Journal of Engineering Sciences
Assiut University
Faculty of Engineering
Vol. 46
No. 5
September 2018
PP. 657 – 673

"دور التوثيق الرقمي في الحفاظ المعماري علي المواقع التراثية في مواجهة الكوارث"

محمد حلمي المرسي الحفناوي

كلية الفنون الجميلة، جامعة أسيوط، جمهورية مصر العربية

Received 24 July 2018; Accepted 26 May 2018

الملخص

في الآونة الأخيرة، تتعرض مختلف الدول وبخاصة العربية للعديد من الكوارث سواء البيئية كالتلوث البيئي للهواء والمياه وغيرها أو الطبيعية كالزلازل والبراكين والأمطار وغيرها أو البشرية كالحروب والسرقات وغيرها بصورة تؤثر سلبيا علي مختلف المناطق والمباني التراثية ذات القيمة والتي تزخر بها مختلف الدول العربية، والتي تعرض الكثير منها لخطر الهدم الكلي أو الجزئي مما يزيد من احتمالية تعرض هذه الثروة الكبيرة للفناء.

الاشكالية البحثية

تظهر في افتقاد أساليب التوثيق التقليدية الحالية إلي توفير سبل الحفاظ العمراني والمعماري علي المواقع التراثية ذات القيمة في مواجهة الكوارث، وعدم تركيز الطرق التقليدية للتوثيق علي توفير والحفاظ علي الوثائق الكاملة سواء رسومات أو معلومات لهذه المناطق او المباني التراثية للاستفادة منها عند إعادة الترميم أو الحفاظ علي هذه المباني وللمساعدة علي الحد من التأثير السلبي للكوارث عليها بالدول العربية.

الهدف البحثي

تحديد سبل وآليات تعظيم الاستفادة من التوثيق الرقمي للمعلومات والبيانات المرتبطة بالمناطق والمباني التراثية في تحقيق الحفاظ عليها لمواجهة الكوارث مع توضيح الدور الذي يمكن أن يقوم به التوثيق الرقمي في حفظ ذاكرة المناطق والمباني وتحقيق الحفاظ المعماري علي المناطق والمباني التراثية ذات القيمة وحفظها للاجيال القادمة.

المنهجية البحثية

تتبع الورقة البحثية المنهج النظري الوصفي التحليلي، وتنقسم لاربعة أجزاء رئيسية، الأول: يشمل خلفية نظرية عن أنواع الكوارث وتأثيرها علي المواقع التراثية، الثاني: يضم دراسة مفهوم وأساليب (الأدوات والأنظمة) التوثيق الرقمي للتراث المحلي، الثالث: يعرض أهم التجارب العالمية والعربية للتعامل مع التوثيق الرقمي للحفاظ علي المواقع التراثية في مواجهة الكوارث ، الرابع: يختص بتحديد دور الذي يمكن ان يقوم به التوثيق الرقمي وكيفية الاستفادة منه في حفظ ذاكرة المدينة والحفاظ علي التراث المعماري في مواجهة الكوارث، وتنتهي الورقة البحثية بأهم النتائج والتوصيات.

الكلمات الافتتاحية: التوثيق الرقمي، الحفاظ المعماري، مواجهة الكوارث، المواقع التراثية.

1. المقدمة

تساهم المواقع التراثية وما بها من مباني ومناطق في حفظ ذاكرة الشعوب وثقافة الأمم بصورة تستوجب الحفاظ عليها، ويعد الحفاظ مهمة حساسة تحتاج إلي توافر المعلومات المتنوعة والصحيحة المرتبطة بها كتاريخ الموقع، وتأثير الزمن عليه، والأضرار التي تعرض لها وخصائص مواد البناء المستخدمة[19]. ويعد التوثيق المعماري للمواقع التراثية من أهم مراحل الحفاظ على الموروث الثقافي للدول وحمايته من التلف ومختلف الكوارث، وحديثاً شهد العالم تقدماً تكنولوجياً كبيراً في مجال التوثيق المعماري حيث ظهر التوثيق

الرقمي للمعلومات والبيانات للمواقع التراثية كبديل للطرق التقليدية المستخدمة في التوثيق للحفاظ علي التراث وخاصة عند تعرضه للكوارث التي قد تتسبب في تدمير المباني والمناطق التراثية والهدم الجزئي أو الكلي لمكوناتها وتخريبها ونهبها، والتي تترك أضرار سيئة بها إذا لم يتم التعامل معها بشكل صحيح[10].

وسيتم في هذا البحث تحديد الدور الذي يمكن أن يقوم به التوثيق المعماري باستخدام النظم الرقمية للمواقع التراثية ذات القيمة في الحفاظ عليها، وحفظ ذاكرة المناطق والمباني التراثية ذات القيمة للأجيال القادمة، وبيان مساهمة التوثيق الرقمي في الارتقاء بعمليات الحفاظ علي التراث العمراني في مواجهة مختلف الكوارث، خلال مراحل قبل وأثناء وبعد حدوث الكارثة، وذلك بدراسة أنواع الكوارث وتأثيرها علي المواقع التراثية ودراسة أدوات وأنظمة التوثيق الرقمي وتوضيح الصلة بينهما.

2. خلفية نظرية عن أنواع الكوارث وتأثيرها علي المواقع التراثية

تؤثر الكوارث تأثيراً كبيراً علي المناطق والمباني التراثية، ويرتبط حجمها وشدتها بطبيعتها وبمستوي الاجراءات البشرية المتبعة في التعامل معها[6]، وتتنوع الكوارث فمنها ما ينتج عن تدخلات الانسان وفي نطاق سيطرته ويمكنه منع وقوعها أو على الأقل الحد من تأثيرها، ومنها ما ينتج عن الطبيعة بدون تدخل من الإنسان ويصعب التعامل معها وتوقع حدوثها.

2.2. مفهوم الكوارث وانواعها المختلفة

تتعرض المجتمعات البشرية للعديد من التهديدات الناجمة عن الأخطار الطبيعية أو غيرها، وترتبط الكوارث بالإجراءات التي يتصرف بها الأفراد والمجتمعات تجاه هذه التهديدات التي تواجههم وتتفاوت التهديدات واحتمالات وقوع الكوارث المرتبطة بها إلى حد بعيد بفعل مستويات التعرض المحتملة والتدابير المتخذة لمنع الكوارث أو للحد من تأثيرها[6]. وواقعياً فإن توافر المعلومات المتعلقة بالمباني التراثية يعد أمراً معقداً يصعب عمليات الحفاظ علي التراث المعماري في حالات الكوارث [27].

تعرف الكوارث بأنها أحداث ينجم عنها خسائر كبيرة في الأرواح والممتلكات وتلوث للبيئة وقد تكون طبيعية أو تكون بفعل الانسان سواء كان الفعل إرادياً أو غير إرادياً ويتطلب لمواجهتها جهد الدولة أو الجهود الاقليمية والدولية وفقاً لحجم الكارثة وحجم الخسائر التي تنجم عنها[12]. وتعرف أيضاً: بأنها الحالة التي حدثت فعلاً وأدت إلى تدمير هائل للموارد المادية أو خسائر كبيرة في الموارد البشرية أو كليهما، ويرتبط حجمها وشدتها بمستوى الإجراءات البشرية المتبعة للتعامل معها[6].

يوجد نوعين أساسيين من الكوارث التي قد تواجه المواقع التُّرَاثية وتهدد أمنها وسلامتها، وتعرضها للتدمير وهي[10] [13]:

<u>الكوارث البيئية والطبيعية:</u> وهي الكوارث المرتبطة بخصائص البيئة الطبيعية كالإشعاع الشمسي، والمناخ (حرارة ورياح وأمطار)، والأتربة والغبار وتلوث الهواء بعادم السيارات، وتسرب الرطوبة والمياه للأسقف والجدران، أو التي تضم الكوارث الطبيعية من فيضانات، وزلازل، وصواعق، وبراكين، والبرق والأعاصير، والانهيارات، والحرائق الطبيعية، كما تشمل المشكلات البيولوجية الناتجة عن الحيوانات والطيور والحشرات، والنباتات، والكائنات الحية الدقيقة وغيرها.

<u>الكوارث البشرية:</u> وهي الكوارث المرتبطة باعتداء البشر على المواقع التَرَاثية مما يسبب خسائر جسيمة بها، شاملة اهمال الصيانة، والحرائق نتيجة الإهمال، والهدم والتخريب المتعمد، والسرقة، والترميم الخاطئ، وكذلك تضم الارهاب والحروب والنزاعات المسلحة والتي تعد من أهم الأخطار المستمرة علي مدي زمني كبير والتي تهدد البنية الاجتماعية والثقافية والاقتصادية وتسبب أضرار على كافة مستويات المباني والمواقع التراثية. وترجع خطورة الكوارث إلى أن معظمها يحدث دون الاستعداد الملائم لمواجهتها، وأنها تتزايد في الآونة الأخيرة بشكل ملحوظ، وكذلك في تعدد الآثار الناجمة عنها لتشمل الأضرار الإقتصادية وعلي البشر والمواقع التراثية بصورة تزيد من فداحة الكارثة ويتطلب ضرورة مواجهتها[6].

