

## تحديد المصائد البنيوية في منطقة القريتين عن طريق تكامل المعطيات الجيوفيزيائية وتقنيات الاستشعار عن بعد

الدكتور سعود المحمد\*

الدكتور جهاد البريدي\*\*

مهند حماد\*\*\*

(تاريخ الإيداع 14 / 9 / 2014. قُبِلَ للنشر في 24 / 11 / 2014)

### □ ملخص □

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد المواقع الأكثر مأمولية من حيث وجود المصائد البنيوية الهيدروكربونية Structural Traps ضمن منطقة القريتين، بشكل يسهم في توجيه أعمال الاستكشاف والتنقيب واختصار الكثير من الوقت والجهد الحقلي الذي تستغرقه عمليات التحري والمسح التقليدية. حُددت في هذه الدراسة المظاهر الخطية Lineaments والبنيات الحلقية ضمن منطقة القريتين، وذلك من خلال معالجة وتحليل معطيات التتابع الصناعية، باستخدام عدة تقنيات مختلفة خاصة بالاستشعار عن بعد RS، وبمساعدة نظم المعلومات الجغرافية GIS. وتم فرز المواقع الهامة ذات الأولوية من حيث وجود التراكييب تحت السطحية، اعتماداً على عدد من المعايير الخاصة والمتعلقة بكل من كثافة المظاهر الخطية واتجاهاتها ضمن البنيات الحلقية في منطقة الدراسة. فُيِّمت المواقع الهامة عن طريق التكامل بين معطيات التتابع الصناعية والمعطيات الجيوفيزيائية الكمونية Non-Seismic data التي تمت معاملتها وتفسيرها باستخدام تقنياتها الخاصة، وصولاً إلى تحديد ثلاثة مواقع مأمولة من حيث وجود المصائد البنيوية الهيدروكربونية في منطقة القريتين، وقد أسهمت عملية التكامل المتبعة في هذه الدراسة بين تقنيات الاستشعار عن بعد والتقنيات الجيوفيزيائية في زيادة موثوقية نتائج هذه الدراسة.

**الكلمات المفتاحية:** المصائد البنيوية - المظاهر الخطية - الاستشعار عن بعد - نظم المعلومات الجغرافية.

\* أستاذ مساعد - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة دمشق - دمشق - سورية.  
\*\* رئيس شعبة الاستشعار عن بعد - المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية - وزارة النفط والثروة المعدنية - دمشق - سورية.  
\*\*\* طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة دمشق - دمشق - سورية.

## Determination Structural Traps in Al-Qaryatein Region by the Integration of Geophysical Data and Remote Sensing Techniques

Dr. Saoud Al-Mohammad\*  
Dr. Jihad Al-Boraidi\*\*  
Muhannad Hammad\*\*\*

(Received 14 / 9 / 2014. Accepted 24 / 11 / 2014)

### □ ABSTRACT □

To determine the prime potential locations of the hydrocarbon structural traps in Al-Qaryatein region, which can help in the hydrocarbon exploration processes and reducing a lot of time and fieldwork efforts, lineaments and circular features were identified in the study area by processing and analysing Satellite data using several Remote Sensing techniques and Geographic Information Systems. The priority locations of subsurface structures were distinguished using several special criteria; these criteria are related to the density of the lineaments and their directions within the circular features of the study area. The priority locations of subsurface structures were evaluated by the integration of remote sensing and non-seismic geophysical data which were processed and interpreted by using their own techniques, to determine the prime potential locations of the hydrocarbon structural traps which reached three locations in the study area. The integration between geophysical data and remote sensing techniques increased the trust in the results of this study.

**Keywords:** Structural traps, Lineaments, Remote Sensing, Geographic Information Systems.

---

\*Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Damascus University, Damascus, Syria.

\*\*Head of Remote Sensing Division, General Establishment of Geology and Mineral Resources, Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Damascus, Syria.

\*\*\*Postgraduate student, Department of Geology, Faculty of Sciences, Damascus University, Damascus, Syria.

**مقدمة:**

انطلاقاً من التزايد المستمر في الطلب على المواد الهيدروكربونية عالمياً، كانت ومازالت هناك جهود كبيرة من أجل زيادة كميات الإنتاج النفطي والغازي على حدٍ سواء، وذلك من خلال المحاولات المستمرة لاكتشاف المزيد من التراكيب الهيدروكربونية اعتماداً على استخدام جميع التقنيات المتوفرة. ونظراً إلى التطور الكبير الذي شهدته تقنيات الاستشعار عن بعد منذ سبعينات القرن الماضي وحتى الآن من حيث الوسائل والبرمجيات الخاصة بها، فقد تم استخدام هذه التقنيات في مجال استكشاف الهيدروكربون حيث أثبتت فعاليتها في توجيه أعمال الاستكشاف والتنقيب.

**أهمية البحث وأهدافه:**

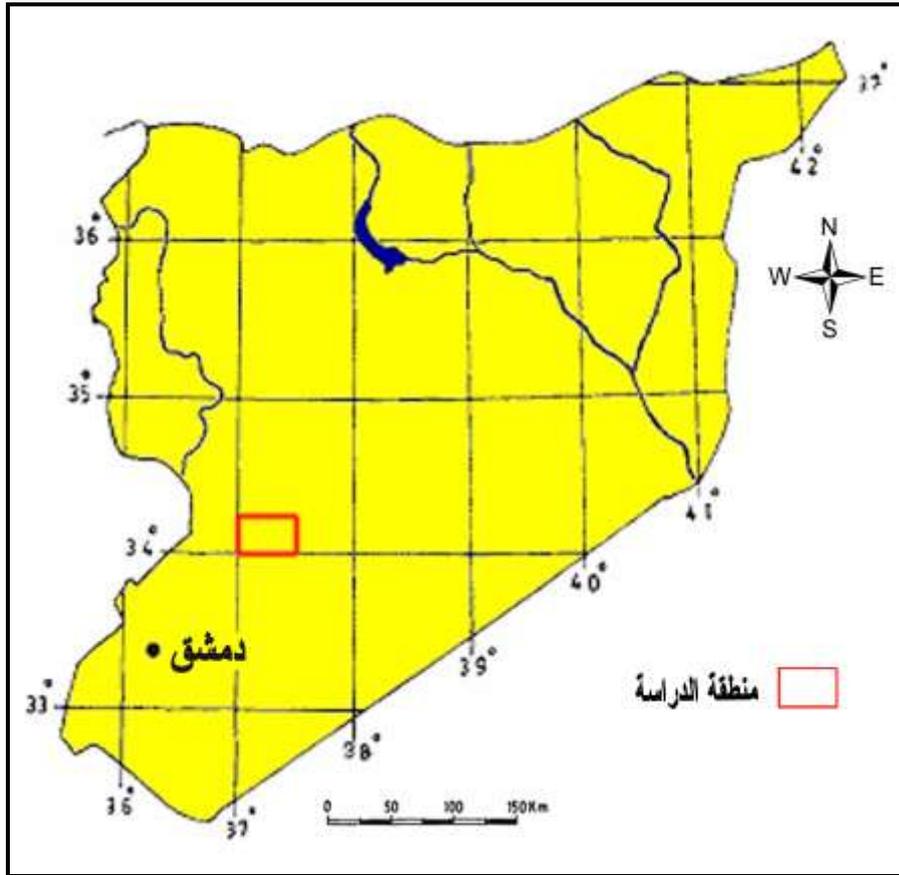
تكمن أهمية هذا البحث في استخدام التقنيات الحديثة التي ساعدت في توجيه أعمال الاستكشاف عن الهيدروكربون واختصار الكثير من الوقت والجهد الحقلي الذي كانت تستغرقه عمليات التحري والمسح التقليدية. ويهدف هذا البحث إلى تحديد المواقع الأكثر مأمولية من حيث وجود المصائد البنيوية الهيدروكربونية ضمن منطقة القرينتين، وذلك من أجل توجيه أعمال التنقيب إلى هذه المواقع. وقد تم الاعتماد من أجل تحقيق هذا الهدف على عملية التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد والمعطيات الجيوفيزيائية الكمونية، حيث أسهمت عملية التكامل في زيادة موثوقية النتائج التي تم الحصول عليها.

**طرائق البحث ومواده:**

بعد عملية تجميع البيانات المختلفة عن منطقة الدراسة الموضحة في الشكل (1) تمت عمليات معالجة وتحليل معطيات التتابع الصناعية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وبمساعدة نظم المعلومات الجغرافية من أجل تحديد المظاهر الخطية الرئيسية والبنيات الحلقية ضمن منطقة الدراسة. ثم ومن أجل تقييم الوضع الجيولوجي تحت السطحي لمنطقة الدراسة من الناحية الهيدروكربونية تمت معاملة المعطيات الجيوفيزيائية الكمونية لمنطقة الدراسة باستخدام تقنياتها الخاصة، ليتم بعد ذلك تفسير المخطط العام للبنيات الحلقية والمظاهر الخطية وفق عدد من المعايير الخاصة بتحديد المواقع الهامة ذات الأولوية من حيث وجود التراكيب تحت السطحية، وفي النهاية تم تقييم المواقع الهامة عن طريق التكامل مع المعطيات الجيوفيزيائية الكمونية وصولاً إلى تحديد المواقع المأمولة لوجود المصائد البنيوية الهيدروكربونية ضمن منطقة القرينتين.

تم إنجاز هذا البحث عن طريق استخدام مجموعة من الخرائط المختلفة والمعطيات الفضائية الرقمية المتوفرة عن المنطقة وهي:

- خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة مقياس (1:200.000) الشكل (11) [6].
- خرائط كمونية وهي:
- خريطة الشذوذ المغناطيسي لمنطقة الدراسة مقياس (1:200.000) الشكل (14) [1].
- خريطة الشذوذ الجاذبي وفق تصحيح بوغير مقياس (1:200.000) الشكل (15) [2].
- معطيات فضائية رقمية للتابع الصناعي (Landsat-TM).
- معطيات فضائية رقمية للتابع الصناعي (Terra-ASTER).



