

الموسوعة الصغيرة

١٥٣

# مقدمة في الزلازل

تأليف

د. سهيل السنوي

## الموسوعة الصغيرة

سلسلة ثقافية نصف شهرية تتناول  
مختلف العلوم والفنون والآداب  
تصدرها دائرة الشؤون الثقافية والنشر  
بغداد / شايخ الخلفاء

رئيس التحرير : موسى كريد  
سكرتير التحرير : ماجد أحمد

الكتاب القادم :  
مفهوم الإنسانية  
والعنصرية  
في فلسفة الجاهظ

تأليف

د. محمد توفيق حسيان

دار الحرية للطباعة - بغداد

السعر : ١٠٠ فلس

المؤلف في سطور

## الدكتور سهل عبدالله السنوي

- ولد في مدينة الموصل عام ١٩٤٠ .
- بكالوريوس علوم في الجيولوجيا - جامعة بغداد .
- ماجستير في الجيوفيزياء - جامعة ستانفورد - الولايات المتحدة الاميركية .
- دكتوراه في الجيوفيزياء - جامعة سانت لويس - الولايات المتحدة الاميركية .
- له اكثر من (٥٠) بحثا منشورا في المجلات المتخصصة داخل القطر وخارجه .
- له خمسة مؤلفات بالعربية والانكليزية في حقول علم الارض .
- ساهم في العديد من المؤتمرات العلمية المتخصصة ، بعدد من البحوث خارج القطر وداخله .
- اشرف على انشاء وحدة الرصد الزلزالي التابعة لمجلس البحث العلمي للفترة (١٩٧٦ - ١٩٨١) .
- اشرف على اطروحات للدراسات العليا في فروع الجيوفيزياء المختلفة وبالثات في علم الزلازل .
- يشغل مرتبة استاذ للجيوفيزياء ورئيس لقسم علم الارض بكلية العلوم - جامعة بغداد - .

## الموسوعة الصغرى

تصدرها

دائرة الشؤون الثقافية والنشر  
بغداد / الجمهورية العراقية

رئيس التحرير  
موسى كريدي

سكرتير التحرير  
ماجد أسد

الموسوعة الصغيرة

( ١٥٢ )



## مقدمة في الزلازل

د . سهل عبدالله السنوي

## مقدمة عن الزلازل

بسم الله الرحمن الرحيم

### تقديم

سببت وسائل الاعلام الحديثة والسريعة زيادة ملحوظة في اهتمام الجمهور بالكوارث الطبيعية والتعرف على اسبابها وسبل الوقاية منها والتحدث عنها ومتابعتها .

والزلازل هي من أكثر الكوارث الطبيعية حدوثا وأكثرها ماثارا للاهتمام لطابعها المفاجيء السريع وللظروف القاسية التي تواجه المناطق المتعرضة للزلازل. وقد تعرضت مدينة الاصنام في القطر الجزائري في أواخر العام الماضي الى زلزال مدمر كبير نتيجة لحدوث صدوع سطحية ادت الى دمار وخسائر بشرية جسيمة

كذلك فقد شهدت الفترة الاخيرة زلازل كبيرة اخرى في مناطق مختلفة من المعمورة وزلزال دمار في اليمن الذي وقع في ١٣/١٢/١٩٨٢ ليس بعيدا عن اذهاننا .

لقد أصبح علم الزلازل علما متقدما يعتمد اول ما يعتمد على اجهزة الرصد الثابتة والمتنقلة ويقوم على اجراء دراسة علمية وتتبع مستمر ودؤوب لمراقبة وتقييم هذه الظاهرة الطبيعية وتكثاف الجهود العالمية للتقليل من مخاطر الزلازل ومحاولة التعرف على اسلوب مضمون لتخفيف اثارها او التنبؤ بحدوثها وان كان ذلك بعيد المنال حاليا .

وتقدم هذه الدراسة عرضا سريعا وبداية متواضعة لكافة المهتمين من غير المختصين بعلم الزلازل والعلوم الجيولوجية ونأمل ان تسنح فرص اخرى لتقديم دراسة اشمل حول الموضوع والله الموفق .

الدكتور سهيل السنوي

بغداد/ ١٤٠٣ هـ / ١٩٨٣

## العلوم الطبيعية وعلم الارض

ترتبط العلوم الطبيعية بعضها ببعض لانها تبحث في موضوع واحد من جوانب مختلفة ولا يوجد في العلوم الاساسية علم كعلم الارض يعتمد على تكامل وتداخل بقية العلوم فعلاقة علم الكيمياء علاقة مباشرة بفهم علم المعادن وعلم الصخور بشكل خاص وعلم الفيزياء يربط بين علم البلورات والمعادن وعلم الجيولوجيا التركيبية اما علم الحياة فيرتبط بفهم تطور الارض وتاريخها العضوي ويرتبط بعلم المستحاثات وعلم الطبقات بصورة خاصة ... اما الرياضيات فلها الفضل في تطور العلوم الجيولوجية وتحولها الى علم

كيمي وفي ادخال المفاهيم الاحصائية والرياضية على  
الاستنتاجات الجيولوجية . كذلك فلعلم الفلك علاقة  
مباشرة بعلوم الارض لان دراسة الارض تساعد على  
فهم المجموعة الشمسية كما ان المشاهدات والقياسات  
الفلكية تسهم في تفسير بعض الظواهر الارضية .

ان علوم الارض هي من أحدث العلوم من حيث  
تسميتها ولكن كل ما يتعلق بكوكبنا قد فُوقش ولُوْظ  
منذ بداية التاريخ المكتوب للانسانية ... حيث وردت  
بداية الملاحظات في الملاحم البابلية وبعد ذلك فقد اهتم  
الاغريق بدراسة الظواهر الجيولوجية واعتبروا الارض  
كقرص مسطح تحيطه المياه وهذه فكرة منقولة عن  
المفهوم البابلي للارض وقد تطورت المشاهدات عند  
الاغريق فاعتقد افلاطون بكروية الارض واستنتج  
ارسطو الحقيقة ذاتها من ملاحظة ظل الارض على سطح  
القمر عند الخسوف . أما العلماء العرب فهم واسطة  
العقد في تاريخ العلوم فقد تسَلَّوا العلم الذي سبقتهم

ولم يكتفوا بترجمته ونقله بل اضافوا اليه الكثير  
وابتكروا واستحدثوا علومًا وفنونًا لم يمارسها سواهم .  
ولقد كان للعلوم والفلسفة الطبيعية مكانة متميزة في  
الحضارة العربية الاسلامية .

حيث كان لهذه العلوم طبيعة متكاملة وحاوية  
لمختلف العلوم الطبيعية الوضعية وصولًا لفهم موحد  
لنظام الطبيعة حيث قسموا العلوم الى ملكة الحيوان  
ومملكة النبات وملكة المعادن لذلك فأن ولوج العلماء  
العرب في فهم ملكة المعادن قد قادتهم الى تثبيت العديد  
من القوانين والمشاهدات الجيولوجية الدقيقة وفي  
تصوير التغيرات التدريجية لسطح الارض وانتقال  
مواقع البحار واليابسة ودور عوامل التعرية اضافة الى  
فهم دور حركات الطبيعة العنيفة كالزلازل وقد طرح  
العلامة ابن سينا الكثير من الآراء العلمية في مختلف  
فروع علم الارض ، كما وطرح آراء دقيقة في تكوين  
الجبال وحصول الزلازل .

اما العلامة البيروني فكان له دور في اغناء العلوم الجيولوجية حيث اسهم في تثبيت اسس علم قياس الارض حيث قدر محيط الارض وناقش ظاهرة المد والجزر و اشار الى فكرة الجاذبية الارضية ودوران الارض والمعادن وناقش اسباب حدوث الزلازل . كما ثبت ابو جعفر بن الطوسي بان الشمس هي مركز المجموعة وليس الارض كما كان معروفا .

كما شرح السعودي في كتاباته وصفا للارض وقياسها وشكل البحار مؤكدا على فكرة انتقال البحار والانهار ودورها في الضيعة . . كما كان الادريسي من أوائل الذين رسموا الخرائط الدقيقة للعالم القديم وينوا توزيع اليابسة والبحار ووضع مؤشرات جريئة لقراءة ورسم الخرائط وتحديد مواقع المعادن . . اما العلامة جلال الدين السيوطي المتوفى عام ٩١١ هجرية فقد اهتم بتسجيل الزلازل واكتسبت تساجيله اهميتها العامة لدقتها وخاصة بعد المباشرة بالاهتمام بالمعلومات

الزلزالية التاريخية لدراسة الاحتمالات الزلزالية الحديثة . وقد احتوت مخطوطته المشهورة ( كشف الصلصلة عن وصف الزلزلة ) والمؤلفة من ٤٥ صفحة بقياس ( ١٧×١٨ ) سم وبثلاثين سطرا للصفحة الواحدة على معلومات في غاية الدقة وقد اورد ما يزيد عن ( ١١ ) اهتزازا للمدينة بغداد للفترة المحصورة بين ٨٨٠ - ١١٦٠ ميلادية . وقد استعان بالمعلومات المستقاة من غيره من العلماء العرب الذين ذكرهم في مخطوطته نذكر منهم الخوارزمي وابن الاثير والمقريزي وابن الجوزي والذهبي وابن عسكر وغيرهم وبيّن الشكل ( ١ ) الصفحة الاولى من المخطوطة ومن المخطوطات الحديثة نسبيا نذكر مخطوطة ياسين العمري ١٧٩٣ م الموسومة ( الآثار الجبلية في الحوادث الارضية ) والذي يثبت فيها العديد من الاخبار عن الزلازل التي وقعت في المنطقة .

## المكونات الأساسية للأرض

ان المواد المكونة للغلاف الجوي والمحيطات والغلاف الصخري للأرض والقوى التي تشوه الاجزاء الظاهرة من الأرض لها اصولها في باطن الأرض وان كنا نستطيع بواسطة الاجهزة المتقدمة دراسة وفهم هذه الاجزاء من سطح الأرض بتفصيل كبير فان باطن الأرض يبقى بعيدا عن دراستنا له بطريقة مباشرة . واذا عرفنا ان ما وصله الانسان من تقديم تقني لم يكن من الحفر في القشرة الأرضية الا لعق عشر كيلومترات او يزيد وبمقارنة هذا الرقم مع معدل نصف قطر الأرض الذي يبلغ ٦٣٧١ كم نستدل على ان الاسلوب الواجب اتباعه لدراسة باطن الأرض وبنيتها لا بد ان يكون اسلوبا غير مباشر .. وهنا يأتي علم الزلازل وتأتي الموجات الزلزالية التي تسجلها المراصد العالمية الكثيرة والمتنشرة في بقاع الأرض كوسيلة تكاد تكون وحيدة لمعرفة التفاصيل الدقيقة عن الصفات الطبيعية لباطن

الأرض . ومن نتائج هذه المشاهدات والمراقبة المستمرة نستطيع ان نقول بان كرتنا الأرضية ليست متجانسة في مكوناتها وذلك واضح من الفرق بين معدل كثافتها الكلية وكثافة صخور القشرة الأرضية وقد بذل العلماء جهودا مضيئة باستعمال مختلف الطرائق العلمية لاستنباط التوزيع النموذجي للتركيب الداخلي للأرض هذا التوزيع يقترح تقسيما ثلاثيا لبنية الأرض الى نواة وجبة وقشرة رقيقة خارجية الشكل (٢) .

## القشرة الأرضية

يمكن تعريف القشرة الأرضية بذلك الجزء من الأرض الذي يقع فوق لا مستر حيث ان هذا اللامستر او الاقطاع سمي على اسم مكتشفه العالم اليوغسلافي موهوروفش الذي لاحظ بدراسته للموجات الزلزالية وجود تغير مفاجيء في سرعة الموجة المتلفة من عمق معين مما يعكس تغيرا مفاجئا في الكثافة وفي

الصفات الفيزيائية وربما الكيميائية الأخرى على هذا العمق . كما نؤكد بأن هذا التغير أو الانقطاع المفاجيء في سرعة الموجة لا يقتصر على منطقة معينة من سطح الأرض بل يتواجد في كل مكان وعلى عمق واحد تقريبا وقد اعتبر هذا الحد الفاصل الذي يعكس تغيرا في الصفات الأرضية مع العمق كبداية للجنة ويبلغ معدل عمقه على الجزء القاري ٣٣ كم ليصل الى ٦٠ كم تحت الجبال بينما لا يتجاوز عمقه تحت المحيطات على ١٠ كيلو مترات .

ان تسمية هذا الفاصل أو الانقطاع باللامستر هو للتأكد على ان صفات المنطقة التي تعود تنصف بالتجانس وكذلك المنطقة التي تقع بعده مباشرة ويمكن تقسيم القشرة القارية الى طبقتين رئيسيتين : هي طبقة السائل ذات الصخور الحامضية المكونة من سليكات الألمنيوم والتي تشلها صخور الكرايت اما الطبقة التي تليها فهي طبقة السينا ذات الصخور القاعدية المكونة

من سليكات المغنسيوم والتي تشلها صخور البازلت . وقد اشار العالم كونراد الى وجود انقطاع في الصفات وتغاير في سرعة الموجات الزلزالية ضمن القشرة القارية ولذلك سمي هذا الانقطاع بلا مستر كونراد . ان التركيب الصخري للقشرة القارية يمتاز بطبقة من الصخور الرسوبية التي تعلو الطبقة الكرائيتية والتي توجد فقط في القشرة القارية .

اما القشرة المحيطية فتمتاز بطبقة رسوبية رقيقة تليها طبقة الصخور البازلتية السينا والتي يبلغ معدل سمكها ٥ كم . أي ان الطبقة الكرائيتية السائل لا توجد تحت المحيطات .

كذلك فان منطقة التقاء القارات بسواحل المحيطات تمثل مناطق انتقالية من حيث مكوناتها وسمكها . وبالتالي فان لا مستر مو هو يتباين في عمقه في مناطق الجبال الشاهقة وفي مناطق الاخاديد العميقة في المحيطات كما في الشكل (٢٤ - ٢٥) .

يمكن تعريف الجبة او الرداء بتلك المنطقة من الارض التي تقع بين القشرة الارضية والنواة وتقسّم الى الجبة العليا والجبة السفلى والجبة الوسطية وهي منطقة انتقالية .

تشكل الجبة الكتلة الاساسية للارض حيث يشكل ٦٠٪ من كتلة الارض ٨٤٪ من حجمها وكل ما تتوفر لدينا من معلومات عن هذه المنطقة قد استنتجت بطريقة غير مباشرة وبالاتماد على المعلومات المستقاة من الموجات الزلزالية .

تدل معظم الدراسات على ان مكونات الجبة هي صخور نارية من فصيلة الاكلوجايت والبيرودوتايت والمكونة بصورة رئيسة من سليكات الحديد والمنيسيوم وذلك استنادا الى المعطيات التالية :

أ - الموجات الزلزالية المستلمة من الجبة تدل على الكثافة العالية لصخور هذه المنطقة .

ب - ان هذه الصخور مشابهة في مكوناتها الصخور البازلتية المكونة للاجزاء السفلى من القشرة الارضية ولكنها مختلفة بشكل يؤدي الى التحس بوجود الانقطاع او التغير المفاجيء في سرعة الموجات عبر لا مستمر ما هو بين القشرة الارضية والجبة .

ج - معظم الصهير البركاني يأتي من المناطق العليا للجبة ومكوناته مشابهة لصخور الاكلوجايت والبيرودوتايت المقترحة للجبة .

