حساب قوى الزلازل

قبل البدء في تحديد القوى الزلزالية لا بد من معرفة أسباب الزلزال وربما يعود التفسير العلمي الأول لأسباب الزلازل إلى العلامة الفيلسوف ابن سينا حيث عرف الزلزلة بأنها

" حركة لجزء من أجزاء الأرض، والسبب إما بخاري دخاني قوي الاندفاع كالرياح و إما جسم مائي وإما جسم ناري و إما جسم أرضي"

والتعريف العلمي :

يعرف الزلزال بأنه تفلق وتكسر مفاجئ لكتل وأحجام هائلة في الطبقات الأرضية بسبب إجهادها إلى حدود أكبر من قدرة تحملها للقوى التكتونية المطبقة عليها داخل الغلاف الصخري ونتيجة لذلك تنبعث طاقة كبيرة جدا على شكل اهتزازات تنطلق من مركز الهزة في باطن الأرض وبسرعات مختلفة وبكافة الاتجاهات حتى تصل سطح الأرض فتؤثر على المنشآت بقوى أفقية و شاقولية .

بشكل عام يمكننا تصنيف الزلازل وفق أسبابها إلى :

- الزلازل الناتجة عن الحركة النسبية للصفائح التكتونية .
- الزلازل الناتجة عن التصدعات التي تسبب بها البراكين.

- الزلازل الناتجة عن انهيار سقوف الكهوف والمغارات الكبيرة.

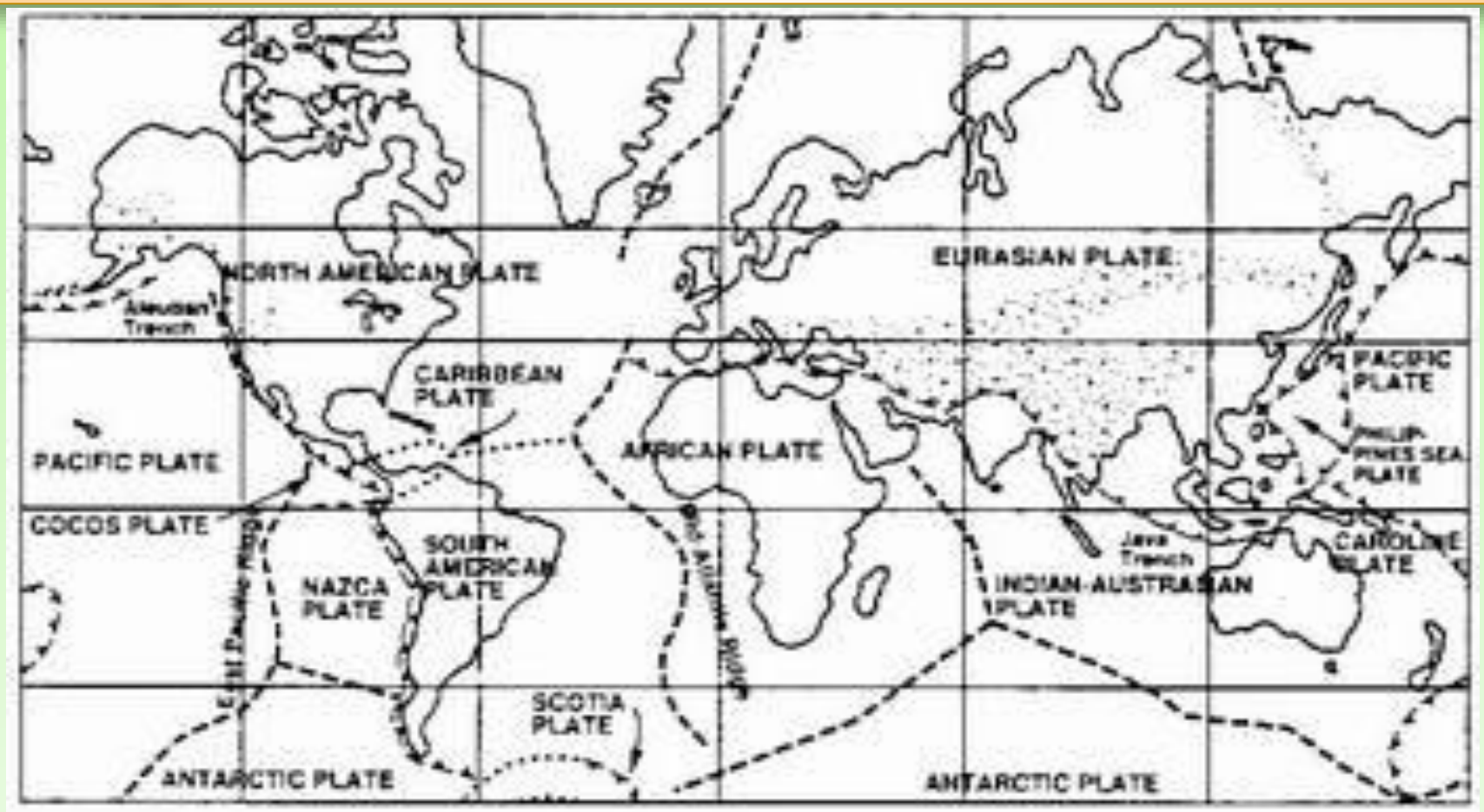
- الزلازل الناتجة عن النشاط البشري (التفجيرات ، ملئ وتفريغ السدود ، حقن السوائل في بعض أماكن التنقيب أو استخراج النفط،....)

- الزلازل الناتجة عن أسباب غير معروفة.

نظرية الصفائح التكتونية

تدل معظم الزلازل على أن القشرة الأرضية الخارجية و المعروفة باسم اليابسة مؤلفة من صفائح بأحجام متنوعة كبيرة و صغيرة،

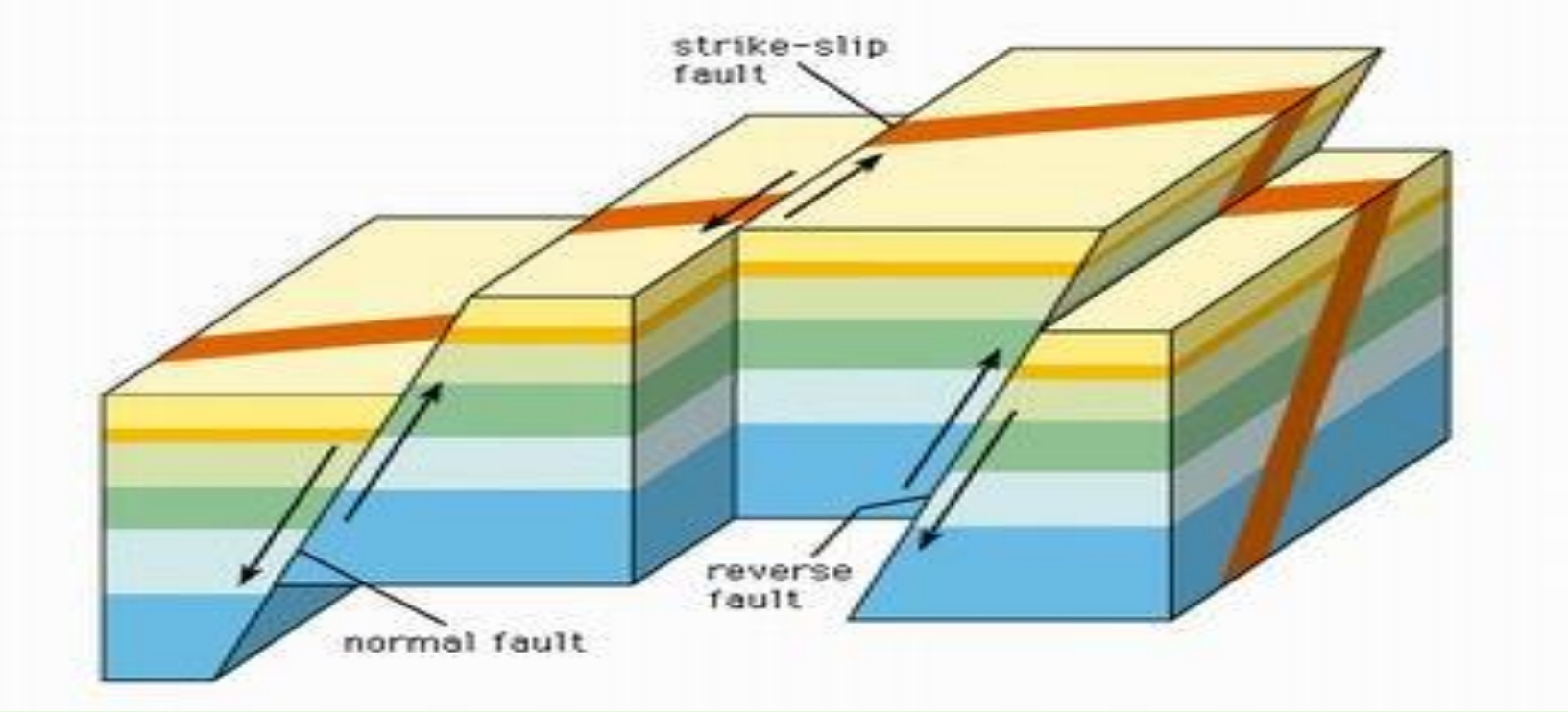
و عملياً يوجد سبع صفائح كبيرة جداً تتألف كل واحدة منها من أجزاء قارية و أخرى محيطية، و هناك أيضاً ما يزيد عن اثنتا عشرة صفيحة صغيرة، و الصفائح موضحة على الشكل التالي.



