الفصل الأول

مقدمة

1.1مشكلة البحث:

تشكل الزلازل خطورة على الحياة، فمن اللازم أن نبحث عن حلول تمكننا من مجابهه الخطورة وفي هذا البحث نحاول أن نتوصل إلى دراسة في محور التنبؤ بالزلازل قد نستفيد منها لتقليل الأخطار.

2.1 أهداف البحث:

دراسة بنيه الارض للتعرف على الخصائص ودراسة مؤشرات تمكننا من التنبؤ بالزلازل وارتباطها بالمجال المغنطيسي.

3.1 أهمية البحث:

ولما كانت الزلازل تشكل خطورة على الحياة الآمنة لبني البشر تحتم على علماء الفيزياءالبحث والتقصي لإيجاد حلول جزريه لتفادي خطورتها من تحطيم للمباني وهدم الإنشاءات البشرية مما يتسبب في أعداد هائلة من الضحايا. ومن هذا المنطلق كان لابد من تقصي مؤشرات ما

قبل الزلزال والتي نستطيع من خلالها توقع حدوث الزلزال في منطقه معينه،ولهذا كان أول ما قمنا بالبحث عنه هو علاقة تغير المجال الجيومغناطيسي بحدوث الزلازل.

الفصل الثاني

بنية الارض

1.2 بنية الارض:

تتكون البنية الداخلية للأرض من طبقات هيكليه كروية تشبه البصل ويمكن التعرف على هذه الطبقات اما من خلال الخصائص الكيميائية او خصائص التسيل الخاصةبها. تحتوي الارض على قشره خارجيه من السيلكات الصلبة وكثيرة المسام ولب خارجي سائل أقل مسامية من الغطاء ولب داخلي صلب.

يعتمد الادراك العلمي للبنيه الداخلية للأرض على التغيرات الطبغرافية وقياس الاعماق في البذور، وهي عينات تم احضارها إلى السطح من أعماق كبيره بسبب الأنشطة البركانية ، وتحليل الموجات الزلزالية التي تمر عبر الارض الى قياسات الجاذبية للأرض وتجارب الاجسام البلوريةالصلبة عن مستويات الضغط ودرجات الحرارة

يمكن تعريف بنية الارض بطريقتين:

عن طريق الخصائص الميكانيكية مثلا التسيل: -هي ظاهرة تصف فقدان التربة إلى حد كبير من صلابتها وقوتها تحت تأثير إجهاد قص ينشأ عادة بسبب زلزال أو أي تغيير مفاجئ في حالة الإجهاد، مما يجعل التربة تتصرف مثل السائل.

تلاحظ هذه الظاهرة عادة في التربة المشبعة الفضفاضة منخفضة الكثافة أو غير المضغوطة مثل التربة الرملية. وهذا بسبب فضفاضة الرمال حيث تقل الانضغاطية تحت االتحميل؛ على النقيض من ذلك تميل الرمال الكثيفة إلى زيادة في الحجم أو تتوسع. إذا كانت التربة مشبعة بالمياه، كما هو الحال بالنسبة للتربة التي تقع أسفل منسوب المياه الأرضية أو مستوى سطح البحر، فإن الماء ستقوم بتعبئة الفجوات بين حبيبات التربة. واستجابة للضغط على التربة فإن هذه المياه تؤدي إلى زيادة في الضغط وتحاول أن تتدفق من التربة إلى مناطق الضغط المنخفض (عادة إلى أعلى نحو سطح الأرض).

أو عن طريق الخصائص الكيميائية.

ميكانيكيا يمكن تقسيمها الي غلاف صخري وطبقه الصخور المشوهة وغطاء الميزوسفير واللب الخارجي واللب الداخلي كما ينقسم الجزء الداخلي للأرض الي خمس طبقات هامه.

اما كيميائيا يمكن تقسيم الارض الي:

القشرة، الغطاء العلوي، الغطاء السفلي، اللب الخارجي واللب الداخلي.

تم الاستدلال على طبقات الارض بشكل غير مباشر باستخدام انتقال الموجات الزلزالية المتكسرة والمنعكسة التي انشأتهاالزلازل.

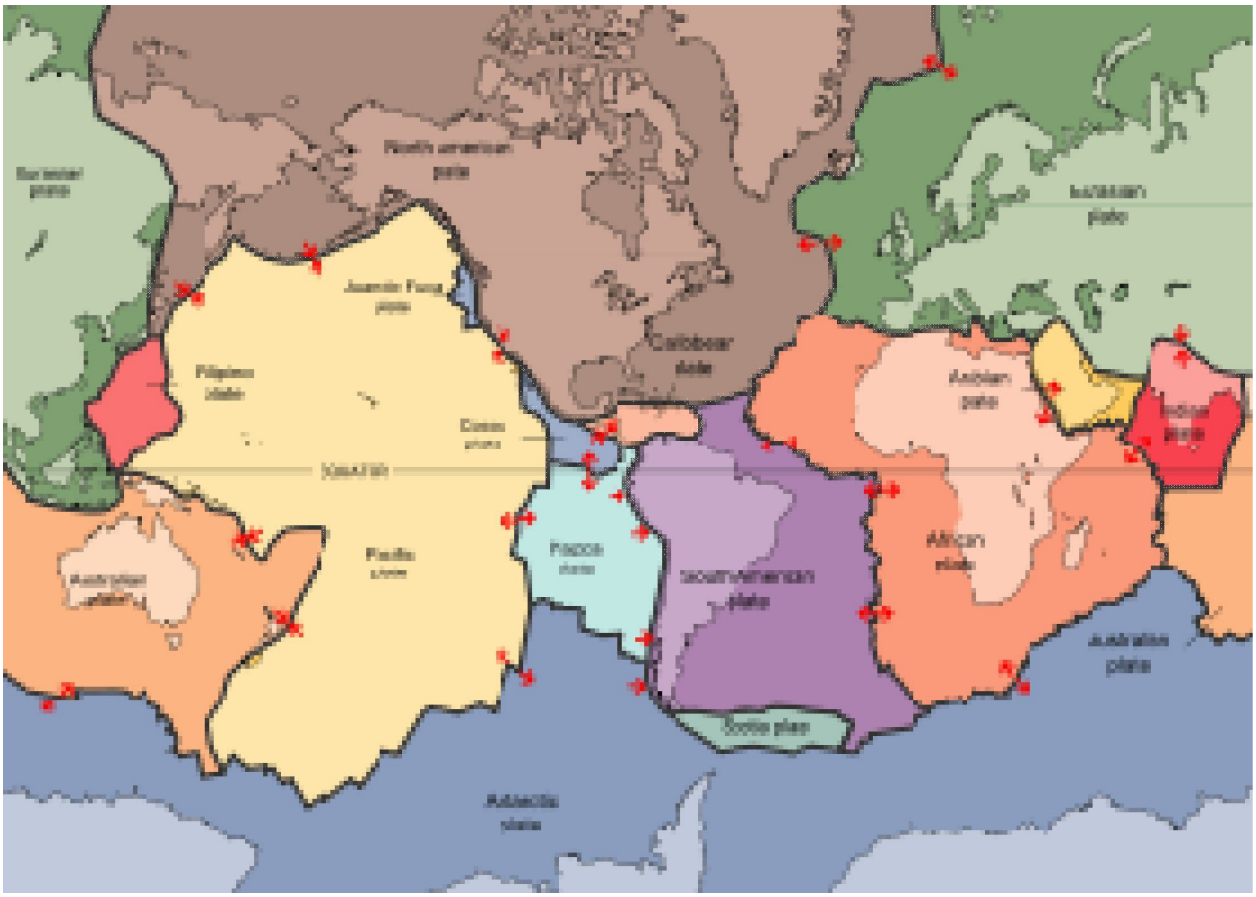
لا يسمح اللب بمرور موجات القص عبره بينما تختلف سرعات الانتقال (السرعة السيزميه) في الطبقات الأخرى.

وتتسبب الاختلافات السيزميه بين الطبقات المختلفة في التكسير بفضل (قانون سنيل) .

مثل الطي الخفيف أثناء المرور عبر المنشور وبالمثل يرجع السبب في وجود زيادة كبيره في السرعة السيزميه التي تشبه انعكاس الضوء من المرايا.

