مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (39) العدد (5)2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Arts and Humanities Series Vol. (39) No. (5) 2017

استخدام المرئيات الفضائية في تحديث الخريطة الطبوغرافية (دراسة تطبيقية على ناحية البهلولية)

الدكتورة صفية عيد*

يارا الويش**

(تاريخ الإيداع 17 / 7 / 2017. قبل للنشر في 10 / 9 / 2017)

□ ملخّص □

خضع علم وفن إنتاج الخرائط لتغيرات نتيجة التطورات التقنية الحديثة في نطاق المساحة التصويرية، وما تقدمه من معطيات سواء أكانت صور جوية، أو فضائية، مما أدى إلى ظهور برامج وتطبيقات جديدة في عالم الحاسب الآلي. وترافق ذلك مع ظهور عصر المعلومات وبرامج نظم المعلومات الجغرافية التي حولت الخريطة الطبوغرافية التقليدية من مجرد خارطة إلى أداة عرض وتحليل، ومن هنا اتضحت أهمية توظيف هذه المعطيات في وضع منهجية لتحديث الخرائط الطبوغرافية بشكل آلي لأن الخرائط الطبوغرافية السورية تعاني من مشكلة قدم المعطيات التي تحويها، حيث أن التاريخ الذي تم تدوينه على بعض الخرائط يدل على أنها حديثة، ولكنها حداثتها في طباعتها و ليست في محتواها. مما يحد من مدى الاستفادة منها في مختلف الأبحاث، والدراسات، والأعمال التطبيقية.

هدف البحث إلى وضع منهجية لتحديث الخرائط الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (50000/1)، و (200000/1) باستخدام مرئيات التابع (Cartosat1). حيث تبين بعد تحديث الخرائط ازدياد في مساحة الأراضي المزروعة، بالإضافة إلى التطور العمراني، وزيادة طول شبكة الطرق وكثافتها من حيث التخديم داخل القرى. كما تم توليد منحنيات التسوية بشكل آلي وبالتالي توفير الوقت والجهد.

الكلمات المفتاحية:

- الخرائط الطبوغرافية
- المرئيات الفضائية
- برنامج نموذج الارتفاع الرقمي
- برنامج خاص بتطبيقات المساحة التصويرية
- بمعالجة المرئيات الفضائية
- التوجيه الداخلي والخارجي
- بناء الطبقات الهرمية
- التصحيح العمودي

* أستاذ – قسم الجغرافية– كلية الآداب والعلوم الإنسانية – جامعة دمشق – سورية

**طالبة دراسات عليا (دكتوراه) – قسم الجغرافية– كلية الآداب والعلوم الإنسانية – جامعة دمشق – سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (39) العدد (5)2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Arts and Humanities Series Vol. (39) No. (5) 2017

Using satellite images in updating topographic maps (An applicated study on Al-Bahlolia district)

Dr. Safea Eyed*
Yara ALwesh**

(Received 17 / 7 / 2017. Accepted 10 / 9 / 2017)

□ ABSTRACT □

The science and art of producing maps had been subjected to the changes as a result of new recent techniques developments at space photogrammetry, that lead to appearance of programs and applications in the computer's world. This associated with the advent of information age and Geographic information system that changed the traditional topographic map from just a map to an analyzing and viewing tool.

All Syrian Topographic maps are old, out dated, and largely exist in paper form. Due to the high cost of aerial photography, These maps have not been updated for many years and such are not useful for planning. Therefore, there is an urgent need to produce new maps using high resolution satellite images.

The research put a method for updating topographic maps of Al-Bahlolia district which have scales (1/50000) and (1/200000), By using Cartosat1 images.

After updating, The results were that there is increasing in the area of planted land. In addition to building developments, increasing of length and density of roads between and inside villages. Contour lines also have been generated automatically, so efforts and time were be saved.

Key Words:
-Topographic maps,
- Satellite images,
-Digital Elevation Model
-Leica Photogrammetry (LPS)
-Erdas Imagine
-Interior and Exterior Orientation
-Compute Pyramids
-Ortho Rectification

* **Professor, Department of History, Faculty of Art and humanities, Damascus university, Damascus, Syria.**
** **Postgraduate student, Department of History, Faculty of Art and humanities, Damascus university, Damascus, Syria**

مقدمة:

تُعنى الخريطة الطبوغرافية بالوصف المتكامل للمكان وفقاً لمجموعة من الضوابط والمعايير، وتكمن أهميتها في تمثيل مجرد وتفصيلي للعديد من معالم سطح الأرض الطبيعية والبشرية، وهي بذلك تعد سجلاً متكاملاً للمنطقة التي تغطيها. ومن خلالها يمكن التعرف على كثير من التفاصيل التي نحتاجها عن أي مكان على سطح الأرض. وهي سلسلة متتابعة من الخرائط المتوسطة والكبيرة المقياس، تمثل سطح الأرض بدرجة عالية من الدقة والتفصيل المتوافقين مع مقاييس رسمها.[1]

حيث تُعد الخريطة الطبوغرافية الورقية تمثيل لمعالم السطح برموز معينة وألوان محددة حسب مواصفات إنتاج الخرائط، وعليه فإن مصدر المعلومات المكانية قبل ظهور الحاسبات الآلية كان الخريطة الورقية. ولكن بعد ظهور تقنيات وضع الخرائط الرقمية والرسم الآلي، واستخدام برامج معالجة المرئيات الفضائية، ونظم المعلومات الجغرافية، وازدياد معرفة المستخدمين بهذه النظم، والتعامل مع كم هائل من البيانات، أصبح من الضروري الانتقال إلى مراحل متقدمة وإنتاج الخرائط باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية لأن الطرق التقليدية لصناعة الخرائط لم تعد كافية لمستخدمي هذه النظم أو الاستفادة من الإمكانيات المتوفرة في قواعد المعلومات الجغرافية، وبالتالي اعتمد البحث وضع منهجية تعتمد على التقنيات الحديثة وهي استخدام المرئيات الفضائية في تحديث معلومات هذه الخرائط بمختلف المقاييس، وتم تطبيق المنهجية على الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بالمقياس (50000/1) و (200000/1).

مشكلة البحث:

يمكن صياغة مشكلة البحث بما يلي:

1- تعاني الخرائط الطبوغرافية السورية من قدم معلوماتها على الرغم من صدور بعض الطبعات الجديدة إلا أنها لم تخضع لعمليات تحديث دقيقة، وشاملة مما يحد من مدى الاستفادة من هذه الخرائط بالنسبة للباحثين وصناع القرار.

2- تحديث أغلب الخرائط الطبوغرافية بطريقة تقليدية، حيث يعود محتوى الخرائط الطبوغرافية المتوفرة إلى المسح الجوي في ستينات و ثمانينات القرن الماضي.

3- يحتاج تحديث الخرائط الطبوغرافية إلى الكثير من الوقت والجهد والمال، وبالتالي فإن تحديثها باستمرار بالطرق التقليدية يُعد مهمة شاقة تتطلب مصادر معلومات كبيرة ومتنوعة.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

جاءت أهمية البحث من خلال إنتاج الخرائط الطبوغرافية من المشاهد الفضائية وبناء قاعدة بيانات جغرافية لها، وإمكانية تحليل محتويات الخريطة والتعديل على قاعدة بياناتها في أي وقت، وبمقاييس مختلفة. حيث تعد الخرائط الطبوغرافية الأساس للكثير من الدراسات، إضافة إلى أن الكثير من المختصين والمخططين من أصحاب القرار في قطاع الدولة بحاجة ماسة لتحديث الخرائط الطبوغرافية من أجل التخطيط لتطوير المصادر الطبيعية وحماية ومراقبة البيئة ...وغيرها، كما أن الخريطة الطبوغرافية تُعد مصدراً رئيسياً لخرائط الأساس.

---

[1] **عبد الرحمن دبس، تصميم وقراءة الخرائط الطبوغرافية، الدار السعودية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، جدة، السعودية، 2009م، ص:9. بتصرف.**

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى إيجاد منهجية تعتمد على الطرق الآلية ونصف الآلية لتحديث الخرائط الطبوغرافية بالاعتماد على المرئيات الفضائية. وبالتالي تطبيق هذه المنهجية على ناحية البهلولية. ومنه تتلخص أهداف البحث بما يلي:

1- تطوير منهجية لتحديث الخرائط الطبوغرافية بشكل آلي لبعض المظاهر ونصف آلي للأُخرى من أجل معالجة النقص الموجود في الخرائط الطبوغرافية، واستخدامها الأمثل في كافة التطبيقات. ووضع آلية لتحديث الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بصيغة رقمية، وبناء قاعدة بيانات جغرافية لمحتواها يُمكن من إمكانية الإضافة والتحديث والتعديل على هذه الخريطة عن طريق قاعدة البيانات الجغرافية المرتبطة بها وإمكانية تطبيق هذه التقنية على غيرها من اللوحات التي تغطي الأراضي السورية.

2- بناء نموذج ارتفاع رقمي للمنطقة المدروسة من أجل التصحيح العمودي للصور بغية الحصول على دقة أفضل.

3- تقدير مدى كفاءة المعطيات الفضائية، وأهمية استخدامها في عملية تحديث الخرائط الطبوغرافية.

