

استخدام معطيات المسح الجاذبي في تفسير البنية التركيبية في

منطقة جنوب التيم

جامعة البعث - كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية - قسم الهندسة البتروولية

الطالب المهندس: عيسى ناصر ناصر - ماجستير طرائق استكشاف النفط والغاز

إشراف: أ.م.د. عبد الناصر هلال

المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى الاستفادة من المعطيات الجاذبية ومعطيات البئر الوحيد المحفور في منطقة جنوب التيم، لإعادة تفسير البنية التركيبية لهذه المنطقة بهدف تحديد المصائد الهيدروكربونية ذات الاحتمال الأكبر لاحتواء تراكمات من المواد الهيدروكربونية. حُوّلت بيانات المسح الجاذبي لمنطقة الدراسة المتوفرة على شكل خرائط ورقية إلى بيانات رقمية تسهل معالجتها ببرامج حاسوبية وعرضها على شكل خرائط.

فُصّل الشذوذ الجاذبي الناتج عن كل من القاعدة البلورية وعن الغطاء الرسوبي، وأُجريت عمليات استمرار تحليلي للحقل الجاذبي باتجاه الأسفل وعلى أعماق اختيرت على أساس العمود الستراتغرافي الحقيقي المخترق بالبئر (AS-1)، ثم عُرضت نتيجة المعالجة الرقمية على شكل خرائط ثنائية الأبعاد ومجسّمة وفُسّرت فيزيائياً وجيولوجياً حيث تم التوصل من خلال تفسير خرائط الشذوذ مجتمعة وبمقارنتها مع المعطيات الجيولوجية المتوفرة إلى تمييز عدة تراكيب يمكن أن تشكل مصائد هيدروكربونية مأمولة من الناحية النفطية والغازية نظراً لقرب منطقة الدراسة من حقول منتجة للنفط حالياً.

بمقارنة خرائط الاستمرار التحليلي على الأعماق المختارة، وُضِع تصور للتاريخ الجيولوجي والتكتوني للمنطقة من خلال تحديد الأحداث التكتونية والجيولوجية التي تعرضت لها وتاريخ حدوثها. وفي النهاية اقترح إجراء إعادة تفسير شاملة للمعطيات الاهتزازية المسجلة في المنطقة وربطها مع نتائج معالجة المعطيات الجاذبية المنجزة في هذا البحث بهدف تدقيق موقع البئر الاستكشافي المُقترح حفره في قمة أقرب تركيب للبئر (AS-1).

الكلمات المفتاحية: المسح الجاذبي - بيانات رقمية - خرائط الشذوذ ثنائية الأبعاد - الاستمرار التحليلي - المأمولية الهيدروكربونية.

Using Gravitational Data to Interpretate the Geological Structure in South-Thayyem Area

Abstract

The main objective of this study is to benefit from the gravitational data and the data resulted from drilling the sole well drilled in south Al-Thayyem- area to reinterpretate the structure of this area in order to specify hydrocarbon reservoirs that have the most potential of containing accumulations of hydrocarbons.

Hardcopy of the gravity map available in this area was collected and converted into digital data that can be processed by computer software and then presented as maps.

Gravity anomaly caused by the basement was separated from that caused by the sediment section, and a downward continuation analysis of the gravitational field was performed at specific depths chosen from the real stratigraphic section penetrated by AS-1 well.

Outcome of the digital processing was presented as 2D and 3D maps and interpreted physically and geologically. From the interpretation of all the anomaly maps and the comparison between these maps and the available geological data, several structures were distinguished that can form prospective hydrocarbon traps due to the vicinity of the studied area to currently-producing oil wells.

After making a comparison between the continuation analysis maps at the chosen depths, an imagination about the geological and tectonical history of the area was put by determining the tectonical and geological actions and the time at which these actions took place. At the end, a comprehensive re-interpretation of the seismic data was proposed and correlating it with the result of processing the gravity data achieved in this research in order to verify location of the exploration well proposed to be drilled on the top of the structure closest to well AS-1.

Keywords: Gravity survey- digital data- 2D anomaly maps- continuation analysis- hydrocarbon potentiality.

مقدمة:

لطالما اعتُبرت المنطقة الشرقية من سوريا خزان نفطها الرئيسي منذ أن أُكتشف النفط في تركيب كراتشوك في محافظة الحسكة عام 1956^[7]. وعلى الرغم من الاكتشافات النفطية والغازية الكبيرة في المنطقة الوسطى إلا أن هذه المنطقة لا تزال تُمثل أهميةً كبيرةً من حيث كمية الإنتاج من الحقول قيد الاستثمار حالياً وحجم الخطط المستقبلية لتطويرها وإدخال مناطق جيدة فيها بالاستثمار. لذا وقع اختيارنا على منطقة جنوب التيم كمُنطقة للدراسة نظراً لمحدودية الدراسات الاستكشافية فيها ولقربها من بعض الحقول المنتجة للنفط كحقلي التيم والشولا.

أهمية البحث:

يُسلط هذا البحث مزيداً من الضوء على المنطقة المدروسة كجزء من الرقعة رقم 12 لإعادة دراسة مأموليتها الهيدروكربونية نظراً لقربها من حقلي التيم والشولا المنتجين للنفط. وعلى الرغم من أن الدراسات المنفذة في المنطقة أشارت لوجود عدة مصائد بترولية محتملة، فإن البئر الاستكشافي الوحيد المحفور ضمنها أعطى نتائج سلبية تمثلت في عدم اختراق الطبقة الهدف وغيابها الكامل في المقطع الجيولوجي المُخترق بالحفر نتيجة انحراف البئر عن مساره الشاقولي المخطط نتيجةً لعبوره مرآة فالقية، الأمر الذي مثّل "من وجهة نظرنا خطأً في اختيار موقع هذا البئر. ونظراً إلى أن إجراء دراسات ومسوحات جيوفيزيائية حديثة كالمسح الاهتزازي ثلاثي الأبعاد في المنطقة ينطوي على كلفة عالية، فإنه من الضروري وجود بئر منتجة واحدة على الأقل في المنطقة تُغطي كلفة هذا المسح لذا قمنا باستخدام معطيات المسح الجاذبي في المنطقة لتحديد الهدف الجيولوجي المذكور كون كامل مساحة سوريا قد مُسحت مسبقاً بمسح جاذبي من قبل الهيئة العامة للبترول بالتعاون مع شركة (Techno Export) السوفيتية وشركة البترول الفرنسية في الفترة الممتدة بين عامي (1947-1962) وعامي (1962-1980).



الشكل (1): الرقعة-12 (بلون أحمر) ومنطقة الدراسة (المربع الأزرق).

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى إعادة الكشف عن البنية التركيبية في المنطقة عن طريق التكامل بين المعلومات الناتجة من حفر البئر (AS-1) ونتائج المسح الجاذبي في منطقة الدراسة، وبالنتيجة إعادة رسم الخرائط التركيبية لبعض طبقات العمود الجيولوجي المخترق بالبئر المذكور بهدف إعادة تحديد التراكيب الجيولوجية والنظام الفالقي في المنطقة كهدف أساس، وتحديد أسباب عدم اختراق البئر (AS-1) لطبقة الرطبة المأمولة من الناحية النفطية كهدف ثانوي. بنتيجة الدراسة اقترح موقع لبئر جديد مجاور للبئر (AS-1) يهدف إلى اختراق طبقة الرطبة المنتجة للنفط في حقلي التيم والشولا المجاورين وإمكانية اقتراح حفر مسار جانبي

(Sidetrack) في البئر (AS-1) لتصحيح الانحراف الكبير في البئر إضافة إلى توجيه عمليات الاستكشاف الجيوفيزيائي اللاحقة باقتراح مسارات مسح اهتزازي ثنائي وثلاثي الأبعاد تغطي البنات التركيبية الهامة من الناحية النفطية.

مواد وطرائق البحث:

بعد اختيار منطقة الدراسة، جُمعت المعلومات الجيولوجية والجيوفيزيائية المتوفرة في المنطقة وأُجريت عمليات تحليل ومعالجة رياضية لهذه البيانات ثم فُسرت جيولوجياً وأُنشئت خرائط تركيبية على أعماق مختارة من العمود الليتولوجي المخترق في البئر (AS-1).

المعلومات المتوفرة والتي تم الحصول عليها عن المنطقة هي:

- المعلومات الجيولوجية المستقاة من الدراسات الجيولوجية السابقة في المنطقة.
- التقرير الجيولوجي النهائي وتقرير الحفر النهائي للبئر (AS-1).
- خريطة شواذ بوغيه الجاذبية بمقياس $(\frac{1}{500,000})$.

استُخدم برنامج (Excel) لمعالجة المعطيات الجاذبية باستخدام علاقات رياضية خاصة، واستُعين ببرنامج (Surfer) لرسم الخرائط بعد عملية المعالجة.

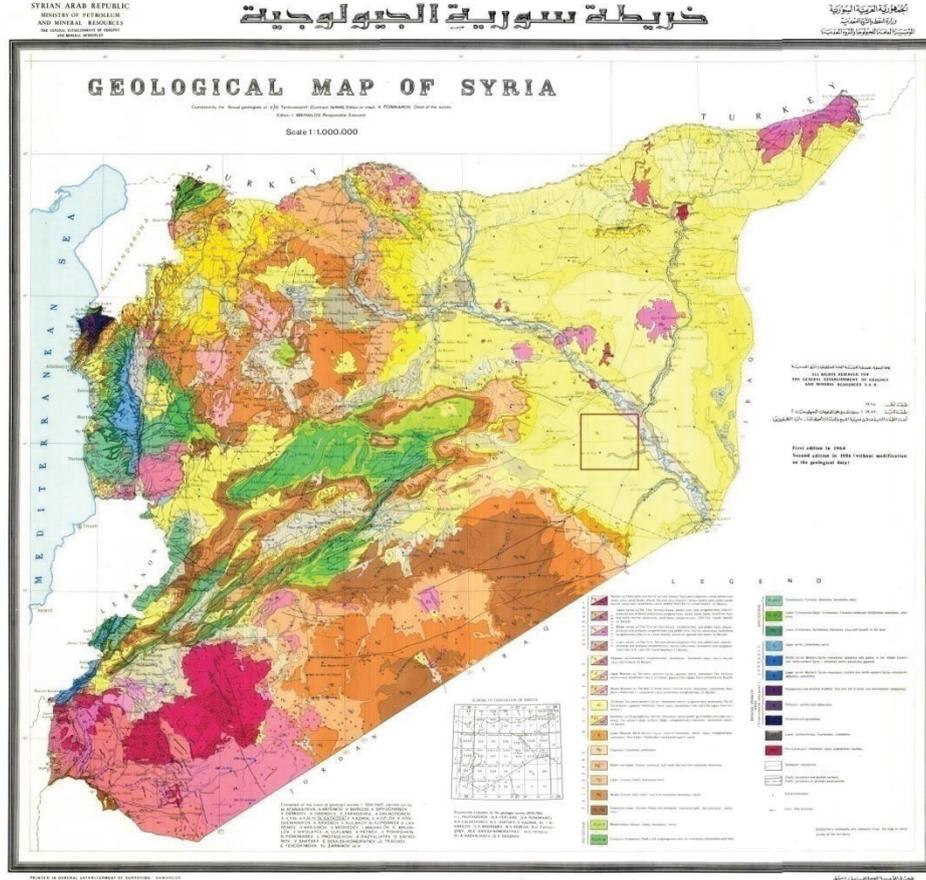
أولاً: منطقة الدراسة.

تقع منطقة الدراسة بين خطي العرض (320,000, 360,000 m) وخطي الطول (540,000, 580,000 m) وتغطي مربعاً طول ضلعه (40 Km) ومساحته (1,600 Km²). الشكل (2).

معلومات عامة:^[5]

تُعتبر مدينة دير الزور المدينة الأقرب لمنطقة الدراسة حيث تقع على مسافة حوالي (19 Km) منها حيث تحدها من الأسفل البادية السورية. يمر طريق دير الزور- تدمر إلى الشمال والغرب من منطقة الدراسة ويُعتبر حقل التيم النفطي أقرب منشأة مدنية إلى المنطقة ويقع على مسافة حوالي (3.5 Km) منها.

يتراوح الارتفاع الطبوغرافي للمنطقة بين (180-300 m) فوق سطح البحر، وتمتاز بطبيعة سهلية خاضعة لتجوية شديدة.



الشكل (2): الخريطة الجيولوجية لسوريا بمقياس $\frac{1}{1,000,000}$

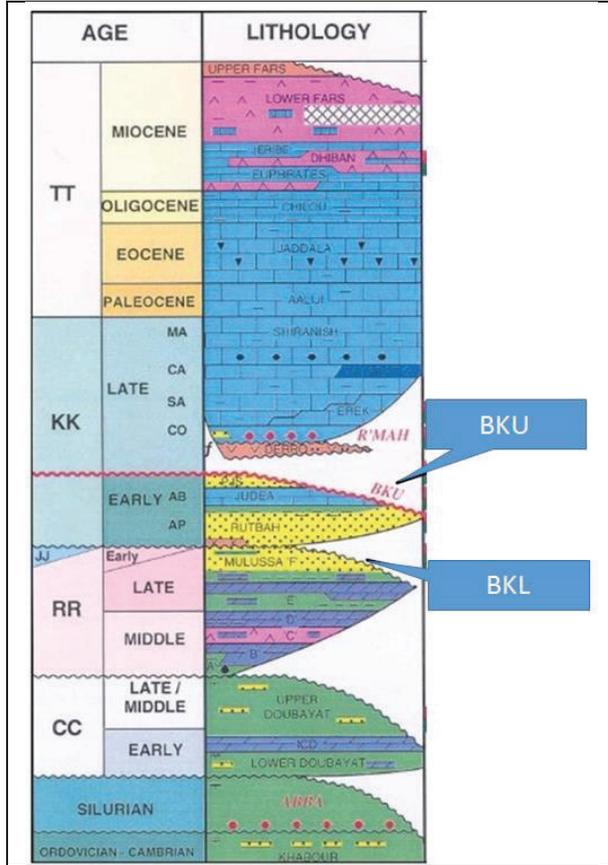
تتألف الرسوبات المسجلة من الباليوزوي إلى عصرنا الحالي من تتابعات ترسيبية مختلفة يفصل فيما بينها سطوح حتية أو فجوات عدم ترسيب.

