# The Use of Building Information Modeling (BIM) by Studying Building Orientation in Design to Reach more Sustainable Buildings

**Dr. Jamal Omran***
**Moustafa Wassouf****

**(Received 11 / 10 / 2022. Accepted 15 / 11 / 2022)**

## □ ABSTRACT □

Energy is one of the most important issues that attract the attention of the whole world, although interest in it is still very limited. This, in turn, is reflected in the increase in energy consumption. This increase comes primarily in residential and industrial buildings by opening windows and doors. The walls of buildings with poor insulation also cause energy loss, so the process of evaluating the efficiency and quality of internal spaces is an important step from which the process of developing these spaces and upgrading them to reach sustainable models in terms of environmental, economic and social terms.

The research aims to study the distribution modes of residential exchanges and their reflection on energy for a residential suburb consisting of twenty blocks in Tartous Governorate, through the development of a software tool using the Dynamo, which is one of the methods of visual programming, which is one of the latest tools currently used in BIM technology with the use of the Python programming language This tool studies the formed shadows and their effect on the neighboring buildings every hour of the year in order to know the area of the facades that are exposed to the lovely winter sun, which in turn improves the thermal comfort of users, in addition to studying the heating and air conditioning loads for the current situation of orientation and comparing them with the loads after guiding the building at different angles In order to reduce consumption and benefit from solar radiation sources by Revit, which is classified among the most important BIM software, in addition to proposing a tool to achieve the building envelope at the design stage, since most of the energy leaking that increases the heat load is due to the external walls, floors adjacent to the soil, ceilings and windows in order to achieve the design requirements of the Syrian thermal insulation code using Dynamo and the Python language in order to reach sustainable, energy-saving buildings that benefit from sunlight and reduce the consumption of fossil energy.

**Keywords:** Building Information Modeling, Visual Programming, Building Orientation, Design Phase, Sustainability.

***Associate Professor, Department of Construction Management, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria , E-mail: j-omran@tishreen.edu.sy**
****Postgraduate Student (Master), Department of Construction Management, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria , E-mail: mosstafa11@gmail.com**

# استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) بدراسة توجه المبنى في التصميم للوصول الى مباني أكثر استدامة

**د. جمال عمران***

**مصطفى وسوف****

**(تاريخ الإيداع 11 / 10 / 2022. قُبِل للنشر في 15/ 11 / 2022)**

## □ ملخّص □

تعد الطاقة من أهم القضايا التي تستقطب اهتمام العالم أجمع، رغم أن الاهتمام بها لا يزال محدودا للغاية، وينعكس هذا بدوره على الزيادة في استهلاك الطاقة وتأتي هذه الزيادة بالدرجة الاولى في المباني السكنية منها والصناعية عن طريق فتحات النوافذ والأبواب. كما أن جدران المباني ذات العزل الضعيف تتسبب هي الأخرى في ضياع الطاقة لذلك تعتبر عملية تقييم كفاءة وجودة الفراغات الداخلية خطوة هامة تنطلق منها عملية تطوير هذه الفراغات والارتقاء بها للوصول الى النماذج المستدامة من الناحية البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

يهدف البحث الى دراسة أنماط توزيع المقاسم السكنية وانعكاسها على الطاقة لضاحية سكنية مؤلفة من عشرين كتلة في محافظة طرطوس وذلك من خلال تطوير أداة برمجية بواسطة الـ Dynamo الذي يعد احد طرق البرمجة البصرية (Visual Programming) المستخدمة في تكنولوجيا (BIM) مع استخدام لغة البرمجة (Python) وتدرس هذه الاداة الظلال المتشكلة وتأثيرها على المباني المجاورة في كل ساعة من أيام السنة وذلك لمعرفة مساحة الواجهات التي تتعرض لأشعة شمس الشتاء المحببة والتي بدورها تحسن من الراحة الحرارية للمستخدمين بالإضافة الى دراسة احمال التدفئة والتكييف للوضع الراهن للتوجه مع مقارنتها بالأحمال بعد توجيه المبنى بزوايا مختلفة وذلك للتقليل من الاستهلاك والاستفادة من مصادر الاشعاع الشمسي وذلك بواسطة الـ Revit حيث اسهم إعادة توجيه المبنى في خفض الحمل الحراري الكلي السنوي بنسبه تزيد عن 20% بالإضافة الى اقتراح أداة لتحقيق غلاف المبنى في مرحلة التصميم كون معظم الطاقة المتسربة والتي ترفع من الحمل الحراري تكون بسبب الجدران الخارجية والارضيات الملاصقة للتربة والاسقف والنوافذ بهدف تحقيق المتطلبات التصميمية لكود العزل الحراري السوري والوصول الى مباني مستدامة موفرة للطاقة تستفيد من أشعة الشمس وتقلل من استهلاك الطاقة الاحفورية.

**الكلمات المفتاحية:** نمذجة معلومات البناء، النمذجة البصرية، توجه المبنى، مرحلة التصميم، الاستدامة.

* **أستاذ مساعد – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

**E-mail: j-omran@tishreen.edu.sy**

** **طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

**E-mail: mosstafa11@gmail.com**

## مقدمة:

يوفر تعديل المباني الحالية فرصًا كبيرة لتقليل استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون لأن المباني تستهلك أكبر قدر من الطاقة. وتعتبر منهجية البحث التي تعتمد على تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) إحدى التقنيات الحديثة لإعادة تجهيز المباني لتحقيق أبنية منخفضة الطاقة وتقليل التأثير البيئي[1].

يتم تعريف اتجاه البناء في التصميم المستدام على أنه الطريقة التي يتم بها وضع المبنى على موقعه بالنسبة لمسار الشمس ويمكن أن يكون لكيفية تعامل المبنى مع الشمس وكيفية تحديد فتحات الزجاج تأثير كبير على كفاءة استخدام الطاقة في أنظمة المبنى وراحة الساكنين. نظرًا لأن التوجيه الصحيح يعد المبنى لتحسين الاستراتيجيات السلبية القائمة على الطاقة الشمسية وأحيانًا القائمة على الرياح، فإنه يخلق بشكل طبيعي حلول طاقة أقل للإضاءة والتدفئة والتبريد[2].

إن أهم المبادئ الأساسية للمباني المستدامة تتمثل في القدرة على التكيف مع المناخ والحد من استهلاك الطاقة والحفاظ عليها، فالمبنى السليم يجب أن يصمم ويشيد بأسلوب يتم فيه تقليل الاعتماد على الوقود وغيره من مصادر الطاقة المستنفذة والملوثة للبيئة. فهذا المبنى يعتمد على المصادر الطبيعية المتجددة بشكل كبير خاصة الشمس، وفي نفس الوقت يحقق الهدف من انشائه وهو حماية الانسان من ظروف المناخ وتقلباته وكذلك محاولة ايجاد بيئة داخلية توفر له الارتياح وتجدر الإشارة الى ان نمذجة معلومات البناء (BIM) لديها القدرة على مساعدة المصممين على تقييم بدائل التصميم المختلفة واختيار استراتيجيات وأنظمة الطاقة الحيوية في مرحلة التصميم للمشروعات المقترحة[3]. وأن ربط أداة تحليل الطاقة بنموذج BIM يساعد على تسريع عملية تحليل الطاقة، وتقديم نتائج أكثر تفصيلاً ودقة، فضلاً عن توفير مباني موفرة للطاقة[4].

**يحاول هذا البحث تسليط الضوء على موضوع توفر تكاليف استهلاك الطاقة في مشاريع التشييد خلال مرحلة التصميم وذلك ضمن بيئة الـBIM بهدف الوصول الى مباني مستدامة موفرة للطاقة تستفيد من أشعة الشمس وتقلل من استهلاك الطاقة الاحفورية.**

### 1. الدراسات السابقة:

قام العديد من الباحثين بدراسة آثار استخدام الـBIM في فحص أداء المشروع من حيث الاستدامة وبعض الأبحاث ركزت على دراسة قابلية نمذجة معلومات البناء BIM لدعم فريق التصميم باتخاذ القرارات التصميمية الصحيحة في وقت مبكر من مرحلة التصميم وتوفير نموذجا لألية عمل لدمج محاكاة أداء المباني للطاقة في مرحلة التصميم[5] بالإضافة الى تحليل الارتباط للعوامل المؤثرة في الطلب على طاقة التبريد في الوحدات السكنية وغالبًا ما يكون استخدام الطاقة للتدفئة والتهوية والتكييف هو المساهم الرئيسي في الطلب التشغيلي على الطاقة والذي يتراوح بين 50–70٪ في معظم البلدان المتقدمة[6].

قامت بعض الأبحاث بإجراء تحليل الطاقة للمباني السكنية والمرافق المختلفة في نهاية مرحلة التصميم، وبمجرد اختيار مكونات البناء وعناصره من توجه المبنى وشكله وارتفاعه ونوع الجدران وسماكتها ونوع الزجاج وسماكة الاسقف والارضيات ومع ذلك، فإن تحليل استهلاك الطاقة لهذه المكونات في مرحلة التصميم المفاهيمي مفيد للغاية للمصممين لاتخاذ القرارات المتعلقة باختيار البديل التصميمي الأنسب الذي سيؤدي إلى بناء موفر للطاقة [3]. ودلت الأبحاث أن للقرارات التصميمية تأثير كبير على استهلاك الطاقة في المباني السكنية، حيث اظهرت النتائج انخفاض ملحوظ في الطاقة المستهلكة نتيجة تغيير توجه المبنى، ومساحة النوافذ واضافة طبقات العزل للجدران الخارجية. كما أوضحت النتائج أن اختراق أشعة الشمس المباشرة للفراغات هو المصدر الرئيسي للحرارة والمسؤول الأول عن ارتفاع استهلاك

الطاقة في هذا القطاع من المباني. وأظهرت أن هذا المصدر مسؤول عن 55% من استهلاك الطاقة متبوعا بعملية التوصيل الحراري من خلال مواد الغلاف الخارجي للمبنى[7] .

**وبعد الاطلاع على نتائج الدراسات السابقة يقوم البحث بتوطين تقنية عالمية ويبين الميزات القوية للـBIM في مجال تحليل طاقة المبنى ودراسة تأثير تغيير أنماط توزيع المقاسم وطرق تجميع المباني و اتجاهها على تكاليف استهلاك الطاقة الكلية.**

## أهمية البحث وأهدافه:

### أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في تكوين قاعدة معرفية لتقييم تصاميم الأبنية وذلك باستخدام أدوات نمذجة معلومات البناء بشكل (BIM) عام وبرنامج Autodesk Revit و البرمجة البصرية Visual Programming بشكل خاص من خلال تقديم أدوات برمجية تساعد على التنبؤ بالأداء الحراري وتسهم في تحقيق تصميم نوعي مستدام.

إن اقبالنا إلى مرحلة إعادة الإعمار سيضع على عاتقنا إنجاز هذه العملية بأسرع وقت ممكن مع ضرورة توفير منهجية جديدة نسعى من خلالها لتخفيض التكاليف المالية لاستهلاك الطاقة والناجمة عن التصاميم الغير المدروس حراريا.

### أهداف البحث:

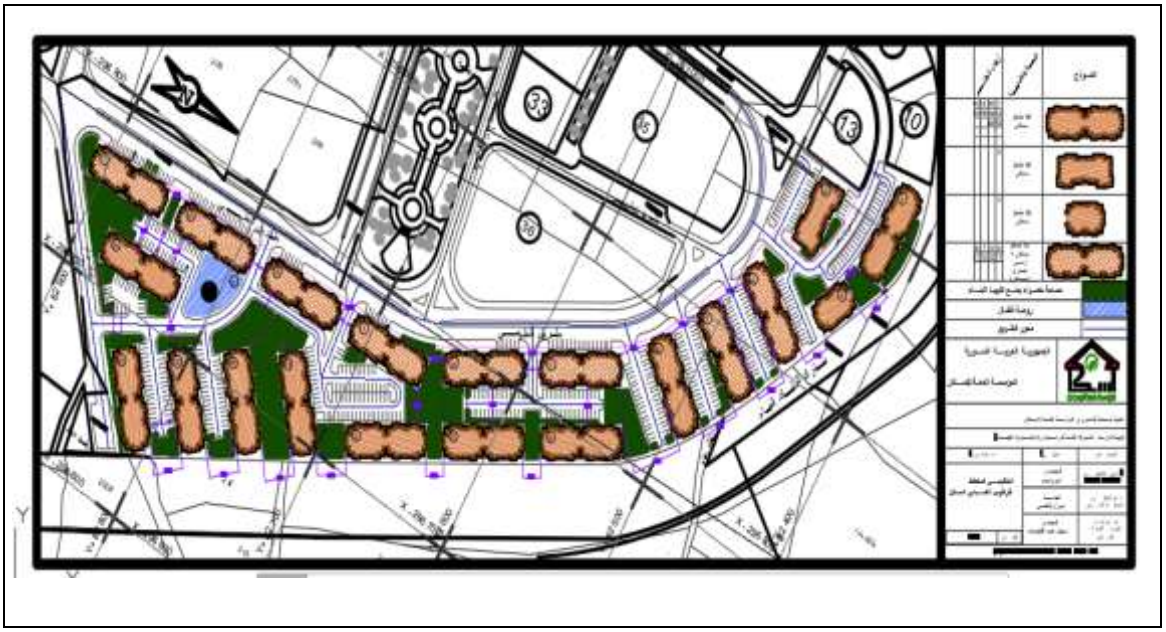
- تسليط الضوء على أهمية دراسة توجه المبنى وتأثير تدويره عدة درجات على تكاليف استهلاك الطاقة السنوية بالإضافة الى دراسة بدائل الطاقة في مرحلة التصميم مثل إضافة العزل لغلاف المبنى بهدف الوصول الى اقل استهلاك ممكن للطاقة.
- اقتراح النماذج التي تسمح بإدارة وتحليل الطاقة ضمن بيئة ال BIM. من خلال تسليط الضوء على Dynamo الذي يعد أحد طرق البرمجة البصرية Visual Programming والتي تعتبر من أحدث الأدوات المستخدمة حاليا في تكنولوجيا BIMالتي تؤمن إدارة فعالة للمنشآت في مرحلة التصميم.
- استكشاف تدفق معلومات التصميم ضمن بيئة BIMالتعاونية واقتراح طريقة لإدارة عملية التصميم بالشكل الذي يقلل من تكاليف الطاقة التي تصرف سنويا على أجهزة التدفئة والتكييف.
- العمل على تصميم أداة إضافية بواسطة الـDynamo واستخدامها ضمن برنامج الـRevit لتسهيل وتسريع عملية التنبؤ بالراحة الحرارية من خلال دراسة الظلال وتأثيرها على المباني المجاورة وبالتالي الاستفادة المثلى من الاشعاع الشمسي.
- اقتراح أداة إضافية بواسطة الـDynamo ولغة Python لتحقيق مغلف المبنى للمتطلبات التصميمية لكود العزل الحراري السوري بهدف الوصول الى مباني مستدامة موفرة للطاقة تستفيد من أشعة الشمس وتقلل من استهلاك الطاقة الاحفورية.

