

مهندسی زلزله

مدیریت بحران
۱۳۹۵ رابن کوبه
Adass هاس

بویده زمین لرزه :
4300° 5200 Fe + solid inner core
3700° FeS + liquid outer core
1000° Fe, Mg mantle
Al, Si, O
لوشته
یوسته
پلاستیک

در لوشته دانقاید جریان حرارتی وجود دارد . یوسته پدید می آید است این قسمت ها
یا به هم نزدیک می شوند یا از هم دور می شوند . وقتی به هم نزدیک می شوند تعدادم آنها
باعث می شود که یا کوه زایی به وجود آید یا یک صفحه زیر صفحه دیگر می رود

نیرو نیست موج است
زلزله : پدیده است که با ایجاد شدن ناگهانی سترا دریا و دریاچه
است که در اثر اختلاف در یوسته و یا در قسمت هاس بالایی لوشته

در مدت زمانی کوتاه رخ می دهد .

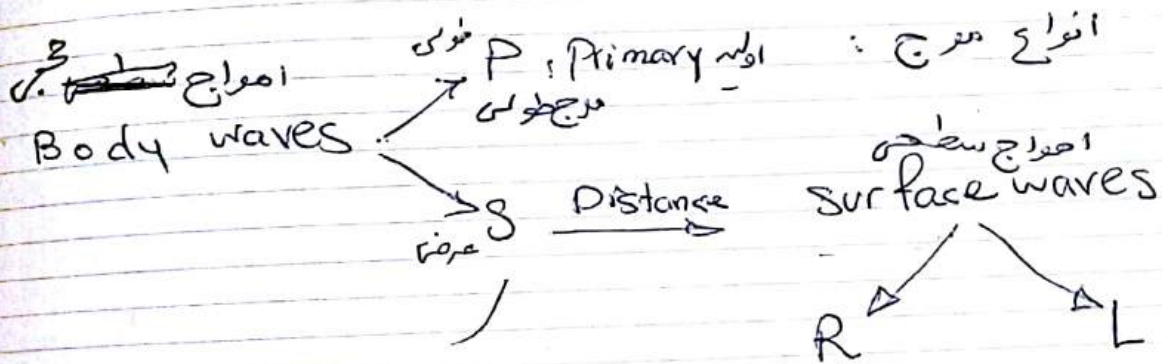
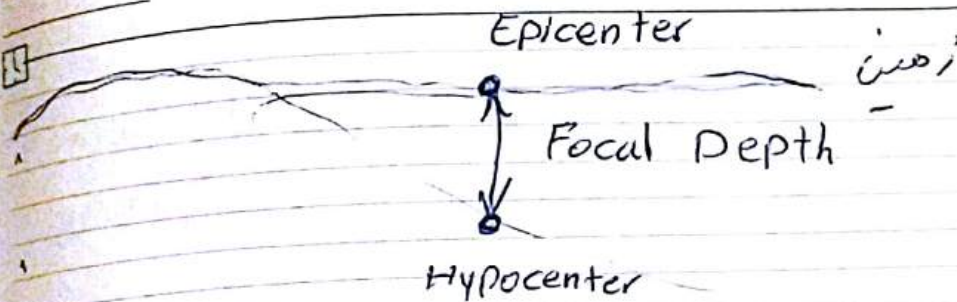
کانون زلزله (Hypocenter) : جایی که اولین شکستگی به وجود می آید روی لسل

مرکز زلزله : Epicenter : جایی که ~ ~ ~ روی زمین

عمق کانونی : (Focal Depth) : هر چه کم تر باشد رستردگی کمتر در خرابی

بسیار است

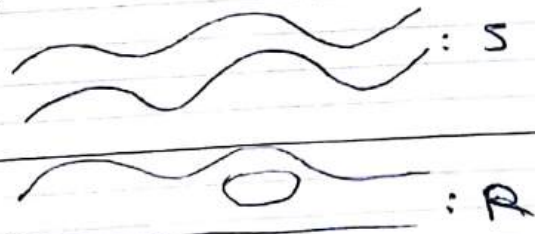
عید نوروز (تعطیل) - شهادت حضرت فاطمه زهرا سلام الله علیها (۱۱ هجری) (تعطیل)



سرعت امواج حجمی از امواج سطحی بیش تر است.
 S: ارتعاش افقی و عمودی در جهت عمود بر جهت انتشار

P: ~ ~ ~ ~ ~
 L: حرکت سینوسی (Love)
 R: بیضه شکل

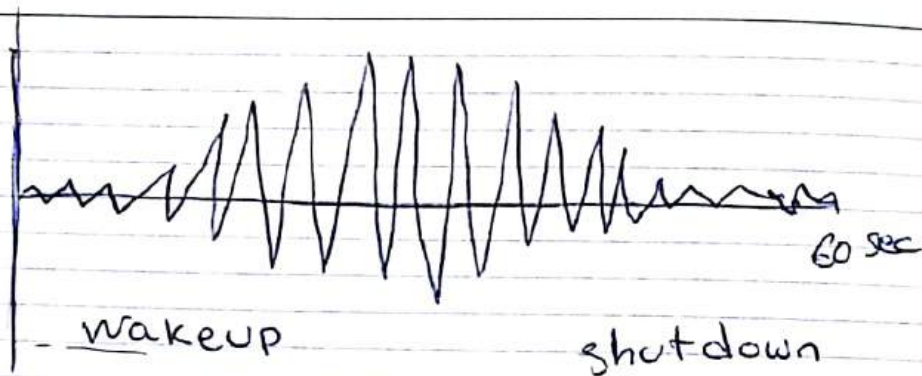
P: جلوه افشردگی می کند و شیب خردش را منبسط می کند



$$V_P \approx \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$V_S \approx \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

در سرعت انتشار امواج $E > G \rightarrow V_P > V_S$
 نفت طلا



زلزله که معمولاً زیر آتشفشان است

اگر کانون ۸ کیلومتر از سطح فاصله داشته باشد موج P و S با فاصله ۱ ثانیه از هم به ما می‌رسد.

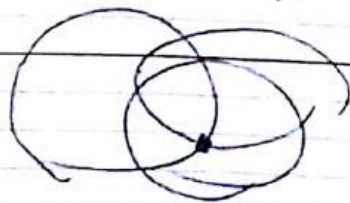
فاصله بین P و S

برآورد فاصله کانونی:

$$T = \frac{D}{V_s} - \frac{D}{V_p} = D \left(\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p} \right)$$

$$= \frac{D(V_p - V_s)}{V_p V_s}$$

P بدست می‌آید. در ۳ استیشن این کار انجام می‌شود، ۳ دایره به مرکزیت استیشن و شعاع D می‌کشیم. محل برخورد ۳ استیشن کانون است.



$$D = \frac{V_p V_s T}{V_p - V_s}$$

$$\frac{V_p V_s}{V_p - V_s} \approx 8 \text{ km/s}$$

کتابخانه دامنه ارتعاشی افزایش می یابد
بیشتر تحت تأثیر قرار می گیرد
۷/۴۶

2015
28 March
Saturday
۷ جمادی الثانیه ۱۴۳۶

فروردین ۱۳۹۴
شنبه

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

* چه چیزی لرزه را می تواند کنترل کند ؟

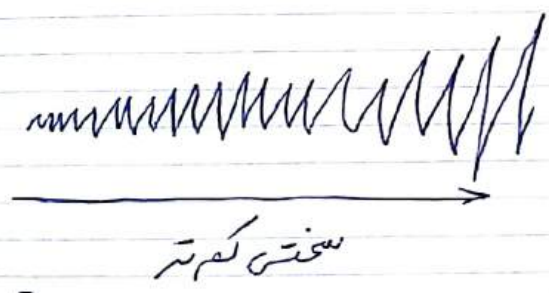
۱. بزرگس Magnitude : More energy released (وافق: بیشتر)
بزرگس بیشتر انرژی آزاد شده بیشتر - خدایت بیشتر

۲. فاصله Distance : shaking decays with distance

۳. خاک محل Local soil : خاک می تواند لرزه را تشدید کند

amplify

* اثرات منفی خاک بر دامنه ارتعاش



مغز لرزه کم تر تشدید ارتعاش

هر چه خاک بیشتر تشدید داشته باشد میزان دامنه ارتعاش افزایش می یابد

* توالی زمین لرزه ها : قبل از زلزله بزرگ معمولاً لرزه کوچکتری می آید
ولرزه کوچکتر از زمین لرزه بزرگ می آید (پس لرزه)
پیش لرزه می تواند قبل از زلزله بزرگ وقوع نیابد.

سبب این اوقات میزان همبستگی در پس لرزه کمتر است. گروه ای که
از زلزله در محله هم بر ریس ساختمان ها و امکان سکونت ساختمان می پردازند

تقسیم بندی زلزله ها بر حسب عمق کانون

عمق کانون کمتر از 80 km کم عمق

Intermediate متوسط

$80 \text{ km} - 300 \text{ km}$

عمیق (Deep)

300 km به بالا

پس زلزله که در ناحیه پرست و قسمت های فوقانی گوشته رخ می دهد

چون گوشته در قسمت آریکسانی و میکوزات اتفاق می افتد ، اما قسمت های بالایی به پرست شبیه تر است.

هر چه عمق کانون کم تر مخرب تر و گسی گسوده زلزله که حرکت می شود.

طبق محل وقوع زمین لرزه

۱۶ هفت زلزلات و مکان های که در داخل زمین مخرب و وقوع زلزله می گردد به طور کامل شناخته نشده است . نظریه اشتقاق قاصدها با اولین مسافرت به دور کره زمین

۱۷ و تبه اربع نقطه های سطح زمین و سواحل در صورت ۱۵ و ۱۶ سیلابی و شباهت

۱۸ جنبه بین سواحل شرقی امریکای جنوبی و آفریقا مطرح گردید . می تواند

هم چون روش تعیین نسبی مخرب مواد توسط رادیو اکتیو مقایسه در مناطقی

نسب ها و مطالعات فسیلی این نظریه را مستحکم تر نمود . با ظهور علمی پوسته

ردی زمین از تعدادی هفت و رتبه هم قرار گرفته اند و دریا ها و خشکی ها را بر روی

خود قرار داده اند تشکیل می شود . حرارت داخل زمین عامل مهم ایجاد حرکات

این صفحات است. بر اساس حالت این صفحات در اصطلاح مکتوبینگی (نمونه)

۱. تمام زمین لرزه ها ناشی از تحولات مکتوبینگی است ؟

بله، از ۹۰ درصد مکتوبینگی است ولی عوامل دیگر مانند :

۱. نشست زمین
۲. فرو رفتن خاک های غنی زیر زمین (نشت)
۳. انفجارهای غنی (مثل انفجار هسته ای)

چون در حالت نشیب زمین است و به همین جهت ایجاد می کند. پس به موازات زمین نشیب می شود و سست می شود.

کسرها Faults

۱. حیز صفحات اصلی پوسته هستند
۲. صفحاتی است که فصل مشترک دو پوسته مکتوبینگی را تشکیل می دهد
- صفحه دگر برداشتی که به اصطلاح نشتی ایجاد می شود.

انواع کسرها : استایلز ، ریب لغز

به کسری که از تغییر مکان در راستای افقی حاصل شود کسر راستای لغز Strike Slip

اطلاق می گردد. این سیستم می تواند راست گرد یا چپ گرد باشد.

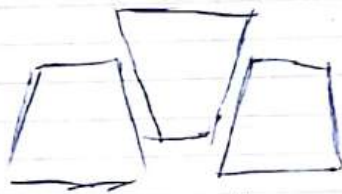
کسری که تغییر مکان قائم دارند کسرها ریب لغز یا عمودی لغز

در حال دگر برداشتی می باشند. بالارونده یا Reverse

کسرها می توانند ساز و کار دیگری از این حالات مختلف را نیز داشته باشند.

مخرب ترین نوع کسر عمولا معکوس است

اگر یک دانه قدیمی در یک ۲ دانه جدید قرار گیرد و در زمین کسر معکوس است.



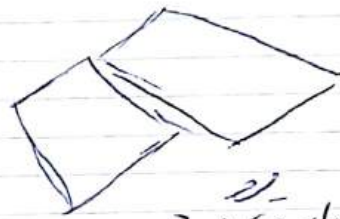
مقدس



نرمال



مقدس

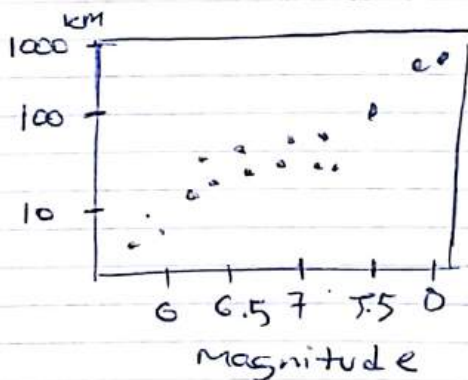


راست گرد

کند از ابتدا در ضعیف ترین نقطه شروع به شکستن می کند و کم تر در طول آن می شکند

* Bigger Faults Make Bigger Earthquakes

زلزله های بالای ۷.۵ ریشتر در طول های بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ km امکان وقوع دارد.



* Bigger Earthquakes Last a Longer Time

زمین لرزه کم در سری از قطع (تفاسی) اند. هر چه زمین لرزه بزرگتر باشد، مدت زمانش بیشتر است.

مناطق لرزه خیز
Ring of Fire
حلقه آتش : رینگ آتش
گرمیند آب صحرایی

خطرات ناشی از زلزله :
خطرات پیرامونی که ساختمان ها و تأسیسات را به خصوص اثر دارد :
ارتعاشات شدید
رسم لغزش
سنگ ریزش
لغزش
سقوط
Liquefaction
آب شور

۱. ارتعاشات شدید (Strong Motion)
رسم ارتعاشات در طول و عرض و قائم توسط دستگاه
تایماری ثبت می شود که به آن شتاب سنج می گویند
دستگاه ها - لرزه نگار
شتاب نگار

لرزه نگار : زمین لرزه ها را کوچک ثبت می کنند.
شتاب نگار : زمین لرزه ها را بزرگ ثبت می کنند.

