مكاملة نظم المعلومات الجغرافية مع مرئيات التحسس النائي لتحديد الشواهد المعدنية في منطقة حلبجة، شمال شرق العراق

أرسلان احمد الجاف* و محمد عبد المحسن العزاوي**

الاستلام: 13/ 1/ 2009، القبول: 30/ 9/ 2009
الكلمات الدالة: التحسس النائي، قسمة الحزم، حد العتبة، الشواهد المعدنية، حلبجة

المستخلص

يهدف هذا البحث الى إجراء دراسة للشواهد المعدنية في منطقة حلبجة التي تقع في الجزء الشمالي الشرقي من العراق باستخدام المرئيات الفضائية المستحصلة من المتحسس ETM العائد للقمر الاصطناعي Landsat 7 وبالاعتماد على تقنيات قسمة الحزم، المعدل الحسابي للحزم، خلط الألوان لقسمة الحزم وحد العتبة. بعد تهيئة البيانات المغطية لمنطقة البحث ولتحديد الترسبات الحاوية على الحديد، أجريت عليها عمليات التحسين الطيفي المتمثلة بقسمة الحزم 3/1 و 5/1 والتي بلغت أعلى قيمة لها 1.71 و 2.48، على التوالي. لتحديد الصخور الكلسية عالية النقاوة، تم تحضير مرئية المعدل الحسابي (B2+B3+B4+B5)/4 والتي بلغت أعلى قيمة لها 193 من قيمة المستوى الرمادي والبالغة 256 باستخدام برنامج ERDAS IMAGINE V- 9.1. أنتجت مرئيات الثنائي باستخدام برنامج ArcGIS 9.1 لتحديد المناطق الواعدة بتواجد الترسبات الاقتصادية، حيث جمعت تسعة نماذج من سبعة مواقع لمكاشف صخرية لمعرفة التركيز الكيميائي لأوكسيد الحديد من المناطق المحددة مسبقاً وذلك بقسمة الحزم 3/1 و5/1 بحدود العتبة 1.69 و 1.9 على التوالي، وأوكسيد الكالسيوم للمناطق المحددة بمرئية المعدل الحسابي (B2+B3+B4+B5)/4 بحد العتبة 144 لتدقيق النتائج المستحصلة من البيانات الفضائية.

استخدم في هذا البحث إمكانية التحويل الآلي لبرنامج ArcGIS 9.1 لتحويل الصيغة الشبكية للبيانات الى صيغة المتجهات لتحديد إحداثيات مراكز تكشفات المناطق الواعدة. أثبتت الدراسة وجود علاقة طردية بين قسمة الحزم 3/1 و 5/1 وزيادة تركيز الحديد في الصخور من جهة وبين المعدل الحسابي للحزم 2، 3، 4 و5 ونقاوة الصخور الكلسية لمحتوى اوكسيد الكالسيوم من جهة أخرى. أظهرت نتائج المعالجات الرقمية للمرئيات الفضائية إن أفضل تكشف محتمل لأكاسيد الحديد هو في جنوب قضاء حلبجة، في حين إن أفضل تكشف محتمل للصخور الكلسية عالية النقاوة يقع غرب وشمال غرب بحيرة دربندخان.

INTEGRATION OF REMOTE SENSING IMAGES AND GIS TECHNIQUES TO LOCATE THE MINERAL SHOWINGS IN HALABJA AREA, NE IRAQ

Arsalan A. Al-Jaf and Mohammad A. Al-Azawy

ABSTRACT

This research aims to study the mineral showings in Halabja area, which is located in the northeastern part of Iraq, using satellite data received from ETM sensor that borne on Landsat 7 satellites depending on band rationing mean bands, band ratio color composite and threshold techniques. After preparing the satellite data, of the research area, spectral enhancement was carried out represented by band ratio 3/1 and 5/1 with maximum value that reached to 1.71 and 2.48, respectively; in order to distinguish the rocks that contain iron oxide and mean bands image (B2+B3+B4+B5)/4 which reached to 193 from gray scale value that equals 256 to determine the high purity limestone using ERDAS IMAGINE V- 9.1 program.Binary images were produced using Arc GIS 9.1 to determine the potential deposit area. Nine samples were collected from the exposed rocks in seven locations to know the

* جيولوجي أقدم، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين e-mail: ars_ahmad2005@yahoo.com
** جيولوجي أقدم، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين e-mail: mohmmedgeoalazawy@yahoo.com

concentration ratio of the chemical composition of iron oxide in areas, which were selected by using band ratio images 3/1 and 5/1 that have threshold values more than 1.69 and 1.9 respectively, and CaO concentration in the area, which was selected by using the mean bands image (B2+B3+B4+B5)/4 that have threshold value more than 144 for checking the deduced results from the satellite images.

In this research, the possibility of auto-conversion of ArcGIS 9.1 software to change the raster to vector structure was used to determine the coordinates of potential area centres. This research has proved that there are direct proportions between the 3/1 and 5/1 bands ratio with the concentration of the iron in the rocks, and between the mean bands 2, 3, 4 and 5 with the CaO concentration.

The result of the image processing shows that probably the best area with iron oxide is located in the south of Halabja, while the best area with high purity limestone is located west and northwest of Derbandi Khan Lake.

المقدمة

يعلل سبب التزايد المستمر في استخدام تقنيات التحسس النائي في مختلف التطبيقات الجيولوجية الى ظهور تقنيات حديثة مقترحة من قبل الباحثين والتي تؤدي بدورها الى سهولة استحصال المعلومة من المرئيات الفضائية، كما ان تطور البرامجيات وتحسن المواصفات المكانية والطيفية للمرئيات الفضائية ساهمت في دعم الدراسات الخاصة بالتطبيقات الجيولوجية.

تقع منطقة البحث في شمال شرق العراق ضمن محافظة السليمانية (الشكل 1)، تحدها من الشرق الحدود العراقية - الإيرانية وتعتبر من المناطق المعقدة تركيبياً واحتوائها على العديد من الطيات والصدوع ووقوعها عند الحافة الشمالية الشرقية من الصفيحة العربية وتحدد ضمن الإحداثيات التالية:

خطي طول 46° 23' 00" E – 45° 00' 00" E

دائرتي عرض 35° 50' 00" N – 35° 00' 00" N

والمتمثلة بلوحتي حلبجة وخورمال الطوبوغرافيتين بمقياس 1: 000 100، حيث تبلغ مساحتها حوالي 3000 كم^2. استخدم في هذا البحث بيانات المتحسس ETM العائد للقمر الصناعي Landsat 7 والمتمثل بالمشهدين 35 – 168 و 36 – 168 (الشكل 1).

الهدف

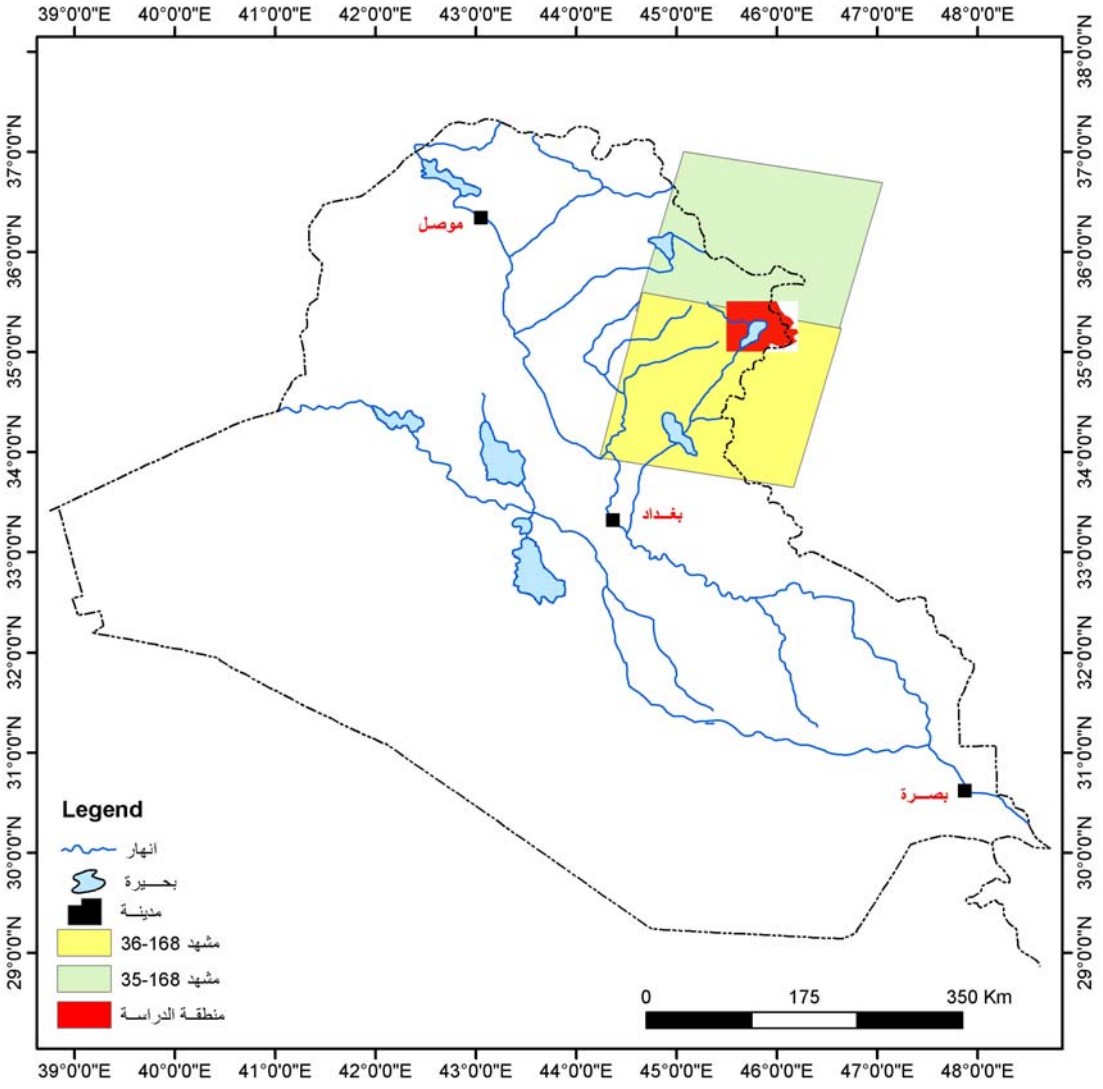
يهدف هذا البحث الى استخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد مواقع الصخور الكلسية الحاوية على نسبة عالية من الكلس والصخور الحاوية على ترسبات أكاسيد الحديد في منطقة البحث.

