Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol.17, No.65 ,October 2022 ,1390 -1414

-١-٣

BUILDING INFORMATION MODELING TECHNIQUE "BIM" AS AN APPROACH TO ACHIEVE THE COMPETENCIES OF ARCHITECTURE ENGINEERING PROGRAM GRADUATES "NARS 2018"

Ahmed Nafady Ahmed Mahran*[1], Abbas Mahmoud Abbas[1] and Salah Zaki Saeed[2]

[1]Architecture Engineering Department, Faculty of Eng., Al- Azhar University, Qena, Egypt.

[2]Architecture Engineering Department, Faculty of Eng., Al- Azhar University, Cairo, Egypt.

*Corresponding Author E-mail: Nafady@Azhar.edu.eg

Received: 15 June 2022 Accepted: 6 July 2022

ABSTRACT

Architectural education is a tributary of engineering education. As a result of the evolution of the technology in all fields, the modeling technique of building information has emerged. It has made a difference in designers', executors' and decision makers' perception of the entire construction and construction process. from design to management and operation, which had a significant impact on the construction industry and increasing demand for this technology locally, regionally and globally, which in turn created a gap and a lack of competencies required for such technologies in the labor market as a result of their increasing demand and many specialists in this field believe that the education sector is dependent on it to carry out this task by bridging the gap between education and industry, As well as raising the awareness of students to prepare them for the construction profession in line with the labor market.

The State develops education at all stages. In confirmation of this goal, The National Authority for Quality Assurance and Accreditation of Education "NAQAAE", Authority promulgated National Academic Reference Standards. (NARS) as a measure of accreditation of educational institutions, and through Egypt's Vision 2030, which provides for the activation of accreditation rules and quality in line with international standards, has issued standards for the engineering sector (NARS,2018) Where the murals and competencies of engineering graduates in general and the graduate of the architecture program in particular are identified, in order to keep pace with the architectural education of the labor market, it is necessary for the institutions of architectural education to achieve these murals through their different curricula.

Given the competencies and departments of architecture graduates (NARS,2018) and aimed at achieving them in architecture engineering programs In the view of the research, building information modelling technology can play a significant role in achieving these competencies by analyzing them to more detailed competencies with a view to reaching a new strategy for achieving them, This is the study's finding of the effectiveness of the building information modelling technique in achieving the most of these competencies and departments of the Architecture Engineering Program.

keywords: Building information modeling "BIM", quality, competencies, architectural education, NARS.

تقنية نمذجة معلومات البناء"BIM" كمدخل لتحقيق جدارات خريجي برامج هندسة العمارة "NARS 2018"

أحمد نفادي أحمد مهران *[١]، عباس محمود عباس[١] وصلاح الدين ذكي سعيد[٢]
[١]قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، قنا، مصر.
[٢]قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، القاهرة، مصر.
*البريد الإليكتروني للباحث الرئيسي:Nafady@Azhar.edu.eg

الملخص:

يعتبر التعليم المعماري أحد روافد التعليم الهندسي، ونتيجة للتطور التكنولوجيا المتلاحق في كافة المجالات ظهرت تقنية نمذجة المعلومات Building Information Modeling (BIM) حيث أنها أحدثت تغييراً في نظرة المصممين والمنفذين وصناع القرار لكامل عمليات البناء والتشييد، بداية من مرحلة التصميم إلي مرحلة الإدارة والتشغيل، مما كان له بالغ الأثر في صناعة البناء، وزيادة الطلب علي هذه التقنية محلياً و وإقليمياً وعالمياً، والذي بدوره خلق فجوة ونقصاً في الكفاءات المطلوبة لمثل هذه التقنيات في سوق العمل نتيجة للطلب المتزايد عليها، ويري العديد من المتخصصين في هذا المجال أن قطاع التعليم هو المعول عليه القيام بهذه المهمة من خلال سد الفجوة بين التعليم والصناعة، وكذلك رفع الوعي لدي الطلاب لإعدادهم لمهنة العمارة المسايرة لسوق العمل.

وتقوم الدولة بتطوير التعليم في كافة مراحله، وتأكيداً لهذا الهدف قامت الهيئة لقومية لضمان جودة التعليم والاعتماد بإصدار المعايير الاكاديمية المرجعية القومية (NARS) كمقياس لاعتماد مؤسسات التعليم، ومن خلال رؤية مصر ٢٠٣٠م والتي تنص على تفعيل قواعد الاعتماد والجودة المسايرة للمعايير العالمية قامت بإصدار معايير للقطاع الهندسي (NARS,2018) والذي يُحدد فيه جدارات وكفاءات خريجي الهندسة بشكل عام وخريج برنامج العمارة بشكل خاص، وذلك لمواكبة التعليم المعماري لسوق العمل، فصار لزاماً علي مؤسسات التعليم المعماري تحقيق هذه الجدارات من خلال مناهجها المختلفة.

وبالنظر إلى كفاءات وجدارات خريجي العمارة (NARS,2018) والمستهدف تحقيقها في برامج هندسة العمارة، يري البحث أن تقنية نمذجة معلومات البناء يمكن أن يكون لها دور كبير في تحقيق هذه الكفاءات وذلك عن طريق تحليلها إلي كفاءات أكثر تفصيلا بهدف الوصول لاستراتيجية جديدة لتحقيقها، وهو ما توصلت إليه الدراسة من فاعلية تقنية نمذجة معلومات البناء في تحقيق أكبر قدر من هذه الكفاءات والجدارات الخاصة ببرنامج هندسة العمارة.

الكلمات الدلالية: نمذجة معلومات البناء"BIM"، الجودة، الكفاءات، الجدارات، التعليم المعماري، NARS.

المقدمة:

مع دخول الحاسب الآلي (الكمبيوتر) في العمارة والعمران حدثت تطورات في مفاهيم التصميم المعماري و العمراني و تم التحول من استخدام الكمبيوتر كأداة للرسم والإخراج المعماري إلى أداة للتصميم وبالتالي أصبحت العملية تصميمية قائمة على المعرفة بعد أن كانت تعتمد بشكل كامل على رؤية وتصورات المصمم، ومن هنا جاءت مجموعة من البرمجيات التي تساعد في التصميم بناءاً على المعرفة "Information" وظاهر ما يعرف "Building Information (BIM) Modeling" وتعتبر تقنية نمذجة معلومات البناء مفتاحاً لمنهجية التصميم والتوثيق حيث أنها أحدثت تغيرا في نظرة المصممين والمنفذين وصناع القرار لكامل عملية البناء إبتداءاً من مرحلة التصميم الأولية إلى مرحلة إعداد الرسومات التنفيذية ثم الى مرحلة التنفيذ الفعلي وأخيراً مرحلة الادارة والتشغيل والصيانة، بدأت هذه التقنية في التأثير على طريقة عمل كل من المصممين والاستشاريين والمنفذين لما لها من مميزات عديدة سواء كانت في سرعة الأداء وجود الإنتاجية وتحسين التصميم والتحكم في الوقت والتكاليف و التنسيق مع التخصصات الأخرى مما كان له بالغ الأثر في صناعة التشييد والبناء وكذلك زيادة الطلب على هذه التقنية في جميع أنحاء العالم والذي خلق بدوره فجوة ونقص في المهارات المطلوبة لمثل هذه التقنيات ويرى العديد من المتخصصين في مثل هذا المجال إن قطاع التعليم هو المعول عليه القيام بهذه المهمة من خلال سد الفجوة بين التعليم والصناعة، وكذلك رفع الوعي لدى الطلاب المميزين والممارسين لمهنة العمارة في سوق العمل، و تقوم الدراسة بإلقاء الضوء على أهم المفاهيم التي تتعلق بتقنية "BIM" في صناعة التشييد و مفهوم تطور التعليمي المعماري في المجتمع لسد هذه الفجوة وجعل مخرجاته تتواكب مع متغيرات سوق العمل.

ومن المحاولات المستمرة التي تقوم بها الدولة في تطوير التعليم بمستوى مراحله، هي تحقيق جودة التعليم، وتأكيداً لهذا الهدف قامت الهيئة القومية لضمان الجودة بإصدار المعايير الأكاديمية المرجعية القومية كمقياس لاعتماد مؤسسات التعليم العالي ومنها القطاع الهندسي (NARS 2009). والذي يضم معايير الهندسة بشكل عام ومعايير هندسة العمارة بشكل

خاص كأحد البرامج الهندسية الموجودة بكليات الهندسة، ثم قامت الهيئة بعد اقرار رؤية مصر ٢٠٣٠ في عام ٢٠١٥ والتي نصت على تفعيل قواعد الاعتماد والجودة المسايرة للمعايير العالمية حيث قامت بتعديل معايير القطاع الهندسي إلى إصدار جديد في عام ٢٠١٨م يهتم بجدارات وكفاءات خريج الهندســـة بشكل عام وخريجي برنامج هندسة العمارة بشكل خاص (NARS for Engineering, 2018).[١]

مشكلة البحث:

أصبح اعتماد برامج هندسة العمارة من قبل هيئة ضمان الجودة والاعتماد المصرية ضرورة ملحة في الفترة الأخيرة، وفي الوقت ذاته يعاني ســوق العمل المعماري من عدم ملائمة خريج برامج هندســة العمارة لمتطلباته الحالية، وأن الخريج ليس على مســتوى الطموح في ظل التنافس الشــديد بين خريجي الكليات والمعاهد المانحة لدرجة البكالوريوس، وأن برامج التعليم المعماري تحتاج إلى التطوير بما يتلاءم مع جدارات (NARS 2018).

فرضية البحث:

تساعد تقنية نمذجة معلومات البناء على تحقيق جدارات خريجي برامج هندسة العمارة (NARS 2018).

هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراســة تحقيق كفاءات (جدارات) برامج هندســة العمارة (NARS 2018) -المحددة من قبل هيئة ضــمان الجودة والاعتماد المصــرية- من خلال تقنية نمذجة معلومات البناء "BIM" وذلك للحصــول على خريج ملائم لاحتياجات سوق العمل المعماري، والوصول إلى استراتيجية لتضمين نمذجة معلومات البناء"BIM" في التعليم المعماري من خلال تحقيقه لجدارات برامج هندسة العمارة (NARS 2018).

منهج البحث:

يعتمد البحث على ثلاث مناهج رئيسية هم:

- **المنهج الاســتقرائي**: وذلك من خلال التعرف على مفاهيم نمذجة معلومات البناء "BIM" ومفاهيم الجودة في التعليم المعماري.
- **المنهج الوصفي**: يتم من خلاله التعرف على جدارات خريجي هندسة العمارة من واقع (NARS 2018).
- **المنهج التحليل المقارن**: من خلال دراســة تحليلية بين جدارات خريجي برامج هندســة العمارة (NARS 2018)، ومهارات تقنية نمذجة معلومات البناء "BIM"

الدراسات السابقة:

قام الباحث بالاطلاع على مجموعة من الدراسات السابقة والتي تناولت التعليم المعماري ونمذجة معلومات البناء "BIM"، وفيما يلي عرض لأهم هذه الدراسات.

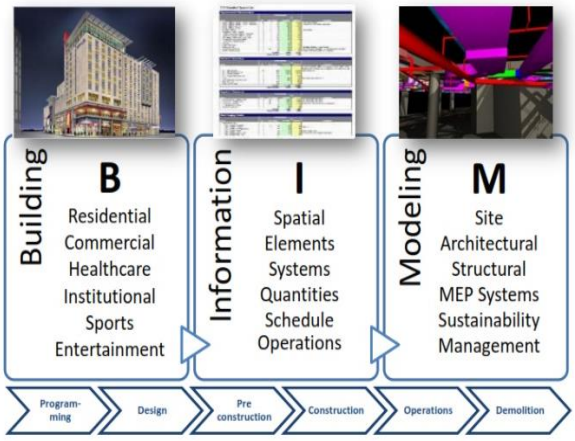
- أشـرف محمد سـلامة (١٩٩١)، التعليم المعماري **"تطوير المناهج والعملية التعليمية"** (رسـالة ماجسـتير) كلية الهندســة، جامعة الازهر، تناول البحث تحليل لأطراف العملية التعليمية من (طالب-هيئة تدريس- مناهج- مباني وتجهيزات) مع التركيز على مشاكل طرق وأساليب تدريس المناهج التعليمية". [٢]
- محمد محمود حسـن معتوق (٢٠٠٢). **"الإبداع الفني في بيئة الوسـائط الرقمية كموجه لتطوير التعليم والتدريب المعماري في المسـتقبل"** (بحث منشـور) كلية الهندسـة، جامعة عين شـمس، عرضـت الدراسـة إشـكالية "الابداع الفني في بيئة الوسائط الرقمية" وخاصة في مجال العمارة حيث ظهرت الدراسة أن الوسائط الرقمية التي تستخدم في التصميم المعماري تحولت الان من مجرد أداة اظهار للأشكال المعمارية الي استكشاف هذه الاشكال في مرحلة التصميم الاولي وبذلك يتدخل الكمبيوتر في عملية التصميم ذاتها منذ مراحلها الاولي وحتي المراحل النهائية ، وقد اثبتت الدراسة أن الحاسب الالي يزيد من القدرة الإبداعية لدي طلاب العمارة. [٣]
- أسماء عبد الجواد (٢٠١٤)، **"نحو طرح آلية لدعم جودة التعليم العالي"** دراسة حالة التعليم المعماري في مصر" (رسالة دكتوراه) كلية الهندسة، جامعة القاهرة، تناول البحث الجودة في التعليم العالي بهدف طرح آلية لدعم جودة التعليم العالي بشكل عام والتعليم المعماري في مصر بشكل خاص وذلك من خلال طرح الخلفيات النظرية المتعلقة بالتعليم العالي".[٥]
- حنان سليمان عيسى (٢٠١٦) **" تقنية نمذجة معلومات البناء ومستقبل التعليم المعماري"** وقامت الدارسة على تحليل وفهم أهم المنهجيات والاتجاهات لتضـمين تقنية (BIM) في مناهج التعليم وتحليل ومقارنة الاسـتراتيجيات الحالية لتدريس تقنية (BIM) داخل مناهج التعليم المعماري للوصــول الي اســتراتيجية تضــمين هذه التقنية في التعليم المعماري. [٦]
- أحمد طالب حميد (٢٠١٧) **"جودة التعليم المعماري – متطلبات جودة مخرجات التعلم في قسـم هندسـة العمارة (الجامعة التكنولوجيا أنموذجاً)"** يهدف البحث الى وضــع مقترح لتطوير التعليم المعماري في العراق من خلال

التركيز على تحسين مخرجاته باستخدام فكر ادارة الجودة والتفكير المنظومي، مرتكزا على الخصوصية الثقافية والمجتمعية والخصوصية التكاملية للتخصص المعماري ومتطلبات العميل (سوق العمل) ومتطلبات جهات اعتماد الجودة العالمية. [٧]

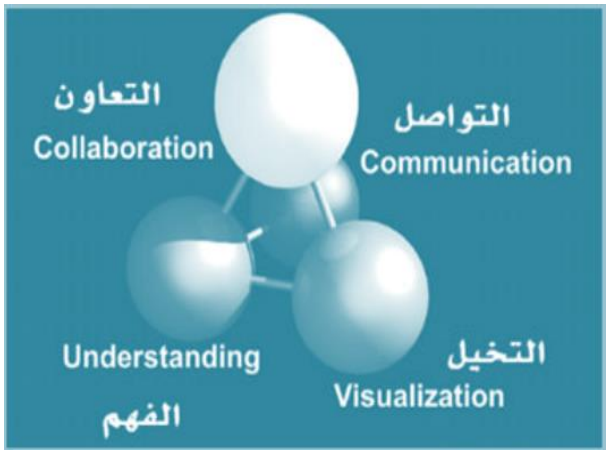
١- مفاهيم هامة

١-١- مفهوم نمذجة معلومات البناء "BIM"

مفهوم هذه التقنية يشتمل على مجموعة من الوظائف ويتضمن المفاهيم التالية كما هو موضح بالشكل (١)، (٢).



