Journal of Engineering Sciences
Assiut University
Faculty of Engineering
Vol. 43
No. 2
March 2015
PP. 295 – 310

"نحو منهجية لإستخدام التقنيات الحديثة للرفع والتوثيق المعمارى بصورة تكاملية"

كنزى محمد عبد الرؤف الحلوجى

مدرس مساعد بالأكاديمية الحديثة بالمعادى

(Received 3 March 2015; Accepted 3 April 2015)

ملخص البحث

تعد المبانى والمناطق التراثية جزء لا يتجزأ من العمارة بشكل عام لما لها من أهمية معروفة فى رصد وتسجيل المراحل التاريخية المختلفة التى يمر بها الإنسان، وتنعكس بدورها على المنشآت المعمارية التى تم تشييدها فى كل مرحلة لترسخ بعض المفاهيم والثقافات التى تعبر عن تلك الفترة الزمنية. مما يؤكد على الدور الكبير الذى يقوم به التسجيل والتوثيق المعمارى الدقيق لإنجاح السياسات المختلفة المتبعة للحفاظ على هذه النوعية من المبانى والمناطق ذات القيمة، والتى يمكن أن تكون بالصيانة والترميم أو التحسين وإعادة التأهيل أو إعادة البناء وكذلك رصد ومتابعة معدلات التدهور والمخاطر المتوقعة.

وتنقسم مشروعات الحفاظ على التراث إلى ثلاث مراحل رئيسية هى: مرحلة التوثيق والرصد الدقيق وإعداد قاعدة البيانات"Documentation"، ثم مرحلة التحليل Analysis، وأخيراً مرحلة التعامل Action.

لذا فإن الدراسة البحثية تهتم بالمرحلة الأولى "التوثيق والرصد الدقيق وإعداد قاعدة البيانات"، والتى يترتب عليها إتخاذ القرارات فى المراحل التالية، حيث يعتمد نجاح هذه القرارات على مدى كفاءة المعلومات المتاحة من خلال رصد الواقع رصداً دقيقاً وشاملاً. وتتناول الدراسة إقتراح منهجية لإستخدام الدمج بين الأساليب والتقنيات التكنولوجية الحديثة للرفع والتوثيق المعمارى بالصورة التى تتيح الحصول على معلومات وبيانات دقيقة وشاملة، من خلال تنظيم المراحل الخاصة بمشاريع التوثيق وترتيب خطة العمل بها وتوضيح المخرجات التى يمكن الحصول عليها بالدقة المطلوبة بكل مرحلة، وكذلك توسيع قاعدة إستخدام مخرجات عملية التوثيق من معلومات وبيانات وتصنيفها لتشمل مجموعة من المجالات (مجال التوثيق التاريخى- مجال الحفاظ والترميم- مجال مواجهة الكوارث- مجال البحث العلمى- مجال السياحة) والتى يراها الباحث مرشحة للإستفادة من تلك المعلومات، إذا ماتم توفيرها وترتيبها وإتاحة الحصول عليها من مصدر واحد وذلك من خلال تصنيفها وترتيبها حسب مجال الإستخدام المقترح.

الكلمات الدالة: التوثيق المعمارى، المبانى التراثية، التقنيات الحديثة للرفع المعمارى، الدمج بين التقنيات.

1. مقدمة

رغم ما تشغله المبانى ذات الطابع التاريخى والعمرانى المتميز(أثرى- تاريخى- جمالى-...الخ) فى الدول العربية من مكانة متميزة وثروة عمرانية، إلا أنها تعانى من إرتفاع نسبة التلوث المحيطة بها فضلاً عن التدمير والتعديات فى عدة صور مختلفة سواء من جانب الأهالى أو بعض الجهات الحكومية وعلى تدنى مرافق الخدمات العامة المحيطة بها(1).

مما دفع العديد من الهيئات والمنظمات التى تأخذ على عاتقها مسئولية الحفاظ على المبانى التراثية إلى التأكيد على الدور الكبير الذى يقوم به "التوثيق المعمارى الدقيق" لتوفير قاعدة كبيرة من "المعلومات الدقيقة" التى يتم استخدامها فى الحصر والتسجيل وكذلك إتخاذ القرارات الخاصة بأعمال الصيانة والترميم للمبانى التراثية. كما أكد القانون المصري لحماية الآثار رقم 117 لسنة 1983 بالبند الثانى "أنه تتولى هيئة

الآثار حصر الآثار الثابتة والمنقولة وتصويرها ورسمها وتسجيلها فى السجلات المعدة لذلك". كما دعت منظمة اليونسكو إلى أهمية التوثيق الرقمى للتراث وألقت الضوء على دور المنظمات فى توثيق التراث وذلك من خلال الميثاق الذى أصدرته فى المؤتمر الثانى والثلاثين عام 2003، كما أوضحت الدور الذى ستلعبه اليونيسكو لتنظيم عملية الرفع والتوثيق الرقمى(2).

من هنا يتضح أهمية الحصول على معلومات وبيانات دقيقة من خلال التوثيق والذى يعتمد على الإمكانيات المتاحة والأساليب والتقنيات المستخدمة، وكذلك إمكانية وسهولة استدعاء هذه المعلومات عند الحاجة إليها. فمع تعدد الوسائل والأساليب الحديثة للرفع والتوثيق المعمارى، فإنه قد ظهرت العديد من الأبحاث التى تحاول إيجاد طرق وأساليب أكثر تعقيداً لإستخدامها بحيث توفر معلومات أكثر دقةً وشمولاً، فالدمج بين التقنيات الحديثة قد لاقى اهتمام العلماء فى مجالات مختلفة المدنية منها والعسكرية، ودمج هذه التقنيات مع قواعد البيانات الإضافية يساعد فى الحصول على معلومات أكثر دقةً وتحديداً مقارنة باستخدامها بصورة منفرده.

2. المشكلة البحثية

تكمن مشكلة المبانى التراثية فى أنها مبانى قديمة بطبيعة الحال، ووجودها فى ظروف بيئية سيئة يعجل من تدهورها ويهدد بالقضاء عليها. ومن ثم يكون للتوثيق المعمارى الدقيق الدور الأكبر فى عملية الحفاظ بأشكالها المختلفة كأعمال الصيانة والترميم، وأعمال الفك والتركيب أو إعادة البناء. لذلك كان لابد وأن يتم التفكير فى سبل الحفاظ على هذا التراث العمرانى والفنى المتميز، أول خطوات هذا التفكير توجهت حول دور التقنيات الحديثة فى توثيق وتسجيل مشاريع

الحفاظ على التراث المعمارى والحضرى للمبانى والمناطق التاريخية. وكيفية الحصول على نتائج ومعلومات أكثر دقة، ونوع وطبيعة المجالات التى يمكن أن تستفيد من هذه المعلومات.

3. أهداف الدراسة البحثية

تهدف الورقة البحثية إلى خدمة عملية التوثيق بصورة متكاملة وذلك من خلال إقتراح منهجية لإعداد مشروع توثيق متكامل بهدف الحصول على قاعدة من المعلومات والبيانات الأكثر دقةً وشمولاً والتى تعبر بدقة عن الوضع الراهن للمبانى والمناطق التراثية، وذلك للإستفادة منها فى العديد من المجالات المقترحة مثل (مجال التوثيق التاريخى- مجال الحفاظ والترميم- مجال مواجهة الكوارث- مجال البحث العلمى- مجال السياحة).

