Arabic Renewal Journal مجلة التجديد العربي

مجلة دولية نصف سنوية محكمة شاملة تصدر عن المعهد العالمى للتجديد العربي العدد الاول / يناير2023

ISSN Online 2697-2026 ISSN Print 2792-7369

Remote Sensing Applied in Geophysics

تطبيقات الأستشعار عن بعد في الجيوفيزياء

ضياء الدين عبدالوهاب المشايخي

Assis Prof. Dr.Dhiya Aldin A.Alwahab Al-Mashikhey

بغداد/العراق

ملخص:

لقد تمكن الاستشعار عن بعد من مساعدة البحث الأثري بعدة طرق خلال السنوات الماضية ، ويشمل ذلك الكشف عن البقايا الجوفية ، ورصد المواقع والمعالم الأثرية ، ودراسات المناظر الأثرية ، وما إلى ذلك. من خلال التقنيات المختلفة المستخدمة في مجال علم الآثار ، يوفر الاستشعار عن بعد اكتسابًا سريعًا لكمية هائلة من البيانات المترية والنوعية من أجل تحديد أو وصف المواقع الأثرية. تطبيق الاستشعار عن بعد الأثري يساعد في إنشاء الخرائط والحصول على البيانات المفيدة للكشف عن المواقع الأثرية المدفونة الكلمات الدالة علم الآثار ، الاستشعار عن بعد ، التصوير الجوي ، صور الأقمار الصناعية ، تفسير صور الأقمار الصناعية.

Abstract:

emote sensing has been able to assist archaeological research in several ways during the past years, it includes the detection of subsurface remains, monitoring

of archaeological sites and monuments, archaeolandscapes studies, etc. With various techniques used in the field of archaeology, remote sensing offers the rapid acquisition of a huge quantity of metric and qualitative data in order to identify or describe archaeological sites. Archaeological remote sensing application help, with the creation of maps and obtaining useful data for the detection of buried archaeological sites

Keywords Archaeology, Remote sensing, Aerial photography, Satellite images, Interpretation of satellite images.

المقدمة

في هذا الفصل سوف نتعلم أن الطرق الجيوفيزيائية مقسمة حسب نوع القوة المراد قياسها. هناك قوى طبيعية مثل المغناطيسية والجاذبية والنشاط الإشعاعي والكهربائي (نفس الجهد) والقوى الصناعية التي تتكون داخل الأرض ، مثل القوى الزلزالية والكهربائية (المقاومة). تنقسم الطرق الجيوفيزيائية إلى ضحلة وعميقة ، اعتمادًا على العمق الذي يمكن أن تصل إليه هذه الطريقة.الطرق الضحلة في التطبيقات الهندسية ، وكشف المياه ، والحفر عن الآثار ، والتحقيق في المعادن مثل الطرق الكهربائية وطريقة الانكسار الكهربائي: بالنسبة للطرق العميقة. تستخدم في التنقيب عن النفط والغاز الطبيعي. يمكن استخدام الطرق الجيوفيزيائية لمسح بعض المناطق المحلية الصغيرة أو المناطق الإقليمية الكبيرة ، وتستخدم أيضًا لجمع نتائج سريعة أو مفصلة. يعتمد الجيوفيزيائي المستخدم على نوع وطبيعة ومناخ المنطقة قيد الدراسة ، وكذلك على النطاق المطلوب في عملية المسح الجيوفيزيائي. يعتمد اختيار الطريقة الجيوفيزيائية على العامل الاقتصادي والوقت اللازم لإكمال عملية المسح. في بعض الأحيان يتم استخدام طريقة بسيطة بسبب تكلفتها المنخفضة مقارنة بالطرق الأخرى الأكثر تكلفة. (7)

أنواع المسح الجيولوجي

التنقيب المباشر :

يعتبر هذا من أدق المسوحات الجيولوجية المستخدمة ، حيث أنه يعطي نتائج موثوقة للدراسات الجيولوجية التي

تتم في المناطق التي تظهر فيها اكتشافات الصخور أو بالحفر المباشر للحصول على عينات ومعلومات جيولوجية. تشمل طرق المسح الجيولوجي المباشر قياس بعض الخصائص الطبيعية أو المعدنية أو الكيميائية للصخور. تتم هذه القياسات إما على سطح الأرض أو عن طريق المجال الجوي ، بواسطة طائرات خاصة معدة لهذا الغرض ، وعادة ما تكون مجهزة بأجهزة دقيقة وحساسة لقياس بعض الخصائص الطبيعية للصخور ، مثل المغناطيسية ، الخواص الكهربائية والإشعاعية. ومن أهم طرق المسح الجيولوجي المباشر ما يلي: [6]

1- ط

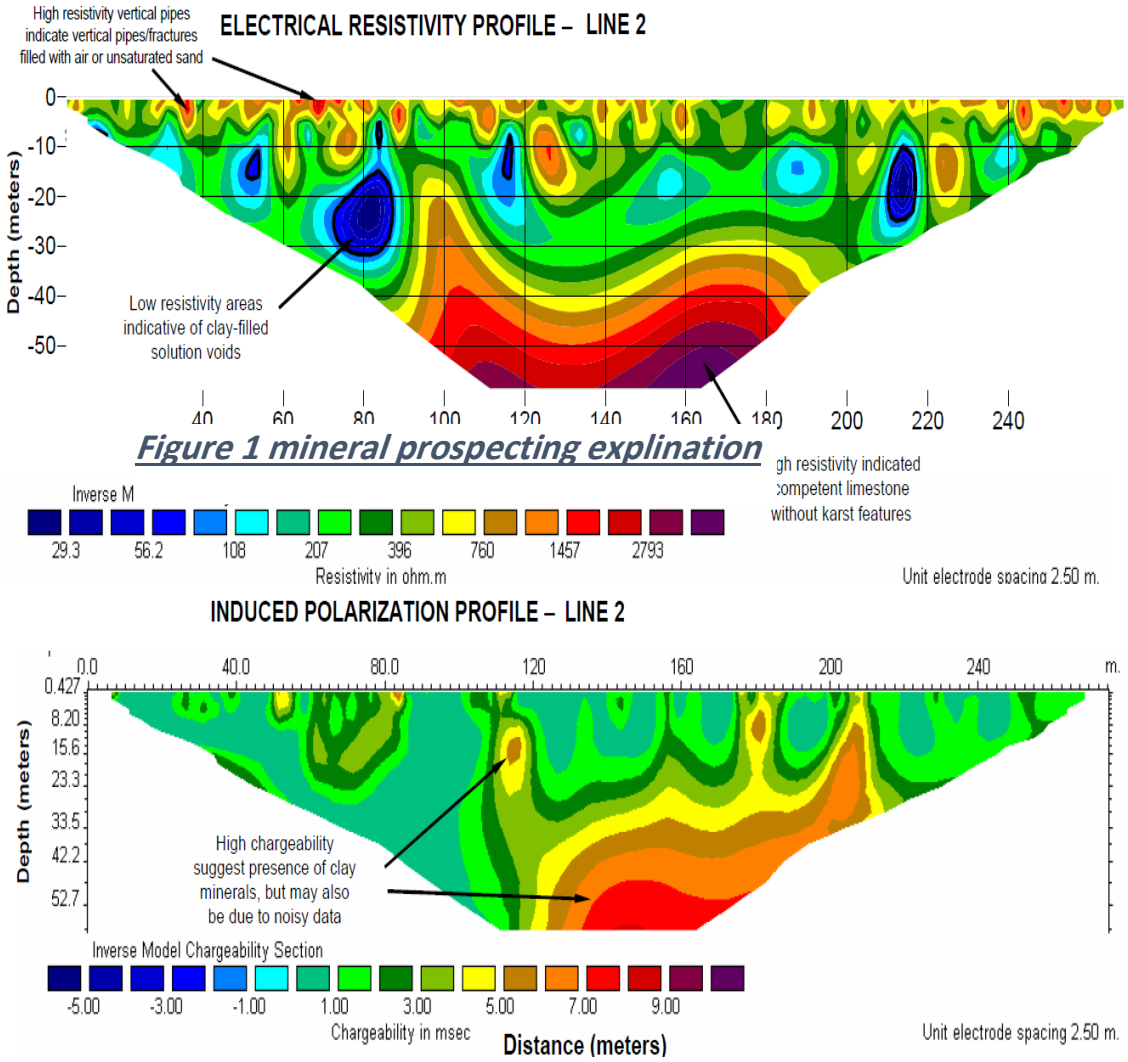


Figure 1 mineral prospecting explination

وتشمل هذه الطريقة الكشف عن المواقع والخزانات الاقتصادية بالاعتماد على الخامات المعدنية مثل رواسب الحديد والنحاس والرصاص والفوسفات وغيرها من خواص هذه الخامات. دراسة الطريقة

خصائص الخامات المعدنية ، نشأة المعادن وكيف توجد. (9) (11)

2- <u>المسح الجيوكيم</u>

3-

4-

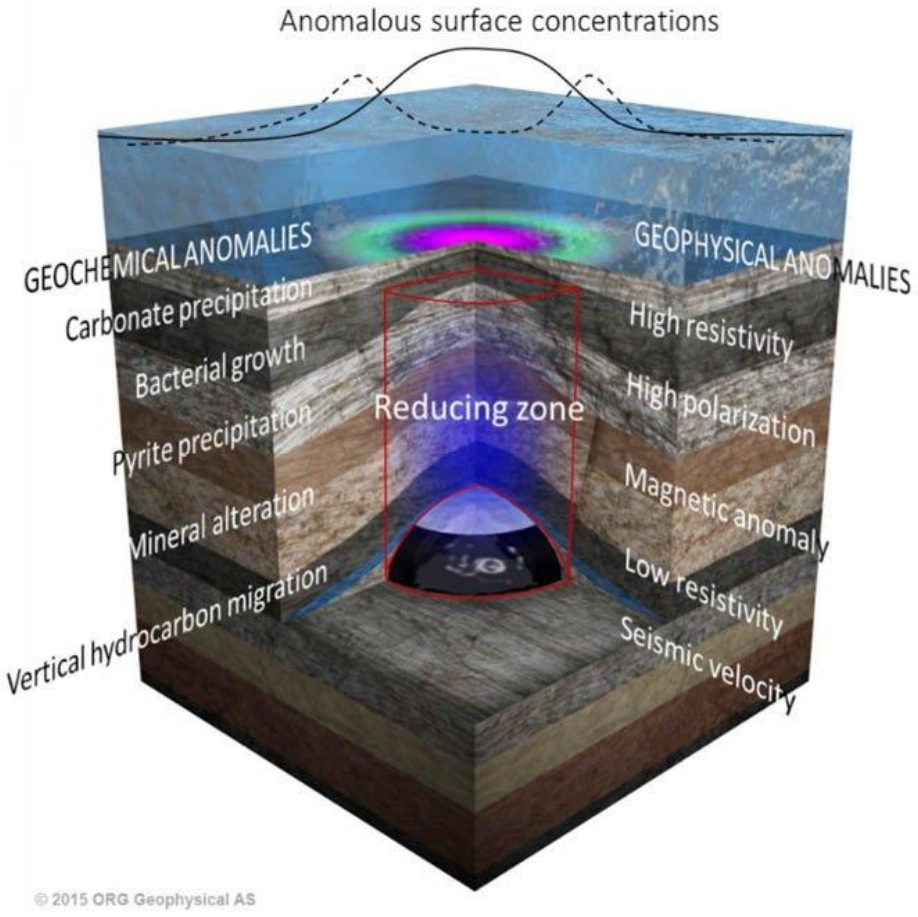
5-

6-

<u>المسح الجيوكيميائي:</u>

تُستخدم هذه الطرق للكشف عن الخامات المعدنية الاقتصادية ، وهي دائمًا مصاحبة للطرق المعدنية المذكورة أعلاه. يتلخص الكشف الجيوكيميائي في جمع عينات الصخور من مناطق التمعدن بطريقة هندسية منظمة ، ثم يتم تحليلها كيميائياً في المختبر لتحديد خصائصها الكيميائية ومحتويات العناصر الأساسية والعناصر النزرة. حيث يمكن تعميم الخرائط الجيوكيميائية المعدة لهذا الغرض والنباتات ذات أهمية كبيرة في المسوحات الجيوكيميائية ، حيث من المعروف أن هذه النباتات تمتص مع غذائها آثاراً بسيطة من العناصر الكيميائية. من خلال جمع عينات من النباتات وتجفيفها وتحليلها كيميائيًا ودراسة النتائج الجيوكيميائية ، يمكن التعرف على التركيب الكيميائي للصخور في التربة. وهكذا يمكن الكشف عن: المعادن المراد الكشف عنها. (14)

