JAUES

Journal Of Al Azhar University Ngineering Sector

Vol. 13, No. 49, October, 2018, 1573-1592

نمذجة معلومات البناء BIM و دورها فى تطوير عملية التصميم المعمارى والبناء.

أحمد حنفى محمود أحمد

قسم الهندسة المعمارية - بمعهد القاهرة العالى للهندسة وعلوم الحاسب والإدارة - القاهرة الجديدة- القاهرة جمهورية مصر العربية

- **ABSTRACT**
- Building Information Modeling (BIM) is one of the most advanced developments in engineering, The second generation of modeling tools is the result of decades of research and development, A virtual model, one or more, is created to support the design process throughout its stages, It is a simulated for the reality of the real project, BIM modeling is created to simulate building design, construction and management, Which will improve performance beside calculate cost while not wasting time, The feasibility of using BIM is to adopt a more efficient design of buildings by collecting and using building information and data to improve its characteristics such as insulation, ventilation, lighting and all mechanical systems in the building. This technique originated from the development of 2D software such as CAD systems, with the rapid development and addition of the time factor, calculation of quantities of materials , cost and the management of the building facilities during the life cycle turn to 3D programs, up to XD development, which is reflected directly On design, construction and post occupancy. One of the most important areas for using BIM modeling is the detection of design errors and conflicts before construction and to processed off-site (pre-processing) elements by accurate digital representation of these elements.In the operational phase, BIM modeling can be integrated with BMS systems to monitor building performance in smart buildings, for example, intelligent control of electricity, water and other applications, thereby improving building performance. The stages of using the BIM building information models are in eight stages, starting with initial ideas, design, implementation, details, analysis, etc., and finally the operation and maintenance models.
- Types of BIM building information models, according to their use, including project site design models, architectural drawings, structural drawings, mechanical, electrical, sanitary, building fixtures, and complementary elements. BIM tools have been developed to integrate most data with the design and access model to identify and control loss of energy in the building, which helps improve sustainable design in the building.

ملخص البحث :

- نمذجة معلومات البناء BIM أحد أكثر التطورات فى مجال الهندسة عامة، ويعتبر الجيل الثانى من أدوات تصميم النماذج هو ثمرة عقود من البحث والتطوير فمن خلالها يتم إنشاء نموذج إفتراضياً أو أكثر لدعم العملية التصميمية خلال جميع مراحلها، وهو محاكى لواقع المشروع الحقيقى. والنمذجة BIM يتم إنشاؤها لمحاكاة التصميم والبناء وإدارة تشغيل المبنى والتى من شأنها تحسين الأداء بالإضافة إلى حساب التكلفة مع عدم إهدار الوقت. ومن جدوى إستخدام BIM اعتماد تصميم أكثر كفاءة للمبانى من خلال جمع معلومات وبيانات المبنى وإستخدامها لتحسين خصائصه، مثل العزل والتهوية والإضاءة وجميع الأنظمة الميكانيكية فى المبنى. وقد **نشأت** هذه التقنية من تطور برامج 2D مثل أنظمة CAD ومع التطور السريع وبإضافة عامل الوقت وبحساب كميات المواد وتكلفتها وكذلك بإدراة مرافق المبنى خلال دورة حياته تتحول إلى برامج ثلاثية الأبعاد 3D،ويصل التطور حتى XD، مما ينعكس مباشرة على التصميم والإنشاء ومابعد الإشغال. **ويعتبر** من أهم مجالات إستخدام نمذجة BIM اكتشاف الأخطاء والتعارضات فى التصميم قبل عملية البناء، وفى تجهيز العناصر المصنعة خارج الموقع (السابقة التجهيز) عن طريق التمثيل الرقمى الدقيق لهذه العناصر. وفى مرحلة التشغيل يمكن دمج BIM modeling مع أنظمة BMS لرصد أدآء المبنى فى المبانى الذكية مثلا والتحكم الذكى فى إستخدام الكهرباء والمياه وغيرهم مما يؤدى إلى تحسين أدآء المبنى. وتمر مراحل إستخدام نماذج معلومات البناء BIM بثمانية مراحل تبدأ بنماذج وضع الأفكار المبدئية، والتصميم، والتنفيذ، والتفاصيل والتحليل وغيرهم،

وأخيراً نماذج التشغيل والصيانة.وتوجد أنواع نماذج معلومات المبني BIM وفقاً للإستخدام منها نماذج خاصة بإعداد موقع المشروع، والرسومات المعمارية والإنشائية والميكانيكية، والكهربائية، والصحية، وغيرهم . وتم تطوير أدوات BIM لتدمج معظم البيانات مع نموذج التصميم والوصول لتحديد استهلاك الطاقة فى المبنى والتحكم فى فقدانها، مما يساعد على تحسين التصميم المستدام فى المبنى.

المقدمة

- إن العملية التصميمية للمبنى تمر بمراحل وتخصصات مختلفة مثل التصميم والإنشاء والتكلفة والمسئول عن كل تخصص معين مثل التصميم ليس على دراية كاملة بعملية البناء والتخصصات الأخرى بما فى ذلك مواصفات المواد والإنشاء والتكلفة،...،فعملية النمذجة BIM تعمل على ربط ودمج هذه التخصصات فيكون المصمم المعمارى مثلاً على دراية كاملة بكافة معلومات وبيانات المبنى وعملية البناء وهو مالا يتوفر فى العملية التصميمية بالطرق التقليدية.
-نمذجة معلومات البناء BIM تمثل عملية مطورة لإستخدام برامج حاسوب تم إنشاؤها لمحاكاة التخطيط والتصميم والبناء وإدارة تشغيل المبنى، حيث يوفر تحقيق فوائد عديدة فى جميع مراحل المشروع، فيتم ربط نموذج المبنى بأدوات تحليل الآداء، حيث كانت الطرق التقليدية للتصميم تتطلب إجراء تحليل منفصل لأداء المبنى فى نهاية العملية التصميمية مما يقلل من فرص التعديلات المبكرة والتى من شأنها تحسين الأداء، هذا بالإضافة إلى التكلفة وإهدار الوقت الناتج عن هذه الطرق التقليدية.
- تعتبر BIM وسيلة لتبادل البيانات بين جميع التخصصات الهندسية المشتركة فى المشروع مع إستخدامها في عملية التصنيع، والأنظمة الإنشائية عبر بيئة تكاملية مما يزيد من قيمة المنتج، بالإضافة إلى كونها عملية سريعة وذات كفاءة عالية كما تساعد فى وضع المقترحات التصميمية والمقارنة فيما بينها، بجانب إمكانية التحكم فى التكلفة الكلية للمبنى، ومن خلال البيانات البيئية يتم التحكم فى الآداء البيئى وفقاً للتكلفة المحددة للمبنى. و يمكن كذلك لنمذجة معلومات المبانى BIM المساعدة فى تنفيذ تحليلات أداء المبانى المعقدة لضمان تصميم مستدام وتنفيذ محقق لهذا التصميم فتتكامل مرحلة التصميم مع آليات التنفيذ وتعديلات ما بعد الإشغال للوصول إلى الهدف الموضح، و يعتبر الجيل الحالي من أدوات تصميم النماذج هو ثمرة عقود من البحث والتطوير على إستخدام الكمبيوتر للتصميم ثلاثى الأبعاد التفاعلى، والتى تتوج بالنمذجة البارامترية ومن أمثلة الشركات الرائدة فى إستخدام تقنيات BIM Holder Construction Company(HCC) فى أتلانتا مما رشحها للفوز بجائزة AGC عام 2007.

الكلمات الدالة: نمذجة معلومات البناء Building Information System (BIM)

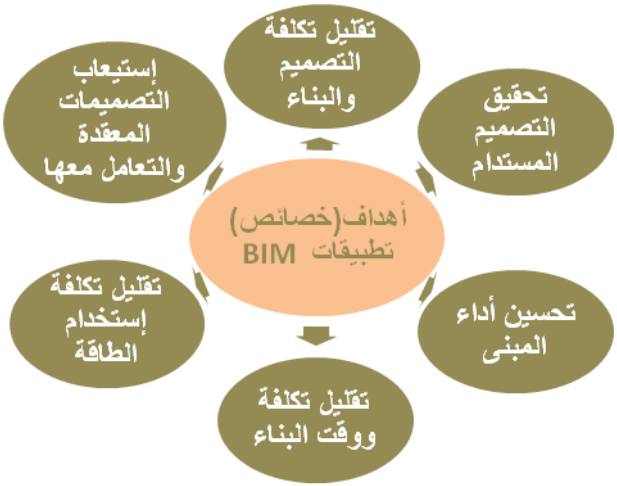
معالجة البيانات Data processing - صناعة البناء Construction industry
المحاكاة بالحاسب الآلى Computer simulation
إدارة المبنى Building management- التمثيل الرقمي Digital Representation

المشكلة البحثية :

- تتمثل المشكلة البحثية في كيفية إستغلال ظهور التقنيات الحديثة ومنها نمذجة معلومات البناء BIM فى نمذجة المبنى ومحاكاة البيئة المحيطة به وتفاعله معها، ومساعدة المصممين فى تقييم أفكارهم وتطويرها. و كيفية استخدام برامج الحاسب الآلى كأداة للمساعدة فى تطوير وتصميم المبني بما يحقق أهداف العمارة.
- العمل على تحويل الأسس والمعايير إلى قواعد بيانات ومعلومات رقمية تساعد فى دعم إتخاذ القرار المناسب لتحليل وتقييم المبني، ومن ثم تطويرها لتناسب المحددات المحيطة بالمبني.
-إستخدام هذه الأدوات يعطينا رؤية حقيقية عن آداء المبنى والتغلب على السلبيات التى تظهر والإستفادة من الإيجابيات. ومع تطور برمجيات نمذجة معلومات البناء يمكن الوصول إلى مرحلة متقدمة من تقييم أو قياس أداءالمبانى.حيث تعتمدهذه التقنية على مشاركة البيانات والمعلومات بين كافة المشاركين فى صناعة البناء والذى يؤدى الى نتائج افضل فى المستقبل.

الهدف من البحث :

- تهدف الدراسة إلى جدوى إستخدام وتطبيق منهجيات BIM لإعتماد تقييم أكثر كفاءة للمبانى، فإتباع هذه التقنيات يمكن أن يصل إلى كتلة متطورة من خلال الاعتماد على جمع معلومات المبنى و تجميع البيانات للاستفادة منها، فى المراحل الأولى من التصميم. وإستخدامها لتحسين خصائص تصميم المبنى مثل العزل الحرارى، والإستجابة المناخية، نوع الزجاج، ، التهوية الطبيعية، أنظمة التهوية الميكانيكية والتكييف، والأنظمة الديناميكية فى المبنى،
- كما تهدف الدراسة إلى التمثيل الأساسى للمبنى بإستخدام تطبيقات BIM والعمل على جعله متوافق مع البيئة من خلال التمثيل الرقمى للخصائص المادية والوظيفية للمبنى، و تعتمد على رصد أداء المبنى داخل البيئة المتغيرة وكيفية إستخدام تقنيات BIM للإستفادة بأقصى درجة من هذه المتغيرات وتجنب سلبياتها من خلال منهجية أو إستراتيجية متوازنة ومناسبة، والاستفادة من برامج BIM يكون فى مرحلة



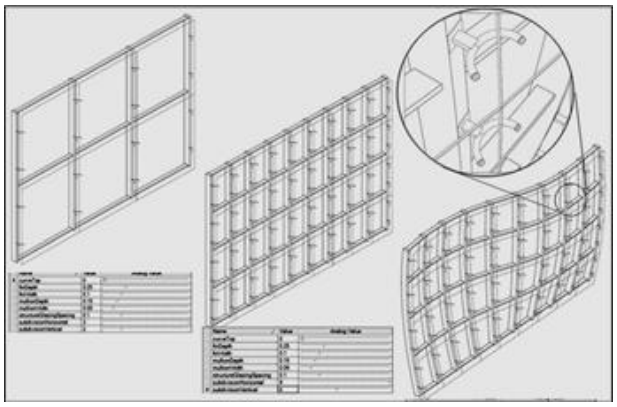
التصميم والبناء ومابعد الإشغال لتحسين ظروف البيئة الداخلية مما ينعكس على شاغلى المبنى مع توفير بدائل وحلول مناسبة لتلائم وتوافق أداء المبنى مع البيئة لضمان أعلى وظائف البيئة المبنية، والشكل رقم 1[1] التالى يوضح أهداف وخصائص BIM.

