى مسافة بين حاوية المأخذ وبقية الوحدة		١٠٠٠ م

بيانات الأداء:

- منطقة الترسيب الابتدائى:
  معدل الحمل الهيدروليكى للسطح ٣ م/ساعة
  مدة تكوين الندف ١٢ دقيقة
- منطقة الترسيب: معدل الحمل الهيدروليكى للسطح ١ م/ساعة
- سرعة الترشيح: ١٢ م/ساعة
- الضغط الأقصى للمياه المعالجة عند المخرج ٤ جوى

البيانات الكيميائية:

أ- **كبريتات الألومنيوم (الشبة):**

- التركيب الكيميائى المسموح به طبقاً لمنظمة الصحة العالمية:
  ألومنيوم ٨ %
  جزيئات غير ذائبة ٠.١%
- معدل الخلط عند التشغيل العادى صفر – ١٠٠ جزء فى المليون (مللى جرام/ لتر).
- معدل جرعة الخلط المقترحة عند التشغيل لأول مرة: ٥٠ جزء فى المليون.
- كمية كبريتات الألومنيوم اللازمة لخزان كيماويات سعة ٧٠٠ لتر: ٣٠٠ – ٣٢٥ كجم.
- الضبط عند ١٠٠% = ٣٠ لتر/ ساعة على مؤشر مضخة الحقن: ١٣٠ جزء فى المليون.

ب- **البولى إليكتروليت:**

- التركيب الكيميائى طبقاً لمنظمة الصحة العالمية:
  الرطوبة ١٠%
  مانوميرا كريلميد ١٠%
- معدل جرعات الخلط عند التشغيل العادى: صفر – ١ جزء فى المليون (مللى جرام/لتر).

- معدل جرعة الخلط المقترحة عند التشغيل لأول مرة = ٠.٥ جزء فـــى المليون.
- كمية البولى إليكتروليت اللازمة لخزان كيماويات سعته ٧٠٠ لتر:

  للتشغيل العادى: ٠,٧ كجم

  للتشغيل أول مرة: ١,٤ كجم
- الضبط عند ١٠٠% = ٣٠ لتر/ ساعة على مؤشر مضخة الحقن:

  للتشغيل العادى: ٠,٢٥ جزء فى المليون

  للتشغيل أول مرة: ٠,٥٠ جزء فى المليون

جـــ- الكلور:

- الحقن الابتدائى بالكلور

معدل جرعة الحقن: حتى ١٠ جزء فى المليون (مللى جرام/ لتر).

معدل الجرعة المقترحة عند التشغيل لأول مرة: ١٠ جزء فى المليون.

الضبط: ١ كجم/ ساعة – ١٠ جزء فى المليون.

- الحقن النهائى بالكلور

الكلور المتبقى فى الماء المعالج: ٠.٣ حد أقصى

الطلمبات المستخدمة فى الوحدة

تنقسم أنواع الطلمبات المستخدمة فى الوحدة إلى نوعين رئيسين:

١- طلمبات طاردة مركزية وتستخدم فى الأعمال التالية:

- سحب وضخ المياه العكرة "الخام" ورفعها إلى أحواض الترسيب الابتدائي والترويب والتنديف والترسيب النهائي.
- سحب وضخ المياه المروقة من مرحلة الترسيب النهائي إلى المرشحات.
- سحب وضخ مياه غسيل المرشحات، لغسيل المرشحات عند انسدادها.
- سحب وضخ المياه النقية (المكلورة)، وضخها للاستهلاك.

٢- طلمبات موجبة (ماصة كابسة)، لإضافة محلول المواد الكيماوية المروبة وطلمبات حقن الكلور المبدئى.

مشاكل إنشاء الوحدات النقالى وبعض الحلول المقترحة

تـــم خلال السنوات الماضية، توريد وتركيب وتشغيل العديد من محطات مياه الشـــرب النقـــالى المدمجة (Compact Unit) فى محافظات مصر. ولقد حقق إنشاء هذه المحطات زيادة محسوسة فى إنتاجية مياه الشرب، غير أن تخطيط وتصميم وتصنيع وتنفيذ وتشغيل وصيانة هذه المحطات، قد واجه عدة عقبات ومشاكل نوجزها تباعاً:

مشاكل متعلقة بالتخطيط والتصميم:

- عدم إجراء دراسات الجدوى الفنية والاقتصادية بشكل جيد.
- عدم ملائمة بعض المواقع التى تم اختيارها لإقامة بعض المحطات.
- إسناد تنفيذ الأعمال إلى أكثر من جهة، وعدم توفيـــر التمويـــل اللازم لتنفيذ جميع الأعمال.
- انخفاض مستوى تصميم بعض مكونات المحطات المصنعة محلياً.

مشاكل متعلقة بالتصنيع والتنفيذ:

- صعوبة حصول بعض الجهات على تراخيص من وزارتى الرى والزراعة.
- مبالغة شركات الكهرباء فى تقدير تكاليف توصيل التيار الكهربائى وتأخرها فى توصيله للمحطات.
- تأخر الوحدات المحلية فى إنشاء خطوط المواسير والشبكات.
- صعوبة تصنيع بعض المكونات محليا، وانخفاض كفاءة البعض الآخر.

مشاكل متعلقة بالتشغيل والصيانة:

- نقص العمالة الفنية المدربة أو نقص الخبرة بصفة عامة.
- عدم توافر قطع غيار لأجهزة القياس والتحكم.
- عدم توافر البرامج والسجلات للصيانة الدورية والصيانة الوقائية والعمرات.
- نقص المواد الكيماوية واسطوانات الكلور اللازمة للتشغيل.
- نقص قطع الغيار، وتعذر الحصول عليها من السوق المحلى خصوصاً للمحطات المستوردة.

- سوء حالة بعض المآخذ، وتعرضها للتلوث بنوعيات مختلفة من الملوثات.
- كثرة انقطاع التيار الكهربائى فى بعض المواقع، مما يؤدى إلى عدم انتظام التشغيل.
- إضافة الكيماويات بأسلوب غير سليم لعدم وجود أجهزة قياس وتحكم كما ذكر.
- تعطل وتلف بعض المعدات بالمحطات وخاصة المصنعة محليا.
- عدم التغلب على مشاكل الطحالب فى بعض العمليات مما يعوق التشغيل الكفء، وانسداد المرشحات.

بعض الحلول المقترحة لعلاج هذه المشاكل:

- مراعاة الدقة فى اختيار وتصميم مآخذ المحطات قبل تنفيذها، وحماية مآخذ المحطات القائمة.
- تسهيل مهمة الحصول على موافقات الوزارات كالرى والزراعة.
- تكليف الشركات المنفذة بالقيام بالأعمال التنفيذية المتكاملة للمحطات (تسليم مفتاح). لكى تتوحد المسئولية ويسهل محاسبة هذه الشركات فى حالة وجود أى خلل.
- توفير وتدريب أطقم عمالة مناسبة للتشغيل والصيانة بكل محطة.
- تنفيذ برامج تدريبية مكثفة للعاملين بالمحطات (بمراكز التدريب وبمواقع العمل).
- تزويد المحطات بأجهزة القياس والتحكم وأجهزة الأمن الصناعى.
- توفير الاعتمادات المالية اللازمة لتدبير مخزون استراتيجى من الشبة والكلور ومهمات التشغيل، وقطع الغيار اللازمة للصيانة.

ونظراً للمشاكل المتعددة، والسابق ذكرها، ولارتفاع تكاليف ونفقات التشغيل والصيانة لهذه المحطات، وقصر عمرها الافتراضى والذى يتراوح بين ١٠، ١٥ سنة، فإنه يجب توخى الحرص، عند اللجوء إلى الاعتماد على هذه المحطات، وقصر استخدامها على سد العجز من إمدادات المياه فى الحالات الطارئة والحرجة، وذلك لحين استكمال حل المشاكل فى إطار خطة متكاملة.

شروط اختيـــار مـــوقع تركيب الوحدة النقالى

نظراً لاستخدام هذه الوحدات لخدمة التجمعات المحدودة فى الأماكن النائية، أو كحل مـــؤقت لتغذية تجمعات محدودة، أو لسد عجز مؤقت فى إمدادات مياه بعض المناطق، وتركيبها غالبا فى المناطق البعيدة عن مرافق المياه التقليدية الكبيرة. إلا أنه ينطبق على اختيار موقع تركيبها، نفس الشروط والمواصفات، التى يجب توافرها فى اختيار مواقع محطات المياه الرئيسية، من حيث:

١- توفر مصدر للمياه الخام، تتوفر فيه الصلاحية الكيماوية للمعالجة.
٢- توفر مصدر للتيار الكهربائى بالقدرة الكافية لتشغيل الوحدة.
٣- توفر طريق للمواصلات يسمح بتوصيل حاويات الوحدة إلى الموقع.
٤- القرب قدر الإمكان من التجمع الذى سيتم خدمته.
٥- الدراسات الأولية وتمثل الأساس العملى الفنى والاقتصادى الذى يقام عليه هيكل المشروع لخدمة منطقة معينة وتشمل هذه الدراسات:

- مصادر المياه المختلفة فى المنطقة التى سينشأ فيها المشروع أو القريبة منها.
- تعداد السكان الحالى والزيادة المنتظرة فى المستقبل خلال الفترة التى سيخدمها المشروع.
- معدلات استهلاك المياه الحالية والتغيرات المنتظرة فى هذه المعدلات فى المستقبل خاصة بالنسبة للاستعمالات المنزلية.
- اختيار مصدر الإمداد المناسب.
- توفر الطريقة المناسبة للنقل والتوزيع.
- اختيار التقنية المناسبة طبقاً لنوعية مصدر المياه.

أعمال التشغيل والصيانة

إن التشغيل السليم والصيانة الدورية القياسية هما الركيزتان الأساسيتان اللتان يعتمد عليها عمر المحطة. كذلك فإن إتباع خطوات التشغيل والصيانة القياسيتان لهما التأثير المباشر على نوعية المياه المنتجة. وإذا كانت وحدات التنقية النقالى أو المدمجة (Compact Unit) تلعب دورا هاماً فى إنتاج وإمداد

التجمعات المحدودة أو النائية بالمياه الصالحة للشرب بما يميزها من صغر الحجم وإمكانية تركيبها وتجميعها بسرعة فائقة. فأن هذه الوحدات تحتاج إلى الصيانة الدورية للحفاظ على المهمات الميكانيكية والمعدنية وهى المكون الأساسي لهذه النوعية من المحطات هذا فضلا عن احتياجها إلى عمالة ماهرة مدربة لإتمام عملية التشغيل بنجاح.

أولاً: المراجعة على التركيبات الميكانيكية تتضمن أعمال مراجعة التركيبات الميكانيكية ما يلي:

١. المراجعة على أتزان الحاويات وثباتها على القواعد الخرسانية.
٢. المراجعة على تركيب أجهزة القياس.
٣. المراجعة على التركيبات الميكانيكية داخل أو خارج الحاويات.
٤. المراجعة على تثبيت المعدات الميكانيكية تثبيتا صحيحا.
٥. المراجعة على نظافة المحطة والحاويات.
٦. المراجعة على سلامة الدهانات الداخلية والخارجية.
٧. التأكيد على ربط وتثبيت المواسير والفلانشات والمحابس والطلمبات وتركيب الجوانات.
٨. التأكيد على ضبط المحورية بين الطلمبات والمحركات.
٩. تجربة المحابس فى الفتح والغلق.
١٠. التأكيد على سلامة محبس الرداخ والكاوتش وجودة التوصيلات على خط السحب.
١١. المراجعة على توصيلات الإسطوانة وأجهزة الكلور.

ثانياً: المراجعة على التركيبات الكهربائية تتضمن أعمال مراجعة التركيبات الكهربائية ما يلي:

١. التأكيد على تثبيت وتركيب الكابلات
٢. التأكيد على وصول التيار الكهربى للقاطع الرئيسى باللوحة.
٣. قياس الفولت على الفازات الثلاثة مع فاز التعادل.
٤. مراجعة توصيلات البئر الأرضى.
٥. مراجعة التوصيلات المحركات وترتيب الأسلاك.
٦. مراجعة توصيلات كابلات العوامات وكابلات الربط.

٧. مراجعة تثبيت المرشحات والجوانات والجلاندات بحيث تمنع تسرب الأتربة داخل اللوحات.
٨. تنظيف اللوحات من الأتربة تنظيفا جيدا ويتم ذلك بعد فصل مصدر التغذية بالتيار الكهربى.

ثالثاً: التشغيل اليدوى

أ- التشغيل الكهربى

أول مرة

١. فصل القاطع الرئيسى من المصدر الكهربائى.
٢. وضع القواطع الكهربائية الفرعية على وضع التشغيل.
٣. وضع مفاتيح التشغيل الخارجية على وضع الإيقاف (0) فى المنتصف.
٤. قياس الفولت بين بار التعادل وبار الأرضى (صفر).
٥. إطلاق التيار الكهربائى فى اللوحة العمومية برفع ذراع القاطع الرئيسى.
٦. قياس الفولت على الفازات الثلاثة عن طريق مفتاح إختبار الفازات وملاحظة جهاز الحماية ضد سقوط الفولت وترتيب الفازات (٣٨٠ فولت، ٢٢٠ فولت).
٧. إختبار إنارة لمبات الوحدة وإنارة لمبات الحاويات ودوران مروحة التبريد داخل اللوحة.
٨. يرفع ذراع القاطع الفرعى المغذى للوحة.
٩. وضع مفاتيح التشغيل الخارجية فى اللوحة على وضع الإيقاف (0) فى المنتصف.
١٠. وضع القواطع الكهربائية الفرعية على وضع التشغيل.
١١. قياس الفولت بين الفازات الثلاثة وفاز التعادل وبار الارضى.
١٢. إطلاق التيار الكهربائى فى اللوحة.
١٣. وضع مفتاح التشغيل اليدوى الأوتوماتيكى على الوضع اليدوى.
١٤. اختبار إتجاه دوران المحركات الكهربائية وذلك بوضع مفتاح تشغيل كل محرك على وضع التشغيل لمدة ثوانى محدودة.

ب- التشغيل الميكانيكى

١. فتح محابس الدخول على جميع الطلمبات.
٢. تحضير طلمبة المأخذ وخط السحب وملئها حتى محابس عدم الرجوع (الرداخ) والتأكد من خروج فقاقيع الهواء.
٣. وضع مفتاح التشغيل لطلمبة المياه العكرة على وضع التشغيل اليدوى.
٤. يفتح محبس الطرد تدريجيا ببطء.
٥. قياس الفولت على الفازات الثلاثة فى المحرك.
٦. التأكد من وصول المياه إلى حاوية المأخذ وحوض الترسيب الابتدائي ثم إلى وحدة الترويب والتنديف بعد تشغيل الطلمبات الوسطية بحاوية المأخذ.
٧. تكرار البنود السابقة مع طلمبتى الترسيب النهائي لرفع المياه إلى المرشحات.
٨. فتح محابس الدخول والخروج للمرشحات.
٩. فتح المحبس الرئيسى الموجود على ماسورة الخروج الرئيسية والمؤدى إلى الخزان.
١٠. ضبط جهاز قياس التصرف ليكون عند ١٠٠م^3 / ساعة، وذلك عن طريق المحبس الرئيسى الموجود على ماسورة الخروج من المرشحات.
١١. التأكد من ملء الخزان إلى أكثر من نصفه عن طريق قراءة العداد الخاص بذلك.
١٢. تكرر الخطوات ٦، ٧، ٨، ٩ مع طلمبة الضخ للمدينة.

ضبط جرعات الكلور والشبة

أولاً: إعداد الشبة

١. فتح محبس الماء الموجود على خزان الشبه لملئه بـ٦٠٠ لتر من الماء.
٢. يضاف ١٠٠ كيلو جرام شبه على المياه الموجودة بخزان الشبة.
٣. يدار الخلاط أعلى خزان الشبة مع تركه يعمل حتى تذوب الشبة.
٤. ضبط طلمبة جرعات الشبة على ٠,٦/ م^3 (٦٠% /١٠٠م^3/ ساعة).
٥. يتم تبديل طلمبات ضخ الشبة كل وردية (٧ ساعات).

٦. يتم غسيل طلمبة ضخ الشبة المتوقفة بضخ مياه الغسيل لمدة نصف ساعة.

ثانياً: الكلور

١. ضبط طلمبة جهاز الكلور عند ضغط ٤ بار.
٢. يفتح المحبسين أسفل جهازى المنظم.
٣. يتم تفريغ الهواء بالكامل من داخل جهاز الكلور ويتبين ذلك بتوقف البلية داخل المبين الخاص بتحديد كمية الكلور.
٤. يقفل المحبس أسفل جهاز المنظم الإحتياطى.
٥. يفتح محبس إسطوانة الكلور قليلا فتتحرك البلية داخل المبين.
٦. يتم إختبار التسرب للكلور عند الوصلات بقطعة قطن مشبعة بالنشادر.
٧. تضبط جرعات الكلور فى الحقن الإبتدائى عند ٢ مجم/ل تقريبا.
٨. تضبط جرعات الكلور فى الحقن النهائى عند ١,٥ مجم/ل تقريبا.
٩. بعد إتمام ضبط كافة الطلمبات يجب ضبط تدريج ريلاى زيادة الحمل (Over Load Relay) لكل محرك وذلك بقياس قيمة الأمبير فى كل فاز للطلمبة وتضبط قيمة الريلاى بما يزيد عن هذه القراءه قليلا (من ٠,٥ – ١,٥ أمبير).
١٠. عند حدوث زيادة فى الأمبير عن القيمة المحددة على تدريج ريلاي زيادة الحمل يفصل الريلاي دائرة الكونترول وتظهر علامة حمراء على واجهة الريلاي وتنير اللمبة الحمراء الخاصة بالمحرك على اللوحة ويرتفع صوت سارينة الإنذار.
١١. يتوقف صوت سارينة الإنذار بالضغط على الزر (Push Button) الخاص بها وتضاء لمبة حمراء أسفله لتدل على وجود عطل.
١٢. بإزالة سبب العطل وبعد فترة تقل حرارة الجزء الحرارى فى ريلاى زيادة الحمل ويعود إلى وضعة الطبيعى وتنطفأ اللمبة الحمراء الخاصة بالمحرك واللمبة الحمراء فى الدوائر العامة.

التشغيل العادى للمحطة

١. توضع جميع الطلمبات على وضع التشغيل الكهربائى ويفتح محبس الطرد تدريجياً لكل طلمبة تبدأ فى الدوران لكل من طلمبات المياه العكرة ثم طلمبات المدينة تباعا.
٢. يتم ضبط فتحات المحابس للطلمبات العاملة على الفتحات التى تحقق الإتزان الهيدروليكى للمحطة.
٣. يتم فتح محابس صرف الروبة فى كل الحاويات مرتان فى كل وردية
٤. عند توقف السحب من المدينة يزداد الضغط كما يزداد ارتفاع المياه فى خزان المياه نظراً لعدم وجود سحب وتتوقف طلمبات المدينة.
٥. ترتفع المياه فى خزان المدينة وتتوقف الطلمبات المغذية لهذا الخزان.
٦. ترتفع المياه فى المرشحات وتتوقف طلمبات المياه العكرة وتتوقف تبعاً لها طلمبات حقن الشبة وطلمبة ضخ المياه لجهاز الكلور.
٧. يمكن إيقاف الطلمبة عن طريق مفتاح التشغيل (يدوى – أوتوماتيكى).
٨. عند توقف المحطة تقفل محابس الطرد لطلمبات المدينة والعكرة.

برنامج الصيانة

من الأهمية بمكان وضع خطة للصيانة الدورية حيث يتم عمل هذه الصيانة على فترات حسب الأجزاء التى ستجرى لها هذه الصيانة وتكون تلك الفترات إما يومية أو أسبوعية أو شهرية أو نصف سنوية أو سنوية.

الصيانة اليومية

- يتم مراجعة مصفاة السحب والفانوس كل يوم ويتم تنظيفها.
- يتم تغيير المضخات المستعمله كل يوم بالمضخات الاحتياطية.
- يتم تزييت عامود محبس العوامة الموجودة بحاوية الترسيب النهائي.
- النظافة الدورية للمرشحات ومتابعة فرق الضغط عند الدخول والخروج بحيث لا يزيد عن ٠,٥جوى.
- تشحيم المحركات كهربية من الاماكن المخصصة لذلك.
- إزالة الأتربة من الأجسام الخارجية للمحركات لضمان جودة التبريد.

الصيانة الاسبوعية

- يتم تكرار ماسبق فى الصيانة اليومية.
- التفتيش على جميع الوصلات الملحومة والتأكد من عدم وجود تسرب.
- يتم عمل نظافة للوحات التشغيل والتحكم باستخدام هواء جاف.

- يتم عمل اختبار لمعدل تصرف المحطة والتأكد من كمية المياه المنقاة فى الساعة.
- يتم التأكد من سلامة عمل جميع الخلاطات كما يتم التأكد من العامود وريشة القلاب.
- يتم تنظيف المحطة والتخلص من الرواسب.

الصيانة الشهرية

- يتم تكرار ما سبق فى الصيانة الاسبوعية.
- يتم قياس التيار على المحركات المختلفة بالمحطة بواسطة بنسة أمبير ومقارنتها بالقيمة المعتاده حسب لوحة كل محرك على حدة.
- عند وجود قيمة للتيار أعلى من المعدل خاصة بأحد المحركات كهربية يجب الكشف عن سبب زيادة التيار المسحوب وعمل الاصلاح اللازم.
- مراجعة جودة التوصيلات الكهربية باللوحات والمعدات المختلفة.
- التأكد من نقط التلامس الكهربية للكونتاكتورات والمفاتيح ومعالجة أى أكسدة إن وجدت.

الصيانة النصف سنوية

- يتم تكرار ما سبق فى الصيانة الشهرية.
- المحركات الكهربية: يتم اعادة تشحيم رولمان البلى الخاص بها بعد إزالة الشحم القديم والنظافة بشحوم مناسبه لا تتأثر بالماء وتتحمل درجة حرارة حتى ٩٠° م.
- طلمبات المأخذ: يتم تشحيم رولمان البلى الخاص بالطلمبة بشحم متعدد الأغراض لا يتأثر بالماء.
- الخلاط السريع: يتم الكشف على رولمان البلى وتثبيت العامود ويعاد تشحيمه بعد إزالة الشحم القديم والنظافة بشحم متعدد الاغراض ولا يتأثر بالماء.
- الطلمبات الغاطسة بحوض تجميع روبة المروق وغسيل المرشحات: الكشف عن الزيت المستخدم واذا كان غير نظيف أو معتم، يستبدل بآخر جديد ويستخدم زيت تربينى أو حسب توصيات الجهة المصنعة.
- يتم اختبار المياه المنقاه والتأكد من مطابقة مواصفاتها للكود المصرى

لمياه الشرب.

الصيانة السنوية

- يتم تكرار ما سبق فى الصيانة النصف سنوية.
- الخلاط البطئ: يتم تغيير زيت صندوق التروس بآخر جديد كل عام أو كل ٨٠٠٠ ساعة تشغيل باستخدام الزيت الموصى به طبقا لتعليمات المصنع (يستخدم زيت موبيلوب طبقا للمواصفات العالمية).
- يتم عمل اختبار للرمال والزلط المستخدمين فى الترشيح والتأكد من مطابقتها للمواصفات المطلوبة.

تعليمات صيانة للطلمبات

قبل بدء تشغيل الوحدة يجب التأكد من ملء الوحدة بالسائل وخلوها من المواد وربط فتحات التفتيش وصمام التحضير.

- التفتيش والملء:

ويتمان معا فى آنٍ واحد ويجب إدارة عامود الطلمبة باليد أثناء الاجراء وببطء (يمكن فك غطاء مروحه المحرك الكهربى لهذا الغرض).

- عملية الإمداد (التحضير):

يتم فتح محبس الغلق على خط الطرد وفى حالة وجود سائل به يندفع إلى الطلمبة ويتم التفتيش بفتح محبس الغلق على خط التحضير.

- تقدير الاتجاه:

يجب أن يكون دوران المحرك الكهربى فى نفس الاتجاه المحدد على الطلمبة وللتأكد من ذلك يتم تشغيل لحظى للمحرك الكهربى وأيقافه وملاحظة اتجاه الدوران وعند عدم مطابقته يتم استبدال فاز مكان الآخر فى محركات ذات الثلاثة فازات وفى المحركات الأخرى يتم الاستعانة بالفنيين المختصين.

- التشغيل الأولى:

- صمام الدخول يفتح بالكامل ويغلق صمام التحضير (التصريف).
- يتم تشغيل المحرك الكهربى.

- عدم كفاية التحضير: عند الملاحظة لعدم كفاية التصـــرف توقـــف الطلمبة ويعاد التحضير.

- ضبط قيمة التصرف:

بعد الوصول إلى سرعة الدوران يجب أن يكون صمام الغلق على خط الطرد مفتوح بالكامل للوصول إلى القدر المطلوب من التصرف دون أن يؤثر ذلك على المحرك الكهربى سواء فى السرعة أو الأمبير.

- غلق محبس التصريف:

يؤدى اغلاق محبس التصريف أثناء التشغيل ولفترات زمنية طويلة نسبيا إلى تلف الطلمبة ولذا يتم الغلق متوافقا مع عملية الايقاف.

- زيادة التصرف:

اذا كان التصرف أعلى من المحدد فى مواصفات الطلمبة يجب ملاحظة ما يلى:

- ألا يكون خط السحب أعلى من الطلمبة وكذلك خط الطرد لا يكون منخفض عنها وان يبقى ضغط التصرف فى الحدود الملائمة.
- عدم وجود فقاعات بالمياه لما لها من أثر ضار على أجزاء الطلمبة وكذلك تسبب عدم دقة القياسات.

- كيفية تغيير حلقات الإحكام (الحشو):

- فك الصامولتين من على الجوايط.
- قم برفع الجلاند.
- انزع الحلقات القديمة من مكانها على العامود ونظفه.
- اثنى حلقات الحشو الجديدة فى اتجاه دائرى وادفعها على عامود الطلمبة برفق مع تعديل اماكن القطع تبادليا.
- ادخل الجلاند واربط صامولتيه على الجوايط.
- اربط بانتظام كلتا الصامولتين حتى يضغط الجلاند على الحشو

وتصبح قوى الاحتكاك محسوسة عند دوران العمود باليد عندئذ إرخى الصامولتين قليلا وأعد الربط باليد.

- الدوران الجاف:

يجب عدم إدارة الطلمبة بدون وجود مياه ولو لحظيا لما ينتج عن ذلك من تلف للأسطح الانزلاقية لمانع التسرب.

صيانة المرشحات **صيانة الوسط الترشيحي**

- يمكن تغيير الحصى والرمل كل عام أو فى الحالات التى تصل بها مرحلة الغسيل إلى عدة مرات فى الوردية الواحدة.
- يجب إختبار الحصى والرمل من السيلكا النقية على ان يقوم المورد بتقديم شهادة معتمدة لصلاحية الرمل والحصى ويكون الرمل والحصى نظيفين وخالين من الأتربة.
- للتأكد من صلاحية الرمل أو الحصى يمكن إجراء التجربة الآتية:

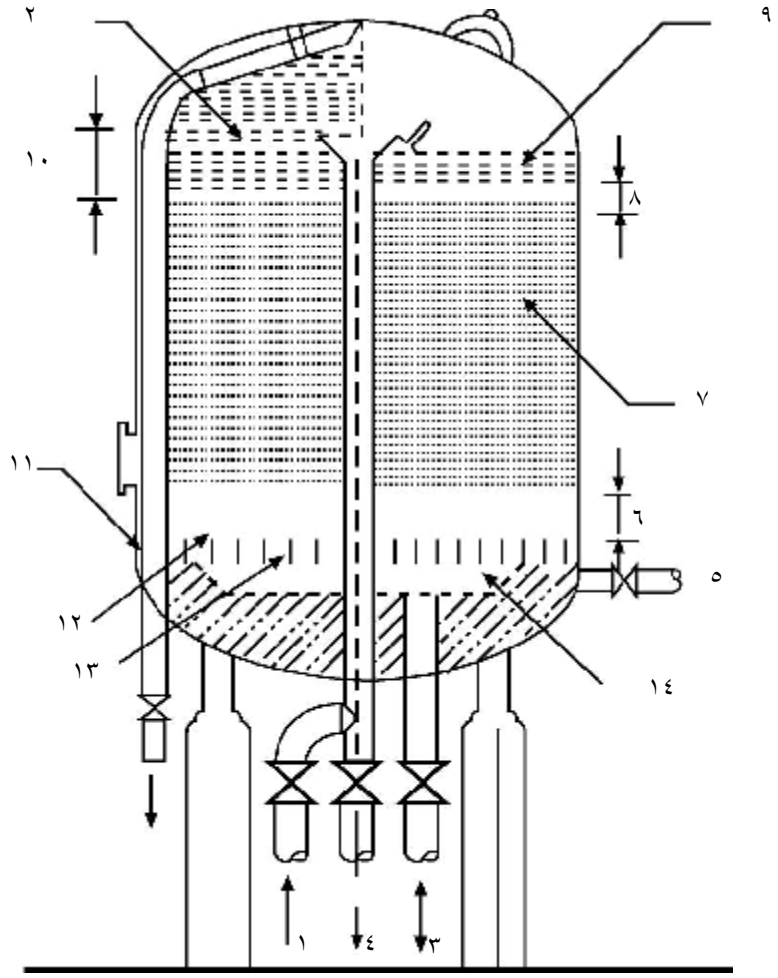
توضع كمية من الرمل والحصى معروف وزنها فى حمض الهيدروكلوريك تركيز ١٠ % وبعد ٢٤ ساعة تغسل وتجفف ويعاد وزنها وفى حالة عدم نقص وزنها عن ٥ % تكون صالحة للاستعمال.

طريقة غسيل المرشحات

- يقفل محبس دخول المياه المراد ترشيحها (المروقة) إلى المرشح.
- يفتح محبس خروج المياه الخاص بالغسيل على نفس المرشح.
- يقفل محبس خروج المياه المرشحة المركب على نفس المرشح.
- يفتح محبس الفراشة والذى يسمح بدخول الهواء من نافخ الهواء.
- يتم تشغيل نافخ الهواء لإمداد المرشح بالهواء الذى يتخلل طبقة الحصى والرمل من أسفل لأعلى والذى يعمل على طرد المياه من المرشح ويستمر التشغيل من ٢ إلى ٣ دقائق ثم يوقف نافخ الهواء ويقفل محبس الهواء.
- يفتح محبس دخول المياه الخاص بالغسيل بعد تشغيل طلمبة الغسيل.
- تترك المياه تمر من أسفل لأعلى حتى تتأكد أن المياه الخارجة من المرشح نظيفة من خلال ماسورة الغسيل.

- توقف طلمبة الغسيل ويقفل محبس الغسيل.
- يفتح محبس دخول المياه المراد ترشيحها (المروقة).
- يفتح محبس التحضير (التشطيف) لمدة ٥ دقائق.
- يقفل محبس التشطيف ومحبس خروج مياه الغسيل.
- يفتح محبس خروج المياه المرشحة.
- يفتح محبس التهوية ٠,٥ بوصة ويترك مفتوحاً حتى تتأكد من خلو المرشح من الهواء ويخرج الماء من خلال ماسورة التهوية ٠,٥ بوصة.
- يقفل المحبس الخاص بالتهوية ٠,٥ بوصة.
- نلاحظ انخفاض فرق الضغط فى عدادات قياس الضغط المركبة بحاوية المرشح.
- تكرر الخطوات السابقة مع جميع المرشحات.
- تتميز المرشحات المستخدمة بإمكانية غسيل أحد المرشحات بحيث يستمر المرشحين الآخرين فى عملية الترشيح المعتادة وذلك لانفصال المراحل السابقة عن بعضها وقدرتها على إنتاج مياه مرشحة باستمرار أثناء الغسيل دون توقف.

ويوضح الشكل رقم (٩-٣) غسيل المرشح الرملى.



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

شكل رقم (٩-٣)

مرشح يعمل تحت ضغط

مشاكل التشغيل وطرق التغلب عليها

الأعطال وأسبابها وطرق الإصلاح

يوجد العديد من المشكلات والأعطال التى تنشأ نتيجة للعديد من الأسباب منها ما هو متعلق بنوعية المياه وما تسببه هذه المياه، ومنها ما هو مرتبط بأعطال الطلمبات.

سوء نوعية المياه المنتجة

تتعدد الأسباب التى تؤدى إلى سوء نوعية المياه المنتجة، ويمكن تقسيم هذه الأسباب إلى ثلاثة مجموعات.

المجموعة الأولى:

- عطل بالخلاط المروحى السريع.
- عطل بالخلاط المروحى البطئ.
- عطل بطلمبة خلط الكيماويات أو عدم مناسبة كمية الكيماويات التى تضخها.
- عطل جهاز حقن الكلور أو أنه لا يعطى النسب المضبوطة للكلور.

العلاج:

- إصلاح الخلاط المروحى السريع.
- إصلاح الخلاط المروحى البطئ.
- إصلاح أو ضبط طلمبة ضخ الكيماويات.
- إصلاح أو ضبط جهاز ضخ الكلور.

المجموعة الثانية:

- عدم سحب مياه الروبة بانتظام / تعطل طلمبة سحب الروبة.
- الوقت اللازم للترسيب غير مناسب.

العلاج:

- سحب الروبة بانتظام / إصلاح طلمبة سحب الروبة.
- ضبط الوقت اللازم للترسيب.

- تقليل سرعة المياه للحصول على الترسيب الأمثل.

المجموعة الثالثة:

- عدم إجراء الغسيل العكسى للمرشحات فى التوقيت المناسب.
- عطل فى نافخ الهواء.
- عطل فى طلمبة الغسيل العكسى أو ضغط غير كافٍ منها.
- عطل جهاز حقن الكلور أو أنه لا يعطى النسب المضبوطة للكلور.
- الرمل والحصى قد يحتاجان تغيير.

العلاج:

- عمل الغسيل العكسى للمرشحات فى التوقيتات المناسبة.
- إصلاح عطل نافخ الهواء.
- إصلاح عطل طلمبة الغسيل العكسى.
- إصلاح جهاز حقن الكلور أو ضبطه.
- تغيير الرمل والحصى بعد اختبار صلاحيته.
- التأكد من أن محابس الدخول والخروج والغسيل العكسى فى الوضع المطلوب بالإضافة إلى أنها صالحة ولا تسرب المياه الخام إلى المياه المرشحة.

أعطال الطلمبات **العطل: الطلمبة تعمل ولكن لا تضخ مياه بالقدر المطلوب**

الأسباب:

- وجود هواء فى خط السحب.
- انسداد محبس عدم الرجوع على خط السحب بالعوالق.
- الطلمبة تدور فى اتجاه عكسى.
- تلف الجوانات الداخلية للطلمبة.
- تلف ريشة الطلمبة أو عدم تثبيتها فى العمود الدوار.

العلاج:

- سحب الهواء من خط السحب.
- التأكد من أن جميع الوصلات أو الفلانشات مربوطة جيداً ولا يوجد تسرب للهواء.
- تنظيف محبس عدم الرجوع على خط السحب والتأكد من أنه يعمل بصورة جيدة.
- تصحيح اتجاه دوران الطلمبة عن طريق تبديل وضع فازاتان.
- تغيير الجوانات الداخلية للطلمبة.
- تغيير ريشة الطلمبة إذا كانت متآكلة أو تثبيتها جيداً فى العمود الدوار.

الطلمبة تعمل ولكن هناك اهتزازات:

الأسباب:

- عدم تثبيت الطلمبة والمحرك الكهربى جيداً.
- عدم استقامة عامود الطلمبة مع عامود المحرك الكهربى.
- تآكل عامود الإدارة أو انحناؤه.
- تآكل فى كراسى التحميل.

العلاج:

- تثبيت الطلمبة والمحرك الكهربى جيداً فى القاعدة.
- تأكيد استقامة عامود الطلمبة وعامود المحرك الكهربى.
- تغيير كراسى التحميل فى الأوقات المناسبة.
- تغيير أو إصلاح عامود الإدارة (تزويد لحام أو استعدال).

صدور صوت عالى من المروحة أثناء الدوران:

الأسباب:

- تلف رولمان بلى كراسى التحميل أو تآكل جلب كراسى التحميل.
- احتكاك الأجزاء الدوارة بالثابتة داخل الطلمبة / وصول أجسام صلبة إلى الطلمبة.

العلاج:

- تغيير رولمان بلى كراسى التحميل أو عمل جلب جديدة لكراسى التحميل.
- تثبيت الأجزاء الداخلية للطلمبة جيداً حتى لا يحدث احتكاك بين الأجزاء الدوارة والثابتة.
- فك الطلمبة وإزالة الأجسام الصلبة وتنظيفها من الرواسب.

بعض نماذج محطات تنقية مياه الشرب النقالى المطورة

مقدمة

قامت بعض الدراسات من خلال أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا للعمل على استغلال وحدات التنقية المختلفة ورفع كفاءتها من خلال عمل بعض التعديلات عليها وذلك عن طريق تغيير طريقة المعالجة نفسها حيث أمكن تطوير إنشاء المحطة وتعديلها بحيث تم إنشاء منظومتين متكاملتين لتنقية مياه الشرب من خلال المنظومة الأصلية وقد تم تنفيذ هذا التطوير في بعض محافظات الجمهورية وهي بالخدمة حاليا لذا فسوف نلقى النظر على أعمال هذا التطوير والذي يمكن تقسيمه إلى:

المنظومة الأولى:

وهى تعتمد على الترشيح المباشر ذو المرحلتين وتعطى هذه المنظومة تصرف يعادل نفس التصرف للمحطة الأصلية وهو ١٠٠ م^3/ ساعة، وكذلك فقد تم تطوير هذه المنظومة نفسها وذلك بالاستغناء عن مرشحات الضغط واستخدام عدد (٢) مرشح خشن (يتكون الوسط الترشيحي من حبيبات من الرمل خشنة نسبيا) يعملان على التوازى حيث تم رفع تصرف تلك المنظومة إلى ٢٠٠ م^3/ساعة (١٠٠ م^3/ساعة لكل خط أو مرشح خشن).

المنظومة الثانية:

وهى تعتمد على الترويب المتدرج بالتلامس المتبوع بالترشيح السريع شكل رقم (٩-٥). وتعطى هذه المنظومة تصرف حوالى ٨٥ م^3/ ساعة (تصرف إضافى). الأمر الذى يعنى بدوره ما يلى:

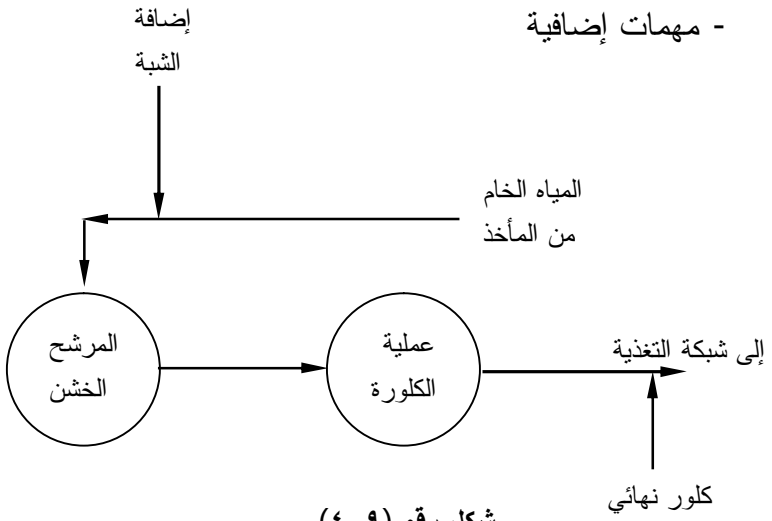
- إمكانية الحصول على نفس تصرف المحطة الأصلية من المنظومة الأولى بإستغلال جزء من وحدات المحطة الأصلية لايتعدى نصف هذه الوحدات.
- زيادة الطاقة الإنتاجية للمحطة بقيمة ٢٨٥ % فى حالة تشغيل المنظومة الثانية.

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

المنظومـــة الأولى (الترشيح المباشر)

تمثل مكونات المنظومة الأولى شكل (٩-٤) فى الوحدات الأساسية التالية:

- مهمات تحضير وإضافة المروب (الشبة)
- مرشح التلامس الخشن Rough / Contact Filter
- مهمات التعقيم (إضافة الكلور)
- مهمات إضافية



شكل رقم (٩-٤)
الترشيح المباشر ذو المرحلتين
لتطوير ورفع كفاءة محطات تنقية المياه النقالى

وتتلخص مراحل التشغيل لمكونات المنظومة الأولى فى:
سحب المياه الخام من مصادرها السطحية حيث يتم إضافة محلول الشبة (بعد تجهيزه) إلى المياه الخام من خلال عملية الحقن والخلط خلال المسار (In-line 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.

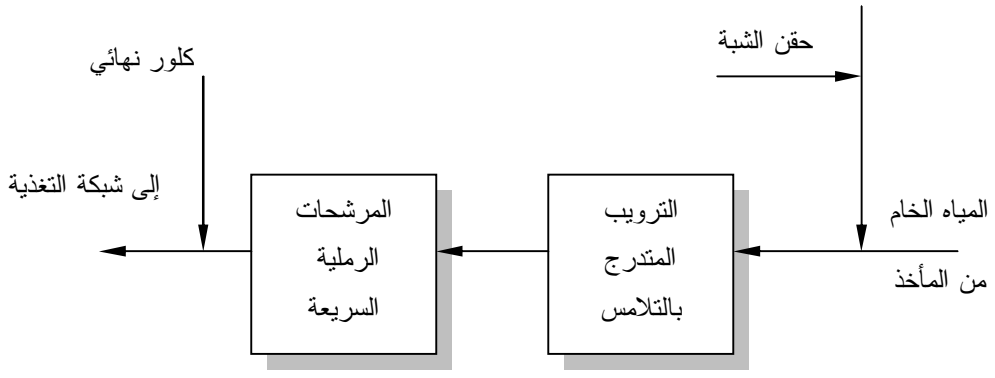
الوظيفة الثانية:

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

المنظومة الثانيـــة (باستخدام الترويب المتدرج بالتلامس)

تتمثل مكونات المنظومة الثانية، شكل رقم (٩-٥)، 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 سابقاً).
- المرشحات السريعة (جزء من الترسيب النهائى + أحواض الترويب القديمة).



شكل رقم (٩-٥)

الترويب المتدرج بالتلامس والمرشحات الرملية لتطوير ورفع كفاءة محطات تنقية مياه الشرب المدمجة

وتتلخص مراحل التشغيل لمكونات المنظومة الثانية فى:

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

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

ب- بعد إتمام عملية الترويب المتدرج بالتلامس تدخل المياه إلى المرشحات الرملية وهى فى هذه المنظومة عبارة عن جزئين (مرشحين):

- المرشح الأول: يقع في منطقة الترويب فى المحطة الأصلية.
- المرشح الثانى: يقع فى جزء من حوض الترسيب النهائى للمحطة الأصلية.

التقنيات المتطورة لعملية الترويق

تلعب مساحة أحواض الترسيب أو الترويق العنصر الأكثر أهمية فى كفاءة عمليات الترسيب وذلك نظراً لتأثير مساحة الأحواض على معدلات التحميل السطحى وبالتالى على كفاءة العملية بصفة عامة.

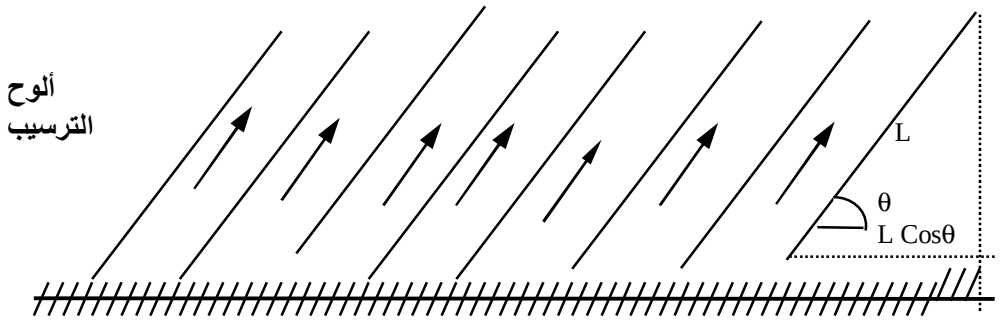
ومع توجهات التطور وبصفة عامة نحو العمل على تصميم المنظومات النقالى (المحطات النقالى) لتنقية مياه الشرب، حيث يعمد المصممون للعمل على الحد من المتطلبات البعدية للمحطات، لذلك فإن مساحة أحواض الترويق غالباً ما تتعارض مع تلك التوجهات.

وبهدف التغلب على تلك المشكلة فقد ظهرت ألواح وأنابيب الترسيب كبديل ذو كفاءة عالية لإتمام عملية الترسيب أو الترويق طالما تم تنفيذه بصورة دقيقة وسليمة، ويتبع عملية استخدام ألواح أو انابيب الترسيب إمكانية الحد وبشكل كبير من المتطلبات البعدية لمهمات ووحدات الترويق داخل محطات تنقية مياه الشرب بصفة خاصة، ووحدات الترسيب بصفة عامة.

نظرية ألواح وأنابيب التـــرســـيب

يعتـــمد استخدام ألواح وأنابيب الترسيب على مفهوم أساسى يمكن تبسيطه فى أنه تحويل أو إستبدال أى حيز قد يمكن استخدامه لإتمام عملية الترسيب العادى فى حوض الترسيب البسيط إلى عدد كبير من الأحواض كل حوض منها عبارة عن الحيز أو المسافة بين كل لوحين من ألواح الترسيب المتراصة بنظام هندسى معين، وذلك مع وجود فارق بسيط يتمثل فى الحد من عمق حوض الترسيب حيث يتمثل العمق فى هذه الحالة فى مسافة بسيطة هى تلك الواقعة بين كل لوحين متجاورين.

وفى أبسط صورة ممكنة ولإلقاء الضوء على مدى الكفاءة العالية لاستخدام ألواح وأنابيب الترسيب يوضح شكل رقم (٩-٦) إحدى منظومات ألواح الترسيب التى يمكن استخدامها فى أحواض الترويق بمحطات تنقية المياه.



شكل رقم (٩-٦)
نموذج لمنظومات ألواح الترسيب

وفى هذه المنظومة فإن المساحة الإعتبارية لحوض الترسيب تقدر فى هذه الحالة على أنها المساحة الإجمالية لمجموع مساحات مساقط ألواح الترسيب المائلة على المستوى الأفقى وبالتالى وبفرض أن:

عدد الألواح = N

طول الألواح = L

عرض الألواح = B = عرض منطقة الترسيب الفعالة

∴ المساحة الإجمالية لمسطح حوض الترسيب = $N * L * \cos\theta * B$

وبالتالى يتضح وببساطة مدى إمكانية زيادة المسطح الفعال لحوض الترسيب فى حدود واسعة جداً وذلك مع استخدام عدد غير كبير من ألواح الترسيب.

مميزات استخدام ألواح وأنابيب الترسيب:

يؤدى استخدام الألواح وأنابيب الترسيب لإنجاز هذه العملية بكفاءة عالية وذلك كنتيجة لما يلى:

- مضاعفة مسطح الترسيب الفعال الأمر الذى يتيح إمكانية الإستفادة من أى حيز ترسيب مهما كان صغير.
- زيادة كفاءة عملية الترسيب عن طريق زيادة حجم التصرف التصميمى لحيز الترسيب كنتيجة لخفض زمن بقاء المياه خلال مرحلة الترويق.
- الحد من التكلفة الإنشائية لأى مهمات ترسيب مستجدة، مثل إنشاء أحواض ترسيب جديدة، حيث يكتفى بتطوير الأحواض الحالية عن طريق إضافة ألواح أو أنابيب ترسيب يتم تركيبها وتنظيمها داخل المنشآت أو حيز الترسيب الحالى بمحطة التنقية.

USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج اعتماد مشغلى مرافق مياه الشرب و الصرف الصحى
Certification Program for Water and Wastewater Treatment Plant Operators and Lab. Analysts

دليل المتدرب
البرنامج التدريبي لمشغلي محطات تنقية مياه الشرب
المستوى (ج)
Training Course for WTP Operators
Level C
Trainee Guide

الجزء الأول
أعمال تشغيل و إدارة محطات مياه الشرب

المجلد الثانى

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

برنامج اعتماد مشغلى مرافق مياه الشرب و الصرف الصحى
Certification Program for Water and Wastewater Treatment Plant Operators and Lab. Analysts

مشروع دعم قطاع مياه الشرب و الصرف الصحي
ممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية

دليل المتدرب
البرنامج التدريبي لمشغلي محطات تنقية مياه الشرب
المستوى (ج)
Training Course for WTP Operators
Level C
Trainee Guide

الجزء الأول
أعمال تشغيل و إدارة محطات مياه الشرب

المجلد الثانى

Contract No. EPP-I-00-04-00020-00, Order No. 3 T-2012.06.144

المحتويات

الجزء الأول
أعمال تشغيل وإدارة محطات مياه الشرب

المجلد الأول

الفصل الأول: مشغلو محطات المياه

أهداف التعلم ١-١
لماذا نحتاج إلى مشغلي أنظمة المياه ١-٢
أنظمة المياه ١-٢
محطات تنقية المياه ١-٣
ما هو عمل مشغل محطة المياه ١-٩
ما الذي يلزم لتكون مشغل محطة ١-١١

الفصل الثانى: المياه ومصادرها

أهداف الأداء (التعلم) ٢-١
أهمية الماء ٢-٢
الدورة الهيدرولوجية للمياه ٢-٣
مصادر المياه ٢-٤
المياه السطحية ٢-٤
المياه الجوفية ٢-٥
خزانات المياه الجوفية ٢-٦
خصائص المياه ٢-٧
المواد الملوثة للمياه ٢-٧
المواد الملوثة وما تسببه من مشاكل صحية ٢-٨
الطحالب ٢-٩
الهدف من تنقية المياه ٢-١١
عمليات تنقية المياه ٢-١٢

تحديد نوعية مياه المصدر ٢-١٣

الفصل الثالث: تجميع المياه من المصدر إلى عملية التنقية وأنواع المآخذ

أهداف الأداء (التعلم)

١-٣

مقدمة ٢-٣

المأخذ ٢-٣

أنواع ومكونات مآخذ المياه العكرة ٤-٣

المصافي ١٠-٣

سحارة المأخذ ١٢-٣

طلمبات رفع المياه العكرة ١٣-٣

الفصل الرابع: الترويب والتنديف

أهداف الأداء (التعلم)

١-٤

طبيعة الجسيمات والشوائب الموجودة في الماء ٢-٤

الحاجة إلى الترويب والتنديف ٤-٤

وصف عملية الترويب ٤-٤

العوامل المؤثرة على أداء عملية الترويب ٧-٤

التنديف ١١-٤

تفاعل الترويب والتنديف مع عمليات التنقية الأخرى ١٥-٤

إجراءات التشغيل في ظروف التشغيل الطبيعية ١٦-٤

اختبار الكأس ٢٢-٤

الظروف المناسبة لعمل الشبة ٢٦-٤

الفصل الخامس: الترسيب

أهداف الأداء (التعلم) ١-٥

عملية الترسيب ٢-٥

الجوانب الهامة في أداء عملية الترسيب ٢-٥

أحواض الترسيب ٦-٥

أنواع المروقات ٥-٨
زمن المكث بالمروق ٥-١٦
المعادلات التصميمية ٥-١٦
تداول الروبة ٥-٢٠
إجراءات التشغيل ٥-٢١

الفصل السادس: الترشيح

أهداف الأداء (التعلم) ٦-١
مقدمة ٦-٣
أهمية عملية الترشيح ٦-٥
أنواع المرشحات ٦-٦
المرشحات الرملية البطيئة ٦-٦
المرشحات الرملية السريعة ٦-٨
مرشحات الضغط ٦-٢٠
متطلبات أعمال الترشيح ٦-٢٣
التعامل مع الروبة الناتجة من محطة التنقية ٦-٢٩
تقدير كمية الروبة الناتجة من محطة التنقية ٦-٣١

الفصل السابع: التطهير

أهداف الأداء (التعلم) ٧-١
مقدمة ٧-٢
طرق التطهير ٧-٢
التطهير بالكلور ٧-٤
خصائص الكلور ٧-٥
مركبات الكلور ٧-٧
أنواع التطهير بالكلور ٧-٨
التعامل مع غاز الكلور ٧-٩
نظام تعادل الكلور المتسرب ٧-١٣

الفصل الثامن: الآبار

أهداف الأداء (التعلم) ٨-١
مقدمة ٨-٢
أنواع الآبار ٨-٢
العوامل المؤثرة على إنشاء الآبار ٨-١٠
أنواع الطلمبات المستخدمة فى الآبار ٨-١١
الملامح الخارجية للبئر ٨-١٣
تشغيل الآبار ٨-١٧
اختبارات استيفاء البئر للشروط الصحية ٨-٢٢
تكنولوجيا معالجة الجوفية ٨-٢٩
طرق إزالة عسر الماء ٨-٣٠
إزالة أملاح الحديد والمنجنيز ٨-٣٨
تطهير المياه بواسطة الكلور ٨-٤٨

الفصل التاسع: وحدات تنقية المياه النقالي

أهداف الأداء (التعلم) ٩-١
مقدمة ٩-٢
مشتملات وحدات التنقية النقالي ٩-٤
وصف مبسط لوحدة التنقية النقالى ٩-٤
الترسيب الابتدائى ٩-٥
مثال للمواصفات الفنية لوحدات التنقية النقالى ٩-٦
مشاكل إنشاء الوحدات النقالى وبعض الحلول المقترحة ٩-٩
شروط اختيار موقع تركيب الوحدة النقالي ٩-١١
أعمال التشغيل والصيانة ٩-١١
مشاكل التشغيل وطرق التغلب عليها ٩-٢٣
بعض نماذج محطات تنقية مياه الشرب النقالي المطورة ٩-٢٧

المجلد الثانى

الفصل العاشر: تشغيل محطات تنقية مياه الشرب

أهداف الأداء (التعلم) ١٠-١
أهداف تشغيل محطات تنقية مياه الشرب ١٠-٢
الأسس العامة للتشغيل الأمثل لمحطات تنقية مياه الشرب ١٠-٣
خطوات التشغيل اليومية ١٠-٥
أجهزة القياس والتحكم ١٠-١١
التنظيم والتحكم في التدفقات ١٠-١٧
خزانات المياه النقية ١٠-٢٠
تغييرات عملية التنقية ١٠-٢١
استخدام وتداول الكيماويات ١٠-٢٢
سجلات وتقارير التشغيل ١٠-٢٩
حالات وإجراءات الطوارئ ١٠-٣٤
تداول والتخلص من الروبة ١٠-٤٣
التعامل مع الشكاوى عن جودة المياه ١٠-٤٤

الفصل الحادي عشر: الصيانة

أهداف الأداء (التعلم) ١١-١
مفهوم الصيانة ١١-٢
الصيانة المخططة ١١-٤
الصيانة الغير مخططة ١١-٥
مستويات الصيانة والإصلاحات ١١-٦
المضخات ١١-١٠
صيانة المحركات الكهربية ١١-٢٣
صيانة المحابس ١١-٢٦
نوافخ وضواغط الهواء ١١-٢٩
الأنواع الرئيسية لأجهزة القياس المستعملة فى محطات المياه ١١-٣٥
أساسيات محرك الديزل ١١-٣٩
المواسير والقطع الخاصة المستخدمة في مجال مياه الشرب ١١-٤٧

الفصل الثاني عشر: السلامة والأمان في الموقع

أهداف الأداء (التعلم)	١-١٢
التخطيط والصحة المهنية	٢-١٢
سلامة وأمن المحطة	٢-١٢
أخطار التعامل مع الكيماويات	٣-١٢
إجراءات الأمان بالنسبة للأماكن المغلقة	٥-١٢
مخاطر الكهرباء وكيفية تجنبها	٨-١٢
تعليمات عامة لاستخدام المعدات	١٩-١٢
احتياطات هامة لضمان الأمان والسلامة	٢٢-١٢
خطر الحريق	٢٣-١٢
اعتبارات عامة للأمان	٢٥-١٢
اللوحات الإرشادية والإعلانات	٢٦-١٢
الأخطار المتوقعة في محطات التنقية وطرق تجنبها والتغلب عليها	٢٨-١٢

الفصل الثالث عشر: الإجراءات الإدارية في مرافق المياه

أهداف الأداء (التعلم)	١-١٣
العملية الإدارية	٢-١٣
التفويض	٨-١٣
دراسة وتحليل المشاكل	١١-١٣
أنواع وأشكال اتخاذ القرار	١٤-١٣
الرقابة ووضع التقارير	١٨-١٣
الاتصالات	٢١-١٣
التدريب	٢٦-١٣
الميزانية والموازنة والتكلفة والعائد	٣٢-١٣
تكلفة إنتاج مياه الشرب	٣٩-١٣
إعداد موازنة التشغيل والصيانة	٤١-١٣

الملاحق

ملحق رقم (١): التشريعات المصرية للمياه م-١
مقدمة م-١
تحقيق جودة المياه م-٢
مواصفات المياه الصالحة للشرب م-٣
المعايير والمواصفات الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب طبقا لقرار وزير الصحة
رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧ م-٥
قرار وزير الصحة رقم ٣٠١ لسنة ١٩٩٥ م-١٢
قانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢ م-١٥
المراقبة البكتريولوجية للمياه م-٢١
المواصفات القياسية المصرية لسنة ٢٠٠٨:
كبريتات الألمونيوم (الشبة) المستعملة في تنقية مياه الشرب م-٢٢
المواصفات القياسية المصرية لسنة ٢٠٠٤:
الشبة السائلة المستخدمة في تنقية مياه الشرب م-٣١

ملحق رقم (٢) المصطلحات الفنية Glossary

ملحق رقم (٣) وحدات القياس Unit Conversion

الفصل العاشر

تشغيل محطات تنقية مياه الشرب

الفصل العاشر

تشغيل محطات تنقية مياه الشرب

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على أعمال هذا الفصل ينبغى أن يكون المتدرب قادرا على أن:

- يشرح الأغراض الأساسية لتشغيل محطات تنقية مياه الشرب والأسس العامة للتشغيل الأمثل لمحطات تنقية مياه الشرب.
- يصنف أجهزة القياس والتحكم المستخدمة في محطات تنقية المياه وفقاً لوظائفها وطرق التحكم وايجابيات الالتزام باستخدامها.
- يشرح اعتبارات تنظيم التدفقات بالمحطة والحاجة لذلك وتأثيرات تغييرات عملية التنقية على تغيير معدلات التدفق.
- يقلل الاحتياج إلى الكيماويات في محطات تنقية المياه واستخداماتها وتداولها الآمن وتخزينها وإجراءات الإسعاف من أضرارها.
- يستخدم سجلات وتقارير التشغيل المكتوبة بعد تصنيف أنواعها واستخداماتها وشرح أهمية وكيفية الاتصالات الشفوية.
- يصنف أنواع الصيانة في محطات تنقية مياه الشرب ويخطط لها ولأعمال إدارتها وإجراءات تنفيذها وحساب تكلفتها.
- يربط أهم اعتبارات السلامة والأمن داخل محطات تنقية المياه وفقاً لمنشاتها وأعمالها ومجالات وإجراءات الطوارئ بأنواعها.
- يشرح أهمية تداول حمأة محطات تنقية مياه الشرب ومصادرها ومعالجة هذه الروبة والتخلص الأمن منها وضرورة ذلك.
- يذكر أهم إرشادات التعامل مع الشكاوي من جودة المياه وفحصها وتحديد أسبابها ووضع الجداول المناسبة لذلك.

أهداف تشغيل محطات تنقية مياه الشرب:

يحاول المسئولون عن محطات تنقية مياه الشرب والقائمون على تشغيلها تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية، هى:

١- إنتاج مياه آمنة وصالحة للشرب.

٢- إنتاج مياه شرب بكميات تكفي الاستهلاك وبضغط مناسب.

٣- إنتاج مياه شرب بتكاليف معقولة.

ومن منظور الصحة العامة، تعطى الأولوية لإنتاج مياه شرب آمنة وخالية من البكتريا الضارة والمواد السامة. وتنظم اللوائح والتعليمات القومية والمحلية جميع الجوانب المتعلقة بتنقية إمدادات المياه العامة لضمان تقديم مياه آمنة للمستهلكين.

وبالإضافة إلى تقديم مياه آمنة، فإنه يجب أن يتم إنتاج مياه عالية الجودة يُقبِل عليها المستهلكون بثقة واطمئنان. حيث يجب أن تكون مياه الشرب رائقة (خالية من العكارة)، وبدون لون وخالية من الشوائب ولا تؤدى إلى صدأ وتآكل مواسير ووصلات السباكة المنزلية، وذات تكاليف معقولة، لذا يجب على مشغلي محطات المياه العمل على خفض تكلفة التشغيل للوصول إلى التشغيل الاقتصادي.

وقد زادت حساسية المستهلك بالنسبة لجودة المياه، مما يتطلب من القائمين على تشغيل محطات تنقية المياه مستوى عالٍ من الأمانة والجدية فى العمل لإنتاج مياه شرب ذات جودة عالية والمحافظة على جودتها بداية من المحطة حتى وصولها.

الأسس العامة للتشغيل الأمثل لمحطات تنقية مياه الشرب:

برنامج المراقبة

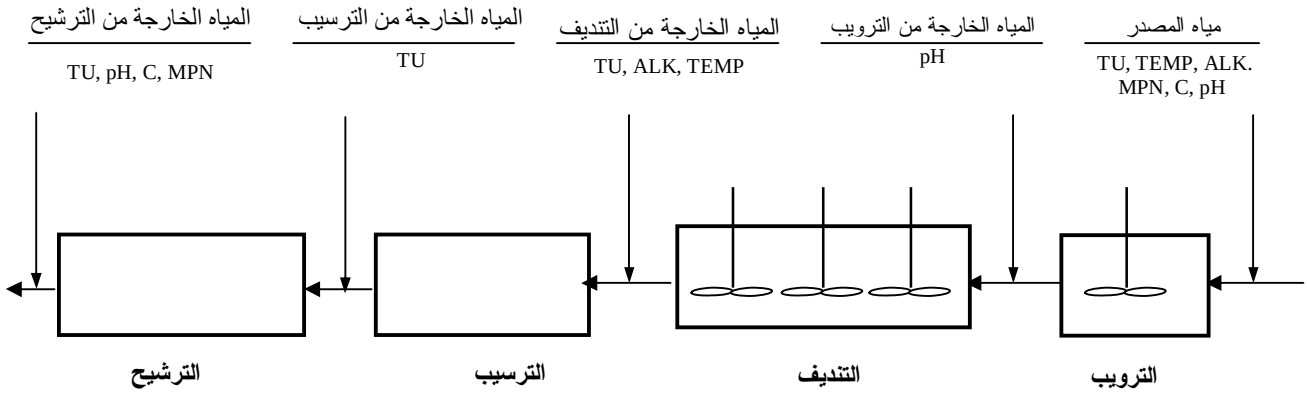
يجرى القائمون على تشغيل محطات تنقية مياه الشرب العديد من الاختبارات المعملية على عينات المياه المأخوذة من المصدر، وعمليات التشغيل، والمنتج الخارج من المرحلة النهائية للتنقية؛ وذلك لمراقبة الجودة الشاملة للمياه ولتقييم أداء عمليات التنقية. وسوف تختلف مواقع جمع (سحب) العينات ونوع مياه العينة المأخوذة للتحليل اعتماداً على الغرض من التحليل. ويتم تحديد مدى الالتزام بالمستويات القصوى للملوثات بقياس هذه المستويات عادةً فى النقطة التى تدخل فيها المياه إلى شبكة التوزيع. ومع ذلك يجب أن يدرك القائمون على تشغيل المحطة أن جودة المياه يمكن أن تقل فى شبكة التوزيع أو فى خطوط الإمداد. وفى جميع الأحوال، يجب التأكيد على أن تكون عينة المياه المأخوذة (المسحوبة) ممثلة للظروف الفعلية للتدفق الكلى للمياه الجارى أخذ عينات منه.

وتكون العينات المفردة (Grab Samples) عادةً كافية لإجراءات قياسات دورية لمؤشرات جودة المياه، وهى مفيدة بصفة خاصة عند قياس المؤشرات التى يمكن أن تتغير بسرعة بعد جمع العينات، مثل البكتريا القولونية، والأس الهيدروجينى (pH)، ودرجة الحرارة. وعندما يكون من المتوقع حدوث تغييرات فى جودة المياه، يتم استخدام العينات المركبة (Composite Samples) حيث أنها أكثر مناسبةً.

ولتحقيق الطريقة المثالية، يجب إجراء قياسات مراقبة العملية على أساس استمرارى بواسطة أجهزة قياس خاصة.

ويعرض الشكل رقم (١٠-١) ملخصاً لإرشادات مراقبة العمليات داخل محطة التنقية ونقاط أخذ العينات. وسوف تتغير فترات أخذ العينات لكل مؤشر من مؤشرات جودة المياه للعملية الجارى مراقبتها اعتماداً على جودة مياه المصدر وأهمية المؤشر الجارى تقييمه ومن الشكل يتضح أنه يتم مراقبة مؤشرات معينة لجودة المياه مثل العكارة بطريقة روتينية (كل أربع

ساعات أو باستمرار) في أربع أماكن داخل المحطة بينما هنـــاك مؤشـــرات أخرى مثل القاعدية يتم أخذ عينات لقياسها على فترات دورية أقل (مرة كـــل وردية عمل) في ثلاث أماكن داخل المحطة.



TU: وحدة عكارة pH: الأس الهيدروجيني ALK: القلوية

TEMP: درجة الحرارة MPN: العد الاحتمالي الكلي للبكتريا C: اللون

شكل رقم (١٠-١)

ملخص إرشادات مراقبة عملية تنقية المياه ونقاط أخذ العينات

إزالة العكارة

يتم تصميم معظم محطات تنقية مياه الشرب بهدف تنقيـــة الميـــاه الســـطحية لإزالة العكارة. والعكارة، هى مؤشر جودة المياه الوحيد الذى يقوم مصـــممو محطات تنقية مياه الشرب والقائمون على تشغيلها بتوجيه اهتمامهم الرئيســـى والأكبر له.

فى محطات تنقية مياه الشرب التى يتم تصميمها وتشـــغيلها بصـــورة جيـــدة، يمكن تحقيق مستويات عالية جداً من إزالة عكارة المياه فى ظـــل الظـــروف المثالية، بينما يتم تحقيق مستويات أقل نسبياً من إزالة العكارة (درجة عكـــارة المياه المرشحة أكبر من ١ وحدة عكارة) فى محطات تنقية مياه الشرب التى يتم تشغيلها بصورة غير جيدة (تنقية أولية وترشيح غير كافيين). ويعتبر هذا المدى من فعالية إزالة العكارة ذا أهمية قصوى عند اعتبـــار العلاقـــة بـــين العكارة والبكتريا والكائنات الأخرى المسببة للأمراض. وأكبر دليل على ذلك

أن المياه المرشحة ذات مستويات العكارة العالية لا يمكن تعقيمها بكفاءة. ويلزم إزالة العكارة حتى يكون التعقيم فعالاً فى قتل أو تعطيل نشاط الكائنات المسببة للأمراض.

وهكذا يتضح أن الهدف من محطات تنقية مياه الشرب هو إنتاج مياه مرشحة بأقل مستوى من العكارة (يمكن الوصول إليه عملياً). وقد حدد القرار الوزاري رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧ بشأن الحدود القصوى للمعايير والمواصفات الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلي أنظر ملحق رقم (١) – جدول رقم (م-٢)، علماً بأن والمستوى المستهدف لمستوى العكارة هو ١,٠٠ وحدة عكارة.

خطوات التشغيل اليومية

١ - إعداد قائمة بخطوات التشغيل اليومية للمحطة التى تقوم بتشغيلها:

تعرضنا في الفصول السابقة لعمليات تشغيل محطة تنقية مياه الشرب بكفاءة. ونعرض فى هذا الفصل بنود قائمة المراجعة (Checklist) للأنشطة اليومية التى يقوم بها مشغلو المحطات النمطية. ويجب إعداد قائمة مراجعة مشابهة لكل محطة. مع الأخذ في الاعتبار حجم المحطة التى تقوم بتشغيلها، ونوعها وحالتها، وخصائص المياه الخام التي تقوم بتنقيتها، ونظام التوزيع، وعدد القائمين بتشغيلها ومهاراتهم. وباستخدامك للمعلومات الموجودة بهذا الدليل سوف يكون لديك القدرةً على إعداد قائمة مراجعة للأنشطة اليومية للمحطة.

