الاهمية الاستراتيجية لتوطين تقنيات صناعة تحلية مياه البحر في محافظة البصرة لسد عجز الطلب المائي المنزلي المستقبلي

المدرس وائل قاسم راشد*

الملخص :

يهدف البحث الى قراءة مستقبلية بعيدة الامد للميزان المائي المتوقع في الموارد المائية التقليدية السطحية العراقية واثره في ابراز الفجوة المتوقعة في الطلب على المياه الصالحة للاستخدامات المنزلية في محافظة البصرة ثم العمل على سد هذه الفجوة لتعديل ميزان الطلب على هذه المياه وذلك بالاعتماد على مياه البحر غير التقليدية على الساحل العراقي وذلك باعتبارها البديل غير الناضب والاقل تلوثا من المياه التقليدية .

وقد استعرض البحث انواع التقنيات المتوفرة في صناعة تحلية المياه المالحة وتم اختيار الافضل اقتصاديا والانسب تجاريا لاقامتها على الساحل العراقي ضمن شروط مناسبة تتوافق مع الجدوى الاقتصادية وعوامل التوطن البشرية والطبيعية مع التاكيد على ضرورة التعامل مع المياه كسلعة اقتصادية مستقبلا وضمن بيئة استثمارية مناسبة تسهم فيها الحكومة مع القطاع الخاص للحصول على ادارة وكفاءة انتاجية افضل وضمن سوق منافسة غير محتكرة على ان يتم التدرج الزمني في اختيار التقنية المناسبة للتحلية في عملية الاستثمار اعتمادا على الوقود الاحفوري قليل الكلفة كمرحلة زمنية اولى ثم التدرج باتجاه استخدام الوقود بالطاقة المتجددة ومن ثم الطاقة الذرية مع خضوع جميع محطات التحلية لقوانين بيئية صارمة وفق المعايير الدولية .

Abstract:

The research aims to read a long-term future of the expected imbalance of the water balance in Basra and try to assess the expected gap in the demand for water for domestic uses and then bridged it to modify the water balance of the demand for this water, as an alternative to depletion and less polluted than conventional water, sea water on the Iraqi coast.

The research has reviewed the types of commercial techniques available in the desalination industry of salt water and has tested the best and most suitable for establishing on the Iraqi coast under appropriate conditions consistent with the factors of human and natural settlemen. The research also emphasizes on the need to deal

* جامعة البصرة ، كلية التربية بنات ، wael.iq70@gmail.com

with water as economic commodities in the future in a suitable investment environment involving the government and the private sector to obtain better management and production efficiency and within a competitive monopoly market. Then the step towards the use of renewable fuels and then the atomic provided that all desalination plants subject to strict environmental laws in accordance with international standards.

المقدمة :

يعد ضعف الامن المائي احدى اهم التحديات الستراتيجية التي تواجه مدينة البصرة بسبب التوقعات المستقبلية للفقر المائي والجفاف في منطقة الشرق الاوسط ومنها العراق . وتشكل المياه ركنا اساسيا من اركان بقاء الكائنات الحية لا يمكن الاستغناء عنه لذلك يجب العمل على ديمومة توفير المياه لطرفي المعادلة المائية وذلك عن طريق الاستخدام الامثل للمياه من جانب الاستهلاك مع توفير المصدر البديل الدائم لجانب العرض لسد القصور المائي المتوقع على المياه مستقبلا لطرفي ميزان المياه ومن اهمها الطلب على المياه للشرب والاعمال المنزلية .

وعليه ابتدا البحث بتوضيح خطورة مؤشرات الوضع المائي في المستقبل والعوامل المؤثرة فيه وتحليل الفجوة المائية المتوقعة ،وبعد عرض هذه المشكلة الاساسية تطرقنا الى استعراض امكانية سد هذه الفجوة المائية باعتماد مياه البحر غير الناضبة والاقل تلوثا من خلال التعرف على امكانية صناعة محطات تحلية المياه على الساحل العراقي ثم استعراض انواع التقنيات التجارية المعروفة الممكنة لاقامتها كمشاريع على الساحل وتحليلها اقتصاديا لمعرفة الافضل والانسب منها ونوعية الاستثمار الملائم لها والتكاليف المتوقعة وحجم الاستثمار المتوقع لها مستقبلا لسد الفجوة المائية المستقبلية .

ويمكن تناول الاهمية والمشكلة الاساسية للبحث والفرضية والاهداف بشكل منفصل كما يلي:

اهمية البحث :

تعتبر المياه النقية عنصر مهم من عناصر الحياة البشرية والكائنات الحية بل يعتبر عنصر من عناصر الامن القومي والاقليمي وان اي نقص فيه سيخلق تداعيات بيئية وصحية واقتصادية وامنية وسياسية .

مشكلة البحث :

يعاني العراق والبصرة بشكل خاص حاليا من وجود نقص حاد في الطلب على المياه الصالحة للشرب والاعمال المنزلية فهل تشير التوقعات والمؤشرات الى استمرارها مستقبلا ؟ وماهي العوامل الطبيعية فضلا عن العوامل البشرية المستقبلية اللذان سيؤثران سلبا على كمية ونوعية جودة المصدر الاساسي للمياه التقليدية السطحية لنهري دجلة والفرات المؤثران عل شط العرب في محافظة البصرة وعلى اساس صنف وسيصنف العراق ضمن الدول ذات الندرة المائية المطلقة و الاجهاد المائي ؟ وهل يمكن التصدي لهذه المشكلة اعتمادا على تحلية مياه البحر للحد من تداعياتها ؟ وهل تساعد عوامل التوطن الصناعي الطبيعية والبشرية لاقامة محطات التحلية على الساحل ؟

فرضية البحث :

يفترض البحث وجود فجوة مائية وتهديد خطر للامن المائي في المستقبل لاسباب طبيعية وبشرية متعلقة بعوامل حجم العرض والطلب على المياه الخام النقية ونوعيتها وان مياه البحر هي الخيار الستراتيجي الوحيد غير الناضب لسد فجوة الطلب على مياه الشرب والاعمال المنزلية اعتمادا على الاستثمار المشترك لبناء محطات تحلية المياه على الساحل العراقي لسد هذه الفجوة.

الهدف من البحث :

١- التعرف على اهم مؤشرات الامن والميزان المائي العراقي مستقبلا وحجم الفجوة المائية المتوقعة مستقبلا.

٢-استعراض عوامل التوطن الطبيعية والبشرية لتوطن صناعة تحلية المياه على الساحل العراقي .

٣- استعراض انواع التقنيات الخاصة بصناعة المياه المحلاة واختيار التقنية المناسبة التي تتمتع بافضل جدوى اقتصادية ومناسبة لعوامل التوطن المتوفرة .

٤-دراسة امكانية الاستثمار وتشخيص نوع الاستثمار المطلوب المناسب والمتوازن بما يخدم المستهلك والمستثمر لغرض سد الفجوة المائية مع ضرورة حساب الحاجة المستقبلية لعدد محطات تحلية المياه المطلوب اقامتها على الساحل العراقي جنوب البصرة .

المبحث الاول

مؤشرات الوضع المائي العراقي المستقبلية والعوامل المؤثرة فيه

تتسم طبيعة الطلب على المياه العذبة بالارتفاع سواء كان الطلب محليا او اقليميا او عالميا ، وهو يتعاظم بنسبة تزيد على ضعف نسبة معدل نمو السكان ، ومن المحتمل ان يعاني السكان مستقبلا من عجز في الميزان المائي فضلا عن الاجهاد المائي بحلول عام ٢٠٢٥ اذا استمر المعروض بشكله الحالي اذ ان حجم المعروض العالمي من المياه العذبة الخام الطبيعية لا يشكل اكثر من ٣% من اجمالي مكونات الموارد المائية العالمية في حين تشكل النسبة الباقية وهي ٩٧% مياه مالحة مما يدل على ان المعروض العذب ضعيف مقارنة بالمعروض المائي المالح الكبير غير الناضب وهو دافع مهم للتوجه نحو تحلية المياه المالحة مستقبلا .[١]

ولاجل التعرف على الواقع المائي في العراق وتقييمه نستعرض اهم المؤشرات التي تفصح عن ذلك وتتركز على جانب الطلب اكثر من العرض بحسب الفكر المائي الحديث رغم اهمية الطرفية في المعادلة المائية :

١- **مؤشر الامن المائي** : وهو على محورين من المؤشرات الاول مؤشر كمي استخدم فيه معيار (المياه العذبة / فرد / سنويا) في تصنيف موقع الدول مائيا ، اذ تصنف الدول الى اربع فئات هي :

- دول ذات وفرة مائية : حصة المياه تزيد عن ٢٠٠٠ م^٣/فرد /سنويا .
- دول ذات اجهاد مائي : حصة المياه من (١٠٠٠-١٧٠٠) م^٣/فرد /سنويا .
- دول ذات ندرة مائية : حصة المياه اقل من ١٠٠٠ م^٣/فرد /سنويا .
- دول ذات ندرة مائية مطلقة :حصة المياه اقل من ٥٠٠ م^٣/فرد /سنويا .

وثانيا المؤشر النوعي الذي يؤكد فيه على اختبار صلاحية المياه للاستخدام البشري المنزلي وخلوه من الملوثات المختلفة وبخلافه تتعرض الكائنات الحية للخطورة ويتعرض الامن

المائي للتهديد . وبعد استخدام هذا المؤشر بمحاوره وتطبيقه على اربعة عشر دولة عربية وافريقية من ضمنها العراق صنفوا جميعا ضمن فئة دول الندرة المائية المطلقة وقد احتل العراق المرتبة السابعة ضمن هذا التصنيف من بين هذه الدول [٢] .

٢- **مؤشر الميزان المائي** : هو الفرق بالزيادة او النقصان في المخزون المائي الخام الناتج عن الفرق بين العرض والطلب عليه خلال مدة زمنية معينة ، ويطلق على نقصان المياه بالعجز او الفجوة المائية اما الزيادة في المياه فتدعى بالفائض في المياه [٣] .

وقد تناولت دراسات عدة التوقعات المستقبلية للوضع المائي في العراق حتى عام ٢٠٣٠ م ، اذ اجمعت هذه الدراسات وان اختلفت قيم توقعاتها على وجود فجوة وعجز مائي كبير منها دراسة اكدت على انحدار نصيب الفرد من المياه الخام اقل من ٩٠٠ م^{٣} / سنويا عام ٢٠٢٥ والى اقل من ٥٠٠ م^{٣} / سنويا عام ٢٠٤٠ [٤] ، وبنفس السياق اتفقت دراسات اخرى على وجود هذا العجز ومعطيات الجدول الاتي رقم (١) توضح ذلك ابتداء من سنة الاساس عام ٢٠٠٠:

جدول رقم (١)

الفجوة المائية المستقبلية المتوقعة للمياه العذبة الخام في العراق للاعوام (٢٠٢٠، ٢٠٢٥، ٢٠٣٠)

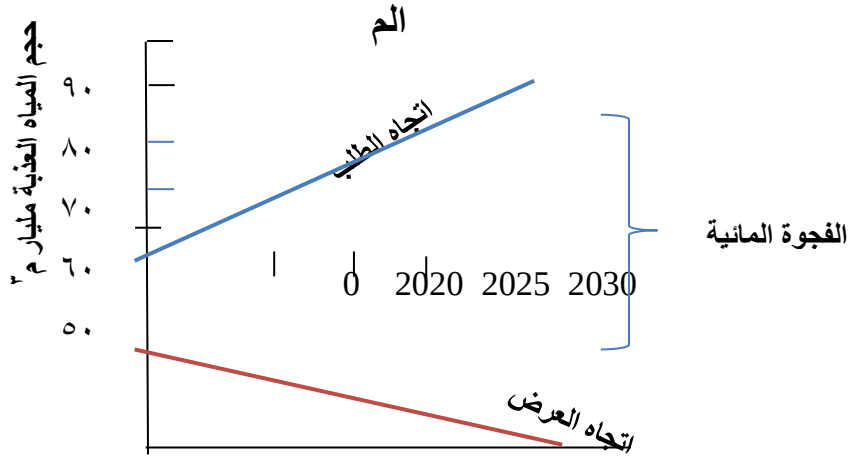
السنوات المستقبلية	العرض الكلي المتوقع مليار / سنويا (١)	الطلب الكلي المتوقع مليار / سنويا (٢)	الفجوة المائية مليار / سنويا (١)
٢٠٠٠	٤٢.٦	٤٧.٣	-(٥.٣)
٢٠٢٠	٥٦	٦٨.٣	-(12.3)
2025	51	76	-(24.7)
2030	46.5	84.5	-(38)

المصدر : ١- عبدالعظيم عبدالواحد الشكري، مهند عزيز الشلال، الفجوة المائية في العراق ١٩٧٠-٢٠٠٥ والتوقعات المستقبلية حتى عام ٢٠٣٠ – دراسة تحليلية باستخدام المقياس الاقتصادي ، مجلة القادسية للعلوم الادارية والاقتصادية ، المجلد (١٤) ، العدد (٤) ، ٢٠١٢ ، ص ١٨٧ .

٢- كاظم موسى محمود ، قيس حمادي العبيدي ، ازمة المياه في العراق ودول مجلس التعاون الخليجي ، الواقع والحلول ، دار الكتب للدراسات العربية ،٢٠١٦. ص٤٤

ولقد لوحظ من الجدول اعلاه بان خط منحنى العرض على المياه العذبة الخام في حالة تناقص بينما خط منحنى الطلب عليها في حالة تصاعد بسبب العوامل المؤثرة والضاغطة على كليهما مما جعل الفجوة المائية متزايدة من (٥.٣) مليار م^{٣}/سنويا عام ٢٠٠٠ لغاية (٣٨)مليار م^{٣}/سنويا عام ٢٠٣٠. ويمكن توضيح ذلك بالشكل الاتي :

شكل رقم (١)
الفجوة المائية المستقبلية لغاية عام ٢٠٣٠



المصدر : من عمل الباحث

واعتمادا على الطلب الكلي على المياه الخام العذبة يمكن التعرف على نسبة الطلب لاغراض الاستخدام المنزلي وحساب مقداره بحسب الجدول رقم (٢) :

جدول رقم (٢)
حجم الطلب للاغراض المنزلية في العراق لغاية السنوات (٢٠٢٥،٢٠٢٠، ٢٠٣٠)
(مليار م٣/سنويا)

السنوات	الطلب الكلي (١)	الطلب للاغراض المنزلية (٢)	نسبة حجم الطلب المنزلي من الطلب الكلي (٣)	العرض الكلي (٤)	نسبة حجم الطلب المنزلي من العرض الكلي (٥)
٢٠٢٠	٦٨.٣	٩.٢١	١٣.٤	٥٦	١٦.٤
٢٠٢٥	٧٦	١٠.١٠	١٣.٢	٥١	١٩.٨
٢٠٣٠	٨٤.٥	١١.٠٧	١٣.١٠	٤٦.٥	٢٣.٨

المصدر :

- الاعمدة (١) و (٢) و (٤) عبدالعظيم عبدالواحد الشكري ومهند عزيز الشلال ، مصدر سابق ، ص١٨٧ - ١٨٨ .