2.2 نظرية الصفائح التكتونيه:

نظرية الصفائح التكتونية أو تكتونيات الصفائح (بالإنجليزية: Plate tectonics) (من الكلمة اللاتينية القديمة *tectonics*، ذات الأصل اليوناني القدي، والتي تعني ("بنيوية") وهي النظرية العلمية التي تصف الحركات الكبرى لغلاف الأرض الصخري. اعتمدت تلك النظرية على مفاهيم نظرية الانجراف القاري، التي تم التوصل لها في العقود الأولى من القرن العشرين، وقبلها المجتمع العلمي الجيولوجي بعدما تم طرح مفاهيم تمدد أرضية البحار في نهاية خمسينيات وبداية ستينيات القرن العشرين.



Fig(1.1)

انقسم غلاف الأرض الصخري إلى عدد من الصفائح التكتونية. ففي الأرض، هناك سبع أو ثمان صفائح كبرى (يتوقف عددها على كيفية تعريف الصفيحة الكبرى) إضافة إلى العديد من الصفائح الصغرى.

تتكون الزلازل والبراكين والجبال والخنادق المحيطية على حدود الصفائح التكتونية. تتراوح الحركة الجانبية النسبية للصفائح عادة من صفر إلى 100 ملم سنويًا.

تتكون الصفائح التكتونية من غلاف صخري محيطي وغلاف صخري قاري أكثر سمكًا، يعلو كل منهما قشرة أرضية خاصة بكليهما. على طول الحدود الهدامة، تغطسالصفائح إلى الدثار؛ وتعوض المواد المفقودة تقريبا بتكوين قشرة محيطية جديدة عند سلاسل مرتفعات المحيط وفق نموذج تمدد

أرضية البحار. وبهذه الطريقة، فإن المساحة الإجمالية للكرة الأرضية تبقى ثابتة. وتوصف تكتونيات الصفائح تلك بأنها تعمل بمبدأ السير الناقل. تفسر بعض النظريات القديمة (التي لا زال لها بعض الأنصار) ذلك بأن العالم يتقلص تدريجيًا (ينكمش) أو يتمدد تدريجيًا.

للصفائح التكتونية قدرة على التحرك لأن الغلاف الصخري للأرض أقوى وأقل كثافة من الغلاف الموري الذي يرتكز عليه. وتتغير كثافة الدثار نتيجة تيارات الحمل، التي يحركها عدة عوامل وهي حركة أرضية البحار بعيدًا عن الرصيف القاري (نتيجة التغير في طبوغرافيا وكثافة القشرة الأرضية الناتجين عن تغيرات قوى الجاذبية الأرضية) والمقاومة المائية والشفط لأسفل في مناطق الاندساس. ثمة تفسير مختلف، يكمن في القوى المختلفة التي تنتج عن دوران الكرة الأرضية وقوى المد والجزر للشمس والقمر، إلا أن دور كل من تلك العوامل غير واضح، ولا يزال موضوع نقاش.

الفصل الثالث

الزلازل

1.3 الزلزال:

هو اهتزاز للأرض ناتج عن التحرر السريع والمفاجئ للطاقة يواكب تكسر الصخور, ومصدر الطاقة الرئيس هو حركيه الصفائح ,ويسمى مركز الزلزال (البؤرة) يتبع بارتدادات تدعى امواج زلزاليه وهذا يعود الى تكسير الصخور وإزاحتها بسبب تراكم اجتهادات داخليه نتيجة لمؤثرات جيولوجية نتج عنها تحرك الصفائح الأرضية,وقد ينشأ الزلزال كنتيجة لأنشطه البراكين أو نتيجة لوجود انزلاقات في طبقات الارض,تؤدي ,الزلازل إلى تشقق الارض ونضوب الينابيع أو حدوث ارتفاعات وانخفاضات في القشرةالأرضية و أيضا حدوث أمواج عالية تحت سطح البحر (التسونامي) فضلا عن أثارها التخريبية للمباني والمنشئات,وغالبا ينتج عن حركات الحمل الحراري الناتج عن المتكور الموري(Asthenosphere)(والتي تتحرك فيه(الصفائح القاربة) متسببة في حدوث هزات الزلزال .كما أن الزلازل قد تحدث خرابا وتحدد درجه الزلازل بمؤشر وتقاس من (10)درجات في رختر.من(4.1) درجات زلزال قد لا يحدث ايه أضرار أي يمكن الاحساس به فقط,من(6.4) زلزال متوسط الاضرار قد يحدث ضرر للمنازل والاقامات.من(10.7) الدرجةالقصوى أي يستطيع الزلزال تدميرلمدينه بأكملها وضمرها تحت الارض

وغالبا ما تسبق الهزه الرئيسية أوما يسمى الراجفة(main shock) ببضعه أيام أو حتى سنين هزات خفيفة تسمى السالفة(fore shock).أما ما يعقب الراجفة من هزات نتيجة لتعديل الفتات الصخريفيسمى بالهزات الرادفة(after shock)[]]

2.3 كيف تتكون الزلازل؟:

أثناء عمليه الاهتزاز التي تصيب القشرة تتولد سته انواع من موجات الصدمات من بينها اثنان تتعلق بجسم الارض حيث تؤثران على الجزء الداخلي من الارض.بينما الأربعة موجات الاخرى تكون موجات سطحيه ويمكن التفرقة بين هذه الموجات ايضا من خلال أنواع الحركات التي تؤثر فيها على جزيئات الصخور حيث ترسل الموجات الأولية او موجات الضغط جزيئات تتذبذب جيئةوذهابا في اتجاه سير الموجات-بينما تقل الامواج الثانوية أو المستعرضة اهتزازات عموديه على اتجاه سيرها. وعادة ما تتنقل الأمواج الأولية بسرعه أكبر من الموجات الثانوية ومن ثم فعندها يحدث الزلزال فإن أول موجات تصل وتسجل في محطات البحث الجيوفيزيائيه في كل أنحاء العالم هي الموجات الأوليةوالثانوية.

3.3 أسباب حدوث الزلزال:

ذكر العلماء عده عوامل وأهمها: -

أ. الإنفجار البركاني الذي يصاحبه زلزال.

ب. الصدع وانزلاق الصخور عليه والذي يعرف بالزلازل التكتونية.

هناك مجموعه من العوامل تكمن وراء ثوره الزلازل على سطح الأرض حيث يمكن تقسيمها الى عوامل داخليه ترتبط بتكوين الارض والتي تتألف من عده طبقات هي: -

القشرة والوشاح ولب الارض.

ويتكون لب الارض من كره من الحديد والنيكل وتتميز بدرجه حراره تصل الي عده ألاف درجه مئوية (قرابه6000 درجه مئوية) ولكون طبقات الأرض غير متجانسه ترى عمليه انتقالالحرارة من منطقه لأخرى سوى بخاصيه الإشعاع على سطح الارض وعندما تتراكم الطاقةالحبيسة في منطقه ما في طبقات الارض يظهر دور الشمس والقمر من خلال موجات الجذب التي تؤثر بها على الارض وهو مايسمح بتحرير الحرارةالمختزنة داخل باطن الارض علي شكل زلازل وبراكين.أيضا تقف ظاهره اقتران الكواكب وراء حدوث الزلازل والبراكين. حيث تكون قوى المد الشمسي والقمري أكبر ما يمكن وهو ما يساعد على تحرير حرارة الارض ويفسر قصر مده الاقترانالكوكبي صغر المدة التي ينتاب فيها الأرض هزات زلزاليه.

وتلعب جيولوجيا المكان أيضا دورا هاما في حدوث الزلازل، حيث يؤثر سمك القشره الأرضيه بما فيها من فوالق وتصدعات وكومه من جزر في المحيط أو أرض صخريه، إضافه إلى انه كلما كان الكوكب قريب من الشمس زادت الجاذبيه المؤثرة. وتسببت في حدوث زلازل وبراكين ضخمه مثلما بدت علي كوكب الزهره وكلما كبرت الكواكب وبعدت عن الشمس قل عدد الزلازل والبراكين عليها وتتلقي الأرض طاقتها الحرارية من مصدرين: -

الأول هو الشمس التي يظهر تاثيرها في المنطقه السطحيه وهو الجزء العلوي من القشره والذي لا يزيد عن(28_30)م وتمثل المصدر الثاني في حرارة باطن الأرض التي تنجم بشكل كبير عن النشاط الإشعاعي لبعض العناصر وخاصه اليورانيوم والثوريوم وغيرها من العناصر شديدة الإشعاع.

