مجلة العلوم الإنسانية لجامعة أم البواقي
ISSN 1112-9255/E-ISSN 2588-2414
المجلد09 العدد 02 – جوان 2022

OEB Univ. Publish. Co.

مشاريع تحلية المياه كخيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة للموارد المائية في الجزائر

Desalination projects as a strategic option to achieve sustainable development of water resources in Algeria

حجاج عبد الحكيم[1]*، عبد الوهاب شنيخر[2]

[1] جامعة 8 ماي 1945 قالمة، hadjadj.abdelhakim@univ-guelma.dz

[2] جامعة أم البواقي، achenikhar@yahoo.fr

تاريخ التسليم: 2022-02-05 تاريخ التقييم: 2022-02-15 تاريخ القبول: 2022-05-17

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مدى كفاءة ونجاعة مشاريع تحلية المياه في الجزائر من خلال التركيز على مختلف الآثار الاقتصادية والاجتماعية والبيئية المترتبة عن انجاز هذه المشاريع. وقد تم استعراض القضايا والرهانات المتعلقة بمحطات تحلية المياه من خلال المفاهيم والمبادئ الاقتصادية مع مراعاة مجمل الاعتبارات الاجتماعية والبيئية عند استخدام الأدوات الاقتصادية في التحليل. من بين أهم النتائج التي أفضت إليها الدراسة أن مشاريع تحلية المياه في الجزائر لا تستجيب بالشكل الكامل لكل المتطلبات والضوابط التي تقتضيها التنمية المستدامة للموارد المائية لكنها تبقى أحد الخيارات الاستراتيجية السليمة في الحاضر والمستقبل وأيضا أحد الحلول الأكثر فعالية في مواجهة الندرة المائية والاجهاد المائي الذي تعيشه البلاد.

الكلمات المفتاحية: تحلية المياه، الندرة، الأثر البيئي، التنمية المستدامة

Abstract

The purpose of this study is to assess the effectiveness and efficiency of water desalination projects in Algeria, focusing on the economic, social and environmental impacts resulting from these projects. The issues and challenges related to water desalination were reviewed through the economic concepts and principles in this work, taking into account social and environmental considerations when using economic tools in the analysis. Among the main results of this study is that water desalination projects in Algeria doesn't completely respond to all the requirements and controls required by the sustainable development of water resources. However, it remains one of the strategic options in the present and the future, as well as one of the most effective solutions in the face of water scarcity and water stress in the country.

Keywords: Water desalination; environmental impacts; sustainable development.

***المؤلف المراسل: د.عبد الحكيم حجاج، الإيميل: hadjadj.abdelhakim@univ-guelma.dz**

1.مقدمة:

مع ازدياد حاجة العالم بأسره إلى المياه العذبة وأهمية هذه الأخيرة لمختلف النشاطات الاقتصادية، تشهد صناعة التحلية التي ظهرت قبل عقود محدودة نموا متعاظما، وتطورا مستمرا سواء على مستوى تحسين الإنتاج أو الأداء، ومع الإقرار بجدوى التحلية حيثما تدعو الضرورة، بدأت العديد من الدول التي تعاني شحا في مصادرها المائية الطبيعية ومنها الجزائر باللجوء الى الاستثمار في صناعة التحلية كخيار استراتيجي لتوفير المياه العذبة، وتشير الوقائع إلى أن تحلية المياه ومع ما يثار حولها من اشكاليات بيئية وحتى على مستوى الجدوى الاقتصادية الا أنها لم تعد مجرد حل وحيد لمجابهة الندرة وللتزود بالمياه العذبة، بل باتت خيارا استراتيجيا تبنى عليه سياسات تنمية الموارد المائية في هذه الدول، كما أن سياسات التحلية هذه لم تكن لتعتمد على نطاق واسع لو لم تكن الكلفة قد سجلت تراجعا كبيرا بفضل تطور التقنيات. في هذا السياق جاءت إشكالية الدراسة في محاولة للإجابة على السؤال الرئيس التالي:

الى أي مدى تعتبر مشاريع تحلية المياه في الجزائر خيارا مقبولا اقتصاديا وبيئيا؟

الأسئلة الفرعية

من أجل الإلمام بحيثيات الموضوع ارتأينا طرح التساؤلات التالية:

- ما هي الآثار الاقتصادية والبيئية لعملية تحلية المياه ؟
- هل يمكن التوسع في مشاريع تحلية المياه لحل مشكلة المياه؟

الفرضيات

تقودنا الإجابة على التساؤلات الفرعية إلى وضع الفرضيتين التاليتين:

- مشاريع محطات تحلية المياه صناعة مكلفة ولها اثار بيئية تحول دون استدامتها.
- التوسع في مشاريع محطات تحلية المياه أسهم بشكل فاعل في توفير مياه الشرب في الجزائر.

أهمية الدراسة:

تتحدد أهمية الدراسة انطلاقا من أن محطات تحلية المياه تحتل المكانة الأولى الى جانب مشاريع البنية التحتية الأخرى من حيث المردود الاقتصادي والاجتماعي المتوقع منها ومن حيث رأس المال المستثمر في هذه المشروعات، كما تنبع أهمية الدراسة أيضا من خلال بيان طبيعة هذه المشاريع وفق ظروف التكلفة والعائد المتوقع منها، مع محاولة تقديم تحليل اقتصادي لتقييم وتقدير الآثار والنتائج المتوقعة لهذا النوع من الاستثمار بما يساعد على توجيه هذه الاستثمارات توجيها أمثل لتسهم بشكل فاعل في التنمية المستدامة للموارد المائية.

هيكل الدراسة:

تطلب معالجة هذا الموضوع تقسيم الدراسة إلى ثلاث محاور رئيسية:

– تحلية المياه؛

– نظرة فاحصة عن مشاريع التحلية في الجزائر ؛

– الجوانب الاقتصادية لتحلية المياه واستدامتها في الجزائر.

منهجية و أدوات الدراسة:

استخدمنا المنهج الوصفي الذي يعتمد على جمع البيانات والمعلومات التي تساعد على الوصف الدقيق لحيثيات الموضوع محل الدراسة ومختلف العناصر المؤثرة ذات العلاقة، كما اعتمدنا المنهج التحليلي عبر كامل محاور الدراسة، وذلك بغرض التعمق في فهم وتبيان العناصر المكونة للموضوع بتحليلها وتحديد أثارها واستنباط التفسيرات والاستنتاجات ذات الدلالة، خاصة ما تعلق بالجوانب الاقتصادية والبيئية التي تشكل العناصر المهمة للبنية الأساسية لموضوع ومجالات صناعة التحلية. أما فيما يخص أدوات الدراسة فقد اعتمدنا على مجموعة من الكتب والتقارير المتخصصة والدوريات والإحصائيات والإنترنت.