منهجية البحث :

- تعتمد منهجية الدراسة على كيفية الاستفادة من برامج BiM بعد جمع معلومات حول موقع ومكان المبنى ومواصفات البناء وبيانات الطقس فى اجراء تحليل متعدد الأبعاد لدعم ورفع عملية تحسين الآداء،
-
-
- وفى هذا السياق يمكن لنمذجة معلومات البناء BIM، أن تلعب دوراً رئيسيا فى وجود مبانى متوافقة مع البيئة، بالإضافة إلى قدرتها على خلق المزيد من التجانس خلال دورة حياة المبنى.
- يتم إستخدام تطبيقات BIM فى تحليل كفاءة المبنى وتحسينها، ومعظمها يتم فى مرحلة التصميم مما يؤدى إلى زيادة معايير الأداء وذلك يتم أيضا فى مرحلة البناء ومابعد الإشغال وهذا يحتاج إلى منهجية مناسبة لرصد سلوك المبنى الفعلى ولضمان تحقيق المعايير التى تمت فى مرحلة التصميم لابد من وضع منهجية مناسبة لتحقيقها فى الواقع خلال (الإستخدام الفعلى للمبنى).
- فمنهجية البحث تقوم على إستخدام أدوات التصميم فى نمذجة المبانى ثم يتم إدخال بيانات ومعلومات التصميم فى أدوات المحاكاة لتحليل اداء المبنى مثل برامج ECOTECT، ENERGYPLUS، كما يمكن عمل تحليل لبعض المبانى المصممة والمعتمدة على نمذجة معلومات البناءو توضيح مدى الاستفادة منها.و اخيرا عرض النتائج والتوصيات المرجوة من البحث.

- **مفهوم و تعريف نمذجة معلومات البناء BIM**

- تعد نمذجة معلومات البناء (BIM) أحد أكثر التطورات الواعدة فى صناعات الهندسة بشكل عام والهندسة المعمارية بشكل خاص، فباستخدام هذه التقنية يتم إنشاء نموذج إفتراضى واحد أو أكثر رقميًا لدعم العملية التصميمية خلال جميع مراحلها، تحتوى هذه النماذج على البيانات والمعلومات الدقيقة والمطلوبة لدعم العملية التصميمة والبناء مما يسمح بتقييمها والوصول إلى وعى أكثر للتواصل بين جميع أفراد وتخصصات الفريق الهندسى.
- كما ان أداة(BIM)هو تطبيق يقوم بإنشاء النماذج، وإنتاج الرسومات، وإختيار المواصفات، وحساب الكميات، وتقدير التكلفة، والكشف عن التعارضات والأخطاء، وتحليل الطاقة، والتقييم، والجدولة الزمنية للمشروع، وغالبًا ما يكون مخرجات هذه الأدوات منفصلاً، مثل التقارير والرسومات، ولكن في بعض الحالات، يتم تصدير هذه المخرجات إلى تطبيقات أدوات أخرى يتم تغذيتها بالبيانات والمعلومات للوصول إلى تفاصيل أكثر عن المشروع.



شكل 2 :يوضح الشكل نموذج الحائط الستائرى حيث يمكن التحكم فى سماته الهندسية الرئيسية والتقسيمات الفرعية للحائط، وتم إنشاء مكونات الشكل وتطويره باستخدام مكونات Bentley، فتم تصميم النماذج البارامترية بواسطة مجموعة من البانات والمعلومات التي تم تعريفها من قبل المصمم مما يسمح بعمل البدائل المختلفة والمفاضلة بينهم.

- **و يعرف نمذجة معلوما ت البناء BIM** بانه تمثيل رقمى محاكى للواقع يعمل كمصدر لتبادل المعلومات الخاصة بالمبنى لدعم إتخاذ القرارات أثناء المراحل المختلفة لتطور المبنى،حيث يستخدم النموذج ثلاثى فى التواصل بين المصممين والمنتجين والمصنعين [2].و **بتعريف آخر:** هو مشروع محاكى للمشروع الحقيقى يحتوى على نموذج ثلاثى الأبعاد يمثل المشروع الحقيقى بمكوناته (حوائط، أرضيات، أسقف،....)، مع ربط هذه المكونات مع العناصر الإنشائية والميكانيكية والتركيبات الصحية وجميع التخصصات المكونة للمبنى مع توثيق هذه المعلومات بما يسمح بالإستفادة منها فى التصميم والتطوير والتعديل والتحليل وتحديد الكميات والمواصفات للمواد وإعداد الرسومات[3].

- **أدوات إنشاء نموذج BIM**

---

[1] المصدر الباحث

[2] Construction,McGraw-Hill.Green BIM"How Building Information Modeling is Contributing to Green Design Construction"2010,P50.

[3] Kymmell,Willem.Building Information Modeling.McGraw-hill,2008,P28.

- تقوم جميع أنظمة CAD بإنشاء ملفات رقمية، قديماً تنتج رسومات ثنائية الأبعاد، ومع تطوير هذه الأنظمة تم إضافة العديد من المعلومات إلى هذه الملفات للسماح بإدخال مجموعات البيانات والنصوص المرتبطة بها، ومع إدخال النمذجة ثلاثية الأبعاد تمت إضافة أدوات التعريف المتقدمة والمعقدة، حيث يمكن لنموذج البناء الذي يتم إنتاجه بواسطة تطبيقات BIM أن يدعم العديد من طرق العرض المختلفة للبيانات المتعلقة بالمبنى، شاملاً الرسومات 2D و 3D.
- تشمل هذه التقنية على تعريفات وبيانات هندسية يتم دمجها فى البرامج وتساعد على التكامل بين عناصر المشروع دون أى تعارضات أو إشتباكات بين التخصصات الهندسية المختلفة حيث تعمل القواعد البارامترية بتعديل الأشكال الهندسية المرتبطة بها تلقائياً عند إدخالها على النموذج أو عند إجراء أى تعديلات عليها.شكل رقم 2[٤]
- قابلية تبادل الملفات ذات الإمتدادات المحددة بين تطبيقات BIM المختلفة يساعد فى تحليل وتقييم أداء المبنى والعمل على تطويره. فمثلاً قد يؤدى أى تغيير فى النموذج المعمارى إلى حدوث تغييرات فى طرز الأنظمة الميكانيكية والكهربائية والعكس صحيح.
- لدعم العملية التصميمية للنموذج يجب أن تسمح واجهة البرامج باستيراد (إستقبال) البيانات لتكامل التقنيات المختلفة المرتبطة بالنموذج، وهذه يتم من خلال إتجاهين، **أحدهما:** استخدام البرامج المتقدمة بحيث تحتوى على كافة الإمكانيات والتطورات التى تسمح بإدخال جميع البيانات والمعلومات المرتبطة بالنموذج والإستجابة لها، وكذلك إخراج النتائج فى صورة منسقة ومتكاملة بين الرسومات المختلفة دون أى تعارض، وذا يعتمد على قدرة البرنامج المستخدم على إستقبال المعلومات وأدوات التحليل، **ثانيهما:** أستخدام أكثر من برنامج مع أمكانية تبادل البيانات والمعلومات المرتبطة بالنموذج بين البرامج المختلفة لإستخراج نموذج نهائى محاكى للواقع.
- يستخدم فريق التصميم نمذجة BIM من بداية التصميم لتحسين فهم متطلبات المشروع وإستخلاص تقديرات التكلفة مع تطوير التصميم، مع امكانية تطوير نموذج مقترح بشكل تفصيلى قبل عملية الإنشاء يسمح بإجراء تقييم أكثر دقة لتحديد ما إذا كان المبنى يفى بمتطلبات الوظيفة والبيئة وغيرها، فالتقييم المبنكر لبدائل التصميم وتعديله بإستخدام أدوات التحليل والمحاكاة يزيد من جودة أدآء المبنى. مما ينعكس بالفائدة المباشرة على المالك.
- تم تصميم النموذج الثلاثي الأبعاد الذي تم إنشاؤه بواسطة برنامج BIM مباشرةً بدلاً من أن يتم إنشاؤه بالطرق ثنائية وثلاثية الأبعاد التقليدية. والذى يمكن استخدامه لتصور التصميم في أي مرحلة من مراحل العملية التصميمة مع وجود التناسق على كافة المستويات والتخصصات الهندسية، هذا يقلل بشكل كبير من الوقت والأخطاء المرتبطة بعمل رسومات منفصلة لجميع تخصصات التصميم، والتعاون بين هذه التخصصات المتعددة تساعد على العمل المتزامن للمشروع.
- التطور السريع فى برامج التصميم بداية من البرامج ثنائية الأبعاد 2D لتتحول إلى البرامج ثلاثية الأبعاد 3D والتى يعتبر فيها النموذج Model وسيلة نقل المعلومات وكذلك البرامج التى تضيف عامل الوقت Time للنموذج وهى برامج 4D، وظهور البرامج التى تعمل على إضافة عوامل جديدة مثل حساب كميات المواد وتكلفتها، وهو ما أدى إلى ظهور برامج 5D ، وكذلك برامج إدارة مرافق المبنى ودورة حياة المبنى وهى برامج 6D، وهذا التطور يعتبر مؤشر بالعديد من الأجيال القادمة من برامج BIM قد تصل إلى XD مما ينعكس مباشرة على ال عملية التصميم والإنشائية وما بعد الإشغال.
- مع تطوير برامج BIM ظهر نوع من البرمجيات وهو برامج تقييم الأداء ماقبل التصميمBenchmarking والتى تعتمد على البيانات والمعلومات التى تم معالجتها نتيجة دراسة العديد من التجارب السابقة لأى نوع من أنواع المبانى، وتعتمد على تغذيتها بالمعلومات ومقارنتها بالمعلومات المعالجة لتحديد المسطحات والمعالجات والتوجيه الأفضل والدراسات التى يمكن أن تحقق الإستدامة وذلك في مرحلة إعداد البرنامج.

- **مجالات استخدام نمذجة BIM**

١. يتم إكتشاف أخطاء التصميم قبل عملية البناء نظرًا لأن النموذج ثلاثى الأبعاد هو مصدر جميع الرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد فيتم التغلب على أخطاء التصميم الناتجة عن الرسومات ثنائية الأبعاد غير المنسقة مع بعضها، مما يؤدى إلى تعزيز التنسيق بين المصممين والمقاولين المشاركين وتقليل الأخطاء بشكل كبير وتوفير الوقت اللآزم للتعديلات والذى يؤدى إلى تعطل العمل بالمشروع وهذا يسرع عملية البناء، ويقلل من التكاليف، ويقلل من إحتمال النزاعات، ويوفر عملية أكثر سلاسة لفريق المشروع بأكمله.
٢. يوفر نموذج المبنى مصدراً للمعلومات (الرسومات والمواصفات) لجميع الأنظمة المستخدمة فى المبنى.كما يمكن إستخدام هذه المعلومات للتحقق من أن جميع الأنظمة تعمل بشكل صحيح بعد إكتمال المبنى، و ايضا يمكن للمالك الإستعانة بالتحليلات السابقة المستخدمة لتحديد المعدات الميكانيكية وأنظمة التحكم والمواد الأخرى ، كوسيلة للتحقق من قرارات التصميم بمجرد تشغيل المبنى.
٣. يسمح ربط نموذج المبنى بأدوات تحليل الطاقة بتقييم استخدام الطاقة خلال مراحل التصميم المبكرة، وهذا غير فعال عندما يتم باستخدام أدوات ثنائية الأبعاد التقليدية، وذلك لعدم الدقة وزيادة الوقت المستهلك لذلك، وكذلك لأنه يتم بعد