2.2. مستويات الكوارث وتأثيراتها علي المواقع التراثية

تؤدي الكوارث إلي طمس وتدمير تاريخ الشعوب متمثلاً في المناطق والمباني التراثية، وذلك مما دفع المهتمين بالحفاظ إلى المناداة بوضع الاتفاقيات والمواثيق الدولية التي تحمي التراث وتحافظ عليه[6]، ويمكن تصنيف الكوارث المرتبطة بالمواقع التراثية وفقاً لاحتمالية حدوثها وحجم الأضرار الناتجة عنها إلي أربع مستويات رئيسية وهي[12] :الأول: كوارث ذات أضرار فادحة وفى نفس الوقت قوية في احتمال الحدوث، والثاني: كوارث ذات خسائر وأضرار فادحة وضعيفة في احتمال الحدوث، والثالث: كوارث محدودة الأضرار ولكن احتمال حدوثها قوي، والرابع: كوارث محدودة الأضرار ولكن احتمال حدوثها ضعيف. علما بأن لكل مستوي آلية للتعامل وفقا لنطاقه، وتضم تأثيرات الكوارث علي المناطق والمباني التراثية التأثيرات التالية[10].

أ - الأثر الفيزيائي: ويعد من أوضح الآثار المرئية، وأكثرها تكلفة والحاحاً لإعادة البناء، حيث تؤثر الكوارث تأثيراً كبيراً علي المباني والمرافق العامة والبنية التحتية والهيكل العمراني وجميع المعلومات والمحتويات الخاصة به.

ب - الأثر الاجتماعي: هو أثر لا يظهر بشكل مادي مباشر، فعندما تتفاقم المشكلات الاجتماعية ينتشر الفقر وتتأثر المواقع التراثية سلباً، فينتشر هدم المباني وسرقة محتوياتها ومحاولة هدمها للحصول علي مقابل مادي للأراضي المقامة عليها.

ج - الأثر الاقتصادي: يتأثر الإقتصاد في أعقاب الكوارث، مما يسبب أضراراً بالغة تؤثر علي المشاريع المرتبطة بالحفاظ علي المواقع التراثية، وينقص التمويل لحمايتها وصيانتها، في وقت تزداد فيه الحاجة للتمويل لإعادة الإعمار بعد الكوارث.

د - الأثر الثقافي: تؤدي الكوارث إلي تدمير بعض الشواهد الثقافية والتاريخية، سواءً مباني أو مدن تراثية أو كانت ثقافة معنوية في العادات والتقاليد بهدف تغيير الصورة المرئية في البيئة العمرانية وتزوير التاريخ وفرض هوية جديدة للمكان.

هـ - الأثر السياسي: يصاحب الكوارث ضعف أمني شديد وارتباك عند التعامل مع الطوارئ بصورة يصعب معها الحفاظ علي أمن المواقع التراثية وحمايتها، كذلك عدم الاهتمام بسن القوانين الخاصة بالحفاظ علي المواقع التراثية لإعادة إعمارها.

مع مراعاة أن تأثير كارثة واحدة على المواقع التراثية يفوق بكثير التدهور الناجم عن التلف التدريجي المستمر لها، فهو قد يؤدي لطمسها تماماً وخسائر مادية فادحة بممتلكات التراث العالمي وفقد للعائد السياحي بالدول، وذلك كما نتج عن زلزال 2003 بمدينة بام بإيران، وزلزال 2006 بمجمع معابد برامبانان بإندونيسيا، وحريق 2002 بإدنبرة بالمملكة المتحدة، والتخريب والصراع المسلح عام 2001الذي سبب دمار تماثيل بوذا في باميان بأفغانستان[9]، ويعد التعامل مع آثار الكوارث عنصراً مؤثراً في الصيانة والإدارة للحفاظ علي التراث وعلي معلومات المواقع المرتبطة بالأحداث التاريخية أو التأثيرات المعمارية أو تغيرات الملكية أو التحولات عبر الزمن، ومن ثم احترام الماضي والقيمة عبر العصور[27].

3.2. مراحل الحفاظ علي المواقع التراثية من مخاطر الكوارث وكيفية التعامل السليم مع آثارها

تضم خطة حماية المواقع من الكوارث عدة أساليب وهي[9]: (أ) الوقاية من الكوارث واتخاذ تدابير الحماية من الحرائق والسرقة، (ب) تخفيف آثار الكوارث خاصة الطبيعية كالزلازل، (ج) تقليل مواطن الضعف بالموقع لتخفيف حدة الكوارث، (د) تدريب الموظفين على الحماية الذاتية والتنسيق بين الجهات. مع محاولة إعادة الموقع التراثي بعد الكارثة لسابق حالته قبلها والحفاظ عليه من تكرارها. وتضم مراحل الحفاظ علي المواقع التراثية لمواجهة الكوارث ثلاثة مراحل وهي[9]:

المرحلة الأولي (مرحلة ما قبل الكوارث): يحقق الاستعداد للكارثة والتعامل السليم معها الحد من مخاطرها، وذلك بالدراسة الجغرافية للموقع التراثي وتحديد علاقته بالكوارث، والتجميع الدقيق وحفظ كافة معلومات ورسومات المبني قبل الكارثة.

المرحلة الثانية (مرحلة أثناء الكوارث): وهي فترة 72 ساعة الأولي التالية للكارثة، وتحدد تدابير الاستجابة الطارئة لإنقاذ المواقع التراثية، وكيفية التحرك داخلها خلال الكارثة، وبيان سبل الحد من أثرها وعدم انتقالها من مبني تراثي لآخر وللمنطقة.

المرحلة الثالثة (مرحلة مابعد الكوارث): وتضم جميع الأنشطة التي يتم اتخاذها بعد الكارثة لتقييم الأضرار والخسائر ومعالجة العناصر التراثية التي تضررت وإجراء تدخلات التصليح والترميم وإعادة التهيئة للمبني، مع مراعاة أن تحقيق مراحل الحفاظ السابقة يعتمد علي توفير المعلومات عن الموقع التراثي بوسائل واجراءات عدة من أهمها التسجيل والتوثيق المعماري.

3. مفهوم وأساليب التوثيق الرقمي كأحد اجراءات الحفاظ علي المواقع التراثية

تعد عمليات التوثيق والتسجيل المعماري أساسية خلال مختلف مراحل الحفاظ علي المواقع التراثية لمواجهة الكوارث، فهي تساعد في تحديد مقدار ونوع التدخل وتضمن أن تكون عملية الحفاظ مبنية على دراسة وفهم شاملين لظروف المنطقة والمبني، ويتم وفقاً لمعلومات كافية عن بياناتهم وتاريخهم وحالتهم وتحديد خطة وأسلوب التعامل معهم دون الإضرار بقيمتهم[3]. وتزيد أهمية المعلومات بتوافر البنية الأساسية التي يمكن من خلالها التداول والاتاحة للمستخدمين، وذلك بتحديد بعض المتطلبات التي تحقق ذلك في إطار متكامل وتضم[3]: (أ) تحقيق عوامل بنية المعلومات الجغرافية، (ب) بناء قواعد البيانات وخرائط الأساس الرقمية، (ج) تحقيق آلية لإتاحة المعلومات بين الجهات المشتركة في التنمية المتواصلة، (د) تحديد الاحتياجات الحالية والمستقبلية من عناصر تكنولوجيا المعلومات (المتعلقة بدعم أنشطة التخطيط والتنمية ووضع خطط زمنية لتحقيقها. وقد حدث تطور كبير في التوثيق المعماري فبعد أن كان يتم يدوياً أصبح رقمياً بصورة زادت من إمكانية الاستفادة منه في الحفاظ علي المواقع وبخاصة عند الكوارث.

1.3. مفهوم التوثيق المعماري الرقمي

يعد التوثيق من أقدم مناهج البحث العلمي، فهو يقوم بتطبيق النظرية العلمية على أحداث الماضي وتفسيره ومحاولة فهم الحاضر على ضوء الأحداث والتطورات الماضية[11]. وذلك من خلال عملية تسجيل الحقائق والمعلومات عن طريق وصف كل عنصر من العناصر الذي يتكون منها المبنى[33]. ويُعرف التوثيق المعماري أنه: عملية تسجيل الحقائق والمعلومات عن الموقع التراثي عن طريق وصف أو رسم كل عنصر من عناصره، باتباع طرق تختلف باختلاف الموقع التراثي وقيمته التاريخية، وتعتمد على التسجيل والتصنيف والتوثيق بالتصوير والرفع الهندسي، وتضم نوعين أساسيين وهما التقليدي والرقمي[11]. ويعرف التوثيق المعماري للمباني التراثية بأنه: توثيق وتأصيل القيم المعمارية للمباني التراثية والمنطقة المحيطة بها بغرض حفظ الذاكرة المكانية للموقع وتسهيل عمليات إعادة التأهيل والتطوير والترميم المستقبلي وتوفير قاعدة بيانات تساعد الباحثين والمخططين وراسمي السياسات ليتخذوا قرارات صائبة[1] ويعد أول خطوات التعامل مع المباني لكونه ينقل صورة حقيقية عن المكان[33]. وتُعرف الرقمنة أنها: عملية تحويل المعلومات المتاحة في شكل ورقي أو على وسيط تخزين تقليدي إلى شكل إلكتروني[7]، مما يحقق حماية للمستندات الأصلية والنادرة، ويتيح تشارك المصادر بين المتخصصين في أماكن مختلفة، وزيادة قيمتها. ويُعرف التوثيق المعماري الرقمي بأنه: التوثيق الذي يعتمد علي الوثيقة الرقمية (أي محتوى إعلامي رقمي/ إلكتروني) ويستخدم إما في شكل إلكتروني كملف بالحاسب أو قرص مدمج (.C.D) أو (D.V.D) ويمكن عرضها على الشاشة أو طباعتها[17]، وذلك بهدف تحديد مدى سلامة الموقع الأثري وحصر ما به من مظاهر التدهور علي كافة العناصر المكونة للموقع من مناطق ومباني، شاملة الأساسات والحوائط والعقود والأسقف والمكملات المعمارية ومواد البناء والتشطيب وغيرها بصورة تعتمد علي الوثيقة الرقمية. وكذلك تغطية افتقار المباني التراثية الخاصة إلى الوثائق التقنية حول حالة أو شكل أو تكوين العناصر المعمارية المختلفة لها والمطلوبة لأداء أعمال الترميم أو إعادة التأهيل مما يلزم جمع كل معلومات للمباني لتحديد تاريخها وحالتها الحالية[23]. وكذلك ربط أعمال التوثيق الرقمي وإدارة المباني التراثية بأعمال الصيانة الدورية وإضافة المعلومات المستقبلية المرتبطة بأنشطة الصيانة أو الترميم[30]، وتحليل ومعالجة المعلومات التي تستند إلى نموذج تمثيلي ثلاثي الأبعاد ووضع نموذج للمعلومات الجرافيكية التي تضمن تبادل معلومات بين كافة التخصصات المتداخلة في عمليات الصيانة[28].

