



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى الْعُلَمَاءِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ مَلَكَ يَوْمَ الدِّينِ
إِنَّا نَعْبُدُ وَإِنَّا نَسْتَعِينُ أَهْدِنَا الصِّرَاطَ الْمُسْتَقِيمَ
صِرَاطَ الَّذِينَ أَنْعَمْتَ عَلَيْهِمْ غَيْرِ الْمَغْضُوبِ عَلَيْهِمْ وَلَا الضَّالِّينَ

سمینار تخصصی :

کاربرد

تحلیل غیر خطی

**در طراحی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها
بر اساس عملکرد**

خانه عمران، مرداد ماه ۱۳۸۸

سخنران: امیرحسین خلوتی

به طور کلی در مسائل مهندسی سازه- زلزله با دو سؤال اصلی زیر مواجه هستیم:

۱. سازه جدیدی طراحی کنیم که ضوابط جدیدترین آیین‌نامه‌ها را برآورده کند.
۲. سازه موجودی را ارزیابی کنیم که آیا ضوابط موجود را برآورده می‌نماید یا خیر.

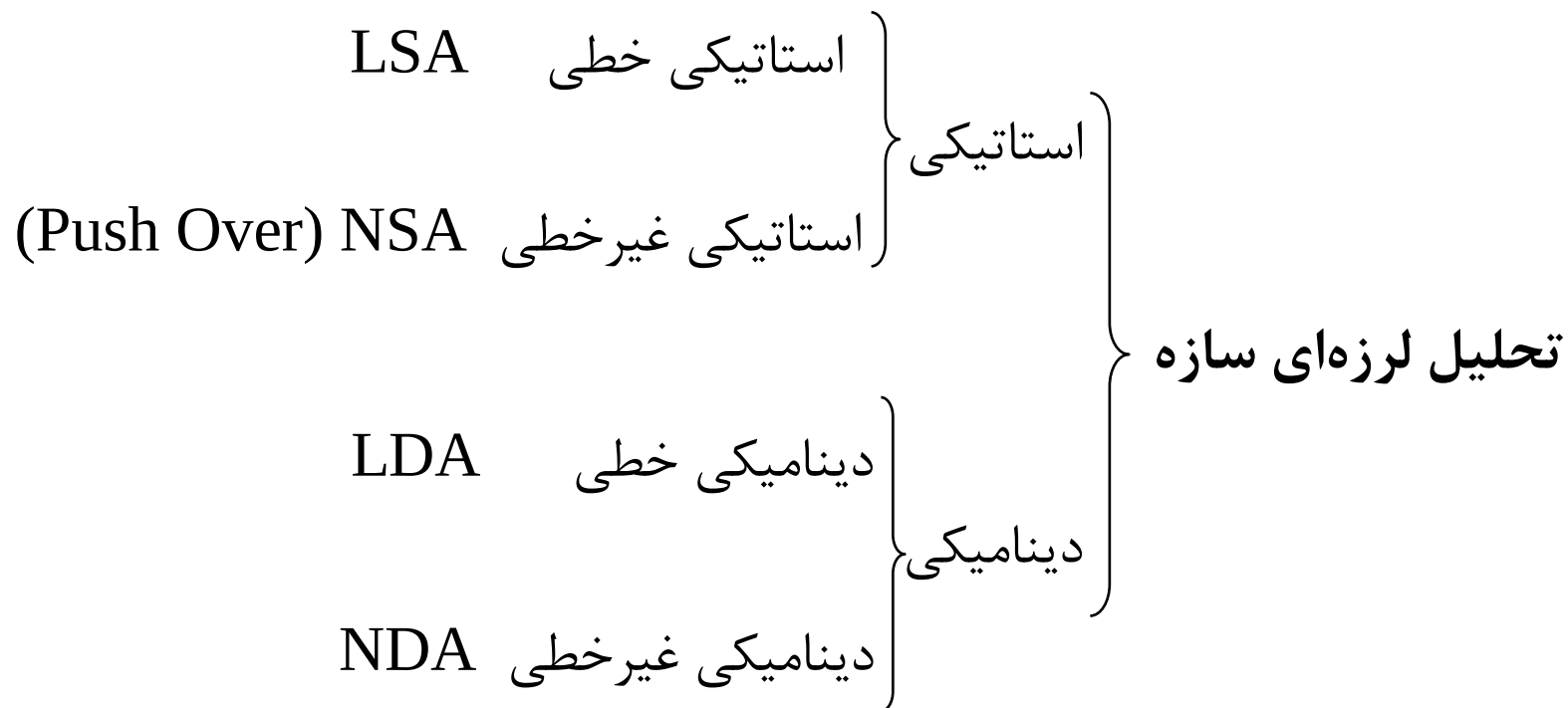
ابزار اصلی در هر دو زمینه تحلیل سازه می‌باشد.

در طراحی **سازه جدید** با اعمال ضرایب اطمینان و فرضیات ساده‌کننده حاشیه ایمنی قابل توجهی در نظر گرفته می‌شود. پس **تحلیل‌های ساده‌تر** جواب‌گو هستند.

در ارزیابی **سازه موجود** باید دقت محاسبات را افزایش داد و از ضرایب اطمینان و حاشیه ایمنی کاست، زیرا مسأله اقتصادی در طرح، بسیار تعیین‌کننده است. پس **تحلیل‌های بسیار دقیق‌تری** نیاز می‌باشد.

مقاوم‌سازی سازه موجود بسیار پرهزینه است!!!

انواع روش‌های تحلیل:



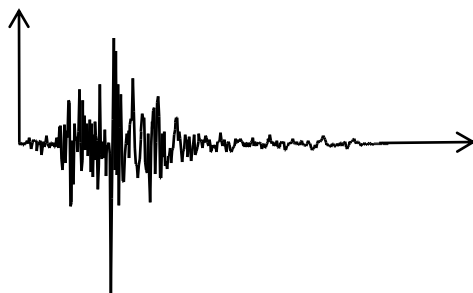
می‌توان به لحاظ سهولت به ترتیب LSA، LDA، NSA و NDA تقسیم‌بندی کرد.

فرق تحلیل استاتیکی و دینامیکی در چیست؟

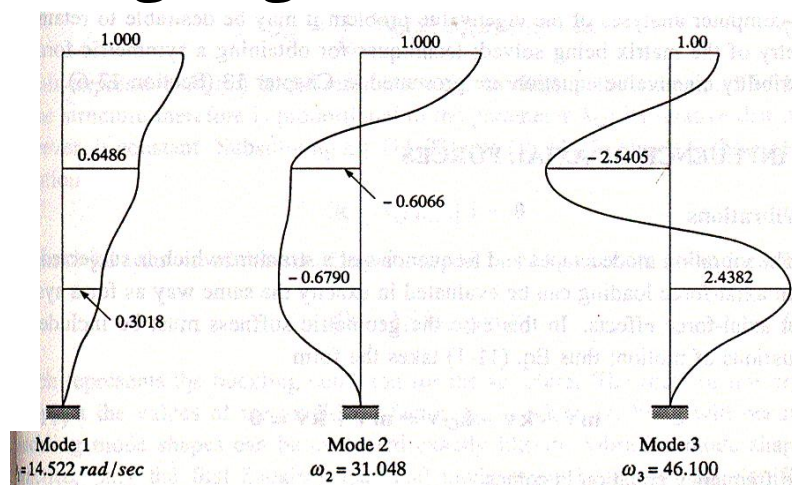
۱. در استاتیکی پارامتر زمان تأثیری ندارد ولیکن در دینامیکی با زمان سر و کار داریم.

* تحلیل دینامیکی به دو شکل انجام می‌شود:

ب- دینامیکی تاریخچه زمانی



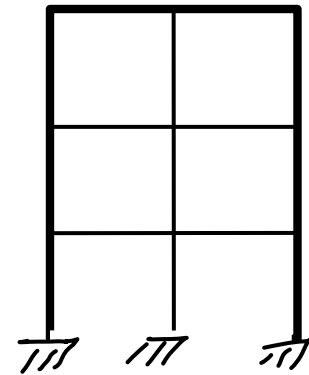
الف- دینامیکی طیفی



۲. استاتیکی بسیار سریع‌تر از دینامیکی می‌باشد.