---

[٤] **المصدر الباحث**

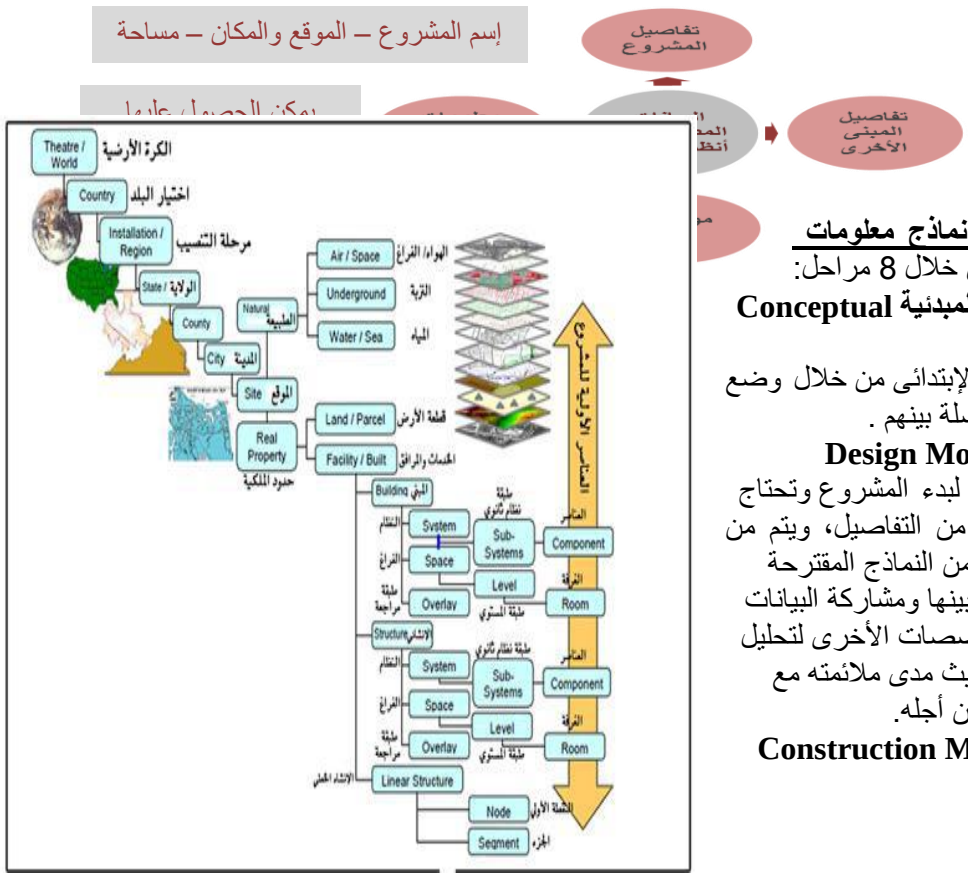
الإنتهاء من العملية التصميمة مما يؤدى لعدم مزامنة التعديلات المطلوبة التى تؤدى إلى تحسين أدآء الطاقة فى المبنى مع العملية التصميمة.

٤. إستخدام نموذج التصميم كأساس فى تجهيز العناصر المصنعة خارج الموقع أوسابقة الصنع عن طريق التمثيل الرقمى الدقيق لهذه العناصر الخاصة بالتصنيع والتركيب باستخدام أدوآت BIM المتخصصة، فعن طريق التحكم الثلاثى الأبعاد يتم تسهيل عملية التصنيع الآلى لها باستخدام أدوات التحكم الرقمية، ومع تطوير النموذج والتفاصيل اللآزمة للتصنيع يسهل عملية التصنيع خارج الموقع بإمكانيات وبمساحات أكبر للتصنيع من الطرق التقليدية.مما يؤدى إلى الدقة ويقلل التكلفة والوقت اللآزم للبناء.

- **ويمكن تلخيص فوائد إستخدام BIM :**
  - أكثر دقة وتصوراً للعملية التصميمية وفى مراحل مبكرة .
  - إمكانية إجراء التعديلات بمستوياتها بسهولة قبل أو أثناء العملية التصميمية.
  - التعاون فى وقت مبكر بين كافة التخصصات الهندسية.
  - تحديد تقديرات التكلفة خلال مرحلة التصميم.
  - تحسين كفاءة إستخدام الطاقة وتلبية معايير الإستدامة.
  - تحديد الكميات والمواصفات الدقيقة للمواد وتزامن توريدها بين التصميم والبناء.

- كما يمكن الإعتماد على إستخدام التكنولوجيا فى مرحلة البناء والتشغيل فتكون النتيجة أسهل مثلاً فى المبانى الذكية لدقة البيانات الناتجة عنها والمستخدمة فى عملية التحليل والتقييم، حيث يساعد نظام إدارة المبنى على إعداد تقارير نتيجة البيانات الفعلية للمبنى فعلى سبيل المثال يمكن الحصول على البيانات المخزنة على نظام BMS بشكل دورى مناسب (كل ساعة/شهرى/سنوى) للمبانى فى موقع معين(site) ،فى منطقة معينة(zone)، فى مبنى معين، حيث أنه حالياً هناك العديد من BMS لإدارة البيانات والتحكم الذكى والأتوماتيكى فى إستخدام الطاقة والكهرباء والمياه والوقود شكل رقم 3°، ولكن يجدر الإشارة إلى أنه لا يوجد تكامل مباشر بين أنظمة BMS واى أدوات أخرى مما يحتاج إلى التعامل مع إدخال هذه البيانات داخل أدوات المحاكاة يدوياً ففى مرحلة التشغيل يمكن دمج BIM modeling مع أنظمة Building Management System(BMS)، التى تستخدم أجهزة الإستشعار للحصول على أو إلتقاط البيانات الحقيقية (الفعلية)، لرصد أداء المبانى الذى يتطلب تلائم وتنسيق متزامن للوصول إلى البيانات من مصادرها المختلفة، فالعديد من المبانى الآن مجهزة بأجهزة قياس وعدادات أتوماتيكية (Automatic Meter Reading) وقد أدت كل هذه التطورات الأخيرة فى تكنولوجيا البناء وخصائص مواد البناء فى تحسين أداء المبنى.

شكل 3:



شكل) 4 (مراحل بدء المشروع علي برامج BIM - حيث يبدأ المشروع كمجموعة من الطبقات إلي أن يصل إلي أصغر عنصر.

المصدر: Partners, Construction Innovation. National Guidelines for Digital Modeling: Case Studies .s.l. : Cooperative Research Center For Construction Innovation, 2009.

❖ **مراحل إستخدام نماذج معلومات المبنى BIM** ويتم ذلك من خلال 8 مراحل:

١ - **نماذج وضع الأفكار المبدئية Conceptual Models**

تستخدم فى التصميم الإبتدائى من خلال وضع العديد الأفكار والمفاضلة بينهم .

٢ - **نماذج التصميم Design Models**

تعتبر النقطة الحقيقية لبدء المشروع وتحتاج إلى مستوى متوسط من التفاصيل، ويتم من خلالها مقارنة العديد من النماذج المقترحة لإختيار الأفضل بينها ومشاركة البيانات والمعلومات مع التخصصات الأخرى لتحليل وتقييم التصميم من حيث مدى ملائمته مع الغرض الذى أنشئ من أجله.

٣ - **نماذج التنفيذ Construction Models**

°المصدر الباحث

تتضمن هذه النماذج مستوى أعلى من التفاصيل للوصول إلى الشكل النهائى لمحاكاة المبنى ومن خلال دراسة النموذج وتحليله يتم عمل التعديلات على النموذج ثلاثى الأبعاد، وفى هذه المرحلة تظهر المشاكل الخاصة بالتعارض أو التداخل بين التخصصات المختلفة، ليتم التعامل معها وحلها عبر هذا النموذج.

٤ - **النماذج الخاصة بمرحلة التفاصيل Detailing Models**

تغطى هذه النماذج تفاصيل جميع أجزاء المشروع .

٥ - **نماذج رسومات التشغيل Shop Drawing Models**

تعتمد هذه النماذج على مستوى عالى من التفاصيل، مع وجود معلومات التصنيع والتنفيذ، ويمكن إستخدام هذه النماذج للتوصل إلى إمكانية التصنيع لتفادى وقوع المشاكل فى مرحلة التنفيذ، ويمكن تطويرها من خلال البرمجة لكى تتصل مباشرة مع مرحلة التصنيع بماكينات ومعدات الإنتاج.

٦ - **نماذج تعديل الرسومات على ماتم بناؤه: As Built Models**

تحتاج هذه النماذج إلى إدارة جيدة ومتابعة مستمرة بين فريق التصميم والتنفيذ مع بداية تنفيذ المشروع خطوة بخطوة حتى نهاية الجدول الزمنى للمشروع.

٧ - **نماذج التحليل Analysis Model**

يتم إعداد التحليلات على النموذج ثلاثى الأبعاد والمحاكى للمبنى فى جميع الظروف البيئية المحيطة به، وربطها بشبكة المعلومات منها التحليلات النوعية مثل التحليلات المناخية وإستهلاك وتوليد الطاقة وغيرها ودراسة العلاقات الوظيفية لفراغات المبنى، ومنها أيضاً التحليلات الكمية مثل دراسة التكاليف والتقليل من الأخطاء التى يحدث بها تداخل لأنظمة المبنى.

٨ - **نماذج التشغيل والصيانة Ooerations and Maintenance Model**

تعتمد هذه النماذج على وجود إتصال دائم مع المبنى بعد تنفيذه ومتابعة مستمرة لما يُستجد عليه من متغيرات لعمل الصيانة الدورية له، وهذا يعتمد على وجود مستويات متعددة من التفاصيل.

❖ **أنواع نماذج معلومات المبني BIM وفقاً للإستخدام**

- نماذج خاصة بإعداد موقع المشروع

- (Site models (Context - Land, Buildings Landscape , etc .)
- نماذج خاصة بإعداد الرسومات المعمارية للمبنى بما يحتويه من حوائط، وأرضيات، وعناصرالحركة،... الخ
- (Architectural model (Walls , Floors , Circulation , Special objects , etc .)
- نماذج خاصة بإعداد الرسومات الإنشائية، والعناصر الميكانيكية، والكهربائية، والصحية.
- Structural model) Mechanical, Electrical, Plumbing, .)
- نماذج التجهيزات الخاصة بالمبني ، والعناصر المكملة.
- FP model (Equipment , Finishes , Temporary construction , ……etc Scaffolding , formwork ,