أسلوب العمل

أنجز البحث من خلال ثلاثة مراحل للعمل، تضمنت العمل المكتبي والتدقيق الحقلي والتدقيق النهائي للمرئيات وإعداد متطلبات البحث:

- **العمل المكتبي**

تضمن الاطلاع على الأعمال السابقة التي أجريت على منطقة البحث وكذلك عمليات تهيئة للبيانات الفضائية المغطية للمنطقة والعائدة للقمر الصناعي Landsat 7 من تكديس الحزم الطيفية للمشهد 35 – 168 الملتقط في 2000/8/13 والمشهد 36 – 168 الملتقط في 2000/6/28 العائد للمتحسس+ETM. أعتمد تحليل هذه البيانات على برنامج ERDAS IMAGINE V- 9.1، وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS V- 9.1 لتحديد تكشفات الصخور الكلسية الحاوية على تركيز عالي للكالسايت والصخور الحاوية على أكاسيد الحديد وذلك اعتماداً على المعلومات المستنبطة من البيانات الفضائية. وكذلك تحضير الموزائيك للمشهدين أعلاه اعتماداً على طريقة Overlap Area وقطع الجزء الممثل للمنطقة بعد تحديد حدود المنطقة المختارة (Area Of Interest) (AOI) باستخدام برنامج ERDAS 9.1. بعدها أجريت عمليات التفسير والتحليل للبيانات الفضائية والوصول الى نتائج أولية لتدقيقها حقلياً، كذلك تهيئة الخرائط الجيولوجية والطوبوغرافية بمقياس 1: 000 100 اللازمة لأجراء التدقيق الحقلي للمعلومات المستنبطة ومقارنتها.



شكل 1: خريطة موقعية لمنطقة البحث والمرئيات الفضائية التي تغطيها

- **التدقيق الحقلي**

استمر العمل الحقلي ثمانية عشر يوماً، جمعت خلاله تسعة نماذج من سبعة مواقع من الصخور الكاربوناتية المتكشفة والصخور الحاوية على أكاسيد الحديد والمحددة مسبقاً من تفسيرات المرئيات الفضائية، كما سجلت العديد من القراءات والنقاط الوصفية المحددة مسبقاً والمستنبطة من المرئيات الفضائية لتدقيق العمل المكتبي بالاستعانة بجهاز تحديد الموقع GPS.

- **التدقيق النهائي**

تضمنت هذه المرحلة إجراء التحليلات الكيميائية للنماذج الملتقطة للأكاسيد التالية Fe_2O_3, Al_2O_3, MgO, SiO_2, CaO و L.O.I في مختبرات الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ومن ثم تم مقارنة النتائج المستحصلة من التحليل الكيميائي لكل نموذج مع نوعية الصخور والترسبات المؤشرة أثناء المرحلة الأولى من البحث المستحصلة من دراسة المرئيات الفضائية. وبعدها تمت المعالجات الرقمية وفق هذه النتائج وتهيئة المرتسمات والخرائط بشكلها النهائي.

الدراسات السابقة

تتميز منطقة البحث بخلوها من دراسات معدنية باستخدام تقنية التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية، باستثناء ما قام به العزاوي وآخرون (2008)، حيث درسوا جيولوجية المنطقة وغطاء الأرض وكشف التغيرات مستخدمين المرئيات الفضائية للسنوات 1976، 1990، 2002، لكن العديد من الدراسات السابقة والمسوحات الجيولوجية أجريت في منطقة البحث. فقد قام Bolton (1958) بمسح جيولوجي لجزء من منطقة البحث باستخدام الصور الجوية بمقياس 1: 000 40 وأعد خريطة جيولوجية للمنطقة بمقياس 1: 000 100. تبعه بعد ذلك (1976) Buday and Suk بدراسة جيولوجية شملت منطقة الدراسة. قسم Buday (1980) منطقة البحث الى نطاق زاكروس الزاحف و نطاق التداخل. قام Ibrahim (1984) بدراسة منطقة نطاق الطيات العالية من الصور الجوية وأعد 17 خريطة جيولوجية وتمثل خريطة حلبجة الجيولوجية أحدى هذه الخرائط وبمقياس 1: 000 100. قام Ma'ala (2007) بتوليف الخريطة الجيولوجية للوحة السليمانية بمقياس 1: 000 250 معتمدا على الدراسات السابقة والصور الجوية. وأعد Muradian *et al.* (1984) الخريطة الجيولوجية - الاقتصادية للعراق بمقياس 1: 000 1000، وأعد Al-Bassam (2007) الخريطة التمعدنية للعراق بمقياس 1: 000 1000 ولم يحددوا أية تكشفات للصخور الكلسية عالية النقاوة والصخور الحاوية على أكاسيد الحديد في منطقة الدراسة.

الطوبوغرافية

تعتبر منطقة البحث من المناطق الجبلية ذات الطوبوغرافية المرتفعة خصوصاً في الجانب الشرقي عند الحدود العراقية - الإيرانية ضمن سلسلة جبال افرومان الذي يبلغ ارتفاع أعلى قمة فيها 2616 م ويتوسط المنطقة سهل واسع يغطي جزء من بحيرة دربندخان.

الوضع الجيولوجي

تقع منطقة البحث في نطاق زاكروس الزاحف ووحدة الرصيف غير المستقر التي تشمل نطاق الطيات العالية ونطاق أقدام الجبال ونطاق بالمبو – تانجيرو (Al-Kadhimi *et al.*, 1996). تتميز المنطقة بتكشف مدى واسع من التكوينات الجيولوجية التي تتراوح أعمارها من العصر الترياسي إلى عصر البلايوسين إضافة إلى ترسبات العصر الرباعي (الشكل 2).

- **التكوينات المتكشفة في وحدة الرصيف غير المستقر**

قسم Ma'ala (2007) التكوينات الجيولوجية المتكشفة في وحدة الرصيف غير المستقر الى:

- **تكوينات العصر الترياسي**

تتكشف تكوينات العصر الترياسي ضمن النطاق التركيبي بالمبو - تانجيرو وتتكون من صخور كلسية، دولومايت وطفل. وتضم التكوينات التالية: بيدو (الترياسي المبكر)، كلي خانة (الترياسي المتوسط)، قورا جين (الترياسي المتأخر)، بالوتي (الترياسي المتأخر).

- **تكوينات العصر الجوراسي**

تتكون تكوينات العصر الجوراسي من دولومايت، صخور كلسية، طفل. وتضم تكوينات ساركي، سيكانيان، سار كيلو، ناوكليكان وبارسرين.

- **تكوينات العصر الطباشيري**

تتكون تكوينات العصر الطباشيري من صخور كلسية، صخور كلسية صلصالية، صلصال و صخور فتاتية. وتضم تكوينات بالمبو، قمجوقة، سارمورد، كوميتان، شيرانش، تانجيرو، عقرة – بخمة.

