تحلية المياه في دول الخليج العربي بين الواقع والمستقبل

المدرس نوار جليل هاشم
قسم الدراسات الجغرافية

المقدمة :

تعد تحلية المياه احد الوسائل المستخدمة للحد من ظاهرة العجز المائي التي تعاني منها دول عديدة ، ومن ضمنها دول الخليج العربي ، التي تفتقر إلى المياه ، حيث لا تتوفر فيها أي انهار دائمة الجريان وتعتمد فقط على ما موجود من مياه جوفية والتي تكون في بعض الأحيان عالية الملوحة ، إضافة إلى إن المواسم فيها جافة وشبه جافة لذلك اتجهت هذه الدول إلى تحلية المياه لمواجهة العجز المائي فيها ، لذلك سنحاول في هذا البحث والذي يتكون من مبحثين، المبحث الأول ،سنوضح فيه واقع تحلية المياه في دول الخليج العربي وما تشكله التحلية من مجموع الموارد المائية في تلك الدول ،كذلك معرفة حجم الموارد المائية في تلك الدول والاحتياجات المستقبلية فيها ، أما المبحث الثاني فقد ذهب إلى محاولة معرفة مستقبل تحلية المياه في دول الخليج العربي و مدى تطورها وكيفية معالجة المشاكل التي تواجه عمليات التحلية والسبل الكفيلة التي تدفع بعمليات التحلية إلى الأمام.

المبحث الأول

واقع تحليه المياه في دول الخليج العربي

إن عملية نحليه المياه بكونها موردا غير تقليديا للمياه تعد بديلا سليما من الناحية التقنية للاستخدام ، ويوجد في العالم حوالي 8000 من محطات ألتحليه في حوالي 120 دولة ، وتنتج المحطة الواحدة أكثر من 100م3 يوميا[1]، وتحليه مياه البحر هي تحويل المياه المالحة إلى مياه نقية من الأملاح صالحة للاستخدام ويتم ذلك عبر عدة طرق ، كذلك فان تحليه المياه هي ذلك الفرع من العلوم الذي يبحث في الطرق المختلفة للحصول على الماء العذب بكميات كافية وبأسعار مناسبة وهي أيضا في التطبيق – ليست سوى صناعة تحويلية تخضع لكل ما يسري على هذه النوعية من الصناعة من قواعد وظروف. ويرجع تاريخ استخدام التحلية على نطاق تجاري في أواخر الخمسينات ، ولكن البداية كانت متواضعة فقد كان مجموع ما ينتج في جميع أنحاء العالم عام 1958 لا يزيد على 8 آلاف م3/يوم ، اخذ في الازدياد تدريجيا حتى وصل في عام 1965 إلى 263 ألف م3/يوم ، ومنذ ذلك التاريخ تضاعفت الطاقة الإنتاجية بمعدل يبلغ ثلاث مرات كل خمس سنوات لتصل عام 1980 إلى 7.6 مليون م3/ يوم ، وكانت الطفرة في الرقم القياسي لزيادة الطاقة الإنتاجية جاءت خلال العام نفسه الذي أضيفت فيه 335 وحدة تحليه طاقاتها الإجمالية 1.8مليون م3/يوم ، ولكن بعد عام 1980 اخذ معدل النمو في التناقص (متزامنا مع انخفاض عائدات البترول في تلك الفترة) فخلال الخمس سنوات التالية كانت نسبة الزيادة نحو 50% انخفضت إلى نحو 11% في الخمس سنوات التي أعقبتها [2].

ويمكن تقسيم طرق تحليه المياه إلى ثلاثة أقسام رئيسية يتدرج تحتها 13 طريقة مستخدمة صناعيا [3]:

1-التحلية باستخدام الأغشية (التحلية الغشائية).

أ-التناضح العكسي.

ب-الفرز الغشائي الكهربائي (الديلزة).

ج_ الفرز الغشائي الاجهادي.

د- النضوب.

2- التحلية باستخدام التقطير/ التبخير :

أ- التقطير ألوميضي متعدد المراحل .

ب- التقطير باستخدام المبخرات متعددة التأثيرات.

ج- التقطير باستخدام المبخرات ذات المواسير الراسية.

د- التقطير بتضاغط البخار .

هـ - التقطير الشمسي.

3-التحلية باستخدام التجميد (التحلية التجميدية).

أ- التجميد تحت ضغط منخفض.

ب- التجميد بالتبريد الثانوي .

ج- التجميد ألتصلبي(الحرج) .

د- التميؤ(التكوين المائي).

ويوجد حاليا طرازان رئيسيان لعملية تحلية المياه وهما متاحان على النطاق التجاري [4] ،أولا – عمليات التقطير (التبخير) ،وأهمها طريقة التقطير السريع المتعدد المراحل Multi-stage Flash Distillation وطريقة التقطير متعدد التأثير Multi Effect Distillation ، وتعتمد الطريقتان على تبخير المياه المالحة في المرجل البخاري ، ثم إعادة تكثيفها في صورة مياه عذبة ، ثانيا – عمليات التناضح او النفاذية الغشائية وهناك ايضا طريقتان لتحلية المياه تعتمدان على النفاذية

الغشائية ، هما التناضح العكسي Reverse Osmosis وعملية الديلزة الكهربائية ، أي فرز المواد الذائبة بواسطة غشاء الفرز باستخدام الكهرباء ((الديلزة) Electro dialysis ، ويتم فيها فصل الأملاح عن المياه بتطبيقات التحميل الكهربائي ، وأخيرا فان التناضح العكسي يستلزم ضغوطا توجه الى المياه الداخلة التي تمرر بتقانات شبه غشائية تحتجز معظم الأملاح ويلزم استخدام ضغوط عالية لمعالجة المياه الداخلة ذات التركيزات العالية الملوحة[5] .

ويوضح الجدول التالي الطرق المستخدمة في الدول العربية والعالم لعام 1991.