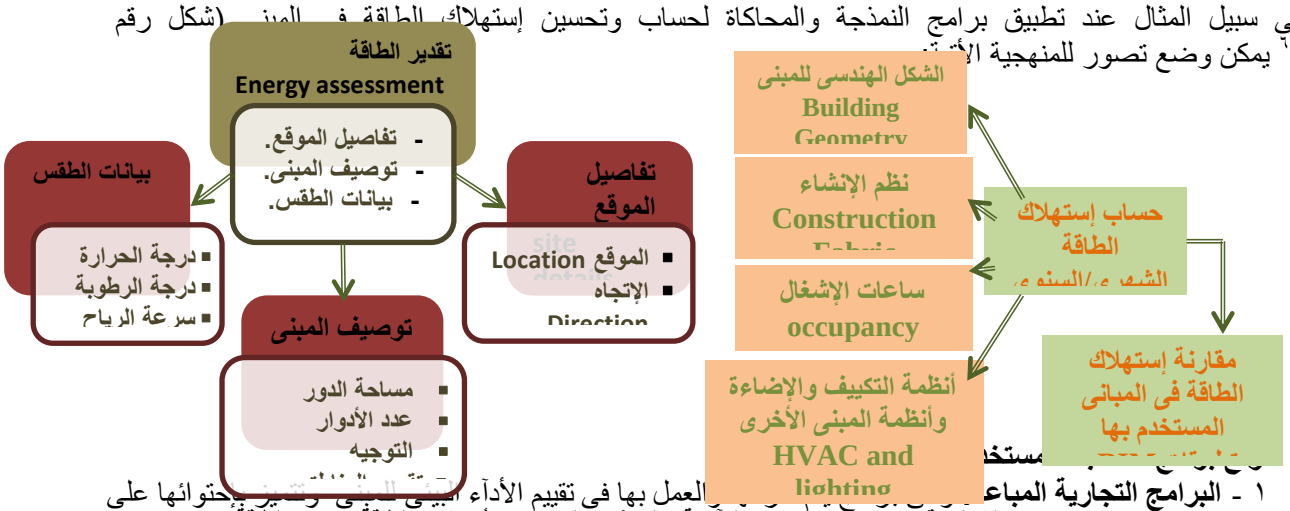
❖ **استخدام BIM لتقييم بيئى مستدام:**

- تأثرت الطرق التقليدية للتصميم ومراحل البناء والتشغيل بإعتبارات الإستدامة ولاسيما فى إستخدام الطاقة، حيث تطور العديد من التقنيات والمنهجيات لتحقيق أهداف توفير الطاقة وإنبعاثات co_2، ومن بين هذه التقنيات تطبيقات BIM كنموذج لمحاكاة إستخدام بيانات الطاقة، التدفقات الحرارية، أشكال وأنماط الإضاءة،... وغيرها من مقاييس الإستدامة، وعلى الرغم من المزايا العديدة التى توفرها هذه التقنيات إلا أنها لا تزال غير منتشرة الإستخدام فى العديد من الدول.
- ومع إرتفاع تكلفة الطاقة وتزايد المخاوف البيئية يزداد الطلب على المبانى المستدامة والوصول إلى الحد الأدنى من التأثير البيئى، ومن الأفضل أن يتم إتخاذ القرارات والحلول الأكثر فاعلية فى مراحل التصميم المبكرة أى ما قبل الإنشاء، فقد كانت معظم أدوات المحاكاة قد تم تصميمها للتنبؤ بأدآء وإستخدام وإستهلاك الطاقة فى البيئات المبنية (التى بنيت بالفعل) ومع التطور دعت الحاجة إلى وجود أدوات مساعدة للتنبؤ بأدآء المبنى بشكل عام (فيما يتعلق بالبيئة الحرارية، البيئة الضوئية والصوتية،....) فى المراحل المبكرة من التصميم ليساعد المصممين فى عمل التعديلات ووضع بدائل الحلول التصميمية المناسبة، فتم دمج أدوات المحاكاة والنمذجة فى العملية التصميمية.
- نتيجة إلى أن مجموعة البيانات المطلوبة لتحليل إستهلاك الطاقة فى المبانى معقدة جداً حيث تتضمن بيانات عن البيئة الخارجية وشكل وتكوين المبنى، وأنظمة الإضاءة، وتوزيع الهواء، لذلك من أجل التنبؤ الدقيق بإستهلاك الطاقة ينبغى إستخدام أدوات محاكاة متكاملة، لذلك تم تطوير أدوات BIM tools التى تدمج معظم البيانات مع نموذج التصميم وأدوات المحاكاة وإمكانية التبادل بينهم لتستطيع تحليل البيانات المتعددة التخصصات فى نموذج واحد مما يحسن من تحليل المبنى ويحد من أخطاء التعامل مع كثرة البيانات، فيتضمن نموذج BIM model خصائص التصميم من حيث نوع المبنى ومواد البناء وموقع المشروع لتحديد بيانات الطقس ونظم التدفئة والتبريد....الخ.، ويتم إدخال هذه البيانات على برامج المحاكاة لتضمن مخرجات نموذجية، كما يمكن تبادل هذه المخرجات بين عدة تطبيقات BIM لتحديد استخدام الطاقة فى المبانى وتحليل الإضاءة والتظليل والتكلفة، وهذه المخرجات أو البيانات الخارجة Exported data يتم تحسينها والعمل على تطويرها بناءً على تعديل خصائص المبنى مثل Geometry modeling, HVAC design, energy analyses,...، والتحكم فى فقدان الطاقة والحد من الحاجة إلى أنظمة تكييف الهواء، وإستخدام مساحات الزجاج القصوى المسموح بها فى الفراغ.

- فيمكن أن تساعد برامج BIM فى الجوانب التالية من التصميم المستدام:

- توجيه المبنى Building orientation: (لتحديد أفضل إتجاه للمبنى والذى يؤدى إلى الحد الأدنى من إستهلاك الطاقة الناتجة عن عدم التوجيه المناسب.
- كتلة المبنى Building massing: (لتحليل شكل المبنى ومفردات الغلاف الخارجى له).
- تحليل ضوء النهار Day lighting analyses: وتقييم مختلف خيارات تصميم الواجهات (مصمتة، واجهات زجاجية، استخدام انواع مختلفة من النوافذ)
- والاسيتفادة من تجميع المياه water harvesting: (للحد من زيادة إستهلاك المياه فى المبنى).

علي سبيل المثال عند تطبيق برامج النمذجة والمحاكاة لحساب وتحسين إستهلاك الطاقة فى المبنى (شكل رقم 5)[٦] يمكن وضع تصور للمنهجية الآتية:



الشكل رقم (5) يوضح البيانات اللازمة والمؤثرة على حساب أو تقدير الطاقة (إدارة الطاقة)

❖ **[illegible]**

١ - **البرامج التجارية المباع[illegible]** العمل بها فى تقييم الأداء البيئى للمبنى وتميز إحتوائها على العديد من الأداوت التى تقيم مختلف بنود الإستدامة، مما يجعلها أداة عمل مثالية يمكن الإعتماد عليها فى تطوير أدآء المبنى بيئياً.

٢ - **البرامج التجارية المؤجرة عبر شبكة المعلومات:** وهى برامج يمكن تأجيرها بالكامل أو تأجير أجزاء منها، حيث تتميز هذه البرامج بامكانية تقسيمها غلى وحدات تتيح تأجيرها لتقليل التكلفة المادية والحصول على بعض التحليلات البيئية .

٣ - **برامج مجانية يمكن تحميلها من شبكة المعلومات:** وهى برامج تطرحها مجانا بعض الشركات العالمية لإنتشارها تسويقياً وبعد فترة يمكن تحويلها إلى تجارية، وهى تتيح تقييم بعض وليس كل بنود الإستدامة، وهذه البرامج يمكن أن تكمل بعضها بعضا من حيث إجراء الدراسات.

❖ **أمثلة على مجموعة من المشاريع التى لعبت نمذجة معلومات البناء BIM دوراً هاماً فى العملية التصميمية لها : مع تحليلها وتوضيح دور النمذجة بها:**

تم تطبيق تقنية BIM على مجموعة من المشاريع ذات وظائف مختلفة حيث تغطى برامج BIM جميع مراحل المشروع بإستخدام مجموعة واسعة من البرامج.

النموذج الأول: مركز سوتر الطبى Sutter Medical Center (المصدر الباحث)

البيانات الأساسية للمشروع		
	الموقع	فى ولاية كاليفورنيا ويقع المشروع على مساحة 18.97 فدان.
	المالك	Sutter Health
	المعمارى	Devenney Group
	المقاول	DPR INC. تم الإنتهاء منها عام 2013.
	وصف المشروع	-مشروع للرعاية الصحية داخل الحرم الجامعى Eden، حيث تم بناء مستشفى سعة 130 سرير على 7 طوابق -ساهمت تقنية BIM فى تحقيق الأهداف من المشروع لاسيما مع الوتيرة السريعة للتسليم والميزانية المحدودة حيث أن المشروع لايهدف إلى الربح بل للخدمة العامة وتم الإنشاء بواسطة شركة OSHPED مع التقيد بتكلفة المشروع القليلة.

[٦] المصدر الباحث

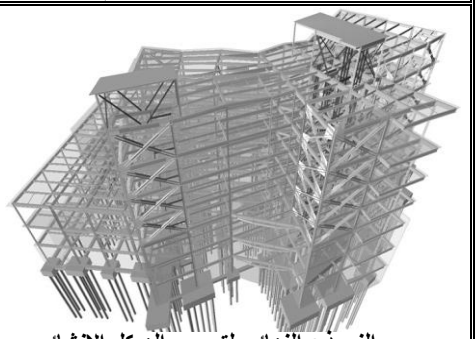
المحددات الأساسية

-قصر الوقت اللآزم للمشروع لتطبيق قانون ولاية كاليفورنيا بأنه بحلول عام 2012 لابد أن تكون جميع مرافق الرعاية الصحية تعمل بكامل طاقتها ومتوافقة مع المعايير البيئية الدولية، فكان لابد من عمل التصميم والبناء ضمن الميزانية المستهدفة والجدول الزمنى المطروح بمراحله التصميمى والتفصيلى.

-الإلتزام بالميزانية المحددة جعل تفكير فريق التصميم يعتمد على الإنتهاء من مرحلة التصميم أولاً لتحديد التكلفة أولاً قبل البدء فى المشروع ولكن كان هذا الإقتراح فيه إهدار للوقت .
-زيادة التواصل بين أعضاء فريق التصميم فى جميع مراحل التصميم والبناء.

اهداف المشروع

-كان الهدف الأساسى للمالك هو تقليل مدة تنفيذ المشروع الإجمالية. وتحديد التكلفة والتقليل من الفاقد. واعتمد ذلك على عدد من الإستراتيجيات للتعاون بين أعضاء فريق التصميم بهدف عدم تجاوز ميزانية المالك لهذا المشروع.
-تحقيق متطلبات الشهادة الفضية LEED Silver ومعايير إعتمادها للرعاية الصحية على مستوى التصميم البيئى عن طريق إستخدام تطبيقات BIM وخاصة فيما يتعلق بنمذجة الطاقة. ويتطلب تحقيق هذه الأهداف وجود وعى مستمر لقضايا الاستدامة خلال عملية التصميم والبناء و مراعاة تصميم وبناء مرافق الرعاية الصحية المعقدة.
-التعاون الأفضل لتحسين إمكانيات البناء والحد من الأخطاء والتى من شأنها توفير الوقت والتكلفة. ومراقبة العملية التصميمية باستمرار لضمان عدم تجاوز هذه التكلفة سواء قبل أو أثناء الإنشاء.

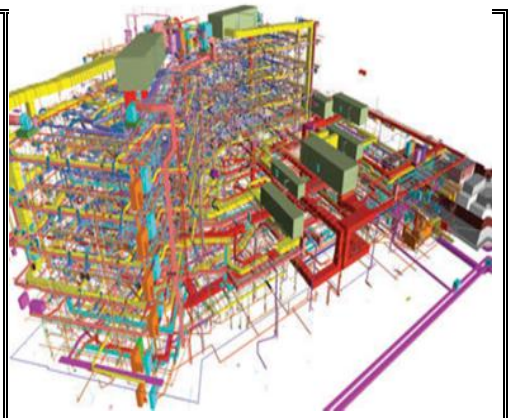


النموذج النهائى لتصميم الهيكل الانشائى

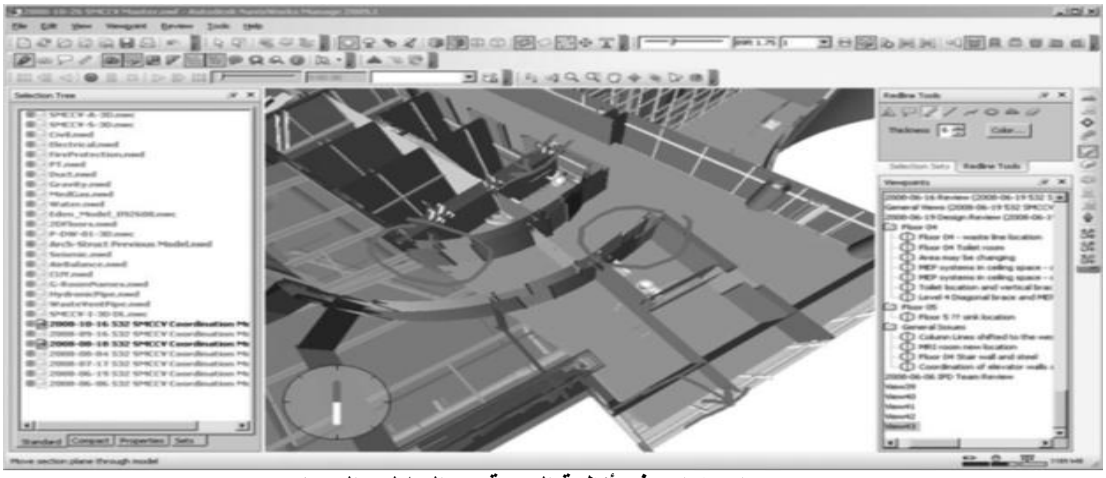
- يهدف المشروع إلى تحقيق أقصى إستخدام للتكنولوجيا ثلاثية الأبعاد والتى من شأنها حل جميع المشاكل لاسيما فى مجالات الإنتقال من مرحلة التصميم إلى مرحلة البناء، وتبادل المعلومات رقمياً من التصميم إلى التفاصيل وحتى التصنيع والتركيب، وتتبع التصميم موازياً للتكلفة المستهدفة.
- جاء تصميم الأساسات الهيكل المعدنى الإنشائى Structural Steel ليعكس متطلبات جميع الأنظمة الهندسية الأخرى (كهربائية، ميكانيكية،...).
- إستخدام تقنية أو منظومة Integrated project Delivery (IPD) الذى تم تطبيقه على مجموعة متنوعة من الترتيبات التعاقدية بين المالك والمصمم والمقاول

إستخدام تطبيقات BIM mode

- فيما يتعلق بـ BIM كان مطلوب من كل عضو فى الفريق الهندسى تقديم تصميمه فى شكل ثلاثى الأبعاد 3D للحصول على قائمة بالنظم المستخدمة فى عملية النمذجة، وذلك للعمل على:
- تم جلب المقاولين لحساب وتحديد تكلفة التنفيذ فى وقت مبكر للمشاركة فى العملية التصميمية من البداية والتمكن من إجراء التعديلات التى تؤدى إلى توفير التكلفة، تصميم القيمة أو التكلفة المستهدفة.
- تم إستخدام تطبيقات BIM فى جميع مراحل التصميم والتفاصيل والتصنيع الرئيسية. زيادة الإتصال بين جميع الأطراف المشاركين فى المشروع.
- تم التعاون باستخدام نموذج ثلاثى الأبعاد 3D Model للعمل على الدقة والتكامل مع النماذج العديدة المستخدمة من قبل أعضاء الفريق والذى يعمل على تقليل المشاكل التى من شأنها أن تبطئ عملية البناء و زيادة التكاليف .
تم مراجعة الجدول الزمنى لمهام التصميم بإستمرار لضمان تقديم المتطلبات فى الوقت المحدد، عن طريق : التحديث اليومى للمهام، تخطيط العمل الإسبوعى، تطوير ومواصلة إعادة التعديل فى المهام المطلوبة فى التواريخ المحددة، التأكد من تضمين كل مهمة بالمتطلبات الضرورية لإنجاز المرحلة المخصصة، إستخدام نظام كمبيوتر Computer System يوفر سهولة التعاون وتوفير رؤية والإطلاع على المهمام والتقارير لإنجاز العمل.