۳. استاتیکی بسیار ساده‌تر از دینامیکی می‌باشد.

۴. قضاوت روی نتایج استاتیکی بسیار ساده‌تر است (خروجی‌های دینامیکی بسیار پیچیده می‌باشند).



۵. استاتیکی برای طراحی سازه جدید بسیار مناسب می‌باشد.

۶. دینامیکی برای کنترل سازه موجود یا حتی یک المان (مانند اتصال) مناسب‌تر می‌باشد.

۷. استاتیکی بسیار ارزان‌تر می‌باشد.

۸. در دینامیکی میرایی به شکل دقیق‌تری در معادله حرکت منظور می‌شود.

$$m \ddot{x} + c \dot{x} + kx = P$$

معادله حرکت رسم:

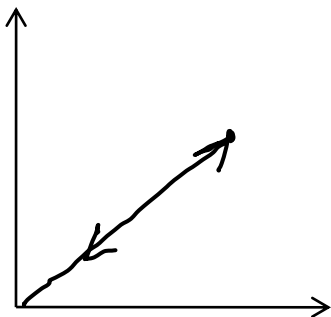
↓ ↓ ↓

جرم میرایی سختی

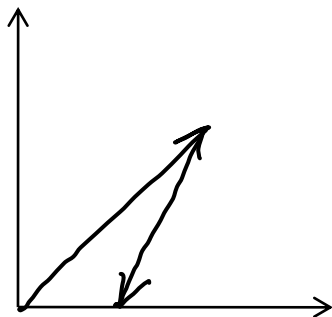
فرق خطی و غیر خطی چیست؟

(LINEAR OR NONLINEAR)

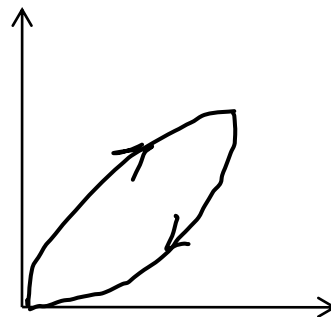
ابتدا تفاوت خطی و الاستیک (ارتجاعی- کشسان) را بررسی می‌کنیم.



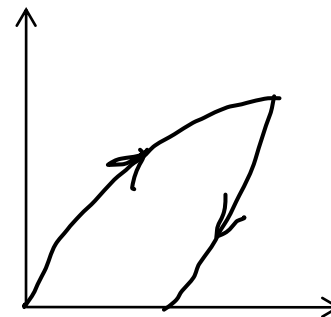
خطی- الاستیک



خطی- غیر الاستیک



غیر خطی- الاستیک



غیر خطی- غیر الاستیک

در اینجا خطی مدنظر می‌باشد، نه ارتجاعی.

دو غلط مصطلح:

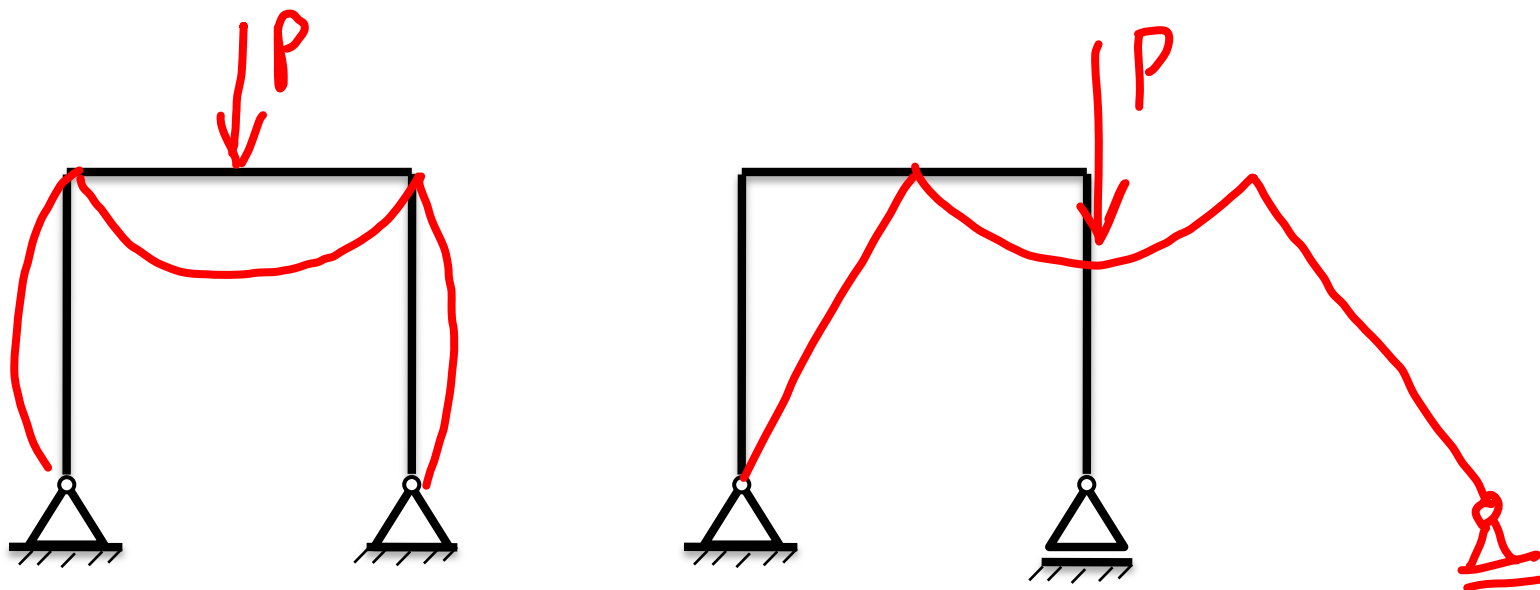
* برخی اصطلاحاً (به غلط) خطی و الاستیک را به یک معنی به کار می‌برند.

* برخی طراحی غیرالاستیک (یا طرح پلاستیک) را با تحلیل غیرخطی اشتباه می‌کنند. این دو تفاوت اساسی با هم دارند،
یکی تحلیل است و دیگری طراحی!

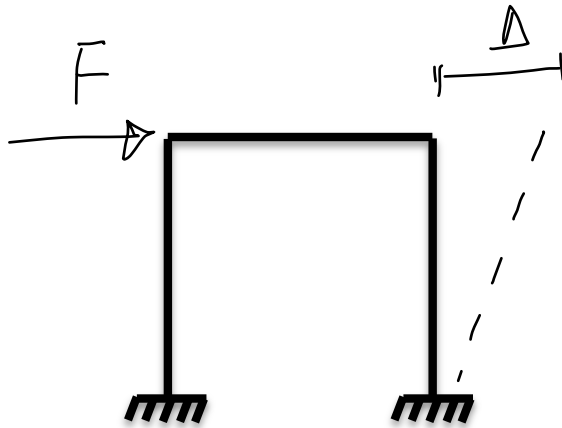
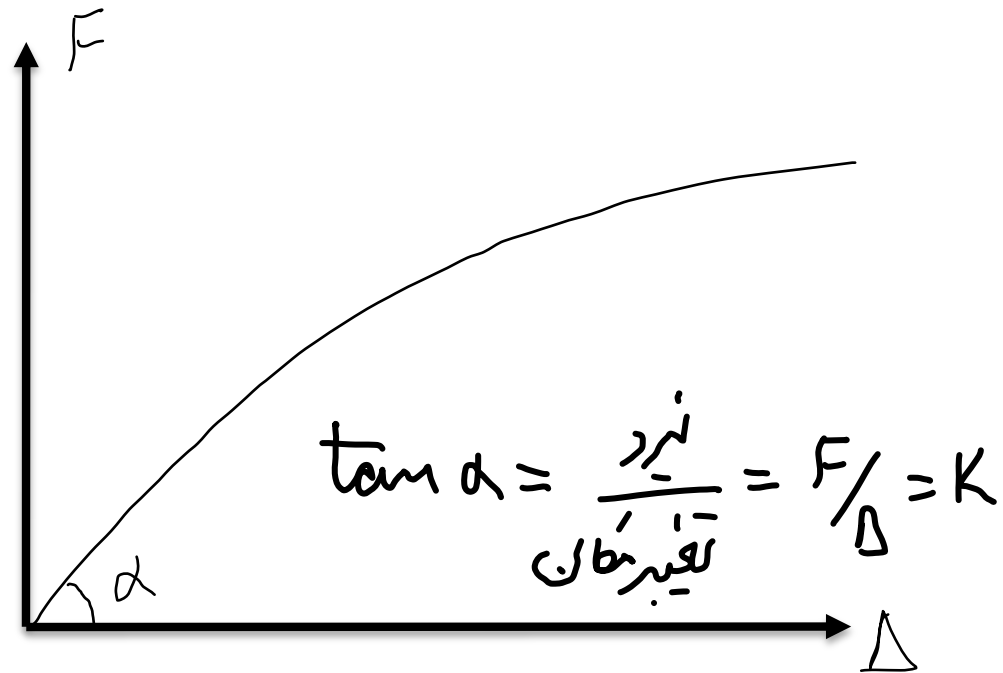
مسائل غیر خطی در سازه در دو زمینه اصلی وجود دارد:

- الف- غیر خطی هندسی (تغییر شکل‌های بزرگ مانند کمانش و ...)
- ب- غیر خطی مصالح (مکانیزم‌های غیر خطی مثل مفصل پلاستیک و ...)

موضوع بحث این سمینار مورد دوم می‌باشد.



ویژگی اصلی غیرخطی مصالح:

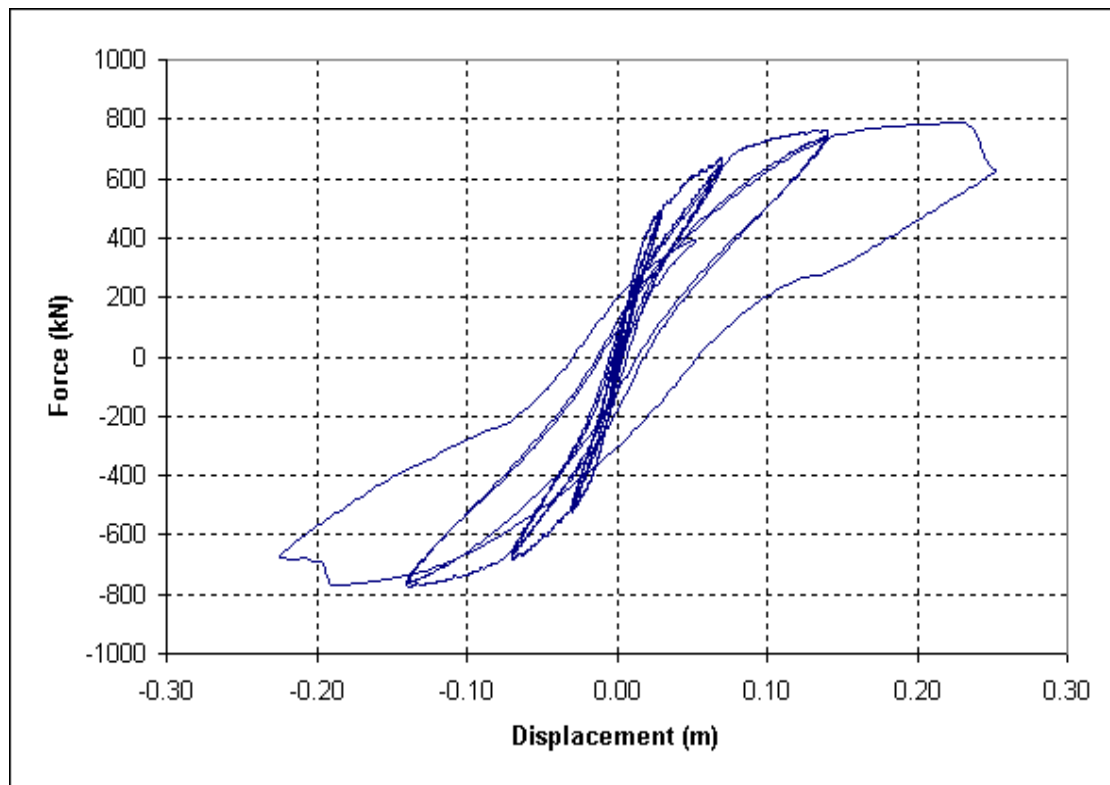


قانون هوک: $F : K \cdot \Delta$

شیب منحنی نیرو- تغییر مکان جانبی = سختی

در رفتار خطی سختی ثابت ولی در غیرخطی سختی متغیر است.

منحنی رفتار غیرخطی واقعی یک المان یا سازه می‌تواند به شکل زیر باشد. که اصطلاحاً به آن منحنی هیستریزیس می‌گوییم.



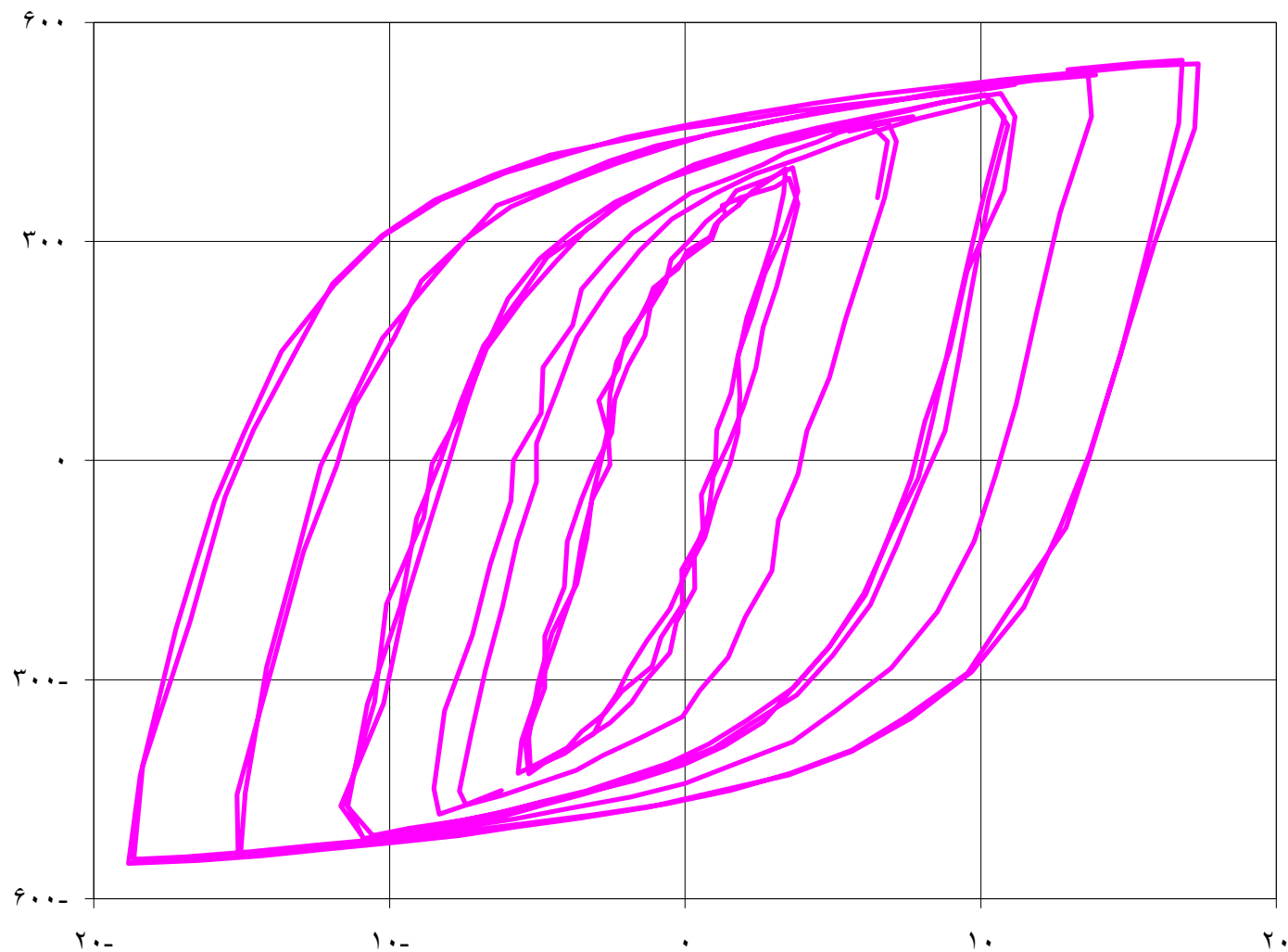
منحنی‌های هیستریزیس را با آزمایش روی نمونه‌های واقعی (در مقیاس‌های کوچکتر) یا با انجام تحلیل‌های دقیق‌تر به دست می‌آوریم. مسأله اصلی در تحلیل‌های غیرخطی، دستیابی به این منحنی می‌باشد و تقریب از اینجا وارد کار می‌شود.