1. البريكمبري والباليوزوي:

تشير الدراسات على الركيزة (basement) في الجزء الشمالي من السطوح العربية على أنها تعرضت للحت بشكل عميق.

- البريكمبري: يتكون من مستويين، الأسفل غرانيتي مبلور يُمثل الركيزة البلورية والأعلى حطامي رسوبي ويُشكل البريكمبري الحطامي.

- **الباليوزوي:** تقسم رسوبات الباليوزوي إلى أربع تتابعات استراتيغرافية أساسية على الأقل، وهي على التوالي: كمبري- أوردوفيشي، سيلوري، ديفونى، برمي- كربوني.
2. **الميزوزوي:**



الشكل (3): العمود الليتوستراتيغرافي لمنخفض الفرات [2].

تُعتبر رسوبات الميزوزوي هي الأهم في منخفض الفرات، كونها تحتوي معظم التشكيلات المنتجة في هذا المنخفض. وقد لوحظت ثخانة كبيرة لرسوبات الترياسي في المنخفض تتمثل بمجموعة المولوسا، ومن ثم انقطاع في الترسيب تمثّل بالسطح الحثي (BKL) (Base of Lower Cretaceous Unconformity) والذي يُعتبر الحد الفاصل بين رسوبات الترياسي والكريتاسي، حيث لوحظ غياب شبه كامل لرسوبات الجوراسي نتيجة لوجود ثغرة ستراتيغرافية. تبع ذلك توضع رسوبات الكريتاسي، والتي قُطعت لاحقاً بالسطح الحثي (BKU) (Base Upper Cretaceous Unconformity).

3. **الثلاثي:**

استمر الحجر الكلسي الطيني ذو بيئة

ترسيب بحر مفتوح باتجاه الأعلى من غير تغيرات ليتولوجية واضحة وذلك في تشكيلات العليجة والجدالة والشيلو (بالوسين- أوليغوسين). وتغيب تشكيلة العليجة في القسم العلوي من مرتفعي الرطبة والخليصية.

يتمثل الثلاثي المتأخر بسلسلة من الانحسارات وذلك في تشكيلات الفرات ودهيبان والجربية، غطيت بأندهريت وحجر غضاري ذو ثخانة عالية وذلك فيما يسمى تشكيلة الفارس.

تكتونية منخفض الفرات: [6]

تُمثل هذه المنطقة القسم الجنوبي من حوض الفرات الذي تم اكتشاف 45 حقلاً نفطياً وغازياً فيه تُنتج نفطاً خفيفاً من عدة طبقات. التشكيلات الخازنة الرئيسية في هذه المنطقة هي الرطبة والملوسا والفرات.

بدأ غور الفرات بالتشكل في الكريتاسي العلوي (كونياسيان - سانتونيان) واستمر بالتطور حتى نهاية النيوجين. يتميز غور الفرات بفوالق (bounding) برميات مختلفة وتأخذ بشكل تقريبي منحاً متوازياً باتجاه جنوب شرق - شمال غرب. مساحة هذه الوحدة التكتونية حوالي (120X180 Km) مقسمة إلى عدة كتل عليا وسفلى ذات اتجاه واحد. قاد هذا النشاط التكتوني إلى ظروف مواتية لتشكل الصخور المولدة للنفط والخازنة والمغطية وتشكل مصائد حاوية على النفط والغاز اعتباراً من تشكيلة الشيرانيش المولدة للنفط. التشكيلات الخازنة الرئيسية من الأسفل للأعلى هي الملوسا-F، الرطبة، جوديا، إرك، طيارات والدهيان - الفرات والتي تعود إلى الترياسي العلوي، الكريتاسي السفلي والعلوي، والميوسين على الترتيب. في حين كان النشاط التكتوني أقل فعالية في الثلاثي حيث دُفنت الفوالق القديمة تحت مقطع من الرسوبيات والتي ميّزت مرحلة هدوء إقليمي أدى إلى ترسيب مستمر في الباليوسين والنيوجين. إلا أن عودة النشاط التكتوني في البليوسين والبلستوسين أدى إلى تشكل مصائد النفط والغاز المعروفة ضمن تشكيلات دهيان - الفرات.

ثانياً: معاملة المعطيات الجاذبية في المنطقة:

مقدمة: [1]

تعتمد طريقة المسح الجاذبي على تباين الكثافة بين الصخور والتشكيلات الجيولوجية، والتي تؤدي إلى تمايزات كتلية محدثة تغيرات في قيم حقل الجاذبية الأرضية المقاسة، وقد يعود جزء من هذه التمايزات الكتلية إلى العامل البنيوي كالطي مثلاً الذي يدفع باتجاه السطح صخوراً من الأعماق ذات كثافة أكبر ويضعها في نفس المستوى مع التشكيلات الجيولوجية الحديثة التي تملأ الطيات المقعرة. تُقاس تغيرات حقل الجاذبية الأرضية النسبية بأجهزة قياس سهلة الحمل وبسيطة الاستخدام، مثل مقياس ووردن للجاذبية الأرضية.

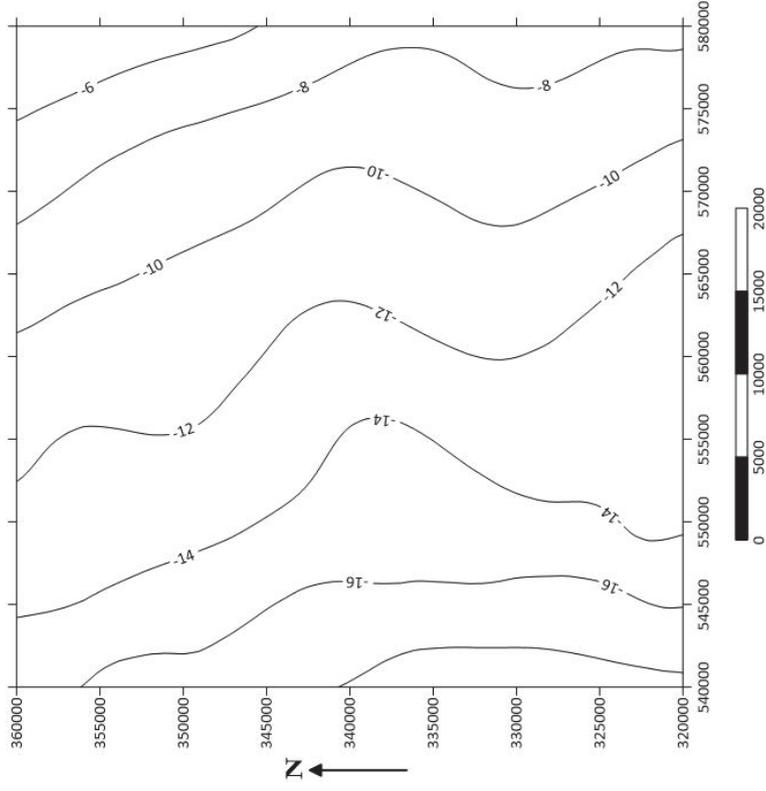
يُطلق على ما تبقى من القيم المقاسة بعد عمليات التصحيح الواجب إدخالها على القيم المقيسة شدوذ الحقل الجاذبي وفق تصحيحة بوجيه، والتي تضم كل من تأثير صخور القاعدة البلورية وبنائها وسطحها الطبوغرافي، وكذلك تأثير صخور وبنى الغطاء الرسوبي. استُخدمت البرامج سالفة الذكر في هذه الدراسة بهدف دراسة صخور القاعدة البلورية وتحديد تراكيب جيولوجية لتركيز أعمال البحث والتنقيب عليها وذلك بعد إجراء العديد من عمليات المعالجة والفصل لشدوذ بوجيه، مثل فصل الشدوذ المحلي الناتج عن تراكم صخور وبنى الغطاء الرسوبي عن الشدوذ العام الممثل لتأثيرات القاعدة البلورية، كما استُكملت عمليات المعالجة بفصل تأثير البنى الواقعة على أعماق مختلفة، والتي يمكن أن تُشكل مصائد محتملة للنفط والغاز من خلال استخدام عمليات الاستمرار التحليلي.

خطوات المعاملة الرقمية للمعطيات الجاذبية:

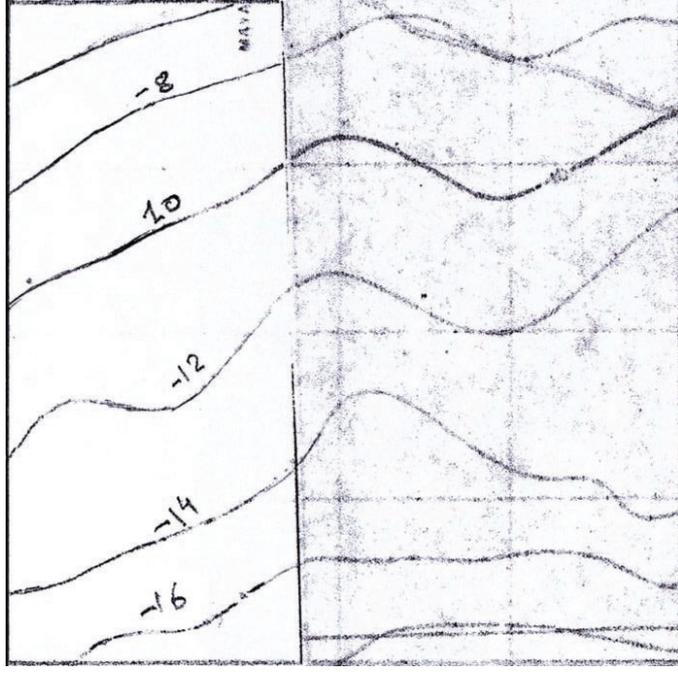
نظراً لعدم توفر نتائج المسح الجاذبي لكامل سوريا بشكل رقمي وإنما فقط بشكلٍ ورقي على شكل خرائط مطبوعة بمقاييس مختلفة، كان من الضروري تحويل البيانات الممثلة ورقياً إلى الشكل الرقمي تمهيداً لمعاملتها.

مُسحت خريطة شدوذ بوجية ضوئياً واقتطعت المساحة التي تُغطي منطقة الدراسة (الشكل (6)) ثم حوّلت حاسوبياً إلى خريطة جاذبية رقمية. الشكلين (4 و5).

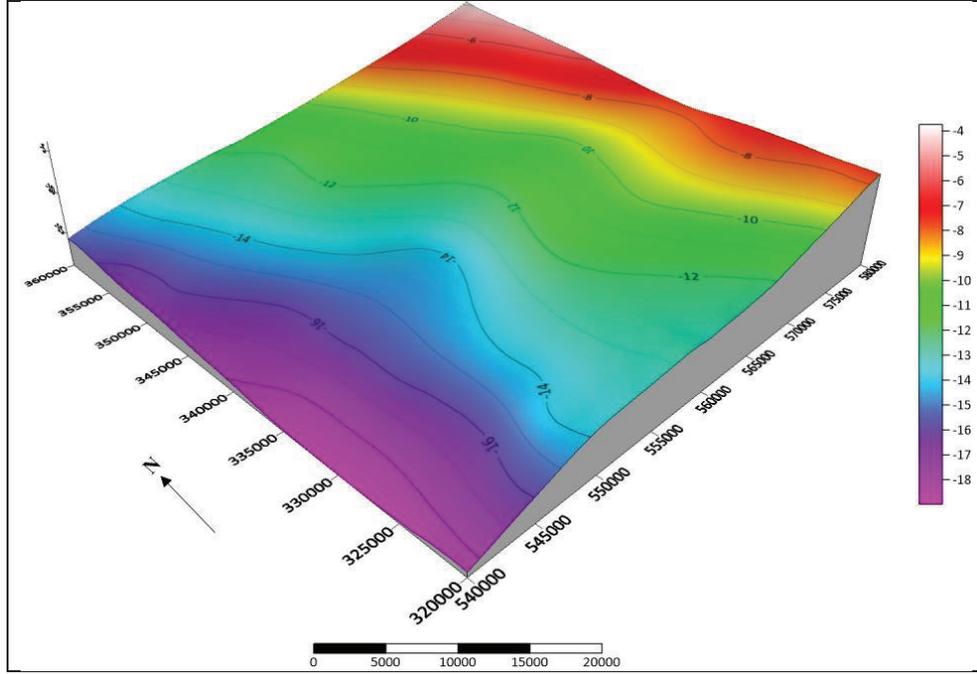
استخدام معطيات المسح الجاذبي في تفسير البنية التركيبية في منطقة جنوب التيم



الشكل (5): الخريطة بشكائها الرقمي (بعد إجراء عملية الترقيم) (mGal).



الشكل (4): خريطة شدوذ بوغيه الأصلية (نسخة ورقية) $\left(\frac{1}{500,000}\right)$ (mGal).



الشكل (6): خريطة مجسمة لشذوذ بوجية في المنطقة.

