إنتاج خرائط مصورة من مرئيات الأقمار الصناعية لمنطقة طرابلس

د. جمال قليدان*
كلية الهندسة ـ جامعة طرابلس
jamalgledan@ hotmail.com

م. عبدالحكيم سعيد
كلية الهندسة ـ جامعة المرقب
Hakemj2000@gmail.com

الملخص

توجد نوعان من الخرائط المساحية الرقمية وفق الدقة المكانية المطلوبة، فإذا حدد إخراج الخريطة الرقمية على بيانات الارتفاع " التضاريس " تسمى خرائط طبوغرافية، أما إذا أهملت قيمة الارتفاع تسمى هذه الخرائط بالخرائط المصورة والفرق بين هذين النوعين وجود وعدم وجود قيم الارتفاعات على الخريطة، وحيث إن إنتاج الارتفاع يحتاج تقنيات مختلفة مثل تصوير المنطقة من موقعين مختلفين كما هو معروف في أساسيات المساحة التصويرية وهو مكلف إذا قرن بالنوع الأخر " الخرائط المصورة ". إن أنظمة المعلومات الجغرافية في حاجة ماسة إلى الخرائط، حيث إن الخرائط الرقمية المصورة تكون مناسبة وغير مكلفة لهذا الغرض؛ لذا يفضل استخدام هذه الخرائط بدلا من الخرائط الطبوغرافية. تعتبر المرئيات الفضائية من أهم التقنيات المستخدمة في إنتاج الخرائط المصورة، وذلك لتوفر هذه المرئيات بدقة مكانية عالية ولتكلفتها المعقولة مقارنة بأعمال المساحة الأخرى كأعمال التصوير الجوي، ويتوقف تحديد المقياس للخريطة المنتجة على الدقة المكانية للمرئية المستخدمة، حيث يتم إنتاج الخريطة من بيانات الاستشعار عن بعد (المرئيات الفضائية) وذلك بعد تحويلها إلى معلومات رقمية عن طريق البرامج المختصة بإنتاج الخرائط مثل (Arc map - ERDAS Imagine). تناولت هذه الدراسة إنتاج خريطة رقمية (مصورة) من بيانات الاستشعار عن بعد (مرئيات الأقمار الصناعية) للوحة رقم 7E-55-8 حسب نظام الإسقاط مريكتيور المستعرض الليبي (LTM2º) بمقياس 10000:1. تم استخدام مرئية فضائية للقمر صناعي Quick bird بدقة مكانية 0.61 متر وتم استخدام أيضا خريطة طبوغرافية لمنطقة الدراسة بمقياس رسم 10000:1حيث تعتبر الخريطة كمرجع للمعلومات، تم إنتاج الخريطة المصورة وتمثيل المعالم الجغرافية عليها في طبقات (Layers) في برنامج (Arc map10.3)، بحيث يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ القرار لبعض المشاريع الهندسية، واستخدامها كقاعدة بيانات في نظم المعلومات الجغرافية.

الكلمات الدالّة

الخريطة الرقمية المصورة، مرئية فضائية، الدقة المكانية، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية

1- المقدمة

تعد الخريطة من أقدم الوسائل التي ابتكرها الإنسان منذ الآف السنين؛ ليرسم من خلالها مظاهر المكان الذي يعيش فيه، ويضع بها المعلومات التي يريد أن يحتفظ بها لنفسه أو ينقلها لغيره، أي بلغة عصرنا الحالي فإن الخريطة هي قاعدة بيانات متعددة الأغراض"Multi – purpose data base" للمكان والبيئة من حولنا، وبالرغم من أن الجغرافيين هم أول من ابتكر الخرائط واهتموا بتطويرها إلا أن علم الخرائط يقوم على إسهامات العديد من التخصصات العلمية مثل الهندسة المساحية والتصوير الجوي والرياضيات والإحصاء والحاسب الآلي[1]، مع التقدم التقني الهائل الذي شهده القرن الماضي، فقد تغيرت النظرة العامة للخريطة، فلم يعد مصطلح "الخريطة" يعني الخريطة الورقية المطبوعة "Paper printed maps" فقط بل تم ابتكار الخرائط الرقمية أو خرائط الحاسوب "Digital maps" وأيضا تم تطوير الخرائط المحمولة "Portable maps" والموجودة في الأجهزة الالكترونية المحمولة يدويا مثل أجهزة الهاتف النقال و أجهزة تحديد المواقع "GPS" والخرائط الفراغية أو الافتراضية "Space maps" (الخرائط الموجودة على شبكة الانترنت مثل خرائط الجوجل)[5]، ولم تعد الخرائط تختص فقط بتمثيل مظاهر أو معالم سطح الأرض، بل تم تطوير خرائط لأعماق البحر والمحيطات، وخرائط لمجال الجاذبية الأرضية وخرائط للمجال المغناطيسي للأرض، وفي منتصف القرن العشرين الميلادي تم ابتكار أجهزه الحاسوب والذي كان من أهم تطبيقاته ظهور الخرائط الرقمية أو خرائط الحاسوب

"Computer Mapping"[2]، تعتمد هذه الخرائط على التعامل مع برامج حاسوبية متخصصة لرسم وإعداد الخرائط مثل برنامج "Arc map "[4].

