

## تحديد المأمولية النفطية في منطقة جبل عبدالعزيز باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والمعطيات الكمونية

محمد خضر\*

### الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى فهم الإطار التكتوني العام لمنطقة جبل عبد العزيز الواقعة في الجزء الشمالي الشرقي من سورية، وتحديد المواقع الأكثر مأموليةً من حيث تواجد المصائد البنيوية الحاوية على المواد الهيدروكربونية ضمن منطقة الدراسة، بشكل يسهم في توجيه أعمال الاستكشاف والتنقيب، ومن ثمّ اختصار الكثير من الوقت والجهد الحقلي الذي تستغرقه عمليات التحري والمسح التقليدية. استُخدمت تقنيات متعددة خاصة بالاستشعار عن بعد (RS) لمعالجة بيانات الصور الفضائية للقمر الصناعي (Landsat-7) والقمر الصناعي (Terra-ASTER)، وبمساعدة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، تم تحديد المظاهر الخطية وشبكة المسيلات المائية والبنىات الحلقية، بالإضافة إلى رسم مخططات وردات الاتجاه للمظاهر الخطية، وذلك لفهم الوضع التكتوني. تمت معالجة المعطيات الكمونية الجاذبية والمغناطيسية لتحديد الشاذات الموجبة والسالبة لكل منها بهدف الوصول إلى معرفة التراكيب التحت السطحية، وذلك من خلال تطبيق تقنيات متعددة خاصة بالمعطيات الكمونية.

\* ماجستير في الجيولوجيا التطبيقية - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة دمشق.

تم التكامل بين بيانات الصور الفضائية المعالجة، والمعطيات الكمنونية المفسرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لتقسيم منطقة الدراسة إلى أربع مناطق حسب مأموليتها لتشكيل المصائد البنيوية الحاوية على المواد الهيدروكربونية، وهي كالآتي: المنطقة ذات المأمولية العالية لتشكل المصائد البنيوية الحاوية على المواد الهيدروكربونية، والمنطقة ذات المأمولية المتوسطة، والمنطقة ذات المأمولية الضعيفة، والمنطقة ذات المأمولية المعدومة.

**الكلمات المفتاحية:** المأمولية النفطية، المصائد البنيوية، تقنيات الاستشعار عن بعد، المعطيات الكمنونية.

## **"Determination of oil expectation in Jabal Abdul Aziz region using remote sensing techniques and quantitative data"**

**Mohammed Khader**\*

### **Abstract**

This study aims to understand the general framework tectonic of Jabal Abd-Alaziz Area which locates in the northeastern part of Syria and to determine the sites that are most expected in terms of traps structural containing hydrocarbons within the study area, in a way that will guide the work of exploration and thus reduce a lot of time and effort field spent in the traditional investigating surveys.

The satellite data of (Landsat-7) and (Terra-ASTER) was processed by using special multiple techniques of remote sensing (RS), and with the help of geographic information systems (GIS). The linear manifestations, the network water fluids, and the annular structures were identified, in addition to drawing roses diagram of the linear manifestations in order to understand the tectonic situation.

Data of gravity and magnetic potentiality was processed and the anomalies positive and negative for each of them were determined and thus to access to the knowledge of the subsurface structures by applying special multiple techniques for potentiality data processing.

The integration of processed satellite imagery data and interpreted potentiality data and through GIS, the study area has been divided into four bands according to expectation to form structural traps container

---

\* Master in Applied geology – Department of Geology – Faculty of Sciences – Damascus University.

on hydrocarbons; these areas are as follows: a region with high expectation to form structural traps container on hydrocarbons, a region with medium expectation, a region with weak expectation, and a region with bad expectation.

**Key words:** oil expectation, structural traps, remote sensing techniques, quantitative data

• مقدمة عامة:

بدأت أعمال التنقيب عن النفط والغاز في سورية منذ ثلاثينات القرن العشرين، بينما بدأ الإنتاج التجاري للنفط في سورية عام 1968م. تطور بعد ذلك إنتاج النفط بشكل كبير حتى وصل إلى ذروته عام 1995م بإنتاج /591/ ألف برميل يومياً. أخذ الإنتاج بالتراجع منذ عام 1996م، واستمر بالانخفاض حتى بداية القرن العشرين، وذلك لزيادة الطلب على المواد الهيدروكربونية من النفط والغاز وبسبب انخفاض مستوى الطبقات الخازنة، لذلك كان لا بد من استكشاف المزيد من التراكيب الحاوية على المواد الهيدروكربونية من خلال استخدام جميع التقنيات المتوفرة، ونظراً للتطور الكبير الذي شهدته تقنيات الاستشعار عن بعد من حيث الوسائل المستخدمة والبرمجيات الخاصة بها، والتي استُخدمت في مجالات استكشافية مختلفة، حيث أثبتت فعاليتها في توجيه أعمال الاستكشاف والتنقيب عن التراكيب الحاوية على المواد الهيدروكربونية، ومن ثم ساعدت في اختصار الكثير من الوقت والجهد الحقلية الذي كانت تستغرقه عمليات المسح التقليدية.

• أهداف البحث، ومبرراته:

تتمتع منطقة جبل عبد العزيز بوضع جيولوجي وتكتوني خاص، فهي المنطقة الوحيدة في سورية التي تتكشف فيها توضعات تعود للباليزوي (الكربوني الأسفل) (Bonikarov 1966)، كما أنها تقع في المنطقة الشمالية الشرقية المعروفة بغناها بالمواد الهيدروكربونية، ووجود آبار جافة وأخرى حاوية على شواهد نفطية، بالإضافة إلى قلة الدراسات والأبحاث التي تناولت المنطقة من الناحية الجيولوجية والتكتونية، كل ذلك أسهم في اختيار المنطقة هدفاً لهذا البحث، ومن ثم الوصول إلى فهم أوضح للوضع الجيولوجي والتكتوني تحت السطحي للمنطقة، وذلك من خلال معالجة وتحليل معطيات الصور الفضائية، وباستخدام تقنيات مختلفة خاصة بالاستشعار عن بعد بالإضافة إلى تحليل المعطيات الكمونية الجاذبية والمغناطيسية، وإجراء عملية

التكامل بينهما، وذلك من أجل تحديد المواقع الأكثر مأموليةً لتواجد التراكيب الحاوية على المواد الهيدروكربونية، ومن ثم توجيه أعمال الاستكشاف والتقيب عن هذه التراكيب في المنطقة المدروسة.

• **موقع المنطقة الدراسة، وطبيعتها:**

تقع منطقة الدراسة من الناحية الجغرافية في القسم الشمالي الشرقي من الجمهورية العربية السورية وإلى الغرب من مدينة الحسكة جنوب مدينة تل تمر ضمن الحدود الإدارية لمحافظة الحسكة، أي بين خطي الطول:  $40^{\circ} 00' - 40^{\circ} 45'$  ودوائر العرض:  $36^{\circ} 45' - 36^{\circ} 10'$ ، حيث بلغت مساحتها نحو  $4945/4$  كم<sup>2</sup>، كما في الشكل (1)، والتي تمثلت بسلسلة جبلية طولها نحو  $50/$  كم من الشرق إلى الغرب، وعرضها نحو  $8-10/$  كم من الشمال إلى الجنوب (Bonikarov 1966)، والمؤلفة من مجموعة جبال مختلفة الارتفاعات، كجبل الغرة وجبل المغلوجة وجبل الخزنة وجبل الجعفر وجبل السفيان وجبل السوسة، ويعد جبل الغرة الأعلى ارتفاعاً، حيث بلغ ارتفاعه نحو  $923/$  م عن سطح البحر، بالإضافة لوجود عدد من المنخفضات أو الأودية التي تقع إلى الشمال من السلسلة وهي: (وادي غرة، وادي مغلوجة، وادي جعفر، وادي بديع، وادي حجل، وادي سفيان) ، وترتفع المنطقة كاملةً نحو  $500-600/$  م عن سطح البحر.

بينما تقع المنطقة من الناحية التكتونية ضمن النطاق المتحرك نسبياً من الصفيحة العربية، والتي تمتاز بوجود بنية جبل عبد العزيز الحالية، وهي بنية محدبة بسيطة التركيب، غير متناظرة، ومعقدة بعدد من الفوالق، وتمتاز بميول كبيرة في جناحها الشمالي بحدود (50) درجة، أما جناحها الجنوبي فتمتاز بميول ضعيفة نسبياً (برو وزملاؤه ، 1999م).