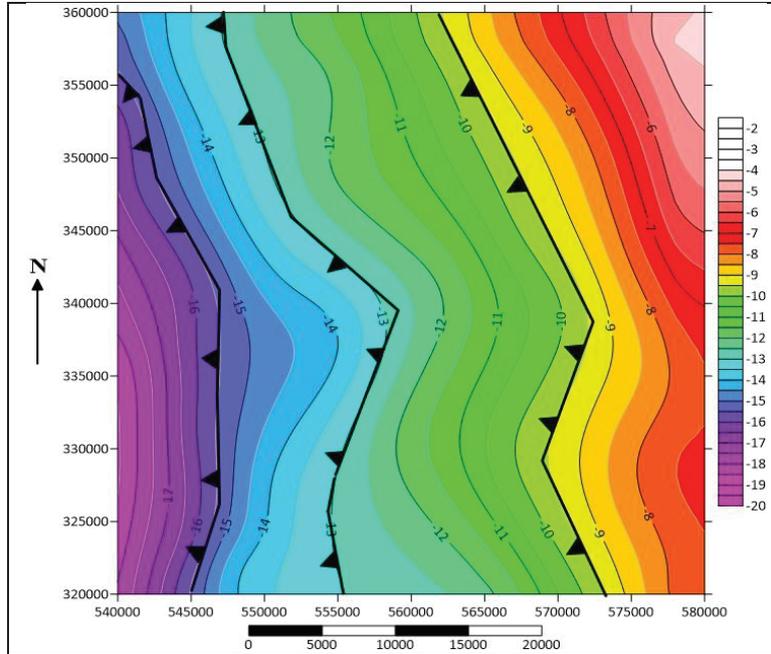
أولاً: فصل الشذوذ الجاذبي المحلي عن الشذوذ العام:

تهدف عمليات الفصل هذه إلى فصل الشذوذ الجاذبي المتراكم والذي يُمثل تراكم التأثيرات الجاذبية للعديد من شذوذ الكتلة داخل الأرض. تُوجد عدة طرائق لفصل الشذوذ الجاذبي منها:

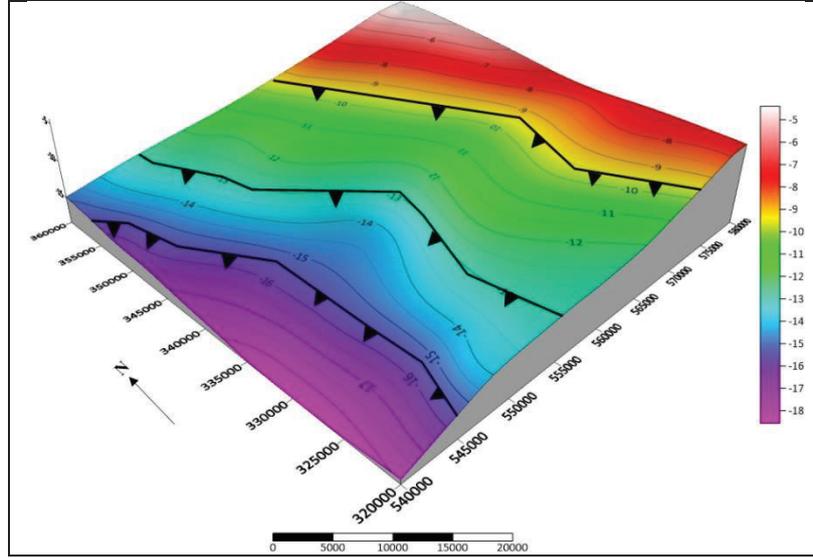
1. الفصل المباشر (الطريقة البيانية).
2. الطرائق التحليلية ومنها:
 - أ) الطرائق الحسابية البسيطة.
 - ب) فصل الشذوذ باستخدام برامج متطورة وبطرق حسابية معقدة منها:
 - حساب المشتقات العمودية من الدرجة العليا لحقل الجاذبية.
 - مناظرة شذوذ الجاذبية بسطح هندسي باستخدام كثيرات حدود من الدرجة العليا.
 - الترشيح التواتري.
 - الاستمرار التحليلي لحقل الجاذبية حتى مستويات أفقية ومتعددة الأعماق.

1- الشذوذ العام:

يُمثل الشذوذ العام الشذوذ الناتج عن القاعدة البلورية سواءً بالنسبة لتركيبها البتروغرافي أو لسطحها الطبوغرافي. إن قيم الشذوذ الصغرى والعظمى يمكن أن تعكس البنية البتروغرافية للصخر المشكل للركيزة، كما تعكس بنسبة أخرى تموجات سطحها الطبوغرافي. يتم الحصول على خريطة الشذوذ العام من خلال طرح قيمة الشذوذ المحلي المحسوب في نقطة ما من قيمة شذوذ بؤغيه في النقطة عينها. وهذا ما أنجز في الشكلين (7 و 8).



الشكل (7): خريطة الشذوذ العام في المنطقة.



الشكل (8): خريطة مجسمة للشذوذ العام في المنطقة.

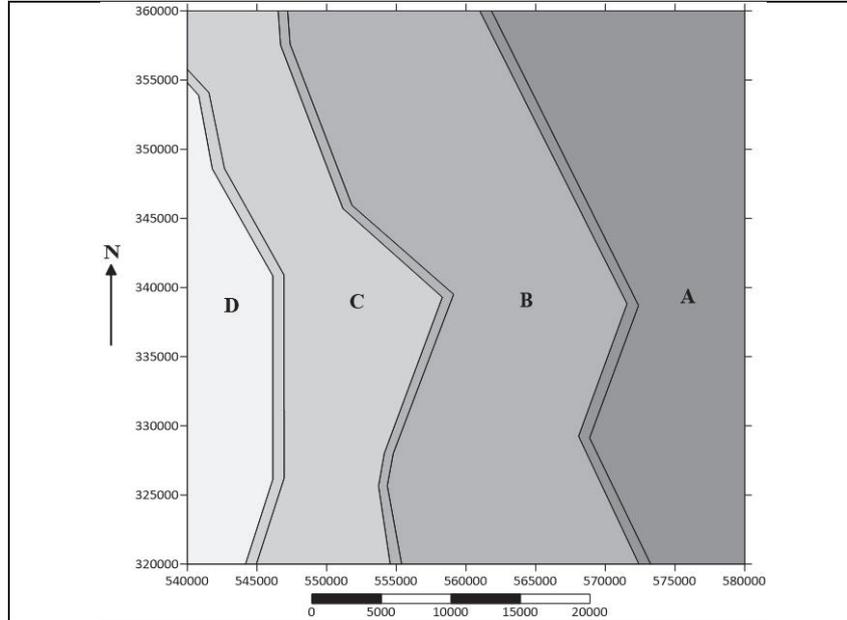
تفسير خريطة الشذوذ العام:

الوصف الفيزيائي:

تعكس خريطة الشذوذ العام للحقل الثقلي تأثير التمايز الكتلي الناتج عن بُنى وتراكيب القاعدة البلورية، حيث تُشير الخريطة (الشكلين 7 و 8)) إلى خطوط انسيابية متوازية تقريباً ذات اتجاه يتراوح بين الشمال والجنوب تارةً و(الشمال الغربي - الجنوب الشرقي) تارةً أخرى بقيم شذوذ تتراوح بين (-6 mgal) في الزاوية الشمالية الشرقية و(-18mgal) في جنوب غرب المنطقة. معظم الخطوط متوازية تقريباً ينحني بعضها في القسم الأوسط من الخريطة وبقيم شذوذ بين (-12, -14mgal). لا توجد إغلاقات في هذه الخريطة كما تتقارب الخطوط في القسمين الشمالي الشرقي والجنوبي الغربي من الخريطة. تبدو الخريطة وكأنها مقسومة إلى أربع مناطق متدرجة الارتفاع (على شكل مصاطب) من الشرق إلى الغرب كما يُلاحظ ارتفاع نسبي لقيم الشذوذ في الشمال الشرقي (-6, -8 mgal) وتتناقص لتبلغ أصغر قيمة في الجنوب الغربي بقيمة شذوذ حوالي (-18 mgal).

الوصف الجيولوجي:

تعكس خريطة الشذوذ العام طبوغرافية القاعدة البلورية حيث تبدو المنطقة وكأنها مقسمة إلى بلوكات متدرجة (على شكل درج) من الشرق إلى الغرب (الشكل (9)). تدل قيم شذوذ الجاذبية العالية فوق البلوك (A) إلى أنه يُمثل نهوضاً في القاعدة البلورية في هذا الجزء، أما تقارب خطوط الشذوذ باتجاه الجنوب الغربي فيشير إلى ميل الركيزة وفق هذا الاتجاه. هبوط القسم الجنوبي الشرقي من هذا البلوك نتيجة تعرضه لثلاثة فوالق، اثنان باتجاه جنوب شرق- شمال غرب والثالث متعامد معهما باتجاه جنوب غرب- شمال شرق مشكلاً البلوك (B).



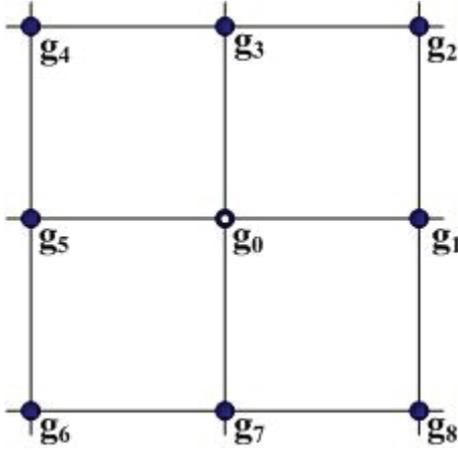
الشكل (9): رسم تخطيطي (Schematic Map) للشذوذ العام في المنطقة.

يدل تباعد خطوط الشذوذ فوق هذا البلوك إلى وجود ميل طفيف باتجاه الغرب في القسم الشمالي وباتجاه جنوب-غرب في القسم الجنوبي منه. يُلاحظ من ازدياد تعرج خطوط الشذوذ إلى تعرض البلوك (B) إلى سلسلة من الفوالق تأخذ منحاً عاماً جنوب شرق- شمال غرب وجنوب غرب- شمال شرق مشكلاً البلوك (C). يكون الانحدار وفق البلوك (C) حاداً في قسمه الشمالي الغربي وهادئاً في قسمه الأوسط. يتدرج الانحدار في

أقصى جنوب هذا البلوك من طفيف في قسمه الشرقي إلى شديد في قسمه الغربي. عرض البلوك (C) يعادل تقريباً نصف عرض البلوك (B). تعرّض البلوك (C) إلى سلسلة من الفوالق المسايرة تقريباً للاتجاه الرئيسي والثانوي للفوالق في المنطقة يؤدي إلى هبوط قسمه الغربي مشكلاً البلوك (D). يكون الانحدار وفق البلوك (D) كبيراً وباتجاه شمال شرق - جنوب غرب.

2- الشذوذ المحلي:

يُمثل الشذوذ المحلي الشذوذ الناتج عن الغطاء الرسوبي فقط أي بإلغاء تأثير الشذوذ الناتج عن صخور القاعدة البلورية.



يتم حساب هذا الشذوذ في حال عُلمت قيم شذوذ بوغيه في عُقد شبكة مربعة (الشكل (10)) بالعلاقة:

$$\Delta g = g_0 - \frac{\sum_{i=1}^8 g_i}{8}$$

نتيجة الحساب ممثلة في الشكلين (13 و 14).

الشكل (10): طريقة الشبكة المربعة لحساب قيم

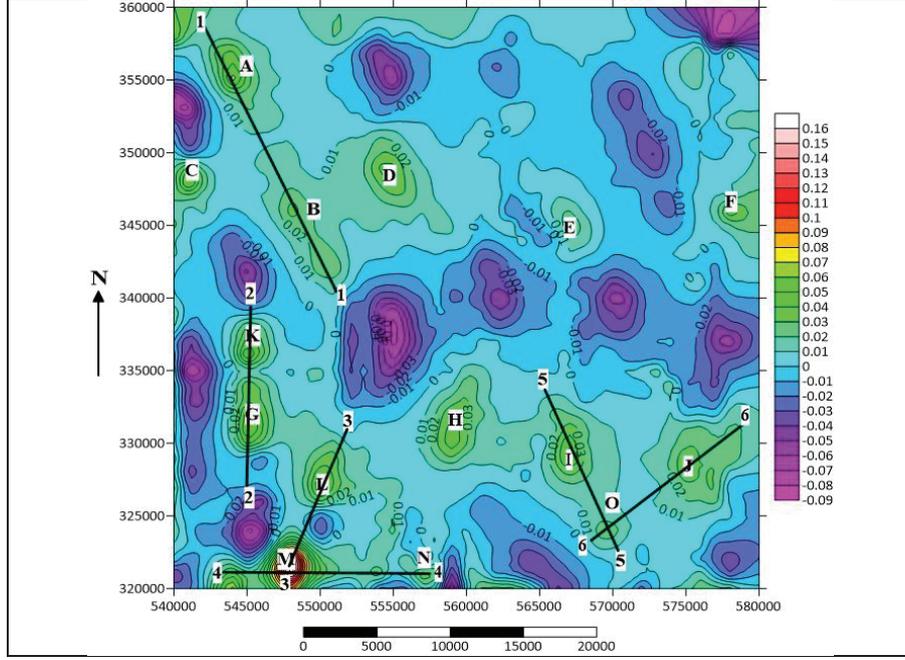
الشذوذ المحلي.

