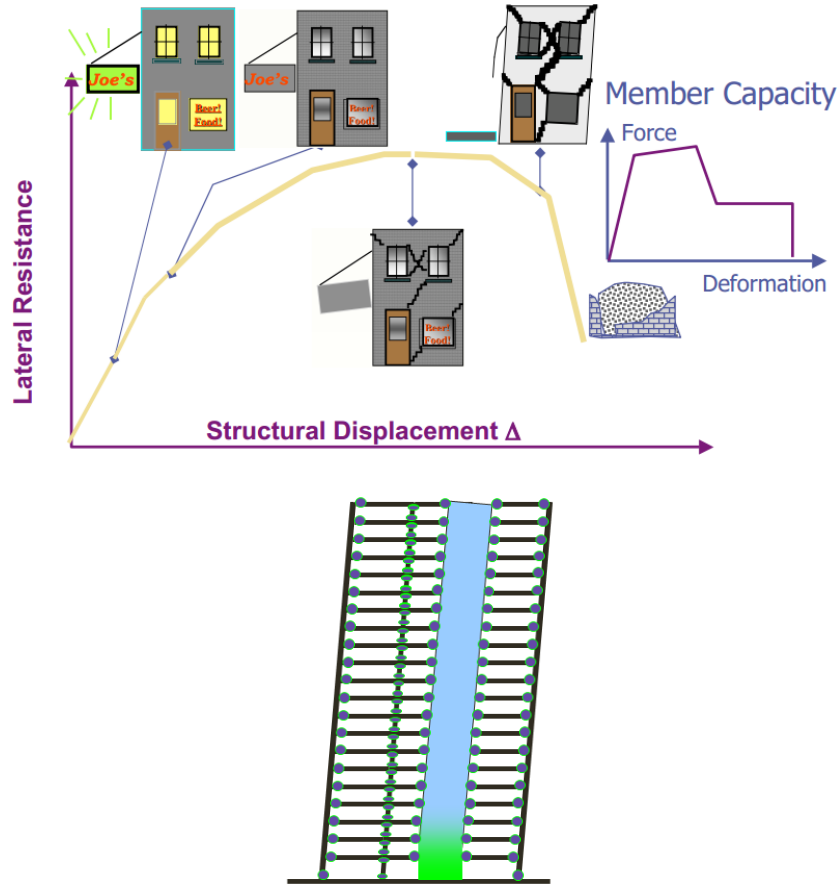


سرفصل‌های دوره طراحی عملکردی و بهسازی لرزه‌ای با نرم‌افزار SAP2000

مدت زمان دوره: ۱۱۲ ساعت



برگزار کننده: موسسه آموزشی CIVIL808

مدرس: جواد قدرتی – کارشناس ارشد زلزله از دانشگاه صنعتی شریف

(این دوره پیش‌نیازی برای فارغ التحصیلان رشته عمران ندارد)

یک دوره طراحی عملکردی و تحلیل غیرخطی زمانی به صورت جامع و کامل خواهد بود که در آن مدرس دوره علاوه بر ارائه مفاهیم مربوط به تحلیل‌های غیرخطی، با داشتن تسلط به مفاهیم و اصول زیر در انتقال آنها به دانش پژوهان کوشا باشد:

۱- اصول اساسی مکانیک جامدات (استاتیک، مقاومت مصالح و تحلیل سازه)

۲- مفاهیم اساسی در طراحی سازه‌های بتنی و فولادی

۳- اصول و مبانی مهندسی زلزله

۴- اصول و مبانی دینامیک سازه

۵- اصول و مبانی طراحی لرزه‌ای (فصل ۲۳ از مبحث نهم مقررات ملی - فصل ۳ از مبحث دهم مقررات ملی)

به قطع عدم تسلط کامل یک مدرس به این مطالب (طراحی اولیه سازه‌های بتنی و فولادی) هدف دوره‌های آموزشی طراحی عملکردی را با مشکل اساسی روبه‌رو خواهد کرد.

مدرس این دوره با تجربه تدریس ۲ ساله و اندوخته‌های علمی خود از دانشگاه صنعتی شریف در کلاس‌های طراحی لرزه‌ای و طراحی عملکردی (پروفسور حسن مقدم)، طراحی پیشرفته سازه‌های بتنی (پروفسور علیرضا خالو) و طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی به روش LRFD (پروفسور شروین ملکی) قصد دارد تا علم روز دنیا را با بیانی کاملاً مفهومی و کاربردی در اختیار دانش پژوهان قرار دهد. امید است این دوره جامع گامی بلند به سوی پیشرفت و ترقی کشورمان در زمینه‌های مهندسی و تحقیقاتی باشد.

انواع تحلیل‌هایی که در این دوره بررسی می‌شود:

- انواع روش‌های طراحی
- مبانی و تئوری‌های اولیه
- انواع روش‌های تحلیل سازه
- تحلیل استاتیکی معادل
- تحلیل دینامیکی طیفی
- تحلیل استاتیکی غیرخطی (پوش آور)
- تحلیل تاریخچه زمانی

سرفصل‌های دوره

- انواع روش‌های طراحی

- طراحی به روش تنش مجاز
- طراحی به روش حالات حدی (ضرائب بار و مقاومت)
- طراحی براساس عملکرد
- طراحی براساس عملکرد
- فلسفه و لزوم طراحی لرزه‌ای براساس عملکرد
- بررسی نگرش آئین‌نامه‌های لرزه‌ای موجود به روش طراحی براساس عملکرد
- معرفی آئین‌نامه‌های لرزه‌ای و بهسازی داخل کشور و خارج از کشور

- مبانی و تئوری‌های اولیه

- انواع تلاش‌ها به لحاظ رفتاری
- اجزای سازه‌ای اصلی و غیراصلی
- سطوح عملکرد در سطح المان و سازه
- انواع سطوح خطر لرزه‌ای
- انواع مقاومت مصالح

- انواع روش‌های تحلیل سازه‌ها

- تحلیل استاتیکی خطی
- رفتار خطی
- رفتار استاتیکی و دینامیکی - آنالیز استاتیکی و دینامیکی - بارگذاری استاتیکی و دینامیکی
- تحلیل استاتیکی معادل در ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰
- تحلیل دینامیکی طیفی
- اثرات خاک بر تحریک شتاب دار پی

- پارامترهای موثر بر سرعت موج برشی خاک و پرید خاک
- فیلتراسیون خاک- اثرات میرایی خاک بر سازه
- تشدید یا رزونانس-تداخل سازنده و مخرب
- تفسیر مفهومی شکل طیف استاندارد ۲۸۰۰ و اثرات خاک بر آن
- معرفی رکورد شتاب زلزله و انواع پیک در آن
- نحوه دریافت انواع رکورد شتاب زلزله از سایت PEER
- معرفی نرم افزار Seismosignal و بررسی کاربردهای مربوطه
- ترسیم سری‌های زمانی شتاب، سرعت و جابجایی
- ترسیم طیف‌های پاسخ شتاب، سرعت و جابجایی به همراه تفاسیر مربوطه در رابطه با شکل طیف‌ها
- معرفی زلزله‌های حوزه نزدیک و دور
- مشخصات زلزله‌های حوزه نزدیک و تفاوت آنها با حوزه دور
- اثرات FlingStep , ForwardDirectivity در حوزه نزدیک
- نحوه تشخیص رکوردهای حوزه نزدیک از روی رکوردهای مربوطه
- به دست آوردن طیف‌های شتاب، شبه شتاب، سرعت، شبه سرعت و جابجایی و اثرات سایت و حوزه نزدیک و دور بر آنها
- روش‌های مقیاس رکوردهای زلزله براساس استانداردهای موجود در حوزه نزدیک و حوزه دور
- نحوه به دست آوردن طیف استاندارد ۲۸۰۰
- آنالیز مودال و به دست آوردن مودهای سازه
- درصد مشارکت جرمی و جرم موثر مودی
- معرفی روش تحلیل دینامیکی طیفی در ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰
- تحلیل دینامیکی طیفی در نرم افزار SAP2000
- تحلیل استاتیکی غیرخطی (پوش آور)

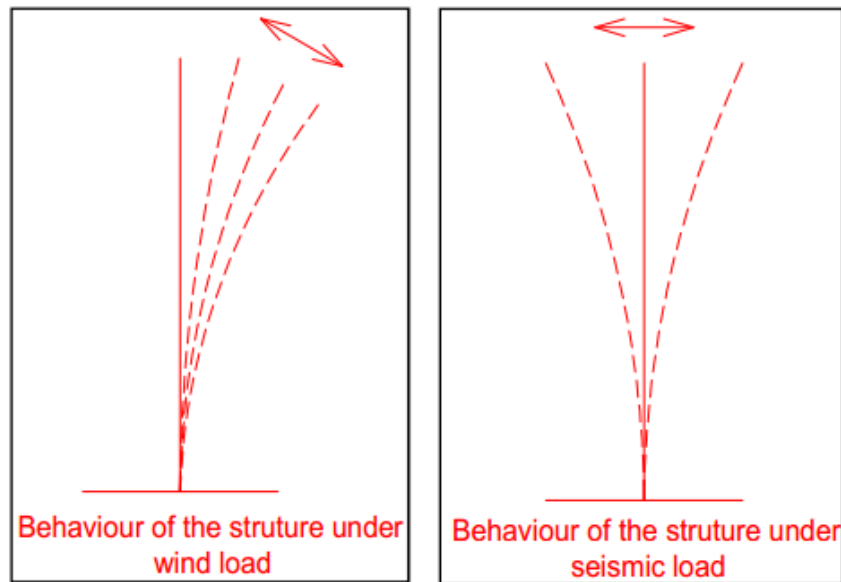
- معرفی تحلیل استاتیکی غیرخطی (پوش آور) به صورت مفهومی با مثال عددی و بررسی مزایا و معایب این تحلیل
- محاسبه جابجایی هدف از روش ضرائب (نشریه ۳۶۰)
- مقایسه روش ضرائب در FEMA356 , ASCE41-13 (فرمول ارائه شده در نشریه ۳۶۰ ویرایش سال ۸۵ و ۹۲)
- بررسی نواقص و ایرادات موجود در فرمول ASCE41-13
- بررسی روابط جدید ارائه شده در ادبیات فنی من جمله FEMA
- نقطه کنترل
- تعریف حالات بار ثقلی و جانبی
- نحوه اعمال پیچش تصادفی در نرم افزار به همراه نمونه مثال عددی کامل
- انواع روش های غیرخطی کردن مصالح
- روش المان محدود غیرخطی
- روش المان فایبری (به صورت جامع و کامل با استفاده از نرم افزارهای MATLAB, XTRACT)
- مبانی و تئوری
- انواع رفتار تنش- کرنش مصالح
- رفتار بتن محصور و غیرمحصور
- رفتار فولادهای فشاری و کششی
- رفتار فولادهای محصور کننده
- معرفی نمودار ممان انحنا و نحوه به دست آوردن آن با استفاده از نرم افزار XTRACT و MATLAB
- تغییرشکل های خمشی
- تغییرشکل های برشی
- تغییرشکل های ناشی از لغزش آرماتورهای طولی

- محاسبه نمودار بار-جابجایی از طریق نمودار ممان-انحنا و سایر تغییرشکل‌های مربوطه
- معرفی انواع شکست در سطح سازه‌ای و در سطح المان(سازه‌های بتن‌آرمه)
- شکست ترد و شکست نرم (Rubture&Fracture) و نحوه اثرات هر کدام بر رفتار کلی سازه
- انواع شکست در تیرهای بتن‌آرمه
- شکست خمشی
- شکست برشی
- شکست برشی-خمشی
- انواع شکست در ستون‌های بتن‌آرمه
- شکست خمشی
- تعریف شکل‌پذیری و اثرات آن در شکست
- شکست به دلیل عقب‌گرد تار خنثی و عبور آن از مرکز سطح مقطع
- شکست به دلیل گسیختگی آرماتورهای طولی کششی
- شکست مطلوب در طراحی لرزه‌ای
- از دست دادن مقاومت جانبی (و یا ناپایداری جانبی)
- از دست دادن مقاومت محوری (و یا ناپایداری ثقلی)
- شکست برشی-خمشی
- از دست دادن مقاومت جانبی (و یا ناپایداری جانبی)
- از دست دادن مقاومت ثقلی (و یا ناپایداری جانبی)
- تئوری ارائه شده توسط Elwood
- شکست برشی
- روش مفصل پلاستیک
- مفاصل پلاستیک در سازه‌های بتنی

- مفصل تیر
- مفصل ستون
- بررسی تغییرات صورت گرفته در نشریه نسبت به ویرایش قبلی
- مفصل دیوار برشی به روش ستون معادل
- مفاصل پلاستیک در سازه‌های فولادی
- مفصل تیر در قاب خمشی
- مفصل ستون در قاب خمشی
- مفصل انواع مهاربندی (ضربدری، شورون و EBF)
- آنالیز و سعی و خطا در به دست آوردن جابجایی هدف
- شرح انواع روش‌های مربوط به رفع مشکلات مربوط به عدم همگرایی
- شرح کامل نتایج و تفسیر هر کدام
- شرح اعمال ۱۰۰-۳۰ در پوش‌آور و تفسیر ضوابط مربوطه
- ارائه انواع روش‌های بهسازی با ژاکت فولادی و بتنی
- ارائه روش‌های بهسازی با مهاربندهای فولادی و دیوار برشی
- تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی
- شرح تحلیل تاریخچه زمانی و بررسی مزایا و معایب این تحلیل
- تعریف توابع (Function) لازم و حالات بار (LoadCase) مربوط به آنالیز تاریخچه زمانی
- نحوه اعمال پیچش تصادفی در تحلیل تاریخچه زمانی
- اعمال بند ۱۰۰-۳۰ در تحلیل تاریخچه زمانی مطابق با ضوابط آئین‌نامه‌ای
- شرح کامل خروجی‌ها و تفسیر نتایج مربوط به تحلیل تاریخچه زمانی

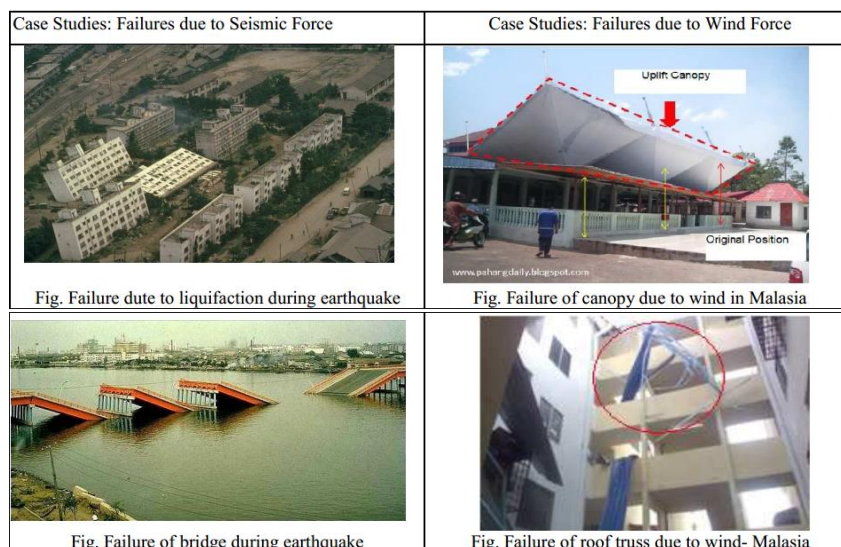
برای ارائه دید بهتر به کاربران محترم برخی از مباحث و سوالات مهمی که در این دوره به آنها پرداخته خواهد شد خدمتتان ارائه می‌شود:

