49

حقاييس القيمة النسبية.
 د مقاييس القيمة المطلقة.
 يوصف فيما يلي بعض مقاييس المغنطيسية:

:Fluxgate magnetometer مقياس التدفق المغنطيسي -1-10-2

يعتمد هذا المقياس على وجود مادة حديدية المغنطة (Mu-metal, Permalloy or ferrite) لها نفوذية عالية، بحيث يؤدي وجود حقل مغنطيسي خارجي، الحقل المغنطيسي الأرضي مثلاً، لتحريض مغنطيسية عالية تمثل جزءاً كبيراً من حالة الإشباع المغنطيسي المادة حديدية المغنطة، تتألف المجموعة المغنطيسية من قضييين من مادة حديدية المغنطة موجهين باتجاه الحقل المغنطيسي الأرضي، تتم مغنطة القضيبين بوساطة وشيعتين أوليتين مرتبطتين على التسلسل ولكل منهما التدفق المغنطيسي نفسه إنما باتجاهين متعاكسين لأتهما ملتفتان باتجاهين متعاكسين لمتهما

يرافق كل من الوشائع الأولية وشيعة ثانوية تلتف حول القلب نفسه وترتبط الوشائع الثانوية مع بعضها على التسلسل أيضاً ويوضع في طرفيها مقباس فولت (V_R)، ويقرأ الفرق الناتج عن تعزيز الحقل الأرضي لحقل إحدى الوشائع ومعاكسته لحقل الأخرى، ونظراً لارتباط الوشيعتين الثانويتين على التسلسل واتجاه التيارين فيهما متعاكسين فإن فرق الكمون الناتج يتألف من زوج من النبضات الكهربائية ويكون ارتفاع هذه النبضات متناسباً، ضمن حدود معينة مع الحقل المغنطيسي الأرضى المطبق.

Nuclear precession (proton) الترنح النووي المغنطيسي -2-10-2 magnetometer

هذا المقياس هو الأكثر استخداماً في المسح المغنطيسي القاري والجوي والبحري، وفي قياس الحقل المغنطيسي الأرضي في المراصد المغنطيسية الموزعة في كل العالم. يقوم مبدأ هذا القياس على خاصة التجاوب (المبادرة) النووي المغنطيسي (Nuclear magnetic resonance). إن أبسط النوى التي تمتاز بهذه الخاصة هي البروتون أو نواة الهيدروجين، وبما أن الأوكسجين لا يحتوي على عزم مغنطيسي فيمكن عد الماء كتجمع للبروتونات، اعتماداً على خاصة التجاوب النووي. يمكن كذلك استخدام بعض المواد العضوية الغنية بالهيدروجين مثل الميتانول أو الكحول الإيتيلي أو البنزين . . . الخ.

يتم العمل بهذا المقياس بوضع زجاجة من الماء في الحقل المغنطيسي الأرضي، ويمرر تيار كهربائي في وشيعة مقطبة أولية (polarizing coil) ملفوفة حول الزجاجة، بحيث يتولد حقل مغنطيسي مقطب متعامد تقريباً مع اتجاه الحقل المغنطيسي الأرضي، شدته أعلى بكثير من شدة الحقل المغنطيسي الأرضي (50 أورستد مثلاً) فتتوجه العزوم المغنطيسية للبروتونات باتجاه محصلة الحقلين، لو أزيل الحقل الخارجي فجأة فإن هذه العزوم تدور للعودة إلى وضعها الأصلي باتجاه الحقل المغنطيسي الأرضي، فيقاس تردد الحركة الدورانية للبروتونات، وتحسب منها شدة الحقل المغنطيسي الأرضي، كالتالي:

اذن:

T = 23.4874.f (2-20)

حيث تعطى T بالناتوتسلا و f التردد بالهرتز لدوران العزم المغنطيسي حول الحقل المغنطيسي الأرضي.