شكل رقم (١) يوضح مفهوم الـ (BIM) [٨]



شكل رقم (٢) المفاهيم الأساسية التي اعتمدت عليها تقنية "BIM"[١٠]

البناء Building: وتمثل دورة الحياة الكاملة لعملية البناء، **المعلومات Information:** وتمثل البيانات والمعلومات للبناء المشتقة من كل مرحلة وتلحق بعناصر المبنى.، **النمذجة Modeling:** وهي أداة الدمج والقاعدة التي تنتج وتسيطر على هذه المعلومات والبيانات.

<u>وهناك العديد من المفاهيم التي تناولت نمذجة معلومات البناء ومنها:</u>

- **عرفت منظمة McGraw-Hill Construction نمذجة معلومات البناء"BIM" على أنها:** تمثيل رقمي محاكي للواقع، وعلى هذا النحو فهو يعمل كمصدر لتبادل المعلومات الخاصة بالمبني وخدماته، وذلك لدعم اتخاذ القرارات أثناء مراحل تطور المبني المختلفة، ويستخدم في ذلك النماذج الثلاثية الأبعاد في التواصل بين المصممين والمنتجين والمصنعين. [٩]
- **تعريف الجنة الدولية لمعايير انظمة البناء (The National Building Information Model Standard) NBIMS:** التمثيل الرقمي للخصائص الوظيفية والفيزيائية للمبني، ويعتبر مورد المعرفة التشاركية للحصول على معلومات المنشاء والتي تعتبر اساس لاتخاذ لقرارات خلال دورة حياة المشروع اعتبارا من مرحلة التصور الي مرحلة الهدم، ويشير هذا التعريف الي البيانات المنظمة والتي تمثل المشروع بصورة الكترونية لكون انظمة نمذجة معلومات البناء عبارة عن عملية وتقنية تستخدم لإنشاء النموذج الالكتروني. [١٠]
- **طبقا للمعهد الامريكي للمهندسين (AIA):** العملية التي توفر الفوائد التي تظهر جلية من النموذج الالكتروني وتشمل مركزية المعلومات والتواصل البصري لعناصر المبني والاستدامة وكفاءة التكامل بين مختلف التخصصات ومراقبة الجودة وتنظيم الموقع والحصول لي مخططات تنفيذية أكثر دقة. [١٠]
- **تعريف الـــ (BIM) طبقا للمعهد الوطني لعلوم البناء (NIBS):** هو تمثيل محسوب لكافة الخصائص الوظيفية والفيزيائية للمبني والتي ترتبط بالمعلومات عن المشروع خلال دورة حياته وذلك يؤهله لان يعتبر كمستودع معلومات للبناء والتي تمكن المالك والمستفيد من البناء من استخدامه وصيانته بسهوله ودقة خلال دورة حياة المنشأ. [١٠]

ومن المفاهيم الأساسية التي إعتمد عليها مفهوم ال (BIM) كما يظهر في الشكل رقم (٢) مايلي: [١٠]

- **التخيل أو التصور:** تختلف القدرات البشرية على التخيل، لذلك فإن وجود نموذج ثلاثي الابعاد يمكن رؤيته ويظهر تطور المنشاة مع الزمن ويساعد أعضاء المشروع على الفهم الصحيح والموحد للمعلومات المحتواه فيه.

- **التواصل**: التواصل المنظم والمدروس بين أفراد الفريق يقلل من درجة المخاطرة التي تنجم عن عدم التنسيق بين الاختصاصات او عدم القدرة على تقييم الحاجة الحقيقية للمواد المطلوبة أو التضاربات التي قد تنشأ عند تطابق المخططات من مختلف الاختصاصات.
- **التعاون**: تنعكس آثار التعاون بين أعضاء الفريق إيجاباً على المشروع من مختلف النواحي ويفيد التعاون المبكر في عمليات التخطيط وبناء المشروع.
- **الفهم**: كما ذكرنا سابقا فان التصور الجيد يساعد علي زيادة استيعاب الأطراف المشاركة للمشروع وإدراكه من مختلف النواحي.

١-٢- أسس مفاهيم تطوير التعليم [١١]

- **التعليم التكاملي (Integrative Education):** هو نسق توزيع المناهج الدراسية على مر السنوات الدراسية بالمرحلة الجامعية، ويهتم بالعلاقة بين المحتوي وتوقيت تدريسه طبقا للمرحلة الدراسية.
- **النمط المعرفي (Cognitive Styles):** وهو كيفية إكتساب المعرفة دراسياً، وينقسم لعدة أنماط تختلف طبقاً لطبيعة مجال التعليم، فهناك التعليم بالمقارنة أو الاستيعاب أو التشبيه وغيرها.
- **نمط الاستيعاب (Assimilating Style):** نوعي المعرفة وثابت الأسس ومتعدد التطبيق، يسمح للمتلقي "الطالب" بتعدد تناول التطبيق على المعلومة بآليات شتي، مما يعزز آلية التعلم الذاتي (يعد أفضل الأنماط في وضع محتوي المواد التعليمية) حيث أن قضاء الوقت في التمرس على المهارات يكسب الفرد مرونة تمكن من سرعة التطبيق على المعلومات العديدة فيكسب الفرد آليات الرؤية والتفكير في المستجدات والمتغيرات المهنية باستمرار.

١-٣- أسس مفاهيم معمارية تبلورت مع التقدم التقني لأدوات الحاسب الالي. [١١]

- **الإطار التكاملي في العمارة (The Integrated Architecture Framework)"IAF"**: بدأ البحث الميداني لهذا المفهوم في عام ١٩٩٠م وظهر أول شكل له في عام ١٩٩٦م مستنداً على مشروعات بحثية عن الممارسات المهنية، كإطار لهيكلة المؤسسات المعمارية حيث أنه يجمع أطراف العملية التصميمة (كالمعلومات، والتقنيات ... حتى الافراد)، مقدماً تصميماً ذا إطار شامل، كما أنه مرن قابل للتكيف مع الاحتياجات المحددة الآنية والمتغيرات المستقبلية.
- **التصميم المتكامل (Integrated Design):** أي تكامل كافة معلومات المجالات المرتبطة بالعمارة داخل العملية التعليمية، للحصول على التصميم الأمثل بيئياً وذلك طبقا لمعايير (LEED) أو الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة.
- **التصميم التعاوني (Collaborative Design):** هو نسق إدارة المكتب المعماري بكل تخصصات العمارة والمجالات المرتبطة به، ويتم بنظام فريق المشروع متعدد التخصصات "Multidisciplinary teams" حيث يعرف مهام كل فرد علي حسب تخصصه داخل العملية التصميمة وينظم العلاقة فيما بينهم.

١-٤- الجودة

تعددت التعريفات التي تناولت مصطلح الجودة وتباينت حسب إهتمام من يتعرض لهذا المصطلح والزاوية التي ينظر إليه منها. [١٢] ويمكن تعريف الجودة الشاملة على أنها "منهجية إدارية للمنظمة تهدف إلى تنفيذ الخطط الفاعلة في تحسين الأداء بشكل مستمر وكذلك الاستخدام الأمثل للموارد". بينما المقصود بضمان الجودة هو "تصميم وتنفيذ نظام يتضمن سياسات وإجراءات للتأكد من الوفاء بمتطلبات الجودة، والتي تتضمنها المعايير التي تضعها منظمات الاعتماد". [١٣]

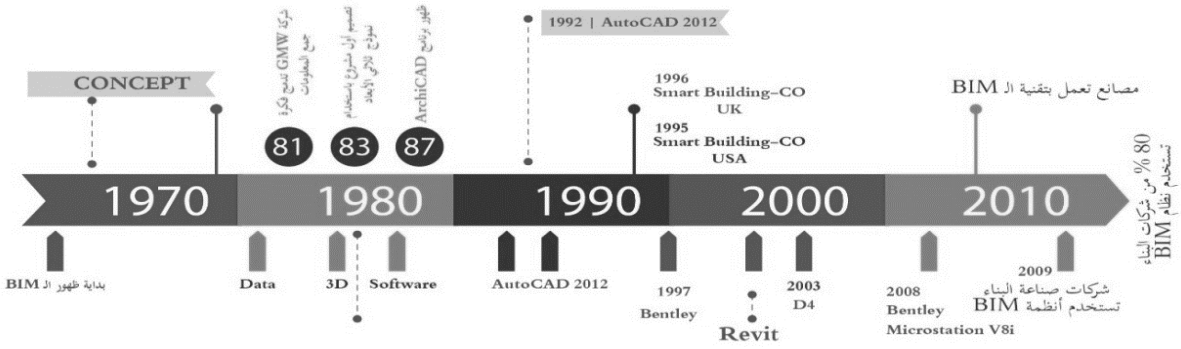
١-٥- الجودة في التعليم المعماري:

تتشابه الجودة في التعليم المعماري في إطارها العام مع جودة التعليم العالي مع الاحتفاظ بسمات التخصص المعماري، وأهمية وجود معايير لتقييم جودة التعليم المعماري مشتقة من عمل موائمة أو توافق بين ثلاث مفردات هي منظومة التعليم المعماري، ومنظومة الجودة، ومنظومة سوق العمل، بالإضافة إلى توافقها مع متطلبات الجودة العالمية في التعليم المعماري كما هو الحال بمتطلبات مؤسسات إعتماد جودة التعليم الهندسي والمعماري العالمية المختلفة ABET, RIBA, NAAB, UIA. [١٤] وتتطلب الجودة في التعليم **التحديث المستمر** لطرق التدريس والتعلم. في بيئة تتمحور حول الطالب، حيث يكون التركيز أكثر على "التعلم" بدلاً من "التدريس". وفي النهاية يتم ضمان أفضل ممارسات التعلم من خلال عدد من طرق التقييم والتقويم ومن خلال الأدلة التي تعرض عمل الطلاب. [١٥]

٢- تقنية نمذجة معلومات البناء "BIM"

٢-١- نشأة وتطور تقنية نمذجة المعلومات "BIM":

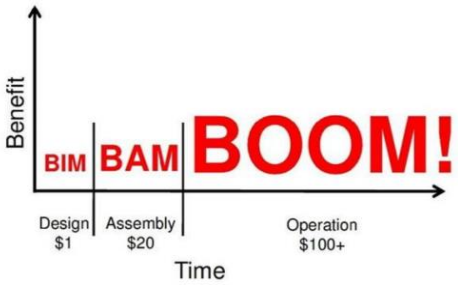
ظل المفهوم ثنائي الأبعاد 2D الأكثر انتشاراً على مدار القرن الماضي وفى السبعينات، وبظهور المجسمات ثلاثية الأبعاد 3D (الماكيتات Mock-up) تم تطوير التصميمات ثلاثية الأبعاد، أعاق ذلك التطوير ضعف الأجهزة الحاسوبية حيث لم تكن مهيئة بعد لمثل هذه الأعمال، ومع التقدم في سرعة الحاسوب وسعة الذاكرة تم البدء بإدماج تقنيات التصميم ثلاثية الأبعاد وذلك بدمج مختلف عناصر البناء، ويوضح الشكل (٣) بدايات ظهور "BIM" عام ١٩٧٠م، حتى استخدام أنظمة الـ BIM في شركات البناء بنسبة ٨٠٪ تقريباً [١٦]

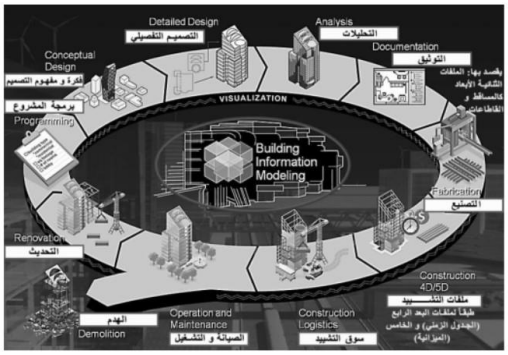


شكل رقم (٣) نشأة وتطور تقنية "BIM"

٢-٢- مراحل توظيف نمذجة معلومات البناء (BIM-BAM-BOOM) خلال دورة حياة المشروع

يمكن تقسيم دورة حياة المبنى إلى ثلاث مراحل هي التصميم والبناء والصيانة كما هو موضح بالشكل رقم (٤): [١٧] [١٨]





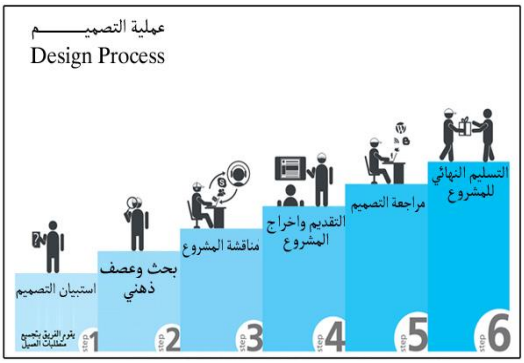
شكل رقم (٤) يوضح مراحل "BIM" (التصميم – البناء – التشغيل)

٢-٢-١- المرحلة الأولى نموذج معلومات البناء "BIM"

تتمثل هذه المرحلة في توظيف نموذج معلومات المبنى في طور التصميم ووضع الأفكار كما هو موضح بالشكل رقم (٥)، ويشترك عادة في هذه المرحلة كلاً من (المعماري والإنشائي والكهرباء والميكانيكا...الخ)، كما يفضل اشتراك مهندسوا التصميم الداخلي وممثلوا شركات التصنيع المسبق ومجهزوا المواد للأمور الاستشارية.

٢-٢-١-١- مزايا المرحلة الأولى "BIM" في مرحلة التصميم

- عمل نموذج دقيق غني بالمعلومات للمبني في التصميم.
- نموذج الـ "BIM" يعمل بشكل أفضل في بيئة تعاونية حيث المعماريون والمهندسون والمقاولون من الباطن، وصناع القرار، وجميع الأعضاء الآخرين في الفريق يمكنهم تنسيق وتبادل المعلومات مع تحسين التنسيق ومراجعة التصميم في وقت مبكر، مما يقلل من الأخطاء إلى حد كبير، وعلاوة على ذلك، فإن جميع أعضاء الفريق الذين يستخدمون "BIM"يكون لديهم صورة أوضح عن العمل.



