استخدام الطاقات المتجددة في التسهيل من أداء مناسك الحج على جسر الجمرات

عبدالله بن عبد المحسن العبد الكريم، طارق محمد أحمد علي الباجوري،
جهاد جاسر محمد الناهض، ثامر حسام ناصر العرفج
قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية، كلية الهندسة، جامعة المجمعة، المملكة العربية السعودية

الملخص

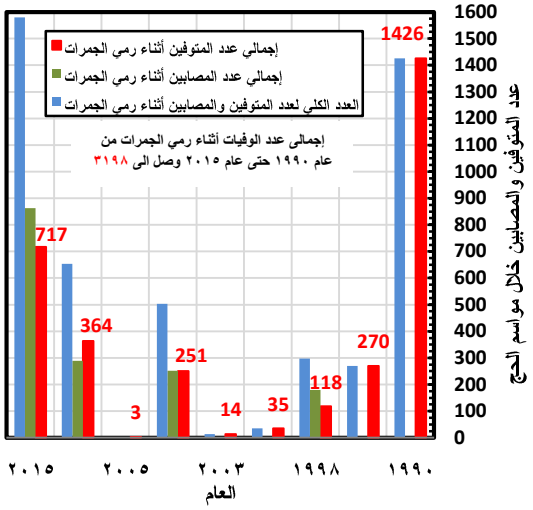
الهدف الرئيسي من هذه الورقة العلمية هو تقديم حلول مبتكرة وجديدة من نوعها وذلك للتسهيل على حجاج بيت الله الحرام أداء فريضة الحج بكل سهولة ويسر وتقليل معدل التدافع والوفيات التي تحدث أثناء رمى الجمرات. حيث يقوم الحجيج أثناء مناسك الحج برمي الجمرات عن طريق جسر الجمرات الموجود في منطقة منى بمكة المكرمة وهو جسر مخصص لسير الحجاج لرمي جمرة العقبة. وتقترح الورقة العلمية بتصميم أنظمة للتبريد والتنقل بجسر الجمرات وذلك باستخدام الطاقات المتجددة مما يتيح للحجيج أداء مناسك الحج بسهولة ويسر وبالأخص كبار السن، والمقعدين، والمرضى. اللذين هم بحاجة الى طرق ذات درجات حرارة معتدلة ووسائل تنقل آمنة وغير ضارة بالبيئة. ويتميز الابتكار المقترح باستخدام الطاقة الشمسية والطاقة الهوائية والطاقة الحركية من سير الحجيج على جسر الجمرات وتحويلها جميعا إلى طاقة كهربائية تجمع في محطات كهربائية تقوم بأمداد وحدات التبريد للجسر بالكهرباء وأيضا كوسيلة لشحن السيارات الكهربائية المستخدمة في نقل الحجاج دون الاحتياج إلى الطاقات الغير متجددة. حيث يتكون التصميم المقترح لجسر الجمرات المكيف من ثلاثة أجزاء تكون منابع مختلفة للطاقة الكهربائية: الجزء الأول هو استخدام الطاقة الشمسية الساطعة على طول الجسر وتحويلها الى طاقة كهربائية وذلك عن طريق ألواح خلايا كهروضوئية لتوليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية. وقد تبين أن كمية الإشعاع الشمسي الساقطة على مكة المكرمة تعتبر من أعلى معدلات الإشعاع الشمسي على مستوى العالم حيث تقدر بحوالي ٧.٤ كيلو واط لكل متر مربع في اليوم الواحد، مما يعنى أن مساحة الجسر المغطاة بالخلايا الشمسية سوف تنتج كمية هائلة من الطاقة الكهربائية في اليوم الواحد. والجزء الثاني هو استخدام التربينات الهوائية لتحويل طاقة الرياح إلى

طاقة كهربائية حيث يتم وضع العديد من التربينات الهوائية على طول الجسر، حيث تصل متوسط سرعة الرياح في منطقة مكة المكرمة من ٧.٤ إلى ٨.٢ كيلومتر في الساعة، والجزء الثالث هو استخدام وحدات الطاقة الكهروضغطية لتحويل الطاقة الميكانيكية من سير الحجيج على جسر الجمرات الى طاقة كهربائية.