د - ان الماس لا يتكون الا تحت الضغط والحرارة العالية والتي تتواجد فقط في ظروف الجبة حيث توجد هذه الصخور في مناجم الماس والتي لا بد وانها تكونت مع الماس في المناطق العليا للجبة .

هـ - ان مكونات النيازك الصخرية مكونة من معادن الاولفين والبيروكسين ، وهي نفس المكونات الاساسية للاكلوجايت والبيرودوتايت كما يعتقد

ان اصل المواد المكونة للجبة وللنيازك الصخرية  
هو واحد اثناء تطور وتكون المجموعة الشمسية .

### النواة

ان الاعتقاد بأن نواة الارض مكونة من معدن  
الحديد يسبق المشاهدات والمعطيات الزلزالية وقد  
طُرحت على اساس ان النيازك الحديدية هي نواة لكوكب  
متشتمل يعود للمجموعة الشمسية . وقد طُرحت هذه  
الفكرة في اواخر القرن الثامن عشر عندما كان الاعتقاد  
بان الارض مكونة من صخور كرائيتية متجانسة كذلك  
فان الكثافة الكلية للارض والتي تبلغ ضعف كثافة  
الصخور الخارجية تدلنا على وجود مواد ذات كثافة  
عالية في المركز . وعندما بدأت المشاهدات والقراءات  
الزلزالية فقد لوحظ وجود تغير في سرعة الموجات  
الزلزالية على عمق ٢٩٠٠ كم نتيجة تغير عنيف ومفاجيء  
في الخواص وهذا هو الحد الفاصل بين الجبة والنواة  
ويسمى هذا الفاصل واللا مستروبيخرت - كوتنبرغ

ويمثل هذا الحد اعنف تغير مفاجيء في الخواص الباطنية  
للارض .

ان المعلومات الحالية تؤثر بوضوح الى ان الجزء  
العلوي من النواة هو في حالة مائعة والدليل على ذلك ان  
الموجات المستعرضة لا يسكنها المرور من خلاله وهناك  
طبقة انتقالية وسطية في النواة ذات صفات انتقالية قبل  
الوصول الى الجزء الاسفل للنواة والجزء المركزي  
للارض وهو في حالة صلبة .

ان الادلة على كون النواة مؤلفة من الحديد  
والنيكل يعود الى عدة ملاحظات اهمها كثافته المقاربة  
للكثافة اللازمة لاعطاء الارض معدل الكثافة الحالي  
ولان عنصر الحديد متواجد بصورة كبيرة في الكون  
بصورة عامة ولانه يمكن ان يكون في حالة مائعة تحت  
ظروف الضغط والحرارة المسلطة عليه في هذا العمق  
وتحت هذا الوزن الهائل للجبة . كذلك فان عنصر

الحديد موصل جيد للكهربائية وهذه خاصية ملازمة لتسير المجال المغناطيسي الارضي الذي تؤثر كافة المشاهدات على ان مصدره هو نواة الارض .

## الزلازل او الهزات الارضية

الزلازل او الهزات الارضية هي احدى الظواهر الطبيعية التي تصيب بقاعا عديدة من سطح الارض بصورة دورية ومنتظمة تقريبا ، وتصيب مواقع اخرى بصورة مفاجئة مسببة في كلا الحالتين الكوارث والدمار اذا كانت شدتها كبيرة واذا صادف ووقعت بؤرتها تحت مناطق مأهولة بالسكان . ولا يكاد يخلو تاريخ العواصم والمدن العربية في المشرق والمغرب من هذه الاخبار وما ترتب عليها .

يعطينا جدول رقم (١) معلومات عن أهم التأثيرات للزلازل في التاريخ الحديث . والزلازل او الهزات الارضية هي أعنف الظواهر الطبيعية وتنتج عن حركة

اهتزازية سريعة في الصخور القريبة من سطح الارض ولا تستغرق الهزة الواحدة اكثر من بضعة ثوان ولكنها تصل الى ثلاث دقائق في الزلازل العنيفة ومع قصر الفترة فان الدمار الناتج يكون هائلا . فالزلازل هو ارتعاش وتحرك وتموج عنيف لسطح الارض يعقب تحرر الطاقة من القشرة الارضية وهذه الطاقة تتولد نتيجة لازاحة تحدث بين صخور الارض عبر الصدوع التي تحدث لتعرضها المستر للتقلصات والضغط الكبيرة وقد تحصل الزلازل عند ثورة البراكين او عند اختراق المواد الصخرية للقشرة الارضية اثناء صعودها الى الاعلى او نتيجة لانهايارات هائلة في سقوف الكهوف التي تتواجد في الطبقات العليا من القشرة الارضية او نتيجة لسقوط نيزك هائل الكتلة وارتطامه بالسطح ، وكذلك فان التفجيرات الاصطناعية سواء اكانت تفجيرات كيمياوية او نووية تشابه الزلازل الطبيعية ولكن الاذاحة الناتجة

عن الصدوع الافليسية هي السبب الرئيس لحدوث  
الزلازل وتسمى هذه بالزلازل البنائية او التكتونية .

تتركز الزلازل في مواقع محددة تقريبا وتسمى  
بالاحزمة الزلزالية ويمتد الحزام الزلزالي الالبي من  
المغرب فجبل طارق فجبال الاوراس فجبال الالب في اوربا  
مرورا بجبال طوروس في تركيا وجبال زاكروس في ايران  
في اتجاه جبال الهمالايا ووصولا الى جنوب شرق اسيا  
وهذا الحزام الزلزالي الذي يمر في الوطن العربي  
هو احد الاحزمة الزلزالية الرئيسة التي تحدث فيها  
٢٠٪ من الزلازل تقريبا . ولذلك فان دراسة الزلازل  
والعلوم الزلزالية تشكل مدخلا مهما لحماية المرافق  
الحوية وفرعا مهما من فروع العلوم البيئية الحديثة  
ولقد توجه العلم الحديث الى دراسة الزلازل واقامة  
المراسد للتعرف على العوامل الطبيعية التي ترافق وتلي  
حدوث الزلازل وصولا الى تقليل مخاطرها ما امكن  
وتصميم المباني المقاومة لها .

ولا شك ان الوطن العربي الذي يدخل مرحلة  
السو السريع بحاجة ماسة الى شبكات رصد متطورة  
لدراسة الحالة الزلزالية ومعرفة ابعادها الهندسية  
والجيولوجية والبيئية .

وكان العلماء في بداية القرن العشرين قد بادروا  
الى دراسة الزلازل بعد ان تعرضت بلدانهم للزلازل  
المدمرة كزلزال يوكوهاما في اليابان في عام ١٨٩٠  
وزلزال سان فرانسكو في كاليفورنيا في عام ١٩٠٦ .

## كيف تحدث الزلازل

تسمى النقطة التي يحدث فيها الزلزال بالبؤرة  
اما النقطة على سطح الارض والتي تقابل مركز الزلزال  
في الجوف فتسمى بالمركز السطحي للزلزال الشكل (٣)  
وتكون شدة الزلزال عادة عند هذه النقطة اقصاها من  
اية نقطة اخرى على سطح الارض . وهناك اجهزة  
لقياس الذبذبات العالية للموجات الزلزالية وهي صفات

الهزات الدقيقة والقريبة واجهزة لقياس الذبذبات  
الواطنة للموجات الزلزالية وهي صفات الهزات الكبيرة  
والبعيدة وتوضع في محطة التسجيل ثلاثة اجهزة يخصص

احدها لقياس الحركة الرأسية والجهازان الاخران لقياس  
والشرقي - والغربي. كما ان التقدم في علم الالكترونيات  
الحركة الافقية في الاتجاه الشمالي والجنوبي  
قد مكن العلماء من تصميم اجهزة قياس دقيقة وخفيفة  
الوزن يمكن نقلها الى الحقل لاجراء الدراسات الزلزالية  
وقياس الخلفيات الزلزالية للمواقع الجيولوجية . ان  
الطاقة المتحررة في البؤرة الزلزالية تنتقل في باطن الارض

على شكل موجات في جميع الاتجاهات فالموجات المتجهة  
الى السطح تسبب الاهتزازات المدمرة للمباني والمنشآت  
اما تلك المتجهة الى الاعماق فتتبع مسارات مختلفة اعتمادا

على خواص المكونات الباطنية للارض قبل ان تظهر على  
سطح الارض في نقاط تبعد كثيرا عن البؤرة وتقسم

الموجات المنة المنبعثة من البؤرة او مركز الزلزال الى  
نوعين رئيسين الشكل (٤) هما :

١ - الموجات الداخلية وتسري هذه الموجات داخل  
الارض في جميع الاتجاهات وتقسم بدورها الى نوعين :

١ - الموجات الطولية او موجات الضغط وهذه  
الموجات هي أسرع الموجات لذلك فانها اول ما  
تسجل على الاجهزة الزلزالية الشكل (٤ - أ، ب) .

٢ - الموجات العرضية او موجات القص وتتذبذب  
هذه الموجات في باطن الارض بجميع الاتجاهات  
ولكن بسرعة اقل من سابقتها الشكل ( ٤ - ج ،  
د ) .

ب - الموجات السطحية :

وتسري هذه الموجات في الطبقات العليا من القشرة  
الارضية في ظروف معينة وتسبب هذه الموجات في  
احداث حركات سطحية للقشرة الارضية نتيجة لمساراتها

الدائرية حول الارض وتكون سرعة هذه الموجات ابطا من الموجات الداخلية ويقسم هذا النوع من الموجات الى عدة انواع تتباين في سرعتها وفي الظروف القياسية النسبية لتكونها وتذبذبها .

اما من حيث الاعماق التي تحدث عندها الزلازل فيمكن تقسيمها الى ثلاثة اقسام :

١ - الزلازل الضحلة او القريبة من السطح ويكون عمقها من صفر - ٥٠ كلم .

ب - الزلازل المتوسطة العمق ويكون عمقها من ٥٠ - ٣٠٠ كلم .

ج - الزلازل العميقة ويكون عمقها من ٣٠٠ - ٧٠٠ كلم .

ان دراسة التاريخ الزلزالي لاي منطقة يعتبر في الوقت الحاضر من الامور المهمة جدا حيث يمكن بواسطتها معرفة طرق الهجرة او الانتقال الذي حصل للفعالية الزلزالية في الماضي . ان الفترة الزمنية التي

تتوفر فيها معلومات عن الفعالية الزلزالية لاي منطقة تكون قليلة جدا اذا ماقونت بالتاريخ الحقيقي للفعاليات الزلزالية لنفس المنطقة ، كما ان المعلومات التاريخية للزلازل لمنطقة ما تكون ذات فائدة كبيرة ويمكن الحصول منها على معلومات ذات قيمة علمية عالية اذا كانت مسجلة بصورة دقيقة ومؤرخة بصورة واقعية ومطابقة للحقيقة . ان تسجيل هذه الحوادث التاريخية ترجع الى ما بعد سنة ١٩٠٠ أي قبل استعمال الاجهزة لتسجيل هذه الفعاليات .

هنا تبرز أهمية المعلومات التاريخية في المخطوطات العربية حيث سجل العلماء العرب والمسلمون الكثير من التفاصيل العلمية عن الكوارث الطبيعية في العالم القديم . . . . وهذه المعلومات ستوسع الفترة الزمنية للفعالية الزلزالية المعروفة وبالتالي تجعل هذه المعلومات اكثر يسرا للمعالجات الاحصائية .

تصاحب الزلازل ذات العمق البؤري الضحل التي

تقع بالقرب من قاع البحار والمحيطات نوع من الموجات مدمرة التي تسمى بالموجات السامية او موجات المد وهي موجات بحرية جذبية تمتاز بسرعتها التي تصل الى ٩٥٠ كم/ساعة وطول موجي يصل الى ٢٠٠ كم وتردد يصل من ٥ دقائق الى عدة ساعات .

ولهذه الموجات السامية مدى واطىء في البحار المفتوحة ولكن وعند وصولها للساحل فقد يصل ارتفاعها الى ٣٠ مترا حتى لو كان الموقع على بعد الاف الكيلو مترات من الموقع البؤري للزلزال . وتوجد حاليا في المحيط الهادي شبكة للانذار المبكر للموجات السامية لانذار المدن الساحلية عند وقوع الزلازل التي تسبب هذه الموجات ومع ذلك فان الدمار يصيب العديد من المرافئ نتيجة لهذه الموجات .

### التوزيع الزلزالي ونظرية الصفائح

لا تنتشر الزلازل او المراكز السطحية للزلازل على سطح كوكبنا بصورة اعتباطية بل نجدها تتجمع

بشكل واضح في احزمة معينة وتكون هذه الاحزمة الزلزالية سوية مع القوهات البركانية والسلاسل الجبلية الحديثة التكوين مما يعطي دلالات واضحة عن ان الارض هي ابعد ما تكون عن السكون وان هذه الحركة هي انعكاس لدينامية الارض . كذلك فقد ساعدت المشاهدات الزلزالية وثبيت مواقع البؤرة الزلزالية على انبثاق نظرية الصفائح . فاعتمادا على هذه النظرية يكون الحد الفاصل لتلاحم الصفائح مركزا للفعاليات الزلزالية والبركانية والبنائية المختلفة وهناك صفائح تحوي على كتل قارية وصفائح تحوي على كتل محيطية واخرى تكون مشتركة ويكون موقع البؤرة الزلزالية او القوهات البركانية هو الحد الفاصل بينها . فهناك الحزام الزلزالي الذي يحيط بالمحيط الهادي تقع عليه ٧٠٪ من الزلازل وهناك الحزام الزلزالي الذي يمتد في وسط المحيط الاطلسي من أقصى الشمال الى أقصى الجنوب . وهناك حزام الالب - همالايا

الذي تقع عليه ٢٠٪ من الزلازل والذي يبدأ من المحيط الاطلسي مارا بالمغرب والجزائر عابرا الى وسط اوربا وايطاليا فاليونان فتركيا فايران مارا بسلاسل جبال طوروس وزاكروس المحاذية للعراق ومستمر الى جبال الهمالايا ثم يتجه جنوبا الى جزر الهند الغربية والفلبين ليلتقي مع حزام المحيط الهادي وان التوزيع الجغرافي للاهزمة الزلزالية يمكن تفسيره اعتمادا على نظرية الصفائح .

ان هذه النظرية الحديثة تفترض بأن الجزء الخارجي من الكرة الارضية مقسم الى عدة صفائح مختلفة الاشكال والمساحات وتوجد بين هذه الصفائح حركة نسبية أي أن هذه الصفائح تقترب او تبتعد عن بعضها بواسطة قوى داخلية في باطن الارض تعرف بتيارات الحمل ويتراوح سمك هذه الصفائح من عدة كيلو مترات ويصل الى ١٠٠ او ١٥٠ كيلو مترا . كما ان الصفيحة الواحدة أثناء حركتها تنتقل بصورة كلية ،

وهذا يعني ان الحركة ضمن الصفيحة الواحدة تكون قليلة جدا اذ ما قورنت بالحركة التي تحصل بين صفيحة واخرى وبهذا فإن الحركات الارضية تتركز حول المناطق الحدودية للصفائح وبما ان الزلازل تتولد نتيجة للحركات الارضية فانها تتركز في هذه المناطق .