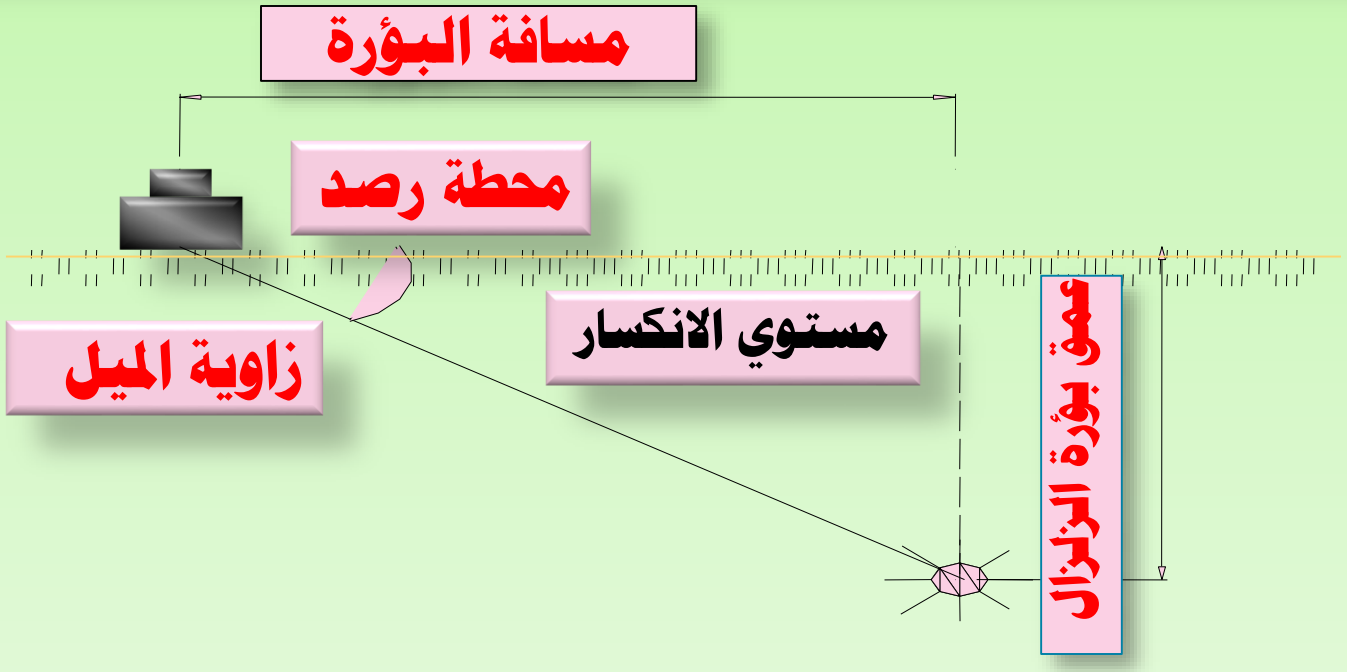
تتراوح سماكة كل صفيحة من 80-100km تقريباً و هي مختلفة السماكة، حيث يسبب الانحناء المرن في تشوه الأجزاء الرقيقة و من ثم انكسارها بشكل في حين يؤدي هذا الانحناء إلى تلدن الأجزاء السميكة

تتحرك هذه الصفائح بسرعة نسبية ثابتة 0.13 متر/عام، و مع أن هذه السرعة بطيئة بالمقياس البشري إلا أنها تعد سريعة لحدٍ كبيرٍ جيولوجياً، و لتوضيح ذلك فإن السرعة 0.05 متر/عام تشكل 50 كلم خلال مليون سنة فقط، علماً أن بعض حركات الصفائح تستمر لمدة 100 مليون عام

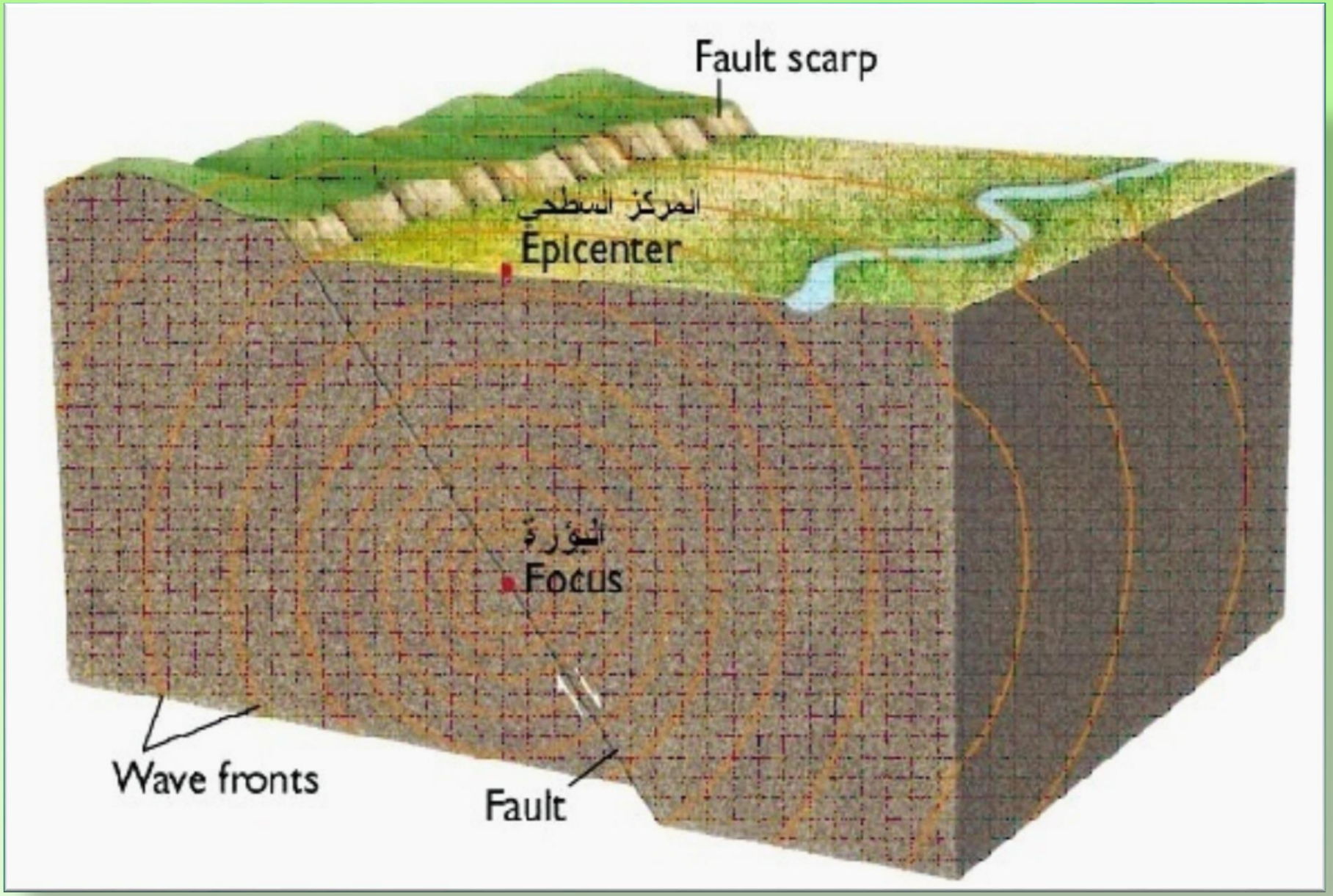
أنواع الفوالق الناتجة عن الحركة النسبية لهذه الصفائح مبينة على الشكل التالي و هي إما أن تكون فوالق انزلاقية مضربية Strike-Slip Fault **أو فوالق عادية** Normal Fault **أو فوالق معكوسة** Reverse Fault.



