*Desalination and Water Treatment*
www.deswater.com
doi: 10.5004/dwt.2020.25540

جمعية علوم وتقنية المياه
Water Sciences and Technology Association

# استهلاك الطاقة في قطاع المياه البلدية بمملكة البحرين

مها محمود الصباغ[١]، وليد خليل زباري[١]، مريم جمعه هلال[٢]، رحاب عبدالمهدي محسن[٣]

[١] قسم الموارد الطبيعية والبيئة، جامعة الخليج العربي، مملكة البحرين، البريد الالكتروني mahamw@agu.edu.bh

[٢] هيئة الكهرباء والماء، مملكة البحرين

[٣] وزارة الأشغال وشئون البلديات والتخطيط العمراني، مملكة البحرين

تعتبر قضية ترابط المياه والطاقة إحدى القضايا الهامة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية لا سيما في ظل شح الموارد المائية ووفرة مصادر الطاقة الأحفورية والاعتماد عليها بشكل كبير في قطاع المياه. وهذا ما دفع دول المجلس إلى تبني مفهوم الترابط بين المياه والطاقة، الأمر الذي انعكس على أهداف الاستراتيجية الموحدة للمياه لدول المجلس. إذ ينص الهدف الاستراتيجي الأول على «*تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه*» وذلك عن طريق «*تقييم وتدقيق استهلاك الطاقة في قطاع المياه في جميع دول المجلس وإعداد دراسة مرجعية حول استهلاك قطاع المياه من الطاقة*». ويعتبر ذلك الخطوة الأولى نحو «*إعداد البرامج والأهداف لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه*» بحسب الهدف الفرعي السادس المنبثق عن الهدف الاستراتيجي الأول. وفي هذا الإطار، تم حساب كمية الطاقة المستهلكة في قطاع المياه البلدية في مملكة البحرين ضمن مشروع إعداد استراتيجية المياه لمملكة البحرين. وتشير نتائج الدراسة إلى أن نحو ٨٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية في مملكة البحرين في عام ٢٠١٧ قد تم استهلاكها في إنتاج مياه التحلية ومعالجة مياه الصرف الصحي. ولعل النصيب الأكبر من الطاقة قد تم استهلاكه في محطات تحلية المياه وذلك بنسبة ٧٨٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة في قطاع المياه البلدية. حيث بينت الدراسة احتمالية وجود فرص علاية نسبياً لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه البلدية، ذلك أن كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في إنتاج مياه التحلية ومعالجة مياه الصرف الصحي تفوق مثيلتها في دول العالم وذلك بحسب نوع تقنية التحلية والمعالجة المستخدمة. وتوصي الدراسة بضرورة أخذ معيار الطاقة المطلوبة للتحلية أو معالجة مياه الصرف الصحي بعين الاعتبار عند تقييم خيارات التقنية المتاحة لإنشاء محطات جديدة. كما وتوصي الدراسة أيضاً بقياس وتجميع البيانات المتعلقة باستهلاك الطاقة بشكل دوري في قاعدة بيانات وطنية موحدة، وذلك لتسهيل عملية حساب مؤشرات الأداء المتعلقة بكفاءة استهلاك الطاقة، ومراقبة الأداء، وتقييم التقدم المحرز نحو تحقيق أهداف تحسين كفاءة الطاقة الموضوعة. وثمة توصية أخيرة تتعلق بضرورة توعية أصحاب المصلحة بأهمية قضية الترابط بين المياه والطاقة، ذلك أن خفض كمية الطلب على المياه تعني خفض كمية الطلب على الطاقة، الأمر الذي ينعكس بصورة إيجابية على البيئة، الاقتصاد، واستدامة التنمية الاجتماعية والاقتصادية في مملكة البحرين.

**الكلمات المفتاحية:** ترابط المياه والطاقة، كفاءة استهلاك الطاقة، معالجة مياه الصرف الصحي، المياه المحلاة

## 1. المقدمة

حظيت قضية ترابط المياه والطاقة باهتمام كبير في الآونة الأخيرة لاسيما في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية. إذ ترتبط المياه ارتباطاً وثيقاً بالطاقة وذلك في ظل ندرة المياه ووفرة مصادر الطاقة الأحفورية، الأمر الذي انعكس على أهداف الاستراتيجية الموحدة للمياه لدول المجلس ٢٠١٦ - ٢٠٣٥ والتي تضمنت هذا المفهوم. حيث ينص الهدف الاستراتيجي الأول على «*تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه*» مما يستلزم «*تقييم وتدقيق استهلاك الطاقة في قطاع المياه في جميع دول المجلس وإعداد دراسة مرجعية حول استهلاك قطاع المياه من الطاقة*» وذلك بغية «*إعداد البرامج والأهداف لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه*».

وتماشياً مع الاستراتيجية الموحدة للمياه لدول المجلس وفي إطار إعداد الاستراتيجية الوطنية للمياه لمملكة البحرين، فقد وجه مجلس الموارد المائية نحو حساب كمية الطاقة المستهلكة في قطاع المياه البلدية في مملكة البحرين وذلك تمهيداً للتعرف على الفرص المتاحة لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه البلدية.

وبالإضافة إلى كونها ضمن متطلبات الاستراتيجية الوطنية للمياه لمملكة البحرين، فإن حساب وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه البلدية يسهم في تحقيق الهدف الثالث المنبثق من الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة والذي ينص على أن تتم «بحلول عام



1944-3994/1944-3986 © 2020 Desalination Publications. All rights reserved.

٠٣٠٢ مضاعفة المعدل العالمي لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة». كما ويسهم أيضاً في تحقيق الهدف المتعلق بكفاءة استهلاك الطاقة بشكل عام في مملكة البحرين والذي تم تحديده بنسبة ٦٪ بحلول عام ٥٢٠٢.