4. منهجية الدراسة البحثية

تعتمد الدراسة فى جزءها النظرى على عرض لمجموعة التقنيات الأكثر حداثة فى مجال الرفع والتوثيق المعمارى للتعرف على مخرجات كل منها وأهميتها، وأهمية الدمج بينها، ثم يلى ذلك عرض للطرح النظرى للمنهجية المقترحة لإعداد مشروع توثيق متكامل. وتتناول من خلال الجزء التطبيقى ماتم التوصل إليه من نتائج تحليلية وإحصائية تم الحصول من إيجابات أستبيان رأى المستعملين للمجالات محل الدراسة حيث تم تصميمه بحيث يقوم بعرض عناصر المنهجية البحثية ومراحلها وتم عرضها على المتخصصين فى المجالات الخمسة المقترحة لإبداء رأيهم، من حيث تحديد أهميتها ومدى تأثيرها على المجال الخاص بكل منهم.

5. التقنيات الحديثة للرفع والتوثيق المعمارى

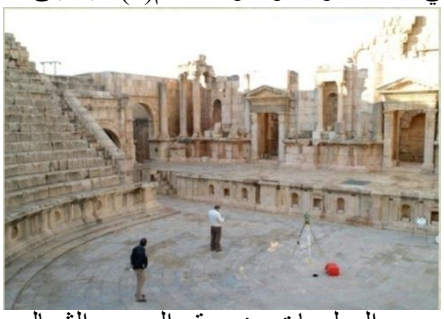
فى السنوات الأخيرة ظهرت العديد من التقنيات والأجهزة والأساليب الحديثة التى تسهل عملية الرفع والتوثيق المعمارى الدقيق للمناطق والمبانى ذات القيمة العمرانية والتاريخية ونعرض منها ما يلى:

1.5. المسح بالليزر Laser Scanning

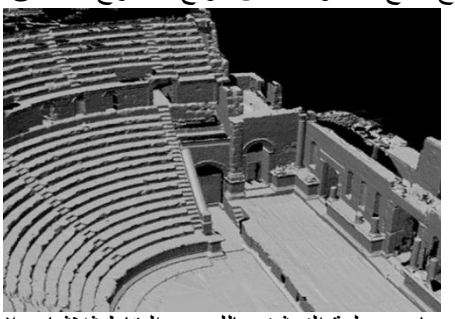
يمكن تعريف المسح بالليزر عالى الدقة بأنة أى جهاز يستطيع جمع معلومات عن سطح أو جسم ما بإسلوب منهجى وآلى بمعدل مرتفع وتوقيت لحظى(3). وتعتبر تقنية المسح بالليزر تقنية حديثة نسبياً، بدأ استخدامها منذ عام 1998م، ولكنها أحدثت ثورة فى عالم التقنيات المستخدمة فى الرفع والتوثق المعمارى حيث أنها تعد الوسيلة الأمثل للحصول على معلومات دقيقة فى بيئات معقدة(4). تقوم أجهزة المسح بالليزر بتسجيل نقاط

فراغية ثلاثية الأبعاد لسطح أى مجسم فى وقت قليل نسبيا، وذلك عن طريق سقوط شعاع من الليزر على سطح الجسم بالإضافة إلى دوران الجهاز للحصول على معلومات ونقاط فراغية ثلاثية الأبعاد للفراغ أو المجسم(5).

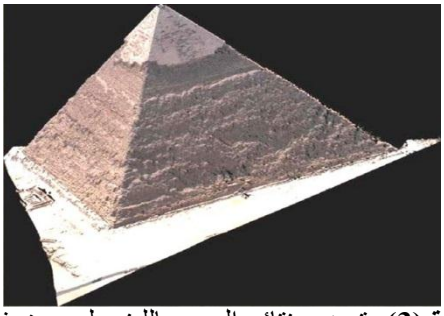
وتمتاز عملية الرفع بالليزر بالدقة في البيانات والمعلومات الناتجة عن المسح، وإمكانية الحصول على كمية كبيرة من البيانات للمنطقة الممسوحة، وسرعة في الحصول على البيانات، وكذلك الحصول على بيانات الجسم الممسوح دون تماس معه وهذه خاصية مهمة في حال صعوبة الوصول للجسم(6). فيما يلى أمثلة على المسح بالليزر:



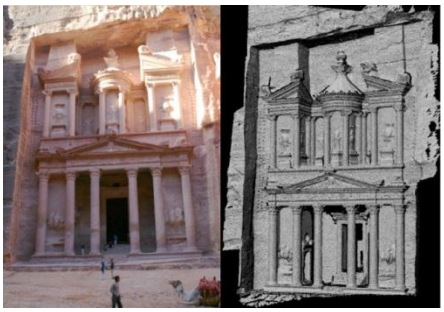
صورة (1): توضح جمع المعلومات من موقع المسرح الشمالى– جرش-الأردن(7)



صورة (2): توضح مخرجات عملية التوثيق بالليزر، النقاط ثلاثيات الأبعاد Point cloud (7)



صورة (3): توضح نتائج المسح بالليزر لهرم خوفو(8)

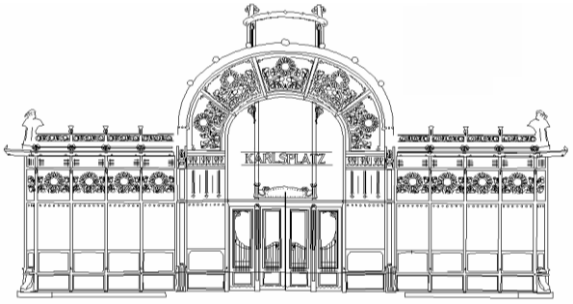


صورة (4): توضح صورة من الموقع ومجسم ثلاثية الأبعاد لواجهة (معبد الخزنة – البتراء – الأردن) (7)

2.5. المسح التصويرى Photogrammetry

"المسح التصويرى هو فن وعلم وتكنولوجيا الحصول على معلومات دقيقة وفعالة عن الأجسام المادية والبيئية المحيطة عن طريق عمليات من التسجيل والقياس وتفسير الصور الفوتوغرافية والأنماط المسجلة للطاقة الالكترومغناطيسية المنبعثة والظواهر الأخرى"(9). ويمكن من خلال المسح التصويرى الحصول على مساقط واجهات (2D Elevations)، مجسم ثلاثى الأبعاد(3D Wireframe and surface models)، إحداثيات للنقاط التى تم مسحها وطبوغرافيتها (List of co-ordinates and their topology)، ويتميز المسح التصويرى بإماكانية الحصول على مجسمات ثلاثية الأبعاد مغطاة بالخامات الواقعية (Textured 3D models) (10). وفيما يلى مثال على مخرجات المسح التصويرى:

صورة (5): صورتين مزدوجتين لمحطة كارلزبلاتز لأوتو واجنر – فيينا –CIPA (10)



شكل (1): يوضح "واجهة ثنائية الأبعاد المحطة كمخرج من مخرجات المسح التصويرى" لمحطة كارلزبلاتز لأوتو واجنر – فيينا –CIPA (10)

3.5. الإستشعار عن بعد Remote Sensing

فالإستشعار عن بعد هو عملية جمع المعلومات عن جسم أو ظاهرة بدون إتصال مادى، وفى الإستخدامات الحديثة يمكن إستخدام تقنية الحساسات الجوية لجمع معلومات عن أجسام على سطح الأرض وفى الغلاف الجوى والمحيطات عن طريق الإشارات مثل (الإشعاع الإلكترومغناطيسى الصادر من الأقمالا الصناعية والطائرات)(11). والإستشعار عن بعد إما سلبى (Passive sensors) يقيس اللإشعاع الصادر من الهدف أو إشعاع مصادر أخرى منعكسة منه مثل قياس طاقة المايكروووف الطبيعية وقياس أشعة الشمس المنعكسة أو المشتتة من الغلاف الجوى والمحيطات، وإما إيجابى (Active sensors) يرسل إشارتة ويقيس اللإشعاع المنعكس من الهدف مثل الليدار Lidar والرادار Radar (12).

