تحلية المياه بالطاقة المتجددة في الجزائر: خيار آخر لتلبية الطلب المائي وتحقيق الاستدامة

Water desalination using renewable energy in Algeria: Another option to meet water demand and achieve sustainability

عويمر نورالدين *

جامعة الجزائر3- الجزائر

aouimeur1752@gmail.com

تاريخ الارسال:2024/04/22 **تاريخ القبول:2024/06/02** **تاريخ النشر: 30 /2024/06**

ملخص:

تعتبر الجزائر واحدة من الدول التي تعاني من نقص حاد في المياه، وتتطلع الحكومة إلى استخدام التقنيات الجديدة والمبتكرة لتلبية الطلب المتزايد على المياه الصالحة للشرب والزراعة. يتمثل الخيار الآخر لتحقيق ذلك في تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة، وخاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، حيث يمكن توفير كميات كبيرة من المياه الصالحة للشرب والزراعة بتكلفة منخفضة وبطريقة مستدامة. يتضمن هذا المقال استعراضًا للوضع الحالي للاستخدامات الحالية للمياه في الجزائر والعوامل التي تؤثر على استهلاك المياه، بالإضافة إلى تحليل خيارات تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة والتقنيات المستخدمة في هذا المجال. يهدف هذا المقال إلى توفير رؤية شاملة للمشكلات المائية في الجزائر وكيفية استخدام التقنيات الجديدة لحلها بطريقة مستدامة وفعالة.

كلمات مفتاحية: تحلية المياه في الجزائر، التناضح العكسي، الطاقة الشمسية، طاقة الرياح.

Abstract:

Algeria is one of the countries suffering from a severe water shortage, and the government is looking to use new and innovative technologies to meet the increasing demand for clean drinking and irrigation water. Another option to achieve this is desalinating water using renewable energy, especially solar and wind energy, which can provide large quantities of clean drinking and irrigation water at a low cost and in a sustainable manner. This article includes a review of the current situation of water use in Algeria, factors affecting water consumption, as well as an analysis of desalination options using renewable energy and the technologies used in this field. The aim of this article is to provide a comprehensive view of water issues in Algeria and how new technologies can be used to solve them sustainably and effectively.

Keywords: A water desalination in Algeria, reverse osmosis, solar energy, wind energy.

*المؤلف المرسل

مقدمة

أصبحت قضية المياه وأهميتها وأزمة نقصها التي تشهدها العديد من البلدان في العالم واضحة وجلية، والجزائر مثل العديد من الدول الأخرى تمر بمشكلة كبيرة في مجال المياه، حيث تعاني من ندرة الموارد المائية وتدهور جودتها، وتزايد الطلب على المياه مع تزايد النمو الديموغرافي والتطور الاقتصادي. تواجه الجزائر تحديات عديدة في مجال إدارة وتوزيع المياه، بما في ذلك زيادة الكميات المستخدمة في الزراعة والصناعة والري، بالإضافة إلى تغيرات المناخ التي تؤثر على توزيع وجودة المياه. نتيجة لهذا النقص الحاد في المياه الصالحة للشرب، فإن الجزائر بدأت في السنوات الأخيرة في استكشاف واعتماد استراتيجيات جديدة لتوفير المياه، ومنها تحلية مياه البحر. ويمكن أن تعد تحلية مياه البحر حلاً بيئياً واقتصادياً مستداماً للأزمة المائية التي تواجهها الجزائر، إذ تُمكن البلد من تحقيق الأمن المائي وتزويد المناطق الشمالية بالمياه الصالحة للشرب. كما أن تحلية مياه البحر يمكن أن تساعد على تقليل الضغط على المصادر الطبيعية للمياه العذبة والتي تستخدم بشكل رئيسي للري والزراعة. وتعتبر الطاقة المتجددة أيضا مجالا مهما في الجزائر، حيث تملك الدولة موارد طبيعية غنية تمكنها من استخدام هذه الطاقة بشكل فعال والحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري. لذلك سيتم التركيز بشكل خاص على الربط بين تحلية المياه و الطاقة المتجددة. وبناءً على المصادر المرجعية المختلفة التي تم استخدامها، يمكن التأكيد على أن تحلية المياه تساهم في توفير المياه النظيفة والمتجددة للجزائر، وأن استخدام الطاقة المتجددة في هذا القطاع يمكن أن يكون بديلاً مستداماً للاعتماد على الطاقة التقليدية. وبالتالي فإن هذا المقال العلمي سيتحدث عن دراسة الوضع الحالي لموارد المياه في الجزائر ويناقش مشكلة نقص المياه في الجزائر والتحديات التي تواجهها في تلبية الطلب المائي المتزايد، وأهمية تحلية المياه في الجزائر والتحديات التي تواجه هذا المجال، كما سيتم التركيز على العلاقة بين تحلية المياه والطاقة المتجددة لتحقيق الاستدامة وتخفيف الاعتماد على المصادر التقليدية لتحلية المياه، ويحاول الإجابة على الإشكالية:

"**إلى أي مدى تسهم تحلية المياه بالطاقات المتجددة في تلبية الطلب المائي المتزايد وتحقيق الاستدامة في استخدام الموارد المائية في الجزائر؟**"

تتمثل الفرضية التي نحاول مناقشتها في أن: استخدام الطاقة المتجددة في تحلية المياه يعتبر خيارًا بديلا لتلبية الطلب المائي في الجزائر.