۱- تفاوت ماهیتی نیروی زلزله و باد در چیست؟ چرا بایستی سازه برای نیروی باد حتما به صورت مقاومتی طرح شود ولی برای طراحی سازه در برابر نیروی زلزله اجباری به این طراحی نیست؟



۲- آیا این تفاوت ماهیتی صرفا به رفت و برگشتی بودن زلزله برمی‌گردد؟

۳- مدهای خرابی ناشی از بار جانبی باد و زلزله چه تفاوتی باهم دارند؟



- ۴- با وجود این تفاوت‌ها روش‌های طراحی برای این دو نوع بار جانبی چگونه خواهد بود؟
- ۵- روش طراحی براساس مقاومت و تغییرشکل چه تفاوتی با هم دارند؟
- ۶- نیروی پایستار و ناپایستار چیست؟
- ۷- شکل‌پذیری چیست؟ و چه ارتباطی با زلزله و باد دارد؟
- ۸- شکل‌پذیری و نیروی ناپایستار از دید آئین‌نامه‌های داخلی و خارجی چگونه است؟
- ۹- ضریب اطمینانی که در روش طراحی براساس مقاومت وجود دارد چه جایگاهی در روش طراحی براساس تغییرشکل دارد؟
- ۱۰- انواع تحلیل‌های موجود چه تحلیل‌هایی هستند؟
- ۱۱- رفتار خطی در ریاضیات به چه نوع رفتاری می‌گویند؟
- ۱۲- رفتار خطی در مهندسی زلزله به چه نوع رفتاری می‌گویند؟
- ۱۳- صرفاً به هر معادله‌ای که دارای معادله خطی باشد رفتار خطی می‌گویند؟
- ۱۴- رفتار استاتیکی و دینامیکی در مهندسی زلزله چگونه است؟
- ۱۵- بارگذاری استاتیکی و دینامیکی در مهندسی زلزله چگونه است؟
- ۱۶- آنالیز استاتیکی و دینامیکی در مهندسی زلزله چگونه است؟
- ۱۷- اصول اولیه و مفاهیم اساسی در تحلیل استاتیکی معادل در ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ را شرح دهید؟
- ۱۸- شتاب مبنای طرح مطابق شکل زیر شتاب کدام یک از بخش‌های مشخص شده است؟

تحلیل استاتیکی خطی (تحلیل استاتیکی معادل) A: نسبت شتاب مبنای طرح

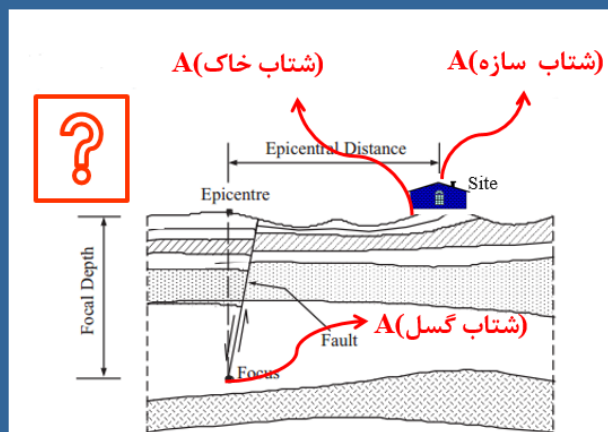
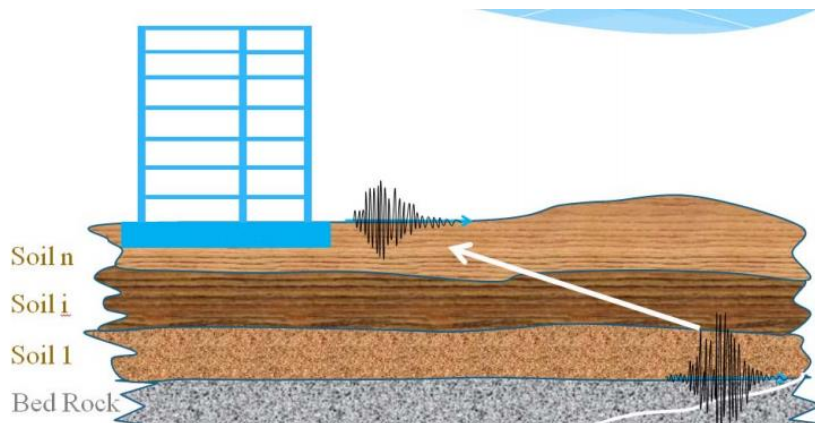
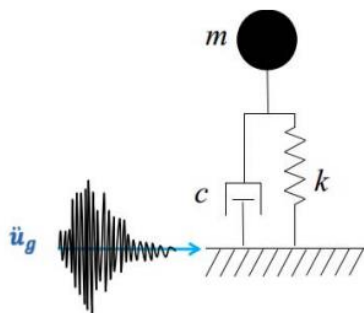


Figure 1.8 Definition of source parameters

- ۱۹- ضریب بازتاب چیست و چرا در شتاب مبنای طرح ضرب می‌شود؟
- ۲۰- شکل پذیری و ضریب رفتار چه ارتباطی باهم دارند؟
- ۲۱- با افزایش ارتفاع سازه شکل پذیری و ضریب رفتار چگونه تغییر خواهند کرد؟
- ۲۲- آیا ضریب رفتار در تحلیل‌های غیرخطی نیز وجود دارد؟
- ۲۳- در بهسازی لرزه‌ای و طراحی عملکردی جایگاه ضریب رفتار چیست؟
- ۲۴- تفاوت‌های تحلیل دینامیکی طیفی با تحلیل استاتیکی معادل در چیست؟
- ۲۵- چه زمانی بایستی از تحلیل دینامیکی طیفی استفاده کرد؟
- ۲۶- رکورد شتاب از محل وقوع زلزله تا به سطح خاک دچار چه تغییراتی می‌شود؟



- ۲۷- چرا در آئین‌نامه‌های لرزه‌ای فقط از شتاب حداکثر برای تحلیل و طراحی استفاده می‌شود؟

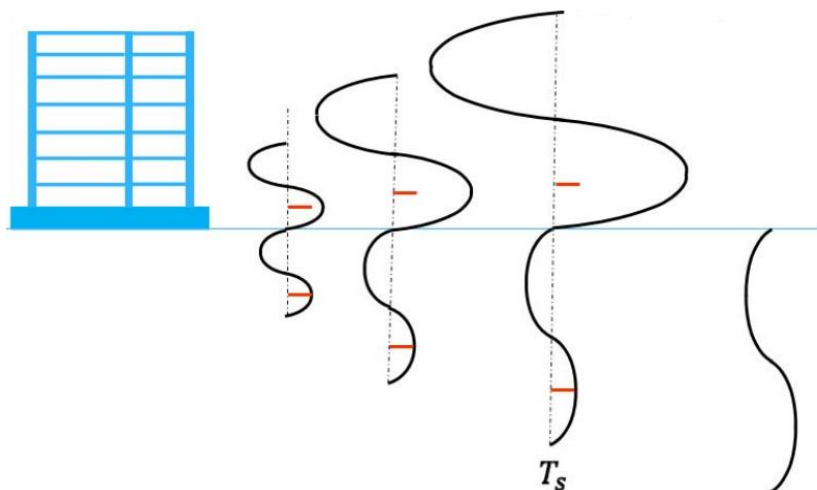


$$m(\ddot{u}_s + \ddot{u}_g) + c(\dot{u}_s - \dot{u}_g) + k(u_s - u_g) = 0$$

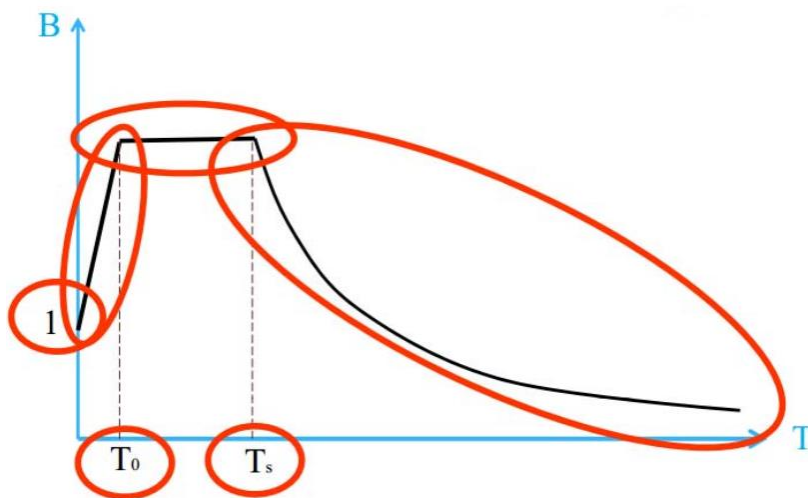
$$\rightarrow m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = -m\ddot{u}_g$$

۲۸- به غیرا مقادیر شتاب، سرعت و جابجایی چه پارامترهای دیگری شدت لرزش سازه را تحت تاثیر قرار می‌دهند؟

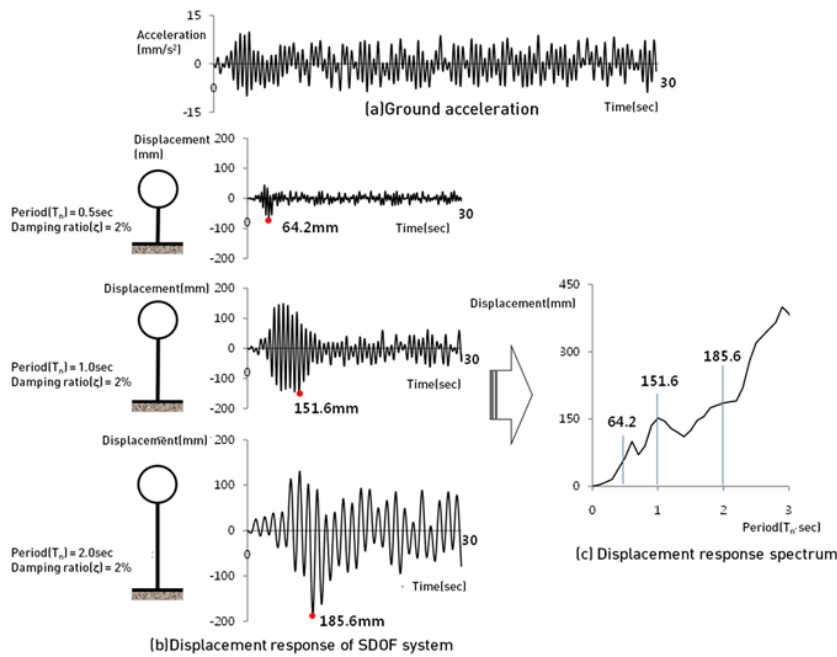
۲۹- پدیده تشدید (تداخل سازنده و مخرب) و فیلتراسیون در انواع خاک‌ها به چه صورتی اتفاق می‌افتد؟



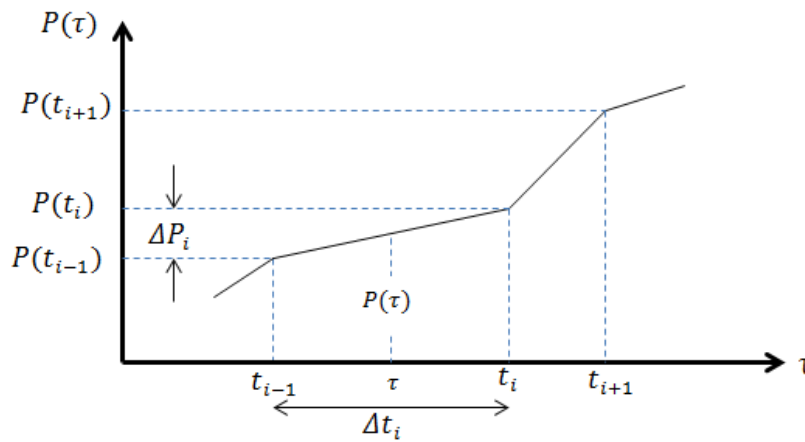
۳۰- نمودار طیف طراحی استاندارد ۲۸۰۰ را به صورت کامل تفسیر کنید:



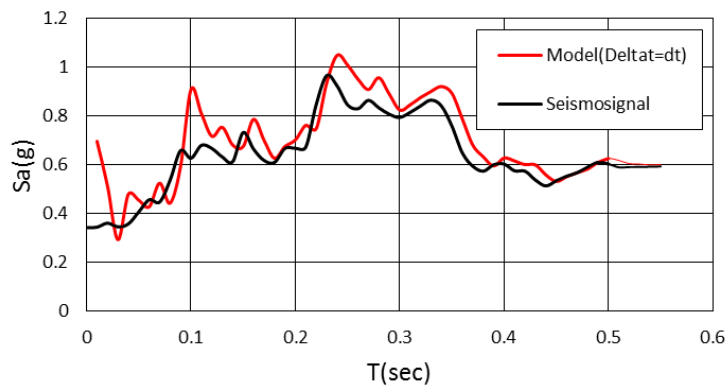
۳۱- نحوه به دست آوردن طیف پاسخ از طریق انتگرال دوهمال به وسیله کد نویسی در متلب و اکسل :



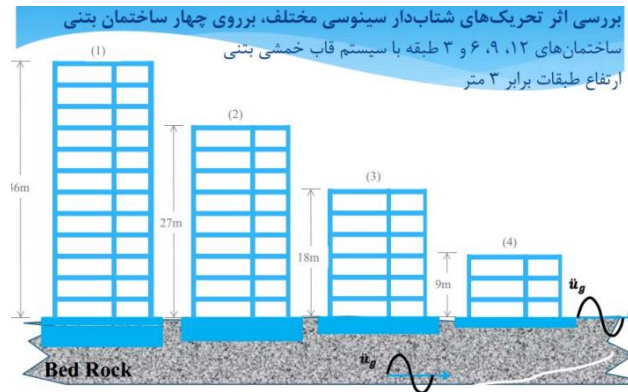
۳۲- افزایش دقت محاسباتی طیف پاسخ در مقایسه با محاسبات Seismosignal چگونه می باشد؟



Acceleration Response Spectrum($\Delta t=dt$)

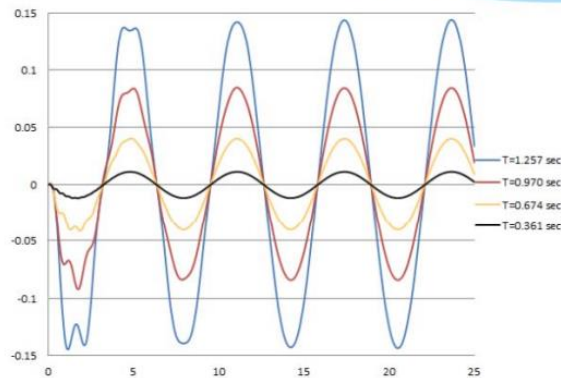


۳۳- بررسی تحریک شتابدار سینوسی بر روی چهار ساختمانی بتنی با ارتفاعهای متفاوت :