سخنران: **امیرحسین خلوتی**

آزمایش برسی رفتار واقعی اتصالات صلب - امیرحسین خلوتی، پژوهشگر ارشد



سمینار "کاربرد تحلیل غیر خطی در طراحی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها براساس عملکرد"
خانه عمران، مرداد ماه ۱۳۸۸

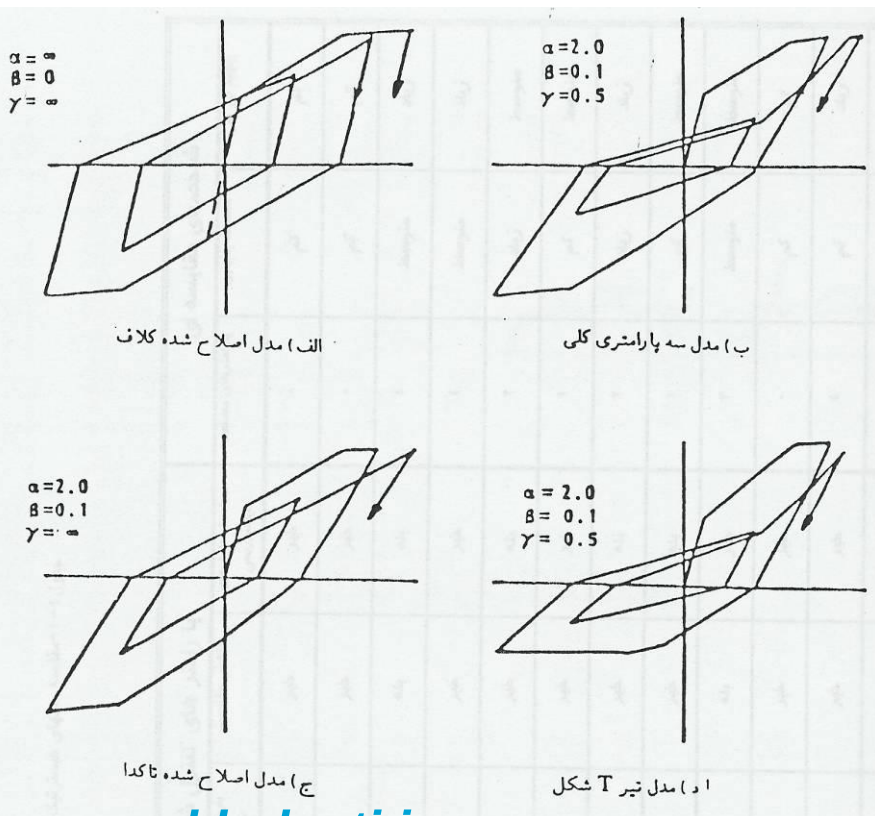
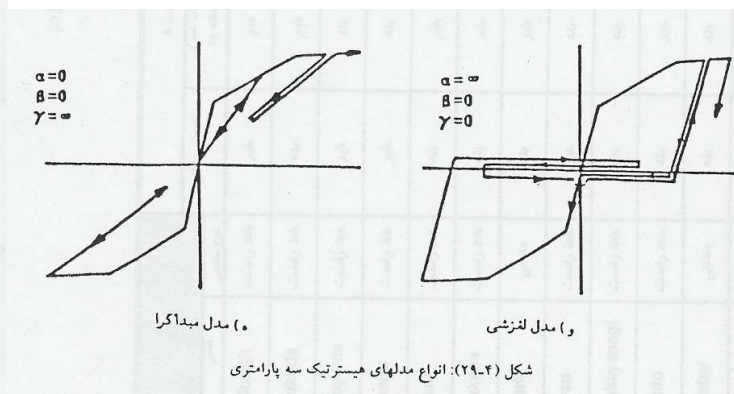


Physical test

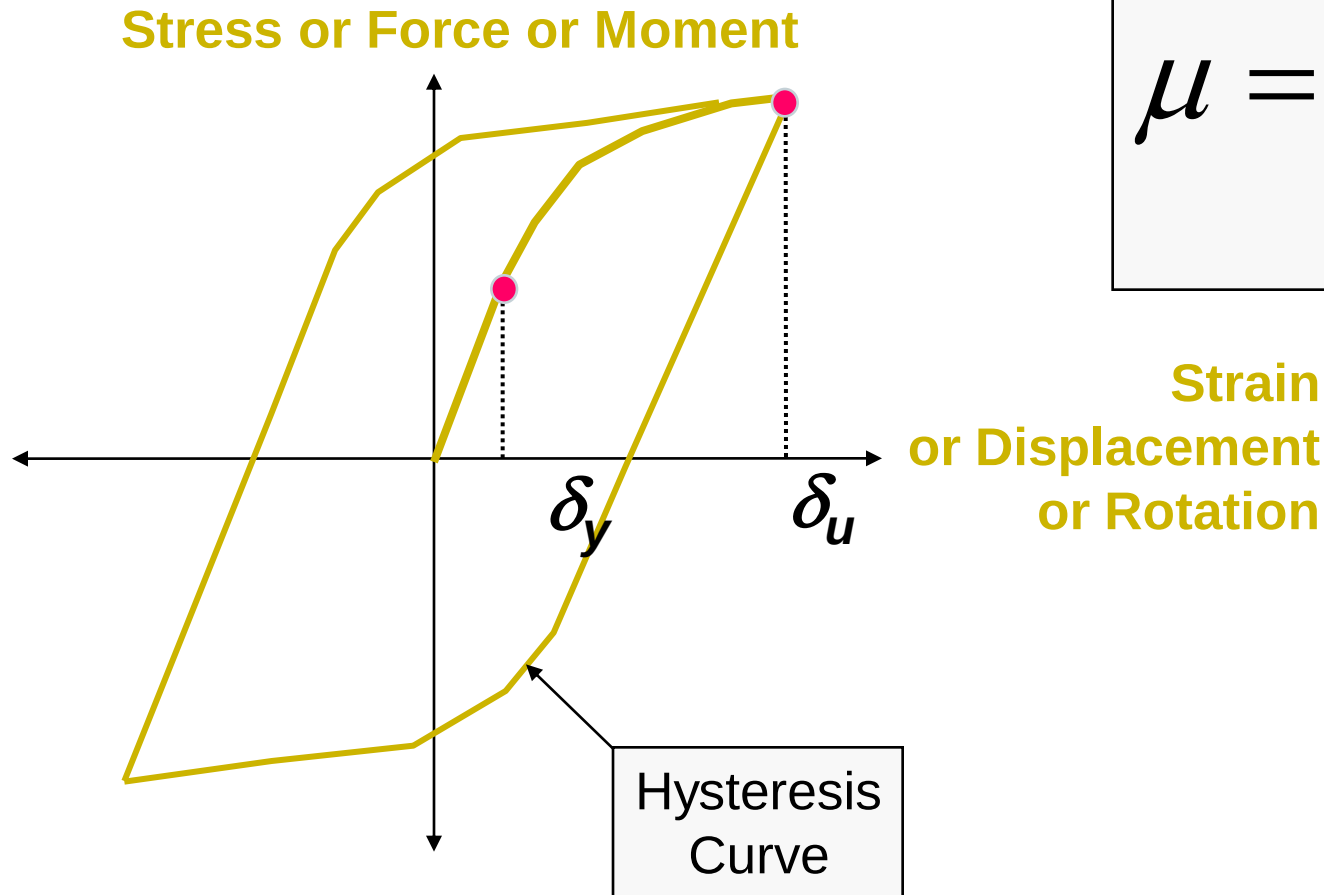
می‌توان از مدل‌های رفتاری به دست آمده توسط محققین که بعضاً به صورت پیش‌فرض در نرم افزارها گنجانده شده است نیز استفاده کرد.

