

# [ایستگاه آموزش]

[کنترل واژگونی]

کاری از مجموعه آموزشی و مهندسی پاراسیویل

[WWW.PARACIVIL.IR](http://WWW.PARACIVIL.IR)

[@mohasebat1](https://www.instagram.com/mohasebat1)

قبل از اینکه به کنترل واژگونی در ایتبس پردازیم سعی میکنیم که مقدمه ای از بند آیین نامه و شرح مربوطه ی آن پردازیم .  
پس با ما همراه باشید.

### ۵-۳-۷-۶ کنترل سازه در برابر واژگونی

ساختمانها و سازه های غیر ساختمانی باید در کل، از نظر واژگونی پایدار باشند. لنگر واژگونی در تراز شالوده ناشی از نیروهای جانبی زلزله برابر با مجموع حاصلضرب نیروی جانبی هر تراز در ارتفاع آن تراز نسبت به زیر شالوده ساختمان یا سازه است. ضریب اطمینان در مقابل واژگونی (نسبت لنگر مقاوم به لنگر واژگونی) باید حداقل برابر با ۱/۷۵ اختیار شود. در محاسبه لنگر مقاوم، بار تعادل برابر با قائمی است که برای تعیین نیروهای جانبی به کار رفته است. بر این بارها باید وزن شالوده و خاک روی آن افزوده گردد. در تراز زیر شالوده این لنگر نسبت به لبه بیرونی شالوده محاسبه می شود.

مبحث 6 ویرایش  
1388 و همچنین  
آیین نامه 2800  
ویرایش 3 این بند  
را بیان کرده که  
طبق طراحی ASD  
اجرای می باشد.

### ۸-۳-۳ محاسبه ساختمان در برابر واژگونی

لنگر واژگونی ناشی از نیروهای جانبی زلزله در تراز زیر شالوده برابر مجموع حاصلضرب نیروی جانبی هر تراز در ارتفاع آن نسبت به تراز زیر شالوده ساختمان است. در محاسبه لنگر مقاوم در برابر واژگونی، بار تعادل وزن مؤثر لرزه ای ساختمان است که برای تعیین نیروی جانبی به کار رفته است و وزن شالوده و خاک روی آن به وزن مؤثر لرزه ای اضافه می شود. سازه ساختمان و پی آن باید به گونه ای طراحی شوند که توانایی تحمل اثر لنگر واژگونی را داشته باشند.

مطابق با آیین نامه  
2800 ویرایش  
چهارم.

با توجه به بندهای بالا که مشاهده می کنید می توان تفاوت آن ها رو به راحتی حس کرد حالا بریم سراغ تعریف واژگونی. همانطور که از اسم واژگونی پیداست یعنی یک چیزی احتمال واژگون شدن رو داره تحت اثر یک نیرویی که ما این رو به ساختمان خود ربط داده تحت نیروی جانبی زلزله این واژگونی احتمال دارد که اتفاق بیفتد که برای جلوگیری از این واژگونی باید نیروهای مقاوم مورد نظر را تامین کرد که برای تامین این نیروهای مقاوم نیاز به ضریب اطمینانی داریم که این ضریب اطمینان در آیین نامه 2800 ویرایش 4 همانند ویرایش 3 به طور صریح ضریب مورد نظر را مشخص نکرده است که با توجه به بند 17.2.4.7 از ASCE 7-10 این عدد را برابر یک منظور می کنیم.

