امكانية تحوير اجهزة استلام الموجات الزلزالية الانكسارية

مهنا متعب احمد
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة تكريت – كلية العلوم
تكريت – العراق

الخلاصة

من الممكن تطوير اجهزة اســـتلام الموجات الزلزالية الانكســـارية الطولية التي تكون فيها حركة ذبذبة جزيئات الوسط مع اتجاه مسار الموجة الى اجهزة استلام موجات زلزالية مستعرضه (قصيه) تكون فيها حركه ذبذبة جزيئات الوسط التي تمر فيه بصوره عمودية على اتجاه مسار الموجة . اثبتت الدراسة ان هناك عوامل كثيرة تؤثر على عملية التحوير يجب اخذها بنظر الاعتبار وتقليل الفروقات الموجودة في قيمها . من هذه العوامل هي الذبذبة الطبيعية والتوهين والحساسية والتشويه والمقاومة الطبيعية للتيار المستمر فضلًا عن المقاومة الديناميكية . هناك تقارب في عوامل الحساسية ونسبة التشويه بين اللاقطات العمودية واللاقطات الافقية القياسية من جهة واللاقطات الافقية المحورة على التوالي . ان امكانية تحوير اللاقطات الاعتيادية ذات الاتجاه العمودي للملف الى لاقطات افقية الملف تتيح لنا توفير النوع الاخير من اللاقطات لاستعمالها في التقاط الموجات الزلزالية القصية لما لها من اهمية بالغة في الحصول على السرع القصية التي تستخدم لأغراض الزلزالية الهندسية .

الكلمات المفتاحية : الموجات المستعرضة ، التخميد ، الحساسية ، اللاقطة و مسار الموجة .

The Possibility of Modifying Receiving Seismic Refraction Waves Devices

Muhana Mitaeb Ahmed
Ministry of Higher Education / Tikrit University- College of Science
Tikrit- Iraq
E-mail:Muhanamit3b@yahoo.com

Abstract

There is a possibility to develop the geophones which measure longitudinal seismic refraction waves where particle movement is with the wave path , to transversal seismic refraction wave geophones where particle movement of the medium is vertical to the path . In this study, many parameters could be taken into consideration, which affect the process of development. These parameters are: the nature frequency, damping sensitivity, distortion ratio, natural and dynamic resistance of the geophones. There is a semi-similarity in sensitivity and distortion ratio between vertical and standard horizontal in one side, and the developed horizontal geophone in other side, respectively. A possibility to develop the ordinary geophone of vertical coil to horizontal coil one can offer a lot of receiving equipment to the shear wave seismic signals in order to have shear wave velocity and it could be used in engineer seismic purposes .

Key Words: Transverse Seismic Waves, Damping, Sensitivity, Geophone and Wave Path.

المقدمة

من مبادئ الزلزالية الهندسية هو البحث عن نوع حركة الموجة الزلزالية التي تنتشر الى اعماق مختلفة من سطح الارض . ولأجل فهم طبيعة مسار هذه الموجات لابد من فهم طبيعة وانواع الموجات الزلزالية المتولدة من أي مصدر زلزالي . وتقسم الموجات الزلزالية الى نوعين رئيسين: الاول الموجات الجسمية وتشمل الموجات الزلزالية الطولية او الاولية وهي اسرع الموجات تسجيلًا في السجل الزلزالي ، والموجات الثانوية او المستعرضة التي تصل في وقت لاحق للموجة الاولية ، والنوع الثاني يضم الموجات الزلزالية السطحية (رايلي و لوف).

