تحليل لسلوك استخدام سخانات المياه الكهربائية في إقليم كوردستان العراق

م.د. أرشد طه عثمان
كلية الإدارة والاقتصاد
جامعة صلاح الدين/أربيل
arshed.othman@su.edu.krd

المستخلص:

تهدف هذه الدراسة، التي أعتمدت على بيانات دراسة إستبيان تم إجراءها في إقليم كوردستان العراق، إلى التحقيق في: الوعي بتدابير توفير الطاقة لسخانات المياه الكهربائية، وما إذا كان المستهلكون يقومون بتنفيذ التدابير المقترحة لترشيد إستهلاك الطاقة أم لا، وإذا كان المستهلكون يدركون ويتحكمون بشكل فعال في استخدامهم للطاقة. بالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام البيانات لتحديد نجاح الخصومات التي تهدف إلى تقليل استخدام الطاقة السكنية وتحديد الدوافع المحتملة لتشجيع المستخدمين على تقليل أو تغيير الطاقة واستهلاك المياه الدافئة. تشير نتائج هذا الإستبيان إلى أن: الراحة هي عامل رئيسي في رغبة المستهلكين في تنفيذ إجراءات الحد من إستهلاك الطاقة، لا يدرك المستخدمون إستهلاك الطاقة في سخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم، وهم لا يعلمون كيفية التحكم في سخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم بشكل فعال.

الكلمات المفتاحية: سلوك المستخدم، سخانات المياه الكهربائية، الطاقة الكهربائية.

An analysis of behavior of using electric water heaters in Kurdistan Region of Iraq

Lecturer Dr. Arshed Taha Othman
College of Administration and Economics
Salahaddin University/Erbil

Abstract:

Using data from survey conducted in Kurdistan Region of Iraq, this paper aims to investigate: the awareness of energy savings measures for electric water heaters; whether or not consumers are implementing suggested measures or not; and if consumers understand and effectively control their electric water heaters energy usage. Also, the data is used residential energy usage and to determine possible motivations for encouraging users to reduce or alter their electric water heaters energy and warm water consumption. The results of this questionnaire indicate that: convenience is a key factor in consumers' willingness to implement curtailment actions; users do not understand the energy consumption of their electric water heaters; and they do not know how to control their electric water heaters efficiently.

Keywords: Behavior user, Electric water heaters, Electric power.

المقدمة

تعد الطاقة الكهربائية الركيزة الأساسية للاقتصاد الوطني والمصدر الرئيس لتحقيق التنمية المستدامة والتطور الاقتصادي، لأنها تساهم كمستخدم في جميع الأنشطة الاقتصادية، وإن استهلاك

الفرد للكهرباء يعد معياراً مهماً في تقدير مستوى رفاهية الفرد والمجتمع. يعاني قطاع الطاقة الكهربائية (الإنتاج، والنقل، والتوزيع) في الإقليم من مشاكل اقتصادية وفنية عديدة وتحديات أدت الى عدم قدرته على مواجهة الطلب المتنامي وبالتالي عجزه عن توفير الكميات المطلوبة للإستهلاك بكل أصنافه (المنزلي، والصناعي، والتجاري، و الزراعي، والحكومي) بسبب الأضرار التي لحقت به نتيجة عدم الاستقرار السياسي والأمني والاقتصادي طوال العقود الماضية، وما رافقها من تقادم للبنية التحتية كمحطات التوليد وشبكات النقل والتوزيع، مما تشكل تكاليف باهظة على اقتصاد الإقليم عن طريق هدر الانتاج و الأضرار التي تلحق بالأصول الرأسمالية بسبب إنقطاع الطاقة، وعدم القدرة على القيام بالعمليات الانتاجية وعدم الالتزام بالجداول الزمنية.

وأدت أزمة طاقة الكهرباء في الإقليم إلى إنتشار مولدات الديزل الخاصة، والتي يمثل استمرار تشغيلها تكاليف توليد عالية، ويؤدي إلى إحداث ضجيج وتلوث الهواء وانبعاث كميات كبيرة من الكاربون الملوث للبيئة. لأن الحكومة غير قادرة على تلبية متطلبات الطاقة وتواجه نقصاً في الكهرباء. تدوم الإنقطاعات لساعات وفقاً للضغط على الشبكة، ويتم تنفيذ هذه الإنقطاعات خلال ساعات العمل، والتي لها تأثير مدمر على الاقتصاد.

تجلى الاهتمام بالعدادات الذكية وتقوم مدن الإقليم بتنفيذ مشروع تجريبي للقياس الذكي في بعض الضواحي بهدف تقليل تأثير سفك الأحمال على عملائها، مما يحثهم على تقليل استخدامها إلى حد معين، إذ يمكن للعملاء فصل سخانات المياه الكهربائية حتى يصبح استهلاكهم أقل نظراً لأن سخانات المياه الكهربائية هي واحدة من أكثر الأجهزة التي تستهلك الطاقة بكثافة في المنازل، تشتمل هذه المواد على العديد من وسائل تقليل استهلاك للطاقة. على سبيل المثال، خفض درجة الحرارة المحددة لسخانات المياه الكهربائية، مما يؤدي إلى انخفاض الخسائر الدائمة. وتشمل الطرق الأخرى المقترحة لخفض استهلاك طاقة الماء الدافئ: عزل الخزان والأنابيب لسخانات المياه الكهربائية لزيادة مقاومته الحرارية، واستخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية، والتي قد تقلل من استهلاك الطاقة للمستخدمين، ويمكن أن تتسبب في تخفيف الضغط على الشبكة الكهربائية حيث يتم الحصول على الطاقة من مصدر بديل.

مشكلة الدراسة: يعاني إقليم كوردستان العراق حالياً أزمة طاقة حيث أن وزارة الكهرباء في الإقليم غير قادرة على تلبية متطلبات الطاقة، ونظراً لأن سخانات المياه الكهربائية من أكثر الأجهزة التي تستهلك الطاقة بكثافة في المنازل، ولأن المستخدمون لايعلمون كيفية إستهلاك الطاقة في سخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم، ولا يعلمون كيفية التحكم في السخانات بشكل فعال مما يؤدي إلى زيادة ساعات انقطاع التيار الكهربائي، وكذلك زيادة كلفة فواتير الكهرباء.

أهمية الدراسة: تكمن أهمية الدراسة من أن فهم سلوك إستخدام الطاقة لدى المستخدمين وتنفيذ برامج مختلفة لترشيد الإستهلاك يؤدي إلى تخفيف الضغط على الشبكة الوطنية، وهذا يؤدي إلى تقليل ساعات إنقطاع التيار الكهربائي، وكذلك تقليل كلفة فواتير الكهرباء، وأيضاً تشجيع إستخدام الطاقة البديلة كإستخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية.

أهداف الدراسة: تهدف هذه الدراسة، التي أعتمدت على بيانات دراسة إستبيان تم إجراءها في إقليم كوردستان العراق، إلى التحقيق في: الوعي بمدخرات توفير الطاقة من استخدام سخانات المياه الكهربائية ما إذا كان المستهلكون يقومون بتنفيذ التدابير المقترحة أم لا، وإذا كان المستهلكون يفهمون ويتحكمون بشكل فعال في استخدامهم للطاقة. بالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام البيانات

لتحديد نجاح البرامج المذكورة أعلاه في تقليل استخدام طاقة سخانات المياه الكهربائية السكنية ولتحديد الدوافع المحتملة لتشجيع المستخدمين على تقليل أو تغيير الطاقة لسخانات المياه الكهربائية واستهلاك المياه الدافئة.

منهجية الدراسة: منهجية الدراسة تعتمد على الأسلوب الوصفي التحليلي لبيانات المسح لعينة من المستطلعين في مدينة أربيل، ويعد هذا الأسلوب من أكثر الأساليب ملاءمة لطبيعة الدراسة الحالية التي تعنى باستهلاك الطاقة في سخانات المياه الكهربائية في إقليم كوردستان، لكونه المنهج المناسب في الحصول على معلومات تصور الواقع الاجتماعي والاقتصادي والإسهام في تحليل ظواهره.

فرضية الدراسة: تفترض الدراسة بأن المستهلكين لايدركون إستخدام سخانات المياه الكهربائية، ولايتحكمون بشكل فعال في إستخدامهم للطاقة. وذلك لعدم توفير المعلومات حول تدابير توفير الطاقة لديهم.