✓ الوصف الفيزيائي للشذوذ المحلي:

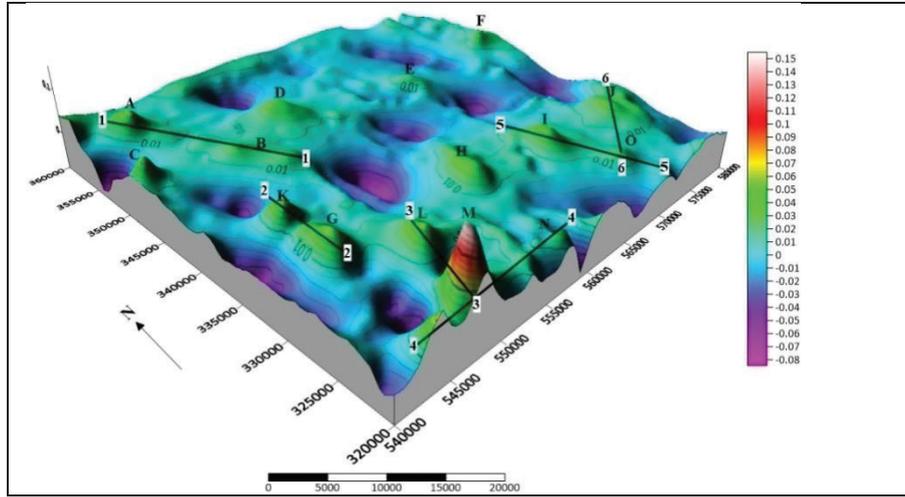
تُمثل الخريطة (الشكلين (11 و 12)) مجموعة من المحاور السالبة والموجبة ترتصف وفقها مجموعة من الإغلاقات ذات أشكال مختلفة. تأخذ هذه المحاور بشكل عام اتجاه رئيسي شمال - جنوب مع وجود محور ثانوي وحيد باتجاه شرق - غرب في أقصى جنوب المنطقة. تتراوح قيم الشذوذ المحلي في الإغلاقات السالبة بين (-0.01, -0.07mgal) وبين (0.01, 0.07mgal) للإغلاقات الموجبة. يوجد إغلاق مميز في الزاوية الجنوبية

استخدام معطيات المسح الجاذبي في تفسير البنية التركيبية في منطقة جنوب التيم

الغربية يملك شكلاً دائرياً إلى حدٍ ما تتراوح قيمته بين (0.08, 0.15mgal). سنتحدث عن المحاور الموجبة فقط لأهميتها من الناحية النفطية.



الشكل (11): خريطة الشذوذ المحلي في المنطقة.



الشكل (12): خريطة مجسمة للشذوذ المحلي في المنطقة.

المحور (1-1): اتجاهه شمال غرب- جنوب شرق يرتصف وفقه إغلاقان الأول بيضاوي (A) متطاول باتجاه المحور، تبلغ قيمته العظمى (0.06mgal). والثاني يقع إلى الجنوب الشرقي منه الإغلاق (B) وهو عبارة عن إغلاقين مغزليين باتجاه المحور. تبلغ القيمة العظمى للأول حوالي (0.03mgal) والثاني (0.025mgal).

المحور (2-2): باتجاه شمال- جنوب يرتصف وفقه إغلاقان، الشمالي (K) مخروطي الشكل بشذوذ قدره (0.05mgal) والجنوبي (G) متطاول وفق اتجاه المحور نفسه ويُعطي نفس مقدار الشذوذ.

المحور (3-3): في الزاوية الجنوبية الغربية من الخريطة يأخذ اتجاه شمال شرق- جنوب غرب يضم إغلاقين. العلوي (L) قيمته (0.05mgal) والسفلي (M) بقيمة شذوذ عالية جداً تصل حتى (0.15mgal).

المحور (4-4): باتجاه شرق- غرب يضم الإغلاق (M) ذو قيمة الشذوذ المميزة والإغلاق الصغير (N) ذو القيمة (0.03mgal).

المحور (5-5): في الزاوية الجنوبية الشرقية من الخريطة ويأخذ الاتجاه شمال غرب- جنوب شرق ويضم الإغلاق المغزلي (I) ذو القيمة (0.04mgal) والإغلاق الدائري الصغير (O) ذو القيمة (0.02mgal) وهو إغلاق مشترك بين المحورين (5-5) و(6-6).

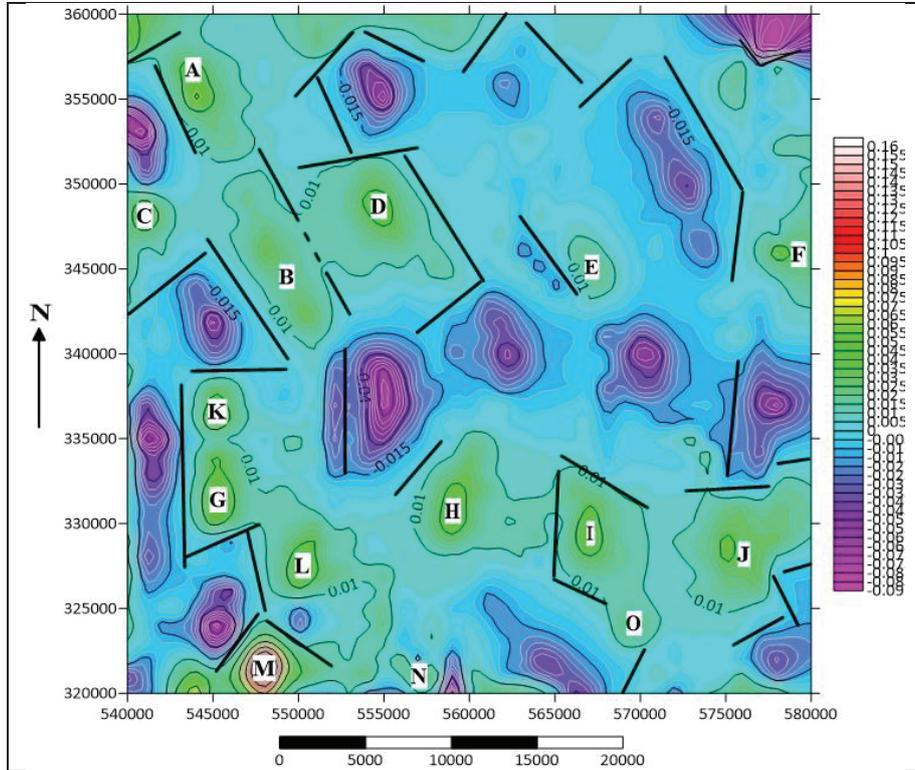
المحور (6-6): في أقصى الزاوية الجنوبية الشرقية اتجاهه شمال شرق- جنوب غرب يضم إغلاق علوي واسع (J) مؤلف من توأمين من الإغلاقات، صغير وكبير قيمتهما (0.03mgal). السطح التضاريسي لهذا الإغلاق أكثر تعرجاً من باقي الإغلاقات. يتقاطع هذا المحور مع المحور (5-5) بالإغلاق الدائري (O).

تضم المنطقة أيضاً إغلاقات موجبة متفرقة أهمها الإغلاقات (C, D E, F, H) تتراوح قيم الشذوذ الذي تولده بين (0.02, 0.05mgal).

✓ الوصف الجيولوجي للشذوذ المحلي:

من الناحية الجيولوجية، تعكس هذه الخريطة التمايز الكتلي الموجود ضمن الغطاء الرسوبي والذي يرجع إلى التركيب البتروغرافي للصخور والبنى الجيولوجية على أعماق

مختلفة ضمن هذا الغطاء (اندفاع قاعدي، فوالق، طيات، .. إلخ). تدل الإغلاقات المُشار إليها في الوصف الفيزيائي لهذه الخريطة على تناوب مناطق الارتفاع والانخفاض البنيوي أي تراكيب محدبة للإغلاقات الموجبة وتراكيب مقعرة للإغلاقات السالبة. بتكثيف خطوط الكونتور (الشكل (13)) يُمكننا ملاحظة تقارب هذه الخطوط بين المناطق الفاصلة بين المحاور الموجبة والسالبة مما يدل على وجود مجموعة من الفوالق الرئيسية ذات اتجاه عام جنوب شرق - شمال غرب وفوالق ثانوية باتجاه جنوب غرب - شمال شرق.

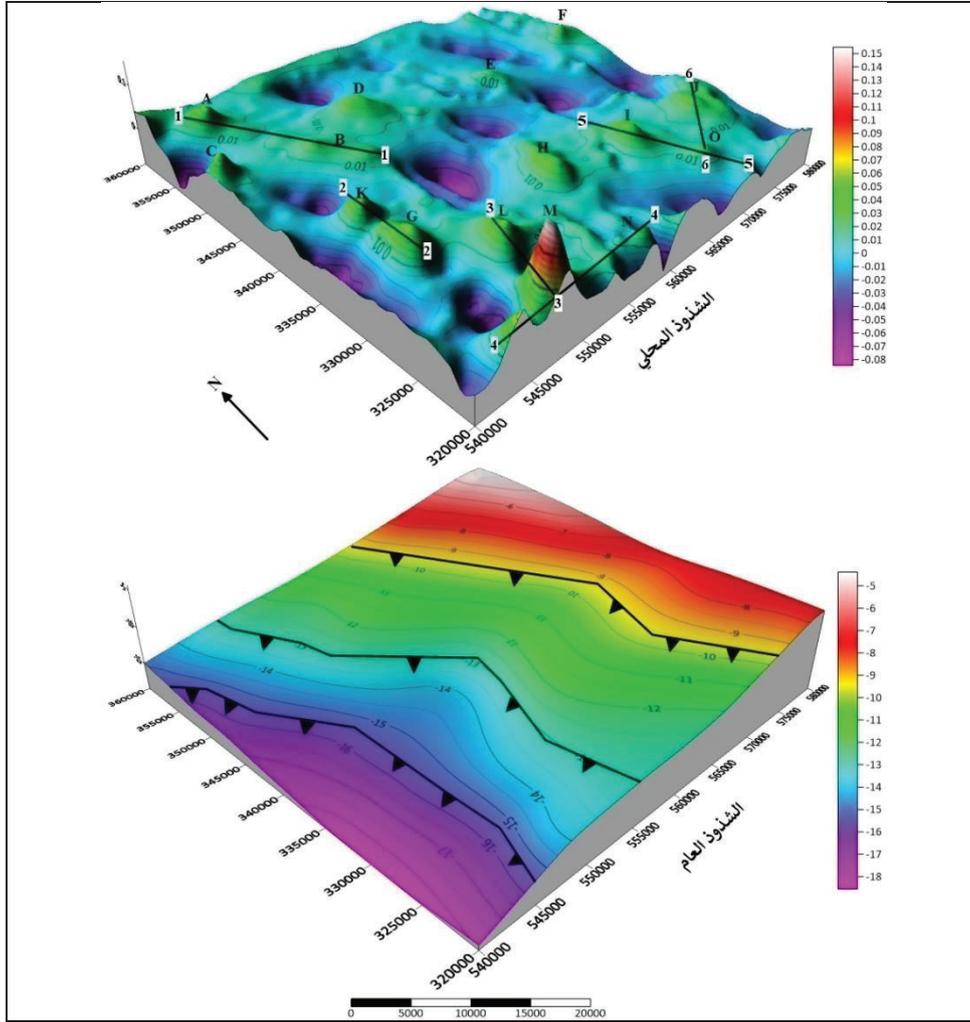


الشكل (13): النظام الفالقي للغطاء الرسوبي في منطقة الدراسة.

بمقارنة خريطة الشذوذ المحلي مع الشذوذ العام (الشكل (14))، نلاحظ أن ثخانة الغطاء الرسوبي في القسم الغربي من المنطقة هي أكبر منها في قسمها الشرقي الأمر الذي يمكن أن يعكس هدوء تكتوني بعد انفتاح الحوض في الباليوجين وتوضع سماكة

معتبرة من الرسوبيات، كما تُلاحظ توافق في اتجاه الحركات التكتونية التي ضربت كل من الركيزة البلورية والغطاء الرسوبي مسببةً فوالق أخذت اتجاه شمال غرب- جنوب شرق واتجاه شمال شرق- جنوب غرب، كما سببت تشكل مجموعة من التراكيب المحدبة والمقعرة.

إن تحديد الحركات التكتونية التي تعرض لها الغطاء الرسوبي وتاريخ حدوثها يتطلب إجراء عمليات الاستمرار التحليلي للحقل الجاذبي باتجاه الأسفل وعلى أعمال مختلفة كما يأتي:



الشكل (14): مقارنة بين الوضع التكتوني للركيزة البلورية والغطاء الرسوبي في المنطقة.

3- الاستمرار التحليلي نحو الأسفل:

يُعبّر الاستمرار التحليلي عن فرضية إنزال جهاز قياس الحقل الجاذبي إلى العمق المراد حساب الحقل الجاذبي عنده، حيث تتم بهذه العملية إزالة التأثير الجاذبي للعمود الستراتغرافي الواقع فوق هذا العمق.

