Received 9 January 2019; accepted 6 March 2019.
Available online 1 April 2019

تقنية نمذجة معلومات البناء ومستقبل التعليم المعماري في مصر

د. حنان سليمان عيسى
مدرس، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان
hanan_mohamed01@m-eng.helwan.edu.eg

الملخص

تواجه صناعة البناء تحدياً كبيراً في القرن الحادي والعشرين وخاصة مع ظهور تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) Building Information Modelling والتي أحدثت تطورا كبيرا في مجالات العمارة والهندسة والبناء ووفرت وسيلة لتوثيق وإدارة التصميم خلال كامل دورة حياة المبنى من مرحلة الفكرة الأولية إلى مرحلة تطوير التصميم وإعداد الرسومات إلى مرحلة البناء وأخيرا مرحلة التشغيل وإدارة المبنى ويشهد الطلب على عمليات وتقنيات (BIM) في الوقت الحالي ارتفاعًا هائلا في جميع أنحاء العالم حتى في المناطق التي مازالت الطرق التقليدية فيها هي المهيمنة ، واتجهت حاليا العديد من الشركات لتصميم وتنفيذ مشاريع بناء باستخدام هذه التقنية ، وبالرغم من ذلك يعاني قطاع البناء من نقص واضح في المتخصصين المزودين بمهارات العمل وفق تقنية (BIM) ولذلك أصبح هناك فجوة ونقص في المهارات لهذه التقنية ، ولتلبية الاحتياجات المستقبلية لمهارات استخدام تقنية (BIM) في سوق العمل كان لابد من تدخل الأكاديميين واتخاذ خطوات جادة نحو إعداد متخصصي المستقبل.

إن تدريس تقنية (BIM) في برامج التعليم يضمن دخول عمالة جديدة لسوق العمل مستقبلاً ، تتمتع بالمهارات المطلوبة ومن ثم الحد من النقص في المهارات، ولقد بدأت بالفعل مجموعة كبيرة من الجامعات على مستوى العالم بإعداد وتطوير مقرراتها الدراسية لتلبية هذا الطلب وتزويد الطلاب بالخبرات والمهارات اللازمة للتعامل مع هذه الأدوات التقنية الجديدة ، وبالرغم من أن هذه المحاولات التعليمية لاتزال جديدة نسبياً وتعتمد على أنظمة تعليمية لم يتم تطويرها بعد ، إلا إنها تعتبر رسالة واضحة تؤكد على إدراكها لأهمية تقنية (BIM) كعنصر أساسي في مناهج التعليم المعماري في المستقبل.

وبالنظر لمعظم المناهج الدراسية في التعليم المعماري الجامعي في مصر نجد هناك تركيز كبير على تعليم وتدريس تقنية التصميم بمساعدة الحاسب CAD والقليل أو انعدام التركيز على تعليم تقنية (BIM) ونتيجة لذلك فإن معظم خريجي العمارة في مصر لا تمتلك ما يكفي من المعرفة أو المهارة في استخدام تقنية (BIM) مما يخلق فجوة كبيرة بين الأوساط الأكاديمية وصناعة التصميم والبناء في مصر.

وتقوم هذه الدارسة على تحليل وفهم أهم المنهجيات والاتجاهات لتضمين تقنية (BIM) في مناهج التعليم وعلى تحليل ومقارنة الاستراتيجيات الحالية لتدريس تقنية (BIM) داخل مناهج التعليم المعماري وأهم الاتجاهات والتجارب العالمية والتعرف على أهم العقبات والتحديات التي واجهتها، ثم دراسة وتحليل الوضع الحالي لتقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر وكيف يتم تدريسها في عينة من أقسام العمارة بالجامعات المصرية الحكومية والخاصة وذلك بهدف الوصول لصياغة إطار لمنهجية دمج تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) بفاعلية ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر.

الكلمات الدالة

نمذجة معلومات البناء، التعليم المعماري، استوديو التصميم المتكامل، استوديو التصميم متعدد التخصصات.

المقدمة

مع نمو صناعة التشييد والبناء في جميع أنحاء العالم أصبحت المشاريع أكثر تعقيداً وصعوبة ليتم تصميمها وإدارتها من قبل مصمم واحد، كما أن تدفقات المعلومات والبيانات يزداد تعقيدا مع متطلبات المشاريع المتزايدة التعقيد، وعلى مدى المئة عام الماضية، هناك العديد من الأنظمة تم إضافتها لعمليات تصميم مشاريع البناء مثل (الاتصالات، الأمن، مواقف السيارات تحت الأرض، تكييف الهواء، والاستدامة....الخ) وعلى الرغم من أن الأساليب التقليدية قد نجحت إلى حد ما في معالجة بعض قضايا التصميم، إلا أنه قد عانت المشاريع من ضعف الكفاءة والإنتاجية، وقد أدى عدم التعاون وتبادل البيانات الناتج عن استخدام الطريقة التقليدية إلى فقدان البيانات وسوء الفهم والسهو وزيادة التكالي (Azhar, Khalfan & Maqsood, 2012) ، وبالتالي أصبح من الضروري لهذه الأنظمة وفرق العمل وجود بيئة واحدة يعمل فيها العديد من الخبراء معاً يتشاركون فيها المعلومات

والبيانات بينهم بسهولة مما يساعد على تحقيق كفاءة وجودة أفضل لعمليات التصميم والبناء ولإعداد مشروع لا يعوقه تعقيد المباني، ليس فقط أثناء التصميم والبناء ولكن أيضًا أثناء التشغيل والصيانة، وكحل لذلك زاد الإقبال في السنوات الأخيرة على استخدام تقنية (BIM) داخل الشركات مما كان له تأثير كبير على صناعة البناء، وزاد الاعتماد على تقنية (BIM) نتيجة للعديد من العوامل من أهمها : الحاجة إلى إدارة متكاملة لمعلومات وبيانات المبنى بصورة رقمية خلال دورة الحياة الكاملة له ، وبالرغم من ذلك يعاني قطاع البناء من نقص واضح في المتخصصين المزودين بمهارات العمل وفق تقنية (BIM) ولذلك أصبح هناك فجوة ونقص في المهارات، ولتلبية الاحتياجات المستقبلية لمهارات استخدام تقنية (BIM) في سوق العمل كان لابد من تدخل الأكاديميين واتخاذ خطوات جادة نحو إعداد متخصصي المستقبل لتحقيق التوازن بين العرض والطلب.

ولقد بدأت بالفعل مجموعة كبيرة من الجامعات على مستوى العالم بتطوير مناهجها التعليمية على نطاق واسع لتلبية هذا الطلب وتزويد الطلاب بالخبرات والمهارات اللازمة للتعامل مع هذه الأدوات التقنية الجديدة، وبالرغم من أن هذه المحاولات التعليمية لاتزال جديدة نسبياً وتعتمد على أنظمة تعليمية لم يتم تطويرها، بالإضافة لوجود قصور واضح في فهم استراتيجيات تضمين تقنية (BIM) في المناهج التعليمية القائمة لتعزيز التعاون بين التخصصات المختلفة في صناعة البناء إلا إنها تعتبر رسالة واضحة تؤكد على إدراكها لأهمية تفعيل تقنية (BIM) كعنصر أساسي في مناهج التعليم المعماري في المستقبل.

إشكالية البحث

بالنظر لمعظم مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر نجد أن هناك تركيز كبير على تعليم وتدريس تقنية التصميم بمساعدة الحاسب CAD والقليل أو انعدام التركيز على تعليم تقنية (BIM) ونتيجة لذلك فإن معظم خريجي العمارة في مصر لا تمتلك ما يكفي من المعرفة أو المهارة في استخدام تقنية (BIM) مما يخلق فجوة بين الأوساط الأكاديمية وصناعة التصميم والبناء في مصر ويعاني معظم خريجي العمارة من بعض الانفصام بين ما يتلقاه أثناء فترة دراسته من معلومات وما يحتاج أن يكون ملما به في ممارسته المهنية، لعدم إدراكه لمتطلبات واحتياجات وتقنيات سوق العمل ، ومن هنا جاءت الحاجة لتطوير مناهج التعليم المعماري لتواكب هذه التطورات التقنية من خلال دمج تقنية (BIM) ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر لسد هذه الفجوة.

أهداف البحث

هناك العديد من العقبات المتعلقة بدمج تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر مثل نقص المصادر الأكاديمية واحتياجات صناعة البناء بالإضافة لوجود نقص كبير في الدراسات والأبحاث العلمية لتقييم مدى فعالية الطرق الحالية المستخدمة في تدريس تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري ولذلك فإن الأهداف الرئيسة للبحث هي:

١- التعرف على مجموعة من المفاهيم التي تتعلق باستخدام تقنية نمذجة المعلومات في قطاعات الصناعة والتعليم.

٢- تحليل وفهم أهم المنهجيات الحالية لتضمين تقنية (BIM) في مناهج تعليم العمارة والهندسة والبناء (AEC).

٣- تحليل ومقارنة الاستراتيجيات التعليمية الحالية لتدريس تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري وأهم الاتجاهات والتجارب العالمية.

٤- تحليل ومقارنة الوضع الحالي لتدريس وتعليم تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري في عينة من أقسام العمارة بالجامعات المصرية الحكومية والخاصة.

٥- صياغة منهجية لدمج وتضمين تقنية (BIM) بفعالية ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر.

منهجية البحث

تقوم الدراسة على مراحل أساسية يتم فيها استخدام المناهج التالية:

١- المنهج الوصفي التحليلي في التعرف على مجموعة من المفاهيم التي تتعلق باستخدام تقنية نمذجة المعلومات في قطاعات الصناعة والتعليم ثم تحليل وفهم المنهجيات الحالية لتضمين تقنية BIM في التعليم الهندسي

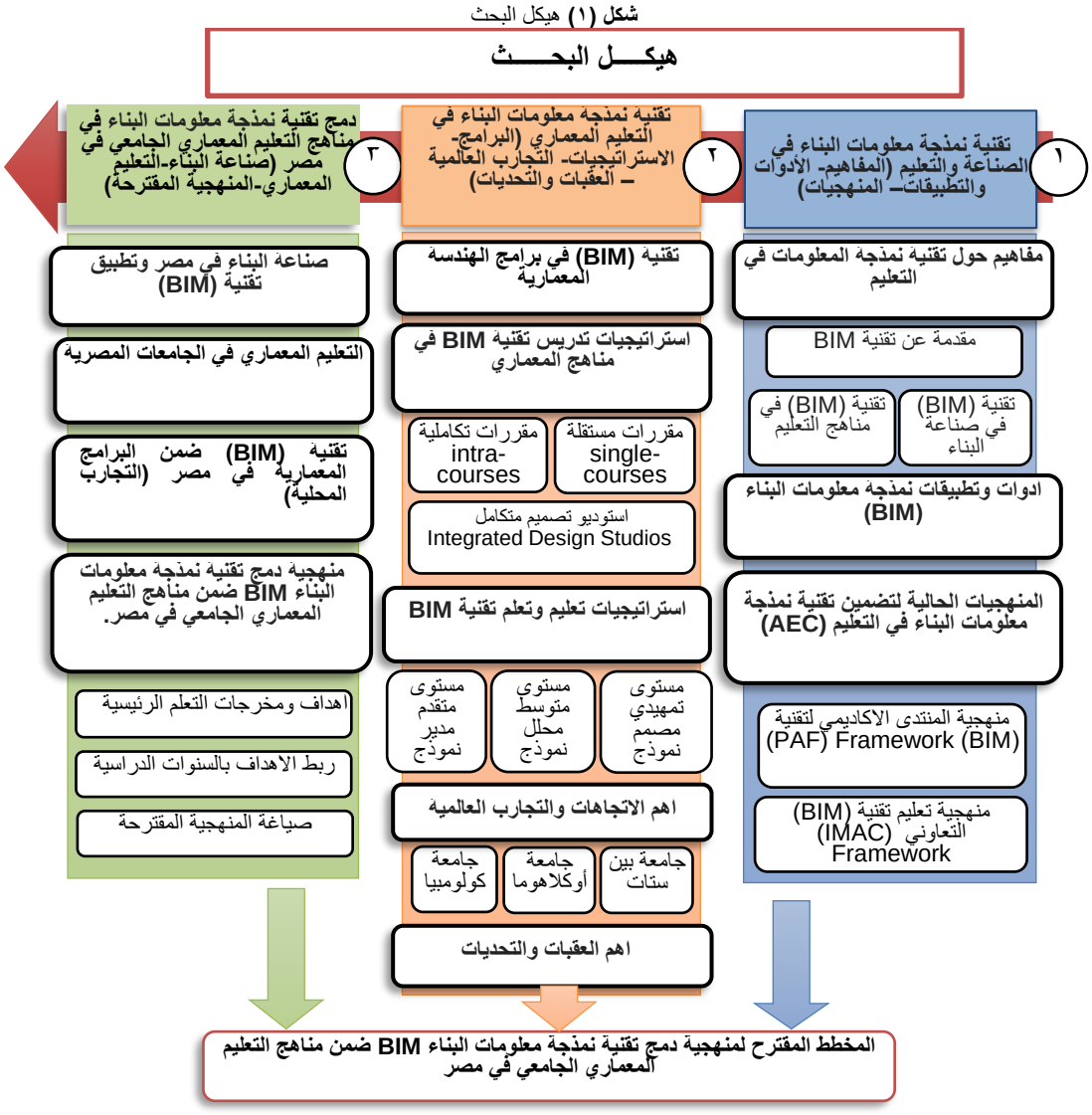
٢- المنهج التحليلي المقارن: تحليل ومقارنة أهم الاستراتيجيات التعليمية الحالية لتدريس تقنية BIM في مناهج التعليم المعماري وأهم الاتجاهات والتجارب العالمية لتدريسها والتعرف على أهم العقبات التي واجهتها ثم تحليل ومقارنة الوضع الحالي لتقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر وكيف يتم تدريسها في عينة من أقسام العمارة بالجامعات المصرية الحكومية والخاصة.

٣- المنهج الاستنباطي: في الوصول لمنهجية دمج تقنية BIM بفاعلية ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر.

هيكل البحث

تقوم الدراسة على ٣ مراحل رئيسية ((.

شكل (١) هيكل البحث



المصدر: الباحث

المرحلة الأولى/ تقنية نمذجة المعلومات في الصناعة والتعليم (المفاهيم - الأدوات والتطبيقات - المنهجيات)

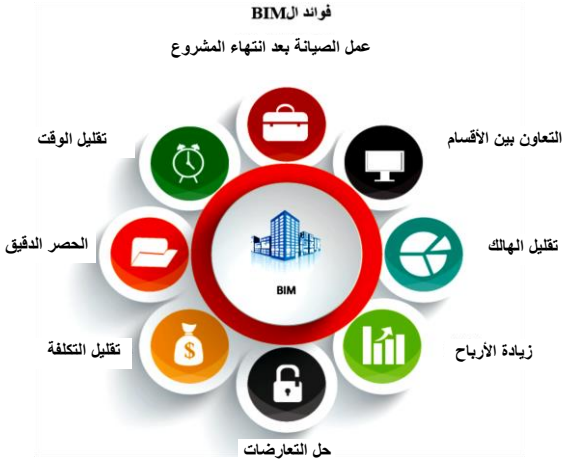
١ مفاهيم حول تقنية نمذجة معلومات البناء في الصناعة والتعليم

١ /١ مقدمة عن تقنية نمذجة معلومات البناء

نمذجة معلومات البناء (BIM) هي منهجية مبتكرة أحدثت تطوراً كبيراً في مجالات العمارة والهندسة والبناء Architecture, Engineering and Construction (AEC) ووفرت وسيلة لتوثيق وإدارة التصميم

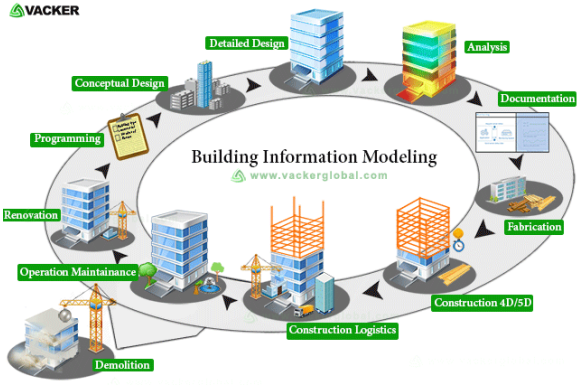
من مرحلة الفكرة الأولية إلى مرحلة تطوير التصميم وإعداد الرسومات إلى مرحلة البناء وأخيرا مرحلة التشغيل وإدارة المبنى كما تساعد في تحسين الاتصال والتعاون بين الجهات المعنية في مشروع البناء من خلال نظام ديناميكي يساعد على إدارة المعلومات خلال كامل دورة حياة المبنى ليس فقط أثناء التصميم والبناء ولكن أيضًا أثناء التشغيل والصيانة (**شكل (٢)**)، حيث توفر إمكانية تبادل المعلومات بين المساهمين في أي مشروع من خلال تخزين كل المعلومات في قاعدة بيانات خاصة بالمشروع يمكن استعراضها في أي وقت وبسرعة كبيرة وبتفصيل أكثر، ويتم التعامل مع عناصر المبنى على أنها كائنات رقمية موصفة تمثل مكونات المبنى الحقيقية والتي تتيح لكافة العاملين في قطاع البناء والتشييد من عملاء وملاك ومهندسين ومقاولين الحصول على نموذج ثلاثي الأبعاد بتفاصيل دقيقة للمبنى، وهي بالتالي ليست مجرد أداة جديدة ولكنها ثورة تحدث تغيير نوعي في العمليات والممارسات والسلوكيات وقيادة الكفاءة أثناء التصميم والبناء (**شكل (٣)**).

