

الباب الرابع عشر

معالجة المياه للمنازل والمصانع

الباب الرابع عشر

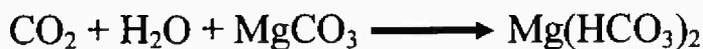
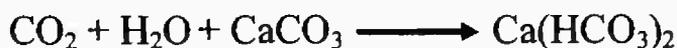
معالجة المياه للمنازل والمصانع

أولاً : الماء للاستعمالات المنزلية :

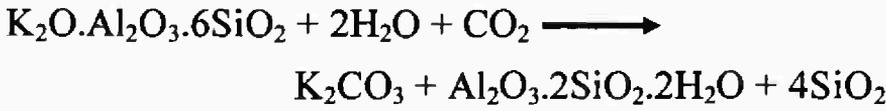
الخواص الطبيعية للماء :

الماء الطبيعي ليس نقياً فمياه الأمطار والثلوج وقطرات الندى هي المياه المقطرة الطبيعية لذا هي أنقى المياه الطبيعية وجميعها تحتوى على مواد ذائبة كالعازات والأملاح والأكاسيد ومواد عالقة مثل حبات الغبار وجسيمات اللقاح والسبورات وجميعها تأتي من تماس المياه المذكورة والثلوج . المواد الشائبة الموجودة بمياه الأنهار يحددها بالدرجة الأولى مسار تلك الأنهار والمناطق التي تمر فيها .

والمياه التي تسير بالمناطق الكلسية يتوقع أن تحوى نسبة كبيرة من أملاح الكالسيوم ، وتلك التي تمر بالمستنقعات أو بطبقات تحوى على ترسبات عضوية يتوقع أن تحوى على نسبة كبيرة من مواد عضوية وثاني أكسيد الكربون . تتفاعل المواد الكيميائية الموجودة بالماء مثل حامض الكربونيك مع بعض المركبات الموجودة بالطبقات الأرضية مثل كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنسيوم عند تلامس الماء معها لتكوين بيكربونات الكالسيوم والماغنسيوم المسببان لعسرة الماء .



ويتفاعل ثاني أكسيد الكربون الذائب بالماء مع الفيلدسبار (Feldspar) مكوناً كربونات البوتاسيوم الذائبة والطين والرمل مسبباً تعكر الماء .



يتفاعل حامض الكربونيك مع الكبريتيدات مثل كبريتيد الحديد محرزاً كبريتيد الهيدروجين ويتفاعل الأوكسجين المذاب بالماء مع الكبريتيدات غير الذائبة مكوناً الكبريتات الذائبة وحامض الكبريتوز أو الكبريتيك .



مياه الآبار العميقة قد تحتوى على نسب عالية من ملح الطعام كما يحوي ماء البحر على نسبة من الأملاح 3.1% ويشكل ملح الطعام 80% منها تقريباً . فائدة المياه الطبيعية تعتمد على طبيعة وكمية المواد الذائبة والعالقة فيها .

تبلغ نقاوة الماء الصافي أكثر من 99.9% ويعبر عن تركيز المواد الذائبة فيه بالوحدة الفيزيائية الجزء بالمليون (Part Per Million or PPM.) ولا تستعمل طريقة النسبة المئوية ، ويساوي الجزء بالمليون بدوره جرام/المتر المكعب أو ملجرام/لتر .

مواصفات المياه المستعملة للأغراض المنزلية :

لكي يكون صالحاً للشرب وللاستعمالات المنزلية يجب أن يكون عديم اللون والرائحة وخالياً من البكتريات الجرثومية والمواد العالقة وأن يكون لسه مذاق مقبول . ومن أهم الشوائب الموجودة بمياه الشرب التي يجدر دراستها :

أولاً : العكرة (Turbidity) :

سبب عكرة الماء هو وجود دقائق لمواد صلبة عالقة به . يمكن قياس كمية هذه المواد العالقة بمعرفة مدى النقصان في كثافة الضوء المار في الماء أو بطريقة قياس شدة انتشار الضوء بزواوية 90 درجة على الحزمة الساقطة وتستخدم الطريقة الأخيرة بصورة خاصة عند التعامل مع المحاليل المخففة للمواد الغروية .

ثانياً : اللون (Colour) :

وجود اللون بالمياه الطبيعية يرجع بالدرجة الأولى إلى وجود مواد مستخلصة من أوراق وقشور الأشجار والمواد الخضرية وتحوى هذه المستخلصات مواد دابغة (Tannin) وحامض الهيوميك (Humic Acid) وأملاهما مع مواد غروية ملونة والتي تعطى الماء لوناً أصفر بنياً . يتفاعل حامض التآين مع بعض الأيونات الذائبة في الماء لتكوين مركبات تعطى الماء لوناً غامقاً .

ويجدر بالذكر أن الجسيمات الملونة في المياه الطبيعية غالباً ما تكون غرويات ذات شحنة موجبة مثل الشب . الفحم المنشط (Activated Charcoal) وفحم الكوك و مواد أخرى لها خاصية الامتصاص يمكنها إزالة الألوان من المياه بصورة كفؤة .

يمكن قياس درجة تلويث الماء بمقارنته مع سلسلة من المحاليل الملونة القياسية وتحضير هذه من خلط نسب معينة من كلور بلاتينات البوتاسيوم (K_2PtCl_6) وكلوريد الكوبلت المائي ($CoCl_2 \cdot 2H_2O$) فعند خلط 1.245 جم من كلوربلاتينات البوتاسيوم مع 1.00 جم من كلوريد الكوبلت مع 100 سم من حامض الهيدروكلوريك المركز .

وعند تخفيف هذا الخليط إلى حجم لتر واحد مع الماء سيحوى على 500 ملجم من عنصر البلاتين وهذا المحلول يمثل 500 وحدة لون قياسية . ويمكن الحصول على محاليل قياسية مختلفة التركيز من هذا المحلول وذلك لاستعمالها لإيجاد درجة تلون الماء ويمكن قياس درجة تلون الماء كذلك بمقارنته مع الواح زجاجية ذات ألوان قياسية . أعلى حد للماء الصالح للشرب هو 20 وحدة لون قياسية .

ثالثاً : المذاق :

تختلف مياه الشرب الجيدة بمذاقها وهذا بدوره يعتمد على طبيعة المواد المذابة فيه . بعض المواد التي تعطي مذاقاً غير مقبول ومنها وجود نسبة عالية من أملاح الماغنسيوم والحديد وغاز الكلور وخاصة عند وجود بعض المركبات الفينولية وكذلك وجود بعض المواد التي تعطي مذاقاً عضوياً يشبه السمك أو مذاق الحشائش .

ويمكن إزالة أى طعم من الماء الذي يرجع مصدره إلى وجود مواد عضوية بتعامل الماء مع كميات فائضة من الكلور يتبعها عملية إزالة الكلور الفائض .

ويمكن كذلك تحسين مذاق الماء بواسطة إشباعه بالهواء بأبراج مصممة لذلك الغرض أو بواسطة امراره على الكربون المنشط ومن الجدير بالذكر أن الكربون المنشط يمكن استعماله لتحسين لون وطعم ورائحة الماء سوية .

تعقيم مياه الشرب :

يجب أن تكون مياه الشرب خالية من البكتريا المضرّة ويمكن استعمال الكلور لتعقيم مياه الشرب وذلك بإضافة كمية تشكّل من 0.1-0.4 جزء

بالمليون . تكون رائحة الكلور ظاهرة بمياه الشرب عند وجود بكميات تزيد على 0.4 جزء بالمليون .

يتفاعل الكلور مع الماء مكوناً حامض الهايبوكلوروز وهو مادة مؤكسدة قوية.

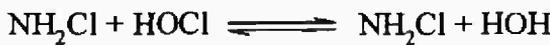
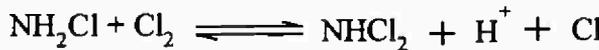


ويمكن استعمال المحاليل المائية للمسحوق القاصر أو هايپوكلوريت الصوديوم لتعقيم الماء لأنها تعطي حامض الهايبوكلوروز .

ولقد وجد أن الكلور المتبقي في الماء يكون أكثر فعالية بالتعقيم عند ما يكون بشكل مركب من مركبات الأمونيا يسمى الكلورامين حيث يمكن للكلور احلال محل ذرة واحدة أو أكثر من ذرات الهيدروجين في جزيئة الأمونيا بالإضافة إلى أن هذه المواد لا تعطي رائحة الكلور بالماء .



كلورامين أحادي Monochloramine



كلورامين ثلاثي Trichloramine

من التفاعلات السابقة يتضح أن انخفاض تركيز أيون الهيدروجين يساعد على تكوين حامض الهايبوكلوروز وكذلك الكلورامين لذا فإن أحسن ظروف لتعقيم المياه بواسطة الكلورامين تكون برقم هيدروجيني يقارب (pH = 8) . ولضمان تعقيم المياه بصورة جيدة يجدر استعمال كميات فائضة من

الكلور وذلك لأن جزء من الكلور قد يتفاعل مع مواد شائبة مختزلة مثل المواد العضوية أو غير العضوية ويمكن بعنذ إزالة كميات الكلور الفائضة بواسطة ثاني أكسيد الكبريت أو الهايبو بعد مرور فترة من الزمن .