2.3. أساليب وأدوات التوثيق المعماري الرقمي

مع التطور التكنولوجي الذي شهده العالم، قامت المؤسسات بالاعتماد على الطرق الحديثة للتوثيق المعماري للمواقع التراثية باعتبارها من أهم وسائل صيانتها وترميمها والمحافظة عليها[11]، حيث يعد الاعتماد علي الأدوات الحديثة للتوثيق الرقمي واقتراح بيئة إفتراضية بواسطة نظم المعلومات الجغرافية أو نمذجة معلومات البناء والتعامل مع الموقع عبر نظم معلومات رقمي تطوراً هاماً يغطي أوجه القصور بالطرق التقليدية التي تعتمد كثيراً على المجهود اليدوي وقدرات الاشخاص [28]، مما يزيد من امكانيات الاستفادة من التوثيق المعماري الرقمي في عمليات الحفاظ وبخاصة عند الكوارث وذلك كما يلي.

1.2.3. أوجه القصور في التوثيق المعماري بالطرق التقليدية عند مواجهة الكوارث

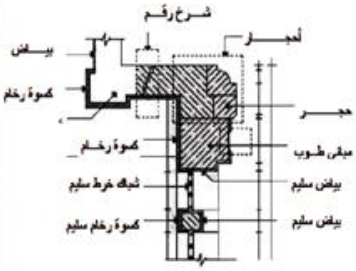
توجد ثلاثة وسائل للتوثيق المعماري التقليدي اليدوي ولكل منها أوجه قصوره والتي ظهر التوثيق الرقمي لمواجهتها[11].

أولاً: التوثيق الهندسي: وهو رفع المبنى بربط كل فراغاته بشبكة مثلثات وأخذ مقاسات أضلاعها لضمان الدقة، شكل (1)، وتحتاج لوقت وجهد كبير لزيادة مساحة المواقع التراثية وتعدد مكوناتها وصعوبة تجميع المعلومات والوثائق قبل الكارثة، كما تحتاج لمساحات تخزين كبيرة للخرائط والوثائق اليدوية، وصعوبة اعداد نسخ منها لتغطية احتمالية فقدها أثناء الكارثة.

ثانياً: توثيق المواد الإنشائية: ويعد هاماً في عملية الحفاظ على العنصر الأثري بالموقع، ويوفر التفاصيل المكونة له، وتحتاج لزيارة المتخصصين في علم المواد الإنشائية قبل الكارثة لتحديد أنواع هذه المواد للعنصر (خشبية، معدنية، ألخ)، شكل (3)، وذلك في ظل امكانية القضاء علي المواد الانشائية تماماً أثناء الكارثة وعدم وجود أي وثائق تشير إليها.

ثالثاً: توثيق الرسومات الزخرفية: وتتم غالباً بلصق ورقة شفافة فوق الزخرفة المراد توثيقها ثم رسم هذه الزخرفة بعناية ودقة على هذه الورقة كما بشكل(4)، وتحتاج لوقت وجهد كبير لكثرة تفاصيل الزخارف وإحتمالية وجودها باماكن مرتفعة يصعب الوصول إليها بالمبني وتحتاج لمساحات تخزين كبيرة للتفاصيل اليدوية قبل الكارثة، مع تعرضها للفقد والتلف اثناء الكارثة ومن ثم عدم الاستفادة منها بعد الكارثة، كما تفتقد للدقة لاستخدامها أدوات قياس تقليدية لا تخلو من الأخطاء. وبصفة عامة فإن التوثيق التقليدي يعاني من أوجه القصور وهي[21]: (أ) صعوبة ايجاد الأخطاء والتحقق من المعلومات بالوثائق، (ب) عدم التكامل والاتساق والتنسيق بين مختلف مجموعات الوثائق، (ج) ضعف إدارة المعلومات وما يترتب على ذلك من نقص أو ازدواجية البيانات، (د) صعوبة تبادل المعرفة والتعاون بين الجهات الفاعلة أثناء مراحل الحفاظ.

شكل (1): توثيق يدوي لمسقط بيت السحيمي بالقاهرة



شكل (2): توثيق المواد الإنشائية لمكونات عنصر أثري

شكل (3): توثيق الرسومات الزخرفية

مع الاشارة إلي أن الطرق التقليدية لتوثيق المواقع التراثية تتم بواسطة لجان حصر وتسجيل يتم تشكيلها في كل محافظة لاعداد قوائم حصر لمعلومات وبيانات المبانى التراثية، ثم يتم وضعها في سجل قومى بعد اعتمادها من رئيس الوزراء[3].

2.2.3. الأدوات الحديثة المستخدمة في عملية التوثيق المعماري الرقمي

توجد العديد من الأدوات التي يمكن استخدامها لانتاج وثائق رقمية أو لتحويل معلومات وصور ورقية إلى الشكل الرقمي، وقد أدى إدخال التكنولوجيا الرقمية بمجال الحفاظ إلى تطوير تقنيات الواقع الافتراضي

لمحاكاة المظهر الأصلي وتحسين تكنولوجيا الحصول على البيانات، مع تمثيل المعرفة للمباني التراثية. وتوجد عدة أدوات رقمية ويمكن تقسيمها إلي أدوات تتعامل مع المناطق والمباني التراثية معاً وأخري تتعامل مع المباني فقط. وذلك كما يتضح في الجدول التالي رقم (1).

جدول (1): أدوات التوثيق الحديثة باستخدام الطرق الرقمية

	مواصفات أدوات التوثيق الرقمي	صورة أداة التوثيق الرقمي
أولاً: التوثيق باستخدام آلة التصوير المترية (Photo Metric Camera)	يتم استخدام التصوير باستخدام كاميرا رقمية في التقاط صور وفيديو للمواقع والمباني التراثية بشكل واضح وفعال، ليتم نقلها بسرعة فائقة إلى أي مكان في العالم بسهولة، وليتم استخدامها مباشرة في التعريف بالمواقع التراثية أو معالجتها وإدخالها ضمن قاعدة بيانات، كما يمكن تخزين نسخ من المنتج باستخدام إحدى الوسائل الحديثة كأقراص الفيديو الرقمية (DVD)، وتتميز بدقة التوثيق وسرعة الإنجاز وهو يجمع ما بين التوثيق التصويري والتوثيق المتري في آن واحد[4] . ويعد أداة هامة لإنتاج رسومات محسوبة بدقة عالية. نظراً للتكلفة، يمكن أن يقتصر عملها علي تسجيل المباني المعقدة أو التي يتعذر الوصول إليها وهي تتعامل مع المناطق والمباني التراثية معاً.	
ثانيا: التوثيق باستخدام جهاز (Total station)	وهو يعتمد على معرفة إحداثيات لنقاط متعددة داخل المبنى وخارجه بحيث تكون إحداثيات هذه النقاط مرتبطة ببعضها البعض، ثم يتم توصيل جهاز المحطة المتكاملة(Total station) بجهاز الكمبيوتر، وعن طريق برامج معينة يتم التوصيل بين هذه النقاط من أجل الحصول على المساقط الأفقية والواجهات للمبنى. وهي تتعامل مع المناطق والمباني التراثية معا[4].	
ثالثاً: التوثيق باستخدام تقنية متعدد الصور (multi-image)	تحقق التقنية توفير أكبر عدد من الصور لتغطية كامل المبني، ويعد من أهم تطبيقات المساحة التصويرية القريبة (multi-image) ليتم رفع وتوثيق دقيق لجميع حوائط وارضيات واسقف المبني وفقا للتالي: (أ) استخدام التصوير الضوئي (Photogrammetry) لالتقاط عديد الصور، (ب) تكوين المبنى في الفراغ التخيلي ثلاثي الابعاد (Virtual Reality)، (ج) تصحيح الصور (Photo-Rectification) وضبط المقياس بالبرامج المتخصصة، (د) مطابقة المقياس مع الرفع المساحي، (هـ) استخدام برامج الحاسب الآلي (CAD) في رسم الوضع القائم في الطبيعة بكل التفاصيل، (و) توقيع حالات الأحجار على لوحات خاصة بها[5].	

