توليد الماء من الهواء
" تقنية خضراء مستدامة لتوفير المياه العذبة في الفنادق النائية "

أحمد حسن أحمد عبد القوي
قسم الدراسات الفندقية – كلية السياحة والفنادق – جامعة قناة السويس

الملخص

يهدف البحث إلى حل مشكلة مياه الشرب في الفنادق النائية من خلال تقييم انطباعات المسئولين بهذه الفنادق حول إمكانية استخدام تكنولوجيا توليد الماء من الهواء Atmospheric Water Generator (AWG) كأحدث التقنيات الخضراء المستدامة والمستخدمة في التغلب على مشكلة نقص المياه العذبة في الآونة الأخيرة . اعتمد البحث على المنهج الوصفي في الاستعراض المرجعي لموضوع البحث ؛ والمنهج التحليلي في الدراسة الميدانية والتحليل الإحصائي للبيانات الأولية ؛ وأخيراً المنهج التفسيري في تفسير ومناقشة النتائج النهائية . اعتمد البحث أيضاً على نموذج قبول التكنولوجيا "Technology Acceptance Model – TAM" في تقييم انطباعات المسئولين بالفنادق محل الدراسة حول هذه التقنية كأحد أهم النماذج المعترف بها دولياً في هذا الشأن . تم تطبيق الدراسة الميدانية باستخدام اسلوب الحصر الشامل لجميع فنادق الأربع والخمس نجوم بمدينة مرسى علم كإحدى المدن النائية التي تعاني من مشكلة نقص المياه العذبة . اعتمد البحث على اسلوب الاستقصاء في جمع البيانات الميدانية استناداً إلى نموذج TAM ومقياس ليكارت الخماسي . وجهت استمارات الاستقصاء إلى المسئولين بمختلف الأقسام الفندقية . أظهرت نتائج الدراسة وجود انطباعات إيجابية واتجاهات سلوكية قوية نحو استخدام تكنولوجيا AWG . توصي الدراسة المنشآت الفندقية في مصر وخاصةً النائية منها بضرورة استخدام هذه التقنية لحل مشكلة مياه الشرب بشكل جذري والتحول الفعلي للفنادق الخضراء .

الكلمات المفتاحية : مولد الماء الهوائي AWG ، نموذج قبول التكنولوجيا TAM ، الفنادق النائية

.....

الاستعراض المرجعي

تعتبر ندرة المياه العذبة من أكبر التحديات التي تواجه العالم المعاصر ، الأمر الذي دفع العلماء والباحثين في مجال هندسة المياه حول العالم إلى تطوير تقنيات حديثة في محاولة لإيجاد مصادر بديلة مستدامة للمياه العذبة . ومن أهم هذه التقنيات مولد الماء الهوائي Atmospheric Water Generator (AWG) . هذا وتقدر كمية المياه الموجودة في الغلاف الجوي (طبقة التروبوسفير) فتقدر بحوالي $14000\ km^3$ ، في حين تقدر كمية المياه العذبة في البحيرات والأنهار على سطح الأرض بحوالي $1200\ km^3$ فقط (Hamed *et al.*, 2011) . وهذه الكمية من المياه تظل ثابتة بسبب الدورة الهيدرولوجية Hydrologic Cycle والتي تضمن استمرار عمليات التبخر والتكثيف . وبالتالي توجد إمدادات مستمرة من المياه العذبة لا تنتهي أبداً بل تظل متوافرة ويمكن الوصول إليها من أي مكان على سطح الأرض ، مما يساعد على تلبية الطلب المتزايد على مصادر المياه العذبة المستدامة (Graham And Chahine, 2010) . أما بالنسبة لجودة المياه المنتجة Water Quality من تقنية AWG فهي نقية تماماً وخالية من أي ملوثات كيميائية أو جوفية أو صناعية أو بشرية أو حيوانية أو بكتريا أو أي كائنات حية دقيقة لأن هذه التقنية تتضمن أحدث نظم التنقية والترشيح المستخدمة في العالم مثل نظم تعقيم المياه بالآشعة فوق البنفسجية ، ونظم التعقيم بالأوزون ، ونظم الفلترة المتعددة المراحل بالكربون ، بالإضافة إلى تقنيات التناضح العكسي Reverse Osmosis ، ومن ثم نحصل في النهاية على مياه نقية صالحة للشرب Potable Water بنسبة تتروح من 99.9% إلى 100% . علاوة على ذلك يتم تنقية الهواء قبل استخلاص الماء منه ، حيث يقوم AWG بالتنقية والفلترة المسبقة للهواء لإزالة أي أتربة ، أو بكتريا ، أو أي جسيمات أخرى عالقة فيه ، ثم يتم بعد ذلك استخلاص وفلترة وتنقية المياه بدقة عالية دون استخدام أي مواد كيميائية (Placido, 2011 ; Dash And Mohapatra, 2015) .

يحتاج مولد الماء الهوائي إلى رطوبة نسبية Relative Humidity بمتوسط 30% ودرجة حرارة بمتوسط 18.3 C° ، وبالتالي كلما زادت الرطوبة النسبية ودرجة حرارة الهواء المحيط عن هذه المعدلات ، كلما زادت فعالية عمل هذا الجهاز Tripathi *et al.,* 2016) ، كما هو موضح بجدول (1) .