إن الهدف الرئيسي من تقنية الخرائط الرقمية هو استخدام الأجهزة الحديثة لإعداد نسخة رقمية من بيانات تم الحصول عليها من مرئيات أو صور جوية أو مرئيات الأقمار الصناعية، ثم تخزن هذه المرئيات داخل أجهزة الكمبيوتر؛ لكي يتم إعداد خرائط رقمية تمثل معالم المنطقة المطلوب دراستها، وبعد ان بدأ عصر الفضاء (الأقمار الصناعية)، الذي كان من أهم تطبيقاتها التصوير الفضائي للكرة الأرضية، كما أن له دورا كبيرا في انتاج الخرائط باستخدام أجهز الحاسوب، حيث أصبح من السهولة واليسر استخدام مرئيات فضائية (صوره لسطح الأرض ملتقطة من الأقمار الصناعية) تبين تفاصيل المعالم المكانية لأي بقعة من على سطح الأرض، مما جعل إنتاج الخرائط يصل لمستويات عالية من الدقة والسرعة مع انخفاض التكلفة[4].

2- مشكلة البحث

• قلة إنتاج الخرائط من مرئيات الأقمار الصناعية (الخرائط المصورة) التي تساهم في اتخاذ القرار عند تخطيط وتنفيذ بعض المشاريع الهندسية.

•من الناحية الاقتصادية فإن إنتاج الخرائط الطبوغرافية مكلفة للغاية من حيث التكلفة والخبرة حيث تعتبر هذه الخرائط بديلا عن الخرائط الطبوغرافية في توفير المعلومات المكانية واتخاذ القرارات لبعض المشاريع الهندسية، الأمر الذي يمكننا من الاستغناء عن إنتاج الخرائط الطبوغرافية للحصول على المعلومات التي توفرها هذه الخرائط.

3- أهداف البحث

يمكن تلخيص الأهداف الرئيسية للدراسة بالاتي:-

1. إنتاج خريطة مصوره لمنطقة الدراسة باستخدام مرئيات أقمار صناعية مناسبة للغرض، بحيث يمكن الاعتماد عليها كقاعدة للبيانات في نظم المعلومات الجغرافية
2. تقييم دقة المكانية للخريطة المصورة المنتجة
3. مقارنة هذه الخرائط بالخرائط القديمة لمنطقة الدراسة من حيث تغيير المعالم.

4- منطقة الدراسة

سيتم إجراء هذه الدراسة لمنطقة ذات رقعة جغرافية متوسطة وهي من ضمن المناطق الواقعة في المنطقة رقم 7 من مناطق إسقاط نظام مركيتور المستعرض الليبي LTM2° حيث تكون حدود الدراسة بين :-

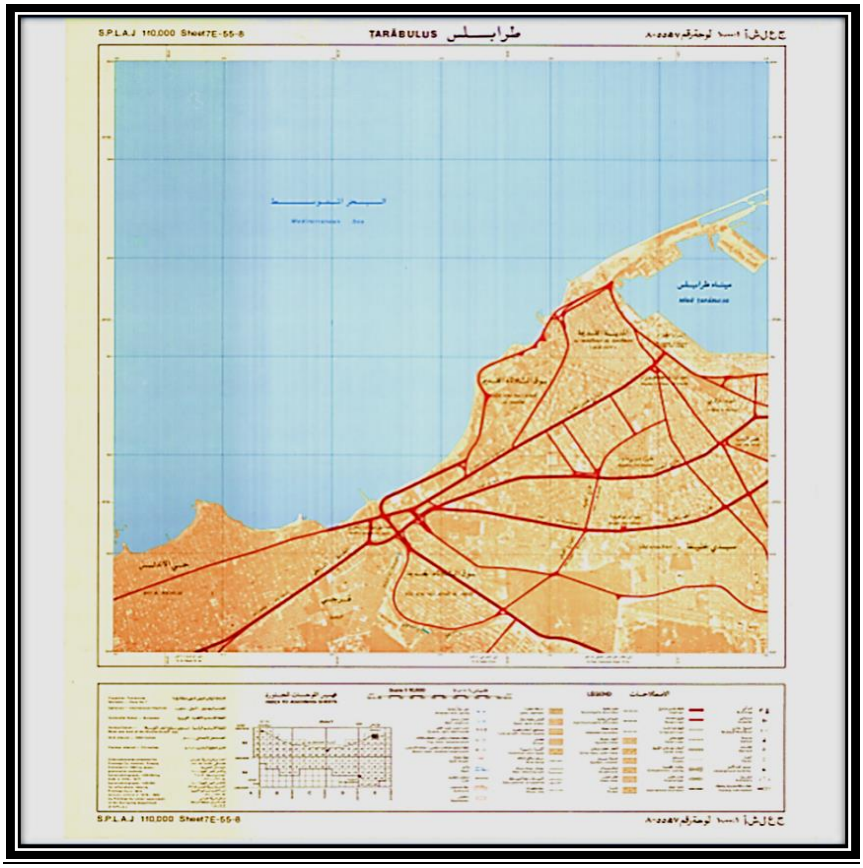
الإحداثيات التربيعية لمنطقة الدراسة

- الشرقيات من 212000 إلى 218000
- الشماليات من 3638000 إلى 3644000

5- البيانات المستخدمة

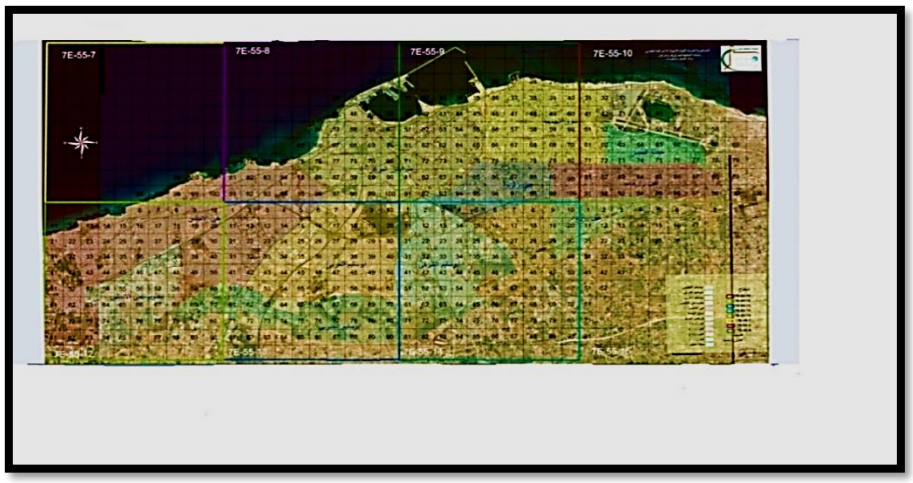
اعتمدت هذه الدراسة على العديد من المعلومات والبيانات والتي من أهمها:-

