نمذجة معلومات البناء BIM

(Building Information Modeling)

1- مقدمة عامة :

مهنة بناء البيوت والأبنية والمنشآت الأخرى كالطرق والجسور هي من أقدم مهن التاريخ، وقد كان المهندس المعماري والإنشائي والمقاول يجتمعون في شخص واحد يُسمّى البناء.

كما يجب لفت النظر إلى أن هذه الفكرة العامة كانت موجودة منذ آلاف السنين، وهي متمثلة في الصروح الهائلة ومعجزات العالم القديم (كالأهرامات مثلاً)، فقد ذكر جورج رايت في كتابه الأبنية القديمة في جنوب سوريا وفلسطين: "إن أول دليل حقيقي لمخططات معمارية و مخططات تنفيذية يدوية اكتشفت في الشرق الأوسط ، وتحديداً في بلاد ما بين النهرين وفي مصر، وقد وُضحت فيها تفاصيل الواجهات قائمة على المساقط مباشرة في مخطط واحد، والذي كان أسلوباً رائعاً للمحافظة على التطابق والتناسق بين المساقط والواجهات".

2- تطور علم التشييد والبناء وظهور الـ (BIM):

علم البناء تطور مع الزمن سواء في المواد المستخدمة و الآليات وطرق البناء والتصميم والتنفيذ، ومنذ اكتشاف الحاسب الآلي في منتصف القرن الماضي بدأت تطبيقاته تخدم علوم البناء في شتى نواحيها، فقد جاءت برامج الرسم الهندسي الثنائي الأبعاد، ثم تطورت إلى رسم ثلاثي الأبعاد وكانت هذه خطوة نوعية عملاقة، وكان المصمم قبل استخدام الحاسب يحتاج إلى إعادة رسم اللوحة بأكملها حين تكون هناك حاجة لتعديل أو تصحيح خطأ، مما يزيد زمن الإنتاج والتكلفة، وبظهور الحاسب الآلي أصبح القيام بذلك سهلاً إلى حد كبير وسريعاً وبتكلفة أقل، يقول الدكتور علي رأفت " لم تعد الهندسة المعمارية في حاجة إلى الارتباط بالمساقط الأفقية أوالقطاعات والارتفاعات والواجهات لتستبدل الطرق التقليدية في التعامل مع المبنى من صورة ثنائية الأبعاد إلى التعامل مع المبنى بالكامل من خلال النموذج ثلاثي الأبعاد ".

وتطورت برامج الحاسب من تصميم معماري و إنشائي وميكانيكي وكهربائي إلى حساب كميات وتكلفة وتخطيط وحساب الجدول الزمني،بالإضافة إلى الإدارة والتواصل المهني ليصبح الحاسب الآلي والشبكة العنكبوتية جزءاً أساسياً من علم إدارة المشاريع.

ولكن ظهرت مشكلة التوافق بين كل هذه التخصصات في المشروع الواحد وإنتاجه بشكل كافي لإرضاء مالكه، وهنا ظهرت تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء (BIM)، والتي شملت مجموعة من التقنيات وأساليب العمل للخروج بنموذج للمنشأ يتمثل فيه جميع المعلومات الفيزيائية والهندسية لكل عنصر يتضمنه المُنشأ.

توافر المعلومات الخاصة بمكونات المبنى، وطرق إدخالها على الحاسب، وطرق إظهارها، هي السبب الرئيسي لتطور برامج الرسم الهندسي من مرحلة الرسم ثنائي الأبعاد إلى مرحلة الرسم ثلاثي الأبعاد وصولاً لمرحلة نمذجة معلومات البناء (BIM)، فالمعلومات ومتغيراتها وآلية التحكم بها هي الوسيلة لتحقيق فكرة تقليل الوقت والكلفة، وأيضاً متابعة صيانة المنشأ بعد إتمامه، نورمان فوستر نفسه يقول " كيف نجد الأقمار الصناعية من حولنا والتكنولوجيا التى ذهبت بالإنسان إلى القمر دون أن نستخدمها ".

