جامعة محمد بوضياف- المسيلة-

معهد تسيير التقنيات الحضرية

المستوى الدراسي: سنة ثالثة ليسانس

مقياس: الأخطار الحضريـــــة

المحور الثاني: الأخطـــار الجيولوجيـــة

محاضرة رقم(4): الـــــــــــزلازل

درسنا في المحور الأول الأخطار الهيدرو مناخية(الأعاصير، الفيضانات)، ثم درسنا مختلف الظواهر التي لها علاقة بالتغيرات المناخية والأخطار الناتجة عنها. وننتقل في هذا المحور إلى دراسة نوع آخر من الأخطار الجيوفيزيائية، وهي الأخطار الجيولوجية التي ترتبط أساسا بالنشاط الذي يحدث داخل الطبقات المكونة للغلاف الصخري للأرض، والمتمثلة أساسا في الزلازل والبراكين.

مدخل:

بنية الأرض

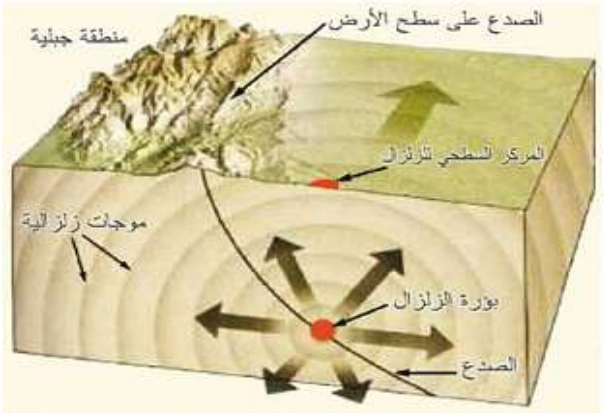
نظرية زحزحة القارات

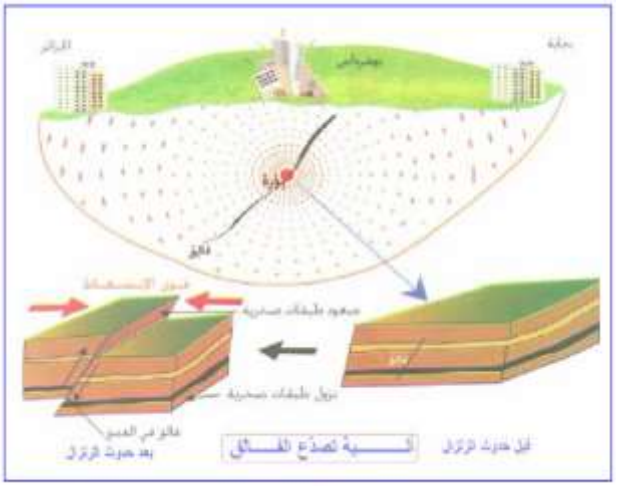
I- تعريف الزلازل:

عبارة عن اهتزاز سطح الأرض بشكل مفاجئ نتيجة لتعرض الصخور إلى التكسر والتمزق لتعرضها إلى قوى ضغط وشد أكبر من قوتها ،وبالتالي تحدث حركة للصخور على نطاق التصدع ينتج عنها طاقة تشع بشكل سريع من البؤرة الزلزالية ،إلى جميع الاتجاهات على شكل موجات يطلق عليها اسم الموجات الزلزالية، وتشتت هذه الطاقة سريعا كلما ابتعدت المسافة عن البؤرة الزلزالية.

II- نشأة الزلازل:

وتنشأ الزلازل في نقطة ما داخل الأرض تسمى البؤرة على سطح الفالق (الصدع) تتحرك منها الموجات الزلزالية إلى الخارج، فيما تعرف النقطة التي تقابلها على سطح الأرض بالمركز السطحي للزلزال.





