ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)
Vol. 1, No. 39 January 2019, pp. 172-180.
Journal Homepage: www.feng.bu.edu.eg

مدخل تكنولوجي للدمج الأمثل لنظم الطاقة الشمسية في المباني السكنية القائمة

Technical Approach to Optimized Integration of Solar Energy systems in Existing Residential Buildings

Manar El-Shamy[1]. Hussein El-Shanawany[2] and Sherif Sheta[3]

[1]مهندسة معمارية وطالبة ماجستير بجامعة الزقازيق
[2]أستاذ بكلية الهندسة ورئيس قسم العمارة جامعة الزقازيق
[3]أستاذ العمارة المساعد ووكيل كلية الفنون الجميلة لشئون التعليم والطلاب جامعة المنصورة

ملخص البحث
تقوم الدراسة على أسس الدمج الأمثل لنظم الطاقة الشمسية فى المباني السكنية القائمة، وذلك باختيار إحدى الوحدات السكنية القائمة في مصر وتطبيق الدراسة عليها خلال عام ٢٠١٨ للوصول لمبني لا يحتاج إلي الطاقة الخارجية حيث يعتمد بالكامل على الطاقة الشمسية باستخدام النظم السلبية والنشطة، وتبدأ الدراسة بمبررات اختيار الحالة الدراسية ثم دراسة الوحدة السكنية ومعرفة نطاق العمل، بعد ذلك تتم مراجعة حسابات الطاقة وتقييم الأداء الحالي للمبني، ثم يتم تحديد خيارات التعديل التحديثي باستخدام نظم الطاقة الشمسية، ثم يتم تنفيذ تدابير التعديل باستخدام برنامج المحاكاة DesignBuilder، وأخيراً التحقق من وفر الطاقة والاستهلاك العام بواسطة البرنامج، ويتم دمج الألواح الكهروضوئية لكمية الطاقة التي يحتاجها المبني بعد تحديثه، ويتم بعد ذلك تحليل النتائج.

Abstract
The study tackles the optimized integration of solar energy systems in existing residential buildings, by selecting one of the existing housing units in Egypt. It aims to apply during 2018 to reach a state of building design that does not require external energy, and depends entirely on solar energy using passive and active means. It begins with the justification of choosing the residential unit as the case study and determining the scope of the work. The energy accounts are then reviewed and the current performance evaluation of the building is evaluated. The options for retrofit are then determined by using solar energy systems and modification measures are implemented by using the Design Builder simulation program. Finally the energy savings are verified by the simulation program, and PV panels are integrated into the amount of energy required by the building operations.

المقدمة
يعطي تنفيذ الدراسة النظرية على مشروع قائم فرصة للتطوير من كونه بحثا تحليليا للتجربة العملية، حيث يتم تطبيق هذا البحث عمليا خلال عام ٢٠١٨ على وحدة سكنية في التجمع السكني (مدينتي) كدراسة حالة. يتميز المبنى بمستوى معين من أداء الطاقة يعتمد على التبريد والتدفئة الكهربائية، إلا إنه يفقد معظم حرارة التدفئة في الشتاء ويختزن الحرارة الغير مرغوب فيها في فصل الصيف، لذلك تعمل الدراسة على الوصول إلى ضبط أمثل يعتمد على الطاقة الشمسية السلبية، وكذلك الطاقة الشمسية النشطة متمثلة في توليد الكهرباء من الألواح الكهروضوئية، حيث يوفر هذا التطبيق نهجاً منتظماً لتحديد أفضل التعديلات للمبني السكني القائم ومراجعة حسابات الطاقة وتقييم أداء المباني باستخدام برامج المحاكاة لتحديد كمية الطاقة التي توفرها إجراءات التعديل التحديثي ومقارنتها بالقيم الحالية، والتحليل الاقتصادي تبعاً للأسعار الموجودة بالسوق المصري لعام ٢٠١٨، وذلك لتحقيق استراتيجية التنمية المستدامة لرؤية مصر ٢٠٣٠ لتعزيز حفظ الطاقة واستدامتها والوصول إلى أفضل خيار[١].

المشكلة البحثية
الطاقة تعتبر هي الركيزة الأساسية التي يعتمد عليها العالم في جميع المجالات مما أدي إلى أزمه للوصول للحل الأمثل، فلا بد من التوجه لمحاولة لاستغلال الطاقة الشمسية في المباني السكنية لأنها تمثل عاملاً أساسياً من العوامل المؤثرة في الاستهلاك كما أن البحث يركز على القائم منها نظراً للعد الكبير الذي لا يمكن تجاهله.

هدف البحث
عرض أساليب دمج النظم الشمسية السلبية والنشطة المتوفرة في مصر خلال عام ٢٠١٨ للوصول لمبني يعتمد كلياً على الطاقة النظيفة والمتجددة والبعد عن أنواع الطاقات الأخرى الغير متجددة.

فرضية البحث
تنطلق الدراسة من فرضية رئيسية يمكن دراستها كالاتي:
المباني القائمة تعتبر الأكثر عددا لذلك تقوم الدراسة على التعرف على أفضل طرق تعديلها عن طريق الدمج الأمثل لنظم الطاقة الشمسية ثم مقارنة نتائج هذا التعديل باستخدام برنامج المحاكاة DesignBuilder.