شكل رقم (٥) يوضح مراحل عملية التصميم ودور تكنولوجيا المعلومات في توفير الوقت والجهد في التواصل مع العميل [١٨]

٢-٢-٢- المرحلة الثانية نموذج تجميع المبنى "BAM"

تتمثل هذه المرحلة في توظيف نموذج تجميع المبنى في طور الإنشاء من قبل شركات المقاولات في موقع العمل، وتستخدم تقنية نمذجة معلومات البناء في هذه المرحلة كأداة رابطة لنقل البيانات والتفاصيل، لتقليص خطر فجوات التواصل والمعرفة وتفسيرات العمل الهندسي الذي قام المعماري بتصميمه، فالنموذج المجسم للمنشأ ينتقل من طور التصميم إلى طور التنفيذ ليعمل كأداة لتقديم الإرشادات والتوجيهات، إذ يغدو المجسم الممثل عبارة عن محاكاة افتراضية للمبنى حتى قبل الشروع بتنفيذه مما يوفر لجميع المشاركين مجموعة واضحة من التعليمات وأدوات التواصل فيما بينهم لإتقان العمل وانجازه بدقة، وفي هذه المرحلة يتم تجميع "MODELS" المختلفة من كافة التخصصات

-التعاون- لدراسة التعارضات التي قد تنتج في مرحلة التصميم وتعتبر هذه المرحلة من أهم مراحل المشروع وأحد الأهداف الأساسية التي قامت عليها تكنولوجيا الـــ"BIM" فالنموذج المجسم للمنشأ ينتقل من طور التصميم إلى طور التنفيذ ليعمل كأداة لتقديم الإرشادات كما هو موضح بالشكل رقم (٦).

شكل رقم (٦) يوضح النموذج المجسم للمنشأ في طور التنفيذ

٢-٢-٢-١ مزايا المرحلة الثانية "BAM"

- إمكانية محاكاة ما سيتم إنشائه في البيئة الافتراضية.
- التقليل من الأخطاء، مع إمكانية التصنيع في مراحل مبكرة من المشروع نظرا لمشاركة الملفات والرسومات في مما يساعد على توفير الوقت.
- إمكانية التحضير للعديد من السيناريوهات في مرحلة مبكرة، والترتيب الأفضل لخطوات حل المشروعات، ووضع العديد من البدائل بما يساهم في تقليل التكلفة.
- تتيح لكل من العميل والمستخدم مشاهدة المنتج النهائي قبل التنفيذ.

٢-٢-٣- المرحلة الثالثة نموذج التشغيل المثالي للمبنى "BOOM"

تتمثل مرحلة توظيف نموذج التشغيل المثالي للمبنى في مرحلة الصيانة وإدارة المبنى، وهي المرحلة الأخيرة التي يمكن فيه توظيف تقنية نمذجة معلومات البناء لديمومة حياة المبنى وتقديم كامل قدراته للمستخدم، وتعتبر الجهات القائمة على ضمان أداءه الوظيفي وفريق الإدارة والتحكم في المبنى أهم المنتفعين من هذا النموذج، كما يمكن للجهات التخطيطية المتخصصة الاستفادة من كم المعلومات اليومية المتراكمة ضمن النموذج والمتعلقة بسلوك وأداء المنشآت للأغراض التصميمية والتخطيطية للمباني الأخرى لعمل تغذية استرجاعية، وتحسين عمل المباني والتحكم والسيطرة وكذلك تقييم المباني وغيرها.

٢-٢-٣-١- مزايا المرحلة الثالثة "BOOM"

- التحكم ومراقبة تفاصيل المبنى ووضع وتنفيذ خطط لصيانته، ودراسة خطط الحفاظ الوقائي لتجنب أو تأخير أثر عوامل الضرر المختلفة.
- تقييد وتقليص عمليات الصيانة، فيمكن أن يعمل النموذج كجهاز إنذار يعمل على تنبيه إدارة المشروع على مواطن الخلل الطارئة أو تلك التي تتطلب إجراء الصيانة قريبة الأمد أو التي تستلزم العمل الدوري.
- يعمل كأداة مراقبة تقوم بإظهار الأخطاء والمشاكل المتكررة في المبنى عبر الزمن وخلال فترة إشغاله لغرض اتخاذ القرارات المناسبة.

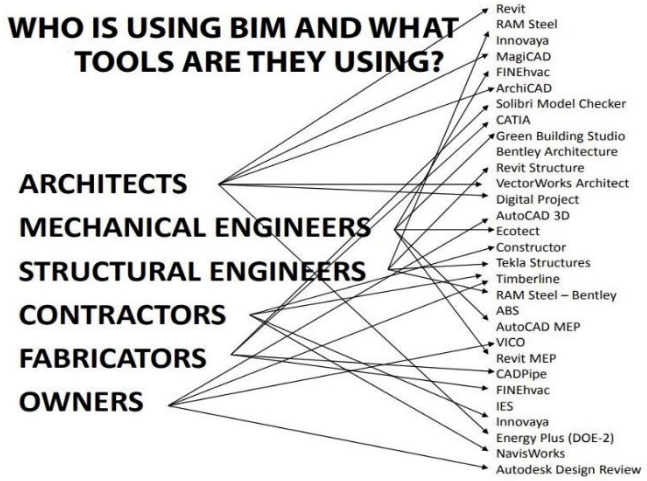
٢-٣- **استخدامات** نمذجة معلومات البناء الـBIM :تتعدد استخدامات نمذجة معلومات البناء لعدد لامحدود من الأبعاد (3D -4D ...nD) كما هو موضح في جدول (١).[١٦]

جدول (٢) مراحل تقنية "BIM"

Pre-BIM قبل	Idealized BIM نموذج				Post BIM بعد
3D	4D	5D	6D	7D	nD
Visualization التصور والنمذجة	Schedule الجدولة	Estimating تقدير التكلفة	Sustainability الاستدامة	Maintenance الصيانة والتشغيل	Integrated Database قاعدة بيانات متكاملة
Clash analysis تحليل التعارضات	Construction Sequence تسلسل مراحل البناء	Cost & Financial التكلفة والمتعلقات المالية	Lifecycle information معلومات دورة حياة المبنى	Technical Support دعم فني	
Consolidated 3D Model نموذج ثلاثي الأبعاد موحد	Virtual Construction إنشاءات افتراضية	Value Engineering هندسة قيمية	Energy analysis تحليل الطاقة	Facility Management إدارة المرافق	

٢-٤- أدوات نمذجة معلومات البناء (BIM)

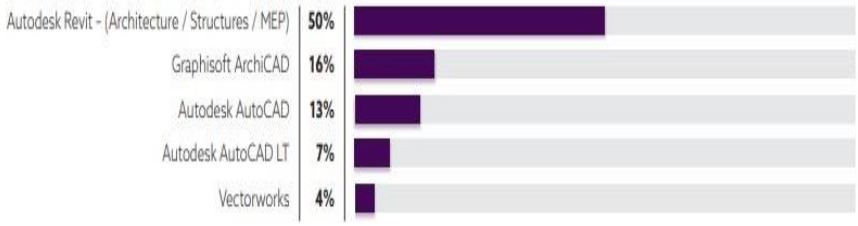
يوضح شكل رقم (٧) البرامج الأكثر شهرة في مجال "BIM" والشركات المنتجة لها، ومن خلال استطلاع للرأي فيما يتعلق بمنصة البرامج التي تستخدمها القطاعات العاملة في المجال الإنشائي (AEC)، حيث أجابت الغالبية العظمى من المستخدمين، بأن برنامج Revit الخاص بـ Autodesk هو الأكثر استخداما كما هو موضح بالجدول رقم (٢)، وتم تأكيد ذلك أيضًا في تقرير[١٩] McGraw-Hill 2020 BIM Smart Market Report، والذي أظهر أن ٥٠٪ من المستجيبين استخدموا أيضًا Revit، مما يجعله النظام الأساسي الأكثر استخداماً، ويظهر أيضاً من خلاله زيادة درجة الوعي بقنية الـ"BIM" من عام ٢٠١١م حيث زادت من ١٣٪ إلي ٧٣٪ عام ٢٠٢٠م بزياده خمسة أضعاف عن ذي قبل مما يؤكد أهمية تلك التقنية كما هو موضح بالشكل رقم (٨)



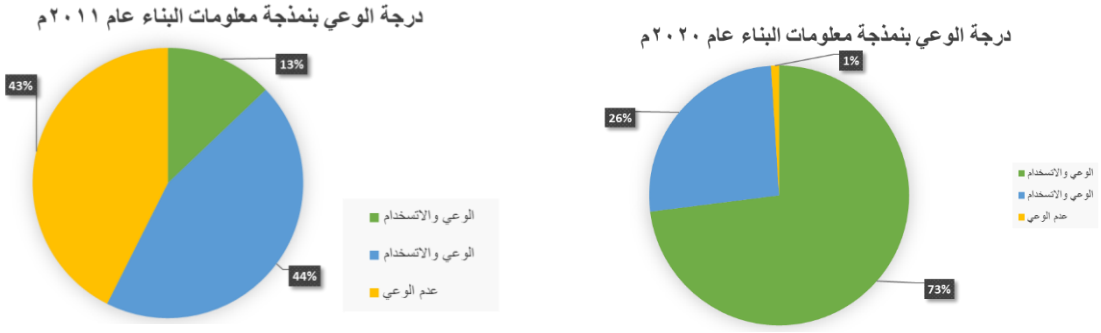
شكل رقم (٧) يوضح أكثر أدوات "BIM" استخداماً [٢١]

جدول (٢) يوضح أدوات "BIM" والشركات المنتجه لها [١٦]

Product Name	Company	Basic Function	Interoperability	OSS	Web Link
Archicad	**Graphisoft**	Creating architectural models	DWG, DXF, IFC, SKP,	No	http://www.graphisoft.com/
Tekla	**Tekla**	Detailed design of 3D structures models	DWG, IFC, DGN, DXF, CIS/2, DTSV y SDNF	No	http://www.tekla.com/la
Revit	**Autodesk**	Creating and reviewing 3D models	DWG, DGN, Dxf, Sat, SKP, IFC, gbXML	No	http://www.autodesk.com/
Bentley	**Bentley Systems**	Creating and reviewing 3D models	IFC, DWG, DGN, Dxf, PDF, gbXML	No	https://www.bentley.com/en
SketchUp	**Trimble**	3D conceptual modeling design	DWG, DXF	No	https://www.sketchup.com/



شكل رقم (٧) يوضح أكثر أدوات "BIM" استخداماً [٢١]

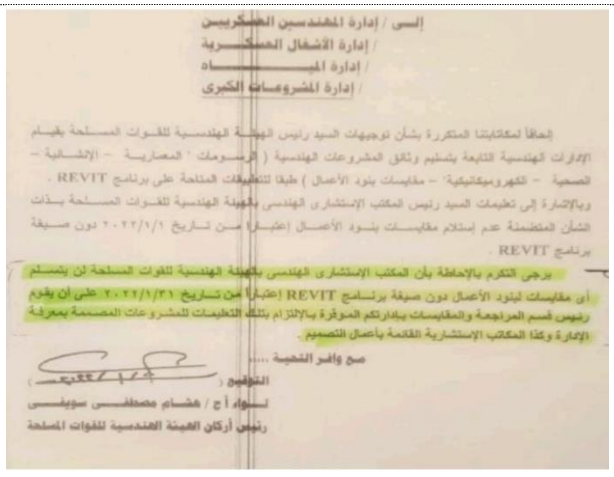


شكل رقم (٨) [٢١] تقرير"McGraw-Hill 2020 BIM Smart Market Report" يوضح درجة الوعي بتقنية "BIM"

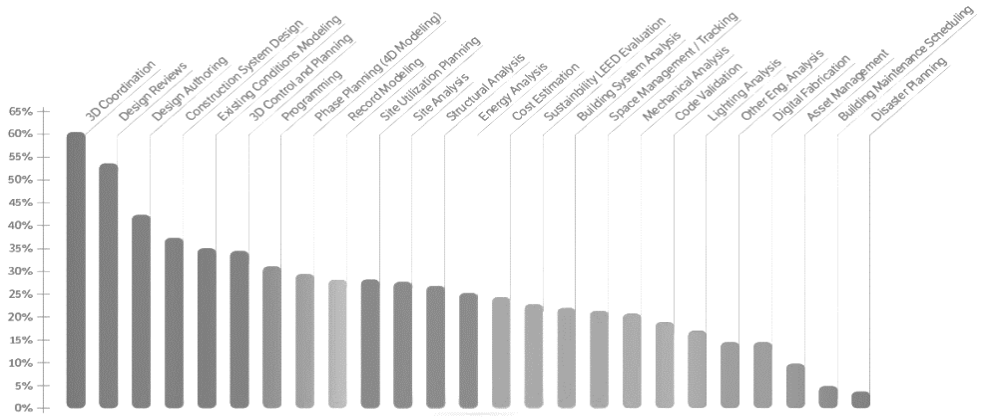
٢-٥- تطور مفهوم نمذجة معلومات البناء "BIM" وصناعة البناء في مصر

أصبح الطلب علي تقنية نمذجة معلومات البناء(BIM) أكثر وضوحا في السنوات الأخيرة في مصر، حيث أصدر المركز القومي لبحوث الاسكان والبناء كوداً خاص بنمذجة معلومات البناء **"الكود المصري لنماذج معلومات البناء" The Egyptian Code For Building Information Modeling"** بالقرار الوزاري رقم ٦٢ لسنة ٢٠٢٠م [٢٢] كما هو موضح بالشكل (٩)، وكذلك قرار الهيئة الهندسية للقوات المسلحة بتعميم العمل بتقنية "BIM"في كافة المشروعات التي تقوم بتنفيذها والاشراف عليها كما هو موضح بالشكل (١٠) . وكذلك قيام العديد من المشروعات القومية باستخدام هذه التقنية، وكذلك توجه العديد من شركات المقاولات والمكاتب الاستشارية المصرية لتأسيس وحدات خاصه للعمل بهذه التقنية حيث أنها تشمل معظم قطاعات الانشاء كما هو موضح بالشكل (١١)، وانتشار العديد من مراكز التدريب والتأهيل لتدريب المهندسين علي تقنية "BIM"، و لزيادة الطلب على هذه التقنية محلياً وعالمياً أصبحت هناك فجوة ونقص في المهارات المطلوبة لمثل هذه التقنيات ويرى العديد من المتخصصين في مثل هذا المجال إن قطاع التعليم هو المعول عليه القيام بهذه المهمة من خلال سد الفجوة بين التعليم والصناعة، وكذلك رفع الوعي لدى الطلاب المميزين والممارسين لمهنة العمارة في سوق العمل.