## طرائق البحث ومواده:

### 1. جمع بيانات البحث:

تم جمع كافة البيانات والمخططات اللازمة للدراسة من مشروع الضاحية السكنية (عقدة الشيخ سعد) المؤلفة من عشرين مبنى، الواقعة في محافظة طرطوس ويتألف كل مبنى من طابق ارضي وست عشر طابق متكرر يبلغ الارتفاع الكلي (55.7m) تبلغ المساحة الطابقية ($745\ m^2$) كل طابق يتألف من ثمانية شقق بمساحة طابقية للشقة الواحدة ($70\ m^2$) وفيما يلي مسقط الموقع العام للضاحية السكنية المدروسة:

**الشكل (1) وصف الموقع العام مع توضع الكتل (المخطط التنظيمي)**



### 2. تحليل البيانات:

**تم استخدام أدوات الدراسة وهي:**

- ✓ برنامج Autodesk Revit 2020: أداة تطبيق الـBIM يساعد على النمذجة ثلاثية الابعاد3D و محاكاة نموذج الطاقة Building Energy Modeling (BEM) بالإضافة الى حساب الاحمال الحرارية الخاصة بالتدفئة والتكييف.
- ✓ برنامج Autodesk Dynamo 2020: أداة للنمذجة البصرية Visual Programming والمدمجة ضمن برنامج الـ Revit والتي تم الاستعانة بها لتسهيل عملية تحليل الطاقة كون معظم برامج التحليل محظورة عند استخدامها في المشاريع الواقعة في سوريا.
- ✓ لغة Python : وهي لغة برمجية تم الاستعانة بها في النمذجة البصرية كونها تتوافق من الـDynamo

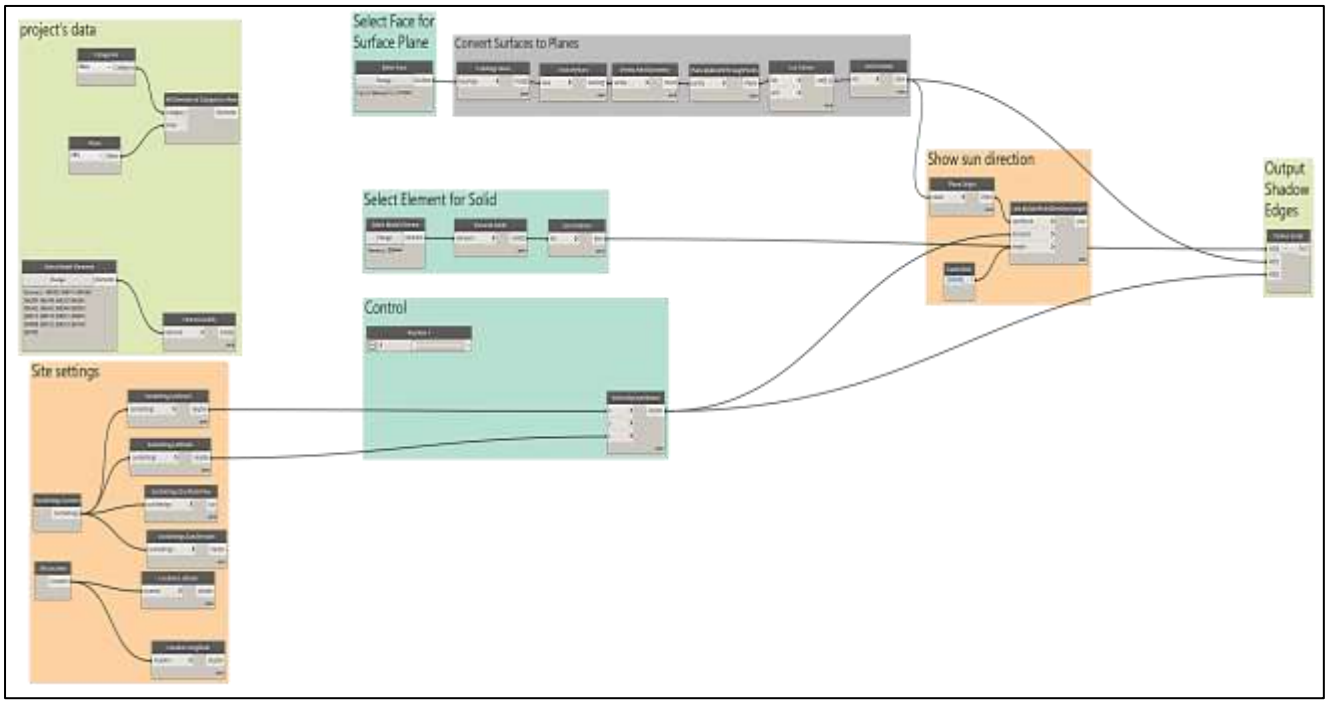
## النتائج والمناقشة:

اعتماداً على ما تم جمعه من البيانات السابقة يبين الشكل التالي نتائج نمذجة الضاحية السكنية على برنامج Revit:

**الشكل (2) نتائج نمذجة على برنامج Revit**

### 1. مناقشة نتائج دراسة الظل باستخدام أداةShadow Study:

الشكل التالي يبين العقد الخاصة بالأداة المستخدمة بدراسة الظلال المتشكلة وتأثيرها على المباني المجاورة في كل ساعة من أيام السنة **لكل نوع من أنواع المقاسم(المستمر و المتناوب) الخاصة بالحالة المدروسة**

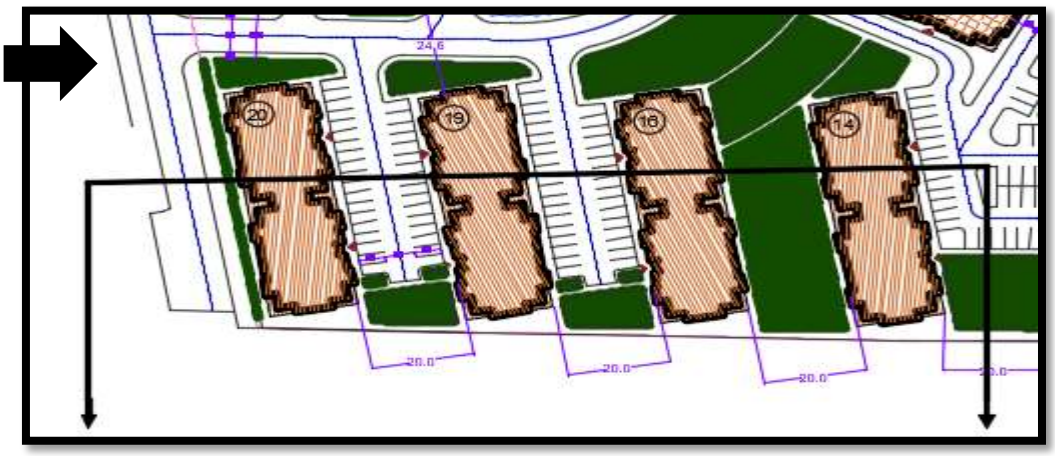



**الشكل (3) مكونات العقد الخاصة بShadow Study على برنامج Dynamo**

### 1.1. تجميع المقاسم بشكل مستمر:

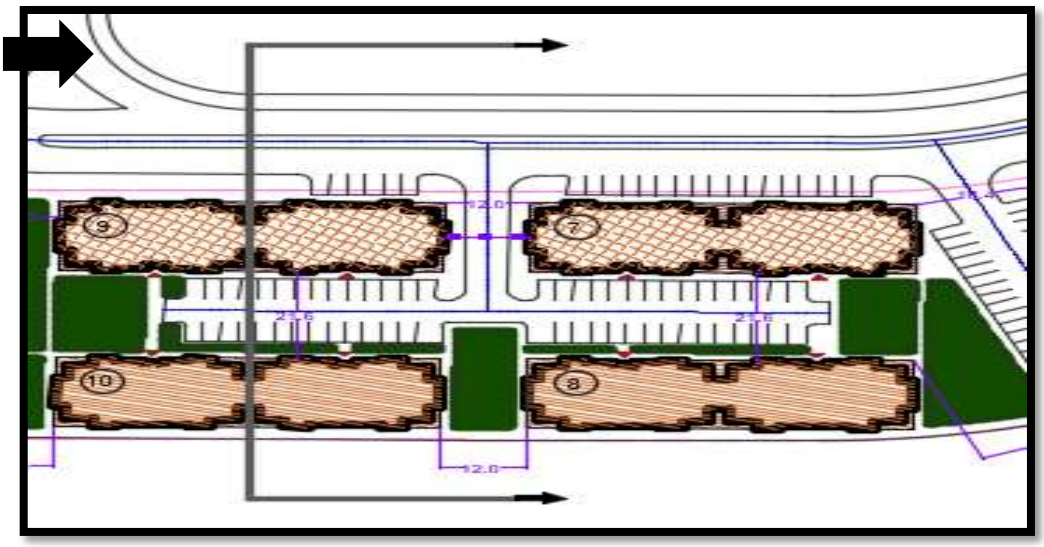
يتميز هذا الاسلوب بوجائب محيطية من جميع الجهات حول المبنى السكني وتتلاصق المقاسم السكنية من جهتين أو ثلاث جهات ويؤثر هذا التجميع على المباني التي ستقام ضمن هذه المقاسم من خلال:

- عندما يكون الاتجاه الطولي لهذا التجميع كما في الشكل (4) باتجاه شمال جنوب سيؤدي الى ان المباني المتموضعة داخل المقاسم التي تقع في الجهة الجنوبية والتي ستستفيد من شمس الشتاء عددها قليل لأن نسبة المباني التي تقع في منطقة الظل ستكون كبيرة




**الشكل (4) محور التجميع المستمر شمال جنوب**

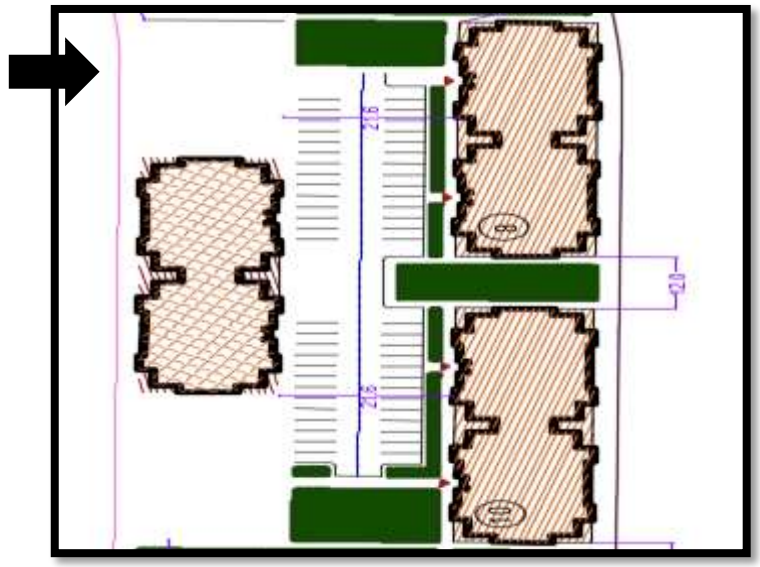
- عندما يكون الاتجاه الطولي لأسلوب التجميع باتجاه شرق غرب الشكل (5) ستكون المباني الواقعة ضمن المقاسم والتي تصلها أشعة الشمس شتاءً في الجهة الجنوبية نصف المباني كون أن المباني التي تقع في الجهة الشمالية ستقع في منطقة الظل التي ترميها المباني الجنوبية




**الشكل (5) محور التجميع المستمر شرق غرب**

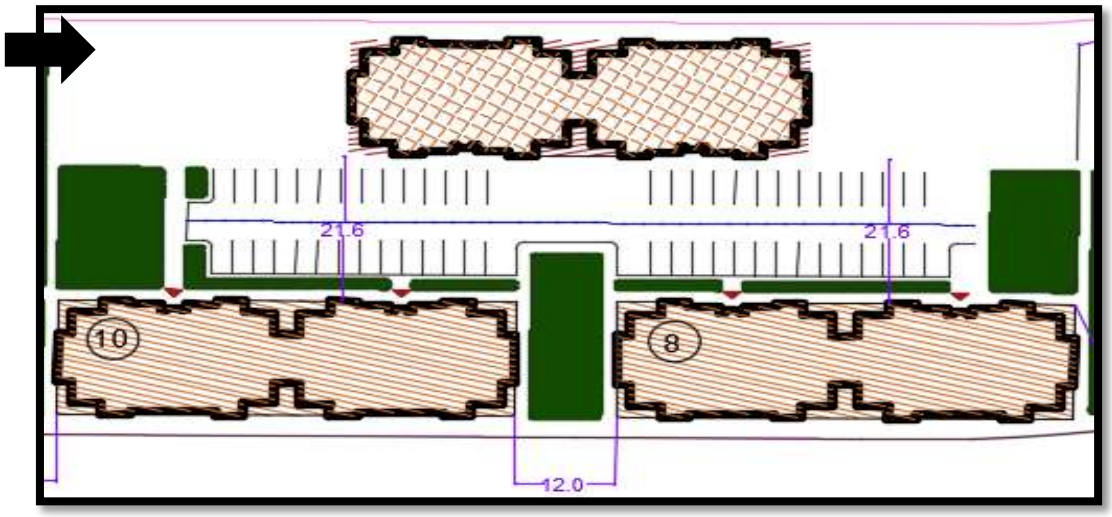
### 2.1. تجميع المقاسم بشكل متناوب:

- يتميز هذا الأسلوب بأن المقسم الأمامي ينزاح عن المقسم الخلفي بنسبة نصف طول المقسم وهذا الانزياح يساعد في وصول أشعة الشمس المحبذة من الجهة الجنوبية عندما يكون الاتجاه الطولي للتجميع باتجاه شرق غرب إلى المباني الخلفية من خلال المسافات الفاصلة بين المباني الأمامية (الوجائب) كما في الشكل (6)




**الشكل (6) محور التجميع المتناوب شرق غرب**

- عندما يكون الاتجاه الطولي للتجميع المتناوب باتجاه شمال جنوب فإن المباني الواقعة ضمن المقاسم الأمامية للجهة الجنوبية هي التي تتعرض الى شمس الشتاء أما المباني الواقعة في الجهة الشمالية فأنها لا تتعرض في الواجهة الجنوبية لأشعة الشمس في فصل الشتاء بسبب وقوع ظل المبنى علية كما في الشكل (7)




**الشكل (7) محور التجميع المتناوب شمال جنوب**

**2. حساب الاحمال الحرارية الخاصة بالتدفئة والتكييف باستخدام الRevit :**

سوف نقوم بحساب الحمل الحراري لكل نوع من أنواع المقاسم في وضعها الراهن ثم سوف نقوم بإعادة توجيه هذه الكتل بزوايا معينة على الا تزيد زاوية التدوير عن 10 درجات [2] لان ذلك سوف يؤثر على نظام الوجائب المعتمد في التقسيم.

