Mansoura Engineering Journal

Volume 40 | Issue 2 Article 13

7-7-2020

Architectural Vision for Solar Energy Technologies in Mina.

Nader Gharib
Assistant Professor , Umm Al-Qura University , Makkah, Kingdom of Suadi Arabia Lecturer , Department of Architectural Engineering and Environmental Design – AAST , Alexandria , Egypt

Follow this and additional works at: https://mej.researchcommons.org/home

Recommended Citation
Gharib, Nader (2020) "Architectural Vision for Solar Energy Technologies in Mina.," *Mansoura Engineering Journal*: Vol. 40 : Iss. 2 , Article 13.
Available at: https://doi.org/10.21608/bfemu.2020.101246

This Original Study is brought to you for free and open access by Mansoura Engineering Journal. It has been accepted for inclusion in Mansoura Engineering Journal by an authorized editor of Mansoura Engineering Journal. For more information, please contact mej@mans.edu.eg.

رؤى معمارية لتقنيات الطاقة الشمسية بمشعر منى
Architectural Vision for Solar Energy Technologies in Mina

Nader Mohamed Gharib
Assistant Professor , Umm Al-Qura University , Makkah, Kingdom of Suadi Arabia
Lecturer , Department of Architectural Engineering and Environmental Design – AAST , Alexandria , Egypt arch_nader@hotmail.com, nmmoahmed@uqu.edu.sa

Abstract

The application of environmentally compatible technical requirement seeks to perceive communities for a better tomorrow. So the solar energy technologies have distinctive and promising opportunity for use in activating multiple applications, most notably electricity generation. Mina owns key elements that make it attractive for experimenting of these technologies and their applications.

Mina is a unique phenomenon in the whole world inhabited with pilgrims during the Hajj days only and the camps are not utilized the rest of the year. So the importance of this research stems from its attempt to introduce an architectural vision that takes advantage of solar energy applications in this holy spot and makes it a pilot project that can be emulated.

In this paper a functional analysis of the components of the basic techniques of solar energy is conducted in order to merge them with the pilgrims camps. The research concludes the proper techniques that can be incorporated in project development.

At last, the research has a set of recommendations focused on the importance of making use of solar energy technologies, environmentally compatible especially photovoltaic, that are characterized by flexibility and are used to substitute part of tents roof that are made out of Teflon. There is need for integrating this architectural vision with other engineering disciplines.

الملخص

أن تطبيق التقنية المتوافقة بيئياً مطلبٌ تسعى المجتمعات لإدراكه من أجل غد أفضل، وتُمثل تقنيات الطاقة الشمسية أحد الفرص المميزة والواعدة للاستفادة منها في تفعيل تطبيقات متعددة أبرزها توليد الكهرباء، ويتملك مشعر منى مقومات رئيسة تجعله نقطة بحثية جذابة لتلك التقنيات وتطبيقاتها، فمشعر منى ظاهرة فريدة في العالم بأسره حيث يسكنه الحجيج خلال أيام مناسك الحج فقط ولا يستفاد من القيمة المادية لإنشاءاتها بقية العام ، لذا تأتي أهمية البحث كمحاولة لطرح رؤى معمارية متدرجة المستويات العمرانية للاستفادة من تطبيقات الطاقة الشمسية بهذه البقعة المقدسة وجعلها مشروعًا رائدًا يمكن تعميم فكرته.

وبإجراء تحليل وظيفي وتشكيلي لمكونات التقنيات الأساسية للطاقة الشمسية ودمجه مع المقومات البيئية الخاصة بمنطقة الدراسة والتي من أبرزها مخيمات الحجيج المطورة وكذلك شبكات المياه والكهرباء ؛ أستطاع البحث أن يخلص إلى تحديد بعض التقنيات المناسبة حيث تم صياغتها على هيئة أفكار لمشروعات تنفيذية واضحة المعالم بالمقارنة بما تم من أمثلة لمشروعات عالمية.

وأختتم البحث بمجموعة من التوصيات تركز على أهمية الاستفادة من تقنيات الطاقة الشمسية المتوافقة بيئياً وبصفة خاصة الخلايا الكهروضوئية الفلمية الرقيقة المتصفة بالمرونة كبديل لجزء من سقف الخيمة المصنع من التفلون مع ضرورة استكمال الدراسات العلمية المتخصصة ومنها الحسابات التصميمة الكهربائية للرؤى المعمارية المقترحة.

