تأثير استخدام تكنولوجيا التوثيق للمباني الأثرية-دراسة حالة لمشروع توثيق مقبرة توت عنخ آمون

[٩]

أحمد نبيه المنشاوى[١]- مايسة علي السيد سليم[١]

١) المعهد التكنولوجى العالى، مدينة العاشر من رمضان

المستخلص

يتم إلقاء الضوء في هذا البحث علي الوسائل التكنولوجيا المستخدمة في عمليات توثيق المباني الأثرية لدعم استخدامها والاستفادة من تأثيرها الأيجابي في عملية التوثيق التي تمتاز بالدقة والكفاءة.

مقدمة

تعد عملية تسجيل وتوثيق المباني الأثرية من أهم الركائز التي تبدا بها عمليات الحفاظ والترميم حيث يتم من خلالها الحصول علي دراسات عبارة عن بيانات تفصيلية التي توثق الوضع القائم وتقيم حالة المبني الأثري وتكون مزودة باللوحات والشكل لتوضيح الاسلوب الامثل لترميمه ولكن لكي تكون عملية التوثيق ناجحة يلزمها عدد من المتطلبات التي يجب تحقيقها وهي كما يلي:

- استخدام أفضل أسلوب تكنولوجي لحفظ الوثائق للرجوع إليها للتعديل أو الاستعراض.
- معرفة نوع المعلومات المراد جمعها واختيار الوسيلة الأنسب وإعدادها للتوثيق لتساعد في انجاز التوثيق عبر مراحله المختلفة.

أهمية الدراسة

تكمن أهمية البحث فى دراسة التأثير الأيجابي لوسائل تكنولوجيا التوثيق المختلفة على المبانى وكيفية الاستفادة منها وأختيار أنسبها حسب طبيعة المبني وحجم العمل المطلوب مع تلافي تأثيرها السلبي الناتج عن عدم الدراية الكاملة في استخدامها.

المشكلة البحثية

تكمن المشكلة البحثية في:

- قلة المؤسسات المهتمة في عمليات الحفاظ والتوثيق المعماري للمواقع الأثرية.
- عدم توفر وسائل التوثيق الحديثة.
- قلة الخبرات والكفاءات في استخدام تكنولوجيا التوثيق.
- قلة الموارد والمراجع في هذا المجال.

هدف البحث

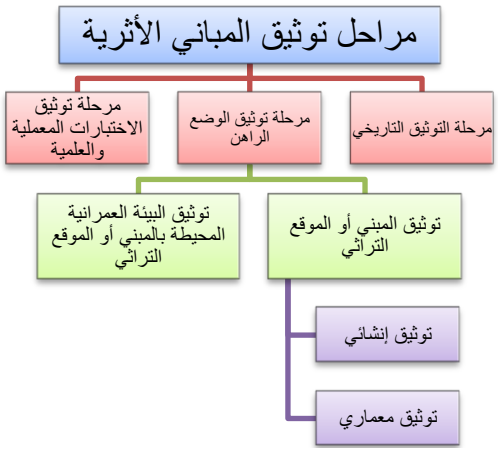
يهدف البحث إلي الوصول لمبادئ واضحة تعمل على تفعيل إستخدام تكنولوجيا التوثيق والإستفادة من تأثيراتها الإيجابية والحد من تأثيراتها السلبية وذلك لتحقيق جودة أكبر ووقت وجهد أقل عند توثيق المباني الأثرية.

فرضية البحث

شهد العالم نهاية القرن الماضي تقدماً تكنولوجياً كبيراً تم استغلاله في تسيير كافة مناحي الحياة وذلك من خلال المميزات الهائلة التى تتمتع بها مقارنة مع الطرق التقليدية، ويسعي البحث إلي إثبات أنه من الممكن استخدام التكنولوجيا الحديثة لتوثيق المبانى الأثرية بدون التأثير السلبى على حالة المبنى.

١. مفهوم التوثيق وأهميته: إن الغرض الاساسي لتوثيق التراث المعماري هوتسجيل حالته تمهيداً لتشخيص مظاهر التدهور وتحديد أفضل الوسائل المقترحة للعلاج

مراحل توثيق التراث المعماري: تمر عملية التوثيق السابقة لأعمال الحفاظ أو الترميم أو أعادة التأهيل بعدة مراحل يمكن استعراضها من خلال شكل (١) كالتالي:

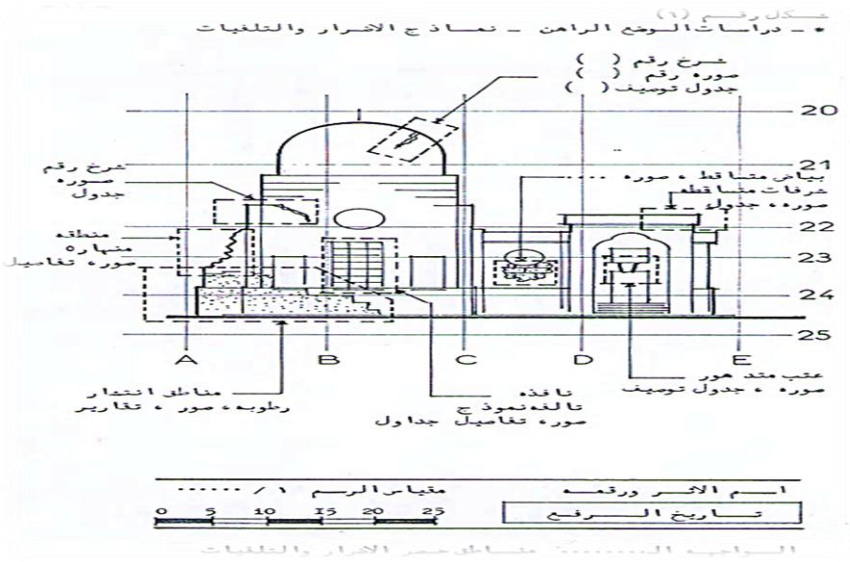


شكل (١) مراحل توثيق التراث المعماري

المصدر: الباحثة بتصرف من"المنهجية العلمية لإعداد مشروعات ترميم الآثار"،١٩٩١

١- **مرحلة التوثيق التاريخي للمبني أو الموقع التراثي:** هي أول مرحلة من مراحل التوثيق، ويتم فيها دراسة الجوانب التاريخية للمبني، وعمل سجل مشكل للشكل والخرائط القديمة للمبني التراثي(أمال أحمد العمري ،١٩٩٨)، وفي هذة المرحلة يجب أن توفر المعلومات الكافية عن مايلي(سحر محمد أنس الأرياني، ٢٠٠٩م):

- تاريخ المبني وثيقة الآثر والوظيفة الأصلية للمبني التراثي.
- طريقة الإنشاء ومراحل تنفيذ المبني.
- ظروف البيئة العمرانية المحيطة بالمبني أو الموقع التراثي.
- الطابع المعماري للمبني والعوامل المؤثرة عليه.
- توضيح أهم عناصرالتراثية مع بيان التغيرات التي لحقت بعناصر المبني.
- حصر التلفيات الموجودة والأضرار التي لحقت بالمبني أو الموقع التاريخي شكل رقم (٢).
- حصر لكل الدراسات السابقة التي تمت علي المبني.



