الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل
المتدرب

أسس تنقية المياه

حقوق الطبع محفوظة ©
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - الإدارة العامة

كيميائي مياه- حديث

تم إعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي
الإصدار الثانى - 2019.

Table of contents

1. المقدمة..... 3
2. تنقية المياه السطحية..... 9
3. مكونات محطة تنقية المياه السطحية..... 12
4. تطهير المياه 18
5. المياه الجوفي..... 20

مقدمة الإصدار الثانى

تهدف مجموعة البرامج التدريبية المعدة من إدارة المسار الوظيفى بالشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى إلى رفع كفاءة الكيميائين العاملين بها وبالشركات التابعة لها وتنمية مهاراتهم ومعارفهم بالشكل الذى يضمن الوصول إلى كوب مياه نظيف وبيئة آمنة يرضى متطلبات وإحتياجات العملاء الكرام.

ويعتبر الإصدار الثانى من برامج المسار الوظيفى لوظيفة كيميائى مياه الشرب هو ثمرة جهود الكيميائيين العاملين بمعامل الشركات التابعة والمعمل المرجعى لمياه الشرب بالشركة القابضة بما تحمله من مزيج متجانس من الخبرات والكفاءات الذين لم يدخروا جهدا حتى يخرج هذا العمل بالطريقة اللائقة.

وجدير بالذكر أن هذا الإصدار يعتبر مكتبة مرجعية وافية وشاملة لجميع الجدارات المتضمنة المهارات والمعارف التي تجعل الكيميائى كفؤا لوظيفته.

ومما تجدر الإشارة إليه بأنه تم الاعتماد على منهجية للمسار التدريبى بحيث يكون المتدرب قد تلقى الدورات الحقلية بداية من التعرف على مراحل التنقية والمعالجة ثم الانتقال إلى الدورات المعملية داخل معمله طبقا للإطار الزمنى المحدد للمدد البينية لكل درجة وظيفية.

ولقد اعتمدنا على وضع معايير لكل مرحلة فى إعداد هذا الاصدار وكان من أهم هذه المعايير:

- المشاركة الفعالة للخبرات والكفاءات التدريبية بالشركات التابعة فى وضع المناهج بما يناسب عموم الكيميائيين على مستوى الجمهورية.
- عقد ورشة عمل متخصصة لكل مادة تدريبية يشارك بها جميع المدربين ذوى التخصص والخبرات سواء من المعمل المرجعى أو معامل الشركات فضلا عن أن يكون المدرب قد قام بتدريس هذه المادة مرات عديدة.
- استخدام وسيلة اتصال غير تزامنى بين جميع المدربين المعتمدين لكل مادة على حدة من خلال انشاء جروب على الفيس بوك لكل مادة على حده (مذكور فى دليل المدرب).
- وضع حقيبة تدريبية كاملة لكل برنامج معدة طبقا لأحدث النظم والمعايير العالمية تحتوى على (دليل المتدرب- شرائح العرض- ملحقات مقروءة ومرئية- دليل المدرب- بنك الأسئلة).
- بناء المحتوى لكل برنامج تدريبى طبقاً لأحدث المراجع العالمية ومن أهمها كتاب الطرق القياسية لتحليل مياه الشرب والصرف الصحى (الإصدار رقم 23) وبما يتوافق مع متطلبات آخر إصدارات الايزو(17025)، مع مراعاة التحديثات الخاصة بالتشريعات والقوانين ذات الصلة.

وجدير بالذكر أن الإصدار الثانى من البرامج التدريبية اعتمد فى تصميمه على عرض مبسط للمعلومات قدر الامكان طبقاً للأسس العلمية وطبقاً للجدارات المعتمدة على تحديد أهداف واضحة وصريحة لتدريب المتدربين، وتشتق تلك الجدارات من الفهم الواضح لدور المتدرب طبقا لبطاقة الوصف الوظيفى، وتتضمن معارف ومهارات وسلوك. مما يضمن إكساب المتدرب مهارات سلوكية بالإضافة إلى المواد التخصصية.

كما تم تصميم العديد من ورش العمل على أساس تسهيل و تسريع عمليتي التعلم و كسب المهارات بما يسمح بتعظيم الفائدة من العملية التدريبية.

كذلك تم اســـتخدام أســـاليب التدريب الحديثة والاعتماد على التدريب التفاعلى والتركيز على الجوانب التطبيقية في اســتخدام الوســائل والأســاليب المختلفة ، كما تم اســتخدام الطرق الحديثة للتعليم التفاعلي والغير تزامني كمصـــادر مســـاندة للتعلم من خلال انشـــاء جروب على الفيس بوك للمدربين المعتمدين (**HCWW Trainers**) .

وفى الختام نرجوا من الله أن يتقبل منا هذا العمل كما نأمل أن يكون هذا العمل علما نافعا للعاملين بقطاع المعامل بالشـركة القابضـة والشـركات التابعة لما يشـمله من معلومات فنية قيمة وأن يفيد العاملين الجدد بها ليصبحوا قادرين على تنفيذ مهامهم الوظيفية بالشكل الأمثل .

والله ولي التوفيق.

1. المقدمة

1.1. عام

تنحصر مصادر امدادات مياه الشرب في مصدرين رئيسيين وهى مياه نهر النيل والمياه الجوفية، ويعتبر نهر النيل هو المصدر الاساسي للمياه العذبة في مصر. لكل مصدر من هذه المصادر قوانين واشتراطات متعلقة بكمية المياه وجودة المياه وموقع المحطة (سطحية او جوفية) وتكلفة انشاء هذه المحطات، لذلك فإن حماية هذه الكميات المحدودة من هذه المياه من اخطار التلوث هي مسألة امن قومي في البلاد.

تعتبر مصر واحدة من الاحد عشر دولة بعد اضافة دولة جنوب السودان و التي تتشارك في مياه نهر النيل، حيث يمتد نهر النيل في مصر من اسوان جنوبا الى أن يصب في البحر الأبيض المتوسط شمالاً. يعمل السد العالي منذ انشاؤه عام 1968 على تنظيم حركة ومرور المياه الى المجاري المائية المختلفة. تلاحظ في العقود القليلة الماضية زيادة كمية وحمل الملوثات في نهر النيل لعدة اسباب اهمها زيادة الرقعة السكانية والمتمركز معظمها على نهر النيل بالإضافة الى التوسع في المشاريع الزراعية والصناعية المختلفة، وبالتالي فإنه من الطبيعي ان تتأثر جودة مياه نهر النيل بسبب هذه العوامل. تعتبر مياه الصرف الصحي والصرف الزراعي والصرف الصناعي من اهم العوامل السلبية التي أدت الى تلوث مياه نهر النيل في السنوات القليلة الماضية.

يتكون الإطار الهيدروجيولوجي لمصر من 6 أنظمة مياه جوفية رئيسية، وهى خزان وادي النيل وخزان الحجر الرملي النوبي وخزان المغرة وخزان الدلتا وخزان المناطق الساحلية وخزان صخور القاعدة. يعتبر خزان وادي النيل هو الخزان الاكثر استخداما للمياه الجوفية حيث يعيش على هذا الخزان حوالي 90 % من سكان مصر و يتكون خزان وادي النيل من طبقة سميكة من الرمال والحصى المتدرج مغطى بطبقة من الطين والطمي في معظم اجزائه. وتعتبر مياه الرشح من استخدامات المشاريع الزراعية والري وخزانات الصرف الصحي المنتشرة هي المصدر الاساسي لتغذية خزان وادي النيل بالمياه، بينما يصرف الخزان مياهه عن طريق عملية التسريب الى نهر النيل او من خلال عمليات حفر الابار الجوفية المختلفة، ومن ثم فان احد اهم مصادر تلوث مياه خزان وادي النيل يأتي من خلال عمليات الصرف الصحي المباشر على الخزان بالإضافة الى عمليات ذوبان عناصر التربة مثل الحديد والمنجنيز. وتبلغ جملة كميات المياه السطحية المتاحة لمصر ٥٥،٥ مليار متر مكعب سنويا. والتي بالكاد تُغطي احتياجات سكانها البالغ حوالي 100 مليون نسمة وأصبح من الواضح جدا في الآونة الأخيرة أن مصر تُعاني من النمو السكاني الرهيب، لذلك تحتاج الى مزيد من كميات المياه العذبة للتغلب على الاحتياجات القومية لمياه الشرب مع مراعاة تكاليف الإنتاج وجودة المياه المنتجة.

وتستخدم الموارد المائية في أغراض عدة أهمها:

مياه الشرب ، الري وتنمية الثروة الحيوانية

الصناعة ، تنمية الثروة السمكية والحفاظ على الحياة المائية

النقل النهري ، توليد الطاقة

الأنشطة الترويجية كالسباحة والسياحة، وصيد الأسماك... الخ.

وقد قامت الأجهزة الوطنية المنوط بها حماية الموارد المائية في العديد من الدول بوضع معايير واشتراطات ومواصفات لكل نوع من استخدامات الموارد المائية.