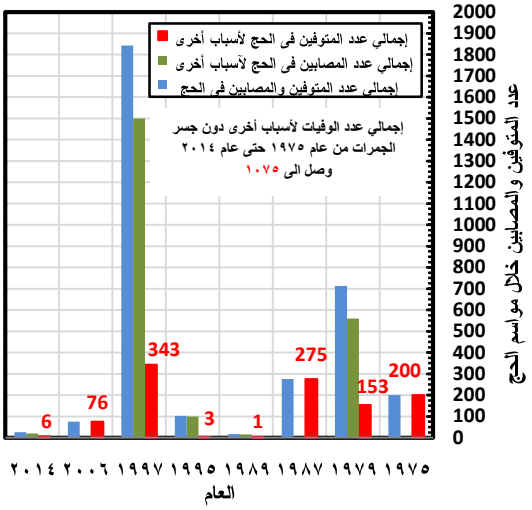
المقدمة

الحج هو الركن الخامس من أركان الإسلام الخمسة وامتثالا لقول اللّه تعالى في كتابه العزيز(ولله على الناس حج الْبيْت من اسْتطاع إليْه سبيلا)[آل عمران:٩٧]. ومناسك الحج متعددة المكان والزمان ومن ضمن المناسك زيارة مشعر منى المقدسة مروراً بجسر الجمرات لرمي جمرة العقبة الكبرى في أول أيام العيد وأيضا الرمي خلال أيام التشريق الثلاثة الذى يجعل تأديته في حيز مكاني وزمني محدودين. ونتيجة الحيز الفراغي الصغير والكثافة العالية من الحجاج أثناء رمي الجمرات ينتج عن ذلك العديد من الحوادث نتيجة تدافع الحجاج على جسر الجمرات، وبدراسة الوضع الراهن لحوادث الحج على مدار ٤٠ عام تبين أن الحوادث الناتجة عن طريق رمي الجمرات أضعاف مضاعفة من مثيلتها التي تحدث لأسباب أخرى غير الرمي أثناء أداء باقي المناسك، حيث تبين أن عدد الوفيات نتيجة التدافع على مدار الفترة من عام ١٩٩٥ حتى عام ٢٠١٥ يقدر بحوالي ٣١٩٨ حاج مقارنة مع عدد الوفيات لأسباب أخرى من عام ١٩٧٥ حتى عام ٢٠١٤ يقدر بحوالي ١٠٧٥ حاج، أي أن نسبة الوفيات بجسر الجمرات تزيد عن الوفيات لأسباب أخرى بحوالي ٢٩٧.٤٪ كما هو موضح في شكل رقم ٢،١. وقد قدم معهد خادم الحرمين الشريفين العديد من الدراسات السابقة التي ركزت على الاهتمام بحوادث جسر الجمرات وسجلت العديد من العوامل الهامة التي تزيد من معدلات التدافع ومنها عدم معرفة كثير من الحجاج بأحكام الحج وتنوع المناسك والأساليب الصحيحة في التعامل أثناء الزحام خاصة بالأماكن المكتظة بالحجيج في ساعات محددة (عثمان الصديقي، ١٤٢٥ هـ)، بالإضافة إلى اختلاف ثقافات وعادات الحجيج واختلاف مشاربهم وتدني المستويات الفكرية والاجتماعية لدى كثير منهم (رأفت بن إسماعيل بدر، ١٤٢٥ هـ)، وأيضا تشير الدراسات الى أن أحدى مسببات الزحام ناجمة عن سلوك الأفراد وليس فقط لضيق المكان (عبدالحفيظ سعيد مقدم، ١٤٢٥ هـ). وتعد مشكلة دخول السيارات منطقة المشاعر من أكبر المشاكل والمعوقات التي تواجه سير الحجيج في المشاعر وتسهم أيضا في زيادة معدل الازدحام والتدافع على الرغم من توافر قطار المشاعر ولكنه لا يقوم بتغطية الأعداد الكبيرة من الحجيج (عبدالله بن صالح

الرقيبة، ١٤٢٥ هـــ). وبالنظر الى جميع الدراسات السابق ذكرها والمشكلات التي أشارت إليها الأوراق العلمية من التزاحم والتدافع بجسر الجمرات لم تقضي على المشكلة نهائياً. ومن أبرز التساؤلات التي تهتم بها الورقة العلمية هو التعرف على ما هو وجه الاســتفادة من جســر الجمرات بعد أيام الحج حيث نعلم أن استخدام جسر الجمرات خلال أيام الحج لا يتعدى من ٥ الى ٧ أيام أما باقي أيام السنة فالجسر غير مستغل، فهل من الممكن أن يتم صرف أكثر من ١.٧ مليار دولار للاستفادة من جسر الجمرات لمدة لا تزيد عن أيام محدودة في موســم الحج وعلى الرغم من التكلفة العالية والتطورات المســتمرة التي تبذلها المملكة العربية السعودية لتوفير الراحة لحجاج بيت الله الحرام أثناء أداء مناسك الحج. حتى الأن لم يتم القضــاء على ظاهرة التدافع التي تحدث أثناء رمي الجمرات والتي تؤدي إلى وفاة المئات من الحجاج، وأكثر شــاهد على ذلك التدافع الذي حدث في حج عام ١٤٣٦هـــ ونتج عنه وفاة نحو ٧١٧ وإصابة ٨٦٣ حاج نتيجة التدافع للوصول الى جسر الجمرات في وقت واحد لتجنب شدة حرارة الشمس، والتي سوف تزداد في الأعوام القادمة نتيجة التغيرات المناخية وأيضاً قدوم وقت الحج خلال ذروة فصل الصيف لفترة لا تقل عن خمس سنوات قادمة. وتقدم الورقة العلمية حلول مجدية وفعالة للاستفادة من جسر الجمرات طوال العام وأيضاً المساهمة في حل مشكلة التدافع أثناء رمي الجمرات بكل سهولة ويسر. بهدف المساهمة في تقديم حلول ابتكارية الى وزارة الحج والمسؤولين عن تنظيم الحج بالمملكة، حيث قال النبي صــلى الله عليه وســلم (إذا مات ابن آدم انقطع عمله إلا من ثلاث: صــدقة جارية، أو علم ينتفع به، أو ولد صالح يدعو له)، (رواه مسلم). وتلقي الورقة العلمية الضوء على كيفية استخدام الطاقات المتجددة للتسهيل من أداء مناسك الحج، وتشمل أيضاً على تصميم محاكي لجسر الجمرات يحتوي على فكرة ابتكارية لتهيئة سير الحجاج بكل سهولة ويسر في جميع الأوقات وبالأخص وقت الذروة للإشعاع الشمسي وذلك باستخدام الطاقات المتجددة (الطاقة الشمسية، والطاقة الهوائية، والطاقة الكهروضــغطية) وتحويلها الى طاقة كهربائية تســتخدم بعد ذلك في تشــغيل وســائل نقل الحجيج، وأيضــا كوسيلة لتشغيل نظام التبريد المقترح على طول الجسر بهدف تقليل معدل التدافع أثناء رمي الجمرات نتيجة الرمي في وقت واحد.



