

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

دینامیک سازه ها (۱)

www.aboozarmirzakhani.ir

aboozar_mirzakhani@yahoo.com

aboozar.mirzakhani@iauh.ac.ir

در تدوین این مباحث از منابع زیر استفاده شده است، لیکن اشتباهات احتمالی به عهده گردآورنده بوده و امید است، با راهنمایی دوستان گرامی تصحیح شود.
ابوذر میرزاخانی

- کتاب دینامیک سازه ها تألیف پروفیسور چوپرا
- کتاب دینامیک سازه ها تألیف پروفیسور کلاف و پروفیسور بن زین
- جزوه دینامیک سازه آقای دکتر محمود حسینی پژوهشگاه زلزله
- جزوه دینامیک سازه آقای دکتر حسین امام جمعه پژوهشگاه زلزله
- جزوه دینامیک سازه آقای دکتر خسرو برگی دانشگاه تهران
- جزوه دینامیک سازه آقای دکتر محمد صادق روحانی منش دانشگاه آزاد تهران مرکزی
- و آثار سایر اساتید

منابع مورد استفاده دانشگاه: کلمه کتاب با نام دینامیک سازه‌ها

Structural Dynamic

- ✓ کتاب آقای چوپرا ← ترجمه آقای طاقوتی
- ✓ " " کلاف ← ترجمه دکتر سعادت‌عند
- ✓ " " خسرو برگی ← دانشگاه تهران
- ✓ " " پاز ← ترجمه: دکتر مقدم

- نرم افزار: MATLAB

در ساخت و ساز هندسه هدف بهینه سازی

- امقادی بورن
- داشتن قابلیت اعتماد در عمر مفید سازه
- سهولت بهره بهاری

در مخفف معماری

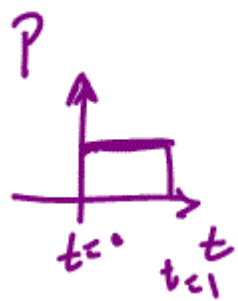
دومقوله لور چیزی است که مهندسان سازه با آن سروکار دارند
برای تأمین قابلیت اعتماد کافی لازم است سازه ای ماعلاوه برکنشها و حرده

نامت از بهره برداری، نیروهای محلی که در عمر مفید آن ممکن است وارد شود در آن
تخل کنند که بسیاری از این نیروها ماهی دنیا می دارند.

بررسی رفتار سازه تحت تأثیر بارهای دینامیکی موضوع کتاب دنیا می سازه ها است
اولین کارهای انجام شده به کارهای اولس و برنولی در اوایل قرن ۱۸ برمیگردد که
ارتعاش جانبی سازه را بررسی کردند بدینسان آن کوکب ارتعاش پیمایی سازه را
بررسی کرد و در اوایل قرن ۱۹ دیگران به مطالعه ارتعاشات همگات پرداختند
اولین کتاب در این زمینه سال ۱۸۷۷ توسط رابلی نوشته شد که
مبنای بسیاری از مطالعات بعدی را گرفت.

در میان محققین اخیر در این زمینه می توان از استورولا ، تیموشینکو ، میروویچ ، نیومارک و کلاف نام برد.

تلم و فعلی موجب نیامدن سازه ها بسیار گسترده است و علاوه بر بررسی سازه در روش های پهنه مکانیک ، هوافضا و بسیاری از رشته های دیگر می کاربرد.



مفاهیم اساسی :

۱- نیرو (Force)

هرگاه 3 مؤلفه بار یعنی جهت ، مقدار و زمان اثر ، بازماند عوض نمود
بار دنیا فعلی داریم که بوجود آورنده نیروی دنیا فعلی است
تفاوت بار دنیا فعلی و استاتیکی :

که
نصورت تدریجی و بدون وابستگی به زمان وارد می شوند
چون برای دنیا فعلی وابسته به زمان هستند پس در اثر حضور
آنها تمام ذرات سازه دارای تغییر مکان وابسته به زمان بوده
و در نتیجه سرعت و شتاب نیز دارند .
مثلاً حاصل ضرب جرم در شتاب ایجاد نیروی بناگ اینرسی می کند