4.5. المسح الجوى Aerial survey

هى طريقة للحصول على المعلومات المساحية والصور الجوية بإستخدام الطائرات والمروحيات والطائرات بدون طيار والبالونات(المناطيد) أو طرق جوية أخرى. وتعتمد تقنية المسح الجوى على التكامل بين أكثر من وسيلة للرفع مثل (أجهزة المسح بالليزر-أجهزة الإستشعار عن بعد Lidar- أجهزة تحديد المواقع

العالمية GPS – كاميرات التصوير الرقمية) (أنظر شكل 2) (13)، ويتم المسح الجوى بعدة طرق منها إلتقاط الصور من وضعية ثابتة وتستخدم عادة لمسح المباني والتقاط الصور من مواقف محددة، أو بمسح المناطق المطلوبة بشكل شريطي أو نمط متكرر، يتم بعدها جمع المسوحات مكتبياً لتكوين الصور الجوية الكاملة للموقع الممسوح. ومن ثم تستخدم نتائج هذه العملية بالتعاون مع نتائج المسح التصويري قريب المدى لتكوين المجسمات ثلاثية الأبعاد والتوثيق الرقمي للمبنى أو الموقع الممسوح، أو لغرض الحصول على الصور المتعامدة المطلوبة سواء لمخطط الموقع أو لمخططات الواجهات الجانبية مما يسهّل عمليات القياس والمقارنة بين العناصر ضمن الناتج دون الحاجة إلى إرتقاء الأماكن أو المباني المجاورة.كما يمكن من خلال التقنية تسجيل إحداثيات المسح والتصوير، وكذلك تحديد مسارات مسبقة لعملية الطيران لتعيين نقاط الإلتقاط المطلوبة (14).

ويعد التصوير بالطائرات المصغرة بأنواعها من أحدث وأسهل الأدوات التى يمكن إستخدامها فى التصوير الجوى حيث تختلف أنواع الطائرات المسيرة عن بعد في عملها وتتفاوت في إمكاناتها ونتائجها ومتطلباتها، وتتميز نتائج المسح الجوى عن التصوير بالأقمار الصناعية بجودة ووضوح الصور (15). وتظهر أهمية التقنية جلياً في توثيق المباني والعناصر المعمارية المرتفعة وخصوصاً المآذن التاريخية أو لتوثيق القباب التراثية من الخارج أو تفاصيلها ونقوشها الداخلية ومراقبة حالتها الإنشائية، كما يمكن إستخدام التقنية في المواقع التي تتضمن إحتمالية تعرض فريق العمل للخطر كالأبنية الواقعة على سفوح الجبال مثلاً أو المناطق ذات الكثافة المرروية العالية.

شكل(2): "يوضح التكامل بين التقنيات المختلفة من خلال المسح الجوى"(16)

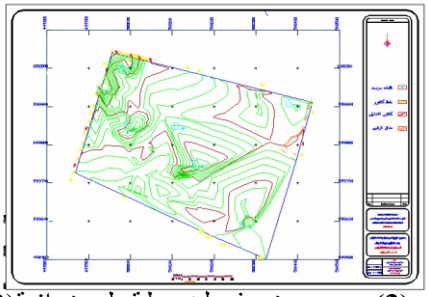
صورة (6): صور توضح "التصوير الجوى لقلعة فالير- ترنتو– إيطاليا""Valer Castle, Trento, Italy" (17)

5.5. المساحة الأرضية Land Survey

"تعتبر أعمال الرفع والتوقيع المساحى أساساً لأعمال المساحة الأرضية حيث تعنى برفع وتوقيع التفاصيل الطبيعية وغير الطبيعية (الإنشائية) سواء كانت هذه التفاصيل على أو فوق أو تحت سطح الأرض. وتختلف التفاصيل المرفوعة فى الطبيعة حسب الهدف من أعمال المساحة فمنها ما هو لازم لإنتاج الخرائط المساحية (تفصيلية أو طبوغرافية). ومنها ماهو لازم لتقسيم الأراضى وتحديد الملكيات"(18).

ومن خلال الرفع بأساليب وأجهزة المساحة المستوية المختلفة يمكننا الحصول على خرائط المساحة الطبوغرافية (Topographic Surveying) وهى تبين المعالم الأساسية للمنطقة كما توضح طبوغرافية المنطقة أى خطوط الكنتور التى تبين الإرتفاع والإنخفاض فى سطح الأرض نسبة إلى المنسوب المرجعى، بمقاييس مختلفة (أنظر شكل 3)، وخرائط المساحة التفصيلية (Cadastral Surveying) وهى خرائط توضح

حدود وتفاصيل الملكيات المختلفة، وعادة تكون بقياس رسم كبير (أنظر شكل 4)، ويحدد الغرض من الخريطة مقياس الرسم المطلوب لرسم الخريطة (19).



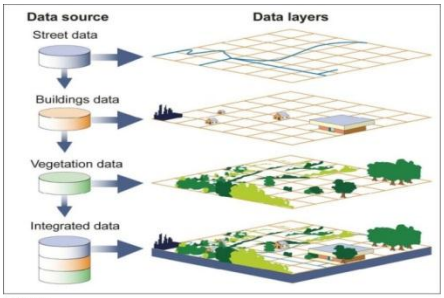
شكل (3): يوضح نموذج لخريطة طبوغرافية(19)

شكل (4): يوضح نموذج لخريطة تفصيلية(19)

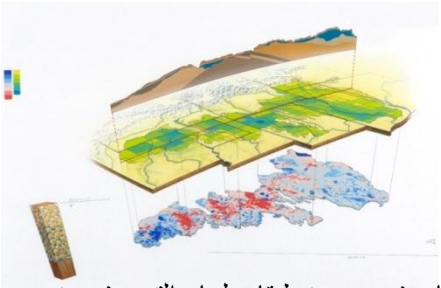
6.5. نظم معلومات جغرافية GIS

عرف "بورو" سنة 1986 نظام المعلومات الجغرافى بأنه عبارة عن مجموعة منظمة مرتبة من أجهزة الحاسب الآلى والبرامج والمعلومات الجغرافية والطاقم البشرى المدرب، صممت لتقوم بتجميع ورصد وتخزين واستدعاء ومعالجة وتحديث وتحليل وعرض جميع المعلومات الجغرافية المرتبطة بالشبكة الوطنية الجيودسية المترية (المكانية) منها والوصفية (20).

والمقصود ببناء قواعد بيانات جغرافية هو محاكاة الواقع عن طريق بناء نموذج لة بمكوناتة الموجودة بالطبيعة، بالأضافة الي العلاقات التبادلية التي تربط بين هذة المكونات، مع أعطاء كل مكون من هذه المكونات الخصائص المميزة له فى الطبيعة بحيث يحاكى الواقع بكل تفصيلاته، مما يعظم من الإستفادة من هذه التقنية، وتبرز قوة التحليل فى أنظمة المعلومات الجغرافية فى تخزين البيانات فى أكثر من طبقة واحده "Layer" (أنظر شكل 5)، بحيث تحتوى كل طبقة على معالم لها التصنيف نفسه وذلك للتغلب على المشكل التقنية الناجمة عن معالجة كميات كبيره من المعلومات دفعة واحده حيث تعطى قدرة تحليلية أفضل (21).