- معادلات حرکت حالات گذرا و پایدار و ترسیم نمودارها و معادلات رفتاری
- تشدید هر کدام از سازه‌ها در فرکانس‌های مختلف و مقایسه رفتاری آنها

$$\bar{\omega} = 1.0 \text{ rad/sec} \rightarrow \bar{T} = 6.28 \text{ sec}$$

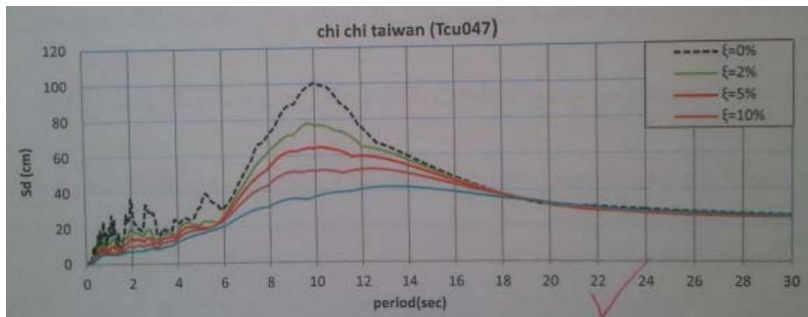


- پخش کلیب مربوط به این چهار سازه برای درک بهتر پدیده تشدید



۳۴- بررسی طیف‌های پاسخ جابجایی، سرعت، شبه سرعت، شتاب و شبه شتاب و تفاسیر مربوطه:

طیف جابجایی



۳۵- چرا نمودار از نقطه صفر شروع می‌شود؟

۳۶- چرا نمودار در پریده‌های بالا به یک مقدار مشخص میل می‌کند؟ این مقدار مشخص چیست؟

۳۷- پیک‌های موجود در نمودار نشان دهنده کدام پدیده می‌باشند؟

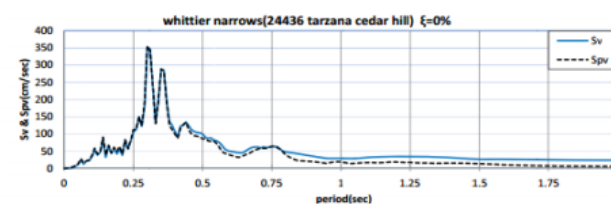
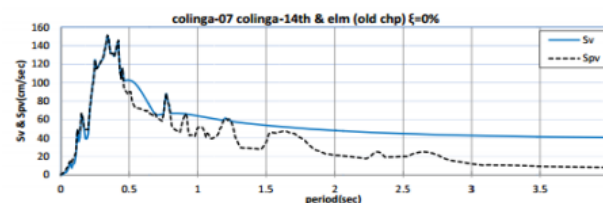
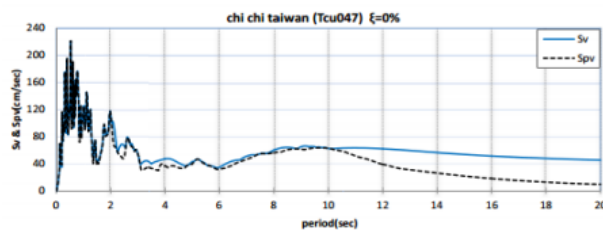
۳۸- چرا اثرات افزایش میرایی بیشتر در پیک‌ها مشهود است؟

۳۹- چرا افزایش میرایی در ابتدا و انتهای نمودار تأثیری نشان نمی‌دهد؟

۴۰- وجود قله‌های پهن و یا قله‌های تیز و باریک در نمودار بیان‌گر چه ویژگی از سایت می‌باشد؟

۴۱- آیا از روی طیف می‌توان نوع خاک سایت را تشخیص داد؟ چگونه؟

طیف پاسخ سرعت و شبه سرعت



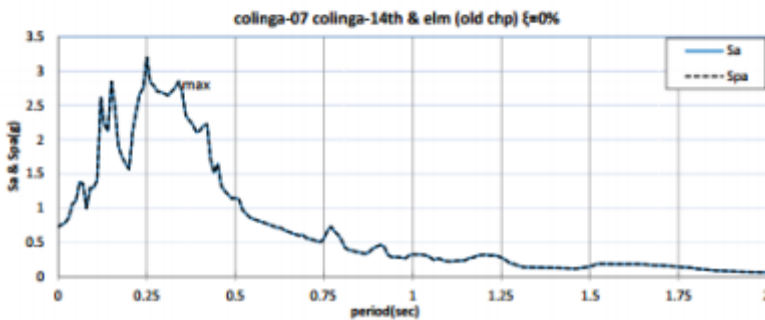
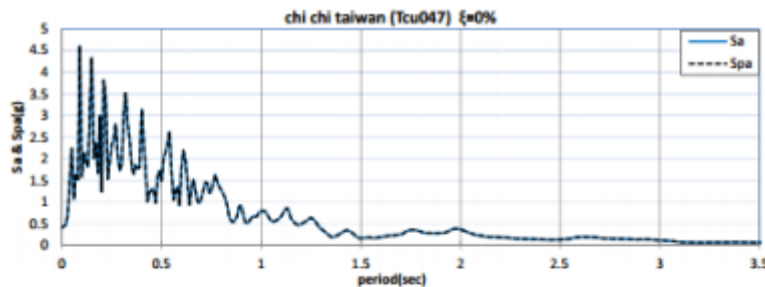
۴۲- چرا نمودار از نقطه صفر شروع می‌شود؟

۴۳- چرا نمودار در پریده‌های بالا به یک مقدار مشخص میل می‌کند؟ این مقدار مشخص چیست؟

۴۴- پیک‌های موجود در نمودار نشان دهنده کدام پدیده می‌باشند؟

۴۵- چرا در ابتدا نمودار سرعت و شبه سرعت بر روی هم افتاده و در انتها از هم دور می‌شوند؟ و نمودار شبه سرعت به صفر میل می‌کند؟

طیف پاسخ شتاب و شبه شتاب



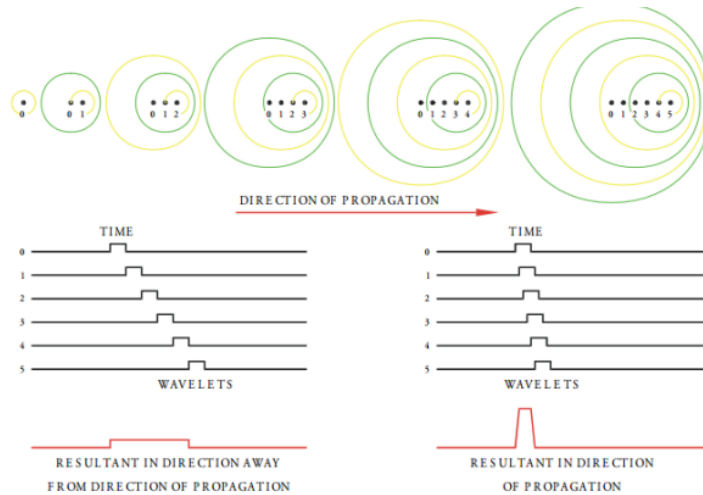
۴۶- چرا نمودار از یک نقطه غیر صفر شروع می‌شود؟

۴۷- پیک‌های موجود در نمودار نشان دهنده کدام پدیده می‌باشند؟

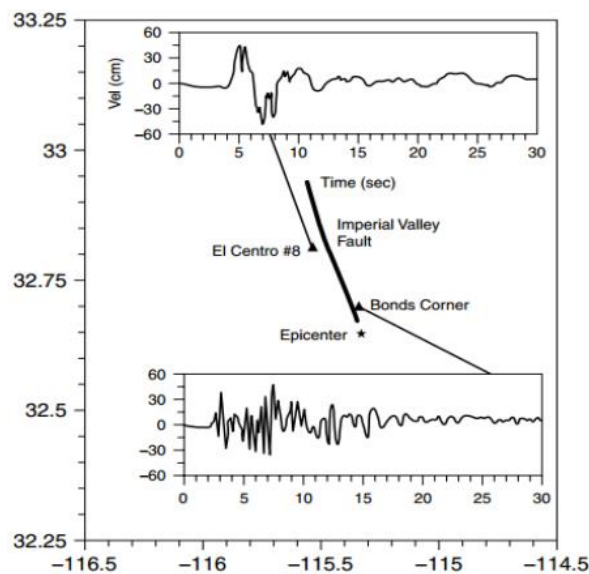
۴۸- چرا در ابتدای نمودار، دو منحنی شتاب و شبه شتاب به روی هم افتاده‌اند و در انتهای نمودار این دو از هم‌دیگر دور شده‌اند؟

۴۹- اثرات بر روی طیف‌های پاسخ را صورت کامل و مفهومی شرح دهید؟

۵۰- بررسی جامع حوزه نزدیک گسل و پارامترهای مربوطه: Forward Directivity-Fling Step

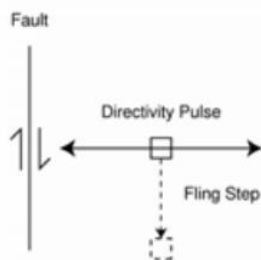


Effect of direction of fault rupture on ground motion experienced at a site.



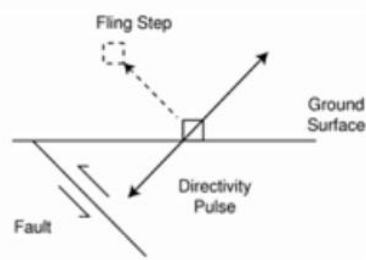
STRIKE SLIP

(Map View)



DIP SLIP

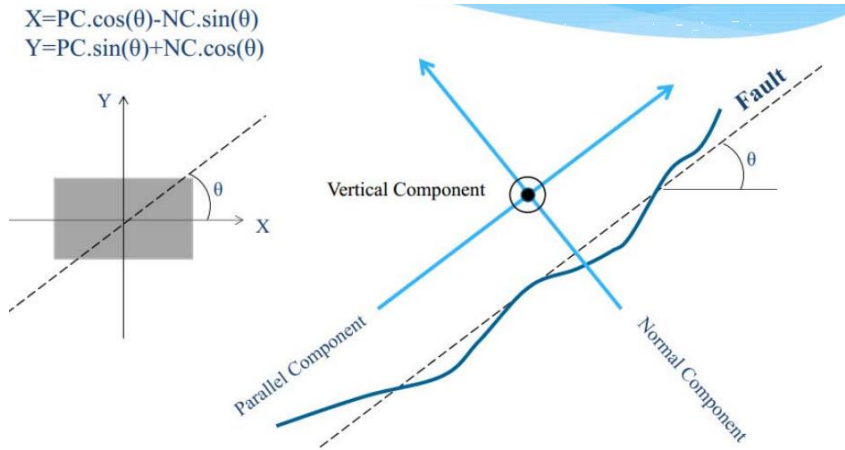
(Cross Section)



۵۱- در محاسبات لرزه‌ای و عملکردی تفاوت اعمال رکورد حوزه نزدیک و دوره چه تفاوتی با همدیگر دارد؟

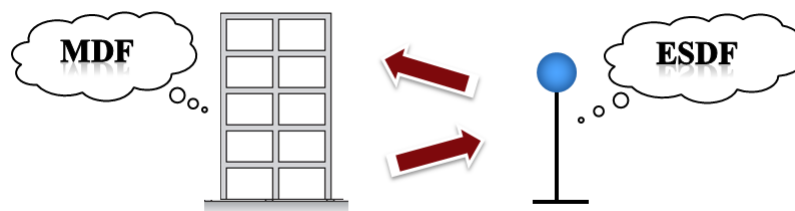
۵۲- دلیل دوران رکوردهای حوزه نزدیک چیست؟

۵۳- مقیاس رکوردهای زلزله با روش استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش سوم و چهارم به چه صورتی می‌باشد؟



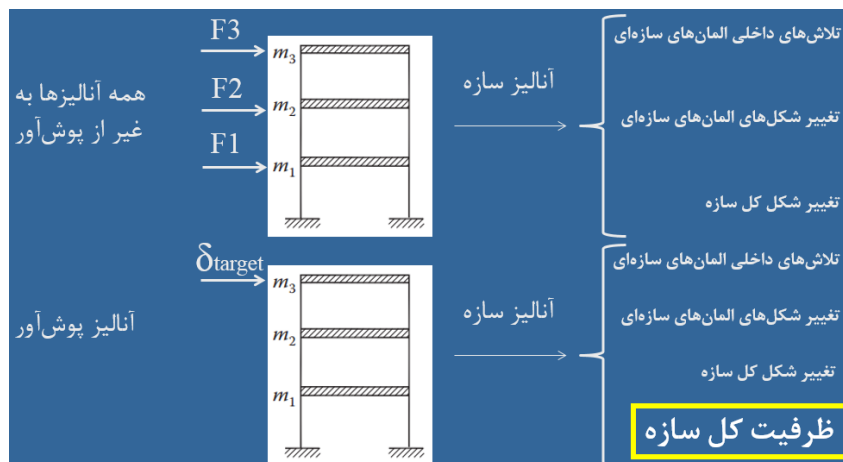
۵۴- آیا از شتاب مبنای طرح در استاندارد ۲۸۰۰ می‌توان به عنوان ضریب مقیاس استفاده کرد؟
 ۵۵- نحوه ترسیم سری‌های زمانی و طیف‌های یک رکورد زلزله به وسیله نرم‌افزار Seismosgnal چگونه می‌باشد؟

۵۶- تحلیل استاتیکی غیرخطی و مبنای تئوری (رفتار استاتیکی و رفتار غیرخطی)
 ۵۷- رفتار لرزه‌ای یک سیستم چند درجه آزاد چگونه با رفتار یک سیستم تک درجه آزاد معادل سازی می‌شود؟



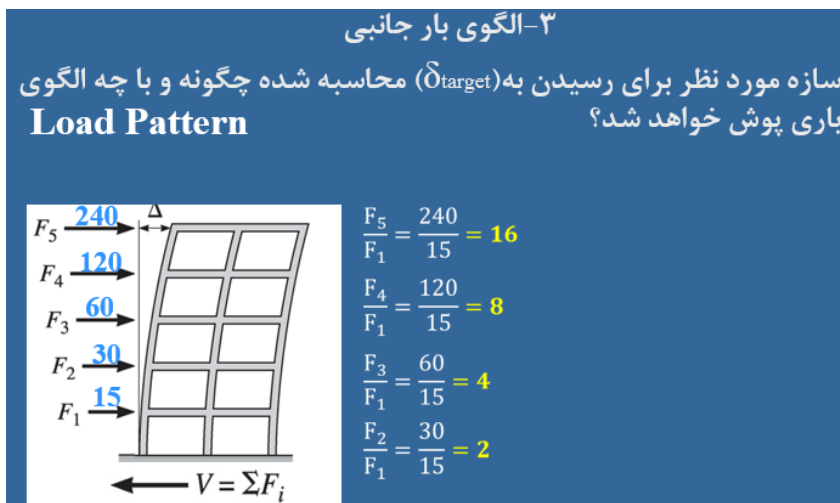
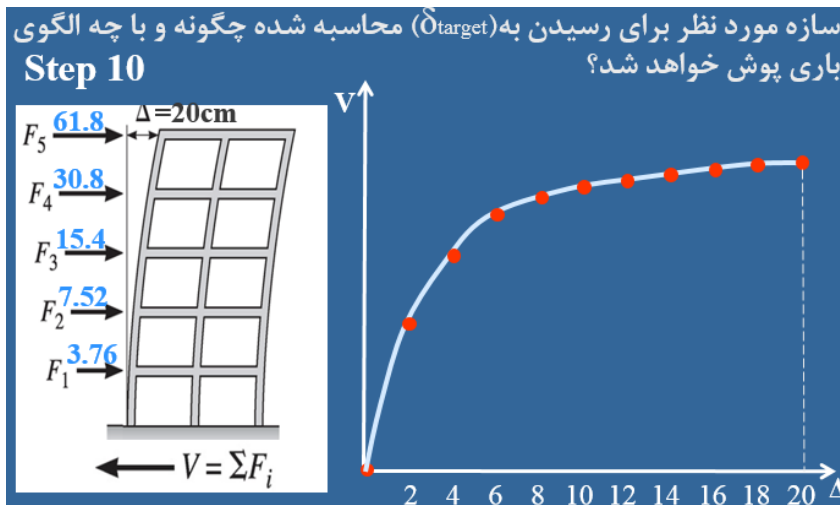
۵۸- چرا تحلیل پوش‌آور؟