وفكرة الـ (BIM) في واقع الأمر قديمة ولكنها لم تكن تحت هذا المسمى، فمنذ بدأت طرق المحاكاة بالتطور خاصة بظهور الحاسب بدأ العلماء والمبتكرون بتطبيق تلك الطريقة في تصور عملية البناء ومحاكاتها منذ البداية وحتى النهاية، بشكل يماثل الحقيقة لكنه يعرضها مسبقاً ليعطي فكرة مُصوّرة لفريق التصميم والبناء عن عملية بناء المشروع وكيفية إجرائها، كانت فكرة الـ (BIM) تواجه تحديات كبيرة، منها تشارك وتداخل كميات هائلة من المعلومات لعدة جهات متخصصة كالتصميمات المعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية والصحية، مع المواصفات، مع الأبعاد الثلاثية، مع الكلفة، مع الجدول الزمني .... وغيرها من المعلومات الأخرى.

والفكرة كان لابد لها من أرضية قوية لتحمّلها ودعمها، تمثلت تلك الأرض الصلبة في البرامج الحديثة لهذه التقنية ، التي تطلبت بدورها أجهزة حاسب قوية، وإتصال دائم وقوي بالشبكة العنكبوتية لإستيعاب ذلك الكم الهائل من المعلومات، والسماح بانتقالها بشكل مناسب وسريع بين المشاركين في عملية البناء لتأدية الغرض منها.

وهكذا تطورت أنظمة الـ (BIM) لتصبح شبكة ضخمة تُسير وتوجه المعلومات حسبما يوجهها مستخدمها لتؤدي خدمة ما كان الجيل السابق يحلم بها ، فالمستخدم يمكن أن يرى كل قطعة وكل جزء من البناء بشكلها وحجمها ومواصفاتها الحقيقية توضع في مكانها ، ويرى تشابكها وتكاملها وتقاطعها مع أجزاء المبنى الأخرى وبنفس التسلسل الزمني، وهذا ما فتح آفاقاً جديدة لإكتشاف المشاكل والعيوب والتداخلات، وبالتالي أعطى الفرصة لفريقي التصميم والبناء لتفادي هذه المشاكل، ولتحسين التصميم وطرق البناء قبل أن يبدأ المشروع.

الشكل (1) علاقة BIM مع الجهات القائمة على دورة حياة المشروع

3- مفهوم أنظمة BIM وتعريفها في صناعة البناء :

تعرف اللجنة الدولية لمعايير أنظمة البناء The National Building Information Model Stander^{tm} (NBIMS) نمذجة معلومات البناء (BIM) على أنها التمثيل الرقمي للخصائص الوظيفية والفيزيائية للمبنى، ويعتبر مورد المعرفة التشاركية للحصول على معلومات المنشأ والتي تعتبر أساس لاتخاذ القرارات خلال دورة حياة المشروع اعتباراً من مرحلة التصور أو الدراسة التمهيدية إلى مرحلة الهدم ، ويشير

هذا التعريف إلى البيانات المنظمة والتي تمثل المشروع بصورة الكترونية لكون أنظمة نمذجة معلومات البناء عبارة عن عملية تقنية تستخدم لإنشاء النموذج الالكتروني .

