الفصل الخامس

مـــاء البحـــر

(هذا عذب فرات وهذا ملح أجاج)
صدق الله العظيم

ماء البحر هو الماء الملح الذى يغطى ما يقرب من ٧٠ ٪ من مساحة الكرة الأرضية ، والذى تمتلئ به البحار والمحيطات فى مختلف أرجاء العالم ، وقد سمى « بالماء الملح » لاحتوائه على عديد من الأملاح المعدنية الذائبة التى يؤدى وجودها إلى ملوحة هذا الماء ، وملح الطعام أو كلوريد الصوديوم هو أهم هذه الأملاح ويكون أكثر من ثلاثة أرباع الملح الموجود فى ماء البحر ، وهناك أيضاً كلوريد المغنيسوم وسلفات المغنيسوم (وهى التى يطلق عليها اسم الملح الإنجليزى) وسلفات البوتاسيوم وغيرها . وهى تشكل فى مجموعها حوالى ٣٥ فى الألف من ماء البحر فى المتوسط ، ومعنى ذلك أننا إذا أخذنا لترًا واحدًا من هذا الماء وعرضناه لعملية التبخر لحصلنا منه على مقدار ٣٥ جرامًا من تلك الأملاح . ولذلك فإن البحار والمحيطات تعتبر معيناً لا ينضب لمختلف الأملاح المعدنية التى يحتاج إليها الإنسان .

والواقع أن ملوحة الماء ليست متساوية فى جميع البحار ، فمع أن نسبتها فى الماء الملح هى ٣٥ فى الألف كما ذكرنا سابقًا ، فإنها تختلف من بحر إلى آخر تبعًا لظروف البيئية السائدة أو تبعًا لما يصل إلى هذه البحار المختلفة من مياه الأنهار العذبة التى تصب فيها وتعمل

على خفض نسبة الملوحة . ففى بحر البلطيق مثلا تكون نسبة الملوحة دائمًا أقل من ٢٩ فى الألف .

أما فى البحر الأحمر فتزداد نسبة الملوحة كثيرًا عما هى عليه فى كثير من البحار الأخرى . والسبب فى ذلك أن الحرارة الشديدة تؤدى إلى سرعة تبخر الماء ، فينتج عن ذلك تركيز الأملاح المعدنية الذائبة فيه ، كما أنه لا توجد أية أنهار تصب فى هذا البحر وتعمل على تخفيف تلك الملوحة بما تجلبه معها من الماء العذب ، ولذلك تصل الملوحة فى البحر الأحمر إلى ما يقرب من ٤٠ فى الألف .

ولنفس هذه الأسباب نجد أن أعلى ملوحة فى المحيط الأطلنطى قد سجلت فى الجزء الأوسط من هذا المحيط (وخصوصًا فى المنطقة التى يطلق عليها اسم بحر السرجاس) ، فى حين تنخفض الملوحة إلى أدنى مستوى لها فى المناطق القطبية من هذا المحيط . حيث يؤدى سقوط الأمطار الغزيرة أو الثلوج المتساقطة من الجو إلى تخفيف هذه الملوحة وخصوصًا فى الطبقات السطحية للماء ، كما أن برودة الجو تجعل تبخر الماء قليلا للغاية .

وهناك حالة خاصة فيما يتعلق بملوحة الماء وهى حالة البحر الميت ، الذى تصل فيه هذه النسبة إلى ٢٧٥ فى الألف ، وهو ما ليس له مثيل فى أى بحر آخر من بحار العالم ، وقد أدى هذا الارتفاع الكبير فى نسبة الملوحة إلى اختفاء جميع الكائنات الحية من هذا البحر ، وكان هذا هو السبب فى تسميته « بالبحر الميت » ،

وذلك لأن الكائنات الحية على اختلاف أنواعها لا تستطيع تحمل هذه النسبة المرتفعة من الملوحة ، وقد يحدث أحيانًا أن تصل إليه بعض الأسماك مع مياه نهر الأردن الذى يصب فيه ، ولكنها سرعان ما تموت وتصبح غذاءً شهيًا للطيور البحرية .