كمية الكلور المطلوبة (Chlorine Demand) :

وهي كمية الكلور مقاسة بالجزء بالمليون التي تعطي كلور متخلف بالماء يساوي 0.1 جزء بالمليون بعد تماس لمدة 10 دقائق . الكلور المتبقي يمكن أن يكون بصورة كلور أو أيون الهيبوكلوريت أو حامض الهيبوكلوروز وهذه جميعها تسمى بالكلور الحر المتبقي والتي يجب أن تميز عن متخلفات الكلور المتفاعلة وهي الكلورامينات .

ويمكن قياس كمية الكلور في كل من هاتين المجموعتين بواسطة تفاعل الكلور مع الأورثوتوليدين والذي يعطي لوناً أصفر . فالكلور الحر يتفاعل بسرعة وتتاسب كميته مع اللون الأصفر الناتج بعد 5 ثوان من بدء التفاعل أما مجموع كمية الكلور الكلية الموجودة فإنها تتناسب مع اللون الأصفر الناتج بعد مرور 5 دقائق على التفاعل بين الاثيني .

يستعمل الأوزون والاشعة فوق البنفسجية لتعقيم مياه الشرب والمياه المستعملة بالصناعة ويمكن التخلص من 99% من عدد البكتيريات الموجودة بهذه الطرق .

ومقياس التعقيم الجيد لمياه الشرب هو التخلص من البكتريات الموجودة إلى أقل درجة ممكنة . تستعمل البكتريا (ب كولي) كؤشر لدرجة تلوث الماء عند إجراء الفحص البكتيريولوجي .

هذه البكتريا ليست مرضية ولكن يمكن تشخيصها بسهولة ويكون درجة تواجدها بمثابة دليل لتواجد بكتريات مرضية معوية ومؤشراً لدرجات تلوث الماء ويستوجب أن يكون الماء خالياً من هذه البكتريا بحجم لا يقل عن 10 سم³ .

وتعطي نتائج التحليل عادة بوجود هذه البكتريات أو عدمه مبدئياً بـ 10 سم من الماء و 100 سم³ فمثلاً لا توجد في 1 سم ولكن موجودة في 10 سم ولا توجد في 10 سم³ ولكن موجودة في 100 سم³ وهكذا .

ويمكن إجراء تحليل بكتريولوجي كامل للماء وذلك بحساب المستعمرات الناتجة من خلط 0.1 سم³ 1.0 سم³ من الماء المطلوب تحليله مع خليط معقم من صمغ الأجار (Agar) ومواد معذية وتركه في حضانة لمدة 24 ساعة . الماء الجيد يجب أن يعطي أقل من عشرة في السنتمتر المكعب الواحد .

بعض النواحي الصحية الأخرى في مياه الشرب :

يجب استعمال المواد المناسبة لجميع السطوح التي في تماس مع مياه الشرب وذلك في أنابيب النقل والمضخات والخزانات . فمثلاً كان معدن الرصاص يستعمل بكثرة في أنابيب نقل مياه الشرب .

وهذا المعدن يذوب في درجة ما بالماء الحاوي على ثنائي أكسيد الكربون أو الحوامض العضوية بالإضافة إلى أن كلوريد الرصاص ذائب إلى حد ما في الماء واستعمال مثل هذه المعادن في أنابيب مياه الشرب يعرضها

للتلوث بأيونات الرصاص السامة ونتيجة لذلك استبدلت مثل هذه الأنابيب بأنواع تسبب أقل تلوثاً للمياه وأرخص ثمناً مثل الأنابيب الحديدية والنحاسية والبلاستيكية .

وجود أيون الفلوريد بمياه الشرب له تأثير كبير على صحة الإنسان لذا تعتمد مؤسسات مياه الشرب بكثير من دول العالم على إضافة أيون الفلوريد إلى الماء عند عدم وجوده بصورة طبيعية .

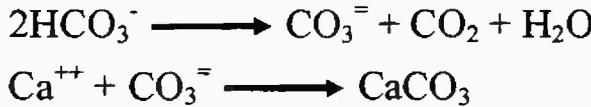
وبينت الدراسات والبحوث على معرفة تأثير أيون الفلوريد على تسوس أسنان الأطفال بأعمار (9 إلى 11) و(12-14) سنة . أن تواجد أيون الفلوريد بمياه الشرب بمقدار 1.0 إلى 1.6 جزء بالمليون يقلل من تسوس الأسنان أو فقدها أو الحاجة إلى حشوها بنسبة تقارب 60% وأن أحسن النتائج كانت عند استعمال 1.6 جزء بالمليون من أيون الفلوريد بمياه الشرب. اثبتت البحوث كذلك أن وجود أيون الفلور في مياه الشرب بحدود جزء واحد بالمليون ليس له تأثير سيئ على صحة الإنسان وليس له تأثير على نسبة الوفيات .

التحليل الكيميائي للمياه الطبيعية :

المياه الطبيعية محاليل مخففة جداً لذا تتأثر فيها جميع الأملاح الذائبة ونتيجة لذلك فإن التحليل الكيميائي للأملاح الذائبة يعطي كمية الأيونات الموجبة كأيون الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والحديد والبوتاسيوم والألمنيوم والأيونات السالبة مثل أيون الكلوريد والكبريتات والكربونات والبيكربونات والكبريتيت والنترات والنتريت والفلوريد وكذلك يعطي التحليل الكيميائي كمية السليكا ومجموع المواد الصلبة الذائبة والأمونيا الحرة والمواد العضوية والأكسجين المذاب ودرجة الحموضة والمواد الصلبة غير الذائبة .

والأيونات في الماء قد يأتي مصدرها من أملاح عديدة فأيون الكالسيوم مثلاً قد يكون مصدره من كبريتات أو كلوريد أو كربونات أو بيكربونات الكالسيوم ولمعرفة المصدر الرئيسي لأيون الكالسيوم مثلاً يجب معرفة الطريق الذي سلكته المياه أثناء جريانها والسبب الرئيسي للعسرة في الماء هو وجود أيونات الكالسيوم والماغنسيوم .

وتتفاعل هذه الأيونات وكذلك أيونات الحديد والالمنيوم مع الصابون مكونة مواد لزجة غير ذائبة تترسب على جدران المغاسل والأواني وعلى النسيج . عند تسخين الماء الحاوي على أيونات البيكربونات يتحرر غاز ثاني أكسيد الكربون تاركاً أيون الكربون والماء وتتفاعل أيونات الكربونات الناتج مع كمية مكافئة من أيون الكالسيوم الموجود اعتيادياً بكثرة مكوناً كربونات الكالسيوم غير الذائبة في الماء وبذلك تزال هذه العسرة .



مثل هذه العسرة تسمى بالعسرة المؤقتة أو عسرة الكربونات والعسرة المتبقية بعد مثل هذه العملية تسمى بالعسرة الدائمة أو عسرة غير الكربونات . وتحسب العسرة في الماء على أساس كمية كربونات الكالسيوم (CaCO_3) معبرة كإجزاء بالمليون لما يكافئ مجموع الأيونات المسببة للعسرة . وعلى سبيل المثال 40 جزء بالمليون من أيون الكالسيوم أو 24.3 جزء بالمليون من أيون الماغنسيوم أو 55.9 جزء بالمليون من أيون الحديد يكافئ 100 جزء بالمليون من كربونات الكالسيوم . أما بالنسبة للأملاح الذائبة يمكن احتساب الكمية المكافئة من كربونات الكالسيوم الطرق الحسابية البسيطة .

طرق إيجاد عسرة الماء :

هناك طرق عديدة لإيجاد مقدار عسرة الماء ومنها :

1- طريقة رغوة الصابون :

تعتمد هذه الطريقة على أن الصابون لا يكون رغوة ثابتة بالماء العسر وكذلك عند إضافة محلول الصابون إلى الماء العسر فالصابون يتفاعل مع أيونات الكالسيوم ليكون مواد راسبة وبذلك يزيل تلك الأيونات تاركاً ماء غير عسر والذي يمكن للصابون أن يكون فيه رغوة ثابتة .



يمكن معرفة مجموع العسرة الموجودة بالماء من معرفة حجم محلول صابون قياسي الذي يعطي رغوة ثابتة مع 50 أو 100 سم³ من الماء العسر . ويمكن كذلك معرفة مقدار العسرة الثابتة من حجم محلول الصابون القياسي الذي يعطي رغوة ثابتة مع 50 إلى 100 سم³ من الماء العسر بعد غليانه (أى بعد تجزئة أى بيكربونات موجودة فيه) ومن الفرق بين الحجمين أعلاه يمكن معرفة كمية العسرة المؤقتة والمتسببة من وجود البيكربونات .

2- الترسيب بواسطة الكربونات القلوية (Alkali Carbonate) :

تعتمد هذه الطريقة على معرفة كمية الكربونات القلوية اللازمة للتفاعل مع أيونات الكالسيوم والماغنسيوم الموجودة بحجم معين من الماء مكونة رواسب حسب التفاعلات التالية :

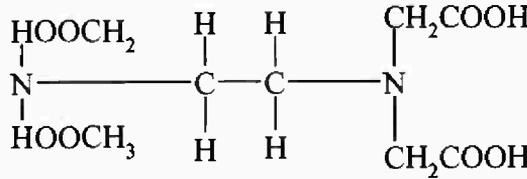


بذلك يمكن إيجاد العسرة الكلية ولتعيين العسرة الدائمة نجد كمية الكربونات القلوية اللازمة للتفاعل مع الأيونات المتبقية بكمية من الماء بعد تسخينه لدرجة الغليان ثم تبريده وترشيحه والفرق بين العسرة الكلية والعسرة الدائمة يعطي قيمة العسرة المؤقتة .

