تحلية مياه البحر في الجزائر: بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة خلال الفترة (2005-2015)

كمال بوعظم (*)
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
جامعة سطيف1 - الجزائر
أمال ينون (**)
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
جامعة محمد الصديق بن يحيى، جيجل - الجزائر

ملخص : تهدف هذه الدراسة إلى إظهار المنافع التي حققتها تحلية مياه البحر بالنسبة للجزائر خاصة ما ارتبط بضمان مياه شرب صحية إلى جانب تحديد التأثيرات البيئية لمحطات التحلية على مختلف النظم البيئية خلال الفترة الممتدة بين (2005-2015) اعتمادا على مجموعة من المؤشرات المرتبطة بأداء محطات التحلية في الجزائر، فضلا عن مجموعة من المعطيات العامة التي تتشاركها مختلف محطات تحلية مياه البحر في العالم.

وخلصت نتائج الدراسة إلى أن تحلية مياه البحر تسهم بما نسبته (14%) في الميزان المائي الوطني. مقابل ذلك، لا توجد دراسات حقيقية لمدى التأثير البيئي لهذه المحطات على مختلف النظم البيئية رغم الحقيقة المثبتة على المستوى العالمي بالتأثير السلبي لمخرجات محطات التحلية (المحلول الملحي والانبعاثات الغازية) على هذه النظم.

الكلمات المفتاح : تحلية مياه البحر، مياه شرب، تأثيرات بيئية، جزائر، نظم بيئية.

تصنيف JEL : Q24، Q51، Q53.

- تمهيد:

شكلت الجغرافية المائية للجزائر محور اهتمام بالغ لدى السلطات خاصة مع مطلع الألفية الثالثة، بعد التحولات الاقتصادية التي عرفتها والنمو السكاني المرتفع الذي ولد ضغطا على هذا المورد الحياتي، وجعل الميزان المائي يعاني تحت ضغط الطلب المتزايد وانخفاض العرض المستمر. وأمام هذه الوضعية، وجدت الجزائر في تحلية مياه البحر بديلا مهما لمواجهة ذلك في ظل توفر المقومات الرئيسة لقيام هذه الصناعة الدقيقة تقنيا والمكلفة ماليا.

لقد صنعت تحلية مياه البحر الفارق في المعادلة المائية للجزائر من خلال تحقيقها للهدف الأهم، وهو إعادة توزيع الموارد المائية التقليدية باتجاه قطاعات مهمة للاقتصاد الوطني إلى جانب تحقيق استقرار اجتماعي كان له الأثر الكبير على النمو الاقتصادي الذي عرفته.

ورغم كل المنافع المترتبة عن تحلية مياه البحر، والقيمة المضافة التي تساهم بها في معالجة اختلال الميزان المائي في الجزائر إلا أنها تطرح تحديات متنامية بخصوص الدور السلبي الذي تمثله محطات التحلية على النظم البيئية المختلفة وهذا ما يجعلنا نتساءل:

هل حققت تحلية مياه البحر في الجزائر المواءمة بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة خلال الفترة الممتدة بين (2005- 2015)؟

وللإجابة على هذا التساؤل، ننطلق من الفرضيتين التاليتين:

- أسهمت تحلية مياه البحر في الجزائر في ضمان التزود اليومي بمياه الشرب لكل المواطنين.
- لا يوجد أي تأثير لتحلية مياه البحر في الجزائر على البيئة بسبب إجراءات الحماية التي تعتمدها كل محطة.

ومن بين الدراسات السابقة التي تناولت الموضوع بشكل جزئي أو كلي نجد:

- **دراسة يحي وناس (2007)**، أطروحة دكتوراه في القانون العام بجامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان- بعنوان"**الآليات القانونية لحماية البيئة في الجزائر**". ومن أهم النتائج التي توصل إليها الباحث، غياب مرجعية واضحة فيما يتعلق بالمنهجية والوسائل المادية والبشرية والإطار الزماني لمعالجة حالات التدهور الخطيرة التي تعاني منها مختلف عناصر البيئة في الجزائر فضلا عن تأثر التدخل المحلي لحماية البيئة نتيجة غياب وعدم فعالية الإدارة المركزية للبيئة. وهذا في حد ذاته راجع لعدم ملائمة التنظيم القانوني والإداري المحلي لوظيفة حماية البيئة.

- **دراسة آمال ينون (2016)**، أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية بجامعة سطيف-1- بعنوان"**تحليل تكلفة تحلية مياه البحر- دراسة مقارنة بين الجزائر والمملكة العربية السعودية-**". ومن بين النتائج التي توصلت إليها الباحثة، تصاعد أهمية المياه المحلاة في معالجة اختلال الميزان المائي أين تحسنت جميع مؤشرات التزود بمياه الشرب

eMail : (*) Bouadamkamel@yahoo.fr & (**) Amel.yennoune@yahoo.fr

للمواطن الجزائري خاصة في المدن الكبرى فضلا عن إعادة توجيه المياه التقليدية نحو الزراعة إلى جانب غياب رؤية حقيقية ودراسات لمدى التأثير البيئي لمحطات تحلية مياه البحر على النظم البيئية.

1- جغرافية تحلية مياه البحر في الجزائر: ساهمت الوضعية المائية التي عرفتها الجزائر مطلع الألفية الثالثة في البحث عن بدائل غير تقليدية لزيادة عرضها المائي، فكانت تحلية مياه البحر هي أفضل بديل في ظل توفر المقومات المساعدة على ذلك على غرار مصادر الطاقة والشريط الساحلي.

1-1- دوافع لجوء الجزائر لتحلية مياه البحر: كان لجوء الجزائر لتحلية مياه البحر نتاج مجموعة من الدوافع المرتبطة بطبيعة هذا البديل غير التقليدي من ناحية، وبالواقع المائي الجزائري من ناحية أخرى.

أ) الدوافع المرتبطة بطبيعة تحلية مياه البحر: ترجع هذه الدوافع إلى الخصائص التي تميز صناعة تحلية مياه البحر عن غيرها من الصناعات الأخرى، والتي تعد قاسما مشتركا بين جميع الدول التي اعتمدت هذا الخيار. وتتمثل في:[1]

- عدم خضوع صناعة التحلية للتقلبات المناخية كما أن محطات التحلية يمكن إنشاؤها بالقرب من مراكز الاستهلاك مما يقلل من تكلفة ضخ المياه الجوفية أو مد خطوط أنابيب لتوصيل المياه إلى المناطق النائية؛
- تعتبر تكلفة تشغيل محطات التحلية مرتفعة إلا أن تكلفتها الرأسمالية تعد أقل من تكلفة تشغيل المنشآت التقليدية على غرار السدود إلى جانب عدم ثبات كميات المياه التي يتم حصادها نظرا لعدم انتظام حدوث السيول في المناطق الجافة؛
- تحتوي محطات التحلية على معدات ميكانيكية كالمضخات التي يتم تطويرها باستمرار لاسيما ما يتعلق برفع كفاءتها وزيادة قيمتها الاقتصادية؛ وصناعة تحلية المياه تحول مياه البحر المالحة والمياه الجوفية المالحة والمختلطة إلى مياه ذات مواصفات ممتازة مما يجعلها صالحة لجميع الأغراض المنزلية؛
- صناعة التحلية ليست عليها محاذير سياسية أواجتماعية أوقانونية كتلك المحاذير التي تتعلق بالخزانات المائية الطبيعية أو أحواض الأنهار المشتركة. وتتوافر محطات التحلية في أحجام مختلفة كما أنها تستخدم تقنيات متنوعة مما يجعلها مناسبة لجميع الاستخدامات من المنازل الصغيرة وحتى المدن الكبرى؛
- الاستثمار في صناعة التحلية أكثر جدوى من تمويل مشروعات المياه التقليدية كما أن الوقت المطلوب لإنشاء محطات التحلية أقصر من الوقت الذي يتطلبه مد خطوط أنابيب لتوصيل المياه إلى المناطق النائية.