شكل رقم (٩) الكود المصري لنماذج معلومات البناء [٢٢]



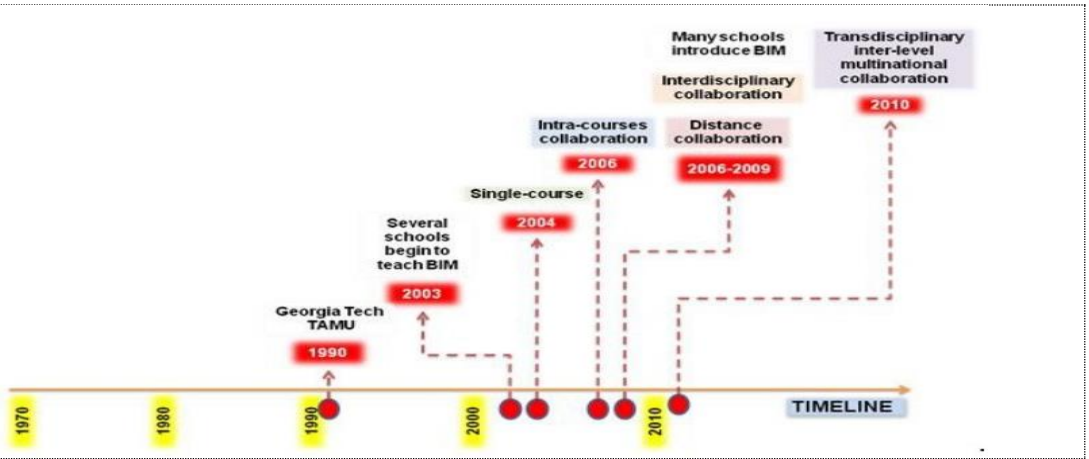
شكل رقم (١٠) قرار الهيئة الهندسية للقوات المسلحة لتعميم تقنية "BIM"



شكل رقم (١١) يوضح نطاق الاعمال الذي تشمله تقنية "BIM" [١٦]

٢-٦- مراحل دخول تقنية "BIM" في قطاعات التعليم (التطور التاريخي)

بدأ تدريس تقنية (BIM) ضمن التعليم (AEC) كما هو موضح بالشكل رقم (١٢) في منتصف التسعينات من القرن العشرين وأجريت أبحاث عنها في جامعة جورجيا للتكنولوجيا (University of Georgia) كما استخدمت كلا من جامعة جورجيا للتكنولوجيا (University of Georgia) وجامعة تكساس ايه & ام (Texas A&M University) تطبيقات تقنية نمذجة (BIM) في تعليم طلابهم[٢٣]، وفي عام ٢٠١٠م اتجهت الجامعات نحو تنفيذ استوديوهات تصميم مشتركة بين المستويات والتخصصات المتعددة Transdisciplinary BIM Studio شكل (٦) ومثال على ذلك استوديوهات البناء المتكامل التي تقدمها جامعة فرجينيا للتكنولوجيا(Virginia Tech)، والتي تضم طلاب من جميع المستويات ومن جميع برامج العمارة والهندسة والبناء، ودعا تقرير الملخص العالمي لـ NATSPEC، الذي يستند فقط إلى الردود الواردة من مجموعة عالمية من الأطراف المهتمة بنماذج BIM بدعم من الصناعة والحكومة لتعليم BIM داخل الشركات وفي المناهج الدراسية، وحاول هذا التقرير التوثيق الكامل لحالة التعليم والوعي بتقنية الـBIM، وذلك من خلال النظر في ثلاثة عناصر رئيسية (التعليم / التدريب ، والمبادرات / المنظمات ، والوعي / الاستيعاب) في بلدان مثل كندا والولايات المتحدة والمملكة المتحدة وهولندا وجمهورية التشيك وفنلندا والنرويج وجنوب إفريقيا والصين وهونج كونج وسنغافورة واليابان وأستراليا ونيوزيلندا، وكشف تقرير NATSPEC أن الوعي بتقنية الـBIM والاستيعاب لا يزالان في ازدياد، مع اعتماد الـBIM على نطاق واسع من قبل الممارسين في صناعة AECO، وتوصي هذه الدراسات معاً بالحاجة إلى نموذج اعتماد عالمي، ومدارس متعددة التخصصات، ومؤسسات تعليمية لهذه التقنية مع دعم الصناعة والحكومة لتسهيل تعلم الـBIM في جميع أنحاء الصناعة والأوساط الأكاديمية، وفي عام ٢٠١١ طور مجموعة من الباحثين (كوريا الجنوبية) BIM-Edu، وهو أول نظام BIM خاص "بنظام التعليم ذاتي" (أي نظام تعلم ذاتي مخصص) بالإضافة إلي مكتبة BIM مفتوحة، ويستخدم النظام على وجه التحديد عملية تعليم BIM بناءً على (كفاءات العاملين ، والهيكل الحالي للنظام والخدمات الشاملة، والخبرات التعليمية، والتوصيات)، ولكن الميزة الفريدة لنظام BIM U-education هو قدرته على دعم إكتساب المتعلمين لعمليات BIM حسب نوع العمل.



شكل (١٢) مراحل دخول تقنية "BIM" في قطاعات التعليم (AEC) [٢٤]

٣- أهم عقبات تضمين الـ (BIM) في التعليم[٢٥]

على الصعيد العالمي يعمل التربويون والباحثون النشطون في BIM على دمج BIM في الأوساط الأكاديمية، وخلال هذه العملية واجهوا بعض الصعوبات المتعلقة بالسياسات والتكنولوجيا والعمليات، حيث تشمل قضايا السياسة عوائق مثل (الافتقار إلى الدافع، والاعتماد العالمي غير الموحد، وقضايا الاعتماد المهني وقضايا مناهج BIM ومتطلبات مهارات نمذجة BIM المتنوعة)، وتتضمن مشكلات التكنولوجيا مثل (اختيار أداة BIM، وتراخيص برامج BIM، والشؤون التقنية BIM، بالإضافة إلى الحاجة إلى مرافق معمل BIM IT، ومكتبات الكائنات، وأدوات التنسيق)، أما العمليات تعاني من مشاكل مثل (الروابط الضعيفة بين الصناعة والأوساط الأكاديمية، والحاجة إلى تعاون متعدد التخصصات، ومتعدد المستويات، ومتعدد الجنسيات، ومناهج BIM غير المكتملة).

تناولت الدراسة التي أجراها كلا من Barison and Santos (2012b) العقبات الرئيسية التي واجهتها مع تدريس BIM وتم تصنيف تلك العقبات إلى ثلاث فئات لتشمل الفئة الأولي البيئة الأكاديمية (الوقت، والتحفيز، والموارد، والاعتماد، والمناهج الدراسية)، والفئة الثانية سوء فهم لأسس التدريس (الفردية والتعليم التقليدي والقليل من العمل الجماعي ونقص التعاون). وأما الفئة الثالثة أدوات الـBIM (الإبداع، والتعلم، والتدريس، والمعرفة)، وقامت هذه الدراسة بوضع استراتيجية للتغلب على هذه العقبات حيث تم تقديم ثلاثة مستويات مختلفة من دورات الـــBIM مثل المستويات التمهيدية والمتوسطة والمتقدمة، ويتكون المستوى التمهيدي من دورة في التمثيل الرسومي الرقمي، وأما المستوى المتوسط يتألف من استوديو تصميم متكامل ودورات في تكنولوجيا البناء، وأخيراً المستوى المتقدم ويشمل استوديو تصميم متعدد التخصصات.

وفريق آخر من التربويين، مثل Panuwatwanich et al. (٢٠١٣) من أستراليا، استكشف وناقش القضايا التي تمت مواجهتها في سياق دمج BIM في المناهج الدراسية، وتوصلت هذه الدراسة إلي ستة عوائق رئيسية أمام دمج BIM في التعليم العالي:

(١) الخلاف حول مفاهيم BIM.
(٢) هياكل البرامج التقليدية.
(٣) الحاجة إلى معرفة أساسية قوية.
(٤) الحاجة لمشاركة الصناعة.
(٥) مقاومة التغيير.
(٦) قضايا الاعتماد المهني.

وفي الآونة الأخيرة، Hedayati et al. (٢٠١٥) درس العقبات التي تحول دون تنفيذ BIM في التعليم وقدم المزيد من التوصيات. حددوا العوائق الرئيسية وطلبوا من الطلاب والمحاضرين ترتيبها، فقام الطلاب بتصنيف الحواجز الثلاثة الأولى على النحو التالي:

(١) عدم رغبة المحاضرين في تغيير ممارسات العمل التقليدية.
(٢) التكلفة العالية والتدريب المكثف على البرامج.
(٣) معظم المحاضرين الأكبر سنًا غير قادرين على التعامل مع أحدث التقنيات والممارسات.

وأما المحاضرون (أعضاء هيئة التدريس) قاموا بتصنيفهم على النحو التالي:

(١) عدم ملاءمة بعض المشاريع الجامعية لاعتماد BIM.
(٢) عدم رغبة المؤسسة في المشاركة في مناهج جديدة.
(٣) الحواجز القانونية لبدء دورة BIM جديدة.

وبالإضافة إلى ذلك، تم إجراء مسح آخر بين المحاضرين لتصنيف الاستراتيجيات للتغلب على هذه الحواجز، **فكانت أهم ثلاث استراتيجيات موصى بها هي:**

(١) تدريب المحاضرين على تكنولوجيا البرمجيات الجديدة.
(٢) تحقيق القيمة من تسهيل عملية البناء.
(٣) شراء البرامج والتكنولوجيا.

٤- الاستراتيجيات الحالية لتضمين تقنية نمذجة معلومات البناء في التعليم.[٢٥]

الإستراتيجية هي خطة عمل مصممة لتحقيق هدف أو حل مشكلة، ولذلك نحن بحاجة إلى استراتيجيات للتغلب على الصعوبات التي يواجهها الأكاديميون أثناء تجربة ودمج نماذج BIM في التعليم. وقامت العديد من الأبحاث بتطوير استراتيجيات لتضمين الـــ BIM في التعليم المعماري وتبين أن هذه العملية أكثر تعقيداً من مجرد إضافة دورات جديدة إلى المناهج الدراسية، وتتضمن العملية المعتمدة بشكل عام لتطوير المناهج خمس خطوات: (١) التحليل، (٢) التصميم الموضوعي، (٣) اختيار أساليب التدريس والتعلم والتقييم المناسبة، (٤) تشكيل لجنة تنفيذ وتقييم المناهج، (٥) مراجعة المناهج. وبالرغم من ذلك لدى الـBIM القدرة على أن تكون جزءًا جوهرياً من تخصصات صناعة التشييد والبناء، وبالتالي يجب مراعاة العديد من المعايير أثناء تخطيط وتطوير مناهج BIM، وتتضمن هذه المعايير المتطلبات الأساسية والأهداف والمحتويات ومنهجيات التدريس والتقييمات، وقامت مجموعة كبيرة من الأدبيات بالتحقيق في تصميم مناهج الـBIM فعلي سبيل المثال:

- **دراسة (Barison and Santos)**، (٢٠١٠م) لتحليل الاستراتيجيات الحالية لتخطيط منهج BIM، ووصف كيف تم تخطيط عدد قليل من دورات BIM وتقديمها وتطويرها وتقييمها.
- **دراسة (Becerik-Gerber)**، (٢٠١١م) استطلع كيف تم دمج الابتكارات التعليمية للتعلم عن بعد، والتعاون متعدد التخصصات، والتعاون الصناعي في ١٠١ من برامج AEC الأمريكية في مجال موضوع BIM وأظهرت دراستهم أنه في الوقت الحالي، يتم استخدام BIM في الغالب في تدريس التصور التصميمي وأنشطة البناء بين برامج AEC هذه، وهذان الجانبان هما أيضًا المجالات التي ترغب فيها برامج هندسة العمارة في زيادة توسيع استخدام BIM.
- **دراسة (جوانيدس وآخرون)**، (٢٠١٢م) قامت بتقييم التنفيذ الحالي لـــ BIM وتحديد الاتجاهات في تدريس BIM في ٨١ برنامجًا أكاديميًا للهندســة المعمارية والبناء في الولايات المتحدة الأمريكية، وأظهرت نتائجهم أن المزيد من مدارس البناء قد نفذت نماذج BIM في مناهجها الدراسية، وأن العديد من مدارس البناء تركز على نماذج 4D و5D في التدريس مقارنة بمدارس الهندسة المعمارية.

أنشئت هذه الدراسات وغيرها، عدة مجموعات لتقنية (BIM) في بعض الدول المتقدمة، وقد عملت هذه المجموعات جنبا إلى جنب مع صناعة البناء (AEC) وقطاعات التعليم لتحسين نوعية المباني ولإمداد قطاعات البناء بالمتخصصين المزودين بمهارات العمل بتقنية (BIM)، بعض هذه المجموعات قامت بتخطيط استراتيجيات لتضمين تقنية (BIM) داخل مناهج التعليم (AEC)، وفيما يلي سيتم تحليل أهم هذه الاستراتيجيات.

٦-١- (الاستراتيجية الاولي) استراتيجية المنتدى الأكاديمي (BAF)) لتقنية نمذجة معلومات البناء في المملكة المتحدة.[٢٦]

المنتدى الأكاديمي لتقنية الـ BIM (The BIM Academic Forum-UK (BAF)"، يتكون من مجموعة من الممثلين لعدد من الجامعات البريطانية وقد تم تشكيله لتعزيز العمل التعاوني المتكامل في المشاريع على مدى دورة الحياة الكاملة للمبنى ومن خلال المشاركة الأكاديمية وتقنية (BIM)، وقام المنتدى بتطوير مخطط لمخرجات التعلم لتقنية (BIM) والهدف منه هو اقتراح خارطة طريق نحو رؤية طويلة الأجل لدمج تعلم تقنية (BIM) في المستويات المناسبة داخل التعليم الجامعي والدراسات العليا مما يوفر خبراء بتقنيات (BIM) مزودين بالمهارات المطلوبة التي تحتاجها صناعة البناء، وبدء منتدي BAF في تحديد متطلبات محتملة لنتائج التعلم في المستويات من ٤ إلى ٧ حيث أن برامج البكالوريوس الجامعية في المملكة المتحدة تتكون من ثلاثة مستويات (٤، ٥، ٦) والمستوى ٧ للدراسات العليا ، والجدول التالي رقم (٣) يعرض مخرجات التعلم المقترحة لمستويات التعليم الجامعي (BIM Academic Forum, ٢٠١٣).