هذا، ويتيح حساب كمية الطاقة المستهلكة في قطاع المياه البلدية فرصة تحديد إمكانية استخدام الطاقة المتجددة في هذا القطاع، الأمر الذي يسهم في تحقيق الهدف الثاني والمنبثق من الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة والذي ينص على رفع حصة الطاقة المتجددة ضمن مزيج الطاقات المستهلكة وذلك بحلول عام ٠٣٠٢. كما ويتيح أيضاً فرصة تحقيق الهدف المتعلق بمساهمة الطاقة المتجددة ضمن إجمالي الطاقة المستهلكة في مملكة البحرين والذي تم تحديده بنسبة ٥٪ بحلول عام ٥٢٠٢.

يضاف إلى ذلك، فإن تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه البلدية يعني الحد من استهلاك الوقود الأحفوري، وبالتالي خفض إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وهذا ما يسهم في تحقيق التزامات خفض الانبعاثات والمترتبة على اتفاقية باريس لتغير المناخ والتي قامت مملكة البحرين بالتوقيع والتصديق عليها في عام ٦١٠٢، في حين دخلت حيز التنفيذ في عام ٧١٠٢.

وبالنظر إلى هذه المنافع مع الأخذ بعين الاعتبار بأنه يجري إعداد هذه الدراسة للمرة الأولى في مملكة البحرين، فإن هذه الدراسة تهدف إلى التعرف على كمية الطاقة المستهلكة في قطاع المياه البلدية بمملكة البحرين. وعلى وجه الخصوص، فإنها تهدف إلى حساب كمية الطاقة المستهلكة في المراحل المختلفة لقطاع المياه البلدية، وحساب مؤشرات الأداء ذات العلاقة بالطاقة، وأخيراً مقارنة كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه البلدية بمملكة البحرين بعدد من الممارسات العالمية ذات الصلة.

## 2. المنهجية

### ٢. ٢. المنهجية المتبعة في هذه الدراسة

بشكل عام، هناك طريقتان لحساب كمية الطاقة المستهلكة في أي قطاع: نهج جمع البيانات من الأسفل الى الأعلى Bottom-up approach، ونهج جمع البيانات من الأعلى إلى الأسفل Top-down approach. فعند اتباع الطريقة الأولى لجمع البيانات، فإنه يتم تحديد كمية الطاقة التي يستهلكها كل جهاز أو آلة وذلك إما عن طريق قياس كمية الطاقة المستهلكة بشكل مباشر أو حسابها بالاستعانة بالخصائص التقنية للجهاز بالإضافة إلى ساعات العمل. أما في الطريقة الثانية، فإنه يتم تجميع البيانات المتعلقة بإجمالي استهلاك جميع المعدات أو الأجهزة للطاقة وذلك من خلال الاستعانة بقراءات عدادات الكهرباء. وتتيح الطريقة الأولى إمكانية تحديد فرص تحسين كفاءة استهلاك الطاقة بدقة بالإضافة إلى متابعة التقدم المحرز عند تطبيق إجراءات تحسين الكفاءة المختلفة. إلا أنه وفي المقابل، فإن البيانات المطلوبة قد لا تكون جميعها متوافرة الأمر الذي يحد من إمكانية التطبيق الكامل لهذه الطريقة. ومن هنا تأتي الطريقة الثانية لجمع البيانات، من الأعلى إلى الأسفل، لتحل هذه المشكلة لا سيما في ظل محاولة حساب كمية الطاقة المستهلكة وذلك للمرة الأولى.

وفي هذا الدراسة تمت محاولة اتباع الطريقة الأولى لجمع البيانات، إلا أنه ونظراً لغياب البيانات المطلوبة في قطاع المياه البلدية، فقد تم انتهاج الطريقة الثانية بشكل عام. إلا أنه تم استثناء ثلاث محطات لتحلية المياه إذ تعذر الحصول على البيانات المطلوبة باتباع الطريقة الثانية في حين توافرت البيانات المطلوبة بحسب الطريقة الأولى. وتقتصر حدود الدراسة على قطاع المياه البلدية فقط لتشمل إنتاج المياه بمراحلها الثلاث: إنتاج المياه، نقل المياه، وتوزيع المياه، بالإضافة إلى معالجة مياه الصرف الصحي والتي تتضمن: جمع مياه الصرف الصحي، معالجة مياه الصرف الصحي، وأخيراً نقل مياه الصرف الصحي المعالجة. هذا، ولا يدخل الاستخدام النهائي للمياه، سواء كانت مياه الشرب أو مياه الصرف الصحي المعالجة، ضمن نطاق هذه الدراسة. كما ويقتصر نوع الطاقة قيد الدراسة على الطاقة الكهربائية، ذلك أنها الأكثر استخداماً بالإضافة إلى توافر البيانات المتعلقة بها. حيث تم الحصول على عناوين المنشآت ذات العلاقة بقطاع المياه البلدية ومن ثم الحصول على كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال الفترة من يناير ٥١٠٢ وديسمبر ٧١٠٢ وذلك من هيئة الكهرباء والماء بمملكة البحرين. وتم اتباع المعادلة التالية بالاعتماد على البيانات التي تم تجميعها من الأعلى إلى الأسفل:

الطاقة الكهربائية المستهلكة في السنة في محطة ما = مجموع الطاقة الكهربائية المستهلكة في جميع أشهر السنة

وفيما يتعلق بمحطات تحلية المياه الثلاث: سترة والحد والدور، والتي تم حساب كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة فيها باستخدام طريقة جمع البيانات من الأسفل إلى الأعلى، فقد تم اتباع المعادلات التالية:

القدرة الكهربائية (وات) = الجهد الكهربائي (فولت) * التيار (أمبير)

الطاقة الكهربائية (وات ساعة) = القدرة الكهربائية (وات) * عدد ساعات العمل (ساعة)

ثم تم حساب مؤشر كفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية وذلك لمحطات تحلية المياه ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي على النحو التالي:

مؤشر كفاءة استخدام الطاقة الكهربائية المحددة لمرحلة أو محطة معينة (كيلووات ساعة/ م$^3$) = مقدار استهلاك الكهرباء في فترة زمنية محددة / كمية المياه المنتجة أو مياه الصرف المعالجة في نفس الفترة

ومن ثم تمت مقارنة هذه النتائج بالممارسات العالمية ذات العلاقة. إذ تتيح نتائج هذا المؤشر إمكانية المقارنة بالممارسات المماثلة والمتبعة في دول مختلفة بالإضافة إلى كونها تمثل خطاً مرجعياً لمتابعة التقدم في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه البلدية وذلك ما هدفت إليه الاستراتيجية الموحدة للمياه لدول المجلس.

