



بل طبق برم در بابره

مهندس طالب قيم



95/7/14

**ورک شاپ رو با یک مثال کاربردی شروع میکنیم:** یک گوی صلب (گلوله) را در نظر بگیرید که یک میله به آن متصل هست. نکته : جذب نیرو و استهلاک انرژی در سازه به نسبت سختی المان های سازه است. در اثر نیروی جانبی (نیروی زلزله) عضوی که سختی کمتری داشته باشد (به اصطلاح عضو نرم) دچار آسیب شده

و سازه را ناپایدار میکند، در الگوی گوی و میله ذکر شده میله به دلیل سختی کمتر دچار آسیب می شود.

## تعميم اين الگو به سازه

در یک سازه ی چند طبقه که طبقات بالاتر دارای سختی بیشتر از طبقات پایین تر دارند در هنگام وارد شدن نیروی جانبی (نیروی زلزله) طبقات دارای سختی کمتر دچار تغییر شکل شده و یا تخریب می شوند که به آنها طبقه ی نرم گفته می شود.

تصاویر ناشی از شکست در طبقه ی نرم:













همانطور که در تصاویر بالا مشاهده کردید تغییر شکل و یا خرابی فقط در طبقه نرم شکل گرفته و بقیه ی طبقات سالم هستن.

### دلایل ایجاد طبقه ی نرم در سازه

ارتفاع طبقه نسبت به طبقه ی بالاتر

با افزایش ارتفاع ستون، سختی ستون کاهش میابد. (طول و سختی رابطه عکس دارند)

سختی کل طبقه برابر است با مجموع سختی المان های آن طبقه. در نتیجه با کاهش سختی المان های طبقه سختی کل طبقه نیز کاهش میابد.

2) وجود بازشوها و دهانه های ازاد در طبقه (چون میانقاب ها حذف شده اند سختی طبقه کاهش میابد)

#### بند آیین نامه ای مربوط به طبقه نرم:

طبقه نرم : مطابق بند ۶-۷-۱-۸-۱-۲ - ب مبحث ششم مقررات ملى ساختمان، طبقه نرم به طبقه اى گفته مى شود كه سختى جانبى در طبقه روى خود كمتر باشد . همچنين در طبقه اى كفته مى مود كه سختى جانبى طبقه روى خود كمتر باشد . همچنين در طبقه اى كه سختى جانبى قان از 80 % متوسط سختى سه طبقه روى خود كمتر باشد، طبقه را طبقه نرم مى ناميم. طبقه ضعيف : مطابق بند ۶-۷-۱-۸-۱-۲ - پ مبحث ششم مقرات ملى ساختمان، طبقه ضعيف به طبقه اى طبقه مى شود كه مود كمتر باشد ، طبقه روى خود كمتر باشد . همچنين در طبقه اى كه سختى جانبى آن از 80 % متوسط سختى سه طبقه روى خود كمتر باشد، طبقه را طبقه نرم مى ناميم. طبقه ضعيف : مطابق بند ۶-۷-۱-۸-۱-۲ - پ مبحث ششم مقرات ملى ساختمان، طبقه ضعيف به طبقه اى طبقه مى شود كه مجموع مقاومت جانبى طبقه مذكور از 80 % مقاومت جانبى طبقه روى خود كمتر باشد.

مقاومت جانبی هر طبقه برابر است با مجموع مقاومت جانبی کلیه ی اجزای مقاومی که در برابر برش طبقه مقاومت از خود نشان می دهند.

به نظر میرسد مفهوم سختی جانبی و مقاومت جانبی به یک مسیر منتهی می شود چراکه هدف هر دو یکی است و آن هم استهلاک انرژی زلزله در طبقات می باشد.

نحوه ی کنترل بند آیین نامه در ایتبس:

برای اینکار می بایست ابتدا سختی هر طبقه را بدست آوریم. سختی هر طبقه در نرم افزار به صورت مستقیم قابل برداشت نمی باشد و می بایست با یکسری تکنیکها سختی هر طبقه را محاسبه نماییم. از قواعد فیزیک به خاطر داریم که سختی فنر برابر با رابطه زیر می باشد :

$$F = K\Delta \quad \rightarrow \quad K = \frac{F}{\Delta}$$

: نیروی برشی حاصل از زلزله در طبقه مورد نظرA : نیروی برشی حاصل از زلزله در طبقه مورد نظر $\Delta$  : تغییر مکان ناشی از نیروی برشی حاصل از زلزله در طبقه مورد نظر K : سختی طبقه ی مورد نظر

دو پارامتر F و  $\Delta$  از ایتبس قابل برداشت هستند.