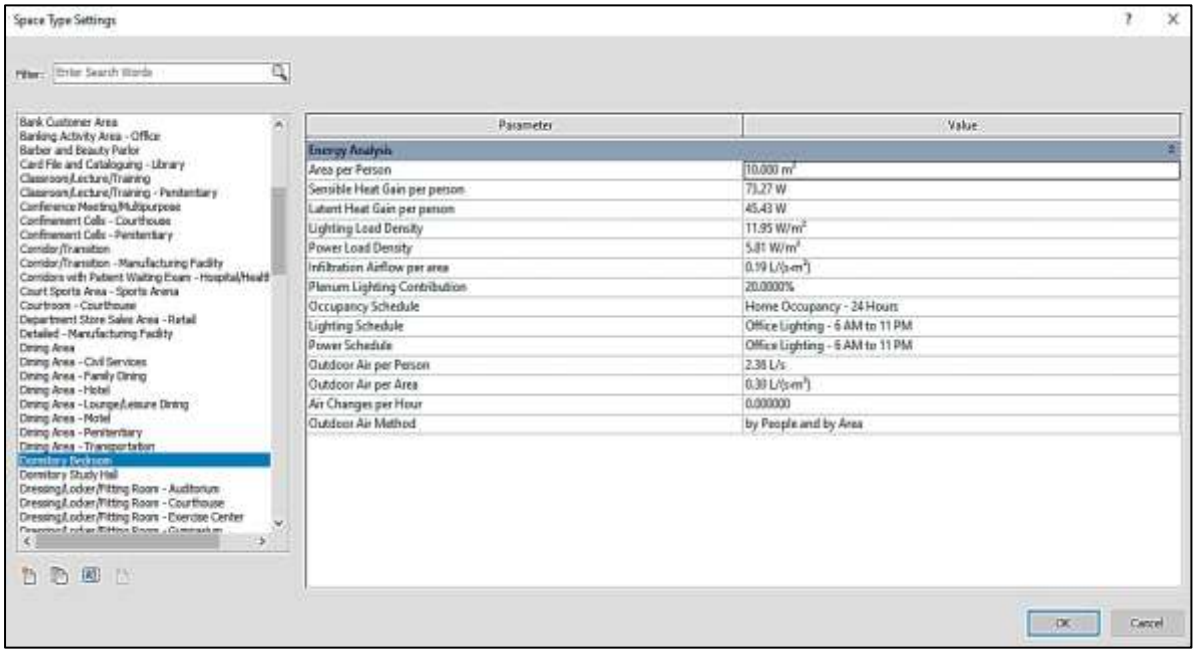
بعد الانتهاء من النمذجة قمنا بتعريف الحيزات الى غرف(space) وهي التي سيتم تبريدها وتدفئتها وتضم غرف الجلوس وغرف النوم ومن ثم قمنا بتعريف المناطق الشاقولية (zone) وهي مجموعة الspace الواقعة في مستوي واحد حيث تم ادخال كافت البيانات والبارامترات الخاصة واللازمة لحساب الحمل الحراري في برنامج Revit والموضحة في الجدول (1)

**الجدول (1) يوضح بارامترات حساب الحمل الحراري على برنامج Revit**

| Parameter | Value | Explanation |
|---|---|---|
| Building Type | Multi Family | من المهم تحديد نوع المبنى المطلوب حساب الحمل له لان ذلك يؤثر على نسبة اشغاله وعدد ساعات تشغيله. |
| Location | Tartous(34.9-35.9) | عند تحديد الموقع يقوم البرنامج باستيراد بيانات الطقس من درجة الحرارة اليومية ودرجة صفاء الجو. |
| Ground Plane | Level 1 | يأخذ البرنامج بعين الاعتبار الارضيات الملاصقة للتربة عند تحديد مستوي الطابق الأرضي. |
| Sliver Space Tolerance | 12m | يطلب البرنامج حدود التسامح الخاصة بين الأبنية أي هل يوجد مباني مجاورة للمبنى المدروس. |
| Building Envelope | Split System(s) with Natural Ventilation | نوع نظام التكييف والتدفئة المراد تركيبته |

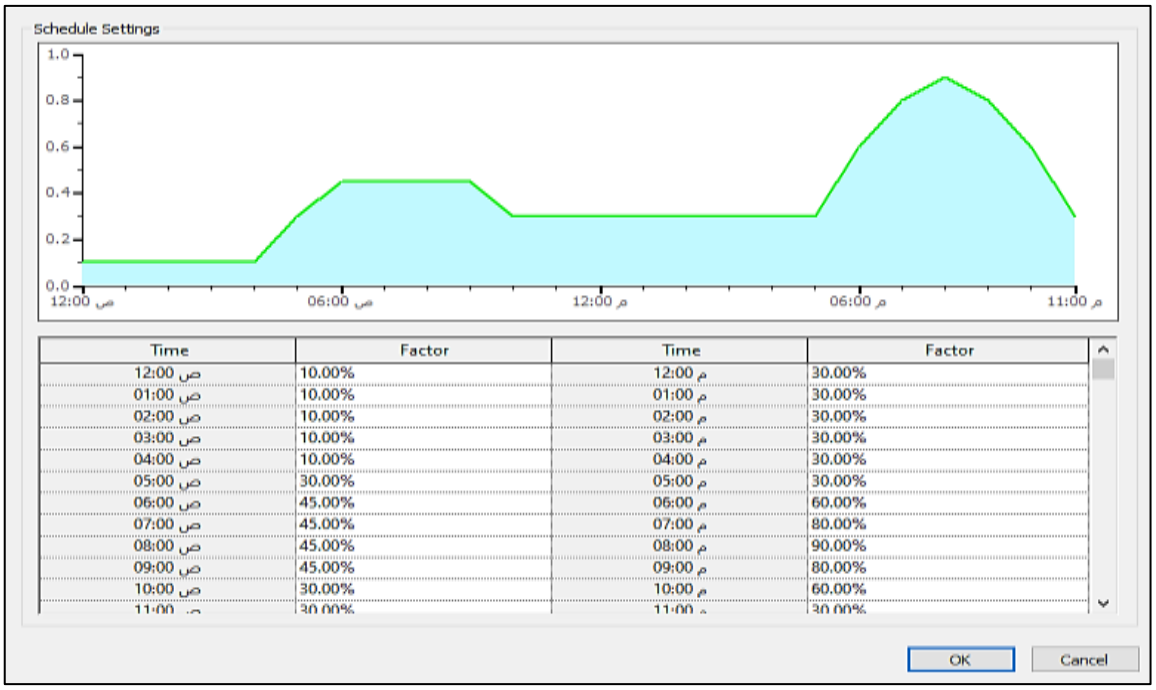
| | | |
|---|---|---|
| Schematic Types | <Building> | نوع هيكل المبنى هل هو مقاوم للانتقال الحراري بفعل العزل ام لا لان ذلك سوف يؤثر على الانتقال الحراري مع الوسط الخارجي. |
| Building Infiltration Class | Medium | درجة مناعة المبنى وتأخذ ثلاث قيم (ثقيل، متوسط، منخفض) فاذا كان نوع المبنى ثقيل وكانت ساعة الذروة الواحدة ظهرا فالمبنى سوف يحتاج الى وقت لنقل الحرارة (سوف يحتجز الحرارة الخارجية العظمى) وتكون ساعة الذروة داخل المبنى في الساعة الثالثة ظهرا ويتعلق هذا العامل بنوع الهيكل وبدرجة العزل. |

**بعد تعريف كافة البارامترات الخاصة بالمبنى سوف نقوم بتعريف خواص ال Space لكل غرفة كما هو موضح في الشكل (8)**



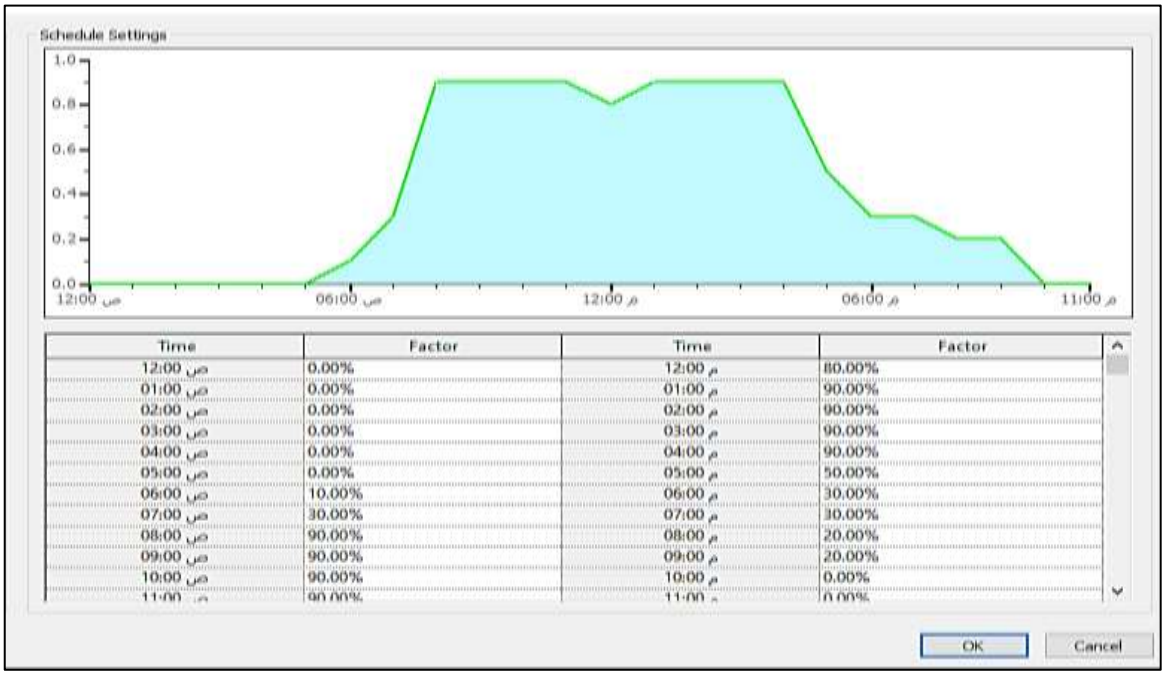

**الشكل (8) خواص Space**

معظم الخواص والبارامترات السابقة يقوم ال Revit بحسابها عند تحديد نوع الحيز (space) مثل المساحة المخصصة للشخص الواحد وعدد الأشخاص والحرارة المنبعثة منهم والطاقة الحرارية من الأجهزة الكهربائية ومعدل التهوية والانارة المطلوب حيث تم تعديل هذه القيم وفق كود العزل الحراري السوري وبالإضافة الى وضع مخططات اشغال الغرف والذي يؤثر بشكل كبير على الحمل الحراري فتواجد الشخص ضمن الغرفة يعني الحاجة لتحقيق الراحة له أي تشغيل أنظمة التكييف او التدفئة وفيما يلي مخططات الاشغال للغرف الجلوس.




| Time | Factor | Time | Factor |
|---|---|---|---|
| 12:00 ص | 10.00% | 12:00 م | 30.00% |
| 01:00 ص | 10.00% | 01:00 م | 30.00% |
| 02:00 ص | 10.00% | 02:00 م | 30.00% |
| 03:00 ص | 10.00% | 03:00 م | 30.00% |
| 04:00 ص | 10.00% | 04:00 م | 30.00% |
| 05:00 ص | 30.00% | 05:00 م | 30.00% |
| 06:00 ص | 45.00% | 06:00 م | 60.00% |
| 07:00 ص | 45.00% | 07:00 م | 80.00% |
| 08:00 ص | 45.00% | 08:00 م | 90.00% |
| 09:00 ص | 45.00% | 09:00 م | 80.00% |
| 10:00 ص | 30.00% | 10:00 م | 60.00% |
| 11:00 ص | 30.00% | 11:00 م | 30.00% |

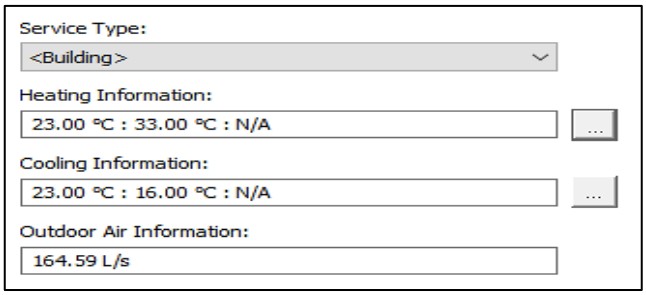
**الشكل (9) مخطط اشغال الحيز خلال 24 ساعة لـ Bedroom**




| Time | Factor | Time | Factor |
|---|---|---|---|
| 12:00 ص | 0.00% | 12:00 م | 80.00% |
| 01:00 ص | 0.00% | 01:00 م | 90.00% |
| 02:00 ص | 0.00% | 02:00 م | 90.00% |
| 03:00 ص | 0.00% | 03:00 م | 90.00% |
| 04:00 ص | 0.00% | 04:00 م | 90.00% |
| 05:00 ص | 0.00% | 05:00 م | 50.00% |
| 06:00 ص | 10.00% | 06:00 م | 30.00% |
| 07:00 ص | 30.00% | 07:00 م | 30.00% |
| 08:00 ص | 90.00% | 08:00 م | 20.00% |
| 09:00 ص | 90.00% | 09:00 م | 20.00% |
| 10:00 ص | 90.00% | 10:00 م | 0.00% |
| 11:00 ص | 90.00% | 11:00 م | 0.00% |