در ایران به کتاب نگارش به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

کتاب نگاره نگارش به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

کتاب نگارش نگاره نگارش : نگاره نگارش نگارش

نگاره نگارش : نگاره نگارش نگاره نگارش نگارش

کتاب نگارش : کتاب نگارش نگارش نگارش

نگاره نگارش نگارش نگارش نگارش

PGD, PGV, PGA

نگاره نگارش نگارش نگارش

نگاره نگارش نگارش نگارش

L دانه سولنه خدی

T دانه سولنه عرضی

V دانه سولنه قائم

نگاره نگارش نگارش نگارش

نگاره نگارش نگارش نگارش

روز طبیعت (تعطیل)

سیخ L و T آن هستی نگارش نگارش نگارش نگارش

راطوری نگارش نگارش نگارش نگارش (قرارداد)

مردانه کتاب نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش

نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش

الف) دانه نگارش نگارش (PGA) ب) مدت زمان نوسانات

ج) محتوای فرکانس نوسانات

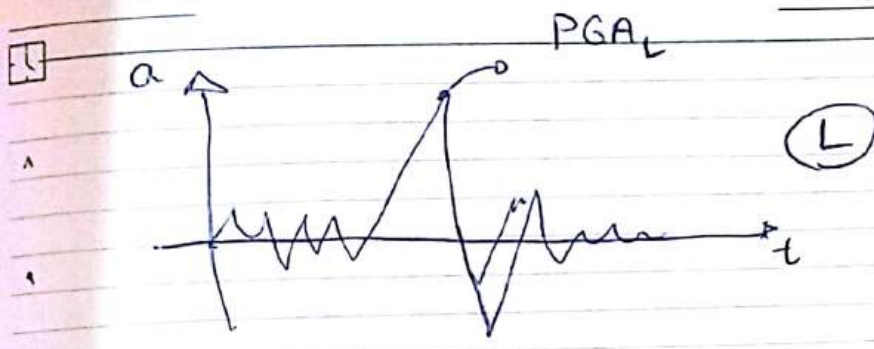
نگاره نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش

نگاره نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش نگارش

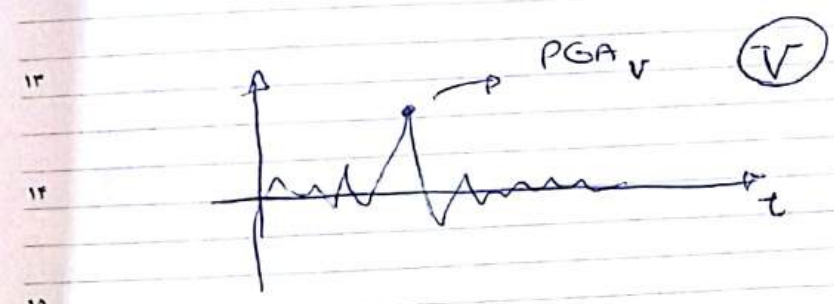
€

\$

سالروز وفات حضرت ام‌البنین سلام الله علیها - روز تکریم مادران و همسران شهدا



$(PGA_L) > (PGA_T)$



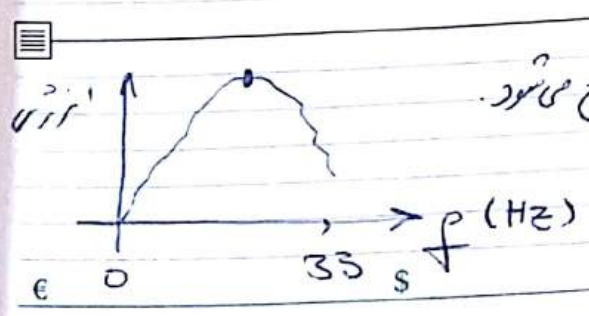
مدت زمان نوسانات L و T و V یکسان است
PGA ها L و T و V با هم متفاوت اند

۹۶، ۸، ۱

$f = \frac{1}{T}$

محتوای تحرکات نوسانات

* فرکانس غالب : فرکانس که برای آن طول موج است ۳۳ - ۰ Hz



معرّفات در زمین باعث تغییر انرژی آزاد شده توسط موج می شود.
از سازه period این در period بزرگتر می باشد
فشارت بیش تر است آن دارد در شود
خرابتر بلا تر
Period بزرگتر
Period بزرگتر

تبدیل فوریه (Fourier Transform)

۸ اگر تابع $f(t)$ در $t=0$ دارای n جهات تریس از توابع آن را نوشت.

۹ مفهوم ریاضی تبدیل فوریه چنین است که هر تابع زمانی $f(t)$ سطح زیر منحنی آن

به نهایت نباشد، راضی توان به صورت مجموع جهات تابع $f(t)$ در هر نقطه (مولفه فرکانس)

۱۱ (فرکانس) ω هر کانی ها متفاوت است $(-\infty < \omega < \infty)$ که هر یک در هر دامنه

متناظر ω می باشد نوشت:

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} F(\omega) e^{i\omega t} d\omega \quad (1)$$

۱۲ طبق رابطه اولر

$$e^{i\omega t} = \cos(\omega t) + i \sin(\omega t) \quad (2)$$

$$i = \sqrt{-1}$$

$$i^2 = -1$$

۱۴ $F(\omega)$ که اصطلاحاً تبدیل فوریه $f(t)$ نامیده می شود عبارت است از:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt \quad (3)$$

۱۸ با توجه به رابطه (۲) رابطه (۳):

$$F(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cos(\omega t) dt - i \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \sin(\omega t) dt \right] \quad (4)$$

۱۹ از آن جا که $f(t)$ تابع حقیقی است نرم آن:

$$\|F(\omega)\| = \left\{ \frac{1}{2\pi} \left[\left(\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cos(\omega t) dt \right)^2 + \left(\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \sin(\omega t) dt \right)^2 \right] \right\}^{1/2}$$

€

\$

طلا

نفت

طریقه بیان توان $\frac{1}{2}$

$$\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi T \text{ و } T \text{ و } \omega$$

شماره ۷

۷ ۶ ۵ ۴ ۳ ۲ ۱
۱۲ ۱۱ ۱۰ ۹ ۸ ۷ ۶
۲۱ ۲۰ ۱۹ ۱۸ ۱۷ ۱۶ ۱۵
۳۰ ۲۹ ۲۸ ۲۷ ۲۶ ۲۵ ۲۴
۳۹ ۳۸ ۳۷ ۳۶ ۳۵ ۳۴ ۳۳
۴۸ ۴۷ ۴۶ ۴۵ ۴۴ ۴۳ ۴۲

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{1}{T}$$

2015

6 April Monday

۱۶ جمادی الثانیه ۱۴۳۶

فروردین ۱۳۹۴

۱۷

دوشنبه

۱

۱۱ $F(\omega)$ یک تابع حقیقی است و می توان برای هر تابع $f(t)$ اندازه سرعت

تأثیر از آن ضایع داد :

$$f(t) = \ddot{x}_g(t)$$

یعنی اگر کتاب سطح زمین و زمین زمین لرزه در نقطه گرفته شود

نرم $F(\omega)$ اصطلاحاً دامنه طیف قدرت کتاب زمین لرزه گویند که برای

حرکت کتاب نسبت سطح خاص می باشد .

۱۲

۱۳

* نمودار از طیف قدرت :



فرکانس را که در آن $F(\omega)$ دارای

مقدار بیشینه شود

فرکانس غالب گویند

۱۴

۱۵

۱۶

۱۷

۱۸

۲ زمین لغزش : landslide

حرکت توده که عظیم خاک در مناطق شیب دار است . حجم خاک جابه جا شده

در سطح لغزش می تواند به چند دسته دسته بندی شود و مقدار جابه جایی آن

پند ده متر ، حتی چند صد متر برسد .

علت پدیده فروزش یا قلع ، مولفه های جابه جا - در راستای شیب - نیروی

اما باید توجه داشت که تنها اندیس کامل مجاز بیان کننده توانایی استخوان در برابر ضربه نیست بلکه ...

۱. اندیس کامل مجاز مقدار ثابتی نداشته و با تغییر جابجایی تغییر می کند
۲. تغییر در اثر بارگذاری دینامیکی رخ دهد تفاوت از بارگذاری استاتیکی محسوس است که در آزمایشگاه و سازه های طبیعی برش می بینیم با سازه های محدود به دست می آید
- ✓ * پارامترهای بیان دینامیک و استاتیکی :

- ۱) دانسیته نسبی R_F
- ۲) فاکتور محدود کننده $Confining\ pressure$
- ۳) ضریب تنش نوسانی $Pulsating\ stress$ (تغییرات سیکل های اعمال تنش)
- ۴) ضریب تنش $Peak\ stress$
- ۵) ضریب تنش $O.C.R.$

- * راههای مبارزه با روانگرایی
- اگر امکان حذف ماده ضعیف (Loose) هست، لایه برداشته شود
- با مصالح مناسب جابجایی شود
- لایه های ریزش دار و دینامیکی مصالح تخلیه شود
- به وسیله تزریق مواد شیمیایی ای را دایدار گردد

نشیست های بزرگ و ناگهانی :

- ۸ ماسه های خشک به ویژه اثر در اثر ته نشینی روی حجم انباشته شده و سپس در
- ۹ اثر از دست دادن آب به آرامی و بدون تراکم روی حجم قرار گرفته باشند دارای
- ۱۰ درجه تحمل بالایی هستند. این توده های ماسه در هنگام زلزله در اثر ارتعاش
- ۱۱ تراکم می گردند و حجم آنها به طور ناگهانی و به مقدار قابل ملاحظه کاهش می یابد.
- ۱۲ در نتیجه در سطوح فوقانی آنها نشست های بزرگ و سریع رخ می دهد،
- ۱۳ میزان این نشست ها نسبت به عمق کمتر است و ماسه ممکن است تا چند متر برسد.

روز ملی فناوری هسته ای - روز هنر انقلاب اسلامی (سالروز شهادت سید مرتضی آوینی - ۱۳۷۲ ه.ش)

۵. شکست ریزش (Rock Fall) :

- تغیلات کوچک و بزرگ شکست واقع در بلندیا
- و به کوه در اثر عوامل دگرگونی یا سست گری می افتد
- یعنی بدان بایستی که در این وضعیت در کنار یکدیگر قرار گرفته اند
- می توانند به باد دگر در اثر ارتعاش از جای خود حرکت کرده و در جهت هر دو
- شوند که این پدیده را شکست ریزش گویند.

۶. گسل (Faulting) : فصل مشترک صخره ای تابع زمین اصطلاحاً

۱. گسل (Fault trace) نامیده می شود. در اغلب موارد به علت مسن بودن
۲. گسل ها رد آن ها طی سالیان دراز توسط آب رفت پیرشده شده است.

و در ظاهر آنرا از کسل دیده نمی شود. اما هنگامی که کسل می لغزد و
زیر این ایام می نماید آب رفت هاس روی و کسل به علت لغزش کسل حرکت
نمرد. و در اثر حرکات دو طرف کسل در مفاصل مختلف دچار بریدگی و کشیدگی
می گردد. به پییده کشیدگی لای هاس سطحی خاک در اثر حرکت کسل
اصلاً کسل می گویند.

۷. سونامی (Tsu nami) : در اثر حرکت ناگهانی ناشی از لرزه‌های
 زمین ها در سبتر اقیانوسها امواجی پدید می آید که به سمت ساحل حرکت
 نموده و باعث جابه جایی با سرعت زیاد امواج ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر
 در ساعت و با انرژی زیاد به خلیج ها و سواحل رسیده و در آن جا
 باعث جابه جایی توپوگرافی خلیج یا ساحل و تغییرات نسبت دریا دامنه به شدت
 افزایش یافته و به تاسیسات ساحلی برخورد می کند و خسارت به بار می آورد
 ۸. آتشی سوز

شدت سرگامی 1: اهاك نهاسود فقط مرزہ ہمار

2: ترمه افراد در حال التماس ضعیف است (اضافه)

3: صلیف : درفضای باز وضعت بالا

4: در فضا بسته احاطه شده. فضا باز بعضی

در جواب بعضی (ملائم 5 : حصول 5)

در جواب بعضی (ملائم) 5 : متوسط . قابل اصرار

اندازه زمین لرزه :

اندازه بدیهی شدت در بزرگی زمین لرزه تعریف می شود .

شدت زمین لرزه معیاسی است کیفی که بر پایه برآورد شدت اهوان زمین لرزه در

بازار مخربان بناها و سافت بشر تغییرات سطح زمین و فراسفای از سطح

در یافت احساس افراد تعریف می شود (معیار یک زمین لرزه در تهران باجهت زمین لرزه در

توکیو می تواند شدت متفاوت داشته باشد)

درجه های شدت تقسیم بندی نامی شده دارد و مقدار کمترین آن معیاس در طالع

اصلاح شده MMI می باشد . این معیاس ۱۲ تقسیم بندی دارد .

شدت ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ... ، ۱۲

شدت ۷ : شدید ، خسارت قابل توجه به ساختمان های ضعیف

شدت ۹ : فسلین - ترسناک ، ترک زمین ...

شدت ۱۲ : تخریب کامل ، فاجعه و ... زمین لرزه بم

(شدت بر حسب MMI) (PGA)

حد بهره برداری ۰.۱۵ - ۰.۲۵ (۷)

۰.۲۵ - ۰.۴۵ (۸)

۰.۴۵ - ۰.۶ (۹)

یعنی شدت را
می پذیریم که ساختمانها
تا حدی خراب شوند

€ \$ طلا لغت

۱۱ بزرگترین زمین لرزه : مقیاسی که به هر طریقی اندازه گیری بزرگترین
۱۲ دانه مدج ثبت شده می شود. در جدول مقیاس که دارای قسم بندی می شود
۱۳ است بر پایه گشتی و حجمی و محاسبه و تصحیحات لازم در ارتباط
۱۴ فاصله سطح زمین لرزه تا ایستگاه در آنجا اعمال می شود.

۱۱ ایستگاه تهران
۱۲ لرزه خیزی
۱۳ * رسم
۱۴

۱۲ تاثير فاصله
تا مرکز زمین لرزه
۱۳ $M = \log A - \log A_0$
۱۴ عدد $\log A_0$ عدد مشخص است
۱۵ که در جدولی برای هر ایستگاه آمده است مثلاً برای ایستگاه کاشانی در فاصله
۱۶ $\log A_0 = 4.00 \text{ km}$ - برابر است با ۴.۵

۱۷ A : بزرگترین دانه مدج بر حسب mm
۱۸

* مقیاس های بزرگتر متداول در زلزله شناسی عبارتند از :

۱ بزرگترین ریشتر یا محلی (Local Magnitude) (M_L)
۲ بزرگترین موج بکری (m_b) Body Wave
۳ بزرگترین موج سطحی (M_s) Surface Wave
۴ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۵ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۶ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۷ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۸ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۹ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۱۰ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۱۱ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۱۲ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۱۳ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۱۴ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۱۵ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۱۶ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۱۷ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۱۸ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۱۹ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۲۰ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۲۱ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۲۲ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۲۳ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۲۴ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۲۵ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۲۶ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۲۷ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۲۸ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۲۹ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۳۰ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۳۱ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۳۲ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۳۳ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۳۴ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۳۵ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۳۶ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۳۷ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۳۸ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۳۹ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۴۰ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۴۱ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۴۲ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۴۳ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۴۴ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۴۵ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۴۶ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۴۷ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۴۸ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۴۹ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۵۰ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۵۱ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۵۲ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۵۳ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۵۴ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۵۵ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۵۶ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۵۷ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۵۸ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۵۹ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۶۰ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۶۱ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۶۲ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۶۳ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۶۴ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۶۵ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۶۶ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۶۷ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۶۸ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۶۹ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۷۰ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۷۱ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۷۲ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۷۳ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۷۴ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۷۵ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۷۶ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۷۷ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۷۸ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۷۹ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۸۰ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۸۱ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۸۲ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۸۳ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۸۴ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۸۵ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۸۶ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۸۷ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۸۸ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۸۹ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۹۰ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۹۱ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۹۲ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۹۳ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۹۴ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۹۵ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۹۶ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۹۷ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۹۸ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave
۹۹ بزرگترین موج عمقی (M_s) Surface Wave
۱۰۰ بزرگترین موج عمقی (m_b) Body Wave

۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰
۲۵	۲۴	۲۳	۲۲	۲۱	۲۰	۱۹
۲۸	۲۷	۲۶	۲۵	۲۴	۲۳	۲۲
۳۱	۳۰	۲۹	۲۸	۲۷	۲۶	۲۵

زمین لرزه و آلودگی هوا در تهران تنها یک دغدغه نیست به اجازت دارم بگویم

زمین لرزه و آلودگی هوا

* بزرگترین خطر: بزرگترین خطر یک زلزله عبارت است از زلزله
اعشاری بیشینه. دامنه توان آن زلزله، در صورتیکه بر روی زلزله داشته
استاندارد پیچیده و داندین کم در یک صد کیلومتر مربع سطح زمین
تراز شده است نیست شود.
در چنین شرایطی اگر حد اکثر دامنه توان موج زلزله یک میلیارد باشد
بزرگترین خلی آن زلزله صفر می شود.

