تطوير منظومة البناء بالحرمين والمشاعر المقدسة من خلال تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء(BIM)

The Development of the building system in the Holy areas through the technology of Building Information Modeling (BIM)

د. علي عبدالله حسن المنصوري
Mansory74@yahoo.com
و
د. محمد حسن خليل أحمد
archmoh33@gmail.com

Abstract:

The areas of the Two Holy Mosques and the Holy Sites witness a great development at the level of architecture and urbanism, which necessitate a parallel development in the utilities and technologies used in the design, the management, the maintenance and the control of projects. With the emergence of building information modeling technology (BIM), as a technology based on converting all elements of the building into 3D informative digital image that helps save time, effort and money, this research paper discusses many important applications through which the research paper asserts that the usage of this technology will help those who supervise the affairs of the Holy areas and those responsible for supporting decisions, with the ability to analyze the data and information provided by this technology, and use them in different building studies.

ملخص البحث:

تشهد كل من مكة المكرمة والمدينة المنورة والمشاعر المقدسة حركة تنموية كبيرة وتطورا عمرانيا مستمرا، مما يستلزم معه التطور في الأدوات والتقنيات المساعدة في كافة مراحل التطوير من تصميم مروراً بالإدارة وانتهاءً بالصيانة والتحكم في أعمال المشروع، ومع ظهور تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء Building Information Modeling (BIM) «كتقنية تقوم على تحويل كافة عناصر المبنى إلى صورة رقمية معلوماتية ثلاثية الابعاد تساعد علي توفير الوقت والجهد والمال» تناقش هذه الورقة البحثية العديد من التطبيقات المهمة التي تؤكد الورقة البحثية من خلالها أن استخدام هذه التقنية سيساعد القائمين على إدارة المشروعات في تلك المناطق المقدسة على دعم اتخاذ القرار مع القدرة علي تحليل البيانات والمعلومات التي توفرها هذه التقنية، واستخدامها في الدراسات البنائية المختلفة، والتي يمكن أن تقسم وفقاً لكل تخصص هندسي.

كما تفيد هذه التكنولوجيا (BIM) أيضا كلا من الملاك والمشغلين والمقاولين ومقدمي الخدمات على أداء أعمالهم عبر وسط محاكٍ للواقع يمكنهم من تلاشي الوقوع في التعارض (Clashes) بين التخصصات المختلفة.

كلمات الفهرسة : نمذجة معلومات البناء (BIM)– البناء بالمدن المقدسة – ابعاد تكنولوجيا ال BIM- تطبيقات تكنولوجيا ال BIM.

١- المقدمة:

تشهد منظومة البناء على الساحة العالمية وتحديدا في الدول المتقدمة تطورا متسارعاً في مجال الأدوات والتكنولوجيات المساعدة على تصميم منظومة البناء ودورة حياة المبنى وتنفيذها وإدارتها. والقاسم المشترك في هذا التطور هو استخدام تكنولوجيا المعلومات والحاسب الآلي كناتج من نواتج ثورة المعلومات والاتصالات، مما أثر على المنتج المعماري وظيفيا وإنشائيا وتشكيليا، ومع هذا التطور المستمر تتجه كافة الأبحاث العلمية نحو الاستفادة من الإمكانات التي أتاحتها هذه التكنولوجيا، وتتميز الدول الرائدة في هذا المجال بتميز المنتج المعماري لديها والذي أصبح بمقدور صانع القرار في هذه الدول استكشاف جوانب القوة والضعف في منظومة البناء لديهم نتيجة لإنشاء المنظومة البنائية الإليكترونية الكاملة. هذه المنظومة تعتمد بشكل كامل على تكنولوجيا ال BIM، وما يتبع ذلك من تطوير في الهيكل التنظيمي اداريا وفنيا وتنفيذيا، وبمراجعة الدراسات التي قامت على اتخاذ قرار الاعتماد على تكنولوجيا ال BIM في هذه الدول نجد أن هناك دراسة أجراها مركز دراسة تكامل أنظمة البناء بجامعة ستانفورد بالولايات المتحدة الأمريكية على ٣٢ مشروع ضخم فوجدت أنه (AZHAR, 2011):

١- يمكن تفادي ٤٠ من التغيرات المفاجئة أثناء التنفيذ، وبالتالي توفير في الوقت والمال والجهد.

٢- الدقة في حساب التكلفة وصلت إلى ٩٧٪.

٣- توفير ٨٠٪ من الوقت اللازم لحساب التكلفة.

٤- توفير ١٠٪ من التكلفة.

٥- تقليل ٧٪ من وقت المشروعات.

٦- اجراء دراسات مبكرة على التصميم وقبل التنفيذ.

٧- التثبت من سلامة المبنى، واكتشاف الأخطاء بسهولة مما يقلل من المخاطر.

٨- تنسيق وتعاون أكبر مع التخصصات الهندسية المختلفة.

٩- زيادة ثقة المالك والجهات المنظمة.

١٠- زيادة إنتاجية العاملين بالمشروعات.

هذا على مستوى المشروعات، غير أنه يوجد العديد من المميزات الأخرى على صعيد الدراسات البنائية التي تعتمد علي توافر المعلومات التفصيلية والتي يصعب الحصول عليها بالطرق الحالية في منظومة البناء في بالمناطق المقدسة.

الهدف من هذه الورقة البحثية: تطوير منظومة البناء في المناطق المقدسة من خلال تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء (BIM) للوصول الي أفضل مستويات الجودة العالمية في التصميم والتنفيذ والصيانة والادارة. وذلك عبر تطوير منظومة البناء الحالية في المناطق المقدسة، وتحديد المهام التي يتوجب علي كل العاملين الإلمام بها لكي يستخدموا هذه التكنولوجيا (BIM)، وهو ما يستوجب إعداد خطة عمل شاملة لكافة الاجراءات والتطبيقات التي تساعد على تعميم العمل بهذه التكنولوجيا، مع رصد للتجارب السابقة بمنظومة البناء في المناطق المقدسة للتعامل مع هذه التكنولوجيا، وتحديد أسباب عدم استمرار العمل بها، وذلك في ظل توجه الدول المتقدمة مثل أمريكا وإنجلترا وأستراليا واليابان وسنغافورة - بعد أن عممت العمل بهذه التكنولوجيا- إلى توسعة العمل بها وتطوير أدواتها ووضع حلول عملية لتلافي سلبياتها.

يعتمد المنهج البحثي لهذه الورقة البحثية على: ١-المنهج الاستقرائي لمراجعة الأدبيات التي تناولت الـ BIM بتحديد نشأتها وتعريفها ومراحل تطورها كما الى ناقشت تطبيقات الـ BIM والتي يمكن من خلالها تطوير منظومة البناء في المشاعر المقدسة. ٢-منهج دراسة الحالة لتحديد الوضع القائم في المناطق المقدسة وفائدة استخدام BIM في منظومة البناء بها. ٣-المنهج التطبيقي كمنهج يساعد على تطبيق النتائج التي تم توصل إليها من خلال كل من المنهجين الاستقرائي ودراسة الحالة على المناطق المقدسة. ولتحقيق ذلك يستلزم إنشاء شبكة معلوماتية خاصة بتطوير مشروعات المناطق المقدسة بحيث يتم تحويل كافة المباني والمنشآت الموجودة في هذه المناطق الى صورة رقمية معلوماتية (BIM Models) تشمل كل المعلومات المتعلقة بصناعة البناء مع ربطها بالمصممين وشركات التنفيذ والمقاولين والمشغلين بحيث تكون هذه المعلومات بمثابة مكتبة بناء رقمية يمكن من خلالها تحليل المعلومات (سواء معلومات نوعية كالبيئة وادارة المشروعات، أم معلومات كمية كالحصر الخاص بالمواد). كما تناقش الورقة أحد أهم تطبيقات برامج (BIM)، وهو 4D أو محاكاة مراحل التنفيذ في الواقع الافتراضي وهو ما يساعد علي تجنب الوقوع في مشاكل التنفيذ أثناء العمل، مما يساعد على سرعة العمل ودقته وأمانه في المشروعات الكبرى.