اینها بعضاً مدل‌های ساده شده‌ای هستند که به راحتی قابل تبدیل به روابط ریاضی باشند تا تحلیل را ساده‌تر کنند.

چند نمونه از مدل‌های ساده شده رفتار غیرخطی:

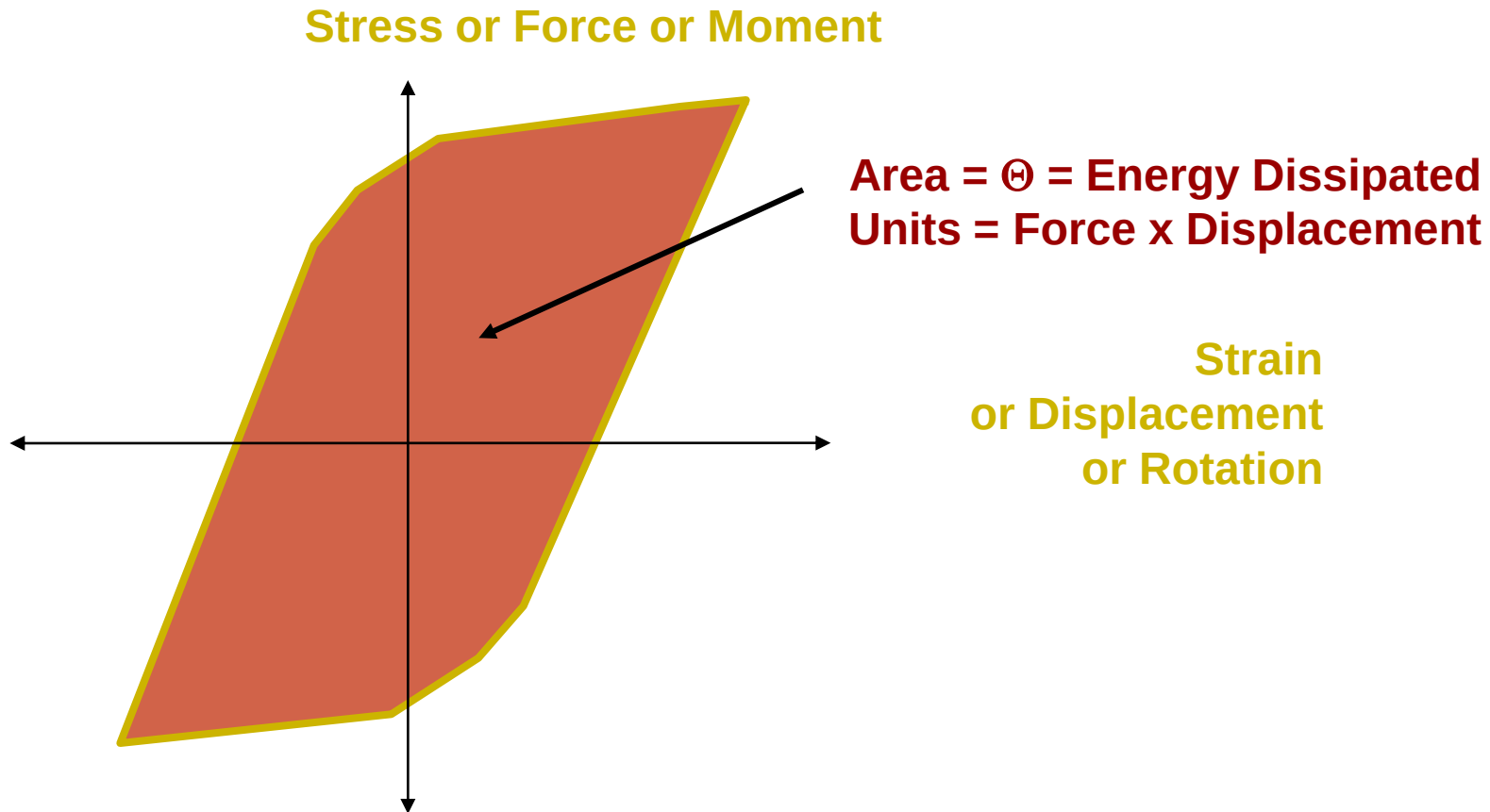


Definition of Ductility, μ



$$\mu = \frac{\delta_u}{\delta_y}$$

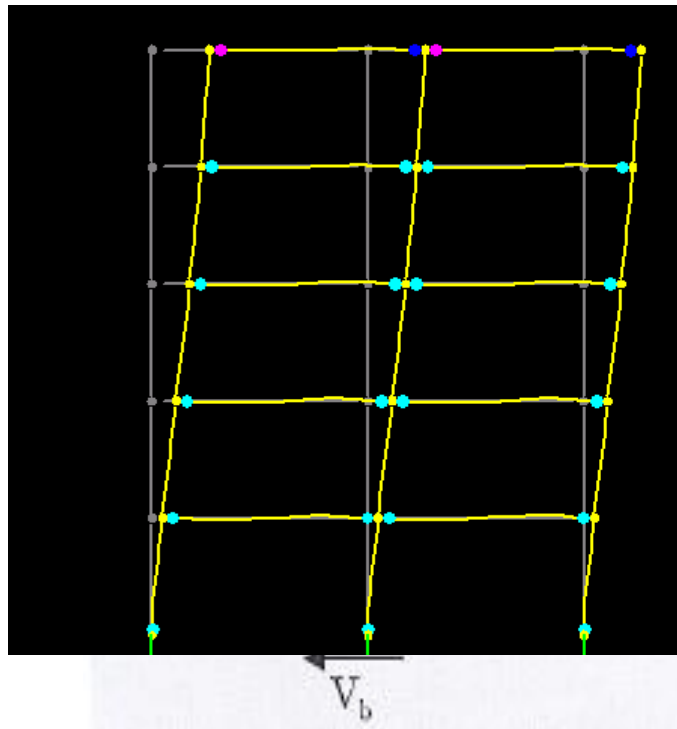
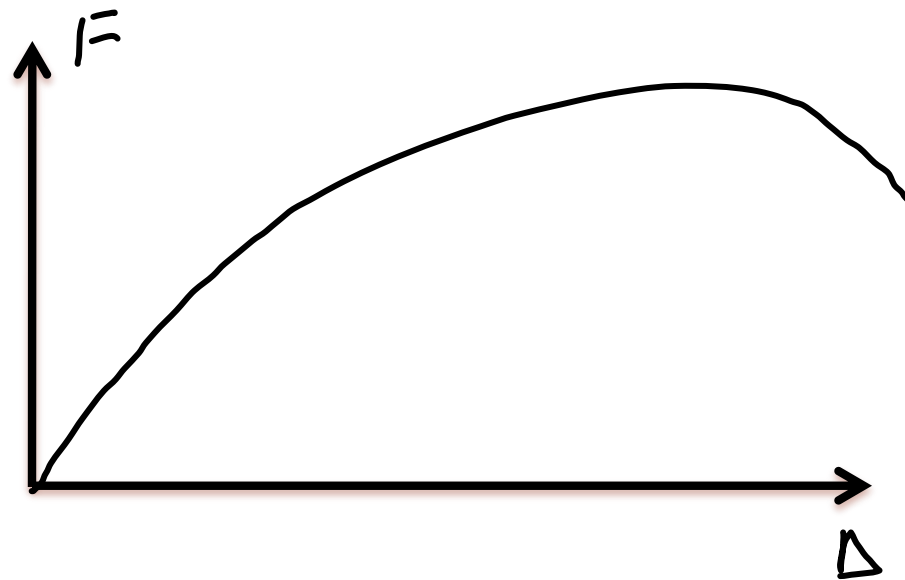
Definition of Energy Dissipation, Θ



