مجالات علوم البحار الكيميائية والجيولوجية

(أ) الأملاح والمعادن المختلفة :

الواقع أن علوم البحار الكيميائية ما هى إلا مجرد تحليل ماء البحر لتعيين كمية المركبات العضوية وغير العضوية ودراسة توزيع هذه المركبات عند الأعماق المختلفة من البحار والمحيطات وكذلك تعيين كمية الأكسجين الذائب ودرجه قلوية المياه وتركيز أيون الأيدروجين (الحامضة والقلوية) إلى جانب الأملاح الذائبة مثل الفوسفات والسليكات . هذا بالإضافة إلى بعض المواد المشعة مثل الاسترنشيوم ٩٠ حيث إن البحار والمحيطات هى المكان الطبيعى لمخلفات المواد المشعة للمجارى. يضاف إلى ذلك تعيين العناصر النادرة سواء فى مياه البحر أو رواسب القاع أو فى المواد العالقة أو فى المياه المسامية الناتجة عن ضغط الرواسب لاستخلاص المياه المسامية المعروفة باسم Interstitial water أو Ooze water

ويعتبر ملح الطعام أكثر الأملاح التى توجد فى البحار

والمحيطات بنسبة عالية تفوق فى كثرتها الأملاح الأخرى . فقد وجد أن كل ميل مكعب من ماء البحر يحتوى على ١٦٦ مليون طن من الملح . هذا وتستقبل البحار سنو يًّا حوالى ٧٠٠٠ ميل مكعب من الماء العذب الآتية من الأنهار . وهذه المياه تجلب معها كميات كبيرة من معادن مختلفة ، بينما كمية الملح المحملة بها تقدر بحوالى ١٦٠ مليون طن . ولقد كانت الطريقة الوحيدة لاستخراج الملح فى العصور السالفة بوساطة تبخير الماء تحت تأثير حرارة الشمس . وفى بعض جهات العالم يوجد الملح على هيئة صخور يرجع أصلها إلى تاريخ جيولوجى طويل . والمعلوم أن هذه المناطق تكون اقتصادية أكثر بالمقارنة إلى كمية الملح المستخرجة من ماء البحار بوساطة التبخير . ومن المعروف أن الجمهورية العربية المتحدة تصدر الملح بما يوازى ٤٠٠ ألف جنيه .

وبجوار الملح توجد أملاح أخرى ومعادن مختلفة بعضها مترسب على القاع والبعض الآخر مذاب فى الماء . فمثلا الطمى والطين الخزفى التى تحمله المياه القادمة من الأنهار تحتوى على السليكا والألمونيوم والنحاس . وبجانب هذا يوجد الطمى الأزرق فى المياه العميقة ويحتوى على الحديد كذلك طين

السليكا الأحمر الذى يأتى نتيجة تناثر المواد البركانية الموجودة فى الأعماق الكبيرة . وفى بعض المناطق من البحار ذات الأعماق الكبيرة يوجد نوع من السليكا النقى الناتج من هياكل الحيوانات الأولية الدقيقة التى كانت تستخلص السليكا من مياه البحار وتبنى به هيكلها . وعندما تموت بالملايين فإنها تتساقط على قاع المحيط كما تتساقط حبات المطر على اليابسة . الأولى تكون بها جبالاً من السيليكا والثانية تجرى بها أنهارا . وفى بعض المناطق الأخرى من المحيطات تكون إناتجة من هياكل طحالب صفراء أو ذهبية تستطيع أن تستخلص السيليكا أيضاً . وتبنيها على هيئة هياكل رافعة . وفى المياه الضحلة توجد طينة الحجر الجيرى الناتج من الحيوانات الرخوة الصغيرة ذات الأقدام الكاذبة . بينما تتواجد فى المناطق الاستوائية نتيجة لوجود الحيوانات المرجانية . وفى بعض أجزاء من البحار والمحيطات ترقد مناجم من المنجنيز والفوسفور على القاع على شكل عقد صلبة . والجدير بالذكر أن الكيلو متر المربع من المحيطات التى يتواجد فيها المنجنيز تحتوى على ٢٠,٠٠٠ طن من المنجنيز . وبصفة عامة فإن ماء البحر تحتوى على ١٠٣ مراكب منها حوالى ٥٠ مركباً توجد بنسبة ضئيلة جداً منها الذهب والفضة . ومن ناحية أخرى

فقد وجد أن كميات كبيرة من ملح الطعام والمغنسيوم والبروم والبوتاسيوم موجودة فى المحيطات ويمكن استخراجها وتحضيرها بسهولة والاستفادة منها فى الصناعات المختلفة .