#### 17.2.4.7 Overturning

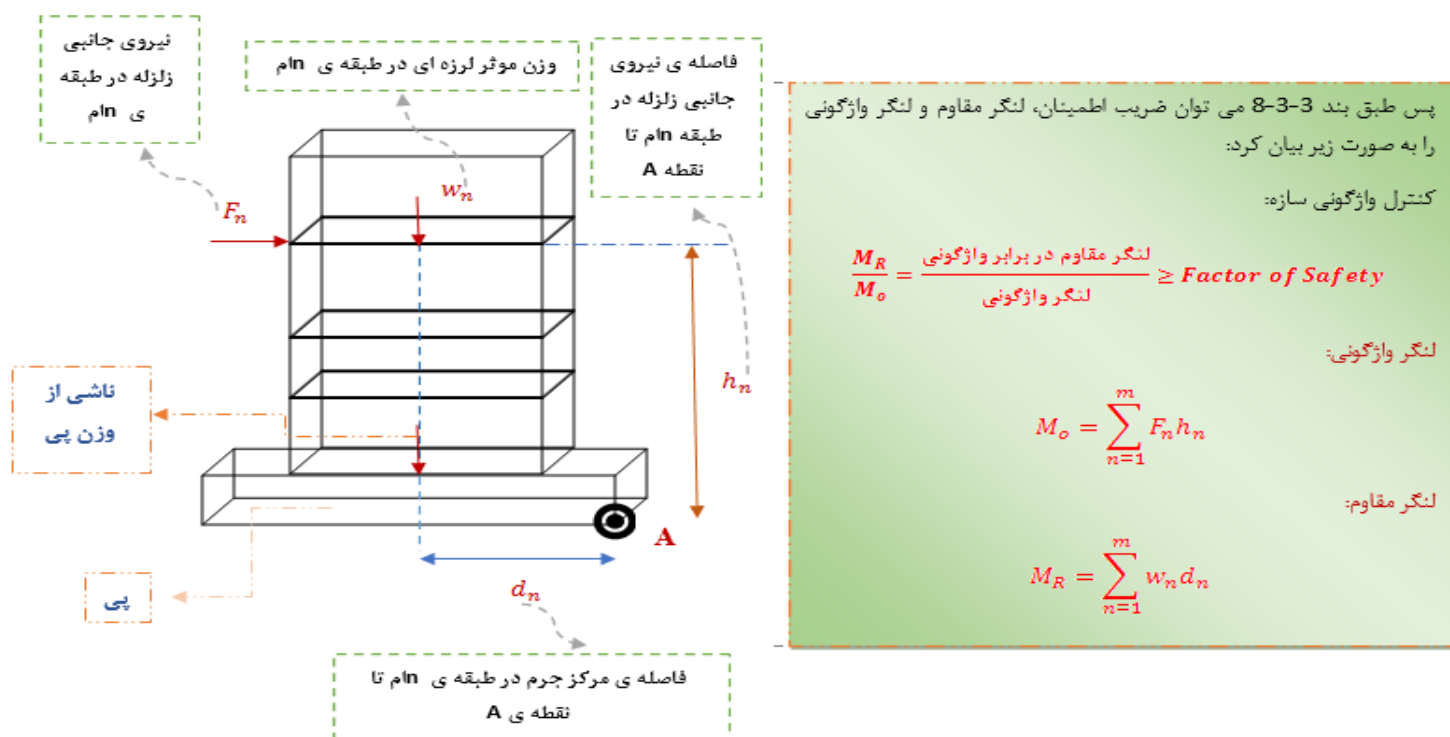
The factor of safety against global structural overturning at the isolation interface shall not be less than 1.0 for required load combinations. All gravity and seismic loading conditions shall be investigated. Seismic forces for overturning calculations shall be based on the maximum considered earthquake, and  $W$  shall be used for the vertical restoring force.

Local uplift of individual elements shall not be allowed unless the resulting deflections do not cause overstress or instability of the isolator units or other structure elements.

حال با توجه به بند 3-3-8 :

همانطور که در بالا هم بیان شد در مواقعی که زلزله خود را نشان می دهد، نیروهایی جانبی در ارتفاع سازه ایجاد شده است. تحت اثر نیروهای ایجاد شده این احتمال وجود دارد تا سازه واژگون شود و از این بابت مورد نیاز می باشد که پایداری سازه در مقابل واژگونی را کنترل کنیم. (به شکل زیر توجه کنید).