را تعریف کرد مثلاً زلزله‌ای که در آئینده رخ می‌دهد یک بار غیر معین است

بارهای معین به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند

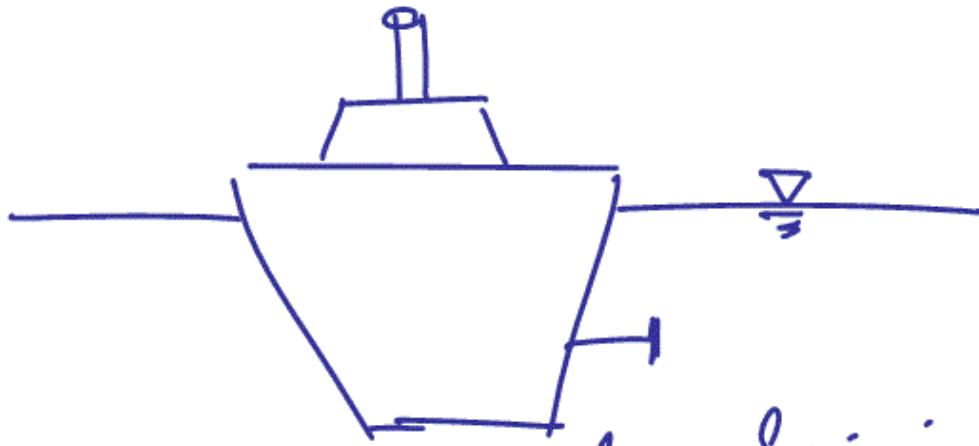
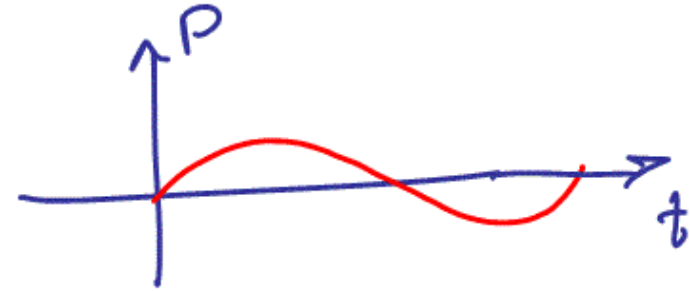
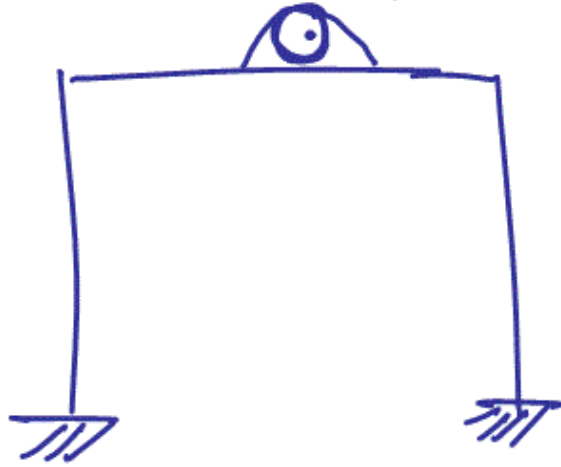
1- بارهای متناوب (Periodic) بارهایی که در فواصل زمانی منظم تکرار می‌شوند

مثلاً بارهایی که از یک موج سینوسی یا کسینوسی تشکیل می‌شوند

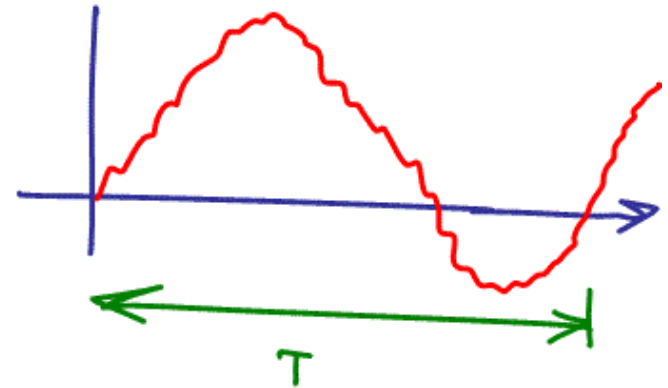
1.1. متناوب ساره \leftarrow بارهایی که از یک موج سینوسی یا کسینوسی تشکیل می‌شوند