شكل (٢) فوائد تقنية نمذجة معلومات البناءBIM



المصدر: (سليم، ٢٠١٦)

شكل (٣) استخدامات تقنية نمذجة معلومات البناء BIM خلال كامل دورة حياة المشروع



المصدر: https://ar-sa.vackerglobal.com (تاريخ الاستخدام: ٢١ سبتمبر ٢٠١٨)

١ /٢ تقنية نمذجة المعلومات في صناعة البناء

لقد تم اعتماد تقنية (BIM) مؤخراً على نطاق واسع داخل قطاعات صناعة العمارة والهندسة والبناء (AEC) ولقد ساعدت بشكل كبير في الحد من المشكلات أثناء عملية التصميم والتشغيل وإدارة المشروعات ، وساهمت في زيادة كفاءة المشروعات وإنتاجية الفريق (McGraw-Hill, 2014) إن تقنية (BIM) ليست مجرد أداة جديدة ولكنها طريقة مختلفة للعمل مع برامج الكمبيوتر المتقدمة، ولقد لعبت دوراً رئيسياً في مساعدة شركات البناء لإيجاد حلول تصميمية أكثر فعالية وتحسين العمل في بيئة النمذجة ثلاثية الأبعاد، وبالرغم أنه مازالت تُقدم المشاريع من خلال الرسومات الثنائية الأبعاد الإلكترونية أو الورقية (المساقط، الواجهات، القطاعات ....) إلا أن استخدام تقنية (BIM) أحدث تطوراً كبيراً في كيفية التنسيق والتعاون حيث يتمكن فريق العمل المشاركون في مشروع واحد العمل معا بالمزيد من المشاركة مع عدد أقل من الأخطاء، كما تساعد الشركات على إدارة الجودة والميزانية والوقت في مشروعاتهم خاصة عندما يتطلب العمل التنسيق بين مجموعة متنوعة من العمال المتخصصين، وبالتالي يمكن تغطية دورة حياة المشروع بأكملها، وبذلك أصبحت تقنية (BIM) منهج متكامل

للتصميم وحلاً للقضايا الرئيسية في صناعة البناء وقد حفز ذلك الحكومات والملاك على المطالبة بتطبيق تقنية (BIM) ضمن مشاريعهم.

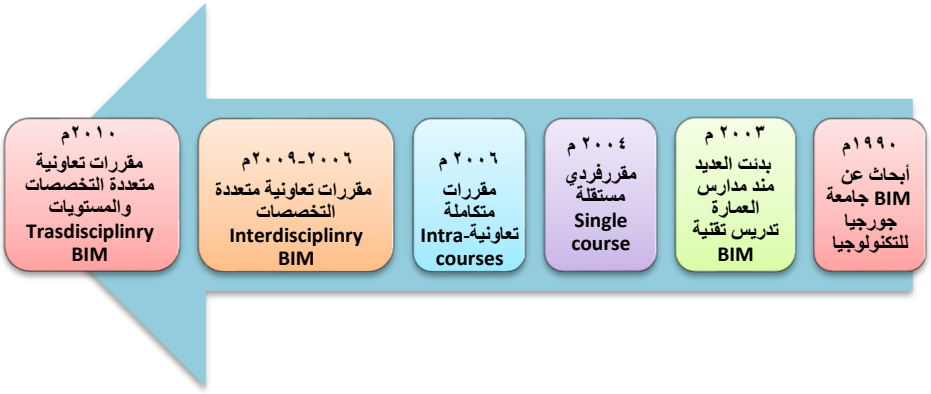
إن صناعة التشييد تتغير بخطى متسارعة، ويُعتبر تطوير أدواتها التقنية أهم سمات هذا التغيير وفي المستقبل القريب سيتم فرض استخدام تقنية (BIM) في صناعة العمارة والهندسة والتشييد (AEC) في جميع أنحاء العالم وبالتالي فإن أولئك الذين لم يتكيفوا مع التغير الجديد ولا زالوا غير مستعدين له سوف تتأثر شركاتهم بشكل كبير.

وتتفق الصناعة والمؤسسات الأكاديمية حالياً على ضرورة مواكبة التطورات المتلاحقة في تكنولوجيا المعلومات وعلى أن فرص التوظيف الأوفر التي تُتيحها تقنية BIM لمستخدميها تجعل من الضرورة لأية جهة أكاديمية أن تعيد النظر في المناهج التي تقوم بتدريسها كي تستوعب هذه النقلة التقنية من الناحية العلمية، وتقوم بتقديم هذه الأدوات التقنية الحديثة في برامجها، يُعد الدور الذي تقوم به المؤسسات الأكاديمية بكونها "مفاتيحاً لسوق العمل" إحدى سمات النجاح أو الفشل في تطبيق معايير جودة التعليم والتي تتميز به عن بعضها البعض.

١ /٣ تقنية نمذجة معلومات البناء في مناهج التعليم

الطلب المتزايد على تنفيذ (BIM) في مشاريع صناعة "العمارة والهندسة والتشييد" (AEC) شجعت الأكاديميين لبدء التفكير في تضمين أدوات (BIM) ضمن المناهج الدراسية ويوجد أكثر من ١٠٣ الجامعات في جميع أنحاء العالم تقوم بتعليم تقنية (BIM) ضمن المناهج الدراسية الخاصة بهم (Barison & Santos, 2010). كما تعمل رابطة كليات ومدارس العمارة The Association of Collegiate Schools of Architecture (ACSA) في الولايات المتحدة الأمريكية مع شركة أوتوديسك لتضمين تقنية (BIM) ضمن البرامج المعمارية (Gregory et al., 2013) ، وهناك فوائد كثيرة تعود على البرامج الأكاديمية من خلال تضمين (BIM) في المناهج الدراسية بها فلقد ساعدت بيئة النمذجة ثلاثية الأبعاد باستخدام أدوات تقنية (BIM) الطلاب على فهم أكبر لتكامل أنظمة البناء (Livingston, 2008) كما أن التعليم باستخدام أدوات (BIM) يقودهم إلى الإبداع وفهم الرسومات وتعلم كيفية إدارة المشاريع وفهم العلاقة بين تخصصات المشروع وحساب وجدولة الكميات والوقت وتقدير التكلفة (Peterson et al., 2011).

شكل (٤) مراحل دخول تقنية BIM في قطاعات التعليم (AEC)



المصدر: الباحث

- بدأ تدريس تقنية (BIM) ضمن التعليم (AEC) في منتصف التسعينات من القرن العشرين وأجريت أبحاث عنها في جامعة جورجيا للتكنولوجيا كما استخدمت كلا من جامعة جورجيا للتكنولوجيا وجامعة تكساس تطبيقات نمذجة (BIM) في تعليم طلابهم (Barison & Santos, 2010) (**شكل (٤)**).
- في عام ٢٠٠٣م قامت جامعة مينيسوتا Minnesota بتدريس برنامج ريفيت (Revit) في كلية الهندسة المعمارية (Mandhar & Mandhar, 2013) وبعد أربع سنوات من تدريسه للطلاب قال رئيس كلية الهندسة المعمارية " نحن الآن نفهم نقاط القوة والضعف بشكل أفضل، وبعد رؤية النتائج في أول استديو تصميم، لدينا ثقة كبيرة بأنه من خلال تقديم تقنية (BIM) في مناهجنا الدراسية في وقت مبكر فإننا سوف نقدم مهندسين معماريين ذوي تفكير نقدي ومهارات عالية" (Autodesk, 2007).
- في بداية القرن العشرين بدأت العديد من المدارس لتعليم تقنية (BIM)، ففي عام ٢٠٠٣م درست الكلية التقنية لمنطقة ماديسون في الولايات المتحدة ثلاث تطبيقات معمارية من أوتوديسك هي (Intro to

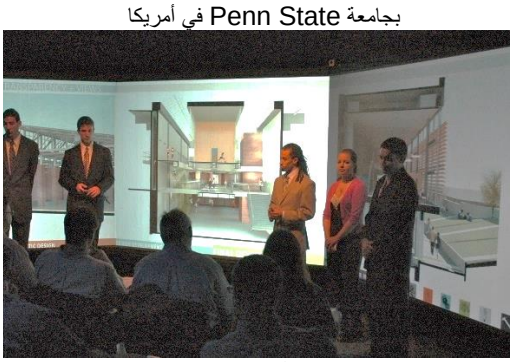
Revit – Revit MEP – Advance Revit) وبعد عام من ذلك اعتمدت جامعة كاليفورنيا تقنية (BIM) ضمن برنامج إنشاء المباني وقد استخدموا أدوات (BIM) لمساعدة الطلاب على فهم كيفية حساب الكميات وتقدير التكلفة المقدرة (Mandhar & Mandhar, 2013).

- في عام ٢٠٠٦م وصل مفهوم دمج (BIM) ضمن برامج العمارة إلى الذروة، وقُدمت العديد من الأفكار حول كيفية تضمين تقنية (BIM) داخل المناهج الدراسية، وقد قدمت جامعة بنسلفانيا فكرة استوديو التصميم المتكامل Integrated Design Studio (IDS) لتدريس مجموعات من الطلاب مختلفة التخصصات باستخدام تقنية (BIM) وتم اختيار مشروع من الواقع لطلاب من تخصصات مختلفة (الهندسة المعمارية والإنشائية والميكانيكية والإضاءة والهندسة الكهربائية) وإعطاءهم سيناريو حقيقي لتصميم مبنى له برنامج وموقع محدد وميزانية فعلية (Penn State University, 2012) .

- وفي عام ٢٠٠٨م بدأ تدريس تقنية (BIM) في استوديوهات التصميم المتخصصة Interdisciplinary BIM Studio (شكل (٥)) التي تجمع بين طلاب من ستة برامج مختلفة وحدث التحول من طريقة تدريس تقنية (BIM) في مقررات قائمة بذاتها إلى أسلوب متعدد التخصصات يمكن أن يكون حجر الزاوية لعهد جديد في طريقة التعليم لتقنية (BIM) (Repko, A. F, 2012).

- ومنذ عام ٢٠١٠م تتجه 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، والتي تضم طلاب من جميع المستويات ومن جميع برامج العمارة والهندسة والبناء (Dederichs, A. Et al, 2011).

شكل (٥) استوديو التصميم بين التخصصات Interdisciplinary BIM Studio بكلية العمارة والفنون بجامعة Penn State في أمريكا



المصدر:
https://artsandarchitecture.psu.edu/
(تاريخ الاستخدام: ٢١ سبتمبر ٢٠١٨)

شكل (٦) استوديو تصميم مشترك بين المستويات وعبر التخصصات المتعددة Transdisciplinary BIM Studio

المصدر:
http://cdn.archinect.net/images/1200x/hn/hngr52v5h1o2qt3.jpg (تاريخ الاستخدام: ٢١ سبتمبر ٢٠١٨)

١ /٤ أدوات وتطبيقات نمذجة معلومات البناء المستخدمة في المؤسسات الأكاديمية

في مجال التصميم بمساعدة الحاسب الألي قد تم إدخال البرنامج الأكثر شعبية لطلاب الهندسة والعمارة وهو الأوتوكاد AutoCAD ، وتقدم أغلب مؤسسات التعليم (AEC) الأوتوكاد في مرحلة مبكرة من الاستوديوهات الجامعية ومعامل الحاسب الألي ، ويوفر الأوتوكاد مميزات هندسية عديدة لرسم الخطوط والأسطح والكتل، إلا انه يتعامل مع المبنى كمجموعة من الخطوط والنقاط والمنحنيات، بينما تعتمد تقنية (BIM) على تصميم عناصر المبنى المختلفة لا كأشكال هندسية ثنائية أو ثلاثية الأبعاد فقط بل كعناصر لها خصائصها الفيزيائية والميكانيكية والكهربائية ، وهناك العديد من أدوات وتطبيقات تقنية (BIM) يتم حاليا تدريسها في قطاع التعليم (AEC) مثل (الريفيت Revit – الأركي كاد ArchiCAD - تكلا Tekla – بنتلي Bentley) وأكثرها استخداما برنامج ريفيت Revit ، وعلى المؤسسات الأكاديمية اختيار البرنامج الأفضل لطلابهم والذي يتناسب مع سوق العمل (Rodriguez, 2014)، حيث أن صناعة البناء لها دور مباشر في اختيار التطبيق الذي سيتم تدريسه للطلاب، فعلى سبيل المثال قامت كلية العمارة والتصميم بجامعة نيوجيرسي New Jersey للتكنولوجيا بتدريس تقنية (BIM) لطلابهم في مرحلة الدراسات العليا من خلال مقررات فردية وذلك نتيجة لزيادة الطلب من الشركات المعمارية على مهندسين معماريين مؤهلين في تقنية (BIM)(Mandhar & Mandhar, 2013) ، واستفاد

الطلاب من تقنية (BIM) في عملية اتخاذ القرارات التصميمية في القضايا التي تتجاوز النواحي الجمالية مثل الاستدامة والتكلفة وإدارة البناء (Rudesill, 2007).

٢ المنهجيات الحالية لتضمين تقنية نمذجة معلومات البناء في التعليم

في الآونة الأخيرة أنشئت 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 صناعة البناء بالمتخصصين المزودين بمهارات العمل بتقنية (BIM)، بعض هذه المجموعات قامت بتخطيط منهجيات لتضمين تقنية (BIM) داخل مناهج التعليم (AEC)، وفيما يلي سيتم تحليل أهم هذه المنهجيات:

٢ /١ منهجية المنتدى الأكاديمي لتقنية نمذجة معلومات البناء في المملكة المتحدة

المنتدى الأكاديمي لتقنية (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 منتدى 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 يعرض مخرجات التعلم المقترحة لمستويات التعليم الجامعي (جدول (١)) (BIM Academic Forum, 2013) .

جدول (١) مخرجات التعلم لمنهجية منتدى

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)

المصدر: (BIM Academic Forum, 2013) - (PAF)

وتنقسم نتائج التعلم الرئيسية في كل مرحلة إلى ثلاثة مستويات على أساس المستويات الأكاديمية:

- المستوى الرابع: (السنة الأولى من الدراسة الجامعية): وفي هذه المرحلة يكتسب الطلاب فهم شامل للوضع الحالي لصناعة العمارة والهندسة والبناء (AEC) والأدوار الرئيسية والتخصصات التي ينطوي عليها تنفيذ المشاريع وتحديد طبيعة ودور كل تخصص ولماذا تحتاج الصناعة إلى تحسينات كبيرة في الإنتاجية وتغيير طرق العمل التقليدية السائدة، كما يتم تعريفهم بكيفية إعداد البيانات وإصدارها ومشاركتها وكذلك التقنيات المستخدمة لدعم وتشجيع العمل التعاوني، وما هو دور نموذج (BIM) في هذه الحالة.