يهدف المقال إلى:

- تحليل خيارات تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة في الجزائر،
- تحليل التكنولوجيات المستخدمة في هذا المجال،
- واستكشاف أهمية استخدام الطاقة المتجددة في تحلية المياه في الجزائر لتلبية الطلب المائي وتحقيق الاستدامة في استخدام الموارد المائية.

سنستند في هذه الدراسة على العديد من المصادر المختلفة، وسنستخدم هذه المصادر لجمع المعلومات والبيانات والإحصائيات المتعلقة بالمياه في الجزائر وتحلية المياه بشكل عام.

المحاور الرئيسية التي سنتناولها في هذه الدراسة:

أولا: حالة المياه والمشاكل المائية في الجزائر

ثانيا: تحلية المياه بالطاقة المتجددة في الجزائر

أولا: حالة المياه والمشاكل المائية في الجزائر

تعتبر مشكلة المياه في الجزائر تحديا كبيرا للحكومة والمواطنين على حد سواء، حيث تعاني الجزائر من ندرة المياه في بعض المناطق وتدهور جودة المياه في أخرى. ومن أجل التصدي لهذه المشكلة، تعتمد الجزائر على تحلية المياه كخيار استراتيجي لزيادة كمية المياه المتاحة للاستخدامات المختلفة.

1.حالة موارد المياه في الجزائر

تعاني الجزائر من ندرة الموارد المائية السطحية، ومن تباين كبير من حيث توافرها وتوزعها على مدار العام وفي ربوع الوطن، سنتطرق من خلال هذا العنوان إلى تحليل حجم الموارد المائية المتاحة، والتغيرات في استهلاك المياه في الجزائر.

2.1.حجم الموارد المائية المتاحة في الجزائر

قدرت إمكانات الجزائر من الموارد المائية المتجددة سنة 2020 بـ: 450 متر مكعب في السنة لكل مواطن مما يجعل الجزائر بلدا فقيرا من حيث مورد المياه وهو ما وصفته وثيقة مشروع ميثاق اقتصاد الماء.[1]

وتتميز الجزائر بندرة الموارد المائية السطحية، وبتباين كبير من حيث توافرها وتوزعها على مدار العام وفي ربوع الوطن، وبأن المجاري المائية ليست دائمة الجريان، وبقلة المصادر الجوفية (والجزء الغالب من هذه الأخيرة غير متجدد). إذ قدرت احتياطات الجزائر خلال 2020 بحوالي18.2 مليار متر مكعب في السنة، وتقدر الكمية التي تم حشدها بما يزيد عن 11.41 مليار متر مكعب،[2] والتي تعبأ في السدود. وتتوزع بنسب متفاوتة على الأحواض الهيدروغرافية الخمسة كما هو موضح بالجدول التالي:

الجدول رقم 01: توزيع المياه السطحية على الأحواض الهيدروغرافية

اسم الحوض	النسبة%	المساحة (كلم²)	المساحة السطحية الكامنة (هكم3 /السنة)
وهران – الشط الشرقي	8	86370	821
الشلف – زهرز	15	56227	1470

الجزائر–الحضنة–الصومام	35	47908	3340
قسنطينة – سيبوس – ملاق	37	44719	3650
الصحراء	5	2081650	480
المجموع	100	2316874	9760

Sources: Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement, 2005, Alger, 5 Juin 2006, p 16.7

فيما يصل حجم المياه الجوفية إلى حوالي 7 مليار متر مكعب (2 مليار متر مكعب بالشمال و5 مليار متر مكعب بالجنوب). ومع ذلك فإن هذه الموارد غير موزعة بالتساوي على مدار السنة وتعاني من تراجع في الكميات المتاحة بشكل متزايد بسبب العوامل الطبيعية والنشاطات البشرية. ففي الشمال تبلغ نسبة استغلال المياه الجوفية 90%. أما في الجنوب فإن أغلب المياه غير متجددة تقريبا، و توجد معظمها على أعماق تصل حتى 2000متر.[3]

2.1.التغيرات في استهلاك المياه في الجزائر

تختلف معدلات استهلاك المياه التي يتم استعمالها في القطاعات الثلاثة (المنزلي، الزراعي والصناعي) من دولة لأخرى وذلك تبعا للبنى التحتية والتقنيات المخصصة لحشد المورد المائية وتوزيعها من أجل استغلالها في مختلف القطاعات، والمؤثر في ذلك ما بلغته هذه الدول من تقدم صناعي وتطور تكنولوجي.[4]

وتتوزع الحاجيات السنوية المتوقعة في آفاق 2030، بالنسبة للمياه المخصصة للشرب: 4 مليارات م3 (مقابل 3،3 مليار م3 خلال 2019) و للفلاحة: 8،3 مليار م3 (مقابل 6،8 مليار خلال 2019) وللصناعة: 0،6 مليار م3 (مقابل 0،3 مليار م3 خلال 2019).[5]

تشير الإحصاءات الرسمية إلى أن معدل استهلاك المياه في الجزائر يتزايد، حيث بلغ 86 بالمائة من الإمكانات المتاحة سنة 2020.[6] وترجع هذه الزيادة إلى النمو السكاني والتطور الاقتصادي، فضلاً عن النشاطات الصناعية والزراعية. ومع ذلك فإن الزيادة في استهلاك المياه لم تتزامن مع الاهتمام الكافي بتوفير مصادر المياه الجديدة وتحسين إدارتها.

