جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية التربية / قسم الكيمياء

تصفيــة
ميـــاه الشــرب بالطــرق الفيزيـــائيــة

بحث يتقدم به الطالب (كرار حاكم خماط)
الـى مجلس كلية التربية /قسم الكيمياء لنيــل درجة
البكالـــوريوس في الكيمياء

بأشراف الاستاذ :

د . هيثم كاظم

1439 هـ

2018 م

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا ۖ

إِنَّكَ أَنتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

صدق الله العلي العظيم
البقرة /٣٢

اهداء

اهدي هذا العمل المتواضع الى ابي الذي لم يبخل علي يوما بشيء

والى امي التي زرودتني بالحنان والمحبة

اقول لهـم: انتـم وهبتموني الحياة والامل والنشأة على شغف

الاطلاع والمعرفة

والى اخوتي واسرتي جميعا ثـم الى كـل من علمني حرفا

واصبح شمعة براقة تضئ الطريق امامي

شكر وتقدير

الحمد الله الذي جعل اهل العلم اكثر الناس خشية له فهي

مكرمه مفتاحها الاعتراف في الفضل وغايتها عدم ادعاء الكمال

فله وحده العزة والكمال واليه يرجع الامر من قبل ومن بعد

ونحن نضع لمسات بحثنا الاخيرة لا نسع الا ان نتقدم الى استاذنا

الفاضل هيثم كاظم بالشكر والعرفان الذي لن تفيه الكلمات لإشرافه

على موضوع البحث ودعمه اللامحدود لنا الشكر موصول الى ادارة قسم

الكيمياء وختاما كلمة شكر وعرفان الى كل من علمنا حرفا والى عوائلنا

وزملائنا لوقوفهم معنا ولدعواتهم التي ذلت الكثير من الصعاب

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الفصل الاول/ المقدمة	
(١-١)تعريف الماء	١
(١-٢)خصائص الماء	٣
(١-٣)اضرار استخدم المياه الملوثة على الانسان	٤
(١-٤)مصادر تلوث المياه	٥
(١-٥)تلوث المياه كيميائيا وتأثيره على الانسان	٩
الفصل الثاني / الجزء النضري	١١
(٢-١)اهمية تصفية مياه الشرب وتأثيرها على الانسان	١٢
(٢-٣)طرق المعالجة التقليدية	١٤
(٢-٤)معالجة المياه السطحية	١٥
(٢-٥)معالجة المياه الجوفية	١٦
(٢-٦)الطرق الفيزيائية في تصفية ومعالجة المياه	١٧
(٢-٧)تنقية المياه باستخدام الاشعة فوق البنفسجية	١٨
(٢-٨)تنقية المياه باستخدام الطاقة الشمسية	٢٢
(٢-٨)التناضح العكسي RO أو الاسموزيه Osmosis	٢٣
المصادر	٢٥

مقدمة

المـــــــــاء هو ذلك المركب الشفاف عديم اللون والطعم والرائحة الذي يتعامل معه الانسان وهو ما يسمى بالماء النقي او الماء الصالح للشرب وان اي مكون يضاف للمياه يغير من صفاتها الفيزيائية او الكيميائية يعتبر ملوثا او غير صالح للشرب ولابد من تنقيت هذه المياه قبل استخدامها وهنالك طرق متعددة في تنقيتها وتصفيتها مثل الطرق الفيزيائية وتتضمن (التسخين ....الاشعة فوق البنفسجة ....التنقية باستخدام الطاقة الشمسية .....او باستخدام التناضح العكسي RO) والطرق الكيميائية وتتضمن (التنقية بالأوزون ...استخدام الكلور او الفلور ....استخدام شب البوتاسيوم) .

الفصل الاول

المقدمة

(١-١) تعريف الماء

الماء مركب كيميائي شفاف عديم اللون والطعم والرائحة والذي يتركب من ذرتي هيدروجين وذره اوكسجين واحدة والصيغة الجزيئية هي H2O يشكل الماء حوالي % 70 من مساحة سطح الارض على شكل محيطات وبحار وتحتوي المحيطات والبحار 97.5% من ماءالكوكب ويكون الماء مالحا فيها اما الباقي من المياه فيوجد على شكل ماء عذب تبلغ نسبته2.5% والمتمثلة بالمياه الجوفية ومياه الانهار والينابيع اضافة الى الرطوبة الموجود في الجو ويحصل الانسان على الماء عن طريق طعامه وشرابه ويتواجد في كل الاغذية بنسب مختلفة هنالك بعض العناصر تكسب الماء صفة(الماء الصالح للشرب)وذلك لان هذه العناصر مفيدة ونقصها يؤدي الى اضطرابات في الصحة العامة وتخضع مياه الشرب لمعايير دولية تحددها منضمة الصحة العالمية OMS والبالغ عددها 61 (معيار)يمكن التعرف على بعضها بواسطة الحواس (اللون - الرائحة - المذاق - المظهر) اما بقية المعايير الاخرى فهي فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجي ويمثل الماء نسبة 50 -90% من جسم الكائن الحي وللماء مميزات عديدة من اهمها القدرة العالية على خزن الحرارة ولذلك فهو يلعب دور مهم في تغيير المناخ والتوازن البيئي ويأخذ الماء اشكال متعددة في البيئة فهو يظهر على شكل مياه في الحالة السائلة كما في البحار والانهار ويمكن ان يظهر بشكل صلب كما في الجبال الجليدية المتجمدة ويمكن ان يكون على شكل بخار الماء الموجود في الجو والغيوم وقد يظهر الماء على شكل رطوبة او قطيرات صغيره من الماء المخزن في التربة ويكون الماء اخف وزنا عندما يكون في الحالة الصلبة ويكون اثقل في الحالة السائلة وهذا بعكس بقية السوائل في الطبيعة ولذلك فان تبريد الماء يؤدي الى تقليص حجمه حتى تصبح درجة حرارة الماء 4 درجة مئوية ولكنه بعد ذلك ينعكس هذا الواقع الى تمدد حجم الماء تحت هذه الدرجة حتى درجة الصفر المئوي والتي عندها يتحول الماء الى جليد صلب ذي كثافة اقل. ويحظى الماء بأهمية كبيره عند الاديان السماوية وخاصتا الدين الاسلامي اذ به يتم الوضوء قبل كل صلاه كما يستعمل الماء لتطهير من النجاسات في كل بالغسل وكذلك لغسل الاموات قبل الدفن ووردت كلمة الماء في القرآن ٦٣ مره وغالبا ما كان ورودها بمعنى النعمة لما للماء من اهمية بالغة ومن ابرز الآيات التي ذكر فيها الماء (وجعلنا من الماء كل شيء حي) وقد فسر العلماء هذه الآية بان الله جعل الماء سببا للحياة وقد ورد ذكر الماء ايضا في صوره النور (والله خلق كل دابة من ماء) وقال تعالى ايضا (الم تر ان الله انزل من السماء ماء فأخرجنا به ثمرات مختلفا الوانها ومن الجبال جدد بيض وحمر مختلفة الوانها ...) بين الله تعالى الأهمية الكبيرة للماء وكيف كان الماء سببا في نشوء الحياه حيث لا توجد حياه بلا مياه .