جدول (1) : كمية المياه التي يمكن الحصول عليها من خلال معالجة $1m^3$ من الهواء طبقاً لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية

درجة الحرارة °C	الرطوبة النسبية %	لتر مياه/$1m^3$ من الهواء
25	35	6.87
	40	7.87
	45	8.87
	50	9.87
درجة الحرارة °C	الرطوبة النسبية %	لتر مياه/$1m^3$ من الهواء
29	35	8.72
	40	9.99
	45	11.26
	50	12.54
35	35	12.32
	40	14.12
	45	15.93
	50	17.75
39	35	15.39
	40	17.65
	45	19.93
	50	22.22
44	35	20.19
	40	23.18
	45	26.20
	50	29.25

المصدر : (Dash And Mohapatra, 2015)

وبناءً على ذلك فالظروف المناخية فى مصر (الرطوبة النسبية والحرارة) طبقاً للمؤشرات الواردة بجدول (1) تناسب جداً عمل هذه التقنية ، فمثلاً عند درجة حرارة 44 °C ورطوبة نسبية 50% يمكن الحصول على 29.25 لتر مياه/$1m^3$ من الهواء ، في مقابل 6.87 لتر مياه/$1m^3$ من الهواء عند درجة حرارة 25 °C ورطوبة نسبية 35%. وبالتالي يمكن الاعتماد على هذه التقنية في حل مشكلة مياه الشرب في فنادق المقاصد النائية Remote Destinations مثل فنادق مرسى علم على سواحل البحر الأحمر والتي يبلغ متوسطها السنوي لدرجات الحرارة 24 °C ، والرطوبة النسبية من 51% إلى 56% (Hereher And El-Ezaby, 2012) ، وكذلك مدينة شرم الشيخ والتي يتراوح متوسطها السنوي لدرجات الحرارة من 36 إلى 39 درجة مئوية ، والرطوبة النسبية من 30% إلى 60% (Khatita *et al.*, 2014) ، وأيضاً مدينة الغردقة التي يبلغ متوسطها السنوي لدرجات الحرارة 23.58 درجة مئوية ، والرطوبة النسبية 61.38% (El-Saman, 2016) . ومن الجدير بالذكر أن العلماء والباحثين في مجال هندسة المياه قد قاموا بتطوير نظم جديدة من هذه التقنية لتناسب المناطق الصحراوية القاحلة Arid and Desert Climates . حيث قاموا بتصميم أجهزة متطورة لتوليد الماء من الهواء في المناطق الصحراوية الجافة التي تنخفض فيها الرطوبة النسبية RH إلى 10% من خلال تدعيم هذه الأجهزة ببعض المواد شديدة الامتصاص للرطوبة . وقد تم تجربة هذه الأجهزة بنجاح في ولاية أريزونا بالولايات المتحدة الامريكية (Kim *et al.*, 2018) .

استخدام تكنولوجيا AWG في المنشآت الفندقية النائية سيوفر الكثير من الاحتياجات المائية ، خاصةً وأن تكلفة المياه في معظم الفنادق تزيد عن 10% من إجمالي الكلفة . كما أن استهلاك عملاء الفنادق من المياه عادةً ما يكون أكبر من استهلاك المواطنين العاديين . فمثلاً يبلغ متوسط استهلاك السائح الأوربي من الماء يومياً حوالي 300 لتر (نصيبه من كمية المياه المستهلكة في الفندق ككل) مقارنةً بمتوسط استهلاك أي مواطن عادي بالاتحاد الأوربي والذي يتراوح من 100 إلى 200 لتر يومياً . كما يقدر استهلاك الفنادق من المياه حوالي 10% من إجمالي المياه المستهلكة في المقصد أو المدينة التي تقع فيها الفنادق (Eurostat, 2011 ; Gossiling *et al.*, 2011; Reznickova and Kysela, 2016) . وعادةً ما يتوزع استهلاك المياه داخل الفنادق على النحو التالي : غرف النزلاء 34% ، المطابخ 22% ، الحمامات العامة 20% ، المغسلة 17% ، الغلايات Boilers 4% ، حمامات السباحة 2% ، التكييفات المركزية HVAC 1% (ITP, 2008) .

هذا وقد توصلت إحدى الدراسات التطبيقية الحديثة (Magrini *et al.,* 2017) من خلال تصميم محطة صغيرة لتوليد الماء من الهواء في أحد الفنادق الصغيرة بدولة الإمارات العربية المتحدة إلى أن استخدام هذه التكنولوجيا يمكن أن يوفر ما يقرب من 50% من احتياجات الفندق الأساسية من المياه العذبة . حيث بلغ حجم الإنتاج اليومي من هذا الجهاز 10.2 متر مكعب أي ما يعادل 10200 لتر في اليوم عند درجة حرارة 20 C° ورطوبة نسبية 60% . وقد أكدت هذه الدراسة أنه في حالة زيادة درجة الحرارة إلى 35 C° عند رطوبة نسبية 60% يمكن أن ينتج هذا الجهاز 70.3 متر مكعب من المياه في اليوم وبالتالي سيغطي حوالي 47% من احتياجات الفندق .

وبالتالي يعتبر مولد الماء الهوائي مصدراً بديلاً آمناً ومستداماً للمياه العذبة ، وتقنية خضراء صديقة للبيئة Environmentally friendly ، وموفرة للطاقة حيث يعمل بالطاقة الشمسية والرياح بالإضافة إلى استهلاكه المنخفض من الكهرباء . كما أنه يوفر كلفة الزجاجات البلاستيكية ، وكذلك الكلفة الخاصة بتخزين ونقل المياه (Tripathi *et al.*, 2016) . أما بالنسبة للقدرة الإنتاجية فقد أشارت الدراسات السابقة (Wahlgren, 2001 ; El-Ghonemy, 2012) إلى أن المحطات الكبيرة من مولد الماء الهوائي تتراوح قدرتها الإنتاجية من 1000 إلى أكثر من مليون لتر من المياه العذبة في اليوم الواحد ، وبالتالي تعد من أقوى التقنيات المنافسة لمحطات التحلية من حيث كمية الإنتاج اليومي من المياه ، وسهولة التشغيل ، وانخفاض الكلفة ، وجودة المياه المنتجة .

