

تحليل سازه ها ۱

سيد محمد مهدي غفوري

بهار ۱۳۹۱

سرفصل های درس تحلیل سازه ها ۱

سیستم های سازه ای: سازه های معین و نامعین استاتیکی - پایداری و ناپایداری سازه ها

تعیین و ترسیم نمودار نیروهای داخلی برای سازه های معین استاتیکی (نیروی محوری، نیروی برشی، لنگر خمشی و لنگر پیچشی)

محاسبه تغییر مکان سازه ها با روش های لنگر مساحت - بار الاستیک تیر مزدوج

روش های انرژی و کاربرد آنها در محاسبه تغییر مکان های سازه: کار حقیقی - کار مجازی - بار واحد - قضایای اول و دوم کاستیلیانو - قضیه ماکسول بتی

تحلیل سازه های نامعین استاتیکی: روش تغییر مکان - روش نیرو - جمع آثار قوا - اثرنشست های تکیه گاه ها و حرارت

قضیه سه لنگری

خطوط تاثیر انواع سازه های معین و نامعین استاتیکی و کاربر آنها

نمره های درس تحلیل سازه های ۱

تمرین ۳ نمره

میان ترم (۱۳۹۱/۰۲/۰۶) ۵ نمره

پایان ترم ۱۲ نمره

دسترسی به تمرین ها، نمرات

تمرین ها پنج شنبه هر هفته در سایت:

www.ghafoori.ir

نمرات مربوط به پروژه و تمرین ها نیز از طریق همین سایت قابل دسترسی می باشد.
تماس با من:

از طریق سایت قسمت تماس با استاد

مرور مفاهیم

سازه: مجموعه ای از اجزا و عناصر مرتبط با هم که تحت اثر نیرو یا نیروهای قرار دارد.

تعادل: هرگاه یک سازه قادر باشد ایستایی خود را در مقابل بارهای وارده حفظ کند آن سیستم یا سازه را متعادل گویند.

پایداری: هرگاه یک سیستم در برابر تمامی مجموعه نیروهای محتمل وارده قادر به حفظ ایستایی خود باشد، آن سیستم یا سازه را پایدار گویند.

قید: به هر پیوند میان دو جسم (سازه) که حرکت هر کدام را محدود می کند، قید گفته می شود. هرگاه یکی از دو جسم مقید شده زمین باشد، آن قید را تکیه گاه می گویند.

۱- حرکت انتقالی در جهت محور X

۲- حرکت انتقالی در جهت محور Y

۳- حرکت انتقالی در جهت محور Z

۴- حرکت دورانی در جهت محور X

۵- حرکت دورانی در جهت محور Y

۶- حرکت دورانی در جهت محور Z

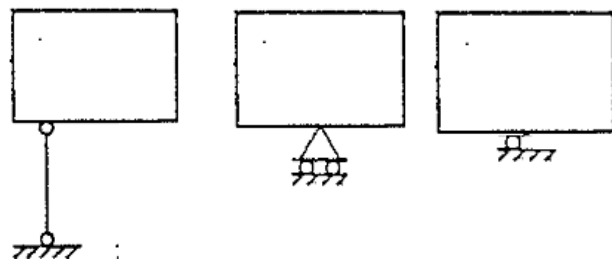
انواع حرکت اجسام

مرور مفاهیم

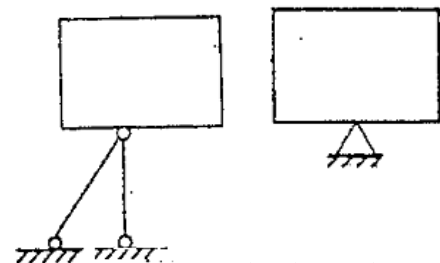
انواع قید ها:

۱- **قید میله ای:** ساده ترین نوع قید است که حرکت انتقالی

را در یک راستا محدود می کند:



۲- **قید مفصلی:** قیدی است که حرکت انتقالی را در دو راستا محدود می کند:



۳- **قید گیردار:** قیدی است که حرکت جسم را در تمام راستاهای انتقالی و دورانی محدود می کند

مرور مفاهیم

انواع قید ها:

۳- قید کشویی:



۴- قید برشی:



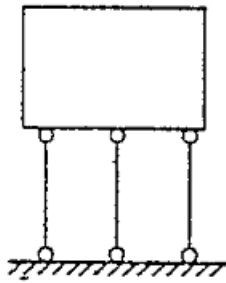
نکته: حداقل تعداد قیود برای پایدار کردن سازه در صفحه ۳ و در فضا ۶ می باشد.

تبصره: داشتن ۳ و ۶ قید برای پایداری سازه در صفحه شرط لازم است ولی کافی نیست!