Geochemical prospecting on the surface 2 Figure



1.2.1 طرق التنقيب غير المباشر:

تعتمد هذه الطرق على الخصائص الفيزيائية للصخور وكثافتها ومغناطيسيتها وخصائصها الكهربائية وخصائصها الإشعاعية وخصائصها المرنة ، سواء على سطح الأرض أو عن طريق الفضاء الجوي. تستخدم بعض الأجهزة الدقيقة والحساسة للغاية لقياس شدة هذه الخصائص. ثم يتم تفسير نتائج هذه القياسات بشكل صحيح على أسس جيولوجية بحيث يمكن تحديد نوع الصخور الجوفية وأعماقها وهياكلها الثانوية ، ويتم تقسيمها إلى هذه الطرق كما هو موضح في الشكل 3. (11)

1. **الطريقة المغناطيسية**
2. **طريقة الجاذبية**
3. **الطريقة الزلزالية**

4. **الطريقة الكهربائية**
5. **ميتود راديومتري**
6. **حسنا تسجيل الدخول**
7. **التنقيب عن المعادن**

1.3 الهدف من الدراسة

من الناحية العملية ، تعتبر الجيولوجيا مهمة لاستكشاف المعادن والهيدروكربونات واستغلالها ، وتقييم موارد المياه ، وفهم المخاطر الطبيعية ، ومعالجة المشاكل البيئية ، وتقديم نظرة ثاقبة لتغير المناخ في الماضي. الاستمرارية والاكتمال في إنشاء الأنماط المكانية لوحدات الصخور القريبة من السطح. قد تتضمن الخريطة مقاطع عرضية لتوضيح التفسير ثلاثي الأبعاد.

يوضح الجدول التالى الفرق بين الطرق الجيوفيزيائية

Radiological method	*Electrical method*	*Magnetic method*	*Gravity method*	*Seismic method*	
Detecting radioactive minerals	detecting the engineering geological minerals	Detecting the metals , oil and natural gas	Oil & natural gas, regional geology study	Oil , natural gas, engineering geology, regional geology study	1- use
Geiger counter	electrodes	Magnetometer	gravimeter	geophones	2- Used devises
Natural Radioactivity	potentiometers	Difference in rocks magnetism	Difference in rocks gravity	The timing of rays reaching the surface	3- Measuring unit
Depth & uranium amount	Resistance of layers	Rocks magnetism and depth	Rocks density and depth	The depth of rocks and velocity	4- Counting unit
Uranium's sediment	Ores sediment, Underground water	Igneous rock shape, Magnetic iron ores, Fire dyke	Salt domes Pleating axes	Oil traps Salt domes	5- Geological phenomena
4-1	3-2	3	5	20-11	6- Number of workers
yes	yes	yes	non	non	7- The using of it on the plane
		4000$	9000- 6000$	80,000- 25,000$	8- Monthly

methods difference between geological 3 Figure

سحب الفصل

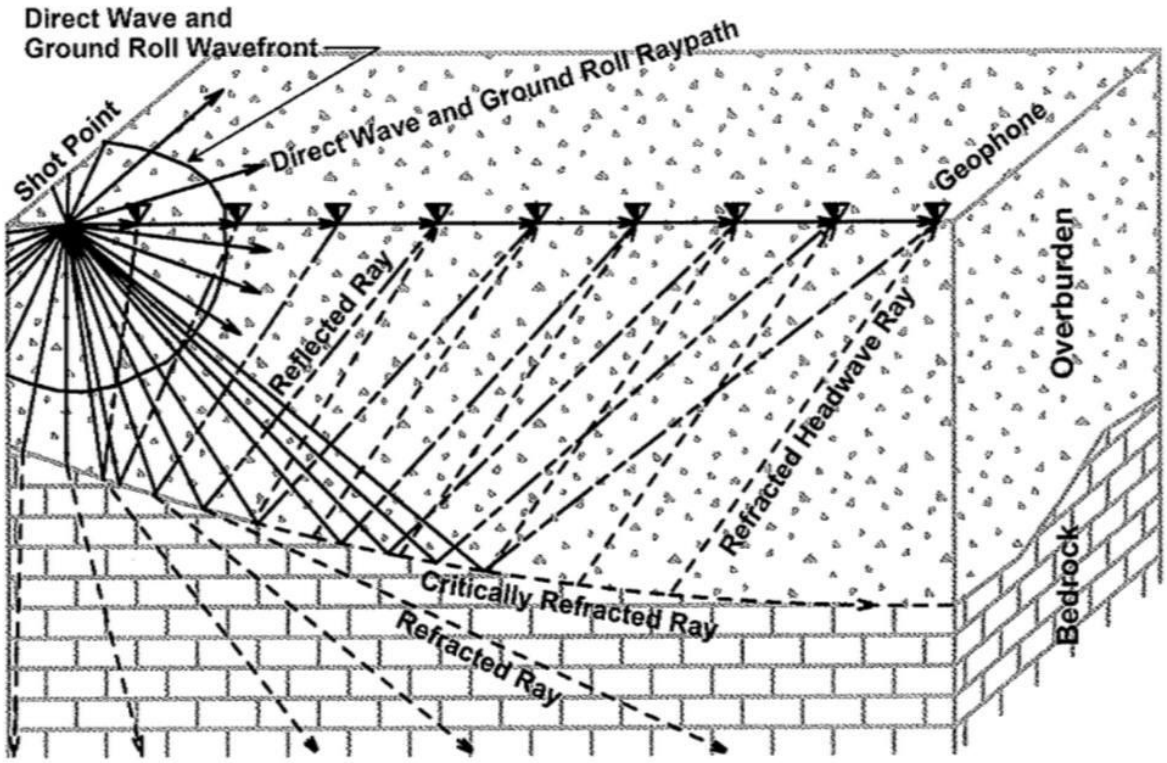
(طريقة الزلازل في الاستشعار عن بعد)

الطريقة الزلزالية

2.1 مقدمة:

تتضمن تقنيات الزلازل قياس وقت انتقال الطاقة الزلزالية (الصوتية) من "الطلقات" (مثل انفجار أو انخفاض الوزن) ، عبر باطن الأرض ، إلى صفيفات أجهزة الاستماع أو الجيوفونات (Mooney ، 1984). في باطن الأرض ، تنتقل الطاقة الزلزالية في موجات تنتشر كواجهات موجة نصف كروية في البداية . توصف الطاقة التي تصل إلى الجيوفون بأنها قطعت مسار شعاع عموديًا على مقدمة الموجة ، والطاقة الزلزالية تحت السطحية تنكسر (عازمة) و / أو تنعكس على الأسطح البينية بين المواد ذات السرعات الزلزالية المختلفة. يتبع انكسار وانعكاس الطاقة الزلزالية من خلال تباينات السرعة نفس القوانين التي تحكم انحناء وانعكاس الضوء من خلال المنشور. تتناسب السرعة الزلزالية (V) للمادة مع صلابة (يتم تحديدها بواسطة وحدات مرنة) ، وتتناسب عكسيًا للكثافة. أي بالنسبة للمادة ذات الكثافة p ، فإن السرعات الزلزالية للموجات الانضغاطية أو الأولية (P) والموجات البطيئة الحركة Ps 58F A أو الموجات الثانوية (S) هي (على التوالي): V، = ^ + p2 / (μ ، و V، = Vu / p ، حيث À و u هما ثوابت لامي (التي تميز الصلابة المرنة للمادة تحت الضغوط العادية والقص). لاحظ أن السرعة الزلزالية تتناقص رسميًا مع زيادة الكثافة (ع). على الرغم من أن هذا يبدو غير بديهي ، فقد اتضح أنه مع زيادة الكثافة ، تزداد الثوابت المرنة بشكل أسرع. لا سيما في الصخور ، تعتمد المعاملات المرنة بشدة على مسامية مادة ما ، وتزداد بشكل أسرع من الكثافة مع تناقص المسامية بحيث تزداد السرعة الزلزالية تجريبيًا مع تناقص المسامية. وبالتالي ، فإن المواد ذات الكثافة العالية والمسامية المنخفضة لها سرعات زلزالية أعلى. عادةً ما يكون للتربة والرواسب الجافة غير المجمعة سرعات موجية زلزالية P تتراوح بين 300 و 1400 م / ث. تحتوي التربة المشبعة عمومًا على سرعات wave–P في النطاق من 1400 إلى حوالي 2300 م / ث. في التضاريس الكارستية حيث يكون الطقس الصخري عن طريق الانحلال بدلاً من التحلل ، عادة ما يكون هناك تباين واضح في السرعة في الجزء العلوي من الصخور ، مع سرعات نموذجية لموجة P لصخور الكربونات تتجاوز 2500 م / ث (15) (13). عندما يصطدم الشعاع السيزمي بتباين الكثافة ، ينكسر جزء من الطاقة في الطبقة الأساسية ، وينعكس الباقي بزاوية السقوط. يتحد انعكاس وانكسار الطاقة الزلزالية عند كل تباين من الكثافة الجوفية وتوليد الموجات السطحية (أو التدحرج الأرضي) والصوت (أي الموجة المقترنة بالهواء أو انفجار الهواء) لإنتاج سلسلة طويلة ومعقدة من الأرض الحركة في الجيوفونات بالقرب من نقطة التصوير. عادة ما يتم