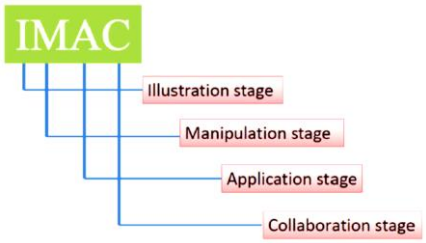
- المستوى الخامس: (السنة الثانية): يكتسب الطلاب المعرفة والفهم لدور نموذج (BIM) كمحرك للعمل التعاوني مع الأخذ في الاعتبار جميع الأدوار والمسؤوليات ودورة الحياة الكاملة للمشاريع والتكلفة.

- المستوى السادس: (السنة الثالثة): في هذا المستوى يكون هناك تركيز أكبر على بناء الكفاءة والمعرفة حول الأشخاص والأنظمة والعمليات التي تتطلبها تقنية (BIM) ويشمل ذلك القدرة على التعبير الكامل عن فوائد نموذج (BIM) والوعي بالتأثيرات الثقافية والتنظيمية والتغيير اللازم لاعتماد نماذج (BIM) وفهم التقنيات المتاحة ووسائل تبادل البيانات والمعايير والبروتوكولات والطرق الجديدة للعمل في المشاريع والعمل الجماعي وبيئة العمل التعاونية.

٢/ ٢ منهجية تعليم تقنية نمذجة معلومات البناء التعاوني

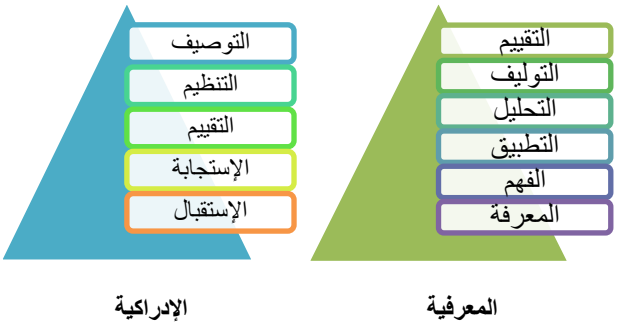
صمم جنيفر ماكدونالد (Jennifer Macdonald, 2012) خطط لتعليم تقنية (BIM) وسماه (Framework IMAC) لمساعدة الأكاديميين على تطوير مقرراتهم من أجل تحسين التصميم التعاوني داخل قطاعات تعليم (AEC) ويهدف المخطط إلى إعادة تطوير المناهج القائمة في جامعة التكنولوجيا بسيدني وجامعة جنوب أستراليا وجامعة نيوكاسل، وينقسم إلى أربعة مراحل ومستويات مختلفة من الإنجازات هي: (التوضيح Illustration ، المعالجة Manipulation ، التطبيق Application والتعاون Collaboration) (شكل (٧))، وقد ارتبطت هذه المراحل بتصنيف بلوم bloom لأهداف التعلم المعرفية والإدراكية (شكل (٨)) ، وفيما يلي وصف لكل مرحلة من المراحل الأربعة (Macdonald, 2012).

شكل (٧) المراحل الأربعة لمنهجية IMAC



المصدر: (Macdonald, 2012)

شكل (٨) تصنيف بلوم لأهداف التعلم المعرفية والإدراكية



المصدر: الباحث من (Macdonald, 2012)

- مرحلة التوضيح Illustration: (المعرفة / الفهم / الاستقبال / الاستجابة) وتهدف هذه المرحلة إلى أن تكون مرحلة تمهيدية يُعرض فيها مفهوم تقنية (BIM) لطلاب العمارة والهندسة والبناء (AEC) في أقسام منفصلة، ويستخدم كل قسم نموذج متطور لاستكشاف المبنى ولمساعدة الأكاديميين في تسليط الضوء على مكونات النموذج من أجل مساعدة الطلاب على فهم كيفية عمل المباني.

- مرحلة المعالجة Manipulation: (الفهم / التطبيق والاستجابة / التقييم) ويبدأ الطلاب في هذه المرحلة استخدام نماذج (BIM) جاهزة ويطلب منهم إجراء تغييرات قليلة عليها أو إنشاء عناصر بسيطة مما يساعد الطلاب في تطوير مهاراتهم في مجال تكنولوجيا المعلومات والعمل الجماعي.

- مرحلة التطبيق Application : (التطبيق / التحليل والتقييم / التنظيم) في هذه المرحلة يجب أن يكون لدى الطلاب المعرفة النظرية الأساسية والبدء في تطبيق هذه المعرفة لحل المشاكل المتعلقة بتخصصاتهم، حيث يقوم طلاب الهندسة المعمارية ببناء نموذج (BIM) من الصفر وتطوير مهاراتهم في وضع النموذج للعمل الجماعي، ويتعلم طلاب الهندسة كيفية تحليل نموذج (BIM)، ثم يقوم الطلاب في قسم البناء بتطوير الجداول للتكلفة والمواد والخدمات في الموقع ، كما يتم تدريس مبادئ التصميم المستدام وكيف يمكن استخدام أدوات (BIM) للمساعدة في ذلك لجميع التخصصات وكيفية تبادل المعلومات وتقاسم البيانات مع التخصصات الأخرى .

- مرحلة التعاون Collaboration: (التوليف / التقييم والتوصيف) وفي هذه المرحلة تعمل التخصصات المتعددة للطلاب معاً في مشروع مشترك ويساعد الطلاب بعضهم البعض على فهم المسائل المتعلقة بالتخصصات الأخرى وتحتوي المجموعات على طالب من كل تخصص من أجل سد الفجوة بين أقسام العمارة والهندسة والبناء (AEC) ويمكن أن تكون نماذج (BIM) شبه مكتملة ويتم تكليف الطلاب

بإجراء بعض التغييرات عليها نتيجة للمعلومات المشتركة الجديدة، كما يتعلم الطلاب أنواع مختلفة من التعاقد تسهل وتحسن العمل التعاوني.

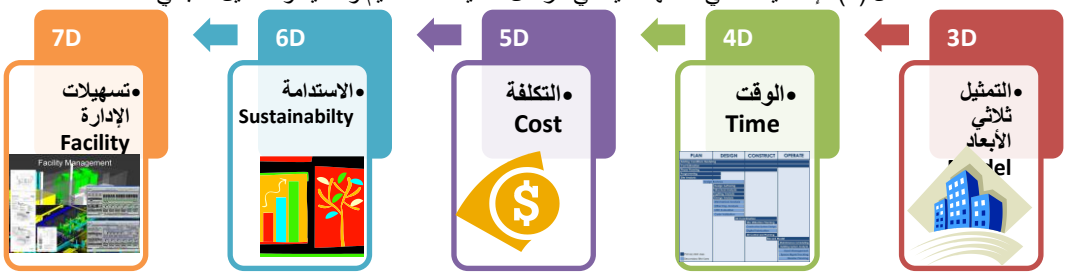
المرحلة الثانية/ تقنية نمذجة معلومات البناء في التعليم المعماري – الاستراتيجيات - الاتجاهات والتجارب - العقبات والتحديات

٣ تقنية نمذجة معلومات البناء في برامج الهندسة المعمارية

لكي تكون تقنية (BIM) جزءا لا يتجزأ من برامج الهندسة المعمارية الجامعية يجب مراعاة ألا يكون لها تأثير سلبي على الأهداف والمبادئ الأخرى، كما يجب إكساب الطلاب المعرفة والمهارات للوصول إلى مستوى الكفاءة المطلوب في سوق العمل، وتركز تقنية (BIM) في التعليم المعماري على العديد من المصطلحات مثل التصاميم ثلاثية 3D، رباعية 4D، خماسية 5D، سداسية 6D وسباعية الأبعاد 7D(شكل (٩)).

- 3D: البعد الثالث أي التمثيل ثلاثي الأبعاد حيث يمكن رؤية المبنى بالكامل من جميع الزوايا وتخيل المبنى في الموقع قبل البدء في البناء الفعلي
- 4D: البعد الرابع أي الوقت حيث مكنت تقنية (BIM) العمل على الجداول الزمنية للمشاريع بشكل متوافق ومترافق مع عمليات التصميم والبناء بعد أن كانت تتم بشكل منفصل.
- 5D : البعد الخامس وهو الكلفة COST حيث تسهل تقنية (BIM) عمليات حساب الكميات والأسعار بشكل مباشر في مرحلة التصميم.
- 6D: البعد السادس المتعلق بتشغيل وصيانة المبنى Operation & Maintenance حيث يتم استعمال النموذج في أعمال التشغيل والصيانة مع إمكانية تطبيق التعديلات بشكل سهل وصحيح على النموذج الأساسي، واستخدامه يوفر المال على المدى الطويل ويُمكن من تحقيق الاستدامة للمبنى.
- 7D: البعد السابع وهو تسهيلات إدارة المبنى بعد الإشغال Facility Management فبمجرد الانتهاء من بناء المشروع فإن نموذج BIM ما زال أداة مفيدة لتحديد أماكن تجهيزات المبنى والمساعدة في الإدارة.

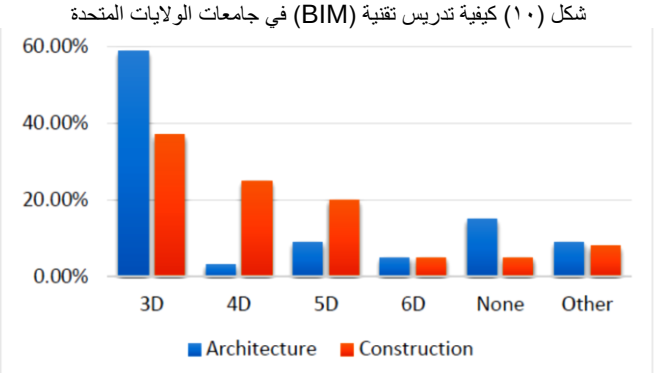
شكل (٩) الإمكانيات التي تقدمها تقنية في مراحل عمليات التصميم والتنفيذ والتشغيل للمباني



المصدر: الباحث

وقد ساعدت هذه المصطلحات الطلاب على فهم العديد من الجوانب داخل دورة حياة المبنى، ومع ذلك لا تقدم أغلب البرامج المعمارية جميع هذه الإمكانيات، فكل مؤسسة لديها رأي مختلف فيما يجب أن يتعلم طلابها، فعلى سبيل المثال في دراسة أجريت في الولايات المتحدة (Gerber et al., 2011) تم سؤال الجامعات التي شملتها الدراسة كيف يتم تدريس تقنية (BIM) وما الخطط المستقبلية لتدريس تقنية (BIM) ، وأوضحت النتائج أن أغلب البرامج ركزت على استخدام تقنية (BIM) في التصميم والتمثيل ثلاثي الأبعاد والإنشاء (شكل (١٠)).

شكل (١٠) كيفية تدريس تقنية (BIM) في جامعات الولايات المتحدة



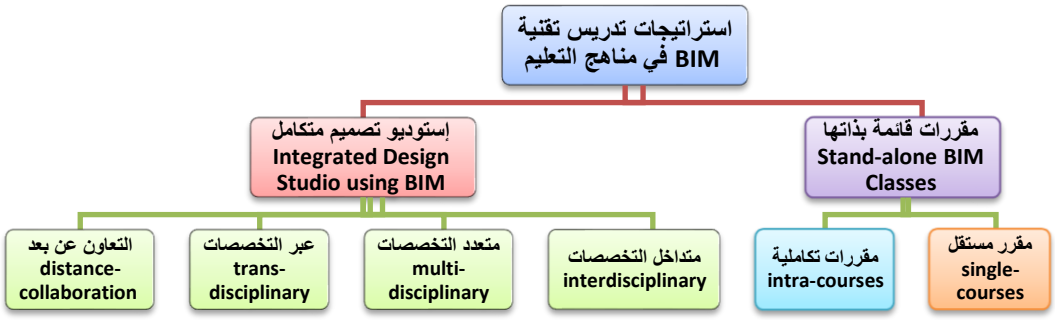
المصدر: (Joannides et al., 2012)

ومن ناحية أخرى، تفضل الجامعات التي تخطط لتعليم تقنية (BIM) الاستفادة من تطبيقاتها في تدريس مفاهيم الاستدامة، تقدير التكلفة القائم على النماذج وتخطيط الموقع (Joannides et al., 2012) ، وكل برنامج لديه آراء مختلفة في ما ينبغي تدريسه، وقد صنفت البرامج المعمارية التصميم والتصور ثلاثي الأبعاد كأولوية رئيسية تليها الاستدامة والتصنيع الرقمي والبناء وفي كثير من الحالات قامت الجامعات بتدريس بعض هذه الإمكانيات داخل استوديو التصميم المتكامل (IDS) ، وعلى الرغم من أن تضمين جميع المصطلحات لتقنية (BIM) في مناهج التعليم سوف يستغرق وقتا طويلا إلا انه سيفيد الطلاب في إعدادهم للممارسة الحقيقية وسوق العمل (Mandhar & Mandhar, 2013).

٤ استراتيجيات تدريس تقنية نمذجة معلومات البناء في مناهج التعليم المعماري

الجانب الأكثر أهمية من استخدام تقنية (BIM) بالنسبة للصناعة هو تقدير التكلفة وجدولة الأنشطة ومع ذلك فان معظم المدارس تستخدم تقنية BIM لتعليم كيفية عمل النماذج ثلاثية الأبعاد والتصور المرئي والأعمال الإنشائية (Joannides et al., 2012)، وقد اعتمدت المدارس والكليات على استراتيجيتين رئيسيتين لتدريس تقنية (BIM) هما (شكل (١١)):

شكل (١١) استراتيجيات تدريس تقنية BIM في التعليم (AEC)

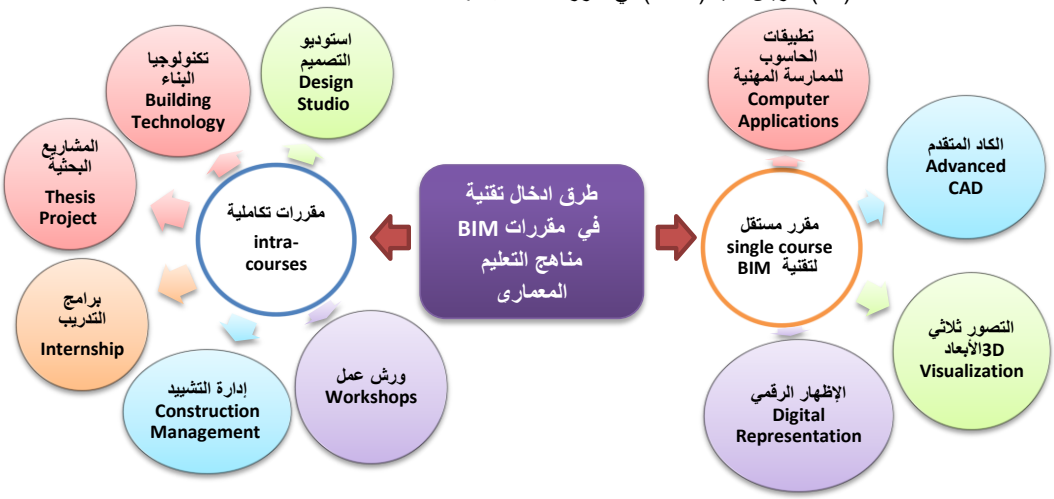


المصدر: الباحث

٤ /١ الاستراتيجية الأولى: تدريس تقنية نمذجة معلومات البناء في مقررات قائمة بذاتها Stand-alone BIM Classes

ويتم فيها تدريس تقنية (BIM) كبرامج للنمذجة ثلاثية الأبعاد وبدأت هذه الطريقة في منتصف التسعينات في جامعتين في الولايات المتحدة الأمريكية هما معهد جورجيا للتكنولوجيا وجامعة تكساس وما زالت تستخدم في معظم الجامعات (Brewer et al., 2012) وسميت هذه المقررات بالعديد من الأسماء مثل (الكاد المتقدم Advanced CAD- التصور ثلاثي الأبعاد 3D Visualization - تطبيقات الحاسوب للممارسة المهنية Computer Applications for Professional Practice - الإظهار الرقمي Digital Representation) وهي إما أن تقدم كمقرر مستقل أو كمقرر مدمج داخل مقرر آخر وفي الغالب يكون (أستوديو التصميم Design studio، تكنولوجيا البناء Building Technology ، إدارة التشييد Construction Management أو ورش العمل Workshops) (شكل (١٢)).

