www.vepub.com
Publish Your Mind

کپی های تکمیلی

تحلیل ریسک زلزله

www.vepub.com
Publish Your Mind

www.vepub.com
Publish Your Mind

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک　　دکتر غلامرضا قدیری امیری　　۱۲،۴، ۸۸ ⊥

آمار: 42 بلای طبیعی در جهان وجود دارد که 30 بلا در ایران نیز رخ می دهد که مهیب ترین آنها زلزله است.

زلزله آزاد شدن انرژی زیاد زمین که طی 500 تا 2000 سال در زمین جمع شده و طی 15sec تا 30sec آزاد می شود.

نوار زلزله خیز: نوار اقیانوس آرام (کالیفرنیا، غرب امریکا، شرق آسیا) نوار آلپ - هیمالیا

80٪ زلزله های دنیا روی نوار اقیانوس آرام اتفاق می افتد که بزرگایی به اندازه ی 8 تا 9 ریشتر دارند.

15٪ زلزله ها روی نوار آلپ - هیمالیا که ایران نیز روی این نوار قرار دارد اتفاق می افتد که بزرگایی بین 6 تا 7 ریشتر دارند.

هر سال در ایران یک زلزله ی 6 ریشتری و هر 5 سال یک زلزله ی 7 ریشتری اتفاق می افتد.

8٪ تلفات جانی کل دنیا در زلزله مربوط به ایران است که این آمار بسیار زیادی است. 25٪ تلفات جانی در دنیا مربوط به زلزله است و 80٪ تلفات جانی در ایران مربوط به زلزله می باشد.

نتیجه: در کشور ایران خطر زلزله (Siesmic hazard) خیلی زیاد نیست اما خطرپذیری (Siesmic Risk) بسیار زیادی می باشد.

یک مثال از خطر و خطرپذیری:

دماغ وحشی خطر (hazard) عملی حیوانات وحشی زیاد است اما خطرپذیری (hazard Risk) کم می باشد.

یک حیوان وحشی آزاد خطر کم (hazard) و خطرپذیری (hazard Risk) زیاد است.

www.vepub.com
Publish Your Mind

Property of
Baptist Bible Seminary

تحلیل ریسک

۱۳۸۸/۱۲/۴

پدیده ی زلزله: زلزله یک پدیده ی تصادفی (Random) است.

پیش بینی زمان، مکان و بزرگای زلزله و کنترل آن در آینده ناممکن است. (زلزله شناسی بررسی شود.)

مقابله با زلزله:

۱- پیشگیری (برای ساخت ساختمان های جدید): طرح معماری، سیستم سازه ای (ثقلی و جانبی)، بارگذاری (عادی و لرزه ای)، مدلسازی (ابعاد و مقاومت مصالح)، تحلیل سازه (استاتیکی خطی، دینامیکی خطی، استاتیکی غیرخطی، دینامیکی غیرخطی)، طراحی، اجرا

۲- درمان (برای ساختمان های موجود). دلایل عدم کفایت ساختمان های موجود:
۱- تغییر آیین نامه ها و مبنا، پیشرفتها در بهسازی لرزه ای
۲- تغییر کاربری - مثلاً اداری به آموزشی
۳- نواقص طراحی و اجرایی
۴- فرسودگی مصالح (مثل خوردگی میلگردها)

هدف: رساندن نتیجه به حداقل کار اجرایی، تغییر، اضافه کردن عناصر به ساختمان (خیلی گران)، استفاده از حداکثر ظرفیت مصالح موجود، ابعاد المانها (مثلاً ستون ها تیپ طراحی شده اند و برخی از ستونها بزرگتر طراحی شده اند تا ساختمان دارای ستون های تیپ باشد)، تعیین بارگذاری اجرایی دقیق، استفاده از تحلیل های دقیق تر (بدون تقریب های دست بالا)

www.vepub.com
Publish Your Mind

۱ ۸۸/۱۲/۱۱

تحلیل ریسک

Siesmic Risk Analysis: تحلیل خطرپذیری سازه‌ها در برابر زلزله

Evaluation:

1) Assignment 15% 8 series (one week due)

2) Seminar 10%

one Journal paper (after 2005) the last 2 weeks of the semester

each seminar 10 to 15 minutes.

report = one page Summary + original paper text

3) Final Exam 75% 2part: questions (closed book)

problems (open book)

فهرست:

1) Introduction

تئوری تصمیم ← تحلیل ریسک ← منفی آسیب پذیری + تحلیل خطر : یک مثال

پس از تعیین منفی آسیب پذیری و تحلیل ریسک تصمیم گیری می‌شود: ۱- کاربری سازه عوض شود یا نه
۲- بیمه تصمیم گیری کند که چقدر بیمه کند
۳- بهسازی شود یا نه، چقدر هزینه شود

در واقع درس تحلیل خطر است. زیرا 80٪ تحلیل ریسک، مربوط به تحلیل خطر است. یک تریلیون از این قسمت.

2) Data Base of Siesmic Input (Earth quake Science Input to an SHA

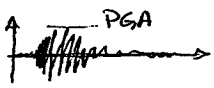
www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک

۱ ۸۸/۱۲/۱۱

SHA: Siesmic Hazard Analysis

SHA: کمی سازی خطر زلزله برای طراحی سازه‌ها
- A: شتاب مبنای طراحی
- B ضریب بازتاب (طیف = AB)
- تاریخچه زمانی شتاب نگاشت



از نظر مهندسی عمران برای کمی سازی خطر زلزله از تاریخچه زمانی شتاب نگاشت استفاده می‌شود و برای طراحی از PGA استفاده می‌شود که یک معیار خطر زلزله است. دومین مورد کمی طیف است (AB در آیین نامه)

سه پارامتر مهم مخرب زلزله:
- PGA (قدرت) (کشتی گیری)
- مدت زمان لرزه‌ی شدید Strong motion duration (نفس)
- محتوای فرکانسی (فن)

مدت زمان لرزه شدید یعنی چه مدت زمانی زلزله قدرت تخریب داشته (معمولاً شتاب بالای 0.05g)

محتوای فرکانسی: براساس جرم ساختمان، ارتفاع ساختمان و غیره هرگز عوض نمی‌شود. یکی از این مشخصات محتوای فرکانسی است

پارامترهای طبیعی

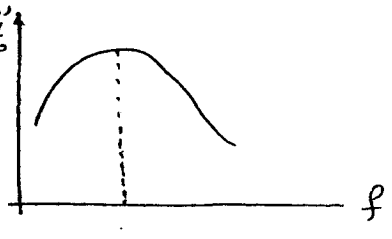
پارامتر فرکانس طبیعی = تعداد حرکت در واحد زمان

پارامترهای طبیعی یعنی جزو مشخصات سازه است در حالتی که آزاد است (بدون نیرو یا اغتشاش)

زلزله کاملاً به صورت نامعلوم سازه را تحریک می‌کند و مثلاً یک پنجاه اول با پریود 0.5 sec، دوم با پریود 1 sec و غیره سازه را می‌لرزاند. مدت زمان حرکت با یک فرکانس اندازه‌گیری می‌شود تقسیم بر کل زمان ضربدر 100 می‌شود

$$\text{درصد محتوای فرکانسی} = \frac{\text{زمان فرکانس خاص}}{\text{کل زمان زلزله}} * 100$$

طیف



برخی از پارامترهای زلزله و رفتار نامنظم سازه برای ما نامشخص هستند و ممکن است با این پارامترها تحریک شود.

لذا برای سازه‌های نامنظم و سازه‌های خاص باید تحلیل تاریخچه زمانی انجام شود چون نمی‌توان با طیف همه‌ی رفتار سازه را

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل دینامیکی ۸۹/۳/۲۵

معمولاً UHS کمتر از دیگر روابط به دست می آید. لذا آیین نامه ۲۸۰۰ ذکر می کند که باید طیف به دست آمده از $\frac{2}{3}$ طیف آیین نامه کمتر نباشد.

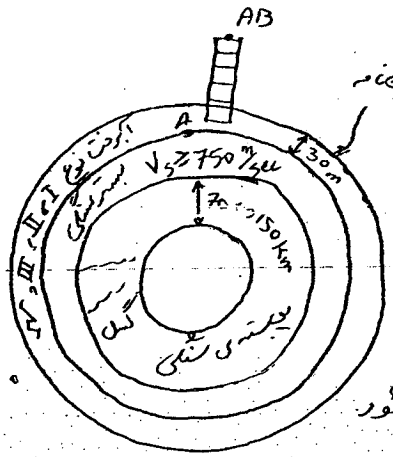
نوع خاک در آیین نامه ۲۸۰۰ به چهار دسته ی I ، II ، III و IV طبقه بندی شده است. خاک نوع III و IV خاک هستند و اثر آنها در رشد یه گاه به درستی لحاظ نشده است. لذا هرجا خاک نوع III و IV وجود داشت در رابطه ی کاهندگی خاک نوع I ضرب شود، طیف به دست آید (UHS) طیف او دینامیک خاک وجود

تحلیل دینامیکی ستون خاک ضریب بزرگنمایی α یا شتاب α به دست آید و تمام مقادیر در α ضرب می شود. کیفیت فرکانس و مقدار را رابطه ی کاهندگی لحاظ کرده است.

تحلیل تهرین سری ۷ با رابطه ی کاهندگی قدری

تعیین کرد. در ۹۰٪ مواردی که با سازه های منظم سروکار داریم با پریود یا پارامترهای A و B کار داریم زیرا رفتار سازه برای ما تقریباً مشخص است لذا توصیه می شود سازه منظم ساخته شود. سازه منظم سازه‌ای است که ۹۰٪ رفتار سازه در حد اول مشخص شود. با منظم ساختن، رفتار ساختمان به هنگام زلزله مشخص تر است.

در این درس A و B (دو پارامتر از ۳ سه پارامتر) محاسبه می شود. A: شتاب مبنای طرح B: ضریب



طیف آیین‌نامه

ملاک 30m از زیری ساختمان است.

در پوسته‌ی سنگی که زیر بستر سنگی قرار دارد شکستگی‌هایی دارد که گسل نامیده می‌شوند.

در فصل ۲ به صورت کیفی و در فصل ۳ به صورت کمی به هر گسل پرداخته می‌شود.

کیفی: مرور بر زلزله شناسی

3) Siesmicity of Siesmotectonic Provinces

پس از بررسی گسل ها، آمار و ابعاد گسل و احتمالات فعالیت آن مشخص می‌شود. * این پیش بینی انجام شده برای طراحی استفاده می‌شود. در واقع خطر گسل کمی می‌شود. در اینجا پرونده‌ی گسل ها بسته می‌شود.

4) Attenuation Relationships (Ground-Motion Input to an SHA)

پس از رخداد زلزله در گسل از مسیر بستر سنگی و آبرفتی عبور کرده و به سازه می‌رسد و محتوای آن تغییر کرده.

که باید هنگامی به سازه می‌رسد بررسی شود که برای تعیین حرکت زمین دو روش وجود دارد.

DSHA : Deterministic Siesmic Hazard Analysis
PSHA : probablistic " " " "

www.vepub.com
Publish Your Mind

۸۸/۱۲/۱۱

تحلیل ریسک

مهمترین فصل، فصل ۳ است که ۴ سری ترین دارد، فصل ۵ و ۶ ۱ ترین و فصل ۷ یک ترین است.

صفحه ی 12 تا صفحه ی 39 فصل اول (مقاله) صفحه ی 40 تا 142 جزوه Green (از دانشگاه ILLINOIS)

فصول (4 و 5 و 6 و 7) از 143 تا 378 و 4 مربوط به فصل 4 فقط مبادی روابط کاهندگی 379 تا 402 رابطه ی PGA برای ایران که فقط جنبه ی اجرا جایی دارد. 403 تا 411 مربوط به فصل 3. برنامه ی کامپیوتر Siesmic Risk از صفحه 412 تا 468 (برای استفاده ی اختیاری) 469 به بعد مربوط به فصل 8

مراجع به ترتیب کتاب:

۱- آمار زلزله گذشته.

ل Douglas ← کل روابط کاهندگی از 1969-2003 از سایت هم می توان دید.

مانوئل بربریان (1374) آمار زلزله ی ایران

علی اکبر معین فر، عباس مهدویان و ابراهیم مالکی (1373) آمار زلزله ی ایران

Websites: www.usgs.gov (http://neic.usgs.gove/neic/epic/epic...

در جزوه حتماً رجوع شود.

www.vepub.com
Publish Your Mind

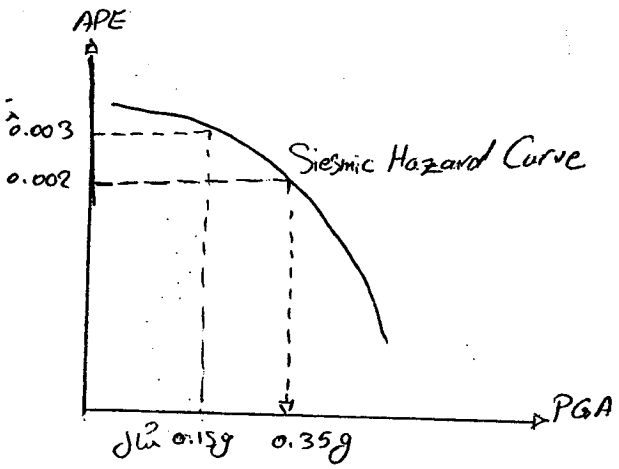
www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک

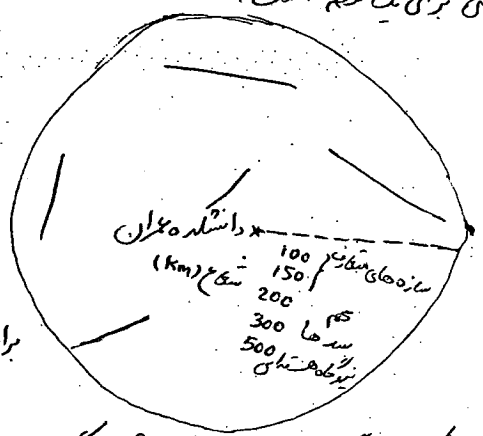
Chapter 1) Introduction

فصل اول : مقدمه :

حال تحلیل خطر زلزله (Siesmic Hazard Analysis):



این منحنی برای یک نقطه است.



برای سازه‌های مختلف براساس اهمیت شعاعی با اندازه های مشخص

شده زده می‌شود که لزوماً دایره هندسی نیست تا تمام گسل ها در محدوده واقع شود.

آمار زلزله‌های گذشته ۱۹۰۰< و زلزله‌های دستگاهی ۱۹۰۰> استخراج می‌شود.

APE: Annual Probability of Exceedence : احتمال فراگذشت سالانه

منحنی APE-PGA نتیجه ی کار است و سپس به آیین‌نامه طراحی رجوع می‌کنیم مثلاً در آیین‌نامه ۲۸۰۰ این است که

اگر عمر مفید سازه‌ها 50 سال است احتمال خرابی ۱۰٪ باشد. یعنی احتمال فراگذشت PGA زلزله حادث PGA طراحی ۱۰٪

یعنی از 100 زلزله ۱۰ زلزله در 50 سال عمر مفید سازه‌ها، ۱۰ زلزله دارای PGA بزرگتر از PGA طراحی ایشد.

این اعداد و ارقام آیین‌نامه براساس تجربه، مقایسه با دیگر پارامترهای زندگی، فرهنگ سازه و میزان سرمایه تعیین می‌شود.

④ ③ ② ①

در انتخاب ۱۰٪ عامل درگیر است با توجه به پارامترهای فوق تعیین می‌شود.

PE: Probability of Exceedence = احتمال خرابی ۱۰٪

APE = احتمال فراگذشت PGA زلزله حادث در عمر مفید 50 سال سازه / بیشتر نسبت به PGA طراحی در سال آینده (در یک سال آینده)

www.vepub.com
Publish Your Mind

۷ ۸۸/۱۲/۱۱

احتمال فراگذشت	سال
10%	50
$\frac{0.1}{50} = 0.002$	1
100%	$TR = \frac{1}{0.002} = 500$ سال

$APE = \frac{PE}{50} = \frac{0.1}{50} = 0.002$

دوره بازگشت Return Period

از رابطه پواسون به دست می‌آید: $PE = 1 - e^{-\frac{t}{TR}}$ $\quad 0.1 = 1 - e^{-\frac{50}{TR}} \rightarrow TR = 475\,yr$

$APE = 1 - e^{-\frac{1}{TR}}$ $\quad APE = 1 - e^{\frac{-1}{475}} = 0.0021$

$\frac{1}{TR} << 1 \quad APE = \frac{1}{TR}$

$\frac{t}{TR} << 1 \quad PE \approx \frac{t}{TR}$

آیا $APE = 0 =$ 100% یعنی $0 = 1 - e^{\frac{-1}{TR}} \rightarrow TR = \infty$

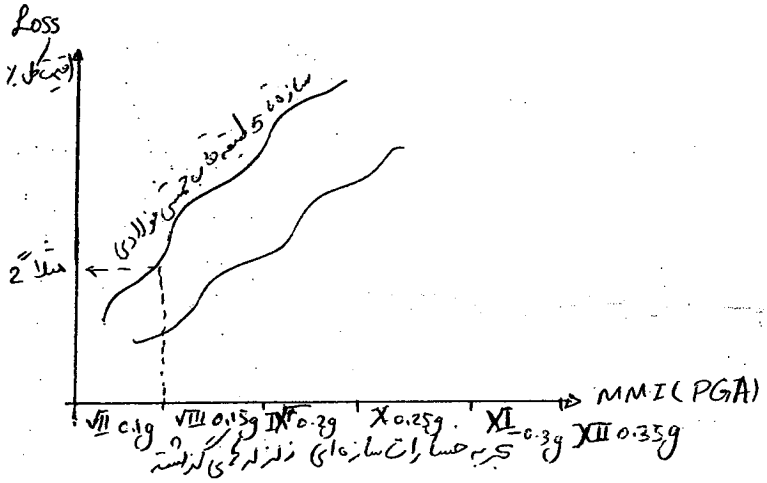
... است. چون مجبور هستیم ایمنی را نیز از 100% انتخاب کنیم حدود 10% در نظر گرفته می‌شود

... تقریباً مناسب است.

Vulnerability

Modified Mercaly Intensity

...



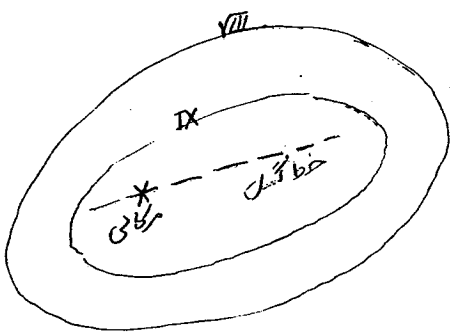
... است. معادل PGA است.

... شده از گسل و فقط یک عددی باشد.

... فاصله‌ی آزاد شده از گسل فرق می‌کند.

... (بر حسب زمان) ثابت است و با

... تغییر می‌کند.



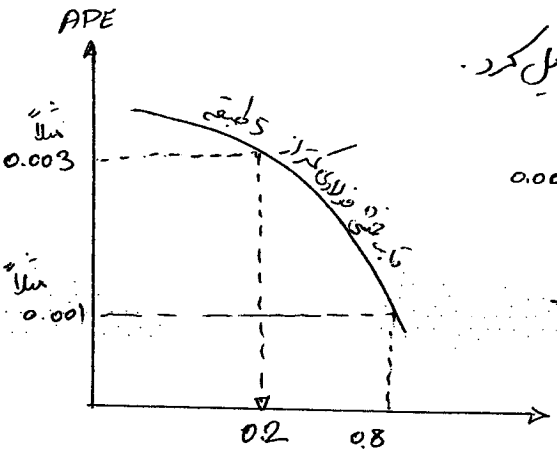
، مرکالی است. درهنگام بیان خرابی باید گفت که سازه ا ـــــ که خراب شده یا سالم مانده در کدام حط

است. مرکالی شدتی است براساس احساس انسان و شـــــ ن خرابی در سازه های استاندارد

سازه ای 5 رشته VII مرکالی است. حرف احساس انسان 2.5 رشته و IV مرکالی است.

ا کسی زنده نمی ماند که احساس خود را توصیف کند و تمام سا ـــــ ه ها خراب می شوند. رشته 8.9

ی است که در 1930 در راین آمده و 8.5 رشته درشـــــی 2010 یک هشتمین ا



Siesmic Risk Curve

دارد که می توان میزان شدت MMI یا PGA تبدیل کرد.

نا هین است که نشان می دهد در سال آتی با احتمال 3 ـــ 0.00

ت از 20 خواهد بود. کاربرد استخراج این منحنی ها می باشد

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک ۸۸/۱۲/۱۸

Example: از صفحه‌ی ۱۲ تا صفحه‌ی ۲۹ جزوه‌ی تحلیل ریسک مطالعه شود.

در این مقاله عبارت‌های SHA، SRA (Seismic Risk Analysis)، Desison the theory

را بیان می‌کند:

- office building - LA, CA (Los Angeles - California)

- medium Concrete frame قاب خمشی بتنی با شکل‌پذیری متوسط

۲۵ سال از عمر آن باقی مانده است، ۳۰ سال از آن استفاده شده است. لذا براساس آیین‌نامه جدید لرزه‌ای طراحی نشده است، می‌تواند آسیب‌پذیر باشد. طوری ساختمان مهم است که تلفات جانی وجود ندارد.

- building Value $10 million

3 option to mitigate the risk of earthquake

1) Take no action (Self-insure against loss)

2) Buy a $10 million earthquake insurance Policy with a 5% deductible ($500,000) at a Cost of $30,000 per year

3) Initiate Structural, equipment and architectural upgrades to the building that will lower the Calculated loss by a factor of 2, خسارت را ۵۰٪ کم کند.
at the Cost of $400,000

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک ۸۸/۱۲/۱۸

Fig 5. Vulnerability function

جدول ۱ صفحه‌ی ۲۳ و ۲۴

جدول صفحه‌ی ۲۳ انواع سیستم‌های ساختمانی در California را نشان می‌دهد.

Class 4C

Fig 6 ⟶ faults

نقشه‌ی گسل‌ها (سازمان زمین‌شناسی)

در این نقشه اشعاع 150 km دایره‌ای رسم کرده.

fig 7 ⟶ آمار زلزله‌های گذشته

fig 6 + fig 7 + تئوری احتمالاتی ⟶ SHA (fig 8)

موضوع درس تحلیل ریسک

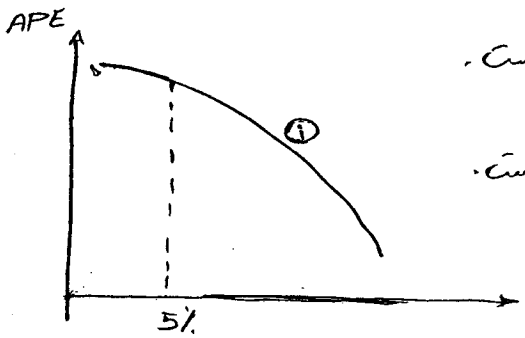
Fig 8: Seismic hazard Curve

Table 2:

ابتدا منحنی PGA - APE به صورت نقطه نقطه خوانده شده است.

سپس از کتاب مهندسی زلزله PGA برحسب MMI (صفحه‌ی ۲۴ جزوه‌ی کوچک) محاسبه شده است.

سپس (این منحنی برای هر منطقه متفاوت است) سپس از fig 5 نقطه به نقطه میزان loss محاسبه می‌شود. سپس از این جدول loss و APE برداشته شده و fig 9 رسم می‌شود.



هزینه‌ی کمتر از 5% برای option(2) مربوط به هزینه‌ی ما است.

در option(3) میزان خسارت ضعف حالت ① است.

منحنی خط‌چین برای ضعف خسارت رسم می‌شود.

برای مقایسه‌ی این سه گزینه به یک معیار اقتصادی

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک ۸۸/۱۲/۱۸

خسارت سالانه متوسط AAL: Average Annualized Loss : ماده‌ترین معیار اقتصادی

در جدول-۴ برای این table 3 ، 25 گرفته شده چون احتمال خسارت 28 میانگین 22-100

بیشتر از 28٪ وجود ندارد. (چون این جا نی را حفظ می‌کند لذا نمی‌تواند 100٪ خسارت ببیند.)

فرض

در ستون Annual Probability ، کلمه‌ی Exceedence وجود ندارد لذا باید احتمال بیشتر از

رخداد حذف شود ، یعنی احتمال $P_1 < P < P_2$ = احتمال رخداد بزرگتر از P_2 - احتمال رخداد بزرگتر از P_1

ستون Expected Loss از ضرب Central Value ،

Annual Probability می‌باشد مثلاً احتمال 4.5٪ خرابی 0.09 است لذا 6 از 0.09

4.5 درهد راموردنظر قرار داریم. اگر در سالی احتمالی رخ ندهد ، سال بعد جمع می‌شود لذا جمع شونده بررسی می‌شود

ورشکستگی : افراد به نداشتن .

$500,000 و $1,000,000 متوسط درآمد مردم منطقه است .

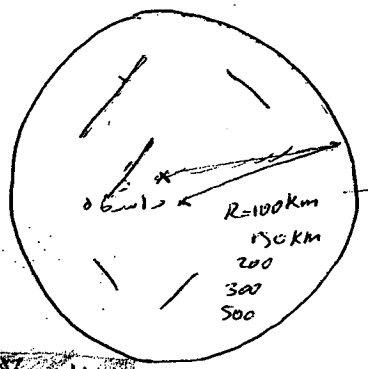
ترس از ورشکستگی برای مرتبه ۱٪ و self insure از هر بیشتر هستند سفته‌ی اول کپی دوم

کوه‌ی معاسبی سود وام بانکی در ایران

تمرین ۱-۱ حل شود.