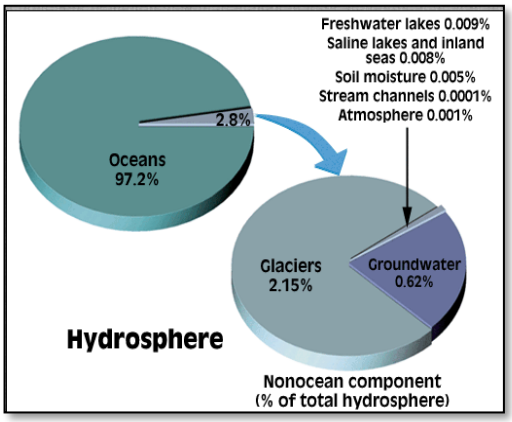
وتشمل هذه المواصفات معايير طبيعية وكيميائية وبكتريولوجية للمياه يتم قياسها وتقييمها دوريا وبصفة منتظمة و منها:

- الرقم الهيدروجيني pH
- الأملاح الذائبة TDS
- الحديد Fe
- المنجنيز Mn
- العسر الكلي Total Hardness
- الأوكسجين الذائب DO
- النترات NO_3
- الامونيا NH_4^+
- بكتريالمجموعة القولونية (Total Coliform) والبكتريا البرازية (Fecal Coliform)، والبكتريا السبحية (Streptococcus). حيث وجود هذه البكتريا في المياه الطبيعية يدل على احتمال وجود مسببات الأمراض البكتيرية والفيروسية والطفيلية في هذه المياه.

1.2. نبذة مختصرة عن الماء ومصادره المختلفة

الدورة الطبيعية للمياه (Hydrologic Cycle)

تتكون ثلثا مساحة الكرة الأرضية من الماء في المحيطات والبحار والبحيرات وهذه المياه غير العذبة – لزيادة الملوحة بها – لا تصلح للأغراض الآدمية واستخدامات المياه الأخرى مثل الشرب وغيرها.



تُعرف دورة المياه باسم الدورة الهيدرولوجية او دورة (H_2O) وهى تصف الحركة المستمرة للماء فوق وتحت سطح الأرض. تبقى كتلة المياه ثابتة على الأرض إلى حد ما مع مرور الوقت ولكن تقسيم المياه الى خزانات رئيسية من الجليد والمياه العذبة والمياه المالحة متغير اعتمادا على مجموعة واسعة من المتغيرات المناخية. تتحرك المياه من خزان الى اخر مثل حركة المياه من النهر الى المحيط او من المحيط الى الغلاف الجوفي من خلال العمليات الفيزيائية مثل التبخر والنتح والتكثيف وهطول الأمطار والترشيح والجريان السطحي والتدفق التحت سطحي وغيره من العمليات. في أثناء ذلك يمر الماء عبر مراحله المختلفة من السائلة والصلبة والغازية. تتضمن دورة المياه تبادل الطاقة ، الأمر الذي يؤدي الى تغيرات في درجات الجرارة فعلى سبيل المثال عندما يتبخر الماء فانه يستمد الطاقة من المحيط ويعمل على تبريد البيئة المحيطة وعندما يتكاثف فانه يطلق طاقة وبسببها ترتفع درجة حرارة البيئة المحيطة. تعمل عملية التبخر على تنقية المياه التي تغذي الأرض بالمياه العذبة. تشارك الدورة في نقل المعادن في جميع أنحاء العالم من خلال حركتها المستمرة وتشارك أيضا في إعادة تشكيل الملامح الجيولوجية للأرض بما في ذلك من عمليات التعرية والترسيب.

1.3. احتياجات الإنسان من الماء

يحتاج جسم الإنسان إلى حوالى 2.5 لتر الى 3 لتر من الماء يوميا وتختلف هذه الكمية طبقا لاختلاف درجات الحرارة وعوامل أخرى. ويحصل الإنسان على 1.5 لتر من الماء يوميا عن طريق الشرب والباقي في ما يتناوله من الأطعمة. والماء الناتج عن التفاعلات الكيمائية داخل خلايا أعضاء الجسم. ويحتوى جسم الإنسان البالغ الذي يبلغ وزنه 70 كيلوجرام على 50 لترا من الماء أي أن الماء يكون حوالي ٧٥ %من جسم الإنسان بالوزن.

وفي الأحوال العادية يجب على الإنسان سد احتياجاته من الماء حتى يمكن للجسم القيام بوظائفه الفسيولوجية مثل إذابة المواد الغذائية حتى يسهل هضمه او امتصاصها. كما أن الماء يساعد على مرونة الأغشية المخاطية والجلد وتنظيم درجة حرارة وإفراز العصارات والعرق وفي بعض الأحوال غيرالعادية قد يصاب الإنسان بالنزلات المعوية والإسهال أو يعمل تحت ظروف مناخيه شديدة الحرارة أو يبذل مجهودا عضليا مضاعفا كالجري أوممارسة أنواع من الرياضة. ففي هذه الأحوال يفقد الجسم كميات أكثر من الماء والأملاح وعلى الإنسان أن يشرب الماء المذاب فيه أملاح لتعويض الفاقد ووقاية الجسم من الإصابة بالجفاف ويتم التوازن بين الفاقد من الماء واحتياجات الجسم.

1.4. مصادر المياه الخام

اولا: نهر النيل.

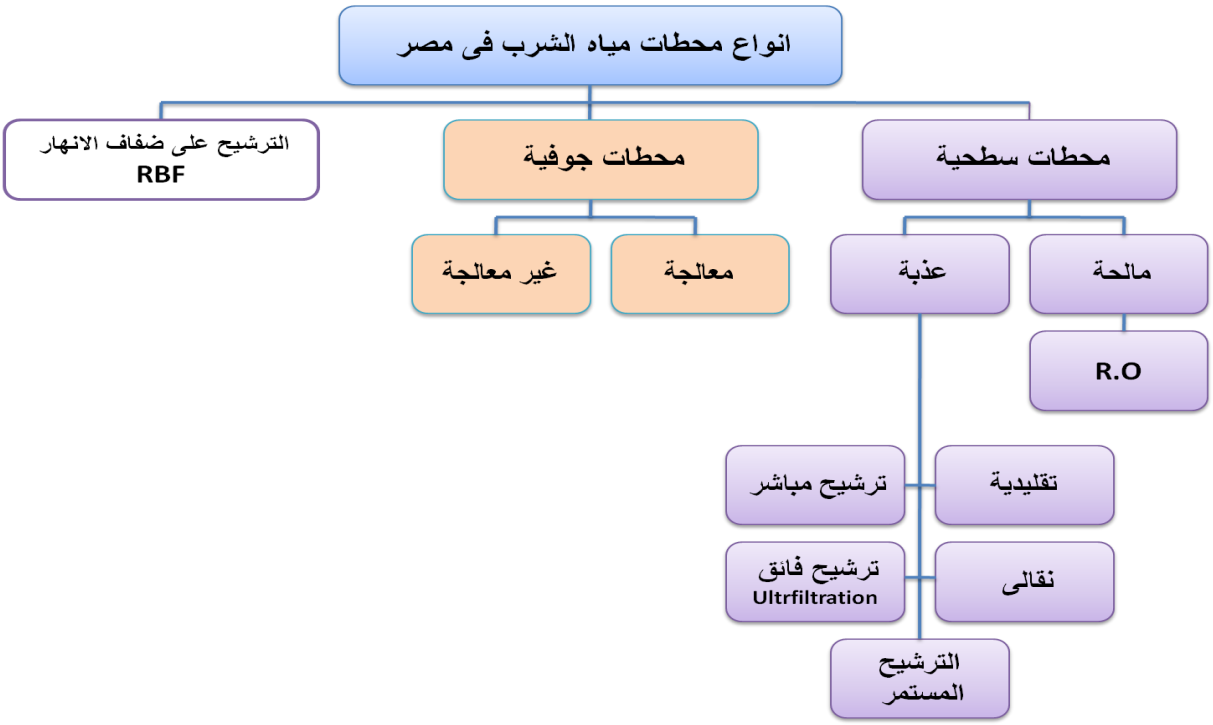
مصر هبة النيل فبفضل مياه الأمطار التي تسقط على الحبشة ومنابع النيل و التي تآتي محملة بالطمي الذي ترسب على مدى السنين حيث تكونت دلتا النيل والوادي وقامت عليها أقدم حضارة عرفها التاريخ. ويبلغ طول النيل من المنبع إلى المصب٦٠٠ ٧ كيلو مترا ويخترق عددا من الدول تعرف بدول حوض النيل. أما الجزء المار في مصر فيبلغ طول ١٥٤٠ كليو متر من حدود مصر الجنوبية وحتى مصبه في البحر الأبيض المتوسط شمالا. ويتفرع النيل عند القناطر الخيرية شمال العاصمة إلى فرعى رشيد ودمياط اللذين يحتضنان دلتا النيل. ونظرا لأن دول حوض النيل تشارك بعضها البعض في الاستغلال والاستفادة بمياه النيل العظيم فقد عقدت اتفاقية لتخصيص كميات محدودة من مياه النيل لكل دولة وكان نصيب مصر منها ٥٥,٥ مليار مترا مكعبا في السنة. وهذه الكميه لا تكفي مصر في الوقت الحالي بسبب زيادة السكان بمعدلات مرتفعة وزيادة الاستثمارات لدفع عجلة التنمية والزيادة في معدلات الاستهلاك للمياه في الأغراض المختلفة.

خريطة توضح دول حوض النيل

2. تنقية المياه السطحية

تحتوي معظم المياه السطحية علي بعض الشوائب العالقة، بالإضافة إلى بعض أنواع البكتريا والطحالب أما درجة تركيز الأملاح الذائبة فتكون غالباً مقبولة ومرغوبة في الوقت نفسه. ونهر النيل وفروعه هو مصدر المياه السطحية في جمهورية مصر العربية وتحتوي مياهه علي نسبة مقبولة من الأملاح الذائبة تتراوح بين 150 و250 ملجم/لتر (جزء في المليون).