## ٢. ٢. قطاع المياه البلدية في مملكة البحرين

تمر المياه البلدية في مملكة البحرين بمرحلتين: إنتاج المياه والتي تتضمن إنتاج المياه ونقلها وتوزيعها، ومعالجة مياه الصرف الصحي والتي تتألف من جمع مياه الصرف الصحي، ومعالجتها ومن ثم نقلها. وتتولى هيئة الكهرباء والماء مسؤولية إدارة المرحلة الأولى في حين تضطلع وزارة الأشغال وشئون البلديات والتخطيط العمراني بشؤون تسيير ومتابعة المرحلة الثانية. كما ويشارك القطاع الخاص في قطاع المياه البلدية وذلك من خلال ملكية وإدارة ثلاثة محطات لتحلية المياه: الحد والدور وألبا (جدول ١) بالإضافة إلى محطة واحدة لمعالجة مياه الصرف الصحي (محطة المحرق)، إلا أن الدولة تتكفل بشراء المياه المحلاة ومن ثم توزيعها على المشتركين، كما وتتكفل بتغطية تكاليف معالجة مياه الصرف الصحي.

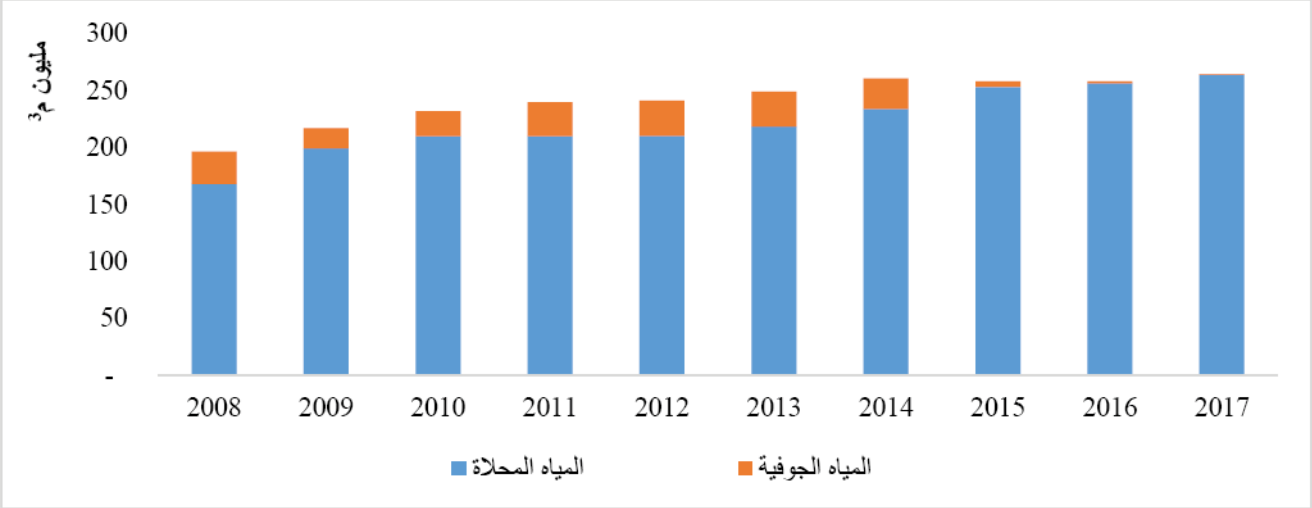
**جدول ١: محطات تحلية المياه في مملكة البحرين (اتصالات شخصية، هيئة الكهرباء والماء)**

| المحطة | سترة | راس أبوجرجور | الحد | ألبا | الدور |
|---|---|---|---|---|---|
| سنة التشغيل | 1975 | 1984 | 1999 | 2001 | 2012 |
| ملكية المحطة | القطاع الحكومي | القطاع الحكومي | القطاع الخاص | القطاع الخاص | القطاع الخاص |
| مصدر المياه | مياه البحر | المياه الجوفية | مياه البحر | مياه البحر | مياه البحر |
| المنتج | المياه المحلاة والطاقة الكهربائية | المياه المحلاة | المياه المحلاة والطاقة الكهربائية | المياه المحلاة | المياه المحلاة والطاقة الكهربائية |
| التقنية المستخدمة | التبخير الوميضي المتعدد المراحل MSF | التناضح العكسي RO | التبخير الوميضي المتعدد المراحل MSF والتبخير بطريقة التأثير متعدد المراحل MED | التبخير بطريقة التأثير متعدد المراحل MED | التناضح العكسي RO |
| الطاقة الإنتاجية (ألف م٣/اليوم) | 94.5 | 62.4 | 340.6 | 35.9 | 181.6 |

