توثيق وإعادة استكمال الآثار المهدمة من الوثائق القديمة باستخدام النماذج ثلاثية الأبعاد

Documenting and Reconstructing Destructed Monuments from Old Documents using 3D Models

هند أحمد إسماعيل شمس الدين

مهندسة معمارية في المكتب الفني لشركة سيجمان،

وحاصلة علي ماجستير في الترميم المعماري كلية الآثار / جامعة القاهرة

Hend Ahmed Ismail Shams El-Din

Architect in Technical coordination in Cegman company

H_shams82@yahoo.com

الملخص:

يلقي البحث الضوء علي تسجيل وتوثيق المباني الأثرية بالأخص المهدمة جزئيًا أو كليًا بالنماذج ثلاثية الأبعاد باستخدام تقنية نمذجة معلومات البناء"BIM" Building Information Modeling وذلك من خلال ما ورد عنها في الوثائق الأثرية من وصف كتابي أو صور أو رسومات...الخ، وتطبيق ذلك علي قبة فاطمة خاتون (٦٨٣ – رقم ٢٧٤) التي توجد الآن في حالة شبة مدمرة، واستخدامها في تطبيق علم الآثار الافتراضي وإعادة تكوين المباني أو القطع الأثرية افتراضيًا علي الحاسب في حقب ثابتة، واستخدامها للحصول علي المساقط الأفقية والوجهات والتفاصيل للأثر بالأبعاد الحقيقية ومقياس الرسم المناسب؛ بهدف إحياء الوثائق الأثرية للآثار، وتوفير طريقة لتوثيق المباني الأثرية بتكلفة أقل من الطرق الحديثة، وكذلك توفير مادة علمية يمكن الاستفادة منها في دراسات قادمة تساعد على تطوير طرق التوثيق والآليات المستخدمة للحفاظ علي المعالم الأثرية.

الكلمات الدالة:

التسجيل والتوثيق؛ إعادة الإعمار؛ النماذج ثلاثية الأبعاد؛ نمذجة معلومات البناء "BIM"؛ المباني الأثرية المهدمة.

Abstract:

This paper the Recording and documentation of archaeological buildings, in particular, partially or completely destroyed by 3D models, using building information modeling "BIM" technology, through what has been reported in the archaeological documents such as written description, pictures, drawings, etc., and using them in the application of virtual archeology and reconstruction 3D virtual models of buildings or artifacts on the computer in specific periods, and using them to get plans, elevation and details of the monument with real dimensions and the appropriate drawing scale, which aim to Revive the archaeological documents of the monuments, provide way to document the archaeological buildings at a lower cost than modern methods, create a library for its unique architectural elements, and also provide a scientific material that can be used in future studies to develop documentation methods and mechanisms for Conservation on monuments.

Key words:

Documentation, Reconstruction, 3D Models, Building Information Modeling "BIM", Destroyed Archaeological Buildings.

مقدمة (اشكالية وهدف البحث) :

يوجد بمصر الكثير من القطع والمباني والصروح والمواقع الأثرية التي تنتشر في جميع أنحاء البلاد التي يسمع أو يقرأ عنها، وعند الذهاب إليها نجد أما أن تكون غير موجودة ومندثرة ومهدمة كليًا (مثل: قصر التيه بالفيوم) وإما أن تكون موجودة ولكن مهدمة جزئيًا ومحافظ عليها (مثل: معبد الكرنك بالأقصر)، أو موجودة ولكن متدهورة بسبب الإهمال أو بسبب عوامل التلف والتداعيات الإنشائية المختلفة (مثل: مقبرة كوم الشقافة بالإسكندرية) وأحيانا آخري يمكن أن نمر بمبني شبه منهار دون أن ندري أنه مبني تراثي وأثري، وأنه لم يسجل حتي الآن من ضمن الآثار المصرية المسجلة (مثل: قصر الأحمر بالمنصورة)، وإذا عدنا إلي الكتب والمراجع لمعرفة أكثر عن هذه الآثار نجد أن لبعضها وصف كتابي وصور قديمة وأحيانًا رسومات هندسية، والبعض الآخر ليس له إلا وصف كتابي فقط يمكن أن يعود إلى المقريزي أو هيرودوت، وإذا حاول أحد تخيل هذه الأثار من خلال هذا الوصف دون زيارة المكان يجد أن تصوره لم يصل لتخيل المكان كما كان عند بنائها؛ لذلك تعتبر عملية التسجيل والتوثيق للتراث العالمي بالتقنيات الرقمية أصبحت من أهم وسائل الحفاظ عليه من كل ما يحيط به من أسباب التلف والخراب والتزوير؛ وهي أول خطوات الاستدامة للمعطيات والبيئات التراثية[١]، والتي تساهم في تحديد درجة التراث تاريخيًا ومكانةً، وتحديد مشكلاته وضرورات الحفاظ عليه التي تتباين مستوياته وفقًا لعمر التراث وحالته وظروفه وموقعه والبيئة المحيطة به. ومع تزايد الطلب علي المعلومات أصبحت النماذج المعلومات المكانية ثلاثية الأبعاد ضرورية لمنافع الحياة، ومطلبًا مستمرًا من الجيل الحالي وجيل المستقبل، والتي دخلت تقريبًا في كل المجالات مثل: المجال الثقافي والعلمي وغيرهما، والذي أصبح مفيدة أيضًا في مجال الآثار؛ وذلك بهدف إحياء واقع الأثر والحفاظ عليه من الاندثار التام عبر الزمن، والتي تودع وثائق تسجليها في الأدراج وأرفف المكتبات دون أن يراها أحد أو يعلم حتى عن وجودها إلا من بحث عنها للدراسة أو حب الإطلاع، وهذا يعتبر إهدارًا في حق الأجيال بألا تعلم شيء عن تراثها التي تتهافت عليها الدول الأخرى.

لذلك كان الهدف من البحث:

١- توثيق المباني الأثرية بالأخص المهدمة جزئيًا أو كليًا بالنماذج ثلاثية الأبعاد

٢- تطبيق علم الآثار الافتراضي وإعادة تكوين المباني افتراضيًا علي الحاسب في حقب ثابتة.

---

[١] راشد، أحمد يحيي، *استدامة البيئات التراثية:(توثيق العمران التراثي كمدخل لعملية الحفاظ "دراسة لقلعة الرميلة بمدينة العين)"*، ٢٠٠٤، http://www.cpasegypt.com/pdf/Ahmed_Rashed Accessed 15-12-2017

٣- الحصول علي المساقط الأفقية والوجهات والتفاصيل للأثر بالأبعاد الحقيقية ومقياس الرسم المناسب.

٤- توفير طريقة لتوثيق المباني الأثرية بتكلفة أقل من الطرق الحديثة.

٢- التسجل والتوثيق

يعتبر التسجل والتوثيق هما أهم الإجراءات التي تضمن الحفاظ والحماية للآثار؛ وقد عُرف التسجيل بأنه هو رصد وتدوين لكل ما تراه العين بكل الطرق مثل: الوصف والرسم والتصوير، وأن التوثيق هو إرجاع الأثر لفترته الزمنية الأصلية وتحديد طرازه المعماري وإعطائه قيمهُ المختلفة من قيم معمارية وأثرية وتاريخية وغيرها من القيم[٢].

