واقع تحلية المياه في دول الخليج العربي دراسة في جغرافية الموارد المائية

أ.م.د : حسين قاسم محمد الياسري
/جامعة البصرة ـمركز دراسات البصرة والخليج
dr.Hussein.alyasiry@gmail.com

الخلاصة :

يتناول هذا البحث واقع تحلية مياه البحر في دول الخليج الست وهي (الإمارات ، والبحرين ، والسعودية ، وعُمان ، وقطر والكويت) مبيناً تطور هذه التقنية وما وصلت إليه في الوقت الحاضر والطرق المستخدمة في التحلية ، وعدد محطات التحلية وحجم التحلية ، ومستقبل هذه التقنية والطرق الجديدة والتحديات التي تواجهها ، والإجراءات التي اتخذتها دول الخليج للتغلب على تلك التحديات ، ومن ثم السيناريوهات المحتملة للموارد المائية بشكل عام وتحلية مياه البحر بشكل خاص ، وصولاً إلى نتائج محددة بإبداء بعض المقترحات للحفاظ على الموارد المائية المتاحة وتطوير تحلية مياه البحر باقل كلفة من خلال استخدام مصادر رديفة لمياه البحر ، وترشيد استخدام المياه ، وإنشاء مشاريع لاستيراد المياه العذبة من العراق وإيران ، وإنشاء مركز خليجي لإدارة المياه .

The Desalination of Water in the Arabian Gulf Countries Study in the Geography of Water Resources

Assistant Professor Doctor : Hussein Qassem Muhammad Al-Yasiri

University of Basra - Center for Basra and Gulf Studies

dr.Hussein.alyasiry@gmail.com

Abstract

This research deals with the reality of desalination of sea water in the six Gulf countries, namely, (United Arab Emirates, Bahrain, Saudi Arabia, Oman, Qatar and Kuwait) noting the development of this technology and the status at the present time and the methods used in desalination, and the number of desalination plants and the size of the sweetener, and the future of this technology and new ways and the challenges they face, and the actions taken by the Gulf states to overcome those challenges, and then the possible scenarios of water resources in general and the desalination of sea water in particular, to the specific results make some proposals to preserve the available water resources and the development of desalination of sea water at the lowest cost.

المقدمة :

يُمثِّل الحصول على المياه العذبة النقية أحد التحدِّيات الكبرى التي تُواجهها شعوب العالم المتزايدة أعدادها، يوماً بعد يوم ، ففي الوقت الذي تتناقص موارد المياه العذبة في جميع أنحاء العالم تتجه الأنظار إلى مياه البحار والمحيطات المتاحة كمصدر مهم لتلبية الاحتياجات المتزايدة من المياه العذبة من خلال عمليات التحلية ، وتُعد تحلية مياه البحر أحد الوسائل المستخدمة للحد من ظاهرة العجز المائي التي تعاني منها دول عديدة ، ومن ضمنها دول الخليج ، التي تفتقر إلى المياه العذبة ، إذ لا تتوفر فيها أي انهار دائمة الجريان ، وتعتمد فقط على ما موجود من مياه جوفية التي غالباً ما تكون مياهها ذات ملوحة عالية ، لذلك اتجهت هذه الدول إلى تحلية المياه من البحر لمواجهة العجز المائي بالرغم من تكاليفها العالية ، وتعتمد تحليه مياه البحر على تحويل المياه المالحة إلى مياه نقية من الأملاح صالحة للاستخدام عبر إنشاء محطات ضخمة باستخدام التكنلوجيا الحديثة .

مشكلة الدراسة :

هل تساهم المياه المحلاة من البحر في مواجهة النقص الحاد في مواردها المائية في دول الخليج العربي ، حاضراً ، ومستقبلاً ؟

فرضية الدراسة :

تواجه دول الخليج العربي نقصاً حاداً في مواردها المائية ، وان تحلية المياه البحر ستخفف من النقص في إمدادات المياه .

هدف الدراسة :

تحديد الموارد المائية المحلاة من البحر ، وكميات إنتاجها واستهلاكها ، وتباينها بين دول الخليج العربي ، وتوضيح أهميتها في المستقبل والتحديات التي تواجهها .

مبررات الدراسة :

الحاجة إلى دراسات في الموارد المائية غير التقليدية في منطقة الخليج العربي التي تعاني من شحة في مواردها المائية مع زيادة الطلب بسبب النمو السكاني والاقتصادي المتسارع .

حدود الدراسة :

تتحدد منطقة الدراسة في الدول الخليجية المطلة على الساحل الغربي للخليج العربي ، وهي : الكويت ، والبحرين ، وقطر ، والإمارات ، وعُمان ، والسعودية .

مصادر المعلومات :

اعتمدت الدراسة على الجانب المكتبي ، والتقارير من المؤسسات الرسمية وغير الرسمية في الدول الخليجية ، والمنظمات العربية والدولية .

أولاً ، واقع الموارد المائية :

يكتسب موضوع المياه أهمية خاصة لمحدودية المتاح منها كمياه الشرب وللزراعة والصناعة ، وطبقاً للمؤشر الذي يفضي إلى أن أي دولة يقل فيه متوسط نصيب الفرد فيه من المياه سنوياً عن (١٠٠٠- ٢٠٠٠ م٣) تُعد دولة تعاني من ندرة مائية ، وهذه الندرة في المياه تتفاقم باستمرار بسبب زيادة معدلات النمو السكاني العالية ، ويوضح تقرير البنك الدولي لسنة ١٩٩٣ أن متوسط نصيب الفرد السنوي من الموارد المائية المتجددة والقابلة للتجدد في الوطن العربي (مع استبعاد مخزون المياه الكامنة في باطن الأرض) سيصل إلى (٦٦٧ م٣/سنة) عام ٢٠٢٥ بعدما كان (٣٤٣٠م٣/سنة) عام ١٩٦٠، أي بانخفاض ما نسبته (٨٠%) ، وإذا كان الواقع المائي صعباً في الوطن العربي ، إذ لا يتجاوز نصيبه من الإجمالي العالمي للأمطار (١,٥%) في المتوسط بينما تتعدى مساحته (١٠%) من إجمالي يابسة العالم ، فان واقع الحال في المشرق العربي يبدو أكثر تعقيداً ، إذ لا يتعدى نصيبه (٠,٢ %) من مجمل المياه المتاحة في العالم العربي ، في الوقت الذي ترتفع فيه معدلات الاستهلاك بشكل كبير فخلال الفترة ١٩٨٠-١٩٩٠ تضاعف الطلب على المياه لأغراض الزراعة في دول الخليج ثماني مرات رغبة منها في تحقيق الاكتفاء الذاتي بالنسبة لبعض المواد الغذائية كما ازداد الاستهلاك المنزلي بمقدار ثلاثة أمثاله خلال نفس الفترة بسبب تحسن مستوى المعيشة ، وجاء الاهتمام والتركيز على تحلية مياه البحر كمصدر أساسي ومتجدد(غير ناضب) للمياه ، ومما لا شك فيه إن الدول الخليجية هي دول ساحلية مما يعطيها ميزة وجود مصدر للمياه بكميات لا حدود لها يمكن تحليتها ، والاعتماد عليها كمصدر أساسي للمياه ، وتمتاز تحلية مياه البحر بأن محطاتها يمكن إقامتها في مواقع قريبة من مواقع الاستهلاك مما يؤدي إلى توفير إنشاء خطوط نقل مكلفة جداً ، وتحتاج إلى تكلفة رأسمالية منخفضة لكل وحدة سعة مقارنة بتكلفة إقامة وتشغيل منشآت تقليدية مثل السدود ، ولكنها تحتاج إلى تكلفة تشغيلية أعلى بكثير تتألف من معدات ميكانيكية ، ولذلك فمن المتوقع أن يستمر تطوير كفاءتها ، وتخلو أقامتها من العوائق السياسية أو القانونية ، مثل العوائق التي تتعلق باستغلال الموارد الطبيعية المشتركة مثل الأنهار ، ومتوفرة بأحجام متنوعة وتقنيات مختلفة ، ومناسبة أكثر لعمليات تنظيم تمويل مشاريعها مقارنة بعمليات تمويل المشاريع المائية التقليدية ، وفترة إنشائها أقصر بكثير من فترة إقامة خطوط نقل مياه من مناطق نائية[١] .

ومنطقة الخليج من المناطق الجافة وشبه الجافة التي تعاني من ندرة المياه العذبة إذ لا يتعدى فيها نصيب الفرد من المياه المتجددة (٥٠٠ م٣/سنة) ، وتشكل الصحاري الغالبية العظمى من مساحتها دولها ، وتنعدم فيها

المياه السطحية مثل الأنهار والبحيرات ، أما الأمطار فهي قليلة وغير منتظمة وتسقط في المعدل بما يقارب (١٠٠ ملم/سنة) ، ويتبخر قدر كبير منها نتيجة لارتفاع كمية التبخر السنوية التي تصل إلى أكثر من (٣٥٠٠ ملم/سنة) ، وفي ظل هذه الظروف القاسية أعتمد الإنسان في هذه المنطقة علي المياه الجوفية كمصدر أساسي لمياه الشرب ، وشهدت الأجزاء التي تمتعت بوفرة المياه الجوفية ، وسهولة استخراجها مثل البحرين ، وسلطنة عُمان ، والمناطق الشرقية والشمالية للسعودية ، ومنطقة العين في الإمارات نمواً سكانياً وزراعياً متميزاً ، وفي قطر لجأ السكان إلى ضخ المياه الجوفية من المناطق الغنية بها، ولجأ السكان في عُمان والإمارات إلى إيصال المياه من سفوح الجبال إلى المناطق السكنية عن طريق الأفلاج ، أما في الكويت فقد أعتمد السكان على جلب المياه من شط العرب بواسطة المراكب الخشبية إلى جانب المياه الجوفية ، وشكلت الأمطار مصدراً محدوداً للمياه في المناطق التي تتميز بوجود أودية فيها مثل الإمارات ، والسعودية ، وعُمان ، ومع اكتشاف النفط في حوالي منتصف القرن العشرين حدثت في دول الخليج نهضة اقتصادية وصناعية وزراعية رافقها نمو سكاني وتطور في أساليب وأنماط المعيشة وسهولة الحصول على المياه بفضل إنشاء شبكات نقل وتوزيع المياه التي انعكست على ارتفاع الطلب على المياه الجوفية وشكل ضغطاً عليها نتج عنه انخفاض مناسيب المياه الجوفية وتدهور نوعية مياهها[٢] .