الشكل (1) خريطة سورية موضح عليها موقع منطقة الدراسة.

وبسبب تنوع البيانات والمعطيات المستخدمة من معطيات رقمية للتوابع صناعية ومعطيات كمونية وخرائط مختلفة فقد تم استخدام عدة برمجيات لإنجاز هذا البحث، نذكر منها البرمجيات التالية:

- (ERDAS, PCI): من أجل معالجة وتحليل المعطيات الرقمية للتوابع الصناعية.
- (GravMap, ER Mapper): من أجل معالجة المعطيات الكمونية.
- (RockWorks): من أجل رسم وردات الاتجاه.
- (ArcGIS): لربط معطيات التوابع الصناعية مع البيانات المتعددة ذات المصادر المختلفة.
- (Surfer): من أجل رسم وإظهار الخرائط.

وسيتم ذكر حدود استخدام كل برنامج من البرمجيات السابقة على حدة، كما سنرى لاحقاً في سياق البحث.

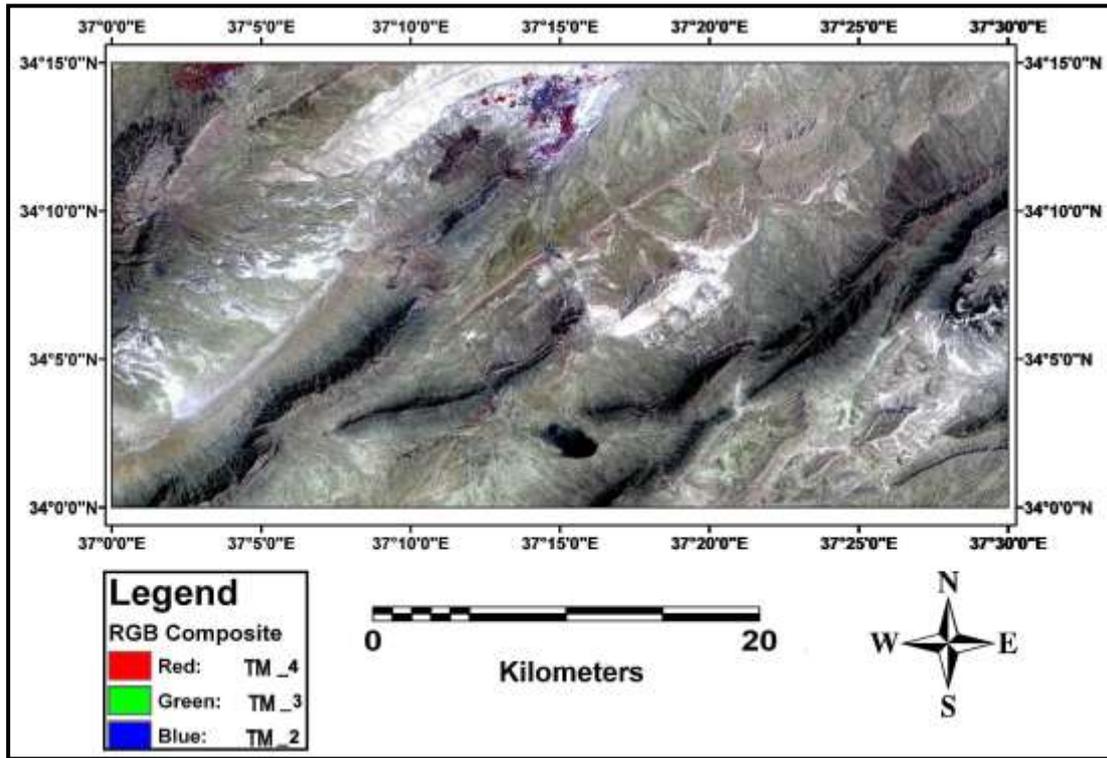
## النتائج والمناقشة:

### 1- معالجة معطيات التوابع الصناعية وتحليلها باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والنظم الراقدة:

تم في هذا البحث استخدام المعطيات التي تم تسجيلها عن طريق جهاز الاستشعار (TM) المحمول على التابع الصناعي (Landsat) والمعطيات التي تم تسجيلها عن طريق جهاز الاستشعار (Aster) المحمول على التابع الصناعي (Terra)، كما تم في هذا البحث الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية باعتبارها أحد النظم الراقدة والمتكاملة مع تقنيات الاستشعار عن بعد، حيث تم استخدام برنامج (ArcGIS 8.3) والصادر عن شركة (ESRI) لربط معطيات

التوابع الصناعية مع البيانات المتعددة ذات المصادر المختلفة وتوحيد المقاييس فيما بينها إضافةً إلى توحيد نظام الإسقاط في جميع الشرائح التي تم إنشاؤها من خلال هذا البرنامج وذلك وفق نظام الإحداثيات ( WGS 1984 UTM Zone 37N) كما تم استخدام هذا البرنامج من أجل عرض جميع نتائج عمليات التحليل والتفسير التي تمت على المعطيات المختلفة مما أسهم في عملية ربط النتائج التي تم الحصول عليها.

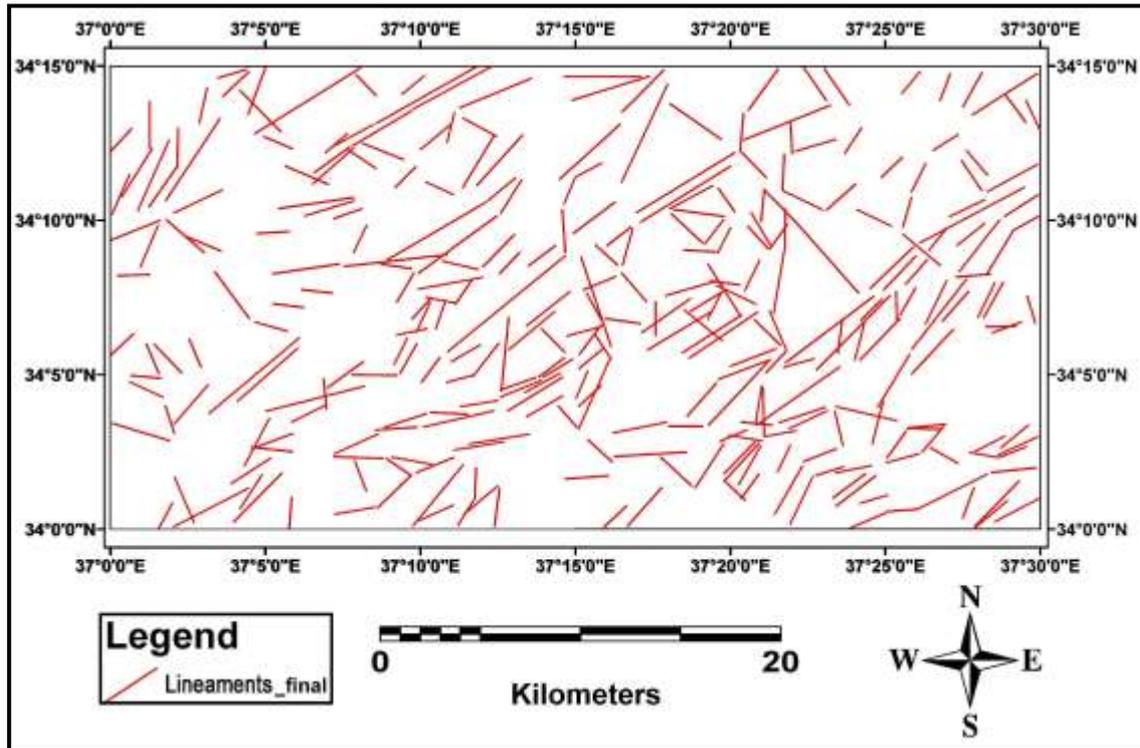
وبما أن التعامل مع معطيات التوابع الصناعية يتم على شكل مرئيات رقمية تحتوي المعطيات الخام الأولية منها على عدد من التشوهات المختلفة نتيجة مجموعة من العوامل التي لا يمكن التحكم بها أثناء عملية التسجيل التي يقوم بها جهاز الاستشعار، لذلك لا بد من معالجة هذه المعطيات عن طريق عمليات التصحيح أو ما يدعى بعمليات المعالجة الأولية ومن ثم إجراء عملية تعزيز التباين (Contrast Enhancement) لهذه المعطيات وذلك من أجل إظهارها بشكل يساعد على الاستفادة منها بالشكل الأمثل خلال عمليات التحليل والتفسير [3]. وقد تمت معالجة معطيات التوابع الصناعية المستخدمة في هذا البحث عن طريق استخدام برنامج (ERDAS) التي تم من خلاله القيام بخطوات المعالجة التالية: أولاً عملية التصحيح الهندسي (Geometric Correction) ثانياً عملية التصحيح الراديومتري (Radiometric Correction) وثالثاً عملية تعزيز التباين من أجل الحصول على تباين أفضل للمظاهر المختلفة ضمن الصورة الرقمية الناتجة. ومن خلال نظم المعلومات الجغرافية تم استخدام برنامج (ArcMap) من أجل عرض صورة (Landsat-TM) المعالجة عن طريق عمليات التصحيح وتعزيز التباين كما هو واضح في الشكل (2).



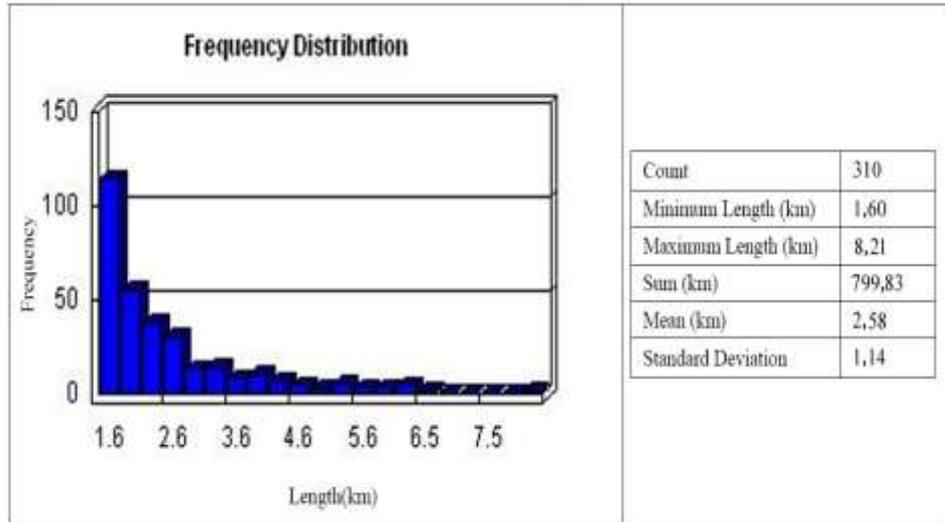
الشكل (2): منطقة الدراسة بعد عمليات المعالجة التي تم تطبيقها على المرئية الرقمية للتابع الصناعي (Landsat-TM).