شكل (١٢) تدريس تقنية (BIM) في مقررات قائمة بذاتها Stand-alone BIM Classes



المصدر: الباحث

إن تدريس (BIM) كأداة للتصميم ثلاثي الأبعاد قد تساعد الطلاب على اكتساب مهارات النمذجة للوصول درجة خبير في استخدام أدوات (BIM)، ولكن قد لا يكون الطلاب على مستوى مناسب من الخبرة، كما أن المفهوم الرئيسي لتقنية (BIM) هو العمل في بيئة متعددة التخصصات، وبالتالي فإن وجودها في مقرر مستقل لن يحقق المستوى المأمول من التعاون، لذلك يجب أن تستمر المقررات التي تدرس نمذجة (BIM) المستقلة كوسيلة لتقديم أدوات (BIM) لطلاب العمارة والهندسة والبناء (ACE)، ولكن لا يمكن الاعتماد على هذه الطريقة دون تضمينه مع استوديو التصميم المتكامل (IDS) (Wu & Issa, 2013).

٤ /٢ الاستراتيجية الثانية: استوديو تصميم متكامل باستخدام تقنية نمذجة معلومات البناء

هذا الأسلوب يساعد الطلاب من التخصصات المتعددة لفهم سير العمل ولمنحهم فهما شموليا لصناعة العمارة والهندسة والبناء (AEC) وقد أدخل مفهوم أستوديو التصميم المتكامل (IDS) في عام ٢٠٠٦م في جامعة بنسلفانيا وساعدت هذه الطريقة طلاب (AEC) على اكتساب المعرفة لكيفية القيام بمشروع على أرض الواقع، وبدأت العديد من الجامعات في الولايات المتحدة مثل جامعة أوكلاهوما وجامعة ستانفورد لتعليم (BIM) ضمن برامجهم من خلال أستوديو التصميم المتكامل (IDS)، وقد منح العديد منهم الاعتماد من المعهد الأمريكي للمهندسين المعماريين بسبب تضمين تقنية (BIM) في أستوديو التصميم المتكامل (Mandhar & Mandhar, 2013).

واستخدمت الجامعات العديد من التقنيات لإدخال تقنية (BIM) في استديوهات التصميم المتكامل (IDS) وظهرت العديد من المصطلحات لذلك أهمها:

- متداخل التخصصات Interdisciplinary
- عبر التخصصات Trans-Disciplinary
- متعدد التخصصات Multi-Disciplinary
- التعاون عن بعد Distance-collaboration

وذلك لمساعدة الطلاب وتشجيعهم على العمل في بيئة تعاونية. المصطلحات الثلاثة الأولى متطابقة تقريبا (interdisciplinary– multi-disciplinary - trans-disciplinary) ، ولكن يمكن تمييزها عن طريق توضيح دور كل تخصص، والاختلاف بين متداخل التخصصات interdisciplinary والمتعدد التخصصات multi-disciplinary هو كيفية إدخال المشكلة التصميمية، ففي حالة متداخل التخصصات-inter disciplinary يتم تقديم مشكلة التصميم إلى الفريق بأكمله داخل أستوديو التصميم على النقيض من متعدد التخصصات multi-disciplinary حيث يتم عرض قضية التصميم أولا إلى واحد من التخصصات (في هذه الحالة الطلاب المعماريين) ثم يناقشونها مع باقي الفريق، أما في مصطلح عبر التخصصات Trans-disciplinary فإنه يتم مشاركة أما الخبراء أو الطلاب من المستوى الأعلى مع الفريق في أي من الاستوديوهات متداخل التخصصات أو متعدد التخصصات لحل المشكلة التصميمية من خلال تقديم المشورة أو العمل (Repko, 2012) أما إذا كانت الجامعة ليس لديها برامج أخرى لتعليم العمارة والهندسة والبناء (AEC) يمكنها أن تستخدم ممارسات التعلم التعاوني عن بعد distance-collaboration مع جامعات أخرى، وفي كل الحالات قبل العمل مع الطلاب من التخصصات الأخرى بنفس الجامعة أو غيرها من الجامعات ينبغي

أن يتعلم الطلاب أدوار الأعضاء ومهامهم والحصول على خبرة سابقة في التعاون (Barison & Santos, 2010).

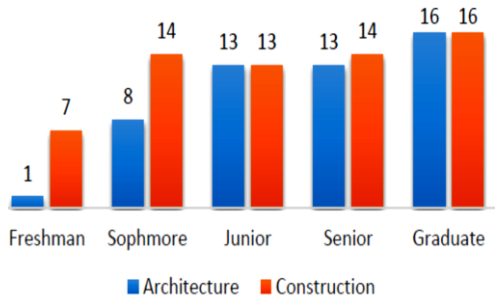
وسوف يتأثر دور كل تخصص بقرار المؤسسة التعليمية (AEC) والتي ستحدد التقنيات التي سيتم استخدامها لتضمين (BIM) في أستوديو التصميم المتكامل، ومع ذلك فإن استخدام أي منها يؤدي إلى تحسن كبير في مستوى المعرفة والمهارات والتعاون لطلاب تعليم العمارة والهندسة والبناء (AEC)، وقد أدت المحاكاة لدورة حياة المشروع الفعلية باستخدام أدوات تقنية (BIM) إلى زيادة كبيرة في معرفة الطلاب بالتخصصات، ولكن لتحقيق مستوى عال من التعاون يحتاج الطلاب إلى أن يكونوا على مستوى عال من فهم تقنية (BIM).

وأخيرا كلا الاستراتيجيتين ينبغي أن تدرس، حيث يحتاج الطلاب أولاً تعلم برنامج يدعم تقنية (BIM) ثم البدء في تصميم وتطوير أعمالهم باستخدامه، ففي جامعة أوبورن Auburn University، بدأت كلية العمارة إدخال تقنية (BIM) في دروس لمدة أسبوع واحد ثم يبدأ الطلاب بتصميم مبنى بسيط وأساسي، وقد أفاد المعلمون أن الطلاب من المشاريع الصغيرة اكتسبوا خبرة كبيرة في فهم مجال وتعقد المشروع وبعد ذلك انتقلوا إلى مشروع أكثر تعقيداً وأكبر (Barison & Santos, 2010).

- **استراتيجيات تعليم وتعلم تقنية نمذجة معلومات البناء**

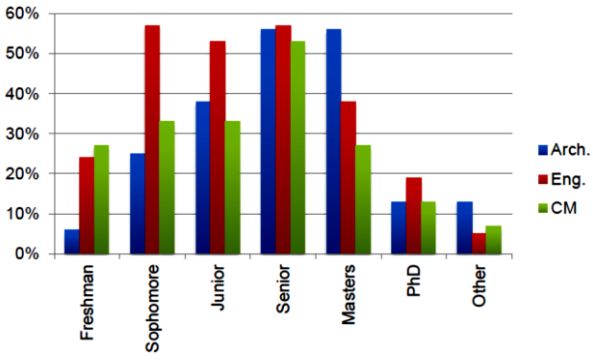
أظهرت بعض الدراسات أن أغلب مدارس وكليات العمارة والهندسة والبناء (AEC) بالدول المتقدمة في هذا المجال لديها عدد من مقررات (BIM) ولكن مع الاختلافات في أساليب التدريس، وعدد الوحدات المقدمة، ومتى يجب إدخال تقنية (BIM) من مستوى الطلاب المستجدين إلى مستوى التخرج، وفي معظم الحالات كان مستوى التخرج والمستوى السابق له هو المستوى الأكثر استهدافا لتعليم تقنية (BIM) (Joannides et al., 2012) (شكل (١٣)) ، كما أن تقنية (BIM) درست لجميع المستويات في برامج التعليم الهندسي AEC بما في ذلك مستويات الدراسات العليا، ويتزايد في الولايات المتحدة الأمريكية عدد مقررات (BIM) بشكل ملحوظ بعد المستوى السابق للتخرج ، وكانت البرامج المعمارية لديها أعلى عدد من مقررات (BIM) التي تم تقديمها على مستوى الماجستير مقارنة مع التخصصات الأخرى والبرامج المعمارية الجامعية (شكل (١٤)) ، ولقد رأى بعض الأكاديميين أن استخدام تقنية (BIM) في البرامج المعمارية مبكراً يمثل تهديدًا للإبداع ويجب أن يركز التدريس لتقنية (BIM) على نتائج التعلم لكل مستوى ومتطلبات (Gerber et al., 2011) .

شكل (١٣) مقارنة بين عدد مقررات BIM التي تقدم في مختلف المراحل الدراسية



المصدر: (Joannides et al., 2012)

شكل (١٤) مقارنة بين عدد مقررات BIM في برامج العمارة وعددها في التخصصات الهندسية الأخرى



المصدر: (Gerber et al., 2011)

إن تدريس تقنية (BIM) كأداة للتصميم ثلاثي الأبعاد قد تساعد الطلاب على اكتساب مهارات النمذجة والوصول لدرجة جيدة في استخدام أدوات (BIM) ، ولكن قد لا يصبح الطلاب على مستوى مناسب من الخبرة ، كما أن المفهوم الرئيسي لتقنية (BIM) هو العمل في بيئة متعددة التخصصات، وبالتالي فإن وجودها في مقرر مستقل بذاته لن يحقق المستوى المأمول من التعاون لذلك يجب أن تستمر المقررات المستقلة التي تدرس نمذجة (BIM) كوسيلة لتقديم أدوات (BIM) للطلاب ، ولكن لا يمكن الاعتماد على هذه الطريقة دون تضمينها مع استوديو التصميم المتكامل (IDS) (Wu & Issa, 2013).

ومع ذلك فإن تضمين تقنية (BIM) في البرامج المعمارية الجامعية له طبيعة خاصة وعلى الأكاديميين ضرورة تحديد متى ينبغي عليهم تقديم تقنية (BIM) للطلاب؟ وما هي أفضل طريقة لتعلمها؟ وماهي فوائدها لطلاب

الهندسة المعمارية؟ (Mandhar & Mandhar, 2013) وتتنوع استراتيجيات تعليم وتعلم تقنية (BIM) تبعا لمستوى المهارات التي تقدم، وتقسم ثلاث مستويات أساسية لذلك هي (التمهيدي- المتوسط - المتقدم) (شكل (١٥)) (Barison and Santos, 2010) تتلخص في الجدول – (جدول (٢)).

شكل (١٥) مستويات المهارات لتقنية (BIM)

المصدر: الباحث

٥ /١ مستوى تمهيدي (مصمم نموذج BIM Modeler)

في هذا المستوى يتم تدريس تقنية (BIM) كمقرر مستقل لتنمية مهارات الطالب، وليس من الضروري في هذا المستوى أن يتقن الطالب استخدام برامج CAD أو تكون لديه مهارات متقدمة في استخدام الحاسب الألي، وتتمثل أهداف هذا المستوى في تعلم أدوات (BIM) الأكثر استخداما للحصول على أساسيات جيدة في مفاهيم هذه التقنية واستكشاف المفاهيم الأساسية للنمذجة وفهم كيفية التواصل بين الأنواع المختلفة من المعلومات، ويمكن تدريس هذه الأدوات من خلال ورش العمل والمحاضرات والمعامل حيث يقوم الطلاب بحل مشكلات وتنفيذ مجموعة من المهام الفردية لتمارين محددة للتدريب على أدوات (BIM) ، ومن الأفضل قبل بدء الطلاب بعمل نموذج جديد أن يبدؤوا بإجراء تعديلات على نماذج قائمة وبعد ذلك يقوم الطلاب بعمل نموذج لمبنى صغير أو أجزاء منه بمساحة تساوي أو اقل من ٦٠٠ متر مربع لاستخراج وعمل حساب للكميات منه وتعلم كيفية التعامل مع النموذج وأنواع المكونات الأساسية للنموذج وسلوكها ومن المستحسن أن يكون النموذج لمشروع سكن عائلي لأسرة واحدة ويمكن أن يتم عمل نماذج أخري مع هذا النموذج بالطرق التقليدية كالاسكتشات والمناظير والايزومتري ...الخ، والتي تسمح للطلاب بإجراء التعديلات المناسبة للخواص الفيزيائية للمبنى (Barison and Santos, 2010).

٥ /٢ مستوى متوسط (محلل نموذج BIM Analyst)

في هذا المستوى يمكن أن تدرس تقنية (BIM) في أستوديوهات التصميم المتكاملة وبرامج تكنولوجيا البناء بهدف تطوير بعض المهارات لمحللين النمذجة وتقوية مهارات مصممي النماذج وشرط أساسي أن يكون الطالب على دراية بأساسيات التصميم والتمثيل الرقمي للرسومات ومفاهيم تقنية نمذجة المعلومات وله خبرة بأحد أدواتها تطبيقاتها والهدف من ذلك هو التعرف على تطبيقات (BIM) الأخرى والتقنيات المتقدمة في مجال النمذجة ثلاثية الأبعاد، لمعرفة أنظمة البناء ولاستكشاف مميزات أدوات تقنية نمذجة المعلومات.

يتم استخدام تقنية (BIM) في استوديو التصميم الذي يركز على التصميم البارامتري في عمل المعادلات وحساب المتغيرات اللازمة لعملية توليد التصميم، وفي الاستوديو الذي يركز على الاستدامة يتم استخدام تقنية (BIM) في عمل التحليل والمحاكاة والتصور المرئي للنموذج، وفي الاستوديو الذي يركز على مستندات البناء يتم فيه إنشاء العناصر المعمارية والتفاصيل ثلاثية الأبعاد وقائمة الخامات والمواد وعمل جداول المواصفات وإعداد الوثائق وحساب الكميات ، ويقوم الطلاب ببناء النموذج من خلال فريق عمل يلعب كل واحد منهم فيه دور محدد وينصح بتبادل الأدوار (Dederichs, A. Et al, 2011) .

يجب أن يكون المشروع الذي سيتم العمل عليه مبنى صغير منتظم الشكل إلى حد ما وعلى الطراز الحديث، مساحته من ١٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ متر مربع ويكون داخل أو بالقرب من الجامعة، ويقوم الطالب بإعداد حلول التصميم المستدام لتحسين البيئة المادية للمبنى مع شهادة LEED، ويجب عليهم زيارة المبنى لتحديد أي اختلافات بين النموذج والمشروع الفعلي والإجابة على أسئلة حول النقاط التفصيلية، والتحدث إلى المالك أو الشخص المسؤول عن التصميم أو المسؤولين عن المشروع، والوصول إلى أنشطة التشغيل والصيانة، ويتعلم الطالب كيف يكون قادراً على مقارنة الأداء الفعلي مع الأداء المتوقع ، وفي هذا المستوى عملية التقييم للطلاب يمكن أن تشمل (تقديم الملفات بالتنسيق الأصلي ، دمج الأدوات ، وصف للنموذج ، التحقق من العمليات المستخدمة في النمذجة وتقييم الدروس المستفادة) (Wu & Issa, 2013).

٥ /٣ مستوى متقدم (مدير نموذج BIM Manger)

في المستوى المتقدم تدرس تقنية BIM في إدارة البناء Management Construction في أستوديو تصميم متداخل التخصصات Interdisciplinary Studio (ويسمى أيضا استوديو التعاون المهني the Professional Collaboration Studio) بهدف تطوير بعض مهارات مدير نموذج (BIM) ، ويجب أن يكون الطلاب على دراية مسبقة بتكنولوجيا وعلوم البناء ، الممارسة المهنية ، مواد البناء، طرق البناء ويكونوا من ذوي الخبرة في استخدام الأدوات الرئيسية لنمذجة (BIM) والهدف هو تعلم التقنيات والعمليات ذات الصلة مثل قابلية التشغيل المشترك والمفاهيم والأدوات اللازمة لإدارة وتنفيذ النموذج (Barison and Santos, 2010) .

