مجلة جامعة الملك سعود، م١٨، العمارة والتخطيط (١)، ص ص٧٧-١٠٨، الرياض (١٤٢٦هـ/٢٠٠٦هـ)

تقنية التراث العمراني الرقمي:
نحو نموذج تفاعلي لتوثيق وعرض التراث العمراني

عبد الرحمن بن حمد الحركان و أحمد عمر محمد سيد

كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود

(قدم للنشر في ١٤٢٤/٨/١٥هـ؛ قبل للنشر في ١٤٢٥/١/١٧هـ)

ملخص البحث. يمثل التراث العمراني أحد الجوانب الحضارية الهامة التي تعكس ذاتية وشخصية أي منطقة وهويتها العمرانية، إلى جانب كونه أحد المصادر الأساسية للمعلومات المرتبطة بخلفيات تاريخها العمراني والمبادئ والأسس التي يجب أن ترتكز عليها وتنطلق منها عمليات تطوير وتنمية العمران المعاصر في هذه المنطقة.

وبالرغم من سيطرة التقنية وتغلغلها في معظم الجوانب الحياتية في عصرنا الحاضر، وبخاصة تلك المرتبطة بثورتي المعلومات و الاتصالات التي نعيشها في الوقت الحالي، فإن المستقرئ لواقع التراث العمراني في المملكة – من هذا المنظور – يمكنه استنتاج أن عملية توثيق وعرض هذا التراث تمثل أحد أوجه الضعف المرتبطة بكيفية الاستغلال الأمثل للإمكانيات الكبيرة لهذا التراث.

ومن هنا تأتي أهمية هذا البحث الذي يهدف إلى وضع إطار للوصول إلى نموذج تفاعلي لتوثيق وعرض التراث العمراني رقمياً باستخدام التقنيات المرتبطة بمفهوم " الواقع الافتراضي" بحيث لا يتم فقط استعراضه بطرق ومداخل ووسائط متعددة ولكن أيضاً الوصول إليه عن بعد والانغمار فيه كلياً أو جزئياً، والتساؤل والاستعلام والتعرف على عناصره ومكوناته نصياً وسمعياً وبصرياً.

إن النموذج المستهدف يمكن أن يسهم بدور فعال في زيادة الوعي بالتراث العمراني وأبعاده الحضارية والعلمية، هذا إلى جانب الدور الهام المتوقع له كرافد من روافد تشجيع السياحة بالمملكة. ويرى الباحثان أنه إذا أمكن توحيد النسق الفكري والجهود المبذولة لكافة الجهات المرتبطة بتوثيق وحماية وتقييم وتنمية التراث العمراني في هذا المجال، فيمكن اعتبار ذلك مشروع وطني لبناء قاعدة معلومات وموسوعة تفاعلية عن

التراث يستفيد منها كل المتخصصين والباحثين والطلاب والزوار والمهتمين؛ بصورة تحقق الاستغلال الأمثل لإمكانيات التراث العمراني من هذا المنظور.

الكلمات الدالة: التوثيق الرقمي Digital documentation ، نظم المعلومات الجغرافية GIS الحقيقة الافتراضية Virtual Reality ، السياحة الافتراضية Virtual Tourism ، أجهزة المسح الليزرية ثلاثية الأبعاد 3D Laser Scanners ، شبكة المعلومات الموسعة (www) World Wide Web ، العروض الحركية Animations ، اللقطات البانورامية Panoramic Views ، الوثائق المرتبطة Hyper Documents ، الوسائط المتعددة Multi-Media

أجزاء وبنية الدراسة

- " المقدمات، التحديات والأهمية البحثية "
- " الأسس النظرية لتمثيل وتوثيق مفردات التراث العمراني رقمياً "
- " المفاهيم والتقنيات المستخدمة لإعداد وعرض النماذج الرقمية للتراث العمراني "
- " إطار النموذج المقترح لتوثيق وعرض التراث العمراني رقمياً "
- "الخلاصة والفوائد المتوقعة "

المقدمات، التحديات، والأهمية البحثية

تمهيد

تنتشر المملكة العربية السعودية على مساحة شاسعة وتنقسم إلى أقاليم ومناطق جيولوجية وجغرافية مختلفة. أدى هذا إلى تنوع طبيعة ونمط التراث العمراني في كل منطقة من هذه الأقاليم والمناطق ... ليس هذا فحسب، بل إنه في بعض الأحيان أدى التناقض في طبيعة تكوين هذه المناطق من جهة وتميز مناطق أخرى بخصائص مميزة من جهة أخرى إلى تنوع طبيعة العمران فيها بصورة كبيرة، وهذا من شأنه أن يجعل هذا التراث ذو طبيعة خاصة ويزيد من أهمية توثيقه بكفاءة، وتعميمه ونشر معلوماته بهدف التعريف به وبأهميته لكل الباحثين والمهتمين وغيرهم وتأكيد دوره في تأكيد شخصية المكان وتوجيه حاضره ومستقبله وطابعه العمراني.

"إن الأمة / المجتمع الذي لا يعرف تراثه لا يمكنه أن يفهم حاضره وبالتالي لا يكون قادراً على قيادة وتحديد مستقبله" [١]

إن التراث العمراني ليس مجرد "تشكيل" فقط ولكنه غالباً ما يشتمل على العديد من الأوجه الحياتية ... فمن عناصره يمكن استنتاج مدى واسع من الجوانب التاريخية والاجتماعية و الثقافية والدينية وغيرها، وبالتالي فإن عمليات التوثيق والتعميم والنشر المشار إليها عاليه يجب أن تخرج عن حدود التوثيق "الشكلي" من جهة، وان تضع في الاعتبار كونها "ملكية" للأجيال المختلفة من جهة أخرى، وأن تتم بطريقة تمكن هذه الأجيال من الوصول إليها والدخول عليها وعرضها بسلاسة وسهولة من جهة ثالثة.

إن التطور السريع والمتزايد لتكنولوجيا المعلومات وتغلغلها في أغلب المجالات الحياتية في العصر الحاضر يحمل المسئولين والمهتمين بقضايا التراث العمراني مسئولية كبيرة في تطوير تطبيق وتوظيف التقنيات المرتبطة بهذه التكنولوجيا في مجال التراث العمراني حتى يمكن مجاراة ومواكبة العصر الحاضر والاستعداد للمتطلبات المستقبلية في هذا المجال.

إن استخدام التقنيات الحديثة.. وبمداخل متعددة يمكن أن يقدم قاعدة بيانات ومعلومات ومعارف موسعة يمكنها تحقيق العديد من النتائج المطلوبة في مجال التراث العمراني، والتي تمثل جزءاً لا يتجزأ من عمليات الحفاظ العمراني المستهدفة، وخاصة إذا وضعنا في الاعتبار أن تقنيات الحاسب الآلي المرتبطة بتخزين وتحليل وعرض البيانات والمعلومات – مختلفة المصادر ومتعددة المستويات – ليست بجديدة وأن الإبداع في ذلك يكون في كيفية توظيف وتطوير استخدام هذه التقنيات بالصورة التي تحقق الأهداف المرجوة منها من جهة، وتواكب التطور الحادث فيها من جهة أخرى.

أمثلة للمشروعات العالمية المماثلة

مع تطور وانتشار التقنيات المرتبطة بتكنولوجيا المعلومات، بدأت العديد من الدول في تشجيع الأبحاث و إقامة العديد من المشروعات المرتبطة ببناء مكتبات رقمية في مجالات متعددة ومنها مجال التراث العمراني. وقد بدأت مثل هذه المشروعات على المستوى

الوثائقي فقط وبتشجيع ودعم حكومي لتطوير وبناء النظم التقنية وتجميع المحتوى المطلوب بصورة رقمية.

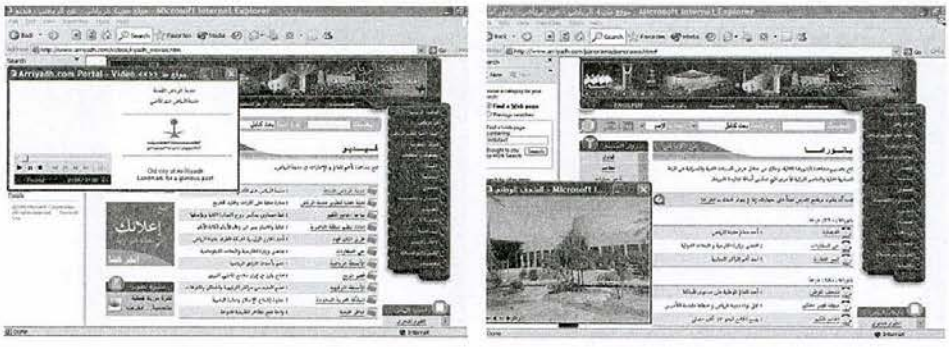
تم التركيز في أغلب هذه الأبحاث والمشروعات على إمكانية تجميع، وتخزين، وتنظيم، معالجة، وتحويل البيانات والمعلومات المتاحة بصور ولغات وصيغ مختلفة إلى صورة رقمية يمكن عن طريقها إتاحة إمكانية الدخول عليها بسهولة بغض النظر عن الوسط والصيغة الأصلية التي كانت عليها.

وقد زادت هذه المشروعات واتسع نطاقها بصورة كبيرة بعد انتشار استخدام الشبكة العالمية الموسعة وشبكة الإنترنت و استغلال قدراتها المتنوعة في الدخول عليها من أي مكان في العالم وقدراتها المتنوعة على البحث عن المعلومات وعرضها بطرق متعددة ومتنوعة. وقد بدأت الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض جهوداً في هذا المجال ظهرت على موقعها على شبكة الإنترنت [١] كما يتضح من الشكل رقم (١).