هذه الانواع الاربعة من الموجات تختلف فيما بينها من ناحية حركة ذبذبة الجزيئات بالنسبة لاتجاه مسار الموجة كالموجة الزلزالية القصية او المستعرضة التي تكون فيها حركة جزيئات الوسط بصورة عمودية على اتجاه مسار الموجة ولها مركبتان أفقية وعمودية . هناك صعوبة في التعرف على الموجات الزلزالية المستعرضة على عكس ما هو عليه للموجة الطولية حيث ان نوع الموجة له علاقة بنوع المصدر المولد لها . ان عملية استلام الموجات الزلزالية الانكسارية الطولية او التضاغطية p – wave تتم بواسطة لاقطات عمودية قياسية وهي عملية غير معقدة بينما الحال يختلف عند استلام الموجات المستعرضة (القصية) S–wave والتي يتطلب وجود لاقطات افقية تكون حركة الملف افقية داخل صندوق اللاقطة على عكس اللاقطات العمودية أي تدوير الملف (90^0) . ان قياس سرعة الموجة المستعرضة (.Vs) يعطينا فهم سريع وسهل لفهم وتوضيح الصفات الديناميكية للوسط المرن الذي يتم قياسه (Abbiss,1981) . ويتطلب توليد الموجة القصية مصدراً غنياً بالموجات المستعرضة ذات الحركة الاهتزازية للجزيئات التي تكون عمودية على مسار الموجة. هناك صعوبة في التعرف على الموجة القصية في السجل الزلزالي عند استخدام المصادرالزلزالية الاعتيادية ولكن هذه الصعوبة تتذلل باستخدام مصدر غني بالموجات الزلزالية المستعرضة اضافة الى الخاصية القطبية التي تمتاز بها هذه الموجات (Shirley and Hampton,1978; Stokoe,1978; Conwell,1974 .and Schwarz Shima, *et al*.,1968; Hoar)

يهدف البحث الى توفير مثل هذه اللاقطات لقدرتها فضلا عن وعدم وجود لاقطات كافية مع جهاز المسح الزلزالي الانكساري Terraloc Seismograph مما يتطلب البحث في امكانية تطوير اللاقطات العمودية المتوفرة بكميات كبيرة في مؤسسات الدولة ذات العلاقة وخاصة شركة الاستكشافات النفطية او القطاع الصناعي وتحويرها الى لاقطات يكون الملف المغناطيسي فيها يعمل بصورة افقية بدلا من الصورة العمودية ليتسنى استلام الموجات الزلزالية المستعرضة بمركبتيها الافقية الافقية والافقية العمودية (SH , SV – waves) وهذا سيؤدي بالنهاية الى امكانية زيادة عدد اللاقطات الافقية وتصنيعها محليا بدلا من استيرادها وتوفير العملة الاجنبية .

المواد وطرائق العمل

تحديد المواصفات والاهمية للاقطات الافقية

ان اهمية سرعة الموجة الزلزالية المستعرضة Shear Wave Velocity (vs.) تكمن في استكمال الحصول على معاملات المرونة الديناميكية للمواد المختلفة جنبا الى جنب من معرفة سرعة الموجة

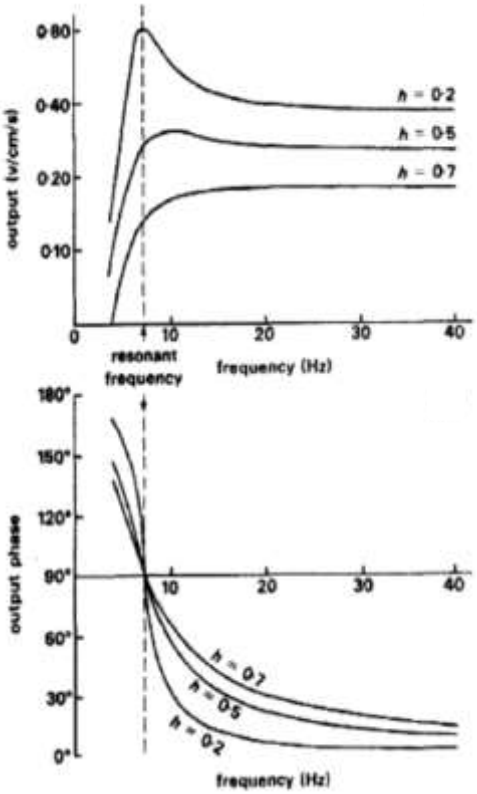
الزلزالية الطولية (VP) اضـافة الى الكثافة ، بوجود هذه المعلومات الثلاثة نسـتطيع معرفة كافة معاملات المرونة والتي بدورها تعطي تصور كامل عن طبقات الارض التحتية لأي موقع منشـــأ اســـتراتيجي او صناعي يراد بناءه وعلى هذا الاساس برزت الحاجة الى معرفة المواصـــفات الدقيقة لمثل هذه اللاقطات بالاســـتناد الى الخلفية العلمية للنظريات الفيزيائية للأجهزة والمعدات التي تسـتلم مثل هذه الموجات بعد ان تســـير عبر طبقات الارض وتحمل اســـرارها لتفسيرها للاستفادة منها في تطبيقات الطرق الزلزالية وسـرعة موجاتها في علم ميكانيكية الصـخور والتربة ودراســات الاســس وهندســة الزلازل والفروع الاخرى للهندسـة المدنية . ان سرع الموجات الزلزالية القصية تزودنا بمعلومات مهمة حول التحليلات الاسـتقرارية للسدود الارضـية القديمة والحديثة حيث تستخدم هذه السرع لفحص مواد التحشية وكذلك تستخدم لتخمين سلامة التربة لمناطق معينة لأغراض البناء .