شكل (١) مراحل تطبيق الخطة المقترحة لدمج النظم.
المصدر: الباحثون ٢٠١٨

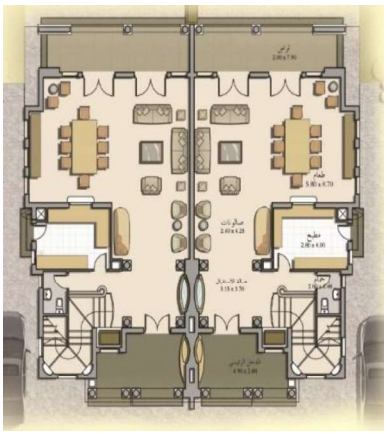
١. مبررات اختيار حالة الدراسة بالتجمع السكني (مدينتي)
وقع الاختيار على حالة الدراسة للمشروع القائم بالتجمع السكني (مدينتي)، حيث تكتمل البيانات والرسومات والمخططات التي يلزم الحصول عليها واستيفاؤها كاملة لإجراء الدراسة التطبيقية، كما اتضح للباحثين إمكانية استغلال أسطح وواجهات المباني محل الدراسة لدمج النظم الشمسية.

٢. مراحل تطبيق الخطة المقترحة لدمج نظم الطاقة الشمسية بتصميم الوحدة السكنية
٢-١. المرحلة الأولى: إعداد المشروع

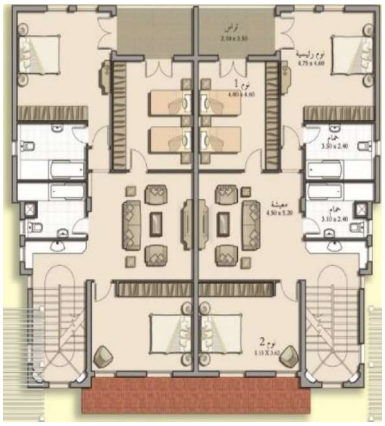
٢-١-١. نطاق العمل (بيانات المبني)
تقوم الدراسة على معالجة عناصر المبني كالواجهات الخارجية والأسطح لتقليل تسرب الحرارة وبالتالي الحفاظ على الراحة الحرارية بالداخل وتقليل اللجوء إلى التهوية الميكانيكية، ولتحديد إجراءات التحديث المناسبة، يجب تقييم الأداء الحالي للمبنى، لذا يجب أن تأتي الخطوة الأولى لجمع البيانات.

أ. جمع بيانات المبني
مبنى دراسة الحالة عبارة عن وحدتين سكنيتين متجاورتين كل منهما مكون من طابقين بمساحة ٢٧٠متر مربع للوحدة الواحدة ومساحة الأرض الكلية ٦٣٠ متر مربع للوحدة الواحدة، حيث يقع المبنى في مجمع سكني متميز بمدينة القاهرة وتأخذ الواجهة الرئيسية توجيهاً شمالياً مائلاً قليلا للشرق وعلى خط عرض ٣٠° شمالاً.

شكل (٢) موقع عام للوحدة
المصدر: Google earth – madenaty – 3/2018



شكل (٣) الدور الأرضي
المصدر: الإدارة الهندسية بالتجمع السكني بمدينتي النموذج H ٢٠١٨/٣



شكل (٤) الدور المتكرر
المصدر: الإدارة الهندسية بالتجمع السكني بمدينتي النموذج H ٢٠١٨/٣

شكل (٥) الواجهة الشمالية والرئيسية
المصدر: الباحثون ٢٠١٨/٣

ب. معلومات عن الوضع الإنشائي الحالي للمبني[٢]

- الغلاف الخارجي للمبنى عبارة عن حائط واحد من الطوب بسمك ٠,٢٥سم والحوائط الداخلية بسمك ٠,١٢سم.
- المبني غير معزول من الخارج.
- يوجد عزل رطوبة بالطبقات الداخلية للدور الأرضي وعزل رطوبة وعزل حراري بطبقات السقف.
- بعض النوافذ والأبواب الزجاجية مظلله بواسطة ستائر خارجية للتحكم في الظلال والإضاءة.
- الفتحات الشمالية للمبني توفر الإضاءة نهارا كما تساعد في تهوية الغرف الشمالية أما الغرف الجنوبية لا تتمتع بالتهوية الطبيعية المناسبة للراحة الحرارية لذلك نقوم بتركيب كاسرات رياح لتوجيه الهواء للاتجاه الأفضل.

من خلال تحليل البيانات المقدمة في القسم السابق ومن خلال التحقق البصري على الطبيعة، فإنه يمكن تقييم أداء الطاقة في المبنى على أنه غير مناسب نظراً لما يلي:

١. المبنى معزول فقط بالعزل الحراري التقليدي على سطح الطابق العلوي.
٢. لا يوجد تظليل على كل النوافذ لمنع أشعة الشمس المباشرة من دخول المساحة الداخلية.
٣. زجاج النوافذ فردي كما ان النوافذ تسرب الحرارة، وبالتالي فإن كمية الطاقة الحرارية التي تنتقل من الخارج إلى الداخل كبيرة.

٢-١-٢. الهدف من إجراء الدراسة التطبيقية:

خفض استهلاك المبني من الطاقة باستخدام نظم برمجة الطاقة الشمسية بمساعدة برنامج المحاكاة DesignBuilder للوصول إلى مبني سلبي موفر للطاقة، بحيث يتم معالجة الكمية المتبقية من الطاقة التي يحتاجها باستخدام نظم الطاقة الشمسية النشطة.

٢-٢. المرحلة الثانية: مراجعة حسابات الطاقة وتقييم الأداء الحالي للمبني

٢-٢-١. التعرف على البيانات الخاصة بالطقس

تعد بيانات الطقس مهمة لأن تطبيق الطاقة المتجددة يعتمد على المناخ الخاص بالموقع، واستنادا إلى البيانات المأخوذة من أطلس الإشعاع الشمسي المصري جدول (١) متوسط القيم الشهرية للإشعاع الشمسي العالمي اليومي الذي يظهر أن أعلى قيم الشدة تكمن في أشهر الصيف، في حين أن أدنى القيم في أشهر الشتاء[٣].