ويوجد أنواع وأحجام وقدرات مختلفة من أجهزة ومحطات AWG والتي تصلح للمنازل ، والمكاتب ، والمنشآت الصناعية والتجارية ، والفنادق ، والنوادي ، والعيادات الصحية ، والمستشفيات ، والمدارس ، والمصالح الحكومية ، والمراكز العسكرية ، والأماكن النائية والجافة ، بالإضافة إلى إمكانية استخدامه في المساعدات الإنسانية وحالات الطوارئ . كما أن أجهزة AWG سهلة التركيب والفك لأنها لا تعتمد على خطوط وأنابيب المياه التقليدية ، ولذلك يسهل نقلها وحملها إلى أي مكان . أما بالنسبة لعمليات الصيانة الدورية فهي منخفضة لأنها تحتوي على عدد قليل من القطع والأجزاء المتحركة (مثل الفلاتر) ولا تحتاج إلى أي نوع من التشحيم وبالتالي فتكاليف وإجراءات الصيانة والتركيب سهلة ومنخفضة . هذا وتتراوح تكلفة إنتاج 1 لتر ماء نقي من مولد AWG المنزلي من حوالي 0.04 دولار إلى 0.13 دولار ، وبالتالي فهي أرخص من زجاجات المياه المعبأة أو خطوط المياه التقليدية ، كما تنخفض هذه الكلفة أيضاً بشكل أكبر في المحطات الكبيرة المصممة للأنشطة الصناعية والتجارية (Placido, 2011) . كما تتوقف كلفة هذه التقنية على حجم المولد ، وكمية الإنتاج اليومي من المياه ، بالإضافة إلى أن هذه الكلفة قد تختلف من شركة إلى أخرى ، فهناك مثلاً أجهزة ذات أحجام صغيرة تناسب الاستخدامات المنزلية تبلغ طاقتها الإنتاجية 45 لتر/اليوم بتكلفة تتراوح ما بين 500 إلى 650 دولار للجهاز ، وهناك أجهزة ومحطات بأحجام كبيرة تناسب المنظمات والأنشطة التجارية تبلغ طاقتها الإنتاجية 5000 لتر/اليوم بتكلفة تتراوح ما بين 45000 إلى 50000 دولار للجهاز [(1)] . ومن أهم الشركات الرائدة في تصنيع هذه التقنية شركة EcoloBlue الأمريكية و Watermaker الهندية ، و LEQI الصينية. أما بالنسبة لحجم المبيعات العالمية (الحصة السوقية Market Share) من تكنولوجيا توليد الماء الهوائي فقد بلغت في عام 2015 ما يقرب من 918.9 مليون دولار ، ومن المتوقع أن يزداد حجم هذه الحصة إلى 4.74 مليارات دولار بحلول عام 2024 . وبالنسبة لمنطقة الشرق الأوسط وأفريقيا فقد بلغ حجم الحصة السوقية في عام 2015 أكثر من 125 مليون دولار أمريكي ، ومن المتوقع أن يزداد حجم النمو على الطلب بمقدار 18% خلال الفترة من 2016 حتى 2024 . (Grand View Research, 2016 ; Global Market Insights, 2016)

هدف البحث

حل مشكلة مياه الشرب في الفنادق النائية من خلال تقييم انطباعات المسئولين بهذه الفنادق حول إمكانية استخدام تكنولوجيا توليد الماء من الهواء Atmospheric Water Generator (AWG) .

منهج البحث

اعتمد البحث على المنهج الوصفي في الاستعراض المرجعي لموضوع البحث " تكنولوجيا توليد الماء من الهواء Atmospheric Water Generator (AWG) " من حيث الظروف المناخية الملائمة ، والطاقة الإنتاجية ، والتكلفة المادية ، وجودة المياه المنتجة ، والحصة السوقية ، وبعض التجارب والاستخدامات الدولية . بالإضافة إلى المنهج التحليلي في جمع البيانات الميدانية الخاصة بتقييم انطباعات المسئولين بالفنادق النائية حول إمكانية استخدام هذه التقنية ، ثم تحليل هذه البيانات بعد ذلك إحصائياً . وأخيراً المنهج التفسيري في تفسير البيانات الإحصائية واستخلاص النتائج النهائية .