المراجعة الأدبية لتكنولوجيا BIM:

ظهرت تكنولوجيا ال BIM كأحد أهم الأدوات المساعدة على التصميم والتنفيذ، وقد أصبح العمل بها واسعا في العديد من الدول كالولايات المتحدة وإنجلترا وأستراليا ثم انتشر العمل بها بعد ذلك في عدة دول العالم (Elhag, 2014)، وأول ظهور لهذه الأداة كفكرة كان عند فِل بيرنستايم(Phil Bernstiem) من شركة أوتودسك لصناعة البرمجيات ، إلى أن تم تطوير الفكرة من الكاتب تشارلز إيستامان (Charles Eastman) عام ١٩٧٠ (Logothetis, 2015) وكان الهدف توضيح استخدام هذه الأداة وكيفية إنشائها في صورة برنامج تفاعلي، ولكن التطبيق الفعلي كان في عام ١٩٨٧ من شركة جرافيسوفت عبر محاكاة عناصر المبنى في الواقع الافتراضي، وقد أجريت عليها دراسات مكثفة لتحقيق القيمة من خلال ربطها

بـإدارة المشـروعات، وتحويـل منظومـة العمـل بالمشـروعات إلـى منظومـة ذكيـة يتـم تقييـم المشـروعات مـن خـلال النمـاذج ثلاثيـة الأبعـاد. (Ashworth, 2015)

ماهي ال BIM:

هـي تكنولوجيـا رقميـة يمكـن مـن خلالهـا محـاكاة المبانـي فـي البيئـة الافتراضية بحيـث يتـم تمثيـل كافـة البيانـات والمعلومـات الخاصـة بالمبنـى فـي صـورة ثلاثيـة الأبعـاد (HUNGU, 2013)، يتـم مـن خلالهـا اجـراء التحليـلات والدراسـات عبـر شـبكة معلوماتيـة تربـط كافـة التخصصـات الهندسـية العاملـة فـي المشـروع مـن خـلال نمـوذج موحـد (MacLeamy, 2012). وتعتمـد علـى إدخـال المعلومـة مـرة واحـدة بحيـث إذا تـم تغييـر أي عنصـر مـن عناصـر المبنـى فـي النمـوذج ثلاثـي الأبعـاد يتـم تغييـره فـي كافـة المسـاقط الأفقيـة (Sinclair، 2012).

الفرق بين تطبيق تكنولوجيا ال BIM والطرق التقليدية:

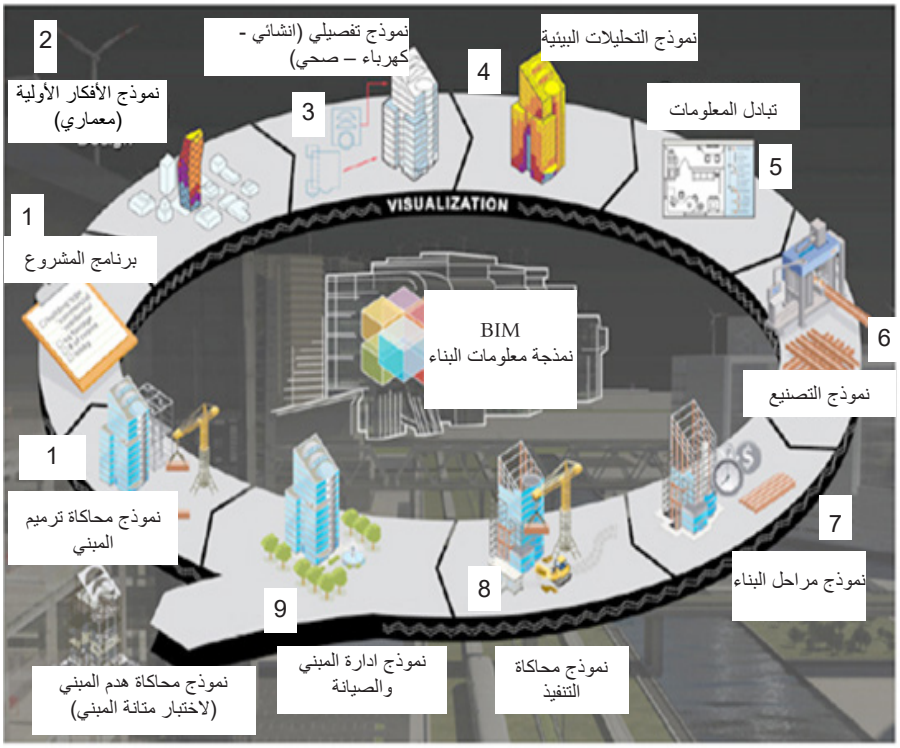
المقصـود بالطـرق التقليديـة هـي الطـرق التـي تعتمـد علـى البرامـج ثنائيـة الأبعاد 2D مثـل برامـج الـكاد، وهـو يعـد برنامـج غيـر ذكي حيـث يتعامل مع عناصـر المبني علـى انهـا خطـوط مجـردة وهـو مـا يـؤدي الي عـدم اكتشـاف الأخطـاء الا اثنـاء عملية التنفيـذ فـي الموقـع، وبالتالـي صعوبـة حـل مشـاكل التعارضـات بيـن التخصصـات المختلفـة. كمـا ان الطـرق التقليديـة لا يمكـن مـن خلالهـا اعـداد قاعـدة معلومـات للرجـوع اليهـا لتحليـل آداء المبانـي (MacLeamy, 2012) بينمـا تكنولوجيـا ال BIM منظومـة كاملـة تشـمل كافـة مراحـل ودورة حيـاة المبنـي. وتكنولوجيـا ال BIM ليسـت برنامجـا معينـا بـل هـي تقنيـة يمكـن تحقيقهـا بواسـطة العديـد مـن البرامـج ولا تعتمـد علـي برنامـج بعينـه، كمـا أن تحقيقهـا يعتمـد علـي التكامـل بيـن التخصصـات المختلفـة والتفاعـل مـن خـلال مشـاركة المعلومـات (Neary, 2010).

التجارب العالمية في تعميم العمل بال BIM:

انتشـر العمـل بتكنولوجيـا ال BIM فـي العديـد مـن دول العالـم، ومن هـذه الدول: أمريـكا وانجلتـرا وكنـدا وهولنـدا وسويسـرا واسـبانيا والنرويـج والبرتغـال وايطاليـا والمانيـا وفرنسـا والتشـيك وكوريـا الجنوبيـة واليابـان وماليزيا وسـنغافورة والأمارات المتحـدة والهنـد وإيـران (Ashworth, 2015). والهـدف مـن تعميـم تكنولوجيـا ال

BIM هـو الاسـتفادة مـن إمكانياتهـا العديـدة فتكنولوجيـا ال BIM وسـيلة وليسـت غايـة، وتشـير العديـد مـن تجـارب الـدول إلـى أن تعميـم اسـتخدامها أصبـح هدفـا وإن كان هنـاك اختـلاف بيـن الالزاميـة المباشـرة أو التـدرج فـي ذلـك، ففـي بريطانيـا وتحديـدا فـي مايـو ٢٠١١ نشـرت الحكومـة وثيقـة تنـص علـى اسـتخدام تكنولوجيـا ال BIM كشـرط للمشـاريع الممولـة مـن الدولـة بـدءاً مـن ٢٠١٦ وتركـز الوثيقـة علـى تحسـين إعطـاء مزايـا تفضيليـة للمشـروعات المطبـق فيهـا هـذه التكنولوجيـا تصـل إلـى تخفيـض الضرائـب علـى هـذه المشـروعات (Maclemy, 2012)، والسـبب الرئيسـي فـي ذلـك يرجـع إلـى أن اسـتخدام ال BIM يعـود علـى هـذه المشـروعات بالعديـد مـن المميـزات والتـي منهـا التوفيـر فـي ميزانيـة المشـروعات . وأمـا باقـي الـدول فقـد تـراوح إلـزام تطبيـق تكنولوجيـا ال BIM فـي المشـروعات بـدءا مـن عـام ٢٠١٦ وحتـى عـام ٢٠٢٢، وفـي سـبيل الوصـول لهـذا الهـدف تـم اعـداد خطـة متدرجـة للوصـول إلـى التطبيـق الكلـي، تبـدأ بالتحفيـز والتشـجيع علـى التطبيـق علـى المشـروعات العملاقـة مـن تقليـل المصروفـات الخاصـة باعتمـاد هـذه المشـروعات، ثـم تتـدرج الـي أن تصـل الـي تحـول المنظومـة بكاملهـا إلـى منظومـة رقميـة BIM. ومـن المحفـزات علـي تشـجيع العمـل بتكنولوجيـا الـ BIM إجـراء الدراسـات التـي تثبـت جـدوى العمـل بهـذه المشـروعات ثـم نشـرها، ومنهـا الدراسـة التـي أجرتهـا مؤخـرا مؤسسـة McGraw Hill المتخصصـة فـي مجـال الأبحـاث والتعليـم أن ثلاثـة أربـاع مسـتخدمي تكنولوجيـا ال BIM فـي أوروبـا الغربيـة أكـدوا حصولهـم علـي نتائـج ايجابيـة ملموسـة علـي اسـتثماراتهم الكليـة فـي مقابـل ٦٣٪ مـن مسـتخدمي BIM فـي أمريـكا الشـمالية (HILL, 2014) . ويوضـح شـكل (١) النمـاذج المختلفـة للتخصصـات الهندسـية التـي يمكـن العمـل بهـا أثنـاء تصميـم المشـروع.

