رقمنة الخرائط التاريخية: خارطة دمشق القديمة نموذجاً

د. عمر محمد الخليل* **د. أحمد سلمان علي****

الملّخص

نظم المعلومات الجغرافية التاريخية Historical Geographic Information System (HGIS) هي مجموعة من المعلومات الرقمية التي تخص الأماكن التي تغيرت مع الزمن. وهذه المعلومات لها مصادر عدة، ومن أهمها الخرائط التاريخية التي تخص هذه الأماكن. فالخرائط التاريخية تحتفظ بمعلومات غير متوافرة في مصادر أخرى مثل أسماء الأماكن، والحدود والسمات الفيزيائية التي عُدِّلَتْ أو أُزيلَتْ بفعل التطور المعاصر. كما تبيّن الخرائط التاريخية مواقف صانعيها وتقدم رؤيتهم لزمنهم.

اِقْتُرِحَ في هذا البحث آلية لإنشاء نظم معلومات جغرافي تاريخي مبسّط لمدينة دمشق القديمة؛ وذلك انطلاقاً من خارطة فرنسية قديمة للجزء المركزي لهذه المدينة تعود للعام 1912، ومقياسها 1/10000. تقوم الفكرة على الإرجاع الجغرافي للخارطة بمساعدة نقاط ضبط تم الحصول عليها من أورثوفوتو رقمي Digital Orthophoto حديث لمدينة دمشق ومن ثم اِسْتُخْدِمَتْ بوصفها مصدراً توثيقاً وصفياً وهندسياً بمساعدة نظام المعلومات الجغرافي. قُورِنَتِ الخارطة الرقمية الناتجة بخارطة رقمية حديثة لمدينة دمشق القديمة منجزة باستخدام برنامج نظم معلومات جغرافية وذلك للحكم على دقة المعطيات الهندسية المقتطعة من الخارطة القديمة، ولتعرّف على كيفية تطور هذه المدينة خلال ما يقارب قرن من الزمان.

طُبِقَّتِ المنهجية نفسها على الخارطة التاريخية الخاصة بمدينة بصرى الشام القديمة؛ وذلك انطلاقاً من خارطة فرنسية قديمة للمدينة تعود لبدايات القرن الماضي ومقياسها 1/5000. كان الهدف هنا إنشاء نظام معلومات جغرافي آثاري لهذه المدينة انطلاقاً من الخارطة التاريخية.

الكلمات المفتاحية : خارطة تاريخية، نظم معلومات جغرافية، أورثوفوتو، إرجاع الخرائط.

* أستاذ مساعد في قسم الهندسة الطبوغرافية– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.

** مدرّس في قسم الهندسة الطبوغرافية– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.

1- المقدمة:

تقوم فكرة نظم المعلومات الجغرافية التاريخية Historical Geographic Information Systems (HGIS) على استشعار التغيرات المكانية خلال الزمن. ويكون ذلك عبر مزج الطرائق التاريخية بتقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS؛ ممَّا يمكّن من تطوير طرائق تحليلية إبداعية في البحث التاريخي. وعادةً ما يتطلب إنجاز هذا النوع من النظم التعاون بين العديد من مجالات البحث، وعلى الأخص بين العلوم المكانية Geomatics والعلوم التاريخية.

إن نظم المعلومات الجغرافية هي تقنية تخريط Mapping وتحليل تستخدم الحاسوب وتمكّن من ربط سمات الخارطة (النقاط، والخطوط والمناطق) مع المعلومات الوصفية الخاصة بالأماكن، مثل: عدد سكان المدن، وحدود السرعة على الطرق الدولية، أو استعمالات الأراضي. إن أنواع المعلومات التي يمكن للـ GIS أن يحويها غير محدودة، وعندما تربط هذه المعلومات بسمات الخارطة، فإن GIS يوفر لنا العديد من أدوات التحليل الفعالة. فقد اِسْتُخْدِمَتْ GIS في العديد من مجالات البحث الأكاديمية و الصناعية من أجل العديد من التطبيقات. وفيما يخص الـ HGIS فإنه يقوم على استخدام تقنية الـ GIS في البحوث التاريخية وهنا يُضافُ البعد الزمني إلى العلاقات المكانية [3].

من وجهة نظر العلوم المكانية، فإنَّ من المستحيل إنجاز نظم المعلومات الجغرافية التاريخية من دون خرائط تاريخية تغطي المنطقة المدروسة وتوثقها في مراحل تاريخية متعددة. فهذه الخرائط تسجل معلومات أساسية من أجل إعادة بناء الماضي سواء كان ذلك لبلدة، أو مدينة أو دولة، وعادةً ما تحتفظ الخرائط التاريخية بمعلومات لا توفرها المصادر المكتوبة الأخرى، مثل: أسماء الأماكن، والحدود والسمات الفيزيائية Physical features التي تُعَدَّلُ أو تُزالُ بفعل التطورات الحديثة. ومن ناحية أخرى، تعطينا دقة الخرائط التاريخية فكرةً عن الأساليب التقنية والفهم العلمي في زمن إنشاء هذه الخرائط [2]. تعدُّ استعادة الخرائط التاريخية من الأرشيف و رقمنتها واحدةً من أساسيات الـ HGIS. إن التخريط الموضوعي Thematic mapping للمعطيات التاريخية (مثل الإحصائيات السكانية، والمعطيات الاقتصادية، وأنواع الزراعات، ..الخ)، الذي يمكننا GIS من إنجازه، يمكن أن يكشف أنماطاً لم تعرف من قبل. ومن ناحية أخرى، تمكننا أدوات التحليل الفعالة للخرائط التاريخية المرقمنة المتاحة في GIS من فهم الماضي بشكل أشمل.

لتوضيح الأفكار السابقة، اِقْتُرِحَتْ في هذا البحث آلية لإنشاء نظم معلومات جغرافي تاريخي مبسّط لمدينة دمشق القديمة. الفكرة تقوم على استخدام خارطة متوافرة في الأرشيف للجزء المركزي من مدينة دمشق موضوعة من قبل الفرنسيين في العام 1912 و مقياسها 1/10000. هذه الخارطة ستشكّل بعد إرجاعها Geo-referencing، مصدراً للمعلومات المكانية كلّها والوصفية اللازمة لإنشاء نظم معلومات جغرافي تاريخي يخص زمن وضع الخارطة. من الممكن استخدام منتجات هذه المعالجة في أعمال مقارنة وتحليل تهم الباحثين في تاريخ مدينة دمشق. طُبِّقَتِ المنهجية المقترحة نفسها على خارطة تاريخية ثانية لمدينة بصرى الشام القديمة. الهدف هو إنشاء نظام معلومات آثاري تاريخي للمواقع والمنشآت الأثرية لهذه المدينة انطلاقاً من الخارطة التاريخية.