Optical pumped vapor magnetometer - مقياس الضخ البصري -3-10-2

تم تطوير هذا المقياس في الستينيات من القرن الماضي لقياس شدة الحقل المغنطيسي الكلي بدقة أكبر بكثير من المقليس الأخرى اعتماداً على خاصة التجاوب (المبادرة) النووي المغنطيسي للإكترونات، لأن كتلة الإكترون أصغر بنحو 2000 مرة من كتلة البروتون يكون التردد أعلى بكثير من تردد البروتون. يستخدم المقياس ظاهرة الضخ البصري (Optical pumping) التي تطبق على بخار السيزيوم (Rubidium) أو الهليوم شبه المستقر (Metastable Helium).

2-11- طرائق المسح المغنطيسي:

نظراً لسهولة المسلم المعنطيسي وإمكانية القيام به من الطائرة يعد المدخل إلى الدراسات الجيوفيزيائية في أية دولة، يليه في ذلك المسح الجاذبي القاري ويتبعه المسح السيسمي أو أي نوع آخر من المسوح الجيوفيزيائية. لقد ساهم المسح المعنطيسي والدراسات المغنطيسية في تمديد الدراسات الجيوفيزيائية إلى البحار والمحيطات والمناطق النائية من غابات وصحاري على القارة.

وكما في بقية الدراسات ببدأ المسح المغنطيسي (القاري، الجوي أو البحري) بوضع خطة عمل متكاملة بناء على نوع المسح ومساحة المنطقة المدروسة وعلى الهدف من الدراسة (تنقيب عن النفط أو المعادن المغنطيسية أو تحديد التراكيب والأجسام المغنطيسية تحت السطحية). سنستعرض خلال هذا الفصل متطلبات المسح المغنطيسي القاري ثم البحري ثم الجوي:

1-11-2 المسح المغطيسي القارى:

2-11-1-1 تحديد محطات المسح:

يبدأ المسح المغنطيسي بتعيين محطة مرجع (Base station) تابتة لقياس التغيرات اليومية في الحقل المغنطيسي الأرضي تتوفر فيها الشروط التالية:

1-أن يكون الحقل المغنطيسي فيها ممثلاً للحقل المغنطيسي الإقليمي.

2- سهل الوصول إليها بسبب الحاجة للعودة إليها بشكل متكرر.

3- بعيدة عن كل مصادر التشويش المغنطيسي (magnetic noise) كما في حال المحطات المغنطيسية الحقلية.

ثم يحدد عدد المسارات والمسافة بين المحطات بناء على الهدف من المسح، مع الابتعاد عن مصادر التشويش.

2-11-1-2 تنفيذ المسح:

يتطلب تنفيذ المسح تعيين زمن القياس بدقة لرصد التغيرات المغنطيسية اليومية، ثم إجراء التصحيحات المغنطيسية اليومية المطلوبة في أي مسح مغنطيسي قاري أو بحري أو جوى.

2-11-1-3 اختزال النتائج القارية:

يجب القيام بالتصحيحات اليومية (diurnal correction) دوماً ومهما يكن المسح المنفذ، ومن الضروري إيقاف المسح المغتطيسي في حال حدوث عاصفة مغنطيسية، أو إلغاء القياسات التي أخذت أثناء حدوث

51 عن العاصفة المغتطيسية قد تتجاوز شدة الشواذ العاصفة، نظراً لأن شدة التغيرات المغنطيسية الناتجة عن العاصفة المغنطيسية قد تتجاوز شدة الشواذ المغنطيسية الناتجة عن التغيرات تحت السطحية.

-1-1-1-2 التصحيحات اليومية:

يتم في جميع الحالات رسم منحنى التغيرات المغنطيسية اليومية مع الزمن في المحطة المرجع، ثم تسقط القيم الحقلية المقاسة عليه وفق زمن قياسها، التخلص من التغيرات اليومية.