1- خريطة طبوغرافية لمنطقة الدراسة أعدت من قبل شركة فنماب هلسنكي، فنلندا عام 1980م بالوسائل التصويرية وذلك من الصور الجوية تحت إشراف مصلحة المساحة الليبية بمقياس رسم 10000:1، كما هو موضح بالشكل (1) وبنظام الإسقاط مريكتيور المستعرض الليبي (LTM2°) على المرجع الجيوديسي (ELD1979)،حيث تم الحصول على هذه الخريطة من مصلحة المساحة.



شكل (1) خريطة طبوغرافية لمنطقة الدراسة بمقياس رسم 10000:1

2- فهرس اللوحات الذي يبين أرقام اللوحات حسب المقياس (10000:1) كما هو موضح بالشكل (2)، الذي أعدته مصلحة التخطيط العمراني/ فرع طرابلس ـ مركز التوثيق والمعلومات.



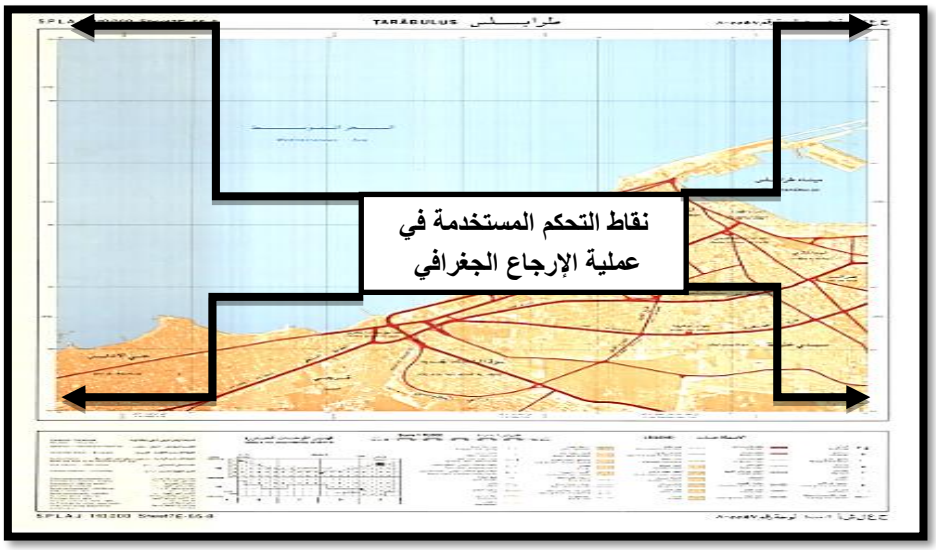
شكل (2) فهرس أرقام اللوحات 10000:1

3- مرئية فضائية للقمر الصناعي Quick bird لمنطقة طرابلس ذات دقة مكانية 0.61 متر كما هو موضح بالشكل (3) تمت عملية تصويرها في عام (2010.)، وتم الحصول على هذه المرئيات مصححة بنظام الإحداثيات العالمي (WGS84) من المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء.

شكل (3) مرئية فضائية للقمر الصناعي Quick bird.

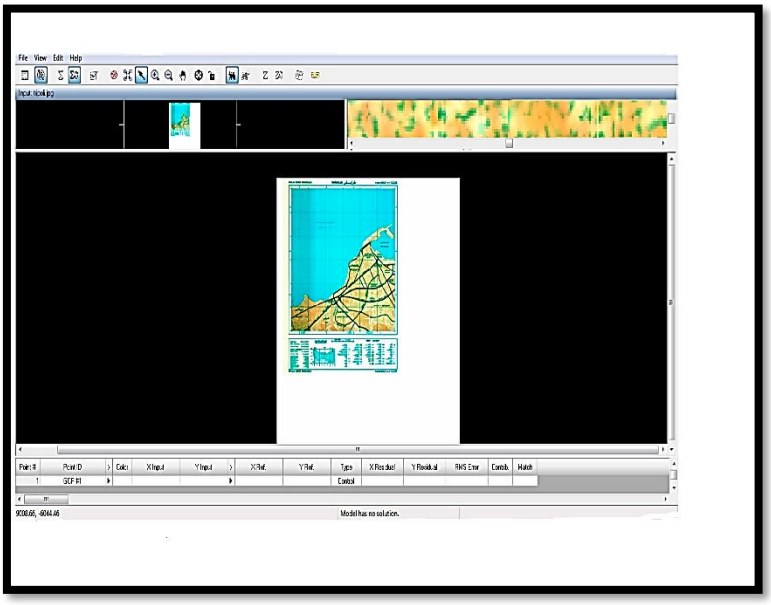
6- الإرجاع الجغرافي للخريطة

تمت عملية الإرجاع الجغرافي في هذه الدراسة للخريطة من خلال تحديد عدد أربع نقاط عليها موزعة توزيعا جيدا على أنحاء الخريطة (في الأركان الأربعة)، وإدخال قيم الإحداثيات الجغرافية الحقيقية لهذه النقاط، بنظام الإحداثيات المعمولة به، ونظام الإحداثيات المعمولة به الخريطة المستخدمة في هذه الدراسة هو (ELD1979) ونظام الإسقاط (°LTM2)، حيث تم استخدام النقاط المبينة في الشكل (4)، وهي تعتبر نقاط تحكم (Control Points) في عملية الإرجاع الجغرافي، حيث تم استخدام برنامج (ERDAS IMAGINE)[6] كما هو موضح بالشكل (5)،وهو من البرامج المعروفة والمشهورة في عمليات الإرجاع الجغرافي للخرائط.