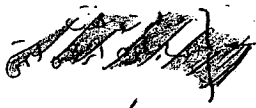
www.vepub.com
Publish Your Mind

Chapter 2) Data Base of Seismic Input (Earth Science Input to an SHA)

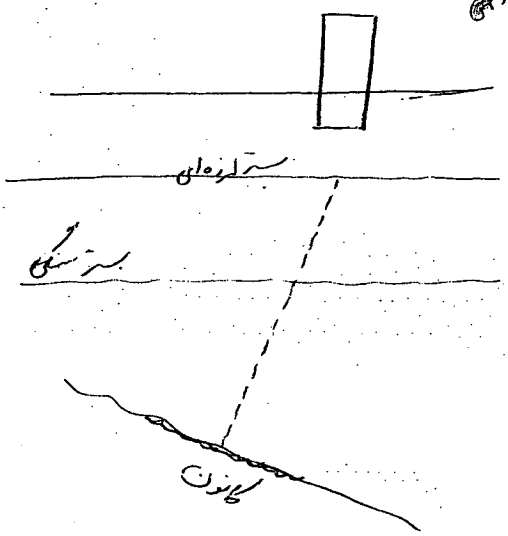


با شعاع معین نشان داده شده روی نقشه گرای زمین شناسی سه دایره ایم کرده و گسل که را مشخص کرده سپس از منابع زیر آمار زلزله های گذشته را استخراج می کنیم:

- کتاب ابر سنر
  - جریبیان
  - معین فر
  - آمار زلزله گای تاریخی (قبل از ۱۹۰۰) ← کتب و اسناد تاریخی
- سایت گای معتبر
  - USGS
  - پژوهشگاه زلزله
  - مرکز تحقیقات
  - سازمان زمین شناسی
  - آمار زلزله گای دستگاهی >۱۹۰۰



در فصل ۲ بررسی کیفی زلزله گسل گا و مروری بر زلزله شناسی که در مهندسی زلزله گا رشناسی خوانده شده است.



حتی یک زلزله ای مهم خود در تحلیل خطر زلزله بسیار مهم است و تأثیر زیادی روی نتایج می گذارد.

منبع لرزه زایی در اکثر مواقع گسل گا می باشند (90% to 95%) 5% تا 10% هم به علت آتشفشان، تخریب سقف معادن، ارتفاع زیاد آب پشت سد گا می باشد.

5-10% علت زلزله
- ۱- زلزله گا هم القایی عمق گا سد گای بلندتر از 100m
- ۲- انفجارات
- ۳- تخریب سقف معادن
- ۴- آتشفشان
- ...

گسل شکستگی بستر سنگی است که مرز قاره ها را تشکیل می دهد. داخل این قاره ها، شکستگی گا هی باز وجود دارد. روی گسل گا معمولاً لایه آبرفتی وجود دارد و دیده گا می آگی راندگی (چین خوردگی بدون وجود گسل)، حفار (چیزی شبیه پاگی روی سطح زمین که شبیه خط است و ممکن است به علت گسل نباشد) هم این موارد را گسل فرض می کنیم، زیرا علمی نداریم که بفهمیم فعالیت آن چگونه است.

فرض می شود در یک گسل لرزه خیزی یکنواخت (Uniform) است. اگر لرزه خیزی دو قسمت گسل متفاوت بود، آن گسل، دو گسل فرض می شود.

تحلیل ریسک

۸۹/۱/۱۷ (۲)

گسل یا Seismic Source فرض می‌شود و تمام گسل‌ها را فعال در نظر می‌گیریم (به علت کمبود اطلاعات)
اگر گسلی در 30,000 سال یک جنبش و در 500,000 سال دو جنبش داشته باشد گسل فعال فرض می‌شود.
مثلاً گسل تهران در 2500 سال گذشته جنبشی نداشته است.

مراجع زیر وجود دارند که در مورد گسل‌ها اطلاعات دارند:
۱- سازمان زمین‌شناسی
۲- وزارت نفت
۳- سازمان انرژی اتمی
۴- پژوهشگاه زلزله
۵- هیئت سازمان جغرافیایی

ایران به 20 ایالت لرزه‌خیز (Seismotectonic Province) تقسیم شده است که در هر ایالت انرژی، جهت و موارد دیگر رژیم لرزه‌زایی ثابت است.

در مورد شواهد تاریخی برای مطالعه‌ی گسل‌ها دو نوع داده وجود دارد:
۱- داده‌های ماکرولرزه‌ای — Macro Seismic Data ← سهل‌الوصول‌تر
۲- داده‌های کلرلرزه‌ای — Micro Seismic Data ← استفاده از آزمایش‌های پیچیده ماشین‌آلات

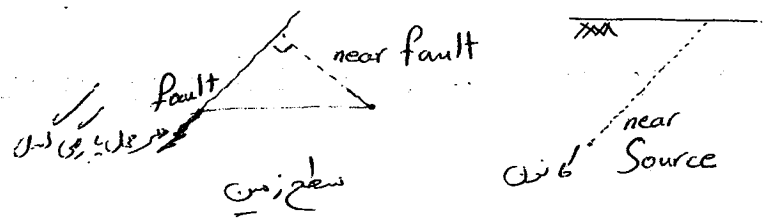
۱) Seismology

۱) زلزله‌شناسی

صفحه‌ی ۱ جزوه‌ی کوچک:

- near fault ← در فقدان اطلاعات
- near Source ← فنی‌تر
- near field ← عمومی

(نزدیک حوزه‌ی گسل، مرکز سطحی، کانون)



near field زیادتر فنی نیست و توضیح عمومی است.

زمانی که در فقدان اطلاعات از near fault استفاده می‌شود فاصله از محل پارگی گسل استفاده می‌شود

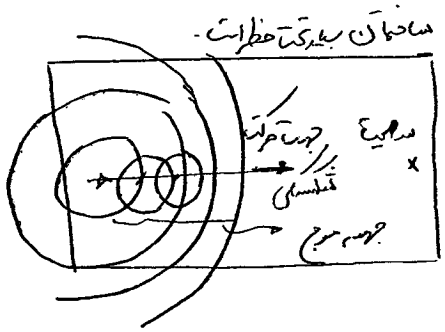
قبل از زلزله از خط عمود بر گسل و بعد از زلزله از نزدیک‌ترین نقطه پارگی گسل تا ایستگاه محاسبه می‌شود

مرکز سطحی epicentre است.

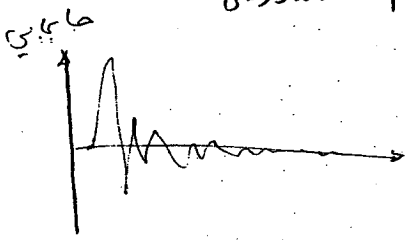
علائم نزدیکی:
۱- جهت‌داری — directivity
۲- لگد دورانی — filing Step

تحلیل ریسک

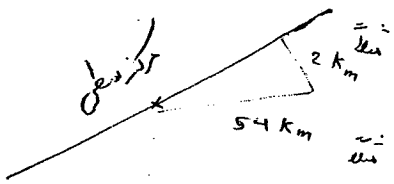
directivity بیشتر در سرعت و شتاب دیده می‌شود
پالس بزرگ
filling step در جابجایی دیده می‌شود
این دو موضوع مهم‌تر از near Source است.



* لگدزدگی یعنی اینکه گسل ابتدا یک حرکت شدید ایجاد کرده و سپس به شکستگی با حرکت ملایم‌تر ادامه می‌دهد مانند بلند کردن و حمل یک جسم سنگین که ابتدا باید یک حرکت قوی انجام داد. اگر نزدیک گسل باشیم، حرکت لگدزدگی

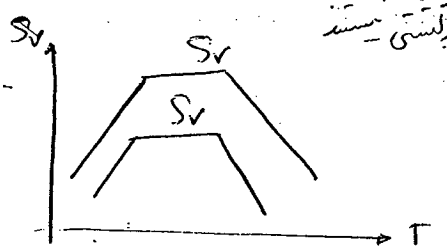


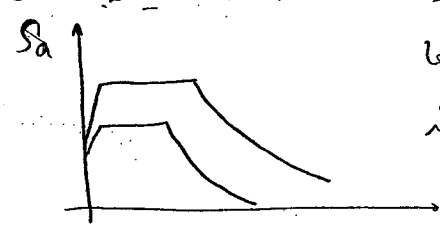
معمولاً فرض می‌شود مرکز سطحی دقیقاً روی گسل یا بسیار نزدیک به آن است.



اثرات جهت‌داری و لگدزدگی دیده می‌شود ← 15 km یا کمتر فاصله اولین پارگی یا فاصله تا گسل

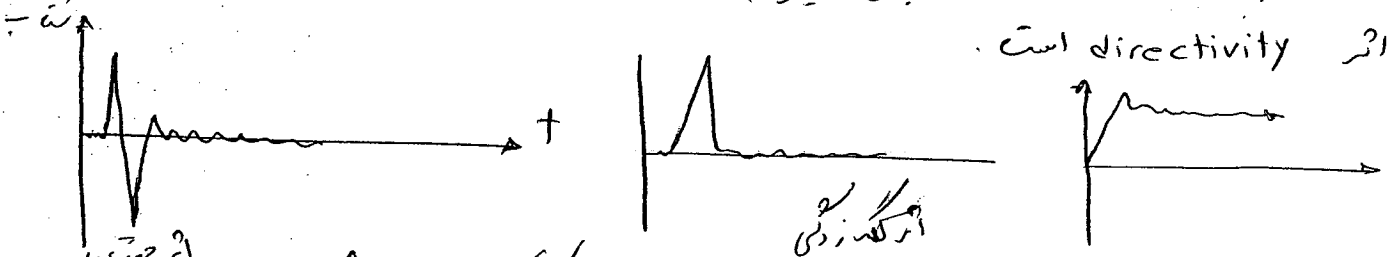
~~هدر طیف~~ حوزه‌های نزدیک طیف‌ها اثر لگدزدگی را نمی‌بینند چون رفت و برگشتی نیستند





اثر near field در طیف‌ها
هرچه near field کمتر باشد مقدار طیف بیشتر است.

پالسی که در ابتدای شتاب‌نگاشت باشد، پالسی که یک طرفه باشد علامت وجود اثر لگدزدگی است و اگر پالس دو طرفه باشد اثر directivity است.



در تحلیل خطر فقط از far field استفاده می‌کنیم و اثرات خاص نزدیکی به گسل را بررسی نمی‌کنیم.

علت بررسی دقیق خطر زلزله در نزدیکی گسل افشانش این منطقه است و بنابراین منطقه ساختمان‌سازی کرد. دور از گسل موجب خاک اهمیت دارد و در نزدیک گسل اثر خاک اهمیت ندارد زیرا زلزله فرصت تأثیر گذاشتن بیشتر از خاک را ندارد. بنابراین در زلزله فقط resonance زلزله را کنترل می‌کند.

در نزدیکی گسل مولفه‌ی قائم بسیار مهم و بیشتر از مولفه‌ی افقی است و در فاصله‌های زیاد اثر مولفه‌ی قائم بسیار کم است.

تحلیل ریسک

④ ۸۹/۱/۱۷

در هر شتاب قائم 1.5g و شتاب افقی 0.86g بود. شتاب قائم باعث بلندشدن سقف ساختمان می‌شود.

زلزله‌های زلزله سرعت باعث Resonance می‌شود و در فواصل دور سریع میرا می‌شود

در نزدیکی گسل { ۱- مولفه‌ی قائم به تخریب ساختمان کمک می‌کند.
۲- Resonance به علت سرعت بیشتر است.

در نزدیکی گسل ابتدا مودهای دوم و سوم ساختمان را که تحت تأثیر قرار می‌دهند (مودهای عالی Superior Modes)

در نزدیکی گسل به علت وجود مولفه‌های قائم بزرگی دارد، مفاصل پلاستیک در همه ستون‌ها ایجاد شده و ستون‌ها کمانش می‌کنند. ولی دور از گسل مود اول حاکم بوده و مفاصل پلاستیک هم در تیرها ایجاد می‌شوند.

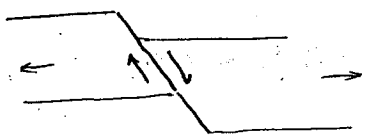
دور از گسل برش پایه بیشتر است در طبقات پایین بیشتر است اما نزدیک گسل به علت اثر مودهای بالاتر، برش طبقات بالاتر بیشتر است.

میرایی و سکون فقط با سرعت مقابله می‌کند اما میرایی و سکون با جابجایی (ذاتی) مقابله می‌کند.
Resonance

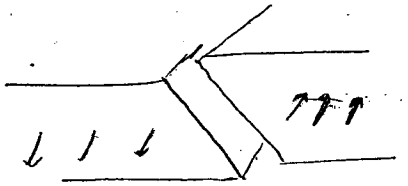
Duration برای شتاب‌نگاشت‌های دور از گسل بیشتر می‌شود زیرا دور از گسل انرژی منقطع می‌شود.

در نزدیکی گسل مقاومت‌سازه کاربردی کند زیرا سازه بسیار سریع تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

انواع گسل:


کششی Normal

معکوس Inverse
یا فشاری
سیار مخرب و خطرناک موجود در ایران


گسل راستالغز بدون خط
ناگهانی اما هراه با حرکت در طول زمان

حرکت گسل در دنیا 1mm/week است و در ایران 23mm/year (تقریباً) 10.5mm/week (نصف دنیا) حرکت وجود دارد

که باعث کوهزایی البرز می‌شود.

www.vepub.com
Publish Your Mind

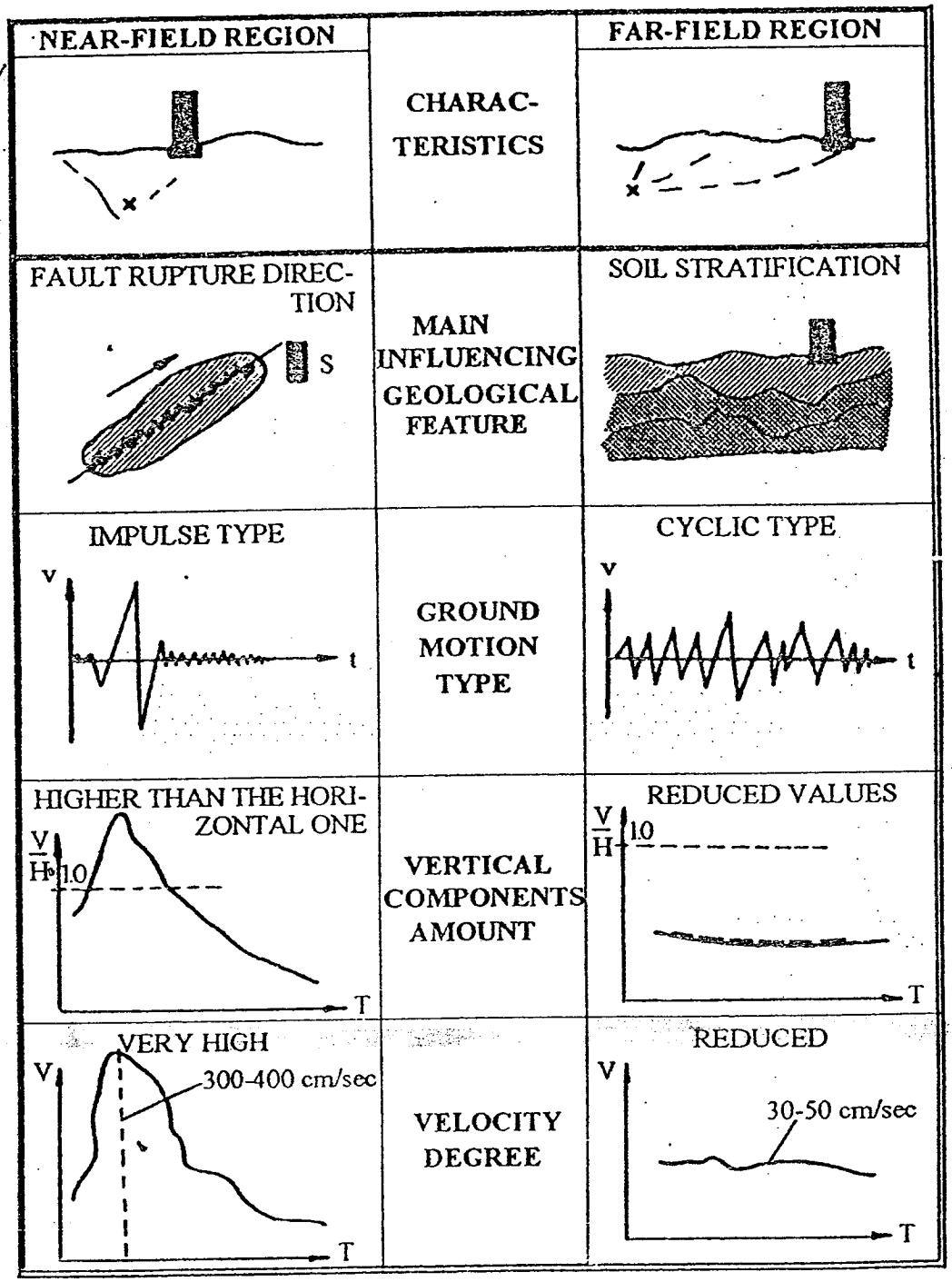


Figure 1.18: Near-field vs. far-field ground motion features

1.6.3. Challenge in Design

As a consequence of the above mentioned differences in ground motions, there are some very important modifications in design concept (Fig. 1.19) (Gioncu et al, 2000):

(i) In near-field regions, due to very short periods of ground motions and due to pulse characteristic of loads, the importance of higher vibration

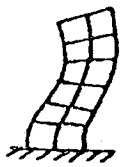
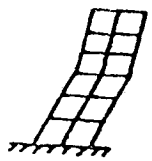
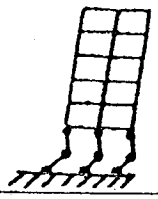
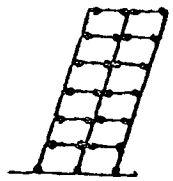
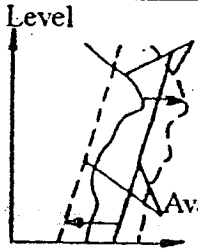
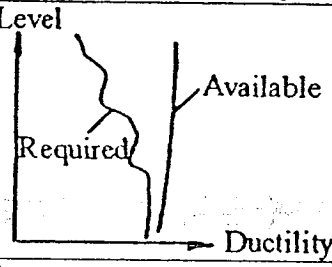
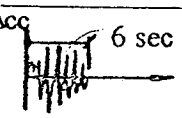
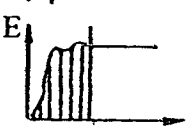
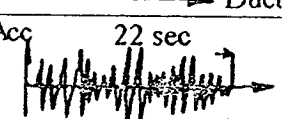
NEAR-FIELD REGION	CHARAC-TERISTICS	FAR-FIELD REGION
SUPERIOR MODES 	INFLUENCE OF VIBRATION MODES	FUNDAMENTAL MODE 
SECOND ORDER EFFECTS  Plastic buckling	INFLUENCE OF VERTICAL COMPONENTS	GLOBAL MECHANISM 
Levels DEPENDING ON STRUC-TURE RIGIDITY Ductility	DUCTILITY DEMANDS	DEPENDING ON SOIL CONDITION Ductility
Level Required  Available Ductility	INFLUENCE OF VELOCITY	Level  Available Required Ductility
Acc 6 sec  E E=0.5 m^2/s^3 	DURATION	Acc 22 sec  E E=2.5 m^2/s^3

Figure 1.19: Near-field vs. far-field structure behaviours

modes increases, in comparison with the case of far-field regions, where the first fundamental mode is dominant. For structures subjected to pulse actions, the impact propagates through the structure as a wave, causing large localized deformations and/or important inter-storey drifts. In this situa-

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل رلیک

۵ ۸۹/۱/۱۷

مروری بر زلزله شناسی

- دلیل وقوع زلزله ← قبلاً گفته شد.

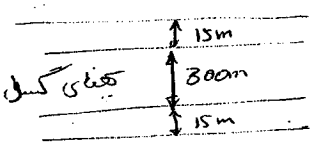
- پدیده های همراه با زلزله
۱) لرزه یا تکان یا جابجایی:
- لرزه اولیه = پیش لرزه — Fore Shock — عمومیت ندارد مگر برای زلزله های بزرگ $M > 6$
- لرزه اصلی — Main Shock
- پس لرزه — after Shock — عمومیت دارد

پیش لرزه از چند ساعت تا چند روز قبل از زلزله اصلی است و یک alarm است و برای شروع گسستگی است.
پس لرزه برای Stable شدن لایه ها پس از حرکت است ← از چند ساعت تا چند سال (تا سه سال) ممکن است اتفاق بیفتد.

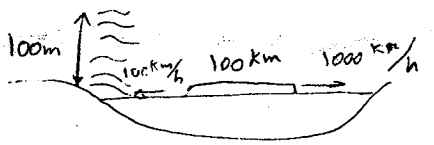
در تحلیل خطر عمدتاً ناشی از Main Shock بررسی می شوند.

۲) هرگاه پیوسته ای: طول و عرض بعضی از نقاط نزدیک گسل عوض می شود (زمین تا 100 m جابجا می شود)

۳) گسلش متداوم یعنی با رگی مثلاً در تهران عرض گسل 300m است و 15 m از طرفین اقشار ۲ طرف مخرب سیار رزیدانت.

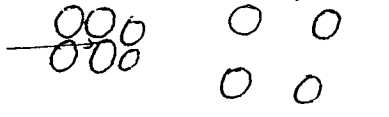


۴) سونامی Tsunami (دریا لرزه):
یه دی از زلزله ها علت بلند شدن آب به اندازه ی 10^{km} که در طول 100 Km ایجاد می شود و هنگام عبور با سرعت $1000 \frac{Km}{h}$ حرکت می کند



وچون عمق آب زیاد است میرایی ندارد و در نزدیکی ساحل به علت کم شدن عمق امواج سرعت امواج کم شده و امواجی که سرعت بیشتری دارند روی آن سوار می شوند و ارتفاع موج به 100^{m} می رسد. هیچ راه مقابله ای با سونامی وجود ندارد و چون زمان بر است می توان شهر را تخلیه کرد. $100 \frac{Km}{h}$
Seach یا موجک امواج بیشتر میزان شد.

۵) روانگرایی Liquefaction در محل هایی که خاک رانه ای سست اشباع (سطح آب زیرزمینی $< 10^{m}$) باشد احتمال رخداد دارد. راه حل اصلاح خاک تا عمق 10^{m} تا 15^{m} است. با متراکم کردن یا زهکش گذاری



تحلیل ریسک

۸۹/۱/۱۷ ⑥

۶) زمین لغزه برای شیب های بیشتر از 10°

۷) سنگ ریزش باید تا پایی که حفظ کرد - آتش سوزی، نشست های ناهمگن که اینها در تحلیل ریسک بررسی می شوند.

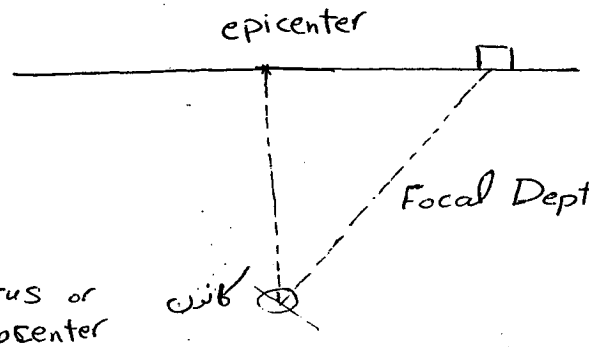
www.vepub.com
Publish Your Mind

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک ۲۳/۱/۱۳۸۹

Chapter 21 Seismology

کانون و مرکز زلزله:



Focal Depth = FD

Focus or Hypocenter کانون

$F_D < 70$ km زلزله‌ی سطحی → برخورد → مخرب

$300^{km} < F_D < 600^{km}$ → زلزله‌ی عمیق → برزیاد → غیرمخرب

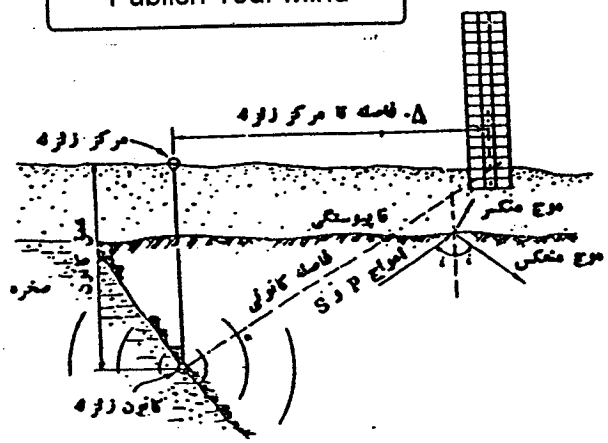
انرژی 75٪ زلزله‌های دنیا توسط زلزله‌های سطحی تخلیه می‌شود ($F_D < 35$ km)

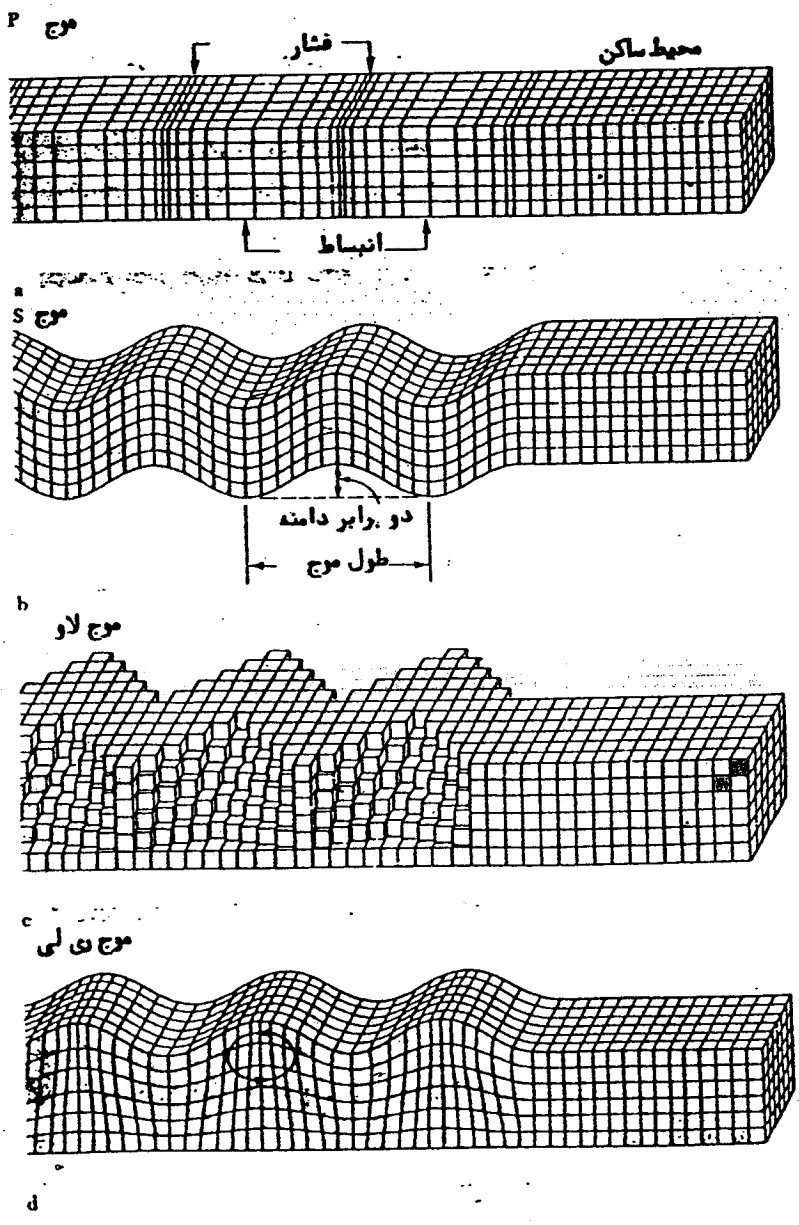
F_D = 10 to 15 km

ستون F_D در ایران معمولاً خالی است و در جهت اطمینان 10^{km} در نظر گرفته می‌شود.

