به نام یگانه معمار هستی

دفترچه محاسبات سازه بتنی بر اساس مبحث 6 و 9 ویرایش 99 و استاندارد 2800 ویرایش چهارم

تهیه کننده: تیم مهندسی ام سی اس : www.mcivils.ir

مرجع کاملترین و بروز ترین دوره های آموزشی اجرایی طراحی سازه و نقشه کشی و راهسازی ویژه مهندسین عمران و معماری مطابق با آخرین ویرایش آیین نامه ها

(متفاوت ترین سایت مهندسی برای دانشجویان ومهندسین)

کانال های تلگرام ما : @mcivillearnetabs2015 و @moderncivils

@mcivilss

www.mcivils.ir

دفترچه محاسبات ساختمان : سازه ۷ طبقه بتنی

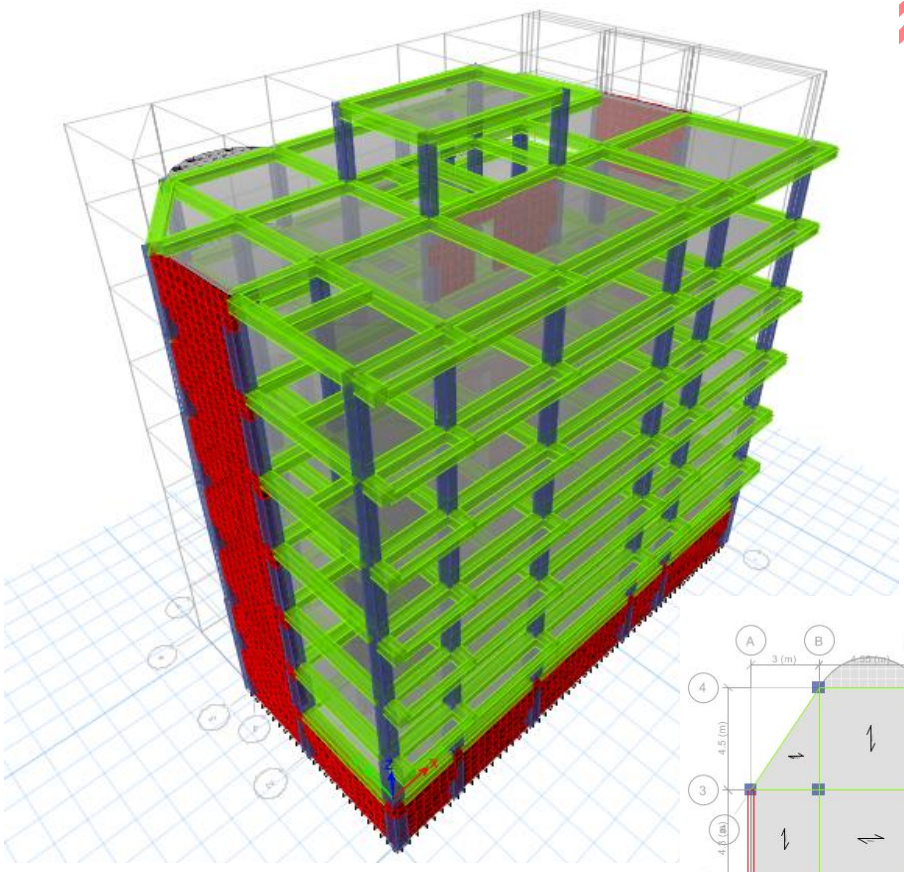
مشخصات مهندس محاسب

مهندس محاسب : موسی رمضانی

شماره پروانه اشتغال :

کد محاسبات :

مدل سه بعدی سازه در ایتبس



مشخصات ملک و مالک

نام مـــــــالک :

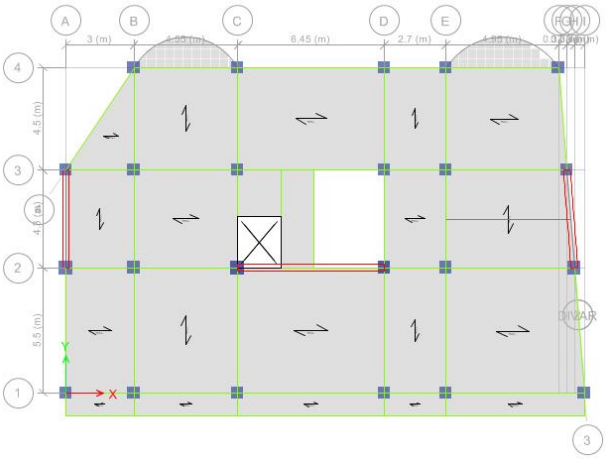
شمـاره پلاک ثبتی :

کاربری ساختمـــــان : مسکونی

تعداد طبقـات : 7طبقه مسکونی

آدرس پروژه :

آدرس دفتر طراحی :



سایت مهندسی

مشخصات اولیه

مشخصات ثبتی مالک :

نام مالک

شماره پلاک ثبتی

منطقه شهرداری

شماره پرونده کامپیوتری

مساحت تقریبی

تعداد طبقات

مشخصات فنی پروژه :

نوع سازه	اسکلت بتنی
نوع سقف	تیرچه بلوک
سیستم سازه در جهت عرضی	
سیستم سازه در جهت طولی	

سایت مهندسی MCS
www.mcivils.ir

فهرست مطالب

فصل اول: مشخصات پروژه و اصول و مبانی طراحی..... 6
1-1 معرفی پروژه و مشخصات پروژه:..... 6
2-1 اصول و مبانی طراحی 6
1-2-1 آئین نامه های طراحی 6
2-2-1 نرم افزار های مورد استفاده : 7
3-2-1 مشخصات مصالح مصرفی : 7
4-2-1 مشخصات خاک محل پروژه : 8
5-2-1 ارتفاع طبقات در نرم افزار: 8
فصل دوم : بررسی نظم کالبدی سازه مطابق استاندارد2800 ویرایش چهارم
بررسی نامنظمی در پلان : 9
بررسی نامنظمی در ارتفاع : 11
فصل سوم : بارگذاری
1-3 مقدمه:..... 12
2-3 بارهای مرده : 12
1-2-3 بار مرده در سقف بام : 12
2-2-3 بار مرده در سقف طبقات: نوع سقف کامپوزیت : 12
3-2-3 محاسبه بار مرده راه پله: 14
1-3-2-3 بخش مورب راه پله : 14
2-3-2-3 پاگرد : 14
4-2-3 دیوارهای جانبی بدون نما: 15
5-2-3 دیوارهای نمادار : 15
6-2-3 بارمرده دیوار داخلی راه پله : 16
7-2-3 دیوار جانپناه: 16
3-3 بارهای زنده: :
1-3-3 بار گسترده زنده کف ها : 17
2-3-3 ضوابط دیوار های تقسیم کننده : 17
1-2-3-3 جزییات محاسبه بار دیوار جداکننده داخلی : 17
4-3 بار برف : 18
1-4-3 سربار باران بر برف : 19
5-3 خلاصه بار های ثقلی پروژه : 20
6-3 بار گذاری زلزله و محاسبه ضریب زلزله : 21
1-6-3 نوع تحلیل : 21
2-6-3 محاسبه ضریب زلزله : 23
توضیحات محاسبه ضریب زلزله : 26

www.mcivils.ir MCS سایت مهندسی

3-6-3 ضریب نامعینی سازه p: 26
3-6-4 ضریب اضافه مقاومت سازه Ω_0: 26
3-6-5 بارگذاری نیروی زلزله قائم : 27
3-6-5-1: 27
3-6-5-2 نحوه اعمال بار mass خرپشته : 27
3-7 ترکیبات بار گذاری حالت استاتیکی : 28
3-7-1 الگو های بار مورد استفاده : 28
3-7-2 قاعده 30-100 : 29
3-7-3 ترکیبات بارگذاری : 29
3-7-3 -1 ترکیبات بار طراحی : 29
3-7-3 -2 ترکیبات بار: 30
3-7-3 -3 ترکیبات بار: 30
3-7-3 -4 ترکیبات بار اثر Δ-p : 31
3-7-3 -5 ترکیبات بار , وزن موثر لرزه ای Mass Source : 31
فصل چهارم : کنترل های آیین نامه ای طراحی سازه
4-1 کنترل زمان تناوب تجربی با زمان تناوب تحلیلی : 32
4-2 کنترل نامنظمی پیچشی : 33
4-3 حداقل درز انقطاع در ساختمان : 35
4-4 کنترل فاصله مرکز جرم و سختی : 36
4-5 کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقات (Drift) : 37
4-6 کنترل واژگونی سازه : 40
4-7): 42
فصل نهم طراحی فونداسیون :
مقدمه 57
پی های سطحی 57
ترکیب بار طراحی فونداسیون و کنترل تنش زیر پی 58
برش پانچ 59
ظرفیت باربری برش پانچ ستونها 59
کنترل تنش زیر پی 60
آرماتورهای پی 63
منابع 65

www.mcivils.ir MCS پایگاه مهندسی

فصل اول : مشخصات پروژه , اصول و مبانی طراحی

1-1 معرفی پروژه و مشخصات پروژه:

دفترچه محاسبات حاضر مربوط به طراحی ساختمان مسکونی 7 طبقه اسکلت بتنی میباشد با احتساب خرپشته دارای 8 سقف میباشد نوع سقف طبقات از نوع تیرچه و بلوک میباشد کاربری طبقه همکف و زیرزمین پارکینگ و انباری بوده , سیستم مقاوم باربر جانبی سازه در جهت x قاب خمشی متوسط و در راستای Y قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط+ دیوار برشی‌بتن‌آرمه متوسط میباشد.

کاربری	مسکونی (اهمیت متوسط و مطابق بند 3-3-4 استاندارد 2800-4 ، ضریب اهمیت $I=1$)
وضعیت همکف و زیرزمین	کاربری پارکینگ
ارتفاع ساختمان از تراز پایه	18,75 متر
محل پروژه	تهران (پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد)
تعداد طبقات	7 طبقه
سیستم سازه	در راستای x (شمال و جنوب) قاب خمشی متوسط +دیوار برشی ویژه و در راستای Y (شرق و غرب) قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط+ دیوار برشی‌بتن‌آرمه ویژه
نوع سقف	سقف تیرچه و بلوک / دال بتنی
ارتفاع کف تا کف طبقات	ارتفاع کف تا کف در پیلوت 2,75 متر و ارتفاع کف تا کف طبقات 3,2متر و ارتفاع خرپشته
مساحت	350مترمربع
نوع خاک محل پروژه	با توجه نوع خاک **مطابق بند 2-4-1 و جدول 2-3 استاندارد2800 ویرایش چهارم**, خاک تیپ II
روش طراحی	
روش تحلیل	برای اعمال نیروی زلزله به سازه از **روش تحلیل استاتیکی** خطی استفاده شده.
ضرایب نامعینی در جهت x وy سازه	مطابق بند بند 3-3-2-2 استاندراد 2800 چون سازه منظم در پلان بوده و در هر طرف مرکز جرم در هر دو جهت حداقل دو دهانه مقاوم باربر جانبی داریم لذا ضریب نامعینی در هر دو جهت برابر 1 میباشد. کنترل مربوط در فصل 3 انجام شده
ضریب رفتار R	مطابق بند 3-3-5-1استاندارد 2800 ویرایش 4: جهت X (قاب خمشی بتن آرمه متوسط+دیوار برشی ویژه): $Rx = 6.5$ جهت y (قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط+ دیوار برشی ویژه): $Ry = 6.5$
کاهش سربار زنده	
ضخامت سقف ها و کف سازی	
وضعیت پلاک های مجاور	سمت غرب ساختمان
مقدار درز انقطاع	$cm\ 12$ توضیحات فصل چهارم

www.meivils.ir
MCS سایت مهندسی

نوع فونداسیون	بصورت پی نواری

1-2-اصول و مبانی طراحی

1-2-1- آئین نامه های طراحی

آئین نامه هاو منابع مورد استفاده در طراحی سازه اسکلت فلزی با اتصالات جوشی در این پروژه عبارتند از :

1- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش 99 جهت طراحی اسکلت سازه و عناصر بتنی ساختمان نظیر فونداسیون و هم چنین دال های سقف طبقات از این آئین نامه استفاده شده است.

2-مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش 98 جهت بارگذاری ثقلی و محاسبه بار ها مرده و زنده و ... و استخراج وزن مخصوص مصالح و ترکیبات بار گذاری

4- آئین نامه زلزله 2800 ویرایش 4 : جهت بارگذاری زلزله و کنترل جابجایی ساختمان در اثر زلزله و برای تحلیل سازه در برابر زلزله نامه و ... استفاده شده است.

5- آیین نامه آمریکا ACI318-2014 جهت طراحی نرم افزاری

1-2-2 نرم افزار های مورد استفاده:

1. نرم افزار Etabs V 15.2.2: از این نرم افزار به منظور مدل سازی سازه و تحلیل استاتیکی آن استفاده شده است.
2. نرم افزار Safe 12.2.3: از این نرم افزار به منظور تحلیل و کنترل فونداسیون استفاده شده است. نتایج تحلیل سازه از نرم افزار Etabs به این نرم افزار منتقل شده و تحلیل و کنترل های فونداسیون در آن انجام میگیرد.
3. نرم افزار Microsoft®Word& Excel 2013 :از این نرم افزارها به منظور تهیه گزارش و دفترچه محاسبات استفاده شده است.

4- AutoCAD2014 :جهت ترسیم نقشه های اجرایی

1-2-3 مشخصات مصالح مصرفی:

مشخصات فولاد مصرفی برای اسکلت فولادی سازه و بتن مصرفی فونداسیون و دال سقف و بتن مگر:

1. بتن مصرفی در سازه و فونداسیون و دال از نوع C 25 می باشد. مقاومت فشاری 250 kg/cm2 و مدول الاستیسیته بتن مصرفی Es=268750 $kg/cm2$ و ضریب پواسون بتن 0.2 میباشد .
2. بتن مگر مصرفی از نوع C15و با حداقل عیار 150 کیلوگرم سیمان بر متر مکعب بتن می باشد.
3. میلگرد های مصرفی اصلی از نوع S400(همان A111)با مشخصات fy = 4000 kg/cm2 , fu = 6000 kg/cm2می باشد.