٢ - المهام المطلوبة في بداية اليوم (الوردية):

أ. مراجعة ما تم خلال الوردية السابقة مع زميلك القائم بالتشغيل. لذلك يجب ترتيب أوقات الورديات بحيث يكون هناك تداخل بين كل ورديتين متتاليتين لفترة محدودة (من ١٥ إلى ٣٠ دقيقة) ليسمح بتبادل المعلومات عن حالة المحطة وأى مشاكل خاصة تحتاج إلى انتباه أو مراقبة مع التأكد من كتابة هذه المشاكل في سجل تشغيل المحطة.

- يجب أن تشمل المراجعة التحقق من جودة المياه العكرة والمياه الخارجة من المحطة للتأكد من عدم وجود أى تغير خاصة بالنسبة لمستوى العكارة والكلور المتبقى للمياه المنتجة فى خزان المياه النقية.
- مراجعة الضغوط بالنظام.
- مراجعة التخزين بخزان المياه النقية ومستويات المياه بالخزانات الأخرى بشبكة التوزيع.
- فحص سجلات ضخ المياه العكرة وضخ المياه بشبكة التوزيع بفحص السجلات أو الرسومات البيانية لعدادات قياس التدفق أو ساعات التشغيل اليومية لكل مضخة.
- فحص حالة كل مرشح. وحدد إذا وجدت مرشحات تحتاج إلى غسيل عكسي.

ب. يجب الاهتمام بعاملين رئيسيين وهما: أن توفر للمستهلكين مياه شرب ذات جودة مناسبة وبكمية كافية.

- الجـــودة:

يتم ضبط جودة المياه بصفة رئيسية بالاستخدام المناسب للكيماويات. وعليه يجب التأكد من وجود كميات كافية من الكيماويات (شبة- كلور- .....) تفي بالمطالب اليومية من خلال خزان الاستخدام اليومي أو ماهو مخزن بالمخزن الرئيسي وتحديد الكميات المطلوبة للاستخدامات المستقبلية.

- الكميـــة:

من الناحية المثالية، نحن نود اختيار معدل ضخ للمياه الداخلة إلى المحطة بحيث يسمح بتشغيل المحطة بمعدل ثابت فى الـ ٢٤ ساعة التالية. ويجب أن يسمح هذا المعدل للمحطة بالوفاء بجميع المطالب والاحتفاظ بكميات احتياطية فى الخزان

الأرضي بالمحطة. ويجب وضع البنود التالية فـــى الاعتبـــار عند اختيار معدل ضخ المياه الداخلة إلى المحطة:

- مراجعة ظروف العمل فى اليوم السابق:

* كمية المياه التى تمت تنقيتها وضخها إلى نظـــام الشبكة.
* ما هى الظروف الجوية فى ذلك اليوم؟ هل كـــان الجو حاراً؟ معتماً أو مبلداً بالغيوم؟ هل تَلاحـــظ وجود ندى على الأعشاب؟ ضع فـــى اعتبـــارك متوسط تدفق المياه فى اليوم السابق المبنى علـــى ضخ المياه العكرة وسجلات المياه النقية التى تـــم ضخها إلى شبكة التوزيع.

- ضع فى اعتبارك مستوى التخزين فى خزان المياه النقية. من الناحية المثالية يجب أن يكون خزان المياه النقية شبه مملوء فى بداية كل يوم.
- بعد وضع البنود السابقة فى الاعتبار، اختر معدلاً لضـــخ المياه الخام يسمح بتشغيل المحطة بمعدل ثابت خلال الـــ ٢٤ ساعة التالية، وسوف ينخفض مستوى المياه بخـــزان المياه النقية فى النهار ويصل إلى أدنى مستوى لـــه فـــى أوقات الذروة. وسوف يمتلئ بالمياه ليلاً.

ج. قم بجولة بالمحطة وأبدأ بالمأخذ وتتبع مسار تدفق المياه بالمحطة حتى خزان المياه النقية.

- لاحظ أى شئ غير عادى أو مختلف عند انســـياب ومـــرور المياه بين العمليات المختلفة. افحص كل معده.
- استمع إلى أى أصوات غير عادية تصدر من المعدات.
- تأكد من عدم ارتفاع درجة حرارة المعدات أكثر من الـــلازم عند تشغيلها أو عدم حدوث اهتزازات غير عادية.

- تأكد من عدم انبعاث روائح غير عادية من المياه المنتجة. وتأكد أيضاً من عدم وجود علامات لاحتراق أى معدة أو ارتفاع درجة حرارتها بصورة غير عادية.
- افحص طعم ورائحة المياه المرشحة للتأكد من خلوها من أى تغيير أو خصائص غير مرغوب فيها.
- فى أى وقت تقوم فيه بالمرور فى أنحاء المحطة اهتم بالنواحى الأمنية و قم باتخاذ الإجراءات التصحيحية فوراً عند ملاحظة قيام أى فرد بتنفيذ العمل بطريقة غير آمنة أو في ظروف عمل غير آمنة.

د. اهتم واتخذ الإجراءات المناسبة تجاه المشاكل البسيطة التى لم يتم الاهتمام بها سابقاً.

هـ. تابع النتائج المعملية لعينات مراقبة جودة المياه بالوردية السابقة وحللها لكل من العكارة، الجرعات الكيميائية (اختبار الكأس Jar test)، الكلور المتبقى، الأس الهيدروجينى (pH)، القلوية والبكتريا القولونية.

و. سجل جميع البيانات اللازمة وتأكد من تحديث بيانات جميع السجلات.

ر. رتب ونظم وحدد أولويات الامدادات المطلوبة بما فيها الكيماويات.

ز. راجع برنامج الأمن والسلامة المهنية.

جـ- المهام المطلوب إجراؤها أثناء اليوم:

١. الغسيل العكسى للمرشحات (إذا كانت المرشحات أتوماتيكية فكل شئ على ما يرام).

٢. ملاحظة ضغط النظام بصورة دورية: إذا كانت ضغوط النظام تتم مراقبتها وإرسال النتائج إلى غرفة المراقبة والتحكم، فى هذه الحالة يكون عامل التشغيل المناوب مسئولاً عن المراقبة الدائمة. إذا حدث تذبذب فى قراءات الضغوط أقل من النسب المقررة، اضبط معدلات ضخ المياه أو عدد المضخات العاملة إذا لزم الأمر. ولكن يجب عليك بصفة دائمة مراجعة أجهزة القياس للتأكد أن قراءات ضغوط النظام دقيقة ولا توجد أعطال بأجهزة القياس.

٣. مراقبة لوحة التحكم الرئيسية:

تقدم الرسوم البيانية معلومات هامة حيث أنها تعبر عن حالة المحطة كما تقدم لوحة الإنذار أيضاً معلومات هامة عن حالة المحطة. وأنتبه إلى أضواء لوحة الإنذار عندما تكون مضاءة، خاصة باللون الأحمر.

٤. مستوى التخزين بخزان المياه النقية: القائم بتشغيل غرفة التحكم والمراقبة هو المسئول عن مراقبة مستوى المياه بالخزان وإجراء أى عمليات ضبط لازمة فى معدلات ضخ المياه الداخلة إلى المحطة.

٥. معدلات الضخ:

أ - يجب ضبط معدلات الضخ إلى الشبكة للمحافظة على الضغوط المطلوبة. ويجب مراقبة الضغوط بصفة مستمرة، وعندما تبدأ الضغوط فى الانخفاض، يجب تشغيل مضخة إضافية.

ب- يجب ضبط معدلات ضخ المياه العكرة عند الضرورة للمحافظة على مستويات المياه المرشحة المطلوبة طوال اليوم.

٦. مراجعات ضبط الجودة:

أ - تابع النتائج المعملية لعينات مراقبة الجودة وحللها لكل من

العكارة، الجرعات الكيميائية (اختبار الكأس Jar test)، الكلور المتبقى، الأس الهيدروجينى (pH)، القاعدية والبكتريا القولونية.

ب- افحص جهاز إضافة الكلور، وتأكد أنه يعمل بصورة جيدة ولا يوجد أي تسرب من الجهاز أو من المنظومة بالكامل.

٧. كرر هذه المهام كلما تطلب الأمر ذلك.

د - المهام المطلوبة فى نهاية اليوم:

قم بإجراء المهام الآتية فى نهاية كل وردية أو قبل مغادرة المحطة فى الليل:

١- كرر المهام المذكورة فى البند حـ (المهام المطلوب إجراؤها خلال اليوم).

٢- توقع متطلبات ضخ المياه العكرة والمياه النقية من المحطة أثناء الليل.

٣- تأكد من أن أجهزة إضافة الجرعة الكيميائية تم إعدادها لتعمل حتى وصول القائم بالتشغيل فى الوردية التالية.

٤- تأمين المحطة خلال فترة الليل عن طريق مراجعة أضواء الإنارة الخارجية وأنظمة الأمن وغلق بوابة/ بوابات المحطة.

٥- قم بتسجيل بيانات تشغيل معدات المحطة بالكامل بسجلات التشغيل، وسجل قيمة ضغط الطرد طوال فترة الوردية.

أجهزة القياس والتحكم

الوظائف التى تتم مراقبتها

يتم استخدام أجهزة قياس وتحكم للبيان، والقياس، والمراقبة، والتسجيل، والضبط والتحكم، وإرسال إشارات إنذار عند عطل العديد من الوظائف بمحطة التنقية بصورة مستمرة أو بصورة متقطعة. وبغض النظر عن بساطة أو تعقيد أجهزة وأنظمة القياس والتحكم فى المحطة، فأنت مسئول عن التحكم فى تشغيل المحطة. ويعرض الجدول رقم (١٠-١) ملخصاً للوظائف النمطية التى يتم مراقبتها. ويمكن أن تقتصر الوظائف التى يتم مراقبتها فى محطات تنقية مياه الشرب الصغرى على الوظائف الأساسية فقط.

أجهزة القياس والتحكم هى أجهزة تقوم بإرسال المعلومات (من مواقع القياس فى المحطة إلى نقطة البيانات المركزية عادةً غرفة المراقبة والتحكم). وفى معظم محطات تنقية المياه الحديثة تكون نقطة جمع البيانات المركزية هى لوحة التحكم الرئيسية وتعتبر هذه النقطة العصب المركزى للمحطة وتقع فى غرفة المراقبة والتحكم فى التشغيل. ويستطيع المشغل المراقبة والتحكم في معظم العمليات الأساسية أثناء تواجده بغرفة المراقبة، والتحكم في التشغيل.

طرق نقل الإشارات

الطرق المتاحة

هناك العديد من الطرق لنقل البيانات من موقع القياس بمحطة المياه إلى نقطة التحكم المركزية، وتشمل هذه الطرق الطرق الميكانيكية، الهوائية، الهيدروليكية، الكهربية، ومع ذلك فإن الأنظمة الإلكترونية (ملي فولت، مللي أمبير) قد أصبحت هي الاختيار الأكثر طلباً وعند الرغبة في نقل البيانات لمسافات طويلة أكبر من ٤٥٠ متر يمكن استخدام أنظمة أخرى مثل التليفونات أو الموجات القصيرة أو الطرق اللاسلكية أو النقل بموجات الراديو.

جدول رقم (١٠-١)

الوظائف النمطية الواجب مراقبتها في محطة التنقية

العنصر	مكان الملاحظة	العنصر	مكان الملاحظة
التدفق	المياه العكرة، مياه الخدمة، المحلول الكيميائي، المرشحات، مياه الغسيل، الروبة، المياه المرشحة	الوزن	اسطوانات الكلور، المغذيات الكيماوية
المنسوب	أحواض الكيماويات،المرشحات، حوض مياه الغسيل، خزانات المياه المرشحة	فقدان الضاغط المانومتري Head Loss	كل مرشح على حدة
الكلور المتبقي	كل وحدات العمليات، المياه المرشحة	الضغط	مياه الخدمة، مصدر الهواء بالمحطة، مقياس منسوب المياه (فقاعات)، المياه الخارجة من محطة الطلمبات، المواسير
العكارة	المياه العكرة (الخام)، كل وحدات العمليات، كل مرشح، المياه المرشحة	كثافة الروبة	أحواض الترسيب، مواسير التخلص من المواد الصلبة
الأس الهيدروجيني	المياه العكرة، كل وحدات العمليات، المياه المرشحة	التوصيل الكهربي	المياه العكرة، المياه المرشحة
درجة الحرارة	المياه العكرة		

أ- الطريقة الميكانيكية

إن النوع الأساسي لنقل الإشارات من الطريقة قديماً كانت الأجهزة الميكانيكية، وتتميز هذه الطريقة بسهولة فهمها وجودتها وبصفة عامة فهي أكثر اقتصادية، ومن أمثلتها:

١. عوامات المحابس
٢. محبس تنفيس الضغط
٣. مقياس الضغط
٤. المؤشرات (مؤشر وضع المحبس ومستوى السائل)
٥. المفاتيح (مفاتيح مستوى الضغط العالي والمنخفض)
٦. الموازين (أجهزة وزن الكلور والكيماويات الأخرى)

وقد استخدمت الأجهزة الميكانيكية لعدة سنوات ومازالت تستخدم في العديد من المحطات القديمة ومازالت العديد من الأجهزة الحديثة تعتمد على نفس القوانين والأسس المستخدمة في هذه الأجهزة.

ب- الطريقة الهوائية:

تعتبر أجهزة القياس الهوائية (التى تعمل بضغط الهواء أو بالتفريغ) بصفة خاصة آمنة ويُعتمد عليها، كما يمكنها الاستمرار فى العمل خلال الفترات القصيرة لانقطاع مصدر الطاقة. حيث يتم نقل البيانات عادةً فى هذه الأنظمة من خلال شبكة مواسير من النحاس أو خراطيم من البلاستيك ذات أقطار صغيرة (٨/١ إلى ٤/١ بوصة، من ٣ إلى ٦ مم). وعادةً ما يلزم تجفيف الهواء المستخدم فى الأجهزة الهوائية لمنع حدوث تكثيف فى خطوط إرسال الإشارات للمعدة أو الجهاز، ويلزم ترشيح الهواء المستخدم لإزالة الجسيمات الملوثة التى يمكن أن تؤدى إلى انسداد الفوهات. ومعظم الأجهزة الهوائية التي تستخدم لإرسال الإشارات تنتج إشارات فى المدى من ٣ إلى ١٥ رطل/ البوصة المربعة أو (٠,٢ إلى ١ كجم/ سم^{٢}). وتكون الإشارة عادةً خطية داخل هذا المدى (بمعنى: ٣ ضغط جوى = صفر%، ٩ ضغط جوى = ٥٠%، ١٥ ضغط جوى = ١٠٠% من تدريج القياس الكلي للجهاز).

أحد عيوب الأنظمة الهوائية هو أن حجم الهواء فى خطوط الإشارة يسبب إضعاف الإشارة. وهذا يعنى أنه فى خطوط نقل الإشارات لمسافات أطول (مثلاً من ٩٠ إلى ١٥٠ م) يمكن حدوث تأخير فى وصول الإشارة (من ٥ إلى ٣٠ ثانية). وتبلغ أقصى مسافة لنقل الإشارات (التى تحوى معلومات) فى العادة حوالى (٣٠٠ م). لذلك كثيراً ما تقدم أجهزة القياس الهوائية قراءات مباشرة فى موقع القياس. وبالنسبة لأخذ القراءات عن بعد (Remote readings)، يتم تحويل الإشارة الهوائية إلى إشارة إلكترونية ثم إرسالها إلى وحدة استقبال بغرفة التحكم.

جـ- الطريقة الهيدروليكية:

تعمل الأجهزة الهيدروليكية (باستخدام ضغوط السوائل)، على خلاف الأجهزة الهوائية، من خلال نطاق واسع من الضغوط. وتستخدم المياه، والمياه والزيت، والجليسرول كثيراً فى الأنظمة الهيدروليكية. ويتم نقل السائل عادةً فى مواسير ذات أقطار صغيرة (¼ إلى ١ بوصة، من ٦ إلى ٢٥ مم) مصنوعة من النحاس أو الصلب.

ولا يحدث اضعاف (تقليل) للإشارات الهيدروليكية (كما هو الحال بالنسبة للإشارات الهوائية)، لذلك تصل الإشارات الهيدروليكية فعلياً فى نفس لحظة إرسالها. ويمكن استخدام هذه الأنظمة فى إرسال إشارات تنقل بيانات عن الوزن والضغط، ويشيع استخدامها ايضاً فى تشغيل المعدات الميكانيكية مثل المحابس.

وتعتبر الطريقة الهيدروليكية أقل الطرق استخداماً لنقل إشارات البيانات فى محطات تنقية مياه الشرب.

د- الطريقة الإلكترونية:

يتم نقل بيانات عمليات تنقية مياه الشرب عادةً باستخدام إشارات إلكترونية داخل مدى يتراوح بين ٤ إلى ٢٠ ملى فولت (وعادةً ما يتم التعبير عن هذا المدى بالمللى أمبير). أحد المميزات الرئيسية لأجهزة إرسال الإشارات بالطريقة الإلكترونية هى أنه يمكن تكبير الإشارات الإلكترونية ذات الجهد المنخفض للغاية والصادرة من أجهزة ميدانية (مثل الأقطاب الكهربائية فى الماء) إلى إشارات ذات جهد يقدر بالمللى فولت. وميزة أخرى هى أنه يمكن تحويل الإشارات من شكل إلى شكل آخر بسهولة. ويمكن استخدام شرائح الدوائر الإلكترونية (Solid-state circuitry) فى هذا المجال لتحويل بيانات الاستشعار المتغيرة إلى إشارات خطية.

وتستخدم الإشارات الإلكترونية فى بدء تشغيل أو إيقاف دوائر التغذية بالطاقة الكهربية ودوائر التحكم الكهربية الشائعة (١٢٠، ٢٤٠ فولت) أو معدات التحكم الأخرى، وفى بدء أجهزة الإنذار السمعية والبصرية. ونعرض فيما يلى ملخصاً للوظائف الشائع الاستفادة من الطريقة الإلكترونية في الحصول عليها:

١- البيان [المقاييس التناظرية (Analog Gauges) – المبينات الرقمية (Digital Indicators) – شاشات عرض أنبوبة أشعة المهبط (Cathode Ray Tube Displays)].
٢- التسجيل (رسم بيانى ذو أعمدة)
٣- تسجيل البيانات (شرائط أو أقراص ممغنطة)
٤- الإنذار (سمعى أو بصرى)
٥- التحكم [حاسب آلى – شرائح إلكترونية – أنظمة مرحلات منطقية (Relay logic systems)].

هـ - الطريقة الكهربائية:

يشيع أيضاً استخدام الطريقة الكهربائية (بخلاف الطريقة الإلكترونية) فى أداء العديد من وظائف إرسال الإشارات، والقياس، والتحكم. وكثيراً ما يستخدم التيار المتردد العادى، سواء ١٢٠ فولت أو ٢٤٠ فولت. ومع ذلك يشيع استخدام نطاقات أخرى من الفولت (فرق الجهد) ، مثل ٦، ١٢، ٢٤ فولت فى التحكم عند احتمال حدوث صدمات كهربية (صعق).

وتشمل الوظائف الشائعة التى تستخدم فيها الإشارات بالطريقة الكهربائية ما يلى:

١- التحكم فى التوصيل أو الفصل (On/Off).
٢- Time-Impulse Control (يتم إرسال الإشارات فقط لجزء من الدورة على سبيل المثال ١٥ ثانية).
٣- التحكم فى معدل النبضات (نبضات أو عمليات نقل صغيرة للطاقة).

طرق التحكم

العديد من أنظمة القياس والاتصال المستخدمة فى محطات تنقية مياه الشرب عبارة عن توليفات من الأنظمة السابق ذكرها ويشار إليها عادة بالأنظمة المختلطة (Hybrid Systems).

وتعرف الطريقة المستخدمة على نطاق واسع فى التحكم الأوتوماتيكى فى المضخات، والمحابس، وأجهزة إضافة الجرعة الكيماوية، والأجهزة الأخرى بالمرحلات المنطقية "Relay Logic". والمرحلات المنطقية هى طريقة لتوصيل وفصل الطاقة الكهربائية طبقاً لتسلسل منطقى مخطط تم تحديده مسبقاً بحيث يتوافق مع ظروف ومتطلبات التشغيل؛ وذلك من خلال المرحلات، ومفاتيح توصيل التيار، والملامسات (Contacts)، والمؤقتات (Timers)، ومفاتيح توصيل التيار اليدوية. وفى الواقع يمكن تحقيق أى تسلسل للتحكم فى التشغيل باستخدام طريقة المرحلات المنطقية. وهذا الأسلوب مرن جداً حيث أنه يمكننا من تشغيل النظام عن طريق وسائل التحكم اليدوية إذا اقتضت الضرورة ذلك.

الحاسبات الآلية (أجهزة الكمبيوتر)

يتم استخدام أجهزة الحاسب الآلي فى العديد من محطات تنقية مياه الشرب الحديثة، بهدف مراقبة وتسجيل بيانات عمليات التشغيل. ومع ذلك، فإنه يمكن تحويل الوظائف الحرجة إلى التشغيل اليدوى فى حالة حدوث عطل بأجهزة الحاسب الآلى. وتستخدم شاشة الحاسب لعرض البيانات المختارة عند طلبها بواسطة أحد القائمين على التشغيل بمبنى التحكم.

ويجب عليك إدراك أن أجهزة التحكم والقياس لا تعفيك من مسئوليتك بالنسبة لاتخاذ القرارات المتعلقة بالتشغيل أو مراقبة وضبط عمليات التشغيل. وفى كثير من محطات التنقية الحديثة، قام القائمون على التشغيل بالتخلى عن سلطاتهم البشرية والاستسلام للحاسب الآلي، وبذلك جعلوا أنفسهم عبيداً للميكنة، بالرغم من أن المقصود من هذه الميكنة أن تُسخر وتكون تحت أمر العقل البشرى.

التنظيم والتحكم فى التدفقات

الحاجة لتنظيم التدفقات تتغير معدلات تدفق المياه بمحطات التنقية طبقا للاحتياجات المائية المطلوبة وتوقيتاتها، وبذلك يتحكم نظام التوزيع والمطالب الكلية للمستهلك بصفة عامة فى عمليات تشغيل محطة التنقية، وتختلف المطالب من مياه الشرب اعتماداً على الاعتبارات التالية:

١- الفترة الزمنية خلال اليوم الواحد
٢- اليوم من الأسبوع
٣- الفصل من العام
٤- ظروف الطقس السائدة
٥- مطالب جهات التصنيع (إن وجدت)
٦- الأحداث غير العادية (الحرائق – الأعطال الرئيسية).

ولاستيفاء هذه المتطلبات المتغيرة للنظام، يعتبر توفر مصدر للمياه ذو قدرة كافية وتوفر حجم كافٍ من المياه المنتجة من الأمور الأساسية. ويتم عادة المحافظة على وجود حد أدنى من الضغط فى شبكة التوزيع لجميع وصلات الخدمة. وعندما ينخفض الضغط عن القيمة المحددة مسبقاً، يلزم ضخ كمية إضافية من المياه. وتحدد مطالب المستهلكين المطالب من المياه المنتجة التى يلزم ضخها. وهكذا فإن معظم محطات تنقية مياه الشرب يتم تشغيلها على أساس التغذية العكسية للمطالب (Demand-Feedback)، حيث تحدد مطالب المستهلكين من المياه المنتجة متطلبات المياه الخام الداخلة إلى المحطة ومتطلبات المياه بعمليات التنقية المختلفة. وفى أنظمة تنقية مياه الشرب الصغيرة، قد يتم تشغيل محطة التنقية لجزء من اليوم فقط (وردية واحدة لمدة ثمانى ساعات) لإنتاج كمية كافية من المياه النقية وتوضع فى الخزان وتفى باحتياجات شبكة التوزيع على مدار ٢٤ ساعة.

ولكى يتم تقدير الاحتياجات من المياه العكرة (الخام) لتنقيتها كل يوم، يجب تحليل المستويات الحالية للتخزين فى خزان المياه المرشحة (أو خزانات التخزين بالمحطة) وفى خزانات التخزين بشبكة التوزيع إن وجدت. ويلزم أيضاً تقدير المطالب المتوقعة للمستهلكين عن اليوم. ومن هنا تظهر أهمية الرجوع إلى سجلات تدفقات المياه عن الفترات السابقة ومراجعتها. هل يحدث تغير فى الطقس بما يسبب زيادة أو نقص فى الطلب على المياه؟ فمثلاً فى أواخر الربيع أو أول الصيف يمكن أن تسبب درجات الحرارة المرتفعة زيادة فى الطلب على المياه لاستخدامها فى رى الحدائق الخضراء كما يمكن أن تسبب الرياح الشديدة أو الطقس البارد جداً تغيراً فى المطالب من المياه. فى العديد من المجتمعات، يمكن أن يخلق أسلوب معيشة المواطنين مطالب متوقعة (يمكن التنبؤ بها) من المياه فى أيام معينة من الأسبوع؛ مثل أيام الأجازات التي يزداد فيها الاستهلاك نتيجة أعمال النظافة المنزلية.

الخلاصة لكى تقوم بتقدير كمية المياه المطلوب تنقيتها كل يوم فى المحطة التى تقوم بتشغيلها عليك مراجعة الآتى:

١- كمية المياه بخزان المياه المرشحة وخزان التخزين بشبكة التوزيع.
٢- كمية مياه الشرب المستهلكة فى اليوم السابق والشهور السابقة.
٣- تنبؤات حالة الطقس.

ويعتمد التنظيم والتحكم الفعلى في المياه الخام الداخلة إلى المحطة على الطريقة المستخدمة فى إدخال المياه إلى المحطة. إذا كانت المياه الخام الداخلة إلى المحطة منقولة بالانحدار من خزان خلال مواسير تحت ضغط، يمكن تغيير معدل دخول المياه (وبالتالى كميتها) إلى المحطة عن طريق ضبط محبس التحكم فى مرور المياه (محبس فراشة أو محبس سدادة). إذا تم إدخال المياه الخام إلى المحطة عن طريق الضخ، فى هذه الحالة يتم التحكم فى معدل دخول المياه الخام إلى المحطة عن طريق تغيير معدل الضخ أو تغيير عدد المضخات العاملة.

مضخات المياه العكرة إما أن تكون وحدات ثابتة السرعة أو متغيرة السرعة. وفى وحدات الضخ ثابتة السرعة يتم استخدام عدد من المضخات، يتم تغيير معدل التدفق الداخل بإضافة أو إلغاء مضخات من إجمالى المضخات العاملة للحصول على معدل التدفق المطلوب. بينما يتم تغيير معدل التدفق فى وحدات الضخ متغيرة السرعة بتغيير سرعة المحرك الكهربى الذى يدير المضخة للحصول على معدل التدفق المطلوب. وكذلك تعمل المضخات التى تضخ المياه المنتجة إلى شبكة التوزيع (مضخات المياه النقية) بطريقة مشابهة لمضخات المياه العكرة. لذلك يجب وضع خصائص التشغيل الخاصة بكل مضخة فى الاعتبار بحيث يمكن اختيار طريقة أو أسلوب الضخ الذى يحقق أقصى كفاءة.

مثال:

محطة مياه تحتوي على خزان أرضي للمياه المرشحة أقصى تخزين به حوالي ٢٠ ألف م^3 وكمية المياه بالخزان حوالي ١٢ ألف م^3 فإذا كان معدل التدفق المطلوب للمحطة حوالي ٦ ألاف م^3/ يوم (٧٠ م/ث).

المطلوب حساب معدل التدفق من المياه الخام لمحطة المياه للحفاظ على كمية المياه بالخزان بمقداره ١٢ ألف م^3 في الحالات الآتية:

أ- في حالة تشغيل المحطة يومياً عدد ٢٤ ساعة.

ب- في حالة تشغيل المحطة لمدة ١٦ ساعة.

مع العلم بأن محطة المياه العكرة تحتوي على عدد (٤) طلمبات بتصرف ٧٠ ل/ث.

الحل:

<u>الحالة الأولى: في حالة تشغيل المحطة لمدة ٢٤ ساعة:</u>

معدل التدفق للمياه الخام المطلوب حوالي ٦ ألاف م^3/ يوم والمياه العكرة حوالي ٦.٦ ألاف م^3/ يوم يحتاج فقط إلى تشغيل عدد واحد طلمبة بتصرف

٧٠ ل/ث لمدة ٢٤ ساعة + طلمبة تصرف ٧٠ ل/ ث لمدة ٢,٥ ساعة ليفي بالتخزين المطلوب للخزان والذي يحافظ على المياه بالخزان ١٢ ألف م^{٣}.

وفي حالة تشغيل عدد (٢) طلمبة بدلاً من واحدة سيؤدي ذلك إلى زيادة مقدار التخزين بالمحطة إلى ٢٤ ألف م^{٣} أي أكبر من طاقة التخزين المطلوبة ويؤدي ذلك في حالة وجود سحب بالشبكة إلى إهدار المياه بمقدار ٤ ألاف م^{٣} عن طريق مواسير الفائض بالخزان.

<u>الحالة الثانية: في حالة تشغيل المحطة لمدة ١٦ ساعة:</u>

يجب زيادة معدل التدفق للمياه الخام في حالة تشغيل المحطة ١٦ ساعة بنسبة

$= \frac{٢٤}{١٦} = ١,٥$ مرة.

معدل التدفق للمياه الخام المطلوب = ١,٥٠ ×٦ = ٩ ألاف م^{٣}/ يوم.

معدل التدفق للمياه العكرة = ٩ ×١,١ = ٩,٩ ألاف م^{٣}/ يوم.

في هذه الحالة يجب تشغيل عدد (٢) طلمبة تنتج حوالي ٨٠٦٤ م^{٣}/ يوم لمدة ١٦ ساعة وطلمبة ثالثة لمدة ٧ ساعات تنتج ١٧٦٤ م^{٣}/ يوم ليكون الإجمالي حوالي ٩,٨٣ ألاف م^{٣}/ يوم.

بعد إجراء التغيير فى معدل التدفق، يجب التأكد من معدل التدفق الفعلى وذلك بقراءة أجهزة قياس تدفق المياه الخام. كما يجب مراجعة مستويات التخزين بالخزان الأرضي بالمحطة وكذلك فى خزانات التخزين بشبكة التوزيع للتأكد من احتفاظها بأحجام التخزين المطلوبة. كما يجب ضبط تصرفات المحطة عندما تحدث تغييرات رئيسية فى الطلب على المياه من قِبل المستهلكين.

خزانات المياه النقية

خزانات المياه النقية (أو خزانات تخزين المياه المنتجة من المحطة) هى جزء هام من محطة التنقية، فهى توفر السعات التخزينية للمياه المنتجة لتفى باحتياجات المستهلكين وتوائم بين احتياجاتهم فى وقت الذروة وفى فترات

انخفاض الاستهلاك. حيث يمتلئ الخزان بالمياه عند انخفاض الطلب على المياه ثم يتم سحب هذه المياه من الخزان فى وقت الذروة.

تغييرات عملية التنقية للمحافظة على مستويات تخزين بالخزان الأرضي بالمحطة وبخزانات شبكة التوزيع، قد يتطلب الأمر تغيير (بالزيادة أو النقصان) فى تدفقات المياه العكرة (الخام). كما يجب أن يوضع فى الاعتبار عند حساب (تقدير) التغيير فى تدفقات المياه العكرة الزمن الذى تستغرقه فى الانتقال من مصدر المياه (نهر أو بحيرة) إلى محطة التنقية.

عندما يحدث تغيير فى عناصر التخزين ويتطلب الأمر إجراء تغييرات فى معدلات التدفق داخل المحطة، فإنك تحتاج إلى ما يلي:

١- ضبط معدلات إضافة الكيماويات
٢- تغيير معدلات الترشيح
٤- ملاحظة خصائص تكون وترسيب الندف
٥- مراقبة أداء عمليات التنقية
٦- جمع عينات قياس جودة المياه
٧- الفحص الظاهرى للحالة العامة لعمليات التنقية.

فبعض هذه التغييرات قد يحدث بطريقة آلية (اتوماتيكية) إذا كانت أجهزة إضافة الكيماويات بالمحطة تقوم بإضافة الكيماويات بمعدل يتناسب مع معدل تدفق المياه بالمحطة. والتغييرات فى معدل إضافة الكيماويات يدوياً (المروبات والكلور) مطلوبة عندما يتم تشغيل أجهزة الإضافة الكيماويات لأنها (أى الأجهزة) مضبوطة بصفة عامة بحيث تقوم بإضافة كميات ثابتة ومحددة من الكيماويات، و تعتمد هذه الكمية على معدل تدفق المياه.

يتم تشغيل المرشحات عادةً بمعدل إنتاج ثابت. وتحافظ أنظمة التحكم الأوتوماتيكى بطريقة نمطية على معدلات تدفق منتظمة، ولكن يمكن تغيير

عدد المرشحات العاملة (فى الخدمة) بتشغيل أو إيقاف بعض وحدات الترشيح لتتوافق مع احتياجات التغيير.

وبالإضافة إلى الاعتبارات السابق ذكرها، يتم تصميم كلٍ من وحدات (عمليات) التنقية الأخرى (الترويب، التنديف، الترسيب) بحيث تعمل على نطاق واسع من معدلات التدفق. ومع ذلك، قد يتطلب حدوث تغييرات رئيسية فى معدل التدفق إما إضافة وحدات من الموجودة خارج الخدمة أو إخراج وحدات عاملة من الخدمة.

استخدام وتداول الكيماويات

الحاجة إلى الكيماويات تستخدم العديد من الكيماويات فى محطات تنقية المياه لإنتاج مياه آمنة وصالحة للشرب. وهى تلعب دوراً حاسماً فى التحكم فى أداء عمليات التنقية وإنتاج مياه عالية الجودة. تستخدم الكيماويات فى الجوانب الآتية المتعلقة بتنقية المياه:

١- الترويق (خفض نسبة العكارة)
٢- التطهير
٣- الضبط والتحكم فى الطعم والرائحة
٤- التحكم فى الطحالب
٥- التحكم فى التآكل والصدأ (في بعض الأحيان)
٦- إزالة عسر المياه

ويجب أن يتعرف القائمون على تشغيل محطات التنقية على أنواع الكيماويات المستخدمة فى التنقية، وطرق التقييم لتحديد الأداء، وأساليب التخزين والتداول الآمن. فمن المعلوم أن جميع الكيماويات غالباً خطيرة ويجب اتخاذ جميع الإجراءات الوقائية اللازمة قبل تداولها. كما يجب أن يلصق على جميع الحاويات، أيا كان نوع استخدامها، إشارات وإرشادات وعلامات تحذيرية.

وأفضل مصدر للمعلومات عن الكيماويات الخطرة هو بطاقة بيانات الأمـــان للمادة (Material Safety Data Sheet "MSDS"). فلا يجب استلام أو تخزين أو تناول أى مادة كيميائية بدون توفر معلومات الأمان الأساسية عـــن هـــذه المادة/ المركب من خلال الموردين وتسليمها للفرد/ الأفراد الذين يتـــداولون هذه المادة.

وسوف توفر تعليمات التداول والاستخدام الآمن للمادة (MSDS)، المعلومات الآتية عن المادة أو المركب الكيميائى:

١- التركيب، وطريقة الاستخدام، والأسماء التجارية والأسماء العلمية
٢- الوزن النوعى، درجة الغليان ودرجة التجمد، القابلية للذوبان فى الماء، ضغط البخار
٣- المواد غير المتوافقة (التى تؤدى إلى تحللها) ونواتج التحلل
٤- المخاطر الصحية
٥- الآثار البيئية
٦- إجراءات الوقاية الصحية ووسائل التحكم الهندسية/ الإدارية
٧- الإجراءات الآمنة للتداول والتخزين والتخلص والتنظيف.

أنواع الكيماويات

ويوضح الجدول رقم (١٠-٢) أهم الكيماويات الشائع استخدامها فـــى تنقيـــة المياه. وقد تم وضع معايير للكثير من هذه الكيماويات والتـــى تســـاعد فـــى ضمان استخدام الكيماويات ذات الجودة المناسبة فقط فى أعمال تنقيـــة ميـــاه الشرب.

جدول رقم (١٠-٢)

أنواع وخصائص الكيماويات المستخدمة فى تنقية مياه الشرب

اسم المركب الكيميائى (Chemical Name)	الصيغة الكيميائية (Chemical Formula)	التركيز التجارى (Commercial Concentration)	ملاحظات (Comments)
المروبات			
كبريتات الألمونيوم (حبيبات)	$Al_2 (SO_4) . 14 H_2O$	47-50% ($Al_2 (SO_4)_3$)	حامضى
كلوريد الحديديك	$FeCl_3 . 6 H_2O$	59-61% $FeCl_3$	حامضى
كبريتات الحديديك	$Fe_2 (SO_4)_3 . 9 H_2O$	90-94% $Fe_2 (SO_4)_3$	حامضى، ملوِّن
كبريتات الحديدوز	$FeSO_4 . 7 H_2O$	55% ($FeSO_4$)	قشور
البوليمرات موجبة الشحنة	—	متغير	موجب الشحنة
البوليمرات سالبة الشحنة	—	متغير	سالب الشحنة
البوليمرات غير المؤينة	—	متغير	
التطهير			
هيبوكلوريت الصوديوم	NaOCI	12-15% (Cl_2)	محلول
هيبوكلوريت الكالسيوم (HTH)	$Ca(OCl)_2 . 4 H_2O$	65-70% (Cl_2)	مسحوق
الكلور	Cl_2	99.8% (Cl_2)	غاز / سائل
الأمونيا اللامائية	NH_3	99-100% (NH_3)	غاز / سائل
هيدروكسيد الأمونيوم	NH_4OH	29.4% (NH_3)	محلول
كبريتات الأمونيوم	$(NH4)_2SO_4$	6.3% (NH_3)	
ثانى أكسيد الكلور	ClO_2	26.3% (Cl_2)	يتم توليده بالموقع
الأوزون	O_3	——	يتم توليده بالموقع
الطعم والرائحة			
الكربون المنشط	C		غير قابل للذوبان
برمنجنات البوتاسيوم	$KMnO_4$	١٠٠%	شديد القابلة للذوبان
التحكم فى الطحالب			
كبريتات النحاس	$CuSO_4 . 5 H_2O$	99% ($CuSO_4$)	
التحكم فى الصدأ (التآكل)			
هيدروكسيد الكالسيوم (جير مطفئ)	$Ca(OH)_2$	75-99% (CaO)	قاعدى
هيدروكسيد الصوديوم (صودا كاوية)	NaOH	98.9% (NaOH)	شديد القاعدية
إزالة عسر المياه			
أكسيد الكالسيوم (جير حى)	CaO	75-99% (CaO)	
كربونات الصوديوم	Na_2CO_3	99.4% (Na_2CO_3)	

وسوف يختلف اختيار الكيماويات المستخدمة بإختلاف محطة التنقيـــة وذلـــك اعتماداً على جودة مياه المصدر، ونوع التنقية المطلوب إجراؤهـــا، ومـــدى توفر الكيماويات، والاعتبارات الاقتصادية.

كثيراً ما يتم تحديد الاختيار الأولى للكيماويات والمعدلات المتوقعة لإضـــافتها فى محطة تجريبية لتنقية مياه مصدر معين. ويتم إجراء الاختبارات التجريبية عادة بواسطة مصمم المحطة التجريبية وذلك بإنشاء نموذج مصغر لمحطـــة التنقية عند مصدر الإمداد بالمياه الخام أو بالقرب منه. وتـــوفر الاختبـــارات التجريبية للمصمم وأيضاً للقائم على تشغيل المحطة معلومات قيمة عن قابلية استخدام هذه الكيماويات في تنقية مياه المصدر على نطاق واسع من حـــالات جودة المياه.

تخزين الكيماويات

يمكن تخزين كيماويات التنقية بإحدى الطرق الآتية:

١- فى الحالة الجافة (أكياس – كراتين – براميل)
٢- فى الحالة السائلة (براميل – خزانات – اسطوانات)
٣- فى الحالة الغازية (اسطوانات).

ويجب تخزين الكيماويات طبقاً للتوصيات والتعليمات المكتوبة لجهة الصـــنع والتى تحددها الجهات المنظمة لذلك. وبغض النظر عن طريقـــة التخـــزين، يجب حساب متطلبات واحتياجات الكيماويات فى المستقبل بحيث يتوفر لـــديك كمية كافية من هذه الكيماويات عند الاحتياج إليها. وأحد الطـــرق المناســـبة لذلك هى الاحتفاظ بكميات من جميع الكيماويات الشائع استخدامها فى تنقيـــة المياه تكفى لاستخدام ٣٠ يوم على الأقل. ويجب استخدام ســـجل لاســـتخدام الكيماويات وحصر الكميات المخزنة بحيث يتم التسجيل فيه ومراجعته يومياً. ويجب تحديد حد التخزين الأدنى لكل نوع من الكيماويات مما سوف يســـاعد في متى يجب طلب توريد كل نوع من الكيماويات. ربما يـــتم تحديـــد الحـــد الأدنى لتخزين بعض الكيماويات مثل الكلور بواسطة الجهات المنظمة لـــذلك.

وعلى آية حال لا تسمح نهائياً بأن يقل الحد الأدنى لتخزين الكلـــور بموقـــع المحطة عن الكمية الكافية لاستخدام ١٥ يوم.

مثال رقم (١)

الجدول التالي يوضح كمية الكلور المستخدمة بواسطة محطة تنقية مياه شرب صغرى فى أسبوع واحد.

اليوم	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد
كمية الكلور المستخدمة (كجم/ يوم)	٧,٩٤	٧,٠٠	٦,٣	٧	٧,٢	٦,٨	٥,٤

ما هو المتوسط اليومى لاستخدام الكلور كجم/ يوم؟

المعطيات	**المطلوب**
كمية الكلور المستخدمة كل يوم فى الأسبوع	متوسط الاستخدام اليومى للكلور (كجم/ يوم)

يتم حساب متوسط الاستخدام اليومى للكلور على النحو التالى:

$$\text{متوسط الاستخدام اليومى للكلور (كجم/ يوم)} = \frac{\text{حاصل جمع كميات الكلور المستخدمة خلال الأسبوع (كجم)}}{\text{إجمالى عدد أيام الأسبوع (يوم)}}$$

$$= \frac{٥,٤ + ٦,٨ + ٧,٢ + ٧ + ٦,٣ + ٧ + ٧,٩٤}{٧}$$

$$= \frac{٤٧,٦٤ \text{ كجم}}{٧ \text{ يوم}} = ٦,٨ \text{ كجم/ يوم}$$

مثال رقم (٢)

يتبقى باسطوانة الكلور المستخدمة (فى الخدمة) كمية من الكلور لا تكفى لاستخدام يوم واحد. ويوجد بالمخزن أربع (٤) اسطوانات كلور سعة كلٍ منها ٦٠ كجم. ومتوسط استخدام المحطة للكلور فى اليوم هو ١٥ كجم/ يوم. ما هو حجم الإمداد بالكلور المتوفر (باليوم)؟

المعطيات	**المطلوب**
عدد اسطوانات الكلور = ٤	إمدادات الكلور المتوفرة (يوم)
سعة الأسطوانة = ٦٠ كجم	
متوسط الاستخدام اليومى = ١٥ كجم/ يوم	

يتم حساب حجم الإمداد بالكلور المتوفر (باليوم) على النحو التالى:

$$\text{إمدادات الكلور (يوم)} = \frac{\text{سعة الاسطوانة (كجم/ اسطوانة)} \times \text{عدد الاسطوانات}}{\text{متوسط الاستخدام اليومى (كجم/ يوم)}}$$

$$= \frac{٤ \times ٦٠}{١٥} = \frac{٢٤٠}{١٥} = ١٦ \text{ يوم}$$

التداول الآمن للكيماويات

فى التشغيل الروتينى لمحطات تنقية مياه الشرب، سوف تتداول وتلامس كيماويات محتمل أن تكون كيماويات خطيرة. وعلى الرغم من وجود بعض الكيماويات غير النشطة (الخاملة)، فمن المفضل اعتبار جميع الكيماويات ذات خطورة محتملة.

يجب توخى الحرص الشديد خاصة عند تفريغ أو نقل الكيماويات. كما يجب تحديد مواقع الاستحمام الآمنة وحنفيات غسيل العين. ومعرفة طريقة استخدامها، كما يجب اختبارها بصفة دورية والتأكد من عملها بطريقة جيدة.

يجب ارتداء الملابس الوقائية عند التعامل مع الكيماويات. مثل النظارات الواقية، واقيات الوجه من المطاط أو المطاط الصناعى، المريلة، أو آية ملابس واقية أخرى. كما يمكن استخدام الكمامات الواقية المانعة لاستنشاق الأتربة، إذا لزم الأمر، اغسل ونظف فوراً أى كيماويات تنسكب على الأرض لمنع السقوط أو ملامسة الجسم لهذه الكيماويات.

مخاطر الصودا الكاوية

يمكن أن تكون بعض الكيماويات مثل الصودا الكاوية والكلور خطيرة جداً للقائم بالتشغيل، فيجب توخى الحذر والعناية الفائقة عند تداول هذه الكيماويات. وتعتبر الصودا الكاوية من أخطر المواد القلوية الشائعة، ويسبب التلامس المباشر معها حروق خطيرة. كما يمكن أن تسبب الصودا الكاوية بسرعة وبصفة دائمة سحابة تحجب الرؤية عن العينين إذا لم يتم شطفها فوراً بالماء. وعند التعامل مع الصودا الكاوية إضافة الملابس الوقائية السابق الإشارة إليها فيتم استخدام القبعة ذات الحافة العريضة، والحذاء ذو الرقبة (بوت) ويفضل ارتداء ملابس واقية تغطى الجسم بالكامل.

مخاطر الكلور

الكلور مثير جداً للجهاز التنفسى، ويمكن أن يؤدى التعرض لغاز الكلور لفترات طويلة أو وجود تركيزات عالية منه إلى حدوث الوفاة. وعند تخزين أو استخدام سائل أو غاز الكلور، يجب توفر معدات الأمان الآتية:

١- أماكن مجهزة للاستحمام وغسل العينين
٢- أجهزة تنفس تستخدم عند الطوارئ
٣- جهاز الكشف عن الكلور
٤- فتحات تهوية بالطوابق
٥- مراوح تحافظ على وجود ضغط موجب للهواء بأماكن التخزين. لاحظ أنه إذا تم سحب هواء مع كلور إلى داخل المروحة، فإنه سوف يحدث

فى النهاية صدأ وتآكل لمكونات الدائرة الكهربائية وأجهزة التحكم بالمروحة وعطلها.

يجب تدريب جميع القائمين على تشغيل محطات تنقية مياه الشرب تدريباً كاملاً على التداول والاستخدام الآمن للكلور وعلى إجراءات الكشف عن تسرب الكلور. وفى أى وقت تدخل فيه منشأة يُتداول بها أو يوجد بها الكلور، تأكد أن مراوح التهوية فى حالة تشغيل. إذا كان لديك شك فى حدوث تسرب للكلور أو أن تركيزات غاز الكلور بالغرفة مرتفعة، استخدم جهاز التنفس المزود باسطوانة أكسجين ولا تتواجد منفرداً فى الغرفة ويتم العمل بنظام المجموعات واحرص على وجود زميل آخر احتياطى معه اسطوانة أكسجين بالقرب منك. ويجب ارتداء قفازات من المطاط أو مطلية بالبلاستيك عند تداول حاويات الكلور.

سجلات وتقارير التشغيل

السجلات

من الوظائف الإدارية الهامة جداً للقائم بتشغيل محطة تنقية مياه الشرب هى إعداد وحفظ سجلات تشغيل دقيقة، ويمكن تقسيم سجلات التشغيل إلى نوعين أساسيين:

١- وثائق المحطة.
٢- سجلات الأداء.

ويجب أن تشمل وثائق المحطة ما يلي:

١- معايير تصميم المحطة.
٢- المواصفات الفنية للمشروع.
٣- الرسومات التنفيذية النهائية للأعمال (As Built Drawings).
٤- الرسومات الهيدروليكية التى توضح مستويات أسطح المياه أثناء التشغيل فى كل أنحاء المحطة.

٥- رسومات ومواصفات تصنيع المعدات.
٦- أدلة التشغيل والإصلاح المُعدة بمعرفة المصنِّعين لجميع المعدات.
٧- سجلات المعدات شاملةً اسم المصنِّع، ورقم الطراز، والسعة المقننة، وتاريخ الشراء.
٨- سجلات الصيانة لكل مُعِدَّة.
٩- سجلات تكاليف الشراء والإصلاح لجميع المعدات الرئيسية.

أما سجلات الأداء فهى تصف عمليات تشغيل محطة التنقية وتزود القائم بالتشغيل، بتقرير عن الموقف الحالى لعمليات تشغيل المحطة (سجلات تاريخية). وهذه السجلات هى مرجع هام للقائم بالتشغيل لحل مشاكل العمل الحالية وتوقع الاحتياجات المستقبلية، وتعطى سجلات الأداء أيضاً تقريراً حقيقياً عن التشغيل المطلوب للوفاء بمتطلبات الجهات القانونية والتنظيمية.

وعادةً ما تشمل سجلات الأداء ما يلى:
١- سجلات التشغيل اليومى (حصر ناتج العمليات، والتغير فيها، وأداء المعدات) كما هو موضح بالجدول رقم (١٠-٣).
٢- سجلات جودة المياه (مياه المصدر، مياه العمليات، المياه الخارجة من المحطة "المياه المعالجة"، كما هو موضح بالجدول رقم (١٠-٤).
٣- سجلات أعطال المعدات.
٤- سجلات الحوادث.
٥- سجلات شكاوى العملاء (شاملة أعمال الفحص والتحقق والإجراءات التصحيحية التي تمت).
٦- سجلات جرد المواد الكيميائية (شاملة الكميات المخزونة، ومستويات التخزين الآمنة، وسجلات المشتريات).
٧- الرسومات البيانية المرسومة بواسطة سجلات العمليات (أجهزة تسجيل شرائط الرسومات).
٨- معلومات عن الزيارات التي تمت للمحطة.

وتعتبر إدارة السجلات جزءاً بالغ الأهمية من عملية حفظ السجلات ككل. فيجب وضع السجلات فى ملفات وفهرستها للرجوع إليها مستقبلاً. وقد تطلب الجهات التنظيمية (الجهاز التنفيذى لمياه الشرب والصرف الصحى وحماية المستهلك) منك أن تحتفظ بتحليلات معينة لنوعية المياه (نتائج الاختبار البكتريولوجى) وسجلات شكاوى العملاء فى ملف لمدد زمنية محددة (١٠ سنوات للتحاليل الكيميائية والاختبارات البكتريولوجية). والسجلات الأخرى التى قد تكون لها قيمة تاريخية للقائم بالتشغيل (التغيرات فى نوعية مياه المصدر وما ينتج عنها من تغيرات فى علميات التشغيل) يجب حفظها طالما كانت مفيدة. ومن الضرورى حفظ هذه السجلات فى ملفات مناسبة ومرقمة جيداً لتسهيل الرجوع إليها.

وبالإضافة إلى ذلك، يجب أن يستخدم كل عامل تشغيل أجندة يومية أو نوتة يضعها فى جيبه ليسجل فيها الأحداث الفريدة أو غير العادية. ومن أمثلة الملاحظات المعتادة التى تظهر فى أجندة العامل أو سجل التشغيل اليومى ما يلى:

- ٨:٣٠ صباحاً
- حدوث صوت غير معتاد بطلمبة المياه الخام رقم (١) اثناء التشغيل.
- توقيع العامل (على العامل القيام بالتوقيع بالأحرف الأولى بجوار كل ملاحظة).

جدول رقم (١٠-٣)

سجلات التشغيل اليومى

سجل تشغيل محطة مياه ..... عن يوم / /

الوقت	تصرف المياه العكرة	طلمبة مرشحة رقم 1			طلمبة مرشحة رقم 2			طلمبة مرشحة رقم 3			طلمبة مرشحة رقم 4			اميركاسح الرواسب		الفولت	التصرف الكلى	ضغط الطرد الكلى	منسوب الخزان الأرضى	ملاحظـــــــــــــــات
		ضغط الطرد	ضغط المص	الأمبير	ضغط الطرد	ضغط المص	الأمبير	ضغط الطرد	ضغط المص	الأمبير	ضغط الطرد	ضغط المص	الأمبير	1	2					
8 ص																				
9 ص																				
10 ص																				
11 ص																				
12 ص																				
1 م																				
2 م																				
3 م																				
4 م																				
5 م																				
6 م																				
7 م																				
8 م																				
9 م																				
10 م																				
11 م																				
12 م																				
1 ص																				
2 ص																				
3 ص																				
4 ص																				
5 ص																				
6 ص																				
7 ص																				
		ساعات التشغيل			ساعات التشغيل			ساعات التشغيل			ساعات التشغيل			كمية المياه العكرة= القراءة الحالية - السابقة =						استهلاك الكهرباء = القراءة الحالية - السابقة =

المرشحـــــــــــات

رقم المرشح		8 ص	9 ص	10 ص	11 ص	12 ص	1 م	2 م	3 م	4 م	5 م	6 م	7 م	8 م	9 م	10 م	11 م	12 م	1 ص	2 ص	3 ص	4 ص	5 ص	6 ص	7 ص
1	ضغط الهواء																								
	فاقد الضغط																								
	معدل التصرف																								
2	ضغط الهواء																								
	فاقد الضغط																								
	معدل التصرف																								
3	ضغط الهواء																								
	فاقد الضغط																								
	معدل التصرف																								
4	ضغط الهواء																								
	فاقد الضغط																								
	معدل التصرف																								
اميير مجموعات الغسيل	1																								
	2																								
أميير ضواغط الهواء	1																								
	2																								

رقم المرشح	التاريخ والوقت			الغســـــيل			الحالة الظاهرية للمرشح	بيانات تشغيل المرشحات
	بدء	ايقاف	ساعات التشغيل	ايقاف	بدء	الزمن	كمية المياه (م3)	
1								متوسط ساعات التشغيل
								اقصى معدل فى الساعة
2								اجمالى المياه المرشحة
								عدد المرشحات المشغلة
3								متوسط زمن الغسيل (ق)
								عدد المرشحات المغسولة
4								اجمالى مياه الغسيل
								نسبة مياه الغسيل

يعتمـــــــــــــد

جدول رقم (١٠-٤)

سجلات جودة المياه (السجل اليومى للمعمل)

يوم / / ٢٠١١

الموقع	التحليل	الوقت											
		٩ص	١١ ص	١ م	٣ م	٥ م	٧ م	٩ م	١١ م	١ ص	٣ ص	٥ ص	٧ ص
المياه المكرة	العكارة	٤											
	الأس الهيدروجينى	٧.٩٤											
	الحرارة	١٨											
	اللون												
	القلوية				١٥٦								
	العسر				١٤٠								
	البكتريا												
المياه المرسبة	العكارة	٠.٩	٠.٩	٠.٧									
	الكلور المتبقى	١.١	١	٠.٨									
	الأس الهيدروجينى	٧.٥٨											
	الحرارة												
المياه المرشحة	العكارة												
	الكلور المتبقى												
	الأس الهيدروجينى												
	الحرارة												
المياه المعالجة	العكارة	٠.١	٠.٢	٠.١٥									
	الكلور المتبقى	١.٥	١.٥	١.٦									
	الأس الهيدروجينى	٧.٦٢											
	الحرارة	١٧.٩											
	القلوية	وردية أولى					وردية ثانية			وردية ثالثة			
	العسر	١٤٠											
	البكتريا												
الجرعة	الشبة	$40\ gm/m^3$											
	الكلور المبدئى	$4\ gm/m^3$											
	الكلور النهائى	$1\ gm/m^3$											

ملاحظات

الاتصالات الشفهية

شرحنا فى الجزء السابق أنواع المستندات المكتوبة التى يستخدمها القائم بالتشغيل للمساهمة فى تشغيل محطة تنقية مياه الشرب، وللعمل بفعالية، فإنك سوف تحتاج إلى الاتصال الشفهى مع عمال التشغيل الآخرين، والمشرفين، وغيرهم من العاملين بالمحطة.

وفى معظم المؤسسات يوجد تسلسل قيادى يحدد الأفراد والمستويات وخطوط السلطة، وتسير الاتصالات دائماً فى اتجاهين، ويعتمد التشغيل الناجح لمحطة تنقية مياه شرب بدرجة كبيرة على الاتصالات الشفهية الجيدة. ومهما يكن حجم المحطة، فعلى كل شخص له علاقة بالعمل أن يدرك أن تشغيل المحطة ليس عمل فرد واحد وانما عمل جماعي.

حالات وإجراءات الطوارئ

<u>حالات الطوارئ</u>

عند تشغيل أى محطة لتنقية مياه الشرب، سوف تظهر من حين لآخر حالات غير عادية أو حالات طوارئ، وهى تتطلب الهدوء والتصرف السريع من جانب القائم بالتشغيل وتشمل حالات الطوارئ التى يحتمل أن تقابلها ما يلى:

١- فشل عمليات التنقية
٣- قصور أو تعطل معدات التشغيل
٣- انقطاع التيار الكهربائى
٤- الحرائق
٥- السيول، والزلازل، أو الكوارث الطبيعية الأخرى.

عليك أن تُمَيِّز بين الحالات غير العادية والإنذار بحدوث حالة طوارئ (الإشارة الحمراء). فالإشارة الحمراء تعنى أنه يجب عليك أن تطلب مساعدة خارجية فوراً. وتشمل الإنذارات بحدوث حالة طوارئ: حالات التخريب، تلوث المياه الخام، انسكاب الكيماويات، الحرائق، الإصابات الخطيرة، وتسرب الكلور.

فشل عمليات التنقية

أولاً: التغير فى جودة المياه الخام

تفشل عمليات تنقية المياه بصفة عامة بسبب التغير المفاجئ أو غير المتوقع فى جودة مياه المصدر، ومن المعروف أن هذه الحالة تحدث عندما يزداد فجأة تركيز المواد الصلبة العالقة فى مياه المصدر (درجة عكارة عالية) نتيجةً حدوث السيول على مجرى النهر. ومن الأمثلة الأخرى، تلوث مصدر المياه فجأة بمياه الصرف الصحى أو بالزيوت المعدنية أو بالكيماويات المنسكبة.

وعلى القائم بالتشغيل توقع التقلبات التى تحدث فى درجة العكارة نتيجة حدوث السيول، ويجب إجراء اختبار الكأس (Jar Test) بأسرع ما يمكن. وذلك حتى يمكن للقائم بالتشغيل عمل تعديلات مخططة لعملية التنقية لتجنب الاضطرابات الكبيرة بها.

من المستحيل تقريباً توقع تلوث نظام مياه المصدر بمياه الصرف الصحى أو الزيوت المعدنية والكيماويات المنسكبة، لذلك فمن غير الوارد عمل تعديلات مخططة لعملية التنقية لتصحيح هذا الوضع. إلا أنه يوجد إنذار مبكر لتلوث مياه المصدر بمياه الصرف الصحى وهو النقص المفاجئ فى كمية الكلور المتبقى فى عملية التنقية أو الزيادة المفاجئة فى الكلور الممتص للمياه الجارى تنقيتها. ويجب فى هذه الحالة ضبط جرعة الكلور فوراً وإجراء اختبارات بكتريولوجية إضافية لتحديد حجم المشكلة. لا تنتظر ظهور نتائج الاختبارات البكترويولوجية لتعرف أن لديك مشكلة، لأنه عندئذ سيكون الوقت متأخراً.

إن انسكاب الكيماويات وتناثرها الذى يحدث عرضاً ربما يكون أكثر المواقف المطلوب التعامل معها خطورةً نظراً لأن التقنيات العادية لمراقبة عمليات التنقية قد لا تكتشف هذه المشكلة. وفى معظم الأحوال، يجب على القائم بالتشغيل الاعتماد على إخطار خارجى بهذا الحدث وقد يكون مطلوباً فى هذه الحالة أخذ عينات بطريقة خاصة لتحديد حجم المشكلة.

فى الحالات التى يتسبب اضطراب عملية التنقية فى العجز عن الوفاء بالمواصفات القياسية المحددة لجودة مياه الشرب، يجب فوراً على القائم بالتشغيل القيام بإبلاغ المسئولين بالشركة. وفى الحالات الشديدة، قد يكون مطلوباً إيقاف عملية التنقية بالكامل وإبلاغ المواطنين، وأثناء ذلك، يجب على القائم بالتشغيل العمل جنباً إلى جنب مع السلطات الصحية.

ثانياً: خطأ القائم بالتشغيل

جميعنا نقع، من حين لآخر، فى أخطاء. فإذا كنا نراقب كل شئ من أعلى ونقوم بتشغيل محطتنا كما يجب، فإن الخطأ فى إحدى العمليات يمكن تصحيحه أو تقليله فى عملية أخرى.

وقد يكون من الصعب الحفاظ على الجرعة الكيماوية المناسبة. إذا اكتشفت أن الجرعة الكيماوية عالية جداً أو منخفضة جداً، فقم فوراً بعمل التعديل المناسب وحاول أن تراقب الجرعات بصورة أكثر تكراراً.

إذا اكتشفت أن كمية الكلور المتبقى فى خزان المياه المرشحة منخفضة، أو أنه لا يوجد كلور متبقى، فقم على الفور بزيادة جرعة الكلور للمياه الخارجة من المحطة ثم قم بمراجعة سجلاتك وإذا كان كل شئ يعمل بدقة، وكل اختبارات الجودة لديك تبدو جيدة، ومستوى العكارة فى المياه المرشحة منخفض، فمن الأرجح أنك لن تواجه مشاكل خطيرة.

أما إذا اكتشفت عدم وجود كلور متبقي نهائيا في خزان المياه المرشحة وكانت محطتك تواجه صعوبات في التشغيل فأنت في مشكلة. حاول إضافة كلور في الخزان للوصول إلى جرعة الكلور المتبقي المطلوبة في الخزان وفي شبكة التوزيع. مع مراقبة درجة العكارة وقياس الكلور المتبقي باستمرار حتى تستقر الحالة. قم بمراجعة سجلاتك ومدى كفاءة تشغيل العمليات السابقة من ترويب وتنديف وترسيب وترشيح وراجع أيضا كفاءة نظام الكلور

المبدئي وخصوصا النهائي وأكتشف الأسباب وحددها وضع الإجراءات التي تعيد المحطة إلى الوضع الطبيعي.

ويجب على المشغل مناقشة باقي طاقم التشغيل في الأسباب التي أدت للمشكلة وكيفية تداركها مستقبلا أو الحد من أخطارها كنوع من تبادل الخبرة مع فريق العمل.

قصور أو تعطل معدات التشغيل

قد يسبب قصور معدات التشغيل أيضاً اضطراباً فى عملية التنقية فى حالة عجز خطوط التغذية بالكيماويات، أو معدات الكلورة، أو معدات المعالجة الابتدائية عن العمل بصورة مُرضية. إن أفضل حماية من تعطل معدات التشغيل هو القيام بتنفيذ برنامج الصيانة الوقائية الجيد. ويلعب عامل التشغيل دوراً حيوياً فى برنامج الصيانة الوقائية من خلال القيام بأعمال الفحص اليومية لمعدات التشغيل وإجراء أعمال الضبط والإصلاح البسيطة عند الضرورة.

فى بعض عمليات التنقية الأساسية، مثل أنظمة الكلورة، يتم عادة تركيب وحدة إضافية فى النظام لتكون بمثابة احتياطى فى حالة تعطل أحد أجزاء النظام وهذه الميزة يجب إدراجها أيضاً فى أنظمة المعالجة المبدئية كأنظمة التغذية بالكيماويات.

فى حالة تعطل إحدى العمليات وأدى ذلك إلى العجز عن الوفاء بالمواصفات القياسية المحددة لجودة مياه الشرب، قم فوراً بإبلاغ الرؤساء والمشرفين ومسئولي الشركة. وفى الحالات الشديدة، قد يكون مطلوباً إيقاف عملية التنقية بالكامل وإبلاغ المواطنين بذلك وسوف نوضح هنا بعض الحالات المحتملة لقصور أو تعطل المعدات وكيف يمكنك التعامل معها إذا لم يكن لديك معدات احتياطية أو أنها متعطلة هى الأخرى.

١ - مصافى المأخذ (مانعات الاعشاب):

إذا انسدت أو انكسرت أحد مصافى المأخذ (مانعات الاعشاب) العاملة فيجب إجراء ما يلي:

- إيقاف مانعة الأعشاب لحين تنظيفها وإصلاحها، وبالتالي تتوقف المحطة عن العمل في حالة وجود مانعة اعشاب واحدة.
- وفي حالة وجود أكثر من مانعة أعشاب فإنه يتم تشغيل المحطة جزئياً بالاعتماد علي مانعة الاعشاب الموجودة لحين إصلاح الاخري.

٢ - معدات الكلورة المبدئية:

اذا تعطلت معدات الكلورة المبدئية فإنه يجب ايقاف المحطة بالكامل والبدء في أصلاح المعدات فى الحال مع عدم السماح بمرور المياه الغير مكلورة فى مراحل المعالجة (المروقات والمرشحات)، حيث أنه لا يمكن الاعتماد علي الكلورة النهائية فقط بالمحطة.

٣ - معدات التغذية بالشَبَّة:

اذا تعطلت معدات التغذية بالشَبَّة:

- أوقف طلمبات المياه الداخلة ثم أصلح معدات التغذية بالكيماويات.
- لا تسمح للمياه بتجاوز نقطة التغذية بالكيماويات دون إضافة الشبَّة إليها، وإلا سوف تنتقل العكارة إلى المرشحات وتتخطى المعايير المطلوبة لمياه الشرب.

٤ - الخلط السريع:

ضع فى اعتبارك نقل نقطة إضافة الكيماويات إلى مكان يمكن أن تساعد فيه المياه المضطربة على تحقيق الخلط الهيدروليكى.

٥ - معدات التنديف:

أ- إذا كانت المعدات تحت الماء، انتظر حتى يحين موعد نزح المياه المخطط ثم قم بالإصلاح آنذاك.

ب- إذا كانت ميكانيكية، أصلحها بأسرع ما يمكن.

٦ - حوض الترسيب:

ذراع جمع الروبة الميكانيكى متعطل ولا يمكن إصلاحه أو ضبطه بواسطة إجراءات الإصلاح المبنية أعلاه، لذا فإنه يجب القيام بتفريغ الحوض وإصلاح الذراع ليلاً عندما يكون الطلب منخفضاً.

٧ - المرشحات:

تعطل المحبس أو نظام الغسيل العكسى، لذا يجب إخراج المرشح المتعطل من الخدمة وقم بإصلاحه.

٨ - معدات الكلورة النهائية:

أ- قم بزيادة جرعات الكلور المبدئية، إن كان ممكناً.

أو

ب- إذا كنت تعتمد فقط على الكلورة النهائية، يتم إيقاف المحطة وقم بالإصلاح فوراً مع إخطار المسئولين بالشركة.

انقطاع التيار الكهربائى عادة ما يتم تزويد محطات تنقية مياه الشرب بمصدر احتياطى للطاقة الكهربائية لاستخدامه فى حالة انقطاع التيار الوارد من الشبكة العمومية. وتوفِّر مجموعات التوليد كمية تقدر بـ ٥٠% من الطاقة الكهربائية المطلوبة للمحطة للحفاظ على استمرار عملها أثناء فترات انقطاع التيار الكهربائى. وفى معظم الحالات، يتم فقط توصيل وظائف التشغيل الحيوية مثل (معدات التغذية بالكيماويات، والخلاطات، ومعدات التنديف، وطلمبات التشغيل) ليتم تغذيتها من المولد الكهربي. وعادة ما يتم تشغيل المولد تلقائيا (اتوماتيكيا)

عند انقطاع مصدر الكهرباء العمومي ويتم تحويل مفاتيح التغذية إلى مصـــدر التغذية الاحتياطي تمهيداً لتحميل المعدات المشار إليها سابقا.

عند بداية انقطاع التيار الكهربائى العمومي اتخذ الخطوات التالية:

١- أخطر شركة الكهرباء بانقطاع التيار.
٢- ابدأ في تشغيل المولد أن لم يكن قد بدء تلقائيا وتأكد من توصيل مفـــاتيح التغذية من المصدر الاحتياطي.
٣- إذا كان سبب انقطاع التيار داخليا في محطة التنقية، قم بإخطار العاملين بالصيانة الكهربائية فوراً.
٤- أعد تشغيل المعدات التى توقفت أثناء فترة انقطاع التيـــار (قـــم بعمـــل تسلسل لمعدات المحطة بحيث يتم إعادة تشغيل معدة واحدة بمفردها فى كل مرة لتجنب زيادة الحمل).
٥- افحص معدات الكلورة وأجهزة السلامة للتأكد من أنها تعمـــل بصـــورة جيدة.
٦- افحص مجموعات التوليد (محرك – مولد) للتأكد من أنها تعمل بصورة جيدة.
٧- أخطِر مسئولي الشركة بالموقف.
٨- افحص بالنظر جميع معدات التشغيل وراجع أداء كل وحدة من وحدات التنقية.