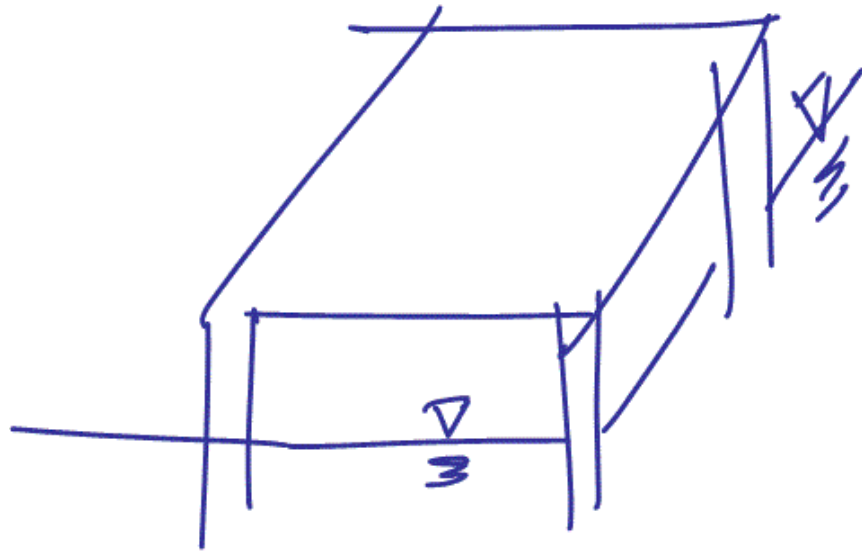
2.1. متناوب مرکب \leftarrow از ترکیب چند بار هارمونیک ساره با فرکانس‌ها و دامنه‌های مختلف تشکیل شده است