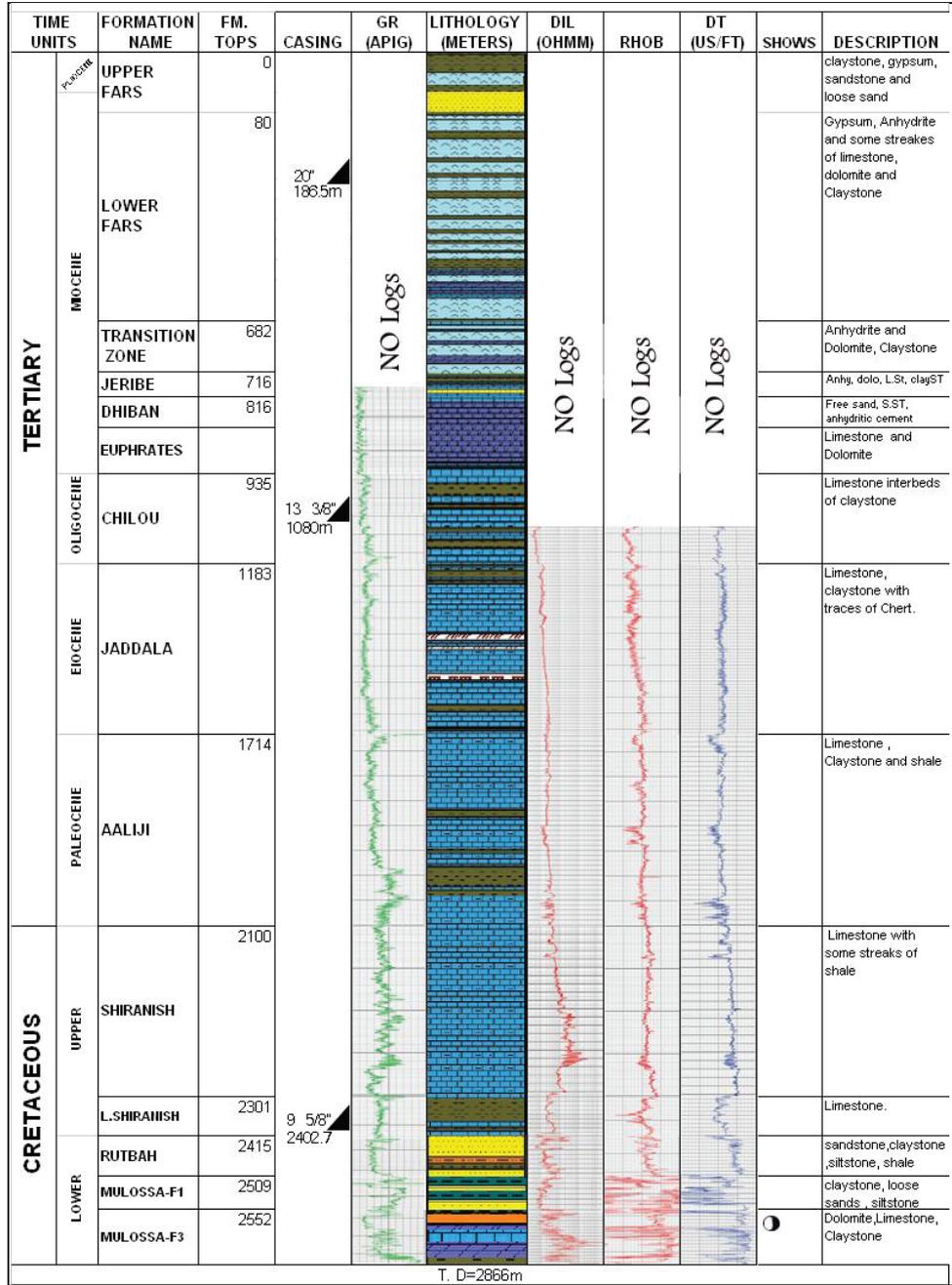
بالاستفادة من المعلومات الجيولوجية المستقاة من نتائج حفر البئر (AS-1) وعلى وجه الخصوص العمود الستراتغرافي الحقيقي الذي اجتازه البئر حتى العمق (2866 m). الشكل (15)، تم اختيار عدة أعماق استناداً إلى الحدود الفاصلة بين الطبقات المحفورة لحساب الحقل الجاذبي عندها ومقارنة التراكيب الظاهرة على كل عمق بهدف تحديد المصادد الهيدروكربونية المأمولة من الناحية النفطية.

الأعماق المختارة لإجراء عمليات الاستمرار التحليلي هي:

(2415 m, 2510, 2866, 3400, 2000, 1000). حيث يُمثل العمق (2415 m)

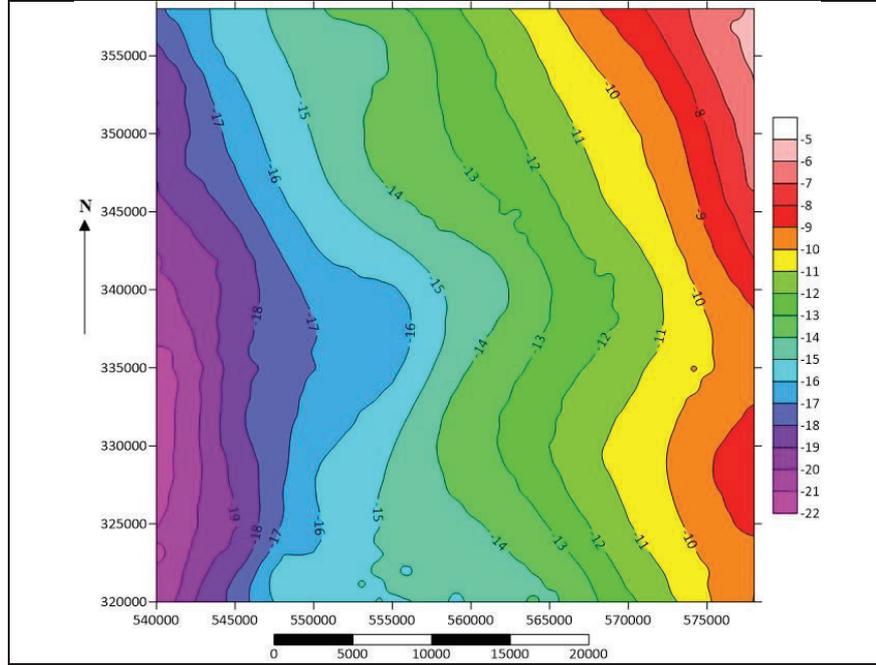
عمق السطح العلوي لتشكيلة الرطبة الخازنة، والعمق (2510 m) عمق سطحها السفلي،

فيما يُمثل العمق (2866 m) العمق النهائي للبئر (AS-1)

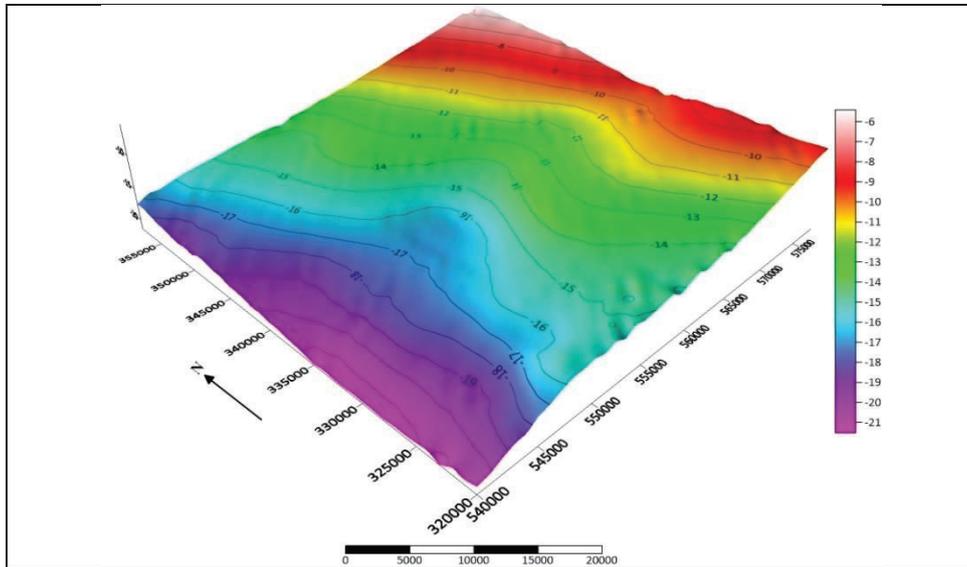


الشكل (15): العمود الستراتغرافي الحقيقي المُخترق بالبئر (AS-1).

(أ) الاستمرار التحليلي على العمق (1000 m):



الشكل (16): خريطة الاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (1000 m).



الشكل (17): خريطة مجسمة للاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (1000 m).

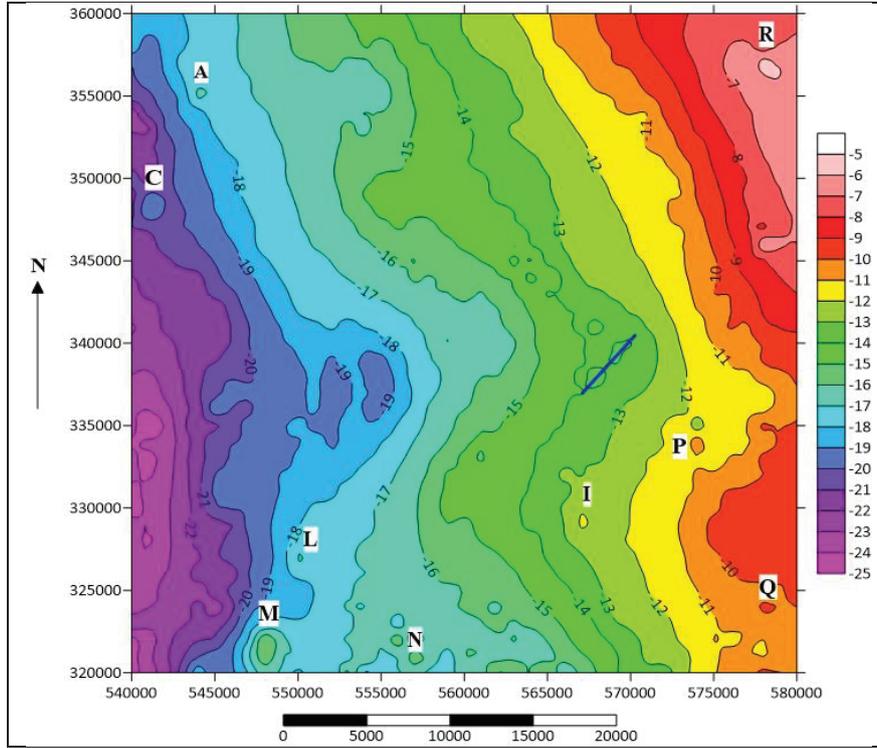
الوصف الفيزيائي:

تُمثل الخريطة خطوط شبه انسيابية تتدرج فيها قيم الشذوذ الجاذبي من (-6 mgal) في الزاوية الشمالية الشرقية إلى القيمة (-21 mgal) في الزاوية الجنوبية الغربية من المنطقة. يُلاحظ عدم وجود إغلاقات في هذه الخريطة.

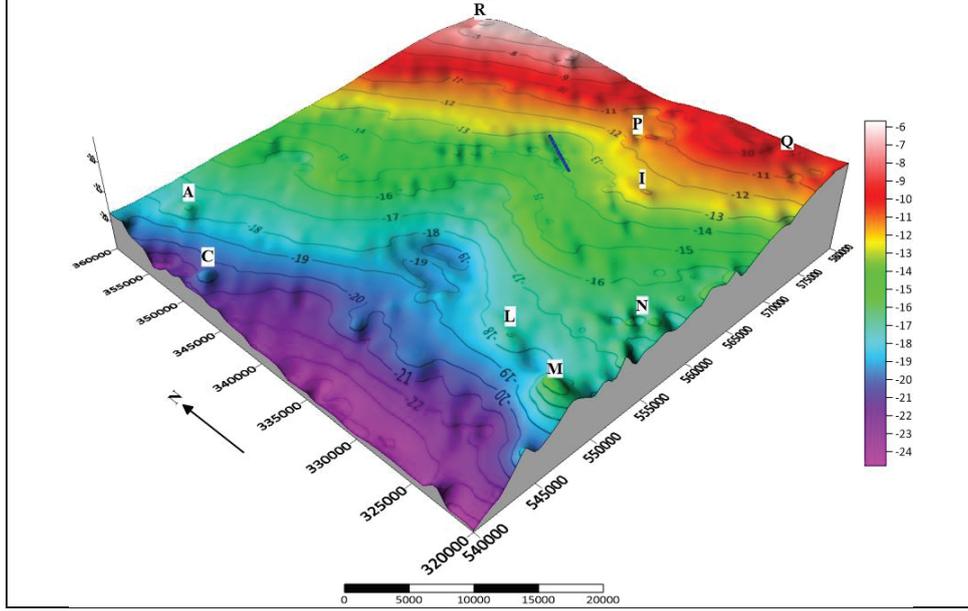
الوصف الجيولوجي:

لا تظهر أية تراكيب أو محاور طي على هذه الخريطة الأمر الذي يُمكن أن يدل على هدوء تكتوني في الثلاثي.

ب) الاستمرار التحليلي على العمق (2000 m):



الشكل (18): خريطة الاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (2000 m).



الشكل (19): خريطة مجسمة للاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (2000 m).

