الباب السادس

امدادات الماء وتنقيته ومعالجته

مقدمة

٦-١ . امدادات المياه

٦-٢ . انظمة المياه فى المدن

٦-٣. مصادر الامدادات المائية

٦-٤ . استعمالات موارد المياه فى المدن

٦-٥. تلوث الماء

٦-٥-١ . مصادر تلوث المياه

٦-٥-٢ . مصادر المياه المعرضة للتلوث

٦-٥-٢-١ . تلوث البحار والمحيطات

٦-٥-٢-٢ .تلوث مياه الامطار

٦-٥-٢-٣. تلوث المياه الجوفية:

٦-٦. حماية الماء من التلوث

٦-٧. تنقية الماء ومعالجته.

٦-٨. توزيع الماء

٦-٩. التخلص من الماء المستعمل

مقدمة

قد شاء الله سبحانه وتعالى أن يجعل سائل الحياة مقبولاً من جميع مخلوقاته على الأرض لوناً وطعماً ورائحة ، ومن علامات فساد الماء وتلوثه تغير اللون أو الطعم أو الرائحة أو جميعهم .

فلو كان الماء أحمر اللون لكرهه كثير من الناس الذين يكرهون اللون الأحمر فى السوائل وبعضهم يغمى عليه إذا رأى سائلاً أحمر كالدم حتى أن المدربون فى الجيوش يضعون كميات من معاجين الطماطم والألوان الحمراء فى طريق جنودهم أثناء التدريب حتى يتعودون على اللون الأحمر فلا ينهارون عند لقاء العدو ورؤية الدم الأحمر .

كما أن بعض الناس يكره اللون الأصفر وبعض الناس يكره اللون الأزرق حتى أن بعض الأطفال يكرهون اللون الأبيض ولا يشربون اللبن إلا إذا غيرت الأمهات لونه الأبيض بلون الشيكولاته أو الفراولة، وما قلناه عن اللون يقال عن الرائحة والطعم فكم منا يكره رائحة بعض العطور الغالية الثمن ويغمى عليه إذا شمها لمدة طويلة، وكذا كثيراً من الناس يكره طعم الأدوية وبعض الأطعمة . إذاً سائل الحياة الوحيد من الحكمة وكمال الخلقة لابد أن يكون عديم اللون ، عديم الطعم عديم الرائحة حتى يكون مقبولاً من الجميع ، ولو كان له أى لون أو طعم أو رائحة أخرى لسادت تلك الصفة على الأطعمة والأشربة والملابس وكل الحياة.

٦- ١. إمدادات المياه

أقلق تناقص كميات المياه الجوفية الناس عبر التاريخ. وفى هذه الأيام يسبب قلقًا أكثر من أى وقت مضى؛ إذ إن الحاجة للماء العذب فى ازدياد مستمر. ويتخوف كثير من الناس من أنه لايوجد فى العالم مايكفى من الماء لمواجهة كامل احتياجاتهم، مع أن كميات الماء الموجودة فى العالم دائمة ومساوية لكمياته التى كانت موجودة

سابقًا. ويمر كل الماء الذى نستعمله عبر دورة الماء الطبيعية الكبيرة وبالإمكان استعماله مرات ومرات.

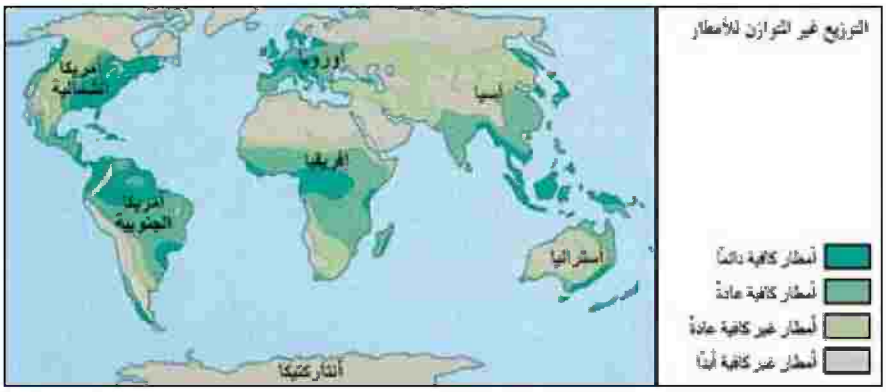
وتكفى كميات الماء الكلية الموجودة على الأرض لمواجهة كل الاحتياجات المائية. ومع هذا فإن الماء على الأرض ليس موزعًا بالتساوى؛ فبعض المناطق تعانى الجفاف الدائم وبعض المناطق الأخرى بها كميات وفيرة من الماء ولكنها قد تتأثر بالجفاف أحيانًا. وبالإضافة لهذا تسبب الناس فى مشاكل مائية عديدة بسبب سوء تعاملهم وسوء إدارتهم للموارد المائية.

توزيع الماء فى العالم .فى الأرض كميات هائلة من الماء تبلغ حوالى ١.٤ بليون كم§. و٩٧ %من هذا الماء ماء محيطات مالح وأكثر من ٢٪ منه محجوز فى المثالج والغطاءات الثلجية. وماتبقى من الماء ١٪) فقط (يوجد معظمه تحت سطح الأرض، ومابقى منه يشمل ماء البحيرات والأنهار والينابيع والبرك الكبيرة والصغيرة، كما يشمل ماء المطر والثلج وبخار الماء الموجود فى الهواء.

تتحدد موارد الماء لقطر ما عن طريق الأمطار فى ذلك القطر. وفى بعض الأقطار كجنوبى السودان وإثيوبيا وأوغندا، حيث الأمطار الغزيرة، توجد كميات كبيرة من الماء فى البحيرات والأنهار ومكامن المياه الجوفية.

وتتلقى الأرض بشكل عام كميات كبيرة من مياه الأمطار. ولو أن هذه الأمطار سقطت بالتساوى على الأرض لتلقت الأرض حوالى ٨٦سم سنويًا. ولكن الأمطار لاتتوزع بالتساوى، فمثلاً نجد أن شمال شرقى الهند يُشبع سنويًا بما يزيد على ١.٠٠٠سم من المطر، بينما نجد تشيلى قد لاتتلقى أمطارًا البتة لعدة سنوات.

وعمومًا تتلقى المناطق ذات الكثافة السكانية العالية فى العالم كميات كافية من الأمطار تواجه احتياجاتها. وتشمل هذه المناطق معظم أوروبا وإفريقيا إلاَّ شمالها وجنوب شرقى آسيا وشرقى الولايات المتحدة والهند ومعظم الصين والمناطق الشمالية الغربية من روسيا. ولكن حوالى نصف الأرض لايحصل على أمطار كافية. وهذه المناطق الجافة تشمل معظم آسيا ووسط أستراليا ومعظم شمالى إفريقيا والشرق الأوسط.



التوزيع غير المتوازن للأمطار

لجفاف يحدث حينما تهطل على منطقة ما أمطار أقل من المعتاد لفترة طويلة، مما يجعل التربة ظمأى وجافة ومتشققة .

شكل ٦- ١ الصحراء والجفاف

الصحراء تستقبل نسبًا ضئيلة من مياه الأمطار مما ينجم عنه جفاف بعض الأراضى، غير أنها تزود القليل من النبات والحيوان بالماء

نقص المياه.

لاتحصل مناطق عديدة من العالم على أمطار كافية، وتعانى نقصًا ثابتًا ودائمًا فى المياه .كما أن مناطق أخرى عديدة تتلقى طبيعيًّا كميات كافية من الأمطار، إلا أنها يمكن أن تتعرض فجأة إلى سنوات من الجفاف. ويكون المناخ متقلبًا خصوصًا فى المناطق التى تسقط عليها أمطار خفيفة. وتتعرض مثل هذه المناطق لسلسلة من

سنوات الجفاف المدمرة.

خلال ستينيات القرن العشرين، انخفض معدل هطول الأمطار فى شمال شرقى الولايات المتحدة إلى ما دون معدله الطبيعى لعدة سنوات، وكان على كثير من المدن أن تحد من استعمال الماء .وعانت مدينة نيويورك بشكل خاص وذلك بسبب كثافتها السكانية العالية. وبهدف المحافظة على الماء أوقف السكان استعمال مكيفات الهواء التى تعمل بالماء وتركوا مروجهم تذبل، وحدّت المطاعم من تقديم الماء للزبائن وأعلنت المدينة منطقة منكوبة. ونشأت مشاكل مدينة نيويورك لكونها لاتملك خزانات مياه ولاشبكات توزيع كافية ولا وسائل أخرى لإمداد المدينة بالماء خلال فترات الأمطار الخفيفة التى تدوم طويلاً.

إدارة موارد الماء والمحافظة عليها.

حاول الناس عبر تاريخهم زيادة مواردهم المائية. فقد حاولوا الاستمطار وصلوا لله واستسقوه، وأقاموا رقصات المطر. انظر :رقصة المطر .كما أنهم رشوا السحب بمواد كيميائية تجعلها تتخلص من رطوبة الماء فيها.

.واتجه الناس بأنظارهم إلى البحار دائمًا بوصفها موارد للماء وفى الحقيقة، لايحتاج الناس إلى مياه أكثر مما يستعملون حاليًا، بل هم بحاجة فقط إلى إدارة موارد المياه بشكل أفضل.

ونشأت مشاكل مائية عديدة بسبب توافر الماء بكميات كبيرة وبسبب سهولة الحصول عليه ورخص ثمنه. ولذا عمد الناس إلى إهدار الماء وعدم العناية به، فقد صرفوا مياه المجارى والفضلات الأخرى إلى الأنهار والبحيرات مهدرين بذلك كميات من الماء وملوثين مياه الأنهار والبحيرات

دفع الناس فى معظم المدن رسومًا لاستعمال الماء، وذلك حسب حجم المنزل أو الشقة التى يعيشون فيها. وهذه الرسوم معينة ثابتة مهما بلغ استعمال المنزل للماء، ونتيجة لهذا أهدر الناس كميات كبيرة من الماء فى منازلهم. وتزود بعض المدن المبانى

التجارية والمنازل والشقق بعدادات استعمال الماء، ويدفع الناس ثمن الماء الذى يستعملون. ولذلك أصبحوا يميلون لاستعمال كميات مياه أقل، ويبادرون بإصلاح صنابير المياه بانتظام منعًا لإهدار الماء.