با توجه به حساسیت مغزی دستگاه ها و توانایی ثبت دامنه ها ضعیف
بزرگترین خطر به معنای نفوذ یا حد پایین بزرگترین زلزله محسوب نشده و دارای ارزش
دقیقی است. بنا بر این حد پایین بزرگترین زمین لرزه ها در قالب تعریف نباید
فوق با علامت منفی تا زمانی که لرزه ها پیش می رود.

$$\log_{10} 1 \leq \frac{5}{2}, \quad \log_{10} 0 < 1$$

حد در منفی ۵

* گشتاور زمین لرزه:

گشتاور زمین لرزه که با M نشان می دهند مناسب با سطح لرزه
مانند جاهای و ضریب سنجشی مثبت است که بر حسب نیوتون - متر

ملا

دور برگشت عطار نیلوری

چون درگاه ارتعاشی در سطح زمین مستقیماً در سطح زمین قرار می‌گیرد

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

2015
15 April
Wednesday
۲۵ جمادی الثانیه ۱۴۳۶

فروردین ۱۳۹۴
۲۶
چهارشنبه

$$M_w = \frac{\log M_0}{1.5} - 10.7$$

برآوردی شود:

$$M_0 = \mu \times A \times D$$

$$M_0 \rightarrow M_w$$

بزرگی و شدت رابطه مستقیمی ندارند.
می‌توان حدسی زد که هر چه بزرگی چیده شده تر خواهد داشت ولی دقیق نیست
مثلاً در لغز بزرگ، شدت با هم تناسب نداشته‌اند.

* انرژی زمین لرزه

$$\log E = 11.4 + 1.5 M_w$$

ایم رابطه بر اساس تجربیات ریشتر - گومپرت در سال ۱۹۵۶
برای زلزله‌های کم‌انرژی برقرار شده است.
• معادلای هر واحد بزرگی تقریباً انرژی آزاد شده ۳۲ برابر می‌شود.
• یا مثلاً برای هر ۰.۲ افزایش بزرگی، انرژی آزاد شده ۲ برابر می‌شود.
* یعنی ۲ تا ۷ هر چه ریشتر افزایش یابد، انرژی آزاد شده ۷.۲ برابر می‌شود.

✓ با توجه به تفاوت الیه‌های مختلف زمین چنین برآورد می‌شود که حداکثر انرژی
قابل تحمل مصالح موجود در الیه‌های سطحی زمین ممکن است:
 (حد اکثر انرژی) $5 \sim 6 \times 10^{24} \text{ erg}$ $\xrightarrow{\text{بزرگی}}$ $8.7 \sim 8.9$ $\xrightarrow{\text{حد اکثر}}$
 (حد اکثر انرژی) $\xrightarrow{\text{حد اکثر}}$

۵۰ احتمالاً نهایتِ خسارت یک اثر را حدود ۹ ریشتر است.

برای مثال: انرژی رخ داده به وسیله یک هیپرشیال $8 \times 10^{25} \text{ erg}$ است.

تداوم انرژی برابر یک زلزله به بزرگای ۶.۳ ریشتر است.

تداوم انرژی رخ داده در زلزله آسام هند در سال ۱۹۵۰ با بزرگی

۸.۶ به اندازه ۲۵۰۰ برابر انرژی لب است هیپرشیال است.

erg : کار با لایه‌های یک ساشی متره هم می‌دهد 10^{-7} J یک آرگ

« بیان بحث »

نصل دوم:

* آنالیز ریسک و برآورد خطر زمین لرزه

خطرپذیریت (Risk)

خطر (Hazard)

که صفتی است برای چندتایی از مناسبات که می‌تواند در صورت وقوع خطر باشد. هر چه تعداد مناسبات بالاتر باشد خطرپذیریت کم‌تر است.

که ماهیت است

۱. مورد زود ۲ ریشتر هم هست این امر وجود دارد:

۲ - احتمالات Probabilistic

۱ - تحلیلی Deterministic (تعیین‌نا)

€

\$

طلا

نفت

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

MCE
MPE
MBE

2015
18 April
Saturday
۲۸ جمادی الثانیہ ۱۴۳۶

فروردین ۱۳۹۴
۲۹
شنبه

۱. در روش نقطه با استفاده از بررسی دقیق عوامل لرزه خیز منطقه و
 ۱۱. شواهد فیزیکی مرتبط با مکانیزم وقوع زلزله از قبیل شناسایی لسل و
 ۱۲. وضعیت فعالیت آنرا در تعیین روابط تجربی موجود بین خصوصیات زلزله نسبت به
 ۱۳. ارزیابی زلزله حداکثر محتمل (MCE) اقدام می شود.
۲. در روش احتمالی بر اساس شناسایی زلزله های قبلی و بررسی آمار و احتمالی
 ۱۴. آنها با استفاده از یک مدل ریاضی نسبت به احتمال وقوع زلزله با بزرگترین
 ۱۵. مشخص در آن منطقه، پتانسیل لرزه خیزی در منطقه تعیین می گردد.
۳. مفهوم دوره بازگشت T_R : Return Period
 ۱۶. عکس احتمال وقوع سالانه زلزله با دوره بازگشت برابر یک بروداد معین می گویند.
 ۱۷. مثال: اگر احتمال وقوع زلزله برای بازه زمانی x در یک سال y درصد باشد در نتیجه
 ۱۸. دوره بازگشت زلزله فوق $T_R = \frac{1}{0.01} \leq 100$ سال T_R دوره بازگشت
۴. هر چه دوره بازگشت بیشتر باشد بزرگ زلزله بیشتر خواهد بود

بر طبق تابع توزیع احتمال بیوترن احتمال رویداد X سرقت از n

تجزیه بدین صورت است:

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

احتمال عدم سرقت
احتمال سرقت (احتمال وقوع)

$$(p+q=1) \rightarrow q=1-p$$

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

از زیره باید $x=0$

$$f(0) = (1-p)^n$$

احتمال عدم وقوع در n سال

$$R_{risk} = 1 - \underbrace{(1-p)^n}_{f(0)}$$

احتمال وقوع زلزله

احتمال وقوع زلزله (p) را با چه تابع آماری می‌توانیم بررسی کنیم؟

$$1 - e^{-\lambda t}$$

توزیع نمایی (پواسون)

λ و t → احتمال وقوع سالانه

$$p = 1 - e^{-\lambda}$$

احتمال وقوع سالانه

λ : نرخ فعالیت

سوال: در الیگزاندرا زلزله رخ داده و زلزله‌خیز می‌باشد. زلزله‌خیزترین شهر ایران کدام است؟

باید ببینیم در چند سال هر سال رخ داده

۱۱

به نسبت به سیستم نوردان ریلج داد و در زیر ترس است.

✓ **نقطه خطر:** به نسبت به لرزه از حایه که تقریباً در یک خط در اهداف سل خط دارد
خط خطر: زمین لرزه از حایه که تقریباً در یک خط در اهداف سل خط دارد
خط خطر: در یک زمین مساحت خاص تعداد زمین لرزه از حایه که تقریباً در یک خط در اهداف سل خط دارد

اصلاح نرخ فعالیت (λ) بر حسب نوع خط لرزه از حایه که تقریباً در یک خط در اهداف سل خط دارد

$$\lambda = \frac{N}{T} \quad \text{خط لرزه از حایه که تقریباً در یک خط در اهداف سل خط دارد}$$

$$\lambda = \frac{N}{TL} \quad \text{خط خطر}$$

$$\lambda = \frac{N}{AT} \quad \text{خط خطر}$$

T: زمان فاصله بین

L: طول فعال

A: بخش فعال

N: تعداد رخداد لرزه از حایه که تقریباً در یک خط در اهداف سل خط دارد

ML

تخمین آهنگ فعالیت و ضریب لرزه خیز

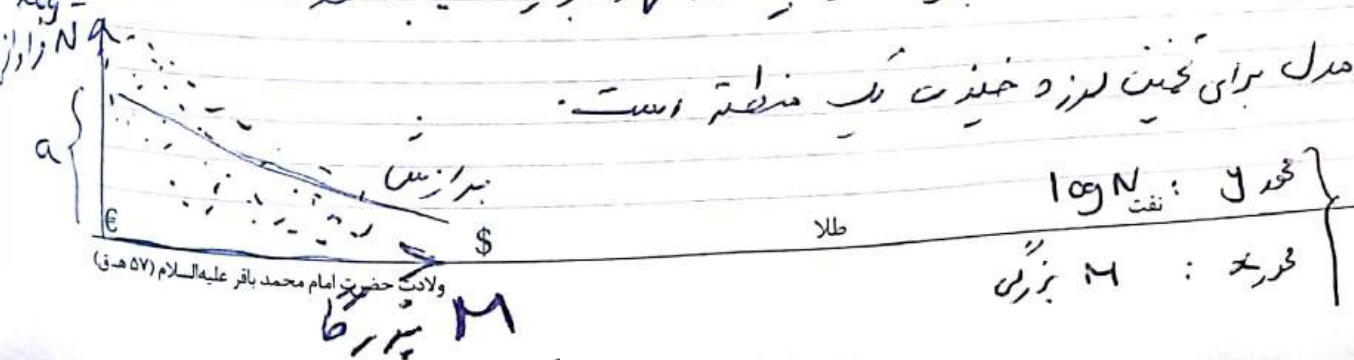
با توجه به اطلاعات جمع آوری شده از بانک اطلاعات در هر منطقه

تغییراتی در میان آمار تا حدودی می توان لرزه خیز منطقه را برد

در میان های مختلف جهت تخمین لرزه خیز وجود دارد که یکی از مهم ترین آن ها

روش هماتل درجهات که تیر - ریشتر است.

این روش را می توان به عنوان یک روش ساده و سریع برای تخمین لرزه خیز منطقه است.



خط باز شد : $a - bM$ درجه افتاد : $\lambda = \frac{N}{T} \rightarrow \log \lambda = \log N - \log T$

$$\log N_m = a - bM$$

$$\log \lambda = (a - \log T) - bM$$

$$\log \lambda = \bar{a} - bM \quad **$$

در فرمول $\log N_m = a - bM$ ، $\log N_m$ عدد $\log$ است یعنی مقدارهمواره نزدیک است (ضریب M ، منفی است)

۹۶، ۸، ۲۲

تقریب : فرض کنید سابقه در اطراف مشرب داریم و می خواهیم سازوای با

احتمال بالا در آن ساخته شود . بنابراین داده های زمین لرزه دستاویز

از ۱۹۹۱ - ۱۹۰۰ در شام ۴ کیلومتر به شرح است . مطلوب است ؟

از هم تعیین رابطه گوسنبرگ - ریشتر در رسم نمودار آن

با تعیین بزرگی برای دوره های ۵۰ و ۱۰۰ سال

نفت (ح) ~ احتمال وقوع زمین لرزه ای با بزرگی ۴ در طول عمر مفید

۵ ساله سازه طرح

روز بزرگداشت سعدی

		(x)		۱۴۳۲ رجب ۳ (y)		چهارشنبه
ردیف	میزان	میانگین	فرکانس	فراوانی نسبی	N	lg N
1	$4 \leq M < 4.2$	4.1	۲۶۹	۳۴۶	2.65	
2	$4.2 \leq M < 4.4$	4.3	۳۳	۱۷۷	2.247	
3	$4.4 \leq M < 4.6$	4.5	۲۶	۱۵۵	2.158	
4	$4.6 \leq M < 4.8$	4.7	۳۵	۱۱۸	2.072	
5	$4.8 \leq M < 5$	4.9	۱۹	۸۳	1.919	
6	$5 \leq M < 5.2$	5.1	۱۶	۷۴	1.806	
7	$5.2 \leq M < 5.4$	5.3	۶	۳۸	1.681	
8	$5.4 \leq M < 5.6$	5.5	۱۰	۳۲	1.623	
9	$5.6 \leq M < 5.8$	5.7	۷	۲۲	1.505	
10	$5.8 \leq M < 6$	5.9	۱۰	۲۵	1.398	
11	$6 \leq M < 6.2$	6.1	۲	۱۵	1.176	
12	$6.2 \leq M < 6.4$	6.3	۲	۱۲	1.079	
13	$6.4 \leq M < 6.6$	6.5	۳	۱۰	1	
14	$6.6 \leq M < 6.8$	6.7	۱	۷	0.845	
15	$6.8 \leq M < 7$	6.9	۲	۶	0.778	
16	$7 \leq M < 7.2$	7.1	۱	۵	0.602	
17	$7.2 \leq M < 7.4$	7.3	۲	۴	0.477	
18	$7.4 \leq M < 7.6$	7.5	۱	۱	0	

$T = 1991 - 1900 = 91$ سال

برازش $(n=5, a=5.15, b=-0.65)$

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸
۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵

$$الف) \log \lambda = \log \frac{N}{T} = \log N - \log T \rightarrow a - bM - \log T$$

$$\rightarrow \log \lambda = a - bM \quad \{n=18, a=5.15, b=-0.65\}$$

$$\bar{a} = a - \log 91 \rightarrow \bar{a} = 5.15 - \log 91 = 3.2 \rightarrow$$

$$\log \lambda = 3.2 - 0.65M_s \quad \text{رابطه مرتب شده}$$

$$ب) T_R = 50 \rightarrow T_R = \frac{1}{P} \rightarrow P = \frac{1}{50}$$

$$P = 1 - e^{-\lambda} \rightarrow \frac{1}{50} = 1 - e^{-\lambda} \rightarrow e^{-\lambda} = 0.98 \rightarrow \lambda = 0.02$$

$$\rightarrow \log 0.02 = 3.2 - 0.65M_s$$

روز بروز گذشت شیخ بهایی

$$\rightarrow M_s = 7.5$$

$$T_R = 100 \rightarrow P = 0.01 \rightarrow e^{-\lambda} = 0.99 \rightarrow \lambda = 0.01$$

$$\rightarrow \log 0.01 = 3.2 - 0.65M_s \rightarrow M_s = 8$$

$$ج) \log \lambda = 3.2 - 0.65(4) \rightarrow \lambda = 3.98$$

$$P = 1 - e^{-\lambda} = 1 - e^{-3.98} = 0.98$$

$$Risk = 1 - (1 - P)^n = 1 - (1 - 0.98)^{50} \approx 1 \approx 100\%$$

$$n = 50 \text{ year}$$

* رابطه طامیدی جنبش زمین

$$a = 1080 e^{0.5M} / (R + 25)^{1.32} \quad (\text{Donovan})$$

R : فاصله km

$$a = 5600 e^{0.8M} / (R + 40)^2 \quad (\text{Esteva})$$

a : $\frac{cm}{s^2}$

$$\log a = 2.04 + 0.35M - 1.6 \log R \quad (\text{Seed})$$

* مراحل کار در روش احتمالی

$$\text{Risk} \rightarrow P \rightarrow \lambda = N \rightarrow M_s \rightarrow PGA \rightarrow \text{Design Spectrum}$$

مراحلی ضمیمه
کتاب زمین a_s

* مراحل کار در روش قطعی

$$L \rightarrow M \rightarrow PGA$$

بر حسب مقدار ریسک که در طول عمر مفید سازه می پذیریم در زلزله قابل ارائه
تعریف است:

① بیشترین بزرگای محتمل (May. Probable Earthquake) (MPE)

به معنای محاسبه MPE بر مبنای پذیرش احتمال وقوع (ریسک) 10 درصد
در طول عمر مفید سازه است.

۹۹, ۸, ۲۹

۴ رابطه بین بزرگی، طول لرزه خیز:

عموماً بخشی از طول کل به عنوان طول فعال در یک زلزله در نظر می‌گیرند یعنی شانس این که همه طول کل در یک اتفاق فعال شود کم است. در کس شانس تا 300^{km} ، 50٪ از طول کس به عنوان طول فعال در نظر گرفته می‌شود.