ب)الدوافع المرتبطة بالحالة المائية في الجزائر: مثلت المعادلة المائية في الجزائر خلال تسعينيات القرن العشرين دافعا قويا نحو تعزيز التوجه لتحلية مياه البحر وذلك بسبب:[2]

- موجات الجفاف التي شهدتها الجزائر على مدار العقود الماضية وخاصة في ثمانينيات وتسعينيات القرن العشرين، والتي أثرت بشكل كبير على كمية الموارد المائية سواء تلك الموجهة لتغذية الخزانات الجوفية أو تلك الموجهة لملء السدود؛
- محدودية الموارد المائية في شمال البلاد التي تضم كثافة سكانية مرتفعة على الساحل؛ وهذا ماكان له انعكاس كبير على حجم الموارد المائية خاصة الجوفية منها التي تعرضت للضخ المفرط، ووصلت في بعض المناطق لعتبة حرجة. وأصبحت تعبئتها تشكل تهديدا كبيرا لاحتياطاتها من حيث كميتها وتبديد نوعيتها، خاصة وأن عملية حفر الآبار واستغلالها لا تخضع لقانون محدد بل هناك ملكية شبه مطلقة للآبار من قبل المواطنين حتى وإن تم التصريح بها لدى الجهات المعنية؛ فإنها لا تخضع للاستدامة في استغلالها والاستفادة من مياهها في ظل غياب تقنيات تحدد معدل التجدد ومقدار السحب غير المضر؛
- بوادر التغير المناخي التي عرفتها بعض أقاليم البلاد خلال العقد الأخير، والتي ميزها التذبذب الكبير في كمية التساقط (المطر والثلج) من حيث توقيت سقوطها وحتى مكان سقوطها. وهذا ما كان له تأثير كبير على فرص الاستثمار في مجال الموارد المائية التقليدية؛
- توفر الجزائر على شريط ساحلي بطول (1,200) كلم، يضم (14) ولاية تشهد تركز حضري كبير مما أدى إلى زيادة الطلب على مياه الشرب التي بات ضمانها من الموارد التقليدية غير متاح بشكل كلي؛
- وفرة الموارد المالية والطاقوية الضرورية لقيام صناعة تحلية مياه البحر التي تعد صناعة مكلفة جدا خاصة من حيث نوع التقنيات المستخدمة، وكمية الطاقة المستهلكة.

1-2- البدايات الأولى لتحلية مياه البحر في الجزائر: ترجع البدايات الأولى لصناعة التحلية في الجزائر إلى ستينيات القرن العشرين، ويمكن تلخيص أهم المراحل التي مرت بها تحلية المياه في الجزائر في النقاط الآتية:[3]

- سنة1964: شهدت هذه السنة إنشاء أول محطة (وحدة صغيرة) لتحلية مياه البحر على الساحل الغربي لمدينة أرزيو- وهران- بطاقة إنتاج يومي تعادل (573) م^3/اليوم. وأنشئت من قبل الشركة الفرنسية (Veolia Sidem). وكان الغرض الأساسي من إنشاءها هو تلبية احتياجات المنطقة الصناعية. ودخلت حيز الخدمة سنة 1965 باعتماد تقنية التبخير متعدد التأثير(MED)؛
- سنة 1969: شهدت هذه السنة إنشاء ثاني وحدة لتحلية مياه البحر، واحتضنتها أيضا مدينة أرزيو- وهران- بطاقة إنتاج يومي تعادل (3,000) م^3، وأنشئت من قبل شركة (Weir Tchna)؛

- بعدها، توالت عملية إنشاء محطات تحلية صغيرة الحجم بتقنيات التقطير الومضي، التضاغط البخاري لماء البحر. وباستخدام الديلزة الكهربائية والتناضح العكسي للمياه قليلة الملوحة (مياه الآبار)؛
- سنة 1994: تم إنشاء وحدة للتحلية تعمل بتقنية التناضح العكسي في ولاية مستغانم، بطاقة إنتاج تعادل (5,200) م^3/اليوم. وكان الغرض من إنشاءها هو تلبية متطلبات صناعة الورق من المياه؛
- سنة 1996: تم إنشاء وحدة للتحلية بمدينة عنابة تعمل بتقنية التناضح العكسي بطاقة إنتاج تعادل (5,184) م^3/ اليوم، وتم الاعتماد عليها لتوفير احتياجات شركة أسميدال من المياه؛
- سنة 2002؛ وفي إطار المخطط الاستعجالي وبإشراف الحكومة تم إنشاء (21) محطة تناضح عكسي لتحلية مياه البحر. وقدرت الطاقة الإنتاجية لهذه المحطات مجتمعة (57,500) م^3/اليوم، كانت موزعة بين الشريك الجزائري والشريك الألماني؛
- سنة 2005؛ شهد تدشين أول محطة كبرى لتحلية مياه البحر من قبل الرئيس الجزائري؛ وهي محطة كهرامة بمدينة أرزيو- وهران بطاقة إنتاج تعادل (88.6×10^3م^3). ومثل التدشين آنذاك المرحلة الأولى لبرنامج طموح لانجاز(13) محطة كبرى لتحلية مياه البحر بسعة إنتاج إجمالي (2.31) مليون م^3/اليوم ما يعادل (843) مليون م^3/السنة.

1-3- تقنيات تحلية مياه البحر المعتمدة في الجزائر: تنقسم تقنيات التحلية عموما إلى قسمين رئيسيين: التقنيات الغشائية (التناضح العكسي (RO)، الديلزة الكهربائية (ED)) والتقنيات الحرارية (التقطير الومضي متعدد المراحل(MSF)، والتبخير متعدد التأثير(MED) والتضاغط البخار(VC)). وهناك تقنيات جديدة لكنها تعتمد على نفس مبدأ عمل هذه التقنيات. وفي الجزائر، تعتمد تقنية (RO) في أغلب محطات التحلية باستثناء محطة واحدة تعتمد على تقنية (MSF).

أ) **التناضح العكسي (RO):** تعتمد تقنية التناضح العكسي على الظاهرة الطبيعية المعروفة بالخاصية الأسموزية، وهي عملية انتقال المياه العذبة من المحلول الملحي الأقل تركيز إلى المحلول الملحي الأعلى تركيز من خلال أغشية شبه نفاذية مما يسبب فرق ضغط في جانبي الغشاء يسمى الضغط الأسموزي. فعند بذل ضغط على المحلول الملحي يفوق الضغط الأسموزي، تبدأ المياه العذبة بالتدفق من المحلول الملحي إلى الجهة المقابلة من الغشاء.[4]

ب) **التبخير الومضي متعدد المراحل (MSF):** تعتمد هذه التقنية على عملية التبخير الومضي أي يلزم تسخين الماء المالح إلى درجة حرارة أعلى من درجة الغليان (عند ضغط معين) ثم فجأة يضخ الماء المالح الساخن إلى غرفة عند ضغط اقل من ضغط الغليان، فيحدث التبخر الفجائي (الومضي). ويتكون البخار والذي يتم تكثيفه ليصبح الماء المنتج.[5]

1-4- خريطة تحلية مياه البحر في الجزائر: تطورت خريطة التحلية في الجزائر مع اعتماد المخطط الاستعجالي لسنة 2002 سواء من حيث سعة المحطات أو من حيث الطاقة الإنتاجية (2×10^3- 500×10^3) م^3/ اليوم.