خلال فترات انقطاع التيار القصيرة، يمكـــن أن تســـتمر عمليـــات المحطـــة الأساسية فى العمل. أما فى حالات انقطاع التيـــار لفتـــرات طويلـــة، فمـــن الضروري تقليل إنتاج المحطة من المياه النقية حيث أن غســـيل المرشـــحات يتوقف أثناء انقطاع التيار ولا يتم تحميله على وحدات التوليد لتوفير الطاقـــة وذلك بسبب ان وحدات التوليد التي تركب بالمحطات تكون قدرتها تقريباً في حدود ٥٠% من طاقة المحطة (كحد أقصي)، ففي حالة توقف أي مرشح عن العمل لحاجته إلى الغسيل يتم إخراجه من الخدمة وإن لم يكن هنـــاك بـــديل نظيف يتم تخفيض إنتاج المياه المنقاة.

عندما يعود التيار الكهربائى، اتخذ الخطوات الآتية:

١- تأكد من تحويل مفاتيح مصادر التغذية من الاحتياطي إلى العمومي.
٢- أعد تشغيل معدات المحطة التى توقفت خلال تحويل مصدر الطاقة أو كانت خارج الخدمة أثناء فترة انقطاع التيار (أعد تشغيل مُعِدَّة واحدة فى كل مرة).
٣- اغسل المرشحات غير النظيفة عن طريق الغسيل العكسى وأعدْها إلى الخدمة.
٤- قم بزيادة معدل التدفق بالمحطة للدرجة المطلوبة.
٥- افحص بالنظر جميع معدات التشغيل وراجع أداء كل وحدة من وحدات التنقية.
٦- تحقق من سلامة التشغيل وجودة المياه.
٧- أخطِر الرؤساء والمشرفين بالموقف.
٨- تأكد من توقف وحدات التوليد.

الحرائق

إذا حدث حريق فى محطة تنقية مياه الشرب، فقم فوراً بإبلاغ وحدة الإطفاء (المطافى) ثم حدِّد مصدر الحريق وشدته. وحسب نوع الحريق (فى المبانى، فى المواد الكيميائية، فى الدوائر الكهربائية)، استخدم معدات الإطفاء المناسبة الموجودة بالمحطة فى محاولة لإخماد الحريق. وفي حالة عدم القدرة على السيطرة على الحريق، انتظر حتى وصول سيارات الإطفاء الخارجية التابعة للمطافي (الحماية المدنية). ويجب في هذه الحالة إخطار مسئولي الشركة عن هذا الحريق.

ويجب أن يتم تدريب فريق العمل بالمحطة على العناية التامة والاستعمال الدقيق لأجهزة ومعدات الإطفاء الموجودة بالمحطة، وتعلَّم الخطوات التى يجب مراعاتها فى التعامل مع حرائق الكيماويات والكهرباء.

الكوارث الطبيعية

لحسن الحظ، أن الكوارث الطبيعية كالسيول والزلازل هى نادرة نسبياً في مصر. فى العادة يتم إنشاء محطات تنقية مياه الشرب فى أماكن بعيدة عن مسارات السيول

وفي حالة الزلازل، فإن الكود المصري لتصميم الأعمال الخرسانية والكود الخاص بالأحمال قد أخذ في الاعتبار تصميم الأعمال الإنشائية لمقاومة الزلازل وتم تصنيفها طبقاً للتوزيع الجغرافي في مصر، لذا فإن المشروعات الجديدة التي يتم إنشاؤها قد تم الأخذ فيها مقاومة النشاط الزلزالي بدرجات متفاوتة، ويجب أن يكون بالمحطة دليل إجراءات يوضح المشاكل التي يمكن حدوثها بالمحطة في حالة حدوث زلزال حتى يمكن مراجعتها وفحصها للتأكد من سلامتها بهدف استمرارية الخدمة بالإمداد بمياه الشرب وتشغيل المحطة

بعد حدوث أحد السيول الغزيرة، أو الزلازل، أو أى كارثة طبيعة أخرى، يجب اتخاذ الإجراءات الآتية:

١- افحص طرق الوصول لكل المنشآت.
٢- اختبر حالة ووظيفة كل معدات التشغيل.
٣- افحص المبانى والمنشآت وخزانات الكيماويات للتأكد من عدم وجود تلف فى المبنى أو أى أضرار أخرى.
٤- راجع شبكة مواسير المحطة للتأكد من عدم وجود تسربات أو عيوب أخرى ظاهرة للعين.
٥- أعدّْ تقريراً مبدئياً عن التلفيات.
٦- إبلاغ مسئولي الشركة عن حالة المحطة بعد الزلزال.

الاتصالات

فى حالة حدوث طوارئ، سيكون مطلوباً منك تعريف العاملين الآخرين بالمحطة عن الظروف القائمة أو الأحداث التى وقعت.

يجب إعداد إجراءات للاستجابة للطوارئ لكل محطة تنقية مياه شرب حتى يمكن إخطار الأشخاص المناسبين وحل المشكلة. ويجب أن تتضمن إجراءات

الطوارئ إعداد قائمة بأسماء وأرقام تليفونات الأشخاص الواجب إبلاغهم فى ظروف معينة، بما فى ذلك الإدارة المحلية ووزارة الصحة. كما يجب إعداد إرشادات لمساعدة القائم بالتشغيل فى تحديد متى يقوم بتنفيذ هذه الإجراءات. ويجب إيجاد طرق اتصال بديلة لأن الخدمة التليفونية قد تنقطع أثناء الطوارئ. وتأكد من مراجعة إجراءات الاستجابة للطوارئ على الأقل مرة كل سنة بالمحطة مع التحقق من دقة وصحة جميع الأسماء وأرقام التليفونات بالقائمة وتحديثها إن لزم الأمر.

تداول والتخلص من الروبة

معايير الصرف

إن مشكلة التخلص من الروبة فى محطات تنقية مياه الشرب هى مشكلة هامة. وتَعتبِر الروبة الناتجة من محطات تنقية المياه، مخلفات صناعية تتطلب عمليات مناسبة للتداول والتخلص منها. وطبقاً لأحكام القوانين الخاصة بنظام منع صرف الملوثات على المجاري المائية، طبقا للقانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ فإنه يجب الحصول على تصريح لصرف مياه الروبة الناتجة من العمليات من محطة تنقية مياه الشرب إلى مصادر المياه السطحية. ويضع هذا التصريح حدوداً لخصائص جودة مياه الصرف مثل الرقم الهيدروجينى (pH)، والمواد الصلبة العالقة الكلية، والمواد الصلبة القابلة للترسب، والأكسجين الحيوى الممتص (BOD).

مصادر الروبة

تمثل المواد الصلبة العالقة فى المياه العكرة المصدر الرئيسى للروبة الواجب التخلص منها كنتيجة لتنقية مياه الشرب. كما أن الكيماويات نفسها المستخدمة فى أعمال التنقية، وخصوصاً الشبَّة، تعتبر مصدراً ثانوياً للروبة.

فى معظم محطات تنقية مياه الشرب، يتم إزالة أكثر من ٩٩% من المواد الصلبة العالقة فى مياه المصدر بواسطة عمليات الترسيب والترشيح وهذه العمليات تقوم بتركيز المواد الصلبة الواردة فى مياه المصدر وكيماويات المعالجة، ثم تجميعها ومعالجتها لتقليل حجمها قبل التخلص النهائى منها.

ويوجد عدة طرق لمعالجة الروبة للتخلص الأمن منها وهذه الطرق غير شائعة في مصر لصعوبة تنفيذها لاحتياجها إلى مساحات كبيرة كما في حالة البحيرات (Lagoons) وأحواض التجفيف (Drying Beds) وأحواض التركيز (Thickeners) وسنتحدث عن بعض الطرق المستخدمة في مصر وهي:

١- برك استخلاص مياه الغسيل العكسي (Lagoons) (محطة الشيخ زايد بالقاهرة):

وتستخدم هذه البرك لفصل المياه عن المواد الصلبة بعد الغسيل العكسي للمرشحات. وعادة يتم إعادة المياه المصفاة إلى مدخل المحطة لإعادة معالجتها مع مياه المصدر الأصلي. وترك المواد الصلبة بالبحيرة حتى تجف ثم ترفع وتنقل إلى مدافن خاصة خارج الموقع.

٢- عملية التركيز (Thickening) (محطة العبور بالقاهرة):

هي عملية المقصود منها معالجة أولية للروبة لتيسير إزالة المياه في المراحل التالية – ففي المكثف الذي يشبه المروق العادي يتم استخلاص المياه الصافية وضخها إلى مدخل المحطة أو لاستغلالها في الري ويتم سحب الروبة المركزة إلى أحواض التجفيف ثم نقلها إلى المدافن الصحية.

٣- التجفيف الميكانيكي (محطة المرج الجديدة):

هي لا تحتاج الي مساحات كبيرة ولكنها ذات تكلفة عالية في الإنشاء والتشغيل والصيانة وهي ما تعرف بالتجفيف الميكانيكي باستخدام السيور المضغوطة للترشيح (Belt Filter Presses) والتي تم استخدامها بمحطة مياه المرج الجديدة والتي تحتاج إلى إضافة نوع خاص من البوليمر ليساعد في عملية التجفيف، والهدف منها كلها استخلاص المياه من الروبة ونقل الروبة بعد التجفيف إلى المدافن الخاصة خارج الموقع.

التعامل مع الشكاوى عن جودة المياه

إرشادات للتعامل مع الشكاوى:

لن تكون هناك أى دراسة متكاملة عن تشغيل محطة تنقية مياه الشرب دون دراسة شكاوى المستهلكين، وخطوات التحقق منها، والأسباب المحتملة للشكاوى.

فيما يلى قائمة ببعض الإرشادات الأساسية التى يلزم اتباعها فى التعامل مع شكاوى المستهلكين:

١- كن ودوداً ولطفياً مع المستهلك فى جميع الأوقات
٢- أكِّد للمستهلك أنك مسرورٌ لأنه تحمل مشقة الاتصال للإبلاغ عن مشكلته.
٣- اطلب من المستهلك أن يصف المشكلة.
٤- أنصِت باهتمام وهدوء لشرح المستهلك.
٥- راجع شرح المشكلة مع المستهلك واسأل الأسئلة اللازمة لتتأكد من أنك فهمت المشكلة.
٦- ابذل كل جهد ممكن لتعطى المستهلك إجابة فورية وواضحة ودقيقة للمشكلة.
٨- إذا كان من الضرورى الاتصال بالمستهلك فى مكان عمله أو إقامته، أكد له أنه سيتم تحديد موعد لذلك فى أسرع وقت.
٩- ابذل ما فى وسعك لتؤكد للمستهلك أن المشكلة قد تم حلها أو فى طريقها إلى الحل.
١٠- إذا لم يكن إرضاء المستهلك ممكنا، اعرض إحالته إلى شخص آخر فى الإدارة.

تذكر، أن شكاوى المستهلكين هى التى تُنَبِّهك عادةً إلى المشاكل التى تنشأ فى جودة أو خدمة مياه الشرب.

فحص الشكاوى

فى بعض الحالات، قد تحدث شكاوى من المستهلكين ويتم إبلاغها للمحطة من خلال إدارة الشركة وفي هذه الحالة فإنه على مشغل المحطة متابعة وإزالة أسباب الشكوى والتي قد تكون ناجمة من أحد الأسباب بالمحطة، ويتم ذلك بالتنسيق مع إدارة المعامل الرئيسية وإدارة خدمة المواطنين بالشركة، لذا فإنه يجب معاينة هذه الشكاوى وفحصها وتحديد الأسباب المحتملة لحدوثها وتوضح الجداول من رقم (١٠-٥) إلى رقم (١٠-١١) بعض نماذج من هذه الشكاوى.

جدول رقم (١٠-٥)

وجود فقاعات هوائية فى المياه أو ظهور المياه بيضاء اللون

فحص الشكوى	الأسباب المحتملة للشكوى
١- **المعلومات المطلوبة**: - ما هو موقع مبنى المستهلك؟ - حدد منطقة الضغط لمبنى المستهلك. - هل المبنى جديد، أو به مواسير جديدة تم تركيبها مؤخراً؟ - متى لوحظت فقاعات الهواء أو اللون الأبيض فى المياه أول مرة؟ - هل تم قطع المياه عن المبنى مؤخراً؟ - هل فقاعات الهواء أو اللون الأبيض موجودة فى المياه الساخنة والمياه الباردة؟ ٢- **الفحص الميدانى**: - افحص المياه بمبنى المستهلك - اطرد الهواء من المياه عن طريق: أ- غسيل مواسير المنزل إن لزم. ب- غسيل الخطوط المؤدية للمنزل وصرف المياه من خلال حنفيات الحريق. - خذ عينة إلى المعمل، إن لزم. - أبلغ نتائج الاختبارات المعملية للمستهلك	١- **شبكة التوزيع**: - إغلاق المواسير الرئيسية. - ضغط منخفض فى المواسير الرئيسية. - تسرب من صناديق حشو (جلاندات) الطلمبات. - تغيرات فى درجة حرارة الماء. - أسباب أخرى. ٢- **شبكة المواسير داخل المنزل**: - سخونة زائدة فى مواسير المياه الساخنة. - سخونة مواسير المياه الباردة. - وجود زنك من المواسير المجلفنة. - أسباب متنوعة.

جدول رقم (١٠-٦)

مياه عكرة، أو ملونة، أو محتوية على جسيمات غريبة

فحص الشكوى	الأسباب المحتملة للشكوى
١- **المعلومات المطلوبة**: - ما هو موقع مبنى المستهلك؟ - حدد منطقة الضغط لمبنى المستهلك. - متى تم اكتشاف المياه العكرة أول مرة؟ - ما شكل المياه؟ - هل المياه لها لون؟ - هل كلا من المياه الباردة والساخنة عكرة؟ - هل المياه عكرة فى جميع الحنفيات؟ - هل بالمنزل خزان؟ ٢- **الفحص الميدانى**: - افحص المياه بمبنى المستهلك - قم بإزالة الماء العكر عن طريق غسيل مواسير وخزان المنزل أو الخطوط المغذية للمنزل. - خذ عينة إلى المعمل، إن لزم. - أبلغ نتائج الاختبارات المعملية للمستهلك.	١- **شبكة التوزيع**: - مشاكل فى محطة تنقية المياه - كسور فى المواسير الرئيسية - نهايات مسدودة - وجود مواسير رئيسية، وخزانات، وخزانات مياه جديدة. - غسل حنفيات الحريق - عيب فى خط مواسير المستهلك - عدم غسيل شبكة التوزيع - تغييرات فى اتجاه سير المياه ٢- **شبكة المواسير داخل المنزل**: - أنظمة المياه الساخنة. - مواسير المنزل قديمة ومتآكلة. - إصلاحات المواسير (أعمال السباكة).

جدول رقم (١٠-٧)

المرض أو تهيج الجلد

فحص الشكوى	الأسباب المحتملة للشكوى
١- **المعلومات المطلوبة:** - ما هو موقع مبنى المستهلك؟ - حدِّد مصدر إمداد المستهلك بالمياه؟ - متى حدث المرض أولاً؟ - لماذا يُعتقد أن المرض بسبب الماء؟ - هل تأثر كل أفراد العائلة بالمرض؟ - هل كان الأفراد المتأثرون خارج المدينة مؤخراً؟ - هل تمت استشارة الطبيب؟ ٢- **الفحص الميدانى:** - افحص طعم، ورائحة، ولون، وعكارة المياه فى مبنى المستهلك؟ - تحقق من عدم وجود مواسير تمر في بيارة الصرف الصحي؟ - خذ عينة إلى المعمل للاختبار البكتريولوجى والاختبار الكيميائى. - أبلغ المستهلك بنتائج الاختبارات المعملية.	١- **شبكة التوزيع:** - تغير مصدر المياه - أسباب أخرى ٢- **اهتمامات المستهلك العامة:** - حواس المستهلك المتأثرة بالمرض، أو الأدوية.

جدول رقم (١٠-٨)
الطعم والرائحـــة

فحص الشكوى	الأسباب المحتملة للشكوى
١- **المعلومات المطلوبة**: - ما هو موقع مبنى المستهلك؟ - حدِّد مصدر إمداد المستهلك بالمياه؟ - متى تم اكتشاف الطعم والرائحة أول مرة؟ - هل الطعم والرائحة موجودان فى كـل مـن المياه الباردة والساخنة؟ ٢- **الفحص الميدانى**: - افحص المياه بمبنى المستهلك - اقترح قيام المستهلك بغسل مواسير المنزل. - أغسل الخطوط المغذية للمنزل مـن خـلال حنفيات الحريق، وصمامات التصفية، إن لزم - خذ عينة إلى المعمل، إن لزم - أبلغ المستهلك بنتائج الاختبارات المعملية.	١- **شبكة التوزيع**: - المياه الخام - محطة تنقية المياه - تطهير المواسير الجديدة، أو الخزانات. - سحب المياه للمنزل من نهايات مسدودة بالشبكة. - مياه من مصدر مختلف - أسباب أخرى. ٢- **شبكة المواسير داخل المنزل**: - خزانات المياه الساحنة - مواسير قديمة - خطوط المياه المكشوفة (المعرضة للخطر) - أسباب أخرى. ٣- **اهتمامات المستهلك العامة**: - حواس المستهلك المتأثرة بالطعم والرائحة.

جدول رقم (١٠-٩)
الديدان أو الحشرات

فحص الشكوى	الأسباب المحتملة للشكوى
١- **المعلومات المطلوبة**: - ما هو موقع مبنى المستهلك؟ - حدِّد مصدر إمداد المستهلك بالمياه؟ - أين وُجِدَت الكائنات الحية أول مرة؟ - كيف تصف هذه الكائنات؟ ٢- **الفحص الميدانى**: - افحص المياه وعينة من الكائنات الحية الموجودة بمبنى المستهلك؟ - اغسل مواسير المنزل، إن لزم - اغسل الخطوط المغذية للمنزل من خلال حنفيات الحريق أو صمامات التصفية، إن لزم. - أبلغ نتائج التحليل المعملى للمستهلك.	١- **شبكة التوزيع**: - الخزانات العلوية بالشبكة - تغذية المنزل من نهايات مسدودة بالشبكة - كسور رئيسية - محطات تنقية مياه الشرب - أسباب أخرى. ٢- **شبكة المواسير داخل المنزل**: - كائنات حية فى البانيوهات، والأوعية، وأحواض الغسيل. - كائنات حية تنمو في خزان المنزل العلوي.

جدول رقم (١٠-١٠)
مشاكل أحواض تربية الأسماك

فحص الشكوى	الأسباب المحتملة للشكوى
١- المعلومات المطلوبة: - ما هو موقع مبنى المستهلك؟ - متى بدأت الأسماك فى الموت؟ - متى أضيف الماء إلى الحوض آخر مرة؟ - هل أضيفت أسماك جديدة؟ - هل تمت إضافة أطعمة أو نباتات جديدة؟ - هل تم رش أى مواد بالقرب من الحوض؟ - هل الحوض جديد، أو هل استخدمت فيه مواد جديدة؟ **٢- الفحص الميدانى:** - افحص المياه بمبنى المستهلك - خذ عينة إلى المعمل، إن لزم - فحص المياه بالخزانات العلوية إن وجدت. - أبلغ المستهلك بنتائج الاختبارات المعملية.	**١- شبكة التوزيع:** - الرقم الهيدروجينى (pH) للماء - الكلور المتبقى - محتوى النحاس **٢- شبكة المواسير داخل المنزل:** - الرقم الهيدروجينى (pH) للماء - الكلور المتبقى - محتوى النحاس **٣- اهتمامات المستهلك العامة:** - التغير فى درجة الحرارة - الأكسجين الذائب - مواد رش النباتات والحشرات - مواد سامة مستخدمة فى إنشاء الحوض - حمل زائد على الحوض - تغذية زائدة أو ناقصة للأسماك - أمراض الأسماك - الكيماويات المستخدمة لمنع الأمراض - أسباب متنوعة.

جدول رقم (١٠-١١)

تلف الحدائق

فحص الشكوى	الأسباب المحتملة للشكوى
١- المعلومات المطلوبة: - ما هو موقع مبنى المستهلك؟ - مصدر الإمداد بالمياه؟ - متى كانت أول مرة لوحظ فيها تلف النباتات؟ - استعمال الأسمدة ومواد رش الحدائق - احتمال التلف بسبب الحيوانات - حساسية النباتات للشمس، والماء، والتربة. - تكرارية رى الحديقة. **٢- الفحص الميدانى:** - افحص المياه بمبنى المستهلك من حيث الرقم الهيدروجينى والكلور المتبقى. - خذ عينة إلى المعمل، إن لزم - أبلغ المستهلك بنتائج الاختبارات المعملية.	**١- شبكة التوزيع:** - الرقم الهيدروجينى (pH) للماء - الكلور المتبقى - محتوى النحاس **٢- شبكة المواسير داخل المنزل:** - الرقم الهيدروجينى (pH) للماء - الكلور المتبقى - محتوى النحاس **٣- اهتمامات المستهلك العامة:** - عدم الرعاية المناسبة للنباتات المُحِبَّة للأحماض - التسميد الزائد أو الناقص - الرى الزائد أو الناقص للنباتات - أمراض النباتات أو الحشرات - التلف بسبب رش الحدائق أو المساحيق (البودرة) - التلف بسبب الحيوانات - أسباب متنوعة.

الفصل الحادي عشر

صيانة معدات محطات التنقية

الفصل الحادي عشر

صيانة معدات محطة التنقية

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على أعمال هذا الفصل ينبغى أن يكون المتدرب قادرا على أن:

- يشرح مفهوم الصيانة المخططة وأمثلة لها والالتزام بواجبات مصنعي المعدات من خلال هيكل تنظيمي للصيانة.
- يصنف مستويات الصيانة والإصلاحات ومستويات تنفيذ هذه الصيانات والإصلاحات في المحطات والوحدات التابعة.
- يشرح محتويات نظام التسجيل الجيد كجزء من برنامج الصيانة الوقائية لتوثيق أعمال الصيانة والرجوع لها.
- يستخدم أمثلة نماذج وبطاقات وسجلات في أعمال الصيانة لتسجيل البيانات اللازمة لاستمرارية نظام أعمال الصيانة.
- يعد قائمة بمهام الصيانة المطلوبة لأمثلة من معدات محطات المياه مثل الطلمبات والمحابس والمولدات والأجهزة الدقيقة.
- يذكر بالتفصيل تركيب ومكونات المعدات المختلفة بمحطات المياه.
- يذكر خطوات التشغيل الصحيحة للمعدات الهامة بمحطة المياه مثل الطلمبات ومحركات الديزل.
- يحدد الأعطال التى يمكن أن تحدث لمعدات المحطة وأسبابها وكيفية إصلاحها.
- يذكر أنواع وأشكال المواسير والقطع الخاصة المستخدمة فى مجال مياه الشرب.

مقدمة

يتضمن هذا الفصل أسس تشغيل معدات محطات تنقية مياه الشرب وصيانتها وسوف يركز على أهمية وخطوات عملية الصيانة بالإضافة إلى إجراءات التشغيل المطلوبة مع التعرض لبعض الأسس التصميمية لاختيار بعض هذه المعدات.

مفهوم الصيانة

تعتبر صيانة مرافق مياه الشرب من العناصر الجوهرية لاستمرارها فى تقديم الخدمة بالكفاءة المطلوبة ولأطول فترة ممكنة. وعلى ذلك فإن تدريب العاملين على الأسلوب الأمثل للتشغيل وعلى نظام الصيانة الملائم لظروف هذا التشغيل يعتبر من العوامل الرئيسية فى ذلك المجال.

والتشغيل والصيانة فى هذا الإطار هما - فى الحقيقة - استثمار ذو عائد مجزٍ، سواء فى جودة إنتاج المياه وانتظام تقديمها للمستفيدين منها، أو فى الإبقاء على الأصول الرئيسية للمشروع الإنتاجى لأطول فترة ممكنة.

وحيث يوجد عمل توجد مشاكل وصعوبات وهذا بديهي، ولكن من الواجب ألاّ تؤدى هذه المشاكل والصعوبات إلى تعطيل عمل هذه المشروعات أو إعاقة الاستفادة منها أو الإجهاز عليها قبل أن تؤتىَ ثمارها، فهذا يعتبر إهدارا للمال العام.

وقد وجد من خبرة الممارسة والمتابعة أن هذه الصعوبات يمكن إيجازها فى إطار أساسى، هو عدم تفهم الصيانة كتقنية وأداء على كافة المستويات. وقد كان من أهم هذه المشاكل والصعوبات إهمال اعتبارات تكلفة التشغيل والصيانة على المدى المتوسط والمدى الطويل سواء عند التخطيط للمشروعات، أو عند إدارة عمل هذه المشروعات، مما يترتب عليه عدم إدارة المشروع أو المرفق بالأسلوب الأمثل الذى يؤدى بالضرورة إلى عدم وصول الخدمة للمستفيدين.

إن عدم تقدير تكلفة التشغيل والصيانة، أو التقدير الجزافى البعيد عن الواقع سواء بالزيادة أو بالنقص، سيؤثر فى النهاية على حالة المشروعات والمرافق التى صُرفت عليها ملايين الجنيهات، ولذلك يبرز الدور الهام الذى تلعبه الصيانة وأهمية تقدير تكلفة التشغيل والصيانة حيث أنها الوسيلة الوحيدة إلى:

١- الحفاظ على المشروع أو المعدّة فى حالة صالحة للتشغيل طوال فترة عملها التشغيلى.
٢ - تأمين استمرار التشغيل بقدر عالٍ من الفعالية والكفاءة، مع مراعاة تحقيق ذلك بأعلى درجة ممكنة من الاقتصاد فى الوقت والتكلفة.

هذا، وقد زاد إنتاج مياه الشرب من ٦ مليون م^{٣}/ يوم عام ١٩٨٢ إلى ٦,٨ مليون م^{٣}/ يوم عام ١٩٨٧إلى نحو ١٢,٥ مليون م^{٣}/ يوم عام ١٩٩٣ ثم إلى ٢٣ مليون م^{٣}/ يوم عام ٢٠١٠.

مما سبق يتضح لنا أن شركات مياه الشرب تواجه تحدياً هى قادرة عليه بالكفاءات الفنية والهندسية، وبالأسلوب العلمى السليم من أجل الحفاظ على هذه الأصول الثابتة التى هى ملك لأفراد الشعب المصرى كله. لذا فإن الأسلوب السليم للتشغيل والصيانة يعتبر أحد أهم هذه الأولويات أمام شركات المياه.

ومن الجدير بالذكر أن أحد المقولات الهامة لأحد الذين تولوا منصب السكرتير العام للأمم المتحدة "أن أحد معايير حضارة الأمم هي الصيانة بأنواعها"

الصيانـــة

الصيانة بصفة عامة عبارة عن الواجبات التى تجرى على المعدّة، إما بصفة دورية (مخططة)، أو عندما يتطلب الأمر، أو بمعنى آخر عند حدوث العطل (غير مخطط)، وذلك بهدف تقليل التآكل الطبيعى للأجزاء، وفى نفس الوقت

إطالة العمر الافتراضى للمعدّة، ويوضح الشكل (١١-١) الهيكل التنظيمى للصيانة والذى يحتوى على:

الصيانة المخططة عبارة عن الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية (الإصلاحات).

(أ) الصيانة الوقائية

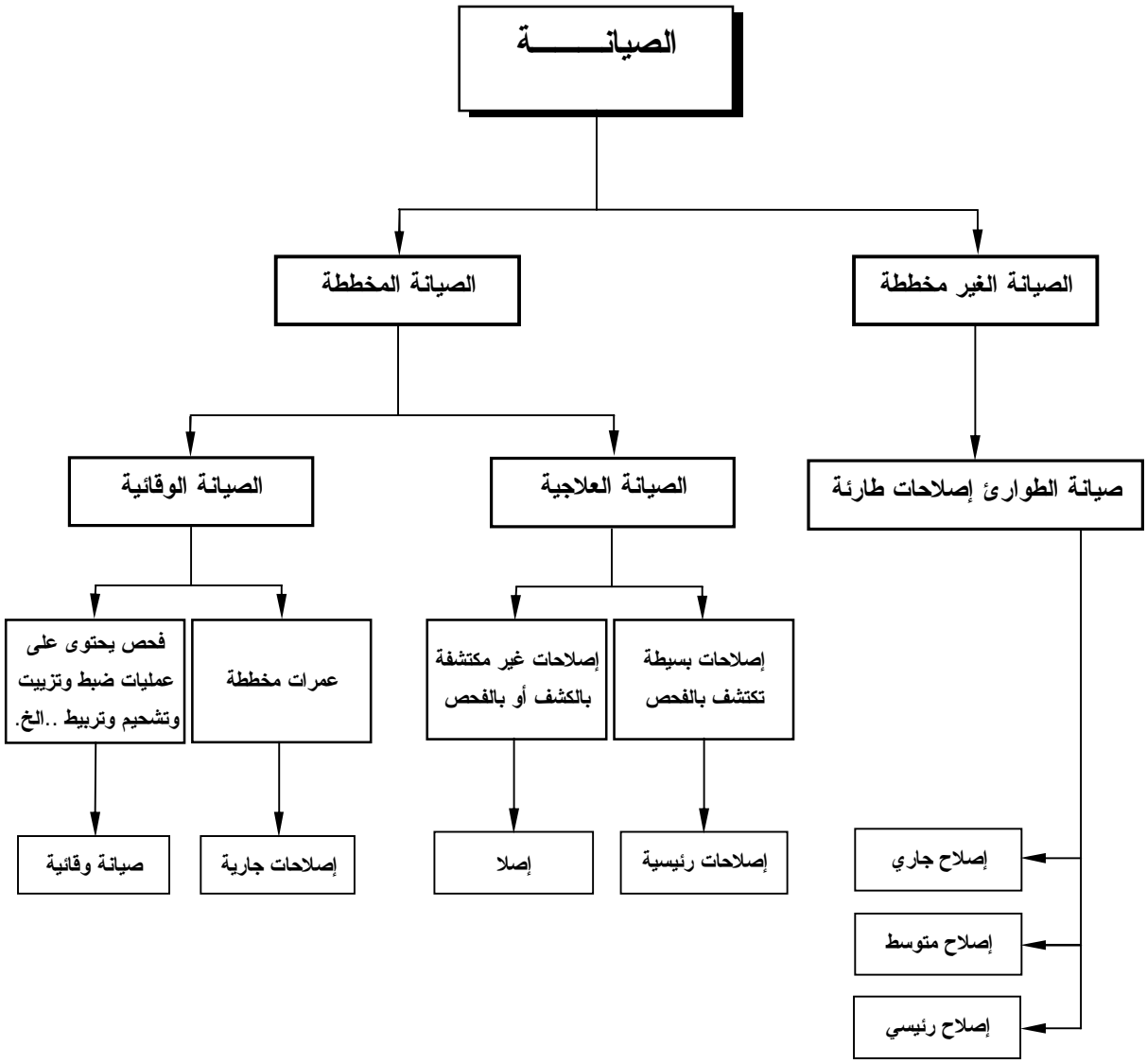
تحتوى على الأعمال التى تنفذ بصفة دورية للمعدّة بعد مسيرة مسافة معينة ، أو التشغيل لعدد معين من الساعات ، وذلك طبقا لتعليمات المنتج الأصلى، ويمكن أن نلخص هذه الواجبات فى:

- الإحساس Feel
- فحص Inspection
- تربيط Tightening
- تنظيف Cleaning
- ضبط Adjusting
- إحلال Replacing
- تشحيم وتزييت Lubricating

(ب) 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 بالاستبدال عندها، ومثال على ذلك تغيير السيور رولمان بلى - تيل فرامل - كرسى من كراسى المحاور ...الخ ، وذلك لتجنب حدوث العطل فى أى وقت أو لتجنب تلف بعض الأجزاء أو المجموعات الأخرى المصاحبة للجزء أو المجموعة المراد تغييرها.
- العمرات أو الإصلاحات الرئيسية للمعدات نفسها أو لأحد مجموعاتها الكبيرة (محرك / صندوق تروس / ...الخ) ، وذلك طبقا للحالة الفنية للمعدّة وقت اتخاذ القرار بإجراء العمرة.



شكل رقم (١١-١)
الهيكل التنظيمى للصيانة

الصيانة الغير مخططة وهى تشمل الإصلاحات التى تنفذ عندما تحدث الأعطال الفجائية أو فى حالة الحوادث. والأعطال الطارئة غالبا ما تحدث نتيجة سوء الاستخدام للمعـــدات أو عدم اتباع إجراءات التشغيل الصحيحة أو التحميل الزائد عن طاقتها.

مستويات الصيانة والإصلاحات

يحتوى كتالوج تعليمات التشغيل والصيانة الصادر من منتج المعدة على تعليمات خاصة بالمعدة نفسها. لذا فإنه يجب إعداد إجراءات الصيانة القياسية، سواءً كانت ميكانيكية أو كهربائية أو خاصة بالتشحيم والتزييت أو خاصة بعمليات الفحص. وعندما يتقرر إعداد الإجراءات القياسية الجديدة للصيانة، فإنه يتم تسجيلها خطوة بخطوة لإمكان تسهيل الأمر على الفنيين أثناء التنفيذ. ومن واقع هذه الإجراءات فإنه يمكن تقسيم الصيانة إلى مستويين للتنفيذ.

المستوى الأول

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 استبدال بعض المجموعات الصغيرة الميكانيكية أو الكهربائية أو أجزاء من طلمبات أو محركات. كما يحتوى على فك بعض من هذه المجموعات واستبدال بعض أجزائها وإعادة تركيبها.

المستوى الثانى

يتضمن هذا المستوى إجراء الإصلاحات المتوسطة التى تفوق طاقة وإمكانات المستوى الأول، حيث يتم إجراء العمرات العمومية أو الإصلاحات الرئيسية للمعدات سواءً الميكانيكية أو الكهربائية. ويمكن لهذا المستوى أيضا القيام ببعض الأعمال التى يوصى عليها فى كتالوج المعدّة بأن ينفذها مستوى عالٍ من الكفاءة والخبرة ، مثل تغيير زيوت صناديق تخفيض السرعات - اختيار مدى ملاءمة أعمدة الطلمبات ومجارى خابور تجميع

الأعمدة مع الطارات أو القوابض - وأخيرا تحليل الذبذبات للمحركات. وعند إجراء العمرة لمحرك أو لطلمبة، فإنه يتم الفك والتسليم للورشة القائمة بالإصلاح على أن يتم تركيب بدلا منها فور عملية الفك لضمان استمرار التشغيل.

مستويات تنفيذ الصيانة والإصلاحات المزمع تطبيقها

طبقا للهيكل التنظيمى والواجبات والمسئوليات الخاصة بالصيانة الوقائية والإصلاحات فانه يمكن التقسيم الى:

- مستوى المحطة
- مستوى القطاع أو المركز
- مستوى الشركة

مستوى المحطة

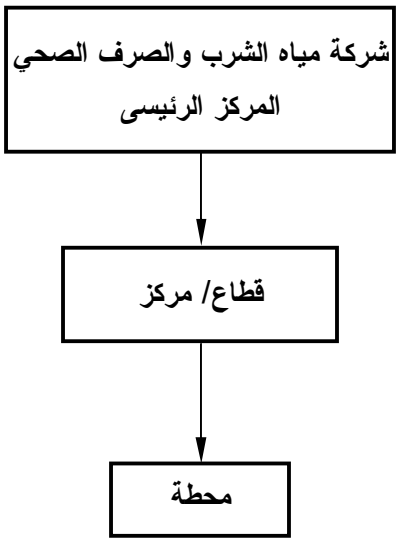
تكون مسئولية ورشة المحطة تنفيذ الصيانة الأسبوعية والشهرية والنصف سنوية والسنوية، أما الإصلاحات فتقوم هذه الورشة باجراء الإصلاحات الجارية (البسيطة) والمتوسطة.

مستوى القطاع/ المركز

يوضح الشكل رقم (١١-٢) أن هناك ورشة على مستوى المحطة، وورشة ثانية على مستوى القطاع/ المركز، وورشة رئيسية على مستوى الشركة.

ففى حالة تواجد ورشة على مستوى القطاع/ المركز، فإنها سوف تتولى مسئولية تنفيذ العمرات والإصلاحات الرئيسية والإصلاحات المتوسطة التى فوق طاقة ورش المحطة.

أما فى حالة تواجد ورشة رئيسية على مستوى الشركة وعدم وجودها على مستوى القطاع/ المركز، فإنها ستتولى مسئولية تنفيذ هذه الواجبات المذكورة لورشة القطاع بجانب الواجب المكلفة به على مستوى الشركة من صيانة وإصلاحات لمركبات ومعدات الشركة. وفى كل الحالات فإن الورشة سوف تعامل كمركز تكاليف من حيث قيامها بالواجبات المكلفة بها.



شكل رقم (١١-٢)
توزيع الورش على المستويات التنظيمية الشائعة

<u>توضيح الحاجة لبرنامج الصيانة الوقائية</u>

لمشغل محطة المياه عدة واجبات ومهام، ومعظمها له علاقة بكفاءة تشغيل المحطة، فمن مسئولية المشغل توصيل المياه المنقاة بنوعية تحقق المتطلبات والمواصفات المحددة للمحطة التى يعمل بها، وعند نجاحه بذلك، فإن المشغل سوف يطور علاقة عمل قوية مع منظمات ومؤسسات الرقابة على النوعية، ويحظى برضا قطاعات استهلاك المياه والعاملين فى مجالات معالجة وتأهيل المياه، وكذلك السكان المجاورين للمحطة.

ويتوقع من برنامج الصيانة الناجح، أن يغطى كل شئ، إذ يجب أن يشمل المعدات والتجهيزات الميكانيكية (Mechanical Equipment)، كالمضخات (Pumps)، والصمامات (Valves)، والكاشطات (Scrapers)، وجميع التجهيزات المتحركة (Moving Equipment)، وأن يهتم بأرضيات المبانى، وجميع المنشآت والوحدات المختلفة.

وحتى ينجح برنامج الصيانة، على المشغل أن يدرك مدى أهمية وفائدة المعدات والتجهيزات التى تعمل باستمرار، ودون توقف، كما ينبغى لها أن

تكون، إذ أن توقف أو عطل أى معدة أو تجهيزة هو بمثابة تهديد أو خطر يهدد نوعية المياه المعالجة، كما أن تصليح معدة أو تجهيزة معينة، لم يسبق صيانتها من قبل، يكون غالباً مكلفاً أكثر بكثير من تكاليف الصيانة

وتساعد برامج الصيانة الوقائية (Preventive Maintenance Programs) العاملين والمشغلين فى المحافظة على معدات و تجهيزات المحطة جاهزة للعمل، كما تساعد فى اكتشاف وتصحيح الخلل وقبل أن تتطور إلى أعطال.

<u>بيان محتويات نظام التسجيل الجيد كجزء من برنامج الصيانة الوقائية</u>

يبين عناصر نظام التدوين وحفظ السجلات الجيد (Good Record Keeping System) كجزء من برنامج الصيانة الوقائية، وهى الطريقة الوحيدة التى تمكن المشغل من أن يدرك حقيقة وأهمية برنامج الصيانة الوقائية وهى باعتماد نظام تدوين وحفظ السجلات الجيد، يخبرنا النظام الجيد متى يحين موعد صيانة معدة أو تجهيزة معينة، ويعطى سجلاً كاملاً لأدائها، وفقاً للتعليمات، فإن الأداء الضغيف هو سبب جيد لاستبدال القطع أو لشراء معدة جيدة، فالتدوين الجيد يحافظ على فعالية الكفاءة للأجهزة والمعدات ويبقيها سارية المفعول.

ويجب أن يتضمن التسجيل الجيد الأمور التالية:

أ. بطاقة خدمة الأجهزة (المعدات) (Equipment Service Cards)

ب. بطاقات سجل الخدمة (التشغيل) (Service Record Cards)

إنه من الإجراءات الجيدة أن نبدأ بهذين البندين الذين يعطيان معلومات كافية عن التجهيزات المختلفة.

النموذجان أدناه هما مثالان لشكلى بطاقة خدمة الأجهزة، وبطاقة سجل الخدمة.

بطاقة خدمة الأجهزة (المعدات) (Equipment Service Cards)

اسم المعدة: المضخة رقم (١) لرفع المياه العكرة

رقم العمل التسلسلى	العمل المطلوب	المرجع	التكرار الزمنى للخدمة	التاريخ/ اليوم
١	فحص الحشوات Packing Gland Boxes	فقرة ١	يومياً	
٢	شغل المضخة بشكل دورى	فقرة ١	أسبوعياً	
٣	فحص صلابة تثبيت المضخة	فقرة ١	أسبوعياً	
٤	فحص كراسى التحميل Bearings وقم بتشحيمها	فقرة ١	ربع سنوى	
٥	فحص حرارة كراسى التحميل	فقرة ١	ربع سنوى	
٦	فحص استقامة (Alignment) المحرك مع العمود	فقرة ١	نصف سنوى	
٧	افحص المضخة وقم على صيانتها	فقرة ١	نصف سنوى	

بطاقات سجل الخدمة (التشغيل) (Service record cards)

اسم المعدة: المضخة رقم (١) لرفع المياه العكرة

التاريخ	العمل المنجز (رقم العمل التسلسلى)	التوقيع

المضخات

تسمى المعدة التى تزيح السوائل وتضيف إليها طاقة بأنها مضخة. فعندما تعمل المضخة فإنها تحول الطاقة الميكانيكية المحركة لها إلى طاقة هيدروليكية (ضغط - وضع - حركة).

وتتعدد الأساليب فى الإزاحة وفى تحويل الطاقة فيما بين مشروعات المياه (رى - شرب - صناعية) والصرف الصحى والصناعى والعديد من التطبيقات العملية التى يجرى فيها التعامل مع السوائل بصفة عامة والمياه بصفة خاصة.

ويمكن تصنيف المضخات إلى نوعين رئيسين هما:

أ. المضخات الديناميكية الدوارة (Rotodynamic pumps)
ب. مضخات الإزاحة الموجبة (Positive displacement pump)

المضخـــــــات الديناميكية الدوارة

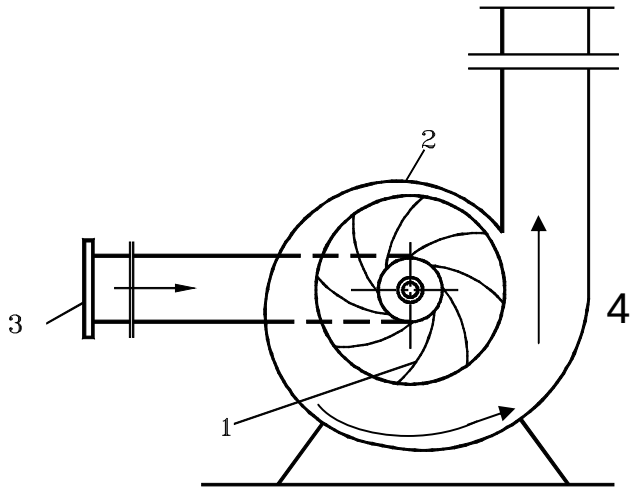
يجد هذا النوع من المضخات قبولا لدى المستخدمين لـــه، ليس فقط لبساطة مكوناتها وتركيبها مما ييسر للمستخدم الصيانة وتشخيص الأعطال والإصلاح ولكنه من الناحية الهندسية مدمج (Compact) وذو كفاءة عالية على النحو الذى سيبين فيما بعد.

ومن أمثلة المضخات الديناميكية الدوارة: المضخة الطاردة المركزية، والمضخة ذات السريان المحورى.

١ - المضخة الطاردة المركزية (Centrifugal pump):

يوضح الشكل رقم (١١-٣) الشكل العام للمضخة وللقرص الدافع الدوار ذو الريش الداخلية الموجهة (1) والغلاف الحاوى له (2) وإتجاه سريان السائل (3) و (4) أى الدخول/الخروج أو السحب/التسليم (الطرد).

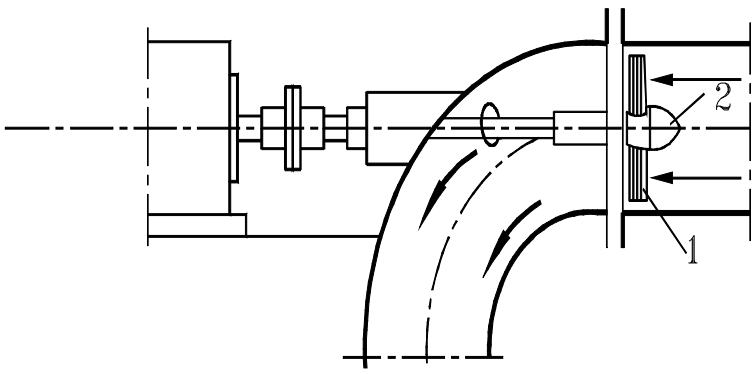
عند دوران المروحة، تنتقل المياه بفعل الطرد المركزى من فتحة دخولها إلى المروحة، فى مسار تحدده ريش المروحة الداخلية، التى تقذف به داخل تجويف الغلاف الحاوى ثم فتحة الخروج من الغلاف (4) إلى شبكة المواسير المتصلة بفتحة الخروج أو التسليم (الطرد). وتوجد الطلمبات الطاردة المركزية في عدة أشكال مختلفة حسب طبيعة الاستخدام، فتوجد منها الطلمبات الرأسية ذات أعمدة الإدارة والطلمبات ذات الاتصال المزدوج بدون عمود كردان والطلمبات الأفقية والطلمبات الغاطسة.



شكل رقم (١١-٣)
الشكل العام للمضخة الطاردة المركزية

٢ - المضخة محورية السريان (Axial flow pump):

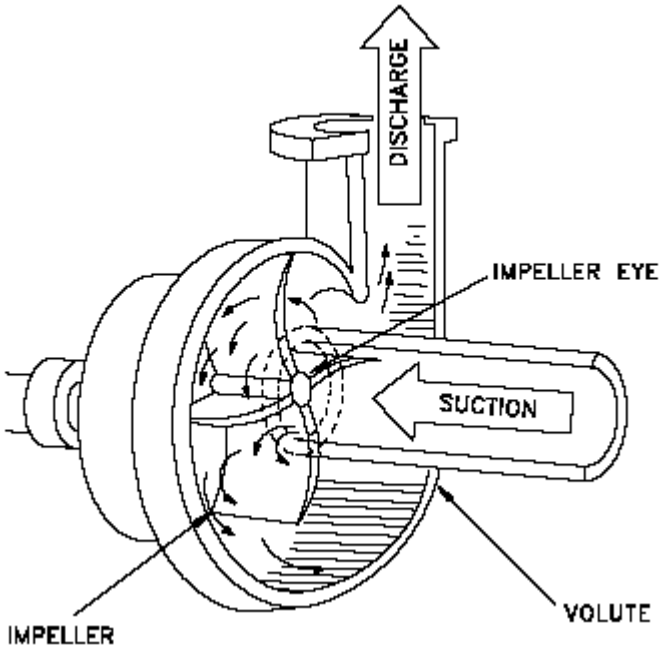
يعرض الشكل رقم (١١-٤) الشكل العام لمضخة محورية الإزاحة وريش الإزاحة (1) المثبتة على صرة (2) فى وضع ذى زاوية ميل على المستوى العمودى على محور الدوران، وينجم عن دوران الصرة والريش المركبة عليها إزاحة للمياه فى إتجاه المحور من أمام الريش (السحب) إلى خلفها (التسليم) أو الطرد.



شكل رقم (١١-٤)
الشكل العام للمضخة محورية السريان

٣ - مضخات التدفق المختلط (Mixed Flow Pumps)

مضخات التدفق المُخْتَلَط ، كما يتضح من الاسم ، وكوظيفة هو جمع بين المضخات المحورية والقطرية، حيث يُواجهُ السائلَ كلا من العجلة الدائرية والرفع في وجود غلاف ناعم ما بين ٠-٩٠ درجه مِنْ الإتّجاهِ المحوريِ. وكنتيجة لذلك فأن مضخات التدفق المختلط يمكنها العمل عند ضغوط مرتفعة مقارنة بالطلمبات المحورية وتدفق أعلي من الطلمبات القطرية ، ونتيجة لوجود زاوية لخروج التدفق ادي الي تشابة بين منحنيات الاداء (التدفق/الضغط) لكل من المضخات المحورية ومضخات التدفق المختلط.



شكل رقم (١١ - ٤)
الشكل العام للمضخة ذات التدفق المختلط

مضخات الإزاحة الموجبة

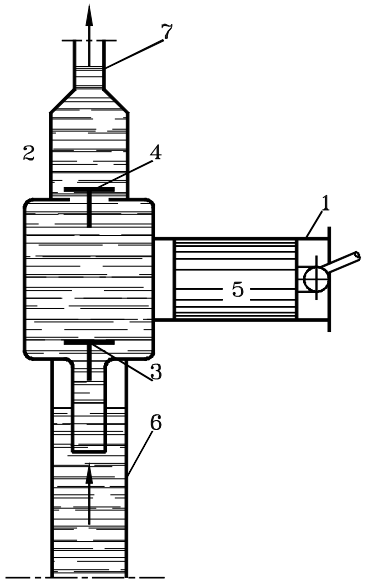
تعتمد مضخات الإزاحة الموجبـــــة (Positive displacement pumps) على سحب السائل أو المياه داخل تجويف معدنى صلب (Rigid) وإزاحته خارج التجويف بجسم صلب هو الآخر مثل مكبس (Piston) أو بوابة منزلقة (Sliding Gate) أو تروس (Gears).

ومن أمثلة مضخات الإزاحة الموجبة: المضخة الترددية، والمضخة الدوارة.

١ - المضخة الترددية ذات الإزاحة الموجبة:

يوضح الشكل رقم (١١-٥) الأجزاء الرئيسية لمضخة ترددية ذات إزاحة موجبة (Reciprocating-positive displacement pump) حيث الاسطوانة الصلبة (1) مركبة على خزانة الصمامات (2) والتى بها صمام السحب (3) وصمام التسليم (4). وعند تحرك المكبس (5) ترددياً للخلف ثم للأمام يتم سحب السائل من المأخذ (6) ثم تسليمه إلى المخرج (7).

وفى هذا النوع من المضخات تقلل قوى القصور الذاتى من إمكانية زيادة سرعته بحيث يمكن إدارته مباشرة بمحرك كهربائى سريع اللفات، إلى جانب أن التصرف الخارج منه ذا طبيعة نابضة (Pulsating) وليس مستمراً ويشيع استخدام هذا النوع فى كثير من الاستخدامات التى يمكن الاعتماد على إدارتها يدوياً.



شكل رقم (١١-٥)

الأجزاء الرئيسية لمضخة ترددية ذات إزاحة موجبة

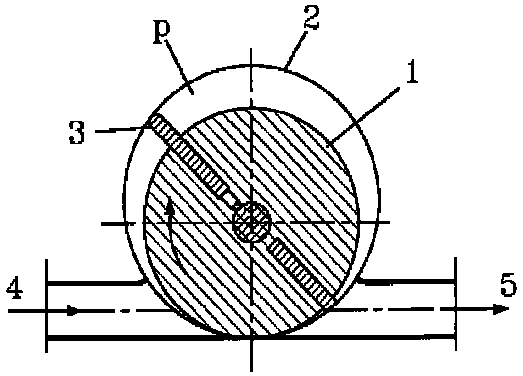
٢ - المضخة الدوارة ذات الإزاحة الموجبة:

يبين الشكل رقم (١١-٦) الأجزاء الفاعلة لمضخة دوارة موجبة الإزاحة (Rotary-positive displacement pump)، والتى قوامها عضو

دوار ذو قطر مناسب يدور حول محوره (1) داخل غلاف أسطوانى معدنى (2) محوره الهندسى لا ينطبق على محور دوران العضو الدوار، لينشأ بين العضو الدوار والغلاف الأسطوانى فراغ هلالى الشكل (P). الريشة (3) تنزلق بسهولة فى شق فى جسم العضو الدوار.

عند دوران العضو الدوار تندفع الريش بعيدة عن مركز الدوران بفعل قوة الطرد المركزى لتلامس السطح الداخلى للغلاف مكونة خلفها غرفة (هى فى الحقيقة جزء من الفراغ الهلالى) يتزايد حجمها فتمتلىء بالسائل من المأخذ (4) فى حين أن الغرفة التى أمام الريشة يتناقص حجمها فيجبر السائل على الخروج من المخرج (5).

وهذا النوع من المضخات يمكن إدارته مباشرة من محرك كهربائى على عكس النوع الترددى موجب الإزاحة.



شكل رقم (١١-٦)
الأجزاء الفاعلة لمضخة دوارة موجبة الإزاحة

ومن أنواع المضخات التى لا يندرج مبدأ عملها ضمن النوعين السابقين:

١- نافثات الموائع
٢- رافعات السوائل باستخدام الهواء المضغوط

ويوضح الجدول رقم (١١-١) أنواع الطلمبات المستخدمة في التطبيقات المختلفة حسب طبيعة الاستخدام.

جدول رقم (١١-١)
استخدام الطلمبات في أنظمة المياه

نوع الاستخدام	الوظيفة	نوع الطلمبة
خدمة بسيطة	لرفع المياه من المصدر إلى عمليات التنقية أو من خزانات المياه إلى نظام الغسيل العكسي للمرشح	طاردة مركزية، محورية ومختلطة
خدمة شاقة	لضخ المياه تحت ضغط إلى شبكة التوزيع	طاردة مركزية، محورية ومختلطة
تعزيز	لزيادة الضغط في شبكة التوزيع أو لرفع المياه إلى الخزانات العلوية	طاردة مركزية
آبار	لرفع المياه من الآبار الضحلة أو العميقة وضخها إلى الخزانات في محطة التنقية أو إلى شبكة التوزيع	طاردة مركزية أو روافع نفاثة
التغذية بالكيماويات	لإضافة الجرعة المطلوبة من المحاليل الكيميائية إلى عمليات التنقية المختلفة	إزاحة موجبة
أخذ عينات	لضخ المياه من نقاط جمع العينات إلى المعمل أو إلى جهاز التحليل الأوتوماتيكي	إزاحة موجبة أو طاردة مركزية
الروبة	لضخ الروبة المترسبة في أحواض التنقية إلى أماكن معالجتها أو التخلص منها	إزاحة موجبة أو طاردة مركزية

محددات الأداء

محددات الأداء الكمية فى المضخات هى:

- معدل التصرف (م^{٣}/س) أو (ل/ث)
- ارتفاع الضغط عبر المضخة (نيوتن/م^{٢}) أو (كجم/سم^{٢})

وغالباً ما يعبر عنه بمقدار ضاغط المضخة وهو ارتفاع عمود السائل بالمتر الذى تحدثه المضخة.

والمضخة ذات الانسياب المحورى (Axial flow pump) هى التى تحقق أقصى معدل تصرف ممكن، أما المضخة الترددية الموجبة (Reciprocating pump) فهى التى تعطى القيم الحدية لارتفاع الضغط عبرها.

تقسيم المضخات طبقا لمحـــددات الأداء

ما بين المضخـــة ذات الانسياب المحورى والمضخـــة الترددية الموجبة تقع بـــاقى أنـــواع المضخات، والرســـم البيانى الموضـــح بالشكل رقم (١١-٧) يوضح محددات أداء بعض أنواع المضخات طبقاً لما أمكن الاسترشاد به من بيانات المنتجين للمضخات منذ عشرين عاما، والتى طرأ عليها تغيير كبير من ناحية معدلات التصرف كنتيجة لاستخدام تقنيات تصنيع جديدة وخامات مستحدثة.

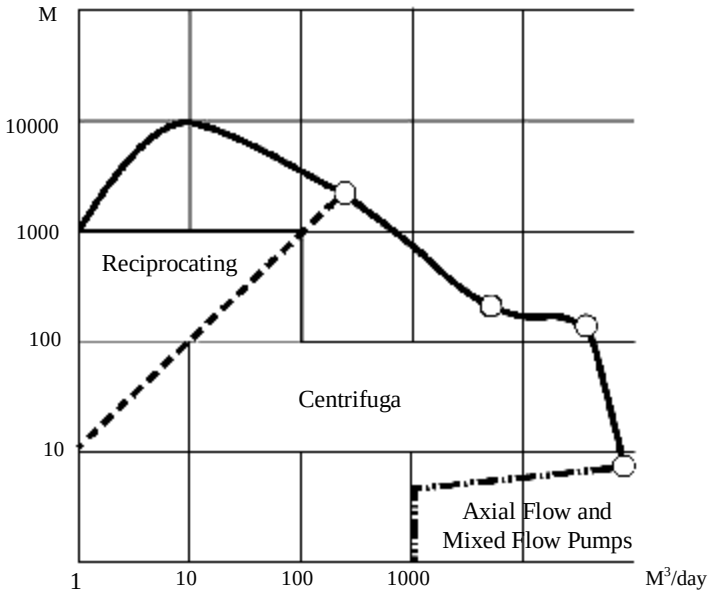
وهناك العديد من البيانات الواجب توافرها لدى مستخدم المضخة حتى يتمكن من تركيبها واستخدامها طبقا للأصول الهندسية. وهذه البيانات تشمل:

- وصف عام للمضخة يتناول الأجزاء الرئيسية وما يميز كل منها سواء من ناحية سهولة الفك والتركيب - الأمان فى التصميم - المرونة فى الصيانة، ..... إلخ.

- مجال أداء المضخة - استخداماتها المختلفة وظروف تشغيلها - أنواع التراكيب المختلفة فى هذا الطراز - منحنيات الأداء.

- المكونات الداخلية وقائمة الأجزاء ليتسنى طلب قطع الغيار بدون لبس فى المسمى أو مكان التركيب.

- رسم مبين عليه الأبعاد ودرجة دقتها اللازمة للآتى:
تركيب المضخة على القواعد - تركيب السحب والطرد - الحيز الذى تشغله المضخة - وسيلة رفعها وأسلوب ذلك.



شكل رقم (١١-٧)

محددات أداء بعض أنواع المضخات

وكل هذه البيانات تعطى فرصة للتعامل مع المضخة طبقا للأصول الهندسية وما يتبع ذلك من:

- تحقيق الأداء السوى
- السلامة والأمان فى الاستخدام
- تأمين مداومة الإستخدام بالحد الأدنى من التوقفات غير المخططة
- إمكانية تخطيط أعمال الصيانة أو الاصلاح، بدلاً من الشروع فيها ثم التوقف لعدم اكتمال الاحتياجات اللازمة لذلك.
- ترشيد المخزون من قطع الغيار.

الخطوات الضرورية عند بداية تشغيل المضخة لأول مرة:

ولإعطاء أمثلة للإجراءات القياسية لأعمال التشغيل، فإننا يمكن إيجاز بعض منها كمايلي:

١. يجب أن يقوم بالعمل شخص مؤهل ومتدرب، كمندوب الشركة الصانعة، أو المهندس الاستشارى، أو المشغل الخبير، حتى يستطيع المشغل أن يتعلم الكثير عن المعدات (المضخات والمحركات) خلال مساعدته وتواجده بصحبة مندوب الشركة أثناء وعند بداية تشغيل الأجهزة والمعدات.

٢. قبل بداية تشغيل المضخة، يجب تشحيم المضخة وفقاً لتعليمات التشحيم، لف عمود المضخة (Shaft) يدوياً والتأكد من دورانه بحرية وسهولة، كما يجب التأكد من أن العمود والمحرك مصطفان على نفس الخط، وأن الازدواج المرن (Flexible Coupling) مضبوط، والتأكد من أن السيور (Belts) مضبوطة فى حال وجودها.

٣. التأكد من أن خصائص التيار الكهربائى (Electric Current Characteristics) متوافقة مع مواصفات المحرك والتأكد من سلامة التوصيلات الكهربائية (Wiring).

٤. التأكد من أن وحدة قياس الحرارة (الوحدة الحرارية) (Thermal Unit) مثبة بشكل صحيح.

٥. تشغيل لحظى للمحرك للتأكد من أن المحرك يدير المضخة باتجاه أسهم الإدارة (Rotational Arrows) المبينة على المضخة.

٦. فى حال وجود وحدات منع تسرب الماء المنفصلة (Separate Water Seal Units)، أو نظام تحضير بالخلخلة (Vacuum Primer Systems) يجب أولاً تجربة هذه الوحدات والتأكد من عملها بشكل جيد.

٧. التأكد من أن المحابس (Discharge Valve) مفتوحة في حالة الطلمبات المحورية ومغلقة في حالة الطلمبات الطاردة المركزية.

٨. الانتباه إلى أنه لا يجوز تشغيل المضخة قبل تحضيرها بالماء (سحب الهواء من جسم الطلمبة وماسورة السحب) لبدء العمل، ولتشغيل المضخة يجب أولاً ملء المضخة بالكامل بالماء، وذلك لتفريغ الهواء

من المضخة (أحياناً ما يتم ذلك بشكل تلقائى)، وأحياناً يوجد صمام خاص لإكمال العملية، إذ لا يجوز تشغل المضخة قبل تحضيرها وسحب الهواء منها.

بعد تشغيل المضخة، يجب مراعاة ما يلى:

- التأكد من أن اتجاه الدوران (Direction of Rotation) صحيحاً وفقاً للأسهم المبينة على المضخة.
- التأكد من عدم وجود تسرب زائد للماء من صناديق الحشوات.
- تفحص حرارة كراسي التحميل بسبب قلة أو زيادة التشحيم.
- التأكد من أن الازدواج المرن لا يصدر عنه صوتاً مزعجاً، أما فى حال كونه مزعجاً، فالسبب قد يعود إلى عدم اصطفاف المحرك مع العمود على نفس الخط، أو خلل فى المعايرة.
- تفحص صلابة تثبيت المضخة.

وللتأكد من أن المضخة الجيدة تعطى كمية التدفق والضغط التصميمى (Design flows and Pressure)، فإنه يجب قياس كلاً من التدفق والضغط ومقارنتهما بقيم ومنحنيات الأداء (Performance Curves) وفقاً لتعليمات المصنع، وفى حال عدم توافق القيم الواقعية مع بيانات المصنع، فيجب البحث عن أسباب الخلل التى قد تكون فى الخطوط أو التوصيلات مع فحص مواقع التسرب إن وجدت.

<u>الأسباب التي تؤدى إلى خفض تصرف المضخة:</u>

يمكن إيجاز بعض مشاكل التشغيل التى تؤدى إلى خفض كفاءة المضخة وبالتالي تؤدى إلى خفض كمية تصرف المضخة.

- المضخة لا تعمل.
- المضخة غير مفرغة من الهواء بالكامل.
- سرعة المحرك بطيئة جداً.
- عمود الضخ عالٍ جداً (الضاغط المانومتري) أكبر من ضغط الطلمبة.

- مروحة الطلمبة (Impeller) مغلقة أو مسدودة.
- مدخل خط السحب مرتفع عن منسوب المياه مما يسمح للهواء بالدخول إلى الطلمبة اثناء السحب.
- الصمامات مغلقة كلياً أو جزئياً.
- تقادم المروحة مما ادي الي تأكل اجزاء منها.
- عطل أو تقادم فى المرابط.
- تلف خابور ربط الريشة بعمود الطلمبة.
- كسر فى الازدواج المرن (الكوبلنج).
- زيادة الخلوص فى حلقات التآكل بين المروحة وجسم الطلمبة.

إجراءات الصيانة الوقائية للمضخات بشكل عام

يمكن إيجاز بعض إجراءات الصيانة الوقائية وتكرار تنفيذها فيما يلي:

- فحص حشو وربط مانع تسرب الماء (يومياً).
- فحص حشو وربط مانع تسرب الزيت (يومياً).
- فحص حرارة كراسى التحميل (يوميا).
- نظف المضخة (يوميا).
- فحص حالة المحرك (يومياً).
- شغل المضخات بالتناوب (أسبوعياً).
- فحص كامل مجموعة المضخة (أسبوعياً).
- فحص جميع الحشوات وتوابعها (أسبوعياً).
- فحص موانع التسرب الميكانيكية (أسبوعياً).
- فحص وتشحيم كراسى التحميل (شهريا).
- التأكد من اصطفاف محورى المضخة والمحرك على خط واحد (نصف سنوى).
- تصريف الماء من المضخة عند سحبها من الخدمة مدة طويلة.

الصيانـــة الطارئة لمعدات التحضير

١. لا تعمل أى طلمبة طاردة مركزية ما لم يكن غلافها الحلــزونى وماسورة السحب الخاصة بها مملوءان بالسائل.
٢. يجب تركيب الطلمبات بحيث يكون منسوب محورها أدنى من أقل منسوب للمياه فى البيارة تفاديًا لحدوث ضغط أقل من الضغط الجوى.
٣. فى حالة تعذر الشرط السابق فإنه يجب مراعاة أن لا يقل الفرق بين منسوب محور الطلمبات وأقل منسوب للمياه فى البيارة عن مسافة H_s تطبيقًا للمعادلة:

$H_s = H_A -$ (مجموع فواقد الضغط فى مواسير السحب)

H_S = فرق المنسوب بين محور الطلمبات وأقل منسوب للمياه فى البيارة

H_A = الضغط الجوى ويساوى ١٠,٥ متر

إذا لم يتسنى تحقيق الشرط السابق فإنه يتم تجهيز الطلمبة بإحدى الوسائل التالية التى تساعد على تحضير الطلمبة ميكانيكيًا:

١. محبس قدم (Foot Valve)

وهو نوع من أنواع محابس عدم الرجوع (رداخ) (Check Valve) يوضع فى بداية ماسورة السحب بعد المصفاة مباشرة ويغلق أوتوماتيكيًا ليمنع هروب المياه عند توقف الطلمبة عن العمل وبالتالى تظل الطلمبة مليئة بالمياه. تجهز الطلمبة بجزرة هواء Cock بأعلى نقطة فى الطلمبة تفتح اثناء ملء الطلمبة بالمياه ليسمح للهواء بالخروج وبالتالى تحل محله المياه وهى تصلح إذا كان الطلمبة مركبة على مستوى أقل من منسوب المياه فى البيارة.

يجب الكشف الدورى على محبس القدم (Foot Valve) وكذلك جزرة الهواء لكى تتم عملية التحضير بطريقة سليمة.

٢. نظام التحضير المركزى

يتم استخدام هذا النظام لتحضير الطلمبات أوتوماتيكيًا إما منفردة أو مجتمعة بنظام تفريغ الهواء من محبس أعلى الغلاف الحلزونى لكل طلمبة

يكون متصلا بطلمبة تفريغ ويتم اختيار طلمبة التفريغ تبعًا لوقت التحضير المطلوب باتباع المعادلة التالية مع مراعاة عمود السحب الأقصى:

$$T = \frac{V}{Q_s}.F$$

حيث:

T: زمن التحضير المطلوب (ثانية)

V: حجم الهواء بالطلمبة وماسورة السحب الرئيسية (م^3)

Q_s: طاقة طلمبة التحضير م^3/ثانية

F : معامل السحب تبعًا للجدول الآتى:

عمود السحب بالمتر	صفر	١	٢	٣	٤	٥
معامل الخط الرأسى	٠,٠٨٧	٠,٠٩٣	٠,٠٩٩	٠,١٠٤	٠,١١	٠,١١٨
معامل الخط الأفقى	٠,٠٨٧	٠,٠٩٧	٠,١٠٧	٠,١٠٧	٠,١٣٢	٠,١٤٨

مكونات نظام التحضير المركزى

١. خزان التفريغ
٢. طلمبة التحضير وعادة ما يكون عددها ٢ Twin-Pump
٣. كرة التحكم فى إنهاء عملية التحضير
٤. عدد ٣ إلكترودات لبيان المنسوب

تجرى الصيانة الأسبوعية على جميع المعدات السابقة سواء ميكانيكية أو كهربية للتأكد من سلامتها.