۵۹- وجه تمایز تحلیل استاتیکی غیرخطی نسبت به بقیه تحلیل‌ها در چیست؟



۶۰- فرضیات اساسی و مفهومی در تحلیل پوش آور چیست؟

۶۱- یک مثال دستی برای تحلیل پوش آور حل کرده و مفاهیم اساسی را در مثال پیاده کنید؟



۶۲- روند تحلیل استاتیکی غیرخطی در استاندارد ASCE41-13 و نشریه ۳۶۰ را گام به گام توضیح

دهید:

۶۳- تحلیل استاتیکی غیرخطی برای سازه‌های طرح از ابتدا (روند تحلیل غیرخطی در ویرایش چهارم

استاندارد ۲۸۰۰) و برای سازه‌های موجود چه تفاوتی دارد؟

۶۴- مراحل تحلیل پوش آور را به صورت سیستماتیک شرح دهید:

۶۵- فرضیات نشریه ۳۶۰ برای محاسبه تغییرمکان هدف در ویرایش ۱۳۸۵ با ویرایش ۱۳۹۲ چه تفاوتی

دارد؟

۶۶- محدوده مجاز برای اعمال تحلیل پوش آور در ویرایش ۸۵ و ۹۲ چگونه است؟

۶۷- تغییرات اساسی در تحلیل استاتیکی غیرخطی در نشریه چگونه می‌باشد؟

مدیرک FEMA-440 با انجام ۱۸۰۰۰۰ آنالیز غیرخطی تاریخچه زمانی بر روی سیستم‌های با پدید و رفتار پسماند مختلف، تحت ۱۰۰ رکورد دسته بندی شده در دسته‌های ۲۰ تایی برای خاک‌های کلاس A تا E براساس دسته بندی NEHRP و ۲۰ رکورد نزدیک گسل، دقت روش ضرائب FEMA-356 را مورد بررسی قرار داد.

در سال ۲۰۰۷ مجدداً به سفارش FEMA موسسه ASCE با جایگزینی تصحیحات انجام شده توسط FEMA-440 در FEMA-356 مبادرت به ارائه استاندارد ASCE/SEI 41-06 نمود.

FEMA356-ASCE/SEI 41-06

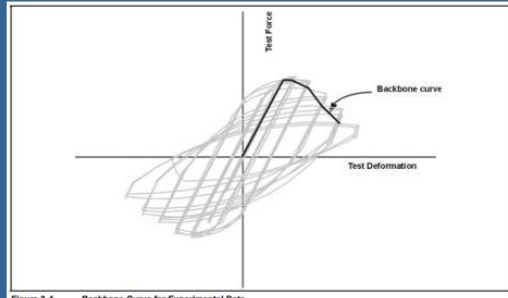


Figure 2-4 Backbone Curve for Experimental Data

- 1.2. A smooth “backbone” curve shall be drawn through the intersection of the first cycle curve for the (*i*)th deformation step with the second cycle curve of the (*i*-1)th deformation step, for all *i* steps, as indicated in Figure 2-4.

ASCE/SEI 41-13

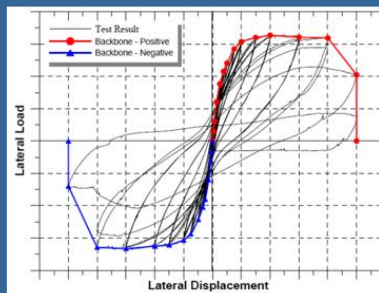


FIG. 7-5. Backbone Curve for Experimental Data

- 1.2. A smooth “backbone” curve shall be drawn through each point of peak displacement during the first cycle of each increment of loading (or deformation), as indicated in Fig. 7-5.

۶۸- آیا می‌توان به کمک تحلیل مودال در نرم‌افزار ضریب C_0 را محاسبه کرد؟

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad C_0 = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \phi_{1,i}}{\sum_{i=1}^n w_i \phi_{1,i}^2}$$

۶۹- تغییرات ایجاد شده در ضرایب تغییر مکان هدف توسط FEMA440

اصلاح ضرایب تغییر مکان هدف در FEMA-356 توسط FEMA-440

نسبت تغییر مکان ماکزیمم (ضریب C1)

Variation of mean C_1 computed for the elastic perfectly plastic (EPP) model when subjected to ground motions recorded on site class C.

TWO BASIC SPECTRAL REGIONS

SITE CLASS C
(mean of 20 ground motions)

— $R = 8.0$
— $R = 6.0$
— $R = 4.0$
— $R = 3.0$
— $R = 2.0$
— $R = 1.5$

PERIOD

- C_1 IS ON AVERAGE LARGER THAN ONE
- C_1 INCREASES WITH DECREASING T
- C_1 INCREASES WITH INCREASING R
- C_1 IS APPROXIMATELY CONSTANT WITH CHANGES IN T
- C_1 DOES NOT CHANGE MUCH WITH CHANGES IN R
- C_1 IS ON AVERAGE APPROXIMATELY EQUAL TO ONE

$$C_1 = \begin{cases} 1.0 & \text{for } T_e \geq T_s \\ 1.0 + \frac{(R-1)T_s}{T_e} & \text{for } T_e < T_s \end{cases}$$

$$R = \frac{S_a}{V_y/W} C_m$$

1- ایرادات وارده به ضریب C1 پیش استاندارد FEMA356

TWO BASIC SPECTRAL REGIONS

SITE CLASS C
(mean of 20 ground motions)

— $R = 8.0$
— $R = 6.0$
— $R = 4.0$
— $R = 3.0$
— $R = 2.0$
— $R = 1.5$

PERIOD

- C_1 IS ON AVERAGE LARGER THAN ONE
- C_1 INCREASES WITH DECREASING T
- C_1 INCREASES WITH INCREASING R
- C_1 IS APPROXIMATELY CONSTANT WITH CHANGES IN T
- C_1 DOES NOT CHANGE MUCH WITH CHANGES IN R
- C_1 IS ON AVERAGE APPROXIMATELY EQUAL TO ONE

$$C_1 = \begin{cases} 1.0 & \text{for } T_e \geq T_s \\ 1.0 + \frac{(R-1)T_s}{T_e} & \text{for } T_e < T_s \end{cases}$$

$$R = \frac{S_a}{V_y/W} C_m$$

$T_e \leq 0.2 \rightarrow C_1 = 1 + \frac{25(R_u-1)}{a}$

$0.2 < T_e < 1 \rightarrow C_1 = 1 + \frac{R_u-1}{aT_e^2}$

$T_e > 1 \rightarrow C_1 = 1$

نوع زمین	I	II	III, IV
a	130	90	60

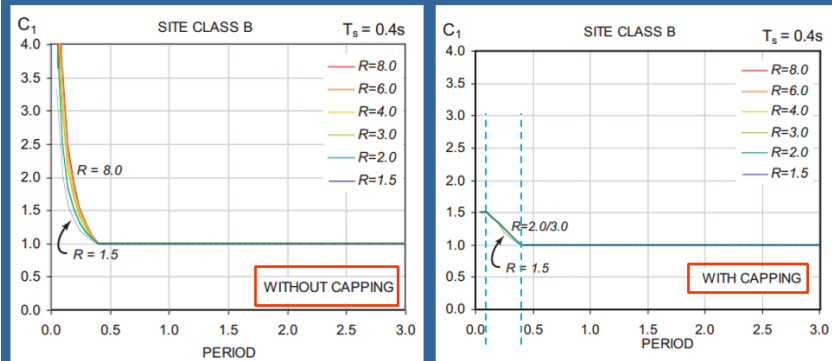
اصلاح ضرایب تغییر مکان هدف در FEMA-356 توسط FEMA-440

2- ایرادات وارده به ضریب C1 پیش استاندارد FEMA356

$$C_1 = \begin{cases} 1.0 & \text{for } T_e \geq T_s \\ 1.0 + \frac{(R-1)T_s}{T_e} & \text{for } T_e < T_s \end{cases}$$

Capping

$$C_1 = \begin{cases} 1.5 & \text{for } T_e < 0.1 \text{ s} \\ 1.0 & \text{for } T_e \geq T_s \end{cases}$$



اصلاح ضرایب تغییر مکان هدف در FEMA-356 توسط FEMA-440

اثر کاهش سختی و مقاومت سیستم (C2)

تحلیل‌های دینامیکی انجام شده مبین پایداری دینامیکی مدل رفتاری SSD(outcycle) حتی در سیستم‌های با شکل‌پذیری بالا نسبت به سیستم SSD(incycle) است. ناپایداری دینامیکی به خصوص در حرکات نزدیک با جهت‌پذیری پیش‌رونده، از مشکلات سیستم SSD(incycle) می‌باشد. معمولاً رفتار سیستم SSD(incycle) و SSD(outcycle) به رفتار ترد نزدیکتر است. کاهش سختی و یا مقاومت هر کدام به گونه‌ای متفاوت بر پاسخ سازه تاثیر می‌گذارند. به طور خلاصه اثر کاهندگی چرخه‌ای SSD(outcycle) به جز برای محدوده پریدهای کوتاه و مقاومت پایین سبب افزایش جابجایی حداکثر نمی‌گردد.

$$R = \frac{S_s}{V_y/W} C_m$$

اصلاح ضرایب تغییر مکان هدف در FEMA-356 توسط FEMA-440

اثر کاهش سختی و مقاومت سیستم (C2)

تحلیل‌های دینامیکی انجام شده مبین پایداری دینامیکی مدل رفتاری SSD(outcycle) حتی در سیستم‌های با شکل‌پذیری بالا نسبت به سیستم SSD(incycle) است. ناپایداری دینامیکی به خصوص در حرکات نزدیک با جهت‌پذیری پیش‌رونده، از مشکلات سیستم SSD(incycle) می‌باشد. معمولاً رفتار سیستم SSD(incycle) و SSD(outcycle) به رفتار ترد نزدیکتر است. کاهش سختی و یا مقاومت هر کدام به گونه‌ای متفاوت بر پاسخ سازه تاثیر می‌گذارند. به طور خلاصه اثر کاهندگی چرخه‌ای SSD(outcycle) به جز برای محدوده پریدهای کوتاه و مقاومت پایین سبب افزایش جابجایی حداکثر نمی‌گردد.

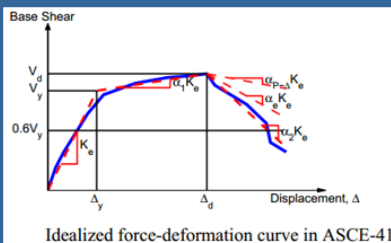
$$R = \frac{S_s}{V_y/W} C_m$$

FEMA-440 اصلاح ضرایب تغییر مکان هدف در FEMA-356 توسط

اثر کاهش سختی و مقاومت سیستم (C2)

شیب منفی پس تسلیم تحلیل پوش آرو

$$\alpha_e = \alpha_{P-\Delta} + \lambda(\alpha_2 - \alpha_{P-\Delta})$$



$$\lambda = \begin{cases} 0.8 & \leftarrow S_{r1} \geq 0.6 \\ 0.2 & \leftarrow S_{r1} < 0.6 \end{cases} \quad \text{ضریب تاثیر حوزه نزدیک}$$

S_{r1} مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب ۱ ثانیه برای زلزله سطح خطر ۲ میباشد که در صورت عدم وجود طیف ساختمان می تواند از ۱/۵ برابر مقدار AB طیف استاندارد ۲۸۰۰ در زمان تناوب ۱ ثانیه استفاده گردد.

FEMA-440 اصلاح ضرایب تغییر مکان هدف در FEMA-356 توسط

اثر کاهش سختی و مقاومت سیستم (C2)

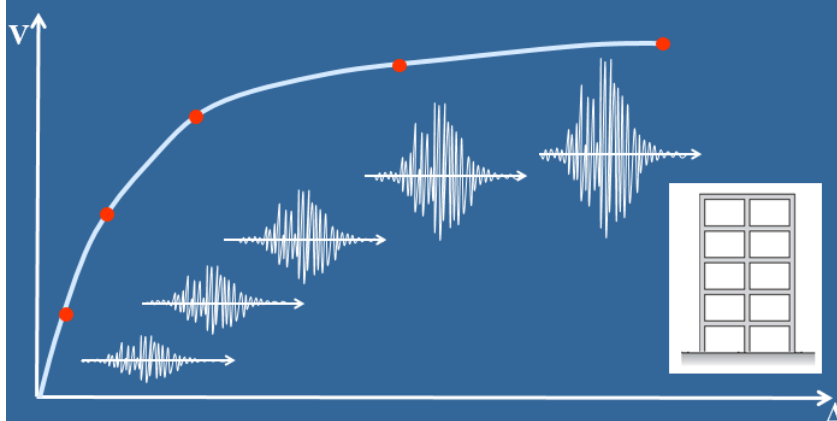
سوالاتی که با این تفاسیر بی جواب می باشند:

- ۱- آیا می توان بر اساس اطلاعات منحنی ظرفیت سازه و میزان تغییرشکل های غیرارتجاعی هر یک از مولفه های $SSD(incycle)$ و $SSD(outcycle)$ در المان های سازه ای میزان مشارکت دو رفتار را در شیب پس مقاومت سازه تخمین زد؟ (ضریب λ)
- ۲- آیا با اعمال چرخه های بارگذاری در بازه ثابت جابجایی می توان به سوال بالا جواب داد؟
- ۳- رفتار $SSD(incycle)$ چگونه باعث ناپایداری دینامیکی در مدل می شود؟
- ۴- اثر ناپایداری دینامیکی در تحلیل پوش آرو چگونه وارد می شود و در این تحلیل از کجا می توان پی برد که سازه دچار ناپایداری دینامیکی شده است؟
- ۵- راهکارهای عملی برای شرکت کاهندگی $SSD(incycle)$ در تحلیل تاریخچه زمانی چیست و چگونه می توان این اثر را در مدل سازه اعمال کرد؟

۳- الگوی بار جانبی

Incremental Dynamic Analysis (IDA)

واقعیت چیست؟



۴- تعریف مفاصل پلاستیک

(رفتار غیرخطی مصالح)

انواع روش‌های تحلیل غیرخطی به ترتیب دقت:

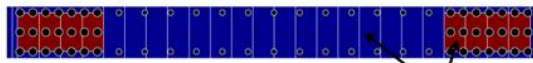
- ۱- روش المان محدود غیر خطی (دقیق‌ترین و پیچیده‌ترین روش)
- ۲- روش المان فایبری
- ۳- روش مفصل پلاستیک (ساده‌ترین روش)

سوال:!!!!

