First Libyan International Conference on Engineering Sciences & Applications (FLICESA_LA)
13 – 15 March 2023, Tripoli – Libya

الاستكشاف الجيوفيزيائي لحوض سرت باستخدام طريقة الجاذبية

ا.زينب مبارك محمد عيسى

محاضر - كلية هندسة الموارد الطبيعة العجيلات – جامعة الزاوية

z.issa@zu.edu.ly

مستخلص:الجيوفيزياء الاستكشافية هي الفرع التطبيقي لعلم فيزياء الأرض ، والذي يستخدم طرقاً خاصة بالأرض لقياس الخصائص الفيزيائية لطبقة الأرض الموجودة تحت السطح ، وكذلك الشذوذ في هذه الخصائص ، وذلك من أجل التنقيب عن وجود المعادن الخام والهيدروكربونات والخزانات الحرارية الأرضية وغيرها من البنية الجيولوجية ,فهي تطبيق لطرق المسح الجيوفيزيائي التي تستخدم المجال الأرضي أي المجال الجذبي و المجال المغناطيسي أو النوع الثاني التي تستعمل الإشارات الاصطناعية التي يتم إرسالها في الهواء وهذه الإشارات تمر عبر الصخور تحت سطح الارض حيث يحدث لها تشويه من الممكن ان يتم تسجيلها . إن الاهداف الرئيسية لاستخدام البيانات الجيوفيزيائية وبيانات الجاذبية بشكل خاص هي معرفة ميزات التراكيب في حوض سرت ومقارنة التكوين الخاص بها مع الشذوذ الجيوفيزيائي ، وذلك من أجل فهم السلوك تحت سطح الأرض أسفل السلسلة من الرواسب في حوض سرت وذلك باستخدام تواقيع الشذوذ من الجاذبية والمغناطيسية البيانات وربطها بالتراكيب في حوض سرت , وكذلك لتقدير سمك الرواسب في حوض سرت وذلك لمقارنة السمك من بيانات الآبار لترسيم حدود التراكيب الجيولوجية في منطقة المسح باستخدام البيانات الجيوفيزيائية ومقارنتها مع التراكيب الجيولوجية المعروفة .

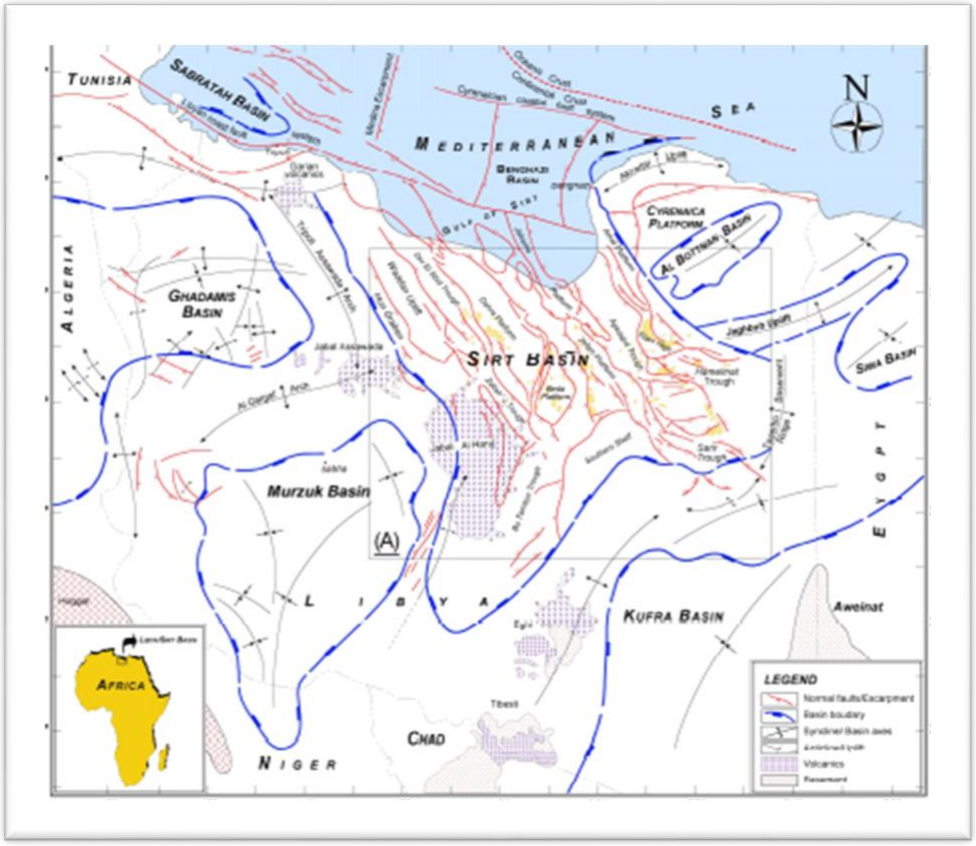
مقدمة:

يتطلب العثور على البترول دراسة طبقات الصخور تحت سطح الأرض وتراكيبها الجيولوجية بحثاً عن الأحواض الرسوبية والمكامن البترولية المحتملة فيها ، سواء على اليابسة ، أم تحت سطح البحر ، بل وتحت الجليد في شمال الكرة الأرضية وجنوبها , وتطورت – مع مورو السنين – طرق الجيوفيزيائيه ، وظهرة العديد من تقنياته التي تعتمد علي قياس أهم الخواص الطبيعية للصخور , فالمسح الجيوفيزيائي باستخدام الطرق السيزمية والجاذبية والمغناطيسية والمقاومة الكهربية ، والاستقطاب المستحث، والجهد الذاتي والإشعاع الإلكترو مغناطيسي تحديد أهم الخواص الطبيعية للصخور، مثل الكثافة والمسامية والمرونة والسعة الكهربية والصفات المغناطيسية وباستكمال الدراسات الكيميائية للصخور ، يمكن معرفة مدى احتوائها على المواد العضوية المولدة للبترول ، وكذا تعرف مؤشرات وجود خزانات بترولية كبرى مثل وجود صخور مسامية ترتفع بها نسبة الكربونات إذا- من خلال مشاهدات الصخور والآبار ، والجيوفيزياء بطرقها العديدة تقدم اليوم وسائل عملية لدراسة تكوين باطن الأرض وتركيبة ,

وسنتطرق بشكل مبسط لطرق الاخرى للاستكشاف الجيوفيزيائي قبل طريقة الجاذبية.

1- موقع الدراسة :-

حوض سرت أحد الأحواض الرسوبية وأهمها ويغطي مساحة قدرها 500 km^2 في شمال وسط ليبيا ويقع في الساحل الشمالي لقارة افريقيا حيث يحده من جهة الشمال المياه العميقة لخليج سرت ومن جهة الشمال الشرقي يحده مرتفعات (Cyrenaica) ومن الجنوب الشرقي (arch Zalmah Al Jabal) ومن الجنوب يحده (TibesitMassif) ومن الجنوب الغربي حوض مرزق (MurzuqBasin)ومن الغرب حوض غدامس (Basin Ghadames)[7]، كما هو مبين في الشكل التالي:-



شكل (1) الأحواض الرسوبية في ليبيا [3]

2- طرق اكتشاف التراكيب الجيولوجية :

لا توجد مناطق محددة أو صخور معنية أو أعماق متقاربة أو عصور جيولوجية مجددة يوجد فيها البترول وإن كنا نعرف أن البترول قد تكون واحتجز في طبقات يتراوح أعمارها التكوينية بين حقبة الحياة العتيقة Paleozoic والعصور السفلى لحقبة الحياة المتوسطة ، وأن الاستكشاف والإنتاج البترولي قد امتد إلى الحقبو الحديثة Cenozoic ومن ثم يتطلب العثور على البترول دراسة طبقات الصخور تحت سطح الأرض وتراكيبها الجيولوجية وتشمل تقنيات التنقيب الاتي:-

1- المسح الجيولوجي الطبقي :

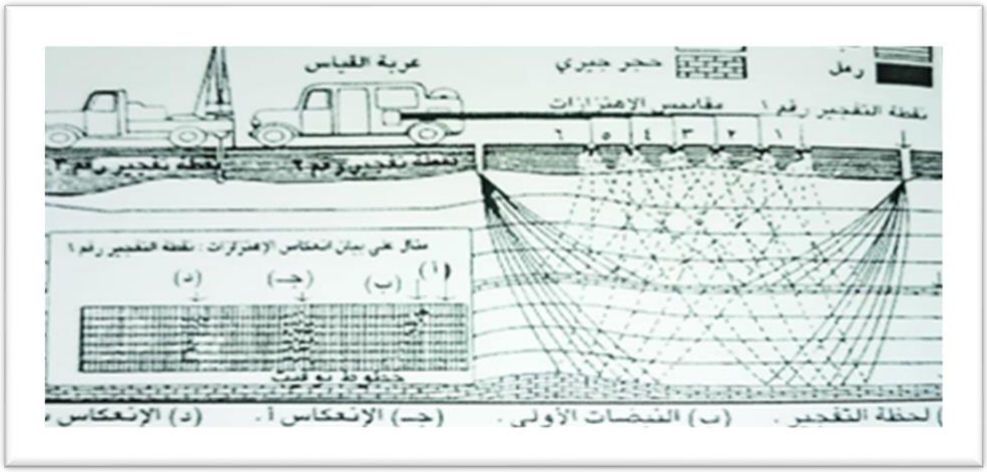
ويشمل المسح الجيولوجي الطبقي الأولى استخدام مقياس الجاذبية الأرضية لتعرف مواقع الصخور وكثافاتها واستنتاج بعض المعلومات عن التراكيب الجيولوجية للمكامن والمصائد البترولية بدأ الاعتماد على أجهزة قياس المغناطيسية الأرضية لتحديد الاختلافات الصغيرة أو الطفيفة في المجالات المغناطيسية للتراكيب الصخرية ، حتى يمكن الاستدلال على بنية الطبقات ومعرفة نوعيات التراكيب الجيولوجية للصخور الرسوبية ، وإنشاء خطوط الكنتورات تحت السطحية ، وتجديد مناطق الثنيات أو الصخرية المحدبة والمقعرة ، وسمك بعض الطبقات الرسوبية فيها وبتطور تكنولوجيات التنقيب عن البترول يجري حاليا قياس المغناطيسية الأرضية عن طريق المسح الجوي ، الذي يتيح تغطية مساحات كبيرة والوصول إلى مناطق صعبة طبوغرافيا ، والتي لا يسهل استخدام طرق النقل الأخرى فيها , ومع الاستعانة بالصور الجوية وتطوير الخرائط الجيولوجية من حيث التراكيب ونوعيات الصخور وأعمارها المختلفة ، والتضاريس واتجاهات ميول الطبقات ، الطيات والفوالق وترسم خرائط وقطاعات عريضة لامتداد الصخور الظاهرة على سطح الأرض وتحته.