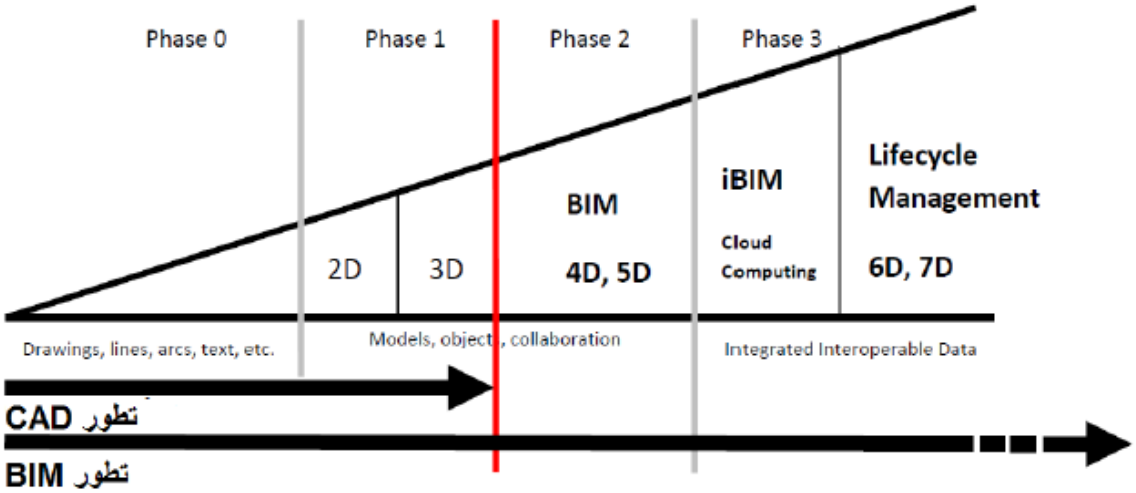
كما عرفت Graphisoft نمذجة معلومات البناء Virtual Building على أنها العملية المؤسساتية التي تسمح لجميع أطراف المشروع بالوصول إلى نفس المعلومات بنفس الوقت من خلال إمكانية التشغيل المتداخل أو العمل المشترك Interoperability بين مختلف الأدوات التكنولوجية .

كما عرف المعهد الأمريكي للمهندسين المعماريين (AIA) أنظمة BIM بوصفها إدارة معلومات المباني Building Information Management كما يلي : العملية التي توفر الفوائد التي تظهر جلية من خلال النموذج الالكتروني ، وتشمل مركزية المعلومات والتواصل البصري لعناصر المبنى والاستدامة وكفاءة التكامل بين مختلف التخصصات ومراقبة الجودة وتنظيم الموقع والحصول على مخططات تنفيذية أكثر دقة .

ويقوم على مبدأ أنظمة نمذجة معلومات البناء على أتمتة بيانات المشروع من عناصر المبنى وتقدير الكلف والمواصفات وكميات مواد البناء وتحليل الحمولات الحرارية وأنظمة التدفئة والتبريد والحمولات الإنشائية وغيرها ضمن قاعدة بيانات مركزية ، حيث أن عملية البناء بحاجة إلى توثيق كل المعلومات اللازمة بالطرق الأسرع والأسهل والتي تضمن الجودة بالمخرجات وعدم تكرار الأعمال .

وبالتالي فإن تعزيز استخدام النماذج الالكترونية في عمليات البناء يحمل وعوداً بتوفير الوقت والمال والحد من المطالبات ورفع انتاجية البناء ولا سيما في المشاريع المعقدة والتي أصبح من الصعب السيطرة عليها بالطرق الحالية .

إن التمثيل الرقمي لنموذج BIM يزود المبنى بشكل افتراضي بجميع مكوناته وخصائصه، وبمجرد اكتمال النموذج نستطيع الحصول على المعلومات اللازمة لتحليل المنشأ وبنائه وربطه مع الزمن لنحصل على البعد الرابع 4D وربطه أيضا مع الكلف لنصل إلى البعد الخامس 5D ويستخدم النموذج ايضاً لإدارة المرافق خلال مرحلة الاستثمار 6D والذي يحتوي على جميع معلومات المشروع وخاصة التي تستخدم خلال مرحلة الاستثمار مثل بيانات المنتج والموردين والمصنعين والمعلومات اللازمة للصيانة والمواصفات للعناصر ومواصفات حول تفاصيل الآليات مثلاً والأعطال ومعلومات شركات الصيانة برابط مباشر أو على سبيل المثال برمجة مسارات تدفق المياه ضمن الأنابيب وتوجيهها إلى مسارات إحتياطية عند حدوث أي مشكلة وغيرها .