3- طريقة الكاشف :

تعتمد هذه الطريقة على تفاعل أيونات الكالسيوم والماغنسيوم الموجودة الماء العسر مع مركب عضوي يضاف للماء تدريجياً حيث يتم اختفائها كأيونات حرة باستعمال كاشف خاص يبدل لونه . عند اختفاء جميع أيونات الماغنسيوم والكالسيوم .

ويمكن معرفة كمية الماء العضوية اللازمة لذلك ومنها كمية العسرة الكلية في الماء ويجرى هذا التفاعل في محلول منظم ذو رقم هيدروجيني 10. أن المركب العضوي المستعمل يدعى (EDTA) . وهو :



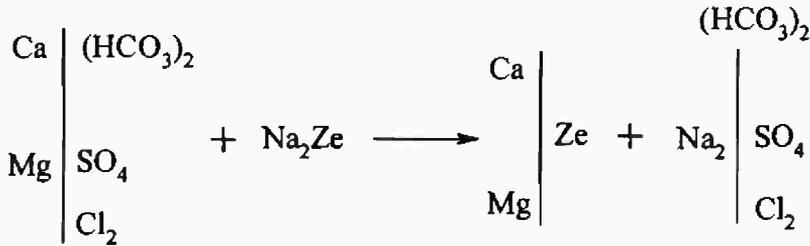
Ethylenediamine tetra acetic acid (EDTA)

رابع حامض الخليط - ثاني أمين الاثيلين

إزالة العسرة من مياه الشرب للاستعمال المنزلي :

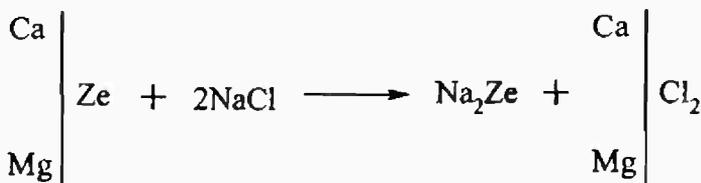
يمكن إزالة العسرة من المياه المعدة للاستعمال المنزلي بواسطة المبادلات الأيونية (Ion Exchangers) مثل الزيولايت (Zeolite) والذي قد

يكون طبيعياً أو صناعياً وتتم عملية إزالة العسرة بإمرار الماء على مادة الزيولايت الصلبة حيث تبادى أيونات الكالسيوم والماغنسيوم الموجودة بالماء مع أيونات الصوديوم الموجودة على سطح المادة الصلبة الخارجى وعلى سطوح الشبكات الداخلية فيها .



وبهذه العملية يجرى إزالة الأيونات الموجبة المسببة للعسرة حيث تم استبدالها بما يكافئها من أيونات الصوديوم .

وعندما تبدأ كفاءة المبادل الأيونى بالانخفاض نتيجة استبدال الكالسيوم والماغنسيوم بأيونات الصوديوم يستوجب تنشيط المبادل الأيونى وذلك بغسل المبادل الأيونى بالماء أولاً لإزالة الحصى والرمل والمواد الصلبة العالقة ثم يمرر محلول مركز من ملح الطعام حيث يتم عكس التفاعل المذكور أعلاه . ويستوجب غسل المبادل الأيونى بعد ذلك بالماء لإزالة الملح ، وأملاح الكالسيوم والماغنسيوم والحديد الذائبة والتي تكونت نتيجة التنشيط .

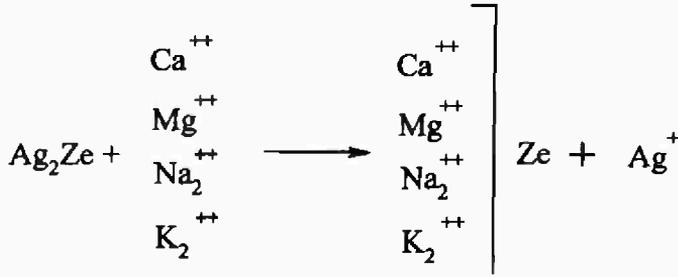


وإجراء عملية التنشيط قبل إحلل جميع أيونات الصوديوم يساعد على عدم السماح لعناصر القلويات الأرضية من سد المسامات المؤدية إلى التراكم والسطوح الداخلية لحبيبات المبادل الأيوني وهذا بدوره يعني سهولة إدامة المبادل الأيوني وسرعة إعادة تنشيطه . تزال العسرة من المياه المعدة للاستعمال المنزلي بواسطة الطرق الترسيبية على أن يعقب ذلك عملية ترشيح جيدة وتعامل بالكربون المنشط والكلور .

والعسرة الموجودة بالمياه المستعملة للأغراض المنزلية تعطى راسب مع الصابون كما ذكر سابقاً مسببة أضراراً كثيرة نتيجة لترسب الصابون غير الذائب بالإضافة إلى تكوين الرواسب الصلبة على أجهزة التسخين والبرادات .. ألخ . ويجدر بالذكر أن المنظفات الحديثة والشائعة الاستعمال لا تعطى راسب مع العسرة الموجودة في الماء .

استخلاص مياه الشرب من ماء البحر :

يحوى ماء البحر على أملاح بنسبة 3.6% أو ما يعادل 36.000 جزء بالمليون يكون ملح الطعام ما يزيد على 77% منها وكلوريد الماغنسيوم حوالي 11% وكبريتات الماغنسيوم 4.8% وكبريتات الكالسيوم 3.6% وكبريتات البوتاسيوم 2.4% وبروميد الماغنسيوم 0.2% وكربونات الكالسيوم 0.3% وأملاح أخرى بكميات قليلة . ولأجل الحصول على مياه صالحة للشرب من ماء البحر يستوجب إزالة الأملاح منه بطرق اقتصادية . من المحاولات التي جرت بذلك الخصوص خلال الحرب العالمية الأولى لتزويد الجنود بكميات قليلة من مياه الشرب من ماء البحر في الحالات الضرورية وذلك باستخدام المبادلات الأيونية مثل زيولات الفضة .



ويترسب أيون الفضة الناتج بواسطة كمية مكافئة من أيونات الكلوريد والكبريتات والموجودة أصلاً بماء البحر وبذلك يتم إزالة معظم الأيونات الموجبة والسالبة . ولأجل توفير كميات كبيرة من مياه الشرب من ماء البحر يمكن استعمال عمليات التقطير ذات المراحل المتعددة أو عمليات التبخير المتعدد المراحل أو طريقة الفرز العشوائي بالكهرباء أى الديزلة Electro dialysis أو طريقة الانجماد .

ويمكن إزالة الأملاح من ماء البحر بواسطة استعمال المبادلات الأيونية (Iron Exchangers) كذلك بالوقت الذي يمكن الحصول على ماء نقي باستخدام جميع هذه الطرق إلا أن كلفة الماء المنتج وكميته تحدد الطريقة التى يجدر اتباعها حسب الظروف الموقعية .

والطرق التى تستعمل عمليات التقطير والتبخير مبنية على فصل الماء على شكل بخار ويجري بعد ذلك تكثيف البخار بطريقة يمكن استعادة أكبر مقدار من طاقته الحرارية لغرض استعمالها مرة أخرى مع التخلص من المحلول المركز الناتج ويمكن استخلاص ملح الطعام وأملاح أخرى من هذا المحلول لغرض زيادة اقتصادية المشروع . فى مثل هذا النوع من وحدات استخلاص المياه العذبة يستعمل عادة البخار الخارجى بعد استعماله فى عمليات رئيسية أخرى ويجدر التأكيد بأن كلفة الطاقة وكفاءة استعمالها يشكل العامل الأساسى فى اقتصاديات المشروع .

تعتمد طريقة الانجماد على تبريد ماء البحر وانجماده لتكوين خليط من بلورات الثلج ومحلول ملحي مركز حيث تفصل بلورات الثلج وتغسل وتصهر لتعطي ماء نقياً .

يمكن استعمال المبخرات التي تعمل على الطاقة الشمسية لإنتاج كميات محدودة من المياه النقية من ماء البحر وهناك إمكانية لتطوير هذه الطريقة لجعلها أكثر عملية .

ثانياً : الماء للاستعمالات الصناعية :

معالجة المياه للاستعمالات الهندسية :

في بعض المجالات الهندسية والصناعية تستعمل المياه الطبيعية أو مياه البحار مباشرة بدون معاملتها وفي حالات أخرى يستوجب أن تكون المياه المستعملة ذات مواصفات عالية تفوق مواصفات مياه الشرب .

والمياه المطلوبة للصناعات الالكترونية مثلاً يجب أن تكون نقية جداً وكذلك الحال بالمفاعلات النووية والمراجل ذات الضغط العالي التي تعمل بدرجات حرارة تفوق الدرجة الحرجة للماء . المياه المستعملة بالمبادلات الحرارية والمراجل تعامل بصورة خاصة لغرض إزالة المواد التي تسبب ترسبات وقشور على سطوح التسخين والتبريد ويتطلب كذلك إزالة المواد المسببة للتآكل .

واستعمال المياه غير المعاملة أو التي تعامل بصورة غير صحيحة قد يسبب كوارث صناعية منها انفجار المراجل وتلف وتآكل المعدات بسرعة . ومعاملة المياه للأغراض الصناعية يعتد على مواصفات الماء المطلوب وكمياته وكذلك على نوعية الشوائب الموجودة بالماء الخام ويجدر بالذكر أن

المنشآت الهندسية والصناعية قد تتطلب استعمال أكثر من نوع واحد من الماء. وعند إزالة الشوائب الموجودة بالماء الخام بالطرق الترسيبية ، ترسب المواد المراد إزالتها بإضافة مواد كيميائية إلى الماء وتزال بعد ذلك الرواسب المتكونة . ولتفهم هذه العمليات بصورة دقيقة يجدر الرجوع إلى الأسس العلمية لعمليات الترسيب .