أ) محطات التحلية صغيرة الحجم: (2,000- 5,500) م^3/اليوم: أنشأت الجزائر في البداية، وحدات تحلية صغيرة الحجم من النوع المتنقل. وكانت موجهة لتزويد السكان بمياه الشرب. وتراوحت طاقتها الإنتاجية بين (2,000- 5,500) م^3/اليوم. وقد تم إنشاء هذه المحطات من قبل:

- الشركة الألمانية (LINDE-KCA)؛
- الشركة الجزائرية (Hydro-Traitement).

وقد توقفت أغلب المحطات الصغيرة عن الخدمة باستثناء عدد قليل جدا(03 محطات) تم إعادة تحويلها لولايات أخرى في إطار دعم قدرات التزود بمياه الشرب خاصة في المراكز الحضرية. ويرجع سبب ذلك لدخول محطات التحلية الكبرى الخدمة أين تمتاز بسعاتها الإنتاجية المرتفعة، والأهم بتكلفتها المنخفضة مقارنة بالمحطات الصغيرة (الجدول رقم (01)).

ب) محطات التحلية الكبرى: الطاقة الإنتاجية: (88.6×10^3-500×10^3) م^3/اليوم: تحصي الجزائر اليوم (10) محطات تحلية كبرى في الخدمة (في انتظار بداية إنتاج محطة المقطع في وهران). مقابل محطتين (الشط وواد السبت) لم ينطلق في انجازها بعد. وتتراوح سعات هذه المحطات بين (88.6×10^3-500×10^3) م^3/اليوم. وقد أنفقت الجزائر مبالغ مالية كبيرة لإنشاء هذه المحطات وفق عقود الشراكة (BOOT)، أين يرجع فيها النصيب الأكبر للشريك الأجنبي بنسبة (51%) باستثناء محطة كهرامة (95% للجزائر) والحامة (70% للشريك الأجنبي) (الجدول رقم (02)).

2- مساهمة تحلية مياه البحر في توفير مياه الشرب: تمكنت الجزائر منذ تبنيها لخيار تحلية مياه البحر مطلع الألفية الثالثة من تخفيف الضغط على مواردها المائية التقليدية (السطحية منها والجوفية). وارتفعت مساهمة المياه المحلاة في الميزان المائي لتبلغ (14%) سنة 2015.[6]

2-1- تطور إنتاج الماء المحلى في الجزائر خلال الفترة (2005-2015): منذ دخول أولى محطات التحلية الكبرى (كهرامة) الخدمة سنة 2005، بدأ إنتاج المياه المحلاة يعرف نموا من سنة إلى أخرى خاصة مع التحسين المستمر الذي واكب عمل هذه المحطات التي تضم مخابر لتحليل ورصد نوعية المياه المحلاة المنتجة وجودتها. ورغم

أن المحطات الكبرى لا تعمل بطاقاتها الإنتاجية التصميمية مائة في المائة إلا أن الإنتاج الفعلي تحسن بشكل كبير مع مطلع سنة 2010، ليبلغ (1,700) مليون م^3 سنة 2015 (الجدول رقم (03)).

وقد كان لتطور الإنتاج اليومي من الماء المحلى دورا محوريا في تحسن المؤشرات المرتبطة بالتزود بمياه الشرب أين تحسنت جميع المؤشرات (حجم المياه المنتجة، معدل التزود اليومي ومعدل التغطية بالشبكة) (الجدول رقم (04)).

2-2- الوزن النسبي للماء المحلى في الميزانية المائية لبعض الولايات: تصاعدت أهمية المياه المحلاة في الجزائر في السنوات الأخيرة، وبرز وزنها كمصدر أساسي لمياه الشرب في المدن الكبرى التي عرفت كثافة سكانية مرتفعة جسدتها الهجرة الكبيرة من الريف نحو المدينة. وهذا ما أدى إلى ظهور تجمعات حضرية كبيرة في العاصمة، وهران وتلمسان. فكان لمياه البحر المحلاة دورا في تخفيف العجز الذي لازم الميزان المائي الوطني، وتحسنت حصة المواطن الجزائري من مياه الشرب فضلا على أنها أصبحت متاحة يوميا في العديد من المدن (الجدول رقم (05) و الجدول رقم (06)).

2-3- مدى ملائمة المياه المحلاة للشرب طبقا للمعايير المعتمدة دوليا: تشير مختلف الآراء الصادرة عن الجهات ذات الصلة بمحطات تحلية مياه البحر(خاصة المسئولين لدى شركة الطاقة الجزائرية والجزائرية للمياه)، أن الماء المحلى الذي تنتجه محطات التحلية في الجزائر ذو نوعية ممتازة ويتلاءم ومعايير منظمة الصحة العالمية (الجدول رقم (07)). كما أن المراقبة المستمرة لنوعية المياه التي تغذي محطات التحلية وصولا إلى عملية الإنتاج ثم التوزيع لها الأثر الكبير في تقديم ماء محلى بجودة ممتازة في ظل توفر مخابر تحليل لهذه المياه تعمل يوميا ولمدة (24/24) سا. وهناك من يؤكد على أن نوعية الماء المحلى أفضل من نوعية الماء الذي توفره بعض السدود.

وساعدت الخصائص التي تتوفر عليها مآخذ مياه البحر التي تغذي محطات التحلية في الجزائر في التأثير في نوعية الماء المحلى المنتج انطلاقا من التركيز على المواقع التي تمتاز مياهها بدرجة مقبولة من الجودة (من حيث درجة الملوحة والحرارة) وغير معرضة للتلوث بشكل دوري (الجدول رقم (08)).

3- تحلية مياه البحر وحماية البيئة في الجزائر: تنتج محطات تحلية مياه البحر في الجزائر على غرار باقي محطات التحلية في العالم، نوعين من المنتج النهائي غير المرغوب فيه: المحلول الملحي والانبعاثات الغازية التي تعتبر غير مرغوبة بالنسبة لصناعة تحلية مياه البحر بالنظر لتأثيراتهما السلبية على البيئة بنظمها المختلفة. هذه التأثيرات، التي تعد معروفة على المستوى العام لكن تحديدها بشكل دقيق لكل محطة ولكل اقتصاد لازال يخضع لسلسلة من المعايير والردود السريعة للقائمين على شؤون هذه المحطات خاصة في الجزائر.