4. میلگرد های مصرفی در سقف و خاموت از نوع S 340 (همان A11) با مشخصات تنش تسلیمfy = 3400 kg/cm2 و fu = 5000 kg/cm2تنش نهایی و مدول الاستیسیته $2 * 10^6$ kg/ cm2 = Esمی باشد.
5. شفته زیر فونداسیون از نوع تر و با عیار 250 کیلوگرم آهک بر متر مکعب می باشد.

www.mcivils.ir MCS مهندسی

1-2-4- مشخصات خاک محل پروژه

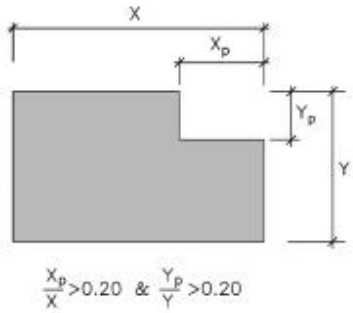
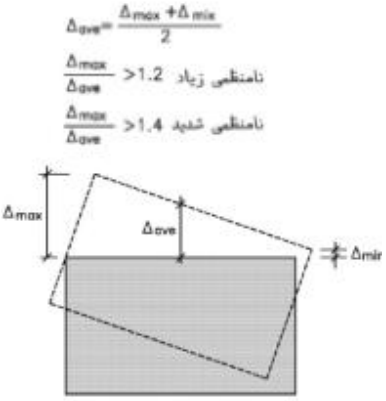
مطابق بند 2-4-1 و جدول 2-3 استاندارد 2800 ویرایش چهارم: خاک محل پروژه از نوع II (خاک خیلی متراکم یا سست : شامل- شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت با ضخامت بیشتر از 30 متر) و برای این نوع زمین پارامتر ها S0=1 S=1.5 Ts=0.5 T0=0.1 می باشد. ظرفیت باربری خاک 1.5kg/cm2 میباشد. ضریب فنریت خاک برابر 3 / 1.8 میباشد.

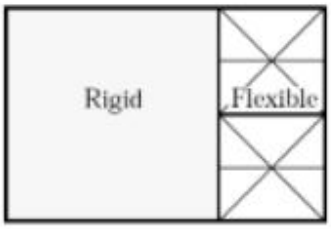
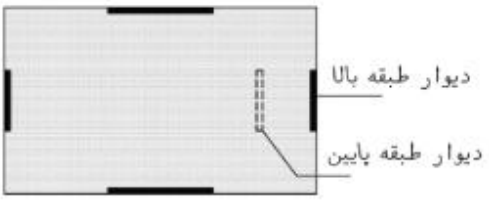
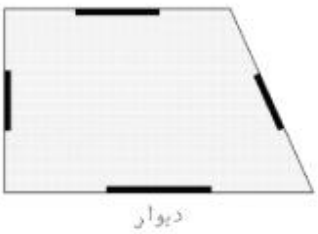
1-2-5 ارتفاع طبقات در نرم افزار: خرپشته در نرم افزار مدل شده است:

	Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color m
▶	kh	2.7	21.45	No	None	No	0	
	bam	3.2	18.75	Yes	None	No	0	
	s4	3.2	15.55	No	bam	No	0	
	s3	3.2	12.35	No	bam	No	0	
	s2	3.2	9.15	No	bam	No	0	
	s1	3.2	5.95	No	bam	No	0	
	hk	2.75	2.75	No	None	No	0	
	zs	3.15	0	No	None	No	0	
	Base		-3.15					

www.mcivils.ir

فصل دوم : بررسی نظم کالبدی سازه مطابق استاندارد2800 ویرایش چهارم

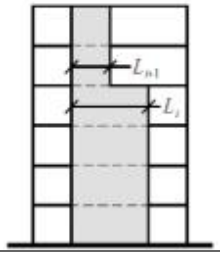
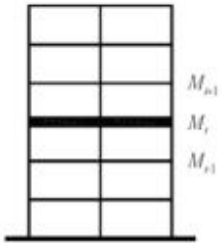
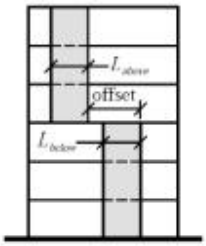
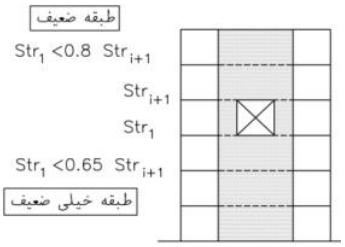
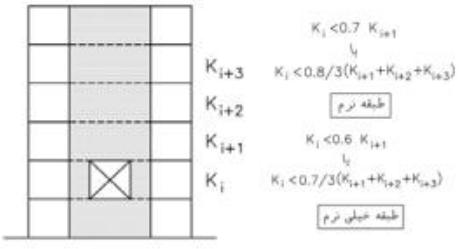
بررسی نامنظمی در پلان		
عنوان	**تمهدات بندآیین نامه**	**توضیحات محاسب**
 $\frac{X_p}{X}>0.20$ & $\frac{Y_p}{Y}>0.20$ **الف – نامنظمی هندسی**	**اثر جهات مختلف زلزله** **4-1-3**	سازه نامنظم هندسی بوده و قاعده 30-100 در ترکیبات بار اعمال شده.
	بررسی مقاومت دیافراگم **7-8-3**	**در فصل چهارم بررسی شده**
دارد/ندارد	**بررسی دقیق ضریب نامعینی یا انتخاب 1,2** **3-2-2-3-الف**	**P=1 : توضیحات فصل چهارم**
 **ب – نامنظمی پیچشی**	**اثر جهات مختلف زلزله** **4-1-3**	
	بررسی دقیق ضریب نامعینی یا انتخاب 1,2 **3-2-2-3-الف**	سازه منظم پیچشی میباشد
	محدودیت تحلیل استاتیکی زلزله تا 3 طبقه **3-2-2-ب**	**سازه منظم پیچشی بوده و مجاز به تحلیل استاتیکی بوده , در فصل چهارم بررسی شده**
دارد/ندارد	**افزایش پیچش اتفاقی** **3-7-3-3**	**نیاز به افزایش پیچش اتفاقی نیست در فصل چهارم بررسی شده**
زیاد /شدید	**محدودیت اصلاح مقادیر باز تاب ها تحلیل دینامیکی** **3-4-1-4-الف**	سازه منظم پیچشی میباشد
	کنترل دریفت محور های کناری **4-5-3**	سازه منظم پیچشی میباشد
	محدودیت در احداث ساختمان نامنظم شدید پیچشی 1-7-3	سازه منظم پیچشی میباشد

بررسی نامنظمی در پلان		
عنوان	**تمهدات بندآیین نامه**	**توضیحات محاسب**
نامنظمی دیافراگم  A>0.5 XY پ-۱ نامنظمی دیافراگم (درمساحت) پ-۲ نامنظمی دیافراگم (در سختی)	دارد/ندارد	اثر جهات مختلف زلزله **4-1-3**	
		بررسی مقاومت دیافراگم **7-8-3**	
 ت –نامنظمی خارج از صفحه	دارد/ندارد	اثر جهات مختلف زلزله **4-1-3**	
		بررسی مقاومت دیافراگم (به خصوص در محدوده تغییر محل عناصر مقاوم جانبی) **7-8-3**	
		کنترل عناصر تکیه گاهی سیستم باربر جانبی قطع شده **9-3**	
 ث –نامنظمی سیستم‌های غیرموازی	دارد/ندارد	اثر جهات مختلف زلزله **4-1-3**	
نتیجه بررسی نامنظمی در پلان		**توضیحات**

MCS
www.n

دارد/ندارد	

بررسی نامنظمی در ارتفاع

عنوان		تمهدات بندآیین نامه	توضیحات محاسب
نامنظمی هندسی  Irregular: $L_i > 1.3L_{i+1}$	دارد/ندارد	بررسی مقاومت دیافراگم (در محدوده دو طبقه ای که تغییر سختی جانبی دارند) 3-8-7	در فصل چهارم بررسی شده
نامنظمی جرمی  Irregular: $M_i > 1.5M_{i+1}$ or $M_i > 1.5M_{i-1}$	دارد/ندارد زیاد	محدودیت تحلیل استاتیکی زلزله 3-2-2-ب	در فصل چهارم بررسی شده
نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی  Irregular: offset > L_{below} or offset > L_{above}	دارد/ندارد	بررسی مقاومت دیافراگم (در محدوده تغییر محل عناصر مقاوم جانبی دارند) 3-8-7	
نامنظمی مقاومت جانبی  	دارد/ندارد	محدودیت اصلاح مقادیر بازتاب های تحلیل دینامیکی بند 3-4-1-4-الف محدودیت در احداث ساختمان نامنظم طبقه خیلی ضعیف 3-7-1	
نامنظمی سختی جانبی  	دارد/ندارد	کنترل خاص عناصر مقاوم جانبی طبقه نرم شده بند3-9	
		محدودیت اصالح مقادیر بازتاب های تحلیل دینامیکی 3-4-1-4-الف	
		محدودیت تحلیل استاتیکی زلزله بند 3-2-2-ب	
		محدودیت در احداث ساختمان	

www.mciwils.ir

		نامنظم طبقه خیلی نرم 1-7-3	

نتیجه بررسی نامنظمی در ارتفاع	توضیحات
دارد / ندارد	

سایت مهندسی MCS
www.civils.ir

فصل سوم : بارگذاری

3-1 مقدمه :

بار های وارد بر ساختمان به دو دسته ثقلی و جانبی تقسیم می شوند. بار های ثقلی وارد بر این ساختمان شامل بار برف، مرده، زنده می باشد. بار برف بر اساس فصل هفتم مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش 99 ، بار مرده بر اساس فصل سوم و بار زنده بر اساس فصل پنجم مبحث مقررات ملی ساختمان ویرایش 99 می باشد. بار زلزله بر اساس آئین نامه 2800 ویرایش 4 در فایل جداگانه در همین پوشه تعیین گردیده بار باد بدلیل حاکم بودن بار زلزله لحاظ نشده است. در محاسبه بار های مرده کف ها و دیوار ها حداقل بار مرده کفسازی SDead مطابق توصیه سازمان نظام مهندسی تهران رعایت گردیده است.

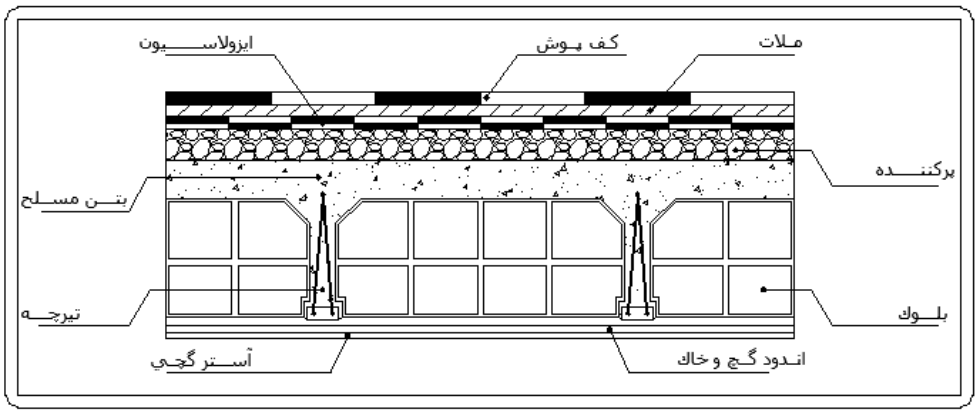
3-2 بارهای مرده :

بارمرده دیوارهای پیرامونی و دیوار های نمادار و دیوار اتاقک راه پله و جانپناه و سقف طبقات و بام و خرپشته و راه پله بصورت زیر محاسبه گردیده ذکر این نکته جایز است دیوار های نمادار بدلیل بازشو های درب و پنجره تنها 70 درصد از بار خطی آن ها لحاظ شده است .

3-2-1 بار مرده در سقف بام :

نوع سقف تیرچه وبلوک :

سقف تیرچه بلوک در بام



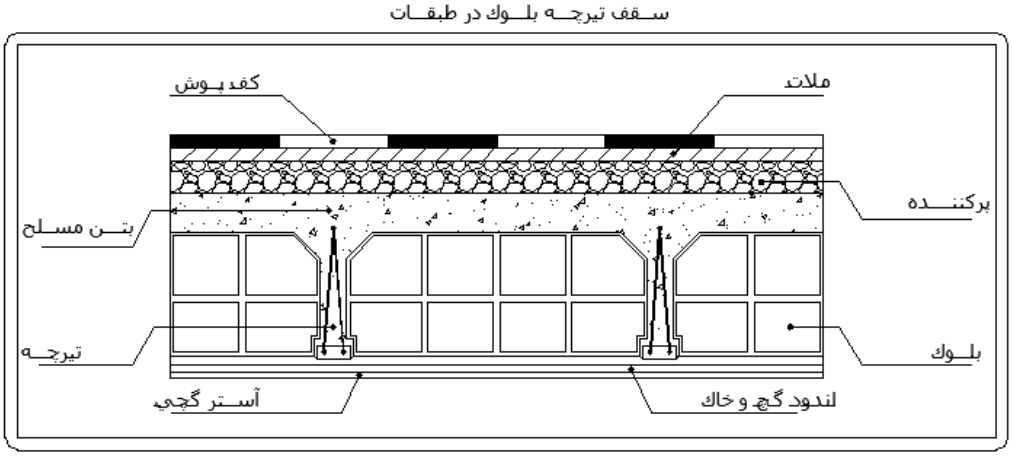
جدول جزییات بار مرده سقف بام و خرپشته :

ردیف	جزییات	جرم واحد حجم(kg/m^3)	ضخامت (m)	بار کل (kg/m^2)
1	سرامیک	2100	0/02	42
2	ملات ماسه سیمان	2100	0/05	105
4	پوکه معدنی	600	0/1	0/1* 600=60
	دولایه قیر گونی			15
	آسفالت	2200	0,02	44
5	بلوک های یونولیتی	–	–	10
7	ملات گچ و خاک	1600	0/02	1600* 0/02=32
8	اندود گچ رویه	1300	0/01	1300* 0/01=13
9	بتن تیرچه 20* 10	2500		2*0.2*0.1*2500=100
	دال بتنی روی یو نولیت	2500	0.05	2500*0.05=125
	مجموع		546	Kg/m^2

* مجموع 570 kg/m^2 *مقدار بار مرده کف سازی (SDead (d اعمال شده به کف بام و خرپشته

در نرم افزار برابر $305\ kg/m^2$ میباشد.