مروری کلی بر روش‌های تحلیل غیرخطی:

(Push Over)

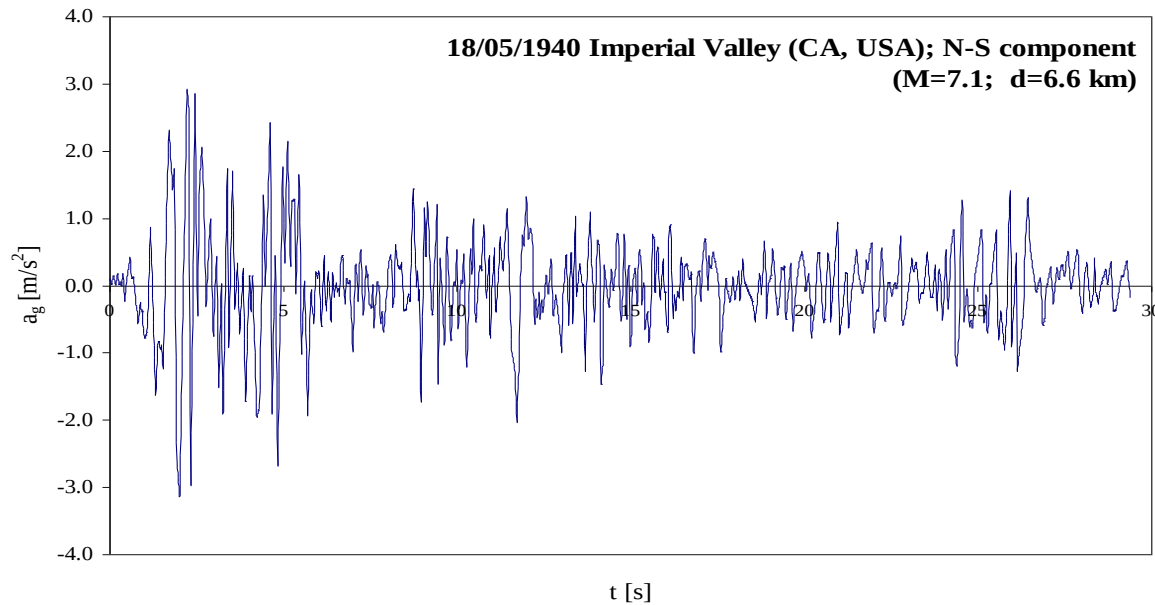
الف- استاتیکی غیرخطی



در سیستم‌های سه بُعدی بحث اثر مدهای بالاتر و بویژه مسأله پیچش یکی از چالش‌های این روش است.

ب- دینامیکی غیر خطی

پیچیده‌ترین تحلیل می‌باشد، خصوصاً اگر ورودی تحلیل تاریخچه زمانی شتاب باشد.



* در هر لحظه ورودی تغییر می‌کند و در عین حال سختی نیز متغیر می‌باشد. انتخاب گام‌های زمانی در این روش، یکی از مسائل مهم در پایداری تحلیل می‌باشد.

* انتگرال‌گیری گام به گام مستقیم، روش اصلی حل این مسائل می‌باشد و اصطلاحاً به روش‌های عددی اینها را حل می‌کنیم.

* زمان بسیار زیادی برای این تحلیل لازم است. به طوری که حتی با کامپیوترهای پیشرفته امروزی برای یک سازه پیچیده، چند روز زمان لازم است!

سخنران: امیرحسین خلوتی

PERFORMANCE-BASED DESIGN

طراحی بر اساس عملکرد

- Design **specifically** intended to limit the consequences of one or more hazards to acceptable levels

طراحی بدین منظور که عکس العمل سازه در بارگذاریهای مختلف به **سطوح مجاز** قابل قبولی محدود گردند.

- Engineer must think about what can happen, then provide designs capable of resisting these effects

مهندس طراح ابتدا فکر کند چه احتمال دارد رخ دهد و سپس طوری طراحی کند تا سازه بتواند در برابر عوامل محتمل مقاومت کند.

تعاریف پایه :

سطوح عملکرد:

بیانگر حداکثر خرابی مجاز قابل قبول در سازه تحت اثر ورودی مشخصی می‌باشد.

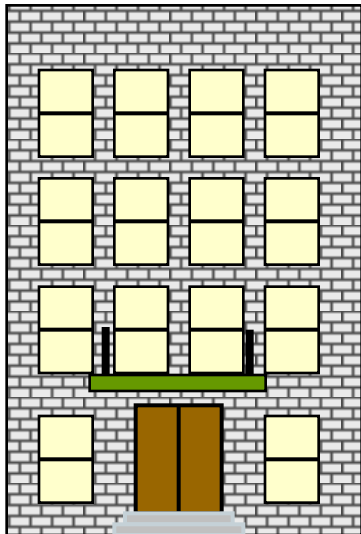
سطوح خطر :

بیانگر میزان نیاز لرزه ای در ساختگاه سازه متناسب با دوره بازگشت در نظر گرفته شده می‌باشد.

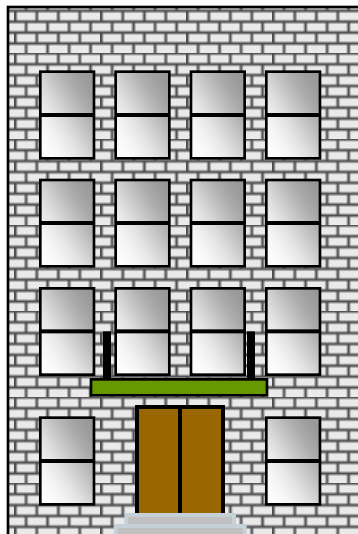
هدف بهسازی :

انتخاب یک سطح عملکرد در یک سطح خطر مشخص و معلوم

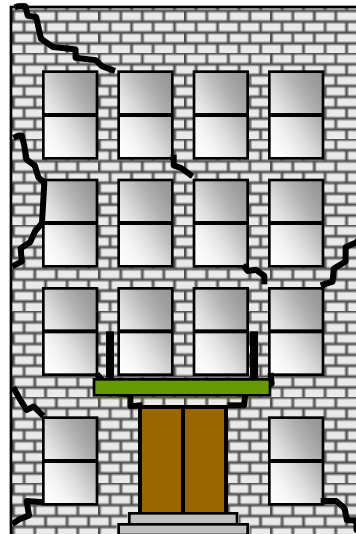
سطوح عملکرد :