أن الموارد المائية السطحية محدودة بشدة في المنطقة الساحلية على طول ساحل البحر الأحمر في السعودية وعلى طول ساحل بحر عُمان ، ولا توجد وديان دائمة الجريان إلا في المنطقة الساحلية في عُمان كما تمثل شحة موارد خزانات (مكامن) المياه الجوفية المتجددة عقبة أمامها ، ولذا يتراوح متوسط نصيب الفرد سنوياً من الموارد المائية العذبة المتاحة في تلك الدول بين حوالي(٦٠-٣٧٠ م٣) ، مما يجعلها أقل دول العالم تمتعاً بهذه الموارد ، ويمكن أن ينخفض متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتاحة فيها ما يقرب من (٩٤ م٣) بحلول عام ٢٠٣٠ على أساس توقع زيادة عدد السكان إلى حوالي (٥٦ مليون نسمة) ، والسعودية هي الوحيدة التي تمتلك كميات كبيرة (حوالي ٣٤٠ بليون م٣) من المياه الجوفية غير المتجددة في خزانات مياه جوفية عميقة ، ولكنها آخذة في النضوب بسرعة ، وظلت جميع دول الخليج توفر معظم المياه اللازمة للاستخدامات البلدية والصناعية من تحلية مياه البحر على مدى الفترة الماضية ، وسيزيد اعتمادها على هذه الطريقة لتوفير إمدادات المياه مع تزايد النمو السكاني ، ومع أن التكلفة المالية لمياه البحر المحلاة المنتجة من المحطات الكبيرة التي أنجزت في الآونة الأخيرة انخفضت إلى ما يتراوح بين حوالي (٠,٤٥- ٠,٧٠ دولار/م٣) في الولايات المتحدة وأماكن أخرى ، فإن متوسط تكاليف إنتاجها في دول الخليج لا يزال يتراوح بين (١-٢ دولار/م٣)[٣] .

وتشهد دول الخليج العربية الستة منذ العقود الثلاثة الماضية تنمية متسارعة في مختلف النواحي الاجتماعية والعمرانية والصناعية والزراعية، وصاحبها زيادات متعاظمة في الطلب على المياه وقد قامت دول الخليج الستة بجهود مضنية ومستمرة في بناء محطات التحلية، وإعادة استخدام المياه المعالجة، وبناء السدود لحجز المياه السطحية فضلاً عن زيادة الكميات المسحوبة من الموارد المائية الجوفية ، ويمكن تقسيم مصادر المياه في دول الخليج العربية الستة إلى :

أ–مصادر المياه التقليدية :

١– الأمطار : يتراوح معدلها بين (١–١٠٠ ملم) سنوياً ، وتعد المصدر الرئيس للتغذية الطبيعية للعديد من الأحواض المائية الجوفية بالمنطقة ، مع ارتفاع معدلات التبخّر بين (١٠٠٠–٣٠٠٠ ملم/سنة) .

٢–الأودية الموسمية : تنتشر شبكات من الأودية الموسمية متباينة في كثافتها تبعاً للطبوغرافية ونوع التربة والبيئة التي تسود، وكمية سقوط الأمطار ، وتجري مياهها لفتراتٍ محدودة سنوياً .

٣– المياه الجوفية :

تقدر المياه المتاحة حالياً في المنطقة بحوالي (٣٥ مليار م٣/سنة) ، بينما المخزون الجوفي من هذه المياه يفوق (٧٧٠٠ مليار م٣) إلا أنّ المتجدّد منه حوالي (٤٢ مليار م٣) ، وتختلف نوعية المياه الجوفية من حوض إلى آخر كما أنّ معظمها توجد في المنطقة الوسطى ، ويعود تكوينها إلى عصور قديمة ، ولا زالت المعلومات غير مكتملة حول حالتها ، ما يتطلب برامج لتنميتها وتغذيتها من الأمطار بطرق مختلفة حتى يمكن الاعتماد عليها عند الحاجة بناء على احتمالات سقوط الامطار ، ما يستدعي إجراء التسجيلات الدقيقة لها ومتابعتها وتقويمها ، ومن أهم خزانات المياه الجوفية الموجودة في المنطقة هي : أحواض المنطقة الشرقية ، وحوض الحماد ، والرياض ، والربع الخالي ، يقدر إجمالي الطاقة التخزينية لها بحوالي (٥٠٠ مليار م٣)[٤] .

ب– المصادر المائية الغير تقليدية:

تُعد دول الخليج العربي من أكبر مناطق العالم إنتاجاً للمياه غير التقليدية، إما بواسطة معالجة مياه البحر، أو بواسطة تنقية مياه الصرف الصحي ، وإعادة استخدام مياه الإنتاج الزراعي ، وعلى الرغم من أن تنمية هذه المصادر المائية غير التقليدية تُكلّف مبالغ باهظه بمقارنتها بالموارد المائية التقليدية؛ إلا أنه سيكون لها شأن يُعتمد عليه في المستقبل بسبب تزايد الطلب على المياه على مرّ الزمن، نظراً لشحّ المصادر الأخرى للمياه ، وتتمثل الاستخدامات الرئيسية للموارد المائية الناتجة عن تحلية مياه البحر في الأغراض المنزلية ، والزراعية بشكل رئيس لاسيما في المناطق التي تُعاني من ندرة في المياه من حيث النوعية والكمية ، وتستخدم هذه التقنية عندما تتوافر لها الطاقة ويصل إنتاجها إلى معدلاتٍ تصل إلى أكثر من (٢,٥ مليار م٣/سنة)[٥] .

ويبن جدول(١) إن السعودية تأتي في مقدمة تلك الدول في حجم إنتاجها من تحلية مياه البحر ، إذ بلغت (٣٠٠٠مليون م٣/سنة) لارتفاع نسبة الأملاح في المياه الجوفية وزيادة متطلبات سكانها والأنشطة الاقتصادية من المياه المحلاة ، تليها الإمارات ، ثم الكويت ، وقطر ، والبحرين ، وأخيراً عُمان التي تتوافر فيها مصادر مائية أخرى ، ويظهر شكل(١) إن نسبة الاعتماد على مياه البحر في التحلية تزيد عن (٥٠%) في كل من الكويت ، والإمارات لقله المصادر الأخرى ، وتقترب النسبة من النصف في البحرين وقطر ، لوجود بعض العيون المائية والسيول ، بينما تصل أدناها في السعودية وعُمان للأسباب المتقدمة .

جدول (١)

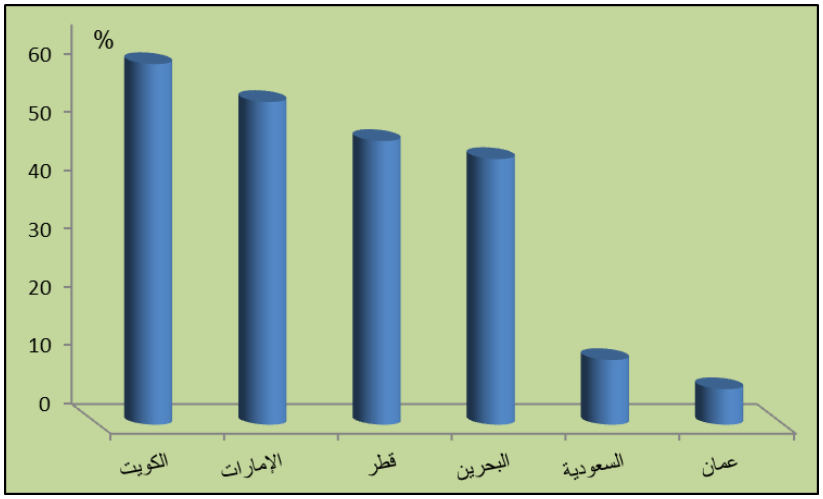
مصادر المياه المتاحة في دول الخليج العربي مليون م٣/سنة

الدولة	سطحية	جوفية	بحرية	صرف صحي	المجموع	% بحرية
الإمارات	١٩٠	١٢٩	٦٧٦	٢٢٦	١٢٢١	٥٥,٤
البحرين	٠	١٢٧	١١٩	١٥,٢	٢٦١,٢	٤٥,٦
السعودية	٥٠٠٠	٣٠٠٠	١٠٥٠	٤٠٠	٩٤٥٠	١١,١
عمان	٦٩٤	٦٠٠	٨٦	٢٣	١٤٠٣	٦,١
قطر	١,٤	١٠٠	١٣٨	٤٤	٢٨٣,٤	٤٨,٧
الكويت	٠,١	١٦٠	٣٤٥	٥٢	٥٥٧,١	٦١,٩
المجموع	٥٨٨٥,٥	٤١١٦	25	٧٦٠,٢	١٣١٧٥,٧	١٨,٣

المصدر : اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا، الأمم المتحدة[١،٤]تطوير اطر لتطبيق الاستراتيجيات الوطنية للإدارة المتكاملة للموارد المائية في بلدان الاسكوا ، نيويورك، ٢٠٠٥ ، ص٦٤-٨٦.