شكل رقم (١) إجمالي عدد المتوفين والمصابين اثناء رمي الجمرات من عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠١٥



شكل رقم (٢) إجمالي عدد المتوفين والمصابين لأسباب أخرى من عام ١٩٧٥ حتى عام ٢٠١٤

المصدر: رسم الشكل من عمل الباحثين بناء على عدد الحجاج من موقع وزارة الأقتصاد والتخطيط

المنهجية العلمية

أ. استخدام الطاقة الشمسية

قال رب العزة سبحانه وتعالى في كتابه العزيز (هو الذي جعل الشمس ضياء والقمر نوراً وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب...) سورة يونس الآية (٥). من المعروف أن الطاقة الناتجة عن الفحم والغاز والبترول ينتج عنها غاز ثاني أوكسيد الكربون الذي يساهم في تلوث البيئة وارتفاع درجة الحرارة مما يؤدي الى كوارث بيئية، لذا فإن الطاقة المتجددة تكون أكثر أماناً وتحافظ على سلامة المناخ وتحد من التلوث وتحمي البيئة. وتتميز المنطقة العربية بأعلى فيض إشعاعي شمسي في العالم حيث تصل كثافة الإشعاع الشمسي ١٠٠٠ واط/متر مربع في منتصف النهار وبمتوسط من ٢٥٠ إلى ٣٠٠ واط/متر مربع في اليوم أي ما يعادل ٦ كيلوواط ساعة/متر مربع في اليوم (حسن البنا سعد فتح الله، ٢٠٠٤)، وتنطبق هذه المزايا على المملكة العربية السعودية حيث تصل وحدات الطاقة الضوئية الساقطة على المملكة بنحو ٢٢٠٠ كيلوواط لكل متر مربع في السنة. وأظهرت بيانات سعودية وبيانات لوكالة الطاقة الدولية أن ألمانيا ليست بالمكان الأمثل لسوق الطاقة الشمسية الرائدة في العالم، فأكثر المناطق تعرضاً للشمس في جنوب ألمانيا يبلغ معدل الإشعاع الشمسي المباشر لها ٣.٣٩ كيلوواط ساعة لكل متر مربع يومياً. أما في الرياض فمعدل الإ شعاع الـ شم سي المبا شر لها يبلغ ٦.٦٨ كيلوواط ساعة بينما يصل في أراضي العراء الواسعة في جنوب المدينة إلى ٧.٩٩ كيلوواط ساعة، ويبلغ معدل

الإشعاع الشمسي المباشر على ساحل المملكة المطل على البحر الأحمر شمالي مدينة جدة ثاني أكبر مدينة في البلاد ٨.٦٠ كيلوواط ساعة، ويبدو أن هذه هي ثاني أكثر بقاع الأرض تعرضا للشمس بعد صحراء أتاكاما التشيلية التي يبلغ معدل الإشعاع العادي المباشر بها ٩.٧٧ كيلوواط ساعة لكل متر مربع يوميا (مركز الدراسات والبحوث، غرفة الشرقية، ٢٠١٠). ومن قياس الإشعاع الشمسي عام ٢٠٠٢م في منطقتي النورية ومزدلفة يتضح أن الإشعاع الشمسي الكلي يتراوح ما بين حوالي ٥.١ كيلوواط لكل متر مربع لكل يوم في قلب الشتاء إلى ٩.٣ كيلوواط لكل متر مربع لكل يوم في شهر يونيو بمتوسط سنوي يصل الى ٧.٤ كيلو وات، ومن هنا يتضح أن كمية الإشعاع الشمسي الساقطة على مكة المكرمة تعتبر من أعلى معدلات الإشعاع على مستوى العالم.

ب. استخدام الطاقة الكهروضغطية

الجزء الثاني من توليد الطاقة الكهربائية باستخدام محولات الطاقة الكهروضغطية لإنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق الإجهاد الميكانيكي وهو الضغط الناتج من سير الحجيج على جسر الجمرات. ويتم الحصول على طاقة كهربائية عن طريق استخدام بلورات أو مواد سيراميكية لها خاصية توليد الشحنات الكهربائية، فعند التأثير بالضغط على المادة تتقارب فيها بعض الشحنات الكهربائية مما يولد على طرفيها جهدا كهربائيا، ويمكن تطبيق محولات الطاقة الكهروضغطية ليس فقط على جسر الجمرات ولكن يمكن أن تعمم على باقي مناطق مكة المكرمة مشاعر السعي والطواق بهدف تحويل الطاقة الناتجة من سير الحجيج والسيارات الناقلة لهم الى طاقة كهربائية صديقة للبيئة.