Operational

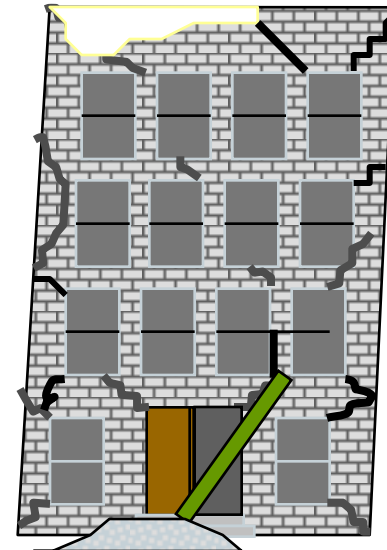


Immediate
Occupancy



Life
Safety

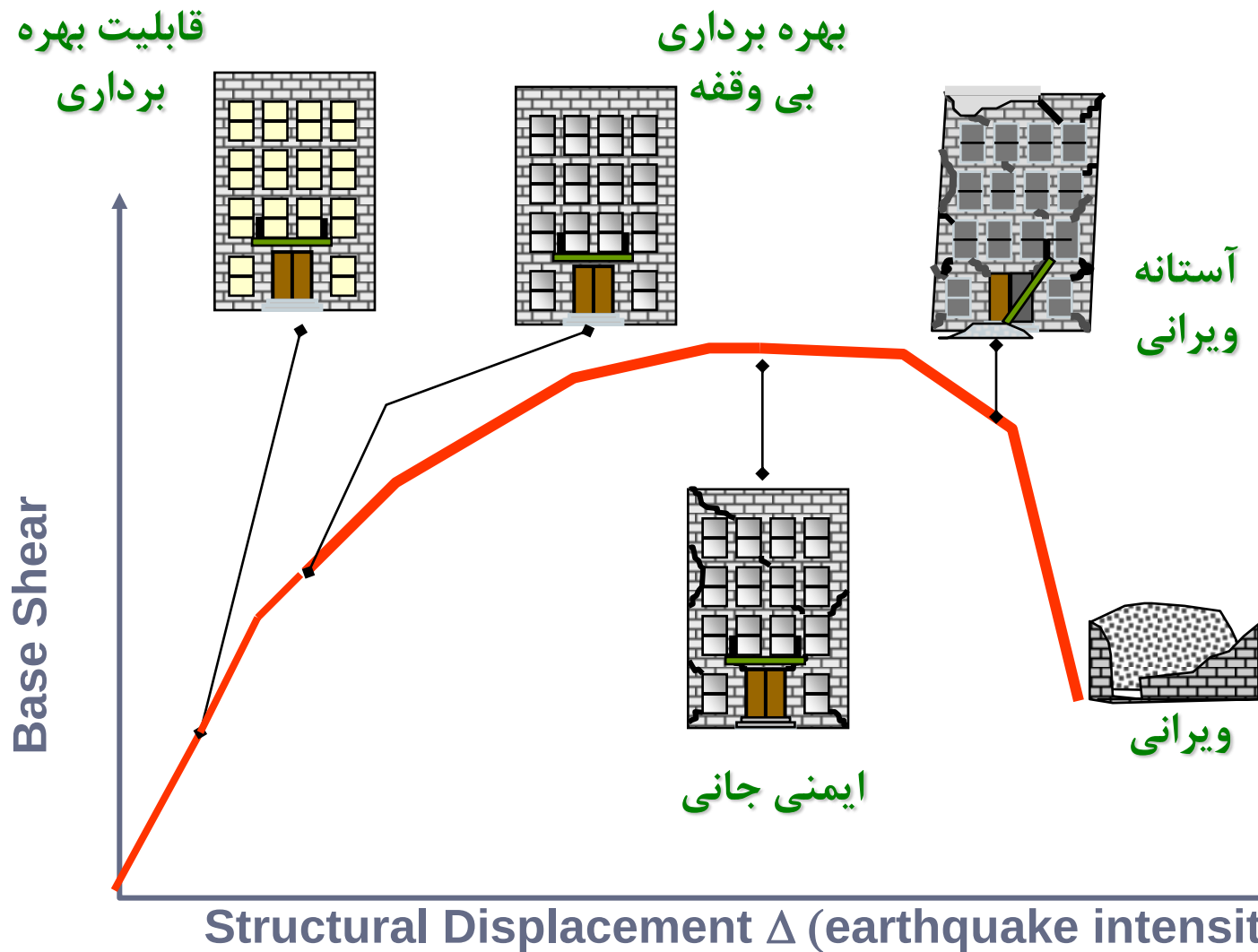
DBE



Collapse
Prevention

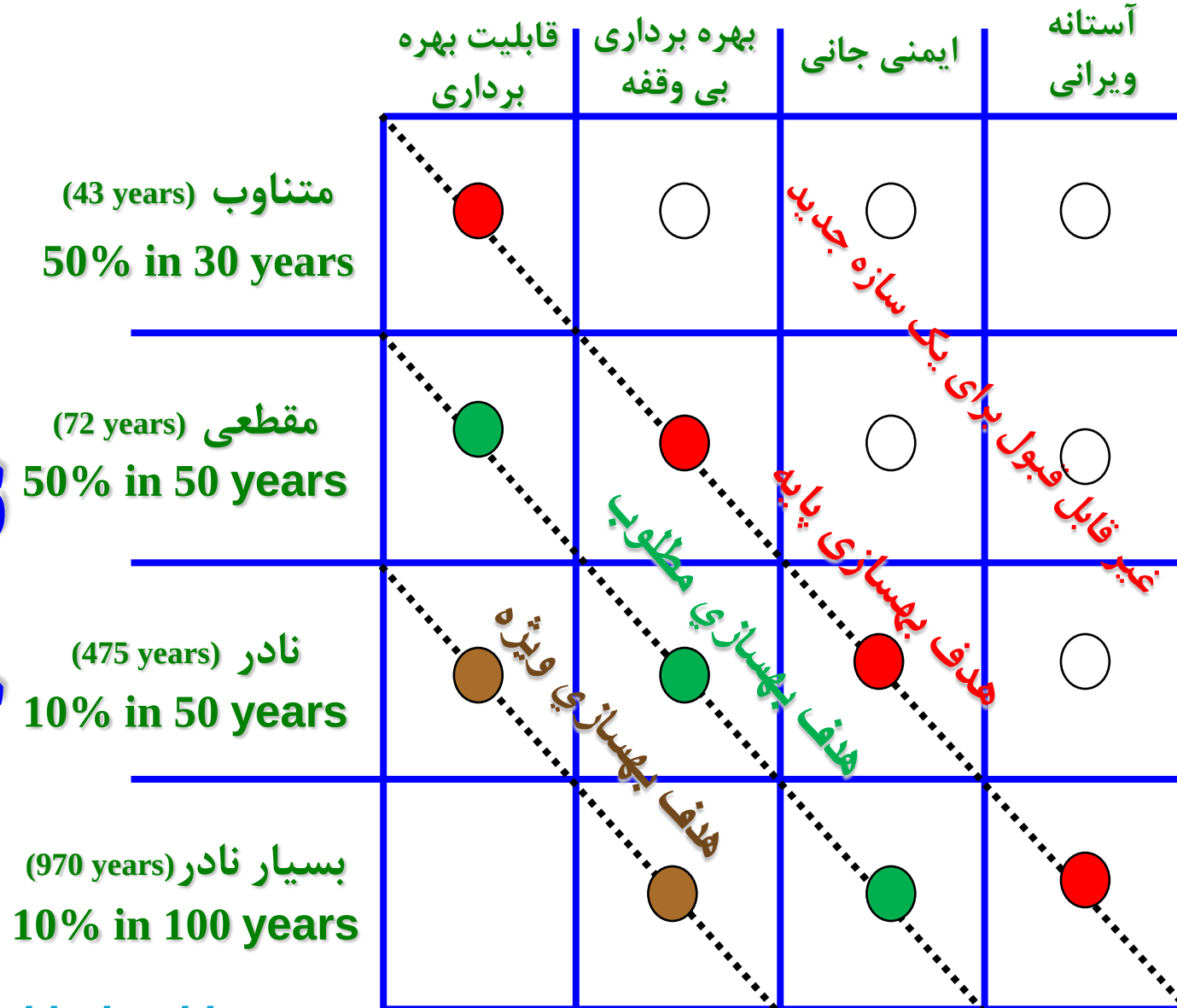
MCE

PUSHOVER AS PERFORMANCE TOOL



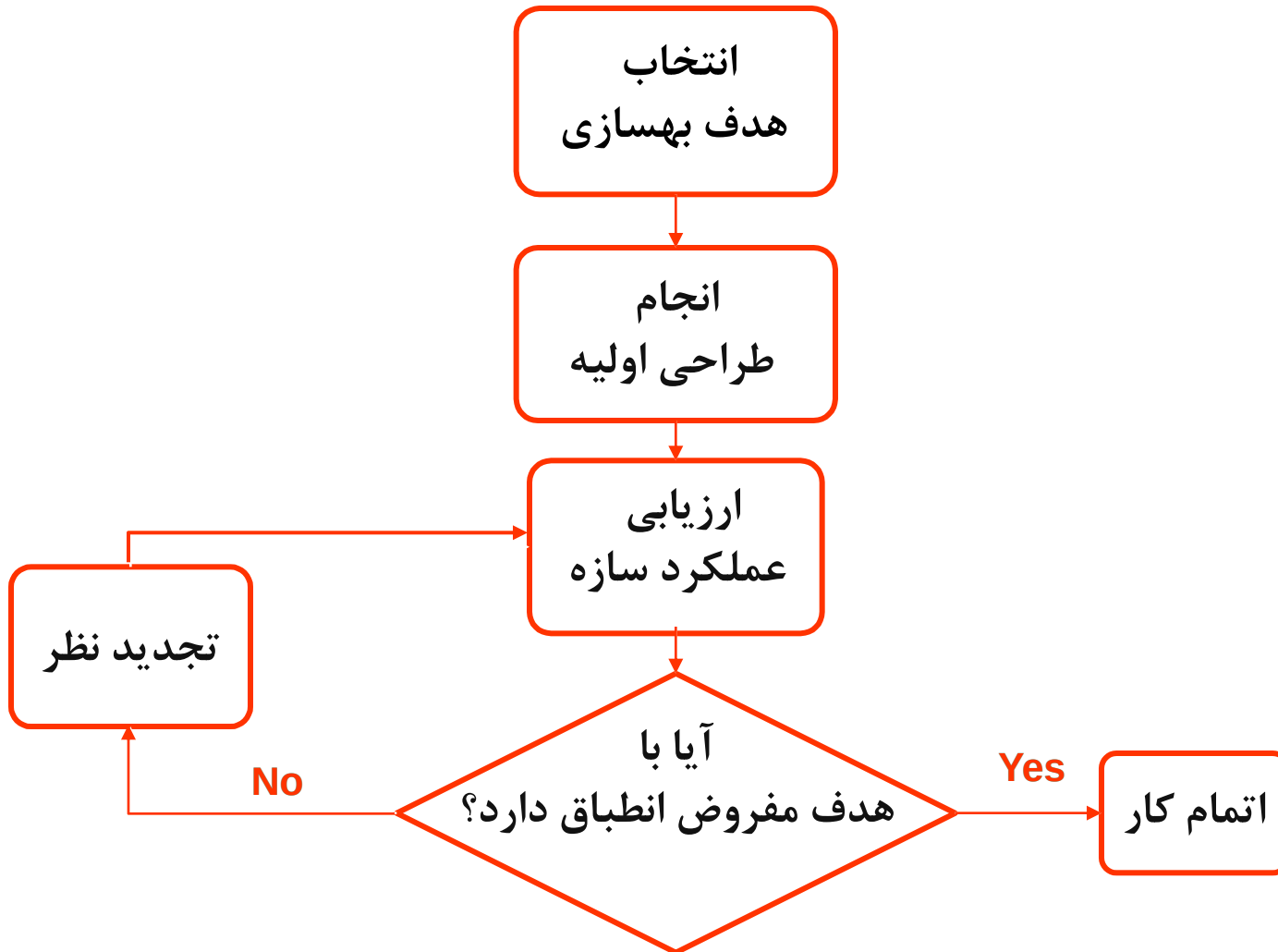
سطوح عملکرد

سطوح خطر



سمینار “کاربرد تحلیل غیرخطی در طراحی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها براساس عملکرد”
خانه عمران، مرداد ماه ۱۳۸۸

روند نمای کار:



«مراحل اصلی در بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها»

مدل سازی:

- رعایت دقیق سختی سازه و مدل سازی دقیق رفتار غیرخطی اعضاء و سازه

تحلیل:

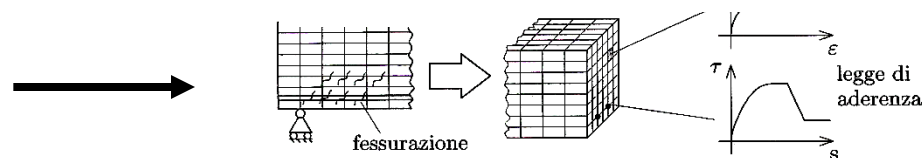
- محاسبه دقیق نیروی اعمال شده (نیاز لرزه‌ای) در سطوح مختلف لرزه‌ای
- انجام تحلیل دقیق (انتخاب شیوه تحلیل باید با دید باز صورت پذیرد. مثلاً سازه آجری غیرخطی نمی‌شود)