3-1- الانبعاثات الغازية: إن تقدير الانبعاثات الغازية الصادرة عن محطات تحلية مياه البحر في الجزائر ليس بالأمر اليسير خاصة في ظل تنوع المصادر المسئولة عن انبعاث هذه الغازات:

أ) تعد محطات التحلية مستهلكا رئيسيا للطاقة؛ هذه الطاقة، التي تولد من مصادر أحفورية (نفط وغاز طبيعي). وتتباين كمية الانبعاثات الصادرة تبعا لمصدر الطاقة المستخدم في توليد الطاقة الكهربائية لعمل محطات التحلية؛

ب) الانبعاثات المرتبطة بالكيميائيات المستخدمة في المعالجة الأولية تحديدا، والتي تتركز بدرجة أساسية في محطات (RO)[7]؛

ج) الانبعاثات الناتجة أيضا عن تعويض الفلتر ومخلفات الصرف...الخ.

وتستهلك محطات التحلية كميات مرتفعة من الطاقة (الطاقة الكهربائية فقط بالنسبة لمحطاتRO والحرارية والكهربائية بالنسبة للمحطات الحرارية) (الجدول رقم (09)). وباستثناء محطة كهرامة الحرارية، فإن جميع المحطات العاملة في الجزائر تعتمد على الطاقة الكهربائية في عملها أين تتباين كمية الاستهلاك من محطة إلى أخرى (الجدول رقم (10)). ورغم أنه لا تتوفر إحصائيات شاملة لمقدار الكمية التي تستهلكها محطات التحلية فعليا من إجمالي الطاقة المنتجة في الجزائر إلا أن الواقع يؤشر لكميات مرتفعة خاصة مع الدعم المرتفع الذي تحظى به أسعار الطاقة، والذي انعكس بشكل سلبي على التكلفة الحقيقية للمتر المكعب المنتج من الماء المحلى، والذي جعل من سعر بيع الماء المحلى مرتفعا نسبيا (الجدول رقم (11)).

وتشير الآراء الصادرة عن الجهات المعنية لدى شركة الطاقة الجزائرية، أن جميع محطات التحلية العاملة في الجزائر تعتمد على الطاقة الكهربائية المولدة عن طريق الغاز الطبيعي الذي يتم حرقه خارج محطات التحلية، بما يؤشر إلى أن هناك تلوث صفري بالنسبة للمحطات الغشائية (RO) والاستثناء الوحيد هو محطة كهرامة التي تعمل بتقنية (MSF).[8]

لكن هذه الحقيقة قد تكون منافية للواقع ولو بشكل جزئي على اعتبار أن هناك كما هائلا من الكيميائيات التي تستخدم بشكل يومي في محطات التحلية، والتي ينتج عنها انبعاثات متباينة كما سبق توضيحه. ورغم أن الجميع يؤكد أن محطات التحلية التي أنجزت أخذت بعين الاعتبار كافة الجوانب البيئية والتأثيرات المحتملة، إلا أن الحقيقة أن الحديث عن انبعاثات غازية لمحطات التحلية في الجزائر أمر غير وارد على الأقل بشكله العام كمصدر من مصادر التكلفة

البيئية مع العلم أن شركة المشروع التي تتولى مهمة العقود المرتبطة بالصيانة والهندسة على مستوى جميع محطات التحلية تتوفر على إدارة خاصة بالبيئة والصحة والسلامة.

أما الكيميائيات المصروفة بالنسبة لمحطات التحلية في الجزائر فإنها مرتبطة بكثافة المعالجة الأولية التي ترتبط أساسا بنوعية مياه البحر إلى جانب تلك المستخدمة في تنظيف الأغشية والفلتر.

وأكدت جميع الدراسات التي أجريت على المستوى العالمي ارتفاع تكلفة انبعاثات غاز(Co_2) لمختلف تقنيات التحلية خاصة بالنسبة للمحطات التي تعتمد على التقنيات الحرارية (MSF+MED)، وترتكز على الطاقة الأحفورية في عملها (الجدول رقم (12)). لذلك بدأت التحلية باستخدام الطاقة المتجددة (خاصة الشمسية منها) تأخذ مكانا لها ضمن خريطة التحلية العالمية.

3-2- المحلول الملحي: إلى جانب الانبعاثات الغازية التي تنتجها محطات تحلية مياه البحر في الجزائر كأهم المنتجات غير المرغوب فيها، فإنه يوجد منتج ثان غير مرغوب فيه (على الأقل في الوقت الراهن) رغم المنافع التي يمكن أن يمنحها للجزائر إذا ما تم إعادة تدويره واستعادته كمنتج مفيد للإنسان والبيئة على حد سواء.

هذا المنتج هو المحلول الملحي الذي تنتجه محطات التحلية بنوعيها الحرارية والغشائية، والذي يحتوي على نسبة تركيزات مرتفعة جدا من الأملاح والكيميائيات التي تم استخدامها أثناء المعالجة الأولية والثانوية. وتنتج الجزائر كميات هائلة من المحلول الملحي ترتبط أساسا بمقدار الكميات المأخوذة لإنتاج المياه المحلاة التي تتجاوز (1.5) مليون م^3 يوميا بما يعطي تقدير لحجم المحلول الملحي الناتج عن هذه الكميات يتجاوز ملايين الأمتار المكعبة بأضعاف (الجدول رقم (13)).

وأثبتت جميع الدراسات أن للمحلول الملحي تأثير سلبي على النظم البيئية البحرية خاصة إذا تم التخلص منه بشكل مباشر في البحر دون تخفيف تراكيزاته. وأهم التأثيرات:[9]

- ارتفاع درجة حرارة المحلول الملحي (10- 15) درجة مئوية، تزيد من درجة حرارة مياه البحر المحيطة، هذا الفرق يكون له آثار سلبية على النظم البيئية البحرية؛
- يعد الكلورين أهم المواد المستخدمة في مقاومة اتساخ الأغشية في محطات التحلية التي تعمل بتقنية (RO)، ولكن تفاعل الكلورين مع المركبات العضوية في مياه البحر يكون عددا كبيرا من مركبات الكلورايد والهالوجينات الثانوية التي أوضحت العديد من الدراسات أنها مركبات مسرطنة وضارة للحياة البحرية؛
- إن تركيز الأملاح الذائبة الكلية في المياه العادمة الناتجة عن محطات التحلية قد يزيد كثيرا عن مستوياته في مياه البحر الطبيعية مما يؤثر سلبا على الكائنات البحرية القاعية.

وفي هذا المنحى، تشير جميع الدراسات إلى أن التكاليف الناتجة عن التخلص من المحلول الملحي في الجزائر غير معروفة لحد اليوم، ونفس الأمر بالنسبة لتأثيرها على البيئة الذي يرفض القائمين والمسئولين عن محطات التحلية الحديث عنه. ويؤكدون أن هذه الجوانب تم أخذها بعين الاعتبار عند تشييد المحطات، وأن عملية التخلص من المحلول الملحي ملائمة ومطابقة للمعايير التي تحافظ على سلامة البيئة حيث يتم مراعاة الخصائص البيئية في تشييد قنوات صرف المحلول الملحي من حيث عمقها وطولها (الجدول رقم (14)).