- **تكوينات العصر الثلاثي**

تقسم تكوينات العصر الثلاثي بصورة رئيسية الى:

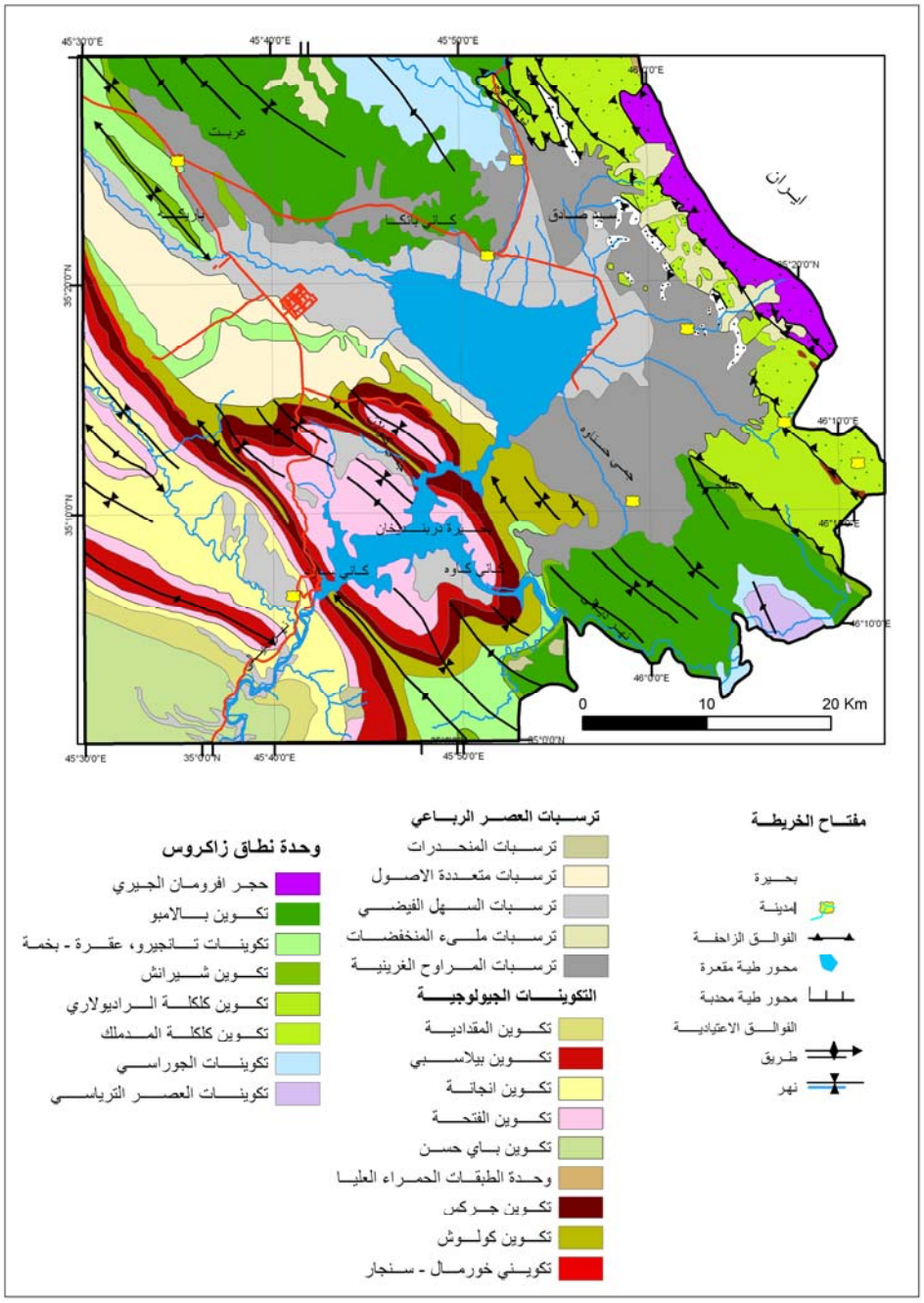
- **الحوض الرسوبي مابين الجبال**، وتتكون من صخور فتاتية متمثلة بوحدة الطبقات الحمراء العليا (المايوسين المبكر-المتوسط).
- **الحوض الأمامي للعصر الثلاثي**، ويضم ثمانية تكوينات متكونة من الترسبات الفتاتية والكاربونايتية والسحنات التبخرية، والتكوينات من الأقدم الى الأحدث هي: كولوش، خورمالة وسنجار (البلايوسين - الأيوسين المبكر)، جركس (الأيوسين المبكر- المتوسط)، بيلاسبي وافانا (الأيوسين المتوسط - المتأخر)، الفتحة (المايوسين الأوسط)، انجانة (المايوسين المتأخر)، المقدادية (المايوسين المتأخر – البلايوسين) وباي حسن (البلايوسين - البلايستوسين).

- **التكوينات المتكشفة في نطاق زاكروس الزاحف**

يتضمن هذا النطاق مجموعة معقدة من التكوينات والوحدات الجيولوجية غير المعروفة بشكل متكامل من حيث العمر والامتداد والعلاقة الطباقية والتكتونية وهي: صخور بيارة الكلسية، صخور افرومان الكلسية (الترياسي)، تتابعات العصر الجوراسي غير المقسمة في المناطق المتراكبة (تعاقب صخور كلسية طينية مع الطفل)، مجموعة صخور كلكلة الراديولاري والتي تقسم الى تكوينين رئيسيين هما: تكوين كلكلة الراديولاري (الطباشيري المبكر) ويتكون من صخور كلسية مع صخور صوان متداخل مع الطفل وتكوين كلكلة المدملك (الطباشيري المبكر – المتأخر) ويتكون من مدملكات متطبقة مع الطفل (Bolton, 1958).

- **ترسبات العصر الرباعي** (البلايستوسين - الهولوسين)

وتشمل الشرفات النهرية، ترسبات المراوح الغرينية، ترسبات متعددة الأجناس، ترسبات المنحدرات، ترسبات ملئ الوديان وترسبات السهل الفيضي.

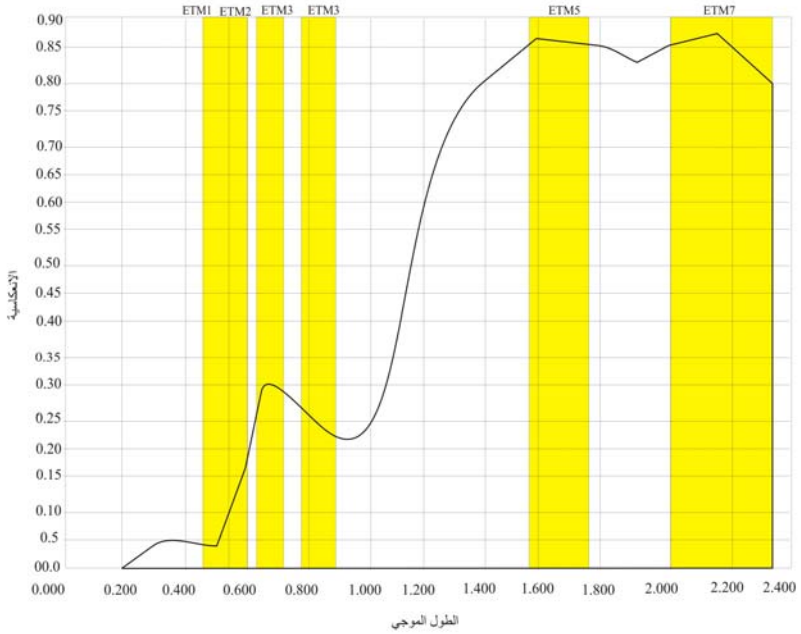


شكل 2: الخريطة الجيولوجية لمنطقة البحث (Ma'ala, 2007)

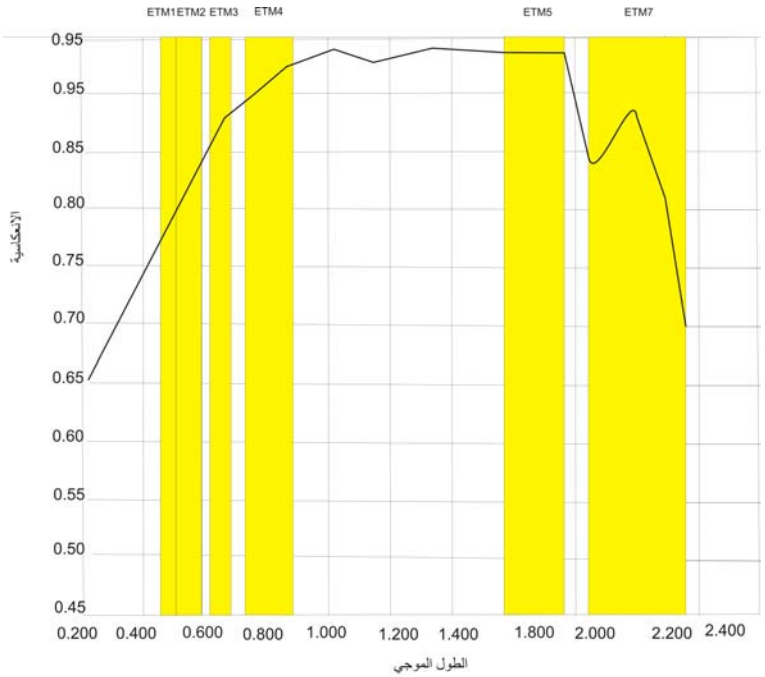
التحسين الطيفي للمرئية (Spectral Enhancement of the Images)

