JAUES

Journal of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 12, No. 45, October, 2017, 1453-1460

تحسين كفاءة استهلاك المبنى للطاقة من خلال استخدام الطاقة الشمسية

محمد محمد البرملجى [1] و محمد صلاح عز [1] و إبراهيم بدوي[2]

[1]كلية الهندسة –جامعة القاهرة

[2]قسم التخطيط العمرانى - كلية الهندسة-جامعة بنى سويف

ABSTRACT

Green architecture, green buildings and eco-friendly cities are one of the modern trends in modern architectural thought that deals with the relationship between buildings and the environment. The importance of this research appears in dealing with the problems of urban development as the modern buildings lacking protection from solar energy and radiation.

One of the most important structural problems is the exposure of buildings to high temperatures which lead to consumption of energy either to reduce the internal temperature of the building or to heat the building as a result of loss of heat.

The glass facades are used extensively in the buildings to increase the natural lighting in the interior spaces. As a result, the penetration of the sun into the building greatly results in increased heat transfer through these glass areas. Integration of buildings can be used through photovoltaic matrices in different images. This integration can be done by inserting matrices within the architectural configuration of the outer surface of the building in a clear symmetrical architectural pattern or by integrating matrices as part of the building so that it is not visible for the viewer.

The negative solar design patterns that reduce energy consumption, as well as positive solar systems, have been reviewed and how these systems can be used to improve energy efficiency.

ملخص

تعتبر العمارة الخضراء أو المبانى الخضراء والمدن الصديقة للبيئة ،أحد الاتجاهات الحديثة فى الفكر المعمارى الحديث الذى يهتم بالعلاقة ما بين المبانى والبيئة.وتظهر أهمية هذا البحث فى علاج مشكلات التنمية العمرانية نتيجة ظهور مبانى حديثة تفتقر الى اساليب الحماية من الطاقة الشمسية واشعة الشمس.

من أهم المشكلات العمرانية هى تعرض المبانى لدرجات حرارة كبيرة تؤدي الى استهلاك كبير فى الطاقة سواء لتقليل الحرارة الداخلية للمبنى او لتدفئة المبنى نتيجة فقده للحرارة .

تستخدم الواجهات الزجاجية بشكل كبيير فى المبانى لزيادة الاضاءة الطبيعية فى الفراغات الداخلية ونتيجة لذلك ينتج دخول اشعة الشمس الى داخل المبنى بشكل كبير يؤدي الى انتقال المتزايد للحرارة من خلال هذه المساحات الزجاجية

يمكن استخدام الدمج فى المبانى من خلال المصفوفات الفوتوفولتية بصور مختلفة. هذا الدمج يمكن أن يكون بادخال المصفوفات ضمن منظومة التشكيل المعمارى للغلاف الخارجي فى المبنى بشكل معمارى متناسق واضح للرائى أو من خلال دمج المصفوفات كجزء من المبنى بحيث لا يكون واضحاً للرائى.

تم استعراض اشكال التصميم الشمسى السالب التى تؤدي الى تقليل استهلاك الطاقة ، كذلك الانظمة الشمسية الموجبة وكيفية الاستفادة من تلك الانظمة فى تحسين كفاءة استهلاك الطاقة .

كلمات مفتاحيه :التنمية المستدامة ، الطاقة الشمسية، المبانى الخضراء،استهلاك الطاقة بالمنبى ،تظليل،الخلايا الشمسية .

1. مقدمة:

ظهرت فى الفترة الاخيرة العديد من المقترحات والابحاث التى تنادى بحماية البيئة والحفاظ عليها ،من خلال التفكير فى المبنى كنظام بيئى صغير يتفاعل مع البيئة بشكل كبير من خلال ربط المبني بفكرة الاستدامة بمفهومها الشامل .العالم الان يسعى جاهدا الى تقليل الاضرار البيئية التى اصبحت تهدد العالم بشكل كبير وواضح ،كما انه تستخدم الواجهات الزراجية بشكل كبير الان فى المبانى كعنصر جمالي ولزيادة الإضاءة الطبيعية والفراغات الداخلية .