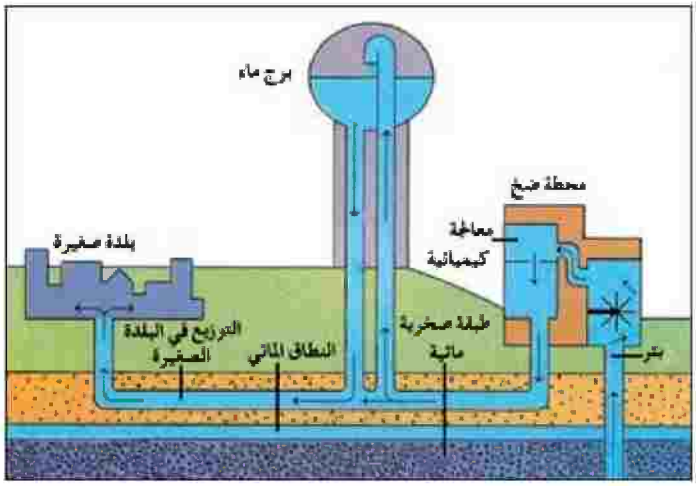
تراجعت إمكانية الحصول على الماء بسهولة وكُلفة بسيطة فى كثير من الأقطار. وسيصبح أمر تنمية موارد جديدة للمياه أمرًا مكلفًا .وسيصبح أمر إعادة استعمال الماء أمرًا أقل تكلفة. وتعيد كثير من جهات الصناعة استعمال الماء عدة مرات. فمعظم شركات إنتاج الفولاذ تستخدم كمية قليلة من الماء مرات ومرات فى نظام تبريد دورانى.

يمكن معالجة ماء المجارى (الصرف الصحى) وهو ماء مهدر وإعادته إلى ماء صالح للاستعمال. تروى كثير من الجمعيات الزراعية محاصيلها بماء المجارى المعالج. وسيصبح أمر إعادة استعمال المياه شائعًا فى المستقبل، وذلك عندما يتعلم الناس طرقًا أفضل لإدارة مصادر المياه.

٦- ٢. أنظمة المياه فى المدن

عندما تدير صنبور الماء فإنك تتوقع انسياب ماء نظيف صالح للشرب، كما تتوقع وجود كميات وفيرة من الماء فى مدينتك تكفى لصناعاتها وعمليات إطفاء الحرائق وتنظيف الشوارع فيها. ومسؤولية إمداد مدينة حديثة بالماء أمر مهم للغاية. فقبل كل شىء، يجب أن تكون هناك موارد مائية وفيرة تلبى احتياج مدينة نامية، وبعد ذلك يجب أن تتم تنقية هذه المياه، ومن ثم يُعمد لتوصيل هذه المياه

بالأنابيب لكل منزل ومكتب ومصنع وفندق فى المدينة. وأخيرًا يتعين التخلص من الماء المستعمل بعيدًا بوساطة شبكة أنابيب. وتخدم أنظمة إمداد الجمهور بالماء فى بلد متطور مثل الولايات المتحدة حوالى ٨٠٪ من السكان.



شكل ٦- ٣ يبين نظام المياه ببلدة صغيرة .تحصل العديد من البلدات الصغيرة على الماء **عن طريق حفر آبار وضخ** الماء **الجوفى. ويعالج** الماء **كيميائيًا قبل ضخه لاستعماله. تضخ معظم البلدات** الماء **إلى أبراج مياه عالية. ولدى انسياب** الماء **من هذه الأبراج تؤدى قوة الجاذبية إلى توزيعه وضغطه فى نظام الأنابيب المائية.**

٦- ٣. مصادر الإمدادات المائية.

تحصل المدن على الماء العذب من مصدرين فقط ١- الأنهار والبحيرات، ٢- الأرض .ويمكن أن تحصل المدن الأصغر ـ وخاصة تلك البالغ عدد سكانها أقل من خمسة آلاف نسمة ـ على الماء من موارد مائية جوفية. أما معظم المدن الكبيرة فتحصل على الماء من الأنهار والبحيرات.

الأنهار والبحيرات. تقع معظم المدن التى تعتمد على ماء الأنهار على جوانب أنهار صغيرة، وذلك لأن معظم الأنهار صغيرة.

وتتغير كمية الماء فى نهر ما من وقت لآخر متأثرة بكميات الأمطار الساقطة على الأرض. وهذه الأمطار تتجمع بدورها وتصب فى النهر. وخلال نوبة جفاف، يهبط مستوى ماء النهر بحدة وخاصة إذا كان نهرًا صغيرًا، وبالتالى قد لاتحصل المدينة على ماء كاف، ولهذا السبب فإن العديد من المدن التى تعتمد على مياه الأنهار الصغيرة تقوم بتخزين الماء وقت مواسم الأمطار وبذلك تؤمن موارد مائية جيدة. وتبنى بعض المدن الأخرى سدودًا على الأنهار، وتجمع الماء خلفها فى خزان كبير. وتخزن مدن أخرى الماء فى برك أو بحيرات صغيرة.

والمدينة التى تسحب مياهها من بحيرة، تملك خزانًا مائيًا طبيعيًا هو البحيرة

ذاتها. وتتغذى البحيرات بماء الأنهار وبالمياه الجوفية فى باطن الأرض. وتخزن البحيرات بعض الماء الفائض الذى يصب فيها وذلك أثناء موسم المطر، الأمر الذى يحول دون انخفاض مستوى ماء البحيرة تحت معدله أثناء نوبات الجفاف.

المياه الجوفية.

تقع بعض المدن بعيدًا عن الأنهار أو البحيرات الكبيرة التى تفى باحتياجاتها من الماء .وتستعمل هذه المدن الماء المخزون تحت سطح الأرض، وهذا الماء يأتى من الأمطار التى تنفذ إلى باطن الأرض. وإذا ما انساب ماء المطر إلى أسفل فإنه يملأ الفراغات بين حبيبات الرمال. وكذلك يملأ الشقوق والمسام فى الصخور الموجودة فى باطن الأرض، ويواصل انسيابه إلى أسفل حتى يواجه طبقة صخرية أو أية مادة أخرى صلبة لا ينفذ خلالها الماء .وعندئذ يتجمع الماء فوق هذه الطبقة الصلبة وتصبح الأرض مشبعة بالماء .ويسمى نطاق الإشباع هذا مكمن ماء جوفى أو الطبقة الصخرية المائية .ويسمى الحد العلوى لهذا النطاق مستوى سطح الماء الجوفى. وتحصل المدن على هذا الماء الجوفى بحفر آبار تنفذ إلى تحت مستوى الماء الجوفى ومن ثم يتم ضخ الماء من هذه الآبار. وفى بعض المناطق ذات الكثافة السكانية العالية أو ذات معدل هطول أمطار قليل فإن مورد الماء الجوفى هذا يمكن أن يتم حقنه وإمداده بالماء صناعيًا.

٦- ٤. استعمالات موارد المياه فى المدن.

تمد مصلحة المياه فى مدينة كبيرة كل شخص فيها بما معدله أكثر من ٣٨٠ لتر ماء يوميًا للاستعمال المنزلى. وتستعمل المصانع وجهات الأعمال الأخرى كالفنادق والمطاعم كميات يومية من الماء تعادل مايستعمله سكان المدينة يوميًا. وبالإضافة لهذا، تزود شبكات الماء فى المدينة محطات إطفاء الحريق وتنظيف الشوارع ورش المسطحات الخضراء فى المتنزهات بما معدله ٣٨ لترًا من الماء لكل مقيم فى المدينة.

وهناك استعمال آخر للماء فى المدينة وهو التخلص من الفضلات. ويدفع أصحاب البيوت رسمًا ثابتًا عن كل شقة بغض النظر عن كمية الماء المستعمل، وليست هناك عدادات تقيس كمية الماء المستعمل .وإذا ما تسرب الماء من الصنابير

فإنه يهدر، وكذلك يهدر الماء من خلال تسربات فى شبكة أنابيب التوزيع تحت سطح الأرض. وبشكل عام، تبلغ كمية الماء المهدر من جراء هذه التسربات ١٢٪ من استعمالات الماء فى المدينة.

شكل ٦- ٤ برج مياه وهو جزء من النظام المائى فى المدن الصغيرة والكبيرة، ويقوم بتخزين الماء **وتوفير ضغط** الماء **اللازم.**

٦- ٥. تلوث الماء

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ ﴾ (سورة الروم، الآية: ٤١)

يعرف تلوث الماء – حسب ما أصدرته هيئة الصحة العالمية عام ١٩٦١ "أن المجرى المائى يعتبر ملوث عندما يتغير تركيب عناصره ، أو تتغير حالته بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ،بسبب نشاط الأنسان ، بحيث تصبح هذه المياه اقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو لبعضها"

وهذا التعريف يتضمن أيضا ما يطرأ على الخصائص الطبيعية و الكيميائية والبيولوجية التى قد تعل المياه غير صالحة للشرب أو غير صالحة للاستهلاك المنزلى أو فى الصناعة أو فى الزراعة.. الخ

٦- ٥- ١. مصادر تلوث المياه

تتلوث المياه من عدة مصادر (عناصر التلوث) من أهمها -:

- المخلفات الصناعية السائلة والصلبة.
- استعمال الأسمدة الكيماوية ومخصبات التربة فى الزراعة.
- المبيدات الحشرية والمواد الكيماوية.
- استعمال المنظفات الكيماوية.
- المخلفات الصلبة والقمامة والنفايات المنزلية.
- تصريف المياه العادمة ومياه الصرف الصحى والصرف الصناعى إلى البحار والأنهار والسدود.
- التسرب النفطى و زيوت الآليات المستعملة عن طريق حوادث السفن وناقلات البترول.
- التلوث الحرارى : ارتفاع حرارة المياه بسبب استخدامها فى تبريد محطات إنتاج الطاقة.
- المخلفات الصناعية مثل الاسبستوس والمعادن الثقيلة.
- مخلفات المفاعلات النووية وهى مواد مشعة يدوم تأثيرها لفترة طويلة جدا.
- الفضلات الصلبة المخلفة من وراء النشاطات البشرية مثل المخلفات الحيوانية وبقايا المجازر والسلخانات.
- الآبار السوداء.
- الاستغلال الجائر واستنزاف المياه الجوفية أدى إلى تداخل مياه البحر.
- الحرائق والحروب.