3.3.3 عامل الحرارة الباطنية الكامنة في باطن الأرض: -

يعتقد العلماء أن الغازات المحبوسة في باطن الأرض، سواء كانت سائلة أم غازية لها تأثير كبير في إحداث اهتزازات عنيفة في قشرة الأرض أو انفجارات بركانية، وهذه الغازات تنكمش أحيانا وتتمدد أحيانا أخرى، وفي هذه الحالة تحدث موجة من المد تخترق طبقات الصخور في قشرة الأرض، في اتجاه أفقي أو رأسي، ينتتج عنها الهزة الأرضية.

1. تقلصات القشرة الأرضية تبعا لانكماش المائع الناري وتمدده.
2. تتمدد المواد الباطنية تحت تأثير الحرارة الناتجة عن التفاعلات الكيماوية المستمرة في نواة الأرض.
3. الموجات الكهربية التي تحيط بالأرض.
4. علاقة الموجات الكهربية بالتفاعلات الكيمائية.
5. المواد الإشعاعية (Radioactive) الموجودة في باطن الأرض،والطاقة النووية الهائلة المنبعثة من تحطم الذرات في اليورانيوم والثوريوم
6. وجود الغازات المحبوسة داخل الأرض وتسخينها يساعد أيضا في حدوث الزلازل.

4.3 أنواع الزلازل حسب عمق البؤرة

أ. الزلازل الضحله وتنشأ على عمق 70 كلم.

ب. الزلازل المتوسطه وتنشأ على عمق 70-300 كم.

ج. الزلازل العميقه وتنشأ على عمق 300-700كم.

5.3 شدة وقوة الزلزال:

يستخدم العلماء مفهومي شده الزلزال وقوه الزلزال للتعبير عن حجم الزلزال ويعرف مفهوم شده الزلزال على أنه مصطلح يستخدم لقياس الطاقة التي تنتج عن الزلزال وتقاس قوه الزلزال بمقياس رختر المكون من عشره درجات. شده الزلزال تختلف من منطقه إلى أخرى إنما قوه الزلزال تكون ثابته.

6.3 قياس الزلازل:

تتفاوت الزلازل فيما بينها في مقدار ما تلحقه من دماروخسائر ويتحكم في ذلك عده عوامل منهابعد مركز الزلزال،وطبيعة صخور القشرةالأرضية، وتصاميمالأبنية وكون المنطقة التي حدث فيها الزلزال آهلة بالسكان ام لا؟وقد كان الاعتماد في دراسة الزلازل سابقا على وصف شدتها(INTENSITY) أي مقدار ما تحدثه من دمار.

وفي وقت لاحق طور مقياس جديد لتصنيف الزلازل يعتمد على مقدار الطاقةالمتحررة عند حدوث الزلزال.ففي العام 1935 قدم شارل ريختر مقياس للزلازل يعتمد على تقدير قوه

الطاقةالمتحررة منها من خلال قياس أكبر سعة للموجات تم تسجلها على السيزموغراف.اعتمادا على المعادلةالتالية: M=log(a/t+y)

حيث: = A=أكبر إزاحة وتقاس بوحدات قيمة كل واحده منها من4-10 سم، وتساوي الزمن المستغرقفي تسجيل الموجات الزلزالية بالثواني.وy تساوي عامل تعديل المسافة ويحسب باستخدام الفرق في زمن الوصول بين الموجات البدائيةوالثانوية. ويعتبر مقياس ريختر مقياسا لوغارثميا بمعنى أن زيادة قيمة mبمقدار وحدة واحدة تعادل زيادة في سعة الموجات مقدارها ثلاثين ضعف.

7.3 الدمار الناتج عن الزلزال:

1.7.3 حركه الأرض وتصدعها

تعتبر حركه الأرض والازاحة على جانبي صدع ما أوضح المخاطر الأولية التي يمكن أن تواكب حدوث زلزال ما.حيث تؤدي الازاحة إلى تقطيع خطوط الكهرباء والماء وأنابيب النفط وتدمير المنازل والجسور والطرق والإنشاءات الأخرى.

2.7.3 الحرائق

تمثل الحرائق خطرا ثانوياً ويمكن أن تكون عواقب الدمار الناشئ عنها أكثر هولاً من الدمار الناشئ عن حركة الأرض.

3.7.3 الانزلاقات

غالبا ما يلي حدوث الزلزال انزلاقات أرضيه خصوصاً في المناطق الجبلية حيث تكون أجزاء كبيرة من سطح الأرض واقعة تحت تأثير الجاذبية الأرضية وبمجرد تصدع هذه الأجزاء بفعل الزلازل فإنها تنزلق إلى الأسفل،وفي المناطق السهلية ذات الارض الرطبة فإن الهزات الأرضية يمكن ان تتسبب في تحويل التربة الى ماده لها خصائص السيولة وبالتالي تصبح المباني المقامة عليها عرضه للانكفاء على جانبها.

4.7.3 التسونامي

تسمى الأمواج البحرية التي تعقب الهزات الأرضية التي تحدث في قاع المحيط تسونامي مثل هذه الأمواج يمكن أن تغرق الشواطئ وأن توقع أفدح الخسائر بالمدن الساحلية.والفيضانات الناتجة عن التسونامي معروفه على سواحل المحيط الهادي.

5.7.3 الهزات الرادفة

تتفاقم الأزمات الزلزالية عاده بحدوث الهزات الرادفة التي يمكن ان يستمر حدوثها بعد الهزه الرئيسيةالراجفة لبضعه شهور.حيث تكون الراجفة قد صدعت المباني ثم تأتي الرادفة لتجهز على ما تبقى منها.

8.3 الموجات ورصدها:

عندما يحدث الصدع الأرضي وتتكون فيه البؤرة الزلزالية، تتحرك الصفائح الأرضية على طريق الصدع بشدة، فينطلق نتيجة لهذه الحركة المفاجئة، والسريعة طاقة حركية هائلة تنتشر على

شكل موجات اهتزازية مرنة، وهي الموجات الزلزالية الاهتزازية، الزلزالية المنطلقة من بؤرة الزلزال،وينتشر في الأوساط المحيطة بالبؤرة الزلزالية نموذجان من الموجات الاهتزازية الأساسية(،وهما: الموجات الابتدائية والموجات المستعرضة،وينبعث معهما نموذج ثالث هو الموجات السطحية. وهذه الموجاتالثلاثة تختلف بالسرعة،ولذا يختلف وقت وصولها إلى محطات رصدالزلازل، وتلتقط الموجات الزلزالية بواسطة جهاز السيسموغراف الذي يزودنا بمعلومات عن شدة الموجات الزلزالية وزمن وصولها.

وهناك علاقة هامة يمكن أن تستخدم لتحديد مسافة انتقال الموجات الزلزالية من مركز نشأتها إلى محطة الرصد التي يقع فيها جهاز التسجيل السيزموغراف. وهذه العلاقة تعرف بالفرق في الزمن بين وصول الموجات الابتدائية، ووصول الموجات المستعرضة , وهذا الفرق يتناسب مع المسافة التي تقع بين محطة الرصد، والمركز البؤري للزلزال، ويمكن تمييز الموجات الزلزالية حسب وقت وصولها إلى محطة الرصد للزلازل

9.3 تحديد موقع بؤرة زلزالية:

1.9.3 بؤره الزلزال

هي الموقع الذي يبدأ منه انبعاث الطاقة ,ولأن الهزات تحدث نتيجةالحركة على جانبي صدع ما فإن بؤره الزلزال ليست نقطه وإنما قد تكون منطقه يمكن أن تمتد لبضعه كيلومترات وتقع بؤرا الزلزال على أعماق متفاوتة من سطح الأرض ولغايه عمق 700 كم.اذا فإنه من الملائم التحدث عن موقع بؤره الزلزال على سطح الارض والمسمى المركز السطحي للزلازل(EPICENTR),وتسمى

المسافةالرأسية بين بؤره الزلزال وتلك النقطة على سطح الأرض التي تقع فوقها مباشره بالعمق البؤري(FOCAL DEPTH)

يمكن تحديد موقع البؤرة الزلزالية عن طريق تعاون ثلاث محطات رصد زلازل قريبة من موقع الزلزال، ويحدد بُعد الزلزال عن كل محطة من هذه المحطات الثلاث إما عن طريق العلاقة البيانية، أو بحساب المسافة بتقدير زمن وصول الموجات الزلزالية، وسرعتها، ويتم تطبيق قانون (المسافة = الزمن × سرعة الموجات)، وترسم دائرة من كل محطة مركزها هو مكان المحطة، ونصف قطرها هو المسافة المحسوبة، وتكون نقطة تقاطع الدوائر الثلاث هي موقع بؤرة الزلزال.