شكل(١)

نسبة الاعتماد على مياه البحر في التحلية% موزعةعلى دول الخليج



المصدر ، جدول(١)

ثانياً ، تطور تحلية مياه البحر :

لم تكن عملية الحصول على المياه العذبة من المياه المالحة بواسطة التحلية حديثه على المجتمعات البشرية ، فهناك من الشواهد أن الإنسان قديماً قام بمحاولات ناجحة في هذا المجال ، ففي القرنين الثامن عشر والتاسع عشر كان الحصول على المياه العذبة عن طريق تحلية مياه البحر على ظهر السفن أمراً شائعاً باستخدام أسلوب الأنابيب المغمورة ، وأسلوب التبخير متعدد التأثير كما وجدت عدة حالات جرى فيها إنتاج المياه المحلاة على نطاق محدود على اليابسة بهدف الشرب منذ أواخر القرن التاسع عشر في مصر ، واليمن ، وتشيلي ، وفلوريدا وغيرها ، أما في دول الخليج فقد كان أول استخدام للتحلية لإنتاج مياه الشرب عام ١٩٠٧ في مدينة جدة السعودية ففي عام ١٩٢٨ بلغ إنتاجها(١٣٥ م٣/يوم) ، وتزامن في عام ١٩٥٣ قيام كل من قطر ، والكويت بإنشاء عدد من الوحدات تعمل بأسلوب الأنابيب المغمورة الشائعة آنذاك ، ففي دولة قطر تم إنشاء خمس وحدات بسعة (٦٨٢ م٣/يوم) ، وفي دولة الكويت تم إنشاء عشر وحدات بسعة (٤٥٤٥,٥ م٣/ يوم) تلاها إنشاء عشر وحدات أخرى في عام ١٩٥٥[٦] .

ويرجع تاريخ استخدام التحلية على نطاق تجاري في أواخر الخمسينات ، ولكن البداية كانت متواضعة فقد كان مجموع ما ينتج في جميع أنحاء العالم عام ١٩٥٨ لا يزيد على (٨ الف م٣/يوم) ، واخذ في الأزدياد تدريجياً حتى وصل في عام ١٩٦٥ إلى (٢٦٣ ألف م٣/يوم) ، ومنذ ذلك التاريخ تضاعفت الطاقة الإنتاجية بمعدل يبلغ ثلاث مرات كل خمس سنوات لتصل عام ١٩٨٠ إلى (٧,٦ مليون م٣/ يوم) ، وكانت الطفرة في الرقم القياسي لزيادة الطاقة الإنتاجية جاءت خلال العام نفسه الذي أضيفت فيه(٣٣٥ وحدة تحليه) طاقاتها الإجمالية (١,٨مليون م٣/يوم) ، ولكن بعد عام ١٩٨٠ أخذ معدل النمو في التناقص فخلال الخمس سنوات التالية كانت نسبة الزيادة نحو (٥٠%) انخفضت إلى نحو(١١%) في الخمس سنوات التي أعقبتها[٧] ثم في عام ١٩٩٢ إلى (١٥,٦ مليون م٣/ يوم) ، وان ما يقارب من (٦٥ %) من الطاقة الإجمالية العالمية لوحدات التحلية موجودة في الدول العربية ، فقد احتلت السعودية المرتبة الأولى عالمياً من حيث نسبة امتلاكها لوحدات تحلية المياه في العالم ، إذ إنها تمتلك (٢٦,٨%) تليها الولايات المتحدة الأمريكية بنسبة (١٢%) ، والكويت ثالثاً بنسبة (١٠,٥ %)[٨] ، ويوجد في العالم حوالي (٨٠٠٠ محطة تحلية) في حوالي (١٢٠ دولة) ، وتنتج المحطة الواحدة أكثر من (١٠٠م٣/يوم)[٩] ، وتتب في دول الخليج التقنيات الآتية في تحلية مياه البحر وهي[١٠] :

أ- التقنيات الحرارية :

١-طريقة التبخير الومضي متعدد المراحل : تستخدم في جميع دول الخليج وترتبط بمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية ، وتعتمد على تسخين الماء المالح إلى درجة حرارة معينة تتراوح بين (٩٠ - ١٢٠ مْ) في السخان الملحي ثم يتم ضخ هذا الماء إلى مجموعة غرف متتالية ، وذات ضغط منخفض مفرغة من الهواء ، فيحدث

تبخر ومضي للماء عند درجة حرارة الدخول لكل غرفة ، وبما أن درجة حرارة المياه تنخفض من مرحلة إلى أخرى فأنه يتم زيادة خلخلة الضغط لكل مرحلة عن المرحلة السابقة لها لضمان استمرار عملية التبخر الومضي ، إما البخار المتصاعد في الغرف فيتم تكثيفه على أنابيب مياه التغذية ، وينتج عن هذا تسخين مبدئي لمياه التغذية قبل دخولها إلى السخان الملحي ، وبذلك يتم تقليل الطاقة اللازمة للتسخين .

٢-التبخير متعدد التأثير : وتتم في سلسلة من الأوعية أو غرف التأثير مستخدمة مبدأ تخفيض الضغط السائد في الغرف المتعددة ، وهذا يسمح لمياه التغذية بالغليان عدة مرات بدون تزويد حرارة إضافية بعد الوعاء الأول . ويكتفى بالاستفادة من الأبخرة المتصاعدة من المبخر الأول للتكثف في المبخر الثاني ، وعليه تستخدم حرارة التكثف في غلي ماء البحر في المبخر الثاني ، وبالتالي فإن المبخر الثاني يعمل كمكثف للأبخرة القادمة من المبخر الأول ، وتصبح هذه الأبخرة في المبخر الثاني مثل مهمة بخار التسخين في المبخر الأول وبالمثل ، فإن المبخر الثالث يعمل كمكثف للمبخر الثاني وهكذا ، ويسمى كل مبخر في تلك السلسة بالتأثير التي تتم بإمداد بخار التسخين إلى داخل أنابيب المبادل البخاري بالوعاء الأول ، إذ يتكثف ليكون مياه متكثفة أو مياه منتجة.

٣- التضاغط البخاري : تستخدم عادة في وحدات تحلية مياه البحر الصغيرة والمتوسطة السعة ، وبصفة عامة تتراوح سعة وحدات التحلية التي تستخدم هذه الطريقة بين (٢٠-٢٠٠٠م٣/يوم) ، وغالباً ما تستخدم في المنتجعات السياحية والصناعات ومواقع حفريات الآبار، وتأتي الحرارة اللازمة لتبخير الماء من ضغط البخار بدلاً من التبادل البخاري المباشر للبخار المنتج في الغلاية ، وفي هذه التقنية يستخدم ضاغط ميكانيكي يدار بمحرك كهربائي أو تدفق بخار نفاث يعمل على خلخلة الضغط داخل غرفة المحطة فيحدث تبخر للماء عند درجة حرارة ماء التغذية ، ويتم ضغط البخار إلى أن ترتفع درجة حرارته فيصبح مصدر الحرارة اللازم لتبخير جزء آخر من ماء التغذية ويمر البخار الساخن) بعد ضغطه حول أنابيب الماء المالح فيتم تكثيف البخار حول الأنابيب ويستفاد من حرارة المتكثف لرفع درجة حرارة الماء المالح داخل الأنابيب ، ولإنتاج كمية أخرى من البخار الذي بدوره يتم ضغطه لتعاد الدورة مرة أخرى ويخرج الماء المكثف من الوحدة كماء منتج .

ب- التقنيات الغشائية :

١- التناضح العكسي : هي عملية انتقال عكسي للماء من المحلول الأكثر تركيزاً إلى المحلول الأقل تركيزاً عبر غشاء شبه منفذ أو نصف مسامي تحت تأثير ضغط أعلى من الضغط الأسموزي للمياه العالية ، ويتم تسليطه على المياه العالية التركيز ، ويسمى الغشاء والذي يصنع من بوليمرات خاصة بشبه المنفذ لأنه يسمح بمرور جزيئات الماء ولا يسمح بمرور الأملاح ، ويتم الحصول على الضغط المطلوب بواسطة مضخات الضغط المرتفع . ويتحكم في قيمة الضغط المطلوب عدة عوامل أهمها درجة حرارة وملوحة مياه التغذية والإنتاجية

المطلوبة ، وتصنع أغشية التناضح العكسي من أنماط مختلفة ، وهناك نوعان يتم استخدامهما على نطاق واسع هما الغشاء الملفوف حلزونيا والألياف (الشعيرات الدقيقة المجوفة) ، ويستخدم هذا النوعان لتحلية كل من مياه الآبار ومياه البحر.

٢- الديلزة (الفرز الغشائي الكهربائي) : هي عملية تسليط جهد كهربائي معين على قطبين مختلفين أحدهما موجب والآخر سالب بحيث تمر مياه التغذية من بين الأقطاب فيحدث تجاذب للأيونات تتجه على إثره الأيونات الموجبة للقطب السالب والأيونات السالبة ناحية القطب الموجب ، وتمر المياه خارج الوحدة بعدما تكون انخفضت ملوحتها إلى درجة مناسبة للاستخدام ، وتعد الديلزة الكهربائية تقنية فعالة لتحلية المياه قليلة الملوحة حتى (٢٠٠٠ جزء في المليون) .