شكل (4) يبين نقاط التحكم المستعملة في عملية الإرجاع الجغرافي.

يوضح الجدول (1) قيم إحداثيات النقاط المستخدمة في عملية الإرجاع الجغرافي للخريطة. يوضح الجدول (2) قيم إحداثيات النقاط بعد إتمام عملية الإرجاع الجغرافي المستخدمة في عملية الإرجاع الجغرافي للخريطة.



شكل (5) يبين عملية الإرجاع الجغرافي للخريطة في برنامج ERDAS IMAGINE.

جدول (1) إحداثيات النقاط على الخريطة بنظام الإحداثيات (ELD1979).

ST	Easting	Northing
1	212000	3638000
2	218000	3638000
3	218000	3644000
4	212000	3644000

جدول (2) إحداثيات النقاط بعد إتمام عملية الإرجاع الجغرافي

ST	Easting	Northing
1	211999.05	3638000.74
2	217999.50	3638000.74
3	217999.50	3644000.28
4	211999.05	3644000.28

7- تحويل نظام الإحداثيات للخريطة

تم تحويل نظام الإحداثيات للخريطة من المرجع الجيوديسي (ELD1979) ونظام الإسقاط مريكتيور المستعرض الليبي (LTM2º) إلى المرجع الجيوديسي الليبي (LGD2006) ونظام الإسقاط مريكتيور المستعرض الليبي (LTM2°)، تم استخدام برنامج (Arc map10.3)[7] في عملية التحويل و يدعم البرنامج جميع نظم التحويل للإحداثيات الجيوديسية (العالمية والمحلية) بين المراجع الجيوديسيةالمستخدمة في إسقاط الخرائط، حيث يقوم البرنامج من خلال معادلات وعلاقات رياضية بعملية التحويل المطلوبة، وهذه المعادلات هي المعادلات المعتمدة للتحويل من المرجع الجيوديسي (ELD1979) إلى المرجع الجيوديسي الليبي (LGD2006) في مصلحة المساحة الليبية[3] :-

$$\Delta \times = +92.5515$$

$$\Delta y = +10.8194$$

$$\Delta z = -149.885$$

8- تحويل نظام الإحداثيات للمرئية

تم تحويل نظام الإحداثيات للمرئية من المرجع الجيوديسي العالمي (WGS84) إلى المرجع الجيوديسي المحلي (LGD2006) ونظام الإسقاط (LTM2°) ، أي من نظام الدرجات إلى النظام المتري، بالاستعانة ببرنامج (Arc map10.3) بنفس الطريقة التي تمت فيها عملية تحويل الإحداثيات للخريطة، من خلال المعادلات الموضوعة في البرنامج والمعتمدة للتحويل بين المرجعين في مصلحة المساحة الليبية[3] :-

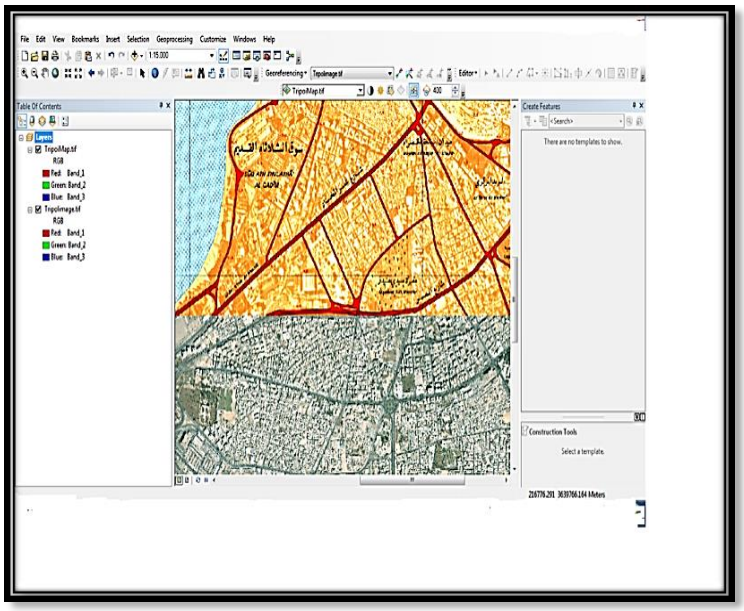
$$\Delta \times = 208.4058$$

$$\Delta y = 109.8777$$

$$\Delta z = 2.5764$$

9- عرض الخريطة على المرئية لمعرفة تطابق إحداثيات المعالم بين الخريطة والمرئية

الغرض من عملية التطابق هو تصحيح المرئية من الخريطة؛ لوضع إحداثيات المعالم في مواقعها الجغرافية الصحيحة في حالة عدم تطابقها بين الخريطة والمرئية، حيث تمت عملية التطابق بعرض الخريطة على المرئية في برنامج (Arc map10.3)، ومشاهدة تطابق إحداثيات المعالم المشتركة بين الخريطة والمرئية (هذه المعالم لم تتغير في المرئية عن الخريطة مثل بعض الطرق والمباني)، وجد أن المعالم في الخريطة لم تتطابق على المعالم نفسها في المرئية كما هو موضح بالشكل(6)، وذلك لوجود إزاحة في الإحداثيات عليه تم تعديل الإزاحة من خلال التصحيح الهندسي لمرئية القمر الصناعي من الخريطة الطبوغرافية، وعند الانتهاء من عملية التصحيح تم التأكد من عدم وجود إزاحة بين المعالم وكانت النتائج جيدة.