(٢-١) خصائص الماء

١) **التماسك (Cohesion)** : تعتبر خاصيّة التماسك من أهم خصائص الماء، حيث تنجذب جزيئات الماء إلى بعضها البعض بسبب خاصيّة قطبية جزيئات الماء، فتتكون روابط هيدروجينيّة بين الجزيئات المتجاورة، وبسبب هذه الخاصيّة، يبقى الماء على شكل سائل في درجات الحرارة العادية، دون أن يتبخر ويتحول إلى سائل.

٢) **التلاصق (Adhesion)** : تعني خاصية التلاصق أنّ جزيئات الماء يمكن أن تلتصق بالأسطح الأخرى، وهذا هو السبب في أنّ الماء ينتشر على شكل طبقة رقيقة على بعض الأسطح، مثل الزجاج، فعندما تُلامس جزيئات الماء هذه الأسطح، فإنّ هذه القوى اللاصقة تتغلب على قوى التماسك مما يؤدي إلى انتشار الماء على السطح

٣) **التوتر السطحي (Surface tension)** : يمتلك الماء خاصيّة التوتر السطحي وتحدث هذه الظاهرة على سطح السائل فقط، لأنّ سطحه يكون على اتصال مباشر مع الغاز في الجو، فيصبح سطح السائل وكأنه ورقة مرنة رقيقة فالجزيئات التي تكون موجودة على سطح الماء لا تكون مُحاطة بجزيئات متماثلة من جميع الجوانب، لذا فإنّ القوى الوحيدة التي تقوم بربطها وسحبها هي قوة التماسك للجزيئات الأخرى الموجودة داخل ذلك السطح، حيث تتماسك هذه الجزيئات مع بعضها بقوة كبيرة، ولكن قوة تماسكها مع جزيئات المحيط تكون ضعيفة، فتجعل هذه الخاصية قطرات الماء تتجمع على بعضها بحيث تغطي أصغر مساحة ممكنة من السطح، ومن الأمثلة على هذه الخاصيّة طريقة تكوّر جزيئات الماء على الأسطح مثل السيارات وأوراق الأشجار

٤) **الخاصية الشعرية(Capillary action)** : تنتج الخاصية الشعرية بسبب التوتر السطحي، ومن الأمثلة على ذلك ما يحدث في النباتات عندما تحاول امتصاص الماء من التربة، حيث تلتصق جزيئات الماء بالسطح الداخلي لأنابيب النبتة، ولكنّ التوتر السطحي يحاول تسطيحها، مما يؤدي الى ارتفاع جزيئات الماء في النبتة لتتماسك مع نفسها مرة أخرى، وهي العملية التي تستمر حتى تتشكل كمية كافية من المياه لجعل الجاذبية تبدأ بسحب الماء إلى الوراء مرة أخرى

٥) الحرارة النوعية (Heat quality) : يتميّز الماء بأنه يمتلك درجة حرارة نوعيّة عالية، وهي كمية الطاقة المطلوبة لتغيير درجة حرارة المادة، لذا يستطيع الماء استيعاب كميات كبيرة من الطاقة الحرارية قبل أن يصبح ساخنا ، كما أنّ هذا يعني أنّ الماء يقوم بإطلاق الطاقة الحرارية ببطء عندما يتم تبريده من الظروف المحيطة، وتساعد هذه الخاصية الكائنات الحية على تنظيم درجة حرارة جسمها بشكل أكثر فعاليّة، كما وتساعد على جعل مناخ الأرض معتدلا.

٦) مذيب شامل (Solvent) : يستطيع الماء إذابة عدد كبير من المركبات الكيميائية المختلفة، لأنّه يُعتبر مذيب شامل، ومن الجدير بالذكر أنّ هذه الخاصية تُمكنّ الماء من حمل العناصر المُغذيّة المذابة في المياه الجارية، والمياه الجوفية المُتدفقة.

٧) التعادل الحامضي (Tie acid) : التعادل الحمضي درجة حموضة الماء عندما يكون نقي تكون محايدة، وذلك يعني أنّ المياه النقية لا تكون حمضية ولا قاعدية، ولكنّها تغير الرقم الهيدروجيني الخاص بها عندما تذوب فيها مواد مختلفة، فمثلا تكون درجة حموضة المطر بشكل طبيعي حوالي 6.5 وذلك لأنّه يحتوي على ثاني أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت

٨) التمدد (Expansion) : تتمدد جزيئات الماء عندما يتم تجميدها مضيفة حوالي 9% إلى الحجم، وتبلغ الكثافة القصوى للمياه العذبة حوالي 4 درجات مئوية، فالماء هو المادة الوحيدة على الأرض الذي لا يصل أقصى كثافة من كتلته عندما يصبح صلب.

٩) التوصيل الكهربائي(Electrical conductivity) : يعتبر الماء النقي عازل جيّد للكهرباء، إلا إذا احتوى على مواد أخرى ذائبة فيه، مثل الأملاح، ويعتبر الملح(كلوريد الصوديوم) أحد أفضل الأمثلة على ذلك، فالملح هو مركب أيوني يتكوّن من أيونات موجبة وسالبة، ولكن عند حلّه بالماء، تلغي هذه الأيونات بعضها، فيصبح المحلول متعادل كهربائيا ، وموصلا للكهرباء، سواء كان ذلك بسبب البرق، أو بسبب سلك كهربائي، أو غيرها، فإذا احتوى الماء على كميات كيرة من المواد المُذابة والأيونات، يصبح موصل ممتاز للكهرباء

(١-٣) اضرار استخدم المياه الملوثة على الانسان

ان الماء ليس له لون ولا طعم ولا رائحة ، وان اي تغير فيزيائي او كيميائي في الماء يجعل له طعم او لون او رائحة يصبح ملوث ، ولا يصلح للاستعمال البشري ، والماء النقي هو الماء الصالح للاستخدام البشري والمفيد والذي لا يضر بالصحة فهو ضروري للإنسان والاحياء الاخرى ، وبدونه تنعدم الحياة ، وقد يكون سبب التلوث طبيعي مثل زيادة الملوحة والعوالق ودرجات الحرارة ، وقد يكون السبب كيميائي مثل مياه الصرف الصحي والبترول والمبيدات الحشرية والاسمدة الكيمائية واذا ما تغيرت صفات الماء يصبح ملوثا ويسبب الكثير من الامراض للإنسان والحيوان والاحياء المائية الاخرى من أبرز المخاطر التي يمكن أن تسببها المياه الملوثة على الجسم هي الحساسية الجلدية التي تظهر في مختلف أجزائه، خصوصا المناطق الأكثر احتكاكا بها، مثل اليدين والساقين والقدمين .ويمكن أن يسبب ذلك على المدى البعيد الاصابة بسرطان الجلد هذا بالإضافة إلى أن المياه الملوثة تؤثر على البشرة وتسبب لها الجفاف وتُعرّضها للشحوب. كل ذلك يؤدي إلى الاصابة بمشاكل جلدية، الى جانب المصبغات السوداء التي تظهر في حال تعرّضت البشرة للمواد السامة الموجودة في المياه ومن أبرز مخاطر المياه الملوثة على الجسم أنها تؤثر على الأعضاء الداخلية فيه، كالكبد والرئتين إضافة الى الجهاز الهضمي، ما يؤدي إلى الإصابة بالربو والأمراض السرطانية التي تطال المعدة والأمعاء هذا بالإضافة إلى أن المياه الملوثة يمكن أن تؤثر على العيون أيضا حيث إن البكتيريا المتواجدة فيها تصيب العينين وتسبب لهما الضرر .وفي حال لم ينتبه الشخص إلى هذه الحالة، فيمكن ان تحدث العديد من الأضرار في شبكة العين قد تصل إلى العمى في بعض الأحيان إذا تم إهمالها ونلفت إلى أن المياه الملوثة يمكن أن تؤثر على الدماغ حيث إن لها القدرة على التسبب بتلف بعض الخلايا الجسمية وخصوص ا الدماغية، وفي هذه الحالة يصبح العلاج صعب ا ج دّا .من هنا، يجب أخذ الحيطة والحذر عند استخدام المياه في الشرب أو الاستحمام.