2-2-3 بار مرده در سقف طبقات: نوع تیرچه و بلوک

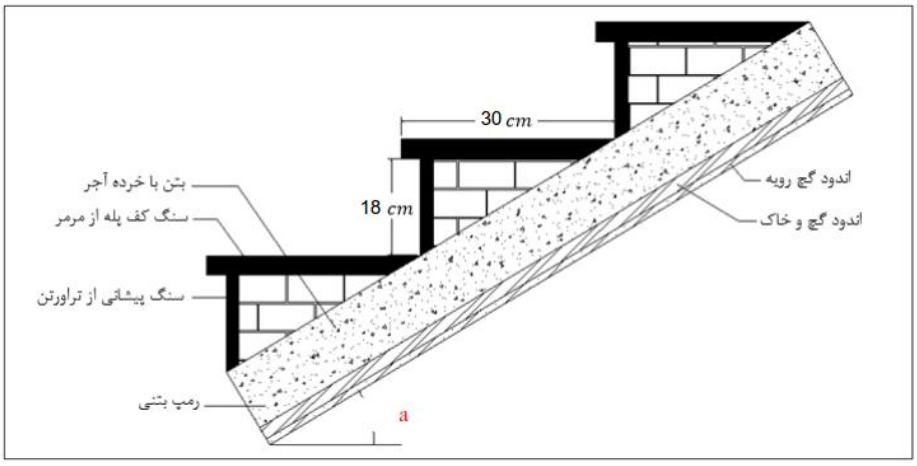


*جدول جزییات بار مرده کف طبقات :

ردیف	جزییات	جرم واحد حجم(kg/m^3)	ضخامت (m)	بار کل (kg/m^2)
1	سرامیک	2100	0/02	42
2	ملات ماسه سیمان	2100	0/03	2100* 0/03 = 63
4	پوکه معدنی	600	0/1	0/1* 600= 60
5	بلوک های یونولیتی	–	–	10
7	ملات گچ و خاک	1600	0/02	1600* 0/02 = 32
8	اندود گچ رویه	1300	0/01	1300* 0/01 = 13
9	بتن تیرچه20* 10	2500		2*0.2*0.1*2500=100
	دال بتنی روی یو نولیت	2500	0.05	2500*0.05=125
	مجموع		445	Kg/m²

در محاسبات بالا از وزن دال بتنی و تیر چه ها در نظر گرفته شده پس بار برای برنامه super dead : وارد گردد220

جزئیات راه پله



3-2-3 محاسبه بار مرده راه پله:

www.mcivil.ir

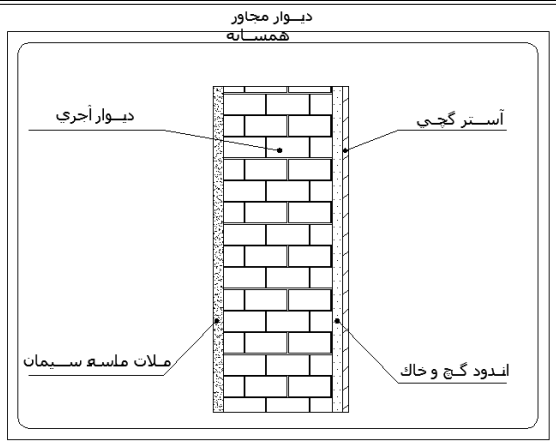
3-2-3-1 بخش مورب راه پله :

جزئیات	ضخامت(m)	وزن واحد حجم (kg/m^3)	تعداد	وزن واحد سطح (kg/m^2)
سنگ مرمرکف پله	0.02	2700	1	54
سنگ گرانیت پیشانی	0.18*0.02=0.0036	2800	1/30=3.3	33.3
بتن با خرده آجر	0.027	1700	1/30=3.3	152
بتن رمپ	0.15	2500	1/cos34	452
اندود گچ و خاک	0.02	1600	1/cos34	39
ملات گچ و خاک	0.01	1200	1/cos34	16

بار مرده راه پله : 750 kg/ m2

3-2-3-2 پاگرد:

جزئیات	ضخامت(m)	وزن واحد حجم (kg/m^3)	وزن واحد سطح (kg/m^2)
سرامیک	0.02	2100	42
ملات ماسه و سیمان	0.02	2100	42
بتن سبک با پوکه معدنی	0.07	1300	91
آجر فشاری با ملات گچ و خاک	0.1	1750	175
اندود گچ و خاک	0.03	1600	48
اندود گچ رویه	0.015	1300	20
وزن واحد سطح IPE	-	15.8	16

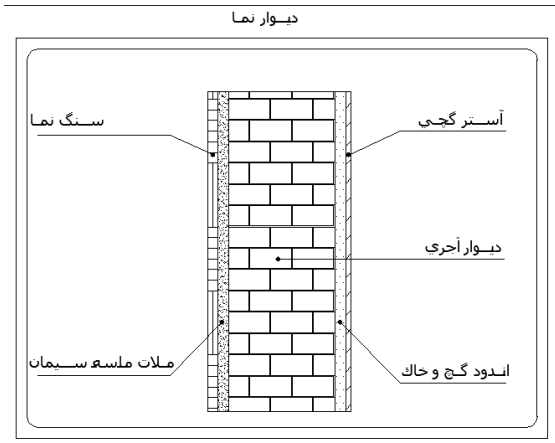


مجموع $435kg/m^2$

3-2-4 دیوارهای جانبی بدون نما:

بار دیوارهای پیرامونی به صورت خطی به تیرهای زیر اعمال می گردد بنابراین وزن متر مربع دیوار را در ارتفاع دیوار باید ضرب کرد تا بار به صورتخطی تبدیل شود. با توجه به ارتفاع طبقات(3,2) خواهیم داشت

بار خطی دیوار جانبی بدون نما: $260*3.2=832 \rightarrow 835kg/m$

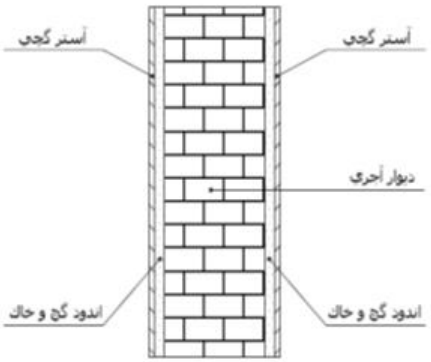


جزئیات	ضخامت(m)	وزن واحد حجم (kg/m^3)	تعداد	وزن واحد سطح (kg/m^2)
گچ سفید	0.01	1300	1	13
گچ و خاک	0.02	1600	1	64
آجر کاری	0.20	850	1	170
آستر سیمان	0.02	2100	1	42

مجموع: $260\ kg/m^2$

3-2-5 دیوارهای نمادار :

سایت مهندسی MCS
www.



جزئیات	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (kg/m^3)	تعداد
گچ سفید	0.01	1300	1
گچ و خاک	0.02	1600	1
آجر کاری	0.20	850	1
دوغاب ماسه سیمان	0.02	2100	
گرانیت	0.02	2800	1

مجموع: $315\ kg/m^2$

*وجود بازشو در سمت نما باعث کاهش وزن دیوار می گردد که این مقدار حددود ۳۰% در نظر گرفته می شود. بنابراین:

بار خطی دیوار نمادار = $315*3.2*0.7=706kg/m \rightarrow 710\ kg/m$

3-2-6 بارمرده دیوار داخلی راه پله و دیوار ها جدا کننده واحد ها:

www.mcivils.ir MCS مهندسی

جزئیات	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (kg/m^3)	تعداد	وزن واحد سطح (kg/m^2)
گچ سفید	0.01	1300	2	26
گچ و خاک	0.02	1600	2	64
آجر کاری	0.2	850	1	170

مجموع $260 kg/m^2$

بار خطی دیوار راه پله (وزن واحد طول دیوار)=260*3.2 =832→835kg/m

3-2-7 دیوار جانپناه:

جزئیات	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (kg/m^3)	تعداد	وزن واحد سطح (kg/m^2)
آستر ماسه سیمان	0.02	2100	2	84
سنگ گرانیت	0.02	2800	1	56
آجر کاری	0.10	850	1	85

مجموع: $225 kg/m^2$

ارتفاع جانپناه= 80cm→ بار خطی= 225*0.80=180kg/m

3-3 بارهای زنده:

3-3-1 بار گسترده زنده کف ها:

حداقل بارها زنده گسترده کف ها با توجه به جدول 6-5-1 مبحث ششم 99 بارهای زنده بصورت زیر میباشند:

ردیف در جدول مبحث 6	نوع کاربری	بارگسترده (kg/m^2)
1-1	بام های معمولی تخت	150
3-3	راه‌پله و راههای منتهی به درب‌های خروجی	500

www.mcivils.ir

6-3	بالکن ها	1,5 برابر بار زنده کف‌اتاق‌های متصل به آنها.لازم نیست بیش از 5کیلونیوتن بر مترمربع درنظر گرفته شود.
4-1	اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویس‌ها- انبار- راهروها)	200
4-2	اتاق‌های محل تجمع و راهروهای مرتبط با آن	500
11-1	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر تا 4000 کیلوگرم	300
12-2	بار زنده آسانسور	360

3-3-2 ضوابط دیوار های تقسیم کننده :

۶-۳-۳ وزن تیغه‌ها و دیوارها

کلیه تیغه‌ها و دیوارها با وزن هر مترمربع سطح بیش از یک کیلونیوتن بر مترمربع به عنوان بار مرده در محاسبات منظور می‌شوند. درصورتی که هرمترمربع تیغه یا دیوار بین ۱تا۲ کیلونیوتن برمترمربع باشد، بار معادل تیغه را می‌توان به صورت بارگسترده یکنواخت بر مساحت کف اعمال نمود. وزن معادل بار مرده تیغه‌ها که بر مساحت هر فضا اعمال می‌شود از تقسیم وزن کل تیغه‌ها بر مساحت فضای موردنظر به دست می‌آید. اما در هر صورت نباید کمتر از یک کیلو نیوتون بر مترمربع منظور شود. چنانچه وزن تیغه با دیوار بیشتر از ۲ کیلونیوتون بر مترمربع باشد لازم است بار مرده تیغه یا دیوار در محل واقعی خود اعمال شود. وزن سایر جداکننده‌های سبک مطابق ضوابط بند ۶-۵-۲-۲ در محاسبات منظور می‌شود.

3-3-2-1 جزییات محاسبه بار دیوار جداکننده داخلی :

جزئیات	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (kg/m^3)	تعداد	وزن واحد سطح (kg/m^2)
گچ سفید	0.01	1300	2	26
گچ و خاک	0.02	1600	2	64
آجر کاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	0.10	850	1	85

www.mcivil

مجموع:$175kg/m^2$

طبق بند6-5-2-2 مبحث 6 مقررات ملی ساختمان، در صورتیکه وزن یک متر مربع سطح تیغه های داخلی از 200کیلوگرم کمتر باشد؛ می توان بار تیغه ها را به صورت معادل یکنواخت به بار مرده سقف افزود. جهت محاسبه بار تیغه بندی از رابطه زیر استفاده می شود: مطابق مبحث ششم حداقل بار معادل تیغه 100 کیلوگرم برمترمربع میباشد.

بار گسترده معادل تیغه بندی $= \frac{w \times L \times h}{A} \geq 100 \frac{kg}{m^2}$

در این رابطه wوزن هرمتر مربع تیغه ها L طول کل تیغه درهر طبقه ، h ارتفاع تیغه ها وA سطح کف طبقه می باشد.

طبقه	طول پارتیشن(m)	ارتفاع پارتیشن(m)	مساحت طبقه
طبقه اول	47	3	118

بار معادل طبقه اول= $\frac{175*47*3}{300} = 100$

www.mcivils.ir MCS سایت مهندسی

3-3-2-2 بار آسانسور :

مطابق ردیف 12 -2 جدول 6-5-1 مبحث ششم 99 بار زنده گسترده برابر 360 کیلوگرم بر مترمربع بوده

۶-۵-۸-۳ سازه‌های نگهدارنده آسانسورها: وزن اتاقک، ماشین‌آلات، وزنه تعادل و بار زنده ناشی از وزن مسافران و وسایل باید در ضریب ۲ ضرب شود، مگر آنکه بارهای اسمی ارائه شده توسط سازنده در ضریبی بیشتر از مقدار ضرب شده باشد.

بار زنده آسانسور:

(1.6* 2)* 360* 2= 2305 kg

بار مرده آسانسور:

1000* 2=2000kg

www.mcivils.ir MCS سایت مهندسی

3-4 بار برف :

برای محاسبه بار برف مطابق بند6-7-2 مبحث ششم مقررات 99 از رابطه زیر استفاده میکنیم :

۶-۷-۲ بار برف بام

بار برف بر روی بام، P_r، با توجه به بار برف مبنا، شیب و دمای بام، برف‌گیری و اهمیت سازه برای هر مترمربع تصویر افقی سطح آن، از رابطه ۶-۷-۱ تعیین می‌شود:

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s \qquad (۶-۷-۱)$$

که در آن:

P_s = بار برف مبنا طبق بخش ۶-۷-۳

I_s = ضریب اهمیت بار برف طبق جدول ۶-۱-۲

C_n = ضریب برف‌گیری طبق بخش ۶-۷-۴

C_h = ضریب شرایط دمایی طبق بخش ۶-۷-۵

C_s = ضریب شیب طبق بخش ۶-۷-۶

است

Is ضریب اهمیت ساختمان است .باتوجه به اینکه کار بری ساختمان مسکونی میباشد. ودرگروه3 (با اهمیت متوسط) در جه بندی میشود مطابق جدول 6-2-1 مبحث ششم برابر است با : **Is=1**

Cn ضریب برف گیری است که طبق بند6-7-4 مبحث ششم تعیین میشود. با توجه به اینکه سازه مورد بررسی در داخل شهر اجرا خواهد شد ساختمان شهری تلقی میشود که جزو گروه ناهمواری زیاد محسوب خواهد شد(بند6-7-4-1 مبحث ششم) وهمچنین ساختمان جزودسته نیمه برف گیر میباشد .بنابراین طبق جدول6-7-2 داریم : **Cn=1**

ضریب شرایط دماییCh مطابق جدول 6-7-3 مبحث ششم برابر 1 میباشد.

ضریب شیب Cs مطابق بند 6-7-6 مبحث ششم برای برای بام تخت **برابر 1 میباشد.**

psباتوجه به اینکه شهر تهران مطابق جدول 6-7-1 مبحث ششم در منطقه با برف زیاد(منطقه 4 -شهر تهران) قرار دارد مطابق بند6-7-1 بار برف بر روی زمین برابر 150kg/ m2 میباشد :

$$P_s = 150 kg/m^2$$

در نتیجه بار برف بدست می آید:

www.mcivils.ir

$$p_r = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 150 = 150 kg/m^2$$ بار برف بام

3-4-1 سربار باران بر برف :

مطابق بند 6-7-12 مبحث ششم در مناطق با برف زمین 100 کیلوگرم بر مترمربع و کمتر ولی بیشتر از 25 کیلوگرم بر متر مربع (مناطق 2 و 3) برای بام با شیب کمتر از w/15 درجه (wبر حسب متر می باشد)، سربار باران به مقدار 25 کیلوگرم بر متر مربع به بار برف متوازن اضافه خواهد شد. این بار لازم نیست همراه با اثر انباشتگی، لغزش، بار برف نامتوازن، بار برف حداقل و یا بار بارگذاری جزیی برف درنظر گرفته شود.

3-5 خلاصه بار های ثقلی پروژه :

3-5-1) خلاصه بار های ثقلی کف طبقا ت و بام و خرپشته :

*درجدول زیر منظور از بار مرده کف ها بار مرده کف سازی SDead بوده و از وزن دال بتنی و تیر صرفنظر شده .