الكلمات المفتاحية

تقنيات الطاقة الشمسية – الخلايا الكهروضوئية الفلمية – مخيمات الحجيج – مشعر منى

Received: 21 September, 2015 –Revised: 18 February, 2015 - Accepted: 8 April, 2015

1. المقدمة

تتمتع المنطقة العربية وبصفة خاصة المملكة العربية السعودية بعلو فيض الإشعاع الشمسي بها والبالغ قيمته المتوسطة من 250 الى 300 وات/ متر مربع في اليوم ؛ لذا تبرز أهمية تطبيقات الطاقة الشمسية كأحد مصادر الطاقة المتجددة التي يمكن باستغلالها الحفاظ على حق الأجيال القادمة في الثروة النفطية ، وتتميز بكونها طاقة هائلة يمكن استغلالها في أي مكان و تشكل مصدرًا مجانياً للوقود الذي لا ينضب كما تعتبر طاقة نظيفة لا تنتج أي نوع من أنواع التلوث البيئي.

وبالنظر إلى منطقة منى بمكة المكرمة التي تعتبر من أكثر مناطق التجمعات السكنية كثافة في خلال فترة الحج القصيرة الزمن (4-5 أيام فقط) وهى ظاهرة فريدة في العالم بأسره بينما لا يستفاد من القيمة المادية لإنشاءاتها بقية العام ، وخاصة بعد أن طورت الحكومة السعودية تصميم مخيمات إسكان الحجاج بها ليصبح مراعياً التوافق مع الشريعة الإسلامية ومحافظاً على طابعها المعماري ويتميز بتوفير الأمن والسلامة للحجاج.

ويجتهد البحث في طرح رؤى معمارية لتعظيم الاستفادة من مشعر منى المقدس بقية أيام العام وجعلها منطقة أكثر صداقة للبيئة عبر أفكار تطبيقية لتقنيات الطاقة الشمسية المتكاملة مع المنظومة البيئية لتلك المنطقة.

1-1 المشكلة البحثية وتساؤلاتها

تحدد أبعاد المشكلة البحثية في عدم الاستفادة من الإنشاءات الخيامية بمشعر منى طول العام بجانب ندرة تطبيقات الطاقة الشمسية بالمملكة العربية السعودية مما يجعل مشعر منى بيئة خصبة لتجربة تلك التطبيقات ثم تقييمها وتعديلها لجعلها مشروع رائد بالمملكة يمكن تعميم فكرته فيما بعد؛ لذا سيحاول البحث الإجابة على التساؤلات التالية:

أ - ما خصائص المجمعات الشمسية وخاصة الخلايا الكهروضوئية ؟

ب - لماذا تستخدم خلايا الفيلم الرفيع في الإنشاءات الخيامية ؟

ج - كيف تحدد البدائل التصميمية للمجمعات الشمسية بمشعر منى؟

2-1 هدف البحث

يستهدف هذا البحث تحويل مشعر منى من منطقة مستهلكة للطاقة الكهربائية إلى منتجة لها، وتتضح الأهداف الرئيسة للبحث كالتالي:

- بيان المستويات العمرانية للاستفادة من تطبيقات الطاقة الشمسية بمشعر منى.
- وضع تطبيقات الطاقة الشمسية بمشعر منى كمشروع رائد بالمملكة يمكن تعميم فكرته.

3-1 منهجية البحث

ارتكزت منهجية البحث للوصول إلى الهدف على محورين رئيسين:

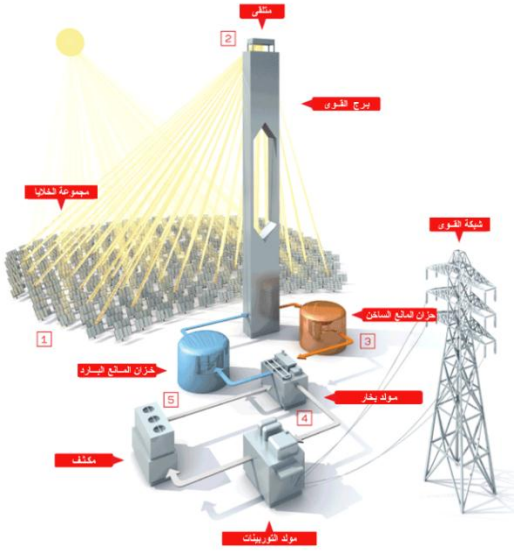
- **المنهج الوصفي**: ويتضمن دراسة المكونات الأساسية للمنظومات الشمسية وأساليب تكاملها العمراني والمعماري.
- **المنهج التحليلي:** ويشمل القيام بدراسة التطبيقات الوظيفية والتشكيلية الخاصة بالمجمعات الشمسية ، ثم استنتاج البدائل المقترحة بمشعر منى مع تحديد أولوياتها.