منهجية البحث:

اعتمد البحث على المناهج و الطرق التالية:

1- الطرق الاستشعارية (طرق التقانات الحديثة): (sensing ways):

اعتمد تحديث الخرائط الطبوغرافية بشكل آلي على المعطيات الاستشعارية، وتمت عملية معالجة وتحليل هذه المعطيات باستخدام البرمجيات المختصة مثل(ERDAS IMAGINE, GIS, Leica photogrammetry (LPS)..

2- منهج البحث الكارتوغرافي: (cartographic method):

يعتمد هذا المنهج على الإعداد والاستخدام الهادف للأعمال الكارتوغرافية في الأنشطة العلمية والعملية[2].

حيث تم استخدام هذا المنهج في البحث من خلال إعداد سلسلة من الخرائط الطبوغرافية المحدثة لناحية البهلولية بالمقاييس (200000/1، 50000/1).

3- منهج البحث المقارن: (comparative method):

يعتمد هذا المنهج على المقارنة بين ظاهرتين أو أكثر بهدف معرفة أوجه التشابه، والاختلاف بينهما. وتم استخدام هذا المنهج في البحث من خلال مقارنة الخريطة الطبوغرافية القديمة لمنطقة البحث مع الخريطة الطبوغرافية المحدثة، وإظهار التغيرات الطارئة على المحتوى الجغرافي للخريطة ومعالمها.

4- منهج البحث التجريبي: (experimental method):

يُعد هذا المنهج أقرب مناهج البحث العلمي لحل المشكلات بالطريقة العلمية [3]، حيث تم استخدام المنهج التجريبي في البحث من خلال تطبيق التقنيات المختلفة المتاحة ضمن بيئة البرمجيات على المرئيات الفضائية وإظهار مدى كفاءتها، وملاءمتها لوضع منهجية مناسبة لتحديث الخرائط الطبوغرافية.

---

[2] ل. أرودونيكا. المنهج الكارتوغرافي "الموسوعة الجغرافية". موسكو، 1989، ص:126. بتصرف.

[3] رجاء دويدري، البحث العلمي(أساسياته النظرية وممارسته العملية)، دار الفكر، دمشق، سورية، 2002م، ص،232.

5- منهج البحث الوصفي (Descriptive Method):

يُعد منهج البحث الوصفي أسلوباً من أساليب التحليل المركز على معلومات كافية أو دقيقة عن ظاهرة أو موضوع محدد، أو فترة أو فترات زمنية، وذلك من أجل الحصول على نتائج علمية، ثم تفسيرها بطريقة موضوعية، بما ينسجم مع المعطيات الفعلية للظاهرة[4].

استُخدم المنهج الوصفي في وصف التغيرات التي طرأت على الخرائط الطبوغرافية بعد عملية التحديث.

أدوات البحث: شملت مادة البحث ما يلي:

1- بيانات متمثلة بالمرئيات الفضائية مختلفة في دقتها، وملتقطة بمستشعرات محمولة على توابع صنعية مختلفة وهي:

أ- معطيات التابع Cartosat 1 الذي يعطي صوراً فضائية بقدرة تمييز 2.5 م. ملتقطة في العام 2010م.

ب- معطيات التابع Quickbird بقدرة تمييز (60 سم). ملتقطة في العام 2010م.

2- معطيات ثلاثية الأبعاد تم الحصول عليها من بيانات التابع الصنعي (Cartosat 1) للعام 2010م.

3- خرائط طبوغرافية لمنطقة الدراسة تغطي ناحية البهلولية: بمقياس 50000/1 في العام (1987م)، 1وبمقياس /200000 في العام (1964م).

أما أدوات البحث فهي:

1- برنامجERDAS IMAGINE 9.1.

2- برنامج Arc GIS 10.2.

3- برنامج LPS وهو برنامج خاص بالمساحة التصويرية (photogrammetry)).

الدراسات السابقة:

قُدمت العديد من الدراسات في نطاق استخدام تقنيات المرئيات الفضائية في تحديث الخرائط الطبوغرافية، من هذه الدراسات:

1 - دراسة لـ Dimos pantazis, Horalambos karathanassis, Dimitris stathakis, Liyinychengs, tongying guo, Kostas santimpontakis بعنوان:(تحديث الخرائط الطبوغرافية بالمقياس المتوسط باستخدام مرئيات أقمار صناعية ذات دقة تمييز عالية: اقتراح طريقة نصف آلية):

(The update of middle scale topographic maps using high- resolution satellite images: a semi automatic method proposal, results, critics, conclusions and perspectives from a bilateral research project). 2003

تناولت الدراسة تحديث الخرائط الطبوغرافية متوسطة المقياس لمناطق مختارة من شمال افريقيا باستخدام معطيات التابع الصنعي VHR، حيث تم اختبار منهجية للتحديث عن طريق تحويل بيانات الخرائط الممسوحة من الصيغة المساحية (Raster) إلى الصيغة المتجهة (Vector).

2 - دراسة لـ B.A Holland و D.s Boyd بعنوان:(تحديث الخرائط الطبوغرافية في بريطانيا باستخدام مرئيات من مستشعرات ذات دقة تمييز عالية):

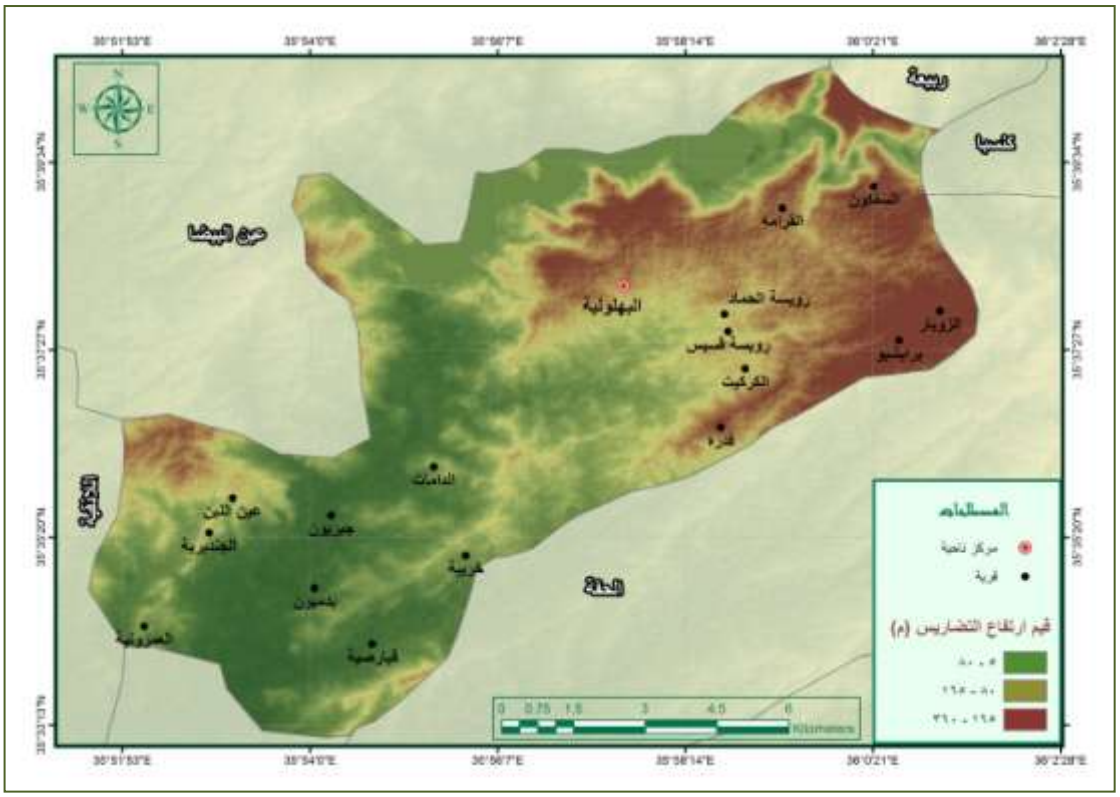
[4] **رجاء دويدري، البحث العلمي(أساسياته النظرية وممارسته العملية)، مرجع سبق ذكره، ص: 183.**

(updating topographic mapping in great Britain using imagery from high resolution satellite sensors). 2006

هدفت الدراسة إلى استخدام صور فضائية عالية الدقة (Quickbird) في تحديث الخريطة الطبوغرافية لمناطق مختارة من مدينة (مانشستر) وتوقيع المظاهر المتغيرة بعد ترقيم الخريطة الطبوغرافية والصورة الفضائية ثم دمج نتائج الترقيم.

أولاً: منطقة الدراسة:

تقع ناحية البهلولية في محافظة اللاذقية من الجمهورية العربية السورية بين خطي الطول (35ْ91ً.15َ و 36ْ92ً.1َ)، وبين دائرتي العرض(35ْ92ً.23َ و 35ْ73ً.04َ) شمال خط الاستواء، وتمتد على مساحة تبلغ (99.48كم^2). يحدها من الشمال والشمال الشرقي ناحية كنسبا، وربيعة، وعين البيضا، ومن الجنوب والجنوب الشرقي ناحية الحفة، وناحية اللاذقية من الغرب. انظر الخريطة(1) التي توضح قيم ارتفاع التضاريس في ناحية البهلولية.