3-3- الجوانب المرتبطة بحماية البيئة في محيط محطات تحلية مياه البحر: ربما لا يوجد تشريع بيئي خاص بمحطات تحلية مياه البحر في الجزائر بشكل صريح، لكن كل ما يتعلق بالبيئة فهو يندرج ضمن التشريع البيئي. والجزائر غنية بالقوانين التي تنظم حماية النظم البيئية على اختلاف أنواعها وخاصة المائية منها هذا من جهة، ومن جهة أخرى تحظى مشاريع تحلية مياه البحر تحديدا بدعم كبير من قبل الحكومة. وهذا ما توج في شكل شراكة وتعاون مع العديد من الدول والمنظمات فيما يتعلق بتطوير التقنيات وأيضا دراسة مختلف الجوانب الفنية والبيئية لهذه المشاريع ، ومحاولة جعلها البديل التنموي الأفضل لاستدامة المياه في المستقبل القريب والبعيد للجزائر تحديدا ودول الندرة المائية عموما. وسنستعرض بعض الجوانب المتعلقة بهذا في النقاط التالية:

أ) بموجب قانون المالية لسنة 2002، تم إنشاء رسم تكميلي على المياه المستعملة ذات المصدر الصناعي، وهذا وفقا لحجم المياه المنتجة وعبء التلوث الناجم عن النشاط الذي يتجاوز حدود القيم المحددة. ويحدد مبلغ هذا الرسم بالرجوع إلى المعدل الأساسي السنوي للرسم على الأنشطة الملوثة أو الخطيرة على البيئة، ومعامل مضاعف يتراوح بين(01) و(05) تبعا لمعدل تجاوز القيم المسموح بها أما حاصل هذا الرسم فيخصص على النحو التالي:[10]

- (50%) لفائدة الصندوق الوطني للبيئة وإزالة التلوث؛
- (20%) لفائدة ميزانية الدولة؛
- (30%) لفائدة البلديات.

ب) الرسم التحفيزي المتعلق بتخفيف الضغط على الساحل: وهذا الرسم الغرض منه هو تشجيع قيام منشآت نظيفة تطبق التكنولوجيات النظيفة وغير الملوثة ووسائل أخرى متعلقة بإدراج تكلفة المدخلات الايكولوجية، والمنصوص عليها في إطار السياسة الوطنية المندمجة والتنمية المستدامة للساحل والمناطق الشاطئية؛

ج) كما صدرت العديد من المراسيم والقوانين التي تحدد كيفية استغلال الموارد الساحلية وتثمينها بشكل يضمن سلامة الساحل، وأهمها القانون رقم 02-2002 ليوم 05 فيفري، والمتعلق بحماية وتثمين الساحل، والذي نص على أن حماية الساحل هي عبارة عن تعاون وثيق بين الدولة والجماعات الإقليمية والمنظمات والجمعيات التي تعمل في هذا المجال وتركز على مبادئ التنمية المستدامة، وأهم النقاط التي انطوى عليها:[11]

- توجيه توسع المراكز الحضرية نحو مناطق بعيدة عن الساحل وعن الشاطئ البحري؛
- تنمية وترقية النشاطات على الساحل، يجب أن يتم في إطار اقتصادي وبيئي بما يساهم في المحافظة على الموارد الساحلية.

وتتعاون الجزائر مع العديد من الدول في مجال حماية بيئتها، خاصة ما تعلق منها بمحيط عمل محطات التحلية. وربما الاتفاق الذي أبرمته الجزائر مع الكويت، وصدر في الجريدة الرسمية بتاريخ2011، يعد أهمها على الإطلاق. وأهم ما جاء فيه:[12]

- التخطيط الاستراتيجي لتحلية مياه البحر؛
- توحيد المواصفات القياسية لمعدات تحلية مياه البحر؛
- أساليب وتشغيل هذه المنشآت؛
- استخدام التقنيات المختلفة لتحلية مياه البحر مثل:MSF, RO, MED وإمكانية الدمج بينها؛
- الدراسات والمناهج المتبعة لإعداد الملفات التقنية والمالية في مشاريع التحلية؛
- الدراسات العملية داخل محطات تحلية مياه البحر؛
- إجراء البحوث المشتركة في مختلف أوجه نشاطات الري والمياه ولاسيما في ميدان تحلية المياه...الخ.

4- النتائج ومناقشتها.

1) تحسنت مؤشرات التزود بمياه الشرب للفرد الجزائري بشكل كبير خاصة مطلع الألفية الثالثة، ويرجع سبب ذلك للإستراتيجية التي تبنتها الدولة ضمن مخططاتها التنموية الثلاثة (برنامج الإنعاش، دعم النمو وتوطيد النمو) التي حظي فيها قطاع المياه بأهمية كبيرة سواء من حيث حجم الأغلفة المالية أو حجم المشاريع التي تم برمجتها. وكان لتحلية مياه البحر البديل غير التقليدي حصة الأسد في ذلك؛ هذا البديل الذي حقق الأهم للجزائر وحسن إيراداتها المائية خاص ما ارتبط بمؤشرات التزود بمياه الشرب (الجدول رقم04) حيث:

- ارتفع حجم مياه الشرب المنتجة من (1.25) مليار م^3 سنة 1999[13]ليبلغ (3.6) مليار م^3 سنة 2015؛
- تحسن معدل التوصيل بشبكة التغذية بمياه الشرب من (78%) سنة 1999 إلى (98%) سنة 2015(مع نسبة 100% في المراكز الحضرية)؛
- ارتفع نصيب الفرد اليومي من (123) لتر سنة 1999 إلى (180) لتر سنة 2015.

ويرجع سبب هذا التحسن، للدور المحوري لمياه البحر المحلاة التي ساهمت بشكل كبير في زيادة العرض المائي خاصة في المناطق الحضرية والولايات الكبرى التي ارتفعت حصتها لتصل (50%) على غرار وهران خاصة وأنها متاحة بشكل يومي ولا تخضع لتقلبات المناخ. وإذا تم انجاز محطتي (الشط وواد السبت) سوف ترتفع حصيلة المياه المنتجة إلى (2.31) مليون م^3 يوميا (وهذا ما يثبت صحة الفرضية الأولى).

2) أثبتت جميع الدراسات التي أجريت حول تحلية مياه البحر في العالم أن لها تأثيرات سلبية خطيرة على النظم البيئية (خاصة البحرية منها)، وحددت الأسباب الكامنة وراء ذلك:

- ارتفاع كمية الطاقة المستهلكة على مستوى محطات التحلية، والتي يتم توليدها اعتمادا على المصادر الأحفورية (ينتج عنها آلاف الأطنان من الغازات المسببة للاحتباس الحراري على غرار ثاني غاز ثاني أكسيد الكربون (Co_2)، أكاسيد الأزوت (No_x) وأكاسيد الكبريت (So_x))...؛
- ارتفاع الكيميائيات المستخدمة أثناء المعالجة الأولية والثانوية، وهي أكبر بالنسبة للمحطات الغشائية (RO) والتي ينتج عنها غازات متنوعة؛
- ارتفاع درجة حرارة وملوحة المحلول الملحي الناتج عن محطات التحلية، والذي يعاد للبحر كما أنه يحتوي على مكونات عديدة ناتجة بدرجة أساس عن المعالجة الأولية مما يجعل تأثيره أكبر على النظم البيئية البحرية.

وإذا أسقطنا هذه الجوانب على الجزائر واعتمادا على الجداول الواردة نجد:

- ارتفاع كمية الطاقة المستهلكة على مستوى محطات التحلية لسعة إنتاج (1,700) مليون م^3/اليوم رغم أن الطاقة المستهلكة كهربائية بالنظر لاعتماد الغاز الطبيعي في توليدها (أقل إصدارا للغازات)، كما أن عملية حرقه تتم خارج محطات التحلية. وهذا ما يؤشر لانبعاثات غازية صفرية (إذا ما استثنينا محطة كهرامة) حسب المعلومات المستقاة من شركة الطاقة الجزائرية.

