دراسة تحديد الصخور الحديدية المتكشفة باستخدام تقنيات التحسس النائي في منطقة الكعرة، غرب العراق

صباح يوسف يعقوب*، مواهب فاضل عبد الجبار** و احمد طارق شهاب***

الاستلام: 29/ 3/ 2007، القبول: 28/ 2/ 2008

المستخلص

استخدمت البيانات الفضائية المستلمة من القمر الصناعي Landsat ETM+ في دراسة الترسبات المعدنية للحديد المتكشفة في منطقة الكعرة، غرب العراق. في البداية تم تصحيح البيانات الفضائية الخاصة بالمنطقة هندسيا ومن ثم طبقت عليها تقنية النسب الطيفية (Band Ratio) لتمييز تكشفات عدة أنواع من الترسبات المعدنية، وأكثر ما ظهر واضحا على السطح هو الترسبات الحديدية وكتل الحديد الصخرية المنتشرة على السطح. ولحصر هذه الترسبات بصورة أدق تم تحسين البيانات الفضائية باستخدام المط المتساوي للتباين (Histogram Equalize Enhancement) وتحسين الحافات (Edge Enhancement). ثم أدخلت النتائج ضمن تطبيق التصنيف غير الموجه (Unsupervised Classification) بعدها قلصت الأصناف الناتجة بواسطة التصنيف الموجه (Supervised Classification) للحصول على نتائج دقيقة ولحصر هذه التكشفات ضمن صنفها الحقيقي، وحسب البصمة الطيفية لكل صنف. وكانت النتيجة جيدة لعزل هذه الصخور والتي انحصرت ضمن تكشفات تكوين الكعرة.

استخدمت خرائط التحري المعدني عن الصخور الحاوية على ترسبات الحديد في منطقة الكعرة كمرجع لتدقيق النتائج بدلا من التدقيق الحقلي، بعد إدخالها ضمن نظام المعلومات الجغرافي (GIS) وإضافتها الى الخرائط الصورية الناتجة من المعالجات الرقمية. وأثبتت نتائج المعالجات للبيانات الفضائية توافق ايجابي جيد مع نتائج المسوحات الحقلية لهذه الصخور، بالإضافة الى تحديد تكشفات الترسبات الحديدية، فقد تم تحديد الصخور الطينية والغرينية المتكشفة والعائدة لتكوين الكعرة وكذلك الصخور الكلسية التي تعلوها واعتمادا على نفس المعالجات أعلاه.

DETERMINATION OF THE EXPOSED IRONSTONES USING REMOTE SENSING TECHNIQUES IN GA'ARA DEPRESSION, WEST IRAQ

Sabah .Y.Yacoub, Mauahib F. Abdul Jabbar and Ahmed T. Shihab

ABSTRACT

In the present study, the Landsat ETM+ data have been used to determine the exposed ironstones in the Ga'ara Depression, West Iraq. The Band Ratio technique has been applied on the geometrically corrected Landsat image of the study area. This method is used to determine the different exposed rocks, particularly the ironstones, which appeared and recognized more clearly.

To obtain better resolution and enhanced images, other methods like Histogram Equalize Enhancement and Edge Enhancement have been applied, too. Then Unsupervised Classification has been conducted, the resulted classes are reduced using Supervised Classification, in order to concentrate on the interesting exposed rocks depending on their spectral signature, for each class. The result was successful in differentiating the ironstones within the exposed Ga'ara Formation.

* خبير، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص.ب. 986، علوية، بغداد، العراق
** جيولوجي أقدم، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين
*** جيولوجي، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين

The available geological maps, of mineral investigations for ironstones in the Ga`ara Depression are used in the present study instead of field checking. These maps are digitized and prepared as a theme using GIS, then matched with the themes of the enhanced and classified images of the study area. The results revealed that the image processing and enhancement coincide with the mineral investigation geological maps, particularly the exposure of ironstone. In the same way, the other exposed rocks, such as claystone and siltstone of Ga`ara Formation are detected, as well as the overlying carbonate rocks.

المقدمة

ان احد التطبيقات المهمة ضمن تقنيات التحسس النائي هو تحديد التكشفات المعدنية من البيانات الفضائية وهناك عدة طرق لتحديد المعادن وهي:

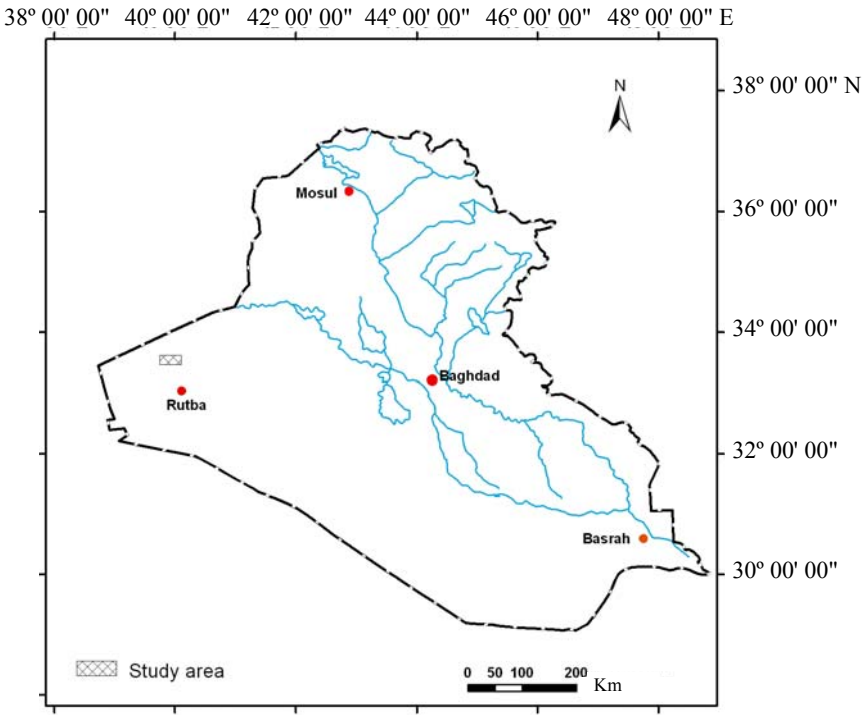
- النسب الطيفية (Band Ratio)
- مبادئ تحليل المركبات الأساسية (Principal Component Analysis) (PCA)
- تخريط المعادن على أساس الزوايا الطيفية (Spectral Angle Mapper) (SAM)

