مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (6) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (6) 2017

Cartographic Potential of QUICKBIRD images

Dr. Wael Ibrahim Dayoub*

(Received 31 / 8 / 2017. Accepted 20 / 11 / 2017)

□ ABSTRACT □

The availability of high-resolution imagery, such as QUICKBIRD ones, has made the satellite imagery a possible alternative to the conventional aerial mapping. In this paper, we discuss the possibilities to produce large scale topographic maps by using QUICKBIRD images, in terms of semantic content and geometric precision.

The analysis of the semantic content was done in a theoretical and practical way using the process of image interpretation, and the semantic scale of the topographic map that can be produced from the QUICKBIRD images, was derived. As for the geometric precision, it was discussed theoretically and the resulting map scale was then derived from the accuracy of QUICKBIRD image rectification. This rectification was achieved by the help of a set of control points. Finally, the geometric precision of the image was analyzed visually via an overlapping of the rectified image with a topographic map of a 1/1000 scale to evaluate the values of the displacements.

As a result, it was found that it is possible to produce maps withe scale 1/10000 which is suitable for semantic content as well as for geometric precision of QUICKBIR images.

Key words: Satellite images, Semantic content, Geometric precision, Topographic map.

* **Associated Professor, Department of Topography, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (6) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (6) 2017

تحليل الإمكانيات الكارتوغرافية لمرئيات القمر الصناعي QUICKBIRD

الدكتور وائل ابراهيم ديّوب*

(تاريخ الإيداع 31 / 8 / 2017. قُبِل للنشر في 20/ 11 / 2017)

□ ملخّص □

إن توفر المرئيات الفضائية ذات دقة التمييز المكانية العالية ، مثل مرئيات القمر الصناعيQUICKBIRD ، قد فتح الأفق لاستخدامها في إنتاج الخرائط الطبوغرافية كبديل عن الصور الجوية. نناقش في هذا البحث إمكانيات رسم الخرائط الطبوغرافية ذات المقاييس الكبيرة من مرئيات QUICKBIRD وذلك من ناحيتي المحتوى الدلالي والدقة الهندسية.

تم في البحث تحليل المحتوى الدلالي للمرئيات بطريقة نظرية وأخرى عملية وذلك باستخدام عملية تفسير الصور وتم استنتاج المقياس الدلالي للخارطة الطبوغرافية التي يمكن إنتاجها من المرئيات QUICKBIRD. أما فيما يخص الدقة الهندسية، فقد تمت مناقشتها من الناحية النظرية ومن ثم تم استنتاج مقياس الخارطة المنتجة من المرئية QUICKBIRD من خلال دقة عملية إرجاع هذه المرئيات باستخدام مجموعة من نقاط الضبط. تم أخيراً تحليل الدقة الهندسية للمرئية بشكل بصري عبر مراكبة المرئية المرجعة مع مخطط طبوغرافي مقياسه 1/1000 وذلك لتقييم قيم الانزياحات.

نتيجة لهذه التحليلات، تم التوصل إلى أنه من الممكن إنتاج خرائط من المقياس 1/10000 وهو مقياس يعبّر عن المحتوى الدلالي وكذلك عن الدقة الهندسية للمرئيات QUICKBIRD.

الكلمات المفتاحية: مرئيات فضائية، محتوى دلالي، دقة هندسية، خارطة طبوغرافية.

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

مقدّمة

يمكن تعريف الخارطة على أنها رسم تخطيطي يمثل سطح الأرض كله أو جزء منه، بحيث يتم فيه توضيح الحجم النسبي والموقع لذلك الجزء بناءً على استخدام مقياس رسم معين للتصغير، واعتماد ارتسام خارطة Map projection محدد من الارتسامات المعروفة، مما يساعد على توضيح الظواهر الطبيعية أو الأنشطة البشرية المتعددة للمنطقة الجغرافية (**محمد، بهجت، 2001**). ونتيجةً لذلك، كانت الخارطة ومازالت أداةً أساسية لفهم المعلومات المتعلقة بهذه الظواهر وتحليلها ونقلها، وكذلك أداة لتخطيط مختلف المشاريع المتصلة بالنشاط البشري.