ثالثاً – واقع تحلية مياة البحر في دول الخليج العربي :

تعتمد دول الخليج العربي الستة حالياً علي التحلية كمصدر رئيس لمياه الشرب ، إذ تشكل المياه المحلاة أكثر من (٨٠ %) من مجمل مياه الشرب أما باقي الكمية فتأتي من المياه الجوفية ، وتشكل مياه الأمطار مصدراً محدوداً لمياه الشرب في السعودية ، فمن جدول (٢) ، وشكل(٢) يظهر أن مجموع سعات التحلية في دول الخليج بلغت (١٧,٥٠٠٤مليون م٣/يوم) ، وهي موزعة تنازلياً (الإمارات ، السعودية ، الكويت ، قطر ، البحرين ، عُمان) ، إذ بلغت في كل منها(٣٩,٧ ، ٢٩,٩ ، ١٢,٩ ، ٨,٥ ، ٥,١ ، ٣,٩%) على التوالي ، ويتم إنتاج مياه التحلية من البحر في (٢٨٩ محطة عملاقة) تأتي السعودية في مقدمة الدول الخليجية التي تمتلك أكثر من ثلثي أعدادها ، وتنتشر تلك المحطات على ساحل الخليج والبحر الأحمر ، وبحر عُمان ، وبحر العرب ، وفيما يتعلق بتقنيات التحلية المستخدمة ، فتشمل تقنية التبخير الومضي متعدد المراحل التي يتم استخدامها في جميع دول الخليج تليها تقنية التناضح العكسي التي تستحوذ على ثلثي أعداد المحطات ، وتستخدم في جميع الدول عدا الكويت ، ثم تأتي تقنية التبخير متعدد التأثير كما تستخدم تقنيات الديلزة والتضاغط البخاري والمختلط ، ويبدو أن التقنيات الثلاثة الاولى تستحوذان على العدد الأكبر من محطات التحلية ما يعزز الثقة في استخدامها.

جدول (٢)

عدد محطات التحلية موزعة حسب نوع التقنية وسعة التحلية مليون م٣/يوم في دول الخليج العربي ٢٠١٤

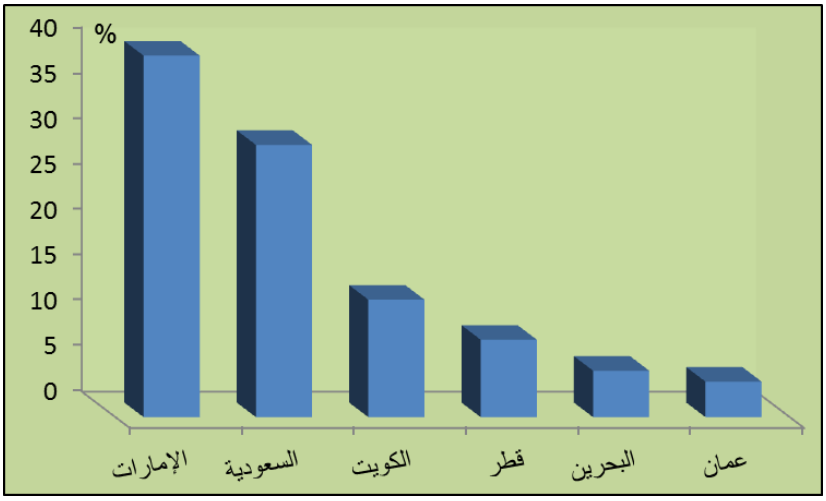
الدول	تبخر وميضي	تناضح عكسي	تبخير متعدد	تضاغط بخاري	ديلزة	تناضح	مختلط	المجموع	السعة مليون م٣/يوم	السعة %
الإمارات	١٤	١٨	٣				٦	٤١	٦,٩٥٠٩	٣٩,٧
البحرين	١	٣	١	١			١	٧	٠,٨٩٣٣	٥,١
السعودية	١٢	١٦٤	٧					١٨٣	٥,٢٢٤٣	٢٩,٩

عُمان	٣	٣٥			٢	١			٣٥	٣,٩
قطر	٦	١	٣						١٠	٨,٥
الكويت	٦						١		٧	١٢,٩
المجموع	٤٢	٢٢١	١٣	١	١	٢	٨		٢٨٩	١٠٠

المصدر اعتماداً على ، ، الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية ، تحلية المياه المالحة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية تاريخها وحاضرها ومستقبلها ، الإصدار الثاني ، ٢٠١٤ ، جدول ٤ ، ٥ ، ص٢١ ، ٢٢ .

شكل(٢)

نسبة السعة لمحطات التحلية % موزعة على دول الخليج ٢٠١٤



المصدر ، جدول(٢)

وفي ظل النمو الاقتصادي المتزايد لدول الخليج خلال العقود القليلة الماضية فأن الطلب على المياه يزداد بشكل متسارع بالرغم من الجهود الحثيثة لترشيد استهلاكها ، وعليه فإن التوسع في إنتاج مياه التحلية من البحر يكون من خلال إقامة مشاريع جديدة أو توسعة المحطات القائمة كان أمراً لا مناص منه مع استمرار الشحة في المصادر التقليدية ، فمن جدول(٣) ، وشكل (٣) يظهر إن نمو إنتاج المياه المحلاة الإجمالي بلغ (٦,٩%) خلال الفترة من ٢٠٠٠ – ٢٠١٤ ، وتأتي الإمارات في مقدمة تلك الدول في نسبة النمو ، إذ بلغ(٤٤,٥%) يليها قطر(١٠,١%) بينما تدنت نسبة النمو في السعودية ، إذ بلغت (٢,٢%) بالرغم من امتلاكها اكبر عدد من المحطات مما يشير إلى انخفاض إنتاجها مقارنة بالدول الخليجية الأخرى واعتمادها على مصادر أخرى مثل المياه الجوفية ، خريطة(١).

جدول(٣)

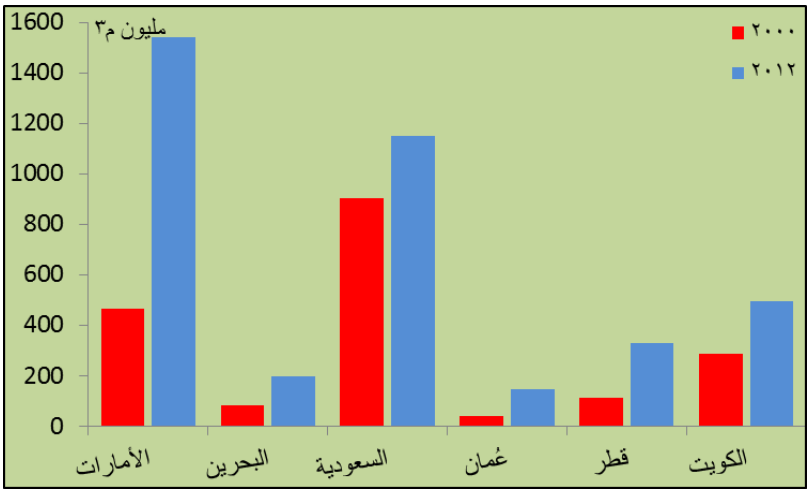
إنتاج المياه المحلاة من البحر مليون م٣/يوم موزعة على دول الخليج للمدة من ٢٠٠٠-٢٠١٤

الدول	٢٠٠٠	٢٠١٢	النمو%
الأمارات	٤٦٥,٧	١٥٤٠	١١,٥
البحرين	٨٤,١	١٩٦,٥	٨
السعودية	٩٠٣,٩	١١٤٩	٢,٢
عُمان	٤٢,٤٣	١٤٨	١٢
قطر	١١٣,٤	٣٢٨,٤	١٠,١
الكويت	٢٨٦,٨	٤٩٨,١	٥,١
المجموع	١٦١٠	٣٣٦٢	٦,٩

المصدر ، اعتماداً على ، الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية ، تحلية المياه المالحة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية تاريخها وحاضرها ومستقبلها ، الإصدار الثاني ، ٢٠١٤ ، جدول ٦ ، ص٢٣.

شكل(٣)

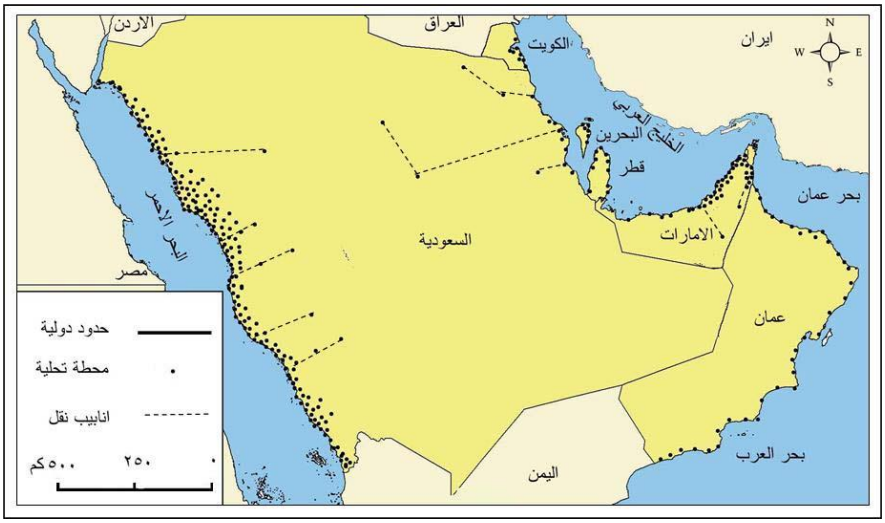
إنتاج المياه المحلاة من البحر مليون م٣/يوممموزعة على دول الخليج للمدة من ٢٠٠٠-٢٠١٤



المصدر ، جدول(٣)

خريطة(١)

التوزيع الجغرافي لمحطات تحلية مياه البحر في دول الخليج



المصدر ، ١-جدول(٢) ، ٢- الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية ، تحلية المياه المالحة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية تاريخها وحاضرها ومستقبلها ، الإصدار الثاني ، ٢٠١٤ ، الخرائط من ص ٤١-٤٦ .

رابعاً- مستقبل تحلية مياه البحر :

يتطلب تحقيق الرفاهية للسكان وكما تدعو إليه أهداف الألفية التي وضعتها الأمم المتحدة لتحسين الظروف المعيشية توفر المياه الصالحة للشرب مع سهولة الوصول إليها لكل السكان . وأن السعي نحو التنمية يستلزم وجود وفرة في الكميات المعروضة من المياه بما يحقق الثقة في البنية الأساسية الخليجية ، ويشكل دعماً لنمو اقتصادها ، ولذلك فإن دول الخليج تمتلك حالياً فائضاً طفيفاً في إنتاج المياه المحلاة قد يكفي بضع سنين مقارنة بالطلب ، وتشير التوقعات المستقبلية للعشرين عاماً القادمة إلى استمرار النمو على الطلب في جميع دول الخليج وهو ما يدفع نحو وضع الخطط متوسطة وبعيدة الأمد لإنشاء مزيد من محطات التحلية كأحد أهم الخيارات .