2- المسح الجيوفيزيائي :

يعتبر المسح الجيوفيزيائي الأداة العملية لاستكمال المعلومات المفيدة وتدقيقها عن بنية الطبقات وتراكيب البترولية وللحصول عليها في المناطق صعبة التضاريس كالمناطق البحرية ، والصحاري ، الجليدية القطبية ، ومناطق البراكين , وتشمل الطرق الجيوفيزيائية الشائعة الاستخدام المسح السيزمي الذي يسمى أحياناً بالزلزالي ، والجاذبية ، والمغناطيسية ، والرق الكهربية ، ثم الطرق الأقل استخداما وهي قياسي الإشعاع والحرارة عند أو بالقرب من سطح الأرض أو الجو وإذا كانت الطرق السيزمية والجاذبية هي ، أساساً أدوات للبحث عن النفط ، فإن الطرق الكهربية تستخدم عادة للكشف عن المعادن .

1.2- المسح السيزيمي :

يعد المسح السيزمي أداة عملية لتحديد التكوين الجيولوجي تحت سطح الأرض ، ويعتمد على تفجير شحنة صغيرة من المتفجرات قريبة من السطح تنتج عنها صدمة آلية أو هزة أو موجة سيزمية وهذه الموجة تعود إلى السطح بعد انعكاسها من الأوجه الفاصلة بين الطبقات ذات الخواص الطبيعية المختلفة ، وتسجيل الانعكاسات بأجهزة حساسة سريعة الاستجابة لحركة الأرض Geophones & Detectors ، توضع على أبعاد محددة من نقطة التفجير لتلقي الموجات الصوتية المنعكسة وقياس زمن ارتداد الموجة السيزمية , ومن المعروف أن سرعة الموجات الصوتية تعتمد على كثافة الصخور التي تمر بها ويمكن حساب أعماق الطبقات وسمكها واستنتاج أنواعها بقياس أزمنة الانعكاس ومقارنتها , وطريقة الانعكاس السيزمي أنجح الطرق السيزمية المستخدمة في المكامن النفطية، وبخاصة الطيات المحدبة والفوالق والقبات المحلية وبعض البنيات الاختراقية الأخرى.



شكل (2) المسح الجيوفيزيائي بالطريقة السيزمية

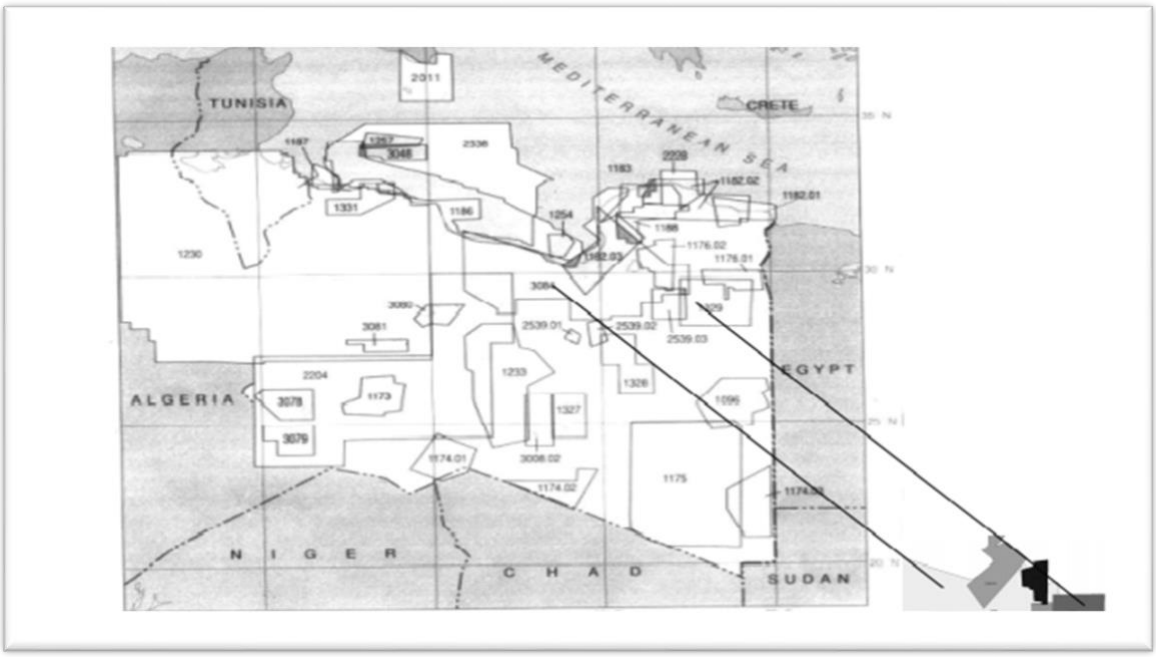
2.2

- الطريقة المغناطيسية:-

يستخدم المسح المغناطيسي لقياس التغير في شدة المجال المغناطيسي للأرض من مكان لآخر ، بسبب اختلاف التراكيب الجيولوجية ، والتغيرات الطبوغرافية لأسطح صخور ، أو الصخور النارية أو المتحولة التي تحتوي في العادة على نسب أعلى من معدن المجنتيت Magnetite ذي الخواص الغناطيسية أو الصخور القريبة من سطح الأرض ،وتستخدم المغناطومترات Magnetometers في المسح المغناطيسي على الأرض ، ومن الطائرة أو السفن وبخاصة لتحديد سمك الطبقات الرسوبية الخازنة للبترول ، أو المعادن المغناطيسية .

وحديثاً تستخدم الأقمار الصناعية في رسم الخرائط الكنتورية للتغيرات في شدة المجال المغناطيسي لتحديد التراكيب الجيولوجية في مناطق المسح المغناطيسي ، وبخاصة أماكن الطيات والصدوع في

القشرة الأرضية المرجع وجود تجمعات البترول بها وحساب أعماق صخور القاعدة بما يساعد في تقدير سمك وإمتداد الطبقات الرسوبية وإمتدادها ،، وقد ساعدت الطريقة المغناطيسية على اكتشاف حقول بترولية عديدة.



شكل (3) المسح المغناطيسي الجوي لحوض سرت (العبادي 2002)

3.2

- الطريقة الكهربائية:-

تعتمد هذه الطريقة على اختلاف قياسات المقاومة النوعية الكهربية بين شتى أنواع الصخور ، وبخاصة بين الملح والرسوبيات ، ويسهل باستخدامها تحديد عمق صخور القاعدة بفضل ارتفاع قيم المقاومة النوعية لها وإذا كانت التباينات في الخواص الكهربية للصخور الرسوبية محددة ، فإن الصخور الجيرية الكتلية والانهيدريت تتميز بمقاوماتها النوعية العالية كذلك تستخدم طريقة الجهد الذاتي لإجراء قياسات على السطح بالميللي

فولت للجهود الكهروكيميائية الناشئة في الأرض بالتفاعل الكيميائي الكهربي بين بعض المعادن والمحاليل ذات الخصائص الكهربية المتلامسة معها وهنا مقارنة بين خصائص بعض طرق الأكتشاف النفطي من حيث المتغيرات المطلوب قياسها والخصائص الطبيعية التي تم استنتاجها .

م	الطريقة	المتغيرات المطلوب قياسها	الخصائص الطبيعية التي يتم استنتاجها ومميزاتها
1	السيزمية	الزمن المقطوع لانعكاس / انكسار الموجات السيزمية	الكثافة ومعاملات المرونة التي تحدد سرعة بث وانتشار البيانات السيزمية ، ومن ثم شكل وسمك الطبقات وأعماقها لتحديد التكوين الجيولوجي تحت سطح الأرض والتحديد اماكن

			الطيات المحدبة والفوالق والقباب الملحية والشعب وخواصها.
2	الجاذبية	التغيرات في تسجيلات قوة مجال جاذبية الأرض	الكثافة وشكل التركيب الصخري لتحديد سمك الطبقات الرسوبية الخازنة للبترول أو المعادن المغناطيسية .
3	المغناطيسية	التغيرات في تسجيلات قوة مجال المغناطيسية الأرض	القابلية Susceptibility المغناطيسية والرنين .
4	الكهربية	مقاومة الأرض للتوصيل الكهربي (خاصة بين الملح والرسوبيات)	قوة التواصل الكهربي السماحية النفاذية لتحديد عمق صخور القاعدة.
5	الجهد الذاتي	الجهد الكهربي	التواصل الكهربي ، السماحية ، النفاذية .
6	الالكترومغناطيسية	الاستجابة للإشعاع الإلكترومغناطيسي	قوة التواصل الكهربي والحث الكهربي السماحية النفاذية .

4.2

- طريقة الجاذبية:

تعتمد طريقة البحث بالجاذبية – في حدود الأميال الأولى القليلة من سطح الأرض- على قياس التغيرات الصغيرة في جذب الصخور للأجسام والكتل فوق سطحها، إذ تختلف قوى الجذب من مكان لآخر طبقا لاختلاف كثافات الصخور تحت سطح الأرض، لأن الجاذبية تتناسب طرديا مع الكتل الجاذبة، وعكسيا مع مربع المسافة إليها.

وإذا كانت الطبقات الأعلى كثافة مقوسة إلى أعلى في تركيب مرتفع مثل الطية المحدبة فإن مجال الجاذبية الأرضية يكون فوق محور كالطية أكبر منه على طول أجنابها، كما أن القبة المحلية، الاقل كثافة من الصخور التي اخترقتها، يمكن كشفها من القيمة الصغيرة للجاذبية المقاسة فوقها بالمقارنة بقيمة الجاذبية على أي من الجانبين. ولابد لقياس التغير الطفيف في قيمة الجاذبية من مكان لآخر من أجهزة ذات حساسية عالية، لدرجة أنها تسجل التغيرات في الجاذبية من مكان لآخر من أجهزة ذات حساسية عالية، لدرجة أنها تسجل التغيرات في الجاذبية لجزء في المليون من عجلة الجاذبية الأرضية، وتسمي مالجرافيمترات Graimeters، وهي أداة رسم خريطة تغيرات الجاذبية في منطقة البحث عن النفط التي يمكن من خلالها ترجيح وجود تراكيب جيولوجية معينة مثل الفوالق والطيات ، أو تداخل صخور القاعدة ذات الكثافة العالية في صخور رسوبية ذات كثافة أقل .