طبقه	بار کف سازی SDead (kg/ m2)	بار زنده(kg/ m²)	بار معادل گسترده تیغه ها (بار زنده)	بار برف (kg/ m²)
بام و خرپشته	305 kg/ m2	150 kg/m2	-	105 kg/m2
طبقات تیپ مسکونی	205 Kg/ m2	200 kg/m2	100 kg/m2	-
طبقه همکف (پارکینگ)	-	-	-	-
طبقه زیر زمین (پارکینگ)	-	-	-	-

3-5-2) خلاصه بار مرده وارد بر کف راه پله :

راه پله	بار مرده(kg/ m²)	بار زنده(kg/ m²)
رمپ راه پله	620	500
پاگرد راه پله	435	500

3-5-3) خلاصه بار های خطی وارد بر دیوار ها :

موقعیت دیوار	ارتفاع دیوار (m)	نوع دیوار	بار واحد سطح (kg/ m2)	بار مرده خطی ناشی از دیوار(kg/ m)
دیوار اطراف خرپشته	0.4	دیوار جان پناه	225	90
دیوار جان پناه بام	0.8	دیوار جانپناه	225	180
دیوارها در طبقات تیپ	3.2	دیوار پیرامونی دارای نما و 30٪ بازشو	315	710
	3.2	دیوار پیرامونی بدون نما		
دیوار ها در طبقه زیرزمین				

3-5-4) بار های زنده در کف ها :

ردیف در جدول مبحث 6	نوع کاربری	بارگسترده(kg/ m²)
1-1	بام های معمولی تخت	150
3-3	راه‌پله و راههای منتهی به درب‌های خروجی	500

6-3	بالکن ها	1,5 برابر بار زنده کف‌اتاق‌های متصل به آنها.لازم نیست بیش از 5کیلونیوتن بر مترمربع درنظر گرفته شود.
4-1	اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویس‌ها- انبار- راهروها)	200
4-2	اتاق‌های محل تجمع و راهروهای مرتبط با آن	500
11-1	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر تا 4000 کیلوگرم	300
12-2	بار زنده آسانسور	360

3 -6 بار گذاری زلزله و محاسبه ضریب زلزله :

براساس آیین‌نامه‌های مبحث ششم 92 و استاندارد 4-2800 (آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله) از بین بار باد و زلزله، بحرانی‌ترین آنها می‌باید بر سازه اعمال گردد که با توجه به وزن بالای سازه نیروی ناشی از زلزله بحرانی‌تر از باد می‌باشد.

۳-۲-۲ روش‌های تحلیل خطی

روش‌های تحلیل خطی را می‌توان درکلیه ساختمان‌ها با هرتعداد طبقه به‌کاربرد. تنها، روش استاتیکی معادل را می‌توان در ساختمان‌های سه‌طبقه و کوتاه‌تر، از تراز پایه و یا ساختمان‌های زیر به‌کار گرفت:

الف- ساختمان‌های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه

ب- ساختمان‌های نامنظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه که دارای:

- نامنظمی زیاد و شدید پیچشی در پلان نباشد
- نامنظمی جرمی، نرم و خیلی نرم در ارتفاع نباشد

3-6-1 نوع تحلیل : محاسبه نیروی جانبی زلزله در این ساختمان با توجه به اینکه شرایط بند 3-2-2-3- آئین نامه 2800 ویرایش 4 را ارضا میکند طبق روش استاتیکی معادل انجام شده است, با توجه به ارتفاع و تعداد طبقات این ساختمان از تراز پایه میتوان از روش تحلیل استاتیکی معادل برای آنالیز و طراحی استفاده نمود ضمنا با توجه کنترل هایی که در فصل های بعدی انجام گردیده ساختمان شامل هیچ گونه نامنظمی پیچشی و یا نامنظمی جرمی و نامنظمی سختی جانبی (طبقه نرم و خیلی نرم) نمیباشد .

***تعیین برش پایه با استفاده از روش استاتیکی معادل**

نیروی برش پایه طبق بند 3-3-1-1 آئین نامه 2800 ویرایش 4 (برابر مقدار زیر است. این نیرو در هر یک از دو امتداد اصلی ساختمان اعمال می شود.

$$Vu = CW$$

حداقل مقدار برش پایه $\longrightarrow Vu \geq 0.12\ AIW$

www.mcivils.ir

$$C = \frac{ABI}{R_u}$$

A : شتاب مبنای طرح

B : ظریب بازتاب ساختمان

C : ضریب زلزله

Ru: ضریب رفتار ساختمان

W : وزن موثر لرزه ای، شامل مجموع بار های مرده و وزن تاسیسات ثابت و وزن دیوار های تقسیم کننده به اضافه درصدی از بار زنده و بار برف8 بار زنده باید بصورت تخفیف نیافته اعمال شود.

I : ضریب اهمیت ساختمان

3-6-2 محاسبه ضریب زلزله :

سیستم سازه در دو جهت سازه متفاوت میباشد ضریب زلزله را بطور جداگانه برای هر طرف محاسبه می کنیم :

***مشخصات پروژه جهت محاسبه ضریب زلزله :**

- نوع خاک محل پروژه : تیپ 2
- ارتفاع ساختمان از تراز پایه : 18,5 متر
- سیستم مقاوم جانبی در جهت x : سیستم دوگانه (قاب خمشی متوسط + دیوار برشی ویژه)
- سیستم مقاوم جانبی سازه در جهت Y : سیستم دوگانه (قاب خمشی متوسط + دیوار برشی ویژه)
- ساختمان منظم میباشد.
- جداگر ها میانقابی مانعی برای حرکت قاب ایجاد نمی کنند و دیتایل جداگر ها میانقابی در نقشه های اجرایی لحاظ گردیده است .
- محل احداث سازه :تهران (منطقه با خطر لرزه خیزی خیلی زیاد)
- کاربری ساختمان : مسکونی (اهمیت متوسط)

www.mcivils.ir MCS سایت مهندسی

برگ محاسبات	عنوان	محاسب	کارفرما
ساختمان 7 طبقه بتنی(تهران)	محاسبه ضریب زلزله C براساس استاندارد2800 ویرایش 4	موسی رمضانی	

ردیف	محاسبات	جهت x	جهت Y	بند مربوطه
1	**I** : ضریب اهمیت ساختمان : کاربری ساختمان مسکونی بوده و در گروه ساختمان ها با اهمیت متوسط میباشد.	I=1		4-3-3
2	**A** : نسبت شتاب مبنا طرح : محل احداث سازه در منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد(تهران) میباشد.	A=0.35		2-2
3	R_u: ضریب رفتار سازه : سیستم ها باربر جانبی مورد استفاده در پروژه : در راستای **X** (شمالی و جنوبی) : سیستم دوگانه (قاب خمشی متوسط + دیوار برشی ویژه) در راستای **Y** (شرقی و غربی) : سیستم دوگانه (قاب خمشی متوسط + دیوار برشی ویژه)	$R_{ux} = 6.5$	$R_{uy} = 6.5$	1-5-3-3
4	خاک محل پروژه از نوع تیپ 2 بوده (شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت)و ساختمان در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد میباشد :	S0=1 S=1.5 Ts=0.5 T0=0.1		جدول2-2 4-2
5	H_m : ارتفاع ساختمان از تراز پایه : وزن خرپشته از 25٪ وزن بام کمتر بوده و در نتیجه ارتفاع ساختمان از تراز پایه تا روی بام درنظر گرفته میشود همچنین در پروژه در طبقه زیر زمین دیوار حایل نیز وجود داشته ولی تراز پایه بدلیل نبود شرایط مندرج در بند 3-3-1-2 استاندارد 2800 تراز پایه از روی پی در نظر گرفته شده است.	$H_m = 18.5\,m$		2-1-3-3
6	**P** : ضریب نامعینی : چون سازه منظم در پلان بوده و در هر طرف مرکز جرم در جهت X دارای حداقل دو دهانه قاب خمشی و در جهت Y در هر طرف مرکز جرم دارای دو دهانه مهاربند همگرا ویژه بوده , لذا سیستم سازه در هر دو جهت دارای نامعینی کافی میباشد.	Px=1	Py=1	2-3-3 بند 3-3-2-2
7	جداگر ها میانقابی مانعی برای حرکت قاب ایجاد نمی کنند و دیتایل اجرایی جداگر ها میانقابی در نقشه های اجرایی لحاظ گردیده است . **محاسبه زمان تناوب تجربی: T_a** درجهت x (دوگانه : قاب خمشی متوسط + دیوار برشی ویژه) : در جهت y (دوگانه :+ قاب خمشی متوسط + دیوار برشی ویژه) : $T_{ay} = 0.05(21.5)^{0.75} = 0.499$ $T_{ay} = 0.05(21.5)^{0.75} = 0.499$ **T_m : زمان تناوب تحلیلی ساختمان :** درجهت x $T_{mx} = 1.402$	$T_x = 0.891$	$T_y = 0.544$	3-3-3

www.mcivils.ir MCS مهندسی محاسبات

	درجهت Y: $T_{my} = 0.544$ **مطابق بند 3-3-1 استاندارد 2800** میتوان زمان تناوب تحلیلی رو در محاسبات نیرو منظور نمود ولی زمان تناوب تحلیلی ساختمان در هیچ حالت نباید از **1/25** برابر حالت تجربی بیشتر شود. بنابراین: در جهت X: $T_x = min(1.25\,T_{تجربی}\ ،\ T_{تحلیلی}) = 0.891$ در جهت y: $T_y = min(1.25\,T_{تجربی}\ ،\ T_{تحلیلی}) = 0.544$			

ردیف	محاسبات	جهت X	جهت Y	بند مربوطه
8	**B** : ضریب بازتاب ساختمان : $B = N \cdot B_1$ **B_1** ضریب شکل طیف: $\begin{cases} B_1 = S_0 + (S - S_0 + 1)\left(\frac{T}{T_0}\right) & \Leftarrow\ 0 \le T \le T_0 \\ B_1 = S + 1 & \Leftarrow\ T_0 \le T \le T_S \\ B_1 = (S+1)\times\left(\frac{T_S}{T}\right) & \Leftarrow\ T \ge T_S \end{cases}$ **N** ضریب اصلاح طیف : $\begin{cases} N = 1 & \Leftarrow\ T < T_S \\ N = 1 + (T - T_S)\left(\frac{0.7}{4 - T_S}\right) & \Leftarrow\ T_S < T < 4\,\text{sec} \\ N = 1.7 & \Leftarrow\ T \ge 4\,\text{sec} \end{cases}$ جهت X (قاب خمشی متوسط) : محاسبات ضریب بازتاب : $B_1 = (S+1)(T_S/T) \qquad T \ge T_S$ $B_1 = (1.5+1)(0.5/0.891) = 1.4 \quad T = 0.891 \ge T_S = 0.5$ $B_1 = 1.4$ $\rightarrow N = 1 + (T - T_S)\left(\frac{0.7}{4-T_S}\right) \qquad T_S \le T \le 4$ $N = 1 + (0.891 - 0.5)(\frac{0.7}{4-0.5}) = 1.078$ $N = 1.078$ $B = B_1 \times N = 1.4 \times 1.078 = 1.509$ $B = 1.509$ جهت Y (قاب ساده+ مهاربند همگرا ویژه) : محاسبات ضریب بازتاب : $B_1 = (S+1)(T_S/T) \qquad T \ge T_S$	$B_{1x} = 1.4$ $N_x = 1.078$ $B_x = 1.509$	$B_{1y} = 2.29$ $N_y = 1.009$ $2.26\,B_x =$	3-2 1-3-2 2-3-2

www.mcivil.ir

	$B_1 = (1.5+1)(0.5/0.544) = 2.29 \quad T = 0.544 \geq T_S = 0.5$ $B_1 = 2.29$ $\rightarrow N = 1 + (T - T_S)\left(\frac{0.7}{4-T_S}\right) \qquad T_S \leq T \leq 4$ $N = 1 + (0.0.544 - 0.5)(\frac{0.7}{4-0.5}) = 1.009$ $N = 1.009$ $B = B_1 \times N = 2.29 \times 1.009 = 2.26$ $B = 2.26$			

ردیف	محاسبات	جهت X	جهت Y	بند مربوطه
9	**C: ضریب زلزله :** **تبصره:** میتوان زمان تناوب تحلیلی رو در محاسبات نیرو منظور نمود ولی زمان تناوب تحلیلی ساختمان در هیچ حالت نباید از **1/25** برابر حالت تجربی بیشتر شود. **محاسبه ضریب زلزله با زمان تناوب T_x و T_y** بدست آمده در مرحله قبل : **محاسبه ضریب زلزله در جهت X:** $C_x = \frac{pABI}{R_U} = \frac{0.35 \times 1.509 \times 1}{5} = 0.1056$ محاسبه ضریب زلزله در جهت y: $C_y = \frac{pABI}{R_U} = \frac{0.35 \times 2.26 \times 1}{5.5} = 0.1438$ **محاسبه ضریب C با زمان تناوب تحلیلی T_m و T_m جهت استفاده در کنترل دریفت :** **محاسبه ضریب C برای کنترل دریفت در جهت X:** $C_{xDrift} = \frac{ABI}{R_U} = \frac{0.35 \times 1.051 \times 1}{5} = 0.0735$ محاسبه C برای کنترل دریفت در جهت y: $C_{yDrift} = \frac{ABI}{R_U} = \frac{0.35 \times 2.26 \times 1}{5.5} = 0.1438$ **باتوجه به استاندارد 2800 حداقل مقدار ضریب برش پایه از رابطه زیر بدست میاید که ضریب محاسبه شده ما از ضریب حداقل بیشتر میباشد:** $Cminx = 0.12AI = 0.12 \times 0.35 * 1 = 0.042$ $Cminy = 0.12AI = 0.12 \times 0.35 * 1 = 0.042$	$C_x = 0.1056$ $C_{xDrift} = 0.0735$	$C_Y = 0.1438$ $C_{yDrift} = 0.1438$	3-3-3

www.mcivils.ir
سایت مهندسی MCS

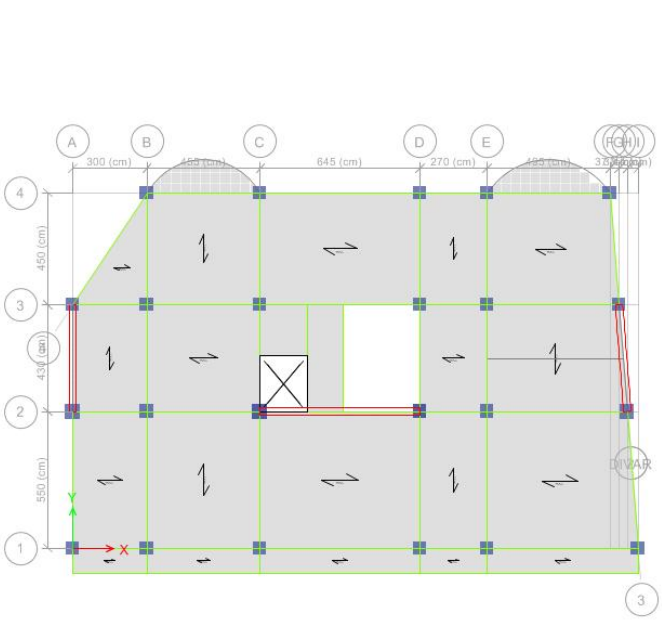
10	**ضریب K :** k: ضریبی است که با توجه به زمان تناوب نوسان اصلی سازه T از رابطه زیر به‌دست آورده می‌شود: K=0.5T+0.75 $0.5 \le T \le 2.5\ Sec$ (۷-۳) مقدار K برای مقادیر T کوچک‌تر از ۰/۵ ثانیه و بزرگ‌تر از ۲/۵ ثانیه باید به ترتیب برابر با ۱/۰ و ۲/۰ در نظر گرفته شود. $Kx = 0.5T + 0.75 = (0.5 \times 0.891) + 0.75 = 1.1955$ $Ky = 0.5T + 0.75 = (0.5 \times 0.544) + 0.75 = 1.022$ محاسبه k برای کنترل دریفت با زمان تناوب تحلیلی T_m: $Kx\,drift = 0.5T + 0.75 = (0.5 \times 1.402) + 0.75 = 1.451$ $Ky\,drift = 0.5T + 0.75 = (0.5 \times 0.544) + 0.75 = 1.022$	$Kx = 1.1955$ $Kx\,drift = 1.451$	$Ky = 1.022$ $Ky\,drift = 1.022$	6-3-3 3-5-3