وتشير الدراسات إلى أن دول الخليج اعتمدت على تحلية مياه البحر، وباتت هذه التقنية توفر ما بين (٥٠-٩٠%) من مياه الشرب فيها ، وأصبحت محطاتها تمثل أحد مفاصل الأمن الوطني لهذه الدول ، علمًا بأن كلفة إنشاء المحطة الواحدة لا تقل عن مليار دولار ، فيما تقدر كلفة المشاريع المقررة في دول الخليج الست خلال السنوات الخمس القادمة بـ(٧ مليارات دولار) ، منها (٢,٩ مليار دولار) لمحطات تحلية بالسعودية ، و(٢,٢ مليار دولار) في الإمارات ، أما المشروعات الأخرى ؛ فموزعة على البحرين ، والكويت ، وعُمان ، وقطر، ويطرح الخبراء عددًا من الخيارات أمام هذه الدول للتغلب على مشكلة المياه ، أهمها خصخصة قطاع المياه التي تبنّاها صندوق النقد والبنك الدوليين ، لكن دول الخليج أحجمت عن تبنيها نطاق واسع ؛ لأنها ستنقل عبء

السعر الذي سيحدده المستثمر إلى كاهل المستهلك ، لكن البحرين سمحت مؤخرًا للقطاع الخاص بتنفيذ مشاريع مائية مثل محطات التحلية وإقامة السدود المائية ، والخيار الآخر هو تعديل أسعار المياه بما يحقق استرداد التكلفة الخاصة بالمعالجة والصيانة ، والخيار الثالث هو الاستفادة من المشروعات الإقليمية ، ويتم ذلك من خلال إقامة مشاريع لنقل المياه من مناطق نائية عبر مسافات طويلة بواسطة أنابيب من مصر ، وإيران، وتركيا ، إلا أن تكلفتها الباهظة إلى جانب تأثيرها على البيئة البحرية ، فضلاً عن وجود بعض الشوائب في العلاقات السياسية لذا فإن على الدول الخليجية أن تركز جهودها في تنمية مواردها الذاتية من المياه من خلال الاستمرار في سياسة تحلية المياه [١١] . لذلك فأن تطوير التقنيات الفعّالة والبِنْيَة التحتية القابلة للتطوير والتوسع لسد الحاجة إلى المياه الصالحة للشرب على قائمة أولويات الحكومات المحلية في منطقة الخليج العربي . فتحلية المياه المالحة من البحر العربي والخليج العربي هي الحل المنطقي لمشكلة ندرة المياه ، والمجال الذي يجدر بالبحوث العلمية أن تُولِيَه عناية بالغة ففي الوقت الحالي .

١ – التقنيات المستقبلية في تحلية مياه البحر :

يجري تطويرا تقنيات جديدة عديدة للتحلية ؛ لتقليل استهلاك الطاقة ، وإنتاج عمليات التحلية المستدامة بالاعتماد على التقنيات المتجددة ، منها التحلية بالامتزاز التي تُعَدّ واحدة من أوفر تقنيات تحلية المياه المتاحة توفيرا للطاقة ، وكان فريق من الباحثين بجامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية في السعودية ، قد أنشأ نموذجاً تجريبياً ناجحاً، وتمت الموافقة رسمياً على إنشاء أول محطة صناعية ضخمة تَستخدم تقنية التحلية بالامتزاز في السعودية ، وتَستخدِم تقنية التحلية بالامتزاز الطاقةَ الشمسية المباشرة ، أو فائض الحرارة من التطبيقات الصناعية في تحلية المياه عالية الملوحة ، ولكن لا تزال هناك بعض المخاوف المرتبطة بحجم تكلفة رأس المال المباشر، وتلك المخاوف التي ينبغي التعامل معها من خلال نمذجة وفَحْص دورة التكلفة ، وهنالك تقنية أخرى تُعرف بتقنية التقطير الغشائي ، وهي تقنية حرارية منخفضة الاستهلاك من الطاقة تَستخدِم غشاء دقيقاً صادّاً للماء لفصل الماء العذب من خلال التوازن بين السوائل والبخار، وتَعتمد هذه التقنية على المَزْج بين التقنيات التقليدية للتقطير، واستخدام الأغشية التي تتضمن الحرارة ونقل الكتلة ، ويَعتمِد مستقبَلُ تحلية المياه على الخلط بين التقنيات القائمة والجديدة ، وينبغي للأبحاث المستقبلية أن تركِّز على المزج بين تقنيات الضغط الأسموزي الأمامي"FO"، والتقطير الغشائي"MD"، والتحلية بالامتزاز "AD" مع أو من دون تقنيات التحلية التقليدية ، مثل التحلية الحرارية ، أو الضغط الأسموزي العكسي ، وهذا المزج سوف يُسهم في تطوير تقنيات التحلية التي تعمل بالطاقة المتجددة ، كما أنه سيسهم في ترشيد استهلاك الطاقة ، ويتطلب الأمر التخطيط والإدارة الرشيدة لموارد المياه؛ لعلاج ندرة المياه في المنطقة ، إلى جانب تطوير تقنيات التحلية الفعّالة والصديقة للبيئة ، في هذا السياق، يشير تقرير صدر عن البنك الدولى عن "تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة"، من جهته، إلى أنّ

الربط بين التحلية ومصادر الطاقة المتجددة ، يعدّ أحد الحلول المهمة التي يمكن أن تقلل من تكلفة هذه العملية ، ومن بين هذه المصادر المتجددة سواء كانت طاقة الرياح أو الكتلة الإحيائية أو الحرارة الأرضية أو الطاقة الكهرومائية تبرز الطاقة الشمسية في المنطقة؛ إذ تمثل أكبر مورد للطاقة فيها، ويمكن استخدامها في تحلية المياه[١٢] .

تُعَدّ أنظمة تركيز الطاقة الشمسية "CSP" خياراً جذاباً لإمداد محطات تحلية المياه بالطاقة على نطاق صناعي ، والعوائق الأساسية لاستخدام الطاقة الشمسية الحرارية في محطات تحلية المياه هي: انخفاض معدل الإنتاجية ، والكفاءة الحرارية المنخفضة ، ومتطلبات المساحة الواسعة لتلك المحطات ، ومن ثم فإن محطات التحلية القائمة على الطاقة الشمسية الحرارية ملائمة أكثر للإنتاج على نطاق صغير ، لاسيما في المناطق النائية القاحلة ، وفي الجزر ، ويمكن لأنظمة "CSP" أن توفر إمدادات مستدامة للطاقة بشكل مستمر في محطات تحلية المياه ، وقد شرعت عدّة دول عربية بالفعل منها الأردن ، ومصر ، والسعودية في تطوير مشروعات كبيرة لأنظمة تركيز الطاقة الشمسية[١٣] .

٢-التحديات التي تواجه تحلية مياه البحر :

هناك عدد من التحديات التي تقف في الاعتماد على التحلية كمصدر رئيس للمياه في دول الخليج العربي ، وتتمثل في ما يأتي :

أ-ارتفاع تكلفة الإنتاج والنقل : إذ تبلغ تكاليف إنشاء المحطة الواحدة حوالي (٢٠٠ مليون دولار) ، ويمكن أن تتعدى هذا المبلغ ، أما تكلفة إنتاج (١م٣) من المياه المحلاة أكثر بكثير من تكلفة إنتاج ونقل المياه السطحية والجوفية ، ولا يزال عنصر التكلفة الرئيس يتمثل باستثمار رأس المال الأولي لإنشاء المحطة (٣٠-٦٠%) من إجمالي التكلفة في حين تمثل تكاليف التشغيل والصيانة من (٤٠-٧٠%) ، وتتراوح تكلفة الطاقة بين (٢٠-٧٠%) ، وتمثل اليد العاملة والمواد من (١٠-٣٠%) واستبدال المرشحات الغشائية من (١٠-٢٠%) حسب حجم المحطة ونوعها)[١٤] ، ويكلف إنتاج تحلية متر مكعب من المياه ما بين (٠,٤-٠,٦ دولار) عند استخدام مياه قليلة الملوحة ، بينما تصل التكلفة من (١-١,١٠ دولار) عند تحلية مياه عالية الملوحة ، وقد تصل التكلفة في بعض الأحيان إلى (٢ دولار)، وقد تراوحت تكاليف الإنشاء المقامة للفترة من ١٩٩٢-١٩٩٧ بين (١٠٤٧ -١٧٧٤ دولار /م٣) من الطاقة المتاحة في اليوم ، وتعتمد تكلفة الإنتاج أيضا على التكنولوجيا المنتجة أي السرعة متعددة المراحل أو التناضح العكسي ، وحجم المحطة وعمرها ، وما إذا كانت المحطة مزدوجة الغرض الافتراضي (توليد الماء والطاقة الكهربائية) ، ونوعية ماء المصدر ، وموقع المحطة ، وسعر الفائدة ، وقطع الغيار ، وتكاليف الصيانة ، وتكلفة الطاقة واليد العاملة ، ومعامل تحميل المحطة [١٥] .