(١-أ) مكتبة خرائط لمدينة الرياض

(١-ب) مكتبة الصور لبعض العناصر التراثية

(١) راجع موقع الهيئة العليا لمدينة الرياض على العنوان
(http://www.arriyadh.com/tourism/historical places.htm)

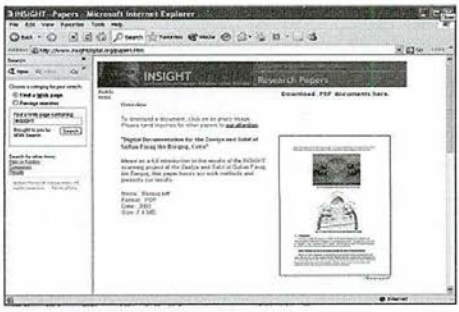


(١– جـ) عروض بانورامية لبعض المباني والمناطق المهمة بالرياض (١– د) عروض فيديو لبعض المناطق المهمة بالرياض

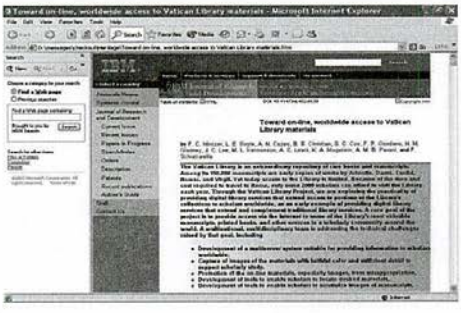
الشكل رقم (١). أمثلة من موقع الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض توضح الجهود المبذولة للتعريف بالمدينة وعناصر التراث العمراني فيها.

من أمثلة المشروعات القومية المماثلة مركز التوثيق المصري – التابع لمكتبة الإسكندرية – و حدد برامجه في إعداد خريطة مصر الأثرية ، وتوثيق التراث العمراني ، والتراث الطبيعي ، و الفوتوجرافي ، و الشعبي ، و الموسيقي [٢]، و معهد دراسة وتكامل تقنيات التراث قام في أحد مشروعاته بتوظيف تقنيات المسح الليزرى ثلاثى الأبعاد في التوثيق الرقمي لزاوية وسبيل السلطان فرج بن برقوق بالقاهرة بمصر [٣]، مشروع مكتبة الفاتيكان الذي اشترك فيه جهات مختلفة التخصصات والجنسيات لإعداد مكتبة رقمية تحتوى على أكثر من مائة وخمسون ألف مخطوطة ومليون ونصف كتاب والذي أدى نجاحه إلى مبادرة عدد آخر من الدول بالتنسيق لإعداد مشروعات مماثلة [٤]، مشروع إعداد قاعدة بيانات للصور التراثية بالسويد الذي شاركت فيه المكتبة الملكية الوطنية بالسويد مع عدد من الجهات الأخرى متعددة التخصصات والجنسيات لإعداد قاعدة البيانات المطلوبة وإعداد أساسيات ومفاهيم العمل في المشروع [٥]. وتتضح هذه الأمثلة في الشكل رقم (٢).

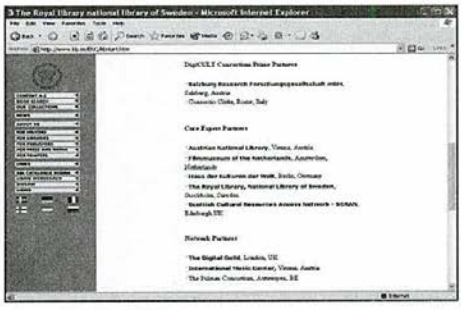
(٢-أ) مشروع إعداد خريطة مصر الأثرية وتوثيق التراث المصري موقع مركز التوثيق المصري



(٢-ب) مشروع التوثيق الرقمي لأحد المباني التراثيـــة بالقـــاهرة باستخدام تقنيات الماسحات الليزرية ثلاثية الأبعاد موقع معهد دراسة وتكامل تقنيات التراث



(٢-جـ) مشروع المكتبة الرقمية للفاتيكان موقع مجلة آي.بي.إم



(٢-د) مشروع إعداد قاعدة بيانات للصور التراثية موقع المكتبة الملكية الوطنية – السويد

الشكل رقم (٢). أمثلة لبعض المشروعات القومية المرتبطة بالتراث بالمواقع العالمية المختلفة.

غالبية هذه المشروعات تمت بعد إجراء عدد كبير من الأبحاث المرتبطة بالمجال المطلوب والتي تم من خلالها وضع الأطر لعدد من النماذج وخطط العمل المقترحة، وهو ما يهدف إليه هذا البحث بأن يكون خطوة لبداية مثل هذه المشروعات القومية لتوثيق وعرض التراث العمراني باستخدام التقنيات الرقمية الحديثة.

التحـــــديات والمعـــــوقات

بالرغم من توافر العديد من وسائل تعميم ونشر التراث العمراني سواء من خلال توظيف وسائل الإعلام والنشر لتقديم معلومات عن التراث، أو تنظيم محاضرات عامة تعرض المشروعات المقررة لحماية التراث، أو المشاركة في البرامج والمشروعات المرتبطة بحماية وتطوير

الـتراث ، أو إقامـة المعـارض التراثيـة علـى المـستويات المختلفـة ، أو نـشر الكتيبـات والنـشرات والكتالوجات و ألبومات الصور عن المناطق التراثية والترويـج لزيارتهـا ، أو إصـدار مجلات تراثية متخصـصة ، أو تبـادل المعلومـات مـع المكتبـات والمتـاحف وجهـات التوثيـق والأرشـفة ، هـذا إلى جانب الدور المتوقع للجامعات والمعاهد المتخصصة في مجال مشروعات التراث العمراني المختلفة إلا أن هناك العديد من التحـديات الـتي يجـب أخـذها في الاعتبـار لتطبيـق تقنيـات الحاسـب الآلـي و تكنولوجيا المعلومات في هذا المجال يمكن تلخيص أهمها في ثلاثة محاور رئيسة :

المحـــــور الأول

انتشار التراث العمراني للمملكة على مساحة شاسعة وصعوبة الوصول إلى الوثائق المتاحة عن بعض عناصره ، وتعدد وتداخل أبعاده مع نوعيات التراث الأخرى.

المحـــــــور الثـــاني

تنـوع واخـتلاف الجهـات المعنيـة بـالتراث العمراني (العمـارة ، التخطيـط ، الـشئون البلديـة والقرويـة ، أمانـات المـدن ، الـسياحة ، الآثـار ، المتـاحف ، الجهـات الأكاديميـة ...) حيـث يـصعب تكامـل التقنيـات المرتبطـة بالتـسجيل والتوثيـق الرقمـي ومنهجيـات المـسح الميـداني نتيجـة لقيـام كـل جهـة بتطـوير معـايير و قياسـات خاصـة بهـا وعـدم توحيـد استراتيجيات عامة لهذه العملية توجب على كل جهة من هـذه الجهـات إتباعهـا والالتـزام بها حتى لا تهـدر الجهـود المبذولـة بواسـطة كـل جهـة علـى حـدة مـن جهـة ، وحتـى يمكـن استكمالها وتكامل هذه الجهود وصولاً للنتائج المستهدفة من جهة أخرى.

المحـــــور الثالـــــث

التحديات التكنولوجية المرتبطة بمراحل التوثيق والعرض الرقمي للتراث العمراني وضرورة إعداد بنية تحتية تكنولوجية قوية ومرنة تقبل التغيرات المتزايدة الحادثة في هذا المجال.

أهـــــداف البحـــــث

تتمثل أهداف البحث من خلال هدف رئيس تتفرع منه أهدافه الفرعية حيث يهدف البحث إلى :

" وضع إطار للوصول إلى نموذج/ نماذج لتوثيق وعرض التراث العمراني الرقمي "

يمكن من خلال هذا الهدف الرئيس تحديد الأهداف الفرعية المرتبطة بمحاور التحديات والمعوقات كالتالي :

- تحديد الإستراتيجيات اللازمة لتغطية عملية التوثيق الرقمي لعناصر التراث العمراني بمختلف نوعياته لكافة المناطق التراثية بالمملكة.
- تنسيق الجهود المبذولة لتوثيق التراث العمراني في أنحاء المملكة ، وتشارك الجهات المعنية بالتراث العمراني وتعاونها في سبيل تطوير التراث العمراني والمحافظة عليه ، بحيث يمكن تكوين قاعدة ولغة عمل مشتركة للتعاون بين كافة الجهات لتطوير المقاييس والنظم والمعايير المرتبطة بالتوثيق والعرض الرقمي للتراث.
- توظيف تقنيات الحاسب الآلي وتكنولوجيا المعلومات بكفاءة لتوثيق التراث العمراني ، وتوفير إمكانيات سهلة للدخول عليه وعرضه بطرق ووسائل متعددة والانغمار فيه عن بعد والحصول على مخرجات متعددة الأنماط والصياغات لتطوير التراث العمراني والمحافظة عليه من جهة ، وتطوير وتيسير أعمال البحث والدراسة في هذا المجال من جهة ثانية ، إلى جانب تشجيع السياحة الداخلية والخارجية لهذا التراث من جهة ثالثة.