يزداد استهلاك الطاقة للمبنى مع زيادة المساحات الزجاجية على الواجهات ،وذلك مع زيادة الحرارة المنتقلة من خلال هذه المساحات ،كذلك انظمة التظليل الخارجية الثابتة يمكنها ان تقلل الكسب الشمسى الحرارى والاستفادة منها ايضا فى توليد طاقة نظيفة من الكهرباء مما يؤثر بالايجاب على البيئة وتقليل انبعثات غاز ثانى اكسيد الكربون .

1.1إشكالية الدراسة :

تتركز الاشكالية على ضرورة ربط المبانى بالنظام البيئى من خلال فكرة الاستدامة نتيجة لما يعانية العالم من تهديدات بيئية وارتفاع معدلات التلوث والتغيرات المناخية ،كذلك اهمية الارتباط الوثيق بين التنمية الاقتصادية والبيئة واهمية الاتجاة الى مصادر الطاقة المتجددة لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة للمبانى بشكل لا يؤثر على البيئة .

2.1 أهداف البحث

تحسين كفاءة استهلاك الطاقة للمبانى من خلال اتباع الاتى

* دمج المصفوفات الفوفوفولتية بالمبنى بحيث تكون ضمن المنظومة المعمارية للمبنى والغلاف الخارجى للمبني .

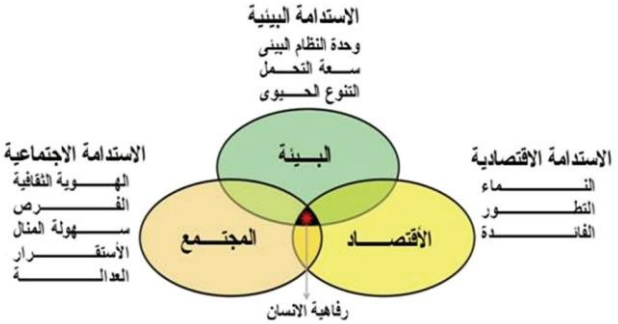
*الاتجاه الى العمارة البيئية المعاصرة التى تربط بين المبنى والبيئة لتجنب الاثار السلبية للتقنيات المعاصرة المضرة بالبيئة وايجاد مبانى صديقة للبيئة وذات كفاءة فى استهلاك الطاقة عن طريق اتباع انظمة الطاقة الموجبة والسالبة.

2- التنمية المستدامة sustainable development :

عرفت منظمة الأمم المتحدة التنمية المستدامة (Sustainable Development) بأنها هي التنمية التي تفي باحتياجات الوقت الحاضر دون المساس بحقوق الأجيال المقبلة فى تلبية احتياجاتها الخاصة، نتيجة للتداخل الحادث بين العناصر التنموية الأساسية وهى التنمية (الاقتصادية والبيئية والاجتماعية) بمعنى أنة فى أطار الحديث عن التنمية المستدامة لابد من تناول محاورها الثلاث وهى كالتالى :- (الاستدامة البيئية – الاستدامة الاقتصادية – الإستدامة الاجتماعية) وهم بذلك يشكلون مثلث التنمية المستدامة للطاقة المتجددة .

3- التنمية المستدامة للمبانى :

الاستدامة هي عملية تصميم المباني بأسلوب يحترم البيئة من خلال التفكير فى الاستدامة بشكل ثلاثى الابعاد (الاستدامة البيئية –الاستدامة الاقتصادية- الاستدامة الاجتماعية) .تحقق الاستدامة البيئية من خلال الحفاظ على انتاجية الموارد الطبيعية الداعمة للمعيشة أو الحفاظ عليها من النضوب ليستفاد منها الاجيال القادمة،ايضا تتحقق الاستدامة الإجتماعية عندما يتحقق الحد الأدنى من الإقصاء الإجتماعى والحد الأعلى من العدالة ، كذلك تحقق الاستدامة الاقتصادية من خلال خفض استهلاك الطاقة والموارد من خلال ادارة الموارد بشكل فعال يضمن استمرار الامداد للطاقة والموارد ،مما يحقق زيادة فى راس المال .