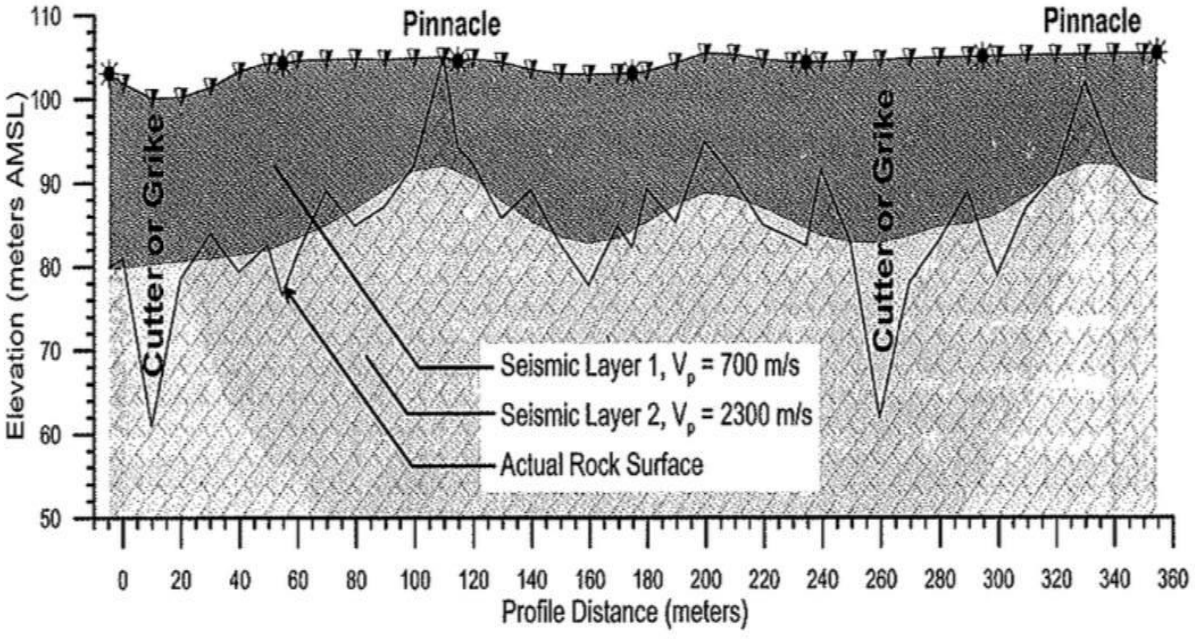
تسجيل حركة الأرض التي تنتجها اللقطة على أنها أثر تذبذب أو قطار موجة لكل جيفون. يتم تحليل أوقات الوصول لأحداث معينة على آثار التذبذب هذه لتحديد بنية السرعة تحت السطح تحت مجموعة الجيوفون. يمكن تصوير بنية السرعة على أنها خطوط حدودية بين الطبقات ذات السرعات المستنبطة المختلفة ، مثل ملامح السرعة ، أو بيانات تتبع تذبذب معالجة ومكدسة. يمكن أن تستخدم طرق الانكسار والانعكاس الزلزالية إما موجات P أو S التي تنتقل عبر باطن الأرض (ويشار إليها مجتمعة باسم موجات الجسم). تكون موجات P في مادة معينة دائمًا أسرع من موجات S ، مع إمكانية V تتراوح من 0 إلى 70 ٪.



شكل 4 مسارات أشعة زلزالية مختارة من نقطة إطلاق إلى مجموعة من المستقبلات

مجلة دولية نصف سنوية محكمة شاملة تصدر عن المعهد العالمى للتجديد العربي العدد الاول / يناير2023
ISSN Online 2697-2026 ISSN Print 2792-7369

من Vp ، و V الشائعة ، في مواد الأرض تتراوح من 20 إلى 70٪ من Vp . تقدم موجات S المزيد من صعوبات تسجيل البيانات ومعالجتها بسبب سرعتها البطيئة (وما يترتب على ذلك من وصول بعيدًا في قطار موجة معقد) ، فضلاً عن ميل أكبر بكثير للتوهين من الموجات P. ومع ذلك ، فإن موجات S حساسة بشكل خاص للأهداف الهيدروجيولوجية المسامية والمشبعة بالماء مثل تجاويف المحلول أو مناطق التصدع. وذلك لأن الماء يمكن أن ينقل موجات P ، ولكن ليس موجات S ، لذلك هناك تغيير كبير في نسبة Vp / V ، في هذه الميزات. تعتمد طرق الموجات السطحية على موجات السعة العالية المقترنة بسطح الأرض (ومن ثم تسمى الموجات السطحية أو التدحرج الأرضي). تتضمن هذه الموجات في الغالب حركة قص ، وبالتالي فهي مناسبة تمامًا للأهداف المملوءة بالسوائل أو الأهداف المسامية المفتوحة. (19) (14) (10)



delrefraction mo seismic Example of tow layer 5 Figure
compared to the actual bedrock surface as revealed by boring and later construction activities

مجلة دولية نصف سنوية محكمة شاملة تصدر عن المعهد العالمى للتجديد العربي العدد الاول / يناير2023
ISSN Online 2697-2026 ISSN Print 2792-7369

2.2 تطبيقات الطريقة الزلزالية :

تتميز طريقة الانكسار الزلزالي عن باقي الطرق الجيوفيزيائية المستخدمة في التحقيقات الضحلة ، فهي الطريقة الأكثر استخدامًا في التحقيقات الهندسية ، وخاصة في مجال الهندسة المدنية ، لتقييم الخصائص الجيوتقنية للصخور والرواسب ، وخاصة طبقة التربة. تستخدم هذه الطريقة أيضًا إلى حدٍ محدود في استقصاء خزانات المياه الجوفية ، حيث تتميز الطبقات الحاملة للمياه والطبقات المشبعة تمامًا (Sw = 100٪) بأن سرعة موجاتها الأولية Vp هي 1500 م / ثانية ، وهذه السرعة هي قيمة يزداد مع انخفاض تشبع الماء. تُستخدم التطبيقات الهندسية للطريقة الانكسارية الزلزالية على نطاق واسع أكثر من الطرق الجيوفيزيائية الأخرى. أصبحت التطبيقات الجيوفيزيائية الهندسية وسيلة مهمة وضرورية لفهم طبيعة الطبقات تحت السطحية ، حيث أنها تعطي معلومات أساسية لا غنى عنها للمهندس المدني في مجال تقييم الخصائص الجيوتقنية لمواقع المباني والمشاريع الهندسية الكبيرة مثل السدود والجسور والأنفاق. تطورت أهمية المسح الزلزالي الانكساري في الهندسة المدنية بشكل كبير في العقود الأخيرة. أثبتت هذه الطريقة قدرتها العالية في تقييم المواقع الهندسية مثل ؛ تحديد مواقع التكيف والضعف في التربة والطبقات الصخرية وتحديد سمكها وتغيير جودتها بالإضافة إلى تحديد مواقع التشققات والشقوق في الأرض. تتميز طريقة الانكسار الزلزالي بأنها صديقة للبيئة ، ويمكنها تحديد المشكلة الهندسية دون حفر الموقع. سنتحدث أولاً عن علاقة معاملات المرونة بالسرعات الزلزالية وكيفية تحديد هذه المعاملات بناءً على السرعات الزلزالية فقط ، ثم سنتحدث عن بعض التقنيات المهمة التي تُستخدم لإيجاد السرعات الزلزالية للموجات S ، مثل متعدد – تقنية تحليل القناة لموجات السطح (موجات رايلي). – تحليل قناة الموجات السطحية (MASW) ، ثم ينتهي هذا الفصل بالحديث عن طرق حساب المعاملات الجيوتقنية المستخدمة في تقييم الخصائص الجيوتقنية للصخور والرواسب في مواقع البناء.

ISSN Online 2697-2026 ISSN Print 2792-7369

2.2.1 متى يمكنني استخدام طرق المسح الزلزالي؟

استخدام طريقة المسح الزلزالي لتقنية الاستقصاء غير المدمرة للظروف تحت السطحية ، يمكن أن تكون الزلازل بديلاً جيدًا لتقديم صورة أكثر شمولاً مقارنة بالطرق التدخلية التقليدية ، مثل الحفر والحفر.

2.2.2 تطبيقات الطريقة الزلزالية

- الكشف عن حجر الأساس والتضاريس
- المعلمات الميكانيكية (قوة الصخور ، استقرار التربة ، قدرة التمزق ، إلخ.)
- دراسات مقاومة الزلازل
- الكسور ومناطق الصدع
- التجاويف
- الليثولوجيا أو نوع حجر الأساس
- التنقيب عن المعادن والنفط

-

2.3 الجيوفون

الجيوفونات المختلفة هناك ثلاثة أنواع من الجيوفونات الشائعة: الرأسية والأفقية والمتعددة المكونات. ويمكن أن يكون لها ترددات مختلفة. عادة ، نستخدم الجيوفونات العمودية لدراسات الانكسار والموجات السطحية والجيوفونات الأفقية للانعكاس والمكونات المتعددة لبعض الدراسات المتقدمة لحركة الأرض. انظر أيضًا C3 وأحادي الاتجاه أدناه. لاحظ أنه للمسح في الماء ، يمكننا استخدام مستشعرات تكتشف تغيرات الضغط بدلاً من الاهتزازات وتسمى هذه الأجهزة المائية.

مجلة دولية نصف سنوية محكمة شاملة تصدر عن المعهد العالمى للتجديد العربي العدد الاول / يناير2023
ISSN Online 2697-2026 ISSN Print 2792-7369

2.3.1 ترددات الجيوفون :

يعتمد اختيار تردد الجيوفون على نوع الاستقصاء الزلزالي الذي يتم إجراؤه والتطبيق. يجب أن تستخدم طرق الموجات السطحية جيوفونات منخفضة التردد أقل من 5 هرتز ، بينما يستخدم الانكسار عادةً 10-28 هرتز جيوفونات وستستخدم مسوحات الانعكاس عادةً 10-40 هرتز. تعطي تقييمات التردد العالي على الجيوفون دقة أكبر ولكنها تحد من العمق / المسافة التي سيتم اكتشاف الطاقة الزلزالية عندها.

تصنيف التردد لجيوفون:الجيوفونات لها "تردد طنين" - هذا هو تردد الاهتزاز الذي يفضلون التذبذب عنده ، وبالتالي يقدمون أكبر استجابة. تعتبر الجيوفونات منخفضة التردد جيدة في اكتشاف الاهتزازات منخفضة التردد وهي تلك التي تسافر بعمق وبعيد. سوف يستجيب الجيوفون ذو التردد العالي بشكل أفضل للتذبذبات الأسرع التي تخلق المزيد من التفاصيل. بالنسبة للاهتزازات الأرضية عند الترددات على جانبي تصنيف الرنين ، فإن الجيوفون سيسجل تلك التي تفوق التصنيف بشكل أفضل من تلك الموجودة أدناه ، إذا كان لديك شك ، فمن الأفضل استخدام جيفون بتردد منخفض جدًا بدلاً من مرتفع جدًا. (13)

الجيوفونات الأفقية للمسوحات الانعكاسية :على الرغم من إمكانية إجراء مسوحات الانعكاس باستخدام الجيوفونات الرأسية ، فإن أفضل توصية للمسح القريب من السطح هي الوحدات الأفقية **للأسباب التالية:**

إنها تقلل من آثار الموجات المنكسرة. تميل حركة الموجة P. يمكن أن تساعد سرعات موجات القص على التمييز بين سرعات VP المتشابهة. سوف يقيسون حركة القص وتنتقل الموجات S بشكل أبطأ ، معادلة لأطوال موجية أقصر وبالتالي دقة أفضل.