2- أهمية البحث وأهدافه:

تعدُّ الخرائط التاريخية مصدراً مهماً للحصول على المعطيات الوصفية والهندسية ثنائية البعد التي تخص السمات التاريخية الموثقة في هذه الخارطة. هذا وتعتمد نوعية هذه المعطيات على غنى الخارطة بالمعلومات الوصفية، وعلى دقتها الهندسية التي تتبع للتقنيات

المستخدمة في إنشائها لمقياسها. إن اقتطاع هذه المعطيات وتخزينها ضمن نظام معلومات جغرافي يمكننا من القيام بالعديد من الدراسات والتحليلات التاريخية والسكانية، وكذلك استشعار التغيرات العمرانية الناجمة عن التطور عبر الزمن ورصدها.

هَدَفَ هذا البحث إلى ما يأتي:

1. إظهار أهمية الخرائط التاريخية في الحصول على معلومات ذات طابع زمني أو تاريخي.
2. توضيح التكامل بين مصادر المعلومات المتنوعة، الحديثة منها و القديمة، في إرجاع الخرائط التاريخية وتحضيرها لاقتطاع المعطيات.
3. توضيح فعالية بعض إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية في وضع الخرائط التاريخية ضمن مرجعها الجغرافي الصحيح عبر عملية الإرجاع الجغرافي، وتقييم دقتها الهندسية.
4. مساعدة العاملين في مجال البحوث التاريخية على الحصول في المعطيات الوصفية والهندسية التي تخص حقبة الخرائط التاريخية التي يمكن لهم استخدامها في القيام بالعديد من التحليلات والاستنتاجات بمساعدة أدوات نظام المعلومات الجغرافية.
5. التمكن من مقارنة الخرائط التي تخص المنطقة نفسها التي تعود لمراحل تاريخية مختلفة.

3– طرائق البحث ومواده:

إن الدقة الهندسية للخرائط التاريخية ليست عالية؛ وذلك بسبب بدائية التجهيزات المستخدمة في إنتاجها، وكذلك التشوهات (تمدد وتقلص) الناتجة عن عدم توافر شروط التخزين الملائمة. كما يمكننا أن نضيف مسألة الضياع في المعلومات الناجمة عن تلف بعض أجزاء هذه الخرائط، وكذلك الانخفاض في الدقة الناجم عن عملية المسح الضوئي Scanning لهذه الخرائط. ومن ناحية أخرى، لا يوجد توضيح كافٍ لنوع الارتسام Map projection المستخدم في إنجاز هذه الخرائط. ولكن يمكن لهذه الخرائط أن تؤدي دوراً مهماً جداً في التطبيقات التي لا تتطلب دقةً هندسية عالية، ومنها: البحوث التاريخية التي تهتم –عادةً– بظواهر ذات أبعاد كبيرة؛ مما يحدّ من تأثير العوامل السابقة في نتائج هذه التطبيقات. كما تتوافر سمات معينة في الخرائط التاريخية حافظت على وجودها عبر الزمن وذلك مثل المواقع الأثرية (حالة المسجد الأموي والقلعة في مدينة دمشق القديمة مثلاً) التي يمكن أن تؤدي دوراً مهماً في عملية توقيع هذه الخارطة في مرجعها الجغرافي الصحيح (في حال عدم وضوحه على هذه الخرائط). فهذه السمات تؤدي دور معطيات الضبط Control data في عملية الإرجاع و يمكن استقراؤها من خرائط حديثة، أو من صور جوية، أو مرئيات فضائية مرجعة للمنطقة التي تغطيها الخرائط التاريخية.

فيما يخص المعطيات الوصفية المتوافرة في الخرائط التاريخية فهي تتمثل بأسماء الأماكن و قد تستخدم بعض الرموز للدلالة على أماكن ذات صفة محددة مثل المنشآت الدينية والحكومية مثلاً.

يقوم هذه البحث على فكرة إرجاع خارطة تاريخية للجزء المركزي لمدينة دمشق القديمة، وذلك باستخدام أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية التجارية ومعطيات ضبط مستقرأة. وبعد ذلك حُكِمَ على الدقة الهندسية للخارطة الناتجة، ومدى كماليتها (توثيقها للسمات المهمة المتوافرة في زمن إنشائها) عبر مقارنتها بخارطة أخرى حديثة اِقْتُطِعَتْ من مرئية فضائية مرجعة، لها دقة تمييز هندسية Geometric resolution مساوية إلى 1 متر. أُنْشِئَتْ هذه المرئية، باستخدام المعطيات الآتية [1]:

1. صورة فضائية (IKONOS) بانكروماتيك لدمشق بقدرة تمييز مكانية قدرها (1m).
2. صورة فضائية (IRS) ملونة (ثلاثة باندات) لدمشق ذات قدرة تمييز مكانية قدرها (5m).

عُولِجَتْ أولاً الصور الفضائية عبر دمج الصورة الفضائية الملونة العامودية المصححة ذات القدرة التمييزية 5 م مع الصورة الفضائية العامودية المصححة البانوكروماتيك ذات القدرة التمييزية 1 م. وذلك باستخدام البرنامج ERDAS. عُولِجَتْ الصورتان باستخدام تعليمة Resolution Merge. بعد عملية الدمج هذه حصلنا على صورة فضائية ملونة عمودية مصححة بقدرة تمييزية 1 م. اِقْتُطِعَتْ بعد ذلك المعلومات المكانية والوصفية من الخارطة التاريخية، ونُظِّمَتْ ضمن قاعدة بيانات Database. هذه القاعدة يمكن أن تشكّل لاحقاً الأساس لبحوث تتعلق بتاريخ هذه المدينة وتطورها العمراني.

3- النتائج والمناقشة:

3-1- تحضير الخارطة التاريخية لمدينة دمشق القديمة لاقتطاع المعطيات:

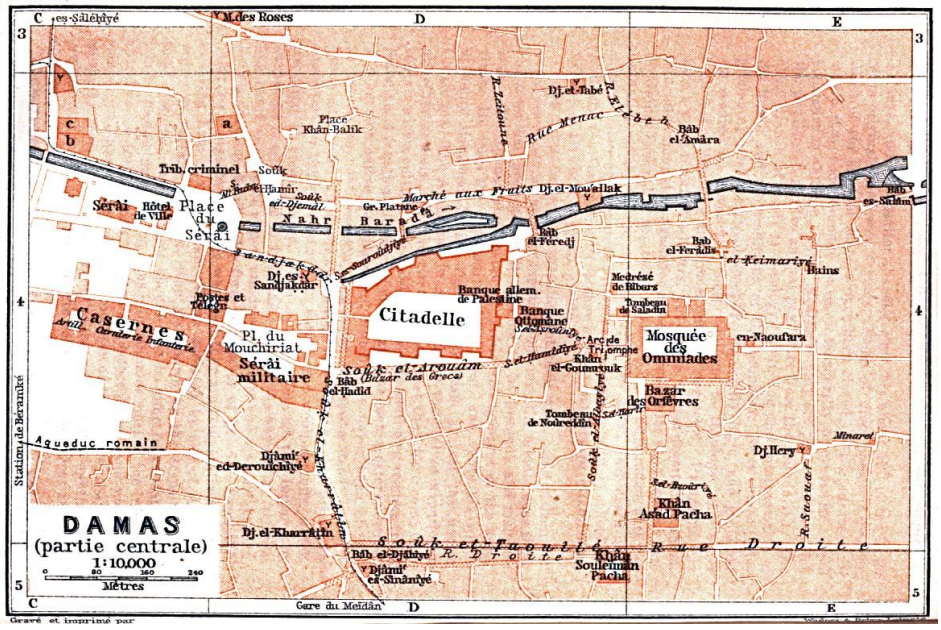
تشمل الخارطة موضوع الدراسة الجزء المركزي لمدينة دمشق القديمة، وقد وُضِعَتْ في العام 1912 من قبل جغرافيين فرنسيين، وهي تشمل منطقة أبعادها التقريبية هي 1.5 km x 0.9 km. أمَّا نظام الارتسام الذي وُضِعَتْ هذه الخارطة فيه، فهو غير محدد عليها، كما لا يتوافر معها مفتاح خارطة، ولكن مقياسها معروف، وهو 1/10000 (أنظر الشكل رقم (1)). حُضِّرَتِ الخارطة لاقتطاع المعطيات عبر الخطوات الآتية:

✓ **المسح الضوئي للخارطة التاريخية:**

يعدُّ تحويل الخرائط التاريخية الورقية إلى صيغة رقمية ديناميكية واحدةً من المهام الأساسية لإنشاء نظم المعلومات الجغرافية التاريخية. وهنا يبرز السؤال المهم الآتي: ما علاقة دقة التمييز الهندسية للخارطة الممسوحة ضوئياً (التي ستكون بصيغة نقطية خلوية Raster)، ومقياس الخارطة المتجهية Vector التي من الممكن إنجازها من هذه الخارطة؟ علماً بأن المعلومات أو السمات التي يمكن اقتطاعها من أية خارطة ممسوحة ضوئياً تتبع لدقة التمييز الهندسية لهذه الخارطة، ولمقياس الخارطة المتجهية الممكن إنجازها من هذه الخارطة. في الواقع، نجد أنه من الصعب وضع علاقة خطية بين مقياس الخارطة ودقة التمييز اللازمة. إن أصغر عنصر يمكن تعرّفه يجب أن تكون أبعاده 0.25 mm (1/4) على الأقل ضمن مقياس الخارطة. و من هنا، يمكن تقدير قيمة دقة التمييز اللازمة بحسب العلاقة الآتية:

$$GR = \frac{1}{5} \times 0.25\ mm \times Map\ Scale$$
$$= 5 \times 10^{-5} \times Map\ Scale\ \ (in\ meter)$$

إذْ GR هي دقة التمييز الأرضية Ground Resolution. وفي الحالات كلّها، يكفي استشعار السمات في شروط راديومترية جيدة لتوثيق العناصر التي أبعادها أكبر بمرتين أو ثلاث مرات من دقة التمييز. و هذا يعني أن دقة تمييز البكسل المساوية إلى 1.5 متراً ستكون كافية لإنتاج خريطة متجهية من المقياس 1:10000؛ وذلك انطلاقاً من الخارطة الممسوحة ضوئياً بأبعاد للبكسل من الفئة 150 ميكروناً. ولهذا مُسِحَتِ الخارطة ضوئياً باستخدام ماسح ضوئي يمنح دقة تمييز تتناسب مع التفاصيل التي تحويها خارطة من المقياس 1/10000.



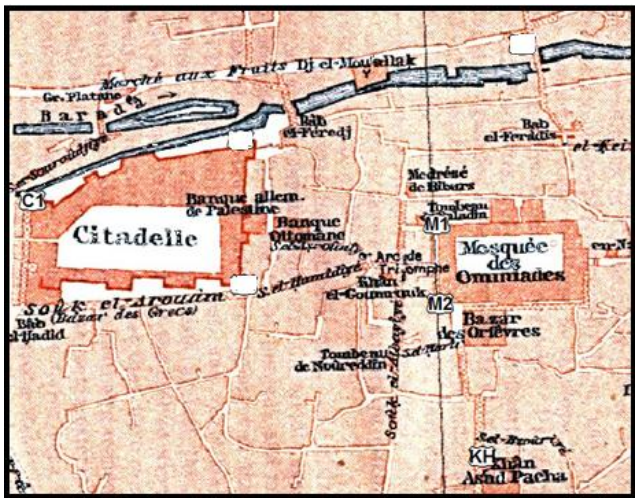
الشكل (1). الخارطة الفرنسية للجزء المركزي لمدينة دمشق التي تعود إلى العام 1912.

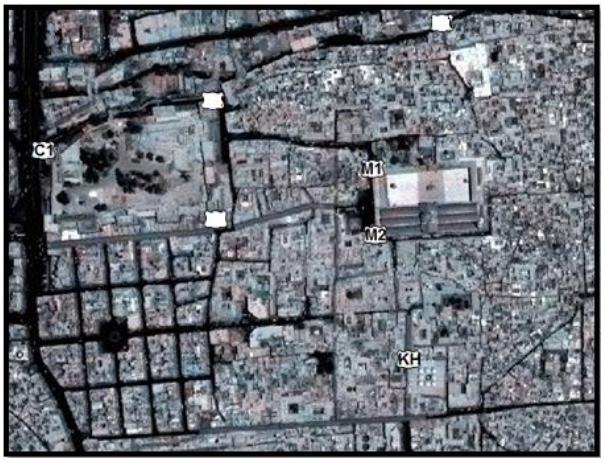
✓ **الإرجاع الجغرافي للخارطة التاريخية:**

الهدف من هذه الخطوة هو وضع الخارطة التاريخية ضمن حيزها الجغرافي الصحيح. وللقيام بذلك تلزمنا مجموعة من نقاط الضبط Control points المعروفة ضمن نظام ارتسام معين. ولأننا لا نعرف نظام الإسقاط المستخدم للخارطة التاريخية، افترضنا أنه نظام الارتسام الستيريوغرافي Stereographic projection. قمنا بالحصول على إحداثيات نقاط الضبط عبر البحث عن نقاط معالم مميزة في الخارطة، ومن ثم البحث عنها واستقراء إحداثياتها من أورثوفوتو رقمي مرجع لمدينة دمشق ضمن نظام الإسقاط الستيريوغرافي. هذه المعالم هي: قلعة دمشق، والجامع الأموي وخان أسعد باشا العظم. نبيِّن فيما يأتي جدولاً بإحداثيات هذه النقاط (الجدول 1) مع مواقعها على الخريطة وعلى الأورثوفوتو (الشكل 2) :

الجدول (1).إحداثيات نقاط الضبط في جملة الإحداثيات الستيريوغرافية

رقم النقطة	X (m)	Y (m)
C1	-264715.743	-72586.762
M1	-264246.783	-72613.844
M2	-264242.374	-72707.057
KH	-264194.508	-72884.791