يشير تحليل الإنتاج الكارتوغرافي للخرائط الطبوغرافية في البلدان النامية إلى حقائق مقلقة، ففي الإحصاءات التي أصدرتها الأمم المتحدة في العام 2005 توجد إشارة إلى توفر خرائط طبوغرافية بالمقياس 1/50000 لـ % 34.5 فقط من قارة إفريقيا مثلاً وأن نسبة المساحة المغطاة بالمقياس 1/25000 لهذه القارة لا تزيد على 2% (**EHRENBERG, R, 2005**). إضافةً إلى ماسبق، وبعيداً عن مشكلة التغطية الخرائطية المرتبطة بوتيرة الإنتاج، فإن تنقيح الخرائط وتحديثها Maps update يتمان بوتيرة بطيئة جداً، مما يجعل معظم هذه الخرائط غير واقعية. ويرجع سبب هذه المشكلة إلى الطرائق التقليدية المستخدمة في إنتاج هذه الخرائط وتنقيحها. في الواقع، لا تستطيع الطرائق الكارتوغرافية التقليدية القائمة على استخدام الصور الجوية تلبية كل الاحتياجات المتزايدة للدول والمؤسسات من الخرائط والمخططات الطبوغرافية، وذلك بسبب التباين الكبير بين سرعة إنتاج الخرائط بهذه الطرائق وسرعة التغيرات التي تطال السطح الأرضي نتيجةً للتغيرات الطبيعية وللنشاط البشري وكذلك الكلفة المرتفعة لهذه الطرائق (**HOLLAND, D., MARSHALL, P., 2004**).

مع ظهور الأقمار الصناعية الأولى، كانت تطبيقات رسم الخرائط انطلاقاً من مرئيات هذه التوابع محدودةً وذلك بسبب صعوبة النمذجة الهندسية، وانخفاض دقة التمييز المكانية Spatial resolution لهذه المرئيات. هذا، ويمكن اعتبار أن القمر الصناعي SPOT هو أول نظام يسمح بتطبيقات رسم الخرائط الحقيقية حيث بدأ عصر المرئيات عالية الدقة High resolution في العام 1986 مع إطلاق SPOT 1 . ثم شهد العقدان التاليان إنتاج مرئيات فضائية ذات دقة تمييز مكانية قريبة من واحد متر، مثل IKONOS ، QUICKBIRD أو SPOT5. لقد فتحت هذه الآليات آفاقا جديدة لإنتاج الخرائط الطبوغرافية بمقاييس كبيرة نسبياً (**GERLACH, F., 2000**). ولكن ظلت مسائل مثل الدقة الهندسية والمحتوى الدلالي Semantic content لهذه المرئيات قيد البحث، وهي مسائل مهمة لأن الدقة الهندسية والغنى الدلالي للخرائط المنتجة منها مرتبطان مباشرةً بدقة المرئيات وبمحتواها الدلالي. وبناءً عليه، سنناقش في هذا البحث مفاهيم المحتوى الدلالي والدقة الهندسية للمرئيات QUICKBIRD أو بمعنى آخر سنقوم بتقييم الإمكانيات الكارتوغرافية Cartographic potential لهذا النوع من المرئيات في إنتاج الخرائط الطبوغرافية من المقاييس الكبيرة.

أهمية البحث وأهدافه

تم استخدام المرئيات الفضائية ذات دقة التمييز العالية، ومنها مرئيات القمر QUICKBIRD، في الكثير من البلدان كمصدر أساسي للمعطيات اللازمة من أجل تحديث الخرائط المكانية والموضوعية Thematic maps ولكن موضوع الإمكانيات الكارتوغرافية لهذه المرئيات لم يناقش بشكل موسّع بعد. لذلك، يهدف هذا البحث إلى مناقشة بعض المفاهيم التي تتحكم بالإمكانيات الكارتوغرافية للمرئيات الفضائية وذلك من الناحية النظرية أولاً، حيث سنناقش متطلبات

إنتاج الخرائط التي يجب على المحتوى الدلالي والدقة الهندسية (أو المكانية) Geometric precision للمرئيات الفضائية تحقيقها. سنعطي تطبيقاً عملياً لهذه المفاهيم على مرئية من النوع QUICKBIRD تغطي منطقة جامعة تشرين في مدينة اللاذقية.

طرائق البحث ومواده

1- متطلبات الكارتوغرافيا الطبوغرافية

إن الخارطة الطبوغرافية هي تعبير مفصّل عن التفاصيل الصحيحة والمستمرة والتي توجد على سطح الارض في لحظة معيّنة. ومن أهم المواصفات الأساسية للخارطة نذكر:

- الدقة من ناحية مواقع العناصر بالنسبة إلى المواقع الحقيقية التي تشغلها على الأرض.
- الصحة من ناحية تطابق محتوى وطبيعة العناصر بالنسبة للواقع على الأرض.