نیروی ناشی از خروج از مرکزیت دسید دوار

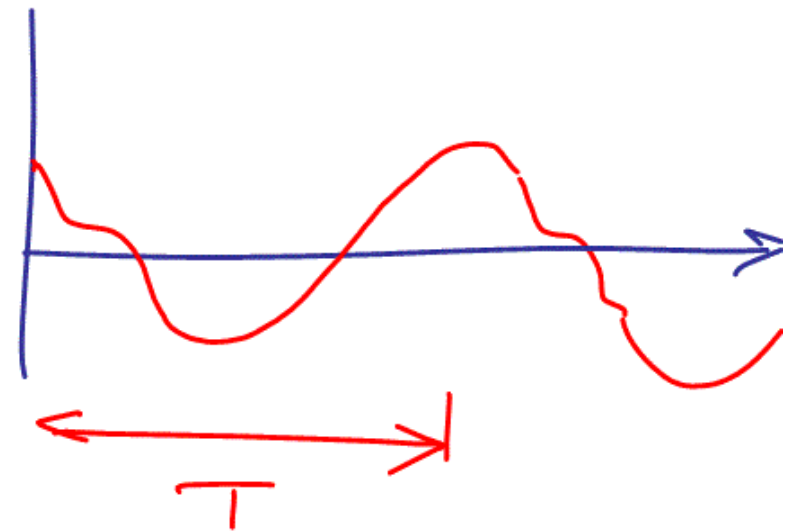


نیروی ناشی از پروانه



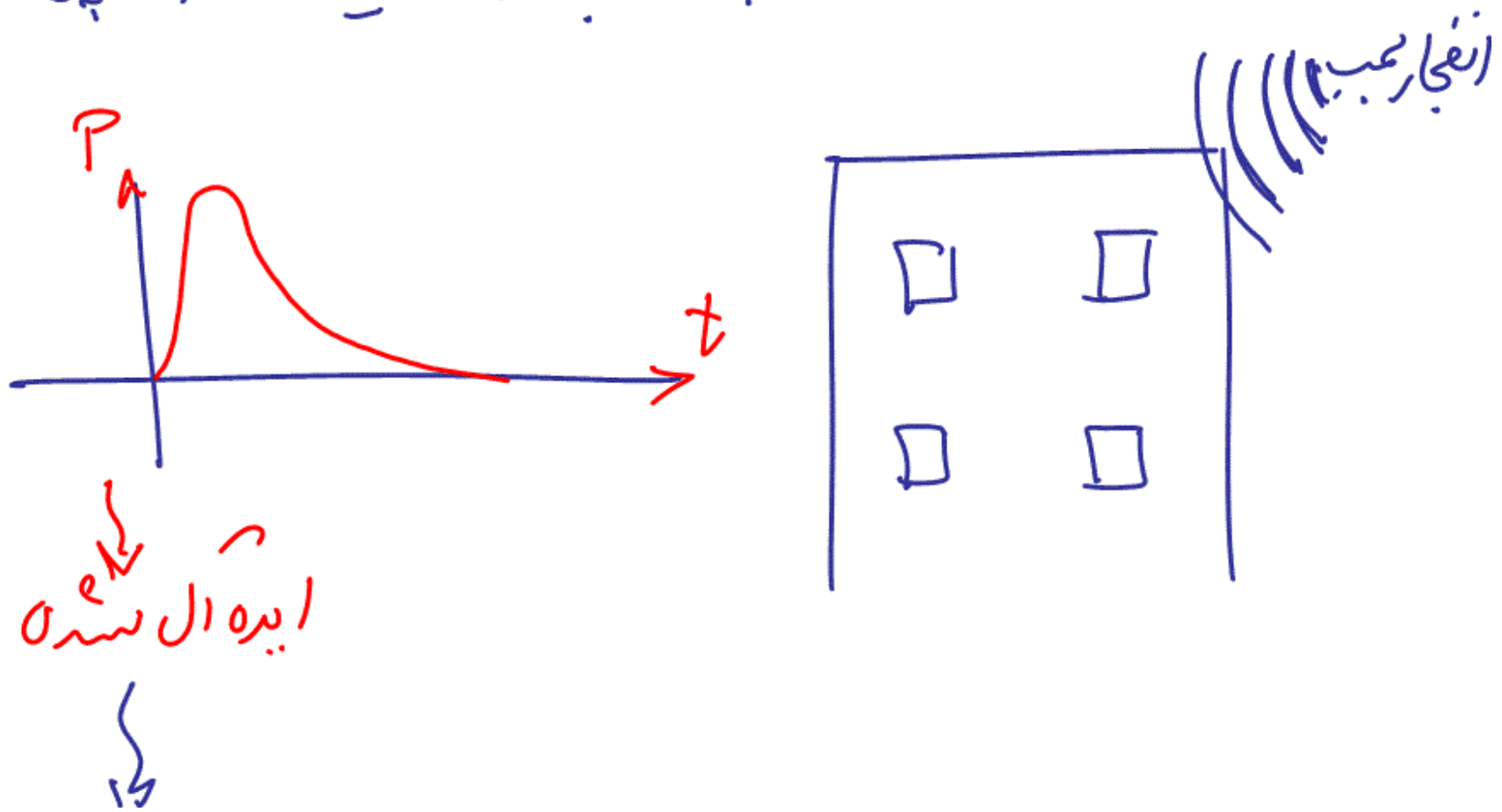


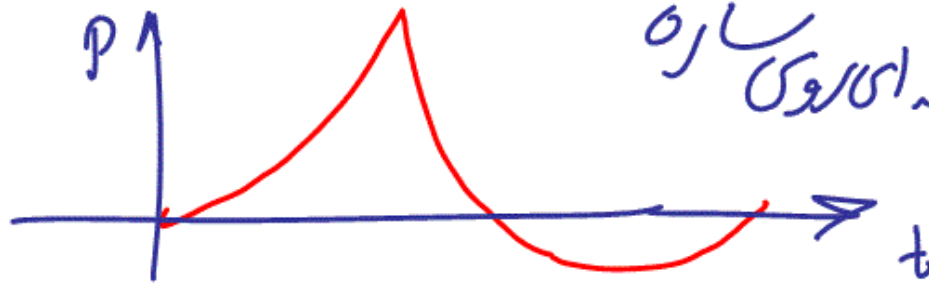
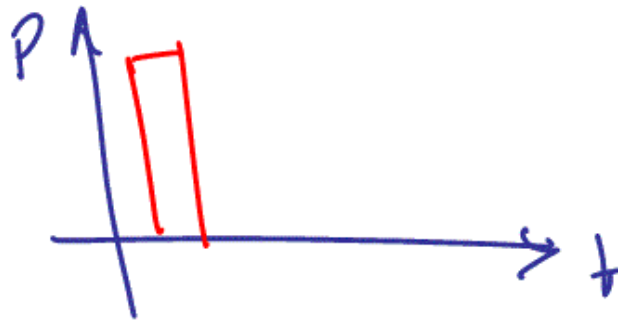
نیروی ناشی از امواج بر سازه دریایی



2 - بارهای ضربه‌ای (Impulsive loading)

بیرایمی است که مدت زمان اعمال آنرا کوتاه است
مدت نیروی تار از انفجار یا برخورد کامیون با پایه پل