2.تحليل المشاكل المائية في الجزائر

تعاني الجزائر من مشاكل مائية كبيرة تتعلق بندرة الموارد المائية وتلوث المياه. وتُستخدم المياه في الجزائر بشكل أساسي في الزراعة والصناعة والشرب، ولكن التلوث يؤثر على جميع هذه الاستخدامات. ويرجع التلوث إلى مصادر مختلفة منها: النفايات الصناعية، التلوث الزراعي، والتلوث البيئي الناتج عن النشاطات البشرية. يعتبر تحليل هذه المشاكل هامًا لفهم التحديات التي تواجه قطاع المياه في الجزائر. يمكن تقسيم هذه

المشاكل إلى مجموعة من الأسباب والعوامل، ويمكن تحليلها على النحو التالي: ندرة الموارد المائية في الجزائر، جودة المياه في الجزائر، واستهلاك المياه في الجزائر.

1.2. ندرة الموارد المائية في الجزائر

تواجه الجزائر مشاكل كبيرة في توفير المياه لسكانها بسبب ندرة الموارد المائية. وتعتبر قلة الأمطار وتغير نمط الهطول من الأسباب الرئيسية لهذه المشكلة. في ظل سيادة المناخ الجاف وشبه الجاف على معظم مساحتها من حيث ارتفاع الحرارة وقلة وتذبذب التساقط.[7]

في الجزائر تتساقط الأمطار على مدى 100 يوم في السنة كحد أقصى، حيث يبلغ معدل الهطول في شمال البلاد 600 ملم، ويتناقص كلما اتجهنا جنوبا حيث يقل التساقط عن 100 ملم في مداخل الصحراء إلى أن ينعدم تقريبا في الصحراء، وكذلك يتناقص التساقط كلما اتجهنا من الشرق إلى الغرب. ولقد انخفض معدل التساقط في السنوات الخمس الأخيرة بنسبة 20 بالمائة، فيما عرفت السنة الهيدرولوجية 2020/2019 عجزا في التساقط يقدر بـ 30بالمئة بالمقارنة بالسنة السابقة لها 2019/2018 .[8]

أما عن نمط الهطول فتساقط الأمطار يتميز بهطول كميات كبيرة في وقت قصير، حيث يمكن أن تتعدى 100ملم في اليوم الواحد، كما يمكن أن يبلغ معدل الهطول في الشمال 2000ملم.[9]

بالإضافة إلى ذلك فإن تدهور جودة المياه، وتأثير النشاطات الصناعية والزراعية والتجمعات البشرية في الموارد المائية يزيد من تفاقم هذه المشكلة.

2.2. جودة المياه في الجزائر

تواجه الجزائر مشاكل كبيرة في تلوث مياهها بسبب التلوث الصناعي والزراعي والمنزلي. ويمثل تلوث المياه تحديًا كبيرًا لحماية صحة الإنسان والحفاظ على البيئة، وهو ما يجعله مشكلة مائية حيوية في الجزائر.

وأهم مصادر التلوث هي:[10]

- ✓ التلوث الجرثومي: الذي ينتج من تسرب مياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى المياه الجوفية مما يؤدي إلى تكاثر الميكروبات والجراثيم المسببة للأمراض،
- ✓ التلوث الكيميائي: وينتج عن تسرب المواد الكيماوية والبترولية والمخلفات الصناعية والأسمدة والمبيدات التي تحتوي عادة على المعادن السامة وتصل إلى المياه،
- ✓ التلوث الإشعاعي: وينتج عن رمي المخلفات المشعة في الأرض دون التقيد بالشروط القانونية مثل مخلفات بعض المستشفيات التي تتعامل مع المواد المشعة وكذلك أعمال التعدين.

3.2. استهلاك المياه في الجزائر

تعاني الجزائر من مشكلة في استهلاك المياه، حيث أن معظم المناطق تعتمد على المياه الجوفية والسطحية والأمطار. ومع ذلك فإن نمط استهلاك المياه في الجزائر يشهد تحولًا بسبب النمو الديموغرافي وتوسع النشاطات الاقتصادية والزراعية.

وأبرز المشاكل المائية في الجزائر مرتبطة بعدم التحكم الكافي في استهلاك المياه وإدارتها بطريقة فعالة ومستدامة. وهذا يتطلب التحليل الدقيق للعوامل التي تؤثر على استهلاك المياه في الجزائر، وهي كالتالي:

- التغيرات المناخية: تعاني الجزائر من تغيرات مناخية مستمرة، مما يؤثر على توزيع الأمطار ويجعلها أقل في بعض المناطق، وهذا يؤدي إلى ندرة الموارد المائية في تلك المناطق وزيادة الطلب على المياه،
- النمو السكاني: يشكل النمو الديموغرافي في الجزائر تحديًا كبيرًا للاستهلاك المائي، حيث يؤدي إلى زيادة الطلب على المياه للاستخدامات المختلفة مثل الشرب والصناعة والزراعة،
- التحديات الاقتصادية: يواجه الاقتصاد الجزائري تحديات عدة، مثل تراجع أسعار النفط والغاز، مما يؤدي إلى زيادة الحاجة إلى تحسين إنتاج الزراعة والصناعة وزيادة الاستثمار في هذه القطاعات، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك المياه. حيث ارتفعت المساحة المسقية إلى 15 بالمائة من المساحة القابلة للاستغلال رغم الفقر المائي للجزائر،[11]
- النظام القانوني والتنظيمي: يعد النظام القانوني والتنظيمي لقطاع المياه في الجزائر ضعيفًا، فهو لا يتضمن تشريعات وآليات فعالة لضمان الحفاظ على الموارد المائية وإدارتها بشكل مستدام. حيث عطلت المنظومة المتعلقة بالجوانب المؤسساتية والنصوص القانونية وأساليب التسيير الإداري نمو قطاع المياه،[12]
- النمط الاستهلاكي: يشكل النمط الاستهلاكي للمياه في الجزائر تحديًا كبيرًا، حيث يتميز بالإهدار والتبذير في استخدام المياه، خاصة فيما يتعلق بالزراعة والري الزراعي، والجزائر تسعى للحد من تسربات المياه وتقليصها إلى نسبة 18 بالمائة من إجمالي المياه المنتجة في 2030 مقابل 35 بالمائة خلال سنة 2019.[13]

ولمواجهة المشاكل المائية المتعلقة بتلوث المياه وندرة الموارد في الجزائر يتطلب إيجاد حلول مستدامة وفعالة، وتعتبر تحلية المياه البحرية من بين هذه الحلول وذلك من أجل توفير المياه العذبة لكافة المستهلكين.

ثانيا: تحلية المياه بالطاقة المتجددة في الجزائر

عملية تحلية مياه البحر هي إزالة الملوحة والشوائب من المياه المالحة لجعلها عذبة، وهي عملية تستهلك طاقة أحفورية، مما يزيد من تلويث الهواء وبالتالي زيادة تطرف المناخ، لذلك تسعى الدول إلى تحقيق الأمن المائي واستدامته دون التأثير على المناخ. تعد الطاقة المتجددة حلا مستداما رغم التكلفة العالية وخاصة في البداية. يعالج هذا المحور هذه القضايا في ثلاثة نقاط: تحلية مياه البحر في الجزائر، تحلية المياه بالطاقة المتجددة، والتكنولوجيات المستخدمة في تحلية المياه بالطاقة المتجددة.

1. تحلية المياه في الجزائر

تتمثل عملية تحلية مياه البحر في إزالة الملوحة والشوائب من المياه المالحة لجعلها صالحة للشرب أو للاستخدام في الزراعة و الصناعة. و تعتبر وسيلة هامة لتوفير المياه المستخدمة في الزراعة والصناعة والشرب في المناطق التي تعاني من نقص في الموارد المائية. وتعد تحلية المياه في الجزائر من الأساليب الرئيسية

والاستراتيجيات المعتمدة لزيادة كمية المياه المتاحة للاستخدامات المختلفة، خاصة في المناطق الساحلية حيث يوجد العديد من محطات تحلية المياه.

1.1.تطور تحلية المياه في الجزائر

شهدت الجزائر تطورًا كبيرًا في مجال تحلية المياه في السنوات الأخيرة، حيث تم إطلاق العديد من المشاريع الكبيرة لتحلية المياه، وذلك بالتعاون مع شركات وطنية ودولية رغم التكلفة العالية من حيث الإنشاء أو التشغيل.

جاء في خطاب وزير الطاقة باليوم التقني لتسيير نشاط تحلية مياه البحر بالجزائر العاصمة، 24 ديسمبر 2017: "لقد تم إنجاز 11 وحدة لتحلية مياه البحر بطاقة مركبة بـ 2.2 مليون م3 / يوميا"، والتي يوضحها الجدول رقم 02.

الجدول رقم 02 المحطات المنجزة

الرقم	المحطة	الموقع	الطاقة (ألف م3)
01	أرزيو	وهران	86
02	الحامة	الجزائر	200
03	سكيكدة	سكيكدة	100
04	بني صاف	عين تموشنت	200
05	مستغانم	مستغانم	200
06	فوكة	تيبازة	120
07	سوق الثلاثة	تلمسان	200
08	حنين	تلمسان	200
09	كاب جنات	بومرداس	100
10	تنس	الشلف	200
11	المقطع	وهران	500

المصدر: من انجاز الباحث طبقا لتصريحات وزير الطاقة المذكورة أعلاه.

وتطمح الجزائر كما أوضح المدير العام لمجمع سونطراك خلال مراسم وضع حجر الأساس لمحطة تحلية مياه البحر بكاب جنات أن القدرة الإنتاجية الإجمالية للمحطات الخمس الجديدة والمقدرة بـ1.5 مليون متر مكعب يوميا (كما هو مبين في الجدول رقم 03)، سترفع مساهمة محطات تحلية مياه البحر من 17

بالمائة إلى 42 بالمائة أواخر هذا العام 2024 بطاقة إجمالية تقدر بـ 3.7 مليون متر مكعب يوميا. وتهدف الجزائر لرفع مساهمة محطات التحلية في تموين المواطنين بمياه الشرب إلى 80 بالمئة، من أجل المحافظة على مواردها من المياه الجوفية.[14] ما يعادل 7189904 نسمة يتم تزويدهم حاليا بالمياه المحلاة لتغطية حاجيتهم من مياه الشرب والمرتقب أن يرتفع عددهم الى 28037049 نسمة سنة 2024 و35 مليون نسمة آفاق سنة 2030[15].