الإشعاع اليومي Kwh/m^2/day	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
	٣,١٨	٤,٣٠	٥,٦٠	٦,٦٨	٧,٣٩	٨,٠١	٧,٩٣	٧,٣٦	٦,٣٤	٤,٩٣	٣,٧٣	٢,٩٦

جدول (١) الإشعاع الشمسي اليومي بالكيلو وات ساعة/م^2 على مدار العام بمصر
المصدر: Renewable Energy 23 (2001)

كما يجب أخذ بيانات استهلاك الطاقة في الاعتبار لأنها تؤثر تأثيراً مباشراً على كمية الطاقة التي يتم حفظها إما من خلال التحديث أو التي سيولدها نظام الطاقة المتجددة.

وفيما يلي يوضح جدول (٢) متوسط درجات الحرارة الخاصة بالتجمع السكني (مدينتي):

متوسط درجات الحرارة C^o	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
	١٢,٨	١٣,٨	١٦,٦	٢٠,٤	٢٤,٢	٢٦,٨	٢٧,٨	٢٧,٧	٢٥,٥	٢٣,٤	١٩,٢	١٤,٦

جدول (٢) المناخ الخاص بمنطقة التجمع السكني (مدينتي)
المصدر: https://ar.climate-data.org/location/4110/

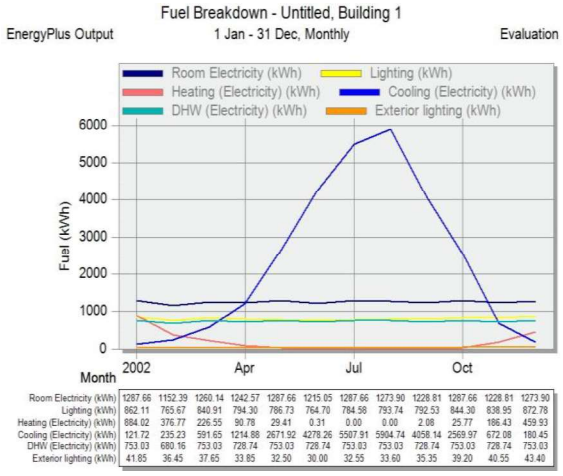
٢-٢-٢. تقييم الأداء الحالي للمبني

في هذا القسم نتعرف على كمية الطاقة المستهلكة في المبني في الوضع الحالي.

أ. محاكاة الوضع الحالي للمبني

يوضح الرسم البياني (٦) أن أقصي استهلاك للكهرباء بالمبني قد وصل إلى ٥٩٠٤,٧٤ كيلو وات في شهر يوليو وأغسطس من أجل التبريد فقط، وذلك نظراً لتسرب طاقة المبني الداخلية للخارج exfiltration، وفي هذه الحالة يتم حساب الكيلو وات الواحد ١,٤٥ جنيهاً مصرياً [٤] ولذلك تكون تكلفة الكهرباء الخاصة بالتبريد حوالي ٨٥٦١,٩٠ جنيها مصريا شهريا لكلتا الوحدتين بالإضافة إلى تكلفة احتياجات المبني من الكهرباء للأغراض الأخرى.

كما يوضح الرسم البياني (٧) أن أقصي استهلاك كلي للكهرباء في شهر أغسطس قد وصل إلى ٨٧٥٩,٠١ ك. و. س وبذلك تكون التكلفة الكليه لاستهلاك الكهرباء ١٢٧٠٠,٦٠جنيهاً مصرياً لكلتا الوحدتين أي ما يقرب من ٦٣٥٠ جنيهاً مصرياً في شهر أغسطس لكل وحدة، وهذا هو أعلي استهلاك شهري على مدار العام، حيث يختلف كل شهر في الاستهلاك حسب شدة الرطوبة وارتفاع درجات الحرارة.



رسم بياني (٦) محاكاة الوضع الحالي للاستهلاك الشهري حسب احتياجات المبني للإضاءة والتدفئة والتبريد

المصدر: برنامج المحاكاة DesignBuilder

رسم بياني (٧) محاكاة الوضع الحالي للاستهلاك الشهري الكلي للوقود

المصدر: برنامج المحاكاة DesignBuilder

٢-٣. المرحلة الثالثة: تحديد خيارات التعديل التحديثي باستخدام نظم الطاقة الشمسية

شكل (٨) خيارات التحديث باستخدام نظم الطاقة الشمسية

المصدر: الباحثون. ٢٠١٨

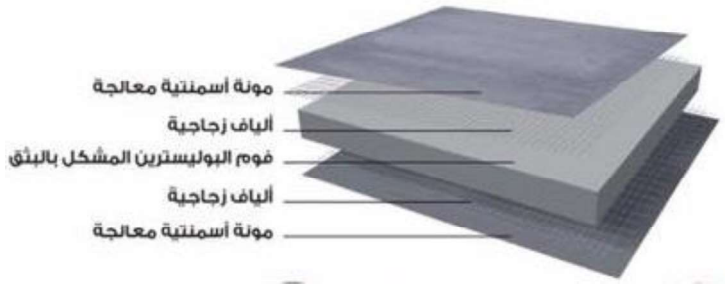
٢-٤. المرحلة الرابعة: تنفيذ خيارات تكنولوجيات التحديث المناسبة

٢-٤-١. إعادة تهيئة الغلاف الخارجي للمبني مع ذكر تكلفة المواد المستخدمة خلال عام ٢٠١٨

استنادا إلى تحليل بيانات أداء الطاقة في المبنى، يمكن اقتراح تكنولوجيات التحديث التي تعوض عن أوجه القصور في حالة المبنى الحالي على النحو التالي:

٢-٤-١-١. العزل

أ- عزل الحوائط الخارجية: يتم في هذه المرحلة استخدام ألواح المارموكس (Marmox board)، حيث تتناسب مع جميع أنواع التشطيبات وتأتي على شكل ألواح (٢٥٠×٦٠سم) وسمك يتراوح بين (١٠-٠,٤ سم)، كما يمكن تغطيتها بالطلاء أو ورق الحائط، يتم تثبيت الألواح باستخدام مونة أسمنتية، سعر ألواح المارموكس ٤سم ١٥٩,٥٤ جنيهاً مصرياً /م٢، أما السعر شامل النقل والتركيب يصل إلى ٤٠٠ جنيهاً مصرياً. [٥]



شكل (٩) شكل توضيحي لطبقات ألواح المارموكس

المصدر: CMB group "member of CMB group –products. Tilefoam -pdf. Retrieved march ,2018. from http://www.cmbegypt.com/cmbgroup/products/sound-and-thermal-insulation/

- **حساب التكلفة النهائية لعزل الحوائط الخارجية بالأسعار المتداولة خلال شهر إبريل لعام ٢٠١٨**

مساحة الواجهة الصافية التي سيتم عزلها = ٣٩٥م٢، سعر المتر المكعب تقريبا =٩٢,٥ جنيه مصري/م٣
إجمالي تكلفة عزل الواجهات = ٣٩٥×١٠٦,٣٦ = ٤٢٠١٢,٢جنيهاً مصرياً هذا السعر غير شامل النقل والتركيب.[٦]

ب- عزل الحوائط الخارجية من الداخل: يتم عزلها أيضا باستخدام ألواح المارموكس
التكلفة الإجمالية =٥١٣,٢٨ ×٩٢,٥= ٤٧,٤٧٨,٤جنيها مصري غير شامل النقل والتركيب

ج- عزل السطح والدور الأرضي: يتم عزلها باستخدام بلاطة الفوم الحراري لأنه سهل التكيف مع الوضع الحالي للمبني ويمكن وضعه على بلاط السطح بالإضافة إلى انه خفيف الوزن وسهل التركيب.
التكلفة: مساحة سطح المبني =٢٧٠ م٢، سعر المتر لسمك ٣ سم = ١٤٨ جنيهاً مصرياً /م٢.[٧]
بإضافة تكلفة عزل الدور الأرضي يكون إجمالي عزل الأسقف= ٧٩٩٢٠ جنيهاً مصرياً.

٢-٤-١-٢. نوع زجاج النوافذ

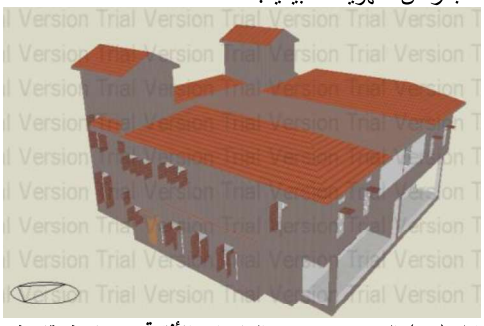
تم استبدال النوافذ بالنوافذ ذات إطار من ألبلي في سي pvc مع زجاج مزدوج عاكس لأشعة الشمس لونه بيج، وقد تم حساب المساحة الإجمالية لزجاج الوحدتين ٨٤ متر مربع، واستنادا إلى البحث الميداني، فإن سعر المتر المربع من النافذة المذكورة سابقا يتراوح بين ١٥٠٠-١٦٠٠ جنيهاً مصرياً.[٨]
السعر الإجمالي للزجاج المعدل بأسعار شهر إبريل عام ٢٠١٨= ٨٤×١٦٠٠=١٣٤٤٠٠جنيهاً مصرياً.

٢-٤-١-٣. التهوية الطبيعية

تم فتح نافذه في الغرفة الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية مع عمل كاسرات رياح، كما تم عمل فتحات علوية جنوبا لتسهيل حركة الهواء داخل المبني.

٢-٤-١-٤. تظليل النوافذ

يجب أن تكون النوافذ المطلة على الواجهة الغربية صغيرة ومظللة، لأن شمس الصيف تنخفض بحد كبير في الاتجاه الغربي، ولذا يتم تركيب كاسرات رأسية ثابتة على النوافذ الغربية والشرقية وكاسرات أفقية على الجنوبية،[٩] علاوة على دمج كاسرات رياح رأسية بجانب نافذة الغرفة الجنوبية الغربية، والجنوبية الشرقية لتوجيه الهواء القادم من الشمال نحو الغرفة بغرض التهوية الطبيعية.



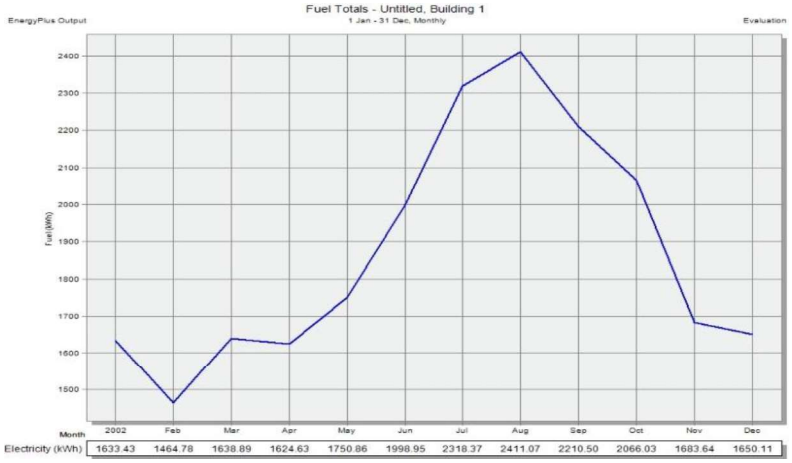
شكل (١٠) المبني بعد وضع الكاسرات الأفقية جنوبا وشرقا وغربا

المصدر : برنامج المحاكاة DesignBuilder

٢-٥. المرحلة الخامسة: التحقق من وفر الطاقة والاستهلاك العام للمبني بعد عملية التحديث عن طريق برنامج المحاكاة (DesignBuilder) ثم تركيب الألواح الكهروضوئية على سطح المبني للوصول إلى مبني يعتمد كلياً على الطاقة الشمسية.