III-أسباب حدوث الزلازل:

يعود السبب الرئيسي في وقوع الزلازل إلى نشاط الصدوع التي تخترق القشرة الأرضية ،بسبب عدم استقرار باطن الأرض،وضعف القشرة الأرضية،خاصة في المناطق الجيولوجية الحديثة التكوين(الزمن الثالث والرابع) أما الأسباب الثانوية فتتنوع بين البراكين، والانزلاقات الأرضية، وانهيار الكهوف الباطنية إضافة إلى الأسباب البشرية مثل إقامة البحيرات المائية الاصطناعية،استخراج النفط من جوف الأرض, اقامة السدود،التفجيرات النووية...الخ.

*نظرية الصفائح التكتونية:

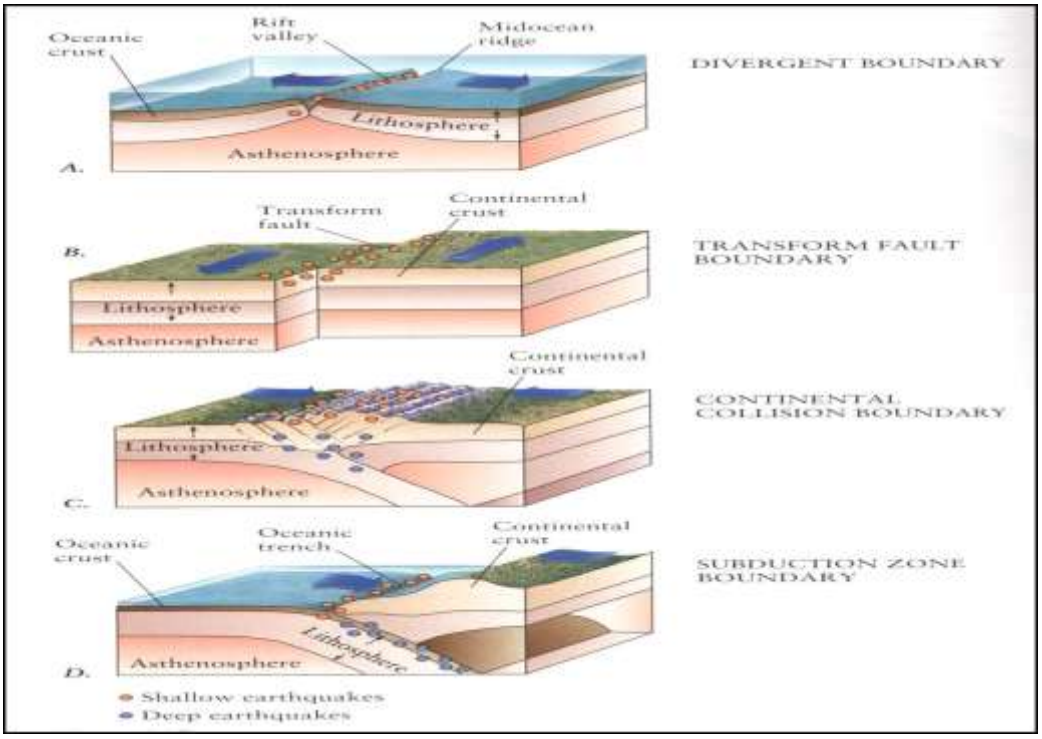
يقوم أساس هذه النظرية على أن قشرة الأرض كانت كتلة واحدة متصلبة, ونتيجة تأثير التيارات الحرارية المرتفعة القادمة من باطن الأرض(تيارات الحمل الحراري)، فقد تصدعت هذه القشرة على امتداد خطوط عدة إلى صفائح وألواح كبيرة وصغيرة غير منتظمة الشكل، هذه الصفائح يقدر عددها ب12 صفيحة تتحرك باستمرار في جهات مختلفة وبسرعات متفاوتة تتراوح بين 2 إلى 19 سنتمتر سنويا على طبقة لزجة(تعوم كالألواح) ينتج عن هذه الحركة:

* اصطدام صفيحتين ببعضهما البعض وانزلاق احداهما تحت الأخرى(مثل الصفيحة الأوراسيية و الأفريقية في عرض البحر المتوسط شمال الجزائر).