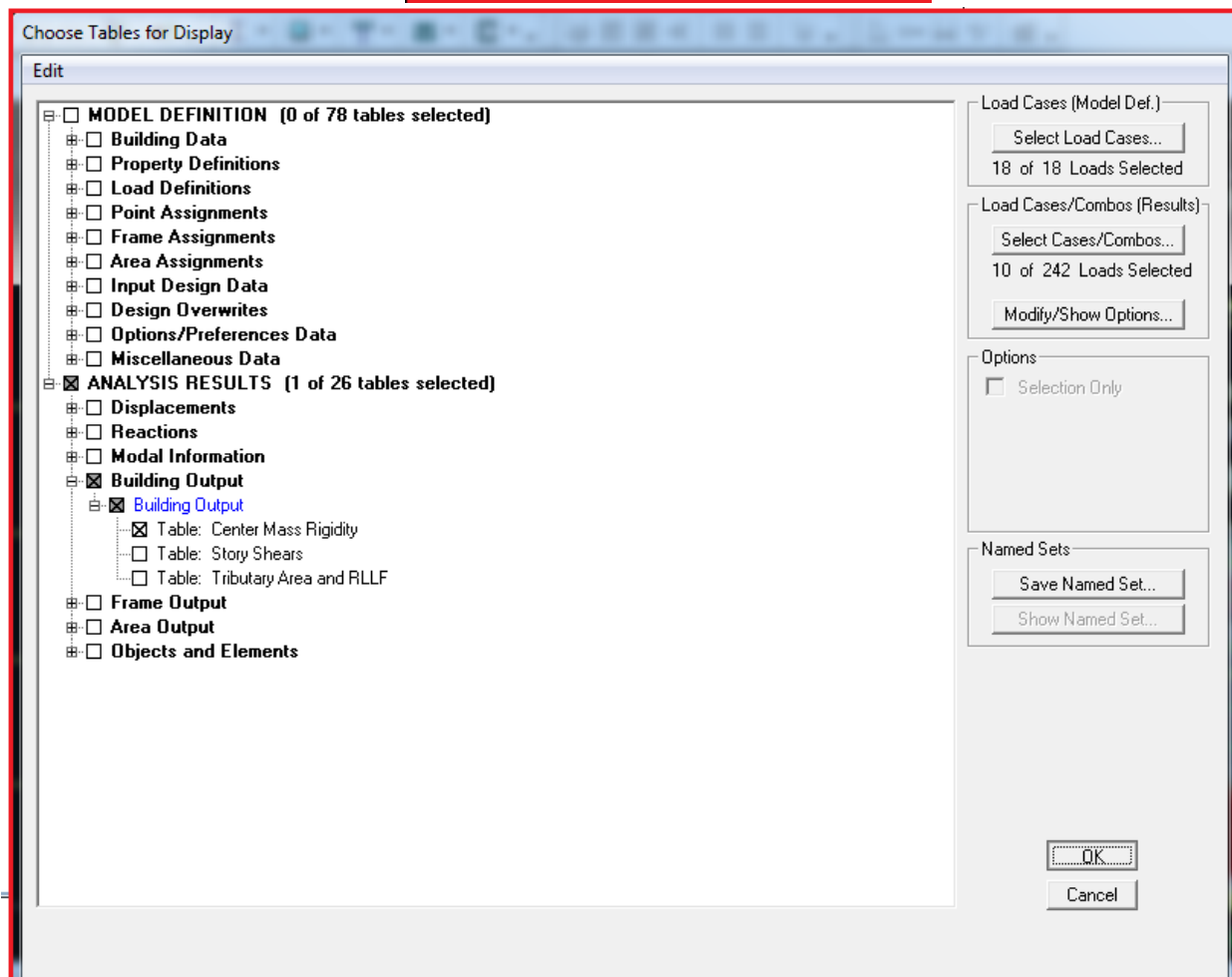
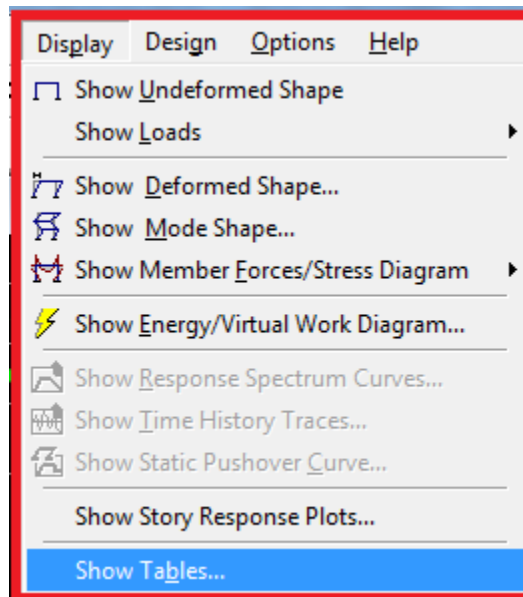
\*\*\* توجه: بایست این کنترل برای هر دو جهت اصلی سازه خود انجام گیرد.\*\*\*