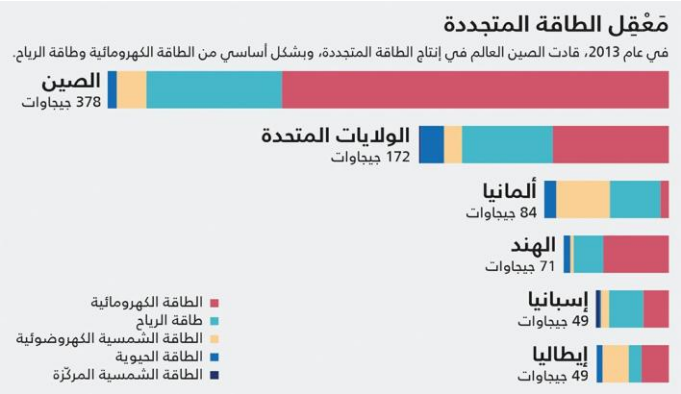


شكل (1) يوضح محاور التنمية الثلاثة (الاقتصادية والبيئية و الاجتماعية)

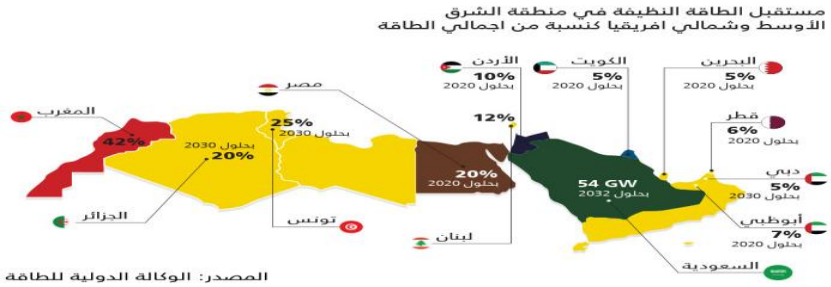
أبراهيم،محسن محمد (2004) العمارة المستدامة المؤتمر العلمى الأول العمارة والعمران فى اطار التنمية المستدامة – قسم الهندسة المعمارية- كلية الهندسة-جامعة القاهرة

4- النمو العالمى المتصارع على توفير الطاقة :

الطلب العالمى على مصادر الطاقة التقليدية(الوقود الأحفورى) فى زيادة مستمرة نتيجة لارتفاع مستوى معيشة الفرد والزيادة السكانية مما ادى الى الضغط الكبير على الموارد الطبيعية واستنزاف الموارد الطبيعية بشكل كبير كنتيجة طبيعية لاعتماد المتزايد على مصادر الطاقة الغير متجددة فى معظم دول العالم المتقدم والنامى على حد سواء .فى حين ان مصادر الطاقة المتجددة تمثل اقل نسبة من اجمالى انتاج العالم من الطاقة .الا انه فى العقد الماضى شهد العالم طفرة كبيرة فى الاعتماد على الطاقة المتجددة(كالطاقة الشمسية – طاقة الرياح)بشكل اكبر على مستوى المدن والمبانى من خلال انشاء مشروعات لانتاج الطاقة الشمسية تمسى المزارع الشمسية (solar farm) كالصين والولايات المتحدة الامريكية والهند وفرنسا واسبانيا وكذلك فى الدول العربية كمدينة مصدر الاماراتية وفى سواحل البحر الاحمر بمصر .



شكل(2)يوضح الشكل النمو العالمي المتسارع للطاقات المتجددة والتطور السريع.



شكل(3) يوضح الشكل مستقبل الطاقة النظيفة بمنطقة الشرق الأوسط وشمال افريقيا كنسبة مئوية من اجمالى الطاقة المستخدمة
http://www.midline-news.net

5- الاتجاه الى العمارة البيئية :

اتجاة العمارة البيئية هو عملية تضمن للمبنى ان يصمم باسلوب يحترم البيئة مع الأخذ فى الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة والمواد وايضا تقليل تاثير الانشاءات على البيئة مما يحقق انسجام مع الطبيعة.