معاملة الماء المحتوى على بيكربونات (أو العسرة المؤقتة) :

العسرة المؤقتة والمنسبية من جراء وجود بيكربونات الكالسيوم أو الماغنسيوم بالماء تترسب عند تسخين الماء وكنتيجة لذلك تتكون رواسب على أنابيب المبادلات الحرارية والسطوح الساخنة .



مما يؤثر على كفاءة عملية انتقال الحرارة ، ويمكن تلافي ذلك بمعاملة المياه بالطرق الكيميائية .

الترسيب بواسطة الجير المطفئ $\text{Ca}(\text{OH})_2$:

إحدى المواد الكيميائية الشائعة الاستعمال لإزالة بيكربونات الكالسيوم والماغنسيوم من الماء هي الجير المطفئ ، أو هيدروكسيد الكالسيوم . إن هذه المادة تصنع عادة من حرق حجر الكلس CaCO_3 بأفران عمودية أو دوارة - بدرجة حرارة تزيد على 900°C حيث تتحلل كربونات الكالسيوم إلى أكسيد الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون والأخير يمكن فصله من الغازات الأخرى بواسطة امتصاصه بمحلول كربونات الصوديوم أو البوتاسيوم أو بواسطة

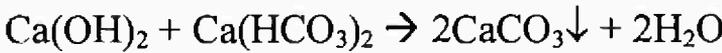
محاليل أول أو ثاني أمين الايثانول بأبراج امتصاص معدنية ويحرر الغاز بعدئذ من المحاليل المذكورة بالتسخين حيث يعاد استعمالها مرة أخرى .

يبرد أكسيد الكالسيوم الخارج من الفرن بالهواء الذي يستعمل في إحراق الوقود بعدئذ وبذلك يمكن استرجاع كمية كبيرة من الطاقة .

يعامل أكسيد الكالسيوم البارد مع البخار لكي يعطي مسحوق هيدروكسيد الكالسيوم أو مع الماء لكي يعطي مستحلب الجير (Milk of Lime)



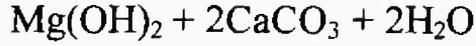
لترسيب جزئ واحد من بيكربونات الكالسيوم يستعمل جزء واحد من الجير المطفى .



ولترسيب جزء من بيكربونات الماغنسيوم لغرض التخلص من العسرة تستعمل جزئتين من هيدروكسيد الكالسيوم وذلك لتكوين هيدروكسيد الكالسيوم وذلك لتكوين هيدروكسيد الماغنسيوم وكمية مكافئة من بيكربونات الكالسيوم والتي يجب التخلص منها بواسطة كمية مكافئة من ماء الجير لذا يجب استعمال ضعف الكمية من ماء الجير للتخلص من العسرة الناتجة عن وجود بيكربونات الماغنسيوم مقارنة مع بيكربونات الكالسيوم .



أو



إن التصرف المختلف لبيكربونات الكالسيوم والماغنسيوم عند إضافة ماء الجير لإزالة العسرة يرجع إلى قيم ثابتة حاصل الإذابة لهيدروكسيد الماغنسيوم وكربونات الماغنسيوم وهيدروكسيد وكربونات الكالسيوم .

استعمال مركبات الفوسفات :

يمكن استعمال عدد من مركبات الفوسفات ، مثال : ثالث أورثوفوسفات الصوديوم (Na_3PO_4) وسادس ميتافوسفات الصوديوم (NaPO_4)₆ وذلك بإضافة عدة أجزاء بالمليون إلى الماء لمنع تكوين الرواسب في المكثفات والمبادلات الحرارية والمرجل البخارية من جراء عسرة البيكربونات أو عند وجود أيونات الكالسيوم أو الماغنسيوم .

وتكون الفوسفات مواد معقدة ذائبة مع تلك الأيونات أو مواد راسبة طرية أو غروية ولا تكون قشوراً صلبة على السطوح الساخنة . ويمكن إزالة هذه المواد من مياه المرجل البخارية مع الرواسب والمواد العالقة والأملاح المتركرة والمتجمعة بعملية تصريف الماء من قاع المرجل أو الغلاية . وأحياناً تضاف سادس الميتافوسفات بنسبة 2 جزء بالمليون عند وجود أيون الكالسيوم بنسبة تقل عن 200 جزء بالمليون بالماء المستعمل للمرجل البخارية .

وبالحرارة العالية داخل المرجل يجرى تحويل سادس الميتافوسفات إلى الأورثوفوسفات ويترسب الكالسيوم بشكل كربونات أو أورثوفوسفات حيث يجرى التخلص منه بواسطة عملية التصريف من قاع المرجل . وهناك بعض المواد العضوية مثل النشا والمواد الدابعة و مواد غروية أخرى تستعمل لتكوين

طبقة ممدصة (Adsorbed) على السطح الخارجي لكاربونات الكالسيوم المترسبة بحيث تمنع نموها وتساعد كذلك على إبقائها بصورة عالقة بالماء وتمنع ترسبها . أن فعل الميتافوسفات مع الكالسيوم هو مشابه لمثل هذه الفعل .

معاملة المياه مع الومينات الصوديوم :

تحضر الومينات الصوديوم من تفاعل نفايات معدن الالمنيوم أو أول أكسيد الالمنيوم المائي مع هيدروكسيد الصوديوم .



تتحلل الومينات الصوديوم بالماء لتعطي هيدروكسيد الالمنيوم وهيدروكسيد الصوديوم :



وعند إضافة هذا المركب إلى الماء المراد معاملته فإنه يزيل العسرة المؤقتة الناتجة عن وجود البيكربونات وكذلك يرسب أيونات الكالسيوم والماغنسيوم الموجود على شكل أملاح أي (العسرة الدائمة) إذ يتفاعل أيون الهيدروكسيد مع بيكربونات الكالسيوم فيرسبها على شكل كربونات ويحرر بنفس الوقت أيون الكربونات الذي بدوره يرسب أيونات الكالسيوم الموجودة على شكل أملاح غير البيكربونات .

ويتفاعل أيون الهيدروكسيل كذلك مع أيون الماغنسيوم فيرسببه كهيدروكسيد الماغنسيوم ويمكن ترسيب أيونات الكالسيوم المتبقية بإضافة

كربونات الصوديوم . بالإضافة إلى ما تقدم يكون هيدروكسيد الألمنيوم راسب جلاتيني يساعد على التخلص من المواد العالقة أثناء عملية الترسيب .



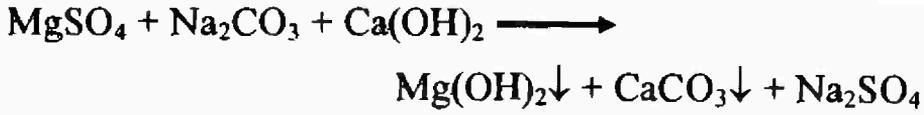
تستعمل الومينات الصوديوم اعتيادياً كمادة مخثرة وذلك بإضافة نسبة قليلة منها إلى الماء حيث تقوم بدور المساعد على التخلص من الرواسب والمواد العالقة بالإضافة إلى ترسيب جزء من أيونات البيكربونات والكالسيوم والماغنسيوم الموجودة بالماء .

معاملة المياه المحتوية على العسرة الدائمة :

تسبب العسرة الدائمة أملاح الكالسيوم والماغنسيوم الذائبة بالماء من غير الكربونات مثل الكبريتات والكلوريدات التي لا يمكن إزالتها بالتسخين .

لإزالة أيونات الكالسيوم والماغنسيوم بطرق الترسيب يستوجب تحول جميع أيونات الماغنسيوم إلى هيدروكسيد الماغنسيوم وأيونات الكالسيوم إلى كربونات الكالسيوم حيث يتم إزالتها على شكل رواسب ويستعمل لهذه العملية الجير المطفأ وكربونات الصوديوم وتسمى هذه الطريقة بطريقة الجير - الصودا ويمكن أن تجرى بالحالة الباردة أو الساخنة وتستعمل هذه الطريقة للتخلص من العسرة المؤقتة والدائمة .





تستعمل الطريقة الباردة عادة لمعاملة مياه التبريد ومياه الإسالة حيث تتم الإزالة الجزئية للعسرة ويتم التخلص من البيكربونات كما ذكر سابقاً باستعمال الجير المطفأ والذي هو رخيص الثمن بالإضافة إلى إزالة أى كمية يرغب فيها من أيونات الماغنسيوم باستعمال كربونات الصوديوم معتمداً على اقتصادية عملية التنقية .

وحتى يتم إزالة أكبر كمية من أيونات الكالسيوم والماغنسيوم يستوجب استعمال كمية فائضة من الهيدروكسيد والكربونات لكي يقلل من ذوبان كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الماغنسيوم .

ونعلم أن التفاعلات الأيونية سريعة بالمحاليل المركزة ولكنها بطيئة بالمحاليل الباردة والمخففة جداً كما هو الحال بهذه الطريقة . لذا يتوقع أن تكون عملية الترسيب بطيئة جداً وقد يمضى بعض الوقت قبل ظهور أية رواسب .