ضربه ناگهانی از سقوط قله ای روی سازه



3- بارهای نامنظم (Irregular)

بارانی هستند که هند و آسیای شرقی
ند بار زلزله (Earthquake)



نمونه نسبتاً بزرگ زلزله

◀ نیروی تعمیم یافته عبارت است از نیروی محوری، برش،

خمشی و پیچشی

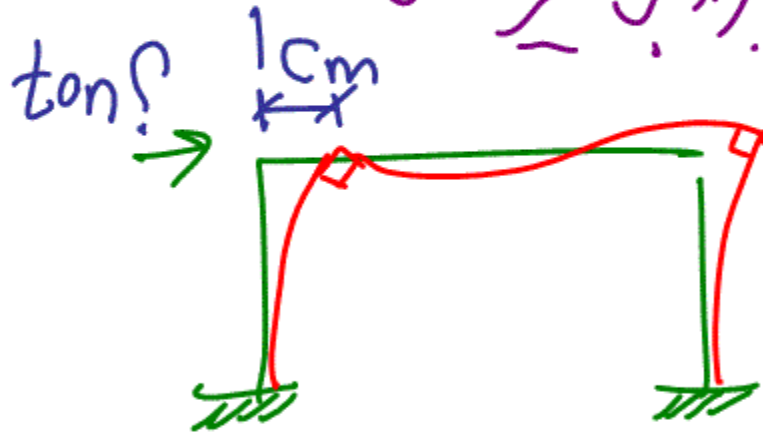
دلیل ما هم اسی :

2. سختی (stiffness)

سختی در مفهوم کلی به معنای مقاومت در برابر تغییر شکل یا تغییر شکل است اما تعریف دقیق تر آن عبارت است از

