تخريط التكوينات الجيولوجية بمنطقة وادي أبوشيبة شمالي غريان باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد والتحقق الحقلي

د. عبدالمنعم البركي[1]-(*)، د.عصام عبدالسلام[2]، أ. عياد فرج مسعود[1]، د.عبد العاطي أحمد الحداد[1].

[1] كلية العلوم–قسم علوم الأرض/جامعة الزيتونة.

[2] كلية الآداب والعلوم قصر الأخيار–قسم الجغرافيا/جامعة المرقب.

الخلاصة

إن طرق التخريط الجيولوجي التقليدية هي طرق محدودة ومحصورة بمساحات صغيرة وسهلة التضاريس وتحتاج لعمل حقلي وآخر في المعمل، وتحتاج إلى الكثير من الصور والخرائط المساعدة فتستهلك الكثير من الوقت والجهد والمال، كل هذه المشاكل يمكن أن تحل باستخدام صور الأقمار الصناعية ومع توفر حد أدنى من المعلومات السطحية دون الحاجة إلى الرحلات الحقلية المتكررة وما يصحبها من تكلفة ووقت وجهد. تعتبر المنطقة نموذجاً جيداً للدراسات الجيولوجية حيث يتكشف بها معظم التكوينات الموجودة في منطقة غريان ، وتتميز بوجود عدة تراكيب جيولوجية كالطيات والصدوع والطبقات المائلة.

في هذا البحث تم استخدام العديد من البيانات ، من تجميع المعلومات عن منطقة الدراسة من دراسات وأبحاث سابقة وخرائط جيولوجية وصور فوتوغرافية لمنطقة الدراسة توضح التكوينات والتراكيب المتكشفة بها، وكذلك لتمييز الحدود الفاصلة بين التكوينات. كما تم استخدام صورة القمر الصناعي سبوت بدقة عالية تصل إلى 2.4 متر في الصورة متعددة الأطياف و 60 سم للبكسل الواحد في الصورة الغير متعددة الأطياف وكذلك تم استخدام صور لاندسات 7 بدقة 30 متر. الهدف من هذا العمل هو دراسة التكوينات الجيولوجية المختلفة الموجودة والمتكشفة في وادي أبوشيبة شمالي غريان في الجزء الشرقي من جبل نفوسة (الدراسة الطبقية والتركيبية للمنطقة قيد الدراسة) وكذلك تشمل كيفية استخدام بيانات الاستشعار عن بعد في الدراسات الجيولوجية وتصنيف وتمييز أنواع الصخور المختلفة ورسم خريطة جيولوجية بمقياس رسم كبير للمنطقة المدروسة.

وبدراسة الملامح الفضائية للصورة إحصائياً من خلال مخطط Scatterogram تم اختيار الموجات (7 مع 2،3،5) و(5 مع 2،3،4) على أنها أفضل الموجات التي يمكن استخدامها لاختيار التوليفية اللونية color combination وتوليفة نسبة اللون color ratio composite لغرض فصل الوحدات الصخرية التي توجد في منطقة الدراسة. ومن خلال البصمة الطيفية للموجات تم اختيار الموجات(7 مع 2،3،5) و(5 مع 2،3،4) على أنها أفضل الموجات التي يمكن استخدامها لاختيار التوليفية اللونية color combination لغرض فصل الوحدات الصخرية التي توجد في منطقة الدراسة. وعليه فقد تم اختيار التركيبة أو التوليفة الثلاثية (7، 5، 2) على أنها افضل موجة ثلاثية الألوان لاستخدامها لغرض تقنيات معالجة الصورة قيد الدراسة.

المقدمة INTRODUCTION

تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد كأداة هامة في الدراسات الجيولوجية التكتونية لدراسة التراكيب الجيولوجية والبحث عن رواسب الخامات المعدنية المختلفة والتخريط الجيولوجي للتراكيب الجيولوجية كالطيات والصدوع والتدفقات البركانية والتخريط التكتوني الاقليمي ، وتستخدم في هذه التطبيقات بعض برامج الحاسوب التي لها القدرة على معالجة وتحليل صور الأقمار الصناعية للحصول على أطياف ضوئية معينة يمكن للجيولوجي تفسيرها واستخلاص النتائج منها للدلالة على مناطق التراكيب الجيولوجية ومناطق وجود الخامات المعدنية، وهذه البرامج مثل ER Mapper، ArcGIS ، Erdas Imagine، وقد تم اختيار منطقة وادي أبوشيبة لهذه الدراسة حيث يتكشف بها معظم التكوينات الموجودة في منطقة غريان ، وتتميز بوجود عدة تراكيب جيولوجية كالطيات والصدوع وغيرها.

إن طرق التخريط الجيولوجي التقليدية هي طرق محدودة ومحصورة بمساحات صغيرة وسهلة التضاريس وتحتاج لعمل حقلي وآخر في المعمل، وتحتاج إلى الكثير من الصور والخرائط المساعدة فتستهلك الكثير من الوقت والجهد والمال، كل هذه المشاكل يمكن أن تحل باستخدام صور الأقمار الصناعية ومع توفر حد أدنى من المعلومات السطحية دون الحاجة إلى الرحلات الحقلية المتكررة وما يصحبها من تكلفة ووقت وجهد.

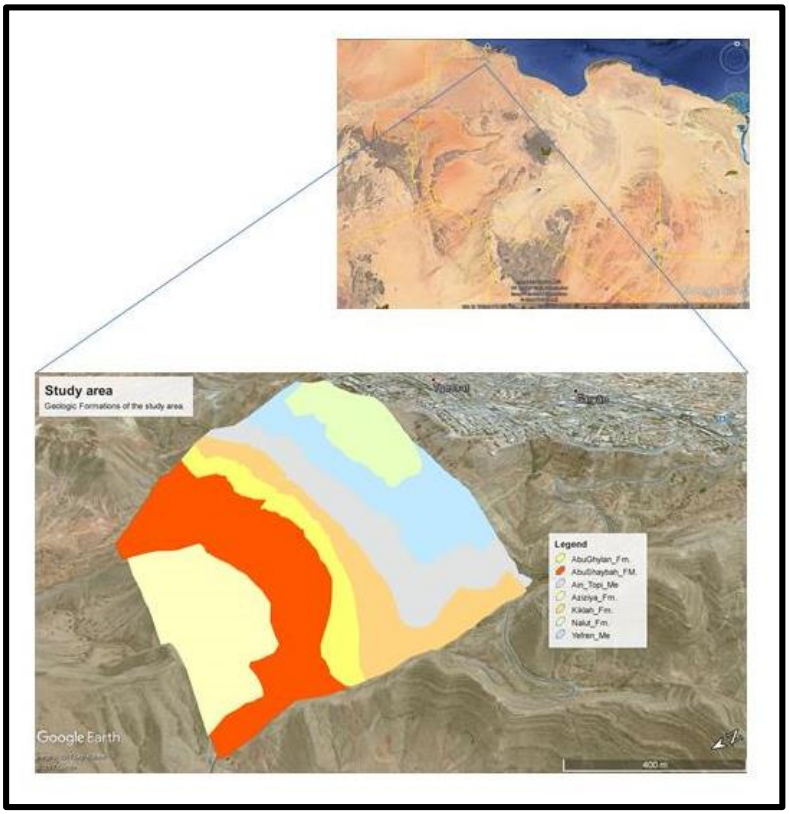
- **الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة Location**

تقع منطقة الدراسة في وادي أبو شيبة في غريان حيث تغطي حوالي (10 كيلومتر مربع) تقريباً وهي محددة بخطوط طول ودواشر عرض كالتالي:

من "30 '10 °32 إلى "15 '11 °32 شمالاً

من "30 '00 °13 إلى "15 '01 °13 شرقاً .. الشكل (1).