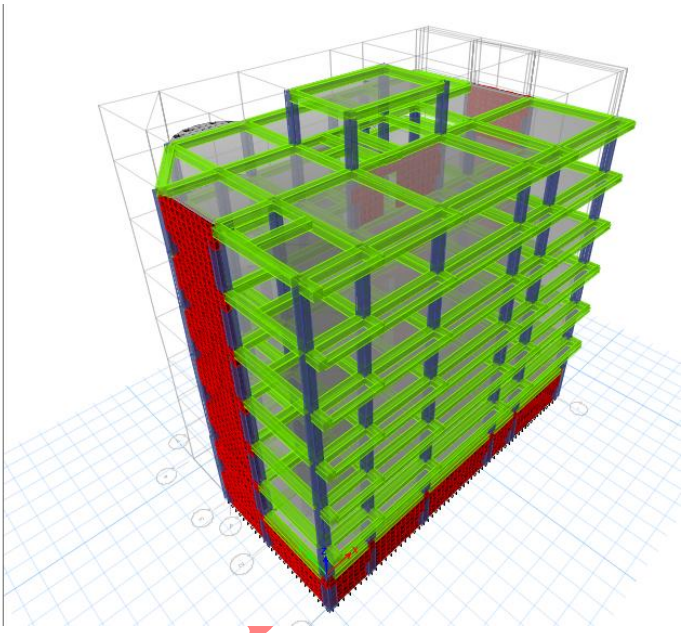
توضیحات محاسبه ضریب زلزله :

مطابق بند 3-3-3-1استاندارد 2800 ویرایش 4 در ساختمان های متعارف در کلیه موارد میتوان زمان تناوب اصلی نوسان را با استفاده از تحلیل دینامیکی تعیین و در محاسبات نیرو منظور نمود ،ولی مقدار آن در هر حالت نباید از 1.25 برابر مقادیر بدست آورده از روابط تجربی بیشتر گردد. در فصل چهارم کنترل زمان تناوب اصلی انجام شده و مشخص گردیده در جهت X مقدار زمان تناوب تحلیلی بیشتر از زمان تناوب افزایش یافته میباشد لذا برای محاسبه ضریب زلزله طراحی جهت X از زمان تناوب افزایش یافته استفاده گردید ولی در راستای Y مقدار زمان تناوب تحیلی از زمان تناوب افزایش یافته کمتر بوده و لذا جهت محاسبه ضریب زلزله طراحی جهت Y از زمان تناوب تحلیلی استفاده گردیده است .

مطابق بند 3-5-3 استاندارد 2800 در محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه مقدار برش پایه را میتوان بدون منظور نمودن محدودیت برای زمان تناوب تحلیلی اصلی ساختمان تعیین نمود. البته ساختمان هایی با اهمیت خیلی زیاد را باید با در نظر گرفتن تبصره مذکور بررسی کرد. در این سازه با توجه به این که کاربری ساختمان مسکونی(اهمیت متوسط) میباشد ضریب C برای کنترل دریفت با زمان تناوب تحلیلی محاسبه گردیده است .

www.mcivil.ir MCS سایت مهندسی





3-6-3 ضریب نامعینی سازه p :

مطابق بند 3-3-2-1 استاندارد 2800 ساختمان هایی که سیستم مقاوم جانبی آنها در دو جهت عمـود بـرهم دارای نامعینی کافی نیستند، باید برای بارجانبی بیشتری طراحی شوند. در این ساختمان ها بار جانبی باید با ضریب ρ برابر با 1,2 افزایش داده شود.

مطابق بند 3-3-2-2 استاندارد 2800 مطابق بند چون سازه منظم در پلان بوده و در هر طرف مرکز جرم در جهت X دارای حداقل 2 دهانه قاب خمشی و در جهت Y در هر طرف مرکز جرم دارای دو دهانه مهاربند همگرا ویژه بوده ، لذا سازه از نامعینی کافی برخوردار بوده و ضریب نامعینی در هر دو جهت برابر 1 میباشد.

سیستم سازه در هر دو جهت دارای نامعینی کافی میباشد بنابراین : **Px=1 Py=1**

3-6-4 ضریب اضافه مقاومت سازه Ω_0 :

مطابق بند 3-3-10 استاندارد 2800 این ضریب در مواردی که بر اساس ضوابط آئین نامه های طراحی، عضوی از سازه باید برای نیروی زلزله تشدید یافته طراحی شود، به کار برده می شود.در این اعضا، اثر های ناشی از بار جانبی زلزله باید در ضریب **Ωo** ضرب گردند.

مطابق جدول بند 3-4 استاندارد 2800 ضریب اضافه مقاومت برابر است با :

در جهت x (قاب خمشی بتن آرمه متوسط+ دیوار برشی ویژه) : **Ωo=2,5**

در جهت Y (قاب خمشی بتن آرمه متوسط+ دیوار برشی ویژه) : **Ωo=2,5**

کنترل ستون ها تحت ترکیبات بار تشدید یافته در فصل چهارم بررسی گردیده است.

3-6-5 بارگذاری نیروی زلزله قائم :

www.mcivils.ir

مطابق بند 3-3-9-1استاندارد2800 ویرایش 4: بدلیل احداث سازه در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد (تهران) نیروی زلزله قائم باید به کل سازه اعمال گردد . همچنین بدلیل وجود پیش آمدگی (بالکن) بصورت طره در ساختمان نیروی زلزله قائم به پیش آمدگی ها نیز اعمال گردیده.

مطابق بند 3-3-9-2 استاندارد2800 زلزله قائم از رابطه زیر محاسبه میشود که در آن W_p در سازه هایی که در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده باشند بار مرده میباشد :

$$F_{vu} = 0.6AIW_p$$

در منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد : $Ez = 0.6AI(Dead) \rightarrow Ez = 0.6 * 0.35(Dead) \rightarrow Ez = 0.21(Dead)$

جهت اعمال بار قائم، یک نوع بار قائم معرفی شده است (Ez) و براساس بارهای مرده و زنده موجود بار قائم محاسبه شده و به کنسولها اعمال شده است و به صورت صد درصدی با نیروهای افقی زلزله ترکیب شده است.

اعمال بار زلزله قائم، می تواند با اعمال افزایش یا کاهش بار مرده به مقدار لازم و متناسب با علامت بار زلزله قائم، در ترکیب بار مربوطه صورت گیرد، لذا ضریب 0,21 که در بار مرده ضرب شده است در ترکیب بار لرزه ای کسر یا اضافه می شود.

3-6-5-2 نحوه اعمال بار mass خرپشته :

علاوه بر مدلسازی خرپشته و اعمال بار مرده و زنده آن، جرم لرزه ای آن تحت حالت بار Mass از نوع other در تراز بام اعمال گردیده بدین منظور سطح کل خرپشته در بار D+0.2L ضرب گردیده(D بار ها مرده و L بار های زنده (بار زنده بام و بار زنده برف) و برتعداد ستون های خرپشته تقسیم گردیده . سپس بار حاصل بصورت نقطه ای در تراز بام و در محل ستونهای خرپشته اعمال گردیده (روش فوق بصورت تقریبی بوده و برای دقت بیشتر، بعد از استخراج برش پایه استاتیکی از فایل فوق، برای تحلیل دینامیکی بار Mass از مدل حذف گردد).

3-7 ترکیبات بار گذاری حالت استاتیکی :

3-7-1 الگو های بار مورد استفاده :

ردیف	نام بار	نوع بار و توضیحات
1	Dead	بارهای مرده قبل از گیرش بتن : (وزن اسکلت سازه و وزن بتن سقف که توسط نرم افزار محاسبه میگردد.)
2	Live	بار زنده کف هایی که دارای بار زنده 500کیلوگرم بر مترمربع و یا بیش از 500 کیلوگرم بر مترمربع هست (کف پارکینگ و محل اجتماع عمومی)
3	0.5L یا Rlive	بار زنده کف های با بار زنده کمتر از 500 کیلوگرم بر مترمربع (به استثنا کف پارکینگ و محل اجتماع

www.mcivils.ir
سایت مهندسی MCS

5	LRoof	بار زنده بام
6	LSnow	بار زنده برف
7	EX	زلزله جهت X بدون خروج از مرکزیت اتفاقی
8	EY	زلزله جهت Y بدون خروج از مرکزیت اتفاقی
9	EXnp	زلزله ها جهت X با خروج از مرکزیت اتفاقی مثبت و منفی برابر 0.05 : با توجه به اینکه ایتبس 2015 اثر زلزله های با خروج از مرکزیت مثبت و منفی را هم زمان در یک الگوی بار میتواند لحاظ کند, بمنظور سهولت و تسریع کنترل, بجای تعریف دو الگوی بار Exn و Exp , یک الگوی بار به نام Exnp در نرم افزار تعریف گردیده و اثر خروج از مرکزیت هر دو زلزله در ایتبس اعمال شده است.
10	EYnp	زلزله ها جهت y با خروج از مرکزیت اتفاقی مثبت و منفی برابر 0.05 : با توجه به اینکه ایتبس 2015 اثر زلزله های با خروج از مرکزیت مثبت و منفی را هم زمان در یک الگوی بار میتواند لحاظ کند, بمنظور سهولت و تسریع کنترل , بجای تعریف دو الگوی بار Eyn و Eyp , یک الگوی بار به نام Eynp در نرم افزار تعریف شده و اثر خروج از مرکزیت هر دو زلزله در ایتبس اعمال شده است.
11	EZ	بار زلزله قائم که مطابق توضیحات قبلی در بخش 3-6-5-1 به ترکیبات بار لزه ای و به سازه اعمال گردیده است.
13	Mass	بار اصلاح جرم : این بار در ترکیبات بار طراحی مشارکت ندارد صرفا طبق توضیحات قبلی در بارگذاری سازه جهت اصلاح جرم طبقات استفاده گردیده است.
14	soil	فشار جانبی خاک

بار های مورد استفاده در نرم افزار و ترکیبات بار طراحی عبارتند از :

www.mcivils.ir

3-7-2 قاعده 30-100 :

مطابق بند 3-1-4 استاندارد 2800 ساختمان باید در دو امتداد عمود بر هم دربرابر نیروی زلزله محاسبه شود. به طور کلی می توان محاسبه در هر یک از این دو امتداد را جز در موارد زیر بطور مجزا و بدون در نظر گرفتن نیروی زلزله در امتداد دیگر انجام داد.

الف- ساختمان های نامنظم در پلان

ب- کلیه ستون هایی که در محل تقاطع دو و یا چند سیستم مقاوم باربر جانبی قراردارند. در این موارد چنانچه بارمحوری ناشی از اثر زلزله در ستون، در هریک از دو امتداد مورد نظر، کمتر از 20 درصد ظرفیت بار محوری ستون باشد، این ضابطه را می توان نادیده گرفت.
در موارد فوق امتداد نیروی زلزله باید با زاویه مناسبی که حتی المقدور بیشترین اثر را ایجاد می کند، انتخاب شود و یا می توان صددرصد نیروی زلزله هر امتداد را با 30 درصد نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن را ترکیب کرد. در این موارد منظور کردن برو ن مرکزی اتفاقی، موضوع بند (3 -3- 7)، در امتدادی که 30 درصد نیرو اعمال می‌شود، الزامی نیست.

در این پروژه اثر قاعده 100-30 در ترکیبات بار طراحی لحاظ گردیده است .

3-7-3 ترکیبات بارگذاری :

3-7-3-1 ترکیبات بار طراحی :

ترکیبات بارگذاری مربوط به طراحی سازه های بتنی بر اساس Aci 318-2014 بر اساس مبحث 6 مقررات99 بند 6-2-3-3 به شرح ذیل ارائه می گردد. لازم به ذکر است اعمال بار زلزله قائم، می تواند با اعمال افزایش یا کاهش بار مرده به مقدار لازم و متناسب با علامت بار زلزله قائم، در ترکیب بار لرزه ای در جدول زیر لحاظ گردیده همچنین مطابق بند 3-1-4 استاندارد 2800 در مورد ساختمانهای نامنظم و یا ستونهایی که در محل تقاطع دو و یا چند سیستم باربر جانبی قرار دارند می بایست 100درصد نیروی زلزله در هر جهت با 30درصد جهت دیگر به سازه همزمان اعمال گردد. که در ترکیبات بار لرزه ای زیر اعمال گردیده است.. , ضریب نامعینی طبق توضیحات بخش 3-6-3 دفترچه محاسبات برابر یک میباشد.

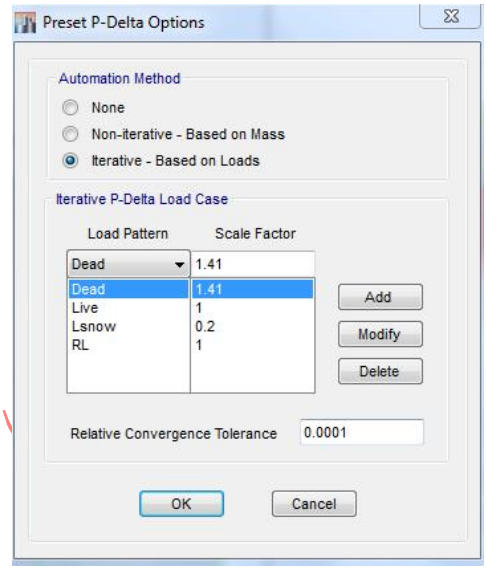
بین بار زنده بام و برف ، مطابق محاسبات بار زنده بام به دلیل غالب و بیشتر بودن ، در نظر گرفته شده است .