تسمى المنطقة الواقعة في باطن الأرض والتي ينشأ فيها الزلزال فتشقق وتصدع الصخور وتتولد الطاقة بالبؤرة الزلزالية الباطنية أما المنطقة الواقعة فوق البؤرة الزلزالية الباطنية مباشرة على سطح القشرة الأرضية بالبؤرة الزلزالية السطحية ، الشكل (2-1) يوضح هذه المناطق.



الشكل تعاريف البؤرة الزلزالية


Fault scarp
المركز السطحي
Epicenter
البؤرة
Focus
Wave fronts
Fault

تركيا 2002

الهند 1999

• إن الأضرار الناتجة عن الزلزال تختلف من مكان إلى أخر، فالزلزال الذي يحدث في المناطق الكثيفة بالسكان يؤدي إلى أضرار مادية وبشرية كبيرة بينما نفس الزلزال إن حدث في مناطق أخرى قد لا يؤدي إلى أضرار تذكر

ومثال على ذلك الزلازل التي تحدث في أعماق المحيطات لا تسبب أي نوع من الأضرار البشرية أو المادية مهما كانت سعة الموجة الزلزالية كبيرة.

يمكن أن تصنف الزلازل بطريقتين :

آ – مقياس شدة الزلزال :

تعرف شدة الزلزال بمقدار الأضرار الناتجة عنه حيث يعتبر مقياس ميركالي المعدل من أكثر المقاييس شيوعا لتقيم ووصف شدة الزلزال للمنطقة التي يحدث فيها الزلزال

. يتضمن المقياس اثنتي عشرة درجة متسلسلة من أصغر درجة والموافقة للزلازل التي لا يشعر بها إلا نادرا وفي ظروف خاصة إلى أكبر درجة والتي تنطبق على الزلازل التي تسبب دمار شامل و تغير تام في شكل سطح الأرض وتؤدي إلى تناثر الأجسام والكتل الترابية عناصر في الهواء.

درجة بمقياس ريختر	السرعة الأفقية سم/ثا	الشدة	الوصف (آثار الزلزال)
3	-	I	لا يحس بها أحد ، إلا بعض الناس في ظروف خاصة جداً .
3.5	2-3	II	يحس بها بعض ادرجة بمقياس ريختر لناس فقط وخاصة الذين في الأدوار العليا، و تهتز الأشياء المعلقة تعليقاً حراً .

الوصف (آثار الزلزال)	الشدة	السرعة الأفقية سم/ثا	درجة بمقياس ريختر
يحس بها بوضوح داخل البيوت،وخاصة في الأدوار العليا ، ولكن كثير من الناس لا تعتقد أنه زلزال حيث يسبب اهتزازات كالتي يسببها المترو أو الترام أو الشاحنات الضخمة .	III	4-7	4
أثناء النهار يحس بها الكثيرون في البيوت والكثير في الشوارع،ولا يحس بها في الليل إلا المستيقظون،وتهتز الأطباق والشبابيك والنجف، وتحدث الحوائط بعض أصوات التصدع، والإحساس به كما لو كان نتيجة اصطدام عربة نقل بالمبنى، وتهتز العربات الساكنة بوضوح .	IV	7-15	4.5

درجة بمقياس ريختر	السرعة الأفقية سم/ثا	الشدة	الوصف (آثار الزلزال)
5	15-30	V	يحس بها الجميع ويستيقظ بعض النائمين، وتسقط بعض صور الحائط وتتكسر بعض الأطباق،وتحدث شروخ بسيطة في الطبقات السطحية للجدران ،وتنقلب الأشياء غير المتزنة،وتهتز الأشجار وأعمدة النور بوضوح ، ويتوقف بندول الساعة .
5.5	30-70	VI	يحس بها الجميع،ويفزع البعض ويفرون إلى الخارج المباني،وتتحرك قطع الأثاث الثقيلة،تحدث شروخ سطحيه وتتصدع المداخن،والمباني الضعيفة .

الوصف (آثار الزلزال)	الشدة	السرعة الأفقية سم/ثا	درجة بمقياس ريختر
الجميع يهرعون خارج المباني،التصدع بسيط في المباني ذات التصميم الجيد،والتنفيذ السليم،والتصدع بسيط إلى متوسط في مباني الطوب الجديدة،والتصدع كبير في المباني الخرسانية السيئة أو مباني الطوب والحجر القديمة ، تنهار بعض المداخن،ويحس به قادة السيارات المتحركة .	VII	70-150	6

درجة بمقياس ريختر	السرعة الأفقية سم/ثا	الشدة	الوصف (آثار الزلزال)
6.5	50-300	VIII	التصدع بسيط في المنشآت المقاومة للزلازل،وتصدع واضح في المباني العادية مع انهيارات جزئية،وتصدع كبير في المنشآت سيئة التنفيذ، انهيارات كبيرة في معظم جدران الطوب الدراجة محلياً،تنفصل باكية المباني عن الأعمدة والكمرات وتتحرك بعضها للخارج،تسقط التماثيل وبعض المآذن والمداخن والأسوار،تنقلب قطع الأثاث الثقيلة ، يتغير منسوب مياه الآبار ، يزعج السيارات المتحركة .

درجة بمقياس ريختر	السرعة الأفقية سم/ثا	الشدة	الوصف (آثار الزلزال)
7	300-700	IX	التشقق واضح في المنشآت المقاومة للزلازل،والمنشآت الخرسانية تميل بشدة أو تنحني خارج مستوى الإطارات،تصدع كبير في الحوائط الحاملة الغير مسلحه وانهيارات كثيرة في المنشآت سيئة التنفيذ،تنفصل بعض المباني عن أساساتها وتتشقق التربة بوضوح وتقص بعض الخوازيق (الأوتاد الأرضية) .