كما عُرف التوثيق بأنه عبارة عن سجل تفصيلي في شكل تقرير يشمل علي جميع البيانات والمعلومات عن الأثر، ويشمل أيضًا علي المعلومات التي تم الحصول عليها عند إجراء الفحص له، وأن التوثيق عملية متممة لعملية الفحص ومسجلة لخطواته كجزء منه والعكس صحيح، وأنه عملية مستمرة تبدأ قبل وأثناء عملية الترميم وتستمر طيلة بقاء الأثر أو المبنى أثناء عمليات الفحص والمراقبة الدورية، وقد يكون هذا التوثيق بالوصف الكتابي، أو بالصور، أو بالرسم، أو باستخدام أي طريقة حديثة تضمن توثيق حالة المبنى وجميع مراحل وأنواع التدخل التي حدثت له، بحيث أن يكون الشكل النهائي تقرير دقيق ومفصل عن المبنى[٣].

وأن معني كلمة التوثيق في اللغة العربية هو الحفاظ علي الشيء في أدق صورة وأفضل طريقة حتى يمكن الرجوع إليه كمرجع رئيسي، مع توضيح أبعاده وصفاته للمحافظة عليه، ليستمر هذا التوثيق علي مر التاريخ كشاهد علي إبداع وإتقان صانع هذا الشيء[٤].

---

[٢] صالح، محسن محمد، محاضرات "علاج وصيانة التكسيات الزخرفية على الحوائط الأثرية"، *دبلوم الترميم المعماري*، كلية الآثار/ جامعة القاهرة، ٢٠١٧م.

[٣] المحاري، سلمان، حفظ المباني التاريخية *"مبان من مدينة المحروق"، ط.١*، الشارقة/ الإمارات: المركز الإقليمي لحفظ التراث الثقافي في الوطن العربي (إيكروم)، ٢٠١٧، ١٦٣.

[٤] جاد، هناء رفعت ، *""قواعد البيانات القياسية للتوثيق التراث"، رسالة ماجستير*، كلية الهندسة/ جامعة القاهرة، ٢٠٠٩م، ١٤.

والذي يتلخص أهميته كالآتي:

١- يعد أحد الوسائل الرئيسية للحفاظ علي التراث بشتي أنواعه.

٢- يعد بمثابة بطاقة الأحوال والهوية للأثر، والتي تثبت ملكيته للدولة، وتحدد معالمه وأبعاده وتفاصيله لمنع التعدي عليه بكل الصور، والتي من خلالها يمكن استعادة أي جزء مفقود من الأثر بإعادة البناء له، أو الترميم، أو الصيانة؛ للوصول لأقرب ما يكون إلي الحالة الأصلية له.

٣- يلعب دورًا هامًا في عمليات التخطيط الخاصة بإدارة المواقع الأثرية وبرامجها العلمية المختلفة.

٤- يعد خطوة مهمة للحفاظ علي التراث بالأخص في المناطق المنكوبة؛ لاحتياجه بعد ذلك في عمليات إعادة الإعمار والترميم للمباني والمناطق التاريخية

وقد قسم الطرق المستخدمة في عملية التوثيق إلى طريقتين[٥]، وهما :

١. **الطرق التقليدية:** وهي الطرق التي تعتمد علي المجهود اليدوي والقدرات الفردية وأدوات القياس التقليدية.

٢. **الطرق الحديثة:** وتعرف بـ "التوثيق الرقمي والإلكتروني"، وهي الطرق التي تعتمد علي استخدام وتطبيق أحدث التقنيات العالمية المتطورة والمعقدة التي تساعد علي إدخال البيانات والمعلومات بشكل رقمي علي الحاسب الآلي.

ويوجد العديد من الدراسات والمؤتمرات علي مستوي العالم التي ناشدت بتطبيق عمليات التوثيق الرقمي منها: مؤتمر "التوثيق الرقمي في العالم العربي" الذي سلط الضوء على ثراء المحتوى الذي تقدمه المنطقة العربية من التراث وأهمية الأرشفة الرقمية في العالم العربي[٦]، ومؤتمر "حماية الماضي ٢٠١٨" الذي يركز على كيفية تحول التوثيق الرقمي إلى جزء لا يتجزأ من ممارسات إدارة التراث في منطقة الشرق الأوسط[٧].

---

[٥] النمرة، نادر جواد وجعفر، أشرف عبد المنعم، *الطرق الحديثة في التوثيق المعماري للمواقع الأثرية في فلسطين "حالة دراسية- تجربة مركز إيوان في التوثيق المعماري للمواقع الأثرية في البلدة القديمة بغزة باستخدام GIS"*، (د.ت.)، http://www.cpas-egypt.com/pdf/Ashraf_Gaafar/Researches/010.pdf Accessed 14-11-2017

[٦] *البيان*، مؤتمر *"سوربون أبوظبي"* تسلّط الضوء على التوثيق الرقمي في العالم العربي، ٢٠١٩م، https://www.albayan.ae/across-the-uae/news-and-reports/2019-10-29-1.3686383 Accessed 16-9-2019

[٧] MEO، *الشارقة تحمي الماضي من خلال مؤتمر التوثيق الرقمي*، ٢٠١٨، https://meo.news.com Accessed 16-12-2019

٣- النمذجة

١,٣. النماذج الافتراضية ثلاثية الأبعاد

ومن الطرق الحديثة لعملية التوثيق النماذج الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وهي نماذج تبنى علي الحاسب الآلي؛ إما من المعلومات الناتجة عن المسح ثلاثي الأبعاد لمبني باستخدام الطرق الحديثة مثل: التصوير الفوتوجرامتري، أو مسح الليزر ثلاثي الأبعاد، أو نظم المعلومات الجغرافية أو غيرها، وإدخال هذه المعلومات إلى البرامج المتخصصة وتحويلها إلى نماذج ثلاثية الأبعاد، وإما من خلال بناء هذه النماذج من قبل المهندسين والمعماريين والعلماء بمن فيهم علماء الآثار بالمعلومات التي تم الحصول عليها بأي طريقة من طرق التوثيق من خلال البرامج الحاسوبية ثلاثية الأبعاد مثل: برامج AutoCAD -3D Max –Revit، وبناءً علي البيانات المتوفرة عن الأثر وطريقة الحصول عليها تحدد مدى دقة النموذج ثلاثي الأبعاد الناتج منها.

وقد اتجهت الكثير من المنظمات العالمية ومنها منظمة اليونسكو لتوثيق آثار العالم المهددة بالدمار– ١٠٠ موقع علي القائمة–عن طريق عمل نسخ افتراضية، واتخاذ صور لها ثلاثية الأبعاد، بهدف إعادة بنائها وترميمها والحفاظ علي شكلها الأصلي[٨].

ومن الآثار العالمية التي أعيد بناءها بالنماذج الافتراضية ثلاثية الأبعاد:

- فنار الإسكندرية الذي أعيد بناؤه من منظر موجود علي عملة تعود إلى العصر اليوناني، ويظهر ذلك في شكل (١).
- مدينة روما بأكملها وما تشملها من قصور ومسارح ومعابد ومباني خدمية وغيرها من العناصر المعمارية، والتي تعود تاريخها إلى سنة ٣٢٠ ق.م، ويظهر ذلك في شكل (٢).

٢,٣. تقنية نمذجة معلومات البناء

وتعتبر تقنية نمذجة معلومات البناء احد مراحل التطور للنماذج الافتراضية ثلاثية الأبعاد؛ لاستخدامها في المجال الهندسي، لكنها تعدت ذلك ودخلت تقريبًا في كل المجالات، فالـ **"BIM"** هي عمل نسخة للمبنى علي الكمبيوتر فيها كل المعلومات التي نحتاجها لاستفادة منها عند وضع القرارات خلال دورة عمر المبني[٩] ومنها أعمال الترميم؛ وهي ليس برنامجا بل تكنولوجيا وعمليات يقوم بها الأشخاص في فرق عمل.

