أثر تطبيق نمذجة معلومات المباني في المشاريع الهندسية

طالبة الماجستير: م. ندى خليل سمعان
كلية الهندسة المعمارية – جامعة: البعث
إشراف: د.م. بديع أبو شامي

ملخص البحث:

إنّ مجال أعمال البناء والدراسات الهندسية من أكثر المجالات التي تحتاج إلى التطور بشكل دائم وخاصة في ظل التطور التكنولوجي الكبير الذي بشهده العالم، وتعتبر نمذجة معلومات المباني حالياً من أهم ما يجسد هذا النمو المتسارع في مجال الهندسية المعمارية من تصميم وتنفيذ وصيانة للمشاريع. لما لها من فوائد كبيرة على المشاريع وخاصة المشاريع الكبيرة ، كما أنّها تعمل على إيجاد حلّ لمواطن القصور في صناعة البناء. ومع ذلك لم يتم تطبيق هذه التقنية في سوريا بعد. كما هو الحال في عديد من دول العالم.

يتناول البحث شرحاً لمفهوم نمذجة معلومات البناء، وتعريف بأهم أبعاده، والمراحل التي يمر بها أي مبنى عند تطبيق هذه التقنية، بالإضافة إلى التعريف بأهم برامج البيم، كما تمت دراسة مشروعين أحدهما عالمي والآخر عربي، طبّقت فيهما هذه التقنية، وتحليل الفوائد والمعوقات التي واجهت فريق العمل في هذين المشروعين.

كلمات مفتاحيّة:

نمذجة معلومات المباني، بيم، تصميم، تنفيذ، صيانة، أبعاد البيم.

The effect of Implementation Building information Modeling on engineering projects

Summary:

The field of building and engineering studies is one of the fields that needs developing continuously, especially in the lights of the great technology development we are witnessing. And currently BIM is considered one of the most important examples that represent this fast growth in the field of architecture, that includes designing, executing and restoring projects, because of the great benefits BIM has on projects, especially big ones. It also works to find solutions to the shortcomings in the building industry. Nevertheless, this technology is yet to be applied in Syria and in many other countries around the world.

The research addresses the concept of BIM and a definition of its dimensions and of the stages every building goes through when applying this technology, and addition to an introduction into BIM most important program. Also two architectural projects that used this technology was studied. One of them is international project, the other is Arabic. And the advantages and disadvantages that faced the working team in the projects was analyzed.

Keywords: Building information Modeling, Bim, design, execute, restore, Bim dimensions.

1- المقدمة:

في السنوات الأخيرة، بدأت معظم الشركات الهندسية في إدراك التغيرات الكبيرة التي تطرأ على صناعة البناء في العالم. فالتصميم بمعونة الحاسب والطرق التقليدية في الرّسم ثنائي الأبعاد أصبحت تستبدل بالتقنيات ثلاثيّة الأبعاد، لما توفره من وقت وتكلفة على معظم المشاريع.

2- هدف البحث:

دراسة تأثير تطبيق نمذجة معلومات المباني على المشاريع الهندسية.

3- مواد وطرق البحث:

اعتمد البحث على منهج تألف من جزئيين أساسيين هما:

الجزء النظري: التعريف بمفهوم نمذجة معلومات المباني وبيان مدى أهميتها بالنسبة لمختلف الاختصاصات الهندسية وكيفية إدارة منظومة البناء باستخدام نمذجة معلومات المبنى BIM خلال مراحل حياة المبنى كاملة والتعرف على أبعاد الـ BIM الثمانية، ثم التعريف بأهم أنواع المنشآت ذات المجازات الكبيرة.

الجزء التحليلي: الذي يتناول الدراسات التحليلية لمشروع عالمي استخدم نمذجة معلومات المباني في تصميمه وتنفيذه.

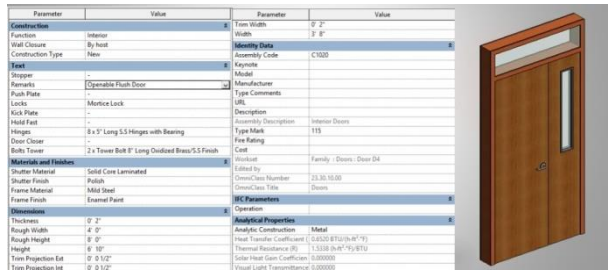
4- نمذجة معلومات المباني:

4-1 التعريف بالـ BIM:

هـــي اختصـــار : Building Information Modeling .وتم تعريف نمذجة معلومات البناء (بيم) على أنّها "القيام بإنشاء نموذج الكتروني مرئي للمبنى (مدارس – منازل – مصانع – بيوت – أبراج – شوارع – مدن...)، لغرض تصوّر شكل المنشأة والتحليل الهندسي وكشف التعارضات والتحقق من مطابقة المعايير وحساب الكميات وأغراض أخرى كثيرة".[8]

الشكل رقم (1) نموذج غني بالمعلومات لمبنى بواسطة الـ BIM . [10]

فالنموذج الناتج ليس ثلاثي الأبعاد فقط مثل الماكس بل هو نموذج غنيّ بالمعلومات، كل عنصر به كل المعلومات الّتي قد تحتاجها مثلاً الحائط والباب تجد معلومات عن نوع المواد أو الدّهانات ومقاومته للحريق. [2] .



Parameter	Value
Construction	
Function	Interior
Wall Closure	By host
Construction Type	New
Text	
Stopper	-
Remarks	Openable Flush Door
Push Plate	-
Locks	Mortice Lock
Kick Plate	-
Hold Fast	-
Hinges	8 x 5" Long S.S Hinges with Bearing
Door Closer	-
Bolts Tower	2 x Tower Bolt 8" Long Oxidized Brass/S.S Finish
Materials and Finishes	
Shutter Material	Solid Core Laminated
Shutter Finish	Polish
Frame Material	Mild Steel
Frame Finish	Enamel Paint
Dimensions	
Thickness	0' 2"
Rough Width	4' 0"
Rough Height	8' 0"
Height	6' 10"
Trim Projection Ext	0' 0 1/2"
Trim Projection Int	0' 0 1/2"

Parameter	Value
Trim Width	0' 2"
Width	3' 8"
Identity Data	
Assembly Code	C1020
Keynote	
Model	
Manufacturer	
Type Comments	
URL	
Description	
Assembly Description	Interior Doors
Type Mark	115
Fire Rating	
Cost	
Workset	Family : Doors : Door 04
Edited by	
OmniClass Number	23.30.10.00
OmniClass Title	Doors
IFC Parameters	
Operation	
Analytical Properties	
Analytic Construction	Metal
Heat Transfer Coefficient (	0.6520 BTU/(h·ft²·°F)
Thermal Resistance (R)	1.5338 (h·ft²·°F)/BTU
Solar Heat Gain Coefficien	0.000000
Visual Light Transmittance	0.000000

الشكل رقم (2) معلومات كاملة عن باب بواسطة Revit [عمل الباحث]

الـ BIM يستطيع رسم نموذج للمبنى به كل المعلومات المطلوبة ويستطيع أيضاً حساب الكميات ولل BIM أبعاد هي D,4D,5D,6D, nD فالـ 4D تمثّل الزّمن فيمكننا أن نرى أرض فارغة ثم نرى الحفر وتبدأ الأساسات في الظّهور ثمّ الدّور الأرضي والدّور الأول وهكذا. و 5D يمثّل التّكاليف مثل الباب، بل تكلفة الباب وأجرة العامل وثمن المسامير.