شكل(5): "يوضح إظهار نظام المعلومات الجغرافى GISلأنماط مختلفة من البيانات، مثل الشوارع والمبانى والغطاء النباتى على شكل طبقات"(22)



شكل(6): "يوضح إظهار البيانات فى صورة طبقات لبيان التغير فى منسوب المياة الجوفية منذ عام(1980-1990)- لمنطقة أوجالالا أكيوفير"Ogallala Aquifer" - غرب الولايات المتحدة الأمريكية"(22)

باتت الدراسات التطبيقية فى نظم المعلومات الجغرافية تمثل أهمية بالغة فى جميع مجالات التنمية الشاملة، وخاصة فيما يتعلق منها بدراسة المقومات الطبيعية والبشرية والأقتصادية للتنمية والحاجة المستمرة لتحقيق التنمية المستدامة (أنظر شكل 6)، والتى لا يمكن أن تتحقق إلا إذا اعتمدت على نظم التحليل المكانى بهدف طرح أفضل البدائل لإختيار الموقع الأنسب للمشاريع التنموية أو النموذج الأفضل لإستغلال الموارد الطبيعية بما يحقق التنمية المستدامة" (21).

7.5. الواقع الإفتراضى Virtual Reality

يعرف الواقع الافتراضى على أنه" بيئه تفاعليه ثلاثيه الأبعاد مصممة بواسطه برامج كمبيوترية، يحيط الواقع الإفتراضي بالمستخدم ويدخله في عالم وهمى بحيث يبدو هذا العالم وكأنه واقعى، (الواقع الإفتراضي قد يكون خيالياً أو يكون تجسيد للواقع الحقيقي) ويتم التفاعل مع هذا الواقع نتيجة التفاعلات التى تحدث بين البيئه الافتراضية وحواس المستخدم وإستجاباته"(23).

- **التراث الافتراضي Virtual Heritage**

هو مصطلح يستخدم لوصف الأعمال التي تعالج بواسطة تقنيات المعلومات والإتصالات، أي بمعنى أن التراث الافتراضي هو محاكاة لخصائص الموقع الأثري من خلال مجال تكنولوجى، حيث كان تناول هذه التقنية لأول مرة في عرض المتحف البريطاني نوفمبر لعام 1994م في بريطانيا(24). إن تقنيات الواقع الافتراضي يجب أن تقدم صورة ثلاثية الأبعاد وأن تتيح النظر إليها من أي زاوية حسب منظور المستخدم، ويمكن إستخدام تقنيتى المسح بالليزر والمسح التصويرى لإنشاء نموذج رقمي ثلاثي ومن تطبيقات الواقع الإفتراضى بانورامات تفاعلية 360درجة (Interactive 360 panorama)، و (Interactive walkthrough)، و(Augmented Reality Applications).

6. الدمج بين التقنيات والأساليب التكنولوجية الحديثة

من خلال العرض السابق لأهم وأحدث التقنيات المستخدمة فى الرفع والتوثيق المعمارى فإنه لا يمكن الجزم بأن اسلوب واحد هو الأنسب لجميع التطبيقات، فأساليب المسح وإستخلاص المعلومات تختلف من حيث الدقة والوضوح والقدرة على توفير المعلومات ومستوى آلية العمل بين تقنية وآخرى، ولكل إسلوب مميزاته وظروف العمل المناسبة له والمخرجات التى يقدمها. لذلك فمن المفيد استخدام الدمج بين التقنيات المختلفة للمسح ليتحقق التكامل فيما بينها وخصوصاً فى المبانى المعقدة والتى تحتوى على الكثير من التفاصيل(25). فإن التكامل الحادث بين تلك الأساليب والتقنيات يساعد فى فتح آفاق جديدة من المعلومات والبيانات لا يمكن الحصول عليه عند إستخدام كل تقنية بصورة منفرده.

1.6. محاولات المتخصصين لإستخدام الدمج بالطرق المختلفة

- جونزالوس أجيوليرا وأخرون قدموا فى عام 2009 أفكارهم عن آلية التوجية بين الصور الرقمية والمجسم ثلاثى الأبعاد Point Cloud على أساس تبادلى(26).

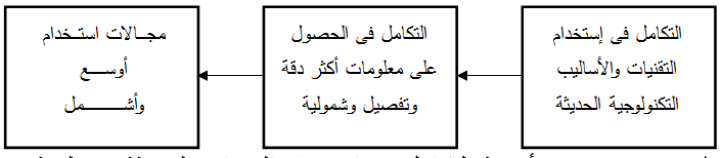
- لامبرز وآخرون قدموا فى عام 2007 منهج مختلف يقوم على إكساء المجسم ثلاثى الأبعاد بخامات من الصور بطريقة التثليث Photo Triangulation(27).
- أكسا وآخرون قدموا فى عام 2007 منهج آخر يقوم على الإسقاط المركزى للصور على المجسم ثلاثى الأبعاد بالرجوع إلى النقاط المتماثلة بين المجسم والصور الرقمية(28).

ومن فوائد ومميزات الدمج بين تقنيات المسح المختلفة الحصول على أداء تشغيلى أقوى، وتغطية فراغية وزمنية أوسع، ووضوح فى المعلومات، وكفائة أعلى فى توفير أكبر قدر منها(29).

2.6. طرح نظرى للمنهجية المقترحة لإعداد مشروع توثيق معمارى متكامل

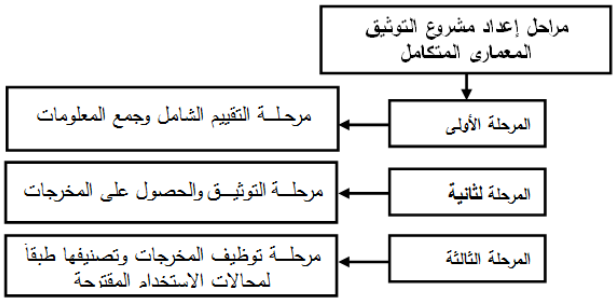
تعتمد فكرة المنهجية البحثية على استخدام مبدأ التكامل و"تعميمه" على جميع المراحل المقترحة لمشروع التوثيق المعمارى للمبانى والمناطق التراثية. والتى تم استنباطها من خلال دراسة النماذج والأمثلة التطبيقية لمشروعات التوثيق المختلفة التى تناولتها الدراسة النظرية.

وتعتمد الفرضية البحثية على أنه عند استخدام مبدأ الدمج بين التقنيات والأساليب الحديثة للرفع والتوثيق المعمارى فإن ذلك يؤدى إلى الحصول على مخرجات (معلومات وبيانات) متكاملة وشاملة عن المبانى والمناطق التراثية والذى يؤدى بدوره إلى إتاحة الفرصة لتصنيف تلك المخرجات بحيث تخدم أكبر عدد من المجالات مما يحقق الشمولية فى مجالات الإستخدام كما يوضح شكل (7).



