

Portal analysis

## آموزش تحلیل قابها به روش پرتال

امین خانجی

## مقدمه :

دوستانی که در حال گذراندن پروژه های فولاد یا بتن هستند معمولاً همیشه با مشکلی به نام تحلیل پرتال مواجه اند یکی از قسمتهایی که همیشه وقت زیادی از محاسبات ساختمان را به خود می گیرد تحلیل سازه در مقابل بارهای جانبی است در این زمینه روشهای متعددی ارائه شده که یکی از آنها تحلیل پرتال می باشد که متأسفانه در درس تحلیل سازه بهائی به آن داده نمی شود لذا دانشجویان زیادی هستند که برای انجام محاسبات دستی پروژه خود با تحلیل پرتال سروکار پیدا میکنند و معمولاً به مشکل می خورند به همین علت سعی نمودم به طور مختصر و مفید این روش را برای دوستان به همراه حل یک مثال توضیح دهم امیدوارم مفید واقع شود.

## روش پرتال :

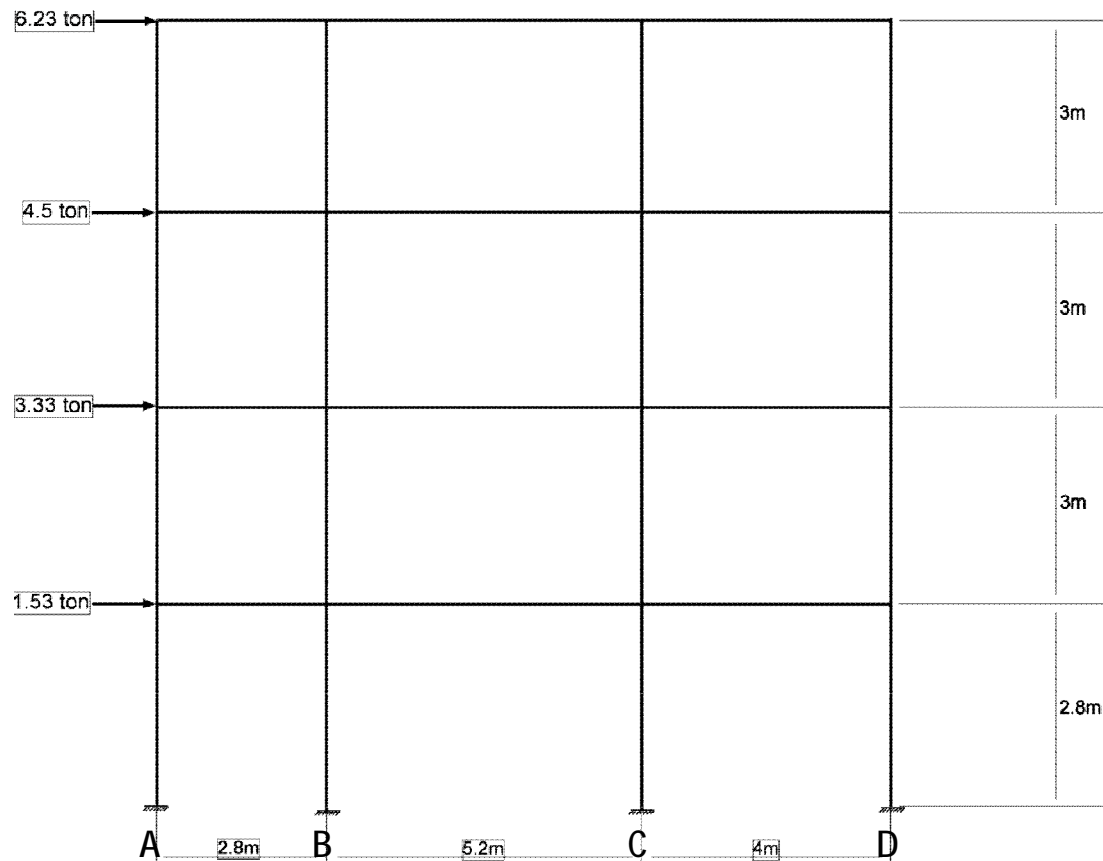
اساس روش پرتال بر سه فرض زیر استوار است:

- 1- نقطه عطف تیر در وسط دهانه قرار دارد.
- 2- نقطه عطف ستون در وسط ارتفاع ستون قرار دارد.
- 3- نیروی برشی به نسبت مشخصی بین ستونهای آن طبقه تقسیم می شود. بعضی ها این نسبت را به صورت دو سهم به ستون میانی و یک سهم به ستون کناری در نظر میگیرند اما دقیقتر این است که نیروی برشی را به نسبت سهم دهانه هر ستون تقسیم نمود. در صورتی که دهانه قابها با یکدیگر مساوی باشند، دو روش یکسان خواهند بود.