وقد استخدمت الطريقة الأولى لكفاءتها مع مامتوفر لدينا من برامجيات والبيانات الفضائية المستلمة من القمر الصناعي Landsat ETM+، ولاسيما في تحديد ترسبات الحديد وكذلك الأطيان، اعتماداً على صفاتها الطيفية المنعكسة والممتصة وحسب الأطوال الموجية للحزم الطيفية وبدقة وضوح تصل (15×)15 م والمستلمة في أيلول، 2002.

وقد اختيرت منطقة منخفض الكعرة لمثل هذه الدراسة بسبب تكشف الصخور الحاوية على نسب جيدة من الحديد وكذلك وفرة الطبقات الصخارية الطينية والغرينية في نفس التكوين المتكشف والتي بالإمكان فصلها بشكل واضح باستخدام المعالجات أعلاه.

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن منطقة الصحراء الغربيــة العراقية، وبالتحديد ضمن منخفض الكعرة الواقع ضمن حدود محافظة الانبار بين خطي طول ″35 ′57 °39 و ″11 ′40 °40 وخطي عرض ″48 ′37 °33 و ″12 ′28 °33 (الشكل 1).



شكل 1: خريطة موقعية لمنطقة الدراسة

هدف الدراسة

الهدف من الدراسة هو تحديد الترسبات المعدنية المتكشفة في منخفض الكعرة باستخدام تقنيات التحسس النائي بتطبيق تقنية النسب الطيفية على البيانات الفضائية للمنطقة ومطابقتها مع الدراسات السابقة والخرائط الجيولوجية المتوفرة.

اسلوب العمل

وشمل محورين (الشكل 2) :

- **التفسير البصري لمرئيات منطقة الدراسة،** حيث تم معالجة البيانات الفضائية من نوع Landsat ETM + بالحزم الطيفية 1 – 8 (7 حزم + Panchromatic) وإجراء التحسينات الملائمة للبيانات ودمج الحزم الطيفية 3.2.1 (R.G.B) لتمييز المنطقة بالألوان الطبيعية ثم دمج الحزم الطيفية 7.4.2 (R.G.B) وإظهارها بالألوان الكاذبة لتمييز بعض الظواهر الأرضية والجيومورفولوجية في المنطقة.
- **المعالجات الرقمية** ، وكانت الجانب الثاني من العمل، وهي معالجات رقمية شملت تطبيقات النسب الطيفية لتمييز الترسبات المعدنية المتكشفة تم تطبيق آليتي التصنيف الموجه وغير الموجه لفرز الوحدات الصورية المكونة للمرئية الفضائية وإنتاج خريطة صورية.

