JAUES

Journal Of Al Azhar University Ngineering Sector

Vol. 13, No. 49, October, 2018, 1563-1571

نمذجة معلومات البناء (BIM) والعمارة الخضراء
(دراسة لاستخدام برنامج Design Builder كأحد برامج البيم الخضراء (Green BIM) في عمل محاكاة لمبنى سكنى بالتجمع الخامس)

تامر رفعت

قسم العمارة، المعهد الكندى العالى لتكنولوجيا الهندسة والأدارة ، التجمع الخامس، القاهرة الجديدة، القاهرة، مصر،

ABSTRACT

Green and sustainable buildings are considered the most prevalent topics in architecture and design field according to their importance in preserving the natural environment and minimizing the damage caused by building construction leadership. Building Information Modeling (BIM) and Green Building Information Modeling (Green BIM) have been emerged for ease of handling of the building in different phases such as: design, implementation, occupancy and maintenance, as well as complete visualization of the building's components and its impact on the surrounding natural environment. Also BOQ schedules, schedules of specifications and time schedule of the project, which ensures the speed of implementation and the lack of errors and damage in the implementation phase and ease of maintenance process in the occupancy phase. The purpose of this research is to review the concept of green and sustainable architecture and its Building Information Modeling (BIM) to ensure the efficiency and design of the building and its suitability in the design. Also study the Design Builder Program as one of the Green BIM programs in the simulation of a residential building to study Energy Consumption - CO2 emission rate – Thermal Comfort. The methodology includes reviewing the literature for sustainable and green architecture and Building Information Modeling (BIM) programs in addition to a practical study of a Residential unit to study its effect on the surrounding environment in terms of energy consumption rate - thermal comfort - the rate of CO2 emissions.

Keywords: Green Buildings, Sustainability, Building information Modeling (BIM).

ملخص البحث

تعتبر المباني الخضراء والمستدامة أحد أكثر المواضيع انتشارا في الدراسة نظرا لأهميتها ودورها فى الحفاظ على البيئة الطبيعية وتقليل الأضرار الناتجة من عملية إنشاء المباني.

ومن هنا ظهر برامج نمذجة معلومات البناء (BIM) ونمذجة معلومات البناء الخضراء (Green BIM) وذلك لسهولة التعامل مع المبنى في مرحلة التصميم والتنفيذ والإشغال والصيانة بالإضافة إلى عمل محاكاة تخيلية كاملة لمكونات المبنى وتأثيره على البيئة الطبيعية المحيطة كما يمكن من خلاله أيضا عمل حسابات التكلفة وجداول المواصفات والبرنامج الزمني للمشروع مما يضمن سرعة التنفيذ وقلة الأخطاء والهالك في مرحلة التنفيذ وسهولة عملية الصيانة فى مرحلة الإشغال.

الهدف من هذا البحث هو استعراض مفهوم العمارة الخضراء والمستدامة ونمذجة معلومات البناء (BIM) لضمان كفاءة تصميم المبنى ومدى ملائمته للبيئة الطبيعية والعمرانية المحيطة بالإضافة أيضا إلى دراسة دور برنامج (Design Builder) كأحد برامج البيم الخضراء (Green BIM) في عمل محاكاة لمبنى سكنى لدراسة معدل استهلاك الطاقة – الراحة الحرارية – معدل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.

تشمل المنهجية مراجعة الأدبيات للعمارة المستدامة والخضراء وبرامج نمذجة معلومات البناء بالإضافة إلى دراسة عملية لوحدة سكنية موجودة على ارض الواقع لدراسة تأثيرها على البيئة المحيطة من حيث معدل استهلاك الطاقة – الراحة الحرارية – معدل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.

الكلمات الدالة: المباني الخضراء، الاستدامة، نمذجة معلومات البناء

١ - المقدمة

في الوقت الحاضر ونتيجة لزيادة كمية التلوث مما أدى إلى الضرر بالبيئة الطبيعية أتجه العالم إلى العمارة الخضراء والاستدامة كمحاولة لتقليل الأضرار الجسيمة التي لحقت بالبيئة الطبيعية نتيجة لاستنزاف مواردها واستخدام المواد الضارة في عمليات البناء والزراعة والصناعة ... الخ.