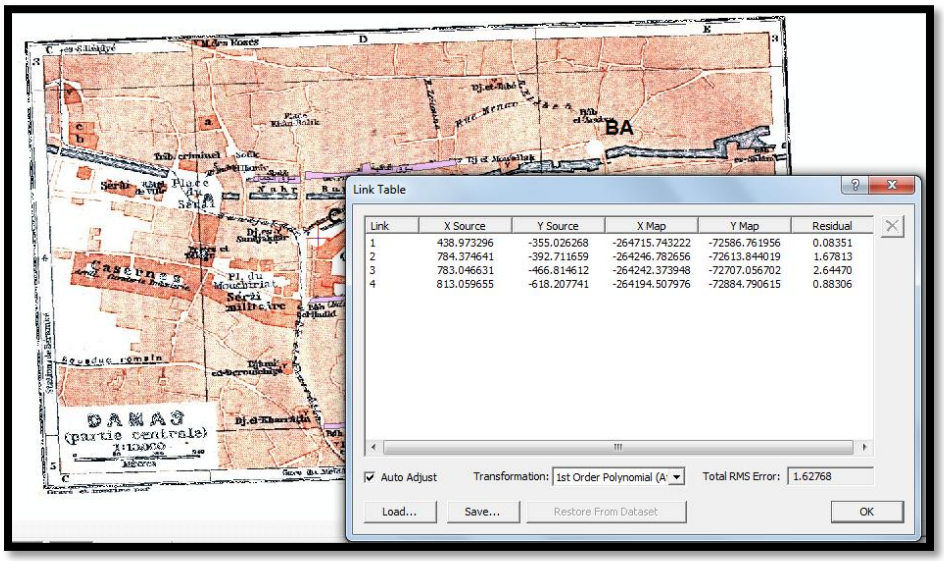




الشكل (2). توزع نقاط الضبط على الخارطة التاريخية و على الأورثوفوتو

لإنجاز عملية الإرجاع اِسْتُخْدِمَ التطبيق ArcMap الخاص ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 9.3، وهنا اِسْتُخْدِمَ نقاط الضبط لبناء تحويل كثير الحدود يقوم بتحويل الخارطة الممسوحة ضوئياً من نظام إحداثيات إلى نظام إحداثيات آخر. وكلما زاد عدد هذه النقاط ارتفعت معه درجة التحويل كثير الحدود الذي يمكن أن نطبقه، وارتفعت بذلك دقة الإرجاع وتصحيح التشوهات الموجودة في الصورة [1].

ولمّا كان يتوافر في مثالنا 4 نقاط ضبط فقط، فقد طُبِّقَ تحويل كثير حدود من الدرجة الأولى وهو التحويل المثيل Affine transformation. ولابد من الإشارة إلى أنه عند اشتقاق صيغة عامة وتطبيقها على نقاط الضبط فإن هذا ينتج خطأ أو راسباً Residual. وهذا الخطأ هو الفرق بين الموقع الحقيقي للنقاط وبين الموقع الحالي الذي تم تعيينه، وهذا مبيّن في الجدول (2). هذا ويمكن إزالة الروابط (أو إخراج نقطة الضبط المعنية من الحساب) إذا كان هذا الخطأ كبيراً أو تُضافُ نقاط ضبط إضافية. في مثالنا أُرْجِعَتِ الخارطة الممسوحة ضوئياً باستخدام تحويل كثير الحدود من الدرجة الأولى فحصلنا على النتائج الآتية (الشكل 3):



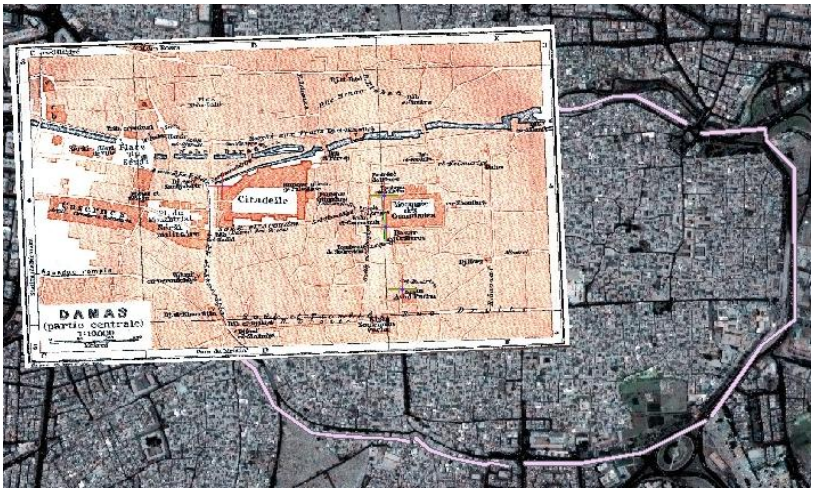
الشكل (3). نتائج الإرجاع مع الرواسب.

الجدول (2). انزياحات نقاط الضبط و الخطأ المتوسط التربيع للتقويم باستخدام ArcMap

النقطة	الانزياح في النقطة (متر)	الخطأ متوسط التربيع (متر)
C1	0.08351	1.62768
M1	1.67813	
M2	2.64470	
KH	0.88306	

إن التباين في قيم الانزياحات مبرر بصعوبة عملية تحديد بعض نقاط الضبط على الأورثوفوتو واستقراء إحداثياتها. فهناك نقاط (مثل نقطة قلعة دمشق C1، ونقطة خان أسعد باشا العظم KH) تعرّفها بدقة في الأورثوفوتو، في حين أن باقي النقاط حددت بشكل تقريبي. وفي الحالات كلّها، يعدُّ الخطأ متوسط التربيع لعملية الإرجاع مقبولاً آخذين بالحسبان أن الخارطة التي نريد إنتاجها هي من المقياس 1:10000 (الخطأ المقبول في هذه الحالة هو من الفئة 3 أمتار).

للحكم على نوعية الإرجاع بشكل بصري وُضِعَتِ الخارطة التاريخية المرجعة فوق الأورثوفوتو وتتبعنا التفاصيل فلاحظنا وجود تكامل بين الخريطتين، واستمرارية بين المعالم المتماثلة (الشكل 4):



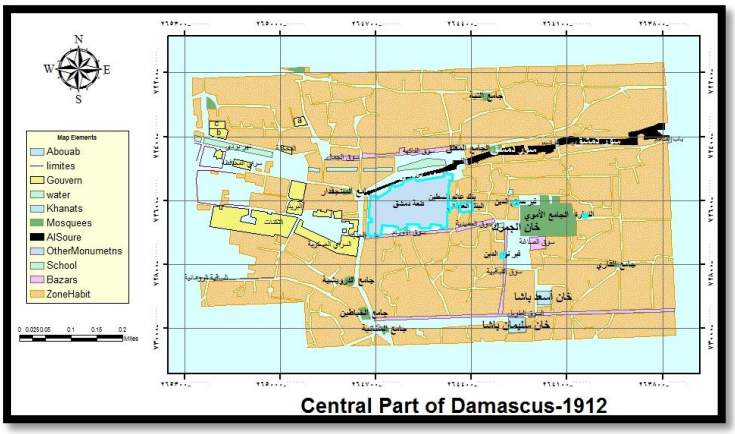
الشكل (4). مراكبة الخارطة التاريخية المرجعة و الأورثوفوتو الرقمي لدمشق.