ان التحـديـد الحقيقي للموجـات الزلزاليـة المسـتعرضـة تتم عن طريق أي متحسـس للذبذبات تتوفر فيه اتجاهية مناسبة وتتوفر فيه حساسية معينة واســتجابة ترددية للموجة . ان اللاقطة الزلزالية ذات الملف المتحرك القياســي تكون مســؤولة مســؤولية مباشـــرة عن النتائج الجيدة عندما تكون هذه اللاقطة في مدى ترددي من (1– 1000) هيرتز

Mooney , 1973; (Dobrin,1976 ;
Helbig and Treitel,1985
and Milsom,J. 2003)

ان معظم اللاقطات التجارية المستخدمة في أستلام الموجات الزلزالية الانكســـارية هي ذات ذبذبة ترددية بين (4–15) هيرتز واللاقطـات للموجـات المسـتعرضـة هي في الغالب بذبذبة ترددية (8–10) هيرتز اي بمعنى في حالة استخدام مصدر مولد ذات طاقة قليلة (المطرقة مثلا) يســـتخدم عادة 4 هيرتز وعند زيادة الطاقة يمكن اســـتخدام (8–10) هيرتز وخاصـــة باســـتخدام المتفجرات بوضـــع أفقي . (Griffiths and king 1981) ، Telford *et al*., (1976) .

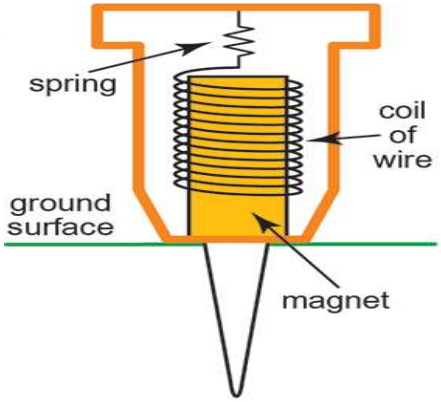
المواصـــفة الاخرى المهمة التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبـار هي التخميـد damping للموجـة ويلاحظ من الشـــكل (1) ان التخميد النموذجي هو بحدود (h=0.7) من القيمة الحرجة . وذلك لان في هذه القيمة تكون الذبذبة الترددية المؤثرة للاقطة هي مستوية (Flat) فوق تردد الذبذبة للاقطة .



شكل (1) السعة وطور الاستجابة للاقطة مع تردد الرنين 7 هرتز لمختلف عوامل التخميد (h)طور المخرجات هوة تعبير نسبي لطور المخرجات(Telford, et al., 1976)