رابطه Tocher برای $M < 8$ و $5 < M$ در آمریکا

$$M = \log L + 5.7$$

رابطه Housner $M > 6.5$

$$M = 1.5 \log L + 5.34$$

رابطه ~~مختص~~ ^{مهاجر} استغنی: نور مدثر برای ایران

$$M = \log L + 5.4$$

L: طول لرزه خیز شده بر کیلومتر، M: بزرگی

توقع این است که زلزله‌های رخ داده نسبت به چیزی که بدست می‌آید پاشنه‌تر شود

مثال: مطالعات آماری زمین لرزه در یک منطقه را به روش زیر

زیر را برای بیان داده است

$$\log N = 4.52 - 1.02M$$

دوره بازگشت زمین لرزه‌های با بزرگی 5، 6 و 7 را بدست آورده



28 April
Tuesday

سه شنبه

۹ رجب ۱۴۳۶

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

$$M = 5$$

$$\log N = 4.52 - 1.02 * 5 \rightarrow \log N = -0.58 \rightarrow N = 0.263$$

$$\lambda = \frac{N}{T_{51}} \rightarrow \lambda = 0.263$$

$$P = 1 - e^{-0.263} \approx 0.231 \rightarrow P \approx 1$$

$$T = \frac{1}{P} \rightarrow T = 4.33 \text{ years} \approx 4 \text{ years}$$

0.231 ✓

چون برای دوره بازگشت بدست داده $\log N = \log \lambda$

$$M = 6$$

$$\log N = 4.52 - 1.02 * 6 \rightarrow \log N = -1.6 \rightarrow N = 0.025$$

$$\lambda = 0.025 \rightarrow P = 1 - e^{0.025} \approx 0.0253$$

$$T \approx 39 \approx 40 \text{ years}$$

$$M = 7 \rightarrow T \approx 400 \text{ years}$$

مثال: مطالعات آماری زمین لرزه در یک منطقه را به گزینش - رشته

برای بیان داده است

$$\log N = 2.03 - 0.65M$$

خوبی زلزله مقیاس طرح DBE را بر حسب رسیک 7.64 بار سازگار
با عمر مفید 35 سال می بینیم

۱	۲	۳	۴	۵	۶
۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴
۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶

$$0.9 = (1-p)^{50}$$

2015

اردیبهشت ۱۳۹۴

29

April
Wednesday

9

۱۰ رجب ۱۴۳۶

چهارشنبه

$$\text{Risk} = 0.64 = 1 - (1-p)^{35} \rightarrow p = 0.0287$$

$$p = 1 - e^{-\lambda} \rightarrow \lambda = 2.907e-2$$

$$0.0287$$

$$T=1 \rightarrow \log \lambda = \log N = 2.03 - 0.65M \rightarrow \log(2.907e-2) = 2.03 - 0.65M$$

$$\rightarrow M = 5.48 = 5.5$$

بخش راباب رشم اعشار بیان می کنم

مثال ۳ - در مثال قبل اگر از رابطه کاهیدس بتوان استناد ده شود، محاسبات
بسیار شباهت میابد طرح برای سازه در فاصله ۲۰ km از محل ل

$$\text{Donovan: } a = \frac{1080 e^{0.5M}}{(R+25)^{1.32}} = \frac{1080 e^{0.5 \times 5.5}}{(20+25)^{1.32}} = 111 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} = 0.113g$$

۱	۲	۳	۴	۵
۶	۷	۸	۹	۱۰
۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵
۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰

۸. نکات اصلی در طراحی و محاسبه ساختمان ها در برابر زلزله

۹. محاسبات در مقاومت کمره سازه در برابر زلزله

۱۰. ۱) پلیریندر ساختمان ۲) توزیع نیروی ضربه و پیوسته مقاومت و سختی

۱۱. ۳) شکل پذیری ۴) تنظیم سختی و یا انعطاف پذیری در سازه

۱۲. ۵) درجه هیپوستاتیک بودن دافتر دلی سازه

۱۳. ۶) شکل و ترتیب خرابی در سازه

۱۴. ۷) تدبیر به شرایط زمین و پی سازی

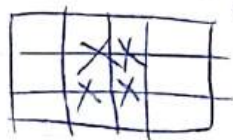
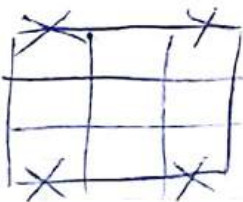
روز ملی خلیج فارس

۱۵. ۱) پلیریندر ساختمان

در بیان : سادگی

ابعاد جمع و فشرده

توازن هندسی و سختی و پلیریندر



X

✓

در ارتفاع : پلیریندر و پلیریندر

تأثیر موقبل

۴) توزیع منبسط دلفناضت معادل و سدهن

توزیع معادل سدهن

۵) پرمهناز جش یا کاش در سبت سدهن به وزن صبه (طبرنم)

۶) پرمهناز خرابه برش در سون ها (سون کوتاه)

۹، ۱۳، ۹۶

* شکل پذیر Ductility

• رفتار پس از جاری شدن اولد

• لطیفیت جذب استلاک انرژی در سازه

• اضمینان از عدم رفتار انفجاری و خرابی ناگهانی دترد

شکل پذیر: تغییر شکل نظیر حد خرابی یا نهایی
بر تغییر شکل نظیر جاری شدن
یا تغییر مکان
یا دوران

مصالح شکل پذیر - اعضاء شکل پذیر - سازه شکل پذیر

* تقسیم سدهن یا انعطاف پذیر در سازه

به منظور رسیدن به یک رفتار دنیا ملک مفروضه قابل اضمینان

۱. پرمهناز از خداداد رزرناس بین سازه و سربوز زمین محلی:

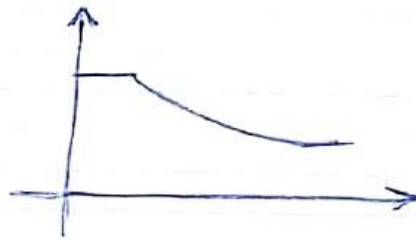
سازه سدهن در خاک نرم و سازه نرم در خاک سخت

۲. نفع منوی حیث لعل شیر ملان ها

۳. اعمال حسنه مراد به مخصوصی در مقام نیکم خرابی

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

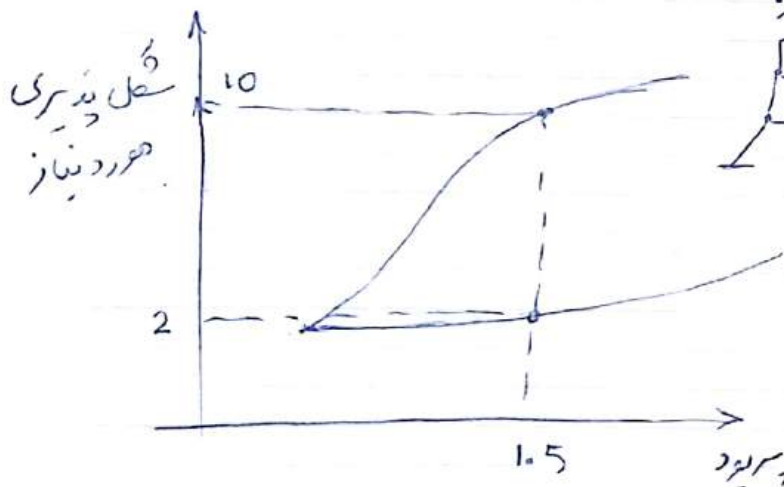
$$F = m \cdot a$$



* درجه استاد به بدن دانشمندی ستاره

• افزایش درجه نامعین - داشتن هذیم جنبه دفاعی در مقابل خرابی و
حسیر انتقال بار بیشتر

۴۰ شکل و ترتیب خرابی در سازه

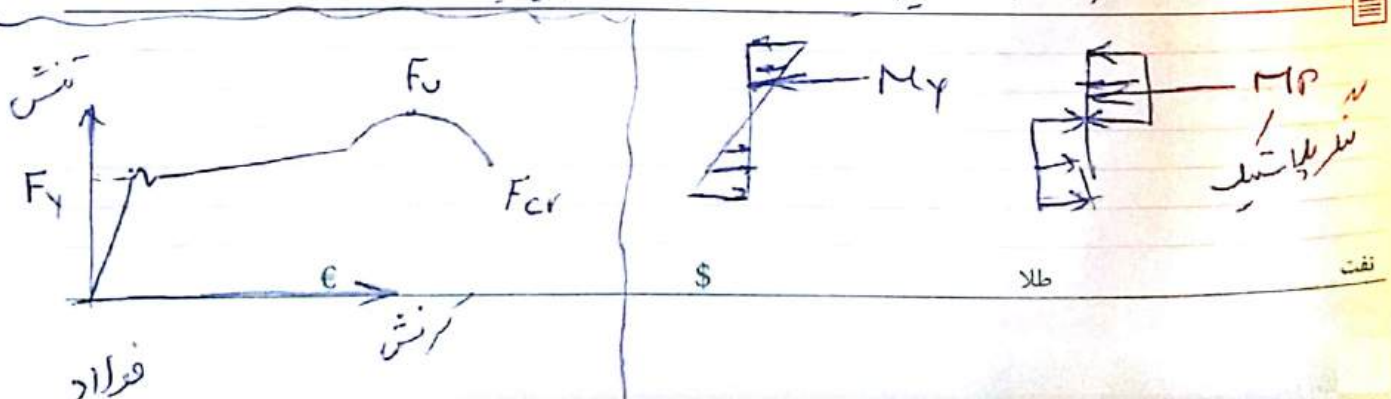


ستون ضعیف (WC, SB)
تیر قوی



ستون قوه
تہذیب (SC-WB)

بدون این که در ستون ضعیف - تیر قوس : life safety راسته باشیم باید تحمل بندیر حدودا 5 برابر حالت ستون قوس - تیر ضعیف باشد که امکان بندیر نیست



ستون قوس و اتصالات قوس - تیر ضعیف

اجزا سازه
Dissipative استرلاک
Non-Dissipative

حلقه پلاستیکی
اتصالات RBS، ... که باعث انتقال مفصل الاستیک به جلوگیری از
برستون می شود.

• ضعف ستون ها باعث تمرکز تغییر شکل های غیر ارتعاشی در یک طبقه و تقاضای
شکل پذیری خیلی بزرگی شود.

• در تیرهای ستون ها چه در بخش وسط در بخش ها مثل رل قوط مقاومت سیستم

خیلی بزرگ از تیر است. زیرا در ستون ها نیروی محوری بزرگی وجود دارد.

• در سازه گریتن آرد خرابی در بخش رومباری نباید هیچ وقت جلوگیری از خرابی
در بخش اتقان بنفید. خاص نشتر

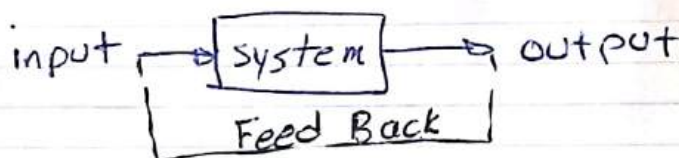
* روش های کنترل غیر فعال ارتعاش را در: ویژه خاص در است
isolator, ...

دنیایک سازها

کنترل ثابت

۱- استاتیک معادل (آیین نامه ۸۸)
۲- روش دینامیک

روش دینامیک
طبقه
تاریخچه زمانی



input ثابت می تواند output های مختلفی داشته باشند. زیرا سیستم ها تفاوت اند

input → لرزه بوم سیستم → سازها output → خرابی ها و معاینه ها
تغیلات

سیستم های خود تنظیم می توانند ضعیف یا مفر باشند.

مثلا ی تران جرم سقف یا در نقطه اس در مرکز تیرا

مبانی پایه ای دنیایک سازها

۱- مدل جرم متمرکز مثال: ساختمان های معمولی
۲- مدل جرم پیوسته مثلا سازه ها

طریق مدل سازی جرم

انواع ارتعاشات :

- ۱- محوری
- ۲- خشی
- ۳- برشی
- ۴- پیچشی

هر یک به جردیلید نقش شود مدل ارتعاشش بد یا ترکیبی از چند تا از این ها است

۱۰

۱۱

۱۲

۱۳

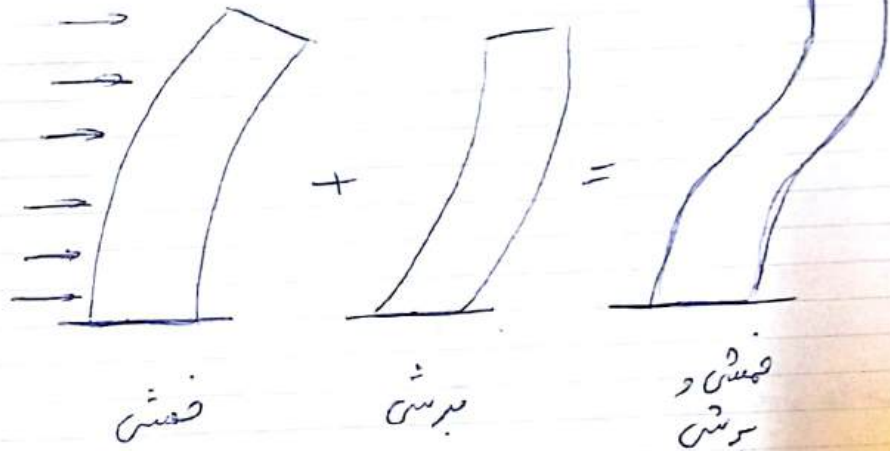
۱۴

۱۵

۱۸



محوری

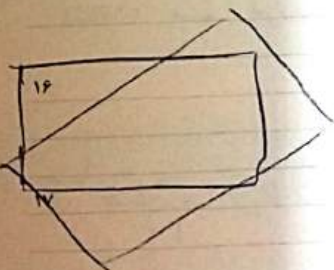


خشی

برشی

خمشی و برشی

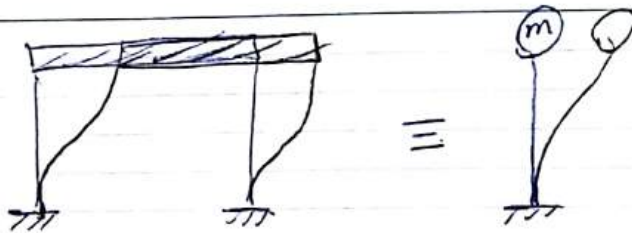
پیچشی : توزیع نامتقارن جرم یا سختی پیچشی ایجاد می شود.