4- 2- أبعاد الـ BIM:

لتبسيط فكرة الأبعاد: في البداية كان هناك بعد واحد وهو أنّ الإنسان يصوّب رمحه تجاه الفريسة (س), ثم أصبح هناك بعدين (س،ع)عندما اتجه للزّراعة ثم أصبح هناك بعد ثالث (س،ع،ص) عندما بدأ في البناء والارتفاع في الاتجاه إلى أعلى ثم أصبح هناك بعد رابع (الزمن) وخامس وسادس وهكذا. [2] .

عمل الشكل رقم (3) بداية فكرة الأبعاد [عمل الباحث]

3D مجسّم ثلاثي الأبعاد غني بالمعلومات (نموذج كالماكيت).

4D المجسّم بعد ربطه بالزمن (التخطيط الزمني سواء بريمافيرا أو أي برنامج آخر) لتصور مراحل البناء بحيث ترى المبنى وهو يبنى حيث يظهر كل جزء حسب توقيت بنائه.

5D المجسم بعد ربطه بالتكلفة.

6D إدارة المباني.

7D إدارة وتشغيل المبنى.

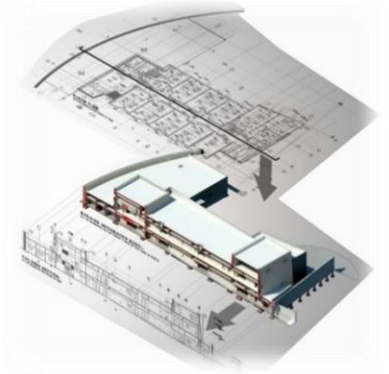
8D الأمان خلال فترة حياة المشروع.

نحتاجه أثناء تنفيذ المشروع 3D,4D,5D,6D

ونحتاج أثناء عمل المشروع 7D [2] .

4-2 -1 البعد الثالث 3D:

هو مجسّم ثلاثي الأبعاد غني بالمعلومات (نموذج كالماكيت) ففي نفس الوقت الّذي يرسم فيه المهندس المبنى من المسقط الأفقي يتم بناء المبنى بالكامل ثلاثي الأبعاد على الريفيت.[2]



الشكل رقم (4) نموذج غني بالمعلومات بواسطة الـ BIM: [13]

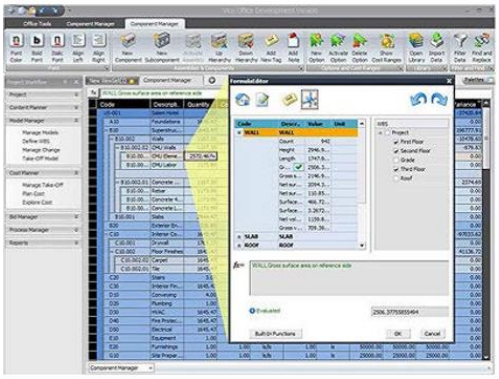
4-2 -2 البعد الرابع 4D (التّخطيط الزّمني):

وهي الاحتياجات الخاصة لعملية التّنفيذ فيما بعد لاحقاً عندما تبدأ عملية البناء الفعلي ولأول مرة في التّاريخ الهندسي نجد تكنولوجيا تحترم اعتبارات التّخطيط الزّمني من عملية التّصميم الأولي وبذلك تزداد كفاءة بناء الجدول الزّمني للمشروع، وهو الزّمن الّذي يمكنك أن ترى أرض المشروع فارغة ثم ترى الحفر، وتبدأ الأساسات في الظهور ثم الطّابق الأرضي والطّابق الأول وهكذا.

برامج البعد الرابع هو الجيل القادم من برامج إدارة المشروعات، التخطيط، متابعة الجدول الزمني وتحليل النتائج عن طريق محاكاة الأنشطة المختلفة وتنفيذ المشروع على الكمبيوتر قبل البدء بتنفيذه فعلياً على أرض الواقع. [4] .

الشكل رقم (5) محاكاة لعملية البناء الفعلي في البعد الرابع [9]

4-2 -3 البعد الخامس 5D (التّكاليف):



الشكل رقم (6) مثال على نافذة لبرنامج Vico Cost Planner [9]

تقدير التكلفة ما هو إلا تنبّؤ بالتكلفة المحتملة للموارد التي ستكون مطلوبة من أجل بدء واستكمال كافة أعمال المشروع ويتم تنفيذ عملية تقدير التكلفة في كافة أنحاء المشروع ففي بداية أي مشروع يتم عمل تحليل لدراسات الجدوى واختيار البديل الأمثل من حيث الاستمرار أو الإلغاء والجدير بالذكر أن هناك مشاريع كثيرة لم تستكمل بسبب سوء تقدير التكلفة.

تبنى التكنولوجيا الجديدة لما يغذينا به من معلومات دقيقة من حصر وتسعير لتكلفة الإنشاء قدم لنا الBIM نقلة رهيبة في حساب الكميات:

- وقت الحصر أصبح تقريباً صفر أو دقائق قليلة بعد أن كان سابقاً بالأسابيع وأصبح يمكنك الحصول على الحصر في نفس يوم بعد الانتهاء من التصميم. تضغط زر الحصر فتجد جدول به حصر كل عناصر المشروع.

- كما يمكنك ليس فقط معرفة عدد الأبواب بل وضع محددات أو عوامل لمعرفة تكلفة تركيبه بدقة كبيرة، مثلاً باب 1 يتكلّف 10 مسامير ويأخذ نص ساعة تركيب ومرتب العامل في الساعة، أو سيتم الاستعانة بمقاول يكلف مبلغ معين فيخرج لك تكلفة الباب الحقيقية وكمية المواد التي ستحتاجها.

- يمكنك معرفة بدقة متى ستحتاج المواد بحيث تنظم سلسلة الإمداد بالمواد مما له تأثير كبير على صناعة الإنشاءات فلا

الشكل رقم (7) تخزين مواد لفترة طويلة [13]

نشتري مواد ونخزنها فترة طويلة قبل أن نحتاجها.

– كما أن معلومات الحصر تتزامن مع المعلومات في النموذج، حيث أنك لن تعيد الحصر مرة أخرى.

– الحصر في الطريقة القديمة لم يكن دقيقاً مثلاً في حساب المواسير كنا نحسب أطوال المواسير الأفقية Plan بينما المواسير الرأسية تظهر نقطه في المسقط.

– يمكنك معرفة التكلفة في كل مرحلة وكل مدة زمنية بدقة شديدة.

– معرفة تأثير أي تعديل في التصميم على التكلفة والميزانية.

– إتخاذ قرارات أكثر استنارة من خلال مقارنة تقديرات التكلفة المتعددة مع التكلفة المستهدفة للمشروع. [2] .