جدول رقم (1)

مقارنة بين الطاقة الإنتاجية للتحلية في البلدان العربية والعالم في نهاية عام 1991

الطريقة	العالم/الطاقة الانتاجية م3/يوم	٪	الدول العربية
MSF التبخير الوميضي متعدد المراحل	7.442.296	56	6.186.967
RO التناضح العكسي	4.113.015	31	1.618.879
ED الفرز الكهربائي	677.674	5	314.733
ME التقطير متعدد التأثيرات	617.713	4,6	50.184
VC إعادة ضغط البخار	368.174	2,8	117.554
OTHER طرق أخرى مهجنة	77.525	0.6	25.178

المصدر: سامر مخيمر ، خالد حجازي : أزمة المياه في المنطقة العربية (الحقائق والبدائل الممكنة) ،سلسلة كتب عالم المعرفة ، الكويت ، الطبعة الأولى ، 1996، ص145.

لذلك فان قرابة 63% من الطاقة الإنتاجية الإجمالية العالمية لوحدات التحلية موجودة في الخليج العربي [6] وذلك من خلال 50% من مجموع

وحدات التحلية في العالم ، بل إن ثلاثا من هذه الدول تمثل ثلاثة مراكز من المراكز الخمسة الأولى في العالم وهي السعودية في المرتبة الأولى 26.8% والكويت ثالثا بنسبة 10.5% والإمارات العربية المتحدة الرابعة بنسبة 10% والجماهيرية العربية الليبية الخامسة بنسبة 4.7% وتأتي الولايات المتحدة الأمريكية في المرتبة الثانية بنسبة 12% لعام 1991[7] .ويوضح الجدول التالي الطاقة الإنتاجية للتحلية في دول الخليج العربي.

جدول رقم (2)

الطاقة الإنتاجية للتحلية في دول الخليج العربي لعام 1991

الدولة	الطاقة الإنتاجية م3/يوم	النسبة المؤوية من الإجمالي العالمي٪
السعودية	3.568.868	26.84
الكويت	1.390.238	10.46
الإمارات	1.323.477	10.02
قطر	308.611	2.32
البحرين	275.767	2.07
عمان	186.741	1.40
اليمن	6.104	0.05

المصدر: سامر مخيمر ، خالد حجازي : أزمة المياه في المنطقة العربية (الحقائق والبدائل الممكنة) ،سلسلة كتب عالم المعرفة ، الكويت ، الطبعة الأولى ، 1996، ص146.

بلغت طاقة محطات تحلية المياه في دول الخليج العربي سنة 1992 حوالي 2 مليار م3 ، من إجمالي الطاقة العالمية البالغة 5.68 مليارم3 أي 37% من الإنتاج العالمي، وكان 80% من هذه المحطات تستخدم تقنية التقطير السريع

المتعدد المراحل ، بينما تعمل غالبية الوحدات الضخمة الباقية بطريقة الرشح أو التناضح العكسي [8].

لقد وجد منذ عام 1997 أكثر من 1600 محطة تحلية في بلدان الخليج العربي وتقع المحطات الأوسع قدرة في السعودية والإمارات والكويت ، أما بقية دول الخليج فتنتج كميات محدودة من المياه المحلاة وذلك بشكل رئيسي من خلال انخراط القطاع الخاص في قطاعي السياحة والصناعة وللمناطق البعيدة[9]، ويوضح الجدول التالي إنتاج دول الخليج العربي من المياه المحلاة.

جدول رقم (3)

إنتاج دول الخليج العربي من المياه المحلاة (مليون م3)

السنة / البلد	1986	1996	1999	2000	2002
السعودية	903	2920	795	1000	1050
الإمارات	232	385	455	450	676
الكويت	357	35	388	300	345
قطر	67	112	131	110	138
البحرين	126	58	75	80	119
عمان	15	47	51	50	86
اليمن	---	10	9	30	9
المجموع	**1590**	**3567**	**1904**	**2020**	**2423**

المصدر 1986.1996 محمود الأشرم: اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، الطبعة الأولى، 2001، ص111.

المصدر 99 تقييم الجوانب القانونية لإدارة الموارد المائية المشتركة في منطقة الاسكوا، اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا، الأمم المتحدة، نيويورك، 2003، ص133.

المصدر 2000 زياد خليل الحجار : الأمن المائي والأمن الغذائي العربي ، دار النهضة العربية ، لبنان، الطبعة الأولى 2009،ص108.

المصدر 2002 تطوير اطر لتطبيق الاستراتيجيات الوطنية للإدارة المتكاملة للموارد المائية في بلدان الاسكوا، اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا، الأمم المتحدة، نيويورك، 2005، ص64-86.

والآن سنأتي إلى معرفة واقع التحلية في دول الخليج العربي :

1-**المملكة العربية السعودية**:- ازداد الاهتمام بمصادر المياه في السعودية في العقود الأخيرة نظرا إلى عدم وجود انهار جارية فيها، أو جداول للمياه دائمة ومستمرة ، لأنها تقع في منطقة صحراوية قليلة الأمطار ، كما أن الزيادة في عدد السكان والتوسع في المشروعات الصناعية والزراعية تتطلب كميات كبيرة من المياه العذبة ، لذا أخذت السعودية تبحث عن مصادر للمياه وبنوعية جيدة [10] ، لذا أصبحت عملية تحلية المياه من المصادر الرئيسية للمياه العذبة في السعودية ، حيث يعود تاريخ تحلية مياه البحر إلى عام 1907 عندما استقدمت وحدة لتقطير المياه إلى مدينة جدة ، والتي عرفت باسم الكنداسة وباشرت عملها إلى عام 1924 ، بينما جاء عام 1928 ليأمر الملك عبد العزيز حينذاك باستقدام جهازين آخرين لإنتاج المياه محلاة بطاقة تقدر ب 35 لتر في اليوم ، ومع تزايد دوران عجلة النهضة الحضارية والاقتصادية في السعودية ، وعلى وجه التحديد في عام 1956 والتي تم تأسيس إدارة تابعة لوزارة الزراعة والمياه انيطت بها الوقوف والتقييم للجدوى الاقتصادية لزيادة الانتشار الجغرافي لمحطات تحلية المياه مع امكانية توليد الطاقة الكهربائية بفعل إطلالتها البحرية على سواحل الخليج العربي والبحر الأحمر ، هذا وتم في عام 1972 تطوير الإدارة السابقة إلى وكالة وزارة معنية بتحلية المياه ومرتبطة في الوقت نفسه بوزارة الزراعة والمياه ، وأمام هذه المهام المناطة بالوكالة السابقة الذكر صدر عام 1974 مرسوم ملكي ينص على إنشاء المؤسسة العامة لتحلية المياه وبطاقة وصلت إلى 793.770م3/يوم في ساحل البحر الأحمر وفي المقابل إنتاج 1.983.864م3/يوم من