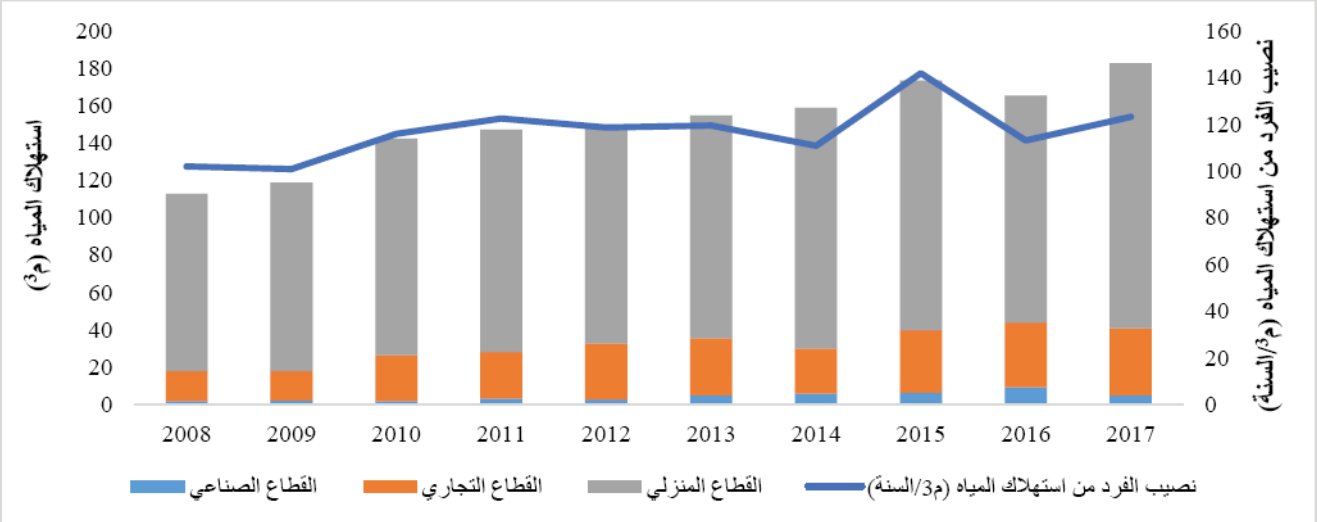
**جدول ٢: محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مملكة البحرين (اتصالات شخصية، *وزارة الأشغال وشئون البلديات والتخطيط العمراني*)**

| المحطة | سنة التشغيل | الطاقة الاستيعابية (م٣/اليوم) | الطاقة الفعلية (م٣/اليوم) | مصدر مياه الصرف الصحي | أعلى مستوى معالجة |
|---|---|---|---|---|---|
| توبلي | 1982 | 200,000 | 300,000 | سكني | ثلاثية |
| سترة | 2008 | 16,500 | 15,457 | سكني، صناعي | ثلاثية |
| عسكر | 1997 | 288 | 487 | سكني | ثنائية |
| الحد | 2005 | 2,325 | 2,822 | سكني، صناعي | ثلاثية |
| الجسرة | 2006 | 340 | 726 | سكني | ثلاثية |
| جامعة البحرين | 1985 | 504 | 467 | سكني | ثلاثية |
| جو | 1992 | 408 | 494 | سكني | ثنائية |
| جنوب ألبا | 1994 | 900 | 1,135 | سكني، صناعي | ثلاثية |
| جده | 2008 | 25 | 23 | سكني | ثلاثية |
| الدور | 2003 | 70 | 153 | سكني | ثلاثية |
| الهملة | 2015 | 1,100 | 923 | سكني | تقنية معالجة المياه بأغشية المفاعلات الحيوية MBR |
| المعامير | 2010 | 2,250 | 1,863 | سكني، صناعي | تقنية معالجة المياه بأغشية المفاعلات الحيوية MBR |
| المحرق | 2014 | 100,000 | 71,000 | سكني | طريقة المفاعلات الدفقية المتسلسلة SBR |

ونظراً لمحدودية الموارد المائية في مملكة البحرين، ولتلبية الطلب المتنامي على المياه، فقد تم الاعتماد على تحلية مياه البحر بشكل أساسي. حيث ازداد إنتاج المياه من ٢٧١ مليون متر مكعب في عام ٨٠٠٢ إلى ٣٦٢ مليون متر مكعب في عام ٧١٠٢ (شكل ١). ويستهلك القطاع المنزلي النصيب الأكبر من المياه المنتجة وذلك بنسبة ٨٧٪ متبوعاً بالقطاع التجاري فالصناعي وذلك بنسب تبلغ ٠٢٪ و٢٪ على التوالي (EWA, 2017). أما فيما يتعلق بنصيب الفرد من استهلاك المياه، فقد كان متذبذباً خلال الفترة ٨٠٠٢-٧١٠٢، إلا أنه انخفض بشكل ملحوظ في عام ٦١٠٢ متأثراً بالإصلاحات المتعلقة بأسعار المياه (شكل ٢). وأما مياه الصرف الصحي، فيتم معالجة نحو ٥٧٪ من مياه الصرف الصحي معالجة ثنائية أو ثلاثية في محطة توبلي وذلك بإجمالي طاقة يومية تبلغ نحو ٠٠٣ م٣/اليوم. وبالرغم من ذلك، فإنه لا يتم استخدام سوى نحو ١٣٪ من المياه المعالجة بهذه المحطة.