الهدف من التحسين الطيفي هو زيادة التمييز للمرئية بواسطة إظهار التباين بين الظواهر في المشهد (Lillisand and Kiefer, 2000). تم الاعتماد على المنحنيات القياسية المختبرية لكل من معدني الهيماتايت والكالسايت المعدة من قبل المسح الجيولوجي للولايات المتحدة الأمريكية (Clarck *et al*., 1993) (الشكلين 3 و 4) والتي تمثل العلاقة بين شدة الانعكاسية مع الطول الموجي في محاولة تحديد شواهد ترسبات الحديد والمعادن الحرمائية، إضافةً الى الصخور الكلسية ذات المحتوى العالي من الكلس والموجود في منطقة البحث.

استخدم في هذا البحث أربعة تحسينات (قسمة الحزم، المعدل الحسابي للحزم، حدود العتبة للمستوى الرمادي وإنشاء الطبقات المعلوماتية الرقمية من المرئيات الفضائية) للتمييز بين الترسبات المعدنية الموجودة في المنطقة:



شكل3: منحني الانعكاسية لمعدن الهيماتايت (Clarck *et al*., 1993)



شكل4: منحني الانعكاسية لمعدن الكالسايت (Clarck *et al*., 1993)

قسمة الحزم (Band ratio)

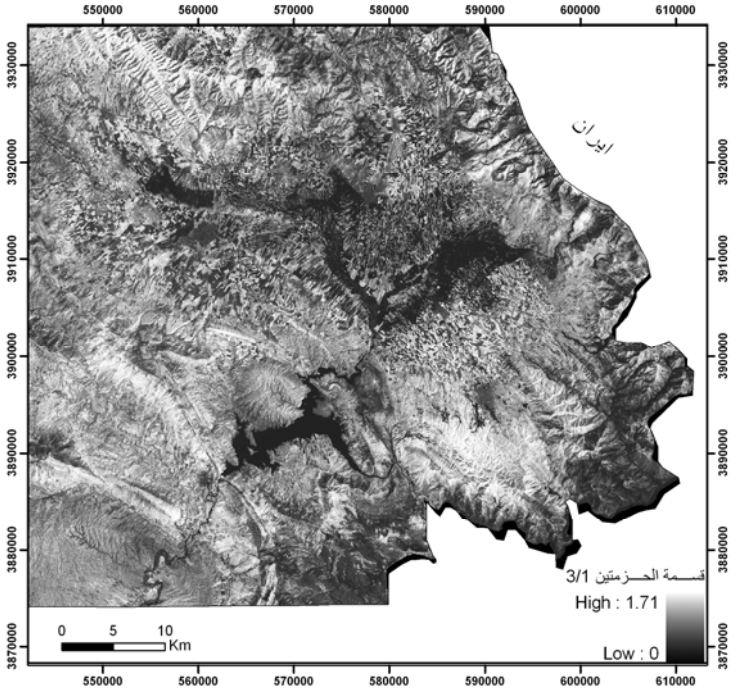
هي قسمة قيم الإعداد الرقمية لحزمة طيفية على القيم التي تقابلها في حزمة أخرى (Sabin, 1978 and Lillisand and Kiefer, 2000). إن فكرة هذه التقنية هي قسمة الحزم عالية الانعكاسية على الحزم قليلة الانعكاسية لتمييز الترسبات المعدنية. تم إعداد قسمة الحزم الموضحة في الجدول (1) لغرض تحديد تكشفات الصخور الحاوية على اكاسيد الحديد استناداً الى طبيعة استجابة المعادن للحزم الطيفية، فضلاً عن التخلص من تأثير قيم السطوع المتناثرة والناتجة من تفاوت الانحدارات وتأثير الظلال. ولزيادة تمييز هذه الترسبات استخدم المط المتباين (Histogram Equalize) بواسطة توزيع القيم الناتجة على كامل مدى المستوى الرمادي المكون من 256 رقماً ومن ثم تباين ظهور المعالم على المرئية المنتجة.

جدول 1: الترسبات التي تبرزها قسمة الحزم المستخدمة في البحث

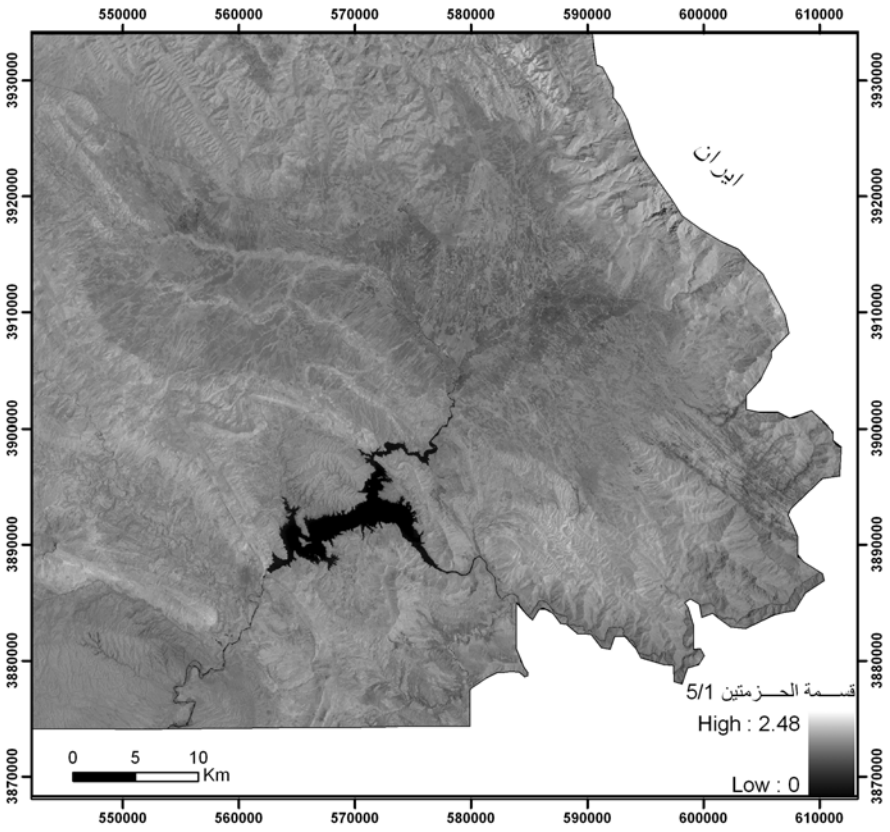
نوع قسمة الحزم	الغاية	المصدر
3/1	استكشاف الحديد	Lipton (1997); Walsh (2003); Yetkin (2003); Kariuki (2004) and Ott *et al*. (2006)
5/1	استكشاف الحديد	Yetkin (2003)
5/7	استكشاف الأطيان	Ott *et al*. (2006)
4/3	تحديد النباتات	Ott *et al*. (2006)

يبين الشكلين (5 و 6) قسمة الحزم التي تم إعدادها من قسمة مرئيات ETM للحزم 5/1 و 3/1 على التوالي، حيث تظهر الترسبات الحاوية على أكاسيد الحديد بشدة اللون الفاتح، لأن استجابة الحديد تكون عالية للحزمتين الطيفيتين 3 و 5 وقليلة للحزمتين 2 و1 وذلك نتيجة امتصاص الحديد للحزمتين الأخيرتين، وتكون قسمة الحزمتين 5/1 اشد وضوحاً لإبراز أكاسيد الحديد من قسمة الحزمتين 3/1، بينما تظهر المناطق الرطبة والنباتات بالألوان داكنة، أما بقية الترسبات والصخور ذات المحتوى الخالي من أكاسيد الحديد فتظهر باللون الرمادي وتتدرج شدة اللون الفاتح تصاعدياً مع الترسبات الحاوية على أكاسيد الحديد.