الدراسات السابقة:

١. دراسة أتاري وآخرون (Attari et al., 2010)، أجروا دراسة استقصائية وطنية عبر الإنترنت شملت (٥٠٥) مشاركاً في الولايات المتحدة الأمريكية. كان الهدف من الإستبيان هو دراسة تصور الجمهور لاستهلاك الطاقة وتوفيرها في العديد من أنشطة الأسرة كإعادة التدوير والنقل. سئل المشاركون عن أكثر استراتيجية فعالية يمكنهم تنفيذها للحفاظ على الطاقة. استجاب غالبية المشاركين بإجراءات تقليص (استخدام أجهزة أقل) بدلاً من الإجراءات الفعالة (مثل استخدام مصابيح الإضاءة الموفرة للطاقة). قد يعزى ذلك إلى التكلفة المرتبطة بتحسينات الكفاءة مقارنة بإجراءات تقليص الحجم التي ليس لها تكلفة.

٢. دراسة غاردنر وستيرن (Gardner and Stern, 2010)، وجدوا أن إجراءات تحسين الكفاءة تميل إلى توفير المزيد من الطاقة مقارنة مع الحد من استخدام الأجهزة غير الفعالة في السيناريوهات البديلة الواقعية للأسر في الولايات المتحدة الأمريكية. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أنه قد تكون هناك عواقب غير متوقعة نتيجة لهذه التحسينات الفعالة. قد يحدث تأثير الارتداد عندما يستخدم المستهلكون الأجهزة الفعالة بشكل أكثر انتظاماً نتيجة لفعاليتهم، والتي يمكن أن تؤدي إلى زيادة صافية في استهلاك الطاقة، كما توصل إليه (Hertwich, 2005). ثم طُلب من المشاركين تقدير الطاقة التي تستخدمها تسعة أجهزة والطاقة التي توفرها ستة أنشطة منزلية (على سبيل المثال استبدال المصابيح المتوهجة بمصابيح الفلورسنت المدمجة). تشير نتائج هذه البيانات إلى أن الأفراد يقللون من استخدام الطاقة ووفوراتها بعامل (٢,٨) في المتوسط، مما يشير إلى أن المعلومات المتعلقة باستخدام الطاقة وتوفير الطاقة المحتمل قد يكون لها آثار إيجابية على الحفاظ على الطاقة المنزلية.

٣. دراسة وزارة الطاقة في جنوب إفريقيا (وزارة الطاقة بجنوب إفريقيا، ٢٠١٣)، أجرت وزارة الطاقة في جنوب إفريقيا دراسة استقصائية سنوية للأسر المعيشية بهدف الحصول على معلومات حول السلوك المتعلق بالطاقة في جنوب إفريقيا، بما في ذلك الأسر غير الكهربائية وجميع الاستخدامات النهائية للطاقة (الطهي، التدفئة، وغيرها). تشير النتائج إلى زيادة متوسط الوعي بنسبة (١٠%) عن العام السابق. وأن الأفراد أكثر إدراكاً لتدابير الحد من الإجراءات غير الكفوءة في استخدام طاقة المياه الدافئة في المنازل. بالإضافة إلى ذلك، من المرجح أن يمارس الأفراد أيضاً

إجراءات تقليص، مثل إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية بشكل متقطع، بدلاً من الإجراءات الفعالة، مثل عزل سخانات المياه وأنابيبها.

كما بحث الاستقصاء السياسات التي يعتقد الأفراد أنها يجب أن تعطيها الحكومة الأولوية مثل الطاقة المجانية لذوي الدخل المنخفض.عن طريق اختيار ثلاث سياسات ينبغي للحكومة تحديد الأولويات. وكانت النتائج على النحو التالي: (٧٥%) من المشاركين أعطوا الأولوية للحفاظ على سعر الكهرباء منخفضة، و (٤٦%) أعطوا الأولوية تجنب سفك الحمل أو انقطاع التيار الكهربائي، وأعطى (٤٠%) من المشاركين الأولوية لتوفير المعلومات حول تدابير توفير الطاقة، وأشار (٢٥%) إلى أنه يتعين على الحكومة إعطاء الأولوية للإعانات المتعلقة بالطاقة المتجددة.

٤. دراسة ايواتا وآخرون (Iwata et al., 2015)، أجروا دراسة استقصائية للأسر المعيشية ذات أهداف مماثلة لدراسة (Attari et al.) ولكن على عينة من الأسر في اليابان. وقد أجري الاستطلاع في مدينة سوكا، إحدى ضواحي طوكيو، وشمل (٢٥٠) مشاركاً. على عكس أتاري وآخرون، تظهر نتائجهم أن الأفراد يبالغون في تقدير فوائد توفير الطاقة بمقدار (١٠٠) دولار أمريكي سنوياً في المتوسط. يشير الإختلاف في نتائج هذه الدراسات إلى أن توفير معلومات حول فوائد إجراءات توفير الطاقة قد تكون سياسة فعالة للتصدي لقضايا الاحتباس الحراري في بلد واحد ولكن ليس بالضرورة في جميع البلدان.

المبحث الأول: مفاهيم أساسية

نظرية المستهلك: تهدف هذه النظرية توضيح سلوك ورغبة المستهلك الرشيد مع منحنى طلب المستهلك، وفق قيد الدخل القابل للتصرف، إذ تفترض هذه النظرية إن كل شيء يتم شرائه يتم استهالكه بالضرورة إلا إذا كانت السلعة رأسمالية تستخدم كعامل إنتاجي، وتتحقق منفعة المستهلك من خلال استهلاك السلع والخدمات ويتم توجيه هذه الرغبات إلى خيارات استهلاكية تعتمد على حجم الدخل إضافة إلى الذوق (إبراهيم، ٢٠٢٠: ١٧٥).

الطاقة الكهربائية ومحددات الطلب عليها ومميزاته: يعد الكهرباء شكل من اشكال الطاقة النظيفة ولها ارتباط مباشر بحياة الأفراد ويتأثر حجم الطلب على الكهرباء الى عدة عوامل منها مناخية واجتماعية واقتصادية فضلاً عن العوامل التكنولوجية التي يعد استخدام الكهرباء مصدر رئيس لها، ويتحدد الطلب عليه وفق العوامل الآتية (الحيالي، ٢٠٠٨: ١٨):

١. **العوامل المناخية:** إن استهلاك الطاقة الكهربائية يرتفع في فصل الشتاء والصيف وذلك لأغراض التدفئة والتبريد على التوالي.
٢. **العوامل الإجتماعية:** منها الزيادة السكانية والهجرة الداخلية من الريف إلى المدينة بسبب ارتفاع معدلات التحضر، فضلاً عن التوسع في السكن العمودي الذي يعتمد في تهويته وتدفئته على الكهرباء أكثر من السكن الأفقي.
٣. **العوامل الاقتصادية:** إن الطلب على الطاقة الكهربائية يتأثر بمستوى دخل الأسرة، فالأسر ذات الدخل المرتفع تستهلك طاقة كهربائية تفوق استهلاك الأقل دخلاً.

ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية: هو الإستهلاك الأمثل لموارد الطاقة الكهربائية بما يحد من إهدارها دون المساس بكفاءة الأجهزة والمعدات المستخدمة (دحو، وبوداود، ٢٠١٩: ٥).

أهمية ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية: إن ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية يحقق فوائد عدة، منها (سلمان، ٢٠١٥: ٣١):

أ. الإستغلال الأمثل لمصادر الطاقة المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية للحفاظ على هذه المصادر للأجيال القادمة.
ب. تخفيض قيمة فاتورة إستهلاك الكهرباء على المستهلكين.
ج. إستمرارية الخدمات الكهربائية بالكفاءة المطلوبة عن طريق تخفيض الأحمال.
د. إزاحة الأحمال عن طريق إزاحة بعض المستهلكين من فترات الذروة.
ه. إنخفاض تكاليف الصيانة اللازمة لمحطات توليد الطاقة الكهربائية، وتقليل الفاقد من التيار الكهربائي في شبكات توزيع الكهرباء.