استخدام نفس الجيوفون للانكسار والانعكاس وطرق الموجات السطحية:

في ظل ظروف محددة ، يمكنك استخدام نفس الجيوفون لجميع أنواع التحقيقات الثلاثة المختلفة ، ولكن سيتم اختراق بياناتك. يمكن استخدام الجيوفونات الرأسية 4.5 هرتز المستخدمة في دراسات الموجات السطحية لجمع بيانات الانكسار والانعكاس ، ولكن سيتم تقليل الدقة. ستكون هذه مشكلة أكبر لاستقصاءات الانعكاس حيث قد يكون الهدف من المسح هو رسم خريطة طبقية بالتفصيل.

والتنازل عن استخدام جيفون واحد لن ينجح في الاتجاه المعاكس: بمعنى آخر ، الجيوفونات ذات التردد العالي - المناسبة لانكسار الجودة و / أو أعمال الانعكاس - لن تكون مناسبة لاستطلاعات الموجات السطحية ، حيث تتطلب ترددات أقل من 5 هرتز.

-مكون (103) .(C)

الجيوفون:

- تحتوي الجيوفونات العادية على مستشعر واحد موجَّه ليكون حساسًا للحركة الأفقية أو العمودية.

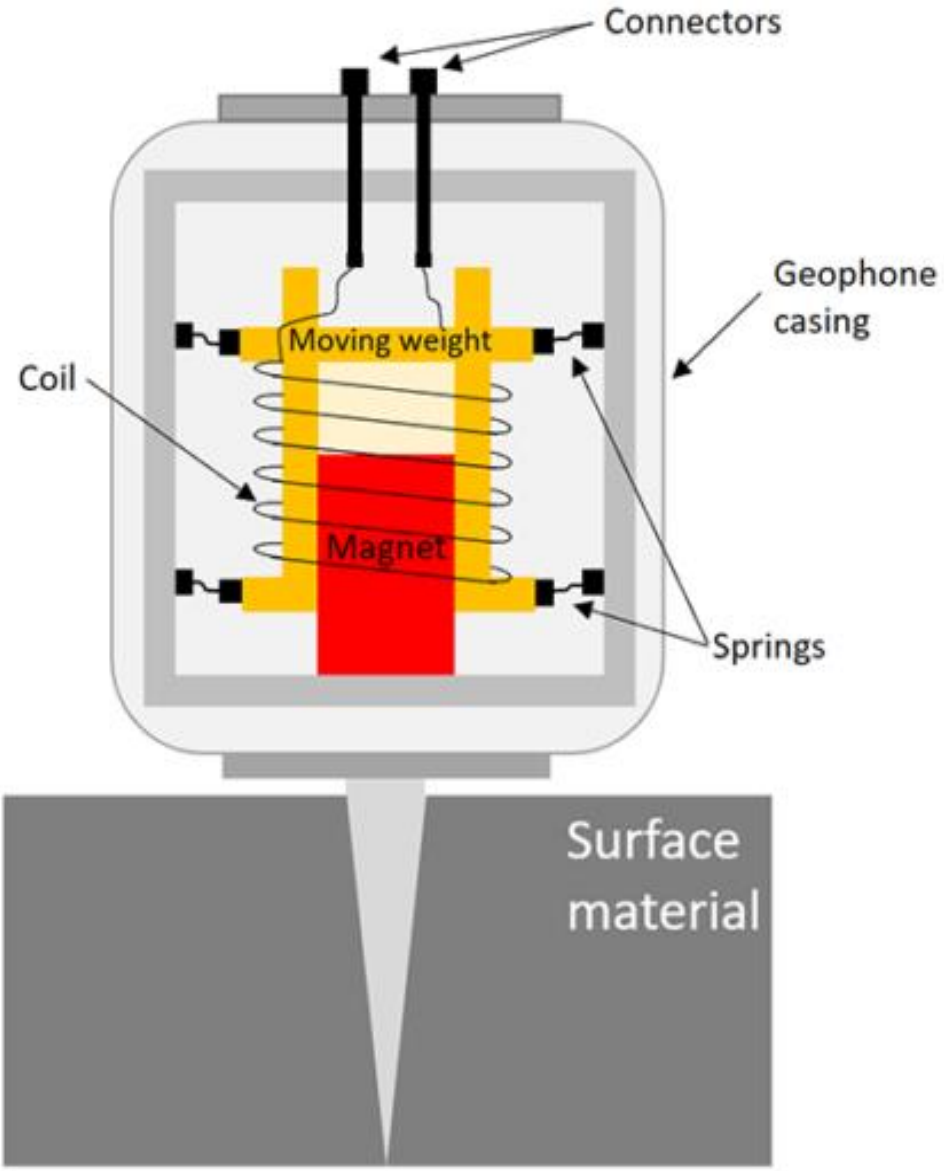
- يحتوي Geophone المكون من 3 مكونات على ثلاثة مستشعرات بالداخل - أحدهما مركب عموديًا واثنان مثبتان أفقيًا بزاوية 90 درجة على بعضهما البعض (لقياس الحركة الأفقية "من اليسار إلى اليمين" و "للأمام للخلف").

- تستخدم هذه بشكل شائع في دراسات الموجات السطحية HVSR (النسبة الطيفية الأفقية إلى الرأسية) ومشاريع المراقبة.

جيوفون احادي الاتجاه:

الجيوفون متعدد الاتجاهات هو مستشعر جيفون واحد يعمل بشكل جيد بغض النظر عن اتجاهه (الطريق الصحيح للأعلى ، جانبيًا ، رأسًا على عقب ، بزاوية). (10)

مجلة دولية نصف سنوية محكمة شاملة تصدر عن المعهد العالمى للتجديد العربي العدد الاول / يناير2023
ISSN Online 2697-2026 ISSN Print 2792-7369



الشكل 6 جهاز Geophone الذي يستخدم في التحقيقات السمسمية

2.4 هدف الدراسة: الاختراقات البركانية مثل العتبات ، والسدود ، واللاكوليث وفيرة في الأحواض الرسوبية ، وغالبًا ما ترتبط بالهامش المتصدع القاري والبركاني المقاطعات البركانية الكبيرة. تتميز عمليات اقتحام المافيك النارية بسرعات زلزالية عالية في المدى من 5.0 إلى 7.0 كم / ثانية. يتم تفسير انعكاسات العتبات على أساس السمات المميزة مثل انعكاسات السعة العالية مع أشكال هندسية على شكل صحن. تعتبر مجمعات Sill مناسبة تمامًا لتقنيات التصور ثلاثي الأبعاد وقد تم الحصول على معلومات جديدة وفيرة حول هندسة العتبات وديناميكيات التمركز من خلال هذه الأساليب على مدار العقد الماضي. قد تعمل بيانات المجال المحتمل والبيانات الكهرومغناطيسية على تحسين تفسير العتبة ؛ ومع ذلك ، فإن مثل هذه البيانات لها دقة وضوح ضعيفة إذا تم دفن العتبات تحت أكثر من بضعة كيلومترات من الرواسب. في المقابل ، قدمت الدراسات الميدانية للأحواض البركانية مثل حوض كارو في جنوب إفريقيا الكثير من المعلومات التكميلية حول مجمعات العتبات المتطفلة. السدود و laccoliths أقل وفرة من العتبات في الأحواض البركانية ، ويتم نشر القليل من دراسات التفسير الجيوفيزيائي الموثقة جيدًا لمثل هذه التدخلات. كما أن دراسات التفسير الجيو فيزيائي للتدخلات الأنديزية والفلزية نادرة أيضًا. (6)

الفصل الثالث

(الطريقة الجذبية)

3.1 مقدمة

الطريقة الجذبية:

لطالما طُلب طرق جديدة لرصد سطح الأرض ، وقد ابتكر الجيوفيزيائيون ، بمنظورهم المادي للظواهر ، العديد من الأساليب التي يمكن أن تصمم وتمثل بشكل أفضل باطن الأرض وسطحها وخارجه. من أهم المفاهيم في الجيوفيزياء والجيوديسيا الجاذبية ، التي كانت مركز الاهتمام لفترة طويلة. الجاذبية لها أهمية نظرية وتطبيقية للجيوفيزيائيين ، وهناك عدد من الطرق التي يتم من خلالها جمع هذه الكمية ، من بينها مقاييس الجاذبية (من كلا النوعين المطلق والنسبي) ، وقياس الجاذبية الساتلية ، مع كون الأخير هو الأكثر تقدم مهم في مجال الجاذبية في العقود الماضية.

قياس الجاذبية الأرضية بواسطة أجهزة قياس الجاذبية باهظ التكلفة ويتطلب أدوات متقدمة ، بالإضافة إلى أنه يعتمد على ظروف البيئة ، كما أن قياس الجاذبية الأرضية مكلف وغير مقصور على فئة معينة ، مع كونه دقيقًا وله تغطية عالمية. تختلف دقتها في أجزاء مختلفة من العالم ، وبالتالي فهي تعتبر عيبًا في هذه الطريقة .الأقمار الصناعية لقد أصبح قياس الجاذبية تقنية جديدة للاستشعار عن بعد توفر صورة عالمية مفصلة للبنية الفيزيائية للأرض. لأول مرة ، مع مهام CHAMP و GRACE و GOCE ، يمكن ملاحظة المخالفات الجماعية ونقل الكتلة في نظام الأرض بشكل منهجي ومراقبتها من الفضاء. تستفيد مجموعة واسعة من تخصصات علوم الأرض وأنظمة المراقبة التشغيلية من هذه الملاحظات وتم تمكينها لتحسين نماذجها والحصول على رؤى جديدة في عمليات نظام الأرض (على سبيل المثال ، دورة المياه والهيدرولوجيا القارية ونمذجة المحيطات والصفائح الجليدية والأنهار الجليدية ذوبان ، نمذجة الغلاف الصخري). في الآونة الأخيرة ، نظرًا لنجاح هذه المهام ، تم إطلاق On-GRACE Follow من أجل مواصلة السلسلة الزمنية لرصد النقل الجماعي ، وهو أمر ضروري لفصل تأثيرات المصادر البشرية والطبيعية لتغير المناخ على نظام الأرض. تم الاعتراف بقيمة قياس الجاذبية الساتلية من قبل المجتمع الدولي لعلوم الأرض في قرارات مختلفة ، وفي غضون ذلك ، يُنظر إلى هذا الإجراء على أنه أداة استشعار عن بعد جديدة ، توفر معلومات مكملة لتقنيات الاستشعار عن بعد الأخرى. من أجل تأمين عمليات رصد مستدامة للتوزيع الشامل والنقل الجماعي على المدى الطويل ، تقوم وكالات الفضاء ومجتمع علوم الأرض حاليًا بالتخطيط لمفاهيم مهام قياس الجاذبية الساتلية المستقبلية مما يتيح