٢-٥-١. محاكاة وضع المبني بعد تنفيذ خيارات تكنولوجيات التحديث

من نتائج برنامج المحاكاة وجد أن الاستهلاك الكلي للكهرباء في شهر أغسطس تغير بنسبة كبيرة حيث كان قبل تنفيذ خيارات تكنولوجيات التحديث بالمبني ٨٧٥٩,٠١ ك. و. س وأصبح ٢٤١١,٠٧ ك. و. س بعد التعديل كما يوضح الرسم البياني (١١)، ومن خلال هذه النتائج يتم حساب احتياجات المبني للخلايا الضوئية وتركيبها على سطح المبني.



شكل (١١) إجمالي استهلاك المبني الشهري للكهرباء

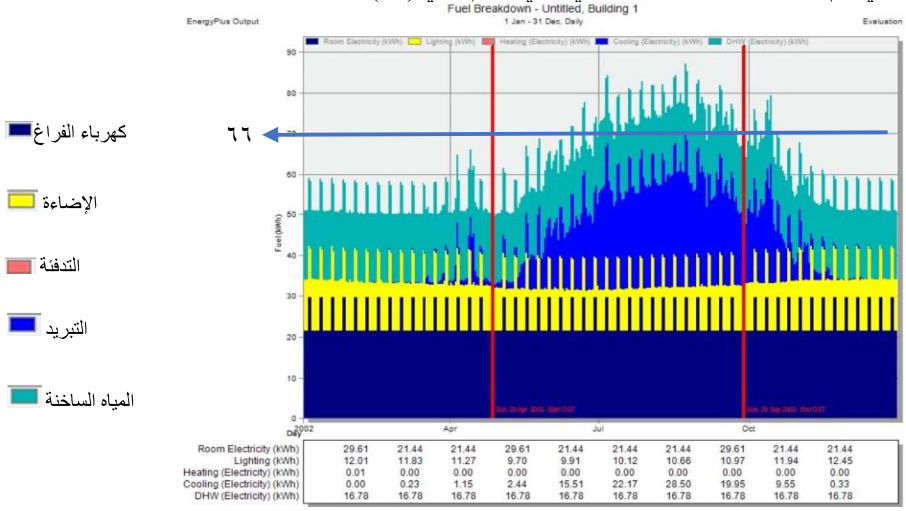
المصدر: برنامج المحاكاة DesignBuilder

٢-٥-٢. تركيب الألواح الكهروضوئية على سطح المبني

هذه المرحلة تعتبر آخر مرحله للوصول لمبني يعتمد كليا على الطاقة المتجددة بعد البحث والتواصل مع مجموعه من الشركات الخاصة بالطاقة الشمسية بمصر تم التوصل إلى أفضل الأنواع ومن أمثلة هذه الشركات شركة كايو سولار (Cairo Solar-Egypt) وشركة شمس مصر للطاقة الشمسية، وبالتواصل مع المهندس المسؤول عن تركيب الألواح الكهروضوئية، أكد أن الألواح أحادية الكريستالات هي أفضل أنواع الألواح نظرا لأنها أقل تكلفة علاوة على الجودة والكفاءة العالية في الاستخدام، ومن أجل توفير المياه الساخنة بالمبني تم استخدام سخان شمسي بسعة ١٠٠ لتر.

٢-٥-٢-١. حساب الألواح الكهروضوئية تبعا لنتائج برنامج المحاكاة DesignBuilder

تم حساب الألواح الكهروضوئية بعد خصم كمية الكهرباء المستهلكة من أجل تسخين المياه حيث يتم تركيب سخان شمسي لتسخين المياه وبذلك يصبح استهلاك الكهرباء الصافي يعادل ٦٦ ك.و.س في يوم ٢٨ يوليو بعد التعديل إلى مبني سلبي، رسم بياني (١٢).



رسم بياني (١٢). الاستهلاك الكلي للكهرباء يوميا داخل الوحدتين

المصدر: برنامج المحاكاة DesignBuilder

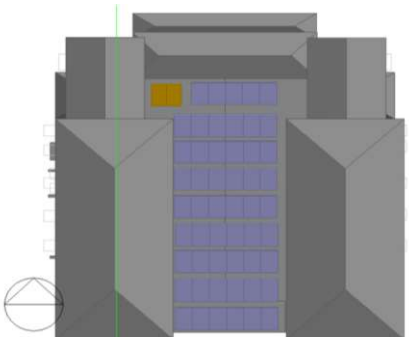
بعد الدراسة نجد أن: عدد الألواح المستخدمة لتغطية هذا الاحتياج يعادل ٥٣ خلية شمسية، سعر الخلية الواحدة ٥٠٠٠ جنيها مصرياً وهو سعر الالواح شهر يونيو عام ٢٠١٨ [١٠].

التكلفة الإجمالية ٥٣ خلية شمسية × ٥٠٠٠ جنيهاً مصرياً = ٢٦٥ ألف جنيهاً مصرياً، وبإضافة عدد اثنين سخان شمسي لكلتا الوحدتين حيث أن سعر السخان الشمسي الواحد ٦٥٠٠ جنيهاً مصرياً لسعة ١٠٠ لتر تكون التكلفة الكلية ٢٧٨٠٠٠ جنيهاً مصرياً [١١].