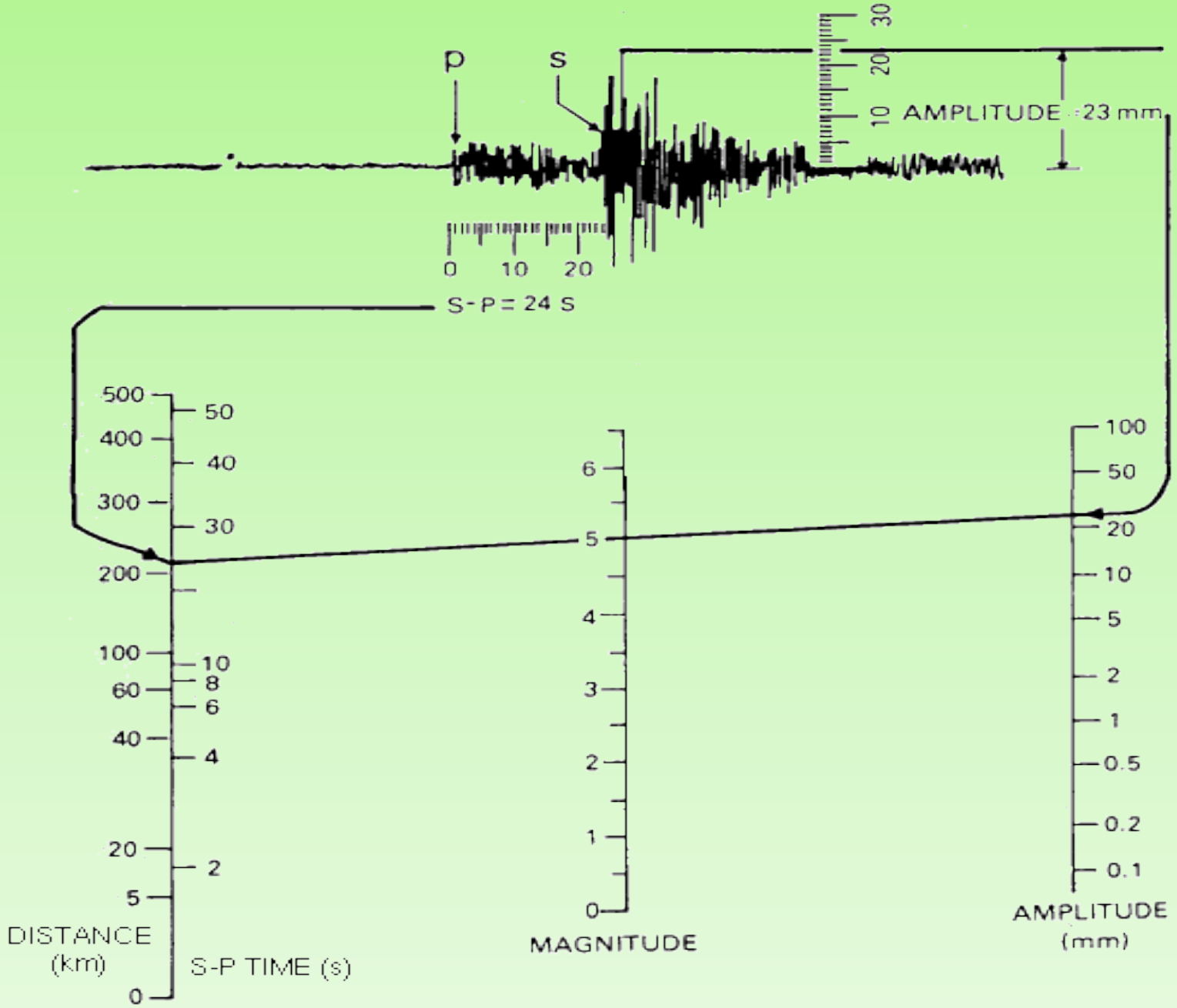
الوصف (آثار الزلزال)	الشدة	السرعة الأفقية سم/ثا	درجة بمقياس ريختر
أغلب المباني من الحوائط الحاملة الغير مسلحه تدمر،وبعض المنشآت الخرسانية تدمر مع أساساتها،وتتشقق الأرض شقوقاً كبيرة وخطيرة،وتنحني قضبان السكك الحديدية،وتنزلق جوانب الأنهار والترع تتحرك التربة الرملية،والطمى وتنكسر المواسير المدفونة تحت الأرض .	X	700-1500	7.5

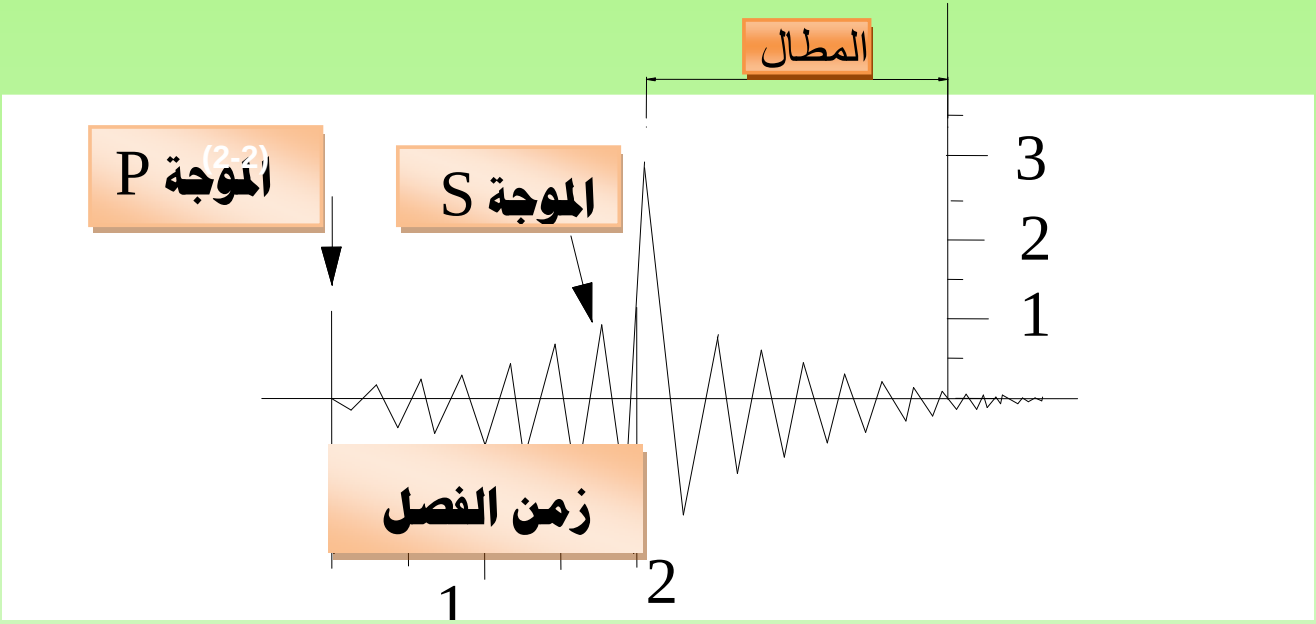
الوصف (آثار الزلزال)	الشدة	السرعة الأفقية سم/ثا	درجة بمقياس ريختر
تنهار كثير من المباني الخرسانية وتسقط الكبارى،وتحدث فواصل في الأرض،تبتلع الناس والعربات،وتنهار شبكات المياه والمجاري كلية،وتحدث انزلاقات في جوانب الأنهار والتربة اللينة،وتنحني قضبان السكك الحديدية بحيث لا تعد صالحة.	XI	1500-3000	8
التدمير شامل ، موجات الزلازل ترى بوضوح على سطح الأرض ، خطوط الرؤية والأسطح المستوية تدمر ، تطير الأشياء الثقيلة في الهواء .	XII	3000-6000	8.5

ب – مقياس سعة الزلزال(مقياس ريختر Richter) :

يحدد هذا المقياس المقدار M لزلزال ما من خلال السعة الأعظمية للموجة الزلزالية المسجلة A كما هو موضح في الشكل (2-2)

وبدلالة Ao القيمة القياسية لسعة منحني التسجيل الزلزالي لزلزال قياسي ويمكن اعتبار Ao مساوية لـ 0.001 m حيث تفرض المسافة بين جهاز تسجيل الموجات الزلزالية والبؤرة الزلزالية السطحية 100km


P
S
30
20
10
AMPLITUDE 23 mm
0
10
20
S-P = 24 s
500
400
300
200
100
60
40
20
5
0
50
40
30
10
8
6
4
2
DISTANCE (km)
S-P TIME (s)
6
5
4
3
2
1
0
MAGNITUDE
100
50
20
10
5
2
1
0.5
0.2
0.1
AMPLITUDE (mm)



تعطى قيمة M بالعلاقة :

$$M = \log_{10}\left(\frac{A}{A_o}\right) \approx 3 + \log_{10}(A) \qquad (2\text{-}1)$$

أما العلاقة بين M والتسارع الأرضي الأعظمي PGA منحني

$$\log_{10}(PGA) = -2.1 + 0.81M - 0.027M^2 \qquad (2\text{-}2)$$

2-2 تقدير الأحمال الناتجة عن الزلازل :

•عند حدوث الزلزال تتولد حركات اهتزازية ذوات طبيعة تذبذبية مسببة قوى فراغية في كافة الاتجاهات والتي يمكن تحليلها إلى مركبتين الأولى أفقية والثانية شاقولية ، تهمل عادة المركبة الشاقولية في معظم الحالات نظرا لكبر الصلابة في الاتجاه الشاقولي للمنشآت المدروسة. يعتمد تحديد الأحمال الناتجة عن الزلازل على مجموعة من العوامل أهمها :

•درجة زلزالية المنطقة المتوضع عليها المنشأ المراد دراسته.

