



- نوع محصول: کتاب (نسخه چاپی) + فیلم آموزشی

- پیش نیاز: بدون پیش نیاز

- تعداد صفحات: ۶۰

- تعداد فصل‌ها: ۴

- زمان فیلم آموزشی: ۳۰ ساعت

- روش دریافت فیلم آموزشی: دانلودی

- تعداد تست‌های کتاب: به همراه تست‌های تالیفی و به

انضمام تست‌های سال ۹۲ تا ۱۴۰۰ نظام مهندسی

- ویرایش: پاییز ۱۴۰۰

- نوع چاپ: چاپ دوم

www.acefirm.org

بنام خداوند جان و خرد

تحلیل سازه

ویژه آزمون محاسبات

مدرس: مهندس محسن هجرانی دلیر

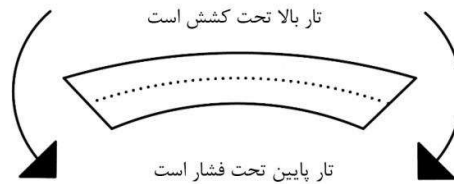


فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۵
فصل اول: ترسیم دیاگرام لنگر خمشی ساده.....	۷
مقدمه.....	۸
محاسبه درجه نامعینی سازه.....	۸
عکس العمل های تکیه گاهی: (یادآوری استاتیک).....	۹
مفهوم معادلات شرط.....	۹
مدل سازی فنرها و کابل ها در تعیین درجه نامعینی.....	۱۰
درجه نامعینی در تیرها.....	۱۱
درجه نامعینی خرپا.....	۱۲
محاسبه عکس العمل تکیهگاهی سازه های معین با استفاده از روش استاتیکی.....	۱۲
ترسیم دیاگرام لنگر خمشی بارهای متمرکز.....	۱۳
نقاط بحرانی.....	۱۳
مفهوم لنگر مثبت و منفی.....	۱۴
تحلیل خرپاهای معین.....	۱۶
روش مفصل.....	۱۶
مفهوم نیروی فشاری و کششی در خرپا.....	۱۷
روش مقطع.....	۱۸
سوالات فصل اول.....	۲۰
فصل دوم: تغییر شکل های سازه های معین.....	۲۳
مقدمه.....	۲۴
روش لنگر سطح.....	۲۴
روش تیر مزدوج.....	۲۴
روش تیرهای پایه.....	۲۴
روش کار مجازی.....	۲۴
روش لنگر سطح.....	۲۴
قضیه اول لنگر سطح.....	۲۴
قضیه دوم لنگر سطح.....	۲۵
روش تیر مزدوج.....	۲۶
روش تیرهای پایه.....	۲۹
روش کار مجازی.....	۳۲

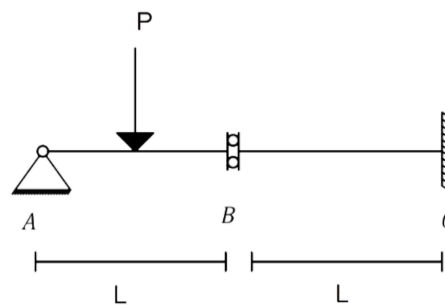
۳۳	نحوه محاسبه انتگرال.....
۳۳	بررسی سایر نیروهای داخلی در رابطه کار مجازی.....
۳۷	سوالات فصل دوم.....
۳۹	فصل سوم: تحلیل سازه‌های نامعین به روش نرمی و سختی.....
۴۰	مقدمه.....
۴۰	روش نرمی.....
۴۱	روش سختی.....
۴۱	مدلسازس سازه با فنر.....
۴۳	قضیه فنرهای موازی.....
۴۴	قضیه فنرهای سری.....
۴۶	سوالات فصل سوم.....
۴۹	فصل چهارم: تحلیل سازه‌های نامعین با روش‌های شیب افت و پخش لنگر و تقارن.....
۵۰	مفهوم درجه آزادی.....
۵۰	درجه آزادی دورانی.....
۵۰	درجه آزادی انتقالی.....
۵۰	روش شیبافت.....
۵۱	روابط روش شیبافت.....
۵۲	نشست‌ها و دوران‌های تکیه‌گاهی در روش شیب افت.....
۵۲	شیبافت اصلاح شده.....
۵۴	روش پخش لنگر.....
۵۶	تقارن در سازه.....
۵۹	سوالات فصل چهارم.....