وتقع منطقة غريان إلى الشرق من وسط جبل نفوسة والذي يكون حافة صخرية(جرف) تمتد بين الخمس في الشمال الشرقي(على الساحل بالقرب من طرابلس) ، وحتى الحدود التونسية باتجاه جنوب80° غرب يصل ارتفاع أعلى نقطة بالمنطقة إلى حوالي 700م عن سطح البحر بفارق ارتفاع محلي يصل إلى 400 م، وتبعد مدينة غريان مسافة 90 كم جنوب مدينة طرابلس. والقادم من الجنوب باتجاه مدينة غريان تقابله مرتفعات غريان الممتدة إلى الغرب كجزء من جبل نفوسة ويجد أمامه بوضوح قبة وادي أبوشيبة ثم قبة بوشيده وتتجه حافة جبل نفوسة شمالاً لمسافة 10 كم مروراً بقبة كف تكوت حيث تعاود حافة جبل نفوسة الاتجاه شرقاً بعد ذلك. وتعتبر المنطقة نموذجاً جيداً للدراسات الجيولوجية حيث يتكشف بها معظم التكوينات الموجودة في منطقة غريان ، وتتميز بوجود عدة تراكيب جيولوجية كالطيات والصدوع والطبقات المائلة.



شكل (1) يوضح الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

- **البيانات المستخدمة وطرق الدراسة Data used and Methodology**

استخدمنا في هذا البحث العديد من البيانات ، من تجميع المعلومات عن منطقة الدراسة من دراسات وأبحاث سابقة وخرائط جيولوجية وصور فوتوغرافية لمنطقة الدراسة توضح التكوينات والتراكيب المتكشفة بها، وكذلك لتمييز الحدود الفاصلة بين التكوينات. كما تم استخدام صورة القمر الصناعية سبوت بدقة عالية تصل إلى 2.4 متر في الصورة متعددة الأطياف و 60 سم للبكسل الواحد في الصورة الغير متعددة الأطياف وكذلك تم استخدام صور لاندسات 7 بدقة 30 متر حيث تم ذلك باستخدام برنامج Earth Resources Data Analysis ، (ERDAS) والذي يختص بمعالجة وتحليل الصور بشكل عام والصور الفضائية بشكل خاص، ويتم من خلاله تخريط الصور الرقمية للمنطقة بتتبع جميع الأشكال الخطية. وتم التحقق الحقلي من خلال بعض الزيارات لمنطقة الدراسة. وكذلك تم استخدام الخرائط الجيولوجية والطوبوغرافية للمنطقة حيث استخدمت الخرائط الطوبوغرافية في تصحيح الخريطة الجيولوجية واسقاطها جغرافياً (على خطوط الطول ودوائر العرض) وتصحيح القياس الرديوي الإشعاعي (عملية تصحيح الضباب الجوي) وضبط وتعزيز الصورة، البيانات التي تم جمعها من الخرائط والمراجع والملاحظات الحقلية جرى تحويلها إلى صفة رقمية باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية GIS (برمجيات GIS) نسخة 8.1، وذلك لتكوين قاعدة بيانات لمنطقة الدراسة وتحليلها جيولوجياً.

- **المنهجية والطريقة المتبعة في هذا البحث تضم كلاً من:**

1. المعالجة بالحاسب لبيانات القمر الصناعي الرقمية TM وذلك لتحسين وتعزيز عملية التمييز للوحدات الصخرية المختلفة، ولغرض تقييم صلاحية ومقدرة تطبيق التصنيف المعتمد على الحاسب لغرض عملية تخريط المناطق التي بها معادن ، لاستخدام صور الأقمار الصناعية في الدراسات الجيولوجية يجب أن تمر هذه الصور بعدة عمليات لتحسينها وترميمها وإزالة الأخطاء والتشوهات منها ليتم دراستها وتفسيرها وانتزاع المعلومات منها بسهولة ويسر ومن أهم هذه العمليات:
   - عمليات ترميم الصورة Image restoration وهي تتم لإزالة الأخطاء والتشوهات من الصورة.
   - عمليات تحسين الصورة Image enhancement وهي تتم لتحسين الصورة وتسهيل قراءتها وتفسيرها.
   - انتزاع المعلومات من الصورة Information extraction بعد عمليات الترميم والتحسين للصورة يتم أخذ المعلومات من عدة قنوات (Bands) في الصورة ، مع محاولة تصنيف الصورة واكتشاف التغيرات التي تحدث فيها ، كل ذلك يتم من خلال دراسة أطياف الانعكاس الضوئي في الصورة.
2. استخدام صور الأقمار الصناعية يعتمد على طريقتين رئيسيتين هما التخريط الجيولوجي السطحي الذي يضم تخريط المعالم الجيولوجية الخطية (Lineaments) مثل الأودية (Valley) ، التلال (Hill) ومطابقة ومعاينة النغمات الضوئية (درجات الضوء) الشاذة والتي تمثل أي تغير.
3. التخريط التكويني والجيولوجي التخطيطي للوحدات الصخرية المختلفة على أساس التفسير البصري للصور المؤلفة نسبياً من صور القمر الصناعي TM وعلى أساس العمل الحقلي.
4. أهم عمليات المعالجة الرقمية (Digital Image processing techniques) التي أجريت على الصورة باستخدام برنامج Erdas Imagine تتضمن استخدام عدة تطبيقات للتمييز بين الوحدات الصخرية المختلفة في منطقة الدراسة وأهم هذه التطبيقات:
   - التركيب اللوني للصورة (Image color composites).
   - تحليل المكون الأساسي ("Principles Component Analysis "PCA.
   - نسب الصورة (Image ratios).
   - الحدة أو الكثافة وتدرج اللون والتشبع في الصورة (Intensity ,hue and saturation HIS).

- **الهدف من الدراسة Aim of the present work**

الهدف من هذا العمل هو دراسة التكوينات الجيولوجية المختلفة الموجودة والمتكشفة في وادي أبوشيبة شمالي غريان في الجزء الشرقي من جبل نفوسة (الدراسة الطبقية والتركيبية للمنطقة قيد الدراسة) وكذلك تشمل كيفية استخدام بيانات الاستشعار عن بعد في الدراسات الجيولوجية وتصنيف وتمييز أنواع الصخور المختلفة ورسم خريطة جيولوجية بمقياس رسم كبير للمنطقة المدروسة.