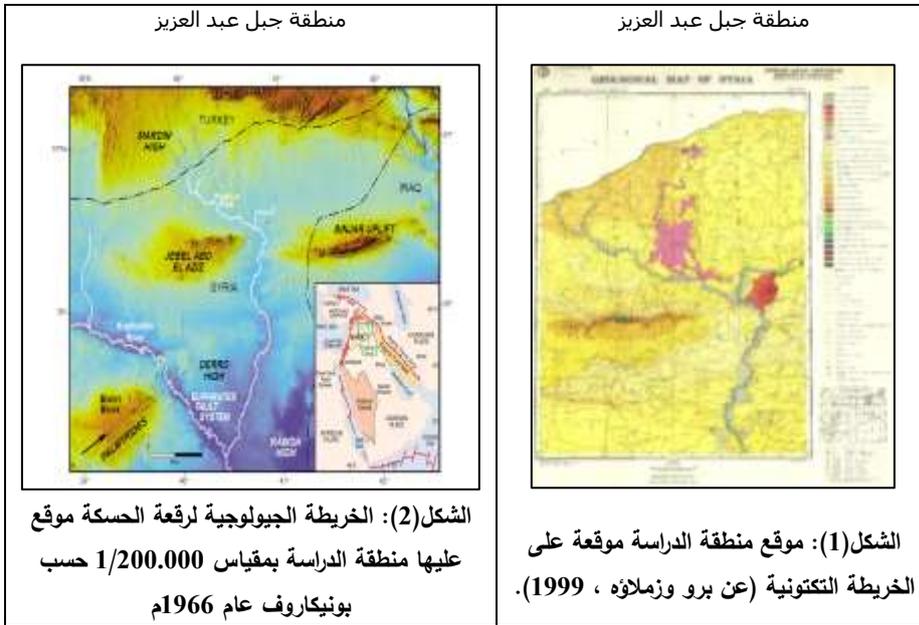
يقطع الجناح الشمالي فالق رئيس على طول القمة، ولا يظهر امتداده كاملاً على السطح، ويأخذ اتجاه شرق - غرب، بالإضافة إلى فوالق ذات اتجاهات شمال شرق - جنوب غرب من نمط الحركات الشاقولية، حيث أسهم تطور البنى المحلية والحركات التكتونية في

المنطقة في إخراج توضعات الباليوزوي إلى السطح، وهي المنطقة الوحيدة في سورية التي تتكشف فيها صخور تعود إلى الدور الكربوني السفلي، وذلك في القسم المركزي من جبل عبد العزيز، بينما يحيط بتوضعات الكربوني السفلي على سفوح الجبل صخور تعود للكريتاسي، أما عند أطراف الجبل فتتكشف توضعات الباليوجين والنيوجين (برو وزملاؤه، 1999م).

تتكشف على الخريطة الجيولوجية بمقياس (1/200.000) (Bonikarov, 1966) كما في الشكل (2) مختلف الأعمار الجيولوجية من الباليوزوي والميزوزوي والسينوزوي، حيث يلحظ في القسم المركزي من جبل عبد العزيز كتلاً من صخور تعود إلى الكربوني الأسفل (طابق التورنيسيان)، تتألف هذه الكتل من الحجر الكلسي والحجر الرملي والشيل الغضاري، وهي محددة بعدد من الفوالق التي تفصلها عن صخور الكريتاسي الأسفل في الشمال وعن الكريتاسي الأعلى في الجنوب، بينما تتكشف توضعات الكريتاسي الأسفل التي تتألف من الحجر الرملي والحجر الكلسي والمارل، في حين تتكشف توضعات الكريتاسي الأعلى في قمة جبل عبد العزيز المتمثلة بالطوابق السينومانيان والسينونيان (كونياسيان، سانتونيات، كامبانيان) والماسترختيان (الجزء الأعلى). يحيط بتوضعات الكريتاسي توضعات تعود إلى الباليوجين (الإيوسين الأوسط والأعلى) والأوليغوسين المتمثلة بالحجر الكلسي والكلس الغضاري والمارل والتي توضعت بعدم توافق فوق صخور الماسترختي. أما النيوجين فيتكشف في معظم منطقة الدراسة وبأغلب طوابقه: الميوسين الأوسط: تتوضع تحت طابق الهلفيتي المتمثلة بالحجر الكلسي مع عدسات من الجص في الجزء الشرقي من جبل عبد العزيز فوق توضعات الجص البورديجالي، تتكشف توضعات تحت طابق التورتوني في مناطق واسعة من جبل عبد العزيز، حيث تُقسم إلى جزئين أدنى وأعلى، يتألف الجزء الأدنى من الطبقات الجصية المتداخلة مع الحجر الكلسي بالإضافة إلى المارل وأحياناً الملح، بينما يتألف الجزء الأعلى من تداخلات للجص مع المارل والغضار والمارل الغضاري والحجر الكلسي والحجر

الرملي، تتكشف توضعات الميوسين الأعلى في الجزء الشمالي والجنوبي من جبل عبد العزيز، حيث تتوضع فوق صخور التورتوني، والتي تتألف من الغضار والحجر الرملي والرمل والسلت والمارل، تتكشف أيضاً توضعات البليوسين بشكل واسع في الجزء الشمالي والجنوبي من منطقة الدراسة، يقسم البليوسين من الناحية الليتولوجية إلى قسمين: البليوسين الأسفل، يتوضع فوق الميوسين الأعلى والتورتوني، ويتألف من الغضار الكلسي والمارل الغضاري والحجر الرملي، أما البليوسين الأعلى فيتألف من الحجر الكلسي والمارل والكونغولوميرا.

أما بالنسبة لتوضعات الرباعي فإنها توجد ضمن مجرى نهر الخابور، وهي عبارة عن لحقيات نهريّة تتألف من الرمل والحصى والكونغولوميرا، بالإضافة إلى الصخور البركانية الموجودة في الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة والمؤلفة من البازلت والطف البركاني.



• منهجية البحث، والمواد المستخدمة:

جُمعت المعلومات والبيانات اللازمة عن منطقة الدراسة، والتي تمثلت بصور الأقمار الصناعية، والخريطة الجيولوجية، والخرائط الكمونية (المغناطيسية والجاذبية)، بالإضافة إلى نموذج للارتفاع الرقمي (DEM)، ليتم بعدها معالجة البيانات المختلفة وذلك بتطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد على الصور الفضائية باستخدام برمجيات متنوعة لإنتاج خرائط رقمية سهلة القراءة بالنسبة للمظاهر الخطية والبنىات الحلقية، ومن ثم استُخدمت التقنيات الخاصة بمعالجة المعطيات الكمونية والتي تمثلت بالخرائط الجاذبية والمغناطيسية، وذلك من أجل تقييم الوضع الجيولوجي تحت السطحي وتحديد التراكيب الناتجة من هذه المعطيات. اعتمدت الدراسة على تفسير المظاهر الخطية والبنىات الحلقية وفق عدد من المعايير الخاصة لتحديد أهميتها، ومن ثم تفسير نتائج المعالجة للمعطيات الكمونية (الجاذبية والمغناطيسية)، لنصل في النهاية إلى فهم أوضح عن الوضع الجيولوجي والتكتوني تحت السطحي للمنطقة بالإضافة للتكامل بين التقنيات المختلفة والبيانات المتنوعة التي تم تحليلها وتفسيرها للوصول إلى تقييم المواقع المهمة والأكثر مأمولية لوجود المصائد البنيوية الحاوية على المواد الهيدروكربونية ضمن منطقة جبل عبد العزيز ووضع المقترحات والتوصيات اللازمة.

وقد استخدمت مجموعة من البيانات لإتمام هذا البحث، والتي تضمنت صور فضائية وخرائط مختلفة.

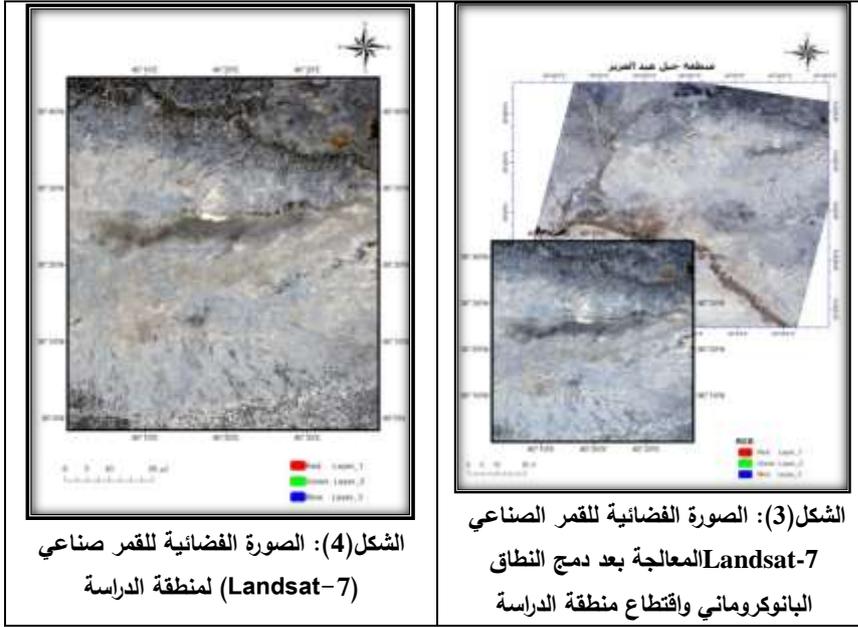
- خريطة جيولوجية مقياس (1/200.000) من المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية.
- خريطة جاذبية مقياس (1/200.000) من الشركة السورية للنفط.
- خريطة مغناطيسية مقياس (1/200.000) من الشركة السورية للنفط.
- صور فضائية للقمر الصناعي (LandSat-7) التي تم التقاطها 26-5-2001م.

- نموذج للارتفاع الرقمي (DEM) للمنطقة، والمأخوذ من القمر الصناعي (Terra-ASTER) بدقة تصل إلى (15) م.
- كما تم استخدام عدة برمجيات خاصة لإنجاز البحث مثل:
- برامج خاصة بمعالجة معطيات القمر الصناعي وتحليلها : (PCI Geomatica) و (ERDAS) و (Global Mapper).
- برامج خاصة بمعالجة معطيات الجيوفيزيائية الكمونية وتحليلها : (ER Mapper, gravpol).
- برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS).
- برنامج لرسم سطوح رياضية (Surfer).
- برنامج لرسم وردات الاتجاه وتحليل المتجهات الخطية ودراسة كثافتها ورسم الموديل تحت السطحي (Rock Works).
- برامج خاصة بالإخراج، وكتابة البحث (Word, Excel, Adobe Acrobat).