شكل(١) يوضح مكونات منظومة معلومات البناء بواسطة BIM (AZHAR، 2011)



شكل(١) مكونات منظومة معلومات البناء عند BIM (RAHZA، 2011)

أجيال تكنولوجيا ال BIM:

انتقل التطور السريع في التكنولوجيا المساعدة على التصميم من البرامج ثنائية الأبعاد والتي يطلق عليها برامج الرسومات والتوثيق Draft Drawings إلي أن تم تطويرها لتتحول إلى البرامج ثلاثية الأبعاد 3D في التصميم والتي يكون فيها النموذج Model وسيلة نقل المعلومات وهو ما مهد الطريق لظهور البرامج التي تضيف الي ما سبق عامل الوقت للنموذج وظهور برامج 4D التي يتم من خلالها محاكاة مراحل بناء المبني. بعد ذلك تم إضافة عوامل جديدة للبرامج، وهي حساب كميات المواد وتكلفتها، ما أدى إلى ظهور برامج البعد الخامس 5D. تلا ذلك ظهور برامج دراسة المبني بيئيا وتحقيق الاستدامة عبر تحليلات متعددة وهو ما يطلق عليه 6D ، ثم ظهور جيل إدارة مرافق

المبنـي ودورة حيـاة المبنـي 7D ، وهـو مـا يتطلـب مدخـلات مـن مصـادر متعـددة (لبرامـج نمذجـة معلومـات البنـاء) مـن المعماريـين ، والمهندسـين فـي التخصصـات الأخـرى، وحاسـبي الكميـات ، والعلمـاء المتخصصـين فـي النمذجـة والمعلوماتيـة، ومراقبـي المرافـق ومديريهـا ، وتشـمل دورة حيـاة BIM أو Life Cycle BIM كلاً مـن الممتلـكات العقاريـة ، والتجاريـة ، والصيانـة ، والاسـتدامة ، وعمليـات محـاكاة الاداء للمبنـى.(Harris, 2007) . ويوضـح شـكل (٢) الابعـاد المختلفـة لتكنولوجيـا ال BIM.

شكل (٢): الأبعاد المختلفة لتكنولوجيا ال BIM (Wyner, 2014)

٢-الوضع الراهن لمنظومة البناء في المناطق المقدسة:

المقصود بمنظومة البناء في المناطق المقدسة هي المنظومة التي من خلالها يتم ربط كافة العناصر والاشخاص العاملين بهذه المناطق في إطار واحد، **وهي مقسمة الي ثلاثة أقسام**: **١ – العامل البشري:** ويشمل المهندسين والاداريين والعاملين والمصنعين ومتخذي القرار. وهو العامل الأهم في هذه المنظومة، وإذا أُحسن الاستثمار فيه وتدريبه وتطوير معرفته بالتكنولوجيات الحديثة أمكن تطوير المنظومة بشكل كامل. **٢-المباني القائمة:** من مباني تاريخية ذات قيمة دينية مثل الحرمين الشريفين والمشاعر المقدسة. أو مباني خدمية تعمل على خدمة الحجيج وزوار المناطق المقدسة كالفنادق والمستشفيات والمطارات وغيرها.

٣ – المباني المستقبلة بالمناطق المقدسة والتوسعات:

هي المباني التي يتم دراسة تصميمها في إطار التوسعات المستقبلية بما يعمل على حل مشاكل التكدس الحالية والمستقبلية، وما يلزم لذلك من خطط ودراسات واشراف وتكنولوجيات واجراءات ودراسات وتوريدات من مواد خام وصناعات وحرف. ولذلك فإن الهدف من تطوير منظومة البناء بالمشاعر المقدسة بواسطة تكنولوجيا BIM هو تحسين العمل بهذه المنظومة وتسهيله لتتحول هذه المنظومة من منظومة بناء تقليدية (تعتمد على دراسة المشروعات ومنا قشتها من خلال الرسومات ثنائية وثلاثيتها دون ربطها بقواعد معلومات مما يسبب عدم القدرة على تقييم أداء المباني فقط بعد الانتهاء من تصميم المشروعات) الي منظومة بناء رقمية معلوماتية تعتمد بشكل كامل علي نماذج معلومات البناء ويتم من خلالها إدارة المشروعات والصيانة والبناء مع توثيق كافة المباني المقدسة للحفاظ على قيمتها التاريخية مع تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وهو ما سيتم توضيحه من خلال تطبيقات BIM، وسيتم توضيح مدى مناسبة كل تطبيق لأي قسم من أقسام المنظومة الثلاثة.

٢-١ دراسة الوضع الراهن لمنظومة البناء في المناطق المقدسة:

تم دراسة الوضع الراهن لمنظومة البناء في المناطق المقدسة عبر

اجراء مقابلة مع كلا من مدير المشروعات بجامعة أم القري ومدير مشروعات التطوير بمكة المكرمة لمعرفة إلى اي مدى يتم تطبيق تكنولوجيا الـ BIM في مشروعات التطوير الحالية، وتم التوصل الي الاتي:

أ- لا يتم تطبيق تكنولوجياالـ BIM في غالبية المشروعات بأي مقياس الا بنسبة ضئيلة، ومنظومة البناء الحالية بالمناطق المقدسة منظومة تقليدية تعتمد على البرامج ثنائية الأبعاد.

ب- في جامعة أم القري تم تطبيق استخدام تقنية BIM في مشروع مبنى خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج على التخصص المعماري فقط ولم يتم تطوير العمل ليصل إلى باقي التخصصات الهندسية. كما تم تسليم رسومات المباني في صورة لوحات ثنائية الأبعاد.

ت- تم الاستعانة بتكنولوجيا ال BIM في مشروع المسعى الجديد ومسجد قباء وجسر الجمرات لكن صادفتها مشكلات عند الربط ببرامج الصيانة نظرا لكبر حجم الملفات وصعوبة التعامل معها ضمن العمليات اليومية.

ث- لا يتم استخدام تكنولوجيا ال BIM في ادارة المشروعات وادارة المنشآت ويتم الاعتماد فقط على برنامج البريميفيرا.

ج- لا يتم استخدام تكنولوجيا ال BIM في صيانة المباني، وبدلا عن ذلك يتم الاعتماد على برنامج ماكسيمو في المشروعات الكبرى والحرم.

ح- بشمل الهيكل التنظيمي لإدارة المشروعات فريقاً هندسياً متكاملاً (مدير مشروعات ومديرإشراف ومشرفين ومكتب فني يضم عناصر للجودة والأمن والسلامة، و ....) ولا يوجد ضمنه متخصصيو دعم فني لتطبيق BIM نظرا لعدم استخدامها في المشروعات.

خ- لا يوجد خطط مستقبلية للاستعانة بتكنولوجيا ال BIM لعدم توافر الكفاءات الفنية اللازمة لذلك.

٢-٢ دراسة الوضع الراهن عبر الاستبيان للعامل البشري:

بالإضافة لما سبق واستكمالا لدراسة الوضع الراهن تم اجراء استبيان

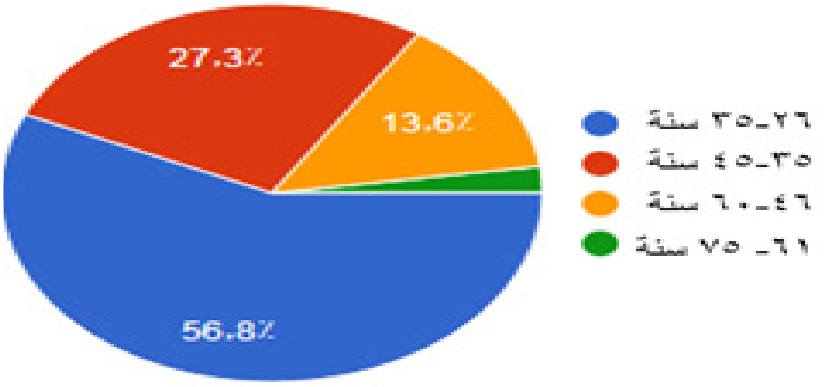
شامل لباقي الفئات الخاصة بالعامل البشري وذلك على عينة متنوعة تكونت من ١٠٠ فرد شملت مهندسين (عاملين بمشروعات التوسعة ومن تخصصات هندسية مختلفة)، وأكاديميين (بجامعة أم القرى من تخصصات هندسية مختلفة) وطلبة (من جامعة أم القرى من القسم المعماري) وقد وجد هذا الاستبيان استجابة وصلت الي ٨٠٪ من العينة المنتقاة التى تم توجيه الأسئلة اليها، وقد تم صياغة الأسئلة الخاصة بالاستبيان للوصول الي نقاط القوة والضعف والفرص والتهديداتSWOT Analysis لتطبيق تكنولوجيا ال BIM في منظومة البناء بالمشاعر المقدسة، هذا وقد تم سؤال العينة الدراسية ١٦ سؤالا تم تقسيم هذه الأسئلة الي أربعة أقسام:

أ- القسم الأول: يهدف الي تحديد الفئة العمرية والعلمية والمهنية التي تنتمي اليها العينة.