لقد كانت التكلفة العالية نسبيا للطاقة ولم تزل أكثر العوامل تقييداً بشان إنتاج الماء بواسطة عملية التحلية ، غير إن توافر الوقود الغزير المدعوم من الحكومة في دول الخليج قد خفف من اثر هذا العامل ، وسمح لها بالتوسع في إنتاج ماء التحلية وزيادة الاعتماد على هذا المصدر، وبالنظر لتكاليف الطاقة المدعومة من الحكومة في هذه الدول فأن تكاليف التحلية التي فيها أقل من دول أخرى ، إذ إن متوسط التكلفة في السعودية يتراوح بين (٠,٥-٠,٧٥ دولار/م٣) ، وفي الإمارات تتراوح بين (١-١,٤٥دولار) ، وفي الكويت (٠,٩٤دولار) ، وفي قطر بين(١,١٤-١,٦٤دولار) ، وفي البحرين (٠,٥٦ دولار) ، وفي أنحاء أخرى من العالم لا تحصل تكاليف الطاقة على إعانات حكومية تزيد تكاليف الإنتاج نوعاً ما ، فعلى سبيل المثال تتراوح تكاليف الإنتاج في الولايات المتحدة الامريكية بين(٢,٠٦-٢,٦٠ دولار) ، وفي مالطا تبلغ التكاليف(١,١٨ دولار)[١٦] . لذا فأن تكلفة وحدة إنتاج الماء العذب في دول الخليج العربي تتراوح بين (١-١,٥ دولار/م٣) ، وذلك بالنسبة لمحطات التحلية التي تبلغ قدرتها الإنتاجية(٢٠٠٠م٣/يوم) ، استناداً إلى تكاليف الطاقة الدولية ، وبالنسبة للمحطات التي تزيد قدرتها عن(١٠٠٠٠٠م٣/يوم)، يمكن خفض التكاليف بين(٠,٧-٠,٨ دولار) ، وفي حال الماء الأجاج الذي تقل ملوحته عن(١٠٠٠٠جزء بالمليون) تتراوح التكاليف بين(٠,٤-٠,٥ دولار) بالنسبة للمحطات الكبيرة [١٧] .

إن انعدام مصادر التمويل عقب انهيار قطاع المال العالمي سوف يرغم المتعاقدين على إلغاء المشاريع الجديدة أو تأجيلها إلى حين توافر المصادر المالية اللازمة ، ويمكن التغلب على ذلك باستخدام أحدث التقنيات التي تؤدي إلى تخفيض استهلاك الطاقة بنسبة(٧٠%) ، ويجب الاهتمام بمجال الأبحاث لإيجاد الحلول التي من شانها أن تقلل من تكلفة تحلية المياه ، وتؤدي إلى تحسين التقنيات الحالية .

ب-تدني أسعار استهلاك المياه ، وهي أرخص الأسعار الاستهلاكية في العالم مّا يفاقم من قضية الإسراف في الاستهلاك وعدم دفع القيمة الحقيقة للمياه في دول تعاني من هشاشة في المياه .

ج-تعاني أنظمة المياه في المدن من عدم الكفاءة ، إذ يفوق الهدر نسبة (٣٠%) من المياه المُخصّصة لأغراض الشرب والاستخدام المنزلي ، بسبّب تدني مستويات الصّيانة والتخلّف التكنولوجي ، وضعف الإدارة الفنية والماليّة ، وهذا الهدر غير مقبول بسبب التكاليف العالية لهذه المياه المحلاة، مقارنة بالكلفة الزهيدة لخفض الهدر، كما يقلل الكلفة الرأسمالية والتشغيلية أيضاً.

د-ضعف المخزون الاستراتيجي للمياه في بعض الدول ، وهي القدرة الاستيعابية للدولة من كمية المياه للاستعمال الفوري ، ففي الإمارات التي تُعد الدّولة الأكثر تطوّراً في المنطقة في هذا المجال يصل مخزون المياه الاستراتيجي إلى حوالي الشّهر، بينما لا يتعدى المخزون الاستراتيجي الحالي للبحرين يوماً واحداً ، ممّا يعني الحاجة إلى إعادة تعبئة المخزون يوميّاً لتفادي نفاذه ، ممّا يثير أسئلة أساسيّة حول جاهزيّة الدّولة لأية كوارث أو

حالات طارئة محتملة ، وقد ذاق البحرينيون جزءاً من هذا السيناريو الأسود في عام آب ٢٠٠٤م فيما عُرف بيوم الاثنين الأسود ، حين انقطعت الكهرباء ليوم كامل في ذروة حرارة الصّيف ، ممّا أدّى إلى توقّف محطّات تحلية المياه ، وبنهاية اليوم كان المخزون المائي في الدّولة قد وصل إلى درجة النفاذ[١٨] .

هـ- تواجه دول الخليج تحدياتٍ تنظيميّة في إدارة الموارد المائية ناتجة عن سوء إدارة بالإمكان تطويرها وتفاديها، ومنها تعدد المؤسسات المسئولة عن المياه ، وضعف دورها في أحكام الرقابة ، وعدم التنسيق فيما بينها، ما انعكس بالسّلب على أدائها في معالجة قضايا المياه ، ما يتطلب إنشاء وزارات مياه في أغلب الدول، فضلاً عن إنشاء هيئات عامة للإشراف على المياه ، وتولي القطاع العسكري أحياناً مسؤولية إنشاء محطات تحلية المياه في بعض الدول ، ونجد في العديد من دول الخليج أن مسئولية المياه موزّعة على عدة مؤسّسات مختلفة ، وتُدار بمعزل عن بعضها البعض، فمثلا المياه الجوفية ، ومياه الزراعة ، ومعالجة مياه الصرف الصحي ، والتحلية والشبكات؛ كثيراً ما تُدار من قبل أجهزة مختلفة كما تفتقر معظم المؤسّسات المائيّة إلى مقوّمات البحث والدّراسة الإقليميّة ، وتعاني أنشطة البحث العلمي التي تتولاّها الجامعاتُ ومراكز البحوث بالمنطقة من ضعف مقوّمات التشجيع، وقلّة الدّعم من الجهات المختصّة ، وتعاني دول الخليج من ضعف القدرات البشرية ونقص في الكوادر الفنية المؤهلة بالرغم من زيادة أعداد الخريجين من الجامعات والمتدربين ، وغياب قواعد البيانات المشتركة ، والاكتفاء بالبحوث الفرديّة أو النّظريّة ، فضلاً عن محدودية الوعي الجماهيري والمشاركة في صنع القرار ، وانتشار الأمية في مجال استخدامات المياه، وتدنّي مستويات الوعي لاسيما بين القطاع الأكبر من المستفيدين من المياه (قطاع الزّراعة والقطاع السّكني)[١٩] .

و-زيادة معدلات النمو السكاني ، وزيادة الفجوة بين العرض والطلب ، وتتأثر الاحتياجات المائيّة بالزيادة السّكانيّة وبالأحوال الاجتماعية الاقتصادية للسكان ، فاستعمالات المياه لسكان المدن مثلاً تزيد على مثيلتها لسكان المناطق الأخرى ، ويرتبط أيّ مخطط قومي لتحقيق الأمن الغذائي، ارتباطا وثيقاً باستراتيجية الأمن المائي، وما يتطلّبه ذلك من توفير المزيد من المياه، آخذاً في الاعتبار النّمو السّكاني، وخطط التّنمية الاقتصاديّة والاجتماعيّة بكلّ فاعليتها ، وهنا تنشأ أسئلة حقيقيّة حول مدى استدامة وفاعلية خطط المنطقة في التواصل من أجل بناء مشاريع عقاريّة ضخمة، ومدن جديدة ، والتواصل في نمو سكاني مطّرد ، في خضم الموارد الطبيعية الشّحيحة، لاسيما المياه .

ز-عدم وجود معلومات كافية، والمعرفة غير الوافية لكلّ من الموارد المائية الطبيعية والمحتملة، وكذلك الاحتياجات المائيّة الحالية والمستقبلية .

- تعدد وقصور السياسات المائية وغياب عنصر التكامل والشمولية .

٣-مواجهه التحديات التي تواجه زيادة على المياه :

تتمتع دول مجلس التعاون الخليجي بوفرة في احتياطي النفط والغاز، وبالرغم من ذلك تعاني الندرة في موارد المياه والأراضي الصالحة للزراعة ، ووفقًا للأمم المتحدة ، تصنف جميع دول الخليج العربي عدا عُمان بوصفها تعاني من ندرة حادة في المياه ، بسبب نقص حجم الأمطار السنوية واعتماد المنطقة بشكل كبير على المياه الجوفية غير الدائمة ، ونظراً للدور الحيوي والرئيس الذي تقوم به المياه في عملية التنمية ، أولت تلك الدول اهتمامها بقضايا المياه وبكل ما يتعلق بها ، واتبعت عدداً من السياسات والإجراءات اهمها ما يأتي[٢٠] :

أ-تبنت سياسات لا مركزية في إدارة المياه ، وإنشاء وصيانة بنك للمياه ، وأطر مشاركة للتعامل مع قطاع المياه .

ب- إنهاء مشروع الربط المائي الخليجي الذي تبلغ تكلفته نحو مليار دولار ، وسيسهم في موازنة الطاقة الإنتاجية للمياه ، وأن عام ٢٠٢٠ هو البداية لانطلاقه بحيث يكون بحر عُمان من أهم المصادر المائية في حال نقص إمدادات المياه القادمة من الخليج العربي مع الأخذ بالاعتبار أنّ الوصول للاكتفاء الذاتي من المياه لن يتحقق إلا بالتخلي عن الزراعة في المنطقة نظراً لاستنزافها كميات كبيرة من المياه .

ج- تبني منهجيات تحلية المياه التي باتت المصدر الرئيسي للإمدادات المائية المنزلية والبلدية والصناعية .

د- تشجيع الاعتماد على تقنية التناضح العكسي في محطات التحلية التي تساعد في بناء مستقبل أكثر استدامة عبر الحد من استهلاك الطاقة الأحفورية في محطات المعالجة وتخفيف تلوث المياه العادمة ،

هـ-استخدام الطاقة الشمسية في تحلية المياه ، إذ كان للإمارات تجربة ناجحة في تحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية عبر ثلاث محطات تجريبية بطاقة إنتاج إجمالية تبلغ (٦٤٨ م٣) يومياً، وهو ما يمهد الطريق نحو إيجاد حلول أكثر استدامة لتحلية المياه في المستقبل .