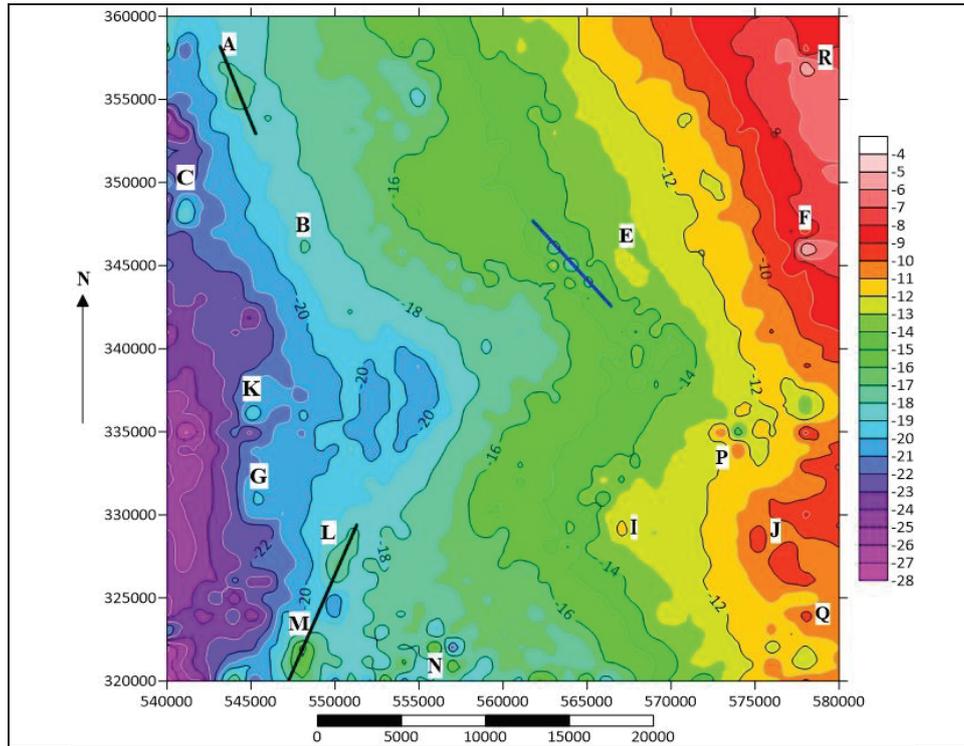
الوصف الفيزيائي:

- تظهر خطوط متوازية تقريباً باتجاه (شمال غرب - جنوب شرق) فيها انحناء واضح في الوسط باتجاه الشرق حيث تبدو الخريطة مقسمة إلى ثلاث مناطق:
- القسم الشرقي: بقيم شذوذ عالية تتراوح بين (-12, -6mgal).
 - المنطقة الوسطى: أقل ارتفاعاً تصل قيم الشذوذ فيه إلى (-13mgal).
 - المنطقة الثالثة: ذات قيم منخفضة في القسم الغربي من المنطقة تصل قيم الشذوذ فيه إلى (-25mgal).
- يظهر على الخريطة في القسم الجنوبي الشرقي إغلاق مفتوح باتجاه الشرق تبلغ قيمته (-10mgal).
- لا يظهر على هذا العمق سوى محور سالب وحيد يرتصف عليه إغلاقان سالبان قيمة كل منهما (-13 mgal).

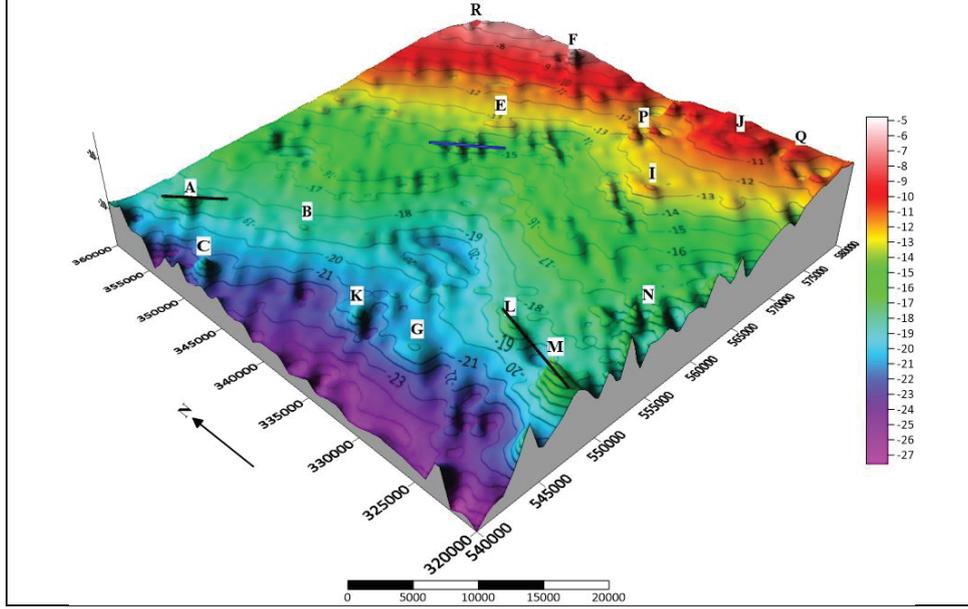
الوصف الجيولوجي:

تبدو الخريطة على شكل محاور متناوبة ذات قيم متدرجة من الشرق باتجاه الغرب حيث تبدو التراكيب على المحور الشرقي على شكل طية محدبة مقسومة إلى قسمين شمالي- جنوبي (ملون بالأحمر). المحور الأوسط (باللون الأخضر) يُظهر تحذب خفيف في وسط الخريطة باتجاه (شرق- غرب)، ويظهر على الخريطة مقعّرين في القسم الغربي تبلغ قيمتهما (-19mgal) ويستمر انحدار التراكيب أكثر باتجاه الغرب. بتكثيف الخطوط يظهر لدينا مجموعة إغلاقات صغيرة دائرية الشكل وهي عبارة عن تراكيب محدبة صغيرة أهمها التراكيب (A, C, L, M, N, I, P, Q, R). لا تظهر محاور للطي على هذا العمق سوى المحور السالب المذكور أعلاه الأمر الذي يمكن تفسيره أيضاً بالهدوء التكتوني الذي ساد هذه المنطقة في الثلاثي (Tertiary).

ت) الاستمرار التحليلي على العمق (2415 m):



الشكل (20): خريطة الاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (2415 m).



الشكل (21): خريطة مجسمة للاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (2415 m).

الوصف الفيزيائي:

تشبه هذه الخريطة تلك التي على العمق (2000 m) حيث تبقى المنطقة مقسمة إلى ثلاث مناطق رئيسية.

القسم الشرقي أكثر ارتفاعاً بقيم شذوذ بين (-10, -13 mgal) حيث تتناقص قيم الشذوذ ضمنه باتجاه شمال غرب- جنوب شرق في قسمه الشمالي وباتجاه شرق- غرب في قسم هذه المنطقة الجنوبي.

القسم الأوسط تتراوح قيم الشذوذ فيه بين (-13, -19mgal) وتتناقص هذه القيم وفق اتجاه شرق- غرب مع تباعد واضح لخطوط الكونتور في هذا القسم.

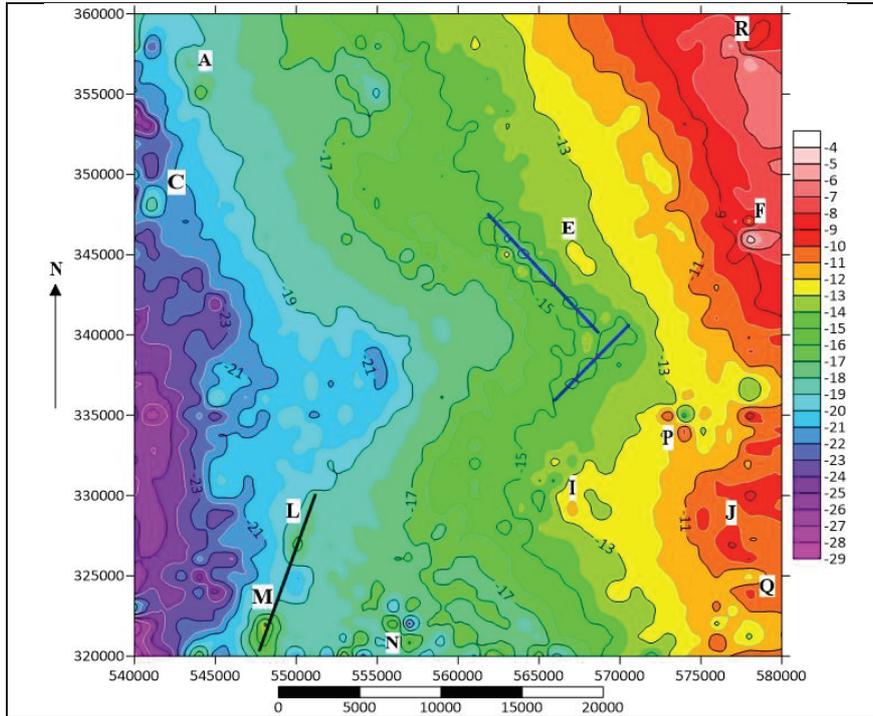
القسم الغربي بقيم شذوذ بين (-19, -26mgal). قيم الشذوذ الدنيا في هذا القسم تتركز في قسمه الجنوبي الغربي منه.

الوصف الجيولوجي:

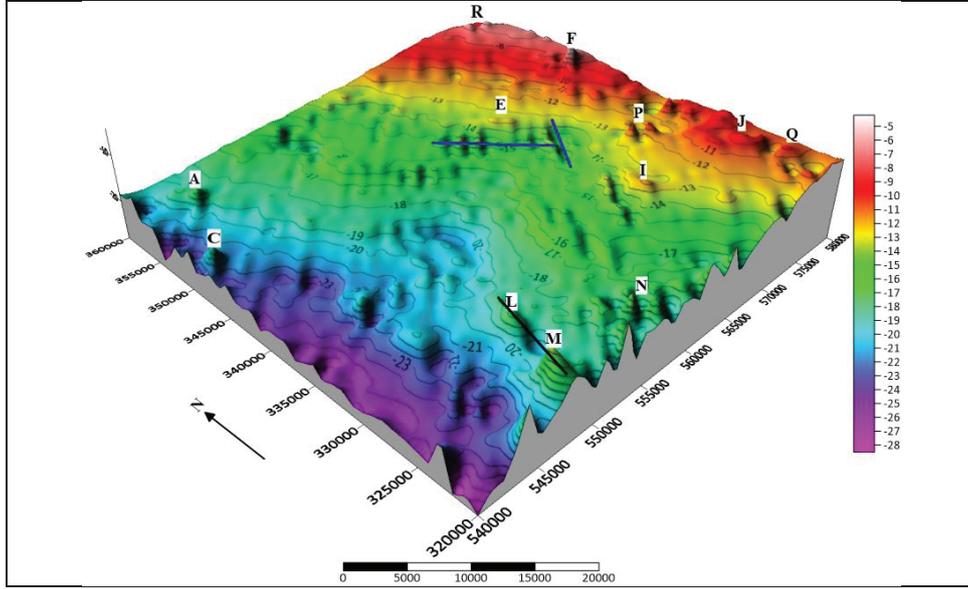
تظهر على هذه الخريطة أيضاً مجموعة من التراكيب التي ترتصف وفق محاور موجبة وسالبة (متناوبة). المحور الموجب الأول باتجاه شمال غرب- جنوب شرق يرتصف وفقه التركيب (A) المتطاوّل بشكل واضح وفق هذا الاتجاه، والثاني باتجاه جنوب غرب- شمال شرق يرتصف وفقه التركيبان (M, L) يُلاحظ محور سالب وحيد في قسم الخريطة الأوسط باتجاه جنوب شرق- شمال غرب.

يُلاحظ ازدياد وضوح التراكيب (A, C, L, N, M) وظهور تراكيب جديدة عند هذا العمق هي (B, K, G, E, J, F)، أما التركيب (P) فينقسم ليظهر على شكل تركيبين دائريين توأمين وكذلك هو الحال بالنسبة للتركيب (R) في أقصى الشمال الشرقي للخريطة. التركيب (J) في جنوب شرق المنطقة يظهر على شكل ثلاثة تراكيب محدبة متجاورة.

ث) الاستمرار التحليلي على العمق (2510 m):



الشكل (22): خريطة الاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (2510 m).



الشكل (23): خريطة مجسمة للاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (2510 m).

الوصف الفيزيائي:

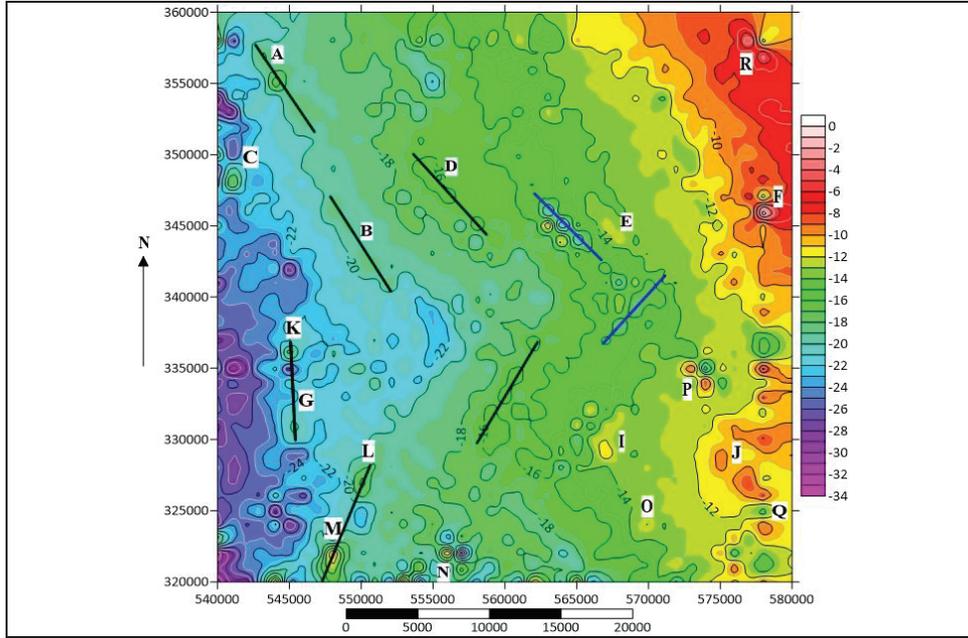
بقيت الخريطة مقسمة إلى ثلاث مناطق رئيسية كما في الخريطة على العمق (2415 m) إلا أنه يُلاحظ في القسم الشرقي ذو قيم الشذوذ العليا أن الخطوط قد أخذت تتعرج بشكل أكبر مع ظهور إغلاقات جديدة واختفاء أخرى كانت موجودة على العمق (2415 m)، بالإضافة إلى ازدياد وضوح إغلاقات أخرى.