ويوضح الجدول الآتى كمية المعادن المختلفة التى يحتويها ميل مكعب من ماء البحر :

كلوريدات الصوديوم	١٢٠,٠٠٠,٠٠٠	طن
كلورات المغنسيوم	١٨,٠٠٠,٠٠٠	»
سلفات المغنسيوم	٨,٠٠٠,٠٠٠	»
سلفات الكالسيوم	٦,٠٠٠,٠٠٠	»
سلفات البوتاسيوم	٤,٠٠٠,٠٠٠	»
كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى)	٥٥٠,٠٠٠	»
بروميد المغنسيوم	٣٠٠,٠٠٠	»
البروم	٣٠٠,٠٠٠	»
الاسترنشيوم	٦٠,٠٠٠	»
البورون	٢١,٠٠٠	»
الفلورين	٦,٤٠٠	»
الباريوم	٩٠٠	»
اليود	١٠٠ إلى ١٢,٠٠٠	»

الأرزنيك (الزرنيخ)	٥٠ إلى ٣٥٠	طن
الروبيديوم	٢٠٠	
الفضة	إلى ٤٥ طنًا	
النحاس والمنجنيز والزنك والرصاص	١٠ إلى ٣٠ طنًا	
الذهب	إلى ٢٥ طنًا	
اليورانيوم	٧ أطنان	
الراديوم	حوالى $\frac{1}{6}$ أوقية	

والاستفادة من هذه المركبات الموجودة فى المحيطات فى الصناعة قد يكون فى بعض الأحيان باهظة التكاليف وغير اقتصادية الشىء الذى يؤدي إلى الاكتفاء بالخامات الموجودة على الأرض لحين استنباط طرق جديدة لاستخراج هذه الأملاح بتكاليف قليلة . وقد تمكن الإنسان من استغلال الثروة المعدنية بطريقتين مختلفتين :

١ ــ باستخراج المركبات الكيماوية من النباتات والحيوانات التى تعيش فى الماء .

٢ ــ انتزاع هذه المركبات مباشرة من ماء البحر حيث توجد ذائبة أو عالقة .

ويدخل المغنسيوم فى صناعة الطائرات لخفته ومتانته وفى عمل المستحضرات الطبية وصناعة العوازل الحرارية . ويدخل البروم فى صناعة الأدوية وفى أعمال التصوير الفوتوغرافى أما البوتاس فيستخدم فى صناعة الزجاج والصابون . والأعشاب البحرية مصدر مهم لاستخداج اليود . فقد تبين أنه بالرغم من أن كل عشرين طنًا من ماء البحر تحتوى فقط على جرام واحد من اليود فإن كل ٣٠٠ جرام من الأعشاب المخففة تحتوى على جرام واحد من هذه المادة . وفى وقتنا الحاضر يحصل العالم على ثلث اليود من رماد الأعشاب البحرية المحروقة بينما ثلثى المحصول يأتى من بقايا الأعشاب البحرية المتحجرة فى منطقة صحراء شيلى . والأعشاب البحرية بالإضافة إلى استعمالها كمصدر لليود تستعمل فى عملية الأنسجة غير القابلة للاحتراق وكذلك تستعمل كسماد للأرض.