No	Data	time	epicenter	FD	Magnetude		
					M_D	M_S	M_L

www.vepub.com
Publish Your Mind





شکل‌های مختلف حرکت زمین در نزدیکی سطح زمین در چهارنوع موج‌زلزله

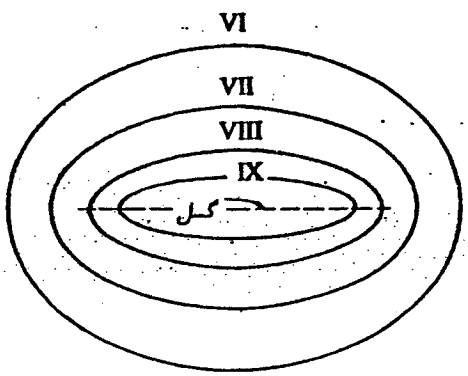
46/112

مقیاس شدت زمین لرزه مرکالی اصلاح شده مختصر

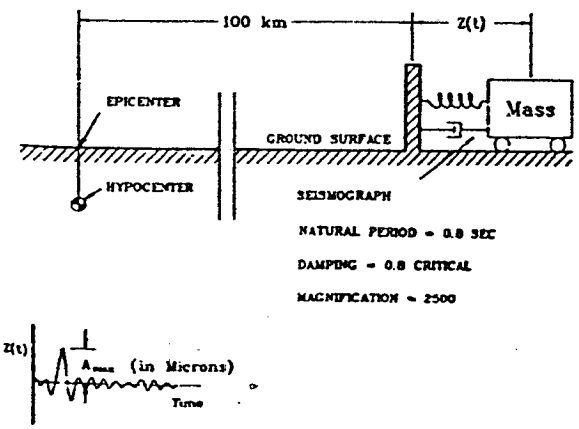
مقدار شدت	توصیف
I	انسانی نمی شنود مگر تحت شرایطی که به شنیدن استثنایی مناسب باشد.
II	فقط افرادی که در حال استراحت هستند انسانی می شنود.
III	در داخل ساختمان انسانی می شنود: ساکن است به صدیه زلزله شناسی دقت نکند.
IV	پذیرفته شده شرایط و دریدا به لرزه در می آید: اشیاء پرتاب پرانده شده به شدت قابل توجهی به جریان در می آید.
V	در بیرون ساختمان انسانی می شنود: اکثر از خواب بیدار می شوند: دریدا باز و بسته می شوند.
VI	فیلسوف اکثر انسانی می شنود: راه رفتن با عدم تعادل محسوس است: پنجره ها و شرایط میشکنند.
VII	ایستادن مشکل است: راننده گان متوجه می شوند: گیرها می افتند.
VIII	کنترل فرمان خودروها متاثر می شود: شاخه ها میشکنند آویزی سنگین است پرتاب شود.
IX	فرمی عمومی: میشکنند آویزی خسارت شدید می بیند: میشکنند آویزی مسدود پنجره کشیده می میکند.
X	اغلب ساختمان های آویزی و قالبی بهمراه پی ها تخریب می شوند: پرتاپ شدن شدید می شنود.
XI	پرتاپ شدن بشدت خم می شوند: لوله های زیرزمینی شکسته می شوند.
XII	خسارت کامل اشیا به هوا پرتاب می شوند.

رابطه بین شدت مرکالی اصلاح شده و حداکثر شتاب زمین

شدت بر حسب MM	حداکثر شتاب زمین بر حسب g
IV	0.03 و کمتر
V	0.08-0.03
VI	0.15-0.08
VII	0.25-0.15
VIII	0.45-0.25
IX	0.60-0.45
X	0.80-0.60
XI	0.90-0.80
XII	0.90 و بیشتر



خطوط هم‌لرز

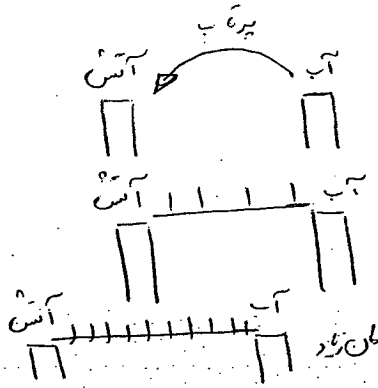


Definition of local Richter magnitude.

www.vepub.com
Publish Your Mind

انواع امواج زلزله: سرعت
- موج حجمی: زمانی که به سطح زمین می رسند روی سطح منتشر می شوند چون در حجم زمین منتشر شده و جایگاهی بیشتری وجود دارد سریعتر از امواج سطحی هستند — body wave
- موج سطحی — Surface Wave

انتقال انرژی: خلأ ← جامد ← مایع و گاز
جامد ← موج ← تراکم زیاد در جامدات ← راندمان زیاد
مایع و گاز ← هرفتی ← تراکم کمتر



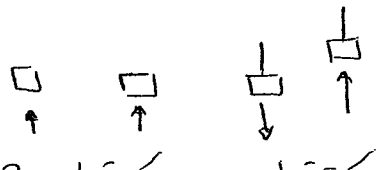
انواع امواج زلزله:
- موج حجمی
  - P- Primary / Pressure wave → موج طولی چون بردار موج و حرکت هم راستا هستند، ارتعاش موازی انتشار، سرعت بیشتری از امواج عرضی دارند، مولفه امواج طولی کشش و فشار ایجاد می کنند
  - S- Secondary / Shear → موج عرضی، ارتعاش عمود بر انتشار، ایجاد تنش برشی می کند
- موج سطحی
  - L-wave / Love-wave → ارتعاش عمود بر انتشار و موازی سطح زمین ← باید زمین لایه لایه باشد تا این امواج ایجاد شود و باید سطح زمین نسبت به عمق ها کوچک باشد ← موج مخرب
  - R-wave → بیضی گونه

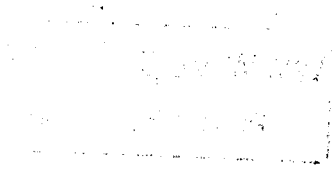
امواج P مخرب نیستند مگر اینکه انرژی زیادی داشته باشند ← مرگ
10^{sec} ، 4^{sec} ، 3^{sec} زودتر از موج S می آید

امواج S با تغییر زاویه باعث تخریب می شود.

هنگامی که موج P به سطح زمین می رسد مولفه ی افقی ناچیز و مولفه ی قائم قابل توجه ایجاد می کند لذا غیر مخرب هستند.

امواج S هنگامی به سطح زمین می رسد مولفه ی افقی برشی در ستون ها و مولفه ی قائم که به طور متناوب ستون ها را فشرده می کند و در سقف برش ایجاد می کند





www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک ۸۹/۱/۲۴

مدل‌سازی امواج دریا است.

موج را مثل امواج دریاست وحرکت تمام ، ارتعاش عمود برامتداد و عمود برسطح زمین ایجاد می‌کند و مخرب نیستند مگر اینکه دریاچه‌های عریض وطویل مانند پل‌ها جابجایی ناهمسان ایکی بالا دیگی پایین ایجاد می‌کند به این تغییر شکل multiple support excitation می‌گویند. این امواج حرکات بیضی‌گونه در لایه‌های خاک ایجاد می‌کند مانند امواج دریا.

اگر سازه بلند شد هنگام وزش باد یا لرزش های ساختمانی کوچک باعث ایجاد حالت تهوع (ناشی از دریازدگی) می‌شود در نظر گرفتن این معیار در طراحی (comfort Ceritaria) نامیده می‌شود.

مقیاس سنجش زلزله: از سال 1900 بعد دستگاه های زلزله نگار به صورت حرفه‌ای و شبکه‌ی شتاب نگاری مورد استفاده قرار گرفتند. زلزله های قبل از 1900 زلزله‌هایی در سفرنامه‌ها و تاریخ ثبت شده است. از سال 1902 آقای Mercally مقیاسی براساس شدت و به صورت توصیفی انسانها و نوع آثار و خرابی‌ها را انجام ابداع کرد.

در سال 1932 آقای Neumann این مقیاس را اصلاح کرد (Modified Mercally Intensity) نامید. که به صورت (MMI) نشان داده می‌شود از I تا XII متغیر است.

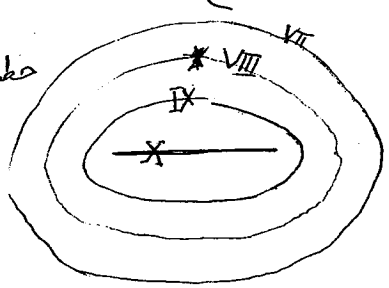
I	V	VII	X	XII	همراه اشیاء و انسانها ← از بین می‌روند
	↓	↓	↓	↓	
	احساس	خسارت سازه‌ای	منهدم	اشیاء به هوا پرتاب شده و چشم انسانها	

هرگاه با ثبت هرگاهی به این علت است که: ۱- زلزله‌های تاریخی را به Richter تبدیل کنیم

۲- قضاوت مهندسی راحت‌تر شود.

۳- کنترل اعداد ریشه ← دستگاه عدد صحیح داده است یا نه

۴- توزیع خسارت



www.vepub.com
Publish Your Mind

46/212

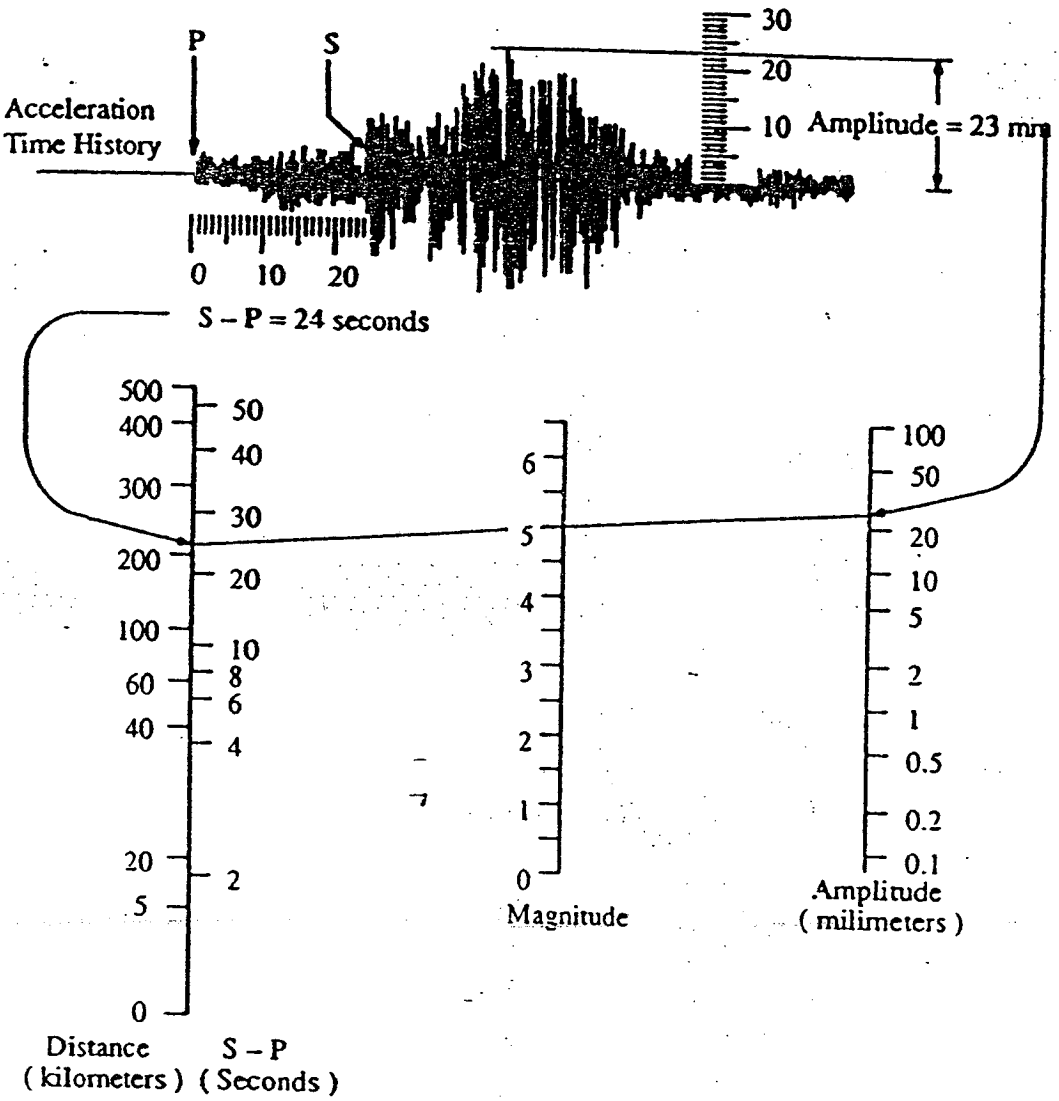
جدول ۲-۱ ـ خلاصه مقیاس مرکالی اصلاح شده شدت زلزله

مقدار شدت	توضیح
I	غیرمحسوس به جز در شرایط استثنائی خیلی مطلوب
II	قابل احساس توسط اشخاص در حال استراحت
III	درون خانه یا اطاق احساس می‌شود ولی ممکن است به عنوان یک زلزله تشخیص داده نشود.
IV	پنجره‌ها، ظروف و درها می‌جنبند؛ خودروهای پارک شده حرکت نوسانی قابل توجه می‌کنند.
V	بیرون از اطاق نیز احساس می‌شود، افراد به خواب رفته بیدار می‌شوند و درها تاب می‌خورد.
VI	همه افراد متوجه می‌شوند، تعادل در قدم زدن از دست می‌رود، پنجره‌ها و ظروف می‌شکنند.
VII	به سختی می‌توان ایستاد، رانندگان آن را احساس می‌کنند و گچ دیوارها فرو می‌ریزد.
VIII	کنترل فرمان اتومبیلها مشکل می‌شود، ساختمانهای با مصالح بنایی معمولی خسارت می‌بینند.
IX	اضطراب عمومی دست می‌دهد، ساختمانهای با مصالح بنایی ضعیف فرو می‌ریزند و ساختمانهای با مصالح معمولی آسیب می‌بینند.
X	اکثر سازه‌های مصالح بنایی و سازه‌های قابی از بین می‌روند، خطوط آهن تا حدودی کج می‌شود.
XI	خطوط آهن خم می‌شود و لوله‌های زیرزمینی می‌شکند.
XII	همه چیز از بین می‌رود و اشیاء به هوا پرتاب می‌شوند.

جدول ۲-۲ ـ رابطه بین مقیاسهای مختلف شدت، و شتاب ماکزیمم

MMI	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII
MSK	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
JMA	0	I	II	III	IV	V	VI	VII					
a(max) Cm/sec2	۰/۵-۱	۱-۲	۲-۵	۵-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۵۰	۵۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۵۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰		

متوسط کوچک ـ چون معاون مدیر عامل است



Procedure for calculating the local magnitude, M_L

1. Measure the distance to the focus using the interval time between the S and the P waves (S – P = 24 seconds)
2. Measure the height of the maximum wave motion on seismogram (23 milimeters)
3. Place a straight edge between appropriate points on the distance (left) and amplitude (right) scales to obtain magnitude M_L = 5.0.

Figure 2.1 Example of the calculation of the Richter magnitude (M_L) of a local earthquake (after Bolt, 1988).

www.vepub.com
Publish Your Mind

تکمیل ریسک ۲۴ از ۸۹

علاوه بر MMI که یک مقیاس کیفی است، مقیاس‌های زیر نیز وجود دارد:

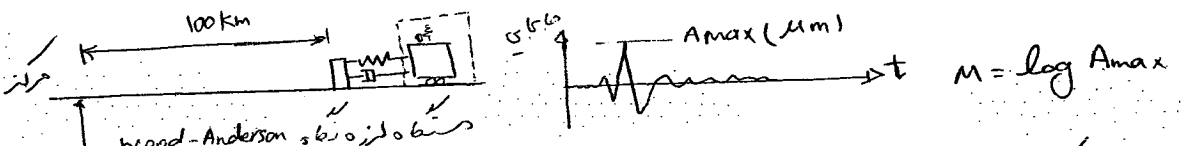
MSK، مقیاس بین‌المللی Medveder- Spanheuer- Karnic

JMA: Japanese Meteorological Agency مقیاس شدت ژاپن

اگر احساس نسبت به زلزله فرق کند، مقیاس شدت نیز باید فرق کند. در ژاپن که زلزله زیاد است ترس از زلزله کمتر و لذا مقیاس شدت آنها نیز فرق دارد.

(2 بزرگی: Magnetude

مقیاس کمی براساس مقدار انرژی آزاد شده: در سال (1935) (Charles Richter) که توسط دستگاه Wood- Anderson که در فاصله‌ی 100Km از مرکز سطحی زلزله ثبت شده باشد. لرزه‌نگار جابجایی را اندازه‌گیری می‌کند.

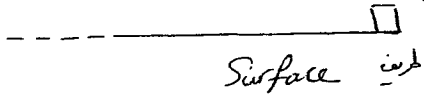


هرچه از مرکز سطحی زلزله دورتر باشیم باید دستگاه حساس‌تر باشد و هرچه به مرکز سطحی زلزله نزدیک‌تر باشیم دستگاه باید ضعیف‌تر باشد. با توجه به دستگاه‌های آن زمان باید در فاصله‌ی 100Km قرار داده می‌شد. و برای این از log استفاده شد که عدد کوچک شود.

0 — 2.5 (احساس) — 5 (خسارت سازه‌ها) — 9 (صدمه مطلق) — 12 (قیامت)

امواجی که این دستگاه‌ها ثبت می‌کند S یا P است زیرا سیار نزدیک هستند لذا با M_L (Local) نمایش داده می‌شوند دقت این دستگاه نیز 5 Richter است $2.5 < M_L < 5$ Richter

اگر دستگاه دور باشد امواج سطحی را دریافت می‌کند $5 < M_S < 7$



$M > 7$ را براساس لرزه‌ای که ایجاد کننده‌ی زلزله در گسل و جابجایی سطح گسل را اندازه‌گیری می‌کند با این بزرگا M_W (moment magnitude) گفته می‌شود. تبدیل M_S به M_W خطای زیادی می‌دهد در ایران اکثر زلزله‌ها کمتر از 7 رشته هستند لذا M_S بهترین مقیاس در ایران است.

در کشورهای شمالی M_S و M_W برای زلزله‌های بیشتر از 6 تفاوت ساده‌ای نشده
ولی در مرکز از 6 شدار M_W از M_S بزرگتر است

برای مرکز از 6 شدار M_W : m_b

m_b	M_L	M_S	M_W	M_o (dyne-cm)	Epicentral Intensity I_o
4.0	4.3	3.0	4.1	10^{21}	IV
4.5	4.8	3.6	4.5	10^{22}	V
5.0	5.3	4.6	5.2	10^{23}	VI
5.5	5.8	5.6	5.8	10^{24}	VII
6.0	6.3	6.6	6.6	10^{25}	VIII
6.5	6.8	7.3	7.3	10^{26}	IX-X
7.0	7.3	8.2	8.2	10^{27}	XI-XII

Table 2.1 Equivalences between magnitude scales and intensity for *plate boundary* earthquakes [Krinitzsky, 1993a; Nuttli, 1987].

m_b	M_L*	M_S	M_W	M_o (dyne-cm)	Epicentral Intensity I_o
4.0	-	2.9	3.8	10^{21}	IV
4.5	-	3.4	4.1	10^{22}	V
5.0	-	4.4	4.8	10^{23}	VI
5.5	-	5.4	5.4	10^{24}	VII
6.0	-	6.4	6.1	10^{25}	VIII
6.5	-	7.4	6.8	10^{26}	IX-X
7.0	-	8.4	7.4	10^{27}	XI-XII

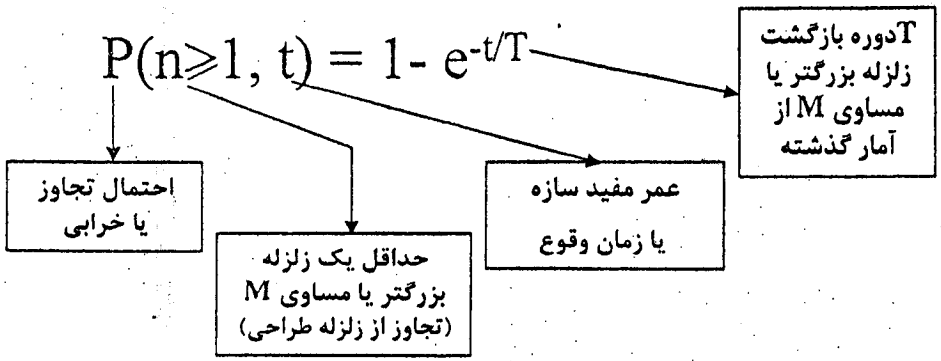
Table 2.2 Equivalences between magnitude scales and intensity for *interior plate* earthquakes [Krinitzsky, 1993a; Nuttli, 1987].

* M_L generally not used in plate interior.

واحد انرژی = dyne-cm = erg

www.vepub.com
Publish Your Mind

توزیع احتمالاتی پواسون



سازه برای چه زلزله ای (یا کدام دوره بازگشت T) طرح شود تا ایمنی 100% یا احتمال خرابی صفر حاصل شود.

$P(n\geq 1, t) = 1 - e^{-t/T} = 0 \longrightarrow T = \infty$ چنین زلزله ای برای طراحی غیر ممکن است

لذا در آئین نامه، زلزله‌ای را مبنا قرار می دهند که یک حداقل خطر را برای ساختمان پذیرا باشیم.

مثلا 10% خطر در 50 سال عمر مفید سازه به عنوان زلزله طراحی آئین نامه ۲۸۰۰

$10\% = 1 - e^{-50/T} \longrightarrow T = 475$ سال

یا زلزله سرویس آئین نامه ۲۸۰۰ با 99.5% خطر در 50 سال عمر مفید سازه

$99.5\% = 1 - e^{-50/T} \longrightarrow T = 9.5$ سال

فلسفه طراحی ساختمانها در برابر زلزله

بزرگی زلزله (ریشتر)	شدت زلزله	تعداد وقوع در عمر مفید سازه	عملکرد مورد انتظار	نحوه طراحی
M<5	Minor	چند بار	برای ابنیه خطری ندارد	به اندازه کافی سختی (Stiffness) فراهم کنیم تا جلوی خسارات معماری (Architectural Damage) گرفته شود.
5<M<6	Moderate	یک یا بیشتر	برای ساختمانهای شهری چندان خطری ندارد ولی می تواند برای روستاها مخرب باشد	به اندازه کافی مقاومت (Strength) فراهم کنیم تا جلوی خسارات سازه‌ای (Structural Damage) گرفته شود.
6<M<7	Strong	نادر و غیر معمول	می تواند به ساختمانهای شهری آسیب وارد کند	به اندازه کافی مقاومت (Strength) و شکل‌پذیری (Ductility) فراهم کنیم تا مانع از انهدام سازه‌ای (Structural Collapse) شود تا جان انسانها نجات یابد.
M>7	Catastrophic		ساختمانهای شهری منهدم و ابنیه مهندسی ساز خسارت می‌بینند	

www.vepub.com
Publish Your Mind

فلسفه طراحی ساختمانها در برابر زلزله در استاندارد ۲۸۰۰

بزرگی زلزله (ریشتر)	شدت زلزله	عملکرد مورد انتظار	نام زلزله طراحی	احتمال تجاوز از این زلزله	دوره بازگشت زلزله (سال)	رفتار سازه	شتاب معادل در استاندارد ۲۸۰۰
M<5	Minor	Operational	**Operating Base Earthquake (OBE)** زلزله سرویس	99.5%	9.5	الاستیک	A/6 برای ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد و زیاد و ساختمانهای بالای ۵۰ متر یا ۱۵ طبقه یا A/R + 0.005H (برای تغییر شکل نسبی) برای ساختمانهای معمولی
5<M<6	Moderate	Immediate Occupancy	**Design Base Earthquake (DBE)** زلزله ای که حداقل یکبار در عمر مفید سازه اتفاق بیافتد	64%	50	الاستیک	A/R
6<M<7	Strong	Life Safety	**Maximum Probable Earthquake (MPE)** حداکثر زلزله‌ای که احتمال روند آن در ساختگاه قابل انتظار است.	10%	475	پلاستیک	A (برای طراحی پلاستیک) یا A/R (برای طراحی الاستیک) + ضوابط شکل پذیری آبا پیوست ۲ استاندارد ۲۸۰۰ ضوابط طرح لرزه ای مبحث ۱۰
M>7	Catastrophic	Collapse Prevention					

(عمر مفید سازه 50 سال فرض می شود)

بهسازی لرزه‌ای ساختمانهای موجود

سطوح عملکرد (Performance) :

خسارت کمتر و عملکرد بالاتر

۱- خدمت رسانی بی وقفه — Operational (0)

(بدون وقفه در بهره برداری از ساختمان و تنها ایجاد خرابی های جزئی)

۲- قابلیت استفاده بی وقفه — Immediate Occupancy (IO)

(ایجاد خرابی جزئی اما با حفظ قابلیت بهره برداری)

۳- ایمنی جانی — Life Safety (LS)

(خسارتهای جانی وجود نداشته اما اعضای سازه ای آسیب می بینند)

۴- آستانه فروریزش — Collapse Prevention (CP)

(خرابی گسترده ساختمان ولی بدون فروریختن کلی، خسارت جانی ممکن است وجود داشته باشد)

خسارت زیادتر و عملکرد پایین تر

www.vepub.com
Publish Your Mind

انرژی معادل T.N.T برای زلزله‌هایی با بزرگی مختلف

بزرگی زلزله (ریشتر)	انرژی معادل T.N.T
1	180 gr
2	6.5 Kg
3	190 Kg
4	6 Ton
5	199 Ton
6	6270 Ton
7	199000 Ton
8	6270000 Ton
9	199000000 Ton

وسعت ناحیه زلزله زده

بزرگی زلزله	شدت زلزله در مرکز	شعاع منطقه‌ای که زلزله در آن احساس میشود (کیلومتر)
۸	XI	۶۰۰
۷	X-IX	۴۰۰
۶	VIII-VII	۲۲۰
۵	VII-VI	۱۵۰
۴	V	۸۰
۳	III	۱۵
۲	I-II	۰

Earthquake Magnitude versus Fault Rupture Length

Magnitude (Richter)	Rupture (km)
5.5	5-10
6.0	10-15
6.5	15-30
7.0	30-60
7.5	60-100
8.0	100-200
8.5	200-400

گسلش

این جدول نشان می دهد که اگر M زلزله، ۵/۵ شد، زلزله گسلی تشکیل می شود.