واقع قطاع الكهرباء في إقليم كوردستان العراق: تعرض نظام إمدادات الكهرباء لأضرار جسيمة في محافظات إقليم كوردستان نتيجة حرب الخليج الأولى في عام (١٩٩١) والصراعات الداخلية التي تلتها. في عام (١٩٩٤) انفصلت محافظات دهوك وأربيل والسليمانية عن الشبكة الوطنية، واعتمدت أربيل والسليمانية على محطات التوليد الكهرومائية في سدي دوكان ودربندخان في محافظة السليمانية للتزود بالطاقة الكهربائية، بينما ظلت دهوك قرابة عام دون كهرباء. وفي أوائل عام (١٩٩٨) أصبحت محطات توليد الكهرباء والمحطات الفرعية وشبكات النقل والتوزيع ضعيفة للغاية، وأصبح اعتيادياً اقتصار إمداد الكهرباء على (٥) ساعات يومياً فقط. وانخفض في بعض المناطق حتى (٣-٥) ساعات، ثم انخفض ليصل إلى ساعة واحدة، أو انعدم تماماً في بعض المناطق. في السنوات الأخيرة تحسن قطاع الكهرباء بشكل ملحوظ في إقليم كردستان العراق. واستطاع في عام (٢٠١٣) توفير أكثر من (٢٠) ساعة كهرباء يومياً، وجذب استثمارات القطاع الخاص، ودعم البرنامج الإنمائي إعادة بناء قطاع الكهرباء العراقي منذ منتصف تسعينيات القرن الماضي، بمشاريع بلغت قيمتها (٤٥٠) مليون دولار أمريكي، من خلال برنامج إعادة تأهيل شبكة الكهرباء الذي انطلق في عام (١٩٩٧). وفي عام (٢٠٠٨)، وقعت الحكومة الاقليمية اتفاقية قرض بقيمة (١٤٧٤٧) مليون ين ياباني (١١,٤ مليون دولار أمريكي) مع الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (جايكا) لتمويل إعادة بناء قطاع الكهرباء. وقد دعم البرنامج الإنمائي الحكومة الإقليمية في إدارة المرحلة التحضيرية لهذا القرض منذ عام (٢٠٠٧). منذ ذلك الحين، قدم البرنامج الإنمائي لوزارة الكهرباء في إقليم كردستان مساعدة فنية في تركيب المحطات الفرعية المتنقلة في المحافظات الثلاث، وفي بناء محطة فرعية وخط نقل مزدوج في السليمانية. وبعد تمديدها في ٢ تموز (٢٠١٥) حتى آذار (٢٠١٨)، اقتضت الشراكة أن يلعب البرنامج الإنمائي دوراً محورياً في تحديث الخطة الرئيسية لتوزيع الكهرباء في المنطقة (٢٠١٣-٢٠٢٣)، وتعزيز القدرة المؤسسية للحكومة الإقليمية من خلال إنشاء مركز تدريب في أربيل. كما يتضمن الاتفاق الأخير بناء خط نقل في حلبجة، لتأمين الكهرباء إلى إحدى المحطات الحيوية لإمداد المياه ومعالجتها في المدينة الشرقية في محافظة السليمانية (https://www.iq.undp.org).

محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في إقليم كوردستان العراق: نتج إقليم كوردستان العراق الطاقة الكهربائية من خلال عدة محطات، منها محطات كهرومائية كمحطتي (دوكان) و (دربنديخان)، ومحطات (٢٩ ميجاواط) الغازية التي تم إنشاءها في محافظات أربيل و دهوك وسليمانية بقرار (٩٨٦)، ومحطة خورمالة التي تعمل بالغاز الطبيعي وتنتج (٩٣٠ ميجاواط) وتوزع الطاقة الكهربائية المنتجة منها على محافظتي أربيل ونينوى، ومحطة بعدرى التي تعمل بالنفط الأسود، ومحطات أخرى منتشرة في الإقليم، ويتم توزيع الطاقة الكهربائية المنتجة على محافظات إقليم كوردستان من قبل مديرية سيطرة كهرباء الإقليم (بيانات مديرية سيطرة كهرباء الإقليم، ٢٠١٨).

ومع ذلك يعاني إقليم كوردستان العراق حالياً من أزمة طاقة حيث أن وزارة الكهرباء في الإقليم غير قادرة على تلبية متطلبات الطاقة وتواجه نقصاً في الكهرباء. حيث تدوم الانقطاعات لساعات وفقاً للضغط على الشبكة، ويتم تنفيذ هذه الانقطاعات خلال ساعات العمل، والتي لها تأثير مدمر على الاقتصاد بشكل عام. وتجلى الاهتمام بالعدادات الذكية وإذ تقوم مدن الإقليم بتنفيذ مشروع تجريبي للقياس الذكي في بعض الضواحي يهدف إلى تقليل تأثير سفك الأحمال على عملائها (سكني، تجاري وصناعي)، مما يحثهم على تقليل استخدامها إلى حد معين، ويمكن للعملاء فصل سخانات المياه الكهربائية حتى يصبح استهلاكهم أقل نظراً لأن سخانات المياه الكهربائية هي واحدة من أكثر الأجهزة التي تستهلك الطاقة بكثافة في المنازل، وتشتمل هذه المواد على العديد من وسائل تقليل استهلاك للطاقة. على سبيل المثال، خفض درجة الحرارة المحددة لسخانات المياه الكهربائية، مما يؤدي إلى انخفاض الخسائر الدائمة. وتشمل الطرق الأخرى المقترحة لخفض استهلاك طاقة الماء الدافئ: عزل الخزان والأنابيب لسخانات المياه الكهربائية لزيادة مقاومته الحرارية، واستخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية، والتي قد تقلل من استهلاك الطاقة للمستخدمين، ويمكن أن تتسبب في تخفيف الضغط على الشبكة الكهربائية حيث يتم الحصول على الطاقة من مصدر بديل.

المبحث الثاني: تحليل لسلوك إستخدام سخانات المياه الكهربائية في إقليم كوردستان

وصف الإستبيان: يقدر عدد سكان إقليم كوردستان بأكثر من (٥,٢) مليون نسمة، وتنتج وزارة الكهرباء ما معدله (٣٥٧٠) ميجاواط من الكهرباء، ومع إرتفاع أو إنخفاض درجات الحرارة فإن الطلب على إستهلاك الطاقة سيرتفع إلى ما معدله (٥٠٠٠) ميجاواط. وتتمكن الوزارة من توفير ما معدله (١٧-١٨) ساعة يومية من الطاقة للمستهلكين، ويتم تعويض النقص الحاصل في تجهيز الطاقة عبر المولدات الأهلية (وزارة الكهرباء، إقليم كوردستان، ٢٠١٩). تشير التقديرات إلى وجود أكثر من مليون من سخانات المياه الكهربائية في الإقليم وهي المصدر الرئيس للمياه الدافئة لأغراض الاستحمام. لدراسة فهم إستخدام طاقة سخانات المياه الكهربائية وسلوك مستخدميها في إقليم كوردستان العراق، فقد تم توزيع إستمارة الإستبيان على (٣٥٠) شخص، وكان الحد الأدنى للسن في المسح (٢٤) سنة وتم الحصول على (٢٢٨) إجابة فقط. بالإضافة إلى ذلك، يتم تلخيص التوزيع العمري للمشاركين في الجدول (١)، علماً أن استمارة الاستبيان في الملحق (١).

الجدول (١): التوزيع العمري للمشاركين كنسبة مئوية من المجموع

ت	العمر (سنوات)	كنسبة مئوية من المجموع (%)
١	١٨-٢٤	٥
٢	٢٥-٣٤	٨
٣	٣٥-٤٤	١٨
٤	٤٥-٥٤	٢٤
٥	٢٢-٦٤	٢٨
٦	٦٥-٧٤	١٥
٧	٧٥ وما فوق	٢

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على استمارة الإستبيان.

تحليل نتائج الاستبيان

أولاً. الدافع والراحة: استهدفت عدة أسئلة في الإستبيان تحديد الحافز لدى المستهلكين لتقليل استخدامهم لطاقة سخانات المياه الكهربائية. بالإضافة إلى ذلك، طرحت هذه الأسئلة أيضاً على المستخدمين ما إذا كانوا على إستعداد لإيقاف تشغيل طاقة سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم إذا كان ذلك غير مريح لهم (بمعنى الحاجة للاستحمام في أوقات مختلفة). تم تلخيص نتائج هذا القسم في الجدول (٢). من هذه النتائج، وكما يلي:

الجدول (٢): النسبة المئوية للمستطلعين الراغبين في إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية و/أو تأجيل استخدامهم للمياه الساخنة للحصول على خيارات حوافز مختلفة.