وبصفة عامة يستفاد من طريقة الجاذبية في تحديد الأحواض الرسوبية ، وامتدادها وسمكها ، باعتبار أن كثافة صخور القاعدة أعلى من كثافة الطبقات المترسبة فوقها ، وكذا في تحديد أماكن القباب الملحية ، وشعاب الحجر الجيري والطيات المحدبة .

3- استكشاف حوض سرت باستخدام طريقة الجاذبية :

3.1- بيانات الجاذبية :

يمكن الحصول على قياسات للجاذبية من مركز ابحاث البترول في طرابلس ليبيا (prc) ويشمل 86327 من محطات على مساحة الارض كما هو مبين بالشكل (4)معظم هذه المحطات تغطي حوض سرت بالكامل (مرتفع برقة ، حوض البطنان ، مرتفع الجغبوب) ثم تطبيق تصحيحات بوجير بواسطة (abadi,2002) من أجل الحصول على خريطة بوجير كاملة والتي تشكل أساس تفسير البيانات الجاذبية على الأرض تم ذمج بيانات الجاذبية البحرية التي لديها 44689 من القراءات وثم الحصول عليها من المملكة المتحدة (getech,leeds,uk) ثم الحصول على بيانات (x,y) وقيمة z تمثل القيم الشاذة لبوجير المنطقة البحرية شمال حوض سرت (البحر الأبيض المتوسط) تظهر ارتفاع في شذوذ الجاذبية في الخريطة لأنه لا يوجد تصحيح الهواء الحر على البيانات البحرية التي استخدمت

المسافة بين محطات الجاذبية وهي مبينة في الشكل (4) متنوعة في الكثافة من محطات عالية الكثافة مع m700 مساحة بينهما .

3.2- معالجة الشبكة :

- **الشبكة :**

الشبكة تكون الخطوة الأولى في معالجة البيانات التي تحرف قيم شذوذ بوجير من قاعدة البيانات إلى شبكة مربعة يشير مصطلح الشبكة إلى الملفات التي تحتوي على موقع (x,y) وبيانات قيم الجاذبية لz والتي تحرف لا نشاء تمثيل منتظم وسهل للعينات وأخذ عينات بشكل سلس من المواقع والبيانات. طرق الزيادة لبيانات (x,y,z) تكون كما يلي :

1- الشبكة ثنائية الاتجاه :

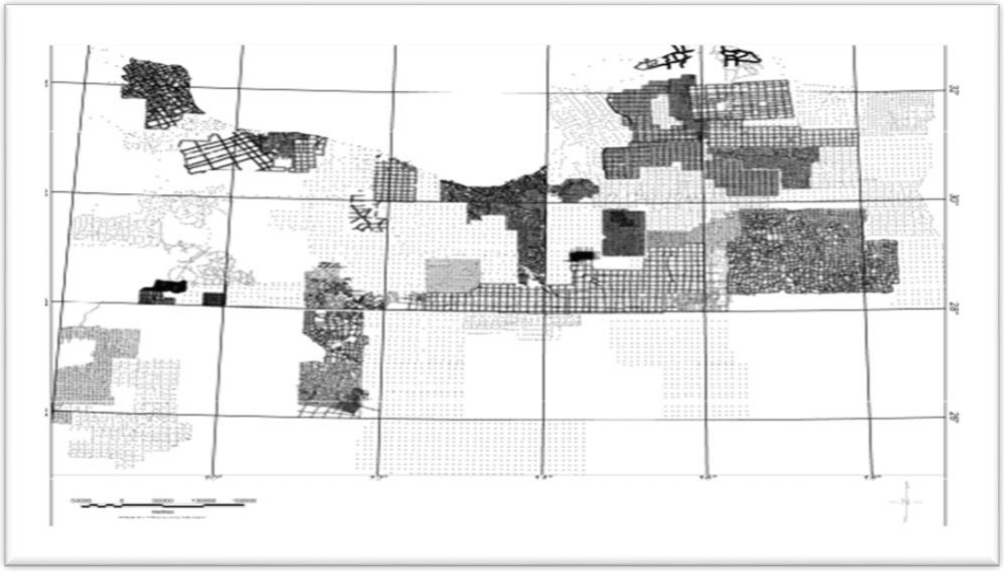
وهي مصممة لاستفاء البيانات المستندة الى الخطوط المتوازية (بيانات خط الأساسي) والتي تنفذ في خطوتين :

- تحرف البيانات على طول كل خط المسح لإعطاء القيم في كل تقاطع مع خطوط الشبكة المحددة .
- يتم استخراج القيم المحرفة على طول خط الشبكة من القيم المحرفة السابقة التي تم تخزينها وتحرف اخيرا لإعطاء القيمة الموزعة في كل خلية للشبكة .

2- الحد الأدنى للإنحناء العشوائي للشبكة :

يتم تحويل الإحداثيات الجوديسية إلى (x,y) باستخدام التقدير (utm) .

محطات مسح الجاذبية في المنطقة لا تستند للخط والفترات الملحوظة ليست متباعدة بالتساوي لهذا السبب يتم تحويلها الى شبكة على الكمبيوتر باستخدام البرنامج (geosoft pasis) على اساس الحد الأدنى لسطح الانحناء ومع حجم خلية الشبكة من 2.5 كم إلى إنشاء خريطة بوجير للشذوذ كما في الشكل (5) خريطة شذوذ الجاذبية انتجت عن طريق عرض البيانات الشبكية كما الخريطة الملونة وهي التي تبين توزيع الشذوذ في المنطقة وعموماً هي التي تعرف من خلالها الكثافة الافقية داخل الرواسب والاقبية في جميع أنحاء القشرة الأرضية .



شكل (4) بيانات الجاذبية لا تتباعد من المحطات في فترات على حد سواء . فاصل المسافة بين المحطات متفاوت وهومن 700م حيت ان المحطات مكثفة ل 7000م عند المحطات اقل كثافة[3]

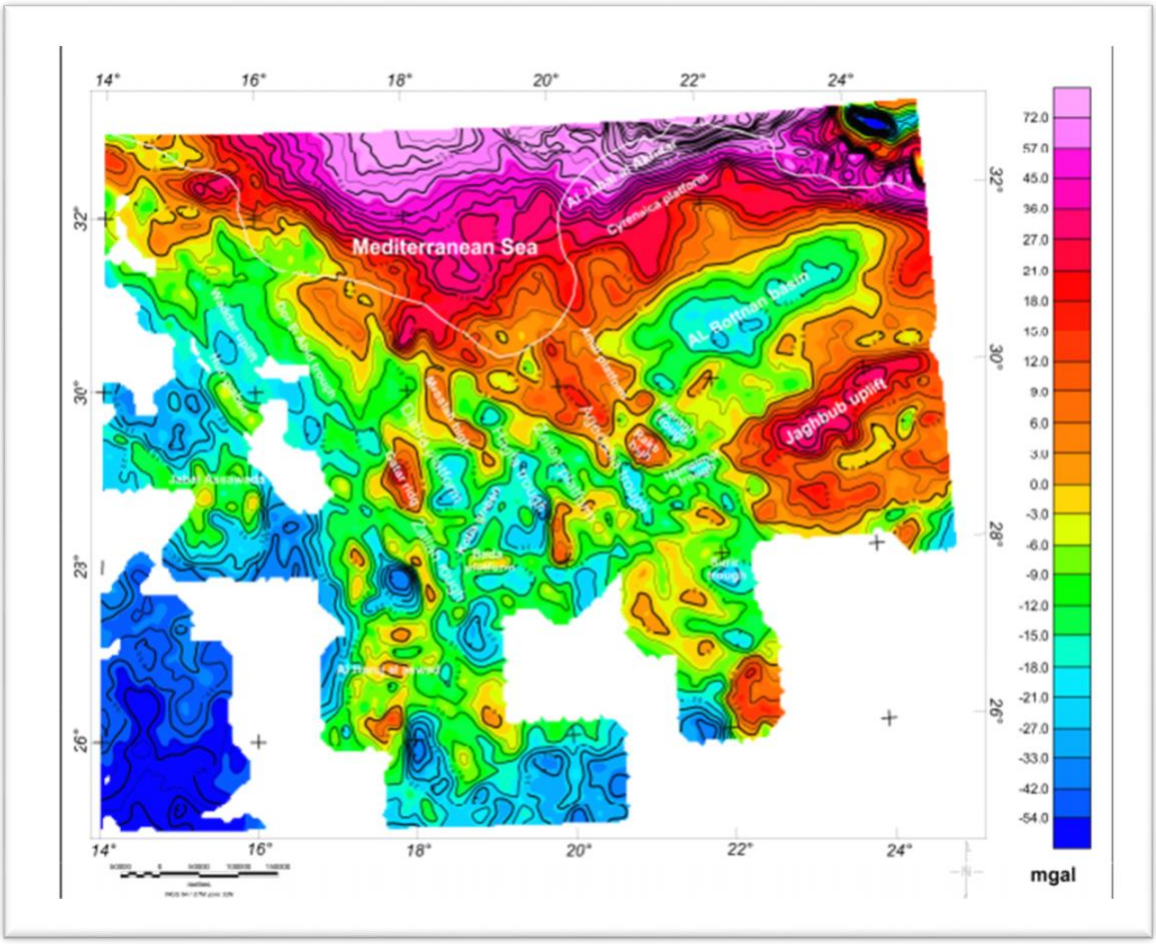
الخطوط الكنتورية :

خرائط شذوذ الجاذبية كانت تعرض كخرائط كنتورية والتي كانت قاعدة تفسير الجاذبية قبل تطوير برامج الكمبيوتر في الوقت الحاضر يتم عرض بيانات الجاذبية كخرائط ملونة حيث يمثل اللون مختلف شذوذ الجاذبية من الأعلى إلى الأقل داخل خريطة الجاذبية ويتم أخذ بيانات الشبكة

كمدخل لإنتاج خريطة الكنتور مع فاصل زمني كاف من 5mgal .

الخرائط الكنتورية للبيانات الجاذبية تظهر العديد من الحالات الشاذة من مختلف الأشكال والأحجام فضلاً عن الاتجاه من السمات الجيولوجية في المنطقة الاتجاه يكون في اتجاه الشمال الشرقي – الجنوب غربي في حوض البطنان كما هو مبين في الشكل(5) والاتجاه الشمال غربي – الجنوب شرقي في حوض سرت والتي تربط الأحداث التكتونية المختلفة .

كثافة خريطة الكنتور لشذوذ الجاذبية هي مفيدة في التفسير واستخدامها بوصفها مؤشرا لمواقع الصدوع وعندما تتغير فترة الكنتور بسرعة من الأعلى إلى قيمة منخفضة إذ تغير الكنتور من (15mgal) في مرتفع برقة إلىl(-15 mga) في حوض البطنان ويستخدم هذا كمؤشر لسمات التراكيب التي تنجم من هذا التغيير المفاجئ وتمت مقارنة شذوذ الجاذبية مع خطوط الكنتور مع الميزات الجيولوجية المعروفة في المنطقة لرسم العلاقة بين مجموعة الحقول المعروفة جيولوجيا .