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک ۸۹،۱،۲۴

در زلزله‌های بزرگتر از ۶ ریشتر $M_S = M_W$ و در زلزله‌های کوچکتر از ۶ ریشتر $M_W > M_S$

m_b : body magnitude کسری از موج S که پریود 1.0^{sec} دارد و کسری از موج P که پریود 1.0^{sec} دارند. این بزرگا برای زلزله‌های عمیق استفاده می‌شود زیرا در زلزله‌های عمیق پریودهای بلند به سطح زمین می‌رسد. زیرا فرکانس پریودهای کوتاه در شکاف‌های عمیق اتلاف می‌شوند (با خرد شدن سنگ‌ها) و زلزله‌های مصنوعی

m_{blg} : موج S زود مستهلک می‌شود.

مصنوعی $M_S > m_b$

طبیعی $M_S < m_b$

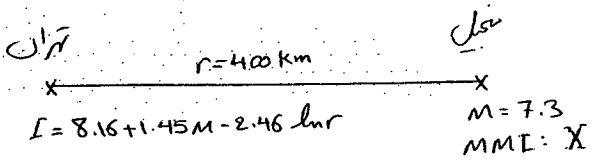
زلزله‌های مصنوعی یعنی زلزله‌هایی که در اثر انفجار ایجاد می‌شود.

تنها رابطه ریاضی بین انواع مقیاس‌های بزرگای زلزله وجود دارد فقط M_S و m_b با هم وابسته‌اند

مثلاً برای خاور میانه :

$$M_S = 1.504\, m_b - 3.370$$

رابطه بین شدت و فاصله (کالیفرنیا) :



امواج S و P امواج درونی زمین است.

به افتخار آقای Richter همواره برای عموم برحسب M_L گفته می‌شود. M_S برای کارهای مهندسی کاربرد دارد.

رابطه انرژی زلزله :

$\log E = 4.8 + 1.5M$

مثال $M_1 = m$, $M_2 = m+1$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{10^{4.8+1.5m+1.5}}{10^{4.8+1.5m}} \approx 32$$

لرزه‌خیزی جهان :

۱- نوار محیط اقیانوس آرام ۸۰٪ تعداد — بزرگ ۸-۹ — ۱mm/week از لرزه رشد ناخن

۲- نوار آلپ - هیمالیا ۱۵٪ تعداد — بزرگ ۶-۷

لرزه‌خیزی ایران : در نوار آلپ - هیمالیا قرار دارد. علت زلزله‌های ایران : فشار صفحه عربستان

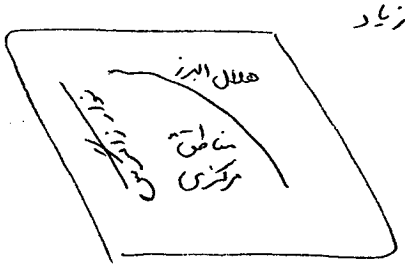
23 mm/year — 0.5 mm/week

صفحه ایران خرد شده است ← تکه تکه بودن صفحه ایران

تحلیل ریسک ۲۴ / ۱ / ۸۹

در هلال البرز زلزله با بزرگاهای زیاد و دوره بازگشت زیاد رخ می دهد.

در نوار زاگرس زلزله با بزرگای کم و دوره بازگشت کم رخ می دهد.



رابطه ی طول گسل و بزرگا : نوروزی و محاجر (1978) :

$M_w = \log(L) + 5.4$ ← $0.5 L_f$ ← 50٪ گسلش

L_f: fault Length →

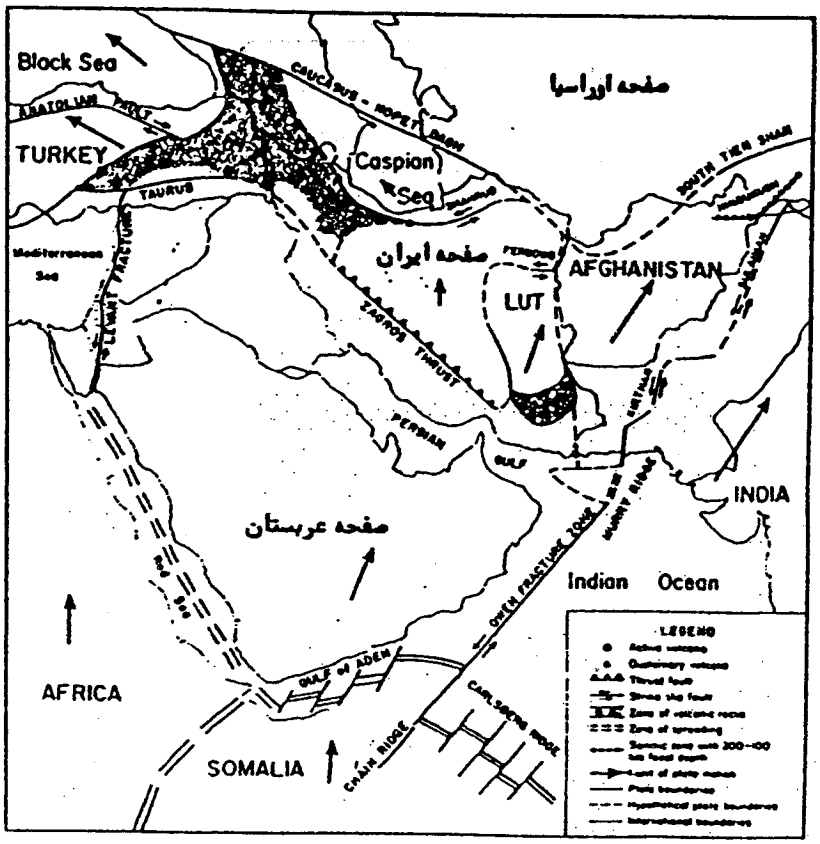
زارع (1995) :

$M_w = 0.91 \ln(L) + 3.66$ ← $0.37 L_f$ ← 37٪ گسلش

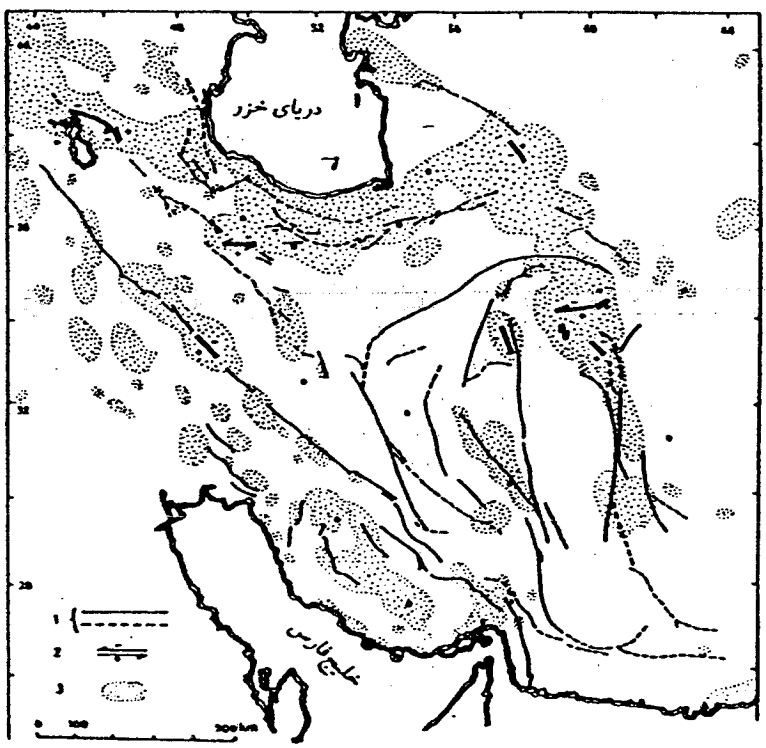
www.vepub.com
Publish Your Mind

www.vepub.com
Publish Your Mind

Tectonic plates and worldwide distribution of earthquakes.



صفحات اصلی ایران ومناطق مجاور براساس مدل نوروزی



گسلهای فعال در مناطق زلزله زده که از مطالعه تاریخ زلزله‌های ایران بدست آمده است. ۱. خطوط پرگسلهای دوره چهارم زمین‌شناسی و خط چین‌ها گسلهای آخر دوران سوم زمین‌شناسی را نشان میدهند. ۲. جهت و مقدار جابجائی گسلهائی که از سال ۷۰۰ میلادی تا کنون اتفاق افتاده‌اند. ۳. نواحی زلزله زده از سال ۷۰۰ میلادی تا کنون.

www.vepub.com
Publish Your Mind

مشخصات گسل و سابقه زلزله‌های شهرهای ایران

شماره	نام شهر	فاصله از گسل به کیلومتر	طول تقریبی گسل به کیلومتر	سابقه زلزله	بزرگی زلزله
۱	آستارا	پرتوی گسل	۲۰۰	دارد	
۲	اردبیل	۲۰	۶۵	دارد؟ پائر	
۳	ارومیه	۲۵	۲۰	دارد	
۴	آمل	۱۵	>۲۰۰	دارد	
۵	اهواز	خواستار گسل		ندارد	
۶	اصفهان	۴۰	>۲۵۰	-	
۷	بابل	۲۵	>۲۰۰	دارد	خرداشتل زلزله گسل
۸	بوشهر	۲۵	>۲۰۰	دارد	
۹	بجنورد	۵	۵۰	دارد	۶-۷
۱۰	بیرجند	۱۷	۱۰۰	دارد	
۱۱	مهاباد	پرتوی گسل		دارد	۶-۷

شماره	نام شهر	فاصله از گسل به کیلومتر	طول تقریبی گسل به کیلومتر	سابقه زلزله	بزرگی زلزله
۱۲	بم	پرتوی گسل		ندارد	
۱۳	بندرعباس	۳۰		دارد	
۱۴	بندرانزلی	۱۵	-	دارد	
۱۵	تبریز	۵		دارد	
۱۶	ترویت‌حیدریه	۸	گسل بزرگ کویر	۶-۵	
۱۷	خوی	۱	گسل تبریز	دارد	۶-۵
۱۸	دامغان	>۵	>۱۵۰	دارد	
۱۹	دماوند	>۱۰	>۲۰۰	دارد	
۲۰	دمبید	خواستار گسل		دارد	۶-۵
۲۱	رشت	۲۵		دارد	
۲۲	زنجان	۱۵	۲۰۰	ندارد	
۲۳	رفور	پرتوی گسل	-	دارد	۷-۶
۲۴	بزوار	۱	۲۵	دارد	
۲۵	سلماس	۵	۲۰	دارد	۷ تا ۷/۵
۲۶	سقز	۸	۵۰	دارد	
۲۷	ساری	۲۵	>۲۰۰	دارد	خرداشتل زلزله گسل
۲۸	شیروان	۲۵	>۸۰	دارد	
۲۹	شاهرود	۵	>۲۰۰	دارد	
۳۰	شیراز	۲۵		دارد	
۳۱	طرود	پرتوی گسل	۵۰	دارد	۶ تا ۷
۳۲	طبس	نزدیکی گسل			۷/۵ تا ۷/۸
۳۳	فردوس	پرتوی گسل	۱۳۰	دارد	۷ تا ۶
۳۴	فرجان	۱۵	>۱۵۰	دارد	
۳۵	قم	۱۰	۵۰	دارد	
۳۶	قزوین	۶۰	۳۰۰	دارد	
۳۷	کاشمر	۸	گسل بزرگ کویر	دارد	۵ تا ۶
۳۸	کازرون	۱۵		دارد	
۳۹	گرگان	۲۰	>۲۰۰	دارد	
۴۰	گنبدکاووس	۲۰		ندارد	
۴۱	گلپایگان	۲۵	۲۰	ندارد	
۴۲	مرند	۱۵	گسل تبریز	ندارد	
۴۳	ساکر	۱۷	۱۰۰	ندارد	
۴۴	نهاباد	۲۵	۲۵	ندارد	
۴۵	میانه	۱۰	۲۵	دارد	

شماره	نام شهر	فاصله از گسل به کیلومتر	طول تقریبی گسل به کیلومتر	سابقه زلزله	بزرگی زلزله
۴۶	میاندوآب	۷۰	۲۵	ندارد	
۴۷	مراغه	>۲۵		ندارد	-
۴۸	مشهد	۱	۹۰	دارد	
۴۹	نیشابور	۱۲	۲۰	دارد	۶ تا ۵
۵۰	همدان	۱۰	-	دارد	
۵۱	یزد	در امتداد گسل		ندارد	
۵۲	تکاب	۲۵	۳۰	ندارد	
۵۳	زابل	>۶۰	-	ندارد	
۵۴	دشت‌بیاض	پرتوی گسل	۱۳۰	دارد	۸ تا ۷
۵۵	زاهدان	۵	>۲۰۰	دارد	
۵۶	اراک	۴۰	۵۰	ندارد	
۵۷	بوئین‌زهرا	۸	۵۰	دارد	۷/۵ تا ۷
۵۸	باغان	۱۲	۲۰	دارد	۷/۵ تا ۷
۵۹	شرق دشت بیاض	۶	۱۲۰	دارد	۷/۵ تا ۷
۶۰	کرمک	۱۰	۵۰	دارد	۷/۵ تا ۷
۶۱	سرابوان	۳۰	۲۳۰	دارد	۷/۵ تا ۷
۶۲	کرمان	۱۰	۵۰	دارد	۷/۱
۶۳	قمر	۱	۶۰	دارد	۷/۵ تا ۷
۶۴	مورود	۱	۱۰۰	دارد	۷/۵ تا ۷
۶۵	باستران	۱۷	۱۷۰	دارد	۷/۵ تا ۷
۶۶	شهرری	-	-	دارد	

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل رسیک ۸۹/۱/۳۱

Chapter 3)

دوره بازگشت یک زلزله = اسم یک زلزله طراحی

تحلیل خطر زلزله: Seismic Hazard Analysis ،

خطر زلزله (روی سطح زمین) حداکثر شتاب زمین مدت زمان لرزه شدید محتوای فرکانسی

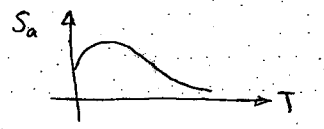
۱- حداکثر شتاب زلزله: PGA : شتاب مبنای طرح استاندارد ۲۸۰۰
تحلیل استاتیکی معادل (استاتیکی خطی)

۲- طیف شتاب ← تحلیل دینامیکی طیفی (دینامیکی خطی)

۳- تاریخچه زمانی ← تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی (دینامیکی غیرخطی) شتاب نگاشت مورد نیاز است.

برای تحلیل آینده می‌توان چند رکورد کی زلزله‌ی قبلی را استفاده کرد.

مبحث دوم ارتعاشات تصادفی ← تولید زلزله مصنوعی ← احتمالات + آمار گذشته

تحلیل دینامیکی طیفی (خطی) 

از تاریخچه زمانی استفاده نمی‌شود بلکه از پارامترهایی که به بهترین نحو تاریخچه زمانی را کنترل می‌کند (مدل می‌کند) استفاده می‌شود. PGA ، مدت زمان لرزه‌شدید ، محتوای فرکانسی

تحلیل تاریخچه زمانی به دو علت کمتر استفاده می‌شود: ۱- رکورد مصنوعی کمتر قابل دسترس است.
۲- انجام صحیح این تحلیل بسیار سخت و نیازمند تخصص زیاد دارد.

سه پارامتر مهم توضیح دهنده‌ی شتاب نگاشت: ۱- PGA ۲- Strong motion duration ۳- Frequency Content

$S_a = A.B$ دو مورد اخیر در طیف نرمال شده (B) خود را نشان می‌دهد.
Strong Motion Duration مقدار پارامتر $t_{0.95}$ (معروف) در طیف فوریه می‌باشد (ضریب هر سینوس)

برای آنیز تولید می‌شوند: A ، B ، S_a ← احتمالات + آمار گذشته

منظور می‌کند آمار را به طور غیر مستقیم برای ما تداعی می‌کند دوره بازگشت زلزله است.

تحلیل رسیک ۸۹/۱/۳۱

استفاده از آمار یا احتمالات
استفاده‌ی غیرمستقیم از آمار

→ مثالی از این
مفهوم درتالب
کوره بازگشت

دوره بازگشت یک زلزله = اسم یک زلزله‌ی طراحی

مثال: دوره بازگشت زلزله با PGA>0.35g برابر با 500 سال (زلزله 500 ساله استاندارد ۲۸۰۰)

لذا دوره بازگشت این نوع زلزله نامی برای زلزله‌ی طراحی است.

دوره بازگشت = T_R = تعداد / (350 + 400 + 650 + ...) = 500 = ناصله‌ی زمانی متوسط وقوع

ارتباط دوره بازگشت، عمر مفید ساختمان، شتاب مبنای طراحی و احتمال خرابی ساختمان (خطرپذیری)

عمر مفید یک ساختمان = 50 سال = t

شتاب زلزله مبنای طرح ساختمان = $PGA = 0.35g$

احتمال اینکه زلزله با $PGA>0.35g$ و $T_R=500$ سال در این عمر ساختمان واقع شود = $\frac{50}{500}$ = 10٪ =

احتمال خرابی سازه (خطرپذیری)

آیا احتمال خطرپذیری صفر می‌شود؟ غیرممکن $T_R=\infty$ or $t=0$ ← $0 = \frac{t}{T_R}$

این رابطه تقریبی می‌باشد، رابطه‌ی دقیق آن براساس توزیع احتمالاتی پواسون می‌باشد.

توزیع احتمالاتی پواسون:

احتمال خرابی سازه در عمر مفید ساختمان $PE = 1 - e^{-\frac{t}{T_R}} \approx \frac{t}{T_R}$

سازه برای چه زلزله‌ای با کدام دوره بازگشت T_R طرح شود تا ایمنی ۱۰۰٪ یا احتمال خرابی صفر حاصل شود؟

منطقه زلزله خیز ما بستگی دارد. $T_R = \infty$ سازه نسازیم $t = 0$ احتمال خرابی در عمر مفید سازه $= 1 - e^{-t/T_R}$

لذا در آیین نامه، زلزله‌ای را مبنا قرار می‌دهند که یک حداقل خطر را برای سازه بپذیرا باشیم.

Design Base Earthquake (DBE):

۱۰٪ خطر را در ۵۰ سال عمر مفید سازه به عنوان سطح خطر ۱ دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای زلزله‌ی طراحی

استاندارد ۲۸۰۰ برای شتاب مبنای طرح) $10\% = 1 - e^{-50/T_R}$ سال $T_R = 475$

شتاب مبنای طراحی براساس $PE = 10\%$ بدست می‌آید.

Maximum Probable Earthquake (MPE)

۲٪ خطر در ۵۰ سال عمر مفید سازه به عنوان زلزله سطح خطر ۲ دستورالعمل بهسازی

$2\% = 1 - e^{-50/T_R}$ سال $T_R = 2475$

۵۰٪ خطر در ۵۰ سال عمر مفید سازه به عنوان سطح خطر انتخابی دستورالعمل بهسازی

$50\% = 1 - e^{-50/T_R} \rightarrow T_R = 75$ سال

۲۰٪ خطر در ۵۰ سال عمر مفید سازه به عنوان سطح خطر انتخابی دستورالعمل بهسازی

$20\% = 1 - e^{-50/T_R} \rightarrow T_R = 225$ سال

با زلزله‌ی سرویس استاندارد ۲۸۰۰ یا ۹۹.۵٪ خطر در ۵۰ سال عمر مفید سازه

$99.5\% = 1 - e^{-50/T_R} \rightarrow T_R = 9.5$ سال

www.vepub.com
Publish Your Mind

اگر دوره بازگشت T_R کمتر از عمر مفید سازه t باشد بیان‌گر ان از فرمول تقریبی $PE = \frac{t}{T_R}$ استفاده کرد.

تهران: آخرین زلزله‌ی مخرب تهران سال 1209 بوده است و این زلزله‌ی مخرب از آمار گذشته دارای دوره بازگشت 158 سال می‌باشد. ($M > 5$ Richter)

حقیر احتمال دارد 173 سال (1382 + 173 سال بعد) به وقوع می‌پیوندد.

احتمال خرابی در 173 سال بعد $= 1 - e^{-173/158} = 67\%$

حقیر احتمال دارد این زلزله 191 سال (1400 + 191 سال بعد) به وقوع بپیوندد.

احتمال خرابی در 191 سال بعد $= 1 - e^{-191/158} = 70\%$

مدل‌های کلی

سطح خطر زلزله (Seismic Hazard):

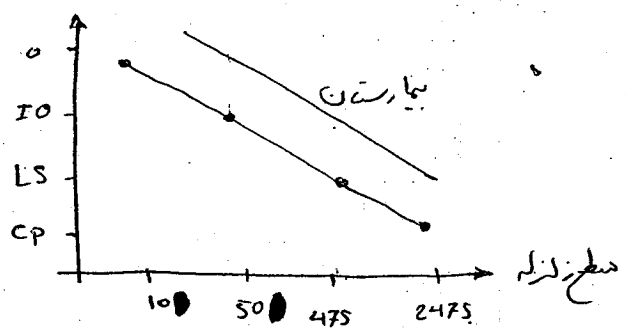
۱- سطح خطر ۱ — استاندارد ۲۸۰۰

DBE در 50 سال 10٪

۲- سطح خطر ۲ — استاندارد ۲۸۰۰

MPE در 50 سال 2٪

MCE (Maximum Credible Earthquake)



www.vepub.com
Publish Your Mind

هرچه خط بالاتر رود، سازه ایمن تر می شود و هرچه پایین تر بیاید، سازه دارای ایمنی کمتر است.

Models of Seismic Sources (from Geometry point)

گسل فقط در سطح زمین بررسی می شود، اطلاعاتی در عمق گسل وجود ندارد.

Models
- Point Sources: فاصله‌ی Site از گسل دور، ابعاد گسل کوچک باشد. $\frac{\text{ابعاد}}{\text{فاصله}} < \frac{1}{10}$
- Line Source: اکثر گسل های کشور ما طول نسبت به عرض گسل بزرگ است
- Area Source: طول به عرض آنها قابل توجه نیست. مثلاً طول 20km به عرض 5km یا تعداد زیادی گسل کوتاه در یک سطح کم

با وجود کامپیوتر و عدم محاسبات دستی در نظر گرفتن Point Source غیرضروری است مگر برای

صناعت مهندسی

عرض گسل 40m تا 600, 700m تا 1000m

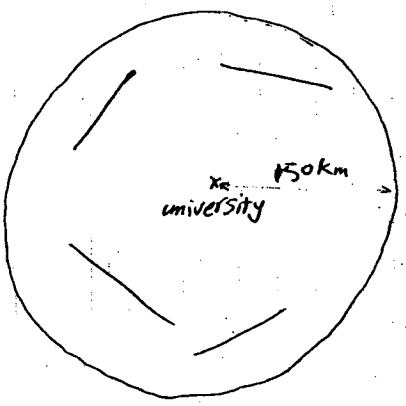
محاسبات کامپیوتری Line Source هم Area Source مدل می شود. برای استفاده از فرمول ها

تجربی، از طول استفاده می شود.

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک ۸۹،۲،۷

Chapter 3) Seismicity of Seismotechtonic Provinces:



	year	M		
اسناد تاریخی	380BC	7.1	M های بزرگ با فاصله	زلزله های تاریخی
کتاب ابریز	200BC	6.2	زمانی با زلزله تلدیگر	
بوربان	100	5.7	بدون پیش لرزه و پس لرزه	
معین قر	⋮			
سایت های peer.berkdey مرکز تحقیقات پژوهشگاه USGS	1900	6.1	M های کوچک با فاصله	زلزله های دستگاهی
	⋮	5.2	زمانی کم و همراه با پیش لرزه و پس لرزه	

۱- قدم اول تعیین یک آستانه برای بزرگا $m_{min} = M_0 = 4, 4.5, 5$ هر خسارت براساس آستانه مقاومت ساختاری

معمولاً مرز آستانه بزرگا قابل اعمال به زلزله های دستگاهی هستند

۲- حذف پس لرزه و پیش لرزه از داده ها جهت مستقل کردن داده ها از لحاظ زمانی و مکانی معمولاً پس لرزه و پیش لرزه در داخل زلزله های دستگاهی است. یکی از متداولترین روشها : روش Gardner & knopoff (1974)

حذف پس لرزه و پیش لرزه برای اینکه زلزله ها حالت Random داشته باشند حذف می شوند. چون پس لرزه ها تاثیر از زلزله [illegible] لذا دیگر پیش لرزه و پس لرزه اتفاقی نیستند.

نحوه روش Gardner & knopoff : از توزیع احتمالاتی پواسون استفاده می شود.

- حال اگر کاتالوگ زلزله ترکیبی از زلزله اصلی، پیش لرزه و پس لرزه باشد، توزیعی غیر پواسونی دارد و در صورتی که پس لرزه ها و پیش لرزه ها از کاتالوگ [illegible] شناسایی و حذف گردند. زلزله های باقیمانده توزیع پواسونی دارند.

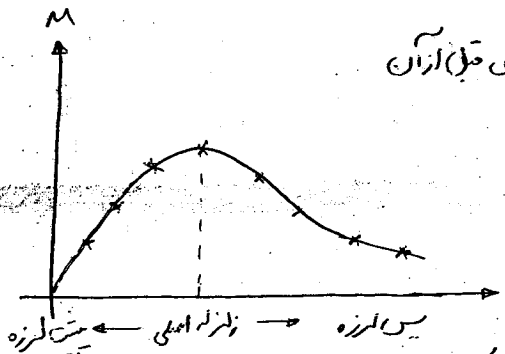
www.vepub.com
Publish Your Mind

هدف پیش لرزه ها در پس لرزه ها روش پنجره های زمان و مکان

M	L (km)	T (Days)
5	40	155

L: شعاع یعنی اگر زلزله ای با بزرگای 5 ریشتر بیاید تمام زلزله هایی که در شعاع 40km که 155 روز قبل و بعد از آن رخ داده است، پیش لرزه و پس لرزه هستند.

زلزله ی اصلی بزرگترین زلزله در مجموعه است، زلزله ای قبل از آن پیش لرزه و پس از آن پس لرزه هستند.