مشروع واحد خلال هذا الكورس يكون كافي حيث يقوم الطلاب ببناء نموذج (BIM) والعمل ضمن فريق ولكن مع الطلاب من البرامج الأخرى، ولا يقوم المعلم بتخصيص الأدوار بطريقة تقليدية ولكن يتم اختيار الفرق من الطلاب بأنفسهم من خلال عملية الانتقاء الذاتي بناء على المهارات الفردية، ولكن مع مساعدة من المعلم وينبغي أن يكون المشروع الذي يتم دراسته مبنى قائم له بنية أكثر تعقيدا، مساحته بين ٥٠٠٠ و ١٥٠٠٠ متر مربع ويفضل أن يكون لا يزال قيد الإنشاء، كما يجب أن يكون من السهل الوصول له ومعلوماته متاحة (المساقط والتفاصيل) ويتم اختياره من الطلاب إن أمكن قبل التنفيذ، ومن الضروري أيضا الاتصال بشركات البناء المسئولة عن المشروع للحصول على مساعدتهم وأخذ تصريح منهم لاستخدام المشروع والمراقبة عليه، كما يمكنها أن توفر وثائق التشييد ليستخدمها الطلاب، ويلعب صاحب المبنى دور العميل جنبا إلى جنب مع المصممين حيث يوفر التغذية الراجعة ويشارك في التقييمات، ومع ذلك هناك عيب واحد في هذا النهج هو أن أعضاء هيئة التدريس لديهم سيطرة أقل على المشاريع حيث تعتمد تجارب الطلاب بشكل كبير على درجة التعاون من ممثل الشركة كما أن الحجم المتغير للمشاريع يتطلب المزيد من العمل (Dederichs, A. et al, 2011) .

يقوم الطلاب من كل برنامج بعمل النموذج الذي يتبع مجال تخصصهم وفي هذه المرحلة القضية الرئيسية هي كيفية الاتصال بينهم بسبب الاختلافات في كل مجال، ويقترح الطلاب سير العمل في المشروع وتحديثه على طول الطريق حسب الحاجة، وينبغي أن يتضمن العرض النهائي لجنة التقييم المكونة من أعضاء هيئة التدريس والاستشاريون للمشروع الحقيقي، وإذا أمكن المالك مع المقاول الذي سيقوم بإجراء استعراض مقارن للمشروع الحقيقي ، ويمكن أن يستند التقييم على ما يلي: كيفية إجراء المشروع، العروض البصرية واللفظية من (BIM)، وقراءات ودراسات الحالة ، المشاركة في الفصول الدراسية، وتقارير عن الزيارات الفنية، إدماج أعضاء الفريق، مستوى دمج المعلومات في النماذج وتقييم دقتها وتنظيمها وقدرتها على حل المشكلات (Wu & Issa, 2013).

جدول (٢) مقارنة بين مستويات المهارات في استراتيجيات تعليم وتعلم (BIM)

المستوى	مستوى تمهيدي Introductory Level	مستوى متوسط Intermediary Level	مستوى متقدم Advanced Level
المهارة	مصمم نموذج BIM Modeler	محلل نموذج BIM Analyst	مدير نموذج BIM Manger
المخرجات	- ليس من الضروري أن تكون على معرفة بتقنية CAD أو مهارات متقدمة في استخدام الكمبيوتر	- مفاهيم نمذجة معلومات البناء - مواد البناء - أدوات النمذجة - أساسيات التصميم	- طرق البناء - أدوات وتطبيقات النمذجة - تكنولوجيا البناء - الممارسة المهنية
استراتيجية تدريس تقنية BIM	- مقرر مستقل single-course - التمثيل والإظهار الرقمي	- الدمج في استديوهات التصميم المتكاملة (IDS) - تكنولوجيا البناء.	- أستوديو تصميم متداخل التخصصات Interdisciplinary أو استوديو التعاون المهني Collaboration Professional - إدارة البناء
التطبيق	- التطبيق على مبني صغير بمساحة تساوي او اقل من ٦٠٠ متر مربع - عناصر انشائية.	- مشروع مبنى مشترك - مبنى مستطيل صغير وعلى الطراز الحديث مساحته من ١٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ متر مربع	- مشروع مبنى حقيقي شامل له بنية أكثر تعقيدا مساحته بين ٥٠٠٠ و١٥٠٠٠ متر مربع
طرق تقييم الأداء	- التدريبات الفردية (عناصر أو نماذج بسيطة) - الاختبارات النظرية حول مفاهيم BIM والنماذج التي تقدمها.	- تقديم الملفات بالتنسيق الأصلي - دمج الأدوات - وصف للنموذج - التحقق من العمليات المستخدمة في النمذجة. - تقييم الدروس المستفادة	- العروض البصرية واللفظية - دراسات الحالة. - المشاركة في الفصول الدراسية - تقارير عن الزيارات الفنية - إدماج أعضاء الفريق - مستوى المحتوى من المعلومات

المصدر: الباحث

٦ أهم الاتجاهات والتجارب العالمية لتضمين تقنية معلومات البناء في مناهج التعليم المعماري

هناك العديد من الأمثلة الواقعية والتجارب العالمية لكيفية تضمين تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري وتدريسها حيث تم إدخال مفهوم تعليم (BIM) باستخدام استوديوهات التصميم المتكاملة (IDS) في عدة بلدان مثل الولايات المتحدة وأستراليا والمملكة المتحدة وفنلندا، واستخدام نموذج (BIM) في استوديو التصميم المتكامل يساعد على تحسين المهارات الشخصية والمعرفية والاتصالات بين الطلاب كما يساعد الطلاب ليس فقط في اتخاذ القرارات التصميمية ولكن أيضاً في الاهتمام بالجانب الجمالي للمباني (Pihlak et al., 2011) وفي ما يلي يتم عرض ثلاث حالات هامة لكيفية دمج تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري باستخدام استوديو التصميم المتكامل (IDS).

٦ /١ استوديو التصميم متداخل التخصصات Inter-disciplinary design studio - جامعة بنسلفانيا Penn State

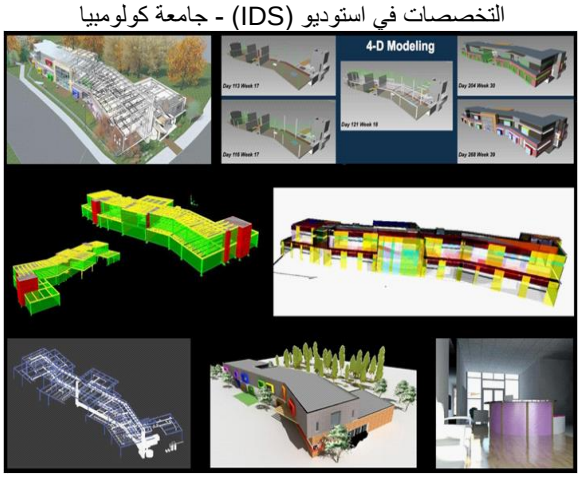
وتم جمع الطلاب من ست أقسام للعمل في استوديو التصميم متداخل التخصصات (الهندسة المعمارية، تنسيق المواقع ، البناء ، الهندسة الميكانيكية ،الهندسة الكهربائية ، الهندسة الإنشائية (Mandhar & Mandhar, 2013)، وقد بدأت الجامعة برنامجها في عام ٢٠٠٩ م ، وكان طلاب الهندسة المعمارية وطلاب تنسيق المواقع من السنة الخامسة في فريق استوديو التصميم المتكامل (BIM) بينما كان الطلاب لباقي التخصصات من السنة الرابعة (Pihlak et al., 2011) وبالإضافة لذلك تم تدريس تقنية (BIM) داخل الاقسام الستة في مقررات مستقلة وتكاملية وهذا ساعد الطلاب لفهم أدوات تقنية (BIM) وكيفية العمل بها مع المجموعات الأخرى، وعلى الرغم من القلق حول احتمالية تأثير طلاب التخصصات الأخرى على الإبداع عند طلاب الهندسة المعمارية وطلاب تنسيق المواقع إلا ان البروفيسور سام هنتر Sam Hunter ذكر ان أحد أهم النتائج التي تم ملاحظاتها هو أن المجموعات التي كانت قادرة على إدارة الصراعات بينها قامت بعمل تصميمات أكثر ابتكارا من وجهة نظر جميع المشاركين، كما أن استوديو التصميم متداخل التخصصات باستخدام نموذج (BIM) طور بيئة التعلم وجعلها أكثر إبداعا بسبب تبادل الخبرة بين الطلاب، (شكل (١٦)) (Pihlak et al., 2011).

٦ /٢ استوديو الهندسة المعمارية في جامعة كولومبيا

تم تصميمه في جامعة كولومبيا من الفصل الدراسي الرابع من درجة الماجستير في الهندسة المعمارية وفي كل عام تدعو جامعة كولومبيا C-BIP مجموعة من الاستشاريين بين خمسة إلى ثمانية من المهنيين، وتتكون هذه المجموعة من مستشار برمجيات ومهندسين تصميم بيئي ، وعدد قليل من مهندسين الميكانيكا ليساعدوا في تشغيل استوديو التصميم المتكامل (IDS) ، ويُطلب من الطلاب تطوير نموذج من الصفر لعنصر في المبنى والعمل مع التخصصات الأخرى للوصول إلى نموذج متطور، (شكل (١٧)) (Pihlak et al., 2011) وبالرغم من أن الجهد الذي أضافته التخصصات الأخرى إلى الاستوديو كان أقل من المستوى المتوقع الا انها تعتبر تجربة جيدة وديناميكية (Marble, 2012). وقد قاموا بالعمل على مباني مختلفة وعلى مستويات مختلفة وبطرق مختلفة، وبذلك قد حصل استوديو الهندسة المعمارية في جامعة كولومبيا على هوية جديدة من خلال تطويره ليصبح استوديو تصميم متكامل (IDS) بالتعاون مع الخبراء والمهنيين (Marble, 2012).

شكل (١٦) الطلاب من ٦ تخصصات يقدمون مشروعاتهم في جامعة بنسلفانيا

شكل (١٧) النماذج الرقمية المستخدمة في مشروع من مختلف التخصصات في استوديو (IDS) - جامعة كولومبيا



المصدر: (Pihlak et al., 2011)

٦ /٣ استوديو التصميم الشامل Comprehensive Design Studio جامعة أوكلاهوما Oklahoma

وقد بدأ فيها الطلاب جنبا إلى جنب مع المعلمين والممارسين لاستخدام تقنية (BIM) ضمن استوديو التصميم الشامل خلال فصل الصيف في عام ٢٠١٠ حيث، وتم اختيار ٣ مجموعات من الطلاب من أعلى مستوى أكاديمي (شكل (١٨))، وقد كان منحنى التعلم للمجموعات الثلاث في كيفية استخدام تقنية (BIM) حاد جدا، الا ان تعلم تقنية (BIM) زاد من كفاءتهم وتأثر منحنى التعلم للطالب بمقدار المعلومات والطريقة الجديدة لتطوير التصميم والبناء والفترة الزمنية للكورس (Stivers, 2012).

كانت جامعة بين-ستات وجامعة كولومبيا وجامعة أوكلاهوما ثلاثة أمثلة مختلفة عن كيفية تدريس (BIM) ضمن (IDS)، وعلى الرغم من أن هناك نقص في المصادر الأكاديمية حول تقييم تلك الأمثلة الا انه يمكن استنتاج منها في أن تعليم (BIM) باستخدام استوديو التصميم المتكامل (IDS) يمكن أن يفيد الطلاب، وفيما يلي بعض النقاط البارزة:

- يمكن إدخال (BIM) في مرحلة مبكرة أو في المستوى العلوي.
- يمكن تنظيم فريق (IDS) من طلاب من مختلف التخصصات مع الممارسين أو الأكاديميين.
- يمكن أن يبدأ الطلاب بمهمة صغيرة "عنصر بناء يجب تطويره" ثم الانتقال إلى مهمة كبيرة.

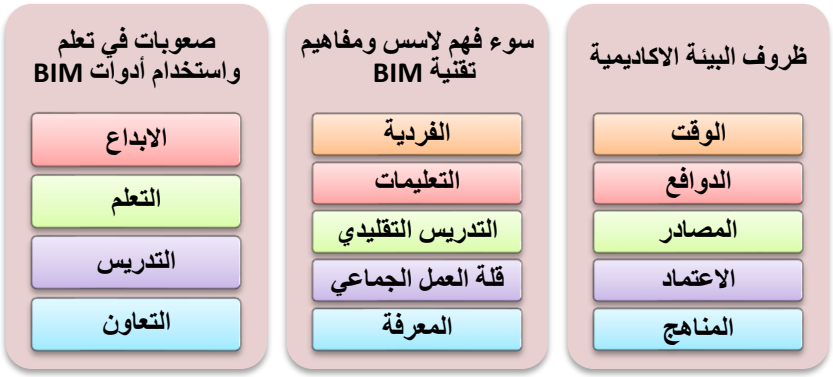
شكل (١٨) الطلاب في استوديو التصميم الشامل- جامعة أوكلاهوما

المصدر: (Stivers, 2012)

٧ أهم العقبات والتحديات لتضمين تقنية معلومات البناء في مناهج التعليم المعماري

برامج الهندسة المعمارية التي تخطط لدمج تقنية نمذجة معلومات البناء في مناهجها التعليمية تواجه مجموعة من العقبات يمكن تقسيمها الى ٣ مجموعات (Kymmell, 2008) يتم تلخيصها في (شكل (١٩)).

شكل (١٩) العقبات التي تؤثر على تطبيق تقنية BIM في التعليم المعماري



المصدر: (Barison and Santos, 2010)

٧ /١ ظروف البيئة الاكاديمية

هناك العديد من القضايا التي أشار إليها الأكاديميون فيما يتعلق بالبيئة الأكاديمية على سبيل المثال، تم ذكر أن المنهج الحالي ليس لديه مجال لتعليم (BIM) بالإضافة لصعوبة تغيير عادات التدريس التي استخدمت لعقود طويلة إلى الطريقة الجديدة، وأشير إلى عدم وجود مصادر التعلم اللازمة لإعداد المناهج الجديدة ونقص الدعم الذي يقدم للمعلمين، بالإضافة الى ضيق الوقت حيث يعتقد العديد من الأكاديميين أن فصل دراسي واحد لا يكفي لإدخال مثل هذه الطريقة الجديدة لذلك فقد قرر منظمون بعض البرامج ان يتم تعليم أدوات تقنية (BIM) ضمن استديو التصميم في حين ان تدريس التصميم لم يزل الا حد كبير يعتمد على الاهتمام بالشكل المعماري والتفاعل مع الطلاب على اساس فردي كما ان هيئة الاعتماد لبرامج العمارة والبناء لم تضع مبادئ وتوجيهات واضحة لهذه التقنية(Gerber et al., 2011).

٧ /٢ سوء فهم لأسس ومفاهيم تقنية نمذجة معلومات البناء

أسس ومفاهيم النمذجة باستخدام تقنية (BIM) ليست سهلة للطلاب والمعلمين وخاصة الذين يعانون من نقص الخبرة في استخدام الأدوات والتطبيقات، فعلى سبيل قد عانى الطلاب في بداية تعلم برنامج ريفيت Revit من فهم وإدراك مفهوم وجود عنصر مرتبط ببياناته، إلا انه عند الانتهاء من النموذج أصبح لدى الطلاب مستوى كبير من الفهم لكيفية عمل المباني كما أن تعليم الأكاديميين والمعلمين لاستخدام أدوات تقنية (BIM) هو التحدي الأكبر وخاصة لمن لديهم نقص في مهارات تكنولوجيا المعلومات (Repko, 2012).

٧ /٣ صعوبات في تعلم واستخدام أدوات تقنية نمذجة معلومات البناء

يعد التعاون من أهم مفاهيم ومبادئ تقنية نمذجة معلومات البناء والذي يتطلب دمج تخصصات مختلفة معاً، في حين ان أغلب المؤسسات التعليمية في مجال العمارة والبناء اقسامها مستقلة عن بعضها البعض ، كما أنه من الصعب تنسيق الجداول والفصول والمعامل لكلية ما، لأنها في الغالب تحتوي على عدد كبير من الطلاب يدرسون في نفس الوقت ، وذلك يجعل عملية إدارة الطلاب في استوديو التصميم للتخصصات المتعددة من أكثر الصعوبات التي تؤثر على تعلم تقنية (BIM)، كما يحتاج ذلك التأكد من خلفية الطلاب ومستواهم وهدفهم التعليمي ومسؤولياتهم التعليمية ومخططات المناهج الدراسية مما يتطلب تطوير المناهج الدراسية لتحقيق أهداف كل تخصص (Underwood et al., 2015).