لكن تستخدم محطات التحلية في الجزائر كيميائيات عديدة بالنظر لاعتمادها على تقنية (RO) التي تتطلب معالجة أولية كثيفة. وهذا ما يدل على أن هناك انبعاثات ناتجة عن هذا الجانب لكن قياس مثل هذه الغازات، ومتابعة مسارها داخل محطات التحلية لم يلمس له وجود لدى الجهات المعنية.

- تنتج محطات التحلية في الجزائر ملايين الأمتار المكعبة من المحلول الملحي والتي تعاد مباشرة للبحر لكن يصر الجميع على أن عملية تصميم قنوات التخلص من المحلول الملحي أخذت بعين الاعتبار خصائص هذا المحلول ومدى تأثيره على البيئة؟؟؟

بشكل عام، تحلية مياه البحر في الجزائر تم اعتمادها لتوفير مياه الشرب أكثر من الاهتمام بحماية البيئة رغم أن آلية إنشاء هذه المحطات تضم شركة المشروع التي تتوفر على إدارة للبيئة والصحة والسلامة. لكن هل هناك فعلا دراسات لمدى التأثير البيئي للمحلول الملحي على البيئة البحرية أو أساليب لمتابعة حجم الانبعاثات الغازية الصادرة بشكل دوري في محطات التحلية بالجزائر؟ لا توجد مثل هذه الجوانب على مستوى محطات التحلية حسب المعلومات التي تم تحصيلها من شركة الطاقة الجزائرية. وهذا ما ينفي الفرضية الثانية، أين تصبح حقيقة لا يوجد تأثير لتحلية مياه البحر في الجزائر على البيئة لا بسبب إجراءات الحماية التي وفرتها محطات التحلية لكن بسبب غياب مفهوم حماية البيئة ضمن أجندة هذه المحطات.

وربما ما يهم الجزائر وسائر الدول التي تبنت صناعة تحلية مياه البحر هو تخفيض تكلفة المتر المكعب المنتج من الماء المحلى، التي لازالت مرتفعة رغم التحسينات العديدة التي شهدتها تقنيات التحلية. وقد ترتفع أكثر لو تم أخذ التأثيرات البيئية التي تنتجها محطات التحلية فعليا (الجدول رقم (15)).

- الخلاصة:

لا تزال الدراسات بشأن الآثار التي تخلفها محطات تحلية مياه البحر على النظم البيئية في الجزائر محدودة، ولا يزال العمل على تدقيق المخاطر الناتجة عن طرح المحلول الملحي دون معالجة في مياه البحر غير مضبوط. كما أن الهدف الأساسي، هو إنتاج مياه محلاة لتزويد السكان بمياه الشرب دون النظر ولو بشكل دقيق لما يمكن أن يترتب على هذه التكنولوجيات من مخاطر مزمنة. فتصبح مقولة أن تحلية مياه البحر، هي بديل تنموي مستدام لمواجهة الندرة المائية مجرد شعار أجوف يحمل في جنباته تناقضات عديدة يكرسها حجم الآثار الكامنة على النظم البيئية.

وعلى ضوء النتائج المتوصل إليها، تتمثل أهم الاقتراحات التي يمكن الخروج بها من هذه الدراسة:

- تدعيم أوجه التعاون الفني والتقني مع المنظمات المتخصصة في مجال البيئة والمياه، بما يساعد على إعطاء رؤية واضحة للقائمين على محطات التحلية حول الاستخدام الرشيد لمدخلات ومخرجات هذه المحطات خاصة وأن جميعها تتركز على ساحل المتوسط الذي يعد بحرا مغلقا ويتعرض لتأثيرات عديدة؛
- تحديث أقسام خاصة بالبيئة على مستوى محطات التحلية تعمل باستقلالية تامة، وتزود بكل التجهيزات الضرورية لمتابعة الأداء البيئي لمحطات التحلية اعتمادا على الطاقات البشرية المتخصصة في هذا الجانب.
- تعزيز البحوث الميدانية في مجال تطوير الطاقات المتجددة ودراسات الجدوى البيئية والفنية، بشأن تطبيقها في صناعة تحلية مياه البحر خاصة مع التطور الذي شهدته هذه الدراسات في الدول التي وطنت صناعة التحلية على أراضيها؛
- تكثيف الدراسات البيئية المتخصصة في تحلية مياه البحر، وخاصة ما تعلق منها بكيفية معالجة آثار المحلول الملحي. وذلك بإنشاء معاهد متخصصة على المستوى الوطني كما هو حاصل في المملكة العربية السعودية ودول الخليج العربي بشكل عام؛
- ضرورة تعزيز المنظومة التشريعية بقوانين بيئية صارمة ودقيقة فيما يتعلق بمحاربة التلوث، والعقوبات الردعية وفق ما تنص عليه المبادئ المتعارف عليها دوليا في مجال حماية البيئة البحرية تحديدا؛
- فسح المجال أمام الباحثين والمتخصصين الجزائريين بزيارات ميدانية لمحطات تحلية مياه البحر من أجل الوقوف على نقاط قوتها وضعفها بما يساعد على بلورة أرضية تعاون خصبة بين هذه المحطات والباحثين في المؤسسات الجامعية ومراكز البحوث الأخرى.

- ملحق الجداول والأشكال البيانية:

الجدول رقم (01): محطات تحلية مياه البحر صغيرة الحجم (Monoblocs)

المحطة	الولاية	السعة (م^3/اليوم)	الملاحظة
غزوات-1-	تلمسان	2,500	متوقفة
غزوات-2-	تلمسان	2,500	متوقفة
بوزجار	عين تموشنت	5,000	متوقفة
شط الورد	عين تموشنت	5,000	متوقفة
بوسفر	وهران	5,500	في الخدمة

الكثبان	وهران	5,000	في الخدمة
تنس	الشلف	5,000	متوقفة
بوسماعيل	تيبازة	5,000	متوقفة
زرالدة	الجزائر	5,000	متوقفة
عين البنيان	الجزائر	5,000	متوقفة
شط النخيل	الجزائر	2,500	في الخدمة
تيقزيرت	تيزي وزو	2,500	متوقفة
سكيكدة-1-	سكيكدة	5,000	متوقفة
سكيكدة-2-	سكيكدة	2,000	متوقفة
المجموع		57,500	

المصدر: المديرية الفرعية للموارد المائية غير التقليدية، وزارة الموارد المائية والبيئة.