#### • المناقشة والنتائج:

- حُوِّلت جميع المعطيات الورقية من الخرائط الجيولوجية والجادبية والمغناطيسية إلى شكل رقمي وفقاً للخطوات الآتية:
- أُدخِلت الخرائط المختلفة إلى الحاسب من خلال استخدام الماسح الضوئي (Scanner).
- ضبط الإحداثيات للخرائط السابقة، وذلك بإجراء التصحيح الجيومتري لها، ومن ثمّ توحيد مقاييس الخرائط المستخدمة، وإعادة ضبطها بحسب موقعها الجغرافي.
- إجراء عملية الرقمنة للخرائط المختلفة باستخدام برنامج (ArcMap) الموجود ضمن (ArcGIS)، وذلك برسم محتوى الخرائط من البيانات، ووضعها ضمن شرائح خاصة (Layers) بكل منها.

- إجراء عملية استيفاء النقاط (Interpolation) لتشكيل شبكة نظامية، ووضع البيانات ضمنها لمعالجتها فيما بعد، وذلك بالنسبة للبيانات الجاذبية والمغناطيسية، فقد تمت هذه العملية باستخدام الطرائق الآتية ( Kriging, Polynomial Regression).
- إجراء عملية التصفية (Filtering) للخرائط الرقمية لإزالة بعض التشوهات الناتجة عن عملية الاستيفاء (Interpolation)، عندها نكون قد حصلنا على جميع البيانات المستخدمة في البحث من الخرائط الجيولوجية والجاذبية والمغناطيسية مرقمنة وبمقاييس موحدة ومصححة جيومترياً جاهزة لاستخدامها فيما بعد.
- أما بالنسبة للصور الفضائية فقد تمت المعالجة الأولية بإجراء بعض التحسينات كزيادة التباين (Contrast Enhancement) من أجل زيادة التمايز اللوني للمعطيات الموجودة.
- وإجراء التصحيحات من الهندسية الجيومترية والراديو مترية، والتصفية للصور القمر الصناعي (Landsat-7) للمستشعر (ETM+) للحصول على سبعة نطاقات (Bands) مصححة بالإضافة للنطاق الثامن البانوكروماتي.
- بعدها تمت عملية دمج النطاقات السبعة في صورة واحدة، ومن ثم رفع الدقة للنطاقات السابقة باستخدام النطاق البانوكروماتي لتصبح الدقة النهائية (15)م بدلاً من (30)م، ومن ثم اقتطاع منطقة الدراسة من الصورة الأصلية، كما في الشكل (3).
- تم عرض الصورة المعالجة بالألوان الزائفة عن طريقة المركبة اللونية ( RGB Composite) كما في الشكل (4).



حُلَّت معطيات الصور الفضائية للقمر الصناعي (Landsat-7) و(Terra ASTER) لتحديد كلِّ من المظاهر الخطية، والمسيلات المائية، والبنىات الحلقية، ووضعها ضمن الخرائط الخاصة لكل منها، ومن ثم ربط نتائج التحليل بعد ذلك ضمن الخريطة العامة لمنطقة الدراسة كاملة، ليتم تفسيرها لاحقاً وفقاً لمعايير خاصة بفرز المواقع المهمة من الناحية البنيوية تحت السطحية.

لقد تم التركيز في هذه الدراسة على المظاهر الخطية لتحديد كثافتها من حيث التكرار والطول للمظهر الخطي، بالإضافة إلى تحديد المواقع التي تمتلك شواذ في الاتجاه عن الاتجاه الإقليمي العام للفوالق ضمن منطقة الدراسة، ولتحديد جميع المظاهر الخطية التي يمكن الحصول عليها من الصور الفضائية للقمر الصناعي (Landsat-7) المعالجة، تم تطبيق عدد من التقنيات الخاصة بتحسين رؤية للصورة الفضائية،

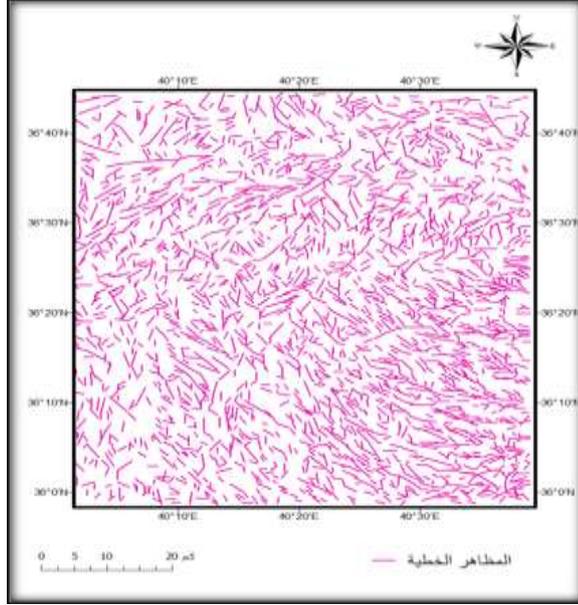
كتقنية زيادة التباين، وتقنية مدّ التباين، وتحليل المركبات الأساسية، بالإضافة إلى تقنية التصفية الخطية بالاتجاهات الأربعة والتي كانت أفضلها، حيث تم تحديد المظاهر الخطية وفق كل تقنية من التقنيات المذكورة على حدة، ومن خلال نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS) جُمعت كلُّ المظاهر الخطية التي تم تحديدها، وحذف المكرر منها كما في الشكل (5)، حيث قُدّر العدد الكلي نحو /2340/ مظهراً خطياً، وبلغ أطول مظهر خطي تم تحديده نحو /8/ كم في القسم الجنوبي من منطقة الدراسة، أما مجموع أطوال المظاهر الخطية فبلغ نحو /3714/ كم، في حين بلغ متوسط أطوال المظاهر الخطية نحو /1.58/ كم، كما هو واضح في الشكل (6) مخطط التوزيع التكراري لجميع أطوال المظاهر الخطية التي تم تحديدها في منطقة الدراسة.

بعد تحديد جميع المظاهر الخطية في منطقة الدراسة رُسمت مخططات وردات الاتجاه الخاصة بالمظاهر الخطية والفوالق الرئيسة، وذلك باستخدام برنامج (Rockworks)، حيث تم الاعتماد في هذا البرنامج على تقسيم الاتجاهات ما بين ( $0^{\circ}$ - $360^{\circ}$ ) إلى عدة مجموعات من رتبة خمس عشرة درجة لكل مجموعة، وعُرضت النتائج على شكل نسب مئوية ضمن هذه المجموعات.

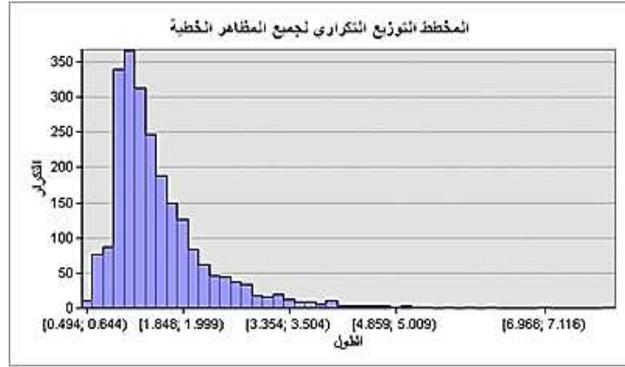
تم إنشاء وردتي اتجاه لكل من تكرر المظاهر الخطية في منطقة الدراسة، وأطوالها، كما في الشكلين (7) و(8) على التوالي، حيث تبين من خلالها سيطرة الاتجاه العام شمال شرق - جنوب غرب متركزةً باتجاه الشمال بالنسبة لمحور الاستطالة العظمى، كما نجد اتجاه شمال غرب - جنوب شرق بهذه الوردة، كما تعكس وردة التكرار للمظاهر الخطية في منطقة الدراسة التشوه الغالب للمنطقة باتجاه شمال جنوب، وذلك يعود إلى أن كتلة جبل عبدالعزيز تُعد من المناطق الثابتة، والتي تتعرض لضغطٍ شديدٍ ناتجٍ عن حركة الصفيحة العربية باتجاه شمال شرق - جنوب غرب، مما تسبب بتشوهٍ وتكسّرٍ لهذه المنطقة بهذا الاتجاه الغالب، ومن دراسة وردة الاتجاه

الخاصة بالأطوال الغالبة في المنطقة المدروسة، نجد أن الاتجاه المسيطر هو شمال شرق - جنوب غرب وسيطرة اتجاه الشمال على هذه الوردة، ومن ثمَّ فإن هذا ينسجم مع وردة التكرار .