ان نظرية الصفائح تفترض بأن هذه الاهزمة هي المناطق الحدودية او حافات هذه الصفائح وتعتبر شبه جزيرة العرب واحدة من اكبر الصفائح السطحية للقفرة الارضية والتي تحركت ولا تزال تتحرك في الوقت الحاضر حيث قامت بالانتقال لعدة كيلو مترات كقطعة واحدة ويحد شبه جزيرة العرب من الشمال جبال طوروس ومن الشرق والشمال الشرقي جبال زاكروس اما من الجهة الجنوبية الغربية والجهة الغربية فيحدها على التعاقب كل من هضاب وجبال خليج عدن والبحر الاحمر وصدوع البحر الميت ، شكل (٥) .

## نظرية الصفيح

طرحت هذه النظرية في اواخر الستينات معتمدة على فكرة زحزحة القارات كظاهرة ونظرية تمدد وسط المحيطات كقوة افقية محركة وتقوم على اعتبار الارض وقشرتها بالذات مقسمة الى مجموعة من الصفائح المختلفة السمك والمحددة بمناطق الاحزمة الفعالة المتميزة بالفعاليات الزلزالية والبركانية ، لقد ادت هذه النظرية الى تراجع اساسي في التفكير العلمي واعتبرت ثورة علمية ... حيث استطاع علماء الارض ولاول مرة الحوار عبر منظومة عالمية موحدة تفسر العديد من الظواهر الارضية وتربطها ببعض بشكل لم يكن ممكنا في السابق .

ان نظريتي تكتونية الصفيح وانتشار وتوسع قاع المحيط حدثان مهمان في تاريخ الفكر الجيولوجي والجيوفيزيائي بدلتا الكثير من المفاهيم التركيبية

والبنائية في تفسير تكون الجبال والمحيطات في النظرية الكلية عن تطور الارض .

ان هذه النظرية تنص على ان الجزء العلوي من القشرة الارضية متكونة من عدد من الصفائح الكبيرة الصلدة والمستقرة والتي يبلغ عرض بعضها الالف الكيلو مترات . وينقسم سطح الارض حاليا الى ست صفيائح رئيسة وعدد من الصفائح الصغيرة .. وقد اثبتت البحوث الزلزالية الحديثة والدراسات المغناطيسية التي أجريت على المحيطات صحة هذه النظرية واصبح استعمالها الوسيطة الصحيحة في تحليل الحركات الافقية للقشرة الارضية وفي الكشف عن المصادر الطبيعية للمعادن والنفط والتركيبات الجيكية .

11. لا يفترض في الصفيحة انها متكونة من كتل صلبة من الجبلينات اليثوسفيك بسمك ٧٠ كيلو مترا وتزلق على طبقة منصهرة تسمى طبقة الانستينول منفردة

بركانية وعرة والتي صخورها وحسبها اندسايت فاتح  
وانواع كلسية قلوية مختلفة كليا من بازلت المحيط وهذه  
في الحقيقة مواد قارية جديدة .

## اساليب التسجيل والرصد الزلزالي

توجد في الوقت الحاضر اجهزة كثيرة ومتنوعة  
لتسجيل الزلازل وقياس خواصها ويستخدم نوع من  
هذه الاجهزة لقياس خاصية معينة من خواص الموجات  
الزلزالية مثل سعة الموجة او السرعة او التعجيل الذي  
تتحرك به الارض أثناء مرور الموجة ومعظم هذه الاجهزة  
تكون من ثلاثة اجزاء رئيسة :

الجزء الاول وهو المستلم وهو عبارة عن بندول  
حساس جدا يتحرك باتجاه واحد فقط اما عمودي او  
افقي وهذا الجزء من الاجهزة يثبت على الارض لكي  
يتحس حركتها واهتزازها . ويكمل هذا الجزء الثاني  
جهاز التسجيل الذي يقوم بتسجيل الموجات التي

ان الحدود بين الصفائح على انواع ثلاثة :  
حدود لبروز في حالة توسع تضاف مواد قشرة جديدة  
الى الحافات المتقهقرة (او المتباعدة في اتجاهين متعاكسين)  
لصفيحتين حيث حدود الحافات المتقدمة من الصفيحتين  
المتحركتين في اتجاهين متعاكسين متقابلين تلتقيان  
وتتراكب أحدهما على الثانية جاعلة أياها أن تغور  
راجعة الى الغلاف عند الخندق المحيطي حيث تحطم  
مادة قشرها . وفي الحد الثالث لا تضاف مادة ولا  
تحطم بل الصفيحتان تنزلقان جانبييا على خط صدع  
محول أي أنه في النوع الثاني تستهلك الخنادق  
الليثوسفير وانه لهم جدا حيث في هذه الحالة تكون  
القارات .

فعندما تتقابل صفيحتان من قشرة المحيط يحدث  
بينهما تراكب وتغور احدهما مصحوبة بفعالية زلزالية  
شديدة حيث المركز السطحي للزلازل على السطح النازل  
لليثوسفير . وحافة الصفيحة الراكبة تتميز بسلسلة جزر

يتحسّس بها المستلم ، ويحتوي الجهاز على مكبرات ومرشحات تقوم بتكبير وتصفية الموجات المسجلة ، ويكون التسجيل على ورق حساس للضوء او حساس للحرارة او التسجيل بواسطة الحبر الشكل (٦) .

أما الجزء الثالث فهو عبارة عن جهاز لتوقيت حيث يقوم بتثبيت اشارات خاصة على السجل الزلزالي يمكن بواسطتها معرفة وقت التسجيل .

يستعمل في الوقت الحاضر نوعان من وحدات قياس الزلازل الأرضية الأول هو مقياس وصفي أي أن الزلازل يتم قياس شدتها عن طريق مناهضة ووصف التأثيرات الناتجة عنها وفي هذه الحالة تكون شدة الزلازل مختلفة حسب القرب والبعد عن البؤرة . ويمكن أن تصنف الزلازل وفق الشدة الزلزالية وحسب درجة التخريب الذي تحدثه الهزة الأرضية في موقع ما وإلهم مقاييس الشدة الزلزالية وأكثرها شيوعاً هو مقياس مركلي المعدل الذي يقسم إلى (١٢) قسماً ويكون تأثيل

الزلازل في الشدة (١) قليلاً إلى درجة قد لا يشعر بها بدون جهاز تسجيل زلزالي ، ويتدرج المقياس في صيف درجات الدمار وصولاً إلى الرقم (١٢) الذي يعكس تدميراً كاملاً للمنشآت . جدول (٤) .

أما المقياس الآخر فهو مقياس حسابي أي أن الزلازل يقاس باستعمال معادلات رياضية خاصة تعتمد على سعة الموجة المسجلة وهذا المقياس لا يتغير نتيجة القرب والبعد عن بؤرة الزلازل وإنما يعطي قياساً لطاقة الزلازل في البؤرة نفسها . وأكثر المقاييس الرياضية استعمالاً في الوقت الحاضر هو مقياس ريختر حيث يقيس الزلازل اعتماداً على الكثية المطلقة للطاقة المتحررة عند حصول الزلازل وسيت هدم الكثية بالمقدار الزلزالي . أن هذا يشكل المقياس الزلزالي المطلق والذي تتراوح درجاته بين (٨.٧ - ٩) وبالإمكان ملاحظة المخطط (١٠) حيث ثبتت علاقة بين الشدة

الزلزالية والمقدار الزلزالي والعمق البؤري وبسعرفة  
اثنين منها بالامكان إيجاد القيمة الاخرى مباشرة .

ولا شك ان هنالك علاقة بين الشدة الزلزالية  
والمقدار الزلزالي الذي يرتبط دائما باسم العالم رختر  
الذي استنبطه لولاية كاليفورنيا ثم استعمل عالميا ويوجد  
في الوقت الحاضر مقاييس أخرى للمقدار الزلزالي  
تعتمد على طبيعة الزلزال والمعطيات العلمية المتوفرة  
والدقة المطلوبة من القياس . والجدول رقم (٤) يعطي  
مقارنة مبسطة بين مقياس مركلي المعدل وما يقابله تقريبا  
في المقدار الزلزالي وقيم التعجيل الارضي المصاحبة  
للهزة والتي تعتبر الاساس الصحيح لتحديد مدى  
الدمار المتوقع وهي القيمة المعول عليها في الهندسة  
الزلزالية وفي أعداد الدراسات والتصاميم المقاومة  
للزلازل .

تعرف البؤرة الزلزالية السطحية بانها النقطة  
الواقعة على سطح الارض مباشرة فوق البؤرة الزلزالية

(شكل ٣) . وقد يحصل اعظم تأثير واقصى شدة  
للزلازل قرب موقع البؤرة السطحية حيث تصل  
اهتزازات الارض ذروتها بسبب قرب مصدر الموجات  
الزلزالية والتي قد تؤدي الى التدمير الشامل للموقع .  
كذلك فان دراسة مواقع البؤر الزلزالية لها اهمية بالغة  
في التعرف على مصادر النشاط الزلزالي . ويتم تحديد  
المواقع التقريبية للبؤرة السطحية بتوفر المعلومات  
الاولية من ثلاث محطات زلزالية على الاقل .

ومن أهم الطرق المتبعة هي طريقة القطع الزائد  
وطريقة الدوائر وطريقة المسافة والاتجاه وطريقة الفرق  
بين زمن وصول الموجة الطولية والمستعرضة ( الشكل  
٧ ) .

تعتمد معظم هذه الطرق على أزمان وصول  
الموجات الطولية للمحطات الثلاث ورسم منحنى او قطع  
زائد من مواقع المحطات او المرصد ، ولكن نقطة  
التقاطع هي الموقع التقريبي للبؤرة +++ وبالطبع فان

العنية اعتقد من ذلك بكثير خاصة اذا اريد الحصول على المواقع بدقة اكبر وعادة فان الموقع يستحصل من معلومات تجمع من عشرات المراسد او المحطات لتتأكد بدقة من المواقع ، وهناك مراكز عالمية تقوم بإصدار النشرات الدورية لمواقع واوقات حدوث الزلازل ومقدارها في مختلف أنحاء المعمورة .

### زلازية العراق والوطن العربي

يشكل الوطن العربي ١٠٪ من المساحة السطحية للعالم . وتتوفر في أرضه مختلف الظروف الجيولوجية والتركيبية المعقدة الفريدة ، حيث يشكل الدرع العربي أحد النوى القارية وتشكل الجزيرة العربية إحدى صفائح القشرة الأرضية التي تتحرك باتجاه الشمال الشرقي ملتصحة مع جبال بلوروس و زاكروس . ويشكل لشرق الأدنى الصدع الرئيس الذي يقطع المنطقة العربية من الجنوب ، تركيا مارا بحوض الأردن والعقبة . . . . . عابرا الى القرون الأفريقي ، اما المغرب العربي

فعندما تبدأ جبهة الحزام الإنبي ابتداء من المحيط الأطلسي بالمغرب وجبال الأطلس والى إيطاليا عبر البحر المتوسط ومن إيطاليا يستمر الى يوغسلافيا وتركيا وإيران الى جبال الهلاليات .

هذه المنطقة الجغرافية الشاسعة تعرضت خلال تاريخها الطويل الى عدد لا يستهان به من الكوارث الزلزالية ، وتسجل كتب التاريخ أحداثا عديدة حول الموضوع .

واذا كانت المنطقة العربية قد شهدت زلازل دمار في اواخر عام ١٩٨٢ وزلازل الاصنام في اواخر عام ١٩٨٠ ، فقد شهدت عام ١٩٦٠ زلازل اغادير وفي عام ١٩٥٤ زلازل الاصنام الاول كما ان المدن العربية المطلة على البحر المتوسط في المغرب او الساحل الشرقي للبحر المتوسط قد تعرضت للزلازل باستمرار مثل حلب ودمشق والقدس وبيروت وعمان ، إلا ان حديثنا قد انخفضت نسبيا في المقربين الآخرين .

ويمكن ان نقول ان الاقطار العربية تقع ضمن  
منطقتين زلايتين رئيسيتين هما :

أ - منطقة الشمال الافريقي .

ب - منطقة البحر الاحمر والهلال الخصيب وبضمنها  
منخفض الاردن وخليج العقبة .

وبالرغم من وجود معلومات تاريخية موثقة عن  
الكوارث الزلزالية في المنطقة العربية ، الا ان خرائط  
موثوقة تحدد المناطق الزلزالية وتوزيعها وتبين شدتها  
للمنطقة العربية حيث لا تتوفر في الوقت الحاضر بالنسبة  
لكافة اقطار الوطن العربي .

لقد تعرضت مدن الوطن العربي في تاريخها القديم  
الى العديد من الكوارث الزلزالية المثبتة في المخطوطات  
العربية وتحتاج الى همة الباحثين لاستخراجها وتبويبها  
ودراستها ومقارنتها مع الحوادث التاريخية والتغيرات  
المفاجئة التي طرأت على الحضارة الانسانية ولنحاول

ان نسلط الاضواء على اهم الكوارث الزلزالية التي  
تعرضت لها المدن العربية في العصر الحديث :

أ - زلزال اغادير في المغرب :

وقع الزلزال في يوم ٢٩ شباط ١٩٦٠ م وكان  
مقداره ٥٫٩ على مقياس ريختر وبلغت الخسائر البشرية  
١٤٠٠٠ نسمة وقد بلغت الشدة الزلزالية اقصاها  
لوقوع البؤرة الزلزالية تحت المدينة التي كان عدد  
سكانها وقت وقوع الكارثة يبلغ ٣٣ الف نسمة .  
وقد قدر العمق البؤري للزلزال بثلاثة كيلو مترات  
وشمل التخريب مساحة دائرية يبلغ نصف قطرها ٨  
كيلو مترات ويمكن الاطلاع على الشكل (١٣) لفندق  
السعادة في المدينة قبل وبعد الزلزال .

ومما تجدر الاشارة اليه ان مدينة اغادير المغربية  
كانت قد تعرضت لزلزال مدمر عام ١٧٥١ م وهذه ظاهرة  
غراها تكرر نفسها كما سنرى في زلازل الجزائر واليمن .

## ب - زلزال الاصنام في الجزائر :

تعرضت مدينة الاصنام الجزائرية في ١٠ تشرين الاول عام ١٩٨٠ الى زلزال بلغ مقداره ( ٧ - ٦.٥ ) على مقياس ريختر وراح ضحية هذا الزلزال ما يقارب ١٥٠.٠٠٠ نسمة وكان عدد سكان المدينة عند وقوع الكارثة يبلغ مائة الف نسمة وقد تأثرت بالزلزال منطقة دائرية يبلغ نصف قطرها ( ١٧٠ - ٣٦٠ ) كم ولكن الزلزال لم يشعر به في المغرب او في المدن الجزائرية بعد مدينة قسنطينة شرقا وهو اكبر زلزال تعرضت له منطقة المغرب العربي وجيل الاطلس منذ عام ١٧٩٠ حيث سبق وان سجلت الوثائق التاريخية زلازل قد تعرضت له منطقة المغرب العربي وجيل الاطلس منذ عام ١٧٩٠ م حيث سبق وان سجلت الوثائق التاريخية زلازل افي المنطقة مقاربه في تدميرها للاعوام ١٥٢١ م و ١٥٤١ م .

ولقد أعقب زلزال الاصنام الرئيسي عديد من الزلازل الثانوية أيضا بعد ثلاث ساعات ونصف واثرت هذه

على المنطقة بلغت مساحتها ٧٣٠٠ كم<sup>٢</sup> واثقلت ٢٥٠.٠٠٠ مسكن وابتقت ٣٠٠.٠٠٠ مواطن بدون مأوى وقتلت ٢٥٠٠ مواطن وجرح ٧.٠٠٠ اخرين كانت جروح ٤.٠٠٠ منهم كبيرة .