الأهمـــــية البحثـــــية

يمكن صياغة الأهمية البحثية لهذا البحث على ثلاثة مستويات كالتالي :

١- على المستوى التنظيري

استقراء وتحليل المفاهيم والمبادئ الأساسية لاستخدام وتوظيف وتحليل تقنيات الحاسب الآلي وتكنولوجيا المعلومات المقترح توظيفها في الإطار المستهدف لنموذج توثيق وعرض التراث.

٢- على المستوى المهـــــني

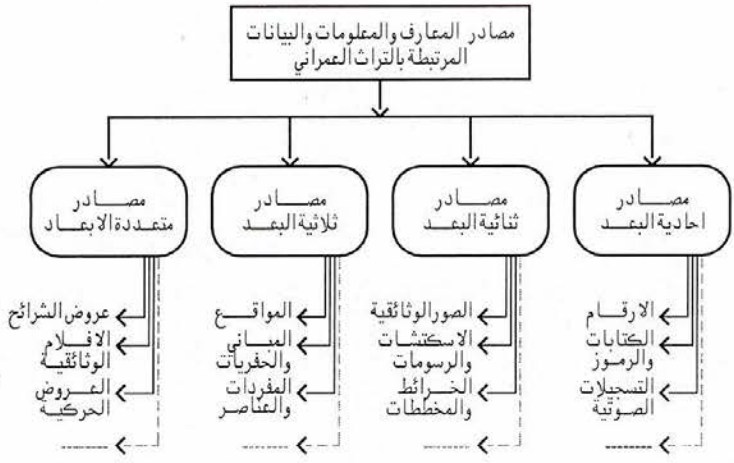
استنتاج الدلائل الإرشادية لاستخدام وتوظيف تقنيات الحاسب الآلي المرتبطة بالمراحل المختلفة لعمليات توثيق وعرض التراث العمراني على المستوى المهني بكفاءة من خلال الاستعانة بنتائج الجهود المهنية المبذولة في مجال توثيق وعرض التراث العمراني.

٣- على المستوى التعليمي

تفعيل دور الجامعات والمعاهد العمرانية المتخصصة وتأكيد دورها في عمليات التعريف والتطوير والمحافظة على التراث العمراني.

الأسس النظرية لتمثيل وتوثيق مفردات التراث العمراني رقمياً

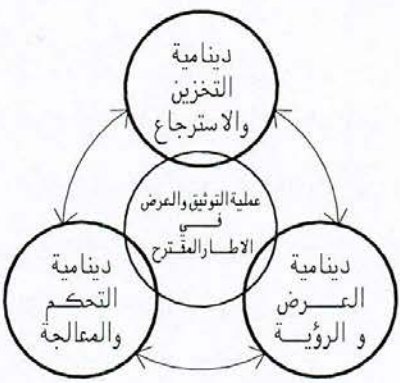
إن عملية تمثيل المعارف والمعلومات المرتبطة بالتراث العمراني رقمياً تتباين مصادرها في مدى واسع من الأبعاد - كما يتضح من الشكل رقم (٣) - حيث أنها تحوى مصادر أحادية أو ثنائية أو ثلاثية أو متعددة الأبعاد.



الشكل رقم (٣). تصنيف مصادر المعارف والمعلومات والبيانات المرتبطة بالتراث العمراني.

و يتم الحصول علي كل من هذه المصادر خلال مراحل توثيق/تطوير أي أثر/ تراث/ عناصر عمرانية مع جميع المستندات المرتبطة به قبل/ أثناء/ بعد عملية التطوير. ومن ثم يتم تشفيرها رقمياً بواسطة الحاسب الآلي باستخدام وسائل الإدخال المختلفة[٢] لتمثيلها في صورة رقمية حيث يتم ترتيبها وتنظيمها وتصنيفها تمهيداً لمعالجتها وإعدادها للاستخدام والعرض بصور وصياغات مختلفة.

تتميز عملية التمثيل والتوثيق الرقمي عن العملية التقليدية - كما يتضح من الشكل رقم (٤) - بثلاثة مميزات أساسية :



الشكل رقم (٤). مميزات عملية التوثيق والعرض الرقمي.

الأولى: دينامية التخزين والاسترجاع

حيث يمكن تخزين مستويات أعمق من البيانات والمعلومات لكل عنصر يمكن الوصول إليها والدخول عليها بصورة دينامية مرنة، كما أن البرامج المتاحة تمكن المستخدم من إنشاء علاقات هامة بين مكونات هذه العناصر لا يمكن ظهورها أو تخزينها في عملية الحفظ التقليدي.

---

(٢) مثل لوحة المفاتيح ، والمؤشر ، والقلم الإلكتروني، والميكروفون، والماسحات الضوئية و الليزرية ثنائية وثلاثية الأبعاد والكاميرات الرقمية، والتليفونات المحمولة وأجهزة الإسقاط وأجهزة الواقع الافتراضي وغيرها.

الثانية: دينامية الرؤية والعرض

حيث إنه في مقابل كم الرسومات واللوحات والدفاتر والمستندات والوثائق المطبوعة التي تتميز بها الطريقة التقليدية لتوثيق وحفظ عناصر التراث ومفرداته، يمكن حفظ نماذج لمواقع و مباني وعناصر التراث العمراني بمقياسها الحقيقي مرة واحدة ومن ثم يمكن عرض أو طباعة أي منها بأي مقياس مرغوب، كما يمكن عرض هذه النماذج في بيئات افتراضية ومحتويات مختلفة لتحقيق درجة أعلى من الفهم والتحليل والدراسة.

الثالثة: دينامية التحكم والمعالجة

حيث يمكن تصنيف وترتيب البيانات والمعلومات الرقمية بمرونة تامة وخاصة مع توافر نظم إدارة البيانات Data Management Systems التي يمكن تطويرها في مرحلة التخطيط لمشروعات التوثيق الرقمي.

ونظراً لانتشار التراث العمراني في مناطق شاسعة من المملكة فيجب أن تبدأ عمليات تمثيل وتوثيق التراث العمراني بإعداد قائمة بجميع مواقع التراث العمراني في كل إقليم أو منطقة أو مدينة بالمملكة وفي كل منها يتم إعداد قائمة فرعية تحتوى على المفردات المختلفة لعناصر التراث العمراني في كل إقليم ومنطقة ومدينة. ويتم تحديد تصنيفات مناسبة للخصائص والحالات المختلفة لكل عنصر من عناصر التراث العمراني وتسجيل ذلك بأنماط و صياغات مختلفة (كتابات، صور، اسكتشات، إسقاطات، ...). ويلاحظ أن هذه العملية تتضمن مستويات مختلفة تشتمل على جمع وتقييم الوضع الحالي للوثائق والبيانات المتاحة عن عناصر التراث العمراني، وإجراء عمليات مسح ميداني لجميع العناصر قبل وأثناء وبعد الانتهاء من مشروعات تطوير وصيانة عناصر التراث العمراني، ومن ثم يمكن إجراء عمليات تحليل ودراسة ومقارنة لكل ذلك من خلال الأبحاث المرتبطة بالحفاظ على وتطوير التراث العمراني. و يعتبر ذلك أحد أهم الأعمال الإدارية المطلوبة في هذا المجال.

إن التوثيق الجيد للتراث العمراني ومواقعه يعتبر أداة أساسية لتكوين قواعد بيانات شاملة ومتميزة عن هذا التراث. تعتمد أغلب هذه القواعد على إعداد نظام موديولي لإدارة البيانات والمعلومات التي يتم توثيقها يمكن عن طريقه ربط جميع تصنيفات وأنماط البيانات والمعلومات المخزنة به. ويتم إدارة هذه الموديولات بنظم مرجعية فراغية يمكن للمستخدم عن طريقها التساؤل عن خصائص معينة بطرق ووسائل مختلفة و عرض البيانات، والصور، والرسومات، والنماذج، أو المعلومات التحليلية ورؤيتها في محتواها من جهة وفي علاقتها مع البيانات والمعلومات الأخرى المرتبطة بها من جهة أخرى. وهذا يجعلها أداة جيدة لإدارة وتخطيط بيانات ومعلومات التراث العمراني وهي تمثل أساس هام في إطار النموذج المقترح.

المفاهيم والتقنيات المستخدمة لإعداد وعرض النماذج الرقمية للتراث العمراني

أولاً: مفاهيم وتقنيات إعداد النماذج الرقمية للتراث العمراني

إن عملية إعداد ومعالجة النماذج الرقمية في المجال العمراني تزيد صعوبة بمراحل متعددة عن مثيلتها في مجالات أخرى نتيجة للزيادة الكبيرة في كم البيانات والمعلومات المرتبطة بمثل هذه النماذج وصعوبات معالجتها من خلال الحاسب العادي بإمكانياته التي تعتبر محدودة – بالرغم من التطور الكبير في قدرات الحاسبات الشخصية في الوقت الحالي – مقارنة بالإمكانيات المطلوبة لإعداد و معالجة الكم الكبير من البيانات والمعلومات المطلوبة في مجال العمران[٣].

---

(٣) هناك عدد من الاتجاهات تهدف إلى التغلب على هذه الإشكالية.. أحدها يعتمد على تقنيات الألعاب الألكترونية لتحقيق العرض والإظهار السريع للنموذج والسماح بتداخل أكثر من مستخدم، و أخرى تعتمد على مفهوم دمج "الأدوات المعلوماتية" مع "الوثائق" التي يتم عرضها لتحقيق كفاءة وسرعة العرض والتعامل.

وهناك أسلوبان لإعداد النماذج الرقمية ثلاثية الأبعاد أحدهما يعتمد على إعداد النموذج الرقمي بطريقة تقليدية باستخدام أدوات وبرامج الحاسب الآلي المتاحة لذلك، والآخر يعتمد على تقنيات يمكن من خلالها أتمتة عملية إعداد النموذج الرقمي مثل تقنيات المسح الليزري ثلاثي الأبعاد.