6- تعريف المبانى الخضراء

يرى المعماري" وليام ريد ": أن المباني الخضراء ما هي إلا مباني تصمم وتنفذ وتتم إدارتها بأسلوب يضع البيئة في اعتباره وهو يري أيضا أن أحد اهتمامات المباني الخضراء يظهر في تقليل تأثير المبني علي البيئة إلي جانب تقليل تكاليف إنشائه وتشغيله ،ومن امثلة تلك المبانى .من امثلة هذه المبانى نجد مبني مكتبة الاسكندرية وهي مصممة بحيث تدخل شمس فى فصل الشتاء لتدفئة المبنى على عكي الصيف لا تدخل اشعة الشمس حتى لا ترتفع حرارة المبنى الداخلية مما يؤدى الى تحسين كفاءة المبنى فى استهلاك الطاقة ،خفض استهلاك الموارد الغير قابلة للتجدد،تحسين البيئة ،خفض او أزالة المواد الضارة السامة .

7- التصميم الشمسي السالب

هو عملية الاسغلال السلبي للطاقة الشمسية أحد أهم الاتجاهات للحد من الاستهلاك المسرف للطاقة في مرحله تشغيل المبني ،حيث يؤدي تطبيق هذا النظام فى تصميم المبني الى خفض مقدارة [1]24.97% من حجم الاجهزة الميكانيكية المطلوبه لتكييف الهواء

من خلال تطبيق اللاتى :

1-7 حماية الواجهات الخارجية من اشعة الشمس

تعتبر من أهم الأسس التصميمية للمبانى ،أن يتحقق فيها حماية واجهاتها من الأشعة الشمسية المباشرة ،وذلك عن طريق التوجية المناسب لحركة الشمس اليومية خصوصاً فى فصل الصيف مما يحقق نسب تظليل معقولة تساهم فى خفض استهلاك الطاقة للمبنى .

2-7 استخدام مواد البناء المناسبة

مما لاشك فية ان مواد البناء لها دور كبير فى تقليل الحرارة الداخلية الكامنة بالمنبى خصوصا فى العقود الماضية من القرن الحالى شهد تطور ملحوظ فى مواد البناء من حيث الشكل والخامات والتشكيلات واستخداماتها مما يجعلها تستخدم فى البناء طبقا لظروف المناخية البيئية للمكان سواء كان فى مناطق تمتاز بالمناخ الجاف القارى الصحراوى مثل محافظة الوادى الجديد او فى المناطق الباردة من اجل تحقيق الراحة الحرارية للمنبى وبالتالى يؤثر بالايجاب على كفاءة الطاقة للمبنى بشكل نموذجى.

3-7 الاهتمام بالتهوية الداخلية بالمبني

التهوية الطبيعية لاى مبني تعتبر من اساسيات التصميم بصفة عامة وفى المناطق الصحراوية بصفة خاصة لبغرض سحب الهواء الساخن من داخل المبنيى الى خارجة الناتج من ارتفاع درجة حرارة المبنى الداخلية ،لذك التهوية هي احد مكملة لما سبق ذكرة من سبل تحسين كفاءة استخدام المبنى للطاقة .

شكل(4) يوضح إمكانية توظيف كاسرات أشعة الشمس المتحركة للتحكم في التعرض لأشعة الشمس المباشرة.

8-استخدام الانظمة الشمسية الموجبة :

هو التوجة الحالى فى الدول المتقدمة نظرا لزيادة الطلب على الطاقة بشكل كبير ومستمر مما حتم ضرورة البحث عن مصادر لانتاج الطاقة ليكون بديلا للطاقة التقليدية مثل طاقة الشمس والرياحوغيرها من المصادر المتجددة .لما تتميز به هذه المصادر بتجددها باستمرار .الطاقة الشمسية لها تطبيقات كثيرة فى العمارة المستدامة ابرزها تحويل الطاقة الطبيعية الى صور اخرى من الطاقة يمكن استعمالها،مثل استخدام الخلايا الكهروضوئية لتحويل الطاقة الشمسية مباشراً الى طاقة كهربائية كمصدر متجدد نظيف ،كذلك المجمعات الحرارية لاغراض التدفئة فيما يعرف بالانظمة الشمسية الموجبة .