* تباعد صفيحتين عن بعضهما البعض(مثل الصفيحتين العربية والافريقية على امتداد البحر الأحمر).

* تحرك صفيحتين بمحاذاة بعضهما(الصفيحة العربية والصفيحة الأفريقية في غرب بلاد الشام).

عندما يتجاوز الإجهاد المتراكم عتبة المقاومة الداخلية للصخور فإنها تتكسر الأمر الذي يولد الزلازل محررا طاقة عالية



VI-الموجات الزلزالية:

تنطلق الموجات الزلزالية من مصدر الهزة في البؤرة، حيث تندفع الطاقة المحررة في القشرة الأرضية على شكل اهتزازات مرنة في كل الاتجاهات وتصنف هذه الموجات الزلزالية إلى:

*** الموجات الأولية:**

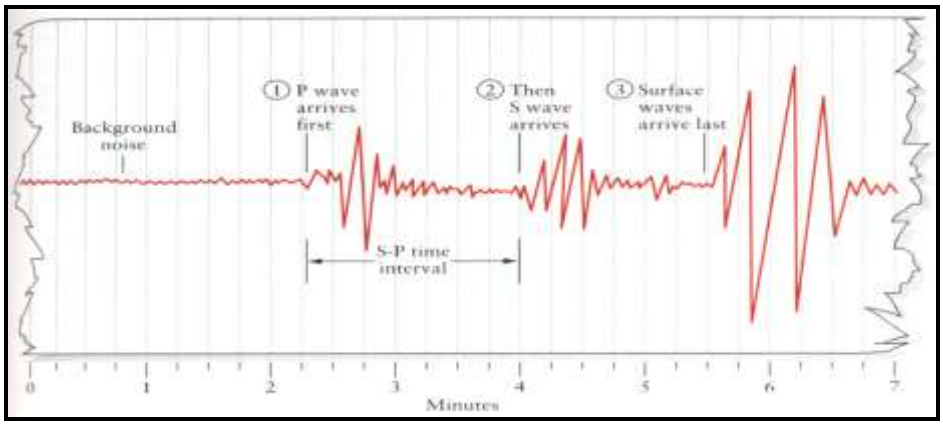
هي أسرع الموجات الزلزالية تنبعث من مركز الزلازل في كل الاتجاهات، تسري في كل الأوساط الصلبة والسائلة وذات تردد عالي جدا، تنتشر كالموجات الصوتية وهي قليلة الخطورة ومحدودة الضرر إذ تصل سطح الأرض بشكل عمودي ويرمز لها بالرمز(P).

***الموجات الثانوية:**

تنتشر في الأوساط الصلبة ولا تنتقل عبر السوائل والغازات وهي تنتشر في شكل رجفة عمودية على شعاع انتشارها، سرعتها أقل من الموجات الأولية وترددها أقل ، وهو ما يسمح لها بالوصول إلى سطح الأرض مصحوبة بطاقة هائلة مما يجعل أضرارها كبيرة وتشبه في شكلها الموجات الكهرو مغناطيسية ويرمز لها بالرمز(S).

***الموجات السطحية:**

هي أقل الموجات الزلزالية سرعة ولا تسري إلا على السطح وبالتالي أضرارها شديدة ويرمز لها بالرمز(L) وهي على نوعين موجات لوف و موجات راي



V-قياس الزلزال:

عند حدوث زلزال تتحرر من باطن الأرض طاقة تقيم بالمقدار وينتج عنها أمواج زلزالية تنتشر في كل الاتجاهات، يمكن تسجيلها عبر محطات عديدة على سطح الأرض بجهاز مسجل الزلازل سيسموغراف، حيث يحول هذا الجهاز الهزات الأرضية إلى إشارات كهربائية يتم تحليلها.

يسمح التحليل بتحديد مكان بؤرة الزلزال، عمقها، مقدار الزلزال(انطلاقا من سعة بعض الأمواج الزلزالية)، زمن وقوعه ومدته.

وتقاس الزلازل إما بشدتها أو قوتها.