دقة أعلى واستبانة مكانية وزمنية أفضل. يدعو هذا العدد الخاص إلى تقديم مساهمات حول تقنيات المراقبة ومعالجة البيانات والإنجازات التي تم الحصول عليها من خلال بعثات قياس الجاذبية بالأقمار الصناعية حتى الآن. بالإضافة إلى ذلك ، يجب معالجة النتائج الأولى لمهمة متابعة GRACE والمفاهيم المستقبلية للأبراج الساتلية لمراقبة التوزيع الشامل للأرض. تشمل الموضوعات المحتملة للإصدار الخاص ، على سبيل المثال لا الحصر:

- تحليل بيانات CHAMP و GRACE و On-GRACE Follow و GOCE ، بما في ذلك أداء الجهاز
- تقنيات نمذجة مجال الجاذبية ببيانات الأقمار الصناعية
- المفاهيم الحالية والمستقبلية لقياس الجاذبية الساتلية
- تقنيات المراقبة الجديدة في قياس الجاذبية الساتلية
- نماذج مجال الجاذبية الساتلية (متوسط المجال والسلاسل الزمنية) والتحقق من صحتها
- السلاسل الزمنية للنقل الجماعي في نظام الأرض
- تطبيقات قياس الجاذبية الساتلية في علوم الأرض

تعتمد طريقة الجاذبية الجيوفيزيائية على مجال الجاذبية الطبيعي للأرض وقانون الجاذبية لنيوتن. يمكن تطبيق هذه الطريقة لاستكشاف المناطق الجوفية الرئيسية لكوكبنا أو الصخور الأساسية تحت السطحية والغطاء الرسوبي للكشف الاقتصادي عن تراكم الخامات المعدنية أو الهياكل الجيولوجية الجوفية المتعلقة بفخاخ البترول ، وكذلك الكشف عن التجاويف والعيوب الجوفية التي تعتبر مناطق الضعف في أسس البنى التحتية الهندسية مثل السدود والطرق السريعة والجسور والسكك الحديدية. علاوة على ذلك ، يمكن تطبيق طريقة الجاذبية لدراسة الهياكل الأخرى تحت السطحية مثل الطيات ،كارستس ، تجاويف ، هجرة السوائل أو أي تغيرات أخرى عمودية وجانبية تحت السطح. (8) (12) (13) (9) (15)

3.2 قياس الجاذبية : هو قياس وتحليل مجال الجاذبية الأرضية وتغيراته في المكان والزمان ، وهو وثيق الصلة بالجيوديسيا التي تهتم بقياس وتحليل شكل وأبعاد الأرض.

أهمية وتطبيقات طريقة الجاذبية:

1- دراسة التركيب الداخلي للأرض (من السطح إلى اللب).

2-الكشف عن الخامات المعدنية والزيت والركائز الجوفية والتجاويف والأعطال أو غيرها من الهياكل الجوفية.

3 - الإيزوستاسي والخواص الميكانيكية للغلاف الصخري

4 - المد والجزر الأرضية

5- انتقال السوائل الجيوفيزيائية بين الخزانات: المياه الجوفية ، الصهارة ، الجليد مما ينتج عنه تغيرات زمنية في الجاذبية.

6 - الأقمار الصناعية وعلم المدار وقياس الجاذبية الكوكبية .

أصبح قياس وتحليلات تباين الجاذبية على سطح الأرض أداة قوية في التحقيق في الجيولوجيا تحت السطحية. تعكس الاختلافات الجانبية لقراءات الجاذبية على سطح الأرض التباين الجانبي في كثافة الصخور الجوفية التي تعتبر من الاهتمامات الرئيسية للجيوفيزيائي لاستخراج معلومات حول الهياكل الجيولوجية الجوفية في أعماق مختلفة. تخضع هذه المعلومات دائمًا لبعض الغموض في تفسير بيانات الجاذبية ؛ لذلك ، يمكن تقليل هذا الغموض من خلال مساعدة بيانات الجاذبية مع البيانات الجيولوجية والجيوفيزيائية الأخرى من الدراسات الإضافية التي أجريت سابقًا على المنطقة التي تم مسحها بالجاذبية.

كما وصفه نيوتن (1686) ، فإن أي قطعتين من المادة في الكون لها قوة جذب متبادلة تتناسب مع ناتج كتلتها مقسومة على مربع المسافة بينهما. بالنسبة لوحدة كتلة معينة على سطح الأرض ، تسحبها قوة الجاذبية لأسفل مع تسارع جاذبية قدره 9.81 م / ث 2 أو 981000 ملي جالون (حيث 1 جالون = 1 سم / ث²). لكن هذه القيمة دقيقة حقًا فقط في مرصد بوتسدام (Kertz ، 1969) الذي ، وفقًا للاتفاقية التاريخية ، تتم الإشارة إلى جميع قياسات الجاذبية الأخرى. نظرًا لأن الأرض ليست كرة متجانسة تمامًا ، فإن تسارع الجاذبية ليس ثابتًا في مواقع مختلفة. بدلاً من ذلك ، يعتمد الحجم على ما يلي**خمسة عوامل متراكبة:**

1. خط عرض المحطة
2. ارتفاع المحطة
3. الملف الشخصي الجاذبية
4. ITT
5. الملف الزلزالي
6. تي
7. Vatocity منخفضة
8. سرعة عالية
9. المسافة (ليبت)

. ملف الجاذبية المتبقية مع بيانات زلزالية متزامنة من وسط فيرجينيا ، الولايات المتحدة الأمريكية. يبدو أن اختلافات الجاذبية مرتبطة إلى حد كبير بعمق الصخور ، مع وجود صخور ضحلة تحت قمم الجاذبية والعكس صحيح. ومع ذلك ، هناك شذوذ منخفض الجاذبية بالقرب من مسافة 160 قدمًا لم يتم التعبير عنه في الجزء العلوي من الصخر ، وبالتالي يمكن أن يمثل تجويفًا تحت السطح بدلاً من صخرة أساسية عميقة.

كثافة المواد الموجودة أسفل المحطة مباشرةً.جاذبية التضاريس الهائلة بالقرب من المحطة أو فوقها بشكل غير مباشر (أي كتلة جبل قريب ينتج عنه بالفعل جاذبية)

. مواقع الشمس والقمر

. تغييرات دقيقة في معايرة مقياس الجاذبية (تسمى انجراف الجهاز)

يجب تصحيح بيانات الجاذبية الصغرى لهذه التأثيرات إذا كانت ستعكس بوضوح وجود ميزات كارستية تحت السطح. يشار إلى هذه البيانات المصححة المعروضة على الملامح و / أو الخرائط باسم شذوذ الجاذبية في Bouguer ، وتحتفظ ليس فقط بمعلومات الجاذبية عن الكتلة المحلية أو توزيع الكثافة تحت محطة المسح ولكن أيضًا توزيع الجاذبية الإقليمية (Mayer de Stadelhofen ، 1991). من أجل إزالة التأثيرات الإقليمية والتركيز على السمات المحلية (مثل الكارستية) ، يتم حساب الجاذبية المتبقية عن طريق طرح اتجاه إقليمي سلس من جاذبية guer .

ارتفاعات الجاذبية أو الجاذبية المتبقية بسبب زيادة الكتلة الجوفية مثل قمم الصخور السطحية الضحلة محليًا أو الكتل العائمة في قطاع التربة ؛ أو مناطق صخرية ضخمة بشكل خاص. ينجم انخفاض الجاذبية عن نقص الكتلة مثل قواطع الصخور العميقة محليًا أو طبقات الطين حيث تزيح التربة الأقل كثافة الصخور الأساسية الأكثر كثافة. الفراغات داخل الصخر. تنتج أيضًا قيعان الجاذبية. نظرًا لأن الجاذبية الصغرى وحدها لا يمكنها التمييز بين صخرة أساسية محلية عميقة وفراغ ، فلا ينبغي أبدًا تفسيرها بدون بيانات جيوفيزيائية تكميلية (مثل البيانات الزلزالية) أو مملة. يعرض الشكل 7 ملامح الجاذبية المتزامنة والزلزالية التي تعمل معًا على حل مشكلة التفسير المحتملة غير الفريدة.

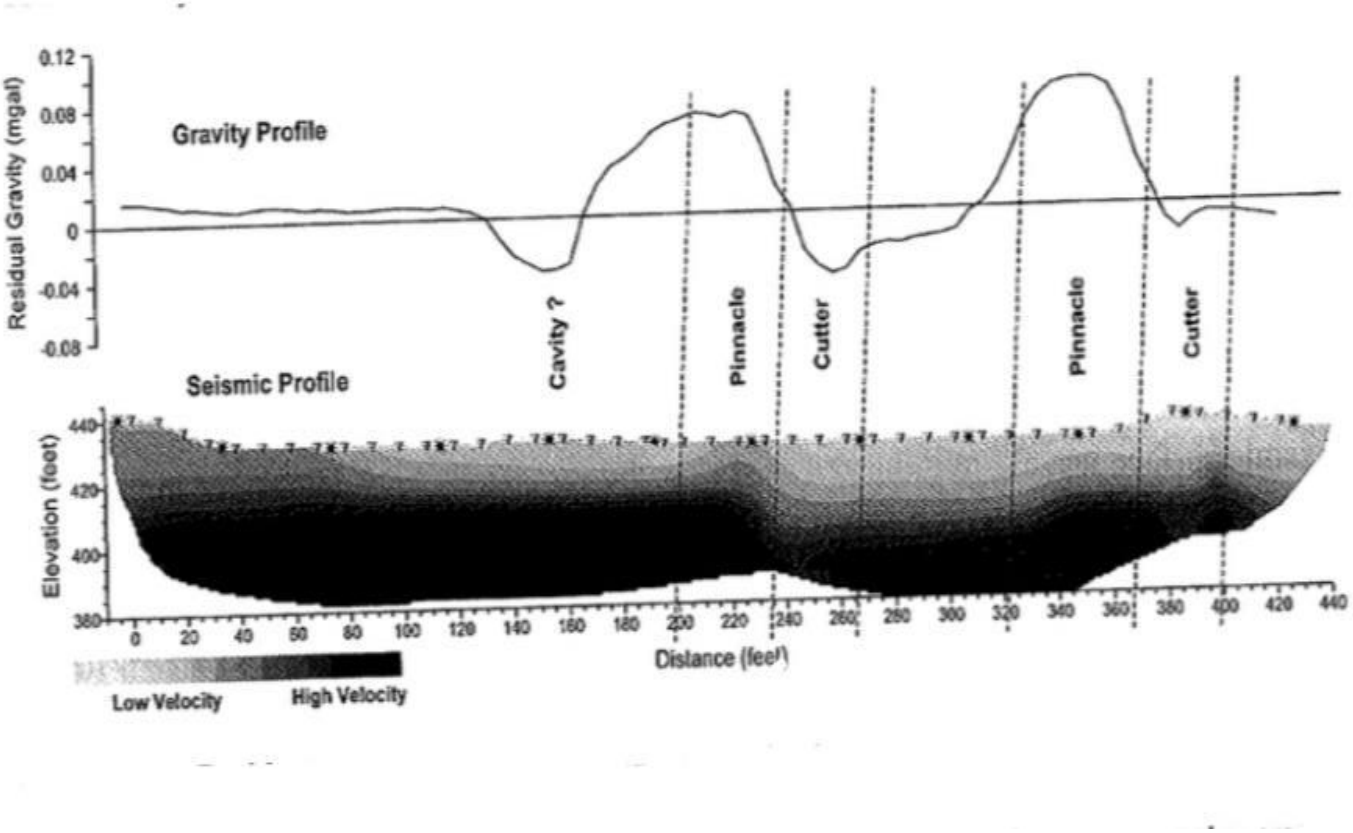
تعتمد قابلية اكتشاف السمات الكارستية باستخدام قياسات الجاذبية على تباين الكثافة بين السمة والصخور المحيطة ، وأبعاد الميزة وعمقها. بشكل عام ، كلما كانت الميزة الكارستية أخف (أقل كثافة) ، وأكبر ، وسمكًا ، وضحلة ، يكون من الأسهل اكتشافها وتحديدها باستخدام مسح الجاذبية. نظرًا لأن الأرض تأكل ترددات عالية ، ولشذوذ الجاذبية المرصودة ، فكلما كانت أضيق أو "شائكًا" ، يجب أن يكون مصدرها أقل عمقًا. يمكن استخدام هذه الظاهرة لتقدير أعماق مصادر شذوذ الجاذبية من خلال التحليل الطيفي لبيانات الجاذبية . (13) (9) (6)