3-2- اقتطاع المعطيات من الخارطة التاريخية المرجعة لمدينة دمشق القديمة باستخدام GIS:

اِسْتُخْدِمَ برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS بتعريف الطبقات اللازمة لرقمنة السمات Features الموجودة في الخارطة المرجعة، وهي الآتية:

1. السمة "مساجد" Mosquées التي تملك المواصفات العامة الآتية: رقم المسجد، واسم المسجد، وعصر بناء المسجد، ومساحته وإحداثيات مركز ثقله (فيما يخص الخاصيتين الأخيرتين، يقوم البرنامج بحسابهما، وهما مهمتان من أجل عملية مقارنة ستجري لاحقاً).
2. السمة "أسواق" Bazars: وهي تملك المواصفات العامة الآتية: رقم السوق، واسم السوق وعصر بناء السوق.
3. السمة "سور" AlSoure، وهي تخص سور مدينة دمشق، وتملك خاصية الاسم فقط.
4. السمة"خانات" Khanats: وهي تمثل الخانات الموجودة في الخارطة، والمواصفات العامة لهذه السمة هي: رقم الخان، واسم الخان، وعصر بناء الخان.
5. السمة "أبواب" Abouab: وهي تمثل الأبواب الموجودة في الخارطة، والمواصفات العامة لهذه السمة هي الآتية: رقم الباب واسم الباب.
6. السمة "حكومي" Gouvern: وهي تمثل المباني الحكومية الموجودة في الخارطة التي واِسْتُدِلَّ عليها من خلال اسمها المسجل على هذه الخارطة. المواصفات العامة لهذه السمة هي: رقم المبنى، واسم المبنى.
7. السمة "مناطق سكنية" ZoneHabit: وتملك صفة الرقم فقط؛ وذلك لأننا لم نجد تسميات لهذه المناطق على الخارطة التاريخية المتوافرة.
8. السمة "ماء" Water: وتخص نهر بردى وقناة رومانية مكشوفة، ولهذه السمة مواصفات الرقم والاسم.
9. السمة "منشآت أخرى" OtherMonumetns: وهي تخص قلعة دمشق، وبعض البنوك والمقامات والترب الواضحة في الخارطة التاريخية. ولهذه السمة مواصفات الاسم وعصر البناء.
10. السمة "مدرسة" School: وهي تخص المدارس القديمة الواضحة في الخارطة التاريخية، ولهذه السمة مواصفات الاسم وعصر البناء.

يبيّن الشكل (5) الخارطة الرقمية التاريخية الناتجة عن اقتطاع السمات السابقة. هذه الخارطة توثق الجزء المركزي لمدينة دمشق، كما كان في العام 1912:



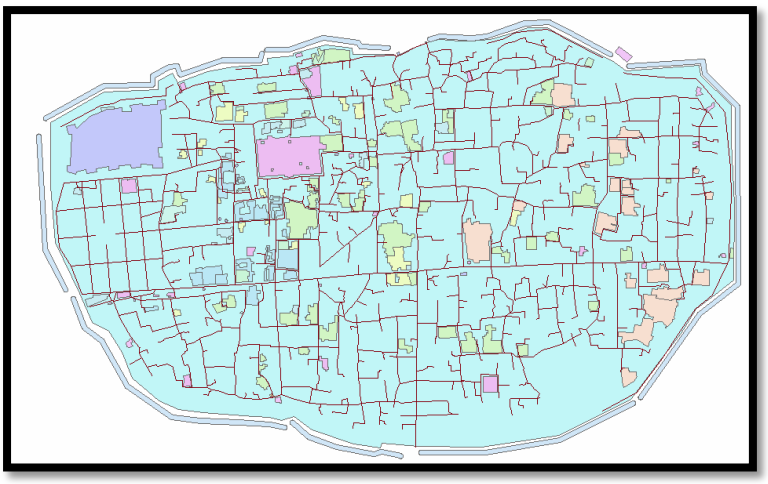
الشكل (5). نتيجة رقمنة الخارطة التاريخية للجزء المركزي لمدينة دمشق.

4– مقارنات و تحليل:

للحكم على كمالية الخارطة التاريخية وعلى الدقة الهندسية لعملية الرقمنة، قمنا بمقارنتها بخارطة رقمية حديثة للمواقع الأثرية في مدينة دمشق القديمة. فقد أُنْجِزَتْ هذه الأخيرة باستخدام أورثوفوتو رقمي (الشكل 6) له دقة تمييز هندسية قدرها (1m).

الشكل (6). أورثوفوتو رقمي لمدينة دمشق.

اِسْتُخْدِمَتْ أنظمة المعلومات الجغرافيةArcGIS، لإجراء بعملية رقمنة لكامل المنشآت الأثرية ضمن مدينة دمشق القديمة؛ انطلاقاً من الأورثوفوتو السابق [1]. وهنا أُنْشِئَتْ عدة شرائح (خطية، مضلعية) تبعاً لنوع المنشأ (السور، وجامع، وكنيسة، وحمام، ومتحف، وقلعة، وطرق...الخ) كما هو مبين في الشكل رقم (7).



الشكل (7). الخريطة الرقمية لمدينة دمشق القديمة.

اخترنا المقارنة بخارطة المنشآت الأثرية بالتحديد؛ لأن هذه المنشآت كانت موجودةً في العام 1912، ومازالت موجودةً حتى الآن، ولم تتعرض لتغيرات كبيرة. ومن خلال مقارنة الخارطتين من ناحية الكمالية وجدنا ما يأتي:

1. عدم كمالية الخارطة التاريخية إذْ يوجد كثير من المنشآت الأثرية التي لم تُوَثَّقْ في الخارطة، منها بعض الخانات و المساجد والمدارس التاريخية، وهي منشآت كانت موجودةً في زمن وضع الخارطة.
2. لم يُشَرْ في الخارطة التاريخية إلا إلى أسماء بعض الشوارع الرئيسة، كما لم يُشَرْ إلى أسماء الأحياء.

فيما يخص تقييم الدقة الهندسية للسمات المرقمنة انطلاقاً من الخارطة التاريخية، اخترنا مقارنة مخطط قلعة دمشق المستنتج من الخارطة التاريخية و مخططها المستنتج من الخارطة الحديثة. اخترنا هذا العنصر نظراً إلى امتداده الكبير نسبياً ولوضوح معالمه على الخارطتين. لإجراء مقارنة بصرية وُضِعَ المخططان فوق بعضهما (المخطط في الأسفل هو المستنتج من الخارطة التاريخية) فحصلنا على الشكل الآتي (الشكل **(8)**):

الشكل (8). مخططا قلعة دمشق المستنتجين من الخارطة التاريخية و من الخارطة الحديثة.