شیب پس لرزه کمتر (تعداد زیاد و دامنه زمانی زیاد است)

پس لرزه عمر بیشتری دارد ولی پیش لرزه برای زلزله ای بزرگتر از خود بزرگتر رخ می دهند.

پیش لرزه و پس لرزه باید از یک گسل منشا باشند، اگر گسل منشا مشخص نباشد فرض می شود این گسل منشا یکی بوده است.

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک ۸۹/۲/۷

برای بزرگاهای بنابین در پنجره زمانی و مکان ، انتریوله می کنیم

در عمل ابتدایی لرزه حذف شده و سپس پیش لرزه حذف می شود. تحلیل می تواند بین لرزه مستقل

زلزله ی اصلی باشد.

اثر خوشه برای یک لرزه ، یک لرزه اصلی یافت شود کافی است.

مثال مربوط به زمان و مکان در یک گسل بزرگ

مقاله آماری knopoff در صفحه ۲۵۲ تا ۲۵۷ جزوه ی بزرگ

ترین شماره ۱ حذف پس لرزه و پیش لرزه حذف شود.

سه پارامتر مهم لرزه خیزی و برای یک نقطه ی مورد مطالعه ،

۱- n : Activity Rate آهنگ لرزه خیزی (فعالیت) ← احتمال وقوع در یک سال

۲- b : Seismicity Coefficient ضریب لرزه خیزی

۳- M_{max} : Maximum Magnetude بیشینه ی بزرگا

آهنگ لرزه خیزی منطقه پس از اینکه آمار را تنظیم کرده و با مدل آن ها منطبق کرده و در یک سری پارامتر که تخمین کنیم

آهنگ فعالیت : یعنی میانگین لرزه ها از لحاظ بزرگا

ضریب لرزه خیزی : اینکه میانگین داشته باشد و همزمان گاهی زلزله ی بزرگی هم بیاید.

www.vepub.com
Publish Your Mind

قدم ② - بازچیدن

m	N(m)	n(m)
4	206	206/2390
4.1	204	204/2390
4.2	198	
4.3	198	
5	100	
7.1	2	

N(m) : زلزله‌های با بزرگای بزرگتر یا مساوی m

یعنی 4.2 وجود ندارد ← 11

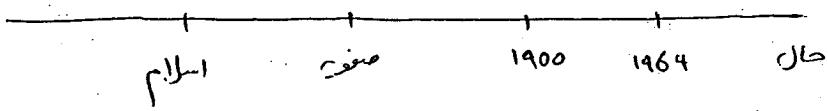
بازه‌ی زمانی = 2010 - (-380) = 2390 years

$$n(m) = \frac{N(m)}{T}$$

در ایران هر سال ۱ زلزله‌ی 6 وجود دارد. هر ۵ سال یک زلزله بزرگتر از 7 وجود دارد.

$n(6) = 1.0$ $\quad n(7) = \frac{1}{5} = 0.2$ (در یک سال) n(m) همان احتمال وقوع است.

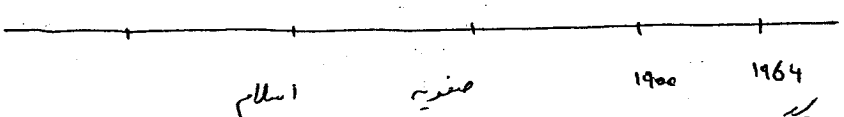
اگر بازه‌ی زمان خیلی بزرگ باشد، داده‌ها از نظر دقت خوش نباشد.



دقت داده‌ها M ±0.5 ±0.4 ±0.3 ±0.2 ±0.1

خوش از لحاظ تعداد

هرچه به گذشته رجوع کنیم، داده‌ها کمتر ثبت شده‌اند و دقت کمتری دارند. بهتر است زلزله‌های دستگاهی استفاده شوند تا معنادارتر باشند. (اگر بگوییم در کتب معلم 19.51 بود اشتباه است.)



دستگاهی ← یعنی

دیجیتال ←

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک ۱۹/۲/۷

m	N(m)	n(m)	$n(m)=\frac{N(m)}{LT}$
4	80	0.8	$0.8/300$
4.1	78	0.78	$0.78/300$
⋮			
5	47	0.47	$0.47/300$
⋮			
6.5	1	0.01	$0.01/300$

$T = 2010-1910 = 100$ سال

$L = 300km$ مجموع طول گسلها

n(m): فراوانی تجمعی

فراوانی سالانه هر نا حیایی که مجموع طول گسلهای کمتر

یا شده، قدرت لرزه خیزی بالاتر است. لذا آنش فعالیت با مجموع طول گسل (سرانه) معنی دار می شود.

اگر مجموع سطح گسل ها معجود باشد به جای طول گسل (گسل سطحی وجود داشته باشد)

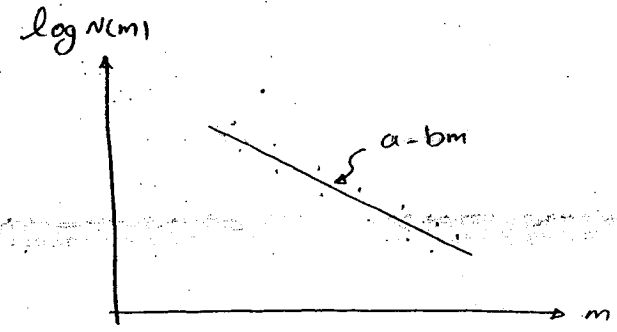
b: ضریب لرزه خیزی. Seismicity Coefficient

m	N(m)
4.0	80
4.1	78
⋮	
5	47
⋮	
6.5	1

قانون لرزه خیزی ← وابسته به فیزیک زمین لذا قانون است.

$\log N(m) = a - bm$

a و b ثابت هایی هستند که براساس آمار منطقه به دست می آیند.



$n(m) = \frac{N(m)}{T}$

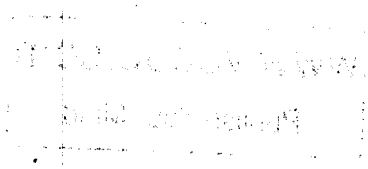
$\log T.n(m) = a - bm$

$\log n(m) = \underbrace{(a - \log T)}_{a'} - bm$

$n(m) = \frac{N(m)}{TL}$ $\quad \log TL\, n(m) = a - bm \rightarrow \log n(m) = \underbrace{(a - \log TL)}_{a''} - bm$

$n(m) = \frac{N(m)}{TA}$ $\quad \log TA\, n(m) = \underbrace{(a - \log TA)}_{a'''} - bm$

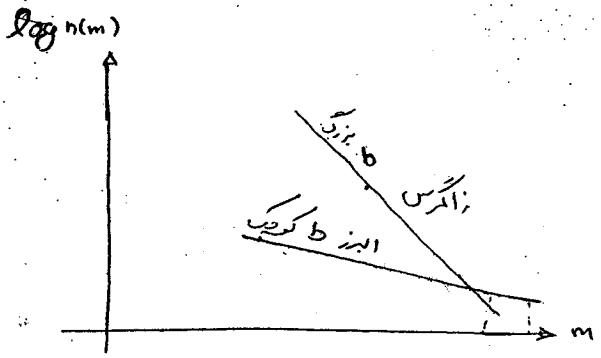
www.vepub.com
Publish Your Mind



در هریک از روابط فوق b متغیر می‌شود و فقط a که ارزشی ندارد متغیر می‌شود. در رسوم $Log n = a - bm$

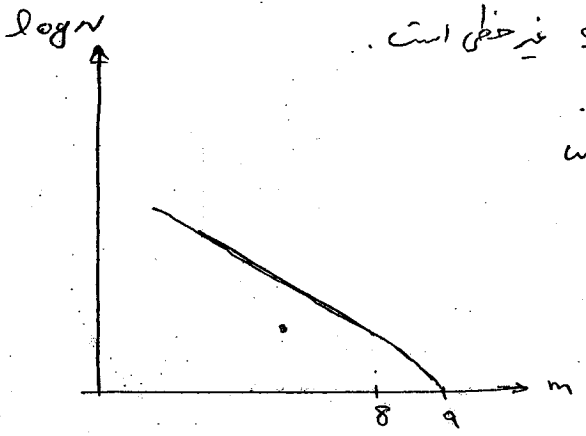
$0.5 < b < 1.5$ محدود $b \simeq 1.0$

هرچه b کم شد لرزه خیزی زیاد تر است ، b هرچه زیاد شد لرزه خیزی کمتر است.



متوسط b در دنیا 1.0 است

رابطه ی گوتنبرگ - ریشتر ، 8 خطی است و از 8 ، 9 غیرخطی است.



World: Log

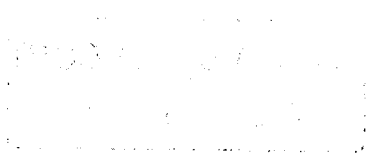
روش کلی محاسبه ی b : ۱) روش حداقل مربعات مجموع مربعات خطاها Least Square Method
دقت داده ها هرچه زیاد ، تعداد داده ها کافی باشد. (دستگاهی احتمال - تعداد حوادث)

تعیین بیشینه احتمال وقوع ۲) روش Maximum Likehood Estimation Method
دقت داده ها هرچه زیاد ، تعداد داده ها کم باشد.

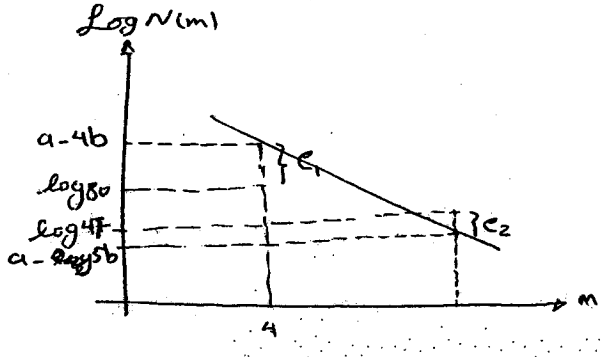
دقیق ترین روش ← ۳) Kijko Method
دقت داده ها بیشتر زیاد ، تعداد لگاه.

۱- روش حداقل مجموع مربعات خطاها :

www.vepub.com
Publish Your Mind



m	N(m)
4	80
4.1	78
5	47
6.5	1



$\Delta^2 = \sum e_i^2 = \sum (a - bm_i - \log N(m_i))^2$: e^2 برای اینکه جهت و منفی حذف کنیم

$= (a - 4b - \log 80)^2 + (a - 5b - \log 47)^2 + \cdots$

$\Delta^2 \to \min \to \begin{cases} \frac{\partial \Delta^2}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial \Delta^2}{\partial b} = 0 \end{cases} \to a = \frac{\sum y_i}{n} + b\frac{\sum x_i}{n}$

$b = -\frac{\sum (x_i - \frac{\sum x_i}{n})(y_i - \frac{\sum y_i}{n})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک

۱۹۰۲۰۱۴ 1

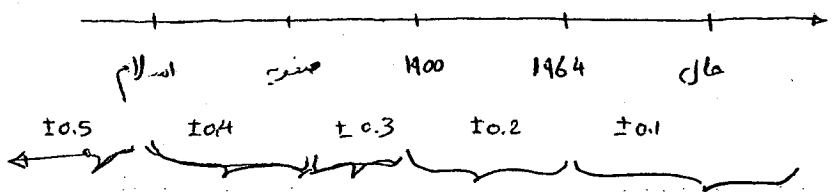
۱- تعیین آستانه بزرگا براساس پتانسیل آسیب رسانی به سازه $m_b = m_{min} = \begin{matrix}4\\4.5\\5.0\end{matrix}$ وحذف

زلزله‌های کوچکتر ازاین آستانه از آمار زلزله‌های (معمولاً زلزله‌های دستگاهی)

۲- حذف پس لرزه‌ها و پیش لرزه‌ها از آمار زلزله‌های دستگاهی جهت استقلال داده‌ها براساس زمان و مکان

۳- تعیین پارامترهای زلزله براساس داده‌های حاصله = پارامترهای لرزه خیزی $\begin{cases} \alpha & \text{Seismicity Rate} \quad \text{آهنگ لرزه‌خیزی} \\ b & \text{Seismicity Geficient} \quad \text{ضریب لرزه‌خیزی} \\ M_{max} & \text{Maximum Magnetude} \quad \text{بیشینه بزرگا} \end{cases}$

تعیین ضریب لرزه‌خیزی: الف) روش حداقل مربعات ب) روش Maximum Likehood Estimation (MLE) ج) روش Kijko



در هر بخش نمودار فوق داده‌ها از لحاظ دقت همگن است.

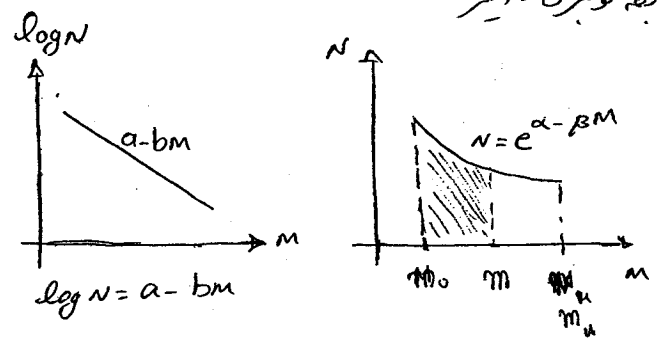
در روش (الف) ← از رابطه‌ی گوتنبرگ - ریشتر $\log N = a - bm$ به طور مستقیم استفاده شده و براساس

روش رگرسیون خطی a و b تعیین می‌شود.

در روش (ب): از فرم تغییر شکل یافته رابطه گوتنبرگ ریشتر استفاده می‌شود $\log N = a - bm \Rightarrow f(m) = \text{تابع چگالی احتمال بزرگا}$

در روش (ج) ← از فرم تابع چگالی احتمال حاصل از توزیع احتمالاتی پواسون استفاده می‌شود.

ب) روش MLE: استخراج فرم تغییر شکل یافته رابطه گوتنبرگ - ریشتر



M_0: حداقل بزرگا زلزله از نظر پتانسیل آسیب رسانی به سازه

M_u: Ultimate Magnetude: بزرگترین زلزله از نظرهای

مثلاً ۹ یا حتی ∞

$N = e^{\alpha - \beta M}$ $\quad \alpha = a \ln 10 \quad \beta = b \ln 10$

تابع توزیع تجمعی احتمال $= F(m) = P[m_0 < m < m_u] = \frac{N(m_0) - N(m)}{N(m_0) - N(m_u)}$ (مقادیر دلخواه)

$$= \frac{e^{\alpha-\beta M_0} - e^{\alpha-\beta M}}{e^{\alpha-\beta M_0} - e^{\alpha-\beta M_u}} = \frac{e^{\alpha-\beta M_0}\left[1-e^{-\beta(m-m_0)}\right]}{e^{\alpha-\beta M_0}\left[1-e^{-\beta(m_u-m_0)}\right]} = \frac{1}{1-e^{-\beta(m_u-m_0)}}\left(1-e^{-\beta(m-m_0)}\right)$$

تابع چگالی احتمال بزرگا $= f(m) = \frac{dF(m)}{dm} = K\beta e^{-\beta(m-m_0)}$

$f(m) = K\beta e^{-\beta(m-m_0)}$ $\quad$ اگر $m_u \to \infty$ $\quad K = 1$

سه کتاب: ادریس، بربریان و معین فر باید برای تعیین زلزله‌های تاریخی حتماً مورد استفاده قرار گیرند.

کتاب ادریس حتماً باید مورد استفاده قرار گیرد.

زلزله‌های تاریخی، M بزرگ، بدون پیش لرزه و پس لرزه، تعداد کم، بازه‌ی زمانی بزرگ

زلزله‌های دستگاهی، M کوچک، با پس لرزه و پیش لرزه، تعداد زیاد، بازه‌ی زمانی کم کوتاه

انتخاب آستانه بزرگا براساس نوع سازه فرق می‌کند، مثلاً برای سدها $m_0 = 6$ و برای سازه‌های بنایی $m_0 = 4$ در نظر گرفته می‌شوند.

پس لرزه و پیش لرزه قابل پیش بینی است اما نه بادقت، همین که گفته شود اگر زلزله ۶ ریشتری باید حتماً یک زلزله کمتر از ۶ ریشتر تا ۶ ماه آینده‌ی آید، پیش بینی شده است لذا پس لرزه و پیش لرزه دیگر متعادل نیستند.

دستگاه‌های SSAZ دیجیتال و SMA1 آنالوگ هستند که در ایران اکنون هر دو دستگاه استفاده می‌شوند.

تحلیل ریسک

۱۹۰۲۰۱۴ ۳

معنی حتمالی احتمال این است که اگر زلزله‌های خ دهد حقیر احتمال دارد که بین $m < M < m+dm$ باشد.

$$f(m) = k\beta e^{-\beta(m-m_0)}$$

در مدل فوق حالت اصلاح شده گوتنبرگ - ریشتر است که فقط ضریب زلزله را دارد.

ب) روش MLE :

1970	1982	1998	: year
4.7	5.2	7.1	: M

داده‌های دستگاهی و بحتمال اهورزن خطا ۰.۱±)

به این خاطر سه زلزله‌ی فوق واقع شده‌اند به این خاطر که در زمان خود بیشترین احتمال وقوع را داشته‌اند.

$$L = L_1 * L_2 * L_3 = f(4.7)\, f(5.2)\, f(7.1) \qquad \text{if } m_0 = 4$$

$$L = \beta e^{-0.7\beta}\, \beta e^{-1.2\beta}\, \beta e^{-3.1\beta} = \beta^3 e^{-5\beta} \rightsquigarrow \text{so} \quad L = \beta^3 e^{-5\beta}$$

L باید حداکثر باشد زیرا رخداد با حداکثر احتمال وقوع بوده است.

$$\text{Max } L \longrightarrow \frac{dL}{d\beta} = 0 \qquad 3\beta^2 e^{-5\beta} - 5\beta^3 e^{-5\beta}(3 - 5\beta 1) = 0$$

$$\begin{cases} \beta = 0 & \text{غ ق ق} \\ e^{-5\beta} = 0 & P=\infty \text{ غ ق ق} \\ 5 - 3\beta = 0 & \beta = 3/5 \text{ ق ق} \end{cases}$$

ج) روش Kijko تعداد دلخواه، دقت غیر هورزن :

-300	1620	1995	: year
7.1	4.1	6.2	: M

این روش براساس تابع توزیع پواسون است.

λ : همان n آهنگ فعالیت

بزرگ m
زمان t
} $f(m, t; \lambda, \beta)$
مجهولات

$$L = L_1 * L_2 * L_3 = f(7.1, -300)\, f(4.1, 1620)\, f(6.2, 1995)$$

$$= \text{تابع}(\lambda, \beta)$$

تحلیل ریسک

۸۹/۲/۱۴ ۷

$$\text{Max } L \rightarrow \begin{cases} \frac{\partial L}{\partial \beta} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial q} = 0 \end{cases}$$

حال باید به طریقی خطا را اصلاح در محاسبات وارد کنیم.

برای وارد کردن خطا تابع خطا در مقدار تابع احتمال ضرب می‌شود: تابع خطا $L = f_1 f_2 f_3 x$

تابع خطا که یک کار ریاضیاتی است. که دقت را 4 رقم اعشار به دست می‌دهد.

نرم افزار Kijko از هر دو تک برگ خوانده شود.

زلزله آستانه تأثیری در نتایج ندارد لذا برای اینکه زلزله‌های بیشتری داشته باشیم می‌توان کمتر در نظر گرفت

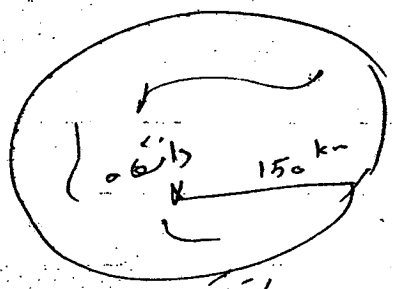
نام دیگر زلزله‌های تاریخی Extreme و زلزله‌های دستگاهی Compelete است.

تمرین شماره ۲ و ۳ انجام شود.

www.vepub.com
Publish Your Mind

91,7,25

تمرین شماره 1 ص 25 حل شده.



کاتالوگ

ماه	سال

1) به شعاع 150 km از محل سایت تمام لرزه‌ها را انتخاب می‌کنیم

2) کاتالوگ زمین‌لرزه‌ها را بدست می‌آوریم

3) در زلزله‌های بعد از سال 1900 دسته‌ای زلزله‌های Ms 4, 4.5 به بعد را در نظر می‌گیریم

4) حذف پس‌لرزه‌ها و پیش‌لرزه‌ها.

در این صورت کل آمار هم منجر به تقریب شده و هم تصادفی می‌باشد.

3 پارامتر هم لرزه‌خیزی:

- n نرخ فعالیت seismicity
- b ضریب لرزه‌خیزی seismicity coefficient
- M_{max} بیشینه بزرگا Magnitud Maximum

پارامتر نرخ فعالیت: مانند معدل می‌ماند

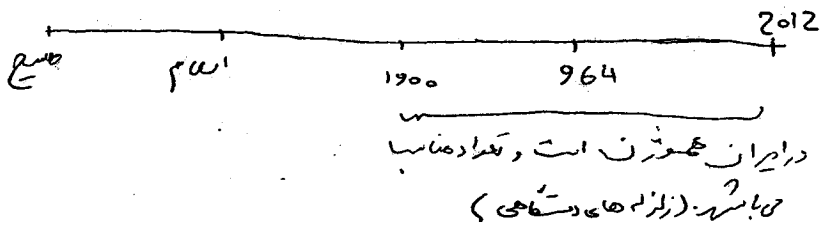
پارامتر لرزه‌خیزی: شیب، تغییرات لرزه‌های منطقه که هرچه تغییرات کمتر باشد بهتر و قابل پیش‌بینی‌تر است.

بیشینه بزرگا: هر از چند گاهی زلزله بزرگ می‌آید که باعث می‌شود که دست بالاتر منطقه اعلام شود.

با این سه پارامتر می‌توان مشخصات لرزه‌ای منطقه را به عدد تبدیل کرد.

3-c) Estimation of Activity Rate

بخشی از آمار در تعداد مناسب و دقت مطلوب دارند:
کلیسان



در ایران مطلوب است و تعداد مناسبی
می باشد. (زلزله های دستگاهی)

* دوره جمع آوری آمار = از سال 1900 تا 2012 = 113 سال

* تعیین و مشخص کردن جزئی ترین و کوچکترین زلزله در دوره آماری و تشکیل جدول

آمار مربوط به کل لرزه‌ها و یا مربوط به یک کلاس خاص در صورت امکان (در دنیا بیشتر است که زلزله را به یک کلاس خاص مثلاً دهمی)

ایران $\begin{cases} n(6)=1 \\ n(7)=0.2 \end{cases}$

m	$N(m)$	$n(m)$
4	100	$\frac{100}{113}$
4.1	98	$\frac{98}{113}$
4.2		
⋮	⋮	⋮
5	60	$\frac{60}{113}$
⋮	⋮	⋮
7	2	$\frac{2}{113}$

m ← تعداد زلزله‌های

$n(m)$ = آهنگ فعالیت = $\frac{N(m)}{T}$

مقایسه لرزه خیزی (مثلاً) بیان می

ایران ⇒ $L=2000$ km و $n(7)=0.2$

ترکیه ⇒ $L=7000$ km و $n(7)=0.5$

مقایسه لرزه خیزی: ایران $\frac{n(7)}{L}=\frac{0.2}{2000}=0.0001$

ترکیه $\frac{n(7)}{L}=\frac{0.5}{7000}=0.00007$

⟸ به دلیل طول گسل ها علیرغم نرخ فعالیت ترکیه بیشتر است ولی ایران

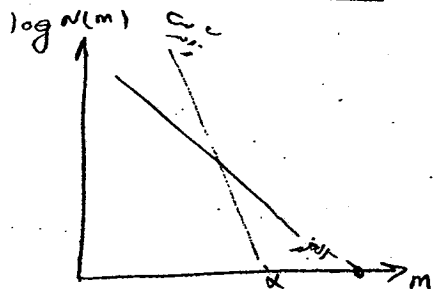
لرزه خیزتر است

	فنی	فنی	فنی و آماری
$n(m)$ = آهنگ فعالیت	$\frac{N(m)}{TA}$	$\frac{N(m)}{TL}$	$\frac{N(m)}{T}$
	سطح گسل	طول گسل	

www.vepub.com
Publish Your Mind

جدول ۲-۴ـ ضرایب a و b برای ایالتهای اصلی لرزه‌خیز ایران

ردیف	نام ایالت	b	a
۱	صفحه عربستان	۰/۹۶۷۷	۳/۸۶۴۵
۲	خلیج فارس	۱/۱۰۳۵	۴/۹۹۸۳
۳	دریای عمان	۰/۶۴۸۶	۲/۷۸۹۲
۴	اروند رود	۱/۰۵۵۰	۴/۵۴۷۵
۵	چین‌خوردگیهای فارس	۱/۱۷۰۸	۶/۴۶۵۴
۶	چین‌خوردگیهای زاگرس	۰/۹۶۲۳	۴/۸۴۶۵
		۰/۹۲۲۰	۴/۶۷۵۲
۷	ارومیه	۰/۸۶۶۷	۴/۱۰۰۷
۸	اصفهان ـ سیرجان	۱/۱۰۵۵	۴/۳۳۲۷
۹	جازموریان	۱/۰۶۶۷	۵/۰۶۶۷
۱۰	ایران مرکزی	۱/۱۳۹۹	۵/۲۰۹۰
۱۱	ایران مرکزی (قم)	۰/۶۱۹۲	۲/۴۹۴۷
۱۲	کویر	۰/۸۲۱۴	۳/۱۰۰۶
۱۳	طبس	۰/۸۸۶۸	۴/۲۶۲۶
۱۴	فردوس	۰/۶۴۹۰	۲/۸۲۹۵
۱۵	لوت	۰/۸۷۵۱	۳/۶۹۵۲
۱۶	شاهرود	۰/۹۰۳۲	۴/۳۷۴۲
۱۷	شرق ایران	۰/۶۳۲۱	۲/۵۷۲۴
		۰/۷۲۷۳	۳/۱۶۲۷
۱۸	ماکو ـ زنجان	۰/۸۱۹۱	۳/۳۳۳۸
۱۹	چین‌خوردگیهای البرز	۰/۷۷۷۶	۲/۶۹۳۵
		۰/۱۹۴۴	۱/۸۴۹۰
۲۰	دریای مازندران	۰/۸۰۵۹	۳/۵۶۱۹



هرچه شیب کمتر باشد لرزه خیزی بیشتر است

هرچه شیب بیشتر باشد لرزه خیزی غیرقابل پیش‌بینی‌تر است

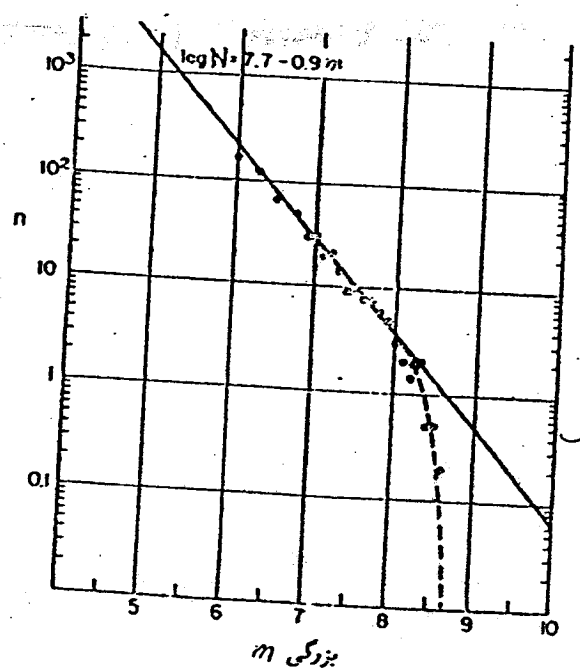
4/5 26-2

World $\longrightarrow \log N = 7.7 - 0.9m$

Iran
- kaila 1971. $\log N = 6.02 - 1.18m$
- Ambarsys (1979-1900) $\log N = 6.88 - 0.86M$
- [illegible] $\log N = 5.4 - [illegible]m$

$m=0 \longrightarrow \log N(0)=9 \Rightarrow N(0)=10^9 \longrightarrow$ [illegible]

منطقه	محدوده				a	b
ژاپن	26N	40E	132N	150N	6.86	1.22
گینه‌نو	13S	1N	132E	148E	7.83	1.35
زلاندنو	48S	37S	164E	180E		1.04
شرق کانادا	47N	65N	142E	115W	5.05	1.09
شرق آمریکا	25N	47N	135W	105W	5.94	1.14
غرب آمریکا	25N	47N	105W	51W	5.79	1.38
آمریکای مرکزی	10N	25N	120W	85W	7.36	1.45
کلمبیا-پرو	18S	6N	85W	60W	5.60	1.11
شمال شیلی	37N	18S	78W	60W	4.78	0.88
جنوب شیلی	63S	37S	78W	60W	4.46	0.92
مدیترانه	30N	50N	20W	48E	5.45	1.10
ایران - ترکیه	15N	42N	48E	65W	6.02	1.18
جاوه	13S	5S	90E	118E	5.37	0.94
شرق آفریقا	40S	30N	20E	48E	3.80	0.87



پراکندگی متوسط سالیانه زلزله‌های جهان در سال ۱۹۰۲ تا ۱۹۲۶

* از زلزله 8 به بعد دیگر خطی غیرخطی است [illegible] خودبه‌خود در حدود 9 ریشتر می‌ایستد. زیرا کسل در زلزله‌های بیشتر به‌بالا اشباع شده و دیگر توان نمودار انرژی در خود را ندارند.