ولقد ساعدت نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling – BIM) فى تطبيق العمارة الخضراء من خلال برامج المحاكاة ودراسات الجدوى لدراسة الأثر البيئي والمادي للمشروع على البيئة الطبيعية والمباني المحيطة

حيث أن نمذجة معلومات البناء (البيم) هي أحد التطورات الواعدة التي طرأت على مجالات الهندسة المختلفة فمن خلالها يمكن عمل تحليل دقيق لكل مكونات المبنى وتأثيره على ما حوله من بيئة طبيعية وعمرانية عن طريق عمل محاكاة تخيلية مما يتيح للمصمم العديد من بدائل التصميم الفعالة ومساعدته في اختيار البديل الأمثل معماريا وإنشائيا وماديا بالإضافة إلى كونه اقل ضررا على البيئة الطبيعية.

ومفهوم البيم ليس حديثا حيث ظهر لأول مرة عام 1962 على يد المهندس "دوغلاس أنجلبرت" حيث أوضح أن المهندس يبدأ بإدخال سلسلة البيانات والمواصفات (سمك البلاطة، الحائط.... الخ.) وعندما ينتهي يظهر على شاشة الكمبيوتر هيكل المبنى ثلاثي الأبعاد مما يتيح للمعماري التعديل فيه للوصول إلى التصميم الأمثل.

١ ـ ١ ـ إشكالية البحث

وتتمثل إشكالية البحث في إمكانية دراسة تأثير المبنى على البيئة الطبيعية والعمرانية المحيطة من خلال برامج نمذجة معلومات البناء (البيم).

١ ـ ٢ ـ هدف البحث

تهدف الدراسة البحثية إلى دراسة دور نمذجة معلومات البناء فى إقتراح البدائل التصميمية الفعالة من حيث التصميم والتكلفة والتأثير على البيئة الطبيعية والوصول إلى البديل الأمثل من خلال عمل محاكاه.

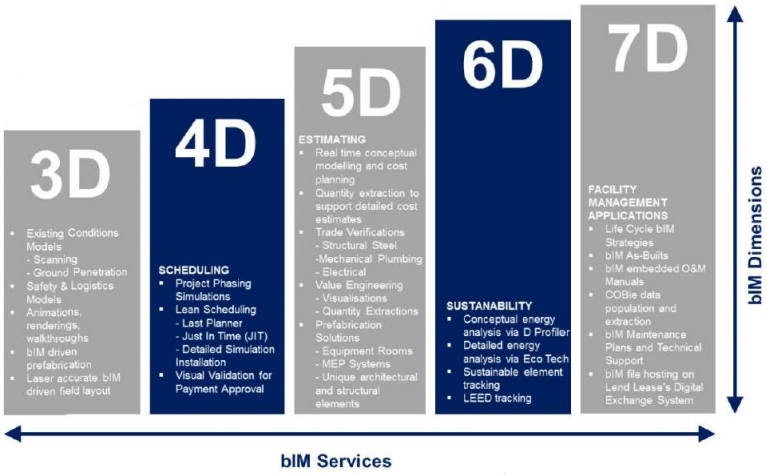
١ ـ ٣ ـ منهجية البحث

يعتمد البحث على المراجعة والتحليل لبرامج نمذجة معلومات البناء (البيم) ودورها فى تطبيق العمارة الخضراء والإستدامة إقتراح البدائل التصميمية الفعالة من حيث التصميم والتكلفة والتأثير على البيئة الطبيعية والعمرانية ويتم ذلك من خلال ما يلى:

- مراجعة وتحليل لنمذجة معلومات البناء والبرامج الخاصة بها ودورها فى العمارة الخضراء
- مراجعة وتحليل للعمارة الخضراء والعمارة المستدامة
- مراجعة وتحليل لمفهوم المبانى الخضراء
- دراسة عملية لمبنى سكنى بالتجمع الخامس بإستخدام أحد برامج البيم الخضراء لدراسة معدل إستهلاك الطاقة – الراحة الحرارية – معدل إنبعاث غاز ثانى أكسيد الكربون
- النتائج والتوصيات

٢ - نمذجة معلومات البناء (البيم – BIM)

ويعرف البيم بأنه تصميم نموذجا شاملا للمبنى بكل مكوناته والبيانات الخاصة به ويتعدى هنا النموذج الثلاثي الأبعاد (3D)، حيث أن المقصود عمل محاكاة كاملة للمبنى مع توصيف كل مرحلة يمر بها المبنى خلال مرحلة الإنشاء والتنفيذ والتشغيل. وهذا يشمل: بناؤه كشكل إفتراضى (3D)، إدراكه بمعامل الزمن (4D)، عامل التكلفة (5D)، عامل الاستدامة (6D)، وأخيرا عامل إدارة المشروع بعد تشغيله وصيانته (7D). [1] (شكل 1) وتم توثيق مصطلح البيم (BIM) عام 1992 على يد "فان نودرفين وتولمان".