أنظمة BIM ومراحل إستخدامها فى المبنى	 نموذج Navisworks المشترك لجميع أنظمة الحماية الميكانيكية والحرائق. -تم إستخدام Revit فى تخصص العمارة والإنشاء، و Autocad 2D,3D فى التخصصات الميكانيكية والكهربائية والأعمال الصحية والحماية من الحريق وخلافه، مع إمكانية التبادل بينهم.أدى هذا إلى وجود العديد من الحلول والبدائل المتعلقة بأعمال التصميم والبناء وإدارة المشروع ومراحله. -كما تم إستخدام المحاكاة ببرنامج Revit فى النمذجة الداخلية والخارجية للمبنى وعلى مستوى التصميم التفصيلى - تم إستخدام Strucsoft metal لإنشاء وتصميم القوائم المعدنية وتتبع هذه التصميم فى نموذج Revit، وكذلك نقل البيانات بين تحليل تصميم ETABS، Revit. -لم يتم إستخدام النمذجة فى مجرد التصميم فقط بل فى التحليل والتقييم من خلال دمج كافة البيانات والمعلومات إلى نموذج Revit. والعمل على تنسيق النماذج المختلفة للكشف عن التعارضات وتعديل التصميم بإستخدام جميع تطبيقات النمذجة باستخدام تطبيقات BIM. -تم المتابعة للعملية التصميمية باستمرار للتأكد من أن تكلفة التصميم لا يتجاوز الميزانية المستهدفة.
	-فى الأنظمة الميكانيكية تم النمذجة بإستخدام CAD Duct، Autocad لإنتاج نماذج لأنظمة HVAC. -فى الأعمال الصحية تم إعداد نموذج للأعمال الصحية باستخدام CAD MEB، Autocad -الحماية من الحرائق بنموذج Autosprink -الأعمال الكهربائية Electrical Model، CAD MEB، Autocad -نموذج مستوى التصنيع Autocad,Cad Duct,Design Line -تم إستخدام أسلوب إدارة Navisworks. -فى التصميم المعمارى تم إستخدام Autocad,Revit Architecture -فى التصميم الإنشائى تم إستخدام ETAs, BRevit فى تحليل وتصميم النموذج الإنشائى
فوائد استخدام نظمة BIM	-تم إستخدام تطبيقات BIM فى جميع جوانب التصميم والعمل على تطويره كمصدر دقيق وموثوق به للكميات ومن ثم تقدير التكلفة من خلال دمج كافة المعلومات والبيانات إلى النموذج الثلاثى الأبعاد.كما ساعدت فى وضع العديد من بدائل الحلول المختلفة لتلبية التصميم المستهدف . -وقد أدى ذلك إلى إنخفاض ملحوظ فى التكلفة التقديرية وكذلك نتيجة تقليل النفقات الطارئة على المشروع فى جميع مراحله والتى من شأنها زيادة الوقت وبالتالى زيادة التكلفة. -كما ساعدت فى تحقيق أقصى إستفادة من التجميعات الجاهزة جارج الموقع من خلال التصنيع المسبق التركيب فقط فى الموقع كبديل لإستخدام العمالة والمواد فى الموقع مما ساهم فى تسريع عملية البناء والحد من الحاجة إلى التخزين داخل الموقع وأدى إلى زيادة إنتاجية العمل. -ساعدت البيانات والمعلومات فى مرحلة التصميم إلى التفاصيل إلى التصنيع إلى البناء. - الإستفادة من BIM فى تصميم المصاعد وتحديدج أماكنها والكشف عن التعارض بينها وبين الهيكل الإنشائى وكذلك سلالم الهروب وأماكنها للحد من المخاطر ومراجعة أماكنها لعدم وجود تعارض فى الحركة الداخلية.

البيانات الأساسية للمشروع:



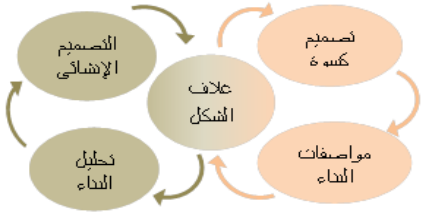
إستخدامه فى أنظمة الحركة من السلالم والمصاعد

النموذج الثانى: إستاد أفيفا Aviva stadium(المصدر الباحث)

الموقع:	العاصمة الأيرلندية دبلن Dublin، وتم إفتتاحه عام 2010.
المصمم	شركة بوبيولاس Populous
المالك	شركة (LRSDC) التى تأسست عام 2004 من قبل إتحاد كرة القدم الأيرلندى.

وصف المشروع	الهدف الرئيسى من المشروع هو إقامة مبنى يعد علامة مميزة للمدينة قادراً على إستضافة الأحداث على المستوى الدولى و إستيعاب 50,000 متفرج، فى ظل وجود مجموعة من القيود والمتطلبات بجانب الإعتبارات البيئية لعملية البناء،والتى تتطلب تقديم حلول مبتكرة سواء بالنسبة للشكل المعمارى أو الإنشائى.و تم تقييم المبنى فيما يتعلق بالأثر البيئى لبدائل التصميم الأولية عن طريق شركة ERM لإدارة الموارد البيئية.
محددات المشروع	تم الإستعانة ببرنامج Rhino ثلاثى الأبعاد للنمذجة وتحديد أفضل تكوين من خلال تقييم عدة بدائل مختلفة مستندة إلى **4 معايير رئيسية :** ١ - إستيعاب عدد الجمهور المطلوب مع توفير خطوط وزوايا رؤية مثالية دون الحجب من أحد الزوايا. ٢ - التعرض الأمثل للأشعة الشمسية داخل الملعب اللآزمة لنمو النباتات والأعشاب الرياضية بدون إعاقة أو تأثير على الجماهير أو اللآعبين. ٣ - الحد من التظليل على المنازل المجاورة أو التأثير على الـ View، لأنه يقع بجوار الحى السكنى للمدينة. ٤ - توفير مساحة كمركز تدريب ومرافق مساعدة فى الجانب الشرقى من موقع المشروع.

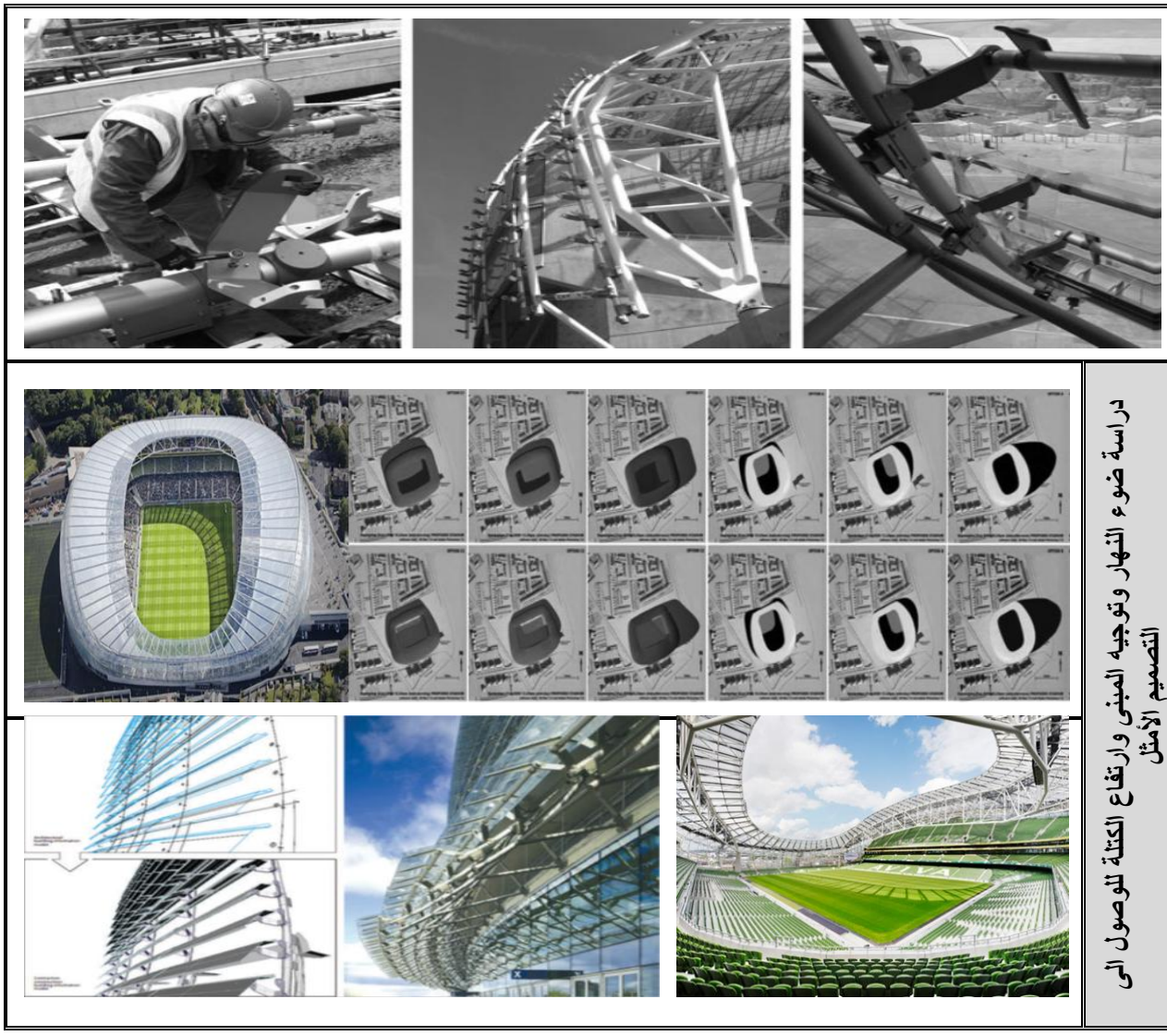
الفكرة التصميمية	قامت فكرة التصميم السائدة على الإنسيابية فى الغلاف الخارجى والإستمرارية مع السقف.وحوائط الملعب ذات شكل منحنى مستمر، تتميز بأنها نصف شفافة عبارة عن غلاف قشرى يلتف حول كامل المبنى ويغطى الجزء المسقوف من المبنى مما يوفر مستويات مثالية من الإضاءة الطبيعية لكامل الملعب.