۲۷

$N(m)$ = تعداد زلزله‌های $\geq m$ $\quad \log N = a - bm$

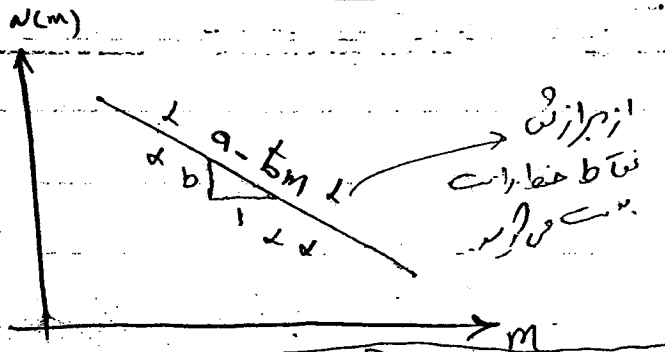
$n(m) = \frac{N(m)}{T} \quad \log nT = a - bm \longrightarrow \log n = \overbrace{(a - \log T)}^{a'} - bm$

$n(m) = \frac{N(m)}{TL} \quad \log nTL = a - bm \longrightarrow \log n = \underbrace{(a - \log TL)}_{a''} - bm$

b را همان ضریب لرزه‌زایی مستقل از طول بین و تعداد زلزله‌ها منطقه و ... می‌باشد و در غیر صورت نیز عددی با ثبات

www.vepub.com
Publish Your Mind

www.vepub.com
Publish Your Mind



رابطه (قانون) توسعه گوتنبرگ ریشتر.

$$\log N(m) = a - b\,m$$

ضریب لرزه‌خیزی

$0.5 < b < 1.5$

متوسط جهانی $b = 1$

+ هرچه شیب خط بیشتر باشد لرزه‌خیزی غیر قابل پیش‌بینی‌تر است. (b بیشتر)

+ هرچه شیب خط کمتر باشد لرزه‌خیزی منطقه بیشتر است. (b کمتر)

* محاسبه b

① Least _ sqare method — روش حداقل مربعات خطا

② maximum Likelihood Estimation — روش تخمین بیشینه احتمال

③ kijko method — روش کیجکو

محاسبه b

① LSM: زمانی به کار می‌رود که تعداد مناسب و دقت خوب آن باشد. (دستگاهی)

② MLE: ~ ~ تعداد کم و دقت خوب آن باشد. (تعداد کم از لرزه‌های تاریخی)

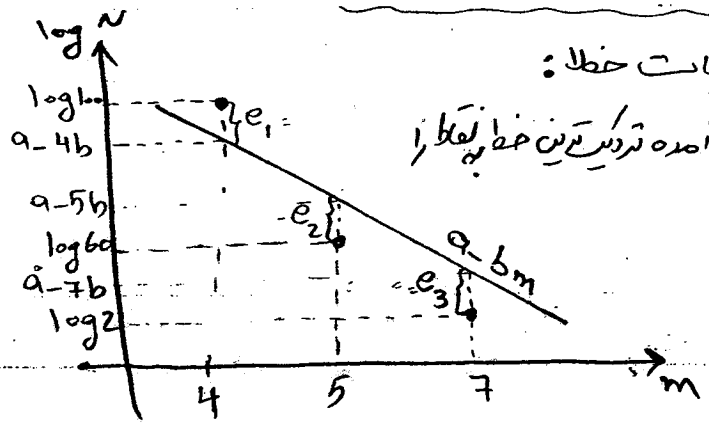
③ kijko: ~ ~ تعداد دلخواه، دقت متفاوت باشد.

* ① روش حداقل مربعات خطا:

از بین نقاط بدست آمده نزدیک‌ترین خط به نقاط را برازش می‌دهیم

N(m)	M
100	4
	4.1
	⋮
60	5
2	7

تعداد سطر n (با فرض مثبت بودن $N(m)$)



به عبارت دیگر ما خطی را از بین خطاها جوری انتخاب می‌کنیم که مجموع مربعات خطاها کمترین مقدار باشد

$$\Delta^2 = \sum e_i^2 = (\log 100 - a + 4b)^2 + (a - 5b - \log 60)^2 + (a - 7b - \log 2)^2 + \dots = f(a,b)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial \Delta^2}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial \Delta^2}{\partial b} = 0 \end{cases} \Rightarrow a, b$$

$$\underbrace{\log N}_{Y_i} = \underbrace{a}_{\alpha} - \underbrace{b}_{\beta} \underbrace{m}_{X_i}$$

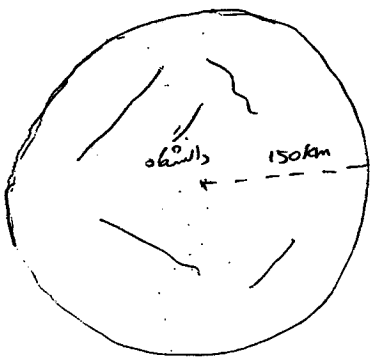
$$a = \frac{1}{n}\sum Y_i - \frac{\beta}{n}\sum X_i = \bar{y} - \beta \bar{x}$$

$$\beta = \frac{\sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x_i^2 - n\bar{x}^2} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

www.vepub.com
Publish Your Mind

www.vepub.com
Publish Your Mind

3-4) Estimation of Maximum Magnetude (M_{max})



m	N(m)
4.0	180
4.1	178
4.2	
⋮	⋮
7.2	

آمار زلزله‌گی تاریخی و دستگاهی

زلزله‌گی دستگاهی: ۱- آستانه بزرگا $m_0 = 4$ یا 4.5 — ۲- محدوده بین لرزه‌ای لرزه

سه پارامتر مهم لرزه‌خیزی: n، b، M_{max}

ultimate Magnetude: m_u

$M_{max} < m_{max} < m_u$

m_{max}: امکان پذیر، محتمل، غیرمتصل — براساس سناریوی بدترین گسل با فرض تجربی براساس حداکثر گسلش مثلاً 50٪ مقدار حداکثر مشاهده شده تاریخی (و یا دستگاهی) + 0.5 — برای مدیریت بحران

M_{max}: براساس فرض‌های احتمالات و در نظر گرفتن تعداد پذیرش خطر مثلاً ممکن است بدترین سناریو گسل ولی با 20٪ گسلش باشد. اهمیت سازه تعیین می‌کند M_{max} چقدر است؟

m_u: ultimate Magnetude امکان پذیر، غیر محتمل، مثلاً براساس همزمان فعال شدن مجموع گسل‌ها یا بیشترین گسلش ممکن برای $f(m)$

M_{max} برای طراحی سازه‌های متعارف نیاز نیست، برای سازه‌های مهم بسیار مهم می‌شود. مثل سد

تحلیل ریسک

سه نوع M_{max} وجود دارد ، m_{max} ، M_{max} ، m_u .

فقط برای M_{max} وارد احتمالات می‌شویم برای m_u و m_{max} وارد احتمالات نمی‌شویم.

مقدار گسلش براساس احتمال وقوع می‌باشد مثلاً احتمال ۱۰٪ برای سازه‌های معمولی در ۵۰ سال است می‌توان

میزان حداکثر گسلش را بدست آورد. بهترین حالت این است که m_u را به m_{max} نزدیکتر کنیم که به واقعیت

نزدیکتر باشد.

مقدار حداکثر برای هر پدیده ارایه شده است. ← Nordquist (1945) ← Extreme Value Teory

این مقدار حداکثر را در زلزله استفاده کرده است. ← Gambel (1958)

1) Camulative Probability Function of Type I (Gambel 1958)

تابع تجمعی احتمال نوع I گامبل :

فرضیات : ۱- تعداد زمین لرزه‌ها به طور نمایی با بزرگا کاهش می‌یابد. (فرمول گوتنبرگ ریشتر) $\log N = a - bm$

۲- زمین لرزه‌ها از نظر زمان و مکان مستقل می‌باشند (حذف پیش لرزه و پس لرزه)

۳- بزرگا حد زمین لرزه دارای کران پایین و بالایی باشد $M_{min}=0$ $M_{max}=\infty$

$$G_I(m) = \exp(-\exp(-\alpha(m-u)))$$

α و u : ثابت‌هایی هستند که براساس آمار منطقه بدست می‌آیند.

G_I : گامبل نوع I

www.vepub.com
Publish Your Mind

$G_I(m) = P(M \leq m)$

یعنی اگر زلزله در منطقه‌ای مورد نظر در سال آینده واقع شود و مقدار آن M باشد چقدر احتمال دارد این M کوچکتر یا مساوی m باشد. m زلزله طراحی است. می‌توان با تقریبی m را به شتاب تغییر داد.

مثال

کاملاً تقریبی: $G_I(a) = \exp(-\exp(-a(\ln a - u)))$

a: شتاب طراحی

فرض $m_{min} = -\infty$ و $m_{max} = \infty$ فرض غلطی است زیرا در زلزله بزرگاها محدود است.

(۲۱) 2) Comulative Probability Function of Type II

فرضیات: ۱- زلزله دارای کران پایین می‌باشد $m_{min} = m_0$

$$G_{II}(m) = \exp\left[-\left(\frac{u - m_{min}}{m - m_{min}}\right)^k\right]$$

($m_{min} = 4$ مثلاً): u و k: ثابت‌ها براساس آمار

G_{II} ضعیف‌تر از G_I عمل می‌کند زیرا mهای ضعیف را فقط حذف کرده است و mهای بزرگ را حذف نکرده لذا احتمال حذف شده است و پیش‌بینی بزرگتری می‌شود.

3) Comulative Probability Function of Type III

↓

Yegulalp and Kuo III - 1974

فرض: ۱- زلزله دارای کران پایین است. m_0

۲- زلزله دارای کران بالا است. m_{max}

$$G_{III} = \exp\{-c\exp[B\ln(m_{max} - m)]\}$$

B, c: ثابت حاصل از آمار

$m_{min} = m_0$ در آمار لحاظ می‌شوند در فعول همین که $m < m_0$ از آمار حذف می‌شوند، m_{min} لحاظ شده است.

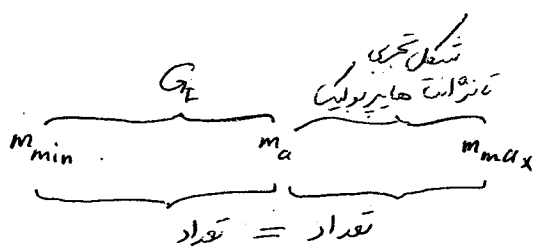
از لحاظ دقت: $G_{II} < G_I < G_{III} < G_S$

4) Comulative Probability Function of Type S

$G_S(m)$ or Howell-S - 1980

$$G_S(m) = \exp\left\{-c\exp\left[\frac{B}{2}\ln\frac{m_{max} - 2m_a + m}{m_{max} - m}\right]\right\}$$

زلزله: کران پایین m_0، کران بالا m_{max}، m_a



معمولاً: $m_{min} = 4$ $m_a = 5$

در G_{III} همچنین هم دارای کران پایین هم دارای کران بالا است ولی تعداد زلزله‌های کوچک بیشتر از تعداد زلزله‌های بزرگ است لذا هر قدر این وجود دارد که زلزله‌های کوچکتری پیش‌بینی می‌شود لذا، m_a تعداد زلزله‌های کوچک محدود می‌شود. لذا این تابع هم زلزله‌های کوچک و هم زلزله‌های بزرگتر را در نظر گرفته است.

www.vepub.com
Publish Your Mind

۸۹/۲/۲۸

تحلیل ریسک

طریقه ی محاسبه ی ثابت ها:

$$G_{III}(m) = \exp\{-C\exp[B\ln(m_{max}-m)]\}$$

m_{max} موجود است . مثلاً $m_{max}=7.8$ آمار مورد استفاده باید دارای دقت خوبی از نظر تعداد مناسب باشد.

m	N
4	180
4.1	
4.2	
⋮	
6	50
7.8	2

1910-2010 $T=100$ years

فرض 6

$$G_{III}(m) = P(M<m) = 1-P(M>m) = 1-\frac{1}{T_R}$$

$APE \leftarrow \frac{N}{T} = \frac{50}{100} = 50\%$

$$G_{III}(m) = 1-\frac{N}{T} = 1-\frac{1}{T_R}$$

$$\ln p = -C\exp[B\ln(m_{max}-m)]$$

$$\underbrace{\ln(-\ln P)}_{Y} = \underbrace{\ln C}_{A} + \underbrace{B}_{B}\underbrace{\ln(m_{max}-m)}_{X}$$

m	N	$y=\ln(-\ln p)$	$x=\ln(m_{max}-m)$
4.0	110		✗
4.1	102		✗
4.2	98		
⋮			
6	50		
⋮			
7.2	2		

بین x و y رگرسیون خطی → $A=\ln C \rightarrow C$ ✓

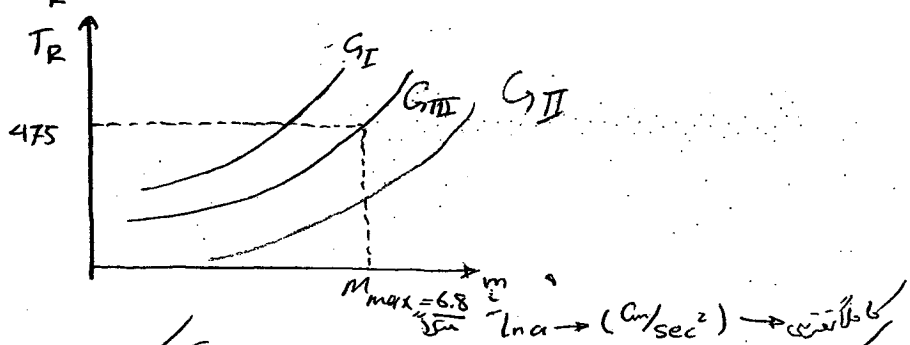
$B=B$

این روش برای همه ی G_i ها قابلیت کاربرد دارد. از فرمول آنقدر $\ln$ گرفته می شود که رابطه خطی شود

www.vepub.com
Publish Your Mind

۴ ۸۹, ۲, ۲۸

$$\underbrace{G_{III}}_{1-\frac{1}{T_R}} = \exp\{-2\exp[4\ln(7.8-m)]\}$$



مثلاً در 2800 یک سازمان مسکونی مبنای طراحی ۱۰٪ خطر در 50 سال را باید تحمل کند

$$PE = 1 - e^{-t/T_R} \rightarrow 0.10 = 1 - e^{-\frac{50}{T_R}} \rightarrow T_R = 475 \text{ years}$$

۵) روش گوتنبرگ - ریشتر:

$$\log N = a - bm$$

$$1 - \frac{1}{T_R} = 1 - \frac{N}{T} \quad \text{or} \quad \frac{1}{T_R} = \frac{N}{T} \qquad N = \frac{T}{T_R}$$

$\log \frac{T}{T_R} = a - bm$ → منحنی رسم شده بعد T_R یک بار حاصل می‌شود → a و b حاصل می‌شود

۶) روش کیجکو (Kijko) هر تعداد آمار و هر نوع دقت

در روش Kijko یک ستون T_R بوده و یک ستون m بوده و سپس نقاط در نمودار رسم شده ~~یک خط~~ و m محاسبه می‌شود

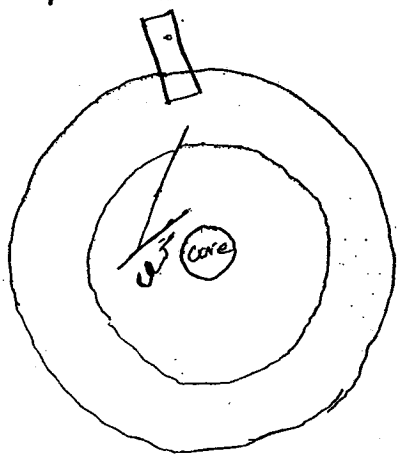
آزمون ۴ حل شود

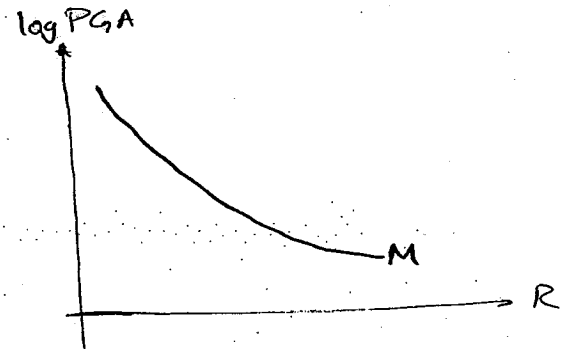
۸۹, ۳, ۴

تحلیل ریسک

روابط کاهندگی: (رفتن شدن)

Chapter 4) Attenuation Relations





Category of Variables:

- Source Mechanism
  - stress and Strain Condition (به طور غیر مستقیم در معادلات)
  - rupture dimensions → M (به طور مستقیم)
  - source depth
- Travel path
  - geometric spreading
  - reflection (انعکاس)
  - reflection (انکسار)
  - absorption
  - geologic structure
- local Condition
  - Subsurface Condition
  - topographic variations
  - Soil-Structure Interaction

Stress and Strain Condition: به طور غیر مستقیم در معادلات وارد می شود مثلاً رابطه ی زاگرس با البرز فرق دارد

rupture dimension: معمولاً M را تعیین می کنند به طور مستقیم در روابط وارد می شود

Source depth: عمق کانون به طور مستقیم وارد می شود هر چه عمق کانون بیشتر باشد، کاهندگی بیشتر است.

هر چه طول گسلش بیشتر باشد کاهندگی کمتر است زیرا لرزه قوی تر است.

۸۹/۳/۱۴

تحلیل ریسک

Geometry Spreading: انرژی روی یک سطح کره منتقل می شود با گذشت زمان این کره بزرگتر شده و چگالی انرژی کاهش می یابد. ارتقا شدن : کاهش چگالی انرژی در سطح بزرگتر Cattenuation : طور مستقیم R وارد می شود

reftection : وقتی که موج از دو لایه خاک عبور می کند بخشی از موج منعکس و بخشی منکسر می شود و باعث ارتقا شدن موج زلزله می شود. مانند بدنه متقر به طور غیر مستقیم و با تفاوت R رابطه برای مثلاً البرز و زاگرس، در می سابات وارد می شود.

absorption : رزونانس در خودگی سنگ بستر، رزونانس باعث خرد شدن سنگ های سری می شود.

این متغیر هم به طور غیر مستقیم در روابط وارد می شود.

geologic Structure : سازند زمین شناسی، برخورد موج به ناهمگنی و ناهمگنی باعث گیر افتادن موج می شود.

این متغیر هم به طور غیر مستقیم وارد محاسبات می شود.

local Condition :

Subsurface Condition : لایه لایه بندی خاک زیر Site هم اثر متفاوت به طور غیر مستقیم در روابط وارد می شود.

topographic Variation : قرارگیری Site در دره یا تپه تأثیر گذار است.

Soil-Structure reaction : پی صلب یا شل یا انعطاف پذیر، در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه باعث کاهش نیروهای زلزله می شود. که به طور خاص برای سازه بررسی می شود. (در پل ها) مثلاً منطقه البرز، سازه بلند و غیره

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک

بحث رابطه‌ی کاهندگی، حرکت افقی موج است و بحث طیف مربوط به حرکت تمام موج است.

خاک نرم زیر سازه اثر بزرگنمایی در طیف دارد. در حرکت افقی محتوای فرکانسی عمدتاً پایین زلزله (پریود بالا) بیشتر از خاک عبور می‌کند.

در حرکت تمام ارتفاع خاک حدود 20 تا 30m است و در همین ارتفاع باعث رزونانس می‌شود لذا خاک فرصت از بین بردن موج را ندارد و این تواند در خود خاک رزونانس ایجاد کند لذا در سازه رزونانس ایجاد می‌کند. اما در حرکت افقی طول حدود 15 km خاک فرصت دارد در خود موج رزونانس ایجاد کند.

یک نمونه رابطه کاهندگی:

Donovan and Bornstein

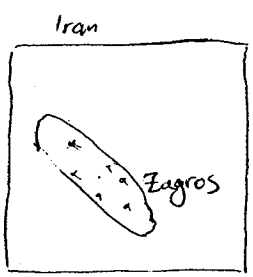
$$PGA = R^{-2.1}\, e^{(0.046 + 0.0445 \log R)M}$$

PGA: cm/s^2 $\quad M \leq 8$ & $R \geq 5km$

از آنجایی زلزله با شکل بزرگی کاهش می‌یابد لذا بسیار مطلوب است از آنی زیاد سریع کاهش می‌یابد حد $R \geq 5km$ برای مرتفع کردن اثر near field 5 km که از far field است. کمتر از

می‌شود.

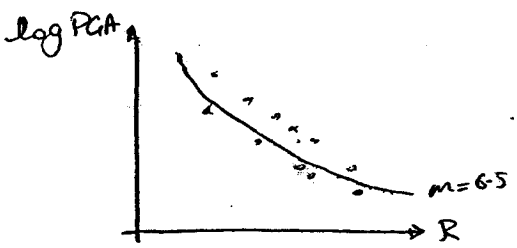
2 Types of relations: 1) Emprical 2) Theorical



مثال از رابطه‌ی کاهندگی تجربی: از آمار وقایع زلزله در نواحی مختلف PGA، M، R از طرکز کانونی و غیره موجود است. از این آمار یک منحنی تشکیل می‌شود. نقاط بزرگتر از 6 ریشتر را نمایش داده در رگرسیون [illegible] می‌شود

www.vepub.com
Publish Your Mind

۸۹/۳/۴



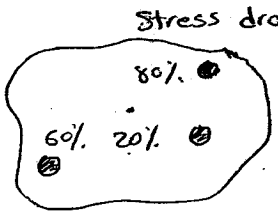
در روابط تجربی تعداد آثاری است و درجه‌ی رگرسیون را زمین‌شناس می‌دهد. مثلاً زمین‌شناس می‌گوید که برای منطقه زاگرس رابطه کاهندگی، سهمی است. اما در روابط تجربی معمولاً داده‌ها زیاد و شکل رابطه تقریباً مشخص است.

معمولاً مناطق لرزه‌خیز با توجه به موجود بودن آثار، روابط بهتر تجربی است.

روابط تئوری در مناطق غیرلرزه‌خیز بیشتر کاربرد دارد و کاربرد آن در مواردی نظامی است.

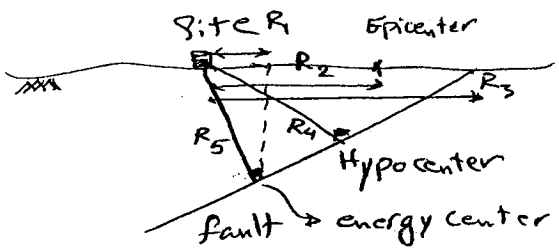
کانون زلزله: Hypocenter : محل برآیند جوانه محل برآیند برداری امواج

مرکز انرژی: Energy Center : محل برآیند اسکالر امواج



معمولاً مرکز انرژی در کاتالوگ‌ها مشخص نیست. مرکز سطح Stress drop را مرکز انرژی زلزله می‌گویند.

اکثر روابط کاهندگی براساس فاصله از کانون زلزله است برخی روابط براساس فاصله از تصویر کانون در سطح زمین است



روابط کاهندگی کار آتای Douglas → www.Imperial.ac.uk

تحلیل ریسک

۸۹/۳/۶ ۵

برای استفاده از روابط کاهندگی مناطق دیگر باید پارامترهای غیر مستقیم گفته شده باید مقایسه شوند اگر شبیه بودند استفاده میشوند. جدول ۹ گزارش Douglas تمام روابط جدولی شده و تمام نام ها به طور خلاصه توضیح داده شده اند.