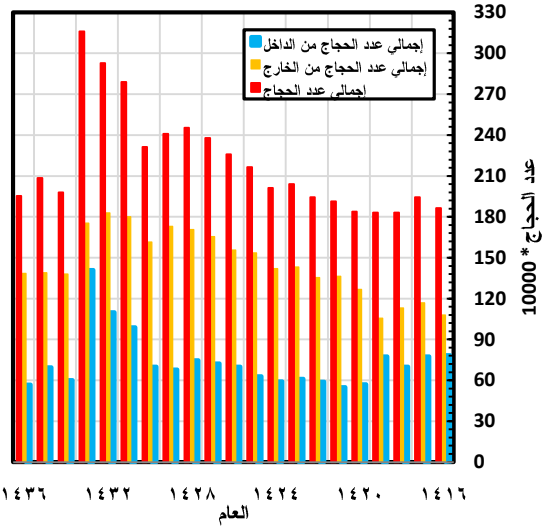
ج. استخدام الطاقة الهوائية

الجزء الثالث لتوليد الطاقة الكهربائية على جسر الجمرات هو عن طريق وضع تربينات هوائية كأحد منابع الطاقة المتجددة في أماكن تسمح بتوليد الطاقة الكهربائية لكي يتم تخزينها على مدار العام في وحدات لتخزين الطاقة الكهربائية ليتم الاستفادة منها إثناء مواسم الحج. ومن خلال دراسة الوضع الحالي لسرعة الرياح في منطقة مكة تبين أن سرعة الرياح منخفضة وعلى هذا يمكن استخدام أنواع معينة من التربينات الهوائية منخفضة السرعات لتوليد طاقة كهربائية بأقل تكلفة تسهم في تبريد جسر الجمرات وتعمل أيضاً كمراوح للتهوية أثناء مواسم الحج.

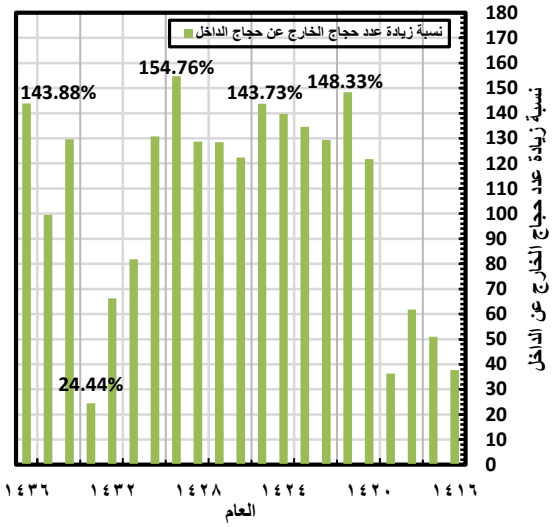
تحليل البيانات:

من خلال تحليل البيانات والإحصائيات المسجلة بوزارة الاقتصاد والتخطيط ومصلحة الإحصاء العامة والمعلومات اعلى مدار مواسم الحج السابقة من عام ١٩٩٥ حتى عام ٢٠١٤م لكل من أعداد حجاج الخارج والداخل بالإضافة الى إحصائيات حالة الطقس بمكة المكرمة لكل من درجات حرارة الطقس العظمى والصغرى والمتوسطة وسرعة الرياح طبقاً للرئاسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة بمنطقة الرصد بمكة المكرمة رقم ٤١٠٣٠. وتم استخدام برنامج أكسل (Excel) لعرض نسب التغيرات المختلفة في الورقة البحثية، وتم تقريب القراءات إلى رقمين عشريين. وقد تبين من خلال تحليل البيانات أن عدد الحجاج يزداد كل عام على الرغم من الاحتفاظ بنفس المساحات والخدمات في المشاعر المقدسة بمكة المكرمة. والشكل رقم (٣) يوضح العلاقة بين إجمالي عدد الحجاج من الداخل والخارج خلال سنوات الحج من عام ١٤١٦ إلى ١٤٣٦ هـ، وتشير البيانات الى أن نسبة أعداد الحجاج من الخارج أعلى بمقارنتها من الداخل، حيث وصلت أعلى نسبة زيادة في عام ١٤٢٩هـ بمقدار٪ ١٥٤.٩٦ وأقل نسبة زيادة كانت عام١٤٣٣هـ بمقدار٪ ٢٤.٤٤، وذلك بسبب التوسعات التي تجري على الحرم المكي وعلى المشاعر بمكة المكرمة. ثم عادت النسبة في الزيادة عام ١٤٣٦ هـ ووصلت الى ٪١٤٣.٨٨ كما هو موضح في شكل رقم (٤). ومن خلال دراسة توزيع درجات الحرارة بمنطقة مكة المكرمة تم الحصول على متوسط درجات الحرارة الشهرية على مدار ٢٠عام، وقد تبين أن متوسط درجات الحرارة العظمى تقدر بحوالي ٤٣.٩٨ درجة مئوية خلال شهر يونيو وأقل درجة الحرارة سجلت في شهر يناير بحوالي ٣٠.٩٧ درجة مئوية كما هو موضح في شكل رقم (٥)، وتشير الدراسة التحليلية الى أن معدل الإشعاع الشمسي الواقع على منطقة مكة المكرمة على مدار العام من أعلى المعدلات التي تعبر عن بيئة مناسبة لتطبيق الخلايا الكهروضوئية على جسر الجمرات. وبدارسة لسرعة الرياح على منطقة مكة تبين أن أعلى سرعة مسجلة كانت خلال شهر مارس بحوالي ٥.٤ كيلو متر في الساعة وأقل قيمة كانت خلال شهري نوفمبر وديسمبر بحوالي ٣.٧ كيلو متر في الساعة كما هو موضح في شكل رقم (٦). وبالتالي فإن سرعة الرياح بمنطقة مكة منخفضة نسبياً لذا يمكن استخدام تربيانات ذات السرعات المنخفضة كأحد مصادر الطاقة المتجددة للحصول على طاقة كهربائية من سرعة الرياح. وبمناقشة الوضع الحالي يتضح أن معدل الإشعاع الشمسي الساقط على مكة المكرمة من أعلى معدلات الإشعاع الشمسي والى الآن لم تستغل بالطريقة الفعالة، لكي تقلل من استخدام النفط كأحد مصار الطاقة