١ – إعداد النماذج الرقمية باستخدام أجهزة المسح الليزرية ثلاثية الأبعاد

تقدم الماسحات الليزرية ثلاثية الأبعاد أداة جديدة ووسيلة هامة لدعم التقنيات التقليدية للرفع المساحي حيث يمكنها أرشفة العناصر التراثية بدقة عاليه وتكوين النماذج الرقمية ثلاثية الأبعاد لها.

تعتمد فكرة هذه الماسحات على تكوين "صورة" في الفراغ للعنصر التراثي مع اعتبار أن "إنشاء" هذه الصورة يتم بطريقة مختلفة تماماً عن طريقة التصوير التقليدية. ففي عملية التصور التقليدية يتم التقاط الصورة عن طريق "عدسة" الكاميرا التي تحدد مواصفات اللقطة ومن الممكن أن يحدث "تحريف distortion" للصورة يجعل من الصعب استخراج قياسات أو رسومات دقيقة منها، أما الماسحات الليزرية فتقوم بقياس المسافة بين جهاز الماسح إلى نقاط محددة على العنصر التراثي الذي يتم مسحه، وبعد تحديد هذه القياسات يتم التعبير عن العلاقات بين هذه النقاط في فراغ ثلاثي الأبعاد يتم تكوينه بواسطة الحاسب(٤).

من المهم عند استخدام الماسحات الليزرية اعتبار المميزات و القيود المرتبطة بذلك: فبالرغم من أن تميز هذه الماسحات بالدقة و السرعة في إعداد النموذج الرقمي حيث يمكنها

---

(٤) في مجال أخذ النقاط للماسحات الليزرية ثلاثية الأبعاد فإن كل نقطة يتم اخذ القياسات منها قد تعطى جزئية فقط من العنصر التراثي ويتطلب الأمر تغيير نقاط الرصد حتى يتم تغطية جميع أجزاء العنصر وربط هذه النقاط معاً بأساليب وتقنيات مختلفة لتكوين العنصر كاملاً بصورة رقمية في فراغ ثلاثي الأبعاد، وكلما زاد عدد النقاط و مواقع محطات المسح زادت دقة النموذج الناتج.

تسجيل آلاف النقاط للعنصر التراثي في البعد الثالث في الثانية الواحدة، ويعتبر التسجيل السريع للنقاط مناسب بصورة كبيرة لتوثيق التراث العمراني سواء على مستوى المواقع أو الحفريات أو المباني أو العناصر التراثية الأخرى، ومن جهة أخرى فإن هناك صعوبة وقيود تتعلق بالتعامل مع الكم الكبير من البيانات الناتجة عن عمليات المسح، فضلاً عن ارتفاع تكاليف الأجهزة الخاصة بالماسحات الليزرية واحتياجها لعناية كبيرة عند النقل والعمل عليها، وارتفاع تكلفتها.

و قد توسع استخدام الماسحات الليزرية ثلاثية الأبعاد و تطبيق تقنياتها في مجال التراث العمراني بصورة كبيرة حتى أصبحت مجال خصب لعمليات التجارب والأبحاث والمتوقع أن تتخذ لها موقع ثابت بين أدوات المسح الميداني وتكون متاحة بصورة أكبر وبإمكانيات أكثر وبأحجام أقل وبتكلفة معقولة في القريب العاجل.

٢- إعداد النماذج الرقميـــة بالطريقة التقليدية

تظهر أهمية إعداد النماذج الرقمية ثلاثية الأبعاد لعناصر التراث العمراني أو استكمال النموذج الناتج عن المساحات الليزرية بالطريقة التقليدية في حالات التراث العمراني المتدهور، أو غير المكتمل، أو حتى الذي تغيرت حالته بشكل أو بآخر عن حالته الأصلية، أو غير القائم كلياً. وفي كل هذه الحالات فإن النماذج الرقمية الناتجة تدعم عملية التخيل والتصور المطلوبة لإدراك ماهية هذا العنصر التراثي وأبعاده بصورة جيدة مع ضرورة وضع عدد من المفاهيم الهامة في الاعتبار عند إعداد النموذج نذكر منها التالي:

أ) **المصداقية**: في إعداد النموذج الرقمي لعنصر التراث العمراني. فيجب تحقيق نسب العنصر التراثي في الأبعاد الثلاثة بطريقة صحيحة بحيث أنه في حالة عدم توافر معلومات كافية أو موثقة عن العنصر التراثي فقد يكتفي بنموذج "كتلي" دون تفاصيل قد تؤثر بصورة سلبية على قيمته المدركة.

ب) **المرونة**: المرتبطة بعمليات الإعداد و المعالجة والعرض والتي توفر إمكانيات التفريق بين المراحل المختلفة لعنصر التراث العمراني (الأصل/ التدهور/ الوضع

الحالي) بحيث يمكن عرض كل منها على حدة مع البيانات والصور المصاحبة، وأيضاً توفير إمكانيات التفريق بين عناصر عنصر التراث العمراني (العناصر الوضع القائم / عناصر تم استكمالها لاستكمال صورته التي كان عليها على بالمراحل الزمنية المختلفة على مراحل متعددة) بحيث يمكن توظيف هذه النماذج خلال عملية العرض بالطريقة المطلوبة.

ج) **مستوى التفاصيل**: يعتبر من العوامل الهامة التي تؤثر على مراحل إعداد النماذج الرقمية ومعالجتها وعلى أسلوب العرض المقترح، وذلك نتيجة لارتباط درجة التفاصيل بعلاقة طردية مع حجم الملف الناتج، كما يرتبط أيضاً بالميزانية المتاحة لإعداد وعرض النماذج العمرانية لأنها تؤثر على نوعية الأجهزة والبرامج المستخدمة لإعداد النموذج ومعالجته وعرضه.

د) **"القيمة المدركة" للعنصر التراثي**: من الهام التأكيد عليها من خلال نمط العرض ومستوى التعريف بالعنصر التراثي بحيث يؤكد النموذج الرقمي جودة العمران "غير القائم" بصورة تتوافق مع المعلومات المتاحة والموثقة عنه.

هـ) **العناصر التكميلية للنموذج**: فهندسة الشكل للنموذج ثلاثي الأبعاد هي واحد من العناصر المستخدمة لتمثيل لغة العمران وهناك أيضاً عناصر أخرى هامة مثل الإضاءة، واللون،والمواد، والملمس، والفراغ، والوظيفة، والمحتوى الذي يوجد فيه العنصر التراثي.

تتطلب عمليات إعداد نماذج التراث العمراني مراجعتها بواسطة أخصائيين في مجالات متداخلة مثل العمارة والتاريخ والآثار؛ ولذلك غالباً لا تكون هذه النماذج "نهائية" بل تكون "شبه نهائية" نتيجة لمتطلبات التحديث و التعديل المستمرة لها بناء على هذه المراجعات.

ونظراً لانتشار وتنوع عناصر التراث العمراني بالمملكة وصعوبة توثيق وإعداد جميع مفردات وعناصر التراث العمراني بالمملكة في موقع واحد أوبواسطة مجموعة

واحدة فإن من المهم تكاتف وتكامل الجهود المطلوب بذلها بواسطة الجهات المرتبطة بمجال التراث العمراني لوضع "مقاييس ومعايير" محددة لعمليات الإعداد والعرض بحيث تضمن توافق وتكامل أعمال كل مجموعة من الناحية الجمالية والفنية والعلمية مع أعمال المجموعات الأخرى من جهة، وتوفر المرونة لعمليات التعديل والتحديث المطلوبة لها بواسطة مجموعات العمل المختلفة من جهة أخرى. هذا بالإضافة إلى ضرورة مراجعة وتحديث هذه المقاييس والمعايير بصورة دورية طبقاً للتوصيات الناتجة عن عمليات التطبيق الفعلي لهذه المقاييس والمعايير من جهة، ولاحتواء المتغيرات الناتجة عن التطور المستمر في أدوات وتقنيات الحاسب الآلي من جهة أخرى.

ثانياً: مفاهيم وتقنيات معالجة النماذج الرقمية للتراث العمراني وإعدادها للعرض

إن تقنيات الحاسب الآلي وتكنولوجيا المعلومات ما هي إلا أداة...ويمكن اعتبارها وسيلة لغاية أخرى، ولابد للفرد المستخدم لهذه الأداة أن يضيف إليها قيمة ما أو أن يبتكر طرق جديدة لأداء العمل والوصول للنتائج المستهدفة مع ضرورة الأخذ في الاعتبار أن هذه التقنيات والأدوات لن تغنى عن مسئوليات فهم منهج وأسلوب العمل المطلوب والذي يمكن اعتباره حجر الزاوية لنجاح أي عمل يتم باستخدام تقنيات الحاسب وتكنولوجيا المعلومات. و من هنا يمكن القول بأن المهارات والخبرات الذاتية للمستخدم تمثل المحددات الأولية لقيمة النتاج النهائي وإمكانيات الاستفادة منه بكفاءة. وكما قال "كين ساندرز" [٦]، فإن الفرد يحتاج للرجوع إلى المبادئ الأساسية عندما يكون بصدد تطوير نظم تستخدم كمداخل عامة للموضوع الذي يطور فيه.