رفتار ممان-انحنای بار-جابجایی که در روش مفصل پلاستیک مورد استفاده قرار می‌گیرد چگونه به دست آمده است؟

UNIVERSITY of WASHINGTON

Fiber Section: Concrete Model



• Cyclic model per Yassin (1994)

• Compression:

- Modified Kent-Park (Scott et al. 1982)

- Unconfined fibers:

$$\epsilon_p = \frac{2f_c'}{57000\sqrt{f_c'}} \quad \epsilon_{20} = 0.008$$

- Confined fibers:

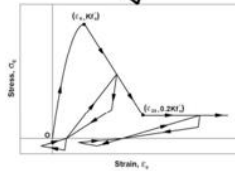
$K, \epsilon_p, \epsilon_{20}$ per Saatcioglu and Razvi (1992)

• Tension:

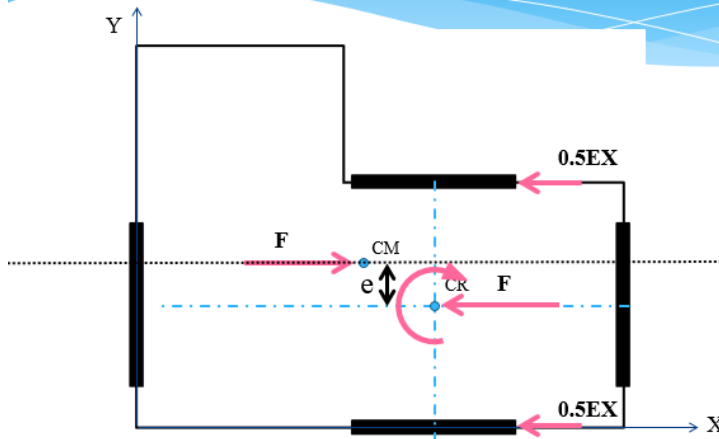
- Elastic stiffness: $E_t = E_c = 57000\sqrt{f_c}$ psi

- Strength per Wong and Vecchio (2006): $f_t = 4\sqrt{f_c}$ psi

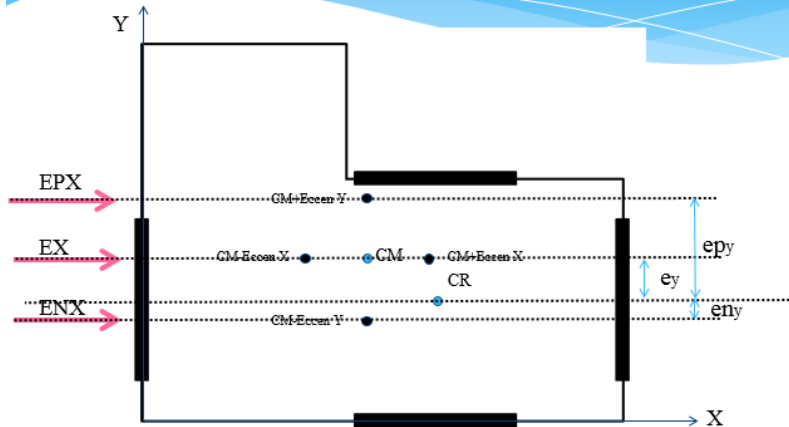
- Post-peak stiffness per Yassin (1994): $E_{t\alpha} = 0.05E_t$



نیروی محرک و مقاوم لرزه‌ای:

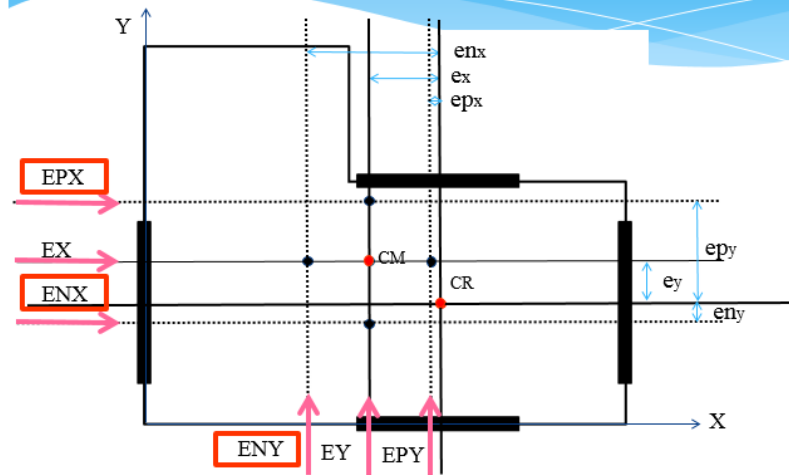


پیچش تصادفی در تحلیل‌های خطی:



پیچش تصادفی در تحلیل‌های خطی:

تحلیل سازه برای کدام یک از نیروهای زلزله الزامی است؟



پیچش تصادفی در تحلیل‌های خطی:

نتیجه:

برای تحلیل‌های خطی مقدار نیروی زلزله ثابت بوده و نرم‌افزار نیروی مورد نظر را به مرکز جرم محاسباتی اعمال می‌کند لذا با جابجایی انجام شده در مرکز جرم پیچش تصادفی به سازه اعمال می‌شود.

با فرض ثابت بودن جهت پیچش اعمالی توسط نیروی زلزله به سازه هرچقدر خروج از مرکزیت طبقه مورد نظر بیشتر باشد پیچش اعمال شده به آن طبقه بیشتر بوده و لذا مقادیر تلاش‌ها بحرانی‌تر خواهند شد.

در صورت تغییر در جهت پیچش اعمالی از بین پیچش‌های هم علامت نقاطی از مرکز جرم که فاصله بیشتری با مرکز سختی دارند بحرانی‌تر خواهند شد.

پیچش تصادفی در تحلیل استاتیکی غیر خطی:

در تحلیل پوش آور پیچش تصادفی به چه صورتی به سازه اعمال می‌شود؟
از بین ابزار کنترلی در تحلیل پوش آور کدام یک را می‌توان برای اعمال پیچش تصادفی استفاده کرد؟

نقطه کنترل

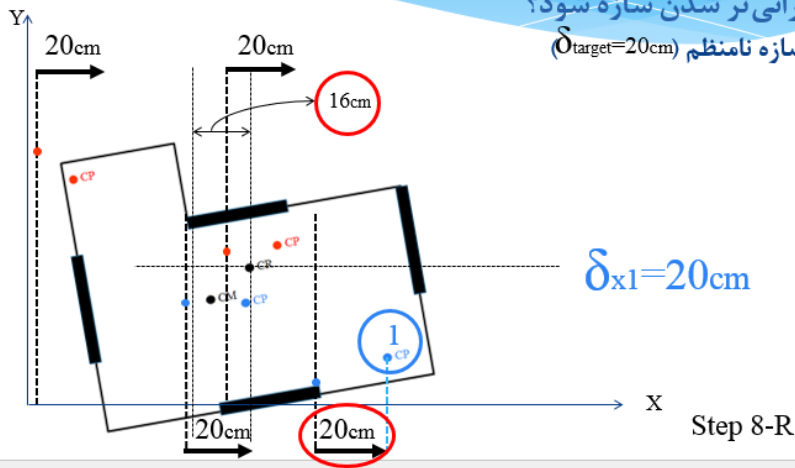
جابجایی هدف

الگوی بار

پیچش تصادفی در تحلیل استاتیکی غیر خطی:

آیا با ثابت بودن جابجایی هدف در سازه تغییر نقطه کنترل می‌تواند باعث بحرانی تر شدن سازه شود؟

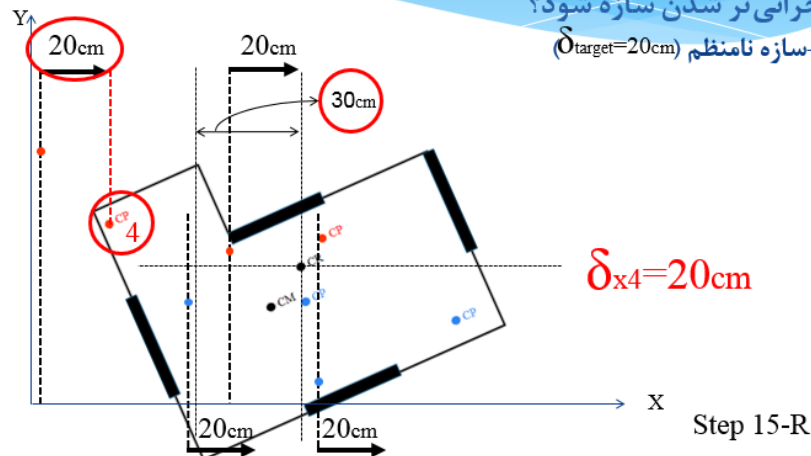
۱- سازه نامنظم ($\delta_{target}=20cm$)



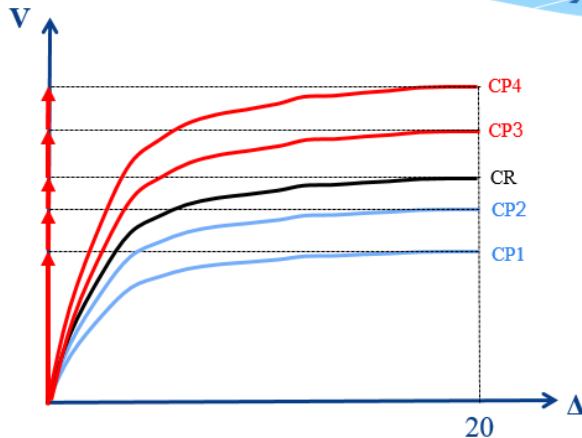
پیچش تصادفی در تحلیل استاتیکی غیر خطی:

آیا با ثابت بودن جابجایی هدف در سازه تغییر نقطه کنترل می‌تواند باعث بحرانی تر شدن سازه شود؟

۱- سازه نامنظم ($\delta_{target}=20cm$)



پیش تصادفی در تحلیل استاتیکی غیر خطی:
 آیا با ثابت بودن جابجایی هدف در سازه تغییر نقطه کنترل می تواند باعث
 بحرانی تر شدن سازه شود؟

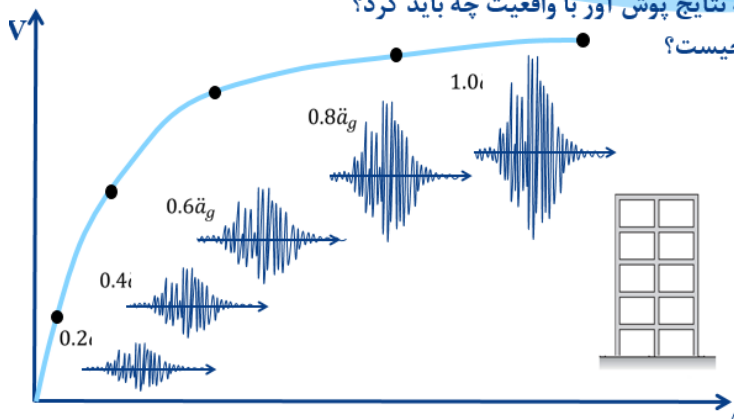


الگوی بار جانبی در تحلیل پوش آور الگوی متناسب با مود اول سازه

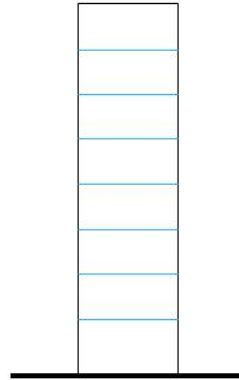
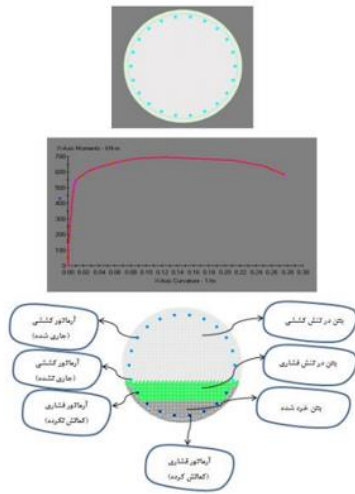
- | | |
|---------------|---|
| - (ModalXPG1) | ۱- کیس مودال در جهت X به همراه کیس ثقلی G1 |
| - (ModalXPG2) | ۲- کیس مودال در جهت X به همراه کیس ثقلی G2 |
| - (ModalXNG1) | ۳- کیس مودال در جهت X- به همراه کیس ثقلی G1 |
| - (ModalXNG2) | ۴- کیس مودال در جهت X- به همراه کیس ثقلی G2 |
| - (ModalYPG1) | ۵- کیس مودال در جهت Y به همراه کیس ثقلی G1 |
| - (ModalYPG2) | ۶- کیس مودال در جهت Y به همراه کیس ثقلی G2 |
| - (ModalYNG1) | ۷- کیس مودال در جهت Y- به همراه کیس ثقلی G1 |
| - (ModalYNG2) | ۸- کیس مودال در جهت Y- به همراه کیس ثقلی G2 |

تشخیص حالت بار بحرانی:

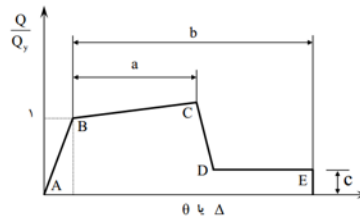
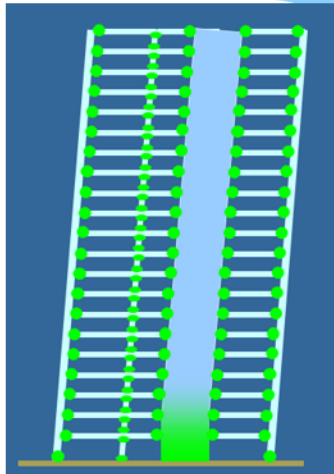
- ۱- توزیع بار براساس مود اول بحرانی بوده یا توزیع یکنواخت؟
- ۲- نتیجه نهائی تحلیل پوش آور نمودار برش پایه سازه برحسب جابجایی بام می باشد، برای مقایسه نتایج پوش آور با واقعیت چه باید کرد؟
- ۳- واقعیت چیست؟



انواع روش‌های آنالیز غیرخطی:
۲- روش المان فایبری



انواع روش‌های آنالیز غیرخطی:
۳- روش مفصل پلاستیک



شکل (۳-۴): منحنی نیرو- تغییر شکل کلی برای اعضا و اجرا

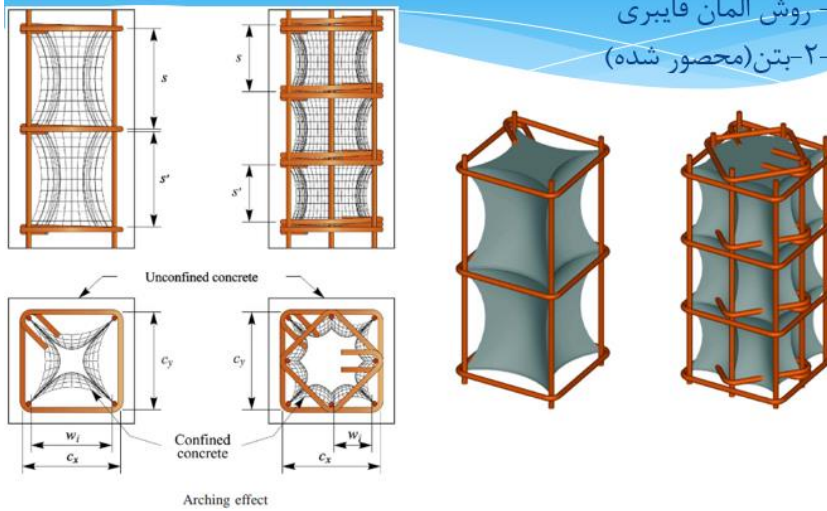
انواع روش‌های آنالیز غیرخطی:
۲- روش المان فایبری
۲-۲ بتن (محصور نشده)