صيانة المحركات الكهربية

<u>إجراءات الصيانة الوقائية للمحرك الكهربائى</u>

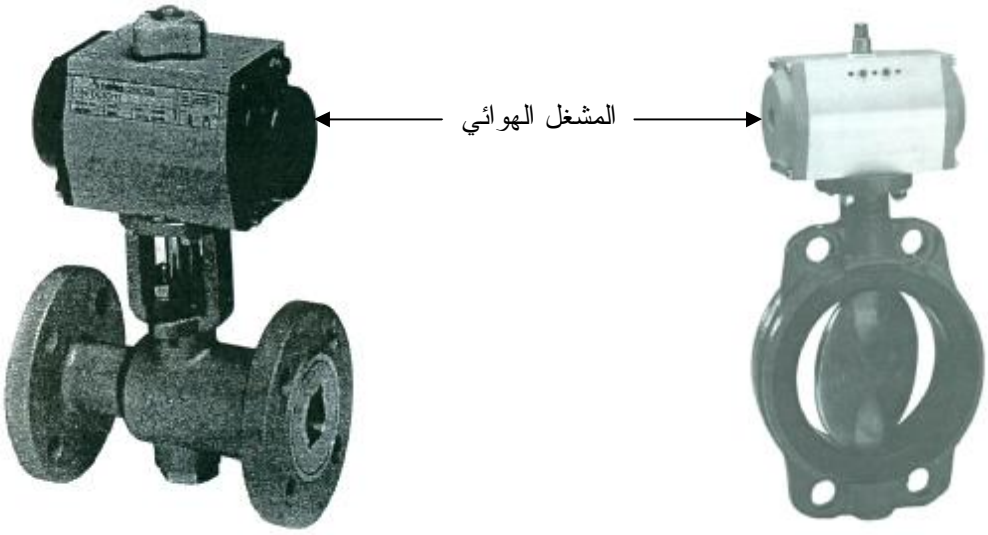
يمكن إيجاز بعض إجراءات الصيانة الوقائية للمحرك الكهربى وتكرار تنفيذها فيما يلي:

- فحص حالة المحرك مع التأكد من عدم وجود ضجيج أو اهتزازات او ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المقبول اثناء التشغيل (يومياً).

- دون وسجل جميع الحالات غير الاعتيادية (أسبوعياً).
- شحم كراسى التحميل (طبقا لما ينص علية المُصنع).

المحابس التي تعمل بضغط الهواء تتكون المحابس التي تعمل بضغط الهواء من عدة أجزاء رئيسية كما يلي:

١- **<u>المحبس الرئيسي:</u>** وغالبا يكون من نوع الفراشة.



شكل رقم (١١-٨)
وحدة كاملة لمحبس فراشة والمشغل الهوائي

شكل رقم (١١-٩)
وحدة كاملة لمحبس كرة ومشغل هوائي

٢- <u>منظم كهرومغناطيسي</u>

وظيفته استقبال إشارة فتح/ قفل المحبس من لوحة التشغيل وبناء على هذه الإشارة يقوم المنظم بفتح مسارات محددة لمرور الهواء المضغوط من المصدر إلى المشغل.

٣- <u>المشغل الهوائي: Pneumatic Actuator</u>

وهو عبارة عن جهاز يحتوي على أجزاء أو مجموعات ميكانيكية تتحرك بضغط الهواء حركة طولية تتحول إلى حركة دورانية تنتقل إلى عمود المحبس.

٤ - منظومة إنتاج الهواء المضغوط

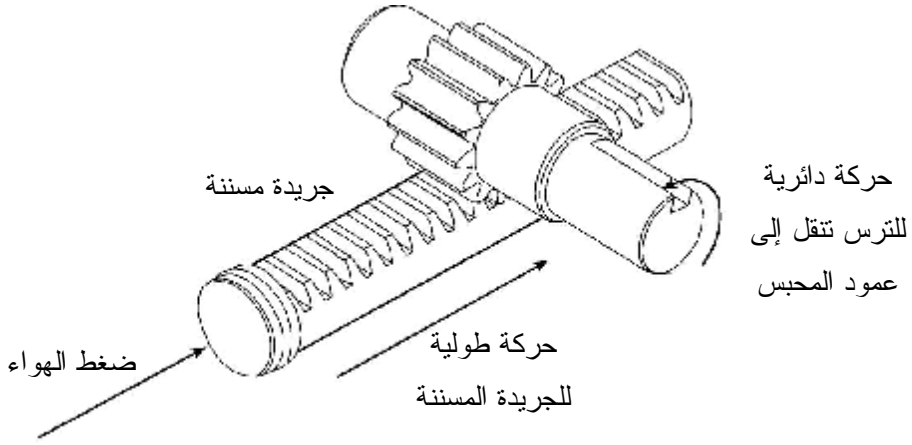
وتتكون من:

أ- كباس هواء أو أكثر لتغذية الهواء بالضغط المطلوب لتشغيل المحابس.
ب-خزان سعته ١٠٠٠ لتر (١ م^{٣}) لتخزين هواء يكفي لتشغيل المحابس لمدة معينة وفي حالة الطوارئ ويتحمل ضغط التشغيل.
ت-شبكة توزيع للهواء المضغوط إلى المناطق المختلفة.
ث-خراطيم بلاستك لتوصيل الهواء من الشبكة إلى المنظمات والمشغلات.

فكرة التشغيل

المشغل الترسي

تقوم فكرة عمل هذا النوع من المشغلات على وجود جريدة مسننة وترس وعند دخول الهواء المضغوط يسبب حركة الجريدة في اتجاه الضغط (حركة طولية) تتحول إلى حركة دوران عن طريق الترس ومنه إلى عمود المحبس وعند عكس الإشارة تعود الجريدة مكانها مسببة حركة دوران في الاتجاه العكسي.



شكل رقم (١١-١٠)
فكرة عمل المشغل الهوائي الترسي

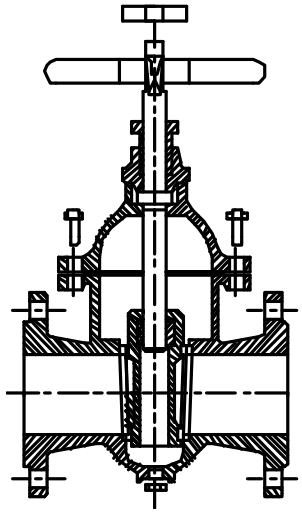
صيانة المحابس

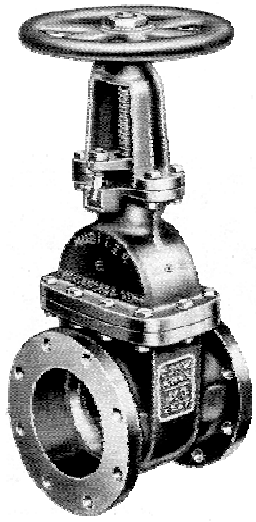
إجراءات الصيانة الوقائية للمحابس البوابية.

يوضح الشكل رقم (١١-١١) صورة وشكل توضيحي للمحبس البوابي.

وتتطلب المحابس البوابية إجراءات الصيانة التالية:

- تبديل الحشو (سنوياً).
- تشغيل الصمام، وذلك تجنباً للالتصاق (نصف سنوى).
- تشحيم صندوق التروس إن وجد (سنوياً).
- تشحيم عمود الرفع (سنويا).
- تشحيم الصمامات المغطاة أو المدفونة (سنوياً).
- الكشف على قلاووظ عمود الرفع والجشمة وتغيير ما يلزم (سنويا)
- تجديد أو إصلاح سطح حلقات التآكل النحاسية المتقادمة بين قرص وبدن المحبس لمنع التسرب (سنوياً).





شكل رقم (١١-١١)

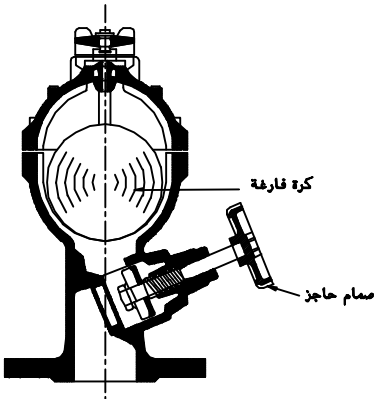
المحبس البوابي

إجراءات الصيانة الوقائية لمحبس تصريف الهواء

يوضح الشكل رقم (١١-١٢) محبس تصريف الهواء ذو الكرة الواحـــدة وذو الكرتين، وتتطلب محابس تصريف الهواء إجراءات الصيانة التالية:

- اختبر وجود أي تسريب ظاهري (أسبوعيا)
- عمل نظافة داخلية للمحبس (ستة أشهر)

- افحص المحبس من الداخل وقم بتنظيفه
- وأستبدل أي أجزاء تحتاج إلي تغيير (سنويا)
- أعد طلاء المحبس (سنتان)

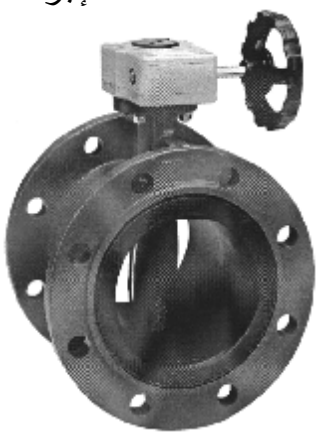


شكل رقم (١١-١٢)

محبس الهواء ذو الكرة، الكرتين

إجراءات الصيانة الوقائية لمحابس الفراشة

يوضح الشكل رقم (١١-١٣) بعض النوعيات من محابس الفراشة اليدوية أو التي يتحكم في تشغيلها بالهواء المضغوط، وتتطلب هذه النوعية من المحابس إجراءات الصيانة التالية:



(١)

محبس فراشة يدوي

(٢)

محبس فراشة يعمل بمشغل الهواء المضغوط

شكل رقم (١١-١٣)

محبس الفراشة اليدوي والذي يعمل بالهواء المضغوط

- اختبر وجود أي تسريب ظاهري (أسبوعيا)
- قم بتشغيل المحبس يدويا (شهريا)
- الكشف عن زيت صندوق التروس وآلية الإدارة (سنتان)
- افحص المحبس من الداخل واستبدل الأجزاء التالفة
- واستبدل زيت صندوق التروس (سنويا)
- تشغيل المحبس (أسبوعيا)
- أعد طلاء المحبس (سنتان)

<u>إجراءات الصيانة الوقائية لمحبس عدم الرجوع</u>

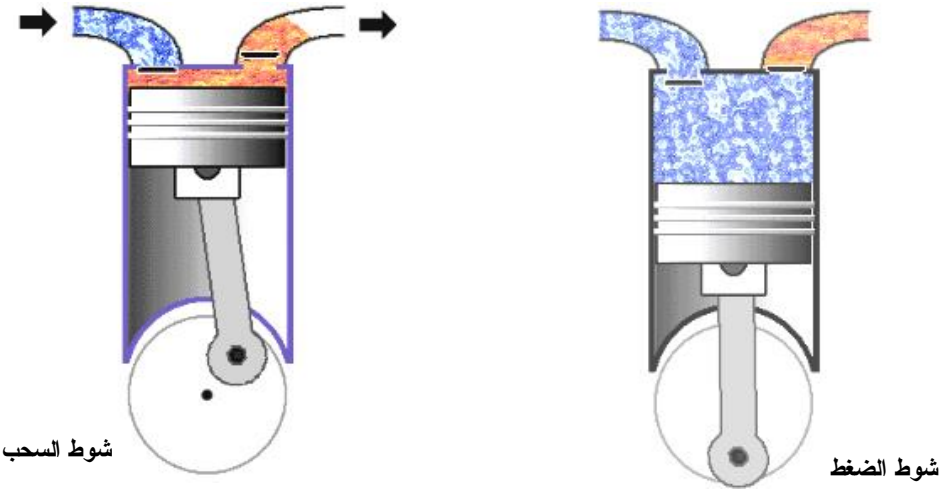
يوضح الشكل رقم (١١-١٤) محبس عدم الرجوع، وتتطلب هذه النوعية من المحابس إجراءات الصيانة التالية:

- اختبر وجود أي تسريب ظاهري وتأكد من عمل المحبس بطريقة صحيحة (أسبوعيا).
- افحص المحبس من الداخل واستبدل أي أجزاء تالفة (سنويا).

شكل رقم (١١-١٤)
فحص محبس عدم الرجوع

نوافخ وضواغط الهواء هناك نوعان من الضواغط التي تستعمل بشكل دائم دون غيرها وهما:

- الضواغط الترددية: تعمل بطريقة عكسية لمحركات الاحتراق الداخلية إذ أنها تتكون من نفس الأجزاء مع اختلاف طبيعة العمل حيث تحول الطاقة الدوارنية الناتجة من محرك كهربى إلى طاقة ترددية ينتج عنها ضغط الهواء فى اسطوانة أو خزان ويوضح الشكل رقم (١١-١٥) اسطوانة ضاغط ذات المرحلة الواحدة خلال شوطي السحب والطرد.



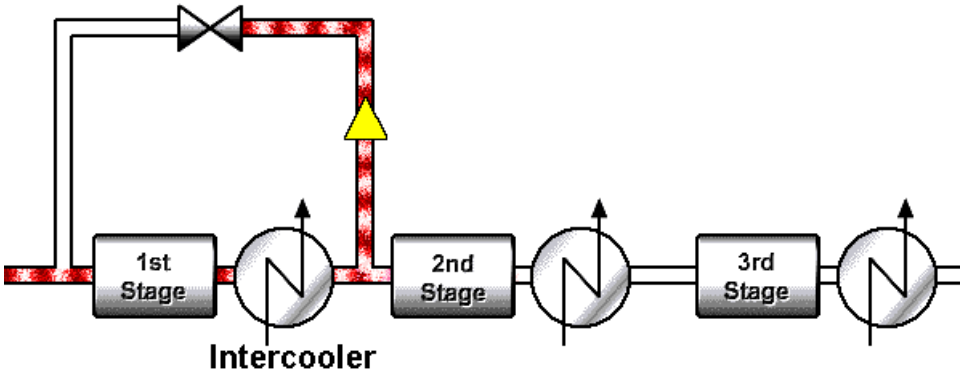
شكل رقم (١١-١٥)
ضاغط ترددي ذو المرحلة الواحدة

- ضواغط دوارة (حلزونية) (Screws): وهو أشبه بعمل (Gear Pump) ويوضح الشكل رقم (١١- ١٦) قطاع في ضاغط حلزوني.

شكل رقم (١١-١٦)
ضاغط حلزوني

نظرية عمل ضاغط الهواء

- **الضاغط الترددي**: يكون دائما متعدد المراحل إما اثنان أو أكثر وهو عبارة عن مجموعة من البساتم تعمل بحركة ترددية ومثبت عليها من أعلى الأسطوانة مجموعة بلوف سحب وطرد لتنظيم إتجاه ضغط الهواء للمرحلة التالية ودائما يكون بين المرحلة والأخرى مبرد للهواء كما يوضح ذلك الشكل رقم (١١-١٧).



شكل رقم (١١-١٧)

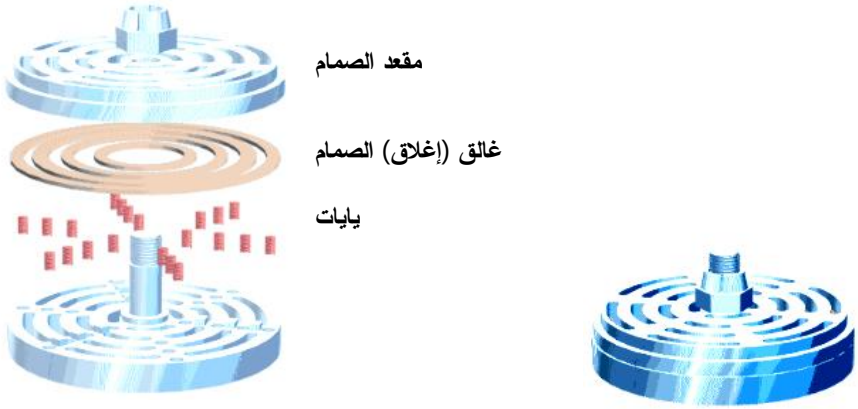
ضاغط متعدد المراحل مع مبرد بعد المرحلة الاولي

- **الضاغط الحلزوني**

هو عبارة عن طلمبة الضغط أو وحدة الضغط (Air End) تقوم ببناء ضغط زيت عندما تبدأ الحركة ويخرج منها الزيت المضغوط إلى خزان الزيت ثم إلى **المبرد** ثم إلى فلتر الزيت ثم إلى وحدة الضغط مرة أخرى إلى أن يقوم حساس الضغط بإعطاء الإشارة إلى أن يبدأ شحن الهواء، يتحول وضع بوابة سحب الهواء المثبتة على مدخل وحدة الضغط إلى وضع مفتوح لتسمح بدخول الهواء إلى وحدة الضغط فتقوم الوحدة بضخ الهواء المذاب في الزيت إلى خزان الزيت الموجود به فاصل زيت يفصل الهواء عن الزيت ويخرج الهواء إلى المبرد ثم إلى الاستخدام ويعود الزيت إلى دورته مرة أخرى حتى يشعر الحساس الخاص بالضغط انه يكتفي بهذا القدر من الضغط فيقوم بإعطاء الإشارة لغلق البوابة.

أعمال صيانة نوافخ الهواء

١. يتم تغيير حشو فلتر الهواء بعد كل ٥٠ ساعة.
٢. يتم مراعاة النظافة الكاملة للضاغط.
٣. كل ٦ شهور يتم تغيير زيت صندوق زيت التروس
٤. كل ٦ شهور أو عند تلف (أو انسداد) محبس التفريغ (عدم التحميل) يتم حقن نقطة زيت واحدة بداخل ثقب عدم التحميل للصمام ويوضح الشكل رقم (١١-١٨) مكونات محبس التفريغ.



شكل رقم (١١-١٨)
مكونات محبس التفريغ

٥. بعد إيقاف الوحدة بمدة أكثر من ٥ ثواني ووجود تسريب هواء ناتج من تلف صمام التفريغ وعدم إحكام صمام عدم الرجوع يتم تفريغ الهواء من مستقبل الهواء (Air Receiver).
٦. يتم فك صامولة المحبس واستخراج الياي الخاص بالمحبس ويتم تنظيفه جيداً أو تغييره إذا قلت مقاومته للضغط.
٧. يراعى عدم سقوط أي شوائب بالماسورة بعد فك المحبس.
٨. يتم تشغيل الضاغط مع وضع اليد كحماية بدلاً من الصمام ورفع فوهة الماسورة وتكرار ذلك لاستخراج الشوائب من الماسورة.
٩. بعد ذلك يتم إيقاف الضاغط وتركيب المحبس مرة أخرى ويمكن تغيير قرص المحبس إذا وجد أنه تالف. مع ربط صامولة المحبس ليضغط

على الطبق العلوي للصمام ليزيد الضغط على الياي حتى لا يفتح لأقل ضغط.

١٠. يتم الصيانة الشاملة طبقاً لتعليمات الجهة المصنعة (بعد عدد ساعات تشغيل او بعد فترة زمنية) حيث يتم تغيير الرولمان بلى والتروس والجلب الحاملة لها والدرافيل أوعند صدور أصوات عالية منها عند الدوران بسبب زيادة الخلوص بينها.

حساب التصرفات والضغوط المطلوبة لنافخ الهواء

- يقوم الهواء المضغوط بعمل خلخلة لرمل المرشحات لفترة زمنية قدرها من ٥ إلى ١٠ دقائق.
- يحتاج كل مرشح إلى كمية مناسبة من الهواء تقدر بـ ٥٠ م^{٣} لكل م^{٢} من سطح المرشح لكى يعطى الغسيل المثالى وعلى سبيل المثال لو عندنا مرشح طوله ٦ متر وعرضه ٨ متر أى أن مساحته ٤٨ م^{٢} فإنه يحتاج إلى نافخ هواء قدرته = ٤٨ × ٥٠ = ٢٤٠٠ م^{٣} / ساعة.
- يتم تحديد ضغط الهواء المطلوب الحصول عليه قياسيًا بحاصل جمع المسافة بين محور الدرافيل فى النافخ وأعلى نقطة فى المرشح (هدار مجرى الغسيل) بالإضافة إلى ١ متر نتيجة الفاقد بالاحتكاك.
- يتم عمل تجربة المحتوى الطينى والتى تجرى على رمل المرشحات وذلك بأخذ عينات من الرمال على أعماق مختلفة كالتالى ١٠ سم، ١٥ سم، ٣٠ سم، ٥٠ سم، ٧٠ سم ووزنها ومقارنتها بنفس الوزن والحجم بالعينة القياسية على أن يراعى أن تتم هذه التجربة بعد الغسيل المثالى.
- يتم وزن المواد الغريبة فى رمل المرشحات.
- يتم بعد ذلك تحديد كفاءة هواء النافخ وكفاءة طلمبة الغسيل.

جدول إصلاح الأعطال المفاجئة لنوافخ الهواء

الأعطال	السبب	إصلاح العطل
١. النافخ لا يعطى التصرف المطلوب	١. انسداد مصافى سحب الهواء ٢. زيادة الخلوص من الدرافيل ٣. تهالك رولمان البلى للدرافيل	١. نظف مصافى سحب الهواء ٢. اضبط الخلوص بين الدرافيل أو استبدلها إذا لم يمكن ضبطها ٣. استبدل رولمان البلى التالف
٢. ارتفاع درجة حرارة النافخ	١. عدم تشحيم رولمان البلى ٢. تآكل تروس الدرافيل ٣. قلة الزيت فى صندوق التروس	١. تشحيم رولمان البلى بالشحم المناسب ٢. تغيير تروس الدرافيل ٣. ضبط مستوى الزيت فى صندوق التروس عند العلامة المحددة
٣. النافخ توقف فجأة	١. كسر رولمان البلى لأحد الدرافيل ٢. دخول مواد غريبة من الهواء الجوى داخل الخلوص بين الدرافيل ٣. كسر فى أحد تروس الدرافيل	١. تغيير رولمان البلى ٢. متابعة تنظيف جو المصفى (اللباد) باستخدام الهواء المضغوط ٣. تغيير طقم التروس (عدد ٢)

٣. ضواغط الهواء (Air Compressors)

هى أحد المكونات الأساسية فى عملية الترشيح حيث تلعب دورا كبيرا فى الغسيل العكسى للمرشح، ويقوم ضاغط الهواء بالآتى:

- يسحب من الهواء الجوى عن طريق فلتر هواء.
- يقوم بضغط الهواء ليصل من ٧ : ١٠ بار.
- يتم توصيل الهواء المضغوط إلى محابس المرشحات (الصرف – الغسيل – الترشيح – الهواء).
- يتم التحكم فى فتح وغلق المحابس السابقة خلال لوحة التحكم (ترابيزة) المرشح.
- جميع محابس المرشحات تعمل بضغط جوى ما بين ٧ ، ١٠ بار.
- فى حالة انخفاض الضغط عن ٧ بار لا يتم فتح أو غلق أى محبس من محابس المرشحات.

- فى حالة زيادة الضغط عن ١٠ بار سوف يتسبب ذلك فى قطع الكاوتشوك الخاص بالمكبس (Double action cylinder).

جدول إصلاح الأعطال المفاجئة لضواغط الهواء

الأعطال	السبب	إصلاح العطل
١. الضاغط لا يعطى الضغط المطلوب	١. زيادة خلوص المكبس Piston ٢. تآكل فى حلقات الضغط ٣. انسداد فى مصافى الدخول	١. عمل عمرة للكومبرسور ٢. تغيير حلقات الضغط ٣. تنظيف مصافى الدخول
٢. الضاغط يعطى ضغط أكثر من المطلوب	عطل فى جهاز التحميل وعدم التحميل Loading and Unloading	تغيير جهاز التحميل وعدم التحميل Loading and Unloading
٣. ارتفاع درجة حرارة الضاغط	١. تلف رولمان البلى ٢. نقص فى مستوى زيت صندوق التروس أو عدم صلاحيته	١. تغيير رولمان البلى ٢. استكمال زيت صندوق التروس أو تغييره

<u>إجراءات الصيانة الوقائية لضاغط الهواء للهيدروفون</u>

- اكشف على مستوى الزيت وأعد الملء إذا لزم الأمر بزيت جديد طبقا لتعليمات المنتج
- اكشف على حرارة رولمان بلى الكراسى وتأكد من عدم سماع أصوات غير عادية أو ذبذبة

<u>إجراءات الصيانة الوقائية لقلاب المزج السريع</u>

- اكشف على مستوى الزيت فى مخفض السرعة،
- قم بإضافة الزيت إلى المستوى المطلوب
- استخدم أنواع الزيوت الموصى بها من المنتج.

الأنواع الرئيسية لأجهزة القياس المستعملة فى محطات المياه

يعتبر القياس والتحكم بمحطة التنقية ضروريا وغالبا ما يتم بمعظم العمليات آليا للأسباب الآتية :

١. توفير الوقت.
٢. إذا كانت العمالة غير قادرة على القيام بذلك العمل.
٣. للحصول على عمل أفضل وأسرع.
٤. إذا كانت العمالة لا ترغب تأدية هذا النوع من العمل.

وتقوم أجهزة القياس والتحكم الآلي فى محطة التنقية بعدد من الأعمال الصغيرة ويعتبر كل من هذه الأعمال بسيطة ومتكررة وفى حالة إجراء مثل هذه الأعمال يدويا قد تسبب إزعاج أو مضايقة أو ظهور أخطاء أو أن هذه الأعمال ليست أكيدة الأمان ولا تحل أجهزة القياس والتحكم كليا محل العمالة ولكنها تساعد العمالة على العمل.

وتبعا للتصميم الخاص بمحطة التنقية يحتوى قطاع التنقية الأولية على أجهزة القياس والمبينات (و/أو) أجهزة التحكم الخاصة بالوظائف التالية:

١. منسوب السائل (عالى – منخفض).
٢. معدل التدفق.
٣. تشغيل المصافى (توصيل – فصل).
٤. التحكم في تشغيل الطلمبات
٥. التحكم في المروقات والمرشحات.
٦. التحكم في تشغيل الصمامات والبوابات.
٧. مقياس القلوية والحمضية، الكلور المتبقي وأجهزة قياس تركيز المواد الصلبة الغير قابله للذوبان وباقي الأجهزة التي تتحكم في جودة المياه.

أنواع القياسات:

وسنناقش هنا بعض المتغيرات التى تقاس بواسطة أجهزة القياس والمستعملة فى محطات تنقية مياه الشرب .

١. التدفق:

يمكن تعريف التدفق بطريقتين هما معدل التدفق والتدفق الكلى "الحجم"، ويمكن تعريف معدل التدفق بأنه حجم أو كمية مادة تمر عند نقطه معينه فى لحظه معينه ويمكن تعريف التدفق الكلى بأنه كمية أو حجم التدفق عند نقطه معينه خلال فتره زمنية معينه، وتستخدم هذه الأجهزة بأماكن مختلفة مثل المأخذ لقياس المياه العكرة، عند طرد الطلمبات لقياس التدفق الخارج منها وخروج المرشحات، وعند خط المياه المرشحة الخارج من المحطة وطرد الطلمبات المرشحة ومن أشهر الأنواع المختلفة التي تستخدم في قياس التدفق بمحطة تنقية مياه الشرب:

أجهزة تعمل بنظام الكهرومغناطيسية (Electro Magnetic Flow Meter) وتركب هذه الأجهزة على خطوط المواسير حيث يعتبر الجهاز جزء من خط المواسير ويشترط في هذه النوعية أن تكون المواسير مملوءة بالسائل المراد قياسه ويوضح الشكل رقم (١١-١٩) أحد أنواع هذه الأجهزة.

- أجهزة تعمل بنظام الموجات الفوق صوتية Ultrasonic Flow Meter وتركب هذه الأجهزة أيضاً على المواسير أو في المجاري المفتوحة ويوضح الشكل (١١-٢٠) أحد أنواع هذه الأجهزة والتي تستخدم مع المواسير.

شكل رقم (١١-١٩)

جهاز قياس التدفق (Electromagnetic)

شكل رقم (١١-٢٠)

جهاز قياس التدفق (Ultrasonic)

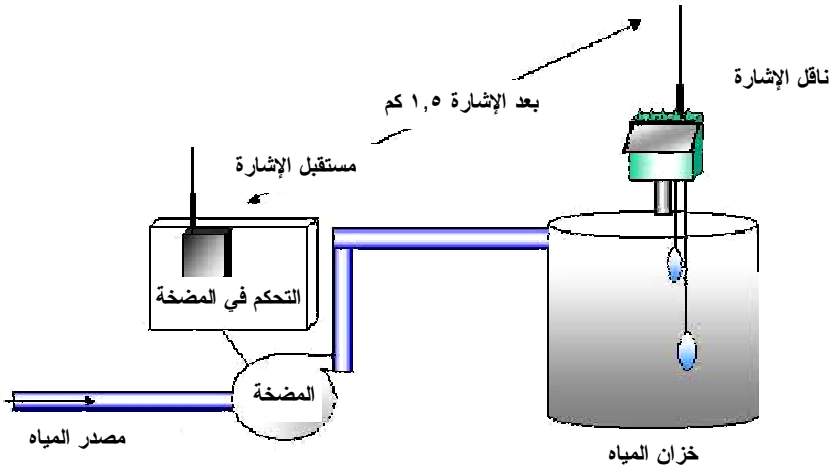
٢. الضغط

نستطيع تعريف الضغط بأنه الإجهاد المؤثر فى كل الاتجاهات بانتظام فمثلاً غاز داخل أسطوانة يؤثر بضغط منتظم على كل أجزاء الاسطوانة ويتم قياس الضغط عموماً بواسطة مانوميتر أو أى عداد ضغط أخر. لذلك فإن ضغط الهواء داخل خزان هواء يتم قياسه حتى لا يتجاوز الحدود الآمنة والمسموحة. كذلك فإن قياس ضغوط السحب بواسطة تحديد مدى كفاءة الطلمبة وعملها بصورة جيدة ويوضح الشكل (١١-٢١) مانوميتر ضغط، وتستخدم عدادات قياس الضغط أيضاً مع نظام الكلور، كما توجد أيضًا أجهزة إلكترونية لقياس الضغط (Pressure Logger) والتي تتميز بتسجيلها لقيمة الضغوط على فترات زمنية محددة ويمكن استرجاع تلك القياسات من خلال وصلة (USB) للحاسب الآلي.

شكل رقم (١١-٢١)
بعض أنواع عدادات قياس الضغط

٣. المنسوب

يمكن تعريف المنسوب بأنه مقياس العمق أو الارتفاع . ويمكن قياس منسوب سطح السائل بواسطة عوامة كذلك يمكن قياس المنسوب بطرق غير مباشرة بواسطة أقطاب كهربيه أو بواسطة الموجات فوق الصوتية، ويتم قياس المنسوب بمحطات المياه ببيارة تجميع المياه العكرة، المياه المرشحة والمرشحات وأيضا يتم التحكم عن طريق المنسوب في تشغيل الطلمبات (العكرة والمرشحة مثلاً) ويوضح الشكل رقم (١١-٢٢) منظومة تحكم في تشغيل طلمبة باستخدام المنسوب.

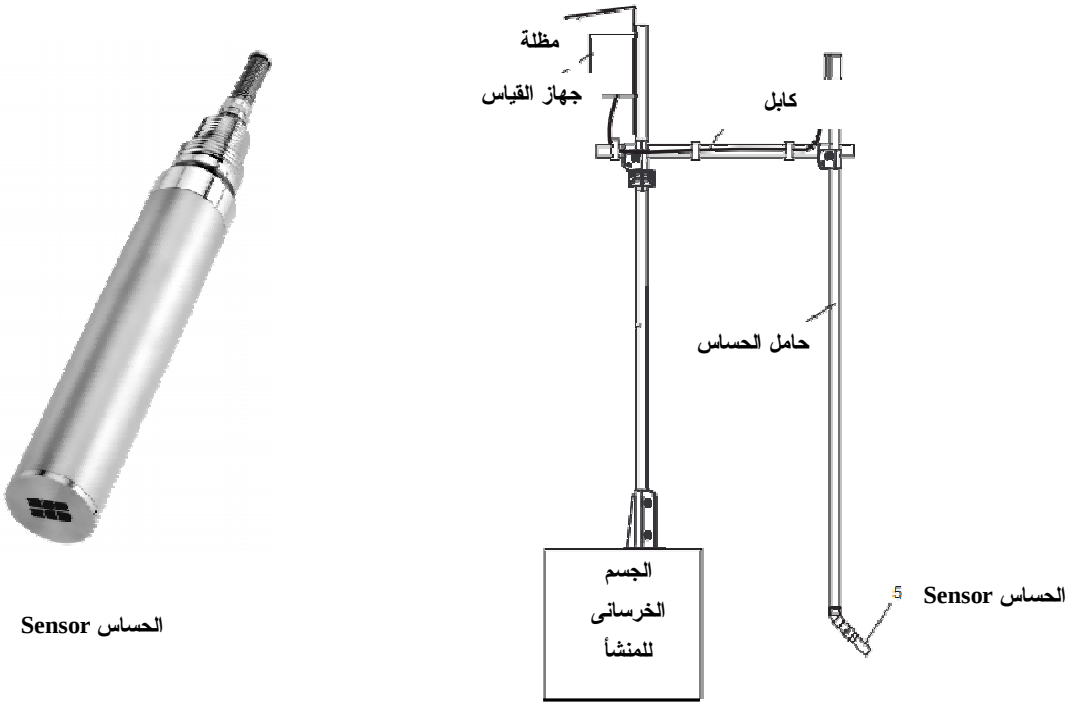


شكل رقم (١١-٢٢)

منظومة للتحكم في تشغيل مضخة باستخدام العوامات

٤. القياسات التحليلية

يمكن استخدام أجهزة القياس لإجراء القياسات التحليلية الكيميائية لمعرفة القلوية أو الحمضية (pH) والتوصيل الكهربي وتركيز الكلور وخلافه وكذلك القياسات الطبيعية وتشمل الحرارة والتدفق بينما القياسات البيولوجية وهى الاختبارات التى تبين تركيزات البكتريا المختلفة ويتم استخدام نوع معين من الأقطاب ومقياس خاص بكل اختبار مطلوب ويوضح الشكل رقم (١١-٢٣) حساس وشكل توضيحي لتركيب نوعيات جهاز قياس pH بمحطة تنقية مياه الشرب.



شكل رقم (١١-٢٣)

حساس وشكل توضيحي لتركيب جهاز قياس pH

أساسيات محرك الديزل

مقدمـــة

يستخدم محرك الديزل كمحرك أولى لإدارة الطلمبات أو لتوليد الكهرباء. وتختلف محركات الديزل من حيث الحجم والقدرة حيث كلما زاد قطر الاسطوانة أو المكبس (البستم) زادت قدرة المحرك، كما تختلف من حيث طرق التبريد ووضع الاسطوانات وترتيب الاشتعال ووضع الصمامات ونظام شحن الهواء و .....إلخ. إلا أن نظرية العمل الرئيسية لمعظم المحركات واحدة وهى تحويل الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق الوقود داخل الاسطوانات إلى طاقة ميكانيكية فى صورة حركة دورانية لعمود المرفق (الكرنك)، ويتم ذلك من خلال الدورة الرباعية التى سنتعرض لها بشئ من التفصيل بالإضافة إلى بعض المفاهيم الأساسية المتعلقة بنظرية عمل المحرك فيما يلى.

الدورة الرباعية لمحرك الديزل

تتم الدورة الرباعيـــة لمحركات الديزل بطريقـــة منتظمة وبنفـــس الترتيب مكونـــة أربعة أشواط طبقا لما يلى:

ا- ملء أسطوانات المحرك بهواء جديد (شوط الســـحب أو الشـــوط الحر).
ب- ضغط الهواء المشحون لزيادة ضغطه ودرجة حرارة الوقود الذى يشتعل فى نهاية هذا الشوط وبداية الشوط التالى (شوط الضغط).
جـــ- احتراق الوقود وتمدده مكوناً الغازات (شوط الاحـــتراق أو شوط القدرة).
د- تفريغ الغازات الناتجة عن الاحتراق من الاسطوانات (شوط العادم).

محرك الديزل تتكون ماكينة الديزل من أجزاء ثابتة وأجزاء متحركة

الأجزاء الثابتة (الهيكل/ السلندرات)

الهيكـــل يتكون فى الغالب من القاعدة وفارغة الكرنك والسلندرات ويكون فى المحركات عالية السرعة كما فى محركات البنزين وبعض أنواع السولار قطعة واحدة وتكون فى المحركات المنخفضة السرعة منفصلة عن باقى الهيكل.

قاعدة المحرك:

تكون من الزهر فى المحركات الكبيرة وتكون قطعة واحدة ومركز ثقلها متجه إلى اسفل كما فى البواخر نظرا لاهتزاز البواخر ولكن فى المحركات الخفيفة تكون من الصلب المقوى ومزودة بأعصاب لزيادة قوة احتمالها وتكون فى محركات السيارات دائما القاعدة وغرف الزيت (كارتير) من شرائح الصلب أو الألمونيوم المقوى .

فارغة الكرنك:

فى السرعات المنخفضة كانت السلندرات منفصلة عن بعضها كل على حدة وبعد ذلك ظهرت المحركات نظام البوكس (الصندوق) والتى يتم فيها وضع السلندرات قطعة واحدة وهى تستخدم فى معظم المحركات المتوسطة والكبيرة السرعة

السلندرات:

يستخدم بعض مصنعي المحركات السلندرات المنفصلة ولكن أغلبية المحركات ذات السلندرات المتعددة تصب فى داخل بلوك كقطعة واحدة. مع ذلك فإن معظم صانعي ومستخدمي المحركات يفضلون المحركات ذات السلندرات التى يمكن تغييرها وذلك بسبب اختلاف الظروف التى تتعرض لها مثل دخول رمال مع هواء الدخول أو وجود زيت غير نظيف فى زيت

المحرك أو وجود أتربة وكلها تؤثر على السلندرات وتزيد من الخلوص بين البستم وبين السلندرات وتؤدى بالتالي إلى هروب الغازات من غرفة الاحتراق والتى تؤدى بدورها إلى انخفاض الضغط فى مشوار الضغط وكذلك تلف الأجزاء التى يتم تزييتها. أما فى حالة صب السلندرات فى البلوك فيجب أن يتم تغيير كل البلوك وفى هذه الحالة ترتفع التكلفة ولتقليل التكلفة يتم صنع السلندرات من النوع الذى يمكن تغيرها ويوضح الشكل رقم (١١-٢٤) قطاع نوذجي في سلندرات وحدة الديزل.

شكل رقم (١١-٢٤)

قطاع في سلندرات وحدة الديزل

الأجزاء المتحركة

كما أن للمحرك أجزاء ثابتة فله أيضا بعض الأجزاء المتحركة مثل البساتم وعمود الكرنك وعمود التوصيل. ويعتمد تصنيف ماكينات نظام الاحتراق على كل من البساتم وأذرع التوصيل وعمود الكرنك.

المكبس

<u>تتحدد وظيفة المكبس (Piston) فيما يلي:</u>

١. نقل ضغوط الغازات إلى عمود الكرنك .

٢. منع نواتج الاحتراق بدخل السلندرات من الخروج إلى فارغة الكرنك.

٣. فقد الحرارة المختزنة فى رأس البستم خلال الاحتراق حتى بداية مشوار القدرة.
٤. أخذ الضغوط الجانبية المتولدة من حركة أذرع التوصيل.

بنز البستم إن كل الاحمال المتولدة من السلندرات لابد وان تنتقل عبر بنز البستم ولذلك يسمى ببنز المرفق وهو الذراع الموصل بين ذراع التوصيل وبين البستم وهذا البنز يثبت من كلا النهايتين بجلب نحاس فى جذع البستم.

شنابر البستم يمكن إيجاز وظيفة شنابر البستم فيما يلي:
١. أحكام غلق الخلوص بين البستم والسلندر لمنع هروب غازات الاحتراق أو الهواء.
٢. تنقل الحرارة من البستم إلى السلندرات المبردة بالمياه.
٣. تمتص جزء مجدد من الضغط الجانبي المتردد للبستم.

أذرع التوصيل (البيلات) أذرع التوصيل التى تستعمل فى محركات الديزل تتكون من ذراع التوصيل من ثقب فى النهاية الصغرى مخصصة لكرسي بنز البستم وعمود طويل (قصبة) وثقب كبير فى الجهة الأخرى والتى بها شق ليمكن تركيب كرسى فى ركبة الكرنك والمخصصة لأذرع التوصيل ويصنع العمود من سبيكة الصلب المقسى وتعتمد أنواع أذرع التوصيل على طرق استعمالها

عامود الكرنك إن أعمدة الكرنكات من أهم الأجزاء بالمحرك ويلزم العناية بها فى المصنع والكرنكات الصغيرة تصنع بالطرق والكبيرة تصنع بالطرق والتشكيل الميكانيكى.

الحدافات الغرض من الحدافات هو تخزين الطاقة خلال لحظة توليد الطاقة من الغازات فى غرفة الاحتراق والتى تكون كبيرة على الحمل الموجود على المحرك خلال شوط القدرة.

مجموعة التوقيت (وش التقسيمة)

الغرض من مجموعة التوقيت هو التحكم فى توقيت دخول الهواء وخروج العادم فى المحركات

مكونات مجموعة التوقيت

الكامات:

تستخدم الكامة فى فتح وغلق الصمامات ويحدد شكل الكامة بداية فتح وغلق الصمام، وسرعة الفتح والغلق ومسافة حركة الصمام بالنسبة لقاعدته (وضع الصمام)

التابع (تابع الكامة):

التابع هو العضو أو الجزء الملاصق لسطح الكامة ويقوم بنقل حركة الكامة إلى عمود الدفع

ذراع التاكيهات:

يتصل ذراع التاكيهات فى إحدى نهايتيه بالصمام، وتتصل النهاية الأخرى باسطوانة (منزلق)

الصمامات:

وظيفة الصمام هى إدخال الهواء النقى إلى اسطوانة المحرك وإخراج العادم منها بعد استنفاذ كل طاقته

بـــــدء إدارة محرك دافىء

لإدارة المحرك الدافئ يجب عمل ما يلي:

- إذا كان المحـــرك مجـــهز بوسيلة تحكم وإيقـــاف يدوية، تأكد من أنها فى وضع التشغيل
- اضبط سرعة المحرك على ٤/١ السرعة القصوى للمحرك.

- أدر مفتاح المارش إلى الوضع "S" (A) لتعشيق المحرك الكهربى للمارش.
- أعد مفتاح المارش إلى الوضع "R" بمجرد بدأ إدارة المحرك.
- تأكد دائماً أن المحرك والمارش فى الوضع الساكن قبل تشغيل المارش.

ضبط مدى سرعة المحرك

لا يجب وضع أقصى وأقل سرعة للمحرك بواسطة عامل التشغيل أو الفنى المسئول عن إصلاح المحرك لأن ذلك يمكن أن يؤدى إلى تلف المحرك أو أجهزة نقل الحركة. حيث يمكن أن يتأثر ضمان الجهة المصنعة للأداء السليم للمحرك إذا حدث تلف لموانع التسرب المركبة فى طلمبة حقن الوقود أثناء فترة الضمان.

كيف توقف المحرك؟

افصل الأحمال عن المحرك أولاً ثم طبقاً لنوع المعدة المركبة، إما أن تدير مفتاح تشغيل المحرك إلى الوضع "O" أو بواسطة تشغيل مقبض التحكم اليدوى فى الإيقاف. وعند استخدام التحكم اليدوى فى الإيقاف، تأكد من عودة مقبض التحكم اليدوى إلى وضع التشغيل بعد إيقاف المحرك. وتأكد من دوران مفتاح بدء إدارة المحرك إلى وضع "O".

الصيانة الوقائية لمحرك الديزل

تتم هذه الصيانة طبقًا لجداول محددة، يتم إعدادها من خلال الشركة المصنعة للمعدة أو فريق الصيانة بالمحطة تتضمن المهام المطلوب تنفيذها ودورية إجراءها، وتتضمن الآتي:

١. التفتيش
٢. التشحيم
٣. تغيير الأجزاء التالفة
٤. نظافة
٥. ضبط
٦. اختبار

ولعمل الصيانة الوقائية لأى معدة يجب على مسئول الصيانة أولاً قراءة كتالوج المعدة للالتزام بما جاء فيه من توصيات من الشركة المنتجة للمعدة ويوضح الجدول رقم (١١-٢) مقترح لجدول الصيانة الوقائية للأجزاء المختلفة للمولد

ملاحظة هامة جدا

قبل إجراء أى عملية صيانة للمولد أو للديزل يجب فصل أطراف البطارية للحماية من التشغيل المفاجئ للماكينة خاصة فى حالة وجود تشغيل أتوماتيكى للماكينة أو فى حالة وجـــود خاصية التشغيل عن بعد. ويعرض الجدول التالى جدول الصيانة الوقائية للأجزاء المختلفة للمولد.

الصيانة الدورية للمحركات

يجب إجراء الصيانات الخاصة بالمحركات بصفة دورية للحفاظ على كفائتها ولضمان عدم تعطلها، وتتم الصيانات الدورية للمحرك كما يلى:

١. استبدال زيت التبريد الخاص بالمحرك مع فلتر الزيت كل ٢٥٠ ساعة تشغيل.
٢. استبدال فلتر الجاز كل ٥٠٠ ساعة تشغيل.
٣. استبدال فلتر الهواء كل ٧٥٠ ساعة تشغيل.
٤. استبدال البطارية الخاصة والسيور حسب المدد المحددة بتعليمات المنتج.
٥. صيانة جهاز الحاكم (الجفرنر) عند عمل العمرات.
٦. تحديد الخلوص فى ماكينة الديزل وتسجيلها.

التفتيش اليومى

ويشمل التفتيش اليومى ما يلى:

١. فحص منسوب زيت المحرك وصلاحيته وجميع الفلاتر وماء الراديياتير.
٢. فحص درجات الحرارة.
٣. فحص جميع الحساسات ((Sensors.
٤. فحص كروت ((PLC إذا كانت موجودة بالنظام.

٥. متابعة قراءة العدادات الخاصة بالمولد بعد التشغيل.
٦. فحص لوحة التحكم المركزى وتشغيل المولدات وإيقافها وتوزيع الأحمال.
٧. فحص أجهزة التبريد.

جدول رقم (١١- ٢)
صيانة الأجزاء المختلفة للمولد

الجزء المراد صيانته	الإجراءات	توقيت الصيانة
البطاريات	التأكد من مستوى المحلول داخل البطارية وعمل نظافة عامة على الأطراف والربطات والكابلات وقياس فولت البطاريات كل بطارية على حدة، (فى حالة وجود بطاريات قلوية ١,٣٥ فولت/ بطارية)	أسبوعياً
المولد	• تشحيم رولمان البلى إن وجد. • نظافة المولد بواسطة شفاط هوائى. • ومراجعة الأسلاك والرباطات الخاصة بأسلاك الكونترول المرتبطة بمنظم الجهد. • اختبار التوصيل الأرضى للمولد • اختبار عزل الملفات للمولد وتسجيل البيانات	٦ شهور ١ شهر ٣ شهور ١ شهر ٦ شهور
الثرموستات الخاص بالرادياتير	• تغيير مياه الرادياتير ويجب تغيير الثرموستات الخاص بالرادياتير حتى لو كان بحالة جيدة	كل سنتان
لمبات البيان	• اختبار لمبات البيان وتغييرها إذا لزم الأمر	شهرياً
كابلات القدرة ومفتاح التوصيل	فصل الكابلات من جهة المولد ومن جهة مفتاح التوصيل (C.B) وعمل قياس لعزل الكابلات، وعمل قياس عزل لمفتاح التوصيل (C.B) بعد نظافته وإعادة ربط الكابلات بنفس الترتيب السابق قبل فكها، مع تسجيل قراءة العزل.	كل ٦ شهور
الحاكم الكهربى (Governer)	فصل أطراف الحاكم الكهربى من منظم السرعة وقياس مقاومته ويجب أن تكون فى حدود القيمة المنصوص عليها فى كتالوج المصنع ويتراوح ما بين ٣٠- ٤٠ أوم، وفى حالة وجود تغيير فى قيمة المقاومة يجب تغيير الحاكم فوراً (تسجيل قيمة المقاومة)	كل ٦ شهور

"تابع" جدول رقم (١١-٢)
جدول صيانة الأجزاء المختلفة للمولد

الجزء المراد صيانته	الإجراءات	توقيت الصيانة
إعادة ضبط المرحلات للمولد	يجرى اختبار للمرحلات الخاصة بالمولد وأجهزة الحماية وإعادة ضبطها إذا كانت القيمة ليست فى المدى وتسجل القيمة الحالية قبل وبعد الضبط	٣ شهور
حساس السرعة	فصل أطراف حساس السرعة من منظم السرعة وقياس مقاومته، ويجب أن تكون فى حدود القيمة المنصوص عليها فى كتالوج المصنع، ويتراوح بين (١٩٠-٢١٠ أوم) فى حالة وجود تغير فى قيمة المقاومة يجب تغييرها (تسجل قيمة المقاومة)	كل ٦ شهور
اختبار دوائر الحماية الكهربائية لمحرك الديزل	١. تشغيل الديزل ومراجعة كتيب المعدة لمعرفة أطراف الأسلاك التى تقوم بعمل إيقاف للماكينة مثل درجة حرارة المياه. ٢. عوامة مستوى المياه داخل الراديياتير ٣. ضغط الزيت عن طريق (Pressure-Switch) واصطناع عطل للماكينة واختبار عمل ريلاى الإيقاف الاضطرارى.	كل ٦ شهور
تشغيل المولد	فى حالة عدم تشغيل المولد لفترات طويلة يجب تشغيل الماكينة وإجراء عملية التحميل على المولد بحد أدنى ٣٠ % من الحمل لمدة ساعتين.	كل ٣ شهور

المواسير والقطع الخاصة المستخدمة فى مجال مياه الشرب

تستخدم فى محطات تنقية مياه الشرب أنواع متعددة من المواسير لتلائم ظروف التشغيل المختلفة، وفيما يلى أهم أنواع المواسير المستخدمة فى مجال مياه الشرب:

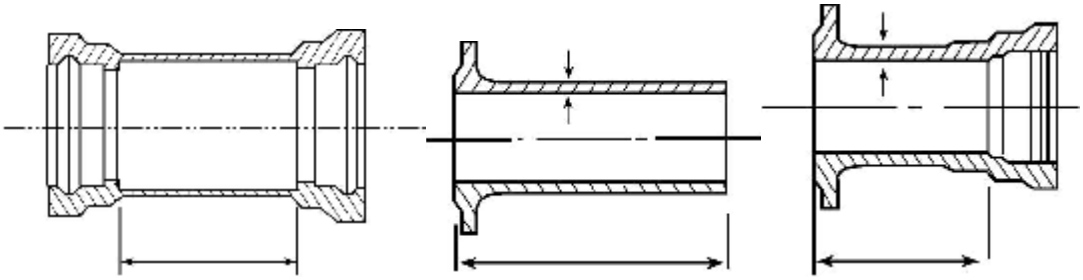
١- مواسير الأسبستوس الأسمنتى.
٢- مواسير البلاستيك (بولى كلورايد الفينيل غير الملدن (uPVC)).
٣- مواسير الزهر المرن.
٤- مواسير الحديد الزهر.
٥- مواسير الصلب.
٦- مواسير الخرسانة سابقة الإجهاد.
٧- مواسير البوليستر المسلح بألياف الزجاج (GRP).
٨- مواسير البولى إيثيلين العالى الكثافة (HDPE)

القطع الخاصة للمواسير

تعتبر القطع الخاصة من الأجزاء الرئيسية فى مواسير المياه وتشمل كل ما يركب على المواسير من بردّات، أكواع، مشتركات، مساليب، جلب، فمثلا يتم تركيب المحابس باستخدام قطع خاصة [ذات رأس وشفة أو ذات ذيل وشفة (بردّات)] كما يتم التوزيع باستخدام المشتركات والأكواع ... الخ.

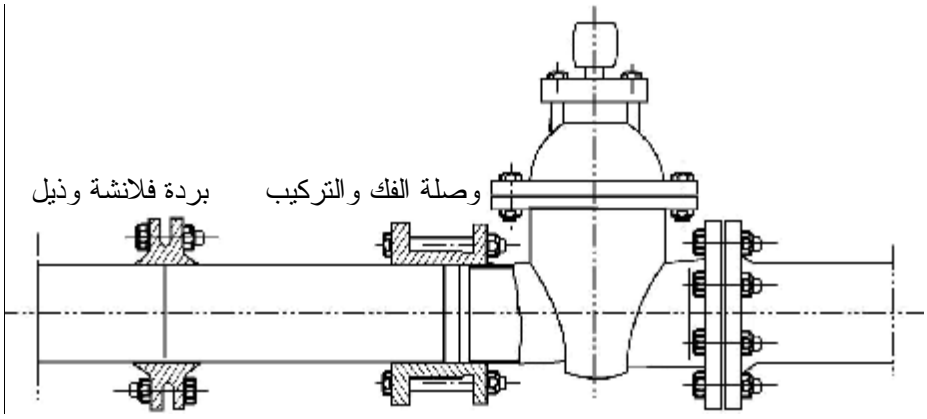
تُصنع القطع الخاصة من حديد الزهر أو من الزهر المرن أو البلاستيك وذلك حسب نوع المواسير المستخدمة، فمثلا تستخدم القطع الخاصة من حديد الزهر مع مواسير الأسبستوس.

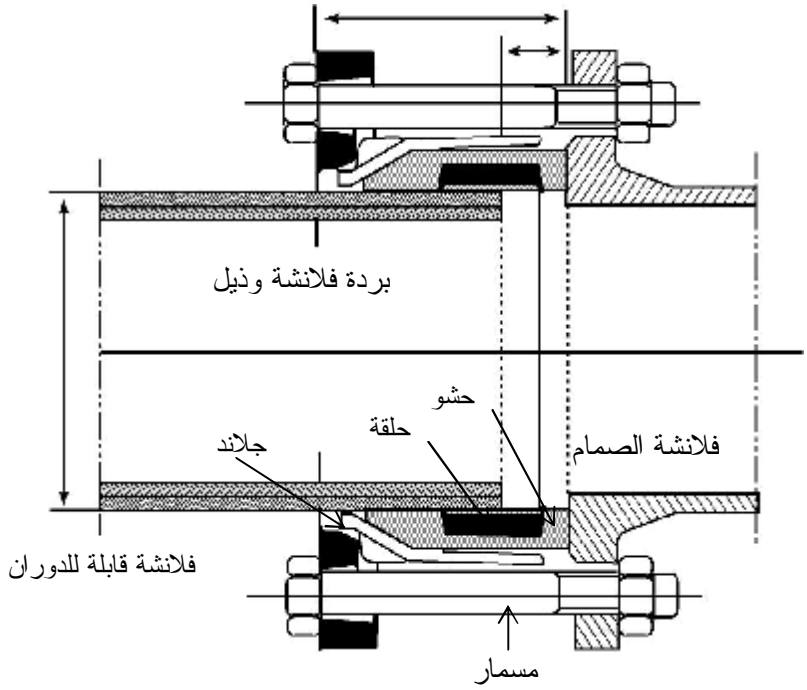
ويوضح الشكل رقم (١١-٢٥) بعض القطع الخاصة من الحديد الزهر.



شكل رقم (١١-٢٥)
بعض القطع الخاصة من الحديد الزهر

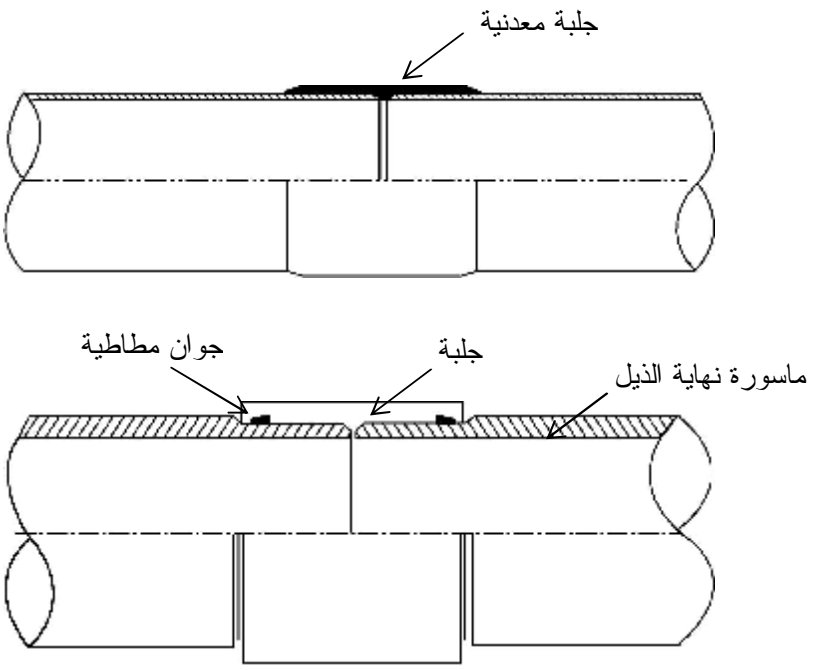
ويوضح الشكل رقم (١١-٢٦) قطعة خاصة للفك والتركيب.





شكل رقم (١١-٢٦)
قطعة خاصة للفك والتركيب

ويعرض الشكل رقم (١١-٢٧) أنواع وصلات الجيبولت لمواسير البوليستر المسلح بألياف الزجاج.



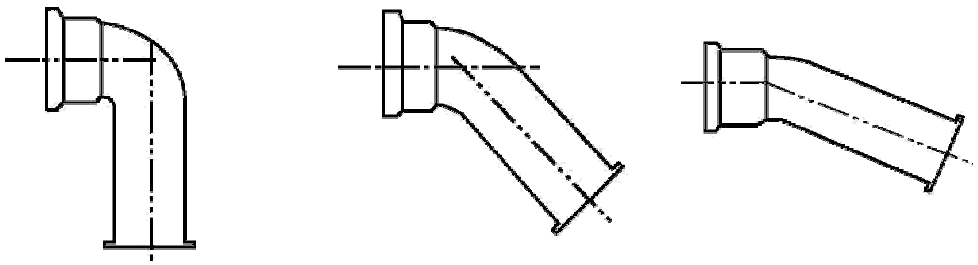
شكل رقم (١١-٢٧)

أنواع وصلات الجيبولت لمواسير البوليستر المسلح بألياف الزجاج (GRP Pipe)

الأكــواع

تركب الأكواع على المواسير عند تغيير اتجاهها، ونظراً لتعرضها لضغط كبير نتيجة تغير اتجاه مسار الماء؛ فإنه يحسن ان يكون سمك جدار الكوع أكبر من سمك المواسير العادية، كما يجب أن توضع كتلة خرسانة حول الكوع لمقاومة الضغط العالى الناتج عن تغيير اتجاه مسار المياه.

وتسمى الأكواع بدرجة انحنائها. فهناك كوع ٩٠ ْ درجة أو ٤٥ ْ أو ٢٢,٥ ْ أو ١١,٢٥ ْ . وهكذا، كما بالشكل رقم (١٢-٢٨).

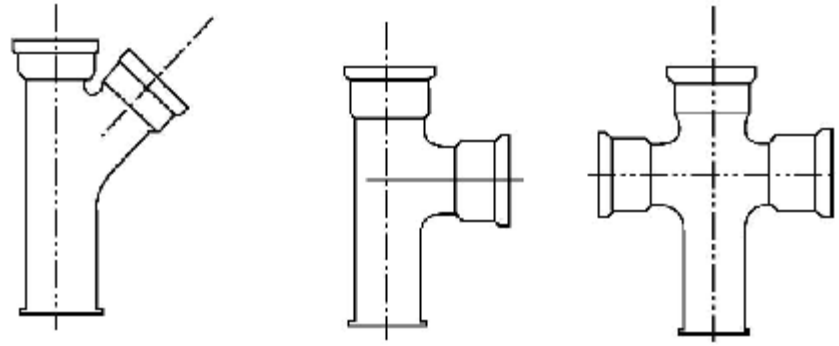


شكل رقم (١١-٢٨)

الأكـــــواع بدرجات إنحناء مختلفة

المشتركات

والغرض من هذه المشتركات عمل تفرعات فى خط المواسير، وهى إما على شكل زاوية قائمة وتسمى فى هذه الحالة (T أو +) تبعاً لعدد التفرعات، أو بزاوية حادة وتسمى فى هذه الحالة (y). كما أن الماسورة الفرعية والماسورة الرئيسية إما أن تكونا بنفس قطر الماسورة الأصلية أو بقطر أقل. ويوضح الشكل رقم (١١-٢٩) أنواع المشتركات.



شكل رقم (١١-٢٩)
المشتـــــــــركات

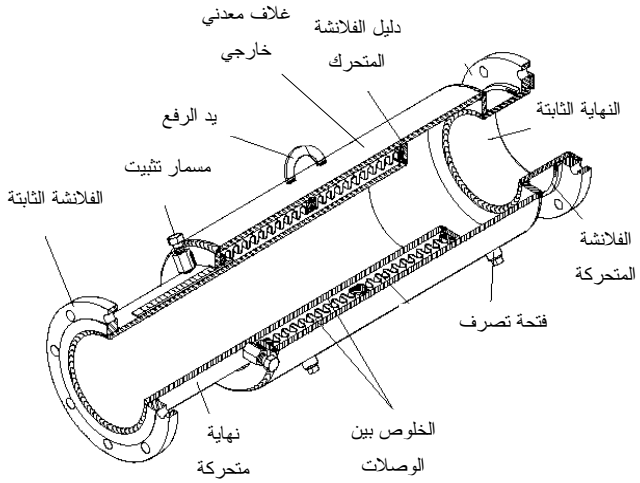
وعندئذ يرمز لها بكسر بسطه قطر الماسورة المتفرعة ومقامه قطر الماسورة الأصلية: أى أن (Y $\frac{٦}{١٢}$) يقصد بها مشترك علـــى شـــكل (Y) الماســـورة الأصلية فيه قطر ١٢ بوصة والماسورة الفرعية فيه قطر ٦ بوصـــة)، مـــع مراعاة أن يصب حول المشتركات فى المواســـير الرئيســـية الكبيـــرة كتـــل خرسانية لتلقى الضغط العالى الناتج من تغيير اتجـــاه مســـار الميـــاه أســـوة بالكيعان.

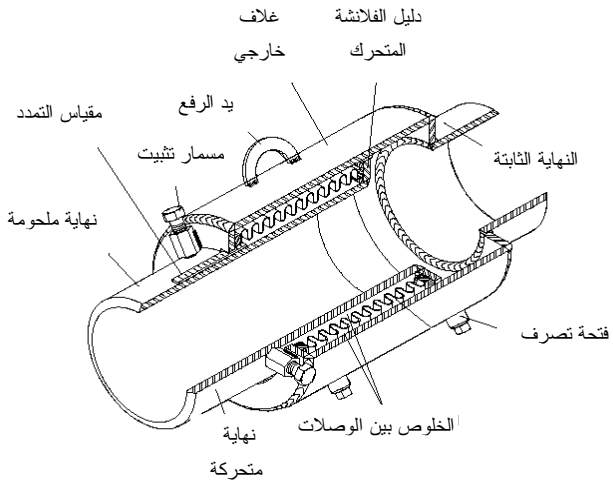
المســـلوب

وهى وصلة خاصة الغرض منها توصيل ماسورة ذات قطر معين بماســـورة ذات قطر أكبر أو أصغر منها. وطول المسلوب يتراوح ما بـــين ٩٠ – ١٢٠ سنتيمتر (شكل رقم ١١-٣٠).

شكل رقم (١١-٣٠)
المسلـــــوب

وصلـــة تمـــدد تستعمل هذه الوصلة فى المواسير الزهـــر أو الصـــلب إذا كانـــت مكشـــوفة ومعرضة للتقلبات الجوية. وإذا تعدى طولهـــا عشـــرين متـــراً، إذ أن عـــدم تواجدها يعرض الماسورة لعوامل التمدد أو التقلص مما يؤثر على لحامـــات الماسورة (شكل رقم ١١-٣١).





شكل رقم (١١-٣١)
وصلـــة تمـــــدد

الفصل الثاني عشر

السلامة والأمان في الموقع

الفصل الثاني عشر

السلامة والأمان فى الموقع

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على هذا الفصل ينبغى أن يكون المتدرب قادراً على أن:

- يشرح مفهوم الأمن والسلامة والتخطيط لهما في أعمال تشغيل وإدارة محطات تنقية مياه الشرب ويصنف مصادر الأخطار بها.
- يصنف أنواع ومصادر أخطار التعامل مع الكيماويات واحتياطات الأمان في معامل التحاليل وأجهزة الكلور.
- يشرح أخطار ووسائل وإجراءات الأمان بالنسبة للأماكن المغلقة وتصنيف هذه الأماكن والإجراءات الواجبة عند دخولها.
- يصنف مخاطر الكهرباء وكيفية تجنبها وأخطار المكونات الكهربية في سائر وحدات ومنشآت محطة التنقية والتعامل معها.
- يناقش ويضع قائمة بأهم التعليمات العامة الخاصة باستخدام المعدات في محطات تنقية مياه الشرب والاحتياطات الهامة لذلك.
- يشرح العناصر المكونة للحريق ودرجات الحريق وأنواع مواد الإطفاء وكذلك خطر الحريق وطرق الوقاية من الحرائق عموماً.
- يصنف مجموعات واستخدامات ومواقع اللوحات الإرشادية والإعلانات في وحدات منشآت محطات تنقية مياه الشرب.
- يستخدم جدولاً يحتوى على الأخطار المتوقعة في محطات التنقية وطرق التغلب عليها
- يبين نوع الأخطارالمتوقعة في كل مكان وطرق تجنبها والتغلب عليها.
- يقوم باجراء الإسعافات الأولية فى حالات الإصابات المختلفة.

التخطيط والصحة المهنيـــة

يعتبـــر التخطـــيط لتوفير وضمان ظروف آمنة من المسئوليات الرئيسية لأى مشرف، وقد زاد حديثاً اهتمام الدولة بتقليل احتمالات الإصابة أو الحوادث بمواقع العمل، وصدرت القوانين والقرارات التى تنظم الاشتراطات والاحتياطـــات اللازمة لتوفير وسائل السلامة والصحة المهنية فى أماكن العمل. وفي هذا الفصل سنتناول أهم أنواع الأخطار المعروفة في مجال العمل بمحطات تنقية مياه الشرب والمعامل التي بها.

سلامة وأمن المحطة

اعتبارات السلامة

فى التشغيل العادى لمحطة تنقية مياه الشرب، يتعرض العامـــل للكثيـــر مـــن الأخطار المحتملة، تنتج من:

١. الكيماويات المستخدمة فى تنقية المياه (الأحمـــاض، القلويـــات، غـــاز الكلور).
٢. المواد المعملية الكاشفة (كيماويات).
٣. المنشآت المكشوفة المليئة بالمياه (الغرق).
٤. المنشآت الموجودة تحت الأرض (الغازات السامة والقابلة للانفجار، أو نقص الأكسجين، أو الأكسجين الزائد عن الحد).
٥. المعدات الكهربائية (الصدمات الكهربائية).
٦. المعدات الميكانيكية الدوارة
٧. محطات الطلمبات (مستويات عالية من الضوضاء).

وتتوفر أجهزة وأدوات السلامة بصفة عامة فى كل محطة لتنقية مياه الشرب وذلك لحماية العمال، والآخرين، من الحوادث ومن التعرض للكيماويات. إلا أن هذه الأجهزة تظل محدودة القيمة إذا لم تـــولى اهتمامـــاً شـــديداً ودقيقـــاً لإجراءات السلامة. فإذا كان هناك شئ يبدو أثقل من أن يمكنك رفعـــه، فـــلا تحاول رفعه، اطلب المساعدة، أو استخدم وسيلة رفع مثل ونش الشوكة. وعند العمل بجوار المعدات الميكانيكيـــة والكهربائيـــة، أو منشـــآت المحطـــة، أو الكيماويات، يجب إتباع إجراءات السلامة المبينة أدناه لتجنـــب الحـــوادث أو الإصابات.

أخطـــار التعامل مع الكيماويات

تضاف الكيماويات إلى المـــياه فى إحدى مراحل تنقيتها كما تم بيانها فى الأجزاء السابقة، وتمثل هذه الكيماويات أهم المخاطر على القائمين بإضافتها والتي تتلخص فيما يلى:

- إصابة العينين والوجه واليدين وباقى أجزاء الجسم من ملامسة أو انسكاب المواد الكيماوية.
- استنشاق أبخرة وغازات ضارة.
- اشتعال المواد الكيماوية أو حدوث انفجار بها.
- الإصابة بالأمراض المعدية.