لا يظهر على هذا العمق سوى نفس المحور الموجب الظاهر على العمق (2415m) يرتصف عليه الإغلاقان (L, M) ومحورين سالبين الأول باتجاه جنوب شرق - شمال غرب يتعامد معه محور سالب ثان باتجاه جنوب غرب - شمال شرق.

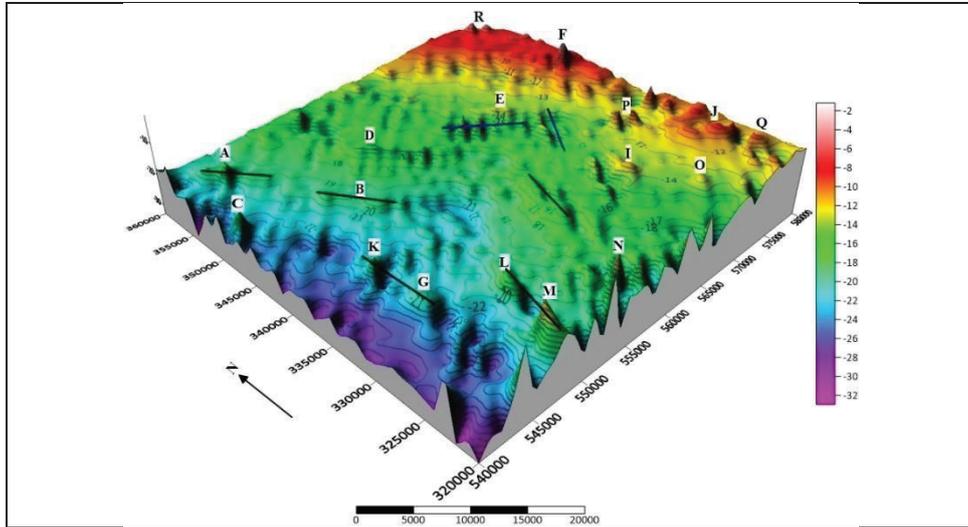
الوصف الجيولوجي:

يزداد تمايز التركيب المحذب (R) ليظهر على شكل تركيبين محدبين توأمين يجاورهما تركيب مقعر كما تُصبح التراكيب (F, J, Q, P, E, I, M) أكثر وضوحاً. التركيب المتطاوّل (A) يبدأ بالظهور على شكل قمتين غير متساويتي الارتفاع في حين تختفي التراكيب (K, G, B) مع عدم حصول تغير يُذكر على التراكيب (N, C, L).

ج) الاستمرار التحليلي على العمق (2866 m):



الشكل (24): خريطة الاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (2866 m).



الشكل (25): خريطة مجسمة للاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (2866 m).

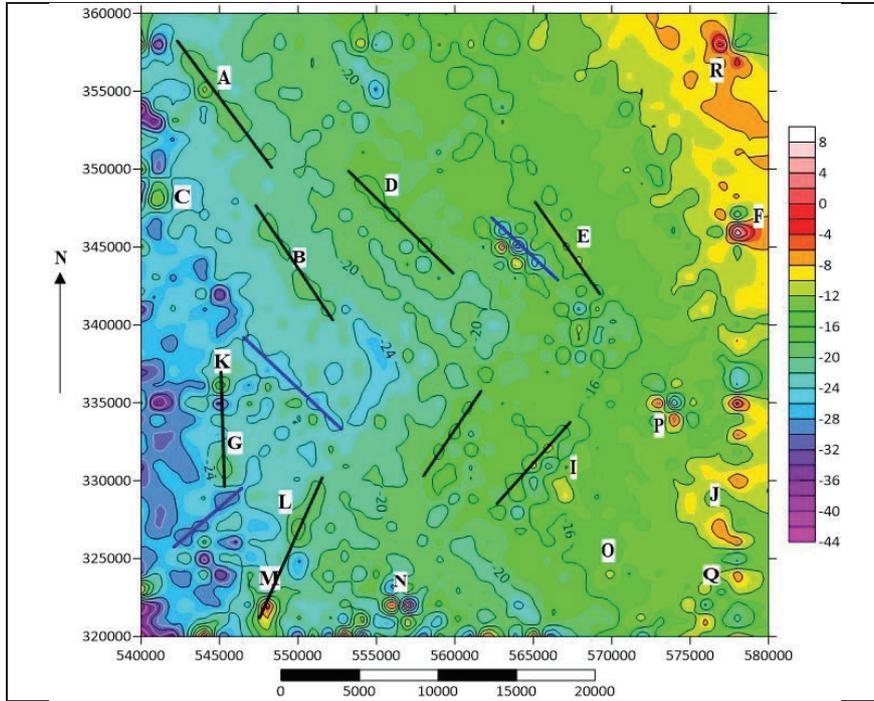
الوصف الفيزيائي:

حافظت الخريطة على الشكل العام وبقيت مقسمة إلى ثلاثة مناطق للشذوذ الجاذبي مع اتساع واضح للقسم الأوسط من الخريطة ذو القيم بين (-20, -12) على حساب القسم الشرقي مع ازدياد تعرج خطوط الكونتور وظهور العديد من الإغلاقات الموجبة والسالبة أهمها الإغلاق الموجب (D) ذو القيمة (-16 mgal). ترتصف هذه الإغلاقات وفق محاور موجبة تأخذ اتجاه شمال غرب- جنوب شرق أهمها الإغلاقات (A, B, D)، وباتجاه جنوب غرب- شمال شرق أهمها ذلك الذي يرتصف وفقه الإغلاقان (M, L) وباتجاه جنوب- شمال يرتصف عليه الإغلاقان (K, G). يظهر بنفس الاتجاه والامتداد تقريباً محورا الإغلاق السالبان الظاهران على العمق (2510m).

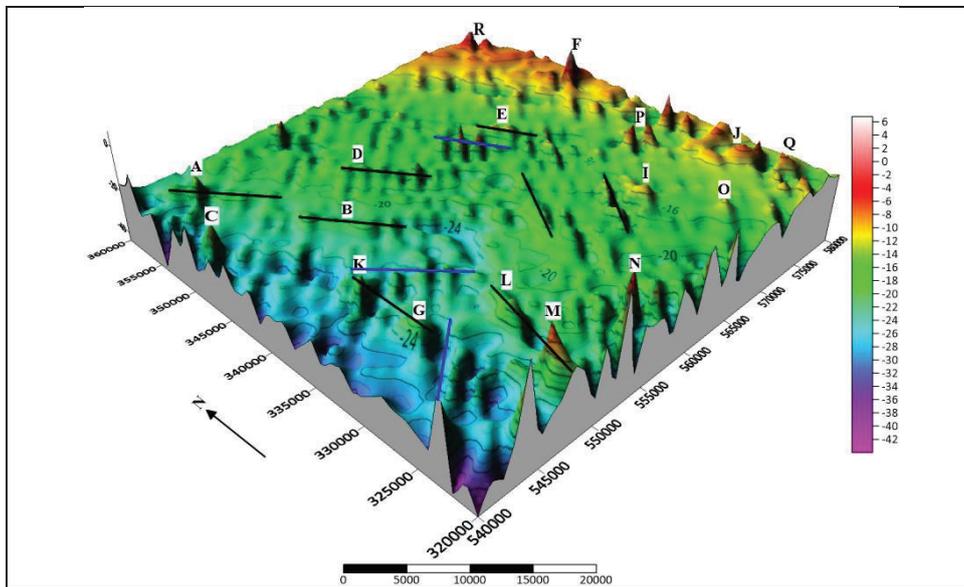
الوصف الجيولوجي:

تُحافظ التراكيب المحدبة (R, F, J, Q, M, N) على أشكالها في حين يُصبح التركيب (A) أكثر اتساعاً وتطاولاً بطول حوالي (7 Km) وهو هام من الناحية النفطية لامتداده الواسع ووقوعه في القسم الغربي من المنطقة ذات سماكة الرسوبيات العالية. يُعاود التركيبان المحدبان (K, G) ظهورهما. في حين يظهر التركيب (B) الذي على شكل تركيبين متطولين متجاورين. يظهر بوضوح على هذا العمق التركيب (D) المتطاول وفق اتجاه شمال غرب- جنوب شرق والموافق لاتجاه تطاول التركيبين (A, B) وهو الاتجاه العام لمحاور الطي في هذا القسم من المنطقة. يزداد وضوح التركيب (I) وتزداد مساحته حيث يتطاول وفق اتجاه جنوب غرب- شمال شرق كذلك الحال بالنسبة للمحدب (Q). يظهر على هذا العمق المحدب الدائري (O).

ح) الاستمرار التحليلي على العمق (3400 m):



الشكل (26): خريطة الاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (3400 m).



الشكل (27): خريطة مجسمة للاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (3400 m).

الوصف الفيزيائي:

تتشابه إلى حد كبير هذه الخريطة مع تلك على العمق (2866m) مع مزيد من اتساع القسم الأوسط من الخريطة ذو قيم الشذوذ بين (-12, -22 mgal) ليهيمن على معظم مساحة الخريطة.

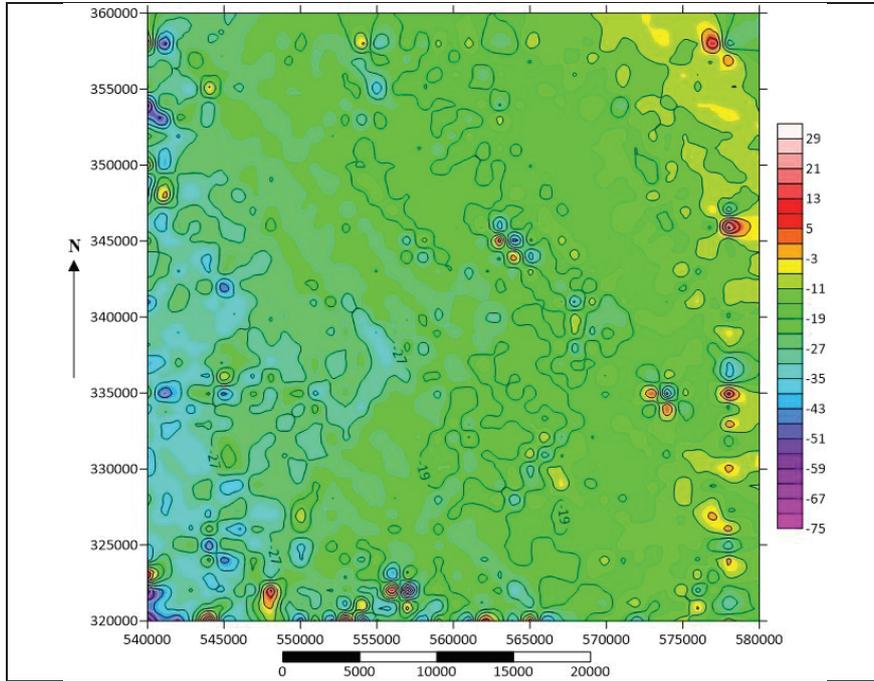
يتكرر ظهور معظم المحاور الموجبة الظاهرة على العمق (2866m) مع ظهور محور موجب جديد يرتصف وفقه التركيبان (K, G) يأخذ اتجاه جنوب-شمال، وظهور محوران سالبان في القسم الجنوبي الغربي من المنطقة باتجاهين متعامدين (جنوب غرب-شمال شرق و جنوب شرق-شمال غرب)

الوصف الجيولوجي:

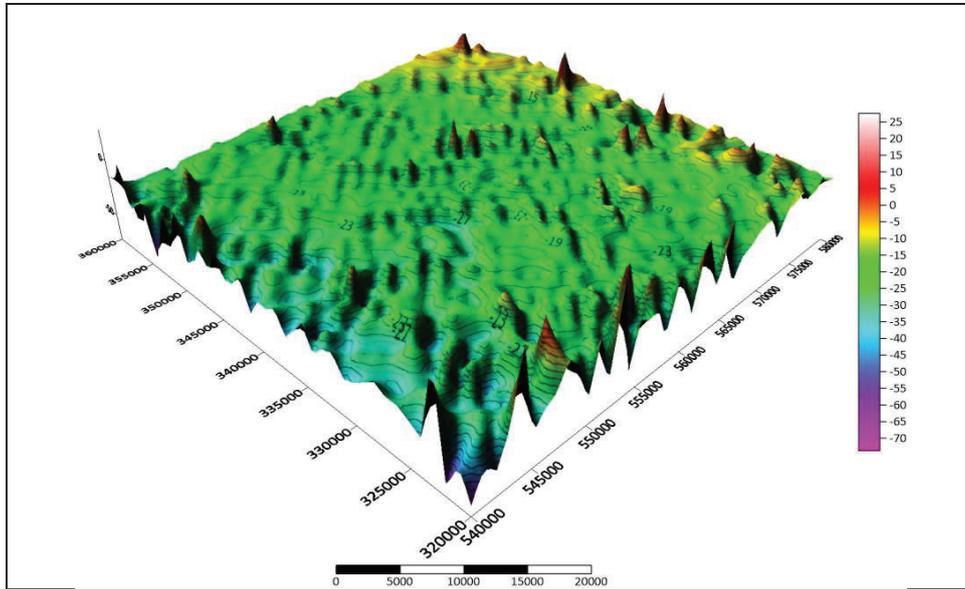
يزداد وضوح وامتداد التركيب (B) ويظهر على شكل تركيبين متطولين بطول إجمالي حوالي (7.6 Km) وكذلك الأمر بالنسبة للتركيب (D) الذي يكون على شكل قمتين متجاورين الشمالية متطاولة والجنوبية دائرية الشكل بطول إجمالي حوالي (8.7 Km) والتركيب (A) بطول (6.7 Km). يبدأ التركيب (E) بالتلاشي وينقسم إلى تركيبين دائريين ضيقين في حين تحافظ باقي التراكيب (R, F, P, I, J, O, Q) على أشكالها العامة. يظهر على هذا العمق أيضاً محاور سالبة جديدة في حين تختفي أخرى أهمها ظهور المحور السالب في القسم الجنوبي- الغربي يأخذ اتجاه جنوب غرب-شمال شرق.