**الشكل (10) مخطط معدل استخدام الانارة خلال24 ساعة لـ Bedroom**

**بعد الانتهاء من تعريف خواص الحيزات جميعها (space) الخطوة الأخير تعريف خواص وبارامترات الـ zone**




**الشكل (11) خواص وبارامترات الـ zone**

وهنا سوف نقوم بتحديد المعلومات الخاصة بأجهزة التدفئة والتكييف وهي:

**الجدول (2) يوضح معلومات أجهزة التدفئة والتكييف**

| Heating Information | | |
|---|---|---|
| Heating Set Point | 23° C | درجة حرارة الحيز التي سوف يقف عندها جهاز التدفئة عن العمل. |
| Heating Air Temperature | 33° C | درجة حرارة الهواء الخارج من جهاز التدفئة. |

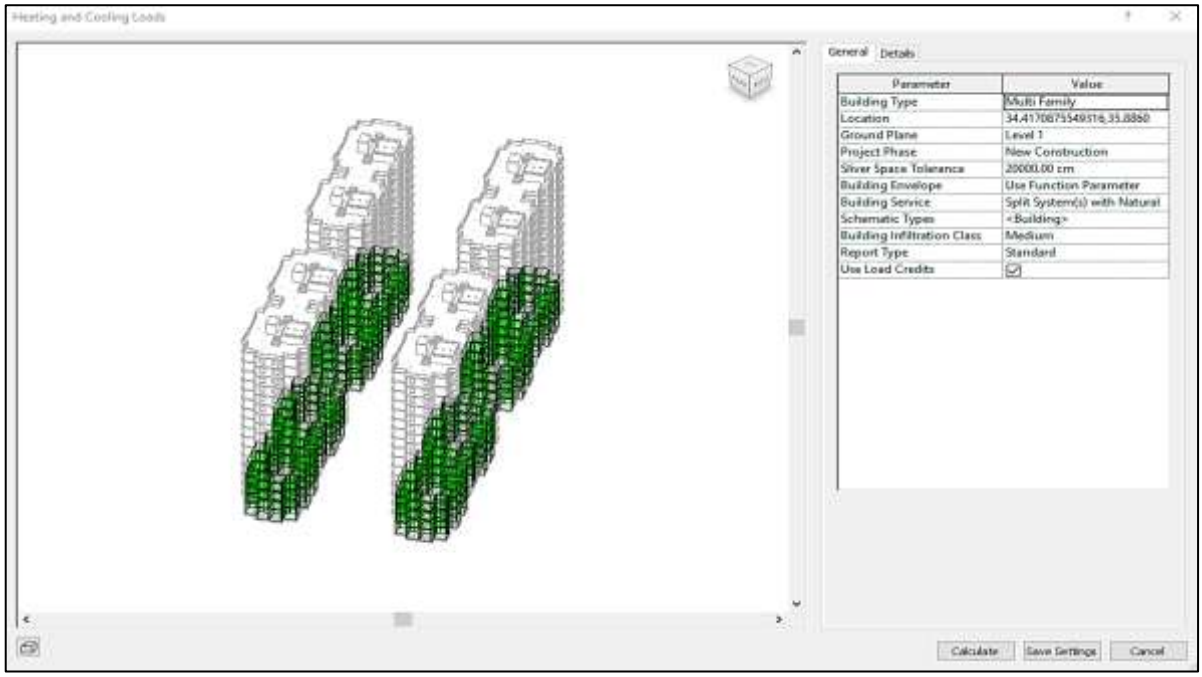
| Cooling Information | | |
|---|---|---|
| Cooling Set Point | 23° C | درجة حرارة الحيز التي سوف يقف عندها جهاز التكييف عن العمل. |
| Cooling Air Temperature | 16° C | درجة حرارة الهواء الخارج من جهاز التكييف. |

### 1.2. نتائج الاحمال لأسلوب التجميع المستمر

#### 1.1.2. التجميع المستمر بمحور شرق غرب

**تم دراسة الاحمال لكل اسلوب من أساليب تجميع المقاسم في ثلاث وضعيات للتوجيه الأولى في الوضع الراهن الحقيقي، الثانية عند التدوير بزاوية 5 درجات، الثالثة عند التدوير بزاوية 10 درجات وسوف نقوم بمقارنة النتائج مع بعضها للوصول الى أفضل توجه.**

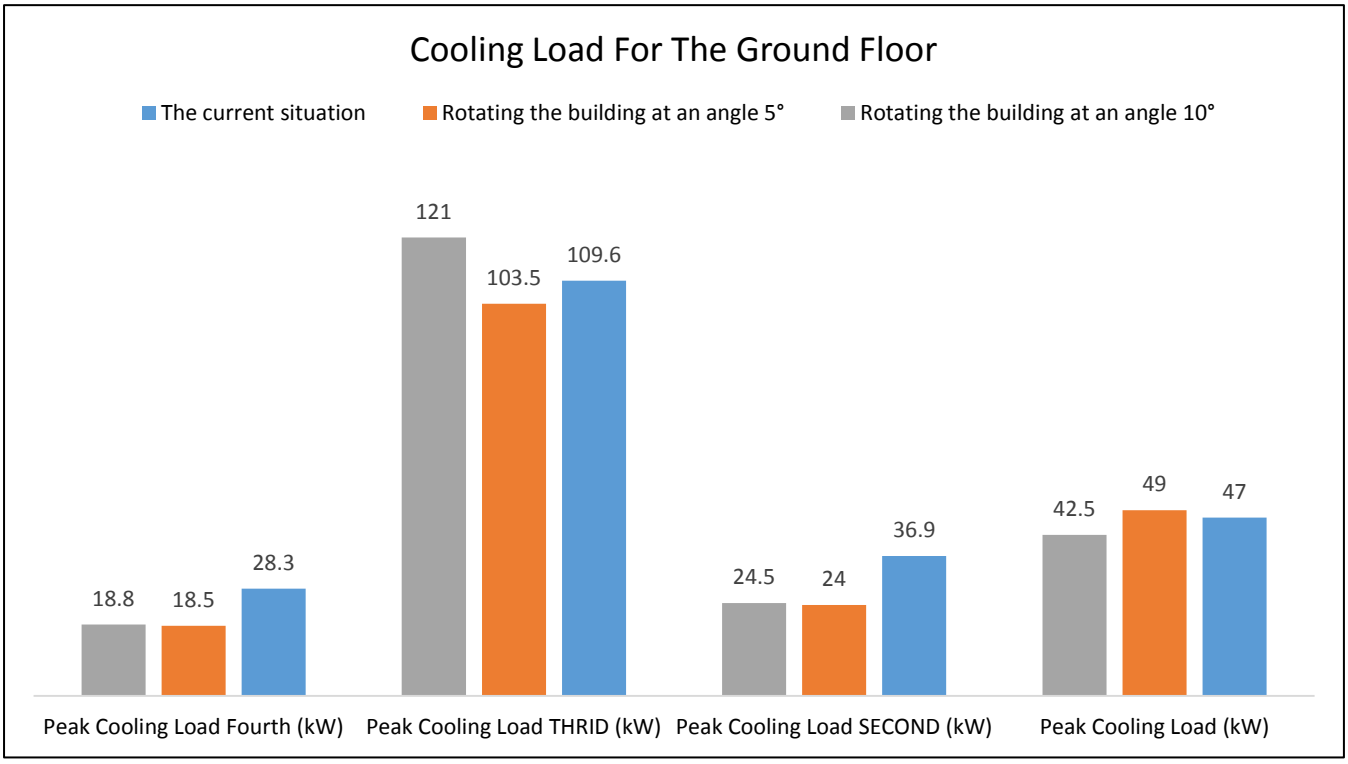
**الشكل (12) التجميع المستمر في الوضع الحقيقي**




**بعد حساب الحمل في الوضع الحقيقي السابق تم تدوير هذه المباني بمقدار 5 درجات (الحالة الثانية) و10درجات (الحالة الثالثة) عكس عقارب الساعة بحيث يكون المحور الطولي (شرق–غرب) وهذا بدورة سوف يزيد من مساحة الواجهات التي تتعرض لأشعة الشمس [8].**

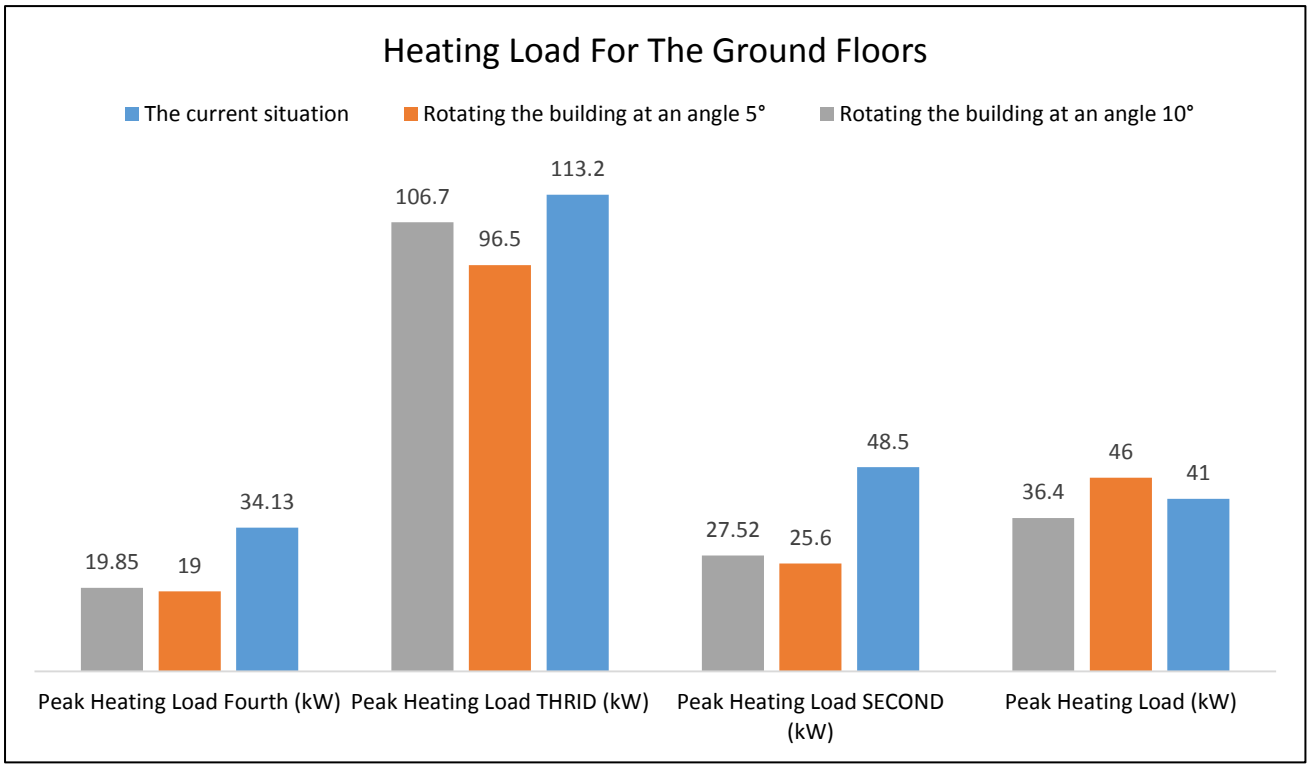
**الشكل (13) التجميع المستمر بعد التوجيه بمقدار 5 درجات عكس عقارب الساعة**

**الشكل (14) التجميع المستمر بعد التوجيه بمقدار 10 درجات عكس عقارب الساعة**



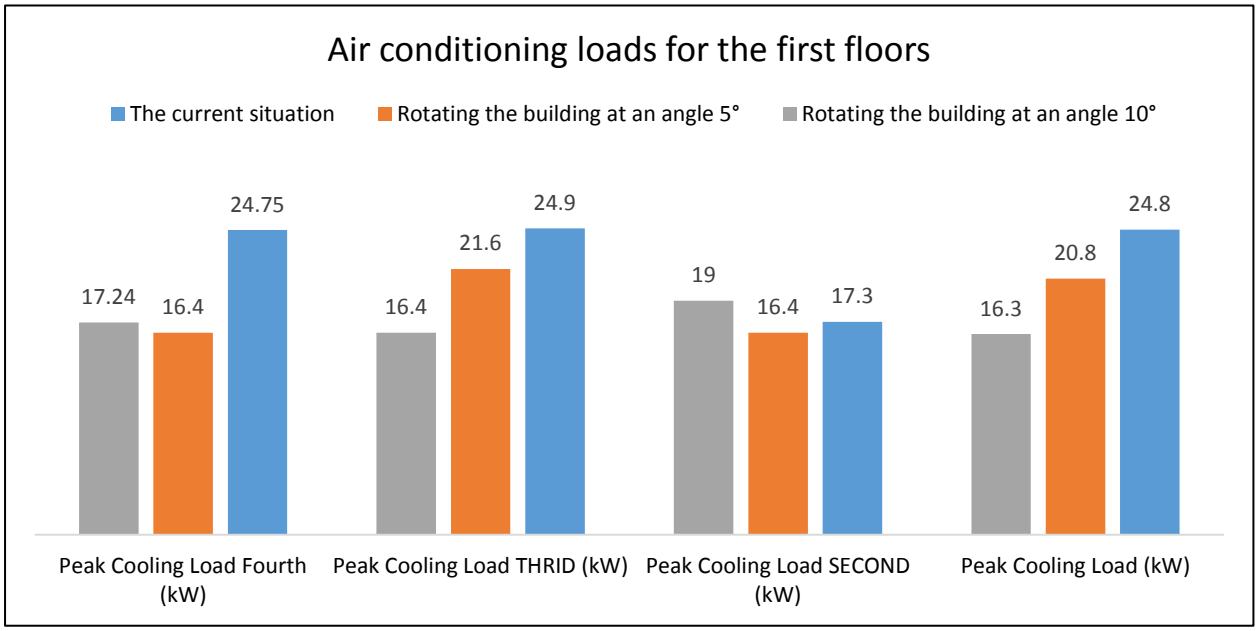

**الشكل (15) حمل التبريد للطوابق الأرضية في كل كتلة بوضعيات التوجيه الثلاثة**

نلاحظ ان احمال التكييف للطوابق الارضية انخفضت عند توجيه المباني بزاوية 5 درجات عكس عقارب الساعة حيث بلغ الوفر في الحمل (26.8 KW) بينما عند التوجيه بمقدار 10 درجات بلغ الوفر (15 KW) والكتلة الثالثة ارتفعت فيها الاحمال بشكل كبير نتيجة لتعرض الجزء الأكبر من غلافها الخارجي لأشعة الشمس