وللوقاية من هذه المخاطر يجب اتباع الآتى عند التعامل مع الكيماويات:

- ارتداء الملابس الواقية كالمرايل والقفازات والأحذية الخاصة والنظارات وحواجز وقاية الوجه والعينين.
- توافر أدشاش المياه الغزيرة للجسم وأدشاش غسيل الوجه والعينين.
- توافر التهوية الكافية واستخدام الأقنعة الواقية عند اللزوم.
- عدم استخدام لهب مكشوف بجوار المواد القابلة للاشتعال أو الانفجار.
- تعرَّف على كيفية اكتشاف تسرب الكلور وإجراءات التداول الآمن له.
- نظِّف فوراً جميع الكيماويات المنسكبة على الأرض.
- تطبيق تعليمات تخزين المواد الكيماوية بدقة.
- مراعاة القواعد الطبية فى تداول العينات، وأثناء إجراء الاختبارات البكتريولوجية.

أخطار التعامل مع أجهزة الكلور

من الأخطار التى يتعرض لها الذين يتعاملون مع أجهزة الكلور ما يلى:

* الاختناق من غاز الكلور.
* احتراق الجلد من سائل الكلور.
* انفجار اسطوانة الكلور.

وللوقاية من هذه الأخطار يلزم مراعاة ما يلى:

* الانتباه لأى تسرب من أجهزة حقن الكلور واسطواناته، وسرعة الإبلاغ عنه، وابتعاد الأفراد فوراً عن منطقة التسرب. ويمكن اكتشاف منطقة

التسرب بواسطة المختص باستخدام سائل النشادر، الذى يُكوِّن سحابة بيضاء مع الكلور المتسرب.

* التأكد من وجود القناع الواقى فى مكان العمل لاستخدامه عند الضرورة.
* لبس الملابس والقفازات والأحذية الواقية.
* الحرص فى تداول الاسطوانات ومراعاة عدم اصطدامها بأجسام صلبة.
* استخدام الكابلات والسلاسل لرفع الاسطوانات وعدم دحرجتها أو رفعها من رقبتها.
* عدم تعرض الاسطوانات للهب مكشوف أو وضعها بالقرب من مواد سريعة الالتهاب.
* يراعى تخزين الاسطوانات سعة ٥٠ كجم فى وضع رأسى قائم، مع تركيب غطائها عليها، أما الأسطوانات سعة ٥٠٠، ١٠٠٠ كجم فيتم تخزينها أفقيا مع تركيب أغطية المحابس.
* يراعى أن يكون مخزن الاسطوانات فوق سطح الأرض، وأن يكون جيد التهوية، ولا تزيد درجة حرارته عن ٦٠ درجة مئوية.
* يجب تمييز الاسطوانات الفارغة والمملوءة بوضع علامات عليها.
* توافر مصادر المياه الغزيرة لغسل أى جزء من الجسم معرض لغاز أو سائل الكلور.
* إنشاء نظام لمعالجة الكلور المتسرب باستخدام الصودا الكاوية في المحطات التي لا يوجد بها هذا النظام.

المنشآت المكشوفة المليئة بالمياه

تتضمن إجراءات السلامة ما يلى:

١- لا تلغى أو تبـــطل الغرض من وسائل الحماية كالدرابزين بإزالتها إذا كانت تعترض الطريق، اتركها لتؤدى الغرض منها.
٢- أغلق جميع الفتحات عند الانتهاء من العمل.
٣- اعرف أماكن جميع أطواق النجاة يجب أن تكون في أمـــاكن ظـــاهرة للعين).

إجراءات الأمان

يطلق تعبير "مكان مغلق" على أى مكان ينطبق عليه واحد أو أكثر من الشروط

بالنسبة للأماكن المغلقة التالية:

أ- له مدخل محدود أو صعب الدخول إليه أو الخروج منه.

ب- غير مخصص للشغل أو العمل بصفة مستمرة.

جـ- قد يكون غير صالح للتواجد فيه لعدم كفاية الأكسجين أو لاحتوائه على غازات سامة أو خانقة أو قابلة للاشتعال.

ويمكن ببساطة تعريف المكان المحصور أو الضيق بأنه المكان الذي لا يمكنك دخوله ببساطة ماشيا باستقامة وعموما يعتبر المكان محصورا أو ضـيقا إذا كان ينبغي أن تزحف أو تتسلق أو تنحني أو تضغط نفسك بداخله.

١- من أمثلة الأماكن المغلقة فى مجال المرافق:
غرف التفتيش، وحجرة البلوف، حجرة الطلمبات، الأحواض الفارغة، الحفر، المطابق، ..... إلخ .

٢- أثناء عمليات معالجة وتوزيع مياه الشرب أو تجميع ومعالجة مياه الصرف الصحى تتم عمليات كيماوية وبيولوجية ينتج عنها وجود أو زيادة تركيز الغازات السامة أو القابلة للاشتعال .

٣- حتى لو لم تتواجد غازات سامة أو قابلة للاشتعال بتركيز كافٍ لإحداث ضرر مباشر، فإن التغييرات الكيماوية والبيولوجية قد تستهلك أكسجين الجو وتترك الجو خانق بسبب نقص الأكسجين .

٤- الأماكن المغلقة كما هو واضح من اسمها أماكن خطرة للعمل ويجب اتخاذ تدابير وإجراءات خاصة قبل العمل داخلها.

مخاطر الدخول للاماكن المغلقة (المحصورة)

من أهـم الاعتبارات التي تؤثر على دخول الأماكن الضيقة هي مدى كفاية التهوية الموجودة لإزالة التلوث من الهواء والتغلب على نقص أو زيادة الأكسجين (اقل من ١٩.٥% أو أكثر من ٢٣.٥ % من الحجم) تواجد بعض الغازات الضارة

- يجب فحص الجو داخل الأماكن المحصورة قبل الدخول إليها ويجب أن يتم أولا فحص نسبة الأكسجين الموجودة ثم بعد ذلك الكشف عن وجود غازات قابلة للاشتعال ثم الغازات السامة ويكون تركيز الأكسجين في ظروف التنفس العادية هو ٢٠.٩ %.
- لا يتم السماح بدخول الأماكن المحصورة (الضيقة) إلا بعد تمام التهوية الجيدة بواسطة الأجهزة المعدة لذلك مثل نوافخ الهواء (البلاورات) التي تطرد كل الهواء الموجود ليحل مكانه هواء متجدد.

المهمات اللازمة لدخول الأماكن المغلقة:

لتأمين دخول الأماكن المغلقة بالمرافق يلزم توفير المعدات التالية على الأقل:

١- نافخ (كمبرسور ذو معدل تصرف عالى وضغط منخفض) وخرطوم كبير القطر لتهوية المطابق وغرف التفتيش.
٢- جهاز الكشف عن الغازات للكشف عن نقص الأكسجين أو الغازات السامة أو القابلة للاشتعال.
٣- أجهزة تنفس خارجية (ذاتية) للعاملين فى الأماكن شديدة الخطورة أو عمال الإنقاذ.
٤- شبكة إنقاذ وحبل إنقاذ لكل فرد مشترك.
٥- مهمات وقاية شخصية شاملة أحذية مطاطية، خوذ، أقنعة، نظارات واقية.
٦- كشافات غير قابلة للانفجار.
٧- شنطة إسعاف.
٨- حواجز، علامات توجيه، علامات تحذير، جاكيتات عاكسة.
٩- ونش سبيه.

التهوية:

يجب ضمان التهوية الجيدة بالأماكن المغلقة. وفى كثير من الأحيان يمكن تحقيق ذلك بسهولة، فمثلاً يمكن رفع غطاء غرفة التفتيش المجاورة للغرفة

المطلوب العمل بها لتوفير تيار هواء. وإذا لم يتيسر هواء للتهوية الطبيعية يمكن دفع هواء نقى بواسطة نافخ.

ويراعى تهوية المكان بالكامل لتلافى تركيز الغازات على ارتفاعات مختلفة حسب كثافتها.

- **الخطوات الواجب إتباعها قبل الدخول إلى الأماكن المحصورة التي تحتاج لتصاريح دخول:**

١. تأكد من حصول جميع الأفراد على تدريب جيد
٢. إذا كان للمكان المحصور فتحات جانبية وعلوية استخدم الفتحات الجانبية للدخول إذا كانت في حدود ارتفاع ١١٠ سم من الأرض
٣. ارتدي أجهزة تنفس مناسبة ومعتمدة
٤. تأكد أن طريقة العمل والنجاة والإنقاذ موجودة كتابيا في الموقع
٥. ارتدي حزام نجاة معتمد وموصل بحبل نجاه ويجب أن يكون طرف حبل النجاة الحر مؤمنا خارج نقطة الدخول
٦. اختبر حالة الجو داخل الموقع وعدم وجود مخاطر
٧. عين فرد على الأقل ليتمركز خارج المكان المحصور وشخص أخر إضافي داخل الموقع
٨. احرص على وجود اتصال فعال بين الشخص الموجود بالخارج والشخص الموجود بالداخل
٩. يجب أن يكون الشخص المتمركز بالخارج مجهزا بأجهزة تنفس ملائمة لأنه قد يضطر للدخول في حالات الطوارئ
١٠. إذا كان دخول المكان سيتم من فتحة علوية في السقف فيجب الحرص على وجود جهاز تعليق مزود بطوق أو حزام نجاه ويعلق به الشخص الذي سيدخل المكان في وضع راسي ويجب أن يتواجد جهاز رفع ميكانيكي لإخراج الشخص من الداخل إذا كان عمق المكان اكبر من ١.٥ متر

١١. إذا كان المكان يحتوي على أو من المحتمل أن يتولد به غـــازات قابلة للاشتعال أو الانفجار فيجب عدم اســـتخدام آلات يمكـــن أن تكون مصدر للاشتعال
١٢. ارتدي ملابس واقية مناسبة عند الدخول إلـــى مكـــان محصـــور يحتوي على مواد ضارة بالجلد
١٣. يجب أن يتواجد على الأقل شخص واحد مدرب على الإســـعافات الأولية وعمليات الإنعاش وتدليك القلب أثنـــاء العمـــل بالأمـــاكن المحصورة (المغلقة أو الضيقة)

مخاطر الكهرباء وكيفية تجنبها

الكهرباء محيطـــة بنا من كل جانب، فالانســـــان تعلم كيف يصنع الكهرباء وعرف كيف يجعلها تعمل من اجله فنحصل منها على الضوء والحرارة والحركة، واستطاع ان يختزنها للاستعمال عند الحاجة كما هو الحال فى البطاريات بأنواعها. وبذلك اصبحت الكهرباء جانبا هاما جدا فى حياتنا اليومية. الا ان هناك خطورة عالية تلازم استعمال الكهرباء - فانها ان لم تستعمل بحذر تصبح مصدرا للحوادث والحرائق والانفجارات. لذلك يجب اتباع التعلميات والارشادات الخاصة بالطرق الصحيحة لاستعمال الاجهزة الكهربية أو المعدات والآلات التى تعمل بالكهرباء.

يتوقف الاستخدام الآمن للكهرباء على:
١- مدى سلامة المعدات والاجهزة الكهربية ودرجة جودتها.
٢- الاستخدام الجيد للمعدات الكهربية السليمة.
٣- سلامة التركيبات والتوصيلات المستخدمة فى توصل الكهرباء وفصلها.
٤- كفاءة اعمال الصيانة والاصلاحات.

بالنسبة للإنسان فإن الصدمات الكهربية تمثل الخطر الرئيسى الذى يمكن أن ينتج من معدات الطاقة الكهربية. ومن أخطارها ايضا الحروق نتيجة وميض أو شرر كهربائى. وكذلك الاصابات التى تحدث نتيجة سقوط شخص تعرض لصدمة كهربية أحدثت تقلصا بعضلاته وبالتالى فقد توازنة، وايضا المشى

فوق الاسلاك الكهربية أو التعثر بها يمثل خطرا آخر ويوضح الجدول رقم (١٢-١) مقدار شدة التيار الكهربي والتأثير الناتج عنها علي الإنسان.

جدول رقم (١٢-١)

مقدار شدة التيار الكهربي والتأثير الناتج عنها

مقدار شدة التيار	التأثير الناتج
المقادير الآمنة	
• أقل من ١ إلى ٨ مللي أمبير	لا يشعر به الإنسان - يشعر بالصدمة بدون ألم - ويمكنه الابتعاد والتحكم فى عضلاته.
المقادير الغير أمنه	
• من ٨ إلى ١٥ مللي أمبير	صدمه مؤلمة - يمكنه الابتعاد - ولا يفقد التحكم فى عضلاته.
• من ١٥ الى٢٠ مللي أمبير	صدمه مؤلمة - يفقد السيطرة على العضلات القريبة من مكان الصدمة ولا يتمكن من الحركة.
• من ٢٠ إلى ٥٠ مللي أمبير	ألم شديد يصحبه تقلص شديد فى العضلات وصعوبة في التنفس.
• من ٥٠ إلى ١٠٠ مللي أمبير	اضطراب فى ضربات القلب.
• من ١٠٠ إلى ٢٠٠ مللي أمبير	اضطراب فى ضربات القلب تؤدي إلي توقفه خلال فتره وجيزة.
• من ٢٠٠ مللي أمبير فما فوق	حروق شديدة - تقلص شديد فى العضلات وبالتالي تضغط عضلات الصدر على القلب وتوقفه فى فترة حدوث الصدمة .

وفيما يلى شرح لبعض الاخطار الناجمة عن الكهرباء وكيف نتجنب حـــدوثها فيما يتعلق بالمعدات والآلات والمواد المستخدمة فى محطات المياه والصرف الصحى.

١ - اخطار المعدات اليدوية المحمولة التى تعمل بالكهرباء :

المعدات اليدوية التى تستخدم فى الاماكن الرطبة أو الخزانات المعدنية تعرض العامل لحالات تسهل مرور التيار خلال جسمه خصوصا اذا كان مبللا بالعرق - وتحدث معظم الصدمات الكهربية نتيجة تلف العزل بين الاجزاء الحاملة للتيار والجسم المعدنى للجهاز لان هذا العيب يصعب اكتشافة عن اكتشاف الاسلاك العارية أو الاطراف المقطوعة داخل الجهاز.

ولتجنب المخاطر السابقة - يجب اتباع الارشادات واتخاذ الاحتياطات الاتية:

- لا تعمل بمفردك ولكن يجب ان يكون معك زميل آخر على الاقل اثناء قيامك بأى عمل.
- يحرم بتاتا اختبار مرور الكهرباء باستعمال اليد أو أى موصل بل تستخدم لذلك أجهزة قياس خاصة يمكن بواسطتها معرفة الضغط وشدة التيار والطاقة المستهلكة.
- يجب عمل فحص دورى للمعدات واجراء الصيانة الدورية اللازمة لها.
- يجب الحرص فى تداول المعدات لمنع سقوطها او تقطع اسلاكها.
- التنظيف المستمر يساعد على منع تعرية الاسلاك أو تمزقها وبالتالى منع تواجد الخطر.
- المناضد العازلة (الواح للوقوف عليها) ومشايات المطاط العازلة والقفازات العازلة توفر عوامل أمان اضافية للعامل فى الاماكن الرطبة أو المبللة.
- تأريض المعدات الكهربية المحمولة وسيلة ايجابية لتأمين سلامة العامل فإن كان بالمعدة أى خلل أو قصر فى الدائرة - يمر التيار من الجسم المعدنى للمعدة خلال السلك الارضى ولا يمر خلال جسم العامل.
- هناك قوانين وتشريعات للأمن الصناعى تتطلب استخدام المعدات الكهربية ذات الطرف الارضى والفيش الثلاثية (سلك ثالث ارضى بجانب اسلاك توصيل الكهرباء). وذلك لضمان الا ينسى العامل توصيل الجهاز بالارض.
- يجب استخدام الاسلاك الكهربية الجيدة وفحصها واختبارها قبل الاستخدام.
- لان الاسلاك الموجودة فوق الارض (توصيلات العدد اليدوية) تعرضنا لخطر المشى فوقها أو التعثر بها فيجب تعليقها فوق الممرات فى مناطق العمل أن أمكن.
- تجنب تعليق الاسلاك على المواسير او أى حواف حادة ولا تدعها تتعقد أو تتركها ملقاه على الارض لتمر فوقها المركبات بل يمكن وضع الواح خاصة للعبور والسير فوقها.

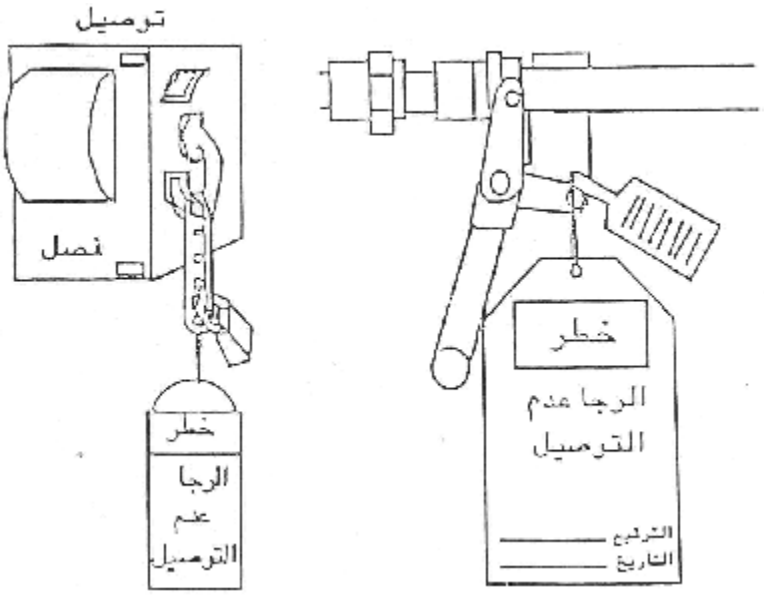
- حافظ على التوصيلات من التلامس بالزيت أو الكيماويات او الاسطح الساخنة.
- لا تغطى الاجزاء تالفة العزل من الاسلاك بشريط اللحام بل استبدل الخط أو اقطع الجزء المكشوف وأعد توصيله مستخدما الشريط العازل الواقى.
- استخدم النظارة الواقية أو قناع الوجه إن كان هناك خطر من تطاير اجزاء اثناء العمل.
- خزن اسلاك التوصيل فى مكان نظيف جاف - بحيث تكون ملفوفة بطريقة سليمة.
- لا يجب تحت أى ظرف أن يكون مقبض المعدة غير مثبت جيدا حتى لا تهتز المعدة فى يد العامل أثناء استخدامها.
- لا ترتدى ملابس واسعة أو ممزقة عند استعمال المعدات اليدوية.
- يجب أن تكون كل الادوات المستعملة فى الاعمال المتصلة بالكهرباء مثل المفكات والزراديات والمفاتيح ذات مقابض عازلة كما يجب الحرص على الا تقع هذه الادوات على الوصلات الكهربية.
- لا ترتدى سلاسل أو خواتم معدنية أثناء اجراء اعمال الصيانة المرتبطة بالكهرباء.
- لا تستعمل مطلقا الكابل لرفع أو انزال المعدة من مكان لاخر.
- لا تدخل أى مسامير أو أجسام أخرى فى فتحات التهوية - لان ذلك يقلل من كفاءة التهوية وبالتالى ترتفع درجة حرارة المعدة مما قد يؤدى إلى تلف العزل.
- استخدام المعدات ذات العزل المزدوج يمثل طريقة أخرى لمنع خطر الصدمات الكهربية.
- نظراً لتعرض الاجهزة الكهربية المتنقلة (المحمولة) احيانا للخدمة الشاقة أو الاستخدام السيئ فقد يتلف السلك العازل ويصبح العزل غير فعال ويسبب وقوع حوادث - لذلك يجب اجراء اختبار الأسلاك العازلة كل ثلاثة إلى ستة شهور والتأكد من سلامتها.

٢ - أخطار لوحـــات التوزيع الكهربية:

تحدث معظم الحرائق فى لوحات التوزيع نتيجة تعطل مفتاح قاطع الدائرة ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة وقد تسبب صدمات كهربية للعامل اذا تلف العازل الكهربائى حيث تصبح مبايت هذه اللوحات واغلفتها نابضة بالتيار الكهربائى. وفيما يلى بعض الإرشادات لتجنب أخطار لوحات التوزيع الكهربية:

- يجب الا تعرض اللوحات للرطوبة أو الغازات المؤكسدة (المسببة للصدأ).
- يجب أن تزود جميع لوحات التوزيع باضاءة مناسبة من الامام وان تزود اللوحات المحتوية على اجهزة او اجزاء تتطلب ضبطاً أو اصلاحاً أو تغييراً باضاءة من الخلف.
- يجب أن يتم فتح لوحات التوزيع بواسطة الاشخاص المؤهلين لذلك والمسئولين عنها وأن يزودوا بوسائل الحماية الشخصية اللازمة مثل قفاز عازل وحذاء عازل ايضا ومعدات الكشف والاصلاح الخاصة.
- يجب على العامل ان يقف على مادة عازلة ان كان ملامسا لها.
- كل المعدات الكهربية بما فى ذلك لوحات التوزيع يجب توصيل هيكلها بالارضي ويجب العمل على أن تكون مقاومة الدائرة الارضية اقل ما يمكن. ويجب صيانة الموصلات الارضية صيانة مستمرة بواسطة عمال مهرة ويجب اجراء اختبارات مستمرة للتاكد من صلاحية مقاومة الوصلات الارضية وكذلك صلاحية الارض الموصلة بها هذه الوصلات بواسطة الاجهزة الخاصة بذلك.
- يجب وضع لوحات وعلامات تحذير دائمة أو مؤقتة للخلايا المحملة بأكثر من ٦٠٠ فولت.
- يجب غلق المساحات المحتوية على جهد عالى وأن تزود بمغلاق يفتح من الداخل بدون مفتاح.
- يجب الاعلان عن الوحدات التى تعمل أوتوماتيكيا بعدم الاقتراب منها حيث أن هذه الوحدات تعمل فجأه وبدون سابق انذار.

- يجب عدم استعمال الجزء الخلفى للوحات التوزيع كمكان للتخزين أو تداول المواد.
- يجب تغطية الجزء الخلفى للوحات التوزيع منعا للاتصال بالأسلاك والموصلات المكشوفة.
- يجب أن تكون التوصيلات والاسلاك والاجهزة الكهربية المتصلة باللوحات فى حالة سليمة دائما وأن يوضع تحت كل مفتاح فى لوحة التوزيع اسمه واسم الجهاز أو الماكينة المتصلة به لكى يسهل استعماله.
- يجب وضع أرضيات عازلة أمام وخلف لوحات التوزيع من الخشب الجاف أو الكاوتشوك العازل على الارض لوقاية العاملين عليها من خطر الصدمات الكهربية المفاجئة من تسرب الكهرباء إلى المقابض البارزة على التابلوه نتيجة كسر احد العوازل أو غيره ومنع رش أى مياه على الارضيات وملاحظة خلو هذه الارضيات من المسامير أو أى مواد موصلة للكهرباء.
- يجب وضع رسم توضيحى للدوائر الكهربية الموصلة لكل جهاز داخل لوحات التوزيع حتى تسهل عملية الصيانة الكهربية للاجهزة وتحدد أماكن العيوب بسرعة وبكل سهولة.
- يجب على العاملين أن يتنبهوا لملاحظة أى أخطار أو اعطال أو تخريب ويبلغوا عنه بأسرع ما يمكن مسئولى محطة القوى واذا حدث اى خطر - يجب ان يظل احد الاشخاص واقفا عند الحاجز الواقى او ايجاد أى وسائل اخرى لمنع الحوادث والاصابات عن الاخرين ويجب عمل تقرير فورى عن الكابلات المعطلة والاسلاك والاخشاب أو اى مخلفات اخرى يمكن ان تكون مصدراً للخطر بحجرة المحولات.
- يجب ان يكون مكان واستعمال طفايات الحريق مألوف لجميع العاملين، طفايات بيكربونات الصودا (الرغوي) لا تستعمل بالقرب من الموصلات الحية، استخدم طفايات ثانى اكسيد الكربون او البودرة الجافة. ويجب الا تحتوى الطفايات على مواد موصلة، كما يجب فحصها على فترات للتأكد انها بحالة جيدة.



شكل رقم (١٢-١)

تأمين فصل اللوحات/ المفاتيح الكهربية

٣- أخطار المفاتيح الكهربية:

تستخدم المفاتيح الكهربية للتحكم فى سريان التيار الكهربائى للاجهزة أو الاضاءة، وفيما يلى بعض الإرشادات لتجنب أخطارها:

- يجب ان تكون السكاكين الكهربية موضوعة داخل صندوق ولها رافعة تعمل خارج الصندوق ويوضع بجانبه لوحة تحذير من خطورة استعمالها، حتى لا يتعرض العاملون لخطر نتيجة لمسها او نتيجة للشرر الكهربائى الناتج عن فتح او قفل السكينة وكذلك لتجنب وقوع الحرائق كما في الشكل رقم (١٢-١).
- يجب فتح وقفل هذه السكاكين بواسطة عمال اخصائيين مدربين بدرجة عالية على الأعمال الكهربية وعلى فتح هذه السكاكين اثناء القيام باى اصلاحات فى الاجهزة واثناء عملية الصيانة.

٤ - أخطار المصهـــرات:

لتجنب أخطار المصهرات يراعى الآتى:

- يجب ان تكون اسلاك التوصيل المستعملة بها مناسبة لمدى احتمال الاجهزة المطلوب حمايتها حتى تنصهر وتعمل على قطع التيار المار بالدائرة عما تتحملة هذه الاجهزة.
- يجب وضع المصهرات داخل صناديق عازلة واقية لها من التقلبات الجوية.
- يجب مراعاة عدم رفع المصهرات والدائرة الكهربية محملة منعا لحدوث الشرر.

الوقاية من الحوادث والحرائق الناجمة عن الكهرباء:

- تحدث الحرائق فى المنشآت الكهربية أساساً من :

أ- سخونة خطوط التيار الكهربائى.

ب- الشرر والاقواس الكهربية.

- وقد تسخن خطوط التيار الكهربائى اذا كانت محملة أكثر من اللازم- كما هو الحال عند توصيل الاحمال بدائرة مصدر كهربائى عالى القدرة - وقد ترتفع درجة حرارتها وتصل إلى درجة حرارة اشتعال المواد المحيطة القابلة للاشتعال.

- واذا كانت اطراف التوصيل فى صناديق التوزيع مثلا او مخارج المحركات او التوصيلات ذات الفيش والبرايز غير مثبتة (سائبة) - فانها تصبح عرضة للارتفاع الشديد فى درجة الحرارة نتيجة لزيادة مقاومة التلامس - ومن المحتمل ايضا أن تصبح هذه التوصيلات عرضة لحدوث شرر قد يتسبب فى رفع درجة حرارة الموصلات إلى درجة حرارة اشتعال المواد المحيطة القابلة للاشتعال. وهذه الظاهرة قد تتسبب فى حدوث احتراق وتدخين بغير لهب.

- والتسرب الارضى نتيجة لتلف العازل الخاص بالموصل - قد يتسبب كذلك فى نشوب الحرائق وفى الغالب يكون لموضع التسرب الارضى

مقاومة ملامسة عالية تؤدى إلى تحويل الطاقة الكهربية إلى حرارة وبالتالى فإنها تتسبب فى احتراق المواد وتدخينها بدون لهب.

والعيوب السابق ذكرها - مثل السخونة الزائدة فى الموصلات واطراف التوصيل أو حدوث الشرر فى توصيلات الاسلاك قد تتسبب فى حدوث انفجارات فى الغرف والعنابر التى تتداول فيها سوائل قابلة للاشتعال.

- وللوقاية من الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة يجب تركيب مصهرات أو مفاتيح فصل اوتوماتيكية ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة فى الخطوط حسب مساحة المقطع المستعرض للموصلات.
- يحظر استخدام مصهرات ذوات مقننات اكبر من اللازم للغرض المحدد أو ترميم المصهرات المحترقة.
- ويحظر عمل كبارى بالاسلاك فوق الفيوزات المحترقة - بل يجب استبدالها.
- فى الاماكن ذات الحرارة العالية أو الرطوبة يحسن أن تكون الاسلاك جيدة العزل ولايجوز تركها مكشوفة حتى لا تتسرب اليها الرطوبة أو تؤثر فيها الحرارة وتؤدى إلى قصر كهربائى.
- يجب عدم تعرض الاسلاك الكهربية المغطاة بالمطاط أو البلاستيك للشمس والحرارة حتى لا يفسد المطاط اذا تعرض لها مدة طويلة.
- يجب مراعاة ألا يمتد السلك المعزول بالمطاط فوق قطع حادة من المعدن أو المواسير ... الخ حتى لا يبلى بفعل صدأ الحديد أو يتعرض للقطع فيحدث تماس بين الأسلاك والمعدن.
- يجب الا يعقد السلك المدلى لتقصيره أو تدق عليه مسامير لتقريبه من الحوائط، بل يقطع السلك حسب الطول المطلوب بغرض تقصيره.

التوصيل بالأرضى:

من أهم عوامل الأمان ضد الأخطار الكهربائية وجود شبكة للتوصيل بالأرضى بموقع المحطة. وهى عبارة عن قطب كهربى من النحاس (الذى يحتوى على نسبة كربون عالية) يُدفن بالتربة إلى العمق المناسب (الذى تحدده المواصفات القياسية)، ويتم توصيله بقضيب من النحاس موجود بلوحة التوزيع الكهربائية الرئيسية بالمحطة، ويمثل هذا القضيب طرف التوصيل بالأرضى للمحطة. وعند تركيب المعدات الكهربائية، كالمحركات والمحولات ولوحات التوزيع، يتم توصيل أجزائها المعدنية إلى طرف التوصيل بالأرضى المشار إليه. وفى حالة حدوث خطأ داخلى بأحد هذه المعدات (كالمحرك مثلا) سوف لا تكون هناك خطورة من لمس الأجزاء المعدنية له (كالجسم الخارجى للمحرك) نظراً لأن جهده فى هذه الحالة سيكون مساوياً لجهد الأرض وهو الصفر.

يجب اتباع الاحتياطات الآتية عند التعامل مع المعدات الكهربائية:

١- تأكد من وجود شبكة التوصيل بالأرضى، وأن المعدات الكهربائية متصلة بها.

٢- احذر أن تلمس أى أطراف أو أسلاك عارية.

٣- احذر أن تمسك أية معدات كهربائية بأيد مبتلة، أو عندما تكون أقدامك مبتلة.

٤- استخدام المعدة الكهربائية المتنقلة التى تحتوى على طرف ثالث للتوصيل بالأرضى، كما هو موضح بالشكل رقم (١٢-٢).

٥- استبدل الأسلاك والعوازل الكهربائية التالفة.

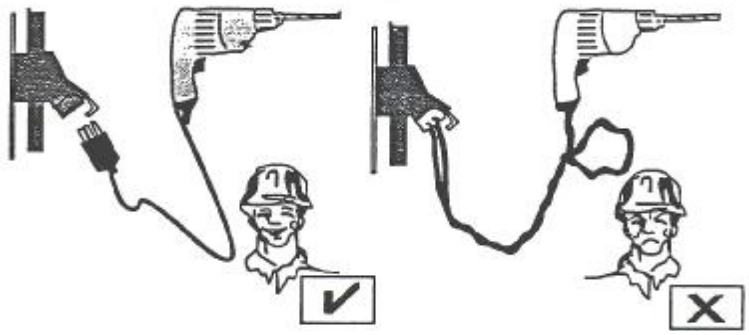
٦- افصل مصدر القوى الكهربائية قبل أن تقوم بتنظيف منطقة العمل.

٨- تأكد دائماً من وجود متخصصين فى الأعمال الكهربائية مدربين التدريب الكافى المناسب لطبيعة العمل.

٨- عند القيام بأعمال التركيبات للمعدات والأجهزة والدوائر الكهربائية فى الأماكن المبتلة، تأكد أولاً من فصل مصدر القوى الكهربائية قبل البدء فى العمل كما بالشكل رقم(١٢-٣).

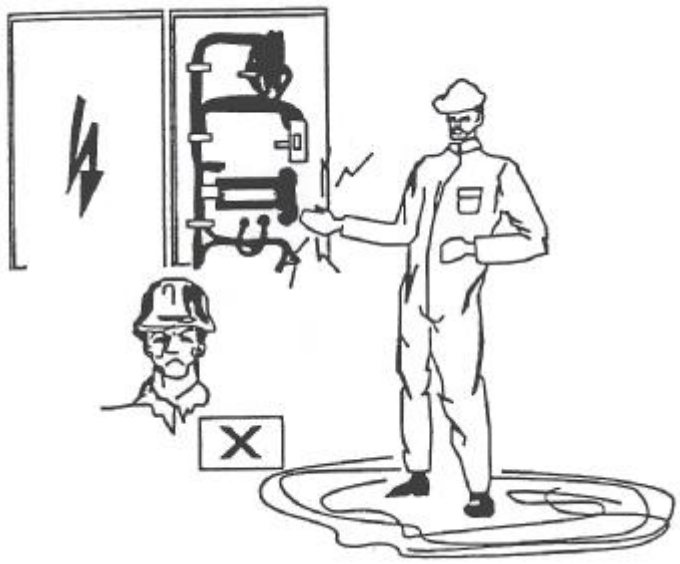
٩- عندما تحدث دوائر القصر (Short Circuits)، يجب البحث عن السبب وإجراء التغييرات اللازمة بواسطة المتخصصين.

٨- يجب اتباع احتياطات الأمان للخلايا الكهربائية وبادئات الحركة والمحركات، وذلك بعزل نهايات الأسلاك غير المتصلة (داخل الخلايا الكهربائية، شكل رقم (١٢-٤)، وتنظيف الأجواء الداخلية والملمسات (بادئات الحركة)، وتوصيل هيكل المحرك الكهربائى بالأرضى إذا لم يكن متصلاً.



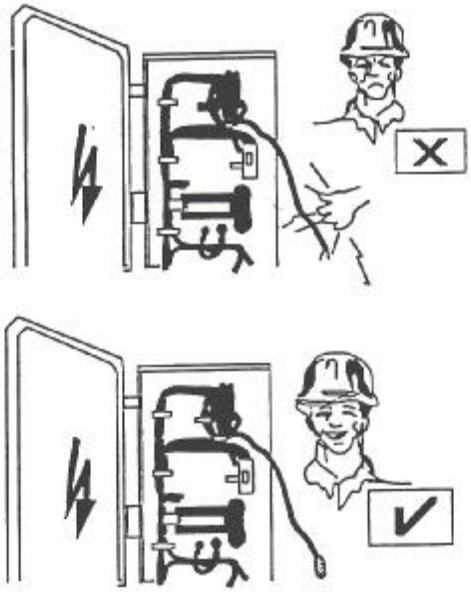
شكل رقم (١٢-٢)

فصل مصدر القوى الكهربائية قبل البدء فى العمل



شكل رقم (١٢-٣)

خطورة عدم فصل مصدر القوة الكهربائية عند العمل فوق أرض مبتلة



شكل رقم (١٢ - ٤)
عزل نهايات الأسلاك الغير متصلة

تعليمـــات عامـــة لاستخدام المعدات

فيما يلى عرض لبعض تعليمات وإرشادات استخدام المعدات:

١. فى أثناء رفع (فك) وتجميع المعدات والآلات وأجزائها ومجموعات الإدارة والحركة بالاستعانة بوسائل النقل والرفع (الأوناش) يجب ربط الأجزاء جيداً بالأوناش أو بخطاطيفها أو بالوسائل المستخدمة لهذا الغرض. واتباع تعليمات وإرشادات التشغيل فيما يتعلق بالأبعاد والأوزان والطرق الخاصة بالتعليق

٢. الصيانة بأنواعها والإصلاح تحقق التشغيل الآمن للماكينات والآلات.

٣. بعد إجراء عمليات الصيانة أو الإصلاح للطلمبات أو المحركات يجب تثبيتها جيداً على قواعدها لمنع تحركها أو تأرجحها حتى لا تحدث أى تغيرات غير مرغوبة فى أوضاعها أو أماكنها.

٤. يجب عدم رفع الغطاء الواقى أو الساتر الخاص بالآلة إلا بعد إيقافها منعاً للإقتراب من مواطن الخطر (غطاء الكوبلنج).

٥. الترتيب الصحيح لوسائل التحكم فى الآلة وتمييزها وتشغيلها يساعد علىالوقاية من الحوادث. فقد يصعب الاستدلال على مفتاح الطوارئ الكهربائى نتيجة لعدم كفاية العلامات الدالة عليه. أو أن هناك عائقاً لتشغيل مفتاح قاطع الدائرة الكهربية. أو أن عناصر الدائرة الكهربية أو الأجزاء المتحكمة فيها فشلت فى أداء وظيفتها نتيجة لتعطلها بسبب الإهمال فى اتباع التعليمات والإرشادات الخاصة بها.

٦. يجب أن تكون علامات بدء الحركة والإيقاف والتحكم واضحة ويمكن رؤيتها وتمييزها بسهولة فى أى وقت، كما يسهل الوصول إليها. ويجب عدم السماح بتعطيل وسائل التحكم والاهتمام بتثقيف العمال فى المجالات المتعلقة بالأمان.

٧. الملابس المناسبة للعمل تلعب دوراً هاماً فى الوقاية من الحوادث. فيجب أن تكون نظيفة وملائمة للعمل وخالية من الأطراف السائبة كما يجب ضم الأكمام بأزرار عند الأساور أو تقصيرها لتنتهى فوق المرفق. تجنب الصدمات الكهربائية باستخدام قفازات واقية ويجب استخدام أحذية عازلة.

٨. يجب التأكد من سلامة المعابر أو السقالات وما شابهها فى حالة استخدامها فى أعمال الصيانة، كما يجب تثبيتها وتسويرها مع التأكد من توافر وسائل حماية مستخدميها من التزحلق أو الإتيان بحركة لا إرادية.

٩. يجب مراعاة أن الحوادث تتسبب بلا مبرر فى فقد الوقت والمواد فضلاً عن القصور فى العمالة نتيجة للإصابات.

١٠. يجب عدم تشغيل الآلات والمعدات بعد الإصلاح بدون إجراء الاختبارات اللازمة للتأكد من تمام وجودة الإصلاح.

١١. يجب أن يقوم بالصيانة والإصلاح العمال المختصون والموثوق فى كفاءتهم.

١٢. يجب فصل مصدر القوى المحركة عن الآلة الجارى صيانتها أو إصلاحها. وأيضاً تأمين عدم تشغيل مفتاح التوصيل للجزء الجارى إصلاحه ونزع الفيوزات، كما يجب تركيب لوحات تحذير متفق عليها ويمكن رؤيتها بوضوح لحظر تشغيل الآلات المعيبة أثناء إصلاحها أو صيانتها ولا يتم رفع هذا الحظر إلا بمعرفة المسئول عن الصيانة.

١٣. يجب وضع المعدات الكهربية بطريقة توفر الأمان عند التشغيل والفحص والصيانة. كما يجب أن تكون مصممة بحيث تلائم الظروف والجو التى ستعمل فيه ويتم وقايتها وحمايتها من الأضرار الخارجية بطريقة مناسبة.

١٤. كما يجب توفير الحماية ضد القصر وزيادة الحمل لكل معدة كهربية وذلك بتركيب المصهرات أو أجهزة الفصل المناسبة فى دوائر إمداد الطاقة لهذه المعدات.

١٥. يجب إعطاء العناية الخاصة بأن تكون الأسلاك أو الكابلات التى توصل المعدة بمصدر الطاقة ذات مقطع وحجم مناسب للقيم المقننة ويتم تركيبها طبقاً للأصول الفنية. وغير مسموح بترك صناديق الأطراف (Terminal boxes) أو أجهزة بدء الحركة أو أجهزة الحماية بدون أغطية حيث أن الأجزاء الحاملة للتيار تمثل خطورة كبيرة كما يؤدى ذلك إلى تجميع الأتربة والترسيبات عليها مما يؤدى إلى تكوين

مسارات يتسرب خلالها التيار ويكون من شأنها أن تتسبب فى صدمات كهربية وقصر فى الدوائر أو خطأ التوصيل بالأرضى.

١٦. جميع الأسلاك الموصلة من مصدر الطاقة إلى المعدة يجب أن تمر مباشرة إلى صندوق التوصيل ويجب عدم ترك أى جزء بدون حماية.

١٧. جميع الهياكل المعدنية والحاويات الخاصة بالمعدات الكهربية وكذلك أجهزة بدء الحركة وأجهزة الحماية يجب أن تكون مؤرضة (موصلة بالأرضى).

١٨. يجب أن تحاط الأجزاء الدوارة (مثل المراوح، بروزات الأعمدة، الكوبلنج وسيور نقل الحركة) بواقيات ثابتة.

احتياطات هامة لضمان الأمان والسلامـــة

سنتناول فيما يلـــى بعض الاحتياطـــات الهامة لضمان أمان وسلامة العاملين وتشمل:

١- التأريض
٢- احتياطات تتعلق بالعدد والآلات.
٣- احتياطات خاصة بالنقل والفك والفحص.
٤- اللوحات الإرشادية والإعلانات.
٥- مخاطر الكهرباء وكيفية تجنبها.

التـــأريض:

توصيل أجسام المعدات الكهربية بالأرضى من أهم وسائل الأمان والوقاية من الصدمات الكهربية التى تعمل عادة بدون أى جهد.

ويتم هذا عن طريق نظام خاص بالأرضى أو أقطاب مدفونة فى التربة أو تتلامس معها مباشرة. وهذا النظام يتطلب مداومة التأكد من ملامسة الأقطاب للتربة واختباره دورياً والتأكد من سلامته.

احتياطات تتعلق بالعدد والآلات:

يجب المحافظة على العدد والأدوات فى حالة مناسبة وآمنة. ويجب استخدام العدد والأدوات بالأحجام والأطوال المناسبة والمقاسات التى تتطلبها المسامير والصواميل بالضبط، واستخدام كل عدة للعمل المخصص لها. ويجب أن تكون العدد والأدوات المستخدمة فى الأعمال الكهربية ذات مقابض أو أيادى معزولة. كما يجب فحص واختبار قوة تحمل المادة العازلة بجهد اختبار ٣٠٠٠ فولت كل ستة أشهر.

احتياطات خاصة بالنقل والفك والفحص:

١. المعدات حتى ٨٠ كجم يمكن رفعها بواسطة شخصين مع مراعـــاة خلو الممرات من أى معوقات. أما المعدات التى تزن أكثر من ذلك فيتم تداولها بالأوناش.

٢. يجب فصل الطاقة عن المعدة ورفع المصهرات وتأمين عدم توصيل الطاقة قبل إجراء أى فحص داخلى للمعدة، مراجعة الثغرة الهوائية، والتمركز، وإعادة التشحيم، وضبط الفرش، وقياس مقاومة العزل.

٣. يجب فحص المعدة الكهربية واختبارها قبل إعادتها إلى الخدمة.

٤. عند استخدام مصباح اختبار (Test lamp) يجب ألا يزيد جهد المصباح عن ٣٦ فولت وأن يكون المصباح محاطاً بشبكة معدنية.

٥. التدخين ممنوع أثناء تنظيف أجزاء المعدة بأى سوائل قابلة للاشتعال.

٦. يجب ارتداء القفازات الواقية والملابس المناسبة.

٧. من الضرورى ارتداء الأقنعة الواقية عند نفض الأتربة عن المعدة.

خطر الحريق

يحدث الحريق عادة بتوفر عناصر الحريق الرئيسية وهي ثلاث عناصر سميت بمثلث النار ويتمثل بالعناصر التالية:

١ - مادة قابلة للإشتعال

٢- الأكسجين " من الهواء الجوي"
٣- مصدر إشعال "ويكفي ان يكون ارتفاع درجة الحرارة للمواد الكيميائية"
,هناك أربع درجات للحريق، وهى تعتمد على نوع المواد المحترقة. وهناك أنواع مختلفة من مواد الإطفاء لمقابلة هذه الدرجات الأربع. وإذا استخدمت مادة إطفاء غير مناسبة فقد تتعقد المشكلة. لذا فمن المهم أن يكون العمال على دراية واسعة بكل درجة من درجات الحريق، وطرق إطفائها.

الوقاية من الحرائق:

اتبع التعليمات التالية:

* ترتيب ونظافة مكان العمل وتزويده بأوعية جمع القمامة والمخلفات.
* منع التدخين بأماكن العمل.
* تزويد مكان العمل بمعدات مكافحة الحرائق المناسبة لنوع الأخطار المحتملة.
* تزويد مكان العمل بوسائل الإنذار بالحريق الآلية.
* توفير وسيلة اتصال سريعة لطلب النجدة من أقرب محطة إطفاء.
* وضع خطة لمكافحة الحريق فى المحطة، وسرعة إخلاء الأفراد والمهمات والوثائق.
* تدريب الأفراد فى كل وردية على استخدام معدات مكافحة الحريق.
* وضع علامات الارشاد والتحذير من أخطار الحريق فى الأماكن المناسبة.
* توفير المخارج والسلالم التى تتيح للأفراد الهروب من مكان الحريق.

اعتبارات عامة للأمان

من خلال اتباع عدد من اجراءات الأمان، يمكن تقليل المخاطر المحتملة بشكل ملحوظ، والمحافظة على حياة العاملين من الخطر. ومن أهم الإجراءات الواجب اتباعها ما يلي:

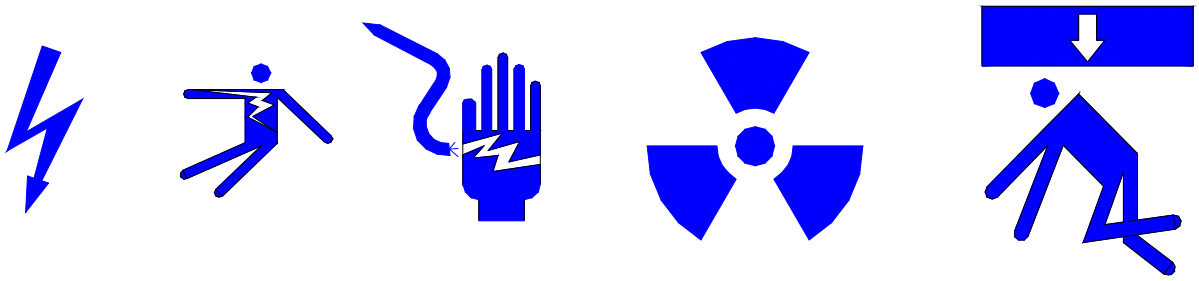
١- يجب وضع قضبان حماية (درابزين) للممرات الضيقة، واستخدام أرضيات مانعة للتزحلق.
٢- يجب أن تتوافر وسائل التهوية عند العمل في أماكن مغلقة.
٣- يجب أن يكون هناك على الأقل شخصان عند إجراء اي عمل خطير.
٤- يجب أن يتوافر بجوار كل حوض ترسيب أطواق للنجاة وحبال لاستخدامها فورا عند الحاجة.
٥- يجب إحاطة الأحواض بسور لمنع وقوع الأشخاص غير المتخصصين. ويجب وضع هذه الأسوار بحيث لا تتعارض مع عملية الصيانة الميكانيكية أو اليدوية.
٦- الحفاظ على ممرات المشى نظيفة وخالية من المواد التي تسبب الانزلاق.
٧- التأكد من وجود أجهزة التهوية وأقنعة التنفس عند العمل في حجرة بلوف أو حجرة توزيع، حيث أن الغازات المتولدة قد تؤدى للإختناق.
٨- يجب أن يكون القائمين بالعمل على علم ودراية بوسائل الأمان، وعليهم الالتزام بتعليمات الأمان الخاصة، وأية تعليمات أخرى، مثل الاتصال بأقرب مركز طبى، كالإسعاف.
٩- يجب تدريب العاملين على طرق الإسعافات الأولية، حتى يسهل التصرف السليم عند إصابة أحدهم باختناق أو غرق في مياه الحوض.
١٠- يجب التأكد من وجود عمالة مدربة وجاهزة فورا عند اي وقت لتنفيذ اي عمل قد يكون ضروريا، مثل إطفاء حريق، أو غيره.
١١- يجب التأكد من أن طفايات الحريق وأجهزة التنفس واسطوانات الأكسجين بالأعداد الكافية وجاهزة للاستخدام، وموضوعة في أماكن سهلة وواضحة يسهل الوصول إليها عند الحاجة.
١٢- التأكد من وجود حنفيات الحريق بحالة جيدة وبجوارها صناديق تحتوى على خراطيم الإطفاء والبشبورى.

اللوحات الإرشادية والإعلانـــات

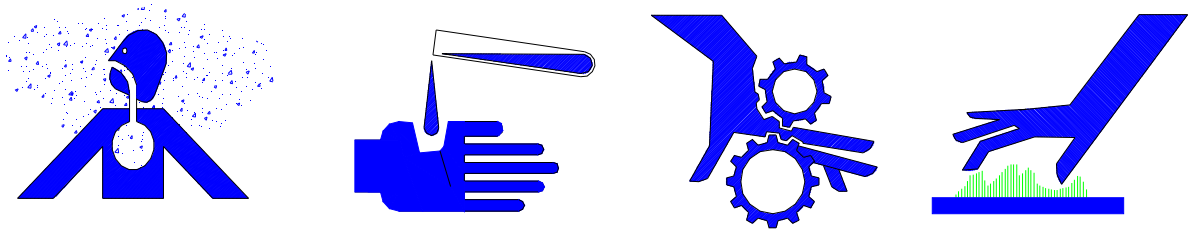
العامـــل الماهر هو الـــذى يعلم مكان الخطر فى موقـــع العمل ويتلافاه ومن واجب المشرف الفنى تبصير العامل بمواطن الخطر، وإرشاده إلى كيفية تجنب الخطر أو مواجهته فى حالة حدوثه. واللوحات الإرشادية والإعلانات لها دور فعال لهذا الغرض، حيث تكون فى مواجهة العامل فى وقت العمل وبصفة مستمرة، واختيار الشكل والمضمون لهذه اللوحات هو المقياس لمدى فعاليتها للغرض المصممة من أجله. ويعرض الشكل رقم (١٢-٥) نماذج للوحات التحذير.

ملحوظة:

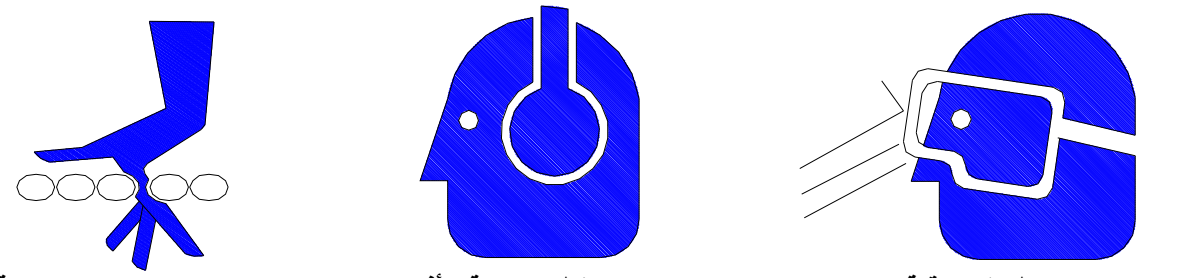
قم فى مجموعتك بتحديد المعدات والآلات فى مجال عملك، ابدأ بكتابة تعليمات وإرشادات التشغيل والصيانة الخاصة بكل منها من كتيبات الجهة الصانعة أو الموردة بالطريقة التى يمكن أن ترفق مع الآلة.



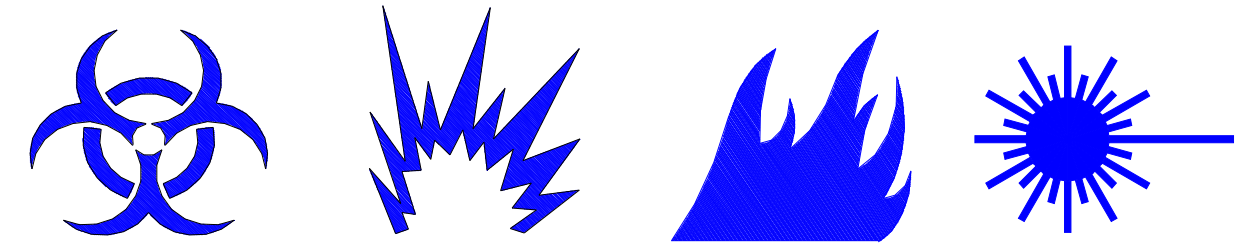
ابتعد، أجزاء متساقطة | ابتعد، منطقة إشعاع | احترس كهربـــاء صـــاعقــة



احترس، سطح ساخن | احترس أجزاء متحركة | احذر الكيماويات | احترس منطقة غازات وأبخرة



ارتدى النظارة الواقية | ضع غطاء حماية الأذن | احترس، سيور متحركة



احترس، شعاع ليزر | احترس، نيران مشتعلة | ابتعد، منطقة انفجارات | هنا مخاطر بيولوجية

شكل رقم (١٢-٥)

نماذج لوحات التحذير

الأخطار المتوقعة فى محطـــات التنقية وطرق تجنبهـــا والتغلب عليها

يعرض الجدول رقـــم (١٢-٢) الأخطار المتوقعة فى محطات **التنقية** وكيفية تجنبها وطرق التغلب عليها .

جدول رقم (١٢-٢)

الأخطار المتوقعة فى محطات التنقية وطرق تجنبها والتغلب عليها

المكان	المخاطر المتوقعة	طرق تجنبها والتغلب عليها
المدخل والمصافى	- السقوط. - مخاطر طبيعية.	- لافتات إرشادية. - لا يعمل بها غير الكهربائى المسئول. - ارتـــداء المهمات الشخصية الواقية. - عمل حواجز مناسبة.
أحواض الترسيب والترشيح	- وقوع العاملين بالحوض من الزحافة أثناء عملية التنظيف. - مخاطر كهربية. - مخاطر بيولوجية.	- ارتـــداء المهمات الشخصية الواقية. - تدريب العاملين. - استعمال المهمات الواقية. - الإضاءة الكافية. - النظافة الدورية. - وجود لافتات إرشادية وعلامات تحديدية. - وجود وسائل اتصال سريعة. - لا يعمل عامل واحد بمفرده. - عمل حواجز مناسبة. - وجود أطواق نجاة.
خزانات الوقود	- حريق. - تســـرب وقود وأبخرة ضـــــارة.	- عزل جيد للخزانات لمنع التسرب. - نظافة دورية. - وجود طفايات حريق كافية ومناسبة. - وضع لافتات لمنع التدخين

تابع جدول رقم (١٢-٢)

الأخطار المتوقعة فى محطات التنقية وطرق تجنبها والتغلب عليها

المكان	المخاطر المتوقعة	طرق تجنبها والتغلب عليها
الورشة الميكانيكية	- مخاطر ميكانيكية. - مخاطر حريق. - مخاطر طبيعية.	- ارتـــداء مهمات وقاية شخصية. - الاستعمال الصحيح والأمثل للمعدات وذلك بواسطة أشخاص مدربين. - وجود عدد كافٍ من الطفايات المناسبة. استخدام نظارات وأقنعة واقية. - تهوية سليمة وإضاءة جيدة. - نظافة دورية.
مبنى المحولات	- مخاطـــر الصعـــق الكهربى. - مخاطر حريق. - مخاطر طبيعية.	- يلزم مهمات أمن صناعى كهربى ولا يعمل بها إلا كهربائى مدرب. - وجود عدد كافٍ ومناسب من الطفايات (ثانى أكسيد الكربون والبودرة). - إضاءة جيدة وتهوية سليمة.
مبنى الديزل	- مخاطر حريق. - مخاطر كهربية. - مخاطر طبيعية. - مخاطر اهتزازات.	- عدد مناسب وكافٍ من طفايات الحريق. - تصميم المبنى والقواعد لاحتمال الاهتزازات. - ارتداء مهمات الوقاية الشخصية. - اتباع الإجراءات المناسبة للعمل. - استخدام سدادت الأذن. - شفاطات تهوية جيدة. - إضاءة سليمة ومناسبة.
مخزن الوقود	- مخاطر حريق. - تسرب وقود. - مخاطر طبيعية.	- عدد مناسب من الطفايات. - وضع البراميل بطريقة جيدة وآمنة. - تهوية مناسبة .
عنبر الكلور	- مخاطر الحريق. - مخاطر انفجار. - مخاطر تسرب الغاز. - مخاطر الصودا الكاوية. - مخاطر طبيعية.	- العمل بواسطة أشخاص مدربين. - وجود أجهزة تـــنفس صـــناعى للوقايـــة الشخصية. - الكشف الطبى على العاملين. - وجود طفايات حريق كافية ومناسبة. - وجود أدشاش مياه غزيرة

" تابع " جدول رقم (١٢-٢)

الأخطار المتوقعة فى محطات التنقية وطرق تجنبها والتغلب عليها

المكان	المخاطر المتوقعة	طرق تجنبها والتغلب عليها
عنبر ضغط الهواء	- مخاطر كهربية. - مخاطر ميكانيكية. - مخاطر حريق. - مخاطر ضوضاء. - مخاطر تسرب الهواء.	- استخدام وسائل تهوية جيدة. - وضع حواجز جيدة. - اتخاذ إجراءات الأمن الصناعى الكهربى. - استخدام أدوات الصيانة المناسبة. - إضاءة سليمة وكافية. - عدد كافٍ من طفايات الحريق. - استخدام واقى الأذن.
المخازن	- مخاطر حريق. - مخاطر كهربية. - عدم الترتيب والتنظيم والنظافة. - مخاطر التفاعلات الضارة للمواد المختزنة.	- وجود طفايات حريق كافية ومناسبة وموزعة توزيعاً جيداً. - وجود عمالة مدربة للتخزين الأمثل والترتيب والنظام والنظافة. - الحفاظ على خلو الممرات من العوائق.

عنبر الطلمبات

تتضمن إجراءات السلامة ما يلى:

١- استعمل وسائل حماية السمع من الضوضاء العالية.

٢- نفِّذ الاحتياطات المذكورة سابقاً عند العمل بجوار المعدات الكهربائية والميكانيكية.

إذا تواجدت فى موقف خطر أو إذا كان هناك إجراء معين غير آمن، فلا تَستمر فيه – اطلب المساعدة.

وتأكد دائماً من الإبلاغ عن أى إصابة، حتى لو كانت بسيطة، إلى رئيسك المباشر حيث أن هذا الإجراء يحميك كما يحمى المنشأة.

اعتبارات الأمن

يمكن أن يؤدى دخول الأهالى إلى منشآت وأراضى محطة تنقية مياه الشرب إلى حدوث تخريب أو إصابات للأفراد المتعدين أو لغيرهم من الزوار غير المرغوب فيهم. وبالإضافة إلى ذلك، لا تستبعد مطلقاً احتمال حدوث تخريب للمنشآت مثل محطة تنقية مياه الشرب. فمصدر المياه العمومى يؤثر على المجتمع كله.

ولذلك يجب إغلاق البوابات بإحكام فى غير أوقات العمل المعتادة؛ وفى بعض الحالات، قد يتطلب الأمر استخدام بوابات يمكن التحكم فيها عن بُعد للحد من الدخول فى جميع أوقات التشغيل. قم بفحص منشآت المحطة بصفة دورية (على الأقل مرة واحدة فى كل وردية) وبلِّغ المسئولين عن أى أشخاص ليس لهم حق الدخول أو أى أحداث غير عادية.

خطوات الإسعافات الأولية

يجب على العاملين بالتشغيل الإلمام بخطوات الإسعافات الأولية التالية:

حروق العين (بصفة عامة)

١- وجِّه تياراً ثابتاً من الماء إلى العينين لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة.
٢- استدعى الطبيب فى الحال.
٣- لا تنزع الأنسجة المحترقة من العينين أو من جفونهما.
٤- لا تستخدم أى أدوية (إلا ما ينصح به الطبيب).
٥- لا تستخدم كمادات.

حروق الجلد (بصفة عامة)

١- اخلع الملابس الملوثة فوراً (يفضل تحت الدش).
٢- اغسل المناطق المتأثرة بكميات غزيرة من الماء.
٣- استدعى الطبيب فى الحال.
٤- لا تستخدم أى أدوية (إلا ما ينصح به الطبيب).

البلع أو الاستنشاق (بصفة عامة)

١- استدعى الطبيب فى الحال.

٢- اقرأ الترياق المضاد المكتوب على غلاف عبوة المادة الكيماوية والتي تم ابتلاعها. ويلزم حث المصاب على التقيؤ لبعض الكيماويات، بينما للكيماويات الأخرى يجب عدم حث المصاب على ذلك.

التلامس مع غاز الكلور في حالة إصابة أحد العاملين نتيجة تسرب الكلور فيجب إتباع الإجراءات التالية:

١- إذا كان المصاب يتنفس، ضعه على ظهره مع رفع رأسه وظهره قليلاً لأعلى. حافظ على دفء وراحة المصاب ثم استدعى الطبيب فوراً.

٢- للتأكد من التنفس، أمِل الرأس للخلف (إمالة الرأس للخلف تفتح مسار الهواء وقد تسترجع هى نفسها عملية التنفس)، ضع أذنك على فم وأنف المصاب، واستمع واستشعر الهواء. انظر إلى صدر المصاب لترى ما إذا كان يرتفع وينخفض. لاحظ التنفس لمدة ٣ إلى ٥ ثوان فإذا لم يكن هناك تنفس، قم بإجراء التنفس الصناعى من الفم للفم كما يلي:

أ - أمِل رأس المصاب للخلف وارفع الذقن وتأكد من أن فم/ حلق المصاب مفتوح.

ب- اقبض بلطف على أنف المصاب لإغلاقه بإبهامك وسبابتك، خذ نَفَساً عميقاً، ضع شفتيك حول فم المصاب من الخارج بإحكام لا يسمح بتسرب الهواء، وأعطِ المصاب نفختين (نَفَسَين) كاملتين بمعدل ثانية واحدة إلى ثانية ونصف لكل نفخة (نَفَس). لاحظ ارتفاع الصدر أثناء النفخ فى فم المصاب. إذا شعرت بوجود مقاومة عندما تنفخ، وأن الهواء لا يدخل لفم المصاب، فإن السبب الأكثر احتمالاً هو أنك لم تقم بإمالة رأس المصاب بالقدر الكافى وأن اللسان يعوق مسار الهواء. أمِل رأس المصاب مرة أخرى وأعطه نفختين كاملتين.

جـ- ضع أذنك على فم وأنف المصاب، واستمع واستشعر الهواء. افحص النبض لمدة ٥ إلى ١٠ ثوان.

د - إذا لم يتنفس المصاب ولم يوجد نبض، اضغط على صدر المصاب ١٥ مرة (الإنعاش القلبى الرئوى أو التنفس الصناعى "CPR" Cardiopulmonary Resuscitation) وبعدها أعطه نفختين. (افحص النبض فى جانب الرقبة ويسمى هذا النبض "نبض الشريان السباتى"). استشعر نبض الشريان السباتى لمدة لا تقل عن ٥ ثوان ولا تزيد عن ١٠ ثوان.

هـ- كرِّر الخطوة (د) ٤ مرات ثم افحص التنفس والنبض. افعل ذلك بعد إعطاء المصاب نفختين فى نهاية الدورة الرابعة المكونة من ١٥ ضغطة ونفختين. أمِل رأس المصاب للخلف وافحص نبض الشريان السباتى لمدة ٥ ثوان.

إذا لم تجد نبضاً، افحص التنفس لمدة من ٣ إلى ٥ ثوان. إن وجدت تنفساً، احفظ مسار الهواء مفتوحاً وراقب التنفس والنبض عن قرب. وهذا يعنى أنك تنظر، وتسمع، وتستشعر التنفس، بينما تظل تفحص النبض. إذا لم يكن هناك تنفس، قم بأداء التنفس الصناعى واستمر فى مراقبة النبض.

و – استمر فى إجراء عملية التنفس الصناعى إلى أن يحدث أحد الأشياء التالية:

- يبدأ القلب فى النبض مرة أخرى ويبدأ المصاب فى التنفس
- يتولى مسعِف آخر مدرَّب على إجراء التنفس الصناعى المهمة بدلاً منك
- يصل أحد رجال الإسعاف ويتسلم المسئولية
- تصل إلى حد الإعياء ولا يمكنك الاستمرار.

ز - لا تحاول إجراء عملية التنفس الصناعى ما لم تكن مؤهلاً لذلك.

أما في حالة الإصابات الخارجية وابتلاع كمية من الكلور فيجب إتباع ما يلي:

١- من الضرورى علاج تهيج العين الناتج عن غاز الكلور بغسل العينين بكميات غزيرة من المياه لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة. أبعِد جفون العينين عن بعضها لضمان أقصى غسيل للمناطق المعرضة للماء ولا تحاول

معادلة الكلور بمواد كيميائية ولا تستخدم أى دواء (إلا ما ينصح به الطبيب).

٢- تهيج الحلق البسيط يمكن تخفيفه عن طريق شرب اللبن وتقيئة مرة أخرى. لا تعطِ للمصاب أى دواء (إلا ما ينصح به الطبيب).

٣- اغسل المنطقة المصابة بكمية كبيرة من الماء. انزع الملابس الملوثة أثناء الغسيل (يفضل تحت الدُش). اغسل أسطح الجلد المصابة بالماء والصابون مع استمرار الغسل بالماء الغزير. لا تحاول معادلة الكلور بمواد كيميائية. لا تستخدم أى دواء (إلا ما ينصح به الطبيب).

٤- إذا حدث ابتلاع للكلور السائل، قُم فوراً بإعطاء المصاب كميات كبيرة من الماء أو اللبن؛ يليها زيت نباتى، أو بيض مخفوق. لا تعطِ المصاب بيكربونات الصوديم. لا تحاول مطلقاً إعطاء أى شئ عن طريق الفم لمصاب فى غير وعيه. اطلب الإسعاف واستدِع الطبيب فوراً.

الفصل الثالث عشر

الإجراءات الإدارية في مرافق المياه

الفصل الثالث عشر

الإجراءات الإدارية في مرافق المياه

أهداف الأداء (التعلم):

بانتهاء التدريب على هذا الفصل، ينبغي أن يكون الدارس قادراً على أن:

- يشرح مضمون وعناصر العملية الإدارية والموارد المادية والبشرية المرتبطة بها ودور المدير ومرؤوسيه في العملية.
- يشرح عملية التخطيط وخطواتها ومفاهيمها وعملية التنظيم ووظائف وأدوات عمليتي التوجيه والرقابة في الإدارة.
- يشرح عملية التفويض وما يمكن وما لا يمكن تفويضه وأسباب كون التفويض مؤثراً في أداء المؤسسات.
- يشرح أهمية وأشكال المساهمة الممكنة في مسح مواقع العمل وحصر مكوناتها وقوائم الاحتياجات والحصر المادي لها.
- يشرح مفهوم الاتصال ومعنى الاتصال المؤثر وخطوات عملية الاتصال وطرق الاتصال الأساسية وعلاقة ذلك بمهام المدير.
- يشرح مقاييس تقييم أداء العاملين والحاجة إلى تحديد الاحتياجات التدريبية ومصادرها وكيفية تحديد أولويات التدريب وتقييم عملية التدريب والمفاضلة بين طرق التدريب المختلفة.
- يشرح مفهوم القرار وأسباب اتخاذ القرار وتصنيف القرارات حسب أهدافها وجهة إصدارها وأهميتها.
- يشرح مفهوم الميزانية والموازنة ومراكز التكلفة مع معرفة أسس الموازنة المبنية على الأداء.
- يضع مثالاً للإجراءات السليمة لأعمال التوريد والشراء مع حساب تكلفة إنتاج مياه الشرب بالمتر المكعب.

الإدارة الإدارة عملية مركبة، ابسط تعريف لها هو أنها مجموعة نشـــاطات تتعلـــق بالتخطيط واتخاذ القرارات وتنظيم وقيادة وتوجيه موارد المؤسسة البشـــرية والمالية والمادية والمعلوماتية، بغرض إنجاز أهداف المؤسسة بأسلوب فعلى وكفء. ومن هنا نفهم أن أهم موارد أي مؤسسة يمكن تقسيمها إلـــى أربعـــة أقسام: بشرية، مالية، مادية ومعلوماتيه (تتعلق بالمعلومات).