## روش گام به گام تحلیل قاب با استفاده از روش پرتال :

- گام 1 : محاسبه نیروی جانبی باد یا زلزله .
- گام 2 : نیروی برشی هر طبقه به نسبت دهانه بین ستونها تقسیم شده و در وسط ستون مشخص می شود.
- گام 3 : از ضرب نیروی برشی در نصف ارتفاع ستون ، لنگر ستون محاسبه شده و در وسط ارتفاع آن با حرف  $M$  مشخص می شود. چون نقطه عطف ستون در وسط آن قرار دارد لنگرهای بالا و پایین ستون با هم برابرند .
- گام 4 : در هر گره مجموع لنگر ستونها باید برابر با مجموع لنگر تیرها باشد ، با شروع از آخرین طبقه از سمت چپ (سمت نیروهای موثر) و حرکت از بالا به پایین لنگرهای انتهایی تیرها محاسبه می شوند .
- گام 5 : نیروی برشی تیرها از تقسیم لنگر تیر بر نصف دهانه محاسبه شده و در وسط دهانه با علامت  $V$  نوشته می شود.
- گام 6 : با توجه به نیروی برشی تیرها نیروی محوری ستونها محاسبه می شود . نیروی محوری ستونهای کناری از لحاظ عددی مساوی نیروی برشی تیر متصل به آن می باشد که البته باید نیروی محوری ستون فوقانی را به آن افزود . نیروی محوری ستونهای میانی مساوی تفاضل نیروی برشی تیر سمت چپ و راست متصل به آن است که باید به نتیجه حاصل ، نیروی محوری ستون فوقانی را افزود . در صورتی که دهانه خای قاب با یکدیگر مساوی باشد ، و یا نیروی برشی ستون به نسبت دهانه ها توزیع شده باشد ، نیروی محوری ستون میانی صفر خواهد بود.
- گام 7 : نیروی محوری تیرها غالباً در طراحی مهم نمی باشد . لیکن با روابط ایستایی قابل محاسبه می باشد.

**مثال :** قاب زیر را با استفاده از روش پرتال تحلیل نمایید. (نیروی زلزله به صورت زیر به تراز هر طبقه از سازه وارد شده است)



**حل :**

توزیع نیروی برشی بین ستونهای طبقه آخر (چهارم)

برش طبقه = 6.23 ton

مجموع دهانه های قاب = 12 m

مجموع دهانه های قاب) ÷ (نصف دهانه در هر طرف ستون) × (نیروی برشی طبقه) = نیروی برشی ستون روی محور A

$$\text{نیروی برشی ستون روی محور A} = [6.23 \times (2.8/2)] \div (12) = 0.727$$

$$\text{نیروی برشی ستون روی محور B} = [6.23 \times (2.8 + 5.2)/2] \div (12) = 2.08$$

$$\text{نیروی برشی ستون روی محور C} = [6.23 \times (5.2 + 4)/2] \div (12) = 2.39$$

$$\text{نیروی برشی ستون روی محور D} = [6.23 \times (4)/2] \div (12) = 1.04$$

به همین ترتیب نیروی برشی ستونهای دیگر طبقات بدست می آید البته باید توجه داشت در طبقات پایین تر برای محاسبه نیروی برشی ستونها باید نیروی برشی آن طبقه با طبقات بالای خود جمع شود .

به این ترتیب :  $6.23 + 4.5 = 10.73 \text{ ton}$  برش طبقه سوم

$10.73 + 3.33 = 14.06 \text{ ton}$  برش طبقه دوم

$14.06 + 1.53 = 15.59 \text{ ton}$  برش طبقه اول

توزیع نیروی برشی بین ستونهای طبقه سوم :

A  $= [10.73 \times (2.8/2)] \div (12) = 1.25$  نیروی برشی ستون روی محور

B  $= [10.73 \times (2.8 + 5.2)/2] \div (12) = 3.57$  نیروی برشی ستون روی محور

C  $= [10.73 \times (5.2 + 4)/2] \div (12) = 4.11$  نیروی برشی ستون روی محور

D  $= [10.73 \times (4)/2] \div (12) = 1.78$  نیروی برشی ستون روی محور

توزیع نیروی برشی بین ستونهای طبقه دوم :

A  $= [14.06 \times (2.8/2)] \div (12) = 1.64$  نیروی برشی ستون روی محور

B  $= [14.06 \times (2.8 + 5.2)/2] \div (12) = 4.68$  نیروی برشی ستون روی محور

C  $= [14.06 \times (5.2 + 4)/2] \div (12) = 5.39$  نیروی برشی ستون روی محور

D  $= [14.06 \times (4)/2] \div (12) = 2.34$  نیروی برشی ستون روی محور

توزیع نیروی برشی بین ستونهای طبقه اول :

A  $= [15.59 \times (2.8/2)] \div (12) = 1.79$  نیروی برشی ستون روی محور

B  $= [15.59 \times (2.8 + 5.2)/2] \div (12) = 5.12$  نیروی برشی ستون روی محور

C  $= [15.59 \times (5.2 + 4)/2] \div (12) = 5.89$  نیروی برشی ستون روی محور

D  $= [15.59 \times (4)/2] \div (12) = 2.56$  نیروی برشی ستون روی محور

با توجه به روش گام به گام دنباله مسئله حل می شود .