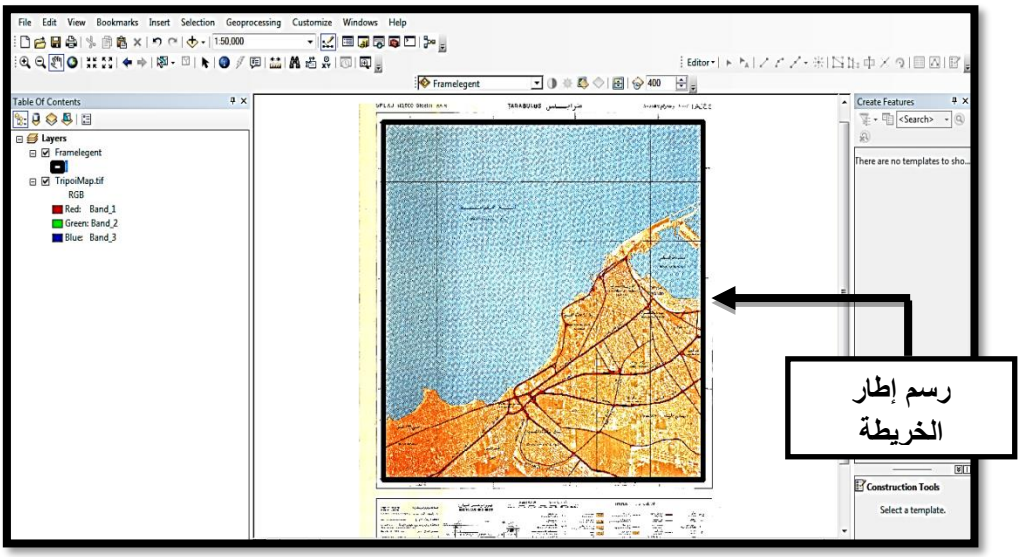


شكل (6) مقارنة تطابق المعالم بين الخريطة والمرئية.

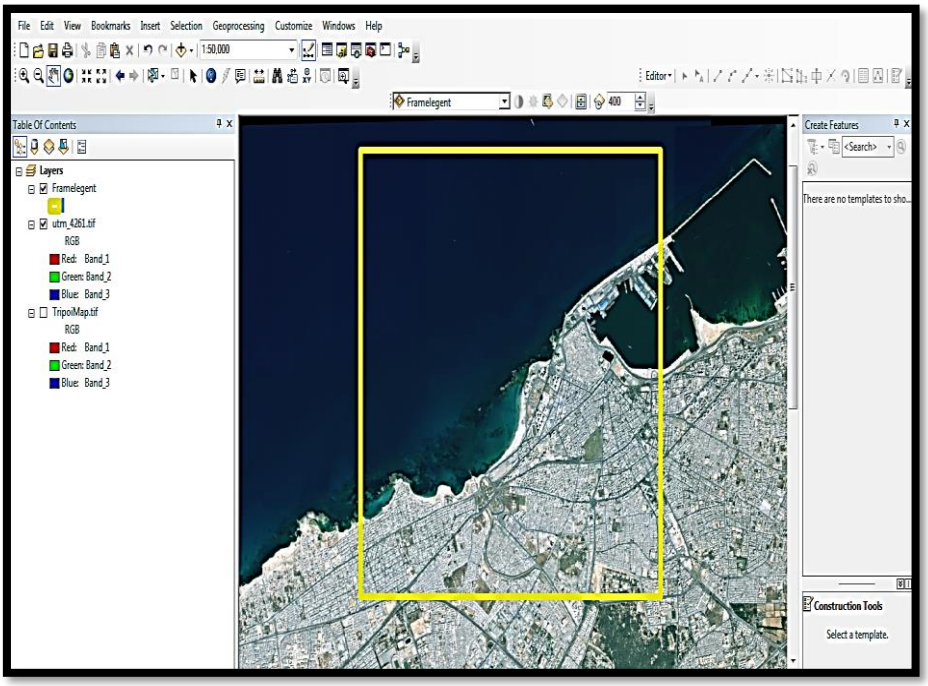
10- استقطاع المنطقة المطلوب عمل خريطة لها من المرئية

المرئية الفضائية المستخدمة في هذه الدراسة تمثل عددا من اللوحات لمنطقة طرابلس بمقياس الرسم 10000:1 ولعمل خريطة للوحة معينة لابد من إجراء عملية القطع لمنطقة الدراسة، وعملية القطع تتم بعدة طرق منها أعمال المساحة الأرضية، وعمليات القطع بواسطة خريطة منتجه سابقا لنفس المنطقة، حيث تم في هذه الدراسة

استخدام طريقة القطع بواسطة الخريطة. بعد الانتهاء من عملية التصحيح الهندسي لمرئية القمر الصناعي من الخريطة والتأكيد من عملية تطابق المعالم بين الخريطة والمرئية ووضع إحداثيات النقاط في مرئية القمر الصناعي في أماكنها الجغرافية الصحيحة تم قطع المنطقة المطلوب عمل خريطة لها من المرئية، حيث تم استخدام برنامج (Arc map10.3) في عملية القطع. حيث تمت عملية القطع برسم إطار الخريطة الذي يمثل حدودها وذلك بعمل طبقة للرسم في البرنامج من خلال النموذج الخطي (polygon) كما هو موضح بالشكل (7) وهو الأمر الذي من خلاله يتم رسم المربعات والمضلعات، وتحديد المرجع الجيوديسي للطبقة ونظام الإسقاط بحيث يكون نفس المرجع الجيوديسي ونظام الإسقاط للخريطة. بعد رسم الإطار يتم إخفاء الخريطة وفتح المرئية في عارض البرنامج كما هو موضح بالشكل (8) ثم تمت عملية