ونظراً لوجود الأملاح المعدنية ذائبة فى ماء البحر فإن هذا الماء أكثر كثافة من الماء العذب ، ولذلك تطفو الأجسام المختلفة بسهولة فى ماء البحر عنها فى الماء العذب ، كما تكون السباحة فيها أسهل وأيسر لنفس هذا السبب (شكل ١٠) .

(شكل ١٠) الطفو على سطح البحر الميت نظرًا لارتفاع الملوحة إلى ٢٧٥ فى الألف ، يكون الطفو على سطح الماء غاية فى السهولة كما هو واضح فى الشكل .

وبالإضافة إلى تلك الأملاح المعدنية التى سبق ذكرها يحتوى ماء البحر أيضًا على نسب ضئيلة للغاية من جميع العناصر الكيميائية المعروفة ، وذلك لأن ماء الأنهار التى تتدفق على سطح الأرض بعد امتلائها بمياه الأمطار تجرف مثل تلك العناصر من القشرة الأرضية وتحملها معها إلى البحر ، ومن هذه العناصر الكيميائية على سبيل المثال الذهب والفضة والراديوم ، وقد عرف منذ قديم الزمان أن ماء البحر يحتوى على كل من الذهب والفضة ولكن بنسب ضئيلة للغاية ، ولم يترك قدماء الباحثين موضوع الذهب الموجود فى ماء البحر ، بل إنهم بذلوا محاولات عديدة للحصول على هذا العنصر النفيس ، ولكنهم وجدوا أن تكاليف استخراجه تفوق كثيرًا ثمن ما يستخرج منه ، كما عرفوا أن الحبة الواحدة من الذهب يلزم للحصول عليها معالجة طن واحد من ماء البحر معالجة كيميائية ، مما يجعل تكاليف استخراجه من ماء البحر غالية تمامًا .

وينطبق مثل هذا القول أيضاً على استخراج الفضة من ماء البحر ، وذلك بالرغم من أن كميات الفضة الموجودة فى البحر أكبر بشكل واضح من كميات الذهب .

وكذلك يحتوى ماء البحر على بعض الغازات الذائبة فى الماء ومنها غاز الأكسيجين ، والواقع أن وجود هذا الغاز ذائبًا فى ماء البحر له أهمية كبيرة فى حياة الحيوانات البحرية ، فنحن مثلا فى حاجة ماسة إلى الأكسيجين الذى نستخلصه من الهواء الجوى أثناء

عملية التنفس ، حيث يتم استخلاصه داخل الرئتين ، ويُحمل بعد ذلك عن طريق الدورة الدموية إلى مختلف أجزاء الجسم .

أما فى الحيوانات البحرية كالأسماك والقشريات والرخويات وغيرها فتوجد أعضاء تنفسية أخرى يطلق عليها اسم الخياشيم ، وهى قادرة على استخلاص الأكسيجين الذائب فى الماء والضرورى لحياة هذه الحيوانات .

ويتم هذا الاستخلاص أثناء عملية التنفس حيث تكون مثل تلك الحيوانات مغمورة تمامًا بالماء ، وليس لها أى اتصال على الإطلاق بالهواء الجوى ، أما الحيوانات البحرية الدقيقة فإنها لا تستخدم الخياشيم بل تمتص الأكسيجين من الماء مباشرة خلال الأغشية الرقيقة التى تحيط بأجسامها من الخارج . ويستثنى من ذلك الثدييات البحرية كالحيتان والدلفينات وغيرها ، وكذلك الطيور والسلاحف البحرية التى تتنفس كلها تنفسًا رئويًا ، ولذلك فهى تصعد من آن إلى آخر إلى سطح الماء للحصول على جرعة من الهواء الجوى للتنفس . أما الأغلبية العظمى من حيوانات البحر فهى تتنفس باستخلاص الأكسيجين الذائب فى الماء بواسطة الخياشيم أو أية أعضاء تنفسية أخرى مشابهة . ولذلك كان لوجود الأكسيجين الذائب فى ماء البحر أهمية قصوى فى الحياة البحرية .