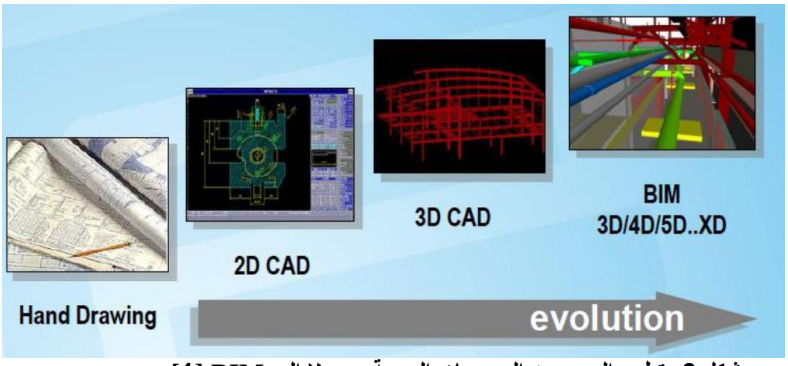
شكل 1: أبعاد البيم المختلفة [1]

وبتحليل كلمة نمذجة معلومات البناء (Building Information System)

١ - نمذجة: وتعنى نموذج مجسم مرئي للبيانات والمعلومات
٢ - معلومات: البيانات الخاصة بالمبنى (مواد الإنشاء – التوصيف – العناصر المكونة له... الخ.)
٣ - البناء: جميع أنواع المباني (تعليمية – صناعية – سكنية – تاريخية – جسور - كباري... إلخ.)
كان أول نموذج للبيم تم تصميمه عام 1978 باستخدام برنامج الأرك كاد (ArchiCAD) من خلال شركة جرافى سوفت (GraphiSoft) [1] (شكل2)

شكل 2 : صورة عام 1984 من جرافى سوفت لبرنامج ArchiCAD [3]

ولذلك أعتبر البيم تطورا لطرق الرسم التى ابتدأت بالطريقة اليدوية ثم برامج الكاد ثم برامج البيم (شكل3) والجدول التالي يوضح الفرق بين برامج الرسم كاد والبيم



شكل 3: تطور الرسم من الرسومات اليدوية وصولا إلى BIM [1]

جدول 1: الفرق بين الأوتوكاد والبيم [1]

برامج كاد CAD	البيم BIM
ثنائي أو ثلاثي الأبعاد	مالا نهاية من الأبعاد
العناصر غير ذكية	العناصر متفاعلة
خطوط وأقواس	حوائط وشبابيك وأعمدة
مثل: الأوتو كاد AutoCAD	مثل: الريفيت Revit و الارك كاد ArchiCAD

٢ ـ ٤ - مميزات برامج البيم

- سهولة تبادل المعلومات بين مهندسي المشروع والمقاول والمالك مما يؤدى إلى تقليل الخسائر وتوفير النفقات ووضع الحلول المقترحة.
- الدمج بين المهندسين بمختلف التخصصات وليس المعماري فقط من أجل تحقيق أكبر قدر من الاستدامة من خلال اختيار المواد وأنظمة التهوية والصرف ... الخ.
- عمل نموذج محاكاة للمبنى يحتوى على كل البيانات والمعلومات
- سهولة التجول داخل المشروع قبل الموافقة على التصميم النهائي للمشروع
- عمل محاكاة كاملة للمشروع لدراسة الآثار البيئية والعمرانية له
- الحصر الدقيق للكميات والمواصفات مما يضمن كفاءة ميزانية المشروع وتقليل الهالك بنسبة 37% حيث تصل الدقة إلى 97% في حساب التكلفة النهائية للمشروع مع توفير 80% من وقت حساب تكلفة المشروع

- سهولة الصيانة بعد مرحلة التشغيل
- تفادى 40% من التغيرات المفاجئة أثناء التنفيذ

٢ ٤ - نماذج من برامج البيم في مختلف المجالات [1]