درجات آزادی : تعداد مختصات مستقل مورد نیاز جهت تعیین موقعیت یک جرم مرتبط در هر لحظه درجات آزادی آن جرم به شمار می آید

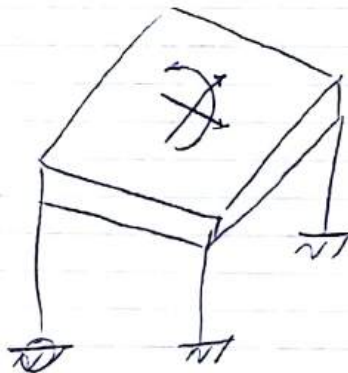
بدان یک سیستم که از چند جرم مجزای متمم تر تشکیل شده است تعداد کل درجات آزادی برابر است با : مجموع درجات آزادی هر یک از جرم ها

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



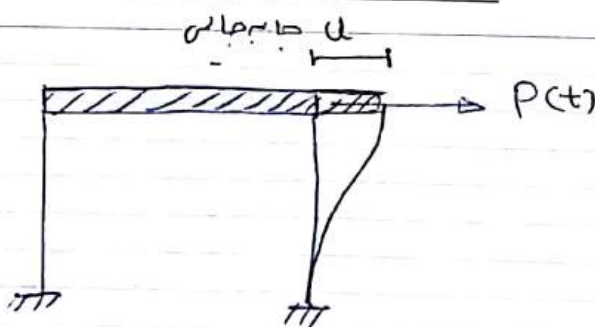
در ۲ طبقه باشد ۲ درجه
آزادی داریم. n طبقه: n درجه

تبدیل درجه آزادی (SPOF)

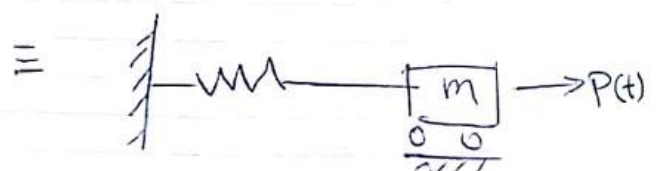


۳ درجه آزادی

n طبقه $\rightarrow$ $3n$ درجه آزادی



معادله حاکم بر ارتعاش ؟



$$m \ddot{u} = F_I \quad \text{نیروی اینرسی}$$

$$c \dot{u} = F_D \quad \text{نیروی میرایی}$$

$$K \cdot u = F_S \quad \text{نیروی الاستیک}$$

\$

طلا

نفت

روز شماری های خاص و سبب العلاج

۱

$$\sum F_k = 0 \rightarrow P(t) - f_I - f_D - f_s = 0$$

→ +

۲

$$\rightarrow f_I + f_D + f_s = P(t)$$

۳

$$m\ddot{U} + c\dot{U} + kU = P(t)$$

معادله دینامیک حاکم بر ارتعاش
سیستم یک درجه آزادی

۴

۵

در نوع ارتعاش : ۱- اجباری ۲- آزاد forced & free vibration

۶

اگر $P(t)$ خارجی داشته باشیم اجباری است اگر $P(t)$ صفر باشد آزاد می شود.

۷

اگر $P(t)$ را اعمال کنیم اجباری است اگر $P(t)$ را برداریم در حالت ارتعاش باشد ، ارتعاش آزاد است.

۸

جواب نهایی برابر است با جمع جواب ارتعاش آزاد و اجباری.

۹

فرض:

۱۰

$$m\ddot{U}(t) + c\dot{U}(t) + kU(t) = 0$$

$$m\ddot{U} + c\dot{U} + kU = 0$$

فرض: $U = Ge^{st}$

$$Ge^{st} \neq 0$$

$$m \neq 0$$

۱۱

$$\dot{U} = Gse^{st}$$

در معبر

زمان

$$\ddot{U} = Gs^2e^{st}$$

$$(ms^2 + cs + k)(Ge^{st}) = 0$$

۱۲

باقیسم به mGe^{st} و $\frac{k}{m} = \omega^2$:

$$s^2 + \frac{c}{m}s + \omega^2 = 0$$

اگر سیستم های نامیرا : $c=0$

$$s^2 + \omega^2 = 0$$

$$s = \pm i\omega$$

$$u(t) = G_1 e^{i\omega t} + G_2 e^{-i\omega t}$$

معادله در این صورت :

$$e^{\pm i\omega t} = \cos \omega t \pm i \sin \omega t$$

$$u(t) = A \sin \omega t + B \cos \omega t$$

①

شرایط مرزها : $u(0) = B$

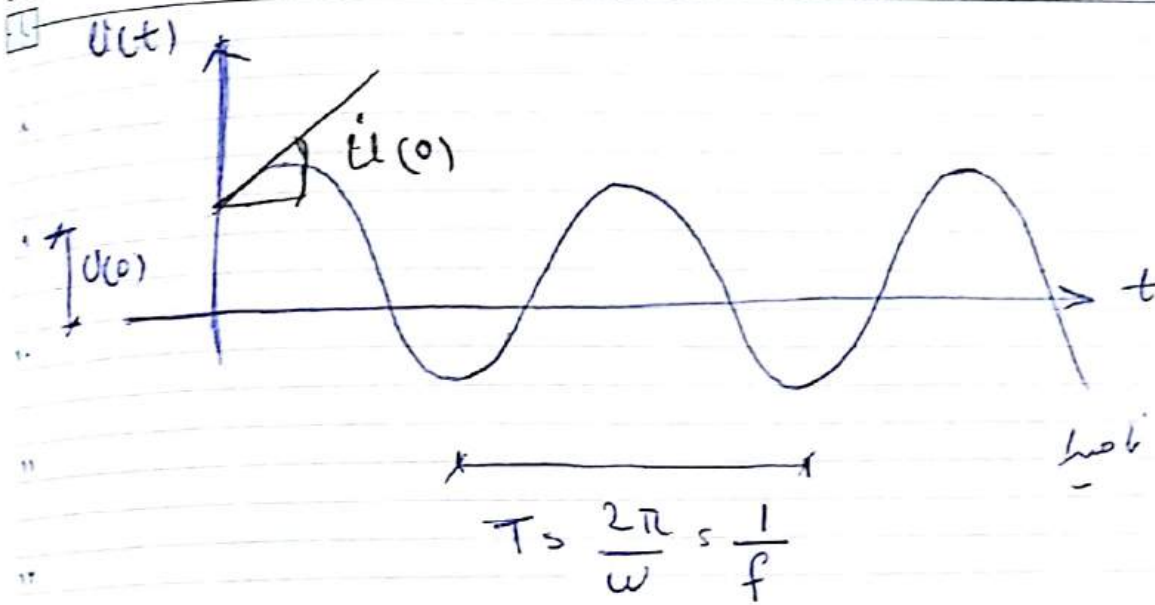
شرایط مرزها ②

$$\dot{u}(t) = A\omega \cos \omega t - B\omega \sin \omega t \rightarrow \dot{u}(0) = A\omega$$

$$\rightarrow A = \frac{\dot{u}(0)}{\omega}$$

$$u(t) = \frac{\dot{u}(0)}{\omega} \sin \omega t + u(0) \cos \omega t$$

پس ارتعاش آزاد سیستم اگر یک درجه آزادی نامیرا



ب. سیستم میرا ، پاسخ ارتعاش آزاد سیستم حرکت در آزاد میرا

$$s^2 + \frac{c}{m}s + \omega^2 = 0$$

$$s = \frac{-c}{2m} \pm \sqrt{\underbrace{\left(\frac{c}{2m}\right)^2 - \omega^2}_{\Delta}} \quad \begin{cases} \Delta < 0 & \text{تک مجانبی} \\ \Delta = 0 & \text{میرایی مجانبی} \\ \Delta > 0 & \text{فوق مجانبی} \end{cases}$$

میرایی

$$\Delta = \frac{c^2}{4m^2} - \omega^2$$

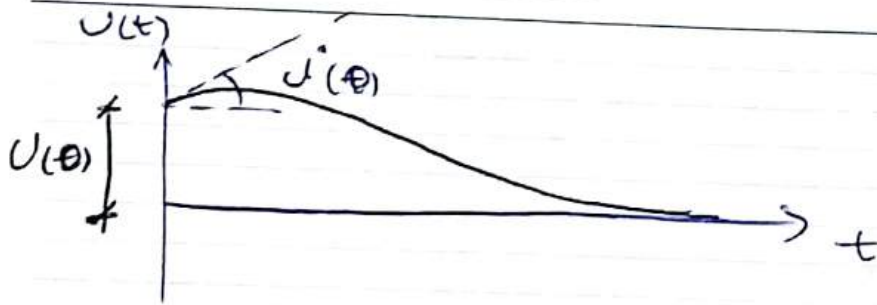
① $\Delta = 0 \rightarrow \frac{c^2}{4m^2} - \omega^2 = 0$

$C_c = 2m\omega$ میرایی مجانبی

معادله : $s = \frac{-c}{2m} = -\omega \rightarrow u(t) = (C_1 + C_2 t) e^{-\omega t}$

$u(t) = [u(0)(1 + \omega t) + \dot{u}(0)t] e^{-\omega t}$

در حالت میرایی مجانبی هیچ حرکت ارتعاشی وجود ندارد در تیریم نمودار



تک جبرانی ② $\Delta < 0 \rightarrow c < 2m\omega < c_c$

$$\eta = \frac{c}{c_c} = \frac{c}{2m\omega}$$

سازه فولاد در بتن $\eta = 1/5$ تا $1/7$

$$s = -\eta\omega \pm \sqrt{(\eta\omega)^2 - \omega^2}$$

فرکانس میر $\omega_D = \omega \sqrt{1 - \eta^2}$

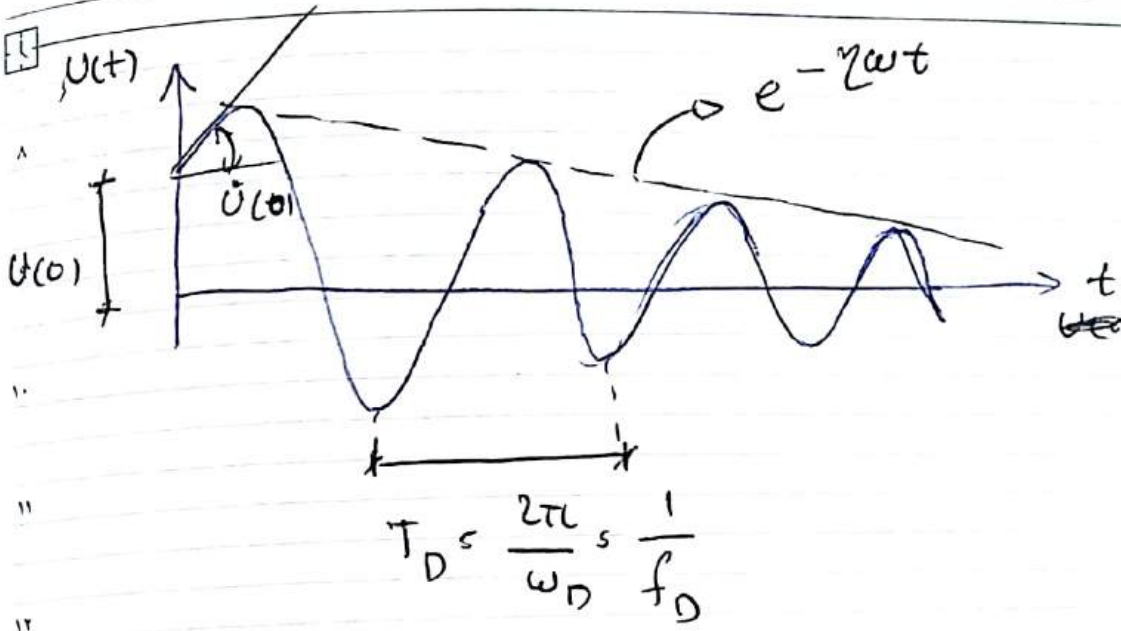
$$s = -\eta\omega \pm i\omega_D$$

$$u(t) = G_1 e^{-\eta\omega t + i\omega_D t} + G_2 e^{-\eta\omega t - i\omega_D t}$$

$$u(t) = e^{-\eta\omega t} (G_1 e^{i\omega_D t} + G_2 e^{-i\omega_D t})$$

$$u(t) = e^{-\eta\omega t} (A \sin \omega_D t + B \cos \omega_D t)$$

$$u(t) = \left[\frac{\dot{u}(0) + u(0)\eta\omega}{\omega_D} \sin \omega_D t + \frac{u(0)}{\omega_D} \cos \omega_D t \right] e^{-\eta\omega t}$$



تحليل دینامیکی دستگاه لرزه‌ای در یک اثر نیروی خارجی و دینامیکی

الف) با فرض سیستم نامیرا :

۱- لرزه‌ای حرکت (فرض می‌کنیم که ارتعاش را درست می‌کنند)
 ۲- لرزه‌ای سازه

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = P(t) = P_0 \sin \Omega t$$

$$m\ddot{u} + ku = P_0 \sin \Omega t$$

فرض $u_p(t) = \bar{c} \sin \Omega t$

$$-m\Omega^2 \bar{c} \sin \Omega t + k\bar{c} \sin \Omega t = P_0 \sin \Omega t$$

$$\bar{c} \left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2 \right) = \frac{P_0}{k}$$

$$\left(\beta = \frac{\omega}{\omega_n} \right)$$

$$\bar{c} = \frac{P_0}{k} \cdot \frac{1}{1 - \beta^2}$$

$$U_p(t) = \frac{P_0}{k} \cdot \frac{\sin \omega_n t}{1 - \beta^2}$$

$$\text{if } U(0) = \dot{U}(0) = 0 \rightarrow U(t) = \frac{P_0}{k} \cdot \frac{(\sin \omega_n t - \beta \sin \omega t)}{1 - \beta^2}$$

لغو امتیاز تنباکو به شورای آیه الله میرزا حسن شیرازی (۱۲۷۰ ه.ش) - شهادت حضرت امام موسی کاظم علیه السلام (۱۸۳ ه.ق)

اگر $\beta = 1$ (یعنی در حالت تشدید) که در آن زمان بازه
در آنجا با هم برابر باشند $U(t)$
باز $\frac{0}{0}$ می شود (از آن عدد صورتی)

$$\lim_{\beta \rightarrow 1} U(t) = 0.5 \frac{P_0}{k} (\omega t \cos \omega t - \sin \omega t)$$

نقطه زمانی $U(t)$ به سمت بینهایت میل می کند که t به یک t بی نهایت میل کند.

توضیح

$$U(t) \rightarrow \infty \therefore t \rightarrow \infty$$

$$D \leq \frac{U(t)_{max}}{U_{st}} \leq \frac{U(t)_{max}}{\frac{P_0}{K}}$$
 ضریب بزرگنمایی
 دینامیک
 استاتیکی

if $U(0) = \dot{U}(0) = 0 \rightarrow U_{max}(t) \leq \frac{P_0}{K} \cdot \frac{1}{1 - \beta^2}$

$$D = \frac{1}{1 - \beta^2} \quad (\beta \rightarrow 1; D \rightarrow \infty)$$

معادله حرکت:

$$m\ddot{U} + C\dot{U} + KU = P_0 \sin \Omega t$$

$$U_p(t) = \frac{[(1 - \beta^2) \sin \Omega t - 2\beta \cos \Omega t]}{(1 - \beta)^2 + (2\beta)^2} \cdot \frac{P_0}{K}$$

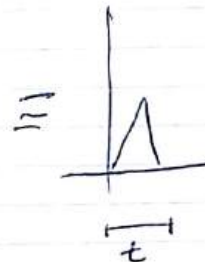
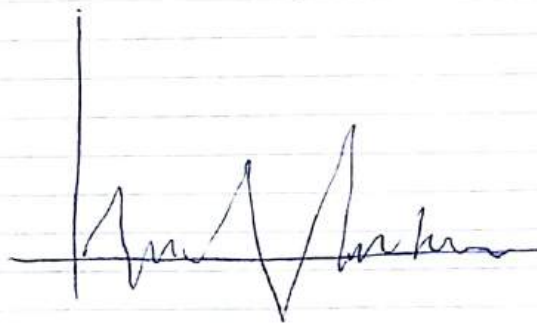
$$U_t \leq U_p(t) + U_h(t)$$

$$D \leq \frac{1}{\sqrt{(1 - \beta)^2 + (2\beta)^2}}$$

$$\beta \rightarrow 1 \rightarrow \lim_{\beta \rightarrow 1} D = \frac{1}{2\beta}$$

۸ تحلیل دینامیک دستگاه لرزان درجه آزاد تحت اثر نیروی اختلالی باقی‌مانده

۹ دستگاه شکری که با این پیرود ساز را بدست می‌آورند.