2- تحلية المياه

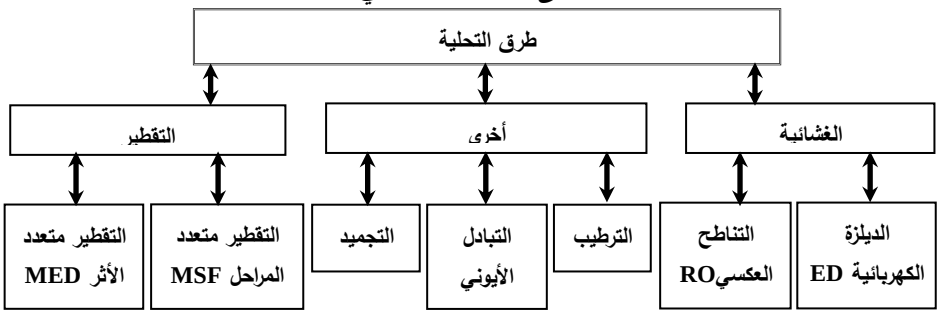
شهدت محطات تحلية المياه تطورات سريعة، ففي الوقت الحالي تعتمد حوالي 150 دولة على عملية تحلية المياه في توفير متطلباتها من المياه العذبة، وفي كل يوم تنتج أكثر من 17000 محطة تحلية حول العالم ما يقرب من 80 مليون $م^3$ من المياه الصالحة للشرب، وأكثر من 50 % من هذه المحطات تحصل على المياه اللازمة لها من البحار والمحيطات، لهذا يغدو تطوير التقنيات الفعالة والبنية التحتية القابلة للتطوير والتوسيع لسد الحاجة إلى المياه على قائمة الأولويات، فتحلية المياه المالحة من البحر أضحت في نظر الكثير من الخبراء هي الحل المنطقي لمشكلة ندرة المياه، والمجال الذي يجدر بالبحوث العلمية أن توليه عناية بالغة (مجلة NATURE، 2014، ص49).

2-1- مفهوم تحلية المياه وأنواعها

تحلية المياه تعني إزالة ملوحتها وتحويلها إلى مياه عذبة ليصبح من الممكن استخدامها في الحياة العملية كالزراعة والشرب والصناعة، وهناك عدة طرق لتحلية المياه إلا أن العامل الحاسم في المفاضلة بين طريقة وأخرى هي التكلفة الاقتصادية لإنتاج الوحدة من الماء العذب والتي ترجع بدورها إلى عدد من العوامل، أهمها رأس المال المستثمر وسعر الطاقة المستخدمة ونوع التكنولوجيا المعتمدة، وتكاليف التشغيل والصيانة مع ملاحظة الوزن النسبي لأهمية وقيمة كل عنصر تبعا لموقع إنشاء محطة التحلية ولنوعية المياه المراد تحليتها أو الحصول عليها. وهناك طرق عديدة

تستخدم لتحلية المياه المالحة (أنظر الشكل1)، وتعد تقنيات التناطح العكسي والتقطير المتعدد المراحل من التقنيات التجارية الأكثر انتشارا في سوق التحلية العالمي.

شكل 1: تقنيات تحلية المياه المعتمدة على المستوى العالمي



المصدر: بوعظم وينون، 2015، ص 26

2-2- أهمية تحلية المياه

تمتاز موارد مياه التحلية بما يلي (نبهان، 2009، ص ص 102-103):

- يمكن اعتبارها موردا مائيا يعتمد عليه لتوفير المياه العذبة كما هو متبع الآن في منطقة الخليج.
- يمكن إقامتها بالقرب من مواقع الاستهلاك ما يؤدي إلى توفير إنشاء خطوط نقل مكلفة جدا.
- تعتبر ضمانا أكيدا ومستداما لتلافي نقص المياه، مهما كان واقع الدورة الهيدرولوجية وتقلباتها.
- تحتاج إلى تكلفة رأسمالية منخفضة لكل وحدة سعة مقارنة بتكلفة إقامة وتشغيل منشآت تقليدية مثل السدود، ولكنها تحتاج إلى تكلفة تشغيلية أعلى بكثير.
- تتألف من معدات ميكانيكية، ولذلك فمن المتوقع أن يستمر تطوير كفاءتها واقتصادياتها.
- لها القدرة على تحويل المياه المالحة إلى مياه ذات نوعية ممتازة وهي تخلو من عوائق سياسية أو اجتماعية أو قانونية، كما أن فترة إنشائها اقصر من فترة إقامة خطوط نقل مياه من مناطق نائية.

2- 3 – الاثار البيئية لمحطات تحلية المياه

لصناعة التحلية مثل أي صناعة أخرى بعض الاثار السلبية على البيئة المحيطة والتي يجب أخذ الاحتياطات اللازمة بشأنها لتلافي آثارها سواء على المدى القصير أو الطويل، وتدور الاهتمامات البيئية الرئيسية لنشاطات التحلية حول انبعاثات غازات الانحباس الحراري وملوثات الهواء وأيضا تصريف المركزات والكيماويات الى البيئة البحرية وكذلك تأثير المنشآت في مواطن الأحياء الساحلية والقريبة من الشاطئ (سيبولينا وميكاله، 2011، ص 383). وعموما تتباين الاثار البيئية بين الاثار الفزيائية والكيميائية والبيولوجية، فالآثار الفزيائية تتمثل في التأثير في المياه نتيجة حرارة المحلول الملحي الخارج من المحطة التي تزيد درجة حرارته بكثير عن درجة حرارة مياه البحر،

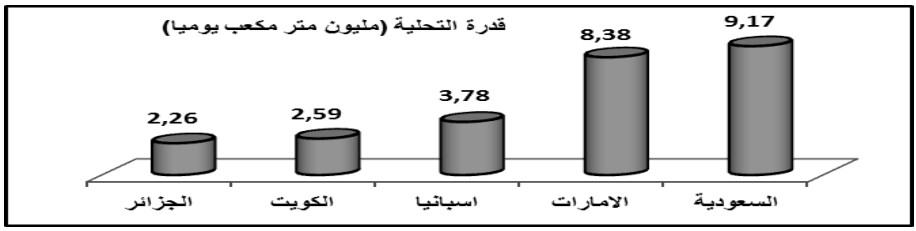
حيث يؤدي الى التأثير في الكائنات البحرية، أما الآثار البيولوجية والكيميائية فتتعلق بما يحدثه الفقد الأولي للكائنات البحرية في مناطق مآخذ مصانع التحلية نتيجة الاصطدام بالأعمال الصناعية لهذه المآخذ (كشبكات حجز المواد الطافية أو غيرها)، علاوة على الاختناق الناتج عن إضافة الكلور، وعلى سبيل المثال فقد أوضحت الدراسات الحديثة الاثار السلبية لمحطات التحلية في منطقة الخليج العربي نتيجة زيادة تركيز الأملاح الذائبة والكلور والأمونيا ودرجة الحرارة على بيئات غابات وبيئات الأعشاب البحرية والمروج والشعاب المرجانية (داود، 2012، ص ص 32-33). وبشكل عام تعتبر تحلية المياه خيار مكلف بيئيا نوعا ما، اذ يستهلك كميات كبيرة من الطاقة ويولد غازات الدفيئة، ويزيد من مستوى تركز الأملاح نظرا لارتفاع الكميات الشديدة الملوحة التي تصرف من محطات التحلية، وبالتالي لها اثار على البيئة المحيطة حيث يتم تصريف المحلول الملحي الساخن عند التقطير مما يعمل على تدمير النظم الايكولوجية المائية (إبراهيم والشاوي، 2015، ص 39).

3 – نظرة فاحصة عن مشاريع التحلية في الجزائر

3-1- مشاريع تحلية المياه في الجزائر

تطل الجزائر على شريط بحري ساحلي يمتد على أكثر من 1200 كلم، وهي بذلك تتوفر على عدة مزايا تشجع على صناعة تحلية مياه البحر، فهي تعطيها إمكانية وجود مصدر للمياه بكميات هائلة يمكن تحليتها والاعتماد عليها كمورد مائي إضافي مستدام، خاصة وأن أغلب التجمعات السكانية والمجمعات الصناعية ذات الاستهلاك الكبير للمياه تتركز على الشريط الساحلي، وفي الوقت الحالي قد أضحى هذا الخيار حلا مناسبا، مكلفا حقيقة لكنه شكل بديلا وموردا يحمل طابع الديمومة الأكيدة (التقرير العربي للتنمية المستدامة، 2015، ص93).