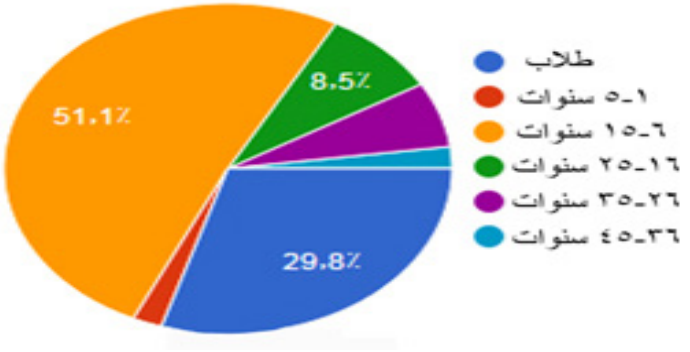
وكانت النتيجة كالتالي:

تنوعت الشريحة العمرية والخبرة العملية والعلمية للعينة من ٢٦ سنة وحتى ٦٥ سنة وان تدرجت الفئات العمرية حيث كانت الشرائح الأصغر سنا هي الشرائح الأكبر وتمثل الطلبة والمهندسين حديثي التخرج. شكل (٣)

- تنوعت التخصصات الهندسية التي تم اجراء الاستبيان عليها، كان التخصص المعماري هو التخصص الغالب في الاستبيان. شكل (٤)



شكل (٣): الفئة العمرية للعينة



شكل (٤): سنوات الخبرة للعينة

ب- أما القسم الثاني فالهدف منه: رصد مدي معرفة العينة الدراسية بتكنولوجيا ال BIM وما هي الفوائد والميزات التي يمكن الاستفادة من تطبيقها فيها.

وكانت النتيجة كالتالي:

- جاءت نسبة معرفة العينة بتكنولوجيا ال BIM بنسبة ٤٥٪، وهو ما كان غير متوقع من الدراسة نظرا لتدني نسبة المعرفة بها.

- من سبق له العمل بالـ BIM ٣٢٪، وهو يمثل نسبة جيدة في ظل قلة نسبة المعرفة بال BIM.

- تم توضيح ماهية ال BIM للعينة التي اجري عليها الاستبيان، وبناءً عليه تم سؤالهم عن مدى اعتقادهم بأهمية ال BIM لتطوير منظومة البناء، وكانت النتيجة أن ٧٣٪ يرون أنها مهمة لعملية التطوير.

جـ - ويهدف القسم الثالث الي: معرفة مدى توقع العينة للمدى الزمني الذي يمكن خلاله تطبيق ال BIM وتحديد الوسيلة التي قد تسهم في تعميمها.

وكانت النتيجة كالتالي:

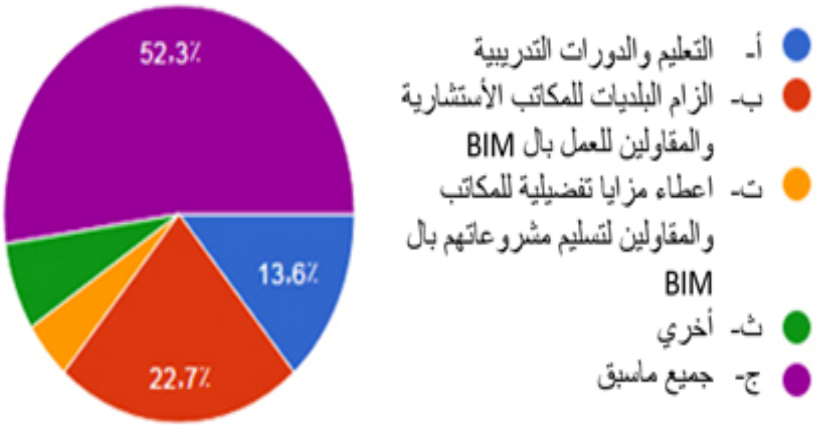
- اعتبر ٧٠٪ من العينة الدراسية أنه يمكن تعميم ال BIM لتكون الأداة التي يتم من خلالها تطوير ادارة منظومة البناء بالمناطق المقدسة.

شكل (٥): يوضح المدي الزمني الذي توقعته العينة لتطبيق ال BIM

تباينت التوقعات الخاصة بالمدي الزمني لتطبيق ال BIM حيث رشحت ٦٤,٥٪ من العينة إمكانية تطبيق ال BIM في خلال ٥ سنوات، بينما جاءت نسبة ٢٩,٧٪ من العينة بأنه يمكن تطبيق ال BIM في خلال ٦-١٠ سنوات، بينما جاءت رشحت نسبة ٥,٤٪ من العينة بأنه يمكن تطبيق ال BIM في خلال ١١-١٥ سنة. شكل (٥).

- تباينت الآراء حول الوسائل التي قد تسهم في تطبيق ال BIM وهي:

١- جاءت نسبة ٥٢,٣٪ من الآراء للتعليم والدورات التعليمية. ٢- بينماجاءت نسبة ٢٢,٧٪ لإلزام البلديات للمكاتب الاستشارية والمقاولين العمل بالـ BIM.٣- وجاءت نسبة ٥٪ لإعطاء مزايا تفضيلية للمكاتب الاستشارية والمقاولين للعمل بها.٤- وجاءت نسبة ٦,٤٪ لوسائل أخرى. ٥- بينما جاءت نسبة ٢٢,٧٪ لجميع ما سبق. وهو ما يوضحه شكل (٥)



شكل (٦): بوضح نسب استبيان للوسائل التي قد تسهم في تطبيق الBIM

د- ويهدف القسم الرابع الي: معرفة مدى إلمام العينة الدراسية بميزات تطبيق ال BIM في المشروعات:

وكانت نتيجة الاستبيان كالتالي:

جاءت نسبة ٥٨,١ ٪ تعبر عن إلمامها بميزات العمل بالـ BIM من الفئة التي على علم بتكنولوجيا الـ BIM.

وجاءت نسبة ٤٠٪ من العينة علي علم بالتحليلات والدراسات التي تقوم بها ال BIM.

وجاءت نسبة ٧٧,٥ ٪ من العينة لتعبر عن رغبتهم في العمل بالـ BIM بعد التعرف على ميزاته.

٣-إطار عمل منظومة تقنيات البناء باستخدام ال BIM (منهج دراسة الحالة):

وتؤكد الدراسة على تفعيل ذلك عبر العناصر التالية:

١. إنشاء شبكة معلوماتية للمشاعر المقدسة لربط كافة التخصصات الهندسية بعضها ببعض.

٢. تدريب العامل البشري (طلاب – مهندسين –اداريين – مصنعين – مشغلين-...)

٣. ربط الصناعات البنائية في المناطق المقدسة بالشبكة المعلوماتية.

٤. تحديد البرامج التي يمكن الاستعانة بها.

٥. في ظل تطبيق تكنولوجيا ال BIM، يلزم لذلك تحديد الأدوار والمسؤوليات للجهات العاملة بالمشاعر المقدسة، حيث أن طبيعة العمل على النماذج المعلوماتية يختلف عن العمل بالطرق التقليدية.