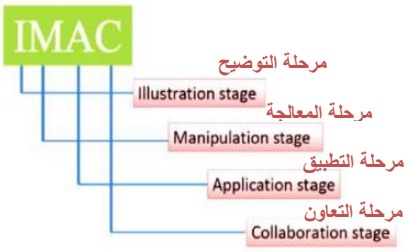
جدول (٣) مخرجات التعليم لمنهجية المنتدى الأكاديمي "BAF"

المستوى		المعرفة والفهم Knowledge and understanding	المهارات العملية Practical skills	مهارات قابلة للتحول Transferable skills
التعليم الجامعي	الرابع	- أهمية التعاون collaboration - أعمال BIM	- مقدمة للتقنيات المستخدمة عبر التخصصات	- تقنية BIM كعملية / تكنولوجيا / الناس / السياسات.
	الخامس	- مفاهيم النمذجة (BIM) /عمليات البناء - كمحرك للعمل التعاوني - دورة العمل المتكاملة	- استخدام التمثيلات البصرية visual representations - أدوات وتطبيقات (BIM) - سمات أنظمة (BIM)	- القيمة ودورة الحياة والاستدامة - العمل التعاوني - الاتصال داخل الفرق متعددة التخصصات.
	السادس	- تقنية النمذجة (BIM) عبر التخصصات - الأطر التنظيمية / القانونية - الأشخاص / إدارة التغيير	- المعرفة التقنية: - الهياكل والمواد - الاستدامة	- إدارة العمليات. - كيفية تنفيذ المشاريع باستخدام (BIM) - تدفقات المعلومات والبيانات. - بروتوكولات (BIM)

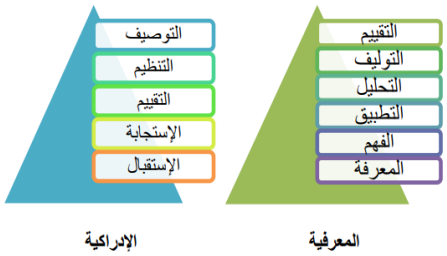
٦-٢- (الاستراتيجية الثانية) استراتيجية (IMAC) لتقنية نمذجة معلومات (البناء التعاوني)

صمم جنيفر ماكدونالد[٢٦] خطط لتعليم تقنية (BIM) وسماه (Framework IMAC) لمساعدة الأكاديميين على تطوير مقرراتهم من أجل تحسين التصميم التعاوني داخل قطاعات تعليم (AEC) ويهدف المخطط إلى إعادة تطوير المناهج القائمة في جامعة التكنولوجيا بسيدني وجامعة جنوب أستراليا وجامعة نيوكاسل، وينقسم إلى أربعة مراحل ومستويات مختلفة من الإنجازات هي: (التوضيح Illustration، المعالجة Manipulation، التطبيق Application والتعاون Collaboration) كما هو موضح بالشكل رقم (١٢)، وقد ارتبطت هذه المراحل بتصنيف بلوم(Bloom) لأهداف التعلم المعرفية والإدراكية كما هو موضح بالشكل رقم(١٣) ، وفيما يلي وصف لكل مرحلة من المراحل الأربعة :

- مرحلة التوضيح (Illustration) :(المعرفة / الفهم / الاستقبال / الاستجابة.
- مرحلة المعالجة (Manipulation): (الفهم / التطبيق والاستجابة / التقييم.
- مرحلة التطبيق(Application) : (التطبيق / التحليل والتقييم / التنظيم).
- مرحلة التعاون (Collaboration) :(التوليف / التقييم والتوصيف).



شكل (١٢) المراحل الأربعة المنهجية IMAC



شكل (١٣) تصنيف بلوم لأهداف التعليم المعرفية والإدراكية

٥- الاستراتيجية المقترحة لتضمين تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري في مصر (NARS)

٥-١- فلسفة بناء الاستراتيجية المقترحة.

نظرا لزيادة الطلب علي تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) محليا وإقليميا وعالمياً خلال العقد الماضي، ومتزامنة مع مطالبات مجتمعية نحو تطوير الخريجين لأعلى معايير الكفاءة ومع الأدبيات التي تدعم قيمة التعلم المتكامل، استجاب التعليم الهندسي في جميع أنحاء العالم من خلال تحول نموذجي نحو نهج أكثر شمولية وتكاملاً في التعليم، حيث حدث تحول في التعليم القائم على مخرجات التعلم (LO) (Learning Outcomes) وكان يعبر عنها بالمهارات (المعرفية، الذهنية، والمهنية، والعامة) التي يجب على الطالب تحقيقها، إلي التعليم القائم على الكفاءات Competency-Based Education (CBE)، والذي ظهر نتيجة الحاجة إلى تركيز التعليم الهندسي على تطوير كفاءات الطلاب وإشراكهم في تجارب الحياة الواقعية، والتأكيد على قدرات الطلاب وتعزيز الممارسات الجيدة للتعلم المتكامل.[٢٧] وتأكيداً لهذا الهدف قامت الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد (NAQAAE) بإصدار المعايير الأكاديمية المرجعية القومية كمقياس لاعتماد مؤسسات التعليم العالي ومنها القطاع الهندسي (NARS 2009). والذي يضم معايير الهندسة بشكل عام ومعايير هندسة العمارة بشكل خاص كأحد البرامج الهندسية الموجودة بكليات الهندسة، ثم قامت الهيئة بعد إقرار رؤية مصر ٢٠٣٠م في عام ٢٠١٥ والتي نصت على تفعيل قواعد الاعتماد والجودة المسايرة **للمعايير العالمية** بتحديث معايير القطاع الهندسي إلى إصدار جديد عام ٢٠١٨م يهتم **بجدارات وكفاءات خريج الهندسة** (NARS for Engineering, 2018)[٢٨]، حيث اشتمل علي كفاءات خريجي الهندسة بشكل عام وخريجي هندسة العمارة بشكل خاص ليصبح العدد الإجمالي لكفاءات خريجي هندسة العمارة (١٥) كفاءة مقسمة إلي (١٠ كفاءات عامه، ٥ كفاءات للتخصص)، وتسعي الاستراتيجية المقترحة علي تحقيق كفاءات خريجي هندسة العمارة (NARS 2018) بعد تحليلها – (٥) كفاءات لتخصص برنامج العمارة - باستخدام تقنية نمذجة المعلومات (BIM)، وفي الوقت ذاته الوصول إلي تضمين تقنية نمذجة معلومات البناء في التعليم المعماري لتطويره والحصول علي معماريين مواكبين لسوق العمل. ويبن الشكل رقم (١٤) هيكل الاستراتيجية المقترح، **واعتمدت الاستراتيجية على مجموعة من المفاهيم الهامة يمكن توضيحها كالتالي:**

- **معايير اعتماد جودة التعليم الهندسي.**

هي مراجع خارجية لتصميم ورفع مستوى البرنامج التعليمي الجامعي لكليات الهندسة، كما أنها تمثل توقعات عامة حول معايير منح درجة البكالوريوس في الهندسة، وتوضح السمات والكفاءات التي يتمتع بها خريجي البرامج الهندسية بمختلف تخصصاتها، وتمثل هذه المعايير الحد الأدنى من متطلبات الجودة الأكاديمية، والتي تعتبر مناسبة ومعقولة من أجل حماية مصالح كل من الطلاب، والمؤسسة، والمجتمع. [٢٨]

- **معايير اعتماد جودة التعليم المعماري.**

هي معايير تتضمن كفاءات الخريج وما ينبغي أن يكتسبه من معارف ومهارات تؤهل الطالب لعضوية المجتمع ومتطلبات المهنة المستقبلية. [٢٩]

- **الاتحاد الدولي للمعماريين International Union of Architects (UIA):** وهو اتحاد تابع لليونسكو UNESCO، بدأ في عام ١٩٤٨ من خلال تجمع لعدد من المعماريين، وضع معايير للبرامج التعليمية في عام ١٩٩٦ وتم تحديثها في ٢٠٠٤، و٢٠٠٥، و٢٠١١ وأخيراً في ٢٠١٧، ويقوم بوضع مبادئ ومعايير إجازة البرامج التعليمية المعمارية مصممة بإشراف المعهد الملكي البريطاني للمعماريين.

- **التعليم القائم على نواتج التعلم المستهدفة Intended Learning Outcomes (ILOs)-Based Education**

معايير توضع لكسب معارف ومهارات (معرفية - ذهنية – مهنية – عامة) للطلاب بصورة متدرجة، عبر مراحل دراسية زمنية مختلفة، للحصول على نوعية من الطلاب كمخرجات، يمكنهم أن يكونوا مدخلات ذات جودة عالية لسوق العمل [٢٩]

- **التعليم القائم على الكفاءات Competency-Based Education (CBE)** [٢٩]

يهدف التعليم شمولية وتكاملاً في التعليم. وقد برز نتيجة الحاجة إلى تركيز التعليم الهندسي على تطوير كفاءات الطلاب وإشراكهم في تجارب الحياة الواقعية، والتأكيد على قدرات الطلاب وتعزيز الممارسات الجيدة للتعلم المتكاملة.

- **الجدارة؟** [٣٢]

الجدارة هي مجموعة متكاملة من المعارف والمهارات والاتجاهات السلوكية المطلوبة لمجال معين أو للعمل بوظيفة أو مهنة محددة.

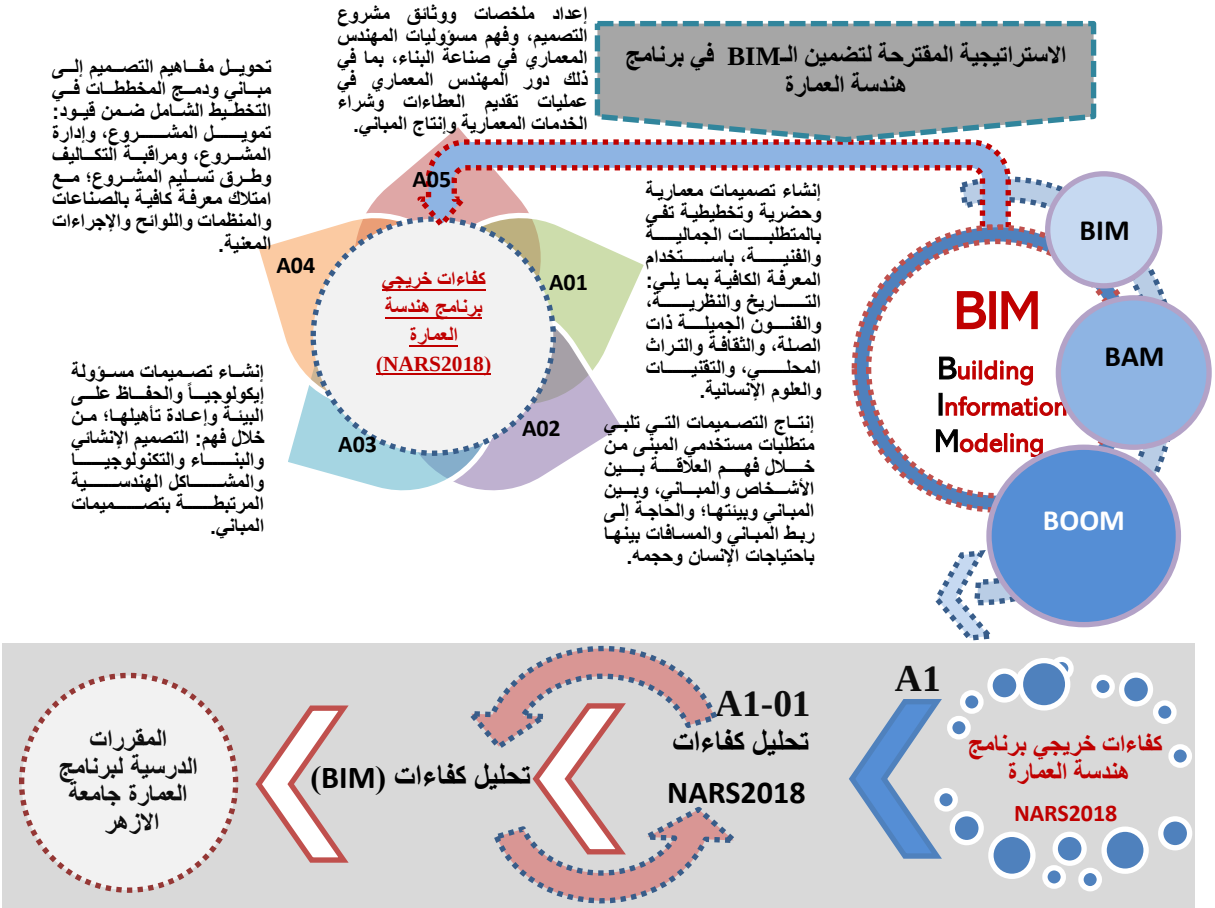
- **المنهج القائم على الجدارة(Competency-Based Education (CBC ؟** [٣٢]

منهج يركز على ما يتوقع من المتعلمين القيام به بدلا من التركيز بشكل أساسي على ما يتوقع منهم معرفته، لذا فهو منهج يعتمد على المتعلم ويتكيف مع الاحتياجات المتغيرة للطلاب والمعلمين والمجتمع، ولأنه يوطد العلاقة بين التعليم والعمل ويوفر متطلبات سوق العمل لدي الطلاب، وبالتالي يزيد من فرص توظيفهم والمنافسة محليا وعالميا، ويزيد من دافعية الطلاب ويشجعهم على المشاركة الفعالة في عملية التعليم، ويحدد أسس تقييم الطلاب من بداية إعداده حيث تستخدم الجدارات كأسس واقعية لتقييم الطلاب، ويؤهل الطلاب لمجال العمل والحياة بشكل عام لأنه يبنى على نوعين من الجدارات هي الجدارات العامة (Key Competencies)، والجدارات التخصصية الفنية (Technical Competencies).

- **كفاءات تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM).**

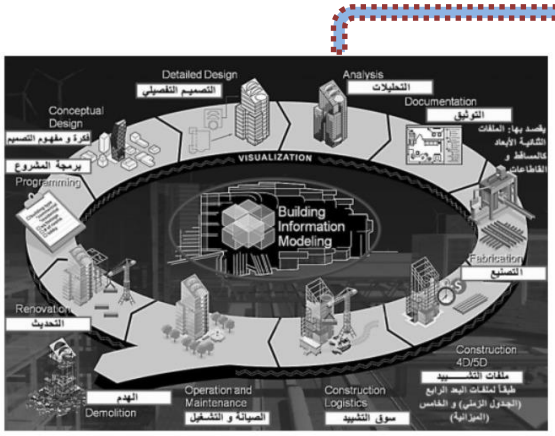
كفاءات (BIM) هي السمات الشخصية والمعرفة المهنية والقدرات التقنية المطلوبة من قبل الفرد لأداء نشاط الـ BIM أو تقديم نتيجة متعلقة بنمذجة معلومات البناء. يجب أن تكون هذه القدرات أو الأنشطة أو النتائج قابلة للقياس مقابل معايير الأداء ويمكن اكتسابها أو تحسينها من خلال التعليم والتدريب [٣٠]، وتشمل تقنية نمذجة معلومات البناء كافة مراحل المشروع كما هو موضح بالشكل رقم (١٥)، كذلك تقنية BIM نموذج أبوسعدة لتطوير التعليم وفق عملية الابداع والذي يشمل المرحلتين (الأساسية، والنهائية) كما بالشكل رقم (١٦) [11]

تم بناء الاستراتيجية كما هو موضح بالشكل رقم (١٤) وذلك من خلال تحليل كفاءات (NARS) الى كفاءات تفصيلية يمكن تحقيقها من خلال كفاءات نمذجة معلومات البناء (BIM) ويوضح الجدول رقم (٤) تحليل كفاءات خريجي برنامج هندسة العمارة وربطها بمعايير UIA وتحقيق ذلك من خلال كفاءات (BIM) وأدواتها المختلفة كما هو موضح بالجدول رقم (٥).