حالا بعد از بیان بند آیین نامه بریم سراغ کنترل آن در نرم افزار که به صورت گام به گام آن را انجام می دهیم. این کنترل بعد از تحلیل و طراحی سازه اتفاق می افتد یعنی وقتی شما از مقاطع، دریافت و ... جواب گرفتید شروع میکنید به کنترل این بند.

مراحل کنترل:

1. ابتدا باید وزن موثر سازه را جهت محاسبه لنگر مقاوم برداشت نماییم. وزن موثر سازه شامل تمام وزن مرده سازه و درصدی از وزن زنده سازه (مطابق با جدول 3-1 آیین نامه 2800 است). برای این منظور به قسمت Display/Show Tables... رفته و گزینه Building Output را تیک زده و Ok میکنیم و در صفحه جدید به جدول Center Mass Rigidity میرویم. در جدول فوق مقدار CumMassX یا CumMassY در طبقه اول نشان دهنده جرم موثر سازه است. با ضرب عدد فوق در شتاب جاذبه (g) وزن موثر سازه به دست می آید. شتاب جاذبه را باید بر حسب واحد برنامه در زمان مشاهده جرم موثر در نظر بگیریم. به طور مثال اگر در آن زمان واحد بر روی kgf.cm تنظیم شده باشد عدد g برابر 9.81 و اگر بر روی kgf.cm تنظیم شده باشد برابر 981 خواهد بود.



Center Mass Rigidity

Edit View

Center Mass Rigidity

	Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM
	TOP	D1	15.6528	15.6528	940.000	546.500	15.6528	15.6528	940.000	546.500
	ROOF	D1	136.6673	136.6673	887.577	532.068	152.3201	152.3201	892.964	533.551
	ST+3	D1	134.9568	134.9568	883.151	529.975	287.2769	287.2769	888.354	531.871
	ST+2	D1	137.4077	137.4077	881.888	526.572	424.6846	424.6846	886.262	530.157
▶	ST+1	D1	142.0615	142.0615	879.903	527.661	566.7462	566.7462	884.668	529.531

2. از همان جدول مرحله قبل در طبقه اول مقادیر XCCM و YCCM را هم برداشت می نماییم. این دو مقدار مشخص کننده مختصات مرکز جرم سازه میباشند.

Center Mass Rigidity

Edit View

Center Mass Rigidity

	Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM
	TOP	D1	15.6528	15.6528	940.000	546.500	15.6528	15.6528	940.000	546.500
	ROOF	D1	136.6673	136.6673	887.577	532.068	152.3201	152.3201	892.964	533.551
	ST+3	D1	134.9568	134.9568	883.151	529.975	287.2769	287.2769	888.354	531.871
	ST+2	D1	137.4077	137.4077	881.888	526.572	424.6846	424.6846	886.262	530.157
▶	ST+1	D1	142.0615	142.0615	879.903	527.661	566.7462	566.7462	884.668	529.531

3. بعد سازه در هر یک از دو جهت X و Y را برداشت می نماییم. این مساله از نقشه معماری و یا از فایل ETABS قابل برداشت است.