خريطة (1): قيم ارتفاع تضاريس ناحية البهلولية في محافظة اللاذقية

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (30م)

ثانياً: جمع المعطيات (المواد المستخدمة في البحث) ومعالجتها:

تم جمع البيانات التالية لإنجاز تحديث الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية ذات المقياس (1/50000 و 1/200000):

1- الخرائط الطبوغرافية:

تم الحصول على الخرائط الطبوغرافية التي تغطي ناحية البهلولية بالمقاييس التالية: (1/50000، 1/200000). انظر الشكل(1-2) اللذان يوضحان الخرائط التي تم الحصول عليها.

الشكل(1): الخريطة الطبوغرافية مقياس:1/50.000 لناحية البهلولية (1987)

المصدر: المؤسسة العامة للمساحة

الشكل(2): الخريطة الطبوغرافية مقياس:1/200.000 لناحية البهلولية (1964م)

المصدر: المؤسسة العامة للمساحة

2- المعطيات الفضائية:

تم استخدام مرئيات التابع (Cartosat1) الستريوسكوبية ذات دقة التمييز (2.5متر) لتحديث الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية، والملتقطة في العام 2010م. حيث أن الدقة التمييزية المكانية لمرئيات هذا التابع والصور الستريوسكوبية تُمكن من توليد نماذج الارتفاع الرقمي (DEM) [5]. ويوضح الجدول (1) خصائص التابع (Cartosat1).

جدول (1): خصائص التابع (Cartosat1).

الخصائص		
الدقة التمييزية	(Resolution)	2.5متر
الارتفاع	(Nominal Altitude)	617.99 كم
المدار في اليوم	(Orbits Per Day)	15 يوم
إعادة الدورة المدارية	Orbital Repeat Cycle	116 يوم
التوقيت المحلي لعبور خط الاستواء	(Local Time for (Equatorial Crossing	10.30 صباحاً
المحور نصف الرئيسي	(Semi-major axis)	6996.128 كم
الميل	(Inclination)	97.87 درجة

المصدر: http://www.satimagingcorp.es

معالجة البيانات:

1- التصحيح الهندسي وترقيم الخرائط الطبوغرافية:

تمت عملية الإرجاع الجغرافي (نظام الاحداثيات الجغرافي العالمي) للخرائط الطبوغرافية. ووضع قاعدة بيانات بواسطة برنامج (Arc GIS) لترقيم الخرائط الطبوغرافية (50000/1 و 200000/1). يُقصد بهذه العملية تخصيص البيانات الموجودة ضمن محتويات قاعدة البيانات الجغرافية ذات التركيب الطبولوجي وما يتبعها من بيانات وصفية لترميز المظاهر وتحديد نوع الرمز واللون والشكل والمقياس. وتعتمد كمية المعلومات التي تظهر على الخريطة الطبوغرافية على مقياس الخريطة، والهدف من هذه الخريطة[6].

حيث تم بناء شرائح (shape files) لكل خريطة طبوغرافية تضمن كافة المعالم الموجودة في الخريطة. ثم تم ترميز الطبقات، وهذا ما يضمن لمصممي الخرائط مرونة أكثر في عملية الترميز حيث أنه بالإمكان استخدام قدرات وأدوات برامج نظم المعلومات الجغرافية للقيام بما يلي:

- التحكم في حجم الرمز.
- التحكم في درجات الألوان المختلفة
- التحكم في نوع الخط (تصنيف شبكة الطرق)
- التحكم في سماكة الخطوط.

[5] **http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/other-satellite-sensors/cartosat-1/**

[6] **John B.Rowland,(1999), Features shown on topographic maps, Geological survey circular368, department of the interior Douglass Mckay, United states of America.p:1.**

حيث إن الخريطة عبارة عن مجموعة من الرموز (Symbols)، بمعنى أن الخريطة تمثيل رمزي لمشهد أكبر من سطح الأرض، الذي تدور عليه أحداث طبيعية وأنشطة بشرية. ويمكن دمج هذه الرموز في ثلاث مجموعات رئيسة هي:

1- الرموز المكانية الموضعية، وتُدعى أحياناً رموز الموقع (Local Symbols):

وهي رموز تُستخدم في إظهار مواقع أوأماكن المظاهر الجغرافية بدقة، وقد تكون:

-رموز هندسية (Geometric Symbols): رموز تبين نوع الظاهرة، وقد تبين كميتها وتركيبها وتطورها سواء أكانت المظاهر الممثلة منفردة أو متجمعة، كمراكز المدن والقرى والمباني... وغيرها.

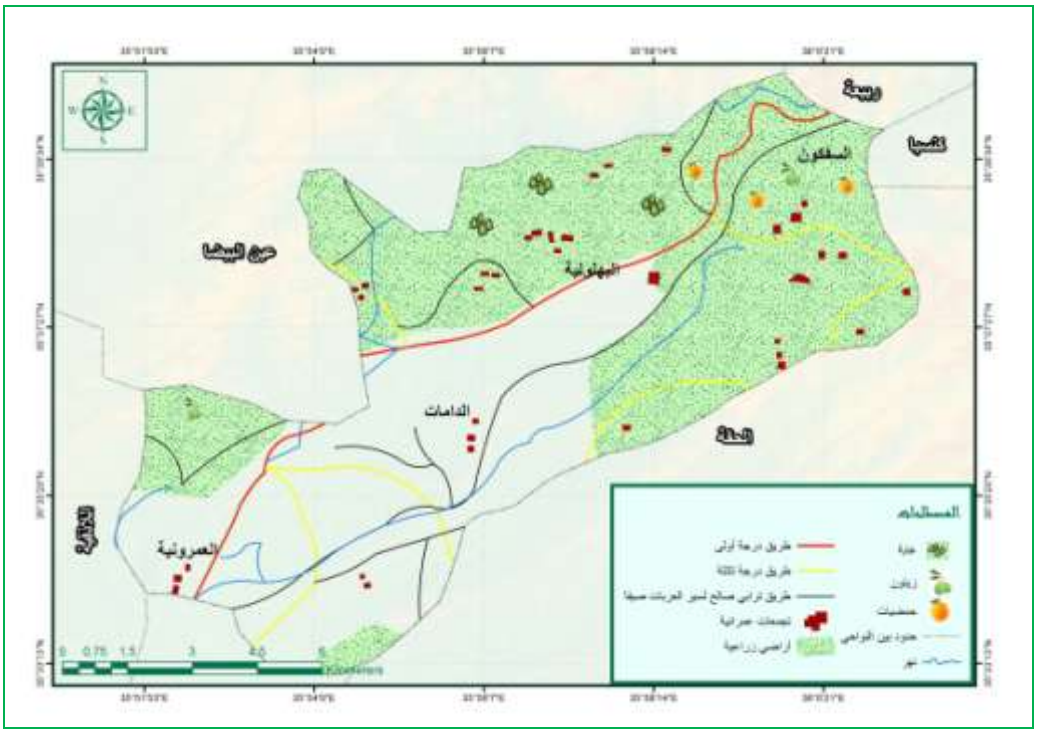
-الرموز التعبيرية (Expressional Symbols): هي رموز مبسطة قريبة من شكل الظاهرة، أو رمز مستوحى من نوع الظاهرة. على سبيل المثال: استخدام رمز شجرة السرو للتعبير عن المناطق التي تنتشر فيها هذا النوع من الأشجار[7].

2- الرموز الخطية (Line Symbols):

يوجد العديد من الرموز الخطية المشابهة للمظاهر الجغرافية الموجودة في الطبيعة، وتُستخدم لتمثيل المظاهر الخطية التي تمتد في الطبيعة بشكل طولي كالأنهار، والطرقات.

3- الرموز المساحية (Area Symbols):