الوضع الجيولوجي للمنطقة

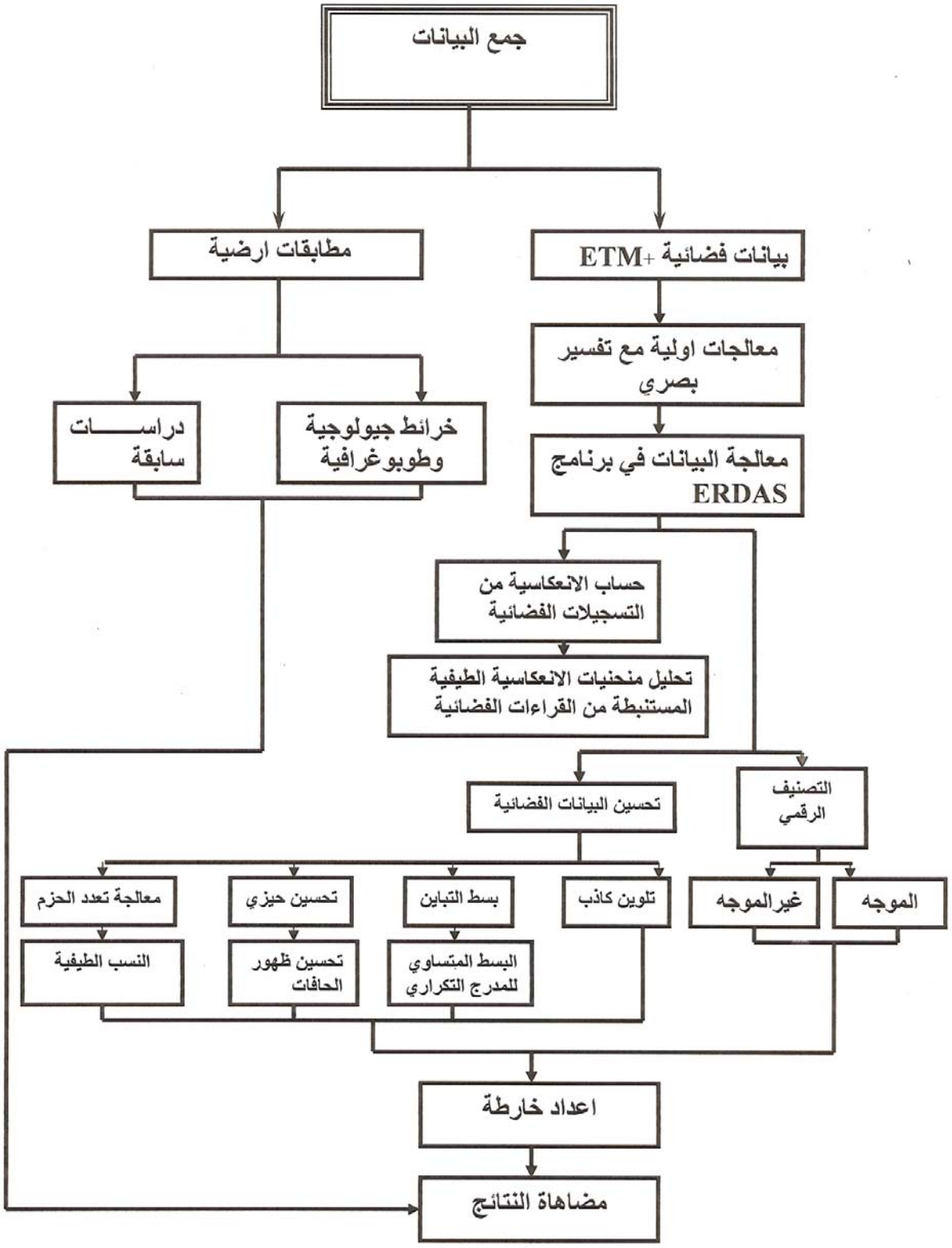
تقع منطقة الدراسة في الجزء الغربي من منخفض الكعرة في الصحراء الغربية العراقية، وتتكشف في المنطقة صخور متنوعة عائدة الى عدة تكوينات جيولوجية وأقدم الصخور المتكشفة في المنطقة تعود الى تكوين الكعرة من عمر البيرمي (Permian) (الشكل 3)، وتشكل هذه المكاشف منحدرات متوسطة الى قليلة الانحدار على جوانب ووسط المنخفض وفي بعض الأماكن تكون على شكل تلال منعزلة (mesa)، وتتكون من طبقات متعاقبة من الصخور الرملية والغرينية والطينية الحاوية على نسب متباينة من أكاسيد الحديد مما يعطيها ألوان مختلفة، ويكون الحديد أما على شكل بقع لونية أو درنات أو عدسات من الصخور الحديدية (حسن واخرون، 1994). يلي تكوين الكعرة الى الأعلى في الجهة الجنوبية من منطقة الدراسة تكوين ملوصي من عمر الترياسي المتكون من الصخور الكلسية والدولومايتية، أما في الجهة الغربية من منطقة الدراسة فيتكشف الى الأعلى من تكوين الكعرة تكوين الرطبة من عمر الطباشيري المتكون من طبقات صخور رملية والتي تتخللها طبقات صخور كلسية ودلومايتية كلسية والتي تكون منحدرات حادة وتظهر بشكل واضح على أطراف منخفض الكعرة، حيث يمكن تمييزها من خلال الصور الفضائية. يغطي تكوين الرطبة تكوين الهارثة الذي يتكون غالبا من صخور كلسية مع الطفل ويليه الى الأعلى تكوين الطيارات المتكون من تعاقب صخور كلسية وطفل، وكلا التكوينين يعودان الى عمر الطباشيري الأعلى. كما يكون هذين التكوينين منحدرات متدرجة حادة ومتوسطة الانحدار.

تغطي ترسبات العصر الرباعي جزءا معتبر من قعر منخفض الكعرة حيث تبدو واضحة في الصور الفضائية. وأهم هذه الترسبات هي: ترسبات مليء الوديان الحاوية على مزيج من الرمل والحصى الخشن والناعم، وكذلك ترسبات المراوح الغرينية المتكونة من الفتات الصخري والرمل والغرين وتغطي عادة أقدام المنحدرات وفتحات الوديان الرئيسية، إضافة الى ترسبات المنحدرات والتربة المتبقية. وهناك طبقات صلدة سميت بالقشرة الكلسية (calcrete) تغطي بعض التلال في المنطقة، حيث يعود عمرها الى البلايستوسين أو أقدم من ذلك (Tamar-Agha, 1986).