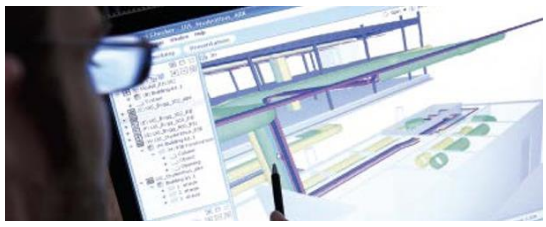
4-2- 4 البعد السادس (إدارة المباني):

وهي أعمال الصيانة والإدارة حتى تنتهي دورة حياة المبنى وحتى فيما بعد عند عمل الترميمات حيث أثبتت البحوث الخاصة بالنمذجة الرقمية المتعلقة بالـ FM بوجود فوائد كبيرة في رقمنة(digitizing) وثائق التصميم وكُتيبات التشغيل والصيانة.

وهناك الكثير من المنشآت التي ليس لديها نماذج رقمية لها(Digital Model) ودائماً هناك الفرصة لتطبيق النمذجة الرقمية باستخدام

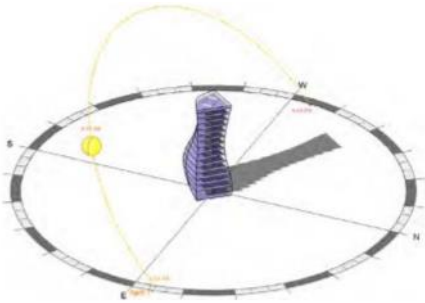
مُوَحدة نماذج معلومات البناء(Standardized Building Information Modeling) لدعم إدارة المنشآت(FM).

لاحظ مالكوا المنشآت (Facilities Owners) وجود مزايا كبيرة في المشاريع التي تستخدم عمليات وأدوات نمذجة معلومات البناء (BIM Processes & Tools) من خلال تسليم منشآت ذات جودة أعلى وأداء أفضل. [2] .



الشكل رقم (8) البعد السادس للبيم [9]

4-2- 5 البعد السابع (إدارة وتشغيل المبنى):



الشكل رقم (8) البعد السابع للبيم [12]

الـ BIM يهتم بعملية البناء ونستفيد منه أثناء البناء وتظهر الفائدة الكبرى بعد انتهاء البناء من خلال إدارة المبنى ومراقبته والتحكم به.

هو البعد الخاص بالاستدامة وما زال التطوير في هذا البعد مستمر لإجراء المحاكاة الكاملة للطاقة وتأثير الشمس والرياح على المبنى خارجياً وداخلياً. [2] .

5-2-6 البعد الثامن (الأمان خلال فترة حياة المشروع):

الشكل رقم (9) قطاع الإنشاءات من أصعب المهن لمزاوليها [13]

لطالما كان سجل السلامة والصحة المهنية في قطاع الإنشاءات ذو تاريخ حافل بالمآسي، حيث تعتبر من أخطر المهن لمزاوليها، ومعدل الحوادث في قطاع الإنشاءات أعلى من المعدل العالمي لحوادث العمل، وعلاوة على ذلك سجَّل قطاع الإنشاءات أعلى معدل من الوفيات، وفي كثير من الأحيان فإن القرارات التصميمة للمهندسين المصممين كانت سببا مؤثراً في سلامة العاملين في الموقع ، أجرى كل من Gibb, Haslam, Hide and Gyi عام 2004 دراسة تفصيلية لعدد 100 حادثة في مواقع الإنشاءات في المملكة المتحدة ووجد أنه في 47% من الحالات فإن تعديل التصميم كان يمكن أن يقلل من خطر الإصابات والحوادث، وفي عام 2006 أجرى Behm دراسة علي 450 حادث مميت ومسبب للإعاقة في الولايات المتحدة، وأفاد أنه في ثلث الحالات كان من الممكن القضاء على سبب الحادثة إذا أخذ المصمم اعتبارات السلامة في حسبانه.

لماذا الوقاية من خلال التصميم ؟

قديماً كان دور المصمم يقتصر فقط على الالتزام بمعايير وقوانين البناء المحلية وتترك سلامة الموقع والعاملين للمقاول ، ولكن الأبحاث أثبتت أن المصممين يمكن أن يكون لهم تأثير قوي على سلامة الموقع والمبنى ، الشكل أدناه يوضح العلاقة بين قدرة المصمم على التأثير على السلامة وبين زمن المشروع ويتضح أنه في المراحل الأولى للتصميم المبدئي يمكنك تعديل التصميم ليكون أكثر سلامة وتتناقص تلك القدرة مع تقدم زمن المشروع، إن الوقت المثالي للتأثير على سلامة المشروع أثناء التصميم المبدئي والتصميم التنفيذي المفصل للمشروع عن طريق اتخاذ خيارات أفضل تتعلق بالسلامة في مرحلة التصميم ويؤدي ذلك إلى قرارات أقل في مرحلة التنفيذ يتخذها المقاول ، وبالتالي فإن مفهوم الوقاية من خلال التصميم أو التصميم الآمن أو التصميم من أجل السلامة يتجلى من هذا المبدأ.

إن الوقاية من خلال التصميم منهجية تطبق على مراحل التصميم المختلفة من أجل تحديد المخاطر التي سيواجهها عمال التنفيذ في الموقع أثناء مرحلة التشييد والتخفيف من حدتها، وهذا ينطوي على تحديد المخاطر بشكل منهجي وتطبيق حلول تصميمية من أجل تخفيف المخاطر وتلبية متطلبات التصميم وكذلك خلق بيئة عمل آمنة للعمال، ويتضمن أيضًا إبلاغ المقاول بالمخاطر التي لا يمكن إزالتها حتى يمكنه التخطيط والمراقبة والتحكم في هذه المخاطر للحد من آثارها.

ولعل أهم تقنية جديدة يعتبرها البعض بالبعد الثامن هى البارامتراك Parametric design ونستطيع تلخيص هذه التقنية في استخدام الحاسب الآلي في تصميم الأشكال التي يصعب على العقل البشري إنتاجها. [2] .

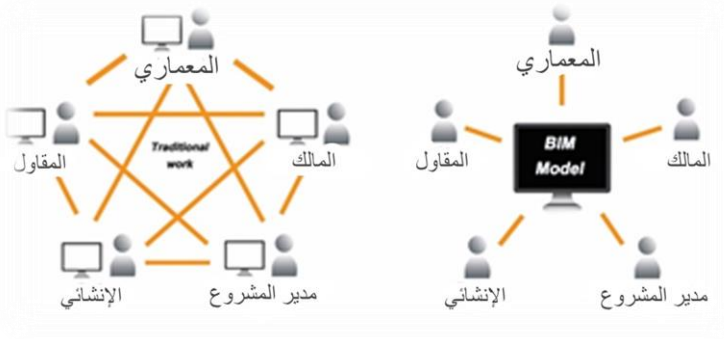
4-3 إدارة منظومة البناء باستخدام نماذج معلومات المبنى BIM:

من أهم المميزات التي أتاحتها برامج الـ BIM سهولة إدارة مشروعات البناء عن طريقها، وذلك من خلال الإجراءات التالية:

١ – تحديد الغرض من استخدام الـ BIM (تنصيب المشروع وتحديد الأهداف Set project and process goals) حيث أنّ استخدامات الـ BIM تختلف وفقاً للغرض منها وتختلف باختلاف التّخصص المستخدم للنّموذج المحاكي للعمليّة التّصميمة.