•أهمية المنشأ ، ووظيفته

•نوع تربة التأسيس ونوع الاساسات وترابطها مع المنشأ

•نوع الجملة الإنشائية المعتمدة وكيفية توزع كتلها

•درجة مطاوعة العناصر المقاومة في المنشأ

•دور الاهتزاز للمنشأ ولتربة التأسيس

يمكن تحليل المنشآت من تأثير الزلازل باستعمال إحدى الطرق التالية:

طرائق حساب القوى الزلزالية

1. الطريقة الاستاتيكية المكافئة
2. الطريقة الاستاتيكية المكافئة المطورة
3. طرائق التحليل الديناميكي

- تعتمد الطريقة الاستا تيكية المكافئة والاستاتيكية المطورة

حدود الاستخدام :

1- كافة المنشآت المنتظمة أو غير المنتظمة والواقعة ضمن المنطقة الزلزالية الأولى

2- كافة المنشآت ذات الإشغالات (3) من المنطقة الزلزالية (2)

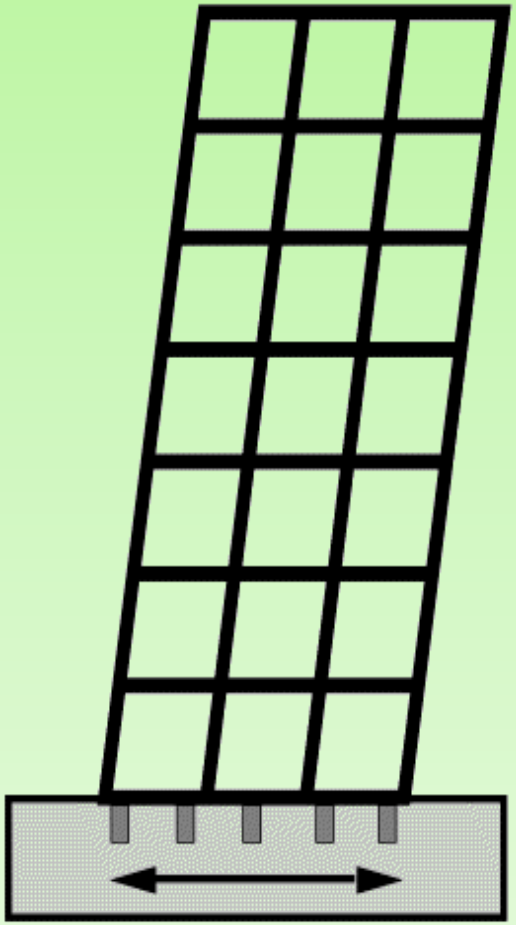
3- المنشآت المنتظمة التي لا يزيد ارتفاعها على 73م

4- المنشآت غير المنتظمة التي لا تزيد على خمسة طوابق أو بارتفاع لا يزيد على 20م

5- المنشآت المؤلفة من جزأين علوي لين وسفلي صلب بحيث لا تقل قساوة الجزء السفلي عن عشرة أمثال الجزء العلوي و ألا يقل دور الأساسي للمبنى ككل عن 1.1 من الفترة الأساسية للجزء العلوي.

الطريقة الاستاتيكية
المكافئة

- في هذه الطريقة سيعتبر المبنى خاضع لقوة قص قاعدي أفقية في الاتجاه المدروس عند منسوب اتصال الأساس مع المبنى



1- حساب القص القاعدي التصميمي :

يحدد القص القاعدي التصميمي الكلي في اتجاه ما بالعلاقة التالية :

$$V = \frac{C_v . I}{R . T} W$$

- ملاحظة :

1- يلزم إضافة اللامركزية الطارئة (5% من بعد المبنى بالاتجاه المتعامد مع القوة الزلزالية) إلى اللامركزية المحسوبة عند زيادتها عن اللامركزية الطارئة

2- القوى الأفقية الناتجة بهذه الطريقة مصعدة

الحد الأعلى المسموح

$$V \leq \frac{2.5C_a.I}{R}W$$

الحد الأدنى المسموح

$$V \geq 0.11C_a.I.W$$

$$V \geq \frac{0.8Z.N_v.I}{R}W$$

إضافة إلى ما سبق يجب أن لا يقل القص القاعدي الكلي للمنطقة الزلزالية الرابعة عن :

تقييم معامل التسارع الزلزالي للأرض

معامل زلزالية المنطقة وهو عبارة عن نسبة التسارع الناتج عن الهزة إلى التسارع الأرضي

★حيث تقسم سوريا إلى خمس مناطق حسب قيمة المعامل Z

المنطقة	0	1	2			3	4
			A	B	C		
Z	0	0.075	0.15	0.2	0.25	0.3	0.4

حمص

تقسيم المناطق زلزالياً

شدة الهزات المتوقعة على مقياس MM		Z		المنطقة
حتى V		0.0		0
حتى VI		0.075		1
حتى VII	أضرار أقل من متوسطة	0.15	A	2
	أضرار متوسطة	0.20	B	
	أضرار أكثر من متوسطة	0.25	C	
من VIII وأكبر		0.30		3
من ضمن المنطقة 3 ولكن قريبة من مواقع الصدوع الرئيسية		0.40		4

الملحق (هـ)

جدول بقيم التسارعات الأرضية العظمى (PGA) المحتملة على الطبقة الصخرية الصلبة خلال خمسون عاماً مع احتمالية عدم تجاوز **90%** مقدرة بال **cm/s^2** لأهم مراكز المدن والبلدات في سورية

المدينة أو البلدة	التسارع الأرضي	المدينة أو البلدة	التسارع الأرضي	المدينة أو البلدة	التسارع الأرضي
أبو قبيس	300-400	خناصر	200	عامودة	75
أبو الشامات	200	خنيفيس	150	عدرا	200
أبو كمال	75	دمشق	250	عشارنة	300-400
ادلب	300-400	درباسية	75	عفرين	300
أريحا	300-400	درعا	250	عين العرب	75
إزرع	250	دير الزور	75	غباغب	250
اعزاز	300	دريكيش	300-400	فرقلس	200
باب الهوى	300-400	دير عطية	200	فيق	300-400
الباب	200	راجو	300-400	قصير حمص	300
بانياس	300	رأس العين	75	قامشلي	75
بصرى الشام	250	رستن	300	القحطانية	75
بلودان	250	رقة	75	قدموس	300-400
البصيري	75	رنكوس	250	قريتين	200
تدمر	150	زبداني	250	قصر الحير الغربي	150
تل أبيض	75	زلف	200	قطنا	250
تل شنان	200	سبع بيار	150	قطيفة	250
تلكلخ	300-400	سخنة	150	قلعة الحصن	300-400
تل كوجك (اليعربية)	75	سراقب	300	قرداحة	300-400
التنف	75	سلمية	200	كسب	300-400
جديدة يابوس	250	سويداء	250	كسوة	250
جبلة	300	سد الطبقة	150	اللاذقية	300
جبول	200	سلحب	300-400	محردة	300
جديدة الوادي	250	شهبا	250	مسكنة	150
جرابلس	150	شيخ مسكين	250	مسلمية	250
جسر الشغور	300-400	شيخ بدر	300-400	مصياف	300-400
جوسية	300-400	الشحمة	75	معرة النعمان	300
جيرود	150	صافيتا	300-400	منبج	150
حارم	300-400	صلخد	250	ميادين	75
حسكة	75	صلنفة	300-400	ميدان اكبس	300-400
الحفة	300-400	صنمين	200	المالكية	75
حلب	250	صيدنايا	200	المخرم	200