انواع روش‌های آنالیز غیرخطی:

۲- روش المان فایبری

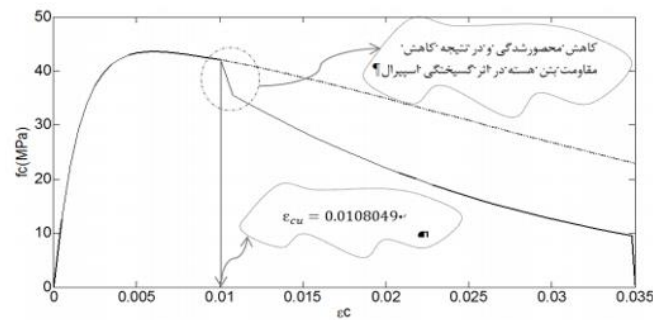
۲-۲- بتن (محصور شده)



انواع روش‌های آنالیز غیرخطی:

۲- روش المان فایبری

۲-۲- بتن (محصور شده)

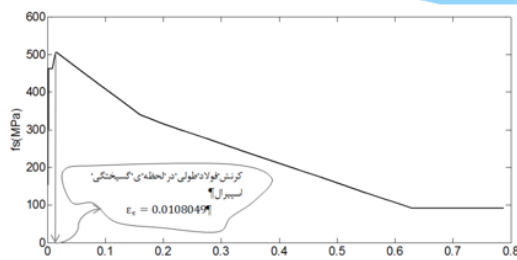


شکل (۱۲-۲) مدل تنش-کرنش برای نمونه‌ی ۴۱۵ لمن با در نظر گرفتن گسیختگی اسپیرال

انواع روش‌های آنالیز غیرخطی:

۲- روش المان فایبری

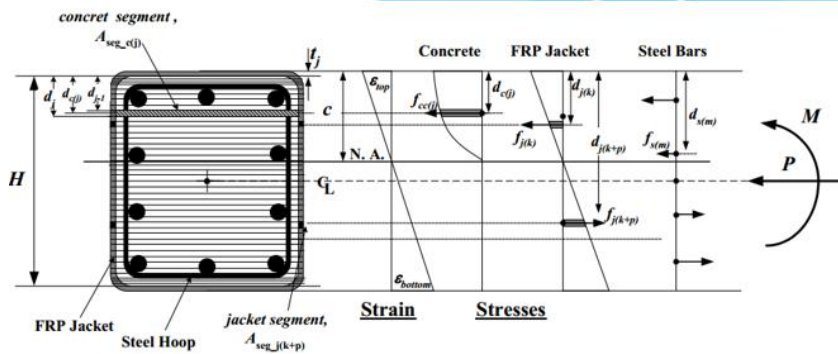
۲-۲- فولاد (فشاری)



شکل (۲۷-۲) رفتار اصلاح شده‌ی فولاد فشاری بر اساس مدل سانجین با در نظر گرفتن گسیختگی اسپیرال

انواع روش‌های آنالیز غیرخطی:

۲- روش المان فایبری

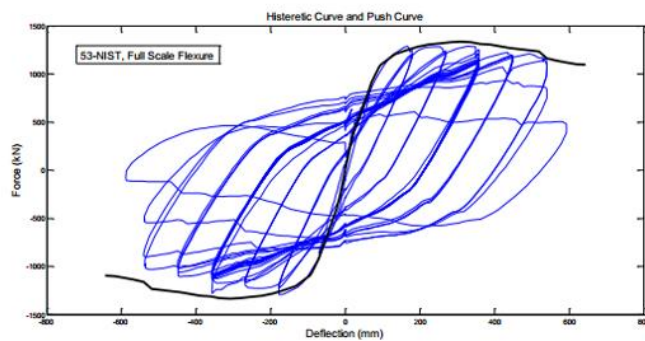


$$P = \sum_j f_{cc(j)} A_{seg_c(j)} + \sum_k f_{j(k)} A_{seg_j(k)} + \sum_m f_{s(m)} A_{seg_s(m)}$$

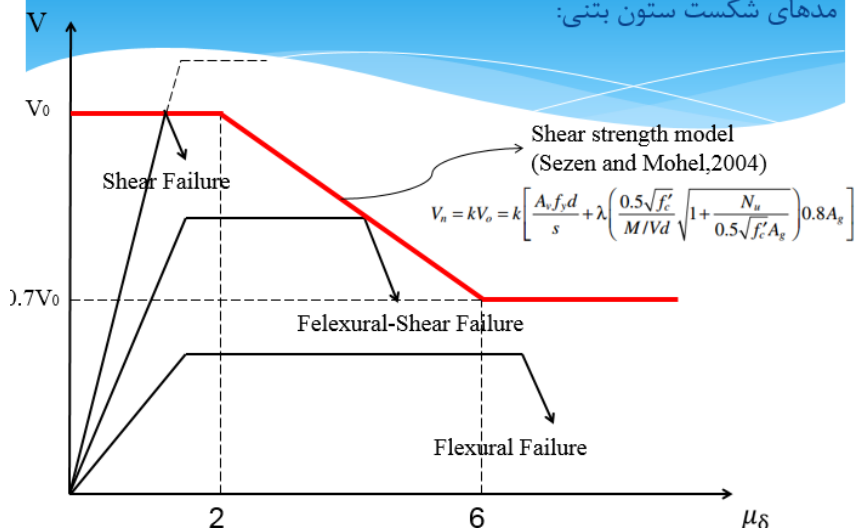
انواع روش‌های آنالیز غیرخطی:

۲- روش المان فایبری

$$\Delta = \Delta_{flexure} + \Delta_{shear} + \Delta_{slip}$$

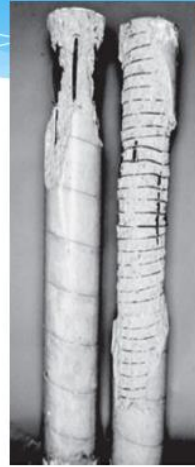
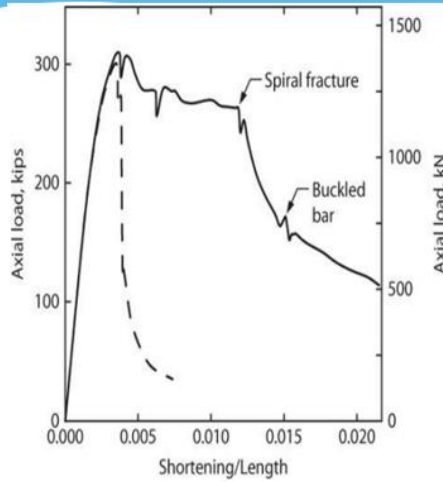


مدهای شکست ستون بتنی:

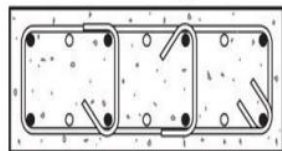


۷۰- طراحی لرزه‌ای ستون‌های بتنی

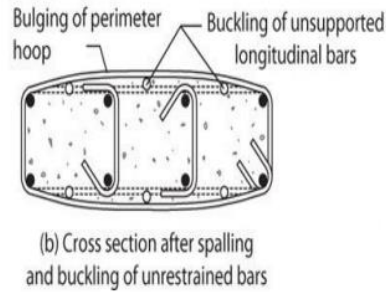
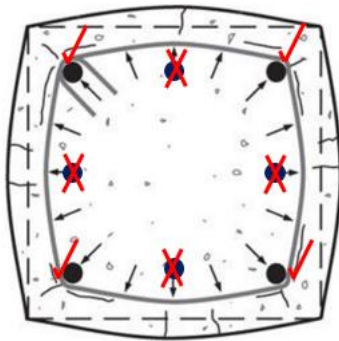
ستون:



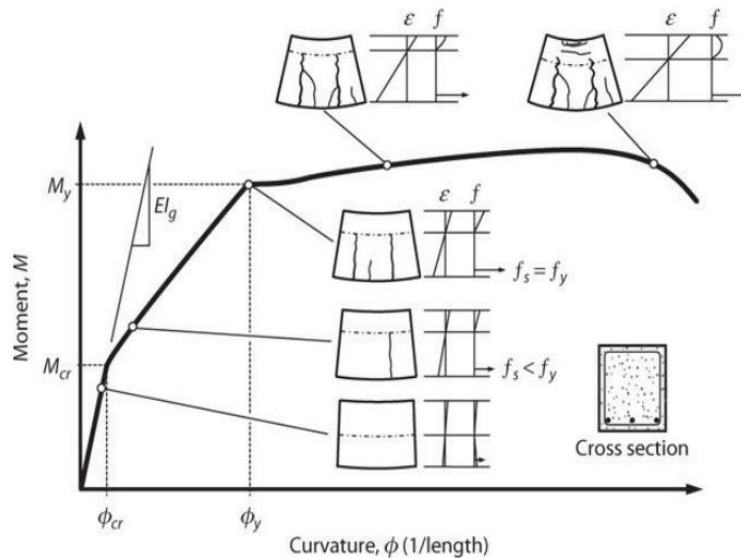
- Restrained longitudinal bar
- Unrestrained longitudinal bar

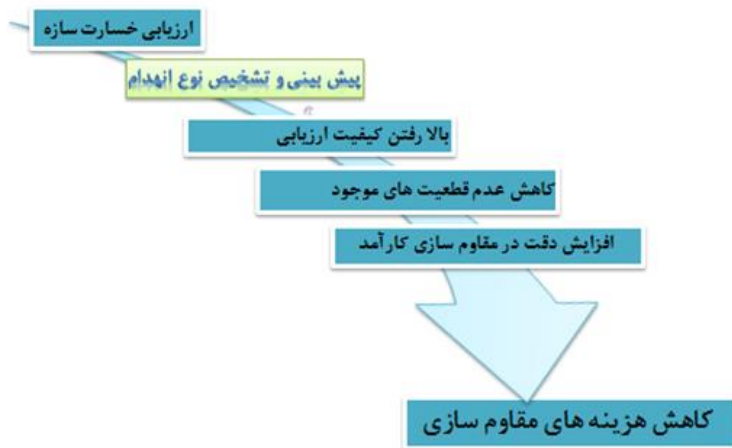


(a) Undamaged cross section

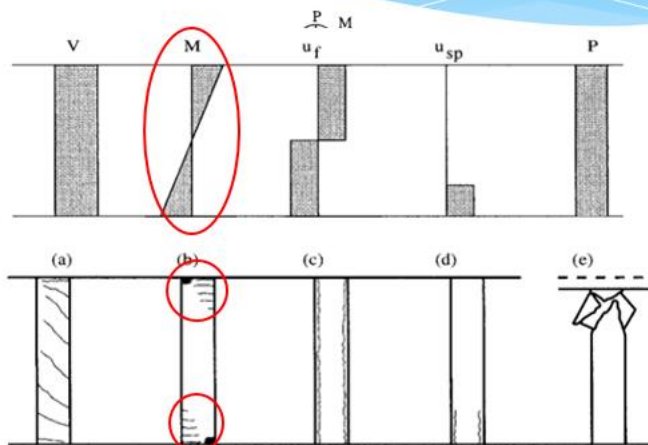


(c) Photograph of failed section





پیش بینی انهدام:
 مودهای خرابی ذکر شده در سطوح المان، گره ها و سطوح سازه ای:
 ستون:



پیش بینی انهدام:
 مودهای خرابی ذکر شده در سطوح المان، گره ها و سطوح سازه ای:
 ستون:

Van Nuys, Holiday Inn (Colifornia)





Details of damage to third-story column of Building B



Column loss on third story of a building during 1999 Izmit Earthquake, Turkey |

۷۱- بررسی مقاله خرابی در سطوح سازه‌ای - خرابی پیش رونده

Engineering Failure Analysis 32 (2013) 382–401



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Engineering Failure Analysis

journal homepage: www.elsevier.com/locate/engfailanal



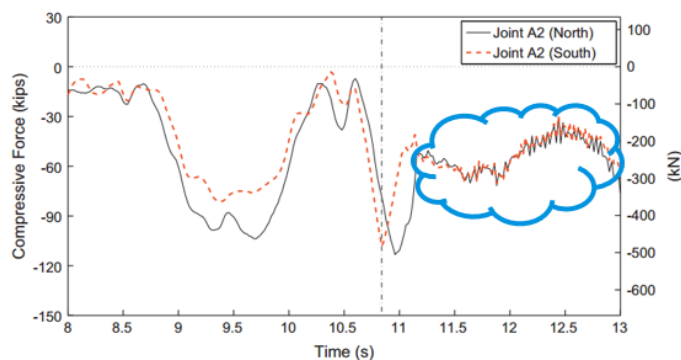
Seismic shear-axial failure of reinforced concrete columns vs. system level structural collapse



Justin A. Murray, Mehrdad Sasani *

Department of Civil and Environmental Engineering, Northeastern University, Boston, MA, United States

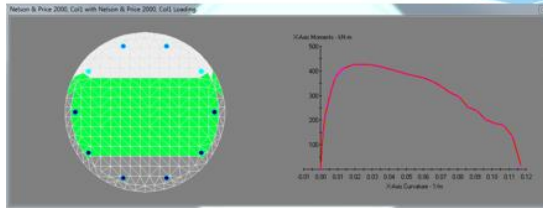
خرابی پیش‌رونده:
ایجاد نیروی محوری در تیر و تشکیل پدیده **BeamGrowth** و جلوگیری
از پیشرفت خرابی به سایر المان‌ها



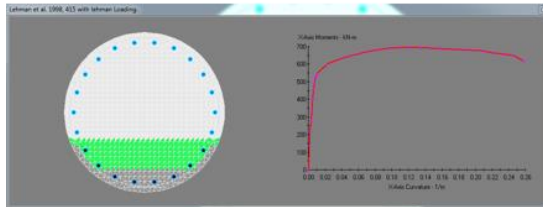
Compression in 3rd floor spandrel beam due to **beam growth** vs. time).