الاعمدة (٣) و (٥) من عمل الباحث

يتضح من الجدول اعلاه خلال المدة لغاية ٢٠٣٠ بان نسبة الطلب المنزلي من الطلب الكلي للمياه النقية تقارب ١٣% وهي نسبة قليلة نسبيا ومشجعة على امكانية تلبيتها وتوفيرها فضلا عن ان معدل نسبة هذا الطلب من العرض الكلي هو ٢٠% وهي ايضا مناسبة ومشجعة للاستثمار المائي لتوفيرها .والهدف من التعرف على حجم الطلب للاغراض المنزلية هو التركيز على هذا الجزء الاهم ذو الصلة المباشرة بحياة البشر والذي يشكل النسبة الاقل

مقارنة بباقي الاستخدامات على المياه كي تنتج صناعيا من مياه البحر للتخفيف من عبئ وتداعيات الفجوة المائية المتوقعة مستقبلا

٣- **مؤشر الاجهاد المائي** : وهو مؤشر ابتكرته شركة فرنسية معنية بالمياه والبيئة عام ٢٠١٠ اذ وصفت دراسة توضح مستوى الاجهاد المائي للدول لغاية ٢٠٥٠ ، وهو يعبر عن العلاقة بين نصيب الفرد من المياه الداخلية المتجددة مع نصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي GNP للمدة (٢٠١٠-٢٠٥٠) وتوصلت الى نتائج من بينها وقوع العراق ضمن اجهاد مائي خطير وندرة مائية مطلقة لتوقعها بان نصيب الفرد فيه من المياه ستكون مستقبلا اقل من ٥٠٠ م٣ / للفرد سنويا ، وان تدفقات المياه المتجددة فيه ستنخفض حتى يصاب بالفقر المائي عام ٢٠٣٠ ، والجدير بالذكر فان لمؤشر الاجهاد المائي تصنيفات عدة هي اجهاد مائي ملحوظ ،(١٧٠٠ م٣/ فرد/سنويا) وحرج (١٠٠٠/م٣/سنويا) ، و خطير اقل من (٥٠٠ م٣/سنويا) وقد صنف العراق ضمن الاجهاد المائي الخطير.[٥]

٤- **مؤشر كفاءة مياه الشرب :** مما لا شك فيه ان مياه الشرب من اهم مقومات الحياة للكائنات الحية وفقدانها يؤدي الى الهلاك ويحتاج الجسم ما يقارب (٣-١٢) لتر/ للفرد الواحد في اليوم . وهذا المؤشر مقسم الى خمسة مؤشرات فرعية وهي [٦] :

ا- حجم مياه الشرب من الموارد الداخلة المتجددة لكل فرد .

ب- نسبة السكان المربوطة منازلهم بنظام شبكة التوزيع

ج- القدرة على شراء المياه

د- نصيب الفرد من استهلاك المياه (١٧٠ لتر /فرد/يوميا)

ه- اعتماد مواصفات منظمة الصحة العالمية في قياس جودة المياه وعدد الاصابات بالمستشفيات بسبب الاسهال لكل ١٠٠ الف فرد .

وقد اضحنا مسبقا ضعف كل من المياه الداخلة المتجددة ونصيب الفرد من الاستهلاك للمياه مستقبلا ، اما ان نسبة السكان المربوطة منازلهم بنظام التوزيع لا يتجاوز ٦٥% في العراق و في البصرة ١% فقط [٧] ، كما ان معايير ومواصفات منظمة الصحة العالمية WHO لقياس جودة المياه ليست مطابقة تماما لمواصفات المياه المنتجة محليا كما يوضحه الجدول الاتي :

جدول رقم (٣)

مقارنة بين المعايير الفيزياوية والكيمياوية والبيولوجية لاهم عناصر مياه الشرب المنزلية بين منظمة WHO والمواصفات القياسية المحلية

الخصائص	المواصفات المعتمدة محليا في البصرة	المعايير المسموح بها عالميا
اولا : الخصائص الفيزياوية	١- عديم الطعم والرائحة واللون وشفاف	مقبولة
	٢- تراكيز المواد الصلبة -----	٢٥٠-٧٥٠ ملغم / لتر
	٣- العكورة ٥ ملغم /م٣	٥-٢٥ ملغم /م٣
	٤- الرواسب العالقة -----	٧ ملغم / لتر
ثانيا : الخصائص الكيمياوية	٥- الحرارة -----	١٥-٢٥ م
	١- PH الحموضة 6. 5 - ٨.٥ ملغم / لتر	6. 5 - ٨.٥ ملغم / لتر
	٢- العكورة -----	لا تتجاوز ٠.٠٣ ملغم / لتر
	٣- العسرة (الاملاح الذائبة) ٥٠٠ ملغم / لتر	٥٥-٢٠٠ ملغم / لتر
	٤- الملوحة -----	(٦.٢-٥٠) ملغم /لتر
	٥- الكلور ٣٥٠ ملغم / لتر	٢٠٠-٢٥٠ ملغم /لتر
	٦- المغنيسيوم ١٠٠ ملغم / لتر	٥٠-٣٠ ملغم / لتر
	٧- الاملاح الصلبة TDS ١٠٠٠ ملغم / لتر	١٠٠٠ ملغم / لتر
ثالثا : الخصائص البيلوجية	١- خالية من البكتريا والفيروسات والطفيليات ٠	٠
	٢- بكتريا الكوليفورم ٩٥/١	١٠٠ /١
	٣- بكتريا الاكولاي ٠	٠

المصدر :

١- من عمل الباحث اعتمادا على منشورات الموقع الالكتروني لمنظمة الصحة العالمية WHOلمواصفات مياه الشرب

٢- المواصفة القياسية العراقية لمياه الشرب رقم ٢٢٧٠ و ٤١٧التحديث الاول ،وزارة التخطيط والتعاون الانمائي ، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية ٢٠١١

١- **مؤشر بصمة المياه** : وهو مؤشر شمولي يشير الى معدل استهلاك المياه بشكل مباشر او غير مباشر على المستوى الفردي او على المستوى الاجمالي . وتشير التقديرات بان استهلاك المياه في العراق عالي ولذلك فان الدول المصدرة للمياه تستخدم هذه البصمة المائية العالية ضد العراق للضغط عليه سياسيا واقتصاديا [٨] .

وقد اسهمت عوامل عدة في التاثير على تنامي حجم استهلاك المياه بشكل عام وللاستخدامات المنزلية بشكل خاص اذ شكل نسبة ٤٠% من اجمالي الاستهلاك وهو متصف بالاستمرارية على مدار اليوم الواحد . ومن اهم هذه العوامل المؤثرة لهذا التصاعد هو معدل النمو السكاني المقارب (٣%) سنويا والحضري والمقدر (١٣-١٥)% ، اذ يقدر استهلاك الفرد العراقي الحضري ومنها البصرة بمعدل ٣٠٠ لتر/يوم/ فرد [٩] ، اما بحسب مساحة المنزل والحديقة فيقدر (٣٤٥) حديقة و(٢٧٠) لتر/فرد/يوم من غير حديقة .

كما يلعب متوسط الدخل ايضا دورا في زيادة حجم الاستهلاك فالعائلة ذات الدخل المتوسط يقدر استهلاكها للمياه المنزلية بمقدار (٣٦٠) لتر/فرد/يوم . وتسهم عوامل الهدر و الضائعات والمقدرة بـ ٢٠% من الانتاج ، ومستوى الوعي الثقافي والاجتماعي والوطني والاعراف والتقاليد والطقوس الدينية ، واسعار المياه فضلا عن العوامل الجوية الحارة الجافة في زيادة حجم المياه المطلوبة والمستهلكة فضلا عن مساهمتها في تخفيض الامدادات المائية العذبة مستقبلا [١٠] .

ويتوقع ان يصل الطلب على المياه في العراق عام ٢٠٢٥ للاستخدامات المنزلية الى ما يقارب (٣ مليارات م٣/سنويا) . وفي دراسات اخرى الى (٥ مليار م٣/سنويا) واعتمادا على هذا التقدير يمكن حساب الطلب على المياه المتوقع في البصرة بمقدار (٤٠٠) مليون م٣/سنويا لغاية عام ٢٠٢٥ م على اساس ان سكان البصرة المتوقع هو (٤) مليون وفي تقديرات اخرى يصل حجم الطلب في البصرة الى (٣٠٥) مليون م٣/سنويا ، اما في عام ٢٠٣٠ فيقدر بحجم (٣٧٨) مليون م٣/سنويا [١١] .

٢- **نصيب الفرد من المياه المعروضة** : تشير الاحصاءات ان ما يقارب اكثر من ٧٥%من اجمالي الموارد المائية المعروضة تقع خارج حدود العراق ، وقد قدرت كما يلي بحسب الجدول رقم (٤) :

جدول رقم (٤)

حجم المعروض من المياه الخام السطحية في العراق

السنوات	حجم المعروض من المياه الخام مليار م٣/سنويا
٧٦-٩١	٥٤٩
٩٤-٢٠١٠	٤٢٩.٤

المصدر : د.عبدالرزاق يوسف نصرالله واياد خلف علي ، تحديات الامن المائي العراقي والخيارات الماحة المتحققة ، مجلة العلوم الاقتصادية ، المجلد ١١ ، العدد (٤٣) ،٢٠١٦ ،ص٥٣.

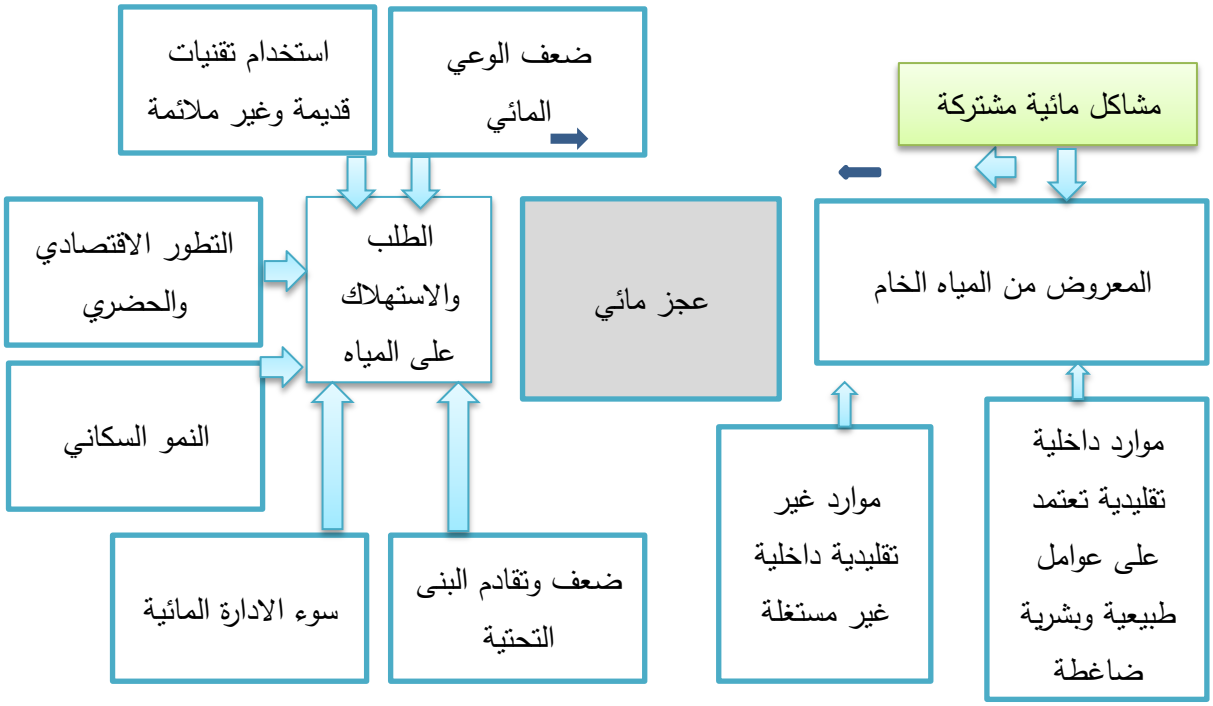
يلاحظ من الجدول وجود انحدار وانخفاض كبير في المعروض المائي بفرق قدره ١١٩.٦ مليار م٣ / سنويا لغاية ٢٠١٠ بسبب العوامل الطبيعية من جفاف وانحسار في الامطار وضعف في مخزونات المياه وقد اكدت دراسات كثيرة اخرى افادت بان مؤشرات عرض المياه المستقبلية تشير بان نصيب الفرد العراقي من الموارد المائية يتجه نحو الانخفاض مستقبلا لوقوعه ضمن المناطق الجافة او شبه الجافة اذا كان نصيب الفرد ٢٢٤٠ م٣/سنويا

/للفرد عام ١٩٩٠ ثم انخفض الى ١٦٣٧ م٣/سنويا/للفرد ويتوقع استمرار الانخفاض الى اقل من ٥٠٠ م٣/سنويا /للفرد ٢٠٣٠ او ٢٠٤٠ [١٢] .

بناء على جميع ما ذكر من التوقعات والمؤشرات السابقة ووجود العوامل الضاغطة على المطلوب والمعروض المائي وتوقعات الاستنزاف الحاد ندعو الى ضرورة التوجه نحو الموارد غير التقليدية من المياه ومن اهمها المياه غير الناضبة المحلاة من البحر مع ضرورة حجم الانتاج ونوعه بشكل كفوء قبل توزيعها على المستهلك مع العمل على تغيير النمط السلوكي للمياه وترسيخ الوعي والمعايير السلوكية للمجتمع لترشيد الاستهلاك والتي تحتاج لسنوات طويلة تصل الى (١٠) سنوات .

وبالامكان اختصار الميزان المائي والعوامل المؤثرة فيه :

شكل رقم (٢)
الميزان المائي والعوامل المؤثرة فيه



المصدر : من عمل الباحث

المبحث الثاني

عوامل التوطن الطبيعية والبشرية المتوفرة لصناعة تحلية المياه على الساحل العراقي

تساعد دراسة هذه العوامل على التعرف على مدى ملائمة البيئة الساحلية لاقامة محطات تحلية على الساحل وهي مايلي :

اولا : العوامل الطبيعية للمياه البحرية الساحلية :

تشكل مياه البحار نسبة ٩٧% من اجمالي انواع المياه على الكرة الارضية والباقي مياه عذبة ثلثها يقع في القطبين الشمالي والجنوبي ولا تشكل المياه العذبة (السطحية و الجوفية) على باقي اليابسة سوى اقل من (١%) [١٣] .

وهذا الامر يدعو الى التفكير نحو التوجه الستراتيجي لتصنيع المياه البحرية المحلاة غير الناضبة لسد النقص المستقبلي المتوقع من المياه العذبة بخاصة في المناطق الجافة ومن الضروري التعرف على خصائص المياه البحرية باعتبارها المادة الخام الاساسية الداخلة في عملية التصنيع لاجل التعامل معها وفق هذه الخصائص ، ومن اهم هذه الخصائص ما يلي :

أ- **درجة تركيز الملوحة** : وتعرف بانها كمية المواد الصلبة الذائبة في الكلغم الواحد ، ويعبر عنها كاجزاء بالالف او الف جزء بالمليون ، وتقدر درجة تركيز الملوحة في مياه البحار بين (٣٥-٤١) الف جزء /مليون كما في البحر الاحمر والبحر المتوسط ، وتعتمد درجة تركيز الملوحة في البحر على عوامل عدة تبعا لموقع البحر بين خطوط الطول والعرض ودرجة قربها من مصبات المياه العذبة من الانهار ، وحجم التبخر السطحي والتساقط المطري والثلجي [١٤] . وترجع سبب طعم الملوحة الى وجود مركبات الاملاح الكيمياوية المختلفة وبنسب مختلفة اهمها الكلوريد والصوديوم والكبريتات والمغنيسيوم واقلهم جميعا السترونيوم والفلوريد وغيرها [١٥].