ترکیبات بارگذاری مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد		
نوع	شماره	
ثقلی	Comb 1	1.4(Dead)
	Comb 2	1.2(Dead) + 1.6 (Live + Reducible live) + 0.5(Live roof یا Live snow)
	Comb 3	1.2(Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 1.6(Live roof یا Live snow)
لرزه ای	Comb 4	1.41(Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (Exnp + 0.3Ey + Ez)
	Comb 5	1.41 (Dead +) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (– Exnp – 0.3Ey + Ez)
	Comb 6	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (– Exnp + 0.3Ey + Ez)
	Comb 7	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (+ Exnp – 0.3Ey + Ez)
	Comb 8	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (Eynp + 0.3Ex + Ez)
	Comb 9	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (– Eynp – 0.3Ex + Ez)
	Comb 10	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (– Eynp + 0.3Ex + Ez)
	Comb 11	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (+ Eynp – 0.3Ex + Ez)
	Comb 12	0.69(Dead) +1 (Exnp + 0.3Ey – Ez) +1.6SOIL
	Comb 13	0.69 (Dead) +1 (– Exnp – 0.3Ey – Ez)+1.6SOIL
	Comb 14	0.69 (Dead) +1 (– Exnp +0.3Ey – Ez)+1.6SOIL
	Comb 15	0.69 (Dead) +1 (+ Exnp – 0.3Ey – Ez)+1.6SOIL
	Comb 16	0.69 (Dead) +1 (Eynp + 0.3Ex – Ez) +1.6SOIL
	Comb 17	0.69 (Dead) +1 (– Eynp – 0.3Ex – Ez) +1.6SOIL

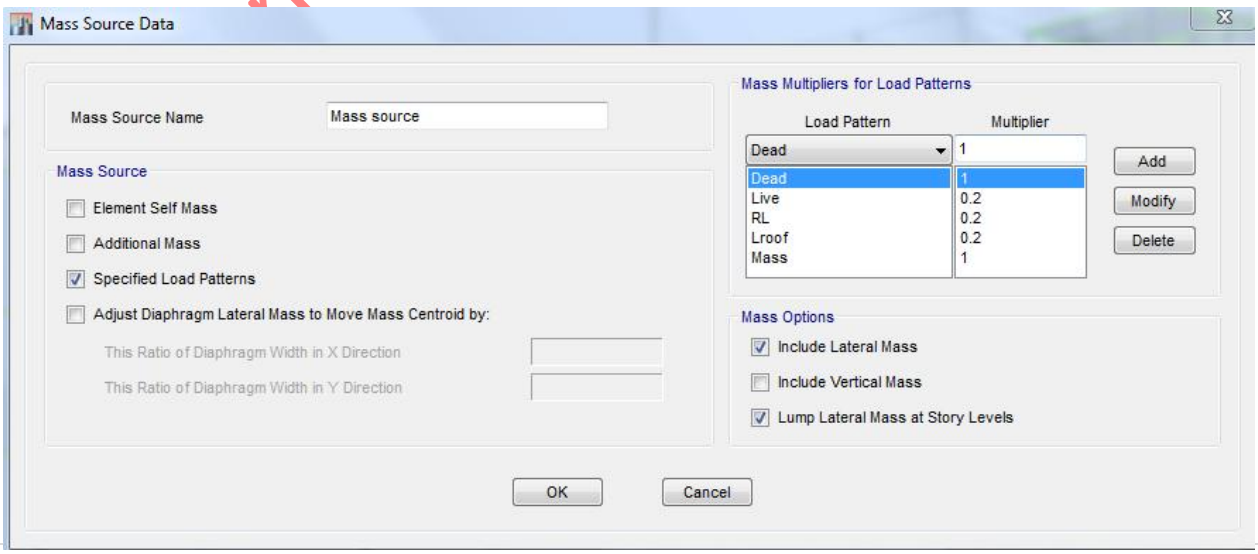
سایت مهندسی MCS www.mcs...

	Comb 18	0.69 (Dead) +1 (- Eynp + 0.3Ex – Ez)+1.6SOIL
	Comb 19	0.69 (Dead) +1 (+ Eynp – 0.3Ex – Ez)+1.6SOIL
	Comb 20	–Ez
	Comb 21	0.9DEAD+1.6SOIL

3-7-3 -4 ترکیبات بار اثر $p - \Delta$:



3-7-3 -5 ترکیبات بار , وزن موثر لرزه ای Mass Source :

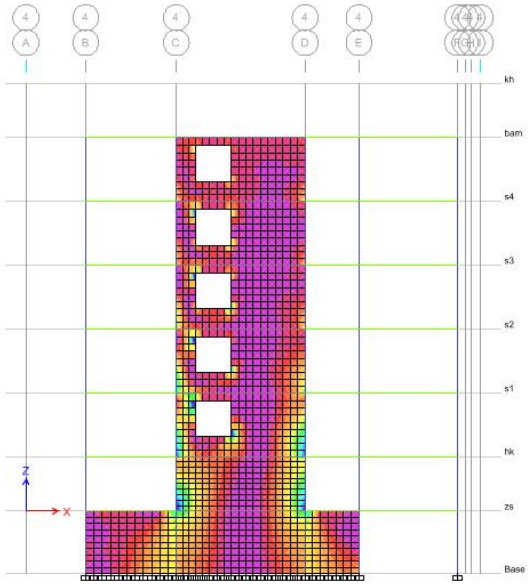


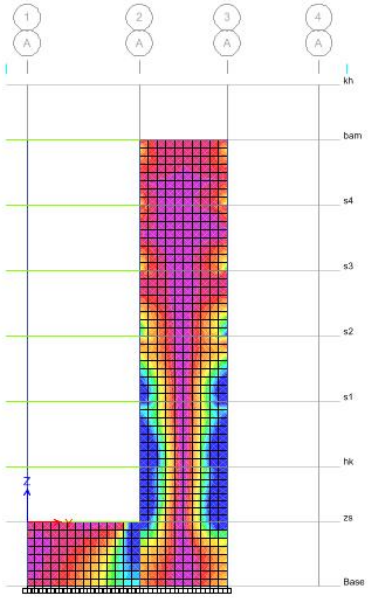
فصل

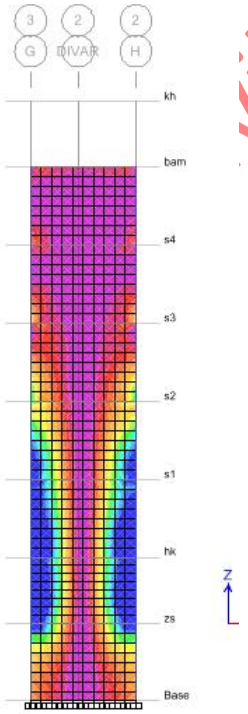
MCS
mcivils.ir

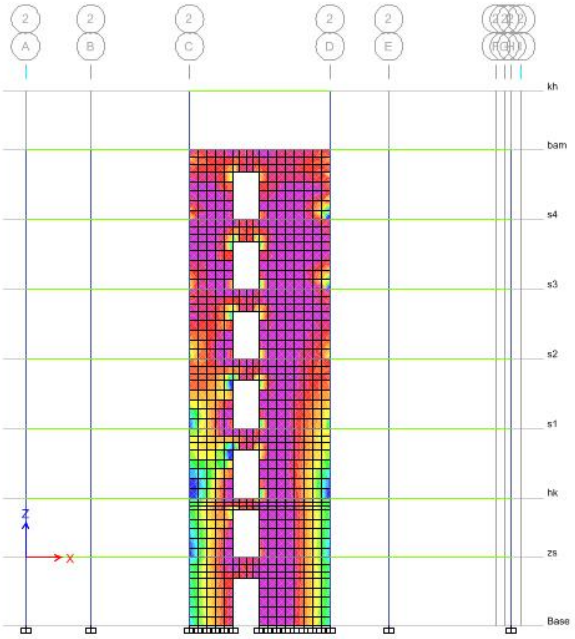
چهارم: کنترل های آیین نامه ای طراحی سازه

4-1کنترل ترک خوردگی دیوارها برشی:









www.civils.ir

4-2 کنترل زمان تناوب تجربی با زمان تناوب تحلیلی :

مطابق بند 3-3-3-1استاندارد2800 ویرایش 4 در ساختمان های متعارف در کلیه موارد میتوان زمان تناوب اصلی نوسان را با استفاده از تحلیل دینامیکی تعیین و در محاسبات نیرو منظور نمود ,ولی مقدار آن در هر حالت نباید از 1.25 برابر مقادیر بدست آورده از روابط تجربی بیشتر گردد.

مطابق بند 3-3-3 در استاندارد2800 ویرایش چهارم : برای تعیین زمان تناوب تحلیلی سختی خمشی تیر ها 0,5 و سختی خمشی ستون ها و دیوار ها برابر 1 منظور گردیده است.

۳-۳-۳-۳ سختی قطعات بتن‌آرمه

در محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان‌های بتن‌آرمه اثر ترک‌خوردگی اعضاء در سختی خمشی آنها باید در نظر گرفته شود. بدین منظور می‌توان سختی مؤثر اعضا را برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

- در تیرها $I_e = 0.5I_g$
- درستون‌ها و دیوارها $I_e = I_g$

در این روابط I_g ممان اینرسی مقطع کل عضو بدون در نظر گرفتن فولاد است. توجه شود مقادیر فوق تنها در محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان کاربرد دارد.

مطابق بند لذا جهت کنترل زمان تناوب اصلی از فایل اصلی save as گرفته شده و در فایل جدید که با نام project-period ذخیره گردیده

در امتداد محور	مقدار زمان تناوب تجربی $T_{تجربی}$	مقدار زمان تناوب حداکثر $1.25\,T_{تجربی}$	مقدار زمان تناوب تحلیلی $T_{تحلیلی}$	زمان تناوب مورد استفاده در محاسبه ضریب زلزله طراحی $T = min(1.25\,T_{تجربی}\ ,\ T_{تحلیلی})$
در جهت x (قاب خمشی متوسط+دیوار برشی ویژه)	0.4505	0.5631	0,598	**0.5631**
در جهت Y (قاب خمشی متوسط+دیوار برشی ویژه)	0.4505	0.5631	0,585	**0.5631**

توضیحات : همانطور که در جدول بالا مشخص گردید در جهت X زمان تناوب مقدار زمان تناوب تحلیلی بیشتر از زمان تناوب حداکثر میباشد لذا برای محاسبه ضریب زلزله طراحی جهت X از زمان تناوب افزایش یافته استفاده گردید ولی در راستای Y مطابق مقدار زمان تناوب تحیلی از زمان تناوب افزایش یافته کمتر بوده و لذا جهت محاسبه ضریب زلزله طراحی جهت Y از زمان تناوب تحلیلی استفاده گردیده است .

Case	Mode	Period sec	UX	UY
Modal	1	0.598	0.3803	0.2291
Modal	2	0.585	0.2467	0.3518
Modal	3	0.447	0.0029	0.0003
Modal	4	0.171	0.1205	0.0008
Modal	5	0.15	0.0001	0.0647
Modal	6	0.14	0.048	0.0001
Modal	7	0.132	0.0023	5.276E-06
Modal	8	0.124	0.0011	0.1382
Modal	9	0.1	0.0004	2.855E-06

Modal	10	0.078	0.0538	0.0009
Modal	11	0.063	0.0007	0.1502
Modal	12	0.054	0.0051	0.0176
Modal	13	0.052	0.0261	0.0012
Modal	14	0.047	0.0001	3.185E-05
Modal	15	0.041	0.0262	4.892E-05
Modal	16	0.039	0.0014	0.0002
Modal	17	0.038	0	0.0081
Modal	18	0.035	0.0176	0.0001
Modal	19	0.032	0.0087	8.781E-06
Modal	20	0.031	0.0016	0.001
Modal	21	0.03	4.562E-05	0.0028

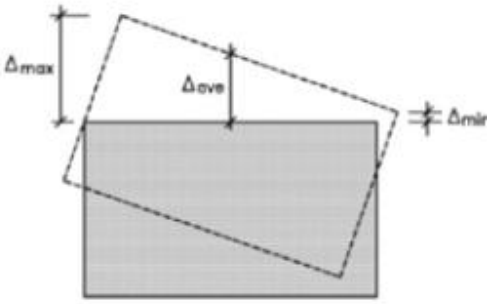
سایت مهندسی MCS

$$\Delta_{avg} = \frac{\Delta_{max} + \Delta_{min}}{2}$$

$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}} \leq 1.2$ منظم پیچشی

$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}} > 1.2$ نامنظمی زیاد پیچشی

$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}} > 1.4$ نامنظمی شدید پیچشی



3-4 کنترل نامنظمی پیچشی :

مطابق بند 1-7-1-ب استاندارد 2800 در مـواردی کـه حـداکثر تغییرمکـان نسـبی در یـک انتهـای ساختمان در هر طبقه، با احتساب پـیچش تصـادفی و بـا منظـور کـردن $A_j = 1$ بیشتر از 20 درصد متوسط تغییرمکان نسبی در دو انتهای سـاختمان در آن طبقـه باشد. در این موارد نامنظمی"زیاد" و در مـواردی کـه ا یـن اخـتلاف بیشـتر ا ز 40درصد باشد، نامنظمی"شدید" پیچشی توصیف می شود.

نـامنظمی هـای پیچشـی تنهـا در مـواردی کـه دیـافراگم هـای کـف هـا صـلب و یـا نیمه صلب هستند کاربرد پیدا می کند.

همانطور که در جداول زیر مشخص گردید در جهت YوX مقادیر Rtio برای تمامی طبقات کمتر از 1,2 میباشد بنابراین سازه منظم پیچشی میباشد:

در جهت X و Yمقادیر Rtio برای تمامی طبقات کمتر از 1,2 میباشد سازه منظم پیچشی بوده :

تراز پایه از روی دیوار حایل در نظر گرفته شده و سازه شامل نامنظمی پیچشی نمیباشد.