وظهور الرواسب بالمحاليل المخففة والباردة يعتمد على تكوين نويات لبورات المواد الغير ذائبة أولاً ثم يعقبها نمو تلك النويات لتكوين بلورات قابلة للترسيب وفي ظروف الترسيب المذكورة يتوقع بلورات صغيرة بحجم دقائق المواد الغروية لها سطوح كبيرة تمدص عليها بعض الأيونات مما يعطيها شحنة سالبة أو موجبة ويساعد ذلك على صعوبة تركيبها وترسيبها .

بالإضافة إلى أن مثل هذه الدقائق لها ذوبان أكثر من ما إذا كانت بلوراتها أكبر حجماً لذلك تكون هذه المحاليل فوق درجة الإشباع بالنسبة لتلك

المواد مما سيؤدي حتماً إلى ترسيب الكميات الفائضة بعدئذ في الخزانات والأنابيب .

من الطرق الناجحة لتقليل ظاهرة فوق الإشباع في مثل هذه الحالات هو وضع الماء المحتوى على المواد المتفاعلة ونواتج التفاعل تماس مع الرواسب الناتجة من العمليات السابقة فمثل هذا التماس يكون بمثابة تعرض المحلول فوق المشبع إلى سطوح نويات التبلور وهذا يساعد على التفاعل وعلى تكوين بلورات كبيرة الحجم التى ترسيب بسهولة ، ويوضع حد لحالة فوق الإشباع والترسبات الناتجة عنها بالأنابيب والخزانات .

المواد المسببة للتآكل في المياه الطبيعية :

المياه غير المعالجة قد تحتوى على مواد تسبب التآكل في المراجل ويعتبر الأوكسجين من المواد الرئيسية المسببة للتآكل في مياه المراجل . ينوب الأوكسجين بالماء عادة بنسبة 7 سم³ باللتر الواحد وكذلك ثاني أكسيد الكربون الذي يكون موجوداً بكميات مختلفة مسبباً تآكلاً بأنابيب البخار .

ويجب أن يكون تركيز الأوكسجين في مياه المراجل أقل من 0.05 جزء بالمليون بالنسبة للمراجل التى تعمل بالضغط الواطئ ونسبة 0.01 جزء بالمليون بالنسبة للمراجل التى تعمل بالضغط العالي .

ولإزالة الغازات الذائبة بالماء تستعمل وحدات طرد الهواء وهذه تعمل عادة تحت ضغط متخلخل ويتلامس الماء النازل من الأعلى والحاوي على الغازات الذائبة مع تيار البخار المفتوح الذي يدخل من أسفل الوحدة حيث يساعد ارتفاع درجة الحرارة وتعرض الماء إلى البخار بصورة مباشرة إلى طرد معظم الغازات من المكثف حيث الضغط الواطئ لا يساعد على نوبانها.

ويمكن إيقاف فعل التآكل للأكسجين بمياه المراجل بواسطة استعمال مواد مختزلة فللمراجل التي تعمل بضغط أقل من 45 ضغط جوي يستعمل كبريتيت الصوديوم الذي يتحد مع الأكسجين مكوناً كبريتات الصوديوم .



ولا يمكن استعمال كبريتيت الصوديوم للمراجل التي تعمل بضغط يزيد على 45 ضغط جوي وذلك لتكوين غاز ثاني أكسيد الكبريت نتيجة لتحللها .

وتستعمل في هذه الحالة مادة الهيدرازين التي تضاف اعتيادياً كسائل بنسبة 90% وعند تحلل هذه المادة بدرجات حرارة عالية تزيد على 350°م مثلاً فإنها تعطي غازات ليس لها تأثير سيئ .



الوزن الجزئي للهيدرازين قليل بالنسبة لكبريتيت الصوديوم لذا فإن الكمية المستعملة من الهيدرازين لتعامل كمية معينة من الأكسجين تساوي 1/8 الكمية المطلوبة من كبريتيت الصوديوم .

ويمكن قياس الهيدرازين المتبقية بمياه المراجل بواسطة الطرق اللونية (Calorimetric Methods) هذا ويجب أخذ الحذر عند التعامل بهذه المادة لأنها تسبب التهابات جلدية مزمنة (Dermatitis) .

بعض الأملاح الذائبة مثل كلوريد الماغنسيوم يمكن أن تتحلل بالماء بدرجات حرارة تزيد على 200°م محررة كلوريد الهيدروجين وتصل درجة التحليل لهذه المادة لنسبة 25% بدرجة حرارة 600°م وأن وجود حامض

السليسيك يعمل كعامل مساعد للتفاعل ولذا تتكون كميات من كلوريد الهيدروجين بمياه المراجل بدرجات حرارة أوطأ من 600°م لوجود حامض السليسيك .



يتحلل كذلك كلوريد الكالسيوم بنفس الطريقة ولكن بنفس أقل من كلوريد الماغنسيوم .

معاملة المياه بالمبادلات الأيونية :

المياه المستعملة في تبريد المفاعلات النووية ، والتي تستعمل بالمراجل البخارية التي تعمل بدرجات حرارة مساوية أو أكثر من درجة الحرارة الحرجة للماء يجب أن تكون ذات نقاوة عالية . ومثل هذه المياه يمكن الحصول عليها صناعياً بواسطة عملية التقطير أو بواسطة المبادلات الأيونية حيث يمكن إنتاج مثل هذه النوعية النقية من الماء بصورة كفؤة وبكلفة قليلة . وعملية إزالة الأملاح الموجودة بالماء تنقسم إلى مرحلتين :

يتم في المرحلة الأولى إزالة الأيونات الموجبة (Cations) الموجودة بالماء بواسطة استبدالها مع أيونات الهيدروجين المتواجدة على راتنجات عضوية (Cation Exchanger) ويتبع ذلك معاملة الماء لإزالة الأيونات السالبة لاستبدالها بأيونات الهيدروكسيل الموجودة على راتنجات عضوية لها قابلية باستبدال الأيونات السالبة بأيون الهيدروكسيل .



والماء العامل بهذه الطريقة يسمى الماء الخالي من الايونات (Deionized) ويكون ذا نقاوة قريبة من الماء المقطر . إن نقاوة مثل هذه المياه والتي يعبر عنها بكمية المواد المتأينة الموجودة فيه يمكن قياسها بواسطة درجة إيصال الماء للتيار الكهربائي (Conductance) ويمكن استعمال أجهزة قياس إيصال التيار الكهربائي بالسوائل (Conductivity Cell) . تقدر مقاومة الماء المقطر بـ 500000 أوم/سم ومثل هذا الماء يعتبر غير صالح لبعض الاستعمالات الهندسية كصناعات المعدات الإلكترونية مثل الترانسترات وصمامات وشاشات التليفزيون .

هناك عدة أنواع من المبادلات الأيونية . تم تحضير الأنواع الأولى منها يتعامل حامض الكبريتيك المركز الحاوي على ثالث أكسيد الكبريت مع الفحم الحجري وبهذه العملية تدخل أيونات السلفونيك ($-SO_3H$) على تراكيب الفحم والنتائج النهائي يكون مادة سوداء ذات شكل حبيبي ومضلع يمكن أن يبادل أيون الهيدروجين بالأيونات الموجبة مثل أيونات الكالسيوم والماغنسيوم والحديد والمنجنيز الموجودة بالماء يومكن استرجاع قوة التبادل الأيوني بتعامله مع 2% من حامض الكبريتيك المخفف بالماء .

والراتنجات المصنعة من بلمرة الستايرين (Styrene) وثاني فنيل البنزين تعطي مركبات ذات هياكل يمكن إدخال مجاميع كيميائية عليها لها خاصية التبادل الأيوني .

ويمكن التحكم بمسامية مثل هذه المركبات وعلى كثافتها بواسطة السيطرة على الأواصر بين الستايرين وثاني فنيل البنزين (Cross Link) فإزدياد المسامية ينتج عنها زيادة بسرعة التبادل الأيوني وكميته . يستوجب أن يكون للراتنج الصالح للاستعمال بالمبادلات الأيونية تركيب ميكانيكي ثابت وأن يكون مقاوم للذوبان بالماء والحوامض والقواعد .

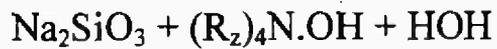
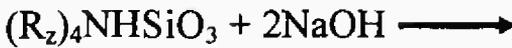
تستعمل المجموعات الفعالة الحامضية SO_2H - و COOH - في المبادلات المستعملة للأيونات الموجبة . ويستعمل كذلك راتنج الفينول فورمالدهيد المكبرت كمبادل أيوني .

أن عملية التبادل الأيوني تجرى على سطح حبيبات المبادل الأيوني وداخل مساماته الداخلية وتقاس كفاءة المبادل الأيوني بكمية الأيونات الموجبة التي يمكن إزالتها من قبل حجم أو وزن معين من المبادل الأيوني قبل عملية التنشيط .

وبحالة امتصاص المبادل الأيوني لكمية كبيرة من أيون الكالسيوم يفضل تنشيطه باستعمال حامض الهيدروكلوريك بدل حامض الكبريتيك (وذلك لكون كبريتات الكالسيوم قليلة الذوبان بالماء) وعند تركيز أقل من 2% وعلى أن تجرى عملية التنشيط بصورة بطيئة .



المبادلات الأيونية السالبة تكون على نوعين الأول هو القوي والذي يحتوي على أيونات الأمونيا الرباعية (Quarternary Ammonium Ions) $(\text{R}_2)_4\text{NOH}$ ومثل هذه المركبات يمكنها أن تزيل حتى الحوامض الضعيفة من الماء ، وتنشط بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم المخفف .