وتتاثر درجة الملوحة في مياه الخليج العربي المطلة على الساحل العراقي بعوامل عدة اهمها[١٦] :

١- القرب والبعد عن خط الساحل اذ تتراوح درجة الملوحة وسط الخليج بين (٣٧-٤٠) جزء بالالف وتزداد مع العمق داخل البحر وهي تنخفض تدريجيا كلما اقتربنا الى خط الساحل حتى تصل الى ما يقارب (٢٦) جزء /بالالف وهي عموما عالية جدا عدا المنطقة القريبة من شط العرب .

٢- عوامل اخرى تتعلق بموقع مصب شط العرب شرقي شريط الساحل اذ تقل الملوحة بالاقتراب من هذا المصب بخاصة في حالة ظاهرة المد في شط العرب وعندما يكون درجة سرعة مياهه عالية ، وتزداد الملوحة عند الابتعاد عن المصب وعند حصول ظاهرة الجزر فيه .

ب- **درجة حرارة المياه** : تختلف درجات الحرارة في الكتل البحرية بحسب عوامل عدة تتعلق بالعوامل الجوية والطقس ومستوى توغل الاشعاع الشمسي داخل عمق المياه ، اذ يبلغ اقصى حد لتوغله ٢٠٠ م بسبب الانعكاس والتبخر السطحي ومن ثم تسهم حرارة الشمس بارتفاع درجات الحرارة على السطح اذ تبلغ بين (١٧-٢٩) درجة مئوية لغاية العمق ١٠٠م وتبدا تنخفض تدريجيا حتى تصل الى ما يقارب (٣) درجة مئوية عند العمق (٣٠٠٠) م ، ويصل فرق الحرارة في ساحل الخليج بين السطح والعمق (بعشرين متر) حوالي (٤) درجة مئوية ، كما يسهم الضغط على الكتل المائية بتاثير طفيف على درجات حرارة المياه ، وترتبط درجة حرارة المياه بعلاقة عكسية مع خاصيتي كثافة المياه ولزوجتها اللذان يعتمدان

على المواد الذائبة فيها من عناصر معدنية واملاح ، فارتفاع هذه العناصر يسبب انخفاض في درجة الحرارة اذ يمكن ان يصل الانخفاض الى (صفر) مئوية عند درجة ملوحة ٣٥ جزء / مليون . عموما فان مياه ساحل الخليج العربي يمتاز بالحرارة والتبخر الشديد اذ تصل درجة الحرارة في المياه الى (٣٠) درجة مئوية في الصيف بينما في الشتاء تسجل بمعدل (١٢) درجة مئوية [١٧] .

ت- **الاس الهيدروجيني PH** : وهي تمثل درجة قاعدية او حامضية المياه كما تشير الى درجة التركيز الهيدروجيني فيه فالمياه الحامضية اسها الهيدروجيني بين (٠-٦.٩) بينما المياه القاعدية اسها الهيدروجيني بين (٧.١-١٤) . وغالبا ما يكون الاس الهيدروجيني لمياه البحر بقياس (٨) مما يعني غلبة الصفة القاعدية له ، وتساعد الكتل المائية والغازات الكبيرة لمياه البحر على ثبات قاعدية مياه البحر من الهيدروكسيدات ، ويلعب CO_2 الذائب في المياه دورا مهم في تنظيم حموضية المياه وقاعدتيها PH اذ ان امتصاص الكائنات النباتية CO_2 من المياه للبناء الضوئي نهارا يقلل من الحموضة ، ولا تتأثر مياه البحر بالامطار الحامضية الا بشكل طفيف ووقتي بسبب الكتل المائية الضخمة المتجددة على عكس موارد المياه التقليدية في شط العرب اذ تتاثر بذلك [١٨] .

ث- **حركة المد والجزر والامواج والتيارات البحرية** : تؤثر حركة المد والجزر على مستوى تركيز الملوحة وحركة التيارات البحرية واتجاهها وتوزيع الحرارة ومستوى تراكيز العناصر المختلفة في المياه ، ويصل المد احيانا الى اكثر من (٣.٥) م في الفاو اما حركة التيارات البحرية السطحية وتحت السطحية والعميقة فهي تتأثر بعوامل الرياح والحرارة والكثافة والضغط الجوي ، وتزداد سرعة ومدة التيارات بالجزر اكثر من المد على مسافة هي اسرع من الجانب الشرقي عن الغربي . اما الامواج فتتاثر بشكل اساسي بالرياح كما انها تتاثر بحركتي المد والجزر ووتصف الموجة عموما بالطول وقلة الانتاج . وتعتبر طاقة المد والجزر رخيصة الكلفة وغير ناضبة يمكن استقلالها باستخدام اجهزة توليد خاصة لهذا الغرض تولد طاقة نظيفة وخاصة بالقرب من خور الزبير والتي ستمكن من انتاج اكثر من ١٥% من الطاقة المستهلكة في البصرة وتشغل فيها محطات التحلية للمياه ، فضلا عن امكانية استغلال الامواج العالية في اشهر الرياح القوية لتوليد الطاقة والتي غالبا ما تكون في فصل الصيف [١٩] .

٢-العوامل المناخية في الساحل البحري : تؤثر العوامل المناخية بطبيعة الحال على حجم الانتاج والتكاليف الرأسمالية والتشغيلية وبخاصة اذا كانت هذه العوامل قاسية كما هو الحال في اشهر الصيف . كما تؤثر العوامل المناخية على نوعية المياه القريبة من خط الساحل وعلى خصائص التربة ، وتمتاز اشهر الصيف في الساحل بدرجات الحرارة العالية تصل لحد(٤٠)م وتنشط الرياح والعواصف الغبارية وبخاصة في النهار والتي تزيد من سرعة التبخر اذ يصل معدل سرعتها الى (٦.٥) م/ ثانية كما ان ساعات سطوع الشمس تصل بين (٦-٨) ساعة وقد تصل الى (١٢) لفترة ستة اشهر ، وتصل الرطوبة النسبية فيه الى (٦٤%) . اما في اشهر الشتاء القليلة فانه يمتاز بقلة الامطار واعتدال درجة الحرارة وبروزظاهرة الضباب على الساحل المقللة للرؤيا [٢٠] .

٣-**عوامل الموقع والارض والتربة** [٢١] : تختلف موائمة الارض للصناعة تبعا لنوع الصناعة وحجمها وطبيعة وخصائص الارض الملائمة لها . وتتميز ارض الساحل بشكل عام بالانبساط والانحدار باتجاه الساحل وهي تتباين في ارتفاعها شرقا وغربا بمعدل ينحصر

بين ارتفاع (٥-٢٠) م عن سطح البحر ، كما ان مكونات التربة طينية غرينية مع كميات ضئيلة من الرمل اي انها غير متماسكة وهشة ، وهذه التربة ضعيفة وغير متماسكة في الجانب الشرقي القريب من شط العرب (اكثر من الجانب الغربي) .

وتحتاج محطات انتاج المياه الى مساحات واسعة لنصب المحطات والاحواض والمخازن ومساحات للادارة والسيطرة وتوليد الطاقة وغيرها وهي متوفرة ، كما يفضل ان تكون الارض متماسكة وقوية ومرتفعة نسبيا مما يعني حاجتها الى تدخل بشري وتكلفة لزيادة صلابتها لاقامة المنشات محطات المشروع .

ولاختيار الموقع اثر مباشر على التكاليف الاجمالية الراسمالية والتشغيلية والمتعلقة بكلف النقل والمواد الاولية والطاقة والايدي العاملة وغيرها فكلما كان قريبا نسبيا عن مناطق الروابط الامامية والخلفية انخفضت معدلات الكلف .

ثانيا : العوامل والمقومات البشرية المساهمة في التوطن على الساحل العراقي

تعد العوامل البشرية اكثر تاثيرا من العوامل الطبيعية في عملية توطن واقامة مشاريع صناعة المياه المحلاة رغم اهمية الاثنين ، ويمكن ايجاز اهم هذه العوامل كما يلي [٢٢]:

١- **الطاقة والوقود** : تحتاج عملية التصفية والتحلية الى طاقة كهربائية مستمرة لما يقارب من (١٨) ساعة فاكثر وعلى شكل وجبات عمل ولذلك فان حجم الانتاج والاستهلاك يتاثر بقوة مع تغييرات انتاج الطاقة وتوفر الوقود ، وتتمتع البصرة بوفرة الطاقة الاحفورية الرخيصة والكفوءة ، ويمكن استغلال الغاز الطبيعي او المصاحب سواء في خور الزبير او منطقة السيبة لتزويد محطات المياه بالوقود ولاشك ان خواص الطاقة المتوفرة ستسهم في تخفيض كلفة الانتاج .

٢- **راس المال** : تحتاج صناعة تحلية المياه الى رؤوس اموال متداولة استثمارية كبيرة ومساحات واسعة من راس المال الثابت وقوى محركة من الاصول الراسمالية ، ويمكن توفير الاموال اما من التخصيصات الحكومية سواء المحلية او المركزية او من خلال المشاركة مع القطاع الخاص في حالة تعذر التخصيصات المطلوبة ويقدر المضمون بالصناعة بان التكاليف الراسمالية الانشائية لاقامة مشاريع متوسطة الحجم كمحطات مياه تحلية البحر في الدول النامية بكلفة (٣٠-٥٠)% اكثر من مثيلاتها في الدول المتقدمة لامور تتعلق بنقص الخبرة الفنية والادارية وارتفاع مؤشر المخاطرة لاسباب امنية وبيئية وسياسية .

٣- **السوق** :ترتبط الية السوق بحجم المعروض من الانتاج وحجم الطلب على المياه المحدد بعوامل متوسط دخل الفرد ، والاسعار المرتبطة بنوع السوق ان كان منافسة ام احتكار قلة ام احتكار حكومي بسعر مدعوم فضلا عن مبدا الحماية التجارية والاتفاقيات التجارية وتشريعات حماية المستثمر والمستهلك ومستوى جودة السلعة .

٤- **الايدي العاملة** : يتأثر مستوى حجم الانتاج والعملية الانتاجية بمدى توفر الايدي العاملة الماهرة كما ونوعا ومقدار الاجور الممنوحة ، ويحتاج اغلب تقنيات هذه الصناعة الى مهارات خاصة ومدربة للانتاج ، وتحتاج العملية الانتاجية الى كوادر مدربة لقلتها في مجال صناعة المياه المحلاة سواء ايدي عاملة من الاداريين والمشغلين والفنيين والمهندسين والخدمات وغيرها .كما

٥- **النقل** : تعتبر وسائل النقل قاعدة لربط مناطق الانتاج على الساحل مع مناطق الاستهلاك الجنوبية وهي من العناصر المهمة الداخلة في هيكل التكلفة الانتاجية ويحسب اجمالي سعر تكلفة النقل من جمع تكلفة ربط مناطق الانتاج بالاستهلاك (روابط امامية)

فضلا عن ربط مدخلات الانتاج والمواد الاولية والمصنعة بمصانع التحلية . وتعتمد شبكات الانابيب لنقل مدخلات الروابط الخلفية وبخاصة الغاز الطبيعي والوقود اما باقي انواع الروابط الامامية او الخلفية فيمكن اعتماد وسائط النقل الحوضية او غير الحوضية لنقلها كمرحلة اولى ثم تحول الى شبكات انابيب في المستقبل عند توفر الاموال اللازمة .
ومن الضروري ايضا التعرف على منطقة المشروع وما تقدمه من وفورات لكلفة النقل مقارنة بغيرها من المناطق سواء لنقل المدخلات الى المشروع او نقل المنتج النهائي الى مناطق الاستهلاك .

٦- **السياسة الحكومية** : نعتقد بان التدخل الحكومي في السياسة المائية اما ان يكون مباشر في العملية الادارية والمالية الراسمالية والسعرية والبيئية للمشروع ، او غير مباشر من خلال المشاركة في تحديد السياسة السعرية والاشراف على مواصفات السياسة المالية في الرسوم والضرائب ودعم البنية التحتية ، ولا شك ان طبيعة السياسة الحكومية ستؤثر على حجم الانتاج والدخل والكفاءة الانتاجية . وسنفصل ذلك لاحقا لنتعرف على السياسة المطلوبة للتعامل مع ملف المياه والامن المائي في البصرة .

٧- **الملوثات البيئية الساحلية** : تعرض الساحل العراقي لمخلفات وملوثات لحروب متكررة بدأت من عام ١٩٨٠ الحرب العراقية الايرانية واستمرت لغاية تغيير النظام السياسي عام ٢٠٠٣ م كما يعاني هذا الساحل من ملوثات الموانئ التصديرية النفطية وغيرالنفطية وكذلك مياه البزل في شط البصرة مع مياه الصرف الصحي فيه فضلا عن الملوثات الصناعية والناقلات النفطية والانابيب النفطية [٢٣] .كما تسهم ملوثات شط العرب في الجانب الشرقي من الساحل في زيادة الملوثات لانه اصلا يعاني من تلوث هيدروكيميائي وبيولوجي وفيزيائي حيث توصف مياه شط العرب باردء انواع المياه وترتفع فيها العسرة والاملاح التي تجاوزت مياه البحر اذ سجلت ٣٨ جزء/مليون . ولذلك اضطر اكثر من ٩٠% من السكان الى استخدام مياه R.O كمصدر اساسي للاستخدامات المنزلية [٢٤] .

المبحث الثالث

انواع تقنيات صناعة تحلية مياه البحر والاختيار الامثل لاقامتها على الساحل العراقي

اولا : نبذة تاريخية عن صناعة تحلية مياه البحر :

تعود فكرة فصل الملح عن الماء الى كتابات ارسطو الذي كتب عن تجربة جيوش قيصر وهي تنتج ماء عذب من ماء البحر عام ١٥٠٠ ق.م. وبعد بدء الثورة الصناعية في القرن التاسع عشر ثم انتاج اول وحدة تقطير للمياه بسيطة بواسطة التجار وكانت هذه التجربة الاولى في هذا المجال اما اول وحدة تحلية مياه فكانت عام ١٩٣٠ في جزر الانتيل الهولندية وكانت تنتج ما يقارب ٦٢٥ الف /غالون يوميا . ونظرا لحاجة دول الخليج الماسة لوحدات تحلية المياه فقد اقيمت اول محطة لتحلية المياه عام ١٩٣٨ في السعودية وكانت عملية الانتاج مكلفة تصل الى ٥ دولار /١٠٠٠ غالون ، لكن تطور اساليب الانتاج ورخص مصادر الطاقة جعلها تنخفض الى (٦٥سنتا/١٠٠٠ غالون) وفي الخمسينات كان اجمالي الانتاج العالمي لا يزيد عن (٨) الاف م٣/يوم واستمر الامر بالعقود اللاحقة بالزيادة حتى وصل عام ١٩٨٠ الى (١.٨) مليون م٢/يوم ثم في التسعينات الى (١٥.٦) مليون م٣ /يوميا ، ثم اخذ معدل نمو الانتاج يزيد بنسبة (٠.١٧) سنويا لغاية عام ٢٠٠٨ .بعدها بدأ بالتناقص واصبح معدل النمو (٠.٠٣) لغاية ٢٠١٥ [٢٦] .