Fig(1.3)

الفصل الرابع

الظواهر التي تنبئ عن الزلازل

1.4 ظواهر نبأت بوجود هزات ارضية بعد دراستها كما يلي:

1.1.4 التمدد

تعرض منطقة صخورالقشرة الارضية لتغييرات غير عادية من حيث الحجم وحدوث ارتفاع خاصة في المركز الزلزالي وقد تجدي هنا المقاييس المغناطيسية.

2.1.4 النشاط الزلزالي السابق

تستعمل اجهزة السيموجراف في المناطق النشطة تاريخيا، وقد لوحظ ان الهزات يسبقها فجوات او ثغرات او هزات عنيفة.

3.1.4 ازدياد ضغط الغاز في الابار وذلك يدل على تأثرالطبقات الارضية

4.1.4 تغير المياه الجوفية

ترتفع حرارتها ويتغير صفاؤها.

5.1.4 انبعاث غاز الرادون

وهو غاز طبيعي مشع موجود في الصخور، فعندما تنشق الارض نتيجة توتر في باطنها يزداد معدل التسرب الى مائة ضعف،وتؤخذ العينات من الماء على عمق مائة متر وتقدر عدد ذرات الغاز مباشرة، اذ المعروف ان المياه الجوفية او البترول يتسرب الى الخارج بمعدلات معينة، ومن

ثم وجب إنشاء شبكة محطات رصد لتحديد المستوى العام، فقد حدثت زيادة كبيرة في تركيز غاز الرادون المتسرب من باطن الارض تزايد مع حدوث زلزال طشقند 1972.

6.1.4 ميلان الارض

قد يحدث تغيير في شكل سطح الارض يقاس باجهزة قياس الإمالة.

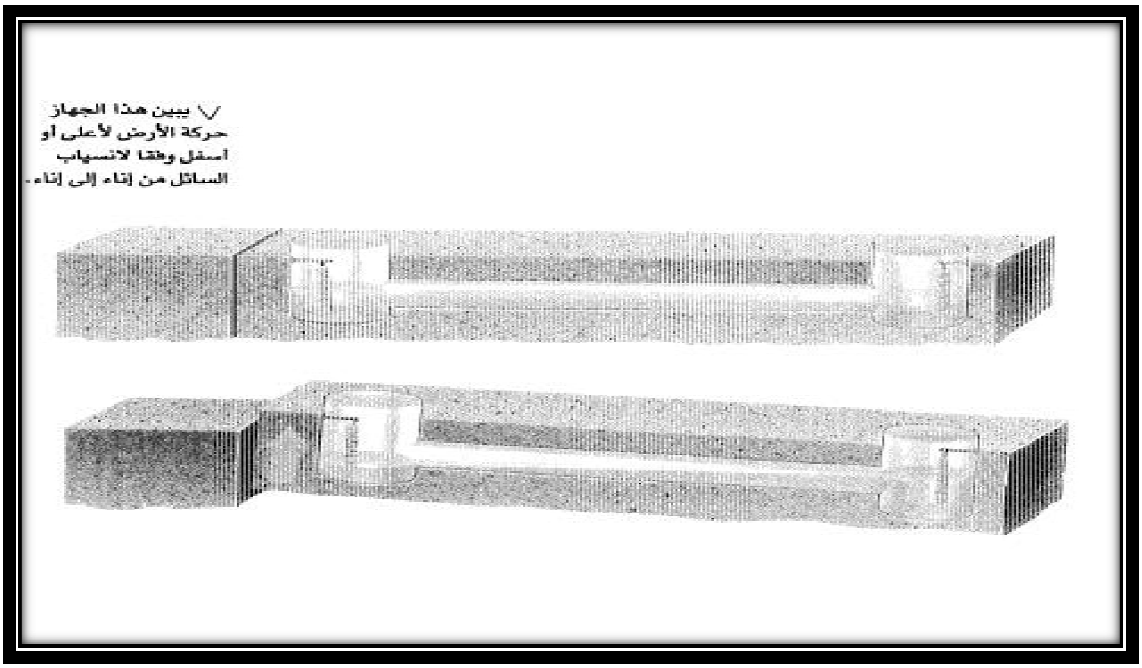


Fig (1.4)

2.4 أهم المؤشرات التي يحتمل أن تنبئ بالزلازل:

يمكن تعريف التنبؤ بالزلازل على اانه معرفة وقت حدوث الزلزال وموقعه وقوته وذلك قبل حدوثه وهذا يختلف عن توقع الزلزال الذي يعرف على انه توقع زلزال قد يحدث في منطقة معينه

بناءاً على التقييم الاحتمالي للمخاطر الزلزالية المدمرة متضمنة قوة الزلازل وعدد مرات تكرارها التي تكون قد حدثت سابقا لمنطقة معينة ولفترة زمنية طويلة.

مع حدوث أكثر من 13000 زلزال حول العالم بقوة 4 او أكثر بمقياس ريختر يمكن من تحقيق نجاحات نادرة في توقع الزلازل من المعطيات المتوفرة من زمن وقوة ومكان لهذا العدد المهول من الزلازل ولكن هذه النجاحات رغم قلتها ليست مفيدة تماما. لأنه المفيد هو التنبؤ بزلزال ذو فوة مدمرة ووقته ومكانه بدقة كبيرة قبل وقت كبير قبل حدوثه وذلك لتفادي أثارة المدمرة والسالبة.

ولذلك كان الاتجاه نحو دراسات الشواهد والظواهر سواء كانت فيزيائية او طبيعة والتي قد تشير الي حدوث الزلازل والتي ما زالت تثير كثير من الجدل والبحث العلمي بين العلماء حول مصداقيتها وموثوقيتها وجدواها حيث يرى بعض العلماء انه من المستحيل اصلا التنبؤ بالزلازل.

في مطلع التسعينات من القرن الماضي تمكن مجموعة من العلماء التابعين للرابطة الدولية لعلم الزلازل وفيزياء باطن الأرض (IASPEI) من تحديد قائمة اولية تحتوي على 40 ظاهرة محتملة سابقة للزلازل تم اختيار 5 منها على انها اكثر الظواهر المميزة والموثوق بها في التنبؤ.

سيتم سرد مجموعة من الظواهر المميزة والمهمة والتي يمكن أن تكون مجال خصب للبحوث العلمية التي تعنى بعلم التنبؤ عن الزلازل.

1.2.4 التغير في نسبة السرعة بين الموجات الاولية والموجات الثانوية (Vp/Vs)

سرعة الموجات الاولية أو موجات الضغط Vpفي حين سرعة الموجات الثانوية أو موجات القص Vsوقد أظهرت التجارب المعملية على نطاق ضيق أن نسبة بين هاتين السرعتين Vp/Vs تتغير عندما تتعرض الصخور الى ضغط,واعتبر ان نجاحاً كبيرا قد حدث حينما أعلن علماء روس انهم لاحظوا هذه التغييرات في منطقة معينة حدث بها زلزال بالفعل في وقت لاحق.