الغير متجددة. ومن خلال المقارنة مع العديد من الدراسات السابقة فقد تم التوصية باستخدام الطاقة الشمسية لتبريد خيام الحجاج في منى وعرفات لتشغيل المكيفات الصحراوية كبديل للطاقة الكهربائية التقليدية (رغيد محمد حلمي عطا، ١٤٣٠هـ).

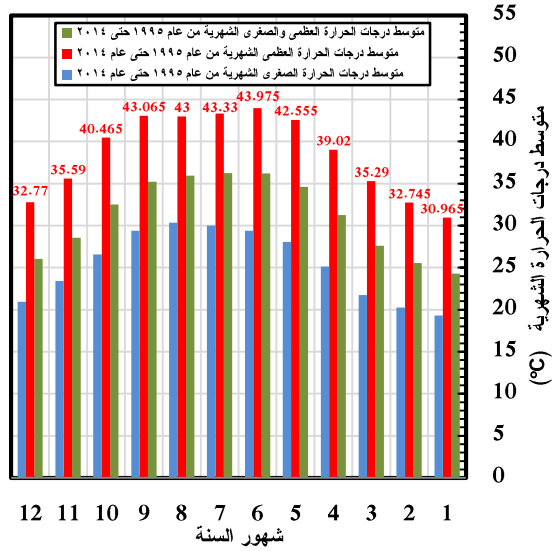


شكل رقم (٣) العلاقة بين عدد الحجاج وسنوات الحج من عام ١٤١٦ حتى عام 1436 هـ

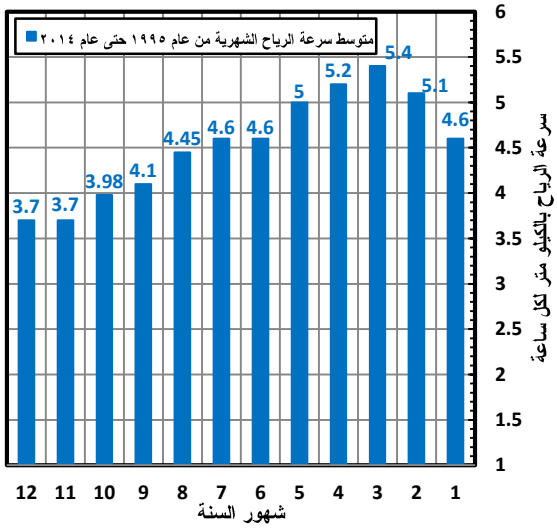


شكل رقم (٤) نسبة زيادة الحجاج من الخارج عن الداخل من عام ١٤١٦ حتى عام ١٤٣٦ هـ

المصدر: رسم الشكل من عمل الباحثين بناء على إحصائيات من مصلحة الاحصاءات العامة والمعلومات



شكل رقم (٥) متوسط درجات الحرارة الشهرية على مدار شهور السنة من عام ١٩٩٥ حتى عام ٢٠١٤



شكل رقم (٦) متوسط سرعة الرياح الشهرية على مدار شهور السنة من عام ١٩٩٥ حتى عام ٢٠١٤

المصدر: رسم الشكل من عمل الباحثين بناء على أحصائيات من الرئاسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة بمنطقة الرصد بمكة المكرمة رقم ٤١٠٣٠

النتائج والمقارنات:

- من خلال الإحصائيات والبيانات السابقة نستنتج أن شدة الإشعاع الشمسي الواقعة على جسر الجمرات يمكن تحويلها الى طاقة كهربائية هائلة عن طريق وضع خلايا شمسية على طول جسر الجمرات يتم التحكم فيها إلكترونيا، حيث يبلغ طول الجسر الجديد ٩٥٠ متراً وعرضه ٨٠ مترًا، ويتألف من خمسة طوابق يبلغ ارتفاع كل طابق ١٢ مترًا وتقدر المساحة السطحية للجسر بحوالي ٧٦ ألف متر مربع وبتغطية هذه المساحة بالخلايا الشمسية ذات معدل امتصاص شمسي يقدر بحوالي من ١١٪ الى١٦٪ للخلايا المصنعة من مادة السليكون أحادي التبلر، وكان متوسط الاشعاع الشمسي الساقط على جسر الجمرات ٧٤٠٠ واط لكل متر مربع أي أن الواحد متر مربع من هذه الخلايا يمتص الإشعاع الشمسي بهذه الكفاءة ينتج عنها ما بين ٨١٤ إلى ١١٨٤ واط لكل متر مربع، مما يعني أن كمية الطاقة الكهربائية الناتجة من جسر الجمرات تقدر بحوالي ما بين ٦١٨٦٤ الى ٨٩٩٨٤ كيلوواط. وبنظرة هندسية على جوانب الجسر يلاحظ أنه حتى الأن لم تستغل، واذا تم تغطية جوانب الجسر التي تتعرض فقط لإشعاع شمسي عالي بالخلايا الشمسية مما ينتج طاقة الكهربائية بالإضافة الى الطاقة الناتجة من المساحة السطحية للجسر سوف نحصل على كمية هائلة من الطاقة يمكن أن تستغل على مدار السنة وأيضاً أثناء مواسم الحج.

- وطبقا لدراسات سابقة يقدر متوسط عدد تفويج الحجاج بحوالي٣٠٠ ألف حاج في الساعة (مع الأخذ بالاعتبار أن ٢٠٪ من الحجاج لم يقوموا برمي الجمرات حيث وكلوا من ينوب عنهم بالرمي عند العجز)، وعلى افتراض أن متوسط وزن الحاج ٨٠ كيلوجرام، ومعنى ذلك أن مجموع الاوزان الكلية المحدثة للإجهاد الميكانيكي على المحولات الكهروضغطية يقدر بحوالي ٢٤٠٠٠ طن، وإذا كانت مادة البيزو كهربائية المستخدمة لها معامل تحويل للكهرباء بمعدل قوة الضغط ٢٠٠ كيلو جرام على ١ سنتيمتر مكعب من مادة (الكوارتز) تنتج حوالي ١٢٥٠٠ فولت (١) مما يؤدي الى إنتاج كمية هائلة من الطاقة الكهربائية.

- إجمالي عدد الحجاج من الخارج يزيد بنسبة كبير بالمقارنة بعدد الحجاج من الداخل مما يزيد من فرص إمكانية تطبيق استخدام المحولات الكهروضغطية لاستغلال تواجد العدد الكبير منهم خلال موسم الحج بفترة ليست بالقصيرة.
- زيادة معدل استخدام الطاقات المتجددة بتطبيق استخدام التربينات الهوائية منخفضة السرعات لتقليل نسبة استخدام المواد البترولية للمحافظة على البيئة وزيادة التبريد على جسر الجمرات.

المقترحات والتوصيات النهائية:

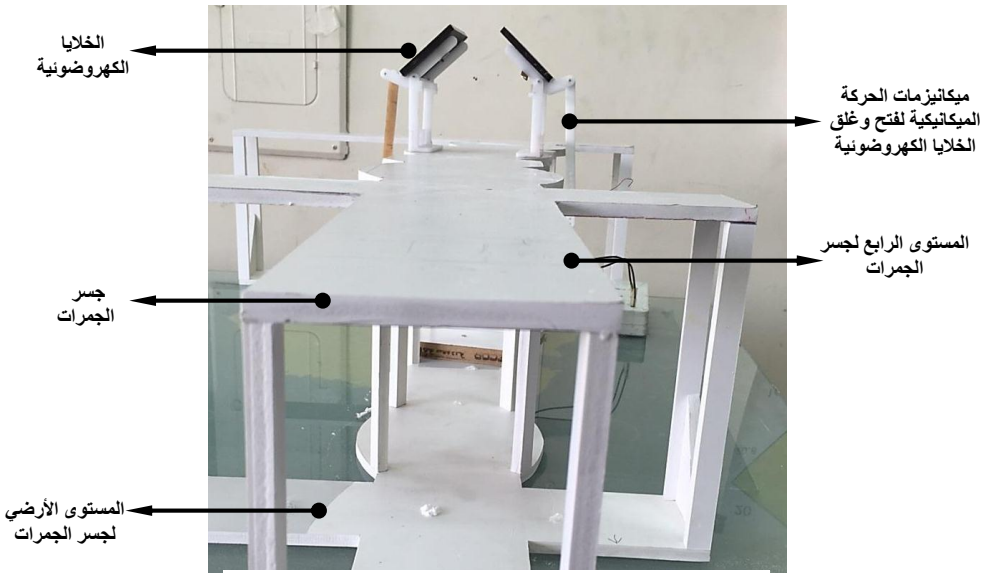
إن من أهم ما توصلت إلية الورقة العلمية من توصيات تسهم في التقليل من التدافع على جسر الجمرات خلال موسم الحج ما يلي:

- الاستفادة من المساحة الشاسعة والهيكل الخرساني لجسر الجمرات وممرات الدخول والخروج بتصميم نظام للخلايا الكهروضوئية على طول الجسر تعمل على تحويل الأشعة الشمسية الساقطة طوال السنة الى طاقة كهربائية يعاد استخدامها مرة أخرى أثناء فترة الحج وأيضا تخزينها في محطات لشحن السيارات، وقد أخذ في الاعتبار أثناء تصميم الخلايا الكهروضوئية أن لا تكون مغلقة أو ثابتة الحركة على جسر الجمرات طول الوقت بل يتم التحكم في الحركة للخلايا عن طريق مجموعة من الميكانيزمات الميكانيكية التي تسمح بفتح وغلق الخلايا الكهروضغطية عن طريق وحدة تحكم مركزية وأيضا لدوران الخلايا على حسب اتجاه سقوط الأشعة الشمسية للحصول على أكبر قدر من الإشعاع الشمسي طوال اليوم، والهدف أيضاً من فتح وغلق الخلايا هو الأخذ في الاعتبار الجانب الأمني وسلامة الحجيج بحيث يسمح بعمليات الإنقاذ باستعمال المروحيات ويسهل من سرعة التدخل الأمني الطارئ بالإضافة الى إمكانية الفتح أوتوماتيكيا في حالة وجود حريق لا قدر الله مما يسهل من التقليل من حالات الوفيات وأيضاً يوجد أسفل الخلايا الشمسية نظام إطفاء ذاتي يعمل تلقائياً أثناء حدوث حريق كما هو موضح في شكل رقم (٧)،
- تطبيق استخدام محولات الطاقة الكهروضغطية على جسر الجمرات وعلى حدود الحرم المكي أثناء تنفيذ التوسعات المقامة حالياً، وتعميم استخدامها بشكل عام على مداخل ومخارج مكة

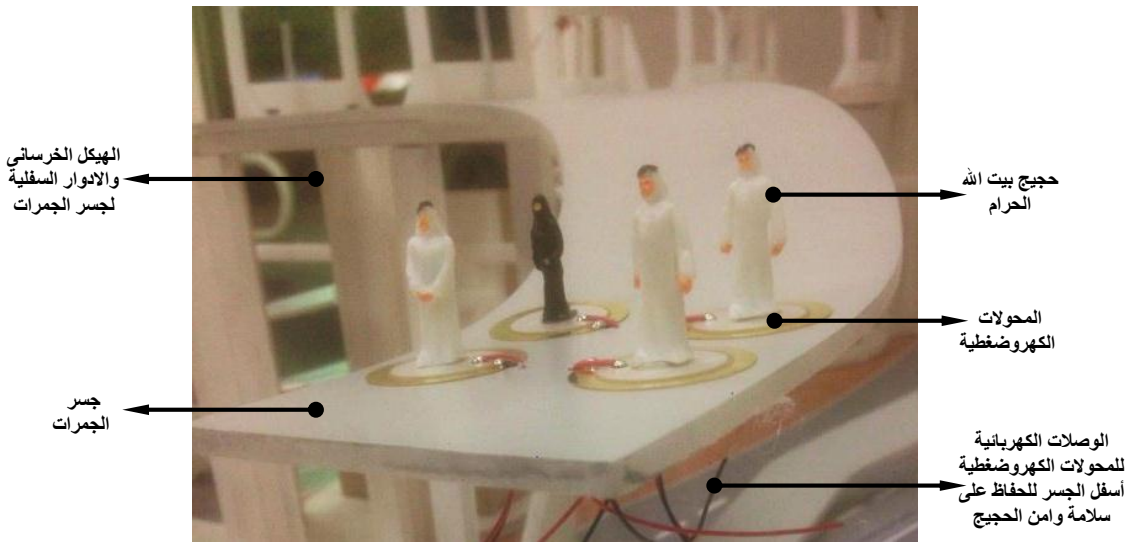
المكرمة للاستفادة من سير حافلات الحجاج من وإلى مكة المكرمة كما هو موضح فى شكل رقم (٨)،

- تطبيق استخدام التربينات الهوائية ذات السرعات المنخفضة حول منطقة جسر الجمرات ويمكن تطبيقها على الجبال الممتدة على أطراف مكة المكرمة خلال شهور السنة حيث تكون سرعة الرياح عالية مقارنة بسرعتها على الجسر وأيضاً على طول خط قطار المشاعر للاستفادة من سرعة الهواء العالية التي يسببها قطار المشاعر أثناء نقل الحجيج من وإلى جسر الجمرات،
- تصميم محطات شحن كهربائية بمناطق قريبة من جسر الجمرات لتجميع الطاقة الكهربائية الناتجة من منابع الطاقات المتجددة لتعميم استخدام السيارات الكهربائية وذلك لتقليل نسب التلوث الناتجة من استخدام المواد البترولية في سيارات النقل الحالية.
- تشجيع الفنادق لاستخدام محولات الطاقة الكهرضغطية على مداخل ومخارج الفنادق وذلك بهدف توفير قدر كبير من الطاقة الكهربية أثناء أوقات الذروة بمكة المكرمة،
- زيادة الاهتمام من وزارة الحج والعمرة بتطبيق استخدام الطاقة الشمسية بشكل كبير على أسطح الفنادق والمباني الغير مستغلة بالإضافة الى حجب الإشاعة الشمسية الساقطة عن الادوار العليا من المباني وإعطاء مزايا للفنادق والمباني السكنية التي تحد من استخدام الطاقة الكهربائية الناتجة بالطرق التقليدية واستخدام الطاقات المتجددة بشكل أوسع.
- توفير معدات وأجهزة الطاقة المتجددة والصيانة الدورية من خلال المسؤولين عن الحج والعمرة بأسعار زهيدة لتشجيع تطبيقها بشكل عام،
- التوصيات المرفقة بهذه الورقة قابلة للتنفيذ على جسر الجمرات حيث تم تسجيلها كبراءة اختراع بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.
- أن هذا المقترح البحثي خطوة مهمة ومجدية في تنفيذ خطة ولي ولي العهد صاحب السمو الملكي الأمير محمد بن سلمان وهي خطة التوطين، ومن خلال هذا المقترح البحثي يمكن لمكة المكرمة بأذن الله تعالى أن تكون مصدراً للطاقة الكهربائية وتصل الى مرحلة الاكتفاء