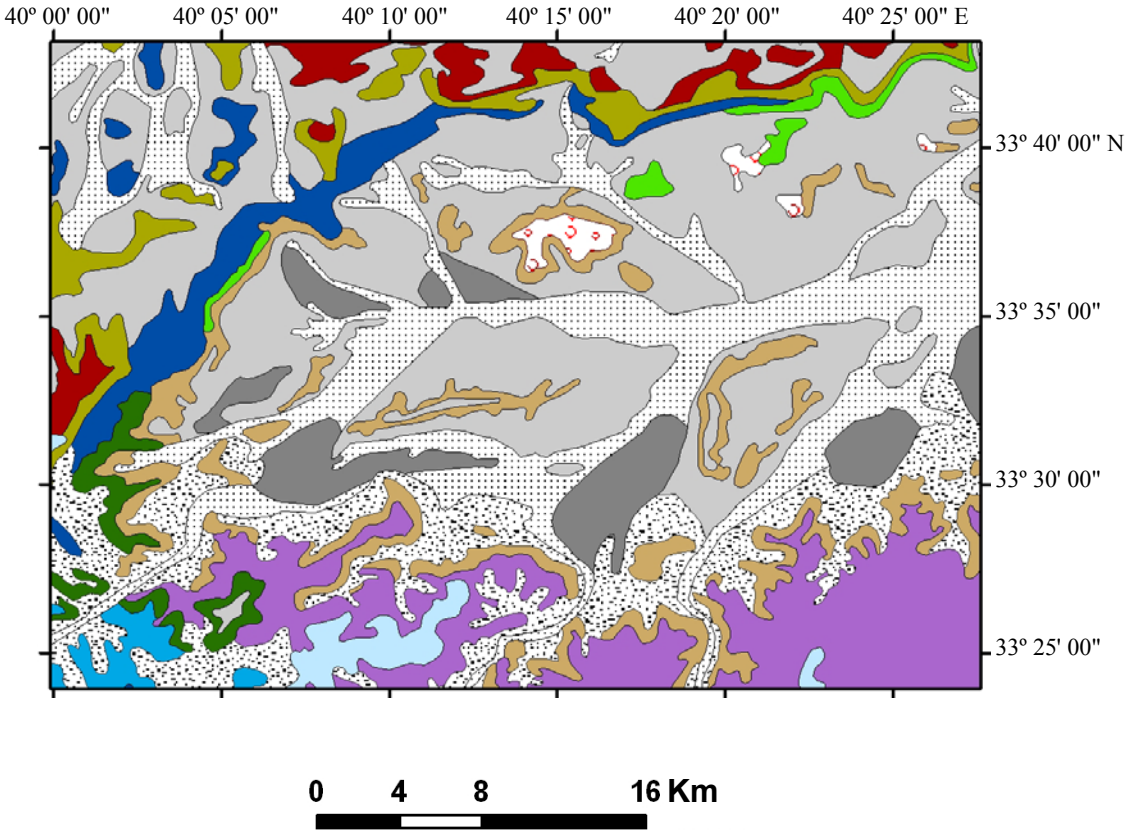
المعالجات الرقمية

استخدمت التقنيات الرقمية للقمر الصناعي Landsat ETM+ في هذه الدراسة، حيث تم تصحيح البيانات الفضائية هندسيا الى نظام المسقط الجغرافي باستخدام طريقة polynomial وبمعالجة رقمية شملت بسط التباين للمدرج التكراري وتطبيق تحسين الحافات لإبراز الحافات الصخرية والمجاري المائية باستخدام مرشح ذو نافذة 5X5 عالي التمرير (High Pass 5X5) كما تم دمج الحزم 3.2.1 (R.G.B) (الشكل 4) لإظهار البيانات الحقيقية للمنطقة. كما تم دمج الحزم 2. 4 .7 (الشكل 5) من خلال استخدام التلوين (R.G.B) لدراسة غطاءات الأرض وتحديد بعض الظواهر الجيومورفولوجية ومكاشف الصخور.

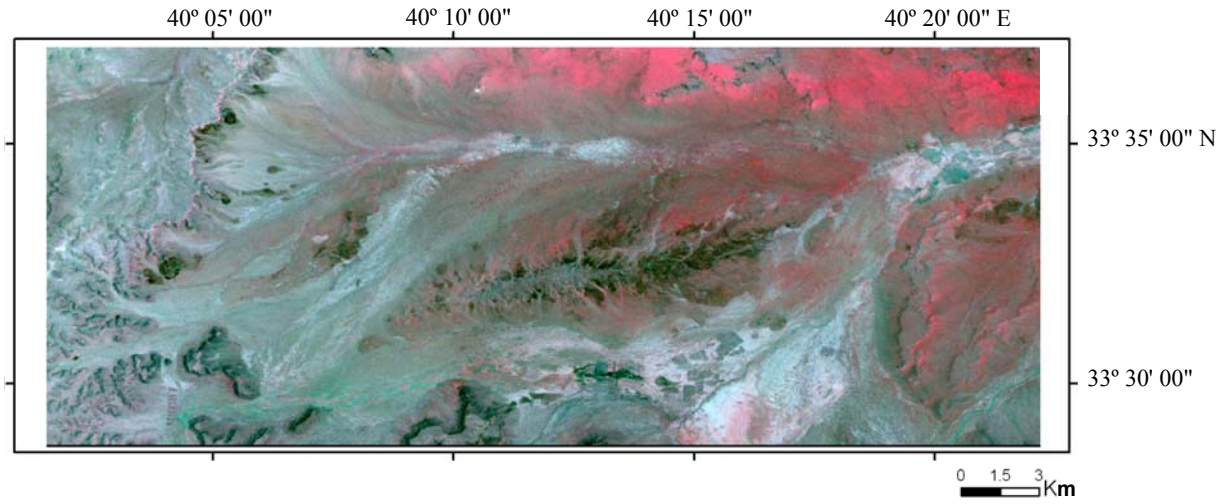
أما النظرية العلمية التي تم الاعتماد عليها لتحديد الترسبات المعدنية فهي تقنية النسب الطيفية، وتعني عملية تقسيم أعلى قيمة انعكاسية (لمعدن معين) يراد إبرازه في الصورة الفضائية على اقل قيمة انعكاسية (لنفس المعدن) ضمن مدى الطول الموجي للطيف الشمسي المنبعث من الشمس الساقط على الأرض ثم ينعكس وتستلمه الأقمار الصناعية ضمن حزم معينة وبأطوال موجية مختلفة وحسب نوع متحسسات هذه الأقمار الصناعية وقابلياتها لإنتاج حزم طيفية جديدة تعطي تمييزا لتلك الترسبات (Fundimentals of Remote Sensing, Internet data, 2007).