الشكل (2) تطور عمليات وأدوات BIM مقارنة مع CAD

أيضا تم الوصول لتطبيق أنظمة المباني المستدامة صديقة البيئة (LEED) بالبعد السابع 7Dويتضمن تحليل الحمولات الحرارية واهتلاك المواد والاحتباس الحراري وغيرها من العوامل البيئية المحيطة بالمبنى وتسمى أيضاً Green BIM .

وتم تطويرمفهوم الابعاد بأنظمة BIM لتصل إلى الإحاطة بكل مراحل البناء خلال دورة حياته بأبعاد لانهائية كما هو مبين بالشكل (2) لتطور عمليات وأدوات BIM مقارنة بأنظمة CAD .

حيث كان التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) في الأساس تكراراً وأتمتة جزئياً لعملية الصياغة اليدوية عندما كان يتم إعداد نسبة كبيرة من وثائق البناء والمخططات التنفيذية من خلال أجهزة الحاسب بدلاً من أن تكون مرسومة على لوحات يدوياً .

استمر التطور مع إدخال التصميم الموجه بمساعدة الحاسب ، وبرزت الحاجة إلى جيل آخر من الحلول البرمجية المصممة بالتكنولوجيا الحالية لتحقيق كامل الاستفادة من الميزات التي توفرها تكنولوجيا أتمتة المعلومات لصناعة البناء ، هذا الجيل القادم من البرنامج المرتكز على المعلومات توفره أنظمة الـ (BIM) بدلاً من أنظمة CAD .

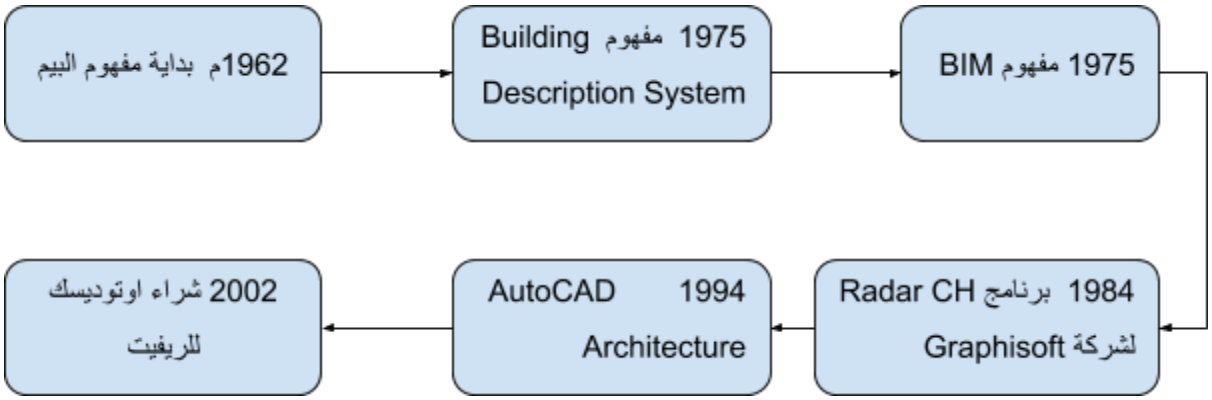
4- تحليل اختصار الـ (BIM):

Building: وتعني كل أنواع المباني كالمدارس والمنازل والمصانع والبيوت والأبراج، ويشمل ذلك أيضا الطرق وغيرها من مختلف المنشآت ، كما تتضمن هذه الكلمة معنى كلمة البناء نفسها وليس المبنى القائم بذاته فحسب.

Information: وتعني توافر معلومات وبيانات خاصة بنوع المبنى وجميع عناصره المكونة له ، فلكل عنصر معلوماته الخاصة التي نستطيع برمجتها لتعريفه بكينونته في هذه البرامج، والتعرف عليه من خلالها.

Modeling: وتعني نموذج مرئي للمعلومات المرفقة وتوصيف حي لخصائص العناصر.