٢ – إختيار فريق العمل وتوزيع الأدوار بداية من مدير المشروع والمنسق العام لإدارة نموذج BIM إلى جميع المتعاملين مع النموذج من جميع التخصصات.

٣ – إختيار الأدوات المساعدة من برمجيات Software ، وروابط الكترونية links، وطرق الاتصال لربط فريق العمل بشبكة معلومات موحدة تسهل التواصل بين فريق العمل. [4] .

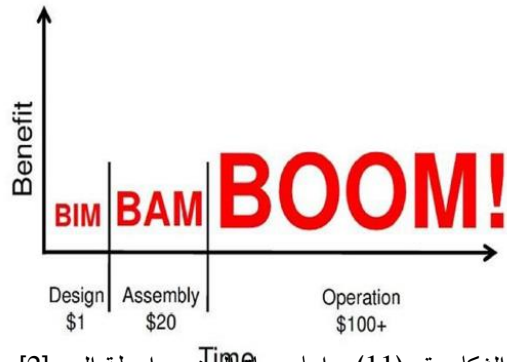


الشكل رقم (10) سهولة انتقال المعلومات بواسطة البيم [عمل الباحث]

4-4 مراحل حياة المبنى BIM-BAM-BOOM

أهمية المراحل الثّلاثة في نموذج معلومات البناء وإدارة تكلفة المبنى:

يمر أي مبنى كي يخرج إلى النّور باستخدام تكنولوجيا الـ BIM في ثلاث مراحل BIM-BAM-BOOM يمكن تقسيم دورة حياة أي مبنى إلى ثلاث مراحل رئيسيّة هي التّصميم والتّنفيذ والصّيانة، وبالرّغم من عدم تقدير منافع استخدام نظام BIM في المراحل الثّلاثة بشكل كامل واعتقاد العديد من المستخدمين أنّ فوائد هذه النّظم تقتصر على توظيفها في طور التّصميم غالباً ولكنّها تستخدم في دورة المبنى كاملة [10] كما سنسرد مايلي:



الشكل رقم (11) مراحل حياة المبنى بواسطة البيم [2]

4-4-1 المرحلة الأولى Bim:

وهي المرحلة الأولى في التّصميم ويتم بها عمل المودل الخاص بكل تخصّص وتمثّل هذه المرحلة تطبيق لكل أفكار التّصميم وتوظيف المعلومات لإنشاء المودل وتزويد المودل بالمعلومات اللّازمة لإنشائه.

4-4-2 المرحلة الثّانية BAM (Building Assembly Model):

في هذه المرحلة يتم تجميع المودل المختلفة من كافة التّخصصات لدراسة التّعارضات الّتي قد تنتج نتيجة التّصميم وتعتبر هذه المرحلة من أهم مراحل المشروع وأحد الأهداف الأساسيّة الّتي قامت عليها تكنولوجيا الـ (BIM)، النّموذج "المجسّم" للمنشأ ينتقل من طور التّصميم إلى طور التّنفيذ ليعمل كأداة لتقديم الإرشادات والتّوجيهات، إذ يغدو المجسّم الممثّل عبارة عن محاكاة إفتراضية للمبنى حتّى قبل الشروع بتنفيذه ممّا يوفّر لجميع المشاركين مجموعة واضحة من التّعليمات وأدوات التّواصل فيما بينهم لإتقان العمل وإنجازه بدقة.

تسعى التّوجّهات الحديثة عالمياً مؤخّراً إلى توظيف واستخدام آليات البناء المسبق الصّنع قدر الإمكان، وذلك يعود لما توفّره في جوانب منها: الكلف والجهد والوقت، وإلى حد ما تصبح عملية تنفيذ المبنى أقرب إلى التّجميع من الإنشاء، فالأبواب والنّوافذ أصبحت تُنقل بإطاراتها ومكوناتها وعناصرها من المصنع كاملة ليتم تثبيتها في الموقع فقط، وكذا الكثير من أجزاء الهياكل الإنشائية وعمليات تغليف الجدران والأرضيات وغيرها، وعليه، فإنّ المبنى بهذه الصيغة يرتّب وينسّق وينظّم وينجز. إنّ نموذج معلومات التّجميع في هذا الطّور يسمح بإدارة وتعزيز عملية التّصنيع المسبق والّتي تؤدي بالنتيجة إلى حفظ موارد المشروع المختلفة بجانب قابلية الإنتاجية العالية لعناصر ومكونات المبنى.

4-4-3 المرحلة الثالثة BOOM وهي(Building Optimized Operations Model):

وتمثّل مرحلة توظيف نموذج التّشغيل للمبنى في طور الصّيانة وإدارة المبنى، وهو الطّور الأخير الّذي يمكن فيه توظيف نظم نمذجة معلومات البناء لديمومة حياة المبنى

الشكل رقم (12)نافذة لبرنامج Cadmatic الذي يستخدم لإدارة المرفق وقياس الأداء وإصدار أوامر الصيانة **[9]**

وتقديم المعلومات اليومية المتراكمة ضمن النّموذج والمتعلّقة بسلوك وأداء المنشآت للأغراض

التّصميمية والتّخطيطية للمباني الأخرى، ولأغراض تحسين عمل المباني والتّحكم والسّيطرة على الفضاءات وأغراض تقييم المباني وغيرها.

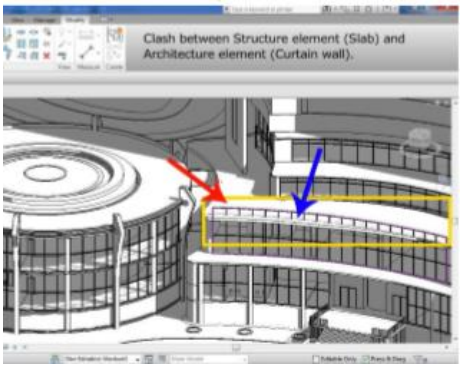
ويمكن ملاحظة أهمية دراسة هذا الطّور من خلال معرفة مقدار كلف تشغيل المبنى خلال فترة حياته، والّتي تقدر من قبل بعض الباحثين المتخصّصين بين 20 – 100 ضعف لكلف تصميمه وإنشاءه.

ومن خلال نموذج التّشغيل للمبنى يمكن تقييم تفاصيل المبنى فمثلاً يمكن تحديد الفضاءات الّتي تحتاج إلى إعادة التأسيس أو سدّ النقص فيها، تحديد العناصر التالفة من العناصر المتحركة أو القابلة للتغيير في المبنى كالأبواب والنوافذ والأسيجة المعدنية والأثاث لغرض استبدالها أو ترميمها من خلال معرفة مواصفاتها وتاريخ تركيبها وتحديد الجهة المجهّزة أو المصنّعة للاتصال بها باستخدام معلومات النموذج المتوفرة، حتى بعد فترة طويلة من الزمن. [8]

الشكل رقم (14) التعارضات التي تنشأ بالنظام التقليدي [13]

4-5- التّنسيق وكشف التضاربات:

تتميز أنظمة BIM بأدوات تسهّل عملية كشف التضاربات الحاصلة بين عناصر



الشكل رقم (15) كشف التعارضات بواسطة Revit [2]

البناء أثناء عملية التنسيق بين مختلف النّماذج من جميع التّخصصات لتحديد مجال التضارب إن وجد. وقد تحدث حالة عدم تحديث للمخطّطات التّنفيذية ممّا يؤدّي إلى بناء أجزاء معيّنة من البناء بشكل غير صحيح. الأمر المكلف والّذي قد يستغرق وقت إضافي وخاصة بالمهام الحرجة.