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
bam	EYnp 1	Diaph D1 Y	0.0028	0.002471	1.133
bam	EYnp 2	Diaph D1 Y	0.002644	0.002451	1.079
s4	EYnp 1	Diaph D1 Y	0.002852	0.002521	1.131
s4	EYnp 2	Diaph D1 Y	0.002702	0.002501	1.08
s3	EYnp 1	Diaph D1 Y	0.00279	0.00247	1.13
s3	EYnp 2	Diaph D1 Y	0.002651	0.002452	1.082
s2	EYnp 1	Diaph D1 Y	0.002524	0.002238	1.128
s2	EYnp 2	Diaph D1 Y	0.002407	0.002222	1.083
s1	EYnp 1	Diaph D1 Y	0.001835	0.001627	1.128
s1	EYnp 2	Diaph D1 Y	0.001748	0.001615	1.082
hk	EYnp 1	Diaph D1 Y	0.000944	0.000816	1.156
hk	EYnp 2	Diaph D1 Y	0.000921	0.000814	1.132
zs	EYnp 1	Diaph D2 semi Y	0.000131	7.9E-05	1.673
zs	EYnp 2	Diaph D2 semi Y	0.000133	7.8E-05	1.713

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
bam	EXnp 1	Diaph D1 X	0.002021	0.001837	1.1
bam	EXnp 2	Diaph D1 X	0.0019	0.001828	1.039
s4	EXnp 1	Diaph D1 X	0.002159	0.001971	1.096
s4	EXnp 2	Diaph D1 X	0.002033	0.001961	1.037
s3	EXnp 1	Diaph D1 X	0.002162	0.001976	1.094
s3	EXnp 2	Diaph D1 X	0.002035	0.001966	1.035
s2	EXnp 1	Diaph D1 X	0.002042	0.001871	1.091
s2	EXnp 2	Diaph D1 X	0.00192	0.001861	1.032
s1	EXnp 1	Diaph D1 X	0.001667	0.001545	1.079
s1	EXnp 2	Diaph D1 X	0.001584	0.001538	1.03
hk	EXnp 1	Diaph D1 X	0.001175	0.001026	1.146
hk	EXnp 2	Diaph D1 X	0.001158	0.001023	1.132
zs	EXnp 1	Diaph D2 semi X	0.000234	0.000127	**1.838**
zs	EXnp 2	Diaph D2 semi X	0.000237	0.000129	**1.838**
zs	EYnp 1	Diaph D2 semi X	9.8E-05	4.1E-05	**2.396**
zs	EYnp 2	Diaph D2 semi X	0.000118	4.9E-05	**2.406**

سایت مهندسی MCS

*بررسی ضوابط بند 1-7-3 و بند 3-2-2 و بند 3-3-7-3 استاندارد 2800 ویرایش چهارم در رابطه با نامنظمی پیچشی در سازه :

۱-۷-۳ محدودیت در احداث ساختمان‌های نامنظم

الف- احداث ساختمان‌های با نامنظمی "طبقه خیلی ضعیف" در مناطق با خطر نسبی متوسط و بالاتر مجاز نیست و در مناطق با خطرنسبی کم، ارتفاع آنها نمی‌تواند بیش از سه طبقه و یا ۱۰ متر باشد.

ب- احداث ساختمان‌های با نامنظمی از نوع "طبقه خیلی نرم" و "شدید پیچشی" در مناطق با خطر نسبی متوسط و بالاتر، تنها بر روی زمین‌های نوع I، II و III مجاز است.

*سازه مورد بررسی منظم پیچشی بوده و شامل محدودیت این بند نمیباشد.

www.mcivils.ir MCS مهندسی

۳-۳-۷-۳ برون‌مرکزی اتفاقی در تراز هر طبقه، e_{aj}، به منظور به حساب آوردن احتمال تغییرات اتفاقی توزیع جرم و سختی از یک سو و نیروی ناشی از مؤلفه پیچشی زلزله از سوی دیگر، در نظر گرفته می‌شود. این برون‌مرکزی باید در هر دو جهت و حداقل برابر با ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه، در امتداد عمود بر نیروی جانبی اختیار شود. در مواردی که ساختمان مشمول نامنظمی پیچشی موضوع بند (۱-۷-۱-ب) می‌شود، برون‌مرکزی اتفاقی حداقل باید در ضریب بزرگ‌نمایی A_j، طبق رابطه زیر، ضرب شود.

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{1.2\Delta_{ave}}\right)^2 \qquad 1 \le A_j \le 3 \qquad (۹-۳)$$

در این رابطه:

Δ_{max}= حداکثر تغییر مکان طبقه j که با فرض A_j = ۱/۰ محاسبه شده است.

Δ_{ave}= میانگین تغییر مکان دو انتهای ساختمان در طبقه j که با فرض A_j = ۱/۰ محاسبه شده است.

۳-۲-۲ روش‌های تحلیل خطی

روش‌های تحلیل خطی را می‌توان درکلیه ساختمان‌ها با هرتعداد طبقه به‌کاربرد. تنها، روش استاتیکی معادل را می‌توان در ساختمان‌های سه‌طبقه و کوتاه‌تر، از تراز پایه و یا ساختمان‌های زیر به‌کار گرفت:

الف- ساختمان‌های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه

ب- ساختمان‌های نامنظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه که دارای:

- نامنظمی زیاد و شدید پیچشی در پلان نباشد
- نامنظمی جرمی، نرم و خیلی نرم در ارتفاع نباشد

***سازه مورد بررسی منظم پیچشی بوده و شامل محدودیت این بند نمیباشد.و میتوان از تحلیل استاتیکی استفاده نمود.**

***سازه مورد بررسی منظم پیچشی بوده و شامل محدودیت این بند نمیباشد.**

4-4 حداقل درز انقطاع در ساختمان :

مطابق بند 1-4-1 استاندارد2800 ویرایش 4 : برای حذف و یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمان های مجاور به یکدیگر، ساختمان ها باید با پیش بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله ای حداقل از مرز مشترک با زمین های مجاور ساخته شوند . برای تأمین این منظور، در ساختمان های با هشت طبقه وکمتر، فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد.

$$\text{درزانقطاع} = 0.005h$$

$h=18.5\ m$: ارتفاع طبقه از تراز پایه

درزانقطاع $= 0.005 * 8.5 = 9.2\ cm = 10cm$

بند 3-5-6 3-5-6 استاندارد 2800در ساختمان های با اهمیت "خیلی زیاد" و "زیاد" با هر تعداد طبقه و یا در ساختمان های بیشتر از هشت طبقه، عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور باید با استفاده از تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در طبقه (با درنظر گرفتن اثر پی دلتا) تعیین شود. برای این منظور پس از محاسبه این تغییر مکان برای هر دو ساختمان می توان از جذر مجموع مربعات دو عدد برای تعیین درز انقطاع استفاده نمو د. در صورتی که مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نباشد، حداقل فاصله هر طبقه ساختمان از زمین مجاور باید برابر 70% مقدار تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در آن طبقه ساختمان درنظر گرفته شود.

www.ncivils.ir MCS سیویل مهندسی

4-5 کنترل فاصله مرکز جرم و سختی : دقت نمایید کنترل زیر اجباری نیست ولی در ساختمان های تا 5 طبقه و یا کوتاه تر از 18 متر میتوانید برای بند زیر کنترل نماییدمطابق بند زیر در استاندار 2800 در ویرایش چهارم در در ساختمان ها تا 5 طبقه یا کوتاه تر از 18 متر در صورتی که فاصله بین مرکز جرم و سختی در هر یک از دو امتداد x و y از 5 درصد بعد ساختمان در آن جهت کمتر باشد میتوان از برون مرکزیت اتفاقی 5 درصد در آن امتداد نیست .

مطابق بند 3-3-7-4 استاندارد2800:

۳-۳-۷-۴ در ساختمان‌های تا ۵ طبقه و یا کوتاه‌تر از هجده متر در مواردی که برون‌مرکزی نیروی جانبی طبقه در طبقات بالاتر از هر طبقه کمتر از ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی باشد، برای محاسبات لنگر پیچشی نیازی به درنظر گرفتن برون‌مرکزی اتفاقی در طبقات نیست.

*سازه مورد بررسی (6 طبقه اسکلت فلزی) با توجه به تعداد طبقات شامل تخفیف بند بالا نمیباشد و در این سازه حداقل برون مرکزیت اتفاقی 0.05 در هر دو جهت در الگو های بار زلزله لحاظ گردیده :

Story	بعد حداکثر سازه در X	بعد حداکثر سازه در Y
	m	m
RF	10	15.1
Story2,3,4,5	10	15.1
hK	10	15.1

TABLE: Centers of Mass and Rigidity

Story	XCCM	YCCM	XCR	YCR	XCCM -XCR فاصله بین مرکز جرم تجمعی و مرکز سختی	YM M C-YCR فاصله بین مرکز جرم تجمعی و مرکز سختی	درصد خروج از مرکزیت بعد X	درصد خروج از مرکزیت بعد Y
	m	m	m	m	m	m	m	m
RF	4.3117	5.7298	4.6992	6.679	0.3875	0.9492	3.9	6.3
Story5	4.5117	5.9837	4.7024	6.6981	0.1907	0.7144	1.9	4.7
Story4	4.5801	6.0738	4.7058	6.6189	0.1257	0.5451	1.3	3.6
Story3	4.6144	6.1184	4.7014	6.5585	0.087	0.4401	0.9	2.9
Story2	4.6353	6.1457	4.6768	6.5101	0.0415	0.3644	0.4	2.4

$$\text{درصد خروج از مرکزیت بعد y} = \frac{YMMC-YCR}{Ly} * 100$$

$$\text{درصد خروج از مرکزیت بعد y} = \frac{XMMC-XCR}{Lx} * 100$$

4-6کنترل درصد آرماتور طولی ستون ها :

مطابق بند ها زیر در مبحث نهم ویرایش 99: حداقل در صد آرماتور ستو ن ها مطابق آیین نامه 1 درصد و حداکثر برای شکل پذیر ی متوسط 8 درصد و شکل پذیری ویژه 6 درصد . میباشد , ولی با توجه به تراکم بالای آرماتور و درنظر گرفتن مسایل اجرایی حداکثر آرماتور ر ستون 3 درصد درنظر گرفته میشود

www.mcivils.ir
MCS

۹-۲۰-۵-۳-۲ آرماتورهای طولی

۹-۲۰-۵-۳-۲-۱ در ستون‌ها نسبت سطح مقطع میلگردهای طولی به کل سطح مقطع ستون نباید کم‌تر از یک درصد و بیش‌تر از هشت درصد در نظر گرفته شود. این محدودیت باید در محل وصله‌ها نیز رعایت شود.

۹-۲۰-۵-۳-۲-۲ محل وصله‌ی آرماتورهای طولی ستون باید در خارج از ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون باشد.

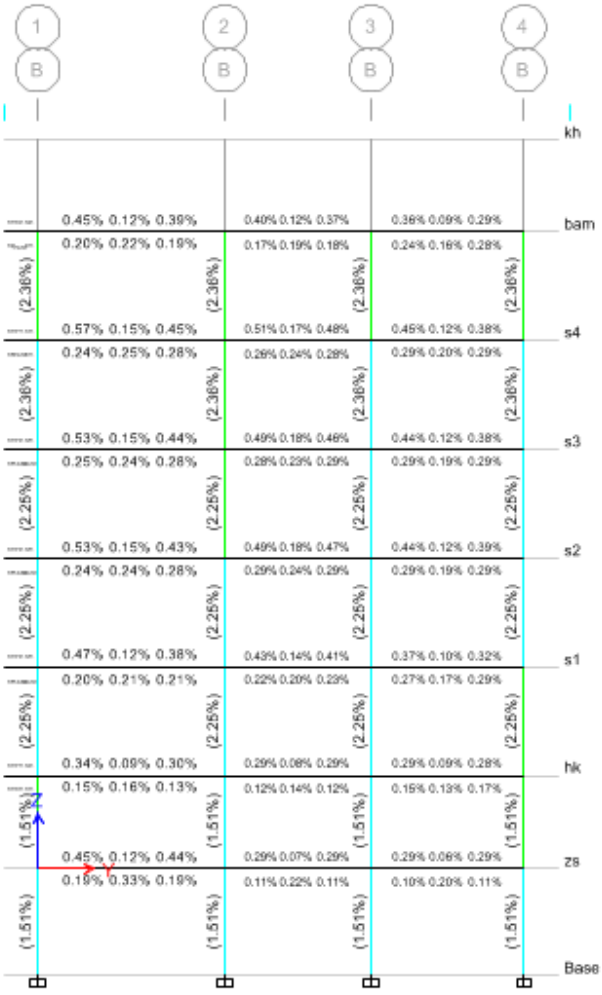
۹-۲۰-۶-۳ ستون‌ها در قاب‌های با شکل پذیری زیاد

۹-۲۰-۶-۳-۲ آرماتورهای طولی

۹-۲۰-۶-۳-۲-۱ در ستون‌ها نسبت سطح مقطع آرماتور طولی به سطح مقطع کل ستون نباید کم‌تر از یک درصد و بیش‌تر از شش درصد در نظر گرفته شود. محدودیت حداکثر مقدار آرماتور باید در محل وصله‌ها نیز رعایت شود.

۹-۲۰-۶-۳-۲-۲ در ستون‌هایی که در آن‌ها از دورگیرهای دایره‌ای استفاده شده است، تعداد آرماتورهای طولی مقطع باید حداقل ۶ عدد باشد.

www.mcivils.ir



www.mcivils.ir

4-7 کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقات (Drift) :

مطابق بند 3-5-1 استاندارد 2800-4 تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه، که اختلاف بین تغییر مکان های جانبی واقعی مراکز جرم کف های بالا و پائین آن طبقه است، نباید از مقدار مشخصی که در این بند آیین نامه تعیین شده تجاوز نماید . این تغییر مکان تنها با استفاده از تحلیل غیر خطی سازه قابل محاسبه است، ولی می توان آن را با تقریب مناسبی از رابطه زیر بدست آورد.

$$\Delta_m = C_d \Delta_{eu}$$

Δ_m : تغییر مکان جانبی نسبی غیر خطی یا تغییر مکان نسبی واقعی طبقه

c_d : ضریب بزرگ نمایی مطابق بند 3-3-5-1 استاندارد 2800

Δ_{eu} : تغییر مکان جانبی نسبی طبقه زیر اثر زلزله طرح

مطابق بند 3-5-2 استاندارد 2800 مقدار Δ_m که با منظور کردن اثر $P-\Delta$ در محاسبه Δ_m بدست می آید نباید از مقدار مجاز Δ_a زیر تجاوز کند.

در ساختمان های تا 5 طبقه $\Delta_a \leq 0.025\ h$.

در سایر ساختمان ها $\Delta_a \leq 0.020\ h$.

در این روابط h ارتفاع طبقه است.