2-1-1-2 الحقل المغنطيسي الأرضى المرجع International Geomagnetic: Reference field (IGRF)

تستخدم القيم المحسوبة من الحقل المغنطيسي الأرضى المرجع، الذي يعد أفضل تمثيل رياضي للحقل المغتطيسي الأرضيَ المقاس ويتم حسابه بدلالة حدود توافقية كروية terms of spherical harmonics معتمدة من قبل الإتحاد الدولي للمغنطيسية الأرضية وعلم الأجواء International Association of .Geomagnetism and Aeronomy (IAGA)

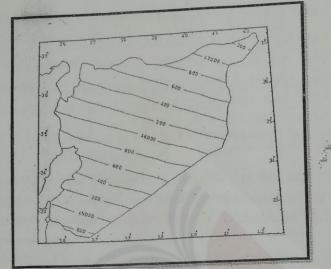
نظراً لأهمية هذا الحقل قام المؤلف للمرة الأولى في سورية بكتابة برنامج (IGRF) للحاسوب بلغة البيسيك (Abou-Deeb, 1987) (BASIC) لحساب عناصر الحقل المغنطيسي الأرضى باستخدام الحدود التوافقية الكروية التي يعتمدها الإتحاد الدولي للمغنطيسية الأرضية وعلم الأجواء، والتي يجري تعديلها كل خمس سنوات بحيث تؤخذ التغيرات التي طرأت على الحقل المغنطيسي الأرضي في الحسبان.

قام المؤلف بحساب عناصر الحقل المرجع لعام 1987 لمراكز رقع خريطة سورية بمقياس 1/200000 وعددها 19 رقعة، ولمراكز رقع خريطة سورية بمقياس 1/50000 وعددها 299 رقعة ، 1987)، كما قام المؤلف بحساب عناصر الحقل المرجع لعام 1995 (Abou-Deeb, 1994) لجميع رقع خريطة سورية مقياس 1/50000، ثم رسم خرائط لخطوط تساوي كل من عناصر الحقل المغنطيسي الأرضي المرجع، وحسبت التغيرات القرنية خلال خمسين عام من عام 1945-1995 في مدينتي دمشق واللاذقية.

ثم قام المؤلف بحساب عناصر الحقل المرجع لبداية عام 2001 (Abou-Deeb, 2001) لجميع رقع خريطة سورية مقياس 1/50000، كما حسبت التغيرات القرنية خلال القرن الماضي في مدينتي دمشق وحلب ودير الزور.

وأخيراً قام المؤلف بحساب عناصر الحقل المرجع لبداية عام 2008 (Abou-Deeb, 2009) لجميع رقع خريطة سورية مقياس 1/50000، ثم رسم خرائط لخطوط تساوي كل من عناصر الحقل المغنطَّيْسَي الأرضي المرجع. نورد فيما يلى خريطة لخطوط تساوي شدة الحقل الكلي وخريطة الاتحراف المغنطيسي في سورية.

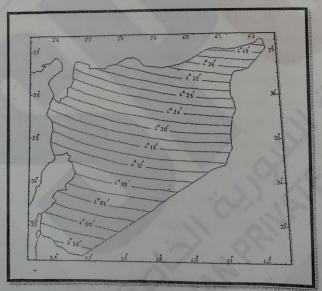
تتزايد قيم الحقل الكلي باتجاه الشمال (الشكل 2-17)، إذ تبلغ قيمته الصغرى nT في مركز رقعة صلخد، وقيمته العظمى 47296 nT في مركز رقعة المالكية بفارق مقداره T 2526.



الشكل (2-17). خريطة خطوط تساوي شدة الحقل الكلي (T) للحقل المغطيسي الأرضي المرجع في سورية بتاريخ 2008/1/1.

تتزايد قيم الانحراف المغلطيسي باتجاه الشمال (الشكل 2-18)، إذ تبلغ قيمته الصغرى "09" 55 °3 في مركز رقعة صلخد وقيمته العظمى "43 °44 °4 في مركز رقعة المالكية الواقعة بفارق مقداره "34 °44.