وتجدر الإشارة هنا الى ان مدينة الاصنام الجزائرية كانت قد تعرضت الى زلزال مدمر عام ١٩٥٤ راح ضحيته ١٦٠٠ نسمة وكان عدد سكان المدينة يقدر عن ٤٠.٠٠٠ نسمة وهكذا نرى ان عدم أخذ الحيطة من الكوارث السابقة للمنطقة ذاتها وأخذ احتسالات وقوع الزلازل أو تكرارها في هذه المناطق وغيرها لم يرد دورا في تضخم حجم الكارثة .

ج - زلزال دمار في الشين الساسية :  
وقع هذا الزلزال في اواء دمار الشين واصاب عددا من المدن والقرى بالدمار حيث وقعت الكارثة في الساعة ١٣ من بعد ظهر يوم الاثنين الموافق ١٣ كانون الاول ١٩٨٣ وقد شعر بالزلزال في جنوب

يظهر ان مدينة صوران التي دمرت في هذا الزلزال قد سبق لها وتعرضت مرتين الى زلازل مدمرة في الاعوام ١٨٥٥ هـ و ١٥٨٦ هـ . كما أن موقع اليمن التكتوني بالنسبة الى شبه الجزيرة العربية والبحر الاحمر وحركة الصفيحة العربية ووجود التفاعلات البركانية في المنطقة لا يجعل من وقوع هذه الزلازل او غيرها مدعاة للاستغراب .

وقد باشرت الحكومة اليمنية باعادة اسكان المواطنين في مواقع جديدة وتعمل على الاستفادة من الخبرات العربية والدولية في تصميم وتنفيذ مجمعات سكنية اقل تأثرا بالكوارث الزلزالية .

ونحن اذ نذكر هذه الكوارث الزلزالية على سبيل المثال لا الحصر نبين ان العديد من المدن العربية كبغداد والموصل وحلب وبيروت ودمشق والقس قد تعرضت الى عدد من الزلازل المدمرة في تاريخها البعيد والقريب .

السعودية واليمن الجنوبي ويعطينا الشكل (١٤) فكرة سريعة عن طبيعة الدمار . لقد أعقب الزلزال الاول مجموعة من الزلازل الثانوية في اليوم نفسه وبلغ المقدار الزلزالي للهزة الرئيسة بحدود ( ٦ - ٦.٥ ) على مقياس ريختر وحدد موقعه البؤري قرب مدينة معبر الواقعة على الطريق بين مدينتي صنعاء وذمار عاصمة لواء ذمار في اليمن . . . وقد تعرضت عدد من المدن كصاها وضوران الى التدمير الشامل وقدرت الخسائر بملياري دولار وبلغت الخسائر البشرية بحدود ٢٨٥٥ الف مواطن وقد تعرضت ١٣٣٦ مدينة وقرية الى نسب مختلفة من التدمير وشمل ذلك المساكن والمدارس والمساجد ومحطات المياه والكهرباء والمباني الخدمية الحكومية المختلفة .

ومن الجدير بالذكر هنا انه كان لهذا الزلزال وقعا كبيرا في اليمن لعدم تعرضها في العصر الحديث الى زلازل مدمرة . . . ولكن عودة سريعة الى التاريخ القديم

## د - زلزالية العراق :

يتمتع العراق على الحدود الشمالية الشرقية للضفيحة التكتونية العربية المتميزة بخط شبه مستر من البؤرة الزلزالية على طول سلسلة جبال طوروس - زاكروس على الحدود العراقية التركية والعراقية الايرانية والذي هو جزء من حزام الالب همالايا ذي التاريخ الزلزالي المسجل والمعروف .

لقد دلت الدراسات التي تمت عن الزلازل التاريخية لقطر عن تثبيت أكثر من ٧٨ هزة المحصورة بين عام ١٧٦٠ ق م و عام ١٩٠٠ بعد الميلاد الجدول ( ٢ ) . واذا عرفنا ان بداية التسجيل الزلزالي المنظم قد ابتدأ في بداية القرن العشرين لعرفنا اهمية الزلازل التاريخية في دراسة زلزالية منطقة اذا أخذنا عمرها الجيولوجي بنظر الاعتبار ومن الجدير بالذكر ان موقع هذه الزلازل التاريخية مطابق مع المواقع الزلزالية الحديثة للفترة ١٩٨٠ - ١٩٨٠ ، شكل (٨) .

درست زلزالية القطر للفترة منذ ١٩٠٠ ولغاية الوقت الحاضر بالاعتماد على الهزات الكبيرة فقط المسجلة في المراصد الزلزالية الخارجية فوجد ان هنالك أكثر من ١٠٠ هزة أرضية لها مركز بؤري في العراق وأن قسما منها كان له تأثيرات معينة خاصة واذا عرفنا بأن الزلازل التي حدثت هي ذات عمق بؤري ضحل ويتراوح مقدارها الزلزالي بين ( ٧ر٠ - ٢ ) حسب مقياس ريختر، كما يكشف التاريخ الزلزالي للعراق تعرضه لفعاليات سنوية ذات قوى متباينة حيث تتعرض المنطقة الشمالية والشمالية الشرقية وشرق نهر دجلة بالذات الى اعلى الفعاليات الزلزالية وتتناقص هذه الفعاليات بالاتجاه الجنوبي والجنوب الغربي . عند حساب خارطة التقسيم الزلزالي على أساس خطوط الشدة القصوى المتوقعة للتأثيرات الزلزالية فقد وجد بأن مناطق القطر تتراوح بين الرقم (٩) والرقم (٥) حسب مقياس مركلي المعدل، الشكل (٩) .

الزلازية عند أقامة الجسور والسدود والمباني الضخمة والمعامل والمؤسسات ذات النفع العام يشكل قصورا لا يمكن السكوت عليه .. كما وأن الانتظار لحين حصول الكارثة الزلازية ثم المباشرة في اتخاذ الاجراءات واعتماد التصميم المقاومة للزلازل ظاهرة مدانة فمثقال وقاية خير من قنطار علاج ... حيث ان ما يمكن خسارته في زلزال بسيط يبلغ عشرات أضعاف ما يجب صرفه لاجراء الدراسات ورصد الحركات الارضية ثم أخذ النشاطات الزلازية هذه بنظر الاعتبار عند اعتماد التصميم للمنشآت والمشاريع الكبرى .

ان الهدف الاساس من الهندسة الزلازية هو دراسة الهزات الارضية بغية تسهيل عملية تصميم الابنية المقاومة للزلازل وهذا يتطلب القابلية على تخمين اقصى درجة من الاهتزاز يعانها البناء المصمم . ومن الضروري تهتم نوعية المخاطر المترتبة عن انشاء المباني في منطقة معينة نتيجة للظروف الزلازية في تلك المنطقة اضافة الى

ان الفعاليات الزلازية عرفت وبصورة اوضح وادق للعالم وبضمنه العراق بعد سنة ١٩٥٠ م وذلك بعد انتشار المراصد الزلازية في عدة مناطق من العالم حيث كان بإمكان هذه الاجهزة تسجيل وتحديد بقوة معظم الزلازل الارضية الكبيرة التي حصلت في الكرة الارضية، أما بالنسبة للعراق وبالمقارنة مع بقية المناطق في العالم فيعتبر ذا فعالية ضعيفة على الرغم من ان العراق يشكل جزءا من الحزام الالبي الذي لا يزال فعا لاويعطي الجدول (٣) أهم الزلازل المسجلة في المناطق المحيطة ببغداد .

## الاعتبارات التطبيقية لعلم الزلازل والهندسة الزلازية

ان الاهتمام بالدراسات والتسجيلات الزلازية تعتبر من الامور الواجبة خاصة وان قطرنا يقوم بحركة عمرانية واسعة وجذرية وأن عدم الاخذ بالاحتمالات

ضرورة وضع اسس محددة لتصميم الابنية في المناطق ذات الفعالية الزلزالية الواضحة ، ويعطى جدول (٤) تفاصيل كمية كافية لتحديد تأثير الزلازل مع احتساب الشدة والمقدار الزلزالي والتعجيل الارضي المتوقع .  
ويعتبر تخفيض الاصابات والخسائر في الارواح الى اقل حد ممكن عند حدوث الهزة الارضية من الاهداف الرئيسية للهندسة الزلزالية اضافة الى جعل كلفة ترميم اضرار الزلازل اقل بكثير من الكلفة الاولى للتصميم او البناء .

تعتبر هذه المواضيع الاجتماعية والاقتصادية امثلة على مشاكل اوسع منها تتعلق بتجارب المجتمع للكوارث بكافة أنواعها . وللمجتمع بصورة عامة ردود فعل متباعدة ومختلفة للاشكال المختلفة للكوارث وفي الواقع يكون رد فعل المواطنين اقل اذا كانت الخسائر بالارواح تحدث باعداد قليلة في كل مرة خلال السنة واذا كانت

مرتبطة بفعاليات الانسان التي اصبحت من الامور الاعتيادية خلال المعاشة .

وبين الجدول رقم (٥) نموذجاً للاستقصاء عند وقوع الزلازل حيث يتم توزيعه على المواطنين في المناطق المتأثرة بالزلازل ويتم بعد ذلك تحليل المعلومات والاستفادة منها في تحديد المناطق الاشد تأثراً وفي تقويم المخاطر الزلزالية .

تتحكم بالتأثير الزلزالي على التصميم المختلفة ثلاثة عوامل رئيسية وهي :-

- ١ - تحديد المخاطر الزلزالية العامة للمنطقة كما يعكسها التقسيم الزلزالي بكافة انواعه .
- ٢ - تقسيم تأثير الانواع المختلفة للارض والتربة على الشدة السطحية للاهتزازات الزلزالية المنشأ .
- ٣ - تهيئة معلومات وقياسات كمية متعلقة باهتزاز الارض ( الازاحة ، التعجيل ، التردد ، الطاقة .. الخ ) لغرض اكمال وتنقيح مقياس شدة الزلازل .

ان معظم المعلومات الاساسية التي يحتاجها انصم  
في دراسات الهندسة الزلزالية تأتي من عدد الهزات  
الارضية ذات القوى المختلفة والحاصلة في الاجزاء  
المختلفة من الارض المسجلة في الشبكة العالمية لمحطات  
الرصد الزلزالي . ومن هذه المعلومات يمكن تخمين  
توزيع الاساس للمخاطر الزلزالية اضافة الى الهدف  
الرئيس في تحديد احتمالية حدوث الهزات الارضية ذات  
المقادير المختلفة لمنطقة محدودة خلال فترة زمنية  
محدودة .

تقسم خرائط التقسيم الزلزالي الى خرائط ذات  
عنصر تقسيم واحد او خرائط متعددة العناصر .  
وخرائط التقسيم الزلزالي احادية العنصر هي تلك التي  
تعتمد على المعلومات الزلزالية المسجلة فقط . وتقسم  
المناطق التي تغطيها الخرائط الى مناطق ذات درجات  
مختلفة من الشدة المتوقعة للزلازل والتي تمثل العنصر  
الوحيد لمثل هذه الخرائط . وبمثل الشكل (٨) التقسيم

الزلزالي للعراق وهو يشكل البداية لدراسات كمية  
اوسع وادق مستقبلا . وتزودنا الخرائط الزلزالية  
بالمعلومات الضرورية لاتخاذ الاحتياطات المعقولة لمقاومة  
الهزات الارضية مما يساعد في تقليل الاتار المدمرة لها  
في معظم المناطق . وكلما كانت المناطق الزلزالية قليلة  
او محدودة يمكن تقليل اثر الزلازل على المنشآت  
بدراسة مواقع هذه المناطق الزلزالية المحدودة وتجنبها  
عند تصميم السدود او مشاريع الطاقة او تخطيط  
وتطوير المدن وتعتمد دقة خرائط التقسيم الزلزالي على  
طول فترة التسجيل ونوعية المعلومات المسجلة ولذا  
تزداد دقة الخرائط في المناطق ذات التفاعلية الزلزالية  
العالية حيث تكثر المعلومات المسجلة ويحتاج المهندس  
الزلزالي عادة الى دليل كمي للقوى الزلزالية التي يحتاج  
البناء الى مقاومتها ضمن الحدود المعقولة من القوى  
والاجهادات . ويمكن ان تحوي الخرائط المدة  
معلومات تتناسب مع نوعية المنشآت المراد اقامتها .

تعتمد الخرائط الزلزالية لاي منطقة على دراسة تاريخ الهزات الارضية السابقة ( شدتها ، مقدارها ، تكرارها .. الخ ) ويعتمد هذا الاسلوب لتحديد القوى العظمى للهزات الارضية المستقبلية على الفكرة السائدة بان الحالة الزلزالية لمنطقة محدودة تكون ثابتة تقريبا اذا أخذت لفترة زمنية طويلة . لهذا يمكن اعتبار القوى العظمى للهزات الارضية المستقبلية مساوية للقوة العظمى للهزات الارضية السابقة .

ويتطلب تقييم الصفات المقاومة للزلازل معرفة العوامل التالية :-

أ - فترة التردد الشائعة للامواج الزلزالية في المنطقة .

ب - التردد الطبيعي للارض قرب الموقع .

ج - التردد الطبيعي للهيكل المراد انشاؤه .

والحالة المثالية هي احتساب العوامل الثلاثة مع تجنب تطابقها او تداخلها مع بعضها البعض لتجنب

الرنين . وقد تحدث حالة خطرة جدا من الرنين اذا ما تساوت القيم الثلاث للتردد في البناء مما يندّر بدمار كامل . ويعطي الشكل (١١) فكرة عن الترددات المتوقعة وتحديد حدود الامان ويعطينا الشكل ١٣ فكرة مؤلة عن بناية فندق السعادة في أغادير قبل وبعد الزلزال .

تهدف الهندسة الزلزالية الى تذليل الصعوبات المتعلقة بالتصاميم المقاومة للزلازل اذا توفرت المعلومات عن الاهتزازات القصوى المتوقعة في المنطقة المدروسة . وعند دراسة الجوانب المختلفة هنالك ثلاث معاملات تتفاعل مع بعضها وفق التصور المبسط الاتي حيث نرمز بالحرف (أ) و (ب) و (ج) للكميات الاتية :-

(أ) احتمالية وقوع الحدث (زلزال - بركان - اعصار)  
(ب) درجة تعرض الموقع او المنشأ للحدث ودرجة التأثير  
(ج) المخاطر الزلزالية المتوقعة والمقبولة سلفا .

وترتبط هذه بالعلاقة الرياضية كالآتي :

$$(1) \times (ب) = (ج) \text{ ————— } (1)$$

يمكن اعتبار ردود الفعل المتوقعة للمنشآت أثناء وقوع الزلازل المضطربات المتعلقة بدراسة الذبذبات المتداخلة للبناء والأرض والموجات الزلزالية القادمة ويمكن الحصول على حالة مثالية إذا كانت أطوار هذه الذبذبات الثلاث غير متطابقة . وتشير الدراسات إلى أهمية الحصول على تناظر وتوزيع أفقي متجانس لكتلة البناء ولمعامل المرونة بالنسبة للمحور الأساس للبناء والاهمال سيؤدي عند وقوع الزلازل إلى عدم انطباق مركز الثقل مع مركز القص للمنشأ .. ويفضل أن يكون البناء دائرياً أو مضلعاً أو أي شكل هندسي مقارب وإذا أمكن احتساب التردد الطبيعي للمنشأ اعتماداً على التفاصيل المعمارية والإنشائية ونوع المواد وطبيعة الأساس وكذلك احتساب التردد الطبيعي للتربة وعلاقتها بتحويل ترددات الموجات الزلزالية بناء

على فهم كامل للخواص الدينامية للتربة فإن التعرف على التردد الطبيعي المتوقع للزلازل ليس أمراً هيناً فهذه كمية مجهولة ومتغيرة ويعتبر الحصول على الطيف الترددي لمركبات التعجيل الأرضي من المعالجات المعمول بها في مناطق التعرض الزلزالي الكبير .