وقد وصلت محطات التحلية في العالم الى (١٦) الف محطة تنتج ٧٧ مليون م٣/يوميا عام ٢٠١١ وكان اكثر من ٥٠% منها في الشرق الاوسط واسيا و ١٢% اوربا و ١٣% امريكا الوسطى و ٣% افريقيا و ١٦% امريكا الشمالية و ٣% استراليا ، وتشير التوقعات الى نمو سوق التحلية مستقبلا في اسيا وامريكا ليصل الى ٤٥٠ مليون م٣/يوميا [٢٧] .

ثانيا : صناعة تحلية مياه البحر (المساوئ والمنافع المتوقعة) :

لا شك ان صناعة تحلية المياه تعتبر من الصناعات التحويلية لكونها تخضع الى عملية تحويل الموارد المائية الخام الى مياه صافية منقاة تحتلف خصائصها الفيزياوية والكيمياوية والبيولوجية عما قبل عملية الانتاج والتحويل. وقد اكد التصنيف الدولي المعدل للصناعات في العالم لسنة ١٩٧٨ على ان عملية تصنيع المياه النقية من اي مورد مائي يدخل ضمن الصناعات التحويلية [٢٨] .

ولا تختلف مراحل تنقية المياه في الموارد المائية التقليدية عن مياه البحر الا بعملية واحدة فقط وهي فصل الملح عن المياه او ما يسمى (الزملحة) بعدها تضخ المياه من اجل التصفية والترسيب (الترشيح) ومن ثم التعقيم ثم تضخ المياه الى محطات الخزن والتوزيع .

وتعتبر مرحلة تحلية المياه الاهم عند استخدام مياه البحر الساحلية وهي بحد ذاتها صناعة متكاملة تهدف الى عملية فصل الماء عن الاملاح الذائبة فيه الا ان لهذه العملية ميزات ومساوئ لا بد من تسليط الضوء عليها والتعرف عليها بغض النظر عن نوع التقنية المستخدمة .

(١) المآخذ والمساوئ المتوقعة من صناعة تحلية المياه :

لصناعة التحلية اثار سلبية حالها حال كثير من الصناعات لاعتبارات كثيرة منها الاثار البيئية لدعم او تقليل الانتاج بمصادر الطاقة الاحفورية . ومن هذه الاثار السلبية ما يلي [٢٩] :

- الصناعة معرضة للاعطال اليومية بسبب ضغوط الانتاج على مدار اليوم الواحد او بسبب ضعف اداء بعض العاملين لضعف كفاءتهم وتدريبهم او بسبب اخطائهم اثناء العمل .

- صعوبة تكيف هذه الصناعة في حالة حصول ازمات داخلية او خارجية سياسية او امنية او اقتصادية لذلك فهي معرضة باي وقت للتوقف بسبب حساسيتها العالية لهذه الظروف .

- المخاوف من عدم استدامة الموارد المالية والبيئية لها على المدى الطويل اذا لم يحسن ادارتها وتشغيلها واستثمارها .

- ظهور مخاطر صحية وبيئية بسبب تلويث الهواء بمختلف الاكاسيد الكاربونية من مداخن المحطات المدعومة بمدخلات الوقود الاحفوري التي قد تصل الى (٣٥) الف طن/يوم فضلا عن المخاطر البيئية للملوثات السائلة الناتج عن تصريف المحلول الملحي المركز الحار المتخلف من عملية التصنيع والذي يضم مخلفات ومواد كيمياوية مستخدمة تشمل مركبات كاربونية وهيدروكاربونية واملاح وغيرها . ويقدر التركيز الملحي في الراجع الملحي للبحر بحوالي مرة ونصف عن تركيز البحر اذ يصل الى (٦٤) ملغم/لتر في حين ان تركيز البحر بمعدل (٣٩) ملغم/لتر ، وتزداد درجة حرارة الراجع الملحي عن درجة حرارة البحر بمقدار (١٠-١٥)مْ مسببة اثار غير محمودة على المحيط المائي البحري [٣٠] . كما ان تدفق المياه بالاتجاه المعكوس من البحر الى داخل المحطة قد يسبب جرف لبعض الكائنات

الحية وهلاكها لذلك يجب ان تكون عملية سحب مياه البحر من المياه العميقة وان لا تتجاوز قوة وسرعة سحب المياه عن ٥٠ م/ثانية لمنع حدوث هذه الحالة [٣١].
وسنشرح التاثيرات البيئية بين الضجيج والمواد السامة والبكتيرية والخطر الصناعي لجميع انواع التقنيات المستخدمة في الانتاج الا ان الاقل تلوينا هي تقنية (R.O) كما ان معالجة الاثار البيئية لها اقل تكلفة تصل بين (٠.٠١) دولار/م٣ الى (٠.١٢) دولار/م٣ بحسب شدة وتركيز الملوحة ، في حين ان التقنية الاكثر تلويثا وتكلفة هي تقنية M.S.P. والتي سنفصلها لاحقا [٣٢].

– ينحصر انتاج محطات التحلية على الاستخدامات المنزلية واحيانا تضاف لها اهداف صناعية محدودة في الدول ذات القدرة المالية العالية ، ويعود سبب ذلك الى ان هذه الصناعة بطبيعتها لا زالت مكلفة سواء في تكلفتها الراسمالية او التشغيلية او في صيانتها . ويتأثر حجم الكلفة بمجموعة من العوامل اهمها نوع التقنية المستخدمة ، ونوع الطاقة المستخدمة ، وطبيعة التركيز الملحي للمياه المغذية ، والموقع الجغرافي وكلفة المواد الاولية والعمال [٣٣] .

(٢) المميزات المتوقعة لصناعة تحلية مياه البحر :

رغم ما تم التطرق له من بعض الاثار السلبية لهذه الصناعة الا ان ذلك قد لا يؤثر على قيمتها واهميتها فهي تنتشر في جميع انحاء العالم وهي حالة تزايد مستمر وخاصة في الدول نادرة المياه والمصنفة ضمن الدول الجافة او شبه الجافة كالعراق ودول الخليج العربي اذ ان الانتاج في الخليج العربي وصل الى ما يقارب (٦٠%) من الانتاج العالمي . ولهذه الصناعة مميزات عديدة اهمها [٣٤] :

– استدامة الموارد المائية الخام وعدم نضوبها وهي تمثل المادة الاساسية الاولية الخام في مدخلات العملية الانتاجية .

– صناعة التحلية لا تسبب مشاكل سياسية واقليمية وقانونية باعتبارها موارد مائية داخلية متجددة على عكس الموارد المائية التقليدية التي تشكل اكثر من ٦٠% من منابعها مع حدود الدول الاقليمية المحيطة وكثيرا ما استخدمت المياه فيها كورقة ضغط سياسية .

– وقت انشائها اقصر نسبيا من مشاريع المياه التقليدية بخاصة المحطات المتوسطة والصغيرة لتحلية المياه .

– تستخدم تقنيات متنوعة في عملية التصنيع وتساعد على بناء محطات مزدوجة للطاقة والمياه .

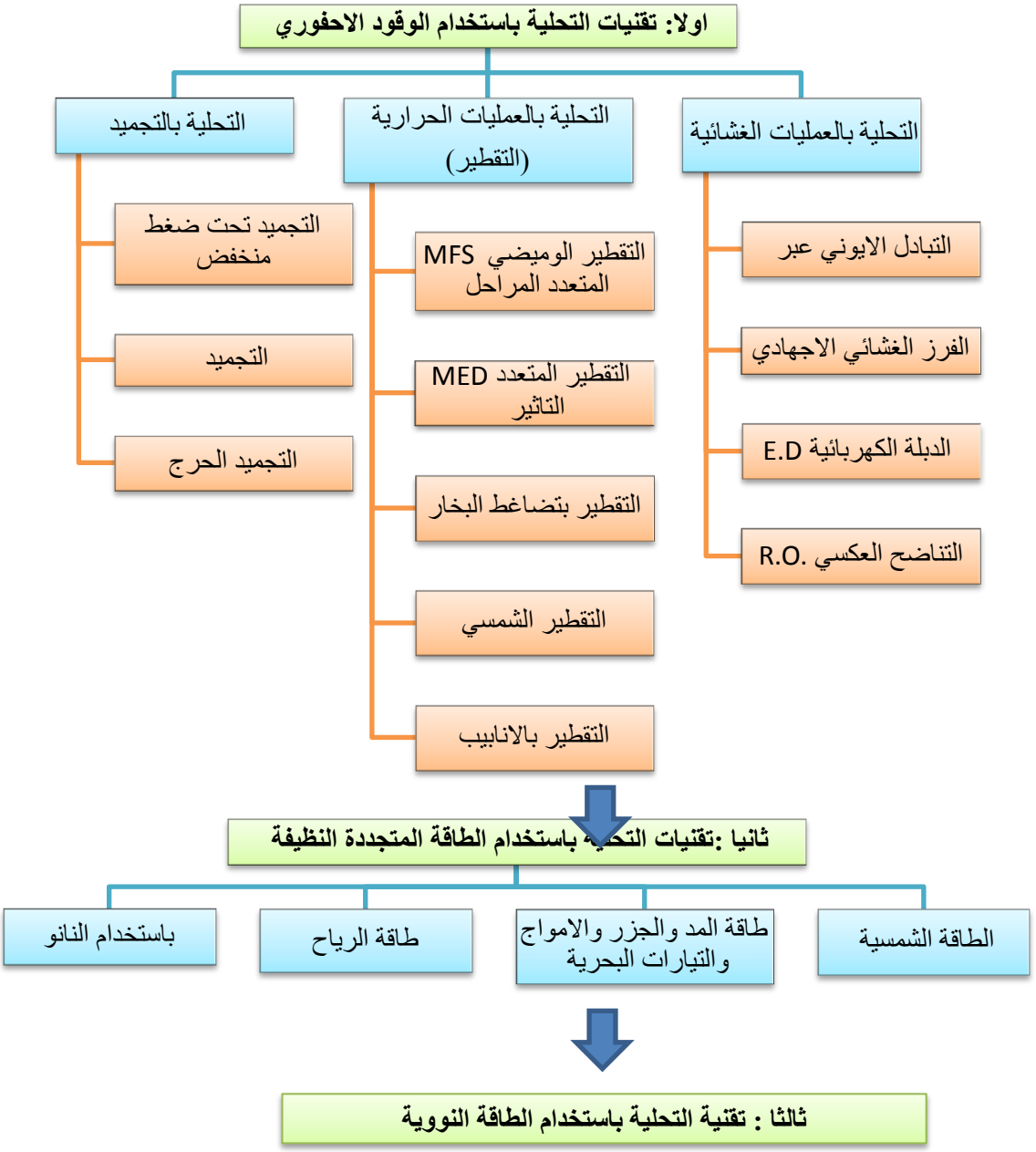
– اغلب تقنياتها في التصنيع غير خاضعة للتقلبات الجوية نسبيا وتغيرات المناخ واثارها على حجم الموارد المائية المتاحة كما هو الحال في الموارد المائية التقليدية التي تتاثر بقوة بالتقلبات الجوية .

– امكانية انشاء محطات تحلية المياه بمختلف الاحجام وقرب مراكز الاستهلاك مما يقلل من تكلفة مد الانابيب لتوصيل الانتاج المائي المحلاة لها مع توفير المياه المفقودة المتوقعة من الصناعات عبر الانابيب والتي تقدر بحوالي (٢٠-٤٠)% بحسب المناطق في البصرة ريف او حضر .

- تساعد ميزة اختلاف حجم المحطات للتحلية وتعدد تقنياتها في التصنيع على الموائمة مع حجم الطلب المطلوب والمتوقع مستقبلا .
- امكانية تحويلها اعتمادا على القطاع الخاص فضلا عن القطاع الحكومي بعد تحديد حجم التمويل مما يساعد على تقليل حجم العبء المالي الحكومي .

اساليب وطرق تقنيات تحلية مياه البحر :

شكل رقم (٣) طرق وتقنيات تحلية مياه البحر



المصدر : الشكل من عمل الباحث اعتمادا على مصادر مختلفة

وسيتركز البحث على تناول اكثر الطرق انتشارا في اسواق تحلية المياه في العالم ذات الانتاج التجاري فقط وكما يلي :

اولا : التحلية باستخدام العمليات الغشائية :

هذه الطريقة تسمح بمرور الماء دون الاملاح الذائبة باستخدام اغشية شبه نفاذة . وتتميز بما يلي [٣٥] :

١- تقدر كفاءتها الفنية بحوالي ٤٥% عند استخدام مياه قليلة الملوحة نسبيا .
٢- يحتوي الراجع الملحي لها في البحر ضعف تركيز ملوحة البحر .
٣- تستهلك هذه التقنيات بشكل عام طاقة كهربائية بمعدل (٣-٤) كيلوواط/ساعة .
٤- ينبعث منها ملوثات جوية مقدارها (١.٤-١.٨) كغم من CO_2 لكل م^3 من المياه المحلاة ومن (١٠-١٠٠) غم اكاسيد نتروجين .
٥- الاغشية المسامية او شبه المسامية قابلة للتبديل بسبب ترسب مكونات ومعلقات المياه وقد يصل عمرها من (١-١٠) سنوات حسب مكونات المياه وتراكيزه الملحية ونوعية ومنشأ الغشاء . ويصل سمكها بين (١٠-٣٠) بالالف من الانج يفصل ما بينها لوحات بلاستيكية [٣٦]

٦- تعتبر هذه التقنية من اهم الطرق الاقتصادية والفنية نجاحا لقلة تكلفتها وانتاجها الوفير [٣٧] واساس عملها هو الجمع بين العمليتين الكهربائية والكيمياوية من خلال مبادلة الايونات الموجبة والسالبة اذ يمرر تيار كهربائي بقطبين موجب وسالب فيدفع التيار الكهربائي الصوديوم الموجب باتجاه الغشاء المحمل بتيار سالب ، كما يدفع الكلوريد السالب بالاتجاه المعاكس بسبب التنافر فتنفصل جزئيات الاملاح ، وقد تعددت طرق العمليات الغشائية حتى وصلت الى (١٤) طريقة لكن اشهر هذه الطرق هي تقنية التناضح العكسي .R.O ، وهي صناعة تعتمد على الخاصية الازموزية في الانتقال الطبيعي (التناضح) في عملها الاساسي اي بمعنى انتقال المياه من المحلول الملحي الاقل تركيز الى المحلول الملحي الاعلى تركيز عبر اغشية بروتينية نباتية مسامية نافذة وهذا الامر يسبب فرق ضغط بين جانبي الغشاء يسمى بالضغط الازموزي الذي يبقي تدفق المياه بين جانبي الغشاء حتى يتوازن التركيز ، وفكرة التناضح العكسي .R.O تعمل بعكس السريان الطبيعي للتراكيز اذ يتم تحويل المياه من التركيز الاعلى الى التركيز الادنى من خلال تعويض المياه الى ضغط معين بمضخات مجهزة لذلك يفوق الضغط الازموزي ذلك لفصل المياه عن المحلول الملحي المركز الموجود في الجهة المقابلة للغشاء [٣٨] .