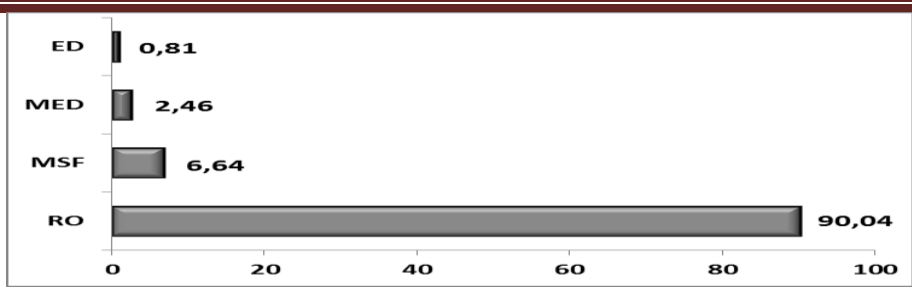
شكل 2: يبين قدرة التحلية في البلدان الخمسة الأولى في العالم



المصدر : التقرير العربي للتنمية المستدامة، 2015، ص 93.

يتبين أن الجزائر في هذا المجال ضمن أكبر الدول الرائدة في العالم من ناحية قدرة التحلية إلى جانب بلدان الخليج واسبانيا، وهي من أصل خمسة بلدان تحل في الطليعة من حيث قدرة التحلية.

شكل (3): نسبة المياه المحلاة بحسب أنواع محطات تحلية المياه في الجزائر



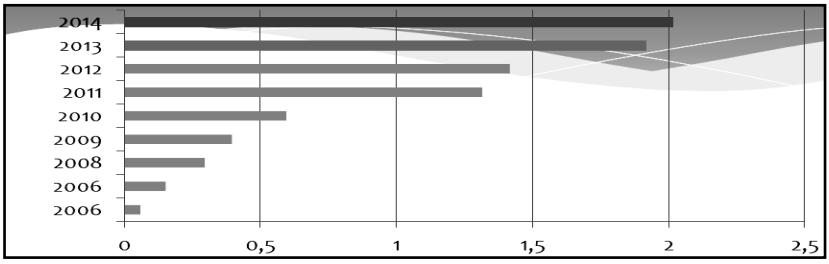
Source: Canovas Cuenca, 2013, PP 84 – 89 .

يتضح بأن الجزائر تعتمد في تحلية المياه على تقنية التناطح العكسي RO في أغلب محطات التحلية باستثناء محطة واحدة تعتمد على تقنية التقطير الوميضي متعدد المراحل MSF (بوعظم وينون، 2016، ص 325) بالإضافة الى أنواع أخرى من المحطات الصغيرة ضعيفة الانتاج.

3-2- تحلية مياه البحر

اقتصرت تجربة الجزائر في مجال تحلية مياه البحر في السنوات الأولى من الاستقلال سنة 1964 على انجاز وحدات صغيرة وبسيطة لتحلية المياه الباطنية ذات الملوحة الشديدة لسد الحاجة الشديدة من المياه التي تتطلبها صناعة النفط والحديد والصلب فقط، كما تم انجاز منشآت أخرى سنة 1969 ذات سعة صغيرة لتوفير الماء الشروب للمرة الأولى على مستوى القواعد النفطية في الجنوب وفي مركبات إنتاج الكهرباء وصناعة التمييع، أما سنة 1980 فقد شكلت سنة فارقة إذ تم تدشين وحدة تحلية مياه البحر على طريقة الأوسموس (الأثر المتبادل) بسعة 57600 م^3 في اليوم والتي صنفت حينها كأهم وحدة في العالم، ومع اشتداد أزمة الماء في مدن الشمال، بات تأمين التزويد بالماء الشروب عن طريق اللجوء إلى مياه البحر ضرورة ملحة وحلا استراتيجيا للتنمية المستدامة للوطن، فقررت السلطات العمومية منذ حلول سنة 2001 وضع تحلية مياه البحر ضمن أولويات مخططات التنمية الاقتصادية خاصة على مستوى ولايات الغرب التي تعاني من عجز كبير في التزود بمياه الشرب ويشتمل البرنامج الوطني التوسع في سعة الطاقة الإنتاجية لتحلية المياه من خلال السعي لإنجاز نحو 30 محطة أحادية الكتلة و13 محطة من الحجم الكبير في شمال البلاد، وتجدر الإشارة إلى أن مجموع هذه الانجازات في الجزائر يعادل بالمتوسط مبلغ يناهز 300 مليون دولار لكل واحدة (Portail Algérien des ENERGIES RENOUVELABLES, Consulté le 10/07/2019).

شكل 4: يبين تطور سعة الطاقة الإنتاجية لتحلية المياه في الجزائر



Source: Mr Zouheiri , 19 mars 2014, P 6.

وقد وضعت وزارة الطاقة والمناجم بالتعاون مع وزارة الموارد المائية، عن طريق الشركة الجزائرية للطاقة (AEC)، برنامجا لإنجاز 13 محطة لتحلية مياه البحر بطاقة إجمالية لإنتاج الماء الشروب تقدر بـ 2,26 مليون م^3 في اليوم (وزارة الطاقة والمناجم، 2009، ص 42)، ويوضح الجدول الموالي أهم محطات التحلية الكبيرة والتي من المنتظر أن توفر الماء الشروب لما يعادل 11873220 فرد (الموقع الالكتروني لمؤسسة الجزائرية للمياه، 2020/2/4).

جدول 1: المحطات الكبرى لتحلية مياه البحر

الرقم	الموقع	قيمة الاستثمار(دولار)	الطاقة الإنتاجية (م^3/اليوم)	عدد السكان المخدومين
1	كهرماء (أرزيو)	400820000	90000	540000
2	الحامة (الجزائر)	24669100	200000	سكان العاصمة
3	سكيكدة	105604167	100000	666660
4	عين تموشنت (بني صاف)	204300603	200000	1333320
5	مستغانم	226784705	200000	1333320
6	دواودة (الجزائر غرب)	180514000	120000	666660
7	كاب جنات (الجزائر شرق)	133038839	100000	666660
8	سوق التلاتة (تلمسان)	251129436	200000	1333320
9	حنين (تلمسان)	238059765	200000	1333320
10	المقطع (وهران)	468064905	500000	1333320
11	الطارف	-	50000	لم تنجز بعد
12	تنس	291455479	200000	999990
13	واد سبت (تبازة)	180514000	100000	لم تنجز بعد

المصدر : من إعداد الباحثين بناء على: - Ministère de l'énergie, 2018, P44

- وزارة الطاقة والمناجم، 2009، ص42

إن الملاحظ حول المعطيات الواردة بالجدول السابق أن الأغلبية من وحدات تحلية المياه ذات السعة الكبيرة التي تم انجازها في الجزائر تتركز في الشمال حيث توجد كثافة أكبر للسكان وحيث توجد المدن الكبيرة التي تمتاز بتواجد نسيج صناعي أكبر، على أساس أن المركبات الصناعية الكبرى التي تتواجد بهذه المدن مثل مركب تمييع الغاز الطبيعي بسكيكدة وكذلك موقع البيتروكمياء بأرزيو، تمتاز بالاستهلاك الكبير للماء لذا فمن الطبيعي إنشاء مثل هذه المحطات لتأمين الزيادة في الطلب الإضافي من المياه الذي سيترتب عن ذلك.