بيانات المدخلات لنموذج الهيكل الإنشائى للبناء

إستخدام تطبيقات BIM model	- تم تطوير تصميم المشروع فى البداية معتمداً على محورين رئيسيين وهما التصميم المعمارى والتصميم الإنشائى الضخم ، فكان لابد من التعاون بين الجهتين من خلال الإتفاق على مجموعة من قواعد التصميم والنمذجة المشتركة، حيث إعتمد فريق العمل على عدة معايير للتصميم والبناء فى النموذج البارامترى فيما يتعلق بالتصميم الإنشائى للسقف والغلاف والجمال والمنظور البصرى والأدآء داخل المبنى.
	- تم الإستفادة من النمذجة والتطوير فى مرحلة تصميم الفكرة الأولية وتطويرها Concept وكذلك مرحلة التصميم المعمارى ومرحلة الإعداد للبناء والتصميم الإنشائى،عن طريق تطوير نموذج بارامترى يدعم عملية تحديد غلاف الإستاد (تصميم الواجهة) وهيكل البناء وكيفية إدارة تنفيذه وتشييده.
	- قام فريق التصميم بتحليل البدائل من خلال دراسة شملت الإضاء والوهج بناءً على الإتجاهات الأربعة، ودراسة الحركة إلى أن تم التوصل إلى التوجيه الأمثل وهو شمال جنوب بميل نحو الغرب 12 درجة. - تصميم هيكل السقف يتألف من نظام من الجمالونات الهرمية المعقدة مع الإعتماد على عمودين أساسيين فى الجانب الشمالى، فجاء النظام الإنشائى بحيث لا يعيق الإعتبارات الوظيفية. - كسوة المبنى من ألوح البولى كربونيت Polycarbonate والتى تم نمذجتها لتعديل أبعاد كل شريحة وتحديد نسبة إنحنائها لتكون كامل الغلاف.

- تم تجهيز وتجميع الهيكل خارج الموقع وتركيبه وتثبيته بالموقع، فأدت تقنيات النمذجة إلى إحداث التوفير فى الهالك بعمل الحسابات الحقيقية.



النموذج الثالث :مستشفى ميريلاند العام Maryland General Hospital (MGH)(المصدر

■ البيانات الأساسية للمشروع	
الموقع	بالتيمور – ميريلاند، Baltimore, Maryland ، وهى جزء من جامعة ميريلاند الطبية
المالك	-----
المصمم	-----
سنة التنفيذ	أكتملت التوسعة عام 2010

وصف المشروع	-**الهدف من المشروع** :هو إضافة حوالى 9600 m2 من المساحة إلى مستشفى ميريلاند العام MGH وتم ربطها بالهيكل القديم بإضافة 8 أجنحة تشغيل جديدة وعيادات تخصصية ووحدات رعاية مكثفة (I.C.U.)، ومجوعة من المعامل والصيدليات.
محددات المشروع	-التحديات التى واجهت المشروع أنه على المبنى أن يظل قيد التشغيل طوال فترة التوسعة. كما أن مبانى المستشفيات ذات طبيعة خاصة من حيث الحركة الداخلية والخارجية والأنظمة الهندسة العديدة المستخدمة (الكهربية والميكانيكية والاضاءة والتهوية وغيرها) والتى تطلب ضرورة عدم التعارض والإشتباكات بينهم.
الفكرة التصميمية	-للإمتثال إلى الجدول الزمنى الضيق تم تقسيم أعمال التوسعة إلى مرحلتين أساسيتين، المرحلة الأولى: أعمال الهيكل الإنشائى الصلب اللآزم للأدوار الإضافية من الطابق الثالث وحتى الطابق السادس، والمرحلة الثانية: تجهيز الأعمال اللآزمة فى المنشأ القديم من طابق البدروم وحتى الطابق الثالث. -تضمن المشروع مجموعة واسعة من الأنظمة منها التبريد والتدفئة وقنوات التهوية، لذلك إحتاج إلى مستوى عالى من التنسيق لتحديد موقع هذه الأنظمة وتوافقها مع المنشأ القديم لتعزيز إنشاء المبنى.وكانت المساحة المضافة مؤشراً على المزيد من إستخدام الأنظمة الكهربائية والميكانيكية والكثير من القنوات الأفقية والرأسية Ductwork -وكذلك المشروع يثبت إمكانية إستخدام تقنيات BIM والإستفادة منها فى أى مرحلة من مراحل المشروع حتى بعد مرحلة التصميم وذلك خلال دورة حياة المبنى، ولكن بطبيعة الحال من الأفضل البدء مبكراً بتنفيذ نموذج BIM لإستغلال مميزاته الكاملة.
إستخدام تطبيقات BIM model	- من المعروف أن يتم إستخدام تطبيقات BIM بشكل رئيسى فى إدارة عمليات التصميم والبناء، ولكن فى هذا المشروع تم إستخدامه خلال دورة حياة المبنى بالكامل. - كان الهدف الرئيسى من إستخدام تطبيقات BIM هو أعمال الإنشاء والتنفيذ وأعمال الصيانة من خلال إنشاء قاعدة بيانات مركزية وربطها بنموذج ثلاثى الأبعاد 3D. - تم إستخدام تطبيقات BIM لإعداد عملية الإدارة والبناء .ولم يتم إستخدام تطبيقات BIM خلال مرحلة التصميم ولكن تم إنشاء نموذج BIM أثناء مرحلة التنفيذ وتم إستخدام النموذج مبدئياً لفحص التعارضات والإشتباكات بين جميع عناصر المشروع ومن ثم العمل على تخطيها. - قد أتاحت عملية نمذجة معلومات البناء BIM تسجيل وتوفير المعلومات الدقيقة عن البيئة المبنية فى شكل يساعد على إدارة وتنفيذ المبنى بطريقة فعالة والعمل على إنشاء قاعدة بيانات مركزية. - لتركيب جميع الأنظمة الهندسية من أعمال كهربائية وميكانيكية بشكل صحيح يتطلب مستوى عالى من التنسيق لتحديد موقع الأنظمة وتناسقها مع الأنظمة القائمة، وساعد إنشاء نموذج BIM على زيادة هذا التنسيق وجعله أكثر كفاءة، فتم نمذجة النظم الكهربائية والميكانيكية. - تم إستخدام تطبيقات BIM لجمع وإعادة تنظيم المعلومات التى تم إنشاؤها خلال بناء المشروع وعمل قاعدة بيانات مركزية ومتكاملة مع برامج إدارة المبنى.

أنظمة BIM ومراحل إستخدامها فى المبنى	 - تم إلتقاط البيانات الميدانية بعمل Scanning، ومع المضى قدماً فى المشروع زادت كمية البيانات التى تم جمعها. - تم تجميع نموذج المبنى للأنظمة الكهربائية والميكانيكية بإستخدام برنامج Cad Electrical، Cad MAP. - تم إستخدام Tekla Structure كمنصة نمذجة BIM لإدارة إنشاء المبنى وصيانته، حيث يقوم بإدارة معلومات المشروع المتضمنة فى قاعدة البيانات بما فى ذلك الأنظمة الإنشائية والمعمارية والتهوية والأنظمة الكهربائية والميكانيكية. - يعتبر إستخدام Tekla Structure حلاً للتكامل النموذجى حيث يقوم بتنسيق النموذج مع كل العناصر والمساحات فى المبنى بالإضافة إلى عملية كشف الإشتباكات والتعارضات بين مختلف الوظائف للعمل على حلها. - يقوم برنامج Tiscor CMMS بإدارة المعلومات حول عمليات الصيانة وجدولة الأعمال الخاصة بها.كما يعمل نظام CMMS على تنظيم أوامر العمل بالمشروع وتحسين وقت التشغيل.و يقوم برنامج Tiscorبإنتاج التقارير بأشكال مختلفة وكذلك مراقبة الأدآء. - كما تم جمع المعلومات وتحديثها من خلال برنامج Vela System تبين دراسة المشروع كيف تم دمج المعلومات من مصادر مختلفة بإستخدام نهج مبتكر لإدارة وتجميع البيانات بطريقة منهجية. - كما شملت قاعدة البيانات معلومات مثل التكلفة وكميات المواد المستخدمة وجدولة الوقت وجميع المعلومات الإضافية اللآزمة لإدارة المشروع مثل الأنظمة الطبية وغيرها والتى تم إضافتها إلى قاعدة البيانات.
	 - كما تم إستخدام النمذجة فى التصميم الإنشائى لإنتاج نموذج الهيكل المعدنى الصلب Steel Structural وشكل هذا النموذج العمود الفقرى للهيكل الإنشائى للمبنى.وشملت هذه البيانات التى تم جمعها خلال مرحلة البناءللمشروع وطوال دورة حياة المبنى، فتم الوصول إلى قاعدة بيانات ميدانية الهدف منها هو الإستفادة منها فى مرحلة التنفيذ ومرحلة التكاليف مرحلة إدارة المبنى ومرحلة الصيانة له بشكل أكثر كفاءة ليتمكن الفريق الهندسى
هذه التقنيات ساهمت فى تحديد إستخدام الآتى	والعاملين من الوصول إلى جميع المعلومات فى هذا المجال حيث تم الربط بين التجهيزات والإعدادات المادية والتمثيل الإفتراضى فى نموذج معلومات المبنى الثلاثى الأبعاد وقاعدة البيانات المركزية، لتسهيل عمليات البناء.وجعل هذا النظام البيانات متاحة فى جميع الأوقات وساعد فى القضاء على المخلفات وتحسين دورة حياة المبنى وزيادة كفاءة الصيانة وتقديم وثائق دقيقة وإلكترونية.
	 - كما يعزز النظام قدرة المستشفى على تلبية متطلبات الأدآء الصارمة للهيئة المشتركة لإعتماد منظمات الرعاية الصحية Joint Commission for the Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO)فلابد من الأخذ فى الإعتبار ليس القيمة أثناء العملية التصميمية والإنشائية فقط بل خلال فترة عمل المبنى أيضاً. - ظهرت تقنيات يمكنها مزامنة النموذج مع الأنظمة الأخرى مثل CMMS التى تعمل على تكامل الأدوات والأنظمة فى صناعة البناء، ومع زيادة التركيز على أداء المبنى من منظور الإستدامة وخاصة مع التأكيد على السياسات الخالية من الكربون يمكن لهذه الأنظمة أن تمكن من تحسين أنظمة
	إدارة المبنى، وتساعد هذه المنظومة فى تقليل النفايات والتخلص منها.فيتضح من هذا المثال أنه يمكن إستخدام تطبيقات BIM للتمكن من إدارة المبنى بطريقة فعالة ومرنة.

	تم تقييم نجاح تنفيذ قاعدة البيانات المركزية وحلول تطبيقات BIM لإدارة المبنى وذلك بحساب جميع التكاليف التى استهلكت فى تكامل إدارة المبنى بنمذجة BIM متضمنة تكاليف النظام الإجمالية وتراخيص البرامج (Tiscor-Tekla-Vela)، والتدريب عليها وكذلك حساب فوائد إستخدام هذه الأنظمة من زيادة إنتاجية فى أعمال الصيانة المحدودة وتقليل المخلفات وتحسين مستوى أدآء أنظمة المبنى للأنشطة الأساسية للمستشفى، فبحساب زيادة وفر أعمال الصيانة وغيرها من الفوائد قدرت إدارة المستشفى أن تكاليف هذه الإعدادات سوف تسترد فى فترة لا تزيد عن 12 شهراً.	