پیش بینی انهدام:

مودهای خرابی ذکر شده در سطوح المان، گره‌ها و سطوح سازه‌ای:

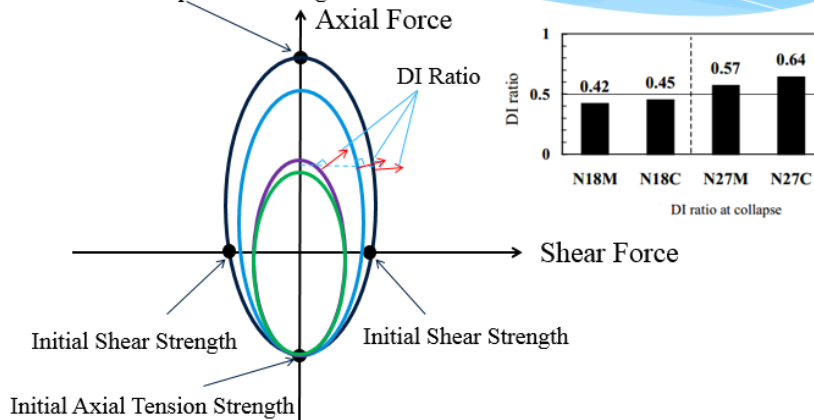


Loss of Axial-Load Capacity (Column P2)

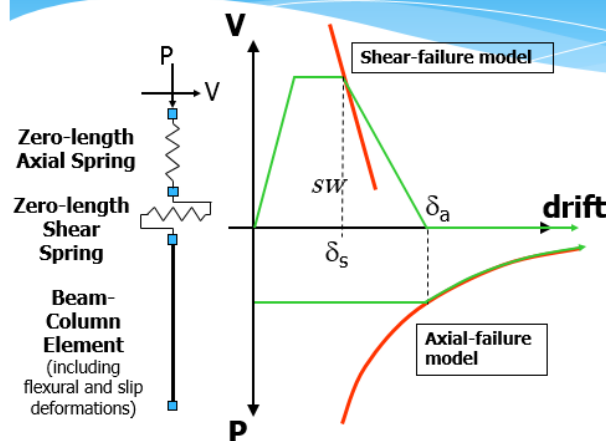


پیش بینی انهدام:

Initial Axial Compression Strength



پیش بینی انهدام:



پیش‌بینی انهدام:

پیشنهاد برای کارهای تحقیقاتی:

- ۱- گسیختگی آرماتورهای کششی ستون‌های بتنی در بارگذاری سیکلی و مدل سازی رفتاری با در نظر گرفتن اثرات کماتور بر گسیختگی
- ۲- گسیختگی آرماتورهای عرضی ستون‌های بتنی در بارگذاری سیکلی و مدل سازی رفتاری
- ۳- کماتور آرماتورهای فشاری ستون‌های بتنی در بارگذاری سیکلی با در نظر گرفتن اثرات گسیختگی اسپیرال
- ۴- تعیین گسیختگی اسپیرال و آرماتور طولی کششی برای ستون‌های بتنی
- ۵- تعیین انواع مد شکست در ستون‌های بتنی (با مد خمشی) و تقدم هر کدام بر یکدیگر
- ۶- ارائه رابطه دقیق برای نقطه ناپایداری جانبی ستون‌های بتنی دایره‌ای و مستطیلی

.....

مفاصل پلاستیک در نرم‌افزار:

انواع تلاش‌ها به لحاظ رفتاری:

۱- تلاش‌های کنترل شونده توسط تغییر شکل (Deformation Controlled-Ductile)



تعریف منحنی رفتار در نرم‌افزار

۳- معیار پذیرش:

مقدار تغییر شکلی است که در سطح عملکرد مورد نظر قابل قبول است.

$$\text{Drift} = \Delta/h = 21\%!!!!$$

المان بسیار شکل‌پذیر می‌باشد در صورتی که معیار تغییر شکلی برای طراحی یا بهسازی متناسب با عملکرد مورد نظر می‌باشد.

مفاصل پلاستیک در نرم‌افزار:

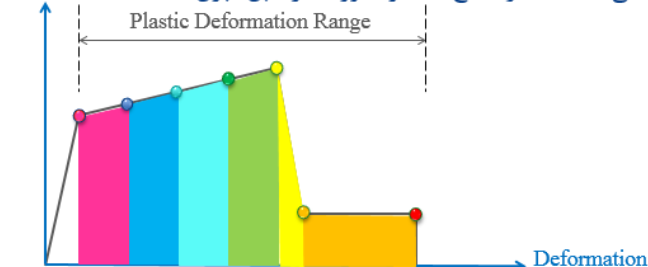
انواع تلاش‌ها به لحاظ رفتاری:

۱- تلاش‌های کنترل شونده توسط تغییر شکل (Deformation Controlled-Ductile)

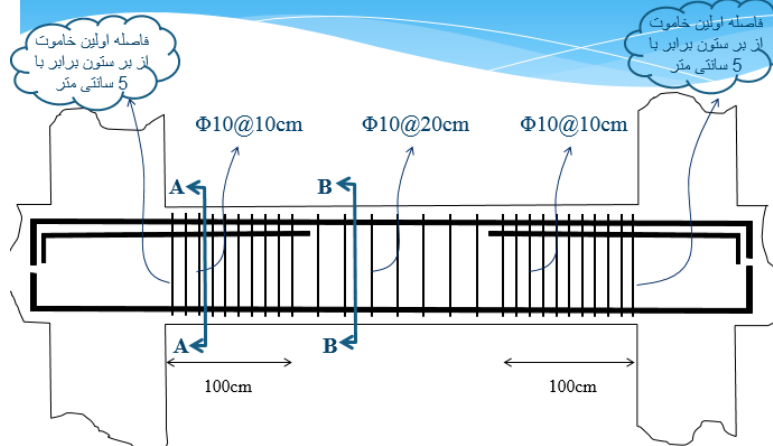
تعریف منحنی رفتار در نرم‌افزار

۳- معیار پذیرش:

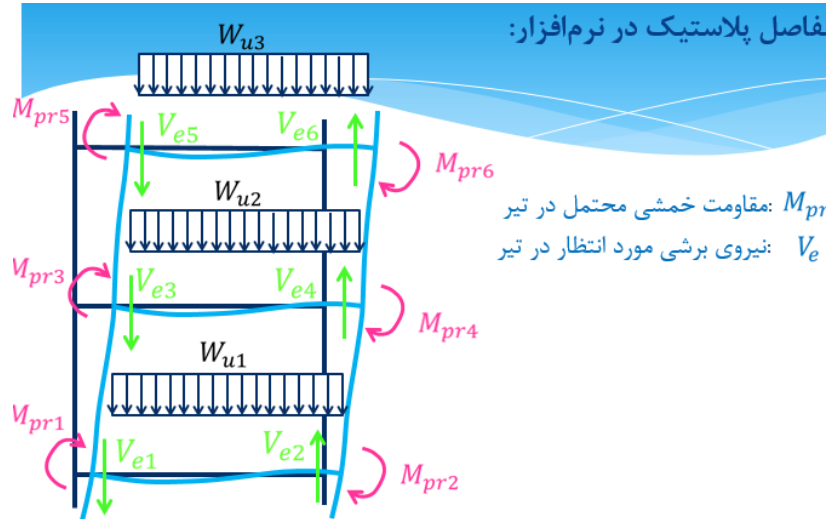
مقدار تغییر شکلی است که در سطح عملکرد مورد نظر قابل قبول است.



مفاصل پلاستیک در نرم افزار:

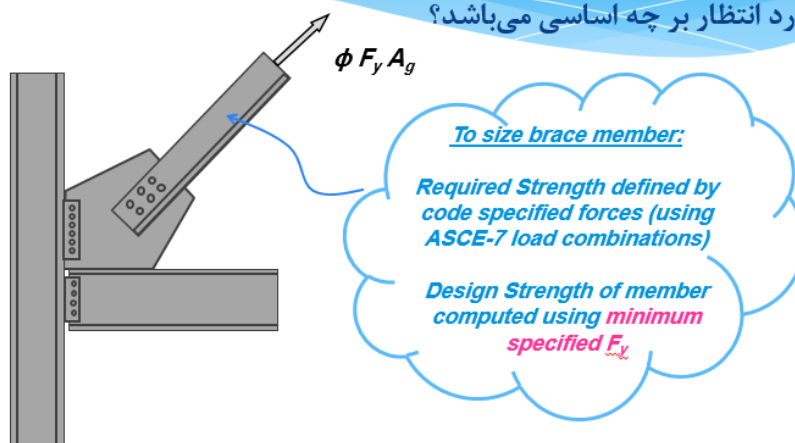


مفاصل پلاستیک در نرم افزار:



مفاصل پلاستیک در نرم افزار:

در طراحی براساس ظرفیت (Capacity Design) استفاده از مقاومت مورد انتظار بر چه اساسی می باشد؟



مفاصل پلاستیک در نرم افزار:

مفاصل دستی ستون های بتنی:

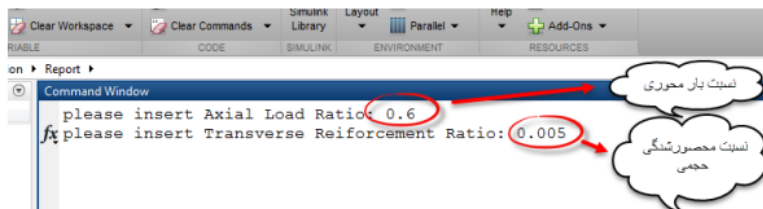
$$\frac{P}{f_c A_g} = 0.08, \rho = 0.004 \Rightarrow a = ?, b = ?, c = ?$$

$$\frac{P}{f_c A_g} \leq 0.1, 0.002 \leq \rho = 0.004 \leq 0.006$$

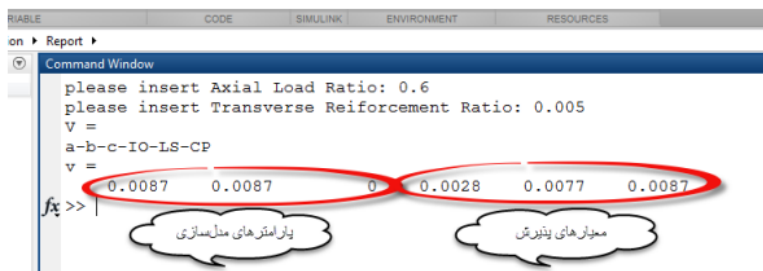
$$\frac{P}{f_c A_g} = 0.08, \rho = 0.002 \Rightarrow a = 0.027, b = 0.034, c = 0.2$$

$$\frac{P}{f_c A_g} = 0.08, \rho = 0.004 \Rightarrow a = ?, b = ?, c = ?$$

$$\frac{P}{f_c A_g} = 0.08, \rho = 0.006 \Rightarrow a = 0.035, b = 0.06, c = 0.2$$



همچنین خروجی کد متلب مورد نظر به صورت پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش نیز در شکل زیر آورده شده است:



و همچنین تلاش های با رفتار FC (تلاش برشی در ستون) نیز در ستون ها به صورت دستی می باشد.

مفاصل پلاستیک در نرم افزار:

کنترل نیروی وارد به اعضای ترد

این واقعیت که تسلیم بخشهای نرم و شکل پذیر همچون فیوز مانع از صدمه دیدن بخشهای ترد و شکننده است به صورت نمادین در زنجیر/ایمن بیان شده است.



این زنجیر دارای دو نوع حلقه است:

۱. حلقه های ترد که قابلیت تسلیم ندارند و زیر بار نباید از حد ارتجاعی خارج شوند.
۲. حلقه های نرم که قابلیت تسلیم دارند و به صورت فدا شونده عمل می کنند.

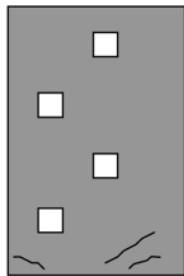
این حلقه ها طوری طرح می شوند که مقاومتشان از حلقه های ترد کمتر باشد و فرآیند تسلیم به طور هدایت شده در این حلقه ها متمرکز می گردد و حلقه های ترد از گزند زلزله آسیب نمی بینند.

الگوی بار جانبی در تحلیل پوش آور با قاعده ۳۰-۱۰۰:

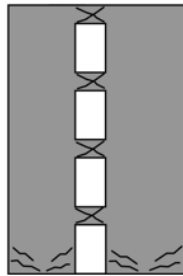
ModalXPG1+0.3ModalYPG1
 ModalXPG2+0.3ModalYPG2
 ModalXNG1+0.3ModalYNG1
 ModalXNG2+0.3ModalYNG2
 ModalYPG1+0.3ModalXPG1
 ModalYPG2+0.3ModalXPG2
 ModalYNG1+0.3ModalXNG1
 ModalYNG2+0.3ModalXNG2

ModalXPG1+0.3ModalYNG1
 ModalXPG2+0.3ModalYNG2
 ModalXNG1+0.3ModalYPG1
 ModalXNG2+0.3ModalYPG2
 ModalYPG1+0.3ModalXNG1
 ModalYPG2+0.3ModalXNG2
 ModalYNG1+0.3ModalXPG1
 ModalYNG2+0.3ModalXPG2

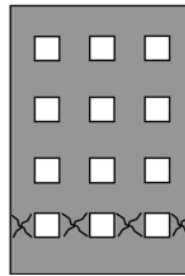
انواع دیوار برشی به لحاظ رفتاری:



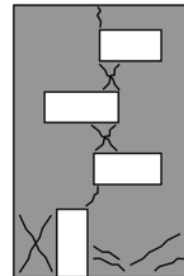
Strongly coupled perforated wall



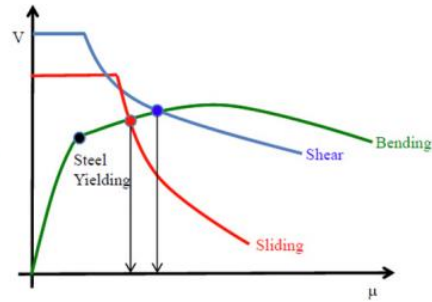
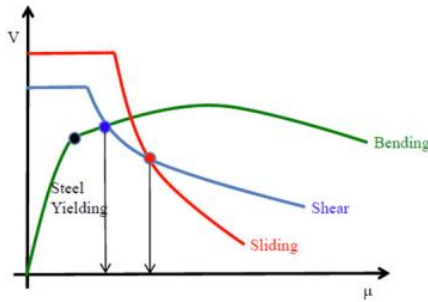
Strong pier/weak spandrel coupled wall



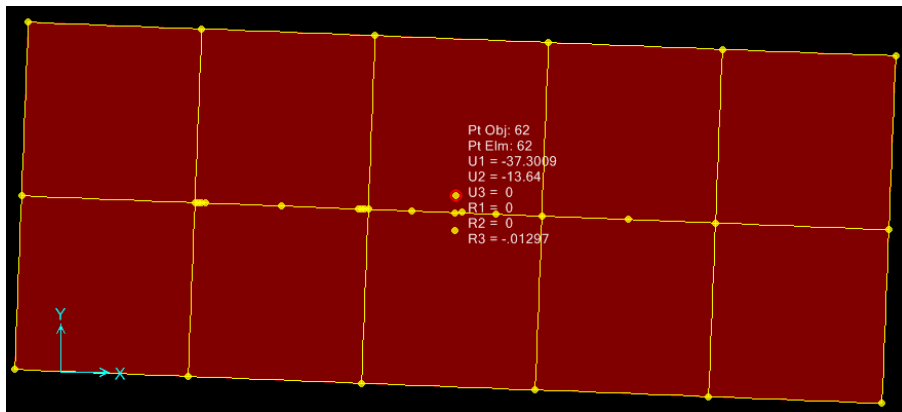
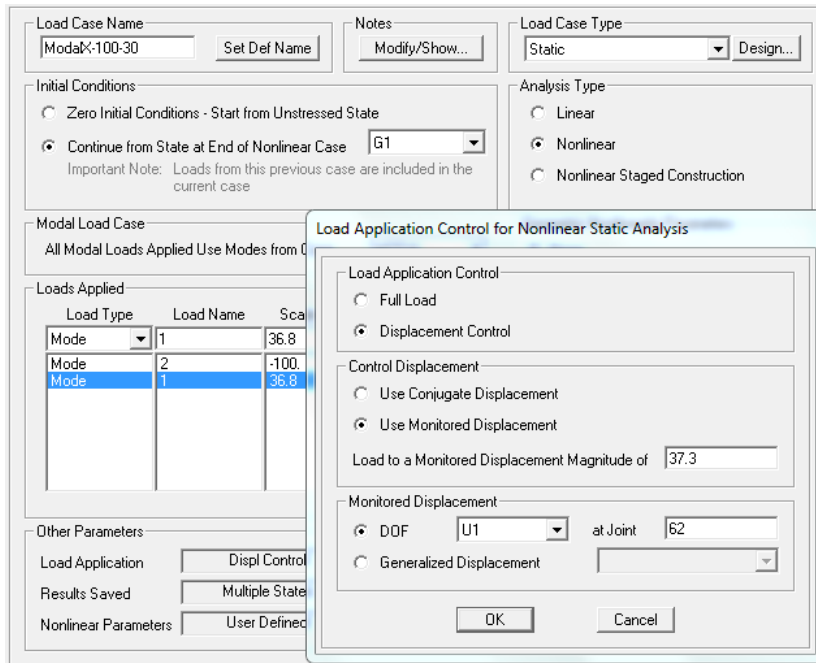
Weak pier/strong spandrel perforated wall



Weakly coupled perforated wall



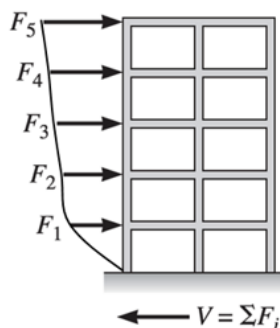
Flexure, shear, sliding interaction.