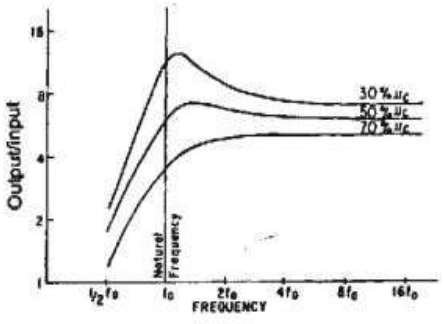
طريقة تطوير اللاقطات

ان اجهزة تحسس او استلام الموجات الزلزالية التقليدية التي تسير في اتجاهات مختلفة تحت سطح الارض تكون من نوع الملف المتحرك وتكون ايضا من نوع ميكانيكية كهربائية (Electromechanical Transducer) وكما هو واضح في الشكل (2) وهو النوع الشائع لاستلام الموجات الزلزالية الطولية (P–wave) حيث تكون وضعية الملفات بصورة عمودية وهي مصممة لاستلام الموجات ذات الاهتزازات العمودية .



شكل (2) منظر مقطعي مبسط للاقطة نموذجية ذات ملف متحرك

ان الملف يجب ان يكون حر الحركة داخل فجوة معدنية ويكون هذا الملف بين اقطاب مغناطيسية ثابتة وتكون الفولتية الناتجة متناسبة مع سرعة الحركة النسبية والتي تكون مطابقة لحركة جزيئات التربة التي تمر بها الموجة ، ولذبذبات اعلى من رنين (تردد) الملف الحر الحركة . اسفل تردد هذه الذبذبة تكون حركة الملف والغطاء سوية وناتج الفولتية يهبط بصورة سريعة وكما هو واضح في الشكل (3) الذي يعكس ايضاً كيفية تأثير التخميد على استجابة رنين الموجة . وعلى هذا الاساس يكون اختيار تردد الذبذبة للاقطة ادنى من أوطأ ذبذبة مرغوبة للتسجيل .

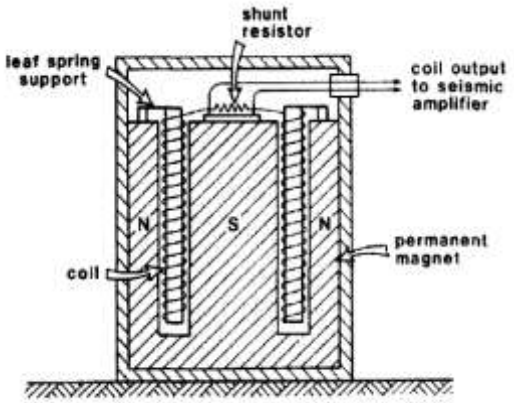


شكل (3) مخرجات اللاقطة كدالة للتردد لدرجات مختلفة من التخميد

(Fo) تعني تردد الرنين

وعلى ضوء ذلك ولأجل الحصول على تقنية بتحوير اللاقطات المتوفرة الى لاقطات بمركبة افقية نادرة فقد استخدمت اللاقطة العمودية من نوع (8–10 هيرتز) الخاصة بالموجة الزلزالية الطولية (P–wave) المتوفرة بكميات واعداد كبيرة ، وذلك لأجل تحويرها الى لاقطات افقية وبمواصفات تحقق أستلام الموجة الزلزالية المستعرضة (S–wave) . تم الاستعانة بشركة الاستكشافات النفطية العراقية باعتبارها الجهة الرئيسية التي تتعامل مع هكذا اجهزه تسجيل واعتذرت الشركة في بادئ الأمر بوجود مثل هذه الاجهزة لديها والموجودة عندها هو من اجهزة تسجيل الموجات الزلزالية الانعكاسية وليست الانكسارية (اي ذات ترددات عالية تستخدم بصورة رئيسية في المسح الانعكاسي العميق وليس للمسح الأنكساري الضحل , ولو ان في الواقع لا تختلف اللاقطات الأنعكاسية عن الانكسارية فقط من ناحية التردد , بحيث تسجل الاثنان معا. تم استلام 12 لاقطة من نوع (P – wave) بالمواصفات