أما تحليل المعطيات المعالجة للتوابع الصناعية في هذا البحث فكان بهدف تحديد كل من المظاهر الخطية وشبكات التصريف المائية (Drainage) والبنىات الحلقية (Circular Features) ووضع مخطط خاص لكلٍّ منها،

ومن ثم ربط نتائج التحليل في مخطط عام للمظاهر الخطية والبنى الحلقية ضمن منطقة الدراسة، حيث تم تفسير هذا المخطط لاحقاً وفق عدد من المعايير الخاصة بفرز المواقع الهامة من الناحية البنيوية تحت السطحية. وقد تم التركيز في هذا البحث على تحديد المظاهر الخطية وذلك من أجل تحديد كثافة هذه المظاهر من حيث التكرار، وكثافتها من حيث الطول، إضافةً إلى تحديد المواقع التي تملك شذوذاً في اتجاهات هذه المظاهر عن الاتجاه الإقليمي العام للفوالق ضمن منطقة الدراسة، حيث تستخدم هذه المؤشرات كمعايير يتم من خلالها تحديد المواقع الهامة التي توجد تراكيب تحت سطحية أسفل منها [5]. ومن أجل تحديد جميع المظاهر الخطية التي يمكن الحصول عليها من صورة (Landsat-TM) المعالجة تم تطبيق ثلاث تقنيات مختلفة هي: الترشيح (Filtering)، وتحليل المكونات الأساسية (PCA)، ونسب النطاقات الطيفية (Ratios Bands). حيث تم تحديد المظاهر الخطية وفق كل تقنية من التقنيات المذكورة على حدة، ثم ومن خلال نظم المعلومات الجغرافية تم جمع كل المظاهر الخطية التي تم تحديدها وحذف المتكرر منها حيث بلغ المجموع الكلي للمظاهر الخطية في منطقة الدراسة (310) مظهراً خطياً وبلغ أطول مظهر خطي تم تحديده في المنطقة حوالي (8.21) كيلومتراً في القسم الجنوبي الغربي من جبل الروس، أما مجموع أطوال المظاهر الخطية المحددة في منطقة الدراسة فبلغ حوالي (799.83) كيلومتراً، في حين بلغ متوسط أطوال المظاهر الخطية المحددة في المنطقة حوالي (2.58) كيلومتراً، كما هو واضح في الأشكال (3) و(4).

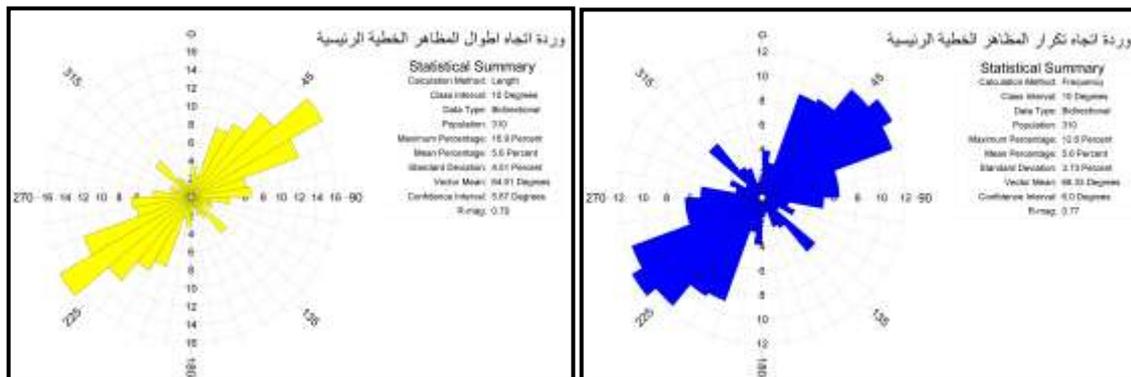


الشكل (3): المخطط النهائي للمظاهر الخطية التي تم تحديدها في منطقة الدراسة.



الشكل (4): مخطط التوزيع التكراري من حيث الطول للمظاهر الخطية التي تم تحديدها في منطقة الدراسة.

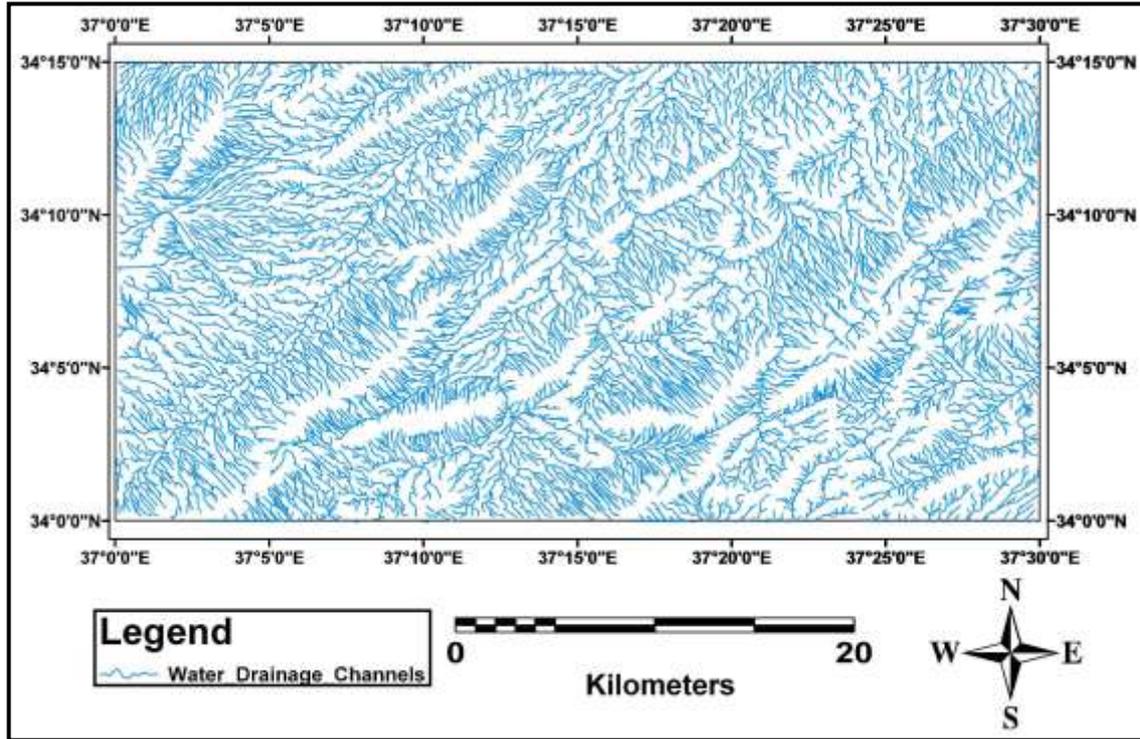
وفي هذا البحث تم استخدام برنامج (Rockworks) من أجل إنشاء جميع مخططات وردات الاتجاه الخاصة بالمظاهر الخطية والقوقل، وتم في هذا البرنامج الاعتماد على تقسيم الاتجاهات ما بين ( $0^{\circ}$  -  $360^{\circ}$ ) إلى عدة مجموعات من رتبة عشر درجات لكل مجموعة اتجاهات، وعُرضت النتائج على شكل نسب مئوية ضمن هذه المجموعات. وقد تم إنشاء وردتي اتجاه لكل من أطوال وتكرار المظاهر الخطية المُحددة في منطقة الدراسة، حيث تبين من خلالها سيطرة الاتجاه العام شمال شرق - جنوب غرب على المظاهر الخطية سواءً من حيث الأطوال أو من حيث التكرار، وكانت مجموعة الاتجاهات ما بين ( $50^{\circ}$  -  $60^{\circ}$ ) هي المسيطرة بشكل رئيسي حيث بلغت نسبة تكرار المظاهر الخطية ضمنها (12.6) % من العدد الكلي للمظاهر الخطية المُحددة في المنطقة، أما نسبة أطوال المظاهر الخطية ضمنها فبلغت (16.9) % من مجموع أطوال المظاهر الخطية التي تم تحديدها، كما هو واضح في الأشكال (5) و (6).



الشكل (6): وردة اتجاه أطوال المظاهر الخطية.

الشكل (5): وردة اتجاه تكرار المظاهر الخطية.