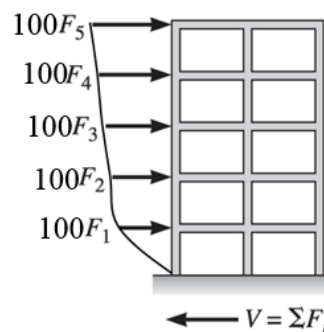
۳۰-۱۰۰ در تحلیل پوش اور:

1-100 Mode 2+ 36.8 Mode 1

شکل مودی دوم - جهت X



نیروهای وارده به سازه در مرحله اول - جهت X

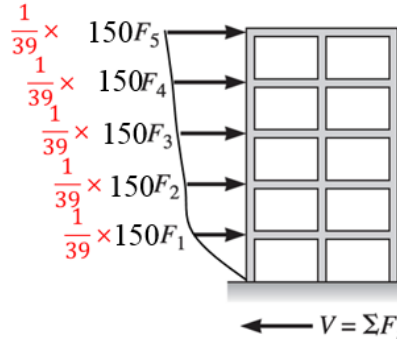
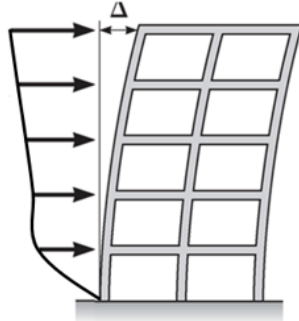


۳۰-۱۰۰ در تحلیل پوش اور:

2-150 Mode 2+ 36.8 Mode 1

$$\Delta_1 = \frac{1}{10} \delta_{tx} = \frac{1}{10} \times 37.3 = 3.73 \text{ cm}$$

نیروهای وارده به سازه برای رسیدن به Δ_1



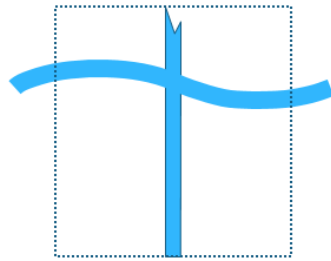
مدل سازی دیوار برشی به روش ستون معادل:

۷-تعریف و اختصاص دادن تیر صلب

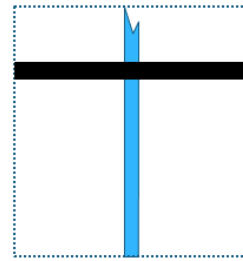
دیوار به صورت ستون مدل شده است!!

عملکرد دیوار برشی چگونه میسر می شود؟

طول دیوار!!!!...؟؟؟



تیر با دوران



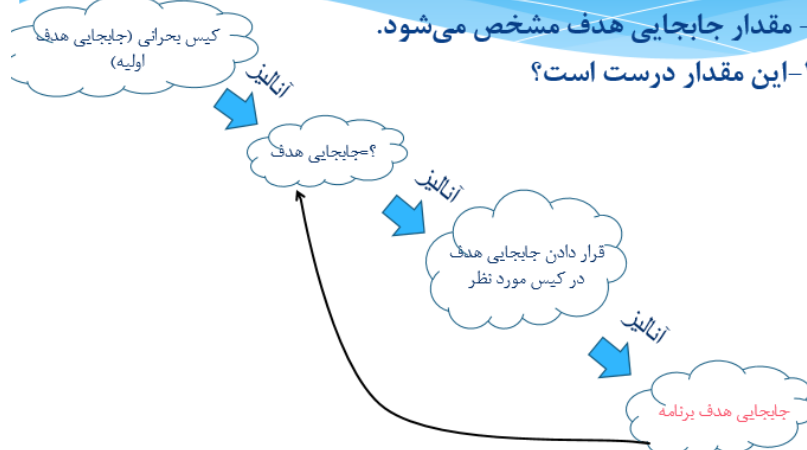
تیر بدون دوران

نکات رفع مشکلات عدم همگرایی:

عدم همگرایی با مشکل عدم همگرایی چه تفاوتی دارد؟

- مقدار جایجایی هدف مشخص می شود.

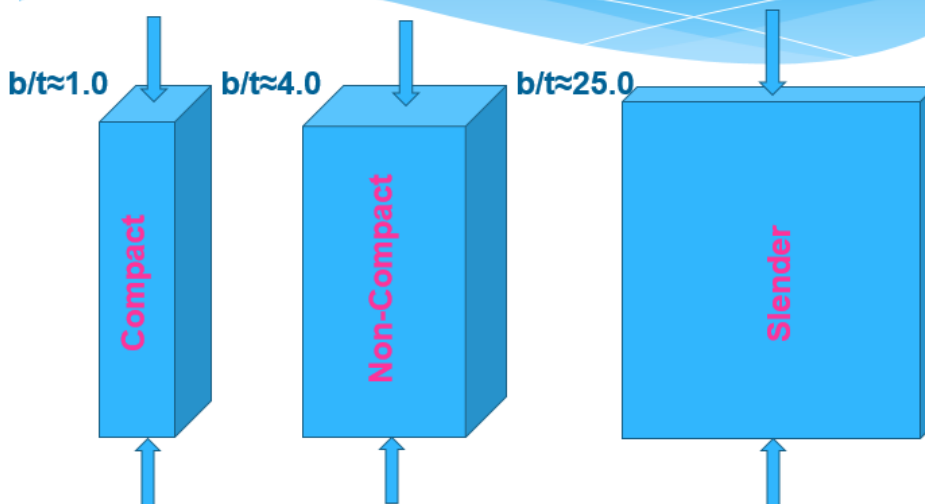
۱- این مقدار درست است؟



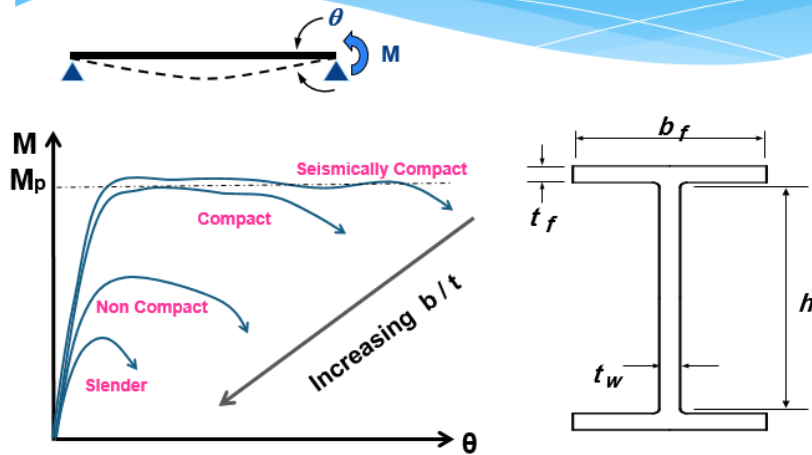
روش‌های طراحی سازه‌های فولادی



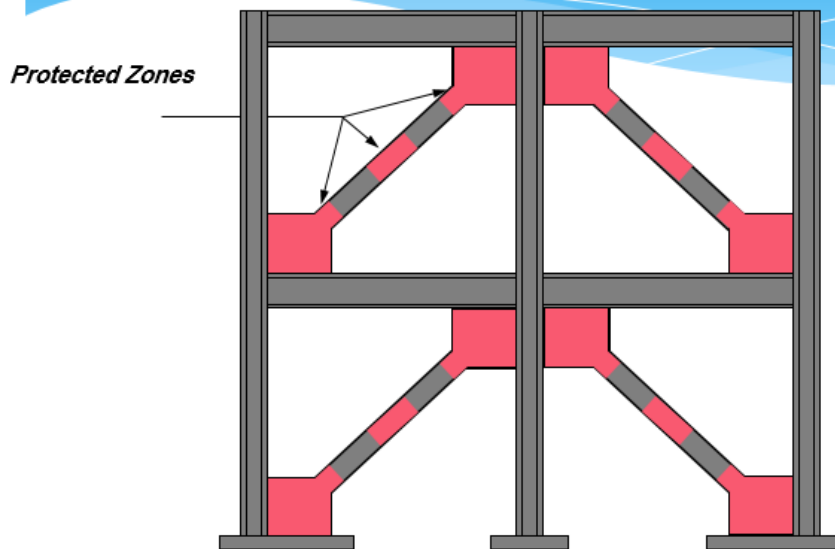
هدف طراحی لرزه‌ای مطلوب چیست؟



هدف طراحی لرزه‌ای مطلوب چیست؟

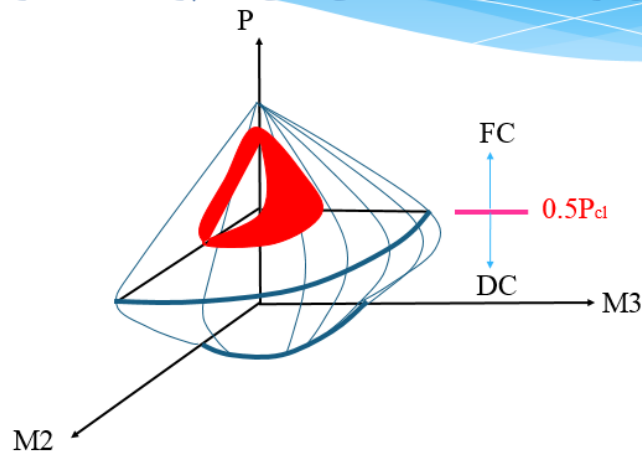


Examples of Protected Zones: SCBF

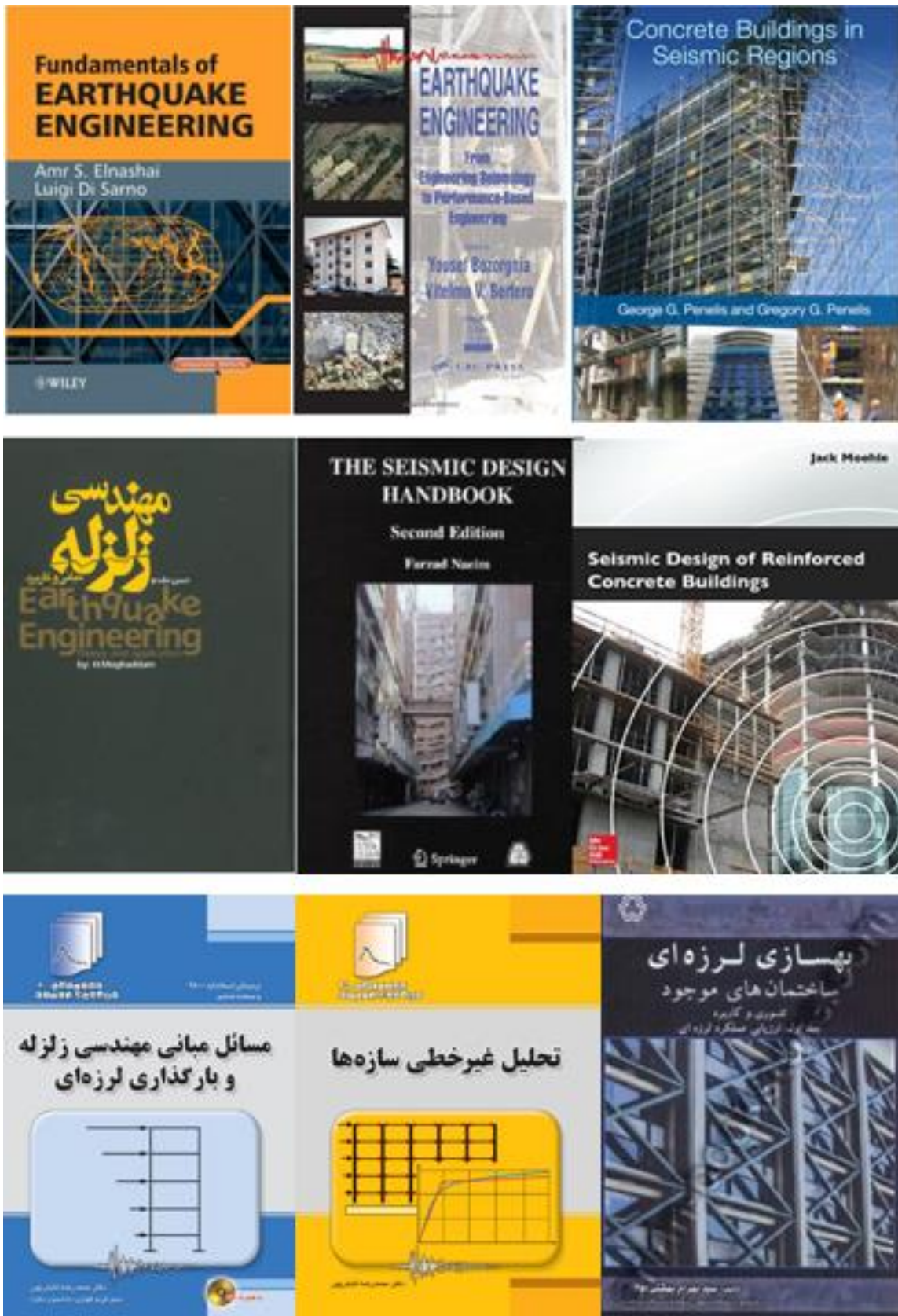


مفاصل پلاستیک در قاب خمشی فولادی:

در بالا و پایین مرز مشخص شده رسیدن تلاش‌ها به پوسته را تفسیر کنید:



منابع اصلی مورد استفاده در دوره:





دانشگاه شیراز

دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش زلزله

عنوان

بررسی افت مقاومت جانبی در ستون‌های بتنی با مقطع دایره‌ای

نگارش

جواد قدرتی ینگجه

استاد راهنما:

پروفسور حسن مقدم

دی ۱۳۹۲