وبالتالي، فإن أي تقييم للإمكانيات الكارتوغرافية للمرئيات الفضائية يجب أن يتم على أساس استخدام معايير تسمح بتأمين المتطلبات التالية:

- إمكانية تحديد نوع وطبيعة العناصر المطلوب تمثيلها في الخارطة بمقياس معين انطلاقاً من المرئية وذلك دون لبس.
- دقة تحديد موقع هذه العناصر انطلاقاً من المرئية المستخدمة.

1-1- مفهوم المحتوى الدلالي للمرئية

يتم تحديد المحتوى المعلوماتي لمرئية ما، في جزء منه، باستخدام دقة التمييز المكانية والمقياس أو بشكل مباشر أكثر باستخدام ما يعرف باسم المسافة التي يمثلها البكسل على الأرض (Ground Sampling Distance (GSD. ومن ناحية أخرى، هنالك عناصر أخرى ،مثل السكك الحديدية والطرق، يجب أن تظهر على الخرائط الطبوغرافية مهما كان المقياس وبالتالي، لا ترتبط دقة التمييز المكانية للمرئية مع مقياس الخارطة بعلاقة خطية. ولأخذ هذه الحقيقة بعين الاعتبار، سنطبق النهج الذي اعتمده Light **(Light, D., 1986)** والذي ينص على تحديد دقة التمييز المكانية المطلوبة للمرئية بالرجوع إلى أبعاد أصغر يجب تمثيله في الخارطة المطلوبة. وبالتالي، إذا كان من المفترض تمثيل عنصر على الخارطة، فيجب أن يكون بعده الأدنى 0.2 ملم بمقياس الخارطة. ومن ناحية أخرى، فإنه للتعرف على عنصر في الخارطة، فيجب تصويره بدقة تمييز أفضل بخمس مرات. وهذا مبرر بأن العنصر يجب أن يكون ممثلاً بـ 4 إلى 9 بكسل كي نتمكن من تمييزه في المرئية **(COMER et al., 1998)**، ومن هنا جاءت العلاقة التالية:

$$R_I = \frac{1}{5} * 0.2 * Scale \qquad [1]$$

حيث R_I هي دقة التمييز المكانية للمرئية بالميليمتر و Scale هو مخرج مقياس الخارطة الطبوغرافية. فمثلاً إذا أردنا إنتاج خارطة بالمقياس 1/25000 فإننا سنحتاج إلى مرئية دقة تمييزها المكانية 1 m.

1-2- مفهوم الدقة الهندسية للمرئية

وهنا يجب أن نأخذ بعين الاعتبار دقة تحديد الموقع الأفقي ودقة تحديد الموقع الشاقولي. وفيما يخص الدقة الأفقية، إذا اعتبرنا أن القياسات على المرئية قد تمت بدقة نصف بكسل وأن دقة القياس على الخارطة يجب أن تساوي 0.1 mm من المقياس، فإننا نحصل على العلاقات التالية:

$$0.5 * R_I = 0.1mm * Scale \quad [2]$$

ومنه :

$$R_I = 2 * 10^{-4} * Scale \quad [3]$$

وبالتالي، إذا أردنا مثلاً إنتاج خارطة بالمقياس 1/25000 فإننا سنحتاج إلى مرئية دقة تمييزها المكانية 5 m.

لابد من الإشارة إلى وجود علاقات أخرى تخص مفهوم الدقة الهندسية للمرئية وعلاقتها مع مقياس الخارطة التي يمكن إنتاجها من هذه المرئية. ومن أشهر هذه العلاقات هي العلاقة التي تربط بين مخرج مقياس الخارطة Scale وقيمة الخطأ متوسط التربيع على الموقع الأفقي $\mathbf{RMS}_{\mathbf{XY}}$ لإرجاع المرئية Image rectification باستخدام نقاط الضبط:

$$Scale = (RMS_{XY} * 1000) / 0.2 \quad [4]$$

ولكن تطبيق هذه العلاقة مرهون بتوفر عدة شروط أهمها استوائية الأرض والتوزع الموحد لنقاط الضبط وكذلك محدودية اتساع المشهد المصور (**الخليل، عمر.، 2016**).