و- أقر قادة دول الخليج الست تنفيذ مشروع لإنشاء شبكة مياه خليجية بتكلفة (١٠ مليار دولار) ، ويشمل المشروع إنشاء محطتين واحدة على ساحل الخليج ، والثانية على ساحل بحر عُمان ، بحيث في حال طرأت مشكلة على صعيد مياه الخليج فإنه بالإمكان الاستفادة من المياه التي ستزودها بها المحطة الأخرى نظراً لإطلالتها على محيط واسع تتجدد فيه المياه .

ز- إقامة نظام لإمدادات المياه ، وتحلية مياه البحر المشتركة المياه ، إذ يقوم المشروع على تحلية مياه البحر من خارج مياه الخليج ونقلها وتوزيع المياه الصالحة للشرب بين جميع الدول الأعضاء ، وتبلغ تكلفته نحو(٧ مليار دولار) ، ويشمل مرافق لتخزين المياه الصالحة للشرب ، ويعتمد على إقامة سلسلة من محطات لتحلية المياه في جميع الدول ، لإنتاج الماء ، وتخزينه ومن ثم إمكانية نقله وتوزيعه على دول الخليج كل حسب حاجته .

ح–وقعت هيئة مياه وكهرباء أبوظبي اتفاقية شراكة استراتيجية مع القمة العالمية للمياه التي عقدت خلال الفترة من ٢٠ –٢٢ /١٢/ ٢٠١٤ في العاصمة أبوظبي ، كما استضافت هيئة مياه وكهرباء أبوظبي ضمن جهود تطوير قطاع المياه منصة لمشغلي المياه في هذه الدول ، وبالشكل الذي سيسهم في تعزيز مجالات التعاون فيما بينهم وتبادل الأفكار والخبرات والتقنيات الخاصة بقطاع المياه لاسيما ، وأن التوقعات تشير إلى أن حجم استثمارات هذه الدول في مشاريع المياه المزمع تنفيذها بحلول العام ٢٠٢٢ سيصل نحو (٣٠٠ مليار دولار) .

٤–التوقعات المستقبلية للطلب والعرض على المياه في دول الخليج العربية :

يبين جدول(٤) السيناريوهات المتوقعة للعرض والطلب على المياه في دول الخليج العربي كما أوردها تقرير البنك الدولي عام ٢٠٠٠ وهي :

–**السيناريو الأول** : بقاء الوضع الحالي ، ويتوقع إن يستمر حجم الموارد المائية المتاحة (العرض) دون تغيير ، وهذا سيؤدي إلى وجود أزمة مائية وانخفاض رصيدها من الموارد المائية مما سينعكس على تدني حصة الفرد الواحد من المياه وتراجع التنمية الاقتصادية .

–**السيناريو الثاني** : زيادة حجم الموارد المائية المتاحة (العرض) مع استمرار زيادة الطلب على المياه ، وهذا سيخفف من حدة الأزمة المائية ، وسيكون انخفاض رصيدها من الموارد المائية أقل ، وسيكون تأثيره على حصة الفرد والتنمية الاقتصادية بشكل اقل .

جدول(٤)

السيناريوهات المتوقعة للعرض والطلب على المياه في دول الخليج العربية(مليون م٣/سنوياً)

السيناريوهات	المتغيرات	٢٠١٥	٢٠٢٠	٢٠٢٥
الأول	العرض	١٣,٥٧	١٣,٥٧	١٣,٥٧
	الطلب	٤٠,٢٤	٤٤,٨٦	٤٩,٣٨
	رصيد الموارد المائية	٢٦,٦٧–	٣١,٢٩–	٣٥,٨١–
الثاني	العرض	١٨,٤٤	١٩,٨٧	٢١,٣٦
	الطلب	٤٠,٢٤	٤٤,٨٦	٤٩,٣٨
	رصيد الموارد المائية	٢١,٨–	٢٤,٩٩–	٢٨,٠٢–
الثالث	العرض	١٨,٤٤	١٩,٨٧	٢١,٣٦
	الطلب	٣٢,٨٨	٣٥,٤٤	٣٧,٨١
	رصيد الموارد المائية	١٤,٤٤–	١٥,٥٧–	١٦,٤٥–

المصدر، اعتماداً على ، البنك الدولي ، تقرير عن تقييم قطاع المياه في بلدان مجلس التعاون لدول الخليج العربية ، جدول ٢٠٠٥، جدول ٧,٣، ص٩٧ .

-**السيناريو الثالث** :زيادة حجم الموارد المائية مع إصلاح السياسات ، مع استمرار زيادة الطلب على المياه ، مما سيؤدي إلى إن انخفاض رصيدها من الموارد المائية سيكون باقل ما يمكن ، ولن يؤثر كثير في تدني حصة الفرد من المياه كما لن تتأثر مشاريع التنمية الاقتصادية في الدول الخليجية مجتمعة .

ومن جدول (٥) ، وشكل (٤) إن كل دول الخليج سوف تعاني من عجز شديد في المستقبل لاسيما السعودية ، إذ ستعاني من عجز مائي كبير حتى عام ٢٠٣٠ تأتي بعدها كل من الإمارات ، قطر ، عُمان ، الكويت ، و البحرين التي ستعاني عجزاً مائياً قليلاً ، ولكن العجز المائي سيكون من الصعب التغلب عليه في السعودية والإمارات ولكن من الممكن معالجته في المستقبل فيما اذا تم تنمية تحلية مياه البحر والمصادر المائية الأخرى (مياه الصرف الصحي ، حصاد المطر ، سحب المياه بالأنابيب من الدول الإقليمية ، وغيرها) . والمياه المحلاة من البحر قابلة للزيادة في المستقبل لأنه يمكن تطوير المحطات السابقة أو بناء محطات جديدة .

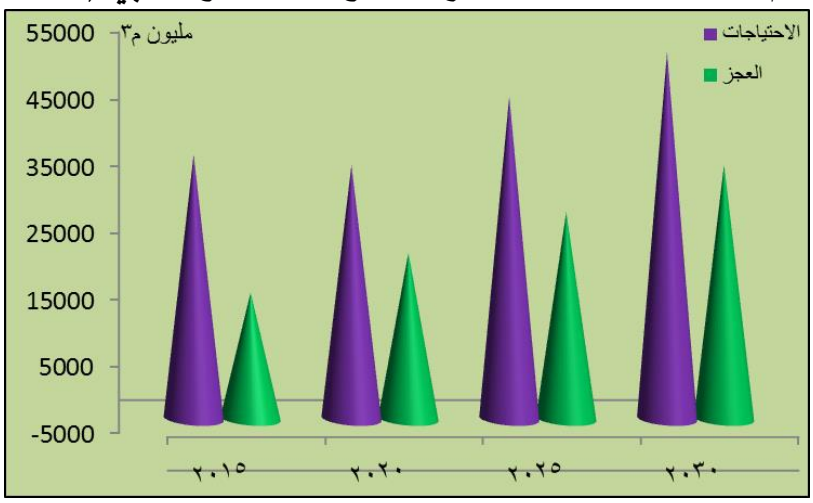
جدول(٥)

حجم الاحتياجات والعجز المتوقع لدول الخليج العربي (مليون م٣/سنة)

السنوات	المتغيرات	الإمارات	البحرين	السعودية	عُمان	قطر	الكويت	المجموع
٢٠١٥	الاحتياجات	٥٠٨٠	٥١٠	٢٩٣١٥	٢١٣٢	١١٤٩	١٣١٠	٣٩٤٩٦
	العجز	٣٣٤٣	١٤	١٣٧٢٦	٦٥٢	٦٧٧	٤٤٥	١٨٨٥٧
٢٠٢٠	الاحتياجات	٦٠٨٥	٥٨٨	٢٥٥٥٢	٢٥٢٧	١٤٩٩	١٦٧٤	٣٧٩٢٥
	العجز	٤٣٤٨	٩٢	١٧٤٨٩	١٠٤٧	١٠٢٧	٨٠٩	٢٤٨١٢
٢٠٢٥	الاحتياجات	٦٨٥٦	٦٧٨	٣٣١٣١	٣٠١٦	١٩٥٦	٢٥٥٤	٤٨١٩١
	العجز	٥١١٩	١٨٢	٢١٣٠٥	١٥٣٥	١٤٨٤	١٢٧٢	٣٠٨٩٧
٢٠٣٠	الاحتياجات	٨٠٢٦	٧٨٢	٣٦٩٨٨	٣٧٥٣	٢٥٥٤	٢٧٢٤	٥٤٨٢٧
	العجز	٦٢٨٩	٢٨٦	٢٥١٦٢	٢٢٧٣	٢٠٨٢	١٨٥٩	٣٧٩٥١

المصدر ، اعتمادا على ، نوار جليل هاشم ، تحلية المياه في دول الخليج العربي بين الواقع والمستقبل ، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية ، قطر ٢٠٠٧ص١٧ .

شكل(٤) حجم الاحتياجات والعجز المتوقع لمجموع دول الخليج العربي (مليون م٣/سنة)



المصدر ، جدول(٣)

من خلال تحليلنا السابق فإن أمام دول الخليج العربي خيارين هما :

-الأول ، هو بقاء هذه الدول في الاعتماد على محطات تحلية المياه بالرغم من تكلفتها العالية مما يتوجب على حكوماتها أن تمول هذه المشاريع مما سيكلفها أموال إضافية في ظل الأزمة المالية العالمية وتقلبات أسعار النفط مع استمرار جائحة كورونا والأزمات العالمية ، لذلك يجب التفكير بإنشاء محطات ذات تكلفة أقل ، وإنتاجية أكثر لتوفير القدر اللازم من الأموال ، فضلاً عن التوعية بأهمية المياه وترشيد استهلاكه ، ومن الأحسن بقاء الدولة هي المسيطر على قطاع المياه .