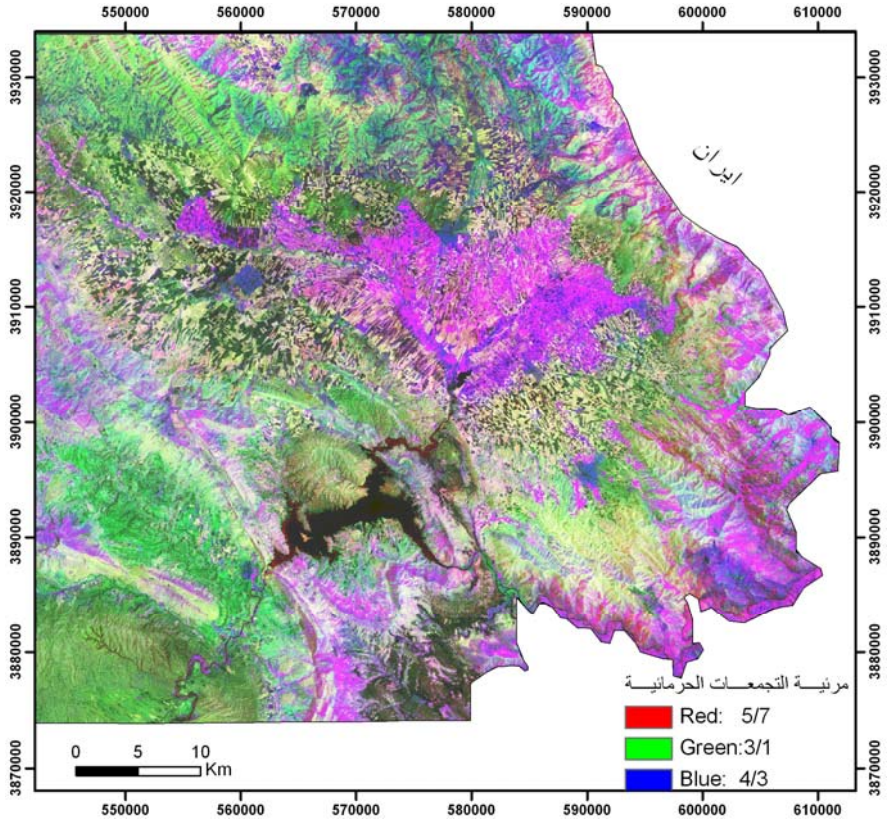
تم إعداد خلط قسمة الحزم 5/7 و3/1 و4/3 (RGB) لإبراز تكشف المعادن الحرمائية فهي تدل على تكشفات الأطيان، الأكاسيد الحديدية والنباتات السليمة على التوالي (Ott *et al*., 2006) والتي يتبين من الشكل (7) إنها غير موجودة في منطقة البحث لأنها ان وجدت فتبدو باللون الأبيض.



شكل 5: قسمة الحزمتين 3/1 لمنطقة البحث



شكل 6: قسمة الحزمتين 5/1 لمنطقة البحث

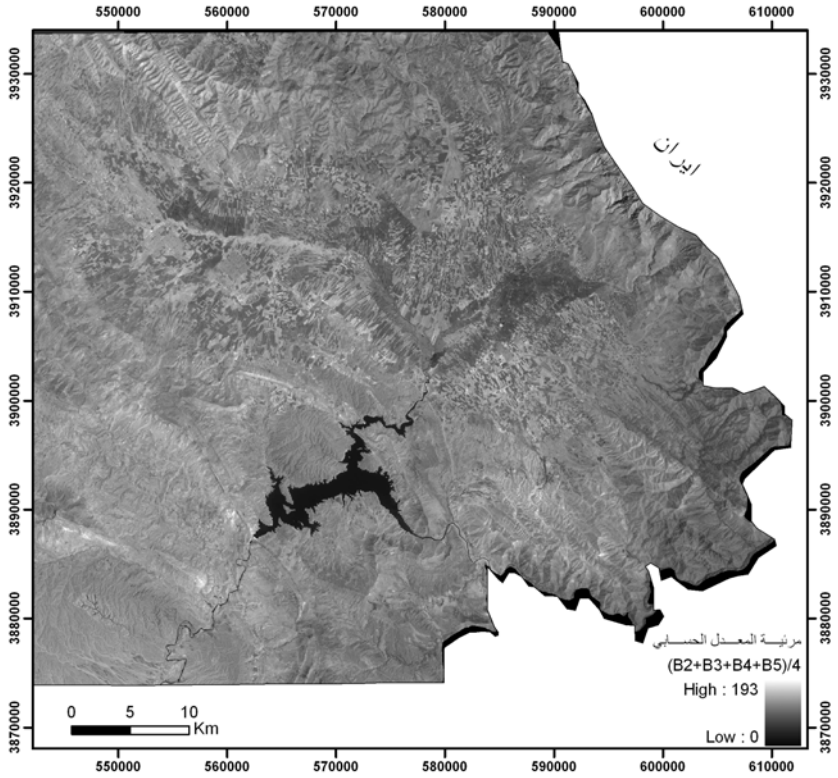


شكل 7: خلط قسمة الحزم 5/7 و 3/1 و 4/3 (RGB)

المعدل الحسابي للحزم

تعتمد هذه التقنية على انتقاء عدة حزم يعكسها المعدن المراد تحديده بشدة عالية ومن ثم تقسم على عدد الحزم (Khiry, 2007). استخدمت هذه التقنية في تمييز الصخور الكلسية ذات المحتوى العالي من الكلس، حيث اعتمد على تصرف منحني الانعكاسية العائد لمعدن الكالسايت (الشكل 4). أن الانعكاسية الطيفية للحزم 2، 3، 4 و5 تكون عالية لذا اشتقت المعادلة (1) لتوضيح تكشفات الصخور الكلسية ذات المحتوى العالي من الكلس (الشكل 8).

(B2+B3+B4+B5)/4 ..... (1)



شكل 8: مرئية المعدل الحسابي (B2+B3+B4+B5)/4

حدود العتبة للمستوى الرمادي (Gray Level Threshold)

هي احد أنواع المعالجات في التباين حيث تقسم الخلايا الى قسمين: احدهما يعلو القيمة المحددة والآخر يسفلها (Lillisand and Kiefer, 2000)، حيث تظهر المرئية بصيغة الثنائي (Binary) المكون من قيمتين هما 0 و1.

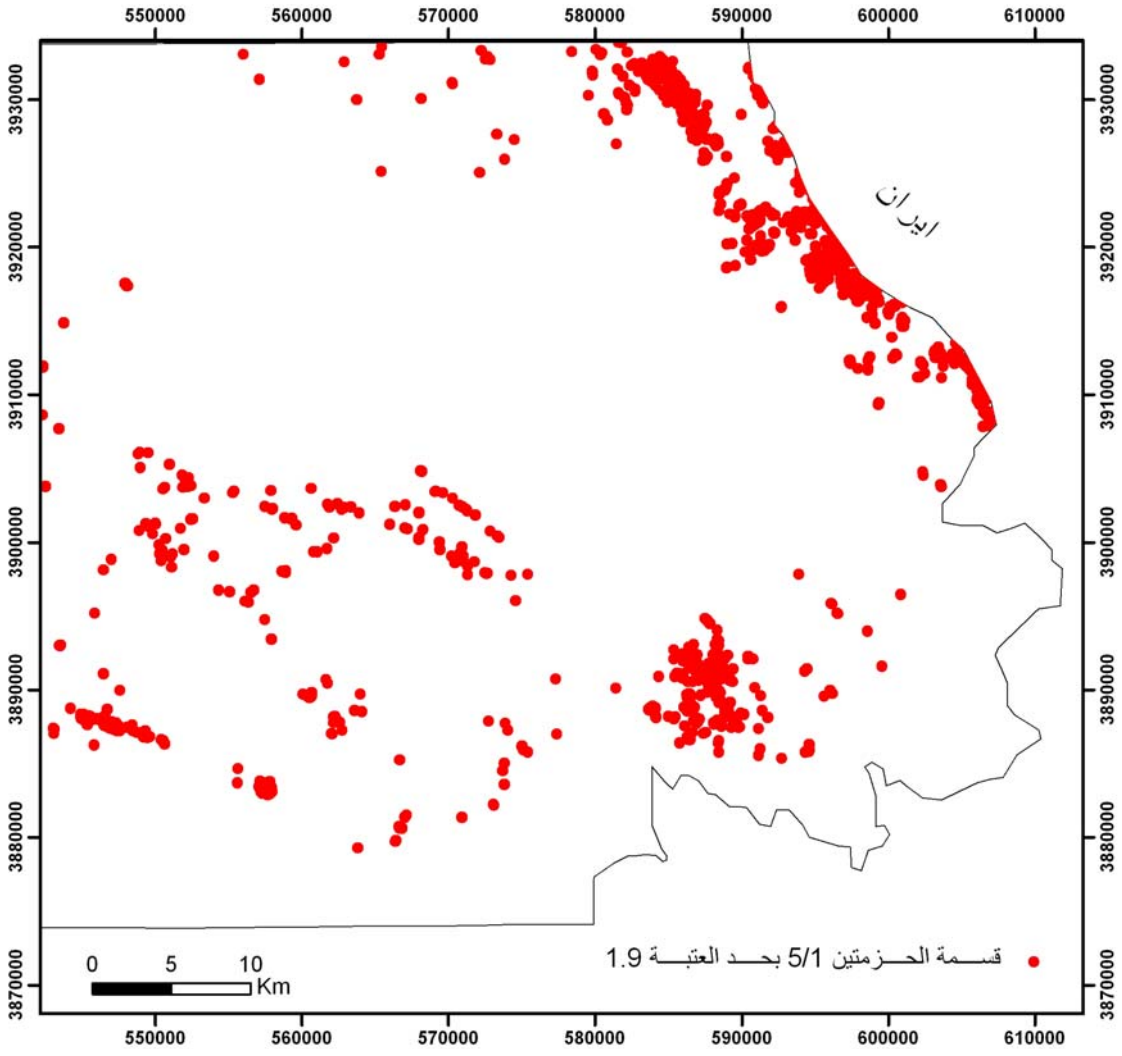
إن قيمة قسمة الحزمتين 3/1 لمعدن الهيماتايت النقي تصل الى 8.4 بينما تصل قيمتها لقسمة الحزمتين 5/1 الى 42.65 ولكن هذه القيمة تكون اقل عندما تكون الترسبات غير نقية (الجاف، 2008). إن المدى لقيمة قسمة الحزمتين 3/1 يكون بين 1.6 – 8.4 ويعتمد على نسبة تركيز Fe_2O_3 في الترسبات، فكلما زادت نسبة التركيز زادت قيمة القسمة.