۱۱

۱۲

۱۳

۱۴

۱۵

۱۶

۱۷

۱۸

۱۹

۲۰

۲۱

۲۲

۲۳

۲۴

۲۵

۲۶

۲۷

۲۸

۲۹

۳۰

۳۱

۳۲

۳۳

۳۴

۳۵

۳۶

۳۷

۳۸

۳۹

۴۰

۴۱

۴۲

۴۳

۴۴

۴۵

۴۶

۴۷

۴۸

۴۹

۵۰

۵۱

۵۲

۵۳

۵۴

۵۵

۵۶

۵۷

۵۸

۵۹

۶۰

۶۱

۶۲

۶۳

۶۴

۶۵

۶۶

۶۷

۶۸

۶۹

۷۰

۷۱

۷۲

۷۳

۷۴

۷۵

۷۶

۷۷

۷۸

۷۹

۸۰

۸۱

۸۲

۸۳

۸۴

۸۵

۸۶

۸۷

۸۸

۸۹

۹۰

۹۱

۹۲

۹۳

۹۴

۹۵

۹۶

۹۷

۹۸

۹۹

۱۰۰

۱۰۱

۱۰۲

۱۰۳

۱۰۴

۱۰۵

۱۰۶

۱۰۷

۱۰۸

۱۰۹

۱۱۰

۱۱۱

۱۱۲

۱۱۳

۱۱۴

۱۱۵

۱۱۶

۱۱۷

۱۱۸

۱۱۹

۱۲۰

۱۲۱

۱۲۲

۱۲۳

۱۲۴

۱۲۵

۱۲۶

۱۲۷

۱۲۸

۱۲۹

۱۳۰

۱۳۱

۱۳۲

۱۳۳

۱۳۴

۱۳۵

۱۳۶

۱۳۷

۱۳۸

۱۳۹

۱۴۰

۱۴۱

۱۴۲

۱۴۳

۱۴۴

۱۴۵

۱۴۶

۱۴۷

۱۴۸

۱۴۹

۱۵۰

۱۵۱

۱۵۲

۱۵۳

۱۵۴

۱۵۵

۱۵۶

۱۵۷

۱۵۸

۱۵۹

۱۶۰

۱۶۱

۱۶۲

۱۶۳

۱۶۴

۱۶۵

۱۶۶

۱۶۷

۱۶۸

۱۶۹

۱۷۰

۱۷۱

۱۷۲

۱۷۳

۱۷۴

۱۷۵

۱۷۶

۱۷۷

۱۷۸

۱۷۹

۱۸۰

۱۸۱

۱۸۲

۱۸۳

۱۸۴

۱۸۵

۱۸۶

۱۸۷

۱۸۸

۱۸۹

۱۹۰

۱۹۱

۱۹۲

۱۹۳

۱۹۴

۱۹۵

۱۹۶

۱۹۷

۱۹۸

۱۹۹

۲۰۰

۲۰۱

۲۰۲

۲۰۳

۲۰۴

۲۰۵

۲۰۶

۲۰۷

۲۰۸

۲۰۹

۲۱۰

۲۱۱

۲۱۲

۲۱۳

۲۱۴

۲۱۵

۲۱۶

۲۱۷

۲۱۸

۲۱۹

۲۲۰

۲۲۱

۲۲۲

۲۲۳

۲۲۴

۲۲۵

۲۲۶

۲۲۷

۲۲۸

۲۲۹

۲۳۰

۲۳۱

۲۳۲

۲۳۳

۲۳۴

۲۳۵

۲۳۶

۲۳۷

۲۳۸

۲۳۹

۲۴۰

۲۴۱

۲۴۲

۲۴۳

۲۴۴

۲۴۵

۲۴۶

۲۴۷

۲۴۸

۲۴۹

۲۵۰

۲۵۱

۲۵۲

۲۵۳

۲۵۴

۲۵۵

۲۵۶

۲۵۷

۲۵۸

۲۵۹

۲۶۰

۲۶۱

۲۶۲

۲۶۳

۲۶۴

۲۶۵

۲۶۶

۲۶۷

۲۶۸

۲۶۹

۲۷۰

۲۷۱

۲۷۲

۲۷۳

۲۷۴

۲۷۵

۲۷۶

۲۷۷

۲۷۸

۲۷۹

۲۸۰

۲۸۱

۲۸۲

۲۸۳

۲۸۴

۲۸۵

۲۸۶

۲۸۷

۲۸۸

۲۸۹

۲۹۰

۲۹۱

۲۹۲

۲۹۳

۲۹۴

۲۹۵

۲۹۶

۲۹۷

۲۹۸

۲۹۹

۳۰۰

۳۰۱

۳۰۲

۳۰۳

۳۰۴

۳۰۵

۳۰۶

۳۰۷

۳۰۸

۳۰۹

۳۱۰

۳۱۱

۳۱۲

۳۱۳

۳۱۴

۳۱۵

۳۱۶

۳۱۷

۳۱۸

۳۱۹

۳۲۰

۳۲۱

۳۲۲

۳۲۳

۳۲۴

۳۲۵

۳۲۶

۳۲۷

۳۲۸

۳۲۹

۳۳۰

۳۳۱

۳۳۲

۳۳۳

۳۳۴

۳۳۵

۳۳۶

۳۳۷

۳۳۸

۳۳۹

۳۴۰

۳۴۱

۳۴۲

۳۴۳

۳۴۴

۳۴۵

۳۴۶

۳۴۷

۳۴۸

۳۴۹

۳۵۰

۳۵۱

۳۵۲

۳۵۳

۳۵۴

۳۵۵

۳۵۶

۳۵۷

۳۵۸

۳۵۹

۳۶۰

۳۶۱

۳۶۲

۳۶۳

۳۶۴

۳۶۵

۳۶۶

۳۶۷

۳۶۸

۳۶۹

۳۷۰

۳۷۱

۳۷۲

۳۷۳

۳۷۴

۳۷۵

۳۷۶

۳۷۷

۳۷۸

۳۷۹

۳۸۰

۳۸۱

۳۸۲

۳۸۳

۳۸۴

۳۸۵

۳۸۶

۳۸۷

۳۸۸

۳۸۹

۳۹۰

۳۹۱

۳۹۲

۳۹۳

۳۹۴

۳۹۵

۳۹۶

۳۹۷

۳۹۸

۳۹۹

۴۰۰

۴۰۱

۴۰۲

۴۰۳

۴۰۴

۴۰۵

۴۰۶

۴۰۷

۴۰۸

۴۰۹

۴۱۰

۴۱۱

۴۱۲

۴۱۳

۴۱۴

۴۱۵

۴۱۶

۴۱۷

۴۱۸

۴۱۹

۴۲۰

۴۲۱

۴۲۲

۴۲۳

۴۲۴

۴۲۵

۴۲۶

۴۲۷

۴۲۸

۴۲۹

۴۳۰

۴۳۱

۴۳۲

۴۳۳

۴۳۴

۴۳۵

۴۳۶

۴۳۷

۴۳۸

۴۳۹

۴۴۰

۴۴۱

۴۴۲

۴۴۳

۴۴۴

۴۴۵

۴۴۶

۴۴۷

۴۴۸

۴۴۹

۴۵۰

۴۵۱

۴۵۲

۴۵۳

۴۵۴

۴۵۵

۴۵۶

۴۵۷

۴۵۸

۴۵۹

۴۶۰

۴۶۱

۴۶۲

۴۶۳

۴۶۴

۴۶۵

۴۶۶

۴۶۷

۴۶۸

۴۶۹

۴۷۰

۴۷۱

۴۷۲

۴۷۳

۴۷۴

۴۷۵

۴۷۶

۴۷۷

۴۷۸

۴۷۹

۴۸۰

۴۸۱

۴۸۲

۴۸۳

۴۸۴

۴۸۵

۴۸۶

۴۸۷

۴۸۸

۴۸۹

۴۹۰

۴۹۱

۴۹۲

۴۹۳

۴۹۴

۴۹۵

۴۹۶

۴۹۷

۴۹۸

۴۹۹

۵۰۰

۵۰۱

۵۰۲

۵۰۳

۵۰۴

۵۰۵

۵۰۶

۵۰۷

۵۰۸

۵۰۹

۵۱۰

۵۱۱

۵۱۲

۵۱۳

۵۱۴

۵۱۵

۵۱۶

۵۱۷

۵۱۸

۵۱۹

۵۲۰

۵۲۱

۵۲۲

۵۲۳

۵۲۴

۵۲۵

۵۲۶

۵۲۷

۵۲۸

۵۲۹

۵۳۰

۵۳۱

۵۳۲

۵۳۳

۵۳۴

۵۳۵

۵۳۶

۵۳۷

۵۳۸

۵۳۹

۵۴۰

۵۴۱

۵۴۲

۵۴۳

۵۴۴

۵۴۵

۵۴۶

۵۴۷

۵۴۸

۵۴۹

۵۵۰

۵۵۱

۵۵۲

۵۵۳

۵۵۴

۵۵۵

۵۵۶

۵۵۷

۵۵۸

۵۵۹

۵۶۰

۵۶۱

۵۶۲

۵۶۳

۵۶۴

۵۶۵

۵۶۶

۵۶۷

۵۶۸

۵۶۹

۵۷۰

۵۷۱

۵۷۲

۵۷۳

۵۷۴

۵۷۵

۵۷۶

۵۷۷

۵۷۸

۵۷۹

۵۸۰

۵۸۱

۵۸۲

۵۸۳

۵۸۴

۵۸۵

۵۸۶

۵۸۷

۵۸۸

۵۸۹

۵۹۰

۵۹۱

۵۹۲

۵۹۳

۵۹۴

۵۹۵

۵۹۶

۵۹۷

۵۹۸

۵۹۹

۶۰۰

۶۰۱

۶۰۲

۶۰۳

۶۰۴

۶۰۵

۶۰۶

۶۰۷

۶۰۸

۶۰۹

۶۱۰

۶۱۱

۶۱۲

۶۱۳

۶۱۴

۶۱۵

۶۱۶

۶۱۷

۶۱۸

۶۱۹

۶۲۰

۶۲۱

۶۲۲

۶۲۳

۶۲۴

۶۲۵

۶۲۶

۶۲۷

۶۲۸

۶۲۹

۶۳۰

۶۳۱

۶۳۲

۶۳۳

۶۳۴

۶۳۵

۶۳۶

۶۳۷

۶۳۸

۶۳۹

۶۴۰

۶۴۱

۶۴۲

۶۴۳

۶۴۴

۶۴۵

۶۴۶

۶۴۷

۶۴۸

۶۴۹

۶۵۰

۶۵۱

۶۵۲

۶۵۳

۶۵۴

۶۵۵

۶۵۶

۶۵۷

۶۵۸

۶۵۹

۶۶۰

۶۶۱

۶۶۲

۶۶۳

۶۶۴

۶۶۵

۶۶۶

۶۶۷

۶۶۸

۶۶۹

۶۷۰

۶۷۱

۶۷۲

۶۷۳

۶۷۴

۶۷۵

۶۷۶

۶۷۷

۶۷۸

۶۷۹

۶۸۰

۶۸۱

۶۸۲

۶۸۳

۶۸۴

۶۸۵

۶۸۶

۶۸۷

۶۸۸

۶۸۹

۶۹۰

۶۹۱

۶۹۲

۶۹۳

۶۹۴

۶۹۵

۶۹۶

۶۹۷

۶۹۸

۶۹۹

۷۰۰

۷۰۱

۷۰۲

۷۰۳

۷۰۴

۷۰۵

۷۰۶

۷۰۷

۷۰۸

۷۰۹

۷۱۰

۷۱۱

۷۱۲

۷۱۳

۷۱۴

۷۱۵

۷۱۶

۷۱۷

۷۱۸

۷۱۹

۷۲۰

۷۲۱

۷۲۲

۷۲۳

۷۲۴

۷۲۵

۷۲۶

۷۲۷

۷۲۸

۷۲۹

۷۳۰

۷۳۱

۷۳۲

۷۳۳

۷۳۴

۷۳۵

۷۳۶

۷۳۷

۷۳۸

۷۳۹

۷۴۰

۷۴۱

۷۴۲

۷۴۳

۷۴۴

۷۴۵

۷۴۶

۷۴۷

۷۴۸

۷۴۹

۷۵۰

۷۵۱

۷۵۲

۷۵۳

۷۵۴

۷۵۵

۷۵۶

۷۵۷

۷۵۸

۷۵۹

۷۶۰

۷۶۱

۷۶۲

۷۶۳

۷۶۴

۷۶۵

۷۶۶

۷۶۷

۷۶۸

۷۶۹

۷۷۰

۷۷۱

۷۷۲

۷۷۳

۷۷۴

۷۷۵

۷۷۶

۷۷۷

۷۷۸

۷۷۹

۷۸۰

۷۸۱

۷۸۲

۷۸۳

۷۸۴

۷۸۵

۷۸۶

۷۸۷

۷۸۸

۷۸۹

۷۹۰

۷۹۱

۷۹۲

۷۹۳

۷۹۴

۷۹۵

۷۹۶

۷۹۷

۷۹۸

۷۹۹

۸۰۰

۸۰۱

۸۰۲

۸۰۳

۸۰۴

۸۰۵

۸۰۶

۸۰۷

۸۰۸

۸۰۹

۸۱۰

۸۱۱

۸۱۲

۸۱۳

۸۱۴

۸۱۵

۸۱۶

۸۱۷

۸۱۸

۸۱۹

۸۲۰

۸۲۱

۸۲۲

۸۲۳

۸۲۴

۸۲۵

۸۲۶

۸۲۷

۸۲۸

۸۲۹

۸۳۰

۸۳۱

۸۳۲

۸۳۳

۸۳۴

۸۳۵

۸۳۶

۸۳۷

۸۳۸

۸۳۹

۸۴۰

۸۴۱

۸۴۲

۸۴۳

۸۴۴

۸۴۵

۸۴۶

۸۴۷

۸۴۸

۸۴۹

۸۵۰

۸۵۱

۸۵۲

۸۵۳

۸۵۴

۸۵۵

۸۵۶

۸۵۷

۸۵۸

۸۵۹

۸۶۰

۸۶۱

۸۶۲

۸۶۳

۸۶۴

۸۶۵

۸۶۶

۸۶۷

۸۶۸

۸۶۹

۸۷۰

۸۷۱

۸۷۲

۸۷۳

۸۷۴

۸۷۵

۸۷۶

۸۷۷

۸۷۸

۸۷۹

۸۸۰

۸۸۱

۸۸۲

۸۸۳

۸۸۴

۸۸۵

۸۸۶

۸۸۷

۸۸۸

۸۸۹

۸۹۰

۸۹۱

۸۹۲

۸۹۳

۸۹۴

۸۹۵

۸۹۶

۸۹۷

۸۹۸

۸۹۹

۹۰۰

۹۰۱

۹۰۲

۹۰۳

۹۰۴

۹۰۵

۹۰۶

۹۰۷

۹۰۸

۹۰۹

۹۱۰

۹۱۱

۹۱۲

۹۱۳

۹۱۴

۹۱۵

۹۱۶

۹۱۷

۹۱۸

۹۱۹

۹۲۰

۹۲۱

۹۲۲

۹۲۳

۹۲۴

۹۲۵

۹۲۶

۹۲۷

۹۲۸

۹۲۹

۹۳۰

۹۳۱

۹۳۲

۹۳۳

۹۳۴

۹۳۵

۹۳۶

۹۳۷

۹۳۸

۹۳۹

۹۴۰

۹۴۱

۹۴۲

۹۴۳

۹۴۴

۹۴۵

۹۴۶

۹۴۷

۹۴۸

۹۴۹

۹۵۰

۹۵۱

۹۵۲

۹۵۳

۹۵۴

۹۵۵

۹۵۶

۹۵۷

۹۵۸

۹۵۹

۹۶۰

۹۶۱

۹۶۲

۹۶۳

۹۶۴

۹۶۵

۹۶۶

۹۶۷

۹۶۸

۹۶۹

۹۷۰

۹۷۱

۹۷۲

۹۷۳

۹۷۴

۹۷۵

۹۷۶

۹۷۷

۹۷۸

۹۷۹

۹۸۰

۹۸۱

۹۸۲

۸
$$u(t) = \frac{1}{m\omega} \left(\int_0^t p(t) dt \right) \sin \omega t$$
 نامیه