***شدةالزلازل(درجةاهتزازالأرض):**تعبر عن مدى إحساس الناس بالزلزال وتأثيره على البيئة المحيطة

وتقاس بمقياس مير كالي المقسم إلى 12 درجة ، تعبر فيه كل درجة عن مدى الإحساس بالأضرار.

تستخدم الشدة الزلزالية ، في تقييم الأضرار والدمار الناجم عن حصول الزلازل تقييما وصفيا ، وتعتبر من أهم المقاييس في تحديد معاملات المخاطر الزلزالية، حيث تستخدم في تقدير احتمالية النشاطات الزلزالية المستقبلية، لهذا السبب تستخدم خرائط التقسيم الزلزالي التي تعبر عن توزيع أقصى قيمة للشدة الزلزالية كخرائط للمخاطر الزلزالية .

***قوةالزلزال**: مقدار الطاقة المنطلقة من الزلزال في صورة موجات سيزمية عند البؤرة، وتقاس بمقياس ريختر، وهو ليس جهاز بل هو معادلة رياضية يؤدي تطبيقها إلى حساب كمية الطاقة المتحررة نتيجة للهزة الأرضية، ويقسم سلم ريشتر إلى 9 درجات، حيث يبدأ بتسجيل الهزات التي تكون قوتها 3.4 فما فوق وهو بذلك يهمل مادون ذلك لأن تأثيرها محدود.كما هو مبين في الجدول:

جدول:مقياس ريشتر للزلازل

الدرجة	قوة الزلزال	التأثير
1	أقل من 3.4	هزة ضعيفة جدا لا يشعر بها إلا جهاز السيسموغراف
2	4.2-3.4	هزة ضعيفة يحس بها الانسان المرهف الحس
3	4.8-4.3	هزة ضعيفة يشعر بها الكثير من الناس
4	5.4-4.9	هزة متوسطة يشعر بها كل الناس
5	6.1-5.5	هزة قوية نوعا ما يشعر بها كل الناس تحدث بعض التلف بالبنايات

6	6.9-6.2	هوة قوية تحدث تلفا كبيرا في المباني وتتأرجح الأشجار والأشياء
7	7.3-7	هزة قوية جدا تؤدي إلى انشقاق الجدران والجسور
8	7.9-7.4	هزة مدمرة تؤدي إلى إنهيار المباني الضعيفة وتشقق الأرض.
9	8+	هزة شديدة التدمير تنهار المباني وتتكسر الأنابيب الجوفية.

VI-كيفية تعيين موقع الزلازل:

- يتم تعيين موقع الزلازل بالاعتماد على زمن وصول الموجات الأولية والثانوية.

- الاستعانة بتسجيل ثلاثة محطات على الأقل حيث ترسم ثلاثة دوائر على الخريطة يكون مركز كل دائرة محطة الرصد ونصف قطر كل دائرة هو بعد الزلزال عن المحطة.

- النقطة التي تنتج عن تقاطع الدوائر الثلاثة تحدد موقع الزلازل

*** حساب بعد الزلازل عن محطة الرصد:**

من مقارنة الفرق بين وقت وصول الموجات الأولية(P) والموجات الثانوية(S) وذلك باستخدام ساعات الكوارتز الدقيقة جدا والتي يكون مقدار الخطأ فيها لايتجاوز بضع أجزاء من الألف في الثانية وذلك حسب المعادلة.

$$T= Ts-Tp$$

وإذا كانت المسافة بين المركز السطحي للزلازل ومحطة الرصد هي (D)