2. تقنيات الطاقة الشمسية

يتطلب الاستخدام الفعال للطاقة الشمسية تحويلها من موجات كهرومامغناطيسية إلى أحد أشكال الطاقة الشائعة الاستعمال (حرارية - كهربائية - فوتوكيميائية) ، ويطلق على الوسائل التي تحول الطاقة الشمسية المجمعات الشمسية (Solar Collectors) ويركز البحث على النوعين الرئيسيين التاليين :

1-2 المجمعات الشمسية الحرارية

تقوم هذه المجمعات بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارة من خلال الاعتماد على خصائص الأجسام المادية المتعلقة بالقدرة على امتصاص الأشعة الشمسية ثم تنقل الطاقة الحرارية الناتجة إلى أحد الموائع كالهواء أو الماء ، وتتنوع أنواعها ما بين المجمعات المسطحة والمجمعات المركزة والمجمعات المفرغة حيث يستفاد منها في تطبيقات متعددة منها تسخين المياه وتوليد الطاقة الكهربائية بالتحويل الحرارى.



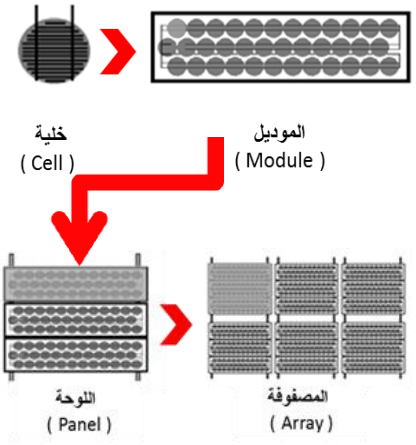
شكل رقم (1): المكونات الرئيسية لتوليد الطاقة الكهربائية بالتحويل الحراري بمحطة PS10 في مدينة أشبيلية بإسبانيا.

وتعتبر محطة الطاقة الشمسية " PS10 " Solar Power Plant في مدينة أشبيلية بإسبانيا القائمة منذ عام 2007 م من الأمثلة الرائدة المستخدمة للمجمعات الشمسية الحرارية المركزة القائمة بدور أسطح عاكسة للإشعاع الشمسي في تقنية مركزات برج القوى والمبني فكرتها على العمل كغلاية لتوليد البخار وتحميصه ثم دفعه إلى توربينة بخارية ومن ثم توليد الكهرباء كما يوضح شكل (1) المكونات الرئيسية للمحطة ، واعتمدت المحطة على 624 من المرايا كمجمعات شمسية لإنتاج 11 ميجا وات ، وقد تضاعف الإنتاج إلى أكثر من 300 ميجا وات لعام 2013.

2-2 المجمعات الشمسية الكهربائية

تعتبر الخلايا الكهروضوئية أشهر أنواع هذه المجمعات والتي تعرف بأنها وسيلة لتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق تحويل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء مباشرة باستخدام أشباه الموصلات مثل السليكون الذي يستخرج من الرمل النقي ، وتعطى هذه الخلايا تيارًا كهربائياً مستمر(DC) كما يمكن تخزين الطاقة الكهربائية ببطاريات أو تحويل التيار المستمر إلي تيار متردد (AC) بواسطة العاكس (Invertor) للاستعمال وإدارة الأجهزة الكهربائية المنزلية والصناعية العادية.

وتتألف المنظومة الشمسية المعتمدة على الخلايا الكهروضوئية من مكونين أساسيين يعملان كوحدة واحدة لتوليد الطاقة الكهربائية هما (الالواح الشمسية - والنظام الساند Balance Of System أوB.O.S) ، وإذا تتبعنا الألواح الشمسية نجد أن الخلية (Cell) المفردة الوحدة الأساسية وبتجميع عدد من الخلايا في نسيج يتألف من مجموعة من الصفوف والأعمدة نصل إلى الموديول (Module) كوحدة قياسية ثم يتجمع أكثر من موديول معاً لتكوين اللوحة (Panel) لينتهي التكوين بتجميع مجموعة من اللوحات فى اتجاهين متعامدين لإنشاء المصفوفة (Array) ، ويبين شكل (2) التدرج في تكوين للخلايا الكهروضوئية.