ساحل الخليج العربي [11] ، وقد بلغ عدد محطات التحلية في عام 1986 21 محطة منها 15 على ساحل البحر الأحمر و 6 محطات على ساحل الخليج العربي ، وبلغ إنتاج هذه المحطات آنذاك نحو 480 مليون غالون من المياه العذبة يوميا مع إنتاج كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية [12] ، وفي الوقت الحاضر تدرس المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة حاليا إنشاء 20 مشروعا لمحطات تحلية المياه وإنتاج الطاقة الكهربائية تفوق طاقاتها التصميمية المركبة 2.6 مليون م3 من المياه المحلاة يوميا [13]، وستقوم السعودية بإنفاق 58 مليار ريال لتحسين خدمات تحلية المياه عبر 30 محطة[14] ، ويبلغ إنتاجها التصديري من الماء نحو 3.5 مليون م3/يوم لتغذية 40 مدينة وقرية وتغطي 53%من حاجات المملكة من المياه المحلاة[15] ،كذلك ستقوم بإنشاء محطة تحلية للمياه في مدينة جيزان الاقتصادية الجديدة وستقوم بتوفير 500000م3/يوم من مياه الشرب لسد الاحتياجات المحلية للمدينة الاقتصادية[16].

2-**الإمارات العربية المتحدة** : منذ بداية السبعينات بدا التطور شاملا وسريعا فيها ، فزاد عدد السكان وزادت الحاجة بصورة كبيرة إلى المياه العذبة سواء للاستخدام الشخصي أو الزراعي ، ونظرا إلى الوفرة المادية نتيجة عائدات النفط ، ولان تجربة تحلية مياه البحر قد بدأت في بعض الدول العربية وكانت ناجحة ، فقد بدأت الإمارات في إنشاء عدد من محطات تحلية المياه في عدد من إمارات الدولة فانشات في أبو ظبي خمس محطات وفي دبي محطتين وفي الشارقة محطة واحدة وذلك حتى منتصف الثمانينات، وزاد عدد محطات التحلية في البلاد ، كما انشات محطات أخرى بعد ذلك التاريخ [17]، والآن يوجد

أربعة مصانع كبيرة للتحلية وذلك في مناطق المرفأ وأبو ظبي وأم النار والطويلة وهذه المصانع مجتمعة تقوم بتحلية 480 مليون م3من مياه البحر سنويا وهو ما يمثل 15% من إجمالي استهلاك المياه في الإمارات بالإضافة إلى ذلك توجد وحدات تحلية صغيرة تقوم بتحلية المياه الجوفية في المنطقة التي تقع جنوب العين [18] ، أما في الوقت الحاضر فقد أعلنت شركة بالم ووتر palm water عن اختيار وحدة تقنيات معالجة المياه التابعة لمجموعة جنرال إلكتريك GE التي ستعمل على تطبيق مجموعة من تقنيات معالجة المياه ومنها أجهزة التناضح العكسي لتحلية مياه البحر في منطقة جبل علي والتي ستكون بطاقة إنتاجية قدرها 100000الف م3/يوم ومن المقرر أن يبدأ تشغيل المرحلة الأولى في أوائل العام 2009 ويصل إلى أواخر مرحلة العمل في عام 2012[19].

3-**الكويت** : بدأت الكويت في بناء محطات التحلية بين فترة وأخرى لتلبية الحاجة المتزايدة من المياه ، وتتم عملية تحلية المياه من محطات التقطير المشتركة مع محطات توليد الطاقة الكهربائية والكائنة في مناطق الشويخ والشعيبة والدوحة والزور ، وبلغت السعة الإجمالية حتى عام 1986 لمحطات التقطير ب 215 مليون غالون إمبراطوري يوميا أي ما يعادل حوالي مليون م3 يوميا موزعة على خمس محطات قبل افتتاح محطة الزور[20] ، وقد بدأت الكويت باستخدام تقنيات حديثة منذ عام 1998 مثل التناضح العكسي والديلزة الكهربائية والتقطير متعدد المراحل والتطاير الفجائي والتجميد ، حيث أنتج في ذلك العام 282 مليون غالون إمبراطوري[21] (الغالون الإمبراطوري يعادل 4.5لتر من المياه والغالون العادي يعادل 3.8 لتر

من المياه)، وفي الوقت الحاضر تخطط الكويت إلى إنشاء وحدات تحلية جديدة بسعة إنتاجية تبلغ حوالي 340 مليون غالون يوميا ، وذلك سوف يتطلب توفير موارد مالية على مدى الأعوام 2007-2025 لأكثر من 2.25 بليون دينار كويتي لإنتاج وحدات تحلية جديدة بسعة تتراوح ما بين 550-600 مليون غالون يوميا[22] ، وقد بدا مشروع للتحلية لإنتاج 190 مليون غالون إمبراطوري يوميا ابتداء من عام 2009[23].

4-**قطر** : في عام 1953 تم بناء محطة صغيرة لتحلية مياه البحر ، ثم أضيفت خلال السنوات الخمس التالية وحدات جديدة لها رفع الإنتاج إلى 1950 م3/يوم وقد ساهم افتتاح أول حقل للآبار في منطقة معيذر وتوصيله بخط أنابيب الدوحة إلى زيادة كميات المياه المتوفرة ، وفي عام 1962-1963 تم تشغيل المرحلة الأولى من محطة رأس عبود للتقطير بإنتاج يومي قدره 6800م3/يوم بعدها أدخلت تعديلات على هذه المحطة في عامي 1972و1973، وفي الوقت نفسه افتتحت حقول آبار إضافية في العطورية وأبو ثيلة والذيبية والرشيدة ، بعدها وفي عام 1977 زيدت القدرة الإنتاجية في هذه المحطة ، ثم تطورت حقول الآبار الشمالية خلال الفترة 73-1975 وتبعت ذلك في عام 1979 توسعات رئيسية في رأس أبو فنطاس للمرحلة الثانية ، بعدها أصبحت تحلية مياه البحر تدريجيا المصدر الرئيسي الذي تعتمد عليه قطر بالإضافة إلى المياه الجوفية [24]، واستمرت قطر في بناء محطات التحلية ، ففي عام 2004 افتتح أمير قطر مصنع رأس لفان للكهرباء والذي يعد اكبر مشروعات إنتاج الكهرباء والمياه المحلاة في منطقة الخليج وتبلغ طاقته الإنتاجية 750 ميغا واط من