3.3 استخدامات Gravimeter في الاستشعار عن بعد:

أصبح قياس الجاذبية عبر الأقمار الصناعية تقنية جديدة للاستشعار عن بعد توفر صورة عالمية مفصلة للبنية الفيزيائية للأرض. لأول مرة ، مع مهام CHAMP و GRACE و GOCE ، يمكن ملاحظة المخالفات الجماعية ونقل الكتلة في نظام الأرض بشكل منهجي ومراقبتها من الفضاء. تستفيد مجموعة واسعة من تخصصات علوم الأرض وأنظمة المراقبة التشغيلية من هذه الملاحظات وتم تمكينها لتحسين نماذجها والحصول على رؤى جديدة في عمليات نظام الأرض (على سبيل المثال ، دورة المياه والهيدرولوجيا القارية ونمذجة المحيطات والصفائح الجليدية والأنهار الجليدية ذوبان ، نمذجة الغلاف الصخري). في الآونة الأخيرة ، نظرًا لنجاح هذه المهام ، تم إطلاق On-GRACE Follow من أجل مواصلة السلسلة الزمنية لرصد النقل الجماعي ، وهو أمر ضروري لفصل تأثيرات المصادر البشرية والطبيعية لتغير المناخ على نظام الأرض. تم الاعتراف بقيمة قياس الجاذبية الساتلية من قبل المجتمع الدولي لعلوم الأرض في قرارات مختلفة ، وفي

غضون ذلك ، يُنظر إلى هذا الإجراء على أنه أداة استشعار عن بعد جديدة ، توفر معلومات مكملة لتقنيات الاستشعار عن بعد الأخرى. من أجل تأمين

الرصدات المستمرة للتوزيع الشامل والنقل الجماعي على المدى الطويل ، تقوم وكالات الفضاء ومجتمع علوم الأرض حاليًا بالتخطيط لمفاهيم مهام قياس الجاذبية الساتلية المستقبلية مما يتيح دقة أعلى واستبانة مكانية وزمنية أفضل. يدعو هذا العدد الخاص إلى تقديم مساهمات حول تقنيات المراقبة ومعالجة البيانات والإنجازات التي تم الحصول عليها من خلال بعثات قياس الجاذبية بالأقمار الصناعية حتى الآن. بالإضافة إلى ذلك ، يجب معالجة النتائج الأولى لمهمة متابعة GRACE والمفاهيم المستقبلية للأبراج الساتلية لمراقبة التوزيع الشامل للأرض. الموضوعات المحتملة في العدد الخاص



Residual gravity profile with simultaneous seismic data from Central Virginia, USA. Gravity differences appear to be largely related to the depth of the rocks, with gravity peaks and vice versa. However, there is a low shallower rocks below the gravitational gravity anomaly near 160 feet that was not expressed in the upper part of the bedrock, and thus could represent a subsurface cavity rather than a deep bedrock.

Figure 7

تشمل على سبيل المثال لا الحصر:

- تحليل بيانات CHAMP و GRACE و On-GRACE Follow و GOCE ، بما في ذلك أداء الجهاز
- تقنيات نمذجة مجال الجاذبية ببيانات الأقمار الصناعية
- المفاهيم الحالية والمستقبلية لقياس الجاذبية الساتلية
- تقنيات المراقبة الجديدة في قياس الجاذبية الساتلية
- نماذج مجال الجاذبية الساتلية (متوسط المجال والسلاسل الزمنية) والتحقق من صحتها
- السلاسل الزمنية للنقل الجماعي في نظام الأرض
- تطبيقات قياس الجاذبية الساتلية في علوم الأرض

(7) (1) (5)

3.4 مقارنة مع نهج الجاذبية الساتلية :

من أجل تحليل الاختلافات بين مقاربات قياس الجاذبية بالقمر الصناعي والصورة ، يتم حساب قيم الجاذبية الإهليلجية ، المشار إليها بواسطة ، في المنطقة ، باستخدام العلاقات أدناه

$$g^e(\theta,\lambda) = \nabla W^e,$$

حيث يتم تعريف الإمكانات البيضاوية على النحو التالي (انظر مراجع الجيوديسيا المادية مثل أدناه

$$W^e(\theta,\lambda) = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{n} P_{nm}(\cos\theta)(a_{nm}\cos m\lambda + b_{nm}\sin m\lambda) + \frac{1}{2}a^2\omega^2\sin^2\theta\,,$$

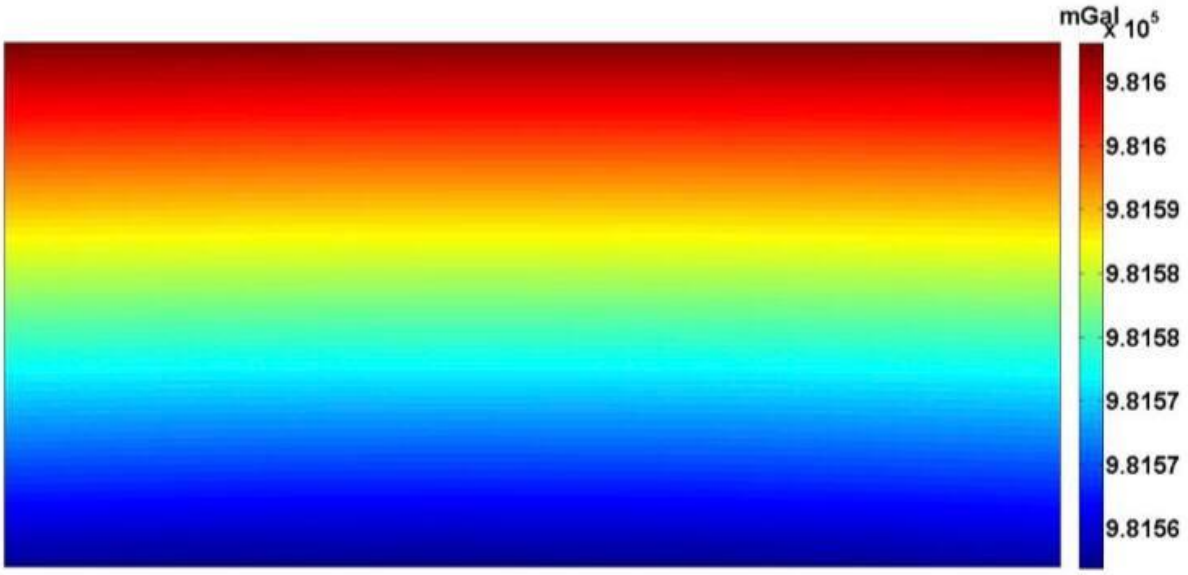
حيث تشير إلى ، على التوالي ، كثيرات حدود Legendre من النوع الأول و

الزاوية لدوران الأرض. التدرج في المعادلة في الشكل الإهليلجي

إحداثيات . المعاملات ومشتقة من نهج الجاذبية الساتلية .

لقد استخدمنا معاملات في نموذج EGM 2008. يوضح الشكل التالي قيم الجاذبية المشتقة من هذه الطريقة (7) (2)

3.5 هدف الدراسة: مع القيود المذكورة لطرق قياس الجاذبية الأرضية والأقمار الصناعية ، نحن



متحمسون لتطوير نهج جديد في قياس الجاذبية . هذه الطريقة لها الخصائص التالية:

1. تكلفة منخفضة للتنفيذ. مما يعني أنه من المحتمل أن يكون منتجًا ثانويًا لمادة أخرى تحت تصرفنا بالفعل.

2. التحليل المحلي والعالمي. بمعنى أنه أكثر عمومية من قياس الجاذبية الأرضية المحلي وقياس الجاذبية الساتلي العالمي .

3. قلة الاعتماد على القيم المعروفة. بحيث يمكن تنفيذ هذه الطريقة حتى مع وجود قيمة واحدة معروفة.

الغرض الحالي يركز على تطوير هذه الطريقة الجديدة. تتحقق الخصائص الأولى والثانية عند استخدام صور الأقمار الصناعية ، حيث يكون الغرض الأساسي منها بخلاف قياس الجاذبية . يمكن استخدام هذه الصور لكل من التطبيقات المحلية والعالمية. يتم استيفاء الخصائص الثالثة عندما نستخدم إقحامًا خطيًا منفصلاً يعتمد هيكله على قالب. لهذا السبب ، ومع ملاحظة أن الشكل الهندسي للأرض قريب من شكل كروي مفلطح ، فقد استخدمنا نظرية الشرائح الكروية التوافقية (5)