- **الأعمال السابقة Previous works:**

عدة باحثين ناقشوا استخدام تطبيق الاستشعار عن بعد في مجال الجيولوجيا بطرق عديدة ومن بينهم:

1. سلطان وآخرون (1986، 1987) Sultan et al استخدموا البيانات الرئيسية لتخريط صور الأقمار الصناعية وذلك لغرض تخريط منطقة قبة مياتق (Meatiq dome area) في الصحراء الغربية الوسطى في مصر باستخدام تركيبة أو توليفة الألوان النسبية (الموجات 1/5، 7/5، 5/4، 4/3-1) ، وبطريقة مشابهة قاموا بتحديد الوحدات المعدنية الأساسية والمخلفات الحجرية.
2. كوفمان (1988) Kaufman الذي تتبع العلاقة بين الإشارات التشخيصية المستقبلة أو المستلمة من القمر الصناعي والمناطق الأرضية الغنية بالمعادن على امتداد التكوين الشرقي للقبة فهو قد استخدم توليفة من النسب الحزمية Ratio 5/7، 3/4، 4/7 وهي توليفة المكونات (PCs) الأساسية 2، 4 و3 وقد اقترح بأن التوليفات اللونية غير المترابطة والمصفاة لموجات أو حزم TM (TM band) وهي 1، 4، 7 برهنت على أنها ناجحة في عملية رسم وتصوير المعادن المعروفة وغير المعروفة من خلال وجود معادن إرشادية مثل أكاسيد الحديد.
3. أوكونور(1987) OConnor استخدم توليفة الألوان لباقات الحزم أو الموجات bands (3، 2، 1) و(1، 5، 7) لغرض تمييز ومعرفة صخور عصر الميزوزويك عن صخور القاعدة Basement والصخور النارية عن صخور الغلاف الظاهرية في الصحراء الشرقية في مصر.
4. كوراي (1989) Quari قام بتخريط منطقة عسير في الدرع السعودي الجنوبي باستخدام نسب باقة صور TM (1/5، 7/5، 4/5 * 4/3) في (R, G, B) على التوالي وقد استنتج أن بيانات TM يمكن استخدامها في التخريط الصخري للمناطق الجافة المتكشفة بشكل جيد ولانتاج خرائط جيولوجية تفصيلية.
5. الركائبي (1995) El rakaiby استخدام صور TM للأقمار الصناعية ذات باقات النسب (4/2 * 7، 7/5 * 3، 3/5 * 7) في (R, G, B) على التوالي للتمييز ومعرفة كتل الجرانيت من مخلوط الحديد واليورانيوم حيث قام بتصنيف صخور الجرانيت Granites إلى ثلاثة مجموعات وهي G3, G2, G1 وقد استنتج بأن ترسيبات اليورانيوم المعروفة كانت مرتبطة أساساً مع المجموعة الأحدث وهي مجموعة G3 .

الوضع التكتوني والتركيبي (TECTONIC AND STRUCTURE)

- **القباب (Domes)**: توجد في جبل غريان ثلاث قباب:

1. قبة كف تكوت:

تقع على مسافة 6 كم من مدينة غريان باتجاه (شمال 20° شرق) وتتميز ببنية بسيطة حيث تبدو من الجو في صورة فوهة بركانية معراة، ويظهر على الحواف صخور الفونولايت البورفيري شديدة الصلابة ذو الفواصل الأفقية تقريباً. وتبدو للوهلة الأولى في صورة سد حلقي Ring Dike بينما يتضح من دراسة القبتين الأخريين أنها فواصل بازلتية. وتوضح بعض القطاعات الجيولوجية أن هذه القبة تمثل شكل قبة غير متماثلة تكونت بالمتداخل (لاكوليث) الذي أدى إلى طي الصخور الرسوبية بشكل قبابي.

2. قبتي أبوشيبة وبوشيدة:

يقع مركز قبة وادي أبو شيبة على بعد 2 كم شمال مدينة غريان ومركز قبة بوشيدة على بعد 3 كم شمال غرب مدينة غريان.

قبة وادي أبو شيبة أكثر وضوحاً طبوغرافياً وبنائياً، وهي تمثل شكل دائري تقريباً بتفاوت تضاريسي يصل إلى 300م ويقع في مركزها تكوين كُرش ويحيط به تكوين العزيزية وتكوين أبوشيبة.

أما قبة بوشيدة فتعتبر أعلى القباب بالمنطقة، وتمثل طية محدبة مزدوجة الغطس، محاطة بالصدوع من الطرفين ويفصلها عن قبة أبوشيبة طية مقعرة متصدعة بطريقة مركبة.

3. متداخل كاف أبو غنوش:

يظهر هذا المتداخل الفونوليتي بين قبتي وادي أبوشيبة وبوشيدة لكن لا يبدو أنه ذو أصل مرتبط بعملية التقبب ، يقع هذا المتداخل شمال قبة وادي أبو شيبة ويتجه شمال 70°غرب.

- **الفوالق (Faults) :**

تتميز منطقة جبل غريان بوجود اتجاهين رئيسين للفوالق: اتجاه شمال 45° غرب و اتجاه شمال 75° غرب.

الدراسات الجيولوجية السابقة أثبتت أن منطقة جبل نفوسة تعرضت لحركتين أساسيتين أولهما الهرسينية التي حدثت في نهاية البرمي والعصر الثالث وأدت لتكوين منحدر إلى الغرب وهذا جعل المناطق الغربية مناطق ترسيب بينما الشرقية مناطق تعرية.

أما الحركة الثانية فحدثت في نهاية الطباشيري أدت إلى تكوين تحدب كبير في اتجاه شمال غرب – جنوب شرق نتج عن ذلك صدوع وشقوق لها نفس الاتجاه وأصبحت فيما بعد مجاري للحمم البركانية ، والعناصر الحركية للمنطقة تتمثل بالميل الخفيف الذي يتراوح ما بين 2–4 درجات في اتجاه شمال غرب – جنوب شرق أما الصدوع فتتوحد في المنطقة في اتجاهين رئيسيين الأول وهو السائد فيها يأخذ شمال غرب – جنوب شرق أي نفس اتجاه الشقوق في المنطقة والاتجاه الآخر شرق غرب.

طباقية المنطقة: Stratigraphy of the study area

يظهر على السطح بمنطقة الدراسة ثمانية تكوينات رسوبية يتراوح عمرها الجيولوجي بين الحين الترياسي والطباشيري الأعلى.

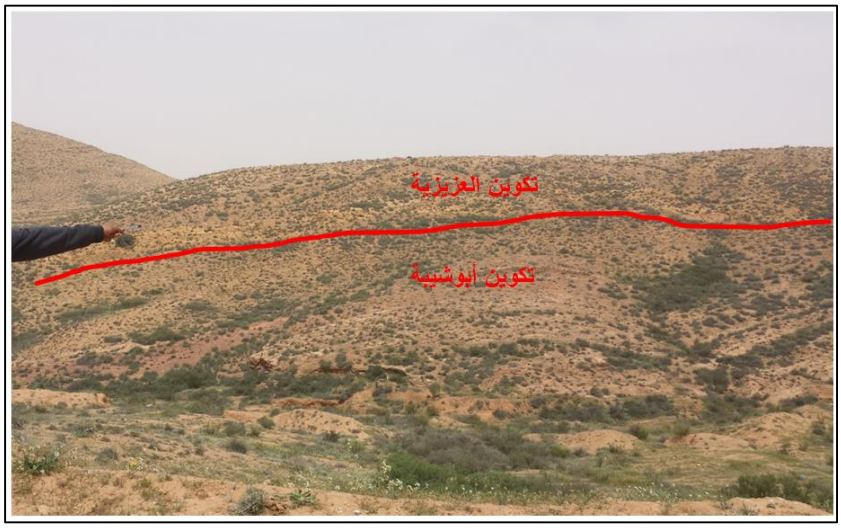
وعند دراسة هذه المنطقة تم ملاحظة كلا من التفاوت الكبير في سمك هذه التكوينات من الغرب إلى الشرق، وكذلك عدم ظهور تكوينات الحين الجوراسي المتوسط إلى الطباشيري المبكر بمنطقة غريان (ستة تكوينات) والتغير الجانبي بين تكوين بوغيلان وتكوين بئر الغنم.