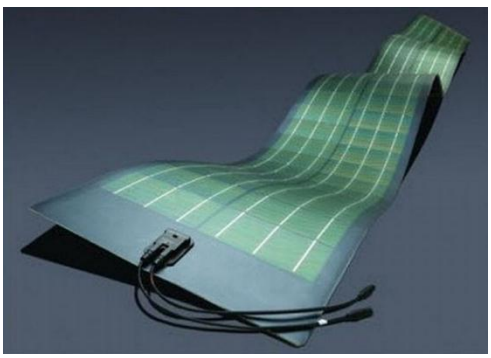
شكل رقم (2) التدرج التكويني للخلايا الكهروضوئية.

وتنقسم الخلايا الكهروضوئية إلى الأنواع التالية:

1- خـــــلايا أحـــادية التبـــلور (Mono Crystalline) حيث تكون فيها بلورات السليكون ذات اتجاه واحد، وبنقاوة أعلى نظرًا لكون هذا النوع من أكثر البنيات البلورية انتظاما، لذا هي أعلى الأنواع الخلايا كفاءة والأغلى سعرًا.

2- خـــــلايا عـــديدة التبـلور (Multi Crystalline) حيث تكون فيها بلورات السليكون باتجاهات مختلفة ولذلك تبدو كقطع متكسرة غير منتظمة تعطي عدة تدرجات من اللون الواحد.

3- خـــــلايا الفيـــــلم الرفيـــــع (Amorphous) تصنع نتيجة ترسيب رقائق متعددة الطبقـــات مما يجعلها دقيقـة السمك (Thin film) ولذا تمتاز بخفة الوزن والمرونة كما تظهر بشكل (3) التالي ولقد أصبحت تجذب اهتماماً واسعاً من قبل المصممين بسبب قابليتها على التشكل بصورة تسمح لها بأن تتموج على هيئة أي إنشاء وبصفة خاصة الإنشاءات النسيجية كالخيام.



شكل رقم (3): خلايا الفيلم المرنة

3. مقومات مشعر منى

يقع مشعر منى على بعد سبعة كيلومترات شمال شرقي المسجد الحرام في مكة المكرمة ، وهو مشعر داخل حدود الحرم وهو واد تحيط به الجبال من الجهتين الشمالية والجنوبية ولا يُسكَن إلا مدة الحج ، ويبلغ طول منطقة المشعر المستغلة حوالي 3,2 كم ، وتقدر مساحة منى الشرعية حوالي 7,82 كم2، والمستغلة فعلاً 4,8 كم2 فقط أي ما يعادل 61% من المساحة الشرعية و 39% عبارة عن جبال وعرة ترتفع قممها حوالي 500 م فوق مستوى سطح الوادي، ويستعرض البحث في هذا الجزء المقومات الرئيسية الداعمة لتقنيات الطاقة الشمسية والمتوفرة بالمشعر المقدس لتعظيم الاستفادة منه بقية أيام العام وجعلها منطقة أكثر صداقة للبيئة.

3-1 مخيمات الحجيج

تم تصميم مخيمات منى الحالية بناءً على الأمر السامي الكريم في شهر صفر عام ١٤١٨ هـ بتكليف سمو وزير الأشغال العامة والإسكان فى ذلك الوقت بمهمة التوصل إلى إيجاد السبل لاستيعاب أعداد الحجاج بمشعر منى في خيام تكون مقاومة للحريق وتوفر الأمن والسلامة والراحة لهم ، واعتمدت الفكرة التصميمية المختارة على استعمال الأنسجة غير القابلة للاشتعال من مادة التفلون التي يمكن أن يتم تشكيلها بنفس شكل الخيمة التقليدية.

شكل رقم (4) الهيكل المعدني الداعم للإنشاء الخيمي بمشعر منى.