جهت برداشت مقدار نیروی برشی هر طبقه در نرم افزار بعد از انجام آنالیز سازه ، به منوی [ Display  $\rightarrow$  Show Tables ] مراجعه می کنیم. در پنجره ظاهر شده گزینه For the tables ] مراجعه می کنیم. در پنجره طاهر شده گزینه [ ANALYSIS RESULTS  $\rightarrow$  Building Output ] را فعال می کنیم . همچنین برای نمونه یکی از بارهای زلزله ( در این قسمت برای نمونه بار ENX Static Load ) را انتخاب می کنیم و سپس بر روی دکمه OK کلیک می کنیم .



# در پنجره جدید ظاهر شده گزینه Story Shears را انتخاب می کنیم :

				Story She	ars			
Story	Load	Loc	Р	VX	VY	T	MX	M
ROOF	ENX	Тор	0.00	-64047.07	0.00	800215.107	-0.164	-0.3
ROOF	ENX	Bottom	0.00	-64047.07	0.00	800215.107	-522.877	-20425
STORY6	ENX	Тор	0.00	-108547.91	0.00	1330011.607	-522.875	-20425
STURTO	ENA	Bottom	0.00	-100347.91	0.00	1330011.607	-1952.230	-55655
STORY5	ENX	Тор	0.00	-149653.96	0.00	1820442.136	-1952.364	-55655
STORY5	ENX	Bottom	0.00	-149653.96	0.00	1820442.136	-4451.865	-104997
STORY4	ENX	Тор	0.00	-186393.71	0.00	2259235.613	-4451.793	-104997
STORY4	ENX	Bottom	0.00	-186393.71	0.00	2259235.613	-7810.232	-16700
STORY3	ENX	Top	0.00	-220279.74	0.00	2664592.666	-7810.286	-16700
STORY3	ENX	Bottom	0.00	-220279.74	0.00	2664592.666	-11990.098	-240330
STORY2	ENX	Top	0.00	-250618.91	0.00	3026614.247	-11990.048	-240330
STORY2	ENX	Bottom	0.00	-250618.91	0.00	3026614.247	-17116.603	-32420
STORY1	ENX	Тор	0.00	-276021.89	0.00	3330667.726	-17116.668	-32420
STORY1	ENX	Bottom	0.00	-276021.89	0.00	3330667.726	-23471.138	-41715
STORY0.00	ENX	Top	0.00	-296866.46	0.00	3584347.432	-23471.125	-41715
STORY0.00	ENX	Bottom	0.00	-296866.46	0.00	3584347.432	-31413.237	-51785
REFRENC	ENX	Тор	0.00	-306781.41	0.00	3678316.281	-31413.293	-51785
DEEDENIO	ENIV	Pottom	0.00	200704 44	0.00	2070240 204	20022 502	C1040

جهت نمونه، بار زلزله در طبقه Story و Story جهت کنترل طبقه Story را محاسبه می کنیم. مقادیر برش تجمعی طبقات در ستون V قابل برداشت می باشد. جهت محاسبه برش موجود در طبقه Story 3 به شرح زیر عمل می کنیم:

F Story 3 = 220279.74 - 186393.71 = 33886.03 kg

F Story 4 = 186393.71 - 149653.96 = 36739.75 kg

حال می بایست مقدار تغییر مکان طبقه را محاسبه نماییم. با توجه به اینکه قصد داریم طبقه Story 3 را با طبقه Story 3 محاسبه نماییم. طبقه Story 4 معایسه نماییم.

ابتدا از فایل مورد نظر یک Save as تهیه می کنیم. سپس در فایل جدید پای ستونهای طبقه سوم را گیردار می کنیم. برای اینکار ابتدا پای تمامی ستونهای طبقه Story 3 را انتخاب می کنیم و سپس همانند شکل زیر پای همه ی آنها را گیردار می کنیم.

✓ Translation X	✓ Rotation about ×
🔽 Translation Y	🔽 Rotation about Y
🔽 Translation Z	🔽 Rotation about Z
ast Restraints	* *

سازه را مجدداً آنالیز می کنیم. سپس از منوی [ Display → Show Tables ] گزینه [ ANALYSIS RESULTS → Displasements ] را فعال می کنیم. همچنین حالت بار [ ENX Static Load را در قسمت Select Cases / Combos انتخاب می کنیم:

	<ul> <li>MODEL DEFINITION (0 of 72 tab</li> <li>Building Data</li> <li>Property Definitions</li> <li>Load Definitions</li> <li>Frame Assignments</li> <li>Frame Assignments</li> <li>Area Assign Overwrites</li> <li>Options/Preferences Data</li> <li>Miscellaneous Data</li> <li>Miscellaneous Data</li> <li>Modal Information</li> <li>Building Output</li> <li>Frame Output</li> <li>Area Output</li> <li>Area Output</li> <li>Concrete Frame Design</li> </ul>	Select Output Select Output Select COMB4 Combo COMB5 Combo COMB5 Combo COMB7 Combo COMB7 Combo COMB7 Combo COMB7 Combo COMB8 Combo EDEAD Static Load ENY Static Load Clear All Clear A	Load Cases (Model Def.) Select Load Cases 9 of 9 Loads Selected Load Cases/Combos 1 of 28 Loads Selected Modify/Show Options Options Selection Only Named Sets Save Named Set Show Named Set
--	---	--	--