في عام 1973 أدت مراقبة ظاهرة التغير في نسبة السرعتين بين Vp/Vs الى تنبؤ ناجح بزلزال حدث في منطقة بحيرة الجبل الازرق بنيويورك بالولايات المتحدة الاميركية ولكن لم يعقب هذا النجاح أي تنبؤ ناجح غيره مما عده كثير من العلماء انه كان مجرد صدفة لا غير حيث فشلت مراقبة هذه الظاهرة بتنبؤ بزلزال وايتكومب بلوس انجلوس عام 1979.

2.2.4 انبعاثات غاز الرادون

معظم الصخورتحتوي علىكمية صغيرة من الغازات التييمكن تمييزها نظائرياً من الغازات في الغلاف الجوي العادي .وهناك ابحاث اكدت عن وجود ارتفاع في تراكيز هذه الغازات قبل وقوع أي زلزال قوي؛ ويعزى إطلاق هذه الغازات بسبب الإجهاد الناتج قبل الزلزال أو التكسير للصخور.واحدة منهذه الغازات هوغاز الرادون، والذي ينتج من التحلل الإشعاعي لكميات ضئيلة من اليورانيوم الموجودة في معظم الصخور.

غاز الرادون هو اهم الغازات الذي يمكن اعتباره مؤشرا جيداً للتنبؤ بالزلازل المحتملة بسبب انها من العناصر المشعة التي يمكن الكشف عنها بسهولة وقصيرة العمر النصفي لها (3.8 يوم) يجعلها أكثر حساسية للتقلبات قصيرة الأجل.

اكثر من 125 بحث تم في عام 2009 تم اجراؤه عن التغييرات في انبعاثات غاز الرادون وذلك لعدد 86 زلزالا حدث منذ عام 1966، ولكن عند استعراض العلماء كانت هذه الزلازل التي يفترض انها مرتبطة بالتغييرات الناتجة لارتفاع غاز الرادون يفترض كانت تبعد اكثر منألف كيلومتربعيدا عن منطقة الانبعاثات وبعضها كان قد حدث بعد عدة اشهر من نسبة ارتفاع انبعاث غاز الرادون وكذلك كانت تشمل اي قوة للزلزال ليست مرتبطة بالزلازل المدمرة

لذلك لخص علماء الزلازل بانه هناك ارتباط وثيق بين زيادة انبعاث غاز الرادون وحدوث الزلازل ولكنه لم يتم تأسيس علاقة جازمة واكيدة حتى الان.

3.2.4 التغيرات الكهرومغناطيسية

بذل العلماء محاولات عديدة لتحديد مؤشرات محتملة للظواهر الكهربائية والمقاومة الكهربائية أو الظواهر المغناطيسية التي تسبق الانشطة الزلزالية. واهم بحث تم في ها المجال هي طريقه VAN التي تم ابتكاره بواسطة الأساتذة P.Varotsos و K. Alexopoulos و K. Nomicos من الجامعة الوطنية بأثينا. وكلمة VAN جاءت من الاسم الثاني للعلماء الثلاثة.

في بحث نشر عام 1981 للعلماء الثلاثة أكدوا فيه أنه من خلال قياس الفولتية الجيوكهربائية او ما أسموه "بالإشارات الزلزالية الكهربائية – (SES)"أنها يمكن التنبؤ بالزلازل من قوة أكبر من 2.8 فيكل اليونان الي زمن قد يصل إلى 7 ساعات قبل حدوث الزلزال وفي وقت لاحق بعد مزيد من البحث العلمي المكثف اكدوا ان طريقتهم قادرة علىالتنبؤ بالزلازلأكبر منقوة5،على بعد 100كممنموقعالزلزال بنسب خطأ في القوة في حدود0.7، وخلال زمن يتراوح ما

بين ساعتين الى 11 يوما. وفي سلسلة من اوراقهم العلمية اكدوا انهم قاموا بمجموعة من التنبؤات الناجحة وعلى الرغم منذلك، واجهت مجموعةVANانتقادات علنية مكثفة في 1980من خلال إصدارتحذيرات وتنبؤات كانت كاذبة أو خاطئة.

وتم الاعتراض على هذه الطريقة بانها غير ممكنة من ناحية فيزيائية.

كما انتقد الكثير من العلماء أنابحاث مجموعةVAN بانها تجاهلت احتمالية تداخل الموجات الكهرومغناطيسية (EMI) ومحاولة تعريفها وازالة تأثير هذه الموجات من حسابتهم كما أن طريقتهم تفتقر إلىالتناسقأثناء القياماالاختبار.

كملخص للانتقادات لهذه الطريقة اكد العلماء المنتقدون يان طريقة VAN تفتقر إلى التناسق أثناء القيام بالاختبارالإحصائي لصحة الفرضياتالخاصة بهم. وعلى وجه الخصوص، كان هناك بعض الخلاف حول أيكتالوجالأحداث الزلزالية التي تم استخدامها فيعملياتالتنبؤاتعلى سبيل المثال وجد ان22 زلزال من تلك التي تم التنبؤ بها كانت 16 منها و3 منها غير مؤكدة و3 الباقية كانت موفقة ربما بضربة حظ.

في عام 1996قدمت مجلة رسائل الابحاث الجيوفيزيائية نقاش حول دلالة إحصائية لطريقة VANوجدت الغالبية من المقيمين أساليبVANكانت معيبة، وان نسبة نجاح تنبؤاتهم كانت ضئيلة جداً .

في عام 2001، تم تعديل طريقةVAN لتشمل تحليل السلاسل الزمنية، ونشرالعالم سبرينغر لمحة عامة عن تلك التعديلاتفي عام 2011 لكن لم يتم نقدهذه الطريقةالمحدثة أوالتحقق منها بشكل مستقلحتى الآن.

4.2.4 التنبؤات الخاصة بالأقمار الصناعية

بالإضافة إلى التغيرات الكهرومغناطيسية للأرض يرتبط نشاط الزلزال مع بعض الظواهر الجوية الكهرومغناطيسية ومن المعروف بأن الاضطرابات في الغلاف الأيوني تقوم بإنتاج بعض الإشارات الكهرومغناطيسية التي تسبق بعض الأحداث الزلزالية الرئيسية تتفاوت من قبل بضع ساعات إلى أيام من حدوث الزلزال هذه التغيرات في الإشارة تكون صغيرة جدا مما يصعب من دراستها.

تم إطلاق القمر الصناعي الفرنسي ديميترفي عام 2004بهدف الكشف عن علاقة التغيرات في الإشارات الكهرومغناطيسية وعلاقتها بالنشاطات الزلزالية. وتخطط الصين في عام 2016 لإطلاق قمر صناعي في مدار قطبي مجهزة بأجهزة مغنطيسية وكاشف عن المجال الكهربائي وأجهزة استشعار عن الجسيمات الحيوية ومحلل البلازما لتتمكن من خلال هذه الأجهزة ان تجمع البيانات وتحللها لتتمكن من معرفة الظواهر الطبيعية مثل التغييرات في الإشارات الكهرومغناطيسية ومدي الاستفادة منها في التنبؤ عن الزلازل.

5.2.4 دراسة الاتجاهات أو الأنماط الخاصة بالزلازل (الاساليب الاحصائية)

تم مؤخرا اللجوء لدراسة الاتجاهات أو الأنماط التي تنتهجها الزلازل وذلك لإمكانية ايجاد علاقة للمحاولة عن التنبؤ للزلازل وذلك بدلا عن الطرق المعروفة مسبقاً مثل من مراقبة الظواهر الطبيعية الشاذة التي قد تعطي مؤشر عن حدوث زلزال وشيك، لكن هذه الطريقة معقدة جداً وتنطوي على العديد من المتغيرات،وغالبا ماتحتاج إلى أساليبإحصائية متقدمةلفهمها، لذلك تسمى هذه الطريقة أحيانا بالأساليب الإحصائية . وتعتمد هذه الطريقة عل جمع معلومات عن النشاطات الزلزالية القديمة وتحليلها واحتمالية تكرارها.