النوع الثاني هو الضعيف والذي يحوي على البولي أمين (Polyamines) ويربط جذر الأمين (-NH₂) بالستايرين أو بأى بوليمر آخر ليعطي تركيباً ثابتاً ذا أبعاد ثلاثية .

مثل هذه المبادلات السالبة الضعيفة يمكنها إزالة الحوامض القوية مثل حامض الكبريتيك أو النيتريك أو الهيدروكلوريك ولا يمكنها إزالة الحوامض الضعيفة بصورة كفؤة ويمكن تنشيط مثل هذه المبادلات باستعمال محاليل كربونات الصوديوم أو الأمونيوم .



لإزالة معظم الأيونات السالبة والموجبة من الماء يعامل أولاً بمبادل أيوني موجب ثم تجرى عملية إزالة الغازات منه مثل غاز ثنائي أكسيد الكربون ويعامل بعد ذلك بمبادل أيوني سالب .

ونقاوة هذا الماء تكون مقاربة من الماء المقطر ويعامل هذا الماء أحياناً للحصول على نوعية أكثر نقاوة يدعى (Polished Water) وذلك بنقله مباشرة بواسطة أنابيب من الحديد المقاوم للصدأ (Stainless Steel) وإدخاله بخزان يحوي على خليط من راتجات للتبادل الأيوني الموجب وراتجات للتبادل الأيوني السالب ويستعمل هذا الماء مباشرة عند تصنيعه ويستخدم بالصناعات التي تتطلب مياه ذات نقاوة عالية .

إزالة حامض الكربونيك :

عندما يمر الماء الحاوي على الكربونات خلال مبادل أيوني تجري تبادل الأيونات الموجبة بالهيدروجين مكوناً حامض الكربونيك . وهذا بدوره يتكسر معطياً ثاني أكسيد الكربون الذي يمكن إزالته بجهاز طرد الغازات (Degasifier) .

وبالنسبة للمياه الحاوية على كميات كبيرة من الكربونات يكون استعمال هذه الطريقة وافياً وأرخص من استعمال المبادلات الأيونية السالبة القوية التي يستوجب استعمالها لكون حامض الكربونيك حامضاً ضعيفاً.



منع تكون قشرة السليكا :

تسبب السليكا عند وجودها بماء المراجل ذات الضغط العالي مشاكل جدية وذلك لأنها تكون طبقة صلبة شبيهة بالخزف على السطوح الساخنة ولهذه الطبقة معامل انتقال حرارة منخفض جداً فمثلاً قد تسبب قشرة سمكها 0.04 مم فشلاً في أنابيب المرجل عندما يعمل المرجل لإعطاء بخار بضغط 40 ضغط جوي لذا يجب أن يكون تركيز السليكا منخفضاً في مياه المرجل ذات الضغط العالي (أقل من 0.02 جزء بالمليون) .

تحتوي قشور السليكا على سليكات الماغنسيوم والكالسيوم وعلى بعض السليكات المركبة .

وتنتج قشور السليكا من وجود الأطنان العالقة والسليكات الأخرى الذائبة بالماء وتتكون السليكا بالماء من تفاعل القلويات المتبقية بالمياه المعاملة كيميائياً مع الرمل فى عملية الترشيح بالإضافة إلى السليكا الطبيعية .

تزال السليكا من مياه المراحل بعدة طرق منها :

1- إضافة كبريتات الحديدك مع القلويات حيث يتكون راسب هيدروكسيد الحديدك فى رقم هيدروجيني للمحلول (pH = 10-7) حيث تمتص السليكا على سطح الهيدروكسيد المترسب وكذلك يتم ترسيب السليكا الغروية ويمكن الحصول على ماء يحوي 2-3 جزء بالمليون سليكا فقط .

2- إضافة أكسيد أو هيدروكسيد الماغنسيوم .



يمكن بهذه الطريقة الحصول على سليكا متبقية بالماء بحدود جزء بالمليون .

3- إضافة فلوريد الصوديوم إلى الماء ثم إمرار الماء على مبادل أيوني موجب حيث يتكون فلوريد الهيدروجين .



وهذا بدوره يتفاعل مع السليكا ليكون الفلوسليكات والتي يجرى إزالتها بواسطة مبادل أيوني سالب .



4- معاملة الماء بصورة مباشرة بمبادل أيوني سالب قوي بعد معاملته بمبادل أيوني موجب ويمكن استعمال طريقة المبادل الأيوني السالب القوي لإزالة ما تبقى من السليكا المعاملة بالطريقة 1 و 2 المذكورة أعلاه .

الأسئلة

- 1- ما هي الشوائب الموجودة في مياه الأمطار ؟
- 2- هل تختلف نسبة الغازات الذائبة بمياه الأمطار عن نسبتها بالهواء ؟
- 3- ما هو الفرق بين العسرة الكلية والعسرة الدائمة وما هو الفرق بين المواد العالقة والمواد الغروية ؟
- 4- ما هو تأثير السطحية على :
الجبس ، حجر الكلس ، المرمر ، الصخور الرملية ، خامات الكبريتيد ،
والفيلدسبار .
- 5- أذكر ثلاث طرق لتصفية الماء للأغراض المنزلية ؟
- 6- أكتب معادلات التفاعل عندما يضاف الشب إلى ماء يحوى على العسرة المؤقتة ؟
- 7- هل تزيل كبريتات الألمنيوم العسرة من الماء ؟
- 8- ما هو تأثير إضافة الومينات الصوديوم على العسرة في الماء ؟ قارن ذلك مع فعل كبريتات الألمنيوم ؟
- 9- كيف يجعل هيدروكسيد الألومنيوم الماء العكر رائقاً ؟
- 10- بين بالمعادلات كيف يمكن للجير المطفا أن يزيل أملاح الكالسيوم من المياه الطبيعية ؟
- 11- ما هو الغرض من إضافة الجير المطفا والحي إلى الماء بعمليات التنقية ؟

- 12- كيف يمكن معالجة الماء الحاوي على البكتريات ؟
- 13- ما هي أسباب وجود الطعم بالماء وكيف يمكن معالجة ذلك ؟
- 14- ما هو ثاني كلورامين ؟ بين كيف يتفاعل مع الماء ؟
- 15- ما هي طريقة (الجير صودا) لتعامل المياه ؟
- 16- أين تترسب عسرة الماغنسيوم بالمرجل البخاري ؟
- 17- في أي جزء من المرجل البخاري تترسب العسرة المؤقتة ؟
- 18- ما هي الأسس الكيميائية لتصفية المياه باستعمال خزانات الترسيب المعجلة ؟ وما هي فوائد هذه الطريقة ؟
- 19- بين بالمعادلات الكيميائية كيف يمكن لكاربونات الباريوم إزالة الأملاح الذائبة من الماء العسرة وقارن ذلك بفعل كاربونات الصوديوم ؟
- 20- ما هو الفرق بين الزيولايت وراتنج المبادل الأيوني الموجب ؟
- 21- بين كيف يمكن الحصول على ماء خال من الأيونات من محلول كبريتات الكالسيوم ؟
- 22- كيف تتأثر درجة نوبان كبريتات الكالسيوم وهيدروكسيد الكالسيوم و كاربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الماغنسيوم بارتفاع ضغط البخار بالمرجل ؟
- 23- كيف يمكن منع تكون قشرة السليكا ؟
- 24- كيف يمكن تقليل كمية الأكسجين الموجودة بالماء ؟ ما هو فعل الأكسجين الموجود بماء المرجل ؟

المصطلحات العلمية

المصطلحات العلمية

(ppm)	جزء بالمليون
Absolute	مجال ، مدى ، مطلق
Absorption tower	برج امتصاص
Acetic acid	امين الاثيلين
Acid pickling	تنظيف المعدن بمغطس حامضى
Acid sludges	ترسبات حامضية
Acidity	حموضة
Acrylic and styrene-butadiene copolymer coatings	أغطية البلمرة المشتركة
Activated	منشط
Activated charcoal	الفحم المنشط
Activated clay	الطين الفعال
Active atom	ذرات نشطة
Adsorb	امتز ، امتص
Adsorbent	ممتز
Adsorption	امتزاز

Aeration	تهوية
Aerobic	هوائى
Agar	صمغ الآكار
Aggregate	تجمع
Air	هواء
Alkali carbonate	الكربونات القلوية
Alkaline-earth metal	معادن الاتربة القلوية
Alkalinity	قاعدية
Alkyed coatings	أغطية الألكيد
Alkyl benzene sulfonate	سلفونات الالكيل البنزين
Alkyl radical	جذر الكالى
Alkylation	الاكللة استبدال الهيدروجين بشق اليفاتى هيدروكربونى
Angstrom	انجستروم
Anhydrous	لامائى
Annealing	تلدين
Anodizing	طريقة الانودية
Anti-freeze product	معيق التجميد
Anti-freeze solution	محلول يقاوم الانجماد

Antioxidants	مضادات أو ماععات للتأكسد
Asphalt coatings	أغطية الاسفلت
Austenitic steel	فولاذ أو ستينيتى لا يصدأ
Axle	محور
Baking for curings	عملية تجفيف بالحرارة لاكمال النضوج للطلاء
Bauxite	البوكسيت (هيدروكسيد الالمنيوم)
Bearing	سطح الارتكاز
Biological	حياتى
Biological oxygen demand (BOD)	الاوكسجين المطلوب للعمليات البايولوجية
Bituminous coal	الفحم القارى
Blending	مواصفة
Blistering	التبثر أو التنفط
Blistering	انتفاخ
Boundary lubrication	التزييت الرقيق
Brake lining	بطانة المكبح
Brash heap	كومة كبيرة على شكل فرشاة
Brass	النحاس الأصفر
Bright stock	زيت ناصع