ومن اكثر الامراض التي تصيب الانسان بسبب المياه الملوثة

- الكوليرا
- الملاريا
- التيفوئيد
- البلهارسيا والدوسنطاريا بكافة انواعها
- امراض الكبد (امراض الكبد الوبائي)
- حالات التسمم

(١-٤) مصادر تلوث المياه

ومن اهم مصادر تلوث المياه :

- **المصادر الصناعية**
- **مصادر الصرف الصحي**
- **مصادر زراعية**

اولا : المصادر الصناعية

تحتوي مياه المصانع وفضلاتها ما نسبته ٦٠ بالمائة من مجموع المواد الملوثة للبحار والبحيرات والأنهار. ويصدر أغلب الملوثات من مصانع مثل مصانع الدباغة والرصاص والزئبق والنحاس والنيكل ومصانع الدهانات والإسمنت والزجاج والمنظفات ومصانع تعقيم الألبان والمسالخ ومصانع تكرير السكر. بالإضافة إلي التلوث بالهيدروكربون الناتج عن التلوث بالبترول . إن معظم المصانع في الدول النامية وحتى الدول المتقدمة لا تلتزم بضوابط الصرف الصناعي، بل تلقي بفضلاتها في المياه. ففي الولايات المتحدة وجدت مخلفات سامة في مياه الأنهار والبحار المحيطة بالمصانع. وفي القاهرة أجريت دراسة على اثني عشر محطة لمعالجة مياه الشرب ووجدت جميعها تعاني من عدم انضباط في تصريف النفايات السائلة الصناعية . وتجدر الإشارة إلي أن الطرق التقليدية لتنقية المياه لا تقضي علي الملوثات الصناعية (مثل الهيدروكربون) والملوثات غير العضوية والمبيدات الحشرية وغيرها من المواد الكيميائية المختلفة. وقد يتفاعل الكلور المستخدم في تعقيم المياه مع الهيدروكربونات مكونا مواد كربوهيدراتية كلورينيه متسرطنه. ومن أشكال التلوث الصناعي هو استعمال بعض المصانع ومحطات الطاقة لمياه الأنهر والبحيرات في التبريد، وما ينتج عنة من ارتفاع في حرارة المياه مما يؤثر سلبا على التفاعلات البيتروكيميائية في المياه وكذلك على الأحياء المائية .

ويمكن تصنيف التلوث الصناعي على المياه الى صنفين :

١) **تلوث طبيعي** : ويقصد به التلوث الذي يغير من الخصائص الطبيعية للمياه فيجعله غير صالح للاستخدام البشري وذلك عن طريق تغير درجة حرارته او ملوحته او ازدياد المواد العالقة به سواء كانت من اصل عضوي او غير عضوي وان سبب زياده ملوحة الماء الى ازدياد كمية البخار لماء البحيرة او النهر خصوصا في الاماكن الجافة دون تجديد لها ويؤدي ذلك الى اكسابها رائحة كريهة او تغير لون او مذاق

٢) **تلوث كيميائي** : يعتبر التلوث الكيميائي للماء واحد من أهم وأخطر المشاكل التي تواجه الإنسان المعاصر حيث يصبح للماء بسببه - أي الإنسان - تأثير سام نتيجة وجود مواد كيميائية خطرة فيه، مثل مركبات الرصاص، والزئبق، والكاديوم، والزرنيخ، والمبيدات الحشرية. والتي يمكن تقسيمها إلى نوع قابل للانحلال، ونوع آخر قابل للتراكم والتجمع في الكائنات الحيّة التي تعيش في الماء، مما يمثل خطراً كبيراً عليها، كذلك على متناول الأسماك بسبب تلوثها.

ثانيا : مصادر الصرف الصحي

تعتبر مياه المجاري واحدة من أخطر المشاكل علي الصحة العامة في معظم دول العالم الثالث، لأن أغلب هذه الدول ليس لديها شبكة صرف صحي متكاملة، بل في بعض المدن الكبيرة لا توجد شبكة صرف صحي وأكبر مثال علي ذلك مدينة جدة. والمشكلة الكبرى عندما تلقي المدن الساحلية مياه الصرف الصحي في البحار دون معالجة مسببة بذلك مشكلة صحية خطيرة. كما أن استخدام الحفر الامتصاصية في الأماكن التي لا يتوفر فيها شبكة صرف صحي له أضراره علي الصحة العامة خاصة إذا تركت مكشوفة أو ألقيت مخلفاتها في الأماكن القريبة من المساكن حيث يتوالد البعوض والذباب مما يسبب الكثير من الأمراض بالإضافة إلي استخدام المبيدات المنزلية التي لها أضرارها علي صحة الإنسان .

تحتوي مياه المجاري علي كمية كبيرة من المواد العضوية وأعداد هائلة من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية واللاهوائية. وعند وصولها إلى المياه السطحية، تعمل الكائنات الدقيقة الهوائية على استهلاك الأوكسجين لتحليل المواد العضوية مسببة نقصا في الأوكسجين مما يؤدي إلى اختناق الكائنات الحية التي تعيش في البحر وموتها. عند موتها تبدأ البكتريا أو الكائنات الدقيقة اللاهوائية بتحليلها محدثة تعفن وفسادا أخر إلى السابق .

❖ تتوقف درجة فساد المياه السطحية وصلاحيتها للاستعمال علي عدة عوامل منها :

١. سرعة تيار الماء في المجري المائي
٢. كمية الأوكسجين الذائب في الماء
٣. السرعة التي تستطيع بها بعض أنواع البكتريا تحليل هذه الشوائب والفضلات
٤. مدى حجم الشوائب والفضلات التي تلقي في هذا المسطح المائي البحر ونوعيتها

مكونات مياه الصرف الصحي

تتكون مياه الصرف الصحي من المياه المستخدمة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ وكذلك المياه المستخدمة في بعض الورش والمصانع الصغيرة ومحطات الوقود التي تقع داخل المدينة .