2- البيانات المتوفرة

لتوضيح التطبيق العملي لمفهومي الدقة الهندسية والمحتوى الدلالي للمرئيات الفضائية، سنقوم باستخدام مجموعة البيانات التالية:

أولاً: مرئية QUICKBIRD

يتوفر لدينا جزء من مرئية فضائية عالية الدقة من النوع QUICKBIRD يغطي منطقة جامعة تشرين (الشكل (1)). التقطت هذه المرئية في العام **2007** والمرجع المكاني الأصلي لها هو نظام الارتسام العالمي WGS84 UTM Zone 37N ودقة تمييزها المكانية تساوي إلى 0.6 m. في الواقع، أطلق القمر الصناعي QuickBird في عام 2001 وهو ثاني نظام فضائي للتصوير (بعد IKONOS) للتزويد بمرئيات الأقمار الصناعية التي تُقارن مع الصور الجوية وتُنافسها في الدقة المكانية، حيث أنه يقدم مرئيات بدقة تمييز مكانية حتى (0.61m) في حالة المرئيات الحساسة للألوان المرئية (بانكروماتيكية) وبدقة تمييز مكانية حتى (2.44m) في حالة المرئيات المتعددة الأطياف. هذا بالإضافة إلى دقة تحديد (0,70m) في حالة الألوان الطبيعية تحت الحمراء (**الخليل، عمر.، 2011**).

الشكل (1). المرئية الفضائية QUICKBIRD لجامعة تشرين.

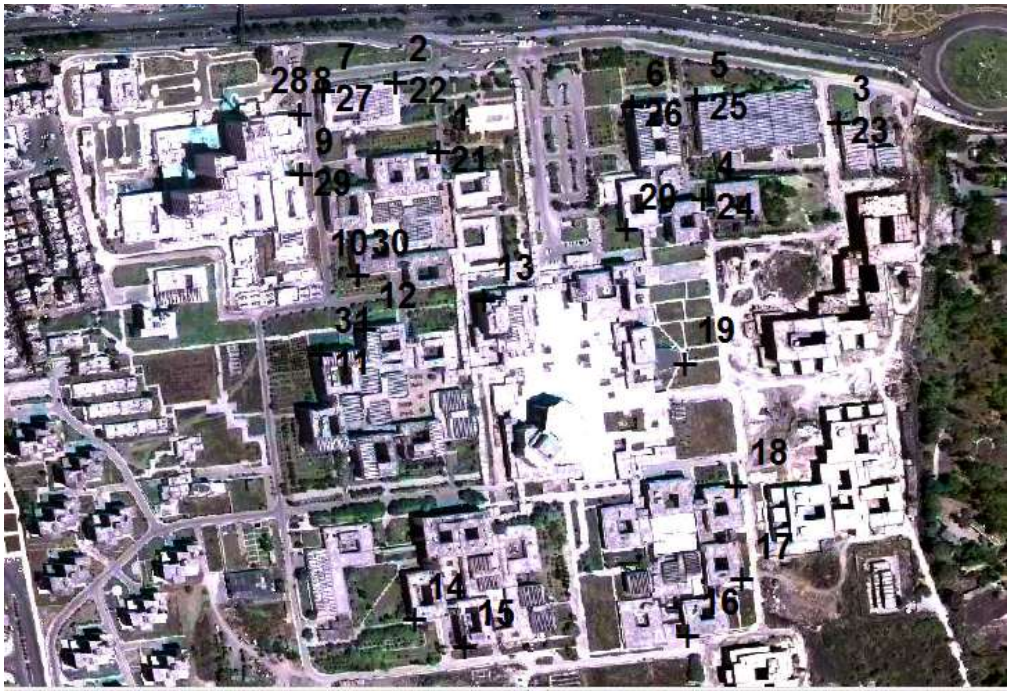
ثانياً: مجموعة من نقاط الضبط

تم استقراء إحداثيات **31** نقطة ضبط موزعة بشكل منتظم على مرئية الجامعة وذلك من مخططات طبوغرافية مقياسها **1/1000** (الشكل **(2)**). تبلغ الدقة المكانية المطلقة لهذه النقاط 0.25 m والتي حسبت من العلاقة: $0.25 * Scale = 0.25\ m$ إن الهدف من هذه النقاط هو إرجاع المرئية إلى جملة الإحداثيات الستيريوغرافية السورية. نجد في الجدول (1) إحداثيات نقاط الضبط :

الجدول (1). إحداثيات نقاط الضبط.