٦- ٥- ٢.مصادر المياه المعرضة للتلوث

تعتبر كل مصادر المياه معرضة للتلوث بالملوثات المختلفة سواء كانت هذه

المصادر سطحية كمياه البحار والمحيطات والانهار والبحيرات او مصادر جوفية كالابار و خزانات المياه الجوفية.

وسوف نستعرض المصادر التالية:

٦- ٥- ٢- ١. اولا تلوث البحار والمحيطات

يُعد التلوث البحرى أحد التأثيرات الهامة للنشاط البشرى على المحيطات. وهو لا يقتصر على تلوث نفطى ناجم عن حوادث او عمليات تنظيف صهاريج النفط او تفريغها بطريقة غير قانونية. بالرغم من فظاعة منظر البقع النفطية وتاثيرها على البيئة البحرية، الا ان اجمالى كميات النفط التى تشكل البقع ضئيلة مقارنة للملوثات الواردة من مصادر اخرى، وعلى الاخص مياه الصرف الصحى والنفايات الصلبة والصناعية، والمواد المتسربة من مكبات النفايات، ومياه الانسياب السطحى المدنى والصناعى، والحوادث، وبقع النفط، والتفجيرات، وعمليات التخلص من النفايات فى البحار، وإنتاج النفط، والتعدين، ومبيدات الحشرات والمبيدات الزراعية، وموارد الحرارة المستهلكة، ونفايات المواد المشعة.

وتشير التقديرات الى ان مصادر التلوث من اليابسة مسؤولة عن نحو٤٤ ٪ من الملوثات التى تنتهى فى البحر بينما تساهم المدخلات (التأثيرات) الجوية بنسبة تقدر بـ ٣٣٪ من الملوثات. فى المقابل يتحمل النقل البحرى مسؤولية حوالى ١٢ %من التلوث.

وتتفاوت تأثيرات التلوث كثيرا فقد يسفر تلوث المواد الغذائية الناشئ من قاذورات المجارى والزراعة عن ظهور "كتلاً" من الطحالب القبيحة التى قد تكون خطيرة فى المياه الساحلية. وعندما تنفق هذه "الكتل" وتتحلل، تستهلك كامل الاكسجين الموجود فى المياه. وادت هذه الظاهرة فى بعض المناطق الى ظهور "بقع الموت الزاحفة "حيث تنخفض نسبة الاكسجين فى المياه الى مستويات يستحيل معها استمرار الحياة البحرية. كما يسهم التلوث الصناعى فى ظهور هذه البقع حيث تستهلك المواد المرمية فى المياه الاكسجين عند تحللها .

كذلك تقف عدة مصادر وراء التلوث الاشعاعى فى البحر. فتجارب الاسلحة النووية ساهمت تاريخيا بذلك. كما تؤدى عمليات التشغيل العادية لمحطات الطاقة النووية الى تلويث البحر. ولكن الحيز الاكبر من التلوث المشع فى المحيطات ينتج من مصانع معالجة الوقود النووى كمصنعى "لا هاغ" فى فرنسا و"سيلافيلد" فى بريطانيا. وادت هذه النفايات الى انتشار التلوث المشع فى مناطق شاسعة تقطنها مختلف الانواع البحرية، حيث أن المواد المشعة التى يتم البحث عنها لإعادة معالجتها يمكن اكتشافها فى الطحالب البحرية الممتدة إلى "ساحل غرينلاند الغربي" وبطول ساحل النرويج.

قد تنطوى المخلفات الكيميائية الصناعية فى المحيطات على عدد هائل من المواد المختلفة. فمن اصل ٦٣ الف من الكيمياويات المعروفة فى العالم، يشكل ثلاثة الاف نوع ٩٠٪ من اجمالى الانتاج. وتطرح فى الاسواق سنويا ما قد يصل الى الف نوع جديد من المنتجات الكيميائية.

من بين كل هذه المنتجات الكيماوية يندرج نحو ٤٥٠٠ منتج كيماوى تحت فئة التصنيف الأكثر خطورة، وتعرف باسم "الملوثات العضوية الدائمة". هذه الملوثات تقاوم التحلل ولديها القدرة على التراكم فى الأنسجة الحية فتؤدى الى خلل هرمونى يسبب مشاكل تناسلية وسرطانية وويضرب جهاز المناعة ويعيق نمو الاطفال. هذه الملوثات العضوية قادرة على الانتقال فى الهواء الى مسافات بعيدة عن مصدر انبعاثها. نتيجة لذلك، ، فإن شعب الإسكيمو الذى يعيش فى القطب الشمالى على مسافة شاسعة من مصادر هذه الملوثات يشكل احد اكثر الشعوب معاناة من التلوث بتلك المواد، نظرا الى انهم يعتمدون بشكل اساسى فى تغذيتهم على الحيوانات البحرية الدسمة كالاسماك والفقمة.

تشتمل "الملوثات العضوية الدائمة" على مركبات الديوكسين شديدة السمية ومواد بى سى بى اضافة الى مجموعة من مبيدات الحشرات مثل دى دى تى ومادة "ديالدرين". ويعتقد ان هذه الكيميائية مسؤولة عن القصور التناسلى لدى بعض

مجموعات الدببة القطبية.

٦- ٥- ٢- ٢. ثانيا تلوث مياه الامطار

تتلوث مياه الأمطار – خاصة فى المناطق الصناعية لأنها تجمع أثناء سقوطها من السماء كل الملوثات الموجودة بالهواء ، والتى من أشهرها أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت وذرات التراب ، ومن الجدير بالذكر أن تلوث مياه الامطار ظاهرة جديدة استحدثت مع انتشار التصنيع ، وإلقاء كميات كبيرة من المخلفات والغازات والاتربة فى الهواء أو الماء ، وفى الماضى لم تعرف البشرية هذا النوع من التلوث ، وأنى لها هذا ؟

ولقد كان من فضل الله على عباده ورحمه ولطفه بهم أن يكون ماء المطر الذى يتساقط من السماء ، ينزل خالياً من الشوائب ، وأن يكون فى غاية النقاء والصفاء والطهارة عند بدء تكوينه ، ويظل الماء طاهراً إلى أن يصل إلى سطح الأرض ، وقد قال الله تعالى فى كتابه العزيز مؤكداً ذلك قبل أن يتأكد منه العلم الحديث : (وهو الذى أرسل الرياح بشراً بين يدى رحمته وأنزلنا من السماء ماء طهورا (الفرقان ٤٨ . وقال أيضا : (إذ يغشيكم النعاس أمنة منه وينزل عليكم السماء ماء ليطهركم به ويذهب عنكم رجس الشيطان وليربط على قلوبكم ويثبت به الاقدام (الانفال ١١ وإذا كان ماء المطر نقيا عند بدء تكوينه فإن دوام الحال من المحال ، هكذا قال الأنسان وهكذا هو يصنع ، لقد امتلئ الهواء بالكثير من الملوثات الصلبة والغازية التى نفثتها مداخن المصانع ومحركات الآلات والسيارات ، وهذه الملوثات تذوب مع مياه الأمطار وتتساقط مع الثلوج فتمتصها التربة لتضيف بذلك كماً جديداً من الملوثات إلى ذلك الموجود بالتربة ، ويمتص النبات هذه السموم فى جميع أجزائه ، فإذا تناول الأنسان أو الحيوان هذه النباتات ادى ذلك الى التسمم ﴿ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُواْ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ الروم ٤١.

كما أن سقوط ماء المطر الملوث فوق المسطحات المائية كالمحيطات والبحار والانهار والبحيرات يؤدى إلى تلوث هذه المسطحات وإلى تسمم الكائنات البحرية

والأسماك الموجودة بها ، وينتقل السم إلى الأنسان إذا تناول هذه الأسماك الملوثة ، كما تموت الطيور البحرية التى تعتمد فى غذائها على الاسماك.

إنه انتحار شامل وبطيء يصنعه البعض من بنى البشر ، والباقى فى غفلة عما يحدث حوله ، حتى إذا وصل إليه تيار التلوث أفاق وانتبه ن ولكن بعد أن يكون قد فاته الأوان.

٦- ٥- ٢- ٣. ثالثا تلوث المياه الجوفية:

تتجمع المياه الجوفية تحت قشرة الأرض الخارجية،وتعتبر هذه المياه من أهم المصادر المائية التى توليها الدول

ابلغ الاهتمام للمحافظة عليها ومنع التلوث البيئى من الإلحاق بها،فالتلوث البيئى والاستخدام العشوائى للمياه الجوفية يهددان ثروات المياه الجوفية فى العالم.وقد أوصى برنامج الأمم المتحدة بإنشاء إدارة لمصادر المياه الجوفية تهدف إلى تعاون إقليمى ودولى،ولقد حذرت تقارير برنامج الأمم المتحدة للبيئة من احتمال تضاؤل المياه الجوفية بسبب التلوث والنضوب،وتدعو التقارير إلى التشدد فى مراقبة وسائل التخلص من نفايات البيئة ومياه المجارى والى اتخاذ الإجراءات التى تحد من تلوث الأرض بالمواد الكيميائية الضارة،مع السيطرة على كل ما يهدد المياه الجوفية.وتشير دراسات برنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى مياه الجوفية تمثل حوالى ٢٢٪من حياة اليابسة،وان الماء العذب المناسب عبر الأنهار يتجمع ويبقى لفترات طويلة كمياه جوفية تحت الطبقة الصخرية للأرض،وتختلف مناسيب هذه المياه وفقا لتغييرات الطقس وكمية الأمطار حيث تزداد فى الشتاء وتنقص فى أواخر الصيف بسبب كثرة التبخر.