وعلى هذا فإن هذا الجزء من البحث لا يهدف إلى وصف وسرد للمفاهيم المرتبطة بالأدوات التكنولوجية في إطار نظري بحت، ولكن حاول الباحثان ربط ذلك بالتطبيقات الفعلية التي يتوقع أن يتم استخدامها خلال المراحل المختلفة للنموذج المقترح للوصول إلى منتج نهائي ذو كفاءة ومرونة في مواجهة متطلبات المراحل المختلفة لهذا النموذج. وسيتم استعراض المفاهيم المرتبطة بثلاثة تقنيات أساسية في إطار النموذج المستهدف وهي تقنيات الوثائق المرتبطة، واللقطات البانورامية، وتقنيات الوسائط المتعددة والحقيقة الافتراضية.

١ – تقنيات الوثائق المرتبطة Hyper Documents

إن عملية التوثيق والمعالجة والعرض الرقمي في المجال العمراني تتطلب تكوين وثائق ذات كم كبير من المعلومات من جهة ، و ارتباط عدد كبير من الوثائق ببعضها البعض من جهة أخرى وذلك بهدف الاستفادة منها بالصورة المأمولة خلال عمليات العرض والتحليل والدراسة. أحد وسائل تحقيق ذلك يتم بتجزيء الوثيقة المطلوبة لعناصر التراث العمراني إلى أجزاء وربط هذه الأجزاء معاً بطريقة دينامية بحيث يمكن التنقل بين أي جزئية وأخرى ذهاباً وعودة بسهولة ويسر.

ومع أن الوثائق المرتبطة يختلف تعريفها طبقاً لعدة وجهات نظر تجريدية وتقنية و تطبيقية[٧](٥) ، فإن من المهم في إعداد هذه الوثائق ضرورة التحديد المناسب لقواعد الدمج بين الوثائق من جهة وتعريف الإمكانيات التقنية لتحقيق هذا الدمج من جهة أخرى.

وإذا وضعنا في الاعتبار أن عناصر التراث العمراني يجب اعتبارها وعرضها من عدة وجهات نظر وعلى مستويات مختلفة ، فإن الوثائق المرتبطة يمكنها تحقيق ذلك بسهولة في مجال واسع يتراوح بين شرح الموقع العام الإجمالي للمملكة أو الإقليم أو المدينة أو الموقع التراثي وحتى أدق التفاصيل الداخلية للعناصر. كما توفر الوثائق المرتبطة إمكانية دمج مداخل مختلفة لعرض التراث العمراني ، بالإضافة إلى دورها في تحفيز المستخدم على استكشاف الكتابات والصور وعلاقتها بالعناصر والأحداث المرتبطة بالتراث العمراني بسهولة ويسر.

---

(٥) من المنظور التجريدي تعرف بأنها "أداة معلوماتية لترتيب المعلومات"، و من منظور التقني تعرف بأنها "التغير في مسئولية تنفيذ عملية الربط بين الوثائق من الباحث نفسه ، إلى عنصر محدد يتم تحديده أتوماتيكياً بمجرد إصدار الأمر بذلك"، فالباحث تقليدياً كان يقوم بتنفيذ عملية الربط بنفسه بطرق ووسائل متعددة ، أما في حالة الوثائق المرتبطة فتتم عملية البحث بصورة أسرع وأفضل ، أما من المنظور التطبيقي للمستخدم تعرف بأنها " الوثائق التي تأخذ في الاعتبار تدخل المستخدم لكي تعيد توجيه عملية تدفق البيانات والمعلومات مباشرة طبقاً لاختياره" متخطياً بذلك التنظيم الخطي للدخول على واستخدام البيانات والوثائق الرقمية.

٢- تقنيات اللقطـــات البانورامية Panoramic Views

يعتبر التصوير الفوتوغرافي والرقمي أحد الطرق الفعالة لتسجيل وتوثيق التراث العمراني التي أسست موقع مميز لها بين تقنيات التوثيق المختلفة نظراً للميزات العديدة التي يتميز بها وأهمها السرعة في تسجيل الوضع الحالي للعناصر التراثية، كما يعتبر أحد الطرق الموثقة لتفسير وشرح حالة العنصر التراثي، إلى جانب دوره الهام في برامج الحفاظ على التراث العمراني، والاعتماد عليه في إعداد نماذج متعددة ثلاثية الأبعاد للعنصر التراثي، كما يتم استخدام الصور في رسم تفاصيل مختلفة للعناصر التراثية ورصد تغيرها على فترات مختلفة.

تعتمد تقنيات اللقطات البانورامية على تجميع عدد من الصور تعطي عند عرضها إحساس وتخيل فراغي للناظر أثناء حركة الصور أمامه. و تقدم هذه التقنيات وسائل جديدة لعرض التراث العمراني، كما تدعم في حالات متعددة تقنيات "الحقيقة الافتراضية" المعتمدة على الصور بمدخل لتوثيق وعرض التراث متخطياً مرحلة إعداد النماذج الرقمية وتوفير الوقت/ الجهد/التكلفة المستهلكة لإعداد مثل هذه النماذج.

وبالرغم من أن اللقطات البانورامية يختلف إعدادها وتكوينها طبقاً لأسلوب التقاط الصور المكونة لها[٦] أو طبقاً لنوعية الكاميرات المستخدمة[٨][٧]، فإن هناك العديد

---

(٦) هناك أسلوبان لالتقاط الصور المكونة للقطات البانورامية: الأول يعتمد على دوران الكاميرا حول محور العدسة في نفس موقعها، أما الثاني يعتمد على تثبيت نقطة الهدف للعنصر ودوران الكاميرا حوله بزوايا محددة.

(٧) هناك خمسة طرق لأعداد اللقطات البانورامية من منظور نوعية الكاميرات المستخدمة: الأولى تقليدية تعتمد على "قص" الصورة الناتجة بحيث تصبح طويلة وتعطى الإحساس بالبانوراما، والثانية مقطعية حيث تعتمد على التقاط مجموعات متسلسلة من اللقطات بكاميرا تلف حول محور العدسة الثابتة لها، وثالثة تعتمد على عدسة دوارة للكاميرا لالتقاط مجال رؤية يصل إلى ١٨٠ درجة، ورابعة تعتمد على نوعيات خاصة من الكاميرات يمكنها الدوران ٣٦٠ درجة بينما الفيلم داخلها يلف في نفس التوقيت في عكس اتجاه حركة الكاميرا، والخامسة تعتمد على تكوين البانوراما مباشرة باستخدام نوعيات خاصة من الكاميرات التي تتصل مباشرة بحاسب آلي.

من البرامج التي يمكن عن طريقها "تجميع" اللقطات الفردية وتكوين اللقطات البانورامية ، إلى جانب أن بعض مصنعي/منتجي الكاميرات يدمج برامج خاصة لذلك "مجاناً" مع الكاميرا. تقوم مثل هذه البرامج بثلاثة وظائف أساسية لتكوين البانوراما تتمثل في التسجيل والدمج والفرد :

أ) **التسجيل Registration**:هي عملية إيجاد الموقع الدقيق لتراكب الصور فوق بعضها البعض.

ب) **الدمج Blending**: هي عملية أخذ المعلومات من صورتين متراكبتين ودمجهم معاً في صورة واحدة لا يظهر فاصل فيها.

ج) **الفرد Warping** هي العملية الأخيرة لتكوين البانوراما على السطح المطلوب الذي قد يكون على شكل مكعب أو أسطوانة أو كرة.

و يمكن ربط أكثر من عرض بانورامي ببعضها البعض عن طريق تحديد نقاط ربط في كل بانوراما تشير إلى عنصر ربط عنصر آخر (راجع الوثائق المرتبطة). وبهذه الطريقة يمكن إعداد مسار حركي حول أو داخل عنصر التراث العمراني يتكون من عدد من العروض البانورامية المرتبطة ببعضها البعض.

٣- تقنيات الوسائط المتعددة والحقيقة الافتراضية Multi-media / Virtual Reality

يرتبط مفهوم الوسائط المتعددة بمعالجة وتوزيع ، ونشر معلومات مختلفة الوسائط يتم عرضها باستخدام "وسائط متعددة" تعمل معاً في "أبعاد متعددة" زمنية ، وفراغية ، ومنطقية ؛ بحيث يقوم المستخدم بتوظيف "أحاسيس متعددة" سمعية ، بصرية ، شعورية لفهم هذه المعلومات بالصورة المطلوبة. و باعتبار أن التراث العمراني له أبعاد زمنية وفراغية ومنطقية فإن تقنيات الوسائط المتعددة تعتبر مجالاً مناسباً لتسجيل وتوثيق وعرض معلوماته بكفاءة [٩].

لقد تطورت تقنيات الوسائط المتعددة بصورة كبيرة يعد أن تيسر التعامل مع الوسائط المختلفة ومعالجتها في صورة رقمية باستخدام الحاسبات الشخصية من جهة، وتوافرت البرامج المتخصصة لها من جهة أخرى. ومن جهة ثالثة فقد توافرت أيضاً إمكانيات إضافة وتكامل العناصر التكميلية مثل الصوت والملمس واللون وغيرها بحيث أمكن عن طريقها تحقيق "الواقعية" للبيئات الافتراضية والتعبير عنها بكفاءة عالية.

وباستمرار التطور في تقنيات الوسائط المتعددة ظهرت وسائل جديدة "للتفاعل" و"الانغمار" في بيئات افتراضية تحتوى على النماذج الافتراضية ثلاثية الأبعاد وأطلق على هذه التقنيات "تقنيات الحقيقة الافتراضية Virtual Reality" التي يتم فيها إعداد بيئات افتراضية ويتم التجول فيها بطرق وأدوات مختلفة، ويندرج تحتها تقنيات الحقيقة المختلطة Mixed Reality التي يتم فيها خلط العالم الحقيقي بالعالم الافتراضي بدرجات مختلفة، والحقيقة الممتزجة Augmented Reality التي يتم فيها "مزج" العالم الحقيقي بالعالم الافتراضي.