تابع جدول (1):

	مواصفات أدوات التوثيق الرقمي	صورة أداة التوثيق الرقمي
رابعاً: التوثيق باستخدام تقنية (Range Photogrametry Close)	وتعتمد على علم الفوتوجرامترى (Close Range Photogrametry) ويتم بها أخذ لقطات متعددة لواجهات المبنى من الخارج باستعمال كاميرات معينة ثم يتم معالجة هذه الصور باستعمال البرامج المتخصصة من أجل الحصول على تكوين ثلاثي الأبعاد للمبنى- (Photo Modeler) وهي تتعامل مع المباني التراثية فقط[4].	
خامساً: التوثيق باستخدام تقنية سحابة النقاط (Data Cloud)	تعد أكثر التقنيات الحديثة دقة، وقدرة على توثيق الزخارف والأماكن صعب الوصول إليها، وتتم بجهاز يقوم بتشكيل سحابة نقاط (Data Cloud) للمعلومات بقراءة الإحداثيات (XYZ) لاجزاء المبني عندما تصطدم بها ثم تسجل الإحداثيات باستخدام برامج كمبيوتر معينة ليتم رسم المبنى كاملاً من الداخل والخارج، وبها يمكن الوصول لاعادة بناء المبني جزئيا او كليا بالحصول على بيانات (3D) تلقائيا باستخدام الماسحات الضوئية الليزرية، مع تفسير رقمي من (point clouds). إلا أنها تستغرق وقتاً طويلاً ومكلفة[26].وهي تستخدم في التوثيق الرقمي للمباني دون المناطق التراثية.	
سادساً:التوثيق باستخدام التسجيل بالصور الفوتوغرافية أو الفيلم أو الفيديو	تستخدم لتسجيل مناظر عامة وتفاصيل وأنظمة ألوان المباني مثل: (أ) مناظر من زوايا مختلفة قريبة أو بعيدة تبين علاقته بمحيطه، (ب)مناظر واجهاته الخارجية أو الداخلية، (ج)التفاصيل المهمة، وهي تستخدم الصور لإظهار أي تعديلات تم إجراؤها عبر الزمن، ولتسجيل الرسومات الفنية والصور القديمة، ويجب أن تكون كل الصور مؤرخة ومثبتة ومفهرسة مع تحديد أماكن التقاطها ووصف كتابي. مع إمكانية التوثيق باعداد فيلم أو لقطات فيديو بسرد مكتوب، وصولاً لنقل فهم شامل للمنطقة والمبني التراثي عند التعرض للهدم الكوارث. مع الاشارة إلي أن استخدام وسائل الصوت والفيديو لا يزال محدوداً[25].	

3.2.3. الانظمة الرقمية الحديثة واستخدامها في عملية التوثيق المعماري الرقمي

يحقق استخدام بعض الانظمة الرقمية الحديثة كنظم المعلومات الجغرافية (GIS)، ونمذجة معلومات المباني (BIM) تعظيم الاستفادة من الأدوات الرقمية للحصول على البيانات[27]، فاستخدام هذه الانظمة للتوثيق المعماري يحقق توسيع البيانات، وتوفرها علي المدي الطويل وخاصة عند تعدد التخصصات المشاركة في الحفاظ، مما يحقق فعالية وسرعة اتخاذ القرارات ودقة وتكامل الوثائق، حيث يقوم نمذجة معلومات المباني (Building Information Modeling- BIM) باعداد نموذج ثلاثي الأبعاد يمثل قاعدة بيانات على الويب للمبني لتوثيق السمات الأصلية

للعناصر المعمارية البارامترية في اطار تكنولوجيا معلومات وتبادل المعرفة [29]. ويتيح استخدام نظم المعلومات الجغرافية (Geographic information system GIS) جمع وتخزين وتحليل البيانات المكانية باستخدام الحاسب وإعداد خرائط انحلال التربة والمخاطر...الخ، ويتيح تقييم الواجهات وتدهورها بشكل مرئي[20]. كما يحقق توثيق وإدارة عملية الترميم بتقسيم المبنى إلى أجزاء في صورة أنظمة صندوقية[31].

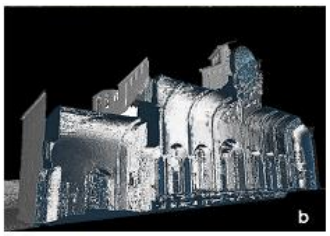
أولاً: أنظمة نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling- BIM)

يعد (BIM) النموذج الجديد للتوثيق والحفاظ على التراث المعماري، وهو يعتمد علي انتاج العديد من الوثائق الدقيقة حول المباني التاريخية بالاعتماد علي عمليات الفحص البصري والتشخيص والمراقبة مع توفير الدمج بين المعلومات المتنوعة داخل الوثائق المؤرشفة والتحقيقات التحليلية والمسوحات وفقاً لأساليب مستقلة ومنظّمة مع إمكانية تحديث مستمر لها أثناء التصميم والتنفيذ[32]. وهو يقوم على الاحتفاظ بمعلومات وبيانات المبني في أشكال مختلفة كالرسومات الهندسية والبيانية والجداول والصور والنصوص والروابط وغيرها[19] كما يقوم بتقييم الطرق المناسبة لجمع وإدارة البيانات غير المتجانسة الناتجة عن اختلاف التخصصات وتحقيق التعاون بين مختلف المشاركين في عملية الحفاظ، وتحليل قضايا التكامل وقابلية التشغيل والصيانة المستقبلية في كل مراحل الحفاظ، وتقييم االتعديلات المقترحة في مشاريع الترميم والتجديد ودمج عامل الزمن (4D) عند الحفاظ وخاصة عند الكوارث[14].

كما يتميز (BIM) بقدرته علي دمج المعلومات النوعية والكمية لتمثيل الخصائص المادية والوظيفية للمبني التراثي، بصورة توفر محاكاة للمظهر ودمج للخصائص غير الملموسة كقيم التراث وأهميته، وصولاً لإنشاء قاعدة معلومات تساعد في صنع القرار وإدارته خلال دورة حياة المبني وتقييم خيارات التصميم وفق سيناريوهات عدة[24]،.ويحقق التوثيق بـ (BIM) أرشيف رقمي للمساعدة في الحفاظ على المباني التراثية واختبار مقترحات التنمية المستقبلية لها، كما يعزز نموذج (BIM) توفير بيئة نمذجة تظهر كملف إلكتروني ذكي يقوم بدمج التمثيل الهندسي للمعلومات المباشرة للعنصر أو أجزائه مع البيانات غير الهندسية حول المبني[22] وذلك بتوافر معلومات تغطي مختلف التخصصات كالوثائق التاريخية، وبيانات المراقبة، والمعلومات الإنشائية، والدراسات الاستقصائية، وكذلك معلومات تقييم الحالة والمخاطر والكوارث[31].

مع الاعتماد علي نمذجة معلومات المباني التاريخية (HBIM) كمكون إضافي لـ (BIM) وذلك بانشاء مكتبة نماذج جديدة تعتمد علي البيانات التاريخية ونظام رسم خرائط الأشياء بارامترياً باستخدام سحابة النقاط (point cloud) للأشياء البارامترية، حيث تبدأ عملية (HBIM) بجمع بيانات المسح باستخدام أدوات التوثيق الرقمي الحديثة ثم تنسيق وتبادل بيانات المكتبة باستخدام لغة وصفية هندسية تسمح بتحرير العناصر البارامترية على مستويات مختلفة[16]. ليتم مشاركتها بين المهنيين والاستفادة منها كوثيقة رسومية، معلومات قيمة لأداء تدخل أو إعادة بناء جزء مفقود من المبني، أو لنشر المعرفة حول العنصر التراثي عند تلفه أو تعذر الوصول إليه، مع توفير كل وثائق العناصر الإنشائية وأنظمة البناء والديكور المستخدمة[22]، كما يقوم النظام بدور كبير في توثيق البيانات الطبقية، وأماكن التدهور، مما يتيح تبادل البيانات بمستويات تفاصيلها[18]، ويتم من خلال (HBIM) العمل في بيئة (AutoCAD) ثم ربطها ببرنامج (Revit) بصورة تؤدي لتحسين النتائج النهائية[27].كما تستخدم مكتبة (HBIM) لإنتاج وثائق تقنية كالمساقط الأفقية والواجهات والقطاعات والتفاصيل والمناظير بطريقة شبه تلقائية للمباني القديمة النادرة أو غير الموجودة، بالاعتماد علي أي مصدر تاريخي يصف الطرز والنسب المعمارية لفترة البناء التي تنتمي إليها هذه المبانى[23]، ويوضح شكل (4) تمثيل رقمي لكامل المبني، وشكل (5) تمثيل لأحد العناصر البارمترية، وشكل (6) تمثيل ثلاثي لمجموعة من العناصر المتصلة[31].

ويشار إلي أهمية دمج قواعد المعرفة ببيئة نمذجة (BIM) وذلك لدمج المكونات المكانية والمادية التي تم تصويرها في النموذج مع المعلومات ودلالات كل مكون من أجل تمثيل الجوانب غير الهندسية مثل المواد أو ميزات البناء[32].