٣-١ إنشاء شبكة معلوماتية للمشاعر المقدسة لربط كافة التخصصات الهندسية بعضها ببعض:

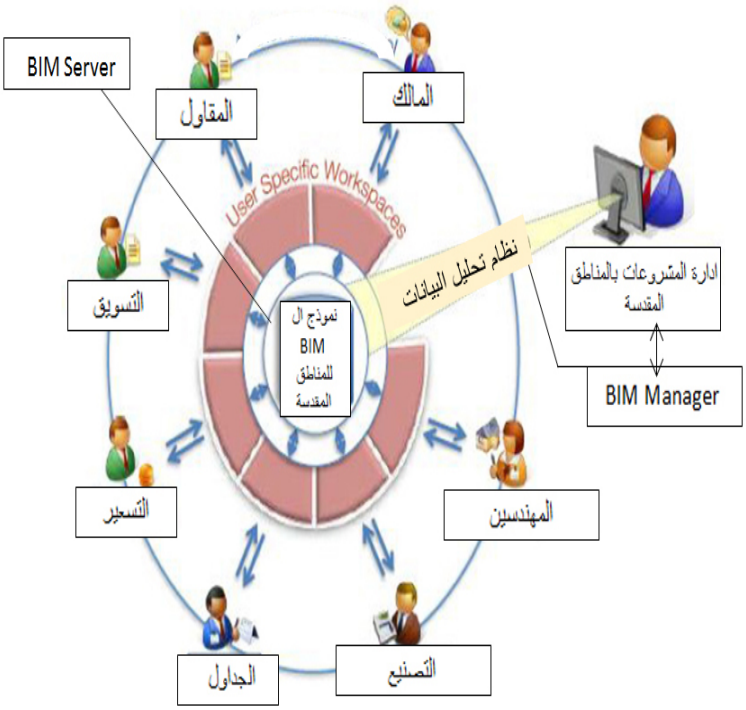
من واقع التجارب العالمية وجد أن ربط المشروعات مع بعضها كان له نتائج إيجابية نظرا لإمكانية إجراء التحليلات المختلفة على منظومة البناء وبالتالي إمكانية تطوير الأداء، ويستلزم ذلك العديد من القرارات أهمها تحويل كافة المباني بالمناطق المقدسة الي نماذج معلوماتية من نوع BIM، وتقترح الدراسة تقسيم المباني كالتالي:

أ- يتم تقسيم المباني إلى مجموعات وفقاً لكل منطقة، فالحرم المكي يعتبر منطقة ١، والمنطقة السكنية المحيطة بالحرم منطقة ٢، والمباني الخدمية منطقة ٣، ومني منطقة ٤، وعرفات منطقة ٥، والمشعر المزدلفة منطقة ٦. والهدف

مـن تقسـيم المناطـق المقدسـة الـي مناطـق مختلفـة هـو سـهولة ادارة المعلومـات وتلافـي الوقـوع فـي مشـاكل تقنيـة تتعلـق بالحمـل الكبيـر علـى الشـبكة المعلوماتيـة، وأيضـاً سـهولة تحديـد المسـؤوليات حيـث يتـم تنصيـب مديـر متخصـص فـي ادارة المعلومـات البنائيـة لـكل منطقـة ويجـب أن يكـون ملمـاً بـكل مـا يخـص تكنولوجيـا ال BIM، ويقـوم بتوزيـع المهـام والتنسـيق بيـن مديـر المشـروعات وكافـة التخصصـات الهندسـية المختلفـة (الشـكل ٧).

ب- يسـتخدم فـي تحويـل المبانـي القائمـة نظـم التوثيـق المعلوماتـي بواسـطة الـ BIM وتنقسـم إلـى قسـمين **: القسـم الأول برامـج الـ HBIM وهـي** برامـج متخصصـة فـي نمذجـة المبانـي التراثيـة والتـي تحتـوي على منصـة لنمذجـة العناصر التـي تحتـوي علـى تفاصيـل وزخـارف دقيقـة للأعمـدة والفتحـات والمشـربيات (Logothetis, 2015)، **والقسـم الثانـي وهـو أنظمـة المسـح ثلاثـي الأبعـاد بالليـزر**، وتتميـز هـذه الطريقـة بالدقـة العاليـة وسـرعة رفـع التفاصيـل، كمـا يمكـن الجمـع بيـن القسـم الأول والثانـي للوصـول الـي نمـاذج دقيقـة.

ت- بعـد رفـع معلومـات المبانـي الحاليـة ومسـحها يتـم تجميعهـا وتخزينهـا علـى خـادم مركـزي BIM Server، لدعـم مركزيـة قواعـد البيانـات والمعلومـات لكـي يسـهل عمـل التحليـلات النوعيـة والكميـة المختلفة(شـكل٧).



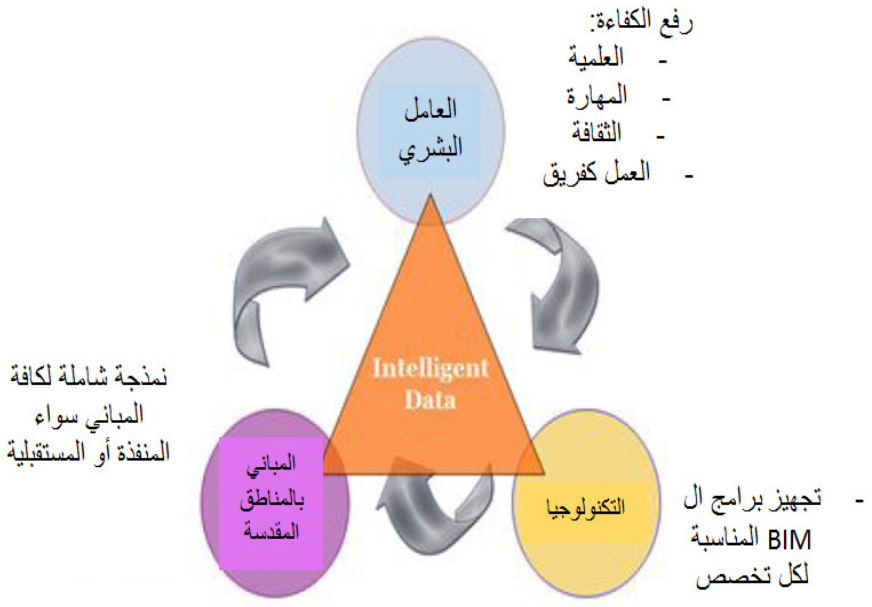
شكل (٧): طرق تبادل معلومات البناء في المناطق المقدسة من خلال نماذج ال BIM

جـ- بالنسبة للمباني المستقبلية وأعمال التطوير تؤكد الدراسة على أهمية تعميم العمل بنماذج ال BIM بحيث يكون إلزامياً (وخاصة للمباني التابعة للمناطق المقدسة) في فترة ٦-١٠ سنوات، وفي خلال هذه الفترة يتم وضع خطة زمنية تحفيزية للملاك والمطورين مثل تقليل الضرائب على التراخيص فالتعميم سيعود بالفائدة على الجميع.

٣ -٢ تدريب العامل البشري:

ويشمل العامل البشري كلا من (الطلاب – مهندسين –اداريين – مصنعين – مشغلين-...)، ويستلزم قبل ذلك اجراءات مهمة من ادارة المشروعات بالمناطق المقدسة تساعد لا على تشجيع العامل البشري فحسب بل إلزامه بالتحول نحو تكنولوجيا ال BIM.

ويمكن الاستفادة من التجارب العربية السابقة، ففي الكويت قام معهد الكويت للأبحاث العلمية بدعم تطبيق ال BIM في المشروعات وهو ما دفع وزراه الصحة الي فرضه في مشروعات المستشفيات (وزارة الأشغال بالكويت، ٢٠١٥)، وكذلك في دبي تم فرض تطبيق ال BIM في المستشفيات والمباني العامة (بلدية دبي، ٢٠١٥)، وفي قطر تم تحويل المباني العامة الي ال BIM مع ربطها بالبنية التحتية (جمعية المهندسين القطرية،٢٠١٥). ويوضح الشكل (٨) العوامل التي تتعلق بالعامل البشري وهي: أولا: التدريب ورفع الكفاءة والثقافة التي يلزم الإلمام بها للعمل بالـ BIM. ثانيا: معرفة ميزات تكنولوجيا الـ BIM وعيوبها وكيفية تكامل التخصصات مع بعضها بعضاً. ثالثا: معرفة طرق النمذجة المختلفة والإلمام بطرق تبادل المعلومات وكيفية اجراء التحليلات.



شكل (٨): العوامل المؤثرة على تدريب العامل البشري للتحول إلى الـ BIM (Wu, 7-8 April 2015)

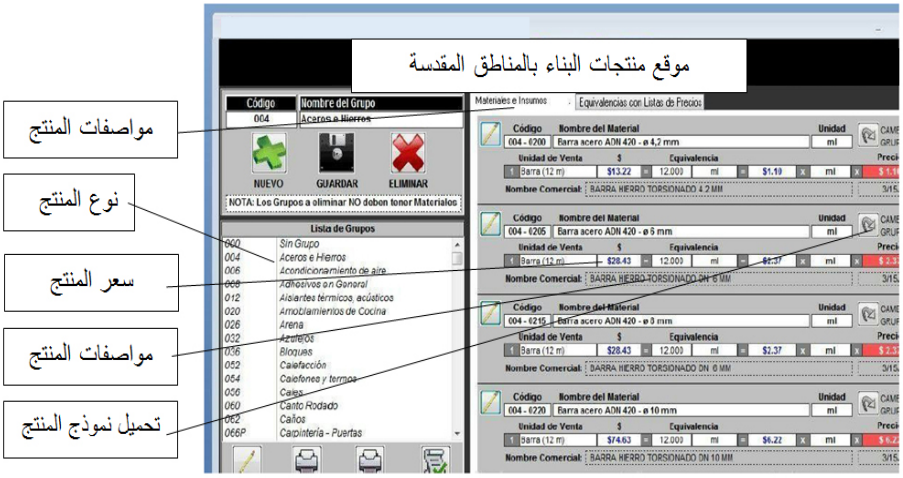
٣-٣- ربط الصناعات البنائية في المناطق المقدسة بالشبكة المعلوماتية:

ويستلزم لتفعيل هذا العنصر الآتي:

أ- انشاء شبكة معلوماتية محلية وتحميل كافة مباني المناطق المقدسة عليها على خادم مجمع BIM Server لكي يسهل ربط الصناعات البنائية المغذية بها.