شكل رقم(٢): توقيع مظاهر التدهور على الواجهة تمهيداً لأعمال الترميم

المصدر: دليل إعداد مشروعات صيانة وترميم الآثار ، ١٩٩١

٢- **مرحلة توثيق الوضع الراهن:** تشمل هذة المرحلة تحليل البيئة العمرانية المحيطة بالمبني أو الموقع التراثي، وكذلك النواحي المعمارية والإنشائية، ومن خلال هذة المرحلة يتم تحديد المشاكل التي يعاني منها المبني والتعديات عليه. وتنقسم مرحلة توثيق الوضع الراهن إلي جزئين(أمال أحمد العمري ،١٩٩٨):

أولاً: توثيق الوضع الراهن للبيئة العمرانية المحيطة بالمبني التراثي:

عندما تكون دراسة الوضع الراهن لموقع تراثي يلزم معرفة ودراسة جميع الجوانب الطبيعية والعمرانية للموقع ،وعندما تكون تلك الدراسة لمبني تراثي منفرد فيلزم دراسة البيئة المحيطة له لتحديد كيفية معالجتها بطريقة تساهم في بقاء المبني.

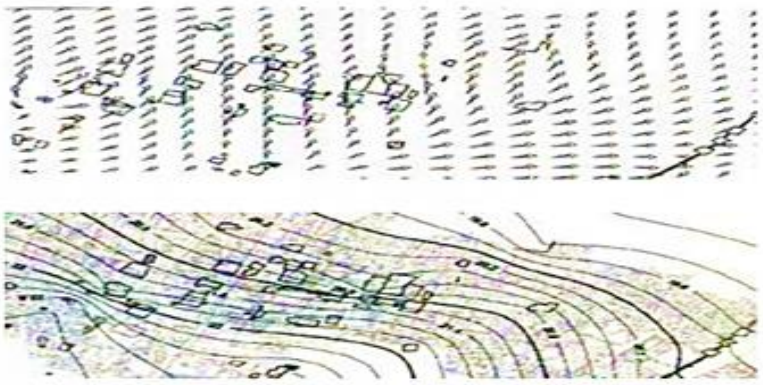
يساعد في عملية التوثيق استخدام نظم المعلومات الجغرافية حيث يتم إفراغ المعلومات التي تم جمعها الخاصة بالبيئة المحيطة في خرائط علي الحاسب الآلي،وذلك لتحديد منطقة الدراسة وتحديث الخرائط المساحية للمنطقة، حيث يتم مراجعة هذة الخرائط المساحية وأستكمال الناقص بالرفع المساحي لتحقيق تكامل البيانات المساحية .

ثانيا: توثيق الوضع الراهن للمبني التراثي: وينقسم إلي قسمين أساسين هما كالتالي(Bernard M.Feliden, ,2003):

أ- **<u>التوثيق الإنشائي</u>:** تعتبر هذة المرحلة من أهم المراحل لأن من خلالها يتطلع المختصصون علي الحالة الإنشائية لعناصر ومكونات المبني المختلفة ويتم توثيق التالي:

١. دراسات الأساسات والتربة من خلال دراسة حركة ومنسوب ونوعية المياة الجوفية كما في شكل رقم (٣) وطبقات التربة تحت مناسيب التأسيس، ونوع وطريقة ومناسيب وقطاعات المبني عند التأسيس، وإنزال كافة المعلومات وتسجيلها علي الحاسب الآلي.

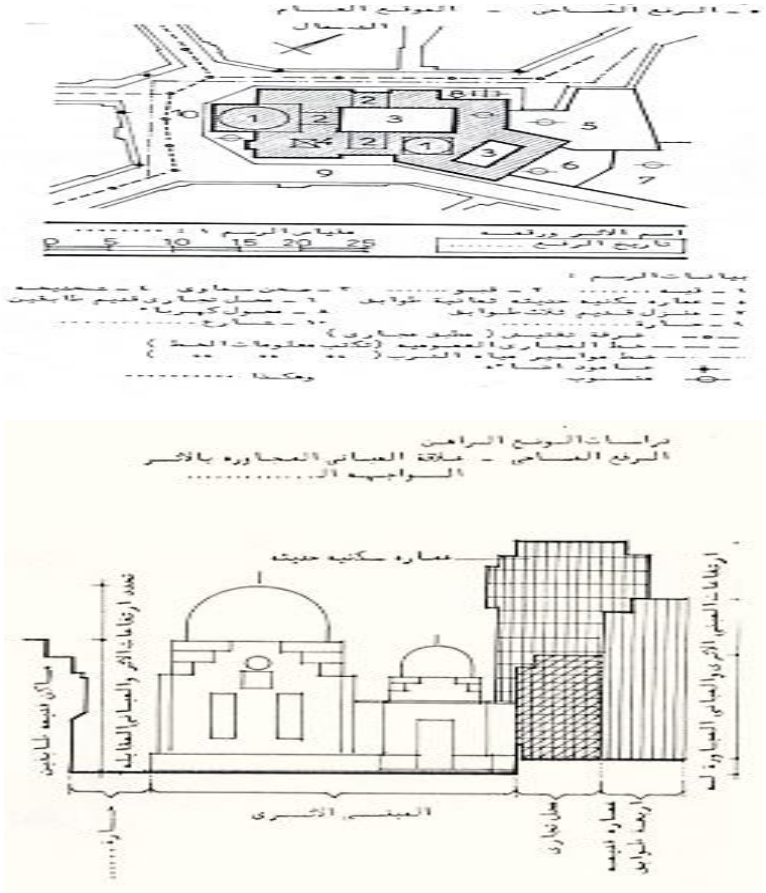
٢. الحالة الإنشائية لعناصر المبني المختلفة بما فيها الأحمال الميتة والحية الواقعة عليها، ويتم عمل هذة الدراسات بواسطة التمثيل الرياضي للمبني التراثي وذلك عن طريق الحاسب الآلي.



شكل رقم(٣): توضح الخريطة الكنتورية لمناسيب المياة الجوفية وإتجاهات إنحدار المياه
المصدر: تطور فكرإدارة مشروعات الحفاظ علي التراث المعماري الإسلامي بالقاهرة،٢٠٠٥

ب- <u>التوثيق المعماري</u>: يتم فيه رفع دقيق وتسجيل لكافة الفراغات المعمارية ،وذلك من خلال المساقط الأفقية والواجهات الرأسية والأفقية والمساقط ثلاثية الأبعاد، ويتم الرفع والتوثيق المعماري من خلال خطوتين هما:

- **<u>الرفع المساحي</u>**: يهدف إلي توضيح علاقة المبني التراثي بالوسط المحيط به من طرق ومرافق عامه ومباني كما بشكل رقم (٤)، ودراسة المناسيب داخله وربطها بمجموعه من نقاط(الوبير) ثابتة بالمحيط التراثي وذلك علي خرائط بمقياس رسم مناسب شكل رقم(٥) يتم رفع المبني بواسطة Total station.