أظهرت المعالجات الرقمية إن أعلى قيمة لقسمة الحزمتين 3/1 في منطقة البحث تصل الى 1.708، بينما تزيد قسمة الحزمتين 5/1 عن 2.48. أهملت القيم التي تقل عن 1.9 لقسمة الحزمتين 5/1 وحددت الخلايا التي تزيد عن 1.9 فيها (الشكل 9) وكذلك أهملت القيم التي تقل عن 1.69 لقسمة الحزمتين 3/1 وحددت الخلايا التي تزيد قيمتها عن 1.69 (الشكل 10). إن القيم التي تعلو حد العتبة تظهر بألوان ساطعة، أما التي تقل عنها فتكون بلون أسود. تم تحضير معكوس مرتبة حد العتبة لزيادة إبراز الخلايا التي تعلو حد العتبة ووضعها باللون الأسود لزيادة التوضيح. إن نتيجة حد العتبة 1.9 لقسمة الحزمتين 5/1 لها نفس السمات المنظورة الموجودة في الشكل (6)، إلا أنها تختلف بتشكيلها الرقمي فهي تتكون من القيمتين 0 و 1 فقط، وكذلك حد العتبة 1.69 لقسمة الحزمتين 3/1 تعطى نتائج متقاربة لقسمة الحزمتين 5/1 بحد العتبة 1.9 (الشكلين 9 و10) لان انعكاسية الحزمة الخامسة للترسبات الحاوية على أكاسيد الحديد أعلى من انعكاسية الحزمة الثالثة وهذا ما يجعل نتائج القسمة للحزمة الخامسة أعلى قيمة من نتائج الحزمة الثالثة.

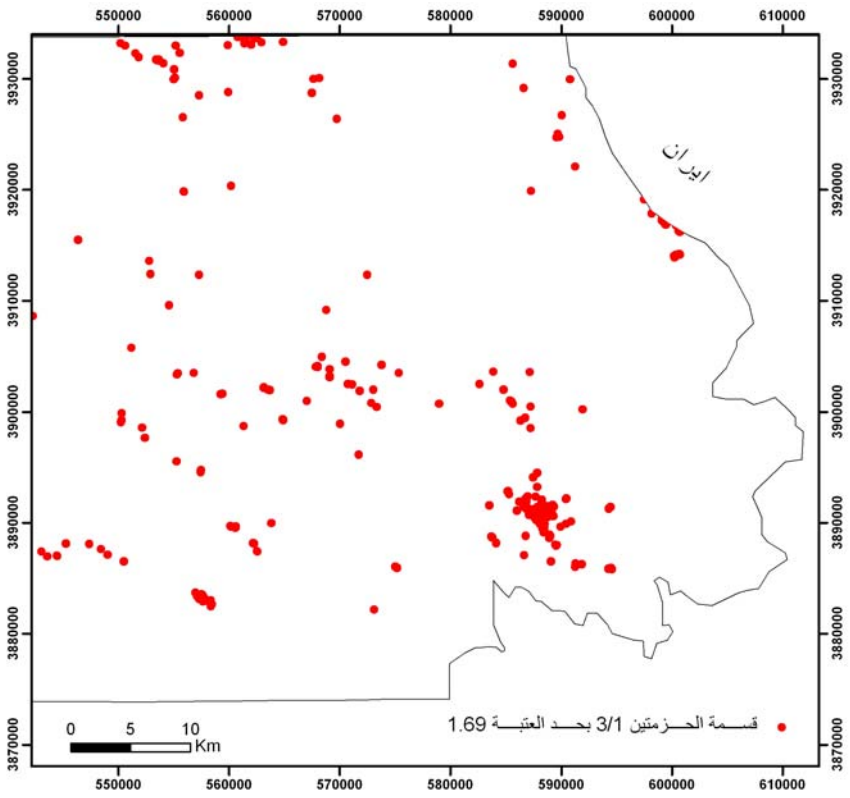
تم مقاطعة قسمة الحزمتين 5/1 بحد العتبة 1.9 وقسمة الحزمتين 3/1 بحد العتبة 1.69 (الشكل 11) اعتماداً على منطق Boolean، تم استخدام عملية OR (Burrough, 1989) لتحديد أعلى التراكيز لترسبات الحديد في منطقة البحث اعتماداً على المعادلة (2).

$$Fe = (B5/B1) \cap (B3/B1) \text{ ---------- (2)}$$

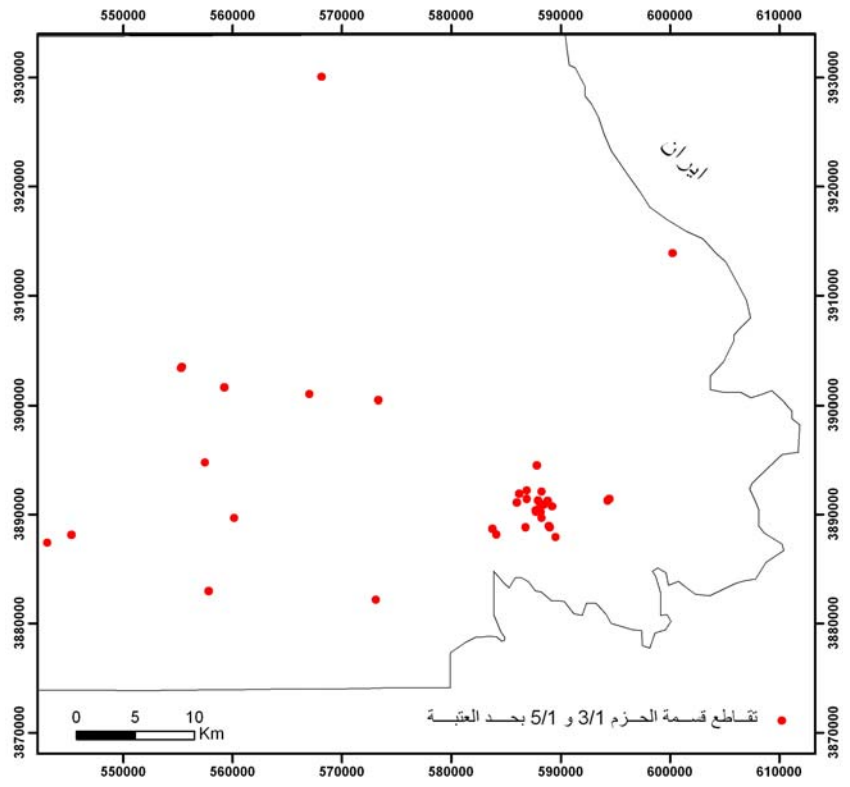
أهملت القيم التي تقل عن 144 في مرئية المعدل الحسابي الموضحة للصخور الكلسية ذات المحتوى العالي من الكلس اعتماداً على منحني الانعكاسية الطيفية وحددت القيم التي تزيد عن 144 (الشكل 12).