Bubble	فقاعة
Bubble cap	غطاء فقاعي
Buffer solution	محلول منظم
Bulb	بصلة أو بصيلة
Bushing	وصلة ازدواج
Calcium stearate	ستيارات الكالسيوم
Cap	غطاء
Carbon residue	بقايا الكربون
Castor oil	دهن الخروع
Catalyst	عامل مساعد
Catalytic cracking	التكسير بالوسيط الكيماوى
Cater pillar	زنجير ، حصيرة جر
Cation exchanger	مبادل أيونى موجب
Caustic	قلوى
Caustic embattlement	التصلب القلوى
Caustic embrittlement	تقصف او انشطار المعدن بسبب الصودا الكاوية
Centistokes	سنتيستوك
Centrifugal	الطرد المركزى

Cetyl alcohol	حامض الستيل
Chalking	ظاهرة التباشير
Chemical additive	المضيفات الكيماوية
Chemical bonding	الترايط الكيماوى
Chemical nature of sewage	الطبيعة الكيماوية للمياه القذرة
Chemical oxygen demand (COD)	الاوكسجين المطلوب للعمليات الكيماوية
Chlorinated rubber coatings	أغطية المطاط الكلورى
Chlorinated solvent	المذيبات المعالجة بالكلور
Chlorinator	وحدة اضافة الكلور
Cider	رماد
Circular	دائرى
Clarifier	مروى
Clarity	وضوح ، نقاوة
Clay	طين
Coagulant	مادة مخثرة
Coagulant	مخثر للترويق
Coagulation	تخثر
Coal tar coatings	أغطية قار الفحم

Cobs	عرنوس الذرة
Colloidal graphite	غرافيت غروانى
Colloidal particles	جسيمات أو دقائق غروانية
Common ion effect	التأثير الأيونى المشترك
Complexing agent	مواد مكونة لمركبات معقدة
Compressor	ضاغط
Concentration cell	خلية تركيزية
Condenser	مكثف
Conductance	توصيل كهربائى
Conductivity cell	خلية توصيل
Continuous	متواصل
Control instruments	أجهزة الضبط أو السيطرة
Copper oleate	أوليئات النحاس
Corn	الذرة
Corrosion	التآكل أو تآكل المعادن فى الصناعة
Corrosion fatigue	تآكل الاجهاد
Corrosion inhibitor	مانع للتآكل
Corrosion inhibitor	مانع التآكل

Corrosion inhibitors	مانع التآكل
Corrosion product	نتاج التآكل
Counter current	جريان معاكس أو تيار معاكس
Cracked gasoline	جازولين التكسير الحرارى
Cracking	التكسير
Crude oil reserves	احتياطي النفط الخام
Curing	عملية اتضاج
Cutting oil	دهن القطع
Cyclization and aromatization	تكوين المركبات النفينية والاورماتية
Debutanization	ازالة البيوتان
Deceleration	تباطؤ
De-derator	طارد للهواء
Degasifier	طارد للغازات
Degree of hydration	درجة التميؤ
Deionized water	ماء خال من الأيونات
Delamination	الانفصال الى طبقات رقيقة
Depropanizer	برج ازالة البروبان
Dermatitis	مرض جلدى مزمن

Desalting	ازالة الملح
Desorption	عملية المص
Detergent	المنظفات
Dielectric lubricants	دهونات عازلة
Differential aeration	خلية الاوكسجين التركيزية
Diffuser	منشر
Digestor	هاضم
Direct	مباشر
Disintegration	تحطيم
Dislodgement	ازاحة - اخراج
Disposal	تخلص
Dissolved	ذائب
Dissolved oxygen	الاوكسجين الذائب
Distillate	ناتج التقطير ، مستقطر
Dolly wheel	العجلات السائدة
Domestic	منزلى
Dosing	تغذية
Droplet	قطيرة

Dropping point	نقطة التسييل
Drying	تجفيف
EDTA	رابع حامض الخليك ثاى أمين الاثيلين
Effluent	سائل نفى
Electrochemical potential	الجهد الكهروكيميائى
Electrodialysis	الديلزه
Electromotive force	القوة الدافعة الكهربائية
Electrostatic precipitation	الترسيب الكهروستاتى
Emulsifying agent	عامل الاستحلاب
Epoxy ester coatings	أغطية استيرات الابوكسى
Epoxy resin	راتينجات الابوكسى
Epoxy resin	أغطية الإبوكسى
Equilibria	توازنات
Equilibrium constant	ثابت التوازن
Equilibrium potential	جهد التوازن
Erichrome black	صبغة - تستعمل ككاشف
Erosion	تعرية ميكانيكية
Erosion	التعرية

Ethylenediamine terta	رابع حامض الخليك ثاى
Exhaust system	جهاز العادم
Extract oil	الدهن المستخلص
Fatty oil	زيت دهنى
Feedstock	مواج التغذية أو لقيم
Ferrous ammonium sulfate	كبريتات الامونيوم الحديدوز
Fibre	ليفة
Fibril	شعيرة
Filter	مرشح
Filtration	ترشيح
Final	نهائى
Final affluent	السائل النفى النهائى
Final boiling point	درجة الغليان النهائية
Finishing	اتمام
Flask	دورق
Flexing	لوي
Flocculation	ادماج
Fluid gasket	حشية مانعية

Fluid lubrication	التزييت المائعي
Foam	رغوة-ووغف
Foam beaker	كاسرة الرغوة
Forward reaction	التفاعل الامامي
Fractional distillation	التقطير التجزيئي
Free chlorine residue	الكلور الحر المتبقى
Freshness	حدائة
Friction	احتكاك
Fume	بخار
Galvanic corrosion	تآكل جلفاتية
Galvanization	غلونة
Galvanized	مغلون
Gas	غاز
Gears	مسننات
Gel	جل ، غرواتي أو هلامي القوام
Gel mixture	خليط غرواتي
Glass fibers	ألياف زجاجية
Glyceride	جليسيريد ، استر جلسرين

Goodch crucible	بودقة كودج
Grain boundary	أطراف البلورات
Grease	شحوم
Greases	شحوم
Grid trays	صواني شبكى
Grit	مواد صلبة صغيرة - رمل
Grounding	تأريض
Gum forming components	المركبات المولدة للاصماغ
Gummy polymers	مركبات صمغية
Hazy day	يوم مضب
Heat exchanger	مبادل حرارى
Hetero	مختلف
Heterogonous reactions	التفاعلات غير المتجانسة (فى أكثر من طور)
High test	الاختبار العالى
High-temperature coatings	أغطية مقاومة للدرجات الحرارية العالية
Homogenous	متجانس
Homogenous reactions	التفاعلات المتجانسة (فى طور واحد)
Hull	غلاف البذرة

Humus	ترسبات عضوية
Hydrated oxide	الأكسيد المائي أو المميا
Hydration	تميع
Hydraulic fluid	مائع هيدرولي
Hydrazine	الهيدرازين
Hydro finishing	المعاملة بالهيدروجين
Hydrocarbon polymer	الراتنجات الهيدروكربونية
Hydrogen embrittlement	التقصف او الانشطار بسبب الهيدروجين
Hydrogenation	عملية الهدرجة
Hydrometer	هايدرومتر ، مقياس السوائل
Hydrophobic	طارذ للماء
Hypochlorous acid	حامض الهايكلوروز
Idling	خمول
Impregnated	مشرب
Incinerator	محرقة
Inhibitive pigment	صبغة مانعة
Initial boiling point	درجة الغليان الأولية
Interfacial surface tension	الشذ السطحي البينى

Intergranular corrosion	تآكل بين حبيبات المعدن
Ion exchanger	مبادل أيوني
Ionic lattice	شبكة أيونية
Isomerization	عملية التماثل
Kinematic viscosity	اللزوجة الكينماتية
Lactic acid	حامض اللبنيك
Lagoon	بحيرة صغيرة
Lard oil	زيت دهن الخنزير
Lateral attraction	تجاذب جانبي
Law of mass action	قانون فعل الكتلة
Lean	فقير
Lifting and wrinkling	الرفع والتجعد
Light end	متطايرات نفطية أى أجزاء نفطية ذات درجات غليان منخفضة
Lignin	مادة اللكينين
Lignite	الفحم البنى الداكن
Liquid propane	البروبان السائل
Live steam	البخار الحى
Local action	الفعل الموضعى

Lubricant	مادة تشحيم
Lubricating oil	زيت تزييت
Lubrication	تشحيم ، تزييت ، تزييت
Marcasite	كبريتيد الحديد الابيض
Mean free path	متوسط المسار الحر
Mechanism	ميكانيكية
Melting point	نقطة الانصهار
Meshing gear	ترس التعشيق
Metallized coatings	أغطية الرش المعدني
Methylene blue	ازرق المثلين
Mica	ميكا
Micelle	ايون غروى
Microcrystalline wax (50)	شمع دقيق التبلور
Milk of lime	مستحلب الجير
Mill scale	قشور المصنع
Mixed base crude oil	النفط الخام المختلف الأساس
Mixing	خلط
Mobile liquid	سائل رجراج