ب- التدوين والتصنيف لكافة المنتجات البنائية الخاصة بالبناء بالمشاعر المقدسة.

جـ- بعد ذلك يتم إنشاء موقع إلكتروني متخصص في تحميل المنتجات البنائية التي تم تدوينها مع ذكر مواصفات هذه المنتجات (وهو موقع مشابه للموقع الذي أنشأته شركة أوتودبسك (Autodesk) لربط المنتجات الصناعية للبناء بنماذج معلومات البناء BIM models) بحيث تساعد هذه المعلومات المصممين على مقارنة المنتجات المختلفة بسهولة مع تحديد التكلفة في مرحلة مبكرة من التصميم مع إمكانية تحميل النماذج ثلاثية الأبعاد لهذه المنتجات الي نموذج التصميم وسهولة إجراء التحليلات الكمية والنوعية عليها. ويوضح الشكل (٩) كيفية اختيارإحدى مواد البناء من الموقع المقترح، حيث يتم مقارنة المواصفات لأحد الأبواب التي يراد تركيبها في مبنى مستشفى بالمنطقة الخدمية للمناطق المقدسة، ويوضح الموقع كافة البيانات المتعلقة بالباب، وبالإضافة لذلك مقارنة بين الأسعار المختلفة للمصنعين، مما يتيح اختيار أفضل مواصفات وأقل سعر.



شكل (٩): الموقع الإلكتروني المقترح لربط صناعة البناء بالمشروعات في المناطق المقدسة
المصدر: (البحث)

٣-٤ تحديد البرامج التي يمكن الاستعانة بها:

وتؤكد الدراسة على أهمية الاعتماد على مجموعة من البرامج المتخصصة التي تدعم مفهوم تكنولوجيا ال BIM، وقد تم تصنيفها وفقا للتخصصات الهندسية المختلفة، وتم تنويعها حتى يتمكن مدير المشروع ومدير الـ BIM من اختيار الأنسب وفقا لما يناسب احتياج العمل وما يتوافق مع الميزانية، ويتوافر بالمواقع الاليكترونية لكل برنامج سعره ومواصفاته والتجهيزات التقنية الخاصة بأجهزة الحاسب التي تتوافق معه.

وقد تم تصنيف هذه البرامج كالتالي:

جدول (١): يوضح البرامج التي تقترحها الدراسة للعمل بها في منظومة البناء

م	نوع البرامج	مسمى البرامج
١	برامج الـ BIM المعمارية	●Autodesk Revit Architecture ● Graphisoft ArchiCAD ● Nemetschek Allplan Architecture ● Gehry Technologies – Digital Project Designer ● Nemetschek Vectorworks Architect ● Bentley Architecture ● 4MSA IDEA Architectural Design (IntelliCAD) ● CADSoft Envisioneer ● Softtech Spirit ● RhinoBIM (BETA)
م	نوع البرامج	مسمى البرامج
٢	برامج الـ BIM للتحليلات البيئية والطاقة والاستدامة Sustainability	● Autodesk Ecotect Analysis ● Autodesk Green Building Studio ● Graphisoft EcoDesigner ● IES Solutions Virtual Environment VEPro ● Bentley Tas Simulator ● Bentley Hevacomp ● DesignBuilder ● Hevacomp, ● TAS ● equal

م	نوع البرامج	مسمى البرامج
٣	برامج الـ BIM الإنشائية	● Autodesk Revit Structure ● Bentley Structural Modeler ● Bentley RAM, STAAD and ProSteel ● Tekla Structures ● CypeCAD ● Graytec Advance Design ● StructureSoft Metal Wood Framer ● Nemetschek Scia ● 4MSA Strad and Steel ● Autodesk Robot Structural Analysis
٤	برامج الـ BIM للكهروميكانيكا لـ(التكييف و صحي)	● Autodesk Revit MEP ● Bentley Hevacomp Mechanical Designer ● 4MSA FineHVAC + FineLIFT + FineELEC + FineSANI ● Gehry Technologies – Digital Project MEP Systems Routing ● CADMEP (CADduct / CADmech)
٥	برامج الـ BIM للمحاكاة والتحليل وحل التعارض	● Autodesk Navisworks ● Solibri Model Checker ● Vico Office Suite ● Vela Field BIM ● Bentley ConstrucSim ● Tekla BIM Sight ● Glue (by Horizontal Systems) ● Synchro Professional ● Innovaya

م	نوع البرامج	مسمى البرامج
٦	برامج الـ BIM لحساب التكلفة	• Cost Estimate Autodesk QTO • Innovaya, • Vico, • Timberline or equal
٧	برامج الـ BIM لادارة المنشآت	• Bentley Facilities • FM:Systems FM:Interact • Vintocon ArchiFM (For ArchiCAD) • Onuma System • EcoDomus

٣-٥ تحديد الأدوار والمسؤوليات للعمل بال BIM بالمشاعر المقدسة:

كان من نتائج التطور المستمر في تكنولوجيا الـ BIM تطور متطَرد في الوظائف والمسؤوليات، وهو ما سيؤثر على الهيكل التنظيمي للعاملين بمنظومة البناء في المناطق المقدسة، حيث سيتم اضافة ثلاث وظائف لكل تخصص هندسي وهي كالتالي:

أ- مصمم نماذج أعمال التصميمات والمحاكاة BIM Modular ويقوم بالتنسيق مع المصممين والمخططين بتحويل التصميمات الى نماذج ثلاثية الأبعاد. ب- منسق BIM أو BIM Coordinator وهو يقوم بتنسيق استخدام النماذج الخاصة بالتصميمات مع التخصصات المختلفة، وربط المشروع مع الجدول الزمني، ويراجع من خلال برامج الـ BIM حالات التعارض اكتشفها البرنامج لكي يتم حلها. جـ-منسق التحليلات أو BIM Analytical، ودوره تحديد أدوات التحليل القابلة للتشغيل المتبادل مع تكنولوجيا ال BIM. د- مدير ال BIM أو وهو مسؤول عن مراجعة العمليات النهائية ومدى صحة النمذجة ومدى صحة البيانات المدخلة، ومراجعة صحة البرامج الزمني لإدارة المشروع، ومراجعة الصحة والسلامة، ويوضح جدول (٢) المسؤوليات والأدوار التي يقوم بها العامل البشري المضاف الى منظومة البناء الحالية.

جدول (٢): يوضح الأدوار والمسؤوليات المختلفة لمنظومة العمل بال BIM في المشاعر المقدسة

م	المسمى الوظيفي	المسؤوليات	الدور
١	مصمم نماذج أعمال التصميمات والمحاكاة BIM Modular	ضمان مطابقة النماذج ثلاثية الأبعاد للتصميمات	يقوم بتحويل التصميمات الأولية الي نماذج ثلاثية الأبعاد
٢	منسق BIM أو BIM Coordinator	ضمان مطابقة النماذج ثلاثية الأبعاد لرسومات التنفيذ	يقوم بالتنسيق بين التخصصات الهندسية المختلفة للتأكد من عدم حدوث حالات تعارض (Clashes) بين العناصر المعمارية والإنشائية والكهربية والصحية
٣	منسق التحليلات BIM Analytical	إجراء التحليلات المختلفة بهدف توفير الطاقة وتقليل التكلفة وتحديد الأسعار لكافة عناصر المبني	يقوم بربط النماذج ثلاثية الأبعاد ببرامج التحليل (سواء تحليلات نوعية أم كمية) واستخراج الدراسات المختلفة لتحقيق أفضل أداء للمبنى.
م	المسمى الوظيفي	المسؤوليات	الدور
٤	الدعم الفني لـ BIM	مسؤول عن متابعة العمل بتكنولوجيا الـ BIM	حل المشاكل الفنية (مثل عدم الإلمام الكامل بالبرامج وتقديم العون للمهندسين للتغلب على مشاكل النمذجة وتبادل المعلومات). وحل المشاكل التقنية (المتعلقة بالبرمجيات والتحديثات والتجهيزات الحاسوبية المطلوبة لدعم العمل بالـ BIM
٥	مدير الـ BIM	مسؤول مسؤولية كاملة عن تطبيق تكنولوجيا الـ BIM في المشروع	التنسيق بين التخصصات الهندسية المختلفة عبر النماذج المعلوماتية وبين مدير المشروع لتحقيق أفضل اداء للمشروع.