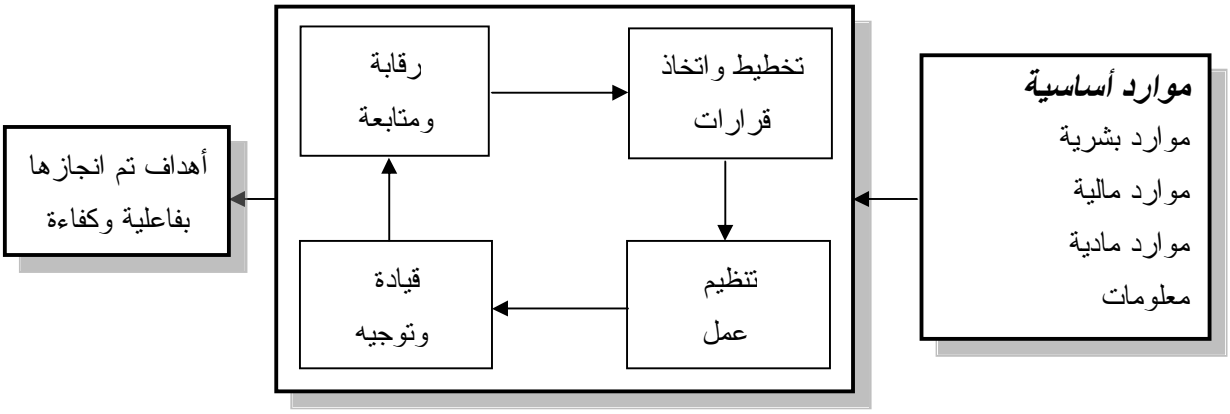
المؤسسة هي مجموعة من العاملين الذين يعملون سوياً في تكوين منظم ومنسق لإنجاز مجموعة من أهداف العمل (في حالة قطاع المياه والصرف الصحي نستخدم شركة كتعبير مناسب بدلاً من مؤسسة).

المدير هو الشخص الذي تكون مهمته الأساسية تنفيذ العملية الإدارية وبالتحديد هو الشخص الذي يخطط ويتخذ القرارات وينظم ويقود ويوجه الموارد البشرية والمالية والمادية والمعلومات لتحقيق هدف الشركة.

ويجب أن نوضح أن المهمة الأساسية للمدير كما وضعت لا تعنى أن يقوم بهذا وحده، بل بمعرفة مرؤوسيه وزملائه في الإدارات الأخرى والعاملين في الشركة بمستوياتهم ، ومسئولية المديرين (بغض النظر عن مسميات وظائفهم من مدير عام .....الخ) هي ربط وتنسيق هذه الموارد لتحقيق أهداف شركاتهم بفعالية وكفاءة، وبهذا يمكن تلخيص الأمر بشكل بسيط، كما هو معروض بالشكل رقم (١٣-١).

العملية الإدارية عند التحدث عن عناصر العملية الإدارية، يجب أن نضع في الاعتبار مايلى:

- للإدارة مستويات ذات مسئوليات مختلفة في طبيعتها متفقة في أهدافها.
- أهداف العمل تتجه جميعها لتحقيق الغرض العام للشركة وإن اختلفت في صياغتها وأسلوب تنفيذها والأشخاص الذين يصنعونها حسب طبيعة العمل.
- لجميع مستويات الإدارة نصيبها في مسئولية وضع الأهداف وإنجازها، وتقوم الإدارة العليا بتنسيقها والأشراف على تنفيذها ومتابعتها.



شكل رقم (١٣-١)
المهام الأساسية للمدير

وتشمل العملية الإدارية أربعة نشاطات أساسية، تدخل ضمن المهام الأساسية للمدير وهى التخطيط، التنظيم، التوجية، الرقابة.

مستويات الإدارة

من المعتاد أن نتحدث عن نوعيات المديرين أو أنماط المديرين أو أنواع الإدارة أو مستوياتها من زوايا تتعلق عادة بالنواحي التنظيمية أو نوعية الأداء. وهذا طبيعي والدخول إلى هذا العالم من التعريف والتوصيف يؤدى أحيانا إلى ثبات أفكار معينه عن هذه التقسيمات ، ويمكن أن نفرق بين المديرين على أساس المستويات الوظيفية بالمؤسسة، فهناك:

إدارة عليا:

وتتكون من مجموعة صغيره نسبياً من المديرين الذين يوجهون الشركة، وقد تحظى بمسميات مثل: الرئيس، نائب الرئيس، العضو المنتدب، والمدير العام .... الخ. والكوادر الإدارية العليا وهى التى تضع الأهداف والاستراتيجيات العامة للشركة وسياسات العمل التنفيذي. وأيضاً تمثل هذه الكوادر الشركة رسمياً في العلاقات الخارجية للشركة مثل مقابلة ممثلي الحكومة وهيئاتها وممثلي المؤسسات الأخرى.

إدارة وسطى (تنفيذية):

وهذه قد تكون أكبر مجموعة من المديرين في معظم الشركات. ونجد فيها مسميات مثل: مدير الصيانة، مدير التشغيل، رئيس القسم أو مدير الإدارة...الخ. والكوادر الإدارية الوسطى مسئوله أساسا عن تنفيذ السياسات والخطط والإشراف والتنسيق بين أوجه النشاط في مستويات الإدارة الأدنى. وهذه المجموعة ضرورية للربط بين الإدارة العليا والمستويات الأقل بالشركة في تنفيذ الاستراتيجيات والسياسات داخل الشركة.

إدارة داخلية (مباشرة):

وهي مجموعه تشرف وتنسق جهود العاملين التنفيذيين المسئولين عن التشغيل في أوجه النشاط المختلفة. ونجد في هذه المجموعة مسميات مثل الملاحظ، المشرف والمعاون...الخ وهى غالباً تمثل المراكز الوظيفية الأولى في سلك الإدارة بعد الترقي من مستوى العمليات أو الأداء التشغيلي في المستوى التنفيذي لإجراءات العمل، والحقيقة أن هذه المجموعة هي أكثر المستويات التصاقاً بجمهور العاملين التنفيذيين ومراقبة لأعمالهما.

التخطيط واتخاذ القرار:

التخطيط يعنى وضع أهداف الشركة وتقرير أحسن أساليب إنجازها واتخاذ القرار جزء من عملية التخطيط وهو يعنى اختيار أساليب العمل والتنفيذ المناسبة لتحقيق الأهداف فالصياغة السليمة لأهداف الخطة، مع الأخذ في الاعتبار الموارد المتاحة والمناخ الداخلي والخارجي للشركة، يعنى وضع خطوط واضحة لخطوات العمل التنفيذي الذي يقوم به أعضاء فرق العمل المتخصصة وتوقيتات التنفيذ وتوفير ما يلزم لتنفيذها. وسوف يتم تناول تفاصيل عملية التخطيط (وضع الأهداف واتخاذ القرار) فيما بعد.

وتتكون عملية التخطيط من العناصر التالي:

١- اختيار "تحديد" الأهداف (Objectives).

٢- تحليل وتقييم الظروف الخارجية والمحيطة (Environment).

٣- تقدير التغييرات المحتملة في الظروف الخارجية السابق تحليلها (تقدير الفرص والمعوقات).
٤- تقييم ظروف الشركة أو الإدارة الذاتية وإمكانياتها والموارد المتاحة من جانب والمشكلات ونقاط الضعف التي تعانى منها من جانب آخر (تقدير إمكانيات الاستفادة من الفرص أو التأثر بالمعوقات المتوقعة).
٥- بحث ودراسة خطط العمل البديلة لتعظيم الإفادة من إمكانيات الشركة واستثمار الفرص المتوقعة، ومواجهة المعوقات المتوقعة والتغلب عليها.
٦- اختيار البديل (Alternative) الأفضل.
٧- تصميم الخطط التفصيلية والبرامج التنفيذية لتحقيق الحل البديل الذي تم اختياره.
٨- متابعة تنفيذ الخطة وتقييم النتائج المتحققة وإدخال التعديلات اللازمة لضمان الوصول إلى الأهداف المطلوبة.

المفاهيم المرتبطة بالتخطيط

- القدرة علي جمع البيانات والمعلومات وتحليلها
- يتفادى التخطيط حدوث الأخطاء.
- التخطيط مسئولية مشتركة.
- يجب أن تتميز الخطة بالمرونة.
- يجب أن تتضمن الخطة أهدافاً واضحة ومحددة.
- يجب أن تحقق الخطة الاتصال الفعال.
- أهمية وجود برامج زمنية محددة.

فوائد التخطيط

- تحديد الأولويات وإجراء التعديلات اللازمة في الوقت المناسب.
- تدعيم الاتصالات.
- تفادى الارتباك في التنظيم.
- تحسين فاعلية الأداء.

خطوات التخطيط

١- وضع الاهداف المستقبلية علي ان تكون واضحة وقابلة للقياس.
٢- تحديد الموارد المطلوبة.
٣- تحليل الموارد المتاحة.
٤- توزيع المسئوليات.
٥- دراسة البدائل.
٦- تقييم البدائل
٧- اختيار البديل الامثل.
٨- صياغة وتوثيق الخطة كتابة.

التنظيم يعتبر التنظيم هو عملية تنسيق النشاط والموارد، وتأتى هذه المرحلة بعد وضع خطة قابلة للتنفيذ بهدف تنسيق الموارد المتاحة في خدمة تنفيذ الخطة. وهنا يتم تجميع الأهداف بتصنيفها وفقا لطبيعة العمل والنشاط وتصنيف الموارد المتاحة وربطها بالأهداف الخاصة بالعمل المطلوب تنفيذه وتوفيرها في نظام يؤدى لإنجاز الأهداف. مع تحديد واجبات ومسئوليات كل وظيفة من الوظائف ووضع الشخص المناسب في المكان المناسب وتحديد العلاقات الموجودة بين الوظائف

ويمكن إيجاز بعض مفاهيم وتعاريف التنظيم كما يلي:

- تسمح وظيفة التنظيم للعاملين بالشركة بالمساهمة في تحقيق أهدافها ومعالجة ما يواجهها من مشكلات وذلك بتقسيم العمل فيما بينهم، بحيث يكون لكل فرد واجبات ومهام مسئول عنها.
- تسهم وظيفة التنظيم في بيان وتحديد "الهيكل" الذي تنظم فيه علاقات السلطة والمسئولية، فيعرف كل شخص سلطاته ومسئولياته.
- تتلخص الواجبات الأساسية لوظيفة التنظيم في تحديد الأعمال الواجب تنفيذها، وتجميع الأعمال (الوظائف) في أقسام وإدارات وتقسيمات مختلفة، ثم تعيين المستويات التي تتدرج فيها السلطة والمسئولية من قمة الشركة (الإدارة العليا) إلى القاعدة (العمال والمنفذين).

- يتم تكوين هيكل التنظيم على أسس مختلفة منها التقسيم على أساس وظيفي (Functional)، على أساس المنتجات (Products)، أو على أساس العملاء (Customers) أو على الأساس الجغرافي (Geographic) أو بعضها أو كلها معاً.
- التنظيم ليس كياناً جامداً ولكنه كيان حي متحرك، وبالتالي لابد من إعادة التنظيم دورياً حتى يتلاءم دائماً مع المتغيرات الداخلية والخارجية (مثل زيادة الحجم، تغير الأنشطة، زيادة عدد العاملين.....الخ).

المفاهيم المرتبطة بالتنظيم

١ . التنسيق ووجود التكامل بين الادارات ووجود قنوات واضحة للاتصال
٢. تفويض السلطات .
٣. وجود توصيف للوظائف (تحديد الواجبات والمسئوليات لكل وظيفة بدقة)
٤. تكافؤ السلطة مع المسئولية
٥. وجود هيكل تنظيمي مرن

فوائد التنظيم

- تحسين فاعلية الاداء
- تحديد المسئوليات
- سهولة اعادة التنظيم دوريا حتي يتلائم مع المتغيرات الداخلية والخارجية مثل (زيادة الحجم ، تغيير الانشطة ، زيادة عدد العاملين ، .....)

التوجيه هي وظيفة قيادة وإدارة العاملين مع وضع طرق وأساليب تحفيزهم على أسس موضوعية مرتبطة بالأداء والتطوير والابتكار. وسوف تتم مناقشة (ديناميكية الجماعة) و(الدافعية والإنتاج) والاتصال كأدوات مهمة في عملية القيادة وإدارة مجموعات العاملين.

المفاهيم المرتبطة بالتوجيه

١. وجود نظام للحوافز مرتبط بالاداء للتحفيز.
٢. وجود نظام فعال للاتصالات يربط بين اجزاء الشركة المختلفة والاعتماد علي عدة وسائل للاتصال .
٣. سيادة نمط القيادة بالمشاركة .

الرقابة وهي النشاط الخاص بقياس الاداء الفعلي ومقارنتة بمعايير الاداء المخططة ومعرفة الانحرافات والاشخاص المسئولين عنها ثم التوجية لعلاج هذا الانحراف.

المفاهيم المرتبطة بالرقابة

١. وجود نظام للتقارير يسمح باكتشاف الانحرافات أولا بأول.
٢. وجود معايير واضحة تتم علي أساسها الرقابة.
٣. وجود نظام للرقابة علي التكاليف، ونظام رقابة علي الجودة.
٤. وجود نظام للرقابة الوقائية

التفويض المدير الناجح هو الذي يصل إلى إنجاز كل الأعمال المسئول عنها وأحياناً أكثر. كيف يكون ذلك؟ المدير الناجح ينجز جميع أعماله وذلك بالحصول على جهود غيره من العاملين معه وتنظيمها وتوظيفها بنجاح لصالح أداء الأعمال المسئول عنها خاصة تلك التي يمكن أن تؤدى بفاعلية أكثر بواسطة غيره من العاملين معه.

وعندما يقوم المدير بذلك، يمكنه أن يركز جهوده على الموضوعات ذات الأولويات والتي تؤثر مباشرة على الأداء، وهذه القدرة على تفويض العاملين في مهام يستطيعون القيام بها تعد مفتاح نجاح المدير. فعندما تقوم بجولة في مكاتب شركة ما، قد تسمع العاملين - سواء كانوا مديرين أو مشرفين على العمل - يقولون أن لدى الكثير من العمل هنا وليس لدى الوقت الكافي لإنهائه، وقد تسمع أيضاً عبارات التبرم والملل من المرءوسين لأدائهم نفس

الروتين، وهذا يعكس بالطبع قلة أو انعدام الدافعية للعمل ... لماذا لا يقوم المدير بتفويض بعض أعماله لمرءوسيه. إن المدير الذى لديه عمل أكثر من طاقته، والمرءوسين الذين يعانون من قلة استغلال طاقاتهم، ظاهرة متفشية في كثير من الشركات وتؤثر على الجميع وعلى الشركة.

ما يمكن وما لا يمكن تفويضه:

قد تنشأ بعض المشاكل من عدم تفويض المدير لبعض أعماله إلى العاملين معه، ولكن يجب أن ندرك أن هناك ما يمكن تفويضه وهناك ما لا يمكن للمدير تفويضه إلى العاملين معه.

ويمكن للمدير تفويض ما يلي:

- المشاكل أو الموضوعات التي تحتاج إلى استكشاف أو دراسة أو تحليل وكذلك التوصيات لحل هذه المشاكل أو الموضوعات.
- الأنشطة التي تزيد عن الأعمال اليومية ولكن تظل في نطاق مجال عمل المرءوس وقدراته.
- المشروعات التي تساهم في استمرارية تطوير العاملين ونموهم الوظيفي (إثراء العمل).
- المشاكل التي إذا ما تمت معالجتها جيداً بواسطة المرءوس يمكن أن توفر وقت المدير الثمين.

والواقع أنه ليس هناك وصفاً دقيقاً لما لا يمكن تفويضه، إلا أنه هناك اتفاق عام على أنه لا يجوز تفويض المرءوسين فيما يلى:

- وضع الأهداف للإدارة ككل.
- المشاكل الحساسة المتعلقة بصفاء أجواء العمل ولا يمكن حلها إلا بواسطة المدير نفسه.
- السيطرة على نزاعات وخلافات العاملين والإدارات الأخرى.
- تدريب وتمرين العاملين ومراجعة أداؤهم ورقابته.
- المهام التي أوكلها لك الرئيس الأعلى لتؤديها بنفسك ولا يمكن تفويضها.

كيف يقوم المدير بالتفويض؟

توجد أربعة خطوات هامة لعمل التفويض:

١- يختار الشخص القائم على الأداء.

٢- يشرح أهداف العمل المطلوب التفويض فيه.

٣- يعطي للشخص الوسائل والصلاحيات لأداء العمل.

٤- يستمر في الاتصال بالمرءوس الذي فوضه.

كيف يكون التفويض مؤثراً:

يحتاج التفويض الناجح إلى اتصال مزدوج ومفتوح بين المدير والمرءوس. والأساسيات التى يجب على المدير والمرؤوس المفوض فهمها هى:

- إعطاء الموظف الشعور أو الإحساس بالمشكلة الحقيقية أو الموقف المراد تفويضه فيه.
- توضيح أهداف عملية التفويض وحجم المجهود المطلوب وتاريخ إتمام المهمة والنتيجة المطلوبة.
- توضيح مستويات الأداء المرغوبة والمتوقعة حتى يمكن قياس النتائج.
- تأكيد المدير أنه سيكون موجوداً دائماً إذا احتاج الأمر.
- تحديد الصلاحيات اللازمة لمصاحبة أداء الأمر الذي تم تفويضه فيها وتعريفه لجميع العاملين.
- توضيح المطلوب عمله في حدود السياسات والنظم واللوائح القائمة.
- ترتيب عملية اللقاءات غير الرسمية وبصفة شبه دورية لتقدير مدى التقدم في إنجاز المهمة.
- توضيح أن هناك عنصر المخاطرة، وأن المدير مستعد لقبول هذه المخاطرة إذا حدث خطأ من جانب المرءوس، ولكن على المرؤوس مراعاة تجنيب مديره ذلك الموقف.

مقاومة التفويض من قبل المدراء والموظفين

قد يعتقد المدير:

١- أن الموظفين التابعين له لا يتمتعون بالمؤهلات الكافية.
٢- أنه سيفقد السيطرة.
٣- أنه يستطيع القيام بالأعمال أسرع وأفضل من أي شخص آخر.
٤- أنه يجب القيام بالمهمه بنفسه.
٥- قد يظن البعض أنه غير قادر علي القيام بذلك العمل بنفسه.
٦- سيكون هناك منافسا متساويا معه.
٧- سيكون مسئولا عن قرارات شخص آخر.

قد يعتقد الموظف:

١- أنه غير قادر علي القيام بذلك العمل.
٢- لا يرغب في القيام بالمزيد من الأعمال.
٣- يفكر فيما سيحدث إذا أخطأ ويخشي اللوم إذا أخطأ.

دراسة وتحليل المشاكل

تقع المشاكل بشكل عام فى جميع النظم على مختلف مستوياتها، ولكن التعامل مع هذه المشاكل بداية منذ مرحلة الإحساس بالمشكلة ثم التعرف عليها وتحديدها وتشخيصها لا يتم إلا فى النظم الهادفة، عالية المستوى والتى يندرج ضمن عناصرها الفكر البشرى.

إن تشخيص المشاكل عملية مستمرة أثناء مراحل اتخاذ القرار، حيث يبدأ صاحب المشكلة فى التعامل معها من خلال تصور أولى، يتم تعزيزه وتدعيمه أثناء عملية اتخاذ القرار، ويمكن لنا التعرف على المراحل التالية والتى تقع لأى نظام بين لحظة وقوع المشكلة حتى مرحلة تشخيصها والتعامل معها. ويوضح الشكل رقم (١٣-٢) نموذج مراحل حل المشاكل واتخاذ القرار.

الإحساس بالمشكلة

عندما تقع مشكلة ما لنظام فإن الإحساس بالمشكلة معناه أن مراكز القيادة فى النظام (النظام الفرعى المسئول عن السيطرة والتحكم فى النظـــام الرئيســـى) بدأت تدرك أن السلوك الحالى للنظام لن يسفر عن تحقيق الأهداف المرجـــوة أو التى صمم النظام أصلاً من أجل تحقيقها، ومن ثم يعانى النظام من ســـوء أداء وظيفى.

وتبدأ مرحلة ظهور الأعراض (Symptoms) أو الظـــواهر كارتفـــاع نســـبة غياب العمال فى الشركة أو ارتفاع نســـبة حـــوادث الأمـــن الصـــناعى، أو انخفاض مستوى الجودة.

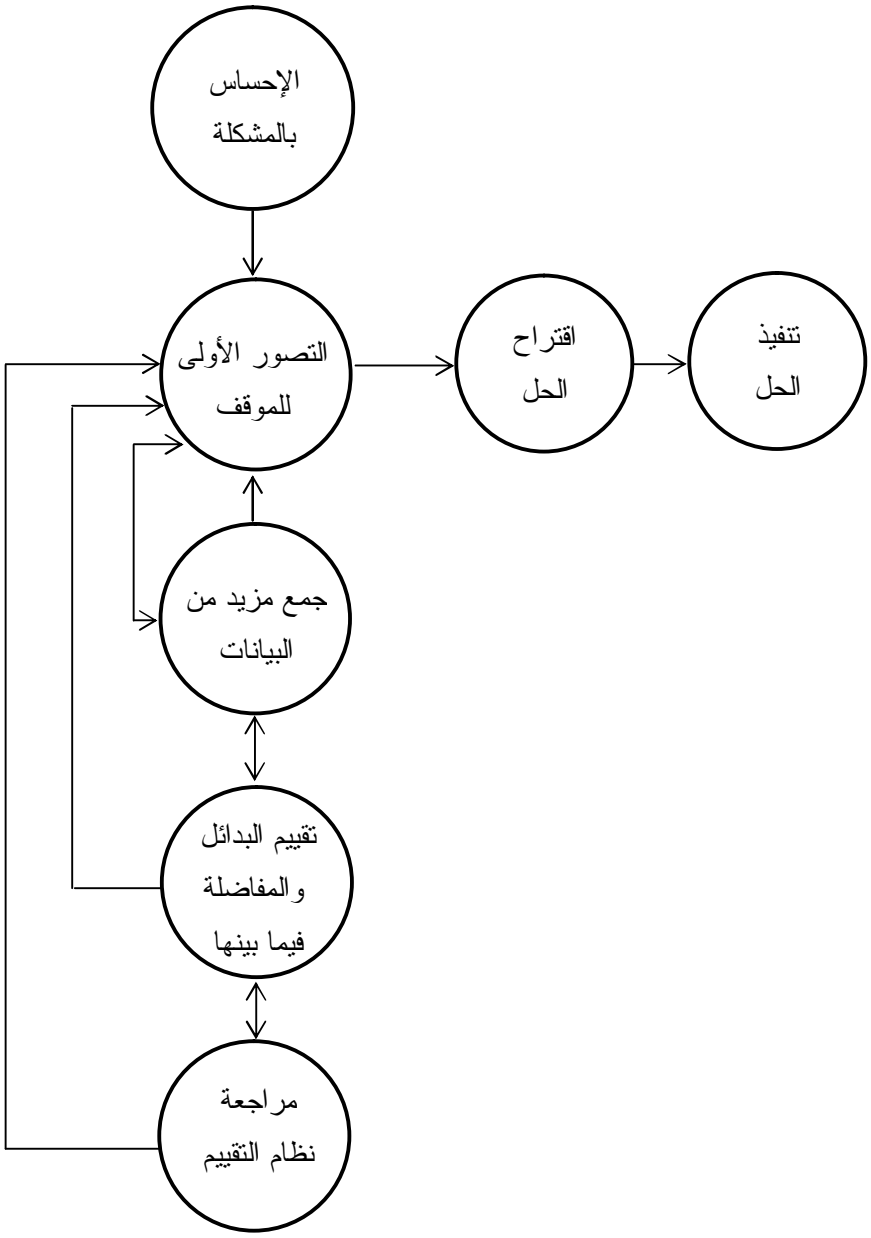
تحديد وتعريف المشكلة

يعتبر الإحســـاس بالمشـــكلة كافياً لمجرد رصد وتحديد الأعراض، كأن تقول تعانى الشركة من ارتفاع ملحوظ فى نسبة غياب العمال وانخفـــاض مســـتوى جودة المياه المنتجة. والتحديد الدقيق للمشكلة يستلزم تعريف النطاق الزمـــانى كأن تقول لقد بدأت نسبة الغياب فى الارتفاع التدريجى اعتباراً مـــن تـــاريخ محدد إلى أن وصلت لنسبة (س%) فى يوم....، ولوحظ أن أعلى نسبة غياب فى الشركة (ص) فى محطات المياه (١، ٤، ٥) ومن ثـــم انخفضـــت جـــودة المياه المنتجة وفقاً لمقاييس الرقابة على الجودة أو تكرار حدوث تلـــف فـــى بعض المعدات مثل الطلمبات أو اللوحات الكهربية.

وتحديد المشكلة بهذه الصورة يعنى حصر وتعريف أهم المتغيرات التى تعبـــر عن ظواهر المشكلة:

* غياب العمال.
* انخفاض فى جودة الخدمة.
* تلف بعض المعدات.

ثم تحديد النطاق المكانى والزمانى لتفاعل هذه المتغيرات إضافة إلى التقـــدير الكمى لكل متغير.



شكل رقم (١٣-٢)
نموذج مراحل حل المشاكل واتخاذ القرارات

تشخيص المشكلة

يتمثل التشخيص الدقيق والنهائى لأى مشكلة فى تحديد واضح لمجموعة المتغيرات المستقلة (Independent Variables) التى ساهمت بدورها فى النتائج التى وصل إليها سلوك النظام، متمثلاً فى مجموعة المتغيرات التابعة، كأن تقول مثلاً أن انخفاض جودة المياه المنتجة كانت تحت تأثير تدهور

نوعية المياه العكرة أو فشل فى أداء المروقات أو المرشحات ومن ثم علـــى الإدارة أن تحاول التعرف على الأسباب القيقية لهذه المشكلة بهـــدف معرفـــة ظواهرها وأسبابها، ولذلك كثيراً ما يقال أن التشخيص الســـليم هـــو نصـــف الطريق إلى العلاج.

أنواع وأشكال اتخاذ القرار

اتخاذ القرار اتخاذ القرار الناجح يعد معيارا ناجحا لقياس مدى نجاح الجماعة والأفراد في أداء مهام عملهم ونجاح المدير في توجيه وقيادة الجماعة. ولابد أن ندرك أن القرار - سواء كان فرديا أو جماعيا – لابد أن يحظى برضاء أفراد الجماعـــة جميعهم ليسهل تنفيذه.

والقرار هو "أسلوب تنفيذ يتم اختياره من بين عدد من الاحتمالات لكى نصـــل إلى هدف تم تخطيطه جيدا"، وهذا يعنى أن القرار هو حل لمسألة – ولا نقول مشكلة – يتم بعد تحليل المسألة ووضع أكثر من حل ثم اختيار الحل الأمثـــل وتنفيذه ومتابعته.

أسباب اتخاذ القرار قد يكمن السبب الرئيسي في اتخاذ القرارات في ندرة الموارد وعدم كفايتها للوفاء بمختلف الرغبات والحاجات أو تغيرات في سياسات وتقنيات العمل أو تغير حجم المستهدف من أعمال إدارة التشغيل والصيانة مع وجود أكثر من بديل لمقابلة هذه الرغبات والحاجات بدرجات متفاوتة، الأمر الذي يتطلب ضرورة المفاضلة بين البدائل لاختيار البديل الذي يحقق أفضل وأحسن عائد لهذه المشكلة. ويزداد الأمر تعقيداً عندما يوجد عدد كبير من الأفراد وعدد كبير من البدائل.

ومن الأهمية بمكان أن نميز بين القرار الجيد والنتيجة الجيدة إذ لا يعنى اتخاذ قرار جيد أن تكون بالضرورة النتيجة جيدة، فالقرارات المنطقية لايمكن أن نتوقع أن تحمينا من الحظ السيئ.

أنواع القرارات

هناك العديد من التقسيمات لأنواع القرارات حسب أسس تصنيف القرارات: تبعاً لهدفها، وتبعاً لطبيعة المشكلة، وتبعاً لمجال اهتمامها، وتبعاً لجهة إصدارها، وتبعاً لأهميتها، ويوضح الشكل رقم (١٣-٣) التقسيمات المختلفة للقرارات.

تصنيف القرارات حسب الهدف منها

تقسم القرارات حسب الغرض منها إلى ثلاثة أنواع هى:

القرارات الإستراتيجية: وهى القرارات التي تحدد ما سوف تكون عليه الشركة في المستقبل وتقع مسئولية اتخاذ هذا النوع من القرارات على الإدارة العليا بالشركة.

القرارات التكتيكية: وهى القرارات التي تتخذ لتنفيذ الإستراتيجية طويلة الأجل التي تضعها الإدارة العليا ويتميز هذا النوع من القرارات بأنه يتخذ ليغطى فترة زمنية قصيرة وعادة ما تكون سنة. وتقع مسئولية اتخاذ هذا النوع من القرارات على الإدارة الوسطى.

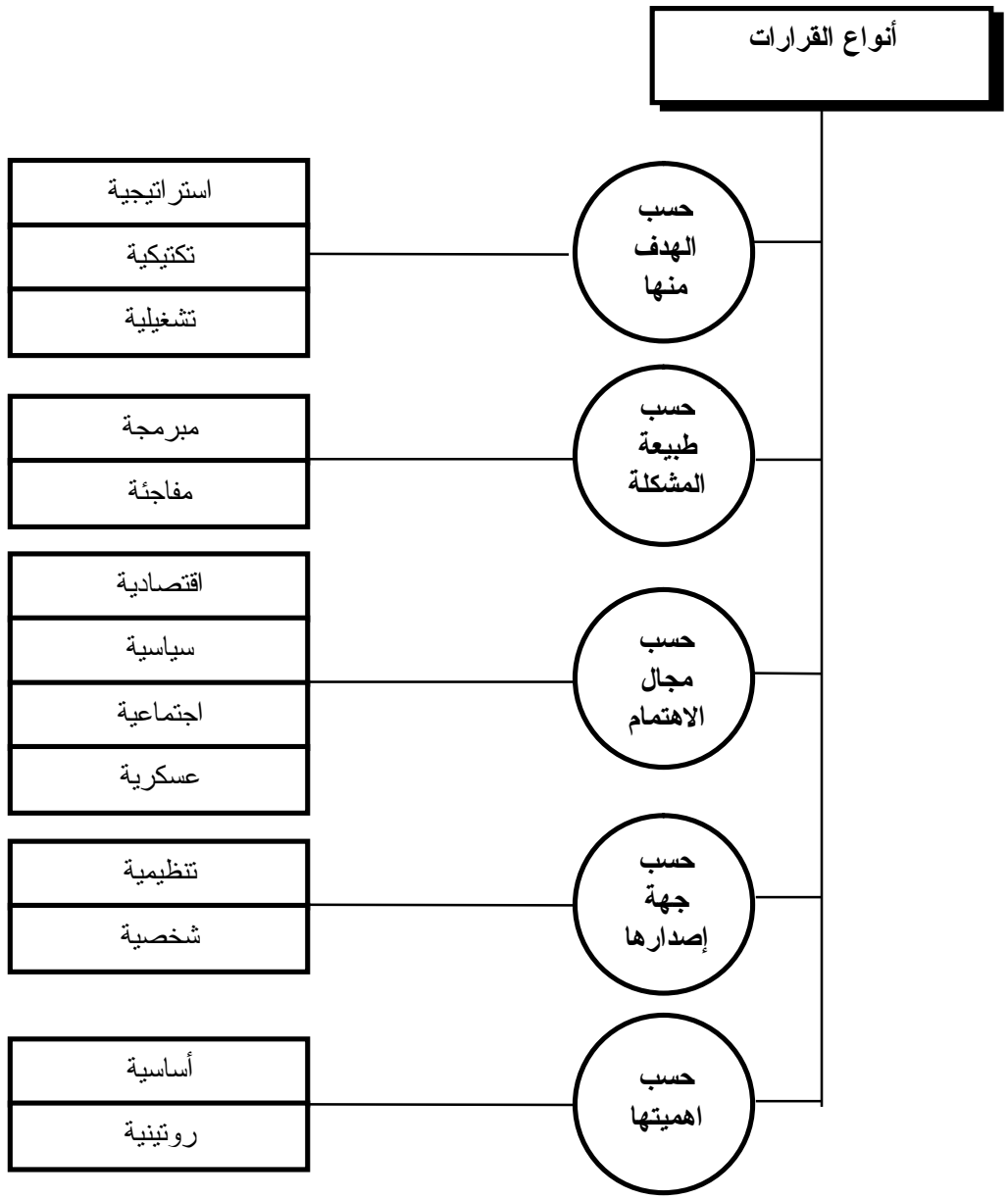
القرارات التشغيلية: وهى القرارات التي تتخذها الإدارة المباشرة (التنفيذية) لتسيير الأمور العادية واليومية المتكررة.

تصنيف القرارات حسب طبيعة المشكلة

تقسم القرارات حسب طبيعة المشكلة ومدى تكرارها إلى نوعين هما:

القرارات المبرمجة: ويقصد بها القرارات المخططة التي تستهدف حل المشكلات الروتينية المتكررة الحدوث مثل جدولة الإنتاج والرقابة على المخزون وضبط الجودة. وتؤدى برمجة القرارات المتعلقة بهذه المشكلات الروتينية إلى تفرغ المديرين لحل المشكلات الجديدة غير المتكررة التى تتطلب وقتاً وجهداً كبيراً.

القرارات المفاجئة: ويقصد بها القرارات غير المبرمجة التى تعالج مشكلات غير متكررة الحدوث.



شكل رقم (١٣-٣)

تصنيف القرارات

تصنيـــــف القرارات حسب مجال اهتمامها

يمكن تقسم القرارات حسب المجالات التي تغطيها إلى أربعة أنواع هي:

القرارات الاقتصادية: وهى تلك التي تختص بمعالجة المشكلات الاقتصادية.

القرارات السياسية: وهى تلك التي تتعلق بالمشكلات السياسية للدولة.

القرارات الاجتماعية: وهى تختص بمعالجة المشكلات الاجتماعية في الشركة.

القرارات العسكرية: وهى تعنى بمواجهة المشكلات العسكرية للدولة.

تصنيف القرارات حسب جهة إصدارها

يمكن تقسم القرارات حسب الجهة التي تصدرها إلى نوعين هما:

القرارات التنظيمية: وهى تلك التي تتخذ ضمن إطار الوظيفة الرسمية التي يشغلها المدير في التنظيم الرسمي، وتعكس بالتالي السياسات الإدارية للمنظمة.

القرارات الشخصية: وهى تلك القرارات التي يتخذها المدير وتعكس شخصيته وميوله ومعتقداته، وبالتالي لا يمكن تفويضها.

تصنيف القرارات حسب أهميتها

يمكن تقسيم القرارات طبقاً لأهميتها إلى نوعين هما:

القرارات الأساسية: وهى تعبر عن القرارات طويلة الأجل والتي تؤثر على مستقبل وأعمال الشركة لفترة طويلة من الزمن. مثال اتخاذ القرار بتغيير نوعية المادة المروبة المستخدمة (الشبة) أو المادة المطهرة المستخدمة (الكلور) والخطأ فى اتخاذ مثل هذا النوع من القرارات يكون باهظ التكاليف.

القرارات الروتينية: وهى تعبر عن القرارات التي يتكرر إصدارها يومياً ولا تتطلب وقتاً وجهداً كبيراً لاتخاذها.

الرقابة ووضع التقارير

نظم معلومات الإدارة وجد أن معظم المديرين يتلقون معلومات أكثر مما يحتاجونه عشرة مرات، وفي نفس الوقت لا يتوافر لديهم المعلومات الهامة التي يحتاجونها لاتخاذ قرار.

أن المدير لا يحتاج لكثير من المعلومات ليختار منها ما يحتاجه، فالمعلومات تستهلك الوقت لجمعها ولها تكاليف كما أن كم المعلومات الكبيرة قد تحجب حقائق بسيطة ومهمة، ونحن نحتاج لأن نوفر المعلومات المناسبة للأشخاص المناسبين وفي الأوقات المناسبة إذا أردنا لعملية الرقابة والمراجعة أن تتم بالصورة الصحيحة. لهذا عندما نضع معايير للمعلومة المطلوب توفيرها للمدير نسأل عما يلي:
من بالضبط يحتاجها؟ ولماذا؟ ومتى يحتاجها؟ وبأي تفاصيل مناسبة؟

كيفية إنشاء نظام معلومات مؤثر:
لكي يكون نظام معلومات الإدارة ناجحاً ومعاوناً على إجراءات الرقابة ووضع التقارير السليمة يراعى ما يلي:

المعلومات غير الرسمية:
والمقصود بها المعلومات التي يلزم كتابتها، فليس معقولاً كتابة كل ما يفعله المدير والعاملين، فيكفي في معظم الأحوال أن يقال ولا يلزم دائماً أن يكتب. ومن الطبيعي أن يكتب ويسجل المعلومات التي تم إبلاغها فعلاً لاتخاذ إجراء أو الموافقات التي تم الوصول إليها.

معرفة متى تحتاج لأن تعرف أكثر:
مجرد الحصول على معلومة لازمة للمدير ليس هو الهدف النهائي في نظم المعلومات بل الأهم هو معرفة متى بالضبط يحتاج لمعرفة ما هو أكثر عن الأمر الذي يتناوله وهذا يتحقق من خلال مناقشته للعاملين في أهم وأحرج مراحل المشروع وكذلك مؤشرات الإنجاز.

استخدام نظام المعلومات كوسيلة للتطوير الإداري:

يجب التأكد من الفهم الكامل لأهداف المشروع أو برنامج العمل واستراتيجياته والمسئوليات المفوضة للآخرين وكذلك الصلاحيات، فكثرة طلب الإدارة العليا للمعلومات من الإدارات الأدنى يؤخذ على أنه تدخل غير ضروري منها كما أنه يقلل من قيمة أي تدخل آخر له ما يبرره.

الدقة في نقل المعلومات بين مستويات الإدارة:

فلا ينقل إلا الحد الأدنى ومن المعلومات الضرورية لكل مستوى مع مراعاة أن المعلومات التي تنقل لمستويات الإدارة العالية تكون هي أهم المعلومات في المستويات الأقل مما يوجد الدافعية لجميع المعلومات القيمة فعلاً.

مؤشرات ومعايير الأداء علينا أن نتفهم أن من مهام المدير أن يقوم بعملية الرقابة، ولكن يتم ذلك من خلال نظم ومعايير محددة ويمكن تطبيقها بحيث توفر مؤشرات ونتائج يسهل منها الحكم على مستويات الأداء العام للمؤسسة في أقسامها وإداراتها وكم ونوع منتجاتها كذلك الربط بين أعمال التخطيط للعمل والإنجاز نتيجة التنفيذ والتطبيق الجيد لأعمال التخطيط بمستوياتها المختلفة، وبالتالي فعلى المرؤوسين أن يتفهموا هذه المهمة من مهام الرقابة ويتعاونوا مع المديرين في ذلك الاتجاه، وتشمل هذه العملية للرقابة:

وضع المستويات القياسية :

وتعني كلمة مستوى قياسي (Standard) هدفا للأداء يمكن أن يقارن به الأداء الفعلي لأي عمل مطلوب قياس أداؤه خلال عملية الرقابة ومراجعة الأداء، وهذه المستويات يجب أن تؤخذ من واقع أهداف المؤسسة العامة و التفصيلية لكل أداره أو قسم،وتكون مناسبة لحجم العمل ومستوى أدارته ومدخلاته ومخرجاته.

وهذه المستويات يجب أن ترتبط بمؤشرات (Indicators) لها مدلول يمكن استخدامه لقياس حجم تحقيق الأداء الفعلي لأقرب مستوى من الأداء للقياس

على أساس المستويات القياسية الموضوعة للأداء والمطلوب التوصل إليها بالأداء الناجح وفقا للمستوى الموضوع.

قياس الأداء:

والأداء هنا هو أوجه النشاط المطلوب رقابتها بواسطة المدير، والمرتبطة بعمل محدد، ثم وضع مستويات أداؤه القياسية ومؤشرات إنجاز الأعمال واقترابها من هذه المستويات القياسية، وعلى المدير الناجح أن يقارن بين أداء كافة الأعمال، بمقارنتها بالمستويات القياسية الموضوعة لكل منها والمؤشرات المستخدمة لقياس هذا الأداء وسوف نوضح هنا بعض التعاريف الهامة للأداء:

التقييم: تحديد مدى الانحراف فى التنفيذ بناء على ما هو مخطط له والتقييم مرحليا.

التقويم: هو اتخاذ القرار لمعالجة الانحراف عن ماهو مخطط.

المؤشر: هى أداة للتقييم والمراجعة..

مقارنة الأداء بالمستويات القياسية:

يحدث أن يفوق الأداء المستويات الموضوعة ولا يتأثر موقف الشركة كثيرا، أي أنه يمكن أن توضع موارد زائدة و لا تتحقق فائدة ملموسة برغم تفوق الأداء على المستويات الموضوعة، كذلك قد يقل الأداء عن المستوى الموضوع دون أي خسارة، بل ربما تحقيق فائض مطلوب في موارد الشركة يستثمر في ما بعد فى أوجه الإنفاق الهامة، وهنا تكون عملية مقارنة الأداء بالمستويات هي التي تحدد إن كان هناك تغير إيجابي في وظائف و تشغيل وإنتاجية المؤسسة، مما يلزم المشرف أو المدير بإجراء هذه المقارنة دائما.

التقارير للتقارير الدورية أهمية كبيرة في التعرف على أساليب العمل في فترة زمنية ماضية أو في أخرى مقبلة، سواء كانت هذه التقارير مرفوعة إلى المدير من

الإدارات الأدنى أو مرفوعة منه إلى الإدارات الأعلى وأهم العناصر في التقارير المرفوعة إلى المدير:

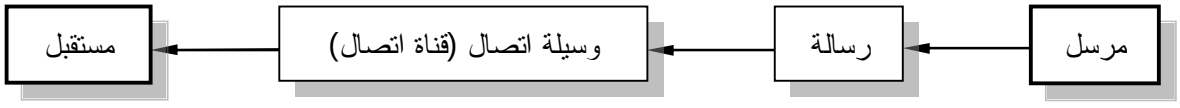
١. إنتاج المحطة من المياه الصالحة للشرب والمرفوعة في الشبكات في تاريخ ما وحالة الضغوط في الشبكة.
٢. حالة العمليات من الناحية المعملية ومواطن القصور وتوصيات المعمل عن نفس التاريخ.
٣. الكميات المستهلكه من الكيماويات والكلور والرصيد المتبقي والمدة الزمنية التي يغطيها هذا الرصيد.
٤. أي حالات طارئة حدثت والإجراء الذي تم اتخاذه.
٥. الحالة الأمنية للمحطة.

عناصر التقرير المرفوع من مدير المحطة:

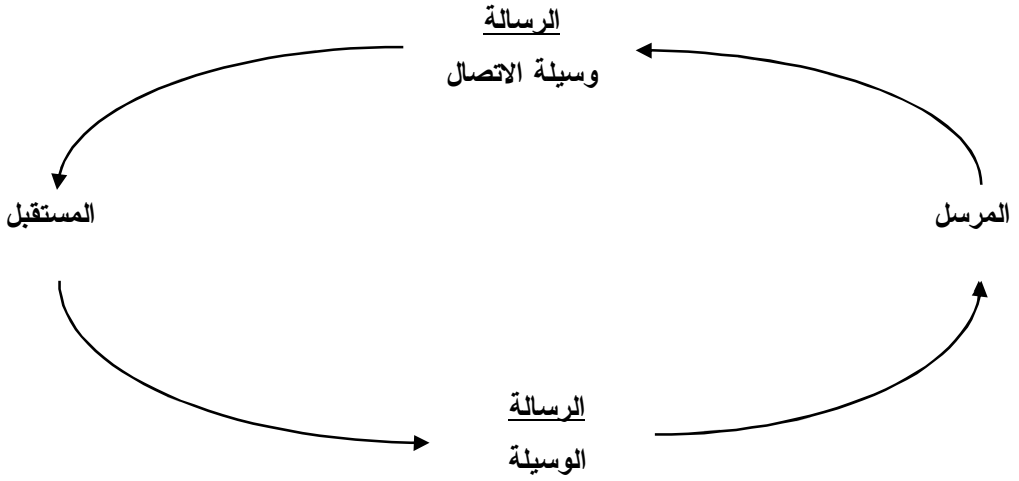
- حالة الوضع العام للمحطة طالما تعمل في الحالة العادية بدون مشاكل.
- الحالات الحرجة التي تتطلب أن يعلم بها المدير الأعلى لاتخاذ إجراء لا يملكه مدير المحطة.
- توصيات من مدير المحطة بشأن العمالة (تدريب – تعيين لسد عجز موجود - .....).
- الموافقة على مكافأة بعض العاملين المجتهدين تشجيعا لهم وتحفيزا لغيرهم.

الاتصـــــالات

مفهوم الاتصال هو تبادل المعلومات والأفكار من خلال رسالة من شخص إلى آخر يتلقاها خلال قناة من قنوات الاتصال ويوجد نموذجين للاتصال كما هو موضح بالشكل رقم (١٣-٤).



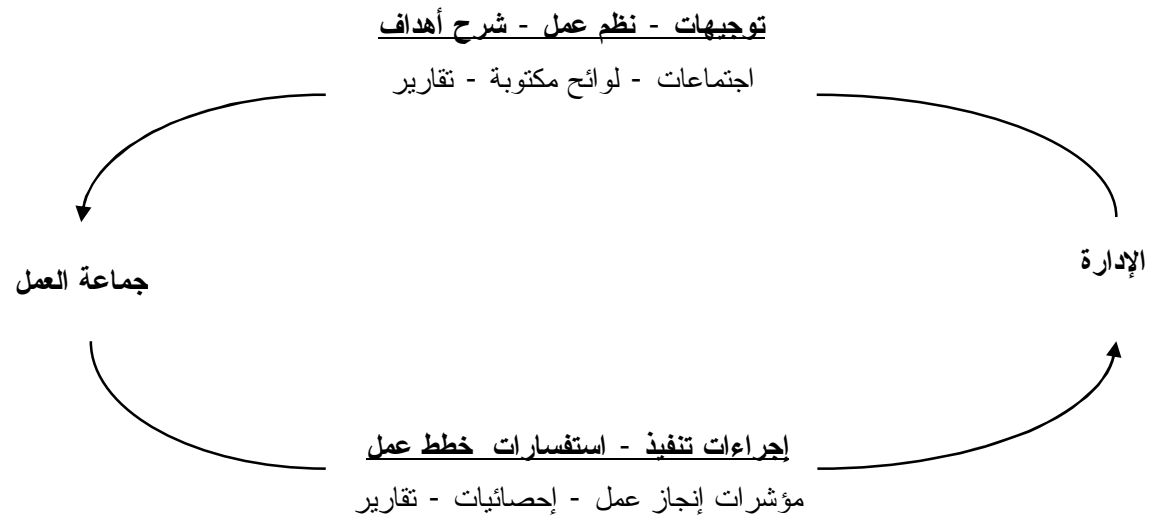
النموذج الأول



النموذج الثانى

شكل رقم (١٣-٤)
مفهوم عملية الاتصال

ويوضح النموذج الأول أن أول وأبسط مفاهيم الاتصال قد تحقق بنقل الرسالة حيث تم اتصال فى اتجاه واحد ولا ندرى مدى نجاحه فى تحقيق فعالية العملية وأثرها على إنجاز الهدف، بينما النموذج الثانى يمثل اتصال فى اتجاهين ويوضح أن الرسالة لم تنتقل فحسب، بل أن مضمونها قد وضح للمتلقي بحيث استطاع أن ينقل درجة فهمه لها إلى المرسل الأصلى للرسالة ومنه ندرك أن التفاعل من المرسل والمستقبل قد تم وهذا يعبر عن نجاح الاتصال وهو ما يتضح فى الشكل رقم (١٣-٥).



شكل رقم (١٣-٥)
نموذج آخر لعملية الاتصال

والشكل السابق يمثل ترجمة للنموذج الثانى الفعال لعملية الاتصال، فالمرسل هو مجموعة الإدارة أو (المدير) والرسالة تأخذ شكلاً إدارياً معتاداً (توجيهات - نظم عمل - .... الخ)، والقنوات تكون شفهية (اجتماعات) أو تحريرية (تقارير - لوائح) والمستقبل هو جماعة العمل وبعدها يكون الاسترجاع وقنوات توصيله.

الاتصال المؤثر

يمثل النموذج الأخير الذي يوضح الاتصال الفعال في اتجاهين صور الاتصال المؤثر، وإن كان لا يعطى التفاصيل الدقيقة والبيان العملى لمدى قدرته المؤثرة. ولكي ينجح الاتصال في اتجاهين، هناك ثلاث مبادئ هامة لتحقيق ذلك:

المبدأ الأول:

إذا انسابت عملية الاتصال في اتجاهين (أسئلة - تعليمات - توضيحات جيئة وذهاباً) فسوف يستطيع المشتغلين (جماعة العمل) أن يشاركوا في عملية الاتصال، حيث يحافظ ذلك على انتباههم وتذكرهم للرسالة.

المبدأ الثاني:

كلما توافرت الفرص الكافية لأعضاء المجموعة للاشتراك في عملية التغذية العكسية أو الاسترجاع (Feed Back)، كلما تحسنت عملية الاتصال بين أعضاء هذه المجموعة وتجسد نجاح الاتصال في اتجاهين (المزدوج).

المبدأ الثالث:

توافر الثقة بين طرفي عملية الاتصال ومصداقية كل منهما، فتظل عملية الاتصال المزدوج مؤثرة وفعالة، طالما أن طرفيها يبقيان على درجة معقولة من الانفتاح والمرونة بالنسبة لمحتويات الرسالة المتبادلة بين الطرفين وحسن اختيار قنوات أو وسائل الاتصال وتجنب مشاكله.

خطوات عملية الاتصال:

١- التفكير من جانب المرسل قبل بدء إرسال الرسالة (شفاهة أو كتابة أو إشارة) وتخطيط محتوى الرسالة.
٢- تنظيم فكرة الرسالة في مجموعة من الرموز المتوقع فهمها من المتلقى (كلمات مكتوبة أو تعبيرات مفهومة أو كلمات شفوية واضحة).
٣- نقل الرسالة إلى المتلقي واختيار القناة المناسبة والتوقيت المناسب لتجنب أي عوائق أو تحريف أو تشويه للرسالة.
٤- استقبال الرسالة بواسطة المتلقي مع توفير ضمانات قبولها ومراعاة حالة المتلقي وظروفه لحسن استقبالها.
٥- فك رموز الرسالة ومحاولة المتلقي تفهمها واستيعابها وإدراك مقاصد المرسل للوصول إلى معناها.
٦- الاستجابة للرسالة من المتلقي وواجبه في منع مشاكل الاتصال مثل تحكيم الإدراك الفردي وعدم المرونة.
٧- عملية الاسترجاع أو التغذية العكسية كرد فعل ينبئ المرسل بوصول الرسالة على الوجه الصحيح الذي أراده.

طرق الاتصال الأساسية يوضح الجدول رقم (١٣-١) طرق الاتصال الأساسية.

جدول رقم (١٣-١)
طرق الاتصال الأساسية

شفوى	كتابى	غير لفظى (إشارة)
• يقوى روح التعاون والألفة والتعاون • يزيل التوتر والغموض والملل • يشجع على تبادل الأسئلة والاسترجاع • يوفر الوقت والجهد في تبادل الأفكار	• يسهل الرجوع إليه عند الحاجة • يحفظ المعلومات والبيانات • يضمن النقل لعدد كبير • يوفر فرص التفكير	• يوضح ردود الفعل كلها للمرسل • يجسد الأفكار ويرفع الروح المعنوية • يوفر وقت الشرح والتوضيح • يناسب ذوى الثقافات العالية
أمثلة		
• مقابلات شخصية • اتصالات هاتفية • لجان واجتماعات • مؤتمرات ومحاضرات	• تقارير ومذكرات • بريد الكتروني • منشورات- شكاوى • لوحات ووسائل إيضاح • جرائد ونشرات	• الإيماءات والإشارات • حركات الوجه والجسم • السكوت- الغضب- الانفعال • السلام باليد- الابتسامات

معوقات الاتصالات ومن معوقات الاتصال ما هو متعلق بالأفراد العاملين في الشركات أنفسهم وما هو متعلق بتنظيم الشركات ذاتها.

<u>فما ينسب للأفراد في هذا المجال:</u>

١- حبس المعلومات إما خوفاً على المكانة الوظيفية أو التعلل بسرية المعلومات.

٢- تخطى الرؤساء المباشرين مما يسبب "قطعاً لدائرة الاتصال".

٣- الإحجام عن الاحتكاك بالرؤساء بصفة عامة لنقص في مهارات الاتصال، هذا عدا بعض الأسباب التي تؤدى إلى رداءة الاتصال مثل:

- الانفعالات والاتجاهات المنحازة.
- الوضع غير المستقيم بين المرسل والمستقبل.
- اللغة غير الواضحة أو الصعبة الرنانة.
- الافتراضات الخاطئة والخوف من النقد.
- غياب الانتباه ورداءة الاتصالات.

أما ما ينسب للشركات في مجال تعويق الاتصالات:

١- عدم الاستقرار التنظيمي، مما يتبعه فقدان تناسق عمليات الاتصال.
٢- سوء توزيع الأعمال وبالتالي عدم توزيع ضغط العمل جيداً.
٣- عدم وجود مركز للمعلومات أو مصادر للبيانات والأفكار.
٤- الإفراط في التخصص، مما يقلل فرص الاتصال ويعقدها.

الوصف الوظيفي يعتبر الوصف الوظيفي ترجمة حقيقية لرسالة الشركة وأهدافها من خلال الأعمال التي يقوم بها العاملون بشكل يومي، كما أن الوصف الوظيفي يساعد في إدراك كيفية إعداد العاملين لأداء الوظائف المحددة لهم بأسلوب منطقى، ويحدد أيضًا العلاقة بين الشركة والعاملين بها، حيث يشرح ما تتوقعه الشركة من العاملين بها أن يفعلوه في مقابل ما يدفع لهم من أجور ويساعد الوصف الوظيفي علي ما يلى:

- التفويض
- تقييم الأداء
- العدالة في التوظيف والحوافز والترقيات
- التطور الوظيفي

ويغطى الوصف الوظيفى النقاط التالية:

١. المسمي الوظيفي
٢. موقع الوظيفة داخل الهيكل التنظيمي
٣. التسلسل الوظيفي
٤. الواجبات
٥. التفويض
٦. الحد الادني للمؤهلات
٧. معايير الاداء والترقيات

التدريب التدريب هام جداً لجميع العاملين سواء العاملين الجدد أو القدامى فالمهندس أو العامل أو الفنى المعين حديثاً قد لا تتوافر لديه الخبرات والمهارات اللازمة لتنفيذ مهامه الوظيفية بالكفاءة المطلوبة وكذلك بالنسبة للعامل القديم فهو

يحتاج أيضاً لصقل مهاراته كل فترة عن طريق التدريب وكذلك عند دخـــول تكنولوجيا حديثة للعمل فكلا الفريقين يحتاج للتدريب عليها القـــدامى والجـــدد على السواء.

كذلك التدريب يكون لازماً للعاملين عند تولى مهام غير معتاد عليهـــا فمـــثلاً عند الترقى يحتاج العامل إلى تدريب قبل تسلم العمل وكذلك عند الانتقال من قسم إلى قسم آخر فذلك يساعده على فهم وإجادة وظيفته الجديدة.

وفى هذه الحالة نجد أن التدريب هام جداً لمساعدة العاملين على فهم متطلبات ومخاطر العمل الجديد فعند إنتقال أحد العاملين مثلاً من إحدى محطات الرفع أو الشبكة للعمل فى عنبر الكلور يجب أن يتدرب أولا على مخاطر التعامـــل مع الكلور حتى لا يصيب من حوله أثناء تأدية عمله وكذلك إذا إنتقـــل أحـــد العاملين من قطاع المياه إلى قطاع الصرف الصحى نجد إختلافا كبيـــراً فـــى طبيعة العمل ومخاطره ففى الصرف الصحى يكون العامل عرضه لغـــازات غير موجودة فى قطاع المياه مثل غاز الميثان وغاز كبريتيـــد الهيـــدروجين وهو ما قد يؤدى بحياته إذا لم يتدرب على كيفية اتخاذ الاحتياطات اللازمـــة فى هذا المجال.

ومن فوائد التدريب أنه يحقق المزايا التالية:

١. تحسين مستوي الافراد لرفع الكفاءة الانتاجية .
٢. تدعيم العلاقات الانسانية من خلال خلق نوع من العلاقة الايجابية بين الفرد والمؤسسة تؤدي لزيادة الانتماء للشركة.
٣. تغيير الاتجاهات وخلق مهارات جديدة
٤. تقليل النفقات.
٥. الحفاظ على المعدات.
٦. تقليل حوادث العمل والمحافظة على سلامة الأفراد.
٧. تقليل الحاجة إلى الإشراف
٨. يساعد علي فهم وتطبيق السياسات الادارية .
٩. ارتفاع المعنويات
١٠. مواكبة التطورات التكنولوجية.

تحديد الاحتياجات التدريبية

يأتي وقت يجد أحد أو مجموعة من العاملين أنفسهم في احتياج لتعديل أسلوب تعاملهم مع تقنيات العمل، إما لأنها تطورت وتجددت، أو لأنهم أصبحوا في مواقع جديدة تختلف عن مواقعهم السابقة، أو لأنهم التحقوا مجددًا بهذا العمل، ولكن هناك مشاكل أخرى في الأداء ترتبط بأمور خاصة بتوافر أدوات العمل وموارده أو تغيرات رئيسية في إمكانيات التشغيل والصيانة وهي أمور لا ترتبط مباشرة بأداء وخبرة العاملين

أهمية الاحتياجات التدريبية

١. أنها عملية مستمرة ودائمة نظرا لتغيير وتنوع المشاكل وظروف العمل .
٢. تؤثر تأثير مباشر في كفاءة البرامج التدريبية .
٣. تؤدي إلي الأداء المناسب .
٤. تساعد علي التخطيط الجيد .
٥. توفر الاسس الواقعية التي تتيح الفرص العادلة لتقدم جميع العاملين .

مما سبق يمكن القول أن التدريب لا يكون حلاً لجميع مشاكل العمل، وأن الحاجة للتدريب تنشأ عندما تكون مشاكل العمل ناتجة عن افتقار العاملين للمهارات والمعارف اللازمة لأداء أعمالهم. وهذا يدعونا لإجراء تحليل لمشاكل العمل لمعرفة ما إذا كان حلها يأتي عن طريق التدريب، أم عن طريق تحسين المعدات والمواد اللازمة للعمل وتوفير وقت أكثر أو وسائل تأمين أكثر ... الخ. وإذا كانت هناك حاجة للتدريب، فيجب عندئذ تحليل مهام الوظائف المطلوب تحسين أدائها لمعرفة المهام المطلوب التدريب عليها، والمهارات المطلوبة لأداء هذه المهام.

مصادر تحديد الاحتياجات التدريبية

يمكن التعرف على الاحتياجات التدريبية من مصادر عديدة، وتُستخدم هذه المصادر لإجراء التحليلات المطلوب إجراؤها لتحديد من يحتاج إلى التدريب، وما الذي يجب التدريب عليه، ومن بين هذه المصادر العديدة ما يلي:

١. توصيف الوظائف.
٢. معدلات الأداء.

٣. تقارير الكفاءة.
٤. نظام وظروف العمل بالمؤسسة.
٥. آراء العاملين أنفسهم في كيفية رفع كفاءتهم.
٦. تقارير المتابعة.
٧. الحوادث والشكاوى.
٨. الحضور والغياب.
٩. إعداد العمالة الموجودة ونسبتها للأعداد المطلوبة.

ويوضح الجدول رقم (١٣-٢) مثال على تحديد أولويات المهام التى تمثل احتياجات تدريبية.

جدول رقم (١٣-٢)
تحديد أولويات المهام التي تمثل احتياجات تدريبية

م	المهمة المطلوبة	أهميتها	مدى تكرار استخدامها	سهولة تعلمها
١	تحديد نسبة الكلور المذابة	هامة جداً	٦ مرات في الوردية الواحدة	صعبة إلى حد ما
٢	تغيير اسطوانات الكلور	هامة	مرة كل ٣ أيام	صعبة جداً
٣	استخدام أجهزة الوقاية من الغازات	هامة	في حالات الطوارئ	سهلة
٤	إجراء الإسعافات الأولية	هامة جداً	في حالات الطوارئ	صعبة إلى حد ما

طرق وأساليب التدريب

يمكن إيجاز طرق وأساليب التدريب فيما يلى:

- المحاضرة
- دراسة الحالة
- لعب أو تمثيل الأدوار
- التمارين أو التطبيقات
- استخدام الأجهزة المرئية والمسموعة
- العصف الذهنى
- التدريب العملى بالموقع

المفاضلة بين طرق التدريب

توجد عدة محددات تفرض طرق وأساليب التدريب التى يتم اختيارها، وهى كالتالى:

- موضوع التدريب
- عدد ونوعية المتدربين
- مكان التدريب
- مدة التدريب

ولكي نمتلك القدرة علي المفاضلة بين طرق التدريب المختلفة مع الالمام بالمحددات السابقة لابد من التعرف علي مزايا وعيوب كل طريقة، ويوضح الجدول رقم (١٣-٣) المقارنة بين مميزات وعيوب كل نوع من طرق التدريب.

الجدول رقم (١٣-٣)

المقارنة بين مميزات وعيوب كل نوع من طرق التدريب

طريقة التدريب	المميزات	العيوب
المحاضرة	١. تمكن من عرض قدر كبير من المعلومات في فترات قصيرة من الوقت ٢. لا تحتاج للكثير من المعدات ٣. يمكن تعديلها لتناسب احتياج المتدرب	١. الاتصال في اتجاه واحد يقلل من التغذية المرتدة ٢. الانتباه يقل كلما طالت مدة المحاضرة ٣. معدل التركيز والاستفادة يكون منخفض ٤. غير مناسبة للتدريب علي المهارات
دراسة الحالة	١. تحسن مهارات حل المشكلات وتطبيق المفاهيم والاساليب ٢. تُضفي لمسة من الواقعية على المناقشات النظرية ٣. نشاط يركز علي المتدرب ٤. تمكن من التفاعل والعمل الجماعي	١. تستهلك الكثير من الوقت ٢. إعداد حالات دراسية جديدة يحتاج الي وقت ٣. تحد من إمكانية التعليم
لعب أو تمثيل الأدوار	١. تغيير نظام التدريب التقليدي ٢. يشجع علي المشاركة والتعاون ٣. يساعد علي بناء المهارات وبناء الثقة بالنفس	١. قد لا يكون كل المشاركين حريصين وجادين ٢. غير مناسبة للمجمعات التدريبية الكبيرة ٣. النجاح فيها يعتمد علي قدرات الافراد وتآلف المجموعة ٤. قد تحتاج لكثير من الموارد

طريقة التدريب	المميزات	العيوب
التمارين أو التطبيقات	١. سهولة توصيل المفهوم أو المهارة. ٢. أسلوب تدريبي ترفيهي غير ممل. ٣. المناقشة تساعد على خلق الواقعية والاهتمام من قبل المتدربين.	١. تَحَكُّم أقل من قبل المدرب على العملية. ٢. تستهلك الكثير من الوقت وتطويرها قد يكون مكلفاً ٣. قد يقل التركيز علي الهدف التدريبي مع المنافسة ٤. ممكن التعامل معها علي انها العاب
استخدام الأجهزة المرئية والمسموعة	١. يرفع من مستوى تركيز وانتباه المتدرب. ٢. المشاهدة المباشرة ترفع من درجة المصداقية والثقة. ٣. دعم عملي تطبيقي للمحاضرات والنظريات	١. التكاليف والفترة الزمنية اللازمة للتحضير قد تكون كبيرة. ٢. يفضل للمجموعات الصغيرة. ٣. تؤدي إلى فقدان الثقة إذا لم يَؤَدَّ بالمستوى المطلوب. ٤. يحتاج إلى مواصلة التطبيق والتدريب للحصول على أفضل النتائج
العصف الذهني	١. مستوى عالي من المشاركة. ٢. يوجد جو ابتكاري. ٣. تعاوني ٤. ليس فيه تقييم او مناقشة	١. يناسب المجموعات التدريبية المتوسطة الحجم ٢. يتطلب مهارات عالية من المدرب. ٣. النجاح يعتمد على فاعلية المجموعات. ٤. قد لا يكون من السهولة قياس التقدم والنتائج.
التدريب العملي بالموقع	١. التوسع في عملية التعلم إلى خارج قاعة التدريب. ٢. المشاهدة والممارسة أكثر إقناعاً ومعدل التذكر يكون عالياً. ٣. ثقة أكبر في ربط النظرية بالتطبيق.	١. مبدأ الترفيه قد يسيطر على المتدربين ويفقد الزيارة قيمتها التدريبية. ٢. الزمن قد يكون معوقاً خاصاً في الدورات القصيرة. ٣. الإعداد المسبق يتطلب الكثير من الجهد.

الميزانية والموازنة والتكلفة والعائد يجب على مدير المحطة أو المشغل الإلمام ببعض التعاريف الأساسية للنظام المالى بالشركة وسوف نتعرض هنا بصورة مختصرة لأهم هذه المصطلحات فى محاولة لتوضيحها وتبسيطها كما يلى.

الميزانية: هى القائمة التي تظهر المركز المالي للمشروع في لحظة زمنية معينة وذلك ببيان مالها من ممتلكات/ أصول وحقوق وما عليها من التزامات، والأساس الذي تُبنى عليه الميزانية هو أن يتساوى مجموع الممتلكات (الأصول) مع مصادر التمويل لها (الخصوم)، ويمكن القول أن الميزانية هي عبارة عن قائمة تضم في أحد جانبيها الخصوم أو ما يسمى بمصادر التمويل وفي الجانب الأخر الأصول وهي ما تسمى باستخدامات هذه المصادر وهى تتضمن ما يلى:

١- ممتلكات الشركة ذات القيمة المالية وتسمى الأصول (Assets).
٢- الالتزامات التى على المشروع تجاه الغير، وتسمى الخصوم (Liabilities).
٣- حقوق الملكية (Owners' Equity).

وفى جميع الأحوال فإن معادلة الميزانية هى:

الأصول = الالتزامات + حقوق الملكية

الموازنة هى خطة مستقبلية بأرقام تقديرية لإيرادات ومصروفات فترة مالية قادمة (عادة عام مالى)، والميزة من إنشاء موازنة الشركة أنها تتيح لرئاسة الشركة إمكانية تحديد أقصى سعة لاستخدام الأموال أو إنجاز العمل أو استخدام الموارد، ومن ثم يمكن استخدام الموازنة بصفة عامة في إنشاء تقارير مستقبلية عن بنود الأعمال التي تقوم بها الشركة في فترة زمنية مستقبلية غالباً ما تكون سنة مالية، وبالتالي تحديد القيمة المتوقع الصرف عليها لكل بند من بنود المصروفات العمومية والإدارية والإيرادات الشهرية وكذا التى يمكن تحقيقها مستقبلا مما يمكن معه الوقوف تحديد الحد الأقصى المسموح به للصرف على كل بند ومراقبة الإيرادات المحققة.

وجدير بالذكر أنه من الأهمية بما كان إعداد موازنات تقديرية للمصروفات والإيرادات حيث يمكن من خلالها بعد مقارنتها بالمصاريف والإيرادات المحققة فعلياً معرفة ما تم توفيره أو الصرف الزائد على أي من بنود الأعمال المختلفة، فضلاً عن الوقوف على الإيرادات المحققة ومقارنتها بما كان مخططاً له بما يعني التحقق الفوري من أن قيمة إيرادات الشركة الفعلية تناسب ما كان مقدراً له في الموازنة.

أسباب إعداد الموازنة:

١. التخطيط الدوري لكافة الأنشطة.
٢. رفع الكفاءة التعاونية بين الأفراد.
٣. القياس الكمي في تحليل وعرض البيانات والمعلومات.
٤. توفير نظام متكامل لتقييم الأداء.
٥. خلق الوعي لدعم الأفراد.
٦. مقابلة المتطلبات القانونية أو التعاقدية.
٧. تحرك كافة الجهود والأنشطة نحو تحقيق الأهداف.

الوظائف الرئيسية للموازنة التخطيطية

وظيفة التخطيط:

تمثل خطة كمية وقيمية لتحقيق أهداف الشركة، كما تحتوى على مجموعة الأنشطة اللازمة لتحقيق تلك الأهداف، وكما أنها تساعد على المفاضلة بين البدائل المختلفة وتقييمها واختيار البديل أو البدائل المناسبة والتخطيط لما يلزم اتخاذه لتجنب العقبات التي تعوق تحقيق الأهداف.

وظيفة التنسيق:

تفيد الموازنات التخطيطية في تنسيق أوجه الأنشطة المختلفة بالشركة فهي أداة للتنسيق بين أنشطة الإيرادات والشراء والتمويل وغيرها من أنشطة الشركة.

وظيفة الاتصال:

تعد الموازنات التخطيطية أداة لتوصيل المعلومات الخاصة بالخطط والسياسات التي تم الاتفاق عليها في الفترة القادمة إلي المستويات الإدارية المختلفة مثل حجم الايرادات الواجب تحقيقها وكمية الانتاج المستهدفة وكمية المشتريات اللازمة وغيره.