الجدول رقم 03 المحطات التي ستنجز

الرقم	المحطة	الموقع	الطاقة (ألف م3)
01	كاب جنات	بومرداس	500
02	فوكة 2	تيبازة	500
03	الرأس الأبيض	وهران	500
04	كدية الدراوش	الطارف	500
05	تيغرمت–توجة	بجاية	500

المصدر: من انجاز الباحث طبقا لتصريحات وزير الطاقة

2.1.تحديات تحلية المياه ومشاكلها

إن " العلاقة بين تحلية المياه وتغير المناخ علاقة معقدة نوعاً ما. فمع ازدياد مساحات الأراضي الصحراوية والتوسع السكاني المتواصل، فمن المتوقع أن يبقى خيار تحلية المياه الخيار السائد لزيادة إمدادات المياه العذبة، وبالتالي سيزداد حرق الوقود الأحفوري لعملية تحلية المياه وستزداد انبعاثات الغاز الناتجة عن ذلك".[16]والتي قد تؤثر على صحة البشر.

كما أن هذا الوضع مرشح للتفاقم بسبب التغير المناخي الذي يتوقع أن يؤدي إلى انخفاض معدلات هطول الأمطار وزيادة معدلات التبخر، مما قد يزيد من حدة المشكلة وتداعياتها. إن اللجوء إلى الحلول التي لا تركز على الجوانب التقنية فحسب بل تأخذ القضايا البيئية بعين الاعتبار، وأيضا التركيز على إدارة الطلب على المياه بجانب إدارة العرض، والقيام بحمالات التوعية لترشيد الاستهلاك، واستغلال مصادر مياه الصرف المعاجلة، والتقليل من كميات المياه المفقودة عبر شبكات المياه، ورفع كفاءة استخدام الطاقة مع التركيز على الطاقة البديلة والمتجددة كالطاقة الشمسية بدلا عن النفط الأحفوري والغاز تعد مطلبا ضروريا.[17]

وبسبب الآثار البيئية التي ذكرت سابقاً، يمكن أن تلعب الطاقة المتجددة دورًا كبيرًا في تحلية المياه في الجزائر، حيث تمتلك الجزائر موارد هائلة من الطاقة الشمسية والرياح، ويمكن استغلال هذه الموارد لتوليد الطاقة

اللازمة لتشغيل محطات تحلية المياه. وقد بدأت الجزائر في السنوات الأخيرة في الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة، وذلك من خلال إطلاق عدد من المشاريع الكبيرة لتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة.

2.تحلية المياه بالطاقة المتجددة

عرَّفتْ وكالة الطاقة الدولية الطاقة المتجددة بأنها:"تلك الطاقة التي تتشكل من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها".[18]

وهي:"جميع مصادر الطاقة المتوفرة في الطبيعة والتي يمكن للإنسان أن يستغلها، ومن أهم ما يميز هذه المصادر أنها متجددة باستمرار، وهذا يعني أنها لا تتناقص بالاستهلاك المستمر".[19]

يجب الإشارة إلى أن تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة قد تتطلب تكاليف أعلى في البداية مقارنة بالتقنيات التقليدية، ولكنها قد تساعد على توفير الطاقة والمياه في المستقبل، مما يجعلها خيارًا جيدًا للحفاظ على الموارد المائية في الجزائر.

1.2.تحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية

تعتبر الطاقة الشمسية في الجزائر واحدة من أكثر مصادر الطاقة المتجددة والمتاحة والمستدامة، والتي يمكن استخدامها في تحلية المياه. فالجزائر تتلقى أكثر من 2600 ساعة تشميس سنويا على كامل التراب الوطني، وقد تصل حدود 3500 ساعة من الشمس في الهضاب العليا والصحراء، ومتوسط الطاقة المتوفرة بها نحو 3 كيلوواط ساعي على مساحة 1م² في الشمال، وتتجاوز 5.6 كيلوواط ساعي على مساحة 1م² في الجنوب، أي أن القوة تصل إلى 1700 كيلوواط ساعي/م² سنويا في الشمال و2650 كيلوواط ساعي /م²بالنسبة للجنوب.

وفي هذا الإطار تخطط الشركة الجزائرية للطاقة للشروع في تشييد 6 محطات جديدة لتحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية، تبلغ قدرتها الإنتاجية نحو 1.8 مليون متر مكعب يوميا في 2025، على أن يكون تشغيلها ما بين 2027 و2028، ضمن مشروع البرنامج الثاني التكميلي لتحلية مياه البحر[20].

لقد تطورت تقنيات التحلية لتصبح أكثر كفاءة واقتصادية. فتم تطوير أنظمة التحلية بالطاقة الشمسية، حيث يتم استخدام الطاقة الشمسية مباشرة لتشغيل عمليات التحلية دون الحاجة إلى مصادر طاقة خارجية.