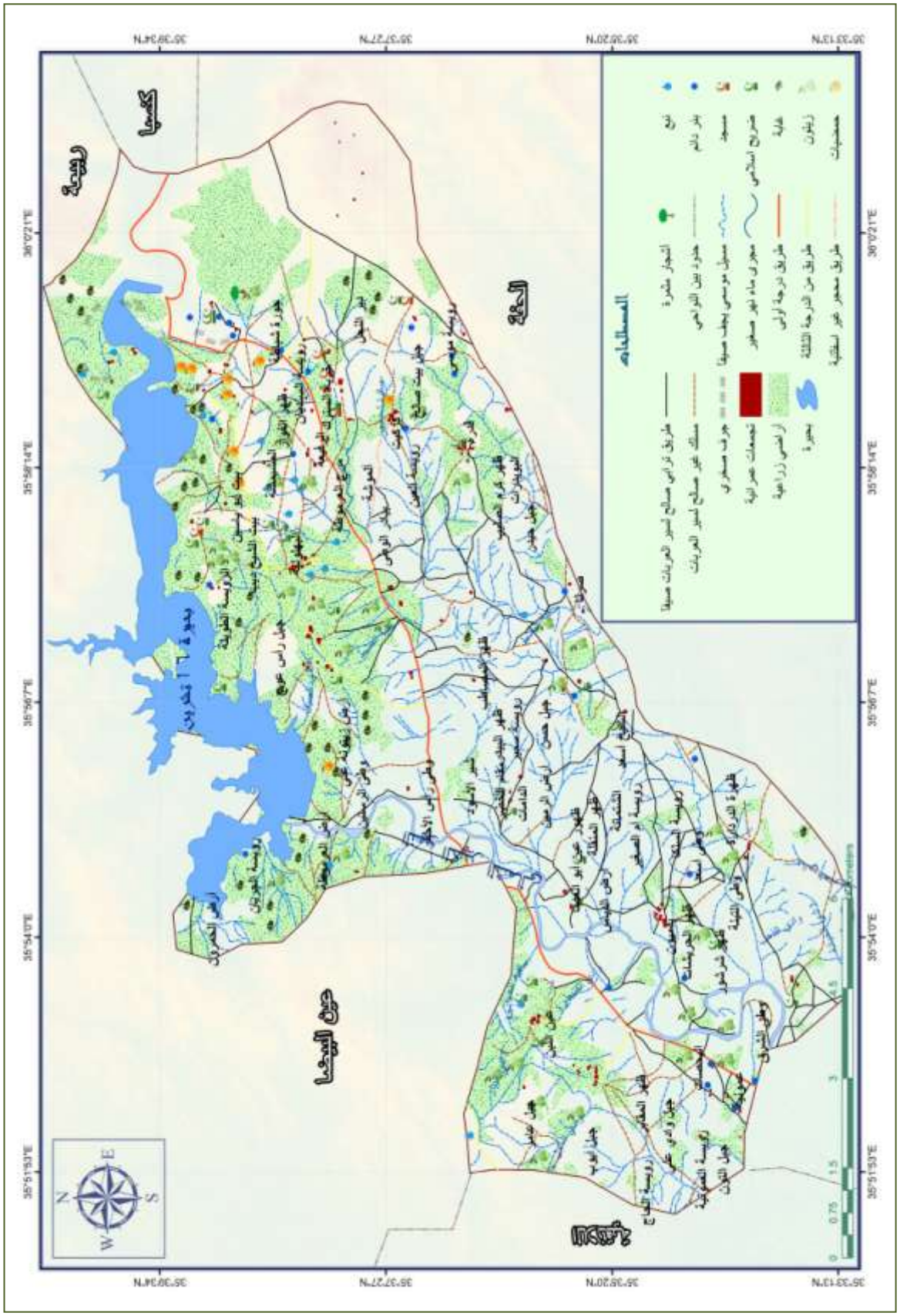
رموز تُستخدم لتمثيل المظاهر المساحية التي تنتشر على شكل مساحات في الطبيعة. انظر الخرائط (2-3) التي توضح الخرائط الطبوغرافية لناحية البهلولية ذات المقياس (200000/1) و (50000/1) بعد عملية الترقيم.



خريطة (2): الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس: 200000/1

المصدر: من عمل الباحثة، بالاعتماد على الخريطة الطبوغرافية من المؤسسة العامة للمساحة، 1964م

[7] **أحمد البدوي الشريعي، الخريطة الطبوغرافية أسس وتطبيقات، دار الفكر العربي، القاهرة، مصر، 2006م، ص: 81- 93، بتصرف.**



خريطة (3): الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (50000/1)

المصدر: من عمل الباحثة، بالاعتماد على الخريطة الطبوغرافية من المؤسسة العامة للمساحة، 1987م

2- التصحيح الهندسي للمرئيات الفضائية:

تضمنت عملية التصحيح الهندسي لمرئيات التابع (cartosat1) عدة خطوات هي:

ضبط كتلة مشاهد مرئيات التابع (cartosat1) (التوجيه الداخلي والتوجيه الخارجي) interior and exterior orientation):

استُخدمت كتلة من مشاهد التابع (cartosat1) مؤلفة من مشهدين مجسمين يغطيان منطقة الدراسة، والمشاهد تُمثل نطاق طيفي واحد (Panchromatic) ذات دقة التمييز (2.5م)، والملتقطة بتاريخ 2010/1/13م. لتحديث الخرائط الطبوغرافية لناحية البهلولية ذات المقياس (50000/1) و (200000/1).

ثم أُجريت عملية تحضير مرئيات (cartosat1) الستريوسكوبية، شملت التصحيح الهندسي وبناء كتلة المشاهد.. باستخدام تطبيق (Leica photogrammetry Suite (LPS) وهو ملحق خاص بالمساحة التصويرية (الفوتوغرامتري) في برنامج معالجة المرئيات الفضائية (Erdas imagine 9.1) يسمح بالتصحيح الدقيق للمرئيات الفضائية والتحقق من نقاط الربط، والتثليث، وإنتاج نماذج الارتفاع الرقمي، وخطوط التسوية آلياً من المرئية.

عندما يقوم التابع بالمسح يتم تصميم حزمة مستقلة من الأشعة تُدعى **(التوجيه الداخلي)** ونقطة أساسية مستقلة. وتُخزن عناصر التوجيه الداخلي في ملفات ملحقة مع المشهد الفضائي.

أما **التوجيه الخارجي:** فيتم تزويد المرئيات الفضائية بملفات البيانات التقويمية والتي تعطي موضع التابع الصنعي بالأبعاد الثلاثة وفق احداثيات أرضية مركزية (المركز المنظوري). وكذلك البيانات الخاصة بشعاع سرعة التابع الصنعي، وتوقيت، وتاريخ أخذ المشهد، ومواصفات المدار كلها مزودة مع ملفات المرئية[8].

يُبنى الأساس الرياضي للتابع الصنعي كارتوسات على نموذج (RPF Rational Polynomial Function) وهو نسبة كثيري حدود من الدرجة الثالثة، ويحتوي هذا النموذج على (78) معاملاً يتم اشتقاقها من معلومات المدار وبيانات حركة التابع الصنعي.

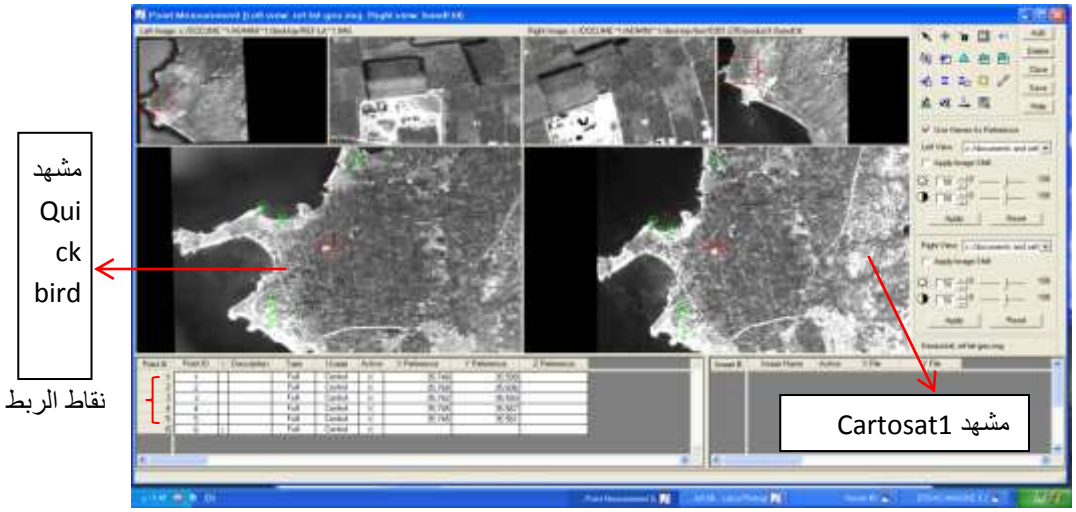
إنشاء الطبقات الهرمية للمشاهد الفضائية (compute pyramids):

يتم انشاء الطبقات الهرمية بشكل آلي بواسطة برنامج (LPS) انطلاقاً من معلومات مدار التابع الصنعي ومعلومات حركته حساب معادلة كثير الحدود (RPC_s) وترفق مع ملفات المشاهد كملف نصي. يمكن استخدام هذه المعاملات بضبط كتلة المشاهد دون الحاجة لاستخدام نقاط تحكم وبشكل مستقل عن الأرض ولكن هذا يُعد حلاً أولياً. إذ لا بد من إعادة الحساب باستخدام نقاط تحكم أرضية، وبالتالي الربط الكامل بين التابع الصنعي، والمشاهد، والأرض.

رصد نقاط التحكم ونقاط التحقق:

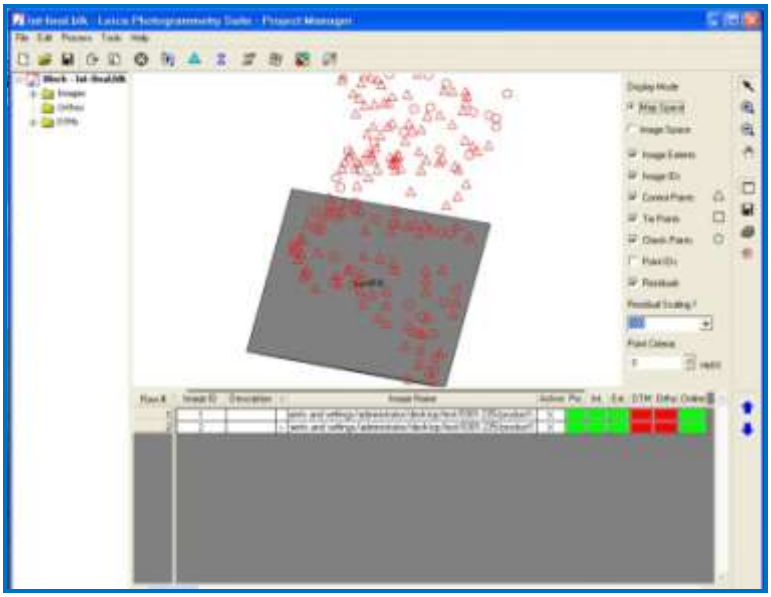
استُخدمت مرئية للتابع (Quick bird) لرصد نقاط التحكم كمرئية مرجعية، حيث تم ضبط مرئية (Cartosat1) الستريوسكوبية الأولى بالاعتماد على مشهد Quick Bird من Point Measurement، حيث تم ضبط كل نقطة من مشهد Quick Bird مع النقطة المماثلة لها من المشهد (Cartosat 1) ويتم الحل وفق نظام الإحداثيات الجغرافي العالمي (WGS84). انظر الشكل(3):