دُرست الأشكال الممكنة لهذه الوحدات الخيامية وكيفية تجميعها بما يحقق الاستفادة القصوى من الأراضي المتاحة في منى على أن يحقق تصميم الخيمة وتجمعاتها والممرات من حولها اشتراطات واعتبارات الراحة والرضا للحجيج

مع التركيز على الأمن والسلامة ليس فقط في قضية مجابهة الحرائق أو الهروب وإنما ليشتمل اشتراطات تصريف الأمطار والسيول ومقاومة العواصف مع توفير الخدمات الرئيسية حيث تم إمداد المخيمات بالمطابخ ودورات المياه والتكييف وغيرها من الخدمات العامة).

ويتصف التشكيل العمراني للمخيمات بوجود طابع بصري منفرد نتج عنه تكرار الأنماط القياسية للخيام المعتمدة إنشائياً على هيكل معدني من الحديد المجلفن لمقاومة العوامل الطبيعية كما يبين شكل (4) تفاصيله من داخل أحد المخيمات والذي صمم بحيث يوفر المرونة اللازمة لإجراء أي تشكيل لتركيب وتحريك القواطع أو رفعها أو فردها.

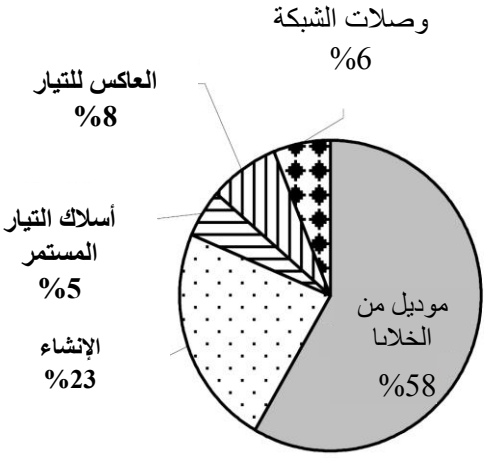
2-3 المرافق المائية الأساسية بمشعر منى

طورت شبكات توزيع المياه وخزاناتها بما فيها خزان المليون متر مكعب الذي يشكل مخزوناً استراتيجياً للمياه في منطقة المشاعر ضمن المشاريع المساندة في مشعر منى خلال السنوات الثلاثة من ١٤١٨ هـ حتى ١٤٢٢ هـ ، وتم التركيز على تنفيذ خزانات خاصة لإمداد نظام مكافحة الحريق بالمياه اللازمة تم تغذيتها من الخزان الاستراتيجي مع تخصيص جزء لاستهلاك المكيفات الصحراوية.

وقد صممت ونفذت تلك الخزانات بحفر أنفاق بالجبل المطل على منى لتفادي عمل قطوعات صخرية تستلزم وقتاً طويلاً ، وتم تبطينها وقفل مداخلها بجدران خرسانية لتصبح خزانات نفقيه ، ويمكن التنسيق مع المرافق المائية بمشعر منى مع متطلبات تطبيقات الطاقة الشمسية .

4. البدائل المقترحة لتطبيق تقنيات الطاقة الشمسية

أنتهج البحث مبدأ المحافظة على المعايير والقيم المكتسبة من مشروع مخيمات الحجيج الحالي والمرافق المائية الأساسية بمشعر منى والمتمثلة في الإبقاء على نفس التشكيل الفراغي للخيمة لملاءمة شكلها مع الطابع التقليدي المتعارف عليه، وأهتم بمراعاة الجانب الاقتصادي في الاعتماد على نفس عناصرها الإنشائية في تثبيت الخلايا الكهروضوئية ؛ مما يوفر حوالي 23% من إجمالي التكلفة المتوقعة لتطبيق الاستفادة من تقنيتها على مستوى الخيمة بناءً على مقارنة بدراسة نفذت لواجهة تمت تغطيتها ب 245م2 من الخلايا الكهروضوئية ،كما يوضح شكل رقم (5) .