رقم النقطة	X (m)	Y (m)
1	-303349.27	151996.82
2	-303397.17	152074.54
3	-302900.23	152029.61
4	-303052.05	151943.39
5	-303059.67	152055.39
6	-303132.21	152047.22
7	-303478.75	152065.12
8	-303505.44	152038.93
9	-303503.42	151970.95
10	-303438.85	151857.18
11	-303481	151769.64
12	-303431.22	151797.89
13	-303298.26	151829.6
14	-303376.29	151472.42
15	-303320.68	151441.65

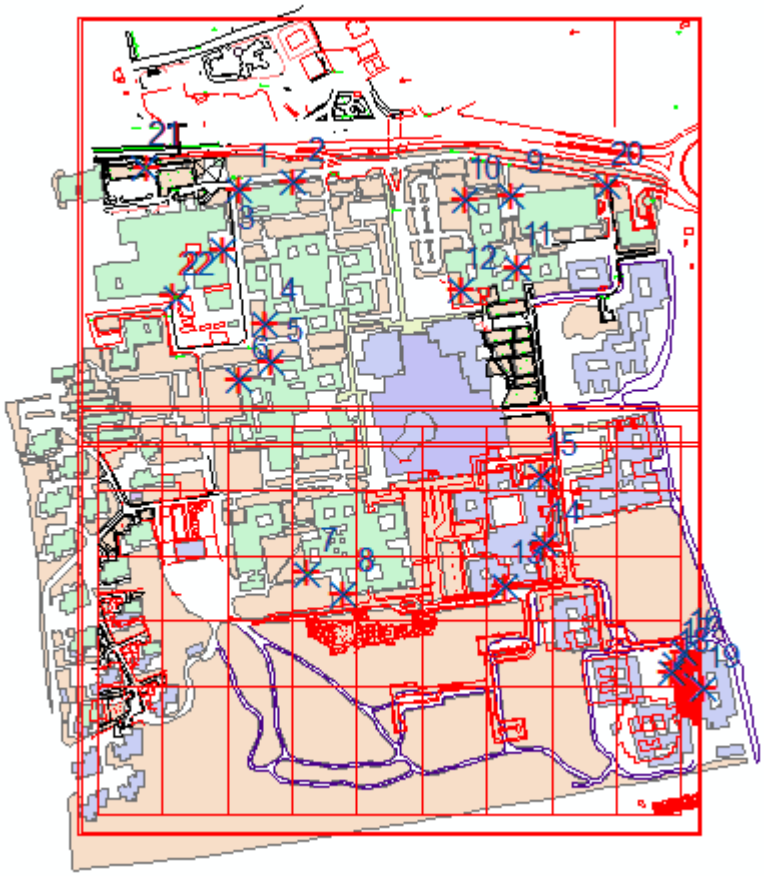
151454.10	-303069.1	16
151516.95	-303008.82	17
151621.81	-303014.73	18
151759.01	-303073.14	19
151908.9	-303138.83	20
151996.82	-303349.27	21
152074.54	-303397.17	22
152029.61	-302900.23	23
151943.39	-303052.05	24
152055.39	-303059.67	25
152047.22	-303132.21	26
152065.12	-303478.75	27
152038.93	-303505.44	28
151970.95	-303503.42	29
151857.18	-303438.85	30
151769.64	-303481.00	31



الشكل (2). توزع نقاط الضبط في منطقة الجامعة.

ثالثاً : مخطط طبوغرافي

يتوفر لدينا لمنطقة الجامعة مخطط طبوغرافي بالمقياس 1/1000 تم الحصول عليه من الخدمات الفنية في محافظة اللاذقية (الشكل **(3)**). تم استخدام هذا المخطط في استقراء إحداثيات نقاط الضبط كما سيتم استخدامه لاحقاً من أجل تقييم الدقة الهندسية للمرئية من الناحية البصرية وذلك بمراكبة هذا المخطط مع المرئية المرجعة.



الشكل (3). مخطط طبوغرافي لمنطقة الجامعة.

رابعاً : برمجيات المعالجة

استخدمنا في هذا البحث مجموعة من البرمجيات أهمها البرنامج ArcGIS 10 وذلك لإنجاز عملية إرجاع المرئية الفضائية بشكل رئيسي كما استخدمنا البرنامج ERDAS IMAGINE 2014 من أجل تفسير المرئية وتقييم محتواها الدلالي.

النتائج والمناقشة

تضم المنهجية العملية المقترحة للتحقق من الإمكانيات الكارتوغرافية للمرئية QUICKBIRD مرحلتين هما:

1. تقييم المحتوى الدلالي للمرئية والذي سيتم إنجازه باستخدام البرنامج ERDAS وذلك عبر إظهار المرئية، تكبيرها، تحسينها ومن ثم تفسيرها لمعرفة كمية التفاصيل التي يمكن أن نستخلصها منها. كما سنطّبق هنا علاقة Light (المعادلة [2]) وذلك لمعرفة المقياس الدلالي النظري للخارطة المنتجة من المرئية.