5- تاريخ مفهوم الـ (BIM) :



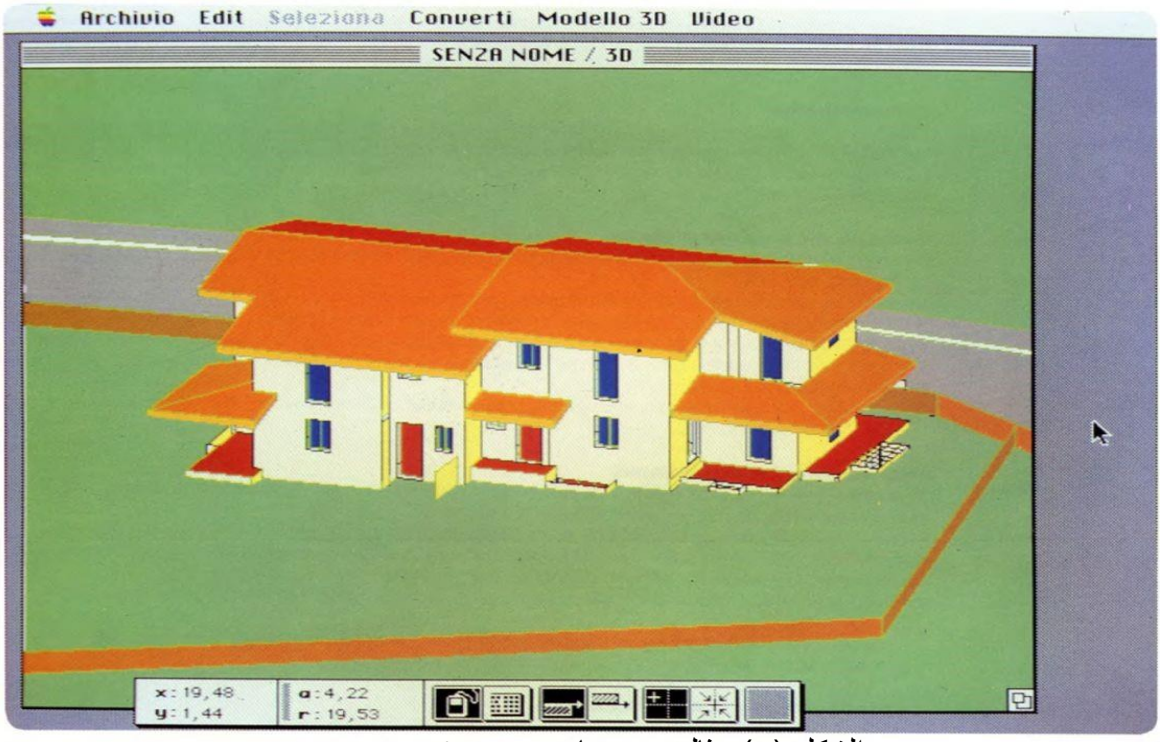
الشكل (3) تاريخ مفهوم الـ (BIM)

- نلاحظ من الشكل (3) أن مفهوم الـ (BIM) ليس حديثاً، فقد ظهر لأول مرة من خلال المهندس الأمريكي دوغلاس انجلبرت Douglas C Englebart عام 1962م حيث يقول (بعد ذلك يبدأ المهندس بإدخال سلسلة من المواصفات والبيانات، 6 بوصات لسماكة البلاطة، و12 بوصة لسماكة الجدران الخرسانية المثبتة بعمق 8 أقدام ... وهكذا، وعندما ينتهي، يظهر المشهد على الشاشة هيكلاً يقوم المهندس بمعاينته وتعديله، ثم تزداد قوائم هذه المعلومات المدخلة، وتترابط أكثر مما يشكل فكراً ناضجاً داعماً للتصميم الفعلي)، حيث وضع دوغلاس مبدأ دمج المعلومات في هيكل واحد، وليس الفصل كما انساقت وراءه أغلب التخصصات العلمية لاحقاً بهدف التخصص في شتى المجالات وليس في مجال البناء فقط.