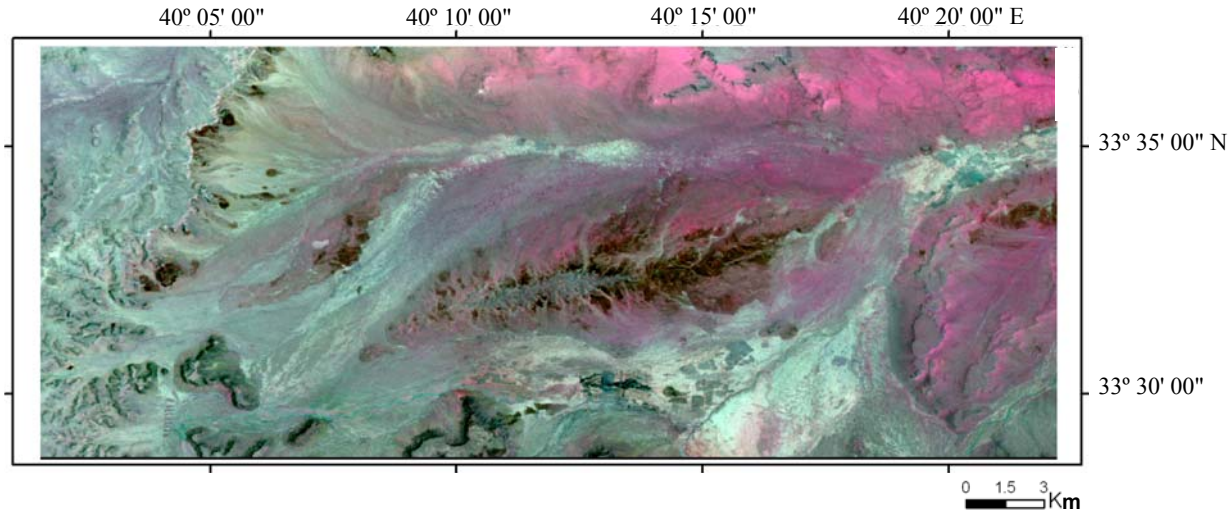
شكل 2: مخطط انسيابي يوضح المراحل المتبعة لتنفيذ الدراسة



شكل 3: خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة (حسن وأخرون، 1994)



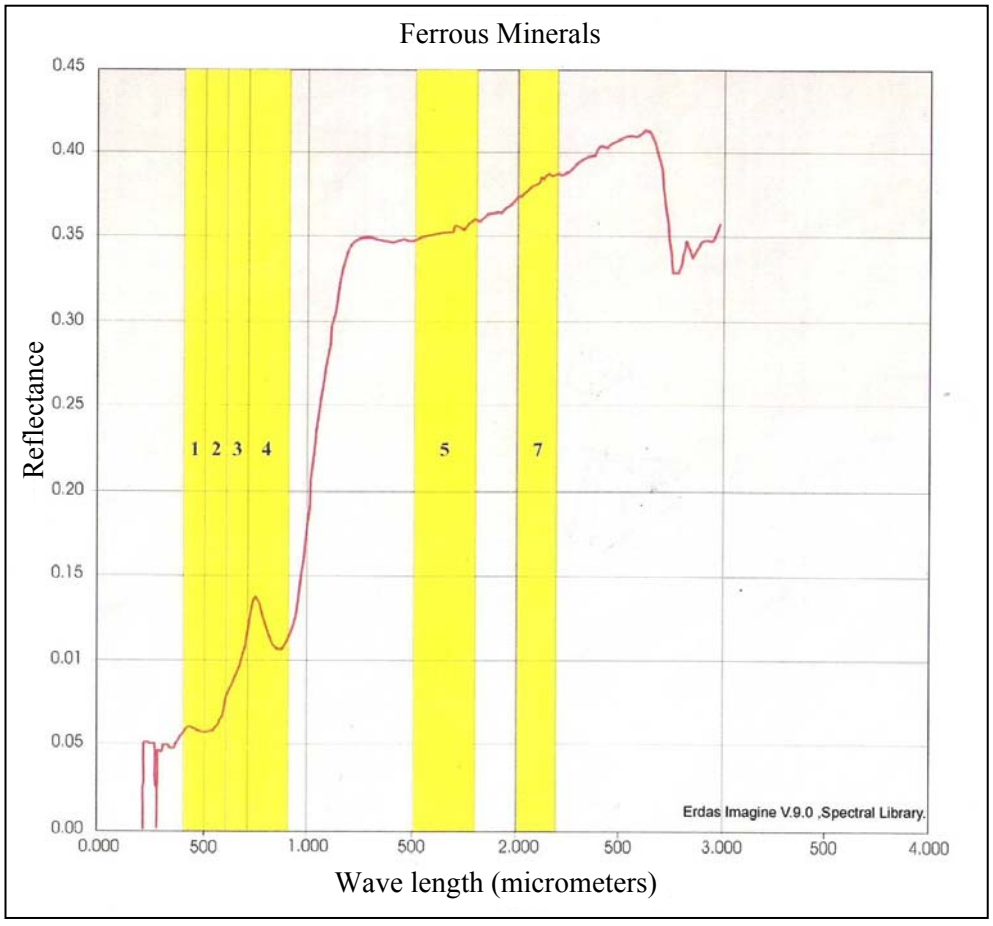
شكل 4: صورة فضائية بالحزم الطيفية R.G.B 1 و 2 و 3