نلاحظ من خلال الشكل السابق أن هناك نوعاً من الدوران البسيط الذي لن يستطيع التحويل الهندسي المطبق على الخارطة التاريخية تعديله. كما نلاحظ وجود أجزاء جديدة في القلعة، ربما أُضِيفَتْ خلال أعمال ترميم لاحقة للعام 1912. كما يوجد انسحاب ناتج –على الأغلب– من انخفاض دقة الرفع المساحي نفسه. كما قمنا، من جهة أخرى، بمقارنة بعض الكميات الهندسية التي تخص المضلع الممثل للقلعة في المخططين، مثل: مساحة المضلع وإحداثيات مركز ثقله، وهذا موضح في الجدول الآتي (الجدول 3):

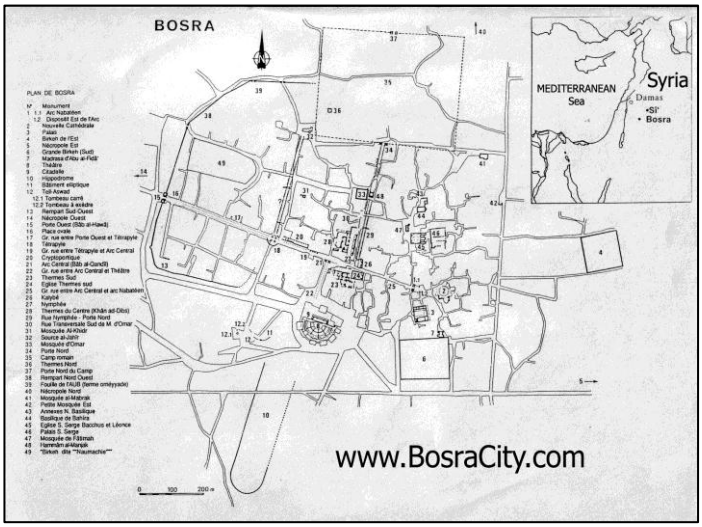
الجدول (3). مقارنة كميات هندسية

عنصر المقارنة	الخارطة التاريخية	الخارطة الحديثة	Delta(A)		
المساحة	31893.96015	34104.96125	2211.001	Delta(X)	
X-Center	-264586.7161	-264587.4127		-0.6966	Delta(Y)
Y-Center	-72614.32624	-72614.64581			-0.31957

نلاحظ أن هناك تغيراً كبيراً في المساحة تبلغ نسبته 6.5 % تقريباً، وهذا يمكن تفسيره بكمية الدوران الذي لم ينجح التحويل الهندسي المطبق على ملف الخارطة الممسوح ضوئياً بتعديلها، من جهة، وبأعمال الترميم من جهة أخرى. أمَّا فيما يخص إحداثيات المركز، فنلاحظ أن الانتقالات تكاد تكون مهملةً، فهي أقل من انتقالات نقاط الضبط.

5– إنشاء نظام معلومات جغرافي آثاري لمدينة بصرى الشام من خارطة تاريخية:

أُعِيدَ تطبيق المنهجية المقترحة لرقمنة الخرائط التاريخية وإنشاء نظام معلومات جغرافي آثاري عبر استخدام صورة خارطة متوافرة على الإنترنيت لمدينة بصرى الشام القديمة، وهي تخص المواقع و المنشآت الأثرية في هذه المدينة. هذه الخارطة موضوعة بدورها أيضاً من قبل الفرنسيين، وذلك في بدايات القرن الماضي ومقياسها 1/5000، كما لا تتوافر في هذه الخارطة أية معلومة عن نوع الارتسام المستخدم عند إنشائها، أمَّا المفتاح الخاص بها فهو على شكل نصوص فرنسية مرتبطة بأرقام موزعة في الخارطة. وهي تشير إلى أهم المواقع الأثرية في المدينة (الشكل 9).

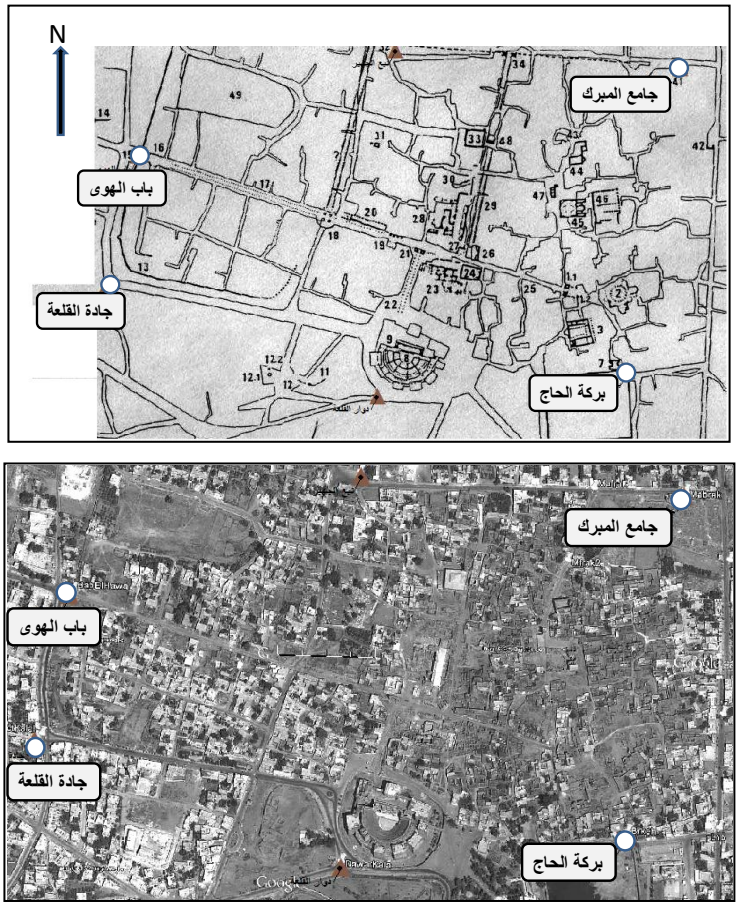


الشكل (9). الخارطة الفرنسية للجزء القديم من مدينة بصرى الشام والتي تعود إلى بدايات القرن الماضي.

اِسْتُقْرِئَتْ نقاط الضبط اللازمة لإرجاع هذه الخارطة انطلاقاً من مرئية فضائية مرجعة ضمن النظام UTM (ارتسام ميركاتور المستعرض) تغطي المنطقة نفسها (الشكل 10). وقد كان من الممكن استقراء نقاط ضبط موزعة بشكل متجانس أكثر من حالة خارطة دمشق ضمن الخارطة المراد رقمنتها.

الجدول (4). إحداثيات نقاط الضبط المُسْتقْرَأة في جملة الإحداثيات UTM.

اسم النقطة	X (m)	Y (m)
باب الهوى	262916.38	3601014.19
بركة الحاج	263858.82	3600601.02
جامع المبرك	263959.65	3601182.70
جادة القلعة	262856.35	3600767.83



الشكل (10). توزع نقاط الضبط على الخارطة التاريخية وعلى المرئية الفضائية.