ويكون الماء الملح الموجود فى البحار والمحيطات ما يقرب من ٩٨٪ من جميع المياه الموجودة على سطح الكرة الأرضية حسب

تقديرات علماء البحار ، أما الباقى ومقداره ٢٪ فهو عبارة عن الماء العذب الموجود فى الأنهار والبحيرات العذبة والآبار وعيون الماء وغيرها مما يستخدمه الإنسان فى الشرب أو الزراعة أو غير ذلك من الأغراض .

إن ماء البحر لا يختلف فى لونه عن الماء العذب ، فهو مثله شفاف لا لون له ، فإذا أخذنا كوبًا من ماء البحر لوجدناه شفافا كالماء العذب ، ولكن تظهر زرقة البحر نتيجة لتشتت الأشعة الضوئية التى تخترق هذا الماء ، وتزداد هذه الزرقة المعروفة جيدًا لكل من شاهد البحر فى المياه العميقة عنها فى المياه السطحية ، وكذلك كلما ابتعدنا عن الشاطئ ، كما أن لون البحر يتأثر أيضًا تبعًا لطبيعة المنطقة القاعية ، ودرجة ارتفاع الشمس فى الأفق ، ووجود السحب فى السماء ، ووجود الطمى والرواسب الأخرى التى تحملها مياه الأنهار وخصوصًا فى زمن الفيضانات ، وكذلك ظهور البلانكتون النباتى أو الحيوانى بأعداد كثيفة للغاية ، وهى تطفو على الطبقات السطحية لماء البحر وتؤدى إلى تغيير لونه بشكل واضح تبعًا لألوان هذه الكائنات الطافية ، ولذلك فإننا كثيرًا ما نلاحظ تغييرات واضحة فى لون البحر نتيجة لهذه العوامل وغيرها .

ومن الخواص الطبيعية لماء البحر أنه أكثر كثافة من الماء العذب ، فالمعروف أن السنتيمتر المكعب من الماء العذب يزن جرامًا واحدًا فى درجة ٤ مئوية ، وقد اتخذ هذا المقدار وحدة للأوزان ، ولما

كان الماء الملح يحتوى على كمية من الأملاح المعدنية الذائبة كما ذكرنا سابقًا فإنه يكون أثقل وزنًا من الماء العذب ، وقد وجد أن السنتيمتر المكعب من الماء الملح يزن ما يقرب من ١,٠٢٦ جرام ، وهو ما يسمى « الوزن النوعى » للماء الملح ، وكلما زادت نسبة الملوحة زاد هذا الوزن .

ولا يعتمد وزن الماء الملح على مقدار الملوحة فحسب ، بل إنه يتأثر أيضًا بدرجة الحرارة ، فقد وجد أن الماء الدافئ أخف وزنًا من الماء البارد ، ولذلك فإن الحرارة الشديدة فى البحار الاستوائية تجعل الماء فى تلك البحار خفيف الوزن ، ولكن فى نفس الوقت تؤدى هذه الحرارة إلى سرعة التبخر مما يزيد فى ملوحة الماء وبالتالى إلى زيادة وزنه .

وتختلف درجة حرارة المياه السطحية من مكان إلى مكان اختلافات واضحة ، فهى مثلا دافئة فى المياه الاستوائية عند مقارنتها بماء البحر عند المناطق القطبية ، وأعلى درجات الحرارة التى سجلت فى البحر هى ٣٦° مئوية فى خليج العرب ، وأقل درجة هى - ٢° مئوية . فى المناطق القطبية ، وبين هذين الحدين توجد جميع درجات الحرارة الأخرى فى البحر ، وترجع أهمية ذلك إلى أن توزيع العديد من الحيوانات البحرية يعتمد اعتمادًا كبيرًا على درجات الحرارة .

وعندما تكتسب الطبقات السطحية من ماء البحر حرارة من

أشعة الشمس فإنها لا تفقدها إلا ببطء شديد ، ولذلك فنحن نلاحظ أن البحر فى الشتاء يكون أكثر دفئًا من الهواء الجوى ، كما أن الحرارة لا تتسرب من الطبقات السطحية إلى طبقات الماء الأكثر عمقًا إلا ببطء شديد أيضًا ، وعلى العموم فإن النقص فى درجة حرارة الماء يتناسب تناسبًا طرديًّا مع العمق ، وعادة لا يمكن إدراك حرارة الشمس بعد عمق يزيد على ٣٠٠ قامة[1] كما أن درجة حرارة الماء تتناقص تدريجيًّا حتى تصل إلى ما يقرب من درجة التجمد .