والرمال السوداء التى تترسب أمام الدلتا عند رشيد ودمياط تأتى محمولة مع مياه النيل كل عام خاصة فى الفيضان . وهى عبارة عن صخور ومعادن متفتتة من جبال الحبشة بفعل السيول . وهذه الرمال تحتوى على معادن فى غاية الأهمية الاقتصادية . إذ تحتوى على الألمنيت والمنجنيت والزيركون والجارنت والمونازيت والروتيل بكمية كبيرة وإنه لجدير بالذكر

أن الألمنيت يكون ٥٠,٧ ٪ من هذه المعادن. أما باقى المعادن فهى توجد بنسبة تتراوح بين ١٥ ، ١,٢٪ . ثم إن لهذه المعادن أهمية كبيرة فى الصناعة . فالألمنيت يستخدم فى صناعة البويات أما المونازيت فهو يحتوى على عنصرى الثوريوم واليورانيوم وهى من العناصر المشعة التى تستخدم وقوداً فى الأفران الذرية . ومعدن الجارنت يستعمل فى السنفرة وصقل المعادن ونذكر هنا أن قدماء المصريين قد استخدموا الرمال السوداء فى صقل التماثيل وأحجار بناء المعابد . أما الزركون فهو يستخدم فى أفران صهر المعادن لخواصه الحرارية الفائقة . وإنتاج الرمال السوداء المركزة فى منطقة رشيد يقدر بحوالى ٦٠,٠٠٠ طن سنوياً . يصنع جزء منها داخل الجمهورية العربية المتحدة ويصدر الباقى إلى الخارج . أما بالنسبة للألمنيت فإن الإنتاج السنوى يقدر بحوالى ٣٠,٠٠ طن والمجنتيت والمجنتيت ١٢,٠٠٠ طن والزركون ٤٠٠٠ طن والروتيل ١٠٠٠ طن والمونازيت ٣٠٠ طن والجارنت ١٠٠٠ طن .

ومن المصادر الأخرى للطاقة الهامة فى صناعة البترول الذى يرقد تحت البحر تحت طبقات الإفريز القارى على حواف القارات ويرجع أصله إلى البقايا الحيوانية والنباتية التى عاشت فى البحار وتحللت بالبكتريا والضغط والحرارة والإشعاعات.

وقد تم اكتشاف حوالى ٣×١٠^٧ ميل مكعب تحت البحار والمحيطات من الطبقات الحاملة للبترول وهى تمثل ثلث محصول البترول فى العالم .

(ب) إعذاب ماء البحر

لقد أصبحت مشكلة تزايد السكان اليوم تمثل خطراً كبيراً يهدد الكيان البشرى ونشر المجاعة فى أنحاء العالم . ولهذا كان لا بد من تفكير الدول فى إيجاد حلول لهذه المشكلة العويصة والواقع أن هناك حلولا كثيرة منها الحلول الجوهرية والحلول الجذرية . وقد وجد أنه إذا توافرت الأرض الزراعية فإن هذا يكون ركناً هاماً لمعالجة المشكلة . والزراعة فى حد ذاتها تحتاج إلى أراض شاسعة ومياه لريها وفى القارات يوجد كثير من الأراضى التى لم تستغل بعد لعدم توافر المياه . لذلك فكر العلماء فى إمكان تحويل ماء البحار إلى مياه عذبة تروى منها الأراضى القاحلة بجانب استعماله للشرب والرى والنظافة وفى الصناعات المختلفة .

ويطلق على الماء الذى يحتوى على حوالى ٥٠٠ جزء من الأملاح المختلفة فى مليون جزء بالوزن من الماء ماءاً عذباً . ويمكن

التجاوز عن هذه النسبة إلى ١٠٠ جزء فى وقت الضرورة .
أما الماء الملح كقاعدة عامة يحتوى فى المتوسط على ٣٥,٠٠٠ جزء من الأملاح المختلفة فى مليون جزء بالوزن من الماء . والماء العذب الذى يستعمل فى رى الأراضى الزراعية لا تزيد كمية الأملاح فيها على ١٢٠٠ جزء فى مليون جزء بالوزن من الماء . ويعتمد هذا على درجة قلوية التربة وكمية الأملاح اللازمة للمحصول . وفى حالة استعمال الماء العذب فى الصناعات المختلفة فإن مجال اختلاف كميات الأملاح فيها يختلف اختلافاً كبيراً إذ أنه يمكن أن تتغير كمية الأملاح من ١ إلى ٣٥,٠٠٠ جزء فى مليون جزء بالوزن من الماء معتمداً هذا على طبيعة استعمالات الماء فى الصناعات المختلفة وكمية الأملاح التى تحتاجها .. وطرق تحضير الماء العذب من ماء البحر كثيرة ومتعددة منها :

١ ــ تغير الشكل الجوهرى للماء وذلك بالتجميد أو بالتبخير . ومن المعلوم أنه إذا تجمد ماء البحر فجأة فإن بلورات الماء العذب ستنفصل عن بلورات الملح ومنها يمكن الحصول على الماء العذب بصهر بلورات الثلج .