ت	الحافز	السهولة	موافق بشدة	موافق	لا أدري	غير موافق	غير موافق بشدة
١	البيئية	مريح	٤٢	٤٩	٣,٤	٣	٢,٦
		غير مريح	١٦	٢٥	٢٧,٥	١٧,٧	١٣,٨
٢	تخفيف الحمل	مريح	٤٤,٨	٤٢,٦	٤,٦	٥,٦	٢,٤
		غير مريح	٢٠,٥	٣٠,٥	١٥,٨	٢٦	٧,٢
٣	أسباب مالية	مريح	٤١,٧	٣٥,٢	١١,٦	٨	٣,٥
		غير مريح	٥٠	٣٨	٤,٣	٤,٩	٢,٨

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على استمارة الاستبيان.

من الواضح أن الراحة (السهولة) تلعب دوراً حاسماً في إستعداد المستطلعين للإستجابة، على سبيل المثال، (٩١%) من الأشخاص مستعدون (أي موافقون أو موافقون بشدة) لإيقاف سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم أثناء أوقات عدم الإستخدام لفوائد بيئية. ومع ذلك، فإن (٤١%) فقط من المستطلعين على استعداد لإيقاف سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم إذا كان غير مريح لهم (أي التغيير في أوقات الاستخدام). هذه النتيجة متوقعة لأن المستهلكين أقل عرضة لممارسة إجراء توفير الطاقة إذا كانت التكلفة السلوكية عالية فيما يتعلق بالمال أو الجهد أو الراحة. المزيد من الستطلعين (٥١%) مستعدون لتنفيذ عملية التبديل إذا كان ذلك سيخفف من الحاجة إلى تسليط التحميل. يبدو أن الحوافز المالية هي الأقوى فاعلية، حيث كان (٨٨%) تقريباً من المشاركين على استعداد لتحويل الاستخدام إلى أوقات غير مريحة (أوقات مختلفة) إذا تم تعويضهم مالياً. ومع ذلك، فإن آثار الحوافز المالية تتوقف عادةً بمجرد إزالة الحافز (Steg, 2008). وبالتالي، قد لا تؤدي إلى تغيير مستدام في السلوك. إضافة إلى ذلك، يجب أن تكون الحوافز مرتفعة نظراً لأن المستهلكين قد يكونون قادرين على الاستفادة من أي إجراء موفرة للطاقة غير مهم لدرجة يتعذر معها تغيير السلوك (Spence et al., 2014).

وقد وجد أن (٢٢%) من المستطلعين يعتقدون أن إيقاف وتشغيل سخانات المياه الكهربائية يدوياً ليس سهلاً، مما يشير إلى أن مستطلعين آخرين على استعداد لتنفيذ هذا الإجراء إذا كان أكثر ملاءمة. على سبيل المثال، تتطلب الاستيقاظ قبل ساعة واحدة من تشغيل سخانات المياه الكهربائية يدوياً جهداً كبيراً من المستهلكين. علاوة على ذلك، يعمل (٥٩%) من المستطلعين على تشغيل وإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم يومياً، ومن بين هؤلاء المستطلين (٤٩%) يقومون بذلك يدوياً. بالإضافة إلى ذلك، أشار (٧٨%) من المستطلعين إلى أنهم سيقومون بتثبيت جهاز يسمح لهم بالتحكم في سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم عن بُعد إذا كان في المتناول.

تشير هذه النتائج إلى أن هناك إمكانية كبيرة لزيادة النسبة المئوية للمستهلكين الذين ينفذون إجراء توفير الطاقة هذا بجعله أكثر ملاءمة.

ثانياً. فهم استخدام سخانات المياه الكهربائية: درجة حرارة الماء داخل خزان السخانات هي وظيفة معقدة تعتمد على كل من درجة حرارة الهواء المحيط بالخزان وكذلك كمية المياه الدافئة التي يتم استخراجها من أجل الاستخدام. وبالتالي، تضمن العديد من الأسئلة التي تم استخدامها للتأكد مما إذا كان المستطلعون قادرين على فهم كيف يستهلك سخانات المياه الطاقة وكيف تختلف درجة حرارة الماء في الخزان نتيجة الاستخدام وفقدان الحرارة. يمكن حساب كمية الطاقة اللازمة لتسخين المياه في خزان سخانات المياه باستخدام المعادلة التالية (Booysen et al., 2013):

$$Eheat = mtankc\Delta T[kWh] \ldots\ldots (1)$$

حيث أن:

(Eheat): الطاقة اللازمة لتسخين محتويات خزان سخانات المياه الكهربائية (EWH) بالكامل.

mtank: كتلة الماء الدافئ الموجودة في سخانات المياه الكهربائية (EWH).

C: السعة الحرارية المحددة للمياه ($4180 \frac{J}{kg:k}$).

ΔT: الفرق في درجة الحرارة بين الدرجة الباردة والحارة.

ويمكن حساب الوقت اللازم لتسخين محتويات سخانات المياه الكهربائية (EWH) بالكامل باستخدام درجة حرارة محددة تبلغ (٦٥) درجة مئوية وحساب الطاقة المستهلكة لتسخين الخزان بأكمله من البرد (أي ٢٠ درجة مئوية) وحسب الصيغة الآتية:

$$Eheat = (150)(\frac{4180}{36\times10^{6}})(65 - 20) = 7.84kWh \ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث يتم تعديل قيمة (c) للحصول على النتيجة بالساعة كيلو واط (kwh). وبالتالي، فإن الوقت المستغرق للحصول على (١٥٠) لتر من الطاقة الكهربائية الفعالة بمعدل قدرة (٣) كيلو واط (Kw) لتسخين جميع المياه الموجودة في الخزان، يبلغ حوالي ساعتين و (٣٧) دقيقة.

اختبر الاستبيان ما إذا كان المشاركون قادرين على تقدير طول الوقت الذي تستغرقه سخانات المياه الكهربائية للتسخين من البرد (أي ٢٠ درجة مئوية) إلى التدفئة (أي ٦٥ درجة مئوية). يمكن أن تتسبب المفاهيم الخاطئة عن أوقات التدفئة والتبريد في تقليل احتمالية توقف المستطلعين عن العمل بشكل متقطع. فعلى سبيل المثال، من غير المحتمل أن يقوم المستطلعون بتنفيذ جدول زمني للتحكم إذا كانوا يعتقدون أن الماء الدافئ داخل سخانات المياه الكهربائية سيكون بارداً خلال ساعة أو ساعتين وسيستغرق الأمر عدة ساعات لتسخين الماء مرة أخرى لاستخدامه. من المعادلة (١)، يستغرق الوقت اللازم لتسخين محتويات خزان سخانات المياه الكهربائية بأكمله من (٢٠) إلى (٦٥) درجة مئوية حوالي ساعتين و (٣٥) دقيقة للخزانات ذات السعة (١٥٠) و (٢٠٠) لتر من سخانات المياه الكهربائية. ومع ذلك، فإن الوقت المستغرق في تسخين ما يكفي من الماء للاستحمام المعتاد يعتمد على معدل القدرة لعنصر سخانات المياه الكهربائية. لذلك، يستغرق تسخين ما يكفي من الماء في حدث استحمام نموذجي، ما يقرب من (٢٠) و (٣٠) دقيقة مقابل (١٥٠) و (٢٠٠) لتر من سخانات المياه الكهربائية على التوالي. لذلك، افترض أن المستطلعين الذين أشاروا إلى وقت تسخين يتراوح بين (٢٠) دقيقة و (٣) ساعات كان صحيحاً. وقد وجد أن (٨٣%) من المستطلعين كانوا قادرين بشكل صحيح تقدير المدة التي يستغرقها لتسخين المياه في خزان سخانات المياه

الكهربائية من البرد. ومن بين المستطلعين الذين استجابوا بشكل صحيح حول وقت التدفئة، يقوم (٥٢%) بإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية بشكل منتظم لتقليل تكاليف الكهرباء. من بين المستطلعين الذين أجابوا بشكل غير صحيح حول وقت التدفئة، قام (٨٤%) بإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية لتقليل تكاليف الكهرباء. يشير هذا إلى أنه حتى المستطلعين الذين لديهم خبرة في تبديل سخانات المياه الكهربائية قد يكون لديهم مفاهيم خاطئة حول وقت التدفئة. بالإضافة إلى ذلك، المبالغة في تقدير (٤٨%) من المستطلعين الذين أجابوا بشكل غير صحيح حول الوقت الذي تستغرقها سخانات المياه الكهربائية لتسخين المياه في الخزان. هذا يعني أن المستخدمين قد يقومون بتشغيل سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم لفترة طويلة جدًا لتسخين المياه ولديهم القدرة على تقليل استهلاك الطاقة بشكل أكبر من خلال تطبيق جدول تحكم أكثر ملاءمة.

