تنقية المياه الملحة

تأليف

ك. س. شبيجلر

كلية الهندسة - جامعة كاليفورنيا

بيركلي - الولايات المتحدة الأمريكية

ترجمة

الدكتور مصطفى محمد السيد

أستاذ الهندسة الحرارية كلية الهندسة

جامعة الملك عبدالعزيز - جدة - المملكة العربية السعودية

مركز النشر العلمي

جامعة الملك عبدالعزيز

ص.ب ١٥٤٠ - جدة ٢١٤٤١

المملكة العربية السعودية

© ١٤٠٧هـ (١٩٨٧م) جامعة الملك عبد العزيز
جميع حقوق طبع الترجمة العربية محفوظة . غير مسموح بطبع أي جزء من أجزاء هذا الكتاب ، أو خزنه في أي نظام لخزن المعلومات واسترجاعها ، أو نقله على أية هيئة أو بأية وسيلة سواء أكانت إلكترونية ، أم تسجيلاً ، أم غيرها إلا بإذن كتابي من صاحب حق الطبع .
الطبعة الأولى : ١٤٠٧هـ (١٩٨٧م) .

This is an authorized translation of *Salt Water Purification*, 2nd Edition by K.S. Spiegler.
© 1962, 1977 Plenum Press, New York.

فهرسة عمادة شؤون المكتبات – جامعة الملك عبد العزيز

شبيجلر ، ك . س .

تنقيـــة الميـــاه الملحـــة = Salt water purification/ ك . س . شبيجلر ، ترجمة مصطفى محمد السيد . – جدة : جامعة الملك عبد العزيز – مركز النشر العلمي ، ١٤٠٧هـ/١٩٨٧م .

يشتمل على كشاف ، ثبت بالمصطلحات أنجليزى – عربى .

١ . مياه البحر ، إزالة ملوحة . ٢ . المياه – تنقية .

أ . السيد ، مصطفى محمد (مترجم) . ب . العنوان .

جـ . العنوان : Salt water purification .

٦٢٨٫١٦٧

مطابع جامعة الملك عبد العزيز

بسم الله الرحمن الرحيم

وَهُوَ الَّذِى مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخاً وَحِجْراً مَحْجُوراً .

صدق الله العظيم
سورة الفرقان (الآية ٥٣)

تقديم الترجمة

شهدت الجزيرة العربية في الحقبة الأخيرة نموا سريعا في احتياجات المياه العذبة نتيجة للنهضة الحضارية والصناعية والزراعية التي تعيشها الجزيرة هذه الأيام . ونظراً للموقع الجغرافي للجزيرة العربية ، الذي تندر فيه المياه العذبة – فيما عدا بعض الأماكن القليلة التي توجد بها المياه الجوفية – كان لابد من قيام صناعة كبرى لإعذاب مياه البحر لتدبير الاحتياج المتزايد من المياه العذبة .

ولقد أصبحت المملكة العربية السعودية أكبر منتج للمياه العذبة بإزالة ملوحة المياه في العالم ، ونتج عن قيام هذه الصناعة العملاقة عمل عدة آلاف من المواطنين في مجال إزالة الملوحة سواء في الأعمال الفنية أو الإدارية أو في اقتصاديات إنتاج الماء . ولقد أضحى من الضروري توفير المراجع العربية في مجال إعذاب المياه الملحة حتى يتيسر لهؤلاء العاملين الإلمام بالجوانب العديدة لهذه الصناعة ، مما يساعدهم على اتخاذ القرارات الصحيحة للتخطيط لإنشاء محطات جديدة أو لقيام المحطات الحالية بعملها بكفاءة عالية .

والكتاب الحالي يقدم عرضاً موجزاً – دون إخلال بالأسس – لطرق إزالة ملوحة المياه الملحة . وإننا إذ نُقدم هذا الكتاب إلى القارىء العربي لنسأل الله أن ينفع به القراء .

وفي هذا المقام ، أود أن أشكر الزملاء بكلية الهندسة بجامعة الملك عبد العزيز على المساعدات الكثيرة التي قدموها لي لإتمام هذا العمل ، وأخص بالشكر المهندس محمد شكري جلال والأستاذ عبد السلام محمد خضير لإعداد الرسومات الخاصة بالكتاب والسيد فرحات محمد مصطفى شوري للساعات الطوال التي أمضاها في نسخ الكتاب وتصحيحه بصبر ودون ملل . كذلك أود أن أشكر المهندس نبيل عباس عبد الرازق للمراجعة اللغوية للكتاب ، والأستاذ فؤاد عبد العال لمراجعة الكتاب لإعداده في الصورة النهائية للنشر .