2.1. انواع محطات تنقية مياه الشرب



و اكثرها شيوعا في مصر هي عملية تنقية المياه السطحية بالطريقة التقليدية

أسباب معالجة و تنقية مياه الشرب:

- السبب الأساسي لمعالجة وتنقية مياه الشرب هو توفير مياه شرب آمنة وخالية من الملوثات التي تسبب الأمراض للبشر ويجب أن تكون المياه مستساغة وخالية من العكارة و اللون والطعم والرائحة. يوجد في مصر نوعان من المياه (جوفية – سطحية) وكلاهما يحتاج إلى عملية المعالجة وتنقية كل حسب طبيعة وخصائص المياه :-

أ- مياه الآبار الجوفية و تحتاج إلى عملية تطهير لها للحفاظ على الصحة العامة وإزالة الحديد والمنجنيز وخفض قيمة العسر و بعض الشوائب الأخرى التي تكسب المياه لون أو رائحة أو طعم غير مقبول .

ب- المياه السطحية تحتوى على عكارة وكائنات مائية مثل الطحالب وأيضا كائنات حية دقيقة مسببة للأمراض وربما بعض مخلفات الصرف الصحي والصناعي لذا وجب ازالة تلك الشوائب بواسطة عملية المعالجة والتنقية اللازمة لها .

- عملية المعالجة في معظم المحطات تتم على ثلاثة مراحل مهمة هي :

(الترويق –الترشيح – التعقيم) وهذه المراحل الثلاثة تناسب مياه نهر النيل .

2.2. خطوات تنقية المياه السطحية

2.2.1. أعمال تجميع المياه من المصدر إلي المحطة:

وتشمل : المأخذ، وأعمال التصفية (المصافي)، و طلمبات ضخ المياه الخام (ذات الضغط المنخفض) لتوصيل المياه من المأخذ إلي بداية عملية التنقية.

2.2.2. أعمال تنقية المياه:

بغرض جعلها صالحة للاستعمال في الأغراض المختلفة، والتي تشمل: إزالة المواد العالقة، وإزالة المواد الدقيقة والكائنات الحية والبكتريا، والقضاء علي أي تلوث بالمياه قبل استعمالها. ويتم ذلك بعمليات الكلورة الابتدائية، والمعالجة الكيماوية ، والترويب والتنديف، ثم الترسيب، والترشيح، والتطهير (الكلورة النهائية).

2.2.3. أعمال التخزين والتوزيع :

ويتم ذلك بتجميع المياه المنقاه في خزانات تجميع أرضية، ثم يتم ضخها للتوزيع بواسطة طلمبات ضخ المياه المنقاه (ذات الضغط المرتفع) الي شبكات التوزيع والخزانات العالية.

3.مكونات محطة تنقية المياه السطحية

اي محطة تنقية مياه سطحية تعمل بالطرق التقليدية لابد وان تتكون من التالي:

1. المأخذ (وبيارات المياه العكرة)
2. بئر التوزيع
   - نقطة حقن الكلور الابتدائي
   - نقطة حقن جرعة الشبة
3. المروقات
4. المرشحات
5. خزان المياه المرشحة
   - نقطة حقن الكلور النهائى
6. عنابر الطلمبات (العكرة والمرشحة والغسيل ونوافخ الهواء)
7. عنبر تحضير الشبة
8. عنبر الكلور
9. احواض صرف الروبة

صورة بالقمر الصناعي توضح المراحل الاساسية لاحدي محطات المعالجة التقليدية

3.1. شرح مبسط لكيفية عمل كل مرحلة من مراحل المحطة

3.1.1. الماخذ

وهو الأعمال الإنشائية التي تقام على المصدر المائي ، بغرض سحب المياه العكرة (الخام) سواء كانت أنهار أو ترع أو بحيرات ، ليؤخذ منها الماء بطريقة سليمة وبالكميات المناسبة للاحتياجات . ومنه تمر المياه من خلال المصافي إلى سحارة المأخذ حتى بيارة محطة طلمبات الرفع لضخها إلى عملية التنقية من خلال طلمبات الضغط المنخفض. ويشتمل المأخذ على الأعمال الإنشائية المناسبة لطبيعة المصدر المائي ، واللازمة لحماية قاع وجوانب المجري المائي .

صورة توضح أحد مأخذ المحطات السطحية

شروط اختيار مأخذ محطة مياه سطحية

1- أن يكون سعته كافية لإمداد المدينة بالمياه اللازمة لمدة طويلة مستقبلية.

2- أن يكون موقع المأخذ فوق التيار بالنسبة للمدينة أو أي مصدر تلوث. ووقاية موقع المأخذ من أي تلوث مباشر وذلك بمنع ارتياد أو استعمال الأهالي لمنطقه تمتد على جانبي الموقع تصل إلى 500 م فوق التيار،200 م تحت التيار طبقاً للقانون 301 لسنة 1995.

3- مراجعة مناسيب المياه بالمجرى على مدار عدة سنوات، والتأكد من مناسبتها. ومراجعة أقصى تغير بين أعلى وأقل منسوب، لمراعاة طراز الطلمبات فى التصميم (أفقية أم رأسية).

4- استقامة المجرى المائي في موقع المأخذ المقترح لتلافي مشاكل الترسيب والنحر والتي تنشأ عن وجود منحنيات فى المجرى.

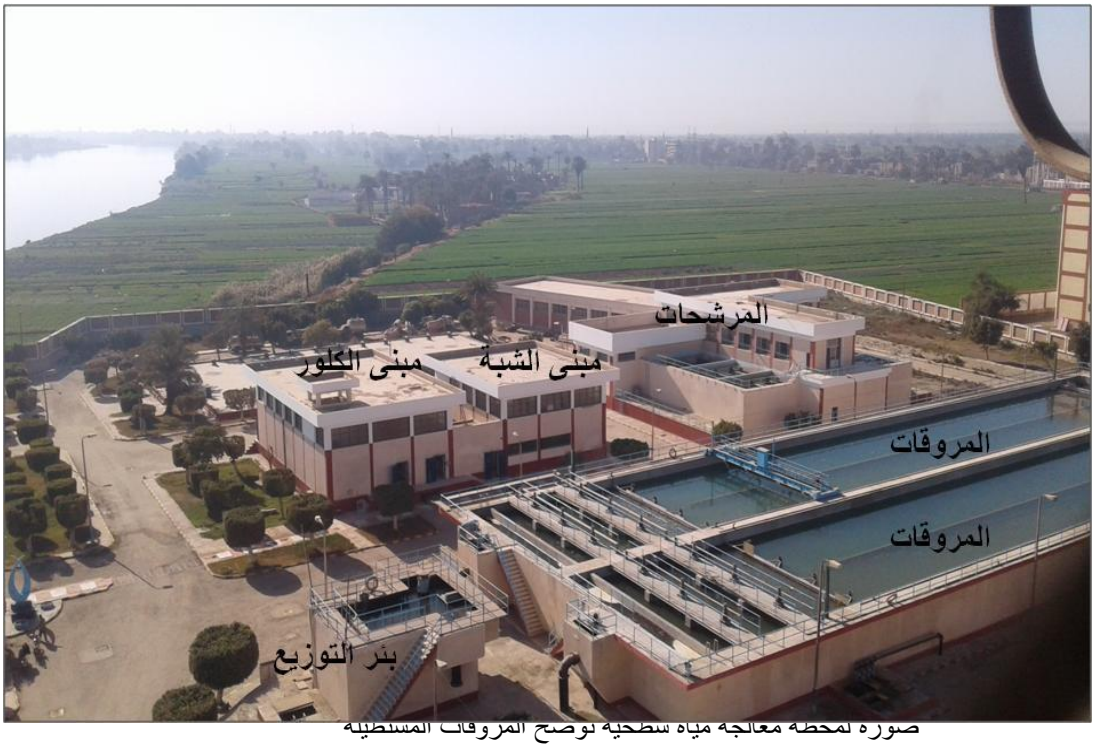
5- أن يكون موقع المأخذ بعيد عن المدينة مسافة تسمح بإمداد المدينة فى المستقبل.

3.1.2.بئر التوزيع

وهو عبارة عن مبنى خرساني يعمل على توزيع المياه الخام القادمة من بيارات المياه العكرة الى المروقات واثناء مرور المياه في بئر التوزيع تتم عملية اضافة الجرعات الكيماوية، حيث يفضل حقن جرعة الكلور الابتدائي قبل اضافة جرعة الشبة بمسافة تعادل زمن لا يقل عن 30 ثانية في ماسورة بئر التوزيع.

3.1.3.المروقات

وهى عبارة عن مباني خرسانية كبيرة (مستطيلة او دائرية) تتم فيها عمليات هامة في تنقية المياه وهى الترويب والتنديف والترسيب قبل ان تنتقل المياه الى مرحلة اخرى وهى الترشيح (الفلاتر او المرشحات).



صوره لمحطه معالجه مياه سطحيه توضح المروقات المستطيله

<u>تعريف عملية الترويب</u>

هو عملية تتم اثناء المزج السريع للمادة المروبة مع المياه الخام لضمان التوزيع المتماثل للمادة المروبة وجعل الجسيمات الدقيقة المستقرة (الجسيمات الغروية) غير مستقرة وتصبح نواه لتكوين ندف صغيرة وتتطلب هذه العملية وقت قصير جداً (عدة ثوانى).