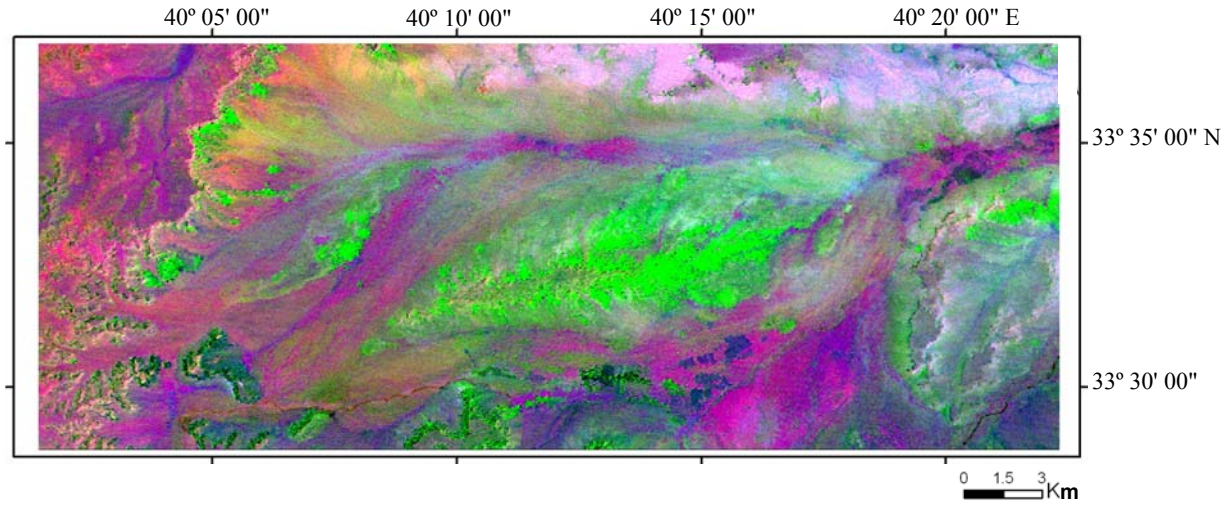
شكل 5: صورة فضائية بالحزم الطيفية R.G.B 2 و 4 و 7

ولتحديد المعادن الحديدية تم تقسيم الحزمة الخامسة على الحزمة الرابعة لاستخراج حزمة طيفية جديدة (grey scale) تعطي تمييزا أكثر لهذه المعادن، والشكل (6) يوضح هذه النظرية، حيث تم تسقيط المنحني البياني للبصمة الطيفية للمعادن الحديدية على المخطط الذي يبين العلاقة بين الطول الموجي والانعكاسية للحزم الطيفية التابعة للقمر الصناعي Landsat ETM+ والمأخوذة من مكتبة المعادن التابعة الى المسح الجيولوجي الامريكي (ERDAS IMAGINE V.9, USGS). وبجمع هذه النسب الطيفية بمعادلة واحدة لإنتاج صورة جديدة مكونة من ثلاث حزم طيفية Red 5/ 7. Green 5/ 4. Blue 3/ 1 تعطي تمييزاً وعزلا للترسبات الحديدية والصخور الطينية بشكل واضح.