جدة – صفر ١٤٠٦هـ
أكتوبر ١٩٨٥م

مصطفى محمد السيد

تقـــديـم

هذا كتاب تمهيدي للمستجدين في علم إزالة الملوحة . ولقد كان من نتيجة تنمية المناطق القاحلة ، بالإضافة إلى الزيادة الهائلة في استخدام المياه بالمدن في جميع أنحاء العالم ، أن أصبح هناك عجز في المياه العذبة بالكميات المطلوبة . وعلى مدى العشرين عاماً الماضية ، كان هناك تطور ملحوظ في علم وتقنية إعذاب المياه . وفي أحوال كثيرة ، يلزم لرجال السياسة والعلماء والاقتصاديين والمهندسين اتخاذ القرارات المتعلقة بهذا المجال . وفي معظم الأحوال ، ترتبط هذه القرارات باستهلاك كميات كبيرة من الطاقة أو بمقدار هائل من رؤوس الأموال المستثمرة . وبهذا الكتاب ، نأمل أن يتمكن المستجدون في هذا العلم من تحصيل خلفية كافية عن أسس فهم مصطلحات المادة تُرشدهم خلال الكتابات الكثيرة جدا والمتنوعة لهذا العلم ، وتُمكِّنهم من المراحل الأولى للقراءة .

ولتحويل الماء الملح إلى ماء عذب ، يتطلب الأمر استهلاك طاقة مفيدة ، أي طاقة يمكن استخدامها كشغل ميكانيكي أو كهربائي . وبناء على ذلك ، فإن مشاكل إزالة ملوحة المياه ترتبط بمصادر القدرة . بالإضافة إلى هذا ، فإن تكلفة المعدات لها نصيب كبير وهام في تحديد اقتصاديات إزالة ملوحة المياه . وإنشاء محطة إزالة ملوحة تنتج مياهاً جيدة وتستهلك الطاقة بكفاءة عالية يتطلب مهارات هندسية ملحوظة ، بالإضافة إلى العديد من أجهزة التحكم المتقدمة . ونظرا للحاجة المعتادة للماء واستهلاكه بكميات كبيرة ، فإن إنشاء محطات إزالة ملوحة المياه يشتمل على تقنيات جيدة التطوير ، وعلى استخدام كميات هائلة من المواد الموثوق بها والباهظة التكاليف نسبيا ، كالسبائك الخاصة والبوليمرات على سبيل المثال . وفي العادة ، فإنه لمعدل إنتاج معين ، يُمكن تصغير حجم المحطة إذا سُمح بزيادة استهلاك القدرة ، والعكس بالعكس . لذا يلزم عند التخطيط لإنشاء محطات إزالة الملوحة – بالإضافة إلى الاعتبارات السياسية والمدنية – الموازنة بين تكاليف استهلاك القدرة وتكاليف رأس المال . ويتغير كل من هذين العاملين مع تغير الظروف المحلية والزمن . ولإجراء هذه الموازنة الدقيقة والحساسة يلزم توافر بعض المعرفة الفنية لإزالة ملوحة المياه .

ومنذ نشر الطبعة الأولى من هذا الكتاب في ١٩٦٢م ، ظهرت طرق إزالة ملوحة جديدة ، مثل التناضح العكسي الذي تطور بادئاً من وحدة تجريبية إلى محطة صناعية متكاملة . كما نُقِّحت تقنية

إزالة ملوحة المياه ، وبُنى العديد من المحطات الكبيرة . ولقد أُعدت هذه الطبعة الثانية مع الأخذ في الاعتبار هذه التطورات ، وإدخال بعض الإضافات الجديدة وإجراء بعض التغييرات ، ولكن مع المحافظة على الهدف الرئيس من الكتاب ، وهو إعطاء شرح مبسط للأسس الفنية لإزالة ملوحة المياه في كتاب صغير الحجم .

المحتويات

صفحة

تقديم الترجمة ..... ز
تقديم ..... ط
١ مقدمة ١
٢ مكونات المياه الملحة الطبيعية ١٣
٣ احتياجات القدرة ١٩
٤ القشور ٢٧
٥ طرق التقطير ٤٥
٦ الديلزة الكهربائية ٩٩
٧ إزالة ملوحة المياه بالتجميد ١١٧
٨ التبادل الأيوني ١٢٩
٩ التناضح العكسي ١٣٩
١٠ ملخص واستنتاجات ١٥٣
الملاحق ١٦١
الكشاف ١٨٥
ثبت المصطلحات ١٩٣
■ عربي/إنجليزي ١٩٣
■ إنجليزي/عربي ٢٠٠