الباحث)

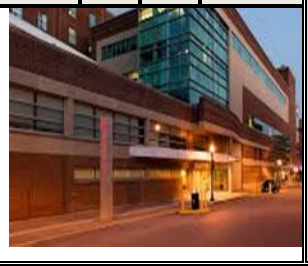
النموذج الرابع: فندق ماريوت courtyard by marriott(المصدر الباحث)

▪ البيانات الأساسية للمشروع		
	الموقع	فى بورتلاند Portland's business district
	المالك	Saga Hospitality
	المصمم	SERA Architects
	سنة التنفيذ	إكتمل البناء عام 2009.
وصف المشروع	تجديد مبنى فندق courtyard marriot، والمبنى يتسع لـ 256 غرفة . - تم بناء المبنى عام 1982 ولم يستخدم حتى عام 2009، إلى أن تحول إلى مبنى فندقى معاصر. حيث كان المبنى الأصلى سيئ ولم يحصل على شهادة الإشغال وظل غير مستخدم لمدة عقدين من الزمن بعد إنشاؤه، وعند التجديد تم عمل مسح ليزر شامل لكامل هيكل المبنى للعمل على تكامل التصميم الجديد فى الظروف الحالية.	
	- جاء قرار الترميم بدلاً من الهدم بعد مقارنة التكلفة بدافع التقليل إلى أدنى حد من الأثر البيئى وإستهلاك الموارد مما أثار سلسلة من التحديات من خلال إدماج النظم الجديدة على الهيكل القائم بالفعل.	
	- تم حصول المبنى على شهادة القيادة فى مجال الطاقة والبيئة LEED الشهادة الذهبية من مجلس المبانى الخضراء فى الولايات المتحدة، U.S. Green building council، من حيث إستهلاكه للطاقة والمياه وإنبعاثات الكربون وجودة البيئة الداخلية والأثر البيئى، يعتبر هذا المشروع مثالاً جيداً على إعادة تشكيل المبنى وإستخدام BIM model فى المعالجات المختلفة.	
محددات المشروع	يقع المبنى فى قلب المنطقة التجارية فى منطقة الأعمال فى بورتلاند Portland's business district مما كان يتطلب تخفيض وقت البناء لعدم إعاقة الحركة المرورية، مع التقليل إلى أدنى حد من تعطل أو توقف أعمال البناء لعدم التأثير على عمل الشركات المجاورة، وكان الهدف تحسين كفاءة إستخدام الموارد فى المبنى.	
الفكرة التصميمية	- هدم المبنى المجاور والمكون من 3 طوابق وإستبداله بمبنى جديد مكون من 4 طوابق تم إستخدامهم كمواقف سيارات ووظائف عامة، مما يتطلب ربط الهيكلين معاً للعمل كمبنى واحدو تتمثل التحديات الرئيسية فى إستبدال الواجهة بالكامل وإضافة 3 طوابق للهيكل القائم والمكون من 13 طابقاً، بعد إضافة أنظمة جديدة لتناسب إحتياجات الفندق، وعمل إضافات وتعديل على الهيكل الإنشائى وفقاً للأحمال الإضافية وقوانين البناء، وتركيب أنظمة ميكانيكية جديدة. -تم تركيب ألواح الواجهة الجاهزة حيث تم إختيار الألوح المسبقة الصنع لوزنها الخفيف بسبب تخفيف الوزن عن الهيكل الإنشائى القائم	

	كان التحدى فى تحقيق التوازن بين المعايير الإستهلاكية التقليدية العالية فى نوعية مبانى الفنادق مع معايير Green LEED، حيث تعتبر الفنادق من المبانى الشرهة والمستهلكة للطاقة والموارد على مدار الـ 24 ساعة، فركزت جهود التصميم على تحقيق الكفاءة التشغيلية فى إستخدام الطاقة والمياه وكافة الموارد وكان من أسباب إعتماد المبنى كفاءة الطاقة، إنخفاض إستهلاك المياه، إنخفاض إنبعاثات الكربون، الظروف البيئية ذات الجودة العالية وخاصة فى الأماكن المغلقة، والإستخدام الفعال للموارد والمصادر الطبيعية.
إستخدام تطبيقات BIM model	أتاحت محاكاة عملية التشييد فهم أعمق لتعقيد العملية، وإمكانية التنبؤ بشكل أفضل للمصاعب والمعوقات المحتملة أثناء البناء مما يساعد فى الحد من حالات التأخير. تم إستخدام نمذجة BIM فى إعادة البناء remodeling وأهله للحصول على شهادة الليد LEED. تم العمل على مرحلتين أساستين هما مرحلة المسح (الفحص) Scanning ثلاثى الأبعاد الكامل لتوفير وصف هندسى دقيق وفعلى للبناء القائم وعمل التقييم الإنشائى structural assessment، ومرحلة العملية التفاعلية بين نماذج BIM model المختلفة المستمدة من مصدر المعلومات والبيانات الناتجة من مرحلة المسح. ساعدت البيانات الناتجة من المسح فى إنشاء الرسومات 2D نتيجة توفير الوصف العالى الدقة لأى مقطع عرضى (cross section)، ومنه رسم المساقط الأفقية والقطاعات، وكذلك بالإعتماد على Leica, cloudworx، لتحديد المساقط الأفقية (عملية المسح Scanning) فى جمع البيانات ودمج هذه البيانات وتحميلها على برامج النمذجة--- لتوضيح فهم أفضل للهيكل الإنشائى من بلاطات وأعمدة وحوائط.
BIM ومراحل إستخدامها فى المنـ	 تم إستخدام Trane trace، بالإعتماد على مدخلات cad model. تم إستخدام Revit model بشكل مستمر لدعم وتطوير العملية التصميمية والإنشائية، وكان له دور رئيسى فى تقدير التكاليف والمساعدة فى تحديد الموارد والطاقة وإستهلاك المياه. وتم إستخدام Navisworks لتكامل عملية الجدولة لتسهيل عملية البناءو المساهمة فى التصنيع المسبق خارج الموقع للمكونات، حيت تم دمج وتحميل النموذج بكافة البيانات عليه.
هذه التقنيات ساهمت فى تحديد إستخدام الآتى	جاء تصميم الواجهة بنسب منخفضة من النوافذ فى الحوائط بالتوازن والتناسب مع حاجة الفراغ الفعلى إلى الإضاءة، كما تم تصميم النوافذ العلوية بالقرب من سقف الغرف (الجزء العلوى) مما يزيد من توغل ضوء النهار، بالإضافة إلى إستخدام مادة الزجاج عالى الأدآء مع عمل العزل الجيد على الأسطح المصمتة
	تم إختيار المواد مع التركيز على تحقيق جودة التهوية والإضاءة وتجنب الإنبعاثات للمواد الملوثة وتحقيق التوازن بين أنظمة التكييف والتهوية، مع تعظيم إستخدام الضوء الطبيعى للحد من إستهلاك الطاقة ويتحقق ذلك من خلال التنسيق الدقيق بين الفتحات فى الواجهة ومتطلبات التصميم الداخلى. تم إستخدام أنظمة التكييف HAVC ونظام تسخين المياه جمباً إلى جمب مع نظام إضافى لإسترداد أو تبادل الحرارة Heat recover system، وأدى الجمع بينهم إلى خفض إستخدام الطاقة بنسبة كبيرة 30%.
	ويمكن تلخيص هذه التقنيات فى الاتى: - الزجاج عالى الأدآء. - العزل الجيد للبناء. - إضاءة عالية الكفاءة. - أنظمة التكييف عالية الكفاءة. - أنظمة تسخين المياه عالية الكفاءة. - أنظمة إستعادة وتبادل الحرارة.
صور توضح تسلسل عملية البناء	

النماذج		حالة المبنى	الوظيفة	الموقع	تاريخ التنفيذ	وصف المشروع	محددات واهداف المشروع	ومراحل إستخدامها فى المشروعBIM أنظمة	فوائد إستخدامها
النموذج الأول	Sutter Medical Center مركز سوتر الطبى	مبنى جديد كلياً	صحى (مركز طبى)	فى ولاية كاليفورنيا	2013	- مشروع للرعاية الصحية داخل الحرم الجامعى Eden، حيث تم بناء مستشفى سعة 130 سرير على 7 طوابق 	- قصر الوقت اللازم للمشروع والجدول الزمنى المطروح بمراحله التصميمى والتفصيلى والتنفيذى. - الإلتزام بالميزانية المحددة والمحدودة. - التعاون الأفضل لتحسين إمكانيات البناء والحد من الأخطاء - تحقيق متطلبات LEED Silver ومعايير إعتمادها للرعاية الصحية - يهدف المشروع إلى تحقيق أقصى إستخدام للتكنولوجيا ثلاثية الأبعاد والتى من شأنها حل جميع المشاكل	تم إستخدام تطبيقات BIM فى جميع مراحل التصميم والتفاصيل والتصنيع الرئيسية. والعمل على الإتصال بين جميع الأطراف المشاركين فى المشروع. -فى الأنظمة الميكانيكية تم النمذجة بإستخدام CAD Autocad، Duct لإنتاج نماذج لأنظمة HVAC. -فى الأعمال الصحية تم إعداد نموذج للأعمال الصحية باستخدام CAD MEB، Autocad -الحماية من الحرائق بنموذج Autosprink -الأعمال الكهربائية Electrical Model، CAD MEB، Autocad -نموذج مستوى التصنيع Autocad,Cad Duct,Design Line -تم إستخدام أسلوب إدارة Navisworks. -فى التصميم المعمارى تم إستخدام Autocad,Revit Architecture فى التصميم الإنشائى تم إستخدام ETAs, BRevit فى تحليل وتصميم النموذج الإنشائى	-ساهمت تقنية BIM فى تحقيق الأهداف من المشروع لاسيما مع الوتيرة السريعة للتسليم والميزانية المحدودة . -إنخفاض ملحوظ فى التكلفة التقديرية وكذلك نتيجة تقليل النفقات الطارئة على المشروع -ساعدت فى تحقيق أقصى إستفادة من التجميعات الجاهزة جارج الموقع من خلال التصنيع المسبق -ساعدت البيانات والمعلومات فى مرحلة التصميم إلى التفاصيل إلى التصنيع إلى البناء. - الإستفادة من BIM فى تصميم المصاعد وتحديدج أماكنها والكشف عن التعارض بينها وبين الهيكل الإنشائى
النموذج الثانى	Aviva إستاد أفيفا stadium	مبنى جديد كلياً	رياضى (إستاد)	إيرلندا	2010	إقامة مبنى يعد علامة مميزة للمدينة قادراً على إستضافة الأحداث على المستوى الدولى و إستيعاب 50,000 متفرج، فى ظل وجود مجموعة من القيود والمتطلبات بجانب	- إستيعاب عدد الجمهور المطلوب - التعرض الأمثل للأشعة الشمسية داخل الملعب اللازمة لنمو النباتات - الحد من التظليل على المنازل المجاورة أو التأثير على الـ View	- الإستفادة من النمذجة فى مرحلة تصميم الفكرة الأولية وتطويرها Concept وكذلك مرحلة التصميم المعمارى ومرحلة الإعداد للبناء والتصميم الإنشائى - تطوير نموذج بارامترى يدعم عملية تحديد غلاف الإستاد (تصميم الواجهة) وهيكل البناء وكيفية إدارة تنفيذه وتشييده - بتحليل البدائل من خلال دراسة شملت الإضاء	- تم تقييم المبنى فيما يتعلق بالأثر البيئى لبدائل التصميم الأولية عن طريق شركة ERM لإدارة الموارد البيئية - الإستعانة ببرنامج Rhino ثلاثى الأبعاد للنمذجة وتحديد أفضل تكوين من خلال تقييم عدة بدائ - إعتمد فريق العمل على عدة معايير للتصميم والبناء فى النموذج البارامترى فيما يتعلق بالتصميم الإنشائى للسقف والغلاف والجمال والمنظور البصرى والأداء داخل المبنى