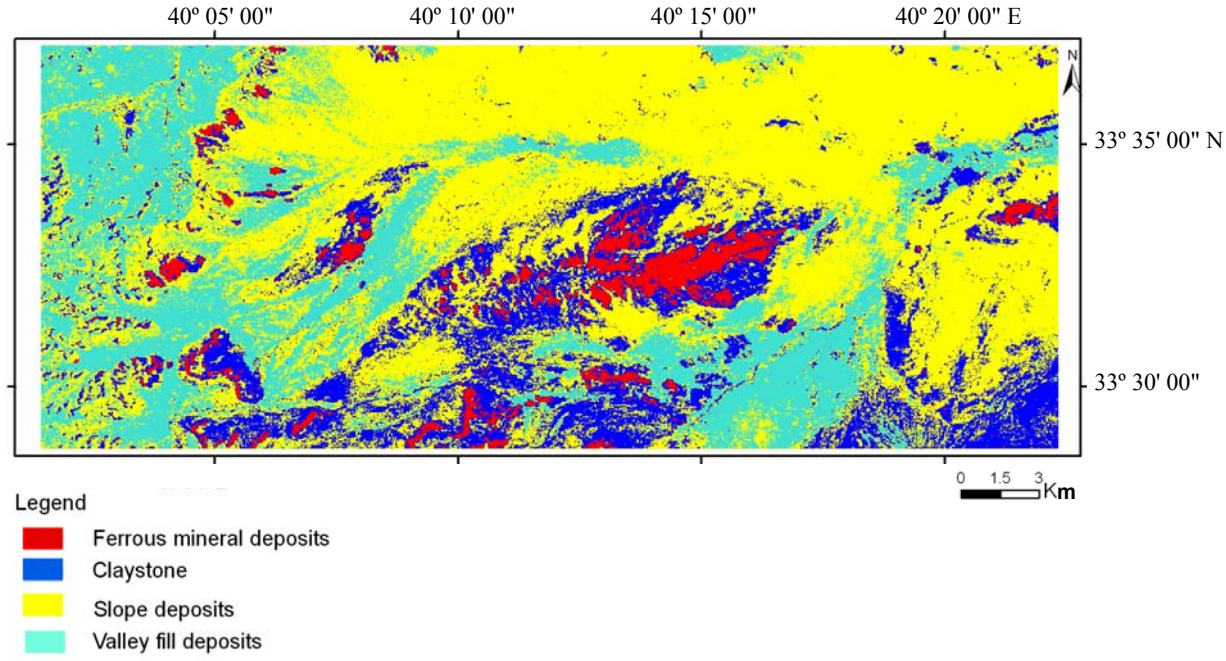
تم تحويل الناتج الى نظام IHS (Intensity.Hue.Saturation) لإكساب الألوان درجة إشباع اكبر في الخلية الواحدة، تم إرجاعه الى نظام التلوين R.G.B لإعطاء الناتج سطوعا أكثر لسهولة تمييز الوحدات الصورية (الشكل 7). ولأجل فرز الوحدات الصورية (Pixels) المكونة للمرئية الناتجة وجعلها ضمن وحدات معينة، بالاعتماد على عمليات إحصائية وبصورة آلية، تم تطبيق التصنيف غير الموجه وتحديد ستة أصناف فقط لضمان عدم حدوث أية أخطاء قد تنتج أثناء عملية التصنيف فقد تم تمييز ستة أصناف. ولزيادة الدقة وحصر الأصناف ضمن الوحدات الصورية الناتجة من عملية تطبيق النسب الطيفية، تم تطبيق آلية التصنيف الموجه وتحديد أربعة أصناف تمثل الصخور الحديدية والصخور الطينية وترسبات المنحدرات وملئ الوديان، والشكل (8) والجدول (1) يوضحان الأصناف المميزة ومعاملاتها اللونية ومساحة كل صنف.



شكل 6: البصمة الطيفية للمعادن الحديدية



شكل 7: صورة تمثل نتيجة تطبيق نظرية النسب الطيفية R5/ 7. G5/ 4. B3/ 1



شكل 8: صورة مصنفة لمنطقة الدراسة

جدول 1: المعاملات اللونية ومساحة الأصناف الأربعة المميزة

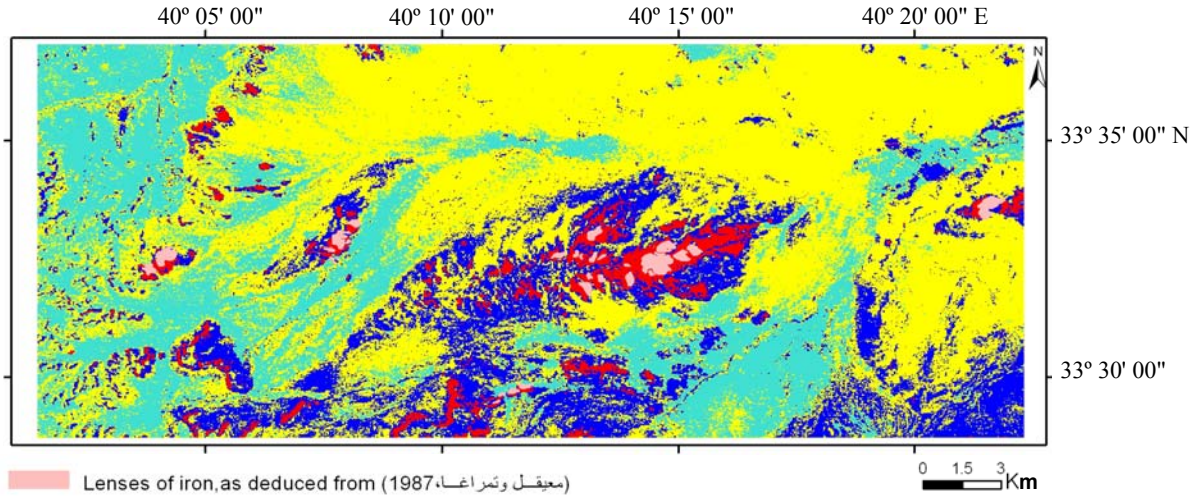
رقم الصنف	لون الصنف	المعاملات اللونية			عدد الوحدات الصورية (PIXELS)	مساحة الصنف (كم^2)	النسبة المئوية للصنف في المشهد	وصف الصنف
		B	G	R				
1	احمر	0	0	1	24681	155736	3.840%	ترسبات الصخور الحديدية
2	ازرق غامق	1	0	0	111918	25.18155	17.415%	أطيان
3	اصفر	0	1	1	350285	78.814125	54.508%	ترسبات المنحدرات
4	ازرق فاتح	0.82	0.88	0.25	155736	35.0406	24.234%	ترسبات مالئة للوديان