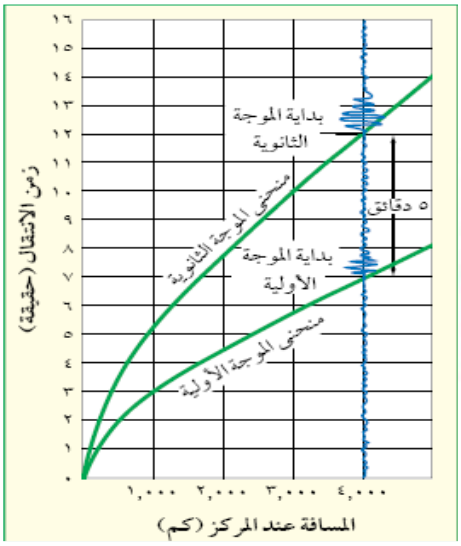
فإن المعادلة تصبح:

$$T=D/Vs-D/Vp$$

ومنها:

$$D=T(Vp.Vs)/Vp–Vs$$

وبذلك يمكننا قياس البعد بين محطة الرصد والمركز السطحي للهزة ، وباستعمال معطيات المحطات الثلاثة نحصل على أبعاد هذه المحطات عن المركز السطحي للزلازل وهي(d1,d2,d3) وهذه الأبعاد الثلاثة تشكل أنصاف أقطار الدوائر التي ترسم على الخريطة، ونقطة تقاطعها تحدد المركز السطحي أو مركز ما فوق البؤرة.



*** تحديد عمق بؤرة الزلازل:**

يحسب من مقدار الشدة المقاسة من المركز السطحي مع اعتبار التسارع الأرضي ذاته للمسافة مابين بؤرة الزلزال ومركز مافوق البؤرة.

$$H=(Tp.Vp) - D$$

H:عمق مركز الزلازل.

T p:زمن وصول الموجة الأولية.

V p:سرعة الموجة الأولية.

D:المسافة بين مركز الموجة الزلزالية والمحطة.

VII-تصنيف الزلازل:

1-حسب منشئها :

أ- الزلازل الطبيعية المنشأ:

* الزلازل التكتونية. * الزلازل البركانية. *الزلازل البلوتونية (باطن الأرض).

ب- الزلازل الغير طبيعية المنشأ: وهي التي يتسبب الإنسان بحدوثها عن طريق

*إنشاء السدود والبحيرات الصناعية.

*ضخ المياه *استخراج البترول *إجراء التجارب النووية.

2- حسب عمق بؤرة الزلزال:

أقل من 70 كلم زلازل ضحلة

بين 70-300 كلم زلازل متوسطة

بين 300- 700 كلم زلازل عميقة

VIII-آثار الزلازل:

إن الزلازل ذات قوة تدميرية كبيرة تخلف وراءها خسائر مادية وبشرية خاصة داخل الأوساط الحضرية حيث تنتج عنه سلسلة من الأخطار أهمها:

- **اهتزاز الأرض** : يظهر أثرها التدميري عندما تنتقل الأمواج الزلزالية بشكل مباشر في المنشآت ، إذ تتسبب في انهيار الأبنية ، كما أن تحرك الموجات الأفقية من جانب إلى أخر يؤدي إلى خلع الأرضيات بعضها من بعض ، وتلاحظ الانهيارات خاصة في المنشآت المقامة على رواسب طينية فيضية، أو فوق رواسب بحرية

- **تسييل التربة** : عندما تتعرض الرواسب المشبعة بالماء لأمواج القص الاهتزازية فإنها تتعرض للتماسك (الاندماج) فإذا لم تتمكن المياه التي تحتويها على الخروج منها أثناء الاندماج الذي تعرضت له ، فإن ضغط هذه المياه يزداد بشكل عنيف جدا بحيث يكون مساويا لوزن العمود المقام على هذه الرواسب ، وهنا تصبح الرواسب المشبعة بالمياه كالسائل ، مما يؤدي إلى حدوث انتشار جانبي لهذه الرواسب ، مع حدوث إنسياب وحركة على السفوح التي تزيد درجة انحدارها على ثلاث درجات مما يضعف من قوة التحمل بالتالي انهيار للمباني وحدوث ما يعرف بالترييح .