NATION OF THE PARTY OF THE PART



الشكل (2-18). خريطة خطوط تساوي قيمة الاحراف (D) للحقل المغنطيسي الأرضي المرجع في سورية بتاريخ 1/2008.

:Borehole measurements طريقة القياسات البئرية –4–1–11-2

لقد ازداد استخدام السبر البئري (well logging) في السنوات الأخيرة في التنقيب عن النقط وبدرجة أقل عن الماء، وبقي استخدامه في مجال التنقيب عن الفلزات المغطيسية محدوداً. قد تشير شواذ المتأثرية المغطيسية على وجود فلزات مغلطيسية مثل المغليبيت أو الإلمينيت أو البيروتيت ...الخ. وقد تم استخدام سجل التجاوب النووي البروتوني (nuclear-magnetic-resonance log) لدراسة الهيدروجين في سوائل التشكيل الجيولوجي، وتقدير النفوذية في صخور الخزان. يتم في السبر البئري قياس شدة الحقل المغليسي أو المتأثرية المغلطيسية للتشكيل الجيولوجي، كما يلي:

- أ- التسجيل البئري للحقل المغنطيسي: استخدم مقياس التدفق المغنطيسي ومقياس الطنين النووي للتسجيل المغنطيسي البئري. كما استُخدم التسجيل البئري للتدرج الشاقولي للحقل المغنطيسي ولتحديد عمق الشواذ المغنطيسية.
- ب- التسجيل البئري للمتأثرية المغتطيسية: يعد القياس المباشر للمتأثرية المغنطيسية ذا قيمة في تحديد
 التشكيلات الجيولوجية وتعالقها، مع إنها غير مقيدة في تمييز أنواع الصخور.
- ت- التسجيل البئري للطنين النووي البروتوني: يتم في هذا التسجيل إثارة البروتونات الحرة في سوائل التشكيل الجيولوجي، بشكل مماثل للبروتونات الحرة في الزجاجة المائية لمقياس الطنين النووي البروتوني، فتتوجه أنوية الهيدروجين الحرة بتأثير الحقل المغنطيسي الشديد، وعند قطع هذا الحقل تدور هذه الأنوية نفترة قصيرة من الزمن حول اتجاه الحقل المغنطيسي الأرضي قبل أن تعود لتوجهها العشوائي. يؤدي هذا الدوران إلى توليد حقل مغنطيسي متناوب وبالتالي إلى فرق كمون في وشيعة اللاقط. يؤدي هذا إلى تمييز نطاقات السائل وتحديد كمية السوائل الحرة في التشكيل الجيولوجي. ويمكن من قياس زمن الاسترخاء الحراري (thermal relaxation time) تمييز النفط عن الماء.

-2-11-2 المسح المغنطيسي البحري Marine magnetic survey:

يفرض احتواء جسم السفينة على كمية كبيرة من الحديد والأجسام المغنطيسية وضعاً خاصاً عند إجراء المستح البحري، فيجر الحساس على مسافة بعيدة عن السفينة (150-300 متر حسب حجم السفينة) لمنّع تأثير هذه الأجسام المغنطيسية، وهذا بدوره يُحتَم وضع الحساس في غلاف عازل للماء على عوامة تؤمن عمقاً بحدود 15 متراً من سطح الماء. يستخدم مقياس الطنين النووي البروتوني أو مقياس التدفق المغنطيسي المصمم للمسح البحري أو أي مقياس مصمم لقياس الحقل الكلي، ويتم إرسال التسجيلات من الحساس إلى المقياس بوساطة سلك يمر بمحاذاة حبل الجر. يحتوي حساس المقياس على وشيعة حلقية المخاء الضجيج، كما أن حبل الجر مصمم ليبقى الحساس قريباً من سطح الماء أثناء الحركة لتجنب العوائق ضحلة العمق.