وتعتمد مستوى كفاءة العملية الانتاجية على عوامل عدة اهمها درجة حرارة ومستوى ملوحة المياه ونوع ومنشأ الاغشية ، وهي بكل الاحوال تتميز بالقدرة على معالجة جميع انواع المياه مهما كان مستوى تراكيز الملوحة فيها وتجعل TDS المواد الصلبة الترابية اقل من ١٠٠ جزء/مليون اي ١/١٠٠٠.وتخلص المياه الخام من ٩٩% من المواد المكروبية والعضوية [٣٩] . وتتنوع محطات التناضح العكسي بحسب الحجم الى صغيرة الحجم واخرى متوسطة الحجم ومحطات كبيرة الحجم تحتاج الى اجهزة كبيرة ومحطات توليد طاقة ومجمعات ومخازن مختلفة وهي تعالج كميات ضخمة من المياه التي يفضل ان تكون عالية النقاوة من العوالق ، اما نوعية المياه فهي تعالج جميع انواع البكتريا والمواد العضوية عدا السليكا فتعالجها بنسبة ٩٠% فقط [٤٠] .

ثانيا : التحلية باستخدام العمليات الحرارية (التقطير) :

وهي على انواع متعددة لكن جميعها يمتاز بالبساطة والسهولة وذلك لبساطة فكرة عملها وهو تحويل المياه المالحة الى بخار بالتسخين الحراري ثم تكثيفها بعد تبريدها لتتحول الى مياه خالية من الاملاح ، والملاحظ بان هذه العملية تحاكي الطبيعة اذ تتعرض مياه المحيطات الى التسخين بحرارة الشمس فتتبخر ثم يتكثف البخار فينزل الى الارض بشكل امطار وثلوج نقية لكن التحلية الصناعية تحتاج الى تكاليف راسمالية لتوفير الطاقة اللازمة لعملية التسخين والتبخر [٤١] .

ومن اشهر طرق التحلية بتقنية العمليات الحرارية ما يلي :

١- التقطير الوميضي متعدد المراحل MFS :

بشكل عام تعتمد هذه التقنية على فكرة ابقاء المياه المالحة عند درجة الغليان (١٠٠-١٢٠)مْ من خلال الاستمرار بتعريضها لضغوط مختلفة منخفضة سيتحول الى بخار ، وتسبب عملية التبخر بانخفاض درجة حرارة المياه المالحة الباقية فتبرد فتندفع الى غرفة اخرى ذات ضغط اقل من الاولى لرفع درجة حرارتها الى التبخر وتكرر العملية عدة مراحل بعدة حجرات ، ويتعرض هذا البخار الى تكثيف من خلال ملامسة انابيب المبادلات الحرارية الحاوية على مياه مغذية فيتحول الى ماء مقطر نقي وتمتاز هذه الطريقة بقدرتها على تحلية جميع انواع المياه بغض النظر عن درجة ملوحتها وهي تنتج المياه المحلاة بكميات اقتصادية وتجارية تصل الى ١٥٠ الف م^{٣}/يوم ، لكن كفاءة انتاجها لا تتجاوز ٢٥% من الماء المحلى ويطرح الباقي كناتج عرضي الى البحر الذي يصل تركيزه (١.٥) مرة اكثر من مستوى ملوحة البحر فضلا عن درجة حرارة اعلى بمعدل (٥) درجات مئوية [٤٢] ، ومن عيوبها ايضا هو كثرة الترسبات الكاربونية والكبريتية والهيدروكسيدات البحرية التي تقلل من كفاءة ادائها وتسبب اهدار الطاقة فضلا عن عمليات التأكسد والاندثارات العالية للاصول الراسمالية فيها ولذلك تحتاج الى تكاليف صيانة دورية عالية [٤٣] . ومع وجود هذه الاشكالات في هذه التقنية الا انها تشارك تقنية (R.O.) في الانتشار في سوق مياه التحلية خليجيا وعالميا .

٢- التقطير المتعدد التأثيرات MED :

هذه الطريقة مشابهة كثيرا لطريقة MFS ، اذ يتم ادخال المياه المالحة في سلسلة من غرف (اوعية) التاثير التي تعتمد في تأثيرها على تخفيض الضغط بشكل متعدد مما يفضي الى غليان مياه التغذية المالحة مرات عديدة من دون زيادة اضافية في الحرارة ، يتم الاستفادة من ابخرة الوعاء الاول لتكثيف الوعاء الثاني والثاني للثالث وهكذا كل وعاء في تلك السلسلة يعمل كمكثف للوعاء اللاحق ، ويقدر انتاج هذه الطريقة ما يقارب من (١٠-١٢) كغم من الماء المحلى من كل (١ كغم) بخار ماء مالح دخل في الغرفة الاولى [٤٤] .

وتمتاز هذه التقنية بكفاءتها الانتاجية مقارنة بطريقة MFS وبنسبة تصل اكثر من ٣٥% وهذه الكفاءة ناتجة من اجتماع ضغط البخار مع ضغط بخار التسخين اللذان خفضا من حجم الاستهلاك لوقود والكهرباء ومن ثم التكلفة [٤٢] .

٣- التقطير الشمسي :

فهذه التقنية تعتمد على استخدام اللواقط الحرارية ، والمقطرات الشمسية وهي احوض شفافة مغطاة بغطاء زجاجي او بلاستيكي يتكثف عليها بخار الماء ثم تجمع وتسحب قطرات المياه

المحلاة الى حوض خاص بذلك . ويفضل ان يكون لون هذه الاحواض سوداء اللون لامتصاص الحرارة بشكل اكبر فيسخن الماء باشعة الشمس ، كما يفضل ان تكون مائلة عن الخط الافقي بزاوية معينة لتستقبل طاقة اكبر [٤٦] .تمتاز هذه الطريقة بما يلي [٤٧] :

١- من اكثر الطرق توفيرا لاستهلاك الطاقة الكهربائية .
٢- تمتاز ببساطتها تكنولوجيا ولا تحتاج لعمال ماهرين .
٣- لا تسبب تلوث ضوضائي لعدم وجود اجزاء ميكانيكية فيها .
٤- عمرها الافتراضي يصل بين (٢٥-٣٥) سنة قابلة للتجديد بكلفة اقل من شراء محطة جديدة ، عكس الطرق الاخرى .
٥- كلما كانت زاوية الاشعاع الشمسي عمودية كلما كانت كمية الاشعاع الشمسي اكبر ومن ثم لكون الانتاج اكثر .

ومع هذه الميزات لهذه التقنية لكن تكلفتها الراسمالية عالية وانتاجها قليل مقارنة بباقي التقنيات المذكورة سابقا ولذلك يمكن دمجها تقنيا مع طريقة MED متعدد التأثير كي نحصل على انتاج وفير ومربح لا يقل عن (١٥) الف م^{٣}/يوميا واقل كلفة عن باقي الطرق اذ يقدر وصول كلفتها الراسمالية الى (٢١) مليون دولار فقط [٤٨] .

٤- تقنية التحلية بالتجميد :

كشف هذه الطريقة الباحثون والعلماء في القطب الشمالي ، اذ استخدموا الكتل الجليدية الطاغية على سطح البحر كمياه شرب بعد صهرها بالحرارة ، وفيها يتم ادخال الماء المالح الى غرف مفرغة ذات ضغط قليل فيتجمد جزء من المياه على شكل بلورات جليدية تطفو على سطح الجزء الاخر من المياه ثم تفصل هذه البلورات ليتم اذابتها بمكان اخر بعد تسخينها وتحويلها الى بخار مكثف . وفي نفس السياق استخدمت طريقة اخرى تسمى الدمج المائي اذ يدمج فيها غاز CO_2 او البروبان مع الماء المالح تحت ضغط ودرجة حرارة معينة فتنتج بلورات ثلجية نقية تفصل عن الماء المالح ثم يتم اذابتها بعد غسلها ، علما بأن المياه والعامل المائي CO_2 والبروبان سائلان لا يندمجان مع بعض كالماء والزيت [٤٩] .

وعلى كل حال يلاحظ بان جميع تقنيات العمليات الحرارية تعتمد على التسخين والتكثيف للحصول على المياه المحلاة ، وكلما زادت كميات التبخير والتكثيف كانت المياه المنتجة اكثر عذوبة .

ثالثا : تقنيات التحلية باستخدام الطاقة المتجددة النظيفة .

تؤكد جميع الدراسات على ضرورة التوجه الاستراتيجي المستقبلي نحو تحلية مياه البحر باستخدام تقنيات الطاقة المتجددة النظيفة غير الناضبة كطاقات الريح والشمس والطاقة البحرية (امواج بحرية ، حركة المد والجزر ، التيارات البحرية ، فرق درجات الحرارة للكتل البحرية) باعتبارها طاقات مستدامة غير ملوثة وقادرة على تخفيض التكلفة التشغيلية من خلال الاستغناء عن كثير من كلف المستلزمات السلعية والمواد الاولية وكيمياوية المستخدمة في الطاقة التقليدية بسبب طبيعة التكنولوجيا المستخدمة فيها التي لا تحتاج لهذه المستلزمات في العملية الانتاجية [٥٠] .

لكن اغلب هذه التقنيات تمتاز ببعض الماخذ عليها مما يفضل عدم استخدامها في الامد المستقبلي القريب في مدينة البصرة للاسباب الاتية [٥١] :

١- ارتفاع تكلفتها الاستثمارية الراسمالية اذ تصل كلفتها ضعف كلفة الطرق التقليدية بالطاقة الاحفورية . كما ان بعضها يحتاج الى خزن الطاقة الكهربائية للتشغيل الليلي وهو ايضا عنصر مكلف .
٢- حجم انتاجها يتأثر بتغيرات المناخ والبيئة البحرية وهو لا يكفي للاستخدامات المنزلية لغاية عام ٢٠٣٠ ولا يمكن اضافة استخدامات اخرى لها الا للاغراض الصناعية لكن لن يتم ذلك الا بعد عام ٢٠٥٠ م .

مع ذلك يتوقع انتاج اضخم محطة تحلية بالطاقة الشمسية في العالم في السعودية بطاقة تصميمية قدرها ١٥ مليون م٢/سنويا ستزود نصف الشعب السعودي من حاجة مياه الشرب [٥٢] .

رابعا : تحلية المياه باستخدام الطاقة النووية :

على الرغم من مخاوف الكثير من مستوى الامان لمحطات الطاقة النووية وحجم كلفتها الرأسمالية والتشغيلية لانشائها مع خطورة التلوث الاشعاعي المحتمل على البيئة وعلى العاملين على المدى الطويل وخاصة بعد التخلص من النفايات النووية او من مياه التبريد للمفاعلات الا ان هناك تاكيد على الاهمية المستقبلية في استخدام الطاقة النووية كوقود لتحلية المياه مع ربط محطات هذه الطاقة بمحطات التحلية التقليدية التي تعمل بنظام R.O. و MFS وهي منتشرة في كثير من الدول ومنها كازاخستان واليابان والهند وغيرها وقد حققوا انتاجا مقداره (١٨) الف م٣ / يوم بطريقة R.O. و (٤٥) الف م٣ / يوم بطريقة MFS ، كما انتجت ايران (٢٠٠) الف م٣/يوم في مفاعل بو شهر على الخليج العربي وهي موجودة ايضا في فرنسا والصين وكوريا والارجنتين وكندا وجنوب افريقيا وروسيا اذ يقدر الانتاج في الاخيرة بحوالي (٢١٦) مليون م٣/سنة لمحطة تنتج (٣)مليون كيلوواط [٥٣] .

المبحث الرابع
طبيعة وحجم الاستثمار المطلوب تحلية مياه البحر في محافظة البصرة

اولا : اشكال الاستثمار و كميته في قطاع المياه

انتابت كثير من التجارب العالمية حالات من الفشل و النجاح في عملية الاستثمار بضاعة المياه سواء في القطاع الحكومي ام القطاع الخاص و تقع المسؤولية كاملة على عاتق الحكومة في عملية الاستثمار لانها اساسيا هي المسؤولة عن عملية الاختيار بنوع الاستثمار و قد اتجهت كثير من حكومات الدول خاصة بعد ٢٠٠٦ و خضع الاستثمار لقطاع المياه لاسباب تتعلق بالتمويل الراسمالي ومدى توفر التكنولوجيا و المهارات المطلوبة من الايدي العاملة الفنية والادارية فضلا عن قدرتها على تحقيق الكفاءة الفنية و الاقتصادية للمشروع الذي تفتقده كثير من المشاريع الحكومية . [٥٤] و لهذه الاسباب خاضت كثير من الدول تجربه الخصخصة لقطاع المياه ونجحت مثل مصر و الاردن و السعودية اذ حولت الاخيرة المؤسسات الحكومية للمياة المملوكة للدولة شركات قابضة و شركات مساهمة و عقود شراكة و يشمل الاستثمار في المياه اوجه عدة يمكن ايضاحها في الجدول الاتي رقم (٥) .

جدول رقم (٥) اشكال الاستثمار في قطاع المياه وميزانه

ت	انواع الاستثمار	البناء و التصميم	الادارةو التشغيل	ملكية الاصول الاجمالية	العائد
١.	الخصخصة بالادارة	القطاع الحكومي	القطاع الخاص	الحكومي	
٢.	نظام المشاركة	القطاع الحكومي و الخاص	القطاعين	الحكومي	القطاعين
٣.	المقاولات	القطاع الخاص	القطاع الخاص	الحكومي	قيمة ثابته للخاص و الباقي للحكومي
٤.	شركة مساهمة	القطاع الخاص مع اشراف و مراقبة حكومية	القطاع الخاص مع اشراف و مراقبة حكومية	مشتركة بين القطاعين	مشتركة

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نوار جليل هاشم / مصدر سابق ص ٦-٨

و لاجل الحصول على استثمار كفوء وفاعل و متوازن لتحليه المياه بما يخصص تحقيق المنافع الاجتماعية و الاقتصادية فانه يجب الذهاب باتجاه عقد شراكة مع القطاع الخاص الكفوء و ضمن الشروط و الاجراءات الاتية :

١- الدخول في مفاوضات مع القطاع الخاص بمالية تحقيق الموازنة من افارد المجتمع المستهلكين مع حق المجتمع في الربع واسترداد الكلفه و ذلك باعتماد سياسة تسعيرية للمياه متوازنة لوحدة المياه مثبته وفق للمبادئ الاتية :

أ- اعتبار المياه سلعه اقتصادية و ضرورية وليست حرة من اجل ترشيد المياه للتغلب على فائض الطلب المتوقع مع محدودية العرض للمياه العذبة في شط العرب بسبب تركز الملحية والتلوث العالمي و التوقع بخطورة انخفاض مناسيب المياه العذبة فيه مستقبلا .