الكهرباء و40 مليون غالون من المياه المحلاة يوميا(152 لتر/يوم أي 54.720مليـون م3/سـنة) وبلغـت تكلفتـه نحـو 800 مليـون دولار [25]،أما في عام 2007 فقد أعلنت شركة امبريجيلو الايطالية للبناء فوزها بعقد قيمته 457 مليون دولار لإقامة محطة لتحلية مياه البحر وأفادت الشركة بان طاقة المحطة الإنتاجية ستتجاوز 200 مليون لتر يوميا[26] (أي 72مليون م3/سنة) ، ومن المقرر الانتهاء في عام 2009 من بناء محطة لتحلية المياه في منطقة رأس أبو فنطاس وستصل طاقتها الإجمالية إلى 45 مليون غالون يوميا [27] (61.560مليون م3/سنة) ، علما أن قطر تعتمد على 99% من استخدام مياه الشرب على تحلية مياه البحر وهناك موقعان رئيسيان لتحلية مياه الشرب هما أبو فنطاس ورأس لفان يستمر 24 ساعة [28].

5-**البحرين** : انشات البحرينٍ منذ عام 1975 العديد من محطات التحلية بعضها يعمل بالتنا ضح العكسي والآخر بالتبخير الومضي ، ولعل أهم تلك المحطات هي محطة سترة وراس أبو جرجور والدور بطاقة إنتاجية بلغت 5 ملايين جالون يوميا [29] ، ثم زادت وحدات المحطة بعد ذلك لتزيد الطاقة الإنتاجية ، كما انشات محطات أخرى للتحلية منتصف الثمانينات بطاقة إنتاجية تقدر ب 45 مليون غالون /يوم [30]، وفي عام 1999 انشات محطة الحد والتي كانت قدرتها الإنتاجية بلغت 77.5 مليون غالون إمبراطوري في اليوم [31] ، وفي عام 2008 فازت شركة (جي .دي.أف.سويز) الفرنسية بعقد بناء وامتلاك وتشغيل محطة الدور لتحلية المياه وتوليد الكهرباء لتوليد 1234 ميجاوات من الكهرباء وإنتاج 218 ألف م3/يوم من المياه المحلاة[32]، لتصل كمية المياه المحلاة المنتجة في عام 2009الى

145 مليون غالون في اليوم [33] (أي 234.9 مليون م3/سنة) ، وفي بداية عام 2009 أعلنت فيها درة البحرين التي تعد اكبر منتجع سكني وتجاري عن منحها عقد لمدة 25 سنة لشركة الطاقة المركزية لتصميم وبناء وتشغيل وحدة لتحلية مياه البحر والتي تعمل بطريقة التناضح العكسي وستصل طاقتها الإنتاجية الكاملة 30000م3/يوم[34].

6- **عمان** : بدأت عمان بإنشاء محطات تحلية المياه في منتصف السبعينات ، ففي عام 1976 بلغت الطاقة الإنتاجية 22.7 مليون لتر /يوم ليصل في عام 2000 إلى 159 مليون لتر /يوم وارتفع عدد محطات التحلية من 24 محطة إلى 37 محطة تعمل بطاقة إنتاجية تبلغ 209 مليون لتر/يوم [35] ، وأصبح إنتاجها يغطي 80% من الاستخدام لمياه الشرب وتتركز هذه المحطات في مسقط وصلالة[36] وفي عام 2001 بلغ إنتاج المياه من محطات التحلية والآبار في عمان 23.978 مليون غالون [37]، أما في عام 2007 فقد بلغ الإنتاج من المياه المحلاة 33.175 مليون غالون في اليوم ،ويوجد الآن مشروع في عمان سيقوم بإنتاج 68 الف م3/يوم أي 24.480 مليون م3/سنة وسينتهي المشروع في عام 2011[38].

7- **اليمن** : لجا الجنوب في اليمن من البداية إلى استخدام محطات تحلية المياه في السبعينات وأقيمت محطة التحلية في عدن ، ولكن هذه المحطات لم تتطور ولم تبنى محطات أخرى نظرا إلى كلفة ارتفاعها ، أما في الوقت الحاضر فقد بات اليمن يفكر في بناء محطات التحلية لمجابهة العجز المائي المتوقع ، فتعتزم شركة سعودية استثمارية متخصصة لإنشاء محطات تحلية المياه وتوليد

الطاقة الكهربائية في محافظة الحديدة الساحلية غربي اليمن والمطلة على البحر الأحمر ، حيث إن الشركة لديها القدرة على إنشاء محطة تحلية مياه بقدرة 5000م3/يوم[39] .

ويوضح الجدول التالي مصادر المياه في دول الخليج العربي ونسبة المياه المحلاة المنتجة إلى المصادر.

جدول رقم (4)

مصادر المياه في دول الخليج العربي مليون م3/سنة

الدولة	مياه سطحية	جوفية	تحلية	مياه صرف صحي	المجموع	نسبة التحلية٪
السعودية	5000	3000	1050	400	9450	11.2
الامارات	190	129	676	226	1221	55.4
الكويت	0.1	160	345	52	557.1	62
قطر	1.4	100	138	44	283.4	48.7
البحرين	–	127	119	15.2	261.2	54.5
عمان	694	600	86	23	1403	6.2
اليمن	1500	1000	9	29	2538	0.4

المصدر : تطوير اطر لتطبيق الاستراتيجيات الوطنية للإدارة المتكاملة للموارد المائية في بلدان الاسكوا ، اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا، الأمم المتحدة، نيويورك، 2005، ص64-86.