إن أحد أهم أهداف تقنيات "الحقيقة الافتراضية" أن تجعل المستخدم "يشعر" بأن البيئات الافتراضية التي يتم توليفها باستخدام الحاسب الآلي "واقعية" وذلك من خلال ثلاثة ديناميات أساسية :

أ) **ديناميات بصرية**: من خلال المظهر البصري الذي يسهل تحقيقه باستخدام تقنيات الحاسب المتعددة.

ب) **ديناميات جوهرية**: من خلال رد الفعل الطبيعي للمستخدم تجاه عناصر البيئات الافتراضية.

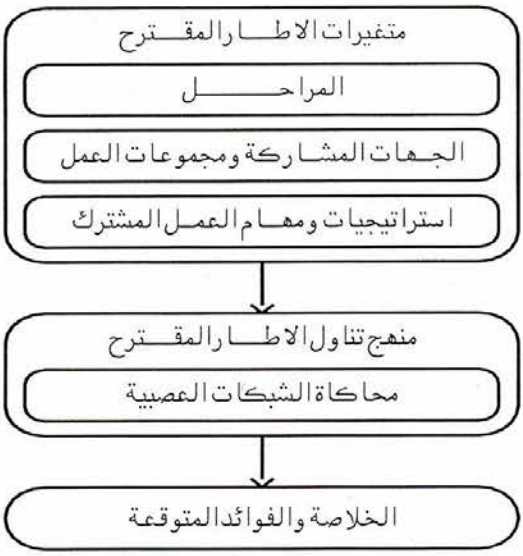
ج) **ديناميات ظاهرية**: من خلال رد الفعل الاستجابي نتيجة التفاعل مع عناصر البيئات الافتراضية.

تتميز تقنيات "الحقيقة الافتراضية" بخواص "الانغمار" داخل، و "التفاعل" مع النماذج من خلال أدوات متعددة تمكن المستخدم من تجربة المفاهيم والأفكار التجريدية بصرياً، وزيارة مواقع

للتراث العمراني قد يكون من الصعب زيارتها أو تكون غير موجودة في الوقت الحاضر، واختبار وتحليل عناصر التراث العمراني من وجهات نظر متميزة ومتفردة، إلى جانب إمكانياتها لعرض العناصر بدقة عالية وعلى مستويات مختلفة تبدأ من العرض على شاشات الحاسب الشخصي وحتى العرض في مراكز "الحقيقة الافتراضية" المتخصصة التي تجعل المستخدم "ينغمر" داخل التراث العمراني، الذي تم توثيقه وإعداده للعرض رقمياً، ويتجول فيه افتراضياً، ويتفاعل معه بأدوات ووسائل متعددة، واستخراج أنماط وصياغات من المعلومات طبقاً للمطلوب.

إطار النموذج المقترح لتوثيق وعرض التراث العمراني رقمياً

مما سبق يمكن طرح إطار النموذج المقترح على ثلاثة أجزاء - كما يتضح من الشكل رقم (٥) - يتم في الجزء الأول تناول متغيرات الإطار والمتمثلة في مراحله، والجهات المشاركة ومجموعات العمل، واستراتيجيات ومهام العمل المشترك، وفي الجزء الثاني يتم التطرق لمنهج تناول هذا الإطار وكيف يمكن محاكاة مفهوم الشبكات العصبية في هذا الجزء، ويستعرض الجزء الأخير الخلاصة العامة والفوائد المتوقعة.



الشكل رقم (٥). أجزاء إطار النموذج المقترح.

أولاً متغيرات الإطار المقترح

١- المراحل

يرتكز إطار النموذج المقترح على ثلاثة مراحل أساسية تتلخص في التجميع والتوثيق الرقمي، المعالجة والتجهيز و تكامل النظم، ثم العرض.

المرحلة الأولى: جمع المعلومات وتوثيقها رقميا: كما أشير في البحث فإن عمليات تمثيل وتوثيق التراث العمراني يجب أن تبدأ بإعداد قائمة بجميع مواقع التراث العمراني في كل إقليم أو منطقة أو مدينة بالمملكة وفي كل منها يتم إعداد قائمة فرعية تحتوى على المفردات المختلفة لعناصر التراث العمراني مع تحديد تصنيف مناسب للخصائص والحالات المختلفة لكل عنصر من عناصر التراث العمراني وتسجيل ذلك بأنماط وصياغات مختلفة، ويتم العمل طبقاً لمخطط مسبق للعمل الميداني ولاستراتيجيات استخدام التقنيات المختلفة بكفاءة، ومن ثم يتم أرشفة وتوثيق هذه البيانات والمعلومات رقمياً بالأدوات والتقنيات المناسبة وطبقاً للمعايير والدلائل الإرشادية المحددة.

المرحلة الثانية: معالجة وتجهيز المعلومات للعرض وتكاملها مع النظم المستخدمة: تتضمن مرحلة معالجة وتجهيز المعلومات مهام مثل إعداد النماذج الرقمية ومعالجة الصور وتجهيز البيانات المرتبطة بها، وتحسين وتطوير النماذج الرقمية والنماذج ثلاثية الأبعاد وإضافة المؤثرات المطلوبة عليها (إضاءة، مواد، ملمس، ...الخ)، وتجهيز العروض البانورامية لعناصر التراث العمراني القائمة "حقيقية"، وغير القائمة "افتراضية"، وقد تكون هذه العروض فردية أو متسلسلة بارتباط بين بعضها البعض/الحركية التي توضح مسارات محددة حول وداخل المواقع/ عناصر التراث العمراني ومحتويات متعددة الوسائط يمكن إنتاجها على أقراص مدمجة وأقراص فيديو/ متعددة الوسائط. و من ثم يتم تحقيق تكامل هذه المعلومات مع النظم المستخدمة بها مثل تكامل النماذج ثلاثية الأبعاد في بيئات افتراضية، والتحقق من البيئات التاريخية والعمرانية، والتكامل مع متطلبات مراكز الحقيقة الافتراضية التي قد يتم العرض فيها.

المرحلة الثالثة: عرض المخرجات الرقميـــة: والناتجة عن المرحلتين السابقتين وهناك العديد من الأساليب لتحقيق ذلك مثل الاستعانة بمراكز الحقيقة الافتراضية التي تمكن الزوار أن يتجولوا خلال عناصر التراث العمراني والتفاعل معه والانغمار فيه وخاصة إذا تكاملت مع بيئات افتراضية توضح وتؤكد على محتوى هذه العناصر التراثية والقيم المدركة لها، إلى جانب توفير إمكانية الحصول على وطباعة المعلومات المرغوبة بسهولة ويسر عن هذه العناصر، أو باستخدام أجهزة الإسقاط والعرض متعددة الإمكانيات، أو النشر على الأقراص المدمجة، أو على موقع/مواقع على الشبكة العالمية الموسعة بصور ووسائل مختلفة تشجع المهتمين والباحثين والدارسين والزوار للتعرف على التراث العمراني بالمملكة.

٢- الجهات المشاركة ومجموعات العمل

إن أحد أهداف البحث الفرعية يتمثل في تنسيق الجهود المبذولة لتوثيق التراث العمراني في أنحاء المملكة، و تشارك الجهات المعنية بالتراث العمراني وتعاونها في سبيل تطوير التراث العمراني والمحافظة عليه، بحيث يمكن تكوين قاعدة ولغة عمل مشتركة للتعاون بين كافة الجهات لتطوير المقاييس والنظم والمعايير المرتبطة بالتوثيق والعرض الرقمي للتراث، ويمكن تصنيف هذه الجهات بصورة أولية - طبقاً لما سبق عرضه - إلى ثلاثة مستويات كالتالي :

أ) **مستوى الهيئات والجهات الوطنية:** مثل المتاحف و المكتبات الوطنية، ووزارة الشئون البلدية والقروية، والأمانات بالمدن المختلفة، والهيئات العليا لتطوير المدن، وإدارة المساحة العسكرية، إلى جانب الجامعات والمعاهد المتخصصة.

ب) **مستوى المتخصصين المهنيين:** مثل متخصصي العمران، والآثار، والتاريخ، والثقافة، والتاريخ، والمساحة، وعلوم الحاسب الآلي والخبراء في تطبيقاته المختلفة *(الرسومات، و النماذج، و الوسائط المتعددة، و العروض الحركية والبانورامية، والنشر على الويب، .....)*، إلى جانب متخصصين في علوم المصطلحات المرتبطة بمختلف هذه التخصصات.

جـ) **مستوى العناصر التكميلية**: نجد أن هناك حاجة لتخصصات القانون *(دراسة وتصنيف الموارد الفكرية وحقوق الملكيات للوثائق المختلفة)*، وأيضاً تخصص المحاسبة *(متابعة وإدارة الموارد المالية)*، إلى جانب تخصص الإدارة *(لمتابعة وإدارة الموارد المختلفة المساهمة في المشروع)*.

ويمكن تقسيم هذه الجهات إلى ثلاثة مجموعات رئيسة يندرج تحت كل منها مجموعات فرعية يشتمل كل منها على عدد من التخصصات طبقاً لمهام العمل المناطة بها وذلك كالتالي:

أ) **مجموعة التحكم**: المرتبطة بوضع السياسات العامة ومتابعة سير المشروع وتحقيقه لأهدافه.