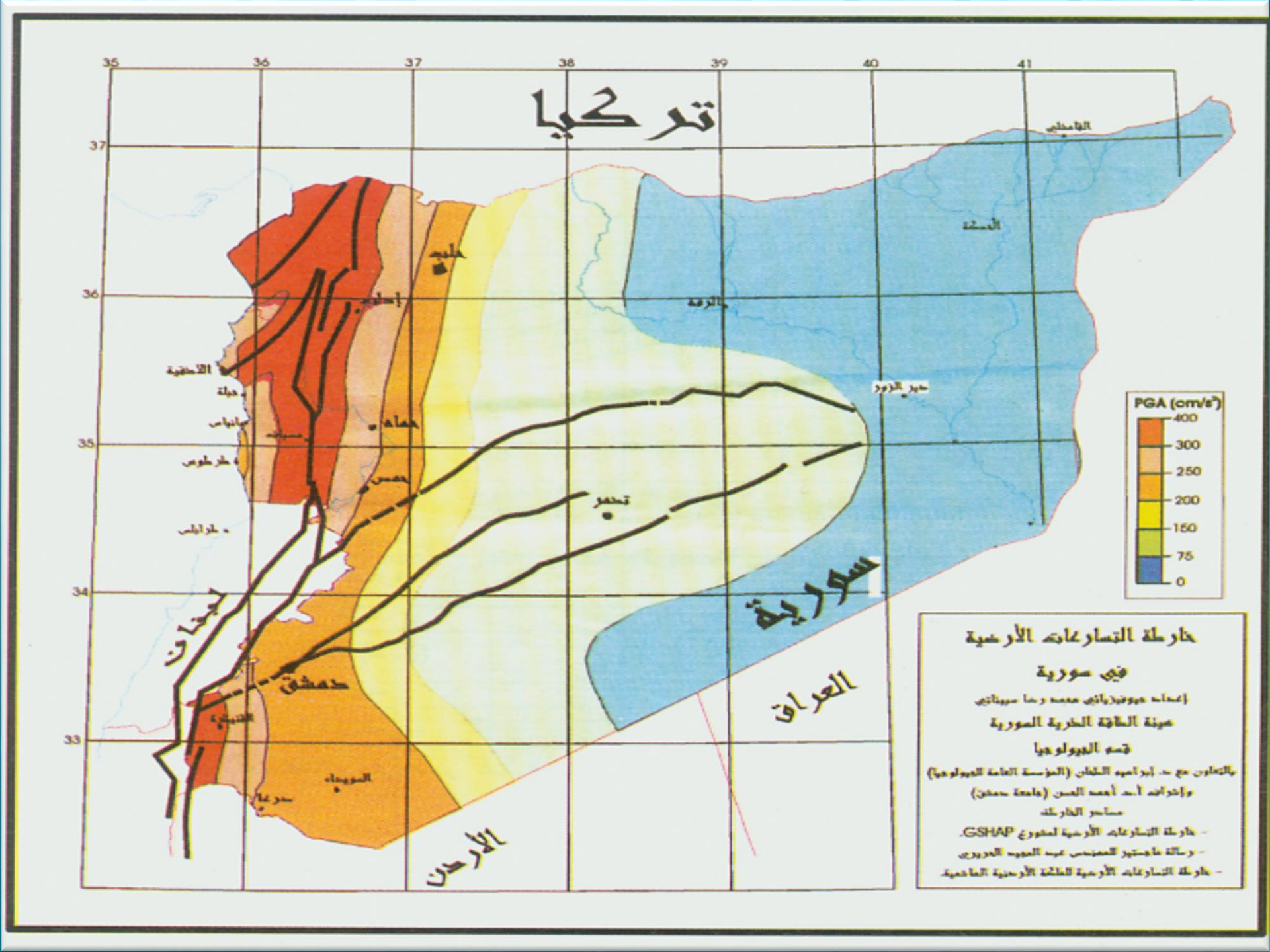
حمام	300-400	الصوانة الشرقية	150	النبك	200
حماه	300	ضمير	200	نوى	250
حمص	250	طرطوس	250	وادي العيون	300-400
[illegible]	300	عسال الورد	250	يبرود	250
خان شيخون	300	عرنة	300	اليعربية	75

جميع الحقول المدون فيها قيم 300-400 تؤخذ كما يلي:

- جميع المباني والمنشآت 300 فما عدا الواردة أدناه.
- المنشآت الخاصة التي يؤدي دمارها إلى كوارث بشرية وبيئية، يطلب حساب التسارع لها في موقعها وفق دراسات تفصيلية، وقد تزيد قيمها عن 300، ويمكن أن تصل إلى حوالي 400.

ملاحظة: نظراً لعدم كفاية التسجيلات المتوفرة حتى تاريخه، يجب التصميم باعتماد تسارع أرضي بقيمة دنيا لا تقل عن $PGA=150\ cm/s^2$ ، حيثما وردت قيم تقل عن ذلك

$$Z=\frac{250cm/sec^2}{100(9.8\cong 10)}=0.25$$


تركيا
35
36
37
38
39
40
41
37
36
35
34
33
حلب
إدلب
الرقة
الحسكة
القامشلي
دير الزور
حماه
حمص
تدمر
اللاذقية
طرطوس
سلمية
مصياف
جبلة
بانياس
دمشق
السويداء
درعا
سورية
لبنان
العراق
الأردن
PGA (cm/s²)
400
300
250
200
150
75
0
خارطة التسارعات الأرضية
في سورية
إعداد جيوفيزيائي محمد رضا سيوفاني
هيئة الطاقة الذرية السورية
قسم الجيولوجيا
بالتعاون مع د. إبراهيم الشعار (المؤسسة العامة للجيولوجيا)
وإشراف أ.د أحمد الحسن (جامعة دمشق)
مصادر الخارطة
- خارطة التسارعات الأرضية لمشروع GSHAP.
- رسالة ماجستير للمهندس عبد المعين الحوري
- خارطة التسارعات الأرضية الطيفية الأوحدية العاشرية

أنواع الأشغال

الجدول (٣-٣)

أنـــواع الإشـــغـــال

تنـــويـــــه:

يـــنوه إلـــى أن معـــاملات الأهمية المذكورة في هذا الجدول، هي للطريقة الاستاتيكية الثانية وللطريقة الديناميكية. أما معاملات الأهمية للطريقة الاستاتيكية الأولى، فهي معطاة بالكود الأساس.

نوع الإشغال	أنواع أو وظائف المنشأة	معامل الأهمية الزلزالي I	معامل الأهمية الزلزالي I_p (1)
1- المرافق الرئيسية.	- الإشـــغالات الحاويـــة علـــى المـــرافق الخاصة بالعمليات الجراحية ومعالجة الطوارئ.	1.25	1.50
	- المحطات الخاصة بالمطافئ والشرطة.		
	- المرائـــب والملاجـــئ الخاصـــة بآلـــيات الطوارئ وكذلك مطارات الطوارئ.		
	- المنشآت والملاجئ الواقعة في مراكز الاستعداد للطوارئ.		
	- أبراج مراقبة الطيران.		
	- المنشـــآت والمعـــدات في مراكز الاتصال الحكومية وباقي المرافق المطلوبة لاستجابة نداء الطوارئ.		
	- معدات توليد الطاقة الكهربائية الاحتياطية. - المنشـــآت الوظيفـــية الهامة مثل منشآت الدفاع المدني والصوامع والجسور .... إلخ.		
	- الخـــزانات أو باقي المنشآت الحاوية على المياه المنزلية أو المياه الداعمة أو أية مواد أخرى تستعمل لإطفاء الحريق.		
2 - المرافق الخطرة.	- الإشغالات والمنشآت الحاوية على مواد كيميائية سامة أو قابلة للانفجار. - المنشـــآت التـــي ليس لها شكل المباني والتي تحتوي على كميات من المواد السامة أو المتفجرة.	1.25	1.50
3- المنشآت الأخرى.	- باقي المنشآت	1.00	1.00

(1) إن حدود قيمة (I_p) لوصلات العوارض تساوي (1.0) لمجمل الوصلة.