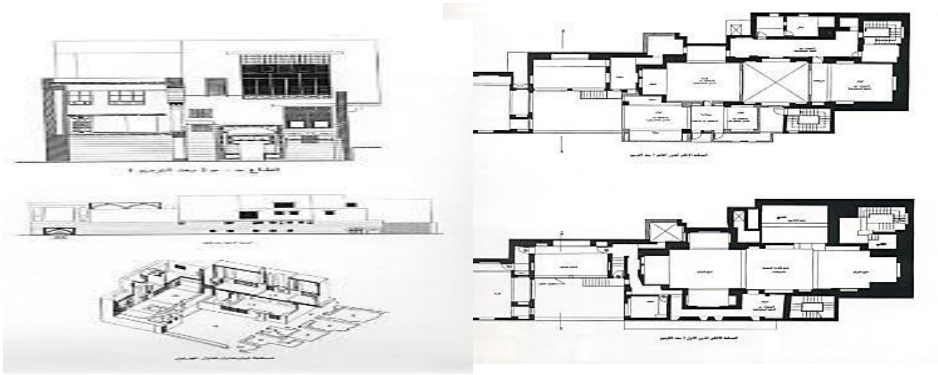


شكل رقم (٤)، رقم (٥) توثيق البيئة المحيطة من ضمن أعمال الرفع المساحي

المصدر: تطور فكرإدارة مشروعات الحفاظ علي التراث المعماري الإسلامي بالقاهرة،٢٠٠٥

الرفع المعماري: الغرض الأساسي للرفع المعماري هو تسجيل حالة كافة عناصر المبني وتحديد الأضرار التي قد توجد في عناصرالمبني التراثي ،ويتم ذلك علي رسومات خطية تفصيلية كاملة البيانات والقياسات ،ويتم رفع الحوائط والأرضيات والأسقف والتفاصيل الدقيقة مع توضيح مظاهر التدهور عليها . وتنقسم الرسومات التوثيقية إلي عدة أنواع وهي كما يلي (سحر محمد أنس الأرياني، ٢٠٠٩)

١. رسومات المساقط: توضح عليها جميع التفاصيل الموجودة علي الطبيعة وتكون مصحوبة بمقياس جرافيكي للاسترشاد.
٢. رسومات معمارية: رسومات للواجهات والقطاعات ومناظير ثلاثية الأبعاد وفى المساقط الأفقية يتم وضع جميع الأبعاد والمناسيب عليها ،ويرمز لكل فراغ برمز خاص، شكل رقم(٦)،شكل(٧).
٣. رسومات المساقط الوصفية: يتم في هذة المساقط وصف كل العيوب والمواد الموجودة، وكذلك أماكن العينات المأخوذة، ونتائج الاختبارات عليها وأماكن التلف وأنواعها.
٤. الرسومات التنفيذيه: تتوفر فيها كل التفاصيل المعمارية للأبواب والشبابيك والسلالم والتفاصيل المعمارية الدقيقة.



شكل(٦): مساقط افقية التوثيق المعماري **شكل (٧)** واجهه، قطاع، منظور لمنزل الست وسيلة

المصدر: القاهرة التاريخية ،(٢٠٠٢)

٣ **التوثيق للتجارب العلمية والمعملية قبل التعامل مع التراث المعماري:** تشمل كافة الدراسات التي تستخدم لتشخيص حالة اا مثل (Bernard M.Feliden 2003)

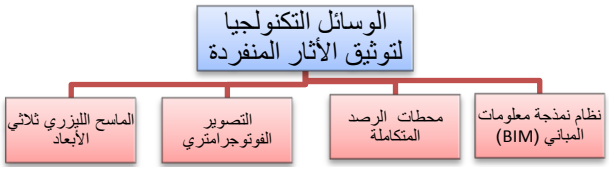
أ- **<u>التجارب العملية وتشمل:</u>**

- مراقبة منسوب المياة الجوفية
- قياس معامل نفاذية المياة
- قياس المحتوي المائي
- مراقبة الشروخ وحركتها علي مدار اليوم خلال الظروف المناخية المختلفة
- قياس درجة التشبع بالاملاح.
- قياس سرعة الصوت بالحوائط لمعرفة أماكن الفراغات

ب- **<u>التجارب المعملية:</u>** يتم فيها توثيق الدراسات التي تمت علي العينات المختلفة من عناصر المبني مثل الاحجار والمون والبياض،وتوثيق ايضاً الدراسات التي تمت علي المياة الجوفية .

٢. أنواع الوسائل التكنولوجية الحديثة المستخدمة في عملية التوثيق:

تعددت الوسائل المستخدمة لتوثيق الأثار اعتماداً علي المعلومات المتوافرة عن العنصر، ويحتاج إستخدام تلك الوسائل التكنولوجية إلي دراية كاملة في استخدامها (ياسمين صبري محمود حجازي، ٢٠١٤)، ويمكن استعراض أهم وسائل التكنولوجية المستخدمة في التوثيق شكل رقم (٨).



شكل(٨): أنواع الوسائل التكنولوجيا المستخدمة في التوثيق

المصدر: الباحثة بتصرف من "التقنيات الحديثة في تسجيل ومراقبة المجمعات ومناطق التراث العمراني والآثار المنفردة" ،٢٠١٤

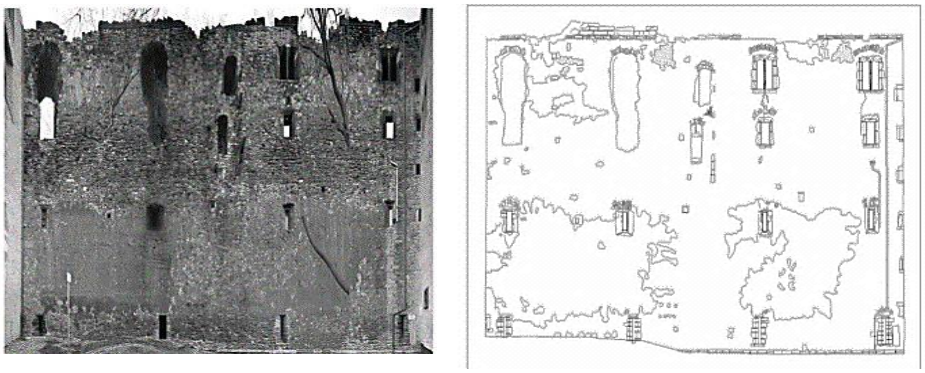
أ- تكنولوجيا التصوير الفوتوجرامتري:

كان أول أستخدام لكلمة الفوتوجرامتري في الفترة ما بين ١٨٧٠-١٨٨٥م (Fabio Remondino,2011). حيث اتسع نطاق التصوير الجوي أثناء الحرب العالمية الأولي والثانية لأغراض عسكرية وزادت نطاقات تطبيقات هذا العلم بظهور الحسابات الرقمية مما أدي إلي تقدم هائل في أستعمال المساحة التصويرية، ومنها انتشر اسم المساحة التصويرية الرقمية (ياسمين صبري محمود حجازي،٢٠١٤).