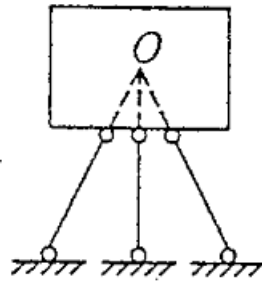
ناپایداری هندسی

نا پایداری هندسی خارجی:

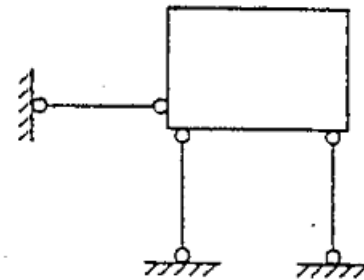
چنانچه عکس العمل های تکیه گاهی موازی یا در یک نقطه متقارب باشد، سازه فاقد پایداری خواهد بود که به آن ناپایداری هندسی خارجی می گویند.



(الف)



(ب)

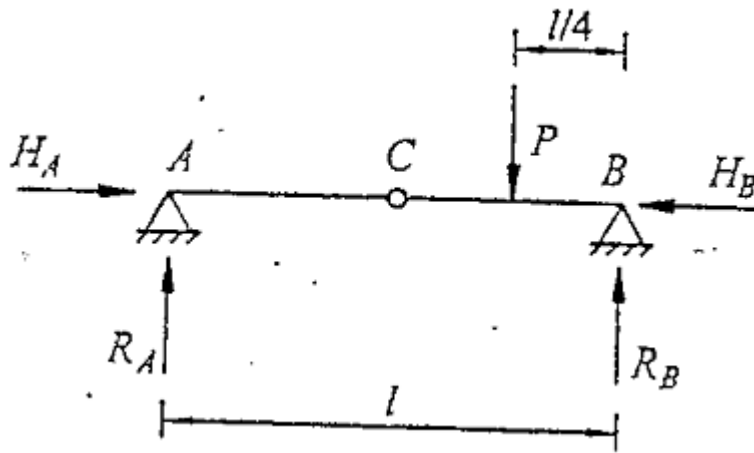


(ج)

ناپایداری هندسی

نا پایداری هندسی داخلی:

مثال: در سازه شکل زیر عکس العمل های تکیه گاهی را بدست آورید:



هر سازه ای که در آن سه مفصل در یک امتداد و مفصل وسط آزاد باشد، دارای ناپایداری هندسی داخلی یا آنی است.

معینی و نامعینی

سازه ای که در آن تعداد مجهولات با تعداد معادلات تعادل برابر است را سازه معین یا ایزو استاتیک می گویند.

سازه ای که در آن تعداد مجهولات از تعداد معادلات تعادل بیشتر باشد را سازه نامعین یا هیپر استاتیک می گویند.

به تفاضل تعداد مجهولات و معادلات درجه نامعینی گفته می شود:

$$n = F - E$$

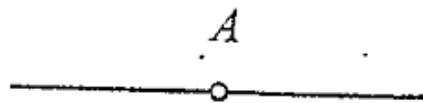
که در آن F تعداد مجهولات، E تعداد معادلات و n درجه نامعینی سازه است. پس در سازه معین $n=0$ است.

پایداری و معینی در تیر ها

رابطه درجه نامعینی تیر ها در صفحه :

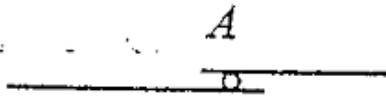
$$n=r-(3+c)$$

که در آن r تعداد عکس العمل تکیه گاهی و C تعداد معادلات شرط است.



$c=1$

(الف)



$c=2$

(ب)



$c=1$

(ج)

رابطه درجه نامعینی تیر های فضایی:

$$n=r-(6+c)$$

که در آن r تعداد عکس العمل تکیه گاهی و C تعداد معادلات شرط است.

پایداری و معینی در تیر ها

به طور کلی می توان در مورد پایداری و معینی تیر ها گفت:

$n < 0$	ناپایدار
$n = 0$	پایدار و معین (به شرط آنکه دارای ناپایداری هندسی داخلی یا خارجی نباشد)
$n > 0$	پایدار و نامعین (به شرط آنکه دارای ناپایداری هندسی داخلی یا خارجی نباشد)

مثال:

پایداری و معینی در قاب ها

به طور کلی پایداری و معینی قابها به صورت زیر است.