شكل (7): " يوضح أهمية التكامل فى إستخدام التقنيات الحديثة فى التوثيق" (عمل الباحث)

وفيما يلى شكل يوضح مراحل إعداد مشروع للتوثيق المتكامل المقترح:



شكل (8): " يوضح المراحل المختلفة لإعداد مشروع التوثيق" (عمل الباحث)

3.6. المرحلة الأولى: "التقييم الشامل وجمع المعلومات"

يتم بهذه المرحلة عمل تقييم شامل للمبنى أو المنطقة التاريخية يتضمن التعرف على الأهمية التاريخية للمبنى والحقبة الزمنية للبناء وكذلك التخطيط والعناصر المعمارية له، وبالتالى أهمية مشروع التوثيق. وتختلف المبانى التراثية فى طبيعتها بإختلاف الطرز المعمارية والحقبات التاريخية وكذلك الرسومات والنقوش والتصميم الداخلى والخارجى للمبنى، ويعتمد إختيار الوسيلة الأنسب للرفع على مدى كثافة التفاصيل والدقة المطلوبة فى الرفع، كما تؤثر كذلك فى عنصر الوقت فكلما كانت التفاصيل أكثر تعقيداً كلما زاد الوقت المتوقع للمشروع. وأيضاً يتم عمل تقدير مبدئى للمساحة المطلوب توثيقها والتعرف على الوضع الراهن للمبنى الأثرى وتحديد أسلوب الإنشاء والحالة الإنشائية والمواد المستخدمة فى البناء ورصد تأثير التعديات ومظاهر التدهور، للموقع لإستبعاد التعرض لمخاطر الإنهيارات وخلافه عند تركيب وفك الأجهزة.

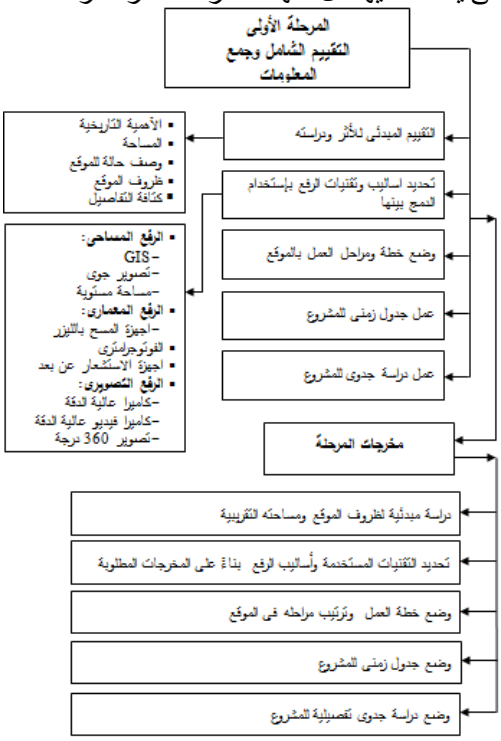
ومن خلال الزيارة الميدانية للموقع فإنه يجب تحديد مجموعة من العناصر التى يعتمد عليها إختيار الوسيلة الأنسب للرفع لتفادى الأخطار المتوقعة والتى يمكن أن تحدث نتيجة استخدام معدات وتقنيات الرفع، والتى قد تلحق أضرار بالغة بالمبنى أو الموقع التراثى مثل سهولة الوصول للموقع، وحدود الوقع، وسهولة الحركة داخل الموقع، وأمن الموقع ومخاطر التوثيق المتوقعة، وكذلك طبيعة الموقع من حيث الطرق المؤدية إليه ومدى ملائمتها لظروف العمل والذى يمكن أن ينعكس على عاملى التكلفة والوقت. ودراسة الحدود الخارجية للموقع سواء أكانت مبانى مجاورة أو ملاصقة أو عناصر وتضاريس طبيعية (جبال- تلال- أنهار-...الخ)، أنظر عناصر المرحلة الأولى شكل (9).

4.6. المرحلة الثانية: التوثيق والدمج بين التقنيات للحصول على المخرجات المطلوبه

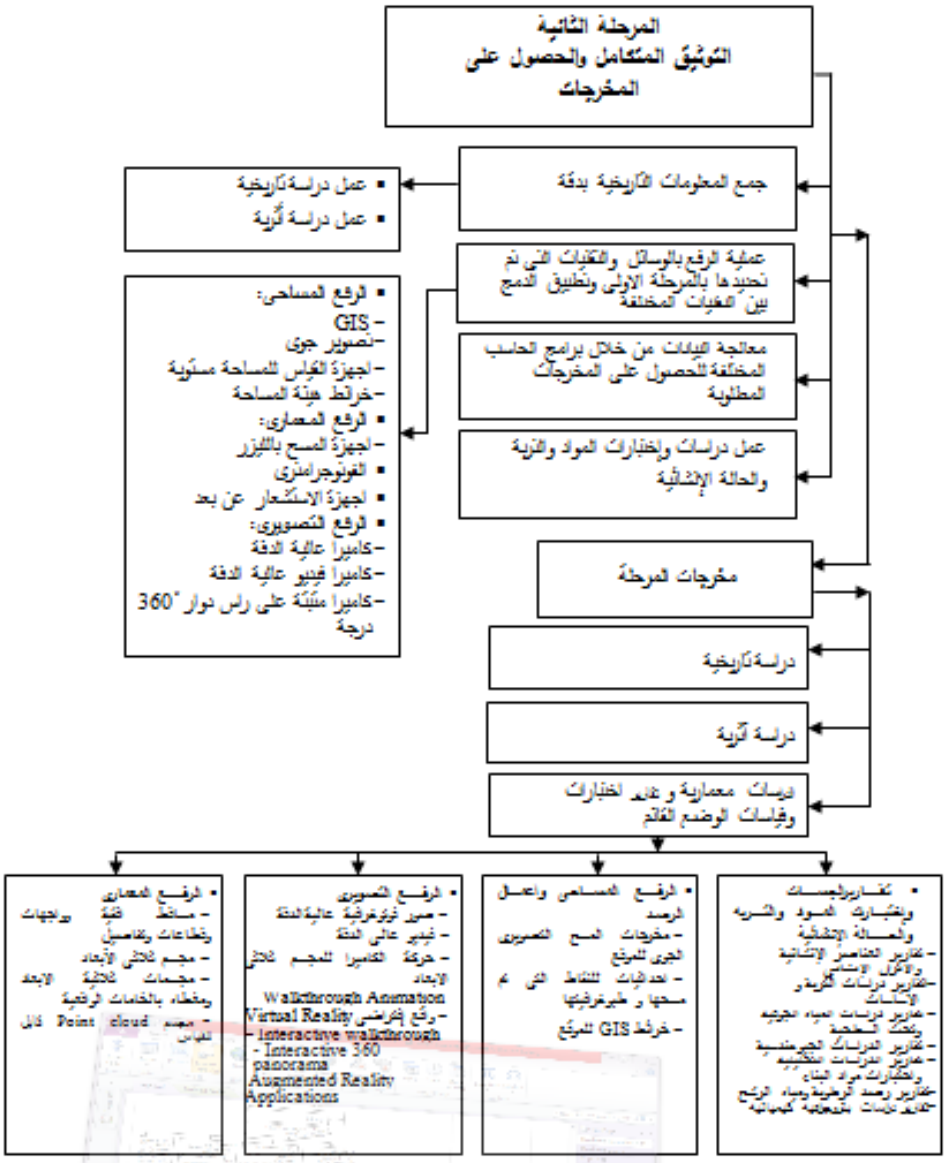
يتم فى هذه المرحلة يتم عمل مجموعة الدراسات المطلوبة بشكل أكثر إحترافاً ودقة طبقاً للمقاييس الفنية المتعارف عليها لكل منها، وكذلك يتم تطبيق خطة العمل بالموقع التى تم تحديدها من الدراسات الأولية بالمرحلة الأولى والتى أعتمدت على تطبيق مبدأ الدمج بين مجموعة التقنيات والأساليب الحديثة المختلفة فى مراحل العمل المختلفة والتكامل فيما بينها وذلك للحصول على المخرجات المطلوبة، أنظر عناصر المرحلة الثانية شكل(10).