1.1.2التقنيات المستخدمة في تحلية المياه بالطاقة الشمسية:[21]

تتعدد التقنيات المستخدمة في تحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية، منها التبخير المباشر، والتقطير المتعدد المؤثرات، والتناضح العكسي بالطاقة الشمسية. تتمثل مبادئ عمل هذه التقنيات وكيفية تطبيقها في عمليات تحلية مياه البحر في:

• التبخير المباشر: في هذه التقنية يتم استخدام الطاقة الحرارية المولدة من الألواح الشمسية لتسخين الماء المالح مباشرة داخل مبخر. يتم تبخير الماء المالح وتجميع البخار وتكثيفه للحصول على ماء نقي. تعتبر هذه التقنية بسيطة وفعالة من حيث التكلفة، وتستخدم عادة في المناطق ذات الاعتدال الحراري.

• التقطير المتعدد المؤثرات: هذه التقنية تستخدم سلسلة من المبادلات الحرارية (المؤثرات) لتسخين الماء المالح. يتم تبخير الماء المالح بواسطة الطاقة الحرارية المستمدة من مصادر الطاقة المتجددة. يتم تكثيف البخار المتولد وتجميعه للحصول على ماء نقي. تعتبر هذه التقنية فعالة في استخدام الطاقة وتتيح إمكانية استخدام مصادر طاقة متعددة.

• التناضح العكسي بالطاقة الشمسية: يستخدم التناضح العكسي التكنولوجيا الحديثة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية. يتم توجيه الماء المالح من خلال غشاء شبه نفاذ للأملاح، حيث يتم تطبيق ضغط عالٍ لدفع الماء خلال الغشاء وترك الملوحة والشوائب على الجانب الآخر من الغشاء. يستخدم النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية اللازمة للعملية

2.1.2.تحلية المياه بتقنية التناضح العكسي بالطاقة الشمسية

في دراسة مقارنة شملت دراسة عشرة احتمالات قائمة على أربعة مصادر للطاقة وثلاث تقنيات لتحلية المياه، وجدت أن الخيار الأقل تكلفة هو الازدواج بين تقنية ألواح الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتقنية التناضح العكسي. فتكلفة المياه في محطة تعمل على تقنية التناضح العكسي المقترن بألواح الطاقة الشمسية الكهروضوئية تبلغ 0.85 دولارا أميركيًا للمتر المكعب، بينما تبلغ هذه التكلفة في محطة نووية مقترنة بالتقنية ذاتها 0.91 دولارا أميركيًا للمتر المكعب. من جانب آخر، أثبتت كل من تقنيتي تحلية المياه متعددة التأثيرات والومضية متعددة المراحل بأنهما أقل تكلفة عند الازدواج بينهما وبين الطاقة النووية عوضًا عن الطاقة الشمسية المركزة. تبلغ تكلفة تقنية تحلية المياه متعددة التأثيرات بواسطة الطاقة النووية 1.22 دولارا أميركيًا للمتر المكعب، بينما ترتفع تكلفة هذه التقنية عند اقترانها ببرج الطاقة الشمسية المركزة أو الحوض ذي القطع المكافئ للطاقة الشمسية المركزة إلى 1.45 و1.52 دولارا أميركيًا للمتر المكعب على التوالي. أما بالنسبة إلى تقنية تحلية المياه الومضية متعددة المراحل، فتبلغ تكلفتها عند اقترانها بالطاقة النووية دولارين أمريكيين (2.00) للمتر المكعب. ترتفع هذه التكلفة عند الازدواج بين هذه التقنية وبرج الطاقة الشمسية المركزة (2.13 دولارا أميركيًا للمتر المكعب) أو بينها وبين الحوض ذي القطع المكافئ للطاقة الشمسية المركزة (2.26 دولارا أميركيًا للمتر المكعب.)[22]

2.2.تحلية المياه باستخدام طاقة الرياح

تعد طاقة الرياح أيضًا من مصادر الطاقة المتجددة المهمة، وهي تنتج من حركة الرياح حيث تستخدم توربينات لتوليد الكهرباء. والتي يمكن استخدامها في تحلية المياه في الجزائر. تتوفر الجزائر على قدرة هوائية

تتراوح بين 2 و7 م/ ثا، وهذا يمكّن من تشغيل محركات هوائية لتوليد الكهرباء.[23] تتضمن تقنيات تحلية المياه باستخدام الطاقة الرياحية عادة تقنيات التناضح العكسي باستخدام طاقة الرياح لتشغيل المضخات، وتقنيات التقطير باستخدام الطاقة الحرارية التي تنتجها محركات الرياح.

3.التكنولوجيات المستخدمة في تحلية المياه بالطاقة المتجددة

تستخدم أنواع متعددة من التكنولوجيات من الطاقة المتجددة في تحلية مياه البحر إلا أننا سنقتصر على توضيح التكنولوجيات المستخدمة في تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية فرع أول، والتكنولوجيا التي تعتمد الطاقة الرياحية فرع ثاني، وكلاهما يوفران الكهرباء ويشكلان مع تقنية التناضح العكسي أكثر التقنيات استخداما.