يوجد بالمنطقة مجموعة من التكوينات التي تميز بيئة وعمر المنطقة جيولوجيا ونذكرها حسب العمر كالأتي :

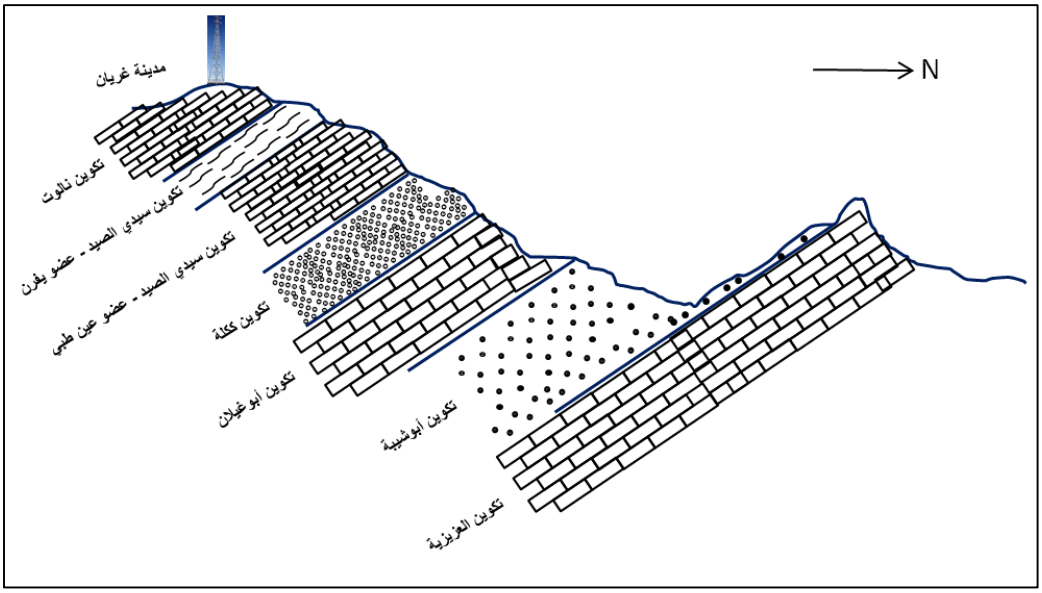
أولاً : الترياسي

- **تكوين العزيزية :**

يتكون من أحجار جيرية وجيرية دلوميتية والسبب في ذلك هو وجود مواد عضوية ، ويرجع أيضا للأكسدة ، ويوجد به درنات وعقد صوان على هيئة طبقات رقيقة ، وتوجد أيضا ستروماتوليت إما على هيئة طبقات أو محصورة ضمن طبقات هذا التكوين ، سمك التكوين حوالي (150) متر ، وعمره من الترياسي الأوسط إلى الأعلى . الشكل (2)



شكل (2) صورة توضح الحد الفاصل بين تكوين العزيزية والتكوين الذي يليه وهو تكوين بوشيبة ، وهنا يجب ملاحظة أن تكوين العزيزية يظهر في الصور فوق تكوين أبو شيبة وذلك لأن الطبقات الصخرية المكونة للتكوينات مائلة بزاوية 45 درجة باتجاه أسفل الصورة وفي هذه الحالة يكون تكوين العزيزية أسفل تكوين أبو شيبة، أنظر الشكل رقم (3)



شكل (3) رسم تخطيطي يوضح التكوينات الجيولوجية الموجودة بمنطقة الدراسة

- **تكوين أبو شيبة :**

يتكون من ثلاث مستويات ، يوجد في المستوى الأول حجر رملي دقيق الحبيبات ، به بعض العروق الصغيرة ، والمستوى الأوسط عبارة عن طبقة رقيقة من الطفلة الطينية الحمراء ، وفي الأعلى توجد أحجار رملية، ويحتوى التكوين على كونجلوميرات

، والخواص الليثولوجية لهذا التكوين تجعله صخر خازن ، ويرجع اسمه لأن القطاع النموذجي متكشف في وادي أبو شيبة بسمك التكوين (162) متر ، وعمره يرجع إلى الترياسي العلوي.

ثانياً : الجوراسي

- **تكوين أبو غيلان .**

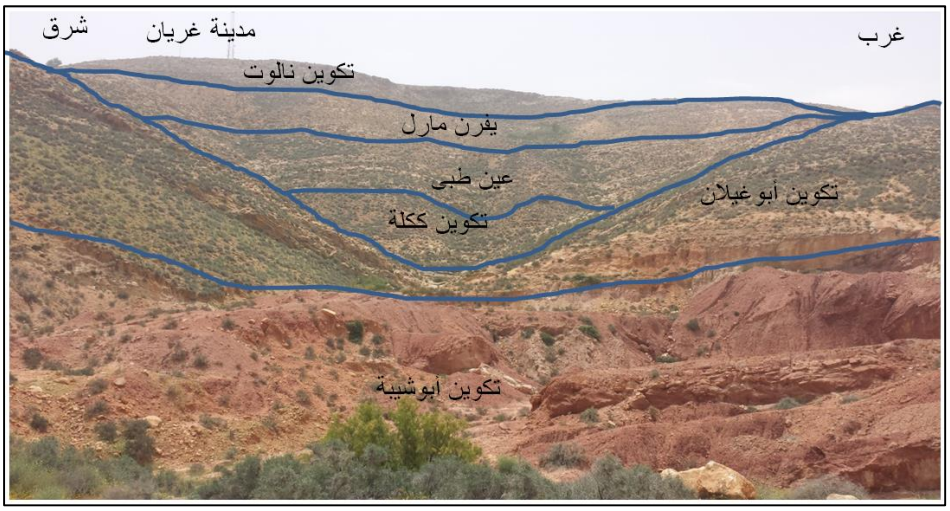
يتكون من أحجار جيرية دولومتية ، ويتغير جانبياً إلى جبس المتمثل في تكوين بئر الغنم. وتوجد في هذا التكوين بعض المستحاثات مثل الرخويات ويرجع اسمه لمنطقة أبو غيلان ويصل سمكه إلى حوالي (60) متر ، وعمره ترياسي علوي – جوراسي. شكل (4).