كما استقصى المسح ما إذا كان المستطلعون قادرين على تقدير الوقت المستغرق حتى يبرد الماء داخل سخانات المياه الكهربائية (أي إلى ٢٠ درجة مئوية) بعد حدوث التسخين (أي الماء عند ٦٥ درجة مئوية) وفي غياب أحداث الاستخدام (أي تضيع الحرارة فقط من خلال تبديدها إلى البيئة). تم قبول الإجابات التي تشير إلى أن التبريد سيستغرق أكثر من (٢٤) ساعة بشكل صحيح. أجاب (١٤%) فقط من المستطلعين على هذا السؤال بشكل صحيح. علاوة على ذلك، قام (٣٦) و (٦٤%) من المستطلعين الذين أجابوا بشكل صحيح وغير صحيح، على التوالي، بإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية بشكل منتظم. مرة أخرى، تشير هذه النتائج إلى أنه حتى المستخدمين ذوي الخبرة يمكن أن يكون لديهم تصورات خاطئة عن أداء سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم وأن يبالغوا في تقدير مقدار الحرارة المفقودة عند إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية. تشير هذه النتائج أيضاً إلى أن غالبية المستطلعين تحت الانطباع الخاطئ بأن سخانات المياه الكهربائية يبرد في الغالب نتيجة للخسائر الدائمة عندما يتم استهلاك الطاقة بسرعة أكبر بكثير من خلال أحداث استخدام المياه الدافئة.

يمكن توضيح ذلك عن طريق حساب الطاقة التي يستهلكها أحداث الاستحمام النموذجي. لأغراض التحليل، يمكننا أن نفترض أن الماء الدافئ في خزان سخانات المياه الكهربائية يكون في بيئة درجة حرارة الماء الدافئ الاسمية لسخانات المياه الكهربائية في (أي ٦٥ درجة مئوية) (Meyer, 2000) وأن درجة حرارة المدخل هي (٢٠) درجة مئوية. بالإضافة إلى ذلك، نحن نفترض حجم دش نموذجي (أي ٥٩,١ لتر) ونفترض أن درجة حرارة الماء في مخرج الدش هي أيضاً نموذجية (أي ٤٠,٢ درجة مئوية). هذا يعني أن حجم الماء الدافئ عند (٦٥) درجة مئوية المطلوبة لإنشاء حدث استحمام نموذجي هو (٢٦,٥٣) لتر. بناءً على افتراض أن كمية الطاقة المستخدمة في حدث ما ستظل ثابتة في درجات حرارة المياه الدافئة المختلفة (Hirst and Hoskins, 1987).

ثالثاً. المدخرات المحتملة: عند إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية بشكل متقطع، من الممكن تقليل الخسائر الدائمة في سخانات المياه الكهربائية، وليس كمية الطاقة المستهلكة من قبل أحداث الاستخدام. لا يمكن إعادة استهلاك الطاقة التي تتطلبها أحداث الاستخدام إلا إذا قلل المستهلكون من استهلاكهم من خلال التغييرات السلوكية. على سبيل المثال، يمكن للمستهلكين أخذ إستحمام أقصر أو استخدام درجة حرارة منخفضة للمزج في المنافذ. كان من المفترض أن يحدث التسخين بساعتين قبل أحداث الاستخدام الرئيسية لتحديد الحد الأقصى لمقدار الوفورات التي يمكن تحقيقه.

تم الاستعانة بسؤال مفتوح آخر لإختبار ما إذا كانت العوامل قادرة على تقدير الوفورات المحتملة في التكاليف (كنسبة مئوية من إجمالي تكلفة الكهرباء في سخانات المياه الكهربائية) من إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم بشكل مؤقت في يوم عادي. تشير النتائج إلى أن (٣٨%) من المستطلعين يعتقدون أنه يمكن تحقيق وفورات تزيد عن (٢٢%)، مما يشير إلى أن غالبية المشاركين يبالغون في تقدير تأثير هذا الإجراء لتوفير الطاقة. بالإضافة إلى ذلك، من المستطلعين الذين قدروا تخفيض المدخرات بأكثر من (١١%) وأقل من أو يساوي (٢٢%) (١٤% من المجموع)، أشار (٣٨%) أن لديهم (٢) أو أكثر من أحداث الاستخدام الرئيسية خلال يوم نموذجي، وبالتالي، المبالغة في تقدير المدخرات المحتملة. من المستطلعين الذين لا يعتقدون أن إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم يمكن أن يقلل من استخدام الطاقة (٨% من الإجمالي)، وقدّر (٤١%) أن مدخرات الكهرباء التي يمكن تحقيقها من إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية الخاصة بها هي صفر. ومع ذلك، أشار (٢٨%) من هؤلاء المستطلعين إلى وجود (٢) أو أقل من أحداث الاستخدام الرئيسية خلال يوم نموذجي، مما يشير إلى أنهم يقللون من الوفورات المحتملة التي يمكن تحقيقه. بالإضافة إلى ذلك، فإن (٣٥%) من جميع المشاركين كانوا غير متأكدين من وفورات في التكاليف التي يمكن من تحقيق وفورات نتيجة تقليل التكاليف.

رابعاً. التحكم بفعالية: لقد وجد أن (٥٧%) من المستطلعين حددوا بداية مناسبة لوقت حدوث التسخين (أي من ٢٠ دقيقة إلى ٣ ساعات قبل حدث الاستخدام). تم أيضاً تقييم إجمالي مدة التسخين لكل جدول زمني موصى به، الجدول (٣) توضح نتائج مدة التسخين المقترحة (t) في ساعات لجميع المستطلعين (كما هو موضح "الإجمالي")، يستطيع المستطلعون تحديد وقت بدء التدفئة بشكل صحيح (كما هو موضح "صحيح")، والمستطلعون الذين حددوا وقت بدء التدفئة بشكل غير صحيح (كما هو موضح "غير صحيح").

الجدول (٣): إجمالي مدة التسخين (t) للجدول الزمني المقترح بالساعات

	إجمالي مدة التسخين (t) للجدول الزمني المقترح بالساعات							
	t≤1	1<t≤2	2<t≤3	3<t≤4	4<t≤5	5<t≤6	t>6	لا أعلم
المجموع	١٥	٣٢	١٠	١٠	٥	٣	١٢	١٣
صحيح	٢٤	٤٥	١٥	٩	٢	١	٤	
غير صحيح	٧	١٠	١٠	٥	٤	٤	٢٧	٣٣

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على استمارة الاستبيان.

وقد وجد أن (٥٩%) من جميع المستطلعين تمكنوا من تقدير مدة التسخين المطلوبة للمنتج المعطى بشكل صحيح. من بين المستطلعين الذين حددوا متى يجب تشغيل سخانات المياه الكهربائية (أي وقت بدء التدفئة)، كان (٧٩%) أيضاً قادرين على تحديد مدة التسخين بشكل صحيح. بالإضافة إلى ذلك، من بين المستطلعين الذين حددوا وقت بدء التدفئة بشكل خاطئ، بالغوا في تقدير (٢٨,٦%) من إجمالي متطلبات التدفئة المطلوبة، مع تقدير (٢٢,٦%) لمدة التسخين التي تزيد عن ٦ ساعات. هذا هو ما يقرب من ٢ إلى ٣ مرات أطول مما هو مطلوب بالفعل لتسخين محتويات خزان السخانات بأكمله، مما يشير إلى أن هؤلاء المستطلعين يتحكمون بشكل غير صحيح في وقت ومدة التسخين الخاصة بهم. تشير النتائج إلى أن (٧٨%) من المستطلعين الذين حددوا وقت بدء التدفئة بشكل صحيح (أظهر "صحيح") تمكنوا أيضاً من تحديد مدة التسخين المطلوبة بشكل صحيح

(أي ما بين ٢٠ دقيقة و٣ ساعات). من بين المستطلعين الذين لم يتمكنوا من تحديد وقت بدء التدفئة الصحيح (أظهر "غير صحيح")، أجاب (٣٦,٣%) على تقدير مدة التدفئة المطلوبة وأشار (٣٨,٦%) أنهم "لا يعرفون" مدة التسخين الصحيحة ولديهم القدرة على تقليل استهلاك الطاقة بشكل كبير. وأشار (٢٩,٣%) من هؤلاء المستطلعين إلى أنهم "لا يعرفون" وقت تسخين البدء أو مدة التسخين الصحيحة للمنتج المعطى.