شكل رقم (5): النسب المئوية التقريبية لتكلفة مكونات وحدات موديولية من الخلايا الكهروضوئية

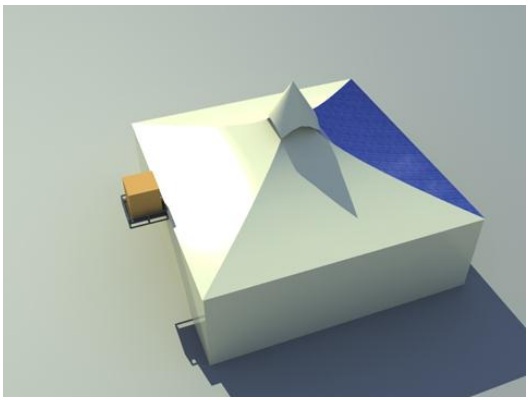
ويقترح البحث كنتائج بحثية الاستفادة من تقنيات الطاقة الشمسية بمشعر منى المقدس على ثلاثة مستويات متدرجة بدءاً من مستوى التصميم المعماري ثم مستوى التصميم الحضري وانتهاء بمستوى التخطيط ، وهذا التنوع في التطبيقات يساهم في خفض التكلفة الاقتصادية لتقنيات الطاقة الشمسية في السوق المحلي ، وفيما يلى عرض الرؤية المقترحة والمستنتجة من دمج التقنيات مع المقومات المتاحة بمشعر منى.

4-1 المستوى الأول (التصميم المعماري)

يعتمد المقترح على استبدال ربع سقف الخيمة والمواجه لاتجاه الجنوب أو الأقرب إليه كأفضل اتجاه يحقق أعظم استفادة من الإشعاع الشمسي ، بحيث تحل طبقة رقيقة من الخلايا الشمسية الفلمية الرقيقة المتصفة بالمرونة والمصنوعة من السليكون محل نسيج السقف المصنوع من مادة التفلون للمحافظة على شكل الخيمة كما يوضح شكل رقم (6).

وتتبنى هذه الفكرة الاستفادة من نفس الهيكل الإنشائي للخيمة مما يحافظ على طابعها البصرى المميز ويوفر أيضاً من التكفلة الاقتصادية المبدئية وكذلك الإبقاء والتركيز على

اعتبار وقيمة الأمن والسلامة للخيمة فمادة السيلكون مادة غير قابلة للاشتعال ، ويوصى البحث كخطوة أولى بتطبيق هذا المقترح على أحد الخيام كنموذج إرشادي ثم يتم دراسته وقياس فعاليته وتقييمه قبل الإقرار بالتوسع فى بقية الخيام.



شكل رقم (6) المقترح التصميمي لاستبدال ربع سقف الخيمة بطبقة رقيقة من الخلايا الشمسية المرنة

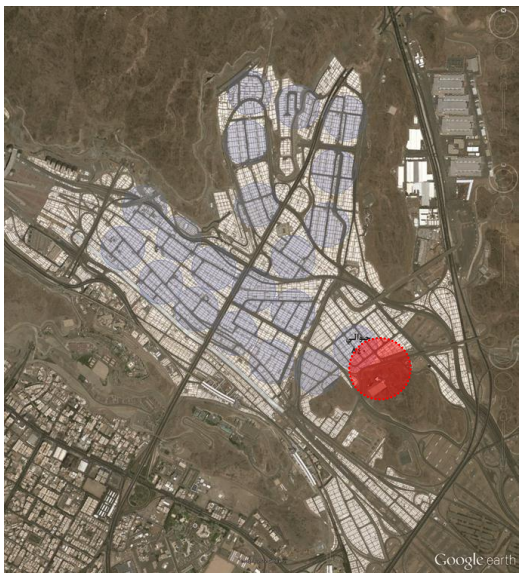
4-2 المستوى الثاني (التصميم الحضري)

يقترح البحث الاستفادة من الخلايا أحادية التبلور أو عديدته كنوعي الخلايا الكهروضوئية الملائمين للاستخدام ضمن عناصر تنسيق الموقع الخاصة بمشعر منى المقدس، فلقد تم توفير ما يقرب من 250 ألف وحدة أضاءه بالممرات الحركية داخل المشعر ضمن المشروعات التطويرية تعتمد على شبكة الكهرباء المحلية يمكن أن تضاء ذاتياً بواسطة الخلايا الكهروضوئية بجانب الاستفادة من الكهرباء المولدة من تلك الخلايا في التغذية العكسية للشبكة المحلية حيث أن هذه الوحدات لا تستخدم إلا في فترة أيام الحج فقط.