1.3.التكنولوجيات المستخدمة في تحلية المياه بالطاقة الشمسية

تعتمد هذه التكنولوجيا على استخدام الألواح الشمسية لتوليد الكهرباء. فالخلايا الشمسية هي وحدة البناء الرئيسية في أي نظام شمسي لتوليد الكهرباء، عند تعرضها لأشعة الشمس مباشرة.[24] وإذا ما تم توصيلها مع بعضها وتركيبها في لوح واحد تكون ما يسمى باللوح الشمسي . وبحسب موقع "جيت سولار" المتخصص في الألواح الشمسية يمكن استخدام أربعة أنواع وهي:[25]

1.1.3.ألواح الطاقة الشمسية الكريستالية"Polycrystalline solar panels"

هي الأشهر والأرخص، مصنوعة من الكريستال، لا تتحمل أشعة الشمس القوية، وتحتاج إلى التجديد بشكل متكرر.

2.1.3.ألواح الطاقة الشمسية المصنوعة من السيليكون غير المتبلور"Solar panels made of amorphous silicon"

تُصنع من مواد رخيصة مثل السيليكون والنحاس والكادميوم، وعادة ما تُستخدم في المحطات الصغيرة، أو في المنازل والمؤسسات صغيرة الحجم، رخيصة نسبيا.

3.1.3.ألواح السيليكون أحادي البلورية "Monocrystalline Silicon Sheets"

مصنوعة من السليكون عالي النقاء أحادي البلّورة، والذي يتميز مظهره بحوافّ مستديرة ولون داكن. ويمكن الاعتماد عليها في المحطات الكبيرة بالمناطق الحارة، لذلك فهي باهظة الثمن، ذات جودة وكفاءة.

4.1.3.ألواح الطاقة الشمسية الكهروضوئية المركّزة "CSP **panels**"

تعتبر ذات جودة وكفاءة في العمل، إذ تتميز بإمكان الحصول على كمّ كبير من الطاقة الكهروضوئية لتوليد الكهرباء، بسبب انحناء سطحها وتحمّلها للأشعة القوية، وبسبب أنظمة التبريد وجودة المواد التي تُصنع منها، لذلك فهي مرتفعة السعر نسبيًا.

و يتم استخدام الكهرباء في تشغيل أنظمة التحلية اللازمة لتحويل المياه المالحة إلى مياه صالحة للشرب. يتم تحلية المياه بالطاقة الشمسية عادة في المناطق الصحراوية والجافة والساحلية، حيث توجد كميات

كبيرة من الضوء الشمسي. ومن الأمثلة على التكنولوجيات المستخدمة في تحلية المياه بالطاقة الشمسية: التحلية بالتناضح العكسي الشمسي.

2.3.التكنولوجيات المستخدمة في تحلية المياه باستخدام طاقة الرياح

هذه التكنولوجيا تستخدم الرياح لتشغيل مضخات المياه وأجهزة التحلية، حيث يتم تحويل طاقة الرياح إلى كهرباء ومن ثم استخدامها في تحلية المياه. ومن الأمثلة على التكنولوجيات المستخدمة في تحلية المياه باستخدام طاقة الرياح: المحركات المدفوعة بالرياح وتقنية التحلية بالتناضح العكسي بالرياح.

الخاتمة

تحدث المقال عن أهمية استخدام الطاقة المتجددة في تحلية المياه في الجزائر ودورها في تلبية الطلب المائي وتحقيق الاستدامة البيئية. وتم تقديم خيارات مختلفة لتحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

تم استخدام مصادر موثوقة ومعتمدة في البحث العلمي لتحليل الموضوع والإجابة على الإشكالية المطروحة. وأظهرت النتائج أن استخدام الطاقة المتجددة في تحلية المياه يمكن أن يحقق العديد من الفوائد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية، ويمكن أن يساهم في تلبية الطلب المائي وتحقيق الاستدامة.

واستنادًا إلى هذه النتائج، يمكن القول إن تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة هي خيار آخر لتلبية الطلب المائي وتحقيق الاستدامة في الجزائر، وينبغي على الحكومة والجهات المعنية اتخاذ الإجراءات اللازمة لتشجيع وتعزيز استخدام هذه التقنيات.

النتائج

- إن استخدام التقنيات المتجددة في تحلية المياه يمكن أن يلعب دورًا حيويًا في تلبية الطلب المائي في الجزائر وتحقيق الاستدامة، وهذا يتطلب وجود استراتيجيات واضحة وتعاون بين الحكومة والشركات والمستثمرين لتعزيز استخدام الطاقة المتجددة في تحلية المياه.
- هناك بعض التحديات التي تواجه هذا القطاع، مثل ارتفاع تكاليف تحلية المياه بالطاقة المتجددة.

التوصيات

يمكن الاستنتاج من المقال بأن تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة تعد خيارا آخرا لتلبية الطلب المائي وتحقيق الاستدامة في الجزائر، وذلك لما تتمتع به الجزائر من إمكانات طبيعية في مجالي الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. ومن أجل تطبيق هذا الخيار، يوصي المقال بـ:

●ضرورة تشجيع الاستثمار في هذه التكنولوجيات وتحسين البنية التحتية اللازمة لتشغيلها، بالإضافة إلى تطوير السياسات والقوانين اللازمة لتوفير البيئة التشريعية الملائمة لتحفيز القطاع الخاص والجهات المانحة على الاستثمار في هذا المجال.