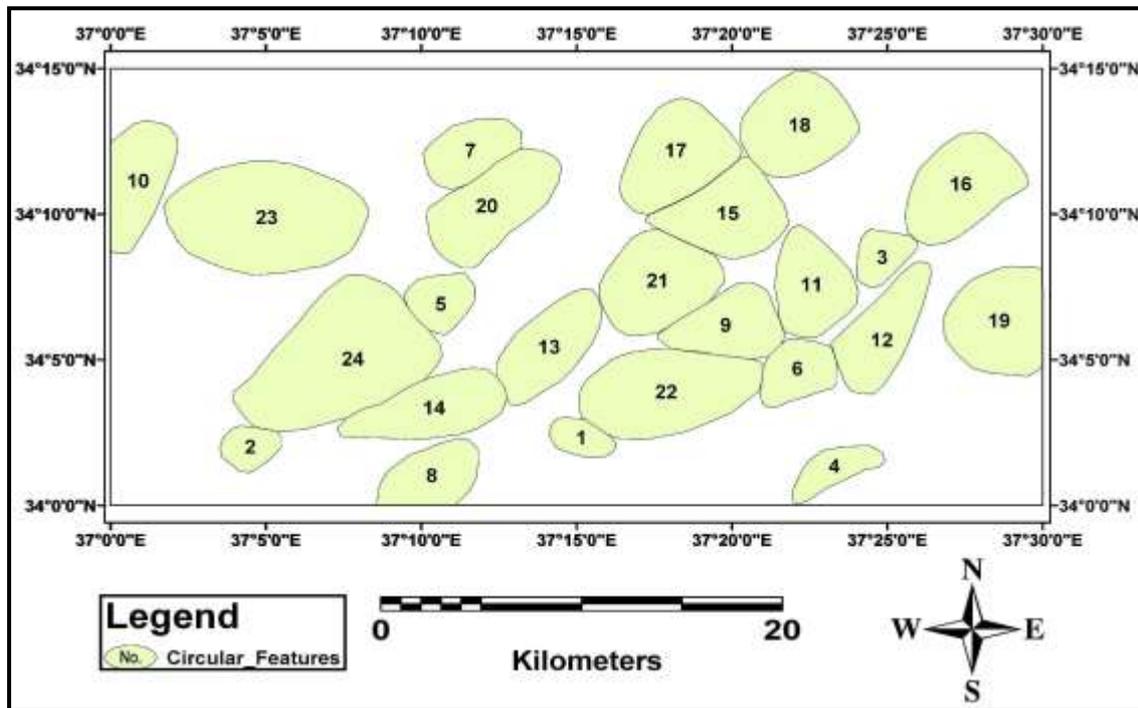
أما مخطط شبكات التصريف المائية في منطقة الدراسة فقد تم تحديده اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الخاص بالمنطقة والذي تم الحصول عليه من معطيات التابع الصناعي (Terra-ASTER) على اعتبار أن المسح فيه يتم ضمن المجال المرئي الثالث بشكل مزدوج وذلك من خلال المسح الخلفي إضافة إلى المسح العادي، مما يوفر تغطية ستريوغرافية يمكن من خلالها عن طريق برنامج (PCI) تطبيق تقنية تدعى (DEM from Stereo) من أجل استخراج نموذج الارتفاع الرقمي الخاص بمنطقة الدراسة الذي يمكن من خلال نظم المعلومات الجغرافية وعن طريق استخدام تطبيقات (ArcToolbox) وما تملكه من مجموعة أدوات تحليل مكاني خاصة بالهيدرولوجيا تحديد مخطط شبكات التصريف المائية في المنطقة، الشكل (7). الذي يتضح من خلاله أن اتجاه الجريان المائي هو بشكل عام نحو الشمال، وأن نظام التصريف المائي السائد فيها هو بشكل عام نظام شجري (Dendritic) وذلك بسبب انتشار الصخور الرسوبية في معظم أراضيها، ويكون نظام التصريف دقيق القوام في المناطق الجبلية ذات التكتشفات الكريتاسية الكربوناتيّة الشديدة الانحدار والضعيفة النفوذية نسبياً، ويتحول ليصبح خشن القوام في مناطق السهول والأودية ذات التكتشفات الحطامية الضعيفة الانحدار والعالية النفوذية نسبياً. كما يوجد في المنطقة نظام تصريف شعاعي (Radial) يكون واضحاً بشكل خاص في الجهة الشرقية من المنطقة وتحديداً في موقع جبل كحلة بسبب تكشف الصخور البركانية في ذلك الموقع.



الشكل (7): مخطط شبكات التصريف المائية التي تم تحديدها في منطقة الدراسة.

أما بالنسبة لمخطط البنيات الحلقية فقد كان التركيز على البنيات الحلقية الهامة من وجهة النظر البنيوية، لذلك تم الاعتماد على تحديد البنيات الحلقية من خلال مخطط شبكات التصريف المائية، ومقارنته مع التباينات الطيفية الناتجة عن تطبيق تقنية تحليل المكونات الأساسية على الصورة المعالجة (Landsat-TM). وقد كان التركيز على

تحديد أي شذوذ في نظام التصريف المائي أو أي انحراف في اتجاه الجريان، على اعتبار أن التراكيب تحت السطحية المرتبطة بعوامل بنيوية غالباً ما تؤدي إلى تشكل نطاقات ضعف بنيوية في الطبقات الرسوبية الأعلى منها وصولاً إلى السطح في بعض الأحيان، مما يؤثر على نظام التصريف المائي أو اتجاه الجريان نتيجة ارتباط مسارات جريان المياه مع نطاقات الضعف بشكل عام، لينتج عن ذلك ظهور هذه الأشكال الدائرية والبيضوية والتي تُعرف بالبنيات الحلقية، التي غالباً ما ترتبط مساحتها بامتدادات التراكيب تحت السطحية أسفل منها [5]. وقد بلغ العدد الكلي للبنيات الحلقية التي تم تحديدها في منطقة الدراسة (24) بنية حلقية تم ترقيمها كما هو واضح في الشكل (8)، وبلغت أصغر مساحة (5.8) كيلومتراً مربعاً في البنية رقم (1) التي تقع في موقع جبل العبد جنوب منطقة الدراسة في حين بلغت أكبر مساحة (60) كيلومتراً مربعاً في البنية رقم (24) التي تقع في موقع جبل روس الطوال غرب منطقة الدراسة.

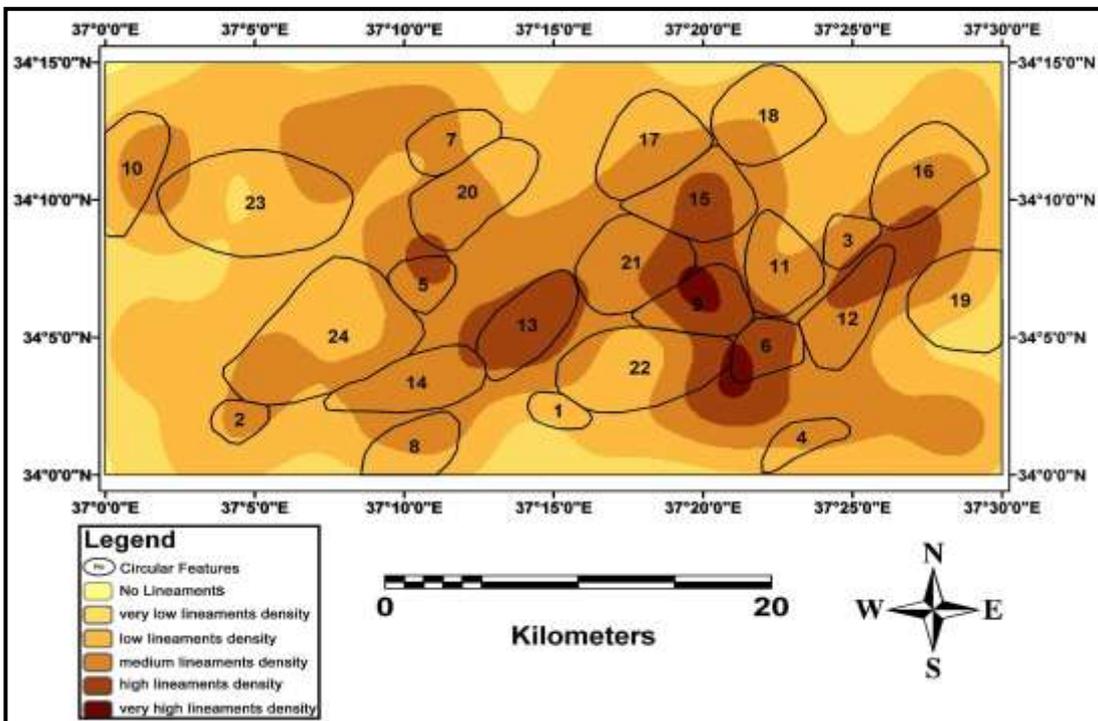


الشكل (8): مخطط البنيات الحلقية التي تم تحديدها في منطقة الدراسة.