ومن الظواهر الغريبة في هذا التكوين الذي يأتي متوافقاً مع التكوين السفلي(أبوشيبة) وغير متوافق مع التكوين الذي يعلوه (ككله)، أن تكوين بوغيلان به بعض الطيات التي لا توجد في أبوشيبة ولا في ككله، ويبدو أن تكوين أبوغيلان قد تأثر بالانهيارات أو التضاغط المتباين وهو في مراحل التكوين الأولى قبل التصخر وقبل ترسيب التكوين العلوي ، مما أدى إلى تكوين تلك الأشكال المنثنية بصورة محلية وليست نتيجة حركات تكتونية.

ثالثا : الطباشيري (الكريتاسي)

- **تكوين ككله :**

يتكون من أحجار رملية خشنة (كونجلوميرات) إلى متوسطة ، وتوجد به مستويات طينية ، ويوجد به أحافير أو مستحاثات ، ويقسم إلى ثلاثة أعضاء وهي (خشم الزرزوز و شكشوك وعضو الرجبان) ، يزداد سمك التكوين في اتجاه الغرب ، وفي أغلب المناطق لا يتعدى سمكه 40 متر ، وعمره الطباشيري العلوي. شكل (4).



شكل (4) صورة فوتوغرافية موضح عليها الحدود الفاصلة بين أغلب التكوينات الموجودة في منطقة الدراسة.

- **تكوين سيدي الصيد** : وينقسم هذا التكوين إلى عضوين هما:

أ. **عضو عين طُبي:**

يمثل هذا العضو الذي يتكون من الحجر الجيري الصلب و الدولوميت المكون الأساسي للحواف الصخرية بمنطقة غريان بسمك يصل إلى 80 م، و يأتي متوافقاً مع كلٍ من تكوين ككله الذي يقع تحته وتكوين يفرن الذي يعلوه. شكل (5).

ب. عضو يفرن:

يتميز هذا العضو بالتبادل بين حجر الجير الصلب سميك التطبق وحجر الجير الغضاري و الجبس في بعض الأماكن ويصل سمكه إلى 70م، ويكون منحدرات قليلة الميول فوق جروف عين طبي ويحتوي على أحافير المحاريات. شكل (5).

- **تكوين نالوت**

يتألف من أحجار جيرية وجيرية دلوميتية ، وهو كتلي وصلب ومتبلور ويمثل آخر وأحدث تكوين في الجبل الغربي وجبل نفوسه تحديداً ، وهو يكون القمم العالية في منطقة جبل نفوسة ، والذي يظهر منه هو الجزء السفلي فقط من التكوين ، وعمره طباشيري علوي ، ويرجع اسمه إلى مدينة نالوت. شكل (5).

شكل رقم (5) صورة فوتوغرافية توضح الحد الفاصل بين تكوين سيدي الصيد وتكوين نالوت

رابعاً : رواسب الرباعي:

تمثل كل الغطاء الرسوبي في منطقة غريان ، وهي مكونة من رواسب الأودية والرواسب المنقولة بالرياح ، وكذلك بعض الانهيارات الصخرية والركام .

- **معالجة الصورة الرقمية وتفسيرها**

Digital image processing's and their interpretation

أ. تحضير البيانات الرقمية Digital data preparation

بيانات القمر الصناعي لاندسات7 جرى تحضيرها لغرض المعالجة من خلال القيام بالتصحيحات الهندسية والقياس الإشعاعي بالنسبة للمنطقة المستهدفة ، هذه المنطقة محتواة في الشكل رقم (8) ، وقد تم اختيار المنطقة لأنها تحتوي كل مجموعات الأنواع الصخرية المتكشفة في غريان وكذلك فهي تحتوي على أنماط تركيبية نشطة.

ب. التصحيح الهندسي للصورة Geometric correction image Rectification

في عملية التصحيح الهندسي (تقويم الصورة) يتم تقويم الصورة لكي تتطابق مع صيغة الخريطة المحددة وذلك من خلال تحديد أقطار الخريطة بالنسبة إلى أو مع بيانات الصورة، (أي المرجعية الجغرافية لبيانات الصورة) فالتوزيع الهندسي العشوائي غالباً يجري تصحيحه بواسطة التحليل الجيد لنقاط المراقبة الأرضية الموزعة (GCPs) (Ground Control Points) والتي تكون مواقعها معروفة بدقة على الخريطة وأيضاً تظهر في الصورة التي يجري تقويمها وتصحيحها (List 1993).

صورة TM للقمر الصناعي تغطي منطقة الدراسة والتي جرى مراجعتها هندسياً وجغرافياً في المرحلة الأولية من هذا العمل وذلك لتسهيل عملية تسجيل فئات البيانات المختلفة في أي مرحلة من مراحل الدراسة وللحصول على المواضع الهندسية الصحيحة للأشياء الأرضية.

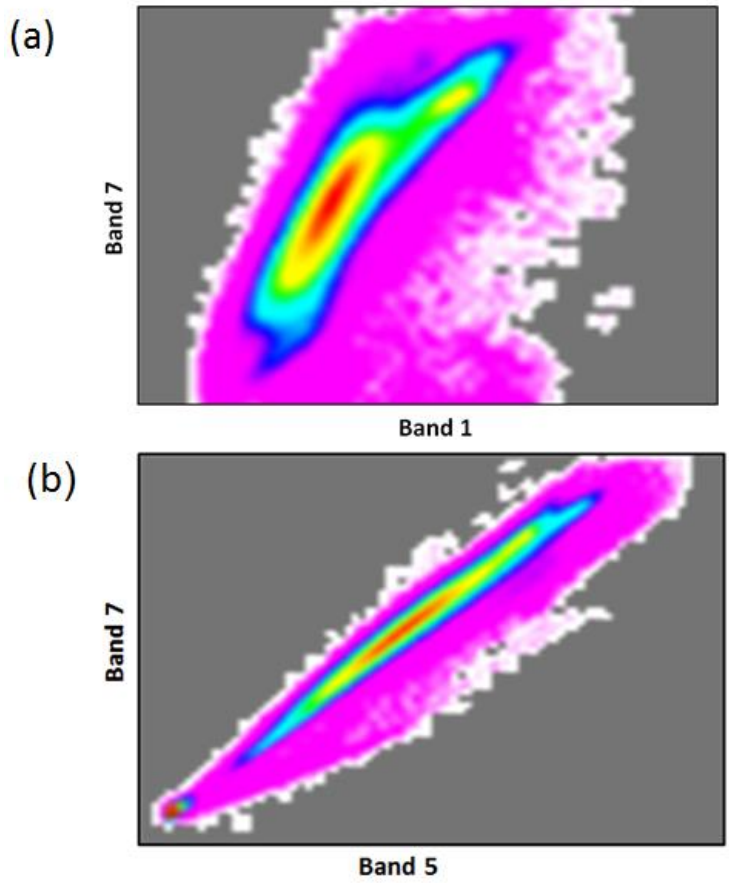
لغرض تقويم صورة القمر الصناعي 7 جرى اختيارها وترميزها (تحويلها إلى رموز) من الخريطة الطبوغرافية بمقياس 1 – 50.000 وكذلك الحصول على (GCPs) من نظام تحديد المواقع الدولي (GCPs) وأن GCPs المختار يمكن تحديده بسهولة في كلا من الصور والخرائط الطبوغرافية. الصورة جرى تحديد مرجعيتها إلى الإحداثيات خطوط الطول والعرض الجغرافية Helmet1907 .