۱۱
$$u(t) = \frac{1}{m\omega_D} \left(\int_0^t p(t) dt \right) e^{-\zeta \omega t} \sin \omega_D t$$
 میله

۱۲
 ۱۳ * تحلیل دینامیک دستگاه اگر چند درجه آزادی داشته باشد:

۱۴
 ۱۵
$$m_i \ddot{u}_i + c_i \dot{u}_i + k_i u_i = p_i(t)$$

۱۶
$$F_I = [m_i] \ddot{u}_i = [m_i] \ddot{u}_i$$

 ۱۷ بردار ستون جابجایی

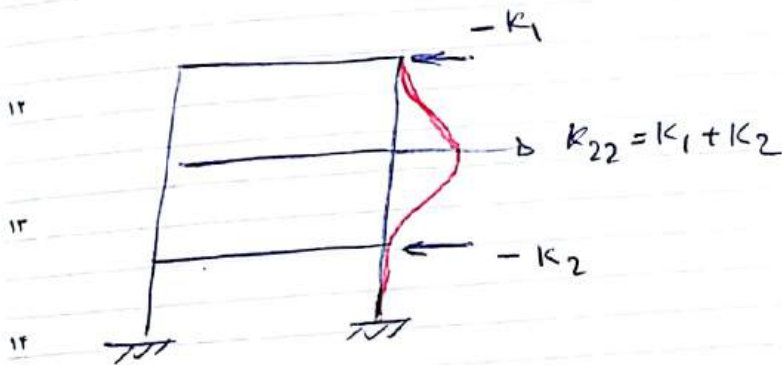
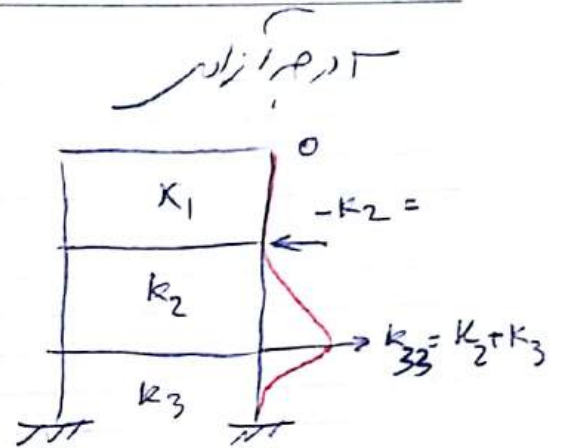
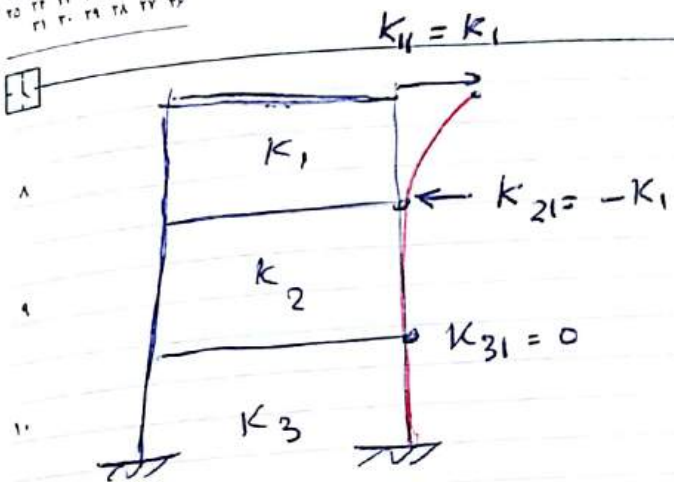
۱۸
$$\begin{bmatrix} m_1 & & & \\ & m_2 & & \\ & & m_3 & \\ & & & \ddots \\ & & & & m_n \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_1 \\ \ddot{u}_2 \\ \ddot{u}_3 \\ \vdots \\ \ddot{u}_n \end{Bmatrix}$$

$$n \times n$$

۱۹
$$F_S = [K_{ij}] \cdot \{u_i\} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & & & \\ \vdots & & & \\ k_{n1} & & & k_{nn} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{Bmatrix}$$

 ماتریس

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



$$\begin{bmatrix} k_1 & -k_1 & 0 \\ -k_1 & k_1 + k_2 & -k_2 \\ 0 & -k_2 & k_2 + k_3 \end{bmatrix}$$

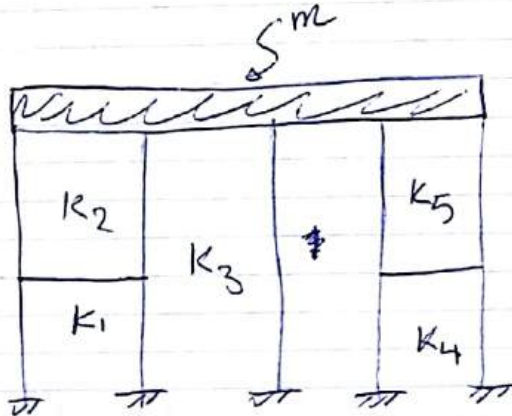
$$\{f_s\} = [k]\{u\}$$

$$\{f_D\} = [c]\{\dot{u}\}$$

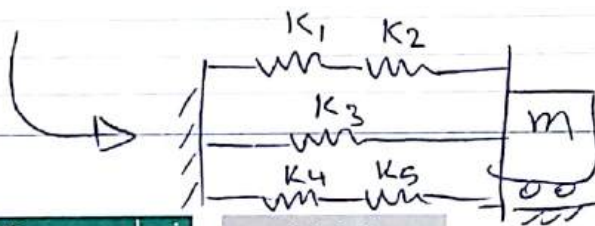
$$[c] = \alpha [k] + \beta [M]$$

مثال: سازه‌ای با جرم زیاد، متکثر در طبقه آخر خود، به صورت زیر

در نظر گرفته می‌شود. مطلوب است تعیین پریود ارتعاش آزاد سیستم.



"ستون‌ها با هم موازی اند (با یکدیگر موازی)"
"طبقه آخری هم سری اند"



$$K = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} + k_3 + \frac{k_4 k_5}{k_4 + k_5}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$W = 2000 \text{ kgf}$$

$$g = 9.81 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$$

$$k_1 = 1000 \text{ kg/cm}, k_2 = 800, k_3 = 500$$

$$k_4 = 900, k_5 = 600$$

$$K_{\text{کل}} = 1304.4 \text{ kg/cm}$$

$$m = \frac{W}{g} = 2.04$$

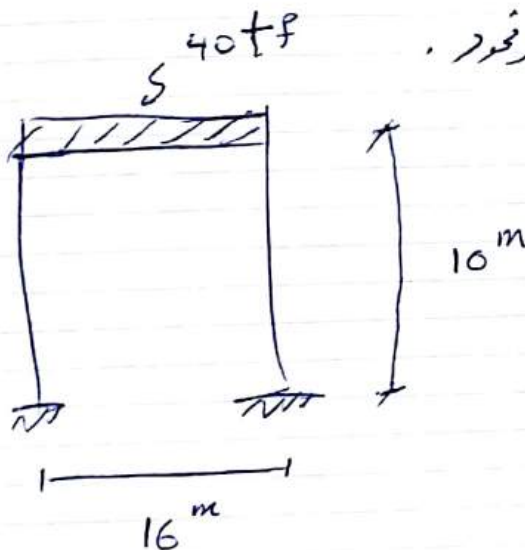
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2.04}{1304.4}} = 0.248 \text{ sec}$$

طلا

نفت

روز بزرگداشت ملاصدرا (صدر المتألهین) - ولادت حضرت امام حسین علیه السلام (۲۴ فروردین ۱۳۹۴)

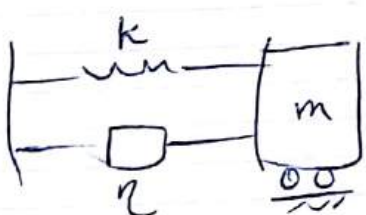
مثال: یک قاب فلزی تحت اثر یک غیر همگن اولیه زمین ۱.۵ cm و بدون سرعت اولیه ارتعاش آزادی کند. اگر در هر دو جهت سیستم ۷۴ باشد مطلوب است تعیین مشخصات حرکت قاب در هر دو جهت و وزن کل آن جواب ۲۰ تن و مشخصات در سقف آن باشد. به طور کلی بتوان از وزن خود قاب صرف نظر نمود.



$$I_{col} = 74906 \text{ cm}^4$$

$$\eta = 0.04, g = 981 \text{ cm/s}^2$$

$$m = \frac{W}{g} = \frac{40 \times 10^3}{981} = 40.8 \text{ kg/cm}$$



$$k = \frac{12EI}{h^3} = \frac{12 \times 2.1 \times 10^6 \times 74906 \times 2}{(100 \times 10)^3} = 3780 \text{ kg/cm}$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{3780}{40.8}} = 9.61 \text{ 1/s}$$

$$\omega_D = \omega_n \sqrt{1 - \eta^2} = 9.61 \sqrt{1 - (0.04)^2}$$

$$\omega_D = 9.6 \text{ r/s}$$

$$U(t) = e^{-\eta \omega t} \left(\frac{\dot{U}_0 + \eta \omega \ddot{U}_0}{\omega_D} \sin \omega_D t + U_0 \cos \omega_D t \right)$$

$$\eta = 0.04, \omega = 9.61, U_0 = 1.5 \text{ cm}, \dot{U}_0 = 0, \omega_D = 9.6 \text{ r/s}$$

$$U(t) = e^{-0.04(9.6)t} \left(\frac{0.04 + 9.61 \times 1.5}{9.6} \sin 9.6t + 1.5 \cos 9.6t \right)$$

$$U(t) = e^{-0.384t} (0.06 \sin 9.6t + 1.5 \cos 9.6t)$$

مثال: سازه زیرمحل بارشده در زمین کل $9.1 \times 10^6 \text{ kg}$

مکعبی بر ۲ ستون فلزی استاتی هانی چارستون به میزان $4.4 \times 10^5 \text{ kg}$

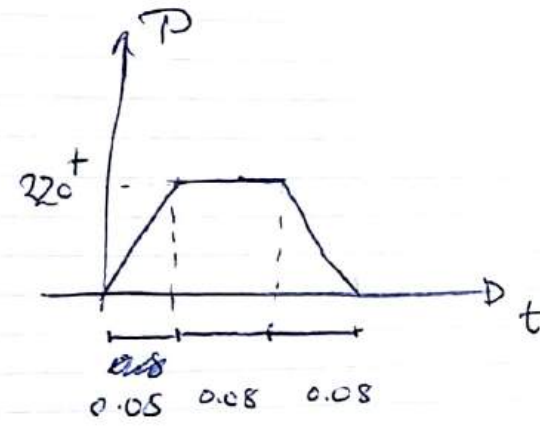
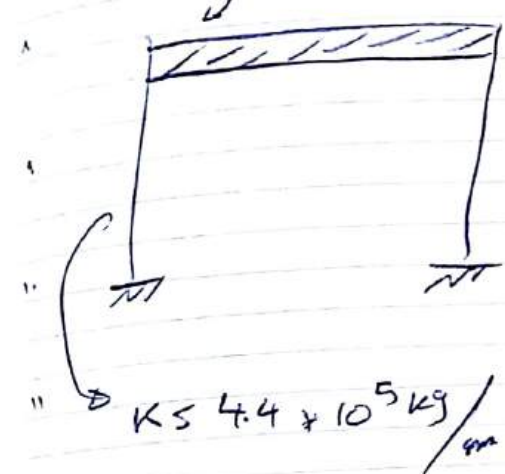
باشد. از چارستون کمره فشرده است. در ۱۲ متر خود

بردارانند. قاع بار جانبی داده به سازه طبق شکل زیر

می باشد. با استفاده از آنالیز دینامیک پاسخ تغییر مکان

و حاصل

سازدایر ب سازه از زمان می سوزی س



$$U(t) = \frac{1}{mw} \left(\int_0^t P(t) dt \right) \sin wt$$

$$K = 2 \times 4.4 \times 10^5 = 8.8 \times 10^5 \text{ kg/m}$$

$$m = \frac{w}{g} = \frac{9.1 \times 10^6}{10} = 9.1 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi \sqrt{\frac{9.1 \times 10^5}{8.8 \times 10^5}} = 2.02 \text{ sec}$$

استد از اندال در حال ت بل قبول است

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2.02} = 3.11 \text{ /sec}$$

$$\int_0^t P(t) dt = 3.52 \times 10^4 \text{ kg.s}$$

روز مقاومت و پایداری - روز خنول

ساعت زینتی

$$U(t) = \frac{1}{9.1 \times 10^5 \times 3.11} (3.52 \times 10^4) \sin 3.11 t$$

$$U(t) = 0.0124 \sin 3.11 t$$

معماری

آنالیز ماسال

$$[M]\{\ddot{U}\} + [K]\{U\} = \{0\}$$

$$\{U\} = \{\phi\} \sin \omega t$$

$$\{\ddot{U}\} = -\omega^2 \{\phi\} \sin \omega t$$

$$-\omega^2 [M]\{\phi\} \sin \omega t + [K]\{\phi\} \sin \omega t = \{0\}$$

$$\sin \omega t \neq 0$$

$$[K]\{\phi\} - \omega^2 [M]\{\phi\} = \{0\}$$

$$[K - \omega^2 M]\{\phi\} = \{0\}$$

نفره تواند صفر باشد $\{\phi\} \neq 0$

$$[K - \omega^2 M] = 0$$

بزرگترین این جمله صفر شود یا باید تمام درجه‌های صفر باشد یا در مینان
آن صفر شود — باید در مینان صفر شود چون نمی‌تواند تمام درجه‌ها صفر شود

$$\det[K - \omega_i^2 M] = 0$$

تعداد درجات آزادی در این در مینان ω به دست می‌دهد.

n درجه آزادی — $\omega_1 < \omega_2 < \omega_3 < \dots < \omega_n$

مودها را باید فرکانس را به ترتیب صعودی نامگذاری کنیم.

$$\omega = \begin{cases} 3.6 \rightarrow \omega_1 \\ 4.9 \rightarrow \omega_2 \\ 5.8 \rightarrow \omega_3 \end{cases}$$

$$\omega_1 \rightarrow [K - \omega_1^2 M] \{\phi\} = 0 \rightarrow \phi_1$$

$\omega_2 \rightarrow \phi_2$ eigen value
eigen vector

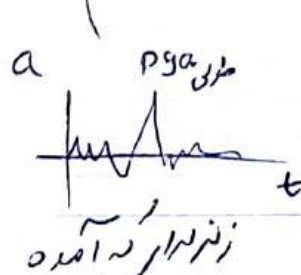
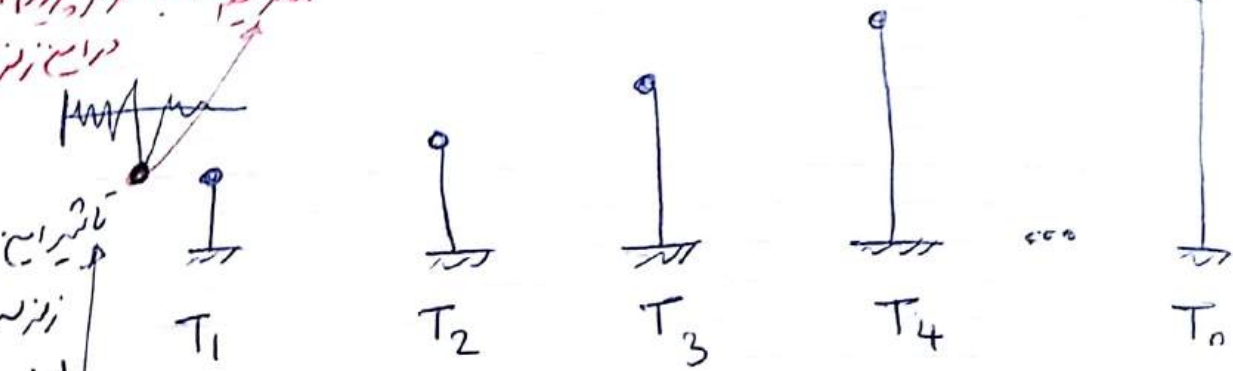
هر مقدار پیرامون صفر کم‌تر باشد سهم مود اول بالاتر رود.