---

[٨] عمر، هاني، "مراقبة أية تغييرات تطرأ على الآثار باستخدام 3D POINT CLOUD"، *مجلة BIMARABIA*، ع.١٧، ٢٠١٧م، ١٥

[٩] سليم، عمر، "البيم وإدارة المرافق"، *مجلة BIMARABIA*، ع.٣٣ ، ٢٠١٩، ٢١-٣٤.

وتعود أهمية الـ **"BIM"** إلي أنها تقنية تجمع بين المعلومات والتكنولوجيا الرقمية، وهما من أهم متطلبات مجال الآثار في العصر الحالي؛ حيث انه تم الجمع بين الـ **"BIM"** وبين الكثير من الأدوات الحديثة المستخدمة في عملية التوثيق في مجال الآثار[١٠] مثل: تطبيقات المحاكاة والطباعة ثلاثية الأبعاد والواقع الافتراضي، وأيضًا تقنيات ماسح الليزر ثلاثي الأبعاد، ونظم المعلومات الجغرافية. كما أن لهذه التقنية قدرة علي إخراج رسومات هندسية ثنائية الإبعاد وبيانات توضيحية للمبني بالكامل بمستوى عالٍ من التفاصيل كالمساقط والواجهات والقطاعات، والرسومات التنفيذية، وجداول الحصر، والبرامج الزمنية....إلخ.

٣,٣. نمذجة معلومات البناء ومجال الآثار

لذلك اتجهت العديد من الرسائل والأبحاث العلمية لتطبيق تقنية الـ "BIM" في توثيق وإعادة البناء والحفاظ علي المباني الأثرية والتاريخية؛ حيث استخدم في بعضها تقنية الـ "BIM" مع تقنية المسح بالليزر ثلاثي الأبعاد كأحدي طرق التوثيق الحديثة، ويظهر ذلك في شكل (٣) لبيت نصيف التاريخي، والذي أدى ذلك لظهور مصطلح نمذجة معلومات المباني التاريخية Historical Building Information Modeling "HBIM"، وهي نقطة جذب جديدة لتوثيق واستكمال وإعادة إعمار الآثار المنهارة والمناطق المنكوبة، والتي توفر نموذج به كل معلومات الأثر من عناصر وكميات المواد المستخدمة وطرق بناءها، والتي سبقت في استخدامها العديد من الدول الغربية مثل: إيطاليا وبريطانيا وكندا وإسبانيا...وغيرها.

١,٣,٣. في التوثيق

ويرجع أهمية توثيق المباني الأثرية والتاريخية باستخدام الـ "BIM" للآتي:

• استبدال طرق حفظ الوثائق والسجلات الورقية والرسومات ثنائية الأبعاد إلى نماذج رقمية ثلاثية الأبعاد بها كل المعلومات التي يمكن إخراجها بأي شكل أو امتداد (من حالة المبني ومظاهر التلف به، وجميع مراحل التي مرت عليه من إضافات وتعديلات وإعمال ترميم وصيانة واستكمال وإعادة بناء).

• تقليل تكاليف إعادة توثيق معلومات المبنى أذا حدث أي تغيير له علي مر الزمن بسبب ظروف غير متوقعة والبحث حينها عن أخر شكل للمبنى قبل تغيره؛ كما حدث ذلك لتمثال بوذا الذي تحاول منظمة اليونسكو إعادة بناءه وترميمه بعد دماره سنة ٢٠٠١ بمساعدة الصور التي التقطت من السائحين[١١].

---

[١٠] عمر ، " مقدمة العدد"، *مجلة BIMarabia*، ع.١٣، ٢٠١٦م، ٢.

[١١] عمر، "*مراقبة أية تغييرات تطرأ على الآثار باستخدام 3D POINT CLOUD*، ١٥.

وبالخطوات التالية يتم توثيق المباني الأثرية والتاريخية بتقنية الـ "BIM":

١.جمع كل المعلومات عن المبنى المراد توثيقه من رسومات ومخططات وصور ووثائق، والقيام برفع لحالة المبني القائم حينها بإحدى طرق التوثيق: التقليدية، أو الحديثة (حسب الميزانية المادية للمشروع) وأخذ عينات من المواد المستخدمة في البناء لتعرف عليها وتوثيقها.

٢.تحليل ومعالجة هذه المعلومات التي تم جمعها عن المبني؛ للبدأ في بناء النموذج.

٣.بناء النموذج ببرامج التقنية، وإضافة أي معلومات متوفرة ومنها نوعية خامة المواد المستخدمة في البناء

مع العلم أن عملية التوثيق الرقمي باستخدام تقنية الـ **"BIM"** في حالة الآثار السليمة أو المتضررة جزئيًا تكون أسهل بكثير من الآثار المهدمة؛ لأن المبني القائم يمكن استخدام معه إحدى الطرق الحديثة لعمليات التوثيق مثل تقنية التصوير الفوتوجرامتري، أو تقنية ماسح الليزر ثلاثي الأبعاد، أو غيرهما، ثم إدخال هذه المعلومات إلى البرامج المتخصصة من تقنية الـ **"BIM"** وتحويلها إلى نماذج ثلاثية الأبعاد؛ أما في حالة الآثار المهدمة كليًا، فيتم الرجوع لكل المعلومات والوثائق السابقة للأثر من وصف كتابي، أو رسومات، أو صور فوتوغرافية، واستكمالها بالدراسات والاستنتاجات الهندسية والأثرية؛ لاستكمال وإعادة البناء والإعمار لهذه الآثار المنهارة، وحسب هذه الوثائق تتوقف مدى دقة المعلومات ومدى دقة النموذج؛ فإما أن يكون النموذج متكاملًا وبأدق التفاصيل، وإما أن يكون توضيحيًا للمظهر العام الخارجي للأثر، ولكن سيعتبر هذا النموذج بصمة مهمة للأثر، لذلك يوجد طلبات متزايدة علي إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد دقيقة باستخدام تقنية الـ **"BIM"** لتوثيق المباني الأثرية، واستخدامها لقياس وفحص والتحقق من سلامة الهيكل الإنشائي

لها[١٢]، ولتنشيط السياحة لهذه المباني والمواقع الأثرية بمساعدة تقنيات الواقع الافتراضي.

٢,٣,٣. في إعادة البناء

وأصبح أيضا أهمية استخدام الـ **"BIM"** في مجال الآثار إلي ضرورة إعادة بناء وتكوين رؤية ثلاثية الأبعاد للموقع في صورته الأول في مجال الحفاظ عليه[١٣]، ومعرفة الحالة الحقيقية الحالية للموقع التراثي وما حوله مع رؤية تخيلية للصورة الأصلية للموقع القديم، وهي أحد المتطلبات الحالية للمرممين،

[12] LEE ET AL.: «Accuracy Comparison Between Image-based 3D Reconstruction Technique and Terrestrial LiDAR for As-built BIM of Outdoor Structures», *Journal of the Korean Society of Surveying33*, №.6, 2015, 557-567, ACCESED NOVEMBER19, 2017, FROM https://www.researchgate.net/publication/291335736_Accuracy_Comparison_Between_Image-based_3D_Reconstruction_Technique_and_Terrestrial_LiDAR_for_As-built_BIM_of_Outdoor_Structures

[13] LEE ET AL, *Accuracy Comparison Between Image-based 3D*, 557-567.