كان دوغلاس يُجري بحثاً حول العلاقة التفاعلية بين الإنسان والحاسب الآلي، والاستفادة منها لجعل العالم مكان أفضل، وليس عن الـ (BIM) حصراً، ولتقريب الموضوع فمن المفيد هنا أن نتذكر أن الرجل ذاته هو

مخترع فأرة الحاسوب التي يستعملها المليارات اليوم كأداة أساسية للتفاعل مع الحاسب، وهو ما أعطى الـ (BIM) دفعة قوية وإمكانات أكبر.

- ثم ظهر هذا المفهوم مرة أخرى في سبعينات القرن الماضي في مقال علمي لفان نيدرفين وآخرون، وعمل باحثون كثيرون على تطويره.



الشكل (4) مثال من برنامج Radar CH

- الشكل (4) صورة عام 1984 من داخل Graphisoft لبرنامج Radar CH و الذي سمي لأحقا ب ArchiCAD وشركة Bentley Systems استخدمت مصطلح نماذج المشروع المتكاملة Integrated Project Models .

- أما شركة أوتوديسك Autodesk فاستخدمت مصطلح نمذجة معلومات البناء Building Modeling Information وهو المنتشر والمستخدم حالياً كان برنامج اوتوديسك هو أوتوكاد المعماري AutoCAD Architecture عام 1998 .

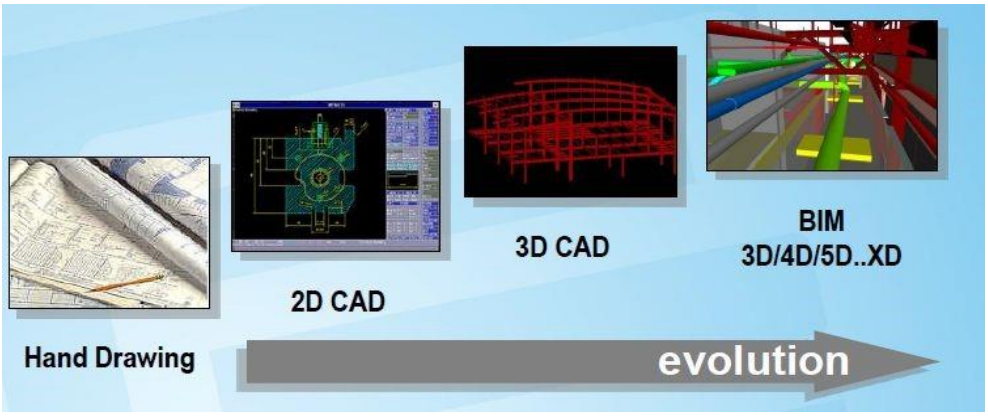
- حيث كانت نقلة نوعية لشركة أتوديسك بشرائها للريفيت عام 2002 بمبلغ 133 مليون دولار و كما كان نقلة نوعية أيضا للريفيت نفسه حيث أتاحت له إمكانيات أوتوديسك القيام بأبحاث اكثر .

6- مقارنة بين نظام الـ (BIM) و نظام الـ (CAD) :

نظام الـ CADهو اختصار لـ Computer Aided Design وهي عملية تعتمد أساسا على تجهيز الرسومات التصميمية بمساعدة الحاسب، أي يتم التعامل فيها برسم الخطوط لا أكثر ولا تستطيع البرامج التي تعمل بهذا النظام التعرف على العناصر بحد ذاتها ولكنها تعتبرها كلها خطوط ولهذا نضطر لرسم جميع المساقط لإظهار عنصر معين وهذا ما يلغيه نظام الـ (BIM)، لأنه يتعامل مع العناصر كل على حدى فيتم عمل النموذج بتحديد عناصره وليس بتحديد خطوط رسمه ، وبهذا فإن النتائج هائلة حيث يتم الحصول على كافة المساقط والقطاعات بل ونموذج ثلاثي الأبعاد بمنتهى السهولة لمجرد تعريف كل عنصر وليس رسمه أكثر من مرة في مساقط مختلفة.