**الشكل (16) حمل التدفئة للطوابق الأرضية في كل كتلة بوضعيات التوجيه الثلاثة**

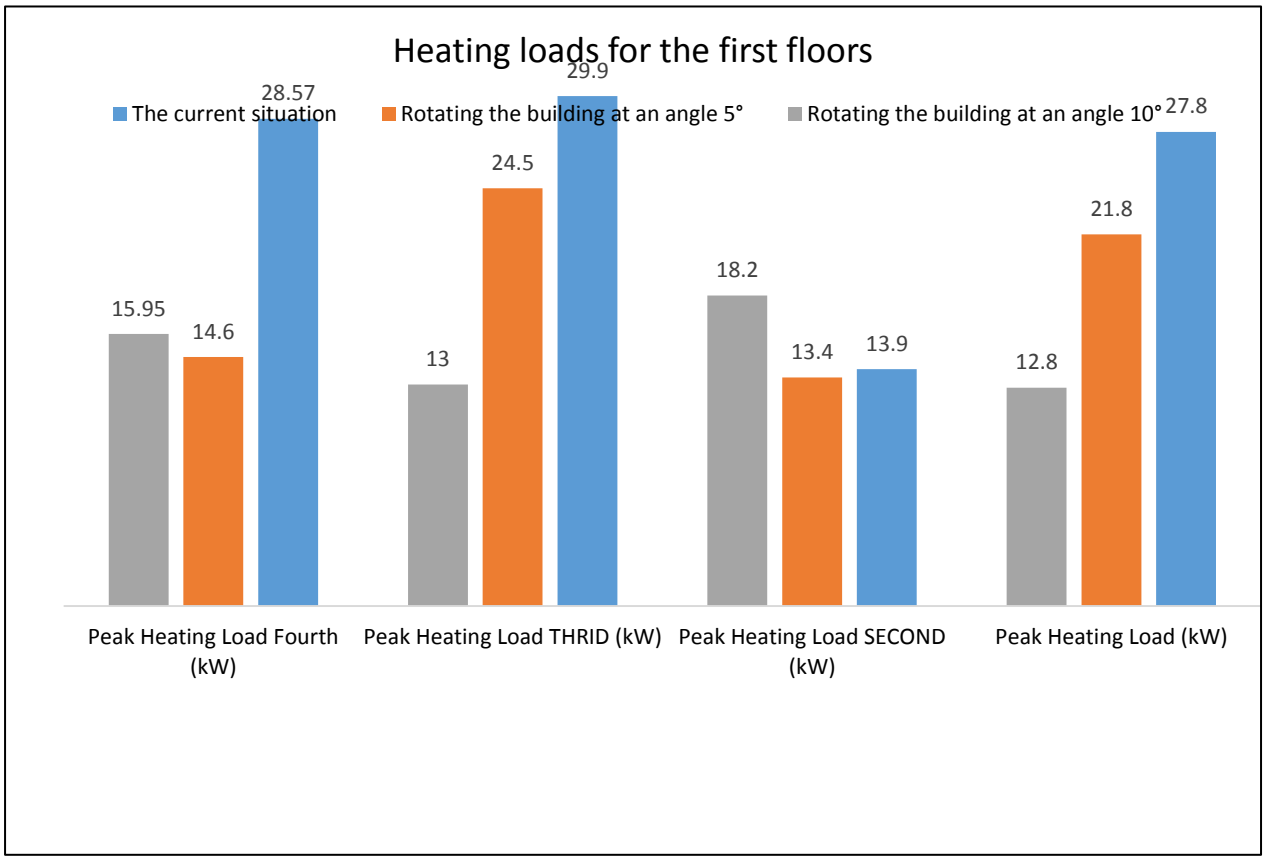
نلاحظ ان احمال التدفئة للطوابق الارضية انخفضت عند توجيه المباني بزاوية 5 درجات عكس عقارب الساعة حيث بلغ الوفر في الحمل (49.73KW) بينما عند التوجيه بمقدار 10 درجات بلغ الوفر (46.36 KW) .




**الشكل (17) احمال التكييف للأدوار الاولى في كل كتلة بوضعيات التوجيه الثلاثة**

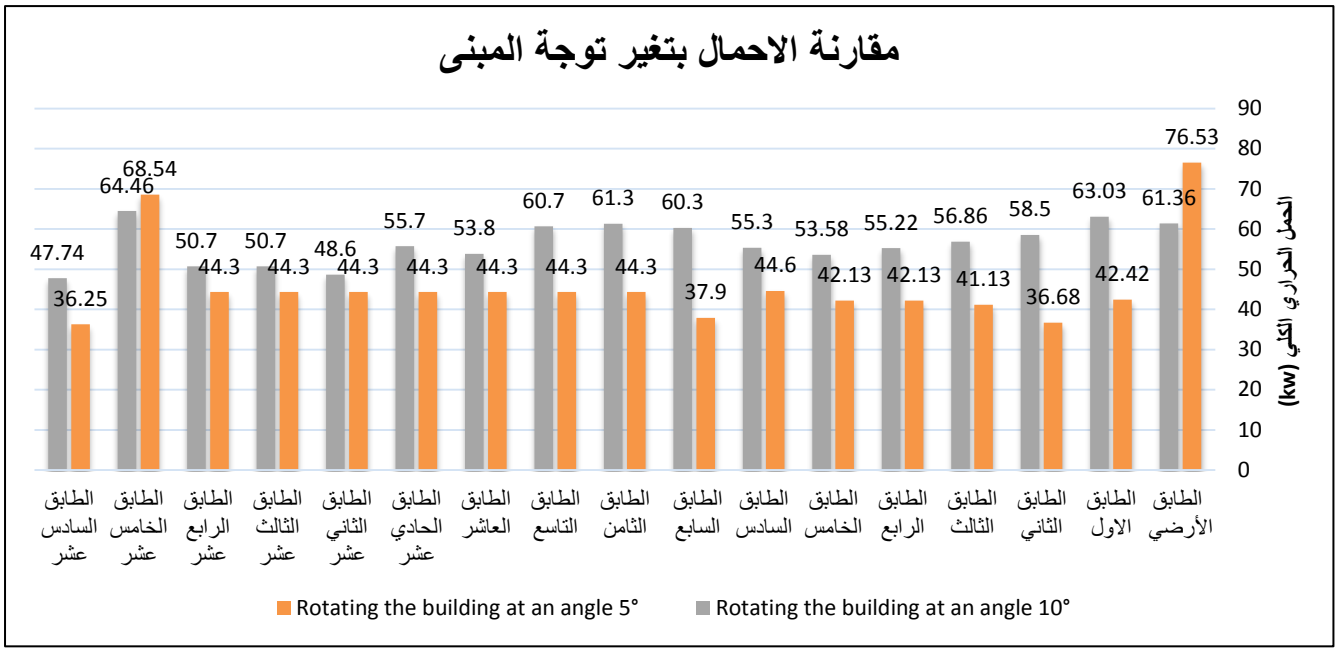
عند تغيير الارتفاع نلاحظ تغير الاحمال حيث انخفض حمل التبريد للطوابق الواقع في الدور الأول البالغ ارتفاعها (330 CM) عند توجيه المباني بزاوية 5 درجات عكس عقارب الساعة حيث بلغ الوفر في الحمل (16.55KW) بينما عند التوجيه بمقدار 10 درجات بلغ الوفر (22.8 KW).

انخفض حمل التدفئة للطوابق الواقع في الدور الأول عند توجيه المباني بزاوية 5 درجات عكس عقارب الساعة حيث بلغ الوفر في الحمل (25.8KW) بينما عند التوجيه بمقدار 10 درجات بلغ الوفر (40.2KW) ونلاحظ ان التدوير



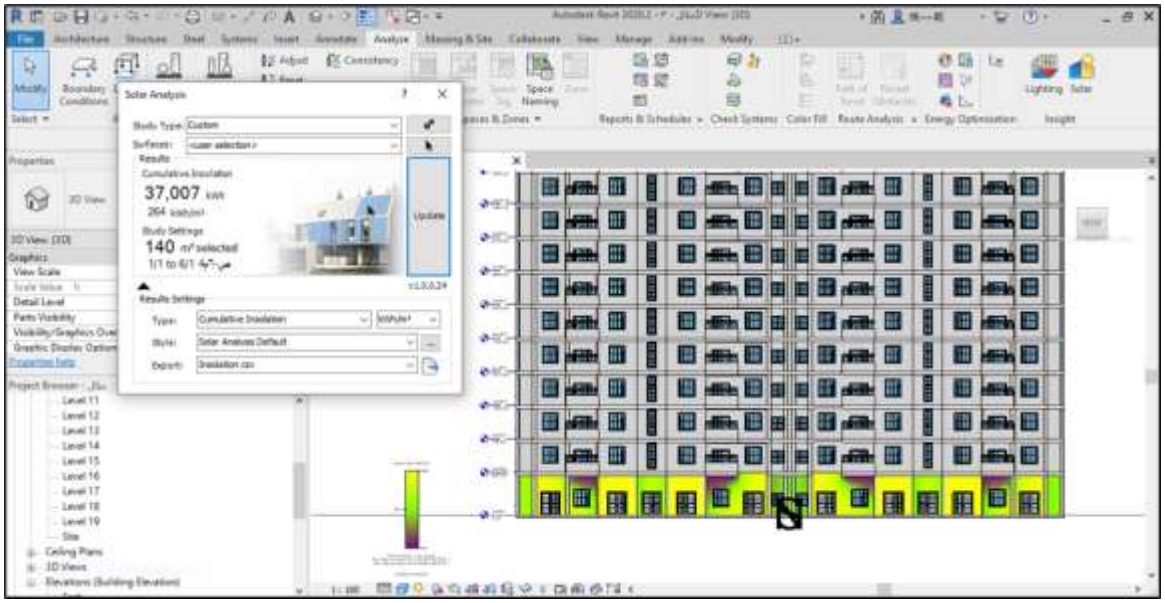

**الشكل (18) احمال التدفئة للأدوار الاولى في كل كتلة بوضعيات التوجيه الثلاثة**

بالوضع الثالث (10 درجات) خفض احمال التدفئة والتكييف بمقدار أكبر من الوضع الثاني (5 درجات) للأدوار الأولى وبمقارنة ذلك مع الطوابق الأرضية نلاحظ ان زيادة زاوية التدوير يتناسب عكس مع التخفيض بالحمل لذلك تم حساب الحمل على مستوى كل طابق ولكل من الكتل الأربعة وذلك من اجل معرفة الوفر الكلي بكل طابق في كل من الحالتين وفيما يلي شكل يبين نتائج الوفر الكلي الناتج عن توجيه المباني لكل طابق:

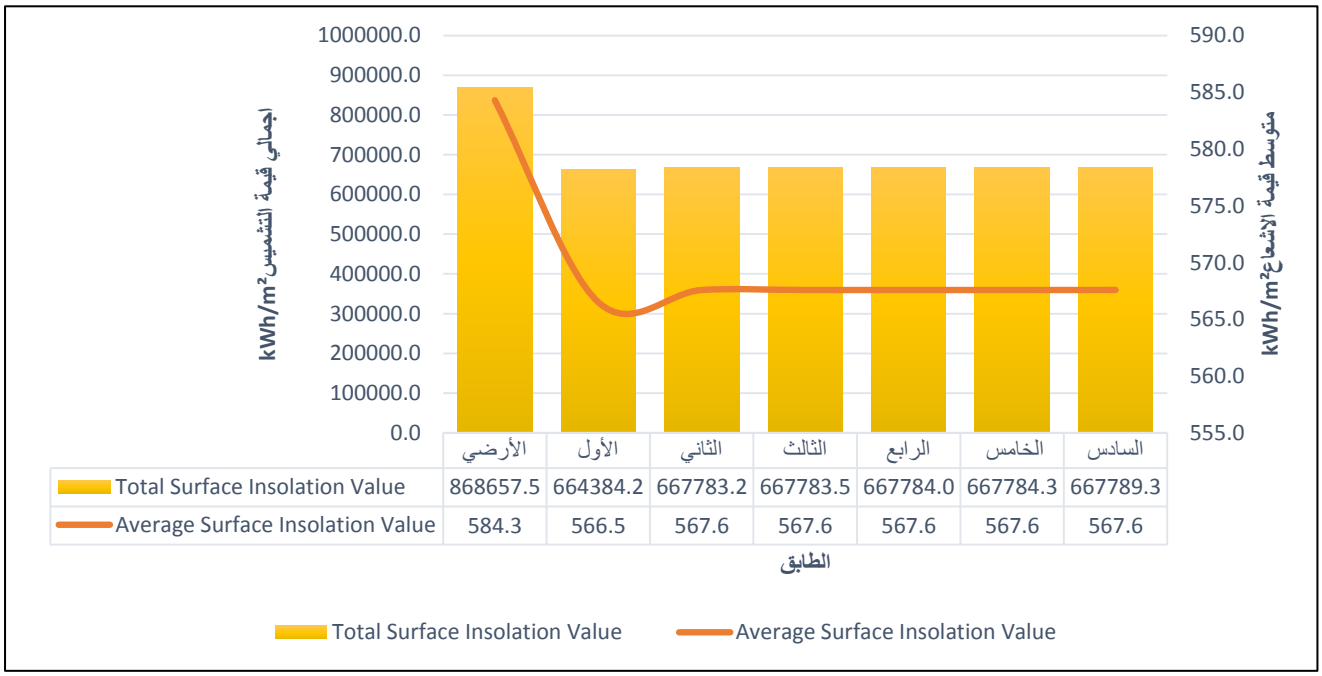



**الشكل (19) الوفر الناتج لكل طابق في الكتل الأربعة**

بلغ اجمالي الوفر في الحمل الحراري الكلي عند توجيه المباني الاربعة بمقدار 5 درجات عكس عقارب الساعة (778.41 kw) وبمقارنة ذلك مع الوفر الناتج عن توجيه المباني 10 درجات عكس عقارب الساعة الذي بلغ (957.85kw) مع الانتباه الى اختلاف الوفر في كل طابق من طوابق المبنى ويعود السبب في هذا الاختلاف الى تأثير الارتفاع نتيجة تغير شدة الاشعاع الساقط على المبنى بتغير الارتفاع الشكل(21) حيث تم استنتاج ذلك بحساب شدة الاشعاع الساقط على المبنى بالاستعانة ببرنامج ال Insight الذي يعتبر إضافة لبرنامج ال Revit