تعتبر الشركتان "ألجيرين اينرجي كومباني" و"الجزائرية للمياه" المبادرتين بجميع مشاريع تحلية مياه البحر في الجزائر، وتعتبر المحطة الضخمة للمقطع أكبر مشروع سطرته وجسدته الشركتان، وتنتج هذه المحطة 180 مليون م^3 سنويا من المياه و500 ألف م^3 يوميا، هذه المحطة تعتبر من بين المحطات الأكبر في العالم المجهزة بالنظام المستخدم في تحلية المياه المتمثل في الأسموز العكسي، وتمون كل من ولاية وهران ومستغانم وغليزان ومعسكر وتيارت، وتجدر الإشارة إلى أن انجاز هذه المحطة قد كلف 491 مليون دولار(وكالة الأنباء الجزائرية، تاريخ الاطلاع 2019/11/21).

جدول 2: أهم محطات تحلية المياه الصغيرة

محطات مدارة من قبل ADE		محطات مدارة من قبل SEAAL		محطات مدارة من قبل SEOR	
المحطة	الطاقة الإنتاجية	المحطة	الطاقة الإنتاجية	المحطة	الطاقة الإنتاجية
الغزوات 1	2500	زرالدة 1	2500	بوسفر	5000
الغزوات 2	2500	زرالدة 2	2500	Les Dunes	5000
بوسماعيل	5000	عين بنيان 1	2500		
سكيكدة 1	2500	عين بنيان 2	2500		
سكيكدة 2	2000	Palm Beach	2500		
بوزجار	5000				
شط الورد	5000				
تنس	5000				

المصدر: وزارة الموارد المائية والبيئة

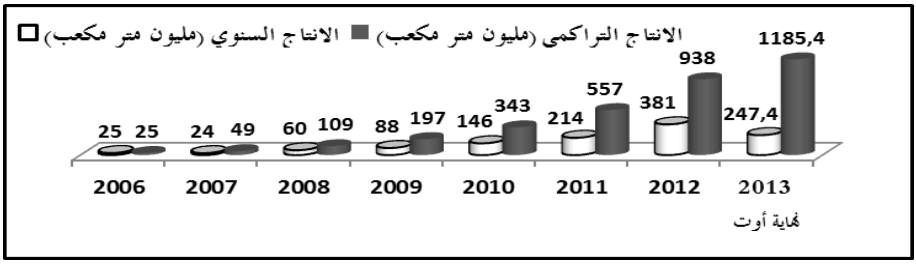
http://www.mre.dz/baoff/fichiers/PROGRAMME_DESSALEMENT.pdf

كما هو مبين في الجدول تم انجاز العديد من محطات التحلية ذات السعة الصغيرة موجهة بشكل خاص لتلبية الطلب المحلي على مياه الشرب على مستوى بعض المناطق التي تعاني وضعا حرجا في التزود بالمياه، وتقدر الطاقة الانتاجية لهذه المحطات بما يقارب 60000م^3 في اليوم (الموقع

الالكتروني لمؤسسة الجزائرية للمياه، تاريخ الاطلاع 2019/2/4)، وتتولى إدارة هذه المحطات ثلاث مؤسسات ممثلة في مؤسسة الجزائرية للمياه ADE ومؤسسة المياه والتطهير SEAAL وشركة المياه والتطهير SEOR.

ويبين الشكل 5 الموالي أن معدل الزيادة في الطاقة الإنتاجية الفعلية للتحلية في الدولة بنهاية شهر أوت 2013 بلغ نحو عشرة أضعاف عن ما كانت علية سنة 2006، وهذا يعكس بوضوح حجم الاستثمارات الضخمة التي ضخت في هذا المجال لأجل تغطية الزيادة في الطلب على مياه الشرب خاصة للفترة 2010-2014، وتبلغ الطاقة الإنتاجية للمياه من محطات التحلية حاليا إلى ما يزيد عن 200 مليون م^3 من المياه سنويا، ما يضع الجزائر في مراتب متقدمة عالميا من حيث إنتاج المياه المحلاة، ويوضح الشكل أيضا أن ما يتم إنتاجه من المياه المحلات ليس بالضرورة أن يوزع كليا، فحجم التوزيع يتعلق بحجم الطلب، ولذلك فلأسباب عديدة أهمها التخزين لوقت الحاجة أو بسبب مشاكل تقنية وفنية تتعلق بالإمداد هو ما يبرر الحجم التصاعدي للإنتاج التراكمي والذي يفوق الإنتاج الفعلي السنوي بحوالي 60 % خاصة في السنوات الأخيرة.

شكل 5: تطور الإنتاج السنوي لمحطات تحلية المياه في الجزائر



Source: Mr Zouheiri,19 mars 2014, P 8 .

3-3- نزع أملاح المياه الجوفية شديدة الملوحة:

من أجل الاستجابة لمتطلبات نوعية المياه فضلا عن كميتها في كل من منطقة الهضاب وجنوب الوطن برمج قطاع الموارد المائية انطلاقا من سنة 1999 عدد من محطات التحلية يقدر عددها بـ 15 محطة ذات طاقة إنتاجية تقدر بـ 153.5 هكتوم^3 في السنة، ويقدر حجم الإنتاج بـ 71597م^3 في اليوم أي ما يعادل 26.1 هكتوم^3 في السنة، أي طاقة تشغيلية لا تزيد نسبها عن 17%، وهذه المحطات يتم إدارتها من قبل المؤسسة الجزائرية للمياه ADE وتتوزع على مستوى ولاية كل من تقرت، تندوف، ايليزي، ورقلة (9 محطات).

4- الجوانب الاقتصادية لتحلية المياه واستدامتها في الجزائر

ان تقدير تكاليف المياه تؤثر به عدة عوامل وتتفاوت التقديرات بهذا الخصوص بشكل كبير أحيانا وخصوصا بسبب استخدام أسعار مدعومة لتكلفة الطاقة في عملية التحلية، ونظرا لحساسية تكاليف انتاج المياه المحلاة الى تكاليف انشاء تلك المحطات ومدى كثافة استهلاكها للطاقة، وتكاليف التمويل فانه من المفيد بيان أثر كل تلك العوامل على التكلفة الاقتصادية لوحدة المياه ($م^3$) وأبعاد ذلك على امدادات المياه من خلال التحلية (صادق، 19 – 23 نوفمبر 2005، ص 26).

4-1- تكلفة المياه المحلاة والعوامل المؤثرة فيها

تشمل تكاليف تحلية المياه التكاليف الرأسمالية اللازمة لإقامة محطات التحلية بأجهزتها ومعداتها المختلفة، وتكاليف الانتاج التي تتضمن تكاليف الطاقة وتكاليف التشغيل والصيانة والادارة وتكاليف المواد الكيميائية المستخدمة ومختلف المواد الاستهلاكية وقطع الغيار بصورة أساسية(صادق، 19 – 23 نوفمبر 2005، ص 25)، كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول 3: توزيع بعض من تكاليف محطة تحلية المياه بتقنية التناطح العكسي

عوامل متغيرة	التكلفة بالدولار للمتر المكعب من الماء
كلفة رأس المال السنوية بمعدل فائدة 5 %	0.180
كلفة الطاقة بواقع 0.06 دولار للكيلو واط	0.210
كلفة استبدال الغشاء	0.035
كلفة القوى العاملة والمواد الكيماوية	0.100
التكلفة الاجمالية	0.525

المصدر: برنامج الأمم المتحدة الانمائي (منشورات الأمم المتحدة)، 2014، ص 21 .