تعريف عملية التنديف

وهى عملية تتم اثناء المزج البطئ (لمنع تكسير الندف) تعمل على تجميع الندف الصغيرة لتكون ندف أكبر قابلة للترسيب، ويستلزم ذلك عمل تقليب بطئ باستخدام الخلاطات الهيدروليكية والميكانيكية وتتطلب هذه العملية زمن يتراوح من 20–40 دقيقة او حسب الكتيب التصميمى للمحطة.

تتأثر عملية الترويب والتنديف بعوامل مختلفة أهمها :-

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

1. تركيز الرقم الهيدروجيني (pH) حيث أنه لكل نوع من المواد المروبه مدى معينًا من الرقم الهيدروجيني للمياه تتم عنده عملية الترويب بأحسن كفاءة .فعلى سبيل المثال يكون المدى 5.5: 7.5 هو أفضل مدى بالنسبة للشبه والمدى الأكبر من 5.5 الى 8 هو أحسنها بالنسبة لكبريتات الحديدوز.
2. قلوية الماء حيث تتم عملية الترويب أسرع مع القلوية الأعلى.
3. درجة الحرارة حيث تكون عملية الترويب أفضل في الدرجات الأعلى.
4. ظروف الخلط بالمادة المروبه ويفضل أن يكون خلط المواد المروبه بسرعة وبتجانس في كل كمية المياه الموجودة في حوض الخلط السريع.
5. كمية العكارة حيث تساعد العكارة على تكوين نواة تتجمع حولها الندف وتؤدى إلى الإقلال من المادة المروبه وأحيانًا يتم اللجوء إلى إضافة مواد مساعدة إذا كانت العكارة قليلة جدًا.
6. جرعة المادة المروبه ويفضل تحديد الجرعة الفعالة عن طريق التجارب المعملية بإستخدام أختبار الكأس.
7. الزمن اللازم لإتمام التفاعل الكيميائي والطبيعي وتعادل الشحنات الكهربائية للمواد المروبه وللمواد العالقة.

<u>ومن أهم أمثلة المروبات الشائعة:</u>

أ. مروبات الألمونيوم مثل : كبريتات الألمونيوم $Al_2(SO_4)_3.nH_2O$ وشب النشادر وشب البوتاسيوم وألومنات الصوديوم $NaAlO_2$.

ب. مروبات الحديد وتضم كلوريد الحديد(III) $FeCl_3.6H_2O$، وكبريتات الحديدوز $FeSO_4.7H_2O$ وكبريتات الحديديك $Fe_2(SO_4)_3.7H_2O$.

ج. مساعدات المروبات مثل السيلكا النشطة، والمواد ذات الأصل المعدني (مثال طين البنتونيت، ومسحوق السيلكا، والحجرالجيري، والكربون النشط) و بعض البوليمرات والمواد المؤكسدة مثل: الكلور، وبرمنجنات البوتاسيوم، والأوزون والمواد متحدة الإلكتروليت.

عملية الترسيب

بعد إتمام عملية (الخلط السريع) لمواد الترويب ثم إتمام عملية التنديف (الخلط البطيء) يتم ترويق المياه في منطقة الترويق حيث تترواح فترة الترويق والترسيب لفترة من ثلاث الي اربع ساعات (او حسب تصميم المحطة) لترسيب الندف المتكونة إلي قاع الحوض مع التشغيل الدائم لكاسحة المروق (Scraper) بحيث تكسح الرواسب أمامها إلي محور الحوض حيث ماسورة تجميع الرواسب ويتم صرف الرواسب كل فترة زمنية بفتح صمام ماسورة الرواسب (الروبة).

3.1.4. المرشحات (عمليات الترشيح)

تعتبر عملية الترشيح من أهم العمليات الأساسية في تنقية المياه ولذلك يجب التعامل مع تشغيل المرشحات بعناية ودقة حسب الأسس العملية لتصميم المرشحات، ومن المعروف إن إنشاء أول مرشحات رملية بطيئة كانت في القرن ال 19 ومع التطور والاحتياج لكميات أكبر من المياه المرشحة وصلنا إلي المرشحات الرملية السريعة التي تعمل حاليا في محطات شركة المياه.

نظرية الترشيح

يوجد عدد من النظريات والتفسيرات لحدوث التغيرات التي تحدث بالماء نتيجة مروره بطبقة الرمل (الترشيح) وهذه التفسيرات هي كالتالي :-

- **التصفية الميكانيكية**

تعمل المسام الخاصة بطبقة الرمل كمصفاة دقيقة الفتحات تحجز المواد العالقة التي يزيد حجمها عن المسام أما المواد العالقة الأصغر حجماً من المسام فلابد من تفسير آخر لسبب حجزها في طبقة الترشيح.

- المسام ما بين الحبيبات تعمل كأحواض ترسيب متناهية في الصغر :-

هذه النظرية تفسر سبب حجز المواد العالقة والغروية والبكتريا التي يصغر حجمها عن حجم المسام إذ تترسب هذه المواد علي سطح الرمل عندما تهبط من أعلي الي أسفل وتخرج المياه خلال طبقة الترشيح خالية منها .

- التصاق المواد الغروية العالقة بحبيبات الرمل :-

عند احتكاك المياه بما فيها من مواد عالقة بسطح حبيبات الرمل ومن ثم تلتصق بعضها بحبيبات الرمل نظرا لعدم استواء كل من سطح حبيبات الرمل وشكل الغرويات العالقة بالماء كما إن الالتواء في المسام يساعد علي هذا الالتصاق وبالاستمرار في عملية الترشيح تأخذ المواد التي تحجز في مسام المرشح في الزيادة مما يسبب ضيقاً لهذه المسام ومن ثم زيادة في جودة المياه المنتجة المرشح.

- **التفاعلات الكهربائية :-**

تحمل كل من حبيبات الرمل عندما تكون نظيفة وكذلك المواد العالقة بالمياه شحنات كهربائية مختلفة في النوع فيحدث تجاذب بينهما مما يسبب التصاق المواد العالقة بالرمل وتراكم المواد العالقة علي سطح حبيبات الرمل تتعادل الشحنات الكهربائية الموجودة علي كل منهما وعند ذلك يجب غسيل المرشحات لتجديد الشحنات الكهربائية للرمل .

- **التفاعلات البيولوجية :-**

تتغذى الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الماء بما يوجد فيها من أملاح ومواد عضوية او غازات ذائبة ونتيجة لنشاط هذه الكائنات الدقيقة تغير التركيب الكيميائي لهذه المواد ألا إن هذه الظاهرة تعتمد علي مده بقاء الماء في المرشح (معدل الترشيح) فكلما زاد بقاءه تتزايد هذه الظاهرة وتفيد هذه النظرية في عمل المرشحات الرملية البطيئة فقط نظرا لطول مده بقاء الماء بالمرشح.

انواع المرشحات الرملية

1- مرشحات رملية سريعة ٢. مرشحات رملية بطيئة

العوامل المؤثرة على عملية الترشيح

1. عمق طبقة الوسط الترشيحي .
2. قطر الرمل الخاص بالوسط الترشيحي .
3. معدل الترشيح (سرعة الترشيح)
4. ارتفاع المياه فوق سطح الوسط الترشيحي
5. أقصى فاقد للضغط مسموح به في المرشح.
6. كفاءة عملية الغسيل للمرشح.
7. كفاءة عملية الترويق التي تسبق الترشيح.

8. نوعية الوسط الترشيحى

بعد الانتهاء من عملية الترشيح على اكمل وجه يتم تخزين المياه المرشحة في خزان اسفل المرشحات لتجميعها ثم نقلها الى الخزان الارضي، وفي طريقها الى الخزان الارضي يتم حقن هذه المياه بجرعة الكلور النهائية، حيث تقوم طلمبات مياه الطرد بضخ المياه التي تم تنقيتها الى شبكات التوزيع ثم الى المستهلكين.

4. تطهير المياه

و من المطهرات الأكثر استخداما في مصر الكلور

لماذا يتم استخدام الكلور في عملية تطهير المياه

- من أكثر الطرق شيوعا في عمليات تطهير المياه هي إضافة الكلور.
- يتميز التطهير بواسطة الكلور بسهولة استعماله.
- الكلور عامل مؤكسد قوي.
- الكلور عنصر كيماوي ينتج من خلال التحليل الكهربى لملح الطعام ،ويدخل في كثير من الصناعات .

وتشير بعض الابحاث الى ان طريقة عمل الكلور على البكتريا تتم من خلال تأثير الكلور على بعض الانزيمات المسئولة عن تخليق الطاقة (ATP Dehydrogenase) مما يسبب تضرر الكائن وموته .

الهدف من إضافة الكلور إلى الماء:

1. قتل مسببات الأمراض.
2. أكسدة المواد المختزلة ومنها الحديد والمنجنيز وكبريتيد الأيدروجين.
3. التخلص من بعض المواد التي تسبب لون أو طعم للمياه.
4. التحكم في أعداد الطحالب الداخلة وإعادة نموها في عملية تنقية المياه.
5. يساعد على تحسين عملية الترويب.

4.1. صور الكلور المختلفة

يتواجد الكلور فى ثلاث صور مختلفة : الغازية , السائلة ، الصلبة ولكل منهم خصائصه .