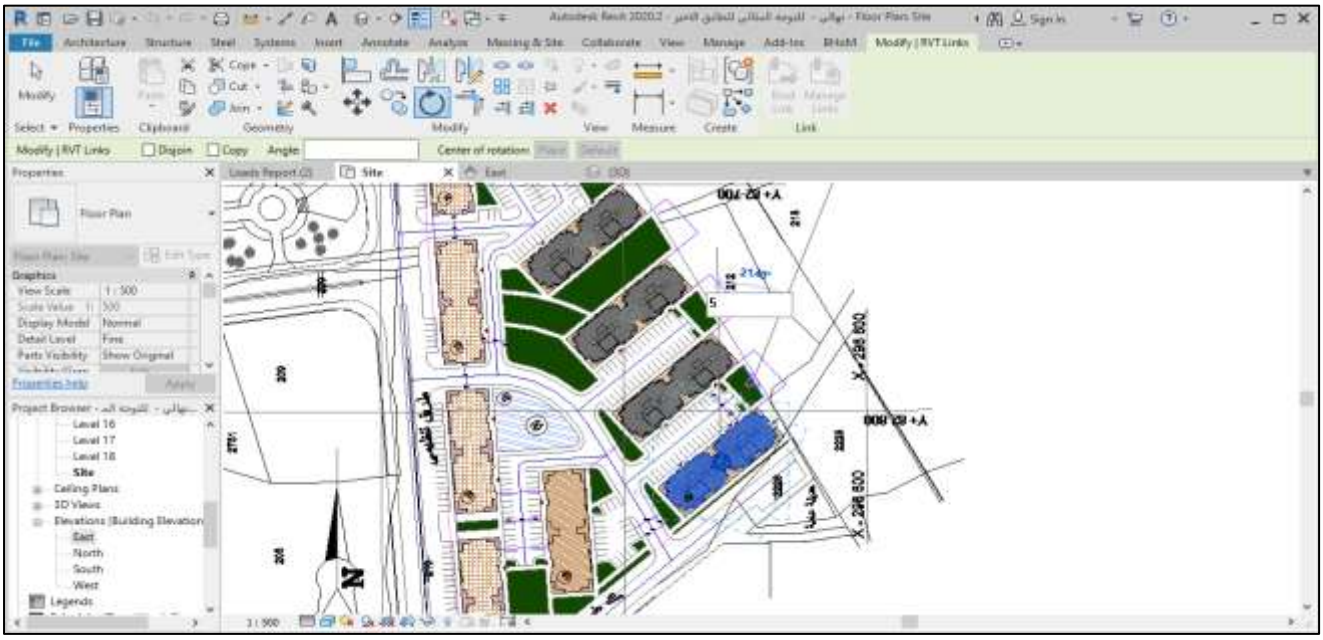

**الشكل (20) دراسة الاشعاع الشمسي الساقط على الطابق الأرضي باستخدام Insight في الRevit**



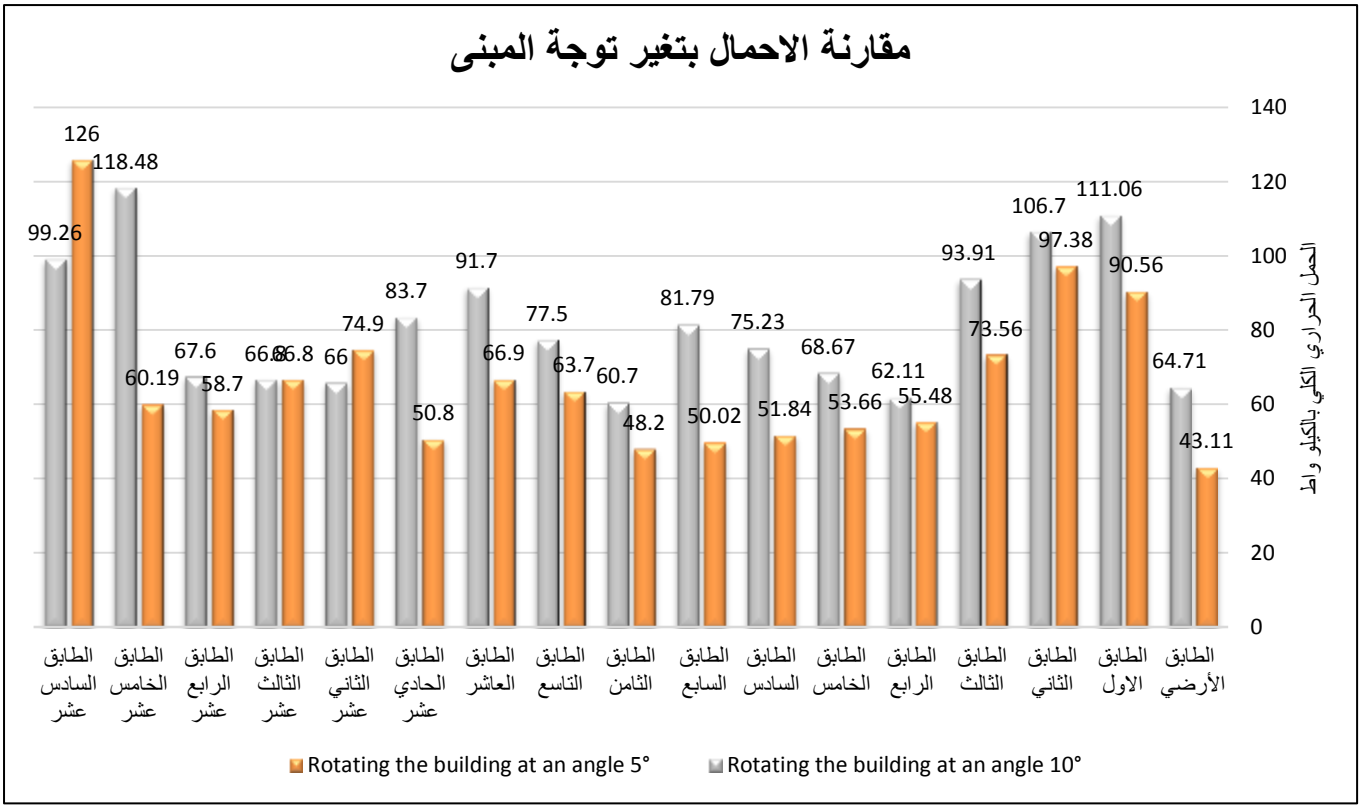

**الشكل (21) قيمة الاشعاع الشمسي الساقط على الكتلة الأولى لكل طابق**

### 2.1.2. التجميع المستمر بمحور شمال جنوب:

**تم دراسة الاحمال في ثلاث وضعيات للتوجيه: الأولى في الوضع الراهن الحقيقي، الثانية عند التدوير بزاوية 5 درجات مع عقارب الساعة، الثالثة عند التدوير بزاوية 10 درجات مع عقارب الساعة وسوف نقوم بمقارنة النتائج مع بعضها للوصول الى أفضل توجه.**



**الشكل (22) أسلوب التجميع المستمر بمحور شمال جنوب**




**الشكل (23) الوفر الناتج لكل طابق في الكتل الأربعة**

**الجدول (3) الحمل الحراري الكلي لكل طابق في الكتل الأربعة بالكيلو واط**

| | The current situation | Rotating the building at an angle 5° | Rotating the building at an angle 10° | نسبة التوفير بالحالة الأولى | نسبة التوفير بالحالة الثانية |
|---|---|---|---|---|---|
| الطابق الأرضي | 429.87 | 386.76 | 365.16 | 10.03% | 15.05% |
| الطابق الاول | 380.96 | 290.4 | 269.9 | 23.77% | 29.15% |
| الطابق الثاني | 328.3 | 230.92 | 221.6 | 29.66% | 32.50% |
| الطابق الثالث | 305.06 | 231.5 | 211.15 | 24.11% | 30.78% |
| الطابق الرابع | 354.86 | 299.38 | 292.75 | 15.63% | 17.50% |
| الطابق الخامس | 463.35 | 409.69 | 394.68 | 11.58% | 14.82% |
| الطابق السادس | 460.3 | 408.46 | 385.07 | 11.26% | 16.34% |
| الطابق السابع | 345.66 | 295.64 | 263.87 | 14.47% | 23.66% |
| الطابق الثامن | 465.7 | 417.5 | 405 | 10.35% | 13.03% |
| الطابق التاسع | 436 | 372.3 | 358.5 | 14.61% | 17.78% |
| الطابق العاشر | 388.67 | 321.77 | 296.97 | 17.21% | 23.59% |
| الطابق الحادي عشر | 341.34 | 290.54 | 257.64 | 14.88% | 24.52% |
| الطابق الثاني عشر | 366.8 | 291.9 | 300.8 | 20.42% | 17.99% |
| الطابق الثالث عشر | 392.26 | 325.46 | 325.46 | 17.03% | 17.03% |
| الطابق الرابع عشر | 440.65 | 381.95 | 373.05 | 13.32% | 15.34% |
| الطابق الخامس عشر | 551.51 | 491.32 | 433.03 | 10.91% | 21.48% |
| الطابق السادس عشر | 451.81 | 325.81 | 352.55 | 27.89% | 21.97% |
| **المجموع** | **6903.1** | **5771.3** | **5507.18** | **16.4%** | **20.2%** |

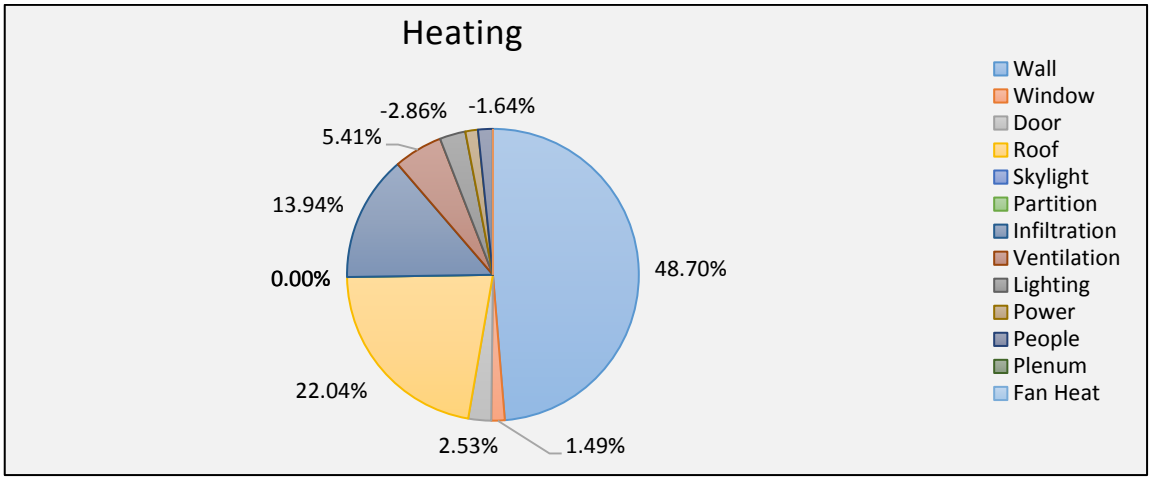
بلغت نسبة الوفر في الحمل الحراري الكلي عند توجيه المباني الاربعة بمقدار 5 درجات مع عقارب الساعة(16.4%) وبمقارنة ذلك مع نسبة الوفر الناتج عن توجيه المباني 10 درجات مع عقارب الساعة الذي بلغ (20.2%) ويعود السبب في ذلك الى ان التدوير سوف يسمح بزيادة الاشعاع الشمسي الساقط على الواجهات الجنوبية بحيث يصبح المحور الطويل لكل كتل بالاتجاه شرق غرب.