وحيث أن المياه الجوفية تمثل مصدرا مهما من مصادر المياه الصالحة للشرب والرى،فان الإسراف فى استخدامها وتلوثها بالمواد الضارة يشكل تهديدا مستمرا لهذا المصدر المهم للماء العذب.ومن المشكلات التى تهدد المياه الجوفية انهيار الأراضى وتسرب المياه المالحة الآبار الساحلية.

وتتعرض المياه الجوفية إلى التلوث بسبب مخالفات ونفايات المصانع والأنابيب النفطية والمناجم والمواد المشعة،

بالإضافة إلى التلوثات الناتجة من الزراعة بسبب استخدام الأسمدة الصناعية والمبيدات الحشرية وروث الحيوانات.

فى كثير من الحالات، تكون الآبار المستخدمة قريبة من سطح الأرض، كما هو الحال فى الآبار قليلة الغور، وتزداد فرصة تعرضها للتلوث البيولوجى أو الكيميائى.

أمّا فى حالة الآبار العميقة، وهى التى يزيد عمقها عن ٤٠-٥٠ قدماً، فتقل فرص التلوث فيها، لأن المياه تمر فى هذه الحالة على طبقاتمسامية نصف نفاذة، تعمل فى كثير من الأحيان على ترشيح الماء وتخليصه من معظم الشوائب. غير أن الشواهد، التى تجمعت فى السنوات القليلة الماضية، دلت على أن بعض المبيدات الحشرية والمواد الكيميائية، وجدت طريقها إلى

طبقة المياه الحاملة Aquifers فى باطن الأرض. وتعد هذه المعلومات العلمية الحديثة فى غاية الخطورة. إذ تشير الدلائل إلى تعرض المخزون الكبير للأرض من الماء العذب، إلى التلوث من مصادر عديدة. ومن هذه المصادر:

الأنشطة الزراعية: حيث يؤدى استعمال الماء بالطرق القديمة، مثل الغمر أو الاستعمال المفرط للمياه، مع سوء استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة، إلى زيادة تركيز الأملاح والمعادن والنترات فى المياه الجوفية، بصفة خاصة إذا لم تتوفر أنظمة الصرف الزراعى العلمية.

استخدام آبار الحقن: وهى آبار تستخدم لحقن النفايات الصناعية والإشعاعية، فى الطبقات الجوفية العميقة الحاملة للمياه المالحة.

إلاّ أنه قد ينتج عن ذلك تسرب هذه النفايات إلى الطبقات العليا الحاملة للمياه العذبة عن طريق الأنابيب عبر المحكمة، أو عن طريق سريانها فى اتجاه الطبقات

الحاملة للمياه العذبة، عن طريق التصدعات فى الطبقات غير المنفذة.

بيارات الصرف: وهى الحفر والحجرات، التى تُبنى فى القرى والمدن، التى لا يتوفر فيها أنظمة صرف صحى كوسيلة للتخلص من الفضلات والمياه المستعملة. واستخدام هذه البيارات يؤدى فى كثير من الأحيان، إلى تسرب ما تحمله من بكتريا ومواد عضوية إلى الطبقة الحاملة، والى تلوثها.

تداخل المياه المالحة: وتحدث فى الآبار القريبة من البحار المالحة،نتيجة الضخ والاستخدام المفرط للمياه العذبة، مما يؤدى إلى تسرب المياه المالحة من البحر فى اتجاه الطبقات الحاملة، واختلاطها بالمياه العذبة. ونتيجة لذلك، تصبح هذه المياه غير صالحة للشرب أوالزراعة.

التخلص السطحى من النفايات: ويحدث هذا، غالباً، فى البلاد الصناعية، حيث تدفن هذه البلاد نفاياتها الصناعية، فى برك تخزين سطحية فعلى سبيل المثال، يتم التخلص من حوالى ٣٩٠ مليون طن من النفايات الصلبة فى الولايات المتحدة الأمريكية، عن طريق دفنها فى أماكن مخصصة على سطح الأرض. كما يجرى التخلص من حوالى ١٠ آلاف مليون جالون من النفايات السائلة عن طريق وضعها فى برك تخزين سطحية. وقد يؤدى عدم إحكام عزل هذه البرك، إلى تسرب هذه النفايات إلى الطبقة الحاملة للمياه العذبة، حيث يعد ١٠٪ من هذه النفايات ذات خطورة حقيقية، على صحة الأنسان والبيئة.

٦- ٥- ٢- ٤. رابعا تلوث الانهار والبحيرات

يعدّ هذا التلوث من أخطر أنواع تلوث المياه على الإطلاق،لأنه يؤثر على مياه الشرب والمياه المستخدمة فى الزراعة والرى. وينتج تلوث الأنهار والبحيرات، عن عدة مصادر، منها صرف الملوثات الكيميائية المختلفة الناتجة عن المصانع، والصرف الصحى فى هذه الأنهار والمحيطات.

كما أن مخلفات الصرف الزراعى، المحملة بالعديد من الأسمدة العضوية، ومياه

السيول المحملة بالمواد الذائبة العضوية والكيميائية، تعد من المصادر الخطيرة لتلوث مياه الأنهار والبحيرات، التى لا يمكن تحديد كميتها أو التحكم فيها. إلاّ أنه فى العصر الحديث، ومع ازدياد النشاط الصناعى وتلوث الجو، أصبحت مشكلة الأمطار الحمضية من الأخطار، التى تهدد مصادر المياه العذبة فى العالم، بصفة خاصة فى البلدان الصناعية.

٦- ٦. حماية الماء من التلوث

ولحماية الماء من التلوث هناك عدة وسائل واساليب يمكن استعمالها مثل :

- معالجة مياه المجارى قبل تصريفها الى المسطحات المائية .

- استعمال الوسائل الميكانيكية لتجميع النفط الطافى فوق المسطحات المائية .

- تطهير المياه قبل شربها باستعمال الاوزون او الكلور او الأشعة فوق البنفسجية.

- التخلص من الطحالب والنباتات المائية الملوثة لمياه الانهار والسدود وذلك بالوسائل الميكانيكية .

- معالجة مخلفات المصانع قبل تسربها الى المسطحات المائية .

غير ان الطريقة المثلى لحماية الماء من التلوث هى : تجنب القاء الملوثات بكافة اشكالها فى الماء ، ولا شك ان المحافظة على نقاء الماء وعدم تلوثه هى اساس المحافظة على الحياة بأشكالها المختلفة لأن الماء اصل الحياة .

ولتلافى حدوث التلوث ومعالجته يجب عمل الاتى :-

تحديد برامج لإزالة التلوث

دراسة التلوث الطارئ

٦- ٧. تنقية الماء ومعالجته.

يرغب الناس فى الحصول على ماء شرب خال من الملوثات و البكتيريا، لا لون

ولا طعم ولا رائحة له .والماء بحالته الطبيعية لا يتمتع بهذه الصفات إلا نادرًا. ولهذا يُعمد بعد سحب الماء من مصدره إلى ضخه فى أنابيب إلى محطة معالجة. وقد يخضع الماء هناك لواحدة أو أكثر من عمليات المعالجة وذلك حسب نوعية الماء وتبعًا لمواصفات ماء الشرب التى تأخذ بها المدينة.

تختلف عمليات معالجة مياه الشرب باختلاف مصادر تلك المياه ونوعيتها والمواصفات الموضوعة لها . ويجب الإشارة الى أن التغير المستمر لمواصفات المياه يؤدى أيضا فى كثير من الأحيان إلى تغير فى عمليات المعالجة . حيث أن المواصفات يتم تحديثها دوما نتيجة التغير المستمر للحد الأعلى لتركيز بعض محتويات المياه وإضافة محتويات جديدة إلى قائمة الموصفات . ويأتى ذلك نتيجة للعديد من العوامل مثل :

- التطور فى تقنيات تحليل المياه وتقنيات المعالجة.
- اكتشاف محتويات جديدة لم تكن موجودة فى المياه التقليدية أو كانت موجودة ولكن لم يتم الانتباه إلى وجودها أو مدى معرفة خطورتها فى السابق.
- اكتشاف بعض المشكلات التى تسببها بعض المحتويات الموجودة أصلا فى الماء أو التى نتجت عن بعض عمليات المعالجة التقليدية . هذا ويمكن تناول عمليات المعالجة التقليدية المستخدمة للمياه استنادا إلى مصادرها السطحية والجوفية مع التركيز على المياه الجوفية نظرا لاعتماد كثير من الدول عليها مقارنة بالمياه السطحية .
- تهدف معالجة المياه بأنواعها وتنقيتها بصفة عامة إلى :

١ – أن يكون الماء رائقا خاليا من اللون مستساغاً من حيث الرائحة والطعم .

٢ – أن يكون خاليا من المواد والأملاح الكيمائية التى تقلل من الاستفادة بالمياه فى أغراض الشرب والاستعمالات الآدمية الأخرى مثل أملاح الحديد والمنجنيز والأملاح المسببة لعسر الماء .

٣ – القضاء على مسببات الأمراض مثل البكتريا والفيروسات وحويصلات الطفيليات مثل الأميبا وبويضات الإسكارس .

٤ – أن تكون المياه المعلجة صالحة لبعض الأغراض الصناعية مثل صناعة الأغذية والمشروبات .