بیشتر سهم مود دوم بالاتر بالاتر می‌رود.

نمودهای شکستگی که در پیرامون بالا استفاده می‌کنیم برای تأثیر دادن مودهای بالاتر
در روش استاتیکی است. روش استاتیکی فقط مود اول را محاسبه می‌کند
برای تأثیر مودهای بالاتر از پیرامون شکستگی در روش استاتیکی استفاده می‌کنیم

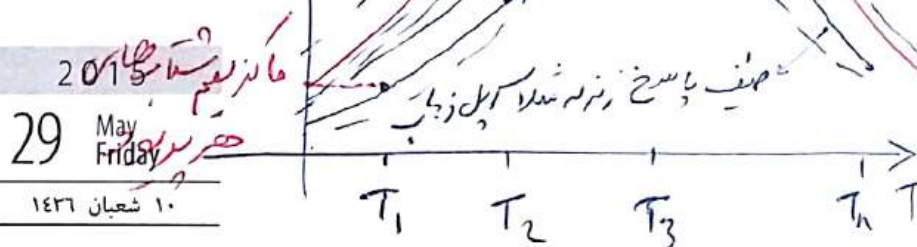
برای هر سازه خاص موجود حتی برج العرب در ابتدا از روش استاندارد استفاده می شود. چرا؟

مکانیزم شتاب در اثر نیروی T
درایع زلزله
تأثیر این زلزله بر
این نیرو



S_a طیف شتاب

زلزله دارنده آمده



برای مثال هزار زلزله طیف شتاب - پیروی رسم می کنیم. یک طیف شتاب

از همه نمودارها به ارزش می کنیم. آن طیف شتاب، طیف شتاب زلزله های ایران

می شود (یا تهران)

$$S_d = \frac{S_v}{\omega} = \frac{S_a}{\omega^2}$$

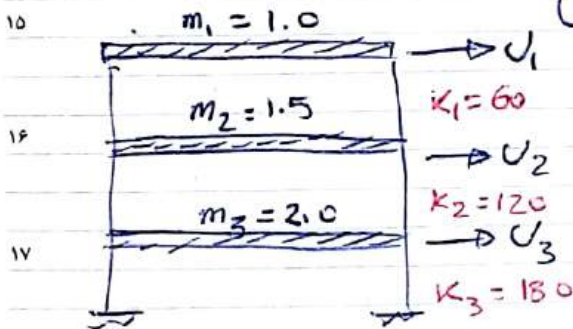
طیف شتاب
مقدار
طیف
تغییر مکان

رابطه بین طیف های مختلف

مثال: ساختمان سه طبقه شکل مقابل را با مشخصات دینا بکین
مفروضه در نظر بگیرید. اهراسی سازه تحت تأثیر زمین لرزه فرضی با
فشار ثابت برشیم شده درخودار پیوست قرار گرفته باشد
پایخ

مقدار است:

۱۲ این تعیین می‌شود که در این روش در شکل مورد بررسی
۱۳ ب. بهینه‌ترین روش محتمل پایه با استفاده از روش ابر جمع مطلق
۱۴ پایخ (ABS) در روش مذبذب مربعیات (RSS)



۱۵
۱۶
۱۷
۱۸

$$[M] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1.5 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

۱۹

$$[K] = \begin{bmatrix} k_1 & -k_1 & 0 \\ -k_1 & k_1 + k_2 & -k_2 \\ 0 & -k_2 & k_2 + k_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 60 & -60 & 0 \\ -60 & 180 & -120 \\ 0 & -120 & 300 \end{bmatrix}$$

۲۰

ولادت حضرت علی اکبر علیه السلام (۳۳ هـ ق) و روز جوان

$$\det [K - \omega_i^2 M] = 0$$

$$\det \begin{bmatrix} 60 - \omega_i^2 & -60 & 0 \\ -60 & 180 - 1.5\omega_i^2 & -120 \\ 0 & -120 & 300 - 2\omega_i^2 \end{bmatrix} = 0$$

$$-3\omega_i^6 + 990\omega_i^4 - 81000\omega_i^2 + 1296000 = 0$$

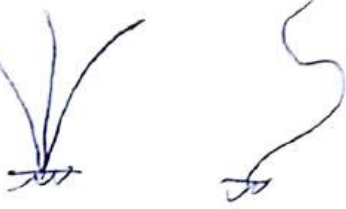
$$\omega_1 = 4.59 \text{ r/s}, \quad T = 1.37 \text{ sec}$$

$$\omega_2 = 9.82 \text{ r/s}, \quad T = 0.64 \text{ sec}$$

$$\omega_3 = 14.58 \text{ r/s}, \quad T = 0.43 \text{ sec}$$

$$(K - \omega_i^2 M) \{\phi\} = 0$$

$$\begin{bmatrix} 60 - (4.59)^2 & -60 & 0 \\ -60 & 180 - 1.5(4.59)^2 & -120 \\ 0 & -120 & 300 - 2(4.59)^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_{11} \\ \phi_{21} \\ \phi_{31} \end{Bmatrix} = 0$$



۱

$$38.93 \phi_{11} - 60 \phi_{21} = 0$$

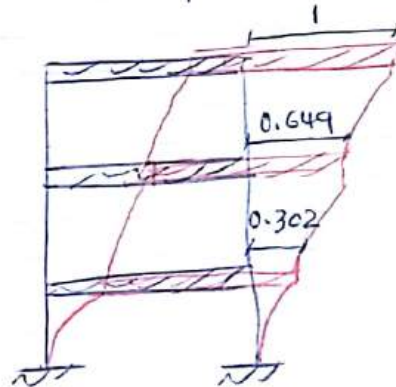
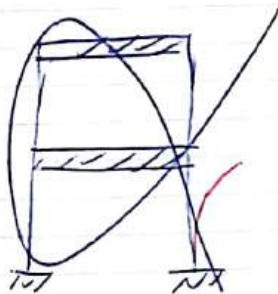
$$-60 \phi_{11} + 148.39 \phi_{21} - 120 \phi_{31} = 0$$

$$-120 \phi_{21} + 257.86 \phi_{31} = 0$$

حسب فرض می‌کنیم $\phi_{11} = 1$ و در نهایت ϕ_{21} و ϕ_{31} را بدست می‌آوریم
عین فرض می‌کنیم ϕ ها مستقل داشته باشیم و نسبت به همدیگر می‌توانیم
بر دست می‌آوریم.

$$\phi_{11} = 1 \rightarrow \begin{cases} \phi_{21} = 0.649 \\ \phi_{31} = 0.302 \end{cases}$$

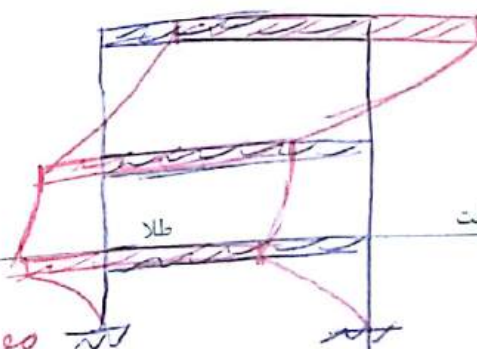
$$\rightarrow \phi_1 = \begin{cases} 1 \\ 0.649 \\ 0.302 \end{cases} \quad \omega = 4.59$$



مقدار ۱ : هر جرم ها در یک طرفند

۱

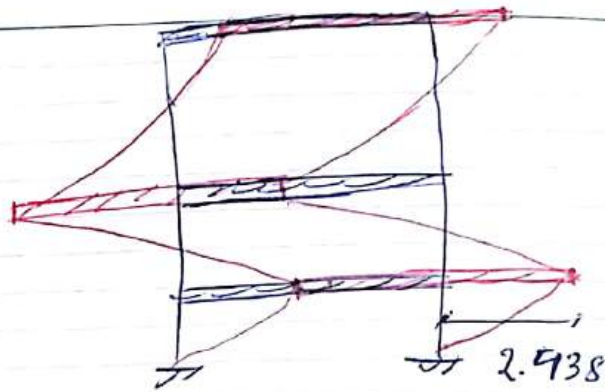
$$\phi_2 = \begin{cases} 1 \\ -0.606 \\ -0.679 \end{cases} \quad \omega_2 = 9.82$$



۲:۰۰ صبح

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱

$$\phi_3 = \begin{Bmatrix} 1 \\ -2.541 \\ 2.438 \end{Bmatrix}$$

 ω_3 

(مرد)

$$M_i = \{\phi_i\}^T [M] \{\phi_i\}$$

$$M_1 = \{\phi_1\}^T [M] \{\phi_1\} =$$

$$(1, 0.649, 0.302) \begin{bmatrix} 1 & & \\ & 1.5 & \\ & & 2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.649 \\ 0.302 \end{Bmatrix} = 1.8142$$

$$M_2 = \{\phi_2\}^T [M] \{\phi_2\} = 2.4729$$

$$M_3 = \{\phi_3\}^T [M] \{\phi_3\} = 22.5727$$

$$\{r\} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \end{Bmatrix}$$

محاسبه ضریب زلزله

$\{r\}$ بردار ثابت
که بردار واحد است

$$\gamma_j = \frac{\{\phi_j\}^T [M] \{r\}}{\{\phi_j\}^T [M] \{\phi_j\}}$$

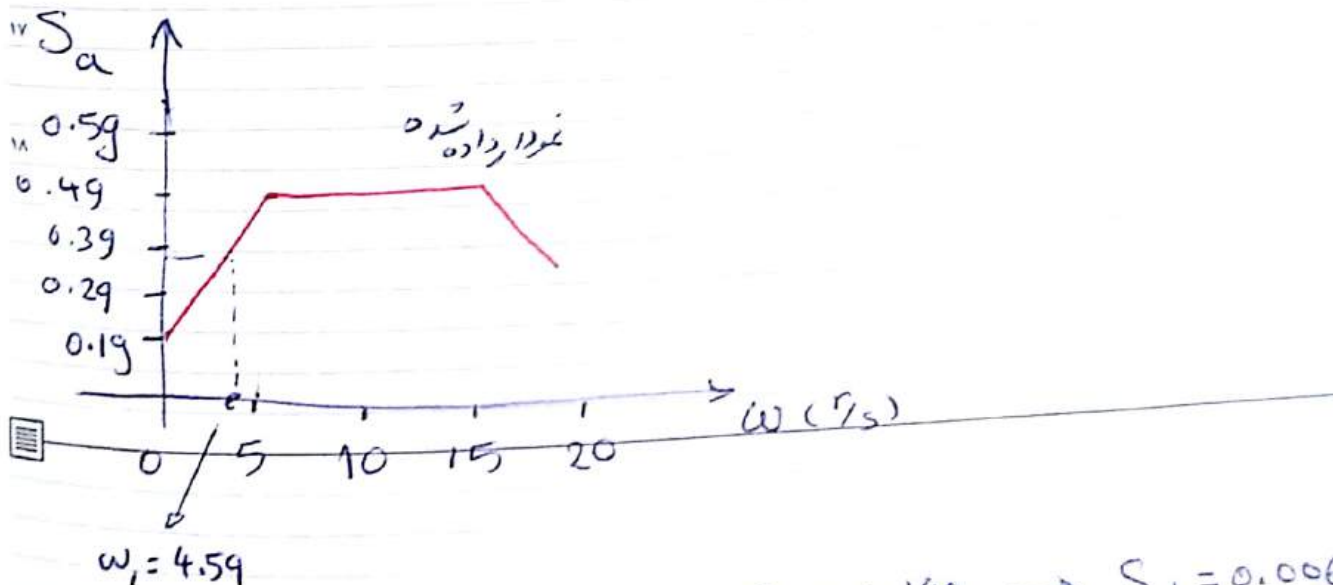
$$\gamma_1 = \frac{\{\phi_1\}^T [M] \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \end{Bmatrix}}{M_1} = \frac{2.5775}{1.8142} = 1.4207$$

$$\gamma_2 = -0.5123$$

$$\gamma_3 = 0.09146$$

با کنترل اعداد :

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j = 1$$



$$\omega_1 = 4.59 \rightarrow S_a = 0.49g \rightarrow S_d = 0.0066g$$

$$\omega_2 = 9.82 \rightarrow S_a = 0.27g \rightarrow S_d =$$

$$\omega_3 = 14.58 \rightarrow S_a = 0.38g \rightarrow S_d =$$

مسئله پاسخ

$$([K]\{\phi_i\})^T \{r\} = \{f_i\}$$

$$f_1 = ([K]\{\phi_1\})^T \{1\} = 54.36$$

$$f_2 = ([K]\{\phi_2\})^T = -112.2, \quad f_3 = 438.8$$

رحلت حضرت امام خمینی (رحمة الله علیه) رهبر کبیر انقلاب و بنیانگذار جمهوری اسلامی ایران (۱۳۶۸ هـ ش) - انتخاب حضرت آیتالله امام خامنه‌ای به رهبری (۱۳۶۸ هـ ش) (تعطیل)

$$([K]\{\phi_i\})^T \{r\} = \{f_i\}$$

$$([K]\{\phi_i\})^T \{r\} = \{f_i\}$$

$$([K]\{\phi_i\})^T \{r\} = \{f_i\}$$

موضوع

$$R = \sum_{i=1}^n |R_i| = \sum_{i=1}^3 |f_i x_i s_{d_i}|$$

$$R = |54.36 * 1.4207 * 0.00669| + |-122.2 * -0.5123 + 0.00289|$$

$$+ | 438.8 \times 0.09146 \times 0.0018 \text{ g} | =$$

$$R = 0.5097 \text{ g} + 0.1752 \text{ g} + 0.0722 \text{ g} = 0.757 \text{ g}$$

مورد ۱

۲۰۰۰

سهم مرد

$$\rightarrow P_R = 0.757g \times \frac{386}{g} \times 0.5 = 146 \text{ ton}$$

تبدیل kips به ton

طریقہ روش SRSS : (جمع ہندسی)

$$R = \sqrt{\sum_{i=1}^3 R_i^2} \quad \text{and} \quad \sqrt{\sum_{i=1}^3 (f_i \sigma_i s_{di})^2}$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{(0.5097g)^2 + (0.1753g)^2 + (0.0722g)^2} = 0.544g$$

$$R = 0.544g \times \frac{386}{g} \times 0.5 = 105 \text{ Ton}$$

جمع وزن از روش SRSS استفاده می شود.