- مصادر الطاقة المتجددة أصبح مألوفا في الآونة الأخيرة، وهناك بلدان عديدة وضعت خططا لزيادة نسبة إنتاجها للطاقة المتجددة بحيث تغطي احتياجاتها من الطاقة بنسبة 20 % من استهلاكها عام 2020. وفي مؤتمر كيوتو

[1] العقيلى،وائل عواد،تقليل حمل التبريد بتطبيق منظومه غلاف المبنى الذكى،رسالة ماجستير ،قسم الهندسة المعمارية ،الجامعة التكنولوجية ،بغداد،2007

باليابان إتفق معظم رؤساء الدول علي تخفيض إنتاج ثاني أكسيد الكربون في الأعوام القادمة وذلك لتجنب التهديدات الرئيسية لتغير المناخ بسبب التلوث واستنفاد الوقود الأحفوري، بالإضافة للمخاطر الاجتماعية والسياسية للوقود الأحفوري والطاقة النووية.

١ -تتميز الطاقة المتجددة بعدة مميزات وفوائد مباشرة أو غير مباشرة نلخصها في النقاط التالية:
٢ -الطاقة المتجددة لا تنضب .
٣ -تعطي طاقة نظيفة خالية من النفايات (بكافة أنواعها) .
٤ -تهدف أولا إلى حماية صحة الإنسان .
٥ -المحافظة على البيئة الطبيعية.
٦ -تأمين فرص عمل جديدة.
٧ -الحد من الإنبعاثات الغازية والحرارية الضارة وعقوابها الخطيرة.
٨ -إنخفاض عدد وشدة الكوارث الطبيعية الناتجة عن الإنحباس الحراري.
٩ -عدم تشكل الأمطار الحامضية التي تلحق الضرر بكافة المحاصيل الزراعية و أشكال الحياة.
١٠ -الحد الكبير من تشكل وتراكم النفايات الضارة بكافة أشكالها (الغازية والسائلة والصلبة).

(5) مبنى منزل موريهانا التذكارى بهيوجو –اليابان
seike,kiyoshi(2005)p.16

شكل(6)مبنى اداري باوتاوا –كندا
Simmonds,Christopher(2006_p.13

شكل(7) مبنى صالة عرض بهانوفر-المانيا
Active Solar Water Heatingالتسخين الشمسي للماء

شكل(8) مبنى اداري باوتاوا- كند
Abdel-salam,Hassan(2004)

هو الأسلوب الأكثر انتشارا للاستفادة من الحرارة الشمسية وذلك بتسخين المياه مباشرة لتستخدم في المباني عبر شبكات التغذية بالمياه الساخنة أوالتدفئة. كما يمكن إستخدام المياه الساخنة أو البخار الناتج عنها في تشغيل توربينات لتوليد طاقة كهربائية نظيفة يمكن توزيعها على المباني عبر شبكات توزيع الكهرباء.

الطاقة الشمسية المركزة

أنظمة الطاقة الشمسية المركزة هي أنظمة تستخدم المرايا أو العدسات لتركيز مساحة كبيرة من ضوء الشمس على مساحة صغيرة. تنتج الطاقة الكهربائية عندما تُحول الطاقة الشمسية إلى حرارة والتي تقوم بقيادة محرك حراري متصل بمولد طاقة كهربائية.

انواع المجمعات الشمسية المستخدمة فى تجميع و تركيز اشعة الشمس:

أ - مرايا القطع المكافىء:

تستخدم العدسات والمرايا لتركيز أشعة الشمس من مساحة كبيرة في بقعة صغيرة. وتستخدم الحرارة العالية المتجمعة لتشغيل محطة لإنتاج الكهرباء. وتوجد تقنيات عديدة لتركيز أشعة الشمس، أهمها المرايا المشكلة كقطع مكافئ مستطيل، والمرايا المسطحة، والمرايا المقعرة، وبرج الطاقة الشمسية.

كما تستخدم تقنيات عديدة لمتابعة حركة الشمس وتركيز أشعتها. وجميع تلك الطرق يُستخدم سائل يقوم بالتقاط الأشعة المركزة فترتفع درجة حرارته، فيستخدم لتوليد الكهرباء أو تخزينه

شكل(9) شكل يوضح مرزعة شمسية من المرايا المجمعة وتركيز اشعة الشمس لإنتاج طاقة نظيفة من الكهرباء

شكل (10) يوضح مزرعة شمسية (Solar energy) لانتاج الطاقة.