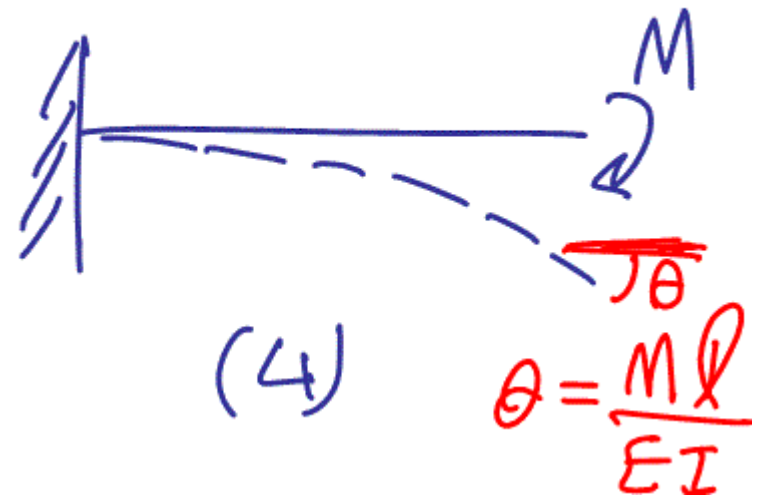
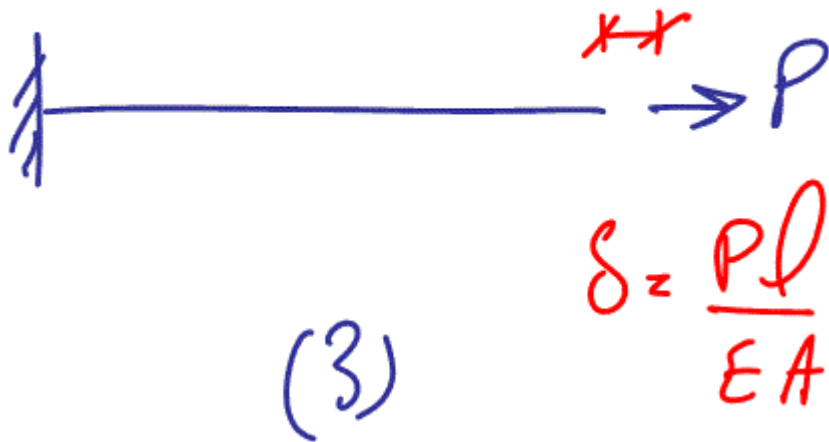
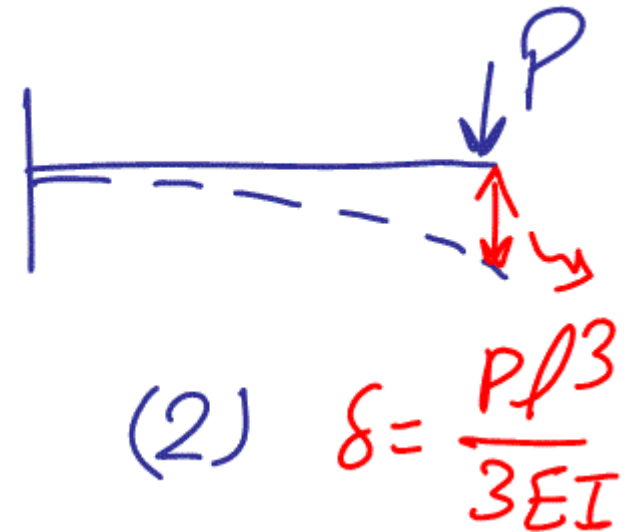
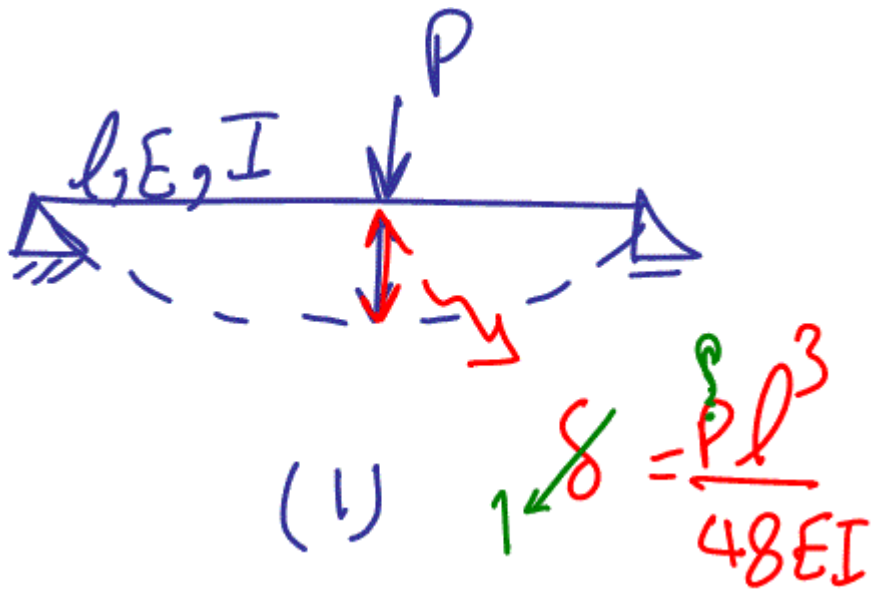
نیروی تعمیم یافته لارگر برای ایجاد تغییر مکان متناظر واحد در نقطه‌ای خاص از سازه .

در واقع تحت مقاومت جبراً برابر تغییر شکل است.



$$? = 20 \text{ t/cm} = k$$





گٹریٹریب سٹی رابا k نسا رهم جابرقه به تعارفه بارا

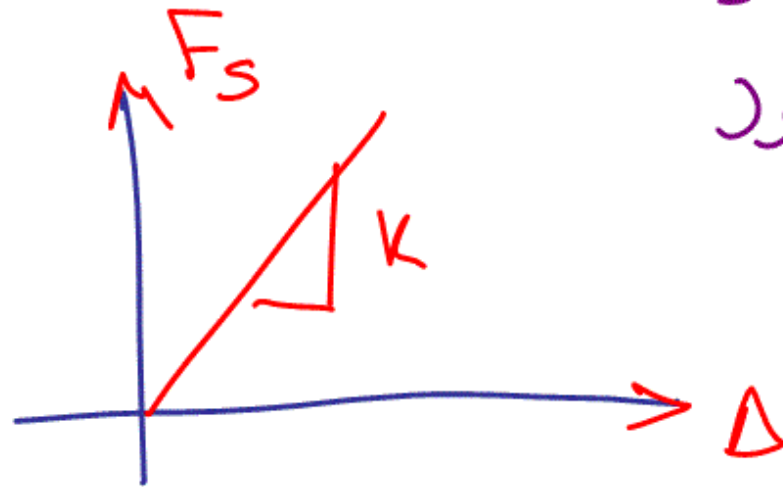
ما توكز لفت

$$\left\{ \begin{array}{l}
 k_1 = \frac{48EI}{l^3} \rightarrow \text{سٹی تعریفه مكانه} \\
 k_2 = \frac{3EI}{l^3} \rightarrow \text{, , ,} \\
 k_3 = \frac{EA}{l} \rightarrow \text{سٹی محوری} \\
 k_4 = \frac{EI}{l} \rightarrow \text{سٹی دورانه}
 \end{array} \right.$$