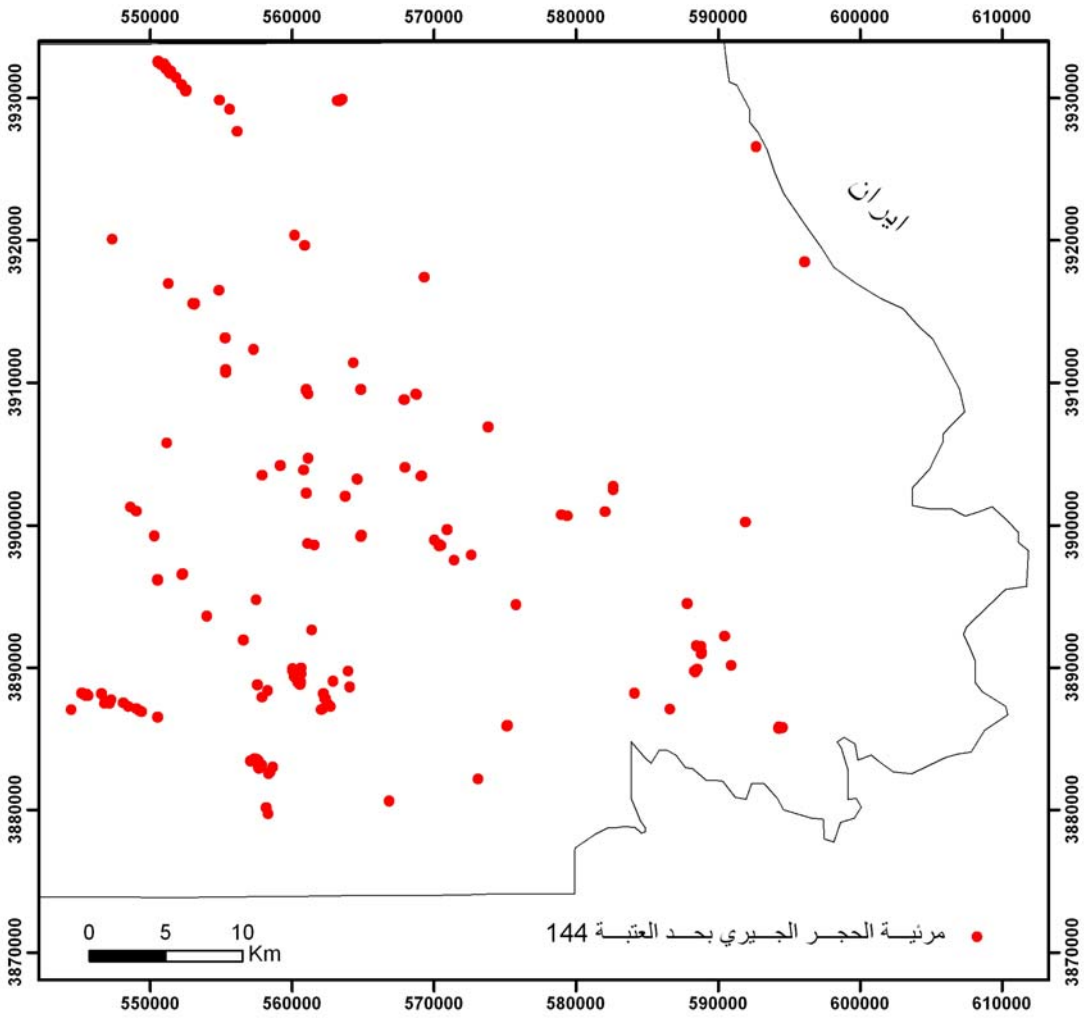
شكل 9: قسمة الحزمتين 5/1 بحد العتبة 1.9



شكل 10: قسمة الحزمتين 3/1 بحد العتبة 1.69



شكل 11: ناتج عملية تقاطع قسمة الحزمتين من (3/1) بحد العتبة 1.69
وقسمة الحزمتين (5/1) بحد العتبة 1.9



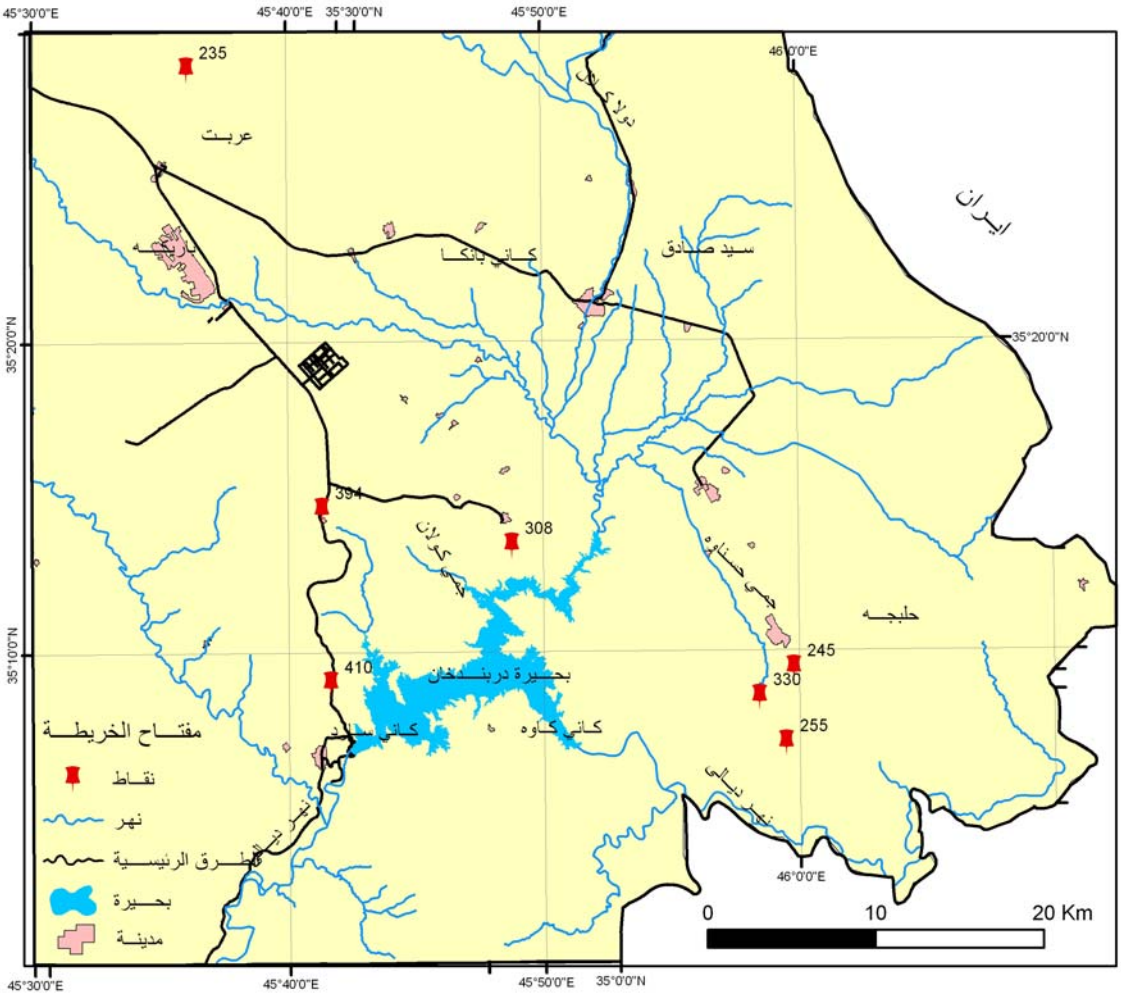
شكل 12: مرئية المعدل الحسابي (B2+B3+B4+B5)/4 بحد العتبة 144

إنشاء الطبقات المعلوماتية الرقمية من المرئيات الفضائية

حولت البيانات الثنائية لكل من تقاطع قسمة الحزمتين 3/1 مع قسمة الحزمتين 5/1 وبيانات مرئية المعدل الحسابي للصخور الكلسية 0 و1 الى متجهات لتحديد إحداثيات ومساحات تكشفات كل من الصخور الحاوية على أكاسيد الحديد والصخور الكلسية ذات المحتوى العالي من الكلس، وبعد تحديد إحداثيات المواقع المحتملة رقمياً. جمعت منها النماذج، فقد جمع نموذجين من المناطق ذات حد العتبة 113 بسبب صعوبة الوصول إلى مناطق تكشفات الصخور الكلسية ذات حد العتبة العالية جداً، وأظهرت النتائج المختبرية دقة المعلومات المفسرة من البيانات الفضائية، حيث تجاوزت نسبة اوكسيد الكالسيوم في تلك التكشفات عن 47.6%، كما أظهرت المشاهدات الحقلية المثبتة صحة نتائج المعادلتين رقم 1 و 2 (الشكلين 13 و 14). تم جمع ستة نماذج لأعلى تراكيز ترسبات الهيماتايت في منطقة البحث (الشكل 14)، حيث تواجدت هذه الترسبات في صخور طينية حمراء لا يتجاوز تركيز Fe_2O_3 فيها عن 6% (الشكل 15 والجدول 2).