لنگر منفی به لنگری گویند که تار بالای تیر را به کشش و تار پایین تیر را به فشار بیاندازد. به عبارت دیگر لنگر منفی به لنگری گویند که تغییر شکل گریان در سازه ایجاد کند.

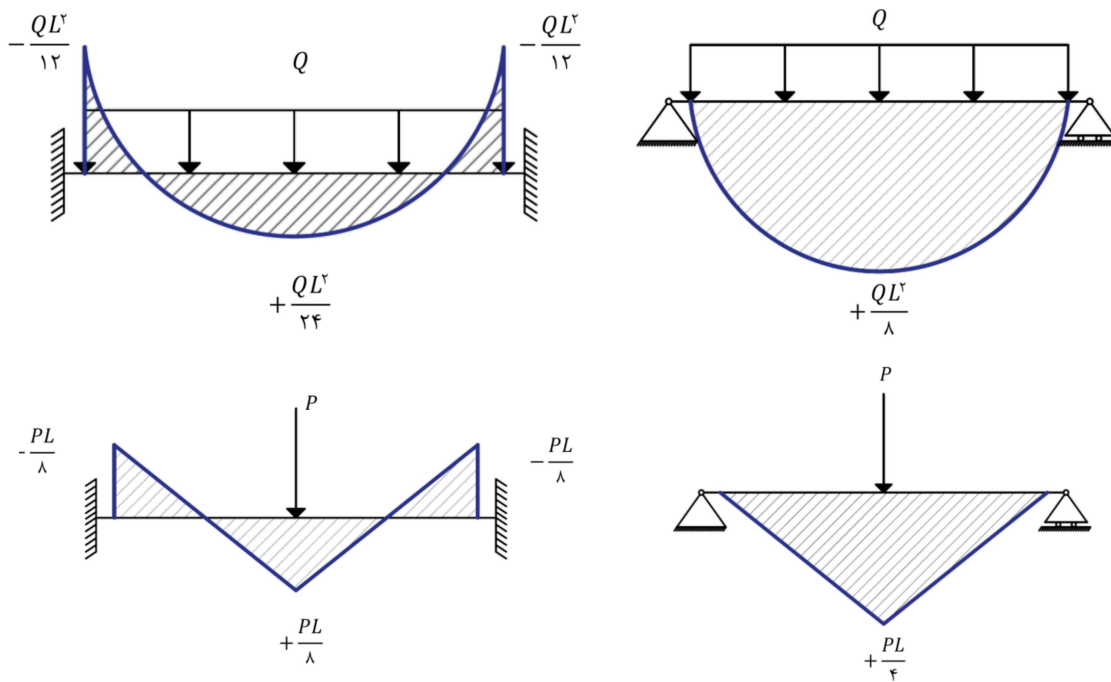


تغییر شکل گریان سازه

مسئله ۲: دیاگرام لنگر سازه مقابل را رسم کنید.



نکته: در ترسیم دیاگرام لنگر با بار گسترده، شیب دیاگرام لنگر در بارهای گسترده درجه ۲ (غیرخطی) و تابع x است. در شکل زیر ۴ تا از مهمترین دیاگرام لنگر ملاحظه می کنید. به مهندسين عزیز توصیه می شود این ۴ مورد را حفظ کنند. (در تمامی سازه ها طول سازه برابر با L است.)



نکته: در برخی منابع مشاهده می‌شود؛ در ترسیم دیاگرام لنگر، لنگر مثبت در بالای تیر رسم شده و برخی منابع دیگر در پایین تیر رسم شده است. راجب این موضوع لازم است خدمت مهندسی عزیز عرض کنیم که هر دو ترسیم صحیح بوده و آنچه در ترسیم اهمیت دارد مقدار و ماهیت (مثبت یا منفی بودن) لنگر است.