مصفوفة التحويل الناتجة جرى استخدامها في إعادة وتكرار عينة الصور من خلال استخدام الطريقة الجار الأقرب، من خلال هذه التقنية فإن جميع البكسل (pixels) سوف يكون لها إحداثيات خريطة رقمية جديدة وذلك لتكوين قيم ملف جديدة للصورة المصححة (Lillesand and Kiefer 1994). حجم البكسل جرى المحافظة عليه عند 30 متر، وذلك لكي لا نفقد الوضوح أو درجة الوضوح المكاني لبيانات TM من القمر الصناعي.

ج. اختيار الحزمة Band selection

هناك جانب معين للاستشعار عن بعد هو أنه يوفر البيانات بموجات (حزم) متعددة الطيف (Gupa 1991) القمر لاندسات بموجاته يحتوي على مدى واسع من البيانات المتنوعة طيفياً من أجل عرض صورة لونية المطلوب فقط ثلاثة موجات في توليفة (مجموعة) الموجات كل واحدة موجهة لإشارات لونية (أحمر – أخضر – أزرق) وأن التوليفة الموجية (band combination) الافضل هي التي تعزز وتدعم الهدف المرغوب وتشمل الموجات ذات المعلومية الأكثر بدون حشو وكثرة المعلومات الموجودة في هذه الموجات، وان الموجة الاكثر معلومات هي التي بها موجات مترابطة ومتداخلة بدرجة أقل وأن هناك طرق عديدة قد جرى استخدامها من أجل تحديد الموجات المتداخلة والمترابطة (بأقل درجة) وبالتالي الكشف عن أفضل توليفة ثلاثية الموجة، هذه الطرق معتمدة أساساً على التحليل الإحصائي للإنحراف المعياري ومعامل الارتباط لموجات TM الشكل(6).

الملامح الفضائية space features أو الأشكال والسمات المتشتتة والتي بها فئتان من بيانات الصورة وتكون ممثلة إحصائياً من خلال مخطط من بعدين Scatterogram وموضع أي صورة في هذا الشكل أو المخطط محكوم بواسطة قيمة لهذه الصورة في موجتين والفحص البصري لهذا المخطط المتشتت يكون في حد ذاته ذو معلومات حول العلاقة المتبادلة بين الموجتين فإذا كانت الموجتان ذات ارتباط كبير فإن التشتت يقرب على هيئة خط في حين أن الموجتان التي لا ارتباط بينهما تنتج مخطط تشتت تكون فيه النقاط متشتتة (Gupta 1991) كما في الشكل (6 a) وبذلك يتم اختيار الحزم ذات الارتباط الكبير كما في الشكل (6 b). ومن هنا تم اختيار الموجات (7 مع 2،3،5) و(5 مع 2،3،4) على أفضل الموجات التي يمكن إستخدامها لاختيار التوليفية اللونية color combination وتوليفة نسبة اللون color ratio composite لغرض فصل الوحدات الصخرية التي توجد في منطقة الدراسة.



الشكل (6) يوضح معامل التشتت للصورة الفضائية في الحزم المختلفة or Feature space image scatterogram

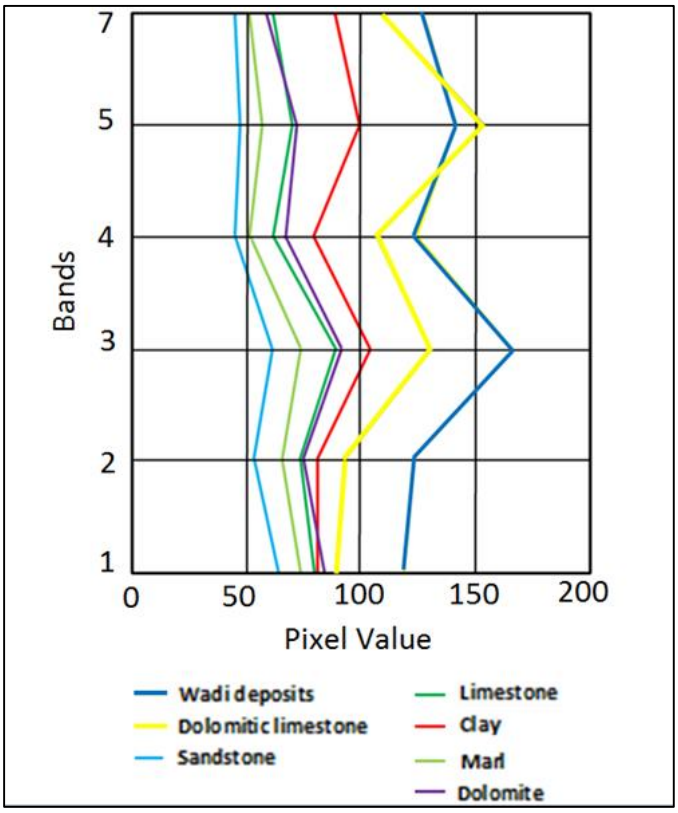
عند القيام بهذا الفحص البصري لجميع الموجات وايجاد العلاقة بينها ، وجد أن المعلومات الجيولوجية عموماً تكون عبارة عن وحدات صخرية مختلفة ومتمايزة بشكل واضح في الموجة ثلاثية الألوان (7، 4، 2) & (5، 4 ، 1) & (7 ، 4 ، 1) & (7 ، 5 ، 1) & (7، 5، 2) & (7، 5، 3) & (5 ،7 ، 4) في (B,G,R) .

كذلك فإنه في هذه الدراسة تم استخدام طريقة البصمة أو التوقيعة الطيفية لجميع العينات لوحدات الصخور المختلفة كما هو موجود في الشكل (8). البصمة الطيفية هي علاقة بين متوسط قيمة الصورة والموجات الطيفية.

الجدول (1) يوضح البصمة الطيفية في موجات مختلفة لوحدات صخرية مختلفة ، الجدول يوضح أن قيم معامل الانعكاس الطيفي في الموجات 7، 5، 4، 3 هي الأفضل لكي تستخدم في توليفة ونسبة الموجة لأن هناك اختلافات بين قيمة كل صورة في كل موجة.