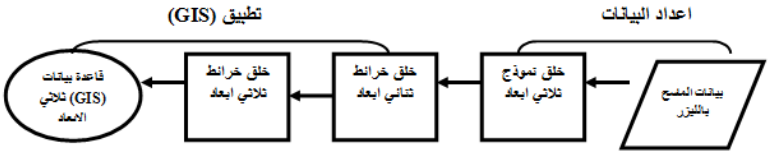
شكل (4): تمثيل رقمي عام لكامل المبنى

شكل (5): عمود الصليب

شكل (6): قطاع طولي بصحن احد الكنائس

ثانياً: نظم المعلومات الجغرافية (Geographic information system - GIS)

ظهرت تقنية نظم المعلومات الجغرافية منذ أوائل التسعينيات من القرن العشرين، وهي تعتمد علي برامج الحاسب الآلي في دمج المعلومات من مصادر متنوعة لتخرج للمستخدم معلومات أكثر دقة وأوسع شمولاً من المعلومات منفردة المصدر، حيث يتم مزج المعلومات الأرضية بواسطة المحطة المتكاملة (Total Station) مع الصور الجوية والفضائية من نظام التموضع العالمي (GPS)، وتحقيق تكامل التقنيات وصولاً لمعلومات شاملة تساعد متخذي القرار، ومن ثم يقوم (GIS) بإعداد وتنفيذ بيئة إفتراضية لتوثيق التراث المعماري والثقافي وترميم المباني وخاصة عند التعرض للكوارث[28]. مع ضرورة الاستفادة من امكانيات برامج (CAD) عند التعامل مع نظم المعلومات الجغرافية في إعداد الرسومات المفصلة والدقيقة، واستخدامه كأداة دقيقة لرسم الخرائط وتحليل البيانات المكانية على مساحات أكبر وصولاً إلي بيانات إضافية تعتمد علي (GPS) وتقوم بإجراء التحليل المعقد[16]، كما يفيد (GIS) في الحفاظ علي المشاريع التراثية بتحقيق التنسيق المكاني الدقيق وتحديد التدخلات الجديدة ضد النسيج القائم، والبيانات الجغرافية المكانية والجيوفيزيائية والاستشعار عن بعد لبيانات مكونات أو مساحات محددة، ويوفر معلومات عن مشاكل المبني والمواد الأصلية به وأساليب التشييد وتدهور المواد والتطورات النسيجية التاريخية، ويتم تطبيق (GIS) بخلق خرائط ثنائية وثلاثية الأبعاد باستخدام البيانات الناتجة عن أدوات التوثيق الرقمي المختلفة ودمج نماذج (3D) إلى الرسومات (2D) وصولا لقاعدة بيانات شاملة[20]، وذلك كما بشكل (7)



. **شكل (7):** كيفية تطبيق تقنية (GIS) في التوثيق المعماري

مع الاشارة إلي دور (GIS) في استيراد البيانات الناتجة من أدوات التوثيق الرقمي، واستخدام الصور بشكل صحيح يضمن تحويل العناصر لصور عدة يمكن استخدامها داخل نموذج (BIM) والاستفادة منها عند التوثيق بعد الكوارث[16].

4. أهم التجارب العالمية والعربية للتعامل مع التوثيق الرقمي للحفاظ علي المواقع التراثية في مواجهة الكوارث

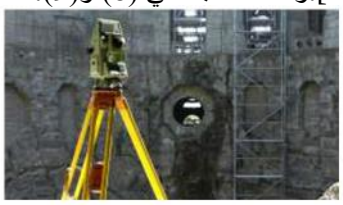
تم استخدام التوثيق الرقمي للمواقع التراثية في تجارب عديدة علي مستوي العالم قبل وأثناء وبعد الكوارث ونذكر منها ما يلي.

1.4. تجربة مبني (Herkules Monument) الأثري في مدينة ماينز بالمانيا في التوثيق المعماري للمواقع التراثية

تم بناءه أوائل القرن 18 ويحتوي علي تمثال نصب تذكاري نحاسي للبطل (Herkules)، مستقرًا على هرم أعلى قاعدة مثمنة الشكل، وقد تعرض المبني لكارثة إهمال التعامل مع سوء الأحوال الجوية على مر السنين بصورة تعرضه للاندثار[18].

ويظهر دور التوثيق الرقمي في الحفاظ علي المبني عند الكارثة في الاستفادة من: (1) التوثيق بالصور الفوتوغرافية لبعض الأجزاء الهامة في النصب التذكاري واستخدامها من المتخصصين، (2) إعداد خرائط

ثنائية الأبعاد (2D) للقباب المنحنية وتوضيح عيوب مواد البناء وكيفية علاجها، وعرض إمكانيات التصور لبيانات النقاط واستخدامها عند الترميم، (3) تطبيق القياس التصويري التناظري والرقمي (analogue and digital close-range photogrammetry) علي المدى القريب والمسح الضوئي بالليزر ثلاثي الأبعاد (3D) للواجهات ومحاولة الوصول لطريقة لإنشاء قطع ثنائية الأبعاد، (4) رقمنة بعض الأجزاء المهمة بالمبني بواسطة معالجة بيانات سحابة النقاط(Data Cloud)، وتتضمن قيم الكثافة، (5) إجراء النمذجة السطحية لبيانات الماسح الضوئي الليزري وعرض إمكانات التسجيل ومعالجة السحابة النقطية والمسح التصويري المجسم ومسح الليزر الثلاثي الأبعاد لمواجهة أي كارثة يمكن التعرض إليها فيما بعد، (6) انتاج وترتيب صور عالية الدقة باستخدام النمذجة السطحية لبيانات الماسح الضوئي الليزري والقياسات الجيوديسية، ونماذج الارتفاع الرقمية، ليتم تقديمها بمساعدة أدوات برمجية مناسبة وسهلة للخبراء لتحديد وتطوير المطلوبة[18].وذلك كما بشكلي (8) و(9).



شكل (8): الرصد الجيوديسى فى الأثر

شكل (9): أعمال التصوير فى الأثر

2.4. تجربة قلعة مانتيال (Manital) التاريخية في مدينة افيرا (Ivrea) بايطاليا في التوثيق المعماري للمواقع التراثية

تم بناءها في القرن الـ 16، وهي 4 أروقة في طوابق مختلفة، وتتميز بقلة عدد المباني، ويحيط بساحتها مساحات خضراء، وهي ذات مميزات وارتفاعات مختلفة، وقد تعرضت القلعة للاهمال علي مدي سنوات طويلة مما سبب تحولات حاسمة عبر الزمن، وذلك حتي تم إجراء تدخلات لترميمها وصيانتها، وأخيراً تمت بعض التجديدات ليتمكن أصحابها من بيعها[15].

ويظهر دور التوثيق الرقمي في الحفاظ علي المبني في: (1) استخدام تقنيات التصوير المتقدمة القائمة على الواقع الافتراضي (AR و VR) لإنشاء نموذج يحتوي معلومات البناء بالاعتماد علي (HBIM) لتعزيز إدارة وحفظ المعلومات المتباينة وتحسين عمليات الحفظ والاسترداد في حالات الطوارئ والصيانة المستقبلية[15]، (2) اعداد الوثائق الأرشيفية واللوحات في الموقع التراثي وذلك بعد ترميم الزخارف وتجديد الفراغات الداخلية وجمع بيانات المبنى التراثي وتحليلها. (3) توثيق التطور التاريخي للمبنى عبر الزمن بتحليل الصور ثلاثية الأبعاد باستخدام كاميرا مجسمة والغيوم النقطية (Point Clouds)، (4) الاستفادة من تحليل الصور ثلاثية الأبعاد من الكاميرا المجسمة في اعداد الرسومات التصميمية بمساعدة برامج الكمبيوتر (CAD) توضح الحالة المبنية فيما يتعلق بالشكل المعماري والنظام الإنشائي مما يسمح بإعادة القلعة وتصور حالتها قبل الترميم[15]،وذلك كما يوضح شكل (10).

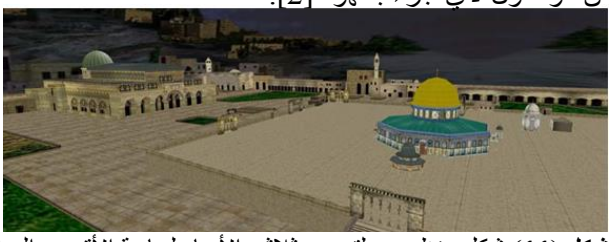
شكل (10) صورة فوتوغرافية لقلعة (Ivrea)

3.4. مشروع توثيق ساحة الأقصي الشريف بالقدس

يعتبر المسجد الأقصى أولى القبلتين وثالث الحرمين، كما تعد قبة الصخرة موقعا إسلاميا مرتبط عقائديا بحادثة الإسراء والمعراج، وقد تعرضت منطقة المسجد القصي لنزاعات تاريخية كثيرة ومحاولات عديدة

لهدم المسجد الأقصى عن طريق حفر الأنفاق أسفله بصورة أدت الى هدم وتصدع عدد كبير من العقارات الإسلامية المجاورة للمسجد الأقصى.