لإنجاز عملية الإرجاع اِسْتُخْدِمَ التطبيق ArcMap الخاص ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 9.3، كما في حالة خارطة دمشق القديمة، وكانت نتائج الإرجاع هي الآتية:

الجدول (5). انزياحات نقاط الضبط والخطأ المتوسط التربيع للتقويم باستخدام ArcMap.

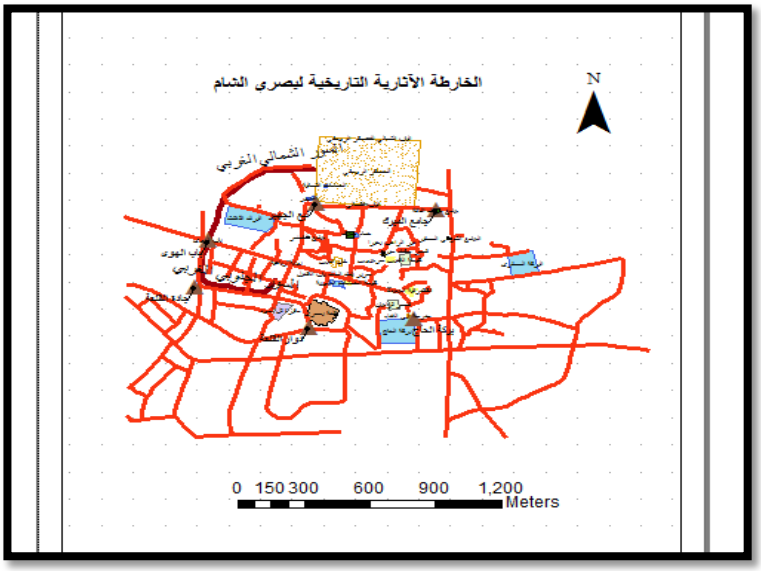
النقطة	الانزياح في النقطة (متر)	الخطأ متوسط التربيع (متر)
باب الهوى	2.07	1.57
بركة الحاج	0.86	
جامع المبرك	0.89	
جادة القلعة	2.02	

إن القيمة الكبيرة نسبياً للانزياح في نقطتي باب الهوى وجادة القلعة سببه صعوبة عملية قياسهما على المرئية الرقمية المرجعة واستقراء إحداثياتهما؛ ولهذا حُدِّدَتْ هاتان النقطتان بشكل تقريبي. وفي الحالات كلّها، يعدُّ الخطأ المتوسط التربيع لعملية الإرجاع مقبولاً آخذين بالحسبان أن الخارطة التي نريد إنتاجها هي من المقياس 1:5000 (الخطأ المقبول في هذه الحالة هو من الفئة 1.5 متراً).

كما هي الحالة التي تخص خارطة دمشق التاريخية، اِسْتُخْدِمَ برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS بتعريف الطبقات اللازمة لرقمنة السمات Features الموجودة في الخارطة المرجعة لمدينة بصرى الشام، وهي الآتية:

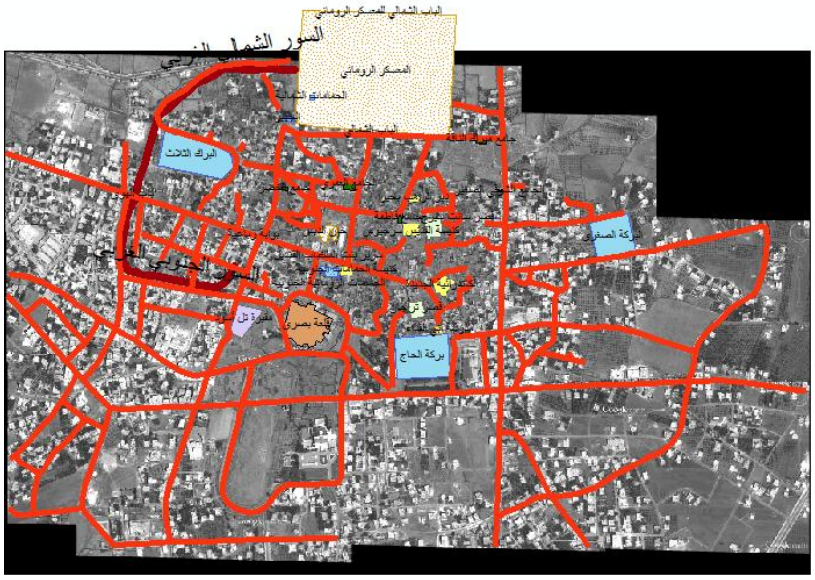
11. السمة "كنائس" Cherches التي تملك المواصفات العامة الآتية: الاسم، والاسم الفرنسي، والصورة، ورقم المنشأ بحسب الخارطة ، والوصف.
12. السمة "مقابر" Cemeteries: وهي تملك المواصفات العامة الآتية: الاسم، والاسم الفرنسي، والصورة، ورقم المنشأ حسب الخارطة والوصف.
13. السمة "سور" Soure: وهي تخص سور مدينة دمشق وتملك الاسم، والاسم الفرنسي، والصورة، ورقم المنشأ بحسب الخارطة والوصف.
14. السمة "بوابات" Gates: وهي تمثل أبواب المدينة القديمة الموجودة في الخارطة والمواصفات العامة لهذه السمة هي: الاسم، والاسم الفرنسي، والصورة، ورقم المنشأ بحسب الخارطة والوصف.
15. السمة "حمام" Hammaam: وهي تمثل الحمامات الرومانية والإسلامية الموجودة في الخارطة، والمواصفات العامة لهذه السمة هي الآتية: الاسم، الاسم الفرنسي، والصورة، ورقم المنشأ بحسب الخارطة والوصف.
16. السمة "بحيرات" Lakes: وهي تمثل البحيرات الموجودة في الخارطة. المواصفات العامة لهذه السمة هي: الاسم، والاسم الفرنسي، والصورة، ورقم المنشأ بحسب الخارطة والوصف.
17. السمة "مساجد" Mosques: وتملك المواصفات الآتية: الاسم، والاسم الفرنسي، والصورة، ورقم المنشأ بحسب الخارطة والوصف.
18. السمة "منشآت أخرى" OtherMonumetns: وهي تخص مدرسة أبي الفداء، والمعسكر الروماني وخان الدبس أو سوق المدينة وتملك المواصفات الآتية: الاسم، والاسم الفرنسي، والصورة، ورقم المنشأ بحسب الخارطة والوصف.
19. السمة "قصور" palaces: وهي تخص القصور الرومانية والإسلامية القديمة الواضحة في الخارطة التاريخية ولهذه السمة مواصفات الاسم، والاسم الفرنسي، والصورة، ورقم المنشأ بحسب الخارطة والوصف.
20. السمة "طرق" Major Roads: وهي تشمل الطرق كلّها الممكن رقمنتها ضمن الخارطة التاريخية، ولها المواصفات الآتية: الاسم، والوصف والصورة.
21. السمة "قلعة" Citadel: وتخص قلعة بصرى و لها المواصفات الآتية: الاسم، والاسم الفرنسي، والصورة، ورقم المنشأ بحسب الخارطة والوصف.