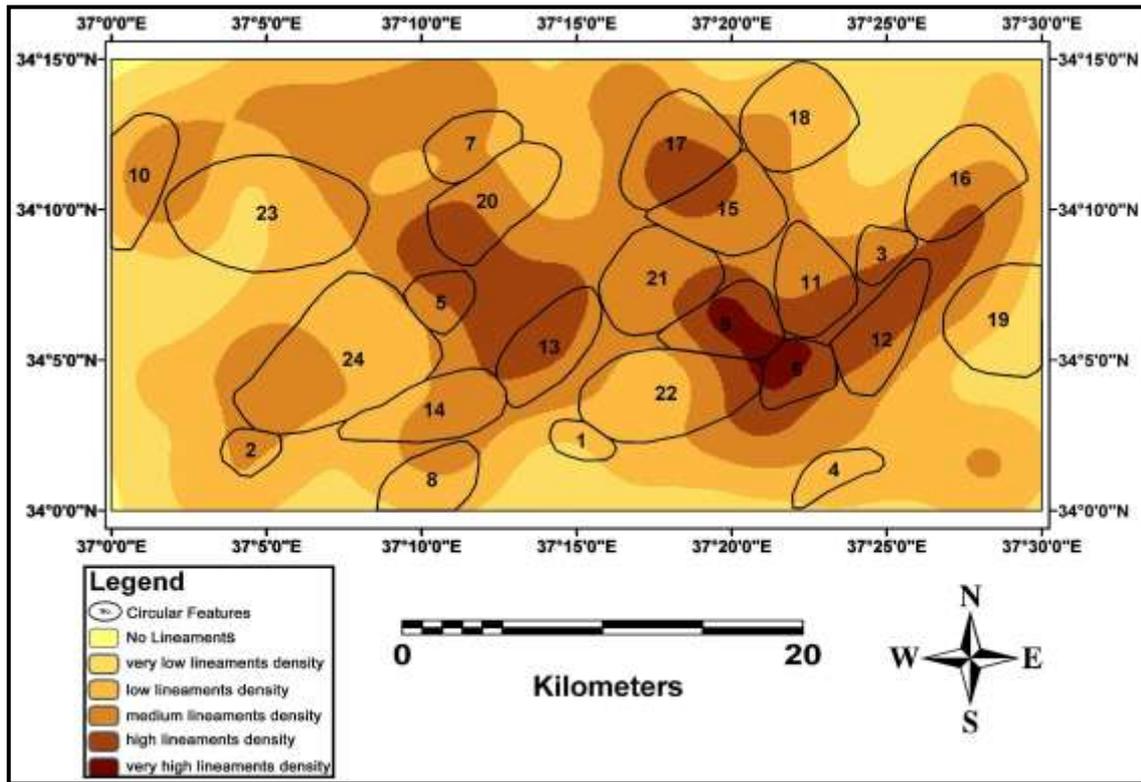
وقد تمت عملية تفسير البنيات الحلقية والمظاهر الخطية التي تم الحصول عليها من تحليل معطيات التوابع الصناعية، اعتماداً على نتائج مجموعة من الدراسات المنفذة في هذا المجال، والتي أشارت إلى أن المصائد البنيوية غالباً ما توجد أسفل مناطق تركز المظاهر الخطية، على اعتبار أن المصائد البنيوية التي تتشكل نتيجة حركات تكتونية في الصخور الرسوبية غالباً ما تتسبب بحدوث نطاقات ضعف بنيوية في الطبقات الرسوبية الأعلى منها وصولاً إلى السطح في بعض الأحيان، مما يلعب دوراً رئيسياً في حدوث تركز لهذه المظاهر على السطح. كذلك فإن المناطق التي يوجد فيها شذوذ واضح في اتجاه المظاهر الخطية عن الاتجاه الإقليمي العام غالباً ما تعكس وجود تراكيب محلية تحت سطحية هامة من الناحية البنيوية [5]. وبما أن مساحات البنيات الحلقية غالباً ما تعكس امتدادات التراكيب تحت السطحية، فقد تم في هذا البحث ومن خلال ما سبق الاعتماد على ثلاثة معايير رئيسية من أجل فرز البنيات الحلقية الهامة من الناحية البنيوية تحت السطحية، وتصنيفها حسب الأولوية من حيث احتمال وجود تراكيب تحت سطحية

أسفل منها، وهذه المعايير هي كثافة المظاهر الخطية من حيث التكرار، وكثافة المظاهر الخطية من حيث الطول، والشذوذ في اتجاه المظاهر الخطية ضمن البنيات الحلقية عن الاتجاه الإقليمي العام. حيث صُنفت البنيات الحلقية التي توجد فيها المعايير الثلاثة السابقة مجتمعة بأنها مواقع ذات أهمية من الدرجة الأولى من حيث وجود تراكيب تحت سطحية أسفل منها، وصُنفت البنيات الحلقية التي يوجد فيها معياران فقط من المعايير الثلاثة السابقة بأنها مواقع ذات أهمية من الدرجة الثانية من حيث وجود تراكيب تحت سطحية أسفل منها، أما البنيات الحلقية التي يوجد فيها أحد المعايير الثلاثة السابقة فقط فصُنفت بأنها مواقع ذات أهمية من الدرجة الثالثة من حيث وجود تراكيب تحت سطحية أسفل منها.

ومن أجل معرفة مواقع كثافة المظاهر الخطية من حيث الطول والتكرار ضمن المنطقة فقد تم عن طريق نظم المعلومات الجغرافية وما تملكه من تطبيقات تحليل مكاني (Spatial Analyst)، إنشاء خريطة كثافة المظاهر الخطية من حيث الطول، وخريطة كثافة المظاهر الخطية من حيث التكرار، وتم تقسيم كل خريطة حسب كثافة هذه المظاهر إلى ست مناطق (مناطق خالية من المظاهر الخطية، ومناطق ذات كثافة قليلة جداً، ومناطق ذات كثافة قليلة، ومناطق ذات كثافة متوسطة، ومناطق ذات كثافة عالية، ومناطق ذات كثافة عالية جداً). ثم أجرينا مقارنة لكل خريطة منهما مع البنيات الحلقية، فتبين أن البنيات الحلقية ذات الأرقام (6) و(9) و(21) و(22) جميعها ذات كثافة عالية جداً من حيث تكرار المظاهر الخطية، كما هو واضح في مخطط تقاطع البنيات الحلقية مع كثافة تكرار المظاهر الخطية، الشكل (9)، كما تبين أن البنيات الحلقية ذات الأرقام (6) و(9) و(22) جميعها ذات كثافة عالية جداً من حيث أطوال المظاهر الخطية، كما هو واضح في مخطط تقاطع البنيات الحلقية مع كثافة أطوال المظاهر الخطية، الشكل (10). وبالتالي فإن جميع البنيات الحلقية السابقة هي من المواقع الهامة من حيث وجود تراكيب تحت سطحية أسفل منها.



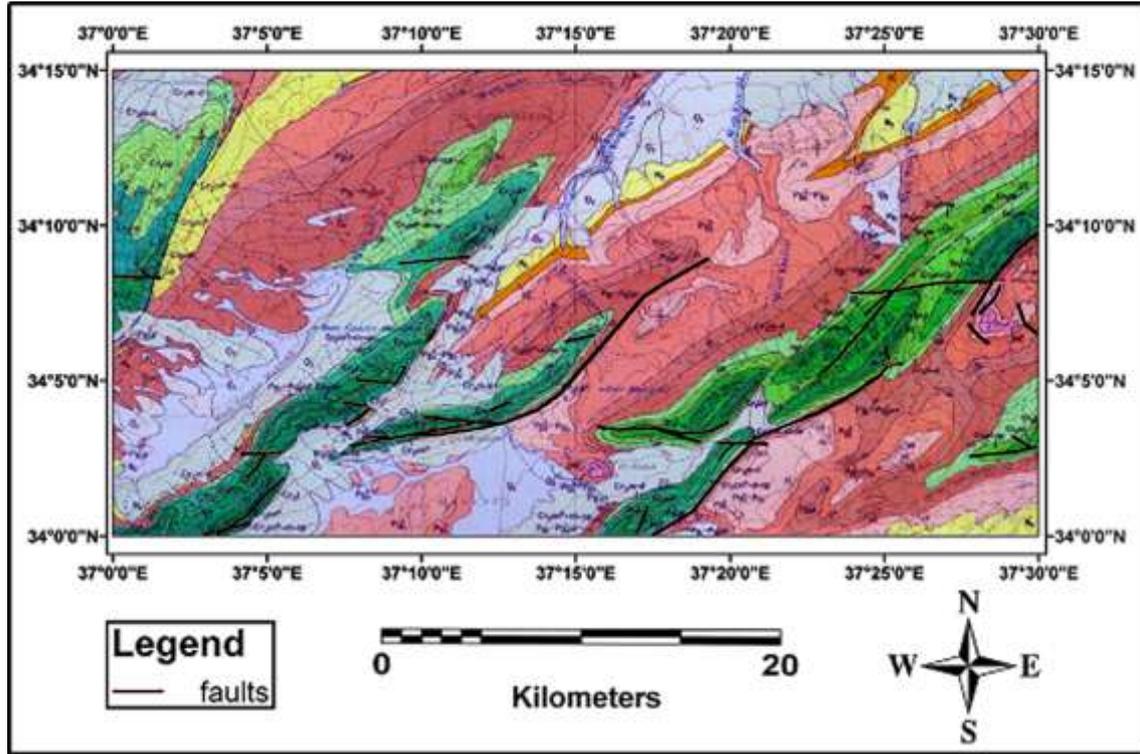
الشكل (9): مخطط تقاطع البنيات الحلقية مع كثافة تكرار المظاهر الخطية التي تم تحديدها في منطقة الدراسة.



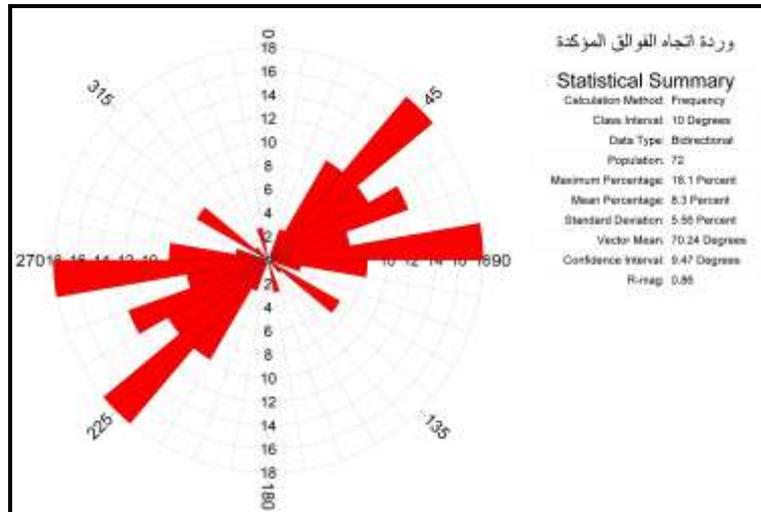
الشكل (10): مخطط تقاطع البنيات الحلقية مع كثافة أطوال المظاهر الخطية التي تم تحديدها في منطقة الدراسة.

أما المواقع التي تملك شذوذاً في اتجاه المظاهر الخطية عن الاتجاه الإقليمي العام فقد تطلب تحديدها معرفة الاتجاه الإقليمي العام في منطقة الدراسة، لذا فقد تم تحديد الفوالق المؤكدة من الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة، كما هو واضح في الشكل (11)، حيث تم بعد ذلك استخدام برنامج (Rockworks) من أجل إنشاء ورده الاتجاهات الخاصة بهذه الفوالق، كما هو واضح في الشكل (12).