تحتوي مياه الصرف الصحي علي نسبة عالية من الماء ٩٩.٩ و الباقي مواد صلبة علي هيئة مواد غروية وعالقة وذائبة. وهذه المركبات هي :

١. الكربوهيدرات: وتشمل السكريات الأحادية والثنائية والنشا والسليلوز
٢. أحماض عضوية: مثل حمض الفورميك ، بروبونيك وغيرها
٣. أملاح أحماض عضوية

٤. الدهون والشحوم

٥. المركبات العضوية النتروجينة وتشمل البروتينات

٦. الأصباغ

٧. الأملاح المعدنية

٨. مواد أخرى

ثالثا : المصادر الزراعية

تتمثل المخلفات الزراعية في الأسمدة والمبيدات التي يتم تصريفها إلى المجاري المائية إذا لم تدوّر، والتي تُسبب تلوثاً للمياه بالأحماض، والأصباغ، والقلويات، والمركبات الهيدروكربونية، والدهون، والأملاح السامة، والبكتيريا، ومن هنا يضم هذا النوع من المخلفات خليطاً من الملوثات الكيميائية، والمبيدات الحشرية. ويرجع هذا الى كثره استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيمائية حيث تتسرب هذه المكونات الضارة الى المياه السطحية وكذلك الجوفية مسببتا تلوث كبير جدا في المياه وبذلك تؤثر بصوره غير مباشره على حياه الانسان والاحياء الاخرى القريبة من تلك المياه

(١-٥) تلوث المياه كيميائيا وتأثيره على الانسان

تلوث الماء بالمواد الكيميائية يمكن أن يكون خطرا علي البيئة وعلى صحة الإنسان. ويمكن تلخيص أهم المواد الكيميائية التي تلوث المياه :

١. **مركبات حمضية أو قلوية** : تعمل كل من المركبات الحمضية أو القلوية على تغيير درجة الحموضة للماء. إن ارتفاع درجة حموضة المياه له تأثير سلبي على صحة الإنسان كما يؤدي إلى تكون الصدأ في الأنابيب وتآكلها. أما التلوث بالقلويات يؤدي إلى تكون الأملاح مثل كربونات وبيكربونات وهيدروكسيدات والكلوريدات. وتسبب كربونات وبيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم عسر الماء كما أن مركبات الكلوريدات والسلفات تسبب ملوحة الماء

٢. **مركبات النترات والفوسفات:** تسبب هذه المركبات ظاهرة اخضرار الماء. وتتكون الأعشاب الخضراء من الطحالب وهي من عناصر الكربون والنتروجين والفسفور. ومن الجدير بالذكر أن النترات تتحد مع الهيموجلوبين وتمنع اتحاد الأوكسجين معه مما يسبب الاختناق.

٣. **المعادن الثقيلة :** كثر المعادن الثقيلة انتشارا في مياه المجاري الرصاص والزئبق . يسبب تسرب الرصاص إلى أنابيب المياه إلى تلف الدماغ وخاصة للأطفال. يوجد الزئبق في الماء علي هيئة كبريتيد الزئبق وهو غير قابل للذوبان ويتواجد علي شكل عضوي مثل فينول ومثيل وأخطرها هو مثيل الزئبق الذي يسبب شلل الجهاز العصبي والعمى. أما في الأسماك فإن مثيل الزئبق يتراكم داخلها بتركيزات عالية نتيجة التلوث وينتقل من الأسماك إلى الإنسان.

٤. **الحديد والمغنيسيوم**: يسبب الحديد والمغنيسيوم تغير لون الماء إلي أشبه بالصدأ ولا يسبب ضررا إلا إذا كان بكمية كبيرة وأكثر وجودهما في المياه الجوفية.

٥. **مركبات عضوية:** كثير من المركبات العضوية تسبب تلوث الماء وأشهرها التلوث بالبترول ومشتقاته والمبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية وغيرها من الكيماويات الصناعية.

٦. **الهالوجينات** : يستخدم الكلور والفلور لتعقيم المياه من الميكروبات الضارة ولكن عند وجود مواد عضوية أو هيدروكربونات في المياه، فإنها تتفاعل مع الكلور مكونة مركبات هيدروكربونية كلورية مسرطنه اضافة الى المواد المشعة مثل الراديوم الذي يسبب السرطانات وخاصة سرطان العظام

الفصل الثاني

الجزء النضري

(٢-١) اهمية تنقية مياه الشرب وتأثيرها على صحة الانسان

يرجع اهتمام الإنسان بنوعية الماء الذي يشربه إلى أكثر من خمسة آلاف عام . ونظرا للمعرفة المحدودة في تلك العصور بالأمراض ومسبباتها فقد كان الاهتمام محصور في لون المياه وطعمها ورائحتها فقط . وقد استخدمت لهذا الغرض ـ وبشكل محدود خلال فترات تاريخية متباعدة ـ بعض عمليات المعالجة مثل الغليان والترشيح والترسيب وإضافة بعض الأملاح ثم شهد القرنان الثامن والتاسع عشر الميلاديان الكثير من المحاولات الجادة في دول أوربا وروسيا للنهوض بتقنية معالجة المياه حيث أنشئت لأول مرة في التاريخ محطات لمعالجة المياه على مستوى المدن . ففي عام ١٨٠٧م أنشئت محطة لمعالجة المياه في مدينة جلاسجو الاسكتلندية ،وتعد هذه المحطة من أوائل المحطات في العالم وكانت تعالج فيها المياه بطريقة الترشيح ثم تنقل إلى المستهلكين عبر شبكة أنابيب خاصة . وعلى الرغم من أن تلك المساهمات تعد تطورا تقنيا في تلك الفترة إلا أن الاهتمام آنذاك كان منصبا على نواحي اللون والطعم والرائحة ، أو ما يسمى بالقابلية ، وكانت المعالجة باستخدام المرشحات الرملية المظهر السائد في تلك المحطات حتى بداية القرن العشرين . ومع التطور الشامل للعلوم والتقنية منذ بداية هذا القرن واكتشاف العلاقة بين مياه الشرب وبعض الأمراض السائدة فقد حدث تطور سريع في مجال تقنيات المعالجة حيث أضيفت العديد من العمليات التي تهدف بشكل عام إلى الوصول بالمياه إلى درجة عالية من النقاء ، بحيث تكون خالية من العكر وعديمة اللون والطعم والرائحة ومأمونة من النواحي الكيمائية والحيوية لقد كان وباء الكوليرا من أوائل الأمراض التي اكتشفت ارتباطها الوثيق بتلوث مياه الشرب في المرحلة السابقة لتطور تقنيات معالجة المياه ، فعلى سبيل المثال أصيب حوالي ١٧٠٠٠ شخص من سكان مدينة هامبورج الألمانية بهذا الوباء خلال صيف ١٨٢٩م أدى إلى وفاة ما لا يقل عن نصف ذلك العدد . وقد ثبت بما لا يدع مجالا للشك أن المصدر الرئيس للوباء هو تلوث مصدر المياه لتلك المدينة . يعد التطهير باستخدام الكلور من أوائل العمليات التي استخدمت لمعالجة المياه بعد عملية الترشيح وذلك للقضاء على بعض الكائنات الدقيقة من بكتريا وفيروسات مما أدى إلى الحد من انتشار العديد من الأمراض التي تنقلها المياه مثل الكوليرا وحمى التيفويد . وتشمل المعالجة ، ومن هذه العمليات ما يستخدم لإزالة عسر الماء مثل عمليات التيسير ، أو لإزالة العكر مثل عمليات الترويب . ونظرا للتقدم الصناعي والتقني الذي يشهد هذا العصر وما تبعه من ازدياد سريع في