من خلال تتبعنا للجدول السابق نرى إن دول الخليج تعتمد بصورة أساسية على تحلية مياه البحر ففي الإمارات والكويت وقطر والبحرين نرى إن هذه الدول نصف مواردها المائية هي عمليات تحلية للمياه ، وسنوضح في الجدول التالي الاحتياجات المستقبلية للمياه لسكان دول الخليج العربي في ظل العجز المائي المتوقع .

جدول رقم (5)

الاستخدامات المستقبلية للمياه في دول الخليج (لتر/يوم)

السنة / الدولة	الاستهلاك المنزلي				
	2010	2015	2020	2025	2030
السعودية	380	*385*	390	395	400
الإمارات	585	*600*	615	630	645
الكويت	585	*600*	615	630	645
قطر	585	*600*	615	630	645
البحرين	585	*600*	615	630	645
عمان	145	*150*	155	160	165
اليمن	105	*110*	115	120	125
الدولة	الاستهلاك الصناعي				
	2010	2015	2020	2025	2030
السعودية	45	50	55	60	65
الإمارات	110	115	120	125	130
الكويت	30	35	40	45	50
قطر	110	115	120	125	130
البحرين	110	115	120	125	130
عمان	30	35	40	45	50
اليمن	30	35	40	45	50
الدولة	الاستهلاك الزراعي المتوقع لعام 2010				
السعودية	2788				
الإمارات	1908				
الكويت	168				
قطر	1685				
البحرين	792				
عمان	1428				
اليمن	598				

المصدر : تطوير اطر لتطبيق الاستراتيجيات الوطنية للإدارة المتكاملة للموارد المائية في بلدان الاسكوا ، اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا، الأمم المتحدة، نيويورك، 2005، ص95-96.

ومن خلال المعلومات السابقة الذكر نرى إن دول الخليج تستطيع الحصول على مصادر إضافية من المياه في المستقبل من خلال تحلية المياه فقط لا غير ليصبح كما هو موضح في الجدول التالي .

جدول رقم (6)

مصادر إضافية من خلال تحلية المياه إضافة إلى المصادر الأخرى مليون م3/سنة

الدولة	الجديد من التحلية	المجموع من التحلية الجديدة + المصادر الأخرى
السعودية	2376	11826
الإمارات	516	1737
الكويت	307.8	864.9
قطر	188.280	471.68
البحرين	234.9	496.1
عمان	78.2	1481.2
اليمن	1.8	2539.8
		19416.68

الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على مصادر سابقة

مع العلم إن هذه المصادر من مياه التحلية قابلة للزيادة في المستقبل لأنه يمكن تطوير المحطات السابقة أو بناء محطات جديدة ، ويوضح الجدول التالي الاحتياجات المستقبلية لمختلف الاستخدامات في دول الخليج ومقارنتها مع حجم الإنتاج الكلي من المياه وبيان مقدار العجز المائي الذي ستعاني منه هذه الدول في المستقبل.

الجدول رقم (7)

الاحتياجات المستقبلية لمختلف الاستخدامات في دول الخليج العربي (مليون م3/سنة)

السنة / الدولة	الاستهلاك المنزلي					الاستهلاك الصناعي					الاستهلاك الزراعي				
	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2025	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
السعودية	3567	4076	4658	5323	6000	422	476	675	808	988	18000	21000	24000	27000	30000
الإمارات	1002	1157	1441	1632	1936	189	223	244	324	390	3200	3700	4400	4900	5700
الكويت	766	979	1251	1597	2036	39	57	81	114	158	220	274	342	426	530
قطر	216	287	381	505	670	41	55	74	100	135	623	807	1044	1351	1749
البحرين	174	203	237	276	322	33	39	46	55	65	235	268	305	347	395
عمان	172	244	344	486	691	36	57	89	137	207	1603	1831	2094	2393	2855
اليمن	986	1233	1538	1915	2380	282	392	535	718	935	5609	6694	7989	9535	11379

الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول رقم (5) لمعرفة الاستخدامات المتوقعة ، وتم اعتماد عدد السكان للدول بالرجوع الى تقرير التنمية البشرية لعام 2006 ، واعتماد المعادلة $p1=p2(1+r)^n$ لاحتساب عدد السكان.

أما الجدول التالي فيشير إلى حجم العجز المتوقع لدول الخليج العربي للسنوات القادمة مقارنتها بالجدول رقم (6) والذي يشير إلى حجم الموارد المائية الكلي للدول .

الجدول رقم (8)

حجم العجز المتوقع لدول الخليج العربي (مليون م3/سنة)

الدولة	مجموع الاحتياجات المستقبلية					مقدار العجز				
	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
السعودية	21989	25552	29315	33131	36988	10136	13726	17489	21305	25162
الإمارات	4391	5080	6085	6856	8026	2654	3343	4348	5119	6289
الكويت	1025	1310	1674	2137	2724	160.1	445.1	809.1	1272.1	1859.1
قطر	880	1149	1499	1956	2554	408.2	677.2	1027.2	1484.32	2082.32
البحرين	442	510	588	678	782	54.1+	13.9	91.9	181.9	285.9
عمان	1811	2132	2527	3016	3753	329.8	651.8	1046.8	1534.8	2272.8
اليمن	6877	8319	10062	12168	14712	4337.2	5779.2	7522.2	9628.2	12172.2

الجدول من عمل الباحث

من خلال مشاهدتنا للجدول السابق نلاحظ إن كل دول الخليج سوف تعاني من عجز شديد في المستقبل وخاصة السعودية حيث ستعاني من عجز مائي كبير في السنوات القادمة تأتي بعدها كل من اليمن ثم الإمارات ثم قطر ، ثم عمان ثم الكويت وأخيرا البحرين، وهي الدولة الوحيدة التي ستحقق فائضا في سنة 2010 ثم بعدها ستعاني عجزا مائيا في السنوات القادمة ولكن العجز المائي الذي سيكون من الصعب التغلب عليه هو ما ستعانيه الدول الثلاث وهي السعودية واليمن والإمارات هذه الدول ستعاني أكثر من الدول الباقية التي لديها عجز مائي ولكن من الممكن معالجته في المستقبل.