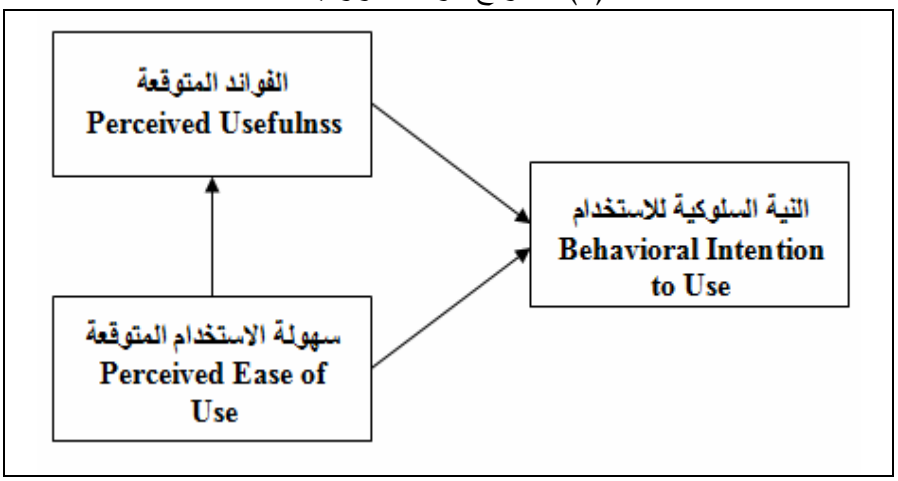
المقياس المستخدم

تم الاعتماد على نموذج قبول التكنولوجيا "Technology Acceptance Model – TAM" الموضح بالشكل (1) والذي قدمه Davis عام 1989 وذلك لقياس مدى إمكانية استخدام الفنادق النائية لتقنية توليد الماء من الهواء AWG . حيث افترض Davis (1989) أن قبول المستخدم لأى تقنية حديثة يعتمد في الأساس على عاملين أساسيين هما : سهولة الاستخدام المتوقعة Perceived Ease of Use بمعنى مدى اعتقاد أو تصور المستخدم بأن استخدامه للتقنية الحديثة لن يكلفه أي نوع من الجهد أو المشقة ، والفائدة المتوقعة Perceived Usefulnss بمعنى مدى اعتقاد وتصور المستخدم بأن تطبيق هذه التقنية الحديثة سوف يعود عليه بالنفع ، واللذان يؤثران في عامل ثالث آخر تابع لهما وهو النية السلوكية للاستخدام Behavioral Intention to Use بمعنى مدى الرغبة والاستعداد الفعلي لاستخدام هذه التقنية حال تطبيقها . أى أنه كلما كانت التكنولوجيا الحديثة من وجهة نظر المستخدم سهلة الاستخدام ومفيدة ، كلما كان هناك اتجاه ونية سلوكية حقيقية لاستخدامها . وبالتالي يعتبر نموذج TAM مؤشراً قوياً يمكن من خلاله التنبؤ بسلوك المستخدمين تجاه التقنيات الحديثة قبل تطبيقها .

.....

(1) www.chinaleqi.en.alibaba.com, June 2018

شكل (1) : نموذج قبول التكنولوجيا TAM



المصدر : Davis (1989)

الأسلوب العلمي المستخدم

اعتمد البحث على اسلوب الاستقصاء في جمع البيانات الميدانية ، حيث تم تصميم استمارة استقصاء مكونة من أربعة أجزء رئيسية استناداً إلى نموذج قبول التكنولوجيا Technology Acceptance Model ومقياس ليكارت الخماسي . الجزء الأول تضمن توضيح مختصر لتكنولوجيا توليد الماء من الهواء AWG ، أما الجزء الثاني فاستهدف تقييم انطباعات المسئولين بالفنادق النائية حول سهولة الاستخدام المتوقعة لهذه التقنية Perceived Ease of Use ، بينما استهدف الجزء الثالث من الاستقصاء تقييم انطباعات المسئولين بالفنادق محل الدراسة حول الفوائد المتوقعة من استخدام هذه التقنية Perceived Usefulnss ، وأخيراً استهدف الجزء الرابع من نموذج الاستقصاء تقييم نوايا المسئولين السلوكية تجاه استخدام هذه التقنية Behavioral Intention to Use .

مجتمع وعينة البحث

تم تطبيق الدراسة الميدانية على فنادق الأربع والخمس نجوم (22 فندقاً) بمدينة مرسى علم كإحدى المدن النائية باستخدام أسلوب الحصر الشامل (دليل الفنادق المصرية ، الإصدار 34 لعام 2016/2015) . وجهت استمارات الاستقصاء إلى جميع المسئولين ومساعديهم بمختلف الإدارات والأقسام الفندقية بواقع 10 استمارات لكل فندق . بلغ عدد الاستمارات الموزعة 220 استمارة وذلك على النحو التالي : إجمالي فنادق فئة الخمس نجوم 3 ، الاستمارات الموزعة 30 ، الصالحة للتحليل 26 ، معدل الاستجابة 86.7% – إجمالي فنادق فئة الأربع نجوم 19 ، الاستمارات الموزعة 190 ، الصالحة للتحليل 168 ، معدل الاستجابة 88.4% . وقد لاقى موضوع البحث اهتماماً ملحوظاً من جميع المسئولين بفنادق العينة نظراً لمعاناتهم من مشكلة مياه الشرب في هذه المنطقة .

الأساليب الإحصائية

تم الاعتماد على بعض الأساليب الإحصائية في تحليل البيانات الميدانية مثل معامل ألفا كرونباخ (α) Cronbach Alpha للتحقق من ثبات المقياس ، ومعامل الانحدارالخطي البسيط Simple Linear Regression ، بالإضافة إلى التحليل الوصفي Descriptive Analysis باستخدام المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية .

تحليل الثبات Reliability Analysis

تم إجراء تحليل معامل ارتباط ألفا كرونباخ للتأكد من ثبات المقياس المستخدم وقد جاءت قيم المعامل على النحو التالي : البعد الأول : سهولة الاستخدام المتوقعة Perceived Ease of Use عدد المفدرات 5 والمعامل 84. ، البعد الثاني : الفوائد المتوقعة Perceived Usefulnessعدد المفردات 8 والمعامل 87 . ، البعد الثالث : النية السلوكية للاستخدام Behavioral Intention to Use عدد المفردات 8 والمعامل 90. . وبالتالي تتروح قيم معامل ارتباط ألفا كرونباخ للأبعاد الثلاثة ما بين 84. إلى 90. ، كما أن الثبات الكلي للمقياس المستخدم بلغ 87. ، وهذه القيم جميعها أكبر من الحد الأدنى المقبول إحصائياً وهو 6. ، مما يعد مؤشراً قوياً على ثبات هذا المقياس المسخدم .