-الثاني ، شراء المياه من الدول الغنية بالمياه ، (العراق ، إيران ، تركيا) ، وهذا يعيد للأذهان إمكانية طرح مشروع أنابيب السلام مرة أخرى ، لان الشارع العربي سيكون أكبر معارض لهذا المشروع ، لأنه المشروع ذا خطين احدهما يمر بالكيان الإسرائيلي ثم لدول الخليج العربي ، لذا فان بعض دول الخليج العربي لن تقبل بالوقت الحالي بإعادة فكرة المشروع ، إذ يعتمد المشروع حول عقد اتفاقيات سلام وتطبيع بين الكيان الإسرائيلي ، وسوريا ، والأردن ، وجميع دول الخليج بالرغم من معاهدات السلام بين الكيان الإسرائيلي والبحرين ، والإمارات ، لان خط نقل المياه لابد أن يمر بالسعودية ، لذا فان دول الخليج ستستمر في نهج السيناريو الأول، وهو الأمثل لها بالرغم من التكاليف الباهظة .

الاستنتاجات :

نستنتج من دراستنا السابقة إن التّحديات المائيّة تمثّل هاجساً حقيقيّاً لدول الخليج العربية الستة المنضوية تحت مجلس التعاون الخليجي ، لاسيما في ظلّ طبيعتها الصّحراويّة القاسية ، وندرة الموارد المتجدّدة ، والاستهلاك المفرط ، وهذا يحتمّ جعْل مسألة تحلية المياه من البحر امر لابد منه بالرغم من التكاليف الباهظة

في إنشاء محطات التحلية وتكاليف الإنتاج في ظل الأزمة المالية العالمية وتقلبات أسعار المياه ، بالتزامن مع زيادة الطلب على المياه نتيجة التحولات الاجتماعية والاقتصادية التي تمر بها دول الخليج . ولذا توصي الدراسة بما يأتي :

١- ترشيد استخدام الموارد المائية في المناطق الصناعية والحضرية والسياحية من خلال توعية المواطنين بأهمية كل قطرة مياه ورفع كفاءة العائد الاقتصادي من وحدة المياه المستخدمة بناء على أسس تقنية واقتصادية واجتماعية سليمة .

٢- تنمية واستخدام موارد مائية إضافية رديفة لتحلية مياه البحر من خلال إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ، وإعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في الري مرة أخرى بعد خلطها بنسب مقبولة من مياه الري الجديدة وغيرها .

٣-تشجيع مشاركة دور المنظمات غير الحكوميّة في مجال توطين تقنيات وصناعة وحدات التحلية والصّرف الصحي ومكوناتها، وأعمال الصيانة والتشغيل، وفي إطار من المراقبة والتقييم.

٤- تقييم الآثار البيئية الناجمة عن عمل محطات التحلية وتكاليف استخدام التقنيات الجديدة في تحلية المياه.

٥-بناء قاعدة علمية تقنية بحثية لتخفيض تكاليف التحلية عن طريق استخدام التقنيات المتطورة .

٦- إنشاء مركز خليجي للدارسات والبحوث والمعلومات وإعداد المخططات متخصص في تحلية مياه البحر .

٥-التعاون بين دول الخليج في مجالات بحوث المياه لاسيما فيما يتعلق بتنمية وحسن استغلال الموارد المائية من مصادرها الطبيعية (السطحية والجوفية) ومصادرها غير التقليدية (معالجة المياه العادمة وتحلية مياه البحر).

٧-تطويع التكنولوجيا الحديثة والإنجازات الحادثة في ثورة الاتصالات والمعلومات والربط بين المؤسسات المسئولة عن المياه .

٨-العمل للتوصل إلى رؤية بين دول الخليج تجاه بعض القضايا المائيّة الهامة والمطروحة على الساحة العالمية، مثل تسعير المياه الافتراضية ، و تقوية نظام رسوم استهلاك المياه .

٩- استحداث صندوق مشترك للأمن المائي مهمته تمويل وإعداد وتنفيذ مخططات الأمن المائي للخليج، وركناً أساسياً من أركان الأمن القومي لدول الخليج .

١٠- إنشاء شبكات رصد وربطها ببعضها البعض، وكذلك العوامل الجوية والمناخية، علاوة على تطبيق نظم الاستشعار عن بُعد ، وتقنية نظم وتحليل المعلومات الجغرافية (GIS) وذلك بهدف عمل قاعدة معلوماتية للموارد المائيّة والأحوال الجوية والمناخية والاستخدامات المائية وخلافه في جميع الدول الخليجية .

الهوامش :

١-ويكبيديا ، المياه في الوطن العربي https://ar.wikipedia.org/wiki

٢- الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية ، تحلية المياه المالحة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية تاريخها وحاضرها ومستقبلها، الإصدار الأول ، ٢٠١٠ ، ص ١٣.

٣- البنك الدولي ، "تقرير عن تقييم قطاع المياه في بلدان مجلس التعاون لدول الخليج العربية ، التحديات التي تواجه إمدادات المياه وإدارة الموارد المائية، والطريق للمضي قدمًا ، ٢٠٠٥، ص١٢-١٣.

٤- احمد عبد الله عسبول واخرون ، الخليج الثابت والمتحول ، مركز الخليج لسياسات التنمية ، جامعة الخليج للعلوم والتكنولوجيا ، الكويت ، ٢٠١٣، ص١٨١ .

٥- احمد عبد الله عسبول ، المصدر نفسة ، ص١٨١-١٨٣ .

٦- الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية ، مصدر سابق ، ص١٣ .

٧- سامر مخيمر ، وخالد حجازي ، أزمة المياه في المنطقة العربية (الحقائق والبدائل الممكنة) ، سلسلة كتب عالم المعرفة ، ط١ ، الكويت ، ١٩٩٦، ص ١٣٤ .

٨- حيدر نعمة بخيت ، المياه العربية الواقع والتحديات ، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية العدد ٢، جامعة الكوفة ، ٢٠٠٨ ص٩٦ .

٩- زياد خليل الحجار ، الأمن المائي والأمن الغذائي العربي(المياه في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بدائل الحروب والتنمية) ، دار النهضة العربية ، ط١، لبنان ، ٢٠٠٩، ص١٠٤ .

١٠-الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية ، مصدر سابق ، ص٢٣-٢٩ .

١١- دوله الإمارات العربية المتحدة ، مجلس أبوظبي التعليمي ، الأمن المائي في الوطن العربي ، ٢٠١٢ص٥-١٣ .

١٢- موقع جريدة العرب ، تحلية المياه سبيل ناجع لتحقيق الأمن المائي في الشرق الأوسط ، جريدة العرب ، العدد ٩٧٠١ في ٢٠١٤/١٠/٠٨، http://www.alarab.co.uk/?id=34828

١٣- موقع جريدة العرب ، المصر نفسة ، ص٦ .

١٤- الأمم المتحدة ،اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا، تقييم الجوانب القانونية لإدارة الموارد المائية المشتركة في منطقة الاسكوا، نيويورك، ٢٠٠٣ ، ص١٣٤.

١٥-زياد خليل الحجار ، مصدر سابق ، ص١٠٦ .

١٦-زياد خليل الحجار ، المصدر نفسه ، ص١٣٥-١٣٦.

١٧- الأمم المتحدة ،اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا ، مصدر سابق ، ص١٣٦ .

١٨- احمد عبد الله عسبول واخرون ، مصدر سابق ، ص١٨٦.

١٩- احمد عبد الله عسبول ، المصدر نفسه ، ص١٨٨-١٨٩.

٢٠- كتابات اقتصادية ، اقتصاديات المياه في دول مجلس التعاون الخليجي ، http://kitabateconomy.com/index.php

المصادر :

١- احمد عبد الله عسبول واخرون ، الخليج الثابت والمتحول ، مركز الخليج لسياسات التنمية ، جامعة الخليج للعلوم والتكنولوجيا ، الكويت ، ٢٠١٣ .

٢-الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية ، تحلية المياه المالحة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية تاريخها وحاضرها ومستقبلها ، الإصدار الاول ، والثاني ، ٢٠١٠ ، ٢٠١٤ .

٣- الأمم المتحدة ،اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا، تقييم الجوانب القانونية لإدارة الموارد المائية المشتركة في منطقة الاسكوا، نيويورك، ٢٠٠٣ .

٤- البنك الدولي ، تقرير عن تقييم قطاع المياه في بلدان مجلس التعاون لدول الخليج العربية ، التحديات التي تواجه إمدادات المياه وإدارة الموارد المائية، والطريق للمضي قدمًا ، ٢٠٠٥.

٥- جريدة العرب ، تحلية المياه سبيل ناجع لتحقيق الأمن المائي في الشرق الأوسط ، جريدة العرب ، العدد ٩٧٠١ في ٢٠١٤/١٠/٠٨، http://www.alarab.co.uk/?id=34828

٦- حيدر نعمة بخيت ، المياه العربية الواقع والتحديات ، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية العدد ٢، جامعة الكوفة ، ٢٠٠٨ .

٧- دوله الإمارات العربية المتحدة ، مجلس أبوظبي التعليمي ، الأمن المائي في الوطن العربي، ٢٠١٢ .

٨- زياد خليل الحجار ، الأمن المائي والأمن الغذائي العربي(المياه في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بدائل الحروب والتنمية) ، دار النهضة العربية ، ط١، لبنان ، ٢٠٠٩

٩-سامر مخيمر ، وخالد حجازي ، أزمة المياه في المنطقة العربية (الحقائق والبدائل الممكنة) ، سلسلة كتب عالم المعرفة ، ط١ ، الكويت ، ١٩٩٦. .

١٠- كتابات اقتصادية ، اقتصاديات المياه في دول مجلس التعاون الخليجي ، http://kitabateconomy.com/index.php

١١-نوار جليل هاشم ، تحلية المياه في دول الخليج العربي بين الواقع والمستقبل ، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية ، قطر ، ٢٠٠٧ .

١٢-ويكبيديا ، المياه في الوطن العربي https://ar.wikipedia.org/wiki