٢ ــ طريقة التحليل الغشائى الكهربائى . فعند إمرار

تيار كهربائى فى محلول ماء البحر فإن أيونات الملح الموجبة تتجه إلى الأقطاب السالبة خلال غشاء رقيق يوضع بين الأقطاب ومحلول ماء البحر .

٣ ــ إضافة بعض الكيماويات إلى ماء البحر فتساعد على تبادل الأيونات وترسيب الملح على القاع .

٤ ــ إضافة الأيدروكربون إلى محلول ماء البحر عند درجة حرارة معينة . وفى هذه الحالة ينفصل الملح على حدة ويبقى لنا مزيجاً من الماء والبروبان . عند تغيير درجة الحرارة أو الضغط يمكن فصل الماء العذب من البروبان ويمكن إعادة القصة بنفس البروبان المستخدم .

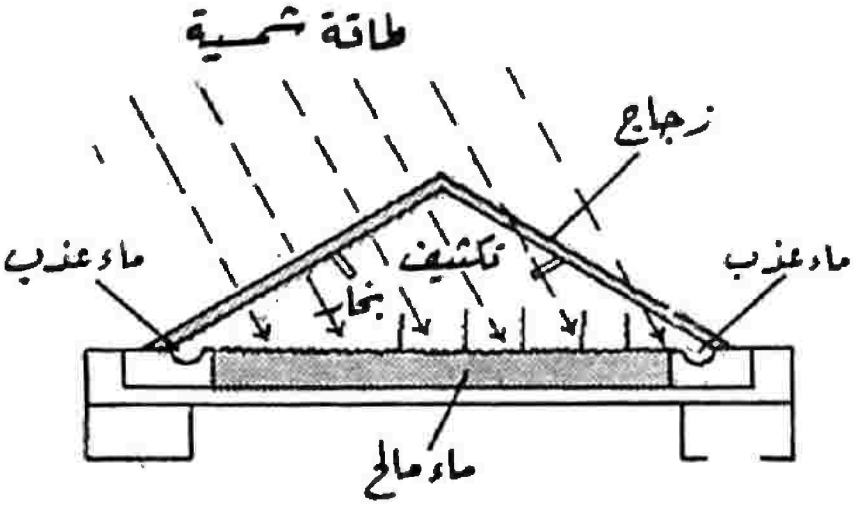
٥ ــ طريقة التقطير وذلك باستخدام الطاقة الشمسية أو أى مصدر للوقود سواء كان المصدر فحماً أو بترولا أو كهرباء بوساطة المفاعل الذرى .

وبجانب هذه الطرق توجدطرق أخرى كثيرة ولكنها غير مفيدة منها مثلا طريقة فصل البللورات بوساطة الانتشار الحرارى وامتصاص الماء العذب بوساطة مادة مجففة واستعمال التأثير الكهرومغناطيسى أو تيارات ذات ذبذبات عالية أو موجات

فوق الصوتية . ومنذ سنين عديدة تجرى البحوث العلمية على النظم الحديثة لإيجاد طريقة لتحضير الماء العذب من ماء البحر بحيث تكون التكاليف أقل ما يمكن بالمقارنة إلى الطرق الأخرى. وقد وجد أن الطاقة الكهربائية اللازمة لفصل ١٠٠٠ جالون من الماء العذب من ماء البحر هى ٢,٨ كيلووات/ساعة . وسأتناول بالإيجاز شرح طريقتين فقط لتحضير الماء العذب :

١ ــ طريقة التقطير بواسطة الطاقة الشمسية :