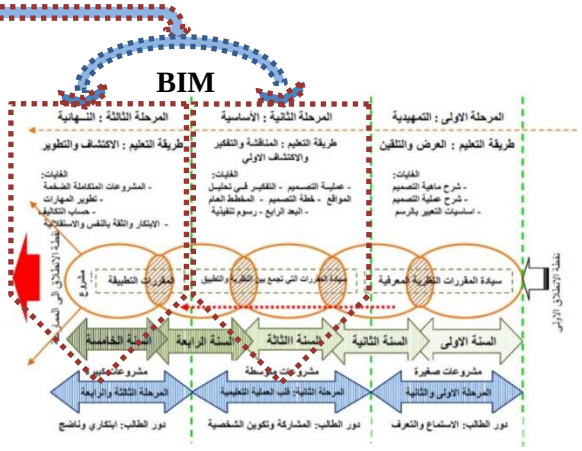


شكل رقم (١٤) يوضح الاستراتيجية المقترحة لتحقيق جدارات NARS 2018 وتضمين تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في التعليم المعماري.

*BIM Building Information Model).نمذجة معلومات البناء
*BAM (Building Assembled Model).نمذجة تنفيذ البناء
*BOOM (Building Optimized Operations Model). نمذجة إدارة وتشغيل البناء
*NARS (National Academic Reference Standards).المعايير الاكاديمية القومية المرجعية
*CBE (Competency-Based Education).التعليم القائم على الكفاءات



شكل رقم (١٥) يوضح مراحل تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM)



شكل رقم (١٦) يوضح توافق تقنية نمذجة معلومات البناء مع نموذج أبوسعدة (٢٠٠٣م) لتطوير التعليم المعماري وفق عملية الابداع [٣١]

جدول رقم (٤) يوضح ربط كفاءات NARS بمعايير UIA وتحققها بكفاءات BIM

أدوات (BIM)	كفاءات (BIM)	تحليل الكفاءات CBE	الكود CODE	فئات	UIA (١٦ معيار)	NARS	الكود CODE
P01/P02		الجوانب المعرفية للتصميمات المعمارية والحضرية والتخطيطية، ودور المعماري في المجتمع والوعي بالقيم الإنسانية والاجتماعية والثقافية.	A1-01		١. القدرة على إنشاء التصميمات المعمارية التي تلبي المتطلبات الفنية والجمالية. ٢. المعرفة الكافية بتاريخ ونظريات العمارة وما يتصل بها من فنون وتقنيات وعلوم إنسانية. ٣. معرفة الفنون الجميلة كمؤثر على جودة التصميم المعماري. ٤. المعرفة الكافية بالتصميم الحضري والتخطيط والمهارات التي تدخل في عملية التخطيط. ٦. فهم مهنة المعمارة ودور المعماري في المجتمع، لا سيما في إعداد الملخصات التي تراعي العوامل الاجتماعية. ١٢. الوعي بالمسؤوليات تجاه القيم الإنسانية والاجتماعية والثقافية والعمرانية والمعمارية والبيئية، وكذلك التراث المعماري	إنشاء تصميمات معمارية وحضرية وتخطيطية تفي بالمتطلبات الجمالية والفنية، باستخدام المعرفة الكافية بما يلي: التاريخ والنظرية، والفنون الجميلة ذات الصلة، والثقافة والتراث المحلي، والتقنيات والعلوم والمعلوم الإنسانية.	A1
	✓	المساعدة في وضع الأفكار والبدائل التصميمية (التكوين والتشكيل المعماري والعمراني والتخطيطي*) في صورة ثلاثية الابعاد واستخراج المعلومات الخاصة بكل نموذج سواء المساحات، او الاحجام، او النسب البنائية...الخ، المحقق في كل نموذج على كافة المستويات (المعمارية - العمرانية – التخطيطية)	A1-02				
	✓	توليد التصميمات و التشكيلات (البدائل التصميمية) (Generation Design) & (Parametric design) باستعمال الأدوات المختلفة لذلك	A1-03				
	✓	تقييم واختيار البدائل التصميمية الأفضل من خلال مجموعة من المعايير	A1-04				
	✓	التصور ثلاثي الابعاد من الخارج (الكتلة – الخامات – الملمس- اللون...الخ).	A1-05				
	✓	التصور ثلاثي الابعاد من الداخل (الفراغ – الخامات – الملمس – اللون - البيئة الداخلية ...الخ)	A1-06				
	✓	انشاء نماذج أولية لاختبار المفاهيم التصميمية والتنبؤ بالتكاليف والمساعدة في عملية اقتراح التصميمات المعمارية.	A1-07				
	✓	تحويل النسب الجمالية الى Parameters والتحكم بها وربط ال Parameters بمعادلات للتحكم الكامل بها	A1-08				
	✓	إمكانية محاكاة ما سيتم في البيئة الافتراضية	A1-09				
	✓	تقليل التعديلات وتوصيل الفكرة (الاستيعاب، التصور).	A1-010				
	✓	تحقيق **مفهوم التصميم المتكامل**، حيث يتم إدارة المعلومات سواء عن التصميم أو بياناته...الخ، بكل مرحلة من مراحل التصميم الى مرحلة الإدارة والتشغيل، ويشمل كذلك مرحلة التصميم العمراني والتخطيط.	A1-01				
	✓	تحقيق **مفهوم التصميم التعاوني** حيث ان مفهوم Multidisciplinary Project Team ييسر للمعماري إدارة كافة المتخصصين وترتيب قراراتهم حول المشروع في إطار فكرته التصميمية وتشكيلاته المعمارية، واجراء كافة التحليلات في ذلك.	A1-11				
	✓	إمكانية توثيق المباني التراثية من خلال دمج المعلومات النوعية والكمية في نموذج المبنى مشتملة كافة الخصائص الفيزيائية والوظيفية بالإضافة الى دمج الخصائص غير الملموسة والمتمثلة في قيمة التراث وأهميته ونشر الثقافة الخاصة به	A1-13				

أدوات (BIM)	كفاءات (BIM)	تحليل الكفاءات CBE	الكود CODE	فئات	معايير UIA	NARS	الكود CODE
P01/P02/P05	–	الجوانب المعرفية لفهم العلاقة بين الناس والمباني وبين المباني وبيئتها وكذلك الاحتياجات الإنسانية.	A2-01		٥. فهم العلاقة بين الناس والمباني، وبين المباني وبيئتها، وضرورة ربط المباني وما بينها من مساحات بما يلبي الاحتياجات والمقاييس الإنسانية. ٧. فهم أساليب التدفق وإعداد موجز لمشروع التصميم. ١٠. مهارات التصميم اللازمة لتلبية متطلبات مستخدمي المبنى ضمن القيود التي تفرضها عوامل الكلفة وأنظمة البناء.	إنتاج التصميمات التي تلبي متطلبات مستخدمي المبنى من خلال فهم العلاقة بين الأشخاص والمباني، وبين المباني وبيئتها؛ والحاجة إلى ربط المباني والمسافات بينها باحتياجات الإنسان وحجمه.	A2
	√	أحد المشروع (مدخلات العملية التصميمية) دراسات الموقع، والمعلومات الجغرافية، والدراسات البيئية، ودراسات الجدوى، الاقتصادية، والاحتياجات الإنسانية...الخ، وربط مكتبة المعلومات وقواعد بيانات العناصر التصميمية بالجديد في سوق العمل ليعطي تعاملا أكثر دقة وموضوعية للحلول المعمارية.	A2-02				
	√	أداء التصميم (التصميم المتكامل+ التصميم التعاوني+ التصميم الشامل) تحقيق ذلك من خلال تكامل المعلومات، والعمل من فريق مجموعات، والذي يؤدي إلى التصميم الشامل في أداء التصميم ورسوماته، وعناصره التكميلية، والميكانيكية، والكهربية، والصحية. على كافة المستويات بداية من التصميم المعماري والعمراني وحتى التصميم الداخلي، مع إعطاء مرونة تصميمية لتلبية الاحتياجات المختلفة والمتغيرة (Design Option)	A2-03				
	√	التحليلات المعمارية (تطبيق الأسس الأكاديمية لعلوم ونظريات العمارة في التصميم): التحليلات البصرية والحسية والبيئية ...الخ وتعتبر المرحلة الأكثر تأثيرا على هذا المعيار لأنها تلبي احتياجات الإنسان المختلفة ووظائفه داخل المبنى من الراحة النفسية والخصوصية والنهوية والإضاءة وغيرها من الاحتياجات الفسيولوجية.	A2-04				
	√	إتمام وثائق المشروع (تقديم ملف المشروع كامل): تقديم ملف المشروع في صورته النهائية فيقدم الملفات ثنائية الإبعاد2D (الرسومات الهندسية)، وثلاثية الإبعاد 3D (العرض والاظهار)، ورباعية الإبعاد 4D (الجداول الزمنية للتنفيذ)، وخماسية الإبعاد5D (جداول الحصر والكميات وحسابات التكلفة). ويتم التقييم في كل مرحلة من المراحل السابقة، وذلك لمواكبة سوق العمل	A2-05				
	√	تحقيق مفهوم التصميم المتكامل، والتعاوني، والشامل	A2-06				
	√	إمكانية محاكاة ما سيتم في البيئة الافتراضية لتقييمه وتطويره	A2-07				

* **الموهبة:** القدرة الطبيعية على اكتساب أنواع المعرفة أو المهارات العامة أو المتخصصة نسبيًا
*المؤهلات: الحصول على الدرجة العلمية وسنوات من الخبرة المهنية.
*القدرة: هي مهارة أو كفاءة أو قوة متطورة لفعل شيء ما القدرة الحالية على أداء بعض الوظائف، دون مزيد من التعليم أو التدريب
*المهارة: هي مزيج من القدرات والتقنيات والمعرفة التي تسمح لشخص ما بتحقيق مستوى عالٍ في القيام بمهمة ما.
*المعرفة: هي نوع المعرفة المطلوبة من قبل شخص ما لفهم ما يجب القيام به يحتاج الفرد إلى المعرفة لتعلم كيفية تنفيذ المهمة.
*موقف سلوك: استعداد مستقر وطويل الأمد ومكتسب للاستجابة لأشياء معينة بطريقة معينة

أدوات (BIM)	كفاءات (BIM)	تحليل الكفاءات CBE	الكود CODE	فئات	معايير UIA	NARS	الكود CODE
P01/P04	–	الجوانب المعرفية كيفية استدامة المبني وكيفية انتاج مباني خضراء ومسؤولة ايكولوجيا	A3-01	فئات المعرفة (المعلومات)	٩. المعرفة الكافية بالمشاكل المادية و التقنيات ووظيفة المباني لترويدها بالظروف الداخلية للراحة والحماية من المناخ. ١٣. المعرفة الكافية بوسائل تحقيق التصميم المستدام إيكولوجيا والحفاظ على البيئة وإعادة التأهيل. ٨. فهم التصميم الإنشائي والمشاكل الإنشائية والهندسية المرتبطة بتصميم المبنى. ١٤. تنمية كفاءة إبداعية في تقنيات البناء، تقوم على فهم شامل التخصصات وطرق البناء المتعلقة بالهندسة المعمارية.	إنشاء تصميمات مسؤولة إيكولوجيا والحفاظ على البيئة وإعادة تأهيلها؛ من خلال فهم: التصميم المتكامل والإنشائي والبناء والتكنولوجيا والمشاكل الهندسية المرتبطة بتصميمات المباني.	A3
	٧	دراسة مراحل الاستدامة على مستوى المدينة من اختيار الموقع الأمثل وتوجيه المباني لتحقيق أقصى استفادة من توليد الطاقة المتجددة والحد من استهلاك الطاقة أو المبنى من مرحلة التصميم الى مرحلة ما قبل البناء، (مرحلة التصميم، مرحلة التحليل)	A3-02				
	٧	تحليل أداء المباني واستكشاف المشكلات المتعلقة بالتشغيل المبني من حيث (الإضاءة والعزل واستهلاك الطاقة والأداء الصوتي...الخ).	A3-03				
	٧	أهمية أداء اختيار التالف المعمارية والتقنية فيما يتعلق بأداء الطاقة، والراحة الحرارية والبصرية، والجودة المناخية، وتحليلا دقيقا للحرارة، والضوء والشمس، والظلال ومحاكاة الطاقة المتجددة (أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية والحرارية)	A3-04				
	٧	تحقيق أسس التصميم المستدام (الموقع المستدام Sustainable Site- كفاءة الطاقة Materials –Water Efficiency إدارة المخلفات – Energy Efficiency كفاءة المياه (Indoor Air Quality – جودة البيئة الداخلية – Selection	A3-05				
	٧	مراعاة البعد الاقتصادي من خلال دراسة وتحليل كلا من (الجودة – الكلفة – الزمن)	A3-06				
	٧	مراعاة البعد البيئي من خلال تحليل ثلاثي الأبعاد لتقدير دورة الحياة (LCA) Life Cycle Assembled، والقدرة على اجراء مجموعة من الحسابات مثل (التكلفة، والاستهلاك، والطلب لدورة حياة الطاقة)، تحليل الواح الطاقة الشمسية وطاقة الرياح)، تحليل استخدام المياه، حساب الانارة والتهوية الطبيعية، حساب الانبعاثات الكربونية، تقديم تلخيص لأداء المبنى	A3-07				
	٧	مراعاة البعد الاجتماعي من خلال تقليل الحوادث والمخاطر وتحسن الإنتاجية وتحسن جودة الحياة، دعم فاعلية التعاون وتبادل المعلومات، وكذلك دعم عمليات الاستجابة، وتحليل البيئة الداخلية والخارجية.	A3-08				
	٧	تحقيق معايير الاستدامة المحلية والعالمية (الاجتماعية والثقافية – البيئية – الاقتصادية) مثل (LEED)، والهرم الأخضر في مصر، ونظام اللؤلؤة بدولة الإمارات...الخ	A3-09				
	٧	أداء التصميم (التصميم المتكامل+ التصميم التعاوني+ التصميم الشامل).	A3-10				
	٧	إمكانية محاكاة ما يتم في البيئة الافتراضية وتقييمه وتطويره.	A3-11				
	٧	رسم وتعديل العناصر الإنشائية الخاصة بالمباني، وتحليل الأساسات والقواعد الخاصة بالمباني، تحليل العناصر الهيكلية الخارجية للمباني تحليل البلاطات الخاصة بالأسقف للمباني. إظهار طرق التحميل على العناصر الإنشائية.	A3-12				
	٧	كيفية الدمج بين التصميم المعماري والانشائي وكشف التعارضات والاستعانة ببعض برامج النمذجة الانشائية مثل (Revit structure) لفهم التصميم المعماري والانشائي وكذلك الاعمال الإلكترومكانيكية وحل التعارضات بينها وبين التصميم المعماري والانشائي(التكامل) بين التخصصات المختلفة لحل هذه التعارضات.	A3-13				