2. تقييم هندسي والذي سيتم بطريقتين هما طريقة Light (المعادلة [3]) وبالطريقة التي تربط بين الدقة الهندسية للخارطة (المقياس) ودقة تصحيح المرئية المستخدمة لإنتاجها (المعادلة [4]).

3. تقييم هندسي بصري وذلك عبر مراكبة المخطط الطبوغرافي للجامعة مع المرئية لمعرفة مستوى الانزياحات.

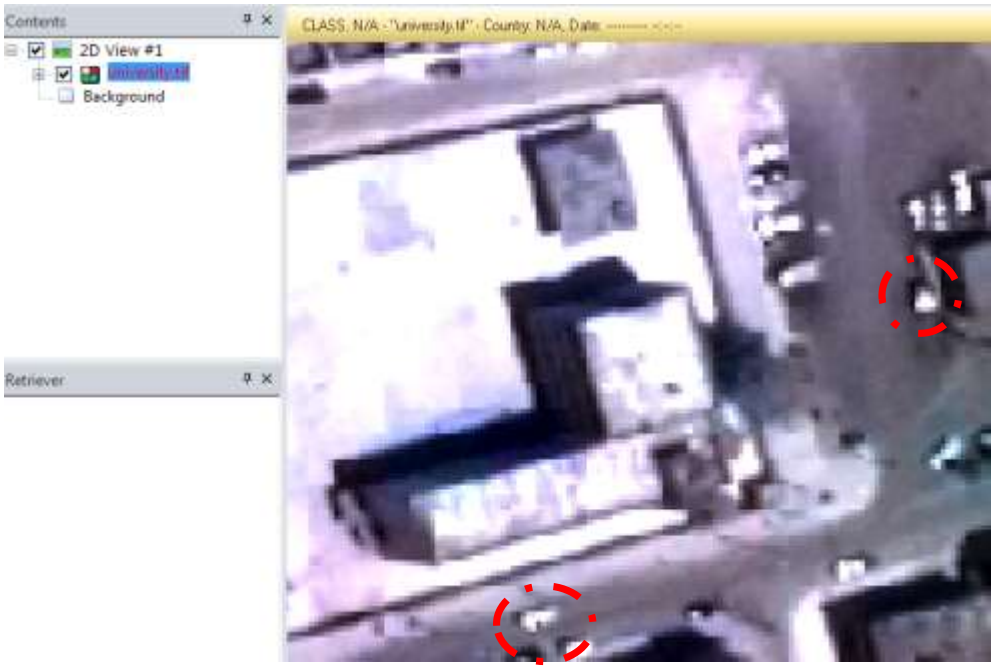
1- تقييم دلالي

يؤثر ما تحويه المرئية من معلومات دلالية بشكل مباشر على مقاييس رسم الخرائط التي يمكن استخلاصها من هذه المرئية. وللاطلاع على إمكانيات رسم الخرائط من المرئية QUICKBIRD المتوفرة لدينا، قمنا أولاً بتطبيق علاقة Light وذلك لمعرفة المقياس الدلالي للخارطة، فحصلنا على النتيجة التالية:

$$Scale = \frac{0.6*5}{0.2}*1000 \Rightarrow Scale = 15000$$

أي أن التفاصيل التي يمكن الكشف عنها باستخدام هذه المرئية تناسب خارطة من المقياس $\frac{1}{15000}$ والتي تظهر فيها كل التفاصيل التي تزيد أبعادها عن 3 m وذلك إذا اعتبرنا أن القياس سيتم عليها بدقة تساوي 0.2 mm من المقياس. وبالتالي، يمكن أن نمثل على هذه الخارطة تفاصيل تخص تضاريس سطح الأرض، الأنهار، البحيرات وطرق المواصلات على أختلاف أنواعها – كما يبين عليها بعض المباني والعقارات الموجودة.