با کلیک بر روی گزینه OK صفحه جدیدی باز خواهد شد که مقدار تغییر مکان را برای طبقات برای حالت بار ENX را نمایش می دهد. ( همانند شکل زیر )

				Diaphra	gm CM Displacei	ments		
Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
ROOF	D1	ENX	0.1242	-0.0095	0.0000	0.00000	0.00000	0.0000
STORY6	D1	ENX	0.1001	-0.0073	0.0000	0.00000	0.00000	-0.0000
STORY5	D1	ENX	0.0723	-0.0049	0.0000	0.00000	0.00000	-0.0001
STORY4	D1	FMX	0.0411	-0.0025	0.0000	0.00000	0.00000	-0.0001
STORY3	D1	ENX	0.0130	-0.0007	0.0000	0.00000	0.00000	-0.0000
Qетопие	- 01	ENN	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.0000
STORY1	D1	ENX	0.0012	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.0000
STORY0.00	D1	ENX	0.0024	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00002
REFRENC	D1	ENX	0.0027	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.0000
STORY-1	D1	ENX	0.0017	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.0000
STORY-2	D1	ENX	0.0005	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.0000

میزان تغییر مکان طبقه Story 3 همانند شکل بالا برابر است با :

 $\Delta$  Story 3 = 0.013 m

جهت محاسبه تغییر مکان طبقه Story 4 ابتدا قفل برنامه را باز کرده و سپس پای تمامی ستونهای طبقه Story 4 را همانند دستور قبلی مقدار Story 4 را همانند دستور قبلی گیردار می کنیم. مجدداً سازه را آنالیز می کنیم و همانند دستور قبلی مقدار تغییر مکان طبقه Story 4 را همانند شکل زیر برداشت می کنیم :

				Diaphra	gm CM Displace	ments		
Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
ROOF	D1	ENX	0.0898	-0.0066	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00009
STORY6	D1	ENX	0.0667	-0.0046	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00016
STORY5	D1	ENX	0.0412	-0.0026	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00017
STORY4	D1	ENX	0.0151	-0.0008	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00010
STORY3	D1	ENX	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY2	D1	ENX	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY1	D1	ENX	0.0012	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY0.00	D1	ENX	0.0024	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00002
REFRENC	D1	ENX	0.0027	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00003
STORY-1	D1	ENX	0.0017	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00002
STORY-2	D1	ENX	0.0005	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00001

میزان تغییر مکان طبقه Story 4 همانند شکل بالا برابر است با :

## $\Delta$ *Story* 4 = 0.0151 *m*

جهت محاسبه سختی طبقه همانند رابطه مشهور فنرها عمل خواهیم کرد. برای این منظور سختی هر طبقه به شرح زیر خواهد بود :

$$K Story 3 = \frac{33886.03}{0.013} = 2606617.69 \ \frac{kg}{m}$$

$$K Story \ 4 = \frac{36739.75}{0.0151} = 2433096 \ \frac{kg}{m}$$

نسبت سختی طبقه Story 3 به طبقه Story 4 برابر است با :

$$Ratio = \frac{2606617.69}{2433069} = 1.071 > 0.70 \ Ok$$

مطابق محاسبات بالا، نتیجه می کیریم که سختی جانبی طبقه Story 3 از 70 % طبقه ی بالای خود بیشتر است و این طبقه، طبقه ی نرم یا ضعیف محسوب نخواهد شد.

برای بقیه ی بار های زلزله کافیست بار مورد نظر را انتخاب کرده و بقیه ی مراحل ذکر شده را به ترتیب طی کنیم. درصورتی که طبق مراحل ذکر شده ی فوق از محاسبات جواب نگیریم یعنی در سازه، طبقه ی نرم وجود دارد.

چگونه از به وجود آمدن طبقه نرم در سازه جلو گیری کنیم؟

برای جلو گیری از به وجود آمدن طبقه نرم در سازه باید سختی طبقه نرم افزایش یابد که برای افزایش سختی یکی از راه های زیر پیشنهاد میشود:

1) افزایش عمق (ارتفاع) تیر های طبقه مورد نظر

2) افزایش بعد ستون های طبقه ی مورد نظر

3) قرار دادن بادبند در طبقه ي مورد نظر

4) قرار دادن دیوار برشی در طبقه مورد نظر

به امید سربلندی ایران اسلامی..