**3. اقتراح أداة إضافية بواسطة الـDynamo لتحقيق مغلف المبنى للمتطلبات التصميمية لكود العزل الحراري السوري:**

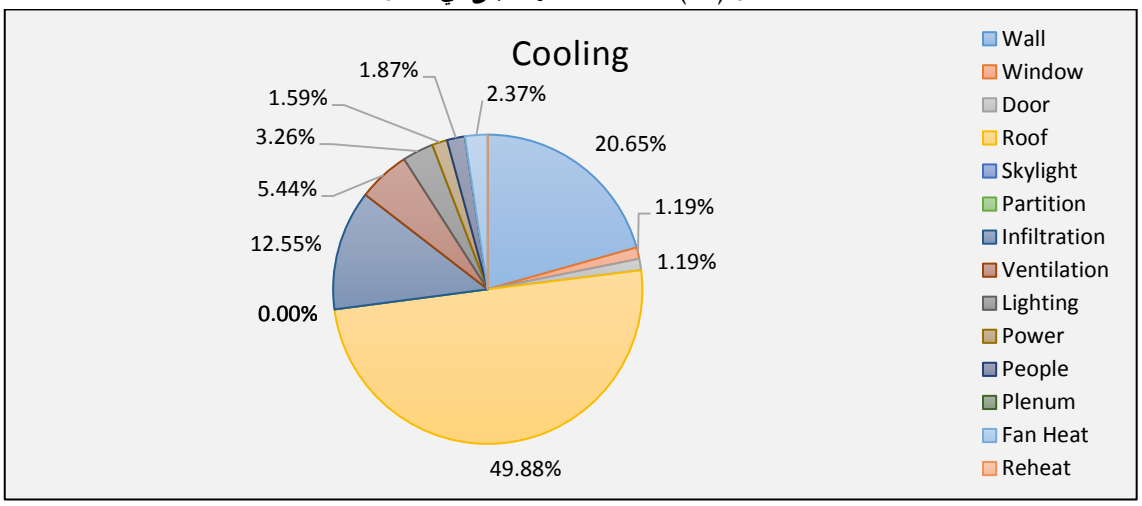
دلت دراسة الاحمال الحرارية بواسطة ال Revit الى ان الحمل الحراري في كل أنماط توزيع المقاسم يتأثر بشكل مباشر بالغلاف الخارجي للمبنى من جدران خارجية وارضيات وأسقف ونوافذ وحتى الزجاج المستخدم فيها ويبين الجدول مكونات الحمل الحراري للتدفئة والتكيف ومساهمة كل عنصر في هذا الحمل:

**الجدول (4) يوضح مكونات الحمل الحراري مع مساهمة عناصر المبنى**

| Components | Cooling | | Heating | |
|---|---|---|---|---|
| | Loads(w) | Percentage of Total % | Loads(w) | Percentage of Total % |
| Wall | 13,018 | 20.65% | 34,955 | 48.70% |
| Window | 752 | 1.19% | 1,066 | 1.49% |
| Door | 751 | 1.19% | 1,812 | 2.53% |
| Roof | 31,438 | 49.88% | 15,820 | 22.04% |
| Skylight | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| Partition | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| Infiltration | 7,910 | 12.55% | 10,003 | 13.94% |
| Ventilation | 3,430 | 5.44% | 3,880 | 5.41% |
| Lighting | 2,054 | 3.26% | −2,054 | −2.86% |
| Power | 1,001 | 1.59% | −1,001 | −1.40% |
| People | 1,179 | 1.87% | −1,179 | −1.64% |
| Plenum | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| Fan Heat | 1,491 | 2.37% | 0 | 0.00% |
| Reheat | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |

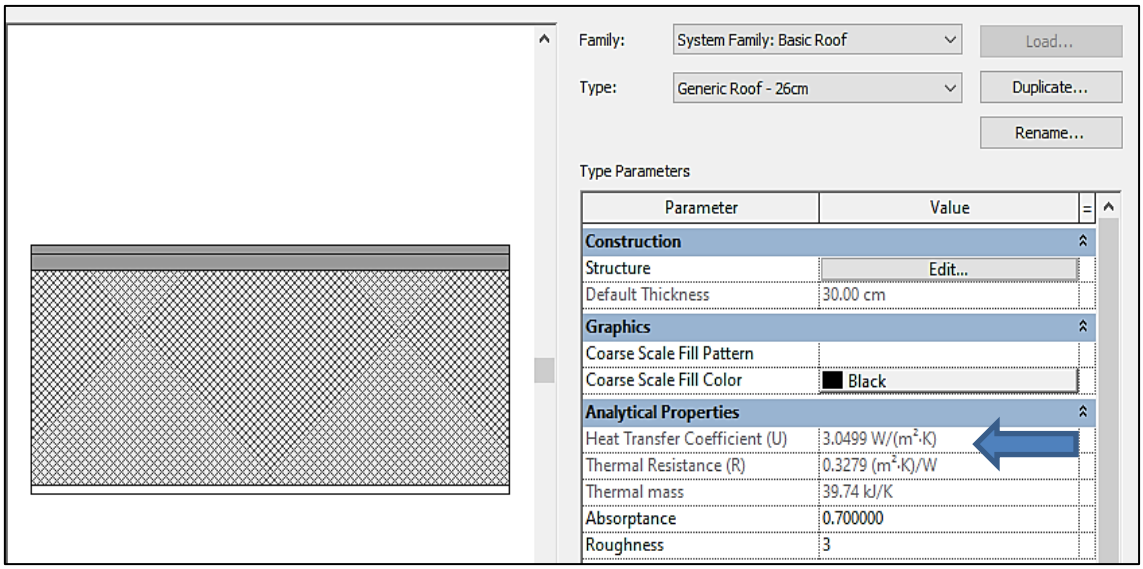



**الشكل (24) مساهمة عناصر المبنى في احمال التدفئة**

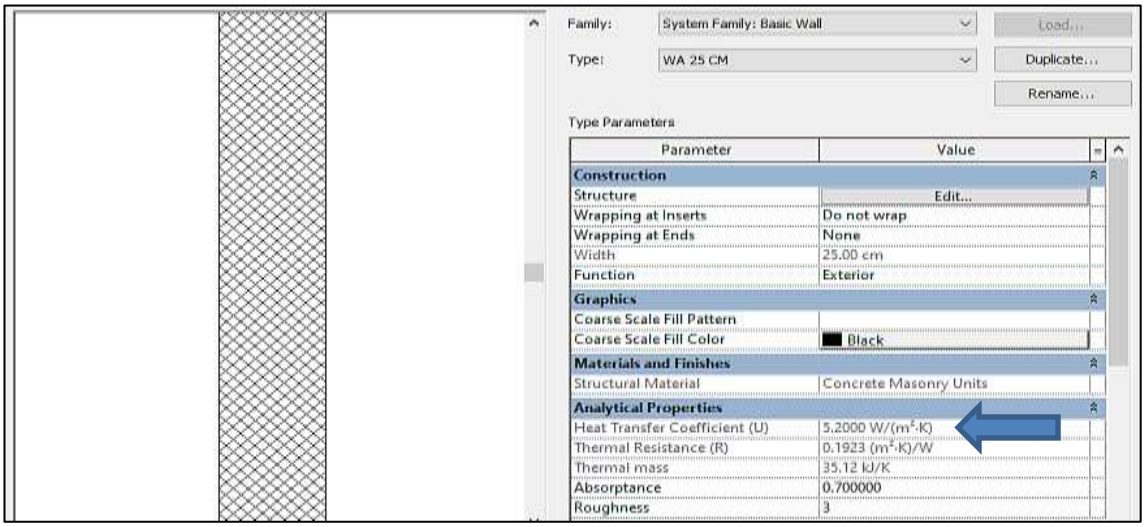



**الشكل (25) مساهمة عناصر المبنى في احمال التكييف**

نلاحظ من الشكلين السابقين ان الاسقف تساهم بحوالي 50% من احمال التكييف و 22% من حمل التدفئة بينما تساهم الجدران بحوالي 50% من احمال التدفئة و20% من احمال التكييف وبالعودة الى سبب هذا الارتفاع نلاحظ ان هذه العناصر هي اكثر تفاعل مع المحيط الخارجي نتيجة لحدوث تبادل حراري بين البيئة الداخلية للمبنى مع حرارة الجو حيث ان معامل الانتقال الحرارة الكلي لهذه العناصر كبيرة وتعتمد قيمة معامل الانتقال الحراري الكلي لعناصر البناء على عدة عوامل ، منها خواص المادة أو المواد التي تتكون منها العناصر، وسماكاتها ودرجة تعرض سطوحها الخارجية للعوامل الجوية، وبازدياد قيمة معامل الانتقال الحراري الكلي لعناصر البناء تزداد كمية الحرارة المفقودة شتاء والمكتسبة صيفا، وبالتالي زيادة في استهلاك الطاقة اللازمة لتدفئة وتكييف البناء [9]. يساعد برنامج Revit على حساب قيم معامل الانتقال الحراري الكلي لعناصر المبنى فبمجرد ادخال المواد مع سماكتها يقوم البرنامج بإعطاء كل من قيم المقاومة الحرارية ومعامل الانتقال الكلي للعنصر المنمذج وفيما يلي قيم المعاملات الحراري المستخرجة من البرنامج لعناصر المبنى:




**الشكل (26) الخصائص الحرارية للأسقف المستخرجة من الRevit**



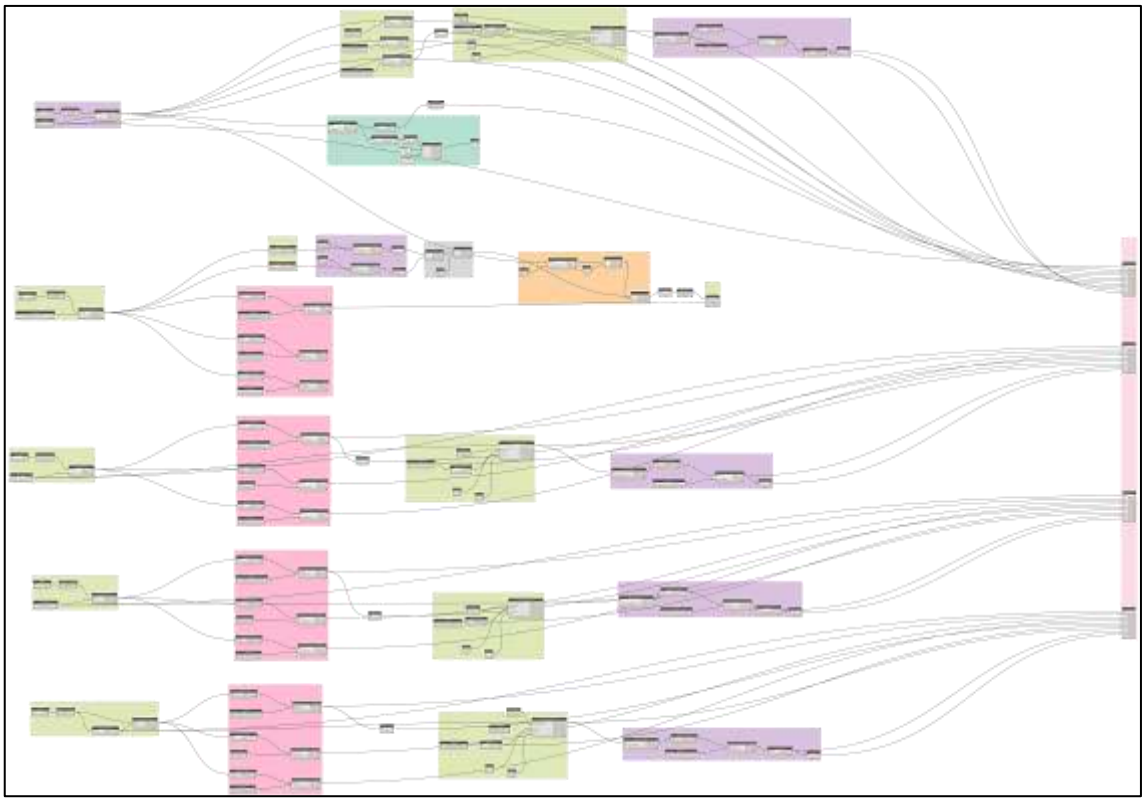

**الشكل (27) الخصائص الحرارية للجدران المستخرجة من الRevit**

يجب تصميم عناصر البناء بحيث تكون قيمة معامل الانتقال الحراري الكلي لها ضمن الحدود المسموح بها وفق الكود العربي السوري الخاص بالعزل وبموجب هذا الكود يجب ألا تتجاوز قيمة معامل الانتقال الحراري الكلي لكل عنصر من عناصر البناء القيم المذكورة في الجدول رقم (5)

**الجدول رقم (5) القيم العظمى المسموح بها لمعامل انتقال الحرارة الكلي لعناصر البناء[9]**

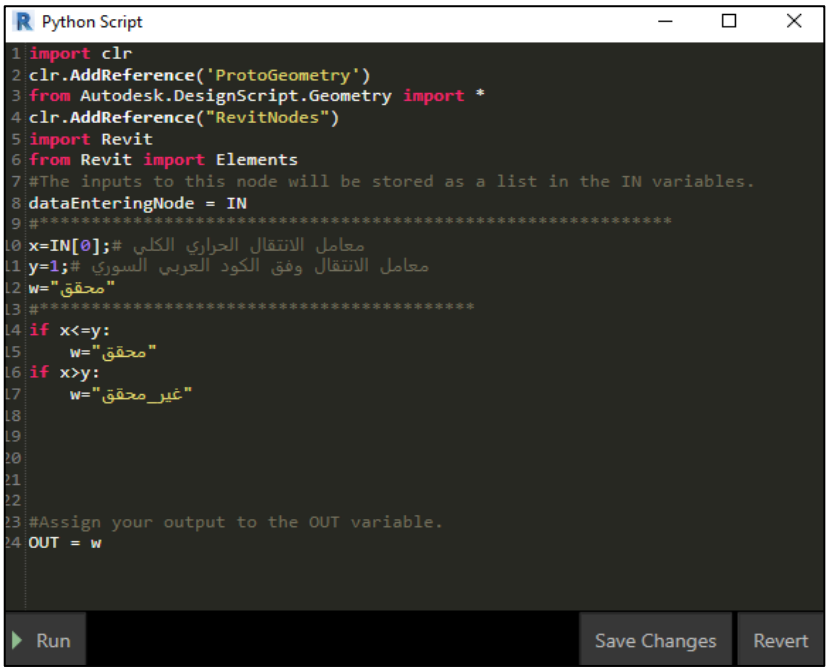
| العنصر الانشائي | معامل انتقال الحرارة الكلي الأعظمي ($W/m^2.K$) | |
|---|---|---|
| السقف الأخير | Uroof | ٠,٥ |
| الجدران الخارجية بدون فتحات | $U_{ow}$ | ٠,٨ |
| الفتحات الزجاجية عندما تكون: | Uwin | ٥,٢ |
| AWin ≤ 0.2 A facade | | |
| الفتحات الزجاجية عندما تكون: | | |
| AWin > 0.2 A facade | Uwin | ٣,٥ |
| الواجهات الخارجية شاملة جميع الفتحات | Ufacade | ١,٥ |
| الأرضيات الملاصقة للتربة | $U_G$ | ١ |
| الأرضيات ما بين الطوابق | $U_F$ | ١ |
| الأرضيات المكشوفة | $U_F$ | ٠,٥ |
| حيث: $A_{facade}$: مساحة الواجهة | $A_{win}$: مساحة النوافذ و الأبواب | |

ان قيم معامل الانتقال الحراري الكلي لعناصر غلاف المبنى غير محققة للكود لذلك تم تصميم أداة برمجية إضافية بواسطة الـ Dynamo ولغة Python تحقيق مغلف المبنى للمتطلبات التصميمية لكود العزل الحراري السوري بهدف الوصول الى مباني مستدامة موفرة للطاقة تستفاد من أشعة الشمس وتقلل من استهلاك الطاقة الاحفورية.