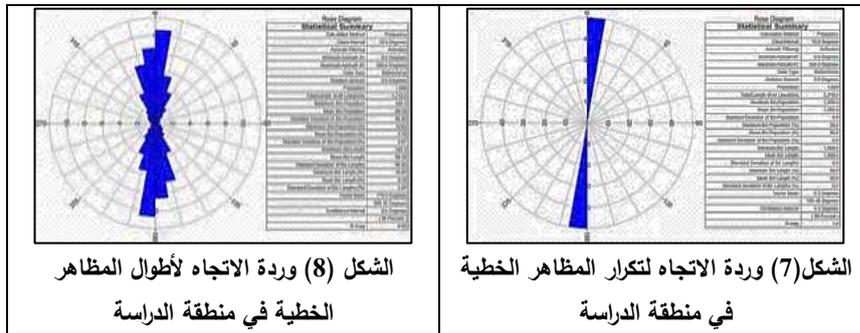
منطقة جبل عبد العزيز



الشكل (5) المخطط النهائي للمظاهر الخطية المحددة في منطقة الدراسة



الشكل (6) مخطط التوزيع التكراري لجميع أطوال المظاهر الخطية التي تم تحديدها في منطقة الدراسة



الشكل (8) وردة الاتجاه لأطوال المظاهر الخطية في منطقة الدراسة

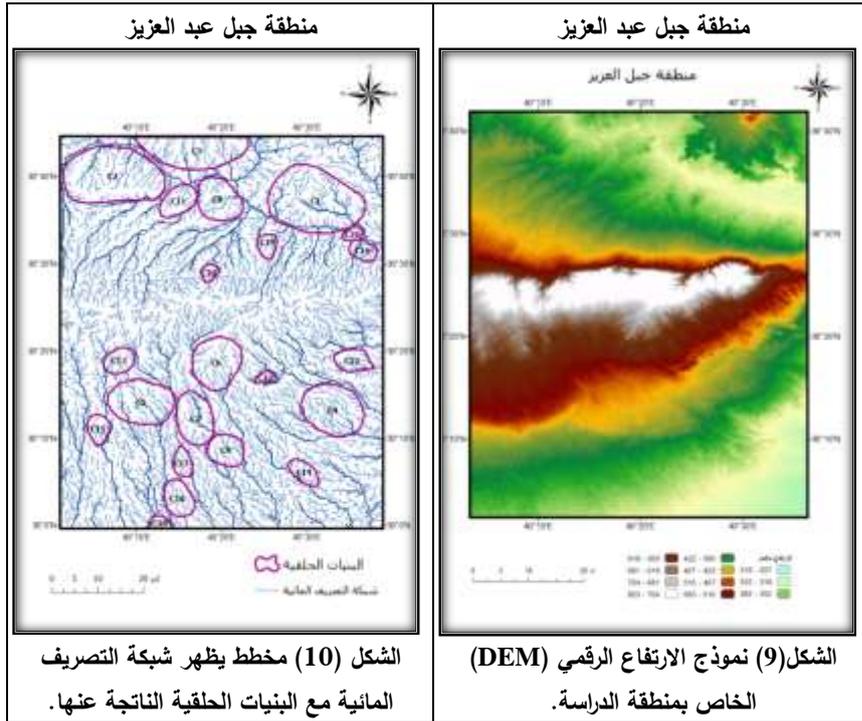
الشكل (7) وردة الاتجاه لتكرار المظاهر الخطية في منطقة الدراسة

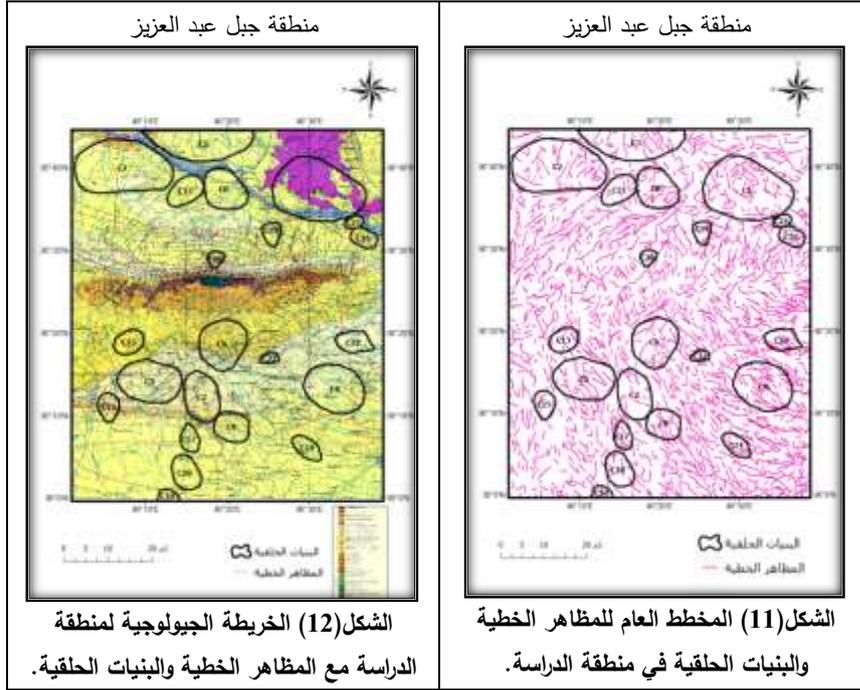
كما تم تحديد البنيات الحلقية المهمة من الناحية الجيومورفولوجية، وذلك بالاعتماد على مخطط شبكة التصريف المائية (Drainage) المستخرجة من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) كما في الشكل (9)، وذلك بالتركيز على تحديد أي شاذة في نظام التصريف المائي أو أي انحراف في اتجاه الجريان، على اعتبار أن التراكم تحت السطحية المرتبطة بالعوامل البنيوية غالباً ما تؤدي إلى تشكل نطاقات ضعف بنيوية في الطبقات الأعلى منها وصولاً إلى السطح، لينتج عن ذلك تشكيل البنيات الحلقية التي غالباً ما ترتبط مساحتها بامتدادات التراكم تحت السطحية الأعمق منها.

لقد بلغ العدد الكلي للبنيات الحلقية التي تم تحديدها من شبكة التصريف المائية في منطقة الدراسة /22/ بنية حلقية، تم ترقيمها من (C1) إلى (C22)، وذلك لسهولة التعامل معها خلال عمليات التفسير كما هو واضح في الشكل (10)، فقد بلغت أصغر مساحة للبنيات الحلقية قرابة/6.74/ كم<sup>2</sup> في البنية رقم (C22) التي تقع إلى الشرق من وادي الشيب في الجزء الجنوبي من جبل عبد العزيز، في حين بلغت أكبر مساحة قرابة/182.75/ كم<sup>2</sup> في البنية رقم (C1) التي تقع إلى الشرق من مدينة تل تمر في القسم الشمالي من منطقة الدراسة.

إن البنيات الحلقية المستتبطة من شبكة التصريف ذات أهمية كبيرة لامتدادها الواسع، حيث يُعدُّ الكبير منها وعلى أطراف المحذب أماكن قد تكون مأمولةً من الناحية الهيدروكربونية، باستثناء البنيات الحلقية الصغيرة الموجودة بالقرب من نواة المحذب، بالإضافة للبنية الكبيرة الموجودة في الزاوية الشمالية الشرقية لمنطقة الدراسة والعائدة للصبّة البازلتية.

جمعت كافة المظاهر الخطية والبنيات الحلقية التي تم تحديدها في مخططٍ واحدٍ، وذلك باستخدام نُظْم المعلومات الجغرافية (ArcGIS) للحصول على المخطط العام للمظاهر الخطية والبنيات الحلقية في منطقة الدراسة كما في الشكل (11)، حيث عبّر الشكل عن كثافةٍ للمظاهر الخطية في أطراف البنيات الحلقية، مما يدل على عمق المنشأ لهذه البنيات، والتي تعكس تراكم تحت سطحية قد تكون مأمولة من الناحية الهيدروكربونية، باستثناء ما هو عائد للصبّة البازلتية في المنطقة الشمالية الشرقية، وبإسقاط الشكل السابق على الخريطة الجيولوجية كما في الشكل (12)، نجد أن أفضل هذه التراكم من ناحية المأمولية النفطية هي التراكم الواقعة في نطاق تكشفات النيوجين، لتوفر سماكة من الغطاء الرسوبي بأطراف محذب جبل عبد العزيز، ولا نستطيع الجزم بتحديد أهمية هذه التراكم من الناحية الهيدروكربونية إلا بعد مقارنتها بنتائج التراكم المشتقة من الدراسة الجيوفيزيائية للمنطقة.





• معالجة المعطيات الكمونية، وتحليلها، وتفسيرها:

تم استخدام البيانات الكمونية في هذه الدراسة (الجاذبية والمغناطيسية) لتحديد البنيات، والفوالق، والتراكيب الجيولوجية تحت السطحية، وذلك لفهم أكثر عن الوضع التكتوني لمنطقة الدراسة.

- معالجة المعطيات الجاذبية، وتفسيرها:

تم الاعتماد على المعطيات المأخوذة من خريطة شاذات الحقل الجاذبي وفق تصحيح بوغير (Bouguer) وفق خطوط تساوي القيم لكل (2) ميلي غال، والخاصة بركةة جبل عبد العزيز بمقياس (1/200.000)، والتي تم إنجازها عام (1974)م من قبل الشركة العامة للنفط.

أُجريت عملية التصحيح الجيومتري للخرائط المدخلة إلى الحاسب، ومن ثم رقمنة (Digitizing) المعطيات الخاصة بالمنطقة، وذلك من خلال استخدام برنامج (ArcGIS)، وحُوِّلت إلى صيغة (Grid) للتعامل معها وفق الشبكة التريعية المنتظمة ذات المسافة الشبكية (S) من رتبة 250 م بين عُقد الشبكة، وبعدها تم توزيع نقاط الحساب على عُقد الشبكة وحساب قيم الشاذة عند كل نقطة، ومن ثم إدخال هذه القيم ومعاملتها من خلال برنامج (Surfer) للحصول على خريطة شاذات الحقل الجاذبي للمنطقة وفق تصحيح بوغير (Bouguer) كما في الشكل (13)، حيث يُلاحظ وجود إغلاقين كبيرين متناولين في وسط وشمال المنطقة يفصل بينهما تقارب شديد لخطوط تساوي الجاذبية، حيث بلغت أعلى قيمة في هذه الخريطة ما يقارب  $-3.48$  /ميلي غال في الجزء الأوسط والجنوبي من منطقة الدراسة، في حين بلغت أدنى قيمة ما يقارب  $-38.51$  /ميلي غال في القسم الشمالي الغربي من منطقة الدراسة.