الجدول (1) يوضح معامل الإنعكاس الطيفي لبعض الوحدات الصخرية كما جرى قياسها من صورة القمر الصناعي

Band 7	Band 5	Band 4	Band 3	Band 2	Band 1	Rock types
128.77	143.44	123.11	166.11	124	118.3	Wadi deposits
111.22	156.33	106.11	130.33	95.11	91.44	Dolomitic limestone
55.77	62.55	49.11	66.66	55.00	65.44	Sandstone
57.66	66.55	58.44	83.55	71.44	78.55	Limestone
87.88	96.22	76.77	101.77	78.11	81.00	Clay
58.22	67.88	58.88	81.77	69.55	76.44	Marl
56.22	68.55	65.77	90.44	73.66	78.88	Dolomite



الشكل (7) البصمة الطيفية لموجات مختلفة مع أنواع صخور مختلفة

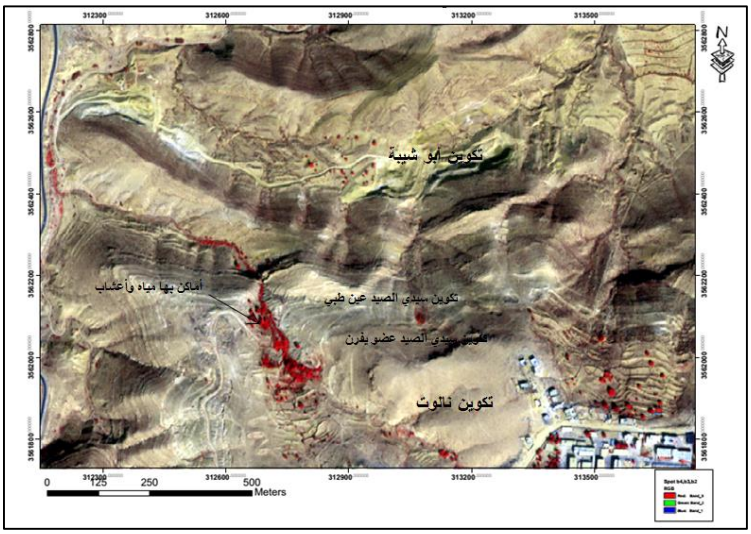
من الواضح أنه للتمييز بين الوحدات الصخرية المختلفة يجب أن يكون هناك على الأقل موجتين لما تحت الحمراء (7 و5) باللون الأحمر–الأخضر أو الأزرق مع موجة ثالثة التي ربما تكون قريبة من تحت الحمراء 4 أو منطقة الضؤ المنظور (1، 2، 3) لأن معامل الإنعكاس الطيفي للصخور المختلفة المكونة للمعادن يكون في الموجات (5 و7) ما تحت الحمراء أكبر من الموجة 4 القريبة من تحت الحمراء وموجات الضوء المنظور (1، 2، 3) حيث قيمة معامل الانعكاس الطبيعي تكون قريبة من بعضها البعض.

ومن هنا تم اختيار الموجات(7 مع 2،3،5) و(5 مع 2،3،4) على أنها أفضل الموجات التي يمكن استخدامها لاختيار التوليفية اللونية color combination وتوليفة نسبة اللون color ratio composite لغرض فصل الوحدات الصخرية التي توجد في منطقة الدراسة.

من خلال ما تقدم فإنه قم تم اختيار التركيبة أو التوليفة الثلاثية (7، 5، 2) على أنها افضل موجة ثلاثية الألوان لاستخدامها لغرض تقنيات معالجة الصورة قيد الدراسة.

- **دمج صورة لاندسات مع سبوت:**

لزيادة الدقة في الصورة فإنه في هذه الدراسة تم دمج صورة لاندسات ذات التوليفة الموجية المختارة (7، 5، 2) في الطيف الأحمر والأخضر والأزرق على التوالي مع صورة سبوت بدقة 2.5 متر، وبعد الدمج وبحساب التوليفات مع بعضها فإن هذه التوليفة قد تغيرت إلى (4، 3، 1)، والصورة التي نتجت موضحة بالشكل (8) موضح عليها التكوينات الجيولوجية المتكشفة في منطقة الدراسة.



شكل (8) صورة مدمجة بين لاندسات وسبوت بدقة 30 متر و 2.5 متر على التوالي :

الصورة توضح التكوينات الجيولوجية الموجودة في المنطقة

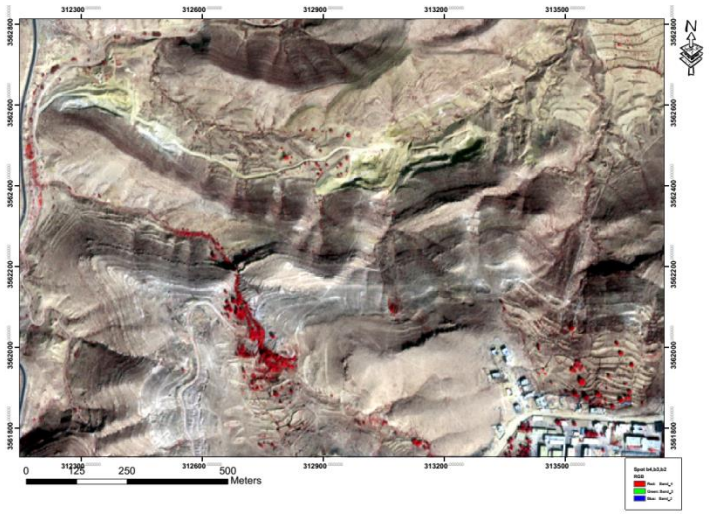
- **توليفة أو تركيبة اللون الزائف False Color Composite (FCC)**

صورة اللون الطبيعي تنتج فقط عندما تغطي الموجات الثلاثة الداخلة الأجزاء الزرقاء والخضراء والحمراء منطقة طول الموجة المنظورة (مثل صور TM) 1، 2، 3 وهذه الموجات الثلاثة يتم عرضها على أنها الأزرق–الأخضر–الأحمر على التوالي بالنسبة لجميع التوليفات الأخرى للموجات الداخلة والألوان المعروضة اللون في الصورة سوف لن يكون نفس الشي أو مثل ما

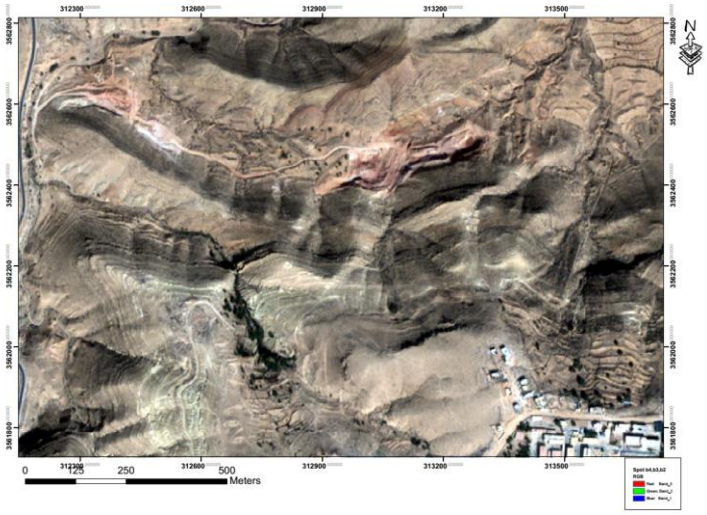
سوف يلاحظه الإنسان في الحقل الألوان في الصورة سوف تكون زائفة (1997 vincent) صورة التوليفة اللونية الزائفة(FCC) عكس تكوينها بواسطة إسقاط موجات مختلفة بالأحمر والأخضر والأزرق باستخدام ستة موجات (باستثناء الموجة الحرارية) هناك 120 توليفة محتملة لثلاثة موجات لعرضها بالأحمر والأخضر والأزرق.

من خلال هذه الدراسات وجد أن التوليفة اللونية الزائفة لصورة TM المأخوذة بالقمر الصناعي (5، 7، 4) و(7، 4، 2) و(7، 5، 2) بالألوان (الأحمر والأخضر والأزرق) على التوالي تكون مناسبة للتكوينات التكتونية الإقليمية وتوفر خريطة أساس ممتازة وهي توضع لمعان ونمط تصريف معتدل. وبذلك أخذت هذه الحزم ونظراً لأن صور لاندسات غير واضحة لكبر مساحة البكسل فقد تمت عملية الدمج مع صور سبوت بدقة 2.5 متر للبكسل الواحد مع الأخذ في الاعتبار التغيير الذي يحصل في ترتيب الحزم والتوليفة اللونية.