ما برهنت حاکم لورن قانون هوک و رفتار خطی سازه

می توان رابطه بین نیروی تعمیم یافته با تغییر مکان را چنین بیان نمود

$$F_S = k \Delta$$

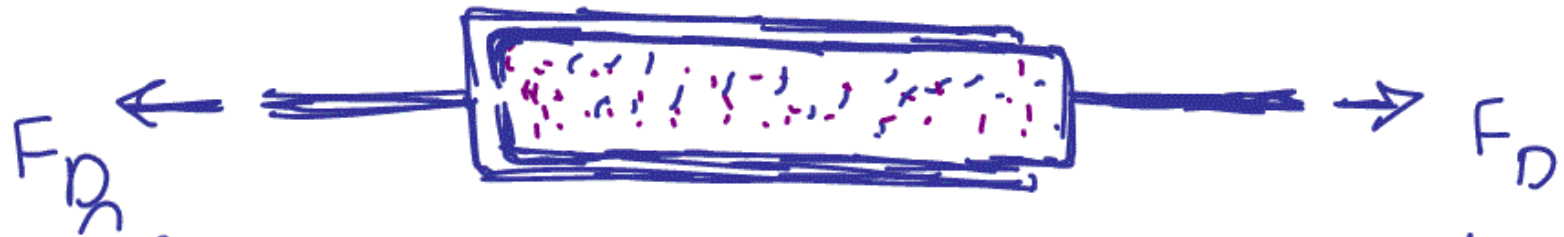


3 < میرایی (Damping)

برای رادرمقالبه با سعی می توان معاً و مت در برابر
سرعت تعریف نمود و تعریف دقیق آن عبارت است از
نیروی تعمیم یافته لازم برای ایجاد سرعت متناظر واحد در نقطای
خاص از سازه -

برای روشن شدن ماهیت میرایی گد غنر خودرو با مثال خوبی است

که از دو استوانه متداخل تشکیل شده است که کاملاً در داخل
هم جزا شده اند تشکیل شده که یکی می تواند داخل دیگری
حرکت کند



بد طرف استوانه داخلی تعدادی سوراخ زدند و با فلان
نیز روغن وجود دارد



وقتی بکراهم بوسید نیروی F_D رو سرتنگ فشار از هم دور کنیم

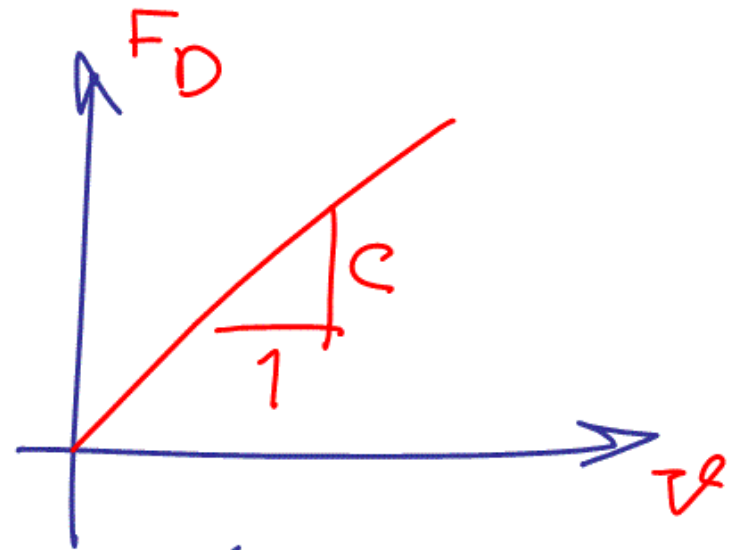
با سرعت v

در سمت محسوس شده استوانه خارجی خلأ بوجود می آید
 و به ناچار روغن از سوراخا مکیده می شود و بدلیل محسوس
 لزجت و ویسکوزیته روغن عبور روغن با مقاومت همراه