●ضرورة إجراء دراسات مستقبلية لتحديد مدى جدوى تطبيق هذه التقنيات والتحول إليها بشكل كامل، بالإضافة إلى تطوير المزيد من الأبحاث في هذا المجال لتحسين فعالية هذه التقنيات وتخفيض تكاليف تطبيقها.

الهوامش

1 العربي سلسبيل، أزمة المياه في الجزائر تدق ناقوس الخطر، 28 أبريل 2021، 2021/10/06،https://aljazair1.dz/.

2 المرجع نفسه.

3 بوغدة نور الهدى. دور الكفاءة الاستخدامية للموارد المائية في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي . حالة الجزائر.. مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه في علوم التسيير تخصص: اقتصاد دولي والتنمية المستدامة: كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التسيير جامعة فرحات عباس –سطيف1 –، 2015/2014. (ص، ص) 99–104.

4 عدلان صدراتي. حوكمة المياه كخيار استراتيجي لتحقيق أهداف التنمية المستدامة– حالة الجزائر–، مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير مدرسة الدكتوراه كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير. جامعة فرحات عباس – سطيف–، 2013/2012. ص 10

5 وكالة الاباء الجزائرية، موارد مائية: ارتفاع الطلب السنوي إلى 9.12 مليار متر مكعب بغضون سنة 2030، 01/01/15،2021/03/2019.https://bit.ly/4aJ8bby

6العربي سلسبيل، مرجع سبق ذكره.

7 بن ناصر عبد الحميد، أزمة المياه في الجزائر، مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر 3 ، 2017.

8العربي سلسبيل، مرجع سبق ذكره.

9 بوغدة نورالهدى، مرجع سبق ذكره، (ص ص) 97–98.

10عماري عبد الهادي و بوفكان عبد المجيد. الاستراتيجية الوطنية لتوفير وتوصيل المياه. البليدة: المدرسة الوطنية العليا للري، 2019.

11المرجع نفسه.

12 بلغالي محمد. "سياسة ادارة الموارد المائية في الجزائر: تشخيص الواقع و أفاق التطوير." ملتقى الموارد المائية في البحر الأبيض المتوسط. الجزائر، مارس 2008.

13 وكالة الاباء الجزائرية ، مرجع سبق ذكره.

14 الشروق أونلاين. مع نهاية العام المقبل الجزائر ستكون الأولى إفريقيا في مجال تحلية مياه البحر. 05 07, 2023. 28 08, 2023.https://bit.ly/3wQZZba

15 وكالة الأنباء الجزائرية، الاعتماد على محطات تحلية مياه البحر بنسبة 42 بالمائة آفاق 2024، 16 10, 2022. 14 11, 2022، https://bit.ly/4dXcUcs

16 أتاناسوفسكا أندريا. "تحلية المياه بالطاقة الشمسية: حل واعد لمستقبل المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمار إفريقيا." 23 مايو, 2016. الفنك. 04 01, 2023. https://bit.ly/3WWlAcR

17 الحمود محمد. "من أجل المستقبل –تحلية المياه–" . علوم وتكنولوجيا 2016.

خاتو أميرة. *نحو انجاز 6 محطات لتحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية في الجزائر*. 18 04, 2024. https://www.awras.com/ (تاريخ الوصول 18 05, 2024).

18 وكالة الطاقة الدولية. الطاقة المتجددة. 12 04, 2002. https://bit.ly/3wHkKGm (تاريخ الوصول 20 11, 2020).

19 موسى عبد القادر و مسعودي محمد. "تطوير الطاقة الشمسية كطاقة متجددة لتحقيق التنمية المستدامة والانتقال الطاقوي في الجزائر." مجلة وحدة البحث في تنمية الموارد البشرية جوان, 2022: 302–325.

20 خاتو أميرة. نحو انجاز 6 محطات لتحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية في الجزائر. 18 04, 2024. 18 05, 2024 . https://bit.ly/4avx9eg

21 Soteris A, Kalogirou. "Seawater desalination using renewable energy sources." Progress in Energy and Combustion Science 2005, 31.3 ed.: 242-281.

22 أحمد علي و بيطار رامي. أيهما الأقل تكلفة في تحلية المياه: الطاقة الشمسية أم الطاقة النووية؟ بيروت: معهد عصام فارس للسياسات العامة والشؤون الدولية في الجامعة الأميركية ، 2017.

23 هاشم جمال. "آفاق تنمية وتطوير الطاقات المتجددة في الجزائر." مجلة علوم الاقتصاد والتسيير والتجارة 2012: 221–248.

24 بوبكر كحلة ، بوعبدالله ودان و عبد القادر حميد باشوش. "استراتيجية التحول إلى الطاقة الشمسية في الجزائر تقييم للواقع ورؤية استشرافية لاستغلالها." مجلة رؤى اقتصادية 31 12, 2021، الإصدار 2021(02): 239–219.

25 بدر أحمد. تحلية المياه بالطاقة الشمسية.. أبرز التقنيات والأسعار. 02 10, 2022. 26 08, 2023. https://bit.ly/4awA3iJ