صورة التوليفة اللونية من TM للموجات (4،7، 2) باللون(الأحمر–الأخضر–الأزرق) على التوالي ، توضح وتميز الوحدات الصخرية المختلفة ولكنها تظهر بلون مختلف بدلا منFCC (5، 7، 4) بالألوان (الأحمر–الأخضر–الأزرق). الشكل (9) ، (10).



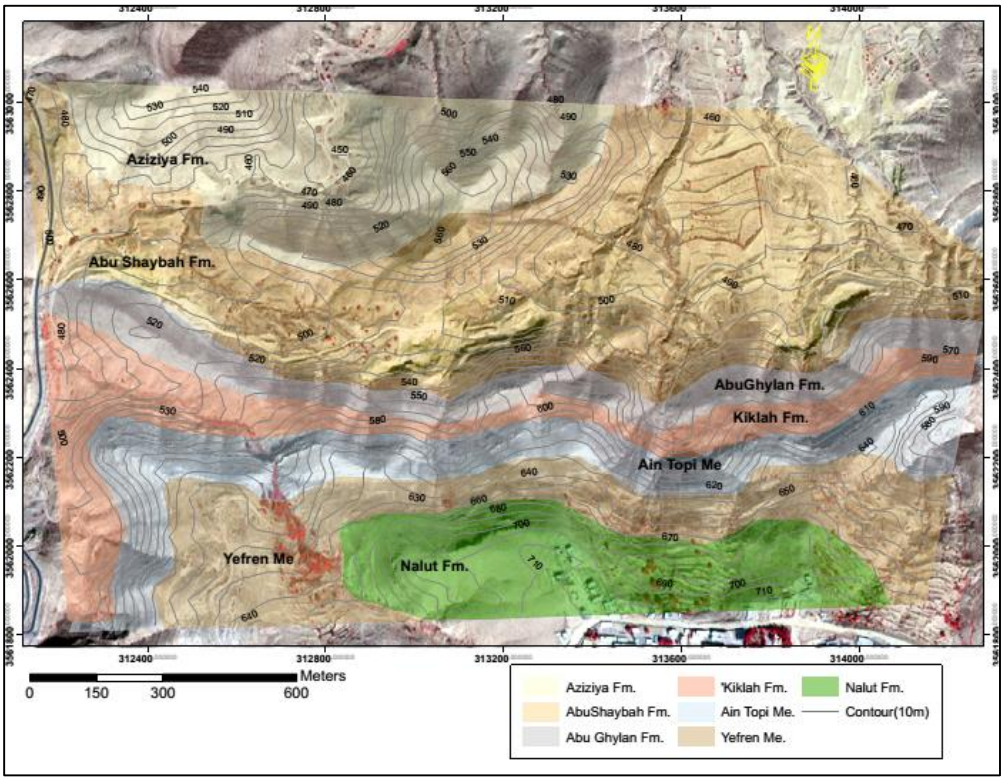
شكل (9) صورة التوليفة اللونية من TM للموجات (4،7، 2) باللون(B،G،R) مدموجة مع صورة السبوت بدقة 2.5 متر للبكسل الواحد.



شكل (10) صورة التوليفة اللونية من TM للموجات (5، 7، 4) باللون (B،G،R) مدموجة مع صورة السبوت بدقة 2.5 متر للبكسل الواحد

- **الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة**

من خلال ما تقدم من استخدام لبيانات الاستشعار عن بعد وكذلك باستخدام التحقق الحقلي فقد تم التوصل لتحديد الأسطح الفاصلة بين التكوينات الجيولوجية للمنطقة قيد الدراسة وبالتالي رسم خريطة جيولوجية توضح كل التكوينات المتكشفة في هذه المنطقة، كما في الشكل (12).



شكل (12) خريطة جيولوجية نهائية توضح جميع التكوينات الجيولوجية الموجودة في منطقة الدراسة.

- **المراجع**

أولاً: المراجع العربية

1. خالد محمد العنقري ، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية ، جامعة الملك سعود ،المملكة العربية السعودية – الرياض ، 193 صفحة، 1986م
2. يوسف صيام ، أصول في المساحة ، الجامعة الأردنية عمان – الأردن 567 صفحة، 1983م.
3. يحي عيسى فرحان ، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته ، الجامعة الأردنية عمان – الأردن 268 صفحة، 1987م.
4. توماس .م. ليلساند ورالف و. كيفر ، ترجمة حسن حلمي خاروف ، الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات ، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم – المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، 1994م.

ثانياً: المراجع الانجليزية

1. **Alburki A, A. (2006)**: Geological studies on the basement rocks around Safaga area, Egypt . MSc. Thesis, 56 pp.
2. **Drury, S. A. (1993):** Image interpretation in geology. 2nd ed., 283 pp., London (Chapman and hall).
3. **Faust, N. L. (1989):** Image enhancement, Vol. 20, supplement 5 of encyclopedia of computer science and technology, edited Allen Kent and James G. Williams. New York: Marcel Dekker, Inc.
4. **Gupta, A P. (1991):** Remote Sensing geology. 356 pp., Berlin-Heidelberg (Springer).
5. **Jensen, J. R. (1996):** Introductory digital image processing: A remote sensing perspective. Englewood cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
6. **Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. (1994):** Remote sensing and image interpretation. 3rd. ed., 750 pp., New York. NY (Wiley).
7. **List, F.K.(1992a):** Basic physics of remote sensing. In P. Bankwitz and F. K. List(Ed), - Proceed, of the 3rd United Nations Int. Training Course on Remote Sens Appl. To Geol. Sci., Potsdam and Berlin – Berliner Geowiss. Abh. D, 5. pp. 21-35, Berlin.
8. **Rabie, S.I. and Ammar, A.A. (1990):** Pattern of the main tectonic trends from remote geophysics, geological structures and satellite imagery, Central Eastern Desert, Egypt. Int. J. Remote sensing. Vol. 11, No. 4, pp 669-673.
9. **Simonett D. S., Reeves, R. G., Estes, J. E., Bertde, S. E. and sailer, C. T., (1983):** The development and principles of remote sensing. In (Simonett, D. S., Ulaby, F. T., eds.), Manual of remote sensing: Theory, instruments and techniques. Vol.1, 2nd edition. Am. Soc. of photogrammetry, Sheridan press, pp1-26.
10. **Star, J.; and Estes, J. (1990):** Geographic information systems: An introduction. Englewood cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

11. **Sultan, M., Arvidson, R. E., stern, R. J. and El kaliouby, B., (1988):** Extension of the Najd shear system from Saudi Arabia to the Central Eastern Desert of Egypt based on integrated field and landsat observation. Tectonics, Vol. 7, No. 6, pp1291-1306.

12. **Vincent, R. K. (1997):** Fundamentals of geological and environmental remote sensing. Prentice-Hall, Inc. USA. 366p.