خ) الاستمرار التحليلي على العمق (4000 m):

يظهر بوضوح من الشكل (28) أن القيم الجاذبية أصبحت عشوائية إلى درجة كبيرة (تشويش) مما يجعل من الصعب تفسيرها والتحقق من موثوقيتها. لذا لن يتم أخذ هذه الخريطة بعين الاعتبار في عمليات التفسير والمقارنة.

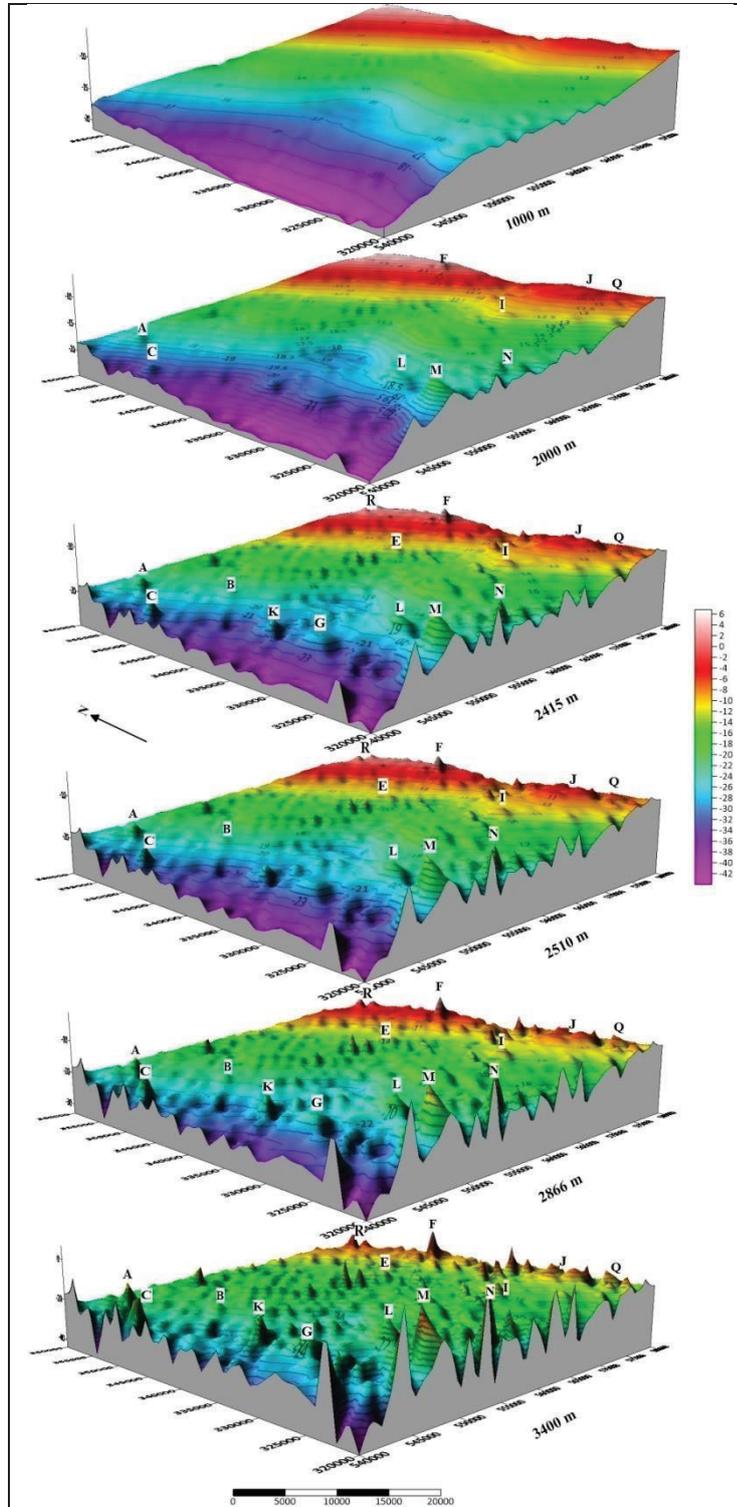


الشكل (28): خريطة الاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (4000 m).



الشكل (29): خريطة مجسمة للاستمرار التحليلي في المنطقة على العمق (4000 m).

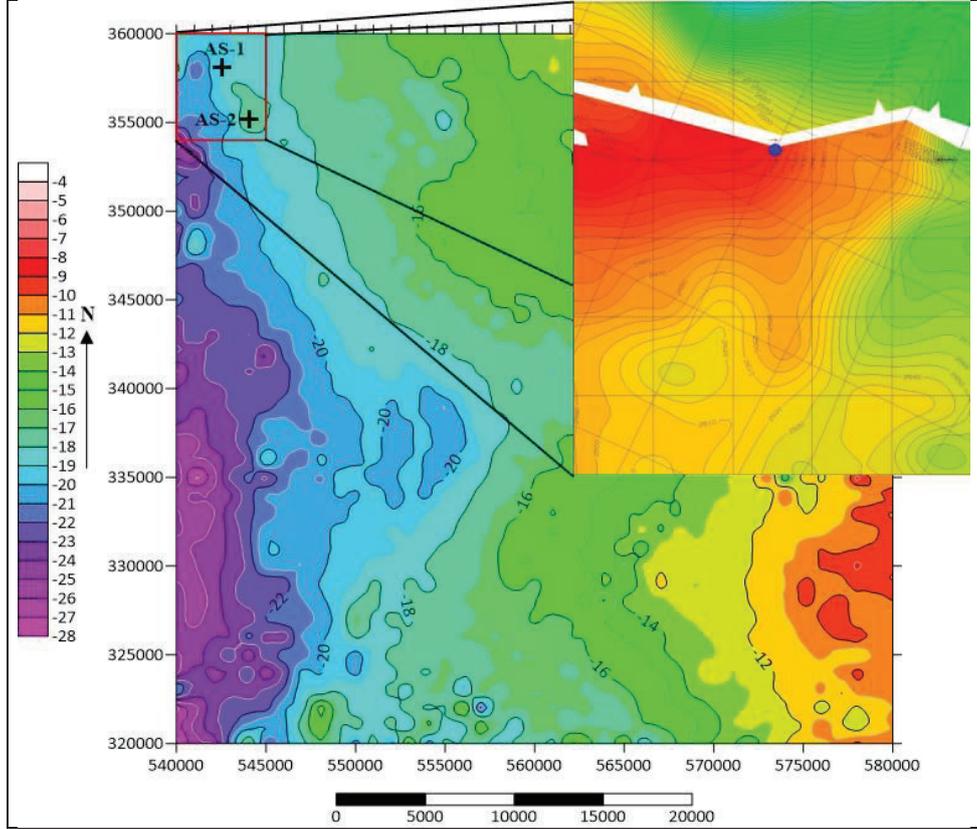
استخدام معطيات المسح الجاذبي في تفسير البنية التركيبية في منطقة جنوب النيم



الشكل (29): شكل مكس لخرائط الاستمرار التحليلي على الأعماق المختارة.

النتائج:

1. بإجراء مقارنة شاملة بين جميع خرائط الاستمرار التحليلي على الأعماق المختارة (الشكل (29)) وربطها بخريطتي الشذوذ المحلي والعام يمكن استنتاج أن التراكيب المتشكلة خلال مرحلة انفتاح الحوض (مرحلة حركات الشد) قد تعرضت لنهوض خلال النيوجين حيث حدث انعكاس الحركة على الفوالق العادية المتشكلة خلال الكريتاسي الأعلى (Late Cretaceous) الأمر الذي أدى إلى صعود بعض الكتل المتصدعة. هذه الكتل ظهرت على شكل شذوذات جاذبية موجبة على خرائط الاستمرار التحليلي يمكن تفسيرها بأنها تعود لانعكاس الحركة التكتونية خلال النيوجين نتيجة تشكل صدع البحر الأحمر، وهذه التراكيب يمكن ربطها مع التراكيب المجاورة لها في منخفض (Anah) في العراق^[1]، ويمكن تفسير عدم وجود هذه الشذوذات على المستويات الأعلى بأن مقدار الانزلاق على الفوالق في مرحلة انغلاق الحوض موضعي ولا يتعدى عدة مئات من الأمتار بشكل مشابه لمنخفض (Anah) في العراق.
2. بمقارنة خريطة السطح العلوي لتشكيلة الرطبة الناتجة من تفسير المعطيات الجاذبية المنجز في هذا البحث مع خريطة السطح العلوي لهذه التشكيلة الناتجة من تفسير سابق للمعطيات الاهتزازية في منطقة البئر (AS-1) والمضمنة في تقرير البئر النهائي، (الشكل (30)) نلاحظ اختلاف في تفسير بعض الإغلاقات الموجبة والسالبة بين الخريطين.



الشكل (30): مقارنة بين خريطة الاستمرار التحليلي على عمق أعلى لتشكيلة الرطوبة مع خريطة عمق السطح العلوي لها الناتجة من تفسير المعطيات الاهتزازية في منطقة البئر والمأخوذة من التقرير الجيولوجي النهائي للبئر (AS-1).

3. بمقارنة خريطة عمق السطح العلوي لتشكيلة الرطوبة الواردة في التقرير الجيولوجي للبئر (AS-1) يمكن ملاحظة ظهور التركيب المحدب (A) على خريطة الاستمرار التحليلي على عمق السطح العلوي لتشكيلة الرطوبة وغيابها تماماً في خريطة أعلى هذه التشكيلة الناتجة من تفسير المقاطع الاهتزازية في منطقة حفر هذا البئر. عدم ظهور هذا التركيب على الخريطة الاهتزازية لتشكيلة الرطوبة يمكن أن يكون ناتجاً عن عدم وضوح هذا العاكس على المقاطع الاهتزازية وتعقيد البنية التركيبية في هذه المنطقة

4. بالنظر إلى المسافة الكبيرة بين موقع البئر (AS-1) والتركيب (A) والتي تبلغ حوالي (3.3 Km) يكون من غير الممكن إجراء حفر موجه ضمن البئر باتجاه جنوب-شرق، إلا أنه يُمكن اقتراح مثل هذا المسار الجانبي في المستقبل استناداً على نتائج إعادة تفسير معطيات المسح الاهتزازي العمودي (VSP) المنفذ في البئر.

المقترحات:

- 1) إعادة تفسير معطيات المسح الاهتزازي المنفذ في المنطقة وربطها بنتيجة معالجة المعطيات الجاذبية المستخلصة بنتيجة هذا البحث.
- 2) على ضوء نتائج إعادة عمليات تفسير المعطيات الاهتزازية في منطقة البئر (AS-1) وبالنظر إلى أبعاد التركيب (A) الذي يبلغ امتداده حوالي (7 Km)، نقترح توقيع البئر الاستكشافي (AS-2) في قمة هذا التركيب وفق الإحداثيات (X=544048 , Y=355200 m).
- 3) الاستفادة من معطيات المسح الاهتزازي العمودي (VSP) المنفذ في البئر (AS-1) بإعادة تفسيرها بهدف إجراء دراسة معمقة حول الوضع الجيولوجي والتكتوني في موقع هذا البئر لتحديد أية أماكن مناسبة للاستفادة مستقبلاً من البئر (حفر مسارات جانبية، تشغيله كبئر حقن.. إلخ).
- 4) توسيع منطقة الدراسة باتجاه الشرق لدراسة الإغلاقات الموجبة المفتوحة لتحديد إمكانية تشكيلها لمصائد هيدروكربونية.

المراجع العربية:

1. محمد، حكمت، 1992/1991، الجيوفيزياء العامة. الطبعة الثانية، منشورات جامعة البعث، كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية، مديرية الكتب والمطبوعات، 344 ص.

المراجع الأجنبية:

2. KOOPMAN, A2005-Regional Structural Analysis and Kinematic Framework of the Euphrates Graben, East Syria. International Petroleum Technology Conference, 15P.
3. LITAK, R. BARAZANGI, M. BREW, G. SAWAF, T. AL-IMAM, A. AL-YOUSSEF, W1998-Structure and evolution of the petroliferous Euphrates graben system, southeast Syria. The American association of petroleum geologists, New York, V.82, P.1173-1190

دراسات حقلية، مذكرات، وتقارير آبار:

4. Internal note- Al-Furat Petroleum Company
5. Environmental Base Line Study, prepared by Earth Link and Advanced Resources Development- Elard, Jan.2009
6. Final geological report of AS-1 well, SOYUZNEFTEGAZ E&P12 Inc. 2009

شبكة الإنترنت:

7. <https://www.syria-oil.com/166/>