:Aeromagnetic survey المعنطيسي الجوي -3-11-2

تم تطبيق المسح المغنطيسي الجوي على نطاق واسع بعد تطوير مقاييس الحقل الكلي التي استخدمت في البداية بالأمور العسكرية. وقد أجريت تجارب المسح المغنطيسي الجوي لأول مرة عام (1921) بوساطة

مقاييس محمولة على منطاد، ثم استخدم مقياس التدفق المغتطيسي للكشف عن الغواضات في الحرب العالمية الثانية، واستخدم مقياس الطنين النووي البروتوني في المسح الجوي في أواسط الخمسينيات من القرن الماضي. كان معظم المسح المغنطيسي الذي غطى مساحات واسعة من العالم مسحاً جوياً للحقل المغنطيسي

يجرى المسح المغنطيسي الجوي للمسح الاستطلاعي والتنقيب الفلزي ودراسة عمق سطح الركيزة البلورية واحتمال وجود التراكيب الملائمة لتجمع النفط. لكن تعترضه مشكلتان أساسيتان، هما تحديد موقع الطائرة بالتسبة للأرض وثبات ارتفاع الطائرة وحركتها أثناء القياس.

استخدمت في يُتحديد موقع الطائرة في المسح الجوي أو السفينة في المسح البحري الطرائق التالية:

آ - التصوير القوتوغرافي:

ب- الطرائق الإلكترونية:

هنالك عدد من الطرائق الإلكترونية التي تستخدم لهذا الأمر في المسح الجوي وبعضها يطبق في المسح المغتطيسي البحري.

1- طريقة الرادار Radar method.

. Shoran method طريقة شوران - 2

3- طريقة التردد الراديوي Radio-frequency method.

-4 طريقة دوبلر Doppler method.

. Satellites navigation method طريقة الأقمار الصنعية - 5

. Differential Global Positioning System (DGPS) منظام تعيين المواقع التفاضلي - 6

2-12- تفسير المعطيات المغنطيسية:

تتوج الأعمال السابقة برسم منحنيات للشواذ المغنطيسي (magnetic anomaly curves) أو خريطة لخطوط تساوي المغنطيسية (magnetic contour maps) حسب المركبة المقاسة، لذا يكون الهدف النهائي من العمل هو تفسير الشواذ المغنطيسية، واستنتاج شكل الجسم المغنطيسي.

غالباً لا يتوفر للمفسر غير المنحنيات أو خرائط خطوط تساوي الشدة للمركبة المقاسة، وعليه الوصول إلى تعيين متحولات هذا الجسم التي يمكن أن تعطى فكرة أولية عن شكل هذا الجسم، وبالتالي تطبيق طريقة "التجريب والخطأ" (Trial and Error method) التي تقوم على حساب الشواذ المغنطيسية التي ينتجها هذا الجسم في شروط الحقل المغنطيسي الأرضي الذي ساد أثناء المسح المغنطيسي الحقلي، ثم يقارن منحنى الشواذ المحسوبة أو خريطة الشواذ المحسوبة مع منحنى الشواذ المقاسة أو الخريطة المقاسة، فإذا لم يكن التطابق بين المنحنيات أو الخرائط المحسوبة والمقاسة جيداً تُغير بعض متحولات الجسم حتى يتم الحصول على أفضل تطابق بين المنحنيات أو الخرائط المحسوبة والمقاسة. ثم يقارن الشكل الأخير المستنتج للجسم المغتطيسي مع المعطيات الجيولوجية المتوافرة أو النتائج المستخلصة من طرائق جيوفيزيائية أخرى، وفي حال توفر الاستجام مع هذه المعطيات الأخرى يمكن القبول بالجسم المقترح كنتيجة مقبولة للدراسة. من الواضح بأن معالجة المعظيات تقتضي البدء بتفسير كيفي (qualitative interpretation)، ثم الانتقال إلى تفسير كمي (quantitative interpretation) الذي يعتبر الهدف الأخير للدراسة كلها.