وهي أصعب مرحلة في تنفيذ التقنية، والتي تعتمد علي دقة البيانات والمصادر، وتعرف هذه الدرجة أيضًا بمصطلح إعادة الإعمار[١٤] وهو المسمى الذي يطلق حاليًا علي عملية إعادة البناء لكاتدرائية نوتردام الأثرية[١٥]، ويظهر ذلك في شكل (٤)، وعملية إعادة البناء لآثار دولة سوريا [١٦]؛ حيث أن عمليات إعادة البناء أو الاستكمال للمباني الأثرية علي أرض الواقع أصبح نادرًا ما يتم اللجوء إليه كما نصت المواثيق الدولية منها: ميثاق فينسيا ١٩٦٤[١٧] حتى لا تفقد الآثار هويتها.

٤- تسجيل قبة فاطمة خاتون باستخدام نمذجة معلومات البناء

١,٤. بطاقه الأثر

اسم الاثر: قبة ام الصالح (تربه فاطمه خاتون)، ويظهر ذلك في صورة (١).

تاريخ الانشاء: ٦٨٣ هـ.

مكان الانشاء: شارع الاشرف منطقة الخليفه حي الدرب الأحمر، ويظهر ذلك في خريطة (١).

اسم المنشيء: المنصور قلاوون .

العصر الذي ينتمي اليه: المماليك البحرية.

رقم الاثر: ٢٧٤.

التصنيف النوعي: ضريح.

حالة الاثر: قائم وفي حالة سيئة.

٢,٤. نبذة تاريخية ومعمارية عن الأثر

القبة هي جزء من مدرسة أنشأها الملك المنصور قلاوون ثامن سلاطين دولة المماليك البحرية، وكان قد أنشأها لزوجته فاطمة خاتون أم ولده الصالح علاء الدين على، لذلك اطلق عليها قبة أم الصالح التي

---

[١٤] شعبان، محمد، "كلمة العدد "آفاق استخدام البيم في مشاريع إعادة إعمار سوريا"". *مجلة BIMarabia*، ع.٢٥، ٢٠١٧م، ٢.

[١٥] الشرق الأوسط، *لعبة فيديو شهيرة قد تساعد في إعادة بناء كاتدرائية نوتردام*، ٢٠١٩، https://aawsat.com/home/article/1683151 Accessed 17-4-2019

[١٦] *بوابة الأهرام*، نموذج ثلاثي الأبعاد لمدينة تدمر الأثرية تسلمه روسيا إلى سوريا، ٢٠١٧ http://gate.ahram.org.eg/News/1643125.aspx Accessed 20-8-2019

[17] http://www.international.icomos.org/charters/venice_e.html

توفيت سنة ٦٨٣هـ – ١٢٨٣م، وفى سنة ٦٨٧هـ – ١٢٨٨م توفى الملك الصالح في حياة أبيه فقام بدفنه بتربة أمه في هذه القبة؛ **وتشتمل بقايا المدرسة أو القبة حاليًا علي الآتي:**

مدخل مغطي بقبو اسطواني اتساعه نحو ٣,٤٥ م، يحد المدخل من ناحيه الشمال المنارة المربعة الشكل أما من ناحيه اليمين فيحده دهليز مغطي بقبو اسطواني يفتح علي الظلة والتي تتقدم القبة الضريحية ... ويلي المدخل باب اتساع فتحته ٢,٠٥ م وارتفاعه ٣,٥٦ م يعلوه عتب، وهذا الباب يفتح علي باب صغير أو دهليز مغطي بقبو من الطوب اسطواني وبعمق ١,٢٠ م، وعلي الحواف الخارجية لهذا الممر توجد أثار لأرجل وبدايات قبو متقاطع كان من الطوب، يؤدي هذا الممر إلي مساحه خاليه إلي اليمين منها ممر ثاني يؤدي إلي الدهليز علي يمين المدخل السابق الإشارة إليه عن طريق فتحه مستطيله، جوانب هذا الممر من الحجر الدبش الغشيم[١٨]؛ ويظهر ذلك في شكل (٥) وصورة (٢).

٣,٤. توثيق الأثر

وتم اختيار أثر شبه مهدم وفي حالة سيئة وتعرض للردم كما يظهر ذلك في الصور (٣ : ٧) ومقارنتها بحالة الاثر في الصور(٢) للتطبيق عليه للتأكد من التوثيقات السابقة لهذا الأثر من وصف وصور فوتوغرافية ورسومات هندسية؛ لأنه عند توثيق أثر مهدم كلياً يجب أن تكون الوثائق السابقة والموجودة لهذا الأثر ذات مصداقية عالية من الدقة وبالأخص الرسومات الهندسية.

وتم استخدام برنامج Revit وهو من برامج الـBIM" والذي يتناسب استخدامه مع كل المجالات؛ لعمل النموذج ثلاثي الأبعاد للأثر لما له العديد من الفوائد في مجال الآثار بدايةً من التوثيق والقدرة علي ربطه مع طرق التوثيق المختلفة، ومرورًا بجداول الحصر واستخدامها لمعرفة الكميات المطلوبة في عمليات الترميم والاستكمال، وانتهاءً مع الواقع الافتراضي واستخدام النموذج في المتاحف الافتراضية.

وتم اتباع الخطوات التالية لبناء النموذج:

١- البدء بعمل مستويات جديدة لكل ارتفاع طابق للأثر في البرنامج؛ لربط الحوائط عليها فيما بعد.

٢- البدء في رسم جدران الطوابق لكل مبني على حدة بالأبعاد الذي ذكرت في الوثائق الأثرية، وربط كل طابق بالمستوي الخاص به والتي تم تزويده من قبل، وذلك بعد تعديل خصائصها في البرنامج مثل: تحديد نوع مادة البناء المستخدمة في كل حائط من حجر أو طوب.

[١٨] طايع، عادل شحاته، "شارع الخليفة وامتداده (الاشرف– الركبية) منذ نشأته وحتي نهاية العصر العثماني"، *رسالة ماجستير*، كلية الآثار/ جامعة القاهرة، ١٩٩٨م، ٣٠١.

٣- تم استنتاج ارتفاع المنارة والظلة اللتان لم تسجلهما الوثائق الأثرية من خلال عِد الحجر، حيث من خلال الصور المأخوذة للمنارة والظلة تم عد الحجر وضربة في ار تفاع الحجر التي تم قياسه مسبقا ومنها تم معرفة ارتفاعهما.

٤- البدء في وضع الأبواب في أماكنها في الطابق الأول بعد بناء العنصر بارتفاعاته المختلفة، وقد تم الاستعانة بالكود المصري لتصميم وتنفيذ المباني[١٩] لتصميم العقد المدبب.

٥- البدء في وضع النوافذ في أماكنها بعد بناء العنصر بأبعاده وارتفاعاته المختلفة، وذلك بناءً على الصور المأخوذة للأثر، وما ذكر في الوثائق الأثرية.

٦- وضع المقرنصات في أماكنها بعد بناء العنصر بأبعاده المختلفة، وذلك بناء على الصور المأخوذة عن الأثر، وما أشير إليه في الوثائق الأثرية.

٧- رسم الحليات البارزة فوق القبة بعد تعديل أساس وحدة عائلة الحلية الموجودة في البرنامج بوحدة الحجر.

٨- استكمال القبة؛ وذلك من خلال الدارسات السابقة التي تثبت أنها شبيه بقبة الملك الأشرف خليل بن الملك المنصور قلاوون، وأيضًا استكمال المنارة والظلة من الصور السابقة للأثر.