لا شك أن صناعة التحلية من العمليات المكلفة سواء من حيث التكاليف الرأسمالية أو تكاليف التشغيل والصيانة، ناهيك عن التكاليف غير المباشرة مثل تكاليف الضرر البيئي، فتكلفة التحلية تتأثر بالعديد من العوامل غير أن كل من التقنية المستخدمة لتحلية المياه بالإضافة الى الطاقة المستهلكة في اطار هذه الصناعة أو الوقود المستخدم في تشغيل هذه المحطات يمثلان أهم عنصرين في اجمالي تكلفة الانتاج.

مشاريع محطات التحلية في الجزائر والتي أنفق عليها الملايير، تمثل فيها الطاقة اللازمة لتشغيل محطات التحلية ككل دول العالم العامل الحاسم في تكلفة إنتاج المياه بواسطة هذه العملية، وهذا الأمر يعتمد على ما يتوفر من طاقة في المنطقة التي تقع فيها المحطة على البحر، فإذا كانت تكلفة الوقود منخفضة، فإن تحلية المياه المالحة تصبح أفضل الخيارات أمام صناع القرار لتوفير المياه العذبة من بقية الطرق غير التقليدية للمياه، وهذا ما لا يتناسب والواقع الحالي لمحطات التحلية في الجزائر، فبسبب التكلفة المرتفعة تتجه معظم البحوث العالمية نحو خفضها بواسطة إحلال طاقة

بديلة، مثل الطاقة الشمسية المتوافرة طيلة العام تقريبا وهذا ما تتوفر عليه الجزائر غير أنها لا تعتمد تقنية الطاقة الشمسية في تحلية مياه البحر، ولذلك من المتعذر استخدام مياه التحلية في قطاع الزراعة بسبب التكلفة، و يكون استخدامها عادة مقتصرا على توفير مياه الشرب، الذي يحتاج مياها ذات درجة عالية من النقاوة من دون بقية القطاعات.

جدول 4: التكاليف الرأسمالية والطاقة اللازمة لإنتاج متر مكعب من مياه التحلية

	طريقة التحلية		
التكاليف والطاقة	التناطح العكسي	التقطير متعدد التأثير	التقطير المتعدد المراحل
متوسط استهلاك الطاقة (كيلو واط / م^3)	6	11	21
تكلفة الطاقة لإنتاج متر مكعب(دولار/ م^3)	0.57	1.04	1.97
التكلفة الرأسمالية (دولار / م^3)	750	850	900

المصدر: عبد الحميد داود، ديسمبر 2012، ص 34

وفي هذا السياق نشير هنا الى أن التكلفة الانتاجية للمياه المحلاة اخذة في الانخفاض بشكل كبير بفضل التحسينات التي تشهدها تكنولوجيا تحلية المياه، فقد أكد مدير المنظمة الدولية لتحلية المياه توم بانكراتز أن صناعة تحلية المياه العالمية خلال 15 عاما الماضية قد خفضت متطلبات الطاقة بنسبة تصل الى 50% نتيجة للتحسينات التقنية (مجلة التحلية، شوال–ذو الحجة 1430، ص10)، فالتقنيات الجديدة قد أصبحت أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة وأكثر ملائمة لإنتاج أنواع المياه المختلفة، فقد خفضت هذه التطورات في التقنية التسعيرات العالمية لتقنية الومضات المتعددة المراحل متوسط سعر المتر المكعب في حدود 0.5 الى 0.8 دولار بعد أن كان 1 دولار، ويقدر متوسط تكلفة المتر المكعب بتقنية التناطح العكسي 0.99 دولار ومن 0.2 الى 0.7 دولار لتحلية للمياه المالحة الأخرى، ويشير هذا التوجه المنخفض للكلفة بأن تكنولوجيا تحلية المياه قد أصبحت من الحلول الأكثر قابلية للتطبيق في البلدان الفقيرة، وعليه فهي أكثر من ملائمة للجزائر التي تخطط لزيادة قدرات تحلية المياه لديها من 2.26 مليون م^3 الى أكثر من 8 ملايين م^3 يوميا بحلول سنة 2025، ويقدر الغطاء المالي لهذا الاستثمار بما يزيد عن 4 مليار دولار، كما قدرت التكلفة السنوية المتوقعة لتحلية المياه بالجزائر في 2025 بـ 1.574 مليار دولار، ومن جملة ذلك ستبلغ تكلفة الطاقة المترتبة على ذلك 630 مليون دولار في 2025 (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2014، ص ص 20–22).

4–2– مساهمة المياه المحلاة في الإمداد بمياه الشرب

يشكل ارتفاع مستويات المياه التي لا تدر عائدا مصدر قلق بالغ وبخاصة في بلد يعيش ندرة المياه كالجزائر، حيث تقدر نسبة الفاقد من المياه بنحو 52 % وفي بعض المدن وحتى المجهدة

مائيا يزيد عن ذلك بكثير (الموقع الالكتروني لمؤسسة الجزائرية للمياه، تاريخ الاطلاع 11 / 4 / 2019)، وهذا رقم جد كبير إذا قارنها بدول الجوار مثل تونس والمغرب التي لا تتجاوز النسبة فيهما 19 و33 % على الترتيب (Le 15aout 2007, P 103، Rapport N° 36270) ، وهذا يعني أيضا أموالا طائلة ذهبت هدرا، وخاصة إذا علمنا أن حجما كبيرا من المياه أنتج من تحلية مياه البحر الجد مكلفة والتي تساهم بما يزيد عن 58% على المستوى الوطني من مياه الشرب المنتجة، خاصة على مستوى غرب البلاد حيث تتجاوز مساهمتها 85%، وبنسبة معتبرة أيضا في باقي المناطق من الوطن (أنظر الجدول الموالي)، ولا تزال الأسباب الرئيسية لسوء أداء شبكات توفير المياه تتمثل في سوء تشغيل الشبكات وقدمها أو الربط غير القانوني بالشبكة أو تأجيل عمليات الصيانة، وقيود الميزانية، والافتقار إلى تفعيل جاد لآليات استرداد التكاليف.

جدول 5: يبين نسبة مساهمة المياه المحلاة إلى جانب المياه العادية في الإمداد بمياه الشرب

معطيات فعلية تتعلق بمحطات تحلية مياه البحر العاملة و التي في طور الاستغلال			
الجزائر العاصمة	الإنتاج من المياه المحلاة	185000 م^3/ اليوم	المساهمة
	الإنتاج الإجمالي من المياه المخصصة للشرب	950000 م^3/ اليوم	19.47 %
وهران–عين تيموشنت	الإنتاج من المياه المحلاة	290000 م^3/ اليوم	المساهمة
	الإنتاج الإجمالي من المياه المخصصة للشرب	300000 م^3/ اليوم	96.66 %
تلمسان	الإنتاج من المياه المحلاة	200000 م^3/ اليوم	المساهمة
	الإنتاج الإجمالي من المياه المخصصة للشرب	281690 م^3/ اليوم	71 %
سكيكدة	الإنتاج من المياه المحلاة	60000 م^3/ اليوم	المساهمة
	الإنتاج الإجمالي من المياه المخصصة للشرب	125000 م^3/ اليوم	48 %
معطيات كلية تتعلق بتقديرات لسنة 2012			
مياه محلاة على المستوى الوطني (طاقة إنتاجية نظرية متوقعة)		2300000م^3/اليوم	المساهمة
الاحتياجات من مياه الشرب على المستوى الوطني		7000000م^3/اليوم	%32.85

Source: Moustiri, 21–22 Novembre 2011, P 33

بحسب وزارة الموارد المائية والبيئة يقدر إجمالي الإنتاج من الماء الموجه للشرب في الجزائر سنة 2015 بحوالي 3.3 مليار م^3 في السنة، يشكل الفاقد منها 52 % كما سبق الإشارة إلى ذلك، أي أن حوالي 1.6 مليار م^3 في السنة توجه لتزويد 36 مليون فرد (وزارة الموارد المائية، تاريخ الاطلاع 2020/01/12)، وعليه فإذا تم تخفيض كمية الفاقد من المياه إلى 30 % فقط، أي استرجاع ما مقداره 22 % من المياه الضائعة والتي تقابل 377.5 مليون م^3 في السنة، فان ذلك يمكن أن يلبي احتياجات أكثر من 5 مليون فرد على أقل تقدير.