بشكل عام فقد تحولت العملية التصميمة في صناعة البناء (AEC) بشكل كبير في الآونة الأخيرة نتيجة لتزايد البيانات والمعلومات داخل هذه الصناعة مثل (المواد ، إدارة البناء ، التحليل ، القضايا البيئية والتكنولوجيا الجديدة) وظهور تقنية (BIM) فتح آفاقًا جديدة في قطاع البناء مما يتطلب التغيير في مناهج تعليم العمارة والهندسة والبناء AEC ، وتحقيقا لهذه الغاية فإن معظم البرامج المعمارية تكافح من أجل مواكبة هذه التغييرات ومع ذلك يتم الحفاظ على استوديو التصميم المعماري الذي هو جوهر تعليم العمارة معزولًا عن هذه التطورات، لذلك كان لابد من تطوير تصميم المناهج المعمارية لدعم اتصال استوديو التصميم المعماري بتقنية (BIM) كعنصر أساسي للتعليم في المستقبل.

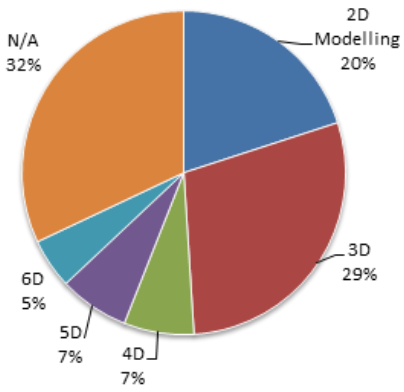
المرحلة الثالثة/ دمج تقنية نمذجة معلومات البناء في مناهج التعليم المعماري في مصر (صناعة البناء ـ البرامج المعمارية ـ المنهجية المقترحة)

٨ صناعة البناء في مصر وتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء

يشهد الطلب على عمليات وتقنيات (BIM) ارتفاعًا هائلا في الوقت الحالي في جميع أنحاء العالم حتى في منطقة الشرق الأوسط التي مازالت الطرق التقليدية فيها هي المهيمنة، وتعد جمهورية مصر العربية واحدة من أكبر البلدان في الشرق الأوسط ، وتمثل صناعة التشييد والبناء فيها القطاع الرئيسي الذى تراهن عليه الدولة في تحقيق طفرة تنموية تنعكس إيجابياً على كافة المؤشرات الاقتصادية، ولقد بدأت في مصر العديد من الشركات الدولية متعددة الجنسيات في مجال البناء استخدام التقنيات والعمليات القائمة على نماذج (BIM) لدعم أعمال البناء الرئيسية مثل (جماعة المهندسين الاستشاريين ، دار الهندسة، الديار، وأوراسكوم)، وهذا من شأنه يساعد على توفير المعلومات الكاملة لكافة مراحل البناء وعلى تعاون فريق العمل بشكل أفضل وإنهاء المشاريع على مستوى عال من الكفاءة والدقة، وتحاول بقية الشركات المحلية التحوّل للنظام وفقًا لمشاريعهم إذا كان لديهم طلب من العميل لاستخدام تقنية (BIM) (سليم ،٢٠١٧) ، ولمساعدة الشركات على هذا التحول يعمل حالياً المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، على إعداد الكود المصري الجديد بعنوان (الكود المصري لنماذج معلومات البناء) في إطار دور المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء نحو إعداد وتحديث الكودات المصرية للتشييد والبناء لمواكبة

التقدم التكنولوجي والعلمي بما يعود بالنفع لتحقيق سلامة الإنسان والمحافظة على البيئة والثروة العقارية، ويهدف الكود الجديد لتقديم كافة المعلومات عن المبنى سواء سكنى أو تجارى أو إداري وعدد الادوار والأدوات المستخدمة فيه ، وذلك ليُمكن الاستشاري أو المهندس من التحكم في عملية وتوقيت إنشاء المبنى، ومن المقرر أن يتم اعتماد الكود قريبا، وذلك عقب الانتهاء من مناقشة كافة الرؤى والمقترحات حول الكود الجديد (المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، ٢٠١٨). وبالرغم من ذلك تعاني مصر من نقص واضح في الممارسين المزودين بمهارات العمل وفق تقنية (BIM) ففي دراسة أجريت تهدف إلى توثيق الوضع الحالي لاعتماد واستخدام نمذجة معلومات المباني في صناعة البناء المصرية استخدمت هذه الدراسة استطلاع عبر الإنترنت تم إرساله إلى ١٢٠ شركة مقاولات و١٠ مكاتب استشارية في مصر، وقد كان معدل الاستجابة منخفض جداً فقط ١٧,٢ ٪ من إجمالي الشركات المدرجة في المسح، ويمكن تفسير ذلك بأن غالبية ممارسي البناء الحاليين في مصر يعرفون القليل أو لا شيء عن نماذج (BIM)، حتى الذين استجابوا للدراسة الاستقصائية فإن ٤٩٪ منهم كانوا يطبقون تقنية (BIM) فقط في النمذجة ثنائية 2D وثلاثية الأبعاد 3D وكانت من أهم نتائج الدراسة أن تطبيق تقنية (BIM) يتوسع في صناعة البناء في مصر ويعتقد ٩٠٪ من الممارسين المصريين الذين شملتهم الدراسة أن تقنية (BIM) ستغير مستقبل صناعة البناء في مصر (Elyamany, 2016) (شكل (٢٠)).

شكل (٢٠) مستويات تطبيق تقنية BIM في صناعة البناء بمصر



المصدر: (Elyamany, 2016)

ومن المعروف أن البرامج الأكاديمية الجامعية عادةً ما تتبع من الطلب في الصناعة، ومع زيادة الطلب على استخدام تلك التقنية في صناعة البناء في مصر يصبح من المهم تدخل الأكاديميين لدمج تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري الجامعي، لاتخاذ خطوات جادة نحو إعداد متخصصي المستقبل ولضمان دخول عمالة جديدة لسوق العمل في المستقبل تتمتع بالمهارات المطلوبة ومن ثم الحد من النقص في المهارات، فالإجراءات والخطوات التي تتخذ اليوم سوف تستغرق وقتًا لتنتقل من الفصول الدراسية إلى سوق العمل

٩ التعليم المعماري في الجامعات المصرية

بدء التعليم الهندسي في مصر في عام ١٨١٦ م عندما أنشأ محمد على مدرسة المهندس خانة وكانت العمارة هي أحد التخصصات الأساسية للمدرسة والتي ضُمت بعد ذلك في عام ١٩٣٥ م إلى جامعة القاهرة وأصبحت العمارة أحد أقسام كلية الهندسة بجامعه القاهرة (حلوة، ٢٠٠١)، ويمكن تعريف التعليم المعماري بأنه منهج متكامل لتعليم مهنة العمارة ضمن وحدة أكاديمية على مستوى التعليم العالي في الجامعات بهدف تخريج معماري لديه القدرة على حل المشكلات والتعارضات بين متطلبات مختلفة ومتباينة للوصول إلى نتاج معماري متميز.

تتم الدراسة المعمارية في الجامعات الحكومية المصرية على مدى خمس سنوات بعد إتمام المرحلة الثانوية وتنقسم الدراسة إلى سنة تمهيدية (السنة الإعدادية) وأربعة سنوات بالتخصص، وتنقسم كل سنة إلى فصلين دراسيي ، تؤهل هذه المرحلة الدراسية الطالب للحصول على بكالوريوس الهندسة المعمارية ولقب مهندس معماري ، بينما تعتمد الدراسة في الجامعات الخاصة والبرامج الخاصة بالجامعات الحكومية على نظام الساعات المعتمدة، وتتميز برامج الساعات المعتمدة باتباعها نماذج حديثة في التعليم والتعلم تختلف بشكل كبيرعن النظام التقليدي ، كما أن المناهج التعليمية بتلك البرامج يتم تصميمها بالاستعانة برؤى الخبراء والمتخصصين، وتتبع بشكل رئيسي معايير الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد، وتقوم على الأسس العلمية والنظرية لمواجهة متطلبات العصر وسوق العمل من خلال توفير التقنيات والأدوات الحديثة من معامل مطورة ومكتبات وتواصل

مع الغرب والعالم في التدريب على التطبيق النظري والعملي والتطوير الذهني للطالب وذلك للوصول للغة التقنية المناسبة لحضارتنا في ظل تغيرات العصر .

١٠ تقنية نمذجة معلومات البناء في مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر

يهدف التعليم المعماري بشكل اساسي الي اعداد معماريين أكفاء لهم القدرة على ممارسة مهنة تشهد تطورا مستمرا وسريعاً نحو الأفضل، ويستلزم لذلك التطوير المستمر في المناهج والأدوات والتقنيات لمواكبة هذا التطور مع ربط ذلك باحتياجات سوق العمل والذي يشهد حاليا تزايد الاعتماد على تقنية (BIM) والعمل بها في كافة مراحل البناء، ولقد تم اختيارعينة من الجامعات بمصر تتمثل في ثلاث جامعات حكومية وثلاثة جامعات خاصة) من أقسام العمارة الرائدة في مصر) وهي كالتالي:

- (جامعة القاهرة - جامعة عين شمس - جامعة حلوان)
- (الجامعة الأمريكية - الجامعة البريطانية - الجامعة الألمانية)

وتم الحصول على محتوى الخطط الدراسية الخاصة بكل منها إما من الموقع الرسمي للجامعة والكلية أو القسم أو من خلال التواصل الشخصي مع المعنيين في هذه الكليات أو الأقسام، والجدول التالي يعرض دراسة وتحليل ومقارنة الوضع الراهن لتدريس تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري الجامعي في الجامعات محل الدراسة **(جدول (٣))**.

جدول (٣) تحليل الوضع الراهن لتدريس تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري الجامعي في عينة من الجامعات في مصر

م	أسم الجامعة	أسم الكلية	أسم القسم/ البرنامج (التعليم الجامعي)	عدد سنوات الدراسة	استراتيجية تعليم وتدريس تقنية BIM			مقرر مستقل	مقرر تكاملي	أستوديو تصميم
					أسم المقرر	السنة / طرق التدريس	المحتوى ومخرجات التعلم			
١	جامعة القاهرة	كلية الهندسة	هندسة وتكنولوجيا العمارة Architectural Engineering and Technology (AET)- ساعات معتمدة	٤	أنظمة وتكنولوجيا البناء Building Technology & Systems	محاضرات نظرية/ ورش العمل السنة الأولى	▪ توجيه الطلاب إلى الصلة بين مشروع الهندسة المعمارية وأنظمة البناء والتكنولوجيا ▪ مقدمة لتقنيةBIM، البناء الأخضر وإدارة البناء. ▪ تقديم فكرة التقنية / الهيكل كمؤثر على التشكيل المعماري من خلال مناقشة العديد من المشاريع.		✓	
					انظمة المباني الذكية Smart Building Information Systems	محاضرات نظرية السنة الرابعة	▪ تدريس مهارات التكامل بين التخصصات المختلفة وطرق ادارة المباني باستخدام BIM ▪ ويتم فيها التعرف على البرامج التي تعمل ك Plugins مع BIM .			
			http://eng.cu.edu.eg/wp-content/uploads/crediuser/2015/03_Section-3_CCE.pdf							
٢	جامعة عين شمس	كلية الهندسة	قسم الهندسة المعمارية Department of Architecture Engineering نظام الفصل الدراسي	٤	تطبيقات الحاسب الآلي (٢)	محاضرات/ معامل السنة الثالثة	▪ مقدمة عن الحاسب كأداة مساعدة للمعماري في اتخاذ القرار من خلال مفهومين: ▪ النمذجة الرياضية باستخدام برامج للجداول الإلكترونية ▪ المبنى التخيلي باستخدام برامج للتصميم ثلاثي الأبعاد بتقنية BIM لعمل الرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد وحساب الكميات وعمل دراسات الشمس.	✓		
			https://eng.asu.edu.eg/uploads/uploadcenter/2003_Bylaws_Arabic.pdf							
			برنامج عمارة تنسيق المواقع Landscape Architecture -Program ساعات معتمدة	٤	تطبيقات الحاسب الآلي المتقدمة 3D	محاضرات نظرية / معامل السنة الثالثة	• يهدف المقرر إلى تعريف الطالب على برامج الوسائط الرقمية الحديثة مع التركيز على المبادئ والممارسات في مهنة هندسة تنسيق الموقع وتدريبه على استخدام البرامج المتطورة من تقنيات BIM مثل (اسكتش أب sketch up وأركى كادArchicad)	✓		
			https://eng.asu.edu.eg/uploads/uploadcenter/asu_1767_file.pdf							

جدول (٣) تحليل الوضع الراهن لتدريس تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري الجامعي في عينة من الجامعات في مصر

م	أسم الجامعة	أسم الكلية	أسم القسم/ البرنامج (التعليم الجامعي)	عدد سنوات الدراسة	أسم المقرر	استراتيجية تعليم وتدريس تقنية BIM: السنة / طرق التدريس	استراتيجية تعليم وتدريس تقنية BIM: المحتوى ومخرجات التعلم	مقرر مستقل	مقرر تكاملي	أستوديو تصميم
٣	الجامعة الالمانية	كلية الهندسة وعلوم البناء Engineering and Materials Science Faculty	برنامج العمارة والتصميم الحضري The Architecture and Urban Design -Program) ساعات معتمدة	5	CAD/CAAM III	محاضرات نظرية/ ورش العمل السنة الثالثة	▪ تطوير المستندات المعمارية من خلال نمذجة (BIM) ▪ مقدمة عن تقنية (BIM) وتعليم الطلاب كيفية إنشاء الرسومات في بيئة مهنية . ▪ مقدمة موجزة عن (BIM) في الهندسة المعمارية، النمذجة، الصياغة، واستخدام (BIM) في إنتاج الرسومات خلال مراحل المشروع المختلفة.	✓		
	http://www.guc.edu.eg/en/academic_programs/programs/program_details.aspx?programId=44									
٤	الجامعة البريطانية	كلية الهندسة	برنامج الهندسة المعمارية Architectural Engineering Programme- ساعات معتمدة	4	نظم المعلومات الإدارية Management Information Systems	السنة الرابعة / الفصل الثاني	▪ الهدف من هذه الوحدة هو تعريف الطلاب على نظم المعلومات الإدارية (MIS)، ونمذجة معلومات البناء (BIM) والتركيز على تطويرها والتطبيقات في ممارسات التصميم والبناء.	✓		
	www.bue.edu.eg/pdfs/Engineering/Engineering%20handbooks/ArchEngHandbook_v3.pdf									
٥	الجامعة الأمريكية	كلية العلوم والهندسة School of Sciences and	برنامج الهندسة المعمارية Architectural Engineering ساعات معتمدة	٤	أدوات الإظهار الرقمي للمعماريين Digital Representation Tools for Architects	محاضرات نظرية/ معامل السنة الثانية	▪ مقدمة لأشكال مختلفة من التمثيل الرقمي في الهندسة المعمارية والنمذجة ثلاثية الأبعاد، الرسوم المتحركة وتحرير الصور . ▪ نمذجة (BIM) وبرمجيات التمثيل البياني واستخدام هذه التقنيات كأدوات للتطوير الإبداعي للمشاريع والتواصل مع العملاء والاستشاريين من مختلف التخصصات.	✓		
					استوديو وورش عمل التصميم الرقمي Digital Design Studio and Workshop	محاضرات نظرية/ ورش العمل السنة الثالثة	▪ تطبيق عميق لمفاهيم CAD المتقدمة، تطبيقات لأداء الرسوم المتحركة، الواقع الافتراضي والتفاعلية، النمذجة، رسم الخرائط، البيئات، الإضاءة، الصوت، التصميم التوليدي والصور الرمزية، الأدوات الرقمية. ▪ منهجيات التصميم الحاسوبية، التصور، التصنيع الرقمي، تقدير التكلفة، الجدولة وإدارة المرافق، تطبيقات ونمذجة (BIM) التطبيق في استوديو التصميم وورشة عمل حول التصنيع الرقمي والترابط بين التخصصات المختلفة.			✓
	http://catalog.aucegypt.edu/preview_program.php?catoid=27&poid=4728									
٦	جامعة حلوان	كلية الهندسة بالمطرية	برنامج العمارة والتكنولوجيا الرقمية Architecture Engineering with Digital Technology	٤	الرسم الرقمي (٢) Digital Drawing II	محاضرات معامل نظرية/ السنة الأولى	▪ يعرف المقرر الطلاب بالوسائط الرقمية وتطبيقاتها في الهندسة المعمارية. ▪ اكتساب المهارات في استخدام الأتوكاد و3DSMAX ونمذجة معلومات المبنى BIM ▪ الإظهار والرسوم المتحركة.	✓		
					النمذجة والمحاكاة Modeling and Simulation	محاضرات نظرية/ معامل السنة الأولى	▪ مقدمة – معايير التدرج والتشابه- تقنيات تصميم النموذج - النمذجة العددية. ▪ تكوين النموذج وتحليل ومعالجة النتائج- نمذجة وتحليل مشكلات حقيقية- دراسة حالة باستخدام البرمجيات	✓		