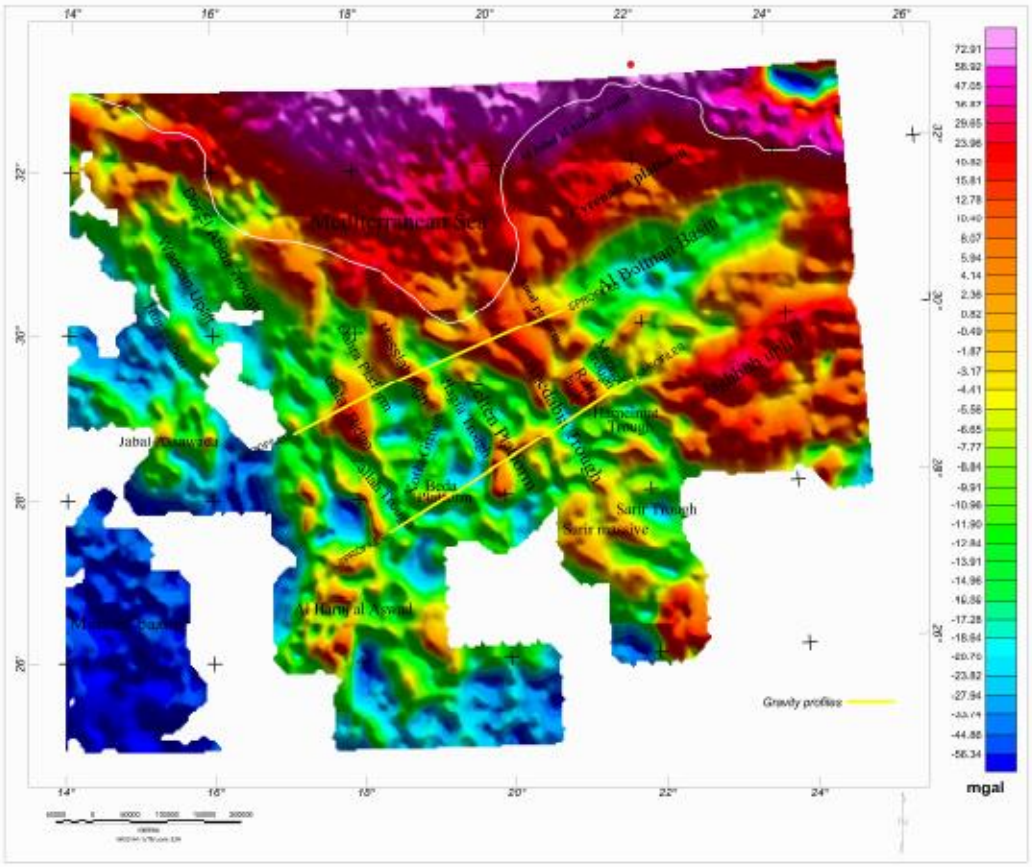
شكل(5) يبن شذوذ بوجير مع الكنتور 15 mgal. يظهر ملامح التراكيب في حوض سرت وكذلك حوض البطنان ومرتفع الجغبوب والجبل الاخضر [3]

- **تضليل صورة الشبكة الملونة** :

تتيح الادلة الملونة للصور الموجودة داخل المونتاج تمكن من تعديل تفاعلي.وتعديل لون المناطق من بيانات الشبكة وتوفر مجموعة من جدول الألوان للملفات لتحديد لوحة الألوان المستخدمة لتلوين بيانات الشبكة هو يسمح بتغير الميل والانحراف فضلا عن السطوح والتباين وشبكة اللون المظللة مفيدة لعرض ملامح التركيب ومن أجل تكون أكثر للخصائص الجيولوجية

لإستخدامها في نهاية المطاف في التفسير النوعي ومن أجل توضيح الخصائص الجيولوجية مع الميل والانحراف 45 درجة ويساعد على ربط التعابير الميدانية الممكنة مع المرتفعات والتراكيب في المنطقة تم استخراج نموذج التظليل مع الجدول rgb ويظهر في الشكل (6) .

يتم استخدام اللون rgb مضلل خريطة كخلفية لتحديد المواقع المناسبة للجاذبية لتمرير السمات الجيولوجية في حوض سرت سيتم عرض ملامح الشبكة في الخط المنحني والتي سوف تكون مؤشراً لتوزيع التراكيب داخل حوض سرت السبب الرئيسي وراء اختيار اثنين من ملامح ملفات الشبكة هو عبور الأجزاء الشمالية والجنوبية من حوض اجدابيا الذي الذي يقع في الجزء الشرقي من حوض سرت حيث يتغير شذوذ الجاذبية من الأعلى إلى الأقل على نفس الاتجاه من المنخفض



شكل(6) خريطة rgb لشذوذ بوجير مع شبكة الشمال والجنوب [3]

- **الفصل المحلي والإقليمي** :

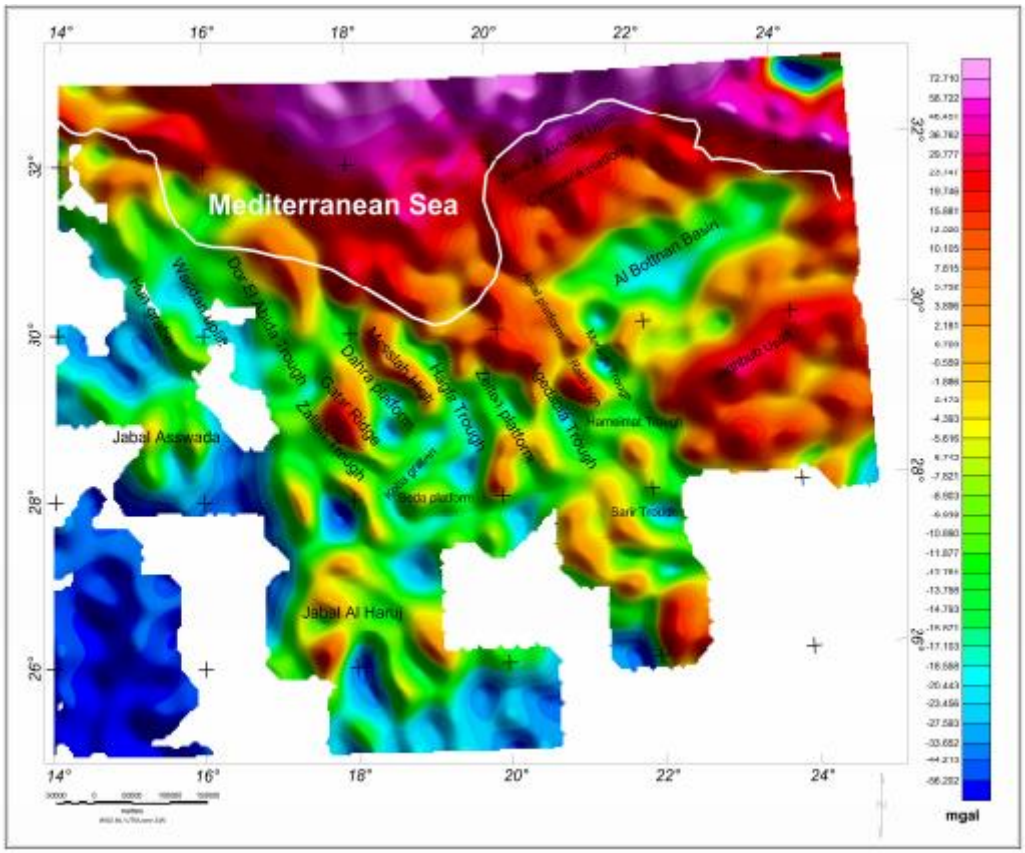
حقول الجاذبية على سطح الأرض تحتوي على الشذوذ من مصادر مختلفة الحجم والعمق ولتفسير هذه الحالات يجب أن تفصل التشوهات الناجمة عن ميزات معينة من التشوهات الناجمة من اشياء آخرى .

عند النظر في الطول الموجي لشذوذ الجاذبية يرتبط الوضع الشاذ للطول الموجي القصير إلى السطح القريب في حين يرتبط شذوذ الطول الموجي الطويل إلى الهيئات عميقة الجذور. ويعرف الشذوذ الإقليمي هنا على أنه جزء من سلسلة وينسب إلى التأثيرات العميقة جداً أو الواسعة جداً في البروز أن تكون تراكيب أو غيرها من الفوالق . إن خريطة الجاذبية الاقليمية تكون مفيدة لهذه الدراسة وكثيراً ما تستخدم الشبكة الإقليمية لتعزيز الشذوذ المتبقية كما هو الحال في استكشافات النفط والغاز الذي يتم انتاجه من خلال طرح شبكة شذوذ الإقليمية من الحقل الإجمالي الأصلي .

- تصفية الترددات المنخفضة :

تعطي تسهيلات لتحديد التصفية المناسبة لمجموعة البيانات الميدانية الأصلية ويستخدم مصفى أو مرشح الترددات المنخفضة لتعزيز ملامح عميقة من البيانات الجاذبية الميدانية من أجل انتاج خريطة شذوذ الجاذبية الإقليمية من مختلف القطع 20,30,40KM من أجل انتاج خريطة الجاذبية الإقليمية الشاذة . أخيراً اعتبر قطع ال 50 كم لاستخدامها لتصفية الترددات المنخفضة الذي سيرفض الطول الموجي الكامل الأقل من 50 كم وهذا ليس بمعتبر فنحن مهتمون بالبني العميقة للتراكيب الرسوبية لحوض سرت التي يكون الطول الموجي لها أكثر من 50 كم وشذوذ الجاذبية الإقليمية للشبكة يمكن أن يستخدم لإنتاج شذوذ الجاذبية المحلية من خلال طرح شبكة الإقليمية من مجموع شبكة الحقل الأصلي .