أُجريت المعالجات اللازمة للحصول على معلومات أدق وأوضح عن البنية والتركيب تحت السطحي للمنطقة، وذلك من خلال تطبيق طريقة فصل المركبة الإقليمية والمحلية.

#### طريقة الفصل الإقليمي والمحلي للشاذات الجاذبية:

بما أنّ قيمة الشاذة المقاسة في الخريطة الجاذبية وفق تصحيح بوغير عبارة عن محصلة للشاذات الإقليمية والمحلية (البريدي 2000م)، بحيث تكون الشاذات الإقليمية ذات امتدادات كبيرة ومعالم عميقة ممتدة تحت التشكيلات الرسوبية وعند سطح القاعدة البلورية، في حين تكون الشاذات المحلية ذات امتدادات محدودة ومترافقة مع معالم صغيرة قليلة العمق ضمن التشكيلات الرسوبية، لذلك كان لابد من فصل الشاذة الجاذبية للتمييز بين البنيات الإقليمية والبنيات المحلية، حيث تم استخدام طريقة كرفن (Griffin's Method) لحساب الشاذة المحلية، وذلك بأخذ متوسط قيم الجاذبية لعدد من النقاط على دائرة أو مضلع منتظم لتمثل قيمة الشاذة

الإقليمية للنقطة الموجودة في مركز الدائرة أو المضلع، ويطرح هذا المتوسط من قيمة الشاذة وفق تصحيح بوغير عند مركز الدائرة، عندها نحصل على قيمة الشاذة المحلية لتلك النقطة، وبالنتيجة تم الحصول على خريطة الشاذات الجاذبية الإقليمية لمنطقة الدراسة، والتي تُعبّر عن السطح العلوي للقاعدة البلورية كما في الشكل (14)، وهي عبارة عن إغلاق كبير ذي قيم عالية، حيث بلغت أعلى قيمة فيها نحو  $-2.78/$  ميلي غال في القسم الجنوبي الشرقي من المنطقة، مما يعكس وجود ارتفاع للقاعدة البلورية في تلك المنطقة، في حين بلغت أدنى قيمة فيها حوالي  $-42.78/$  ميلي غال في الجزء الهابط من القاعدة البلورية في القسم الشمالي الغربي من المنطقة، أي إن خريطة الشاذات الإقليمية رسمت السطح العلوي للقاعدة البلورية ذات النهوض في الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي، والانخفاض في الجزء الشمالي والشمالي الغربي، وهذه من سمات الصفيحة العربية في هذا الجزء، حيث تتعمق القاعدة البلورية ذات الكثافة العالية باتجاه الشمال لتصل إلى حدود 10 كم تقريباً كما هو معروف من خلال الدراسات الخاصة بالقاعدة البلورية من قبل شركة تكنواكسبورت السوفيتية، والدراسات السابقة لبرو وبرزنجي ورفاقه (1999م).

حُذفت قيمة الشاذة الإقليمية من قيمة الشاذة وفق تصحيح بوغير ومعالجة القيم الناتجة ببرنامج (Surfer) للحصول على خريطة للشاذات الجاذبية المحلية كما في الشكل (15)، والتي نشأت نتيجةً للتمايزات الكتلية على أعماق مختلفة ضمن الغطاء الرسوبي، والتي تقيد في التحديد الأولي للتراكيب ذات الأهمية من الناحية الهيدروكربونية ضمن التشكيلات.

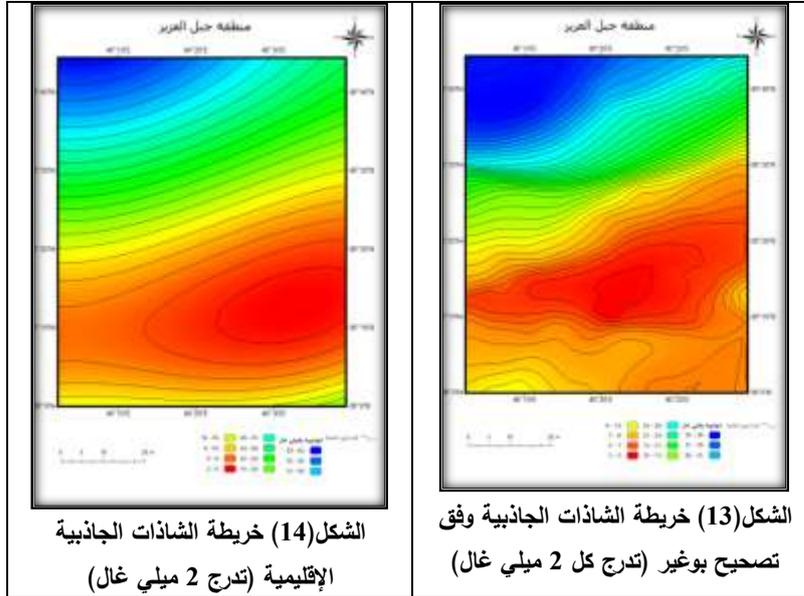
أشارت خريطة الشاذات الجاذبية المحلية إلى التراكيب تحت السطحية المحلية القريبة والمتوسطة العمق، وهي عبارة عن شاذات موجبة، أو سالبة، مغلقة، أو شبه مغلقة، ففي خريطة الشاذات الجاذبية المحلية في الشكل السابق كانت أدنى قيمة للشاذات نحو  $-6.85/$  ميلي غال، في حين كانت أعلى قيمة نحو  $8.96/$  ميلي غال، ومن

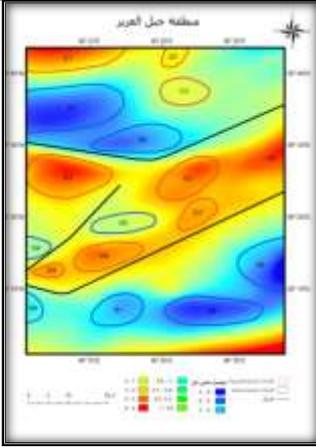
ثمَّ فإنَّ أهم ما يمكن ملاحظته للوهلة الأولى وجود بعض الإغلاقات الموجبة والسالبة، بالإضافة إلى وجود تقارب للخطوط الجاذبية المحلية على أطراف الإغلاقات، كما يمكن ملاحظة أنَّ أغلب الشاذات تكون غير متناظرة ومتطولة بالاتجاه العام شرق - غرب وشمال شرق - جنوب غرب.

تبيّن من خلال معرفة الوضع التكتوني في المنطقة أن التقارب للخطوط الجاذبية المحلية تشير إلى وجود فوالق رئيسة في المنطقة، والتي أخذت اتجاه شرق-غرب وشمال شرق-جنوب غرب، كذلك تشير الإغلاقات الموجبة إلى وجود بنايات محدبة صاعدة، بينما الإغلاقات السالبة تشير إلى وجود بنايات مقعرة، أما عدم التناظر في تقارب خطوط الشاذات الجاذبية المحلية على أطراف الإغلاقات فتشير إلى وجود طيات فالقية، ومن ثمَّ وجود فوالق على أطراف الإغلاقات التي أدت دوراً في تشكيلها.

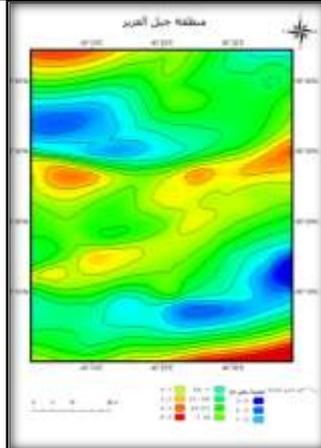
لقد مُنّلت مختلف التراكيب السالبة والموجبة على مخططٍ خاصٍ كما في الشكل (16)، حيث نلاحظ من تفسير خريطة الشاذة المحلية وجود ثلاثة فوالق عميقة تفصل بين التراكيب المختلفة كما في الشكل، حيث ممثّل الفالق رقم (1) الحدود الشمالية لتركيب جبل عبد العزيز الناهضة والمرتفعة في القاعدة البلورية، وكانت أغلب شاذاتها موجبة، وهي تدل على كثافة الصخور في نطاق المحيط لنواة جبل عبد العزيز، كما ممثّل الفالق رقم (2) الحدود الجنوبية لنواة جبل عبد العزيز، كما يلحظ من خلال الفالق رقم (3) أنَّ نواة جبل عبد العزيز قد أُصيبت بفوالق عديدة بسبب المعانات الناتجة عن حركة الصفيحة العربية باتجاه الشمال والشمال الشرقي، بينما التراكيب المنخفضة الكثافة والموجودة في المنطقة الشمالية والجنوبية من محيط جبل عبد العزيز تُعدُّ تراكيب عالية الأهمية، أي يمكن أن تمثّل مواد منخفضة الكثافة، كالصخور التبخراتية الجصية، والملحية، ومن ثمَّ يمكن أن تشكل مصائد للمواد الهيدروكربونية، أما التراكيب ذات الإغلاقات الموجبة، والتي قد تمثّل صخوراً كلسيةً في حال تشققها، وبخاصة أنها ضمن المنطقة الفالقية، فقد تكون صخوراً حاملةً لمواد

هيدروكربونية، وسنعمد في هذه الدراسة على الشاذات المغناطيسية لتحديد الأهمية لهذه التراكيب من الناحية الهيدروكربونية، أي إن خريطة الشاذات الجاذبية المحلية أفصحت عن فهم الإطار التكتوني العميق في المنطقة وتوزع التراكيب فيها. ومن خلال مقارنة خرائط الشاذات الجاذبية المحلية مع مواقع الآبار الاستكشافية المحفورة في المنطقة (مغلوجة-1، مكن-1، دهرمات-1، مندا-1، جعفر-1، سيروب-1-2)، تبين أنّ مواقع هذه الآبار كانت على أطراف أو حتى ضمن الإغلاقات الخاصة بالشاذات الجاذبية المحلية الموجبة، بينما المناطق الأكثر مأمولية والمرشحة أنّ تكون مصائد هيدروكربونية هي على أطراف الشاذات الجاذبية المحلية السالبة، وهو ما قد يكون السبب في فشل بعض من هذه الآبار، والشكل (17) يبين مواقع الآبار على خريطة الشاذات الجاذبية المحلية.