غاز الكلور

- غاز لونه أصفر مائل إلى الخضرة و له رائحة مميزة شديدة النفاذية، وزنة الذري 35,5..
- اثقل من الهواء مرتين ونصف.
- ضعيف القابلية للذوبان في الماء.
- الكلور الرطب مسبب للتآكل كما انه خانق ومهيج للأغشية المخاطية.
- يسال تحت الضغط العالي (حوالي 7كجم/ سم^2).
- 3 جزء في المليون هى اقل نسبة يمكن حسها بالشم.
- 15 جزء في المليون يصبح تأثيرها مهيج للعين والرئة.
- 1 جزء في المليون هى الكمية المسموح بها لغاز الكلور في الجو.

الكلور السائل

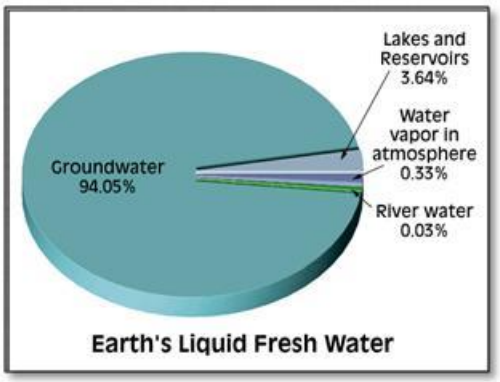
- محلول نقى كهرماني اللون.
- أثقل من الماء مرة ونصف تقريبا.
- للكلور السائل معامل تمدد عالي.
- وبالتالى عند تبخر الكلور السائل فإن وحدة الحجوم الواحدة من الكلور السائل تنتج حوالي 456 وحدة حجم من الغاز النقي عند درجة حرارة 15°م ، وضغط 760 مم زئبق.
- الكلور السائل يتبخر بسرعة شديدة إذا ما تعرض للهواء الجوى (– 34,1°م), لذلك فهو نادرا ما يرى في صورته السائلة.
- وبالتالي فإنه عند وجود تسرب في اسطوانة الكلور يتم استخدام وسائل السلامة والصحة المهنية

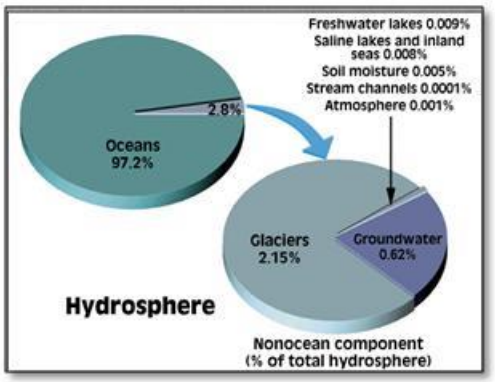
الكلور الصلب

نظراً لأن الكلور السائل يتجمد عند درجة حرارة منخفضة جدا (–102°م) فهو نادرا ما يوجد في صورته الصلبة، غير انه يتواجد متحدا مع بعض العناصر الأخرى فى صورة مركبات على هيئة بودرة أو حبيبات او هيبوكلوريت الكالسيوم.

5. المياه الجوفية

تعتبر المياه الجوفية أكبر مصدر للمياه الصالحة للاستخدام والشرب في العالم ، يغطي الماء حوالي 71 % من سطح الارض لذلك فهو ذو اهمية كبيرة لجميع اشكال الحياة المعروفة. تشكل المياه العذبة حوالي 2.5 % من مياه الارض، 98.8 % من اجمالي المياه العذبة عبارة عن الجليد والمياه الجوفية واقل من 0.3 % منها موزعة على الانهار والبحيرات والغلاف الجوي، وهناك كمية صغيرة جدا من هذه المياه حوالي 0.003 % تقريبا ضمن الاجسام البيولوجية والمنتجات الصناعية. يتحرك الماء على الارض باستمرار من خلال دورة المياه بعمليات التبخر والنتح وهطول الامطار والجريان السطحي للماء، وعادة ما تصل هذه المياه وتنتهي الى البحر. يساهم التبخر والنتح في عملية ترسيب الامطار على الارض. تعتبر المياه الصالحة للشرب ضرورية للانسان وغيره من اشكال الحياة على الارض وذلك على الرغم من ان المياه لا تقدم اى من السعرات الحرارية او المواد الغذائية العضوية لهذه الكائنات. تحسنت فرص الحصول على مياه صالحة للشرب على مدى العقود الماضية فى كل جزء من العالم تقريبا، ولكن هناك ما يقرب من مليار شخص لا يزالون يفتقرون الى هذه المياه واكثر من 2.5 مليار شخص لا يتمتعون بخدمات المرافق الصحية الكافية.





5.1. الخزانات الجوفية

الخزان الجوفي هو عبارة عن طبقة من الصخور او الرواسب ذات المسامية العالية والتي تحوي المياه الجوفية وتنقلها خلال الطبقات المنفذة، ويعتبر الرمال والحصى والحجر الرملي والحجر الجيري هى امثلة على هذه الوحدات الجيولوجية الصخرية التي تحمل المياه الجوفية. ويتميز الخزان الجوفي بوظيفتين هامتين وهما :

اولا: تعتبر هذه الطبقات وسيلة لتخزين كميات كبيرة من المياه الصالحة للاستخدام والشرب.

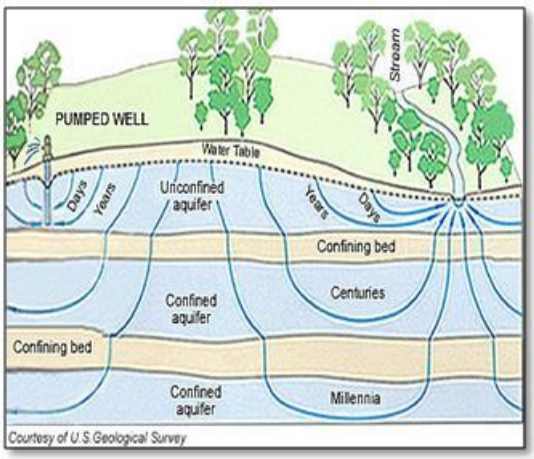
ثانيا: خزان المياه الجوفية ينقل المياه الجوفية من مناطق التغذية الى مناطق التصريف.

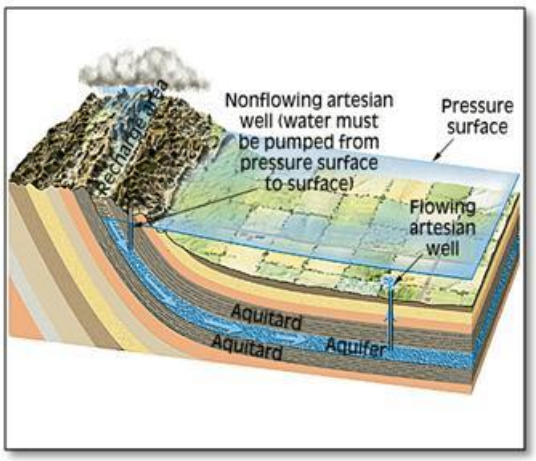
الخزان الجوفي الغير محصور (Unconfined Aquifer)

طبقة المياه الغير محصورة (محبوسة) او الحرة و هى عبارة عن طبقة صخرية أو رسوبية في باطن الأرض تشبعت حبيباتها بالمياه الناتجة عن تسرب مياه الأمطار والأنهار والبحيرات والمجاري المائية وهي التي يختلف فيها منسوب المياه الجوفية على شكل تموجات اعتمادا على اماكن ومناطق التغذية والتصريف من والى الخزان الجوفي وعمر الضخ من الابار ونفاذية الخزان. ارتفاع وانخفاض منسوب المياه الجوفية يتوافق مع هذه التغيرات من سحب مياه او وتغذية عن طريق نهر او بحيرة.

الخزان الجوفي المحصور (Confined Aquifer)

هي عبارة عن مياه نفذت إلي طبقات الأرض العميقة منذ زمن بعيد واستقرت بين طبقتين من الصخور غير منفذتين موجودة وتعرف ايضا باسم **المياه الجوفية الارتوازية** والتي يمكن ان تُضخ بمجرد الحفر وذلك بسبب ان الضغط فيها اعلى من الضغط الجوي دون الحاجة الى طلمبات للسحب او الضخ.





5.2. الخزانات الجوفية في مصر

- **خزانات المياه الجوفية المتجددة**

تتوزع خزانات المياه الجوفية المتجددة بين وادى النيل، واقليم الدلتا. وتعتبر تلك المياه جزءآ من موارد مياه النيل . ويقدر ما يتم سحبه من مياه تلك الخزانات نحو 6.5 مليار م3 وذلك منذ عام2006. ويعتبر ذلك في حدود السحب الآمن والذى يبلغ أقصاه نحو 7.5 مليار م3 حسب تقديرات معهد بحوث المياه الجوفية. كما يتميز بنوعية جيدة من المياه تصل ملوحتها إلى نحو 300–800 جزء في المليون في مناطق جنوب الدلتا. ولا يسمح باستنزاف مياه تلك الخزانات إلا عند حدوث جفاف لفترة زمنية طويلة، لذلك تعتبر هذة المياه ذات قيمة استراتيجية هامة. ومن المقدر أن يقترب السحب من هذه الخزانات إلى نحو 7.5 مليار م3 بعد عام 2017 .