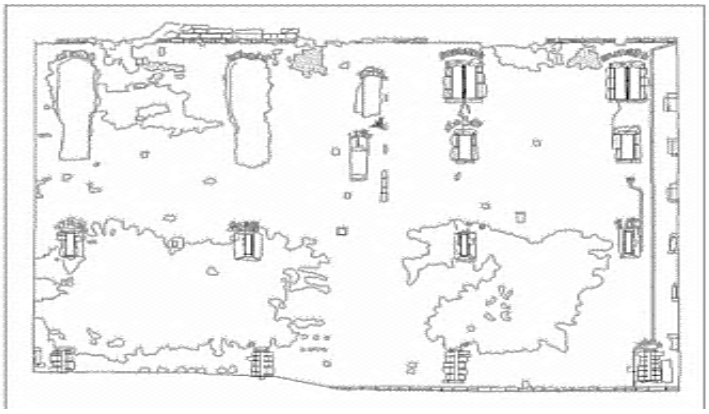
الغرض من تلك التكنولوجيا تسجيل الآثار تسجيلاً دقيقاً، والحصول علي معلومات وقياسات ثنائية وثلاثية الأبعاد عن العناصر المراد دراستها خلال عملية التسجيل بواسطة الاشكال الضوئية (Abd Manan Bin HJ.Samad ,1993)، بدون التعامل مباشرة مع المبني التراثي حتي لا يؤثر علي عناصره ،يسهل للمختصين في مجال الترميم دراسة وتقييم الفترات الزمنية المختلفة للمبني التراثي.ويصنف بطريقة أخري حسب المسافة الفاصلة بين أله التصوير والشئ الذي يتم تصويره كما يلي:

- المساحة التصويرية الأرضية Terrestrial Photogrammetry
- المساحة التصويرية الجوية Aerial Photogrammetry
- المساحة التصويرية الفضائية (D.Skarlators, S.kiparissi ,2012) Space photogrammetry

تعتبر المساحة التصويرية الأرضية من أكثر الوسائل شيوعاً في تسجيل الأثار المنفردة، ويتم تثبيت الكاميرات علي الأرض لتصوير معالم معينة وفي حالة توثيق وتسجيل المنقولات والقطع الصغيرة كما بشكل رقم (٩)، وتسمي بتصوير النطاق المغلق (Close Range photogrammetry).



شكل رقم(٩): توثيق مبني تراثي بالتصوير الفتوجرامتري



المصدر: Digital ratification and generation of Orth images in architectural: photogrammetr

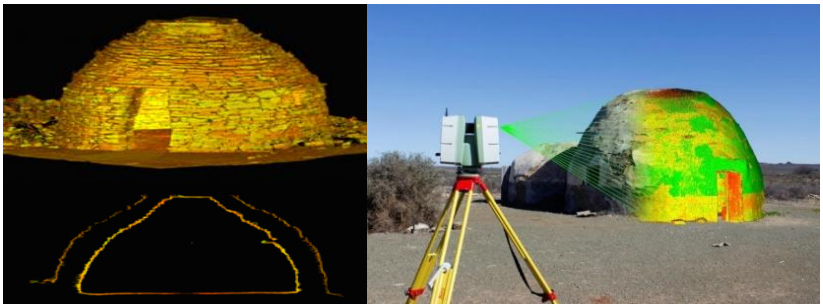
ب- طريقة المسح المباشر:

هي تكنولوجيا متقدمة في مجال الرفع والتوثيق للمباني ،وتقوم بإعطاء الشكل مجسم ومفصل عن كل مايقوم العمل به، حيث يقوم الجهاز بإرسال أشعة ليزرية علي طول المسار المطلوب القيام برفعة (Lindsay Macdonald:"Digital heritage,2006). وتتم بأحدي الطريقتين إما:

١. **الماسح الليزري 3D laser scan :** هي أداه لتحليل بيانات شكل أو لون عناصر المبني التراثي وتحويلها إلي مجسمات رقمية ثلاثية الأبعاد، ويستخدم شعاع الليزر بدون تعامل مباشر، فيتم نقل أحداثيات العناصر المنعكس عليها بمعلومية مكان الماسحة

وينقسم ماسح الليزر إلي ثلاثة أنواع (D Skarlators , s.kiparissi, ,2012.):

- الماسح الليزري الأرضي الثابت (Fixed Terrestrial laser scanning) شكل رقم (١٠).
- الماسح الليزري المحمول (kinematic Terrestrial laser scanning)
- الماسح الليزري الجوي (Air bone laser scanning)

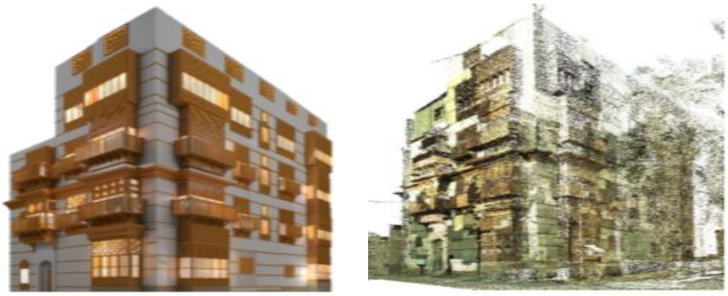


شكل رقم (١٠): شكل الماسح الليزري االأرضي

المصدر :-http://www.heritageportal.co.za/article/documenting-karoo-corbelled-houses-using-3d-laser-scanning-michelle-dye,Published on Sep 22, 2014

ت- نظام نمذجة معلومات المباني (BIM) (A.Baik,2012):

يستخدم تطبيقات (BIM) في عملية توثيق وترميم المباني، وذلك من خلال بناء نموذج تخيلي كامل شكل رقم (١١)، يحتوي علي كافة العناصر المعمارية والإنشائية والأنظمة الميكانيكية الموجودة في المبني، حيث من خلال نموذج (BIM) يمكن استخراج المساقط الأفقية الكاملة للمبني، وكافة الواجهات، وعمل أي عدد من القطاعات الرأسية والتفاصيل المعمارية ،كما يمكن من خلال هذا النموذج إستخراج كافة البيانات والمعلومات الخاصة



شكل رقم(١١): نموذج للمبني باستخدام BIM وتحويله لبرنامج الـ Revit

المصدر: https://www.academia.edu ,2016

ث- **جهاز محطة الرصد المتكاملة Total station:** ويعتمد فكرته علي إصدار أشعة تحت الحمراء تستقبلها أجهزة الإحساس الموضوعة في مكان الهدف والتي تعكس الأشعة بواسطة عاكس لترتد مرة أخري للجهاز الذي يقوم بحساب الفترة الزمنية التي استغراقتها الأشعة من لحظة صدورها من الجهاز وحتي إستقبالها مرة أخري ومن ثم يمكن تحديد مقدار تلك المسافة وينقسم الجهاز لثلاثة أجزاء الأول جهاز تصويب لتحديد مكان الهدف،والثاني جهاز إحساس لتحديد الزوايا الراسية بالنسبة للمستوي الأفقي والزوايا الرأسية بالنسبة لإتجاة الشمال ،والثالث جهاز قياس المسافات الإلكتروني (محمد علي ماهر، ٢٠٠٥).

٣. أهمية الدراسة التطبيقية: تأتي أهمية الدراسة التطبيقية كجزء أساسي في تناول محور توثيق المباني الأثرية من خلال دراسة تأثير ذلك التطور التكنولوجي لتوثيقه.

٣-١معايير إختيار الحالة الدراسية المختارة :

- أن يمتلك الموقع أوالمبني التراثي المراد توثيقة قيمة تاريخية ومعمارية مميزة .
- روعي في أختيار الحالة الدراسية أن يكون التوثيق جزء اساسي وهام لها .
- أن يكون تم توثيقها بأحدث الوسائل وأجهزة التوثيق التكنولوجيا الحديثة.