وظيفة الرقابة:

يتم قياس النتائج الفعلية في ضوء مستويات الأداء المستهدفة الواردة بالموازنات التخطيطية، ويتم تحديد الانحرافات بمقارنة النتائج الفعلية مع التقديرات، وتحليل هذه الانحرافات لتتمكن الإدارة من اتخاذ الاجراءات العلاجية لتفادي تكرار حدوث انحرافات مستقبلا .

وظيفة التحفيز:

يمكن أن تستخدم الموازنات التخطيطية كوسيلة لتحفيز الأفراد علي تحقيق أهداف الشركة من خلال توجيههم لتحقيق الاهداف الرقمية التي تتضمنها تلك الموازنات .

وظيفة تقييم الأداء:

يمكن استخدام مستويات الأداء الواردة بالموازنات التخطيطية كأساس لتقييم أداء المسئولين بالشركة طالما أن تلك المستويات معدة طبقا لمعايير مدروسة، كما أن نظام الحوافز يمكن ربطة مع تحقيق الأهداف.

وبصفة عامة تعد الموازنات التخطيطية أداة إدارية تساعد إدارة الشركة علي أداء مجموعة الوظائف الإدارية المختلفة والتي تتمثل في التخطيط والتنسيق والاتصال والرقابة والتحفيز وتقييم الأداء.

أنواع الموازنات يمكن تحديد أنواع الموازنات المختلفة كما يلى:

١. الموازنة العينية
٢. الموازنة المالية
٣. الموازنة النقدية
٤. موازنة الأداء

الموازنة العينية

وهي تعبير كمي عن أهداف الخطة في المجالات التي تحقق أهدافها (الاستثمار، الإنتاج، مستلزمات التشغيل، العمالة) وتوصف بأنها عينية لأنها تعبر عن احتياجات علاقات العمل قبل ترجمتها إلى قيم مالية.

الموازنة المالية

وهي ترجمة مالية للموازنة العينية ويتم التركيز فيها علي الاعتمادات والبنود المختلفة بما يحقق:

- الصرف في حدود الاعتمادات.
- الصرف وفقا للأغراض المحددة.

الموازنة النقدية

وهي توضح حركة المقبوضات والمدفوعات النقدية وتمثل الموازنة النقدية أهمية كبيرة في تخطيط ورقابة النقدية.

موازنة الأداء

وتتميز موازنة الأداء بما يلى:

- تستهدف إظهار الأهداف التي تستوجب الإنفاق.
- النتائج التي ستعود من هذا الإنفاق من رفع مستوي الأداء وترشيد الإنفاق.
- الاهتمام بإنجاز الأهداف بدلا من الاهتمام بوسائل التنفيذ.
- تقسم الوحدة إلى مجموعة أنشطة مع بيان تكلفة كل نشاط ووضع معايير أو مقاييس لوحدة الأداء.

- استخدام محاسبة التكاليف، وخاصة المعيارية بما يساعد علي إعداد موازنة الأداء بالمشاركة بين خبرة محاسبي التكاليف والفنيين والمهندسين لوضع مقاييس الأداء لتحديد تكلفة كل نشاط.

المصروفات

تعبر المصروفات عن التكاليف المستنفذة للحصول على الإيرادات، وهى تمثل تحمل المشروع أعباء مالية مختلفة في سبيل الحصول علي الإيراد الناتج من ممارسة نشاطه وهذه الأعباء المالية يعبر عنها بالمصروفات ويمكن تقسيم المصروفات إلى:

١- المصروفات الإيرادية: وهي قيمة السلع والخدمات التي تتعلق بالحصول علي الإيراد في المدة الجارية ويطلق عليها "نفقات"، وتقسم إلي ما يلى:

- مصروفات الإنتاج: وهي مجموعة مصروفات مراكز الإنتاج والخدمات الإنتاجية المتعلقة به (الخامات – أجور العمال – المصروفات الصناعية الغير مباشرة، ....).
- مصروفات البيع والتسويق: وهي المصروفات التي تتعلق ببيع وتسويق المنتجات (أبحاث تسويق – مصاريف البيع والتسويق – حصم الكمية – الخصم التجاري، ....).
- المصروفات الإدارية والتمويلية: وهي المصروفات الخاصة بالمراكز المالية والإدارية وأجهزة الإشراف والرقابة والمتابعة داخل الشركة (مرتبات – أجور – إيجارات – مصاريف التليفون والبريد – مطبوعات وأدوات كتابية مياه وإنارة) وهذه المصروفات ترتبط بالمشروع بصفة عامة وليست مخصصة لنشاط معين من أنشطة الشركة.

٢- المصروفات الرأسمالية: وهي قيمة السلع والخدمات (أو النقص في الأصول أو الزيادة في الخصوم مقابل تلك السلع والخدمات) التي يتوقع استخدامها في المستقبل أى بعد انتهاء المدة الجارية ويطلق عليها "تكلفة الأصل".

ويجدر القول إن الفرق بين التكلفة والمصروف هو أن المصروف هو أي مبلغ يتم دفعه من أجل الحصول على خدمة ما ولا يشترط ارتباط هذه المصروف بالعملية الإنتاجية، ومن ثم يظهر لنا تعبير أخر يسمى النفقة ويقصد بها كل ما يتم إنفاقه سواء كان في صورة تكلفة أو مصروف أو خسارة، لذا يجب معرفة التعاريف التالية:

التكلفة:	هى نفقات لم يتم الانتفاع بها بعد.
المصروف:	هى نفقات تم استنفاذها أو تم الانتفاع بها.
الخسارة:	هى نفقات تم استنفاذها دون الانتفاع بها.

الإيرادات هي الزيادة في الأصول أو النقص في الخصوم نتيجة ممارسة النشاط الرئيسي للمنشأة وهنا ينبغي التمييز بين الإيرادات والتدفقات النقدية والمالية الواردة، فليس كل زيادة في النقدية تعتبر إيراد مثل الحصول علي قرض أو بيع أصل وإنما تدفقات نقدية للشركة.

وتعبر الإيرادات عن المقابل الذى يحصل عليه المشروع نظير بيعه بضاعة أو تأدية خدمة للعملاء، ويوجد العديد من التعبيرات للإيراد حسب نوع النشاط، ومن أمثلة ذلك مبيعات المياه أو خدمات الصرف الصحى بشركات مياه الشرب والصرف الصحى.

إجمالى الإيرادات للمبيعات = عدد الوحدات المباعة × سعر بيع الوحدة
= كمية المياه المباعة ($م^3$) × سعر المتر

ويجب مقابلة الإيرادات التى تحققت خلال فترة زمنية معينة بالمصروفات المتعلقة بهذه الإيرادات لنفس الفترة.

الربح أو الخسارة (الدخل) هو نتيجة مقابلة إجمالي الإيرادات مع إجمالي المصروفات خلال الفترة المحاسبية وتظهر ثلاثة احتمالات:

* ربح إذا كان إجمالي الإيرادات يفوق إجمالي المصروفات.
* خسارة إذا كان إجمالي الإيرادات يقل عن إجمالي المصروفات.
* لا ربح ولا خسارة عند تساوى إجمالي الإيرادات والمصروفات.

قائمة الدخل هي قائمة تبين نتائج أعمال الشركة خلال السنة المالية وما حققته الشركة من إيرادات مقارنة بالتكاليف والمصروفات والتي استخدمت لتحقيق هذه الإيرادات ونتائج عمليات الشركة من ربح و خسارة

المعادلات الرئيسية لقائمة الدخل:

مجمل الربح = صافي المبيعات – تكلفة المبيعات من المياه

صافى الربح = إجمالى الربح - المصروفات

العائد الهدف الذي تسعى الشركة لتحقيقه خلال فترة زمنية معينة غالباً ما تكون سنة مالية، ويعبر عنه بصافي الربح أو صافي نتيجة الأعمال، ومن الطبيعي ان يتحقق هذا العائد بزيادة الإيرادات الخاصة بالنشاط عن النفقات التي تم صرفها من أجل إتمام الأعمال، حيث أن الفرق بينهما يسمى بأجمالي الربح قبل الضرائب ويخصم منه الضرائب المقررة قانوناً للوصول إلى صافي الربح المحقق أو العائد، وجدير بالذكر أن أحد أهداف أعداد الموازنات التقديرية هو الوصول لهامش ربح (نسبة الأرباح المحققة لأجمالي إيرادات الشركة المتوقعة) ومن خلال هذا الهامش يتم مقارنة هذه النسبة بالنسبة المحققة للشركة الأخرى التي تعمل في نفس القطاع.

التكلفة يقصد بالتكلفة كل ما يصرف بشكل مباشر من أجل الحصول على أصل أو حسابات متعلقة بالتشغيل، فمثلاً إذا تحدثنا عن تكلفة الأصل فيقصد بها كل ما تم صرفه من اجل الحصول على المنتج.

مركز التكلفة هو مجال أو إدارة أو نشاط معين متجانس يحتوي علي مجموعة عوامل إنتاج متماثلة ينتج عنه منتج أو خدمة قابلة للقياس ويكون مركز التكلفة مسئولية شخص داخل الهيكل التنظيمي حتى يمكن تحقيق الرقابة علي عناصر التكاليف (مواد مباشرة وغير مباشرة، أجور مباشرة وغير مباشرة، تكاليف صناعية أخري).

عناصر التكاليف

تنقسم عناصر التكاليف بدورها إلى ثابتة ومتغيرة، كما يلى:

عناصر التكاليف الثابتة: هي التكاليف التي يتم إنفاقها بغض النظر عن حجم الإنتاج وسواء تم الإنتاج أو لم يتم مثل الإيجار والمرتبات الثابتة

عناصر التكاليف المتغيرة: هي التكاليف التي تزيد أو تنقص حسب حجم الإنتاج مثل الخامات والحوافز المرتبطة بحجم الإنتاج

تكاليف الإنتاج

تتكون تكاليف الإنتاج من التكاليف المباشرة والتكاليف الغير مباشرة:

التكاليف المباشرة: أي التكاليف التي تدخل مباشرة في الخدمة أو السلعة ويسهل حسابها وتحميلها مثل الخامات والأجور المباشرة

التكاليف الغير مباشرة: تكون علاقتها غير مباشرة بالخدمة أو السلعة ويصعب حسابها وتحميلها مثل زيوت تشحيم الآلات وأجور الإداريين والإهلاك والإنارة والمياه والإيجار والدعاية والإعلان ويتم تحديد أساس

لتوزيع المصاريف الغير مباشرة علي المنتج لتحديد نصيبه منهـا (سـاعات التشغيل، عدد العاملين، .....).

ونظراُ لأهمية حساب التكاليف لاستخدامها في التحليل الاقتصادي للأعمال المختلفة بالشركة فإننا نوضح بالجدول رقم (١٣-٤) نموذجا لطريقة حساب التكاليف ويبين عناصر التكلفة، ويبين تفاصيل عناصر التكلفة فى إحدى محطات تنقية مياه الشرب التابعة للشركة القابضة لعام ٢٠٠٩- ٢٠١٠.

جدول رقم (١٣-٤)

عناصر تكلفة إنتاج مياه الشرب فى إحدى محطات مياه الشرب

(عن الفترة من يوليو ٢٠٠٩ إلى يونيو ٢٠١٠)

عناصر التكاليف	محطة مياه رقم (١)	تكلفة المتر مكعب (قرش)	النسبة المئوية لتكاليف الإنتاج (%)	النسبة المئوية لإجمالى متوسط تكلفة المتر مكعب (%)
أولا: كمية المياه المنتجة بالمتر مكعب	٢٩.٨١٨.٩٠٠			
ثانيا: تكاليف الإنتاج بالجنيه حـ ٣٦				
الكلور	٤٣١.٨٥٩	١.٤٥	٦.٧١	٢.٩٨
الشبة	١.٣٢٤.٦٩٢	٤.٤٤	٢٠.٥٧	٩.١٤
الكهرباء	١.٧٣٣.٢٧٩	٥.٨١	٢٦.٩٢	١١.٩٦
الأجور	١.٢٩٥.٧٦٤	٤.٣٥	٢٠.١٦	٨.٩٤
الصيانة م	٢٢٧.٣٨٥	٠.٧٦	٣.٥٢	١.٥٧
الصيانة خ	٥١٦.٦١٥	١.٧٣	٨.٠١	٣.٥٧
الإهلاك	٩٠٦.٣٩٦	٣.٠٤	١٤.١٠	٦.٢٦
جملة تكاليف الإنتاج	**٦.٤٣٥.٩٠٠**	**٢١.٥٨**	١٠٠.٠٠	٤٤.٤٢
ثالثا: تكاليف التسويق حـ ٣٧*		**٢٠.٠٠**		**٤١.١٧**
رابعا: تكاليف الإدارة والتمويل حـ ٣٨**		**٧.٠٠**		**١٤.٤١**
إجمالي متوسط تكلفة المتر مكعب		**٤٨.٥٨**		

* يشمل تكلفة الفروع (مراكز التوزيع والشبكات شاملا الإهلاك والصيانة والمخازن).

** الإدارة وما يخص المركز الرئيسي والورش والسيارات والحاسب الآلي وتكلفة التمويل إن وجدت.

إعداد موازنـــــة التشغيل والصيانة

أحد المهام الرئيسية المنوط بها مدير محطة المياه أو مدير التشغيل هو إعداد موازنة التشغيل والصيانة، لذا فإنه يجب أولا تحديـــد الهـــدف مـــن تشـــغيل المحطة ومستويات الإنتاج المطلوبة وبالتالى إعداد خطة التشغيل تقدير قيمـــة مستلزماتها وذلك بالتوازي مع حصر مكونات المحطة بما تشمله من منشآت، معدات لإعداد خطة الصيانة ومستويات تنفيذها وتكلفتها.

خطة التشغيل والصيانة

تتكون خطة التشغيل والصيانة من العناصر التالية:

- أعمال حصر للمنشآت والمعدات (مكونات المحطة).
- تحديد أعمال التشغيل والصيانة المطلوب القيام بها لكل مكون من المكونات ومن ثم تحديد مستويات التنفيذ المطلوبة لأداء هذه الأعمال.
- تحديد تكلفة أعمال التشغيل.
- بعد تحديد مستويات التنفيذ لكل نوع، فإنه يمكن معرفة الأعمال المكلف بها كل مستوى، وبالتالي يمكن حساب الطاقة اللازمة لتنفيذ هذه الأعمال والتكلفة التقديرية السنوية.
- تحديد المسئوليات للعاملين في مجال تشغيل وصيانة الوحدات المختلفة بالمحطة.
- وضع برنامج مخطط للصيانة.
- إعداد نظام لمتابعة التنفيذ وإعداد التقارير.
- تسجيل لأعمال التشغيل والصيانة والإصلاح وتكلفتها طبقا للواقع تمهيدا لعمل ميزانية الصيانة.

ولتوضيح كيفية إعداد موازنة خطة التشغيل والصيانة، فإنه يجب تناول كل عنصر من العناصر السابقة بالتفصيل، وهى العناصر التي تتكون منها الخطة.

أ- عناصر خطة التشغيل

تتضمن عناصر خطة التشغيل مايلى:

- تحديد الأهداف المطلوبة من التشغيل ومنها كمية المياه المطلوب إنتاجها يوميا، وضغوط المياه بالخط الرئيسي والشبكة الخارجية.
- الوحدات والمعدات المطلوبة من التشغيل وتتضمن فيما يلى:

- عدد الوحدات المطلوب تشغيلها طول الوقت ومراقبتها وتسجيل تصرفاتها وسلوكيات تشغيلها بدفاتر التشغيل.
- إذابة الكيماويات فى الوقت المطلوب وحقن الكيماوى المستمر ومراقبة ذلك وتسجيل كل المتغيرات بدفاتر التشغيل.
- إجراء أعمال الغسيل للمرشحات.
- التخلص من الروبة الناتجة بالمحطة.
- التأكد من مطابقة مواصفات الإنتاج طبقا للمواصفات المصرية.

- تحديد مستلزمات الإنتاج اللازمة للتشغيل مثل:
  - الكلور
  - الشبة
  - كيماويات المعامل الكيماوية
  - القوى الكهربائية المحركة
  - المواد البترولية اللازمة للتشغيل
- تحديد العمالة الفنية اللازمة لتنفيذ هذه الأعمال ومقدارها بمقياس (رجل/ ساعة) وتكلفتها السنوية بالجنيه المصرى.

ب- العناصر الأساسية لخطة الصيانة

بناء على الحصر السابق للمعدات والمنشآت فإنه يتم تحديد الأعمال المطلوب تنفيذها في الصيانة الوقائية وتقسيمها إلى أنواع من الصيانات الوقائية التي تُجرى كل فترة زمنية معينة، أو طبقا لساعات التشغيل بالنسبة للمعدات الثابتة، أو بعد قطع مسافات طولية معينة بالنسبة للمعدات المتحركة على الطرق كالآتي:

تحديد أعمال الصيانة المطلوب القيام بها:

وتتضمن أعمال الصيانة بعد تقسيمها الى أنواع طبقا للمعدات والمنشآت المطلوب صيانتها مثل المعدات الثابتة (يتم حساب معدلات صيانتها طبقا لمعدلات التشغيل بالساعة) مع تحديد نوع الصيانة المطلوب طبقا لدورية إجراؤها ومستوى تنفيذها سواء من خلال أطقم الصيانة بالمحطة أو بالمستويات الأعلى بالشركة أو من خلال خدمات من خارج الشركة (القطاع

الخاص). وبالنسبة للمعدات المتحركة فإنه يتم صيانتها بناء على معدلات تشغيلها التى تحسب بالكيلو متر وطبقا لأنواع الصيانة المطلوبة.

العمالة الفنية وتحديد أعمال الصيانة المطلوب القيام بها (المباشرة):

ويتم تقدير حجم العمالة المطلوبة طبقا للجهد (رجل/ ساعة) المطلوب من الورشة أو من طاقم الصيانة ولكل تخصص من العمالة الفنية، وذلك عن طريق حساب أعداد الصيانة والإصلاحات المطلوبة خلال سنة واحدة طبقا لأعداد وأنواع المشروعات والمعدات المطلوب صيانتها على المستويات المختلفة كالآتي:

- حصر العمليات التي تنفذ في كل نوع من أنواع الصيانة.
- تقسيم هذه العمليات طبقا لكل تخصص ينفذها (ميكانيكي- كهربائي- ...الخ)، أي حصر الأعمال التي يقوم بها الميكانيكي مثلا في الصيانة الأسبوعية.
- تقدير الوقت اللازم لتنفيذ هذه العمليات بالنسبة لكل تخصص وبالنسبة لكل نوع من أنواع الصيانة.
- حساب عدد مرات إجراء كل نوع من أنواع الصيانة سنويا.
- حساب الوقت المطلوب لتنفيذ كل نوع من أنواع الصيانة سنويا بواسطة كل مهنة من المهن طبقا للعمليات التي يقوم بها في كل نوع من الصيانة.
- تقدير ساعات العمل السنوية للعامل بعد خصم الإجازات المختلفة من أيام العمل السنوية

العمالة غير المباشرة والعمالة الإدارية:

هي العمالة التي تختص بالإشراف والمتابعة والأعمال الإدارية، علاوة على الأعمال ذات الصفة العامة. و تتضمن مدير ورشة الصيانة ورؤساء الأقسام والمشرفين، أما العمالة المخصصة للأعمال الإدارية فهي التي تعمل في مجال مراقبة الوقت والحراسة والمخازن والأعمال المالية والإدارية.

العدد اليدوية وآلات الورش

وتتضمن تحديد العدد اليدوية وآلات الورش المطلوبة للعمل بالصيانة من خلال صيانة المعدة أو العمل بالورشة بالمحطة.

حساب المطالب من قطع الغيار والخامات

طبقا لأعمال الصيانة والإصلاح المطلوب تنفيذها من كل مستوى من المستويات القائمة بأعمال الصيانة، وكذلك حجم الأعمال المطلوبة، والتي تحدد بناء على أعداد وأنواع المشروعات والمعدات وحالتها الفنية، فإنه يمكن تقدير المطالب سنويا من قطع الغيار والخامات: كمّاً ونوعاً، ويُقترح أن تُشترى كل ثلاثة شهور.

إدارة المعدات

يجب على إدارة المحطة إمساك السجلات واستخدام التقارير الفنية للأداء Record Keeping and Using Technical Reports

بالإضافة إلى مجموعة نماذج السجلات الخاصة بحصر مكونات نظم إنتاج وتوزيع مياه الشرب بالإضافة إلى أن هناك مجموعة أخرى من السجلات المتعلقة بأعمال متابعة وتقييم أعمال الصيانة والتي يجب تدوين البيانات والمعلومات فيها بكل دقة وذلك حتى يمكن للمدير المسئول إجراء الدراسات اللازمة واستخلاص النتائج واتخاذ القرار المناسب بما يحقق الاستخدام الأمثل لكافة عناصر الإنتاج والتوزيع ومن هذه السجلات والتقارير:

- بطاقة صيانة وإصلاح المعدة.
- سجل الصيانة والإصلاح لمكونات المحطة (داخلي).
- سجل الصيانة والإصلاح لمكونات المحطة (خارجي).
- بطاقة صيانة وإصلاح خط مياه.
- التقارير الشهرية والربع سنوية والسنوية لمتابعة وتقييم الأداء.

ويجب على إدارة المحطة بالتنسيق مع إدارة أو القطاع أو المركز تبادل المعدات بينهما لضمان أقصى استخدام لها ، وللحصول على الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة يجب أن يتم استخدام المعدات وخاصة المتنقلة منها

في جميع المواقع التابعة للنظام بحيث يمكن الحصول على أقصى استخدام وتحقيق الجدوى الاقتصادية المرجوة منها.

ومن هذه المعدات الحفارات والأوناش اليدوية، والأوناش الآلية وطلمبات كسح المياه المتنقلة الكهربائية والعاملة بالوقود، وكسارات الأسفلت (Hummer Drill). بالإضافة إلى أجهزة الكشف عن التسرب في مواسير مياه الشرب وأجهزة الكشف والاختبارت الكهربائية (ميجر- أفوميتر .....) والعدد والسيارات واسطوانات الكلور وخلافه.

اتخاذ القرارات السليمة بشأن إجراءات التوريد والشراء

ويتم ذلك بالدراسة الجيدة للأهداف ومتطلبات تحقيق هذه الأهداف وتحديد الأولويات وإعداد جداول الصيانة ثم تدبير الاحتياجات بما يتناسب مع الموارد المالية المتاحة بالشركة والتي تكون عبارة عن:

١. مستلزمات إنتاج
- كلور
- شبة
- مواد بترولية
- استهلاك كهرباء
- مساعدات إنتاج
- أدوات كتابية

٢. مستلزمات صيانة
- قطع غيار
- مواد بترولية
- مهمات
- عدد
- خامات

وعلى أن يتم مراعاة الأصول الفنية للشراء فيما يتعلق بأعمال الصيانة والتى تتضمن الأخذ فى الاعتبار ما يلى:

- نوع المعدّة وحالتها الفنية حاليا.
- عدد ساعات التشغيل/ المسافة المقطوعة يوميا.
- طبيعة التحميل على المعدّة (أقل من النمطي - نمطي - حميل زائد).
- قطع الغيار والخامات المطلوبة لكل نوع من أنواع الصيانات المطلوب استبدالها أثناء إجراء الصيانة الوقائية طبقا لخطة لصيانة الموضوعة.
- مدى توفر قطع الغيار والخامات المطلوبة في السوق المحلى.
- مراعاة تكلفة التخزين ومقارنتها بالتضخم الناتج عن ارتفاع لأسعار.
- تلافى تواجد مخزون راكد من قطع الغيار الغير مستخدمة بصفة دورية.
- مساحة التخزين المتوفرة على مستوى المحطة أو مخازن القطاع أو المخازن المركزية.

المـــلاحق

ملحــق رقم (١)

التشريعات المصرية للمياه

ملحق رقم (١)

التشريعات المصرية للمياه

مقدمة لا شك أن المياه هى أساس الحياة، وتسعى كل الدول إلى تنمية مواردها المائية والحفاظ عليها نقية صالحة للاستخدامات المختلفة، كما تقوم بتدوير المياه المستخدمة بمعالجتها، أو بتحليه المياه المالحة. وتتميز مصر بتنوع مواردها المائية حيث تشمل:

(١) نهر النيل وروافده وفرعيه والرياحات والترع والجنَّابيات.
(٢) البحرين الأبيض والأحمر والبحيرات والمصارف والبرك.
(٣) خزانات المياه الجوفية.

وإذا احتوت المياه على مواد غريبة اعتبرت مياهاً ملوثة. ومن هذه الملوثات المواد غير العضوية الذائبة والمعلقة والمواد العضوية والبكتريا والطحالب والطفيليات. وتتكون هذه الملوثات نتيجة للنشاط الزراعى والنشاط الصناعى والنشاط الآدمى. وبذلك فإن نفايات المصانع وبقايا المبيدات الحشرية ومخصبات ومحسنات التربة والمخلفات الآدمية وعوادم وسائل النقل تعتبر من المصادر الرئيسية لتلوث المياه.

سنعرض فى هذا الملحق أهم القوانين التى صدرت لتنظيم عمليات التنقية ومواصفات المياه والمواد الكيميائية التى تدخل فى عمليات التنقية

تحقيق جودة المياه يعرض الجدول رقم (م١-١) المواد التى يمكن أن تتواجد فى المياه السطحية والآثار الناتجة عنها.

جدول رقم (م١-١)

المواد التى يمكن أن تتواجد فى المياه السطحية والآثار الناتجة عنها

نوع المواد		الآثار الناتجة عن وجودها
أ- المواد العالقة	البكتريا	بعضها يسبب أمراضا
	الطحالب	تعطى لوناً وطعماً ورائحة
	الطمى	تسبب عكارة
ب- المواد الغروية	أكسيد الحديد	تسبب لوناً أحمر
	المنجنيز	تسبب لوناً أسود أو بنياً
	المواد العضوية	تعطى لوناً وطعماً
	أملاح الكالسيوم	الكربونات: تسبب قلوية وعسراً دائماً
	والمغنسيوم	الكبريتات: تسبب عسراً دائماً
		الكلوريدات: تسبب عسراً دائماً
جـ- الأملاح الذائبة	أملاح الصوديوم	البيكربونات: قلوية
		الكربونات: قلوية
		الكبريتات: تؤدى إلى تكوين رغاوى
		الفلوريدات: تُحدث تشويهاً بالأسنان
		الكلوريدات: تعطى طعماً
د- الغازات الذائبة	الأكسجين	له تأثير على المعادن
	ثانى أكسيد الكربون	له تأثير على المعادن، ويسبب حموضة
	كبريتيد الهيدروجين	له تأثير على المعادن، ويعطى طعماً ورائحة

ومن البديهى أن استعمال الماء الملوث يؤدى إلى انتشار الأمراض ومن أهم الأمراض التى تنتقل عن طريق المياه:التيفود، الدوسنتاريا، الكوليرا، البلهارسيا، شلل الأطفال، الباراتيفويد.

هذا بالإضافة إلى الأمراض التى تنتج عن نقص أو زيادة المواد الكيميائية فى المياه ومنها تآكل ميناء الأسنان - تورم الغدة الدرقية - تسوس الأسنان - التسمم بالرصاص - الاضطرابات المعوية.

مواصفات المياه الصالحة للشرب

تحددت مواصفات المياه المنتجة من محطات التنقية والصالحة للشرب والاستخدام المنزلى طبقا لقرار وزير الصحة رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧.

ونعرض على الصفحات التالية المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى التى أقرتها اللجنة العليا للمياه طبقاً لقرار وزير الصحة المشار إليه، ثم نتبعه بقرار وزير الصحة رقم ٣٠١ لسنة ١٩٩٥ بخصوص المواصفات الصحية لمآخذ عمليات مياه الشرب التى يجب أن تلتزم بها الجهات المنتجة للمياه.

المياه المستخدمة فى الشرب:

أصدرت اللجنة العليا للمياه بجلسة ١٩٧٥/١/٧ المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى مياه الشرب، ثم صدر القرار ١٠٨ لسنة ١٩٩٥ **ومؤخرا صدر قرار وزير الصحة رقم٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧** والذى تضمن المواصفات والمعايير الواجب توافرها فى مياه الشرب (كما هو مبين بالجدول رقم م١-٢) والتى تتناول المحتوى العضوى من مختلف الملوثات.

ويعرض الجدول رقم (م١-٢) المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المياه الصالحة للشرب وهى المعايير التى يجب أن تلتزم جميع المحطات بتحقيقها طبقاً لقرار وزير الصحة رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧.

قرار
وزير الصحة والسكان
رقم (٤٥٨) لسنة ٢٠٠٧

========

وزير الصحة والسكان:-

- بعد الاطلاع على القانون رقم ٢٧ لسنة ١٩٧٨ فى شأن تنظيم الموارد العامة للمياه اللازمة للشرب والاستعمال المنزلى.
- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٢٧٠٣ لسنة ١٩٦٦ بانشاء اللجنة العليا للمياه
- وعلى القرار الجمهورى رقم ٢٤٢ لسنة ١٩٩٦ بتنظيم وزارة الصحة والسكان .
- وعلى القرار الوزارى رقم ١٠٨ لسنة ١٩٩٥ بشأن المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى .
- وعلى ما أوصت به اللجنة العليا للمياه بجلستها المنعقدة بتاريخ ٧ / ٥ / ٢٠٠٧
- وبناء على ما عرضته الإدارة المركزية لشئون البيئـــــة .

قـــــرر

======

مادة ١:- تخضع المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المياه الصالحة للشـــرب والاستخـــــدام المنزلى للحدود القصوى الموضحة قرين كل منها بالجداول المرفقة .

مادة ٢ :- تختص الإدارة المركزية للمعامل بوزارة الصحـــــة والسكـــــان وفروعهـــا بالمحافظات بإجراء الفحوص والتحاليل الخاصة بالمياه المذكورة .

مادة ٣ :- يكون تنفيذ المعايير وخطط الرصد الذاتى والتفتيش الدورى وفقا لما هـــو وارد بـــالملاحق (١) ، (٢) والتى تعد جزءا لا يتجزأ من هذا القرار .

مادة ٤ :- ينشر هذا القرار فى الوقائع المصرية ويعمل به من اليوم التالى لتاريخ نشره .

======

وزير الصحة والسكان

أ . د حاتم الجبلى

تحريرا فى : / / ٢٠٠٧

ثريا / ..

وزارة الصحة والسكان
الإدارة المركزية لشئون البيئة
==========

المعايير والمواصفات الواجب توافرها
فى المياه الصالحة للشرب والإستخدام المنزلى
==========
طبقاً لقرار وزير الصحة رقم٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧

أولا: الخواص الطبيعية:

م	الخاصية	الحد الأقصى المسموح به
1	اللون	معدوم
2	الطعم	مقبول
3	الرائحة	معدومة
4	العكارة	1وحده(NTU)
5	الرقم الهيدروجينى	6.5 – 8.5

ثانيا: مواد غير عضوية لها تأثير على الإستساغة والإستخدامات المنزلية:

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام / لتر)
1	الأملاح الذائبة عند 120^{o} م	1000
2	عسركلى $CaCO_3$ as	500
3	عسر كالسيوم $CaCO_3$ as	350
4	عسر ماغنسيوم $CaCO_3$ as	150
5	كبريتات SO_4	250
6	كلوريدات Cl	250
7	حديد Fe	0.3
8	منجنيز Mn	0.4
9	نحاس Cu	2.0
10	الزنك Zn	3.0
11	الصوديوم Na	200
12	الألومنيوم AI	0.2

ثالثا: المواد الكيميائية ذات التأثير على الصحة العامة:

(أ) المواد غير العضوية

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام / لتر)
1	الرصاص Pb	0.01
2	الزئبق Hg	0.001
3	الزرنيخ As	0.01
4	السيانيد CN	0.05
5	الكادميوم Cd	0.003
6	السيلينيوم Se	0.01
7	الكروميوم Cr	0.05
8	الأمونيا NH_3	0.5
9	النترات as (NO_3)	45
10	النيتريت as (NO_2)	0.2
11	الفلوريدات F	0.8
12	الأنتيمون Sb	0.02
13	الباريوم Ba	0.7
14	البورون B	0.5
15	النيكل Ni	0.02
16	الموليبدينيوم Mo	0.07

(ب) المواد العضوية:

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام/لتر)
1	الاكلور Alachlor	0.02
2	الديكاربAldicarb	0.01
3	ألدرين ، داى إلدرين Aldrin and dieldrin	0.00003
4	أترازينAtrazine	0.002
5	بنتازونBentazone	0.03
6	كاربوفيورانCarbofuran	0.007
7	كلوردانChlordane	0.0002
8	كلوروتوليورونChlorotoluron	0.03
9	د.د.تD.D.T	0.001
10	2,1-داى بروموـ 3- كلورو بروبان 1.2 Dibromo 3- chloropropane (DBCP)	0.001
11	4,2 د (2,4 D) 2.4- Dichlorophenoxyacetic acid	0.03
12	2,1داى كلورو بروبان(1,2-DCP) 1.2 - Dichloropropane	0.02
13	3,1 داى كلورو بروبين (1,3-DCP) 1.3 - Dichloropropene	0.02
14	هكسا كلورو بنزين Hexachlorobenzene	0.001
15	أيزو بروتورو Isoproturon	0.009
16	لندانLindane	0.002
17	ميثيل كلورو فينوكسى اسيتيك اسيد Methylchlorophenoxyacetic acid (MCPA)	0.002
18	ميثوكسى كلور Methoxychlor	0.02
19	ميتولا كلور Metolachlor	0.01
20	موليناتMolinate	0.006
21	بنديميثالين Pendimethalin	0.02
22	بنتاكلورو فينول Pentachlorophenol	0.009
23	بيرمثرينPermethrin	0.02
24	بروبانيلPropanil	0.02
25	بيربيروكسيفين Pyriproxyfen	0.3
26	سيمازينSimazine	0.002
27	تراى فلورالينTrifluralin	0.02
28	4,2 د.ب 2.4 DB	0.09

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام/لتر)
29	4,2 داى كلورو بروب - 2.4 Dichloroprop	0.01
30	فينو بروبFenoprop	0.009
31	ميكوبروبMecoprop	0.01
32	- 5,4,2 ت 2.4.5 T	0.009
33	مونو كلور أمين Monochloramine	3
34	كلور Chlorine	5
35	برومات Bromate	0.01
36	كلوريت Chlorite	0.7
37	- 2,4,6ترای كلورو فينول 2.4.6 Trichlorophenol	0.2
38	ترای هالو ميثان Trihalomethanes	0.1
39	داى كلورو اسيتات Dichloroacetate	0.05
40	ترای كلورو اسيتات Trichloroacetate	0.1
41	ترای كلورو أسيتالدهيد Trichloroacetaldehyde	0.01
42	داى كلورو اسيتونيتريل Dichloroacetonitrile	0.02
43	داى برمو اسيتونيتريل Dibromoacetonitrile	0.07
44	ترای كلورو اسيتونيتريل Trichloroacetonitrile	0.001
45	كربون تترا كلوريد Carbon tetrachloride	0.004
46	داى كلورو ميثان Dichloromethane	0.02
47	2,1داى كلورو إيثان 1.2 Dichloroethane	0.03
48	1,1,1ترای كلورو إيثان 1.1.1 Trichloroethane	0.07
49	كلوريد الفينيلChloride Vinyl	0.0003
50	1,1داى كلورو إيثين 1.1 Dichloroethene	0.03
51	2,1داى كلورو إيثين 1.2 Dichloroethene	0.05
52	تترا كلورو إيثينTetrachloroethene	0.04
53	تولوين Toluene	0.7
54	بنزينBenzene	0.01
55	بنزو) أ (بيرين Benzo[a]pyrene	0.0007
56	مونو كلورو بنزينMonochlorobenzene	0.3
57	2,1داى كلورو بنزين 1.2 Dichlorobenzene	1

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (مللجرام/لتر)
58	1,4داى كلورو بنزين 1.4 Dichlorobenzene	0.3
59	تراى كلورو البنزين الكلى Trichlorobenzenes (Total)	0.02
60	داى-2) إيثيل هكسيل (أديبات Di (2-ethylehexyle)adipate	0.08
61	داى-2) إيثيل هكسيل (فثالاتDi (2 -ethylehexyle phthalate	0.008
62	أكريلاميد Acrylamide	0.0005
63	إيبي كلورو هيدرين Epichlorohydrin	0.0004
64	هكسا كلورو بيوتاداين Hexachlorobutadiene	0.0006
65	اديتيك اسيد(EDTA) Edetic acid	0.6
66	تراى اسيتك نيتريلTriacetic Nitril	0.2
67	إندرين Endrin	0.0006
68	كلورات Chlorate	0.7
69	بروموفورمBromoform	0.1
70	كلوروفورمChloroform	0.3
71	كلورال هيدراتChloralhydrate	0.01
72	داي ميثوات Dimethoate	0.006
73	فورمالدهايد Formaldehyde	0.9
74	سيانوجين كلوريد Cyanogen Chloride	0.007
75	تراى بيوتيل اكسيد القصدير Trtibutyltin Oxide	0.002
76	فينولPhenol	0.002
77	داى و تراى كلورامين Di- and Trichloramine	0.005
78	زايلينXylenes	0.5
79	إيثيل بنزينEthylbenzene	0.3
80	ستيرينStyrene	0.02
81	برومو داى كلورو ميثانBromodichloromethane	0.06
82	تراى كلورو إيثين Trichloroethene	0.02

رابعا: المعايير الميكروبيولوجية:

م	نوع الفحص	طريقة القياس المتبعة	الحد الأقصى المسموح به
أ	العدد الكلى للبكتريا	صب الأطباق poured plate method	• لا يزيد عن ٥٠ خلية ١ / سم^3 عند درجة حرارة ٣٧ درجة مئوية لمدة ٢٤ ساعة. • لا يزيد عن ٥٠ خلية ١ / سم^3 عند درجة حرارة ٢٢ درجة مئوية لمدة ٤٨ ساعة.
ب	**أدلة التلوث** بكتيريا القولون الكلية TOTAL COLIFORM	" MF "أو. " MPN "	• يجب ان تكون ٩٥% من العينات التى يتم فحصها خلال العام خالية تماما من بكتيريا القولون حتى ١٠٠ سم^{3}من العينة كما يجب ألا تحتوى اى عينة من العينات على أكثر من ٢ خلية١٠٠ سم^3 على الا يتكرر ذلك فى عينتان متتاليتان من نفس المصدر.
	بكتريا القولون البرازية "باسيل القولون النموذجى"		• يجب أن تكون جميع العينات خالية من باسيل القولون النموذجى.
	البكتريا السبحية البرازية		• يجب أن تكون جميع العينات خالية من الميكروب السبحى البرازى.
ج	**الفحص البيولوجى** • عند فحص عينات المياه للطحالب • عند فحص عينات المياه ميكروسكوبيا		• يجب ألا يزيد نسبة الميكروسستين عن ١ ميكروجرام /لتر ويتم إجراء هذا التحليل فى حالة ظهور نمو مفاجئ للطحالب الخضراء المزرقة BLUE GRAEEN ALGAE أو وجود أعداد عالية منها. • يجب أن تكون خالية تماما من البروتوزوا الحية وجميع أطوار الديدان المسببة للأمراض.

خامسا: المواد المشعة:

مسلسل	نوع الفحص	الحد الأقصى المسموح به
أ	مشتقات من فصيلة الفا(A)	او 0بيكرل /لتر
ب	مشتقات من فصيلة بيتا(B)	1 -بيكرل /لتر

القرارات الوزارية السابقة ذات الصلة

نعرض فيما يلى بعض القرارات الوزارية الخاصة بالمواصفات الصحية لمياه الشرب وهو قرار وزير الصحة رقم ٣٠١ لسنة ١٩٩٥، والمواصفات الصحية الخاصة بمأخذ عمليات مياه الشرب وحمياتها من التلوث تنفيذا للمادة ٦ من القانون رقم ٢٧ لسنة ١٩٧٨، والقرار الخاص بالفحوص البكتريولوجية المضافة لفحوص مياه الشرب والصادر بموجب قرار وزير الصحة رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧.

وزارة الصحة

قرار رقم ٣٠١ لسنه ١٩٩٥

وزير الصحة

بعد الاطلاع على القرار الجمهوري رقم ٢٦٨ لسنه ١٩٧٥ بمسئوليات وزاره الصحة وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٢٧٠٣ لسنة ١٩٦٦ بإنشاء اللجنة العليا للمياه.
وعلى القانون رقم ٢٧ لسنة ١٩٧٨ فى شأن تنظيم الموارد العامة للمياه اللازمة للشرب الاستعمال الأدمى.
وعلى ما قررته اللجنة العليا للمياه بتاريخ ١٩٩٥/٧/١٢
وعلى ما عرضه علينا السيد الدكتور/ وكيل الوزارة للشئون الوقائية.

قرر

- **مادة ١** : تكون المواصفات الصحية الخاصة بمآخذ عمليات الشرب وحمايتها من التلوث طبقا للمرفق (١) تطبيقا للفقرة الأولى من المادة السادسة من القانون رقم٢٧ لسنه ١٩٧٨ .

- **مادة ٢** : تكون طرق أخذ عينات المياه للفحص طبقا للمرفق رقم (٢) تطبيقا للفقرة الثالثة من المادة السادسة من القانون رقم٢٧ لسنه ١٩٧٨ .

- **مادة ٣** : تلتزم الهيئات المنتجة للمياه بهذا القرار إعتبارا من تاريخ صدوره بالنسبة للإنشاءات الجديدة وتعطى مهلة قدرها عامان من تاريخ صدور هذا القرار لتعديل أوضاعها.

- **مادة ٤** : ينشر هذا القرار فى الوقائع المصرية ويعمل به من تاريخ صدوره.

صدر فى ١٩٩٥/٨/١

وزير الصحة
أ٠د/ على عبد الفتاح

وزارة الصحة

وكيل الوزارة للشئون الوقائية **مرفق رقم (١)**

المواصفات الصحية الخاصة
بمآخذ عمليات مياه الشرب وحمايتها من التلوث
تنفيذا للمادة ٦ من القانون رقم ٢٧ لسنة ١٩٧٨ فقرة (١)

الضوابط والمعايير

أولا - المأخذ الممتد:

١- يكون المأخذ أعلى التيار بالنسبة للكتلة السكنية وجميع الأنشطة سواء سياحية أو صناعية.

٢- تمتد ماسورة السحب إلى مسافة ٣/١ المجرى المائي مع عدم إعاقة الملاحة ويراعى فى التصميم أن تكون بعيدة عن القاع لتفادى سحب رواسب القاع وبعيدا عن السطح لتفادى سحب النباتات والطحالب والمواد الطافية.

٣- وضع علامات استرشادية فوق نهاية ماسورة السحب لتكون واضحة تماما لمستخدمي المجرى المائي لجميع الأنشطة السياحية والملاحية مع إقامة حماية مناسبة للمأخذ.

٤- منع إقامة منشآت على الشاطئ نهائيا بعمق ٥٠ متر من الشاطئ فى حدود حرم المآخذ الذي يحدد بمسافة ٥٠٠ متر أعلى التيار و٢٠٠ متر أسفل التيار.

٥- الالتزام بالنظافة الدورية لمنطقة حرم المآخذ لمنع تراكم أي نباتات مائية أو مواد طافية حولها والتخلص منها بعيدا عن الشاطئ.

٦- الالتزام بما جاء بالمادة ١٠ باللائحة التنفيذية للقانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ بشأن صرف المخلفات السائلة على النيل.

٧- الالتزام بالمادة رقم ٦٠ من قانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢ بشأن الصرف على مسطحات المياه العذبة.

ثانيا -المأخذ الشاطْئىْ:

وهو الذى يقام على مجرى المياه الضيق التى لا تحتمل الامتداد إلى ٣/١ المجرى مثل الترع والرياحات:

١- يراعى عدم إقامة مأخذ على الترع التى تخضع لنظام السدة الشتوية او ترفع عليها مياه مصارف وذات منسوب مناسب ومستمر يحافظ على نوعية المياه وطاقة المحطة .
٢- تكسية جوانب المجرى المائي لمسافة لا تقل عن ٣ أمتار على جانبى المأخذ.
٣- تكون فتحة السحب على اقل منسوب لسطح مياه المجرى المائى مع تكسية القاع بالخرسانة المسلحة.
٤- تجهيز المأخذ بحواجز شبكية على مرحلتين إحداهما أمامية واسعة والداخلية ضيقة مع المراعاة فى التصميم سهولة تنظيفها دوريا بحيث لا تتراكم عليها المواد الطافية أو النباتات المائية.
٥- يتم تنظيف وتطهير حرم المأخذ دوريا وبحد أقصى كل أسبوعين مع مراعاة التخلص الأمن من نواتج التطهير.
٦- يجهز المأخذ بحاجز للزيوت والمواد الطافية.
٧- بالنسبة لحرم المأخذ تطبق علية نفس القواعد المنصوص عليها بالنسبة للمأخذ الممتد وعلى الجانبين.

ثالثا- مراعاة الالتزام الكامل بهذه المعايير والضوابط عند إنشاء محطات مياه جديدة وعلى الهيئات المنتجة للمياه تطوير المآخذ القائمة فعلا للالتزام بما جاء فى هذه المواصفات وتعطى لذلك مهلة قدرها عامان من تاريخ صدور القرار.

رابعا- إذا دعت الحاجة إلى استثناء أي شرط من الشروط الواردة فى هذا القرار تتقدم الجهة المنتجة للمياه إلى اللجنة العليا للمياه لبحث الاستثناء طبقا للحالة ويصدر بهذا الاستثناء قرار من وزير الصحة.

وكيل الوزارة للشئون الوقائية
د. محمود أبو النصر رشيد

قانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢
الباب السادس
الضوابط والمعايير والمواصفات الخاصة
بصرف المخلفات السائلة المعالجة إلى مجاري المياه

أولاً: في الصرف على مسطحات المياه العذبة

تنص مادة ٦٠ من قانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢ على أنه يجب أن تبقى مجاري المياه العذبة التي يـــرخص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إليها في حدود المعايير والمواصفات الأتية:

البيان	المعايير والمواصفات (ملليجرام/ لتر ما لم يذكر غير ذلك)
اللون	لا يزيد عن ١٠٠ درجة
مجموع المواد الصلبة	٥٠٠
درجة الحرارة	٥ درجات فوق المعتاد
الأكسجين الذائب	لا يقل عن ٥
الأس الأيدروجينى	لا يقل عن ٧ ولا يزيد على ٨.٥
الأكسجين الحيوي الممتص	لا يزيد على ٦
الأكسجين الكيماوي المستهلك	لا يزيد على ١٠
نتروجين عضوي	لا يزيد على ١
نشادر	لا يزيد على ٠.٥
شحوم وزيوت	لا يزيد على ٠.١
القلوية الكلية	لا تزيد على ١٥٠ ولا تقل عن ٢٠
كبريتات	لا تزيد على ٢٠٠
مركبات الزئبق	لا يزيد على٠.٠٠١
حديد	لا يزيد على ١
منجنيز	لا يزيد على ٠.٥
نحاس	لا يزيد على ١
زنك	لا يزيد على ١
منظفات صناعية	لا تزيد على ٠.٥
نترات	لا تزيد عن ٤٥

البيان	المعايير والمواصفات (ملليجرام/ لتر ما لم يذكر غير ذلك)
فللوريدات	لا تزيد على ٠.٥
فينول	لا تزيد على ٠.٠٢
زرنيخ	لا يزيد على ٠.٠٥
كادميوم	لا يزيد على ٠.٠١
كروم	لا يزيد على ٠.٠٥
سيانور	لا يزيد على ٠.١
رصاص	لا يزيد على ٠.٠٥
سيلينوم	لا يزيد على ٠.٠١

وزارة الصحة

وكيل الوزارة للشئون الوقائية **مرفق رقم (٢)**

طرق أخذ عينات المياه للفحص
تنفيذا للمادة ٦ من القانون رقم٢٧ لسنة ١٩٧٨ فقرة (٣)

يكون أخذ عينات المياه المطابقة للمعايير من اختصاص المراقب الصحى أو فنى المعمل المدرب أو الأفراد المنوط بهم الرقابة على مصادر مياه الشرب والذين يتم تحديدهم بمعرفة السلطات الصحية المختصة:

(أ) عند أخذ عينات المياه للفحص البكتريولوجى:

تؤخذ عينات المياه للفحص البكتريولوجى فى زجاجات ذات غطاء زجاجي مصنفر وتكون الزجاجة نظيفة تماما ويتم تعقيمها عند درجة حرارة من ١٦٠م-١٨٠م لمدة ساعتين ومراعاة إضافة حوالي ٢/١مللى من محلول ثيوسلفات الصوديوم تركيز ٢٠جرام /لتر إلى الزجاجة قبل عملية التعقيم.

وعقب التعقيم يتم تغطية فوهة الزجاجة ولفها جيدا برباط من الشاش لا يتم نزعة إلا وقت أخذ العينة.

(ب) عند أخذ عينات المياه للفحص الكيماوي:

يكون حجم العينة كافي لأنواع التحاليل المطلوبة ويتم تحديده بمعرفة المعمل المختص الذي ستجرى به التحاليل وتؤخذ عينات المياه للفحص الكيماوي فى أوعية من الزجاج أو البلاستيك الجيد مزود بغطاء محكم لا تتسرب منه المياه ويجب أن يكون الإناء نظيفا نظافة تامة وخالية من آثار المنظفات والمذيبات.

أخذ عينات المياه للفحص البكتريولوجى:

أولاً: المياه المرشحة:

١- يراعى عند أخذ عينات الكلور مرور ٢٠ دقيقة على الأقل بعد إضافة الكلور لضمان فترة التلامس.

٢- قبل أخذ العينة يراعى اختيار صنبور شائع الاستعمال سليم لا تتسرب المياه منة سواء كان مفتوحا أو مقفولا ويتم فتح الصنبور لمدة دقيقتين على الأقل وتغسل فوهة الصنبور جيدا ثم يغلق.

٣- يتم تعقيم الصنبور بالحرق بواسطة لهب كافي لمدة دقيقتين.

٤- تنزع الشاش من على فوهة الزجاجة ويتم حرق فوهة الزجاجة والغطاء وفتح الصنبور.

٥- تؤخذ العينة ويراعى أن تكون الزجاجة مائلة على اندفاع المياه ويتم ملي الزجاجة مع مراعاة ترك فراغ حوالي ١.٥سم ثم تحرق فوهة الزجاجة.

٦- يربط عنق الزجاجة وفوهتها بالشاش ويوضع ختم واضح باسم آخذ العينة على الشمع الأحمر حول الشاش وتوضع بصمة الختم على أورنيك أخذ العينة.

ثانياً: المياه الجوفية:

لا يجوز إجراء الفحص البكتريولوجى للمياه الجوفية إلا بعد تنزيل المواسير المجلفنة وتشغيلها مدة كافية قبل السماح بأخذ العينات مع مراعاة الاشتراطات المطلوب توافرها فى الموقع من حيث عمق البئر والبعد عن مصادر التلوث طبقا للتعليمات التى تصدر فى هذا الشأن من وكيل وزارة الصحة للشئون الوقائية.

ويتبع ما يأتى عند أخذ العينات:

يراعى تشغيل الطلمبة لمدة ٤٨ ساعة للآبار الجديدة على الأقل بصفة مستمرة قبل اخذ العينة والتأكد من خلو مياه البئر من آثار الكلور ويتم أخذ العينة من أول صنبور بعد طلمبة الطرد مباشرة وبنفس الطريقة التى سبق شرحها لأخذ عينات المياه المرشحة وبالنسبة للآبار التى سبق تشغيلها يستلزم إدارة الطلمبة لمدة ٢/١ ساعة بصفة مستمرة قبل أخذ العينة.

ثالثاً: مياه الصهاريج:

تؤخذ العينة من حنفية الصهريج مباشرة ويتبع فيها نفس الطريقة التى سبق شرحها وإذا أريد اخذ عينة من الصهريج نفسه يتم استخدام جهاز جمع العينات (Grab Sampler).

رابعاً: عينات المجرى المائي:

تغمس الزجاجة المعقمة بوضع فوهة الزجاجة مقابلة للتيار تحت سطح الماء بعمق ٢٠سم على الأقل ويفتح غطاء الزجاجة وهى تحت سطح وهى تحت سطح الماء ويفضل استخدام جهاز جمع العينات (Grab Sampler).

تتبع باقي الخطوات التى سبق ذكرها وعند أخذ عينات لمأخذ محطات المياه يراعى سحب العينة لتكون ممثلة للمياه الداخلة إلى المحطة من حيث العمق والمسافة الممتدة داخل المجرى.

أخذ عينات المياه للفحص الكيماوي:

عند اخذ عينة المياه للفحص الكيماوي يجب ملى الزجاجة وتفريغها من المياه المراد أخذ عينة منها ثلاث مرات على الأقل وبعد ذلك يتم غلقها بإحكام وتغليف الفوهة بالشاش وختمها بالشمع الأحمر بخاتم آخذ العينة الذي توضع بصمته على أورنيك إرسال العينة.

وعند أخذ العينات للآبار الجديدة لا يسمح بأخذ العينات إلا بعد إنزال المواسير المجلفنة ولا تؤخذ العينة للفحص الكيماوي إلا بعد إدارة الطلمبة فترة كافية وضمان ثبات درجة التوصيل الكهربائي.

البيانات :

عند أخذ أي عينة مياه للفحص يراعى تدوين البيانات كالآتي:

١- ملء نموذج أخذ العينات الذي تحدده الإدارة المركزية للمعامل.
٢- يتم تثبيت البيانات واضحة طبقا لما هو مذكور بالنموذج على الزجاجة وتكون مثبتة جيدا على الزجاج وواضحة.
٣- يجب أن تكون بصمة الختم على النموذج مطابقة تماما للختم الموجود على فوهة الزجاجة بعد لفها بالشاش.

حفظ ونقل العينات:

يفضل إجراء الفحص البكتريولوجى لعينات المياه بعد أخذها مباشرة وإذا تعذر ذلك يجب مراعاة وصول العينة إلى المعمل فى خلال ساعتين كما يلزم حفظ العينة فى ثلاجة العينات وإذا تعذر فحص العينة فور وصولها إلى المعمل يجب أن تحفظ مغلفة فى الثلاجة فور وصولها إلى المعمل ولمدة لا تزيد عن ٦ ساعات.

مع مراعاة التعليمات الدورية التى تصدر عن الإدارة المركزية للشئون الوقائية والإدارة المركزية للمعامل فى هذا الشأن.

وكيل الوزارة للشئون الوقائية

د٠محمود أبو النصر رشيد

المراقبة البكتريولوجية للمياه

نعرض فيما يلى نماذج للجداول التى تستخدم لحفظ بيانات العينات والتى يجب أن تتواجد فى المحطة كسجل دائم يستخدم فى عمليات المقارنة وللرجوع إلى هذه البيانات عند الحاجة

(١)عينات مياه الشبكة:

أماكن اخذ العينات	الكلور المتبقي ملجم /لتر	عكاره المياه بوحدات N.T.U	العدد الاحتمالي للمجموعة القولونية فى١٠٠ سم	الفحص الميكروسكوبي

٢ -محطة المياه :الكلور المتبقي من طرد المحطة (.....) ملجم/لتر

أماكن اخذ العينات	العدد الاحتمالي للمجموعه القولونية ١٠٠سم	البكتيريا العادية فى١سم	ملاحظات
<u>الخزانات الأرضية:</u>			
خزان رقم/١			
خزان رقم/٢			
خزان رقم/٣			
خزان رقم/٤			
<u>خروج المرشحات:</u>			
مرشح رقم/			
مرشح رقم /			
مرشح رقم/			
	العدد الاحتمالي للمجموعه القولونية فى ١٠٠سم		
حنفية طرد المحطة			

مشرف العمل كيمائى / رئيس المعمل مهندس/ رئيس المحطة مهندس/ رئيس قطاع المياه

المواصفات القياسية المصرية
لسنة ٢٠٠٨
كبريتات الألومنيوم (الشب) المستعملة
فى تنقية مياه الشرب

مقدمة هذه المواصفات تلغى وتحل محل المواصفات القياسية المصرية رقم ٤ لسنة ١٩٥٨ التى سبق قيدها ونشرها بالسجل الرسمى فى ٣ /١٠/ ١٩٥٨.

١ - المجال تحدد هذه المواصفات القياسية خواص كبريتات الألومنيوم (الشب) المستعملة فى تنقية مياه الشرب التى تنطبق عليها الصيغة الجزئية لو٣ (كب أ٤)٢ ١٨ يد٢أ وتحضر بالتعامل الكيمائى بين حمض الكبريتيك مع أحد الخامات الغنية بالألومنيوم مثل البوكسيت (أكسيد الألومنيوم).

٢ - الوصف يجب أن تكون كبريتات الألومنيوم (الشب) المستعملة فى تنقية مياه الشرب.

٢/١ من النوع النقى.

٢/٢ تكون على هيئة قوالب أو قطع صغيرة أو حبيبات.

٣/٢ تكون خالية من المواد الضارة (تحددها المعامل المركزية بوزارة الصحة).

٣ - الخواص الطبيعية

١/٣ لاتزيد نسبة المواد غير القابلة للذوبان فى الماء على ٠.٥.

٢/٣ لاتقل نسبة أكسيد الألومنيوم عن ١٥.٣%.

٣/٣ لا تزيد نسبة الحديديك على ٠.٩%.

٤/٣ لا يزيد الزرنيخ على ٥٠ جزء فى المليون.

٤ - أخذ العينات تقسيم العينة المرسلة بطريقة التربيع ثم يؤخذ منها حوالى ٢٠٠ جرام وتطحن ثم تجرى عليها الفحوص اللازمة.

أولاً:

أ - اذا كانت كمية الرسالة لا تزيد على ٢٠٠٠٠ عبوة فيؤخذ منها عدداً من العبوات طبقا للجدول الأتى:

حجم الرسالة بالعدد		حجم العينة بالعدد
من	إلى	
٢	٨	٢
٩	٢٧	٣
٢٨	٦٤	٤
٦٥	١٢٥	٥
١٢٦	٢١٦	٦
٢١٧	٣٤٣	٧
٣٤٤	٥١٢	٨
٥١٣	٦٢٩	٩
٧٣٠	١٠٠٠	١٠
١٠٠٠	١٠٠٠٠	١١
١٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	١٢

ويراعى عند أخذ العبوات أن تكون من مواضع مختلفة من الكمية.

ب- اذا كانت الكمية أكثر من ٢٠٠٠٠ عبوة تقسم الكمية إلى مجموعات كل مجموعة ١٠٠٠ عبوة ويؤخذ من كل منها عشر عبوات (١%) وتجمع العبوات المختارة ويؤخذ منها ٥% من عددها حسبما اتفق فتكون هذه العبوات هى التى تمثل الكمية.

ثانياً:

يؤخذ من كل عبوة حوالى نصف كيلو جرام وذلك بعمل ثقب أو فتحة فى العبوة ويراعى اختيار المواضع بحيث تكون غير متشابهة أو متماثلة فى العبوات المختلفة ثم تجمع العينات جميعها وتخلط مع بعضها خلط جيدا ثم تجزأ بطريقة التربيع حتى نحصل على العينة ممثلة وزنها حوالى ثلاثة كيلو جرامات.

ثالثاً:

تقسم العينة الممثلة إلى ثلاث عينات تزن الواحدة منها حوالى واحد كيلو جرام وتوضع كل منها داخل وعاء جاف نظيف من البلاستك أو الزجاج ثم تقفل جميعها قفلا جيدا أو تختم بالشمع الاحمر ويكتب عليها بخط واضح التاريخ الذى أخذت فيه العينة رقم الرسالة وتوقيع المكلف بأخذها وترسل أحداها للمعمل الكيميائى لاجراء التحليل اللازم عليها ويحتفظ بالثانية لدى المشترى والثالثة لدى المورد وذلك لاحتمال طلب اعادة التحليل من أحد طرفى التعاقد.

٥ - طرق الاختبار

١/٥ طريقة تعيين المواد غير القابلة للذوبان فى الماء

يوزن بدقة حوالى ٢٠ جم من العينة وتوضع فى كأس من الزجاج وتذاب فى حوالى ٢٠٠ ملليلتر من الماء المقطر الساخن وتقلب لبضع دقائق ثم ترشح خلال بوتقة من الزجاج الملبد رقم ٤ أو بوتقة الالندوم موزونة وزنا دقيقا بعد تجفيفها عند درجة حرارة ١٠٠-١٠٥ درجة مئوية إلى أن يثبت الوزن وتحسب النسبة المئوية للمواد غير القابلة للذوبان فى الماء من العلاقة الاتية:

$$\text{النسبة المئوية} = \frac{\text{و}_{١}}{\text{و}} \times ١٠٠$$

حيث:

$\text{و}_{١}$ = وزن المتبقى فى البوتقة

و = وزن العينة بالجرام

٢/٥ طريقة تعيين أكسيد الألومنيوم والحديد:

ينقل ناتج الترشيح من العملية السابقة (٥-١)، بعد أن يبرد لحرارة المعمل إلى قنينة قياس سعتها التر ثم تكمل بالماء المقطر إلى العلامة وبواسطة ماصة ٢٥ ملليلتر لتوضع فى كأس من الزجاج سعة ٤٠٠ ملليلتر وتخفف بالماء المقطر ليصير حجمها حوالى ٢٠٠ ملليلتر ثم يضاف اليه حوالى ٥ جم من كلوريد النوشادر.

ويقلب المحلول جيدا حتى الإذابة وبعد ذلك يضاف ٢ ملليلتر من حمض الهيدركلوريك المركز وأربع نقط من حمض النيتريك المركز ويغلى المحلول ببطء لبضع دقائق وذلك لأكسدة الحديد ثم يضاف نقطتان من دليل أحمر الميثيل.

يضاف محلول هيدروكسيد النشادر المخفف بنسبة ١:١ تدريجيا مع التقليب المستمر إلى أن يبدأ الراسب فى الظهور ويستمر فى إضافة النشادر نقطة فنقطة حتى يظهر اللون الأصفر. تغلى محتويات الكأس لمدة دقيقة واحدة يتحول خلالها اللون الأصفر إلى اللون الأحمر الوردى ويرشح المحلول فورا باستعمال ورق ترشيح من النوع سريع الرشح مثل (ورق واتمان ٤١) مع مداومة غسل الراسب على ورق الترشيح بمحلول ٢ فى المائة من كلوريد النشادر الساخن إلى أن يتخلص تماما من الكبريتات من ناتج الترشيح.

ويجب مراعاة عدم زيادة مدة الغلى عن اللازم أو التأخير فى بدء عملية الترشيح تجفف ورقة الترشيح بما عليها من راسب بعد ذلك فى فرن هوائى درجة حرارته ١٠٠ درجة مئوية ثم تنقل إلى بوتقة من البلاتين موزونة وزنا دقيقا وتحرق باستعمال اللهب العادى اولا ثم تنقل بعد تمام حرق ورقة الترشيح إلى فرن درجة حرارته حوالى ١٠٠٠ درجة مئوية أو باستعمال البورى لمدة ساعة ثم تنقل البوتقة إلى المجفف وتنزل فيه حتى تبرد.

توزن وتعاد إلى الفرن والمجفف مع تكرار العملية إلى أن يثبت الوزن.

تحسب النسبة المئوية لهذين الاكسيدين من العلاقة الاتية:

$$\text{النسبة المئوية} = \text{و}_{١} \times \frac{١٠٠}{\text{و}} \times \frac{١٠٠}{٢٥}$$

و١ = وزن الراسب المتكون

و = وزن العينة بالجرامات

٣/٥ طريقة تعيين أكسيد الحديد

يحضر محلول قياس يحتوى على ٠.١ جم من أكسيد الحديديك ح٢أ٣ من اللتر وذلك بأذابة ٠.٤٩ جم من كبريتات الحديدوز النشادرى فى ٥٠ ملليلتر من الماء المقطر و٢٠ ملليلتر من حمض الكبريتك المركز ويسخن المحلول تسخينا هينا مع إضافة برمنجنات البوتاسيوم (١٠/١ع) نقطة فنقطة إلى أن يتم أكسدة الحديد ويعرف ذلك عند ظهور لون وردى خفيف لا يزول بعد دقيقة واحدة ثم ينقل المحلول إلى قنينة قياس سعتها لتر. ويضاف من الماء المقطر الكمية المناسبة إلى العلامة ويصير كل ١ ملليلتر من هذا المحلول محتويا على ٠.١ ملليجرام من أكسيد الحديدك (٠.٠٠٠١ جرام أكسيد الحديدك) وباستعمال طريقة التقدير المقارن بالألوان المعروفة يمكن تقدير كمية الحديد وذلك بأخذ ١ ملليلتر من ناتج الترشيح المذكور فى صدر العملية السابقة (٢/٥) وتوضع فى انبوبة نسلر وتخفف إلى ٥ ملليلتر بالماء ويضاف اليها ٢.٥ ملليلتر من حمض الهيدروكلوريك المخفف بنسبة ٣:١ ثم نضع نقط من محلول برمنجنات البوتاسيوم ٢% حتى يصير اللون ورديا لمدة ٥ دقائق ثم يكمل بالماء المقطر إلى ٤٥ ملليلتر.

ثم يضاف ٥ ملليلتر من محلول ثيوسيانات البوتاسيوم وفى أنابيب نسلر أخرى مشابهة لها تماما فى السعة والقطر يوضع ٠.٢ ، ٠.٤ ، ٠.٦ ،

٠.٨ ، ١.٠ ملليلتر .. الخ من محلول أكسيد الحديديك القياسى السابق شرحة فى صدر هذا البند ويضاف اليها نفس نسب الكواشف وتكمل جميعها إلى ٥٠ ملليلتر بالماء المقطر وترج محتويات الأنابيب رجاً جيداً وتنقل الأنبوبة التى بها العينة إلى المكان المخصص لها فى جهاز قياس الالوان ثم تنقل إلى الجزء الاخر المخصص للمحاول القياسى الانابيب المذكورة فيما قبل لانتخاب الواحدة منها التى يتماثل لونها مع لونه الانبوبة التى بها العينة.

وتحسب النسبة المئوية لاكسيد الحديديك فى العينة من العلاقة الاتية:

حيث: النسبة المئوية = ح × $\frac{١}{١٠٠٠٠}$ × $\frac{١٠٠٠٠}{و}$ × ١٠٠

ح = حجم محلول الحديد القياسى بالملليلترات فى الأنبوبة المنتخبة

و = وزن العينة بالجرامات

وبطرح هذه النتيجة من النسبة المئوية لاكسيدى الالومنيوم والحديد بند (٢/٥) تنتج النسبة المئوية لاكسيد الالومنيوم على حدة.

٥ - ٤ طريقة تعيين الزرنيخ:

١/٤/٥ الجهاز:

يتكون الجهاز من :

أ. قارورة سعة حوالى ١٢٠ ملى ذات فوهة واسعة بها سدادة مثقوبة من المطاط.

ب. أنبوبة زجاجية تخترق سدادة القارورة طولها ٢٠٠ مم وقطرها الداخلى ٦.٥ مم وقطرها الخارجى ٨ مم وحافتها السفلى مسحوبة إلى فتحة قطرها حوالى ١ مم وبقرب الجزء المسحوب ثقب جانبى قطره يقل عن مم.

ج. سدادتان من المطاط (٢٥x ٢٥) مم تقريبا كل منها ذات ثقب عمودى قطره ٦.٥ مم ويمكن تثبيت احداهما فوق الاخرى بأحكام بواسطة

رباط من المطاط أو بماسك مناسب ويمكن الاستعاضة عن هاتين السدادتين باستخدام أية وسيلة أخرى مناسبة تفى بالشروط المبينة فى طريقة العمل ويراعى عند ادخال الانبوبة الزجاجية فى سدادة القارورة أنه اذا كان بالقارورة ٧٠ مل من سائل ما أن تكون نهاية الجزء المسحوب من الانبوبة فوق سطح هذا السائل وأن يكون الثقب الجانبى تحت أسفل السدادة.

٢/٤/٥ الكواشف:

(أ) خلات رصاص محلول (١٠% محضر باستخدام ماء حديث الغلى).

(ب) ورقة كلوريد زئبقيك: تستخدم ورقة الترشيح بيضاء ناعمة لا يقل قطرها عن ٢٥ مم تشرب بمحلول مشبع من كلوريد الزئبقيك فى الماء ثم تضغط لازالة الفائض من المحلول وتجفف عند درجة ٦٠ ْم تقريبا فى الظلام ويجب حفظ ورق كلوريد الزئبقيك فى زجاجة محكمة القفل فى الظلام.
(الورق) الذى يتعرض لضوء الشمس أو البخار النشادر يعطى بقعة أفتح لونا أو لا يعطى بقع اطلاقاً عند استخدامه فى اختبار الزرنيخ.