تحتاج تحلية مياه الشرب إلى طاقة عالية وموارد بشرية كبيرة من أجل إنتاجها وتوزيعها على السكان، فضلا عن تصفية ومعالجة مياه الصرف الناتجة عنها، ولهذا فان تكلفتها باهظة ويجب تغطيتها ومن غير المقبول هدرها، وفي هذا الإطار فان تخفيض حجم الفاقد من المياه يمكن الانتفاع منه كثيرا سواء من الناحية التقنية أو الاقتصادية وفي مقدمة هذه المنافع هو الحد من خسارة هذه المياه، كما تتضمن أوجه الانتفاع توفير مورد للمياه يغطي العجز الناجم عن الندرة، وكسب رضا المستهلكين فضلا عن زيادة مردود المبيعات وتخفيف الضغط الواقع على موارد المياه.

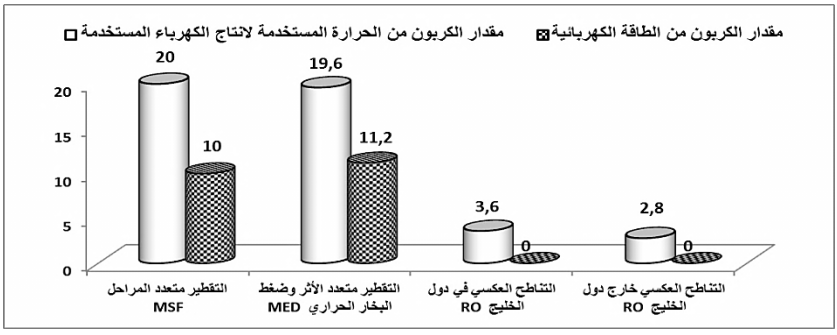
4-3- متطلبات الاستدامة في صناعة التحلية في الجزائر:

بالإمكان تحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية لصناعة التحلية في الجزائر كمصدر للماء اذا ما تم مراعات الجوانب والأبعاد التالية:

4-3-1- الاستدامة البيئية لصناعة للتحلية:

ما زالت الدراسات بشأن التكلفة البيئية لتحلية المياه غير مكتملة بشكل كلي، لكن المجمع عليه بين جميع الدول التي اعتمدت هذا البديل هو بالتحديد حجم الانبعاثات الغازية الناتجة عن محطات التحلية بالإضافة الى المحلول الملحي والذي يتخلص منه بإلقائه في البحر (بوعظم وينون، 2015، ص 38)، وفي هذا الاطار ومع تزايد الطلب على المياه المحلاة سيؤدي هذا الأخير الى تزايد انبعاث الغازات الضارة وتزايد الاثار البيئية السالبة في السواحل البحرية مع التوسع في بناء محطات مركزية أكبر بحجة انخفاض وحدة تكلفة المياه بفعل تقدم التكنولوجيا، وهو ما يوجب التعويل على الاستمرار في استخدام تقنية التناطح العكسي باعتبارها على الأقل من بين الأقل أثرا على البيئة وهو خيارا سديد وأنجع بالنسبة للجزائر وليس التقنيات الحرارية مثل MSF أو MED واللذان ينتجان أضعاف ما تنتجه تقنية التحلية بالأغشية (بشناق، 2016، ص 62)، كما يوضح الشكل التالي:

شكل 6: انبعاثات الكربون بالكيلوغرام من ثاني أكسيد الكربون لكل متر مكعب من الماء منتج حسب تقنية التحلية المستخدمة



المصدر: تقرير المنتدى العربي للبيئة و التنمية AFED، 2010، ص 132

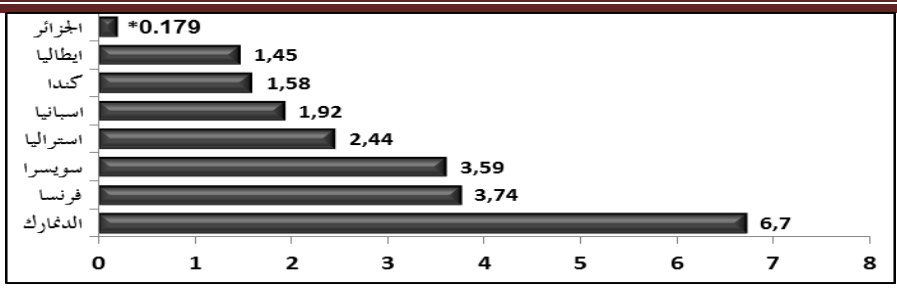
تشير الدراسات التي تمت على مستوى موارد المياه في الجزائر أن 44 % من المياه ذات نوعية جيدة، و44% ذات نوعية متوسطة لكن مرضية في حين 12 % ذات نوعية رديئة (قاعدة بيانات الفاو الخاصة بالجزائر)، أي أن الجزائر استنادا إلى هذه المعلومات ليست في وضع الخطر الصحي الكبير ولا تعاني بشكل كبير من عدم توفر المياه ذات النوعية المناسبة للاستهلاك، وقد يبرر جزء كبير من التكلفة التي تتعلق بالصحة فيما يخص الأمراض التي تتعلق بالمياه بتسجيل العديد من حالات الاختلاط لمياه الصرف الصحي بالمياه الصالحة للشرب في الجزائر والمياه الملوثة بالنفايات الصناعية، إضافة لنقص وعدم فعالية محطات التصفية والمعالجة لمياه الصرف. كما تجدر الاشارة الى أن قانون المياه الجزائري لسنة 2005 قد أوجد ما يسمى بأتاوة حماية نوعية الماء والتي تدفع لحساب الصندوق الوطني لتسيير الموارد المائية المعني بالتسيير المتكامل للموارد المائية، وتوجه هذه الأتاوى لضمان مشاركة المؤسسات بما في ذلك القائمة على تحلية المياه في برامج حماية جودة المياه والحفاظ عليها، وتهدف إلى تحمل جانب من تكاليف التغطية التي تقتضيها عملية إعادة التأهيل وتعميم الموارد المالية الإضافية لصندوق البيئة وإزالة التلوث من خلال ترتيبات معينة (الجمعية العربية لمرافق المياه، 2013، ص ص 32، 33).

كما يعد المعيار الجزائري 1992-6360na أحد المعايير الضابطة لنوعية الماء الصالح للشرب (قرار مؤرخ في 24 ربيع الثاني عام 1421، بتاريخ 20 أوت 2000، ص ص 18-23) وهو معيار معترف به عالميا لأنه هو الآخر مستنبط من معايير معترف بها بناءا على توصيات منظمة الصحة العالمية OMS ومعيار الاتحاد الأوربي وهو المطبق على مستوى محطات تحلية ومعالجة المياه.