٥ – وأخيرا وليس أخرا أن تكون المياه التى تمت معالجتها مطابقة للمعايير والمواصفات المقررة لمياه الشرب .

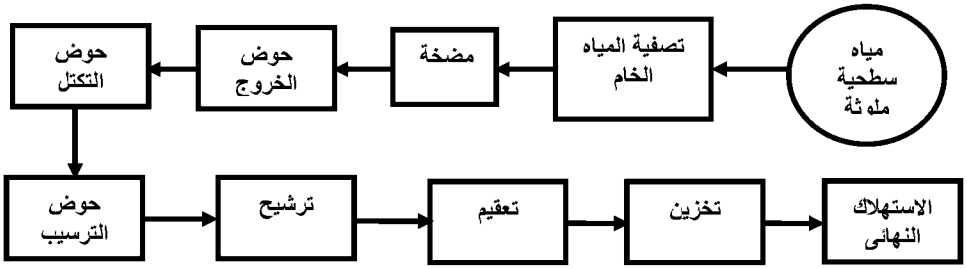
٦- ٧- ١.معالجة المياه السطحية

تحتوى المياه السطحية (المياه الجارية على السطح) على نسبة قليلة من الأملاح مقارنة بالمياه الجوفية التى تحتوى على نسب عالية منها ، وهى بذلك بعد مياه يسرة (غير عسرة) حيث تهدف عمليات معالجتها بصورة عامة إلى إزالة المواد العالقة التى تسبب ارتفاعا فى العكر وتغيرا فى اللون والرائحة ، وعليه يمكن القول أن معظم طرق معالجة هذا النوع من المياه اقتصر على عمليات الترسيب والترشيح والتطهير . وتتكون المواد العالقة من مواد عضوية وطينية ، كما يحتوى على بعض الكائنات الدقيقة مثل الطحالب والبكتيريا . ونظرا لصغر حجم هذه المكونات وكبر مساحتها السطحية مقارنة بوزنها فإنها تبقى معلقة فى الماء ولا تترسب . إضافة إلى ذلك فإن خواصها السطحية والكيميائية باستخدام عمليات الترويب الطريقة الرئيسية لمعالجة المياه السطحية ، حيث تستخدم بعض المواد الكيمائية لتقوم بإخلال اتزان المواد العالقة وتهيئة الظروف الملائمة لترسيبها وإزالتها من أحواض الترسيب .ويتبع عملية الترسيب عملية ترشيح باستخدام مرشحات رملية لإزالة ما تبقى من الرواسب ، ومن المكروبات المشهورة كبريتات الألمنيوم وكلوريد الحد يديك ، وهناك بعض المكروبات المساعدة مثل بعض البوليمرات العضوية والبنتونايت والسليكا المنشطة. ويمكن أيضا استخدام الكربون المنشط لإزالة العديد من المركبات العضوية التى تسبب تغيرا فى طعم ورائحة المياه . تتبع عمليتى الترسيب والترشيح عملية التطهير التى تسبق إرسال تلك المياه إلى المستهلك .

والشكل التالى يبين مخطط لمحطة تنقية لمياه الشرب داخل احدى المدن

واهداف معالجة وتنقية المياه فى تلك المحطة تتمثل فى الاتى :

- ازالة المواد الصلبة الطافية والمواد الكبيرة الحجم .
- ازالة الطين والرمل.
- ازالة المواد العالقة والمسببة لعكارة المياه.
- ازالة المواد التى تؤثر فى طعم ولون ورائحة المياه.
- ازالة المواد الذائبة والمواد الغروية .
- القضاء على الكائنات المسببة للمرض مثل البكتريا والفيروسات الموجودة فى المياه .



مخطط لمحطة تنقية

وتتكون مراحل التنقية من المراحل الاتية :

أ- تصفية المياه الخام بحجز المواد العالقة والطافية الكبيرة مثل قطع الاخشاب وفروع الاشجار قطع المعادن وتتم التصفية عن طريق مصافى معدنية او مشابك (الالواح المشبكة) وتتكون ابعاد فتحات المشابك ما بين ٥ الى ٧ سم فى حالة المصافى الكبيرة الفتحات وتتراوح بين ١.٥ الى ١٥ مم فى حالة المصافى الدقيقة.

وفوائد المصافى هي:

* تحسين فعالية التجميع والتكتل والترسيب من خلال تقليل حمل الملوثات

عليها

* ازالة جزء من الكائنات الحية الدقيقة وبالدرجة الاولى العوالق من البحيرات والسدود الحاوية على تركيزات قليلة من المواد المعدنية .

ب- تجميع المياه لتثبيت التدفق تمهيدا لدخولهاأحواض الترسيب.

ت- الترسيب وفيه يتم ترسيب المواد الصلبة العالقة القابلة للترسيب والتى وزنها النوعى اكبر من الوزن النوعى للماء بتاثير الجاذبية الأرضية .وفى هذه المرحلة تقل المواد العالقة فى المياه بدرجة لا تشكل عبئا على المرشحات فى المرحلة التالية .

وفى هذه العملية يتم ترسيب المواد العالقة والبكتريا .وتتوقف سرعة الترسيب على عدة عوامل أهمها :-

١ – حجم جزيئات المواد العالقة : كلما زاد الحجم أو الوزن النوعى زاد معدل الترسيب .

٢ – سرعة سريان الماء : كلما قل سرعة سريان الماء زاد معدل الترسيب .

٣ – درجة الحرارة : كلما زادت درجة الحرارة زاد معدل الترسيب .

وقد تبين أن ترسيب أهم المواد العالقة بالمياه يستغرق زمن طويلا لا يسمح بتوفير كميات المياه اللازمة للمستهلكين . لذا يتم التدخل بإضافة مواد كيميائية (مروبات) للمياه المعالجة لزيادة سرعة معدل الترسيب .

ومن أهم هذه المواد المروبة كبريتات الألومنيوم (الشبة) الذى يكون مادة هلامية (هيدروكسيد الألومنيوم) والتى تلتصق بها المواد العالقة مثل جزئيات الأتربة والطمى والبكتريا والمواد الغروية على هيئة ندف تكبر حجما وتترسب إلى القاع فى زمن وجيز بحكم ثقلها النوعى فى الماء.

ث- الترشيح _ وهى عملية تنقية المياه من المواد العالقة الدقيقة والمواد الغروية وذلك بتمريرها على وسط مسامى يقوم باحتجاز هذه المواد واحتجاز نسبة من المواد المسببة للمرض مثل البكتريا .وافضل الاوساط المساميةالمستعملة فى الترشيح

هو الرمل نظرا لتوفره ورخص سعره وعدم تغير خواصه الفيزيائية مع مرور الزمن(مادة خاملة).

و عمليا يتم إمرار الماء على طبقات متعاقبة، من الحجارة والحصى والرمل الخشن والناعم، وبذلك تحجز هذه الطبقات ـ خاصة طبقة الرمل الناعم ـ معظم المواد العالقة ومعظم الميكروبات من المرور. وعندما يستمر تشغيل المرشح تتكون طبقة جيلاتينية من الميكروبات والمواد العضوية، تملأ المسافات الموجودة بين حبيبات الرمل الناعم، فتزيد من كفاءة الترشيح ولكنها فى نفس الوقت تقلل من سرعته، وعند حدوث ذلك يجب تنظيف المرشح.

تتم عملية الترشيح فى احواض تسمى احواض الترشيح أو المرشحات ونظرا لان مادة الترشيح هى الرمل فتعرف المرشحات بالمرشحات الرملية وتنقسم حسب سرعة ترشيح المياه الى :-

المرشحات الرملية السريعة وسرعة الترشيح من ٥ الى ٢٠ متر / ساعة

المرشحات الرملية البطيئة وسرعة الترشيح من ٠.١ الى ٠.٣ متر / ساعة

غالبا شكل هذه الاحواض اما مستطيلة أو دائرية .

والشكل التالى يبين طبقات المرشح الرملى والترشيح، لا يعتبر الخطوة النهائية فى عملية التنقية، لأنه لا يزيل كل الأحياء الدقيقة الموجودة بالمياه، بل يتبقى بعضاً منها، فالمرشحات الرملية التى تعمل بطريقة صحيحة، تحجز حوالى ٩٠-٩٩٪ من الأحياء الدقيقة، وتحجز كذلك معظم المواد العالقة، وهذا يسهل إجراء التنقية النهائية للماء الا وهى التطهير ، للتخلص مما بقى به، من الأحياء الدقيقة.

ج- تطهيرالمياه ان عمليات الترسيب والترشيح التى تمر بها المياه تكون قد خلصتها من معظم البكتريا الموجودة فيها ، الا انه للتأكد من القضاء على كافة الكائنات الممرضة لابد من اجراء عملية تطهير للمياه .

اذا فالتطهير هو التدمير والقتل النوعى المنتخب للكائنات المسببة للأمراض ، مما يعنى ليس كل الكائنات الحية تموت وتدمر خلال هذه العملية ، بينما يعرف التعقيم بانه قتل وتدمير لكل الكائنات .

ويتم التطهير بعدة طرق منها : -

طرق فيزيائية : كالتسخين ، التطهير باستعمال أشعة الشمس ، التطهير باستعمال الأشعة فوق البنفسجية ، التطهير باستعمال الموجات فوق الصوتية ، الاوزون .

طرق كيميائية :كالكلور،هيبوكلوريت الصوديوم،برمنجات البوتاسيوم،اكسيد الكلور

التطهير بإضافة الكلور (الكلورة) Chlorination

يعتبر هذه الخطوة غالباً آخر عمليات تنقية المياه، وفيها يضاف الكلور أو مركباته، إلى المياه لتطهيرها، وعند إضافة الكلور إلى الماء، يحدث التفاعل الآتي:

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow H\,Cl + HO\,Cl \text{ (Hypochlorous acid)}$$

$$HO\,Cl \longrightarrow H\,Cl + O \qquad \text{(Nascent oxygen)}$$

وبذلك ينتج أكسجين نشط حديث التولد، قادر على قتل الميكروبات الدقيقة، عن طريق أكسدة محتوياتها، وهذا بالإضافة على أن للكلور تأثير قاتل، عن طريق اتحاده المباشر ببروتين الخلية.