5.6. المرحلة الثالثة: توظيف مخرجات التوثيق وتصنيفها طبقاً لمجال الإستخدام

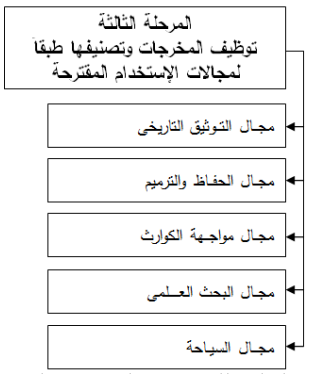
هناك العديد من المجالات المختلفة والمتنوعة والمستحدثة والتى يمكنها الإستفادة من مخرجات التوثيق المعمارى التى تم تحديدها فى المرحلة الثانية. وتقترح الدراسة البحثية مجموعة من المجالات التى يراها الباحث هى الأهم والأشمل، وأنه من الممكن تنظيم مخرجات التوثيق المعمارى طبقاً لإحتياج كل مجال على حدة وذلك لتحسين الآداء وإنجاح الأعمال التى يعتمد عليها كل منها، أنظر عناصر المرحلة الثالثة شكل (11).



شكل(9): يوضح "عناصر(المرحلة الأولى) للمنهجية المقترحة لمشروع التوثيق المتكامل" (عمل الباحث)



شكل (10): يوضح "عناصر (المرحلة الثانية) للمنهجية المقترحة لمشروع التوثيق المتكامل"



شكل (11): يوضح "عناصر المرحلة الثالثة للمنهجية المقترحة لمشروع التوثيق المتكامل"(عمل الباحث)

7. الدراسة التطبيقية

أعتمدت الدراسة التطبيقية على فرضية رئيسية وهى أن عناصر المنهجية المقترحة لإعداد مشروع توثيق متكامل للمبانى والمناطق التراثية جميعها أو معظمها لها تأثير كبير على إنجاح الأعمال التى يقوم بها العاملين فى المجالات المقترحة (مجال التوثق التاريخى- مجال الحفاظ والترميم-مجال مواجهة الكوارث-مجال البحث العلمى- مجال السياحة). وبناء عليه تم تصميم أستبيان رأى للمستعملين فى المجالات محل الدراسة لعرض عناصر المنهجية البحثية عليهم لإبداء رأيهم، من حيث تحديد أهميتها ومدى تأثيرها على المجال الخاص بكل منهم.

7.1. محددات الدراسة التطبيقية

نظراً للتنوع فى مجالات العمل المقترحة، ونظراً لكون الأسئلة التى تتعلق بالتقنيات والوسائل المستخدمة فى التوثيق المعمارى تحتاج فى الإيجابة عليها إلى الخبرة العملية الكافية، فإنه تم تقسيم الأسئلة إلى مجموعات: (أ)، (ب)، (ج).

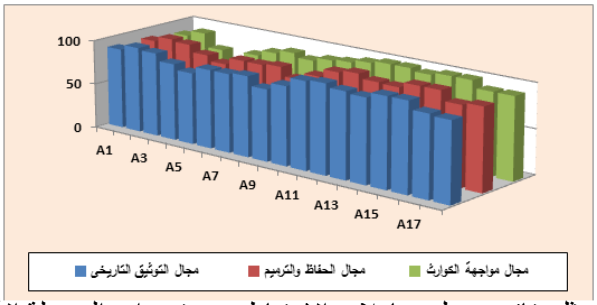
7.2. مرحلة التحليل الإحصائى

كان الهدف من هذه المرحلة هو إيجاد علاقة بين المجالات الخمس المقترحة بإعتبارها عناصر أساسية (Main Objectives) وبين عناصر المنهجية فى المراحل المختلفة وإعتبارها عناصر فرعية (Sub Objectives)، من خلال أدوات التقييم المختلفة والإحصاءات للمساعدة على إختيار العناصر الأكثر تأثيراً، لذا تم تفريغ بيانات الإستبيانات يدوياً فى جداول رقمية، ثم إدخالها إلى برنامج Excel، وتلا ذلك إدخال البيانات إلى برنامج التحليل الاحصائى SPSS (Statistical Package for Social Sciences) ، ويعتبر هذا البرنامج واحدا من أقوى البرامج التي لديها القدرة على تحليل البيانات، بحيث يعتمد على نظرية الإحتمالات التي يمكننا التنبؤ بها من خلال العلاقات بين المتغيرات المختلفة. وتشمل أدوات التقييم والإحصاءات التالى:

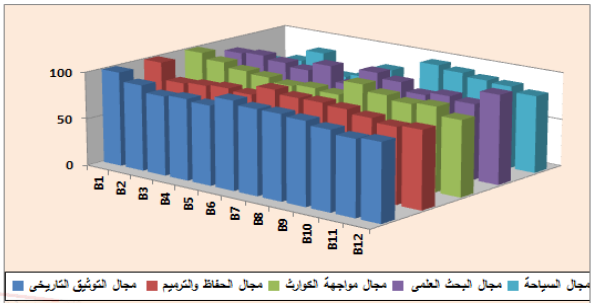
إحصاءات وصفية: وتشمل جداول المتغيرات- معاملات التردد والانحراف، إحصائيات ذات المتغيرين: وتشمل المتوسطات- الإنحراف المعيارى- إختبار(T)- إختبار(ANOVA)، والتنبؤات الخاصة بالمخرجات العددية: وتشمل تحليل الانحدار الخطى، والتنبؤات الخاصة بالمتغيرات ذات الارتباط: وتشمل التحليل العاملي، والتحليل المتسلسل.

7.3. مخرجات التحليل الإحصائى

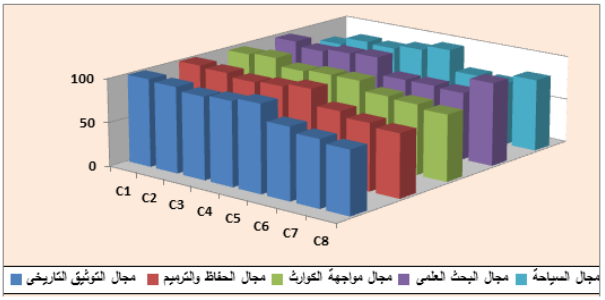
تم توصيف مخرجات البرنامج في صورة جداول ورسوم بيانية وذلك بهدف تحديد المتوسط (Mean Factor)، والانحراف المعياري (Standard Deviation) لكل عنصر من عناصر التقييم، وتحديد عامل التقييم، وتحديد العلاقة بين عناصر التقييم باستخدام المعادلات الرياضية، ومقارنة قيم المتوسطات النسبية لمجالات العمل المختلفة. وذلك بهدف فهم تفضيلات المستخدمين لكل عنصر من عناصر المنهجية المقترحة لكل مجال على حدى، ثم تم إيجاد معاملات الإرتباط بين متغيرات كل مرحلة بالنسبة للخمس مجالات مجمعة (أنظر الأشكال12,13,14)، وكذلك والحصول على جدول (أنظر جدول) يمثل قيم النسبة المئوية لقوة تأثير عناصر المنهجية المقترحة فى المراحل المختلفة للمجالات محل الدراسة (أنظر جدول1)، وذلك بهدف المقارنة بين تفضيلات المستخدمين للعناصر المقترحة وقوة تأثير العنصر بالنسبة للمجالات الخمسة ككل. وفيما يلى سوف يتم عرض لبعض مخرجات التحليل الإحصائى للنتائج التجميعية المشار إليها.