أولا: البرامج المعمارية:

- Autodesk Revit Architecture
- Nemetschek Allplan Architecture
- Gehry Technologies – Digital Project Designer
- Nemetschek Vectorworks Architect
- Bentley Architecture
- 4MSA IDEA Architectural Design (IntelliCAD)
- Softtech Spirit
- Rhino BIM (BETA)

ثانيا: البرامج الإنشائية

- Autodesk Revit Structure
- Bentley Structural Modeler
- Bentley RAM, STAAD and ProSteel
- Tekla Structures
- CypeCAD
- Graytec Advance Design

ثالثا: برامج التكييف والصحى

- Autodesk Revit MEP
- Bentley Hevacomp Mechanical Designer
- 4MSA FineHVAC + FineLIFT + FineELEC + FineSANI
- Gehry Technologies – Digital Project MEP Systems Routing
- CADMEP (CADduct / CADmech)

رابعا: الإستدامة

- Autodesk Ecotect Analysis
- Autodesk Green Building Studio
- Graphisoft EcoDesigner
- IES Solutions Virtual Environment VE-Pro
- Bentley Tas Simulator
- Bentley Hevacomp
- DesignBuilder

. خامسا: حساب التكلفة

- Cost Estimate Autodesk QTO
- Innovaya
- Vico
- Timberline or equal

سادسا: حسابات إستهلاك الطاقة

- Energy Analysis Autodesk
- Green Building Studio
- IES Hevacomp
- TAS eQuest
- DesignBuilder
- Sketchup + OpenStudio Plugin

سابعا: التخطيط العمرانى

- InfraWorks 36
- CityEngine

٢ ٣ - مخرجات برامج البيم

- نموذج للموقع العام
- نموذج لكتلة المبنى
- رسومات معمارية وإنشائية وكهر وميكانيكية
- البرنامج الزمني للمشروع وجدوله مراحله
- التفاصيل المعمارية والإنشائية والكهروميكانيكية
- أي بيانات أخرى يتم الاتفاق عليها مع العميل أو المقاول

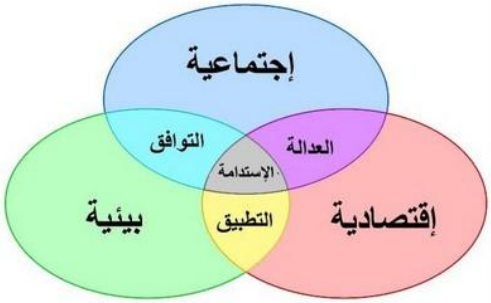
ومن خلال هذه المخرجات يمكن للمصمم الحصول على ما يلي: [4]

١ - محاكاة للتأثيرات البيئية للمبنى
٢ - معدلات استهلاك الطاقة في المبنى
٣ - معدلات الإضاءة الطبيعية داخل المبنى
٤ - التكلفة النهائية للمشروع
٥ - الجدول الزمني للمشروع

٣ - العمارة الخضراء والاستدامة

إن الاستدامة والحياة الأفضل للأجيال القادمة هي واحدة من المفاهيم الأساسية التي يحاول المصممون والمعماريون مراعاتها عند تطبيق التكنولوجيا والإستراتيجية الحضرية والصناعية ، والتي يصاحبها استهلاك أكبر للموارد الطبيعية والطاقة.

وتعرف الاستدامة بأنها تلبية حاجات المجتمع في الوقت الحاضر دون المساس باحتياجات الأجيال القادمة [5]. وتبنى الاستدامة على ثلاث نقاط أساسية وهم: المجتمع، البيئة، الاقتصاد. (شكل 4)



شكل 4: النقاط التي تبنى عليها الاستدامة [5]

وأيضا نتيجة للأضرار الجسيمة لصناعة المباني على البيئة الطبيعية ظهر مفهوم العمارة الخضراء والمباني الخضراء كمحاولة من المصممين إلى تصميم مباني متكاملة مع البيئة ليكون تأثيرها أقل ضررا على البيئة الطبيعية.

وتعرف العمارة لخضراء بأنها تصميم المباني بحيث تكون مزيجا من الاستدامة والإيكولوجية والأداء. يتم تحديد مستوى التصميم الأخضر استنادا إلى مستوى التفاعل بين هذه الفئات الثلاث. [6]

وتتمثل مبادئ العمارة الخضراء فيما يلي: [7]

- الحد من استهلاك الطاقة، والاستفادة من الموارد المتجددة
- الحفاظ على المياه
- تعزيز أفضل استخدام مواد البناء
- إدارة النفايات، وحماية موقع البناء
- التركيز على الصحة وجودة البيئة
- الصيانة و التشغيل، الشمولية.