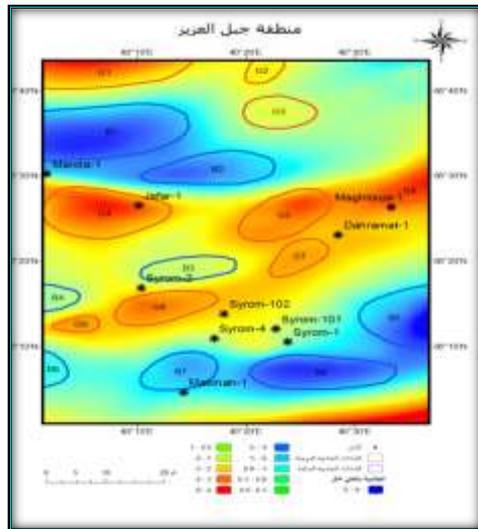




الشكل (16) مخطط يمثل التفسير الجاذبي المحلي للشاذات الموجبة والسالبة مع الفوالق الناتجة في منطقة الدراسة



الشكل(15) خريطة الشاذات الجاذبية المحلية (تدرج كل 1 ميلي غال)



الشكل(17) مواقع الآبار الاستكشافية على خريطة الشاذات الجاذبية المحلية المفسرة

**- معالجة المعطيات المغناطيسية، وتفسيرها:**

تم في هذه الدراسة الاعتماد على المعطيات المغناطيسية المأخوذة من خريطة الشاذات المغناطيسية لرقعة جبل عبد العزيز بمقياس (1/200.000)، ذات خطوط تساوي القيم لكل /25/ نانوتسلا والتي تم إنجازها عن طريق المسح المغناطيسي الجوي عام 1958م من قبل شركة تكنواكسبورت السوفيتية. رقممت المعطيات الخاصة بالمنطقة من خلال برنامج (ArcGIS)، وبعدها تم تحويلها إلى صيغة نقطية (Raster) وفق شبكة سداسية منتظمة ذات مسافات شبكية (S) من رتبة /250/م بين عقد الشبكة، بعدها تم توزيع نقاط الحساب على عقد الشبكة وحساب قيم الشاذة عند كل نقطة، ومن ثم إدخال هذه القيم ومعاملتها من خلال برنامج (Surfer)، والحصول على خريطة لشاذات الحقل المغناطيسي لمنطقة الدراسة كما هو واضح في الشكل (18)، حيث بلغت أعلى قيمة فيها نحو /267.52/ نانوتسلا في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة، في حين بلغت أدنى قيمة فيها حوالي /-78.93/ نانوتسلا في الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة. إن ما ينطبق على الطريقة الجاذبية من المعالجات السابقة ينطبق على الطريقة المغناطيسية ولكن بعد إرجاعها إلى القطب والأخذ بعين الاعتبار التصحيحات لكل منها.

**الإرجاع إلى القطب:**

تمتاز معالجة المعطيات المغناطيسية بأنها تتم بعد عملية الإرجاع إلى القطب المغناطيسي، وذلك لإزالة الازدواجية في الشاذات السالبة والموجبة الناتجة عن وجود قطبين لكل جسم مغناطيسي، ليتم من خلال عملية الإرجاع إلى القطب المغناطيسي الإبقاء على إغلاقٍ وحيد لكل جسم.

تمت عملية الإرجاع إلى القطب عن طريق تطبيق تقنية (Reduce To Pole) الموجودة في برنامج (ER Mapper)، وبالنتيجة تم الحصول على الشكل (19)،

الذي يمثل الخريطة المغناطيسية في منطقة الدراسة بعد الإرجاع إلى القطب، حيث بلغت أعلى قيمة فيها نحو/205.74/ نانوتسلا في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة، في حين بلغت أدنى قيمة فيها نحو /-241.86/ نانوتسلا في الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة، وظهرت في هذه الخريطة إغلاقات جديدة كانت غير واضحة على الخريطة المغناطيسية.

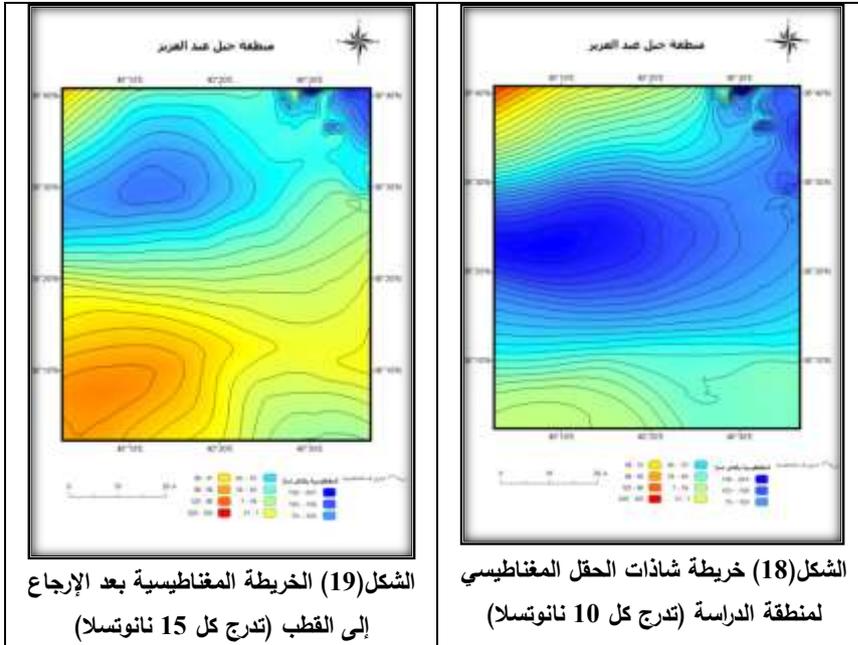
يمكن تقسيم الشاذات المغناطيسية في خريطة الإرجاع إلى القطب إلى نوعين: النوع الأول: هي عبارة عن شاذات ضيقة ذات تدرجات حادة نسبياً تصل حتى /100/ نانوتسلا/كم، وهي شاذات قليلة العمق نسبياً مرتبطة غالباً بتداخلات للصخور البركانية البازلتية ضمن صخور الغطاء الرسوبي، وأهمها الشاذات التي تقع في الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة المدروسة، ولا يمكن دراستها إلا بعد إجراء عملية الفصل الإقليمي لها للتخلص من شاذات التوجه العام للقاعدة البلورية.

النوع الثاني: عبارة عن شاذات عريضة ذات تدرجات معتدلة، وذات منشأ عميق نسبياً مرتبط بصخور القاعدة، وأهمها الشاذات غير المنتظمة التي تمتد باتجاه شرق-غرب في وسط وجنوب المنطقة، إحداها ذات قيم موجبة والأخرى ذات قيم سالبة والتي تشير إلى وجود صعود لصخور القاعدة في المنطقة، وهبوط أيضاً، ومن ثم وجود فالق عميق واقع بين الشاذتين والذي يتوافق مع الحقل المغناطيسي عند القيمة /0/ نانوتسلا، حيث لوحظ هذا الفالق في تفسير الخرائط الجاذبية، ولا بد لفهم التراكيب المغناطيسية من إجراء عملية الفصل الإقليمي عن المحلي، وذلك لمعرفة شكل القاعدة البلورية وتوجهه، ولتحديد التراكيب المختلفة المتواجدة أعلى منها.