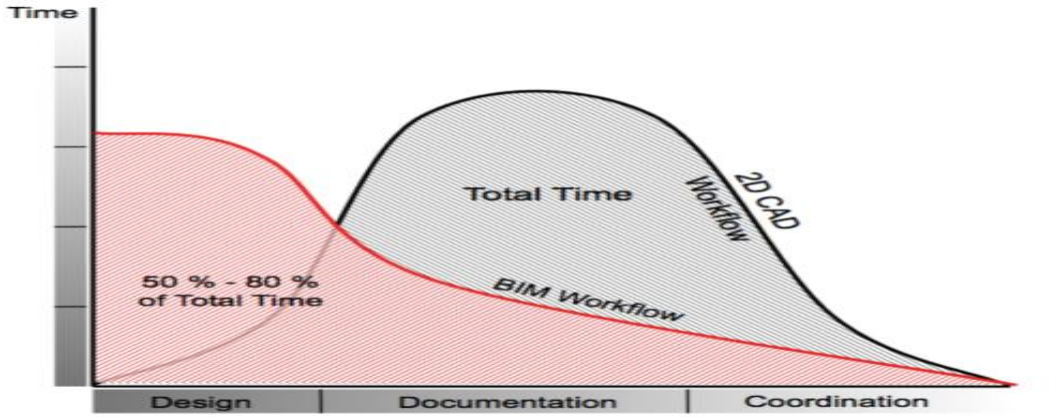
فعندما نريد عمل تغيير على أحد عناصر المبنى يتطلب ذلك أن نعيد رسم التغيير في جميع المساقط والواجهات والقطاعات التفصيلية وغيرها من المشاهد في حالة استخدامنا لتقنية الـ(CAD) (وهي تقنية رسم بحتة، أي مجرد خطوط لا يمكن تحديد وظيفتها وإضافة خصائص مادية لها).

بينما تمدنا نمذجة معلومات البناء بمكتبة كاملة لعناصر ثلاثية الأبعاد للتمثيل المادي للمبنى، وفي جوهر الأمر فإن الـ (BIM)هو طريقة عملية لإنشاء المبنى قبل تنفيذه في الواقع، فهو محاكاة رقمية لخصائص المبنى الفيزيائية والوظيفية، وبناء نموذج باستخدام تقنية الـ (BIM) مختلف تماماً عن مجرد عمل رسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد (كما هو الحال في تقنية الـ(CAD)، فالاعتماد الأساسي عند بناء نموذج(BIM) للمبنى هو استخدام عناصر ذكية، وبالتالي فاختلافه عن نموذج الـ(CAD) يكون جذرياً ، وكمثال لذلك، فإننا نستطيع تعريف الحائط في نظام الـ (BIM) من حيث سماكته والطبقات المكونة له ومواد كل طبقة، بل ونستطيع أيضاً عمل حصر لهذه الطبقات وحصر آخر للحائط ككل، وخصم أماكن الأبواب والنوافذ من مساحته الإجمالية، ... وغيرها من المعطيات والنتائج المختلفة والتي يصعب توفيرها في بيئة الـ(CAD).



الشكل (5) مسار تطور بيئة التشييد

وعلى صعيد المقارنة، فإن إنشاء مشروع بنظام الـ(BIM) يحتاج وقت أكبر من نظام الـ(CAD) في بداية الإنشاء، ولكن نتيجة تعريف خصائص كل عنصر من البداية فإن ذلك سيوفر وقت كبير جداًعند استخراج كافة المستندات والورقيات اللازمة لتنفيذ وإنهاء المشروع، على عكس نظام الـ(CAD).