ويظهر دور التوثيق الرقمي في الحفاظ علي الموقع: باعداد نسخة إفتراضية كاملة لساحة الأقصى الشريف بكل ما فيها من آثار إسلامية ومسيحية وبوابات شكل (11)، وذلك بعمل نموذج رقمى إلكترونى ثلاثى الأبعاد للمحتوى المعمارى للموقع بكل تفاصيله، ثم كساء حوائط وأسقف وأرضيات هذا النموذج بالصور والرسوم والكتابات الموجودة بحوائط وأسقف وأرضيات العناصر الأثرية الحقيقية بحيث أصبح الموقع بكل تفاصيله مسجلاً على الحاسب بشكل ثلاثى الأبعاد، وبذلك يمكن لأى شخص التجوال فيه والاقتراب من أى جزء به لمشاهدة تفاصيله ونقوشه وكتاباته بشكل أسهل ويتفوق على الواقع، وخاصة عند دراسة تفاصيل نقوش مرتفعة كالتي بوسط القبة والتي تحتاج لسقالات تتجاوز 30 مترا في الواقع، أما على النموذج الإفتراضى فيمكن الوصول لأي جزء بسهولة[2].

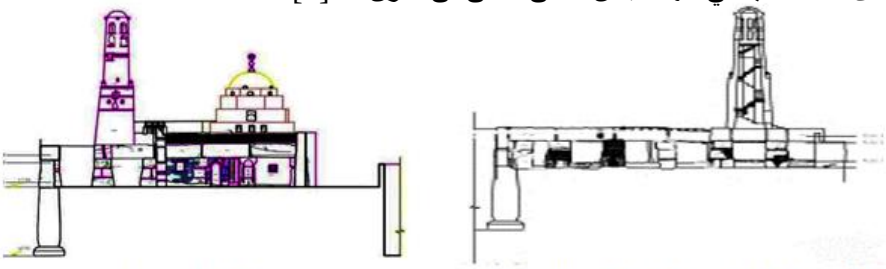


شكل (11) شكل منظوري لتجسيد ثلاثى الأبعاد لساحة الأقصى المبارك

4.4. تجربة مسجد وضريح أبوالحجاج الأقصرى - مدينة الأقصر - جمهورية مصر العربية

تم البناء عام 1244م على الركن الشمالي الشرقي من الفناء المكشوف بمعبد الأقصر علي مساحة كلية 1330 م2، بإرتفاع 7 م من أرضية معبد الأقصر، وتم إستغلال الأجزاء العلوية لأعمدة المعبد في تشييد المسجد حولها واستخدام الأحجار التى تربطها ببعضها لتشييد سقف المسجد، وقد تعرض المسجد لكارثة حريق عام 2007 دمر أجزاء كثيرة منه ليبدأ الترميم المعماري والتوثيق له الكشف عن العناصر المعمارية الأصلية للمسجد وتسجيله كمبنى أثرى.

يظهر دور التوثيق الرقمي في الحفاظ علي الموقع في: (1) استخدام برامج (CAD) كما بشكل (12) في رفع المناظر والنقوش والتي تم الاستعانة بها فعلياً في أعمال الترميم المعماري للأعمدة والعقود والمآذن والزخارف، وأيضاً في توثيق التفاصيل الدقيقة للأسقف الخشبية ومقصورة المقام والأبواب والشبابيك مما ساهم في اعادتها لشكلها الأصلي، (2) استخدام الصور في تحديد الشكل الأصلي للمسجد وهدم جميع المبانى التى ألحقت عليه، واعادة دهانه بلونه الأصلي كي لا تضيع هويته، مع دهان المئذنة الفاطمية باللون الأبيض وهواللون الذى كانت عليه في عهد عباس حلمى الثانى فى القرن 19[8].



شكل (12): استخدام برامج الكمبيوتر (CAD) في الحفاظ علي المناظر والنقوش بمسجد ابو الحجاج بالأقصر

5. دور التوثيق الرقمي وكيفية الاستفادة منه في الحفاظ علي التراث المعماري في مواجهة الكوارث

يظهر دور التوثيق الرقمي في مكافحة الكوارث في تحديد سبل الاستفادة من التوثيق المعماري والانشائي وجمع المعلومات المتعلقة بالموقع الأثري باستخدام الأدوات والوسائل الرقمية الحديثة، وادخال هذه المعلومات

إلي الحاسب، وانشاء قواعد البيانات والمعلومات باستخدام الأنظمة الرقمية الحديثة كنظم المعلومات الجغرافية ونظم معلومات المباني للتوثيق المعماري الرقمي للمبني، خلال مختلف مراحل التعامل مع الكوارث (قبل، وأثناء، وبعد) الكارثة. وذلك وفقاً لخطة ومنهجية ذات خطوات متسلسلة كما يظهر فيما يلي.

1.5. خطة التوثيق الرقمي للحفاظ علي المواقع التراثية قبل الكوارث

تنقسم خطة التوثيق الرقمي للحفاظ علي المواقع التراثية قبل الكوارث إلي 4 مراحل أساسية، وهي كالتالي:

المرحلة الأولي: استخدام أدوات وأنظمة التوثيق الرقمي في ترتيب أولويات الحفاظ علي المواقع التراثية ضد الكوارث: وذلك بالاعتماد علي: (أ) أدوات التوثيق الرقمي في إعداد قوائم الحصر بواسطة لجان الحصر الحكومية أو المنظمات المهتمة بالتراث، (ب) استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لدراسة المواقع التراثية الأكثر عرضة لمختلف الكوارث، وصولاً إلي بيان أي المواقع عرضة للكوارث من بين المباني التراثية للبدء في عملية التركيز عليها واستكمال التوثيق الرقمي لها قبل الكوارث واستعدادا لها.

المرحلة الثانية: استخدام أدوات التوثيق الرقمي في رفع المواقع الأكثر عرضة للكوارث: ويتم بها اختيار أداة التوثيق الرقمية وفقا لامكانياتها ولطبيعة المبني ولمنتج التوثيق النهائي المطلوب، فمثلاً يتم استخدام آلة التصوير المترية (Photo Metric Camera) وجهاز (Total station) عند التوثيق للمناطق والمباني معاً، ويتم استخدام تقنية سحابة نقاط (Data Cloud) ومتعدد الصور (multi-image) عند التوثيق للمباني دون المناطق (يمكن الرجوع لبند 3-2-2)، مع ادخال نواتج التوثيق إلي الحاسبات والشبكات.

المرحلة الثالثة: استخدام أنظمة التوثيق الرقمي (BIM& GIS) في انشاء وحفظ قواعد البيانات والمعلومات للمواقع التراثية: وذلك بالاعتماد علي نواتج التوثيق الرقمي بالمرحلة السابقة والاستفادة من امكانيات نظام (GIS)عند التعامل مع المناطق التراثية، ونموذج (BIM) عند التعامل مع المباني التراثية ذاتها، (يمكن الرجوع لبند 3-2-3)، علي أن يتم حفظ القواعد مفهرسة ومبوبة علي الحاسب الآلي، وحفظ نسخ احتياطية داخل الهيئات العالمية والمحلية المهتمة بالتراث كاليونيسكو، كي لا تتعرض للتلف لو تم حفظها بمكان الكارثة. مع تحقيق اتصال بشبكات التواصل والإنترنت لضمان تواصل أفضل وأسرع بين مختلف المناطق التراثية والخبراء المتخصصين.

المرحلة الرابعة: استخدام أدوات وأنظمة التوثيق الرقمي في تحديث قواعد البيانات والمعلومات بصفة دورية مستمرة: ويتم بها التسجيل رقمياً لأي تعديلات أو إجراءات مختلفة تتم علي المباني التراثية، علي أن يتم ذلك دورياً كل 5 سنوات علي أقصي تقدير.

2.5. خطة التوثيق الرقمي للحفاظ علي المواقع التراثية أثناء الكوارث

وهي خطة استثنائية نلجأ لها في حالات الكوارث الطبيعية أو البشرية ممتدة التأثير لفترات زمنية طويلة كبعض الحروب، ويتم بها اتباع المراحل من الثانية إلي الرابعة بخطة التوثيق السابقة ما قبل الكوارث، لتحديث قواعد البيانات والمعلومات للمواقع التراثية أثناء الكارثة، علي أن يتم تحديد المدي الزمني لتحديث الرفع وفقاً لطبيعة الكارثة وخطورتها وتطورها الزمني.

3.5. خطة التوثيق الرقمي للحفاظ علي المواقع التراثية بعد الكوارث

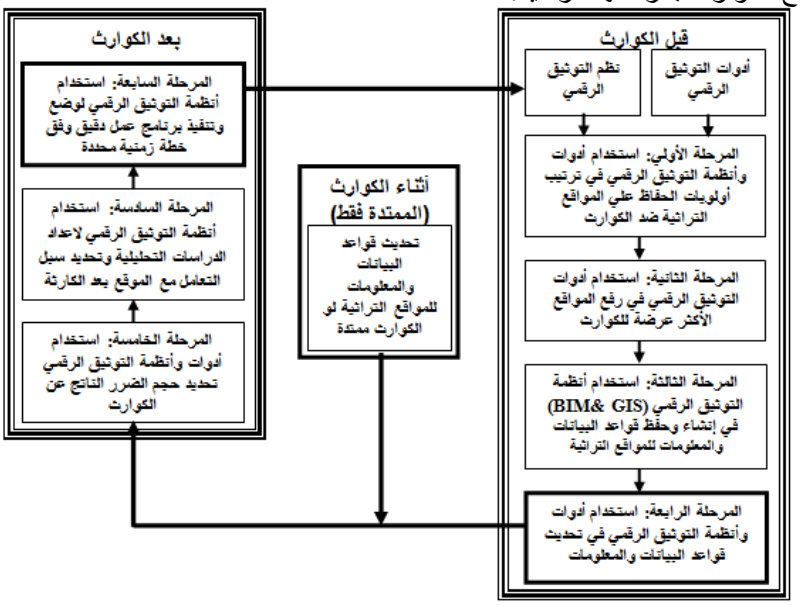
تنقسم خطة التوثيق الرقمي للحفاظ علي المواقع التراثية قبل الكوارث إلي 3 مراحل اساسية، وهي كالتالي.