خامساً. الوعي والتنفيذ: تم سؤال المستطلعين على عدد من الأسئلة التي تهدف إلى تحديد تدابير توفير الطاقة التي كانوا على دراية بها (مثل التبديل وتعيين خفض درجة الحرارة) وكذلك التدابير التي تم ممارستها بالفعل. بما في ذلك إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية بشكل متقطع وخفض درجة الحرارة المحددة. تم استخدام العديد من الأسئلة في الاستبيان لإختبار عادات المستطلعين فيما يتعلق بإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية بشكل متقطع ونتائج ذلك على استهلاك الطاقة للجهاز. وتشير النتائج إلى أن (٨٩%) من المستطلعين في الاستطلاع أشاروا إلى أنهم على دراية بكيفية تشغيل سخانات المياه الكهربائية أو إيقافه يدوياً، ويعتقد (٦٦%) من المستطلعين أن إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية لأوقات معينة خلال اليوم يمكن أن يقلل من استهلاك الكهرباء. على الرغم من أن (٨٦%) من المستطلعين يقومون بتنفيذ التبديل، إلا أن (٥٧%) فقط من المستطلعين قاموا بالفعل بإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية لتقليل الكهرباء على أساس منتظم بينما يقوم (٢٩%) فقط بإيقاف سخانات المياه الكهربائية عند الابتعاد عن المنزل لعدة أيام. من بين المستطلعين الذين قاموا بإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية بشكل منتظم على أساس منتظم، يعتقد (٨٣%) أنه سوف يقلل من تكاليف الكهرباء الخاصة بهم. يشير هذا إلى وجود علاقة قوية بين معتقدات المستطلعون وسلوكياتهم. بمعنى آخر، من المرجح أن يمارس هؤلاء المستطلعون الذين يعتقدون أنهم قادرون على خفض تكاليف الكهرباء من خلال التبديل، على إطفاء سخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم. أقلية فقط من المستطلعين لا تقوم بإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم على الإطلاق (١١%)، ومن هذه المجموع، (٤٨%) فقط يعتقدون أن إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم سوف يقلل من تكاليف الكهرباء الخاصة بهم. بالإضافة إلى ذلك، من هؤلاء المستطلعين (١٩%) غير متأكدين إذا كان إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم سيؤدي إلى تقليل تكاليف الكهرباء الخاصة بهم، وتعتقد نسبة (١٢%) أنها يمكن أن تقلل من استهلاكها للطاقة ولكن لا تعرف كيفية إيقاف تشغيلها. تشير النتائج أيضاً إلى أن المستطلعين الذين تتراوح أعمارهم بين (٤٥) عاماً أو أكبر هم أكثر عرضة لإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية على أساس منتظم من المستطلعين الذين تقل أعمارهم عن (٤٥) عاماً.

تم استخدام العديد من الأسئلة للتحقيق في وعي المستطلعين وتنفيذهم فيما يتعلق بخفض درجة الحرارة المحددة لسخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم للحد من استهلاك الطاقة. تشير النتائج إلى أن (٨٦%) من المستطلعين قادرون على ضبط إعدادات درجة الحرارة في سخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم و (٧٨%) من المستطلعين يتفقون أو يتفقون بشدة على أن خفض درجة الحرارة المحددة لسخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم يمكن أن تقلل من استهلاك الطاقة. من هؤلاء المستطلعين (٧٤%) و (٥٤%) لديهم درجة حرارة محددة أقل من (٧٠) و (٦٥) درجة مئوية على التوالي. سئل المستطلعون أيضاً عما اعتقدوا أنه درجة الحرارة المثالية لمجموعة سخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم. تم اختيار النطاق الأمثل لدرجات الحرارة ليكون بين (٥٠)

و (٧٥) درجة مئوية. تم اختيار هذه الحدود لأن درجات الحرارة الأقل من (٥٠) درجة مئوية يمكن أن تسبب نمو البكتيريا الضارة (Lacroix, 1999). درجات الحرارة أعلى من (٧٥) درجة مئوية يؤدي إلى خسائر دائمة عالية بلا داع ويمكن أن تكون خطيرة. على سبيل المثال، عند درجة حرارة (٥٢) درجة مئوية، يستغرق الأمر دقيقتين للتسبب في حروق كاملة للبشرة البالغة، بالإضافة إلى ذلك، تحدث ما بين (٧) و (١٧%) من حروق الطفولة التي تتطلب دخول المستشفى في الولايات المتحدة بسبب مياه الصنبور (Feldman et al., 1998). حدد (٧٩%) من المستطلعين بشكل صحيح درجة الحرارة المثلى المحددة في هذا النطاق. من بين المستطلعين الذين لم يحددوا درجة حرارة المجموعة المثلى بشكل صحيح، قلل من تقدير (٣٦%) وقلل (٦%) فقط من درجة الحرارة المثلى، بينما (٥٢%) لم يعرفوا درجة الحرارة المثالية (بمعنى "لا أعلم"). علاوة على ذلك، فإن (٥٣%) فقط من المستطلعين الذين حددوا درجة حرارة ضبط مثالية (صحيحة أو غير صحيحة) ينفذون ما يعتقدون أنه درجة الحرارة المثالية المحددة. من بين هؤلاء المستطلعين (٨٤%) يوافقون أو يوافقون بشدة على أن تقليل درجة الحرارة المحددة لسخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم يمكن أن يقلل من استخدامهم للطاقة، مما يشير أيضاً إلى أن المستطلعين أكثر عرضة لتنفيذ هذه التدابير إذا كانوا يعتقدون أنه سيكون لها تأثير إيجابي.

سادساً. الملاءمة: تشجيع المستخدمين على تقليل إستهلاك الكهرباء أو الماء خلال فترات الذروة، قد لا يكون بعض المستخدمين قادرين على تطبيق جدول لتقليل استخدام الطاقة في سخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم. مع زيادة مقدار وتواتر الاستخدام، يكون للإدارة الفعالة تأثير أقل على استخدام الطاقة في سخانات المياه الكهربائية. هذا لأنه إذا كانت المياه الدافئة مطلوبة من قبل الأسرة على مدار اليوم، فلا توجد وسيلة لتقليل الخسائر الدائمة من خلال إيقاف تشغيل الجهاز بشكل دوري. ومع ذلك، قد تحتاج الأسر المعيشية الأخرى فقط إلى مياه دافئة لحدث أو حدثين رئيسيين للإستخدام في المنزل يومياً، هذه الأسر قادرة على تقليل متطلبات الطاقة في سخانات المياه الكهربائية الخاصة بها إلى حد كبير من خلال الإدارة الفعالة.

على سبيل المثال، يمكن للأسرة التي تحتاج إلى مياه دافئة لحدثين للاستحمام في الصباح وحدث واحد للاستحمام في المساء تنفيذ جدول زمني يسخن الماء في خزان سخانات المياه الكهربائية لبضع ساعات فقط قبل كل حدث. يسمح ذلك لسخانات المياه الكهربائية بتلبية طلب الأسرة على الماء الدافئ مع تقليل عدد الخسائر الدائمة، وبالتالي استخدام الطاقة سخانات المياه الكهربائية (Booysen et al., 2013).