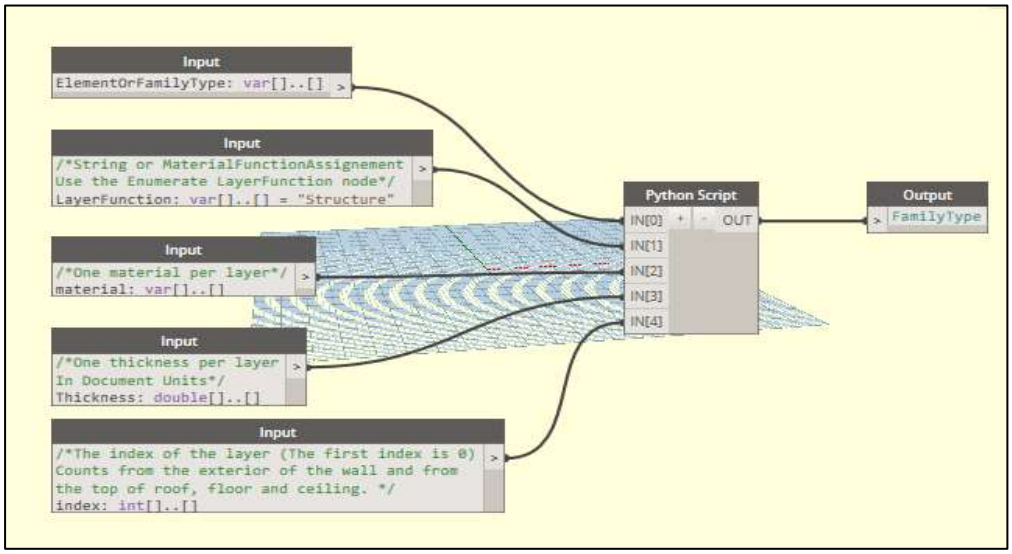
**الشكل (28) مكونات العقد البرمجية الخاصة بالDynamo**

تقوم هذه الأداة اول أولا باستيراد عناصر المغلق الخارجي للمبنى المدروس والتي هي (الجدران والارضيات الملاصقة للتربة والاسقف والارضيات بين الطوابق والنوافذ) ثم يتم الحصول على المعلومات الحرارية المدمجة داخل هذه العناصر والتي هي معامل الانتقال الحراري الكلي والمقاومة الحرارية والتكوين البنائي وذلك من اجل مقارنة معامل الانتقال الناتج عن النمذجة مع ما هو مسموح به ضمن الكود والمنصوص علية ضمن الجدول رقم (5) وذلك باستخدام لغة Python كما هو موضح بالشكل:




**الشكل (29) عقد التحقق للأرضيات بين الطوابق باستخدام لغة Python**

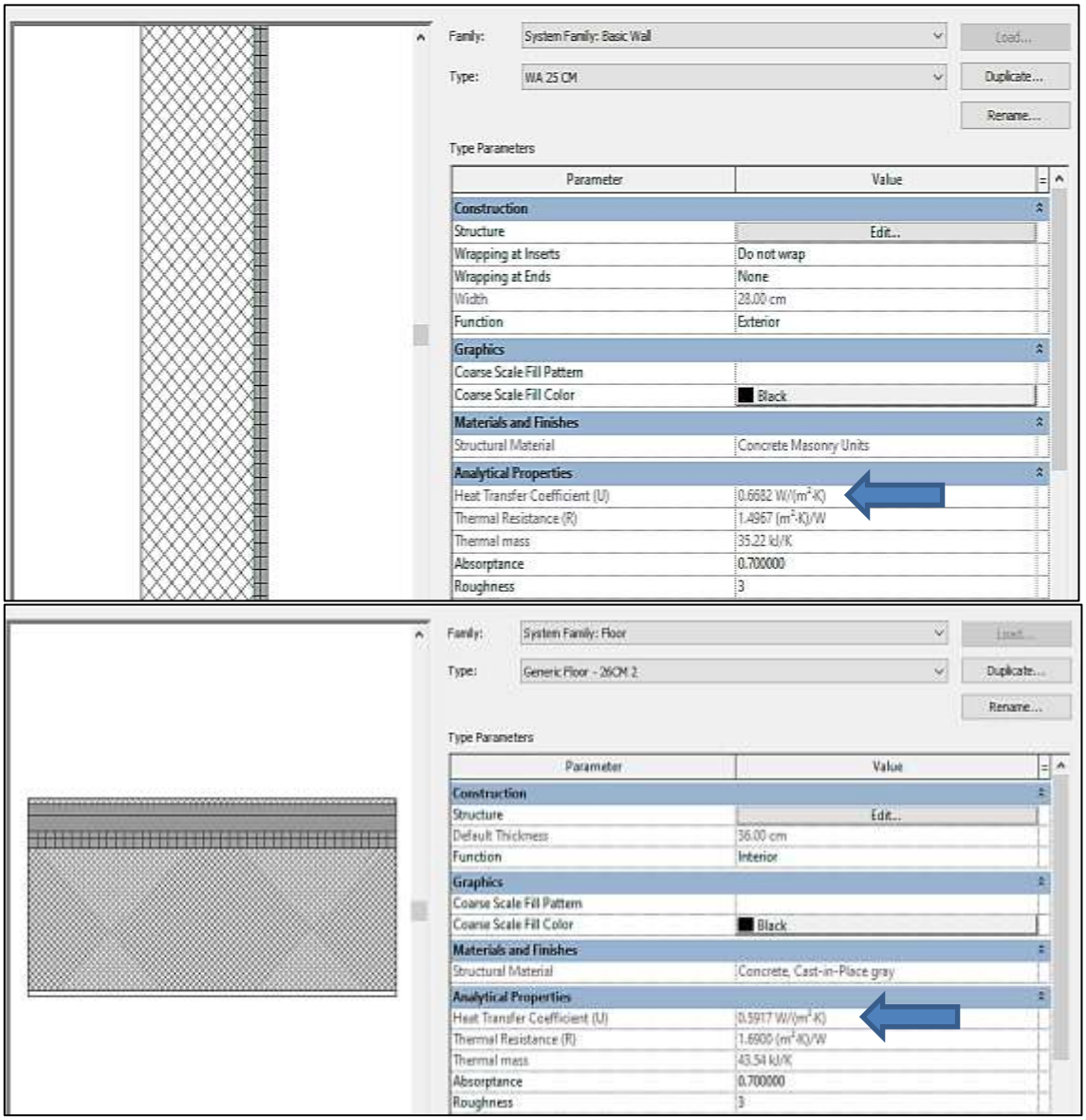
إذا كانت نتائج العقدة السابقة (عقدة التحقق للعنصر) غير محقق سوف يقوم البرنامج بإضافة مادة جديدة تعمل زيادة المقاومة الحرارية وإنقاص معامل الانتقال الكلي وذلك بسماكة محددة يمكن تغيرها وفيما يلي شكل يوضح الية عمل عقدة ادخال مادة جديدة لعناصر المبنى باستخدام لغة ال Python:




**الشكل (30) عقد ادخال مادة جديدة باستخدام لغة Python**

## النتائج والمناقشة:

الهدف من ذلك الوصول الى عناصر مبنى تحقق أحد اهم المتطلبات التصميمية لكود العزل الحراري فبعد إضافة المادة الجديدة نلاحظ انخفاض معاملات الانتقال الحراري بحيث تصبح ضمن الحدود المقبولة والمنصوص عليها بالكود.




**الشكل (21) الخصائص الحرارية لمغلف المبنى بعد إضافة المادة الجديدة**

## الاستنتاجات والتوصيات:

### الاستنتاجات:

تشكل منهجية الBIM تكنولوجيا فعالة في مجال إدارة الطاقة في المشاريع والتي تمتلك مزايا كثيرة تساهم في الحد من استهلاك الطاقة السنوية والوصول لمباني صديقة للبيئة، ونستنتج من ذلك ما يلي:

- تسهم نمذجة معلومات البناء (BIM) في التنبؤ بكمية الطاقة المستهلكة سنوية والتي تصرف على التدفئة والتكييف من خلال الأدوات التي تقدمها بسهولة وسرعة فمعلومات المبنى تكون مدمجة داخل العناصر نفسها من معامل الانتقال الحراري الكلي والمقاومة الحرارية والكتلة الحرارية والتكوين البناء وحتى المعلومات المناخية للموقع تأخذ من أقرب مرصد للطقس من دون الحاجة الى جمعها او التنبؤ بها.
- دراسة توجه المبنى في مرحلة التصميم يسهم في خفض الحمل الحراري الكلي السنوي بنسبه تزيد عن 20%
- دراسة الظل باستخدام أداةShadow Study المصممة بالاستعانة بالDynamo ضمن بيئة عمل الRevit

أسهم بشكل كبير بدراسة توزيع المقاسم السكنية من حيث مدى الاستفادة من الاشعاع الشمسي الطبيعي والذي يعد مصدر من مصادر الطاقة المتجددة والذي تبينا منها انا يكون المحور الطولي للتجميع شرق غرب عندما تكون الكل بشكل مستطيل لان ذلك يسمح للواجهات الجنوبية بالاستفادة من اشعة الشمس المحببة.

- الأدوات و الإضافات في برنامج الريفيت يتم تصميمها بما يدعم مهام سير العمل وتوفير معلومات المباني BIM ،والاستفادة من المعلومات الديناميكية في النماذج الذكية،لذلك إن الإضافة الجديدة بواسطة الDynamo لتحقيق مغلف المبنى للمتطلبات التصميمية لكود العزل الحراري السوري أسهمت في الحد من التسرب الحراري الناتج عن تفاعل الغلاف الخارجي للمبنى مع الجو بهدف خفض الحمل الكلي وسوف يتم إعادة اجراء حسابات الحمل كلها بعد استخدام هذه الادات للتأكد من صحتها ومقدار الاستفادة منها.

**التوصيات:**

1. إضافة مادة الى كود العزل الحراري تتعلق بطريقة تجميع المقاسم بحيث تحدد أنه أفضل محور لتجميع المقاسم هو باتجاه شرق غرب وأنه عندما تكون المقاسم مجمعة حول فراغ عمراني ان يكون ذو شكل مستطيل محوره الطولي باتجاه شرق غرب
2. إضافة مادة تتعلق بتحديد شكل وتوجيه البناء بحيث يكون المحور الطولي للبناء شرق غرب وبدوران ١٥ درجة عن الشمال بالاتجاه الغربي.
3. الاهتمام بمرحلة التصميم واعطائها الوقت الكافي في الدراسة وخاصة الدراسات الحرارية للحد من الاستهلاك.
4. التأكيد على ضرورة الاعتماد على مواد بناء ذات عازلية جيدة في الجهات الشرقية والغربية وذات إيصالية حرارية جيدة في الجهة الجنوبية.
5. التدريب المستمر للعاملين في مجال البناء و كافة الأطراف على استخدام برمجيات منهجية الBIM ،والعمل على دمج مفاهيم أنظمة في برامج التعليم في الجامعات وورشات العمل مما يضمن دخول المهندسين لسوق العمل في المستقبل تتمتع بالمهارات المطلوبة.

## References:


**.1** Khudhaire, H. and H. Ibrahim. Naji, *Using Building Information Modeling to Retrofit Abandoned Construction Projects in Iraq to Achieve Low-energy.* International Journal of Engineering, 2021. **34**.

.2 Omran, J., *How to achieve sustainable building design and operation with building information modeling.* Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies, 2020. **42**(2): p. 217-232.

.3 Jalaei, F. and A. Jrade, *Integrating building information modeling (BIM) and energy analysis tools with green building certification system to conceptually design sustainable buildings.* J. Inf. Technol. Constr., 2014. **19**: p. 494-519.

.**4** Egwunatum, S., E. Joseph-Akwara, and R. Akaigwe, *Optimizing energy consumption in building designs using building information model (BIM).* Slovak Journal of Civil Engineering, 2016. **24**(3): p. 19.
5. Al-Saud, Y.S.A., Sustainable Construction Performance Analysis Using BIM-Testing Programs Elias Acetic AAA Canaanite Magazine,
.**6** Geekiyanage, D. and T. Ramachandra, *A Correlation Analysis of factors influencing cooling energy demand of condominiums in Sri Lanka.* TECHNICAL COMMITTEE, 2017: p. 126.
**.7** Ayyad, T.M., *The impact of building orientation, opening to wall ratio, aspect ratio and envelope materials on buildings energy consumption in the tropics*. 2011, The British University in Dubai (BUiD).
8. Ashour, H., The Environmental Role of the Construction System in Detached Housing Complexes - Aleppo Case Study. 2014, Aleppo University_Faculty of Architectural Engineering.
9. Thermal Insulation Code for Buildings in the Syrian Arab Republic, ALAFW. Electricity, Editor. 2006.
.10 *Albatayneh, A., et al., Assessment of the thermal performance of complete buildings using adaptive thermal comfort. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2016. 216: p. 655-661.*
.11 *Ayyad, T.M., The impact of building orientation, opening to wall ratio, aspect ratio and envelope materials on buildings energy consumption in the tropics. 2011, The British University in Dubai (BUiD).*
.12 *Geekiyanage, D. and T. Ramachandra, A Correlation Analysis of factors influencing cooling energy demand of condominiums in Sri Lanka. TECHNICAL COMMITTEE, 2017: p. 126.*
.13 *Jalaei, F. and A. Jrade, Integrating building information modeling (BIM) and energy analysis tools with green building certification system to conceptually design sustainable buildings. J. Inf. Technol. Constr., 2014. 19: p. 494-519.*
.14 *Egwunatum, S., E. Joseph-Akwara, and R. Akaigwe, Optimizing energy consumption in building designs using building information model (BIM). Slovak Journal of Civil Engineering, 2016. 24(3): p. 19.*
.15 *Watfa, M.K., A.E. Hawash, and K. Jaafar, Using Building Information & Energy Modelling for Energy Efficient Designs. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 2021. 26(23): p. 427-440.*
.16 *Prasad, K., et al., Impact of Building Orientation on Energy Consumption in the Design of Green Building. 2017.*