محاسبه لنگر ستون در طبقه چهارم :

$$M(A) = 0.727 \times (3/2) = 1.09$$

$$M(B) = 2.080 \times (3/2) = 3.12$$

$$M(C) = 2.39 \times (3/2) = 3.585$$

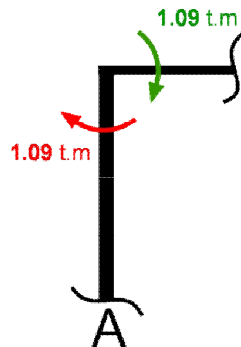
$$M(D) = 1.04 \times (3/2) = 1.56$$

توجه شود که لنگر از ضرب نیروی برشی در نصف ارتفاع ستون به دست می آید .

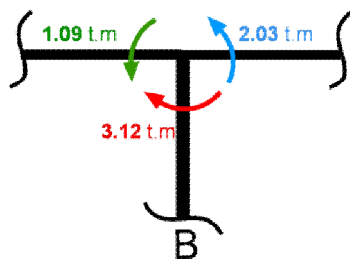
به همین ترتیب لنگر در سایر طبقات به دست می آید.

**محاسبه لنگر موجود در تیرها :**

تا اینجا محاسبات بسیار ساده ای برای بدست آوردن نیروهای موجود در ستونها داشتیم در این بخش به نیروهای موجود در تیرها می رسیم که آن هم بسیار ساده و تنها با چند جمع و تفریق به دست می آید.

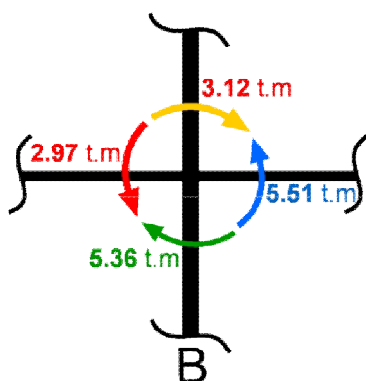


این برش ساده از ستون A در طبقه چهارم و تیر متصل به آن را در نظر بگیرید طبق فرضهای اولیه ای که برای تحلیل پرتال ذکر شد در هر گره باید مجموع لنگر ستونها برابر با مجموع لنگر تیرها باشد لنگر ستون در این مورد برابر 1.09 t.m می باشد پس برای تیر متصل به آن به همین مقدار لنگر با علامت منفی می رسیم .



برش مقابل از ستون B و تیرهای متصل به آن را در نظر بگیرید لنگر ستون برابر 3.12 t.m و لنگر تیر متصل به آن در سمت چپ همانگونه که در بالا حساب شد برابر 1.09 t.m می باشد طبق همان فرض اصولی باید مجموع لنگر ستون و تیرها در گره برابر صفر باشد پس لنگر تیر سمت راست به صورت زیر به دست می آید .

$$M = 3.12 - 1.09 = 2.03 \text{ t.m}$$



حال این برش از ستون B در طبقه سوم را بررسی می کنیم با یک محاسبه ساده لنگر تیر سمت چپ به دست می آید .

$$M = 5.36 - 2.97 + 3.12 = 5.51 \text{ t.m}$$

نکته قابل توجه این است که همواره جهت حرکت در محاسبات از بالا به پایین و از چپ به راست می باشد. به همین ترتیب لنگر سایر تیرها به دست می آید که نتایج در پایان آمده است.

**محاسبه نیروی برشی تیرها :**

نیروی برشی ترها خیلی ساده و از تقسیم لنگرتیر بر **نصف طول** دهانه تیر به دست می آید .

$$\text{مثلا برای تیر متصل به ستون A داریم : } V = 1.09 \div (2.8/2) = 0.78 \text{ t}$$

به همین ترتیب می توان نیروی برشی سایر تیرها را به دست آورد فقط با یک تقسیم ساده !

**محاسبه نیروی محوری ستونها :**

نیروی محوری ستونها نیز خیلی ساده و دقیقا مطابق گام 6 به دست می آید که احتیاجی به توضیح ندارد.

**نتایج نهایی مثال :**