المبحث الثاني

مستقبل تحلية المياه في دول الخليج العربي

هناك عدد من العقبات التي تقف في الاعتماد على التحلية كمصدر رئيسي للمياه في دول الخليج العربي ، وتتمثل العقبتين الرئيسيتين في ارتفاع تكلفة الإنتاج والنقل ، حيث تبلغ تكاليف إنشاء المحطة الواحدة حوالي 200 مليون دولار ويمكن أن تتعدى هذا المبلغ [40]، أما تكلفة إنتاج متر مكعب من المياه المحلاة أكثر بكثير من تكلفة إنتاج ونقل المياه السطحية والجوفية ، ولا يزال عنصر التكلفة الرئيسي يتمثل باستثمار رأس المال الأولي لإنشاء المحطة (30-60% من إجمالي التكلفة في حين تمثل تكاليف التشغيل والصيانة من 40-70% ، وتتراوح تكلفة الطاقة بين 20-70% وتمثل اليد العاملة والمواد من 10-30% واستبدال المرشحات الغشائية من 10-20% حسب حجم المحطة ونوعها)[41] ، ويكلف إنتاج تحلية متر مكعب من المياه ما بين 0.4-0.6 دولار أمريكي عند استخدام مياه قليلة الملوحة بينما تصل التكلفة من 1-1.10 دولار للمتر المكعب عند تحلية مياه عالية الملوحة وقد تصل التكلفة في بعض الأحيان إلى 2 دولار [42] ، وقد تراوحت تكاليف الإنشاء المقامة للفترة من 1992-1997 بين 1047 -1774 دولار أمريكي للمتر المكعب من الطاقة المتاحة في اليوم ، وتعتمد تكلفة الإنتاج أيضا على التكنولوجيا المنتجة – أي السرعة متعددة المراحل(MSF) أو التناضح العكسي (RO) – وحجم المحطة وعمرها وما إذا كانت المحطة مزدوجة الغرض الافتراضي (توليد الماء والطاقة الكهربائية) ونوعية ماء المصدر وموقع المحطة وسعر الفائدة وقطع الغيار والتكاليف الأخرى المتعلقة بالصيانة وتكلفة الطاقة وتكاليف اليد العاملة ومعامل تحميل المحطة [43].ويوضح الجدول التالي تكاليف إنشاء محطات تحلية مياه البحر.

جدول رقم(9)

تكاليف إنشاء محطات تحلية مياه البحر

السنة	النوع	الموقع	القدرة م3/يوم	التكلفة (دولار امريكي للمتر المكعب)
1979	MSF	جدة الثالثة	88000	3936
1982	=	جدة الرابعة	220000	2471
1986	=	عسير ، السعودية	116128	1102
1987	=	الخبر، السعودية	240000	1209
1989	=	الغبرة ، عمان	45454	2970
1992	=	المدينة – ينبع الثانية	144000	1364
1993	=	الخبر الثالثة	240000	1417
1993	=	الشعيبة	454000	1047
1978	RO	جدة، السعودية	12000	2497
1984	=	الدر، البحرين	45450	1080
1985	=	جدةالأولى،رحاب،السعودية	56800	758
1987	=	جبيل الثالثة ، السعودية	113636	993
1988	=	جبيل الرابعة ، السعودية	90910	1695
1989	=	الفجيرة ، الإمارات	9090	1650
1992	=	المدينة ، ينبع الثانية	128020	1774
1992	=	الجبيل الثالثة	90000	1522

المصدر : تقييم الجوانب القانونية لإدارة الموارد المائية المشتركة في منطقة الاسكوا، اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا، الأمم المتحدة، نيويورك، 2003، ص134-135.

لقد كانت التكلفة العالية نسبيا للطاقة ولم تزل أكثر العوامل تقييدا بشان إنتاج الماء بواسطة عملية التحلية ، غير إن توافر الوقود الغزير المدعوم من الحكومة في بلدان الخليج العربي قد خفف من اثر هذا العامل وسمح لبلدان الخليج العربي بتوسعه في إنتاج ماء التحلية وزيادة الاعتماد على هذا المصدر، وبالنظر لتكاليف الطاقة المدعومة من الحكومة في هذه البلدان ، فان تكاليف التحلية التي فيها اقل

من بلدان أخرى ، حيث إن متوسط التكلفة في السعودية يتراوح بين 0.5–0.75 دولار أمريكي للمتر المكعب الواحد وفي الإمارات تتراوح بين 1–1.45دولار وفي الكويت 0.94وفي قطر 1.14–1.64وفي البحرين تبلغ التكلفة 0.56 دولار ، وفي أنحاء أخرى من العالم لا تحصل تكاليف الطاقة على إعانات حكومية تزيد تكاليف الإنتاج نوعا ما ، فعلى سبيل المثال تتراوح تكاليف الإنتاج في أمريكا بين 2.06–2.60 دولار أمريكي ، وفي مالطا تبلغ التكاليف 1.18 دولار أمريكي[44]،أما في إسرائيل فتبلغ التكلفة 0.52 دولار للمتر المكعب الواحد وذلك لاستخدام إسرائيل اكبر المصانع وأكثرها تقدما في مجال التناضح العكسي على مستوى العالم [45] .

اذا فان تكلفة وحدة إنتاج الماء العذب في بلدان الخليج العربي تتراوح بين1–1.5 دولار أمريكي للمتر المكعب الواحد وذلك بالنسبة لمحطات التحلية التي تبلغ قدرتها الإنتاجية 2000م3/يوم ، استنادا إلى تكاليف الطاقة الدولية ، وبالنسبة للمحطات التي تزيد قدرتها عن 100000م3/يوم ، يمكن خفض التكاليف من 0.7–0.8 دولار أمريكي وفي حال الماء الأجاج الذي تقل ملوحته عن 10000جزء بالمليون تتراوح التكاليف بين 0.4–0.5 دولار بالنسبة للمحطات الكبيرة[46] ، كذلك هناك مشكلة أخرى وهي مشكلة توفر الطاقة لسد الاحتياجات وتشغيل هذه المنشات[47].