ب) **مجموعة المرجعيات**: المرتبطة بتحديد الاستراتيجيات والمعايير والدلائل الإرشادية ومتابعة تنفيذها.

ج) **مجموعة المشروع**: المرتبطة بتنفيذ السياسات والاستراتيجيات الخاصة بمهام العمل في مراحل المشروع المختلفة

٣- إستراتيجيات ومهام العمل المشترك

هناك خمسة مهام أساسية مقترحة خلال مراحل المشروع ترتبط الأولى بتأسيس لغة العمل المشتركة، والثانية بوضع المعايير والدلائل الإرشادية المرتبطة بعمليات التوثيق والعرض الرقمي، أما المهمة الثالثة فترتبط بالإعداد لعملية التوثيق الرقمي، والرابعة ترتبط بالتخطيط والإعداد للعمل الميداني ومخرجاته، بينما ترتبط الخامسة باستراتيجيات استخدام التقنيات في المراحل المختلفة. ويمكن تلخيص ذلك في التالي:

أ) **المهمة الأولى: تأسيس لغة عمل مشتركة بين كافة الجهات المشاركة**: تمكن المشاركين من مختلف التوجهات من التواصل على مستوى محدد. تبدأ عادة بعقد

عدة اجتماعات لممثلي كافة جهات المستوى الأول من المشاركين في المشروع يتم فيها الاستقرار على قاعدة مشتركة للإستراتيجيات المرتبطة بتحديد خطة العمل والجدول الزمني الأولي لمراحل المشروع المختلفة والتكلفة التقديرية لكل مرحلة. كما يتم في هذه المرحلة مناقشة ودراسة النواحي القانونية المرتبطة بعرض عناصر التراث الرقمي مثل حقوق الملكية الفكرية وحقوق الطبع وغيرها.

ب) **المهمة الثانية: وضع المعايير والدلائل الإرشادية**: لعمليات التوثيق والعرض سواء ما يرتبط منها بالنواحي التنظيمية أو المعلوماتية أو الإجرائية مع التركيز على الجودة التقنية خلال مراحل المشروع وتهدف أساساً إلى إرساء أفضل التوصيات المرتبطة بتنفيذ خطة العمل المقترحة بحيث تناسب كافة الجهات المشاركة وترتبط بمجالات متعددة مثل صيغة ونمط الملفات المستخدمة والناتجة، ونوعيات وأنماط البيانات والمعلومات المصاحبة لعناصر ومفردات التراث (كتابات، صور، وثائق، مخطوطات، نماذج رقمية ثلاثية الأبعاد...)، ومقاييس ومعايير جودة التوثيق الرقمي والمرئي لعناصر التراث العمراني. يتم إعداد مجموعات عمل فرعية لكل مجال يتم الاتفاق عليه لبحث الطرق والنماذج المستخدمة في الجهات المختلفة الرائدة في مجالها ومن ثم يتم استنتاج المعايير والمقاييس والدلائل الإرشادية المناسبة لأداء الأعمال والمهام المطلوبة في هذا المجال.

ج) **المهمة الثالثة: الإعداد لمرحلة التوثيق الرقمي**: حيث يتم تكوين عدد من مجموعات العمل من خبراء الجهات المختلفة وتخصيص وقت محدد لهم للاجتماع والتشاور بخصوص الإعداد للمهام المطلوبة وبحث أفضل طرق والمنهجيات لتنفيذها. والاتفاق على وصف مجموعات الوثائق التي ستحتويها قاعدة البيانات المقترحة، وكيفية تحقيق المشاركة الفعالة لهذه الوثائق بين الجهات المشاركة، ثم

تحديد مواصفات ومعايير الجودة الفنية للوثائق المطبوعة والرقمية التي سيتم استخدامها خلال مرحلة جمع المعلومات المرتبطة بالتراث العمراني وتوثيقها ومعالجتها وإعدادها للعرض.

د) المهمة الرابعة: التخطيط والإعداد للعمل الميداني ومخرجاته: مثل عمليات التصوير العادي و الجوى، وأعمال المسح لمواقع التراث العمراني وعناصره سواء باستخدام الطرق التقليدية أو باستخدام أجهزة المسح الليزرية ثلاثية الأبعاد. ويتم ذلك على أربعة خطوات متتالية تبدأ بعملية تصنيف وعنونة الأنماط المختلفة لعناصر التراث العمراني، ثم أسماء الملفات الناتجة وصلاحيات الدخول عليها والتشارك فيها طبقاً لطبيعة ونمط العنصر التراثي، وثالثاً تحديد أقل مستوى من عناصر المعلومات التي تصف وتعرف عناصر التراث العمراني، وأخيراً بحث كيفية فهرسة العناصر التراثية طبقاً للمفاهيم المرتبطة بها (كبديل عن عملية الفهرسة المرتبطة بمحتوى العنصر التراثي) وذلك لتوسيع مجال البحث وزيادة كفاءته.

هـ) المهمة الخامسة: تحديد استراتيجيات ومنهجيات استخدام التقنيات المختلفة: بناء على المعايير والدلائل الإرشادية التي يتم استنتاجها لكي يتم تطبيقها خلال عمليات نمذجة ومعالجة البيانات والمعلومات وتجهيزها للعرض والنشر وذلك خلال مراحل المشروع المختلفة. فعلى سبيل المثال:

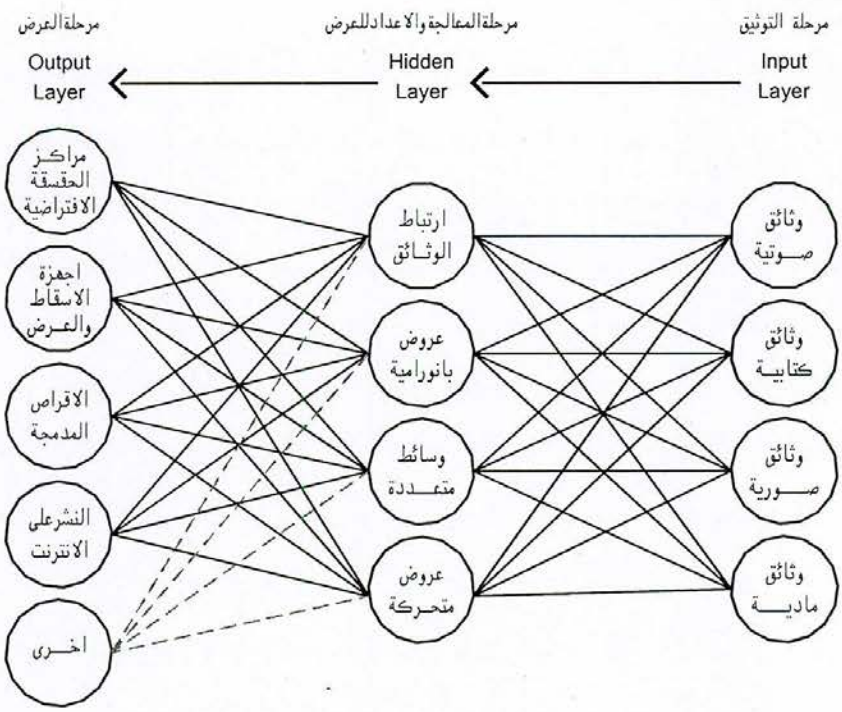
- في مرحلة إعداد نماذج لعناصر التراث العمراني يتم تحديد استراتيجيات استخدام تقنيات النمذجة المعتمدة على الصور وتقنيات إعداد النماذج ثلاثية الأبعاد التقليدية أو الآلية، وتقنيات استخدام اللغات المتعددة وإمكانية توفير حرية الاختيار للغة التعامل طبقاً لرغبة المستخدم.

- وفي مرحلة نمذجة وإدارة ومعالجة البيانات يتم تحديد الاستراتيجيات المرتبطة باستخدام قواعد البيانات للصور والنماذج ثلاثية الأبعاد، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) والتقنيات المرتبطة بأساليب البحث المختلفة وغيرها.
- وفي مرحلة العرض نجد الاستراتيجيات المرتبطة بتقنيات الحقيقة الافتراضية بمستوياتها المتعددة، وتقنيات الإسقاط الحديثة، وتقنيات الوسائط المتعددة وعروض الفيديو الرقمي، وتقنيات النشر على الشبكة العالمية الموسعة.

من المهم خلال أداء كل مهمة من هذه المهام إعداد تقارير دورية عن تقدم العمل وتقييم أداء الاستراتيجيات والدلائل الإرشادية والمعايير المتفق عليها ومدى تحقيقها للنتائج المستهدفة، وتطوير هذه الاستراتيجيات والدلائل الإرشادية والمعايير طبقاً لذلك وبصورة لا تؤثر على سير العمل أو الجدول الزمني للمشروع.

ثانياً: منهج تناول الإطار المقترح لنموذج توثيق وعرض التراث العمراني رقمياً

بالرغم من ثراء الأبحاث المرتبطة بالتراث العمراني وعناصره بالمملكة العربية السعودية إلا أن أهم ما يميزها هو التركيز على مناطق معينة ويغيب عن أغلبها النظرة الشاملة التي طرحها هذا البحث ببدء دعوة وطنية لتكاتف وتداخل جميع الجهات المرتبطة بالتراث العمراني والتعاون في إطار النموذج المقترح و الذي يتوقع أن يمثل نتاجه قاعدة معرفية شاملة عن التراث العمراني بالمملكة العربية السعودية، ووسيلة لزيادة إدراك وفهم العناصر التراثية، وأساس تعليمي و بحثي على المستويات المختلفة.