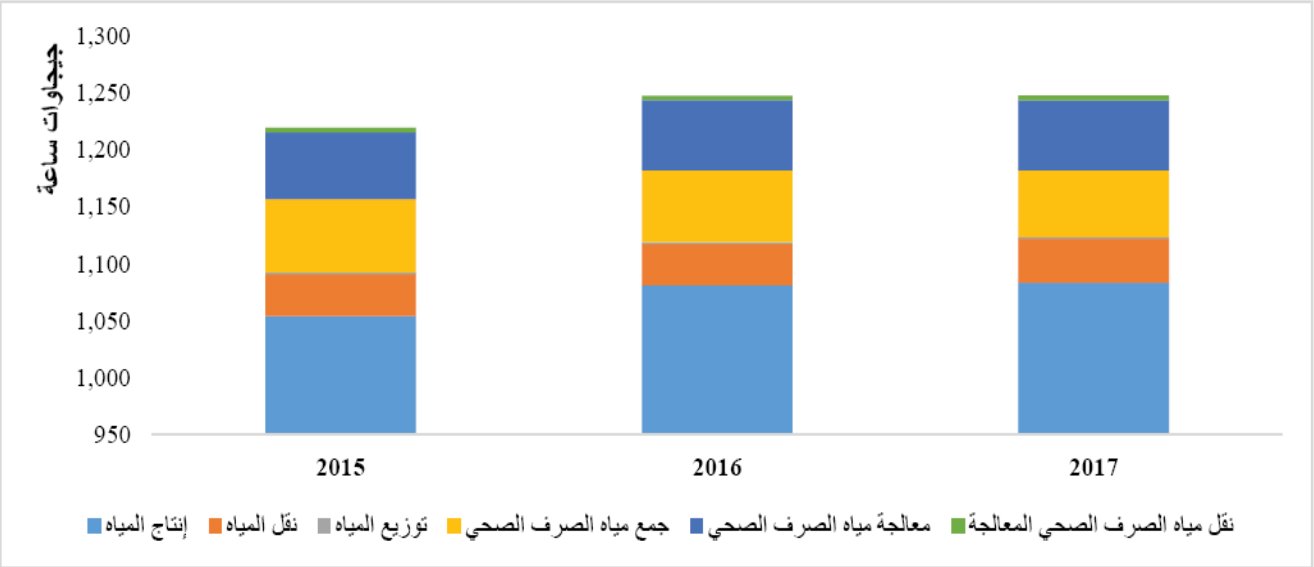

**شكل ١: إنتاج المياه في مملكة البحرين في الفترة ٨٠٠٢-٧١٠٢ (EWA, 2017; IGA, 2016)**




**شكل ٢: استهلاك المياه حسب القطاعات في مملكة البحرين خلال الفترة ٨٠٠٢-٧١٠٢ (EWA, 2017; IGA, 2016)**

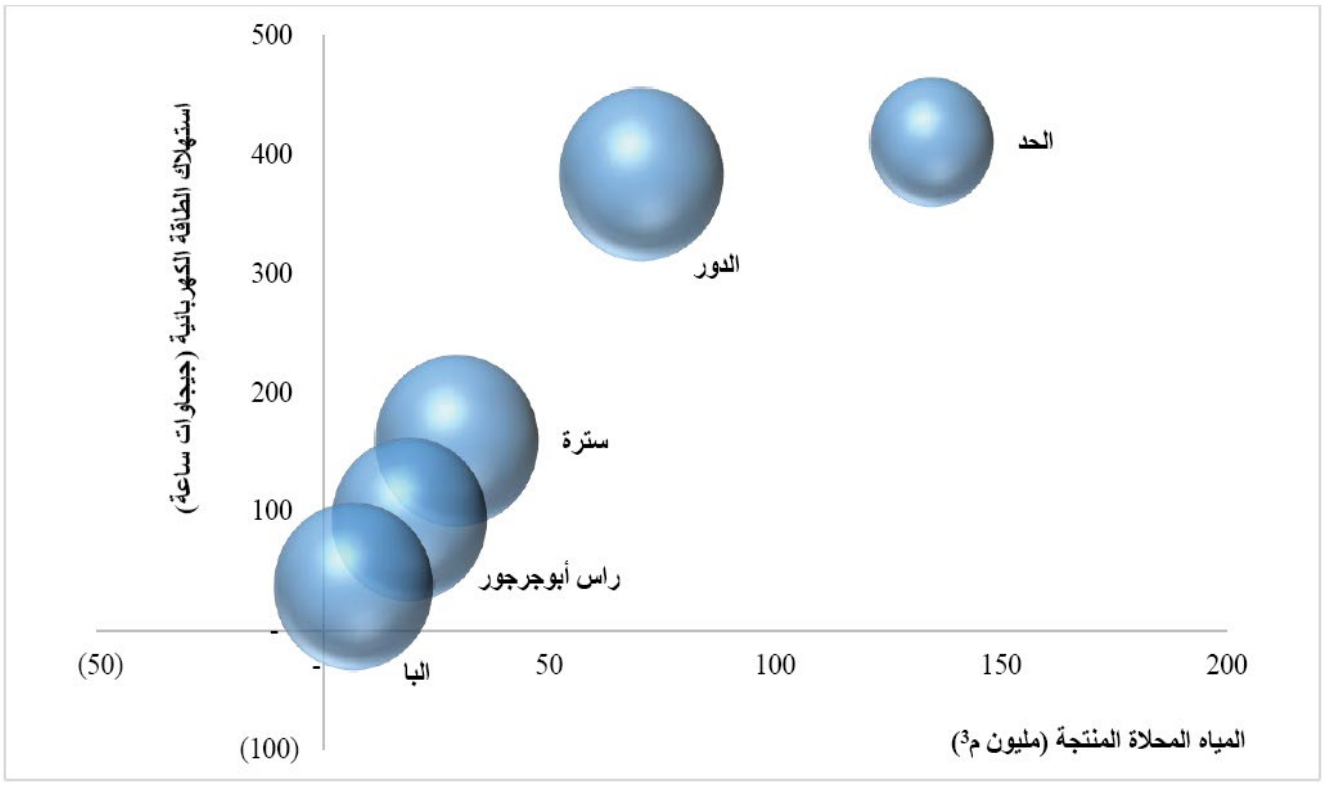
## 3. النتائج والمناقشة

استهلك قطاع المياه البلدية حوالي ٥,٧٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة بمملكة البحرين في عام ٧١٠٢. حيث بلغت كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في قطاع المياه البلدية نحو ٧٤٢,١ جيجاوات / ساعة في عام ٧١٠٢ بزيادة قدرها ٣,٢٪ مقارنة بالطاقة الكهربائية المستهلكة في عام ٥١٠٢ والتي بلغت ٨١٢,١ جيجاوات / ساعة. وتستهلك مرحلة إنتاج المياه نحو ٠٩٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية ذات الصلة بقطاع المياه البلدية (شكل ٣).