(ج) يوديد بوتاسيم خال من الزرنيخ

(د) زنك حببى خال من الزرنيخ

(هـ) محلول زرنيخ قياس يذاب ٠.١٣٢ جم من ثالث أكسيد الزرنيخ ويخفف إلى ١٠٠ مل يؤخذ من هذا المحلول ١ مل ويخفف بالماء إلى ١٠٠ مل (١ مل من المحلول المخفف الاخير يحتوى على ٠.٠٠٠٠١ جرام زرنيخ (ز).

(و) حمض هيدروكلوريك مقصدر

ويؤخذ ١٠٠ مل من حمض هيدروكلوريك (وزنه النوعى ١.١٦ – ١.١٨ " خال من الحديد ولا تزيد نسبة الزرنيخ منه على ٠.٠٥ جزء

فى المليون. يمزج مع ١ مل من محلول كلوريد القصديروز، لا تزيد نسبة الزرنيخ فيه على جزء فى المليون" محضر كالآتى يضاف ٢٠ مل من الماء إلى ٦٠ مل من حمض هيدروكلوريك وزن النوعى ١.١٦ – ١.١٨ خال من الحديد ولا تزيد نسبة الزرنيخ فيه على ٠.٠٥ جزء فى المليون ثم يضاف ٢٠ جم من القصدير يسخن بلطف حتى ينتهى تصاعد الغاز يضاف ماء حتى يصبح حجم الناتج ١٠٠ مل ويترك القصدير غير الذائب فى المحلول.

٣/٤/٥ طريقة العمل:

تحشى الانبوبة حشوا خفيفا بندف القطن السابق ترطيبه بمحلول خلات الرصاص (أ) وتجفيفة بعد ذلك بحيث تكون المسافة بين السطح العلوى لندف القطن وقمة الانبوبة ٢٥ مم على الاقل يدخل طرف الانبوبة العلوى فى الطرف الضيق لاحد سدادتى المطاط حتى يصير بمحازاة طرفها الواسع توضع قطعة مسطحة من ورقة كلوريد الزئبقيك (ب) فوق قمة السدادة ثم تثبيت السدادتين جيدا بواسطة الرباط أو الماسك بحيث تلتقى فتحتا السدادتين لتكونا أنبوبة قطرها ٦.٥ مم تعترضها ورقة كلوريد الزئبقيك.

ويمكن الاستعاضة عن وضع ورقة كلوريد الزئبقيك على هذا النحو بطرقة أخرى على أن

١- يمر الغاز المتصاعد جميعه خلال الورقة

٢- يكون سطح الورقة المتصلة بالغاز على هيئة دائرة قطرها ٦.٥مم

٣- تكون الورقة بعيدة عن ضوء الشمس أثناء الاختبار : يوضع ١٠ مل من ناتج الترشيح المذكور فى البند (٢/٥) والمحتوى على ٢% من النسب فى القارورة ذات الفوهة الواسعة ويضاف ١٠ مل من حمض هيدروكلوريك مقصدر (و) ويمزج جيدا يضاف ١ مل من يوديد البوتاسيوم (ج) و١٠ مل من زنك (د) وتثبت الانبوبة الزجاجية المجهزة فى مكانها بسرعة ويترك

التفاعل ليستمر مدة ٤٠ دقيقة وفى نفس الوقت تجهز بقع زرنيخ قياسية بأن تضاف إلى ٥ مل من الماء ١٠ مل من حمض هيدروكلوريك مقصدر (و) وكميات مختلفة من محلول زرنيخ قياسى (هـ) تتراوح من ٠.٥ مل و ١.٥ مل بمقارنة اللون الناتج من العينة بما تعطية المحاليل القياسية من الزرنيخ ويمكن تقدير الزرنيخ فى العينة.

٥/٥ حفظ العينة

يجب على المعمل الذى أجرى التحليل حفظ العينة التى قام بتحليلها فى وعاء محكم لمدة لا تقل عن شهر من يوم انتهاء التحليل وتقديم التقرير.

المواصفات القياسية المصرية
لسنة ٢٠٠٤

الشبة السائلة المستخدمة فى تنقية مياه الشرب

١ - المجال تختص هذه المواصفات القياسية بمواصفات الشبة السائلة المستخدمة فى تنقية مياه الشرب التى ينطبق عليها الصيغة الكيميائية لو٢(كب أ٤)٣ وتحضر بالتعامل الكيميائي بين حمض الكبريتيك مع أحد الخامات الغنية بالألومنيوم مثل الكاولين أو غيره.

٢ - الوصف تكون الشبة السائلة المستخدمة فى تنقية مياه الشرب:

١/٢ من النوع النقى.

٢/٢ خالية من المواد الضارة بالصحة (تحددها المعامل المركزية بوزارة الصحة).

٣/٢ شفافة بحيث تسمح بقراءة أجهزة القياس بسهولة.

٣ - الخواص الطبيعية والكيميائية

الخواص	النسبة المئوية
- المواد غير القابلة للذوبان فى الماء	لا تزيد على ٠.٢ %
- أكسيد الألومنيوم	لا تقل عن ٨ %
- الحديد	لا تزيد على ٠.٣٥ %
- الزرنيخ	لا تزيد على ٠.٠٠٥ %
- الأس الهيدروجينى	لا يقل عن ٣
- المعادن الثقيلة محسوبة كرصاص	لا تزيد على ٠.٠١ %
- النيتروجين محسوب كنيتروجين	لا تزيد على ٠.٠١%
- الوزن النوعى عند ٢٠°م	١.٣%

تكون الخواص الطبيعية والكيميائية للشبة السائله طبقا لما هو مبين بالجدول السابق.

٤ - عينات الاختبار

١/٤ سحب العينات تسحب عينات عشوائية متجانسة وممثلة بمعرفة الجهات المختصة من كل خزان من خزانات التخزين الموجودة لدى المنتج والمستهلك على السواء وكذا من صهاريج شاحنات النقل وكذلك عند الاستخدام لدى المستهلك.

٢/٤ حجم العينات تسحب العينات بحجم لايقل عن ٢ لتر وتمزج جيدا ويعبأ منها ثلاث عبوات بحجم لا يقل عن $\frac{١}{٢}$ لتر فى وعاء زجاجى محكم الغلق غير منفذ للهواء ثم تحرز وتختم بالشمع الاحمر.

١/٢/٤ يكتب على كل وعاء بخط واضح التاريخ الذى أخذت فيه العينة ورقم الرسالة وتوقيع المشترى أو المورد أو مندوبيهما.

٢/٢/٤ تــرسل عبوة للمعمل الكيميائى المختص لأجراء التحليل اللازم عليها.

٣/٢/٤ تحــفظ العبوتان الباقيتان واحدة طرف المورد والأخرى طرف المشترى.

٥ - النقل والتخزين تنقل الشبة السائلة فى صهاريج قياسية مناسبة إلى مكان الاستخدام وتخزن فى خزانات مناسبة لا تتاثر بالشب ولاتؤثر فيها.

ملحــق رقم (٢)

المصطلحات الفنية

ملحق رقم (٢)

المصطلحات الفنية Glossary

الأمطار الحمضية: **Acid Rains**

هي أمطار تصبح حمضية عندما تحتك بالملوثات الموجودة في الهواء.

توفيق الوضع: **Appropriative**

إتباع إجراءات قانونية معينة لإكتساب حقوق المياه أو حقوق ملكية مصدر مياه للانتفاع واستخدام المياه

ارتوازي: **Artisian**

يتعلق بالمياه الجوفية، بئر أو حوض جوفي تكون فيه المياه تحت ضغط أكبر من ضغط الهواء الجوي وتندفع فوق السطح إذا وجدت فرصة لذلك.

صهريج: **Cistern**

خزان صغير (يكون مغطى عادة) أو مكان تخزين يستخدم لتخزين المياه في المنازل أو المزارع وعادة تخزن فيه مياه الأمطار.

تلوث: **Contamination**

دخول كائنات دقيقة أو مواد كيماوية أو مواد سامة أو مخلفات أو مياه الصرف إلى المياه بتركيز يجعل المياه غير صالحة للاستخدام.

الوصلات المتقاطعة: Cross Connection

هي وصلات بين شبكة مياه الشرب ومصدر مياه غير معتمد فعلى سبيل المثال إذا كان لديك طلمبة تضخ مياه غير نقية وتم توصيل ماسورة مياه شرب بها بغرض التبريد والحبس فيمكن هنا حدوث تقاطع فى الوصلتين أو اختلاط بين المياه في المصدرين وهذا الخلط ممكن أن يؤدي لتلوث مياه الشرب

زمن المكث: Detention Time

هو الوقت المطلوب حسابيا لمرور كمية صغيرة من المياه في حوض بمعدل سريان محدد. وهو الوقت الفعلي بالساعة أو الدقيقة أو الثانية الذي تمكثه كمية صغيرة من المياه في حوض ترسيب أو حوض تنديف أو حوض مزج سريع أو خزان وزمن المكث هو الفترة الزمنية التي تحتجز فيها المياه الداخلة للمحطة حتى يتم سحبها للاستخدام (من عدة أسابيع إلى عدة سنوات ويمكن التعبير عنها بعدد الشهور)

$$\text{زمن المكث (فترة الاحتجاز)} = \frac{\text{(حجم الحوض/ م٣) (٢٤ ساعة/ يوم)}}{\text{معدل السريان م٣/ يوم}}$$

الجريان المباشر: Direct Run off

هى المياه التي تجري فوق سطح الأرض أو بين طبقاتها ثم تصل مباشرة الى مورد مياه، نهر أو بحيرة.

انخفاض المنسوب أو الجفاف: Drawdown

١. هو الانخفاض الذي يحدث في خزان المياه أو منسوب المياه تحت الأرض عندما يتم ضخ المياه من أحد الآبار.
٢. هي كمية المياه المسحوبة من خزان أو حوض.
٣. الانخفاض في منسوب المياه في أحد الأحواض أو الخزانات.

علم الأوبئة: Epidemiology

هو فرع من الطب ببحث في الأوبئة (الأوبئة هى الأمراض التي تصيب عدد كبير من الناس في وقت واحد في نفس المكان) والغرض من علم الأوبئة هو تحديد مسببات هذه الأمراض وكيفية منعها.

البخر: **Evaporation**

هي عملية يتم فيها تحول الماء من سائل إلى غاز (بخار ماء أو بخار امونيا).

النتح البخاري: **Evapotranspiration**

١. هي عملية يتم فيها مرور بخار الماء من النباتات الحية إلى الهواء الجوي.
٢. هي كمية المياه التي تنزع من مكان بواسطة النتح في النبات أو البخر من التربة أو الجليد أو سطح المياه.

السجل الجيولوجي: **Geological Log**

هي وصف مفصل لجميع صفات وخواص طبقات الأرض التي تكتشف أثناء حفر احد الآبار (العمق، السمك، نوع التكون).

الدورة المائية: **Hydrologic Cycle**

هي عملية تبخر المياه إلى الجو ثم عودتها إلى الأرض بالتساقط على هيئة أمطار أو ثلوج وتشمل هذه العملية نتح النباتات، وحركة المياه الجوفية، جريان المياه إلى الأنهار والمجاري الكبرى والمحيطات وتسمى أيضا الدورة الهيدرولوجية.

عدم النفاذية: **Impermeability**

عد الاختراق بسهولة وهي خاصية المادة أو التربة التي لا تسمح بمرور المياه من خلالها أو تسمح بها بصعوبة كبيرة.

الرشح: **Infiltration**

هو المرور التدريجي أو حركة المياه إلى أو خلال مسام التربة.

الكائنات الدقيقة: **Microorganisms**

هي كائنات حية لا يمكن رؤيتها إلا بواسطة الميكروسكوب.

غير نقي: Non Potable

هي مياه قد يوجد بها ملوثات، معادن، عناصر معدية، وتعتبر غير آمنة أو غير صالحة للشرب.

مستساغ: Palatable

هي مياه تكون في درجة الحرارة العادية خالية من المذاق أو الرائحة أو اللون أو العكارة الغير مقبولة وتكون سارة للحواس.

الكائنات الممرضة: Pathogenic Organisms

هي كائنات دقيقة مثل البكتريا والفيروسات وهي قادرة على التسبب في الأمراض (تيفود – كوليرا – دوسنتاريا) في عائل (مثل الإنسان) وهناك أنواع عديدة من الكائنات الدقيقة لا تحدث أمراض وتسمى هذه الانواع كائنات غير ممرضة.

الترشيح: Percolation

هو مرور المياه ببطء خلال وسط ترشيحي أو تخلل تدريجي للتربة والصخور بواسطة المياه.

التلوث: Pollution

هو تدني جودة المياه بواسطة الصرف الزراعي أو الصناعي أو المنزلي (وتشمل المخلفات الحرارية أو المشعة) ووصولها إلى درجة سيئة بحيث لا يمكن استعمال المياه في أي استخدامات مفيدة.

المياه النقية: Potable Water

هي مياه لا تحتوي على أي ملوثات أو معادن أو عوامل مرضية غير مقبولة، وتعتبر هذه المياه مقبولة وصالحة للشرب.

التكثيف والترسيب: Precipitation

١. هي عملية يتم خلالها تساقط الرطوبة الموجودة في الجو إلى سطح الأرض أو المياه على شكل أمطار، تلوث، أو أي شكل أخر.
٢. التحول الكيميائي لمادة ذائبة في محلول إلى شكل غير ذائب (راسب).

حق الانتفاع: Prescriptive

هي حقوق المياه التي تكتسب بتحويل المياه واستخدامها طبقاً لإجراءات معينة وتشمل هذه الإجـــراءات كتابة طلب (للجهات الحكومية) لاستخدام المياه من النهر أو مجاري المياه أو البحيرات.

المياه العكرة: Raw Water

١. هي المياه في حالتها الطبيعية قبل إجراء أي عمليات تنقية لها.
٢. هي المياه التي تدخل أول مرحلة في محطة تنقية المياه.

حقوق الضفة: Riparian

هي حقوق مكتسبة لاستخدام المياه للأراضي التي تحد وتجاور المسطحات المائية وهي حقوق استغلال المياه الملاصقة لأرضك في أغراض المنفعة.

المياه الآمنة: Safe Water

هي التي لا تحتوي على بكتريا ضارة أو مواد سامة أو كيماويات وفي بعض الحالات قد تحتوي المياه على بعض من لون أو طعم أو رائحة أو بعض المعادن ومع ذلك يمكن اعتبارها آمنة للشرب.

المنتج الآمن: Safe Yield

هي الكمية السنوية للمياه التي يمكن أخذها من مصدر مياه لعدة سنوات بدون اســـتنفاذ مصـــدر الميـــاه للأبد (في حدود قدرة وإمكانية المصدر على التجدد بصورة طبيعية).

المسح الصحي: Sanitary Survey

تقييم أو فحص مفصل لمصدر المياه ونظام التوصيل والخزانات والتنقية وشبكة التوزيـــع للتأكـــد مـــن حمايتها من مصادر التلوث.

مياه الصرف الصحى: Sewage

هي المياه التي تم استخدامها والمياه التي تحتوي على أجسام صلبة قادمة من المنـــازل وتجـــري فـــي البالوعات وشبكات الصرف الصحى إلى محطات المعالجة ويفضل تسميتها بمياه الصرف الصحي.

إختصار المسار: Short Circuiting

هي حالة تحدث داخل الأحواض عندما تمر بعض المياه أسرع من باقي المياه وعادة تكون هذه الحالة غير مرغوب فيها لأنه قد ينتج عنها فترة تلامس أو تفاعل أو ترسيب أقصر من الزمن المحسوب أو المرغوب فيه كفترة مكث.

الطبوغرافية: Topography

هي ترتيب الهضاب والوديان في منطقة جغرافية.

النتح: Transpiration

هي عملية انطلاق بخار الماء من النباتات على الهواء الجوي وهي تشبه عملية العرق عند الإنسان وتسمى أيضا النتح البخاري.

تراي هالوميثان: Tri halo methane

مشتقات الميثان (ك يد ٤)وفيها تحل ثلاث ذرات هالوجين مكان ثلاث ذرات هيدروجينية وتتكون عادة أثناء علميات الكلور عن طريق التفاعل مع المواد العضوية الموجودة في المياه. ويشتبه فى أن المواد المتكونة تسبب السرطان.

العكارة: Turbidity

هو المظهر الغائم للمياه ويحدث نتيجة وجود مواد عالقة ومواد غروية وفي مجال أعمال المياه يستخدم مقياس للعكارة لبيان درجة شفافية المياه وفنيا فالعكارة هي خاصية بصرية للمياه تعتمد على كمية الضوء المنعكسة على الجزيئات العالقة ولا يمكن مساواة درجة العكارة بكمية المواد العالقة مباشرة نظرا لأن الجزيئات البيضاء تعكس كمية من الضوء أكبر من التي تعكسها الجزيئات ذات الألوان الداكنة وعدة جزيئات صغيرة تعكس كمية ضوء أكبر من التي يعكسها جزئ واحد كبير مكافئ لهم.

وحدة العكارة: Turbidity Units

وحدات العكارة هي مقياس لدرجة عدم شفافية المياه ويتم التعبير عن درجة العكارة بوحدات العكارة النفلومترية NTU إذا كان القياس يتم بطريقة الأجهزة النفلومترية (درجة انحراف الضوء) أما إذا كان الطريقة المستخدمة هي الطريقة البصرية فيتم التعبير عنها باستخدام وحدات عكارة جاكسون JTU

وهذه الطرق تستخدم لبيان درجة شفافية المياه ولا يوجد علاقة حقيقية بين وحدات جاكسون أو الوحدات النفلومتيرية حيث أن مقياس جاكسون هو طريقة بصرية أما المقياس النفلومتري فهو طريقة بأجهزة تعتمد على انحراف الضوء.

مياه الصرف الصحي: Wastewater

هي المياه التي سبق استخدامها وهذه المياه تحتوي على أجسام صلبة ناتجة من المجتمع (وتشمل المياه المستخدمة في الأغراض الصناعية) وتدخل إلى محطات المعالجة، ويمكن أيضا أن تحتوي مياه الصرف الصحي على مياه الأمطار، لمياه السطحية، المياه الجوفية.

وعادة يستخدم مصطلح مياه المجاري للإشارة إلى المياه الناتجة من الاستخدامات المنزلية ولكن تم استبدال هذا الأسم بمياه الصرف الصحي.

الجدول المائي: Water Shed

هو السطح العلوي لمنطقة التشبع للمياه الجوفية الموجودة في خزان صخري غير محدود.

منطقة التهوية: Zone of Aeration

هي منطقة من التربة الجافة أو الصخور تقع بين سطح الأرض وسطح الجدول المائي.

منطقة التشبع: Zone of Saturation

هي التربة أو الصخور الواقعة تحت سطح الجدول المائي ومن التعريف فإن منطقة التشبع هي منطقة مشبعة بالمياه.

الامتزاز: Adsorption

هو تجميع الغازات أو السوائل أو المواد المذابة على سطح منطقة التداخل مع مادة أخرى.

التهوية: Aeration

هي عملية إضافة هواء للمياه ويمكن إضافة الهواء للمياه إما بتمرير الهواء خلال المياه أو تمرير المياه خلال الهواء.

هوائي: **Aerobic**

هي حالة يكون فيها الأكسجين الجزيئي موجود في البيئة المائية.

الطحالب: **Algae**

نباتات مجهرية تحتوي على الكلوروفيل وتعيش عائمة أو معلقة في الماء وأيضا قد توجد الطحالب ملتصقة بالنباتات أو الصخور أو أي أسطح مغمورة بالمياه وإذا زاد النمو الطحلبي يؤدي إلى تغيير طعم ورائحة مياه الشرب وتقوم الطحالب بإنتاج الأكسجين أثناء ساعات شروق الشمس وتستهلك الأكسجين خلال ساعات الليل وتؤثر الأنشطة الحيوية للطحالب على الأس الهيدروجيني بدرجة كبيرة وعلى الأكسجين الذائب في الماء.

الازهار الطحلبي: **Algal Bloom**

هو نمو كبير مفاجئ للنباتات المجهرية مثل الطحالب الخضراء أو الزرقاء المخضرة التي يمكن أن تنمو في البحيرات أو الخزانات إذا توافرت لها الظروف الملائمة.

الأحماض الهيدروكسية الاليفاتية: **Aliphatic Hydroxy Acids**

هي أحماض عضوية تكون ذراتها الكربونية مرتبة في سلاسل مفتوحة سواء متفرعة أو غير متفرعة وليست حلقية.

لاهوائي: **Anaerobic**

هي حالة عدم تواجد الهواء أو الأكسجين الجزيئي في المحتوى المائي (البيئة).

أنيون: **Anion**

هو أيون ذو شحنة سالبة يوجد في المحلول الألكتروليتي ينجذب نحو القطب الموجب (الأنود) تحت تأثير فرق الجهد الكهربي مثال ذلك أيون الكلور (كل).

الأكسجين الكيميائي الحيوي الممتص: **Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

هو معدل استهلاك الكائنات الدقيقة الموجودة في الماء للأكسجين أثناء تثبيت المواد العضوية القابلة للتحلل في حالات التحلل الهوائي وعند التحلل تعمل المواد العضوية كغذاء للبكتريا وتنتج طاقة من عملية أكسدتها ويستخدم مقياس الـ BOD كدلالة على كمية المواد العضوية الموجودة بالمياه.

الحماية الكاثودية: **Cathodic Protection**

هي نظام كهربي لمنع الصدأ والتآكل للأسطح المعدنية التي تلامس المياه أو التربة وفي هذا النظام يسمح بمرور تيار كهربي ذو جهد منخفض خلال السائل (الماء) أو التربة التي تلامس المعدن بحيث تقوم القوة الدافعة الكهربية الخارجية بطلاء الجسم المعدني كاثوديا وهذا يركز التآكل على أجزاء القطب الموجب (الأنود) التي يسمح لها بالتآكل ببطء بدلاً من تآكل الجسم المعدني الأصلي.

كاتيون **Cation**

هو أيون ذو شحنة موجبة في محلول ألكتروليتي ينجذب نحو القطب السالب (الكاثود) بتأثير فرق الجهد الكهربي مثال ذلك أيون الصوديوم (ص+).

البكتريا القولونية (كوليفورم) **Coliform**

هي مجموعة من البكتريا توجد في أمعاء الحيوانات ذات الدماء الحارة (بما فيها الإنسان) وكذلك في النباتات والتربة والهواء والماء. والبكتريا البرازية هي فئة معينة من هذه البكتريا تعيش فقط في أمعاء الحيوانات ذات الدماء الحارة ووجود البكتريا القولونية في المياه هي علامة على أن هذه المياه ملوثة وأنها قد تحتوي على ميكروبات مسببة للأمراض.

المواد الغروية **Colloids**

هي أجسام صلبة مقسمة إلى أجزاء دقيقة (جزيئات لا تذوب) وتظل منتشرة في السوائل لمدة طويلة نظرا لصغر حجمها ولوجود الشحنات الكهربية فعندما تكتسب معظم الجزيئات الموجودة في الماء شحنات سالبة فإنها تميل إلى التنافر وهذا التنافر يمنع الجزيئات من الالتحام ببعضها ولا تصبح ثقيلة ولا تترسب بل تظل عالقة.

التنقية الكاملة **Complete Treatment**

هي طريقة لمعالجة الماء يوجد بها عمليات إضافة كيماويات للترويب، المزج السريع، الترويب والتنديف، الترسيب، والترشيح. وتسمى أيضا الترشيح التقليدي.

الموصلية الكهربية **Conductivity**

هي قياس لقدرة السائل (الماء) على توصيل التيار الكهربي.

التحلل **Decay**

هو تحول المواد الغير ثابتة كيميائياً إلى أشكال أكثر ثباتا عن طريق تفاعل كيميائي أو بيولوجي وعند تحلل المواد العضوية في عدم وجود الأكسجين (تحلل لاهوائي او تعفن) ينتج طعم ورائحة غير مقبولة أما في حالة تحلل المواد العضوية في وجود الأكسجين (تحلل هوائي) فهي تميل إلى إنتاج روائح وطعم أقل بكثير من حالة التحلل اللاهوائي.

الكثافة **Density**

مقياس لمدى ثقل المادة (سواء صلبة أو سائلة أو غازية) بالنسبة لحجمها ويعبر عن الكثافة بالوزن/ وحدة الحجوم مثل جم/ سم^3 أو رطل/ قدم^3 وتبلغ كثافة الماء عند درجة حرارة ٤°م (٣٩° فهرنهايت) ١ جم/ سم^3 أي حوالي ٦٢.٤ رطل/ قدم^3.

رمن المكث **Detention Time**

١. هو وقت محسوب نظريا وهو اللازم لمرور كمية صغيرة من المياه خلال حوض أو خزان بسرعة سريان محددة.
٢. هو الوقت الفعلي بالساعة أو الدقيقة أو الثانية الذي تمكثه كمية صغيرة من المياه في حوض الترسيب، حوض التنديف أو حوض الخلط السريع، أو في الخزان وزمن المكث هو الوقت الذي تحتجز فيه المياه الداخلة قبل أن يتم إطلاقها للاستخدام (عدة أسابيع إلى عدة سنوات ويمكن أن يعبر عنها بالشهور.

$$\text{زمن المكث بالساعة} = \frac{\text{حجم الحوض م}^3 \times ٢٤ \text{ ساعة/ يوم}}{\text{التدفق م}^3\text{/ يوم}}$$

الدياتوم **Diatom**

هو طحلب وحيد الخلية لا يرى بالعين المجردة له تركيب داخلي متماسك (صندوقي الشكل) يتكون أساسا من مادة السليكا.

المادة الالكتروليتية **Electrolite**

هي مادة تنفصل إلى أيونين أو أكثر عند ذوبانها في الماء.

يوتروفيك **Eutrophic**

الخزانات المائية أو البحيرات الغنية بالغذاء وهي غزيرة في إنتاج الحيوانات المائية والنباتات.

الغسيل بالماء المتدفق **Flushing**

هي طريقة تستعمل لتنظيف شبكة توزيع المياه وفيها يتم فتح حنفيات الحريق ويتم ضخ مياه بسرعة عالية في المواسير فتقوم المياه المندفعة بإزالة أي رواسب من المواسير وتخرجها من حنفيات الحريق.

الضاغط المانومترى **Head**

هو المسافة الرأسية وتساوي الضغط عند نقطة معينة.

لا عضوي **Inorganic**

هي مواد مثل الرمال، الأملاح، الحديد، أملاح الكالسيوم ومواد معدنية أخرى. وتكون المواد اللاعضوية من أصل معدني أما المواد العضوية فعادة تكون من أصل حيواني أو نباتي.

المنطقة الساحلية **Littoral Zone**

١. هي ذلك الجزء من جسم المياه المتجددة الذي يمتد من الشاطئ إلى داخل البحيرة حتى الحد الذي تشغله جذور النباتات.
٢. هي حزام الأرض المحاذي للشاطئ بين مستوى المياه المرتفع والمنخفض.

ملليجرام لكل لتر (ملجم/ لتر) **Milligram per liter**

مقياس تركيز لوزن المادة على وحدة الحجوم.

المواد الغذائية Nutrient

هي أي مادة تمتصها الكائنات الدقيقة وتساعدها على النمو. والنيتروجين والفوسفور من المواد الغذائية التي تساعد على نمو الطحالب وهناك عناصر أخرى أساسية وهامشية تعتبر من المواد الغذائية.

عضوي Organic

هي المواد التي تنشأ من مصدر حيوانى أو نباتي ودائما تحتوي المواد العضوية على الكربـــون (أمـــا المواد اللاعضوية فهي مواد كيميائية من مصدر معدنى).

التأكسد Oxidation

هو إضافة الأكسجين، إزالة الهيدروجين، أو إزالة إلكترونات من أي مركب أو عنصر وفي البيئة يـــتم أكسدة المواد العضوية إلى مواد أكثر ثباتا وعملية الأكسدة هي عكس الاختزال.

الرقم الهيدروجينى PH

هو تعبير عن شدة الحالة القلوية أو الحمضية للسائل، ورياضياً فإن الرقم الهيدروجينى هو اللوغاريتم (أساس ١٠) من مقلوب أيون الهيدروجين.

Ph= log 1/h 1/h لو =ph

ويتراوح الرقم الهيدروجينى من صفر إلى ١٤ وعند صفر يكون السائل شديد الحمضية وعند ٧ يكون متعادل وعند ١٤ يكون شديد القلوية وعادة يكون الرقم الهيدروجينى للمياه العادية (الطبيعية) بين: ٦.٥ - ٨.٥.

مياه صالحة للشرب Potable water

هى مياه لا تحتوى على ملوثات أو معادن أو عناصر معدية غير مقبولة، وتعتبر مقبولة للشرب.

الراسب (الترسيب) Precipitate

١. هى مادة دقيقة فى الحجم غير قابلة للذوبان وتنتج من تفاعل كيميائى فى الماء
٢. هو إنفصال المواد الغير قابلة للذوبان فى الماء

إعادة التهوية **Reaeration**

هو دفع الهواء للطبقة السفلى من الخزانات خلال الناشرات. وعند تكون فقاعات الهواء وتصاعدها خلال الماء يقوم الأكسجين الموجود بها بالذوبان فى الماء ليزيد من كمية الأكسجين الذائب. كما تتسبب الفقاعات المتصاعدة أيضاً فى ارتفاع طبقة المياه السفلية إلى سطح الخزان حيث يتنقل إليها كمية من الأكسجين الجوى وأحياناً تسمى هذه العملية بإعادة التهوية السطحية.

الكاشف **Reagent**

هى مادة كيميائية نقية تستخدم لعمل منتجات جديدة أو تستخدم فى الاختبارات الكيميائية لقياس أو اكتشاف أو فحص مواد أخرى.

أقراص سيكى للشفافية **Secchi disc**

هى أقراص مسطحة بيضاء تدلى فى الماء بواسطة حبل وتستمر فى النزول حتى تصعب رؤيتها، وعند هذه النقطة يسجل العمق الذى وصله القرص عن السطح ويعرف بمقياس سيكى للشفافية.

التعفن **Septic**

هى حالة تنشأ بسبب البكتريا عند نفاذ الأكسجين، وإذا زادت هذه الحالة جداً فإن الرواسب الموجودة فى القاع تنتج كبريتيد الأيدروجين ويتحول لون الرواسب والمياه إلى الأسود مصدراً روائح كريهة ويزداد بشدة الاحتياج للكلور فى الماء.

الإختزال **Reduction**

الاختزال هو إضافة الهيدروجين وإزالة الأكسجين أو هو إضافة إلكترون إلى عنصر أو مركب فى ظروف لاهوائية (عدم وجود أكسجين) ويتم اختزال المركبات الكبريتية إلى كبريتيد الهيدروجين ذو الرائحة الكريهة (يد٢ كب) ومركبات أخرى. والاختزال هى العملية العكسية للأكسدة.

الحجز **Sequestration**

هى عملية اتحاد كيميائى (تكوين أو دمج سويا) للكاتيونات المعدنية (مثل الحديد) مع مركبات لاعضوية معينة مثل الفوسفات وتمنع هذه العملية ترسب المعادن (الحديد).

مياه المجاري (الصرف الصحي) Sewage (Wastewater)

هي المياه الناتجة من الاستخدامات المنزلية والمياه التي تحمل مخلفات صلبة وتتجري في مواسير الصرف الصحي إلى محطات معالجة الصرف الصحي والمصطلح الأفضل لها هو مياه الصرف الصحي.

التطبق (تكون الطبقات) Stratification

هي تكون طبقات منفصلة (من درجة حرارة واحدة، نباتات، حياة حيوانية)في بحيرة أو خزان ويكون لكل طبقة نفس الخواص فمثلا يكون لكل المياه في طبقة واحدة نفس درجة الحرارة.

التطبق الحراري Thermal Stratification

تكون طبقات حسب درجات الحرارة داخل الخزانات أو البحيرات.

ترايهالوميثان Trihalomethane

هي مشتقات الميثان (ك يدء) وفيها يتم إحلال ثلاث ذرات هيدروجينية بثلاث ذرات هالوجين (كلور أو بروم) وتتكون هذه المركبات عادة أثناء عملية الكلور بالتفاعل مع المواد العضوية الطبيعية الموجودة في الماء ويشتبه أن تكون المركبات الناتجة هى من مسببات السرطان.

القلوية Alkalinity

هي قدرة الماء على معالجة الأحماض وتأتي هذه القدرة من وجود الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيدات وأحيانا السليكات والفوسفات، ويعبر عن القلوية بالملليجرام لكل لتر أو مكافئ كربونات الكالسيوم. والقلوية ليست مثل الرقم الهيدروجيني لأن المياه ليست من الضروري أن تكون شديدة القاعدية لتصبح شديدة القلوية.

والقلوية هي مقياس لكمية الحامض التي يجب أن تضاف للسائل لتقليل الرقم الهيدروجيني إلى ٤.٥.

البوليمرات الأنيونية Anionic Polymer

هي بوليمرات لها مجموعة أيونات ذات شحنة كهربية سالبة وتستخدم عادة كمساعدات للترشيح وفي تجفيف الحمأة.

اللون الواضح **Apparent Color**

هو لون المياه الذي ينتج عن وجود مادة تحمل هذا اللون بالإضافة إلى المواد العالقة أيضا.

المعالجة بالدفعة **Batch Process**

هي عملية معالجة تتم وتتكرر بكميات معينة فمثلا يملأ حوض أو خزان ويتم عمل التنقية له أو إعداد محلول كيميائي به ثم نفرغ الحوض بعد ذلك يملأ الحوض من جديد وتكرر نفس العملية مرة أخرى.

المعادل (الملمع) **Buffer**

هو محلول أو سائل يساعد تركيبه الكيميائي على تعادل الأحماض أو القلويات بدون تغيير كبير في الرقم الهيدروجيني.

البوليمرات الكاتيونية **Cationic polymer**

هي بوليمرات بها مجموعات أيونات ذات شحنة موجبة وتستخدم عادة كمساعدات للترويب (التخثر).

المروبات **Coagulants**

هي مواد كيماوية تسبب تجمع الجزيئات الدقيقة مكونة جزيئات أكبر (ندف) وهذا يؤدي إلى سهولة فصل الجزيئات من المياه بترسيبها أو كشطها أو حجزها في المرشحات.

الترويب **Coagulation**

هو تجميع الجزيئات الدقيقة معا في شكل جزيئات أكبر باستخدام مواد كيماوية (مروبات) وتقوم الكيماويات بمعادلة الشحنة الكهربية للجزيئات الدقيقة وتسمح بتقاربهم لتكوين جزيئات أكبر وعمليات الالتصاق معا تؤدي لسهولة فصل هذه الجسيمات إما بالترسيب أو الكشط أو الفلترة.

اللون **Color**

هي المواد التي تضفي اللون البني المصفر إلى الماء وهذه المواد تنتج من الحديد المنجنيز والمواد المتحللة (الدبال) والأعشاب المائية أو المخلفات الصناعية الموجودة في الماء.

العينة المركبة **Composite Sample**

العينة المركبة هي تجميع لعينات مفردة تأخذ على فترات زمنية منتظمة تصل إلى ساعة أو ساعتين على مدى اليوم بأكمله (٢٤ ساعة) ويتم مزج كل العينات مع بعضها بنسبة معدل السريان وقت جمعها ويعتبر الخليط الناتج هو عينة جيدة. وتحليل هذه العينة يحدد متوسط القيم أثناء فترة جمع العينة.

العينة المستمرة **Continuous Sample**

هي عبارة عن عينة تؤخذ من مكان سريان مستمر للمياه (صنبور) مثلا موصل من مكان معين إلى المعمل ويكون هذا الصنبور مفتوح باستمرار وبالتالي نجد عدة صنابير في المعمل موصلة إلى أماكن معينة مثل المروق أو الفلتر أو المزج وخلافه.

مركبات ناتجة عن عملية التعقيم **Disinfection By-product**

هي مادة ملوثة تنتج من اتحاد وتفاعل كيماويات التعقيم (مثل الكلور) مع المواد الأخرى الموجودة في المياه التي يجري تعقيمها.

التحويل **Diversion**

هو استخدام جزء من تيار المياه الجاري كمصدر للمياه.

الندف **Floc**

هي كتل متكونة من تجمعات البكتريا وجسيمات الشوائب التي تتجمع مع بعضها وتوجد هذه الندف في أحواض التنديف والمروقات.

عملية التنديف **Flocculation**

تجمع الجزيئات الدقيقة مع بعضها بعد الترويب لتكوين جزيئات أكبر عن طريق المزج البطئ.

العينة المفردة (العشوائية) **Grab Sample**

هي عينة من الماء تجمع في وقت معين ومن مكان محدد وتمثل تركيب المياه في هذه اللحظة وفي هذا المكان فقط.

فقدان الضغط Head Loss

الضاغط أو الضغط المفقود عند مرور المياه في ماسورة أو قناة نتيجة للدوامات التي تحدثها سرعة سريان الماء أو خشونة جسم الماسورة أو جدران القناه أو أي عوائق نتيجة التوصيلات ويفقد الماء الجاري في ماسورة الضغط أو الطاقة كنتيجة للاحتكاك. ويحدث الضغط في المرشح نتيجة الاحتكاك مع المواد المحتجزة على سطح المرشح (الفلتر).

اختبار الكأس Jar Test

هي طريقة معملية لمحاكاة وتمثيل وحدات وعمليات محطة تنقية المياه مثل الترويب والتنديف بإضافة جرعات مختلفة وأيضا التقليب السريع والتقليب البطئ وزمن الترسيب والغرض من هذه الطريقة هو تقدير أقل جرعة من المروب أو أفضل جرعة يمكن إضافتها للحصول على جودة المياه المطلوبة وفي هذه الطريقة توضع عينات المياه المطلوب معالجتها في ٦ أوعية (كؤوس) ويضاف لها كميات مختلفة من الكيماويات في كل وعاء ويتم التقليب وملاحظة الترسيب ويتم اختيار الجرعة التي حققت أفضل نتيجة لتطبيقها في المحطة.

هدار الغسيل Laundering Weir

هدار المروق هو عبارة عن شريحة يوجد بها فتحات على شكل حرف V لضمان سريان منتظمة للمياه لتفادي حدوث المسارات المختصرة (القصيرة).

الوزن الجزيئي Molecular Weight

الوزن الجزيئي لمركب بالجرام هو مجموع الأوزان الذرية للعناصر الموجودة في هذا المركب والوزن الجزيئي لحامض الكبريتيك (يد٢ كب أ٤) هو ٩٨.

العنصر	الوزن الذري	عدد الذرات	الوزن الجزيئي
يد	١	٢	٢
كب	٣٢	١	٣٢
أ	١٦	٤	٦٤
			٩٨

العد الجزيئي **Particle Count**

هو نتيجة الفحص الميكروسكوبي للمياه النقية بعداد خاص للجزيئات ويقوم بتصنيف الجزيئات العالقة بالعدد والحجم.

المياه العكرة (الخام) **Raw Water**

١. هي المياه في حالتها الطبيعية قبل إجراء أي معالجة لها.
٢. عادة هي المياه التي تدخل إلى أول مرحلة من عمليات التنقية في محطة المياه.

الروبة **Sludge**

هي المواد الصلبة التي تنفصل من المياه أثناء عمليات التنقية.

الوزن النوعي **Specific Gravity**

هو وزن جزئي، مادة أو محلول كيميائي بالنسبة إلى وزن حجم مكافئ من الماء والوزن النوعي للماء هو ١ عند درجة حرارة ٤° م.

ويصل الوزن النوعي للمواد العالقة في المياه العكرة حوالي من ١.٠٠٥ إلى ٢.٥.

الماء الرائق **Supernatant**

هي المياه المزالة من الروبة المترسبة وعادة يشار بهذا الاسم إلى المياه الموجودة بين طبقة الروبة من أسفل وطبقة الخبث الطافية على سطح أي حوض.

الكربون العضوي الكلي **Total Organic Carbon**

وهو كمية الكربون العضوي الموجود في الماء.

اللون الفعلي **True Color**

هو لون المياه بعد إزالة العكارة فيها ويمكن إزالة العكارة بالترشيح المزدوج لعينة باستخدام مرشح واتمان رقم ٤٠ Whatman no. 40 عند استخدام طريقة المقارنة البصرية.

مقياس العكارة Turbidity meter

هو جهاز يستخدم لقياس ومقارنة عكارة السوائل بتمرير الضوء خلالها وتحديد كمية الضوء التي انعكست على الجزيئات العالقة بالسائل والقراءة الطبيعية هي من صفر إلى ١٠٠ بالوحدات النفلومترية.

الهدار Weir

١. هو حائط أو لوح يوضع في القنوات المفتوحة ويستخدم لقياس سريان وتدفق المياه ويمكن استخدام عمق المياه المارة فوق الهدار لحساب معدل سريان الماء.
٢. هو حائط أو حائل يستخدم للتحكم في سريان المياه.

المروق Clarifier

هو حوض دائري أو مستطيل كبير الحجم يمكث فيه الماء مدة من الوقت يتم خلالها ترسب الأجسام الصلبة العالقة إلى القاع ويمكن أيضا تسمية المروقات بأحواض الترسيب.

المعالجة الكاملة Complete Treatment

هي طريقة لمعالجة المياه وتتكون هذه الطريقة من إضافة كيماويات للترويب ثم مزج سريع ثم ترويب وتنديف يليهم الترسيب ثم الترشيح وتسمى أيضا بطريقة الترشيح التقليدية.

نزع المياه Dewater

١. هو إزالة أو فصل المياه الموجودة في الروبة وبالتالى تجفيف الروبة حتى يمكن تداولها والتخلص منها.
٢. إزالة الماء أو صرفه من خزان.

الترشيح المباشر Direct filtration

هي طريقة لمعالجة الماء تتكون من إضافة المروبات ثم المزج السريع، الترويب، القليل من التنديف ثم الترشيح وفي هذه الطريقة يمكن الاستغناء عن وحدة التنديف ولكن التفاعل الكيمائي لها يتم بدرجة أقل من العادية أما عملية الترسيب فتلغى تماما.

التيار الخارج Effluent

هو السائل المتدفق من الأحواض والخزانات ومحطات التنقية ووحداتها سواء كان عكر (غير معالج أو معالج جزئيا أو معالج نهائيا).

التيار الداخل Influent

هو الماء أو السائل الذي يدخل إلى الخزان، الحوض وحدات التنقية أو محطات التنقية سواء كان خـــام تماما أو معالج جزئيا.

التحميل السطحي Surface Loading

هو أحد الخطوط الإرشادية في عملية تصميم أحواض الترسيب والمروقات الموجودة بمحطات التنقيـــة ويستخدمه المشغلون لتحديد إذا كان الحوض محمل بأكبر من طاقته أو أقل ويسمى ايضا بالتدفق الزائد Over Flow

$$\text{التحميل السطحي} = \frac{\text{التدفق م}^3/\text{ يوم}}{\text{مساحة السطح م}^2} = \text{م}^3/\text{يوم/ م}^2$$

الامتصاص Absorption

هو أخذ أو التشبع بمادة في جسم مادة أخرى بواسطة تفاعل كيميائي أو جزئي (مثل امتصاص جـــذور الأشجار للغذاء الموجود في التربة).

الكربون المنشط Activated Carbon

هي جزيئات ممتزة أو حبيبات من الكربون يمكن الحصول عليها بتسخين الكربون (مصل الأخشـــاب) وهذه الجزيئات أو الحبيبات لها قدرة عاليه على إزالة بعض المواد الذائبة في الماء.

الغسيل العكسي Back Washing

هي عملية عكس إتجاه تدفق المياه في الوسط الترشيحي لغسيله وإزالة المواد الصلبة المحجوزة.

انحباس الهواء **Air Binding**

هو انسداد المرشح أو ماسورة أو طلمبة نتيجة وجود الهواء المنبعث من الماء. ويضر الهـواء الـذي يدخل الوسط الترشيحي عمليات الترشيح وعمليات الغسيل فالهواء ممكن أن يعوق ويمنع مرور المـاء أثناء عملية الترشيح.

معدن الأساس **Base Metal**

هو معدن مثل الحديد يتفاعل مع حامض الهيدروكلويك الذائب لتكوين الهيدروجين.

الترشيح التقليدي **Conventional Filtration**

هي طريقة لتنقية المياه تتكون من إضافة المروبات، المزج السريع، الترويب، التنديف، الترويـق، ثـم الترشيح وتسمى أيضا بالتنقية الكاملة.

الجسيمات **Particulate**

هي جسيمات صلبة صغيرة جدا توجد معلقة في الماء وتكون مختلفة فـي الحجـم والشـكل والكثافـة والشحنة الكهربية وتتجمع المواد الغروية المتفرقة مع بعضها عن طريق الترويب والتنديف.

النفاذية **Permeability**

هي خاصية سماح المادة أو التربة بمرور كمية كبيرة من المياه خلالها عند التشبع.

الثقوب **Pare**

هي فتحات صغيرة جدا في الصخور أو الحبيبات وتسمى أيضا بالفراغات.

حساسية (عداد الجسيمات) **sensitivity**

هي أصغر جسيم يمكن أن يقيسه ويعده عداد الجسيمات.

البكتريا **Bacteria**

هي كائنات حية دقيقة متناهية الصغر وتتكون عادة من خلية واحدة وتستخدم معظـم البكتريـا المـواد العضوية كغذاء وينتج عنها مخلفات كنتيجة لعملياتها الحيوية.

نقطة الإنكسار **Breakpoint Chlorination**

إضافة الكلور إلى الماء حتى يتم استيفاء المطلوب منه وإذا تم إضافة الكلور بعد ذلك ينتج كلور حر متبقي ويتناسب مباشرة مع كمية الكلور المضاف بعد نقطة الانكسار.

عامل منشط **Catalyst**

هي مادة تغير سرعة التفاعل الكيمائي بدون أن تُستهلك في هذا التفاعل أو يتغير تركيبها الكيمائي (لا تدخل في التفاعل).

كلورامين **Chloramines**

مركبات تنتج عن تفاعل حمض الهيبوكلوروز مع الامونيا.

الكلورة **Chlorination**

هي إضافة الكلور للماء بغرض التعقيم بوجه عام وأحيانا يضاف الكلور لانجاز عمليات بيولوجية أو كيماوية أخرى (يساعد في الترويب والتحكم في الطعم والرائحة).

الكلور الممتص (المطلوب) **Chlorine Demand**

الكلور الممتص هو الفرق بين كمية الكلور المضافة للمياه وكمية الكلور المتبقي بعد فترة التلامس المحددة ومن الممكن أن تتغير قيمة الكلور الممتص تبعا للجرعة، الزمن، الحرارة، الرقم الهيدروجيني pH، وطبيعة الشوائب الموجودة في الماء.

الكلور المتبقي **Residual Chlorine**

هو تركيز الكلور الموجود في الماء بعد استيفاء واستكمال الكلور المطلوب (الممتص) ويتم التعبير عن هذا التركيز بمصطلح الكلور المتبقى الكلى والذى يشمل كلا من الكلور الحر والكلور المتحد كيميائيا.

الاحتياج الكلوري **Chlorine Requirement**

هو كمية الكلور المطلوبة لغرض معين. ومن الأعراض التي تتطلب إضافة الكلور تقليل عدد البكتريا المعوية، الحصول على رقم معين للكلور المتبقي أو أكسدة بعض المواد الموجودة في الماء وفي كل حالة يجب إضافة جرعة معينة من الكلور تعرف بالاحتياج الكلوري.

دي بي دي **DPD**

هي طريقة لقياس الكلور المتبقي وهي اختصار داي ايثايل فينيل ديامين.

التطهير **Disinfection**

هي الطريقة المصممة لقتل أو إيقاف نشاط معظم الكائنات الدقيقة الموجودة في الماء بما فيها الكائنـــات المسببة للأمراض وهناك طرق عديدة للتعقيم و استخدام الكلور هو أكثر الطرق شيوعا في مجال تنقية المياه.

ملحـــق رقم (٣)

وحدات القياس

ملحق رقم (٣)

وحدات القياس (Unit Conversion)

Standard Prefixes			
Prefix used in code	**Prefix for written unit**	**Multiplier**	**Comments**
da-	deka-	10	
h-	hecto-	10^2	
k-	kilo-	10^3	
M-	mega-	10^6	
G-	giga-	10^9	
T-	tera-	10^{12}	
d-	deci-	10^{-1}	
c-	centi-	10^{-2}	
m-	milli-	10^{-3}	
mu-	micro-	10^{-6}	
n-	nano-	$10^{-}9$	
p-	pico-	10^{-12}	
f-	femto-	10^{-15}	

جداول تحويل وحدات الطول والمساحة والسعة والوزن من النظام المترى والإنجليزى والعكس

IMPERIAL

Length	Area	Capacity	Weight
1 mile = 1760 yards 1 mile = 8 furlong 1 furlong = 10 chains 1 chain = 4 rods 1 rod = 5 1/2 yards 1 yard = 3 feet 1 foot = 12 inches	1 sq. mile = 640 acres 1 acre = 4840 sq. yard 1 sq. yard = 9 sq. feet 1 sq. foot = 144 sq. inches	1 gal. = 4 quarts 1 quart = 2 pints 1 pint = 4 gills 1 pint = 34.6774 $inchs^3$ 1 gill = 5 fl. oz. 1 fl. oz. = 8 fl. drachms 1 US gal = 0.8327 gal 1 US pint = 0.8327 pint 1 US pint = 16 fl. oz. 1 $yard^3$ = 27 $feet^3$ 1 $foot^3$ = 1728 $inches^3$	1 ton = 20 cwt 1 ton = 2240 lb. 1 ton = 1.12 US ton 1 cwt = 4 quarters 1 quarter = 2 stone. 1 stone = 14 lb. 1 lb. = 16 oz. 1 oz. = 16 drams 1 oz. = 437.5 grains *1 US ton = 2000 lb.*

METRIC

Length	Area	Capacity	Weight
1 km = 10 hm 1 km = 1000 m 1 hm = 100 m 1 m = 10 dm 1 dm = 10 cm 1 cm = 10 mm	1 km^2 = 100 hectares 1 hectare = 100 ares 1 are = 100 m^2 1 m^2 = 100 dm^2 1 dm^2 = 100 cm^2 1 cm^2 = 100 mm^2	1 m^3 = 1000 litres 1 litre = 1 dm^3 1 litre = 1000 cc 1 litre = 1000 ml	1 tonne = 1000 kg 1 kg = 1000 g 1 g = 1000 mg

IMPERIAL to METRIC

Length	Area	Capacity	Weight
1 mile = 1.609 km 1 yard = 0.9144 m 1 foot = 0.3048 m 1 inch = 25.4 mm	1 sq. mile = 2.59 km^2 1 acre = 0.4047 hectares 1 acre = 4046.86 m^2 1 sq. yard = 0.8361 m^2 1 sq. foot = 0.0929 m^2 1 sq. inch = 645.16 mm^2	1 gallon = 4.5461 litres 1 US gallon = 3.785 litres 1 pint = 0.5683 litres 1 cu. inch = 16.3871 cm^3	1 ton = 1.016 tonnes 1 lb. = 0.4536 kg 1 oz. = 28.3495 g *1 US ton = 0.9072 tonnes*

METRIC to IMPERIAL

Length	Area	Capacity	Weight
1 km = 0.6214 miles	1 km^2 = 0.3861 $mile^2$	1 litre = 0.22 gal.	1 tonne = 0.9842 ton
1 m = 1.0936 yards	1 km^2 = 247.105 acres	1litre = 0.2642 US gal.	1 tonne = 1.1023 US ton
1 m = 3.2808 feet	1 hectares = 2.4711 acres	1 litre = 1.7598 pint	1 kg = 2.2046 lb.
1 mm = 0.0394 inches	1 m^2 = 10.7639 $feet^2$	1 m^3 = 219.969 gal.	1 kg = 35.274 oz.
	1 mm^2 = 0.0016 $inches^2$	1 m^3 = 35.3147 $feet^3$	

TEMPERATURE

Deg. C to deg. F	Deg. F to deg. C
deg. C x 9/5 + 32 = deg. F	(deg. F - 32) x 5/9 = deg. C

CONVERSION TABLE OF THE VARIOUS UNITS USED IN SCIENCE, ENGINEERING AND INDUSTRY (alphabetically arranged)

Multiply	By	To obtain
acres	43560	square feet
	4046.85	square meters
	4840	square yards
amperes	0.1	abamperes
ampere-hour	0.037 311 7	faraday
	3600	coulomb
ampere turns	1.2566	gilberts (magneto motive force)
angstroms	10^{-8}	centimeters
	0.0001	microns
	10^{-10}	meters
atmospheres	76	centimeters of mercury
	760	torts (mms of mercury)
	29.921	inches of mercury
	33.8985	feet of water
	1.033227	kilograms per square centimeter
	14.696	pounds per square inch
	1.013250	bars
	101.325	kilonewton per square meter
atomic mass units (amu)	1.66 x 10_24	grams
	1.49 x 10	ergs
	93 1.494	mev (million electron volts)
barrels	5.6146	cubic feet
	34.97	imperial gallons
	42	U.S. gallons
	158.987	liters
barrels per hour	0.1589	cubic meters per hour
barrels per day (oil)	50	tons per year (depending on the density of the oil)
bars	1.01972	kilograms per square centimeter
	10^{-5}	pascals (newtons per square meter)
	10^{-6}	barye
	0.986923	atmospheres
British thermal units (Btu)	778.2	foot-pounds
British thermal units	1055.05585	joules
	0.000293	kilowatt-hours (Kwh)
	0.252	kilocalories
British thermal units per second	1.416	horsepower
British thermal units per pound	2.326	joules per gram
bushels (Imperial)	4	pecks
calories	4.186	joules
candela per square centimeter	Π (3.1416)	lamberts
Celsius (centigrade) degree	1.8	Fahrenheit degree
centares	1	square meters
	10.76	square feet
Centiliters	0.01	Liters
Centimeters	0.3937	inches
	0.0328083	feet
	0.01094	yards

Multiply	By	To obtain
	10	Millimeters
	10^8	angstroms
centimeters of mercury	5.352391	inches of water
	0.193368	pounds per square inch
	27.84507	pounds per square foot
	135.951	kilograms per square meter
centimeters per second	1.9685	feet per minute
	0.036	Kilometers per hour
	0.02237	miles per hour
coulombs	0.1	abcoulombs
	6.24151×10^{18}	electron charges
	3×10^9	statcoulombs
cubic centimeters	0.001	liters
	0.06102338	cubic inches
	0.00003532	cubic feet
	0.000264	gallons
cubic decimeters	I	litres
cubic feet	1728	cubic inches
	7.480519	U.S. gallons
	6.288	imperial gallons
	28316.8466	cubic centimeters
	28.316846	litres
cubic feet of water	62.42833	pounds
cubic feet per minute	0.1247	U.S. gallons per second
	0.471704	litres per second
cubic inches	16.387064	cubic centimeters
cubic inches	0.0163876	litres
cubic kilometer	10^9	cubic meters
cubic meter	10^6	cubic centimeters
cubic meters (steres)	61023.3753	cubic inches
cubic meters	35.314455	cubic feet
	264.17	U.S. gallons
	219.97	imperial gallons
	6.2989	barrels (bbl)
	999.98	litres
	1.308	cubic yards
cubic meters per hour	151	barrels per day
cubic yards	27	cubic feet
	0.7646	cubic meters
decigrams	0.1	grams
	1.543	grains
decimetres	0.1	metres
	3.94	inches
degrees arc	0.01745329	radians
	1.1111	grades
dynes	10^{-5}	newtons
	2.247 x 10_6	pounds
dyne-centimetres	1	ergs
dynes per square centimetre	9.86923 x 10	atmospheres
	10^{-6}	bars
	1	barye(s)
	0.1	newton per square metre (pascal)
electron charge	1.602177 x 10-19	coulombs

Multiply	By	To obtain
	4.803242x 10-10	la statcoulombs
electron volts (eV)	1.602177 x 10^{-19}	joules
electrostatic units of potential	300	volts
ergs	10^{-7}	joules
	2.38846 x 10^{-8}	calories
	6.241506 x $l0^{-5}$	megaelectron volts (MeV)
ergs per second	$l0^{-7}$	watts
faradays	96485.31	coulombs
farads (coulombs/volt)	9 x 1011	electrostatic units of capacitance
feet	30.48006	centimetres
	12	inches
feet (= 30.48 centimetres)	0.3048	metres
feet	0.3333	yards
feet of water	0.88	inches of mercury
	0.29 5	atmospheres
	0.43353	pounds per square inch
feet per minute	0.0113636	miles per hour
	0.508	centimetres per second
feet per second	0.5920858	knots
	0.681818	miles per hour
	1.09728	kilometres per hour
fluid ounces (U.S. liquid measure)	29.573	cubic centimetres
	8	fluidrams (U.S.)
fluid ounces (imperial)	28 .413	cubic centimetres
	8	fluidrams (British)
fluidrams (U.S. liquid measure)	60	minims (U.S.)
	3.696	cubic centimetres
fluidrams (imperial)	60	minims (British)
	3.5516	cubic centimetres
foot-poundals	0.04213	joules
foot-pounds (ft lb)	1.3554	joules (watt-seconds)
foot-pounds	0.138255	metre-kilograms
	1.35582	newton metres
foot-pounds per second	0.00136	kilowatts
	0.00182	horsepower
gallons (U.S. gallons)	0.83268	imperial gallons
gallons (U.S.)	0.13368	cubic feet
gallons (imperial) (= 1.201 U.S. gallons)	0.1605	cubic feet
gallons (U.S.)	3.785411	litres
	4	quarts
gallons (imperial)	0.0285	barrels
gallons (imperial)	4.5461	litres
gallons (U.S.)	0.023809	barrels
gallons (U.S.) per mile	2.8247	litres per kilometre
grams	15.43236	grains
	5	carats
	0.035274	ounces
	0.00224623	pounds
	6.85xl0^{-5}	slugs
	1000	milligrams
	0.001	kilograms
	10^{-6}	tons (metric)
	980.665	dynes

Multiply	By	To obtain
	6.022×10^{23}	avograms
gram calories	4.1855	joules
	0.003968	British thermal units
grams per cubic centimeter	8.345	pounds per (U.S.) gallon
	62.42833	pounds per cubic foot
grams per square centimeter	0.0361	pounds per square inch (psi)
	0.00096784	atmospheres
	0.000981	bar
	10	kilogram per square metre
	0.0142233	pounds per square inch
	0.73556	millimetres of mercury
hectares	2.471	acres
hectares	100	ares= $l0^4$ square metres
horsepower	0.7457	kilowatts
	0.7068	British thermal units per second
	33000	foot-pounds per minute
	550	foot-pounds per second
	745.7	watts
	0.178 1	kilocalories per second
	1.013872	metric horsepower
horsepower (metric)	75	kilogram metres per second
	735.499	watts
horsepower	2545.06	British thermal units (Btu) per hour
hundredweights (short)	100	pounds
	45.3592	kilograms
hundredweights (long)	112	pounds
	50.8023	kilograms
inches	0.08333	feet
	2.54	centimetres
	1000	mils
inches of mercury	0.033421	atmospheres
	33.8639	millibars
	13.5951	inches of water
	0.491157	pounds per square inch
	0.03453	kilograms per square centimetre
inches of water	0.073556	inches of mercury
	0.1868324	centimetres of mercury
	0.0361275	pounds per square inch
	0.00246	atmospheres
joules (watt-seconds)	0.2388	calories
joules	$l0^7$	ergs
	$6.241506x\ 10^{18}$	electron volts (eV)
	0.23892	gram-calories
	2.77778×10^{-7}	kilowatt-hour
	6.241506×10^{12}	megaelectron volt (MeV)
	0.7376	foot pounds
kilocalories	3.96707	British thermal units
kilocalorie per mole	4.3393	electron volts
kilograms	2.204622	pounds (avoirdupois)
	2.679	pounds (troy)
	70.931	poundals
	1000	grams

Multiply	By	To obtain
	15432.361	grains
	35.27396	ounces (avoirdupois)
	10^{-3}	tons (metric)
kilogram-metres	7.233	foot-pounds
	9.8066×10^{7}	ergs
kilogram-metres per second	9.8066	watts
kilogram of force	9.8066	newtons
kilograms per square centimetre	0.96784	atmospheres
	0.98066	bar
	28.958	inches of mercury
	73.556	centimetres of mercury (standd)
	14.2234	pounds per square inch (psi)
kilojoule per mole	$1.03642 \times l0^{-2}$	electron volts
kilometres	10^{5}	centimetres
	0.62137	miles
	0.53956	nautical miles
	0.6213712	statute mile
kilometre per hour	27.7777	centimetres per second
	0.9113426	feet per second
	54.68	feet per minute
	0.9113	feet per second
	0.539	knots
kiloton (of energy)	4.1868×10^{12}	joules
kilowatts	0.9478	British thermal units per second
	3412.1418	British thermal units per hour
	$8.59845 \times I0^{5}$	calories per hour
	737.6	foot-pounds per second
	1.341	horsepower
kilowatt hour	3412.1418	British thermal units
	3.6×10^{6}	joules
knots	1	nautical miles per hour
	1.68781	feet per second
	1.15155	miles per hour
	1.852	kilometres per hour
	0.51444	metres per second
lumen per square centimetre	1	Lumen per square centimetre
litres	1000	cubic centimetres
	61.023	cubic inches
	0.0351	cubic feet
	0.006289	barrels
	0.2199	imperial gallons
	0.2642	U.S. gallons
	0.908	quarts (dry measure)
	1.0567	quarts (liquid measure- U.S.)
	1.137	quarts (liquid measure-U.K.)
litres per second	2.11888	cubic feet per minute
lumen	0.07957 $(=\frac{1}{4p})$	candela
lumen per square centimetre	1	lambert
	1	phot
lumen per square metre	1	
maxwell	1	gauss per square centimetre
	10^{-8}	volt-seconds

Multiply	By	To obtain
	10^{-8}	weber
maxwell per square centimetre	1	gauss
megaton (of energy)	4.1868×10^{15}	jouies
metres	39.37	inches
	3.28084	feet
	1.093611	yards
	4.97	links
	0.5468	fathoms
	0.199	rods
	100	centimetres
	1000	millimetres
	10^{10}	angstroms
metres per second	2.237	miles per hour
	3.6	kilometres per hour
	196.85	feet per minute
	1.94384	knots
microgram	10^{-6}	grams
micrometre	10^{4}	angstroms
	10^{-4}	centimetres
microns	$l0^{-6}$	metres
	10000	angstroms
miles (geographic)	1.852	kilometres
	6076.115	feet
miles (statute)	5280	feet
	1760	yards
	8	furlongs
	1.609344	kilometres
	0.8683925	nautical miles
miles (nautical-international)	1.852	kilometres
miles (nautical-U.K.)	1.85318	kilometres
miles per hour	1.4667	feet per second
	0.868976	knots (nautical miles per hour)
	0.447	metres per second
	88	feet per minute
	26.8224	metres per minute
millibar	1000	barye
milligram	$l0^{-3}$	grams
	0.005	carats
	0.0 1543	grains
millilitres	1	cubic centimetres
millimetres	0.03937	inches
	1000	microns
	0.001	metres
	0.04	inches
millimetres of mercury	0.00131579	atmosphere
	0.0013332	bar
	1333.22	dyne per square centimetre
	1	torr
million electron volt	$1.602l9x\ l0^{-13}$	joules
mils	0.001	inches
nanometre	10	angstrom
	10^{-9}	metres
newtons	$l0^{5}$	dynes

Multiply	By	To obtain
newton	7.233	poundal
	0.22481	pound (force)
newton-metres	10^7	dyne-centimetres (ergs)
	1	joules
	0.737562	foot-pounds
ohm	1	electromagnetic units
	2.997925	electrostatic units
	1	gilbert per centimetre
	10^9	abohm
	$1.11265 \times l0^{-12}$	statohm
ounces (avoirdupois)	28.3495	grams
	437.5	grains
	0.9115	ounces (Troy)
ounces (troy, apothecary)	31.10347	grams
	20	pennyweight
	24	scruples
	1.097143	ounces (avoirdupois)
ounces (U.S. fluid)	29.5735	cubic centimetres
	8	drams
Pascals	10	dynes per square centimetre
	10^{-5}	bars
poise	1	gram-centimetre per second
pounds (avoirdupois)	*1.215*	pounds troy
	256	drams (avoirdupois)
	0 .03 108	slug
	0.45359	kilograms
pounds (or pounds avoirdupois)	16	ounces
pounds	7000	grains
pounds per cubic foot	0. 1337	pounds per U.S. gallon
	16.01837	kilograms per cubic metre
	0.0 1602	grams per cubic centimetre
pounds per cubic inch (psi)	27.68	grams per cubic centimetre
pounds per square inch	2.036	inches of mercury
	2.309	feet of water at 16°C
	70.307	grams per square centimetre
	6894.757	pascals
	0.06805	atmospheres
pounds troy	240	pennyweights
	5760	grains
	0.3732	kilograms
radians	57.29578	degrees arc
radians per second	0. 159155	revolutions per second
	9.8493	revolutions per minute
revolutions	6.283 185	radians
revolutions per minute	0.10472	radians per second
square centimetres	0.0001	square metres
	0.155	square inches
	0.001076	square feet
square feet	929	square centimetres
	144	square inches
	0.092903	square metres
	0.111	square yards
square inches	6.45 1626	square centimetres

Multiply	By	To obtain
	0.0069	square feet
square kilometres	0.386 1	square miles
	10^6	square metres
	247.1	acres
square links	62.726	square inches
square metres	10.76	square feet
	1.195985	square yards
	1550	square inches
square miles	640	acres
	258.9	hectares
	2.5899	square kilometers
square mils	1×10^{-6}	square inches
square yards	0.836	square metres
stoke	1	square centimetre per second
	10^{-4}	square metres per second
tons	20	hundredweights
tons (long)	2240	pounds (avoirdupois)
	1.0 1605	metric tons (tonne)
tons (short)	2000	pounds (avoirdupois)
	0.9072	tonne
tons (metric)	10^6	grams
	1000	kilograms
	0.9842	long tons
	1.102	short tons
tons (of refrigeration)	72574.8	kilocalories per day
volt (joule/coulomb)	0.00333	electrostatic units of potential
volts	10^8	abvolts
volts	0.0033356	statvolts
watts (joules per second)	10^7	ergs per second
watts	3 .412 14	British thermal units per hour
	0.001341	horsepower
	860.1123	gram-calories per hour
watt-seconds	10^7	ergs
	1	joules
weber	10^8	maxwells (of magnetic *flux)*
webers	1	volts per second
yards	0.9144	metres
	0.5	fathoms
	3	feet

References:

(1) "Water Treatment Plant Operation", Office of water programs, College of Engineering and Computer Science, California State University, Sacramento. (Fifth Edition), 2008.
(2) "Operational Control of Coagulation and Filtration Process", American Water Works Association (AWWA), Manual of Water Supply Practices.
(3) "Principles and Practices of Water Supply Operation", American Water Works Association (AWWA). Reference Handbook Basic Science Concepts and Applications.
(4) "Water Treatment Plant Design", American Water Works Association American Society of Civil Engineering (Fourth Edition), 2005.
(5) "Water and Wastewater Control Engineering Glossary", AWWA.
(6) "Ground Water and Wells", Driscoll, Fletcher G Johnson Filtration by System Inc., 1989.

المراجع العربية

١. الكود المصرى للشروط الفنية لأعمال التشغيل والصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب وروافعها وشبكاتها ومحطات الرفع والمعالجة لمياه الصرف الصحى – الجزء الأول " تشغيل وصيانة محطات تنقية مياه الشرب وروافعها" (١/١٠٣)- ٢٠٠٩

٢. دورات تدريبية سابقة من كيمونكس مصر للاستشارات ومنها:

- "محطات تنقية مياه الشرب" SC8-01A، مشروع المدن الثانوية الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية – ٢٠٠٤.
- برنامج تشغيل محطات تنقية مياه الشرب DTII8-29A، مشروع التدريب للتنمية.
- "محطات تنقية مياه الشرب" AWA8-08A، مشروع التطوير المؤسسي لهيئة مياه الشرب بأسوان.
- "إدارة محطات تنقية مياه الشرب" DHV 8-18 (A)- MTP ، مشروع التدريب الإداري لقطاع مياه الشرب والصرف الصحي.
- "إدارة نظم السلامة والصحة المهنية لقطاع مياه الشرب والصرف الصحى" DHV 8-42A مشروع التدريب الإداري لقطاع مياه الشرب والصرف الصحي.