٩- اتخاذ اللقطات المناسبة وإخراجها من البرنامج.

٥- النتائج

وتظهر النتائج في مخرجات البرنامج، وهي كالآتي:

يظهر شكل (٦): نموذج افتراضي لأثر فاطمة خاتون من الجهة الغربية والمطلة علي الطريق في الوضع الحالي، ويظهر شكل (٧): نموذج افتراضي تخيلي للأثر من الجهة الغربية في وقت بنائها، ويظهر شكل(٨): نموذج افتراضي تخيلي للأثر في الوقت الحالي بعد استكمالها.

[١٩] اللجنة الدائمة لأعداد الكود المصري لأسس تصميم و اشتراطات تنفيذ أعمال المباني، *الكود المصري لتصميم وتنفيذ المباني "كود رقم ٢٠٤-٢٠٠٥"*، المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، وزارة الإسكان والمرافق و المجتمعات العمرانية، القاهرة، ٢٠٠٥م.

أما بالنسبة لشكل (٩) فيظهر واجهة الأثر من الجهة الجنوبية، وشكل (١٠) فيظهر قطاع للأثر يمر بجسم القبة؛ وشكل (١١) فيظهر مسقط أفقي للأثر، أما جدول (١) فيظهر بيان حصر بكميات الطوب المستخدم في بناء قبة الأثر.

٦- الاستنتاجات والتوصيات

وأنه يمكن الاستفادة من هذه المخرجات كالآتي:

أولًا: في ترميم وصيانة واستكمال الأثر:

حيث يمكن الاستفادة من نموذج الأثر وبيان حصر الكميات التي يمكن إخراجهما من البرنامج للأثر في أعمال الترميم والصيانة والاستكمال والحفاظ عليه، وذلك من خلال حساب التكلفة اللازمة لعملية الترميم والصيانة باستخدام برامج أخري تتبع التقنية تساعد في تسهيل الحصول علي منح دولية للحفاظ عليه.

ثانيًا: في الجولات والمتاحف الافتراضية للأثر

حيث يمكن الاستفادة من النموذج ثلاثي الأبعاد للأثر، واستخدامه، ورفعه علي صفحات المتاحف والجولات الافتراضية علي الإنترنت؛ للاستفادة منه في الفترات التي تتوقف فيها حركة السياحة للآثار في مصر، أو العالم عند انتشار الأوبئة والهجمات الإرهابية.

ثالثًا : في التنشيط السياحة للأثر:

يساعد استخدام النموذج ثلاثي الأبعاد للأثر في الجولات الافتراضية علي تولد رغبة لدي الجمهور في زيارة الأثر علي أرض الواقع، وعليه يمكن إدخال الأثر وشارع الأشرف ككل ضمن برامج الزيارة والجوالات السياحية لمدينة القاهرة والجيزة أو ضمن برامج الزيارة للآثار الإسلامية؛ وذلك بعد مشروع التطوير التي قامت به وزارة الآثار حاليًا للمناطق.

وبذلك تم توثيق الأثر بالنماذج الافتراضية ثلاثية الأبعاد والرسومات ثنائية الأبعاد، والحصول أيضًا علي بيان حصر بالكميات الطوب المستخدم في بناء قبته والذي يساعد أيضًا في الحفاظ علي الآثر، والاستفادة منه مستقبلا في عمليات الترميم والصيانة والتأهيل وإعادة الاستخدام.

وأيضًا تم أثبت أن استخدام تقنية الـ **"BIM"** في مجال الآثار تساعد علي إدارة ونمذجة وتوثيق المعلومات وإعادة تدويرها، ومشاركتها بين المعنيين، مع إمكانية عرض وتبيان تلك المعلومات بعدة أشكال مختلفة قد تكون بيانية، أو نصية، أو مجسمات ثلاثية الأبعاد، أو حتى واقع افتراضي، واستبدال الرسومات ثنائية الأبعاد(**2D**) المستخدمة حاليًا بنماذج متعددة الأبعاد(**nD**) منها يمكن إنتاج جداول بيان حصر للمواد

وجداول الزمنية الأولية والرسومات ثنائية الأبعاد والتفاصيل، وتصدير النماذج إلي البرامج والتقنيات المختلفة.

وأن هذه الطريقة التي تم تناولها في الدراسة مفيدة جدًا في مجال الآثار لإحياء الوثائق التاريخية، وتوثيق الآثار بالطرق والتقنيات الحديثة، وإعادة بناء المباني، أو المنشآت الأثرية افتراضيًا علي الحاسب الآلي (Virtual Realty) وبالأخص المباني الأثرية المهدمة، وتوفير المعلومات لعمليات الترميم والصيانة وإعادة التأهيل والاستخدام للحفاظ علي الآثار، وفي التنشيط السياحي لها، وأيضًا لاستخدامها في عمل واقع افتراضي للمناطق الأثرية والمدن التاريخية بالكامل، والتي تتناسب مع متطلبات العصر الحالي والمستقبلي.

وتعد هذه الطريقة أيضًا طريقة بديلة لتوثيق المباني دون الحاجة إلى استخدام الأجهزة والتقنيات الحديثة المكلفة في عمليات التوثيق مثل: تقنية الفوتوجرامتري (Photogrammetry)، أو تقنية ماسح الليزر ثلاثي الأبعاد (3D Laser Scanning) والتي لا تتناسب مع توثيق المباني الأثرية المهدمة كليًا؛ لعدم إمكانية القيام بعملية المسح ثلاثي الأبعاد لها؛ وأن أحيانًا تكون تكلفة شراء، أو استئجار هذه الأجهزة أعلي من التكلفة المسموحة لعملية التوثيق من خلال الجهات المعنية والتي لا تسمح باستخدام هذه الأجهزة الحديثة المكلفة؛ لذلك توصي الدراسة بالآتي:

١.تشجيع الرسائل العلمية التي تبحث في مجال التوثيق؛ لأن نسبة عدد الدراسات في هذا المجال قليلة جدًا بالنسبة للدراسات الأخرى، وأن هذا المجال مفيد جدًا لأي عملية حفاظ تتم علي الآثار.

٢.تشجيع الأبحاث التي تستفيد من تقنية الـ **"BIM"** في مجال الآثار؛ لمعرفة الفوائد المرجوة منها عند استخدامها في المشروعات الأثرية؛ وعدم الاعتماد علي الدراسات الغربية في هذا المجال؛ لأنها تختلف عنا في كل الظروف المحيطة بالآثار.

٣.تعليم تقنية الـ **"BIM"** لطلبة الكليات العلمية التي تتخصص في الترميم والحفاظ كمادة أساسية في المناهج الدراسية للاستفادة منهم ومن المتخصصين في هذه التقنية في مجال الآثار.

٤. القيام بنشر تراثنا بطريقة حديثة، وتحويل الوثائق الأثرية نحو التقارب الرقمي؛ بهدف تشجيع وصول الجمهور العام إلى التراث الثقافي، والذي فضل تطور المنصات الرقمية مثل: الإنترنت، والمتاحف الافتراضية، والمواقع الثقافية التي تتوافق وتتناسب مع الاتجاه الحديث ومتطلبات الجيل الحالي وجيل المستقبل.

ثبت المصادر والمراجع

أولاً: المراجع العربية:

- بوابة الأهرام، *نموذج ثلاثي الأبعاد لمدينة تدمر الأثرية* تسلمه روسيا إلى سوريا، ٢٠١٧م.

http://gate.ahram.org.eg/News/1643125.aspx Accessed 20-8-2019.