المطلوبة وبالتعاون مع مختبرات العمل الحقلي للشركة في أستخدام امكانياتها المتطورة في أجراء عمليات التحوير والفحص النهائي تمت عملية التحوير عن طريق تدوير ملفات للاقطات العمودية من الأتجاه العمودي الى الاتجاه الافقي ضمن حدود الصندوق (Case) او الفجوة الحاوية للملف والمغناطيس. الشكل (4) يوضح مقطع عرضي خلال الملف المتحرك للاقطة الذي تكون حركته افقية لأجل استلام الموجة الميكانيكية (الزلزالية) وتحويلها الى كهربائية لتسجلها في جهاز التسجيل . ان الملف المتحرك للاقطة يكون حساساً فقط الى المركبة العمودية للحركة على طول محور الملف وعلى هذا الاساس فان الموجة العمودية (P–wave) القادمة من العواكس تحت السطحية تسبب حركة عمودية يتم استلامها بواسطة اللاقطات ذات الملف العمودي ونفس الشيء يتكرر للموجة المستعرضة (الافقية) التي تتحسس وتستلم عن طرق الملف الافقي في اللاقطة والموضحة في الشكل (4) بعد تدويرها 90 درجة عند الاستخدام.



شكل (4) مقطع عرضي تخطيطي خلال اللاقطة ذات الملف المتحرك

النتائج والمناقشة

تتطلب الموجات الزلزالية القصية المستقطبة أجهزة أستلام (لاقطات) يكون فيها الملف مركب ومصمم لكي يتحرك بصورة افقية وعليه فمن الممكن استخدام اللاقطات الافقية عندما يتطلب الامر . تم الأستعانة بامكانيات مختبرات مركز العمليات الحقلية التابعة لشركة الأستكشافات النفطية لتحوير لاقطات من نوع (P – wave) الى لاقطات افقية واجريت الفحوصات المختبرية بأستخدام اجهزه الفحص الإلكترونية والحاسوب وقد اعطيت النتائج المبينة في جدول (1). ولاختيار اللاقطة المناسبة يجب ان يأخذ بنظر الاعتبار خمسة عوامل هي :-

1. الكمية الفيزيائية المراد قياسها

ان اللاقطة الأعتيادية تقيس المركبة العمودية لسرع الجزيئات (سرعة الجزيئات مساوي للزمن المشتق للإزاحة الارضية ولا تتعارض مع السرعة الموجة للموجات الزلزالية) . ان اللاقطة الافقية تقيس المركبة الافقية لسرعة الجزيئة.

2. المقاومة الناتجة

المقاومة الناتجة لمعظم اللاقطات تتراوح بضعة مئات من الأوم (Ohms) مقارنة مع انواع اخرى من اللاقطات خصوصا المائية منها . المطلوب هنا هو الربط القوي والصحيح مع جهاز التسجيل الزلزالي للحصول على ألاشارة المطلوبة وبعكس ذلك فلا يتم الحصول او تسجيل أي اشارة . وفي هذه عندما يراد استخدام أي لاقطة غير قياسية (في مثل حال هذه التجربة) عليه ان يستشير الجهة المصنعة لأجهزة التسجيل الزلزالية .

جدول (1) نتائج الفحوصات المختبرية باستخدام اجهزه الفحص الإلكترونية والحاسوب لتحوير اللاقطات العمودية الى افقية

ت	عناصر القياس (الفحص)	لاقطة رقم (1) ذي مركبة عمودية p_ wave	لاقطة رقم (2) ذي مركبة افقية s_wave	لاقطة رقم (3) الجديدة المحدودة ذي مركبة افقية (المركبة العمودية محورة الى مركبة افقية)
1	Hz. NAT. FREQUENCY الذبذبة الطبيعية	6.2 HZ	16.3 HZ	5.8 HZ
2	Hz. DC RESISTANCEالمقاومة للتيار (دي سي)	385 Ohm	384 Ohm	395 Ohm
3	LO- DAMPING التخميد	0.518	0.311	0.546
4	LO-SENSITIVITY الحساسية	7.6 v/in/s	21.2 v/in/s	6.6 v/in/s
5	Hi DISTORTION التشوية	0.31 %	0.01 %	0.04 %
6	DYN. RESISTANCE المقاومة الديناميكية	1230 ohm	384 ohm	1222 ohm