وقد يضاف الكلور مع الأمونيا، فيتكون أحادى الكلورين Monochloramine، الذى يتحلل ببطء، ويمنع الفقد السريع للكلور، وهو يعتبر من العوامل المبيدة، إلا

أنه أبطأ فى التأثير من الأكسجين النشط.

$$NH_2OH + HOCl \rightarrow 2H_2O + NH_2Cl \qquad \text{(Monochloramine)}$$

وقد يستعمل مسحوق هيبوكلوريت الكالسيوم Calcium hypochlorite، فى صورة محلول أو أقراص، بدلاً من الكلور، فى تنقية المياه لسهولة استعماله، وهو مع الماء يعطى التفاعل التالي:

$$Ca(OCl)_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2HOCl$$

$$HOCl \rightarrow HCl + O$$

وتتوقف كمية الكلور أو مركباته التى تضاف إلى الماء، على عوامل عديدة منها:

١. تركيز الكلور ومدة التأثير.

٢. عدد وأنواع الأحياء الدقيقة الموجودة بالماء، فالبكتريا الخضرية، والسالبة لصبغة جرام، شديدة الحساسية للكلور، بينما البكتريا المتجرثمة، والجراثيم الحرة، والبكتريا الموجبة لصبغة جرام، والبكتريا الصامدة للأحماض، والبروتوزوا المتحوصلة، مقاومة لتركيزات الكلور المستعملة عادة.

٣. كمية المادة العضوية خاصة البروتينية الموجودة بالماء، فالكلور يتحد بالمادة العضوية، فيقل تركيزه، وتضعف فاعليته.

٤. درجة الـ pH، ودرجة الحرارة، فتزيد سرعة تفكك الكلور فى الوسط الحامضى، وفى الحرارة العالية فيقل تأثيره.

وفى اغلب الأحوال، يستعمل غاز الكلور المضغوط الى سائل لتنقية مياه الشرب، مع استعمال أجهزة خاصة للإضافة، لضبط الكمية الداخلة على الماء.

ولتنقية المياه، تضاف كمية كافية من الكلور، تكفى لتنقية المياه، ويتبقى بعد ٢٠ دقيقة من إضافتهن ٠.٢ إلى ٢.٠٠ مجم/لتر (جزء فى المليون) على الأقل، من الكلور الفعال المتبقى Residual chlorine، فوجود هذه النسبة يدل على أن كمية

الكلور المضافة كانت كافية لقتل الميكروبات الحساسة، مع تبقى جزء منه كاحتياط وقائى، ضد احتمالات التلوث الأخرى.

وتزداد النسبة المضافة من الكلور، إذا زاد عدد الميكروبات بالماء أو احتوى الماء على مواد عضوية، أو مواد قابلة للأكسدة، وأيضاً حسب الظروف الصحية بالمنطقة.

بعد معالجة المياه بالكلور، توزع هذه المياه على المستهلكين، بواسطة مواسير مقفلة، بعيدة عن مياه المجارى، حتى لا تتسرب إليها الميكروبات، وتتلوث مرة أخرى.

التطهير باستخدام الاوزون

❖ يستخدم غاز الأوزون فى تعقيم المياه فى الدول الأوروبية لفاعليته فى قتل مسببات الأمراض وإزالة أسباب الطعم والرائحة من المياه .

❖ يستعمل الأوزن فى عمليات المياه الكبرى والصغيرة وحمامات السباحة ويستخدم فى مصر لتعقيم المياه المعبأه .

❖ هو غاز قابل للذوبان فى الماء بسهولة ويضاف بجرعات حتى ٤ جزء فى المليون وفترة تماس من ١٠ ~ ١٥ دقيقة . يراعى عند تعقيم المياه بالاوزون زيادة الكمية المضافة قليلا للتخلص من أى مواد تسبب تغييرا فى الطعم و الرائحة. ومن عيوب هذه الطريقة أن الاوزون المتخلف لا يبقى فى الماء أكثر من ٣٠ دقيقة حيث يتحول الاوزون إلى أكسجين . وبالتالى فأن المياه بالشبكة لا تحتوى على إوزون متبقى لحماية المياه من التلوث.

وإنتاج الإوزون من الهواء الجوى يحتاج إلى أجهزة كهربائية خاصة لتوليد الإوزون غالية الثمن بالإضافة إلى أعمال الصيانة والتشغيل التى يجب أن تتم على أرقى مستوى فنى .

ولهذا فإن هذه الطريقة غير شائعة فى دول العالم الثالث.

ح- التخزين : يقصد بالتخزين هو تجميع المياه فى خزان لضمان تجانس كبير

للتدفق المعالج من جهة ومن جهة اخرى ضمان استمرار تدفق المياه فى حالة حدوث عطب او عطل فى المراحل السابقة .ومن الضروى ان يكون منشأت التخزين قريبة من المستهلك .

خ- التوزيع : يتمثل التوزيع عملية تزويد المستهلكين بالكميات المطلوبة من الماء وبالضغط المناسب اللازم فى اى وقت ، وهذا يتطلب وضع شبكة من المواسير ذات اقطار مدروسة لاكبر تدفق ممكن ان يمر باى نقطة من نقاط الشبكة .

٦- ٧- ٢. معالجة المياه الجوفية :

تعد مياه الآبار من أنقى مصادر المياه الطبيعية التى يعتمد عليها الكثير من سكان العالم . إلا أن بعض مياه الآبار وخصوصا العميقة منها قد تحتاج ألى عمليات معالجة متقدمة وباهظة التكاليف قد تخرج عن نطاق المعالجة هى إضافة الكلور لتطهير المياه ثم ضخها الى شبكة التوزيع ، إذ تعد عملية التطهير كعملية وحيدة لمعالجة مياه بعض الآبار النقية جدا والتى تفى بجميع مواصفات المياه ، الا أن هذه النوعية من المياه هى الأقل وجودا فى الوقت الحاضر ، لذلك فأنه إضافة لعملية التطهير فان غالبية المياه الجوفية تحتاج الى معالجة فيزيائية وكيمائية إما لإزالة بعض الغازات الذائبة مثل ثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين ، أو لإزالة بعض المعادن مثل الحديد والمغنيز والمعادن المسببة لعسر الماء، وتتم إزالة الغازات الذائبة باستخدام . عملية التهوية والتى تقوم أيضا بإزالة جزء من الحديد والمنجنيز عن طريق الأكسدة ، وقد يكون الغرض من التهوية مجرد كما يحدث لبعض مياه الآبار العميقة التى تكون حرارتها عالية مما يستدعى تبريدها حفاظا على كفاءة عمليات المعالجة الأخرى . أما إزالة معادن الحديد والمنغنيز فتتم بكفاءة فى عمليات الأكسدة الكيمائية باستخدام الكلور أو برمنجنات البوتاسيوم .

ان الطابع العام لمعالجة المياه الجوفية هو إزالة العسر بطريقة الترسيب ، ويتكون عسر الماء بصورة رئيسة من مركبات الكالسيوم والماغنسيوم الذائبة فى الماء . ويأتى الاهتمام بعسر الماء نتيجة لتأثيره السلبى على فاعلية الصابون ومواد التنظيف

الأخرى ، بإضافة الى تكوين بعض الرواسب فى الغلايات وأنابيب نقل المياه تعتمد كثير من دول العالم مثل المملكة العربية السعودية اعتماد كبيرا على المياه الجوفية لاستخدامها فى الأغراض المختلفة ، الأمر الذى ساهم فى انتشار محطات معالجة المياه الجوفية فى ربوعها المختلفة . وفيما يلى استعراض موجز للعمليات المختلفة لمعالجة المياه الجوفية فى هذا النوع من المحطات .

عمليات معالجة المياه الجوفية تشمل العمليات الاتية :

أ ـ التيسير (إزالة العسر) بالترسيب

ب ـ الترسيب

ج ـ الموازنة (إعادة الكربنة)

د-الترشيح

و ـ معالجة المخلفات والرواسب الصلبة

أ ـ التيسير (إزالة العسر) بالترسيب

تعنى عملية التيسير أو إزالة العسر للمياه (water softening) إزالة مركبات عنصرى الكالسيوم والماغنسيوم المسببة للعسر عن طريق الترسيب الكيمائى . وتتم هذه العملية فى محطات المياه بإضافة الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم) إلى الماء بكميات محدودة حيث تحدث تفاعلات كيمائية معينة تتشكل عنها رواسب من كربونات الكالسيوم و هيدروكسيد الماغنسيوم . وقد يتم اللجوء فى كثير من الأحيان الى إضافة رماد الصودا (كربونات الصوديوم) مع الجير للتعامل مع بعض صور العسر . وتشمل عملية التيسير على حوض صغير الحجم نسبيا تتم فيه إضافة المواد الكيمائية حيث تخلط مع الماء الداخل خلطا سريعا لتوزيعها فى الماء بانتظام ، ثم ينقل الماء الى حوض كبير الحجم ليبقى فيه زمنا كافيا لإكمال التفاعلات الكيمائية وتكوين الرواسب حيث يخلط الماء فى هذه الحالة خلطا بطيا يكفى فقط لتجميع والتصادق حبيبات الرواسب وتهيئتها للترسيب فى المرحلة التالية ، شكل (٢).

ب ـ الترسيب

تعد عملية الترسيب من أوائل العمليات التى استخدامها الأنسان فى معالجة المياه . وتستخدم هذه العملية لإزالة المواد العالقة والقابلة للترسيب أو لإزالة الرواسب الناتجة عن عمليات المعالجة الكيمائية مثل التيسير والترويب . وتعتمد المرسبات فى أبسط صورها على فعل الجاذبية حيث تزال الرواسب تحت تأثير وزنها.