شكل (12): رسم البياني يمثل نتائج جدول معاملات الارتباط بين متغيرات المرحلة الأولى (التقييم الشامل)



شكل (13): رسم بياني يمثل نتائج جدول معاملات الارتباط بين متغيرات المرحلة الثانية (الحصول على المخرجات)



شكل (14): رسم البياني يمثل نتائج جدول معاملات الارتباط بين متغيرات المرحلة الثالثة (حفظ المخرجات)

4.7. نتائج الدراسة التطبيقية

من خلال التحليل الإحصائى لنتائج إستبيان رأى المستعملين فى المجالات محل الدراسة ظهرت الغالبية العظمى لعناصر المنهجية المقترحة ذو تأثير قوى فى تحسين آداء وإنجاح الأعمال التى يقوم بها العاملين بالمجالات الخمسة المقترحة، إلا أن بعض العناصر كانت أقل قوه وتأثير من عناصر أخرى بالنسبة لبعض المجالات. وذلك إما نتيجة لطبيعة المجال نفسه وأولوياته، أو لنقص فى الخبرة والوعى بأهمية العناصر المقترحة نتيجة لحداثتها.

مثال على ذلك: بالنسبة لعنصر الحصول على مجسم (Point Cloud) قابل لقياس، فإن مجال الترميم والتوثيق سجل أعلى نسبة فى تأثير وقوة العنصر ويليه مجالى مواجهة الكوارث والتوثيق المعمارى وذلك نتيجة للخبرة المتوفرة لديهم فى هذا الإطار وكذلك تعبيراً عن إحتياجهم لهذا القدر من الدقة المطلوبة فى القياس للإستفادة فى الأعمال المختلفة، بينما سجل مجال السياحة أقل درجة تأثير لنفس العنصر.

"جدول (1): يبين قيم النسبة المئوية لقوة تأثير العناصر المقترحة فى المراحل المختلفة للمجالات محل الدراسة"

Code		Sub objective/criterion	النسبة المئوية لقوة تأثير العنصر				
			التوثيق التاريخى	الحفاظ والترميم	مواجهة الكوارث	البحث العلمى	السياحة
(A)	A1	مساحة المبنى	90	89.3	86.7	-	-
	A2	الحالة الراهنة للموقع وظروفه	96	93.3	93.3	-	-
	A3	سهولة الوصول	94	74.7	77.8	-	-
	A4	حدود الموقع	86	68.0	66.7	-	-
	A5	سهولة الحركة	80	84.0	80.0	-	-
	A6	أمن الموقع	88	84.0	86.7	-	-
	A7	كثافة التفاصيل	88	90.7	91.1	-	-
	A8	عنصر الوقت	90	88.0	86.7	-	-

	Code	Sub objective/criterion	النسبة المئوية لقوة تأثير العنصر				
			التوثيق التاريخى	الحفاظ والترميم	مواجهة الكوارث	البحث العلمى	السياحة
	A9	عنصر التكلفة	80	88.0	91.1	-	-
	A10	اختيار التقنيات والوسائل الحديثة الأكثر دقة فى جمع المعلومات للتوثيق المتكامل	88	90.7	93.3	-	-
	A11	المسح باليزر	98	97.0	97.0	-	-
	A12	المساحة التصويرية	100	100.0	100.0	-	-
	A13	الأستشعار عن بعد	96	95.0	100.0	-	-
	A14	المسح الجوى	94	94.0	97.0	-	-
	A15	المساحة المستوية	100	100.0	100.0	-	-
	A16	نظم معلومات جغرافية	100	100.0	100.0	-	-
	A17	الواقع الافتراضى	91	89.0	92.0	-	-
	A18	الدمج بين الاساليب والتقنيات التكنولوجية	100	100.0	92.0	-	
(B)	B1	مساقط أفقية وواجهات وقطاعات وتفاصيل	100	100.0	100.0	89.1	69.1
	B2	مجسم ثلاثى الابعاد	91	85.3	94	90.9	74.5
	B3	مجسمات ثلاثية الابعاد مغطاة بالخامات الواقعية	84	86.7	88.9	87.3	87.3
	B4	مجسم Point Cloud قابل للقياس	86	88.0	86.7	83.6	65.5
	B5	مسح تصوير جوى للموقع	84	85.3	82.2	92.7	69.1
	B6	خرائط GIS للموقع	94	89.3	84.4	76.4	81.8
	B7	احداثيات للنقاط التى تم مسحها وطبوغرافيتها	90	85.3	82.2	94.5	49.1
	B8	صور فوتوغرافية عالية الجودة	90	94.7	97.8	89.1	96.4
	B9	تصوير فيديو عالى الجودة	88	93.3	91.1	80.0	92.7
	B10	حركة الكاميرا للمجسم ثلاثى الابعاد	84	86.7	86.7	83.6	89.1
	B11	واقع افتراضىVirtual Reality	80	89.3	88.9	80.0	87.3
	B12	تطبيقات الواقع التفاعلى	82	84.0	80.0	94.5	81.8
(c)	C1	أهمية التوثيق المعمارى فى المجال الخاص بك	100	98.7	97.8	98.2	80.0
	C2	إستخدام التقنيات التكنولوجية الحديثة فى الرفع والتوثيق المعمارى له تأثير على نجاح عملية التوثيق	98	100.0	100.0	92.7	89.1
	C3	أهمية الحصول على معلومات أكثر دقة وشمولية	94	93.3	91.1	96.4	87.3
	C4	أهمية مجال التوثيق الأثرى	96	92.0	93.3	98.2	92.0
	C5	أهمية مجال الحفاظ والترميم	100	92.0	93.3	78.2	98.0
	C6	أهمية مجال مواجهة الكوارث	82	73.3	82.2	78.2	74.0
	C7	أهمية مجالات البحث العلمى	76	82.7	80.0	76.4	72.0
	C8	أهمية مجال السياحة	72	73.3	75.6	94.5	82.0

8. نتائج الدراسة البحثية

- تخلص الورقة البحثية إلى أنه لعالج القصور الحالى فى المعلومات والبيانات المتاحة عن المناطق والمبانى التراثية فإنه لابد من تفعيل مبدأ الدمج بين التقنيات المختلفة للتكامل فيما بينها مما يؤدى بدوره للحصول على معلومات وقياسات أكثر دقة وشمولية.
- كذلك أثبتت الدراسة البحثية ضرورة أن يعد مشروع التوثيق المعمارى فى صورة منظومة متكاملة الأركان وليس بهدف أن يكون جزء من مشاريع الحفاظ التقليدية، ويجب أن تتسم مراحلة المختلفة بالتكامل فيما بينها طبقاً للمنهجية المقترحة مما يؤدى بدورة إلى الحصول على أكبر قدر من المعلومات.
- يمكن الإستفادة من المعلومات المتكاملة التى تم الحصول عليها فى مجالات متعدده إذا ما تم تصنيف هذه المعلومات طبقاً لأولويات المستعملين فى تلك المجالات وتوفيرها من خلال مصادر معروفة وسهلة الوصول إليها من قبل المستخدمين.