شمل الاستطلاع أسئلة تستخدم للتأكد من عدد أحداث الاستحمام (أي أحداث الاستخدام الرئيسية) التي تمر بها أسر المستطلعين في يوم عادي. لقد وجد أن (٤٢%) من المستطلعين في المسح الذي أجريناه ذكروا أن أسرهم لديها (٢) أو أقل من أحداث الاستخدام الرئيسية خلال يوم نموذجي، وبالتالي فهي مثالية لإستخدام سخانات المياه الكهربائية بشكل فعال. بالإضافة إلى ذلك، (١٩%) من المستطلعين لديهم حدث استخدام رئيسي واحد فقط خلال يوم واحد في أسرهم. تمتلك هذه الأسر أعلى إمكانات لتقليل خسائرها الدائمة لأنها لا تتطلب سوى كميات كبيرة من الماء الدافئ لفترة قصيرة كل يوم. يمكن إيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية لما تبقى من اليوم ويمكن تخفيض درجة الحرارة المحددة إلى (٥٥) درجة مئوية لدورة التشغيل لتقليل استهلاكها للطاقة بشكل كبير، بينما تلبي بسهولة متطلبات المياه الدافئة للأسرة. تحليل بويسن وآخرون يختبر

(Booysen et al., 2013) تأثير تطبيق التحكم في المؤقت الذي لا يسخن الماء إلا قبل استخدامه للحصول على (١٥٠) لتر سخانات المياه الكهربائية نموذجية. من المفترض أن يتألف الاستخدام من (٧٥) لترًا واحدًا من أحداث استخدام المياه الدافئة كل (١٢) ساعة. تشير نتائج هذا التحليل إلى أنه حتى في حالة الاستخدام العالي المفترض، فإن توفير الطاقة بنسبة تقارب (١٥%) لا يزال ممكناً إذا تم تنفيذ جدول زمني فعال. تجدر الإشارة إلى أنه على الرغم من أن تسخين المياه يجب أن يحدث قبل أحداث الاستخدام الرئيسية فقط، إلا أنه يمكن تسخين ما يكفي من الماء خلال هذه الأوقات للسماح لسخانات المياه الكهربائية بتزويد الماء الدافئ لأحداث الاستخدام الأصغر (مثل غسل الصحون) التي قد تحدث في الفترة الفاصلة بين أحداث الاستخدام الرئيسة.

الاستنتاجات والمقترحات

أولاً. الاستنتاجات: توصل الدراسة إلى الاستنتاجات التالية:

١. إن الراحة عامل حاسم في إستعداد المستخدمين لإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية لتقليل إستخدامهم للطاقة.
٢. كان المستخدمون أقل استعدادًا لإيقاف سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم إذا تطلب الأمر منهم تأجيل إستخدامهم (أي تغيير سلوكي) بسبب نقص توفر المياه الدافئة. الإستثناء هو إذا تم تقديم مكافأة مالية للمستخدمين لتأجيل إستخدامها.
٣. سيكون غالبية المشاركين على إستعداد لتثبيت جهاز يسمح لهم بالتحكم عن بعد في سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم إذا كان في المتناول.
٤. إن غالبية المشاركين قد بالغوا في تقدير تأثير الخسائر الدائمة على تدهور درجة حرارة الماء في سخانات المياه الكهربائية الخاصة بهم.
٥. من بين هؤلاء المستطلعين، يقوم حوالي ثلثي المستفيدين بإيقاف تشغيل سخانات المياه الكهربائية الخاص بهم بشكل منتظم، مما يوضح أنه حتى المستخدمين ذوي الخبرة لديهم صعوبة في فهم استهلاك سخانات المياه الكهربائية للطاقة لديهم.
٦. كان حوالي ثلث المستطلعين غير قادرين على تحديد وقت بدء مناسب لبرنامج الإستخدام المعطى.
٧. بالغ تقريباً نصف هؤلاء المستطلعين في تقدير الوقت اللازم لتسخين المياه، مع تقدير ربعهم تقريباً لوقت التدفئة لأكثر من ٦ ساعات يومياً (أي ٢ إلى ٣ مرات أطول من اللازم)، مما يشير إلى أن المستخدمين الذين لا يفهمون سخانات المياه الكهربائية يستهلكون الكهرباء الزائدة لتلبية احتياجاتهم من المياه الدافئة.
٨. توضح هذه النتائج أن المستخدمين لن يستفيدوا من أداة قادرة على مساعدتهم في تنفيذ جداول التدفئة الفعالة بناءً على استخدامها. علاوة على ذلك، كان حوالي ثلث المستطلعين غير متأكدين من وفورات التكاليف التي يمكن تحقيقها من خلال تشغيل سخانات المياه الكهربائية وإيقافه بشكل متقطع.
٩. لا تزال هناك إمكانية كبيرة لتثقيف المستهلكين حول كيفية استهلاك الطاقة من قبل سخانات المياه الكهربائية والوفورات المحتملة التي يمكن تحقيقها.

ثانياً. المقترحات:

١. تشجيع استيراد واستخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية من قبل وزارة الكهرباء، ودعمها حكومياً عن طريق رفع كل الظائب الكمركية على هذه الأنواع من سخانات المياه.

٢. تشجيع استيراد واستخدام أجهزة التحكم عن البعد أو أجهزة توقيت سخانات المياه الكهربائية، لأن الراحة كان العامل الحاسم في إستخدامهم للطاقة، وكان غالبية المشاركين على إستعداد لتثبيت تلك الأجهزة في حالة توافرها.

٣. المباشرة بحملات توعية استخدام سخانات المياه الكهربائية من قبل وزارة الكهرباء عن طريق كافة وسائل الإعلام، لأن غالبية المستخدمين، حتى المستخدمين ذوي الخبرة، لديهم صعوبة في فهم إستهلاك سخانات المياه الكهربائية للطاقة.

المصادر

اولاً. المصادر العربية:

١. أنوار سعيد إبراهيم، إتجاهات العلاقة بين إستهلاك الكهرباء والنمو الاقتصادي في العراق للمدة (١٩٩٠-٢٠١٧)، جامعة تكريت، كلية الإدارة والاقتصاد، مجلة تكريت للعلوم الأدارية والاقتصادية، المجلد (١٦)، العدد (٤٩) ج ٢، سنة ٢٠٢٠.

٢. سليمان دحو، وبومدين بوداود، مساهمة المزيج التسويقي العكسي في ترشيد إستهلاك الطاقة دراسة عينة موظفي شركة توزيع الكهرياء والغاز للوسط-مديرية غرداية، مجلة التنمية وإدارة الموارد البشرية-بحوث ودراسات-المجلد (٦)، العدد (٢)، سنة ٢٠١٩.

٣. فارس محمد شحادة سلمان، ٢٠١٥، أثر التسويق العكسي في التأثير على ترشيد استهلاك الكهرباء- دراسة تطبيقية على المستهلك الأردني في محافظة عمان، الأردن، رسالة ماجستير في التسويق، كلية الدراسات العليا، جامعة الزرقاء، الأردن.

٤. يسرى حازم جاسم الحيالي، ٢٠٠٨، الطلب على الطاقة الكهربائية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة الموصل.

٥. إقليم كوردستان العراق، ٢٠١٧، هيئة إحصاء الإقليم، بيانات غير منشورة.

٦. إقليم كوردستان العراق، ٢٠١٨، مديرية سيطرة كهرباء الإقليم محافظة أربيل، بيانات غير منشورة.

ثانياً. المصادر الأجنبية:

1. Attari SZ, DeKay ML, Davidson CI, de Bruin WB. Public perceptions of energy consumption and savings. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 2010; 107(37):16 054-9. http://dx.doi.org/ 10.1073/pnas.1001509107.
2. Booysen MJ, Engelbrecht JAA, Molinaro A. Proof of concept: Large-scale monitor and control of household water heating in near real-time. Proc. of International Conference on Applied Energy (ICAE). 1em plus 0.5em minus 0.4em Pretoria, South Africa; 2013.(URL: http://hdl.handle.net/10019.1/95703].
3. Department of Energy South Africa. A survey of energy related behaviour and perceptions in South Africa - the residential sector. 2013. URL: http://www.energy.gov.za/files/media/Pub/DoE-2013-Survey-of-EnergyRelated-Behaviour-and-Perception-in-SA. pdf.
4. Feldman KW, Schaller RT, Feldman JA, McMillon M. Tap water scald burns in children. Inj. Prev. 1998; 4(3): 238-42: http://dx.doi.org/10.1136/ip.4.3.238.