هرچه دامنه بزرگا کمتر و تعداد داده ورکوردهای بیشتری استفاده شود رابطه کاهندگی قوی تری باشد.

از لحاظ دامنه بزرگا رابطه ای کاهندگی باید شامل دامنه بزرگای منطقه کیان باشد.

از لحاظ نوع بزرگا باید یکسان باشد مثلاً اگر در کشور ایران M_S ثبت می شود از رابطه ای استفاده شود که M_S مصرف کند در غیر این صورت تبدیل بزرگا ها خطا ایجاد کند.

از لحاظ دامنه ی فاصله رابطه و معیار فاصله (انتخاب شده برای محاسبه) باید یکسان باشد.

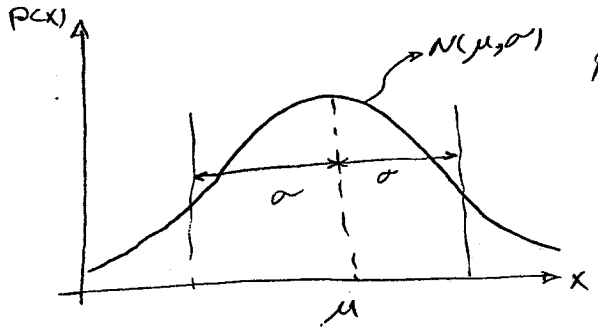
d scale : نوع فاصله را نشان می دهد

d_h : فاصله کانونی Hypocentrical distance d_E : Epicentrical

هرچه تعداد انواع خاک بیشتر باشد دقت رابطه کمتر می شود

Normal (Gausian) Distribution:

Probability density function



$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$$

x = random Variable

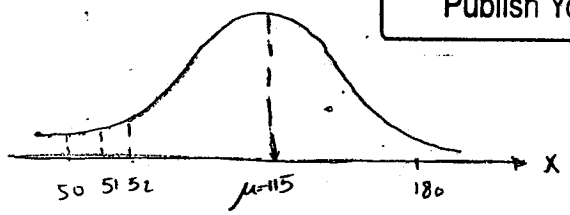
μ = mean

σ = Standard deviation

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک

1000 نفر ← قد = X

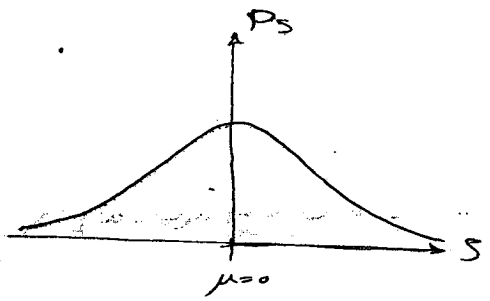


1000 نفر : Population

$\mu = \frac{\sum \text{قدها}}{\text{تعداد}} = 115$ $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\text{قد} - \text{متوسط})^2}{n-1}}$

Standard Normal Distribution:

$\mu = 0$ $\sigma = 1$ $\rightarrow$ $N(0,1)$

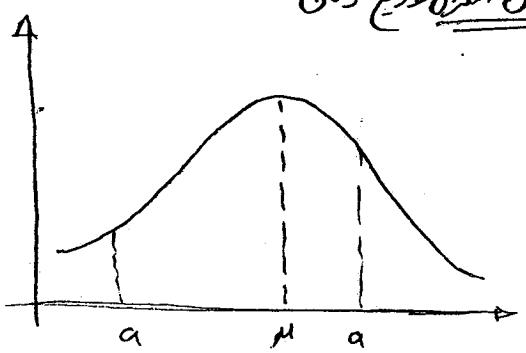


$P(S) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-S^2}{2}}$ $S = \frac{x-\mu}{\sigma=1.0}$

$P(S) \Rightarrow \Phi(S)$ = Comulative distribution function

$$\Phi(S) = \int_{-\infty}^{S} P(s)\,ds = \int_{-\infty}^{S} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-S^2}{2}}\,ds$$

از جدول انتگرال توزیع نرمال



$$P(a \le x \le b) = \int_a^b P(x)\,dx = \int_a^b \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)$$

$$= \int_{\frac{a-\mu}{\sigma}}^{\frac{b-\mu}{\sigma}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}S^2\right] ds = \int_{\frac{a-\mu}{\sigma}}^{\frac{b-\mu}{\sigma}} P(s)\,ds$$

$$= \Phi\left(\frac{b-\mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a-\mu}{\sigma}\right)$$

$S = \frac{x-\mu}{\sigma}$ $dx = \sigma\,ds$

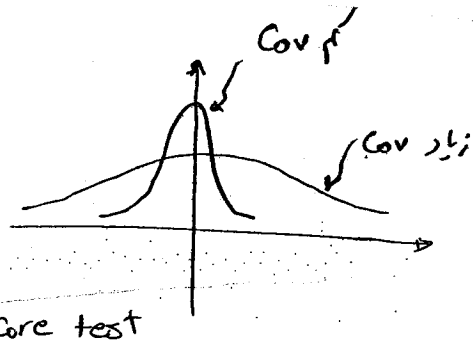
$P(x \le \mu) = \Phi\left(\frac{b-\mu}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{\mu-\mu}{\sigma}\right) = \Phi(0) = 50\%$ از جدول

$P(x \le \mu+\sigma) = \Phi\left(\frac{b-\mu}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{\mu+\sigma-\mu}{\sigma}\right) = \Phi(1) = 84.1\%$ از جدول

تحلیل ریسک

⑦ ۸۹/۳/۶

CoV : Coeficient of Variations : ضریب پراکندگی $= \frac{\sigma}{\mu}$



هرچه CoV کمتر باشد، پراکندگی داده ها نسبت به میانگین کم است.

مثلاً در آزمایش بتن

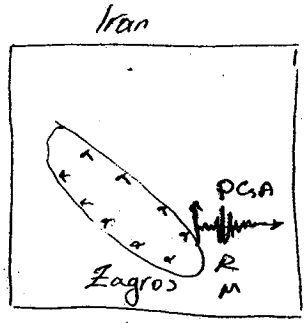
20 Core test

$\mu = 240 \frac{kg}{cm^2}$ $\quad CoV = \frac{\sigma}{\mu} = 0.4 \rightarrow \sigma = 96 \, kg/cm^2$

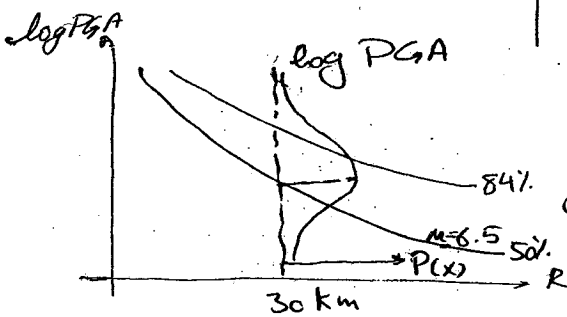
So $f'_c = 240 \pm 96$ لذا پراکندگی مقاومت سازه ها بسیار پراکنده است.

استفاده از روابط مختلف برای محاسبه ی روابط کاهندگی:

حذف پس لرزه و تعیین لرزه اصلی ندارد و نباید انجام شود.



M	R	PGA



از آمار نمودار PGA و R برای هر بزرگا رسم می شود.

معمولاً خط آماری گونه ای است که در یک فاصله R چند زلزله یک زلزله چندبار ثبت شده باشد مثلاً M=6.5 ریتر توسط چند ایستگاه زلزله

توسط چند ایستگاه در فاصله ی 30 km ثبت شده، نه که این که PGA مساوی ایجاد ثبت کرده اند لذا میانگین PGA ها به عنوان PGA ثبت شده برداشته می شود. می توان $\mu + \sigma$ را به عنوان PGA در نظر گرفت که با این شرایط میزان دقت تقریباً 84% می شود. حالت قبل احتمال 50% می شود.

با تشکر از دقت نظر شما

مهدی فصیحی

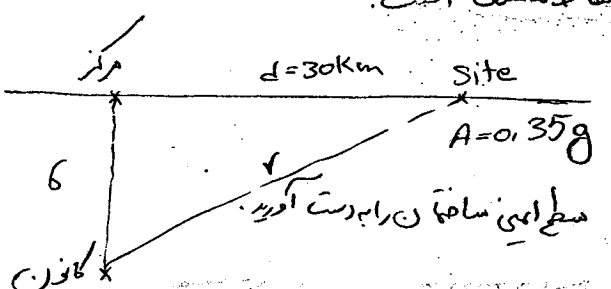
تحلیل ریسک ۱۹۰۳۰۴ ①

لذا برخی از روابط کاهندگی در اثر وارای یک انحراف استاندارد است

$$\log PGA = \underbrace{\qquad\qquad}_{\text{میانگین } \mu} + \sigma_{\log PGA}$$

$\sigma_{\log PGA}$ در این رابطه، متوسط کل σهای نقاط مختلف است.

مثال شماره ۵:



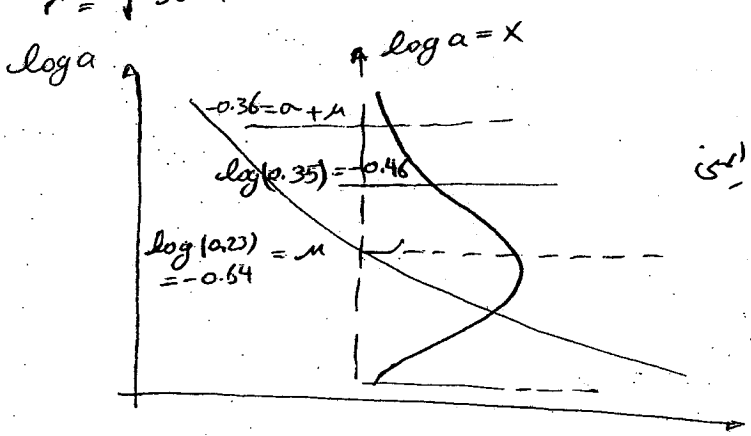
رابطه کاهندگی آمبرسیز Ambraseys (1995)

$$\log a = -1.09 + 0.238 M_S - 0.00050 r_{jb} - \log r \quad ; \quad \mu = -0.64$$

(M_S = 7.5 ، r_{jb} = 30.6 ، r = 30.6)

a = شتاب برحسب g ، $r = \sqrt{d^2 + 36}$ ، $\sigma_{\log a} = 0.28$

$$r = \sqrt{30^2 + 36} = 30.6$$



$$\text{ایمنی} = \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{-0.46+0.64}{0.28}\right)$$

$$= \Phi(0.65) = 74\%$$

100-74

26٪ احتمال دارد که زلزله در آن منطقه شتابی بیشتر از 0.35g ایجاد کند

تمرین شماره ۵ کامل شود.

مزده آوره شود (جزده بزرگ)

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک

۱ ۸۹/۲/۱۱

Chap 5) Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA)

تحلیل خطر زلزله به روش قطعی : - غیر اقتصادی - برای سازه کم اهم - برای اقتصادی مهندسی

مواردی که به صورت قطعی در نظر گرفته می شود :

۱- چقدر احتمال دارد در طول عمر مفید ساختمان زلزله واقع شود؟ 100٪ زمان عمر مفید فرق می کند اما در اینجا در نظر گرفته نمی شود

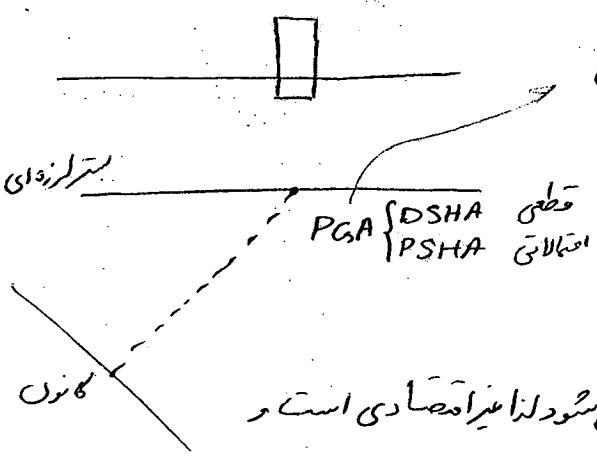
۲- طراحی ساختمان برای ایمنی 100٪ امکان پذیر است.

۳- احتمال وقوع زلزله از کدام منبع (گسل) می باشد؟ از بدترین گسل

۴- احتمال وقوع زلزله از چه ناحیه ای از گسل به عنوان مرکز سطحی می باشد؟ از کمترین فاصله

۵- احتمال وقوع زلزله چه درصدی از گسلش می باشد؟ بیشترین گسلش

۶- با کدام سطح ایمنی راحتی کاهندگی؟ هرکدام بیشتر، بهتر



توضیح موارد فوق :

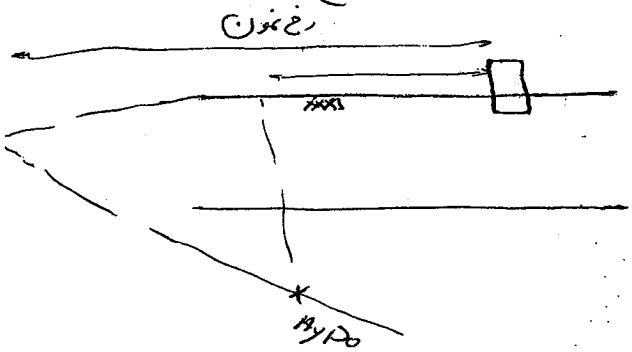
۱- زمان عمر مفید فرق می کند اما در این روش در نظر گرفته نمی شود لذا غیر اقتصادی است و

۲- ایمنی حتماً 100٪ نمی شود اما این است که اتفاق برای سازه نیفتد لذا فقط برای سازه کم اهم (DSHA) به کار می رود

۳- لزوماً بدترین گسل نزدیکترین گسل نباشد، ممکن است زلزله ای گسلی دورتر زلزله ای بزرگتری ایجاد کند و طول گسل بیشتر باشد، لذا باید تمام گسل ها بررسی شود و بدترین انتخاب شود

۴- فرض می شود کانون روی رخ بخن گسل روی سطح زمین باشد ممکن است این رخ نمون دورتر باشد

که چون راه دیگری نداریم این را فرض می کنیم.



۵- حداکثر کسلش ۹۰٪ تا ۵۰٪ از گسل است که هنگام زلزله پاره می شود. از گسل بازای 100^{km} باشد ۳۰٪ کسلش

۶- رابطه ی کاهندگی اینی ۱۰۰٪ را فرض می کنند و بی نهایت می رسد. لذا بورد ۲ را به جایش می کشد.

صفحه ی ۹۴ کتاب بزرگ. مثال هم توضیحات مثال در زیر آمده است.

* مراحل روش DSHA : ۱- تعیین Source ها. اگرچند زلزله موجود باشد ا احظی برای آنها نتوان

در نظر گرفت، هر Area Source در نظر گرفته می شود.

یعنی بدترین زلزله کدام است.

۲- تعیین زلزله ی کنترل کننده ی هر منبع برای کمترین فاصله ی Area Source با پرکار با کمترین شعاع

زده می شود. در هر نقطه که قلم کرد اولین نقطه است. زلزله ی کنترل کننده ی هر گسل: $\frac{R_{min}}{M_{max}}$

۳- انتخاب رابطه ی کاهندگی در این مقاله G_{rB} و G_{rC} برای شرایط خاک منطقه است.

soil type	G_{rB}	G_{rC}
A	0	0
B	1	0
C	0	1

سنگ بستر و اصلاً سنگ نداریم پس هر دو صفر است

۴- محاسبه ی PGA : مثل این مثال یکبار برای Line Source و یکبار برای Area Source انجام می شود و بزرگترین مقدار PGA قبول می شود.

تحلیل رسیک

Chap 6) Probabilist Seismic Hazard Analysis (PSHA) تحلیل احتمالاتی خطر زلزله

صفحه ی ۱۱۹-۸۱ و ۱۳۷ -۱۲۰

این روش روش اقتصادی واپین می باشد.

موارد احتمالاتی :

۱) اینکه سازه طراحی ساختمان در برابر زلزله اپین ۱۰۰٪ غیرممکن است.

۲- چقدر احتمال دارد در طول عمر مفید سازه زلزله واقع شود؟ (در دوره عمر مفید سازه در طراحی)

۳- اگر زلزله در طول عمر مفید سازه واقع شود، از کدام گسل این زلزله نشأت می گیرد؟ هرگسل یک احتمالی برای فعالیت دارد.

۴- اگر زلزله در طول عمر مفید سازه واقع شود و اگر این زلزله ناشی از گسل K ام باشد، از کدام نقطه از گسل (به عنوان مرکز سطحی زلزله) این زلزله ساطع می شود؟ تمام نقاط گسل هرکدام با یک احتمال مساوی

۵- اگر زلزله در طول عمر مفید سازه واقع شود و اگر ناشی از گسل K ام باشد و اگر این زلزله از مرکز سطحی بروی گسل K ام با فاصله ی R_i باشد با کدام مقدار گسلش (M_j) زلزله ایجاد می شود؟ هر M با یک احتمال

۶- اگر زلزله در طول عمر مفید سازه واقع شود و اگر این زلزله مربوط به گسل K ام باشد و اگر این زلزله مربوط به فاصله ی R_i باشد و اگر این زلزله مربوط به گسلش با مقدار متناظر M_j باشد، با کدام سطح این رابطه ی کاهندگی؟

با هر سطح این با یک احتمال مرتبط است. صفحه ی ۹۴ کتاب بزرگ

مراحل روش PSHA :

www.vepub.com
Publish Your Mind

۱- تعیین فاصله‌ی گسل ها از سایت

www.vepub.com
Publish Your Mind

۲- رابطه‌ی بزرگا با تعداد (گوتنبرگ - ریشتر)

۳- استفاده از رابطه‌ی کاهندگی

۴- به دست آوردن منحنی خطر (در حالت قبل فقط PGA بود در اینجا منحنی خطر)

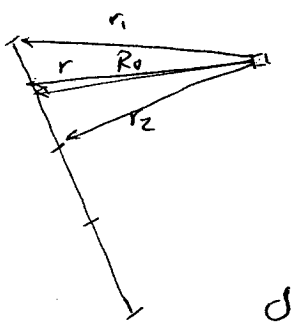
موارد احتمالاتی ۱ و ۳ بعداً بحث می‌شود.

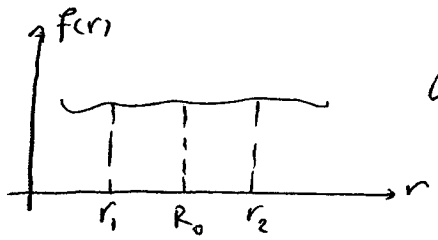
۲- برای این مورد گسل‌ها را بندی می‌شود. هر چه طول گسل بیشتر باشد تعداد آن بیشتر می‌شود. فرض می‌شود گسل‌ها Uniform Seismic Event (دارای لرزه‌خیزی یکسان) است. البته می‌توان این مورد را دقیق‌تر در نظر گرفت و یکسان نباشد. معمولاً یکنواخت در نظر گرفته می‌شود. با توجه اینکه گسل برای سازه حقیقی است تعداد طول آن‌ها را بیشتر در نظر بگیریم. حداقل طول آن ۱ Km در نظر گرفته می‌شود. اگر گسل دور باشد می‌توان طول آن‌ها را بیشتر در نظر گرفت. وسط آن به عنوان نقطه‌ی خطر زلزله در نظر گرفته می‌شود. می‌توان به صورت ریاضیاتی زیر بیان کرد:

$f(r)$: تابع چگالی احتمال

$$\text{احتمال} = \int_{r_1}^{r_2} f(r)\,dr \quad \text{اگر } r_1 \text{ تا } r_2 \text{ کل باشد}$$

$$\text{در اینجا} \Leftarrow \frac{1}{3} = f(R_0)\,\Delta R$$





لرزه‌خیزی در سراسر گسل ثابت فرض می‌شود

و Area Source

$$\text{احتمال} = \int f(r)\,dA$$

۵- نام دیگر رابطه‌ی گوتنبرگ ریشتر Reaccurance Relation نام دارد.

اتفاق مجدد

تحلیل ریسک

۵ ۸۹،۴،۱۱

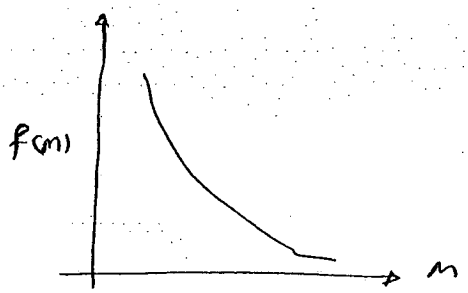
آیا می‌توان برای هر زلزله گسل، زلزله‌های مربوط به آن را تشخیص داد لذا این توان رابطه‌ی گوتنبرگ ریشتر را دقیق‌تر حساب کرد. در این مثال چه حساب کرده است.

زمانی که رابطه‌ی گوتنبرگ- ریشتر را می‌نویسیم $\ln(N)=\alpha-\beta M$ و $\log N=a-bM$

m_0: بزرگترین گسلش

تابع چگالی احتمال در مثال M با گام‌های 0.1 محاسبه کردیم (در اینجا 0.5 در نظر گرفته) می‌توان گام‌های M را 0.01 گرفت زیرا بزرگای 0.1 دقت معنادار است.

از تابع چگالی احتمال انتگرال گرفته شود احتمال به دست می‌آید.



$$P(5<M<5.5)=\int_5^{5.5} f(m)\,dm$$

$$\simeq f(5.25)*0.5$$

$$P\left(M_{mid}-\frac{\Delta M}{2}<M<M_{mid}+\frac{\Delta M}{2}\right)=f(M_{mid})\Delta M$$

$P($ اگر زلزله بیاید $|EQ)=$ " " " "

$\sum f(M_{mid})\Delta M=1.0$ اگر زلزله بیاید 100٪ احتمال دارد که کل M_{min} تا m_{max} باشد.

اگر زلزله‌ای کوچکتر از 5 Richter (m_{min}) باشد اصلاً زلزله در نظر گرفته نمی‌شود که وارد محاسبات شود. ما هان λ در روش Kijko و α در روش گوتنبرگ- ریشتر است.

۶- اینی در کنار ساختمان معنی پیدا می‌کند، ساختمان را براساس مقدار قدرت با ظرفیت با سطح لحاظی

تحلیل ریسک

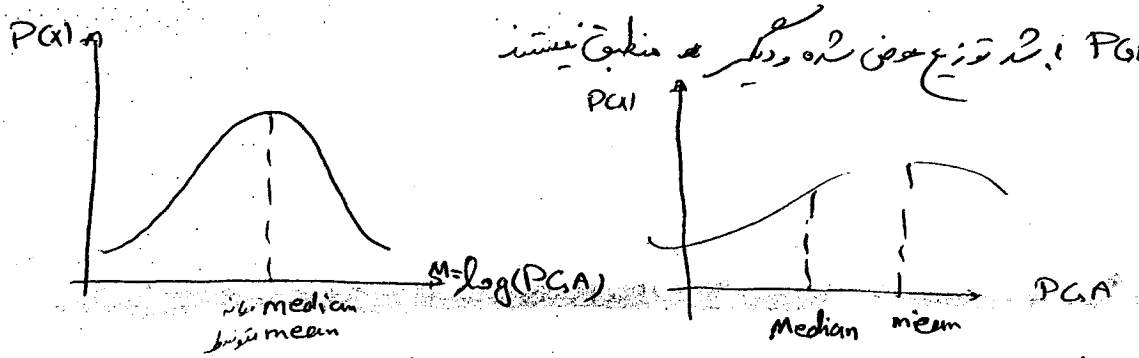
۹۶/۳/۱۱

تقسیم بندی می شود. 0.10g ... 0.15g ... 0.65g و عمل باید واحد 0.01g گام در نظر

بگیریم.

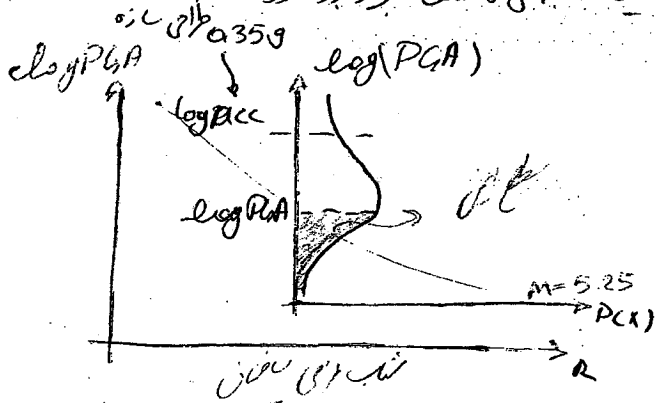
در توزیع نرمال log(PGA) و median و mean روی هم منطبق اند اما اگر

PGA باشد توزیع عوض شده و دیگر هم منطبق نیستند



رابطه ی کاهندگی به صورت منحنی برای $R_0=15^{Km}$ ، $R_1=18^{Km}$ ، $R_2=24^{Km}$ رسم شده

و سپس جدولی می شود. برای هر بزرگا یک رابطه ی کاهندگی مجزا وجود دارد



سپس به صورت زیر عمل می شود:

$$\text{این} = \Phi\left(\frac{\log acc - \log PGA}{\sigma_{\log PGA}}\right) \quad \text{یا} \quad \Phi\left(\frac{\ln acc - \ln PGA}{\sigma_{\ln PGA}}\right)$$

$$P(PGA \leq acc \mid EQ_k : R_i, M_j) = \Phi\left(\frac{\log \cdots}{\cdots}\right)$$

$$P(PGA > acc \quad " \quad ") = 1 - \Phi(\quad) \quad \text{(exceedance)}$$

acc های مختلف موارد فوق محاسبه شده و جدولی می شود:

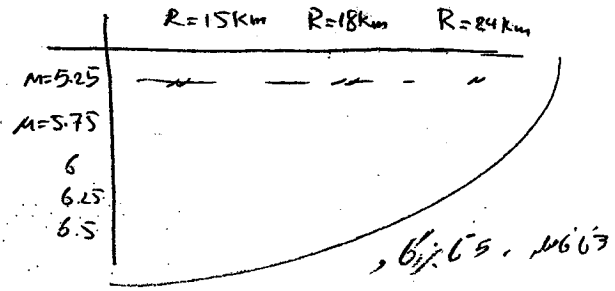
$$P(PGA > acc \mid EQ_k) = \sum_{M_j}\sum_{R_i} P(PGA > acc \mid EQ_k) * f(R_i)\Delta R_i * f(M_j)\Delta M$$

* احتمال اینکه فاصله R باشد، شدت M باشد ← ضرب می شود

* چون مستقل اند می توان ضرب کرد.

$$P(PGA \geq 0.05g / EQ_1) = [0.791 + 0.705 + 0.539]\, f(R)\,\Delta R * f(5.25)\,\Delta M$$

$$+ [$$



تمام سطرها و ستون ها جمع در این رابطه جمع و ضرب می شوند.