المرحلة الخامسة: استخدام أدوات وأنظمة التوثيق الرقمي (BIM& GIS) في تحديد حجم الضرر الناتج عن الكوارث: وذلك برفع وتصوير الموقع بعد الكارثة وعمل مخططات أولية تشير إلي أماكن وقوع الضرر، ثم اعداد قواعد البيانات والمعلومات للمواقع التراثية وحفظها، كما بالمراحل من (2: 4) السابقة، وصولاً لتقييم حقيقي وواقعي لمدى الدمار والخراب الذي لَحِق بالموقع.

المرحلة السادسة: استخدام أنظمة التوثيق الرقمي لاعداد الدراسات التحليلية وتحديد سبل التعامل مع الموقع بعد الكارثة: وتتم بمقارنة قواعد البيانات الأصلية (نواتج المرحلة الثالثة قبل الكارثة) أو المحدثة

(نواتج المرحلة الخامسة بعد الكارثة) وارسال نسخ منها للجهات العلمية وللمتخصصين لتبادل الخبرات والتوصل إلي سياسة الحفاظ والتدخل المطلوب للحفاظ علي الموقع التراثي.

المرحلة السابعة: استخدام أنظمة التوثيق الرقمي لوضع وتنفيذ برنامج عمل دقيق وفق خطة زمنية محددة: يتم بالاعتماد علي المرحلة السابقة تقدير حجم العمل وفقاً لخطة زمنية للحفاظ، مع الاسترشاد بنواتج الأنظمة الرقمية (BIM& GIS) عند التنفيذ، ويوضح الشكل (13) خطة التوثيق الرقمي للحفاظ علي التراث عند التعامل مع الكوارث بمراحلها الزمنية.



شكل (13): خطة التوثيق الرقمي للحفاظ علي التراث عند التعامل مع المراحل الثلاثة للكوارث (المصدر الباحث)

6. النتائج والتوصيات

وفيما يلي أهم النتائج والتوصيات التي توصل إليها البحث

1.6 النتائج

1. يوجد دور كبير للتوثيق الرقمي في الارتقاء بعمليات الحفاظ علي التراث العمراني وبخاصة عند مواجهة الكوارث.
2. تضم خطة الحفاظ علي المواقع ضد الكوارث ثلاثة مجموعات رئيسية من المراحل وهي: ما قبل الكوارث للحد من مخاطرها وتجميع المعلومات للاستفادة منها، وأثناء الكوارث المهددة بالاستجابة السريعة، ثم بعد الكوارث لتحديد الأضرار وإعادة الشئ إلي أصله ومعالجة العناصر وفقاً لمعلومات وبيانات واضحة.
3. تتعدد الكوارث التي تتعرض لها المناطق والمباني التراثية لتشمل كوارث بيئية وطبيعية وبشرية إلا أنه يمكن باتخاذ التدابير اللازمة التخفيف من تأثير الكوارث الطبيعية والحدّ من مخاطرها، بينما تحتاج الكوارث البشرية إلي قوانين رادعة لالزام الجهات والهيئات المسئولة في التوثيق المعماري الرقمي للمواقع التراثية قبل حدوث الكوارث.
4. تشمل تصنيفات الكوارث وآثار حدوثها علي المناطق والمباني التراثية خمس أنواع أسوأها الأثر الاقتصادي نظراً للعواقب المالية الوخيمة في الترميم والصيانة والإصلاح وإعادة التأهيل بعد وقوع الكارثة والتي لا يمكن تداركها.
5. رغم المساهمة الايجابية للتوثيق الرقمي في تجارب الحفاظ المعماري علي بعض المواقع التراثية المحلية والعربية والعالمية خلال الكوارث إلا أن معظمه يتم دون خطة عمل ممنهجة تسبق الكارثة ونستفيد منها خلالها.

6. ساهم التوثيق الرقمي في اعادة بعض المباني التراثية كمبني *(Herkules Monument) بألمانيا* وكقلعة مانتيال بايطاليا وكمسجد وضريح أبو الحجاج الأقصري بمصر إلي حالتها الأصلية قبل حدوث الكوارث مما ساهم في الحفاظ عليها
7. تضم أدوات التوثيق الرقمي مجموعتين رئيسيتين، الأولي تختص بتوثيق المبني التراثي فقط دون المنطقة ومنها تقنية سحابة النقاط (Data Cloud) ومتعدد الصور (multi-image) وغيرها، والأخري تقوم بتوثيق المبني والمنطقة معاً كآلة التصوير المترية (Photo Metric Camera) وغيرها.
8. للتوثيق المعماري أثر إيجابي في القضاء علي أوجه القصور بالتوثيق اليدوي التقليدي والمتمثلة في زيادة الوقت والجهد وزيادة الصعوبة الناتجة عن تعدد المواقع التراثية وعدد مكوناتها واحتمالية فقد الوثائق عند الكارثة والحاجة إلي مساحات تخزين كبيرة للوثائق وصعوبة الحصول علي أكثر من نسخة منها والحاجة إلي الزيارات الميدانية من المتخصصين وكثرة التفاصيل والزخارف وافتقاد الدقة والأخطاء وصعوبة ايجاد الأخطاء وضعف ادارة المعلومات.
9. تقوم الأنظمة الرقمية الحديثة بدور كبير في التوثيق المعماري ويتم ذلك بالاعتماد علي أدوات التوثيق والرفع الرقمية.
10. يتيح انشاء نموذج رقمي للموقع التراثي بالاعتماد علي نمذجة معلومات البناء (BIM) في توفير عديد من الوثائق المناسبة للحفاظ ودمج العنصر الهندسي مع البيانات غير المبنية للحصول علي المعلومات والبيانات قبل الكارثة للاستفادة منها للحفاظ بعد الكارثة، كما يحقق استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) انتاج خرائط دقيقة تقوم بمزج المعلومات الأرضية مع الصور الجوية لتحقيق التنسيق المكاني الدقيق والحصول علي المعلومات المطلوبة للحفاظ.
11. يحقق التكامل بين الأنظمة المختلفة للتوثيق الرقمي (BIM&GIS) الارتقاء بعمليات الحفاظ علي المواقع التراثية.

2.6. التوصيات

1. الاستفادة من خطة التوثيق الرقمي المقترحة للحفاظ علي المواقع التراثية في مواجهة الكوارث والتوسع في تطبيقها علي مختلف المواقع التراثية قبل وأثناء وبعد الكارثة.
2. تشجيع الرقمنة والتوسع في استخدام الأدوات الرقمية كسحابة النقاط وغيرها والأنظمة الرقمية مثل (HBIM & GIS) في توثيق المواقع التراثية، مع الاستفادة من التجارب والخبرات العالمية بمجال التوثيق المعماري رقمياً.
3. تطوير مهارات وخبرات العاملين في مجال التوثيق المعماري رقمياً للمناطق والمباني التراثية في مواجهة الكوارث.
4. تبني توثيق وأرشفة جميع المناطق والمباني الأثرية رقميا باعتباره مشروع قومي مصري، مع زيادة التنسيق بين جميع الهيئات المهتمة بتوثيق التراث المعماري و العمل على إيجاد أصحاب الخبرات والمؤهلات للعمل في هذا المجال.
5. تصميم موقع إلكتروني على شبكة الانترنت لعرض ما تم توثيقه رقميا من مواقع تراثية، لتبادل خبرات المتخصصين.
6. توسيع دائرة التوثيق الرقمي كبديل للتقليدي وتوفير الدعم المالي من الجهات الحكومية والمؤسسات لتحقيق ذلك وصولاً إلي تعظيم الاستفادة منه في حفظ ذاكرة المدينة والحفاظ علي التراث المعماري في مواجهة الكوارث.
7. إنشاء مراكز متخصصة للتعامل السليم مع المواقع التراثية عند الكوارث وإعداد سيناريوهات مسبقة لتوقعها، وذلك بالاستفادة من امكانيات أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) في تحديد المواقع المتوقع تعرضها للكوارث لاعطائها الأولوية، والاستفادة من امكانيات نمذجة معلومات البناء (BIM) في انشاء قواعد بيانات شاملة ومتكاملة لكل موقع أو مبني تراثي للرجوع اليها والاسترشاد بها عند الحفاظ علي المبني بعد الكوارث .

8. وضع التشريعات الكافية لضمان ضبط دور الجهات والهيئات المهتمة بالحفاظ علي التراث لمواجهة الكوارث.

المراجع

أولا: المراجع العربية

[1] أحمد عبد العظيم محمود (2017)، **"تكنولوجيا التصوير ثلاثي الأبعاد ودورها في التوثيق التراثي للحضارات الإنسانية وتبادل الثقافات"**، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، عدد 6، الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية، جمهورية مصر العربية.