[8] **Technical documentation. Leica photogrammetry suite- project manager,(2006), Copy right: leica geosystems geospatial imaging, printed in the united states of America. p:48-52.**



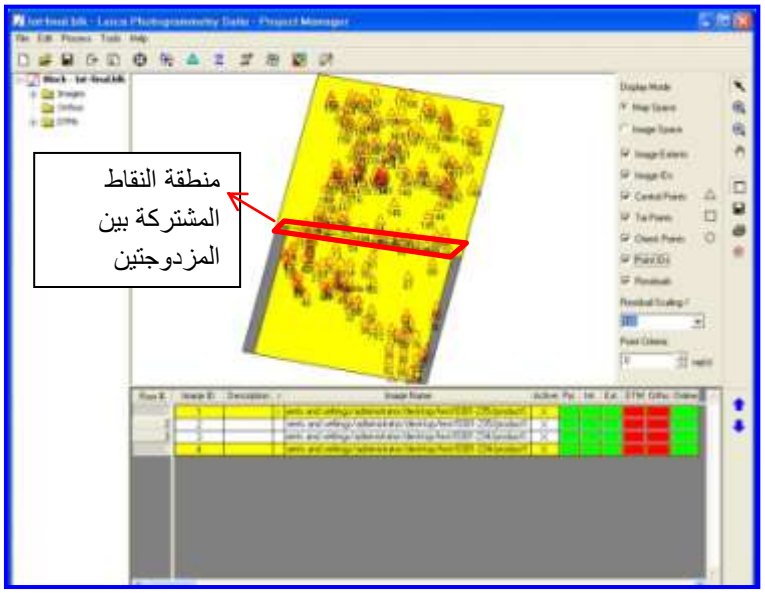
الشكل (3): رصد نقاط التحكم

تم ربط مرئية Cartosat1 الستريوسكوبية الأولى مع 56 نقطة مرجعية من المشهد Quick Bird موزعة على كامل المرئية. كما في الشكل(4):



الشكل(4): النقاط المرصودة في مرئية (Cartosat 1) الستريوسكوبية الأولى

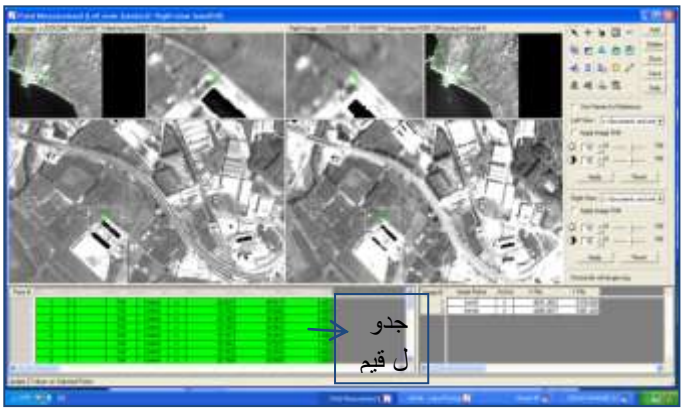
بعد رصد نقاط التحكم في كل من المرئيتين الستريوسكوبيتين، يتم رصد النقاط المشتركة بين المزدوجتين وعددها عشر نقاط، ويوضح الشكل(5) منطقة النقاط المشاركة بين المرئيتين الستريوسكوبيتين.



الشكل(5): منطقة النقاط المشتركة بين زوجي (Cartosat 1) الستريوسكوبي
بعد الانتهاء من الرصد تم أخذ 41نقطة تحقق (check points) للتأكد من صحة الحل.

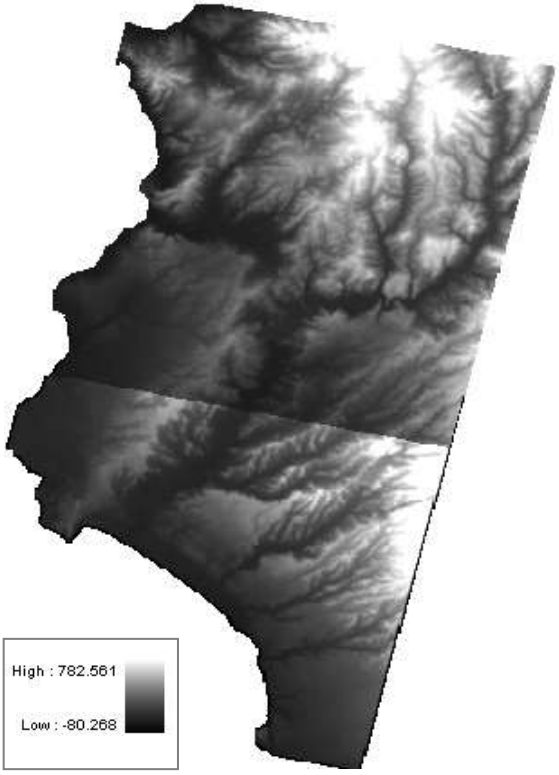
<u>توليد نموذج الارتفاع الرقمي والمرئيات المصححة عمودياً:</u>

بعد الانتهاء من أخذ نقاط التحكم، والتحقق، ونقاط الربط، تتم عملية حساب الارتفاعات، بالاعتماد على نموذج ارتفاع رقمي لمنطقة البحث بدقة (15متر). حيث ظهرت قيم الارتفاع في الجدول كما في الشكل(6):



الشكل(6): مشهد (Cartosat 1) بعد حساب قيم الارتفاع (Z)

ويمكن تكبير الفاصل الرأسي إلى 15م، وهو ضعف قياس حجم الخلية والتي هي 7.5متر. وذلك لإظهار المبالغة الرأسية. وتوليد نموذج الارتفاع الرقمي آلياً. انظر الشكل(7).



الشكل (7): نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الذي تم توليده من زوج مرئيات (Cartosat1) الستريوسكوبية

عملية التصحيح العمودي (Ortho rectification):

باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي الناتج وباستخدام معطيات التثليث، يتم توليد الصور المصححة عمودياً لكلا المشهدين. من خلال عملية التصحيح العمودي.

يتم اختيار مكان الحفظ وحجم الخلية هو 0,000023 بيكسل، وذلك تم اعتماده بناءً على العلاقة الرياضية التالية:

كل 180 درجة تعادل 3.14راديان

كل (س) تعادل يه

حيث: ل= ر * يه

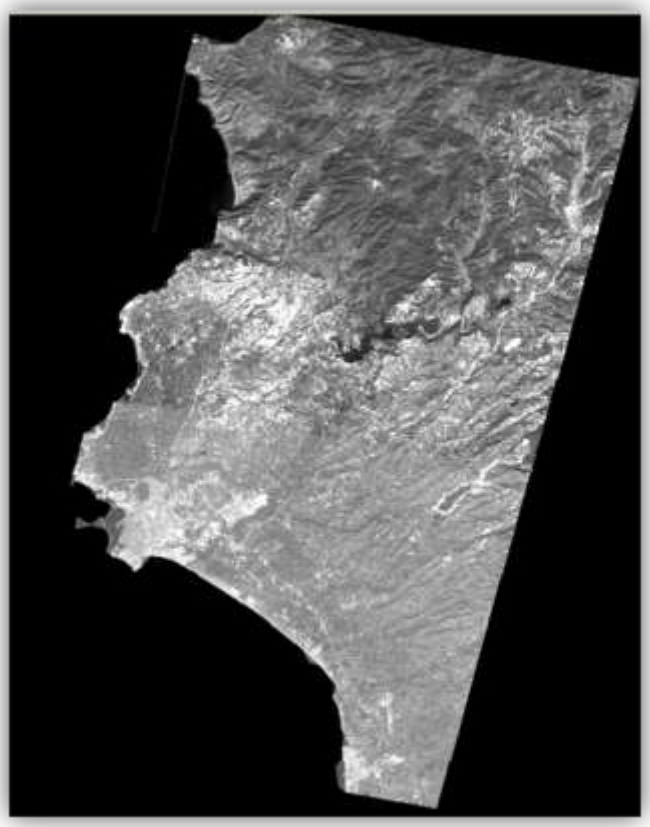
ر: نصف الكرة الأرضية من النقطة المرجعية وتساوي 6378148متر حسب الاهليلج WGS84.

ل: قياس البكسل (Pixel size) = 2.5 متر.

يه(رد)= ل/ر = 6378148/2.5= بالراديان

يه (درجة)= (180* (6378148/2.5))/3.14= 0,000023 درجة.

ونختار المجال F (اللقطة الأولى المباشرة) (Forward looking) بدلاً من المجال A (اللقطة التالية) (After looking) لأنها تكون عمودية تماماً. ويوضح الشكل(8) مشهد زوج مرئيات (Cartosat1) الستريوسكوبية بعد التصحيح العمودي.