٣ ٤ - المباني الخضراء

يمكن تعريف المباني الخضراء بأنها المباني التي توفر حياة أفضل للإنسان وتأخذ بعين الاعتبار المعايير البيئية في كل مرحلة من مراحل البناء والتصميم والتنفيذ والتشغيل والصيانة، وبالتالي تقليل التأثير البيئي الضار للبناء على المجتمع والكرة الأرضية بشكل عام. [4]

المباني الخضراء توفر عدة أمور مثل: جودة الهواء الداخلية والخارجية، الإضاءة الطبيعية، خفض نسبة الضوضاء بالإضافة إلى أنها تستهلك اقل قدر من المواد والموارد الغير متجددة مع الاعتماد على إعادة تدوير المواد وإعادة تدوير الماء. ونظرا لأهمية الاتجاه إلى تصميم المباني الخضراء للحفاظ على البيئة الطبيعة تم إصدار أنظمة لتقييم المباني الخضراء لضمان كفائها ومدى صداقتها للبيئة. [6]

٣ ٤ - نظم تقييم المباني الخضراء

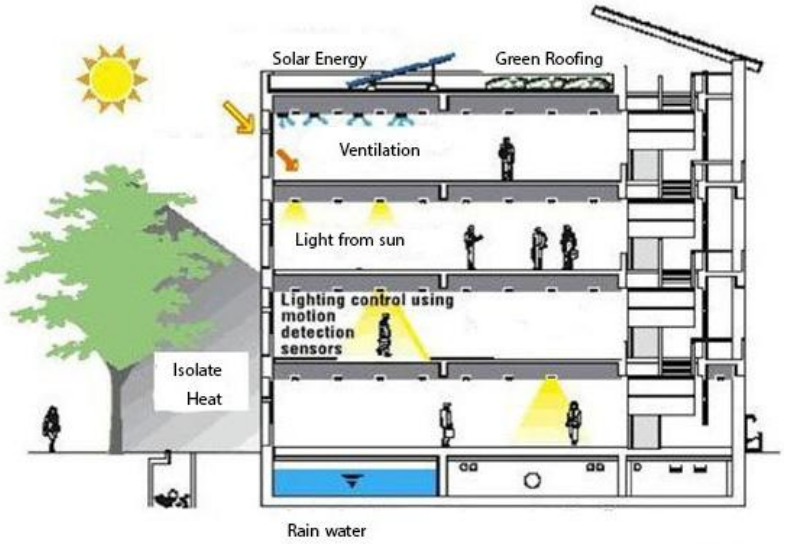
يوجد أكثر من نظام تقييم للمباني الخضراء، بما في ذلك الرموز المحلية يتم تطبيقها في العديد من البلدان وهي مناسبة لظروف كل بلد. وأكثرا لأنظمة العالمية الشهيرة هي: [4]

١. الريادة في الطاقة والتصميم البيئي (LEED). تأسست في عام 2000 من مجلس البناء الأخضر الأمريكي (USGBC).
٢. بناء مؤسسة بحوث التقييم البيئي منهجية (BREEAM). تأسست في عام 1990 من قبل مؤسسة أبحاث البناء البريطانية (BRE).
٣. نظام تقييم (ARZ). تأسست في عام 2011 من قبل المبنى الأخضر اللبناني المجلس (LGBC).
٤. نظام تقييم نظام استدامة. تأسست في عام 2008 من قبل أبو ظبي الحضرية مجلس التخطيط (UPC).
٥. نظام تصنيف النجوم الخضراء (Green Star). تأسس في عام 2003 من قبل الأسترالية الخضراء مجلسة البناء (GBCA).