إن الأسلوب السابق هو بالتأكيد أسلوب نظري ولا يمكنه لوحده أن يحدد المحتوى الدلالي للمرئية وذلك لوجود عوامل أخرى تؤثر عليه، لذلك قمنا باستخدام البرنامج ERDAS لإظهار الصورة وتكبيرها وتحسينها وحاولنا تفسيرها لمعرفة ما هي التفاصيل التي يمكن الكشف عنها في المرئية، فتوصلنا إلى أنه من الممكن تمييز كل العناصر التي يزيد بعدها عن 1.8 متراً وسطياً. في الواقع، اعتمدنا في ذلك على أبعاد وسائط النقل الموجودة في حرم الجامعة (سيارات) (الشكل (4)) ووجدنا أنه من الممكن تمييز البعد الذي يعبّر عن عرضها وهو بشكل عام لا يزيد عن هذه القيمة. إن هذه التفاصيل يمكن التعبير عنها في خارطة طبوغرافية من المقياس $\frac{1}{10000}$. إن ما يؤكد هذا الاستنتاج هو أن التحليل البصري للمرئية المحسنة قد كشف أن التفاصيل التالية لا يمكن تمييزها في المرئية QUICKBIRD: أغطية حفر التفتيش، وأعمدة الإنارة والكهرباء والهاتف، وهي تفاصيل يجب أن تظهر على خريطة $\frac{1}{7500}$ وبالتالي، لا يمكن رسم الخرائط من هذا المقياس باستخدام المرئية QUICKBIRD.



الشكل (4). التحليل البصري للمرئية داخل ERDAS. لاحظ أنه من الممكن اكتشاف وجود السيارات في المرئية.

2- تقييم هندسي

للقيام بتقييم هندسي أولي، قمنا بتطبيق علاقة Light (العلاقة [3])، فوجدنا مايلي:

$$Scale = \frac{R_I}{2*10^{-4}} \Rightarrow Scale = 3000$$

أي أنه من وجهة نظر هندسية، يمكن استخدام المرئية لإنجاز مخطط طبوغرافي من المقياس $\frac{1}{3000}$. لكن المشكلة التي تعاني منها علاقة Light هي أنها قابلة للتطبيق في حال تخليص المرئية من كل أنواع التشوهات الهندسية (تشوهات الانحناء، تشوهات المنظورية الأفقية والشاقولية، تشوهات ناتجة عن نظام المسح نفسه،...الخ)الموجودة فيها وهذا غير محقق في حالتنا. لحل هذه الإشكالية، قمنا بإرجاع الصورة باستخدام كل نقاط الضبط المتوفرة ومن ثم استخدمنا العلاقة التي تربط بين دقة الإرجاع للمرئية ومقياس الخارطة التي يمكن استنتاجها منها. تم الإرجاع باستخدام البرنامج ArcGIS 10 ووجدنا أن الخطأ المتوسط التربيع في حال استخدام كثير حدود من الدرجة الثانية هو: $\sigma_{XY} = 1.71m$. بتطبيق العلاقة [4] نجد:

$$Scale = \frac{(1.71*1000)}{0.3} \Rightarrow Scale = 8550$$

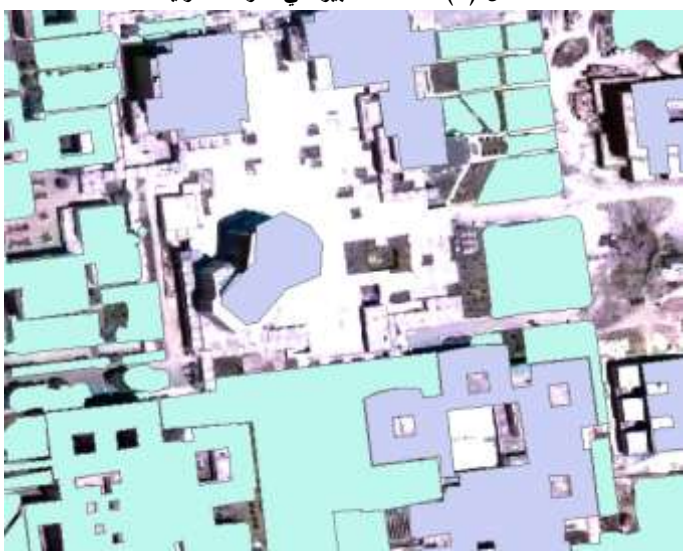
إن هذا المقياس يؤكد النتيجة التي توصلنا إليها في تحليل المحتوى الدلالي للمرئية QUICKBIRD.

لإنهاء التقييم الهندسي للمرئية، قمنا بإجراء اختبار بصري حيث وضعنا طبقة المخطط الطبوغرافي من المقياس 1/1000 فوق المرئية المرجعة. نتيجةً لهذا الاختبار لاحظنا وجود انزياحات كبيرة في المناطق الواقعة على طرف المرئية في حين أن الانزياحات كانت أقل بكثير في مركز المرئية. يمكننا تفسير هذا الواقع بالنقاط التالية:

1. اختلاف المقاييس بين المخطط الطبوغرافي والمرئية المرجعة.
2. المرئية ناتجة عن إسقاط مركزي وبالتالي، تزداد الانتقالات فيها من المركز باتجاه الأطراف.