وتبين ورده اتجاهات الفوالق المؤكدة في منطقة الدراسة سيطرة الاتجاهان العامن شرق - غرب، وشمال شرق - جنوب غرب بشكل رئيسي، وذلك بنسبة تصل إلى حوالي (18) % لكل منهما، وبالتالي فهما يمثلان الاتجاه الإقليمي العام في المنطقة، وعليه فقد تم تحديد المواقع التي تملك شذوذاً في اتجاهات المظاهر الخطية عن الاتجاه الإقليمي العام في المنطقة من خلال إنشاء وردات اتجاه هذه المظاهر في كل بنية حلقية من الأربع والعشرين بنية التي تم تحديدها في المنطقة، حيث تبين أن الاتجاه العام المسيطر للمظاهر الخطية في جميع هذه البنيات الحلقية يتراوح ما بين شمال شرق - جنوب غرب، وشرق - غرب، إلا في البنيات الحلقية ذوات الأرقام (7) و(15) اللتان كان الاتجاه المسيطر فيهما هو شمال غرب - جنوب شرق، وبالتالي يمكن اعتبار أن هاتين البنيتين الحلقيتين تملكان شذوذاً واضحاً في اتجاه المظاهر الخطية عن الاتجاه الإقليمي العام.

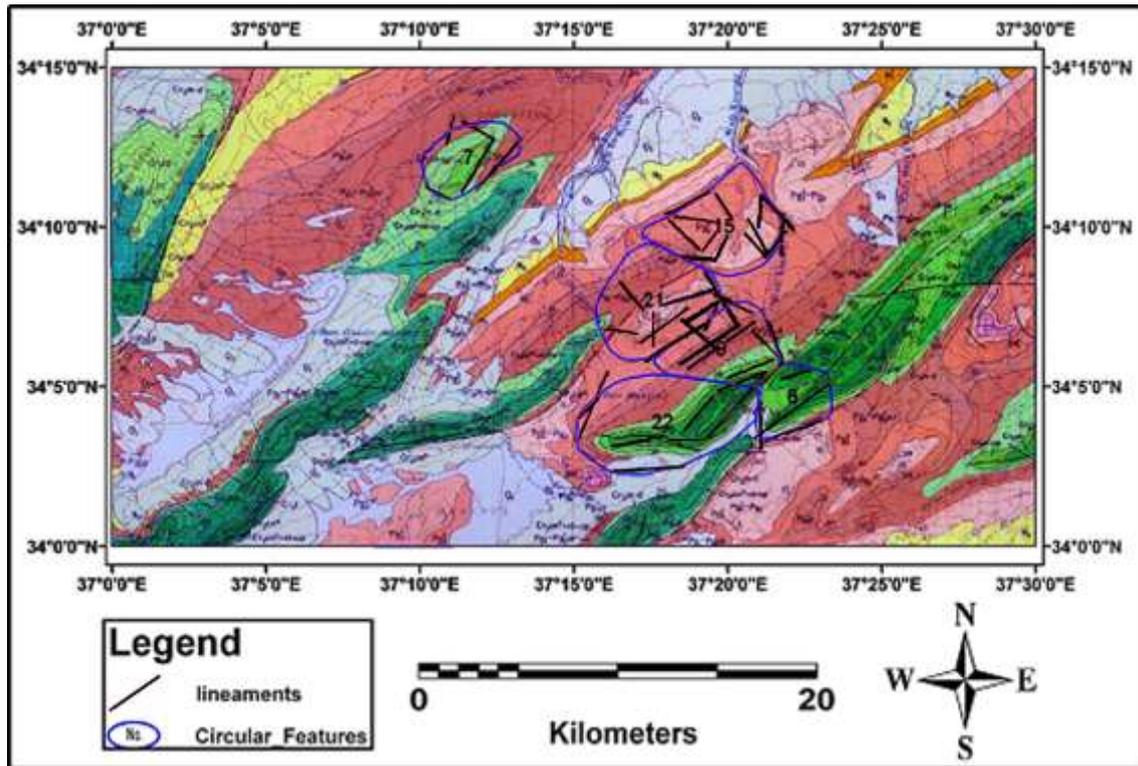


الشكل (11): مخطط الفوالق المؤكدة ضمن الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة [6].



الشكل (12): وردة اتجاهات الفوالق المؤكدة في منطقة الدراسة.

بالنتيجة أظهرت عملية تحليل معطيات التتابع الصنعية، والتي تمت بهدف تحديد المواقع الهامة من حيث وجود التراكيب تحت السطحية، عدم تحديد أي بنية حلقيّة ذات أهمية من الدرجة الأولى، في حين تم تحديد ثلاث بنيات حلقيّة ذات أهمية من الدرجة الثانية وهي البنيات الحلقيّة ذوات الأرقام (6) و(9) و(22)، كما تم تحديد ثلاث بنيات حلقيّة ذات أهمية من الدرجة الثالثة وهي البنيات الحلقيّة ذوات الأرقام(7) و(15) و(21). ويمكن من خلال الشكل (13) مقارنة مواقع هذه البنيات الحلقيّة الهامة والمظاهر الخطية الخاصة بها مع الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة.

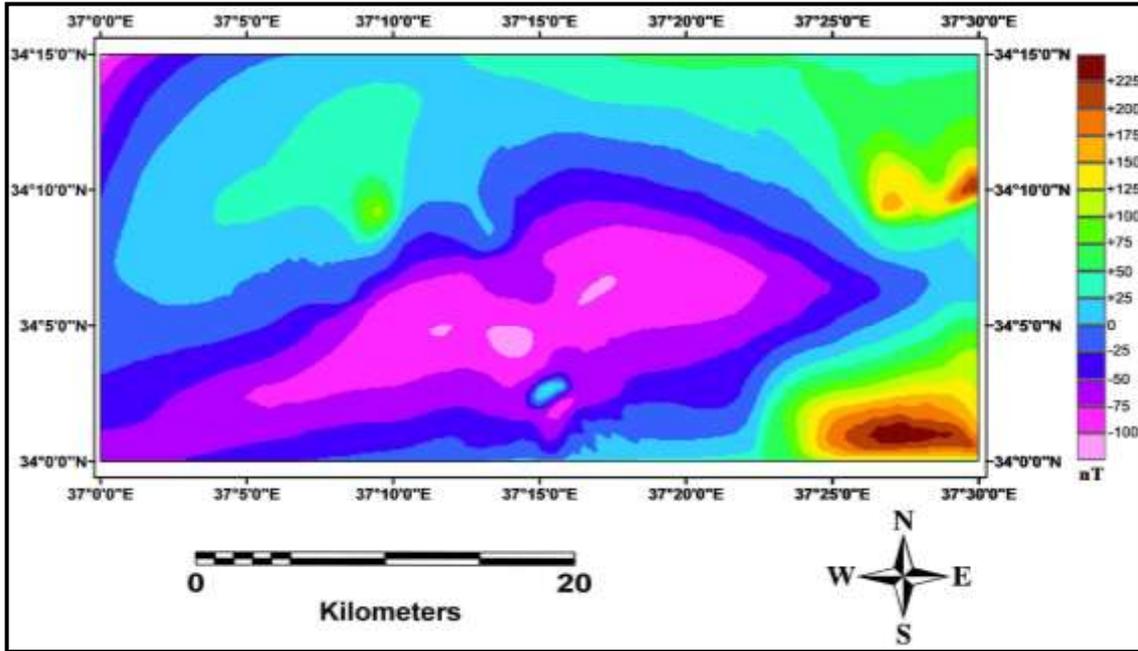


الشكل (13): مواقع البنيات الحلقية الهامة التي تم تحديدها والمظاهر الخطية الخاصة بها على الخريطة الجيولوجية للمنطقة.

## 2- معاملة المعطيات الجيوفيزيائية:

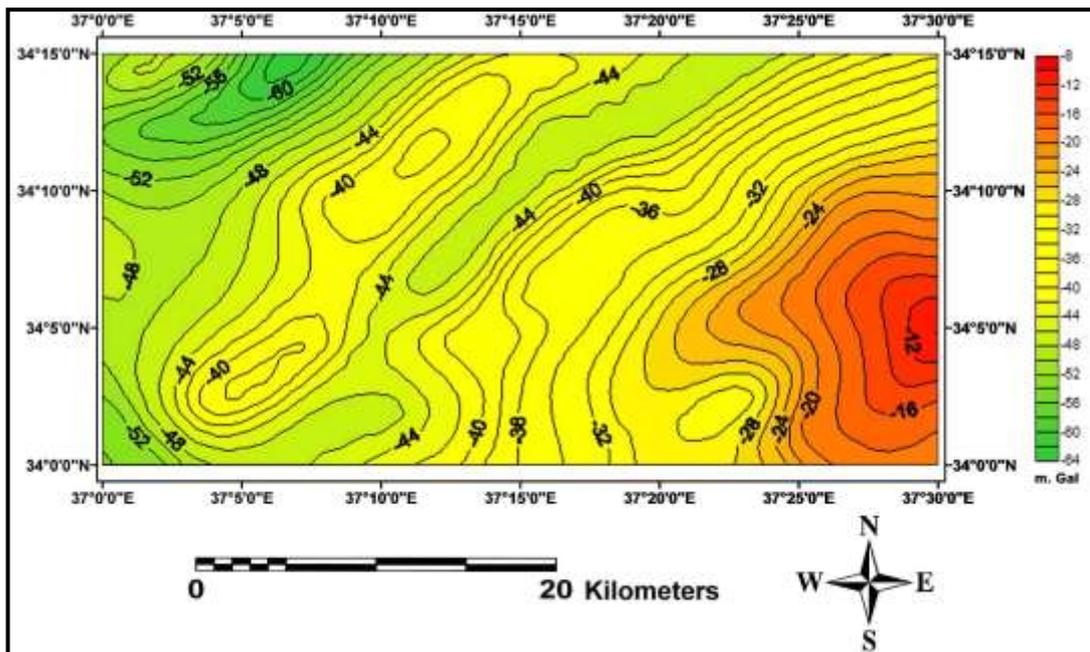
تم في هذا البحث الاعتماد على المعطيات الجيوفيزيائية الكمنونية المغناطيسية والجاذبية، فالمعطيات المغناطيسية تساعد على تحديد عمق صخور القاعدة البلورية وبالتالي تحديد مواقع الأحواض الرسوبية العميقة [4]، والمعطيات الجاذبية تساعد في تتبع الفوالق مع الأعماق وتحديد أماكن التراكيب تحت السطحية [6].