است؛ این مقاومت متناسب با سرعت است و در تولا
آنها بصورت زیر نوشته

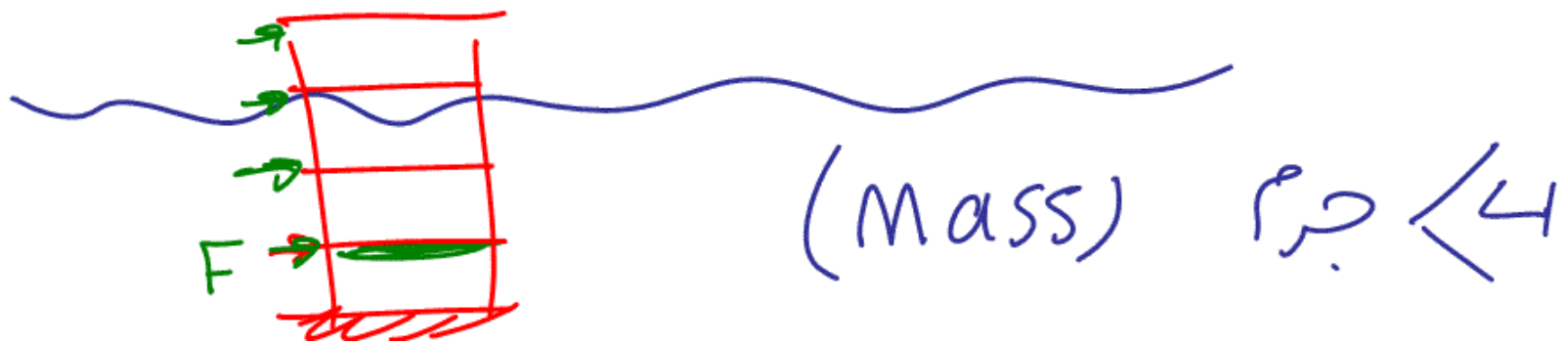
$$F_D = cV$$

↓
Damping



* در عمل پدیده میرایی کاملاً از نوع لزج نبوده و فقط هب

هماهنگی و سهولت در حل معادلات چینی فرقی در نظر
 گرفته می شود. برای یک سازه در حالت واقع به مصالح
 بکاررفته، چگونگی اتصالات، کیفیت اجرا سازه، نوع نودها
 و ... وابسته خواهد بود.
 * برای یک سازه فقط به صورت یکریغایی محاسبه خواهد بود.



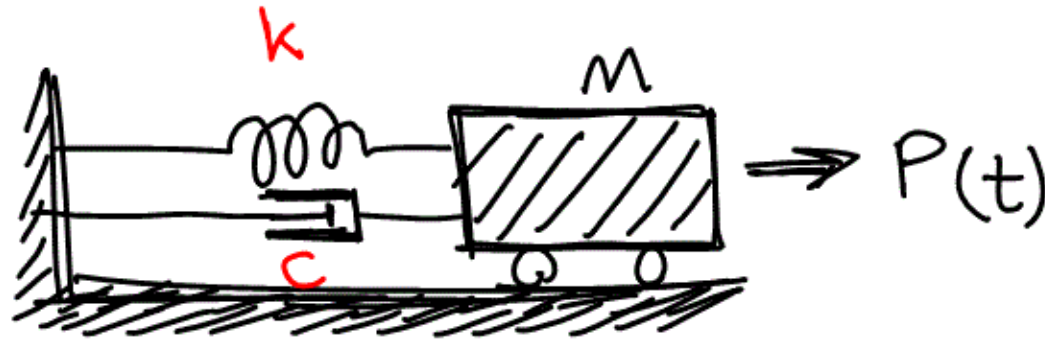
در مقابل با تعارف گذشته جسم را مقاومت در برابر شتاب
تعریف می‌کنیم و تعریف دقیق آن عبارت است از نیروی تعمیم یافته
لازم برای ایجاد شتاب متناظر واحد در نقطه ای خاص از سازه

$$F = Ma$$

که به زبان ریاضی

در رابطه با F تنها چیزی از مقاومت سازه در برابر نیروی
خارجی است بنابراین با $(F = ma)$ رابطه دوم نیوتن که در آن
 F برآیند کلیه نیروها باشد یکسان نیست

سیستمی دینامیکی حتماً جرم دارند و پهنای مکانی
داریم و نیروها مرتباً با جرم هستند.



یک سیستم ساده دینامیکی