5. Gardner GT, Stern PC. The short list: the most effective actions U.S. households can take to curb climate change. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 2010; 50 (5): 12-25. [August].
6. Hertwich EG. Consumption and the rebound effect: an industrial ecology perspective. J. Ind. Ecol. 2005; 9(1-2):85-98: http://dx.doi.org/10.1162/1088198054084635.
7. Hirst E, Hoskins RA. Residential water heaters: energy and cost analysis. Energy Build. 1978; 105(1): 393-400: http://dx.doi.org/10.5942/jawwa.2013.105.00118.
8. Iwata K, Katayama H, Arimura TH. Do households misperceive the benefits of energy saving actions? Evidence from a Japanese household survey. Energy Sustain. Dev. 2015; 25: 27-33: http://dx.doi.org/10.1016/j.esd.2014.12.005.
9. Lacroix M. Electric heater designs for load shifting and control of bacterial contamination. Energy Convers. Manag. 1999; 40(12): 1313-40: http://dx.doi.org/10.1016/ S0196-8904(99)00013-8.
10. Meyer JP. A review of domestic hot water consumption in South Africa. Res. Dev. J. South Afr. Inst. Mech. Eng. 2000; 16(3):55-61.
11. Spence A, Leygue C, Bedwell B, O'Malley C. Engaging with energy reduction: does a climate change frame have the potential for achieving broader sustainable behaviour? J. Environ. Psychol. 2014; 38: 17-28: http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.12.006.
12. Steg L. Promoting household energy conservation. Energy Policy 2008; 36(12): 4449-53. http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.027.

الملحق (١)
استمارة الاستبيان

تضمنت استمارة الاستبيان الأسئلة الآتية:

١. هل أنت الشخص المسؤول عن سداد فواتير الكهرباء أو الماء في منزلك؟
٢. يرجى تحديد عمرك.
٣. يرجى تحديد جنسك.
٤. كم عدد السخانات التي لديك حاليا في منزلك؟
٥. كم من السخانات هي من السخانات الشمسية؟
٦. ما هو حجم السخان الرئيسي؟
٧. كم من الناس يعيشون حاليا في منزلك؟
٨. ما عدد الاستحمامات التي تأخذها أسرتك في يوم خريف متوسط؟
٩. كم عدد وحدات الكهرباء (كيلو واط/ساعة) التي يستهلكها السخانات تقريبا شهريًا؟ (إذا كنت غير متأكد تمامًا من المبلغ، فما عليك سوى الإجابة "لا أعرف").
١٠. كم تعتقد أن تكون تكاليف الكهرباء للسخانات الشهرية؟ (إذا لم تكن متأكدًا تمامًا من المبلغ، فقم ببساطة بالرد على "لا أعرف").
١١. هل تعرف مكان تشغيل السخان أو إيقافه يدويًا؟
١٢. إلى أي مدى توافق أو لا توافق على العبارة التالية: يمكن أن يؤدي إيقاف تشغيل السخان الخاص بك لجزء (أجزاء) من اليوم إلى تقليل تكاليف الكهرباء.
١٣. هل قمت بإيقاف تشغيل السخان لتقليل تكاليف الكهرباء؟
١٤. إذا أجبت بنعم على السؤال أعلاه، كيف يمكنك التحكم في تشغيل السخان أو إيقافه؟
١٥. افترض أن إيقاف تشغيل السخان (في يوم عادي عندما لا تكون في إجازة) يمكن أن يوفر الكهرباء. إلى أي مدى تعتقد أن إيقاف تشغيل السخان يمكن أن يوفر لك كنسبة مئوية (من ٠٪ إلى ١٠٠٪) من إجمالي تكلفة الكهرباء؟ (إذا لم تكن متأكدًا تمامًا من المبلغ، فقم ببساطة بالرد على "لا أعرف").
١٦. افترض أن الاستخدام الوحيد للمياه الدافئة في المنزل كان الاستحمام الساخن في الساعة ٠٦:٠٠ صباحًا. ما هي الأوقات التي يمكنك فيها تشغيل وإيقاف السخان لتوفير الطاقة، ولكن لا يزال لديك ماء ساخن؟ يرجى إدخال الأوقات بتنسيق ٢٤ ساعة (على سبيل المثال، الساعة ٨:٠٠ صباحًا من الساعة ٨:٠٠ صباحًا وحتى الساعة ٨:٠٠ مساءً). إذا كنت غير متأكد تمامًا مما يجب الإجابة عليه، فما عليك سوى الإجابة على "لا أعرف".
١٧. إلى أي مدى توافق أو لا توافق على العبارة التالية: من السهل تشغيل وإطفاء السخان يدويًا كل يوم.
١٨. كم من الوقت يستغرق السخان الخاص بك لتسخين المياه (على سبيل المثال ٧٠ درجة مئوية) من البرد (٢٠ درجة مئوية)؟
١٩. ما المدة التي يستغرقها السخان حتى يبرد من السخونة إذا كنت لا تستخدم الماء الدافئ فيها؟
٢٠. يخبرك جارك أنه قام بتثبيت جهاز يسمح له بالتحكم عن بعد في السخان. إلى أي مدى توافق أو لا توافق على العبارة التالية: سوف تقوم أيضًا بتثبيت أحد الأجهزة إذا كانت ميسورة التكلفة.
٢١. إلى أي مدى توافق أو لا توافق على العبارة التالية: يمكنك ضبط درجة حرارة السخان لديك.

٢٢. إلى أي مدى توافق أو لا توافق على العبارة التالية: يمكن أن يقلل خفض درجة حرارة السخان من استخدام الطاقة.
٢٣. ما هو ضبط درجة حرارة السخان الخاص بك؟
٢٤. ما هو إعداد درجة الحرارة المثالي للسخان؟
٢٥. بالنظر إلى أن عليك الصعود إلى السقف الخاص بك لتغيير إعداد درجة حرارة السخان الخاص بك، وعلى افتراض أنه سيوفر لك (٥٪) من تكلفة الطاقة للسخان في الشهر.
٢٦. إلى أي مدى توافق أو لا توافق على العبارة التالية: من المرجح أن تقوم بتغيير درجة حرارة السخان الخاص بك.
٢٧. هل انفجر أي من السخانات؟
٢٨. إذا أجبت بنعم على السؤال أعلاه، فيرجى ذكر العناصر التي تضررت نتيجة انفجار السخان.
٢٩. إذا أجبت بنعم على السؤال ٢٧، كم (كنسبة مئوية) دفع التأمين تكاليف إصلاح الضرر الناجم عن انفجار السخان؟
٣٠. هل تكون على استعداد لدفع مرة واحدة مقابل جهاز يحميك من التلف من السخان المتفجر؟ (إن إطفاء السخان الخاص بك له فائدة للبيئة).
٣١. إذا كنت تعرف أن هناك فائدة بيئية لإيقاف السخان الخاص بك، فسوف تقوم بإيقاف تشغيله في أوقات عدم الاستخدام.
٣٢. إذا كنت تعلم أن هناك فائدة بيئية لإيقاف السخان الخاص بك، فستتوقف عن العمل في أوقات قد تكون غير ملائمة لك، بحيث كان عليك الاستحمام في أوقات مختلفة.
٣٣. أذا كان لإغلاق السخان تأثير على الضغط الكلي على شبكة الكهرباء ويمكن أن يقلل الحاجة إلى سفك الحمولة.
٣٤. إذا كنت تعلم أن إيقاف تشغيل السخان الخاص بك يمكن أن يقلل من احتمال سفك الحمولة، فيمكنك إيقافه في أوقات عدم الاستخدام.
٣٥. إذا كنت تعلم أن إيقاف تشغيل السخان الخاص بك يمكن أن يقلل الحاجة إلى سفك الحمولة، فستغلقها في أوقات قد تكون غير ملائمة لك، بحيث تضطر للاستحمام في أوقات مختلفة.
٣٦. إذا كان هناك مكافآت يفرض على أسرتك علنًا لإيقاف السخان أثناء أوقات عدم الاستخدام، فستقوم بإيقاف تشغيل السخان.
٣٧. إذا كان هناك برنامج للمكافآت يعوضك ماليًا عن إيقاف تشغيل السخان خلال الأوقات التي قد تكون غير ملائمة لك، فأنت تقوم بإيقاف السخان.