-Al-Ahram Gate, Namūḏag ṯulāṯī al-abʿād limadīnat Tadmur al-aṯarīya tusalimuh Rūsya ilā Sūrya. http://gate.ahram.org.eg/News/1643125.aspx Accessed 20-8-2019.

- البيان، مؤتمر *"سوربون أبوظبي" تسلّط الضوء على التوثيق الرقمي في العالم العربي*، ٢٠١٩م.

https://www.albayan.ae/across-the-uae/news-and-reports/2019-10-29-1.3686383

- al-Bayān, Muʾtamar "Surbūn Abū ẓabī" Tusalliṭ al-ḍawʾ ʿalā al-tawṯīq al-raqamī fī al-ʿAlām al-ʿArabī

- جاد، هناء رفعت، "قواعد البيانات القياسية للتوثيق التراث"، *رسالة ماجستير*، كلية الهندسة/ جامعة القاهرة، ٢٠٠٩م.

- Ğād, Hānāʾ Rifʿat, "Qawāʿīd al-bayānāt al-qiyāsīya litawṯīq al-turāṯ", *Master's Thesis*, Faculty of Engineering/ Cairo University, 2009.

- راشد، أحمد يحيي، *استدامة البيئات التراثية: توثيق العمران التراثي كمدخل لعملية الحفاظ "دراسة لقلعة الرميلة بمدينة العين"*، ٢٠٠٤م.

- http://www.cpasegypt.com/pdf/Ahmed_Rashed 15-12-2017.

- Rāšid, Aḥmid Yaḥya, Istidāmat al-bīʾāt al-turāṯīya: Tawṯīq al-ʿumrān al-turāṯī kamdḫal liʿamalyat al-ḥifāẓ "Dirasa liqqlʿat al-rimīla bimadīnat al-ʿAyn,2004.

-سليم، عمر، "البيم وإدارة المرافق"، *مجلة BIMarabia*، ع.٣٣ ، ٢٠١٩م، ٢١-٣٤.

- Salīm, ʿUmar, "al-bīm waʾidārat al-marāfiq", *BIMarabia journals* 33, 2019, 21-34.

- الشرق الأوسط، *لعبة فيديو شهيرة قد تساعد في إعادة بناء كاتدرائية نوتردام*، ٢٠١٩م.

- https://aawsat.com/home/article/1683151 Accessed 17-4-2019.

- al-Šarq al-awsaṭ, *luʿbat vidyū šahīr qad tusāʿid fībināʾ katidrāʾīyat nutardām*, 2019.

- شعبان، محمد، "كلمة العدد "آفاق استخدام البيم في مشاريع إعادة إعمار سوريا"". *مجلة BIMarabia*، ع.٢٥، ٢٠١٧م.

- Šaʿbān, Muḥammad, kalimat al-ʿadad: Afāq istiḫdām al-bīm fī mašarīʿ iʿādat iʿmār Surya, *BIMarabia journals* 25, 2017.

- صالح، محسن محمد، *محاضرات "علاج وصيانة التكسيات الزخرفية على الحوائط الأثرية"*، دبلوم الترميم المعماري، كلية الآثار/ جامعة القاهرة، ٢٠١٧م.

Ṣāliḥ, Muḥsin Muḥammad, *Muḥāḍarāt "ʿilāğ wa ṣiyanat al- taksīyat al-zuḫrufīya ʿalā al-ḥawāʾiṭ al-aṯarīya"*,Diploma in Architectural Restoration, Faculty of Archeology/ Cairo University, 2017.

- طايع، عادل شحاته، "شارع الخليفة وامتداده (الاشرف– الركبية) منذ نشأته وحتي نهاية العصر العثماني"، *رسالة ماجستير*، كلية الآثار/ جامعة القاهرة، ١٩٩٨م.

- Ṭāyīʿ, ʿādil Šiḥāta, Šāriʿ al-Ḥalīfa wa imtdāduh (al-Ašraf - al- rik abīya) munḏu našʾatuh wa ḥattā nihāyat al-ʿAṣr al-ʿUṯmānī", *Master Thesis*, Faculty of Archeology/ Cairo University, 1998.

- عمر، هاني، " مقدمة العدد"، *مجلة BIMarabia*، ع.١٣، ٢٠١٦م.

- *ʿUmar, Hānī, Muqadimat al-ʿadad, BIMarabia journals13,2016*

هند أحمد إسماعيل شمس الدين | DOI 10.21608/cguaa.2021.60833.1077

- .....، "مراقبة أية تغييرات تطرأ على الآثار باستخدام 3D POINT CLOUD"، *مجلة BIMarabia*، ع.١٧، ٢٠١٧م، ١٥.

- ....., *Murāqabat ayat taġyīurāt naẓran ʿalā al- aṯār bistḫdām* 3D POINT CLOUD, *BIMarabia journals*17, 2017.

- اللجنة الدائمة لأعداد الكود المصري لأسس تصميم و اشتراطات تنفيذ أعمال المباني، *الكود المصري لتصميم وتنفيذ المباني "كود رقم ٢٠٤-٢٠٠٥"*، المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، وزارة الإسكان والمرافق و المجتمعات العمرانية، *القاهرة، ٢٠٠٥م.*

- Allağna al-dāʾima liʾiʿdād al-kūd al-miṣrī liʾusus taṣmīm wa ištraṭāt tan fīḏ aʿmāl al-mabānī , al-kūd al-miṣrī litaṣmīm wa tanfīḏ al-mabānī " kūd raqam 204-205", al-markaz al- qawmī libuḥūṯ al-iskān waʾl-bināʾ, wazārat al-iskān waʾl-marafiq waʾl-muġtamʿāt al-ʿumrānīya, Cairo, 2005.

- المحاري، سلمان، *حفظ المباني التاريخية "مبان من مدينة المحروق"*، الشارقة/ الإمارات: المركز الإقليمي لحفظ التراث الثقافي في الوطن العربي (إيكروم)، ط.١، ٢٠١٧م.

- al-Maḥārī, Salmān, *Ḥifẓ al-mabanī al-tārīḫīya "Mabān min madinat al-maḥrūq"*, Sharjah/UAE: Regional Center for Cultural Heritage Preservation in the Arab World,(ICROM), 1st ed., 2017.

- النمرة، نادر جواد، وجعفر، أشرف عبد المنعم، الطرق الحديثة في التوثيق المعماري للمواقع الأثرية في فلسطين "حالة دراسية- تجربة مركز إيوان في التوثيق المعماري للمواقع الأثرية في البلدة القديمة بغزة باستخدام GIS"، (د.ت.)، استرجعت

- http://www.cpas-egypt.com/pdf/Ashraf_Gaafar/Researches/010.pdf Accessed 14-11-2017.
al-Namira, Nādir Ğawād, & Ğaʾfir,Ašraf ʿAbd al-munʿim, al-Ṭuruq al-ḥadīṯa fī al-tawṯīq al-miʿmārī liʾl-mawāqiʿ fī falasṭīn "Ḥāla dirasīya - tağrubat markaz Iwān fī tawṯīq al-miʿmārī llʾl-mawāqiʿ al-aṯārīya fi al-balda al-Qadīma biġaza bistiḫdām GIS", (D.t)

- MEO، *الشارقة تحمي الماضي من خلال مؤتمر التوثيق الرقمي*، ٢٠١٨م.
https://meo.news/ Accessed 16-12-2019
-Meo, al-Šāriqa taḥmī al-māḍī min ḫilāl mūʾtamar al-tawṯīq al-raqmī, 2018

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- BAIK, A.., "*From point cloud to Jeddah Heritage BIM Nasif Historical House – case study*", *ELSEVIER, Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, 4, 2017,* PP.: 1-18, DOI, ACCESED JULY 9, 2019, FROM *https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212054817300073*

- *BRGM, Atlas of the stones of Alexandria Lighthouse* (EGYPT), FINAL REPORT, BRGM/RP-56218-FR, FRANCE, 2008.