في الخاصية مواصفات، عُرِّفَتْ روابط مع ملفات تحوي كل ما يخص المنشأ من معلومات تاريخية ومعمارية، كما أُضِيفَتْ معلومات تخص الحالة الراهنة للمنشأ، ومدى تعرضه للتخريب نتيجة الأعمال التخريبية هناك. يبيّن الشكل (10) الخارطة الرقمية التاريخية الناتجة عن اقتطاع السمات السابقة. هذه الخارطة توثق الجزء القديم لمدينة بصرى الشام، كما كان في بدايات القرن الماضي:



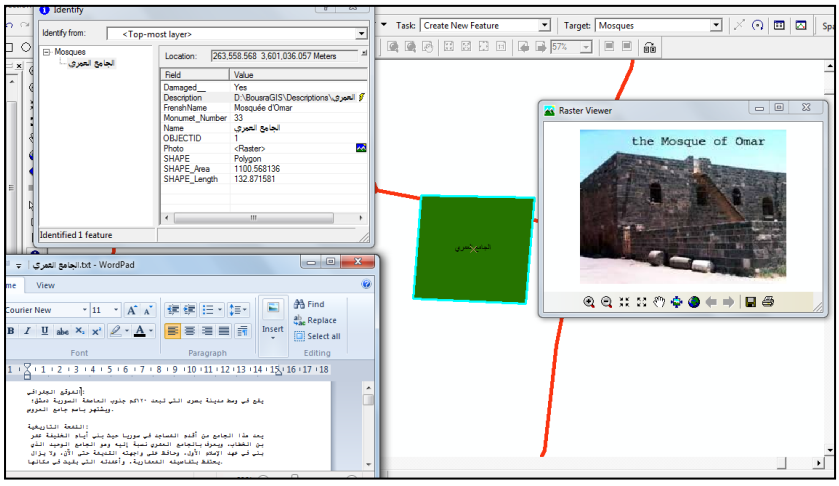
الشكل (10). نتيجة رقمنة الخارطة التاريخية للجزء القديم من مدينة بصرى الشام.

يمكن لنا الحكم من خلال النتائج السابقة على التطور الذي طرأ على المدينة القديمة بصرياً من ناحية التوسع العمراني؛ وذلك بمراكبة الخارطة التاريخية الرقمية مع مرئية فضائية تعود إلى العام 2003 (الشكل 11). وقد لاحظنا من خلال المقارنة وجود توسع عمراني مهم فضلاً عن تغير في بعض المواقع الأثرية، مثل أجزاء من السور ونبع الجهير؛ وكذلك البحيرات الثلاث. ولاحظنا اختفاء المعسكر الروماني الذي تحول بفعل التطور إلى مناطق زراعية وأبنية. أمَّا شبكة الطرق القديمة، فلم تطرأ عليها تغيرات كبيرة.



الشكل (11). مراكبة الخارطة مع مرئية فضائية.

يمكن لنا الإفادة من الخارطة الرقمية التاريخية المحضرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في القيام بالعديد من التحليلات والاستعلامات. إذْ يمكننا البحث عن منشأ محدد من خلال مواصفاته أو من خلال موقعه، كما يمكننا الاستعلام من خلال النقر على هذا المنشأ حيث نحصل على المعلومات كلّها التي تخصّه بما فيه صورته، ووصفه على شكل ملف نصي (الشكل 12).



الشكل (12). الاستعلام عن منشأ معين: مواصفات، وصورة وملف نصي يعطي معلومات تاريخية وأثرية عن المنشأ.

6–الاستنتاجات والتوصيات:

تتوافر العديد من الخرائط الورقية التاريخية في أرشيف كل دولة من الدول التي تحوي كمية كبيرة من المعلومات المكانية، والوصفية المهمة في تصميم نظم المعلومات الجغرافية التاريخية وتنفيذها. إن هذا النوع من نظم المعلومات الجغرافية يضيف البعد الزمني إلى المعلومة المكانية والوصفية ويعدُّ أساسياً في معظم البحوث التاريخية المتعلقة بتطور منطقة أو مدينة أو أمة ما [4].

كي نستطيع استثمار هذا النوع من الخرائط، يجب أولاً مسحها ضوئياً. وعند القيام بهذه العملية، يجب أخذ مقياسها ومقياس الخارطة الرقمية التي يمكن الحصول عليها انطلاقاً من الملف الممسوح ضوئياً بالحسبان. أمَّا بالنسبة إلى تحديد الحيز الجغرافي لهذه الخرائط، فيجب أن تتوافر لدينا معلومات عن نظام الإحداثيات المستخدم في إنشائها، كما يجب توافر مجموعة من نقاط الضبط اللازمة لإنجاز الإرجاع الجغرافي.

إن استخدام نظم المعلومات الجغرافية في توثيق الخرائط التاريخية يعدُّ متقدماً من ناحية توثيقه للمعلومات الدلالية (مواصفات) و للمعلومات الهندسية، وإضفاء البعد الزمني عليها. وهذا ما يزيد من غنى التوثيق، ويمكّن من إنشاء بنك للخرائط التاريخية بشكل رقمي يخدم كقاعدة بيانات تاريخية تستخدم في العديد من الدراسات مثل تتبع التطور العمراني، و تغيرات استعمال الأراضي.

مسرد المصطلحات

Historical Geographic Information Systems (HGIS)	نظم المعلومات الجغرافية التاريخية
Orthophoto	أورثوفوتو
Geomatics	العلوم المكانية
Mapping	تخريط
Thematic mapping	التخريط الموضوعي
Geo-referencing	الإرجاع الجغرافي
Scanning	المسح الضوئي.
Map projection	الارتسام
Control data	معطيات الضبط
Raster	الصيغة نقطية خلوية
Vector	الصيغة المتجهية
Stereographic projection	الارتسام الستيريوغرافي

المراجع[*]

- الخليل، عمر وديب، فايز، 2010. **نظم المعلومات الجغرافية والآثار: خطوة أولى باتجاه الخارطة الآثارية السورية**. مجلة جامعة تشرين–سورية. 2010.
- Balletti, C. and Boutoura, C., 2001. **Revisiting the projective properties of historic nautical maps of the editerranean and the Aegean**. In: Proceedings of the 20th International Cartographic Conference *Mapping the 21st century*, Beijing, China**.**
- LANGRAN, G. and R CHRISMAN, N., 1988. **A FRAMEWORK FOR TEMPORAL GEOGRAPHIC INFORMATION**. CARTOGRAPHICA Vol 25 No 3 1988 pp 1-14**.**
- Catherine A, F. and Ruggles, S., 2003..**Building the national historical geographic information system**." *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History* 36.1 (2003): 41-51.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2013/12/17