الشكل:(8): مشاهد التابع (Cartosat1) المصححة عمودياً والتي تغطي ناحية البهلولية

تكون المشاهد المصححة عمودياً (Orthophoto) شبه خالية من كافة التشوهات المكانية بما فيها التشوهات الناتجة عن الارتفاعات، وبالتالي تكون مصدراً موثوقاً لكافة المعلومات المكانية (كالأطوال، والزوايا، والمساحات، والإحداثيات)، لذلك يمكن استخدام هذه المشاهد كخرائط أساس لكافة طبقات الخرائط الغرضية. إضافة إلى اعتبارها مصدراً لنقاط التحكم الارضية المستخدمة في إرجاع كافة مشاهد التوابع الصنعية المتوافقة معها.

ثالثاً: تحديث الخرائط الطبوغرافية واستنتاج التغيرات التي طرأت عليها:

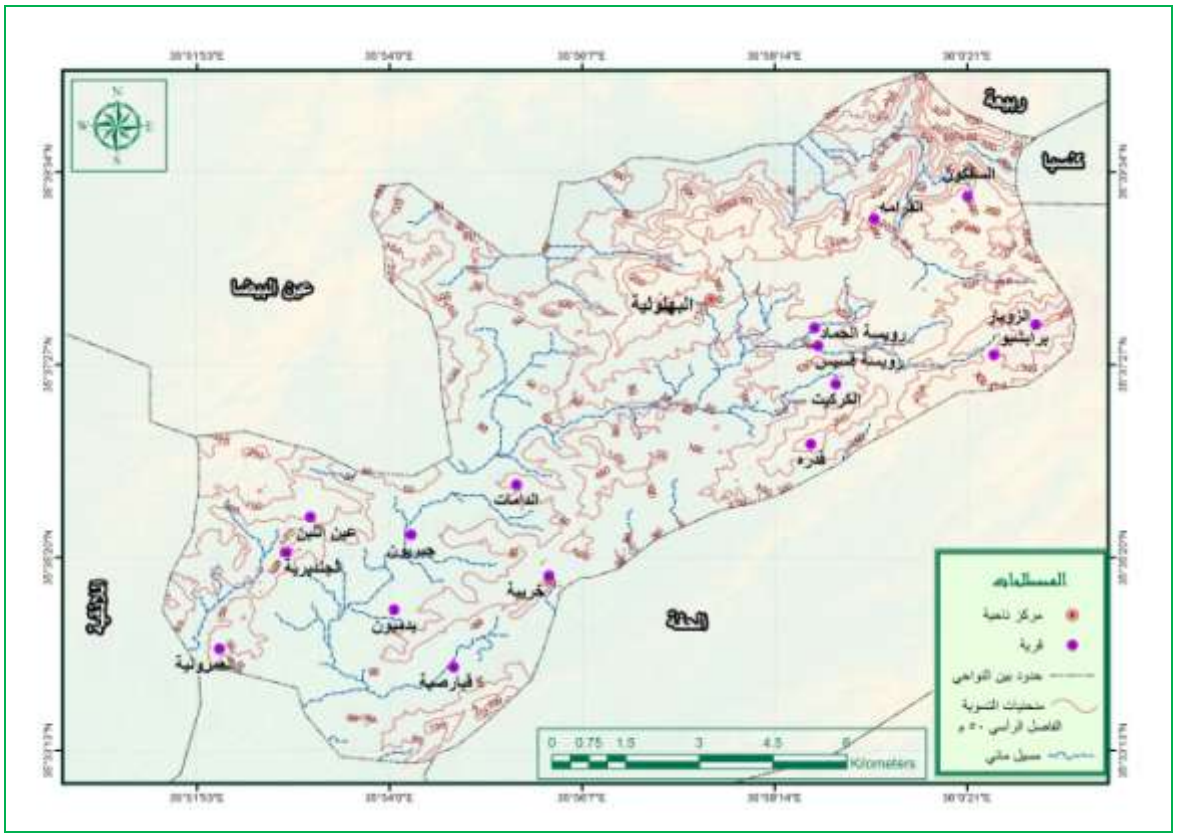
1- تحديث الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (50000/1):

تم استخدام مشهد التابع (Cartosat1) الملتقطة في العام (2010م) في تحديث الخريطة الطبوغرافية التي أُنتجت في العام (1987م)، انظر الخريطة (4) التي توضح مرئية التابع (Cartosat1) التي تغطي ناحية البهلولية والتي تم تحديث الخرائط الطبوغرافية على أساسها.

خريطة (4): مرئية التابع (Cartosat1) التي تغطي ناحية البهلولية ذات قدرة التمييز (2.5م)

حيث شمل التحديث المظاهر التالية:

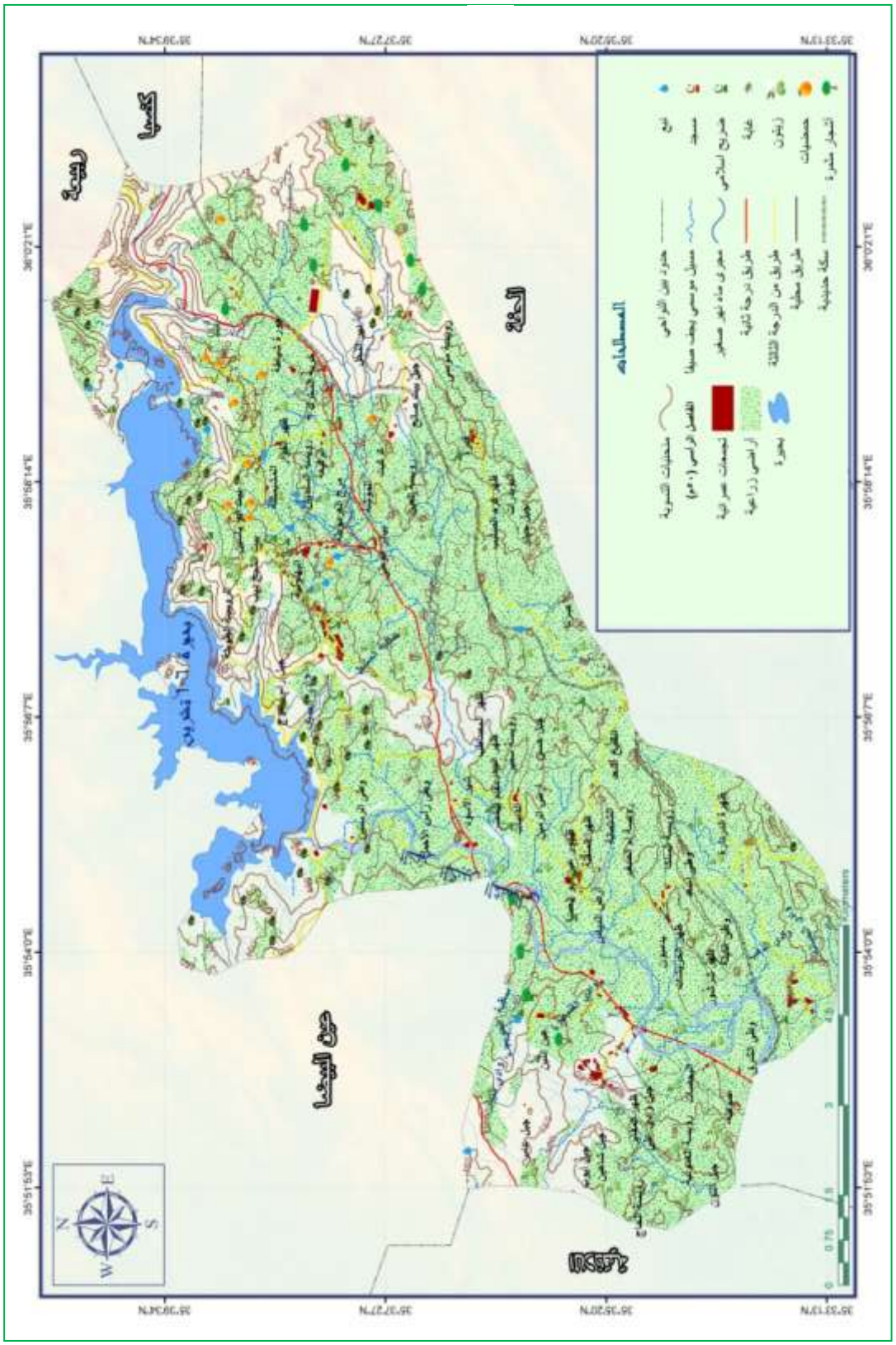
- خطوط التسوية (الكونتور): تم توليد خطوط التسوية آلياً من مشاهد التابع (Cartosat1) دون الحاجة إلى ترقيمها بفاصل رأسي قدره (50 م).
- شبكة المياه : احتوت الإضافات على منظومة المعالم الخطية الخاصة بشبكة المياه، وهي المسيلات المائية التي تم اشتقاقها من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الذي تم توليده من مرئية التابع (Cartosat1). انظر الخريطة (5) التي توضح منحنيات التسوية والمسيلات المائية التي تم اشتقاقها من نموذج الارتفاع الرقمي.