4. با صرفنظر از قسمت بیرون زده پی از مرز ساختمان و همچنین وزن پی و خاک روی پی مقدار لنگر مقاوم سازه را برای هر یک از دو جهت اصلی X و Y به دست می آوریم. با فرض اینکه گوشه پایین و سمت چپ سازه در مدل ETABS منطبق بر مبدا باشد، در هر یک از دو جهت بازوی لنگر مربوط به وزن موثر سازه با توجه به اینکه محل اثر نیروی وزن در مرکز جرم است به راحتی به دست خواهد آمد. وقتی که لنگر را حول محور X میخواهیم به دست آوریم باید از بعد سازه و مختصات مرکز جرم در جهت Y استفاده کنیم و برعکس وقتی که لنگر مقاوم در راستای محور Y محاسبه میشود باید از بعد سازه و مختصات مرکز جرم در راستای محور X کمک گرفته شود. توجه کنید که اگر مرکز جرم در وسط سازه قرار نگرفته باشد فاصله مرکز جرم سازه تا دو لبه چپ و راست و همچنین دو لبه بالا و پایین سازه مساوی نخواهد بود که در این حالت برای محاسبه هر یک از دو لنگر حول محورهای X و Y باید فاصله ای که کمتر است در جهت اطمینان انتخاب گردد.

5. حال باید لنگر واژگونی را محاسبه کرد. برای محاسبه لنگر واژگونی ابتدا باید در قسمت Display/Show Tables... قسمت Building Output را تیک زده و سپس در قسمت Select Cases/Combos حالات بار زلزله استاتیکی یا دینامیکی را تیک بزنیم و سپس به صفحه قبلی بازگشته و Ok نماییم تا پنجره جدیدی باز شود. در این پنجره جدول Story Shears را انتخاب میکنیم و به پایین جدول میرویم و در قسمتی که مربوط به اولین طبقه است برای هر یک از حالات بار زلزله مقدار برش زلزله را در ردیف Bottom و ستون  $V_x$  یا  $V_y$  بر حسب اینکه بار زلزله در چه جهتی باشد و لنگر خمشی حول محورهای Y یا X در زیر ستونهای  $M_y$  و  $M_x$  اولی برای زلزله جهت X و دومی برای زلزله جهت Y را برداشت میکنیم.

Choose Tables for Display

Edit

☐ MODEL DEFINITION (0 of 78 tables selected)

- ☐ Building Data
- ☐ Property Definitions
- ☐ Load Definitions
- ☐ Point Assignments
- ☐ Frame Assignments
- ☐ Area Assignments
- ☐ Input Design Data
- ☐ Design Overwrites
- ☐ Options/Preferences Data
- ☐ Miscellaneous Data

☒ ANALYSIS RESULTS (3 of 26 tables selected)

- ☐ Displacements
- ☐ Reactions
- ☐ Modal Information
- ☒ Building Output
- ☐ Frame Output
- ☐ Area Output
- ☐ Objects and Elements

Load Cases (Model Def.)

Select Load Cases...

18 of 18 Loads Selected

Load Cases/Combos (Results)

Select Cases/Combos...

10 of 242 Loads Selected

Modify/Show Options...

Options

☐ Selection Only

Named Sets

Save Named Set...

Show Named Set...

Select Output

Select

- DSTLS7 Combo
- DSTLS8 Combo
- DSTLS9 Combo
- EX Static Load
- EXN Static Load
- EXP Static Load
- EY Static Load
- EYN Static Load
- EYP Static Load
- EZ Static Load
- HL Static Load

OK

Cancel

Clear All

Story Shears

Edit View

Story Shears

Center Mass Rigidity

Story Shears

Tributary Areas And RLLF

	Story	Load	Loc	P					
	ST+1	EYP	Bottom	0.00					
	ST+1	EXN	Top	0.00	-107042.57	0.00	49222052.39	11519.343	-8012291
	ST+1	EXN	Bottom	0.00	-107042.57	0.00	49221993.40	9276.530	-1133120
	ST+1	EYN	Top	0.00	0.00	-68507.24	-56206952.4	51873745.43	-9973.0
	ST+1	EYN	Bottom	0.00	0.00	-68507.24	-56206930.2	73116968.89	-8593.4
	ST+1	EX	Top	0.00	-107042.57	0.00	55289045.08	15716.295	-8012251
	ST+1	EX	Bottom	0.00	-107042.57	0.00	55288991.40	13443.528	-1133115
	ST+1	EY	Top	0.00	0.00	-68507.24	-60879236.9	51870501.80	-10331.1
	ST+1	EY	Bottom	0.00	0.00	-68507.24	-60879218.8	73113748.51	-8937.3
	ST+1	SY	Top	0.00	2490.23	69844.48	66982235.00	56134228.83	2151336
	ST+1	SY	Bottom	0.00	2491.79	69840.57	67029509.57	77470740.32	2909496
	ST+1	SX	Top	0.00	142104.97	5057.16	90883470.26	3833251.579	11153776
	ST+1	SX	Bottom	0.00	142238.85	5100.65	91219151.19	5369786.561	15459470
	ST+1	SX1	Top	0.00	142104.97	5057.16	80919198.86	3826634.890	11153715
	ST+1	SX1	Bottom	0.00	142238.85	5100.65	81254871.09	5363215.616	15459412
	ST+1	SY1	Top	0.00	2490.23	69844.48	61194310.78	56130423.17	2150937
	ST+1	SY1	Bottom	0.00	2491.79	69840.57	61241580.29	77466960.42	2909112