[2] أشرف عبد المنعم السعيد جعفر (2005): **" استخدام أساليب" النمذجة عن طريق الصور "فى التجسيد ثلاثى الأبعاد لمواقع تراث العمارة الإسلامية بمدينة القدس المحتلة"**، العدد الرابع، مجلة البحوث الهندسية لكلية الهندسة بشبرا، جمهورية مصر العربية.

[3] اصدارات الجهاز القومى للتنسيق الحضارى (2010): **"أسس ومعايير التنسيق الحضارى للمبانى والمناطق التراثية"**، الطبعة الثانية، وزارة الثقافة، جمهورية مصر العربية.

[4] ام الخير مطروح (2017): **"استخدام الوسائط الرقمية في التوثيق المعماري للمباني التاريخية والمواقع الأثرية"**، اصدارات المركز الكوني للبحث في علم الآثار، in Sudanese Journal on computing & Geoinformatics, No. 1, Vol،الجزائر.

[5] فايز ديب، عمر الخليل (2012): **"توثيق المنشآت الأثرية باستخدام النمذجة ثلاثية الأبعاد متعددة الصور"**، العدد الثاني، المجلد الثامن والعشرون، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، الجمهورية العربية السورية.

[6] محمد شوقي أبوليله، مهند علي فوده (2016): **" إدارة التراث العمراني وقت الكوارث-دراسة حالة التراث المعماري بمدينة المنصورة جمهورية مصر العربية "**، المؤتمر والمعرض الدولي الرابع للحفاظ على التراث العمراني(التراث المستدام: رؤية عالمية، تجارب محلية)، الامارات العربية المتحدة.

[7] مركز هردو لدعم التعبير الرقمي (2016): **" الرقمنة وحماية التراث الرقمي"**، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

[8] منصور بريك رضوان (2016): **" أعمال ترميم وتوثيق مسجد أبوالحجاج الأقصرى - محافظة الأقصر / جمهورية مصر العربية "**، المؤتمر والمعرض الدولي الرابع للحفاظ علي التراث العمراني لبلدية دبي، الإمارات العربية المتحدة.

[9] منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (2016):**"إدارة مخاطر الكوارث للتراث العالمي-دليل موارد التراث العالمي"**، اليونسكو

[10]كريستين زهير كوسى (2015): **"إعادة إعمار المباني التاريخية في مدينة حلب القديمة المباني العامة أنموذجا"**، تأهيل المدن الإسلامية والتاريخية، كلية الهندسة المعمارية، جامعة حلب، الجمهورية العربية السورية.

[11] نادر جواد الّنمرة، أشرف عبد المنعم السعيد جعفر (2013): **" 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)"**، NO.18 in engineering science research journal

[12]وليد محمد عبد الوهاب نصار (2001): **" تأثير الكوارث الطبيعية على إعادة تخطيط المناطق المنكوبة"**، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم التخطيط العمراني، كلية الهندسة، جامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية.

[13] ياسر هاشم عماد الهياجي (2016): **"دور المنظمات الدولية والاقليمية في حماية التراث الثقافي وإدارته وتعزيزه** العدد 34، مجلة ادوماتو، مركز عبدالرحمن السديري الثقافي، المملكة العربية السعودية.

ثانيا: المراجع الأجنبية

[14] A. L. C. Ciribini (2015): "**BIM methodology as an integrated approach to heritage conservation management**", WIT Transactions on The Built Environment, Vol. 149, WIT Press, www.witpress.com, ISSN 1743-3509 (on-line)

[15] Anna Osello, Greta Lucibello, ID and Francesco Morgagni (2018): "**HBIM and Virtual Tools: A New Chance to Preserve Architectural Heritage**", Buildings MDPI.

[16] Conor Dore, Maurice Murphy (2012): "**Integration of Historic Building Information Modeling (HBIM) and 3D GIS for Recording and Managing Cultural Heritage Sites**", Dublin Institute of Technology, School of Surveying and Construction Management.

[17] Cram 101(2009): "**Discovering Computers**", study Guide, Brief Edition, 1st Edition, Textbook Reviws.

[18] D. Oreni, R. Brumana, A. Georgopoulos, B. Cuca (2013) " **HBIM for Conservation and Management of Built Heritage: Towards A Library of Valuts and Wooden Bean Floors**", ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5/W1, XXIV International CIPA Symposium, 2 – 6 September 2013, Strasbourg, France

[19] Danae Phaedra Pocobelli" :**Can heritage be high-tech? Building Information Modelling (BIM) for built heritage** "

[20] Danilo Marco Campanaro, Giacomo Landeschi, Nicoló Dell'Unto, Anne-Marie Leander Touati (2016): "**3D GIS for cultural heritage restoration: A 'white box' workflow** " , Journal of Cultural Heritage 18.

[21] Davide Simeone& et. al. (2014): "**BIM and Knowledge Management for Building Heritage**", Conference: ACADIA 14: Design Agency [Proceedings of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA), Los Angeles

[22] Elena Salvador Garcia, Jorge Garcia-Valldecabres & Maria Jose Vinals Blasco (2018): "**The Use of HBIM Models as A Tool for Dissemination and Public Use Management of Historical Architecture: A Review**", E. S. García, et al., Int. J. Sus. Dev. Plann. Vol. 13, No. 1.

[23] Facundo Jose Lopez, Pedro Martin Lerones, Jose Llamas, Jaime Gomenz-GARCIABERMEJO & Eduardo Zalama (2018): "**Semi-Automatic Generation of BIM Models for Cultural Heritage** ", Facundo José López et al., Int. J. of Herit. Archit., Vol. 2, No. 2.

[24] Historic England (2017): "**BIM for Heritage-Developing a Historic Building Information Model**", Swindon.

[25] Hong Yang (2015): "**The PROS and CONS about the Digital Recording of Intangible Cultural Heritage and some Strategies**", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W7, 25th International CIPA Symposium, 31 August – 04 September 2015, Taipei, Taiwan.

[26] Hung-Ming Cheng& others (2015): "**BIM applied in historical building documentation and refurbishing**", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W7, 25th International CIPA Symposium, 31 August – 04 September 2015, Taipei, Taiwan

[27] Jose Antonio Huesca Tortosa, David TORREGROSA Fuentes, Miguel Louis Cereceda, Yolanda Spairani Berrio (2017): "**The Façade of the Church of Nuestra Senora De La Asuncion in Biar (SPAIN): from Point Cloud to HBIM**", Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations II, WIT Transactions on The Built Environment, Vol. 169, WIT Press.

[28] Juan Enrique Nieto, Juan José Moyano, Fernando Rico, and Daniel Antón (2016): "**Management of Built Heritage VIA the HBIM Project: A Case Study of Flooring and Wall Tiling**", Virtual Archaeology Review, 7(14).

[29] Marta Acierno, Stefano Cursi, Davide Simeone, Donatella Fiorani (2017): "**Architectural heritage knowledge modelling: An ontology-based framework for conservation process**," Journal of Cultural Heritage 24.. .

[30] Naglaa A. Megahed (2015): "**Towards A Theoritical Framework for HBIM Approach in Historic Preservation and Management** ", International Journal of Architectural Research, Archnet-IJAR, Volume 9 - Issue 3 - November 2015 - (130-147) – Special Issue.

[31] Ramona Quattrini, Roberto Pierdicca, Christian Morbidoni (2017): "**Knowledge-based data enrichment for HBIM: Exploring high-quality models using the semantic-we**", Journal of Cultural Heritage 28..

[32] Silvana Bruno, Mariella De Fino, Fabio Fatiguso (2018), " **Historic Building Information Modelling: performance assessment for diagnosis-aided information modelling and management** ", Automation in Construction 86.

[33] **http://www.al-jazirah.com/2016/20160303/rl4.htm**

"THE ROLE OF ARCHITECTURAL CONSERVATION OF HERITAGE SITES IN FACING CATASTROPHIC EVENTS"

ABSTRACT

Recently various countries especially Arab ones have been subjected to many catastrophes, whether environmental ones such as air and water pollution or natural catastrophes such as volcanoes or earthquakes and rain or even man-made catastrophes like war and thefts. These catastrophes could affect negatively residential areas which includes valuable heritage buildings that exist numerously in Arab countries. Many of which have been exposed to total or partial demolition which increases the possibility of the annihilation of this great heritage.

Research problem: Research problem is that current traditional documentation methods lack the ability to provide means of urban and architectural conservation for heritage buildings against catastrophic events. This is due to that the traditional means of documentation lack focus on the conservation of complete documents whether architectural drawings or information regarding these heritage buildings or areas, which may be utilized in restoration or conservation of these buildings and may assist later on limiting the effect of catastrophic events.

Research aim is to specify the means and methods of enhancing the potential benefit that is to be gained from digital documentation of information and data regarding heritage buildings and areas. This is to conserve them during catastrophic events and to clarify the role that digital documentation may play in conserving area and building information to achieve correct architectural conservation for future generations.

Research Methodology: The paper applies a theoretical descriptive analytical approach which consists of four main parts, first: A theoretical background describing types of catastrophes and their effects on Heritage sites that are of value. Second: A study of the concepts and methods (tools and systems) of digital documentation for local heritage. Third: Some of the most important International and Arab experiences regarding dealing with digital documentation to conserve Heritage sites during catastrophic effects have been presented. Fourth: Specifying the role that digital documentation could play and how to utilize it for the conservation of architectural heritage against catastrophic events. The paper is ended with conclusions and recommendations.

Keywords: Digital Documentation, Architectural Conservation, Catastrophic events, Heritage sites