المراجع

[1] "دور التقنيات الحديثة فى تسجيل مشاريع الحفاظ على التراث المعمارى والحضرى كمدخل استثمارى عمرانى فى التنمية الاقتصادية"- مؤتمر العمل البلدى الأول:"نحو شراكة أفضل"-البحرين-مارس (2006)

[2] ميثاق مؤتمر اليونسكو الثانى والثلاثين-إصدارات اليونسكو-أكتوبر (2003)

[3] Böhler, Wolfgang, and Andreas Marbs. "3D scanning instruments" Proceedings of the CIPA WG 6 International Workshop on Scanning for Cultural Heritage Recording, Ziti, Thessaloniki. , (2002).

[4] Slob, Siefko, and Robert Hack. "3D terrestrial laser scanning as a new field measurement and monitoring technique." Engineering Geology for Infrastructure Planning in Europe. Springer Berlin Heidelberg, p 179-189, (2004).

[5] Boehler, Wolfgang, Guido Heinz, and Andreas Marbs. "The potential of non-contact close range laser scanners for cultural heritage recording." INTERNATIONAL ARCHIVES OF PHOTOGRAMMETRY REMOTE SENSING AND SPATIAL INFORMATION SCIENCES 34.5/C7 p430-436, (2002).

[6] Chee Wei, Ong, et al. "3D documentation and preservation of historical monument using terrestrial laser scanning." Geoinformation Science Journal 10.1 ,p73-90,(2010).

[7] Böhm, Jan, Norbert Haala, and Yahya Alshawabkeh. "Automation in laser scanning for cultural heritage applications." *Recording, modeling and visualization of cultural heritage*, p 443-450, (2005).

[8] Neubauer, Wolfang, et al. "Combined high resolution laser scanning and photogrammetrical documentation of the pyramids at Giza." *CIPA XX International Symposium*-Turin,ITALY-26 Septemper-1 October (2005).

[9] American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS) http://www.asprs.org/a/society/about.html. (Accessed 15 March 2015)

[10] Hanke, Klaus, and Pierre Grussenmeyer. "Architectural photogrammetry: Basic theory, procedures, tools." ISPRS Commission. Vol. 5. (2002).

[11] Schowengerdt, Robert A. Remote sensing: models and methods for image processing (3rd ed.). Academic Press. p. 2, (2007).

[12] Liu, Jian Guo & Mason, Philippa J. Essential Image Processing for GIS and Remote Sensing. Wiley-Blackwell. p. 4, (2009).

[13]Aerometrex, December 5, 2011, http://aerometrex.com.au/blog/?p=57. (Accessed 10 February 2015)

[14] Aerial Photographic Survey.(n.d.) The Great Soviet Encyclopedia, 3rd Edition. (1970-1979). Retrieved March 19 (2015).

[15] Algarni ،D.,"Integration Among Digital Photogrammetry, Remote Sensing, and Geographic Information Systems". Proceeding of the First Saudi-Japanese Symposium, 19-21 October, 1997,KACST, Riyadh, pp. 61-68, (1997).

[16] http://www.emodnet-seabedhabitats.eu/. (Accessed 5 March 2015)

[17] Voltolini, Francesca, Sabry El-Hakim, Fabio Remondino, Stefano Girardi, Alessandro Rizzi, Marco Pontin, and Lorenzo Gonzo. "Digital documentation of complex architectures by integration of multiple techniques: the case study of Valer Castle." In Electronic Imaging 2007, pp. 64910U-64910U. International Society for Optics and Photonics, (2007).

[18] د. على شكرى ،د.محمود حسنى،د. مصطفى محمد رشاد الدين -**"المساحة المستوية: طرق الرفع والتوقيع"**-منشأة المعارف- الأسكندرية-(1995).

[19] د.على شكرى، د.محمود حسنى، د.مصطفى محمد رشاد الدين- **"المساحة الطبوغرافية وتطبيقاتها فى الهندسة المدنية"**-منشأة المعارف-الأسكندرية-(1995).

[20] **"نظم المعلومات الجغرافية –مدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية"** -الإدارة للتعليم وتطوير المناهج – المملكة العربية السعودية-ص 8 و9- (2013).

[21] محمد الخزامى عزيز -**"دراسات تطبيقية فى نظم المعلومات الجغرافية"** –ص11- (2007).

[22] http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/geographic-information-system-gis. (Accessed 2 March 2015)

[23] http://virtualreality2009.blogspot.com. (Accessed 2 March 2015)

[24] Anna Bentkowska-Kafel, Trish Cashen and Hazel Gardiner, "Digital Art History", Intl Specialized, (2004).

[25] Voltolini, Francesca, Sabry El-Hakim, Fabio Remondino, Stefano Girardi, Alessandro Rizzi, Marco Pontin, and Lorenzo Gonzo. "Digital documentation of complex architectures by integration of multiple techniques: the case study of Valer Castle." In Electronic Imaging 2007, pp. 64910U-64910U. International Society for Optics and Photonics, (2007).

[26] González-Aguilera, D., Rodríguez-Gonzálvez, P., Gómez-Lahoz, J, An automatic procedure for co-registration of terrestrial laser scanners and digital camera, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64, pp. 308-316, (2009).

[27] Lambers, K., Eisenbeiss, H., Sauerbier, M., Kupferschmidt, D., Gaisecker, T., Sotoodeh, S., Hanusch, T. Combining photogrammetry and laser scanning for the recording and modelling of the Late Intermediate Period site of Pinchango Alto, Palpa, Peru, Journal of Archaeological Science, 34, pp. 1702-1712, (2007).

[28] Akca, D., Grün, A., Breuckmann, B., Lahanier, C. High definition 3D-scanning of arts objects and paintings, Institute of Geodesy and Photogrammetry, ETH, Zürich, Switzerland,(2007).

[29]Beraldin, Jean-Angelo. "Integration of laser scanning and close-range photogrammetry-the last decade and beyond." In International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, (2004).

"TOWARDS A METHODOLOGY FOR INTEGRATING MODERN ARCHITECTURAL DOCUMENTATION TECHNIQUES"

ABSTRACT

The heritage buildings are considered an integral part of architecture in general, because of its important role in monitoring and documenting different historical stages affecting persons and reflecting on the architecture buildings to reinforce culture and concepts of the historical stage. This confirms the significant role played by accurate architectural documentation for the success of the various policies to maintain these valuable buildings, which can be maintenance, repair, improvement, rehabilitation or reconstruction, monitoring deterioration and expected risk rates.

Heritage Conservation projects are divided into three main stages: "documentation, analysis and action.

Therefore, the research study is concerned with documentation, monitoring and generating database stage, which results in the decision making in the next stage, where the success of those decisions depends on the efficiency of available information through comprehensive documentation.

The study proposes a methodology for using the integration of modern architectural documentation techniques, which allows access to accurate and comprehensive information and data, by organizing the documentation project stages, and arrange the work out plans to clarify the accurate outputs which can be obtained in every stage, as well as expanding the use of documentation outputs and classifying the data to include a range of fields (heritage documentation - preservation and restoration - Disasters Coordination- scientific research and tourism), that are likely to benefit from such information, mostly if it is provided ,arranged and accessed from a single source, through classification and arrangement by field of use.