النتائج والمناقشة

التحليل الوصفي Descriptive Analysis

سهولة الاستخدام المتوقعة لتقنية AWG

تشير نتائج جدول (2) إلى أن المسئولين بالفنادق محل الدراسة لديهم انطباعات إيجابية قوية تجاه سهولة الاستخدام المتوقعة لتكنولوجيا توليد الماء من الهواء AWG ، حيث تراوحت قيم المتوسط الحسابي من 3.89 إلى 4.47 ، وهي تقع جميعها في المدى الرابع والخامس الذي يقابل اتجاه الموافقة (موافق وموافق جداً) على الميزان التقديري لمقياس ليكارت الخماسي . أما بالنسبة لقيم الانحراف المعياري فتشير جميعها إلى وجود تباين وتجانس مقبول فى استجابات أفراد العينة لهذا البعد ، إذ لم يصل الانحراف المعياري لقيمة الصفر 00. التي تدل على التطابق التام فى الأجوبة ، كما لم تتجاوز قيمته 1.5 دلالة على عدم وجود تشتت كبير في أجوبة المسئولين وانحراف واضح عن متوسطها الحسابي .

جدول (2) : انطباعات المسئولين بالفنادق حول سهولة الاستخدام المتوقعة لتقنية AWG

م	سهولة الاسخدام المتوقعة	المتوسط الحسابي Mean	الانحراف المعياري Std. Deviation
1	الحصول على المياه يومياً	3.89	.96
2	النقل إلى أي مكان	4.00	.91
3	التركيب والفك	4.47	.87
4	الصيانة الدورية	3.95	1.00
5	مرونة التشغيل بمصادر الطاقة المختلفة	4.01	.98
الإجمالي		**4.06**	**.94**

وبالتالي فانطباعات المسئولين بالفنادق محل الدراسة تجاه سهولة الاستخدام المتوقعة لتكنولوجيا توليد الماء من الهواء AWG جاءت مرتبة على النحو التالي : سهولة التركيب والفك (متوسط حسابي 4.47 ، وانحراف معياري 87.) ، وسهولة التشغيل بأي مصدر طاقة (متوسط حسابي 4.01 ، وانحراف معياري 98.) ، وسهولة النقل إلى أي مكان (متوسط حسابي 4.00 ، وانحراف معياري 91.) ، وسهولة الصيانة الدورية (متوسط حسابي 3.95 ، وانحراف معياري 1.00) ، سهولة الحصول على المياه يومياً (متوسط حسابي 3.89 ، وانحراف معياري 96.) وفي هذا الصدد أشار Placido (2011) إلى أن عمليات الصيانة الدورية لهذه التقنية منخفضة لأنها تحتوي على عدد قليل من القطع والأجزاء المتحركة مثل الفلاتر ولا تحتاج إلى أي نوع من التشحيم وبالتالي فتكاليف وإجراءات الصيانة والتركيب سهلة ومنخفضة .

الفوائد المتوقعة من تقنية AWG

يتضح من نتائج جدول (3) أن المسئولين بالفنادق محل الدراسة لديهم انطباعات إيجابية قوية تجاه الفوائد المتوقعة من تقنية مولد الماء الهوائي ، حيث تراوحت قيم المتوسط الحسابي من 3.55 إلى 4.30 ، وهي تقع جميعها في المدى الرابع والخامس الذي يقابل اتجاه الموافقة (موافق وموافق جداً) على الميزان التقديري لمقياس ليكارت الخماسي . أما بالنسبة لقيم الانحراف المعياري فتشير جميعها إلى وجود تباين وتجانس مقبول فى استجابات أفراد العينة لهذا البعد ، إذ لم يصل الانحراف المعياري لقيمة الصفر 00. التي تدل على التطابق التام فى الأجوبة ، كما لم تتجاوز قيمته 1.5 دلالة على عدم وجود تشتت كبير في أجوبة المسئولين وانحراف واضح عن متوسطها الحسابي .

جدول (3) : انطباعات المسئولين بالفنادق حول الفوائد المتوقعة من تقنية AWG

م	الفوائد المتوقعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
1	يمكن اعتبار تقنية AWG مصدراً مستداماً للمياه العذبة	3.99	1.01
2	لا تشكل هذه التقنية أي أضرار بالبيئة المحيطة	4.01	.96
3	يمكن أن توفر هذه التقنية الكثير من كلفة الطاقة	3.76	.91
4	يمكن الاعتماد عليها في حل مشكلة مياه الشرب في الفنادق النائية	3.55	.88
5	انعدام فرص تلوث مياه الشرب	4.30	.85
6	يمكن أن توفر AWG التكاليف الخاصة بتحلية مياه البحر	3.84	.80
7	يمكن أن توفر هذه التقنية التكاليف الخاصة بشراء المياه المعدنية	3.86	1.00
8	يمكن أن توفر التكاليف الخاصة بنقل وتخزين المياه	4.13	.94
	الإجمالي	**3.93**	**.92**