خريطة (5): منحنيات التسوية والمسيلات المائية في ناحية البهلولية

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (15م) الذي تم توليده من مزودجة مرئيات التابع (Cartosat1)

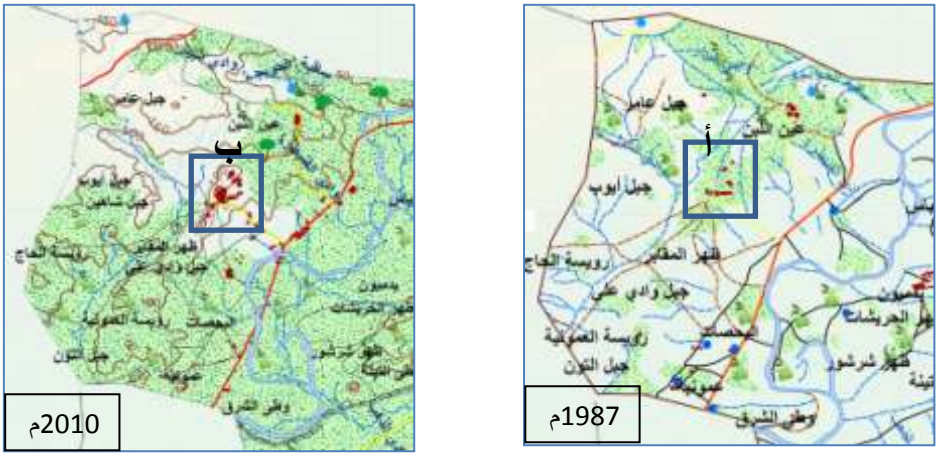
المظاهر النباتية: شملت التعديلات والإضافات وحذف المعالم النباتية التي لم تعد موجودة كالأراضي الزراعية، حيث اختلفت الأراضي من حيث مساحتها ففي مناطق التجمعات العمرانية ازداد الزحف العمراني على حساب المساحات المزروعة فتراجعت مساحة تلك الأراضي. ولكن عموماً شهدت ناحية البهلولية تزايداً كبيراً في مساحة الأراضي المزروعة على حساب الأراضي الجرداء، حيث بلغت مساحتها بحسب الخريطة الطبوغرافية للعام (1987م) (35.03كم^2)، وبلغت مساحتها في الخريطة التي تم تحديثها (69.4كم^2)، وأغلب الأراضي مزروعة بالزيتون والأشجار المثمرة، باستثناء المنطقة الشمالية من الناحية فهي مزروعة بالحمضيات. وتنتشر الغابات عند ضفاف بحيرة 16تشرين، والجزء الشمالي الشرقي من الناحية. توضح الخريطة (6) الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (50000/1) التي تم تحديثها بناءً على معطيات التابع (Cartosat1) الملتقطة في العام 2010م.



خريطة (6): الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (1/50000) للعام 2010م

المصدر: من عمل الباحثة، بالاعتماد على الخريطة الطبوغرافية من المؤسسة العامة للمساحة، تم تحديثها بالاعتماد على مشاهد للتابع الصنعي (Cartosat1) الملتقطة بتاريخ 2010/1/13 م

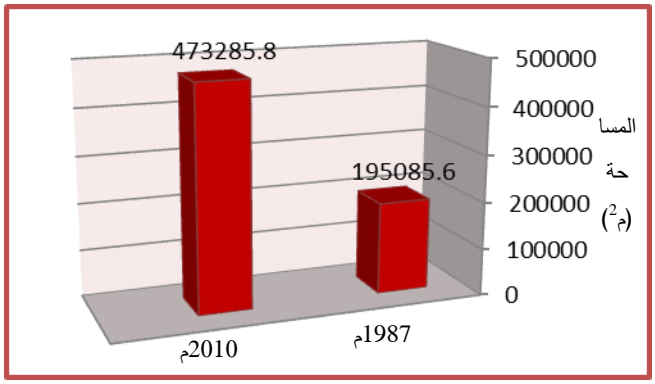
ويوضح الشكل(9) مثال على تطور مساحة الأراضي الزراعية.



الشكل (9): اختلاف مساحة الأراضي الزراعية في الجزء الجنوبي الغربي للخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (1/50000) بين الأعوام (1987–2010م)

يظهر في الشكل (9) اختلاف مساحة الأراضي الزراعية بين الأعوام (1987–2010م) حيث ازدادت مساحة الأراضي المزروعة على ضفاف نهر الكبير الشمالي، وتراجعت المساحة على حساب الأراضي المزروعة بسبب الزحف العمراني كما في الشكل (أ) و (ب).

- تحديث التجمعات العمرانية: ظهرت التجمعات العمرانية في الخريطة الطبوغرافية العائدة لعام1987م، على شكل كتل عمرانية، بينما في الخريطة التي تم تحديثها بناءً على مشاهد التابع (cartosat1)، ظهرت المباني بشكل كتل وأبنية متفرقة، وبالتالي تم ترقيم هذه المباني، حيث كان عدد التجمعات العمرانية في الخريطة العائدة للعام (1987م) نحو(174 تجمعاً عمرانياً)، بينما بلغ عدد هذه التجمعات في الخريطة المحدَثة نحو(314 تجمعاً عمرانياً). ويوضح المخطط البياني (1) تطور مساحة التجمعات العمرانية في الخريطة الطبوغرافية للعام (1987م) والخريطة المحدثة للعام (2010م).



الشكل البياني (1): تطور مساحة التجمعات العمرانية في الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (1/50000) بين الأعوام (1987–2010م)

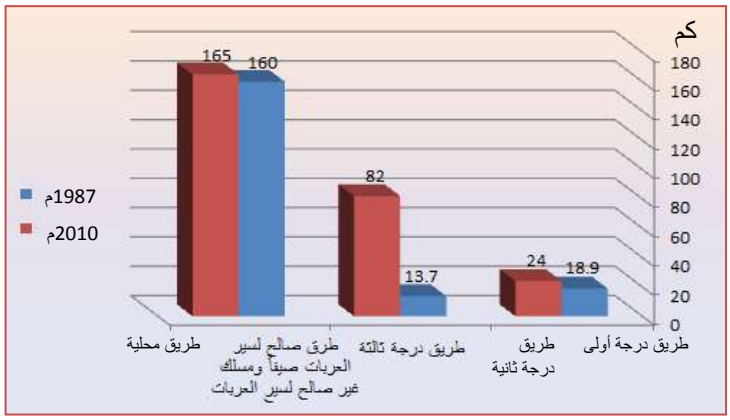
شبكة طرق المواصلات: طرأ على شبكة طرق المواصلات تطورات عديدة بين العامين (1987–2010م). أبرزها:

– تم تصنيف الطريق من الدرجة الأولى في الخريطة الطبوغرافية العائدة للعام (1987م) على أنه طريق من الدرجة الثانية في الخريطة الطبوغرافية المحَدثة.

– تطور طول شبكة الطرق من الدرجة الثالثة من (14كم) في الخريطة الطبوغرافية للعام (1987م) إلى (82كم) في العام (2010م).

– استُبدلت شبكة الطرق الترابية الصالحة وغير الصالحة لسير العربات بطرق محلية تربط بين الأحياء.

– تم تمييز السكة الحديدية* في الخريطة المحدثة والتي بلغ طولها في الناحية (17.28كم). ويوضح المخطط البياني (2) تطور طول طرق المواصلات في الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (1/50000) للأعوام (1987–2010م).



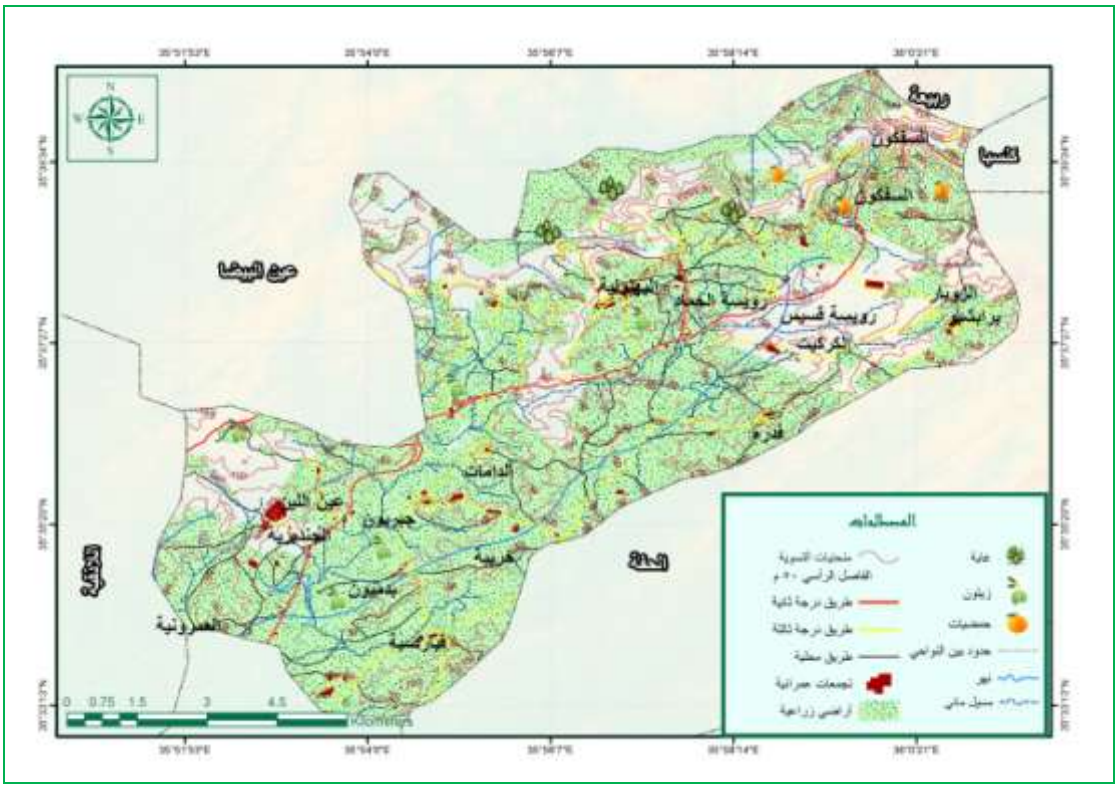
شكل بياني (2): تطور طول شبكة طرق المواصلات في الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (1/50000) بين الأعوام (1987–2010م)