4-3-2- الاستدامة الاقتصادية لصناعة للتحلية:

لم تصل بعد صناعة التحلية في الجزائر الى الاستدامة الاقتصادية وذلك لأسباب عديدة وفي مقدمتها الاشكال الذي يتعلق بتكلفة الطاقة، وأيضا باسترداد تكلفة الانتاج والخدمة كما هو موضح بالجدول التالي:

شكل 7: السعر المتوسط للمتر المكعب من الماء سنة 2008 لقطاع العائلات في دول مختارة مقدر بالأورو



المصدر: من إعداد الباحثين بناءا على: * تم تحويل الدينار إلى عملة الأورو على أساس أسعار الصرف لسنة 2008 (1 أورو يساوي 102 دج)

-Xavier Leflaive, 2010, P 50

يتم تسعير المياه بناء على التكلفة الحقيقية كغيرها من السلع الأخرى، إذ ينبغي أن يأخذ بالاعتبار تكاليف التشغيل والصيانة والتوزيع بالإضافة للتكاليف الرأسمالية وحتى تكاليف المعالجة والاثار البيئية، وبناء على مبادئ التنمية المستدامة للموارد المائية ينبغي في كل الأحوال استرداد تكاليف التشغيل والصيانة، والتكاليف الاستثمارية أو جزء منها إن أمكن ولو على مراحل. وفي أغلب الدول وحتى المتطورة والتي قطعت شوطا كبيرا في استرداد التكلفة على غرار فرنسا واسبانيا أو ايطاليا لم تصل إلى الآن لمرحلة استرداد كامل التكلفة الاستثمارية باستثناء الدنمارك (Xavier Leflaive, 2010, P50)، أما بالنسبة للجزائر، فبحسب تصريح وزير الموارد المائية السابق عبد الوهاب نوري لوكالة الأنباء الجزائرية، أن الدولة تقوم بتدعيم نحو أكثر 60 % من تكلفة إنتاج مياه الشرب بينما التسعيرة المتوسطة لبيع المتر المكعب من المياه للمواطن تقدر بحوالي 18 دج، وفي حين تبلغ تكلفة إنتاجه ما بين 28 و70 دج في المناطق الشمالية تصل هذه التكلفة حتى إلى 170 دج في المناطق الجنوبية من البلاد (وكالة الأنباء الجزائرية، تاريخ الاطلاع 2019/04/5).

ضرورة الانتقال من مصادر الطاقة التقليدية التي ستزداد تكاليفها مستقبلا الى مصادر الطاقة المتجددة التي تنخفض تكاليفها سنويا مع تزايد المنافسة واستخدام التقنيات الحديثة، فمن الأسباب المهمة جدا والتي تحول دون الاستدامة الاقتصادية لصناعة التحلية في الجزائر هو عدم استخدام مصادر الطاقة المتجددة المتوافرة بكثرة مثل الطاقة الشمسية من أجل التحلية، اذ يمكن أن يساهم ذلك مساهمة فعالة في تحقيق الاستدامة وتقليل التكاليف وتخفيض البصمة الكربونية وادخال الاقتصادات المحلية في طور الانتاج المبني على المعرفة (تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية، 2010، ص 131).

4-3-3- الاستدامة الادارية لصناعة للتحلية:

أي أن تنتقل الجزائر من الادارة الشبه مركزية الى الادارة المحلية، وأن يصبح دور وزارة الموارد المائية هو التخطيط والقياس والمتابعة وليس بناء وتشغيل المحطات والمرافق، وأن تفسح المجال أمام القطاع الخاص في هذا النوع من الصناعة. بالإضافة الى تطوير القدرات المحلية على اكتساب المعرفة المتطورة والقابلية لاستخدام هذه المعرفة من أجل رفع القيمة الاقتصادية عن طريق التجديد والابتكار، وينتظر من الدولة في هذا الاطار أن تدعم المشاريع الناشئة والاستثمارات المحلية في قطاعات الاقتصاد المستندة الى المعرفة والتكنولوجيا، وذلك لتشجيع الابتكار محليا وتحقيق الاستدامة في الصناعات الاستراتيجية كالتحلية والطاقة الشمسية، وفي هذا السياق على الدولة أن تخصص حوافز للشركات المحلية لجذب الاستثمارات في تصنيع مكونات معامل التحلية محليا وهذا الأمر كثيرا ما تفتقده الجزائر مثل أغشية التناطح العكسي ومضخات الضغط العالي وأجهزة استعادة الطاقة، ويمكن تحقيق ذلك بالبدء بمساعدة المصنعين المحليين في الانتاج وفقا لمعايير الجدوة المطلوبة ودفع مقاولي العقود المتكاملة الى تأمين المواد من السوق المحلية(تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية، 2010، ص 132).

الخاتمة

في خضم كل المعطيات والمتغيرات التي يشهدها موضوع تحلية المياه، لا تزال مسألة الاستدامة لهذه الصناعة ضرورة تطرح نفسها بحدة على كل الأصعدة، وقد أصبحت التحديات بشأنها كبيرة وأحيانا متناقضة، سواء تعلق الأمر من جهة على جانب الكلفة والأثر البيئي السلبي والاستهلاك الكثيف للطاقة لهذه الصناعة أو من جهة أخرى على مستوى التقدم التقني والتكنولوجي الكبير في هذه الصناعة، والذي ينعكس بدوره على مستوى الإمداد الكمي والمائي المستديم، وتبرز الأهمية القصوى في تحلية المياه التي تزداد أهميتها يوم بعد يوم في الأمر الذي يستوجب الاخذ في الاعتبار ما يترتب عليها من تكاليف اقتصادية وبيئية من جهة وما تجنيه من منافع من جهة أخرى.

النتائج واختبار الفرضيات:

– تم نفي صحة الفرضية الأولى، حيث تبين من الدراسة أن مشاريع تحلية المياه حل أكثر من مناسب من الناحية النظرية بالنسبة للجزائر وللدول التي تعاني من الندرة المائية، لكنها حقيقة تقنية مازالت مرتفعة التكاليف ويترتب عليها ضرر بيئي، الا أنها لا تمثل ذلك العائق الذي لا يمكن تجاوزه والذي يحد من تحقيق الاستدامة المائية بشكل نهائي، فمن المتوقع مستقبلا أن تصل هذه الصناعة إلى المستوى الاقتصادي والبيئي الملائم نتيجة تقدم التكنولوجيا، فالمعرفة الدقيقة للأضرار والمخاطر التي قد تنجم عن صناعة التحلية سواء على صحة المستهلكين أو على البيئة، لا يعني

بالضرورة عدم المقدرة على تلافي تلك الأخطار والأضرار، بل يكون حافزا على ابتكار تقنيات جديدة لمعالجة المشاكل التي تتعرض لها صناعة التحلية.

– لا شك من أن التوسع في مشاريع تحلية المياه أصبح مؤهلا كبيرا يمنح هامش معاملة واسع في سياسة الدولة فيما يخص مياه الشرب، فقد سمحت كميات مياه الشرب التي تؤمنها محطات تحلية المياه التي أقيمت على الساحل في الشمال الجزائري وحتى في الجنوب بتغذية متواصلة لمئات الالاف من السكان الذين يعانون من انعدام أو نقص متكرر في التزود بالماء الشروب، فمحطات تحلية مياه البحر أنتجت حجما كبيرا من المياه ساهم بنسبة معتبرة في الكثير من المناطق في الوطن، وهذا ما يثبت صحة الفرضية الثانية.