تتكون المرسبات غالبا من أحواض خرسانية دائرية أو مستطيلة الشكل تحتوى على مدخل ومخرج للماه يتم تصميميها بطريقة ملائمة لإزالة أكبر كمية ممكنة من الرواسب ، حيث تؤخذ فى الاعتبار الخواص الهيدروليكية لحركة الماء داخل الخوض . ومن الملامح الرئيسة لحوض الترسيب احتوائه على نظام لجمع الرواسب (الحمأة) وجرفها إلى بيارة فى قاع الحوض حيث يتم سحبها والتخلص منها بواسطة مضخات خاصة . ويوضح الشكل (٣) مقطعا فى حوض ترسيب دائرى . ويمكن دمج عمليات إضافة المواد الكيمائية والخلط البطىء والترسيب فى حوض واحد يسمى مرسب الدفق العلوى شكل (٤).

ج ـ الموازنة (إعادة الكربنة):

نظرا لأن المياه الناتجة هن عملية التيسير تكون فى الغالب مشبعة برواسب كربونات الكالسيوم ، وحيث أن جزءا من هذه الرواسب يتبقى فى الماء بعد مروره بأحواض الترسيب فإنه من المحتمل أن يترسب بعضها على المرشحات أو فى شبكات التوزيع مما يؤدى إلى انسداد أو الحد من كفاءة المرشحات الشبكات . لذلك فإن عملية التيسير لضمان عدم حدوث تلك الأضرار . ومن عمليات الموازنة الأكثر استخداما فى التطبيق التقليدية هى إضافة غاز ثانى أكسيد الكربون بكميات محددة بهدف تحويل ما تبقى من كربونات الكالسيوم الى صورة البيكربونات الذائبة

د-الترشيح:

هو العملية التى يتم فيها إزالة المواد العالقة (العكارة) . وذلك بإمرار الماء خلال وسط مسامى مثل الرمل وهذه العملية تحدث بصوره طبيعية فى طبقات الأرض عندما تتسرب مياه الأنهار الى باطن الأرض . لذلك تكون نسبة العكر قليلة جدا أو

معدومة فى المياه الجوفية مقارنة بالمياه السطحية (الأنهار والبحيرات وأحواض تجميع مياه الأمطار) التى تحتوى على نسب عالية من العكر .

تستخدم عملية الترشيح أيضا فى إزالة الرواسب المتبقية بعد عمليات الترسيب فى عمليات المعالجة الكيمائية مثل الترسيب والترويب .

تعد إزالة المواد العالقة من مياه الشرب ضرورية لحماية الصحة العامة من ناحية ولمنع حدوث مشاكل تشغيلية فى شبكة التوزيع من الناحية الأخرى . فقد تعمل هذه المواد على حماية الأحياء الدقيقة من أثر المادة المطهرة ، كما أنها قد تتفاعل كيمائيا مع المادة المطهرة كما أنها قد تتفاعل كيمائيا مع المادة المطهرة مما يقلل من نسبة فاعليتها على الأحياء الدقيقة ، وقد تترسب المواد العالقة فى بعض أجزاء شبكة التوزيع مما قد يتسبب فى نمو البكتريا وتغير رائحة المياه وطعمها ولونها.تتم عملية الترشيح داخل المرشح الذى يتكون من ثلاث أجزاء رئيسة وهى : صندوق المرشح والتصريف السفلى ووسط الترشيح ، شكل (٥). يمثل صندوق المرشح البناء الذى يحوى وسط الترشيح ونظام التصريف السفلى ، ويبنى صندوق المرشح فى العادة من الخرسانة المسلحة ، كما توجد فى قاعة ـ الذى يتكون من أنابيب وقنوات مثقبة ـ طبقة من الحصى المدرج لمنع خروج حبيبات الرمل من خلال الثقوب . والغرض من نظام التصريف السفلى تجميع المياه المرشحة وتوزيع مياه الغسيل عند إجراء عملية الغسيل للمرشح . أما وسط الترشيح فهو عبارة عن طبقة من رمل السيليكون ، وحديثا أمكن الاستفادة من الفحم المجروش ورمل الجارنت . عند مرور المياه خلال وسط الترشيح تلتصق المواد العالقة فى بجدران حبيبات الوسط ، ومع استمرار عملية الترشيح تضيق فجوات الوسط للمياه بحيث يصبح المرشح قليل الكفاءة وعند ذلك يجب إيقاف عملية الترشيح وغسل المرشح لتنظيف الفجوات من الرواسب يتم فى عملية الغسيل ضخ ماء نظيف بضغط عال من أسفل المرشح عبر نظام التصريف السفلى ينتج عنه تمدد الوسط وتحرك الحبيبات واصطدم بعضها مع البعض ، وبذلك يتم تنظيفها مما علق بها من رواسب . وتندفع هذه الرواسب مع مياه الغسيل التى تتجمع فى قنوات خاصة موضوعة فى أعلى صندوق المرشح ، وتنقل الى المكان الذى يتم فية معالجة مخلفات المحطة وتستمر

عملية الغسيل هذه لفترة قصيرة من الزمن (٥ –١٠ دقائق) بعدها يكون المرشح جاهزا للعمل .

و ـ معالجة المخلفات والرواسب الصلبة :

تمثل الحماة المترسبة فى أحواض الترسيب ومياه الغسيل الناتجة عن غسل المرشحات المصدرين الرئيسين للمخلفات فى محطات معالجة المياه . وتحتاج هذه المخلفات إلى معالجة لتسهيل عملية التخلص منها ولحماية البيئة من التلوث الناتج عنها . ويتم ذلك بضخ مياه الغسيل الى حوض للتر ويق ، حيث تضاف إليها مادة كيمائية مناسبة مثل البوليمر لتساعد على ترسيب المواد العالقة فى مياه الغسيل ، ثم تعاد المياه الناتجة عن هذه العملية إلى بداية خط المعالجة فى المحطة . آما الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب والمواد المترسبة فى حوض الترويق فيتم إرسالها إلى حوض للتثخين حيث يتم تثخينها بإضافة البوليمة الناسب ، وتعاد المياه الناتجة عن هذه العملية إلى مدخل المياه فى المحطة ، وبع ذلك تتعرض الحمأة المثخنة إلى عملية نزع المياه منها بطرق ميكانيكية (الطرد المركزى أو الترشيح الميكانيكى) يتم فى النهاية الحصول على مواد صلبة تحتوى على كميات قليلة من المياه يمكن التخلص منها بوضعها فى أحواض للتجفيف أو دفنها فى باطن الأرض ، كما يمكن استخلاص بعض المواد الكيمائية من هذه المخالفات ليعاد استخدامها فى عمليات المعالجة .

٦- ٨. توزيع الماء

.يُسحب الماء المعالج إلى محطة ضخ حيث يضخ فى أنابيب ضخمة من الحديد المجَلْفن تسمى أنابيب المياه الرئيسية .تمدد هذه الأنابيب الرئيسية تحت الشوارع وتنقل الماء إلى كل صنابير إطفاء الحرائق .وتتصل بأنابيب أصغر توصل بدورها الماء إلى كل بيت ومكتب ومطعم. وتدفع محطة الضخ الماء فى الأنابيب الرئيسية تحت ضغط يكفى لإيصاله لكل صنبور، ويكون هذا الضغط عادة عاليًا إلى درجة لا تستطيع عندها أن تحبس ماء صنبور مفتوح بإصبعك.

وأحيانًا، يكون الاحتياج إلى الماء بدرجة لا تستطيع محطة الضخ أن تؤمنه، وفى

هذه الحالة ينساب الماء ببطء من الصنابير وخاصة فى أيام الصيف الحارة حينما يقوم الناس برى المسطحات الخضراء وملء برك الحدائق أو كثرة الاستحمام. كما يمكن أن ينخفض ضغط الماء عندما تستعمل المطافئ كميات كبيرة من الماء لإطفاء حريق كبير.

تضخ العديد من المدن الماء إلى خزانات تخزين من أجل الإبقاء على ضغطه عاليًا طيلة الوقت، وتُبنى هذه الخزانات عادة فوق قمم التلال أو على هيئة أبراج عالية. ولدى فتح هذه الخزانات يجرى الماء بفعل الجاذبية إلى أسفل ويكتسب قوة للاندفاع داخل الأنابيب الرئيسية.

٦- ٩. التخلص من الماء المستعمل

.يُستعمل معظم الماء فى منازلنا للتخلص من الفضلات وحملها بعيدًا. ويُسمى هذا الماء مع ما يحمله من فضلات ماء الصرف الصحى. وتستعمل المصانع الماء لشطف فضلات الصناعة كالأحماض وزيوت التشحيم. ويصرف ماء الصرف الصحى فى معظم المدن فى نظام أنابيب تمتد تحت الشوارع، وتنقل ماء المجارى بعيدًا عن المنازل والمصانع والفنادق والمبانى الأخرى.

لمياه الصرف الصحى رائحة كريهة، وأهم من هذا احتواؤها على البكتيريا المسببة للأمراض. وتوجد فى معظم المدن معامل لتنظيف مياه الصرف الصحى وقتل البكتيريا فيها قبل أن تُصرَّف إلى نهر أو جدول أو بحيرة. ولمعرفة كيفية معالجة مياه الصرف الصحى. .

تعالج مياه الصرف الصحى فى الأقطار المتقدمة، والقليل فقط منها يتخلص منه بدون معالجة ويُصرَّف إلى الأنهار. ويسبب تصريف مياه الصرف الصحى غير المعالجة إلى الأنهار مشاكل خطرة للمدن التى تأخذ مياهها من هذه الأنهار.