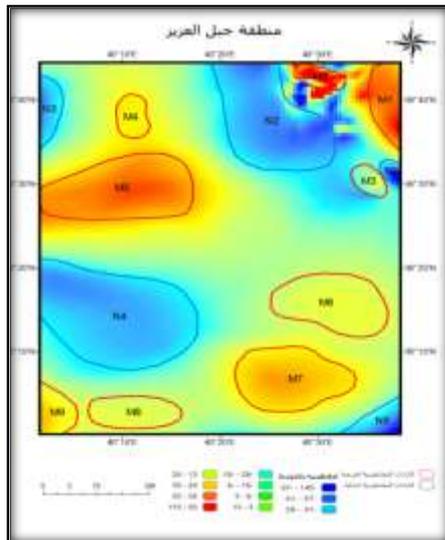
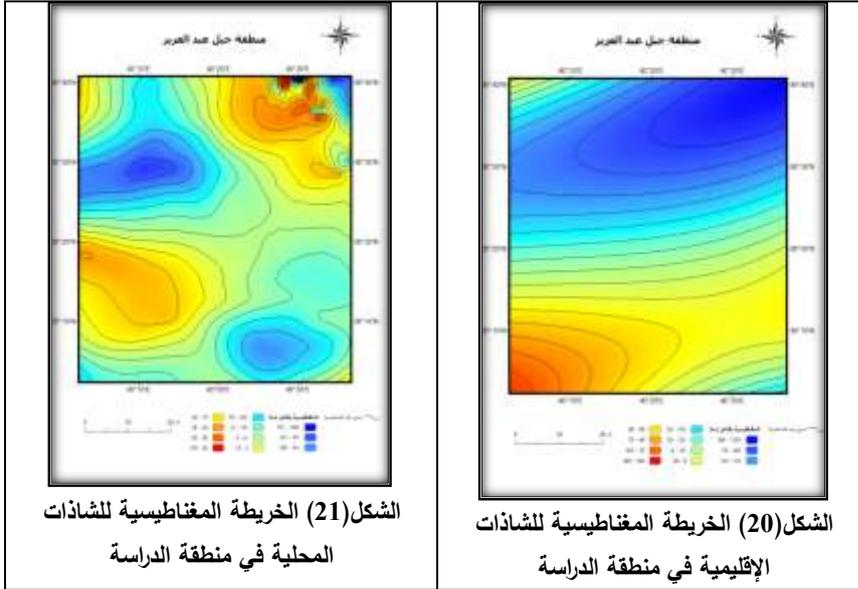
#### الفصل الإقليمي والمحلي للشاذات المغناطيسية:

من خلال الشكل (20) المعبر عن الخريطة المغناطيسية للشاذات الإقليمية حيث بلغ أعلى قيمة للحقل المغناطيسي نحو/185.55/ نانوتسلا، وذلك في أقصى الشمال الغربي من المنطقة، في حين بلغ أدنى قيمة نحو /-125.68/ نانوتسلا في أقصى

الجنوب الشرقي من المنطقة، كما نلاحظ وجود إغلاق كبير ذي قيم سالبة، ومتناول بالاتجاه شمال شرق-جنوب غرب، بالإضافة لوجود إغلاقين متطاولين موجبين منفتحين باتجاه الشرق والغرب، ولهما توجه الإغلاق السابق نفسه، ومن ثمّ وجود بنيتين: الأولى موجبة ناتجة عن تقبب وصعود في القاعدة البلورية، والثانية سالبة ناتجة عن تقعر وهبوط للقاعدة البلورية، وذلك نتيجة لوجود فائق عميق يضرب المنطقة والمسبب بتشكيل بنية جبل عبد العزيز الحالية، كما لوحظت النتيجة نفسها في تفسير الشاذات الجاذبية الإقليمية والمعبرة عن نهوضٍ لسطح القاعدة البلورية للمنطقة الجنوبية الشرقية وهبوط لها في المنطقة الشمالية من المنطقة المدروسة، كما نستطيع أن نميز فالقاً عميقاً في المنطقة باتجاه شمال شرق-جنوب غرب وعلى الحدود الشمالية لجبل عبدالعزيز، والذي ظهر بشكلٍ واضحٍ في تفسير المعطيات الجاذبية.



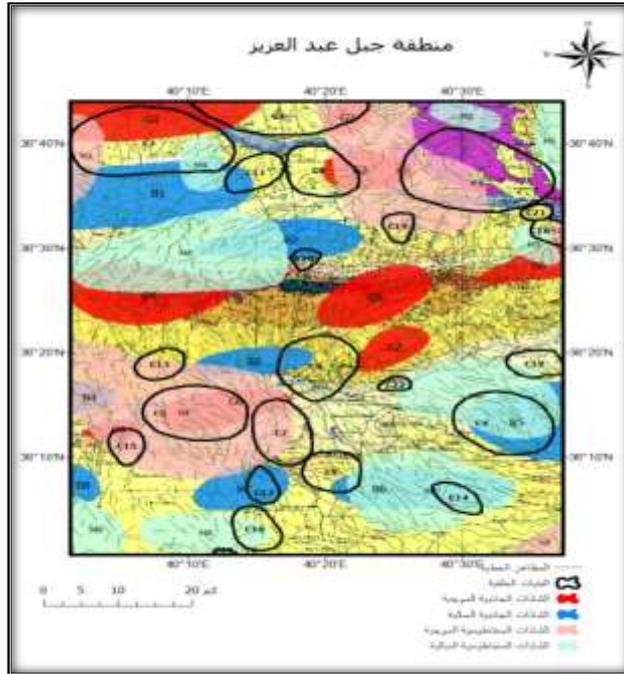
بالانتقال إلى الخريطة المغناطيسية للشاذات المحلية كما في الشكل (21)، نلاحظ أنّ أعلى قيمة للشاذات المغناطيسية قد بلغت نحو/115.59/ نانوتسلا في الجزء الشمالي-الشرقي من المنطقة، وذلك بسبب وجود الصبات البازلتية فيها، في حين بلغت أدنى قيمة لها حوالي/145.41- / نانوتسلا في الجزء الجنوبي-الشرقي من المنطقة نتيجة لتواجد التراكيب الرسوبية التبخراتية ذات القيم المغناطيسية المنخفضة في تلك المنطقة، ومن ثمّ فإنّ الشاذات المغناطيسية الموجودة عبارة عن إغلاقات سالبة وموجبة مصدرها التراكيب والبنىات متوسطة العمق وقرب السطحية كما في الشكل (22)، وقد بلغ عددها /14/ إغلاقاتاً، حيث عُرِي الموجب منها لكونها ناتجة عن التراكيب قرب السطحية بسبب ترقق سماكة الغطاء الرسوبي، أو ناتجة عن التوضعات البازلتية المتواجد في القسم الشمالي الشرقي، والتي بلغ عددها /5/، وتم ترقيمها من (N1) إلى (N5)، في حين عُرِي السالب منها لتواجد الصخور الرسوبية التبخراتية التي يمكن أن تشكل مصائد هيدروكربونية وبخاصة في حال انطباقها مع التراكيب المستخلصة من تفسير المعطيات الجاذبية وذات القيم المنخفضة، حيث بلغ عددها /9/، وتم ترقيمها من (M1) إلى (M9).

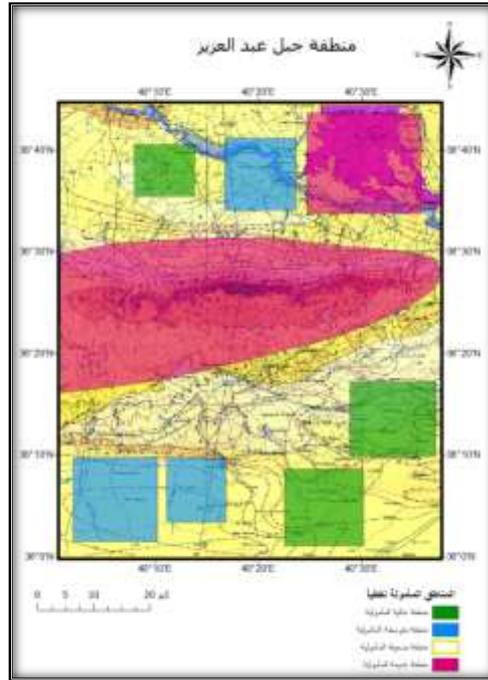


• التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد والمعطيات الكمنونية:

تم التكامل بين التقنيات المختلفة للاستشعار عن بعد والمعطيات الكمنونية من الجاذبية والمغناطيسية، وذلك من خلال تحليل المعطيات الفضائية للقمر الصناعي (LANDSAT-7) ودراستها للوصول إلى تحليل المظاهر الخطية وتفسيرها وورداً الاتجاه الناتجة عنها، والتي أسهمت في فهم الإطار التكتوني للمنطقة، بالإضافة لدراسة نموذج الارتفاع الرقمي، وتحليله، واستخراج مخطط لشبكة التصريف المائية (Drainage)، ومن ثمَّ حددت البنيات الحلقية المهمة التي تعكس تراكيب تحت سطحية، كما أسهمت دراسة الجاذبية والمغناطيسية في معرفة التراكيب تحت السطحية وشكل القاعدة البلورية للمنطقة وتوجهها، وحددت من خلالها مجموعة من التراكيب المهمة، والتي تعكس تواجداً للصخور التبخراتية تحت السطحية، والتي تشكل مأمولية عالية لتواجد التراكيب البنيوية الحاوية على المواد الهيدروكربونية، كما أفاد تحليل الشاذات المغناطيسية عن نوعية هذه الصخور المشكلة لمجمل التراكيب المرصودة من تحليل المعطيات الجاذبية لنصل إلى خلاصة فهم للإطار التكتوني العام للمنطقة، ومجمل التراكيب الخاصة وصولاً لفهم هذه المنطقة بشكل واسع من الناحية التكتونية، بحيث احتلت نواة جبل العزيز مكاناً مهماً، وذلك نتيجة تكشف الصخور الكلسية العائدة للعمر الكريتاسي منها، بينما أطرافها ذات التكتيفات النيوجينية فقد تمثلت بسهول جبل عبدالعزيز، والتي حوت على تراكيب مهمة رُصدت من خلال بصمتها على الصور الفضائية ومن خلال دراستها للمعطيات الكمنونية تحت السطحية، كما تأثرت المنطقة بمجموعة من الفوالق ذات الامتداد شرق-غرب لتشكل الحدود الشمالية والجنوبية لبنية جبل عبد العزيز، وهي من الفوالق المهمة والعميقة، والتي قد تكون أسهمت بشكل كبير في عملية هجرة للمواد الهيدروكربونية إلى التراكيب المجاورة، والتي كانت بمعظمها من صخور كلسية مشققة، أو رملية عالية النفوذية ويغطاءً من الصخور التبخراتية، والتي قد تشكل أمالاً مهمة من