شكل 13: أحد مواقع تكشفات الصخور الكلسية ذات المحتوى العالي من الكلس بحد العتبة 113 (تكوين بالمبو؟، موقع رقم 235)

شكل 14: أحد مواقع تكشفات الأطيان الحاوية على أكاسيد الحديد ذو الانعكاسية (1.7) لقسمة الحزمتين 3/1 (تكوين جركس، موقع رقم 308)



شكل15: مواقع النماذج الملتقطة في منطقة البحث

جدول 2: يبين تراكيز الأكاسيد للنماذج الملتقطة في منطقة البحث

رقم الموقع	رقم النموذج	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	CaO %	MgO %	L.O.I %	X	Y	اسم التكوين
245	245L	11.6	0.46	0.73	47.6	0.42	37.41	590740	3890950	بالمبو؟
235	1/235	10.5	0.36	0.83	48.72	0.32	38.5	554556	3926477	بالمبو؟
410	410	35.52	4.92	6.37	20.6	6.7	21.98	563208	3889928	جركس
245	245	49.21	4.8	14.16	9.3	2.8	15.7	590739	3890950	بالمبو؟
330	330	34.92	4.32	10.62	23.72	2.15	21.27	588710	3889205	بالمبو؟
255	255	52.58	5.78	16.05	7	2.4	11.72	590306	3886470	بالمبو؟
394	394	48.62	5.68	15.34	9.2	3.8	10.8	562655	3900248	جركس
308	308/K2	36.44	4.16	4.84	26.32	3.1	23.59	573947	3898219	جركس
308	308/K1	36.04	3.44	5.9	24.04	4.2	22.9	573947	3898219	جركس

أدخلت البيانات الرقمية النقطية (Raster data) الناتجة من المعالجات الرقمية إلى بيئة المعلومات الجغرافية (GIS) لغرض مكاملتها مع بيانات النتائج المستحصلة من التحليل الكيميائي لكل نموذج. حولت هذه البيانات النقطية المبينة في الجدول (3) والمكونة من مرئيات ثنائية (0 و1) إلى متجهات (مضلعات)، باستخدام الترسيم الرقمي الذي يتميز به برنامج Arc GIS.

جدول 3: المعالجات الرقمية المنقولة الى بيئة نظم المعلومات

نوع المعالجة	مقدار حد العتبة	الترسبات المبرزة
مرئية النسبB3/B1	1.69	الحديد
مرئية النسبB5/B1	1.9	الحديد
مرئية المعدل الحسابي	144	الصخور الكلسية ذات المحتوى العالي من الكلس

تم إعداد البيانات المكانية للطبقات المعلوماتية باستخدام برنامج الـ Arc GIS بمسقط UTM وبضبط ارضي (WGS84 Datum) بالاعتماد على خصائص الطوبولوجيا (العلاقات المكانية) وبصيغ Shape files مع بناء ملفات مساعدة باستطالات sbx وshx وdbf وsbn. دمجت المضلعات المتجاورة لتكوين الامتدادات للمناطق المتجاورة والحاوية على الانعكاسية نفسها، حولت هذه المضلعات الى نقاط لتحديد مراكز هذه الموجودات وتهيئتها على شكل جداول تبين مواقع هذه التكشفات.

الاستنتاجات

- إن المرئيات المكونة من حدود العتبة ذات المخرجات الثنائية (binary) أفضل من المرئيات متعددة الثنائيات في تحديد المواقع المرغوبة التي يمكن إظهارها على شكل جداول تمثل الإحداثيات بصورة رقمية.
- إن قسمة الحزمتين 3/1 بحد العتبة 1.69 وقسمة الحزمتين 5/1 بحد العتبة 1.9 توضح الترسبات الحاوية على أعلى التراكيز لأكاسيد الحديد والتي لا تزيد عن 7% في منطقة البحث.
- إن مرئية المعدل الحسابي للحزم 4 و3 و2 و5 توضح الصخور الكلسية ذات المحتوى العالي من الكلس.

المصادر

الجاف، أرسلان أحمد، 2008. التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة بعض الظواهر الجيولوجية والترسبات المعدنية في الصحراء الغربية في العراق. أطروحة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، 130 صفحة.

العزاوي، محمد عبد المحسن وأحمد، موسى عبد اللطيف وزيني، ماهر تحسين والجاف، أرسلان أحمد، 2008. دراسة الظواهر الجيولوجية والشواهد المعدنية لمنطقة حلبجة باستخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية. جيوسرف، تقرير داخلي رقم 3147.

Al-Kadhimi, J.A.M., Sissakian, V.K., Fattah, A.S. and Deikran, D.B., 1996. Tectonic Map of Iraq, scale 1: 1000 000, 2nd edit., GEOSURV, Baghdad, Iraq.

Al-Bassam, K.S., 2007. Minerogenic Map of Iraq, scale 1: 1000 000, 2nd edit., GEOSURV, Baghdad, Iraq.

Bolton, C.M.G., 1958. Geological Map, Kurdistan Series, scale 1: 100 000, sheet K6, HALABJA, GEOSURV, int. rep. no. 278.

Buday, T., 1980. The Regional Geology of Iraq. Vol.1: In: I.I., Kassabab and S.Z., Jassim (Eds.). Stratigraphy and Palaeogeography, GEOSURV, Baghdad, 445pp.

Buday, T. and Suk, M., 1978. Report on the geological survey in NE Iraq, between Halabja and Qala Dizeh. GEOSURV, int. rep. no. 950.

Burrough, P.A., 1989. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment Monographs on Soil and Resources Survey. UK Clarendon Press, Oxford, 233pp.

Clark, R.N., Swayze, G.A., Gallagher, A., King, T.V.V. and Calvin, W.M., 1993. The U.S. Geological Survey, Digital Spectral Library: Version 1: 0.2 to 3.0 microns. U.S. Geological Survey, Open File Report 93 – 592, http://speclab.cr.usgs.gov, 1340pp.

Ibrahim, Sh.B., 1984. Report on the photogeology of a part of the Folded Zone, Northern Iraq. GEOSURV, int. rep. no. 1376.

Jassim, S.Z. and Goff, J.C., 2006. Geology of Iraq. Prague, Dolin and Moravian Museum, Brno, 341pp.

Kariuki, P.C., Woldai, T. and F. van Der Meer, F., 2004. The Role of Remote Sensing in Mapping Swelling Soils, Asian Jour. Geoinformatics, Vol.5, No.1, ARSRIN, P.O. Box 4, Thailand, 11pp. http://www.itc.nl/library/Papers_2004/peer_jrnl/kariuki_role.pdf

Khiry, M.A., 2007. Spectral Mixture Analysis for Monitoring and Mapping desertification processes in semi – arid area in north Kordofan State, Sudan. Ph.D. Thesis, Univ. of Dresden, 126pp.

Lillisand, T.M. and Kiefer, R.W., 2000. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley and Sons Inc., 6th edit., Canada, 721pp.

Lipton, G., 1997. Spectral and Microwave Remote Sensing: An Evolution from Small Scale Regional Studies to Mineral Mapping and Ore Deposit Targeting. Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration, p. 43 – 58. http://www.exploration07.com/pdfs/Expl97/01_05.pdf.

Ma'ala, K.A., 2007. The Geology of Sulaimaniyah Quadrangle, sheet. NI-38-3, scale 1: 250 000, GEOSURV, Baghdad, Iraq.

Muradian, N.T., Al-Wasity, J.A., Al-Hashimi, H.A., Jassim, S.Z. and Al-Bassam, K.H, 1984. Economic – Geological Map of Iraq, scale 1: 1000 000, GEOSURV, Baghdad, Iraq.

Ott, N., Kollersberger, T. and Tassara, A., 2006. GIS analyses and favorability mapping of optimized satellite data in northern Chile to improve exploration for copper mineral deposits. Geological Society of America Geosphere, Vol.2, No.4, p. 236 – 252. http://geosphere.geoscienceworld.org/cgi/content/abstract/2/4/236.

Sabin, J.R.F., 1987. Remote Sensing. Principles and Interpretation. Freeman and Sons Co., San Francisco, USA, 426pp.

Walsh, M.J. and US Army Corps of Engineers, 2003. Remote Sensing, Department of the Army, US Army corps of Engineers, Washington, DC, 20314-1000, Manual no.1110-2-2907, 217pp.
http://www.usace.army.mil/publications/eng-manuals/em1110-2-2907/toc.htm
http://www.usace.army.mil/publications/eng-manuals/em1110-2-2907/entire.pdf.

Yetkin, E., 2003. Alteration mapping by remote mapping: Application to Hasandağ - Melendiz volcanic complex. M.Sc. Thesis, Middle East Technical Univ., Turkey, 97pp.
http://www.worldcatlibraries.org/wcpa/top3mset/53359496