معدلات استهلاك المياه الطبيعية ، النقية نوعا ما ، ونظرا لما يحدث من تلوث لبعض تلك المصادر نتيجة المخلفات الصناعية ومياه الصرف الصحي وبعض الحوادث البيئية الأخرى فإن عمليات المعالجة قد بدأت تأخذ مسارا جديدا يختلف في كثير من تطبيقات عن مسار المعالجة التقليدية . وفي هذه المقالة سنستعرض بإيجاز طرق المعاجلة التقليدية لمياه الشرب إضافة لبعض الاتجاهات الحالية والمستقبلية لتقنيات المعالجة

(٢-٢) طرق المعالجة التقليدية

تختلف عمليات معالجة مياه الشرب باختلاف مصادر تلك المياه ونوعيتها والمواصفات الموضوعة لها . ويجب الإشارة الى أن التغير المستمر لمواصفات المياه يؤدي أيضا في كثير من الأحيان إلى تغير في عمليات المعالجة . حيث أن المواصفات يتم تحديثها دوما نتيجة التغير المستمر للحد الأعلى لتركيز بعض محتويات المياه وإضافة محتويات جديدة إلى قائمة الموصفات . ويأتي ذلك نتيجة للعديد من العوامل مثل : التطور في تقنيات تحليل المياه وتقنيات المعالجة .اكتشاف محتويات جديدة لم تكن موجودة في المياه التقليدية أو كانت موجودة ولكن لم يتم الانتباه إلى وجودها أو مدى معرفة خطورتها في السابق .اكتشاف بعض المشكلات التي تسببها بعض المحتويات الموجودة أصلا في الماء أو التي 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 المملكة عليها مقارنة بالمياه السطحية.

(٣-٢) معالجة المياه السطحية

تحتوي المياه السطحية (المياه الجارية على السطح) على نسبة قليلة من الأملاح مقارنة بالمياه الجوفية التي تحتوي على نسب عالية منها ، وهي بذلك تعد مياه يسرة (غير عسرة) حيث تهدف عمليات معالجتها بصورة عامة إلى إزالة المواد العالقة التي تسبب ارتفاعا في العكر وتغيرا في 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 يحتوي على بعض الكائنات الدقيقة مثل الطحالب والبكتيريا . ونظرا لصغر حجم هذه المكونات وكبر مساحتها السطحية مقارنة بوزنها فإنها تبقي معلقة في 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 الحديديك ، وهناك بعض المكروبات المساعدة مثل بعض البوليمرات العضوية والبنتونايت والسليكا المنشطة. ويمكن أيضا استخدام الكربون المنشط لإزالة العديد من المركبات العضوية التي تسبب تغيرا في طعم ورائحة المياه . تتبع عمليتي الترسيب والترشيح عملية التطهير التي تسبق إرسال تلك المياه إلى المستهلك.

(٤-٢)معالجة المياه الجوفية

تعد مياه الآبار من أنقى مصادر المياه الطبيعية التي 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 هي إضافة الكلور لتطهير المياه ثم ضخها الى شبكة التوزيع ، إذ تعد عملية التطهير كعملية وحيدة لمعالجة مياه بعض الآبار النقية جدا والتي تفي بجميع مواصفات المياه ، الا أن هذه النوعية من المياه هي الأقل وجودا في الوقت الحاضر ، لذلك فأنه إضافة لعملية التطهير فان غالبية المياه الجوفية تحتاج الى معالجة فيزيائية وكيمائية إما لإزالة بعض الغازات الذائبة مثل ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين ، أو لإزالة بعض المعادن مثل الحديد والمنغنيز والمعادن المسببة لعسر الماء، وتتم إزالة الغازات الذائبة باستخدام . عملية التهوية والتي تقوم أيضا بإزالة جزء من الحديد والمنغنيز عن طريق الأكسدة ، وقد يكون الغرض من التهوية مجرد كما يحدث لبعض مياه الآبار العميقة التي تكون حرارتها عالية مما يستدعي تبريدها حفاظا على كفاءة عمليات المعالجة الأخرى . أما إزالة معادن الحديد والمنغنيز فتتم بكفاءة في عمليات الأكسدة الكيمائية باستخدام الكلور أو برمنغنات البوتاسيوم . ان الطابع العام لمعالجة المياه الجوفية هو إزالة العسر بطريقة الترسيب ، ويتكون عسر الماء بصورة رئيسة من مركبات الكالسيوم والماغنسيوم الذائبة في الماء . ويأتي الاهتمام بعسر الماء نتيجة لتأثيره السلبي على فاعلية الصابون ومواد التنظيف الأخرى ، بإضافة الى تكوين بعض الرواسب في الغلايات وأنابيب نقل المياه

(٥-٢)الطرق الفيزيائية في معالجة وتصفية المياه

من اهم الطرق لمعالجة المياه فيزيائيا هي :

اولا : الترسيب

ثانيا : اعاده الغربلة الموازنة

ثالثا : الترشيح

رابعا : التطهير ويشمل

- تنقية المياه باستخدام الاشعة فوق البنفسجية
- تنقية المياه باستخدام الطاقة الشمسية
- تنقية المياه بالتناضح العكسيRO أو الأسموزيه Osmosis

اولا : الترسيب

تعد عملية الترسيب من أوائل العمليات التي استخدامها الإنسان في معالجة المياه . وتستخدم هذه العملية لإزالة المواد العالقة والقابلة للترسيب أو لإزالة الرواسب الناتجة عن عمليات المعالجة الكيمائية مثل التيسير والترويب . وتعتمد المرسبات في أبسط صورها على فعل الجاذبية حيث تزال الرواسب تحت تأثير وزنها . تتكون المرسبات غالبا من أحواض خرسانية دائرية أو مستطيلة الشكل تحتوي على مدخل ومخرج للماه يتم تصميميها بطريقة ملائمة لإزالة أكبر كمية ممكنة من الرواسب ، حيث تؤخذ في الاعتبار الخواص الهيدروليكية لحركة الماء داخل الخوض . ومن الملامح الرئيسة لحوض الترسيب احتوائه على نظام لجمع الرواسب (الحمأة) وجرفها إلى بيارة في قاع الحوض حيث يتم سحبها والتخلص منها بواسطة مضخات خاصة

ثانيا : الموازنة (اعاده الغربلة)

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

ثالثا : الترشيح

هو العملية التي يتم فيها إزالة المواد العالقة (العكارة) . وذلك بإمرار الماء خلال وسط مسامي مثل الرمل وهذه العملية تحدث بصوره طبيعية في طبقات الأرض عندما تتسرب مياه الأنهار الى باطن الأرض . لذلك تكون نسبة العكر قليلة جدا أو معدومة في المياه الجوفية مقارنة بالمياه السطحية (الأنهار والبحيرات وأحواض تجميع مياه الأمطار) التي تحتوي على نسب عالية من العكر . تستخدم عملية الترشيح أيضا في إزالة الرواسب المتبقية بعد عمليات الترسيب في عمليات المعالجة الكيمائية مثل الترسيب والترويب . تعد إزالة المواد العالقة من مياه الشرب ضرورية لحماية الصحة العامة من ناحية ولمنع حدوث مشاكل تشغيلية في 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 في بعض أجزاء شبكة التوزيع مما قد يتسبب في نمو البكتريا وتغير رائحة المياه وطعمها ولونها. تتم عملية الترشيح داخل المرشح الذي يتكون من ثلاث أجزاء رئيسة وهي : صندوق المرشح والتصريف السفلي ووسط الترشيح ، صندوق المرشح يمثل البناء