- **خزانات المياه الجوفية الغير متجددة**

أما خزانات المياه الجوفية غير المتجددة فتمتد تحت الصحراء الشرقية والغربية وشبه جزيرة سيناء . وأهمها خزان الحجر الرملى النوبى في الصحراء الغربية والذى يقدر مخزونه بنحو 40 ألف مليار م3 ، حيث يمتد في أقليم شمال شرق إفريقيا ويشمل أراضى مصر والسودان وليبيا وتشاد ، ويعتبر هذا الخزان من أهم مصادر المياه الجوفية العذبة غير المتاحة في مصر للأستخدام نظراً لتوافر تلك المياه على أعماق كبيرة، مما يسبب أرتفاعاً في تكاليف الرفع والضخ. لذلك فإن ما تم سحبه من تلك المياه نحو 0.6 مليار م3 /السنة وهى تكفى لرى نحو 150 ألف فدان بمنطقة العوينات . ومن المتوقع أن يزداد معدل السحب السنوى إلى نحو 2.5–3 مليار م3 /السنة كحد سحب آمن وأقتصادى. وعامة يجب تفادى الأثار الناتجة عن الإنخفاض المتوقع في منسوب الخزان الجوفى، وذلك بالتحول من نظام زراعة المساحات الشاسعة إلى نظام المزارع المحددة بمساحات متفرقة (2000– 5000 فدان) وذلك للحفاظ على الخزانات الجوفية لفترات طويلة.

وتنقسم الخزانات الجوفية في مصر الى عدد كبير ولكن يوجد ست خزانات جوفية رئيسية كبيرة تعتبر من اهم واكبر الخزانات الجوفية في مصر وهي كالتالي:

- خزان الحجر الرملي النوبي
- خزان وادي النيل
- خزان الدلتا
- خزان المغرة
- خزان المناطق الساحلية
- خزان الصخور الجيرية المتشققة

نفاذ المياه الجوفية ونضوب الآبار

استنزاف المياه الجوفية (هو مصطلح غالبا ما يعرف بانه انخفاض منسوب المياه على المدى الطويل والناتج عن ضخ المياه المياه الجوفية المستمر دون عملية تغذية مستمرة لها على المدى الطويل) هو القضية الأساسية المرتبطة باستخدام المياه الجوفية.

5.3. نبذة مختصرة عن اشهر العناصر الموجودة بالمياه الجوفية

- **الحديد (Iron)**

يعتبر الحديد هو رابع اكثر العناصر من حيث الوفرة فى القشرة الارضية حيث يمثل 5 % من القشرة الارضية. وغالبا ما يتواجد عنصر الحديد فى الطبيعة على هيئة حديد ثنائي او ثلاثي لانه يتحد بسرعة مع الاكسجين فى الهواء الجوي والمركبات التي تحتوي على الكبريت مكونا الاكاسيد والهيدروكسيدات والكربونات والكبريتيدات. املاح الحديد فى المياه تكون غير مستقرة وتترسب على هيئة اكاسيد حديد ثلاثية غير ذائبة وتظهر فى صورة صدا ملون. تحتوي المياه الجوفية على تركيزات عالية من الحديد الثنائي ولايؤثر هذا على المياه الجوفية من تغيرات فى اللون والعكارة ولكن اذا زادت هذه النسبة فانه قد يظهر لون وعكارة . والحد المسموح به للحديد في مياه الشرب يجب ان لا يتعدى 0.3 ملج / لتر

- **المنجنيز (Manganese)**

يعتبر المنجنيز واحد من أهم العناصر الشائعة من حيث الوفرة فى القشرة الأرضية، وغالبا ما يتواجد مع الحديد. المنحنيز يتواجد متحد مع أكثر من 100 معدن ولكنه لا يتواجد فى الطبيعة فى حالته النقية (العنصرية). يعتبر المنجنيز عنصر هام جدا للوظائف الحيوية لكل من الإنسان والحيوان، حيث انه هام لعدد كبير من وظائف الإنزيمات الخلوية وقد يساعد في تنشيط البعض الأخر منها. يظهر المنجنيز في حوالي (11) حالة تأكسد وأشهر هذه الحالات انتشارا بيئيا وحيويا هى مركبات المنجنيز التي تحتوي على Mn^{2+} و Mn^{4+} و Mn^{7+}. يتواجد المنجنيز بصورة طبيعية فى كلا من المياه السطحية والجوفية والتربة والتي قد تتآكل وترشح إلى هذه المياه وذلك عن طريق عمليات التهويه السابق ذكرها.بالإضافة الى ذلك، فان نشاط الإنسان قد يكون سببا كبير فى تلوث المياه بالمنجنيز فى بعض المناطق. أيضا الشاي الثقيل يحتوي على نسبة عالية من المنجنيز التي تمتص داخل الجسم، متوسط الكوب الواحد من الشاي يحتوي تقريبا على من 0.4 – 1.3 ملج. ومثله مثل الحديد، فقد يستخدم الأشخاص العاديين المكملات الغذائية لتي تحتوي على المنجنيز بنسبة تقريبا 2.4 ملج / اليوم. وبالتالي فان نسبة المنجنيز التي قد يمتصها الجسم عن طريق مياه الشرب اقل بكثير مما قد يمتصه الجسم من الأغذية بجميع أنواعها. والحد المسموح به للمنجنيز في مياه الشرب يجب ان لا يتعدى 0.4 ملج / لتر.

- **النترات والنيتريت (Nitrate and Nitrite)**

تعتبر ايونات النترات والنيتريت جزء من دورة النيتروجين فى الطبيعة. النترات (NO_3) هى عبارة عن الصورة المستقرة فى نظام اكسدة النيتروجين وعلى الرغم من انه الصورة المستقرة الا انه يمكن اختزاله بالتأثير الميكروبي، اما ايون النيتريت (NO_2) فانه يعتبر حالة تأكسد غير مستقرة نسبيا حيث يمكن لكل من العمليات الحيوية والكيميائية ان تختزل النيتريت الى مركبات متعددة او تؤكسده. تستخدم النترات اساسا فى صناعة الأسمدة الغير العضوية وكعامل مؤكسد وفى إنتاج المتفجرات. تستخدم نترات البوتاسيوم النقية لصنع الزجاج وتستخدم نترات الصوديوم فى حفظ الغذاء خاصة فى اللحوم المعالجة (المصنعة). تتواجد النترات والنيتريت طبيعيا فى الثدييات بما فى ذلك البشر حيث تفرز النترات فى اللعاب ثم يتم تحويلها لنيتريت بواسطة البكتريا عن طريق الفم اما فى حالة النيتريت فيحتوي السماد على نيتروجين عضوي وتحتوي المخلفات على نيتروجين عضوي والذي يتحلل ليعطي امونيا ثم يتأكسد ليعطى نيتريت ونترات. يتم امتصاص النترات من قبل النيات خلال نموها واستخدامها فى تخليق المركبات الازوتية العضوية ويتحرك الفائض منها بسهولة ليصل الى المياه الجوفية، تحت الظروف الهوائية فيمكن ان تتسرب النترات بكميات كبيرة نسبيا الى المياه الجوفية خاصة عندما لا تكون هناك نباتات نامية بشكل كافي لازاله كمية النترات الموجودة فى التربة وعندما تتخلل المياه داخل التربة تصل الى المياه الجوفية، اما فى الظروف اللاهوائية فيمكن ان تتحول النترات تمام الى نيتروجين ويتحدد مصير النترات الى التربة ثم المياه الجوفية بعدة عوامل مثل انخفاض منسوب المياه الجوفية وكمية الأمطار ووجود مواد عضوية. تتكون النترات بناء على قيمة الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة حيث يعتبر امتصاص النبات للنترات هو المسئول عن انخفاض قيمة النترات فى المياه السطحية. قد يصل تركيز النترات فى المياه السطحية من 0 – 18 ملج / لتر وقد يزيد هذا المستوى اذا كان هناك صرف زراعي ملوث ويصل النيتريت الى 0.1 مجم / لتر. يعتبر التركيز الطبيعي للنترات فى المياه الجوفية تحت الظروف الهوائية (المياه الغير محصورة) قليل جدا ويعتمد على نوع التربة وعلى الوضع الجيولوجي، يمكن ان تصل تركيزات النيتريت الى مئات الملليجرامات فى اللتر الواحد بسهولة بسبب الأنشطة الزراعية.

- **الامونيا (Ammonia)**

يشمل مصطلح الامونيا كل من الامونيا المتأينة (NH_4^+) والغير متأينة (NH_3). تنشأ الامونيا فى البيئة من خلال عمليات التمثيل الغذائي والعمليات الزراعية ونواتج الايض . المستوى الطبيعي للامونيا فى المياه الجوفية والسطحية اقل من 0.2 ملج / لتر والتي قد تزيد فى المياه المحبوسة (اللاهوائية) الى 3 ملج / لتر، ويمكن ان تظهر الامونيا فى المياه بشكل عرضي اذا كانت المواسير مبطنة من الاسمنت (cement mortar piped linings). تعتبر الامونيا دليل من احتمالية تلوث المياه بتلوث بكتريولوجي او تلوث بمخلفات الحيوانات او التلوث بمياه الصرف الصحي والصناعي. تأتي سُمية الامونيا عند التعرض لجرعات كبيرة اكبر من 200 ملج / كيلو جرام من وزن الجسم، اما بالنسبة الى مياه الشرب فلا توجد قيمة استرشادية صحية للامونيا

فى في مياه الشرب قد تؤثر على الصحة العامة طبقا لمنظمه الصحه العالميه وبالرغم من ذلك فان مياه الشرب ذات التركيزات العالية من الامونيا تؤدي الى ظهور النيتريت فى انظمة توزيع المياه وتقلل من كفاءة التطهير والى فشل فى المرشحات لإزالة الحديد والمنجنيز بالمعالجة البيولوجية والحد المسموح به من الامونيا في مياه الشرب طبقا للمواصفه القياسيه المصرية رقم 458 لسنة 2007 لا يجب ان يتعدى 0.5 مجم / لتر.