الفصل 4

الطريقة الكهربائية والطريقة المغناطيسية

الطريقة الكهرومغناطيسية

4.1 مقدمة

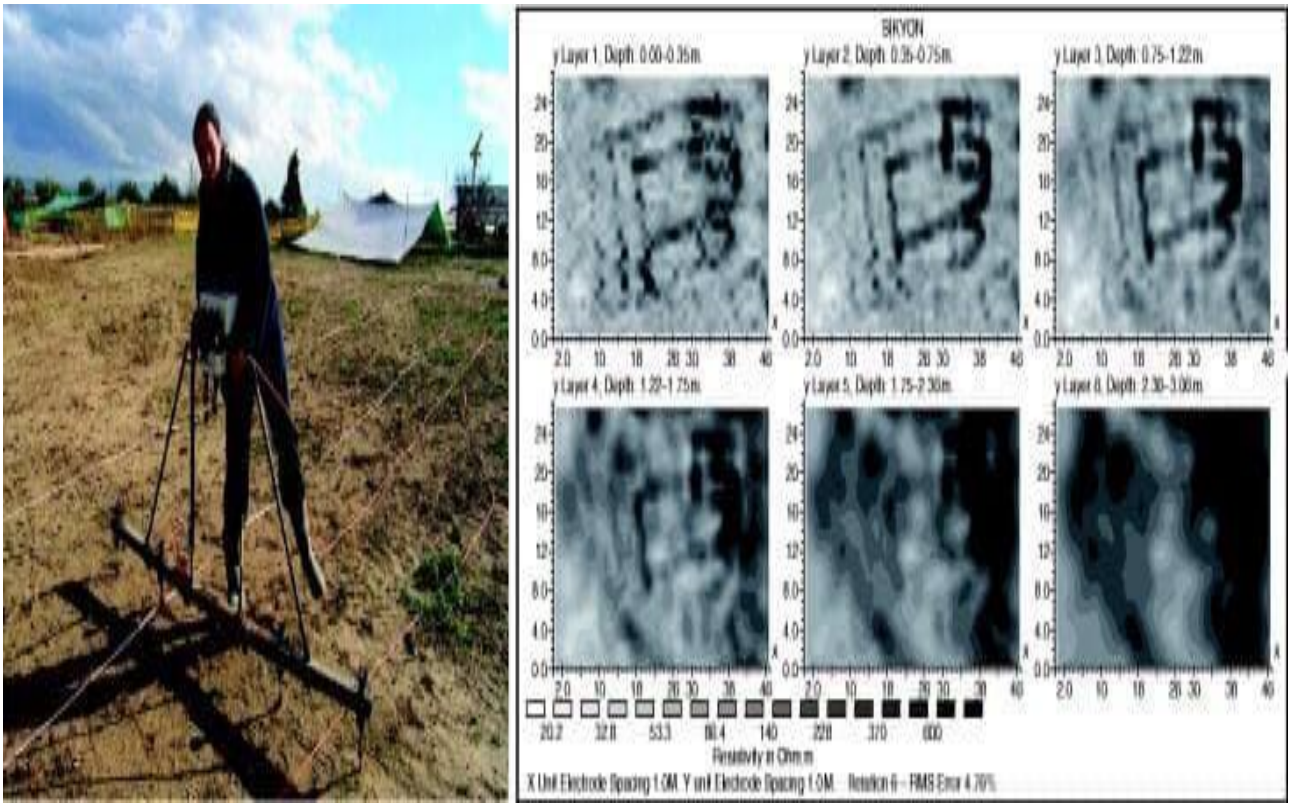
تعريف الطريقة الكهربائية:

طريقة تنقيب جيوفيزيائية تعتمد على الخصائص الكهربائية أو الكهروكيميائية للصخور. تعتبر المقاومة ، والاستقطاب التلقائي ، والاستقطاب المستحث ، والطرق الاستقرائية الكهرومغناطيسية هي الطرق الكهربائية الرئيسية.تم تطوير تقنيات القياس الكهربائية في الخرسانة في البداية بشكل أساسي لتشخيص تآكل الفولاذ. بالتبعية ، فقد خضعوا لتطورات تركز على توصيف الخرسانة ومؤشرات الضرر. المقاومة الكهربائية للخرسانة مشروطة بقوة بمساميتها وحالتها المائية وملوحة المحلول الخلالي. هذه المعلمات الثلاثة هي أيضًا عوامل رئيسية لتكييف أو الكشف عن التعديلات في الخرسانة. أصبح قياس المقاومة الكهربائية وسيلة لتقييم حالة المادة. (8)

4.2 الطريقة الكهربائية: تكون الطرق الكهربائية إما سلبية (على سبيل المثال ، تقنيات "الإمكانات الذاتية") أو نشطة (على سبيل المثال ، المقاومة الحالية المباشرة أو تقنيات الاستقطاب المستحث). في التنقيب الأثري ، يتم استخدام قياسات المقاومة الحالية المباشرة بشكل شائع.

الجيوكهربائية في التفريق بين المواد ذات المقاومة المختلفة ، والسماحية ، والنشاط الكهروكيميائي. يعد مسح المقاومة مناسبًا للكشف عن الجدران والفجوات والطبقات والهياكل الموضعية الأخرى ذات الخصائص الكهربائية والسماحية والكهروكيميائية المختلفة. في المسوحات الجيوكهربائية ، يتم تغذية تيار مستمر أو تيار متردد بتردد منخفض في الأرض بواسطة قطبين كهربائيين للتيار المعدني مع مقاومة منخفضة للحصة. يتم إجراء قياسات الاختلافات في المجال المحتمل بين قطبين آخرين محتملين غير مستقطبين وذات أرضية جيدة. يتم حساب مقاومة التربة للوسط الأساسي بواسطة قانون أوم (I = V / R ، حيث V هو الجهد الكهربائي ، وأنا التيار الكهربائي ، و R هي مقاومة الوسط). كثيرًا ما يستخدم مصطلح "المقاومة الظاهرية" (a) في تفسير بيانات المقاومة للتغلب على الصعوبات الناشئة عن أرضية غير متجانسة. وبالتالي ، تمثل ap المقاومة الحقيقية للأرض ، بافتراض وجود مادة تحت السطحية متجانسة وخواص وشبه لانهائية (في المدى) ، ويمكن استخدامها كأداة تشخيصية لفحص الاختلافات في المقاومة على منطقة معينة. تُعرَّف حالات شذوذ مقاومة

التربة على أنها اختلافات أو اضطرابات في المجال الكهربائي أو كثافة التيار ، والتي تنتج عن وجود أهداف تحت السطح ذات خصائص جيوكهربائية مختلفة . تظهر السمات المعمارية والفراغات والكهوف والمقابر والجدران والهياكل الصخرية على أنها شذوذ قوي للمقاومة العالية. تظهر الخنادق وتركيز المواد العضوية والتربة الموصلة على أنها شذوذ ضعيف ذو مقاومة منخفضة (8) (11)



الشكل 9 توزيع المقاومة تحت السطحية بالطريقة الكهربائية

4.3 الطرق المغناطيسية:

يتم الحصول على الملاحظات المغناطيسية بسهولة نسبيًا وبتكلفة زهيدة ويتم تطبيق بعض التصحيحات عليها. وهذا ما يفسر سبب كون الطرق المغناطيسية من أكثر الأدوات الجيوفيزيائية شيوعًا. على الرغم من هذه المزايا الواضحة ، فإن تفسيرات الملاحظات المغناطيسية تعاني من نقص التفرد بسبب الطبيعة ثنائية القطب للمجال وتأثيرات الاستقطاب المختلفة الأخرى. ومع ذلك ، يمكن للقيود الجيولوجية أن تقلل إلى حد كبير من مستوى الغموض. تأتي المعلومات من المسوحات المغناطيسية من الوحدات الصخرية على العمق وكذلك من تلك الموجودة على السطح أو بالقرب منه. هذه هي قوة الطريقة المغناطيسية (أو أي طريقة جيوفيزيائية سطحية) ، مما يجعلها أقوى من أي طريقة أخرى للاستشعار عن بعد تعتمد على المعلومات من انعكاسات الموجات الكهرومغناطيسية (EM) بواسطة المواد الموجودة على سطح الأرض. وهكذا ، بينما يُقاس المجال

المغناطيسي الطبيعي للأرض بالطريقة المغناطيسية ، يستخدم الإشعاع الكهرومغناطيسي عادةً كحامل للمعلومات في الاستشعار عن بُعد. الإشعاع الكهرومغناطيسي هو شكل من أشكال الطاقة له خصائص الموجة ، ومصدره الرئيسي هو الشمس. تُعرف الطاقة الشمسية التي تنتقل على شكل موجات بسرعة الضوء بالطيف الكهرومغناطيسي. تسجل أنظمة الاستشعار عن بعد السلبية الطاقة المنعكسة للإشعاع الكهرومغناطيسي أو الطاقة المنبعثة من الأرض ، مثل الكاميرات وأجهزة الكشف عن الأشعة تحت الحمراء الحرارية. ترسل أنظمة الاستشعار عن بعد النشطة طاقتها الخاصة وتسجيل الجزء المنعكس من تلك الطاقة من سطح الأرض ، مثل أنظمة التصوير بالرادار. تقيس المسوحات المغناطيسية الاختلافات في المجال المغناطيسي الطبيعي للتيار المستمر للأرض. عند وجود تركيزات من المواد الحساسة مغناطيسيًا (عادةً ما تكون حديدية) ، فإن المجال المغناطيسي للأرض يمغنط المادة الحديدية ، ويكون المجال الكلي المحلي شاذًا - ويمثل مجموع المجال المستحث في الهدف والحقل المحيط للأرض. في حالة وجود مواد ممغنطة دائمة أو "صلبة" (أي مواد لها مجال مغناطيسي خاص بها مثل المعادن المغناطيسية أو الحديد الممغنط أو الفولاذ أو المواد الممغنطة أو المسخنة بالحرارة) ، يتراكم المجال المغناطيسي للجسم أيضًا مع المجال المحيط للأرض ، مما يؤدي إلى شذوذ محلي. عادةً ما يتم تكوين المسوحات المغناطيسية عن طريق تسجيل حجم و / أو اتجاه متجه المجال المغناطيسي المحلي في المحطات الشبكية أو على طول الملامح ، وفحص البيانات بحثًا عن الحالات الشاذة. لا تُستخدم المسوحات المغناطيسية عادةً في الفيزياء المائية الكارستية نظرًا لأن معظم الميزات الهيدروجيولوجية المهمة في التضاريس الكارستية ليست حساسة مغناطيسيًا ولا ممغنطة بشدة. في حالات نادرة ، قد تخلق الفراغات المفتوحة تحت السطح شذوذًا مغناطيسيًا محليًا دقيقًا لأن القابلية المغناطيسية للهواء تساوي صفرًا ، في حين أن حساسية المواد الأرضية صغيرة ولكنها قابلة للقياس. بالإضافة إلى ذلك ، قد تحتوي بعض الكسور ذات الأهمية الهيدروجيولوجية على تمعدن يؤثر على حساسيتها المغناطيسية وتجعلها قابلة للاكتشاف باستخدام مقياس المغناطيسية.

كما هو معروف اليوم ، يتم استخدام الطرق المغناطيسية لحل المشكلات المختلفة مثل:

1-رسم خرائط سطح القبو والرواسب في التنقيب عن النفط والغاز

2- الكشف عن مختلف أنواع أجسام الخامات في التنقيب عن المعادن

3- الكشف عن الأجسام المعدنية في الجيوفيزياء الهندسية

4- رسم خرائط لأعطال وكسور السرداب

5- تحديد المناطق ذات التمعدنات المختلفة في قطع الأخشاب وكذلك فحص معاملات الغلاف

6- دراسة المجال المغناطيسي للأرض ومولداته وأغراض أخرى مثل تقييم الأخطار الطبيعية ورسم خرائط الهياكل الأثرية والدراسات البيئية. (8) (7) (12)

4.4 الطريقة الكهرومغناطيسية:

يتم تطبيق طرق الاستشعار عن بعد الكهرومغناطيسية تحت السطحية للحصول على معلومات تحت الأرض غير متوفرة من الملاحظات السطحية المباشرة. نظرًا لأن المعلمات الكهربائية مثل سماحية العزل الكهربائي

وموصلية المواد الجوفية قد تختلف بشكل كبير ، يمكن استخدام استجابة الإشارات الكهرومغناطيسية لرسم خريطة للبنية تحت الأرض. من التطبيقات الرئيسية الأخرى لطرق الكهرومغناطيسية الجوفية اكتشاف وتحديد أماكن الشذوذ تحت الأرض مثل الرواسب المعدنية أو اكتشاف وتحديد موقع وتصنيف الأجسام المدفونة مثل الأنابيب تحت الأرض والألغام الأرضية والذخائر غير المنفجرة ، إلخ.