## الاعتبارات البيئية للزلازل واحتمالات التنبؤ بحدوثها

يسبب وقوع الزلازل في المناطق المأهولة بالسكان أضراراً بشرية ومادية كبيرة لذا فإن العمل على تقسيم الأقاليم تبعاً لاحتمالات الشدة الزلزالية القصوى المتوقعة تعتبر من الممارسات الجديدة والخطوات ذات الطابع البيئي والتي بواسطتها يمكن تجنب إقامة المنشآت والمشاريع الضخمة في المواقع ذات الزلزالية العالية تجنباً للآثار المترتبة عن وقوع الزلازل كذلك فإن هنالك اعتبارات هندسية في التصميم لابد من اعتمادها عند

أقامة المنشآت في البلدان التي تتأثر دوماً بالفعاليات الزلزالية ، وهكذا فإن معرفة مواقع حدوث الزلازل أو أكثرها احتمالاً والعمل على تقليل مخاطرها عن طريق التصميم المقاومة للزلازل ودراسة سبل انقاذ المصابين عند حدوث الكوارث الزلزالية قد أصبحت الشغل الشاغل لعلماء الزلازل . لقد عانت البشرية ولا تزال تعاني من الكوارث الطبيعية التي يذهب ضحيتها آلاف من البشر ، ناهيك عن الخائر المادية الجسيمة التي تسببها هذه الكوارث والزلازل هي واحدة من أخطر هذه الكوارث . ان مسببات الزلازل والعمليات التي تحدث في البؤرة أثناء حصول الزلزال ليست معروفة بشكل تام ونهائي ولهذا فقد أصبحت عملية التنبؤ أو منع حدوثها من الأمور الصعبة والمعقدة . مع هذا فبالإمكان وبمساعدة المعلومات المتوفرة والأجهزة الحديثة تحديد الأماكن الأكثر احتمالاً للتعرض للزلازل مسبقاً مع تقدير أولي لشدة الأضرار التي ستعرض لها

وبهذا نكون قد توصلنا الى مرحلة تساعدنا كثيراً في تصميم البنايات لجعلها تصمد ضد الأضرار الرئيسية التي تسببها الزلازل .

لقد أستطاع العلماء تشخيص بعض الظواهر أو المؤشرات التي يمكن ان تعطي فكرة مبسطة عن احتمال وقوع الزلزال وسميت هذه الظواهر بالندى الزلزالية ... وتصنيف هذه الندى الى ندى ذات مدى طويل جداً يبلغ عدداً كبيراً من السنين وندى ذات مدى سنوات معدودة وندى قصيرة المدى بحدود الايام او حتى الساعات . وتعتبر دراسات التقسيم والمخاطر الزلزالية والتسجيل الزلزالية المنظمة من الوسائل التقليدية الأساسية للتعرف على احتمالية حصول الهزات ومقدارها في المواقع المتأثرة سابقاً بهذه الكوارث الطبيعية كما ان هنالك وسائل علمية معقدة لتسجيل عدد من المعطيات الفيزيائية الأرضية التي تعتبر ندى زلزالية ويعطينا الشكل (١٢) فكرة عن استعمال تغير نسبة سرعة الموجات

انطوية والعرضية ووقوع الزلازل عند عودة النسبة الى قيمها الاولى وهنالك مشاهدات مثبتة كما هو واضح في الشكل (١٢) .

لم يتمكن العلماء لحد الان من اكتشاف طريقة ثابتة للتنبؤ يمكن تطبيقها على جميع الحالات ولكن من المعروف عن الزلازل بأنها تعطي بعض المؤشرات قبل حدوثها وقد ابتداء علماء الزلازل بدراسة هذه المؤشرات دراسة تفصيلية ودقيقة بغية التوصل الى طريقة عملية للتنبؤ عن الزلازل او منع حدوثها ومن المؤشرات المعروفة والمهمة التي تتقدم حدوث الزلازل هي ما يأتي :-

١ - تشويه سطح الارض في مناطق التغيرات الجيولوجية والانزياحات الافقية للطبقات .

ب - تغير مستوى سطح البحر .

ج - تغير الخلفية الزلزالية بزيادة نشاطها .

د - تغير في سرعة الموجات الزلزالية المسجلة .

هـ - تغير المجال الكهربائي الجوي وتغير المقاومة والكهربائية للصخور .

و - تغير المجال المغناطيسي للارض في مناطق البؤرة السطحية .

ز - تغير المجال الحراري للارض في مناطق البؤرة السطحية .

ح - تغير مستويات المياه الجوفية وتغير التركيب الكيماوي للمياه الجوفية .

ط - التصرفات غير الاعتيادية للحيوانات كالطيور والزواحف والقران .

ي - تغير نسب غاز الرادون والهيليوم في المياه الجوفية .

ان البحوث الجارية في مجال التنبؤ والانذار المبكر للزلازل لا زالت في مراحلها الاولى وسوف تمضي فترات طويلة قبل ان يتمكن العلم من تحديد الاسباب الدقيقة لحدوث الزلازل وبالتالي تحديد الزمان والمكان بالدقة

المطلوبة... أو أن يصار الى مراقبة الخلفية الزلزالية لمواقع الصدوع والاحزمة الزلزالية النشطة وبالتالي تقدير الطاقة المتراكمة واثلاها تدريجيا دون السماح لها بالتجمع لتوليد حركات ارضية وزلازل عنيفة مدمرة... وفي الوقت الحاضر ينصب الاهتمام على نصب محطات الرصد وتحليل المعلومات للوصول الى فهم ادق للانشطة والمعاملات الزلزالية.

من المضلات التي تواجه الجيوفيزيائيين بصورة عامة والزلايين بصورة خاصة والتي هي ذات طابع اجتماعي اقتصادي هي ظاهرة الزلزالية المحتة بسـلء الخزانات وتكون البحيرات المائية خلف السدود الكبيرة وقد حظيت هذه الظاهرة باـتـباه خاص من قبل معظم الجهات العلمية . وتوجد حوالي ثلاثين حالة مسجلة والتي لوحظ فيها تكون فعالية زلزالية محتة عقب ملء الخزانات خلف السدود . وقد تراوح مستوى هذه الفعالية الزلزالية من الهزات الدقيقة والتي تسجل

بالاجهزة ذات الحساسية الشديدة الى هزة كبيرة مدمرة بقوة تصل الى اكثر من (٦) وهذه الهزات المدمرة قد اثارت اـتـباه العلماء في كل انحاء العالم .

بدأت في السنين القليلة الماضية عملية دراسة جدية لوضع نظام متكامل للتأمين ضد الزلازل وقد تطورت اساليب التأمين ضد الظواهر التي يصعب التنبؤ بوقوعها كالحريق والحوادث والبراكين بالاستعانة بالاسـلـح الاحصائية ولا نجد ما يمنع استعمال مثل هذه الاساليب مع الزلازل كواحدة من الكوارث الطبيعية بالرغم من عدم توفر الخلفية الاحصائية المتينة في المعلومات المتعلقة بسـلـ هذه الظواهر للقصر النسبي للـفـترات السـجـلية للزلازل . ومن المصاعب التي تواجه عملية التأمين ضد الزلازل هو أن جميع وثائق التأمين المسلحة تكون لنفس الهزة الارضية مما يضطر الشركة لدفع مبالغ كبيرة لعدد ضخم من الناس في وقت واحد بمـكـس التأمين ضد الحريق فبالرغم من كونه الزاميا في معظم الشركات

الطبيعة الباطنية لموقع البؤرة الزلزالية وعمقها عن سطح الأرض وكمية الطاقة المتحررة وطبيعة الصخور السطحية وغيرها من الصفات ولذلك فليس هنالك هزات متشابهة في التأثير والتدمير وان تساوت في كمية الطاقة المتحررة منها .

ان النتائج المترتبة عن حدوث الزلازل قد دفعت العالم الى العمل على دعم وتطوير علم الزلازل وانشاء المعاهد الدولية وعقد المؤتمرات الهادفة الى ربط العلماء المتخصصين ورفع مقدرتهم على دراسة الزلازل وتقليل مخاطرها والتنبؤ بحدوثها ان امكن وتصميم المنشآت المقاومة للزلازل وذلك من دراسة المعلومات من الموجات الزلزالية والمجلة في المراسد لاستعمالها للاغراض العلمية الصرفة والتطبيقية . ان تطوير أجهزة التسجيل وتوزيع المراسد الزلزالية وتوحيد أجهزة القياس والرصد وربطها بشبكة مركزية اصحت من المعالم المميزة لعلم الزلازل ، ولاشك ان الوطن العربي الذي يدخل مرحلة

العالمية الا ان الحريق يعرض جزءا قليلا من المشاركين في المرة الواحدة لحدوثه بشكل منفرد وان خرائط التقسيم الزلزالي يمكن الاستفادة منها كذلك للاغراض التأمينية والتأمين لا يقع الا على المباني المنشآت التي التزمت في تصميمها بالمعطيات الزلزالية الهندسية المقاومة للزلازل .

## الدراسات العلمية الجارية والمشاريع المستقبلية

تسبب الزلازل خسائر هائلة في الارواح البشرية الناتجة عن تخريب الابنية والمنشآت كما تحدث الشقوق والافصالات في قشرة الارض وتحدث الانزلاقات الارضية والانهيارات الجليدية وظهور الينابيع واختفاءها وتحرك التلجيات والتغير في مستوى سطح البحر وحدثت الموجات السامية المدمرة للمدن الساحلية كل هذه الحركات تتباين من منطقة لاخرى اعتمادا على

النمو السريع بحاجة ملحة الى شبكة رصد زلزالية لمعرفة المناطق الشديدة التأثير ودراسة المنشآت الصناعية والتجمعات البشرية بصورة حديثة ومتطورة .

ولا بد ان نشير هنا الى الدراسات العديدة الزلزالية للقطر والتي تمت في قسم علم الارض بجامعة بغداد منذ بداية السبعينات والتي لازالت مستمرة ... وقد دخلت العلوم الزلزالية مرحلة متقدمة بعد اقرار استحداث شبكة الرصد الزلزالي العراقية ومباشرة مرصد بغداد الزلزالي بالتسجيل المستمر منذ تموز ١٩٧٩ والعمل جار لاستكمال شبكة الرصد العراقية في مواقعها الاخرى . كذلك فهناك ضرورة لاستنباط المعاملات الزلزالية اللازمة لادخالها في التصاميم الهندسية للمشاريع الكبرى حيث اصبحت العلوم الزلزالية من العلوم البنية واخذت الجامعات ومؤسسات البحوث تدرس جوانبها المختلفة وتوظفها للوقاية وتخفيف مخاطر الزلازل عن الانسان . هذا وقد تم نشر عدد من البحوث المتعلقة بالمعلومات

الاساسية الخاصة بالتقسيم الزلزالي والمعاملات الزلزالية الهندسية للقطر .

ان اقامة شبكة رصد زلزالية ليست غاية بحد ذاتها بل وسيلة متسدة وفعالة لدراسة التأثيرات الزلزالية كما وان النتائج المستحصلة ذات جوانب وفوائد مباشرة وغير مباشرة اكايدمية وتطبيقية وهي تتطلب تواجد عدد من الكوادر المتدربة الكفوءة كما ان اقتناء الاجهزة ونصبها يجب ان يسير بخط متواز مع تهيئة الكوادر الثابتة والمتحسة لهذا النوع من العمل الدؤوب والمعتد .

#### الانظمة في مجالات العلوم الزلزالية : -

هناك أهداف اقتصادية وسياسية وعسكرية تدعم اعطاء موضوع الدراسات الزلزالية وتطبيقاتها العملية ما تستحقه من دعم .. وفي الوطن العربي بالذات .. ونحن نريد لمراسدنا العربية أن تساهم في تهيئة الخلفيات العلمية للوقاية من الآثار المدمرة للزلازل

وبذلك تسهم العلوم الزلزالية في خدمة البيئة وفي وقاية الانسان والاقتصاد القومي بأسلوب مباشر .

ان ذلك يتطلب دراسات عميقة للخلفية الزلزالية للمنطقة العربية والدول المجاورة وصولا الى تحديد المعاملات الزلزالية اللازمة للمصمم والمخطط العربي .. خاصة وان عملية الامتداد والتوسع الحضري لمناطق جديدة وللتعقيد الذي يرافق أسياب واستعمال التكنولوجيا الحديثة .. يجعل المجتمع أكثر تأثرا من ذي قبل بآثار الزلازل وبالتالي فان هذه العلاقة الجدلية هي التي أعطت لعلم الزلازل طابعة البيئي فالمجتمعات القديمة واساليب الحياة القديمة كانت تستطيع التغلب على آثار الزلازل او انها كانت تتص اثار الزلازل وتتقبلها بأسلوب اصبح غير ممكن في الوقت الحاضر فالمجتمعات الحديثة وفي الدول المتقدمة بالذات اصبحت أسيرة للتكنولوجيا ويستطيع زلزال صغير ان يعطل الاف الاجهزة والحاسبات الالكترونية فيشل قطاعات

فاعلة وبصورة مفاجئة ، ولما كانت خطط التنمية في الاقطار العربية سائرة في وتأثر سريعة في اقامة المجمعات الصناعية واقامة المباني العمودية ، فان وتأثر حصر الزلازل ذاتها والتي ما كانت لتسبب خلاا كبيرا في سير الحياة اليومية اصبح لها مردود لا بد وان يحسب له الف حساب .

ان الوصول الى أخذ المعطيات الزلزالية عند اقامة كافة المنشآت الحساسة والستراتيجية والخدمية هو غاية الهندسة الزلزالية .. كما أن الهندسة الزلزالية لا يمكنها ان تبدأ قبل توفر محطات الرصد الزلزالي المتطورة والمتعددة الحساسية لضمان التعرف الدقيق على الخلفية الزلزالية للمنطقة .

وبعد فان هدف الاحتياطات الهندسية الزلزالية هو التاكيد أنه في حالة وقوع زلزال يجب ان يكون هناك حد ادنى من الخسائر البشرية وان تكون كلفة التصليح والترميم أقل من كلفة البناء الاصلي .. وهنا فان

الاعتبارات الاقتصادية والسلامة العامة لا بد من اخذها بعين الاعتبار عند التصميم والتشييد ولا بد من الموازنة بين هذه المعطيات جميعا .