٣-٢ صياغة أسلوب التحليل للحالة الدراسية المختارة:

تهدف الدراسة التطبيقية إلي تقييم إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة المستخدمة في التوثيق من خلال رصد التأثيرات علي التراث المعماري، وهي كما يلي:

- المنفعة: أن تحقق عملية التوثيق الغرض منها ،فأعمال التوثيق تتم لتسجيل حالة المبني.
- الأمان: يجب التأكد من عدم تأثر المباني من إستخدام الوسائل التكنولوجية المستخدمة في توثيق التراث المعماري سواء كان علي نطاق مبني أوموقع تراثي ،وكذلك التأكد من سلامة القائمين بعملية التوثيق باستخدام تلك الوسائل التكنولوجية.
- الاقتصاد: يؤثر عنصر الأقتصاد في عملية توثيق المباني التراثية، خاصاً للبلاد الفقيرة، وأحياناً تكون عملية التوثيق بوسائل التكنولوجية الحديثة مكلفة جداً،لذا قد يحدث إذا عرضت بدائل لوسائل أخري لها نتائج مقاربة ،فان الأختيار الأول سيكون للأقل تكلفة.
- الوضوح: أن تتميز الوسيلة المستخدمة للتوثيق بوضوح النتائج ودقتها.

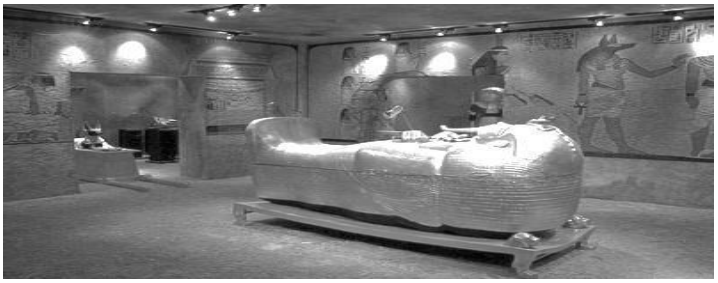
٤- مشروع التوثيق الرقمي ثلاثي الأبعاد لمقبرة توت عنخ آمون

١- **سبب اختيار المشروع:** للقيمه التراثيه الكبيره لمقبر"توت عنخ آمون" وليريادته فى استخدام التسجيل الرقمي ثلاثي الابعاد مصر.

٢-التعريف بالأثر (المركز الوطني لمساندة المنظمات الأهلية للسكان والتنمية، ٢٠٠٦):

- رقم المقبرة: ٦٢
- تاريخ أكتشاف المقبرة: سنة ١٩٢٢
- نوع المقبرة: مقبرة ملكية
- حالة المقبرة: قائم
- أسم المكتشف: "كارنارفون" ومساعده "هوارد كارتر" .
- الشركة المنفذة: فاكتوم آرت

الجهه المسئولة عن التوثيق : المجلس الأعلى للآثار (قسم تكنولوجيا الليزر).



شكل رقم(١٢): مقبرة توت عنخ آمون

المصدر:http://www.ncpd.org.eg/Encyclopedia/data/egypt20.htm,2016

٣-**نبذة تاريخية:** هى خاصة بالملك "توت عنخ آمون" من الأسرة ١٨، تولى الحكم بعد وفاة أخويه "إخناتون" و"سمنخ كارع"، ولم يستمر عهده غير تسع سنوات. وتعد أشهر وأغنى مقبرة فى العالم، تجمَّع فيها قدر كبير من النفائس والآثار ذات القيمه التراثيه الكبيره و التى أذهلت العالم. وقد تم الكشف عن هذه المقبرة فى ٤ نوفمبر سنة ١٩٢٢ بمعرفة الإنجليزى اللورد "كارنارفون" Lord Carnarvon ومساعده البريطانى "هوارد كارتر" Howard Carter شكل رقم (١٣).

شكل رقم(١٣): لـ"هوارد كارتر"خرجاً من مقبرة توت عنخ آمون

المصدر: http://www.ncpd.org.eg/Encyclopedia/data/egypt20.htm,2016

قد حُفرت المقبرة فى منخفض وادى "رمسيس السادس" الذى بنى مقبرته بجوار مقبرة "توت عنخ آمون"، فكان ذلك من العوامل التى ساعدت على حفظ مقبرة "توت عنخ آمون" سليمة بعيداً عن أعين اللصوص. وعندما هُدمت بعض الأبنية ظهرت حفرة قليلة العمق تؤدى

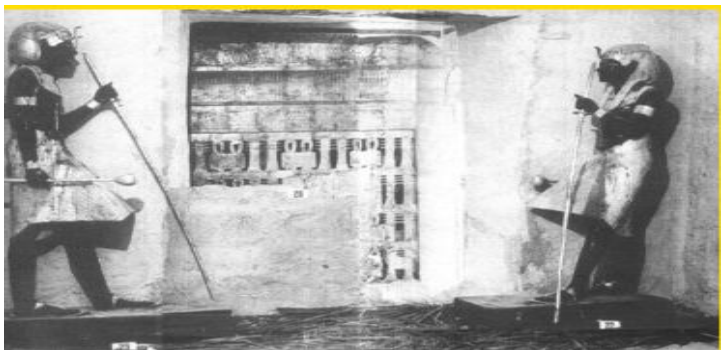
إلى سلم محفور فى الصخر إلى عمق ١٣ قدماً. وكان فى نهايته باب مُحكم الإغلاق هو مدخل المقبرة الآن كما بشكل رقم (١٤)، وقد عُثر داخلها على الأثاث الجنائزى كاملاً .

شكل رقم (١٤) مدخل مقبرة توت عنخ آمون بوادي الملوك

المصدر:http://www.ncpd.org.eg/Encyclopedia/data/egypt20.htm,2016

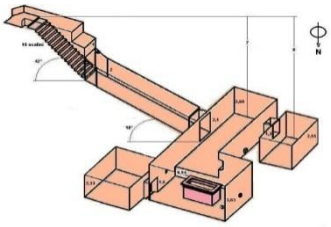
٤-التكوين المعماري لمقبرة توت عنخ آمون(فاكتوم أرت وأخرون ،٢٠٠٩)

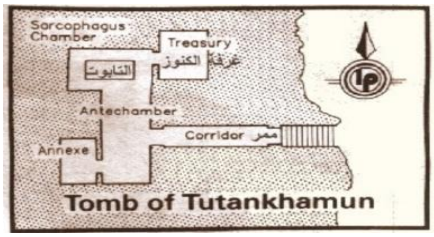
يوصل مدخل المقبرة إلى ممر منحدر ينتهى بباب ثاني، وعند فتحه يوجد حجرة متسعة وكان عند نهاية تلك الحجرة على يمين الداخل تمثالان من الخشب المدهون كأنهما يحرسان محتويات الحجرة الثانية وهما للملك "توت عنخ آمون" كما بشكل رقم (١٤).إما الحجرة الثانية هى حجرة الدفن، والتى وُجِد بها التابوت الحجرى الذى مازال فى مكانه للآن،وتوجد غرفة جانبية صغيرة تتصل بغرفة الدفن، كما توجد حجرة مماثلة تتصل بالبهو الخارجى كما ب شكل رقم (١٥)،(١٦).