شكل (7) رسم إطار الخريطة



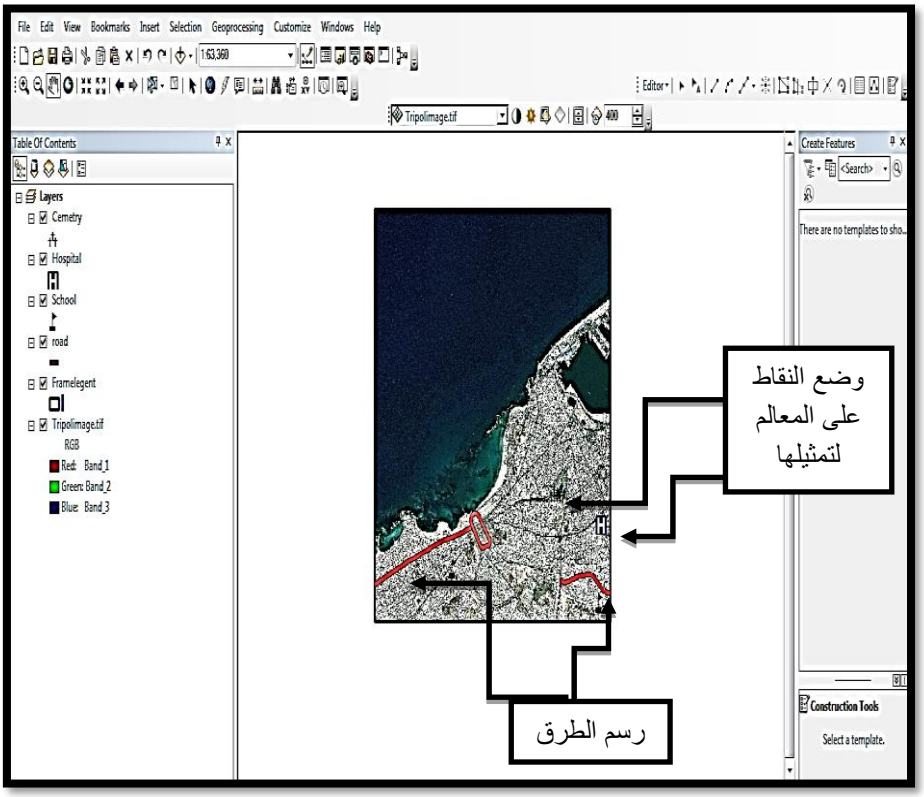
شكل (8) وضع الإطار على المنطقة المطلوب استقطاعها من المرئية.

11- تمثيل المعالم الجغرافية على مرئية القمر الصناعي

تم استخدام برنامج (Arc map 10.3) لتمثيل المعالم الجغرافية على صورة القمر الصناعي Quick bird في هذه الدراسة لإنتاج خريطة مصورة منها، وهي الطرق والمدارس والمستشفيات والمساجد والمقابر كما هو موضح بالشكل (9)، بالإضافة إلى وضع أسماء المناطق الرئيسية، وذلك من خلال عمل طبقة خاصة بكل معلم وتحديد نوعها، ويوضح الجدول (3) أنواع الطبقات المستخدمة في تمثيل المعالم الجغرافية على صور الأقمار الصناعية. تم عمل الطبقات للمعالم الجغرافية ، شكل (9) يبين تمثيل المعالم على المرئية الفضائية.

جدول (3) أنواع طبقات المعالم المستخدمة في هذه الدارسة

المعلم الجغرافي	نوع الطبقة
الطرق	Polyline
المدارس	Point
المستشفيات	Point
المقابر	Point
المساجد	Point



شكل (9) تمثيل المعالم على المرئية الفضائية في برنامج (Arc map 10.3).

12

- وضع المكونات الأساسية للخريطة المنتجة

بعد الانتهاء من ضبط الإحداثيات الجغرافية للصورة الفضائية وتمثيل معالم الخريطة المصورة عليها تم وضع أساسيات الخريطة عليها.

هذه الأساسيات تساعد على فهم الخرائط، حيث يمكن من خلالها معرفة اسم المنطقة التي عملت لها الخريطة ومقياس الرسم وشبكة الإحداثيات التي تبين حدودها، ومفتاح الخريطة الذي يمكن من خلاله تمييز المعالم وموقع منطقة الدراسة والمرجع الجيوديسي المستخدم ونظام الإسقاط الذي تم إسقاطها عليه.

تم عمل هذه الخريطة بمقياس رسم 10000:1 وهي تمثل المنطقة رقم 7E-55-8 حسب ترقيم اللوحات بقياس رسم 10000:1للمناطق طرابلس، وتم تصميم مفتاح الخريطة (Legend) الذي يوضح المعالم التي تم تمثيلها على الخريطة وكذلك يوضح موقعها بالنسبة لفهرس اللوحات، ويوضح أيضا المرجع الجيوديسي الذي اعتمد لإنتاج هذه الخريطة وهو المرجع الجيوديسي الليبي (LGD2006)، وبنظام الإسقاط مريكتيور المستعرض الليبي (LTM2°)، وتم وضع الإطار الخارجي للخريطة والإطار الداخلي الذي يضم حدود الخريطة، وذلك بالاستعانة بالخريطة المصورة القديمة التي استعملت في هذه الدراسة.