فى هذه الحالة تستخدم حرارة الشمس فى تبخير ماء البحر والتقطير بواسطة الطاقة الشمسية ينقسم إلى ثلاث طرق . الأولى عبارة عن تبخير وتكثيف ماء البحر فى جهاز واحد والطريقة الثانية باستعمال جهاز لتركيب كميات الحرارة فى مكان واحد حتى يمكن استعمالها . إذ أن هذه الطريقة تحتاج إلى درجات حرارة عالية . والطريقة الثالثة تحتاج لجهاز للتبخير وجهاز آخر لتكثيف ماء البحر . ومن عيوب الطريقة الثانية أنها تحتاج إلى مساحات كبيرة لجمع كميات عظيمة من الحرارة . وشكل (٤) يبين توضيحاً لجهاز التقطير بواسطة الطاقة الشمسية فى أبسط صورة وهو يتكون من مجمع من البلاستيك بدلا من الزجاج.



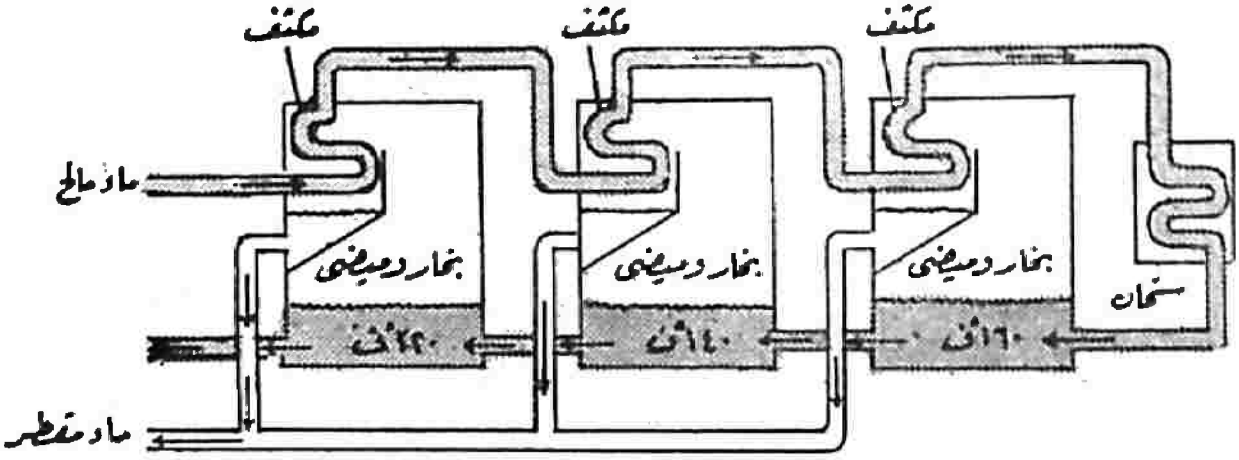
شكل رقم (٤)

طريقة التقطير بواسطة الطاقة الشمسية

وغالباً تكون مادة البلاستيك المستعملة من البوليفلوركارين وهى عبارة عن مادة خاملة ومقاومة للاشعة البنفسجية وصنع الجهاز من البلاستيك له عيوب كثيرة منها تكثيف قطرات الماء مما يحجز أشعة الشمس. وللتغلب على هذا العيب توضع مادة قابلة للتميع داخل المجمع .

٢ ــ التقطير الوميضى : Flash Distillation (شكل ٥).

وفى هذه الطريقة فإن ماء البحر عند درجة حرارة وضغط معينين تدفع إلى حجرة ذات ضغط منخفض نسبياً عن الضغط السابق حيث يتحول الماء إلى بخار ثم يتكثف . وفكرة الجهاز تقوم على التسخين التدريجى لماء البحر حتى درجة حرارة ١٨٠° ف (حوالى ٨٢°م) . والذى يتبعه التبخير على أجزاء فى حجرات متتابعة يزيد تخلخل كل منها عن الأخرى تدريجياً. ويتكثف البخار المترسب من كل عملية على الأنابيب المحتوية لماء البحر الداخلة والباردة وهذا يعطى الماء العذب . هذا ويمكن تعميم هذا الجهاز بحيث ينساب الماء فى أى من الاتجاهين هذه الطريقة كثيراً ما استعملت على المراكب وبدئ فى إقامة مصانع مماثلة على الأرض منذ سنة ١٩٥٥ فقط وأدخلت عليها



شكل رقم (٥)
التقطير الوميضى