الجدول رقم (02): محطات التحلية الكبرى

اسم المحطة	طاقة الإنتاج (10^3م^3/اليوم)[1]	رأس المال (مليون دولار)[2]	دخول الخدمة[2]	الشركاء[1]
كهرامة- وهران-	88.6	401	أوت:2005	-Black &Veatch (Afrique du sud) :05% -Algerian Energy company : 95%
الحامة- الجزائر-	200	258	فيفري:2008	- GE Ionics (Etat-unis) :70% - Algerian Energy company : 30%
سكيكدة	100	136.1	مارس:2009	- Geida (Befesa /Sadyt) Espagne : 51% - Algerian Energy company : 49%
بني صاف- عين تموشنت-	200	239.9	ديسمبر:2009	- Geida /Cobra(Espagne) :51% - Algerian Energy company : 49%
سوق الثلاثاء- تلمسان-	200	251.1	ماي:2011	-Malakoff&Hyflux (Malaisie /Singapour) :51% - Algerian Energy company : 49%
فوكة- تيبازة-	120	180.5	جويلية:2011	- Acciona/SNC Lavalin (Espagne&Canada) :51% - Algerian Energy company : 49%
مستغانم	200	227.1	سبتمبر:2011	- Inima/Aqualia(Espagne) :51% - Algerian Energy company : 49%
كاب جنات- بومرداس-	100	138	أوت:2012	- Inima/Aqualia(Espagne) :51% - Algerian Energy company : 49%
المقطع- وهران-	500	491.9	في انتظار تسليم الماء المحلى	- Hyflux Group(Espagne) :51% - Algerian Energy company : 49%
تنس- الشلف-	200	263.9	جويلية:2015	- Befesa Agua(Espagne) :51% - Algerian Energy company : 49%
حنين- تلمسان-	200	291.3	جويلية:2012	- Geida (Befesa/Sadyt) Espagne :51% - Algerian Energy company : 49%
واد السبت-تيبازة-	100	لم ينطلق في إنجازها بعد		
الشط-الطارف-	100			

المصدر: شركة الطاقة الجزائرية (AEC) .

الجدول رقم (03): تطور إنتاج الماء المحلى في الجزائرخلال الفترة (2005-2014) تبعا لمحطات التحلية الكبرى

اسم المحطة	سنة بداية الإنتاج	الإنتاج الفعلي السنوي
كهرامة	2005	226,303,773
الحامة	2008	390,230,784
سكيكدة	2009	170,420,990
بني صاف	2009	290,061,910
فوكة	2011	124,375,818
سوق الثلاثاء	2011	192,244,454
مستغانم	2011	174,034,660
حنين	2012	75,595,874
كاب جنات	2012	71,710,941
المجموع		1,714,979,204

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على: المعطيات المحصلة من شركة الطاقة الجزائرية (AEC).

الجدول رقم (04): تطور مؤشرات التزود بمياه الشرب (2010- 2015)

السنوات	2010	2011	2012	2013	2014	2015
حجم مياه الشرب المنتجة (مليار م^3)	2.75	2.9	3.0	3.1	3.6	3.6
معدل التزود اليومي (ل/الفرد/اليوم)	168	170	172	175	178	180
معدل التغطية بالشبكة (%)	92	94	95	95	97	*98

*:معدل التغطية في الوسط الحضري (100%).

المصدر: المديرية العامة للتزود بمياه الشرب - وزارة الموارد المائية والبيئة-.

الجدول رقم (05): حصة السكان المستفيدين من الماء المحلى تبعا لكل محطة

اسم المحطة	عدد السكان
كهرامة	540,000
الحامة	سكان العاصمة
سكيكدة	666,666
بني صاف	1, 333,330
مستغانم	1,333,320
فوكة	666,660
كاب جنات	666,660
سوق الثلاثاء	1,333,320
حنين	1,333,320
المقطع	1,333,320
الطارف	-
تنس	999,990
واد السبت	-

Source: L'Algérienne des eaux, **dessalement de l'eau de mer**, consulté le : 10/05/2015, disponible sur le site: http://www.ade.dz/dessalement/dessal.php.

الجدول رقم (06): مساهمة مياه البحر المحلاة في التغذية بمياه الشرب (المحطات الكبرى+ محطات Monoblocs)

معطيات متوسطة للمحطات التي في الخدمة			
الجزائر	إنتاج الماء المحلى(م³/اليوم)	225,000	(%20)
	الإنتاج الإجمالي(م³/اليوم)	1,100,000	
وهران	إنتاج الماء المحلى(م³/اليوم)	206,000	(%54)
	الإنتاج الإجمالي(م³/اليوم)	380,000	
سكيكدة	إنتاج الماء المحلى(م³/اليوم)	85,000	(%45)
	الإنتاج الإجمالي(م³/اليوم)	189,000	

المصدر: المديرية العامة للتزود بمياه الشرب - مديرية حشد الموارد المائية-، وزارة الموارد المائية والبيئة.

الجدول رقم (07): معايير منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب

المعايير العضو حسية	ORGANOLEPTIQUE
اللون	la couleurاللون
عديم الذوق	le gout الذوق
عديم الرائحة	l'odeur الرائحة
المعايير الفيزيوكيميائية	PHYSIO-CHIMIQUE
(وحدة تعكر الماء النيفليومتري) 0-5	la turbidité NTU التعكر
^{0}م15-25	température الحرارة
8.5 -6.5	ph
0.6 -0.2	la salinité(mg/l)الملوحة
300-600	conductivitéالناقلية
200-250	Chlorures (ml/l)
100-200	calcium(mg c^{++}/l)الكالسيوم
30-50	magnésium(mg mg^{++}/l)المغنزيوم
1000	TDS(mg/l) الأملاح الصلبة المذابة
0	TA(F^0) القلوية البسيطة
50	TAC(F^0) القلوية الكلية
15-50	THT(F^0) القساوة الكلية
0.5	chlore résiduel(mg/l) الكلور المتبقي
المعايير البكتريولوجية	BACTEROILOGIQUE
0	Coliforme totaux (nbre/100ml)
0	Coliforme fécaux (nbre/100ml)
0	E-coli (nbre/100ml)
0	Streptocoque fécaux (nbre/100 ml)

المصدر:منظمة الصحة العالمية، **دلائل جودة مياه الشرب**،
متوفر على الرابط: http://www.who.int/entity/water-sanitation-health/ar/

الجدول رقم (08): خصائص قنوات اقتطاع مياه البحر لبعض محطات التحلية في الجزائر

	تنس	فوكة	مستغانم	حنين	سكيكدة
السعة (10^3 م³/اليوم)	200	120	200	200	100
العدد	02	02	02	01	01
الطول (م)	480	900	2,490	903	1,000
العمق (م)	10	15	16	18	17
القطر (ملم)	1,800	1,600	1,800	2,400	1,600

المصدر: شركة الطاقة الجزائرية (AEC).

الجدول رقم (09): استهلاك الطاقة تبعا لتقنيات التحلية

التقنية	الطاقة الحرارية (كيلوواط ساعي/م^3)	الطاقة الكهربائية (كيلوواط ساعي/م^3)	الطاقة الكلية (كيلوواط ساعي/م^3)
MSF	7.5 -1.2	04 -2.5	16 -10
MED	07-04	02 -1.5	09 -5.5
SWRO	-	(04 -03)	04 -03
BWRO	-	2.5 -0.5	2.5 -0.5

Source: Noreddine Ghaffour et al, **Technical Review and Evaluation of The Economics of Water Desalination Current and Future Challenges for Better Water Supply Sustainability**, Desalination, n° 309, 2013, p: 201

الجدول رقم (10): كمية الطاقة المستهلكة في محطة بني صاف (الطاقة الإنتاجية: 200,000 م3/اليوم)

السنوات	كمية الطاقة المستهلكة (كيلوواط ساعي/م^3)
2011	4.05-3.95
2012	4.98-3.98
السداسي الأول من2013	4.15-3.98

Source : Beni safwater company, **récupération d'énergie dans le dessalement d'eau de mer par osmose inverse**, journée mondial de l'eau, p04, 22mars2014, disponible sur le site : www.benisafwater.com.