13- النتائج

1.13- الإرجاع الجغرافي للخريطة

يلاحظ بأن هناك تغيرا في قيم إحداثيات خطوط الطول ودوائر العرض لنفس النقاط على الخريطة بعد إجراء عملية الإرجاع الجغرافي بما يعرف (بنسبة خطأ)، حيث كانت نسبة الخطأ في إحداثيات خطوط الطول من [0.5متر - 0.95متر] ونسبة الخطأ في إحداثيات دوائر العرض من [(-0.28 متر) - (-0.74متر)]ولم تتجاوز نسبة الخطأ هذه نسبة الخطأ المتعارف عليها في أعمال المساحة وهي (0.5 مليمتر مضروبا في مقلوب مقياس الرسم للخريطة)، ونسبة الخطأ المسموح بها عند إجراء عملية الإرجاع الجغرافي للخريطة في هذه الدراسة هي (0.0005×10000=5متر) ، فإذا زادت نسبة الخطأ في عملية الإرجاع الجغرافي عن القيمة المسموح بها في هذه الحالة يجب زيادة عدد نقاط التحكم أي بدلا من أن نستخدم أربع نقاط نستخدم 6أو 8 نقاط تحكم.

2.13- عرض الخريطة على المرئية لمعرفة تطابق إحداثيات المعالم بين الخريطة والمرئية

نلاحظ بعد ما تمت عملية عرض الخريطة على المرئية في برنامج (Arc map 10.3)، إن هناك إزاحة بين المعالم في الخريطة والمعالم نفسها في المرئية، وبما أن الخريطة الطبوغرافية المستخدمة في هذه الدراسة هي من منتجات المساحة فتعتبر هي المصدر أي أن إحداثيات النقاط عليها في مواقعها الجغرافية الحقيقية، حيث إنه من المعروف في الأعمال المساحية عند إنتاج الخرائط من صور الأقمار الصناعية يجب تصحيح إحداثيات نقاط مرئية القمر الصناعي، ووضعها في مواقعها الجغرافية الصحيحة بما يعرف بعملية التصحيح الهندسي؛ نظرا لعملية الإزاحة التي تحدث في إحداثيات المعالم أثناء عملية التصوير للقمر:-

3.13-التصحيح الهندسي لمرئية القمر الصناعي

تم تصحيح مرئية القمر الصناعي من الخريطة عن طريق المعالم المشتركة بينهما وذلك بأخذ إحداثيات نقاط هذه المعالم في الخريطة وهي تعتبر نقاط تحكم (Control point) وتصحيح إحداثيات نفس المعالم في المرئية بإحداثيات المعالم في الخريطة، وبما أن الخريطة أنتجت منذ فتره من الزمن (عام 1980) فإنه بالطبع يوجد تغيير في المعالم للمنطقة، وعند أخذ نقاط التحكم يجب أخذ هذه الإحداثيات لنقاط ثابتة المعالم لم تتغير حتى هذا الوقت وغير موجودة على استقامة واحدة، حيث تم أخذ إحداثيات ثلاث نقاط ثابتة المعالم في عملية التصحيح لهذه الدراسة وهي : نقطة على مستشفى شارع الزاوية، ونقطة على البريد المركزي، ونقطتان على مدرسة .

بعد إكمال عملية التصحيح تم عمل نفس خطوات التأكيد وذلك بعرض الخريطة مرة أخرى على المرئية بعد تصحيحها حيث تم مشاهدة تطابق المعالم بين الخريطة والمرئية ووجدنا إنها متطابقة تماما.

4.13- استقطاع المنطقة المطلوب عمل خريطة لها من مرئية القمر الصناعي

يلاحظ من الرسم أنه يجب أخذ أكبر عدد من النقاط عند رسم حدود الإطار حتى يكون الرسم دقيقا ويمثل الحدود الفعلية للخريطة، وفي حالة عدم توافق المرجع الجيوديسي ونظام الإسقاط بين طبقة الرسم والمرئية فإنه عند وضع الإطار على المرئية لا يقع على المنطقة المطلوب استقطاعها.