(2) لإرساء الماكينات والتجهيزات المطلوبة لتوفير أمان ذي عمر طويل، تؤخذ قيمة (I_p) مساوية لـ (1.5).
أما المنشآت النووية وما شابهها فيحدد لها عوامل الأهمية، ويتم تصميمها بالاعتماد على كوداتها الخاصة.

تصنيف التربة وخواصها الزلزالية

يوجد جدول (3-3) خاص من أجل تصنيف التربة وخواصها الزلزالية لكن الجدول يعتمد على إجراء تجارب معقدة ويمكن تبسيط التصنيف وفق قدرة تحمل التربة مع اختبارات حقلية واقعية بالأمواج الصوتية للتربة :

1- لا يعتمد صنف المقطع الشاقولي SA إلا باختبارات حقلية واقعية بالأمواج فوق الصوتية ولعمق لا يقل عن 30م تحت منسوب التأسيس وتحمل التربة لا يقل عن $\sigma_a \geq 4.5 kg/cm^2$

2- يمكن اعتماد صنف المقطع الشاقولي SB عندما يكون الاجهاد المسموح $\sigma_a \geq 3.5 kg/cm^2$ للتربة لا يقل عن مع تنفيذ اختبارات حقلية بالأمواج فوق الصوتية ولعمق لا يقل عن 20م

3- يمكن اعتماد صنف المقطع الشاقولي SC عندما يكون الاجهاد المسموح للتربة لا يقل عن $\sigma_a \geq 3 kg/cm^2$ مع تنفيذ اختبارات حقلية بالأمواج فوق الصوتية ولعمق لا يقل عن 15م

4- يمكن اعتماد صنف المقطع الشاقولي SD عندما يكون الاجهاد المسموح للتربة لا يقل عن $\sigma_a \geq 2.5 kg/cm^2$ مع تنفيذ اختبارات حقلية بالأمواج فوق الصوتية ولعمق لا يقل عن 15م

5- يمكن اعتماد صنف المقطع الشاقولي SE عندما يكون الاجهاد المسموح للتربة لا يقل عن $\sigma_a \geq 2 kg/cm^2$ مع تنفيذ اختبارات حقلية بالأمواج فوق الصوتية ولعمق لا يقل عن 15م

يمكن أخذ قيم وسطية بين القيم السابقة ما عدا بين SA و SB

إذا لم تتحقق الشروط السابقة يمكن اعتماد الصنف SF

نموذج المقطع الشاقولي للتربة	تسمية المقطع الجانبي للتربة (الوصف العام)	الاجهاد المسموح للتربة
SA	صخر صلب (قاسي)	$\sigma_a \geq 4.5 kg/cm^2$
SB	صخر	$4.5 > \sigma_a \geq 3.5 kg/cm^2$ kg/cm²
SC	تربة ذات كثافة عالية جداً وصخر طري (كونغلوميرات)	$3.5 kg/cm^2 > \sigma_a \geq 3 kg/cm^2$
SD	تربة صلبة	$3 kg/cm^2 > \sigma_a \geq 2.5 kg/cm^2$
SE	تربة طرية	$\sigma_a \geq 2 kg/cm^2$
SF	تربة تتطلب دراسة خاصة	

الجدول المعامل الزلزالي C_a

نموذج المقطع الشاقولي للتربة						Z=0.4
	Z=0.075	Z=0.15	Z=0.20	Z=0.25	Z=0.30	
S_A	0.06	0.12	0.16	0.20	0.24	$0.32N_a$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.25	0.30	$0.40N_a$
S_C	0.09	0.18	0.24	0.29	0.33	$0.40N_a$
S_D	0.12	0.22	0.28	0.32	0.36	$0.44N_a$
S_E	0.19	0.30	0.34	0.35	0.36	$0.30N_a$

يجب إجراء تحريات ودراسات جيوتكنيكية حقلية وإجراء التحليل الديناميكي لاستجابة الموقع S_F

الجدول المعامل الزلزالي C_V

نموذج المقطع الشاقولي للتربة						
	Z=0.075	Z=0.15	Z=0.20	Z=0.25	Z=0.30	Z=0.4
S_A	0.06	0.12	0.16	0.20	0.24	$0.32N_v$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.25	0.30	$0.40N_v$
S_C	0.13	0.25	0.32	0.38	0.45	$0.56N_v$
S_D	0.18	0.32	0.40	0.47	0.54	$0.64N_v$
S_E	0.26	0.50	0.64	0.74	0.84	$0.96N_v$

يجب إجراء تحريات ودراسات جيوتكنيكية حقلية وإجراء التحليل الديناميكي لاستجابة الموقع S_F

الجدول معامل القرب من المصدر Na

نموذج المصدر الزلزالي	المسافة الأكثر قرباً من المصدر الزلزالي المعروف		
	≤ 2km	5km	≥10km
A	1.5	1.2	1.0
B	1.3	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

(1)يمكن حساب قيمة معامل القرب من المصدر بالتناسب الخطي

(2)يجب تحديد موقع وشكل المصادر الزلزالية المستعملة في التصميم بناء على معطيات جيوتكنيكية مصادق عليها.

(3)المسافة الأكثر قرباً من المصدر الزلزالي تؤخذ على أنها المسافة الدنيا بين الموقع والمساحة المحددة بالمسقط الرأسي للمصدر على السطح (أي المسقط السطحي لمستوى الصدع) ولا ضرورة للمسقط السطحي أن يشمل أجزاء من المصدر تقع على أعماق تساوي أو تزيد على 10Km

(4)يجب اعتماد القيمة الأكبر لمعامل القرب من المصدر في التصميم بعد الأخذ بالحسبان كافة المصادر الأخرى.

الجدول القرب من المصدر N_v

نموذج المصدر الزلزالي	المسافة الأكثر قرباً من المصدر الزلزالي المعروف			
	≤ 2km	5km	10km	≥10km
A	**2.0**	**1.6**	**1.2**	**1.0**
B	**1.6**	**1.2**	**1.0**	**1.0**
C	**1.0**	**1.0**	**1.0**	**1.0**

1- يمكن حساب قيمة معامل القرب من المصدر بالتناسب الخطي

يجب تحديد موقع وشكل المصادر الزلزالية المستعملة في التصميم بناء على معطيات جيوتكنيكية مصادق عليها

2- المسافة الأكثر قرباً من المصدر الزلزالي تؤخذ على أنها المسافة الدنيا بين الموقع والمساحة المحددة بالمسقط الرأسي للمصدر على السطح (أي المسقط السطحي لمستوى الصدع) ولا ضرورة للمسقط السطحي أن يشمل أجزاء من المصدر تقع على أعماق تساوي أو تزيد على 10Km

3- يجب اعتماد القيمة الأكبر لمعامل القرب من المصدر في التصميم بعد الأخذ بالحسبان كافة المصادر الأخرى.