٦. نظام التقييم الشامل لكفاءة البيئة العمرانية (CASBEE) . أنشأت في عام 2001 من قبل مجلس المباني الخضراء الياباني (JGBC).
٧. نظام تقييم الهرم الأخضر (GPRS). تأسس عام 2010 من قبل مجلس المباني الخضراء في مصر (GBC-Egypt)

وعلى الرغم من اختلاف أنظمة تقييم المباني الخضراء المختلفة ، إلا أنها تركز على نفس الأهداف ، ويتم تلخيص أهداف المباني الخضراء على النحو التالي: (شكل 5)

- استخدام جميع موارد الطاقة والمياه والمواد بشكل فعال وتقليل النفايات (مبدأ التخفيض وإعادة الاستخدام ثم إعادة التدوير).
- الحفاظ على الطبيعة التي هي مصدر جميع الموارد.
- خلق بيئة صحية للأجيال القادمة.
- تصميم المباني بكفاءة عالية من خلال الموازنة بين الأداء والبيئة والموارد بالإضافة إلى التركيز على التكلفة الإجمالية لدورة حياة المبنى وليس التكلفة الأولية للبناء.



شكل 5: أهداف المباني الخضراء [4]

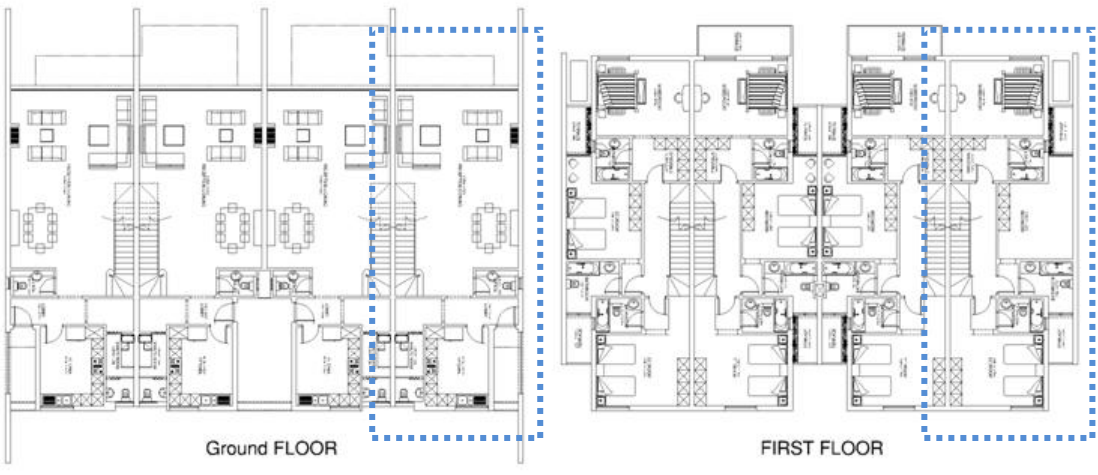
٤ - الدراسة العملية (استخدام برنامج (Design Builder) كأحد برامج البيم الخضراء (Green BIM) لحساب استهلاك الطاقة – الراحة الحرارية – معدل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في مبنى سكنى بالتجمع الخامس)

التعريف ببرنامج Design Builder:

هو دراسة الأحمال الحرارية للمبنى من حيث التهوية ونسبة انبعاث ثاني أكسيد الكربون والحركة الجوية الداخلية، يدرس المواد الخام داخل مبنى التكوين والعزل معدلات فقدان الحرارة والكهرباء. حساب استهلاك الطاقة وشهادة تعريف للمبنى العام. ويعتبر برنامج (Design Builder) أول برنامج مقارنة يشمل نفس السطح البيني لبرنامج (Energy Plus) [8]

٤ ـ ١ التعريف بالوحدة السكنية

الوحدة السكنية عبارة عن فيلا صغيرة (Twin House) بمشروع مونتن فيو بالتجمع الخامس. يتكون المبنى من دورين بارتفاع إجمالي للمبنى 7م. (شكل 6)



شكل 6: مسقط أفقي للدور الأول والأرضي للوحدة السكنية

يوضح (جدول 2) بيانات المبنى المستخدمة فى التجربة

جدول 2: بيانات التجربة العملية

الموقع	التجمع الخامس
البرنامج المستخدم للمحاكاه	Design Builder
بيانات الفراغ	نسبة الفتحات للحوائط WWR: 20% - ما عدا الصالة فى الدور الأرضى WWR: 100% نوعية الزجاج: سمك 6مم – زجاج نقى شفاف
طبقات الحائط	0.05م دهان 0.025م مونة اسمنتية 0.12م طوب خرسانى 0.025م مونة اسمنتية 0.05م دهان
طبقات السقف	0.02م بلاط 0.02 مونة أسمنتية 0.06م رمل 0.07 : 0.014 خرسانة ميول 0.04 م عزل رطوبة + حرارة 0.15م خرسانة مسلحة