تعتبر العلوم الزلزالية من العلوم المتداخلة التي تستخدم العلوم الجيولوجية والعلوم الهندسية كمدخل لدراسة هذه الظاهرة كما يشكل التعاون الاقليمي والدولي اساس النشاط العلمي لطبيعة الموجات الزلزالية .. واذا علمنا ان الجمعية الزلزالية اليابانية قد تأسست عام ١٨٨٠ والجمعية الزلزالية الامريكية عام ١٩٠٦ يمكن ان نقدر اهمية التصدي العلمي المبرمج في مجابهة تحديات الطبيعة ومحاولة التقليل من اثار كوارثها ولعل اكبر دليل للتعاون الدولي هو المؤتمرات التي عقدتها منظمة اليونسكو لتدارس موضوع الزلازل على المستوى الدولي لتوحيد الجهود ولاختصار الزمن في مجابهة اثار الزلازل ... وهذه المؤتمرات هي :

١ - الاجتماع الحكومي حول علم الزلازل والهندسة

الزلزالية ( نيسان ١٩٦٤ ) وكان قد حضره من الجانب العربي ممثلو لبنان والمغرب والجمهورية العربية المتحدة .

ب - المؤتمر الحكومي للتخفيف من آثار الزلازل ( شباط ١٩٧٦ ) وكان قد حضره من الجانب العربي ممثلو الجزائر والعراق والاردن وليبيا وتونس .

ج - مؤتمر التوقع المبكر للزلازل ( نيسان ١٩٧٩ ) وقد حضره من الجانب العربي وفد متكامل من العراق وممثل عن جمهورية مصر العربية .

اما على المستوى العربي فقد عقدت الحلقة الدراسية العربية الاولى للعلوم الزلزالية في بغداد في كانون الاول ١٩٧٨ وحضرها بالاضافة الى خيرى اليونسكو المختصون من الاردن والامارات العربية والجزائر وفلسطين ومصر وليبيا والمملكة العربية السعودية وكانت ( مؤسسة ) البحث العلمي في العراق

قد نظمت هذه الحلقة بالتعاون مع اتحاد مجالس البحث العلمي العربية واتحاد الجيولوجيين العرب هذا وقد أصدرت وحدة الرصد الزلزالي ( بمؤسسة ) البحث العلمي في العراق الوقائع الكاملة للحلقة ووزعت على الاشراف المعنية كما أصدر اتحاد الجيولوجيين العرب عددا خاصا من مجلته ( الجيولوجي العربي ) عن هذه الحلقة .

لقد تضمنت توصيات الحلقة ٢٦ توصية موزعة تحت خمسة ابواب هي المسوحات الاحصائية العلمية ، أعداد الكوادر العربية المتخصصة ، شبكة الرصد العربية ، توصية للاقطار العربية والتوصيات العامة ، ان هذه الحلقة كانت بداية لجهود عربية مكثفة ومطلوبة في حقل العلوم الزلزالية وتطبيقاتها العملية . وفيما يلي ثبت توصيات الحلقة كاملة :

١ - العمل على حصر كافة الكوادر العلمية العاملة

والكوادر المهيأة للعمل في حقل العلوم الزلزالية للسنوات القريبة القادمة .

٢ - العمل على اجراء مسح لطبيعة دور الاجهزة والمراكز العربية المعنية بالعلوم الزلزالية وحصر أنجازاتها العلمية وما تملكه من معدات .

٣ - مسح اولي لكافة الخطط المستقبلية لاجهزة الرصد الزلزالي في الوطن العربي مع دراسة اولوية للمشاريع التي ستقام حديثا في بعض الاقطار العربية .

٤ - مسح عام لكافة الدراسات المتوفرة عن العلوم الزلزالية والهزات الارضية التي حدثت في الوطن العربي سواء ما تم انجازه داخل او خارج الوطن العربي وتحديد أماكن محطات الرصد الزلزالي العربية المقامة وتلك التي ستقام في المستقبل وأعداد خارطة عربية للتوزيع الزلزالي وعلى مستوى الوطن العربي .

٥ - ضرورة الاهتمام بالتراث العلمي العربي الذي  
يبحث العلوم الزلزالية وعلوم الأرض •

يرى المهتمون في أعمال الحلقة أهمية ما يلي :  
١ - السعي لادخال العلوم الزلزالية في مناهج كليات  
العلوم والهندسة وخاصة على مستوى الدراسات  
العليا والطلب الى اتحاد الجامعات العربية للسعي  
لتنفيذها هذا المقترح •

٢ - أهمية إقامة حلقات دراسية متخصصة ودورات  
تدريبية ودورات تنشيطية للعاملين العرب في شتى  
العلوم الزلزالية والاستعانة بذلك بالمنظمات  
الدولية المتخصصة •

٣ - لأهمية تعريب العلوم الزلزالية لفائدة جموع  
الباحثين العرب يرى المشاركون أهمية التركيز  
والبدء الفوري في عملية التعريب واعتادها لغة  
أساسية لكافة الباحثين العرب في هذا المجال •

٤ - لابد من السعي لإقامة حلقات دراسية وعقد  
دورات تدريبية وتبادل المعلومات والخبرات مع  
الدول المجاورة للوطن العربي والدول الصديقة  
الأخرى لما فيه فائدة تطوير الكوادر العربية •

٥ - لأهمية الاعلام العلمي في توفير كافة المعلومات  
العملية المتعلقة بعلوم الزلازل والهندسة الزلزالية  
يرى المشاركون أهمية إصدار نشرات متخصصة  
في هذا المجال ويقترحون ان يبادر اتحاد  
الجيولوجيين العرب في الاعداد لاصدار مثل هذه  
النشرات بالتعاون مع الجهات المختصة العربية •

٦ - أهمية السعي لاعداد الكوادر الوسطى في مجال  
تشغيل وأدامة وصيانة الاجهزة والمعدات ذات  
العلاقة •

يرى المشاركون في الحلقة أهمية ما يلي :

١ - تطوير وانشاء محطات للرصد الزلزالي في كافة الاقطار العربية .

٢ - وضع الخطط العملية للبدء بتنفيذ شبكة رصد عربية موحدة من خلال ربط المراكز القطرية بعضها ببعض والطلب الى اتحاد مجالس البحث العلمي العربية باعداد الدراسات الاولى حول هذا الموضوع .

٣ - لابد من العمل على توحيد اجهزة القياس والرصد ما امكن ذلك بين الاقطار العربية لتسهيل عملية المقارنة والمعايرة بالمستوى المطلوب .

٤ - السعي الجاد لتهيئة كافة مستلزمات انشاء مركز عربي لتجميع وتحليل البيانات الزلزالية التي تحصل عليها المحطات الزلزالية العربية .

٥ - العمل على وضع أجهزة في مواقع متنازة لتحس الهزات الشديدة .

ويرى المشاركون في أعمال الحلقة التوصية لحكومات الاقطار العربية بما يلي :

١ - اهمية انشاء جهة مركزية يوكل اليها عملية الاشراف على نشاطات الرصد الزلزالي والبحوث الزلزالية والهندسية الزلزالية واستحداث لجان وطنية تساهم فيها كافة الجامعات والمؤسسات ذات العلاقة لتعميق التنسيق وضمان الانسجام والتعاون التام في النشاطات العربية والاقليمية والعالمية .

٢ - ان تطوير المعرفة باهمية الهندسة الزلزالية وعلاقتها المباشرة بالمشاريع الانشائية يقتضي تنسيق الجهد بين مراكز ووحدات الرصد الزلزالي الوطنية والمؤسسات الانشائية ومن أجل ذلك لابد من دراسة المشاريع الانشائية ذات العلاقة وخاصة

المشاريع المتعلقة بإنشاء الخزانات والسدود المشابهة  
من المشاريع المهمة الأخرى •

٣ - الطلب من الشركات الأجنبية التي تقوم بتنفيذ  
مشاريع انشائية ضخمة في الوطن العربي القيام  
بالدراسات الزلزالية بدقة لغرض اعتمادها في  
الوطن العربي للقيام بالدراسات الزلزالية إلى  
الجهات المختصة •

٤ - دعوة الاقطار العربية للسمي الجاد وراء القوانين  
اللازمة لاختذ الاحتياجات أثناء تصميم وإنشاء  
المباني الكبيرة وبما يتعلق بالتأثيرات الزلزالية •  
٥ - يدعو المشاركون في الحلقة الاقطار العربية لاقامة  
مشاريع زلزالية تجريبية مشتركة تستهدف اقامة  
مسح زلزالي على مستوى الوطن العربي •

يوصي المشاركون في الحلقة بما يلي :

١ - ان تتعاون المنظمة العامة للمواصفات والمقاييس  
مع المؤسسات القطرية للقياسات بالعمل على وضع  
مؤشرات للتصاميم الهندسية الزلزالية وحث  
منظمات المواصفات والمقاييس لوضع هذه  
المؤشرات في خدمة القائمين بتصميم المشاريع  
والمنشآت الكبرى •

٢ - دعوة كافة الاتحادات والمنظمات العربية المعنية  
بالعلوم الزلزالية الى تشجيع التعاون بين العلماء  
العرب لاجراء البحوث الميدانية في الاقطار العربية  
وتطوير المعلومات المتوفرة عن الخلفية الزلزالية •

٣ - توصي الحلقة بدعم جامعات الوطن الفلسطيني  
المحتل باستحداث اقسام لتدريس علوم الارض •

٤ - أهمية عقد الحلقة الدراسية العربية الثانية للعلوم  
الزلزالية في احد الاقطار العربية خلال عامين •

٥ - توصي الحلقة اتحاد مجالس البحث العلمي  
العربية بتأليف لجنة عمل ومتابعة تجتمع دوريا  
للنظر في ما تم انجازه من التوصيات واقتراح

## أهمية إقامة الشبكة الزلزالية العربية

تأهب العلوم الزلزالية دورا كبيرا منها في متابعة ومراقبة النشاط الزلزالي ودراسة توزيعه وشدته واحتمالات تكراره مما له أهمية في تخفيف آثاره والعمل على اتخاذ الوسائل الكفيلة بتخفيف وطأة الآثار المدمرة لهذه الكوارث الطبيعية . وبالتالي فإن الشبكة الزلزالية المقترحة ستأخذ على عاتقها مهمة تحديد المهمات الزلزالية الكفيلة بتخفيف المخاطر وتحديد المواقع الأكثر خطورة وتجنب إقامة المنشآت الحساسة عليها ، أو اخذ الظروف المرافقة للهزات الأرضية بنظر الاعتبار عند إقامة هذه المنشآت كالمصانع والسدود والخزانات ومحطات الطاقة النووية والمخازن الاستراتيجية وغيرها .

قبل ان تحدد أهداف الشبكة العربية المياريّة للتسجيل والمراقبة والتحليل المركزي لمعطيات الزلازل في الوطن العربي يمكن القول ان المعرفة الحالية للظروف

الجهات الواجب التعاون معها في صدد تدريب الكوادر والاستشارات الفنية وتوفير الاجهزة واعداد دراسات الجدوى .

ومن الجدير بالذكر ان خطوات عملية اخرى قد اتخذت كان اولها عقد الحلقة الدراسية العربية الثانية للعلوم الزلزالية في مدينة الرباط المغربية في تشرين الاول ١٩٨١ حيث اكدت على التوصيات السابقة .

كذلك فقد أعدت دراسة جدوى متكاملة حول إقامة شبكة رصد زلزالي عربية وقد أعدت الدراسة لجنة من العرب والاجانب جرى اختيارهم من قبل منظمة اليونسكو بناء على طلب الصندوق العربي للانماء الاقتصادي والاجتماعي وأنجزت الدراسة وكان من اول ثمراتها البدء باقامة معهد الهندسة الزلزالية في الجزائر .

وهناك اتصالات بين المختصين العرب للتخضير لعقد الحلقة الدراسية العربية الثالثة للعلوم الزلزالية في احد العواصم العربية في عام ١٩٨٥ .

المصاحبة لحصول الزلازل لا توفر اسلوبا موحدا او متبعا في أي موقع في العالم للانذار المبكر او التنبؤ بالزلازل ، وان كان هذا الامر هدفا علميا تبني الوصل اليه الجامعات البحثية المختصة خلال العقود القادمة في الدول المتقدمة والاشد تأثرا بالزلازل .

ولا شك ان اقامة الشبكة العربية يفسح المجال للمساهمة في مراقبة هذه الفعالية الطبيعية وتحديد المواعيد والمواقع التقريبية لنشاطها ولعلاقة اوجه النشاط الجيولوجي هذه بالمواقع الجيولوجي لمنطقة ما فان الحلول او الصيغ التي تتوصل لها المراسد الاجنبية في مناطق تختلف جيولوجيا عن بعضها البعض لا تنطبق بالضرورة على الظروف الحالية للمنطقة العربية .

ولا بد من التاكيد على ان فعاليات الرصد الزلزالي من الامور التي لا يمكن القيام بها على الوجه الاكمل دون تعاون مبرمج منظم بين دول متعددة تملك اجزة متشابهة ومراسد معتمدة من ناحية وبين المراكز العالمية

المعروفة لضمان تبادل المعلومات والخبرات من ناحية اخرى . فضلا عن ان اقامة شبكة رصد زلزالية عربية موحدة يعد من الامور المهمة لاعتبارات حضارية وامنية وعلمية تطبيقية .. ولما كانت معظم الاقطار العربية في مراحل غير متقدمة في مجال رصد النشاط الزلزالي فان استحداث هذه الشبكة سوف لن يواجه عقبات كثيرة .

توفر شبكات الرصد والمراقبة الزلزالية بالاضافة الى واجباتها الرئيسة معلومات ثينة لها علاقة بالدراسات البيئية ، وتوفر كذلك للدراسات الاكاديمية والتطبيقية ما تحتاجه لدراسة القشرة الارضية وتحديد مواقع المعادن الاقتصادية والتجمعات الهيدروكاربونية فضلا عن تحديد الاتجاهات البنائية الاساسية للقشرة الارضية .

ان جمع المعلومات المسجلة لها فوائد ثينة تساعد على تقدير درجة الخطورة ووضع المؤشرات الهندسية والقياسية المتعلقة باقامة المشاريع الحيوية الكبرى .

وبالامكان تلخيص الاهداف المرجوة من تجميع وتحليل المعطيات الزلزالية بعد تسجيلها على النحو الاتي :

١ - التعرف على المواقع السيزموتكتونية للمنطقة العربية وربطها بالمواقع السطحية للبؤر الزلزالية .  
٢ - اعداد خرائط التوزيع الزلزالي وتنقيحها بصورة مستمرة .

٣ - استنباط مؤشرات للتنبؤ واقتراح المستلزمات للتخفيف من حدتها واعداد خطط وبرامج الاغاثة في المنطقة المتأثرة بالزلازل .

٤ - اعداد خرائط المخاطر والاحتمالات الزلزالية واعداد نظم المعاملات الزلزالية للابنية والمنشآت الكبرى .

٥ - بالنسبة للمناطق المطلة على البحر ، فان الاهتمام سيوجه لدراسة الموجات السنمائية ونصب اجهزة الانذار المبكر وتحديد سبل الوقاية .

٦ - اقامة شبكة التسجيل العنيف للمناطق الاكثر تعرضا للزلازل واستنباط المعاملات الهندسية من القراءات .

٧ - دراسة ومراقبة الخلفية الزلزالية لمواقع السدود والخزانات ودراسة موضوع الهزات التاريخية من اوجه النشاط البشري المتعلقة باقامة المشاريع الكبرى .

٨ - دراسة صيانة المنشآت الاثرية في المنطقة العربية من الزلازل المدمرة .

٩ - تعسيق وخلق التعاون الاقليمي والدولي في مجال العلوم الزلزالية والهندسة الزلزالية .

١٠ - تجميع المعلومات من الطبيعة الاهتزازية للارض ودراسة الطبيعة الارضية وميكانيكية حدوث الزلازل وأساليب تحرير الطاقة الكامنة في الصدوع العميقة للقشرة الارضية وما تحتها .