شكل رقم(١٥): التمثالان اللذان يمثلان الملك توت عنخ آمون

المصدر:http://www.ncpd.org.eg/Encyclopedia/data/egypt20.htm,2016





شكل رقم (١٥)،(١٦) المسقط الأفقي والمنظور لمقبرة توت عنخ آمون

المصدر: تقرير فاكتوم أرت عن تسجيل وتوثيق مقبرة توت عنخ آمون بالمسح الليزري

٥- الهدف من المشروع (Fabio remondino ,2011):

- تنفيذ توثيق مفصل ومكتمل وإنتاج نسخة مطابقة لمقبرة توت عنخ آمون كوسيلة لحفظ الآثار الأكثر عرضة للخطر بالتصوير عالي الدقة وإقامة معرض متخصص له ،حيث تسمح للدارسين دراسة مقابر مهمة مغلقة أو بحاجه إلى الإغلاق.
- إنشاء أرشيف رقمي يتكون من كل البيانات عالية الوضوح والتي تم جمعها خلال فترة تسجيل بيانات المقبرة.

٦-خطوات العمل في المشروع:

أ- **<u>وافق المجلس الأعلى للآثار على تنفيذ المهام الآتيه:</u>**

- التسجيل الرقمي ثلاثي الأبعاد (على درجة وضوح من ١٠٠ إلي ٧٠٠ ميكرون) و تخزين الألون(١:١ للشكل الرقمية على درجة وضوح من ٦٠٠ الى ٨٠٠ نقطة لكل بوصة) لكل الأسطح المزخرفة داخل مقبرة توت عنخ آمون (ياسمين صبري محمود حجازي، ٢٠١٤).
- إنشاء نسخة مطابقة للأصل لهذه المقبرة وبناء معرض لها.
- تم تطوير نظام جديد للمسح ثلاثي الأبعاد خصيصا لهذا المشروع، و يتم تسجيل البيانات ثلاثية الأبعاد على درجة وضوح ١٠٠ ميكرون حيث تسجل١٠٠،٠٠٠،٠٠٠ نقطة بشكل مستقل لكل متر مربع (ياسمين صبري محمود حجازي، ٢٠١٤).

ب- <u>تجهيز واختبار المعدات قبل القيام بعملية التوثيق (فاكتوم أرت وأخرون،٢٠٠٩.):</u>

يرجع الوقت الذي إستغرقته عملية المسح لمساحات صغيرة نسبياً جانب منه الى معالجة و تجهيز المعدات داخل مساحة محدودة من القبر. والتأكد من إجراءات السلامة حيث كان ذلك في مقدمة أولويات الفريق، وإتخاذ كافة الخطوات اللازمة لضمان سلامة فريق العمل وسلامة الموقع نفسه و سلامة المعدات المستخدمة كما بالشكل رقم (١٧).

شكل رقم(١٧)عمل أختبار للتحقق من نظام التحكم والأيقاف في حالة لطوارئ للماسح الليزري

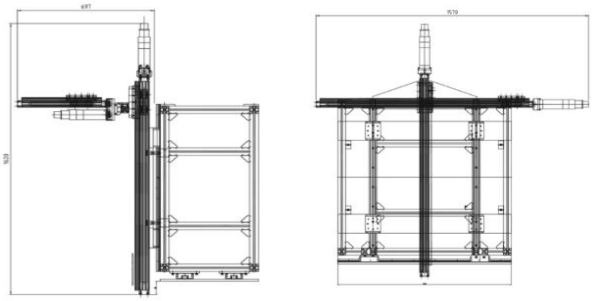
المصدر: تقرير فاكتوم أرت عن تسجيل وتوثيق مقبرة توت عنخ آمون بالمسح الليزري،٢٠٠٢

ت- <u>استخدام الماسح الليزري ثلاثي الأبعاد في توثيق المقبرة(فاكتوم أرت وأخرون،٢٠٠٩):</u>

صمم خصيصاً لمسح الأسطح المطلية والتي تحتوي علي مناطق منحوتة نحتاً ضحلاً كما بالشكل رقم(١٨)، وتحتوي أيضاً على كاميراتان رقميتان مع نظام ليزر واحد، ينتج شكل عالية الوضوح مع إضافة ميزة جديدة تمكن الكاميرات من إلتقاط الألوان الداكنه و الفاتحة في آن واحد، ويثبت في هيكل معدني كما بالشكل رقم (١٩)، (٢٠) الذي يرتكز علي قاعدة أساسية من المعدن كما بالشكل رقم (٢١). لسهولة الحركة للهيكل المعدني فيه عند تثبيت الماسحة به كما هو موضح بالشكلة رقم(٢٢).

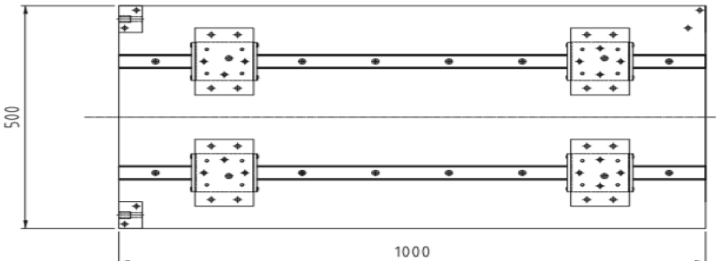
شكل رقم(١٨): الماسح الليزري سيتي يعمل علي نظام دليل خطي

المصدر: التقنيات الحديثة في تسجيل ومراقبة المجمعات ومناطق التراث العمراني والآثار المنفردة



شكلة رقم(١٩)،(٢٠): قطاع أفقي ورأسي لشكل الماسح ثلاثي الأبعاد بعد تثبيته بالهيكل المعدني

المصدر: التقنيات الحديثة في تسجيل ومراقبة المجمعات ومناطق التراث العمراني والآثار المنفردة



شكل رقم(٢١): القاعدة الأساسية التي تركب عليها الهيكل المعدني لتثبيت الماسح ثلاثي الأبعاد

المصدر: تقرير فاكتوم أرت عن تسجيل وتوثيق مقبرة توت عنخ آمون بالمسح الليزري،٢٠٠٩

شكل رقم(٢٢): عمل الماسحة بعد تثبيتها بالهيكل المعدني

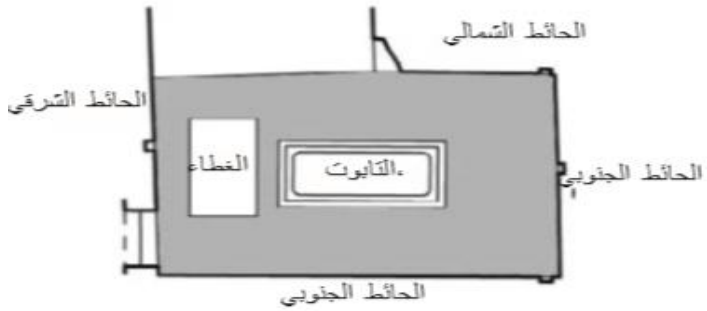
المصدر: التقنيات الحديثة في تسجيل ومراقبة المجمعات ومناطق التراث العمراني والآثار المنفردة

وكان متوسط سرعة المسح في ظل الظروف المثلى (فاكتوم أرت وأخرون ،٢٠٠٩.):

- ٧٠٠ ميكرون:بمعدل ٥,٦ متر مربع/يوم
- ٤٠٠ ميكرون:بمعدل ٣,٥متر مربع/يوم
- ٢٠٠ ميكرون:بمعدل ١,٣٠ متر مربع/يوم علماً بان قياسات غرفة الدفن:

- متوسط الطول: ٣,٦٤ م
- متوسط العرض: ٤,١١ م كما بالشكل رقم (٢٣).