الذي يحوي وسط الترشيح ونظام التصريف السفلي ، ويبني صندوق المرشح في العادة من الخرسانة المسلحة ، كما توجد في قاعة ـ الذي يتكون من أنابيب وقنوات مثقبة ـ طبقة من الحصى المدرج لمنع خروج حبيبات الرمل من خلال الثقوب . والغرض من نظام التصريف السفلي 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 في 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 في عملية الغسيل ضخ ماء نظيف بضغط عال من أسفل المرشح عبر نظام التصريف السفلي ينتج عنه تمدد الوسط وتحرك الحبيبات واصطدم بعضها مع البعض ، وبذلك يتم تنظيفها مما علق بها من رواسب . وتندفع هذه الرواسب مع مياه الغسيل التي تتجمع في قنوات خاصة موضوعة في أعلى صندوق المرشح ، وتنقل الى المكان الذي يتم فية معالجة مخلفات المحطة وتستمر عملية الغسيل هذه لفترة قصيرة من الزمن (٥ ـ ١٠ دقائق) بعدها يكون المرشح جاهزا للعمل

رابعا التطهير :

هو العملية المستخدمة لقتل الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض (الجراثيم)، وتتم هذه العملية باستخدام الحرارة (التسخين) أو الأشعة فوق البنفسجية أو المواد الكيميائية مثل البروم أو اليود أو الأوزون أو الكلور بتركيزات لا تضر بالإنسان أو الحيوان . وتعد طريقة التسخين الى درجة الغليان أولى الطرق المستخدمة في التطهير ولاتزال أفضلها في حمالات الطوارئ عندما تكون كمية المياه قليلة ، لكنها غير مناسبة عندما تكون كمية المياه كبيره كما في محطات المعالجة نظرا لارتفاع تكلفتها . أما استخدام الأشعة فوق البنفسجية والمعالجة بالبروم واليود فتعد طرقا مكلفة . هذا وقد انتشر استخدام الأوزون والكلور في تطهير مياه الشرب ، حيث راج استخدام الأوزون في أوربا والكلور في أمريكا . وفي الآونة الأخيرة اتجهت

كثير من المحطات في الولايات المتحدة الأمريكية الى استخدام الأوزون بالرغم من عدم ثباته كيمائيا وارتفاع تكلفته مقارنة بالكلور، وذلك لظهور بعض الآثار السلبية الصحية لاستخدام الكلور (الكلورة) في تطهير مياه الشرب يتفاعل الكلور مع الماء مكونا حامض الهيبوكلوروز وأيونات الهيبوكلورايت ثم يتفاعل جزء من حامض الهيبوكلوروز مع الأمونيا الموجودة في الماء مكونا أمنيات الكلور (الكلور المتحد المتبقي) ويطلق على ما تبقى من حامض الهيبوكلوروز وأيونات الهيبوكلورايت الكلور الحر المتبقي وهذه المركبات (الكلور الحر والكلور المتحد)هي التي تقوم بتطهير الماء وقتل الجراثيم الموجودة به ، ولذلك تلجا كثير من محطات المعالجة الى إضافة الكلور بنسب تكفي للحصول على كلور حر متبقي يضمن تطهير الماء الخارج من المحطة بكفاءة عالية ، بل في الغالب تكون كمية الكلور المضاف كافية لتأمين كمية محدود من الكلور الحر المتقي في شبكة توزيع المياه ، وذلك لتطهير المياه من أي كائنات دقيقة قد تدخل في الشبكة

(٦-٢) تنقية المياه باستخدام الاشعة فوق البنفسجية

الأشعة فوق البنفسجية هي جزء من الطيف الكهرومغناطيسي. و تتميز بأطوال موجات أقصر من موجات الضوء المرئي و لكن أطول من الأشعة السينية، توجد هذه الأشعة في ضوء الشمس وطول موجتها يتراوح ما بين ١٠٠-٤٠٠ نانومتر. تصل إلى سطح الأرض أقصر من ذلك لترشيحها و امتصاصها في طبقة الأوزون في الأجزاء الخارجية من الغلاف الجوي. والضوء فوق البنفسجي الواصل إلى سطح الأرض ذا تأثير قاتل للبكتيريا ولذلك فإن ضوء الشمس يلعب دوراً مهماً في القضاء على الميكروبات في البيئة. وعلى كلٍ فإن الأمواج الأقصـــر في الطيف فوق البنفسجي أكثر فاعلية في قتل العناصر البكتيرية. والجزء الأكثر فاعلية في الطيف هو الذي يقع بين ٢٠٠-٣٠٠ نانومتر ، وأكثره أيضاً هو ٢٥٠-٢٦٥ نانومتر .إن التطهير الفوق بنفسجي للمياه هو عبارة عن عملية طبيعية تماماً وخالية من المواد الكيميائية. يبدأ الإشعاع برد فعل كيميائي ضوئي يؤدي إلى تدمير المعلومات الجينية الموجودة في الحمض النووي. حيث تفقد البكتيريا قدرتها على التكاثر و تتلف. حتى أن الطفيليات مثل (Cryptosporidium) أوGiardia ، المقاومة بشكل عنيف للمطهرات الكيميائية، تقل بشكل فاعل نتيجة هذا الإشعاع. كما يمكن استخدام الأشعة فوق البنفسجية لإزالة الكلور وأنواع الكلورامينات من المياه، حيث تسمى هذه العملية بالتحليل الضوئي و تتطلب جرعة أعلى من التطهير العادي. إن الكائنات المجهرية العقيمة لا يتم إزالتها من المياه. تخرب الأشعة فوق البنفسجية الخلايا مؤدية إلى موتها إضافة إلى تأثيرات مؤذية على مكونات الخلية الأخرى. ويخف تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الميكروبات الموجودة في الجو الغباري و تحت الماء أو تلك المحاطـة بمواد حاميـة مثـل البروتين، حيث له تأثير ملحوظ على فاعلية هذه الأشعة ، ولو كان بطبقة واحدة منه حول الميكروبات.