**شكل ٣: الطاقة الكهربائية المستهلكة في قطاع المياه البلدية في مملكة البحرين خلال الفترة ٢٠١٥-٢٠١٧**

وتستهلك محطات تحلية المياه نحو ٥,٦٩٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة في مرحلة إنتاج المياه. وبالنظر إلى كفاءة استهلاك الطاقة في محطات تحلية المياه ذات التقنيات المختلفة، تبدو محطة الحد لتحلية المياه هي الأكثر كفاءة (شكل ٤). كما وتبدو كفاءة استهلاك الطاقة في محطات التحلية بمملكة البحرين متقاربة إلى حد ما بصرف النظر عن التقنية المستخدمة، وبالرغم من ذلك فإن استهلاك المحطات من الطاقة الكهربائية يزداد بزيادة كمية المياه المحلاة (مربع معامل الارتباط = ٠,٤٨).

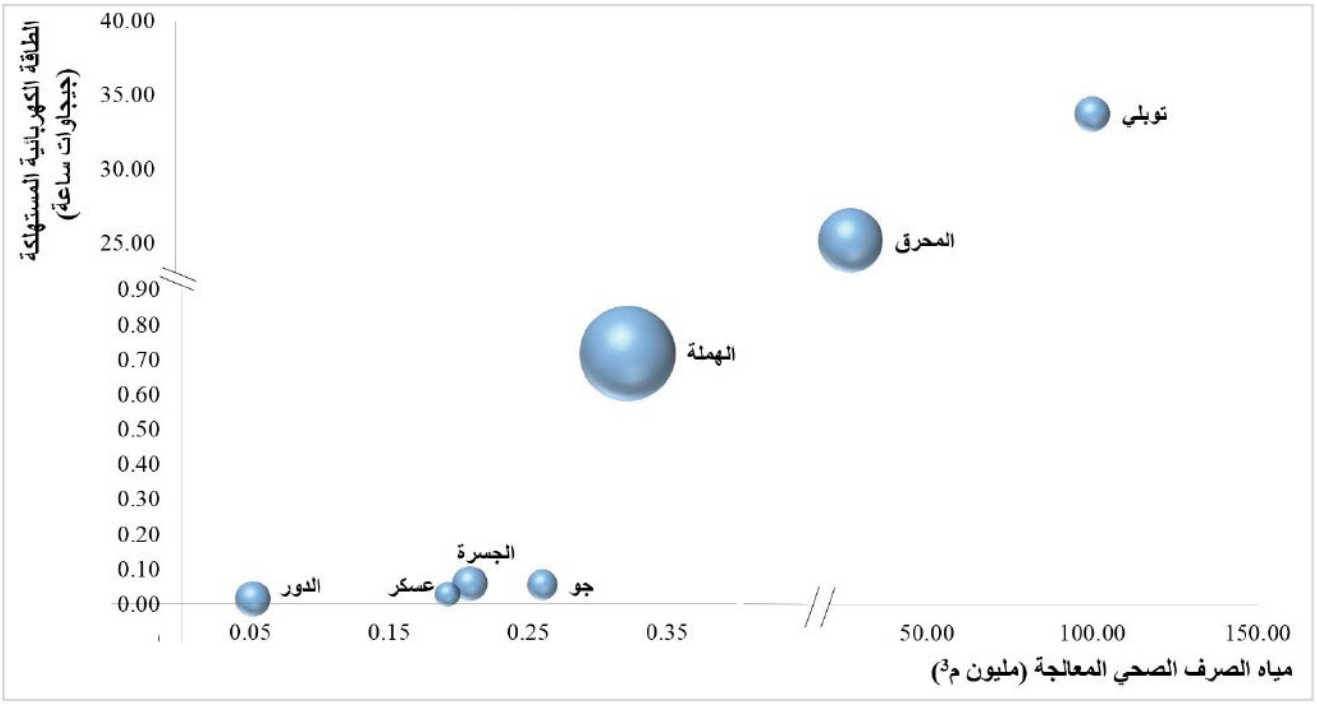



**شكل ٤: إنتاج المياه المحلاة، الطاقة الكهربائية المستهلكة، وكفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية في محطات تحلية المياه (ممثلة في حجم الدائرة) في مملكة البحرين في عام ٢٠١٦**

وتأتي مرحلة نقل المياه الصالحة للشرب في المرتبة الثانية من حيث استهلاك الطاقة الكهربائية في إنتاج المياه وذلك بنسبة ٩,٢٪ متبوعة بتوزيع المياه وذلك بنسبة تقل عن ١,٠٪. وبالرغم من انخفاض نسبة الطاقة الكهربائية المستهلكة في توزيع المياه، إلا أن القيمة الفعلية المستهلكة بلغت أكثر من ٢٨٥,١ ميجاوات ساعة في عام ٧١٠٢ بزيادة قدرها ٣١١ ميجاوات ساعة مقارنة بعام ٥١٠٢.