ولقد تم الانتهاء من الجدران في ٢٤ يوماً حيث انخفض المعدل من٥,٦ متر مربع إلى ٢،٣٦ متر مربع في اليوم يوما نظراً للظروف و المشاكل المتعددة في الأيام المختلفة .



شكل رقم (٢٣): غرفة الدفن الخاصة بمقبرة توت عنخ آمون

المصدر: تقرير فاكتوم أرت عن تسجيل وتوثيق مقبرة توت عنخ آمون بالمسح الليزري،٢٠٠٩

ث- <u>مراقبة العمل و تصوير الألوان في المقبرة(Fabio remondino ,2011):</u>

تم الإشراف على فريق العمل و المعدات، والأهتمام بسلامة القبر. كما تم أخذ عينات الألوان، حيث من الضروري مقارنة الألوان الأصلية مع عينات الألوان لإنتاج النسخة المطابقة. لذلك تم إنتاج أكثر من١٥٠ عينة من مختلف الألوان على عصي ورقية،و تم مقارنة هذه العينات مع الجدران كما بالشكل رقم (٢٤)،(٢٥). حيث تم تسجيل أكثر من٥٠٠ عينه من العصي المختلفة كما بالشكلة رقم (٢٦) .

شكل رقم(٢٤)، (٢٥): مطابقة الألوان علي الجدار المقبرة

المصدر: تقرير فاكتوم أرت عن تسجيل وتوثيق مقبرة توت عنخ آمون بالمسح الليزري،٢٠٠٩

شكل رقم(٢٦): استخدام عينات من العصي الملونة لضمان الدقة في مطابقة اللون

المصر: تقرير فاكتوم أرت عن تسجيل وتوثيق مقبرة توت عنخ آمون بالمسح الليزري،٢٠٠٩

ج- <u>الحفر بشكل ثلاثي الأبعاد(Fabio remondino ,2011):</u>

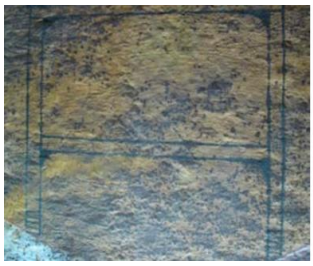
طبقاً للمعلومات التي تم تسجيلها وتوثيقها بالماسح الليزري ثلاثي الابعاد يتم الحفر الدقيق للسطح بشكل ثلاثي الأبعاد يضمن الدقة المطلوبة في إنتاج نسخة مطابقة كما بالشكل رقم (٢٧).

شكل رقم(٢٧): الحفر طبقاً للشكل التي تم تسجيلها بالماسح الليزري ثلاثي الأبعاد
المصدر: heritage recording and 3d modeling with photogrammetry and 3d scanning

٧- الملاحظات التي نتجت من إستخدام تكنولوجيا المسح الليزري ثلاثي الأبعاد (فاكتوم أرت وأخرون ،٢٠٠٩):

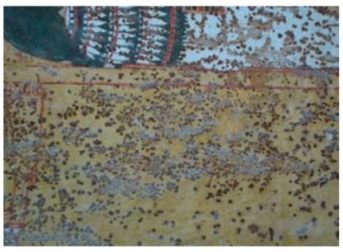
- لا يوجد في أي جزء من المقبرة ما يدل على لمس للسطح أو إستخدام مواد كيميائية أو نشاطات تحليلية لها آثار مدمرة حيث تم إعداد حجر الأساس باستخدام الفؤوس اليدوية و المطارق و الأزاميل.
- الرسومات على الجدران تحتوي على عدد كبير من الشقوق و لكن لا يوجد أي ضرر هيكلي في غرف الدفن.
- يمكن رؤية علامات لأدوات البناء على الجص والذي يشير إلى أن الجص تم تثبيته بواسطة مجرفة.
- تم طلاء اللون الأصفر على الجص دون وضع فتيلة بيضاء على كل من الجدار الشرقي والجنوبي (كتاب الموتى). و قد يرجع هذا الى عدم توفر الصبغات أو عدم توفر الوقت. و هذا يدل على أن العمل في اللوحه قد بدأ من الجدار الشمالي و الغربي ثم الجدار الجنوبي والشرقي كما بالشكل رقم (٢٨) ،(٢٩).
- يوجد خطأ في خط عمودي على النقش في الجزء الأعلى يسار الجدار الغربي. حيث يظهر الخط الأسود تحت الطلاء الأصفر.

- يوجد بقع البني الفاتح والغامق لكائنات دقيقة و بكتيريا. وهي ظاهرة للعيان على الجدار الجيري و الرسومات بسبب الرطوبة التي تسببت ببعض البقع على الرسوم كما بالشكل رقم (٣٠) ،(٣١) .



شكل رقم(٢٨)،(٢٩): طلاء اللون الأصفر دون وضع فتيلة بيضاء

المصدر: تقرير فاكتوم أرت عن تسجيل وتوثيق مقبرة توت عنخ آمون بالمسح الليزري،٢٠٠٩



شكل رقم (٣٠)، (٣١): البقع البنية علي الرسومات بسبب الرطوبة

المصدر: تقرير فاكتوم أرت عن تسجيل وتوثيق مقبرة توت عنخ آمون بالمسح الليزري،٢٠٠٩

ويعتبرهذا المشروع فريد من نوعه من وجهات نظر عديدة حيث تحقق فيه توفير الوقت والجهد.وتم عمل قاعدة بيانات رقمية للمقبرة تساعد في خطة الترميم أو عند عمل صيانة وقائية كما تساعد على مراقبة حالتها وتدهورها.

جدول : تقييم الوسيلة التكنولوجية المستخدمة في التوثيق الرقمي لمقبرة توت عنخ آمون

اسم الأثر	الوسيلة المستخدمة	الأشتراطات العامة			تأثير الوسيلة التكنولوجيا المستخدمة (من وجهة نظر الباحثة)		
		المنفعة	الأمان	التقييم	التأثير الأيجابى	التأثير السلبى	ملاحظات
مقبرة توت عنخ آمون	الماسح الليزرى – 3D laser scan –	√	×	ملائم	قادرعلى توفير موديل حقيقى ثلاثى الأبعاد. حال ربطه مع منظومة المواقع العالمية GPS ▪ يستخدم بدون لمس السطح. ▪ رفع حالات التدهور للأسطح عبر النقل الدقيق لبياناتها. ▪ يمكن عمل أرشيف ▪ رقمى يحتوى على كل البيانات ليكون مرجع أساسى لرصد التغيرات بالمقبرة.	▪ خطر على العين لذلك يجب ارتداء النظارات الواقية. ▪ يسبب حروق للجلد نظرا للحرارة العالية الناتجة لذلك ينصح بأرتداء قفاز للأيدى من نوعيات معينة (مجدى منشكل، ٢٠٠١)	يعمل النظام بعد توقيع أحداثيات المبنى واحداثيات مركز الماسحة التى يجب أن تتداخل بحيث تغطى كامل السطح المسموح لضمان نقل جميع النقاط
		الأقتصاد	الوضوح				
		√	√				
مخرج التقييم	لقد حقق الماسح الليزرى شرط المنفعة والأقتصاد والوضوح ولم يحقق شرط الأمان ولقد أثبت نجاح فى التوثيق ثلاثى الأبعاد لتراث المعمارى مقارنتا بتأثيره السلبى .						