اشكال الدمج فى المبانى فى صور مختلفة :

تتعد اشكال الخلايا الفوتوفولتية وأنواعها المختلفة لاسقف الواجهات والمظلات والكاسرات التى يمكن ان نختار منها ما يتلائم مع نوع المبني دون الشعور بوجود تقنية دخيلة تشكيلياً .

السقف

الواجهات

المظلات الكواسر

النتائج

من خلال ما سبق تناولة وتحليلة يمكن تلخيص الدراسة كالتالى :-

- التفكير فى المبنى كنظام بيئى صغير يتفاعل مع البيئة بشكل كبير من خلال ربط المبني بفكرة الاستدامة بمفهومها الشامل.
- ضرورة الارتباط الوثيق بين التنمية الاقتصادية والبيئة واهمية الاتجاة الى مصادر الطاقة المتجددة لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة للمبانى بشكل لا يؤثر على البيئة.
- دمج المصفوفات الفوفوفولتية بالمبنى بحيث تكون ضمن المنظومة المعمارية للمبنى والغلاف الخارجى للمبني .
- الاعتماد على التصميم الشمسى والسالب الموجب ليتحقق اقصى كفاءة فى تشغيل الطاقة بالمبنى
- الدمج فى المبانى يعتبر الاكبر والاشهر فى التطبيقات المعمارية ،حيث ظهرت اتجاهات جديدة لدمج المصفوفات الفوتوفولتية فى المبانى سواء من خلال دخول المصفوفات ضمن منظومة التشكيل المعمارى للغلاف الخارجى فى المبنى ،بحيث تكون المصفوفات واضحة للرائى ولكن متناسقة مع التشكيل المعمارى او دمج تلك المصفوفات كجزء من المبنى بحيث لا يكون واضحا للرائى بحيث يعتبره الرائى مجرد اختلاف تشطيب أو الواح زجاجية بلون مختلف ،بحيث يتلائم مع المبنى دون الشعور بوجود تنقية دخيلة تشكيلياً .
- تعتبر المدن الجديدة والصحراء من افضل البيئات لانشاء مشروعات انتاج الطاقة بتقنيات الفوتوفوليتة (مزارع شمسية)
- المبانى الجديدة لها الاولولية فى التطبيق لسهولة تطبيق عليها وتوافر المقومات اللازمة لتصبح مبانى خضراء.

التوصيات الخاصة بالبحث

- ضرورة الافادة من التصميم الشمسى السالب سواء من خلال التوجية المناسب للمبنى ،التظليل ،الاضاءة ،التهوية ،مواد بناء عالية الكفاء.)مما يوثر بالايجاب على الحرارة الداخلية للمبنى مما يحقق الراحه للمستخدمين للمبني ومن ثم يؤدي الى تحسين كفاءة استهلاك المبنى للطاقة
- ضرورة استخدام تطبيقات الطاقة الشمسية الموجبة لاستفادة من اسطح المنازل فى انتاج طاقة كهربائية نظيفة
- ضرورة الاهتمام بالصحراء المصرية وخاصة الوادى الجديد لتوافر فيها مقومات انشاء تلك المشاريع بشكل اوسع لتحقيق نتائج لاقيود
- الاستفادة من التجارب العالمية ومحاولة تطبيقها محليا بمصر لتحقيق المردود البيئة المستدام والاقتصادى المستدام
- ضرورة تقليص الفجوة التقنية والمعمارية بين النظم المستخدمة لانتاج الطاقة بشكل ملائم ومناسب لمواقع المشروع .

خلاصة البحث

ابرزت الدراسة اهمية تجنب اثار التقنيات المعاصرة المدمرة للبيئة واهمية تحقيق التوازن بين التقنية والبيئة من خلال تفعيل تطبيقات العمارة المستدامة كاستخدام التصميم الشمسى السالب (توجية المبني –التهوية الداخلية –حماية الواجهات الخارجية – استخدام مواد بناء مناسبة)كذلك استخدام النظم الشمسية الموجبة .فى صورها المختلفة فى الاسقف والواجهات والكاسرات فى شكل دمج مع الشكل المعمارى للمبنى وفى النهاية يؤدي الى تحسين كفاءة استهلاك المبنى من الطاقة باستخدام تقنيات الطاقة الشمسية .