٤ ٢ - حسابات المحاكاة ببرنامج Design Builder

أولا: معدل استهلاك الطاقة للمبنى:

يوضح (جدول 3) معد ل استهلاك الطاقة للمبنى وأحمال التبريد والتدفئة

جدول 3: معدل استهلاك الطاقة في المبنى السكنى

التبريد – سنويا (كيلووات/ساعة)	التدفئة - سنويا (كيلووات/ساعة)	معدل استهلاك الكهرباء – سنويا (كيلووات/ساعة)
2587.16	989.97	3577.13

ومن (جدول 3) يتضح أن المعدل السنوي لاستهلاك الطاقة للمبنى 3577.13 كيلو/وات على مدار العام

ثانيا: معدل الراحة الحرارية داخل المبنى بمقياس Fanger:

يوضح (شكل 7) معدلات الراحة الحرارية على مدار العام للمبنى

شكل 7: معدل الراحة الحرارية بمقياس Fanger للمبنى على مدار العام

ومن (شكل 7) يتضح أن شهري إبريل وأكتوبر خارج معدل الراحة حيث أن الحد المسموح به من المفترض ألا يزيد عن -0.5 و 0.5 وممكن أن يصل إلى حد أقصى -0.9 و 0.9

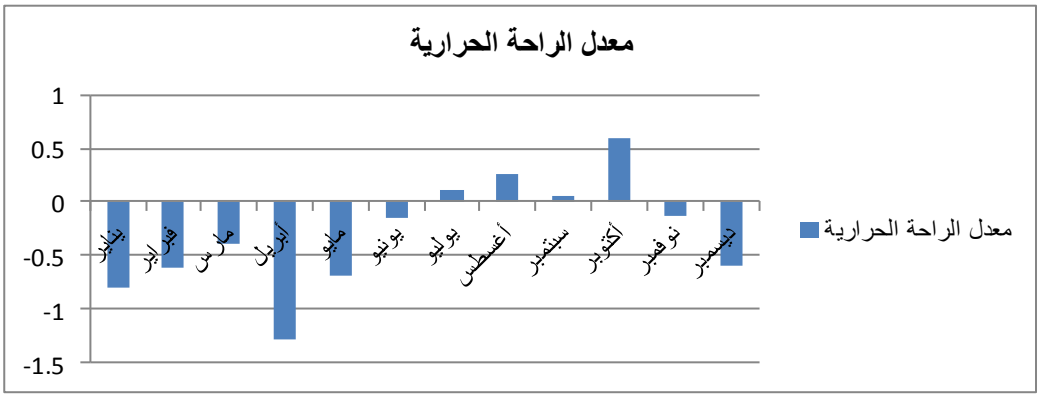
ثالثا: معدل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون للمبنى:

كل 8: كمية ثانى أكسيد الكربون المنبعثة للمبنى على مدار العام

٥ ـ النتائج

ومن المحاكاة التي تمت للمبنى السكنى فإنه يمكن للمصمم معرفة:

- استهلاك الوحدة للطاقة ووسائل التدفئة والتبريد الميكانيكية مما يمكنه التعديل فى مرحلة



التصميم من حيث المواد المستخدمة ونوع الزجاج والتوجيه للوصول إلى أكبر قدر من كفاءة استهلاك الطاقة مما يؤدى إلى تحسين تأثير المبنى على البيئة الطبيعية المحيطة.

- كما يمكن أيضا من خلال البرنامج دراسة الراحة الحرارية داخل الفراغات مما يمكنه أيضا عمل التعديلات اللازمة في مرحلة التصميم لتوفير أكبر قدر من الراحة الحرارية لمستخدمي الفراغ.
- وأيضا حساب كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة لمعرفة إذا كان هناك تعديل في التصميم يمكنه تقليل كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة مما يعمل على التقليل من ظاهرة الاحتباس الحراري والجزر الحرارية.
- وأخيرا نجد انه من خلال البرنامج يمكن للمصمم معرفة الكثير من تأثيرات المبنى على البيئة المحيطة مما يمكنه معالجاتها فى مرحلة التصميم بحيث يكون أقل تكلفة من تدارك المشكلة بعد مرحلة التنفيذ والإشغال ومحاولة معالجاتها بوسائل قد تكون أكثر ضررا للبيئة.