الكود CODE	NARS	معايير UIA	فئات	الكود CODE	تحليل الكفاءات CBE	كفاءات (BIM)	أدوات (BIM)
A4	تحويل مفاهيم التصميم إلى مجسمات ومساحات المخططات في التخطيط الشامل ضمن قيود: تمويل المشروع، وإدارة المشروع، ومراقبة التكاليف وطرق تسليم المشروع؛ مع امتلاك معرفة كافية بالصناعات والمنظمات والسوابق والإجراءات المعنية.	١٥. معرفة كافية بتمويل المشروع وإدارة المشروع ومراقبة التكاليف وطرق تسليم المشروع.	*	A4-01	الجوانب المعرفية لإدارة المشروعات والعلاقة بين المالك والمقاول والاستشاري، ودراسة كافة الظروف المحيطة بالمبنى من الوقت والتكلفة والزمن وغيرها من الموضوعات التي لها علاقة بإدارة المشروع، ودراسة العناصر الحاكمة في إدارة المشروع (الوقت، التكلفة، نطاق الاعمال، الموارد، الجودة، المخاطر))	—	P01/P05
				A4-02	المرحلة الأولى: بدأ المشروع – الحاجة الى المشروع (الأسباب، الخيارات، الأرباح، التكلفة، حاجة السوق للمشروع...الخ)، وثيقة بدأ المشروع (اسم المشروع، متطلبات المشروع، المخاطر التي يمكن مواجهتها، مراحل المشروع، أهم الجهات التي يتم التعامل معها أثناء تنفيذ المشروع ...الخ)، تحديد المشاركين في المشروع وهو أي شخص يتعامل مع المشروع	٧	
				A4-03	المرحلة الثانية: تخطيط المشروع عبارة عن مجموعة من العمليات (تخطيط نطاق العمل، متطلبات العميل في المشروع، نطاق العمل، إدارة الجدول الزمني، إدارة التكلفة، إدارة الجودة، إدارة الموارد، خطة الاتصال داخل المشروع، الإدارة العقود، إدارة المخاطر، كيفية إدارة أصحاب المصلحة في المشروع)	٧	
				A4-04	المرحلة الثالثة: مرحلة التنفيذ التكامل بين الإدارة المختلفة السابق تحديدها في المرحلة الثانية (العلاقات بين المشاركين في المشروع، إدارة الموارد، إدارة المخاطر، إدارة الاتصال، إدارة العقود، إدارة الجودة)	٧	
				A4-05	المرحلة الرابعة: مرحلة التخطيط والمراقبة لكل المراحل السابقة في المرحلة الثالثة (مراقبة الجودة، التكلفة، المخاطر.... الخ)	٧	
				A4-06	المرحلة الخامسة: تسليم المشروع	٧	
				A4-07	المرحلة السادسة: الإدارة والتشغيل والصيانة	٧	
				A4-08	إمكانية محاكاة ما سيتم في البيئة الافتراضية لتقييمه وتطويره	٧	

* BIM (Building Information Management) منهجية لإدارة المشروعات إدارة معلومات البناء بداية من مرحلة التخطيط، ثم التصميم، ثم التنفيذ، ثم مرحلة الإدارة والتشغيل

* نموذج العمل IPD (Integrated Project Deliveries) يساعد ذلك المصممين والمالكين والمقاولين في تقليل الفاقد في الوقت وتحسين الإنتاجية عند تنفيذه في بداية المشروع:

- مرحلة ما قبل البناء: يسهل ادخال BIM على المهندسين المعماريين التواصل مع العملاء وإنتاج المزيد من المعلومات في خطط المشروع مقارنة بالطرق التقليدية، وبمجرد تصميم المهندسين المعماريين، سيتمكن العميل من تصور النتيجة النهائية لهذا المشروع وبمجرد الموافقة عليه، يتم تسليم التصميم إلى فريق المقاول للتنفيذ

- مرحلة البناء: تساعد البيانات في تعيين المهام بكفاءة للمقاولين الفرعيين Stub-Contractors المختلفين الذين يستخدمون النموذج ثلاثي الأبعاد D٣ وتتبع تقدم المشروع من خلال تحديث النموذج، كما يمكن للمقاولين أيضًا من ربط BIM بالجدول الزمني أثناء العمل لتحقيق الشفافية للعميل أثناء تقدم البناء خطوة بخطوة

أدوات (BIM)	كفاءات (BIM)	تحليل الكفاءات CBE	الكود CODE	فئات	NARS	الكود CODE
P03/P05	–	الجوانب المعرفية للقوانين والتشريعات والأكواد المنظمة لعملية التخطيط والبناء مثل (كود الحريق، كود كفاءة الطاقة في المباني، كود الجراجات، إدارة المشروعات، كود المستشفيات .... الخ)، والعقود الخاصة بإعمال التشييد وإعداد المستندات والوثائق وفهم مسئولية المهندس المعماري في ذلك.	A5-01		١١. معرفة كافية بالصناعات والمنظمات والتوائح والإجراءات المتضمنة في ترجمة مفاهيم التصميم إلى مباني تدمج الخطط في التخطيط الشامل.	إعداد ملخصات ووثائق مشروع التصميم؛ وفهم مسئوليات المهندس المعماري في صناعة البناء، بما في ذلك دور المهندس المعماري في عمليات تقديم العطاءات وشراء الخدمات المعمارية وإنتاج المباني.	A5
	√	مطابقة التصميم للقوانين والتشريعات المنظمة والأكواد الخاصة بالمباني السابق ذكرها وكفية تطبيقها في المباني Code Validation	A5-02				
	√	مرحلة صيانة وتشغيل وإدارة المبنى تعتبر أهم مرحلة في حياة المبنى من كافة النواحي (الاقتصادية، والبيئية، والاجتماعية)	A5-03				
	√	إعداد وثائق ومستندات المشروع (الرسومات المعمارية والانشائية والكهروميكانيكية.. الخ، وحل التعارضات فيما بينها، وكذلك مواصفات الاعمال، والمقاسات، والشروط العامة والخاصة...الخ) ووضع القيمة التقديرية للمشروع والبرنامج الزمني المتوقع لإنهاء الاعمال، وطرح المشروع، تقديم مبادئ توجيهية لتقييم العطاءات المناسبة للمشاريع، والتأهيل المسبق للمقاول هو عملية يتم من خلالها تقييم مقدم العطاء في مشروع بناء من أجل تحديد ما إذا كان مقدم العطاء لديه المهارة والقدرة والموارد المالية الكافية والقدرة المطلوبة لإكمال الأداء المطلوب للعقد المتعلق والتعرف على دور ومسئوليات المهندس المعماري وفريق العمل معه.	A5-04				

- مرحلة ما بعد البناء: تتمثل المهمة الأساسية في تسليم المشروع المكتمل للعميل وتشغيل عملية إدارة المنشأة بسلاسة، بمجرد نقل نماذج BIM إلى المالكين، سيكون لديهم معرفة بالمكون الذي يوجد فيه، وخصائصه وأيضًا الكثير من البيانات الوصفية المرتبطة به.

مشكلات عملية التسليم IPD

- مشاركة المالك، والاستشاري، والمقاول من اللحظة الأولى للتصميم.
- دراسة أهداف الاستثمار وتوحيدها، معرفة الأرباح والخسائر لمعرفة العائد الاستثماري ROI
- المسؤولية المشتركة بين المالك والمقاولين والاستشاريين في عملية البناء، مراحل التصميم والتنفيذ.
- كتابة عقد يضم فريق التصميم والتنفيذ مع المالك

خطوات عملية التسليم IPD

١. عملية وضع البرنامج المعماري وأهداف التصميم.
٢. التصور الأولي للمشروع ودراسة الفكرة التصميمية
٣. التصميم المفضل.
٤. وضع التصميمات التنفيذية للمشروع.
٥. عملية أخذ الموافقات من الجهات الرسمية.
٦. طرح العطاءات.
٧. مرحلة التنفيذ.
٨. التسليم المبدئي والنهائي.
٩. عملية إدارة المنشأة بعد التنفيذ

جدول رقم (٥) يوضح أدوات نمذجة معلومات البناء "BIM"

CODE	التقنات	أدوات BIM	الوظيفة	الموقع الالكتروني
P01	MODLING	Revite	بناء الأشكال والهياكل والأنظمة ثلاثية الأبعاد بدقة عالية وسهولة، ويقوم ببسيط عمل التوثيق، مع مراجعات فورية للخطط والارتفاعات والجداول والأقسام عند حدوث تغيير المشاريع، وتمكين فرق متعددة التخصصات من خلال مجموعات أدوات متخصصة وبيئة مشروع موحدة، كل ذلك لتحسين جودة التصميم	https://www.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription
		Vectorworks	برنامج لكل مرحل التصميم (ما قبل التصميم – تطوير التصميم- الرسومات التنفيذية.. الخ)، مسير أكثر في الاتحاد سكيب، وتصميم الإضاءة الداخلية وتأثيراتها، وبناء الأشكال المعقدة بشكل سريع وفوري	/https://www.vectorworks.net/en-US/architect/features
		ArchiCAD	تترجم أدوات التصور المعماري الاحترافية في تصميماتك المفاهيمية إلى صور مقنعة للمباني المستقبلية. ودعوة أصحاب المصلحة للمشاركة في تصميماتك، أطلق العنان لإبداعك باستخدام أدوات التصميم الخوارزمية ودعم النماذج الكبيرة، والعمل مع فريقك والتخصصات الأخرى امن أي حجم وأي تعقيد، وبمساعدة المعايير المفتوحة ومهام سير العمل	https://www.youtube.com/watch?v=EBvooR2nmIg&t=69s
		Allplan	تعاون سلس بين المهندس المعمار بين والمهندسين، التبديل بحرية بين أساليب العمل ثنائية وثلاثية الأبعاد، النظر في تنفيذ البناء في مرحلة التصميم، أقصى أداء للمشاريع الكبيرة والمعقدة، تقنية السحابة القوية للتعاون متعدد التخصصات	https://www.allplan.com/index.php?id=450
		FormIt	القيام بتحسين عمليات التصميم في مراحل مبكرة (الاسكتشات) والربط مع برنامج Revit ثلاثي الابعاد	https://www.youtube.com/channel/UCdZJr6Bo4pwBu3lQqcxlDsw/videos /https://app.formit.autodesk.com
		InfraWorks 360	استخدامه للتخطيط الأولي والتصميم التفصيلي وتصميم الطرق والجسور وتصميم	https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/360-InfraWorks-360-2016
		Dynamo	تساعد في الاعمال التكرارية وكذلك اعداد التصميمات البارمترية والتصميم التوليدي...الخ	/https://dynamobim.org
P02	Visualization	Virtual reality (VR) (Enscape)	يتيح لك الواقع الافتراضي (VR) الانغماس في عالم رقمي لتجربة العمق الحقيقي والثراء البصري للكائن الرقمي. في العالم الحقيقي، يجب أن تتفاعل بشكل تعمل مع شيء ما لكن في العالم الرقمي، أنت في عالم الشيء.	/https://enscape3d.com/educational-license
		Augmented Reality (Enscape)	يسمح لك الواقع المعزز (AR) بإحضار كائنات افتراضية إلى العالم الحقيقي، بطريقة تفاعلية ومتسقة من الناحية المكانية مع كائنات حقيقية. على عكس الواقع الافتراضي حيث تدخل عالم الكائن، فإن الواقع المعزز يجلب لك الكائن في عالمك.	/https://enscape3d.com/educational-license
		Enscape	تصور أثناء التصميم، تصدير الصور ومقاطع الفيديو عالية الجودة، راجع تصميماتك في الواقع الافتراضي	
		Lumion	يقوم بتضمين الحياة واللون والملمس في جميع مراحل التصميم، وإظهار القوي الكامنة وراء تطوير التصميم الخاص بك أو بنائه من خلال قوة الرسوم المتحركة، وإمكانية ربطه ببرامج BIM المختلفة. (وضع التصميم في بيئة افتراضية مشابهة بشكل كبير الى البيئة الحقيقية)	https://lumion.com/specifications.html

P03	P04		P05		Quantity الكميات
	Sustainable الاستدامة		Review المراجعة		
Cost X	Tally	Green building studio	Navisworks	BIM 360	حصر الكميات وحساب التكاليف ومراجعة النموذج وتحليل التعديلات المؤثرة على تكلفة المشروع
https://www.itwocostx.com/costx/products#	https://kierantimberlake.com/page/tally	https://gbs.autodesk.com/gbs	https://www.autodesk.com/products/navisworks/free-trial	https://www.autodesk.com/bim-360/	فهم التأثيرات البيئية من أجل توسيع حدود التصميم المستدام، تقييم دورة الحياة (LCA)، وهو شكل متعمق من التحليل يتم إجراؤه على المباني بأكملها، كما توفر دراسة LCAs صورة كاملة للتأثيرات البيئية. يقول فيل بيرن شتاين، نائب رئيس علاقات الصناعة الإستراتيجية في اتوديسك: "التالي في طليعة التكنولوجيا التي تمكن المهندسين المعماريين من تحقيق أفضل تصميم ممكن". "إن الحصول على فهم فوري للقرارات عند اتخاذها سيغير عملية التصميم، ويزيد من قيمة مساهمة المهندس المعماري في البيئة، ويؤدي إلى تحسين المباني بشكل كبير."	تحليل طاقة المبنى بالكامل في أكثر من ٥٠ نوعًا مختلفًا من البدائل المختلفة في المبنى، ويساعد في تحقيق معايير العمارة الخضراء للاكواد المختلفة (LEED,BREAM) وغيرها.	تصور بيانات التصميم والبناء وتوحيدها ضمن نموذج موحد، وحل مشاكل التعارض والتداخل قبل بدء البناء، مما يوفر الوقت في الموقع وفي إعادة العمل، حافظ على تعاون فرق المشروع وتواصلهم مع تكامل مشكلات	يربط مهام سير العمل والفرق والبيانات بعضها ببعض لمساعدتك على البناء بشكل أفضل." والتعاون بشكل أفضل ومشاركة البيانات بشكل آمن مع أصحاب المصلحة، مما يوفر لنا أكثر من ٩٠٪ من الوقت.	
	https://designbuilder.co.uk/				يقوم بالمحاكاة الديناميكية للطاقة وتحليل أداء المبنى، وتقييم الحلول البيئية ودراسة عناصر المبنى مثل الاستهلاك السنوي للطاقة وتحليل بيانات HVAC والتحليل المناخي.
	https://www.youtube.com/watch?v=NvS_7gCU-Ok				إجراء تحليل أداء الطاقة في المباني بكافة صورها
	https://www.autodesk.com/products/navisworks/free-trial				
	https://www.autodesk.com/bim-360/				
	https://graphisoft.com/solutions/bimx				
	https://www.bentley.com/en/products/brands/synchro				
	https://t.ly/F-BX				
	https://revizto.com/en/solutions/bim-for-architects/				