وحدات الاشعة فوق البنفسجية لمعالجة المياه

تتألف وحداه الاشعة فوق البنفسجية لمعالجة المياه من مصدر إشعاع بخاري زئبقي متخصص منخفض الضغط يقوم بإنتاج الإشعاع الفوق بنفسجي عند ٢٥٤ نانومتر، أو من مصدر إشعاع فوق بنفسجي متوسط الضغط يولد ناتجاً متعدد الألوان من ٢٠٠ نانومتر إلى طاقة مرئية تحت الحمراء. إن الطول الموجي الأمثل للتطهير هو القريب من ٢٦٠ نانومتر. إن مصدر الإشعاع المتوسط الضغط فعّال بما يقارب ١٢ بالمائة، بينما مصابيح الضغط المنخفض الملغمّة يمكنها أن تكون فعالة بنسبة ٤٠ بالمائة. هذا و إن المصابيح الفوق بنفسجية لا تلامس المياه على الإطلاق، فهي إما تقع في غطاء زجاجي داخل حجرة المياه أو تحمل خارجياً

إلى المياه التي تتدفق من خلال أنبوب فوق بنفسجي شفاف. و بفضل أنها تحمل فإن المياه عندها يمكن أن تمر من خلال حجرة التدفق، و أشعة الفوق بنفسجية يتم تسلمها وامتصاصها في المجرى. هذا و يتأثر حجم نظام الأشعة فوق البنفسجية بثلاثة متغيرات وهي: معدل التدفق وقوة المصباح إضافة إلى نفاذية الضوء في المياه

ومن مميزات هذه الطريقة

١. الأشعة فوق البنفسجية تقضي على غالبية الفيروسات، الجراثيم، الديدان بنسبة ٩٩.٩ %

٢. التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية طريقة فيزيائية و ليست كيميائية فلا حاجة لاستخدام مضخات حقن المواد الكيميائية و لا لشراء أو تخزين المواد الكيميائية مثل الكلور

٣. لا يؤثر التعقيم بالأشعة في كيمياء الماء و بالتالي لا توجد آثار جانبية مثل الآثار التي تنجم عن إضافة الكلور من طعم غير مستساغ و آثار جانبية على جسم الانسان

٤. التكلفة التشغيلية منخفضة مقارنة مع استخدام المعقمات الكيمائية – 5

٥. عند استخدام مواد كيميائية للتعقيم فيجب أن يكون هناك زمن تماس لهذه المواد مع الماء حتى يصبح التعقيم فعالا، أما في أجهزة التعقيم بالأشعة فيمكن استخدام الماء فورا دون انتظار

عيوب هذه الطريقة

ان تطهير الأشعة فوق البنفسجية أكثر فاعلية لمعالجة المياه عن طريق التناضح العكسي المقطر. وفي الحقيقة، فإن الجزيئات المفصولة تمثل مشكلة لأن الكائنات الحية المجهرية المغمورة مع الجزيئات تشكل حاجزا في وجه ضوء الأشعة فوق البنفسجية وتمر من خلالها غير متأثرة بها. وعلى أية حال، فإن أنظمة الأشعة فوق البنفسجية يمكن أن تقارن بما يسبق المرشح لإزالة الكائنات الأكبر التي يمكنها بطريقة أو بأخرى لمرور عبر نظام الأشعة فوق البنفسجية دون أن تتأثر به. كما يمكن للمرشح السابق أن يصفي المياه في سبيل تحسين نفاذ الضوء وبذلك تمر في المياه بأكملها. وهناك عامل آخر رئيسي لمعالجة المياه بالأشعة فوق البنفسجية ألا وهو معدل التدفق: فإن كان التدفق عال جدا، فإن المياه ستمر دون التعرض بشكل كاف لأشعة ، أما إن كان التدفق منخفض للغاية، فإن الحرارة عندها قد تتعزز وتتلف ضوء الأشعة فوق البنفسجية.

(٢-٧) تنقية المياه باستخدام الطاقة الشمسية

الاستفادة من الطاقة الشمسية في تسخين المياه المالحة حتى درجة التبخر ثم يتم تكثيفها على أسطح باردة وتجمع في مواسير. تطبيق تكنولوجيا تطهير الماء بالطاقة الشمسية ،يُستخدم التقطير الشمسي لجعل الماء المالح والماء متوسط الملوحة صالحًا للشرب. وأول من استخدم هذا الأسلوب علماء الكيمياء العرب في القرن السادس عشر هذا وقد تم تأسيس أول مشروع تقطير شمسي ضخم في عام ١٨٧٢ في مدينة "لاس ساليناس" التشيلية المتخصصة في التعدين. ويستطيع المصنع، الذي تبلغ مساحة منطقة تجميع الطاقة الشمسية الموجودة به ٤.٧٠٠ متر مربع، إنتاج ما يصل إلى ٢٢.٧٠٠ ليتر من الماء النقي يوميًا لمدة ٤٠ عامًا. ومن أنواع التصميمات الفردية لأجهزة التقطير الشمسي الأجهزة ذات السطح المنحدر المفرد والمزدوج (التي تشبه الصوبة الزجاجية) والأجهزة الرأسية والمخروطية وذات الألواح الماصة العكسية ومتعددة التأثير. ومن الممكن أن تعمل هذه الأجهزة في وضع نشط أوغير نشط أو مختلط. وتُعد أجهزة التقطير ذات السطح المنحدر المزدوج الأقل تكلفة ويمكن استخدامها في الأغراض المنزلية، بينما تُستخدم الأجهزة متعددة التأثير في التطبيقات واسعة النطاق. تعتمد عملية تطهير الماء باستخدام الطاقة الشمسية على تعريض زجاجات بلاستيكية من تيرفثالات البولي إيثيلين مملوءة بالماء الجاري تطهيره لضوء الشمس لعدة ساعات. وتختلف مدة تعريضها للشمس حسب حالة الجو، وتتراوح من ٦ ساعات كحد أدنى إلى يومين في أسوأ الظروف الجوية. وتنصح منظمة الصحة العالمية بالقيام بعملية تطهير الماء باستخدام الطاقة الشمسية كأسلوب بسيط لمعالجة الماء في المنازل والتخزين الآمن لها. ومن الجدير بالذكر أن أكثر من مليوني شخص في البلاد النامية يستخدمون عملية تطهير الماء باستخدام الطاقة الشمسية لمعالجة ماء الشرب العادية المستخدمة يوميًا. محطة معالجة ماء الصرف الصحي تعمل بالطاقة الشمسية على نطاق صغير يمكن استخدام الطاقة الشمسية مع برك الماء الراكد لمعالجة ماء الصرف دون استخدام مواد كيميائية أو الكهرباء. ومن المميزات البيئية الأخرى لهذا الأسلوب أن الطحالب تنمو في مثل هذه البرك وتستهلك ثاني أكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي . علاوة على ذلك، يتم استخدام الطاقة الشمسية أيضًا في إزالة السموم من الماء الملوث بواسطة التحلل