تحلیل خرپاهای معین

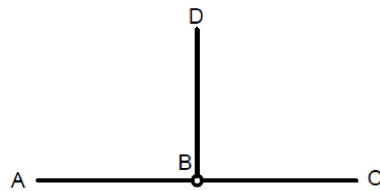
خرپاها اعضای هستند که در آنها فقط نیروی محوری وجود دارد و هیچ گونه نیروی برشی و لنگر خمشی را تحمل نمی‌کنند.
در تحلیل خرپاها روش مفصل و روش مقطع جز روش‌های اصلی می‌باشند.

روش مفصل

در این روش هر یک از مفصل‌های خرپا را بطور جداگانه در نظر می‌گیریم و معادلات تعادل را در دو راستای (x و y) مفصل بررسی می‌کنیم.

نکته: اعضا صفر نیرویی در خرپاها، به اعضای گفته می‌شود که فاقد نیروی محوری هستند. شناخت این اعضاء کمک شایانی به تحلیل مسائل مربوط به خرپا می‌کند.

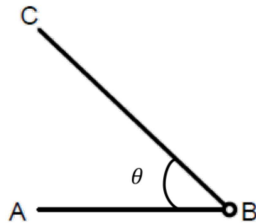
عضو DB صفر نیرویی است.



$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{AB} + F_{BC} = 0$$

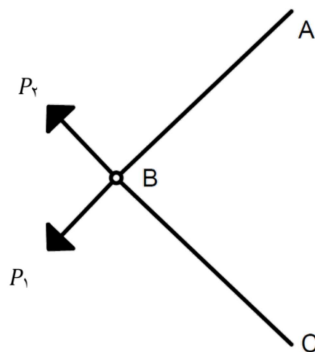
$$\sum F_y = 0 \rightarrow F_{DB} = 0$$

عضو AB و BC صفر نیرویی است.



$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{AB} + (F_{BC} \times \cos \theta) = 0$$

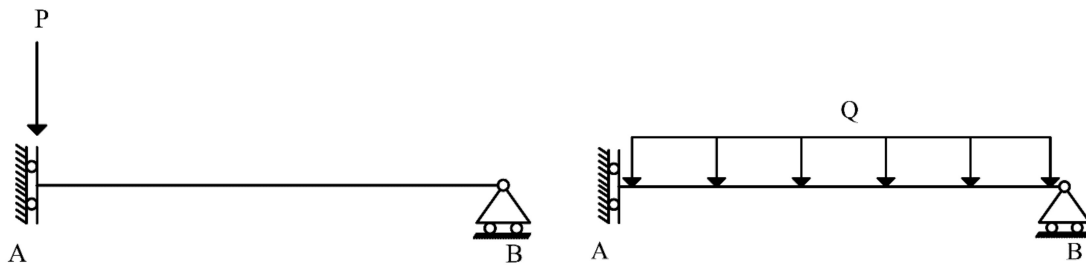
$$\sum F_y = 0 \rightarrow F_{CB} \times \sin \theta = 0$$