ب- دالة الطلب على المياه المحلاة ستصبح مرنة مستقبلا اي ان ارتفاع او زيادة الاسعار سيغير من الطلب عليها رغم علاقة هذه السلع مباشرة بحياة الافراد كالغذاء ، واثبتت التجارب بان زيادة اسعار (١م٣) من المياه التقنية بمقدار (٥٠%) سيحققها بمقدار (٣٠)% للاستخدامات المنزلية ، وتكاد تصل مرونة الطلب السعرية على المياه من (٣٠-٧٠)% في الدول النامية ، وبالرغم من الخاصية هذه يتوجه المستثمر نحو الاستثمار لهذه السلع لان ارباحها مضمونة كما انها تساعد على ضبط الاستهلاك ومنع هدر المياه والاسراف واستمرار الدورة المائية

ت- يؤكد البنك الدولي على اعتماد التكلفة التشغيلية والراسمالية للوحدة الواحدة المنتجة كحد ادنى لتغطية التكلفة وعلى اساس مبدا من هو المستهلك يجب ان يدفع القيمة الحقيقية للتكلفة وان يدفع ما يلوثه من عملية استخدام المياه والاضرار البيئية الناتجة عن استهلاكه (٥٧) .

ث- تقديم الحكومة الدعم الجزئي للاسعار بسبب التكلفة العالية المتوقعة للتحلية على ان يوجه الدعم اما للانتاج او للاستهلاك ، ويفضل الدعم للاستهلاك من خلال اسعار معقولة تغطي مالايقل عن (١٠)% من التكاليف او ١% كما هو الحال في الدول النفطية السعودية (٥٨) .

ونعتقد ان هذا الدعم ضروري لمجابهة احتمالات الرفض الشعبي او السياسي للاستمرار بالاعتقاد بان المياه سلعة حرة كمفهوم راسخ لا يتغير بوقت قصير فضلا عن ارتفاع معدلات البطالة والفقر في البصرة والعراق مع محدودية مستوى دخل الفرد لبعض الفئات .

٢- اختيار موقع بناء محطات المياه على الساحل وفقا لما يلي [٥٩] :

أ- ان تكون هذه المحطات بعيدة عن الموانئ التصديرية وملوثاتها وحركة السكن مع ضرورة مد المضخات والانابيب لسحب المياه او ارجاعها بعيدا عن خط الساحل وفي المياه الاكثر عمقا .

ب- اختيار الارض الاكثر صلابة نسبيا واكثر استواء ومساحتها مفتوحة وكبيرة تسع محطات الطاقة والمخازن وغيرها ، مع ضرورة توفير مساحات اخرى خالية للتوسع المستقبلي .

ت- دراسة البيئة الجيولوجية للارض من تربة ومياه جوفية .

٣- الالتزام بحركة المياه من خلال مجموعة من المبادئ والخطط والاهداف بعد اعادة هيكلة وانشاء نظام اداري هيكلي مؤسسي قادر على مواجهة التحديات الاساسية والمتمثلة بقدرات التمويل والاهداف والبيانات والمعلومات وفي هذا الاطار يمكن استخدام الاطار التحليلي DPSIR وهي عملية تشخيص مبرمجة لمعالجة مشاكل المياه [٦٠] .

٤- تحديد حجم الطلب المستقبلي على المياه المحلاة للاستخدامات المنزلية لانه الاساس في تحديد حجم الانتاج والمبيعات ومن ثم حجم المحطات المتوقع اقامتها مع ضرورة الاحتكار في سوق المياه والقبول بفكرة التداول التجاري للمياه [٦١] .

٥- اعتماد المواصفات العالمية في اختيار الاصول الراسمالية للمحطات وبخاصة الاغشية في العمليات الغشائية فضلا عن الانابيب عالية الجودة المصنوعة من مادة الستانلس ستيل الاقل عرضة للتاكل [٦٢] .

٦- اعادة نشر القوانين الصديقة للبيئة والتي تؤيد على اختيار المدخلات المناسبة الاقل سمية مقارنة بغيرها والصديقة للبيئة ، فضلا عن سحب المياه الخام من العمق بانابيب وبسرعة لا تتجاوز ٥٠٠ م/ثا كي تمنع احتمالية حدوث هلاكات في الكائنات الحية الدقيقة النباتية والحيوانية كما يفضل سحب المياه من مسافات بعيدة عن خط الساحل لتلافي الملونات والترسبات والعوالق المؤثرة في كفاءة العملية الانتاجية وبخاصة اثناء فترة المد وبالامكان اقامة محطات عائمة لهذا الغرض قريبة من الجانب الشرقي للساحل قليل الملوحة نسبيا وبعيدة عن خطوط النقل والموانئ [٦٣] .

ثانيا :التكاليف المتوقعة لصناعة تحلية المياه [٦٤] :

تشمل التكاليف الاجمالية المتوقعة كل من التكاليف الاستثمارية الرأسمالية والتكاليف التشغيلية والصيانة للمحطات بعد تشغيلها وبضمنها تكلفة معالجة الملوثات المتوقعة ويقدر تكاليف الانتاج الرأسمالية لبناء محطة واحدة بمعدل (٢٠٠) مليون دولار ، وتتوزع عناصر التكلفة كما في الجدول رقم (٦) الاتي :

جدول رقم (٦) نسب اهم عناصر التكلفة في صناعة تحلية مياه البحر

عناصر التكلفة	النسبة
١- التكلفة الاستثمارية الراسمالية الاولية	٦٠-٣٠%
٢- الكلفة التشغيلية	٧٠-٤٠%
٣- كلفة الطاقة	٧٠-٢٠%
٤- كلفة الايدي العاملة	٣٠-١٠%
٥- استبدال المرشحات	٢٠-١٠%

المصدر : تقييم الجوانب القانونية والادارية لادارة الموارد المائية المشتركة في منطقة الاسكوا ، الامم المتحدة ، نيويورك ٢٠٠٥ ،ص٣٤ و ص١٩ .

والملاحظ من النسب اعلاه ان نسبة التكلفة التشغيلية هي الاعلى ضمن هيكل التكلفة الاجمالية اما الاقل فهو استبدال المرشحات . وتتأثر قيمة التكلفة المتر المكعب من المياه المحلاة بعوامل عدة اهمها طبيعة حجم راس المال الاستثماري المتوفر ، التكلفة التشغيلية المتوقعة ، نوع وحجم الطاقة المستخدمة ، طبيعة المياه وجودتها ومستوى الملوثات و TDS فيها ، طبيعة الظروف المناخية والبيئية المحيطة طريقة او تقنية الانتاج المستخدمة والتي تم عرضها مسبقا في البحث وعمر المحطة الافتراضي ، والهدف منها ان كان انتاج مياه ام هدف مزدوج انتاج مياه وطاقة فضلا عن عامل مهم جدا وهو درجة تركيز الملوحة اذ تتناسب التكلفة بعلاقة طردية مع درجة تركز الملوحة ، فاذا كانت المياه قليلة الملوحة فان التكلفة تصل بين (٠.٤-٠.٥) دولار /م٣ . اما اذا كانت عالية الملوحة قد تصل الى (١) دولار /م٣.

ويلعب حجم الانتاج المطلوب انتاجه دورا مهما في تحديد حجم معدل التكلفة اذ يرتبط حجم التكلفة بعلاقة عينة مع الانتاج اذ ان انتاج (٢٠٠٠) م٣/يوم يحقق تكلفة قدرها (١-١.٥)دولار/م٣ اما انتاج (١٠٠) الف م٣/يوم فيخفض هذه التكلفة الى (٠,٧) دولار /م٣ [٦٥]

وتفيد التجارب العالمية والخليجية بأن اكفأ الطرق انتاجا واقلها تكلفة نسبيا ولها سوقا رائجا في صناعة المياه هي تقنيات (R.O.) و (MFS) و (MED) وهي ايضا تصلح لانتاج ثنائي الكهرباء والمياه معا وهي تتفاوت فيما بينها من حيث هيكل التكلفة وعناصرها ويوضح الجدول الاتي رقم (٧) هذا التفاوت في الكلف :

جدول رقم (٧)
عناصر التكاليف لتقنيات صناعة المياه (R.O.) و (MFS) و (MED)

ت	العناصر	R.O	MFS	MED
١	كلفة المتر المكعب الواحد من المياه المحلاة (دولار/م٣)	١.٧٠-٠.٥٠	١.٧٥ – ٠.٦٠	٢ – ٠.٥٢
٢	الانتاج (الف م٣/يوم)	٥٠٠-١٠٠	٤٠٠ – ١٠٠	١١٠-١٠٠
٣	متوسط استهلاك الطاقة الكهربائية (كيلوواط /م٣ مياه)	٤-٦ حسب شدة الملوحة	١٠-٢١ حسب شدة الملوحة	٦-١١ حسب شدة الملوحة
٤	معدل كلفة الطاقة الاجمالية لانتاج (دولار/م٣)	٠,٦٠	١.٩٧	١.٠٤
٥	التكلفة الرسمالية الاستثمارية (دولار/م٣)	٧٥٠	٩٠٠	٨٥٠
٦	كلفة انبعاثات CO_2 (دولار/م٣)	٠.١٢ – ٠.٠١	٠.٤٠ – ٠.٥٠	١.٥ – ٠.٣٠

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على :
١- كمال ابو عظم و امال ينون ، مصدر سابق ،ص ٨-١٢ و ص ١٩ .
٢- مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية ،مصدر سابق ،ص٩٢ و ص٣١٩ .

تفيد قراءة الجدول السابق بان الكفة راجحة لصالح تقنية R.O. فهي الاقل تكلفة في هذه العناصر من التكلفة مقارنة بالانواع الاخرى ولذلك يفضل اختيارها كمعيار في الاستثمار ، وبجانب نوع التقنية المستخدمة الاقل تكلفة فأنه يوجد عوامل اخرى تؤثر على عملية الاستهلاك وكلفة الطاقة وهي كمية الانتاج وشدة ملوحة المياه المغذية يوضحها الجدول الاتي رقم (٨) .

جدول رقم (٨)
العلاقة بين شدة تركيز الملوحة وحجم الانتاج واستهلاك الطاقة

ت	نوعية المياه	كمية الانتاج الف م٣ /يوم	كيلو واط / ساعة
١	قليلة الملوحة ١٥٠ جزء /مليون	٥٠ ١٠٠	١١,٤ ٢٠
٢	مياه البحر ٣٥ الف جزء/مليون	٥٠ ١٠٠	٤٠ ٥٨,٣

المصدر : الدائرة الصناعية في ديوان الرئاسة بالتعاون مع كلية الهندسة ووزارات عراقية ، تحلية المياه في محافظة البصرة ، وقائع ندوة نقاشية تخصصية ، كلية الهندسة – جامعة البصرة ، ٤ شباط ٢٠٠٢ م ، ص١٠

من الواضح من الجدول بأن استهلاك الطاقة الكهربائية يتأثر بقوة بمستوى تركيز الملوحة في المياه .
وعند الرغبة في المقارنة بالمواصفات الانتاجية الاخرى بين التقنيات الثلاثة للتعرف على التقنية الاكثر ملائمة وكفاءة فان الجدول رقم (٩) الاتي يستعرض هذه المواصفات :

جدول رقم (٩)
مقارنة المواصفات الانتاجية المختلفة بين تقنيات .R.O و MFS و MED

ت	البيان	R.O	MFS	MED
١	استهلاك الطاقة لمكونات ماء التغذية (جول/م٣)	٢٤-٢٩	١٨٦	١٨٦
٢	مواصفات الماء المنتج (جزء / مليون)	٣٠٠-٥٠٠	٥-٢٥	٥-٢٥
٣	طبيعة التكنولوجيا المستخدمة في العملية الانتاجية	تحتاج لمهارات عالية	لا تحتاج	لا تحتاج
٤	كفاءة استهلاك الكهرباء بشكل عام	اكثر استهلاكا	اقل	اقل
٥	كفاءة منظومة التحلية	%٣٠	٩٧٥	%٥٠
٦	العمر الافتراضي	اقل	اكثر	اكثر

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على :
١- كمال ابو عظم وامال ينون، مصدر سابق ،ص١٠-١٩
٢- كمال ابو عظم وامال ينون ، مصدر سابق ، ص ٦
٣- مركز الدراسات والبحوث الاستراتيجية ،مصدر سابق ،ص٣١ .

يلاحظ من الجدول السابق ان افضل انواع التقنيات لتحلية مياه البحر من وجهة نظر كفاءة الانتاج ومواصفات المنتج النهائي وعمر المحطة ويميل لصالح (MFS) ثم (MED) واخيرا (R.O) .
ولذلك فعملية الاختبار تسير باتجاهين هو (R.O.) ذات الكلفة الاقل او (MFS) ذات الكفاءة الاكثر والمواصفات الاعلى والعمر الانتاجي الاكثر ويعتقد بانه يمكن استخدام الطريقتين الا ان الطريقة الاكثر نجاحا في الاستثمار في البصرة هي طريقة (R.O.) الاقل كلفة وهو المعيار الضروري الحالي في اقامة المشاريع الحالية .

ثالثا : حجم الاستثمار المطلوب المتوقع مستقبلا في محافظة البصرة :

يقدر حجم الاستهلاك الاجمالي المتوقع لمدينة البصرة حوالي (١,٥٢٧,٠٠٠) مليون م٣ /يوم و (٢٩٦) الف م٣ / يوم جنوب البصرة في مناطق (ابو الخصيب ، خور الزبير ، الزبير ، الفاو) ، وتحتاج الى (١٢٤٥) كم من انابيب شبكات المياه لهذه المناطق فقط [٦٦] .
ويقدر حجم الانتاج المطلوب مستقبلا للسنوات ٢٠٢٥ و ٢٠٣٠ كما في الجدول الاتي رقم (١٠) .

جدول رقم (١٠)
حجم الانتاج المطلوب للسنوات (٢٠٢٥) و (٢٠٣٥) لسنة الاساس ٢٠١٨

السنة	(١) حجم الانتاج المخطط (م٣/يوم)	(٢) حجم العجز م٣/يوم	(٣) عدد المحطات المطلوب انتاجها ١٠٠/٢
٢٠١٨	٩٢٢٠٠٠	٣٧٦,٠٠٠	-----
٢٠٢٥	١,٥٦٢,٠٠٠	٦٤٠,٠٠٠	٦,٤
٢٠٣٠	١,٧٥١,٠٠٠	٨٣٠,٠٠٠	٨,٣

المصدر :

- العمود (١) و (٢) بيانات صادرة عن قسم التخطيط – مديرية ماء البصرة ٢٠١٨
- العمود (٣) من عمل الباحث .

وبناء على بيانات الجدول السابق فان البصرة تحتاج الى ما يقارب (ستة) محطات كبيرة تحلية لسد العجز عام ٢٠٢٥ ذات طاقة انتاجية مقدارها ١٠٠ الف م٣/يوم وواحدة بمقدار ٥٠ الف م٣ /يوم ، اما في عام ٢٠٣٠ و بعد خمس سنوات فتحتاج الى ثماني محطات ذات طاقة انتاجية ١٠٠ الف م٣ /يوم واخرى بنصف طاقتها كي يتم سد الطلب المحلي اعتمادا على مياه البحر .