(٢-٨)تنقية المياه بالتناضح العكسيRO أو الأسموزيه Osmosis

هو الاسم الذي يطلق على عملية انتقال المذيب عبر غشاء شبه مسامي إلى المذاب ،وهو في المعنى كلمة مشتقة من الإغريق OSMOS والتي تعني النبض . تستخدم تقنية التناضح العكسي في تحلية مياه البحر والمياه قليلة الملوحة وكذلك في تحلية مياه الصرف الصحي المعالج ثنائيا او ثلاثيا، حيث يمكن تقليل ملوحة هذه المياه وتخليصها من معظم انواع البكتيريا والفيروسات والمواد الضارة الأخرى، كما تستخدم هذه التقنية في الصناعات الغذائية ومنتجات الألبان وتركيز عصير الفواكه وغيره. مفهوم التناضح العكسي تعتمد طريقة التناضح العكسي على الخاصية الاسموزية، حيث تستخدم الضغوط المسلطة على اسطح الاغشية للتغلب على الضغط الاسموزي الطبيعي للماء، فاذا وضع غشاء شبه نفاذ بين محلولين متساويين في التركيز تحت درجة حرارة وضغط متساويين لا يحدث اي مرور للمياه عبر الغشاء نتيجة تساوي الجهد الكيميائي على جانبيه، واذا ما اضيف ملح قابل للذوبان لاحد المحلولين ينخفض الضغط ويحدث تدفق اسموزي للماء من الجانب الأقل ملوحة الى الجانب الأكثر ملوحة حتى يعود الجهد الكيميائي الى حالة التوازن السابقة. ويحدث هذا التوازن عندما يصبح فرق الضغط في حجم السائل الأكثر ملوحة مساويا للضغط الاسموزي، وهي خاصية من خواص السوائل ليس لها علاقة بالغشاء .وعند توجيه ضغط مساو للضغط الاسموزي على سطح المحلول الملحي يتم التوصل ايضا الى حالة التوازن ويتوقف سريان المياه من خلال الغشاء. واذا رفع الضغط الى اكثر من ذلك فان الجهد الكيميائي للسائل سيرتفع ويسبب تدفقا عكسيا للماء من المحلول الملحي باتجاه المحلول الاقل ملوحة وهو ما يعرف بالتناصح العكسي وفاعلية طريقة التناضح العكسي في التخلص من الاملاح ممتازة تصل الى اكثر من ٩٩% وكذلك فان أغشية التناضح العكسي لها قدرة على التخلص من البكتيريا والجراثيم والعناصر الضارة الموجودة في المياه. وتقوم طرق تحلية المياه بالأغشية بتقنية التناضح العكسي على استخدام الخواص الطبيعية لأنواع مختلفة من الاغشية المصنعة بعضها من بوليمرات شبه منفذة تسمح بمرور الماء فقط دون ايونات الاملاح الذائبة تحت تأثير ضغط هيدروليكي .ومن الناحية التطبيقية يتم ضخ مياه التغذية في وعاء مغلق حيث يضغط على الغشاء ، وعندما يمر جزء من الماء عبر الغشاء تزداد محتويات الماء المتبقي من الملح . وفي نفس الوقت فإن جزءا من مياه التغذية يتم التخلص منه دون أن يمر عبر الغشاء . وبدون هذا التخلص فإن الازدياد المطرد لملوحة مياه التغذية يتسبب في مشاكل كثيرة ، مثل زيادة الملوحة والترسبات وزيادة الضغط الأسموزي عبر الأغشية . وتتراوح كمية المياه المتخلص منها بهذه الطريقة ما بين ٢٠ إلى ٧٠% من التغذية اعتمادا على كمية الأملاح الموجودة فيها .تعتمد تقنية التناضح العكسي على أربعة مراحل أساسية من المعالجات وهي : -مرحلة المعالجة الأولية . -

مرحلة الضغط (مضخة ذات ضغط عال) . -مرحلة الفصل بواسطة الأغشية (مجمع أغشية) . -معالجة نهائية (مرحلة التثبيت)

وهنالك طرق اخرى في معالجة المياه بالطرق الفيزيائية مثل :

استخدام الموجات الفوق صوتية في تنقية المياه : حيث أنَّ هذا النوع من الموجات ذو ترددات عاليةٍ ذاتِ طاقةٍ عاليةٍ قاتلةٍ للميكروبات؛ ولكنَّها ذاتُ تكلفةٍ ماديةٍ عاليةٍ؛ لذا تعدُّ من الاستخداماتِ الغير منتشرة.

وكذلك استخدام **الطاقة الكهربائية** و**الطاقة النووية** في تنقية مياه الشرب ولكن تكلفتها عالية جدا وتستخدمها بعض من دول العالم

الخلاصة

تم في هذا البحث التوصل الى طرائق نضريه لتصفية مياه الشرب بالطرق الفيزيائية

الغرض منها المساهمة في التخلص من الملوثات في محطات مياه الشرب ومن هذه الطرق الفيزيائية :

الترسيب

اعاده الغربلة

الترشيح

التطهير او المعالجة

تنقية المياه باستخدام الاشعة فوق البنفسجية

تنقية المياه باستخدام الطاقة الشمسية

تنقية المياه بالتناضح العكسيRO أو الأسموزيه Osmosis

المصادر

- التلوث البيولوجي للبيئة المائية ، احمد احمد ، مكتبة الدار العلمية – القاهرة ٢٠١٠.
- الملوثات المائية (المصدر – التأثير- التحكم والعلاج)، احمد السروي، دار الكتب العلمية ٢٠٠٨
- International Union of Pure and ،Biological Effects of Ultraviolet Radiation ،1980 ،W. ،. HARM Cambridge University Press. ،Biophysics series ،Applied Biophysics
- ^ GADGIL,A.,1997, Field-testing UV Disinfection of Drinking Water, Water Engineering Development Center, University of Loughborough,UK: LBNL 40360
- AMAGLOH, F.K.; BENANG, A. (2009): Effectiveness of Moringa Oleifera Seed as Coagulant for Water Purification. In: African Journal of Agricultural Research 4, 119-123. URL [Accessed: 03.08.2010].
- BAREFOOT ECONOMICS (Editor) (2010): Simple sedimentation tank. URL [Accessed: 31.05.2012].
- CASIDAY, R.; NOELKEN, G.; FREY, R. (1999): Treating the Public Water Supply: What Is In YouR Water, and How Is It Made Safe to Drink?. URL [Accessed: 03.08.2010].
- CAWST (Editor) (2009): Chemical Coagulants. Household Water Treatment and Safe Storage Fact Sheets). Calgary: Centre for Affordable Water and Sanitation Technology (CAWST). URL [Accessed: 03.08.2010].
- EPA (Editor) (n.y.): Water Treatment Cycle. Washington D.C.: US Environmental Protection Agency (EPA). URL [Accessed: 31.05.2012].
- FOLKARD, G.; SUTHERLAND, J.; SHAW, R. (1998): Water Clarification using Moringa Oleifera Seed Coagulant. WELL Technical Briefs, 60). Loughborough: Water and Environmental Health at London and Loughborough (WELL). URL [Accessed: 02.08.2010].
- LEA, M. (2010): Bioremediation of Turbid Surface Water Using Seed Extract from Moringa Oleifera Lam. (Drumstick) Tree. In: Current Protocols in Microbiology, 1-14. URL [Accessed: 02.08.2010].
- MECC (Editor) (): Lesson 9: Colloids and Coagulation. Mountain Empire Community College. Water and Wastewater Distance Learning). Big Stone Gap: Mountain Empire Community College (MECC). URL [Accessed: 03.08.2010].
- MIDVAALWATER (Editor) (n.y.): Large, high-tech sedimentation basins. URL [Accessed: 31.05.2012].
- SANCHA, A. M. (2006): Review of Coagulation Technology for Removal of Arsenic: Case of Chile. In: Journal of Health, Population and Nutrition 24, 267-272. URL [Accessed: 14.05.2012].

- SCHWARZ, D. (2000): Water Clarification Using Moringa oleifera. Eschborn: GATE-GTZ. URL [Accessed: 03.08.2010].
- SRINIVASAN, P.T.; VIRARAGHAVAN, T.; SUBRAMANIAN K.S. (1999): Aluminium in Drinking Water: an Overview. In: Water SA 25, 47-55. URL [Accessed: 02.08.2010].
- WHO (Editor) (2008): Guidelines for Drinking-water Quality, Third Edition. Third Edition incorporating the First and Second Addenda. Geneva: World Health Organization (WHO). URL [Accessed: 23.04.2012].