تمثلت المعطيات المغناطيسية بخريطة الشذوذ المغناطيسي لرقعة القريتين مقياس (1:200000) ذات خطوط تساوي القيم كل (25) نانوتسلا، حيث تم القيام بعملية الإرجاع إلى القطب عن طريق استخدام برنامج (ER Mapper)، فتم الحصول بالنتيجة على الشكل (14)، الذي يمثل الخريطة المغناطيسية في منطقة الدراسة بعد الإرجاع إلى القطب. ويمكن تقسيم الشذوذات المغناطيسية في خريطة الإرجاع إلى القطب إلى نوعين، النوع الأول هو عبارة عن شذوذات ضيقة ذات تدرج حاد نسبياً يصل حتى (100) نانوتسلا/كم، وهي شذوذات ذات منشأ قليل العمق نسبياً مرتبط غالباً بتداخل صخور بركانية بازلتية ضمن صخور الغطاء الرسوبي، وأهمها الشذوذات التي تقع في شرق وجنوب شرق منطقة الدراسة. والنوع الثاني هو عبارة عن شذوذات عريضة ذات تدرج معتدل نسبياً، وهي شذوذات ذات منشأ عميق نسبياً مرتبط بصخور القاعدة، وأهمها الشذوذ المتطاوّل الذي يمتد من جنوب غرب المنطقة باتجاه الشمال الشرقي والذي تشير مساحة امتداده إلى أن صخور القاعدة في المنطقة عميقة بشكل عام، كما يشير الانخفاض الواضح في وسط هذا الشذوذ والمتوافق مع خط القيمة (0) نانوتسلا إلى وجود فائق مهم في هذا الموقع ضمن صخور القاعدة.



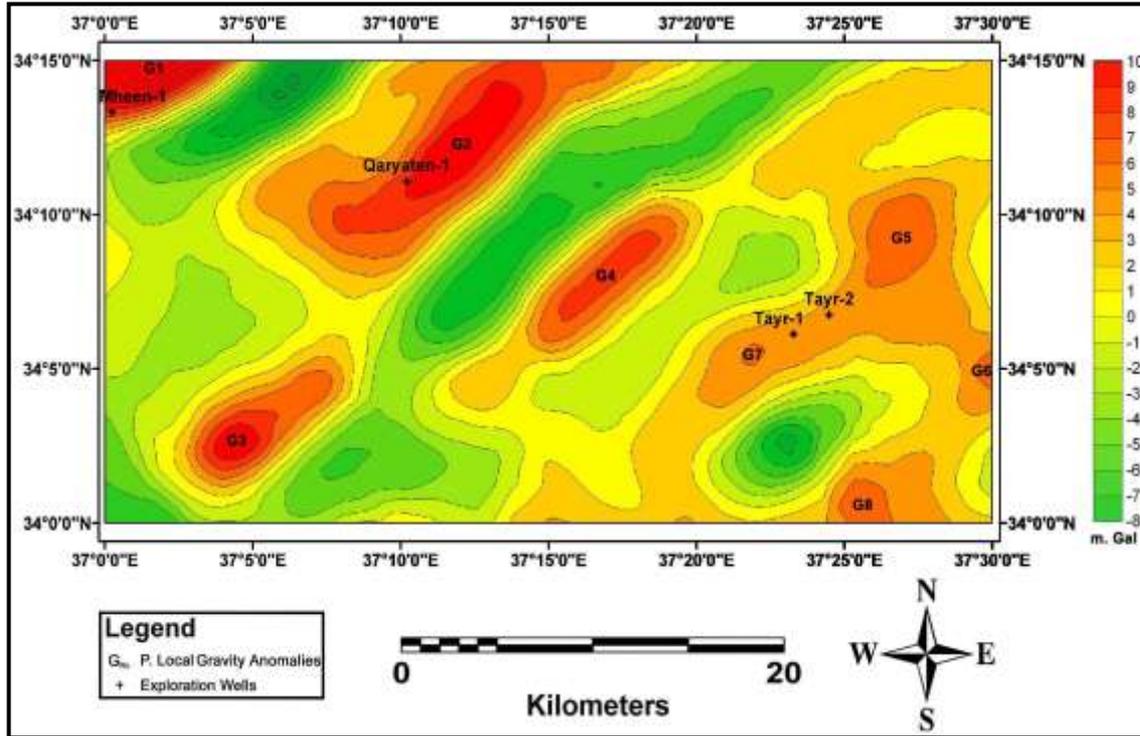
الشكل (14): خريطة الشذوذ المغناطيسي بعد الإرجاع إلى قطب (تدرج كل 25 نانوتسلا) [1].

أما المعطيات الجاذبية فتمثلت بخريطة شذوذ الحقل الجاذبي وفق تصحيح بوغير (Bouguer) ذات خطوط تساوي القيم كل (2) ميلي غال الخاصة برقعة القرينين (1:200000)، حيث تمت في البداية عملية رقمنة المعطيات الخاصة بالمنطقة ومن ثم تمت عملية التحويل إلى صيغة شبكية ذات مسافات من رتبة (1) كيلومتر بين عقد الشبكة، تم تنفيذها من خلال برنامج (Surfer)، فتم الحصول على خريطة الشذوذ الجاذبي وفق تصحيح بوغير ضمن المنطقة كما هو واضح في الشكل (15).



الشكل (15): خريطة الشذوذ الجاذبي وفق تصحيح بوغير (تدرج كل 2 ميلي غال) [2].

وبما أن الشذوذ الجاذبي وفق تصحيح بوغير هو عبارة عن مجموع كل من تأثير الشذوذ الجاذبي الإقليمي العام في المنطقة وتأثير الشذوذ الجاذبي المحلي التي تنشأ نتيجة التمايزات الكتلية المحلية على أعماق مختلفة ضمن الغطاء الرسوبي، لذا تم استخدام برنامج (GravMap) من أجل حذف تأثير الشذوذ الجاذبي الإقليمي العام من خريطة الشذوذ الجاذبي وفق تصحيح بوغير ليتم استخراج خريطة الشذوذ الجاذبي المحلي لمنطقة الدراسة والتي تقيد في التحديد الأولي للتراكيب المهمة من الناحية الهيدروكربونية ضمن هذا الغطاء. وفي هذا البحث واستناداً إلى خرائط التتابع التحليلي ونتائج الحفر في المنطقة، وعن طريق استخدام الشبكة التربيعية المنتظمة التي تم تنفيذها من خلال برنامج (Surfer)، تم استخراج خريطة الشذوذ الجاذبي المحلي ذات المسافة الشبكية (S=1km). واعتماداً على الوضع النيوي والهيدروكربوني في المنطقة التدمرية الجنوبية بشكل عام، كان التركيز على الشذوذات الموجبة ضمن خريطة الشذوذ الجاذبي المحلي التي تم فيها ملاحظة وتمييز ثمانية شذوذات محلية موجبة تصطف مع شذوذات محلية سالبة وفق محاور متوازية ذات اتجاه شمال شرق - جنوب غرب، وهو نفس الاتجاه العام لخطوط الشذوذ الجاذبي المحلي في تلك الخريطة، مع العلم أن هناك اتجاهات ثانوية لهذه الخطوط أبرزها شمال غرب - جنوب شرق، كذلك يمكن ملاحظة أن خطوط الشذوذ الجاذبي المحلي تتقارب على أطراف الإغلاقات سواءً الموجبة أو السالبة، إلا أن هذا التقارب يكون غير متناظر. والتفسير الجيولوجي للملاحظات السابقة يرتبط بالوضع النيوي للمنطقة، حيث يشير الاتجاه العام لخطوط الشذوذ الجاذبي المحلي وتقاربها على أطراف الإغلاقات إلى النظام الفالقي الرئيسي في المنطقة والذي يأخذ اتجاه شمال شرق - جنوب غرب، كذلك تشير الإغلاقات الموجبة إلى محاور الطي المحدب فيما تشير الإغلاقات السالبة إلى محاور الطي المقعر، أما عدم التناظر في تقارب خطوط الشذوذ الجاذبي المحلي على أطراف الإغلاقات فيشير إلى وجود الطيات الفالقية وبالتالي وجود فوالق على أطراف الإغلاقات لعبت دوراً في تشكيلها، كما أن الاتجاهات الثانوية لخطوط الشذوذ الجاذبي المحلي تشير إلى النظام الفالقي الثانوي الذي يضرب الطيات ويقسمها إلى بلوكات مزاحة بشكل جانبي فيما بينها، الأمر الذي يعكس استمرار الوضع النيوي على السطح. ومن خلال مقارنة خريطة الشذوذ الجاذبي المحلي مع مواقع كل من الآبار الاستكشافية (القرينتين-1، الطير-1، الطير-2، مهين-1) التي تم حفرها في المنطقة، تبين أن مواقع هذه الآبار كانت على أطراف شذوذات جاذبية محلية موجبة وخارج الإغلاقات الخاصة بها، وهو ما قد يكون السبب في فشل هذه الآبار من حيث الإنتاج، والشكل (16) يبين مواقع هذه الآبار على خريطة الشذوذ الجاذبي المحلي.



الشكل(16): مواقع الآبار الاستكشافية على خريطة الشذوذ الجاذبي المحلي (تدرج كل 1 ميلي غال) التي تم اشتقاقها.

### 3- التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد والمعطيات الجيوفيزيائية:

لقد تم في هذا البحث استخدام التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد والمعطيات الجيوفيزيائية الكونية، لما تقدمه هذه المعطيات وخاصةً الجاذبية منها من معلومات أولية عن الوضع الجيولوجي تحت السطحي وأماكن التجمعات الهيدروكربونية، مما يساعد في تقييم المواقع الهامة التي تم تحديدها من خلال تقنيات الاستشعار عن بعد، وبالتالي تحديد المواقع الأكثر مأمولية من حيث وجود المصائد البنيوية.