Modifiers	مغيرات
Monomer	مركب غير متبلر
Naphthalene base crude oil	النفط الخام النفثيني الأساس
Naphthenes	النفثينات
Natural or casing head gasoline	الجازولين الطبيعي أو جازولين رأس الغطاء
Neutralization number	رقم التعادل
Nomograph	رسم بياني (ثلاثي الخطوط)
Nucleus	نواة
Nuclii	نويات
Oat	شوفان ، خرطال
Oil coatings	أغطية الزيت
Oil shales	طفل زيتي
Oleic acid	حامض الأوليك
Overflow pipe	انبوب تصريف الفائض
Overpotential	فرط الجهد الكهروكيميائي
Oxidation	تأكسد
Oxidation resistance	مقاومة التأكسد
Paraffin base crude oil	النفط الخام البارافيني الأساس

Paraffin wax (30-20)	شمع برفيني
Partial	جزئي
Partial pressure	الضغط الجزئي
Passive film	غطاء أو طبقة واقية غير فعالة
Peeling	التجرد القشري
Permanent	ثابت - دائم
Permanent or non-carbonate hardness	العسرة الدائمة أو غير الكربونية
Permeable	نفاذ
Petroleum ether	اثير البترول
pH	الرقم الهيدروجيني
Phase	طور
Phenolic coatings	اغطية الفينولات
pH-meter	جهاز لقياس الرقم الهيدروجيني
Photoelectric calorimeter	جهاز لقياس كثافة الضوء (شدة الضوء)
Pick-up	التقاط
Pigmented	مخضبة
Piston ring	حلقة المكبس
Pitch	درجة

Pitting corrosion	تآكل تنقرى
Plaking	التقشر
Plant	معمل
Platelet	لويحة
Poise	وحدة اللزوجة المطلقة
Polar	قطبى
Polar group	مجاميع مستقطبة
Polished water	ماء كثير النقاوة
Poly amines	البولى أمين
Polymergasoline	الجازولين المبلمر
Polysulphide	كبريتيد مضاعف
Pond	بركة
Pour point	نقطة الانسكاب
PPM	جزء فى المليون
Prechlorinator	جهاز اضافة الكلور المبكر
Precipitation	ترسب
Premium	ممتاز
Pressure kettle	قدر الضغط

Primary	أولى
Primer	الطلاء الأولية أو الأولى
Priming	صعود الماء مع البخار
Process	طريقة
Propane deasphalting unit	وحدة فصل الاسفلت
Protective coating	الطلاء أو الغطاء
Proven reserves	الاحتياطي الثابت وجودة
Quaternary ammonium ions	ايونات الامونيوم الرباعية
Raffinate	انتاج منقى بالاذابة
Raffinate oil	دهن منقى بالاذابة
Range	سيولة
Reboiler	مرجل إعادة الغليان
Recovery factor	معامل الاستخلاص
Recovery of reactions	استخلاص منتجات التفاعل
Rectifying	التصفية باعادة التقطير
Recycle	اعادة
Red water	الماء الاحمر
Reflux	السائل المعاد

Reformat	نتاج عملية التهذيب
Reforming	عملية التهذيب
Reject	رفض
Removal	ازالة
Rerun tower	برج اعادة التقطير
Residual chlorine	الكلور المتخلف
Residue	الباقى
Residue	متخلف أو متبقى
Residues	مخلفات
Ringelmann numbers	أرقان رنكلمان
Riser	رافع
Rosin	القلقونية
Rosin	الراتينج القلقونية
Rosin oil	زيت
Sacrificial protection	الحماية بالانود الذواب أو الحمليّة بالقطب الموجب الذائب
Sand blasting	تنظيف بالسفع الرملى
Sandstone	حجر رملى

Saturated calomel electrode	قطب كلوريد الزئبقوز المشبع (يستعمل كمرجع قياسي)
Scale prevention	منع تكون القشور
Scoring	تخدش
Scraper	كاشطة
Screening	غربلة
Secondary recovery	الاستخلاص الثانوي
Sedimentation	تركيذ
Service life	فترة الاستخدام
Sewage	مياه المجارى
Sewage treatment	معالجة المياه القذرة
Shaft	عمود الادارة
Shaking	اهتزاز
Sieve trays	صواني منخلى
Silica gel	جل السليكا
Skimm	يقشط الزبدة
Slaked lime: hydrated lime	الجير المطفأ
Slot	شق

Sludge	اطيان اوساخ
Sludge	وسخ مترسب
Slurry	محلول عالق
Smelter	مسبك
Smog	ضباب دخاني
Soft coal	فحم قيرى
Sol	محلول غروى
Solubility	الذوبان
Solubility product constant	ثابت حاصل الاذابة
Soot	سخام
Spark plug	شمعة اشعال بالشرر
Stabilitation	ازالة الغازات المذابة السريعة التطاير
Stability	ثباتية
Stabilization tower	برج التركيز
Stainless steel	صلب لا يصدأ
Stearic acid	حامض الستياريك
Still	انبيق
Straight distillation	التقطير المباشر

Straight-run gasoline	الجازولين المستقطر مباشرة
Stray current	تيار كهربائي شارد
Stress	شد أو جهد ميكانيكي
Stripper	منصل
Stripping	استئصال أو تجريد أو تعرية
Stripping tower	برج التعرية أو التجريد
Styrene	الستايرين
Surface tension	الشد السطحي
Surface-active chemical	مادو كيمياوية ذات فعالية سطحية
Suspended solids	المواد الصلبة العالقة
Sweetening	تحلية
Syneresis	فقدان السائل من مادة هلامية القوام
Tank	خزان
Tannin	مادة التانين الدابعة
Tapping	نقر
Tar	قطران
Temporary	مؤقت
Temporary hardness	العسرة المؤقتة أو عسرة الكربونات

Thermal cracking	التكسير الحرارى
Thixotropy	تسييل القوام الهلامى بالرج
Threshold treatment	معاملة المشرف
Topcoat	الطلاية الفوقية أو العليا
Torque	عزم الدوران
Total	كلى
Total obscuring power	القوة الحاجبة الكلية
Transmission of light	انتقال الضوء
Tray	صينية
Treating	معالجة
Treatment	معالجة
Trickle	النقيض
Tricresyl phosphate	ترايكريسيل فوسفات
Turbidity	تعكر
Turbulence	اضطراب
Urethane coatings	أغطية اليورثين
Urethane coatings	أغطية اليورثين
Use	استعمال

Vacuum distillation	التقطير الفراغى
Vacuum pump	مضخة تفريغ
Van der waal attraction	تجاذب فان درفالز
Vapour pressure	الضغط البخارى
Vehicle	سائل حمل الدهان
Versatile	متعدد للاستعمال
Vinyl coatings	أغطية الفينيلات
Viscosity index	دليل اللزوجة
Volatile	متطاير
Volatile solids	المواد الصلبة المتطايرة
Volatility	تطايرية أو قابلية التطاير
Washer	فلكة
Water drive	الدفع بالماء
Water for domestic use	الماء للاستعمال المنزلى
Water gas	غاز الماء
Water proof	صامد للماء
Wear	بلى ، تآكل فيزياوى
Wet collector	مجمع رطب

Wet steam

بخار رطب

Wetting

الترطيب

Zeolite

الزيولايت (مبادل أيوني)

Zinc-rich coatings

أغطية غنية بالخارصين

Zinc-rich primer

طبقة أولية غنية بالخارصين

المراجع

المراجع

- 1- الكيمياء في الهندسة - لويد مونرو - برنتس هول - نيوجرسي 1965.
- 2- العمليات الصناعية الكيميائية - نورس شريف - ماجروهيل 1967.
- 3- الكيمياء الصناعية - الأسس التكنولوجية - هلموت ستايف - ترجمة مهندس محمد اسماعيل عبد اللطيف - دار الأهرام 1969 .
- 4- الكيمياء الصناعية - مدخل في الأسس العلمية والتقنية - د. عزيز أمين ، د. ثروت صالح - جامعة بغداد 1980.
- 5- كيمياء المهندسين - كارتميل - ترجمة د.عزيز أمين ، د. ثروت صالح - جامعة بغداد 1981 .
- 6- الكيمياء الصناعية - الصناعات النتروجينية والفوسفورية - د. عزيز أمين - جامعة بغداد 1982 .
- 7- صبغة الإلياف الصناعية وخطاتها - د. أحمد فؤاد النجاوى - منشأة المعارف - الاسكندرية 1984 .
- 8- مبادئ الكيمياء الصناعية - كريس كلاوسن ، وكاي ماتسون - ترجمة د.عزيز أمين - جامعة بغداد 1985 .
- 9- الكيمياء الصناعية - د.كوركيس عبدال آدم - جامعة البصرة 1986 .
- 10- المدخل الى الكيمياء العضوية الصناعية - بتروايزمان - ترجمة د.صلاح يحيوى وآخرون 1989 .

- 11- الكيمياء الهندسية - د.محمود عمر عبد الله ، د.سهام حسن فهمى ،
د.قاسم جبار ، د.عبد الله عباس - جامعة بغداد 1989 .
- 12- تكنولوجيا المواد الأولية الأساسية لإنتاج الألياف الصناعية - د.حسين
كاشف العطاء - جامعة البصرة 1991 .
- 13- الصناعات الكيمائية التجارية - مهندس عبد الكريم درويش - دار
المعرفة - دمشق 1994.
- 14- الكيمياء الصناعية - د. فرج عبد الحى ، د.عادل عبد الرحمن -
جامعة الأزهر - القاهرة - مصر 2001.
- 15- أسرار صناعة العطور - كيميائى محمد اسماعيل عمر - دار الكتب
العلمية للنشر والتوزيع - القاهرة - مصر 2002.
- 16- تكنولوجيا تصنيع المطاط - كيميائى محمد اسماعيل عمر - دار
الكتب العلمية للنشر والتوزيع - القاهرة - مصر 2003 .