وفي حالة تعذر الحكومة تخصيص الاموال المطلوبة فانه يمكن سد حاجة مناطق جنوب البصرة المقابلة للساحل وهي (الفاو ، خور الزبير ، الزبير ، ابي الخصيب) بما تحتاجه من مياه عذبة بعد افتراض ان حجم الاستهلاك المستقبلي يغطي حجم الاستهلاك المستقبلي فانه يمكن التعرف على عدد المحطات المطلوبة للانشاء والاستثمار مستقبلا للاعوام ٢٠٢٥-٢٠٣٠ وكما في الجدول الاتي رقم (١١) :

جدول رقم (١١)
حجم الانتاج المطلوب ٢٠٢٥ و ٢٠٣٠ لسنة الاساس ٢٠١٨

السنة	(١) حجم الاستهلاك الكلي المتوقع مدينة البصرة م٣/يوم	(٢) حجم الاستهلاك جنوب البصرة م٣/يوم	عدد المحطات المطلوبة ١٠٠/٢
٢٠١٨	١.٥٢٧.٠٠٠	٢٩٦٠٠٠	------
٢٠٢٥	١.٥٦٢.٠٠٠	٢٩٧٠٠٠	٣
٢٠٣٠	١.٧٥١.٠٠٠	٣٣٣٠٠٠	٣.٣٣

ملاحظة :

(١) نفرض ان حجم الانتاج الكلي المتوقع = حجم الاستهلاك الكلي المتوقع :
(٢) العمود (١) بيانات صادرة من قسم التخطيط – مديرية ماء البصرة ٢٠١٨

(٣) العمود(٢) لعامي ٢٠٢٥ و ٢٠٣٠ من عمل الباحث بعد استخراج النسبة (٢) /(١) عام ٢٠١٨ وهي (٠.١٩) ثم ضربها في الاستهلاك الكلي لها

وبناء على ما تضمنه الجدول اعلاه فانه ينبغي بناء ثلاثة محطات في عام ٢٠٢٥ ذات طاقة انتاجية (١٠٠) الف م٣/يوم واخرى ثلاثة بنفس الطاقة مع محطة اخرى تنتج ما يقارب نصفها عام ٢٠٣٠ .

الحلول والتوصيات :

من خلال ما ورد في البحث يمكن تقديم بعض المقترحات والتوصيات لمعالجة الفجوة المائية المستقبلية في البصرة للطلب على المياه للاغراض المنزلية المعتمدة على مياه البحر المحلاة وكما يلي :

١- استخدام تقنيات البحر المعتمدة على الوقود الاحفوري الرخيص في المستقبل القريب ومن ثم الانتقال الى استخدام تقنيات الطاقة المتجددة النظيفة كخيار استراتيجي بعيد الامد بعد اكتساب الخبرة والمهارة وتوفر الامكانات المادية والمالية والبشرية وضمن بيئة استثمارية واقتصادية ملائمة على اعتبار ان هذه التقنيات اكثر كلفة من التقنيات التقليدية بالوقود الاحفوري .

٢- اختيار تقنية R.O. لتحلية مياه البحر على الساحل العراقي لانها الاقل كلفة نسبيا ، ونعتقد ان الكلفة الاقل هي المعيار المناسب لاقامة المشاريع في البصرة في المستقبل القريب لاحتمالية صعوبة توفر الاموال عند الدخول بمشاريع استثمار مشتركة مع القطاع الخاص ، اما في حالة توفر الاموال المطلوبة فيفضل اضافة تقنية (MFS) للانتاج لانها اكثر كفاءة انتاجية وذات عمر انتاجي اطول .

٣- فشل المؤسسات المختصة بالمياه في ادارة انتاج المياه جودة وكفاءة يدعو الى الدخول للاستثمار المشترك مع وضع سياسة تسعيرية مناسبة ومتوازنة عند الدخول بمشاريع مشتركة مع القطاع الخاص بما يضمن استرداد التكلفة التشغيلية مع هامش الربح للمستثمر مع دعم حكومي للمنتج بما يحقق المنفعة الاقتصادية والاجتماعية للمستهلك ويحقق التوازن بين مصالح المستثمر والمستهلك ويجابه احتمالات الرفض الشعبي او المعارض مع ضرورة التاكيد مستقبلا على منع الاحتكار لسوق المياه والقبول بسوق منافسة تامة تعتمد الية السوق والتداول التجاري للمياه .

٤- الحاجة الى اقامة (٦) محطات تحلية على الساحل العراقي لسد الفجوة المائية للطلب على المياه المحلاة عام ٢٠٢٥ وبطاقة انتاجية مقدارها (١٠٠) الف م٣ /يوم واخرى بمقدار (٥٠) الف م٣/يوم وبزيادة محطتين عام ٢٠٣٠ عن العام ٢٠٢٥ . وفي حالة تعذر تخصيص الاموال المطلوبة فانه يمكن المضي بتغطية فجوة الطلب على المياه لمناطق جنوب البصرة ببناء (٣) محطات في العام ٢٠٢٥ بنفس الطاقة الانتاجية وبزيادة (٣) محطات اخرى عام ٢٠٣٠ . ومن الضروري ايضا في هذا السياق الاستمرار في التوسع الانتاجي سنويا للمياه بنسبة تفوق نسبة نمو السكان السنوية او على الاقل تساويها والمقدرة بـ (٣)% في البصرة والعراق .

٥- صناعة تحلية مياه البحر صناعة ملوثة اذ ان اللتر الواحد من المياه الملوثة الراجعة للبحر قادرة على تلويث (٨) لتر من المياه البحرية والمعالجة قانونيا وفنيا نقوم باعادة تشريع القوانين الخاصة بحماية الساحل البحري من التلوث ووفق المعايير الدولية ،فيما يجب التخلص من الراجع الملحي الحار في البحر كناتج عرضي من الغلة الانتاجية وفق ضوابط

اهمها ان يكون الوقت ليلا ، وعند حدوث ظاهرة المد ، ويكون التدفق بشكل متقطع مما يساعد على التخفيف من التأثيرات على البيئة البحرية وما تحويها من كائنات حية .

٦- التاكيد على ترشيد جانب الطلب والاستهلاك في المياه من خلال التعامل مع المياه النقية معاملة السلعة الاقتصادية مع استخدام الوسائل الحديثة في ادوات ومعدات المياه التي تقلل من استهلاك في المنازل بمنظومات المياه والصنابير الحديثة المرشدة للاستخدام مع شروط قياس كميات الاستهلاك الحقيقية وتسعيرها بشكل يضبط الاستهلاك ويرشده فضلا عن ضرورة السيطرة على الفاقد من المياه في عمليات التوزيع من مراكز الانتاج الى الاستهلاك والذي وصل معدله الى اكثر من ٣٠% من الانتاج في الوقت الحالي .كما يسهم الاعلام المرئي والمسموع والمكتوب والبرامج التعليمية والمناهج الدراسية والمحاضرات والندوات في ترسيخ الوعي في ترشيد الاستهلاك لدى المواطنين .

٧- اعادة النظر بالتشريعات الخاصة بالمياه وحوكمتها مع اعادة الهيكلة الادارية والتقنية لمؤسسات المياه بما يضمن فك التزاحم بين مسؤوليات الحكومة المركزية والمحلية ويحدد مسؤوليات وواجبات كل منهم بشكل واضح ويفضل تشكيل لجنة مشتركة من الطرفين مدعومة بقاعدة دقيقة من المعلومات عن الواقع المائي الحالي والمتوقع مستقبلا .

٨- الحاجة الى تدريب الكوادر المحلية في ادارة وتشغيل محطاة المياه المحلاة بشرط من شروط التعاقد مع المستثمرين في القطاع الخاص وبخاصة اذا كان المستثمر اجنبيا.

٩- يفضل ان يكون توطن المشاريع قريبا من الجانب الشرقي للساحل والقريب من شط العرب للحصول على الدعم اللوجستي من المدن القريبة فضلا عن قلة التراكيز الملحية نسبيا مع ضرورة سحب المياه بانابيب طويلة بعيدة عن الساحل للتخلص من الرواسب والعوالق والملوثات المتجمعة على الساحل .

١٠-يفضل استخدام تقنيات (R.O.)و (MFS) في اقامة مشاريع تحلية مياه البحر على الساحل العراقي اذ تمتاز الاولى بقلة الكلفة والثانية بالكفاءة الانتاجية الاكثر مقارنة بباقي انواع التقنيات التجارية في سوق المياه ومع ذلك فان تقنية (R.O) هي الاكثر ملائمة للاستثمار .

الاستنتاجات :

من خلال تتبع ما ورد في البحث يمكن اهم النتائج بما يلي :

١- تتباين اهمية العوامل البشرية ولطبيعية في عملية توطن محطات تحلية المياه وتكلفتها وتغيير الخصائص وعوامل التوطن المتوفرة على الساحل العراقي بما يلي :

أ- تشابه البيئة المناخية والطبيعية نسبيا مع دول الخليج العربي ومن ثم ستكون التكلفة مقاربة نسبيا في التكلفة الرأسمالية والتشغيلية لبناء المحطات في البصرة.

ب- تسهم العوامل المناخية المتوفرة في زيادة الطلب الفعال على منتوج المياه ومن ثم تشجيع الاستثمار باعتبار ان عامل الربح متوفر والخسارة يكاد ينعدم .

ت- قد تسهم في زيادة تكاليف الانتاج نسبيا اذ ان طبيعة التربة والموقع والمناخ تفترض زيادة قيمة الانفاق على الاصول الثابتة للمشاريع وجعلها ملائمة كما ان هذه البيئة تسهم ايضا في تسارع الاندثارات والتقادم لهذه الاصول الثابته .

٢- تعتبر تقنية (R.O.) و (MFS) افضل التقنيات التي تصلح للاستثمار مع الساحل فالاولى اقل تكلفة نسبيا عن باقي التقنيات جميعها لكنها تفضل ان يكون المياه البحرية نقية وقليلة العوالق وقليلة التركيز الملحي نسبيا ، اما تقنية (MFS) فهي اكثر كفاءة انتاجية مقارنة بباقي التقنيات بغض النظر عن مستوى التركيز الملحي لمياه البحر لكنها اكثر تكلفة (R.O.) كما انها اكثر عرضة للتاكسد والاندثارات العالية بسبب الترسبات الكثيرة التي تخلفها اثناء العملية الانتاجية ومن ثم فهي تحتاج الى تكاليف صيانة دورية مستمرة ولذلك تتفوق R.O. على الجميع .

٣- صناعة تحلية المياه على الساحل العراقي خيار ستراتيجي مستقبلي محتوم لان مياه البحر هي المصدر الخام الوحيد غير الناضب . والاقل تلوثا مقارنة بمصادر المياه التقليدية في البصرة فضلا عن ثبوت عجز في الميزان المائي المستقبلي في الواقع المائي العراقي البصري اذ تعتمد البصرة على معظم مياهها في شط العرب المدعوم من نهري دجلة والفرات والمتوقع انحسار كمية المياه المتوقعة لهم فضلا عن ضعف مؤشر جودة المياه الخام مهما وفي شط العرب وحتى مياه الاسالة المستخدمة للاغراض المنزلية بسبب ضعف الاداء المؤسسي في المعالجة البيئية للتلوث البيئي المائي معالجة فاعلة وحقيقية .

٤- الفجوة المائية المتوقعة في المياه الخام من المصادر التقليدية ستجعل بالضرورة التعامل مع المياه كسلعة اقتصادية وليس سلعة حرة وبخاصة عند حالة الطلب عليها للاغراض المنزلية الذي يشكل ما يقارب ١٣% من اجمالي الطلب الكلي وهذه النسبة تشجع المستثمر على الانتاج التجاري للمياه المحلاة لسد الفجوة المائية .

٥- الندرة المائية المتصلة ستجعل مرونة الطلب السعرية على المياه النقية (قليلة المرونة) وهذه الخاصية تشجع الاستثمار انها تزيد من عامل الربح وتقلل من عامل الخطورة ، علما بان مرونة الطلب السعرية للاغراض المنزلية تتراوح بين (٣٠-٠) الى (٧٠-٠) في الدول النامية ونعتقد حاليا بان درجة المرونة على منتج (R.O.) من المياه في البصرة يقع بين مرن وقليل المرونة بحسب عوامل العرض والطلب ولكنه في كل الاحوال ليس عالي او عديم المرونة .

المصادر والهوامش :

١- مركز الامارات للدراسات والبحوث الستراتيجية ، امن الماء والغذاء في الخليج العربي. مركز الامارات للدراسات والبحوث ،الامارات – ابو ظبي ،٢٠١٣ ،ص٢٩٤ .

٢- المصدر السابق نفسه ،ص ١٤٢.

٣- حسيب عبدالله رويح ، الجوانب الاقتصادية للموازنة المائية في العراق ، اطروحة دكتوراه مقدمة الى قسم الاقتصاد في كلية الادارة والاقتصاد – جامعة البصرة ، ٢٠١٢ . ص١٧٣ .

٤- كاظم موسى محمود ، قيس حمادي العبيدي ، ازمة المياه في العراق ودول مجلس التعاون الخليجي ، الواقع والحلول ، دار الكتب للدراسات العربية ،٢٠١٦ ،ص٤٤ .

٥- مركز الامارات للدراسات والبحوث الاسترتيجية ، مصدر سابق ، ص ٨٤،ص١٤٨-١٥٢ ،ص٢٨ .

٦- المصدر السابق نفسه ، ص ٦١ .

٧- وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للاحصاء وتقنية المعلومات ، مؤشرات البنية التحتية المستدامة ذات الاولوية في العراق ، ص ٦٣-٦٤ .
٨- حسيب عبدالله رويح ، مصدر سابق ،ص٣١ و ٩٥ .
٩- عبدالعظيم عبدالواحد ،مهند عزيز جلال ، الفجوة المائية في العراق للمدة ١٩٧٠-٢٠٠٥ والتوقعات المستقبلية حتى عام ٢٠٣٠ ، دراسة تحليلية باستخدام القياس الاقتصادي ، مجلة القادسية للعلوم الادارية والاقتصادية ، المجلد (١٤) العدد (٤) ، ٢٠١٢ ، ص ١٦٩ .
١٠-رند عدنان ديوان ، صناعة وتقنية تحلية المياه في محافظة البصرة وافاقها المستقبلية ، رسالة ماجستير مقدمة الى قسم الجغرافية في كلية التربية للعلوم الانسانية – جامعة البصرة ،٢٠١٥ ، ص ٢١٢ -٢١٤ و ص ٤٢ .
١١-من عمل الباحث اعتمادا على معطيات انوار جليل هاشم ، تحلية المياه في دول الخليج العربي الواقع والمستقبل ، مجلة مركز المستنصرية للدراسات العربية والدولية ، العدد (٢٧) الجامعة المستنصرية ،٢٠٠٩ ،ص٥ . باستخدام المعادلة $P_t=P_{t-1}(1+r)^n$ وبمعدل نمو (٠.٠٣) .
١٢-حسيب عبدالله رويح ، مصدر سابق ،ص٨٢ .
وعبدالرزاق يوسف نصرالله ، اياد خلف علي ، تحديات الامن المائي العراقي والخيارات المتاحة المحققة ، مجلة العلوم الاقتصادية ،المجلد ١١ ،العدد ٤٣ ،٢٠١٦ ،ص٥٣ .
١٣-عماد مطير الشمري ، ضحى لعيبي السدخان ، جغرافية البحار والمحيطات ، دار الايك للطباعة ، بغداد ،٢٠١٢ ،ص٤٢.
١٤-عتيق العربي دارويل ،محاضرات في علم البيئة البحرية لطلبة الجامعات والمعاهد العليا ، منشورات جامعة الفاتح ،٢٠٠٥ ، ص ٣٤-٣٥ .
ود. علي حسين الشلش ، اقتصاديات المياه العذبة ، مطبعة مداد ، البصرة ،١٩٦٨ – ص٥٩-٥٤ .
١٥-د. عماد مطير الشمري ،المصدر السابق ،ص١٠ .
١٦-حسن خليل حسن ، خصائص الساحل العراقي دراسة جغرافية ، اطروحة دكتوراه مقدمة الى قسم الجغرافية في كلية الاداب - جامعة البصرة ،٢٠٠٦ ،ص٨-١٣ .
١٧-هناء عبدالامير ،جغرافية الموارد الطبيعية ،دار المعارف للكتب الجامعية لبنان،٢٠١٧ ،ص١٢١ . وعماد مطير الشمري ، مصدر سابق ، ص١٠٨ . و عتيق العربي وراويل ، مصدر سابق ،ص٣٢
١٨-د.عماد مطر الشمري ، مصدر سابق ،ص١٠٨ -١٠٩
١٩-حسن خليل حسن ، مصدر سابق ،ص١٠٩-١٢١ و ص١٣٧
٢٠-المصدر السابق نفسه ،ص٣٢-٤٠
٢١-المصدر السابق نفسه ،ص٢٦-٢٨ و ص ٥٩-٧٤
٢٢-رند عدنان ديوان ، مصدر سابق ،ص١٢٩-١٣٠ و ص ٥٩ . و عبدالعزيز مصطفى عبدالكريم ، طلال محمد كداوي ، تقييم المشاريع الاقتصادية ،دراسة في تحليل الجدوى الاقتصادية وكفاءة الاداء ،ط٢ ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ،١٩٩٩ ،ص٢٣ و ص ٤٠-٤١ .
٢٣-حسن خليل حسن ، المصدر السابق ، ص٥٠-٧٥ .