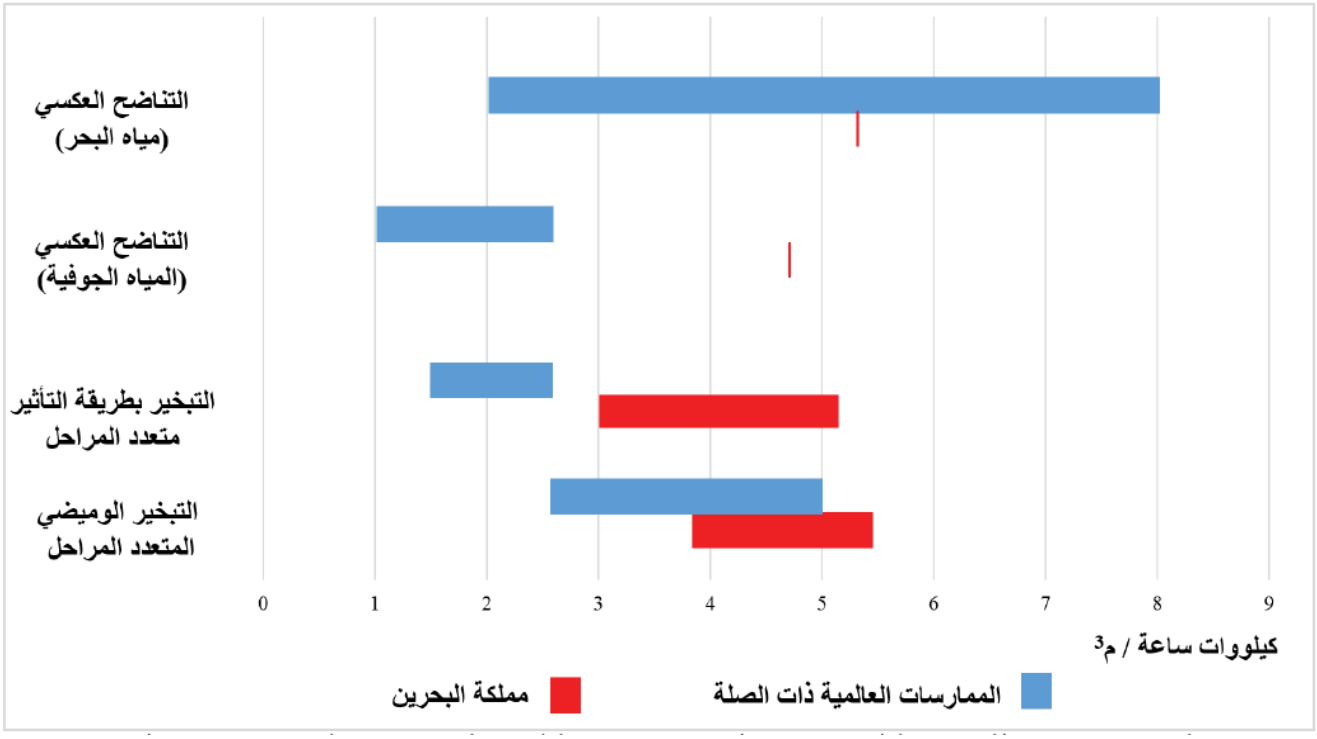
وأما فيما يتعلق بمرحلة معالجة مياه الصرف الصحي، فقد استهلكت ٤٢١ جيجاوات ساعة في عام ٧١٠٢ وذلك بما يعادل نحو ٩٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة في قطاع المياه البلدية. وتم استهلاك النسبة الأكبر في جمع ومعالجة مياه الصرف الصحي وذلك بنسبة ٥,٦٩٪، في حين تم استهلاك النسبة الباقية في نقل مياه الصرف الصحي المعالجة وذلك بنسبة ٥,٣٪.

وبحساب كفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية في محطات معالجة مياه الصرف الصحي، يتضح أن معظم المحطات تستهلك ما يقل عن ٣,٠ كيلووات ساعة وذلك لمعالجة ١ م$^3$ من مياه الصرف الصحي، في حين تستهلك محطتي المحرق والهملة نحو ٩,٠ و٢,٢ كيلووات ساعة على التوالي وذلك لمعالجة الكمية ذاتها من مياه الصرف الصحي (شكل ٥). ويرجع ذلك لاختلاف تقنية المعالجة المستخدمة في المحطتين والمتمثلة في تقنية معالجة المياه بأغشية المفاعلات الحيوية MBR في محطة الهملة وطريقة المفاعلات الدفقية المتسلسلة SBR في محطة المحرق. وعلى غرار محطات تحلية المياه، فإن كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي تزداد بزيادة كمية المياه المعالجة (مربع معامل الارتباط = ٢٨,٠).