OK

Story Shears

Edit View

Story Shears

	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
	EYP	Bottom	0.00	0.00	-68507.24	-65551507.4	73110528.12	-9281.169
	EXN	Top	0.00	-107042.57	0.00	49222052.39	11519.343	-80122998.0
	EXN	Bottom	0.00	-107042.57	0.00	49221993.40	9276.530	-113312001.9
	EYN	Top	0.00	0.00	-68507.24	-56206952.4	51873745.43	-9973.068
	EYN	Bottom	0.00	0.00	-68507.24	-56206930.2	73116968.89	-8593.484
	EX	Top	0.00	-107042.57	0.00	55289045.08	15716.295	-80122533.9
	EX	Bottom	0.00	-107042.57	0.00	55288991.40	13443.528	-113311556.1
	EY	Top	0.00	0.00	-68507.24	-60879236.9	51870501.80	-10331.166
	EY	Bottom	0.00	0.00	-68507.24	-60879218.8	73113748.51	-8937.326
	SY	Top	0.00	2490.23	69844.48	66982235.00	56134228.83	2151336.820
	SY	Bottom	0.00	2491.79	69840.57	67029509.57	77470740.32	2909496.700
	SX	Top	0.00	142104.97	5057.16	90883470.26	3833251.579	111537762.25
	SX	Bottom	0.00	142238.85	5100.65	91219151.19	5369786.561	154594704.18
	SX1	Top	0.00	142104.97	5057.16	80919198.86	3826634.890	111537155.96
	SX1	Bottom	0.00	142238.85	5100.65	81254871.09	5363215.616	154594124.85
	SY1	Top	0.00	2490.23	69844.48	61194310.78	56130423.17	2150937.028
	SY1	Bottom	0.00	2491.79	69840.57	61241580.29	77466960.42	2909112.387

OK

6. مقادیر  $M_x$  و  $M_y$  که در مرحله قبل برداشت شد نشان دهنده لنگر واژگونی نسبت به روی پی است. این لنگر باید به لنگر زیر پی تبدیل شود. برای این منظور ابتدا باید عددی برای ضخامت پی حدس بزنیم. سپس کافی است که مقدار  $M_y$  را با حاصل ضرب برش پایه زلزله جهت  $X$  که همان مرحله قبل استخراج کردیم در ضخامت پی جمع کنیم تا لنگر واژگونی حول محور  $Y$  نسبت به زیر پی به دست آید. همین کار را به صورت متناظر برای لنگر  $M_x$  انجام میدهیم و این مقدار را با حاصل ضرب برش پایه جهت  $Y$  در ضخامت پی جمع میکنیم تا لنگر واژگونی حول محور  $X$  در زیر پی نیز به دست آید.

7. حالا دیگر لنگرهای واژگونی و مقاوم را محاسبه کرده ایم. در اینجا قاعدتاً دو لنگر واژگونی و دو لنگر مقاوم خواهیم داشت. از تقسیم لنگر مقاوم جهت  $X$  به لنگر واژگونی جهت  $X$  ضریب اطمینان برای این جهت به دست می آید. به طور متناظر همین کار را هم برای جهت  $Y$  انجام میدهیم و دست آخر ضرایب اطمینان را با عدد 1.75 (برای ASD) یا 1 (با توجه به ویرایش چهارم 2800) مقایسه می کنیم.

به امید سربلندی ایران اسلامی