- CRESWELL, K.A.C., *THE MUSLIM ARCHITECTURE OF EGYPT,* VOL.2, LONDON, UK: OXFORD, 1951-1959.

- LEE ET AL, "Accuracy Comparison Between Image-based 3D Reconstruction Technique and Terrestrial LiDAR for As-built BIM of Outdoor Structures", *Journal of the Korean Society of Surveying33,* №.6, 2015, 557-567, doi, ACCESED NOVEMBER19, 2017, FROM *https://www.researchgate.net/publication/291335736_Accuracy_Comparison_Between_Imagebased_3D_Reconstruction_Technique_and_Terrestrial_LiDAR_for_Asbuilt_BIM_of_Outdoor_Structures*

- ROME REBORN, 2008, RETRIEVED AUGUSTS 9, 2017, FROM *https://www.romereborn.org/*

- *http://www.international.icomos.org/charters/venice_e.html*

شكل (١): نموذج افتراضي ثلاثي الأبعاد يوضح فنار الإسكندرية القديمة عن
BRGM, *Atlas of the stones of Alexandria Lighthouse (Egypt),* Final report, BRGM/RP-56218-FR, France, 2008.

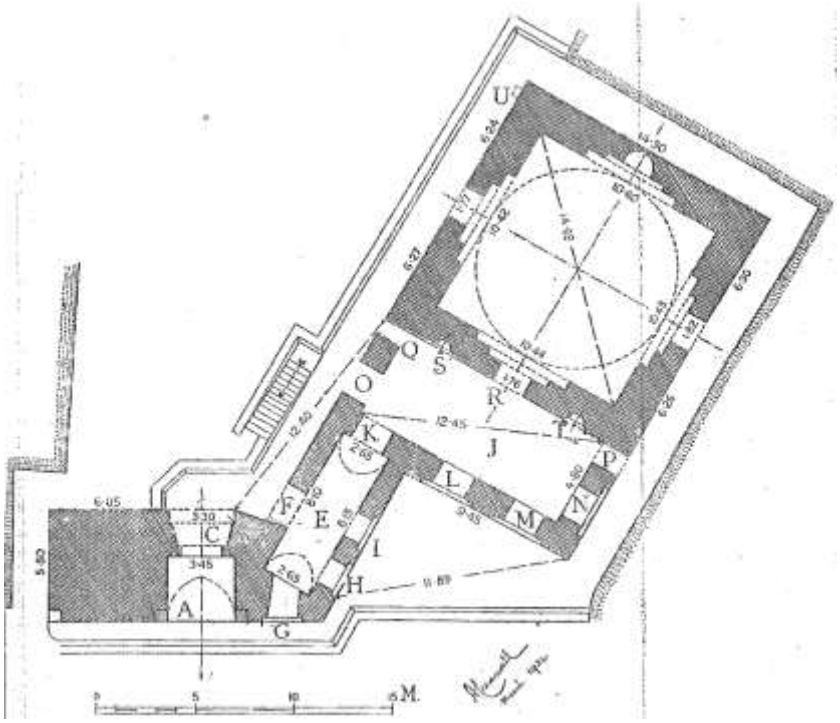
شكل (٢): نموذج افتراضي ثلاثي الأبعاد يوضح مدينة روما القديمة عن (Rome reborn, 2008)

شكل (٣): يوضح مجسم لبيت ناصيف التاريخي بمدينة جدة مخرج من الماسح الليزري علي اليمين، ونموذج الـ**"BIM"** لنفس البيت علي اليسار عن
Baik, A., "From point cloud to Jeddah Heritage BIM Nasif Historical House – case study", *ELSEVIER*, Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, 4, 2017, 1-18.

شكل (٤): يوضح كاتدرائية نوتردام أثناء إعادة إعمارها علي اليمين ونموذج افتراضي ثلاثي الأبعاد لها علي اليسار عن *الشرق الأوسط*، لعبة فيديو شهيرة قد تساعد في إعادة بناء كاتدرائية نوتردام.

صورة (١): قبة ام الصالح (تربه فاطمه خاتون) (تصوير الباحثة)

خريطة (١): قبة ام الصالح وشارع الاشراف وميدان السيدة نفيسة عن (Google Earth)



شكل (٥): المسقط الافقي لقبة فاطمة خاتون عن

CRESWELL, K.A.C., *THE MUSLIM ARCHITECTURE OF EGYPT*, VOL.2, London, UK: Oxford, 1951-1959.

صورة (٢): قبة فاطمة خاتون من جبل يشكر عن
CRESWELL, K.A.C., *THE MUSLIM ARCHITECTURE OF EGYPT*, VOL.2, London, UK: Oxford, 1951-1959.

صورة (٣): قبة فاطمة خاتون من جبل يشكر (تصوير الباحثة)

صورة (٤): مدخل تربة فاطمة خاتون من الداخل (تصوير الباحثة)

صورة (٥،٦): حوائط القبة من الخارج (تصوير الباحثة)

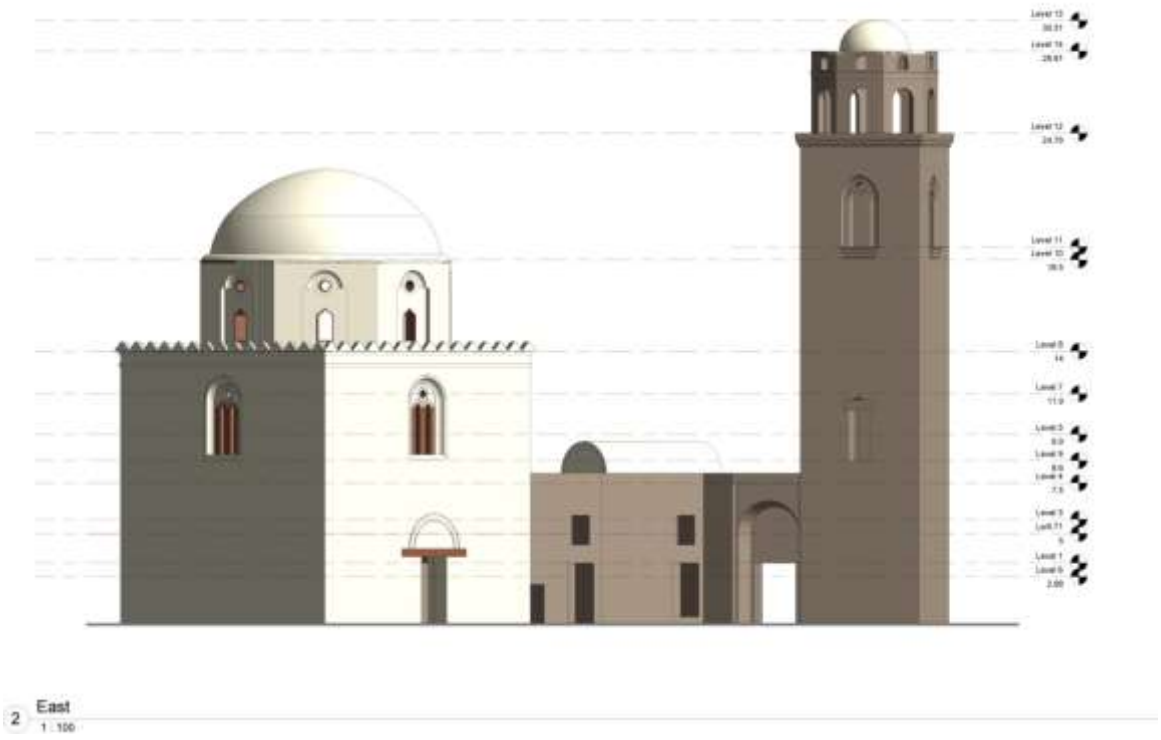
صورة (٧): الظلة أمام القبة (تصوير الباحثة)