- **الفلوريد (Fluoride)**

يعتبر الفلوريد هو الايون للعنصر الكيميائي (الفلورين) والذي ينتمي الى مجموعة الهالوجينات. يتواجد الفلوريد فى المياه الجوفية على هيئة ايون سالب وتكون المياه التي تحتوي على تركيزات عالية من الفلوريد متواجدة مع المياه الجوفية التي بها نقص فى عنصر الكالسيوم وذلك فى خزانات المياه الجوفية فى الصخور النارية والمتحولة مثل الجرانيت. يعتبر توافر عنصر الفلوريد فى الجسم من العناصر القوية والمهمة فى مقاومة تسوس الاسنان وذلك فى التركيزات التي لا تتعدى 1 ملج / لتر ولكن الزيادة من العنصر تؤدي الى امراض غير محمودة مثل (Dental Fluorosis) والزيادة المفرطة تؤدي الي (Skeletal fluorosis). اوضحت بعض الدراسات الخاص بمنظمة الصحة العالمية بان قيمة الفلوريد فى مياه الشرب لا تزيد على 1.5 ملج / لتر ويهدف ذلك الى التقليل من التأثيرات الضارة وزيادة المنافع للجسم من الفلوريد والحد المسموح به للفلوريد في مياه الشرب طبقا للمواصفه القياسيه المصرية رقم 458 لسنة 2007 يجب ان لا يتعدى 0.8 ملج / لتر.

5.4. الكائنات الدقيقة الممرضة و الفيروسات في المياه الجوفية

المصادر وطريقة تلوثها

بسبب الزيادة المفرطة في اعداد السكان والتوسع فى استخدام الاراضي فانه هناك فى المقابل زيادة كبيرة فى مصادر التلوث عن طريق مخلفات الصرف الصحي والصناعي الملوثة والمنصرفة على المياه الجوفية من التربة او عن طريق المجاري المائية السطحية. تضم مصادر التلوث فى المياه الجوفية الأتي:

1-التسريب من حفر القيسونات او بيارات الصرف الصحي المباشر فى الاراضي.

2-الخزانات التحت سطحية للصرف الصحي.

3-انظمة التخلص الغير سليم للصرف الصناعي الملوث.
4-التصريف المباشر والغير مباشر من صرف الحيوانات على المياه السطحية والجوفية.
5-الصرف الزراعي الملوث على المجاري المائية.

تعتبر المياه الجوفية من اهم العوامل النشطة فى دورة المياه الهيدرولوجية ومن المعروف ان الكائنات المسببة للامراض والتي تظهر فى التربة او فى المياه السطحية ينتهي مصيرها الى تسريبها الى المياه الجوفية لذلك ليس من الغريب ان نجد معظم هذه الكائنات والفيروسات فى المياه الجوفية.

5.5. عمليات (معالجة) إزالة الحديد و المنجنيز

الأغلبية العظمي من عمليات معالجة وإزالة الحديد والمنجنيز تضم كل من بالترتيب عملية الأكسدة والفلترة. حيث تتم أكسدة كل من الحديد او المنجنيز او كلاهما ويتم قتل بكتيريا الحديد وأي نوع من أنواع البكتيريا المسببة للأمراض فى حالة ظهورها ويأتي بعد ذلك دور عملية الفلترة لتقوم بإزالة هذه المخرجات من المياه. من الأفضل ان تتم عملية مراقبة ومراجعة تامة لجرعة المواد المؤكسدة وتحاليل مصدر المياه ونظام الفلترة للتأكد من سير العملية بصورة جيدة وفعالة.

5.5.1. الاكسدة

قبل ان تتم عملية ازالة الحديد والمنجنيز عن طريق الفلتر لابد من ان تتم أكسدة كل من الحديد والمنجنيز الى حالة تأكسد تسمح بتكوين مركبات غير ذائبة. تتمثل الاكسدة فى نقل الالكترونات من الحديد والمنجنيز الى العامل المؤكسد. يتأكسد الحديد الثنائي الى الحديد الثلاثي والذي يكون مركب هيدروكسيد الحديد الغير ذائب. ويتأكسد المنجنيز الثنائي الى المنجنيز الرباعي والذي يكون ثاني أكسد المنجنيز الغير ذائب. من أشهر الامثلة على المواد الكيماوية المستخدمة فى عمليات الأكسدة هى الكلور والأوزون وبرمنجانات البوتاسيوم. يتم استخدام كل من الكلور والبرمنجانات بصورة اكبر فى انظمة المياه الصغير والاقتصادية.

العوامل المؤثرة علي عملية الأكسدة:

- تركيز الحديد والمنجنيز في الماء
- درجة تركيز أيون الهيدروجينpH
- وجود المواد العضوية وملاحظة تأثيرها علي عملية الإزالة بالأكسدة
- درجة الحرارة

- **الأكسدة الطبيعية**

هناك طريقة أخرى لعلميات الأكسدة لا يتم فيها استخدام مواد كيماوية واقل تكلفة من الطرق الأخرى وهى الأكسدة الطبيعية عن طريق الأكسجين الموجود فى الهواء الجوي. تتم هذه العملية بعدة طرق على سبيل

المثال "**ابراج التهوية**" حيث يتم التفاعل المباشرة بين الماء والهواء وتكون هذه العملية غير فعالة فى حالة اتحاد الحديد مع المواد العضوية حيث لا يستطيع الأكسجين بكسر الروابط بين المركبات العضوية والحديد والمنجنيز. يكون معدل التفاعل بين المنجنيز والأكسجين بطئ جدا تحت رقم هيدروجيني اقل من 9.5 او 8.5 (فى بعض الأبحاث).

- **الأكسدة الكيماوية**

- **الكلورة**

تعتبر عملية كلورة المياه هى الشائعة فى حالات المياه التي تحتوي على حديد ومنجنيز ثنائي التكافؤ. لابد من الاخذ فى الاعتبار –اثناء استخدام الكلور فى عملية التأكسد– من مشكلة تكون مركبات (THMs). يتم تحديد جرعة الكلور المستخدمة عن طريق اجراء تجربة الجارتست البسيطة.

- **البرمنجانات**

وبالرغم من ان مادة البرمنجانات أكثر تكلفة من استخدام الكلور الا ان لها فعالية كبيرة فى عملية الأكسدة وتحتاج الى متطلبات ونظام بسيط فى عملية المعالجة وغير معقدة مثل منظومات الكلور وخطره على الصحة العامة عند الاستخدام، ولكن لابد من الاحتياط الحذر عند إضافة جرعات برمنجانات البوتاسيوم فإضافة كمية قليلة جدا لا تؤكسد كل الحديد والمنجنيز الموجود فى المياه وإضافة كمية كبيرة جدا تعمل على تلون المياه بلون وردي. أيضا زيادة البرمنجانات تؤدي الى دخول جزء منها فى نظام التوزيع مما يسبب تكون كرات الطمي والتي يصعب إزالتها والتي بدورها تقلل من كفاءة عمل الفلتر.

- **الاوزون**

نوع اخر وهو الاوزون والذي يمكن استخدامه فى عملية أكسدة الحديد والمنجنيز ولكنه لا يكون ذات تأثير فعال فى حال وجود الأحماض العضوية. الإضافة الغير مقننة بجرعات محددة وبحرص للأوزون تعمل على تحويل المنجنيز الى البرمنجانات والتي تعطي لون وردي للمياه وذلك بجانب زيادة تكلفته بالنسبة للكلور والبرمنجانات.

- **الترشيح**

بشكل عام فان عملية أكسدة المنجنيز أصعب من عملية أكسدة الحديد بسبب ان معدل تفاعل المنجنيز بطئ جدا ويحتاج الى فترة مكث كبيرة ما بين 10 دقائق الى 30 دقيقة بعد اضافة المادة الكيماوية وقبل عملية الفلترة. من اهم الاوساط الموجودة هى:

- **الرمال الخضراء (green sand)**

يعتبر رمل المنجنيز الأخضر نوعا من أوساط الترشيح. وهو يشبه رمل المرشحات إلا أنه لونه أخضر ويستعمل كمادة للتبادل الأيوني الطبيعي يصلح لإزالة الحديد والمنجنيز وكذلك لإزالة العسر

من المياه وهو شائع الاستعمال وخاصة مع مرشحات الضغط. ويجرى عملية تنشيط الرمل الأخضر بإستخدام برمنجنات البوتاسيوم، كلما تطلب الأمر ذلك.

- **(Anthra / Sand)**

يعتبر فحم الأنثراسيت مع الرمل من أوساط الترشيح القابلة لإزالة الحديد والمنجنيز ويتكون من فحم الأنثراسيت ورمل مغلف كيميائيا بطبقة من أكسيد المنجنيز، وهذا الوسط الترشيحى يجرى تنشيطه Regenerated داخل المرشح بإستخدام برمنجنات البوتاسيوم.