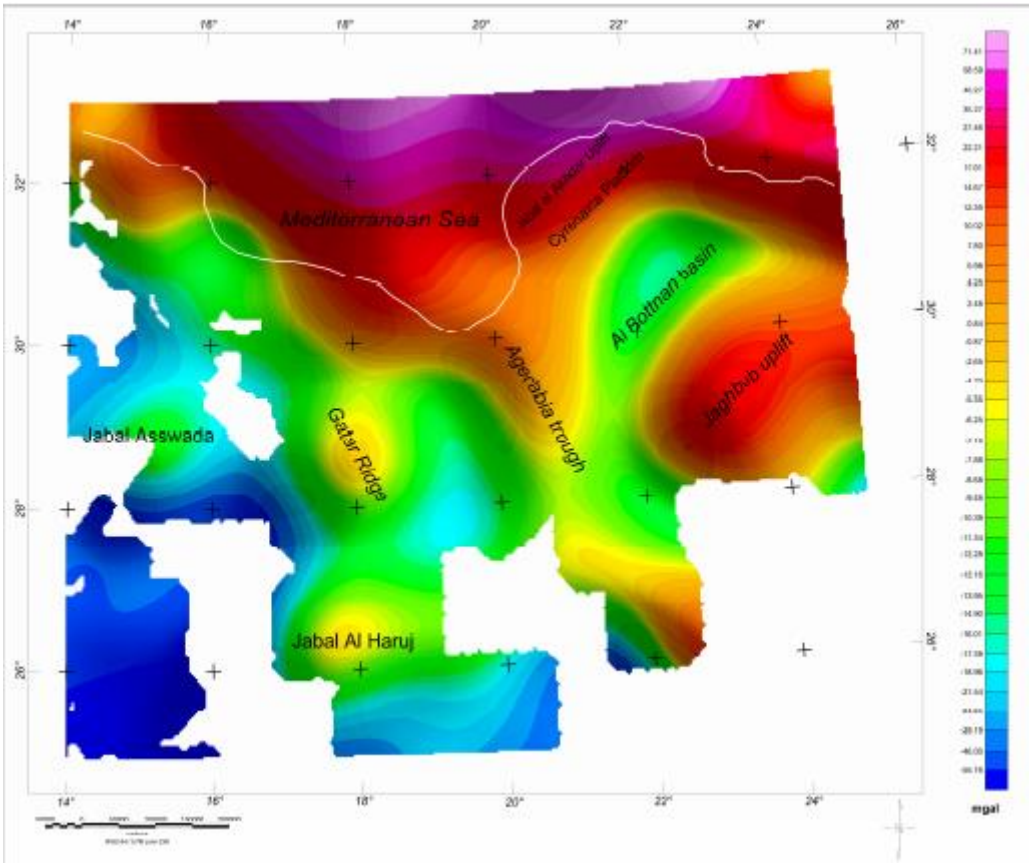
الجزء الشرقي من حوض سرت يعكس الطول الموجي الطويل وهو مؤشر لتراكيب عميقة الجذور . يتميز الجزء الشمالي من منخفض اجدابيا بالطول الموجي الطويل حوالي75 كم الأمر الذي يعكس عمق التراكيب في الجزء الشمالي من حوض سرت, وتتعزز الشذوذ الصغيرة داخل حوض سرت التي ترتبط بالبني السطحية القريبة أو التراكيب الصغيرة وتختفي على خريطة الجاذبية الإقليمية .



شكل (7) الخريطة الإقليمية لشذوذ بوجير مع تصفية الترددات المنخفضة [3]

وبما أننا مهتمون بتراكيب القشرة الأرضية العميقة أكثر من تلك التي تنتج باستخدام الترددات المنخفضة (5 كم) اخترنا قطعة مختلفة آخري بطول 200 كم والذي سيرفض أي طول موجي أقل من 200 كم يمر الطول الموجي الأكثر من 200 كم كما هو مبين في الشكل (8) .

تركيزنا كان عن منخفض اجدابيا في الجزء الشرقي من حوض سرت باستخدام الترددات المنخفضة عن 200 كم والجزء الشمالي من منخفض اجدابيا مازال يتسم بجاذبية عالية الشذوذ كما مبين في الشكل (8) مما يدل على انتشار التراكيب الشمالية من منخفض اجدابيا .



شكل (8) خريطة اقليمية لشذوذ بوجير مع تصفية الترددات المنخفضة عن 200كم [3]

- **أوضاع شبكة الجاذبية** :

شيدت لاثنين من الأوضاع على خريطة شذوذ الجاذبية في الشكل(6) باستخدام مكونات الشبكة المختلفة ومجموع شبكة مجال الجاذبية وانخفاض الترددات عن 50 كم للشبكة من هذه المكونات سيتم استخراج ملف التعريف من الخريطة الحالية والتي وضعت في خط في قاعدة البيانات الحالية التي تم انشاؤها في بداية العملية .

الهدف من استخدام مكونات الشبكة المختلفة هو محاولة لتعريف الشذوذ الجاذبية مع مستويات مختلفة وكان من المفترض أن الشذوذ الصغيرة ترتبط مع التراكيب القريبة من السطح في حين أنه كانت هناك صلة بين الشذوذ الكبيرة أي البني العميقة حاولت هذه الدراسة ربط عناصر الجاذبية إلى التراكيب الجيولوجية في حوض سرت التي تتميز بسلسلة من المنخفضات والمرتفعات المصحوبة بالفوالق .

الفصل بين المنخفضات والمرتفعات على خريطة الجاذبية وبروفيلات الجاذبية (أوضاع الجاذبية) يأتي من الإنحدار الشديد (التغير المفاجئ) والذي يرتبط بوجود الصدوع بروفيل الجاذبية في الإتجاه الشمال شرقي – جنوب غربي من السمات الجيولوجية لحوض سرت البروفيل الشمالي مبين الشكل(11) يمثل التراكيب للجزء الشمالي لحوض سرت غطت كلا البروفيلات منطقة من متوسط 400 كم (الشكل 6) .

تم اختيار اثنين من بروفيلات الجاذبية من أجل التراكيب التي تظهر جاذبية مختلفة داخل نفس التركيب ولعبور أكثر من تراكيب داخل حوض سرت . كما هو مبين في الشكل (6) يتميز منخفض اجدابيا باثنين من تعبيرات شذوذ الجاذبية :_

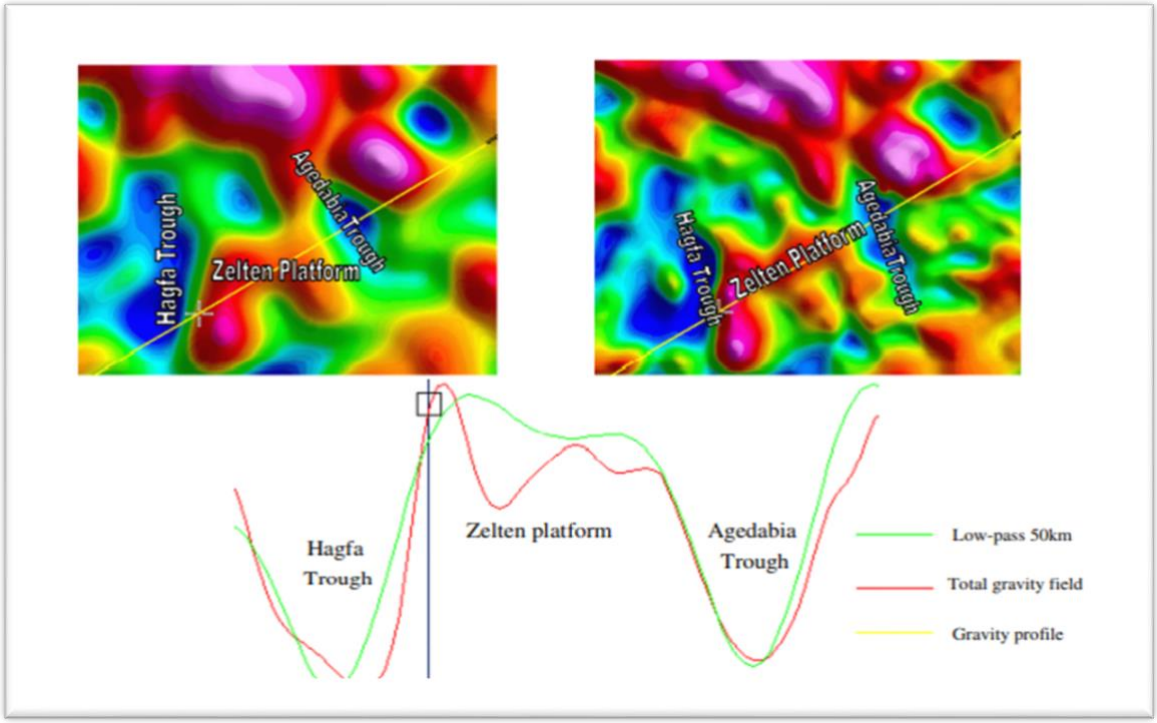
شذوذ جاذبية عالية في الجزء الشمالي من المنخفض وانخفاض شذوذ الجاذبية في الجزء الجنوبي من المنخفض .

ويتميز مرتفع الظهرا باثنين من تعبيرات الجاذبية هي : شذوذ عال في الجاذبية على جانب النظام الأساسي وانخفاض شذوذ الجاذبية في منتصف المرتفع وبناء على ذلك تم اختيار اثنين من بروفيلات الجاذبية .

الروابط الديناميكية متعددة البيانات

تعرف الروابط الديناميكية هي اتصالات بيانية تفاعلية تربط قواعد البيانات وبروفيلات اي عدد من الخرائط في مساحة العمل ، عندما تكون الروابط النشطة الفعالة واختيار أي بند من بنود البيانات ومؤشر تلقائياً يربط هذا البند مع الآخرين من نفس الموقع باستخدام هذه الخدمة وهذا يعطينا القدرة على النظر في مصدر البيانات متعددة من نفس المنطقة في نفس الوقت لأن لديهم نفس تنسيق النظام فهو يستخدم لربط بين بروفيلات الشيكة والخرائط الملونة والتي مثلت من قبل خريطة الجاذبية الميدانية وخريطة الشذوذ الاقلمية كما مبين في الشكل (9).

هذه الصلة تتكون برسم علاقة بين المجالات المحتملة للبيانات الجاذبية و المعلومات الجيولوجية التي تم الحصول عليها من الخريطة التكتونية الاقليمية . وهي تعطي فكرة عن العلاقة بين الخرائط التي تمثلها الالوان والبروفيلات التي تمثلها الخطوط المنحنية التي تعكس توزيع الحالات الشاذة داخل الخريطة , كما توفر سرعة الجودة والمعالجة والتحليل باستخدام كافة البيانات والمعلومات المتاحة .