6.2.4 خاصية المرونة

حتى أكثر انواع الصخور صلابة تكون بها نسبة من مرونة بحيث انها يمكن انها فد تتشوه او تنكسر إذا تعرضت الى قوة كبيرة وهذا ما يحدث عادة عند تصادم اثنين من الصفائح التكتونية. ومن المعروف انه عند زلزال على فالق او صدع نشط تحدث حركات انزلاقية يسمح للصخور على كل جانب أن يرتد إلى حالة أقل مشوهة مما ينتج عنه تحرير للطاقة بأشكال مختلفة، بما في ذلك الموجات الزلزالية ثم يتم تكرار دورة الحركة التكتونية التي تتراكم حيث تنتج في تشوهات والحركات المفاجئة الي ان يحدث نوع من التوازن.

7.2.4 خصائص الزلازل

أكثر الفوالق والصدوع المسببة للزلازل دراسة وبحثاً هما صدعي واساتش وسان أندرياس فقد اظهرا عناصر مميزة, ونموذج خصائص الزلازل تعتمد وترتبط على هذه العناصر.مثال لذلك قوة الزلازل تعتمد بدرجة كبيرة على طول الصدع والطاقة المتحررة والتي تتراكم تدريجياً على طول الصدع. ويمكن الاستدلال يصوره واضحة على النشاط الزلزالي المحتمل لصدوع اخرى لها عناصر وخصائص مشابهة إلى حد ما مع الخصائص للصدع العلوم والمدروس سابقاً وهذا هو النهج المتبع عموما في تنبؤ المخاطر الزلزالية.

هذا أساس نظرية التنبؤ الخاص بالعالم باركفيلد :حيث لاحظ ان الزلازل المتماثلة إلى حد ما التي حدثت في عام 1857، 1881، 1901، 1922، 1934و 1966أظهرت وجود نمط من فواصل زمنية عند حسابها وحد انها تتكرر كل21.9سنة،مع انحراف معياري3.1±سنة ، ومن هذه المعطيات تنبأ بعد زلزال 1966 بحدوث زلزال في عام 1988أوقبل عام 1993على أبعد تقدير .ومع ذلك، في حالة باركفيلد الزلزال المتوقع لم يحدث حتى عام 2004 حيث جاء متأخرا لعقد كامل من الزمان وهذا يدحض فكرة ان الزلازل تكرر نفسها كل فترة معينة من الزمن. وبفشل تنبؤ باركفيلد تصاعدت الشكوك بالنموذج المحد لخصائص الزلازل

8.2.4 الفجوات الزلزالية

في مناطق التماس بين اثنين منا لصفائح التكتونية المحتكة مع بعضها البعض كل جزء متلامس يجب أن تنزلق في نهاية المطاف لكن لا يحدث الانزلاق كله في نفس الوقت؛ كل انزلاق في وقت مختلف عن الأخرى وبذلك تقول فرضية نموذج الفجوة الزلزالية بانه لا يتوقع حدوث زلزال كبير في المناطق التي كانت بها نشاط زلزالي صغير وحصل تحرير للطافة الكامنة تدريجياً ولكن يجب توقعه بدرجة كبيرة في المناطق المتراكمة الطاقة الكامنة داخلها ولم يتم تحريرها بعد وهذا نجح في توقع الزلازل التي حدثت غي الاعوام 1979 و 1989 وعام 1991 ومع ذلك لم يكتب لهذا النموذج نموذج الفجوات الزلزالية النجاح في العديد من الزلازل الكبيرة والمدمرة في المحيط الهادي.

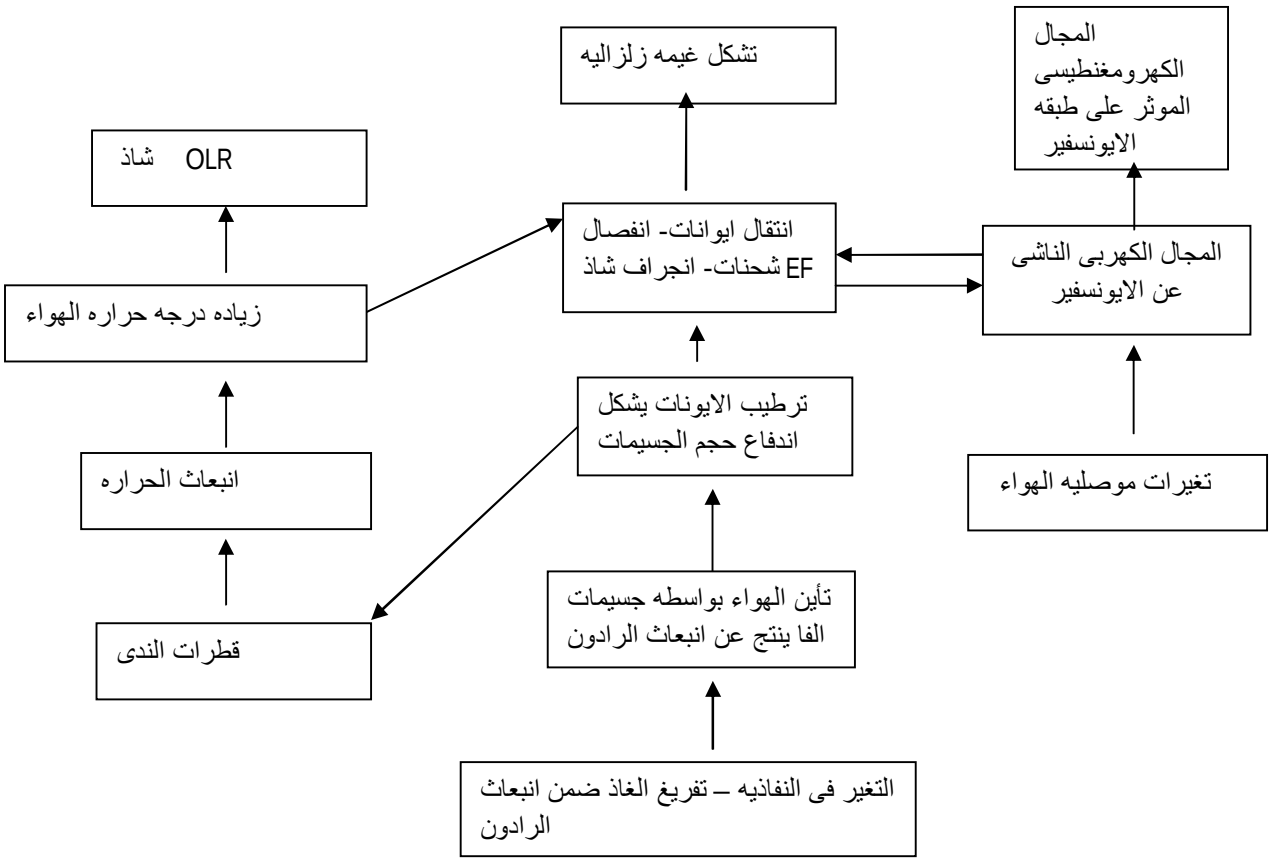


Fig (2.4)

مخطط يوضح سلوك نموزج ال LAIC

بالنظر للمخطط اعلاه نجد ان الجزء الايسر يوضح التغيرات الحرارية وفى الايمن التغيرات في طبقه الايونسفير يمكن ان نرى بوضوح انبعاث الرادون وتاين الهواء . من النتائج التحزيريه نجد انه لا يوجد تشويه فى قشره الطبقه العلويه قبل حدوث الزلزال اى ان انبعاث الرادون قبل الزلزال ما زال سؤال مفتوح على الرغم من انبعاثه المنتظم قبل حدوث اى زلزال. وهذا السؤال يجب ان يوجه الى علماء الزلازل.