١١ - أن اقامة مركز عربي لتحليل المعطيات الزلزالية

المستقاة من شبكة الرصد الزلزالي العربية التي لا بد وان تستعمل احدث وسائل نقل المعلومات عبر القمر الصناعي العربي سوف تحتاج الى كوادر علمية متخصصة ومتكاملة ولا بد وان ينوا هذا المركز ليصبح مركزا عربيا للعلوم الجيوفيزيائية وان تظم المراصد القطرية باجهزة تسجيل المجال المغناطيسي وتسجيل المد الارضي وغيرها من الاجهزة الجيوفيزيائية انطلاقا من مبدأ النظرة الموحدة للمعطيات الفيزيائية الطبيعية للارض ومحاولة استنتاج الحقيقة العلمية الواحدة بأساليب مختلفة .

ان اقامة شبكة عربية للرصد الزلزالي يتفق مع مقررات المؤتمر الحكومي الدولي للتقليل من اخطار الزلازل الذي ظلمته اليونسكو في شباط / ١٩٧٦ وتوصيات مؤتمرات وزراء الدول العربية المسؤولين عن تطبيق العلم والتقنية في خطط التنمية ( كاستمر ) المنعقد في آب / ١٩٧٧ ، وتوصيات الحلقة الدراسية

العربية الاولى للعلوم الزلزالية المنعقدة في كانون الاول ١٩٧٨ في بغداد وتوصيات الحلقة الدراسية العربية الثانية للعلوم الزلزالية المنعقدة في تشرين الاول ١٩٨١ في الرباط .

ونظرا لتعرض عدد غير قليل من الاقطار العربية لاضرار الزلازل بدرجات متفاوتة خلال تاريخها القديم والحديث وانطلاقا من الرغبة في جعل المجتمعات البشرية اقدر على تقييم الخطر الزلزالي واتخاذ الاحتياطات اللازمة لتجنبه ، فقد أكدت الدراسات والتوصيات والمقترحات على ضرورة دعم وتطوير مراكز الرصد الزلزالي الموجودة واستحداث مراكز جديدة وصولا الى انشاء شبكة رصد زلزالي عربية وفق خطة تتولى الاقطار العربية تنفيذها اعتمادا على الخبرات العربية ومعونة المنظمات الدولية المعنية .

وفي الوقت الذي تتوفر على سطح الارض اكثر من الف محطة رصد زلزالي ترتبط أعداد كبيرة منها

## المصادر

### ١ - المصادر العربية

- ١ - الجيولوجيا العامة - الطبيعية والتاريخية - ١٩٧٩  
سهل السنوي واخرون - الطبعة الاولى - جامعة  
بغداد .
- ٢ - وقائع الحلقة الدراسية العربية الاولى للعلوم  
الزلزالية - اعداد وحدة الرصد الزلزالي - مجلس  
البحث العلمي - بغداد .
- ٣ - ملاحظات عامة حول العلوم الزلزالية ومستقبلها في  
الوطن العربي . سهل السنوي - مجلة البحث  
العلمي العربي - العدد الاول - ١٩٧٩ .
- ٤ - الشبكة العربية والمركز العربي للرصد الزلزالي -  
مجلة البحث العلمي العربي - العدد السابع السنة  
الثانية - تشرين الاول - ١٩٨٢ .

### ب - المصادر الاجنبية

1. Elementary Seismology; K.F. Richter; 1958;  
W.H. Freeman and Co.
2. Introduction to Seismology; M. Båth; 1973;  
Birkhauser Verlag.

بالشبكة الاوربية - الامريكية . . . أو بالشبكة  
السوفيتية والاوربية الشرقية . . . فإن ما يوجد من  
المراسد العربية لا يزال محدودا ، أما المراسد العربية  
المعتمدة فهي مرصد حلوان في مصر ، ومرصد بغداد  
الزلزالي والمراسد التونسية والجزائرية والمغربية كما  
توجد في فلسطين المحتلة شبكة معقدة ومتقدمة للرصد  
الزلزالي يستخدمها النظام العنصري الصهيوني لاغراض  
أمنية كثيرة بالإضافة الى استعمالها العلمية الاعيادية .  
أن إقامة شبكة عربية للتسجيل والرصد للهزات  
الارضية في وقت مبكر له مبررات اقتصادية وعلمية  
وأهداف قريبة وبعيدة ، وتضمن هذه هيئة الخلفيات  
العلمية للوقاية من الآثار المدمرة ولما يتطلبه ذلك من  
دراسات معقدة للخلفية الزلزالية وتاريخها في المنطقة  
العربية وما يجاورها ضامنا لوقوع حد ادنى من الخسائر  
البشرية ، لضمان سلامة المنشآت الاستراتيجية من  
الدمار .

جدول رقم (١) يبين اهم الزلازل المسجلة في العالم

الخسائر البشرية	التاريخ	المكان
٤٥٠٠٠	٨٥٦	اليونان
٢٥٠٠٠	١٠٥٧	الصين
٦٠٠٠٠	١٢٦٨	اسيا الصغرى
١٠٠٠٠٠	١٢٩٠	الصين
٢٠٠٠٠	١٢٩٢	اليابان
٦٠٠٠٠	١٤٥٦	ايطاليا
٢٠٠٠٠	١٥٢١	البرتغال
٨٣٠٠٠٠	١٥٥٦	الصين
٩٢٠٠٠	١٦٩٢	ايطاليا
٢٠٠٠٠٠	١٧٢٧	الهند
٤٠٠٠٠٠	١٧٥٥	ايران
٧٠٠٠٠٠	١٧٥٥	البرتغال
٢٢٠٠٠٠	١٨٢٢	اسيا الصغرى و حلب
٥٠٠	١٨٩٧	الهند
٧٥٠٠٠	١٩٥٨	ايطاليا
٥٠٠٠٠	١٩٠٦	سان فرانسيسكو
٨٠٠٠٠٠	١٩٢٠	الصين
١٤٣٠٠٠	١٩٢٣	اليابان

3. Earthquake Engineering; 1974; A.S. Arya and others (editors), Saria Prakashan Publ. Co.
4. Introduction to the Theory of Seismology; 1959; K.E. Bullen; Cambridge University Press.
5. Earthquakes, a Primer; B. Bolt; 1978; W.H. Freeman and Co.

جول رقم (٢) بعض الزلازل التاريخية في العراق

الزمن	الموقع التقريبي
١٢٦٠ ق م	بابل
٦٠٠ ق م	معبد في سنجار قد تهدم
٥٩٢ ق م	الزاب الاعلى
٥٦٧ ميلادي	هزة ارضية في حوض الزاب الاعلى
٧١٨ ميلادي	حول منطقة اور
٨٤٩ ميلادي	حول مدينة بغداد
٨٦٠ ميلادي	حول مدينة بغداد
٨٧١ ميلادي	منطقة واسط
٨٨١ ميلادي	مدينة بغداد
٩٠٢ ميلادي	بغداد والبصرة
٩٥٨ ميلادي	حول مدينة بغداد
٩٧٢ ميلادي	منطقة واسط
٩٧٧ ميلادي	حول مدينة بغداد
٩٨٦ ميلادي	حول مدينة الموصل
١٠٠٧ ميلادي	منطقة سلمان باك وديالى
١٠٥٨ ميلادي	منطقة بغداد وواسط وتكريت وعانة والموصل

١٠٧١ ميلادي	منطقة بغداد
١١١٧ ميلادي	منطقة بغداد
١١٢٩ ميلادي	منطقة بغداد
١٦٦٦ ميلادي	مطقة مدينة الموصل
١٦٨٠ ميلادي	منطقة راقوة
١٧٦٩ ميلادي	منطقة مدينة بغداد
١٨٦٤ - ١٨٦٥	منطقة مدينة بغداد
١٨٦٥	منطقة مدينة البصرة وسوق الشيوخ
١٨٦٧	منطقة مدينة بغداد

المكان	التاريخ	الخصائص البشرية
تركيا	١٩٣٩	٢٣ر...
تنجيكى	١٩٣٩	٣٠ر...
الهند	١٩٣٥	٥٦ر...
رومانيا	١٩٤٠	٣ر...
الهند	١٩٥٠	١٥٠٠
تركيا	١٩٥٣	١٢٠٠
الاصنام	١٩٥٤	١٦٠٠
افغانستان	١٩٥٦	٢ر...
ايران	١٩٥٧	٢٥٠٠
ايران	١٩٥٧	١٤٠٠
اغادير (المغرب)	١٩٦٠	١٤ر...
شيلي	١٩٦٠	٥٧٠٠
ايران	١٩٦٢	١٤ر...
سكوبيا - يوغسلافيا	١٩٦٣	١٢٠٠
ايران	١٩٦٨	١١ر٦٠٠

٢٠ر...	١٩٧٠	بيرو
١٠ر...	١٩٧٢	نيكاراغوا
١ر...	١٩٧٦	ايطاليا
٢٣ر...	١٩٧٦	غواينمالا
٦٥٠ر...	١٩٧٦	الصين
٢٠٠٠	١٩٧٧	رومانيا
٢٥٠٠ اكثر من	١٩٨٠	(الاصنام)
٢٠ر... اكثر من	١٩٨٠	ايطاليا

جدول رقم (٣) اهم الزلازل الحديثة المسجلة في المناطق  
الحيطه بمدينة بغداد على نصف قطر ١٥٠ كيلو مترا

السنة	الشهر	المقدار الزلزالي
١٩١٨	نيسان	٥ر٧
١٩١٩	آب	٥ر٣
١٩٢٠	نيسان	٥ر٣
١٩١٧	تموز	٥ر٦
١٩٢٧	تشرين ثاني	٥ر٦
١٩٢٠	ايار	٥ر٠
١٩٣٢	كانون ثاني	٥ر٠
١٩٤٠	تموز	٥ر٤
١٩٥٠	كانون ثاني	٥ر٠
١٩٥٦	اذار	٥ر٢
١٩٦٢	تشرين اول	٤ر٠
١٩٧٢	كانون ثاني	٥ر٣
١٩٦٢	حزيران	٥ر٣
١٩٦٧	نيسان	٣ر٩
١٩٧٥	نيسان	٣ر٧
١٩٧٦	شباط	٣ر٥

جدول رقم (٥) نموذج استقصاء عن هزة ارضية

معلومات عن هزة ارضية حدثت يوم تاريخ  
الساعة والدقيقة في منطقة محافظة

يرجى ارسال المعلومات الاتية الى العنوان التالي :

١ - حالة الشخص الذي شعر بالهزة الارضية

١ - اذا كان داخل المبنى

نوع المبنى : مبني من الصجارة او الطين

مبني من الطوب ( الطابوق ) او المساكن الجاهزة

مبني من الخرسانة المسلحة

في اي دور كان الشخص موجودا عند وقوع الهزة الارضية

حالة الشخص :

واقفا نائما ام مستيقظا

جالسا دون حركة او في حالة حركة

واقفا في حالة سكون ام متحركا

ب - اذا كان خارج المبنى

حالة الشخص :

واقفا جالسا واقفا

مشتتلا سائرا واقفا

راكبا سيارة ( هل كانت سائكة  
ام متحركة )

١- سلوك الأشخاص خلال الهزة الأرضية وبعدها

عدد الأشخاص في المنطقة الذين شعروا بالهزة

عدد قليل كثير كلهم

عدد الأشخاص الذين استيقظوا من نومهم من الهزة الأرضية

عدد قليل عدد كثير كلهم

بعد الهزة هل اضطرت للفرار من المنطقة ؟ نعم لا

بعد الهزة هل اضطرت للفرار من المنطقة ؟ نعم لا

٢ - سلوك الحيوانات

قبل وخلال وبعد حدوث الهزة الأرضية

هل حدث إزعاج للحيوانات ؟

قبل وخلال وبعد حدوث الهزة الأرضية

٤ - هل سمعت أصواتا

قوية ام متوسطة ام ضعيفة ؟

أين كان مصدرها

تحت الأرض في المنازل في الهواء ؟

ومتي ؟ قبل أو خلال أو بعد حدوث الهزة الأرضية ؟

نوع الأصوات ؟ دوي - صف هواء مثل الرعد - انفجار

٥ - كيف شعرت بالهزة الأرضية ؟

- هل حدث لك فقدان توازن أو اهتزاز أو سقوط على الأرض ؟

- ما هو اتجاه الهزة ؟ - رأسية من أعلى إلى أسفل أم العكس ؟

ب - القية من الشمال إلى الجنوب من

الشرق الغرب ... الخ ؟

- ما هو عدد الاهتزازات التي شعرت بها ؟

- ما هي الفترات الزمنية بين كل هزة وأخرى والمدة لكل هزة ؟

- نوع الهزة الرئيسة : شديدة جدا شديدة متوسطة ضعيفة ؟

٦ - يرجى الإجابة بنعم ام لا على الآتي :

- هل لاحظت اهتزازا لزجاج النوافذ

- هل سمعت طققة للأسقف أو الأرضيات أو الحوائط ؟

- هل لاحظت اهتزازا للأشياء المعلقة ( المعلقة من السقف ) مثل

المصابيح أو الثريات ؟

- هل لاحظت توقفا في بندول ساعة الحائط

- هل لاحظت اهتزازات في السوائل داخل الأواني المكشوفة ؟

- هل سمعت رنينا للأواني أو بعض الأدوات المعدنية على المائدة ؟

- هل لاحظت سقوط معي من السقف ؟

- هل لاحظت شقوقا في الحوائط ؟

- لاحظت سقوطا للمداخل ؟

٧ - ١١١ انت خارج المبني ( وقت وقوع الهزات الارضية )

- هل لاحظت وميلسا او شممت رائحة غريبة ( أين وكيف )
- هل حدث تغير في درجة الحرارة - منسوب المياه في الابار - مستوى سطح الارض ؟
- هل حدث تأثير في التربة ( الارض ) :
- مثل ظهور شقوق ( انجاسها ) او هبوطها فيها ؟
- هل حدث تغير للمياه من باطن الارض او نشات فوهات بركانية ؟

٨ - ١١١ كنت في البحر

هل حدث ارتفاع وانخفاض غير طبيعي في امواج البحر وما مقدار مدة زلزلته ؟

٩ - نتيجة الهزة الارضية في المنطقة

عدد الضحايا  
التلفيات في المباني

- ١- في اي عام حدث اخر زلزال ( قبل هذا ) في منطقتكم ؟
- ١١- ما هي المناطق المجاورة الاخرى التي شعرت بالهزة الارضية ؟
- ١٢- بيانات عن الرسل :

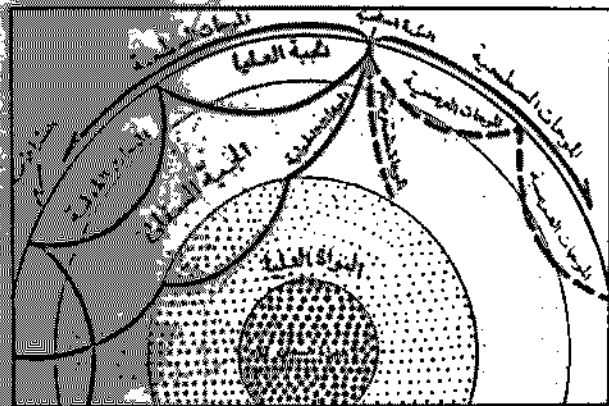
الاسم :  
الولاية :  
المنوان :  
التاريخ :  
الامضاء :