شكل (9) الروابط الديناميكية واجمالي الحقول من خريطة الجاذبية في اليمين والترددات المنخفضة بين 50كم في اليسار وصورتهم .ويتضح هذا الارتباط بمؤشر الرمادي على الخرائط وكذلك البروفيلات [3]

كما هو مبين في الشكل(9) فإنه يتضح الإرتباط بين شذوذ في خرائط الجاذبية وصورتهم . منخفض الحجفا يكون محدود بمرتفع زلطن على الجانب الشرقي من المنخفض حيث يتم تغيير بروفيلات الجاذبية بسرعة من شذوذ الجاذبية العالي إلى شذوذ الجاذبية المنخفض الأمر الذي يعكس منطقة الصدع التي تفضل بينهما ويتضح هذا التغيير المفاجئ في وضع شواذ الجاذبية التي كتبها المؤشر الرمادي على خرائط الجاذبية وبروفيل الجاذبية.

- **التفسير النوعي :**

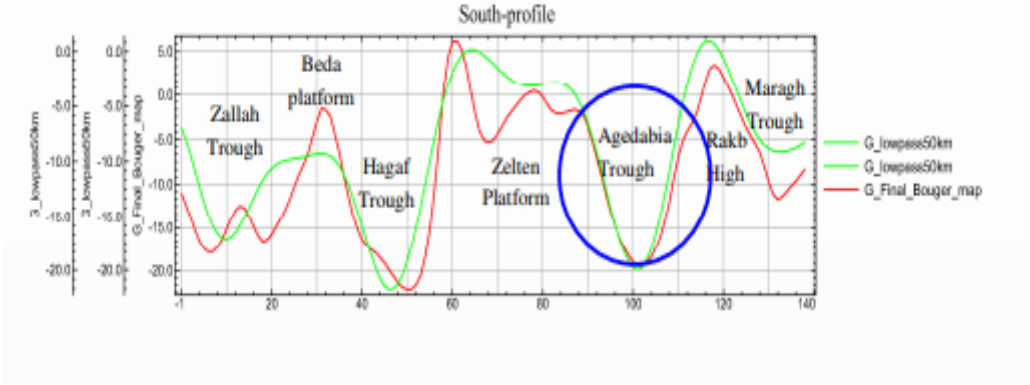
هذا النوع من التفسير ربط معظم الحالات الشاذة والتي تظهر على خرائط شذوذ الجاذبية مع التراكيب الجيولوجية .

شذوذ الجاذبية داخل حوض سرت يتبع على الإتجاه الشمال الغربي – الجنوب الشرقي كما يظهر في الشكل (6) وهي تعكس التراكيب أواخر العصر الطباشيري في حوض سرت تحت طبقات من الرواسب متفاوتة من العصر الطباشيري .

كلا الجانبين من الحواف العليا للجاذبية هي سلسلة من الشذوذ المنخفضة التي انتجت بواسطة تراكيب الصدوع ، التي أوقفت شذوذ الجاذبية وتسببت في تغيير من الشذوذ الجاذبية القصوى إلى شذوذ الجاذبية الاقل ، يعبر عن هذه الفوالق على خرائط الجاذبية كتدرج حاد من شذوذ جاذبية مرتفع إلى شذوذ جاذبية منخفض وعلى بروفيل الجاذبية يعبر عنها كتغيير مفاجئ في منحنيات الجاذبية والذي كان سببه تغيير الكثافة بين مختلف الصخور الرسوبية في الحوض . حواف الصخور الأكثر كثافة يمكن أن تترافق مع انعطاف على منحنى الجاذبية ويستند هذا التفسير على التصور من خلال النظر في الخرائط متعددة في نفس الوقت فيما يتعلق بابروفيلات .

- بروفيل الجاذبية الجنوبي :-

كما يظهر في الشكل (10) يعكس برفيل شبكة الجاذبية التي توزع مصادر شذوذ الجاذبية على طول البروفيل الجنوبي والتي تربط السمات التركيبية للجزء الجنوبي من حوض سرت تبدأ من منخفض مراغ (maragh trough) في الشمال الشرقي من الحوض وتنتهي بمنخفض زلة (zalah trough) في الجنوب الغربي من الحوض ويفصل بينهما سلسلة من المرتفعات على طول كتل الطبقة السفلية من الصدوع ويعبر عن الفصل بينهما على بروفيل الجاذبية من التغير المفاجئ (تغيير حاد) في شذوذ الجاذبية مما يدل على أن مرتفع زلطن ومرتفع بيدا (zelten platform beda platform) بشذوذ جاذبية منخفض في كافة المكونات والتي تدل على سمات تركيبية عميقة ومنخفضات (زلة ،حجفا ، اجدابيا ، مراغ) . ويتميز مرتفع زلطن ومرتفع راكب بشذوذ جاذبية عال بالمقارنة مع تراكيب بمعدل 5 mgal والتي ترتبط برفع صخور القاع أو مناطق الهورست التي تتميز بالكثافة العالية التي تتسبب شذوذ جاذبية عال.



شكل(10) بروفيل الجاذبية الجنوب [3]

- **بروفايل الجاذبية الشمالي :**

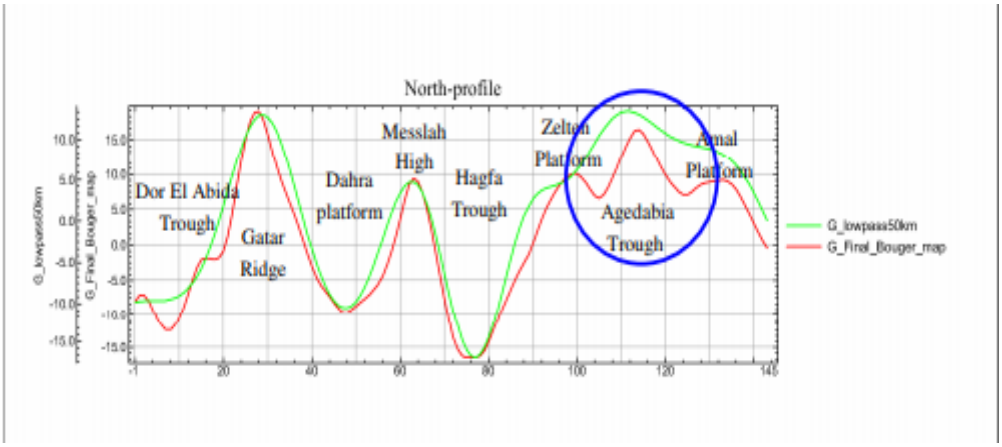
كما هو مبين في الشكل (11) يعكس بروفايل شبكة الجاذبية توزيع مصادر شذوذ الجاذبية على طول البروفيل الشمالي التي تربط الميزات التركيبية للجزء الشمالي من حوض سرت . بدأت من مرتفع أمل (amal platform) في الجزء الشرقي من حوض سرت وتنتهي بمنخفض دور عبيدة (dor el-abide) في الجزء الغربي من حوض سرت مفصولة بسلسلة من تراكيب المنخفضات والمرتفعات .

مرتفع الظهرا (dahra platform) يتميز بشذوذ جاذبية عال على الأجزاء الشرقية والغربية من المرتفع بينما يتميز الجزء الأوسط بشذوذ جاذبية

منخفض جميع مكونات الجاذبية التي استخدمت في بروفايل الجاذبية . ترتبط تلك التعبيرات لشذوذ الجاذبية العالية بارتفاع غاتار و مسلا gatar (ridge and messla) على جانبي حافة المرتفع . فهي تتميز بالتغيير المفاجئ (تغيير حاد) في بروفيل الجاذبية من الأعلى إلى أدنى شذوذ الجاذبية على الشرق والغرب من مرتفع الظهرة والذي يرتبط بمناطق الصدع التي تفصل المرتفع من منخفض الحجفا في الشرق ودور عبيدة في غرب حوض سرت . معظم حقول النفط ضمن مرتفع الظهرة تقع على غتار ريدج وارتفاع مسله, ربما يرجع ذلك إلى الشعب المرجانية المحاذية للساحل عالية الكثافة أو صخور الكربونات التي تمثل خزان جيد ضمن مرتفع الظهرا. ويرتبط انخفاظ شذوذ الجاذبية داخل الجزء الأوسط من مرتفع الظهرا لصخور المصدر منخفضة الكثافة حيث وقعت معظم المواد الهيدروكربونية .

الإختلاف في شذوذ الجاذبية ضمن مرتفع الظهرا متعلقة بتراكيب المنخفضات ضمن مرتفع الظهرا .

يتميز منخفض شمال اجدابيا بالإتساع وإرتفاع شذوذ جاذبيته في كل عناصر الجاذبية والتي تختلف من الجزء الجنوبي من المنخفض كما هو موضح في اثنين من بروفيلات شبكة الجاذبية . وكشف الطول الموجي الطويل للجزء الشمالي من منخفض اجدابيا وهو عبارة عن تراكيب عميقة (75كم) ضمن شمال حوض سرت التي تتعلق بعملية الغطاء تحت القشرة الأرضية , يحدها تراكيب المرتفعات على جانبي المنخفض. في منخفض دور عبيدة مجموع منحنى مجال الجاذبية يعكس سمات التراكيب الصغيرة .



شكل (11) بروفيل الجاذبية الشمالي [3]

- **تفسير خريطة الجاذبية** :

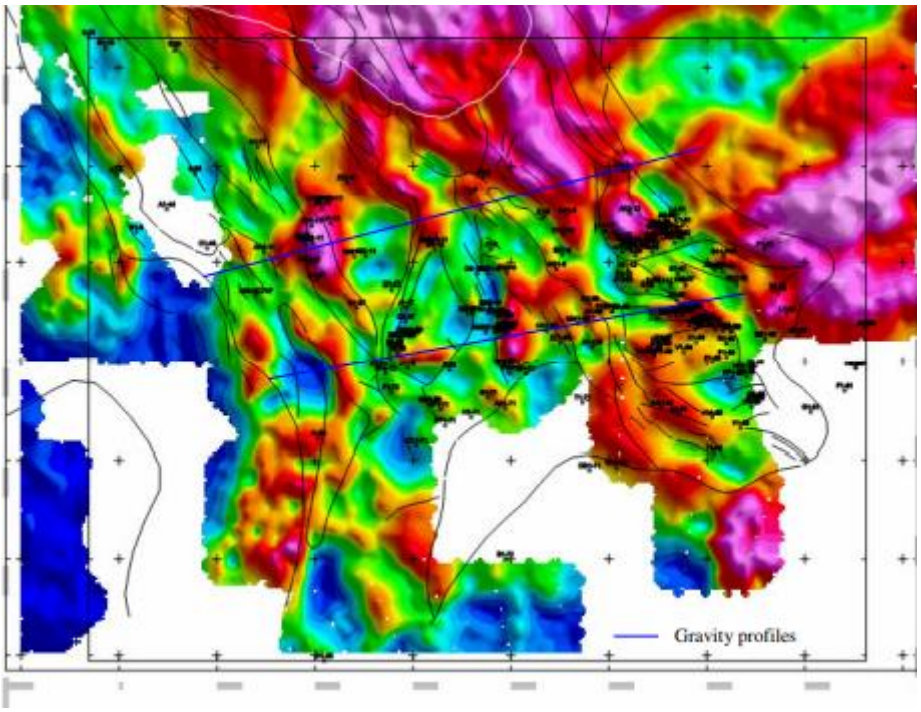
يتم استخدام جدول hsv لخلق نظرة مظللة للخريطة الملونة كما هو مبين في (13) . في خريطة hsv الملونة ينم التحكم في الشكل من بيانات الشبكة الأصلية في حين يتم التحكم في التشبع والقيمة من خلال الشبكة المظللة وقد استخدمت زاوية مختلفة عن الميل والانحراف من أجل تعزيز مدى الخصائص الجيولوجية في حوض سرت وكذلك شرق حوض سرت (حوض البطنان, مرتفع الجبل الأخضر, ومرتفع الجغبوب) في خريطة الجاذبية, ليتم استخدامها لتفسير النوعي .