- **الانزلاقات** : يحدث الانزلاق الأرضي بدرجات مختلفة نتيجة للزلازل ،فإذا ماكان السفح مكونا من رمال وتكوينات غرينية مشبعة بالمياه وضعيفة التماسك فإن أي اهتزاز يتعرض له يؤدي إلى تسييلها كما ذكرنا في النقطة السابقة ، وحدوث تدفق طيني أو انزلاق صخري ، وإذا ما كانت مواد السفح جافة ومتماسكة فإن تعرضها للاهتزازات الزلزالية بدرجة كافية يؤدي إلى حدوث سقوط صخري ، أو انهيارات للمفتتات الصخرية، وإذا ما تعرضت التربة للذبذبة ينعكس ذلك في حدوث إنزلاقات خفيفة للمواد المنجرة مع تحرك كتل صخرية فوقها في شكل إنزلاقات دورانية .

- **موجات تسونامي** : تعد أمواج التسونامي من أكثر أنواع الأمواج المحيطية تدميرا للسواحل التي تتعرض لها ، حيث تظهر بشكل مفاجئ ، مرتبطة في نشأتها بحدوث اهتزازات زلزالية في قاع المحيط ، وتتميز أمواج التسونامي بشكلها البسيط وارتفاعها المحدود في المياه المحيطة المفتوح ، ولكنها عندما تدخل المياه الساحلية الضحلة تزداد ارتفاع بشكل كبير ، مما يؤدي إلى إغراق السواحل التي تتعرض لها بشكل خطير مع الأخذ في الاعتبار أن تأثيرها التدميري يعتمد على شكل الساحل وعمق المياه أمامه ، ويبلغ طول موجة التسونامي عدت مئات من الكيلومترات مع فترات تزيد على 30 دقيقة وسرعة انتشار تصل إلى أكثر من 700 كلم في الساعة وعندما تصل إلى السواحل تبدو أمواج عملاقة يزيد ارتفاعها على 30 متر ، وهذا يؤدي إلى فيضانات بالمدن الساحلية.

XI-إجراءات الوقاية والتخفيف من مخاطر الزلازل:

- دراسة النشاط الزلزالي من خلال إقامة شبكات مؤلفة من أجهزة لرصد الزلازل.

- إعداد خرائط توزيع الزلازل التاريخية والآنية.

- استخدام أساليب هندسية حديثة في تشييد المباني والمنشآت الحساسة لمقاومة الزلازل.

- اختيار المواقع الأكثر أمانا لإقامة المنشآت عليها من خلال خرائط توزيع الزلازل وخرائط أنواع الترب والصدوع النشطة.

- إعادة تأهيل الأبنية والمنشآت المعرضة للتأثر بالزلازل.

X-التنبؤ بالزلازل:

رغم تقدم الأبحاث إلى أنه من الصعب تحديد زمن وقوع الزلازل بدقة إلا أنه توجد بعض الآثار الدالة على وقوعها:

- حدوث تشوهات أو تموجات في سطح الأرض قرب المركز الزلزالي.

- ارتفاع منسوب مياه البحر وظهور أمواج رغم هدوء الرياح إذا كان مركز الزلازل قريبا من السواحل، وقد يحدث العكس كأن ينخفض منسوب البحر بشكل ملفت.

- انخفاض كبير في الضغط الجوي.

- تغير في مناسيب مياه الآبار وانطلاق بعض الغازات منها على امتداد خط الصدع.

- حدوث هزات أولية تأخذ في الزيادة بشكل تدريجي قبل حدوث الزلزال.

- ظهور تغيرات واضحة في سلوك بعض الحيوانات مثل الحركات العشوائية للفئران وخروجها من جحورها...الخ

خلاصة:

إن تخفيف المخاطر الزلزالية يتطلب أولا إقامة الشبكات الزلزالية المتعددة الأغراض ،وإجراء الدراسات الجيولوجية والتكتونية لتحديد المواقع الأشد تأثراً بالصدوع، والحركات الجيولوجية البنائية ،ويصاحب ذلك تجميع المعلومات عن الزلازل التاريخية التي وقعت في كل منطقة وتقدير شدتها وموقعها البؤري التقريبي، من أجل وضع خرائط زلزالية يمكن من خلالها وضع التصاميم الهندسية والمخططات العمرانية.