إنّ السّيطرة على التّضاربات الكبيرة والصّغيرة هو من أهم ميزات أنظمة BIM. ونقصد بالتضاربات الكبيرة أي عندما تتوضّع عناصر البناء بنفس الحيّز (مثل تضارب أنابيب التّهوية بالجوائز البيتونية). أمّا التضاربات الصغيرة هي عندما تتقارب عناصر البناء بشكل كبير من بعضها الأمر الّذي يمنع من إمكانية الوصول إليها وإنشاؤها. **[4]**

الفوائد من استخدام BIM في التّنسيق وكشف التضاربات:

- تنسيق المبنى من خلال دمج النماذج ثلاثية الأبعاد وتوفير تصوّر لكافة عناصر البناء.
- الحدّ من التضاربات والّتي تقلّل أوامر التغيير وتخفيض النّقص في المعلومات اللّازمة للجهة المنفذة وبالتالي تخفيض المطالبات.
- زيادة الإنتاجية.
- الحصول على مخططات تنفيذية أكثر دقّة.

الموارد المطلوبة:

- برمجيات التّصميم.
- برمجيات كشف التصادمات. **[4]**

4-6- فوائد استخدام الـ BIM :

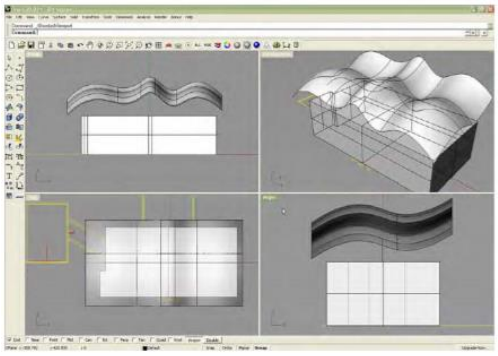
فوائد الـ BIM باختصار لكل من:

4-6-1 للهندسة المعمارية:

- التّركيز على التّصميم بدلاً من الرّسم.
- أخذ قراءات صحيحة ومباشرة عن المساحات وتقسيمها من النّموذج.
- إدارة فعالة للمشروع بحكم أنّ المعماري هو صاحب فكرة المشروع وهو المسؤول عنه أمام الإدارة في الشّركات الّتي تعمل بشكل صحي.

4-6-2 للهندسة الإنشائية:

- أخذ النموذج بشكل صحيح (عناصر الجملة الإنشائية المطلوبة فقط دون الغوص في فهم النموذج وإعادة العمل عليه ليصبح بالصيغة التي يرغب).
- إمكانية تحليل النموذج ضمن برنامجه الذي يعمل عليه بكل راحة ومن ثم إعادة النموذج مع التعديلات إلى المشروع الأساسي على مخدّم الـBIM Server ليتم فيما بعد متابعة العمل عليه مع التنبيه للتعديلات الحاصلة لباقي الطاقم الهندسي ذو الإختصاصات المكملة والمتعددة.



- إحتساب مباشر للكميات التي تتعلق بالمساحة والحجوم (وفي بعض السيناريوهات يمكن أحتسب حتى أطوال وأقطار قضبان التسليح) واستخراج جداول كميات مباشرة من النموذج دون العودة إلى اللوحات المختلفة كالمعمارية والصحية والكهربية والميكانيكية.

4-6-3 للهندسة الكهربائية والميكانيك والصحية:

- في أغلب سيناريوهات العمل يكون لدى الخبراء من العاملين بالمجال الهندسي كمهندسي MEP خبرة مسبقة في حاجة

المبنى لأقطار الكابلات وأماكن نفاذها الشكل رقم (16) إنشاء سطح معقد بواسطة البيم **[3]**

كما الحال لحجوم دارات الدفع والسحب المستخدمة في التكييف والتبريد وكذلك الأمر

بالنسبة لأنابيب دارة المياه العذبة والمياه المالحة ...الخ. وإنما ما يلزم هو معرفة أن تمديد هذه الدارات والكابلات والأنابيب هل سيتعارض أو يعترض أحد العناصر الإنشائية أو اللاإنشائية مثل الأسقف المستعارة وغيرها مما سيتم تركيبه في المبنى بشكل لاحق.

– يستفيد أساتذة ال MEP بمعرفة الحجوم التي سيقومون بتدفئتها وتكييفها بشكل مسبق.

– تمثيل كامل لدارات التكييف المركزي Air Ducts مع عمل ما يسمى Collision Detection لبيان إذا كان هناك اعتراض مع العناصر الإنشائية المثبتة حالياً[10] .

4-7 معوقات تطبيق نمذجة معلومات المباني:

تشمل دائرة المعوقات مفاصل مهمّة تتوزّع على كافة متطلبات عمليات التّصميم والتّنفيذ والاستثمار، منها الاقتصادي والتقني والثقافي، ونذكر فيما يلي أهم النّقاط:

– كلفة الانتقال من أنظمة التّصميم التّقليدية إلى نظام نمذجة معلومات البناء، كيف يمكن تدريب الكوادر مع الاستمرار بالعملية الإنتاجية، تكلفة التجهيزات الإضافية المطلوبة لاستخدام هذا النظام.

– مصير الخبرات الهندسية الّتي لا تستطيع الانتقال إلى فضاء نمذجة معلومات البناء.

– نقص الكوادر المدرّبة الّتي تستطيع تشكيل وحدات إنتاجية مكتملة.

– عدم وجود نظام توثيق رقمي فعّال والنظر إليه بالريبة والشك إن وجد.

– الرّفض النّفسي الحاد لكافة الوثائق الرقمية ورفض اعتمادها على الرغم من تسابق الأشخاص نفسهم لاقتناء التّجهيزات الداعمة لها.

– عدم وجود قوانين منظّمة لعمليات التّوثيق الرّقمي واعتمادها في المحاكم في حالات التقاضي والخلافات الفنية. [6] .

4-8 برمجيات أنظمة الـ BIM :

مع تطوّر أنظمة BIM والّتي تعتبر واحدة من أكثر التقنيات المتقدّمة في صناعة البناء، تطوّرت العديد من الأدوات البرمجيّة الّتي تدعم أنظمة الـ BIM. والّتي تتنوع بالاستخدام لتشمل كافة مراحل المشروع من التّصميم التّمهيدي ودراسة الجدوى الاقتصادية وتوثيق

المخططات والتصنيع وتقدير الكلف والجدولة الزّمنية ومشاركة الملفات بين أطراف المشروع. [2] وفيما يلي استعراض لأنواع البرمجيات المستخدمة:

1- برمجيات تصميمية.