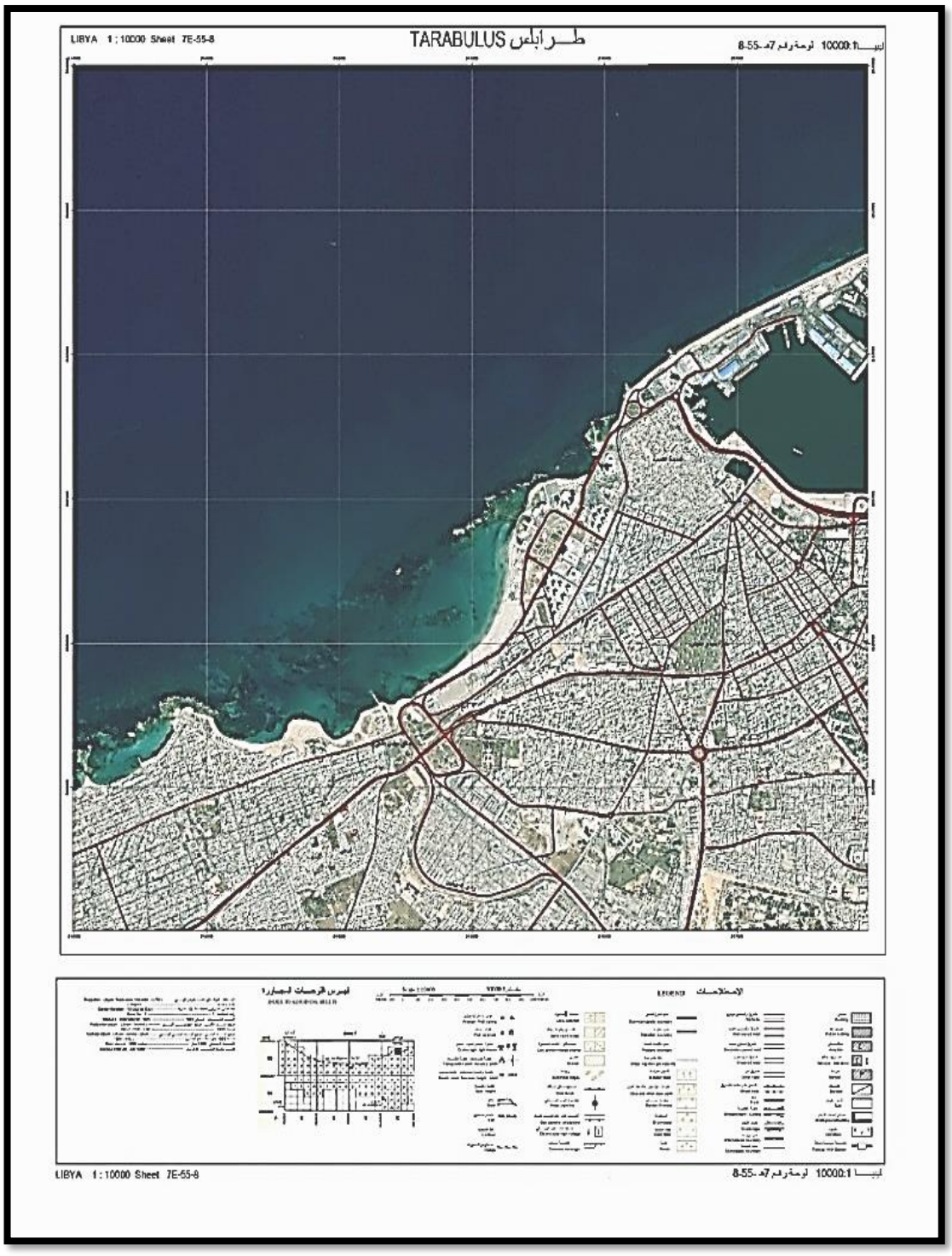
5.13- تمثيل المعالم الجغرافية على مرئية القمر الصناعي

عند تمثيل معالم الطرق نلاحظ أن رسم الخط في منتصف الطريق هو أكثر دقة سواء في (الطرق الرئيسية أو الطرق الفرعية أو الشوارع) وتزيد دقة الرسم كلما زدنا عدد النقاط التي تكون الخط وخصوصا في المنحنيات ويجب أخذ المقياس المناسب أثناء الرسم وزيادة تكبيره أثناء رسم الشوارع والطرق المعتمة بظلال المباني، ويجب التأكد من عرض كل طريق وفصل الطريق الرئيسي على الطريق الفرعي أثناء الرسم، أما بالنسبة لتمثيل

معالم المدارس والمستشفيات والمقابر فيعتبر أسهل من تمثيل الطرق ويكون بوضع نقاط فوق المعلم ترمز له، وكل معلم له رموزه التي تميزه عن غيره من المعالم.

14- طباعة الخريطة المنتجة

بعد تمثيل معالم الخريطة المصورة على مرئية القمر الصناعي (Quick bird) ووضع المكونات الأساسية عليها تم طباعة الخريطة المصورة التي تم إنتاجها بمقياس رسم 10000:1 للوحة رقم 7E-55-8 على ورق A_0 ويبين الشكل (10) الخريطة التي تم إنتاجها.



شكل (10) الخريطة المصورة المنتجة من مرئية القمر الصناعي (Quick bird)

15- الخلاصة

1- تم في هذه الدراسة إنتاج خريطة مصورة من المرئية الفضائية للقمر الصناعي (Quick Bird) بمقياس رسم 10000:1 للوحة رقم 7E-55-8 حسب نظام الإسقاط مريكتيور المستعرض الليبي (LTM2º) وفهرس ترقيم اللوحات 10000:1.

2- أوضحت الدراسة أنه لا يمكن استخدام الخرائط الورقية الممسوحة ضوئيا في برامج إنتاج الخرائط الحاسوبية إلا بعد إجراء عملية الإرجاع الجغرافي للخريطة.

3- بينت الدراسة أنه يمكن إنتاج خرائط مصوره بمقياس رسم 10000:1 من صور القمر الصناعي Quick Bird بدقة تمييزية 0.61 متر بدقة ممتازة لمنطقة تبلغ مساحتها 6000X6000 متر^2 وبأقل تكلفة.

4- أوضحت الدراسة أنه لإنتاج خريطة رقمية جديدة يمكن استخدام خريطة قديمة لنفس المنطقة للقيام بعملية التصحيح الهندسي بواسطتها في حالة عدم القيام بأعمال المساحة الأرضية.

المراجع

المراجع باللغة العربية

1- الشافعي، شريف فتحي،2005م، الأساليب الفنية للإعداد واستخدام وحفظ الخرائط المساحية، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة.

2- داود، جمعة محمد، 2013، المدخل إلى الخرائط، الطبعة الأولى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

3- مصلحة المساحة، 2006م، مرجع الإسناد الجيوديسي الليبي 2006، مشروع الربط الجيوديسي ونظم إسقاط الخرائط.

المراجع باللغة الإنجليزية

4- Dawod Gomaa M. , 2012, An Introduction to Computer Mapping, Holly Makkah, Saudi Arabia.

5- Thomas Lillesand, Ralph W. Kiefer, Jonathan Chipman, 2004, Remote sensing and image interpretation fifth edition,USA.

6- www.arabgeographers.net/vb/forums/arab62.

7- desktop.arcgis.com/en/arcmap/.