شكل (٢١) استوديو التصميم الرقمي في الجامعة الأمريكية

جدول (٣) تحليل الوضع الراهن لتدريس تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري الجامعي في عينة من الجامعات في مصر

م	أسم الجامعة	أسم الكلية	أسم القسم/ البرنامج (التعليم الجامعي)	عدد سنوات الدراسة	استراتيجية تعليم وتدريس تقنية BIM				
					أسم المقرر	السنة / طرق التدريس	المحتوى ومخرجات التعلم	مقرر مستقل	مقرر تكاملي	أستوديو تصميم
					الاستديو الرقمي (١) Digital Studio I Arch/LS/UD	محاضرات نظرية/ ورش العمل السنة الأولى	▪ التعامل المباشر مع مواد وتقنيات التصنيع ووضع التصور لقرارات التصميم من خلال الرسومات والنماذج ويركز على تصميم المواقع الطبيعية والحضرية التي تضم اللاندسكيب والتشكيل الحضري.		✓	
					الإستوديو الرقمي (٢) Digital Studio II Arch/LS/UD	محاضرات نظرية/ ورش العمل السنة الأولى	▪ مشاريع متقدمة في العمارة واللاندسكيب مع التركيز على استخدام الكمبيوتر باستخدام برامج الانيميشن وانتاج الفيديو والنمذجة المتقدمة للتصور والتخيل لإظهار العلاقات المكانية في تنسيق الرسومات المتحركة.		✓	
					الإستوديو الرقمي (٣) Digital Studio III (Planning/ UD)	محاضرات نظرية/ ورش العمل السنة الثانية	▪ مواضيع متقدمة في نظريات مفردات التشكيل shape grammar والتطبيقات ▪ يناقش عمليات توليد التشكل generalizationsالتي توفر طرقا بديلة بالحوسبة وإظهار التصاميم وتشمل قواعد التصميم البارامتري وقواعد التشكيل الموازي.		✓	
					الإستوديو الرقمي (٤) Digital Studio IV	محاضرات نظرية / ورش العمل السنة الثانية	▪ مقرر متطور في نظريات التشكيل والمشاريع بمقياس أكبر واستمرارية لدراسات متطورة لقواعد التصميم البارمترية وقواعد التشكيل الموازي.		✓	
					التصميم بالتفكير الرقمي Digital Thinking in Design	محاضرات نظرية/ ورش العمل السنة الثالثة	▪ أفكار وممارسات التفكير الرقمي- استكشاف وحل المشاكل التصميمية. ▪ إستوديو رقمي متطور للحلول والاتجاهات الحديثة في مجالات النمذجة- المحاكاة – الانيميشن- العلاقة التبادلية بين الواقع المرئي والواقع اللامرئي.		✓	
					الاستدامة LEED Concept of Sustainability/LEED	محاضرات نظرية/ ورش العمل السنة الثالثة	▪ تقييم دورة الحياة ونظام تصنيف LEED وتطبيق هذه المعايير المتكاملة على كامل البناء بهدف التقليل من النفايات وترشيد استهلاك الطاقة والماء. ▪ قراءات ومحاضرات وزيارات مواقع لتشجيع التفكير المنهجي والتعاون متعدد التخصصات لجعل التصميم المستدام حقيقة واقعة. ▪ مشروع تصميم لمبنى جديد مستدام.			✓
					نظم إضاءة المباني Illumination Systems in Buildings	محاضرات نظرية/ ورش العمل السنة الرابعة	▪ أسس تصميم الإضاءة الطبيعية والصناعية. ▪ النظريات العامة لتصميم ومحاكاة المباني والإضاءة. ▪ المحاكاة الرقمية للإضاءة الطبيعية وضوء الشمس والإضاءة الصناعية. ▪ استخدام برامج حديثة كأداة للمحاكاة مثل إيكوتيك Ecotec		✓	
					http://www.eng-mataria.edu.eg/sites/default/files/UGRegulationsE.pdf					

شكل (٢٢) نماذج من أعمال الطلاب في أستوديوهات التصميم والتصنيع الرقمي البارامتري (برنامج العمارة الرقمية) كلية الهندسة بالمطرية

المصدر: الباحث

بتحليل المعلومات السابقة نجد أن هناك فجوة بين التجارب العالمية والتجارب المصرية من حيث اهتمام معظم التجارب العالمية على تحقيق مستويات التعليم المختلفة (تمهيدي- متوسط- متقدم) بينما نجد أن التجارب المصرية ارتكزت على تدريس مقدمة لفكرة تقنية (BIM) والفرق بينها وبين تقنية CAD ثم تدريس اساسيات النمذجة باستخدام تقنية من خلال مقررات مستقلة (BIM) ولم تغطي معظم التجارب المستوي المتوسط والمستوي المتقدم باستثناء برنامج الهندسة المعمارية بالجامعة الأمريكية بمصر وبرنامج العمارة والتكنولوجيا الرقمية بهندسة المطرية - جامعة حلوان، حيث تم البدء في كلاهما بتدريس مقدمة نظرية عن تقنية (BIM) مع تدريس الأساسيات للنمذجة من السنة الأولى بالبرنامج في مقررات مستقلة (BIM) ثم الانتقال الي المستوي المتوسط بالسنة الثانية من خلال تدريس مهارات النمذجة وربطها مع التصميم والتصنيع الرقمي.

وتتيح الجامعة الأمريكية للطلاب معامل مجهزة بأجهزة التقطيع الرقمي CNC -Laser Cutting لتطبيق تقنية التصميم والتصنيع الرقمي في مقررات تكاملية مدمجة في استوديوهات التصميم الرقمي وهو ما يكسب الطلاب المهارات التي يحتاجها سوق العمل، ثم الانتقال الي المستوي المتقدم في السنة الثالثة والرابعة وتعلم كيفية عمل ترابط بين التخصصات المختلفة وكيفية التنسيق بين التخصصات الأخرى في استوديوهات تصميم متكاملة (IDS) وكيفية ادارة المشروعات لإعداد خريج مهني قادر على الاستجابة ومواكبة التطورات.

١١ منهجية دمج تقنية نمذجة معلومات البناء ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر

من خلال نتائج المراحل السابقة والتي تم فيها دراسة مفاهيم استخدام تقنية (BIM) في قطاعات الصناعة والتعليم ودراسة وتحليل وفهم المنهجيات الحالية لتضمين تقنية (BIM) في التعليم، ثم تحليل ومقارنة أهم الاستراتيجيات التعليمية الحالية لتدريس تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري وأهم الاتجاهات والتجارب العالمية لتدريسها والتعرف على أهم العقبات التي واجهتها، ثم دراسة الوضع الحالي لتقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر وكيف يتم تدريسها في عينة من أقسام الهندسة المعمارية بالجامعات المصرية الحكومية والخاصة، يمكن تطوير مخطط عام وصياغة منهجية لدمج تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر، حيث تقدم المنهجية خطة عمل وهيكل لمساعدة الأكاديميين في تطوير البرامج المعمارية لتحقيق ذلك الهدف، لتصبح تقنية (BIM) عنصر أساسي في مناهج التعليم المعماري في مصر مستقبلاً (شكل (٢٣)).

١١ /١ أهداف ومخرجات التعلم الرئيسية

من تحليل المنهجيات الحالية لتضمين تقنية نمذجة معلومات البناء في التعليم، هناك أربعة أهداف تعلم رئيسة يمكن استخدامها في تصميم مخطط منهجية دمج تقنية (BIM) في برامج الهندسة المعمارية الجامعية في مصر هي:

- المفاهيم Concept: معرفة المفاهيم الخاصة بتقنية (BIM) وفوائدها وهذا يساعدهم على فهم كيفية عمل نماذج (BIM).
- الأدوات والتقنيات Tools and Technology: تقان أدوات وتطبيقات تقنية (BIM) قبل الدخول إلى المستوى الأعلى، وهذا يمكن أن يساعدهم على اكتساب المهارات اللازمة.
- الأنظمة والعمليات Systems and Process: التركيز بشكل أكبر على بناء الكفاءة والمعرفة حول الأشخاص والأنظمة والعمليات التي تتطلبها تقنية (BIM) فهم عمليات تبادل المعلومات وتقاسم البيانات والتواصل ودورة حياة المشروع.
- التكامل والتعاون Integration and Collaboration: العمل مع التخصصات المتعددة في استوديو تصميم متكامل وفي مشروع واحد مشترك وهذا من شأنه يعدهم للعالم الحقيقي في سوق العمل.

١١ /٢ ربط الأهداف بالسنوات الدراسية

ربط مخطط منهجية المنتدى الأكاديمي لتقنية (BIM) The BAF framework ومنحنى التعلم لتقنية (BIM) مع المستويات الأكاديمية (AEC)، وهذا يساعد على توحيد الناتج من كل التخصصات، ويمكن الاستفادة من ذلك في المخطط المقترح لدمج وتضمين تقنية (BIM) من خلال ربط السنوات الأكاديمية مع أهداف التعلم الرئيسة المقترحة (المفاهيم Concept - الأدوات والتقنيات Tools And Technology - الأنظمة والعمليات Systems And Process - التكامل والتعاون Integration And Collaboration) ومخرجات التعلم المتوقعة منها مع ربط هذه المراحل بتصنيف بلوم BLOOM لأهداف التعلم المعرفية والإدراكية، وحيث أن معظم البرامج المعمارية في الجامعات المصرية يسبقها سنة تأسيس تسمى إعدادي أي ان عدد السنوات اللازمة

للحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة المعمارية في مصر ٥ سنوات، تقوم المنهجية المقترحة على أساس تضمين ودمج تقنية (BIM) تدريجيا في السنوات الدراسية لبرامج الهندسة المعمارية الجامعية اعتبارا من السنة الأولى في التخصص بحيث يتم في السنة التأسيسية (إعدادي) تعليم الطلاب طرق عمل الرسومات ثنائية 2Dوثلاثية الأبعاد3D يدوياً وباستخدام برامج الحاسب الألي لتقنية (CAD) وربط رسوماتهم بالمعلومات الأساسية "الأبعاد - الأسماء - المقاييس - عرض المواد " لتأهيلهم لتعلم أدوات وتطبيقات تقنية (BIM) في سنوات التخصص اللاحقة.

١١ /٣ صياغة المنهجية المقترحة

صمم هذا المخطط لبرنامج الهندسة المعمارية الجامعية في جمهورية مصر العربية وقد قسم إلى خمسة أعمدة رئيسية على أساس السنوات الأكاديمية، ويقترح المخطط ان يتم تدريس ودمج تقنية (BIM) ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي من السنة الأولى في التخصص تدريجيا استنادا الى أهداف ومخرجات التعلم الرئيسة المقترحة وربطها بتصنيف بلوم BLOOM ويتم استخدام مستويات واستراتيجيات متنوعة في تدريس تقنية (BIM).

١١/ ٣/ ١ المستوى التمهيدي (مصمم نموذج): (السنة الأولى)

تدرس تقنية (BIM) في مقررات مستقلة Single Courses دراسة المفاهيم وتعلم أدوات وتطبيقات تقنية (BIM) لتصميم وعرض ونمذجة مشروعاتهم باستخدام برامج مثل ريفيت Revit وأركي كاد ArchiCAD.

١١/ ٣/ ٢ المستوى المتوسط (محلل نموذج): (السنة الثانية)

تدرس تقنية (BIM) في مقررات مستقلة Single Courses لتطوير مهارات الطلاب في استخدام الأدوات والتطبيقات المختلفة للنمذجة وأدوات محاكاة الطاقة الخاصة والرياح والإضاءة بـتقنية (BIM) مثل برنامج Ecotect.

تدرس تقنية (BIM) في مقررات مدمجة تكاملية Intra Courses في استديوهات التصميم المستدام ويتعلم الطلاب كيفية تطوير أداء مشروعاتهم على أساس محاكاة وتحليل الطاقة الشمسية والرياح واتخاذ القرارات بشأن اختيار المواد ومكونات الإضاءة وتعلم كيفية تحسين أداء المبنى.

تدرس تقنية (BIM) في استديوهات التصميم المتكاملة (IDS) ويتعلم الطلاب التصميم والتصنيع الرقمي، تقدير التكلفة، الجدولة وإدارة المرافق، تطبيقات ونمذجة (BIM) من خلال استوديو التصميم وورش عمل حول التصنيع الرقمي وكيفية الترابط بين التخصصات المختلفة.

١١/ ٣/ ٣ المستوى المتقدم (مدير نموذج): (السنة الثالثة والرابعة)

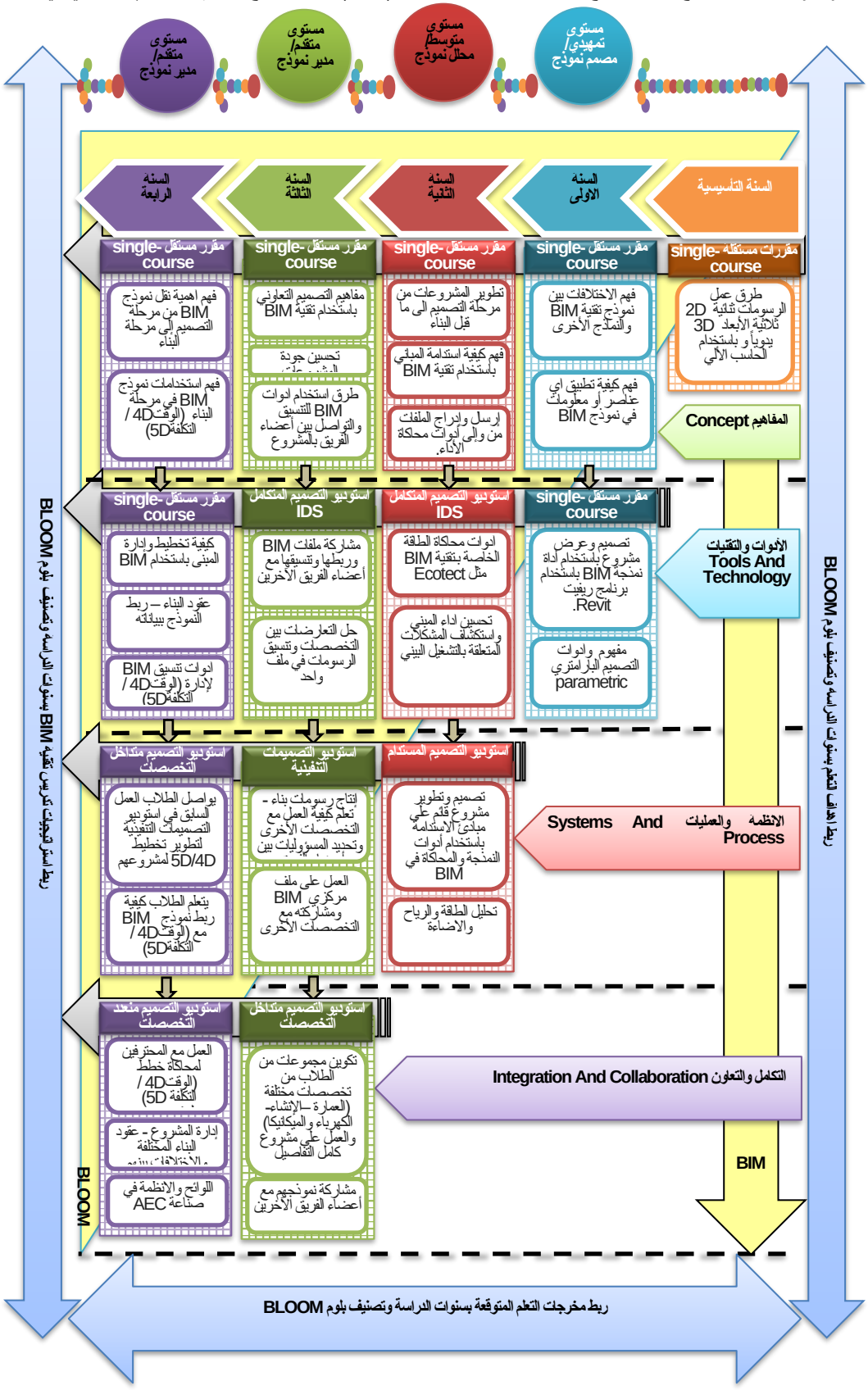
تدرس تقنية (BIM) في مقررات مستقلة Single Courses لدراسة المفاهيم والتطبيقات وكيفية التخطيط وربط النموذج ببياناته وعقود البناء وإدارة المشروعات.