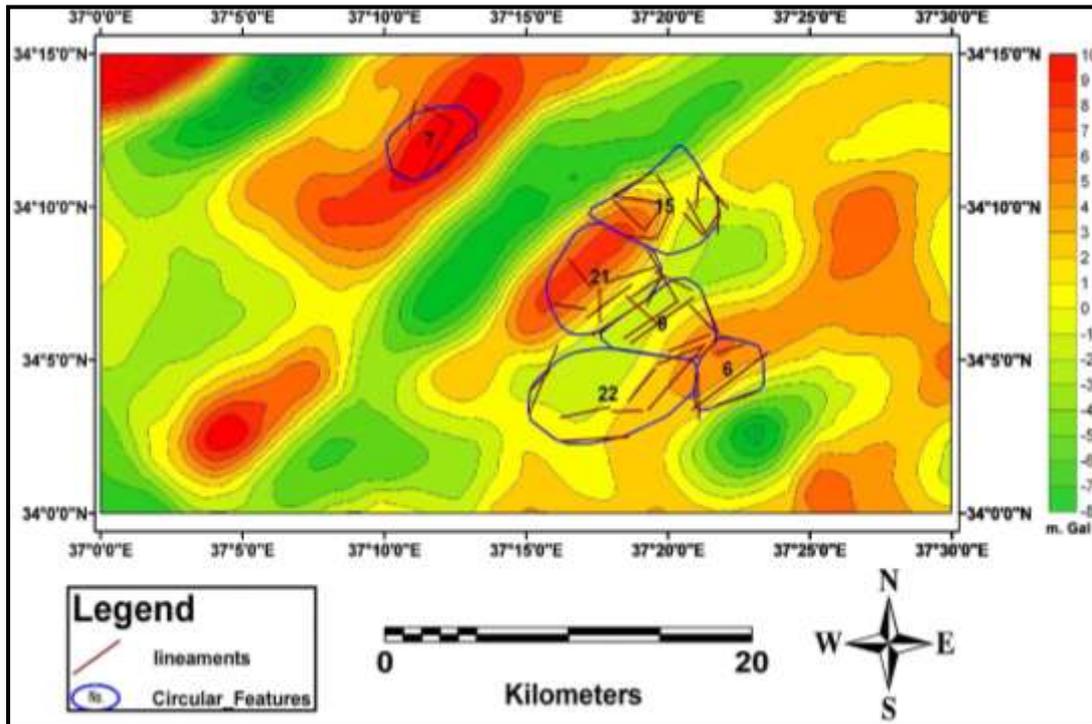
وقد تمت عملية التكامل في هذا البحث من خلال مقارنة البنيات الحلقية الهامة والمظاهر الخطية الخاصة بها مع خريطة الشذوذ الجاذبي المحلي، حيث تبين أن كل من البنيات الحلقية ذات الأرقام (6) و(7) و(21) قد ترافقت مع وجود إغلاق جاذبي محلي موجب ضمنها كما هو واضح في الشكل (17).

وبالتالي يمكن اعتبار مناطق تقاطع هذه البنيات الحلقية مع الإغلاقات الجاذبية المحلية الموجبة الموجودة ضمنها من أكثر المناطق المأمولة في منطقة البحث من حيث وجود المصائد البنيوية الهيدروكربونية، وهذه المناطق هي:

- المنطقة الأولى (A): تمثل القسم الشمالي من البنية الحلقية رقم (6) وذلك جنوب غرب بئر الطير-1 في منطقة ثنية النصراني التي تفصل ما بين جبل النصراني وجبل الشيخ، حيث تتمركز في الموقع ذي الإحداثيات (N: ° 34.09 E: ° 37.37).

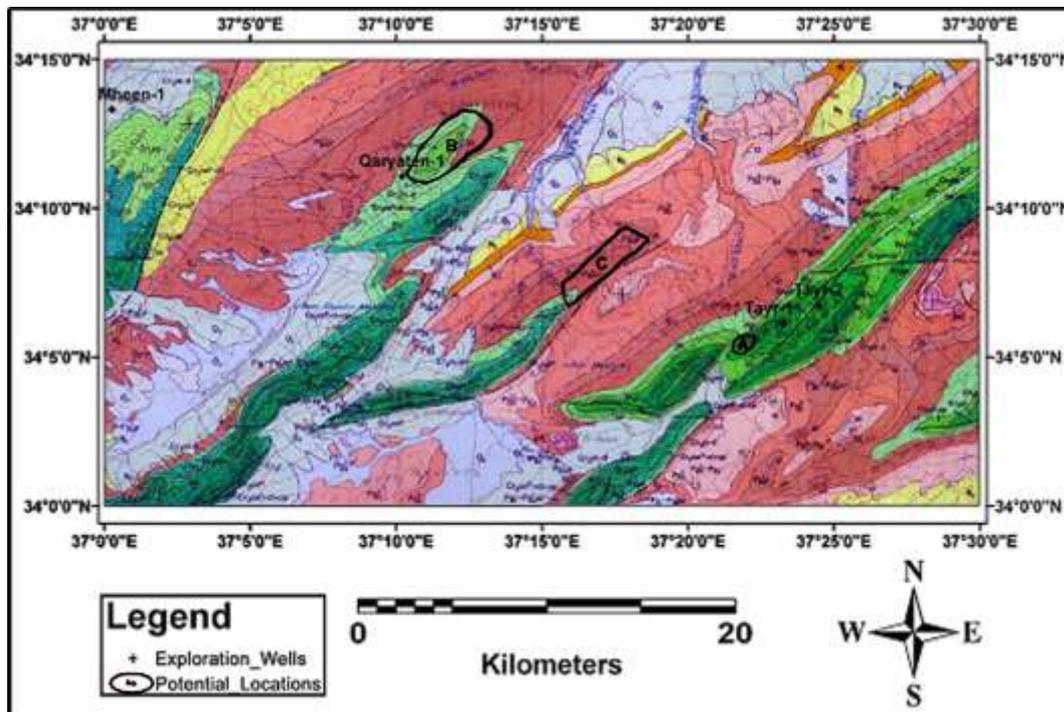
- المنطقة الثانية (B): تمثل القسم الشمالي الشرقي من البنية الحلقية رقم (7) وذلك شمال شرق بئر القرينين-1 وتتمركز في الموقع ذي الإحداثيات (N: ° 34.20 E: ° 37.20).

- المنطقة الثالثة (C): تمثل القسم الشمالي الغربي من البنية الحلقية رقم (21) وذلك في منطقة بقعة القناص، حيث تتمركز في الموقع ذي الإحداثيات (N: ° 34.13 E: ° 37.29).



الشكل (17): مخطط تقاطع البنيات الحلقية الهامة والمظاهر الخطية لكل منها مع خريطة الشذوذ الجاذبي المحلي التي تم اشتقاقها.

ويمكن مقارنة مواقع المناطق المأمولة من حيث وجود المصائد البنيوية الهيدروكربونية مع مواقع الآبار الاستكشافية المحفورة سابقاً في منطقة الدراسة على الخريطة الجيولوجية للمنطقة كما في الشكل (18).



الشكل (18): الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة وعليها المناطق المأمولة من حيث وجود المصائد البنيوية الهيدروكربونية ومواقع الآبار الاستكشافية المحفورة في منطقة الدراسة.

## الاستنتاجات والتوصيات:

- تم من خلال معطيات التتابع الصناعية تحديد (310) مظهراً خطياً و(24) بنية حلقية في منطقة الدراسة. حيث بيّن مخطط وردة اتجاهات المظاهر الخطية سيطرة الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، وهو ما يتوافق مع وردة اتجاهات الفوالق المؤكدة على الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة، مما يعكس المدلول والبعد البنيوي لهذه المظاهر الخطية.
- وتم التوصل إلى أن سبب فشل الآبار الاستكشافية التي تم حفرها في المنطقة قد يعود إلى حفر هذه الآبار على أطراف شذوذات جاذبية محلية موجبة وخارج الإغلاقات الخاصة بها.
- وعن طريق التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد والمعطيات الجيوفيزيائية الكمونية تم التوصل إلى تحديد ثلاث مناطق هامة هي المناطق (A) و(B) و(C) ضمن كل من البنيات الحلقية ذوات الأرقام (6) و(7) و(21) على التوالي، حيث تعتبر هذه المناطق هي أكثر المواقع المأمولة من حيث وجود المصائد البنيوية في منطقة الدراسة، هذه المواقع التي يجب إجراء مسوحات سيسمية ثنائية الأبعاد لها أو حفر آبار استكشافية فيها من أجل التأكد من الوضع الهيدروكربوني لها، كما وإجراء مسوحات سيسمية ثلاثية الأبعاد في حال الوصول إلى نتائج إيجابية من أجل تحديد الأبعاد الحقيقية للتراكيب تحت السطحية في كل منها.
- أما الشذوذات الجاذبية المحلية الموجبة الأخرى التي ظهرت في خريطة الشذوذ الجاذبي المحلي فيجب إجراء المزيد من الدراسات عنها للتأكد من أصل هذه الشذوذات إذا كان يعود لوجود مصائد هيدروكربونية أم لا.

## المراجع:

- [1]- الشركة العامة للنفط من خلال العقد مع شركة تكنواكسبورت الروسية 1958: "خريطة سورية المغناطيسية مقياس (1:200.000) رقعة القرينين".
- [2]- الشركة العامة للنفط من خلال العقد مع معهد البترول الفرنسي 1974: "خريطة سورية الجاذبية مقياس (1:200.000) رقعة القرينين".
- [3]- المحمد، سعود 2009: "تكامل معلومات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافي لدراسة وتقييم الآمال النفطية والغازية في القسم المركزي والجنوبي الشرقي من سوريا"، المجلد (31)، مجلة جامعة البعث.
- [4]- Dobrin, M.B. 1976. "Introduction to Geophysical Prospecting", McGraw-Hill, New York.
- [5]- Guo, G. and H. Carroll 1999. "A New Methodology for Oil and Gas Exploration Using Remote Sensing Data and Surface Fracture Analysis", report, National Petroleum Technology Office, Oklahoma, USA.
- [6]- Ponikarov, V.P. 1966. "The Geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, Scale 1:200 000", Ministry of Industry, Damascus, Syrian Arab Republic.