وبالتالي يرى المسئولون بالفنادق محل الدراسة أن هذه التقنية سوف تكون مصدراً مستداماً للمياه العذبة ، وصديقة للبيئة ، وموفرة للطاقة ، وستعمل على حل مشكلة المياه العذبة في الفنادق النائية ، وستحمي مياه الشرب من التلوث ، وستوفر الكلفة الخاصة بتحلية مياه البحر وبشراء المياه المعدنية ونقلها وتخزينها . وهذا ما أكده Tripathi *et al.*, (2016) من أن مولد الماء الهوائي يعتبر مصدراً بديلاً آمناً ومستداماً للمياه العذبة ، وصديقاً للبيئة ، وموفراً للطاقة حيث يعمل بالطاقة الشمسية والرياح بالإضافة إلى استهلاكه المنخفض من الكهرباء . كما تؤكد الدراسات السابقة (Placido, 2011 ; Dash And Mohapatra, 2015) على استدامة هذا المصدر المائي من خلال الدورة الهيدرولوجية Hydrologic Cycle التي تضمن استمرار عمليات التبخر والتكثيف ، ومن ثم وجود إمدادات مستمرة من المياه العذبة لا تنتهي أبداً بل تظل متوافرة ويمكن الوصول إليها من أي مكان في العالم .

النية السلوكية لاستخدام تقنية AWG

يتضح من جدول (4) وجود نوايا سلوكية قوية من قبل المسئولين بالفنادق محل الدراسة تجاه استخدام تكنولوجيا توليد الماء من الهواء ، حيث تراوحت قيم المتوسط الحسابي لهذه النوايا السلوكية من 3.87 إلى 4.70 ، وهي تقع جميعها في المدى الرابع والخامس الذي يقابل اتجاه الموافقة (موافق وموافق جداً) على مقياس ليكارت الخماسي .

جدول (4) : النوايا السلوكية للمسئولين بالفنادق تجاه استخدام تقنية AWG

م	النية السلوكية للاستخدام	المتوسط الحسابي Mean	الانحراف المعياري Std. D
1	من الضروري استخدام تقنية AWG لأنها تتلائم مع ظروفنا المناخية	4.34	1.05
2	يمكن التوسع في استخدام التقنية إذا أنتجت كميات مجدية من المياه	4.65	.83
3	عامل التكلفة من الأمور المحورية عند استخدام هذه التقنية	4.70	.84
4	مرونة التشغيل بمصادر الطاقة يشجع على استخدام تقنية AWG	3.87	.95
5	الاستخدامات الدولية تقلل من المخاوف وتشجع على الاستخدام الفعلي	4.19	.88
6	يمكن استخدام تقنية AWG إذا أنتجت مياه نقية بشكل مستدام	4.55	1.03
7	سهولة الصيانة والتشغيل تشجع الفنادق على اقتناء هذه التقنية	4.00	.87
8	يمكن استخدام هذه التقنية إذا لم تتسبب في أي أضرار للبيئة	3.99	.80
9	من العوامل المشجعة على الاستخدام سهولة النقل والتركيب	3.98	.90
	الإجمالي	**4.25**	**.90**

وبالتالي فالمسئولون بالفنادق محل الدراسة لديهم نوايا سلوكية إيجابية نحو استخدام تكنولوجيا توليد الماء من الهواءِ AWG ، خاصةً إذا كانت هذه التقنية قادرة على إنتاج مياه نقية بشكل مستدام (متوسط حسابي 4.55 ، وانحراف معياري 1.03) ، ولا تسبب أي أضرار للبيئة (متوسط حسابي 3.99 ، وانحراف معياري 80.) ، وتتميز بالمرونة في استخدام مصادر الطاقة المختلفة كالشمس والرياح والكهباء (متوسط حسابي 3.87 ، وانحراف معياري 95.) ، ويسهل صيانتها وتشغيلها (متوسط حسابي 4.00 ، وانحراف معياري 87.) ، ونقلها وتركيبها (متوسط حسابي 3.98 ، وانحراف معياري 90.) ، وتتلائم مع الظروف المناخية في مصر من حيث درجة الحرارة والرطوبة النسبية (متوسط حسابي 4.34 ، وانحراف معياري 1.05) ، ولها قدرة إنتاجية عالية من المياه اليومية (متوسط حسابي 4.65 ، وانحراف معياري 83.) ، وذات تكلفة معقولة (متوسط حسابي 4.70 ، وانحراف معياري 84.) ، ومستخدمة دولياً (متوسط حسابي 4.19 ، وانحراف معياري 88.).

تحليل معامل الانحدار الخطي البسيط Simple Linear Regression

معامل الانحدار بين سهولة الاستخدام المتوقعة لتكنولوجيا AWG والفوائد المتوقعة منها

يتضح من جدول (5) وجود علاقة ارتباط طردية ذات دلالة معنوية بين سهولة الاستخدام المتوقعة لتكنولوجيا مولد الماء الهوائي والفوائد المتوقعة منه .

جدول (5) : أثر سهولة الاستخدام المتوقعة لتكنولوجيا AWG في الفوائد المتوقعة منها

المتغير المستقل	المتغير التابع : الفوائد المتوقعة Perceived Usefulness			
	معامل الانحدار البسيط	قيمة " ت "	مستوى المعنوية	نوع التأثير
سهولة الاستخدام المتوقعة Perceived Ease of Use	.564	7.598	.000	إيجابي طردي

حيث بلغ معامل الانحدار البسيط 564. وهذا يعني أن زيادة المتغير المستقل (سهولة الاستخدام المتوقعة) بمقدار وحدة واحدة سيؤدي إلى تغير طردي في المتغير التابع (الفوائد المتوقعة) بمقدار 564. وحدة . كما تؤكد إشارة معامل الانحدار الموجبة أن العلاقة بين هذين المتغيرين علاقة سببية طردية . بمعنى أنه كلما زادت انطباعات المسئولين بالفنادق محل الدراسة تجاه سهولة الاستخدام المتوقعة لتكنولوجيا توليد الماء من الهواء ، كلما زادت الفوائد المتوقعة منها وهذا ما أكده Davis (1989) . كما بلغت قيمة ت 7.598 وهي معنوية عند مستوى معنوية أقل من 0.05 ، مما يؤكد صحة وثبوت هذه العلاقة .