2– تحديث الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (1/2000000):

تُعد الخريطة الطبوغرافية ذات المقياس(1/200000) تعميماً عن الخريطة الطبوغرافية ذات المقياس (1/50000)، وبالتالي فإن التغيرات التي طرأت على الخريطة الطبوغرافية (1/200000) هي ذاتها التغيرات التي طرأت على معالم الخريطة الطبوغرافية (1/50000) من زحف عمراني وزيادة مساحة الأراضي الزراعية، إلا أنها تظهر في الخريطة الطبوغرافية(1/200000) بشكل معمم (أقل تفصيلاً). حيث تم تحديث الخريطة الطبوغرافية بمقياس (1/200000) بالاعتماد على مرئية التابع (Cartosat1) ولكن بعد تخفيض دقتها من أجل عملية التعميم. حيث شمل التحديث المظاهر التالية:

خطوط التسوية (الكونتور) والمسيلات المائية: تم توليد خطوط التسوية آلياً من مشاهد التابع (Cartosat1) دون الحاجة إلى ترقيمها بفاصل رأسي قدره (50 م)، واشتقاق المسيلات المائية من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الذي تم توليده من مرئية التابع (Cartosat1). انظر الخريطة (7) التي توضح الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (1/200000) للعام 2010م.

* سكة اللاذقية–حلب.



خريطة (7): الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (200000/1) للعام 2010م

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الخريطة الطبوغرافية من المؤسسة العامة للمساحة، تم تحديثها بالاعتماد على مشاهد للتابع الصنعي (Cartosat1) الملتقطة بتاريخ 2010/1/13م

- المظاهر النباتية: بلغت مساحة الأراضي الزراعية في الخريطة الطبوغرافية للعام (1964م) نحو (57.97 كم^2)، بينما بلغ عددها في الخريطة المحدثة (74.73 كم^2). أي بلغت الزيادة (16.76 كم^2).
- التجمعات العمرانية: بلغ عدد التجمعات العمرانية في الخريطة العائدة للعام (1964م) نحو (34 تجمعاً)، وأصبح عددها (53 تجمعاً) في الخريطة المحدثة.
- طرق المواصلات: تطورت شبكة طرق المواصلات بشكل ملحوظ، صُنف الطريق من الدرجة الأولى في الخريطة القديمة على أنه طريق من الدرجة الثانية في الخريطة المحدثة، كما استُبدلت الطرق الصالحة لسير العربات صيفاً بطرق محلية تطورت من حيث طولها وكثافتها. ويوضح الجدول (2) تطور أطوال شبكة طرق المواصلات في الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (200000/1) خلال فترة الدراسة.

جدول (2):تطور أطوال شبكة طرق المواصلات في الخريطة الطبوغرافية لناحية البهلولية بمقياس (200000/1) بين الأعوام (1964-2010م).

طرق المواصلات	طول شبكة الطرق في العام (1964م) (كم)	طرق المواصلات	طول شبكة الطرق في العام (2010م) (كم)
طريق من الدرجة الأولى	17.06	طريق من الدرجة الثانية	23.64
طريق من الدرجة الثالثة	23.21	طريق من الدرجة الثالثة	79.54
طريق صالح لسير العربات	39.86	طريق محلية	89.51

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

بينت نتائج البحث أهمية استخدام المرئيات الفضائية في تحديث الخريطة الطبوغرافية كما يلي:

1- تم تحديث الخرائط الطبوغرافية لناحية البهلولية بمختلف المقاييس، باستخدام تقنية المساحة التصويرية الفضائية، بأقل كلفة وجهد مقارنة مع طرق التحديث التقليدية. وتبين من نتائج التحديث على الخرائط الطبوغرافية كالآتي:

أ- التوسع والزحف العمراني على حساب الأراضي الزراعية في بعض مراكز التجمعات العمرانية كما في مركز الناحية. حيث ازدادت التجمعات العمرانية من (174 تجمعاً) في الخريطة الطبوغرافية بمقياس (50000/1) للعام (1987م) إلى (314 تجمعاً) في الخريطة المحدثة للعام (2010م). كما لوحظ هذا التوسع في بعض المناطق في الخريطة الطبوغرافية بمقياس (200000/1) في الجنديرية، والسفكون، والبهلولية.

ب- زيادة مساحة الأراضي المزروعة، وأعداد الأشجار المزروعة. حيث بلغت مساحة الأراضي الزراعية في الخريطة الطبوغرافية بمقياس (50000/1) للعام (1987م) حوالي (35.03كم^2)، وأصبحت مساحتها في العام (2010م) (69.04 كم^2). وأغلب الأراضي مزروعة بالزيتون، والأشجار المثمرة، بالإضافة إلى الحمضيات في الجزء الشمالي من المنطقة، والأشجار الحراجية بالقرب من بحيرة 16 تشرين.

ج- تم توليد خطوط التسوية بفاصل رأسي (50 م) بشكل آلي من نموذج الارتفاع الرقمي الذي تم اشتقاقه من مرئية التابع (Cartosat1).

د- تم اشتقاق المسيلات المائية لناحية البهلولية من خلال التحليل الهيدرولوجي لنموذج الارتفاع الرقمي لصعوبة تمييزها على المرئية المصححة عمودياً.

هـ- توسع شبكة الطرق وزيادة طولها: حيث استُبدلت الطرق غير الصالحة لسير العربات، والمسالك الصالحة لسير العربات بطرق محلية تربط بين الأحياء والقرى. تطورت الطرق بشكل عام من حيث الكثافة والتخديم. وبلغ طول الشبكة عام (1987م) في الخريطة الطبوغرافية بمقياس (50000/1) نحو (198.28 كم)، وتطورت إلى (259.28 كم) في العام (2010م). وتم تمييز السكك الحديدية في الخريطة المحدثة. لوحظ أيضاً تطور طول شبكة الطرق بين الأعوام (1964-2010م) في الخريطة الطبوغرافية بمقياس (200000/1) من (80.13كم) في الخريطة للعام (1964م) إلى (192.69كم) في الخريطة للعام (2010م).

2- وضع منهجية آلية ونصف آلية لتحديث الخرائط الطبوغرافية بمقاييس مختلفة، ستكون قاعدة أساسية في تحديث الخرائط الطبوغرافية السورية.

التوصيات:

1- تحديث الخرائط الطبوغرافية السورية بمقاييسها المختلفة استناداً إلى المعطيات الفضائية، لأنها أقل كلفة وجهد مقارنة بالطرق التقليدية

2- بناء قاعدة بيانات جغرافية لمحتوى الخرائط الطبوغرافية المحدثة يُمكن من إمكانية الإضافة والتحديث والتعديل على هذه الخريطة عن طريق قاعدة البيانات الجغرافية المرتبطة بها، وتطبيق هذه التقنية على اللوحات التي تغطي الأراضي السورية.

المصادر والمراجع:

المراجع باللغة العربية:

1- دبس، عبد الرحمن، *تصميم وقراءة الخرائط الطبوغرافية* ، الدار السعودية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، جدة، السعودية، 2009م.

2- دويدري، رجاء، *البحث العلمي(أساسياته النظرية وممارسته العملية)*، دار الفكر، دمشق، سورية، 2002م.

3- الشريعي، أحمد البدوي، *الخريطة الطبوغرافية أسس وتطبيقات*، دار الفكر العربي، القاهرة، مصر، 2006م،

4- ل. أرودونيكا. *المنهج الكارتوغرافي "الموسوعة الجغرافية"*. موسكو، 1989م.

الخرائط:

1- خريطة التقسيمات الإدارية للجمهورية العربية السورية، مقياس: 3000.000/1، تم تزويد البحث بها من الشركة العامة للدراسات، دمشق، سورية.

2- الخريطة الطبوغرافية لمحافظة اللاذقية، مقياس: 50000/1، رقم اللوحة: N136-x-4-b، المؤسسة العامة للمساحة، دمشق، 1987م.

3- الخريطة الطبوغرافية لمحافظة اللاذقية، مقياس:200000/1، المؤسسة العامة للمساحة، دمشق، 1964م.

المرئيات الفضائية:

1- مرئيات من نوع (Cartosat1)، تم تزويد البحث بها من قبل الهيئة العامة للاستشعار عن بعد.

2- مرئيات فضائية من نوع (QuickBird)، تم تزويد البحث بها من قبل الهيئة العامة للاستشعار عن بعد.

المواقع الالكترونية:

1- http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/other-satellite-sensors/cartosat-1 /

المراجع باللغة الانكليزية:

1-JOHN B. ROWLAND, *Features shown on topographic maps, Geological survey circular368, department of the interior Douglass Mckay*, United states of America.p:1. , (1999)

2- Technical documentation. Leica photogrammetry suite- project manager, Copy right: leica geosystems geospatial imaging, printed in the united states of America ,(2006) .