٦- النتائج

- تحقيق الجدارات (NARS2018) بتقنية نمذجة المعلومات وتضمينها في برنامج هندسة العمارة يعتبر الأفضل من ناحية الممارسة المهنية (**أكاديميا، مهنيا، حاسبياً**) حيث إنه يحقق ثلاث أهداف أساسية (**أكاديمياً**): يقضي علي تقلص مساحة الابداع للمعماري في ظل ظروف الممارسة المهنية من خلال تقنية نمذجة معلومات البناء، ويسمح للمعماري بالطلاقة الإبداعية مع تحقيق الأسس الاكاديمية، (**مهنياً**): يجعلهم الأكثر إلماما بكل أطراف العملية التصميمية بكل تعقيدات سوق العمل في يد المعماري، (**حاسبياً**): يحقق الاستفادة القصوى من نظم الحاسب الالي المعلوماتية لإنتاج مستندات المشروع. فكانت تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) أحد الحلول العلمية الشاملة للمشكلات المهنية.
- زيادة الطلب على المعماريين المواكبين لسوق العمل تحتم علينا بناء استراتيجية جديدة لمواجهاتها وتطوير التعليم المعماري
- دمج تقنية نمذجة معلومات البناء في التعليم المعماري الجامعي وتحقيقه لغالبية جدارات NARS2018 يضمن دخول عمالة جديدة في سوق العمل تتمتع بالمهارات المطلوبة ومن ثم الحد من النقص في المهارات المطلوب.
- أصبحت معايير (NARS2018) المعتمدة من قبل هيئة ضمان الجودة والاعتماد والقائمة على معايير اعتماد عالمية مثل (UIA-ABET) أصبحت ضرورة ملحة تقوم جميع برامج هندسة العمارة في مصر بتحقيقها كحد أدني.
- أثبت تقنية نمذجة معلومات البناء بأدواتها المختلفة فاعليتها في التكامل مع كفاءات خريجي برامج العمارة في مصر والتي أقرتها المعايير الأكاديمية المرجعية القومية (NARS for Engineering, 2018)
- تحقق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) بعض المفاهيم المعمارية التي كانت نظرياً هدفا أكاديمياً ينادي به في الالفية الثالثة بظهور تقنية BIM مثل((الإطار التكاملي في العمارة IAF Integrated Architecture (Framework) & التصميم المتكامل (Integrated Design) وكذلك تحقيق مفهوم التعليم التكاملي (Integrative Education) في العمارة بشكل عملي بالربط بين علم التصميم والمواد الدراسية المرتبطة به
- ابراز الدور الفعال لتقنية نمذجة المعلومات BIM في التعليم المعماري من خلال (التطبيق على المعلوماتية في البناء، تطبيق التحليلات المعمارية وتحقيق أسسها النظرية، وضوح الية التطبيق في دراسة التصميم، وتطبيق النمط المعرفي الأنسب في التعليم المعماري (الاستيعاب) مما يدفع على التعلم الذاتي).
- تميز الإصدار الثاني من (NARS) بالتركيز على (التفكير والتحليل النقدي، إظهار الصفات القيادية، العمل في فريق غير متجانس، المساهمة في تطوير المهنة، تعزيز مبادئ الاستدامة، استخدام لغات وأدوات مختلفة، التطوير الذاتي).
- التعليم القائم على الكفاءات يحقق التعلم المتكامل ويحفز التطوير الذاتي، ويسد الفجوة بين التعلم وسوق العمل.
- يمثل التحول من التعليم القائم على نواتج التعلم إلى التعليم القائم على الكفاءات أهم نقاط تطوير المعايير الأكاديمية لاعتماد البرامج الهندسية في ٢٠١٨م.
- يمكن من خلال جدارات وكفاءات خريجي برنامج العمارة NARS2018 إضافة العديد من الكفاءات التي تواكب سوق العمل واحتياجات صناعة البناء المتطورة والمتسارعة واضافاتها في خطة التحسين التي تقوم بها إدارة الجودة في معيار التعليم والتعلم، وبذلك يمكن حل القيود التي تفرضها اللوائح القديمة.
- محفزات استخدام تقنية نمذجة المعلومات (BIM) أنها أصبحت الزامية في العديد من الهيئات والمشروعات الحكومية مثل قرار الهيئة الهندسية للقوات المسلحة لتعميم تقنية "BIM"، وجود معايير واكواد خاصه بها مثل الكود المصري لتقنية نمذجة معلومات البناء الصادر ٢٠٢٠م، توفر مراكز التدريب وكذلك التعلم الذاتي علي شبكة الانترنت.
- استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) كعملية تدعم العمل التعاوني والمتكامل في المؤسسات الاكاديمية يدعم التحول إلى الجيل القادم من المهنيين المحترفين.
- تُعرَّف BIM على أنها مهارة وليست أداة، ويجب تدريسها كاستراتيجية في توصيل المعلومات الهندسية، حيث إن الحصول على فهم فوري للقرارات عند اتخاذها سيغير عملية التصميم، ويزيد من قيمة مساهمة المهندس المعماري في البيئة، ويؤدي إلى تحسين المباني بشكل كبير.
- ظهرت مجموعة جديدة من الوظائف بسوق العمل والتي لها علاقة بتقنية نمذجة معلومات البناء، والمنوط بالجهات الاكاديمية محاولات توفيرها في صناعة التشييد والبناء

- BIM Modeller
- BIM Coordinator
- BIM Architect
- BIM Manager
- BIM Consultant
- BIMTechnical Specialist
- BIM Implementation Strategist
- Energy Modeller
- 3D Visualizer
- Architectural Visualizer
- Parametric Modeller
- Computational Designer
- Environmental Designer
- Sustainability Consultant

٧- التوصيات

- إتاحة مجموعة من الكفاءات التفصيلية اللازمة للمساعدة في إعداد مصفوفات المناهج والمقررات بشكل أكثر تفصيلا
- مشاركة خبراء صناعة البناء وسوق العمل في وضع جدارات وكفاءات خريجي العمارة لتطوير التعليم المعماري.
- دعم التحول الرقمي في التعليم المعماري وفي تحقيق جدارات خريجي العمارة (NARS2018) بتضمين التقنيات الحديثة مثل (BIM) بها.
- دعم التحول الرقمي بتضمين تقنية (BIM) في التعليم المعماري لتطويره لأنه يضمن (تحسين سير العمليات، اتخاذ قرارات بالاعتماد على بالبيانات المتوفرة، تطوير القوي البشرية، الابتكار على نطاق واسع، توسيع النظم البيئية الرقمية) وكل ذلك يدفع إلى أقصى استفادة من استثماراتك الرقمية.
- تعليم BIM ليلبي متطلبات المهنيين الحاليين (بغض النظر عن المؤهلات الرسمية) والمهنيين المستقبليين (الطلاب) ومعلميهم / مدربيهم
- تعليم BIM ليشمل جميع أنماط تعلم BIM (الدورات الجامعية، ورش العمل الصناعية، ووسائل الإعلام عبر الإنترنت، والتدريب أثناء العمل ...)
- توظيف المحتوي العلمي لتقنية نمذجة معلومات البناء BIMالمتوفر على شبكة الانترنت ومحاولة توظيفه في المحتوي الدراسي لمناهج التعليم المعماري.
- يجب أن تشارك جمعيات الاعتماد والجمعيات المهنية مع الجامعات لتطوير دورات BIM تعاونية جديدة أو لدمج مبادئ وتقنيات التعاون متعدد التخصصات في مناهجها الحالية
- التعرف على وظائف نمذجة معلومات البناء BIMالمطلوبة في سوق العمل.
- يعد الإطار الأكاديمي المستنير من قبل البحث والمتخصصين في الانضباط وأصحاب المصلحة الآخرين في الصناعة شرطًا مسبقًا لتقديم تعليم BIM التعاوني داخل مؤسسات التعليم العالي
- توفير المرونة في اللوائح لمواكبة التطورات الجديدة والمتسارعة في سوق العمل.
-

٨- المراجع

١- الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد (٢٠١٥). دليل اعتماد كليات ومعاهد التعليم العالي- الإصدار الثالث.

٢- أشرف محمد سلامة (١٩٩١)، التعليم المعماري "تطوير المناهج والعملية التعليمية" (رسالة ماجستير) كلية الهندسة، جامعة الازهر

٣- محمد محمود حسن معتوق (٢٠٠٢)، "الإبداع الفني في بيئة الوسائط الرقمية كموجه لتطوير التعليم والتدريب المعماري في المستقبل" (بحث منشور) كلية الهندسة، جامعة عين شمس

٤- إيمان أحمد الشريف (٢٠٠٩)، "التقويم الذاتي ودورة في جودة التعليم المعماري" دراسة حالة برنامج الهندسة المعمارية – جامعة ٦ أكتوبر" (ماجستير) كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

٥- أسماء عبد الجواد (٢٠١٤)، "نحو طرح آلية لدعم جودة التعليم العالي" دراسة حالة التعليم المعماري في مصر" (رسالة دكتوراه) كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

٦- حنان سليمان عيسى (٢٠١٦) " تقنية نمذجة معلومات البناء ومستقبل التعليم المعماري" (بحث منشور) كلية التخطيط العمراني، جامعة القاهرة.

٧- أحمد طالب حميد (٢٠١٧) "جودة التعليم المعماري – متطلبات جودة مخرجات التعلم في قسم هندسة العمارة (الجامعة التكنولوجيا أنموذجاً)" (دكتوراه) كلية الهندسة، الجامعة التكنولوجية.

8- Malik Khalfan, “Building Information Modeling (BIM): Now and Beyond,” no. December 2012 (2016), https://doi.org/10.5130/ajceb.v12i4.3032

9- Construction, McGraw-Hill. Green BIM "How Building Information Modeling is contributing to Green Design Construction", 2010, p 50.

١٠-لولوه الخربوطلي، " استخدام أنظمة معلومات الأبنية (BIM) في مشاريع التشييد"(رسالة ماجستير) جامعة حلب، كلية الهندسة المدنية قسم الإدارة الهندسية والانشاء، (٢٠١٤)، ص ١٧.

١١-ولاء السيد يوسف (٢٠١٥م)، "تقنية BIM كأداة تطبيقية في مناهج التصميم الشامل، لتقليص الفجوة بين الدارسة الاكاديمية والواقع المهني لمادة التصميم المعماري"(بحث منشور)، جامعة الملك عبد العزيز، قسم علوم تصميم البيئة.

١٢-السيد، ع. ا. ا. م. (٢٠٠٧). معايير الجودة والاعتماد في التعليم العالي المصري في ضوء خبرات بعض الدول - تصور مقترح. المؤتمر القومي السنوي الرابع عشر - آفاق جديدة في التعليم الجامعي العربي، ص ١٦٨,١٨٩,١٩٢,١٩٦,٢٠٠,٢١٧,٢٠٦,٢١٤.

١٣- هشـــام عبد المعطي (٢٠١٦) "آليات وأدوات ونظم الجودة في التعليم- المدارس العمرية. تفعيل جودة التعليم على المستوى الإقليمي، المؤتمر السنوي الثامن. المنظمة العربية لضمان الجودة في التعليم. ص١١١.

14- Kadhim, I. J., Ali, F. K., & Haddad, A. T. H. (2017). Improving the quality of architectural learning outcomes in Iraq. Iraqi Journal of Architecture and Planning, 16(3).

15- Nasr, K. J., (2011). "Quality Assurance and Accreditation of Engineering" Programs for a Modern World. Improving Quality Assurance in Engineering Education. Journal IDEAS, No. 17, (53-59

١٦- هاني الغريب ابراهيم (٢٠٢١) "اســـتخدام نمذجة معلومات (BIM) كأداة لتوثيق التراث المعماري المصـــري" (رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، ص٣٦.

١٧-رشـا بدير. (٢٠١٧). " تطور تقنيات تشـييد المشـروعات في عصـر المعلومات وأثرها علي المنتج المعماري" (رسالة ماجستير)، جامعة الازهر. ص ٥٢

١٨- كمـال شـــوقي (٢٠١٧)"مراحل حياة المبني(Boom-Bam-Bim)" مجلة بيم اربيا العدد الســـابع، ص٣ https://bimarabia.com/

١٩-- محمد حسن خليل، (٢٠١٥)"العمارة الخضراء من واقع برامج نمذجة معلومات البناء"، (رسالة دكتوراه)، كلية الهندسة، جامعة الازهر.

٢٠- تقرير"McGraw-Hill 2008 BIM Smart Market Report"

٢١-تقرير"McGraw-Hill 2020 BIM Smart Market Report"

٢٢-موقع المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء https://hbrc@hbrc.edu.eg تاريخ الدخول ٢٠٢٢/٣م

23- Barison, Maria Bernardete, and Eduardo Toledo Santos. "BIM Teaching Strategies: An Overview of the Current Approaches." EG-ICE 2010 - 17th International Workshop on Intelligent Computing in Engineering, no. 2008, 2010.

24- - Maria Bernardete Barison, Universidade Estadual De Londrina, and Eduardo Toledo Santos, "Bim Teaching: Current International Trends," Gestão & Tecnologia de Projetos 6, no. 2 (2012): 67–80, https://doi.org/10.4237/gtp.v6i2.218.

25- Amarnath Chegu Badrinath, Yun Tsui Chang, and Shang Hsien Hsieh, "A Review of Tertiary BIM Education for Advanced Engineering Communication with Visualization," Visualization in Engineering, no. 1 (2016): 1–17, https://doi.org/10.1186/s40327-016-0038-6.

26- Panuwatwanich, Kriengsak, et al. "Integrating Building Information Modelling (BIM) into Engineering Education: An Exploratory Study of Industry Perceptions Using Social Network Data." Australasian Association for Engineering Education Conference (AAEE2013), 2013, pp. 1–9, http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2929&context=eispapers.

27- National Academic Reference Standards (NARS) Engineering, 2nd Edition 2018

٢٨-محمـد يوسـف فهمـي (٢٠٢١)" ضـمان جـودة التعلـيم المعمـاري فـي مصـر- دراسـة مقارنـة للمعـايير الأكاديميـة المرجعيـة القوميـة (NARS) مـع معـايير اعتمـاد الاتحـاد الـدولي للمعمـاريين (UIA-UNESCO) " (بحث منشور)، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الخامس عشر.

29- National Academic Reference Standards (NARS) Engineering, 2009

30- Succar, Bilal, and Willy Sher. "A Competency Knowledge-Base for BIM Learning." Australasian Journal of Construction Economics and Building - Conference Series, vol. 2, no. 2, 2014, p. 1, doi:10.5130/ajceb-cs.v2i2.3883.

٣١- هشـام جـلال أبوسـعده (٢٠٠٣)" تعلـيم التصـميم المعمـاري علـي ضـوء العلاقـة بـين عمليتـي الإبـداع والتصميم" (بحث منشور)، مجلة الامارات للبحوث الهندسية ٨(٢)٢٣-٣٤ (٢٠٠٣م).

٣٢-أشـــرف بهجت عبدالقوي (٢٠١٨)"النهج القائم على الجدارة كمدخل لتطوير التعليم الفني والتدريب المهني في مصر" (بحث منشور)، كلية الدراسات العليا للتربية، جامعة القاهرة..