النتائج

من خلال الشقين النظري والعملي لخص البحث إلي عدة نتائج يتم توضيحها من خلال مايلي:

١. تحقق وسائل التوثيق الحديثة في عمل تغطية شاملة للمواقع التاريخية مع إمكانية تصوير أكثر من شكلة لأكثر من منطقة في ذات التوقيت.
٢. تغطية أي اجزاء وحفظها بدون إي إخطاء إدارية ويمكن الرجوع إلي الأرشيف الكامل وإصدار المقارنات
٣. تكنولوجيا الفوتوجرامتري والليزر سكان تمكن بشكل فعال في رفع حالات التدهور للأسطح عبر النقل الدقيق لبياناتها.
٤. تقليل التكلفة والوقت الناتجين عن استخدام الوسائل الأعتيادية في تسجيل الآثار
٥. إمكانية عمل نسخ من عناصر التراث للأستفادة منها في عمل معارض كما تم في نسخ توت عنخ أمون وجعل هذة النتائج للدارسين والمتهمين.

٦. تمكنت طرق التوثيق التكنولوجية فى حفظ كافة التفاصيل التى تخص المبنى التراثى قبل الترميم وأثناء مراحل الترميم المختلفة بدون إي إخطاء إدارية ويمكن الرجوع إلي الأرشيف الكامل وإصدار المقارنات.
٧. يستطيع نظام الساتالايت عن طريق موجات ذات اطوال مختلفة من تسجيل الأماكن المرئية وغير المرئية لتحقيق توثيق دقيق متكامل للمناطق التاريخية.
٨. ساعدت تقنية التصوير الفوتوجرامترى فى الحصول على تفاصيل العنصر التراثى بشكل أكثر دقة وبمقاييس ثنائية وثلاثية الأبعاد.
٩. يمكن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية رصد وتوثيق العمران وأصدار خرائط استخدمات الأراضي و بناء الخرائط التخصصية مثل توزيع المهن والتطورات الديموجرافية.
١٠. تساعد تكنولوجيا الليزر ثلاث الأبعاد بشكل فعال في رفع حالات التدهور للأسطح عبر النقل الدقيق لبياناتها.
١١. يمكن إنشاء أرشيف رقمي بواسطة الليزر ثلاثي الأبعاد يحتوي علي كل البيانات عالية الوضوح عن المبني التراثي والتي تم جمعها خلال فترة تسجيل بيانات ليكون هذا الأرشيف مرجع أساسي لرصد التغيرات التي تلحق به.

التوصيات

في ضوء الدراسات النظرية والعملية في هذا البحث يتضح أن هناك ضرورة للحفاظ علي تراثنا المعماري وللوصول إلي ذلك يوصي بما يلي:

١. تفعيل القوانين الناتجة عن المؤتمرات الدولية في مجال توثيق الأثار وتطبيق توصياتها
٢. يجب على القائمين والمشرفين على مشاريع توثيق الأثار الإهتمام بإدخال التقنيات الحديثة التى تساعد فى التوثيق بأعلى كفاءة وأقل جهد ووقت .
٣. الأستعانة بالطرق التكنولوجية الحديثة فى التوثيق وتكون مشروطة بأن يكون قد سبق أختبار هذه الطريقة وأثبتت كفاءتها ونجاحها من خلال تجارب علمية منشورة.

٤. لابد من تطوير فكرة التوثيق بالتكنولوجيا الرقمية عالي الجودة ليساهم في مراقبة و دراسة التراث المعماري.

٥. تشجيع نشر البيانات الموثقة للمشروع على شبكة المعلومات الدولية بعد الإنتهاء من أى مشروع ترميم حتى تكون هناك أستفادة كاملة من التوثيق و التعرف على أهم المعالجات والتقنيات الحديثة التى تم استخدامها فى المشروع .

المراجع

أمال أحمد العمري(١٩٩٨):"مصادر وطرق البحث بالتاريخ الإسلامي – كحالة الدراسة التاريخية لمشروع توثيق وترميم جامع عمر بن العاص "،الندوة الإقليمية الثالثة حول العالم والتكنولوجيا والحفاظ علي مواقع التراث العالمي، مركز هندسة الأثار والبيئة ،كلية هندسة، جامعة القاهرة

سحر محمد انس الارياني(٢٠٠٩): "دور تقنيات الترميم الحديثة في الحفاظ علي التراث المعماري اليمني"، رسالة ماجستير غير منشورة ،قسم عمارة ،كلية الهندسة،جامعة أسيوط

ياسمين صبري محمود حجازي(٢٠١٤): "التقنيات الحديثة في تسجيل ومراقبة المجتمعات ومناطق التراث العمراني والآثار المنفردة"، مؤتمرملتقي التراث العمراني الوطني الرابع بالقصيم، بحث منشور،المجلد الرابع ص ١٢٥:١٢٢

فاكتوم أرت بالتعاون مع المجلس الأعلى للآثار بجامعة بازل بسويسرا:"تقرير فاكتوم أرت عن تسجيل وتوثيق مقبرة توت عنخ آمون بالمسح الليزري، المجلس الأعلي للأثار+٦٩ ،٢٠٠٩

المركز الوطني لمساندة المنظمات الأهلية للسكان والتنمية ،"مقبرة توت عنخ آمون "، تقرير فني،٢٠٠٦

Feilden Bernard. M (2003):"Conservation of historic buildings", International Centre for the study of the preservation and the restoration of cultural property,Rome

Fabio Remondino (2011):"heritage recording and 3d modeling with photo grammetry and 3d scanning" ,the journal of remote sesing

Abd Manan Bin HJ.Samad (1993):"Acquisition and display of three dimensional structural data using photogrammetry and computer graphics",Thesis submitted for the Degree of M.Phil,in the Department of Geography ,university college of Swansea, wales

Macdonald Lindsay (2006):"Digital heritage", butterworth-heinemann is an imprint of Elsevier,Oxford,UK

Baik.A (2012):" Jeddah historical building information modeling-JHBIM-object library", Dept. of Geomatic Engineering, University College London, Gower Street, London

THE IMPACT OF THE USE OF AUTHENTICATION TECHNOLOGY TO ARCHAEOLOGICAL BUILDINGS PROJECT OF TUTANKHAMUN'S TOMB DOCUMENTED CASE STUDY

[9]

EL Menshawy A N [(1)] and El Sayed Maisa, A.[(1)]
1) HTI Tenth of Ramadan City chitecture

ABSTRACT

Are highlighted in this research means the technology used in ancient buildings documentation to support the use and benefit from the positive impact in the documentation process characterized by accurate and efficient operations.

The recording and documenting Archaeological buildings of the most important pillars that start with conservation, restoration operations process where through which obtain a detailed data documenting the situation and evaluate based Archaeological case be fitted with paintings and figure to illustrate the best method for restoration studies, but in order to be successful documentation necessary number of process of requirements that must be achieved as follows:

- Better use of technological method to save documents for reference to modify or review.
- Knowledge of the type of information to be collected and to choose the most appropriate means and preparing documentation to assist in completing the documentation through various stages.

Keywords: Archaeological Buildings- Authentication Technology Impact- Documented- Technological method- Tomb