الذاتي وتصـــدير الطاقة الكهربائية، وذلك يســـهم الى حد كبير فى توفير أموال طائلة كانت تصرف على الطاقة الكهربائية في مكة المكرمة



شكل رقم (٧) حركة الخلايا الكهروضوئية على طول جسر الجمرات أثناء الفتح والغلق عن طريق ميكانيزمات الحركة الميكانيكية



شكل رقم (٨) سير الحجيج على المحولات الكهروضغطية المثبتة على طول جسر الجمرات ومداخل الحرم المكي لتحويل الطاقة الضغطية من الحجيج الى طاقة كهربائية

الخاتمة:

خاتماً نرجو من الله عز وجل أن يجعل هذا العمل في ميزان حسنات كل من ساهم في هذا البحث وأشرف عليه، ونتمنى من الله أن تسهم هذه الدراسة والابتكار المقترح في التسهيل من أداء مناسك الحج والعمرة وذلك باستخدام الطاقات المتجددة (الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الكهروضغطية)، وأن تقلل من معدلات التدافع والوفيات أثناء رمي الجمرات ومن معدلات التلوث البيئي ودرجات الحرارة العالية التي لها تأثر كبير على أداء الحجاج لمناسك الحج والعمرة، وتساعد وزارة الحج وصانعي القرار والمهتمين بشؤون الحج لاتخاذ أفضل القرارات التنظيمية المبنية على أسس علمية وعملية واضحة، وأن تزيد من مجال البحث العلمي والابتكار لدراسات أخرى قادمة والتركيز على انعقاد العديد من الندوات والمؤتمرات الدولية المستمرة في هذا المجال لكى تسهم في التقليل من حالات الوفيات أثناء رمي الجمرات.

المراجع:

المراجع العربية

- الرئاسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة بمنطقة الرصد بمكة المكرمة رقم ٤١٠٣٠
- حسن البنا سعد فتح ، الطاقة الشمسية البديل الواعد ، مجلة فقيه للبحث والتطوير ، العدد الرابع ، ديسمبر(2008).
- عبدالحفيظ سعيد مقدم، الزحام في المشاعر المقدسة :عوامله وانعكاساته النفسية والاجتماعية،
- معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج، الملتقى العلمي الخامس لأبحاث الحج، دراسات منطقة الجمرات، ١٤٢٥هـ
- عبدالله بن صالح الرقيبة، النقل العام بين منى والحرم وخدمة منقطة الجمرات، معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج، الملتقى العلمي الخامس لأبحاث الحج، دراسات منطقة الجمرات، ١٤٢٥هـ

- عثمان الصـــديقي، أحكام التيســير في الحج :رؤية فقهية مقارنة، معهد خادم الحرمين الشــريفين لأبحاث الحج، الملتقى العلمي الخامس لأبحاث الحج، دراســات منطقة الجمرات، ١٤٢٥هـ

- محمد بن علي الشــريف, خطوات تنفيذية لخطة اســتراتيجية لإدارة الأزمات في منطقة الجمرات ,معهد خادم الحرمين الشـريفين لأبحاث الحج الملتقى العلمي الخامس لأبحاث الحج ، دراسات منطقة الجمرات، ١٤٢٥هـ

- مصلحة الاحصاءات العامة والمعلومات.

- مركز الدراســات والبحوث، غرفة الشــرقية، اقتصــاديات الطاقة الشــمســية بالمملكة العربية السعودية، ١٣ إبريل ٢٠١٠.

- رأفت بن إســماعيل بدر، التوعية والإعلام وتأثيرها على منظومة الحركة بمنطقة الجمرات، معهد خادم الحرمين الـشريفين لأبحاث الحج، الملتقى العلمي الخامس لأبحاث الحج، درا سات منطقة الجمرات، ١٤٢٥هـ

- رجاء يحيى أحمد الشــريف, دور التوعية في منع الزحام أولويات التنفيذ ,معهد خادم الحرمين الشــريفين لأبحاث الحج الملتقى العلمي الخامس لأبحاث الحج ، دراســات منطقة الجمرات، ١٤٢٥هـ

- رغيد محمد حلمى عطا، اسـتخدام الطاقة الشـمسـية في تبريد خيام الحجاج في منى وعرفات أثناء فترة الحج، معهد خادم الحرمين الـشريفين لأبحاث الحج، الملتقى العلمي التا سع لأبحاث الحج، ١٤٣٠هـ.

- وزارة الاقتصاد والتخطيط.

المراجع الاجنبية

- Sensor Sense: "Piezoelectric Force Sensors "Machine Design Penton Media, Inc. 2008-02-04