المراجع

١. أبوفضل ،سومية (2003)"استخدام الطاقة الشمسية فى العمارة وتخطيط المدن"،المؤتمر المعمارى الدولى الخامس العمران والبيئة،قسم العمارة ،كلية الهندسة،جامعة أسيوط.

٢. فواز،محمود أحمد (2014)،اقتصاديات الطاقة الشمسية كطاقة متجددة والاثار الأقتصادية لأستثمارها فى مصر ،كلية الاقتصاد والعلوم السياسية ،رسالة دكتوراة .

٣. عطية،ايمان محمد عيد(2004) الاتجاهات الفكرية للعمارة العالمية المعاصرة ،بحث مقدم إلى اللجنة العلمية الدائمة للعمارة والتصميم العمرا ى ،عن درجة أستاذ بقسم الهندسة المعمارية ،كلية الهندسة ،جامعة المنوفية ،جمهورية مصر العربية .

٤. تقرير الشركة القابضة لكهرباء مصر(2006-2007) التقرير السنوى وزارة الكهرباء والطاقة ،مصر

a. العقيلى،وائل عواد،تقليل حمل التبريد بتطبيق منظومه غلاف المبنى الذكى،رسالة ماجستير ،قسم الهندسة المعمارية ،الجامعة التكنولوجية ،بغداد، 2007

٥. مشتهى،عمار عامر ياسر،(2012) "التصميم البيئى وكفاءة الطاقة والطاقة المتجددة فى المبانى السكنية : دراسة حالة الطاقة فى قطاع غزة – فلسطين"كلية الهندسة-جامعة القاهرة –رسالة ماجستير .

٦. تاج الدين،هيثم نجيب عبدالغنى،(2013)"تأثير أنظمة الطاقة المتجددة على ديناميكية الحياة داخل المبانى / هيثم نجيب عبدالغنى تاج الدين ؛ اشراف محمد مدحت درة ، سامح مصطفى عبدالحليم"كلية الهندسة-جامعة القاهرة-رسالة ماجستير

٧. سويدان ،محمد أحمد محمد ،(2014)" توفير الطاقة في العمارة الديناميكية كوسيلة لوضع دليل عملي محدد للمعايير التصميمية للمباني الديناميكية"كلية الهندسة –جامعة القاهرة-رسالة ماجستير .

٨. الشيمى ،معتز عزت عبدالباقى (2015) "الاقتصاد الأخضر : نحو إمكانيات استخدام الطاقة الشمسية لتحقيق التنمية المستدامة ، بالتطبيق على مصر"كلية الاقتصاد والعلوم السياسية ،رسالة دكتوراة

٩. عبدالقادر،شيماء سمير،(2015) " تأثير مورد الطاقة الشمسية على تغيير الهياكل العمرانية : بالتطبيق على محافظة مطروح،كلية التخطيط العمرانى ،جامعة القاهرة.رسالة ماجستير

١٠. فاضل،أسماء مجدى محمد(2016)،"استخدام تقنيات الخلايا الشمسية الحديثة فى تطوير أداء الغلاف الخارجي للمبنى و تأثيرها على التشكيل المعمارى للمبنى : دراسة حالة مبنى هيئة تنمية المجتمعات العمرانية الجديدة : دراسة تطبيقية على المباني الحكومية القائمة بالمدن الجديدة"كلية الهندسة جامعة القاهرة،رسالة دكتوراة .

11. Elsoudany ,,moamen Mahmoud,(2009) ”Solar energy applications in urban development Deleloping of the Egyptian desert by silicon technology”.
12. Abd-elaal.tarek essam (2004)”the architechtural integration of the photovoltaic in building “,Msc,cairo university,cairo ,Egypt
13. Abd elsalam,hasaan(2004) buildings with an intelligent skin:towards high performance architecture ,the first conference ,sustainable architectural and urban development ,department of architecture ,cairo university, egypt
14. http://www.midline-news.net/%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%AC%D8%AF%D8%AF%D8%A9-%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B3%D8%AA%D9%82%D8%A8%D9%84