٤- النتائج:

• أولاً: النتائج العامة لدراسة الحالة من واقع المقابلة والاستبيان (sisylanA TOWS):

أولاً: عوامل نقاط القوة:

١- إذا ما تم تطبيق تكنولوجيا ال BIM فيستتبع ذلك السيطرة على منظومة ٢- البناء بالكامل والقدرة علي رصد الواقع بطريقة علمية صحيحة.

٢- وضوح المسؤوليات لكل العاملين مع وجود الدعم الفني لكل تخصص.

ثانياً: نقاط الضعف:

١- وجود مخاوف من تطبيق تكنولوجيا الـ BIM تتعلق بتأثير استخدامها على سير العمل التي تتملك المبتدئين.

٢- عدم توافر الكفاءة للمستخدمين الحاليين وقابليتهم للتطوير.

٣- عدم الاستعداد الذهني لنسبة من العينة الدراسية لقبول فكرة التحول الى تكنولوجيا حديثة.

٤- عدم الرغبة من الإدارة في استثمار الوقت والمال اللازمين للانتقال الى تكنولوجيا جديدة على الرغم من ثبوت كفاءة هذه التكنولوجيا في تطوير منظومة البناء بالكامل.

٥- التخوف من تكلفة التجهيزات اللازمة للانتقال الى تكنولوجيا الـ BIM والتي منها تكلفة أجهزة الكمبيوتر الجديدة بميزات أخرى تختلف عن الحالية لتلائم البرامج الجديدة.

٦- الاعتماد على النموذج الفردي في حل المشاكل بدلا عن الاعتماد على الأنظمة المتخصصة التي تعتمد على التكامل والحلول المسبقة للمشاكل والتي تؤيدها قوة التكنولوجيا.

ثالثاً: الفرص:

١- الشريحة الأكبر في العينة التي تم اجراء الدراسة عليها هي شريحة الطلبة ثم الخبرات من ٥ -١٠ سنوات وهو ما يمثل ميزة نوعية لتعميم الـ BIM في المستقبل وهي تتراوح من ٥-١٠ سنوات إذا ما تم نشر تعليم تكنولوجيا ال BIM في المناهج الدراسية، بالإضافة إلى إلزام البلديات الاستشاريين والمقاولين بتعميم الـ BIM.

٢- بعدأن تم توضيح ميزات استخدام تكنولوجيا الـ BIM للعينة الدراسية اظهرت الدراسة سعي ٧٥٪ من العامل البشري إلى تعلم الـ BIM والعمل بها وهو مؤشر جيد لتعميم الـ BIM عن طريق التحفيز والإقناع إلى جانب الإلزام.

٣- سهولة تطوير منظومة البناء نظرا لان تكنولوجيا الـ BIM تكنولوجيا مرنة تقبل التطوير والتعديل.

٤- مع تطبيق قاعدة المعلومات المركزية يمكن إجراء تقييم أداء للعنصر البشري العامل في المناطق المقدسة وبالتالي الاستعانة بالأفضل وحث العامل البشري على تطوير قدراته وهو ما يصب في صالح تطوير منظومة البناء بالمشاعر المقدسة.

٥- إمكانية متابعة سير العمل ومتابعة توريدات المواد ورصد الهالك وتقليل وقت تنفيذ المشروعات في كافة مراحل المشروعات.

٦- امكانية اجراء التحليلات المختلفة أثناء عملية تصميم المباني لتقليل استهلاك الطاقة، وتحقيق الاستدامة وتقليل تكلفة المشروعات.

رابعاً: المخاطر:

١- عدم مسايرة التطور المستمر في التكنولوجيات المتقدمة والانغلاق على الداخل والاعتماد على العامل البشري فقط، مما يؤدي إلى إهدار الوقت والجهد والمال.

٢- عدم وجود قواعد معلومات تتيح تحليل البيانات والخروج بنتائج واقعية مما يساعد علي دعم اتخاذ القرار.

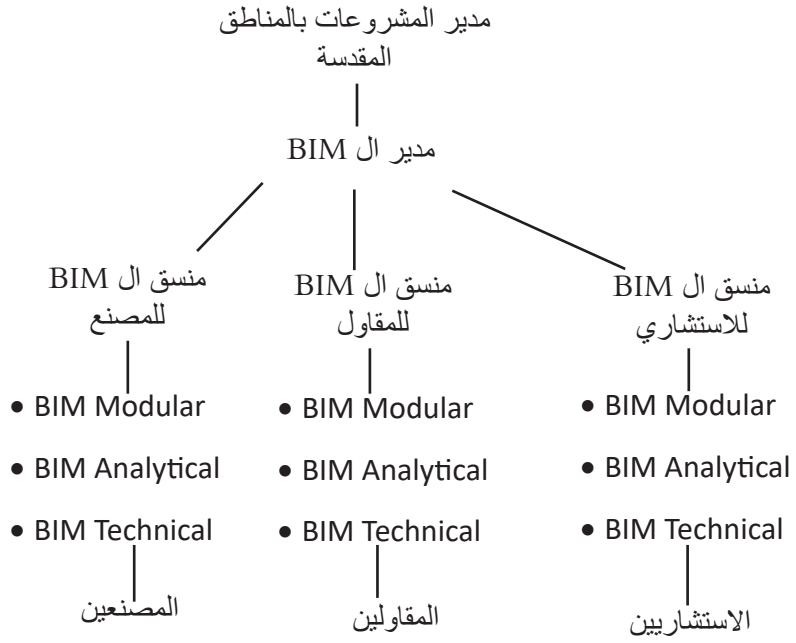
● ثانيا: النتائج المتعلقة بتطوير منظومة البناء الحالية:

بعد مناقشة تطبيقات الـ BIM وتحليلها، وبيان الإمكانيات التي تتيحها هذه الأداة لكافة مجالات البناء وتخصصاته توصي الدراسة بالتالي:

أكدت الدراسة على أنه يمكن تطبيق تكنولوجيا ال BIM على منظومة البناء بالمشاعر المقدسة، وقد وضعت الدراسة لذلك أربعة ٤ إجراءات تشمل:

١- انشاء شبكة معلوماتية للمناطق المقدسة لربط كافة العاملين بمنظومة البناء ببعضهم بعضاً وما يترتب على ذلك من القدرة على تحليل البيانات ودعم اتخاذ القرار وسهولة إدارة المنشآت وصيانتها. ٢-يلزم لتعميم العمل بتكنولوجيا الـ BIM تدريب العامل البشري، ونشر ثقافة العمل بالـ BIM ومعرفة ميزاتها وعيوبها لكل تخصص ومعرفة طرق النمذجة المختلفة، ويستلزم ذلك إنشاء مركز تعليمي متخصص في نشر طرق العمل بتكنولوجيا ال BIM ويكون تبعية هذا المركز لأمانة مكة المكرمة ويتم فتح قناة تواصل بين كل المكاتب الهندسية والاستشارية والمقاولين والمصنعين لاعتماد تعليمهم من خلالها أو تقديم ما يثبت أنه على دراية كافية بالعمل بالـ BIM، ويكون ذلك في فترة من ٦-١٠ سنوات وهي الفترة التي أكدت الدراسة انها كافية للتعميم. ٣-تقترح الدراسة بالتوازي مع تعميم العمل بالـ BIM ربط كلٍ من شبكة المعلومات البنائية المقترحة بالصناعات البنائية ووضحت الدراسة كيف يمكن إنشاء موقع متخصص لتحميل منتجات البناء المختلفة، وسيوفر هذا الموقع الحصول على

منتجات بنائية متميزة بأقل سعرممكن وأفضل مواصفات. ٤-يتضح من جدول (١) البرامج التي يمكن اعتمادها للعمل بها في كافة التخصصات وقد تم اقتراح أكثر من ٤ برامج للتخصص الواحد حتى يكون هناك مساحة من المقارنة لأختيار الأفضل وفقا لمتطلبات العمل في المناطق المقدسة من دون التقيد ببرنامج واحد. ٥-أهمية تحديد الوظائف والمسؤوليات والأدوار التي هي نتاج تطبيق تكنولوجيا الـ BIM للعمل بموجبها في منظومة البناء في المشاعر المقدسة، وسينتج عن ذلك إضافة الوظائف التالية للهيكل الوظيفي التالي:



شكل(٩): يوضح الوظائف المضافة للهيكل الوظيفي للعاملين بمنظومة البناء بالمناطق المقدسة

٥- الخلاصة والتوصيات:

بعد استعراض نتائج دراسة الحالة (الوضع الراهن لمنظومة البناء في

المناطق المقدسة) بغرض تقييم تطبيق تكنولوجيا الـ BIM عليها، تخلص الدراسة الى أنه قد تم تجريب تكنولوجيا الـ BIM على جزء محدود جدا من مشروعات التطوير في المناطق المقدسة وهو مشروع المسعى الجديد ومسجد قباء وجسر الجمرات، وقد تم الاستعانة بالـ BIM بطريقة خاطئة مما أدى إلى عدم الاستفادة من إمكانيتها حيث تم الاستعانة بها في تخصص واحد وهو التخصص المعماري، غير أن الهدف من هذه التكنولوجيا هو الربط بين التخصصات المختلفة لتلافي التعارض ولتحقيق التكامل التام بما يساعد على رفع الأداء وتوفير الوقت والجهد، كما أن العمل بهذه التكنولوجيا يستلزم اجراءات مختلفة لتعظيم الاستفادة منها، وهو مالم يتم وضعه في الحسبان من ادارة المشروعات مما أعطى انطباعاً خاطئاً عن الـ BIM، وصل الى رفضها وعدم التطبيق الكامل لها، ولكن اثبتت الدراسة من خلال المنهج الاستقرائي والتطبيقي ومن خلال العديد من التجارب العالمية أنها تكنولوجيا مهمة ومتطورة، ولتطوير منظومة البناء في المناطق المقدسة توصي الدراسة بالتالي:

١- تحويل كافة المباني الواقعة في المناطق المقدسة (سواء الحالية أم المستقبلية) الي نماذج معلوماتية ثلاثية الأبعاد وربطها ببعضها على شبكة معلومات مركزية وتتولى أمانة مكة المكرمة الإشراف عليها، مع الأخذ في الاعتبار أن أي تكاليف سوف تحمل على المشروعات نتيجة العمل بالـ BIM سوف يقابلها توفير بنسبة تتراوح من ٨ إلى ١٠ ٪ من قيمة الانشاء والصيانة، وحوالي ٧٪ من وقت التنفيذ.

٢- تفعيل العمل بالأبعاد المختلفة لتكنولوجيا الـ BIM والتي تم تحديدها من خلال الدراسة وما يستتبع ذلك من إجراءات أهمها إنشاء مركز دعم العمل بتكنولوجيا الـ BIM، مع التركيز على التطبيقات الخاصة بتحقيق الاستدامة وتوفير الطاقة واجراء التحليلات البيئية علي كافة المباني بالمناطق المقدسة للوقوف علي الايجابيات ودعمها وتحديد السلبيات وايجاد حلول لها بمساعدة الـ BIM.

٣- عمل تعاون مشترك مع الشركات المتخصصة في تكنولوجيا الـ BIM

لتقديم الدعم الفني والتقني والتطوير المستمر مما يضمن استمرار الاستفادة من ميزات الـ BIM.

٤- توصي الدراسة بإجراء تطوير شامل للهيكل الوظيفي للعامل البشري وفق ما تم تحديده من وظائف. تؤكد الدراسة على أهمية إضافتها إلى الوظائف الحالية لتطوير المنظومة البنائية وعمل التنسيق المطلوب بين التخصصات المختلفة.

٥- إجراء المزيد من الدراسات المتخصصة على كل تطبيق من تطبيقات الـ BIM وكيفية الاستفادة منه مع دراسة كيفية تطبيقه على منظومة البناء.

٦- مشاركة كافة بيانات الصناعات المغذية ومنتجاتها من خلال الموقع الإلكتروني المقترح مع تحويل كافة منتجات البناء والصناعات المغذية لها الي نماذج معلوماتية تقبل تطبيقها داخل مشروعات المناطق المقدسة وامكانية اجراء التحليلات المختلفة عليها.

شكر:

يود الباحثان شكر مديري المشروعات في كل من جامعة أم القرى وأمانة العاصمة المقدسة على مشاركتهم الفعالة بالمعلومات الخاصة بدراسة الحالة، وعلى رأسهم الأستاذ الدكتور/ أحمد شحاتة مدير ادارة المشاريع بجامعة أم القرى.

References

Arayici, Y. (2010). BIM Adoption and Implementation for Architectural Practices. *Structural Survey*, Volume 29, Issue 1.

Ashworth, S. (2015). How Facility Management can use Building Information Modelling (BIM) to improve the decision making process. *Research Gate*, 53-67.

Autodesk. (2011). *Conceptual Design and Analysis in Autodesk Revit Architecture 2011.* Washinton: Autodesk.

Autodesk. (2011). *Visualize sustainable design* . Washinton: Autodesk.

AZHAR, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends,Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 241-251.

Ballesty, S. (2007). *Adopting BIM for facilities management- Solutions for managing the Sydney Opera House.* Brisbane: CRC construction Innovation.

Chau, K. (2004). Four-Dimensional Visualization of Construction Scheduling and Site Utilization. *Journal of Construction Engineering and Management*, 5-16.

CLEMEN, C. (2014). *Building Information Modeling (BIM) and Measuring Techniques.* Kuala Lumpur: HAW.

Elhag, T. (2014). The Viability of BIM for UK Contractors. *International conference on construction in a changing world* (pp. 589-592). Seri lanka: CIB.

Gegana, G. A. (2015). BIM COURSE DEVELOPMENT AND ITS FUTURE IN-

TEGRATION AT UNIVERSITY OF INDONESIA AND INSTITUTE OF TECHNOLOGY BANDUNG, INDONESIA. *9th BIM Academic Symposium & Job Task Analysis Review* (pp. 10-12). Washington: Academic Interoperability Committee.

Graphisoft. (2011). *Green now integrated in ArchiCAD.* Budapest: Graphisoft.

GSA. (2011). *GSA BIM Guide For Facility Management.* Washington: U.S. General Services Administration.

Harris, D. A. (2007). *National Building information modeling standard.* Washinton: National Instiute of building sciences.

HILL, M. (2014). *The buisness value of BIM in Australia and New Zealand.* Bedford: McGraw HILL construction.

HUNGU, C. F. (2013). *Utilization of BIM from Early Design Stage to facilitate efficient FM Operations.* Göteborg: Department of Civil and Environmental Engineering Division of Construction Management.

Jones, S. A. (2014). *The Business Value of BIM for Owners.* washinton: Mcgrowhill.

Kim, C. (2012). BIM-BASED MOBILE SYSTEM FOR FACILITY MANAGEMENT. *The 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining.* Seoul: Yonsei University.

Kivits, C. F. (2008). *BIM – Implications for Government.* Brisbane: Construction Industry Business Environment.

L.Usitnovicus. (2005). Automated Management, Modeling and choosing of economicaly effective variant in construction. *Proceedings of International Conference RelStat'04* , (pp. 183-190).

Lain, T. (2007). Benefits of Building Information Models in Energy Analysis. *Proceeding of Clima*, 8-15.

Lavy, S. (2014). A Case Study of Using BIM and COBie for Facility Management. *International Journal of Facility Management*, Vol 5 , No 2.

Logothetis, S. (2015). BUILDING INFORMATION MODELLING FOR CULTURAL HERITAGE: A REVIEW. *25th International CIPA Symposium*, (pp. 177-182). Taipei.

MacLeamy, P. (2012). *Building Information Modelling.* London: HM Goverment.

Maclemy, P. (2012). *Building Information Modeling.* London: UK Government.

Minutillo, J. (2011). *Model Behavior: Anticipating Great Design* . washinton: McGraw Hill Construction.

Murphy, M. D. (2012). Integration of Historic Building. *18th International* (pp. 369-376). Milan, Italy: Virtual Systems in the Information Society.

Neary, R. L. (2010). *The VA BIM Guide.* Washinton: Department of Vetrenas Affairs.

Randall, T. (2013). *Client guid to 3D scanning and Data Capture BIM.* London: BIS department for buisenss innovation & skills.

Rich, S. (2010). *Geographic Information Systems (GIS) for Facility Management.* Milford: Ifma Foundation.

RYDÉN, J. E. (2013). *BIM in Project Management.* Sweden: Bachelor thesis.

Sinclair, D. (2012). *BIM Overlay to the RIBA Outline.* London: RIBA.

University, P. S. (2010). *Building Information Modeling Execution Planning Guide* . Pennsylvania: CIC.

Williams, R. (2014). UTILISING BUILDING INFORMATION MODELING FOR FACILITIES MANAGEMENT. *International Journal of Facility Management*, 1-16.

Wu, W. (7-8 April 2015). PROJECT-BASED LEARNING FOR ENHANCED BIM. *9th BIM Academic Symposium & Job Task Analysis Review, Washington* (pp. 2-12). Washington: Academic Interoperability Committee.

Wyner, E. (2014). BIM Theory, Practice, and Commissioning. *National conference on Building Commissioning.* NewYork: AIA .