إن انعدام مصادر التمويل عقب انهيار قطاع المال العالمي سوف يرغم المتعاقدين على إلغاء المشاريع الجديدة أو تأجيلها إلى حين توافر المصادر المالية اللازمة وقد أكد (نك باول) رئيس قسم حلول المياه بشركة اكوالينغ العالمية المتخصصة في تحلية المياه التي تتخذ من دبي مقرا لها ، إن الحصول على التمويل اللازم بالتكلفة والمدة المناسبتين قد أصبح اليوم من اكبر العوائق

التي تحول دون تنفيذ مشاريع جديدة في الشرق الأوسط وأضاف إن هناك حلولا لمعالجة هذه المشكلة منها إتباع النموذج النرويجي الذي أطلق عليه اسم الابتكار النرويجي وهو عبارة عن مؤسسة حكومية خصصت لها موارد مالية تستخدمها في مساعدة الشركات النرويجية على التوسع عالميا ، كذلك يمكن استخدام احدث التقنيات والتي تؤدي إلى تخفيض استهلاك الطاقة بنسبة 70% وهذا يعود بشكل رئيسي إلى التقنيات الجديدة لاسترداد الطاقة في تقنية المبادل الحراري (لتنقية المياه من خلال تخللها ضمن مسامات في غاية الدقة) والتي أدت إلى تخفيض تكاليف العمليات التشغيلية بشكل كبير[48] لذلك يجب الاهتمام بمجال الأبحاث لإيجاد الحلول التي من شانها أن تقلل من تكلفة تحلية المياه وتؤدي إلى تحسين التقنيات الحالية ، وضمن هذا السياق أعلن تكنوبارك(مجمع العلوم والتكنولوجيا التابع لحكومة دبي) توقيع مذكرة تفاهم مع مركز الشرق الأوسط لأبحاث تحلية المياه لدعم الأبحاث في مجال تحلية المياه [49]، كذلك من الممكن الاستفادة من الخبرات الأوربية في هذا المجال وخاصة الألمانية والروسية حيث إن هناك تعاون عربي – ألماني لمواجهة مشكلة نقص المياه في منطقة الخليج [50] ، كذلك فقد اخترعت مؤسسة علمية ألمانية محطة لإعادة تكرير المياه الناتجة عن محطات التحلية والتي تعيد إلقائها في البحر[51]، ويمكن في الوقت نفسه الاستفادة من الخبرات الروسية في هذا المجال حيث قطعت اشواطا في التوسع في هذا المجال من ناحية تخفيض التكلفة والتقنيات المستخدمة مع بساطة المعدات وتركيبها وصيانتها ونقلها من مكان إلى آخر ، وقد تراكمت الخبرات الطويلة لدى مصممي محطات التحلية الضخمة مما يسمح لهم بحل أكثر المسائل تعقيدا مثل الحصول على المياه بدون أملاح من اجل المولدات البخارية وتحلية المياه المتضمنة للأملاح في المحطات الحرارية لتوليد الكهرباء ، كما تسمح هذه الخبرات في تصميم أنظمة مغلقة لاستخدام المياه مع التقليل الكبير لاستهلاك الطاقة والمواد

الكيميائية وبالتالي التأثير الإجمالي في مجال حماية البيئة [52] ، حيث حذرت دراسات من مخاطر محطات تحلية المياه على النظم البيئية بمنطقة الخليج العربي الأمر الذي يهدد بتزايد مشكلات تلو ث الهواء والبيئة البحرية بالمنطقة[53] .

لقد أصبحت التكنولوجيا المستخدمة لإنتاج المياه المحلاة في منطقة الخليج العربي أكثر انتشارا وهو ما أكدته ليثرا هينثرون رئيسة هيئة تحلية المياه الدولية من خلال القول إن التكنولوجيا أصبحت أكثر انتشارا في المنطقة ، وان الخليج بشكل عام بات أكثر قبولا لاستخدام التناضح العكسي ، إذ أصبحت التكنولوجيا أكثر قوة بسبب التكاليف المنخفضة وفعالية الطاقة[54].

وقد أكد مؤتمر تحلية المياه الذي عقد في الكويت بداية عام 2008 على إنشاء كيانات اوكيان واحد مشترك في الدول العربية يعنى بالتدريب والتعليم والأبحاث في مجال صناعة التحلية ، وأكد المشاركون على أهمية تشجيع إنشاء معهد متخصص بصناعة التحلية يعنى بتطوير الكفاءات العاملة في مجال نحلية المياه وتشجيع ودعم البحوث المختلفة لتحسين الإنتاج وخفض التكاليف ، وطالبوا بفتح المجال أمام القطاع الخاص للمساهمة في التعليم والتدريب في مجال تحلية المياه والاستثمار فيها والعمل على إنشاء رمز المياه يعنى بجوانب التخطيط ونوعية المنتج وعلاقات الأطراف بإنتاج واستلام وتوزع المياه لتحقيق متطلبات مرحلة ما بعد الخصخصة ودخول شركات القطاع الخاص في عملية تامين المياه[55].

الاستنتاجات

من خلال ما تقدم نلاحظ إن أمام دول الخليج العربي وحسب وجهة نظر الباحث سيناريوهين ، السيناريو الأول هو بقاء هذه الدول في الاعتماد على محطات تحلية المياه ، والتي كما وسبق واشرنا إلى تكلفتها العالية وبالتالي يجب على حكومات تلك الدول ان تمول هذه المشاريع مما سيكلفها أموال إضافية ، والعالم يعيش أزمة مالية كبيرة ، لذلك يجب التفكير بإنشاء محطات ذات تكلفة اقل وإنتاجية أكثر لتوفير القدر اللازم من الأموال، إضافة إلى عقد الكثير من الندوات والمؤتمرات للتوعية بأهمية المياه وترشيد استهلاكه.أما بالنسبة إلى الخصخصة في هذا القطاع فهي ليست جديدة ، ولكنها كانت دائما بإشراف الدولة وبمشاركة الدولة فلا يوجد عبئ على المواطن من الناحية المالية ، لذلك من الأحسن بقاء الدولة هي المسيطر في هذه الحالة .