					الإعتبارات البينية لعملية البناء،	- توفير مساحة كمركز تدريب ومرافق مساعدة	والوهج بناءً على الإتجاهات الأربعة - تصميم هيكل السقف يتألف من نظام من الجمالونات الهرمية - كسوة المبنى من ألوح البولى كربونيت Polycarbonate والتى تم نمذجتها لتعديل أبعاد كل شريحة وتحديد نسبة إنحنائه تجهيز وتجميع الهيكل خارج الموقع وتركيبه وتثبيته	- دراسة ضوء النهار وتوجيه المبنى وارتفاع الكتلة للوصول الى التصميم والتوجيه الأمثل وهو شمال جنوب بميل نحو الغرب 12 درجة. - جاء النظام الإنشائى بحيث لا يعيق الإعتبارات الوظيفية - ادت تاقنيات النمذجة إلى إحداث التوفير فى الهالك بعمل الحسابات الحقيقية.
	النماذج	حالة المبنى	الوظيفة	الموقع	تاريخ التنفيذ	وصف المشروع	محددات واهداف المشروع	أنظمة BIM ومراحل إستخدامها فى المشروع	فوائد إستخدامها
النموذج الثالث	مستشفى ميريلاند العام Maryland General Hospital (MGH)	تعديل وإضافة على مبنى قائم	صحى (مركز طبى)	بالتيمور	2010	هو إضافة حوالى 9600 m2 من المساحة إلى مستشفى ميريلاند العام MGH وتم ربطها بالهيكل القديم بإضافة 8 أجنحة تشغيل جديدة	- المبنى أن يظل قيد التشغيل طوال فترة التوسعة. كما أن مبانى المستشفيات ذات طبيعة خاصة من حيث الحركة الداخلية والخارجية والأنظمة الهندسة العديدة المستخدمة (الكهربية والميكانيكية والاضاءة والتهوية وغيرها) والتى تطلب ضرورة عدم التعارض والإشتباكات بينهم - للإمتثال إلى الجدول الزمنى الضيق	- إستخدام تطبيقات BIM لإعداد عملية الإدارة والبناء - تجميع نموذج المبنى للأنظمة الكهربائية والميكانيكية بإستخدام برنامج Cad Electrical، Cad MAP - إستخدام Tekla Structure كمنصة نمذجة BIM لإدارة إنشاء المبنى وصيانته - يقوم برنامج Tiscor CMMS بإدارة المعلومات حول عمليات الصيانة وجدولة الأعمال الخاصةو تنظيم أوامر العمل بالمشروع وتحسين وقت التشغيل. وإنتاج التقارير بأشكال مختلفة وكذلك مراقبة الأدآء. - جمع المعلومات وتحديثها من خلال برنامج Vela System	- إستخدام النموذج مبدئياً لفحص التعارضات والإشتباكات بين جميع عناصر المشروع ومن ثم العمل على تخطيها. - قد أتاحت عملية نمذجة معلومات البناء BIM تسجيل وتوفير المعلومات الدقيقة عن البيئة المبنية فى شكل يساعد على إدارة وتنفيذ المبنى بطريقة فعالة حيث تم إستخدامه فى هذا المشروع خلال دورة حياة المبنى بالكامل. - شملت قاعدة البيانات معلومات مثل التكلفة وكميات المواد المستخدمة وجدولة الوقت - الوصول إلى قاعدة بيانات ميدانية الهدف منها هو الإستفادة منها فى مرحلة التنفيذ ومرحلة التكاليف - يعزز النظام قدرة المستشفى على تلبية متطلبات الأدآء الصارمة للهيئة المشتركة لإعتماد منظمات الرعاية الصحية - مزامنة النموذج مع الأنظمة الأخرى مثل CMMS التى تعمل على تكامل الأنظمة فى صناعة البناء ومع زيادة التركيز على أداء المبنى من منظور الإستدامة - نجاح تنفيذ قاعدة البيانات المركزية وحلول تطبيقات BIM لإدارة المبنى وذلك بحساب جميع التكاليف وتقليل المخلفات وتحسين مستوى أدآء أنظمة المبنى



الجدول : المصدر الباحث

النموذج الرابع	**فندق ماريوت courtyard by marriott**	تعديل على مبنى قائم	سكنى (فندق)	بورتلاند	2009	**تجديد مبنى فندق courtyard marriot، والمبنى يتسع لـ 256 غرفة قرار الترميم بدلاً من الهدم بعد مقارنة التكلفة بدافع التقليل إلى أدنى حد من الأثر البيئى و إستهلاك الموارد**	**يقع المبنى فى قلب المنطقة التجارية فى منطقة الأعمال مما كان يتطلب تخفيض وقت البناء لعدم إعاقة الحركة المرورية حصول المبنى على شهادة القيادة فى مجال الطاقة والبيئة (الشهادة الذهبية) وكان التحدى فى تحقيق التوازن بين المعايير الإستهلاكية التقليدية العالية فى نوعية مبانى الفنادق مع معايير Green LEED،**	**- تم إستخدام نمذجة BIM فى إعادة البناء remodeling وأهله للحصول على شهادة الليد LEED.** **- إستخدام Trane trace، بالإعتماد على مدخلات cad model** **- إستخدام Revit model بشكل مستمر لدعم وتطوير العملية التصميمية والإنشائية،** **- تم إستخدام Navisworks لتكامل عملية الجدولة لتسهيل عملية البناء فضلاً عن المساهمة فى التصنيع المسبق خارج الموقع للمكونات**	**- يعتبر هذا المشروع مثالاً جيداً على إعادة تشكيل المبنى وإستخدام BIM model فى المعالجات المختلفة** **- تصميم الواجهة بنسب منخفضة من النوافذ مما يزيد من توغل ضوء النهار، بالإضافة إلى إستخدام مادة الزجاج عالى الأدآء مع عمل العزل الجيد على الأسطح المصمتة** **- تم إستخدام أنظمة التكييف HAVC ونظام تسخين المياه وأدى الجمع بينهم إلى خفض إستخدام الطاقة .** **- ويمكن تلخيص هذه التقنيات فى الاتى: - الزجاج عالى الأدآء - العزل الجيد - إضاءة عالية الكفاءة.- أنظمة التكييف و تسخين المياه عالية الكفاءة .**

النموذج	دراسة الجدوى Feasibility	تطوير الفكرة Concept development	تطوير التصميم Design development	أعمال البناء والتنفيذ Construction	خطط دقيقة ومبكرة عن تحسين كفاءة الطاقة	التصميم المتكامل Integrated design	زيادة كفاءة المبنى	التعاون المبكر بين التخصصات الهندسية المتعددة	إكتشاف الأخطاء والتعارضات قبل التنفيذ	إستخدام العناصر والمكونات الجاهزة سابقة التصنيع	دعم الإمكانيات المادية الضعيفة للمشروع	فوائدها فى دعم عمليات الصيانة (ما بعد التشغيل)	Softwaarwe Tool	قاعدة البيانات (Data base)	أدوات التحليل الإنشائى والتشيين والجدولة الزمنية	التنسيق بين التخصصات الهندسية للمشروع
Aviva stadium	√	√	√	√	√	√	√			√			Bentley Bentley Generative Auto CAD	EXCEL	Robot Millenium	Navisworks
courtyard by marriott				√	√	√	√	√	√	√	√		Revit Architecture Auto CAD Rhino Prosteel			Navisworks newforma
Sutter Medical Center	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	Revit Architecture Revit Structures Auto CAD Tekla Structures CAD Duct CAD MEB SprinkCAD Strucsoft Metal	PROJECTWISE	ETABS Sage timberline Innovaya Strategic project solution	Navisworks
Maryland General Hospital			√		√			√			√		Tekla Structures CAD Duct CAD MEB	Vela installed		

الجدول : المصدر الباحث

❖ **النتائج والتوصيات:**

- غالبا ما توجد مشكلة فى عدم وجود ملاك واصحاب مشاريع متفتحين للافكار وعلى إستعداد للمشاركة فى عمليات جديدة ومبتكرة وإعتماد تكنولوجيات جديدة وهو أمر مهم للغاية وقد يكون من الصعب جداً فرض تغيير فى ثقافة قد إعتاد الناس على القيام بها. ومع التطور والوقت يتم التغلب على ذلك.
- تعتبر نماذج معلومات البناء محاكاة لعملية البناء التقليدية ولكن فى صورة رقمية يمكن بها التعديل والتطوير فى التصميم من خلال التعديل فى المتغيرات الرقمية، كما تساعد فى عملية التقييم والتحليل من خلال ربط نماذج التصميم بنماذج التحليل.
- إمكانية إستخدام تقنيات BIM والإستفادة منها فى كل مرحلة من مراحل المشروع ، و لكن من الأفضل يحب البدء مبكراً بتنفيذ نموذج BIM لإستغلال مميزاته الكاملة.
- تستخدم BIM فى عملية التصميم بمراحله المختلفة وحتى المستوى التفصيلى وكذلك مرحلة الإنشاء والتصنيع والتشغيل والصيانة باستخدام نموذج معلومات قياسي قابل للتبادل بين العديد من التطبيقات، يحتوي على جميع المعلومات المناسبة التي تم إنشاؤها أو جمعها حول المبنى .
- ايضا يستفاد من ال BIM فى العديد من الوظائف اللازمة لنمذجة دورة حياة المبنى حيث تقوم بتسهيل عملية التصميم والبناء المتكامل بتكلفة أقل وتقليل مدة المشروع. كما تستخدم فى تقييم البدائل والمفاضلة بينهم فى التكلفة والوظائف والبناء.كما تتيح برامج BIM مقارنة إستهلاك الطاقة فى المبنى وفقاً لوظيفة المبنى، وهو ما يساعد على تقليل إستهلاك الطاقة وخاصة فى نوعية المبانى الأكثر إستهلاكاً لها.
- تعتبر النمذجة البارامترية أو الرقمية هى التكنولوجيا الأساسية فى BIM، فيعد التعاون بين مجالات الهندسة المختلفة والعمارة التى تم إنشاؤه فى تصميم إستاد أفيفا Aviva stadium مثالاً رائداً على إستخدام هذه التكنولوجيا لدعم عملية التصميم المشترك للحصول على نتائج مبكرة، فتم الحصول على فوائد كبيرة فى الجانب فى المعمارى والإنشائى من خلال إستخدام نمذجة المعلومات البارامترية.
- يمكن من خلال إستخدام نماذج BIM التعرف على طبيعة المعلومات وكيفية التعامل معها مما يؤثر فى تطوير العملية التصميمية بجانب قدرتها على تسهيل تبادل ومشاركة هذه المعلومات لذلك فإن إستخدام هذه التطبيقات فى المشروعات المختلفة وخاصة المعقدة منها يكون له أهمية كبيرة نظراً لتحقيق التكامل بين كافة التخصصات بالإضافة إلى توفير الوقت والجهد وبأقل نسبة خطأ، **لذا يحتاج المستخدم أن يكون ملماً بمميزات وعيوب كل برنامج.**
- تعد برامج التحليل البيئى والحرارى ذات فائدة كبيرة حيث تظهر نتائج دقيقة ومحاكية للواقع ولكن **إستخدام هذه البرامج تتطلب الإلمام بطرق التصميم التقليدية للتأكد من صحة النتائج وإكتشاف أخطاء إدخال البيانات**، كما تتيح هذه البرامج

إمكانية التعرف على تأثير أشعة الشمس المباشرة وغير المباشرة على المبنى مما يساعد على تقليل تأثيرها من خلال التظليل وإختيار المواد المناسبة فى مراحل التصميم المبكر.

- **المتابعة المستمرة للتطورالسريع فى أدوات الدراسات البيئية الرقمية** مما يساعد على الوصول إلى أفضل التصميمات ومقارنتها معاً.
- **العمل على تطوير منظومة التعليم المعمارى وإدخال البرامج التفاعلية والتكاملية BIM فى المناهج التعليمية** للمساعدة على التصميم والتقييم وعمل الدراسات البيئية مما يساعد على توفير الوقت والجهد والدقة في العمل.
- **اعداد الكوادراللازمة حيث يوجد برامج يسهل التعامل معها وبرامج أخرى يصعب التعامل معها** وتحتاج إلى متخصصين وبرامج لا تحتاج إلى التعامل مع محرك بحثى فقط ولكن تعتمد على المعلومات المناخية مثل برنامج Ecotect على سبيل المثال.
- **العمل على إنتشار إستخدام هذه البرامج من قبل الشركات والحكومات المصرية لتعظيم إستغلال هذه الأدوات** نظراً لما تحققه من فوائدعديدة منها رفع كفاءة أداء المشروع بالإضافة إلى توفير التكاليف مثلما حدث فى الدول العربية (الامارت العربية على سبيل المثال) والدول الاجنبية.

- **المراجع:**

١. محمد حسن خليل:العمارة الخضراء من واقع برامج نمذجة معلومات البناء "كيف يمكن أن تسهم نماذج معلومات البناء فى عملية التصميم والبناء الأخضر"،2015.

٢. مجلة بيم أرابيا، البيم والإشراف الهندسى على المشاريع،العدد السابع والعشرون، يناير 2018.

3. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors, Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston,John Wiley&Sons.Inc.

4. The use of BIM for sustainable design and easy analysis methods: Ahmed Turan, 2014, National ITU Faculty of Architecture, Istanbul.

5. Marko S. Jarić: Preparing BIM Model for Energy Consumption Simulation,6th International Symposium on Industrial Engineering,2015.

6. Bianca Toth: Modeling Sustainable and Optimal Solutions for Building Services Integration in Early Architectural Design,2016.

7. Zhang Ke: Application Research on Energy Saving of Small High Rise Office Building based on BIM Model, Huanghuai University, Architecture Engineering Department Zhu Ma Dian,He Nan, 463000, China.

8. Salman Azhar: BIM-based Sustainability Analysis: An Evaluation of Building Performance Analysis Software,2014.

9. Kamal Shawky:BIM Building Information Modeling,2016.

10. Al Thobaiti, Sultan, An Integrated Database Management System and Building Iiformation Modeling For Sustainable Design, Western Michigan University,2009.

11. Msawealfi, Mohammed, Application of Building Information Modeling (BIM) Toward Zero Energy High Rise Office Buildings, Western Michigan University,2010.