من الجدول أعلاه يمكن ملاحظة تقارب نتائج المقاومة وهي 384 و 395 أوم حيث يتبين بأن اللاقطة المصنعة لها مقاومة أعلى من اللاقطة الافقية الموجودة بحوالي 11 أوم وهذا يدل على ان التحويل الى دقة أعلى أثناء عملية التركيب

3. التردد الطبيعي

من مفردات اختيار اللاقطة ان التذبذب الطبيعي لها يجب ان يكون أقل من 0.25 أوطأ ذبذبة مطلوبة في السجل الزلزالي . ان الفشل في تلبية هذا الشرط ممكن ان يقود الى تشويه قاسي وغير متوقع للاشارة الزلزالية المهمة المستلمة في بداية السجل الزلزالي .

ان في معظم التطبيقات الهندسية فان هذه الخاصية تقود الى الأقتراح بان ذبذبة اللاقطة يجب ان لا تزيد أو تقل عن (15) هيرتز بحيث نحتاج الى طاقة عاليه (تفجير أو ماشابه ذلك). أما اللاقطات ذات التذبذب الواطئ فلها محاسن مضافة في أعطاء نتائج جديدة . فاللاقطات بذبذبة 4-8 هيرتز هي الأفضل وتكون مقنعة في أعطاء النتائج المطلوبة .

ان نتائج فحص اللاقطات المحورة الموضحة في الجدول (1) تبين ان الذبذبة الطبيعية هي بحدود 5.8 هيرتز وهي مقاربة للاقطة العمودية ولكنها ادنى بكثير من اللاقطة الافقية القياسية وهذا يدل على ان التحوير قد يؤثر على تذبذب اللاقطة وان كانت ضمن المدى الذي يسمح بأستلام هذه الموجات ضمن التردد الطبيعي المطلوب .

4. حساسية فرق الجهد

ان اللاقطات ذات المخرجات العالية تميل الى أعطاء احسن النتائج وذلك بسبب حاجتها الى تكبير قليل . ان المخرجات العالية للاقطة عادة تكون متناغمة مع الذبذبة الطبيعية الواطئة لهاومع حجمها الفيزيائي الكبير .ويمكن ملاحظة الفرق الكبير بين حساسية اللاقطة الافقية القياسية وحساسية اللاقطة المحورة في حين هناك تقارباً بين حساسية اللاقطة المحورة وحساسية اللاقطة العمودية كما هو واضح في الجدول (1) ويدل ذلك على ان هذه الخاصية تؤشر حالة سلبية في عملية التحوير .

5.التخميد

ان معظم اللاقطات تعمل بتخميد يتراوح بين (Critical 0.7 – 0.5) ويتحقق ذلك عند ربط المقاومة (Shunt Resistor) عبر مخرجات اللاقطات (أي بين مخرجات الملفات) كما في الشكل 4 . وان الجهة المصنعة هي التي تحدد قيمة المقاومة المطلوبة . من خلال الجدول (1) يمكن ملاحظة قيمة التخميد ضمن المدى المتعارف علية ألا ان الفرق كبير بين تخميد اللاقطة المحورة وتخميد اللاقطة الافقية القياسية . وأخيرا من خلال نظرة عامة للجدول (1) والذي يضم معظم العوامل الداخلة في اختيار اللاقطة المناسبة لاستلام الموجة المطلوبة يتبين بان تحوير اللاقطة قد يؤثر في استلام الموجة وذلك لاختلاف قيم معظم هذه العوامل خاصة المقاومة الديناميكية والحساسية والتخميد والذبذبة الطبيعية بالرغم من التقارب في قيم التشويه والمقاومة للتيار المستمر(DC). وعلى ضوء ذلك فأن عملية التحوير قد لا تعطي نتائج ايجابية في أستلام الموجة المطلوبة ويمكن التحقق من ذلك عند اجراء عملية الاختبار الميداني للاقطة المحورة.

الاستنتاجات والتوصيات

1-ان اللاقطات عمودية الملف تقيس الحركة العمودية للموجة عبر جزيئات المواد التي تمر عبرها الموجات الزلزالية بينما اللاقطات الأفقية تقيس الحركة الافقية لجزيئات المواد .