2- برمجيات تحليلية.

4-9 مستقبل الـ BIM:

على الرغم من أنّ مفهوم نمذجة معلومات المباني يعتبر حديث نسبياً، ولكنّه استخدامه أصبح يزداد تدريجيّاً لما له من أهمية في رفع سوية العمل وتحسين المخرجات. ومع استمرار التّقدم التكنولوجي فإنّه لابدّ من مواصلة تطوّر وتحسين منهجية وأدوات BIM. وأشارت الأبحاث إلى أنّه سيتم التركيز على تحليل البيانات وأساليب العمل الحاليّة المستخدمة لتطبيق أنظمة BIM وذلك للإستخدام الأمثل لأنظمة BIM بإدارة المرفق. ووضع استراتيجيات تضمن التنفيذ الأمثل لأنظمة نمذجة معلومات المباني. وفيما يلي توقعات لمستقبل البناء باستخدام أنظمة BIM:

1- إكتساب خبرة باستخدام BIM يؤدي إلى تحقيق وفرات ملحوظة في الكلفة والوقت. وهذا يؤدي إلى زيادة الطلب على استخدام BIM اعتباراً من المراحل المبكرة للمشروع.

2- الوصول للبعد السادس بإدارة المرافق من خلال تحسين وتسهيل البرمجيات التي تساعد على إدارة المرافق من خلال BIM.

3- التحول بطرق تنفيذ المشاريع إلى التسليم المتكامل للمشروع Integration Project Delivery (IPD) الّذي يعرف من قبل المعهد الأمريكي للمهندسين (AIA) على أنّه "دمج الاشخاص والنظم والهياكل التجارية والممارسات في عملية تسخّر بشكل تعاوني مواهب وأفكار جميع المشاركين لتحسين نتائج المشروع، وزيادة القيمة للمالك، والحد من المواد المهدرة، وتعزيز الكفاءة خلال جميع مراحل التصميم والتصنيع والبناء" وبالتالي فإن عملية التصميم ستصبح أكثر تعاوناً ممّا مضى.

4- اعتماد التكنولوجيا المتنقلة وخاصة في ظل التّقدم التكنولوجي، حيث أنّه أصبح بإمكان إدخال تكنولوجيا BIM على الأجهزة المحمولة الذكيّة كالأجهزة اللوحيّة والمساعدات الرّقمية الشخصيّة، واستخدامها بموقع العمل من قبل المهندسين ومدراء المشاريع ومواكبة تحديثات النّموذج الإلكتروني، وتسهّل بذلك التعاون بين أطراف المشروع وخاصة الجهات المنفذة مع الجهات المصممة. [10] .

4-10- الدراسة التحليلية:

بناءً على الدّراسة النّظرية تمّ التّوصل إلى الأسس والمعايير التّالية التي سوف يتم على أساسها الدّراسة التّحليلية لمثالين طبّق فيهما الـ BIM:

1- دراسة عمرانية ومعمارية وإنشائية للنماذج المختارة.

2- دورة حياة المبنى (المرحلة التي استخدم فيها الـ BIM.

3- أبعاد الـ BIM.

4- تحديد الغرض من استخدام الـ BIM.

5- اختيار الأدوات المساعدة من برمجيات Software.

6- فوائد استخدام الـ BIM.

7- معوقات تطبيق الـ BIM.

4- 10-1 مركز النّقل الإقليمي متعدد الوسائط في أميركا:

مقدمة:

يقع مركز النّقل الإقليمي متعدد الوسائط (ARTIC) في ولاية أناهايم في أميركا.

يجمع المركز بين الأهمية التراثية والمدنية لمحطات السكك الحديدية الكبيرة في القرن التاسع عشر، مع حجم وتعقيد مطارات اليوم الحديثة.

الشكل رقم (18) مركز النّقل الإقليمي في أنانهايم [5].

يعتبر (ARTIC) بوابة نقل ذات مستوى عالمي إلى مقاطعة (Orange County) في كاليفورنيا، خامس أكثر المقاطعات كثافة سكانية في الولايات المتحدة، حيث تجذب كل عام أكثر من 40 مليون زائر سنوياً.

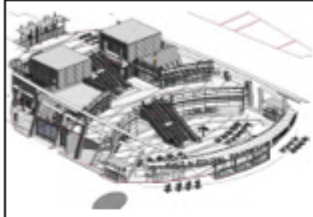
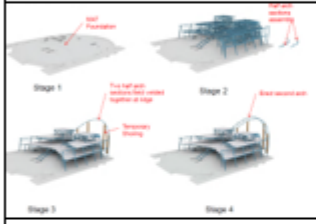
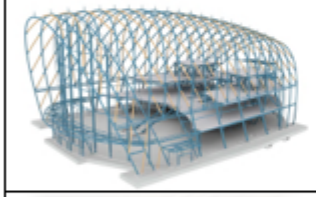
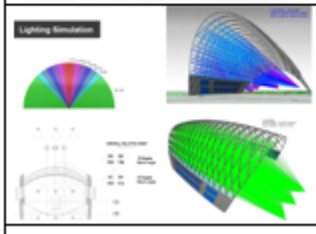
سيقوم (ARTIC) بوصل الطرقات السريعة، والطرق الشريانية المركزية، وأنظمة الحافلات والتكاسي والسكك الحديدية بالإضافة إلى معابر الدراجات والمشاة في موقع مركزي واحد.

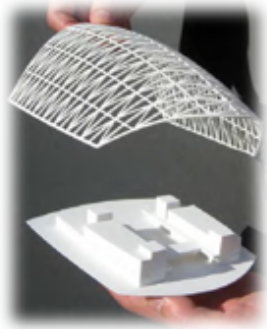
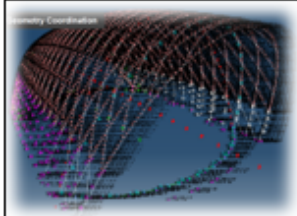
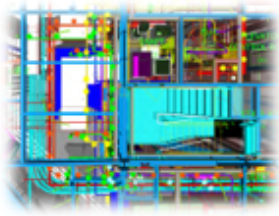
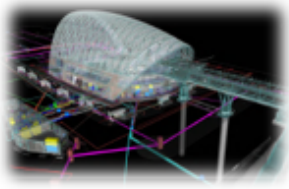
سيقوم (ARTIC) بتخديم حاجات النّقل لأكثر من 3 مليون نسمة في 34 مدينة. يحوي المشروع مناطق للتذاكر والانطلاق، مساحة للبيع، مطاعم، قاعة كبيرة متعددة الأغراض. يشكّل المركز مرتكزاً لـ (اتصال أناهايم السريع)، ذو سعة عالية وباتجاهات ثابتة. ARTIC هو النهاية الجنوبية لسكة حديد كاليفورنيا السريعة التي نصل المراكز السكانية في شمال وجنوب الولاية ببعضها. يخدّم هذا المركز متعدد الاستخدامات حوالي 4 ملايين قدم مربعة من المكاتب والمنشآت التجارية والمؤسساتية و520 وحدة سكنية.[5].