3. لم يتم تصحيح الانتقالات الناتجة عن تغير الارتفاعات Relief displacement في المرئية. في الواقع، نحن قمنا بإجراء إرجاع بسيط للمرئية دون أخذ تغير التضاريس (ارتفاعات العناصر) بعين الاعتبار. تعرف الانتقالات الناتجة عن الارتفاع على أنها الانتقال Shift أو الإزاحة للموقع الفوتوغرافي لصورة و الناتجة عن ارتفاع العنصر فوق أو تحت سطح مرجعي معين.

الشكل (5). انتقالات كبيرة في أطراف المرئية.



الشكل (6). انتقالات أقل في مركز المرئية.

لحل المشكلتين 2 و3 كان يجب تصحيح الصورة عامودياً Orthorectification ولكن يلزمنا للقيام بذلك توفر نموذج رقمي للأرض DTM ومعاملات موقع وتوجيه المستشعر في لحظة التقاط المرئية وهذا غير متوفر لدينا. في الواقع، الصورة المرجعة عامودياً هي صورة تم تصحيحها من التشوهات الناتجة عن ميل آلة التصوير والتشوهات الناتجة عن تزيغات العدسة وكذلك الانزياحات الناتجة عن الارتفاعات في المشهد المصور، وبالتالي يمكن استخدامها كخارطة. أما المدخلات اللازمة لإنتاج الأوتوفوتو فهي صورة جوية شاقولية أو شبه شاقولية Near vertical ومعاملات التوجيهين الداخلي Interior orientation والخارجي Exterior orientation لآلة التصوير التي التقطت هذه الصورة (موقع وتوجيه الآلة) ونموذج رقمي للأرض Digital Terrain Model (DTM) للمنطقة.

الاستنتاجات والتوصيات

في هذه الدراسة تم اقتراح منهجية لتقييم الإمكانيات الكارتوغرافية لمرئيات التابع الصنعي QUICKBIRD وذلك عبر القيام بتحليل للمحتوى الدلالي للمرئية ولدقتها الهندسية وعلاقتها مع مقياس الخرائط الطبوغرافية التي يمكن استنتاجها منها.

في نهاية هذا البحث يمكن أن نعطي الاستنتاجات والتوصيات التالية :

1. بيّن التحليل الدلالي تبين أن المرئية من النوع QUICKBIRD يمكن أن تعطي تفاصيل تناسب الخرائط الطبوغرافية من المقياس $\frac{1}{10000}$.
2. بيّن تحليل الدقة الهندسية أن نتائج التحليل الدلالي صحيحة حيث وجدنا أن المرئيات QUICKBIRD يمكن أن تستخدم لإنتاج خرائط طبوغرافية من المقياس $\frac{1}{10000}$.

يمكن التوصية باستخدام هذا النوع من المرئيات في عملية تحديث المخططات والخرائط الطبوغرافية من المقاييس $\frac{1}{10000}$ وأكثر كما يجب التفكير في توليد أورتوفوتو للمرئيات QUICKBIRD للتخلص من كل مصادر التشوهات و الانزياحات الناتجة عن الإسقاط المركزي وعن ارتفاعات العناصر.

المراجع

[1] محمد، بهجت. مبادئ في الطبوغرافية وعلم الخرائط . منشورات جامعة دمشق 2001.

[2] EHRENBERG, R., "Mapping the World: An Illustrated History of Cartography", National Geographic. 2005.

[3] HOLLAND, D., MARSHALL, P.,. "Updating maps in a well-mapped country using high resolution satellite imagery", International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 35 (Part B2), 2004, 747–751.

[4] GERLACH, F., "Characteristics of Space imaging One-Meter Resolution Satellite Imagery Products", International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXIII, Part B1, Amsterdam, 2000.

[5] الخليل، عمر. مبادئ الاستشعار عن بعد. منشورات دار شعاع للعلوم و النشر. سوريا. 2011.

[6] LIGHT, D.,. "Mass Storage Estimates for Digital Mapping Era", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1986, Vol. 52, No. 3.

[7] COMER, R.P., KINN, G., LIGHT, D., MONDELLO, C.,: "Talking Digital". Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1998 , Vol. 64, No. 12.

[8] الخليل، عمر. "معايير للتحقق من الدقة الهندسية للتصحيح الهندسي للصور الفضائية"، مجلة جامعة تشرين للعلوم الهندسية.2016.