2-1-12 التفسير الكيفي للمعطيات المغنطيسية

:Qualitative interpretation of magnetic data

يعتمد التقسير الكمي كثيراً على مقدرة المفسر على القيام بالتقسير الكيفي لأن له أهمية كبيرة من مجمل الدراسة المغنطيسية، إذ قد يهمنا معرفة وجود أو غياب فالق أكثر مما يهمنا مقدار رميته. قد تدل الحدود الواضحة بين مناطق شديدة الاختلاف بقيم التدرج على وجود فالق كبير في الركيزة. وقد يهمنا معرفة وجود جسم اتدفاعي دسيس، أكثر مما يهمنا شكله وعمقه، وكثيراً ما يكون الهدف هو التأكد من وجود الأحواض الرسوبية ومعرفة حدود تماسها مع سطح الركيزة الضحل والتي يمكن تحديدها بالنظر إلى الخريطة المغنطيسية، إذ يتميز الحوض الرسوبي بتدرج لطيف لخطوط تساوي الشدة المغنطيسية مع انخفاض قيم الشدة المغنطيسية باتجاه مركز الحوض، بينما تتميز مناطق ارتفاع سطخ الركيزة المحيطة بالحوض بتدرج شديد لخطوط تساوي الشدة المعتطيسية مع ارتفاع قيم الشدة المغنطيسية. وقد يمكن تفسير معلم انبثاقي diapiric) (feature من المعطيات السيسمية وكأنه قبة ملحية (salt dome) أو جسم اندفاعي دسيس، وتحل المشكلة بإجراء مسح مغتطيسي للمنطقة وملاحظة قيم الشدة المغتطيسية فوق المغلم الانبتاقي التي غالباً ما تكون الحكم الفصل في معرفة حقيقة المغلم، لأن القبة الملحية لن تسبب شواذاً موجباً بالشدة المغنطيسية في حين يفعل ذلك الجسم الاندفاعي الدسيس.

2-1-1-1- منحنى شواذ المركبة الشاقولية في حقل مغنطيسي شاقولى:

يمكن التعبير عن المغنطيسية الحجمية لجسم إما بالعزم المغنطيسي M لثنائي قطب أو بتوزع الأقطاب الحرة على سطح الجسم المغنطيسي، إذ يعتمد توزع هذه الأقطاب الحرة على شكل الجسم، لذا يمكن اعتبار توزع هذه الأقطاب على شكل صفائح أو خطوط وعلى شكل نقاط في حال السطوح الصغيرة جدا. من محاسن هذه المقاربة البسيطة أنه ليس من الضروري معرفة متأثرية الجسم أو حجمه أو شدة الحقل المغنطيسي الأرضى المسيطر أثناء المسح الحقلي. فمثلاً يمكن اعتبار جسم أنبوبي شاقولي أو شديد الميل ومحدود الطول وذو مقطع عرضى صغير واقع في حقل قريب من الشاقولي وكأنه ثنائي قطب فيعطى منحني يشيُّ المركبة الشَّاقولية كما في الشكل (2-19)، وتظهر القيم الصغرى السالبة على جانبي الشواذ الموجب الأعظمي نتيجة تأثير القطب الموجب القريب من السطح. بينما سيظهر المنحني كما في الشكل (2-20) في حال كان القطب السفلي عميق جداً أي أن الجسم طويل جداً وبالتالي سيبدو وكأن شواذ المركبة الشاقولية ناتجة عن قطب رحيد. أما في حال كون ثنائي القطب أفقياً سيبدو منحني شواذ المركبة الشاقولية كما في الشكل (2-21) وعند يل ثنائى القطب بزاوية مقدارها 45 درجة فسيبدو منحني شواذ المركبة الشاقولية كما في الشكل (2-2).