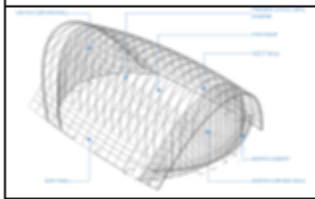
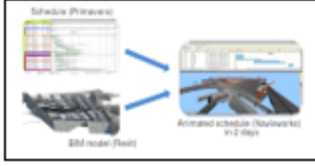
ARTIC بالأرقام:

مساحة المحطة	6306.26 متر مربع
أماكن صف السيارات	1082 سيارة
عدد الركاب اليومي المتوقع	10330 مسافر
عدد أنماط المواصلات	10
ركاب المترو السنويون	40 مليون
مساحة ETFE	18580.61 متر مربع
تكلفة المشروع	188 مليون دولار أميركي

لقد كان لاستخدام نمذجة معلومات البناء دور حاسم وكبير في إيصال هذا التصميم المبدع بوضوح للزبائن وللجماهير، وفي مساعدة فريق المشروع في تطوير الشكل المعقّد إلى حقيقة.

جدول (1) تحليل مركز النقل الإقليمي وفق أسس ومعايير الدراسة (عمل الباحث)				
مركز النقل الإقليمي		محقق / غير محقق	ملاحظات	صور توضيحية
الأبعاد	3D	محقق	مجسم ثلاثي الأبعاد غني بالمعلومات تم إنشاءه ببرنامج Revit، وقد قام فريق العمل بإنتاج نماذج دراسة مطبوعة بتقنية ثلاثية الأبعاد، وتحليل ازدحام الآليات والمشاة قبل إنشاء المشروع.	
	4D	محقق	المجسم بعد ربطه بالزمن،	
	5D	محقق	المجسم بعد ربطه بالتكلفة	
	6D	محقق	إدارة المبنى (الصيانة) وجود النموذج ثلاثي الأبعاد الغني بالمعلومات سيمكن من تحقيق الصيانة	
	7D	محقق	الاستدامة: المركز حاصل على شهادة LEED البلاتينية	
	8D	غير محقق	الأمان خلال فترة حياة المشروع، وقد حدثت عدة حوادث حريق أثناء تشييد المركز	ـــــــــ

مراحل حياة المبنى	المرحلة الأولى: BIM التصميم	محقق	إنّ استعمال Revit و Rhino و Catia كبرامج أساسية، إلى جانب برنامج Navisworks من أجل كشف التعارضات في مرحلة قبل الإنشاء، مكّن الفريق من إنتاج نماذج دراسة مطبوعة بتقنية ثلاثية الأبعاد مجسم 3D ، وتحليل حركة ازدحام المشاة والآليات لتأمين طريق سفر آمن ، وتأكيد استراتيجيات مستدامة لتحقيق شهادة LEED البلاتينية	
	المرحلة الثانية: BAM التنفيذ	محقق	إنّ الفائدة الكبرى في توظيف BIM في المشروع (ARTIC) هي فعالية التنسيق المحققة خلال التصميم والإنشاء	 
	المرحلة الثالثة: BOOM الصيانة	محقق	بفضل وجود النموذج الأبعاد للمبنى	
فوائد استخدام الـ BIM		محقق	– من أهم فوائد استخدام الـ BIM كشف التعارضات. – توفير كبير بالوقت	
معوقات			– الـ BIM عمل على كشف التعارضات	

وصعوبات استخدام الـ BIM			وليس على حلّها. – برمجيات البيم محدودة: حجم الملفات، عدد shop drawing...	
البرمجيات	برمجيات تصميمية	محقق	Tekla + REVIT	
	برمجيات تحليلية	محقق	Primavera + Navisworks	

4-10-2 مول قطر:

مقدمة:

يعد إحدى أبرز وجهات التسوق والترفيه في المنطقة وأكبرها مساحة، يقع قطر مول في مدينة الريان، بالقرب من ملعب الريان "أحد الملاعب التي سوف تستضيف مباريات كأس العالم 2022، حيث سيكون مركز التسوق الرئيسي لجمهور كأس العالم.

الشكل رقم (17) تمثال الملك رمسيس الثاني في قاعة المدخل [2]

من المتوقع أن يستقبل 20 مليون زائر سنوياً، وسيتصل بمحطة مترو خاصة وسيكون أحد أفخم المولات في منطقة الشرط الأوسط ومعلماً سياحياً بارزاً في قطر، يضم أكثر

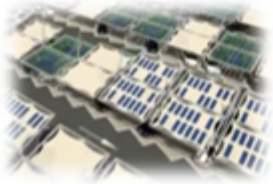
من 400 متجر ومنصات للماركات العالمية وفندق ضخم ومراكز للتسلية ومركزاً للسينما، ويوفر خدمة التسويق والترفيه وخدمات المطاعم والمقاهي.

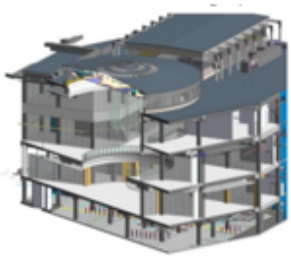
تم استخدام تكنولوجيا ال BIM في هذا المشروع والتي كان لا بد من استخدامها نظراً لتكلفة المشروع ومساحته وتعدد الوظائف فيه لتجنب الخسارة في الوقت والمال نتيجة للأخطاء التصميمة والتي ينتج عنها التعارضات بين كافة الأقسام.

لكن العمل بهذه التكنولوجيا كان في أبريل 2014 من عام متأخراً جداً عن بداية المشروع وكما نعلم أنه يجب أن يتوفر الموديل لدينا قبل البدء بالمشروع لمحاولة تجنب حدوث الأخطاء أثناء التنفيذ وتقليل نسبة الفاقد من المواد الناتجة عن التعديل ,لكن في المقابل في تلك الفترة تحديدًا كان العمل في الأعمال الإنشائية في مرحلة متوسطة ما يعني أنه كان بالإمكان استدراك ما فات. [2]

مول قطر بالأرقام:

مساحة الكلية	388 ألف متر مربع
السعة	15000 يومياً
عدد الطوابق	3
المصمم المعماري	مكارثر وشركته Chapman Taylor
تكلفة المشروع	4.5 مليار دولار

جدول (2) تحليل مول قطر وفق أسس ومعايير الدراسة (عمل الباحث)				
مول قطر		محقق / غير محقق	ملاحظات	صور توضيحية
الأبعاد	3D	محقق	مجسم ثلاثي الأبعاد غني بالمعلومات، لكن ما أنّ البدء باستخدام الـ BIM كان متأخراً عن بداية المشروع، فالمجسم ثلاثي الأبعاد لم يكن متوفراً عند البدء بالمشروع	
	4D	غير محقق	بسبب ضيق الوقت لم يتم التكمن من ربط المشروع بالبعد الرابع	ـــــــــ
	5D	غير محقق	المجسم بعد ربطه بالتكلفة لم يستطع إنجاز جداول الكميات	ـــــــــ
	6D	محقق	إدارة المبنى (الصيانة) محققة بسبب وجود النموذج الرقمي للمبنى Degital model	
	7D	محقق	يحقق مول قطر أعلى مستوى نظام استدامة في قطر (QSAS) وذلك بفضل استخدام نمذجة معلومات المباني الـ BIM	
	8D	محقق	الأمان خلال فترة حياة المشروع	