$n < 0$	ناپایدار
$n = 0$	پایدار و معین (به شرط آنکه دارای ناپایداری هندسی داخلی یا خارجی نباشد)
$n > 0$	پایدار و نامعین (به شرط آنکه دارای ناپایداری هندسی داخلی یا خارجی نباشد)

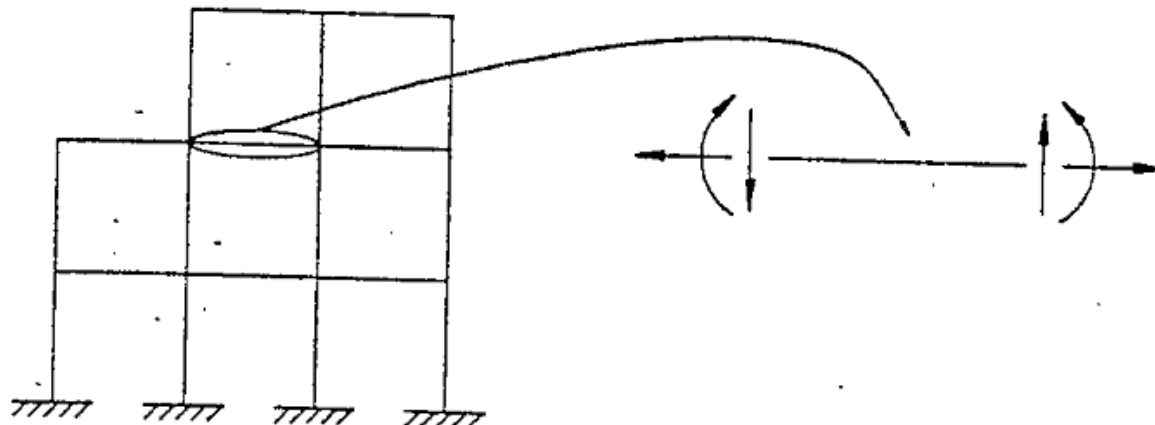
برای تعیین درجه نامعینی قاب های مسطح روش های مختلفی وجود دارد.

پایداری و معینی در قاب ها

روش اول (روش بررسی):

اگر m تعداد اعضای قاب، r تعداد عکس العمل های تکیه گاهی، j تعداد گره ها و C معادلات شرط باشد، چون هر عضو دارای ۶ مجهول و ۳ معادله است، پس سه درجه نامعین است و تعداد مجولات $3m+r$ خواهد بود. در هر گره ۳ معادله داریم که معادلات شرط هم به آنها افزوده می شود پس:

$$n=3m+r-(3j+c)$$



پایداری و معینی در قاب ها

روش دوم (روش درختی):

اگر قاب را به کمک برش زدن به شاخه های مجزا تبدیل کنیم به طوری که تمام فضا های بسته باز شود، در محل هر برش سه مجهول خواهیم داشت.

تعداد کل مجهولات برابر است با تعداد برش ها ضربدر عدد ۳ به علاوه تعداد عکس العمل ها.

برای هر شاخه نیز می توان ۳ معادله تعادل نوشت، پس:

$$n = F - (3t + c)$$

که در آن F تعداد مجهولات، t تعداد شاخه ها، c تعداد معادلات شرط است.

پایداری و معینی در قاب ها

روش سوم (فضاهای بسته):

این روش روش فضاهای بسته نام دارد، چون هر فضای بسته را به کمک برش می توان به فضای باز تبدیل کرد، پس تعداد مجهولات مساوی با سه برابر تعداد فضاهای بسته به اضافه تعداد عکس العمل ها می باشد، یعنی:

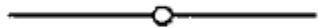
$$n=3k+r-(3+c)$$

که k تعداد فضای بسته، r تعداد عکس العمل ها و c تعداد معادلات شرط است.

پایداری و معینی در قاب ها

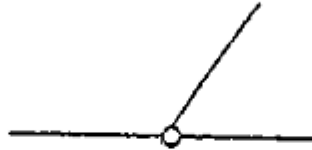
معادلات شرط در بررسی درجه نامعینی قاب ها:

اگر در یک قاب مفصل داخلی وجود داشته باشد، تعداد معادلات شرط به صورتی که در شکل زیر نشان داده شده است بدست می آید.



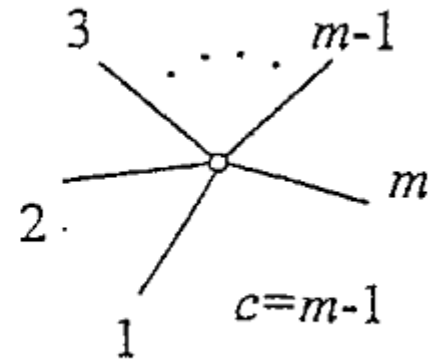
$$c=1$$

(الف)



$$c=2$$

(ب)



(ج)

مثال