4-3 المستوى الثالث (التخطيط)

يختتم المقترح في هذا المستوى برؤية تحويل مشعر منى المقدس إلى عدد من محطات مركزات الطـــاقة الشمسية المستخدمة للمجمعات الشمسية الحرارية المركزة - أسقف الخيام - القائمة بدور أسطح عاكسة للإشعاع الشمسي في تقنية مركزات برج القوى الفعالة كمحاكاة لمحطة PS10 بإسبانيا السابق ذكرها في متن البحث مع مراعاة التشكيل الشبكي للمخيمات مما يتطلب التفكير في تطور تقني.

فالمقارنة بالمحطة PS10 يمكن البدء بالمنطقة المقترحة بشكل (7) نظراً للتوزيع المخيمات بها بشكل شبه إشعاعي نتيجة للتضاريس الجبلية ، ويتكامل المقترح بتصميم برج القوى على هيئة منارات تشير إلى اتجاه الكعبة المشرفة مما يسهل معرفة اتجاه القبلة بالنظر إليها .



شكل رقم (7): المنطقة المقترحة لإنشاء محطة الطاقة الشمسية بمشعر منى

5. التوصيات

نتج عن البحث مجموعة من التوصيات التالية:

- زيادة نقل التكنولوجيا الخاصة بالطاقة الشمسية بمجتمعاتنا الإقليمية وتشجيع انتشارها وبناء المصانع لإنتاج المواد والمعدات والأجهزة اللازمة لإنتاج هذه الطاقة ، فبناء مصانع السيليكون لإنتاج المرايا الشمسية العاكسة والخلايا الكهروضوئية يقلل من التكلفة المالية الابتدائية التي تعيق اختيار بديل الطاقة الشمسية كطاقة متجددة ونظيفة.
- ربط الكهرباء الناتجة عن تقنيات الطاقة الشمسية بشبكات التوزيع الكهربائية المحلية وليكن مشعر منى المقدس نقطة الانطلاق لما يتوافر به من مقومات متاحة.
- دمج العناصر التكوينية لتقنيات الطاقة الشمسية مع المستويات المختلفة للتنمية العمرانية

وبصفة خاصة التصميم المعماري للاستفادة من إدراجها مع الأنظمة الكهربائية دون الإخلال بالقيم التشكيلة والتعبيرية المضافة من المصمم المعماري.

- استكمال الدراسات العلمية المتخصصة ومنها الحسابات التصميمة الكهربائية للرؤى المعمارية المقترحة لتطبيق الاستفادة من الطاقة الشمسية بمشعر من المقدس لاستكمال التقييم والمقارنة بين المقترحات وتحديد الجدوى الاقتصادية.

المراجع

[.1] الخياط، محمد. (2010) **محطات مركزات الطاقة الشمسية**. عمان: مجلة الكهرباء العربية ، الاتحاد العربي للكهرباء ، العدد السادس عشر. http://www.auptde.org

[.2] - زين العابدين، حبيب مصطفى. (2003) **عناصر ومعايير تطوير سكن الحجاج الجديد بمشعر منى بين الأصالة والمعاصرة.** الرياض : مجلة تقنية البناء ، وزارة الشئون البلدية والقروية ، العدد الثالث.

[.3] - زين العابدين، حبيب مصطفى. (2001) **إسكان ومرافق الحجيج بمنى.** الرياض : المؤتمر العلمي عن الملك فهد بن عبد العزيز وانجازاته.

[.4] سليم، يونس. الجاردى، إحسان. (2010) **أثر استخدام تقنية المنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في النتاج المعماري**. بغداد: مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 28، العدد 11.

[.5] عايش سعود (1981) **تكنولوجيا الطاقة البديلة .** الكويت ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

[.6] - غرفة الشرقية، مركز الدراسات والبحوث. (2010) **اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية.** http://www.chamber.org.sa.

[.7] - الباحث

[8.] - Eicker, Ursula. (2003) **Solar Technologies for Buildings.** NJ: John Wiley & Sons Inc.

[9.] Gevorkian, Peter. (2008) **Solar Power in Building Design**. New York: McGraw-Hill.http://www.globalsolar.com/products/flexible-modules

[10.] Irvine, Linda. Sawyer, Alexandra. (2011) **The Solarize Guidebook.** Portland: The National Renewable Energy Laboratory and the City of Portland.

[11.] Jaleel, Emad. Nama, sahib. (2011) **Optimum Orientation of Solar Panels in Baghdad city.** Baghdad: Journal of Basrah Researches ((Sciences)) Volume 37. Number 3.

[12.] http://www.globalsolar.com/products/flexible-modules