مراحل حياة المبنى	المرحلة الأولى: BIM التصميم	محقق	– استخدام برامج النمذجة BIM لتحضير الـ shop drawing عن طريق برنامج الـ Revit. – التوافق بين برنامج الريفيت 3D Revit وبرنامج Navisworks 4D حيث أن تمّ عمل الجدول الزمني لنموذج المشروع لتصبح جاهزة للاستخدام حسب احتياجات المهندس لكن البدء في هذه المرحلة كان متأخراً عن بداية المشروع	
	المرحلة الثانية: BAM التنفيذ	محقق	– التوفيق بين النموذج الإنشائي والمعماري والكهروميكانيك ووضع نموذج رئيسي لتلافي التعارضات. – التجميع بين الشركات المنفذة للمشروع: شركة الخياط للتجارة والمقاولات وشركة أوربياكون للتجارة والمقاولات كما تولت " دريك آند سكل قطر" الشركة الفرعية من شركة دريك آند سكل انترناشيونال مهام تنفيذ الأعمال الكهروميكانيكية، وذلك لسهولة التنسيق بين أطراف المشروع. – وجود شبكة معلومات تربط بين أطراف المنفذة والإدارة.	

			– معرفة المواصفات المطلوب منه تنفيذها على أرض الواقع، معلرفة ما يلزم بشكل دقيق وصحيح من مواد البناء ومستلزمات أخرى (سقالات، رافعات....) لإتمام بناء المنشأة. – الربط مع الجدول الزمني للتنفيذ وإعطاء تقرير أفضل للمندسين Feedback عن حسن سير العمل في الموقع.	
	المرحلة الثالثة: BOOM الصيانة	محقق	يتم وضع العناصر التي يحصل لها استهلاك ضمن جداول زمنية تتم إدراجها في عقود الصيانة	
فوائد استخدام الـ BIM		محقق	– حل التعارضات. – عمل اقتراحات في بعض التصاميم في وقت قصير وعرضها على أصحاب القرار – مساعدة الأقسام الأخرى في فهم بعض التفاصيل .	

معوقات وصعوبات استخدام الـ BIM		محقق	– عدد أفراد الفريق قليل نسبياً مع حجم المشروع – عدم إدراك العديد من أعضاء الدائرة الفنية بتكنولوجيا البيم ومجال الإستفادة منها – عدم إستخدام هذه التكنولوجيا في مكانها الصحيح والكثير كان يعتبرها نمذجة ثلاثية الأبعاد لا أكثر. – عدم وجود نظام أو طريقة عمل معتمدة وخاصة بالشركة المنفذة لاتباعها في مجال البيم. – الحصول على المخططات اللازمة لم يكن سهلا نظرا لكثرة الشركات التي تقوم بتحضير المخططات للازمة للتنفيذ كان التحدي لإنجاز الموديل في أقصر وقت ممكن كبير جدا في ظل تسارع أعمال البناء في الموقع	
البرمجيات	برمجيات تصميمية	محقق	Tekla + REVIT	
	برمجيات تحليلية	محقق	Primavera + Navisworks	

13- الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- إنّ استخدام الـ BIM هي الطريقة الأدق والأفضل لحساب الكميات في المشاريع، مقارنة بالطرق التّقليدية حيث الاستخراج اليدوي للكميات الذي يتسم باستخدام جزء كبير من الوقت وهو عرضة للخطأ والسّهو البشري.

2- إنّ استخدام الـ BIM يخفف من الهدر الذي قد يهدّد المشروع وبالتالي عدم تجاوز االميزانيّة المسموحة.

3- تعتبر الـ Bim أول تقنية في العمل الهندسي تحترم اعتبارات التخطيط الزمني للمشروع، وتقلّل الوقت اللازم لإنشاء المشروع.

4- إنشاء نموذج BIM للمبنى يساعد على تحقيق الاستدامة من خلال إجراء محاكاة كاملة للطاقة وتأثير الشمس والرياح على المبنى خارجيّاً وداخليّاً.

5- إنّ استخدام المصممين لتقنية BIM يؤدي إلى انخفاض كبير في الإصابات أثناء تنفيذ المشاريع، حيث هناك علاقة عكسية بين تقدّم زمن المشروع وقدرة المصمّم على التأثير على السّلامة.

6- مكّن استخدام BIM من إيجاد نماذج بارامترية لتصاميم يصعب على العقل البشري إنتاجها دون استخدام برمجيات BIM، ممّا سيتيح فرصة أكبر للمعماريين بالإبداع دون تخوف من صعوبة الرسم أو حصر الكميات.

7- إنّ النموذج الغني بالمعلومات بواسطة ال Bim يسمح باستخدام تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد تستخدم لتسهيل عملية المحاكاة وصنع نماذج مسبقة الصنع للمباني.

8- تعمل تقنية الـbim على تخفيف كلف تشغيل المبنى خلال فترة استثماره.

9- إنّ عدم وجود خبرات كافية ونقص الكوادر المدرّبة يعتبر من أبرز الصعوبات التي تواجه تقنية الـ BIM.

التوصيات:

1- العمل على تأهيل الكوادر من مهندسين في جميع الاختصاصات.

2- متابعة الدراسة والعمل على تذليل المعوقات لإمكانية تطبيق نمذجة معلومات المباني محليّاً.

3- العمل على وضع خطة لإدراج نمذجة معلومات المباني في مناهج الجامعات السّورية.

4- التّوجه الجدي لاستخدام نمذجة معلومات المباني ممّا سيعطي كتل معمارية ستعمل كأداة جذب سياحي في المستقبل.

14- المراجع:

1- Bolpagni M, 2013 - **The implementation of BIM within the public procurement**, Espoo.
2- Fouad M, **A report about building information modeling**.
3- KREIDER R, 2013- **The Uses of BIM**, Version 0.9.
4- Kharboutli L,2014- **Using Building Information Modeling System (Bim) in Construction Projects**, Aleppo University, Syria.
5- Lin E and CHIU S, 2016- **BIM application to the membrane roof A practical case study of the Anaheim Regional Transportation Intermodel Center (ARTIC**), Conference Paper.
6- Mahmoud A,2017- Building information modeling Localisation Necessities and Application Restrictions, **bimarabia, Vol 24, 8.**
7- PANAITESCU R, 2014- **Building Information Modeling Towards a structured implementation process in an engineering organization**, Master Thesis Project , March.
8- Salim O,2017- Operations, **bimarabia, Vol 21, 12.**
9- Sharif T, **buildingSMART BIM In The Middle East**.
10- Shawki K, 2016 - bim-bam-Boom, **bimarabia, Vol 4, 8**
11- Shawki K, 2016 - coordination Section, **bimarabia, Vol 5, 27.**
12- Vandezande J,2016 -**Mastering Autodesk® Revit® Architecture**.
13- https://www.slideshare.net/VulcanSmartServices/building-information-modeling-bim-48320625.