هند أحمد إسماعيل شمس الدين | DOI 10.21608/cguaa.2021.60833.1077

شكل (٦): نموذج افتراضي لأثر فاطمة خاتون من الجهة الغربية والمطلة علي الطريق في الوضع الحالي ببرنامج Revit (عن الباحثة)

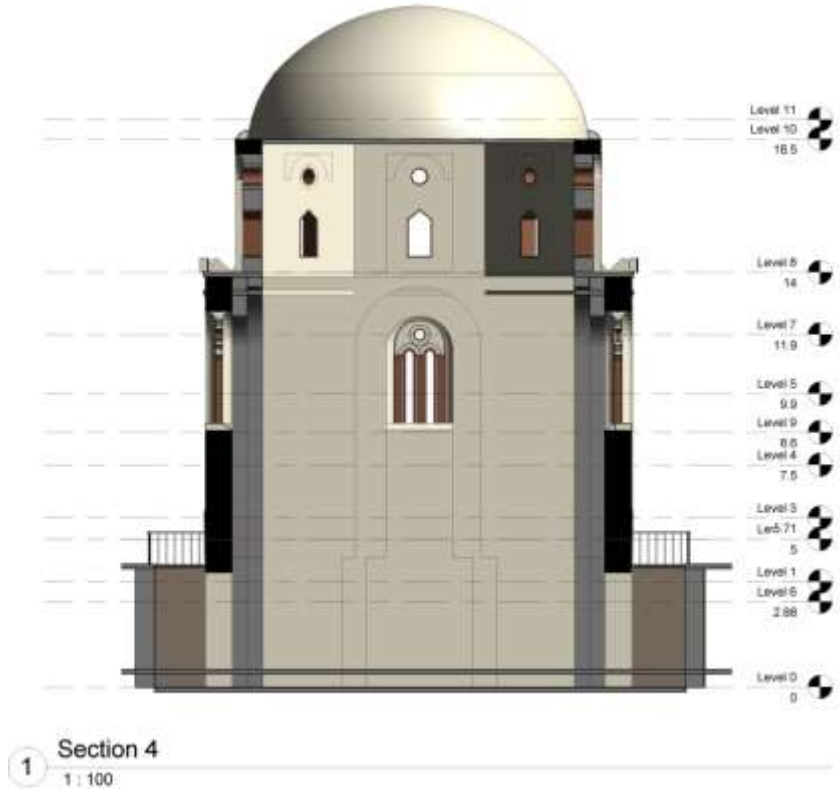
شكل (٧): نموذج افتراضي تخيلي للأثر من الجهة الغربية في وقت بنائها ببرنامج Revit (عن الباحثة)

شكل(٨): نموذج افتراضي تخيلي للأثر في الوقت الحالي بعد استكمالها ببرنامج Revit (عن الباحثة)

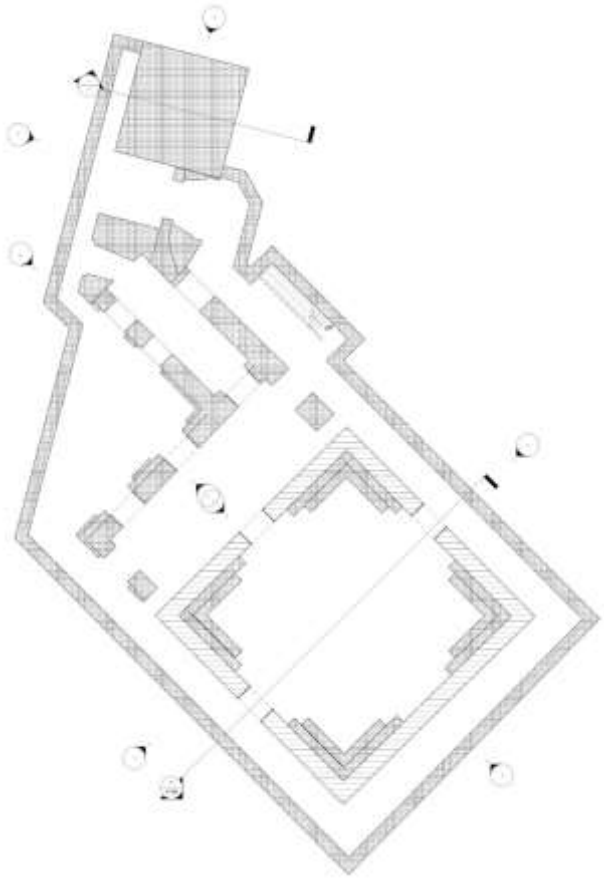


شكل (٩): واجهة القبة من الجهة الجنوبية ببرنامج Revit (عن الباحثة)

DOI 10.21608/cguaa.2021.60833.1077 | هند أحمد إسماعيل شمس الدين



شكل (١٠): قطاع في أثر فاطمة خاتون يمر بجسم القبة ببرنامج Revit (عن الباحثة)



شكل (١١): مسقط أفقي للأثر فاطمة خاتون ببرنامج Revit (عن الباحثة)

Wall Schedule			
Area	Volume	عدد الطوب	Description
137.241 m²	69.79 m³	38770.739773	حائط طوب
99.735 m²	50.72 m³	28175.382913	حائط طوب
180.769 m²	161.78 m³	89877.378650	حائط طوب
137.241 m²	69.79 m³	38770.739773	حائط طوب
99.736 m²	50.72 m³	28175.433835	حائط طوب
168.374 m²	150.69 m³	83713.936289	حائط طوب
137.999 m²	70.17 m³	38985.020587	حائط طوب
84.286 m²	42.86 m³	23810.872187	حائط طوب
157.137 m²	140.63 m³	78126.943839	حائط طوب
126.248 m²	64.20 m³	35665.306587	حائط طوب
85.709 m²	43.58 m³	24212.913734	حائط طوب
176.323 m²	157.80 m³	87666.525089	حائط طوب
9.260 m²	2.41 m³	1339.790333	حائط طوب
9.260 m²	2.41 m³	1339.790333	حائط طوب
9.273 m²	2.42 m³	1343.2327	حائط طوب
5.801 m²	1.37 m³	763.630988	حائط طوب
5.821 m²	1.38 m³	767.573873	حائط طوب
9.273 m²	2.42 m³	1343.2327	حائط طوب
5.801 m²	1.37 m³	763.630988	حائط طوب
5.821 m²	1.38 m³	767.573873	حائط طوب
22.858 m²	16.85 m³	9362.907566	حائط طوب
7.469 m²	4.81 m³	2673.262311	حائط طوب
22.604 m²	16.63 m³	9236.905702	حائط طوب

جدول (١): بيان حصر بكميات الطوب المستخدم في بناء قبة الأثر ببرنامج Revit (عن الباحثة)

DOI 10.21608/cguaa.2021.60833.1077 | هند أحمد إسماعيل شمس الدين