كما هو مبين في الشكل (13) يقع الجبل الأخضر ومرتفع الجغبوب في الجزء الشرقي من حوض سرت وتفصل بحوض البطنان حوض البطنان بدأ على خريطة الجاذبية كخط طويل مع الشمال الشرقي – الجنوب غربي وهو يتميز بشذوذ جاذبية منخفض مع الحد الأدنى -23.8mgal ويرتبط ذلك بانخفاض كثافة الرواسب داخل الحوض يتميز مرتفع الجغبوب بالإتجاه المباشرة في الشمال الشرقي – الجنوب غربي وإرتفاع شذوذ الجاذبية مع 33mgal التي ترتبط بالإرتفاع العالي لكثافة صخور القاعدة يعكس هذا التغيير المفاجئ في شذوذ الجاذبية من انخفاض شذوذ الجاذبية لحوض البطنان لإرتفاع شذوذ الجاذبية في تراكيب مرتفع الجغبوب التي تسببت في تغيير الجاذبية ، فإنها ترتيط مع الإتجاه الشمال شرقي – الجنوب غربي التي شكلت في (Paleozoic) الذي هو أكبر سنا ومختلفة في الإتجاه أواخر العصر الطباشيري في حوض سرت .

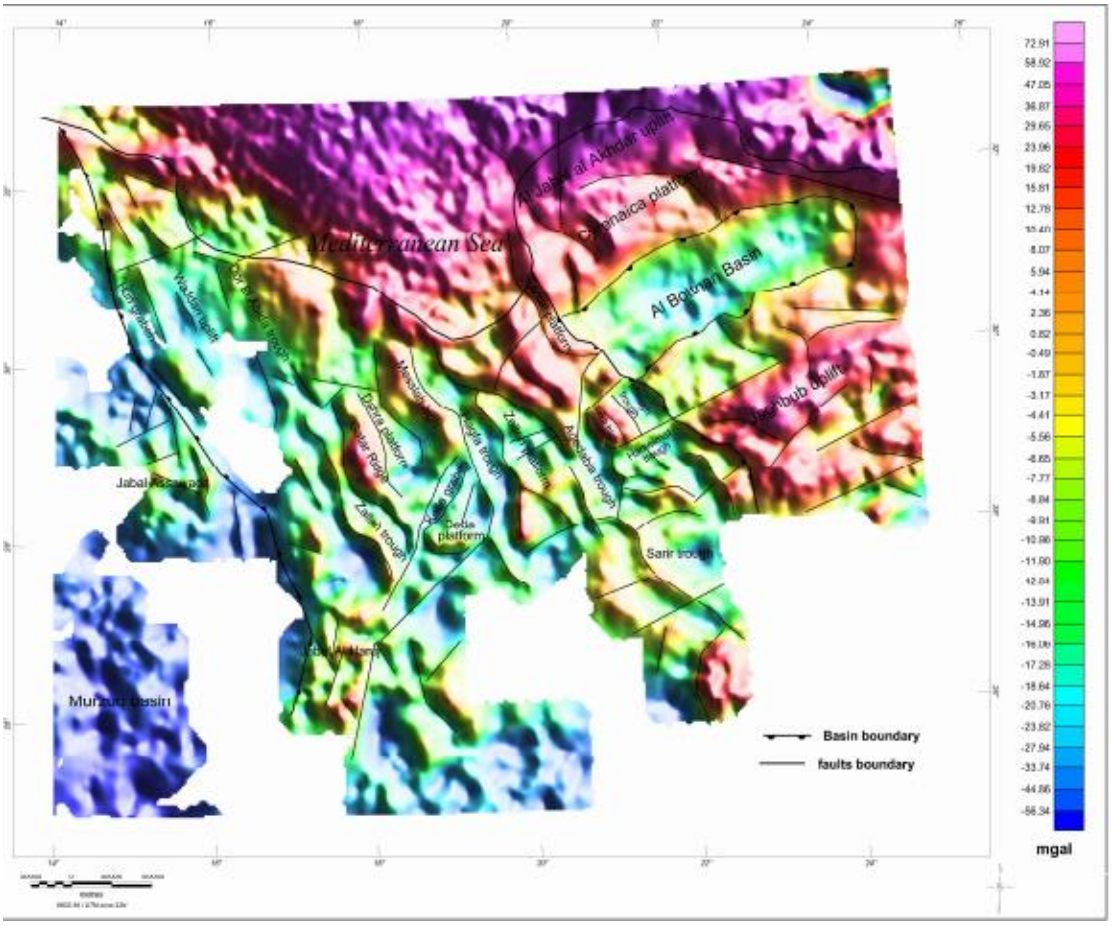
يتميز الجبل الأخضر بارتفاع شذوذ الجاذبية التي ترتبط بارتفاع كثافة صخور القاعدة ، يرتبط ذلك مع الطيات من صخور الباليوزويك في وقت متأخر خلال العصر الطباشيري .

يحد حوض سرت من الإتجاه الشمال شرقي – الجنوب غربي حوض البطنان ومن الشرق مرتفع الجبل الأخضر ومرتفع الجغبوب من الحوض بينما في الجنوب الغربي يحدها حوض مرزق الذي يعبر عنه في خريطة الجاذبية بشذوذ جاذبية منخفض كما هو الحال موضح في الشكل (13) تم تعريف الحدود الشرقية لحوض سرت على أساسات مختلفة في الاتجاه من السمات الجيولوجية والتي تقع في الشمال غربي – الجنوب شرقي في حوض سرت وشمال شرقي – الجنوب غربي في الشرق من حوض سرت وتستند الحدود الغربية على أنخفاض شذوذ الجاذبية من حوض مرزق وحوض غدامس.

تتميز معظم الأجزاء الشمالية والوسطى من التراكيب داخل حوض سرت في الاتجاه الشمال غربي – الجنوب شرقي الذي يرتبط بالصدع في العصر الطباشيري المتأخر الذي أثر على حوض سرت بالكامل وهي تتمثل من الشرق إلى الغرب على التوالي من قبل (منخفض مراغ أمل ، مرتفع راكب ، منخفض أجدابيا ومرتفع ومرتفع زلطن ، منخفض الحجفا ، مرتفع الظهراً ، منخفض زله ، منخفض دور عبيدة ومرتفع وادن ، منخفض هون) كما هو مبين في الشكل (13).



شكل (12) خرية بوجير للجاذبية تظهر تفسير البنى السابقة داخل حوض سرت مع مواقع البيانات والتي سيتم استخدامها في وضع نماذج الجاذبية [3]



شكل(13) الاوضاع الشمالية و الوسطى لخريطة بوجير تظهر التراكيب داخل حوض سرت [3]

- نمذجة شذوذ الجاذبية :

يمكن تقدير توزيع مصدر الشذوذ بطريقتين :-

1) النمذجة إلى الأمام 2) النمذجة العكسية .

يتم استخدام النمذجة إلى الأمام لتقدير توزيع شذوذ الجاذبية لأي هيئة لها طول إضطراب لا نهائي ويحدث عندما يستخدم لضبط معالم النموذج يدوياً من أجل تحسين التوافق بين مجال المرصود وحقل المحوسب في حين نموذج الإنعكاس يحدث عندما يكون برنامج الكمبيوتر ضبط معالم النموذج تلقائياً لتحسين التوافق بين مجال ملحوظ .

- كثافة الصخور الرسوبية :

في المتوسط الصخور الرسوبية لها كثافة أقل من الصخور النارية والمتحولة ، تتأثر كثافة الترسبات بالعمق تحت سطح الأرض الكثافة تزيد مع زيادة في العمق وحسب العمر وكذلك درجة الضغط والمحتوى المائي ، الرواسب القديمة هي أكثر كثافة من الرواسب الأصغر سنا ومع ذلك فإن أنواع الصخور والمسامية أيضا قد تؤثر على العلاقة بين الكثافة والعمق .

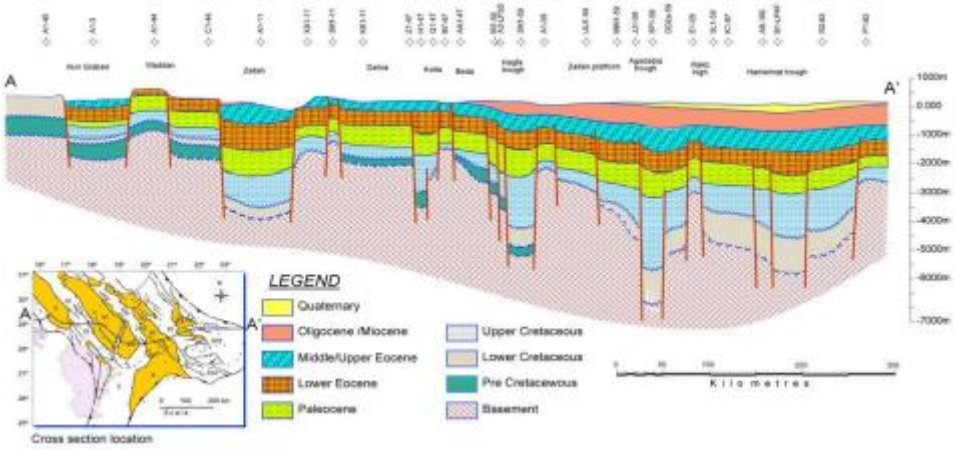
الرواسب وصخور القاعدة هي المسؤولة عن شذوذ مجال الجاذبية الكثافة العالية لصخور القاعدة قد تعادل صخور البلورية المغناطيسية القاعدية ويبين الترسبات والرسوبية للصخور :

الجدول يبين الرواسب والصخور الرسوبية

Rock type	Range(wet) g/cm³	Range(dry) g/cm³
Clays	1.63-2.6	1.3-2.4
Gravels	1.7-2.4	1.4-2.2
Sand	1.7-2.3	1.4-1.8
Silt	1.8-2.2	1.2-1.8
Soils	1.2-2.4	1.0-2.0
sandstone	1.61-2.67	1.6-2.68
Shales	1.77-3.2	1.56-3.2
Limestone	1.93-2.90	1.74-2.76
Dolomite	2.28-2.90	2.04-2.54

- النموذج الجيولوجي التصويري :

قبل البدء بنمذجة البيانات علينا أن نفكر في النموذج الجيولوجي التصويري المناسب الذي من شأنه أن يكون مرتبط مع شذوذ الجاذبية وكيف سنقوم بربط شذوذ الإرتفاع والإنخفاض للجاذبية مع النموذج الجيولوجي التصويري . والشكل التالي يمثل احد النماذج الجيولوجية من(العبادي2002) والمتعلقة بالتركيبات في حوض سرت لربطه بتحليل الجاذبية



النموذج الجيولوجي التصويري [3]

- نموذج الجاذبية :

عموماً يمكن اعتبار القشرة القارية تتألف من طبقة رواسب (السمك من 0 إلى 5كم) تحتها الطبقة العليا (السمك من 10 إلى 20كم) والطبقة المنخفضة (السمك من 15 إلى 25 كم) من القشرة القارية .