معامل الانحدار بين سهولة الاستخدام المتوقعة لتكنولوجيا AWG والنية السلوكية لاستخدامها

يتضح من جدول (6) وجود علاقة ارتباط طردية ذات دلالة معنوية بين سهولة الاستخدام المتوقعة لتكنولوجيا AWG كمتغير مستقل والنية السلوكية لاستخدامها كمتغير تابع . حيث بلغ معامل الانحدار البسيط "B " بين هذين المتغيرين 552. ، وهذا يعنى أن زيادة المتغير المستقل (سهولة الاستخدام المتوقعة) بمقدار وحدة واحدة سيؤدي إلى تغير طردي في المتغير التابع (النية السلوكية للاستخدام) بمقدار 552. وحدة . كما تشير الإشارة الموجبة لمعامل الانحدار (B=.552) إلى أن العلاقة بين هذين المتغيرين علاقة سببية طردية . هذا وقد بلغت قيمة ت 10.465 وهي معنوية عند مستوى أقل من 0.05 ، حيث أن قيمة T تكون معنوية إذا بلغت قيمتها ≤ 2 . وهذا يؤكد على صحة وثبوت هذه العلاقة ، بمعنى أنه كلما زادت انطباعات المسئولين بالفنادق محل الدراسة تجاه سهولة الاستخدام المتوقعة لتكنولوجيا AWG كلما زادت اتجاهاتهم ونواياهم السلوكية لاستخدامها .

جدول (6) : أثر سهولة الاستخدام المتوقعة لتكنولوجيا AWG في النية السلوكية لاستخدامها

المتغير المستقل	المتغير التابع : النية السلوكية للاستخدام Behavioral Intention to Use			
	معامل الانحدار البسيط	قيمة " ت "	مستوى المعنوية	نوع التأثير
سهولة الاستخدام المتوقعة Perceived Ease of Use	.552	10.465	.000	إيجابي طردي

معامل الانحدار بين الفوائد المتوقعة لتكنولوجيا AWG والنية السلوكية لاستخدامها

تشير نتائج جدول (7) إلى وجود علاقة ارتباط طردية ذات دلالة معنوية بين الفوائد المتوقعة من تكنولوجيا AWG والنية السلوكية لاستخدامها .

جدول (7) : أثر الفوائد المتوقعة من تكنولوجيا AWG في النية السلوكية لاستخدامها

المتغير المستقل	المتغير التابع : النية السلوكية للاستخدام Behavioral Intention to Use			
	معامل الانحدار البسيط	قيمة " ت "	مستوى المعنوية	نوع التأثير
الفوائد المتوقعة Perceived Usefulness	.835	5.904	.000	إيجابي طردي

حيث يتضح من جدول (8) أن معامل الانحدار البسيط قد بلغ 835. وهذا يعني أن زيادة المتغير المستقل (الفوائد المتوقعة) بمقدار وحدة واحدة سيؤدي إلى تغير طردي في المتغير التابع (النية السلوكية للاستخدام) بمقدار 835. وحدة . كما تؤكد إشارة معامل الانحدار الموجبة أن العلاقة بين هذين المتغيرين علاقة سببية طردية . كما بلغت قيمة ت 5.904 وهي معنوية عند مستوى معنوية أقل من 0.05 ، مما يؤكد صحة هذه العلاقة .

الخلاصة

تعتبر تكنولوجيا توليد الماء من الهواء من التقنيات الواعدة خاصة في قطاع الفنادق ، وقد اتضح ذلك من خلال انطباعات وتوقعات المسئولين بالفنادق محل الدراسة . فعلى سبيل المثال يمكن أن توفر هذه التقنية الكلفة الهائلة التي تنفقها معظم الفنادق يومياً على شراء مياه الشرب المعدنية ويمكن توضيح ذلك كما يلي ، علماً بأن فترة ضمان محطات AWG تصل إلى 10 سنوات .

حجم التوفير المتوقع من استخدام تقنية AWG في مياه الشرب بفندق طاقته 1000 فرد (500 عميل + 500 عامل)

1. متوسط الاستهلاك اليومي :

المياه المعدنية(لتر) – 3 لتر ×1000 فرد = 3000 لتر – تقنية AWG (لتر) – 3 لتر ×1000 فرد = 3000 لتر

2. سعر اللتر بالجنيه :

المياه المعدنية (لتر) – عبوة 12 زجاجة × 1.5 لتر = 18 لتر – سعر اللتر = 40 ج (سعر العبوة الكبيرة) ÷ 18 لتر = 2.22 ج – تقنية AWG (لتر) .