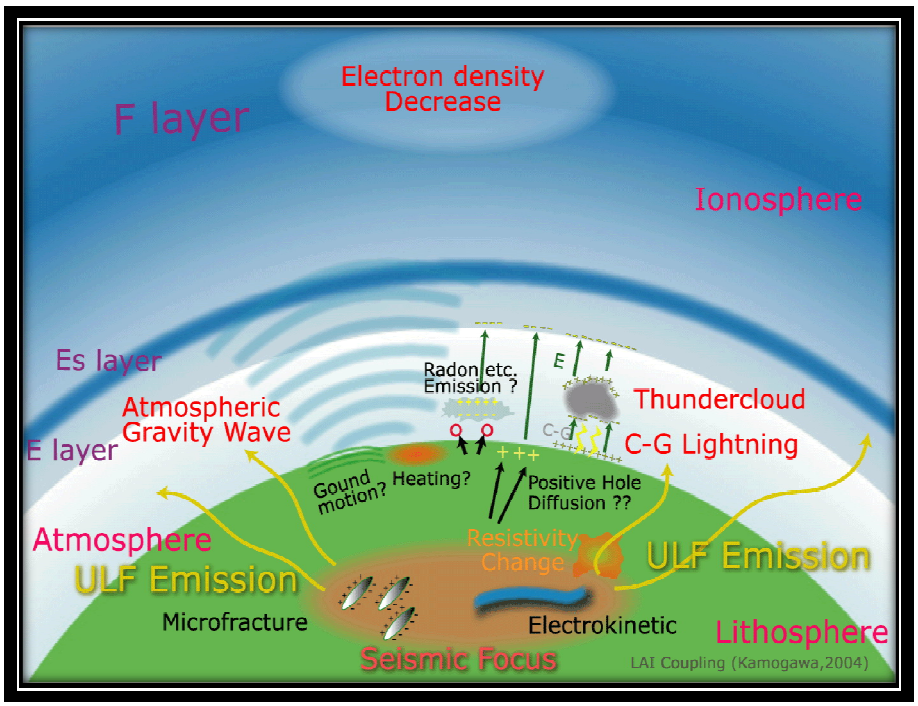


Fig (3.4)

والشكل **(3.4)** يوضح سيناريو الربط بين طبقات: القشرة الارضية, الغلاف الجوي والايونسفير (LAIC system).

الفصل الخامس

النتائج والتحليل

1.5 النتائج:

المقدار MAGNITUDE	المنطقه REGION	العمق DEPTH	الموقع LOCTION	التاريخ و الزمن DATE_TIME	الزلزال المسجل RECORDED EVENT
6.3	CENTRAL ITALY	8.8KM 55MILES	{42.334°N, 13.334°E}	06 4 2009 01:32:39PM	1
6.4	CRETE, GREECE	19KM,11.8 MILES	{34.199°N, 25.454°E}	1 7 2009 12:30:10 PM	2
6.4	GREECE	16KM, 99MILES	{38.000°N, 21,468°E}	8 6 2008, 12:25:30PM	3
6.9	SOUTHERN GREECE	29KM, 18.MILES	{36.646°N, 21.833°E}	14 2 2008 10:09:23PM	4

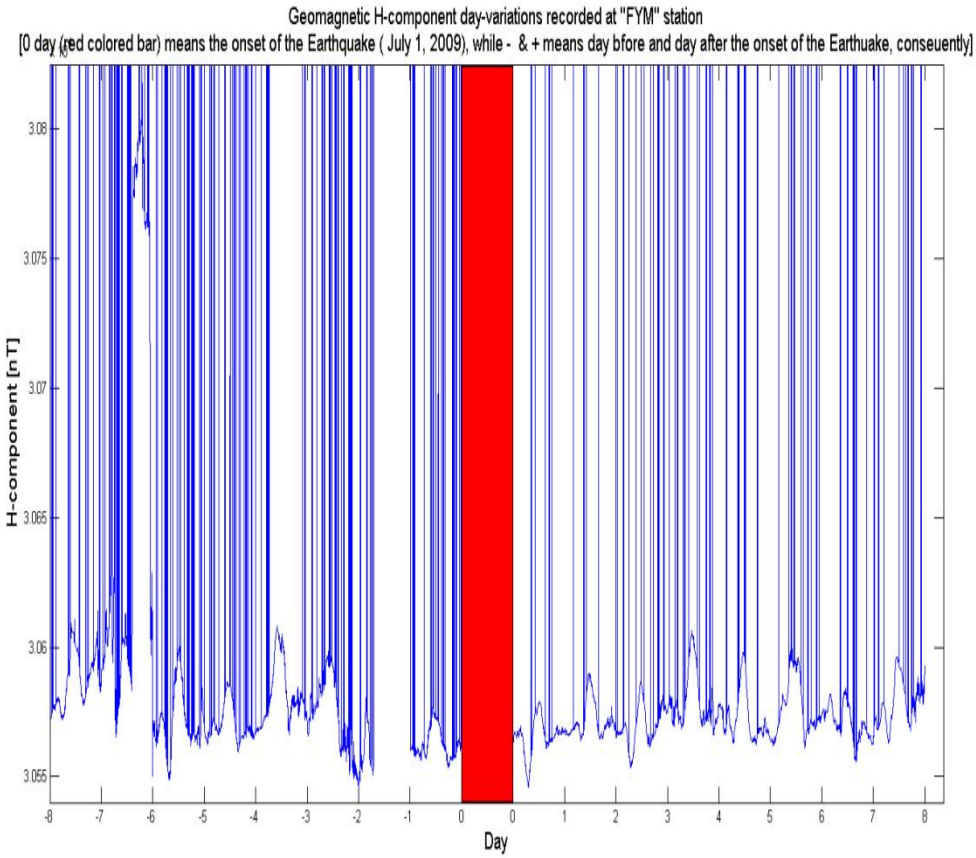


Fig (1.5)

رسم يوضح التغير اليومي للمجال المغنطيسي المسجل في محطة الفيوم (FYM) الخط الاسود يشير الى يوم حدوث الزلزال و(-&+) يشيران الى يوم قبل وبعد حدوث الزلزال متتاليه.

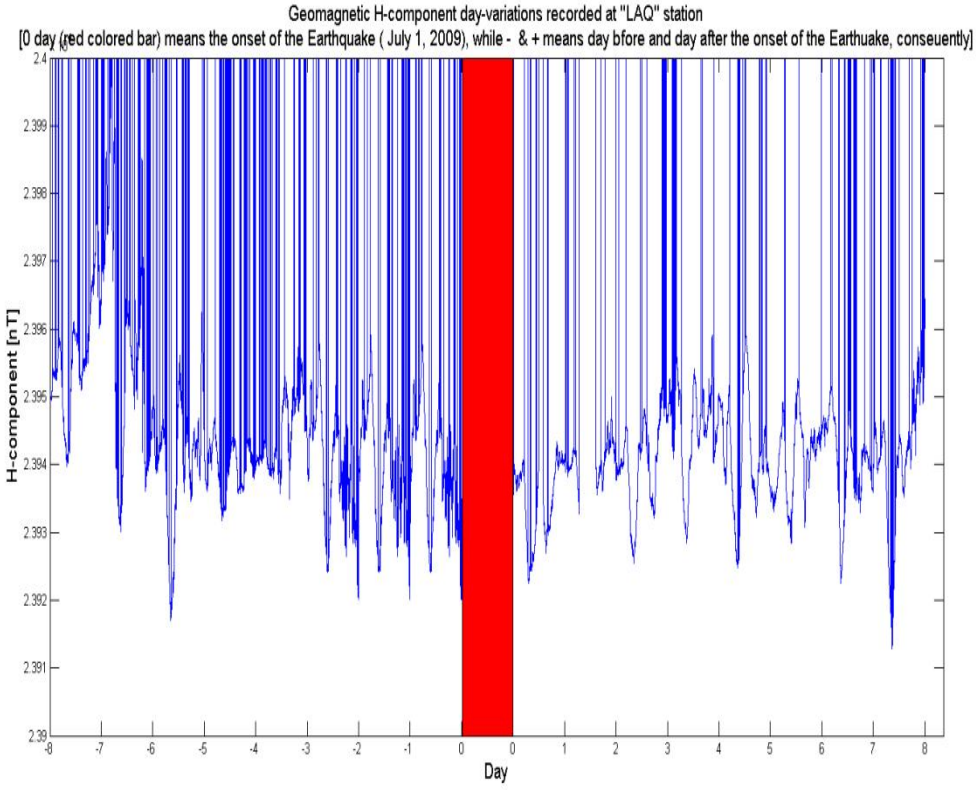


Fig (2.5)

رسم يوضح التغير اليومي للمجال المغنطيسي المسجل في محطة لاكيلا (LAQ) الخط الاسود يشير الى يوم حدوث الزلزالو(-&+) يشيران الى يوم قبل وبعد حدوث الزلزال متتاليه.