بدأنا بيانات الجاذبية على طول أثنين من البرفيلات يمثلون الرواسب في حوض سرت كثلاثة طبقات وتتكون طبقات الرسوبية من طبقات العصر أوليجيوسيني – كواترناري تم تعيين الكثافة المناسبة لهم والتي تزداد مع العمق الطبقات الرسوبية تمثل الطبقة العليا من النموذج والسبب وراء تمثل الطبقة العليا لنموذج الجاذبية من ثلاثة طبقات رسوبية فقط لجعل نموذج الجاذبية سهل قدر الإمكان وإذا قمنا يتمثل عدة طبقات رسوبية عندها نحتاج لإستخدام الكثافة الفعلية لكل طبقة .

الطبقة الوسطى من كل تشكيل تمثل القشرة القارية مع كثافة 35km, 2.67g/cc سمك ، ويمثل الجزء السفلي من النموذج من قبل طبقة الوشاح مع ارتفاع الكثافة 3.3 g/cc .

التفسير الكمي :

نماذج الجاذبية تتزامن مع تكوين حوض سرت والذي يعكس سلسلة من المنخفضات والمرتفعات التي تحدها من الفوالق والتي تعكس فترة من عدم الاستقرار في المنطقة .

نموذج الجاذبية على طول بروفيل التشكيل الجانبي محسوب على النموذج الجيولوجي التصويري على طول البروفيل الجنوبي حيث شذوذ الجاذبية منخفض للتراكيب سمك الرواسب (الطباشيري – الطبقات الحديثة) داخل المنخفضات والمناطق المرتفعة ، والتي تم الحصول عليها من بيات الجاذبية ومتوافقة مع البيانات جيداً أن كانت تسيطر على البيانات في البروفيل الشمالي ، كما في الجدول

الجدول بيانات الآبار وبيانات الجاذبية

Structure name	Well data	Gravitv model
South agedabia trough	6800m	7500m
Hameimat trough	5000m	5500m
Hagfa trough	4550m	4500m
Kotla graben	3000m	3500m
Zallah trough	3500m	3500m
Rakb high	2800m	2900m
Zelten platform	2500m	2500m
Gatar ridge	2000m	1900m
Beda platform	1900m	2000m
Waddan uplift	1000m	1500m

عندما قارنا سماكة المقطع الرسوبي في الجزء الشرقي والجزء الغربي وهو يزيد نحو الشرق من حوض سرت وهو ما يعكس الفترات الشديدة للهبوط للجزء الشرقي من حوض سرت فيما يختص بالشق الرسوبي .

من أوليغيوسيني – الرباعي الغائب على نطاق واسع في الجزء الغربي الأمر الذي يعكس هبوط أقل كثافة في الجزء الغربي من حوض سرت .

الفوالق التي فصلت المنخفضات من المرتفعات ليست عمودية في نماذج الجاذبية حيث نغير التدرج من الفوالق من أجل أن يكون مناسباً بين حقل الجاذبية المحوسب والملاحظة تتنوع الفوالق في نموذج الجاذبية من حاد جداً كما هو الحال في منخفض الحجفا كما هو مبين في الشكل(7) إلى شبه الرأسي في التراكيب الأخرى .

وليس لدينا بيانات أخرى مثل البيانات الزلزالية أو الحقلية لنأكد لنا ذلك الجزء الشمالي من منخفض الحجفا كما هو مبين في الشكل (7) أوسع من الجزء الجنوبي تم تفسيرها على أنها هبوط للكثافة التي أثرت في الجزء الشمالي أكثر من الجزء الجنوبي.

شذوذ الجاذبية الإيجابي والعالي داخل الجزء الشمالي من منخفض اجدابيا نحن نفسره كالأتي:-

1-القشرة القارية الرقيقة تحت المنخفضات يعتقد أن تكون سبب الموجات المتقلبة من الغلاف خلال الصدع القاري الذي شكل حوض سرت بسبب التطور التكتوني بين لوحات الأسيوية والأفريقية خلا التطور التكتوني بين أفريقيا والألواح الأوراسية الجزء الشمالي قد تأثر بتمديد القشرة الأرضية نحو الشمال شرقي – الجنوب غربي الذي أعطى إمكانية لتقلب الغطاء من منخفض اجدابيا .

2- الطول الموجي القصير الذي فرضه مع الطول المجي الطويل يرتبط إلى البريقة داخل احواض الهورست .

في منخفض اجدابيا الشمالي المنحنيات الرمادية توضع العلاقة بين شذوذ جاذبية الطول الموجي الطويل مع منخفض اجدابيا الشمالي الطول الموجي القصير الذي فرضه مع الطول الموجي الطويل له صلة بين (منخفض الهورست داخل البريقة) والرواسب التي تغطي الطبقة السفلية .

الخلاصة :-

1- السمات الجيولوجية بحوض سرت تتميز بتغيرات معكوسة ,حيث ترتبط التغيرات الشاذة منخفضة الجاذبية عادة بسمات هيكلية منخفضة ,بينما ترتبط الجاذبية العالية بمتغيرات هيكلية عالية ومع ذلك نجد ان حوض اجدابيا الشمالي يتميز بشذوذ الجاذبية العالية يتميز بيدا (beda platform) بشذوذ منخفضة الجاذبية.

2- يظهر تباين الجاذبية (gravity anomalies) شذوذا عالية للجاذبية على الحواف وقيما اقل في مركز المرتفعات (platforms) بسبب ترسبات الحجر الجيري في الشعاب المرجانية وكذلك بسبب طريقة تفكيك platform في مراحل تطور الحوض.

3- منخفض اجدابيا تميز بشذوذ جاذبية عالية في الجزء الشمالي وانخفاض شذوذ الجاذبية في الجزء الجنوبي.

4- الجزء الشرقي من حوض سرت له طول موجي طويل , وهذا يشير لتراكيب عميقة الجذور.

5- التغير في بروفيلات الجاذبية بسرعة من شذوذ الجاذبية العالية الى شذوذ منخفضة يشير الى وجود منطقة الصدع.

6- الطول الموجي الطويل وشذوذ الجاذبية العالية في حوض اجدابيا ناتج من عمليات الوشاح اسفل الغلاف الصخري مع تصاعد المواد عالية الكثافة .

7- يرتبط النموذج بالسمات الهيكلية المنخفضة داخل حوض سرت ويرجع ذلك اساسا لكثافة الرواسب المنخفضة التي تملا الحوض , ويظهر نموذج الجاذبية خمس شذوذ منخفضة تتعلق

بأحواض الحميمات واغداهيا وجحفا وكوتلا وحوض زلة من الشرق الى الغرب.

8- يرتبط اتجاه الشمال الشرقي بالاتجاه الهرسيني القديم بينما يرتبط اتجاه السمال الغربي بتكوين حوض سرت خلال اواخر العصر الطباشيري.

9- تقع معظم حقول العملاقة داخل حوض سرت على اطراف (platform) بالقرب من تدرجات الجاذبية.

10- يظهر نموذج الجاذبية المرتبط بالجانب الجنوبي ملائمة جيدة كنتيجة بين مجال المرصود و المحسوب.

التوصيات:-

- مزيد من الدراسات الجديدة لفهم تكوينات حوض سرت وعلاقتها برواسب الهيدروكربونات .
- زيادة تفسير لشذوذ الجاذبية العالية حيث تقع معظم حقول النفط.

المراجع:

1. Petroleum geology (2008) Prof .Dr . Stefan . M .
2. -Sirt Basin (,Bushiha. 2002, Hallett2007) Structural configuration of the sirte basin(march,2005) Tarek sabri elakkar -Perrolum Geology of Libya "ELSEVIER" Hallet.D.(2002).
3. Tectoin of the Sirt Basin .PhD Dissertation.Vrije Universiteeit (Amsterdam).rrc(Enschede) Abdi,A.M. (2002).
4. Geological Application of Gravity and MagneticsCase Histories AAPG studies in Geology,NO.43) and SEG Geophysical Referenceseries,NO.8."Gibson,R,I.and P.S.Millegan.
5. The Sirte Basin Province of Libya—Sirte-ZeltenTotal Petroleum System By(Thomas . S. Ahlbrandt (2001) Organic geochemical evaluation of cretaceous pot entail,source rocks east sirt basin Libya s.aboglila,elkhalgi tripoly university, trepoly,Libya
6. 8 - Stratigraphic nomenclature of the sirte basin geology (1972) , F.T.Barr & A.A Weegar
7. The Tibisti-Sirt Orogenic Belt, Libya,G.S.P.A.J" ELSEVIER" The Geology of Sirt Basin,volum3:107-120 "EL-Makhrouf, A.A. (1996).
8. 10-"SHORT NOTES AND GUIDEBOOK ON THE STRATIGRAPHY AND TECTONICS OF WEST ZALLAH TROUAGH,SIRT BASIN,LIBYA" Abdi,A.M.ANDP.Van dijkk(1993).
9. -"Frist Symposium" Geology of sirt: 1-52 11
10. 12- The Utiliyof Regional Gravity and Magnetic Anomalymaps,Sociely of exploration Geophysical ,Hinze.J.W.(1985).
11. 13- STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE OF THE SIRT BASIN,LIBYA,THE PETROLUM EXPLORATION SOCIETY OF LIBYA (TRIPOLI,LIBYA) Barr,f.t.and A.A.Weegar(1972)