تتضمن طرق EM تحت السطحية مجموعة متنوعة من التقنيات اعتمادًا على التطبيق وطريقة المسح ونظام الأجهزة المتاح وإجراءات التفسير ؛ وبالتالي ، فإن الطريقة "الأفضل" ببساطة غير موجودة. على الرغم من أن كل نظام له خصائصه الخاصة ، إلا أنهما لا يزالان يشتركان في بعض الميزات المشتركة. بشكل عام ، يحتوي كل نظام على جهاز إرسال أو باعث ، والذي يمكن أن يكون طبيعيًا (استشعار سلبي) أو اصطناعي (استشعار نشط) لإرسال الطاقة الكهرومغناطيسية التي تعمل كإشارة دخل. في كلتا الحالتين ، هناك حاجة إلى جهاز استقبال لتجميع إشارة الاستجابة. يتميز تكوين الأرض تحت الأرض بمعلمات المواد والهندسة ، والتي قد تكون غير معروفة أو معروفة جزئيًا فقط. تتمثل مهمة طرق EM تحت السطحية في توصيف الخصائص الموجودة تحت الأرض بشكل أفضل من إشارة الاستجابة. على سبيل المثال ، في نظام كهرومغناطيسي تحت السطح من النوع الاستقرائي ، يشع المرسل الكهرومغناطيسي حقلاً أوليًا في باطن الأرض. وفقًا للتوصيلية لتكوين الأرض تحت السطحية بالقرب من النظام ، فإن هذا المجال الأولي يستحث تيارات في باطن الأرض ، والتي بدورها تشع مجالًا ثانويًا. يمكن اكتشاف الحقل الثانوي بواسطة جهاز الاستقبال ، وبعد معالجة البيانات وتفسيرها بشكل مناسب ، يمكن الحصول على معلومات حول الخصائص الموجودة تحت الأرض.

يعد تفسير البيانات أحد أكثر الأجزاء صعوبة في طرق EM تحت السطحية. نظرًا لأن مجال الحادث يتفاعل مع باطن الأرض بطريقة معقدة للغاية ، فليس من السهل أبدًا طرح المعلومات من إشارة المستقبل. يتم تقديم العديد من التعريفات ، مثل التوصيل الظاهري ، لتسهيل هذا الإجراء. تفسير البيانات هو أيضا عامل حاسم في تقييم فعالية النظام. يعتمد مدى جودة النظام دائمًا على مدى جودة استخدام البيانات لتوفير المعلومات المطلوبة (الكشف ، التعريب ، التصنيف). في التطوير المبكر لأنظمة EM تحت السطحية ، اعتمد تفسير البيانات إلى حد كبير على التجربة الشخصية للمشغل ، بسبب القيود المفروضة على أجهزة الاستشعار ومعالجة الإشارات ، والتعقيد العام للمشكلة. فقط بمساعدة أجهزة الكمبيوتر القوية ، والتحسينات في معالجة الإشارات وتقنيات EM الحسابية ، وكذلك على خوارزميات الانعكاس (أو التصوير) ، من الممكن تحليل مثل هذه المشكلة المعقدة في وقت معقول. تجذب أساليب التفسير والانعكاس المستندة إلى الكمبيوتر المزيد والمزيد من الاهتمام. ومع ذلك ، يظل تفسير البيانات "توازنًا بارعًا في الفهم المادي ، والوعي بالقيود الجيولوجية ، والخبرة الصافية. (12) (13)

4.4.1 عداد جيجر:

عداد جيجر ، المعروف أيضًا باسم عداد جيجر مولر ، هو نوع من الجسيمات

كاشف يقيس الإشعاع المؤين.

أنبوب جيجر مولر (أو الأنبوب المعدّل وراثيًا) هو عنصر الاستشعار في أداة عداد جيجر التي يمكنها اكتشاف جسيم واحد من الإشعاع المؤين ، وينتج عادةً نقرة مسموعة لكل منها.

وصف الأساسيات:

تُستخدم عدادات جيجر للكشف عن الإشعاع ، عادةً إشعاع ألفا وبيتا ، ولكن أيضًا أنواع أخرى من الإشعاع. المستشعر عبارة عن أنبوب جيجر مولر ، وهو أنبوب مملوء بالغاز خامل (عادةً الهيليوم أو النيون أو الأرجون مع إضافة الهالوجينات) الذي يوصل الكهرباء لفترة وجيزة عندما يجعل جسيم أو فوتون من الإشعاع الغاز موصلاً مؤقتًا. يضخم الأنبوب هذا التوصيل من خلال تأثير تسلسلي ويخرج نبضة تيار ، والتي يتم عرضها غالبًا بواسطة إبرة أو مصباح و / أو نقرات مسموعة. يمكن للأجهزة الحديثة الإبلاغ عن النشاط الإشعاعي على مدى عدة أوامر من حيث الحجم. يمكن أيضًا استخدام بعض عدادات جيجر للكشف عن إشعاع جاما ، ولكن لا تزال أجهزة الكشف عن جيجر مفضلة كأدوات للتلوث المحمول ألفا / بيتا / جاما للأغراض العامة ، نظرًا لانخفاض تكلفتها وقوتها. يتم استخدام شكل مختلف من أنبوب جيجر لقياس النيوترونات ، حيث يكون الغاز المستخدم هو البورون ثلاثي فلورايد ويتم استخدام وسيط بلاستيكي لإبطاء النيوترونات. ينتج عن هذا شعاع جاما داخل الكاشف وبالتالي يمكن حساب النيوترونات . (10) (15)

4.4.2 الأنواع والتطبيقات:

أنبوب جيجر مولر هو أحد أشكال فئة من أجهزة الكشف عن الإشعاع تسمى أجهزة الكشف الغازية أو مجرد أجهزة الكشف عن الغازات. على الرغم من كونه مفيدًا ورخيصًا وقويًا ، إلا أن العداد الذي يستخدم الأنبوب المعدّل وراثيًا يمكنه فقط اكتشاف وجود الإشعاع وشدته. تسمى أجهزة الكشف عن الغاز التي لها القدرة على اكتشاف الإشعاع وتحديد مستويات طاقة الجسيمات (بسبب بنائها وغاز الاختبار والإلكترونيات المرتبطة بها) عدادات تناسبية. يمكن لبعض العدادات المتناسبة اكتشاف موضع و / أو زاوية الإشعاع الساقط أيضًا. تشمل الأجهزة الأخرى التي تكشف عن الإشعاع ما يلي:

غرفة التأين ، مقاييس الجرعات ، المضاعف الضوئي ، كاشفات أشباه الموصلات والمتغيرات بما في ذلك CCD ، لوحات القناة الدقيقة ، عدادات التلألؤ ، كاشفات مسار الحالة الصلبة ، غرف السحب ، غرف الفقاعات ، غرف الشرارة ، أجهزة الكشف عن النيوترونات والمُسعرات الدقيقة.

يحتوي عداد جيجر مولر على تطبيقات في مجالات الفيزياء النووية والجيوفيزياء (التعدين) والعلاج الطبي بالنظائر والأشعة السينية. تحتوي بعض العدادات المتناسبة على العديد من الأسلاك والأقطاب الكهربائية الداخلية وتسمى عدادات متناسبة متعددة الأسلاك أو ببساطة MWPCs. كما تم استخدام أجهزة الكشف عن الإشعاع على نطاق واسع في الفيزياء النووية والطب وفيزياء الجسيمات وعلم الفلك والصناعة. يستخدم عداد جيجر أحيانًا كمولد رقم عشوائي للأجهزة . [2)

المرجع:

1- تيموثي دانيال بكتل

كلية فرانكلين ومارشال · قسم الأرض والبيئة (College-Marshall-and-https://www.researchgate.net/institution/Franklin)

دكتوراه. (1989) جامعة براون

الطرق في جيولوجيا الكارتس - الفصل الطرق الجيوفيزيائية

2- GIS-and-sensing-remote-expertise/Geophysics-https://www.ngi.no/eng/Services/Technical

3-العدد الخاص "الاستشعار عن بعد في الجيوفيزياء التطبيقية"

كيارا كولومبيرو ، سيزار كومينا وألبرتو جوديو

4- /methods-https: //www.guidelinegeo.com/seismic

5- وضاح محمود شاكر الخفاجي

جامعة الكرخ للعلوم

محاضرات في أسلوب الجاذبية

6-قياس جاذبية الصور : طريقة جديدة للاستشعار عن بعد لتحليل الجاذبية في الجيوفيزياء

إم. كياني *

7- /https: //www.luther.edu/anthropology/applied/geophysical

8- هنريك هوفلاندسفينسن

الجيوفيزياء والاستشعار عن بعد: السدود والعتبات واللكوليث

9- الاستشعار عن بعد والتنقيب الجيوفيزيائي . ارمين شميت

جامعة برادفورد

10-الاستشعار عن بعد تحت السطحية الكهرومغناطيسية †

SY Chen1 و WC Chew1 و VRN Santos2 و K. Sainath2 و FL Teixeira2 1 جامعة إلينوي في Champaign2-Urbana جامعة ولاية أوهايو

11- لطرق الجيوفيزية في الكتابة الجيدة

أ.د. مهنا متعب أحمد 12 -czo- //: https-/boulder-geophysics-sensing-remote-archive.criticalzone.org/boulder/infrastructure/gis

13- إصدار خاص من برنامج الاستشعار عن بعد (ISSN 2072https://www.mdpi.com/journal/remot) (4292-esensing). ينتمي هذا العدد الخاص إلى قسم "الاستشعار عن بعد في الجيولوجيا والجيومورفولوجيا والهيدرولوجيا (https://www.mdpi.com/journal/remotesensing/sections/Remote_Sensing_Geology_Geomorphology_Hydrology)".

14-أ. أبيلان ، ت. أوبيكوفر ، إم جابويدوف ، إن روسر ، إم ليم ، إم لاتو

المسح بالليزر للأرض لحالات عدم استقرار المنحدرات الصخرية

تصفح الأرض. معالجة. . Landf، 39 (2014) ، الصفحات 80-97 ،

15 ريس ، دبليو جي (2013). المبادئ الفيزيائية للاستشعار عن بعد الإصدار الثالث. صحافة جامعة كامبرج

16- د. جامعة ضياء المشايخي بغداد (جيوفيزيائية) .