الجدول نوع المصدر الزلزالي

نموذج المصدر الزلزالي	وصف المصدر	تعريف المصدر	
		قيمة مقدار الزلزال الأعظمي بمقياس ريختر (M)	معدل الانزلاق SR (mm/year)
A	صدوع جيولوجية قادرة على خلق حوادث زلزالية وتتمتع بمعدل مرتفع من النشاطات الزلزالية	$M \geq 7.0$ $M \geq 7.0$	$SR \geq 5$ $SR \prec 5$
B	كافة الصدوع غير النماذج (A) (C)	$M \prec 7.0$ $M \geq 6.5$	$SR \succ 2$ $SR \prec 2$
C	صدوع جيولوجية غير قادرة على خلق حوادث زلزالية وتتمتع بمعدل منخفض من النشاطات الزلزالية	$M \prec 6.5$	$SR \leq 2$

1- يجب أن يحدد تصنيف المصدر بناءً على طبيعة الموقع الخاصة

2- يجب أن يترافق كلاً من شرطي القيمة العظمى للعزم ومعدل الإنزلاق بشكل كاف عند تحديد نموذج المصدر الزلزالي.

جدول مبسط لتحديد قيمة المعامل R للجمل الإنشائية العادية الشائعة الاستعمال في الجمهورية العربية السورية

المتسلسل	الجملة الإنشائية	المعامل R
1	جملة إطارات خاصة مقاومة للعزوم	8
2	جملة ثنائية من جدران قص وإطارات خاصة مقاومة للعزوم تتحمل الإطارات ما لا يقل عن 50% من قوة القص القاعدي	7.5
3	جملة ثنائية من جدران قص وإطارات خاصة مقاومة للعزوم تتحمل الإطارات ما لا يقل عن 25% من قوة القص القاعدي	6.5
4	جملة جدران قص مع إطارات خاصة مقاومة للعزوم تتحمل الإطارات ما لا يقل عن 10% من قوة القص القاعدي	5.5
5	جملة جدران قص دون إطارات خاصة مقاومة للعزوم	4.5

حساب دور الاهتزاز

A - العلاقة لتجريبية

$$T = C_t (h_n)^{3/4}$$

h_n : ارتفاع المنشأ من القاعدة حتى أعلى منسوب

قيمة C_t :

- للاطارات المعدنية المقاومة للعزوم ← $C_t = 0.0853$
- للاطارات البيتونية المقاومة للعزوم ← $C_t = 0.0731$
- للأبنية الأخرى ← $C_t = 0.0488$
- جدران قص

حل بديل من أجل جدران قص يمكن حساب C_t

$$C_t = \frac{0.0743}{\sqrt{A_C}}$$

$$A_C = \sum A_e [0.2 + (\frac{D_e}{h_n})^2]$$

A_e أصغر مقطع عرضي لجدران القص في مستوي الطابق الاول

D_e طول جدران القص الواقعة على استقامة واحدة في الطابق الاول (متضمنة الفراغات بينها والموازية للاتجاه المدروس

$$(\frac{D_e}{h_n}) \leq 0.9$$

حساب الدور الاساسي للمنشأ اعتمادا على خصائصه الديناميكية

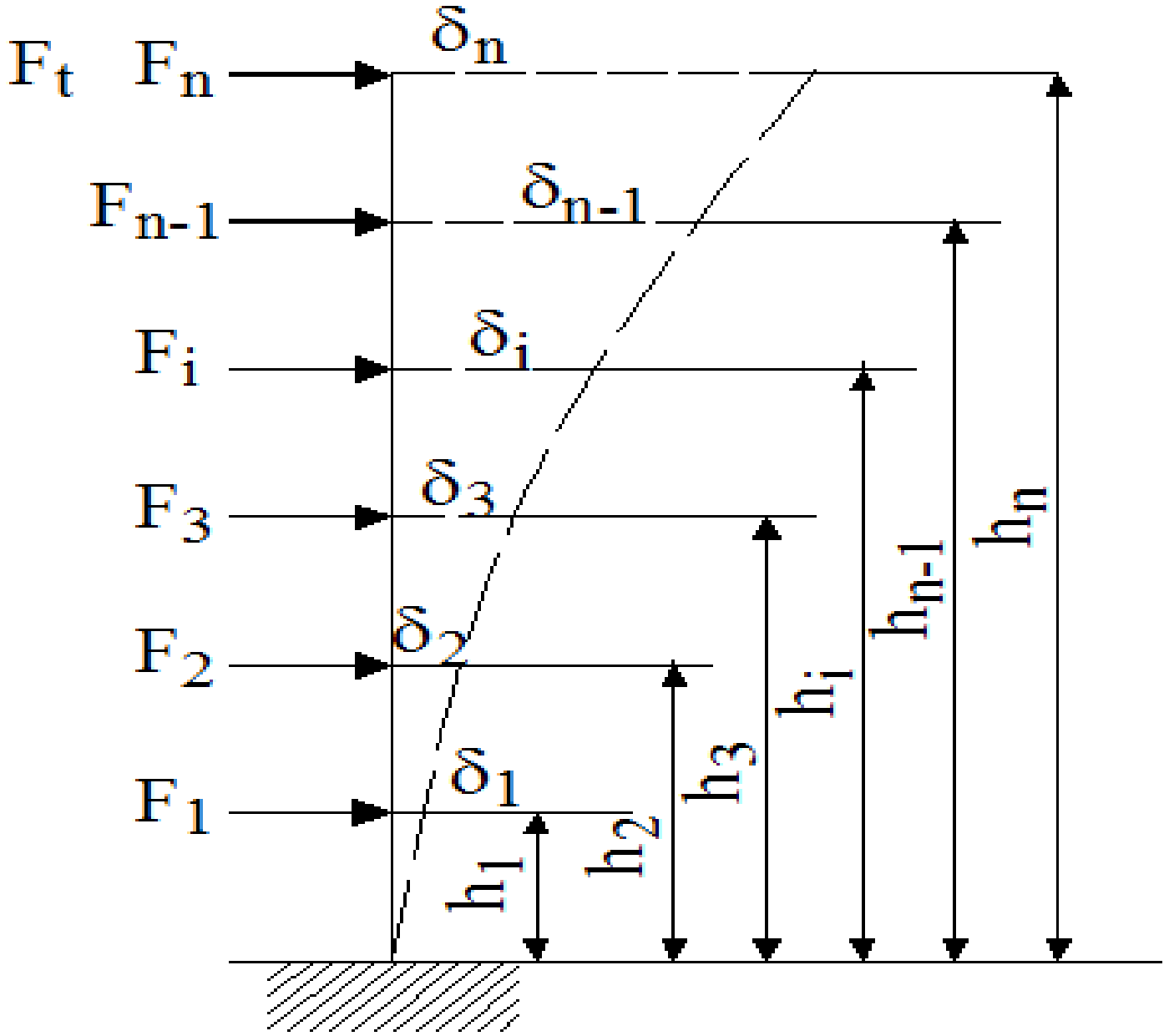
أولا لا بد من حساب الدور الاساسي من العلاقات التجريبية
ثم حساب القوى الأفقية الموافقة وثم حساب الانتقالات الناتجة:

$$\delta_1, \delta_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \delta_n$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\sum W_i \delta_i^{\,2}}{g\left[\sum F_i \delta_i + (F_t + F_n)\delta_n\right]}}$$

مقدراً بالمتر

W_i : تمثل وزن المنشأ المركز عند المنسوب أو الناجم عن وزن المنسوب I فقط ويساوي جزءا من الوَزن الكلي W مقدراً بالـ كغ


F_t
F_n
F_{n-1}
F_i
F_3
F_2
F_1
δ_n
δ_{n-1}
δ_i
δ_3
δ_2
δ_1
h_1
h_2
h_3
h_i
h_{n-1}
h_n

عندما تزيد قيمة TD **المحسوبة بطرق التحليل الديناميكي الدقيقة أو بطريقة ريلي على قيمة** T **المحسوبة**

(يسمح بزيادة المحسوبة بـ 30% **من قيمتها في المنطقة الزالية** (4)

وبـ 40% **من قيمتها في بقية المناطق الزلزالية**.

بالنسبة للمنطقة الزلزالية الرابعة

$$T_D \leq 1.3T$$

باقي المناطق

$$T_D \leq 1.4T$$