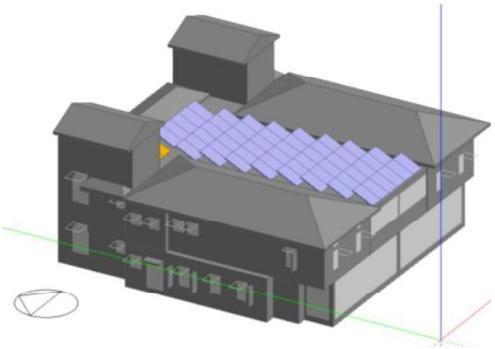
٢-٥-٣. حساب التكلفة الإجمالية خلال عام ٢٠١٨ لدمج نظم الطاقة الشمسية فى المبني

العنصر	المساحة (م٢)	سعر الوحدة ج.م/م٢	سعر التركيب ج.م/م٢	الوصف	السعر الكلي
النوافذ والأبواب الزجاجية	٨٤	١٦٠٠	-----	نوافذ وأبواب UPVC	١٣٤٤٠٠
عزل الحوائط الخارجية	٣٩٥	٩٢,٥	٣٠	ماروكس ٤ سم	٤٨٣٨٧,٥
عزل الحوائط الخارجية من الداخل	٥١٣,٢٨	٨٣,١٤	٣٠	ماروكس ٢سم	٥٨٠٧٢,٥
عزل السطح	٢٧٠	١٤٨	٢٠	تايل فوم ٣سم	٤٥٣٦٠
عزل الدور الأرضي	٢٧٠	١٤٨	٢٠	تايل فوم ٣سم	٤٥٣٦٠
التكلفة الإجمالية لتكنولوجيات التحديث في الوحدتين السكنيتين خلال عام ٢٠١٨					٣٣١٥٨٠
تكلفة دمج الألواح الشمسية					٢٧٨٠٠٠
الإجمالي					٦٠٩٥٨٠
التكلفة الإجمالية التقديرية لعام ٢٠١٨ للوحدة الواحدة					٣٠٤٧٩٠

جدول (٣) التكلفة الإجمالية التقديرية لعام ٢٠١٨ لدمج نظم الطاقة الشمسية في المبني السكني مع إمكانية تغيرها حسب العرض والطلب والسوق
المصدر: الباحثون ٢٠١٨



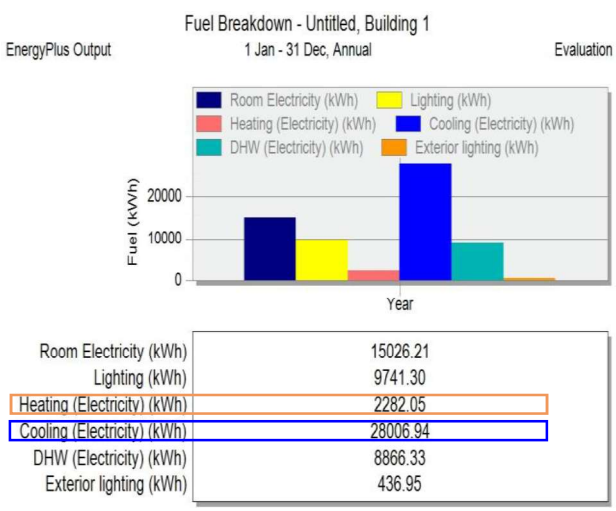
شكل (١٣) مسقط أفقي للوحدة السكنية يوضح موقع وشكل وتوجيه الخلايا الكهروضوئية
المصدر: برنامج المحاكاة Design builder



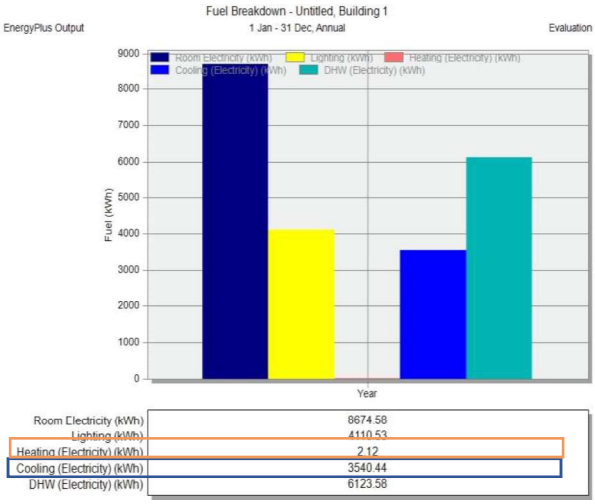
شكل (١٤) منظور للوحدة السكنية بعد تركيب الخلايا
المصدر: برنامج المحاكاة Design builder

٣. تحليل نتائج الدراسة التطبيقية ببرنامج المحاكاة
بعد ضبط وتعديل مواد وطبقات العزل الحراري ونظم الطاقة السلبية للمبني انخفض استهلاك الطاقة السنوي بنسبة ٦٥,١% للمبني بالكامل.

٤. مقارنة بين نتائج برنامج المحاكاة (DesignBuilder) قبل وبعد تنفيذ تكنولوجيات التحديث
من خلال الرسم البياني (١٥)، (١٦) نلاحظ أن الطلب على التبريد (cooling electricity) تغير من ٢٨٠٠٦,٣٣ ك. و. س إلي ٣٥٤٠,٤٤ ك. و. س في السنة وهو فرق كبير جداً، كما أن الطلب على التدفئة (heating electricity) يكاد أن ينعدم حيث أصبح ٢,١٢ ك. و. س في السنة.