الشكل رقم (٦). شبكة العلاقات المركبة في منهج تناول إطار توثيق وعرض التراث العمراني رقمياً.

ومن واقع ما تم رصده وتحليله في الأجزاء السابقة للبحث، يمكننا محاكاة نماذج الحاسب الآلي المعتمدة على مفهوم "نماذج الارتباط" في طرح منهج تناول الإطار المقترح الذي يرتبط بمراحله السابق ذكرها كما يتضح في الشكل رقم (٦). حيث نجده يعتمد على ارتباط كل عنصر من عناصر كل مرحلة بجميع العناصر المشتملة في المراحل الأخرى في شبكة علاقات تحتوى على عدة روابط تمثل المدخلات وهي الجوانب المختلفة المكونة لمرحلة التوثيق الرقمي لمعلومات التراث العمراني، و عدة روابط تمثل المخرجات وهي تمثل أساليب العرض النهائي لهذه العناصر، وبينهما يوجد عدة روابط إضافية لمعالجة وإعداد المعلومات للعرض.

ثالثاً: الخلاصة والفوائد المتوقعة

توصل البحث عبر أجزائه المختلفة إلى مجموعة من الأسس النظرية والمفاهيم والتقنيات التي اتخذت أهميتها في أنها جميعاً تصب في صياغة متغيرات إطار نموذج عرض وتوثيق التراث العمراني المقترح من جهة، وتشكل أجزاؤه المختلفة من جهة أخرى: فقد مهد الجزء الأول للبحث واستعرض الأمثلة السابقة المشابهة و بيان التحديات والمعوقات المتوقعة، ومن ثم تم تحديد الأهداف والأهمية البحثية على المستويات المختلفة. وفي الجزء الثاني من البحث تم استعراض الأسس النظرية لتمثيل وتوثيق مفردات التراث العمراني رقمياً، بينما اختص الجزء الثالث بالمفاهيم والتقنيات المستخدمة لإعداد وعرض النماذج الرقمية للتراث العمراني، وقاد كل ذلك إلى الجزء الأخير الذي اختص بعرض متغيرات إطار النموذج المقترح لتوثيق وعرض التراث العمراني رقمياً.

هناك العديد من الفوائد المتوقعة لتطبيق هذا النموذج الذي يفتح المجال لمحاور أبحاث مستقبلية في مجالات مختلفة لتطوير وصيانة التراث العمراني بالمملكة نذكر منها التالي:

١- الدعوة لبدء مشروع وطني لبناء قاعدة معلومات وموسوعة رقمية تفاعلية عن التراث العمراني بالمملكة تتوحد فيه الجهود والأنساق الفكرية لكافة الجهات المعنية بالتراث و يستفيد منها كل المتخصصين والباحثين والطلاب والزوار والمهتمين.

٢- يمكن لإطار النموذج المقترح أن يقود التطور العمراني بالمملكة والأبحاث المرتبطة به إذا ما تم توظيفه بكفاءة وتوفير إمكانيات الوصول إليه من أي مكان في العالم بواسطة المستخدمين والمتخصصين والعلماء والمهندسين والطلاب، والمدرسين وغيرهم من المهتمين والزوار وتداخلهم في مناقشات حوله لزيادة التعريف بتراث المملكة العمراني وتشجيع الأبحاث المرتبطة بتطوير عناصره والمحافظة عليها، وخاصة إذا أمكن تحقيق مفهوم تعدد لغات العرض، وتوفير إمكانيات الحصول على مخرجات متعددة النوعيات والصياغات.

٣- إن تطوير أساليب العرض لهذا التراث العمراني الرقمي طبقاً لما تم الإشارة إليه في البحث قد يمثل خطوة هامة لدخول المملكة إلى عالم " السياحة الافتراضية" الذي بدأ ظهوره بالفعل في بعض الدول الأخرى والذي يهدف إلى تمكين "السائح" من الدخول عن بعد للمواقع التراثية القائمة/المغلقة/الممنوع دخولها/المتهدمة، طبقاً للسياسات المتبعة أو المرغوبة في هذا الشأن..وبهذا يزيد من إمكانيات التعريف بها من جهة ويساهم في الحفاظ على هذه المواقع من الآثار السلبية للزيارات السياحية الفعلية لبعضها من جهة ثانية، ويمكن الزوار الذين قد يكون لديهم مشكلات صحية أو لا يستطيعون التجول الفعلي بتنفيذ جولات افتراضية لرؤية الموقع وعناصره وتساعدهم على اختيار ما يرغبون رؤيته فعليا بعد ذلك.

٤- يمكن استخدام المفهوم السابق أيضاً لتطوير مفهوم "المتاحف الافتراضية" حيث يتم مسح محتوياتها بماسحات ليزر عاليه الدقة واستكمال النماذج ثلاثية الأبعاد الناتجة بعناصر الإضاءة والمواد والملمس وغيرها ومن ثم جعلها ضمن أحد موديولات النموذج المقترح ليمكن لأي زائر الدخول لهذا المتحف الافتراضي والتجول داخله.

إن نجاح الجهود وتكاتفها ستؤدى حتماً إلى إتاحة المعلومات الخاصة بالتراث العمراني للمملكة لجميع المهتمين سواء المتخصصين أو العامة أو الطلاب و غيرهم بالصورة التي يمكن عن طريقها زيادة الإدراك بأهمية الحفاظ على وتطوير التراث العمراني بالمملكة لعناصر كل جهة، إلى جانب استكمال وتواصل التعاون في إضافة وتحديث المعلومات المتصلة بالتراث العمراني بناء على الاستراتيجيات والدلائل الإرشادية التي تم إرساء قواعدها والاتفاق عليها وتقييمها خلال مراحل المشروع.

المراجـــــــع

[١] Nagnath R. Ramdasi, "Visualization Indian Heritage Digital Library Metaphor", in International Cultural Heritage Informatics Meeting (ICHIM01), September 3-7, 2001. (http://www.archimuse.com/ichim2001/abstracts/prg_115000641.html)

[٢] Bibliotheca Alexandrina, Center for Documentation of Cultural & Natural (http://www.Cultnat@mcit.gov.eg)Heritage.

[٣] Cain, Kevin, Martinez, Philippe and Munn Jerald, "Digital Documentation for the Zawiya and Sabil of Sultan Farag ibn Barquq, Cairo", Institute for the Study and Integration of Graphical Heritage Techniques *(INSIGHT)*, 2000. (http://www.insightdigital.org/papers.htm)

[٤] Mintzer,C. and others, "Toward on-line, worldwide access to Vatican Library", IBM Journal of Research and Development, Volume 40, Number 2, 1996. (.http://www.research.ibm.com/journal/rd/402/mintzer.html)

[٥] Royal Library of Sweden, The DigiCULT project. (.http://www.kb.se/ENG/kbstart.htm)

[٦] New York : John Wiley & Sons, 1996. .Sanders, Ken, *The Digital Architect*

[٧] Paraizo, Rodrigo, "Urban Heritage Representations in Hyper documents", UNESCO Virtual Congress, *Heritage Management Mapping: GIS and Multimedia*, Alexandria Library, Alexandria, EGYPT, 21-23 October 2002, (.http://www.patrimoinemondialvirtuel.org/index.cfm?pg=PapersProjects&l=en)

[٨] Pomaska, Guenter, "Documentation and internet Presentation of Cultural Heritage Using Panoramic Image Technology", The International Committee for Architectural Photogrammetry (CIPA),The ICOMOS / ISPRS Committee for Documentation of Cultural Heritage http://cipa.icomos.org/papers/1999cd/artigos/04/O_Pomask.pdf

[٩] Marcos, A. Fernandes, Bernardes, Paulo & Sa Vitor, "Multimedia Technology and 3D Environments used in the Presentation and Dissemination of Portuguese Cultural Heritage", Educational Technology, Vol III, ISBN Colección-84-95251-76-0, 1335-1339. .http://www.ccg.pt/Publications/_PDFs/Publications/2002/ArtigoCG-RV_final.pdf

Technology of Digital Urban Heritage: Towards an Interactive Model for Documenting and Presenting Urban Heritage

Abd-Al-Rahman H. Al-Harkan and Ahmed Omar M. Sayed

College of Architecture & Planning
King Saud University
(Recieved 4/9/1423; accepted for publication 17/1/1425H)

Abstract. Urban Heritage is considered as one of the important cultural issues that reflects the urban identity of any region, in addition to its importance as an information resource related to urban history on which basic principles and criteria of modern urban development studies in this region should be based and concluded.

Nowadays, in spite of the dominance of technology in most aspects of our life, specially those related to the on going information and communication revolutions, the observer of the urban heritage in the kingdom –from this point of view- could conclude that the process of documenting and presenting this heritage has not fully utilized technology power and potentialities.

Hence, this paper aims to reach a framework for an interactive model(s) of digital documentation and presentation of urban heritage utilizing concepts related to "Virtual Reality" by which it could be presented in varieties of ways, approaches and media, remotely accessed and fully or partially immersed in, in addition to the ability of getting required information and studying its elements and components textually, auditory, or visually.

The prospected model could share an effective role in increasing understanding urban heritage, its cultural and scientific dimensions, in addition to the vital role it could play in encouraging tourism in the kingdom. The researchers believe that if the thought pattern and efforts of all agencies related to the process of documenting, preserving, evaluating and developing urban heritage could be unified in this field, it could be considered as a national project to build a heritage interactive information base and encyclopedia by which all specialists, researchers, students, visitors and all interested persons could efficiently utilize the potentialities of urban heritage from this point of view.