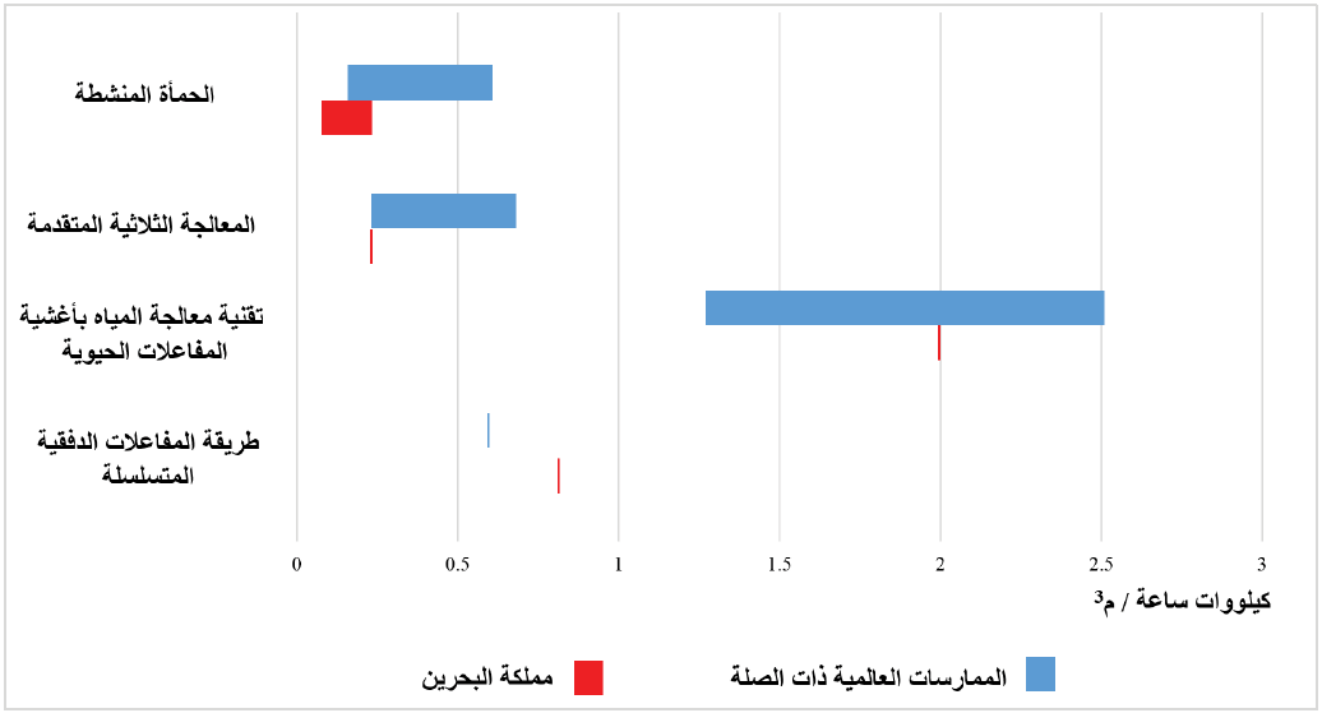



**شكل ٥: مياه الصرف الصحي المعالجة، الطاقة الكهربائية المستهلكة، وكفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية في محطات معالجة مياه الصرف الصحي (ممثلة في حجم الدائرة) في مملكة البحرين في عام ٧١٠٢**

وبمقارنة كفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية في محطات تحلية المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي في مملكة البحرين بمثيلاتها كما ورد في الدراسات السابقة، فيتضح أنها ضمن نطاق الممارسات العالمية بشكل عام. إلا أن احتمالية تحسين كفاءة الاستهلاك تظهر بوضوح وذلك فيما يتعلق ببعض التقنيات كما هو موضح في شكل ٦ و شكل ٧.




شكل ٦: مقارنة كفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية في محطات تحلية المياه بحسب التقنية في مملكة البحرين مقارنة بالممارسات العالمية (ESCWA, 2017; Shahzad et al., 2017; Siddiqi & Anadon, 2011)




شكل ٧: مقارنة كفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية في محطات معالجة مياه الصرف الصحي بحسب التقنية في مملكة البحرين مقارنة بالممارسات العالمية (ES-CWA, 2017; Shahzad et al., 2017; Siddiqi & Anadon, 2011)

## 4. الاستنتاجات والتوصيات

يرتبط قطاع المياه البلدية ارتباطاً وثيقاً بالطاقة في مملكة البحرين، حيث قامت هذه الدراسة وللمرة الأولى بحساب كمية الطاقة المستهلكة في إنتاج المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي في المملكة. كما وبينت هذه الدراسة كفاءة أداء محطات تحلية المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي من حيث استهلاك الطاقة الكهربائية مقارنة بالممارسات العالمية وذلك بحسب التقنية المستخدمة. وتتمثل أهمية هذه الدراسة في تقييمها للوضع الحالي وذلك تمهيداً لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع المياه البلدية. وبالرغم من أهمية هذه الدراسة، فإنها تقتصر على قطاع المياه البلدية فحسب وبالتالي فإنه يمكن إجراء دراسات أكثر شمولية في المستقبل وذلك لحساب وتقييم استهلاك الطاقة في قطاع المياه الصناعية والزراعية. كما ولم تتطرق هذه الدراسة إلى كفاءة استهلاك الطاقة لدى المستهلك النهائي للمياه، الأمر الذي يمكن تغطيته في مسوحات مستقبلية لتشمل المستهلك النهائي لمياه الشرب والمستهلك النهائي لمياه الصرف الصحي المعالجة.

وتوصي هذه الدراسة بضرورة الأخذ بمعيار كفاءة استهلاك الطاقة وذلك خلال عملية اتخاذ القرار المتعلقة بتقنيات تحلية المياه أو معالجة مياه الصرف الصحي. كما وتوصي الدراسة أيضاً بضرورة توفير البيانات المتعلقة باستهلاك الطاقة وذلك للمراحل المختلفة المتعلقة بإنتاج المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي. هذا بالإضافة إلى ضرورة حساب المؤشرات ذات العلاقة بكفاءة استهلاك الطاقة وإعداد دليل ارشادي حول إدارة الطاقة في قطاع المياه بشكل عام والمياه البلدية بشكل خاص. وتوصي الدراسة أيضاً بتوعية المستهلكين بأهمية ترشيد استهلاك المياه، وذلك لخفض كمية المياه المنتجة بالإضافة إلى خفض كمية الطاقة المستهلكة في إنتاج المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي مما يسهم في الحفاظ على الموارد الطبيعية والبيئة.

## قائمة المراجع

ESCWA. (2017). Developing the Capacity of ESCWA Member Countries to Address the Water and Energy Nexus for Achieving Sustainable Development Goals: Water-Energy Nexus Operational Toolkit - Resource Efficiency Module. Beirut: UN.

EWA. (2017). EWA Statistics. Retrieved 30 May 2018, from http://www.ewa.bh/en/AboutUs/AnnualReport/EWA%20Statistics%202017.pdf

IGA. (2016). Statistical Abstract Retrieved 30 May 2018, from http://www.data.gov.bh/

Shahzad, M. W., Burhan, M., Ang, L., & Ng, K. C. (2017). Energy-water-environment nexus underpinning future desalination sustainability. *Desalination*, 413, 52-64. doi: 10.1016/j.desal.2017.03.009

Siddiqi, A., & Anadon, L. D. (2011). The water–energy nexus in Middle East and North Africa. *Energy Policy, 39*(8), 4529-4540. doi: 10.1016/j.enpol.2011.04.023