٦- ٩- ١. معالجة مياه الصرف الصحى

ادى التطور الذى شهدته معظم دول العالم وزيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة إلى ارتفاع ملحوظ فى الطلب على المياه ورغم أن بعض الدول لاتعانى من

هذه المشكلة بسبب تنوع مصادر المياه التقليدية فيها ووجود هذه المياه بكميات تفى بالطلب إلا أن توزيع المياه المصالحة للاستعمال على سطح الكرة الأرضية ليس متساوياً . وقد أدى ذلك إلى اختلال التوازن بين الكميات المتوفرة من المياه والطلب الفعلى عليها ، الأمر الذى أدى إلى التفكير فى تنويع مصادر المياه واستغلال أكبر كمية ممكنة منها بشتى الطرق . وتعد إعادة استعمال مياه الصرف الصحى المعالجة من طرق استغلال المياه التى تلاقى قبولاً ملحوظاً فى الاونة الاخيرة .

إن الغرض من معالجة مياه الصرف الصحى هو إسراع العمليات الطبعية التى تحدث لتلك المياه تحت ظروف محكمة وبحجم صغير . ونتيجة لتقدم العلم فى مجال الكيمياء والكيمياء الحيوية وعلم الاحياء الدقيقة وزيادة المعرفة بتأثير الملوثات على البيئة سواء على المدى القريب أو البعيد إضافة إلى التقدم الصناعى وإنتاج مواد جديدة جعل من الضرورى تطوير طرق المعالجة لتلك المياه بحيث تكون قادرة على إزالة معظم الملوثات التى لم يكن من السهل إزالتها بالطرق المستعملة قديماً .

وعموما فان معظم الملوثات الموجودة فى الصرف الصحى يمكن ازالتها والتخلص منها بالطرق الفيزيائية او ، البيولوجية اوالكيميائية

ويتم اختيار طريقة المعالجة تبعا لظروف كل مشروع وحسب الحاجة والغرض المنشا من اجلها وحدات المعالجة ، فيمكن ان تقتصر على المعالجة الفيزيائية او البيولوجية ، كما يمكن دمج اكثر من طريقة للمعالجة وهذا هو الشائع اذا لا يخلو اى مشروع من وحدات فيزيائية بجانب وحدات كيميائية او بيولوجية .

طرق وعمليات معالجة مياه الصرف الصحى

تشمل معالجة مياه الصرف الصحى مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية والبيولوجية التى يتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة أو تقليلها إلى درجة مقبولة ، وقد يشمل ذلك إزالة بعض العناصر الغذائية ذات التركيزات العالية مثل الفوسفور والنيتروجين فى تلك المياه ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلى عمليات تمهيدية وأولية وثانوية ومتقدمة ، وتأتى عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة فى نهاية مراحل المعالجة .

أستخدامات المياه المعالجة

يمكن استعمال مياه الصرف الصحى المعالجة فى عدة أغراض سواء بطريقة مباشرة او غير مباشرة ، ويوضح الشكل التالى أهم استعمالات تلك المياه . وبصفة عامة فإن نسبة إعادة استعمال المياه المعالجة من قبل القطاعات المختلفة تتمثل فى الاتي:

١. أغراض زراعية ٦٠ ٪
٢. أغراض صناعية ٣٠ ٪
٣. أغراض أخرى كتغذية المياه الجوفية ١٠ ٪

محاسن المياه المعالجة

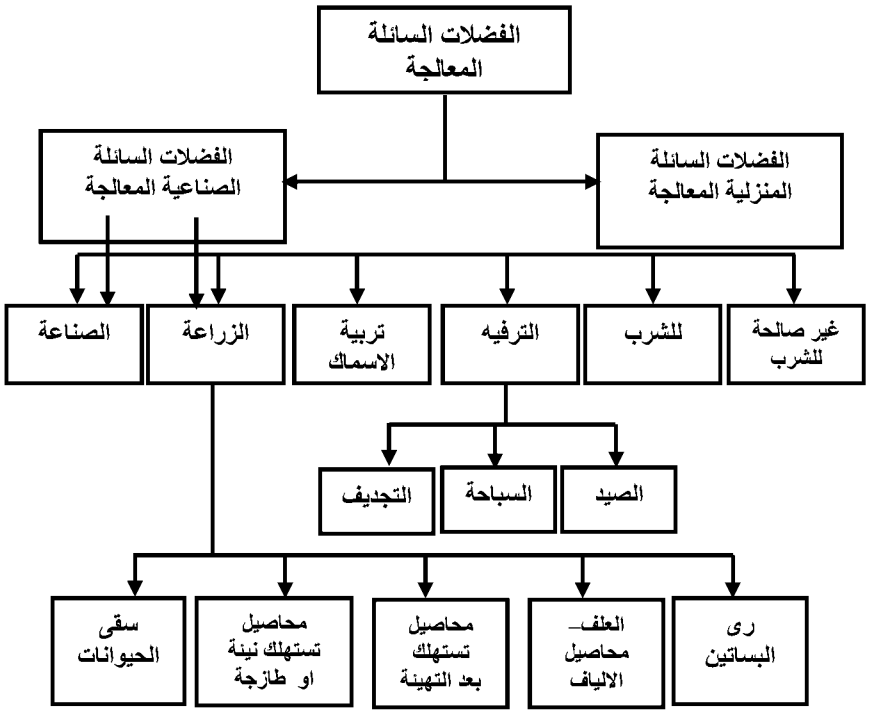
من محاسن استعمال مياه الصرف الصحى المعالجة المحافظة على احتياطى المياه حيث أن استعمالها فى الزراعة او أى استعمالات أخرى بدلا عن المياه الصالحة للشرب يؤدى إلى توفير هذه المياه والتوسع فى المساحات الزراعية لا نتاج محاصيل متنوعة وبسعر أقل كما يؤدى أيضا إلى التقليل من التكاليف المتعلقة بإنتاج واستيراد واستعمال الأسمدة بسبب وجود العناصر الضرورية للنبات فى تلك المياه والتقليل من تكاليف الحصول على المياه فى الزراعة خاصة إذا كانت مصادر تلك المياه جوفية.

مجالات استخدام المياه المعالجة

تختلف درجة معالجة مياه الصرف الصحى حسب الاستعمال المطلوب ، وقد اقترحت منظمة الصحة العالمية طرق معالجة خاصة بالاستعمالات الشائعة لتلك المياه ، وتتضمن مجالات استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة ما يلى :

١. الشرب
٢. المرافق الترفيهية
٣. الزراعة
٤. إيقاف انسياب المياه المالحة

والشكل التالى يبين أستخدامات مياه الصرف المعالجة فى الاغراض المختلفة .



شكل أستخدامات المياه المعالجة

المراجع العربية :

القرآن الكريم:

١- معالجة مياه الصرف الصحى وتشغيل المحطات احمد السروى دار الكتب العلمية .٢٠٠٦

٢- هندسة الامداد بالمياه د صادق العدوي١٩٩٢ م.

٣- اعداد المياه للاستخدام المنزلى محمد احمد خليل ٢٠٠٤ .

٤- المعالجة البيولوجية لمياه الصرف أحمد السروى الدار العلمية ٢٠٠٧

٥- علم المياه تأليف الدكتور جهاد على الشاعر

٦- "الموسوعة العربية العالمية"، مؤسسة أعمال الموسوعة للنشر والتوزيع، ط٢، ١٤١٩هـ/ ١٩٩٩م.

٧- إبراهيم صالح المعتاز، "الأمطار"، مجلة العلوم والتقنية، العدد الثانى عشر، مايو ١٩٩٠.

٨- محمد رشاد الطوبى، "وجعلنا من الماء كل شئ حي"، سلسلة كتاب اقرأ،العدد ٥٠٧، دار المعارف، ط٢، ١٩٩٢.

٩- آن تيرى هوايت، "الأنهار العظيمة فى العالم"، ترجمة محمد عبدالفتاح

١٠- سمير المنهراوى، عزة حافظ، "المياه العذبة"، الدار العربية للنشر والتوزيع، ط١، القاهرة، ١٩٩٧.

١١- "دراسة مشاكل المياه والبيئة". المجلس الاعلى للعلوم والتكنولوجيا

١٢- مواقع من شبكة المعلومات العالمية (الأنترنت).

١٣- الموسوعة العربية العالمية.

١٤- الجديد فى المنظور العلمى للقرآن المجيد، الجزء الأول، د. إسلام الشبراوى،

دار الرسالة الجدى.
١٥- معالجة مياه الصرف الصناعى أحمد السروى دار الكتب العلمية ٢٠٠٧

المراجع الاجنبية

١- Water treatment (BSP-Indian publications)١٩٩١ .
٢- Water Purifications Mc Graw-Hill New York ١٩٩٣
٣- Publications of world health organization about guidelines of drinking water.
٤- Encyclopedia Academic, Grolier International, New York, ١٩٩٠.
٥- Encyclopedia Britannica, En. Bri. Inc., Chicago, ١٩٩٣.
٦- Lodish, Harvey, et al., Molecular Cell Biology, ٣rd ed. Scientific American Books, New York, ١٩٩٥.
٧- Canadian Ministry of Supply & Services: Guidelines for Drinking Water Quality, Supporting Documentation, Quebec, ١٩٨٠.
٨- Burton, M.A.S., Biological Monitoring of Environmental Contaminants, University of London, ١٩٨٦.
٩- Farndon, J., Children's Encyclopedia, Harper Collins Publishers Ltd., London, ١٩٩٨.
١٠-World Health Organization, WHO, Guidelines for Drinking Water Quality, vol. ٣, Quality Control, after the First Impression ١٩٨٥, Geneva, ١٩٨٩.
١١- World Health Organization, WHO, Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture, T.R. no. ٧٧٨, Geneva, ١٩٨٩.
١٢- Heesman, R., Wilson, A., Manual on Analytical Quality Control for the Water Industry, Water Research Centre, Stevenage, ١٩٧٨.
١٣-http://www.infinitywater.us/about.html
١٤- Hand book of water resources and pollution control Harry W and Jacob ١٩٧٩.
١٥-Introduction to Environmental Science W.HFreeman and Company, San Francisco ١٩٨٠.