أما السيناريو الثاني ، فهو شراء المياه من الدول الغنية بالمياه ، وبالأخص تركيا ، وهو ما أكده عبد الله غول في زيارته الأخيرة إلى قطر ، حيث أشار إلى إمكانية مبادلة المياه التركية بنفط الخليج العربي وأضاف بان تركيا لا تعتبر دولة غنية بالمياه لكن هناك بعض الأنهار تهدر في البحر دون الاستفادة منها وهناك مشاريع تحت الدراسة في الوقت الحاضر حول كيفية الاستفادة من مياه تلك الأنهار ، وهذا يعيد للأذهان إمكانية طرح مشروع أنابيب السلام مرة أخرى ، ولكن لو فكرت الدول الخليجية بهذا المشروع عليها اولا التفكير بالقضية الفلسطينية لان الشارع العربي سيكون اكبر معارض لهذا المشروع ، لأنه وكما هو معروف فالمشروع ذا خطين احدهما يمر بإسرائيل ثم لدول الخليج العربي ، لذا يعتقد الباحث إن دول الخليج العربي لن تقبل بالوقت الحالي بإعادة فكرة المشروع ، حيث يعتمد هذا الموضوع حول عقد اتفاقيات سلام مع إسرائيل والتطبيع الكامل لدول الخليج ولا ننسى العراق وسورية مع إسرائيل ، لذا فان هذا المشروع لا يمكن تنفيذه في المستقبل القريب ، لذا فان دول الخليج ستستمر في نهج السيناريو الأول وهو الأمثل لها.

المصادر والهوامش

1- زياد خليل الحجار : الأمن المائي والأمن الغذائي العربي(المياه في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بدائل الحروب والتنمية) ، دار النهضة العربية ، لبنان ، الطبعة الأولى 2009،ص.104

2- سامر مخيمر ، خالد حجازي : أزمة المياه في المنطقة العربية (الحقائق والبدائل الممكنة) ،سلسلة كتب عالم المعرفة ، الكويت ، الطبعة الأولى ، 1996، ص.134

3- المصدر نفسه ،ص.135

4- زياد خليل الحجار: مصدر سبق ذكره،ص104-105.

5- تحلية المياه لأغراض التطبيقات الزراعية ، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة FAO ، لجنة الزراعة ، الدورة 19 ،روما 3-16 نيسان 2005 .

6- دار الحياة ، الطبعة السعودية 2008./2/29

7- سامر مخيمر ، خالد حجازي : مصدر سبق ذكره،ص143-144.

8- زياد خليل الحجار: مصدر سبق ذكره،ص.107

9- تقييم الجوانب القانونية لإدارة الموارد المائية المشتركة في منطقة الاسكوا، اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا، الأمم المتحدة، نيويورك، 2003، ص.133

10- عبد المالك خلف التميمي، المياه العربية التحدي والاستجابة، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، الطبعة الأولى، 1999، ص185.

11- السعودية وتجربتها في الاستفادة من مياه البحر : منشور على موقع المؤتمر نت من اليمن في العالم 2008./10/27

12- عبد المالك خلف التميمي : مصدر سبق ذكره،ص.186

13- صحيفة الجزيرة العدد 10314، .2000

14- www.menareport.com

15- السعودية ترسم صورة قاتمة لمستقبل المياه في البلاد ، موقع ارقام2009./5/27.
16- موقع مدينة جيزان الاقتصادية ،.2008
17- عبد المالك خلف التميمي : مصدر سبق ذكره،ص193-194
18- هيئة حالة البيئة لإمارة أبو ظبي ، هيئة البيئة في أبو ظبي ،2009.
19- موقع شركة AME INFO 2008./10/27
20- عبد المالك خلف التميمي : مصدر سبق ذكره،ص.182
21- صادق إبراهيم ومحمود عبد الجواد : الأمن المائي والتخزين الاستراتيجي للمياه في الكويت ، موقع مركز المدينة للعلم والهندسة ،.2008
22- جريدة عالم اليوم 2008/10/7 العدد 554.
23- وكالة الأنباء الكويتية (كونا) 2009/6/23 .
24- عبد المالك خلف التميمي : مصدر سبق ذكره،ص.191
25- الجزيرة نت 200/12/6.
26- الجزيرة نت /2007./5
27- موقع شركة AME INFO 2009./5/7
28- صحيفة الشرق 005/10/7.
29- موجز الورقة القطرية لمملكة البحرين لمؤتمر الطاقة العربي الثامن ، عمان 2006،ص.50
30- عبد المالك خلف التميمي : مصدر سبق ذكره،ص.195
31- موجز الورقة القطرية لمملكة البحرين: مصدر سبق ذكره،ص.50
32- AL aswaq.net 2008.
33- bahrin.bh 7/5/2009.
34- جوهر معلومات الشرق الأوسط التجارية /2008/1.

35- هادي احمد الفراجي : الجغرافيا الطبيعية لسلطنة عمان ، وزارة التربية والتعليم ، عمان ، 2003.
36- عبد المالك خلف التميمي : مصدر سبق ذكره،ص189-190
37- التقرير الوطني الثاني لسلطنة عمان، 2001، ص3.
38- جريدة الغد 2008./5/7
39- موقع مأرب برس 2007./6/11
40- جريدة القبس 2007./9/30
41- تقييم الجوانب القانونية لإدارة الموارد المائية المشتركة في منطقة الاسكوا، مصدر سبق ذكره،ص.134
42- زياد خليل الحجار: مصدر سبق ذكره،ص.106
43- تقييم الجوانب القانونية لإدارة الموارد المائية المشتركة في منطقة الاسكوا، مصدر سبق ذكره،ص.134
44- المصدر نفسه ،ص 135-136.
45- تقرير التنمية البشرية لعام 2006، ص.150
46- تقييم الجوانب القانونية لإدارة الموارد المائية المشتركة في منطقة الاسكوا، مصدر سبق ذكره،ص.136
47- مقابلة أجريت في محطة العالم الفضائية بتاريخ 2008./2/17
48- أخبار الخليج 2009/4/3 العدد .11333
49- الاتحاد 2008./10/13
50- DW.word.d1,Deatsche welle 2008.
51- البيان 2008./10/27
52- الأهرام الاقتصادي العدد 2069 ، 2008.
53- وكالة الأخبار الإسلامية (نبا) 2007./1/30

54- القبس الكويتية العدد 12940 ، 2009.
55- وكالة الأنباء الكويتية (كونا) ، 2008/4/23