کنترل:

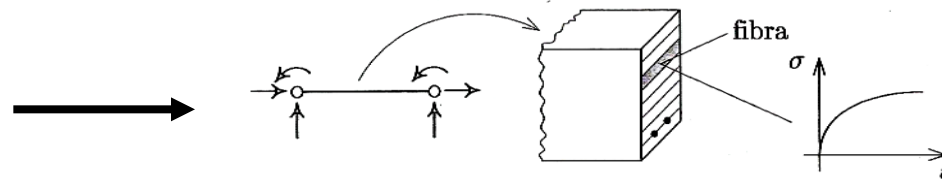
- با توجه به عملکرد مورد انتظار سازه، معیارهای پذیرش را کنترل می‌کنیم.
نیاز لرزه‌ای $\geq$ ظرفیت سازه

روشهای مدل سازی در نرم افزار های مختلف :

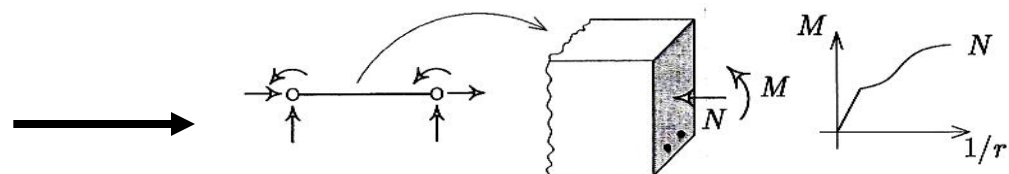
3D elements (Abaqus, Ansys)



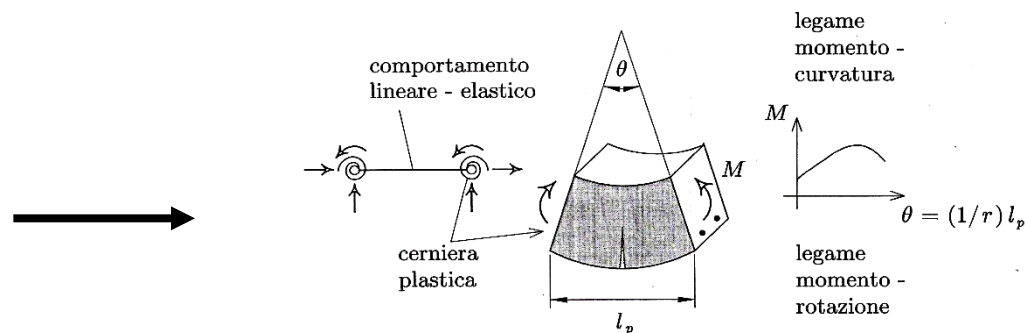
Fiber Models (OpenSees, Seismostruct)



Sectional Models (IDARC)



Lumped-plasticity (SAP 2000)



Structural Engineering Is:

The Art of Using Materials

with properties that can only be estimated

To Build Real Structures

that can only be approximately analyzed

To Withstand Forces

that are not accurately known

So That Our Responsibility to Public Safety Is Satisfied!

[www. Khalvati.ir](http://www.Khalvati.ir)

Email: info @ khalvati . ir

با تشکر از توجه شما عزیزان