الجدول رقم (11): سعر بيع الماء المحلى في الجزائر

المحطة	سعر البيع (دولار/م^3)
كهرامة	0.8500
الحامة	0.8521
سكيكدة	0.7400
بني صاف	0.6994
سوق الثلاثاء	0.7725
مستغانم	0.7257
كاب جنات	0.7257
حنين	0.8299
فوكة	0.7500
المقطع	0.5577
تنس	0.5885

المصدر: آمال ينون، **تحليل تكلفة تحلية مياه البحر- دراسة مقارنة بين الجزائر والمملكة العربية السعودية-**، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف-1-، الجزائر، 2016، ص:170.

الجدول رقم (12): تكلفة انبعاثات (CO2) لمختلف تقنيات التحلية

تقنية التحلية	Kg-co_2/m^3	حصة co_2 (دولار/م^3)
MSF	25.0 -20.4	0.50 -0.41
[14]MSF Cogen	15.6 -13.9	0.31 -0.28
MED	17.6 -11.8	0.35 -0.24
MED Cogen	8.9 -8.2	0.16 -0.12
SWRO	6.0 -3.4	0.12 -0.07

Source: Escwa (Economic and Social Commission for western Asia), **Role of Desalination Addressing Water Scarcity**, Escwa Development Report3, United Nations, USA,2009, p:28.

الجدول رقم (13): التركيب الكيميائي للمحلول الملحي وعلاقته بمياه التغذية

الأيونات	ماء البحر (ملغ/ل)	المحلول الملحي (ملغ/ل)	النسبة (محلول ملحي/ماء البحر)
Ca^{++}	962	1,583	1.64
Mg^{++}	1,021	1,909	1.87
Na^{+}	11,781	19,346	1.64
K^{+}	514	830	1.61
NH_4^{+}	0,004	0,005	1.25
HCO_3^{-}	195	256	1.31
SO_4^{-}	3,162	5,548	1.75
Cl^{-}	21,312	43,362	2.03
F^{-}	1.5	1.9	1.26
NO_3^{-}	2.6	4	1.54
$CaCO_3$	6,600	11,800	1.78
الملوحة الكلية (TDS)	38,951	63,840	1.63

Source: Juan cànovas Cuenca, **Report on Water Desalination Status in The Mediterranean Countries**, 1ére édition, Institute Murciano de Investigacion, Spain, 2012, p:46.

الجدول رقم (14): خصائص قنوات صرف المحلول الملحي لبعض محطات تحلية مياه البحر في الجزائر

	تنس	فوكة	مستغانم	حنين	سكيكدة
السعة (10^3 م^3/اليوم)	200	120	200	200	100
العدد	01	01	01	01	01
الطول (م)	480	370	1,530	550	790
العمق (م)	04	07	-	11	10
القطر(ملم)	1,400	1,200	1,800	1,500	1,500
كمية المحلول الملحي(م^3)	255,072	152,616	244,680	231,919	115,957.44

المصدر: شركة الطاقة الجزائرية (AEC).

الجدول رقم (15): المقارنة بين تكلفة التقنيات الأساسية تبعا لسعة المحطة

نوع العملية	(الوحدة: 10^3م^3)	مصدر مياه التغذية	تكلفة الماء (دولار/م^3)
MSF	1) (23- 528) م^3/اليوم	مياه البحر	(1.75 -0.56)
MED	1) (91- 320) م^3/اليوم؛ 2)(12- 55) م^3/اليوم؛ 3)أقل من100م^3/اليوم.	مياه البحر	(1.01-0.52) (1.5-0.95) (8.0 -2.0)
VC	1) (30) م^3/اليوم؛ 2) (01) م^3/اليوم	مياه البحر	(0.95 -0.87) (8.0 -2.0)
RO	1) (100- 320) م^3/اليوم؛ 2) (15- 60) م^3/اليوم؛ 3) (1- 4.8) م^3/اليوم .	مياه البحر	(0.66 -0.45) (1.62 -0.48) (1.72 -0.7)

المصدر: آمال ينون، **مرجع سبق ذكره**، ص:101.

الإحالات والمراجع :

[1]. أسامة محمد الحسيني يوسف، **الإدارة المتكاملة للمياه العربية**، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، مصر، ص.ص.475- 476.

[2]. آمال ينون، **تحليل تكلفة تحلية مياه البحر- دراسة مقارنة بين الجزائر والمملكة العربية السعودية-**، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير،جامعة سطيف-1-، الجزائر، 2016، ص.121.

[3]. Mohamed Bessenasse et Al, **Seawater desalination: Study of three stations in Algiers** region, Desalination, n°250, 2010, P.424.

[4]. خالد بامردوف وآخرون، **التقنيات الواعدة في خفض تكاليف مياه التحلية**،ورقة بحثية مقدمة للمؤتمر العربي السادس والعشرون حول:"الموارد المائية في الوطن العربي- الواقع والتحديات-"أيام(07-10)، المملكة العربية السعودية، 2012، ص.13.

[5]. حسن البنا سعد فتح، **تكنولوجيا تحلية المياه**، الجزء الأول، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر،2001، ص.162.

[6]. آمال ينون، مرجع سبق ذكره، ص.118.

[7]. تعتمد تقنية (RO) على الأغشية في عملها وهذا ما يتطلب معالجة أولية كثيفة لمياه البحر؛ هذه المعالجة تتم باستخدام مجموعة من الكيميائيات على غرار الكلور، الصوديوم وذلك بهدف حماية الأغشية وإطالة عمرها. كما يتم استخدام الفلتر أثناء اقتطاع المياه من البحر بمعنى أنه كلما كانت مياه البحر نقية كلما قلت الحاجة للمعالجة الأولية وازداد عمر الأغشية وتنتهي العملية بالمعالجة الثانوية للماء المحلى بإضافة بعض الكيميائيات لتعديل مذاقه قبل أن يوزع (في الجزائر، الجزائرية للمياه من تتولى عملية التوزيع).

[8]. آمال ينون، مرجع سبق ذكره، ص.203.

[9].أسامة محمد الحسيني يوسف، مرجع سبق ذكره، ص.ص.478-479.

[10]. آمال ينون، **إستراتيجية التنمية المستدامة للموارد المائية في الاقتصاديات العربية- دراسة حالة الجزائر-**، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير،جامعة سطيف-1-، الجزائر،2011، ص.154.

[11]. يحي وناس، **الآليات القانونية لحماية البيئة في الجزائر**، رسالة دكتوراه في القانون العام (غير منشورة)، جامعة أبو بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر،2007، ص.86.

[12].الأمانة العامة للحكومة، المرسوم الرئاسي رقم 11-387، الجريدة الرسمية للجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية، عدد65، المؤرخ في27 ذي الحجة عام 1432 الموافق لـ 23 نوفمبر 2011.

[13]. الأرقام التي تخص سنة 1999 تم تحصيلها من وزارة الموارد المائية والبيئة.

[14]. تعمل محطات التحلية الحرارية (MSF وMED) في الغالب وفق أسلوب التوليد المشترك أو الإنتاج المزدوج (الماء المحلى والطاقة الكهربائية)، وهي الصفة الملازمة لعدد كبير من محطات التحلية في الخليج العربي. ويسهم هذا الأسلوب في تخفيض استهلاك الطاقة مقارنة بإنتاج الماء المحلى وفقط، وهذا ما ينعكس مباشرة على تكلفة التحلية.