- الناحية النفطية، وبالتقاطع بين النتائج المختلفة كما في الشكل التالي (23) حيث تمت الاستفادة من الإسهامات لكل تقنية، ومن ثم الوصول إلى خريطة المأمولية، والتي قسّمت منطقة الدراسة إلى أربع مناطق من حيث مأموليتها لتواجد التراكيب الحاوية على المواد الهيدروكربونية كما في الشكل (24)، وهي كالآتي:
1. المنطقة رقم (1) ذات المأمولية العالية: الناتجة عن تقاطع البنيات الحلقية الموجودة في الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي والجزء الشمالي الغربي مع الشاذات الجاذبية السالبة والشاذات المغناطيسية السالبة الناتجة عن التراكيب تحت السطحية منخفضة الجاذبية والمغناطيسية، ومن ثم يُعتقد أنّها ناتجة عن نهوض للصخور التبخراتية، والتي قد تسهم بأن تكون مصائد بنيوية حاوية على المواد الهيدروكربونية، وبخاصة أنّها في نطاق محيط الفوالق المتاخمة لسفوح جبل عبد العزيز.
  2. المنطقة رقم (2) ذات المأمولية المتوسطة: الناتجة عن تقاطع البنيات الحلقية مع الشاذات الجاذبية السالبة، والتي يُحتمل أن تكون عائدة للصخور الكربوناتيّة المشققة، ومن ثمّ قد تُشكّل خزانات للمواد الهيدروكربونية.
  3. المنطقة رقم (3) ذات المأمولية الضعيفة: تمثّل باقي منطقة الدراسة، وبخاصةً في مناطق تواجد البنيات الحلقية وعدم تواجد أي من التراكيب تحت السطحية الناتجة عن تحليل المعطيات الكمونية.
  4. المنطقة رقم (4) ذات المأمولية المعدومة: تمثّل الإغلاقات المعبر عنها بتدفق الصخور البازلتية في الزاوية الشمالية الشرقية للمنطقة، بالإضافة لمنطقة تكشف الكرياسي في نواة جبل عبد العزيز.





الشكل (24) مخطط يظهر مناطق المأمولة من الناحية تواجد المصائد البنيوية الحاوية على المواد الهيدروكربونية في منطقة الدراسة

#### • النتائج:

1. تم الحصول على المخطط العام للمظاهر الخطية في منطقة الدراسة، وذلك من خلال دمج جميع المظاهر الخطية الناتجة عن تطبيق تقنيات التصفية بالاتجاهات الأربعة على الصور الفضائية للقمر الصناعي (LandSat-7) المعالجة، وحذف المكرر منها، بحيث بلغ العدد الكلي للمظاهر الخطية نحو (2340) مظهراً خطياً.

2. تبين من خلال مخطط وردات الاتجاه للمظاهر الخطية أنّ المنطقة قد تعرضت لتشوهات باتجاه شمال-جنوب ناتجة عن حركة الصفحة العربية باتجاه الشمال والشمال الشرقي، بالإضافة إلى سيطرة عامة للاتجاه شمال شرق-جنوب غرب، ومن ثمّ الحصول على فهم أوضح عن الحركات التكتونية في إطار منطقة الدراسة.
3. حُدّد (22) بنية حلقية من خلال الاعتماد على مخطط شبكة التصريف المائية المستخرجة من نموذج للارتفاع الرقمي (DEM).
4. تم تحديد (17) إغلاقاً للشاذات الجاذبية، منها (9) موجبة، و(8) سالبة، من خلال تحليل المعطيات الجاذبية، وتفسيرها، والتي ساعدت في فهم الإطار الجيولوجي والتكتوني تحت السطحي لمنطقة الدراسة، وتم تحديد سبب فشل بعض الآبار الاستكشافية المحفورة، وذلك كونها واقعة ضمن الإغلاقات للشاذات الجاذبية الموجبة، بحيث تم التركيز على الإغلاقات السالبة في تحديد مناطق المأمولة لتواجد المصائد البنيوية الحاوية على المواد الهيدروكربونية.
5. تم تحديد (14) إغلاقاً للشاذات المغناطيسية، منها (5) موجبة، و(9) سالبة، من خلال تحليل المعطيات المغناطيسية، وتفسيرها، والتي ساعدت في فهم الإطار الجيولوجي والتكتوني تحت السطحي لمنطقة الدراسة، كما تم التركيز على الإغلاقات السالبة في تحديد مناطق المأمولة لوجود المصائد البنيوية الحاوية على من المواد الهيدروكربونية.
6. بالتكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد والطرائق الكمونية، أُقسمت منطقة الدراسة إلى أربع مناطق من حيث وجود المصائد البنيوية التي قد تكون حاوية على المواد الهيدروكربونية، وهي: المنطقة ذات المأمولية العالية، والمنطقة ذات المأمولية المتوسطة، والمنطقة ذات المأمولية الضعيفة، وأخيراً المنطقة ذات المأمولية المعدومة، ومن ثمّ توجيه الأعمال الاستكشافية اللاحقة من مسوحات

سايزمية ثنائية البعد (2D)، ومن ثم تدقيق الأعمال بمسوحات سايزمية ثلاثية الأبعاد (3D)، وتأكيد العملية بحفر الآبار الاستكشافية.

#### • التوصيات:

1. نوصي بإعطاء أهمية أكبر لمنطقة جبل عبد العزيز لنقص البيانات والمعلومات، وإغنائها بالدراسات الكافية.
2. نوصي بقيام بالمسوحات السايزمية (2D) و(3D) للمناطق ذات المأمولية العالية لتواجد المصائد البنيوية الحاوية على المواد الهيدروكربونية.
3. نوصي بحفر عدد أكبر من الآبار الاستكشافية في المناطق ذات المأمولية العالية، بالإضافة إلى بقية المناطق لفهم تكتونية المنطقة.
4. نوصي بتجنب مناطق ذات المأمولية المعدومة في الدراسات الخاصة بالمسوحات النفطية.

### المراجع العربية:

1. الحسن، عصمت محمد. "معالجة الصور الرقمية في الاستشعار عن بعد". جامعة الملك سعود، (2011)م.
2. الرقية، محمد، البنيات الحلقية في الصور الفضائية وأهميتها في استكشاف الثروات الباطنية في الصفيحة العربية، (2006)م.
3. العباس. "علم الاستشعار عن بعد والصور الجوية". (2015).
4. المحمد، سعود. "تكامل معلومات الاستشعار عن بعد (RS) ونظام المعلومات الجغرافي (GIS) لدراسة البنية الحديثة وجيوديناميكية شمال غرب سوريا". (2006).
5. المحمد، سعود. "تكامل معلومات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافي لدراسة وتقييم الآمال النفطية والغازية في القسم المركزي والجنوبي الشرقي من سوريا"، مجلة جامعة البعث (2009).
6. برو، غرامهم،، برزنجي، معاوية،، المالح، أحمد خالد،، الصواف، طريف،، التطور الجيولوجي والتكتوني في سورية، (2001).
7. حرس عبد الفتاح عبد المحسن. "الاستخدام التكاملي لمعطيات المسح الجيوفيزيقي الجوي متعدد المستشعر وبيانات الاستشعار عن بعد للقمر الصناعي لاندسات (ETM+) لخدمة التطبيقات الجيولوجية والبيئية لمنطقة توشكي؛ جنوب الصحراء الغربية؛ مصر" 2006.
8. خضر، محمد. "تكامل تقنيات الاستشعار عن بعد والمعطيات الجيوفيزيائية في تحديد المأمولية النفطية في منطقة جبل عبدالعزيز". (2016). رسالة ماجستير.
9. داود، جمعة محمد، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، مكة المكرمة (2013).

10. طاوسي، عبد الله، بريري، & العيد. (2009). المغناطيسية وتطبيقاتها  
(Doctoral dissertation).
11. لبايدي، محمد مختار. "الاستشعار عن بعد للتقيب عن النفط و البيئة.  
مراجعة كتاب." (1995).

#### المراجع الأجنبية:

1. Ala, Mm A., and B. J. Moss. "Comparative petroleum geology of southeast Turkey and northeast Syria." *Journal of Petroleum Geology* 1.4 (1979): 3-27.
2. Best, J.A., Barazangi, M., Al-Saad, D., Sawaf, T., and Gebran, A., [1993] Continental margin evolution of the northern Arabian platform in Syria. 77 (2): 173-193.
3. Brew , G. (2001) Tectonic evolution of Syria interpreted from integrated geophysical and geological analysis, Ph.D. Thesis, Cornell University, Ithaca, NY, 321 p.
4. Brew, G., R.Litak, M. Barazangi, T. Sawaf.(1999) Tectonic Evolution of Northeast Syria: Regional Implications and Hydrocarbon.
5. Bridi, J., (2000) Application of geophysical methods and satellite imagery in photo-, structural-, and engineering- geology for land-use planning of the gulf of aqaba area.PHD Thesis.
6. Explanatory notes, The geological map of Syria, scale1:200000, sheets J-37-V, XI (AL-Hasakah)(Bonikarov 1966).
7. Litak, R.K., M. Barazangi, G. Brew, T. Sawaf, A. Al-Imam and W. Al-Youssef, [1998] Structure and evolution of the petroliferous Euphrates Graben system, Southeast Syria. AAPGBulletin, 82 (6): 1173-1190