- **العزل**

العزل هو إضافة المواد الكيميائية إلى المياه الجوفية قبل الضخ على الشبكة ودون إزالة هذه العناصر من المياه. وتضاف هذه المواد الكيميائية إلى المياه الجوفية في اول البئر أو عند ضخ المياه وقبل ان تأخذ المياه الفرصة للتفاعل مع الهواء أو الكلور. هذا يضمن أن يبقى الحديد والمنجنيز في شكل قابل للذوبان. إذا كان الماء يحتوي على نسبة أقل من1.00 ملج / لتر من الحديد وأقل من 0.3 ملج / لتر من المنجنيز، فان استخدام مادة البولي فوسفات ثم تليها المعالجة بالكلور يمكن أن تكون وسيلة فعالة وغير مكلفة للتخفيف من مشاكل الحديد و المنجنيز. لا تتكون اى رواسب من الحديد والمنجنيز باستخدام هذه المواد مع الكلور حيث تحت هذه النسب من الحديد والمنجنيز فان مادة البولي فوسفات تتحد مع كل من الحديد والمنجنيز ولا تعطي الفرصة لحدوث عملية الاكسدة.

- **التبادل الايوني**

يجب الاخذ فى الاعتبار بان عملية التبادل الايوني تستخدم فى ازالة كميات قليلة من الحديد والمنجنيز بسبب خطر حدوث عملية انسداد سريع للوسط، ومن اهم المشاكل والصعوبات التى قد تواجه استخدام التبادل الايوني هى عدم السيطرة على عملية اكسدة الحديد والمنجنيز فى ان تتأكسد مواد اخرى قد تعمل على تكون مواد مترسبة كريهة الرائحة فى الوسط الترشحي. ويمكن استخدام بعض من المواد الكيماوية مثل الاحماض وثاني كبريتات الصوديوم كمادة منظفة ومزيلة لهذه الرواسب.

من أهم المشاكل التي تواجه المشغلين اثناء تشغيل الابار

- **كلورة المياه الجوفية**

يتفاعل الكلور مع الامونيا ليكون مركبات الكلورامين الأحادية والثنائية والثلاثية عن طريق عملية تعرف "بكلورة المياه" لا تؤثر هذه العملية فقط على قدرة الفيروسات فى المياه بالسلب ولكن تعمل على ظهور تداخل يسمى ب "ظاهرة اللون الوردي الوهمية" (Pink phantom) اثناء إجراء اختبار الكلور الحر والذي يظهر بصورة غير صحيحة على انه نسبة عالية من الكلور. يعتبر الكلور الحر المتبقي هو نتيجة اضافة جرعة الكلور اكثر ب 10 أضعاف من تركيز الامونيا ويمكن التعبير عن هذا التفاعل فيما يسمى بمنحنى نقطة الانكسار للكلور وهذا المنحنى الافتراضي او النظري يستخدم لفهم عملية الكلورة ونقطة الانكسار التي عندها تحدد جرعة الكلور.

- **كيف تتعرف على وجود الامونيا فى المياه؟**

تتواجد الامونيا بصورة طبيعية فى معظم انظمة المياه الجوفية والطريقة المثلى لتحديد نسبة الامونيا هى اجراء اختبار على المياه الخام لكل بئر منفصل على حدا فى العملية وهذه الخطوة مهمة جدا بسبب ان الاختلاف فى نسب الامونيا يؤثر على نتائج تجربة نقطة الانكسار. ولكن فى جميع الحالات عند معالجة مياه الشرب يتم معرفة نسبة الامونيا فى العينة المعالجة ولا تكون هذه النتيجة صحيحة وبالتالي ستكون قيمة الكلور الحر المتبقية غير حقيقية فى حالة وجود اقل قيم من الامونيا فى المياه. تعرف هذه الظاهرة باسم "pink phantom" او اللون الوردي الوهمي وهذه الظاهرة تعطي اشارة واضحة الى ان مرحلة التطهير فى طور مركبات الكلورامين الثنائي والثلاثي ويمكن ان تتطلب جرعة كلور اضافية اخرى.

- **اجراءات حماية مصادر المياه الجوفية من التدهور**

تختلف طرق حماية المياه الجوفية من حيث حماية مشروعات استغلالها القائمة من التدهور أو ضمان سلامة المشروعات المستقبلية، والتي تتوقف على معرفة وضعية الخزان وحالة المياه الجوفية والتغيرات التي طرأت عليها منذ بدأ استغلالها من حيث معدلات السحب والهبوط في مستوى المياه ونوعيتها وهو ما يستوجب وجود نظم مراقبة دورية جيدة. ويتطلب حماية مصادر المياه الجوفية من التدهور خلال فترة استغلالها لأغراض التنمية المستدامة اتباع الإجراءات التالية:

- ضرورة تحديد إمكانيات المياه المتاحة للإستغلال الآمن والمتواصل في الاستخدامات المختلفة دون حدوث تدهور في نوعيتها، وتعريف المسئولين عن إدارة المياه ومستخدمي المياه بذلك.

- تحديد استخدامات المياه الجوفية المطلوبة واحتياجاتها ووضع التخطيط الجيد لتنميتها واستغلالها وإدارتها وإعداد الخطط الطويلة المدى وأخرى قصيرة المدى لاستغلالها مع المراقبة والمراجعة الدورية لسلوك الخزان الجوفي لمتابعة التغييرات التي قد تطرأ عليه من حيث الكم والنوع لضمان التدخل في الأوقات المناسبة قبل تفاقم المشاكل.
- ضرورة التطبيق الحازم للقوانين المنظمة لاستغلال مصادر المياه الجوفية (القانون رقم 12 لسنة 1984م ولائحته التنفيذية) وحمايتها من التلوث.
- توجيه الإرشاد الزراعي للتركيز على أسس ومعدلات استخدام المخصبات الزراعية والمبيدات بهدف تقليل المتسرب منها إلى الخزانات الجوفية.
- صيانة شبكات الصرف الصحي مع إمداد مناطق التجمعات السكانية والقرى التي تفتقر إلى وجود مثل هذه الشبكات بشبكات مناسبة أو خزانات تحليل بالمواصفات المطلوبة للإقلال من التلوث الآدمي.
- عدم السماح بحقن الملوثات الصناعية والآدمية في الخزان الجوفي، مع مراقبة خزانات البترول الأرضية وضمان سلامتها من الشروخ لمنع تسرب المواد البرولية إلى المياه الجوفية.
- ضرورة اتباع التصميم المثالي للآبار والاختيار السليم لمواقعها بحيث تكون بعيدة ما أمكن عن مصادر التلوث الطبيعي (الحديد والمنجنيز) مع عزل الجزء العلوي منها بالتغليف الأسمنتي لحمايتها من أي تلوث مباشر من السطح.
- ضرورة تكثيف برامج للتوعية عن طريق أجهزة الإعلام والمدارس بأهمية المحافظة على مصادر المياه الجوفية وحمايتها من التلوث باعتبارها أحد أهم مصادر المياه الهامة في سد احتياجات المجتمع من مياه الشرب والري

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)

حقوق الطبع محفوظة
الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة المناهج
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي

قام بإعداد الإصدار الأول من هذا البرنامج:

د/ محمد بكر محمد	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/طارق رشدى	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/ عاصم عبدالرحمن	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/محمد أحمد السيد	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/إبراهيم شوقى	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/تامر إمام	المعمل المرجعى– الشركة القابضة
د/ سناء أحمد الإله	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
د/ شعبان محمد على	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
د/ حمدى عطيه مشالى	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
د/ سعيد أحمد عباس	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
د/ عبدالحفيظ السحيمى	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى
د/ مى صادق	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى

قام بإعداد الإصدار الثانى من هذا البرنامج:

كيميائى/ عاصم عبدالرحمن إسماعيل	المعمل المرجعى لمياه الشرب– الشركة القابضة
كيميائى/ قدري عبد الشافي	شركة مياه البحيره
كيميائى/ صابر داوود عبد الله	شركة مياه الفيوم
كيميائى / سعيد أحمد عباس الضاحى	شركة مياه الغربيه
كيميائى/ محمود أحمد السيد عز العرب	شركة مياه سوهاج
كيميائى/ أحمد صلاح	شركة مياه سوهاج

قام بالمشاركة وابداء الرأى لهذا البرنامج :

كيميائى/ أحمد عبد الفتاح حسانين	شركة مياه مدن القناة
كيميائى/ أحمد محمد شعبان	شركة مياه المنوفية
كيميائى/ الحسن الصادق	المعمل المرجعى لمياه الشرب– الشركة القابضة
كيميائية/ إيمان ابراهيم العزبى	شركة مياه دمياط
كيميائى/ باسم محمود سعد الدين جمعه	شركة مياه المنوفية
كيميائى/ بلال محمد حريشة	شركة مياه القاهرة
كيميائى/ خالد عرفة صديق	شركة مياه الفيوم
كيميائية/ عزة محمد عبد الحى	شركة مياه الدقهلية

كيميائى/ عماد زيدان	شركة مياه الاسكندرية
كيميائى/ عمر محمد حلمى	شركة مياه القاهرة
كيميائى/ مايكل داوود	شركة مياه الاسكندرية
كيميائى/ محمد إبراهيم	شركة مياه الشرقية
كيميائى/ محمد رفعت محمود	شركة مياه الجيزة
كيميائى/ محمد طه عبدالفتاح	شركة مياه الدقهلية
كيميائى/ محمد عبدالمنعم	شركة مياه القاهرة
كيميائى/ محمود عمر رجب	شركة مياه سوهاج
كيميائى/ مصطفى محمود مصطفى	شركة مياه الجيزة
كيميائى/ مكاوى فرج المكاوى بعير	شركة مياه الغربية

قام بالتنسيق الفني والإخراج لهذا الإصدار:

كيميائى/ محمود جمعه	المعمل المرجعى لمياه الشرب– الشركة القابضة