رسم بياني (١٦) محاكاة المبني قبل التحديث
المصدر: برنامج المحاكاة Design Builder



رسم بياني (١٥) محاكاة المبني بعد التحديث
المصدر: برنامج المحاكاة Design Builder

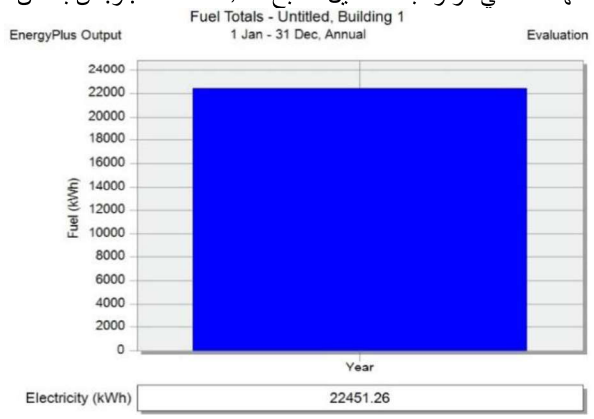
أ. حساب الاستهلاك السنوي للكهرباء للوحدة السكنية قبل وبعد دمج نظم الطاقة الشمسية بالمبني

الاستهلاك الكلي للوقود قبل تعديل المبني ٦٤٣٥٩,٧٩ ك. و. س، بحساب تكلفة هذا الاستهلاك أيضا بالتسعيرة المصرية ١,٤٥ جنيهاً مصرياً[١٢] للكيلو وات الواحد نجد أن ٦٤٣٥٩,٧٩ × ١,٤٥ =٩٣٣٢١,٧ جنيهاً مصرياً لكلتا الوحدتين السكنيتين وبالرجوع إلى الفواتير الخاصة بعداد الكهرباء نجد أنها مقاربه تقريباً حيث أنها تصل إلى ٥٠٠٠ جنيهاً مصرياً في شهر أغسطس للوحدة الواحدة.

بمقارنة التكلفة الإجمالية لدمج نظم الطاقة الشمسية في المبني بأكمله (٦٠٩٥٨٠ جنيهاً مصرياً) مقابل التكلفه التي يتم انفاقها نظير الاستهلاك الكهربائى خلال ستة سنوات ونصف نجدها متساويه تقريباً، وهذا يعني أن بعد ستة سنوات ونصف تقريباً تكون الكهرباء الخاصة بالمبني مجاناً بالإضافة إلى أنها طاقة نظيفة ومتجددة.

٥. تحليل النتائج

- يؤدي استخدام العزل الحراري الأمثل لتغيرات مهمة في استهلاك الطاقة كما يحسن من اقتصاديات الاستهلاك بنسبة مهمه وصلت في الحالة الدراسية إلى ٦٥,١ %، حيث أصبح إجمالي الاستهلاك بعد التعديل ٣٤,٩ % من إجمالي الاستهلاك قبل تعديل المبني كما يوضح الرسم البياني (١٧)، (١٨) أن الاستهلاك الكلي للوقود بعد التعديل أصبح ٢٢٤٥١,٢٦ ك. و. س بعد أن كان ٦٤٣٥٩,٧٩ ك. و. س.



رسم بياني (١٧) الاستهلاك السنوي للوقود بعد تعديل المبني السكني

المصدر: برنامج المحاكاة Design builder

رسم بياني (١٨) الاستهلاك السنوي للوقود قبل تعديل المبني السكني

المصدر: برنامج المحاكاة Design builder

- بعد أن تم الوصول إلي اقل استهلاك ممكن من الوقود باستخدام العزل الحراري تم تركيب الخلايا الشمسية والتي قامت بدورها بالقضاء على حاجة المبني للوقود وجعلت المبني بالكامل يعتمد على طاقة نظيفة متجدده أمنه وذات مظهر جمالي معماري حيث يتم الاستفادة منها بعد ستة سنوات ونصف مجاناً.
- بذلك تم الوصول إلى أفضل أساليب دمج نظم الطاقة الشمسية السلبية والنشطة في المباني السكنية القائمة تمهيداً لتطبيق معايير التقييم البيئي "الهرم الأخضر"[١] الذي يتم الترتيب للعمل به في مصر.

٦. أهمية تعظيم الاستفادة من مصادر الطاقة من خلال رؤية مصر ٢٠٣٠

يتناول المحور الثاني (الطاقة) من البعد الاقتصادي برؤية مصر ٢٠٣٠ أنه "بحلول عام ٢٠٣٠ يصبح قطاع الطاقة قادراً على تلبية كافة متطلبات التنمية الوطنية المستدامة من موارد الطاقة وتعظيم الاستفادة الكفؤة من مصادرها المتنوعة (تقليدية ومتجدّدة) بما يؤدي إلى المساهمة الفعالة في تعزيز النمو الاقتصادي والتنافسية الوطنية والعدالة الاجتماعية والحفاظ على البيئة مع تحقيق ريادة في مجالات الطاقة المتجدّدة والإدارة الرشيدة المستدامة للموارد، ويتميّز بالقدرة على الابتكار والتنبؤ والتأقلم مع المتغيرات المحلية والإقليمية والدولية في مجال الطاقة وذلك في إطار مواكبة تحقيق الأهداف الدولية للتنمية المستدامة."[١٣]

٧. أهم الموجهات التصميمية التي يجب مراعاتها في المباني السكنية المستقبلية

إن إدراج نظم الطاقة الشمسية السلبية في مرحلة التصميم هو الطريقة الأكثر فعالية من حيث التكلفة لتحقيق الأداء الحراري الجيد، ففي مرحلة التصميم يمكن اتباع بعض المبادئ البسيطة لتحسين الأداء الحراري للمباني السكنية المستقبلية كما يلي[١٤]:

- التصميم المناخي الجيد لتحقيق الراحة الحرارية.
- التهوية عن طريق التقاط نسائم التبريد والاستفادة من تدفق الهواء الطبيعي لتبريد المنزل.
- تحديد موقع وحجم النوافذ وتظليلها للاستفادة بأشعة الشمس عندما تكون درجة الحرارة منخفضة والوقاية منها في حالات ارتفاع درجات الحرارة.
- استخدام الكتلة الحرارية لتخزين حرارة الشمس وتوفير الدفء ليلا في الظروف الباردة.
- عند تصميم المبني يراعي تحديد مناطق المرافق (مغاسل والحمامات والمرائب) في الجنوب أو الغرب حيثما كان ذلك ممكنا.
- عند تصميم المبني يراعي تجنب وضع عوائق مثل المرائب أو المظلات على الاتجاه الشمالي.
- يراعي تظليل المبني للحد من زيادة الحرارة الغير مرغوب فيها وزراعة أشجار الظل النباتية في المواقع المناسبة لقمع النسائم الباردة وتصفية الرياح القاسية.
- زراعة النباتات التي توفر الظل في فصل الصيف وتقليمها للسماح لأشعة الشمس في فصل الشتاء.
- يراعي عزل المبني ليكون بمثابة عائق لتدفق الحرارة، وذلك لإبطاء مرور الحرارة من خلال مغلف المبني.

يمكن أن يكون تنفيذ مبادئ التصميم الشمسي السلبي أكثر تحديدا في بعض المواقع .على سبيل المثال، قد يتم حظر الشمس في فصل الشتاء من قبل المباني المجاورة، أو قد يكون توجيه المبني إلى الجنوب أو الغرب، مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى إدراج النوافذ مع ضعف التوجيه، في هذه الحالات يتم تحديد عناصر الزجاج مع تحسين الأداء الحراري للتعويض عن جوانب تصميم المبنى التي تضر أدائها الحراري.

[١] الهرم الأخضر هو نظام من شأنه تشجيع قطاع التشييد والبناء على استخدام الأساليب الحديثة في توسيع المساحات الخضراء، لما لها من فوائد اقتصادية ومهنية وبيئية.

٨. التوصيات

- يوصي البحث بالمزيد من الدراسات العالمية نحو خفض التكلفة الأولية للنظم الكهروضوئية من الألواح الشمسية حيث إنها تمثل عقبة نحو تعميم تطبيقها على المشروعات السكنية، ويمكن في هذا الإطار تعظيم المكون المحلي من النظم الكهروضوئية حتى تقلل الاعتماد على الاستيراد مما يؤدي إلى ضبط أسعار تلك النظم وبالتالي تشجيع الشرائح المستخدمة للإسكان على استخدامها.
- كما توصي الدراسة بالتأكيد على أهمية النظم السلبية للطاقة الشمسية عند دمجها بالنظم النشطة مع الاستفادة من نظام الهرم الأخضر لتقييم المنشآت المستدامة، الذي يعتبر أول نظام لتقييم البناء الأخضر بمصر، حيث يؤدي هذا البرنامج إلي تحسين كفاءة الطاقة بالمباني تحقيقاً لرؤية مصر ٢٠٣٠ لاستراتيجيات التنمية المستدامة.
- ويمكن للمجتمعات العمرانية الجديدة أن تستفيد من نتائج الدراسة بالتطبيق على تصميم الطاقة في مباني الإسكان منذ وضع المشروعات الابتدائية بحيث يصبح دمج الطاقة الشمسية السلبية والنشطة هدفاً من أهداف صياغة تلك المشروعات من البداية وحتى التطبيق شاملاً مراحل التشغيل والصيانة.

---

[1] Zhenjun Ma, Paul Cooper, Daniel Daly, Laia Ledo,2012. Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art, Energy and Buildings. pp. 889,902.

[٢] إدارة التعديلات الهندسية بمشروع مدينتي شهر إبريل ٢٠١٨

[3] M.A. Mosalam Shaltout, A.H. Hassan, A.M. Fathy, (2001). Renewable Energy 23: Total suspended particles and solar radiation over Cairo and Aswan. pp. 605,619.

[٤] من تحديث التعريفة المقررة من وزارة الكهرباء والطاقة لشهر سبتمبر ٢٠١٨

[5] CMB- Marmox ® construction boards. Retrieved April 10, 2018, company site http://www.cmbegypt.com/cmbgroup/products/construction-boards/marmox-board/ .

[٦] الباحثون – بتاريخ ٢٠١٨/٣

[7] CMB group "member of CMB group –products. Tilefoam -pdf. Retrieved march ,2018. from http://www.cmbegypt.com/cmbgroup/products/sound-and-thermal-insulation/

[8] Egypt pvc window & Door systems company, 2018. date 9/4/2018.

[9] *Kabre, C.* (2018). Sustainable Building Design [free summery]. Springer Nature Singapore Pte Ltd,2018. pp. 49,102

[10]Engineer Emad Elkhwaga, (2018). Cairo solar- Egypt.16/6/2018.

[١١] الباحثون. بتاريخ ٢٠١٨/٦

[١٢] من تحديث التعريفة المقررة من وزارة الكهرباء والطاقة لشهر سبتمبر ٢٠١٨

[١٣] رئاسة مجلس الوزراء(محررون)،٢٠١٥. مصر ٢٠٣٠ (ملخص pdf). تم الاطلاع عليه بتاريخ ٢٠١٨/١٢/٧.
http://www.cabinet.gov.eg/Arabic/GovernmentStrategy/Pages/Egypt'sVision2030.aspx

[14]Yao, R. (Ed) (2013). Design and Management of Sustainable Built Environments: Springer- Verlag London, 2013. pp. 179,202.