بالإضافة إلى النتائج السالفة الذكر والتي تتعلق باختبار الفرضيات، خلصت الدراسة إلى نتائج أخرى جد مهمة وتتمثل في:

– بينت الدراسة أن اختيار طريقة تحلية المياه المناسبة يعتمد على مقدار كثافة استهلاكها للطاقة وعلى الأثر البيئي الذي يترتب عليها وفي نفس الوقت الحصول على أكبر كمية من المياه وبأحسن نوعيه لها وبأقل تكلفة، وهنا بالتحديد تكمن صعوبة الحصول على كل هذه النتائج بوقت واحد.

– ما يعاب على مشاريع تحلية المياه في الجزائر حتى في ظل الندرة المائية التي تعيشها البلاد، هو التراخي في استخدام الأدوات الاقتصادية الحديثة في قضايا المياه والبيئة، وعدم اعتماد ما يعرف بكفاءة استخدام الطاقة وهي من المعايير الرئيسية في انشاء محطات التحلية.

– يجب أن يراعي التوجه الاقتصادي لصناعة التحلية ما أمكن الموازنة بين البعدين الاقتصادي والاجتماعي والبيئي للاستدامة قدر الإمكان، ففي حين يجب تحقيق عوائد كافية من توفير المياه لمختلف المستهلكين والمستخدمين، يجب أن يكون ذلك بطريقة تضمن الحد من الأثر البيئي السلبي لهذه الصناعة وتقلل التكلفة فضلا عن مراعاة قدرة جميع الفئات الاجتماعية على تحمل تكاليف الحصول على المياه.

التوصيات:

– ضرورة الأخذ في الاعتبار القيمة الاقتصادية للمياه في عملية صنع السياسات واتخاذ القرار، بالإضافة إلى دراسة جميع الخيارات المتاحة لمشاركة القطاع الخاص في صناعة التحلية بهدف زيادة الكفاءة الاقتصادية وتحسين جودة الخدمة، مع ضرورة تقييم التجربة الحالية والاستفادة من نتائجها للمرحلة القادمة.

– تشجيع الجهات البحثية مع تعزيز البحث والتطوير في مجال تقنيات التحلية والمعالجة بهدف الارتقاء إلى توطين هذه التقنيات في الجزائر وخفض التكلفة والآثار البيئية لها ورفع القيمة المضافة

لمشروعات التحلية والمعالجة، وزيادة الاعتماد على الطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية وبالتحديد في مجال تحلية المياه.

– ضرورة وضع برامج توعية للمواطن بأهمية ترشيد استهلاك المياه والتصدي لثقافة الوفرة، و من الاصلاحات التي ينبغي ادخالها على السياسات اعطاء أولوية لمكافحة المياه المتسربة وغير المبررة في شبكات التوزيع وذلك قبل انشاء أي طاقة انتاجية جديدة للتحلية.

المراجع باللغة العربية

1– مجلة NATURE الطبعة العربية (الدورية الشهرية العالمية للعلوم)، السنة الثالثة، العدد 25، أكتوبر 2014، مدينة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية

2– يحي نبهان، الأقاليم المناخية، دار جليس الزمان للنشر والتوزيع، الطبعة 1، عمان، الأردن، 2009

3– أندريا سيبولينا، جيورجيو ميكاله، ترجمة غازي درويش، التكنولوجيا والطاقة الخضراء تحلية مياه البحر سيرورات الطاقة التقليدية والمتجددة، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، لبنان، 2011

4– محمد عبد الحميد داود، الادارة المتكاملة لموارد المياه بالمناطق الجافة دراسة تطبيقية على دولة الامارات العربية المتحدة، مجلة رؤى استراتيجية، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، المجلد الأول، العدد 1، ديسمبر 2012

5– عيسى جمعة ابراهيم، السيد عبد الهادي الشاوي، السكان والمياه في دولة قطر، اللجنة الدائمة للسكان، الطبعة الأولى، الاصدار رقم 18، قطر، 2015

6– التقرير العربي للتنمية المستدامة، العدد الأول، الجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، بيروت، لبنان، 2015

7– كمال بوعظم، أمال ينون، تحلية مياه البحر في الجزائر بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة خلال الفترة 2005 – 2015، مجلة الباحث، عدد 16، جامعة ورقلة، 2016

8– وزارة الطاقة والمناجم، حصيلة انجازات قطاع الطاقة والمناجم 2000–2008، الطبعة 4، 2009

9– عبد الكريم صادق، الجوانب الاقتصادية للمياه في دول مجلس التعاون الخليجي، مؤتمر الخليج السابع للمياه "المياه في دول مجلس التعاون الخليجي–نحو ادارة متكاملة" أيام 19–23 نوفمبر 2005، الكويت

10– مجلة التحلية، المؤسسة العامة للتحلية المياه المالحة، عدد 53، شوال–ذو الحجة 1430، الرياض، السعودية

11- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (المكتب الإقليمي للدول العربية)، تقرير حوكمة المياه في المنطقة العربية إدارة الندرة وتأمين المستقبل (مياهي)، منشورات الأمم المتحدة، لبنان، 2014

12- كمال بوعظم، أمال ينون، تحلية مياه البحر في العربية السعودية :العوائد المحققة والتكاليف المتحملة الفترة 2000 – 2014 ، مجلة بحوث اقتصادية عربية، العدد 71 ، صيف 2015، لبنان

13- عادل أحمد بشناق، مستقبل تحلية المياه في دول الخليج والعالم العربي، منتدى التنمية الخليجي السادس والثلاثون بعنوان 'حتى لا يعطش الخليج–المياه والتنمية في الخليج- " يومي 19 – 20 فيفري 2016، البحرين

14- الجمعية العربية لمرافق المياه، إدارة مرافق المياه "حالات دراسية من المنطقة العربية"، منشورات ACWUA، عمان، الأردن، 2013

15- قرار مؤرخ في 24 ربيع الثاني عام 1421 الموافق 26 جويلية سنة 2000 يتعلق بمواصفات مياه الشرب الموضبة مسبقا وكيفية عرضها، الجريدة الرسمية، العدد 51، ، بتاريخ 20 أوت 2000

16- تقرير المنتدى العربي للبيئة و التنمية 2010 "المياه إدارة مستدامة لمورد متناقص"، المنتدى العربي للبيئة، بيروت، لبنان، 2010

المراجع باللغة الأجنبية:

17 - Juan Canovas Cuenca, Report on water désalination status in the Mediterranean countries, primera educion, Instituto Murciano de l'investigacion y Desarrollo Agroalimentario, Spain, 2013

18 - Mr Zouheiri, Récupération de l'énergie au sein de la BWC, Journée d'étude sur l'Eau et l'Énergie à l'occasion de la journée mondiale de l'eau 19 mars 2014, Centre Universitaire d'Ain Témouchent,

19 - Moustiri abdelatif, Stratégie et indicateurs du secteur de l'eau en Algérie, Ministère des ressources en eau et de l'environnement, Le Caire, 21-22 Novembre 2011

20 - Rapport N° 36270- DZ "République Algérienne Démocratique et Populaire "A la recherche d'un investissement public de qualité -Une Revue des dépenses publiques, La Banque Mandale, Le 15aout 2007

21 - Xavier Leflaive, Le prix de l'eau et des services d'eau potable et d'assainissement, Editions OCDE, Paris, France, 2010

مواقع الانترنيت:

- البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة https://portail.cder.dz/
- مؤسسة الجزائرية للمياه http://www.ade.dz/
- وكالة الأنباء الجزائرية http://www.aps.dz/ar/
- وزارة الموارد المائية والبيئة http://www.mre.dz/
- قاعدة بيانات الفاو الخاصة بالمياه http://www.fao.org/nr/water/aquastat/