الطبيعة	العمق	الحجم		الكثافة	الكثافة	الخواص
التيارة	A	كسم <sup>٣</sup> x10 <sup>٣</sup>	النسبة التربة	غم/سم <sup>٣</sup>	غم x10 <sup>٣</sup>	غير متجانس
	B	33		2.94	0.05	متجانس
	C	413	83.3	3.90	4.05	منطقة انتاجية متجانس على الاكثر
	D	984		5.10		
	2898					
	E	4982	175.0	16.2	10.5	1.88
	F	5121				
النسبة	G	6371		14.53		متجانس سائل منطقة انتاجية متجانس قليل

[illegible]

(1) John Doe

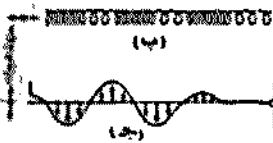
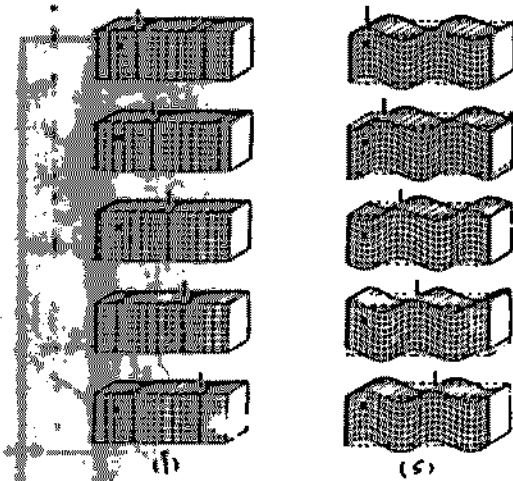
رقم الوثيقة	الوصف	التاريخ				ملاحظات
		البدء	النهاية	المتوسط		
1	الوثيقة الأولى	1900	1905	1902.5	ملاحظات	
2	الوثيقة الثانية	1905	1910	1907.5	ملاحظات	
3	الوثيقة الثالثة	1910	1915	1912.5	ملاحظات	
4	الوثيقة الرابعة	1915	1920	1917.5	ملاحظات	
5	الوثيقة الخامسة	1920	1925	1922.5	ملاحظات	
6	الوثيقة السادسة	1925	1930	1927.5	ملاحظات	
7	الوثيقة السابعة	1930	1935	1932.5	ملاحظات	
8	الوثيقة الثامنة	1935	1940	1937.5	ملاحظات	
9	الوثيقة التاسعة	1940	1945	1942.5	ملاحظات	
10	الوثيقة العاشرة	1945	1950	1947.5	ملاحظات	



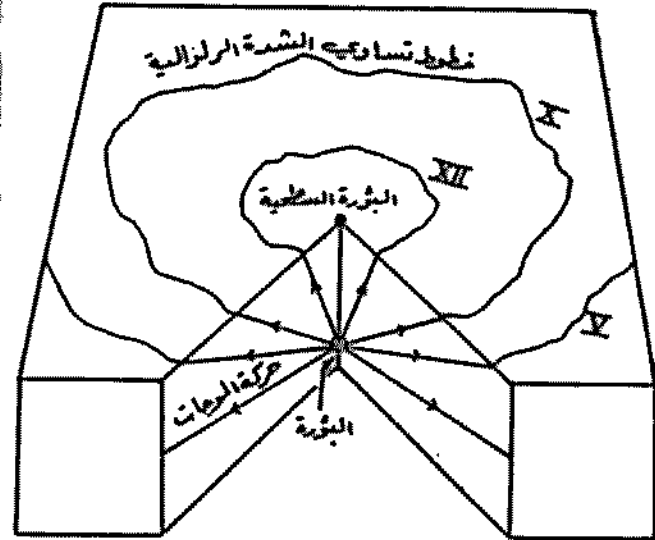
شكل - ٤. - التقسيم الطبقي للأرض من الداخل إلى الخارج: القشرة، المantos، والنواة. تمديد مسار الموجات الزلزالية.



حركة سيرالوجيات

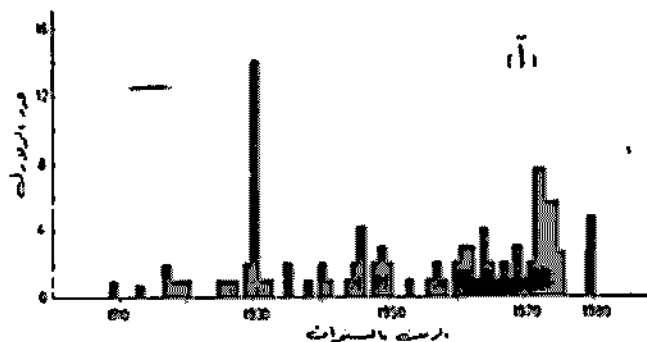


شكل ٤- حركة المباني: الزلزالية الطولية (أ) والعمودية (ب) المستعرضة (ب) (أ).

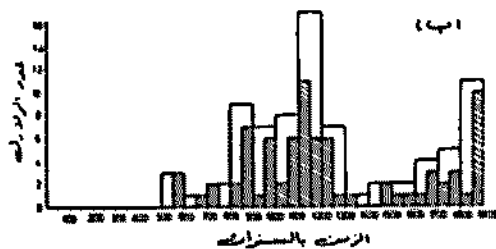


شكل ٣- مقطع في بؤرة زلزالية مع خطوط تساوي الشدة الزلزالية.



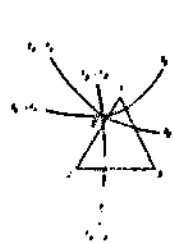


الزلازلية الحديثة للعراق

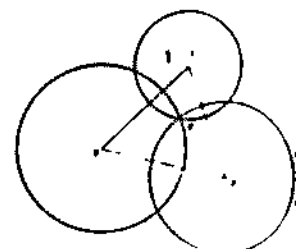


الزلازلية التاريخية للعراق

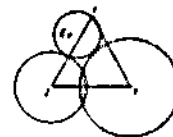
شكل ٨- الزلازلية الحديثة والتاريخية للعراق.



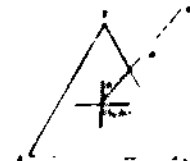
١ - طريقة التقاطعات في تعيين مواقع البؤر المسطحة للعراق



٢ - طريقة (S.P.P) في تعيين مواقع البؤر المسطحة للعراق

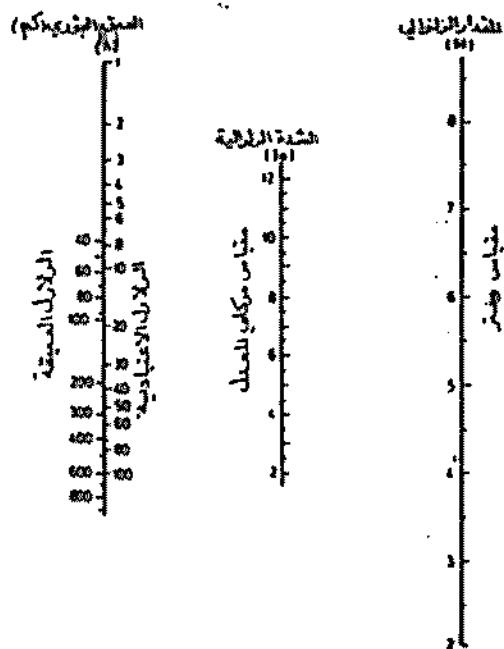


٣ - طريقة المماسات في تعيين مواقع البؤر المسطحة للعراق

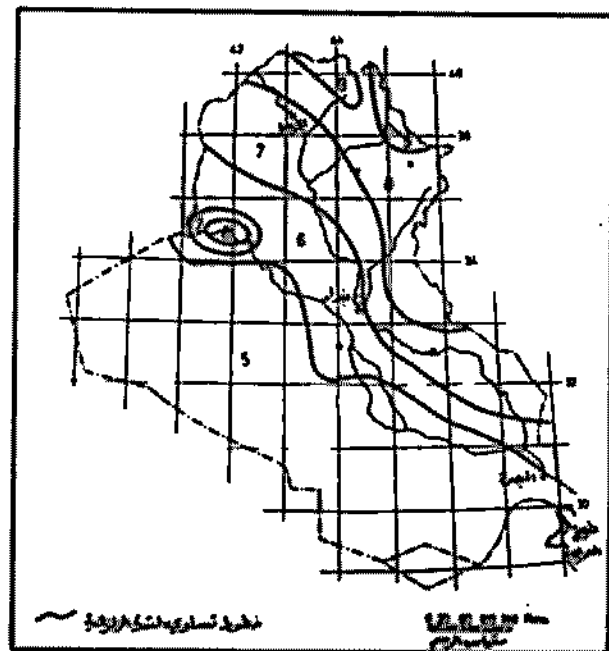


٤ - طريقة الأضلاع والمماسات في تعيين مواقع البؤر المسطحة للعراق

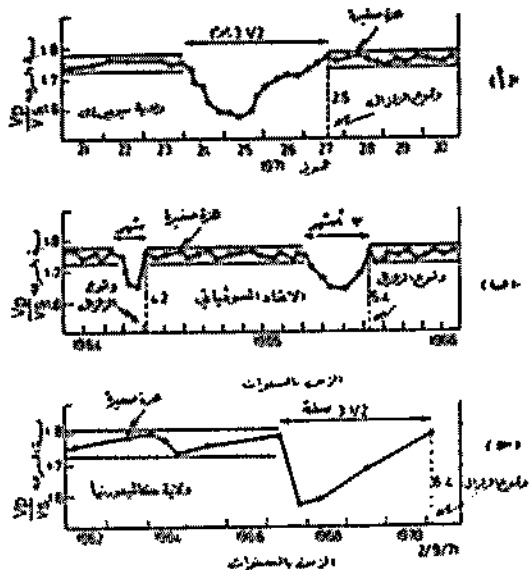
شكل ٩- تحليل بين أربعة من الطرق المستخدمة لتقدير للمواقع المسطحة للبؤر الزلزالية



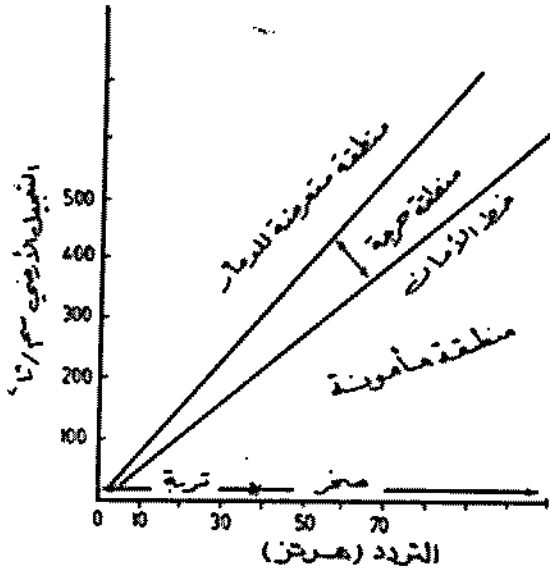
الشكل ٨-١. مخطط يوضح العلاقة بين المقدار الزلزالي (M) والشدة (I) والعمق البشري (H) حيث يمكن عند معرفة كيتين تقدير الكمية الثالثة.



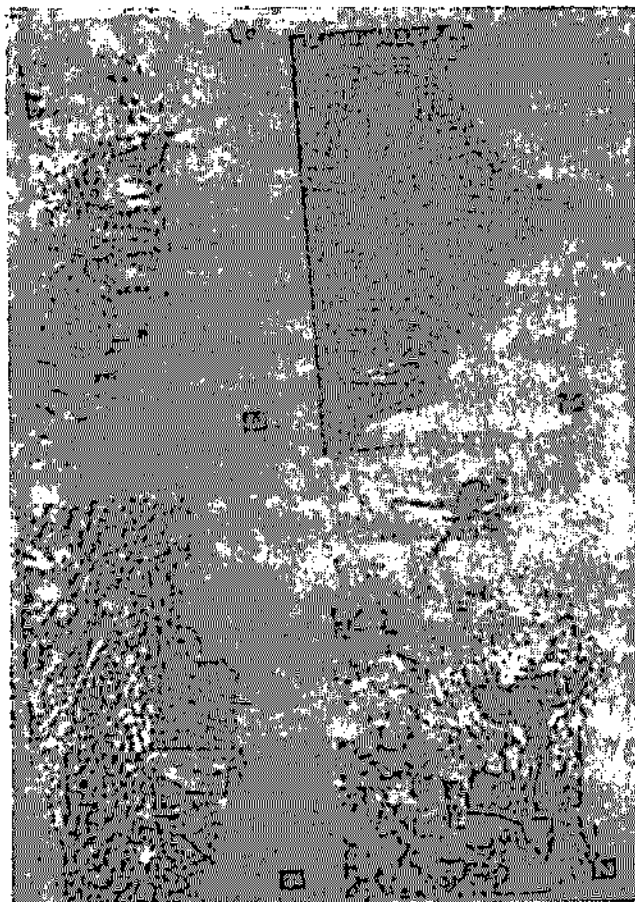
الشكل ٩-١. التقسيم الزلزالي للعراق، وتوضح الخطوط مناطق تساوي الشدة الزلزالية.



شكل ١٢ - مخطط يبين تغير نسبة السرعة الطولية للسرعة العرضية  $\frac{V_D}{V_S}$  في بعض المناطق المنخفضة  
 ارتفاعاً في العالم مع الزمن وعلاقة هذا بالتغير المتأخر في كمية التغير بالترددات  
 حيث تمثل كل نقطة من المخطط علاقة بين سرعة العرضية وسرعة الترددات  
 حيث  $\frac{V_D}{V_S}$  تمثل نسبة التغير في سرعة العرضية إلى سرعة الترددات في حالة حصول  
 جنة كما في الحالة (ج) وبعد شهرين من جنة أسبوعاً كما في الحالة (ب) وبعد  
 جنة كما في الحالة (أ).



شكل ١١ - مخطط يبين أقصى قيمة مسموحة للتسجيل  
 الأرضي مع الترددات للمباني في حالة حصول  
 هزة أرضية.



## جدول المحتويات

صفحة	
٥	تقديم
٧	العلوم الطبيعية وعلم الارض
١٢	المكونات الاساسية للارض
٢٠	الزلازل او الهزات الارضية
٢٢	كيف تحدث الزلازل
٢٨	التوزيع الزلزالي ونظرية الصفائح
٣٥	اساليب التسجيل والرمز الزلزالي
٤٠	زلازل العراق والوطن العربي
٥٠	الاعتبارات التطبيقية لعلم الزلازل والهندسة الزلزالية
٥٩	الاعتبارات البيئية للزلازل واحتمالات التنبؤ بحدوثها
٦٦	الدراسات العلمية الجارية والمشاريع المستقبلية
٨٣	اهمية اقامة الشبكة الزلزالية العربية
٩١	المصادر
٩٣	قائمة الجداول والاشكال والمخططات

رقم الايداع في المكتبة الوطنية - بغداد

( ١٨٢ ) لسنة ١٩٨٥

دار الحرية للطباعة - بغداد

١٤٠٥ هـ - ١٩٨٥ م

## Little Encyclopedia

A Fortnightly Cultural  
Series dealing with various  
branches of Science, Art,  
and Literature

ISSUED BY THE MINISTRY OF  
CULTURE & INFORMATION  
BAGHDAD

Editor-in-Chief  
Musa Kraidi

توزيع الدار الوطنية للترجمة والنشر