٦ ـ التوصيات

من خلال الدراسات والتحليلات السابقة فأنه يمكن لممارسات المباني الخضراء أن تقلل إلى حد كبير من التأثير السلبي على البيئة الطبيعية كما تعمل على التقليل من تكاليف التشغيل، وتحقيق الراحة الحرارية داخل الفراغات

كما أنه أيضا يجب على المصممين التوجيه إلى التصميم من خلال برامج البيم وبرامج البيم الخضراء وذلك للحصول على كافة المعلومات اللازمة لتنفيذ وتصميم المبنى بدءا من حصر الكميات والمواصفات والجدول الزمني وصولا بالتأثيرات البيئة للمواد المستخدمة والأحمال الحرارية لها ومعدلات استهلاك الطاقة من خلال عمل محاكاة تخيلية للمبنى مما يتيح للمصمم إمكانية التعديل في مرحلة التصميم مما يعمل على تقليل التكلفة النهائية للمشروع بالإضافة إلى تقليل الهالك.

ففي حالة المبنى السكنى الذي تم دراسته في الدراسة العملية لو أمكن للمصمم من عمل محاكاة للمبنى قبل التنفيذ لكان هناك دور كبير في تحسين تأثير المبنى على البيئة الطبيعية من خفض في استهلاك الطاقة وتقليل في كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة. حيث بتجربة تعديل سمك الحائط الخارجي فقط من 12 سم إلى 25 سم فإنه يمكن خفض استهلاك الطاقة بنسبة 9.27% (جدول 4) بالإضافة إلى تقليل كمية ثاني أكسيد المنبعثة (شكل 9) مما يعمل على تقليل تكلفة المبنى أيضا على الأجل البعيد وزيادة شعور المستخدمين بالراحة داخل الفراغات.

جدول 4: معدل إستهلاك الطاقة فى المبنى السكنى بعد تغيير سمك الحائط إلى 25 سم

التبريد – سنويا (كيلووات/ساعة)	التدفئة - سنويا (كيلووات/ساعة)	معدل استهلاك الكهرباء – سنويا (كيلووات/ساعة)

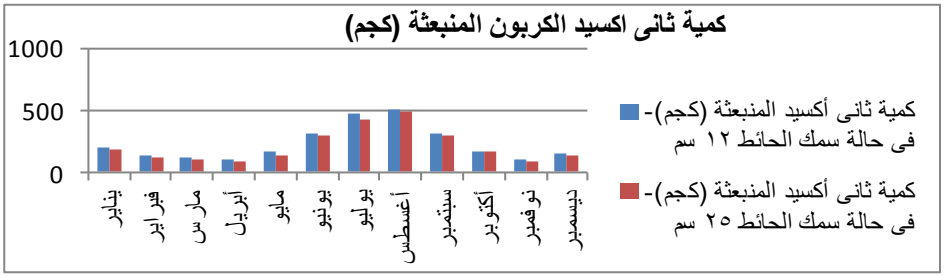
3245.35	754.27	2491.08

شكل 9: كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة للمبنى على مدار العام

٧ - المراجع

٧ ـ ١ المراجع العربية

[1] عمر سليم، محمد حماد، رياض العبد، ياسر أبو السعود، 2018، إستخدامات البيم فى العمارة الخضراء، ص. 1.



٧ ـ ٢ المراجع الأجنبية

[2] E, Krygiel & B. Nies. Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling. Retrieved from: http://bimarabia.com/os/?p=27073.

[4] Omar Selim, Sonia Ahmed, Moatasem Elbanna, Maison Elsrori, 2017, BIM Arabia, 8th Issue

[6]Attmann, O., (2010), Green Architecture Advanced technologies and Materials, McGraw Hill books, United States of America.

[7] Bernstein, H.M. and Bowerbank, A., (2008), Global Green Building Trends: Market Growth and Perspectives from Around the World. McGraw-Hill Construction. SmartMarket Report.

٧ ـ ٣ مواقع إليكترونية

[3] https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of bim/50be3c5cb3fc4b4fe60000eb-a-brief-history-of-bim-image, Access on: June, 2018

[5] https://www.sustainabilitydegrees.com/what-is-sustainability/, Access on: June, 2018

[8] Design Builder Official Website, https://www.designbuilder.co.uk, Access on: November, 2017