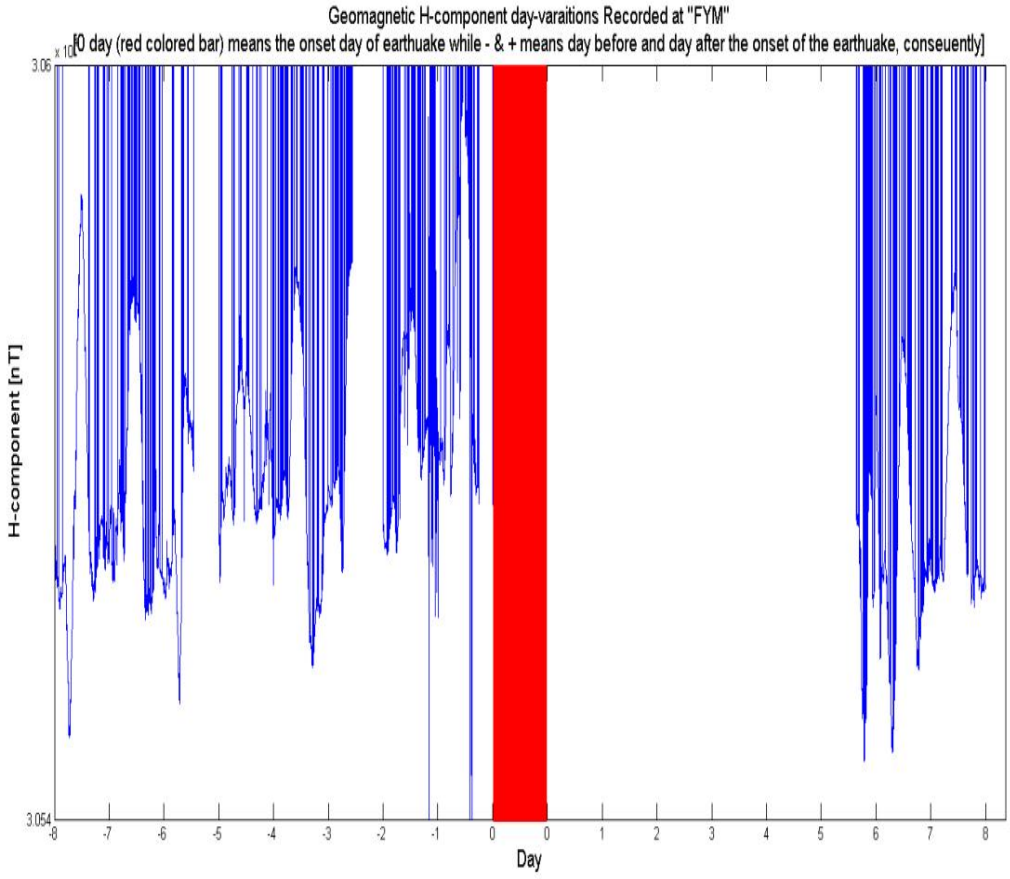


Fig (3.5)

رسم يوضح التغير اليومي للمجال المغنطيسي المسجل في محطة الفيوم (FYM) الخط الاسود يشير الى يوم حدوث الزلزالو(-&+) يشيران الى يوم قبل وبعد حدوث الزلزال متتاليه.

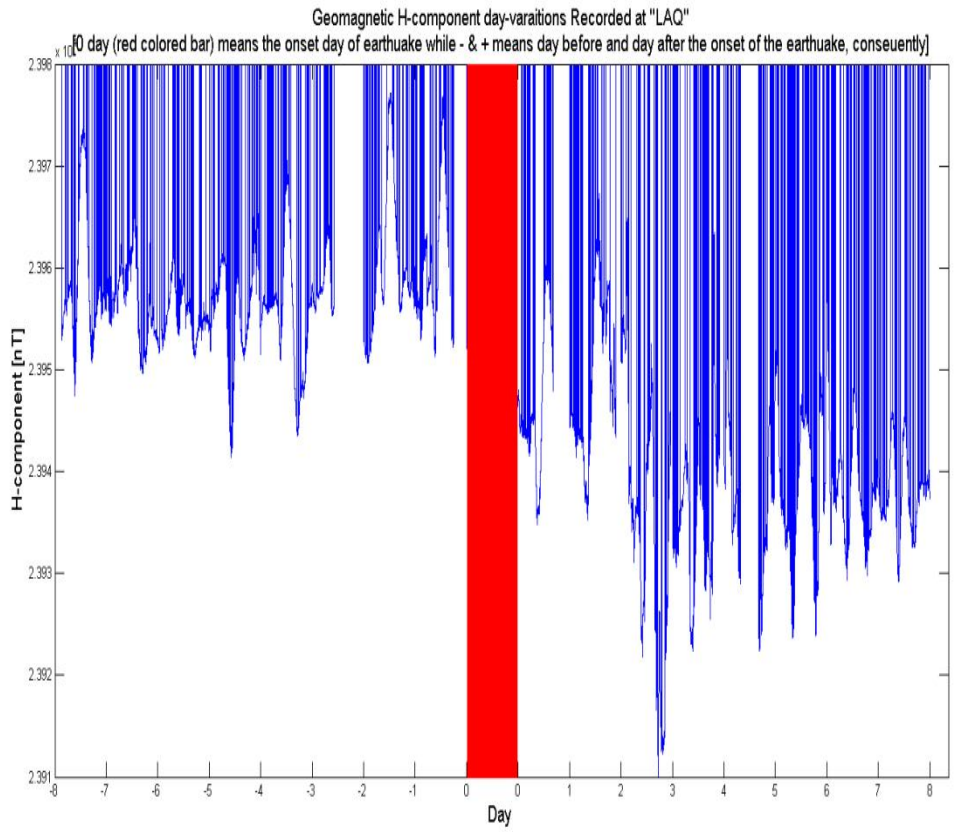


Fig (4.5)

رسم يوضح التغير اليومي للمجال المغنطيسي المسجل في محطة لاكيلا (LAQ) الخط الاسود يشير الى يوم حدوث الزلزالو(-&+) يشيران الى يوم قبل وبعد حدوث الزلزال متتاليه.

ملاحظة:

FYM LOCATION {29.30 N, 30.88 E}

LAQ LOCATION {42.38 N , 13.32 E }

1.1.5 تحليل النتائج

نجد ان متوسط التغيرات فى السلسله الزمنيه للمجال المغنطيسى الافقيه شمال جنوب لعشره ايام سابقه ليوم حدوث الزلزال وعشره ايام لاحقه لحدوث الزلزال نجد ان هذه التغيرات تنزع الى ميلان فى اتجاه تاريخ حدوث الزلازال وعند اسناد ذالك الى سنياريو نظام (LAIC) والمخطط في الشكل **(2.4)** يتضح جليا التفسير المنطقي لهذه النزعه لتغيرات مركبه المجال المغنطيسى الافقى شمال جنوب (H)

2.5 التوصيات:

نوصي بتوفير البيانات اللازمه لاستخلاص مثل هذه النتائج مع توفير دراسات يمكن الاستفاده منها.

3.5 الخاتمة:

تهدف الدراسة الي معرفة التغيرات المجال المغنطيسي للارض كمؤشر محتمل لحدوث الزلزال ووجد ان من اهم المؤشرات حدوث الزلزال انبعاث غاذ الرادون وحدوث تغيرات في المجال المغنطيسي .

4.5 المراجع:

مبادئ الجيلوجيا البيئيه

أ-د غازي عبد الفتاح سفاريي- كليه العلوم-قسم الجيلوجيا-حقوق الطبع محفوظه –دار الفكر ناشرون وموزعون-المملكه الهاشميه الاردنيه-عمان

ص ب183520 عمان 11118 الاردن بريد الأردن الطبعه الاولى 1433-2012.

T. H Jordan (1979) " structural geology the earth interior proceedings of the national academy of sciences 76(a) 4192-4200

Bib code 1979 NAS ..... 76.4192 J

D o l 10.1073/ p n a s 76.4192

Kruglinski - susan(journey to the center of the earth) discover

Lehmann. 1. (1936) inner earth Bur cent seismol – Int 14, 3 – 31

Schneider , David (October 1990) A