2- امكانية تحوير اللاقطات ذات الاتجاه العمودي للملف الى لاقطات أفقية بعد تدوير الملف من الحالة العمودية الى الحالة الافقية اخذين بعين الأعتبار حجم الفجوة المعدنية او الغرفة (Case) التي تحوي الملف والمغناطيس والقاعدة المعدنية السفلى المتصلة بالمسمار (Spike) الذي يغرس في الصخور والتربة .

3-هناك عوامل كثيرة تؤثر على عملية التحوير يجب اخذها بنظر الأعتبار وأمكانية تقليل الفوارق بين قيمها منها: الذبذبة الطبيعية التي يجب ان تقارن مع نفس التذبذب الطبيعي للاقطة الأفقية القياسية . وعامل التخميد فهناك فرق كبير بين قيم التخميد في الحالتين الأفقية القياسية والأفقية المحورة حيث يجب ان تكون قيمة التخميد بين (0.5 – 0.7) لمعظم اللاقطات المستخدمة .

4- تقارب في عوامل الحساسية بين اللاقطات العمودية واللاقطات الافقية المحورة عند فحصها بأجهزة الفحص المتخصصة في حين هناك أختلاف كبير بينها وبين حساسية اللاقطة الافقية القياسية .

5- هناك تقارب في نسبة التشويه Distortion بين اللاقطات الأفقية القياسية واللاقطات الأفقية المحورة والأثنان تختلف عن ما هو مثبت في اللاقطة العمودية .

6- أما المقاومة الطبيعية للتيار المستمر فأن مقارنة بسيطة يمكن اجرائها بين القيم في ألانواع الثلاثة للاقطات العمودية والافقية القياسية والافقية المحورة والتي تمتاز الأخيرة بكونها اعلى بقليل من نظيراتها .أما المقاومة الديناميكية فالتقارب حاصل بين اللاقطة العمودية واللاقطة الافقية المحورة في حين تختلف القيم عن اللاقطة الافقية القياسية .

7- ضرورة اجراء التحويرات في مختبرات مجهزة بكامل أجهزة الفحص والقياس ليتسنى مراعاة العوامل اللازمة لتوفيرها ضمن اللاقطة المثالية أو القياسية عند أجراء أي عملية تحوير

Reference.

Abbiss, C. P. (1981). Shear Wave Measurement of the Elasticity of the Ground. Geo-technique 31 (1), 91-104.

Dobrin, M.B.(1976).Introduction to Geophysical Prospecting. 3rd. ed McGraw – Hill Publ. Co., New York,630p.

Griffiths, D . H . and King, R. F. (1981). Applied Geophysics for Geologists and Engineers. Pergamon Press .

Helbig, K. and Teritel, S. (1985) "Seismic Shear Waves " Hand Book of Geophysical Exploration, Section 1. Seismic Exploration Vol.15 A&B theory and Application, Geophysical Press. Gerhard Dohr (Editor) .

Hoar,R.J. and Stokoe, K.H. (1978). Generation and Measurement of Waves In –situ ASTM STP 654, 3-29.

Milsom,J.(2003). Field Geophysics. 3rd.Edition, John Wiley and Sons p.232.

Mooney, H.M. ,(1973). The Handbook Engineering Geophysics Bison Instr. INC. Minnesota , U.S A .

Schwarz,S.D. and Conwell, F.R. (1974). A Technique for the In situ-Measurement of Shear Wave Velocities (Vs) for Deep Marine Foundation Offshore. Tech. Conf. Dallas, Texs. 75206.

Shima,E.; Yanagisaw,M. and Allam A. (1968) . Experimental Study on Generation and Propagation of S-Waves. Bull. Earthq. Res. Ins. 46, 517-527.

Shirely, D.J. and Hampton,L.D. (1978). Shear Wave Measurements In Laboratory Sediments. J. Acoust. Soc. Am. 63(2) 607-613.

Telford, W . M.; Geldard ,L. P.; Sheriff, R.E. and Keys ,D. A . (1976) . Applied Geophysics . Cambridge University Press .

.