تحليل النتائج

إن تطبيق تقنية النسب الطيفية (Band Ratio) وإجراء عملية التصنيف الموجه (Supervised Classification) أنتجت خريطة صورية تمثلت بأربعة أصناف، وكما موضح في الشكل (8). ولعدم توفر إمكانية التدقيق الحقلي وقياسات الانعكاسية الطيفية الحقلية للأصناف التي تم تمييزها، فقد تم الاعتماد على الدراسات والأعمال السابقة العائدة لأعمال التحري المعدني والتي شملت خرائط طوبوغرافية بمقياس 1: 25 000 ومسوحات جيولوجية شملت خرائط 1: 100 000 (معيقل وتمر أغا ، 1987) حيث أظهرت تطابقا جيداً مع نتائج هذه الدراسة.

تم ترقيم الخرائط المقتبسة من معيقل وتمر أغا (1987) التي تخص دراسة عدسات الصخور الحديدية المتكشفة في منطقة الدراسة وإعطاءها مسقط يوافق مسقط البيانات الفضائية، أي تحويلها الى خرائط رقمية باستخدام نظام الـ GIS وإضافتها كطبقة الى البيانات الفضائية والخريطة الصورية الناتجة من عملية التصنيف الموجه، حيث وجد هناك توافق بين مواقع عدسات الصخور الحديدية المتكشفة والمحددة باللون الوردي (الشكل 9) وبين الصنف الأول الوارد في الصورة المصنفة والذي يمثل ترسبات المعادن الحديدية مما يؤيد صحة نتائج تطبيق نظرية النسب الطيفية. وبهذا يمكن تعميم ذلك على المناطق التي لم تدخل ضمن التحريات المعدنية السابقة.

وقد تم حساب مساحة هذا الصنف ونسبته المئوية بالنسبة للمساحة الكلية لمنطقة الدراسة (الجدول 1) كما تم الاستعانة بالخرائط الجيولوجية مقياس 1: 250 000 (حسن وآخرون، 1994) وإجراء مقارنة بين الأصناف المميزة وبين الوحدات الجيولوجية وكان هناك تطابق جيد نوعا ما بينهما.



شكل 9: صورة مصنفة مسقط عليها عدسات الحديد

الاستنتاجات

- نجاح إمكانية تحديد تكشفات الصخور الحديدية باستخدام تقنية النسب الطيفية.
- اثبتت المعالجات الطيفية التي تم إجرائها في هذه الدراسة تطابق ايجابي مع نتائج الدراسات السابقة وخاصة التحريات عن الصخور الحديدية في منخفض الكعرة.
- أظهرت اليتي التصنيف الموجه وغير الموجه تطابق جيد مع الوحدات الجيولوجية والجيومورفولوجية التي تم تحديدها من خلال الأعمال السابقة للمسح الجيولوجي والموثقة بخرائط جيولوجية.
- يمكن تطبيق هذه المعالجة على مناطق أخرى يتوقع وجود تكشفات مشابهة لهذه الصخور فيها ومحاولة تحديد هذه التكشفات بنفس الطريقة.
- تم تحديد مساحة هذه التكشفات للصخور الحديدية بمساحة تقديرية 5.555 كم^2 وذلك من حساب عدد الخلايا (Pixels) في الصنف الأول مضروباً في مساحة الخلية الواحدة.
- أدت نتائج الدراسة الى إضافة مناطق أخرى تتكشف فيها الصخور الحديدية والتي لم يتم تحديدها في الدراسة السابقة المعتمدة (معيقل وتمر أغا، 1987) ومن الممكن إضافتها الى الاحتياطي لهذه الصخور.

التوصيات

كي تكون النتائج أفضل وأدق، يجب أن يكون هناك عمل حقلي مدعوم بنقاط ضبط أرضية باستخدام أجهزة الـ G.P.S. وكذلك جهاز قياس الانعكاسية الطيفية في الحقل للحصول على البصمات الطيفية ومقارنتها بالعمل المكتبي، وكما هو معتمد عالميا في الدراسات التطبيقية المماثلة ، وهذا لم يكن متوفرا في هذه الدراسة حيث استعيض عنه بالخرائط المعدة سابقا والتي اعتمدت بديلا عن التدقيق الحقلي.

المصادر

حسن، كريم محمود، سيساكيان، فاروجان خاجيك وعبد الأمير، إيمان، 1994. تقرير عن جيولوجية لوحتي سبع ابيار والرطبة NI–37–10 و NI–37–11 بمقياس 1: 000 250. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير داخلي رقم 2260.

معيقل، وسام احمد وتمر أغا، مازن يوسف، 1987. التحري عن رواسب الصخور الحديدية في منخفض الكعرة. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير داخلي رقم 1552.

Tamar-Agha M.Y., 1986. The Detailed geological mapping of southern rim of Ga`ara Depression. GEOSURV, int. rep. no. 1779.

ERDAS IMAGINE, V.9.0, USGS (United State Geological Survey). Project of Landsat ETM+, Spectral Library.

Fundamentals of Remote Sensing, Canada Centre for Remote Sensing Tutorial, Natural Resources, Canada. Internet Data, 2007.