٢٤-حسن عبدالواحد كطامي ، دراسة هيدروكيمياوية في مياه شط العرب في القرنة والسيبة للمدة من السبعينات لغاية ٢٠١٢ ، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الاداب – قسم الجغرافية – جامعة البصرة ،٢٠١٢ ،ص١١-٢٠ . وشكري ابراهيم الحسن ، التلوث البيئي في مدينة البصرة ، رسالة دكتوراه مقدمة الى قسم الجغرافية – كلية الاداب ، جامعة البصرة ،٢٠١١ ،ص٧٧ .
٢٥-روي بوبكن ، ترجمة نخبة من الاساتذة الجامعيين ، تحلية مياه البحر ، دار الافاق الجديدة ،بيروت ٢٠٠٢ م . ص ٣٣ .
٢٦-تقرير برنامج البيئة ، خطة عمل البحر الابيض المتوسط ، الامم المتحدة ، البانيا ١٧-٢٠ كانون الاول /ديسمبر ٢٠١٧ . ص ٨-٩ .
وحليم مصطفى ، اقتصاديات المياه ودورها في التنمية المحلية ، دراسة للبرامج قطاع المياه المخططة للسنوات (٢٠٠٥-٢٠٠٩) و (٢٠١٠ -٢٠١٤) ، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية ،جامعة معسكر ، ٢٠١٥ ،ص٨٤ .
٢٧-مركز الامارات للدراسات والبحوث الستراتيجية ، مصدر سابق ، ص ٩٢-٩٤ .
٢٨-رند عدنان ديوان ، مصدر سابق ،ص١٥ ، ص ١٩ .
٢٩-مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية ، المصدر السابق ، ص ٦٦
٣٠-كمال ابو عظم وامل نيون ، تحلية مياه البحر في الجزائر بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة للفترة ٢٠٠٥-٢٠١٥ ، مجلة الباحث ، العدد ١٦ ، جامعة قاصدي ، الجزائر ،٢٠١٦ ، ص١ .
٣١-تقرير برنامج البيئة ، المصدر السابق ،ص١٧
٣٢-كمال ابو عظم وامال نيون ، المصدر السابق ،ص١٩ .
٣٣-التقرير السياسي للبنك الدولي ، ادارة مصادر المياه ، البنك الدولي .
٣٤-كمال ابو عظم وامال نيون ، المصدر السابق ،ص٢-٤ .
٣٥-تقرير برنامج البيئة ، المصدر السابق ،ص١٠
٣٦-الدائرة الصناعية في ديوان الرئاسة بالتعاون مع كلية الهندسة ووزارات عراقية ، تحلية المياه في محافظة البصرة ، وقائع ندوة نقاشية تخصصية ، كلية الهندسة – جامعة البصرة ، ٤ شباط ٢٠٠٢ م ، ص١٠ .
٣٧-علي حسين الشلش ، اقتصاديات المياه العذبة ، مطبعة بغداد ، البصرة ،١٩٦٨ ،ص٦٣.
٣٨-كمال ابو عظم وامال نيون ، مصدر سابق ، ص٣ .
٣٩-راجع الموقع الالكتروني : http://www.pureqnp.com
٤٠-حامد طالب السعد واخرون ، الثروات والموارد البحرية ،منشورات مركز علوم البحار – جامعة البصرة رقم (١٩) ،ط١ ،٢٠٠٦ ، ص١٤٢-١٤٣ .
٤١-علي حسين الشلش ، المصدر السابق ،ص٦٠
٤٢-تقرير برنامج البيئة ، المصدر السابق ،ص١٠ .
٤٣-حامد طالب السعدون واخرون ، المصدر السابق ،ص١٣٦
٤٤-كمال ابو عظم وامال نيون ،المصدر السابق ،ص٨٧ .
٤٥-تقرير برنامج البيئة ، المصدر السابق ،ص٢٧
٤٦-مصطفى محمود سليمان ، ازمة وحروب المياه تحلية مياه البحر ، دار الكتاب الحديث ، القاهرة ،٢٠٠٩ ،ص٨٨١.

٤٧-حامد طالب السعد واخرون ، المصدر السابق ، ص١٣٦
٤٨-عبدالجبار محمد واخرون ، الاستفادة من حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء التجارية في تحلية المياه لمدينة تعز ،مجلة القادسية للعلوم الهندسية ، المجلد (٨) العدد(٤) ،٢٠٠٥ ،ص٦ .
٤٩-روي بوبكن ، المصدر السابق ، ص١٧-١٨ .
٥٠-تقرير برنامج البيئة ، المصدر السابق ،ص١٢ .
ومركز الامارات للدراسات الستراتيجية ، المصدر السابق ،ص١٢ .
٥١-نفس المصدر السابق ،ص١٣ .
٥٢-مركز الامارات للدراسات الستراتيجية ،المصدر السابق ،ص٩٤ .
٥٣-المصدر السابق نفسه ،ص٣١٦
ومصطفى محمود سليمان ، المصدر السابق ،ص٧٩٢ .
٥٤-مركز الدراسات الستراتيجية ، المصدر السابق ،ص٦٨ .
٥٥-انوار خليل هاشم ، خصخصة المياه في الدول العربية (الواقع والافاق) المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية ، السنة (٦) العدد(١٨) ، الجامعة المستنصرية ٢٠٠٨ ، ص٨-١٠ .
٥٦-رند عدنان ديوان ، مصدر سابق ، ص٢٢٢
٥٧-داليا اسماعيل محمد ، المياه والعلاقات الدولية ، دراسة اثر المياه على طبيعة ونمط العلاقات العربية التركية ، مكتبة مدبلولي ، ٢٠٠٦ . ص١٨٠-١٨٥ .
٥٨-مركز الدراسات الستراتيجية في الامارات ،المصدر السابق ،ص٢٠٥ .
٥٩-نفس المصدر السابق ،ص٢٠٦ .
٦٠-مركز الامارات للدراسات الستراتيجية ، المصدر السابق ،ص١٣٢-١٣٤
وحليمة مصطفى ،المصدر السابق ،ص٩١-٩٢
٦١-حسيب عبدالله رويح ،المصدر السابق ،ص٨
٦٢-الدائرة الصناعية في ديوان الرئاسة ، المصدر السابق ،ص٢٧ و ص٤١
٦٣-مركز الامارات للدراسات الستراتيجية ، المصدر السابق ،ص٢٢ .
وحليمة مصطفى ، المصدر السابق ،ص٦٥ .
٦٤-تقييم الجوانب القانونية والادارية لادارة الموارد المائية المشتركة ومنطقة الاستواء ، الامم المتحدة ، نيويورك ،٢٠٠٥ ،ص٢٩-٣٤ .
٦٥-من عمل الباحث اعتمادا على بيانات صادرة عن مديرية الماء في محافظة البصرة لعام ٢٠١٨ .
٦٦-من عمل الباحث اعتمادا على بيانات صادرة من مديرية الماء في محافظة البصرة لعام ٢٠١٨ .

المصادر والمراجع

اولا: الكتب :

١- مركز الامارات للدراسات والبحوث الستراتيجية ، امن الماء والغذاء في الخليج العربي . مركز الامارات للدراسات والبحوث ،الامارات – ابو ظبي ،٢٠١٣ .

٢- كاظم موسى محمود ، قيس حمادي العبيدي ، ازمة المياه في العراق ودول مجلس التعاون الخليجي ، الواقع والحلول ، دار الكتب للدراسات العربية ،٢٠١٦.

٣- عماد مطير الشمري ، ضحى لعيبي السدخان ، جغرافية البحار والمحيطات ، دار الايك للطباعة ، بغداد ،٢٠١٢ .

٤- هناء عبدالامير ،جغرافية الموارد الطبيعية ،دار المعارف للكتب الجامعية ،لبنان،٢٠١٧

٥- علي حسين الشلش ، اقتصاديات المياه العذبة ، مطبعة مداد ، البصرة ،١٩٨٦ .

٦- عبدالعزيز مصطفى عبدالكريم ، طلال محمد كداوي ، تقييم المشاريع الاقتصادية ،دراسة في تحليل الجدوى الاقتصادية وكفاءة الاداء ،ط٢ ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ،١٩٩٩ .

٧- روي بوبكن ، ترجمة نخبة من الاساتذة الجامعيين ، تحلية مياه البحر ، دار الافاق الجديدة ،بيروت ٢٠٠٢.

٨- حليم مصطفى ، اقتصاديات المياه ودورها في التنمية المحلية ، دراسة لبرامج قطاع المياه المخططة للسنوات (٢٠٠٥-٢٠٠٩) و (٢٠١٠ -٢٠١٤) ، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية ،جامعة معسكر ، ٢٠١٥ .

٩- داليا اسماعيل محمد ، المياه والعلاقات الدولية ، دراسة اثر المياه على طبيعة ونمط العلاقات العربية التركية ، مكتبة مدبلولي ، ٢٠٠٦

١٠- حامد طالب السعد واخرون ، الثروات والموارد البحرية ،منشورات مركز علوم البحار – جامعة البصرة رقم (١٩) ،ط١ ،٢٠٠٦ .

١١- مصطفى محمود سليمان ، ازمة وحروب المياه تحلية مياه البحر ، دار الكتاب الحديث ، القاهرة ،٢٠٠٩ .

ثانيا : الرسائل والاطاريح :

١- حسيب عبدالله رويح ، الجوانب الاقتصادية للموازنة المائية في العراق ، اطروحة دكتوراه مقدمة الى قسم الاقتصاد في كلية الادارة والاقتصاد – جامعة البصرة ، ٢٠١٢ .

٢- رند عدنان ديوان ، صناعة وتقنية تحلية المياه في محافظة البصرة وافاقها المستقبلية ، رسالة ماجستير مقدمة الى قسم الجغرافية في كلية التربية للعلوم الانسانية – جامعة البصرة ،٢٠١٥.

٣- حسن خليل حسن ، خصائص الساحل العراقي دراسة جغرافية ، اطروحة دكتوراه مقدمة الى قسم الجغرافية في كلية الاداب - جامعة البصرة ،٢٠٠٦ .

٤- شكري ابراهيم الحسن ، التلوث البيئي في مدينة البصرة ، رسالة دكتوراه مقدمة الى قسم الجغرافية – كلية الاداب ، جامعة البصرة ،٢٠١١.

٥- وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للاحصاء وتقنية المعلومات ، مؤشرات البنية التحتية المستدامة ذات الاولوية في العراق .

٦- حسن عبدالواحد كطامي ، دراسة هيدروكيمياوية في مياه شط العرب في القرنة والسيبة للمدة من السبعينات لغاية ٢٠١٢ ، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الاداب – قسم الجغرافية – جامعة البصرة ،٢٠١٢ ،

ثالثا : الدوريات :

١- عبدالعظيم عبدالواحد ،مهند عزيز جلال ، الفجوة المائية في العراق للمدة ١٩٧٠-٢٠٠٥ والتوقعات المستقبلية حتى عام ٢٠٣٠ ، دراسة تحليلية باستخدام القياس الاقتصادي ، مجلة القادسية للعلوم الادارية والاقتصادية ، المجلد (١٤) العدد (٤) ، ٢٠١٢ .

٢- انوار جليل هاشم ، تحلية المياه في دول الخليج العربي الواقع والمستقبل ، مجلة مركز المستنصرية للدراسات العربية والدولية ، العدد (٢٧) الجامعة المستنصرية ،٢٠٠٩ .

٣- عبدالرزاق يوسف نصرالله ، اياد خلف علي ، تحديات الامن المائي العراقي والخيارات المتاحة المحققة ، مجلة العلوم الاقتصادية ،المجلد ١١ ،العدد ٤٣ ،٢٠١٦

٤- كمال ابو عظم وامل ينون ، تحلية مياه البحر في الجزائر بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة للفترة ٢٠٠٥-٢٠١٥ ، مجلة الباحث ، العدد ١٦ ، جامعة قاصدي ، الجزائر ،٢٠١٦ .

٥- عبدالجبار محمد واخرون ، الاستفادة من حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء التجارية في تحلية المياه لمدينة تعز ،مجلة القادسية للعلوم الهندسية ، المجلد (٨) العدد(٤) ،٢٠٠٥.

٦- انوار خليل هاشم ، خصخصة المياه في الدول العربية (الواقع والافاق) المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية ، السنة (٦) العدد(١٨) ، الجامعة المستنصرية ٢٠٠٨ .

رابعا : منشورات :

١- عتيق العربي دارويل ،محاضرات في علم البيئة البحرية لطلبة الجامعات والمعاهد العليا ، منشورات جامعة الفاتح ،٢٠٠٥ .

٢- تقرير برنامج البيئة ، خطة عمل البحر الابيض المتوسط ، الامم المتحدة ، البانيا ١٧-٢٠ كانون الاول /ديسمبر ٢٠١٧ .

٣- الدائرة الصناعية في ديوان الرئاسة بالتعاون مع كلية الهندسة ووزارات عراقية ، تحلية المياه في محافظة البصرة ، وقائع ندوة نقاشية تخصصية ، كلية الهندسة – جامعة البصرة ، ٤ شباط ٢٠٠٢ م ،

٤- تقييم الجوانب القانونية والادارية لادارة الموارد المائية المشتركة ومنطقة الاستواء ، الامم المتحدة ، نيويورك ،٢٠٠٥ .

٥- بيانات صادرة من مديرية الماء في محافظة البصرة لعام ٢٠١٨.

خامسا : المواقع الالكترونية :

راجع الموقع الالكتروني : http://www.pureqnp.com