نتایج این محاسبات در جدول صفحه ی ۱۱۴ می باشد که احتمال وقوع هر بزرگی سبوستانی بدون فاصله و بدون بزرگا در ستون دوم $P(PGA > acc / EQ)$ آمده است.

ادامه سوالات:

① میزان احتمال وارد شدن زلزله در منبع سنندج چقدر است؟

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک

۱ ۸۹/۳/۱۸

$$P_k(PGA > acc \mid EQ_k) = \sum_j \sum_i P(PGA > acc \mid EQ_k : M_i, R_j)\, f(M_i)\Delta M\, f(R_j)\Delta R$$

Poisson Model of accurance: ⟵ بر این مطلب که چند احتمال وقوع زلزله در یک بازه زمانی مشخص رخ میدهد بازه وقوع میشود.

توزیع گسسته پواسون

$$P(n,t) = \frac{(\nu t)^n e^{-\nu t}}{n!}$$

P: احتمال n: تعداد رخداد t: سال آینده ν: نرخ فعالیت از آمار گذشته

احتمال اینکه زلزله‌ای در بازه زمانی مشخص رخ دهد

n: مربوط به زلزله‌های بین m_0 تا m_{max} است زیر m_0 اصلاً زلزله محسوب نمی‌شود و در محاسبات

مثال: برای یک منطقه با یک شعاع مشخص 150km در 100 سال گذشته 5 زلزله (بزرگتر از 5 ریشتر).

احتمال 3 زلزله در 60 سال آینده چقدر است؟ $P[3,60] = ?$ $\nu = \frac{5}{100} = 0.05$

$$P[3,60] = \frac{(0.05*60)^3 e^{-0.05*60}}{3!} = 0.224$$

چون در 2 سال قبل وقوع زلزله داشتیم احتمال بالا شد

چون در دنیای آینده به گذشته ربطی ندارد لذا احتمال 100٪ نشد اگر ربط داشت دیگر Random نبود.

$$P[2,40] = ?\qquad P[2,40] = \frac{(0.05*60)^2 e^{-0.05*60}}{2!} = 0.27$$

$P[5,100] = 0.175$. است Random حتی آینده هم به آینده وابستگی ندارد زیرا کاملاً اتفاقی است و ارتباط گذشته با آینده

توزیع پواسون بیانگر وقوع پدیده به صورت تصادفی بدون ارتباط مکان و زمان است.

$$P[\le 3,10] = P[0,10] + P[1,10] + P[2,10] + P[3,10]$$

احتمال وقوع تا 3 زلزله در 10 سال آینده

توزیع حاکم بر پدیده‌ای متعجب کننده، توزیع پواسون است

توزیع حاکم بر پدیده‌های طبیعی غیر متعجب کننده، توزیع نرمال است.

تحلیل ریسک

۸۹/۳/۱۸

در توزیع پواسون : میانگین = انحراف استاندارد = ν $\quad$ $COV = 1.0$

در توزیع زمان : σ و μ

در توزیع پواسون ν ارتباط با گذشته است.

$$P(0,t) = e^{-\nu t}$$

$$P(0,1) = \frac{(\nu)^0 e^{-\nu}}{0!} = e^{-\nu}$$

$$P(\geq 1, 1) = 1 - e^{-\nu}$$ ← احتمال اینکه حداقل یک زلزله از سال آینده

انواع توزیع : Gamma ، Weibull

در توزیع پواسون حتماً باید بیش لرزه و پس لرزه حذف شوند و در توزیع های Gamma و weibull تاصدی وابستگی را در احتمالات وارد می کند.

رابطه در برد احتمال این نیست که حتماً زلزله ای مخرب می آید. برای اینکه احتمال یک زلزله ای باشتاب بیشتر از شتاب طراحی ساختمان ما شد حتماً مخرب است.

$P(PGA \geq acc, 1)$ ← احتمال اینکه حداقل یک زلزله (با هر بزرگی) در سال آینده رخ دهد

$$P(PGA > acc, 1) = 1 - e^{-\nu'}$$

ν' : نرخ زلزله های مخرب (زلزله با پتانسیل خرابی)

APE_1 ← احتمال زلزوم یک زلزله در سال آینده

$$P(PGA > acc \mid EQ_k) = P$$

P ← احتمال ایجاد از گسل k ام

acc ← شتاب طراحی ساختمان

مثلاً 0.6

$$\nu' = P\nu$$ ← ν ام

یعنی P از زلزله هایی رخ داده مخرب هستند.

حیتد احتمال دارد زلزله در طول عمر مفید سازه واقع شود؟

$$P(PGA > acc, 1) = 1 - e^{-P_k \nu_k}$$

APE_k ← k ام

پاسخ :

$$APE_{1c} = 1 - e^{-P_k \nu_k} \tilde{=} + P_k \nu_k$$

if $P_k \nu_k << 1$

تحلیل ریسک

۸۹/۴/۱۸

* ۷ : اگر داده ها زیاد و همورن باشد از روش کوتنبرگ - ریشتر اگر نیز همورن کم از روش Kijko و غیره با این شرایط در رابطه پواسون قرار داده می شود.

از قبل : $APE = 1 - e^{-\frac{1}{T_R}} = 1 - e^{-\nu} \quad \frac{1}{T_R} = \nu$ نرخ زلزله های سنگین $= \nu = P_1$

$$\begin{cases} PE = 1 - e^{-\frac{t}{T_R}} \simeq \frac{t}{T_R} & if \ \frac{t}{T_R} << 1 \\ APE = 1 - e^{-\frac{1}{T_R}} \simeq \frac{1}{T_R} & if \ \frac{1}{T_R} << 1 \end{cases}$$

منحنی های APE_K, acc_K هم می شود (برای هر گسل) سپس گسل های مختلف ترکیب می شوند:

$$APE = P(PGA > acc) = P[(PGA > acc)_1, (PGA > acc)_2, \dots]$$

$$APE = 1 - P(PGA < acc) = 1 - P[(PGA < acc_1), (PGA < acc_2, \dots]$$

$$APE = 1 - P_1(PGA < Acc) * P_2(PGA < acc) * \dots$$

$$APE = 1 - \prod_{i=1}^{K} P_i(PGA < acc)$$

$$APE = 1 - \prod_{i=1}^{n} [1 - P_i(PGA > acc)]$$

$$APE = 1 - \prod_{i=1}^{K} (1 - APE_i)$$

مثال : در مقل داشتیم : $PE = 0.08 \quad t = 50$

$$PE = 1 - e^{-\frac{t}{T_R}} \qquad 0.08 = 1 - e^{-\frac{50}{T_R}} \qquad T_R =$$

$$APE = 1 - e^{-\frac{1}{T_R}}$$

www.vepub.com
Publish Your Mind

اگر منفی extrapolate کنیم در acc=0 به صورت عددی acc-APE کمتر از ۱.۰ می رسد یعنی در سال آینده با احتمال کمتر از ۱.۰ زلزله ای با شتاب بیشتر یا مساوی ۰ می آید که این اشتباه است. علت اشتباه، ضعیف بودن شتاب برای PGA $M=5$ است لذا هیچ گاه نباید این منفی را extrapolate کرد.

ترین ع انجام شود.

روش درخت منطقی: Logic Tree Method

مرحله ی اول مدل کردن Source ها است. می توان همه را Line Source یا همه را Area Source یا ترکیبی از Line Source و Area Source در نظر گرفت. این یک قضاوت مهندسی است. جمع احتمال صحت هر روش باید برابر ۱.۰ شود. در Logic Tree هر مورد خیلی حساس است. ۱- پارامترهای لرزه خیزی ۲- رابطه ی کاهندگی. بقیه ی موارد آنقدر اهمیت ندارد که از چند سطح استفاده کنیم. هر تحلیل خطر را از شاخه های مختلف انجام داده و وزن شاخه ها را هم ضرب شده و وزن آن مبنای تحلیل خطر به دست می آید و سپس در نهایت میانگین وزن گرفته می شود.

به طور مثال: $M = 0.02 * 0.100 + 0.05 * 0.150 , \dots = 0.110$

$$\sigma = \sqrt{0.02 * (0.100 - 0.110)^2 + 0.05 * (0.150 - 0.110)^2 + \dots}$$

می توان منحنی خطر را براساس $M \pm \sigma$ رسم کرد که کمال سلایق در آن به کار رفته است.

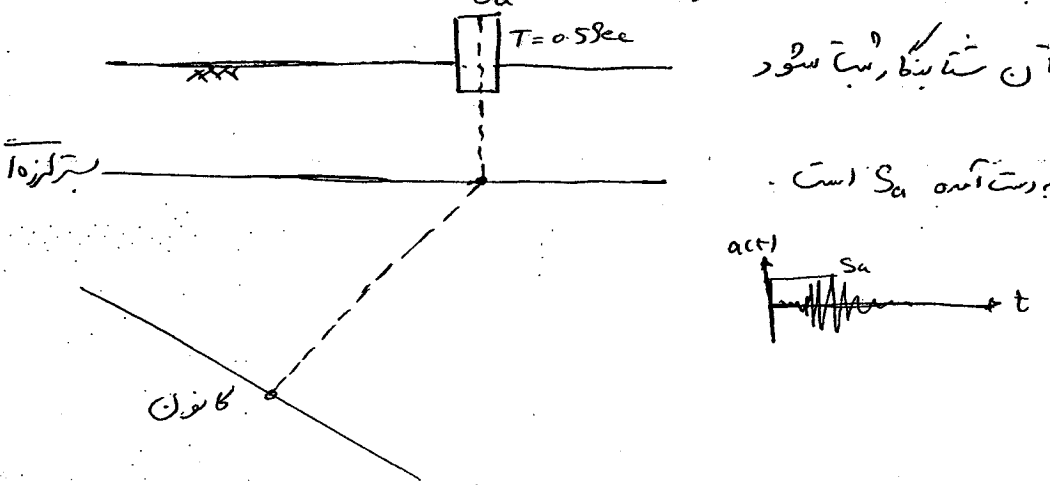
۱۹/۳/۲۵

تحلیل ریسک

Chapter 7) Design Spectra

فصل ۷) طیف طراحی

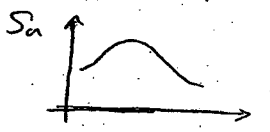
طیف $S_a = B(PGA)$



اگر روی ساختمان شتابنگار ثبت شود

حداکثر شتاب بدست آمده S_a است.

زمان که ساختمان ها با پریودهای مختلف S_a محاسبه شده و در یک نمودار رسم شود، نمودار بدست



آمده طیف یا سخ گفته می شود. هر T معرف یک ساختمان است.

در واقع زلزله از شکل، خاک و ساختمان عبور داده شده و در ما ثبت شده است پس در طیف

اثر خاک و ساختمان مشهود است.

شتابنگاشت سه پارامتر مهم دارد: ۱- PGA ۲- مدت زمان لرزه ی شدید ۳- محتوای فرکانسی

PGA بر اساس DSHA و PSHA بدست می آید.

مدت زمان لرزه ی شدید و محتوای فرکانسی همان B در آیین نامه ۲۸۰۰ است که آن را نیز می توان

از روش DSHA و PSHA بدست آورد. روش دیگر روش مستقیم است.

در واقع ما در زمان حال هستیم و با استفاده از زلزله های رخداده در گذشته آینده را طوری پیش بینی کرد که

هم ایمنی را رعایت کرده باشیم هم اقتصاد به کار آید. پیش بینی با B و A بدست می دهد یا شتابنگاشت

(مبحث درس ارتعاشات تصادفی) را بدست می دهد.

www.vepub.com
Publish Your Mind

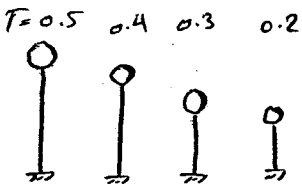
تحلیل رسیک

۲ ۸۹/۳/۲۵

از سه پارامتر زلزله فقط PGA حالت Random دارد. محتوای فرکانسی به علت فیلتر بودن خاک و عبور فرکانس های مربوط به فرکانس غالب خاک حالت Random ندارد. مدت زمان لرزه ی شدید نیز به هیچ شکل Random نیست. چون محتوای فرکانسی و مدت زمان لرزه ی شدید از فیلتر خاک عبور می کند، حالت Random را از دست می دهد لذا آنیز نام. UBC اجازه می دهد که سه تا طیف رسم شده و پوش آن رسم شود، ولی PGA چون بسیار Random است نمی توان میانگین گیری کرد. از 7 رکورد استفاده شده میانگین محاسبه می شود.

طیف پاسخ زلزله: Earthquake Response Spectrum:

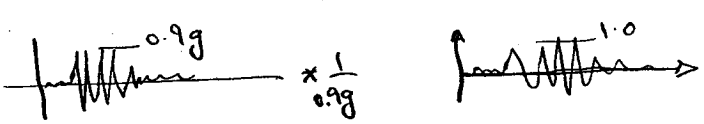
فرض کنیم زلزله ای مانند زلزله ی EL-Centro وجود دارد. حال این زلزله به یک سری ساختمان وارد می شود. ساختمان ها یا پندول در نظر گرفته می شود. هشت نگاشت روی سازه به دست می آید.



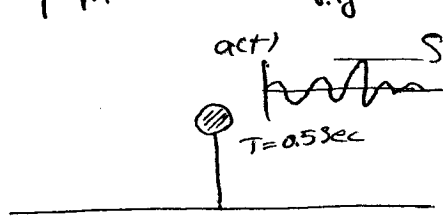
جنس ساختمان ξ را به دست می دهد که برای همه سازه ها یکسان در نظر گرفته می شود و مقادیر سرعت حداکثر، شتاب حداکثر و جابجایی حداکثر به دست آمده و در یک نمودار رسم می شود و طیف به دست می آید.

طیف طراحی: متوسط چند زلزله. زلزله ها باید از قبل نرمال شوند (به PGA)

نرمال کردن به PGA:



علت تعریف شبه سرعت و شبه شتاب:



فیلتر بین فقط فرکانس های مربوط به خود را عبور می دهد.

علت تعریف S_{pa} و S_{pv}:

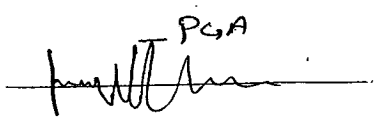
$$S_a = \omega S_{dv}$$

$$S_v = \omega S_d$$

$$a(t) = \frac{S_a}{\omega S_v} \sin\frac{2\pi}{T} t$$

$$v(t) = S_v \cos \omega t$$

$$S_d(t) = \frac{S_v}{\omega} \sin \omega t$$



تحلیل ریسک ۸۹/۳/۲۵ ۳

تولید طیف طراحی برای سانفرانسیسکو :

روش UBC : روش سیستم: حداقل سه شتابنگاشت که از لحاظ ساختار تکتونیکی و شرایط زمین شناسی مشابه محل باشد ، به PGA نرمال شوند. پوش طیف ها رسم شود .

اگر از هفت شتابنگاشت استفاده شد، متوسط طیف ها رسم می شود .

علت ها پوش برای سه شتابنگاشت ، هفت شتابنگاشت میانگین گیری : اگر تعداد کم باشد محافظه کار است ولی در تعداد تست زیاد میانگین حاکم است .

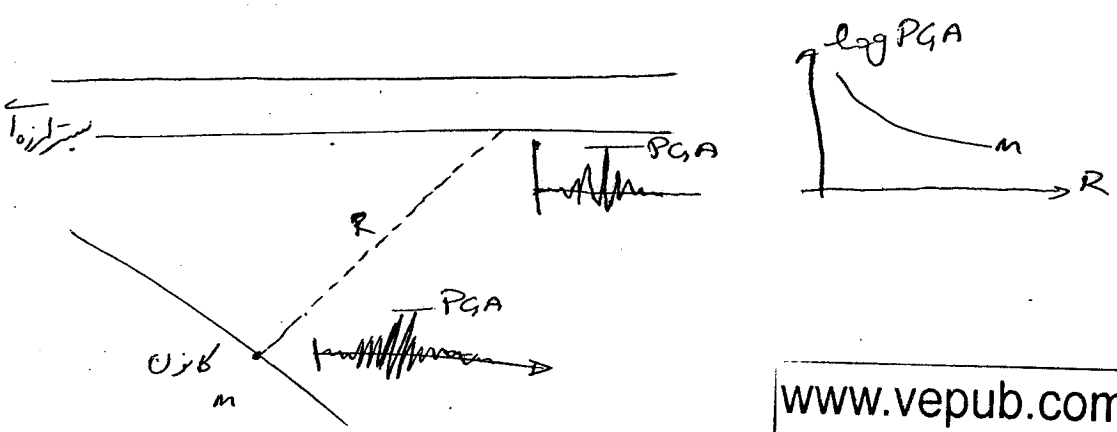
روش های پیشنهادی: روش کی : Hosner ، Blume ، Mohraz ، Newmark

روش پیشنهادی بر این اساس شکل گرفته اند که اثر زلزله های مختلف یک منطقه بررسی شوند ، یک شکل ثابت به وجودی آید زیرا Source ها در یک منطقه ثابت هستند. Scaled fixed Shape Spectra

روش های احتمالاتی : مدت زمان لرزه ی شدید و محتوای فرکانسی در مدت زمان کم و حالت Random دارد. در این حالت نیز دو روش PSHA و DSHA وجود دارد. uniform Hazard Spectra

فصل ۷ از صفحه ی ۱۱۹ تا ۱۳۷ کتاب بزرگ و کبت صحبت روابط کاهندگی طیفی از صفحه ی ۲۹۹ تا ۳۵۵

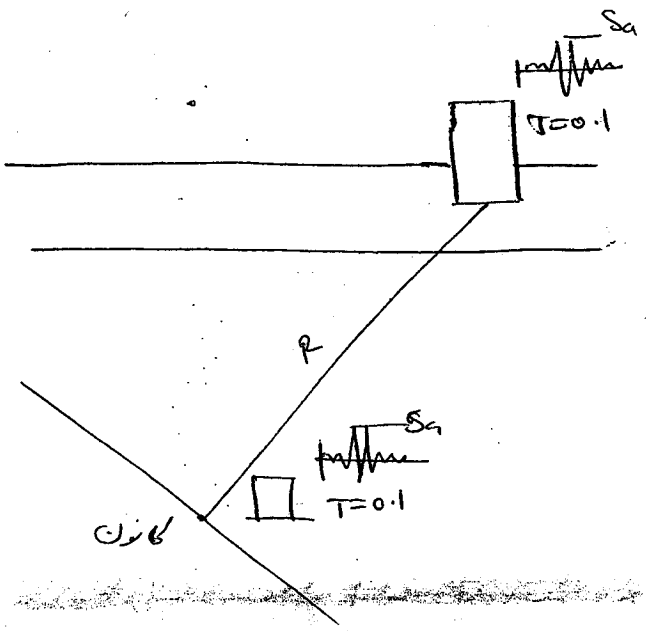
روابط کاهندگی طیفی در جدول ۵ ، Douglas صحبت فصل ۵

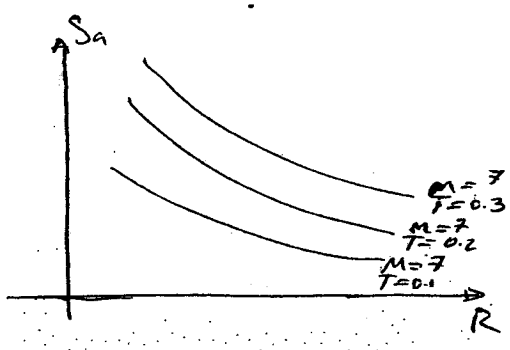


www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل ریسک

۵ ۱۹, ۳, ۲۸





Example مثال DSHA , PSHA

1) Scaled Fixed Shape $\xi = 5\%$

- Scaled to median PGA by DSHA → 0.22g

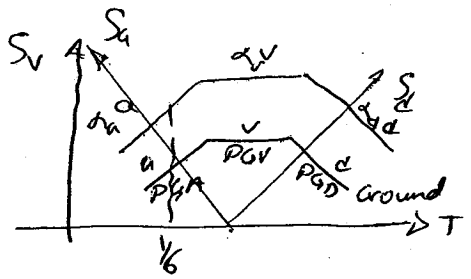
- Scaled to PGA by PSHA T=1000 year → 0.34g

2) Attenuation Relation Spectra 84% , $\xi = 5\%$

- Boor, et al (1993)

- Crouse(1991)

3) UHS T=1000 Boore, et al (1993)



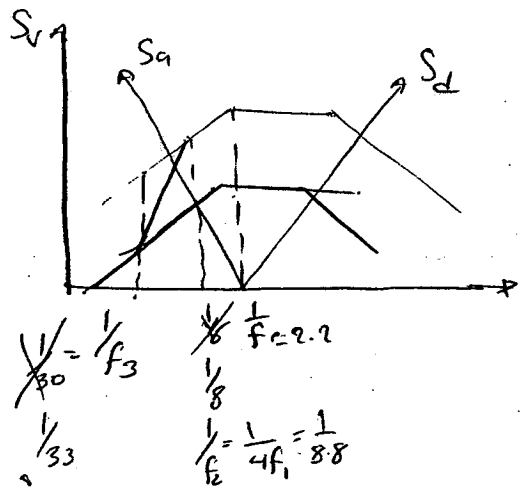
صفحه ۱۲۷ جزوه بزرگ

قبلا سازمان با زیر 6Hz سخت بود جدیدا 8Hz سخت است.

$\frac{1}{6} \rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{4 f_1}$ معیار کنترل روش

تحلیل ریسک

۵ ۸۹،۳،۲۵

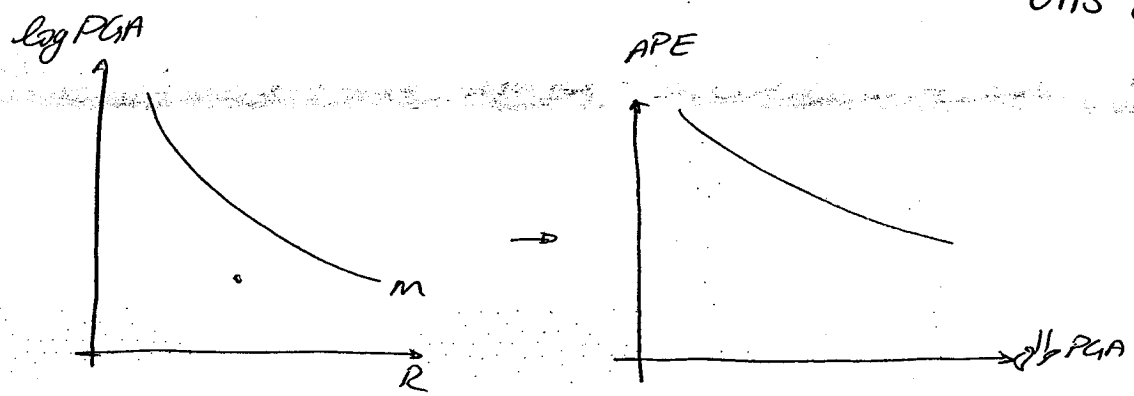


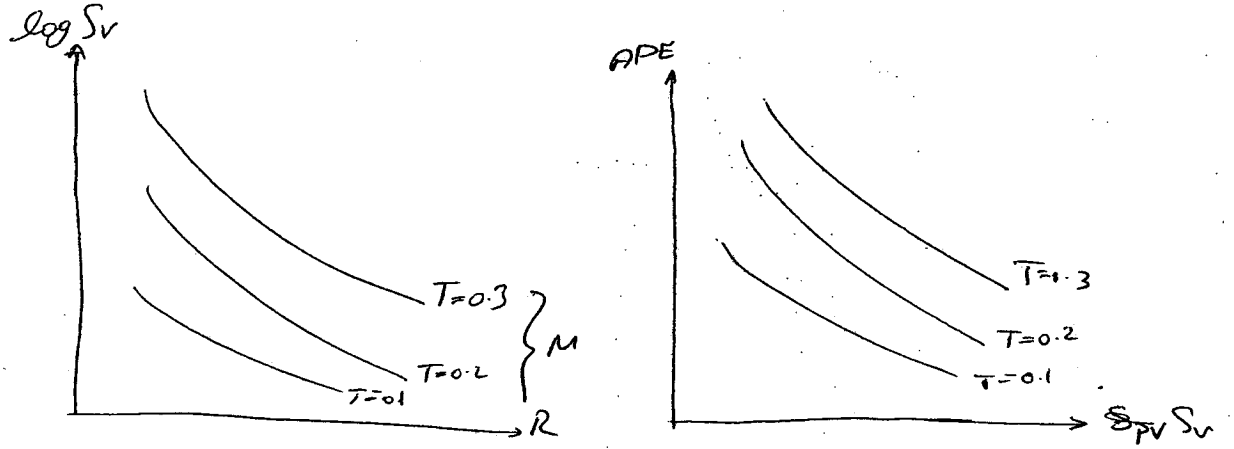
منطقه‌ی نرم برای طیف نیوبارک حدود 1.5 sec است

که ساختمان‌های جداسازی شده‌ی ما هستند

و در ساختمان‌های معمولی نیست لذا اصلاح دارد. T

روش UHS





چون در رابطه‌ی کاهندگی M کاملاً Random است می‌توان از رابطه‌ی توزیع پواسون

برای APE مربوط به طیف استفاده کرد. چون دوره بازگشت یکسان است لذا

خروجی Uniform Hazard Spectra می‌شود.

www.vepub.com
Publish Your Mind

تحلیل دینامیک

۸۹/۳/۲۵

معمولاً UHS کمتر از دیگر روابط به دست می آید. لذا آیین نامه ۲۸۰۰ ذکر می کند که باید طیف به دست آمده از $\frac{2}{3}$ طیف آیین نامه کمتر نباشد.

نوع خاک در آیین نامه ۲۸۰۰ به چهار دسته ی I ، II ، III و IV طبقه بندی شده است. خاک نوع III و IV خاک هستند و اثر آنها در رشد به گاف به درستی لحاظ نشده است. لذا هر جا خاک نوع III و IV وجود داشت در رابطه ی کاهندگی خاک نوع I ضرب شود، طیف به دست آید (طیف UHS) طیف از دینامیک خاک دقت

تحلیل دینامیکی ستون خاک ضرایب بزرگنمایی را تشدید به به دست آید و تمام مقادیر در به ضرب می شود. کتب فرکامن و مقدار را رابطه ی کاهندگی لحاظ کرده است.

تحلیل ترین سری V با رابطه ی کاهندگی قدیمی

www.vepub.com
Publish Your Mind