ثمن المحطة طاقة 5000 لتر/اليوم = 45000 دولار × 18 ج = 810.000 جنيه

القدرة الإنتاجية = 5000 لتر/اليوم × 30 يوم × 12 شهر× 10 سنوات ضمان = 18.000.000 لتر

سعر اللتر = ثمن المحطة ÷ القدرة الإنتاجية طوال فترة الضمان = 810.000 ج ÷ 18.000.000 لتر = 0.045 جنيه

الكلفة اليومية لمياه الشرب :

المياه المعدنية (لتر) – 3000 لتر × 2.22 ج = 6660 ج – تقنية AWG (لتر) 3000 لتر× 0.045 ج = 135 ج

الكلفة الشهرية لمياه الشرب :

المياه المعدنية (لتر) 6660 ج × 30 يوم = 199800 ج – تقنية AWG (لتر) 135 ج × 30 يوم = 4050 ج

الكلفة السنوية لمياه الشرب :

المياه المعدنية(لتر) 199800 ج × 12 شهر= 2397600 ج – تقنية AWG (لتر) 4050 ج × 12 شهر= 48600ج

إجمالي التوفير السنوي : 2397600 ج – 48600 ج = 2349000 جنيه – بنسبة 97.9%

وفي المقابل يمكن للفنادق المصرية من توجيه هذه الأموال التي سيتم توفيرها للإنفاق على أوجه هامة أخرى مثل تدريب العاملين وتحسين دخولهم ومن ثم رفع مستوى جودة الخدمات المقدمة .

التوصيات

يوصي البحث المنشآت الفندقية في مصر وخاصةً النائية بضرورة استخدام تكنولوجيا توليد الماء من الهواء للأسباب الواردة بالمتن وعلى الأخص الاستدامة ، التلاؤم مع الظروف المناخية في مصر (درجة الحرارة والرطوبة النسبية) ، توفير الطاقة ، انخفاض الكلفة ، كبر حجم الطاقة الإنتاجية من المياه .

المراجع

Dash, A. and Mohapatra, A. (2015), " Atmospheric Water Generator: to Meet the Drinking Water Requirements of a Household in Coastal Regions of India", Degree of Bachelor of Technology, National Institute of Technology, Rourkela, India.

Davis, F. D. (1989), "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology", MIS Quarterly, Vol.13, No.3, PP.319-340.

El-Ghonemy, A. M. (2012), " Fresh Water Production from/by Atmospheric Air for Arid Regions, Using Solar Energy: Review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 16, pp. 6384-6422.

El-Saman, M. I. (2016), " Evaporation Estimates in Front of Hurghada City by Using Penman-Monteith Equation, Red Sea, Egypt", Universal Journal of Environmental Research and Technology, Vol. 6, No. 1, pp. 1-7.

Global Market Insights (2016), "Atmospheric Water Generator Market Size", USA, pp. 1-115.

Graham, S. P. and Chahine, M. (2010), "The Water Cycle", NASA Earth Observatory, pp. 1-8.

Grand View Research (2016), " Atmospheric Water Generator (AWG), Market Analysis by Product (Cooling Condensation, Wet Desiccation), by Application (Industrial, Commercial, Residential) and Segment Forecasts to 2024", USA, pp. 1-100.

Hamed, A. M. ; Aly, A. A. and Zeidan, E. B. (2011), " Application of Solar Energy for Recovery of Water from Atmospheric Air in Climatic Zones of Saudi Arabia ", natural Resources, Vol. 2, pp. 8-17.

Hereher, M. E. and El-Ezaby, K. H. (2012), "Soil and Water Quality Assessment along the Red Sea Coast, Egypt", International Journal of Environmental Studies, Vol. 69, No. 1, pp. 65-77.

ITP, International Tourism Partnership (2008), "Environmental Management for Hotels, ITP, London UK, Chapter 3, P. 48.

Khatita, A. M. ; Sabet, H. S. ; Shehata, H. and Moussa, A. N. (2014), " Hydrogeochemical Characterization and Assessment of Sharm El-Sheikh Groundwater, South Eastern Sinai, Egypt", International Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 3, No. 4, pp. 196-209.

Kim, H. ; Rao, S. R. ; Kapustin, E. A. ; Zhao, L. ; Yang, S. ; Yaghi, O. M. and Wang, E. N. (2018), " Adsorption-Based Atmospheric Water Harvesting Device for Arid Climates", Nature Communications, Vol. 9, No. 1191, PP. 1-8.

Magrini, A. ; Cattani, L. ; Cartesegna, M. and Magnani, L. (2017), " Water Production from Air Conditioning Systems: some Evaluations about a Sustainable Use of Resources", Sustainability, Vol. 9, No. 1309, pp. 1-17.

Placido, J. V. (2011), " Can Atmospheric Water Generation be Strategic to Companies according to the Natural Resource based View Approach? ", Master Dissertation, Universidade Catolica Portuguesa.

Reznickova, L. and Kysela, K. (2016), "The Importance of Water in Tourism in the Sector of Accommodation Services", Acta Geoturistica, Vol. 7, No. 1, pp. 44-51.

Tripathi, A. ; Tushar, S. ; Pal, S. ; Lodh, S. ; Tiwari, S. and Desai, R. S. (2016), "Atmospheric Water Generation", International Journal of Enhanced Research in Science, Technology & Engineering, Vol. 5, No. 4, pp. 69-72.

Wahlgren, R. V. (2001), " Atmospheric Water Vapour Processor Designs for Potable Water Production: a Review", Wat. Res., Vol. 35, No. 1, pp. 1-22.

الملخص باللغة الإنجليزية :

This research aims to evaluate remote hotel managers' perceptions towards the possibility of using atmospheric water generator (AWG) as the latest sustainable green technologies to overcome the problem of freshwater scarcity in recent days. The research was based on three basic approaches, the descriptive in literature review, the analytical in the field study and the explanatory in interpreting and analyzing preliminary data. Primary data was collected by a survey form based on Technology Acceptance Model and Likert scale. The field study was applied to all four and five star hotels in Marsa Alam city as one of the remote cities suffering from lack of fresh water. The results after statistical processing showed high positive perceptions and strong behavioral intentions towards the use of AWG technology. The study recommends Egyptian hotels, especially remote ones, to use this technology to radically overcome the problem of potable water.