$$F_{AB} = P_1 \quad \text{کششی}$$

$$F_{AB} = P_2 \quad \text{کششی}$$

تیرهای لغزنده گیردار: <

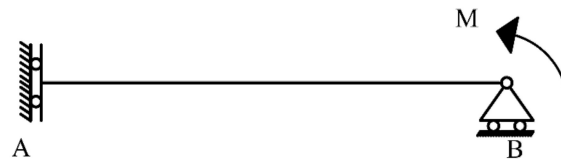


$$\Delta_A = \frac{PL^3}{3EI}$$

$$\theta_B = \frac{PL^2}{2EI}$$

$$\Delta_A = \frac{5QL^4}{24EI}$$

$$\theta_B = \frac{QL^3}{3EI}$$

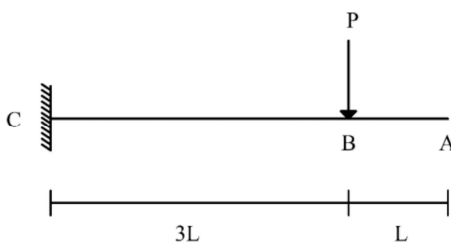


$$\Delta_A = \frac{ML^2}{2EI}$$

$$\theta_B = \frac{ML}{EI}$$

۳۱

نکته: در سازه‌های معین، برای محاسبه تغییر مکان اعضاء می‌توان از اصل جمع آثار قوا استفاده کرد. بدین منظور برای بدست آوردن تغییر شکل نقطه‌ای از یک سازه با چندین قسمت انعطاف پذیر، در هر مرحله فقط یکی از قسمت‌ها را انعطاف پذیر در نظر گرفته و با صلب فرض کردن سایر قسمت‌ها تغییر مکان نقطه مورد نظر بدست می‌آید. در نهایت با جمع تغییر مکان نقطه مربوطه در هر حالت، تغییر مکان نهایی آن نقطه بدست می‌آید.



تمرین: در سازه زیر مقدار خیز و شیب در نقطه A چقدر

است؟

حل: با توجه باینکه در فاصله A تا B هیچ‌گونه بارگذاری رخ نداده؛ بنابراین این ناحیه دارای شیب ثابت بوده و مانند خط مستقیم تغییر شکل می‌دهد.

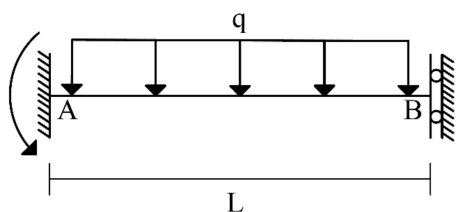
حل به روش جمع آثار قوا:

اکنون یکبار قسمت AB را صلب فرض کرده و خیز نقطه A را بدست می‌آوریم و سپس قسمت BC را صلب کرده و خیز نقطه A را مجدداً بدست آورده و با هم جمع می‌کنیم. می‌دانیم در صورت صلب شدن قسمت BC خیز نقطه A برابر صفر است. (چرا؟)

$$FEM_{AB}''$$



$$-\frac{PL}{2}$$

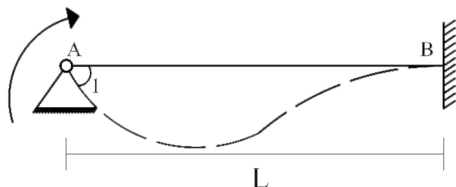


$$-\frac{qL^2}{3}$$

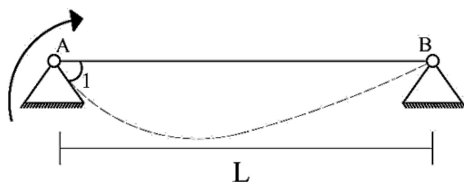
روش پخش لنگر

روشی برای پخش و توزیع لنگرهای ایجاد شده در انتهای اعضا یک سازه می باشد و دارای سه بخش سختی دورانی و ضریب انتقال لنگر و ضریب توزیع لنگر می باشد.

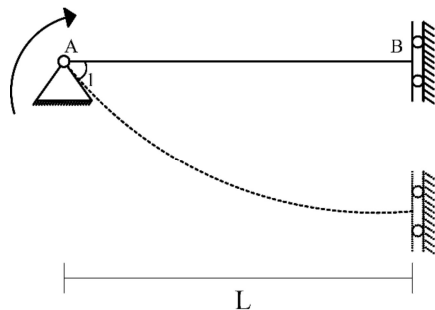
(۱) **سختی دورانی:** مقدار لنگر لازم برای ایجاد دوران واحد در عضو، معادل سختی دورانی عضو است.



$$K_{AB} = \frac{4EI}{L}$$



$$K_{AB} = \frac{3EI}{L}$$



$$K_{AB} = \frac{EI}{L}$$