تقنية (BIM) في مقررات مدمجة تكاملية Intra Courses في استديوهات التصميمات التنفيذية ويتم فيها تعلم كيفية مشاركة ملفات (BIM) وربطها وتنسيقها مع أعضاء الفريق الآخرين وإنتاج رسومات التنفيذ وتعلم كيفية العمل مع التخصصات الأخرى.

كما تدرس في استوديوهات التصميم المتكاملة (IDS) واستوديوهات متداخلة التخصصات Interdisciplinary ومتعددة التخصصات Multi-Disciplinary عن طريق تكوين مجموعات من الطلاب من تخصصات مختلفة (العمارة –الإنشاء- الكهرباء والميكانيكا) والعمل مع المهنيين المحترفين لوضع خطط لمحاكاة (الوقت 4D/ التكلفة 5D) ولإدارة مشروعاتهم حيث يلعب المهنيون دورا هاما في تقديم المشورة وتوجيه الطلاب في كيفية تخطيط المهام بطريقة سليمة.

وفيما يلي المخطط المقترح ويشمل (الأهداف - المستويات - السنوات الدراسية - استراتيجيات التدريس والمقررات - مخرجات التعلم) لمنهجية دمج تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر– (شكل (٢٣)).

شكل (٢٣) المخطط المقترح لمنهجية دمج تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر



المصدر: الباحث

١٢ النتائج

- توصل البحث إلى صياغة المنهجية التي تقترح تحقيق الدمج لتقنية (BIM) ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر تدريجياً في السنوات الدراسية لبرامج الهندسة المعمارية الجامعية من خلال ربطها مع أهداف التعلم الرئيسة المقترحة لتقنية (BIM) وهي: (المفاهيم - الأدوات والتقنيات - الأنظمة والعمليات- التكامل والتعاون) مع ربط هذه المراحل بتصنيف بلوم BLOOM لأهداف التعلم المعرفية والإدراكية وتحديد مستويات المهارات (تمهيدي – متوسط – متقدم) واستراتيجيات التدريس المناسبة لكل مستوى (مقررات مستقلة – مقررات تكاملية – استوديو التصميم المتكامل) ومخرجات التعلم المتوقعة منها .

- المرحلة الأولى لدمج نمذجة معلومات البناء (BIM) كجزء من المناهج الدراسية للتعليم المعماري الجامعي هو معرفة ما هي مستويات الإجادة والمهارات التي يجب على الطالب الحصول عليها وتحديد كيفية تطويرها.

- تلعب المؤسسات الأكاديمية دور هام في التحول إلى الجيل القادم من المهنيين المحترفين في استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) كعملية تدعم العمل التعاوني.

- دمج تقنية (BIM) في برامج التعليم المعماري الجامعي يضمن دخول عمالة جديدة في سوق العمل بالمستقبل تتمتع بالمهارات المطلوبة ومن ثم الحد من النقص في المهارات.

١٣ التوصيات

- تحقيق المنهجية المقترحة لدمج تقنية (BIM) ضمن مناهج التعليم المعماري الجامعي في مصر من أهم التوصيات الرئيسية للبحث.

- عملية دمج تقنية (BIM) في مناهج التعليم المعماري في مصر لن تكون عملية سهلة فهناك الكثير من القيود والعوائق لذلك فمن الضروري التدرج في تطبيق المنهجية المقترحة.

- يجب تطبيق منهجية التعليم لنمذجة (BIM) بناءاً على أهداف كل مستوى ويوصى بالفصول العملية والمحاضرات حول أدوات نمذجة (BIM) والمفاهيم والقضايا الخاصة بصناعة البناء في كل من المستويات الثلاثة كما يجب أن تدرس المحاضرات من قبل أعضاء هيئة التدريس والمتخصصين على حد سواء.

- يجب على العالم الأكاديمي أن ينضم إلى عالم صناعة البناء (AEC) في مصر والعمل معاً على تأسيس شراكة لنقل المعرفة من خلال فرق للبحث والتعليم والاستشارات، وعلى الجانب الأخر يجب أن تكون قطاعات صناعة البناء على استعداد لتوفير التمويل اللازم للعالم الأكاديمي وتخصيص وقت لزيارة الفصول الدراسية وتقديم المشورة والدعم والخبرة لأعضاء هيئة التدريس والطلاب وتبادل نماذج (BIM) وتوفير فرص تدريب للطلاب لتمكينهم من الممارسة العملية للمعارف والمهارات التي تعلموها.

- يجب تطوير القاعات الدراسية ومعامل الحاسب الألي وتجهيز استديوهات تصميم متكاملة (متداخلة التخصصات Interdisciplinary ومتعددة التخصصات Multi-Disciplinary) ببرامج تعليم العمارة والهندسة والبناء (AEC) في الجامعات المصرية وتزويدها بأجهزة حاسب مطورة وأدوات وتطبيقات تقنية (BIM) المناسبةس لكل مستوى من المهارات، وتوفير معامل مجهزة بأجهزة التقطيع الرقمي لتطبيق تقنية التصميم والتصنيع الرقمي، ومعامل افتراضية وبيئة تعليمية تفاعلية وتطوير شبكات الانترنت للتعاون عن بعد مع الجامعات العالمية والاستفادة من تجاربهم وخبراتهم .

- توفير موقع إلكتروني يعرض تجارب الجامعات المصرية في تدريس ودمج تقنية (BIM) في برامج التعليم (AEC) والأبحاث والدراسات الأكاديمية والمؤتمرات التي تتم في هذا المجال.

المراجع

References

حلوه، ألفت عبد الغني. (٢٠٠١). منهجية التصـــميم المعماري ودوره في الارتقاء بالتعليم المعماري. رسالة ماجيستير، كلية هندسة المطرية، جامعة حلوان.

Helwa, O. A. (2001). The Curriculum of Architectural Design and its Role in the Improvement of Architectural Education. Master Thesis, Faculty of Engineering, Helwan University.

ســـليم، عمر. (٢٠١٦). عن نمـذجـة معلومـات البنـاء نتحـدث. مجلـة بيم أربيـا. ٦، (٦-١٣). http://bimarabia.com/download/BIMarabia_Arabic/BIMarabia6.pdf (تـاريـخ الاستخدام: ٨ مارس ٢٠١٩).

Selim, O. (2016). A Talk about Building Information Modeling. Journal of BIM Arabia. 6, (6-13). Retrieved March 8, 2019, http://bimarabia.com/download/BIMarabia_Arabic/BIMarabia6.pdf.

سليم، عمر. (٢٠١٧). تطبيق الـــ(BIM) في بلدان الشرق الأوسط. تاريخ الاستخدام ١٤ أكتوبر ٢٠١٨، https://www.egyres.com/

Selim, O. (2017). BIM Application in Middle East Countries. Retrieved October 14, 2018, https://www.egyres.com/.

المركز القومي لبحوث الإسـكان والبناء. (٢٠١٨). ندوة الكود المصـري لنماذج معلومات البناء- المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، القاهرة.

Housing and Building National Research Center HBRC .(2018). Seminar of Egyptian Code for Building Information Models - Housing and Building National Research Center, Cairo.

Autodesk (2007): *University of Minnesota: Education Success Story Autodesk.* http://images.autodesk.com/apac_anz/files/univ_minn_final.pdf [accessed: Sep. 18, 2018].

Barison, M. B., & Santos, E. T. (2010) : BIM Teaching Strategies: An Overview of Current Approaches. Paper presented at the *Proc., ICCCBE 2010 International Conference on Computing in Civil and Building Engineering.* http://www.engineering.nottingham.ac.uk/icccbe/proceedings/pdf/pf289.pdf [accessed: Sep. 19, 2018].

Barison, M. B., and Santos, E. T. (2010): Review and Analysis of Current Strategies for Planning a BIM Curriculum. Paper presented at the *Proc., CIB W78 2010 27th International Conference*, Virginia Tech, Cairo, Egypt, 1-10, http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2010-83.pdf [accessed: Sep. 29, 2018].

Barison, M. B., and Santos, E. T. (2011): Competencies of BIM Specialists: Comparative Analysis of Literature Review and Job Ad Descriptions. Paper presented at the *Proc., ASCE 2011 Workshop of Computing in Civil Engineering, ASCE*, Miami, FL. 594-602, http://dx.doi.org/10.1061/41182(416)73 [accessed: Sep. 29, 2018].

BIM Academic Forum, B. (2013): *Embedding Building Information Modelling (BIM) within the taught curriculum. UK.* https://www.heacademy.ac.uk/knowledge-hub/embedding-building-information-modelling-bim-within-taught-curriculum [accessed: Sep. 29, 2018].

Bloom, B.S., Englehart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H., Krathwohl, D.R. (1956): *The Taxonomy of Educational Objectives, The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain*, David McKay Company, New York, N.Y.

Dederichs, A. S., Karshoj, J. and Hertz, K. (2011): Multidisciplinary Teaching: Engineering Course in Advanced Building Design. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Vol. 37: 12-19. http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000030 [accessed: Sep. 20, 2018].

Elyamany, Ahmed (2016): Current practices of building information modelling in Egypt. *Int. J. Engineering Management and Economics*, Vol. 6, No. 1, 2016. https://www.researchgate.net/publication/309277267 [accessed: Oct. 15, 2018].

Gerber, B. B., Gerber, D. J., & Ku, K. (2011): The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. *Journal of information technology in construction*, Vol. 16: 411-432. https://www.itcon.org/paper/2011/24 [accessed: Oct. 15, 2018].

Gregory, A., Herrmann, M. M., Miller, B., & Moss, J. (2013): Integrated Practice and Architecture Education: The Evolution of a Pedagogy. *THE VISIBILITY OF RESEARCH*, Vol. 310. https://www.academia.edu/3295604/Integrated_Practice_and_Architecture_Education_The_Evolution_of_a_Pedagogy [accessed: Sep. 19, 2018].

Joannides, M. M., Olbina, S., & Issa, R. R. (2012): Implementation of building information modeling into accredited programs in architecture and construction education. *International Journal of Construction Education and Research*, Vol. 8, No. 2: 83-100. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15578771.2011.632809 [accessed: Sep. 20, 2018].

Livingston, C. (2008): From CAD to BIM: Construction Opportunities in Architectural Education. Paper presented at *the Architecture Engineering National Conference*, Denver, Colorado. https://www.researchgate.net/publication/269127826_From_CAD_to_BIM_Constructing _Opportunities_in_Architectural_Education [accessed: Sep. 19, 2018].

Macdonald, J. A. (2012): A framework for collaborative BIM education across the AEC disciplines. Paper presented at *the 37th Annual Conference of Australasian University Building Educators Association (AUBEA)*. http://gridd.etsmtl.ca/publications/atelier-bim-education-research-2016/references/A%20Framework%20for%20Collaborative%20BIM%20Education%20Across%20the%20AEC%20Disciplines.pdf. [accessed: Oct. 8, 2018].

Mandhar, M., & Mandhar, M. (2013): BIMing the architectural curricula: integrating Building Information Modelling (BIM) in architectural education. *International Journal of Technology and Design Education*. https://core.ac.uk/reader/16498180 [accessed: Sep. 19, 2018].

Marble, S. (2012): Transforming the Architecture Studio with C-BIP. In J. Hill (Ed.), *world-architects eMagazine*. US: http://www.world-architects.com. [accessed: Oct. 5, 2018].

McGraw-Hill. (2014): *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets How Contractors Around the World Are Driving Innovation with Building Information Modeling: Smart Market Report.* New York: McGraw-Hill. https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf [accessed: Sep. 18, 2018].

Penn State University (2012, 2014): *Interdisciplinary BIM Studio wins national honor*. from http://news.psu.edu/story/148694/2012/05/25/interdisciplinary-bim-studio-wins-national-honor [accessed: Sep. 19, 2018].

Peterson, F., Hartmann, T., Fruchter, R., & Fischer, M. (2011): Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons learned. *Automation in construction*, Vol. 20, No. 2: 115-125. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092658051000138X [accessed: Oct. 5, 2018].

Pihlak, M., Deamer, P., Holland, R., Poerschke, U., Messner, J., & Parfitt, K. (2011): Building Information Modeling (BIM) and the Impact on Design Quality. *J Architec Engg Technol*, Vol. 1 No. 101: 2. https://www.omicsonline.org/open-access/building-information-modeling-bim-and-the-impact-on-design-quality-2168-9717.1000101.php?aid=3447 [accessed: Oct. 10, 2018].

Repko, A. F. (2012): *Interdisciplinary Research: Process and Theory* (Second Edition ed.), SAGE Publications, Inc.

Rodriguez, G. (2014): Universal Design for Learning (UDL) Within an Interdisciplinary Course for Building Information Modeling (BIM). Paper presented at the *BIM Academic Symposium*, USA-Washington, DC. https://cdn.ymaws.com/www.nibs.org/resource/resmgr/Conference2014/BI20140110_bSa_Rodriguez.pdf [accessed: Oct. 5, 2018].

Stivers, J. (2012): Integrating BIM into the Comprehensive Design Studio. Paper presented at the *ACSA 100th Annual Meeting*, Boston, MA, Host School: Massachusetts Institute of Technology. http://www.acsa-arch.org/programs-events/conferences/annual-meeting/100th-annual-meeting/paper-presenters [accessed: Oct. 5, 2018].

Underwood, J., Ayoade, O., Khosrowshahi, F., Greenwood, D., Pittard, S., & Garvey, R. (2015): Current position and associated challenges of BIM education in UK higher education. Paper presented at the *BIM Academic Forum.* http://usir.salford.ac.uk/35164/ [accessed: Sep. 19, 2018].

Wu, W., & Issa, R. R. (2013): BIM Education and Recruiting: Survey-Based Comparative Analysis of Issues, Perceptions, and Collaboration Opportunities. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice* https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%29EI.1943-5541.0000186 [accessed: Sep. 20, 2018].

BUILDING INFORMATION MODELLING TECHNOLOGY AND THE FUTURE OF ARCHITECTURAL EDUCATION IN EGYPT

Hanan Suliman Aisa Mohammed
Department of Architecture, Faculty of Engineering, El Materiya, Helwan University

ABSTRACT

The construction industry in the 21st century is facing huge challenges, especially with the emergence of Building Information Modelling (BIM) technology, which has produced great development in the fields of architecture, engineering, and construction. Now many companies are designing and implementing construction projects using this technology. However, the construction sector suffers from a shortage of specialists with (BIM) skills, there is a gap and lack of skills for this technology. In order to meet the future needs of (BIM) skills in the labor market, it was necessary to take serious steps towards preparing future professionals.

In most of the architectural education curriculum in Egypt, we find there is a great focus on education and teaching design with the help of (CAD) technology and little or no emphasis on (BIM) technology As a result, most of the architectural graduates do not have enough knowledge or skills in the use of (BIM) technology, Which creates a large gap between academia, design and construction industry.

This study is based on analysis and understanding of the most important methodologies and trends to include (BIM) technology in architectural education curriculum and to analyze and compare current strategies and the most important global trends and experiences for teaching (BIM) and identify the most important challenges faced, then study the current state of teaching (BIM) in the architectural education curriculum in Egypt in a sample of architecture departments in public and private Egyptian universities to develop a framework for the methodology of effectively integrating BIM technology within the architectural education curriculum.

KEYWORDS:

Building Information Modelling (BIM), Architectural Education, Integrated Design Studio (IDS), Interdisciplinary BIM Studio.