وبينما تتناقص درجات الحرارة تدريجيًّا كلما تعمقنا داخل الماء نجد أن الضغط يزداد أيضًا تدريجيًّا فى الأعماق ، فبعد كل عشرة أمتار من العمق يزداد الضغط بما يعادل ضغطًا جويًّا واحدًا ، أو ما يعادل ١٤ رطلا على البوصة المربعة ، ولذلك يكون ضغط الماء شديدًا للغاية عند أعماق المحيط حيث قد يصل إلى ما يعادل ثلاثة أطنان على البوصة المربعة ، ومع ذلك فهناك حيوانات بحرية تعيش فى هذه الأعماق وتتحمل أجسامها مثل هذا الضغط الهائل .

إن الكميات الهائلة من الماء التى تملأ البحار والمحيطات العظمى لا تظل راكدة فى مكانها ، بل هناك نظام من التيارات البحرية الضخمة التى تجعلها تدور وتتحرك من مكان إلى مكان ، ومنها على

---

(١) القامة مقياس بحرى يعادل ما يقرب من ست اقدام .

سبيل المثال « تيار الخليج » ، وقد سمى كذلك لأنه ينشأ فى خليج المكسيك ، ثم يتحرك شرقًا خلال مضيق فلوريدا إلى المحيط الأطلنطى . وهناك عدة قوى طبيعية تؤدى إلى خلق هذا التيار الضخم واستمراره فى التحرك من مكان نشأته إلى اتجاهاته المحددة والمعروفة سلفًا ، ومن بين هذه القوى حرارة الشمس وتغيير درجات الملوحة نتيجة للتبخر أو ذوبان القطع الثلجية الضخمة أو جبال الجليد ، وكذلك تحركت الريح ومنها الرياح التجارية ودوران الأرض وغيرها من العوامل الطبيعية .

ويخرج « تيار الخليج » من مكان نشأته فى خليج المكسيك على شكل نهر ضخم من المياه الدافئة الزرقاء عرضه خمسون ميلا وعمقه ثلثمائة وخمسون قامة . وعند وصوله إلى المحيط الأطلنطى عبر مضيق فلوريدا يتحرك شمالا فى محاذاة الساحل الشرقى لأمريكا الشمالية ، ونظرا لدوران الأرض فإنه ينحرف شرقًا ليعبر الجزء الشمالى من المحيط الأطلنطى عند خط عرض ٤٠ درجة شمالا ، ويستمر بعد ذلك متجها نحو الجزر البريطانية حيث يمر بالسواحل الغربية لكل من أيرلندا واسكتلندا وبعدها إلى سواحل النرويج وبحر الشمال .

تلك لمحة سريعة تتعلق بالماء الملح الذى يملأ البحار والمحيطات فى مختلف بقاع العالم ، وهى تتضمن بعض خصائصه الطبيعية والكيميائية ، ومنها احتواء هذا الماء على مختلف الأملاح المعدنية

الذائبة ، وبعض العناصر الكيميائية الأخرى كالذهب والفضة وغيرهما ، وكذلك احتواؤه على غاز الأكسجين الضرورى لتنفس الحيوانات البحرية ، وتأثير وجود الأملاح المعدنية على كثافة الماء الملح بمقارنته بالماء العذب ، والعوامل التى تؤثر بالزيادة أو النقصان فى هذه الكثافة كالتبخر بفعل حرارة الشمس أو ذوبان الكتل الثلجية الضخمة التى تندفع من المناطق القطبية ، وكذلك لون الماء والعوامل المؤثرة فى هذا اللون ، وعلاقة الماء الملح بالماء العذب فيما يعرف « بالدورة المائية » مما دفع العلماء إلى استنباط الأجهزة الخاصة بتحلية ماء البحر .