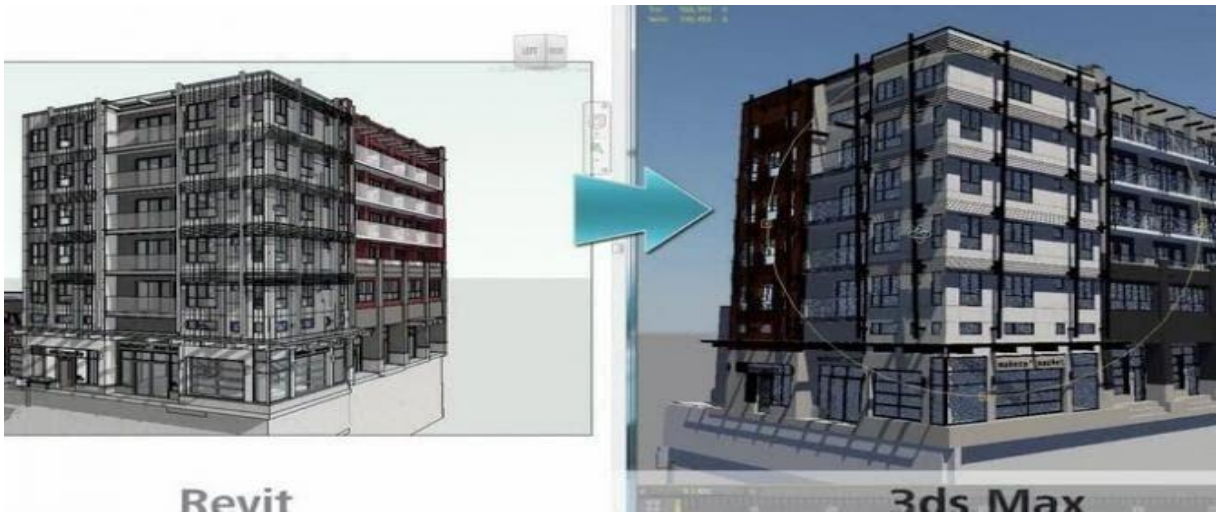
الشكل (6) مقارنة زمنية بين استخدام الـ (BIM) و الـ (CAD)

وبما أن لكل شيء مزايا وعيوب، فعندما اكتشف الخبراء عيوب نظام الـ(CAD) ، فكروا وابتكروا مفهوم الـ(BIM)، فمثلا من عيوب الـ(CAD) أنه لا يكتشف أخطاء الرسم والمشاكل إلا وقت التنفيذ، وأيضا صعوبة حل التعارضات أثناء التنفيذ لأن الـ(CAD) لا يفرق بين خطوط المعماري وخطوط التكييف مثلاً.

7- مقارنة بين برامج الـ(BIM) و برنامج الثري دي ماكس 3Ds MAX :

برنامج الثري دي ماكس من أقوى برامج الإظهار، ولكنه لا يوفر أي من المميزات الهائلة التي يوفرها نظام الـ(BIM) فهو يتعامل مع مجموعة من الكُتل الهندسية ويوفر علاقة الترابط بينها ويخصص لها خامات ويتحكم بكيفية إظهار هذه الخامات بالشكل المناسب للعميل، بمعنى آخر، فبرنامج الثري دي ماكس وما يشابهه من برامج الإظهار لا يوفر لنا الأدوات اللازمة لتعريف خصائص فيزيائية ووظيفية لهذه الكتل، وبالتالي فهو يفتقر لأهم ما يميز نظام الـ(BIM) وهو إمكانية تعريف العنصر من خلال خصائصه ، ولمعالجة مشكلة الإظهار في نظام الـ(BIM) بشكل يحاكي روعته في برنامج الثري دي ماكس، توفر في برنامج الريفيت (التابع لنظام BIM) أدوات خاصة بالإخراج النهائي في الإظهار Render تتيح للمستخدم إمكانية إخراج صور للمشروع بشكل يقترب في جودته من البرامج المتخصصة كالثري دي

ماكس، مع توافر أدوات خاصة بتصدير النموذج من برنامج الريفيت لبرنامج الثري دي ماكس كما هوه موضح بالشكل (7).



الشكل (7) تحويل مشروع من Revit إلى 3Ds MAX