به نسبت تغییر مکان جانبی نسبی طرح در طبقه به ارتفاع طبقه، نسبت تغییر مکان طبقه (Drift) ، گفته میشود, بنابراین :

دریفت مجاز در ساختمان ها تا ۵

$$\Delta_m = C_d \Delta_e \leq 0.025h \rightarrow \begin{cases} \dfrac{\Delta_{eu}}{h} \leq \dfrac{0.025}{C_{dx}} & \text{در جهت x :} \\ \dfrac{\Delta_{eu}}{h} \leq \dfrac{0.025}{C_{dy}} & \text{در جهت y :} \end{cases}$$

دریفت مجاز در سایر ساختمان ها

$$\Delta_m = C_d \Delta_e \leq 0.025h \rightarrow \begin{cases} \dfrac{\Delta_{eu}}{h} \leq \dfrac{0.02}{C_{dx}} & \text{در جهت x :} \\ \dfrac{\Delta_{eu}}{h} \leq \dfrac{0.02}{C_{dy}} & \text{در جهت y :} \end{cases}$$

C_d ضریب بزرگ نمایی تغییر مکان جانبی مطابق بند 3-3-5-1 و جدول 3-4 استاندارد 2800 برای این پروژه عبارت است از :

جهت X (قاب خمشی متوسط + دیوار ویژه) : $c_{dx} = 5$

جهت y (قاب خمشی متوسط + دیوار ویژه): $c_{dy} = 5$

همچنین سازه مورد بررسی 6 طبقه میباشد , بنابر این نسبت دریفت مجاز برای این پروژه عبارت است از :

$$\Delta_m = C_d \Delta_e \leq 0.025h \rightarrow \begin{cases} \dfrac{\Delta_{eu}}{h} \leq \dfrac{0.02}{5} \\ \dfrac{\Delta_{eu}}{h} \leq \dfrac{0.02}{5} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \dfrac{\Delta_{eu}}{h} \leq 0.004 & \text{جهت} X \\ \dfrac{\Delta_{eu}}{h} \leq 0.004 & \text{جهت} Y \end{cases}$$

www.mc
سایت مهندسی عمران

مطابق بند 3-5-4 استاندارد 2800 در ساختمان های نامنظم پیچشی و یا نامنظم شدید پیچشی، برای محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه Δ_{su}، به جای تفاوت بین تغییر مکان های جانبی مراکز جرم‌کف ها، باید تفاوت بین تغییر مکان های جانبی کف های بالا و پایین آن طبقه در امتداد محورهای کناری ساختمان مد نظر قرار گیرد.

همانطور که در بخش 2-4 کنترل نامنظمی پیچشی انجام گردید و این سازه منظم پیچشی میباشد.

مطابق بند 3-5-3 استاندارد 2800 در محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه Δ_{su} ، مقدار برش پایه را می توان بدون منظور کردن محدودیت مربوط به زمان تناوب اصلی ساختمان T در تبصره بند (3-3-3-1) تعیین کرد . ولی درساختمان های با اهمیت خیلی زیاد محدودیت آن بند در مورد زمان تناوب اصلی بایدرعایت شود. در هر حال، رعایت حداقل‌برش پایه در محاسبات تغییرمکان نسبی ضروری است.

در ساختمان های با اهمیت خیلی زیاد : $T = min\,(1.25\,T_{تجربی} \,،\, T_{تحلیلی})$

در ساختمان های با اهمیت کم و متوسط و زیاد : $T = T_{تحلیلی}$

بنابراین با توجه به این سازه مورد بررسی بااهمیت متوسط (مسکونی) میباشد لذا از زمان تناوب اصلی در کنترل دریفت استفاده گردیده :

این کنترل در همان فایل اصلی طراحی project-main تحت حالات بار DRXP و DRXN و DRYP و DRYN و با بکار گیری زمان تناوب اصلی ساختمان و با درنظر گرفتن پیچش تصادفی ایجاد گردیده هست .

*با توجه به حداکثر دریفت سازه مطابق محاسبات فوق، مطابق جداول زیر سازه در هر دو جهت از لحاظ دریفت **(Avg Drift)** جوابگو میباشند:

جدول کنترل دریفت ساختمان در جهتX :

جدول کنترل دریفت ساختمان در جهتY :

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
bam	DRYnp 1	Diaph D1 Y	0.002665	0.002566	1.039
bam	DRYnp 2	Diaph D1 Y	0.00295	0.00258	1.144
bam	DRYnp 3	Diaph D1 Y	0.002725	0.002553	1.068
s4	DRYnp 1	Diaph D1 Y	0.002714	0.002618	1.037
s4	DRYnp 2	Diaph D1 Y	0.003003	0.002631	1.142
s4	DRYnp 3	Diaph D1 Y	0.002784	0.002604	1.069
s3	DRYnp 1	Diaph D1 Y	0.002651	0.002564	1.034
s3	DRYnp 2	Diaph D1 Y	0.002933	0.002576	1.139
s3	DRYnp 3	Diaph D1 Y	0.002734	0.002551	1.072
s2	DRYnp 1	Diaph D1 Y	0.002396	0.002326	1.03
s2	DRYnp 2	Diaph D1 Y	0.002651	0.002336	1.135
s2	DRYnp 3	Diaph D1 Y	0.00249	0.002316	1.075
s1	DRYnp 1	Diaph D1 Y	0.001747	0.001704	1.025
s1	DRYnp 2	Diaph D1 Y	0.001933	0.001711	1.129
s1	DRYnp 3	Diaph D1 Y	0.001834	0.001698	1.08
hk	DRYnp 1	Diaph D1 Y	0.000907	0.000839	1.082
hk	DRYnp 2	Diaph D1 Y	0.001003	0.000872	1.15
hk	DRYnp 3	Diaph D1 Y	0.000993	0.000873	1.138

www.mcs.ir MCS سایت مهندسی

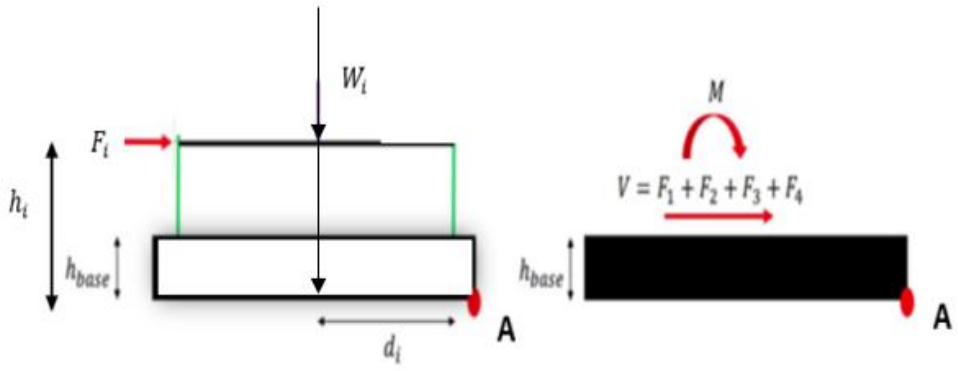
zs	DRYnp 1	Diaph D2 semi Y	0.000145	8.5E-05	1.699
zs	DRYnp 2	Diaph D2 semi Y	0.000144	8.6E-05	1.68
zs	DRYnp 3	Diaph D2 semi Y	0.000146	8.5E-05	1.719

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
bam	DRXnp 1	Diaph D1 X	0.002019	0.001963	1.028
bam	DRXnp 2	Diaph D1 X	0.002157	0.001968	1.096
bam	DRXnp 3	Diaph D1 X	0.002037	0.001959	1.039
s4	DRXnp 1	Diaph D1 X	0.002167	0.002108	1.028
s4	DRXnp 2	Diaph D1 X	0.002307	0.002113	1.092
s4	DRXnp 3	Diaph D1 X	0.002181	0.002104	1.037
s3	DRXnp 1	Diaph D1 X	0.002173	0.002115	1.027
s3	DRXnp 2	Diaph D1 X	0.00231	0.002119	1.09
s3	DRXnp 3	Diaph D1 X	0.002184	0.00211	1.035
s2	DRXnp 1	Diaph D1 X	0.002055	0.002	1.028
s2	DRXnp 2	Diaph D1 X	0.00218	0.002005	1.087
s2	DRXnp 3	Diaph D1 X	0.002059	0.001995	1.032
s1	DRXnp 1	Diaph D1 X	0.001684	0.001646	1.023
s1	DRXnp 2	Diaph D1 X	0.001775	0.001649	1.076
s1	DRXnp 3	Diaph D1 X	0.001691	0.001642	1.03
hk	DRXnp 1	Diaph D1 X	0.001209	0.001075	1.125
hk	DRXnp 2	Diaph D1 X	0.001255	0.001095	1.147
hk	DRXnp 3	Diaph D1 X	0.001237	0.001092	1.133
zs	DRXnp 1	Diaph D2 semi X	0.000254	0.000138	1.838
zs	DRXnp 2	Diaph D2 semi X	0.000252	0.000137	1.838
zs	DRXnp 3	Diaph D2 semi X	0.000255	0.000139	1.838
zs	DRYnp 1	Diaph D2 semi X	0.000119	4.9E-05	2.402
zs	DRYnp 2	Diaph D2 semi X	0.000108	4.5E-05	2.397
zs	DRYnp 3	Diaph D2 semi X	0.00013	5.4E-05	2.407

www.mci-ir.com سایت مهندسی

8-4 کنترل واژگونی سازه:

مطابق بند 8-3-3استاندارد2800 ویرایش چهارم : 8-3-3 محاسبه ساختمان در برابر واژگونی لنگر واژگونی ناشی از نیروهای جانبی زلزله در تراز زیر شالوده برابر مجمـو ع حاصلضـرب نیروی جانبی هر تراز در ارتفاع آن نسبت به تراز زیر شالوده ساختمان است. در محاسـبه لنگر مقاوم در برابر واژگونی، بار تعادل وزن مؤثر لرزه ای ساختمان است که بـرا ی تعیـین نیروی جانبی به کار رفته است و وزن شالوده و خاک روی آن به وزن مؤثر لرزه ای اضـافه می شود. سازه ساختمان و پی آن باید به گونه ای طراحی شوند که توانایی تحمل اثر لنگر واژگونی را داشته باشند.



لنگر مخرب $M_O = \sum F_i h_i$

لنگر مقاوم $M_R = \sum w_i d_i$

$M_R \geq M_O$

f_i : نیروی جانبی زلزله در طبقه i

h_i :فاصله نیروی جانبی زلزله در طبقه i تا لبه بیرونی پی(نقطه A)

W_i : وزن موثر لرزه ای در طبقه i

d_i : فاصله افقی مرکز جرم در طبقه i تا لبه بیرونی پی (نقطه A)

h_f : ضخامت شالوده : ضخامت شالوده در این پروژه 0.9 متر میباشد.

در محاسبه لنگر مقام در جهت اطمینان از وزن شالوده و خاک روی آن صرفنظر گردیده. ضخامت شالوده در این پروژه 0,9 متر میباشد.

TABLE: Centers of Mass and Rigidity

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cumulative X	Cumulative Y	XCCM	YCCM
		tonf-s²/m	tonf-s²/m	m	m	tonf-s²/m	tonf-s²/m	m	m
KH	D1	0.83794	0.83794	1.1909	1.8892	0.83794	0.83794	1.1909	1.8892
RF	D1	13.81258	13.81258	4.4952	5.9596	14.65052	14.65052	4.3062	5.7268
Story5	D1	13.96378	13.96378	4.7174	6.2473	28.6143	28.6143	4.5069	5.9808
Story4	D1	13.98615	13.98615	4.7162	6.2552	42.60046	42.60046	4.5756	6.0709
Story3	D1	14.05938	14.05938	4.716	6.2576	56.65983	56.65983	4.6104	6.1172
Story2	D1	14.12782	14.12782	4.7139	6.2639	70.78765	70.78765	4.6311	6.1465
HK	D1	14.23521	14.23521	4.7112	6.3163	**85.02286**	**85.02286**	**4.6445**	**6.1749**

جرم موثر لرزه ای کل سازه — مختصات مراکز جرم تجمعی

وزن موثر لرزه ای کل $w = 85.022 * 9.81 = 834.046\ ton$

لنگر مقاوم در جهت X $M_{Rx} = 834.046 * min(4.64\ or\ (9.6 - 4.64)) = 3869.973\ ton.m$

لنگر مقاوم در جهت Y $M_{Ry} = 834.046 * min(6.1749\ or\ (13.8 - 6.1749)) = 5150.150\ ton.m$

TABLE: Story Forces

Story	Load Case/ Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
HK	EX	Bottom	0	-26.1541	0	161.202	0.0038	-381.3084
HK	EXnp 1	Bottom	0	-87.1804	0	602.3353	0.0291	-1270.9121
HK	EXnp 2	Bottom	0	**-87.1804**	0	472.3444	-0.0038	**-1271.1437**

نیروی برش پایه جهت X — لنگر مخرب Y

www.mcivils.ir

$$M_{ox} = My + Vx * h_f$$

لنگر واژگونی زیرشالوده در جهت X $M_{ox} = 1271.1437 + (87.1804 * 0.9) = 1349.660\ ton.m$

TABLE: Story Forces

Story	Load Case/ Combo	Location	P	VX	VY	T	M X	M Y
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
HK	EY	Bottom	0	0	-39.4046	-183.2943	536.9213	-0.0168
HK	EYnp 1	Bottom	0	0	-131.3485	-674.0721	1789.7222	-0.1658
HK	EYnp 2	Bottom	0	0	**-131.3485**	-547.8897	**1789.7532**	0.0536
					پایه جهت Yنیروی برش		**لنگر مخرب X**	

$$M_{oy} = Mx + Vy * h_f$$

لنگر واژگونی زیرشالوده در جهت Y $M_{oy} = 1789.7532 + (131.3485 * 0.9) = 1907.966\ ton.m$

لنگر مقاوم در هر دو جهت X و Y از لنگر واژگونی بزرگتر بوده و از لحاظ واژگونی سازه مشکلی ندارد:

$$M_R > M_0$$

$$\frac{M_{Rx}}{M_{0X}} = \frac{3869.97}{1349.66} = 2.86 \quad M_{Rx} = 3869.97 > M_{0X} = 1349.660$$

$$\frac{M_{Ry}}{M_{0y}} = \frac{5150.150}{1907.966} = 2.69 \; M_{Ry} = 5150.150 > M_{0y} = 1907.966$$

www.mcivils.ir
MCS مهندسی

4-9 کنترل 25٪ و 50٪ در سیستم ها دوگانه :

مطابق بند 1-8-4 استاندارد 2800 :

۴-۸-۱ سیستم دوگانه یا ترکیبی

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن:

الف- بارهای قائم عمدتاً توسط قاب‌های ساختمانی تحمل می‌شوند.

ب- مقاومت در برابر بارهای جانبی توسط مجموعه‌ای از دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده همراه با مجموعه‌ای از قاب‌های خمشی تأمین می‌شود. سهم برشگیری هر یک از دو مجموعه با توجه به سختی جانبی و اندرکنش آن دو، در تمام طبقات، تعیین می‌گردد.

پ- قاب‌های خمشی باید مستقلاً قادر به تحمل حداقل ۲۵ درصد نیروهای جانبی در تراز پایه و دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده باید مستقلاً قادر به تحمل حداقل ۵۰ درصد نیروهای جانبی در تراز پایه باشند.

تبصره۱: در ساختمان‌های کوتاه‌تر از هشت طبقه و یا با ارتفاع کمتر از ۳۰ متر به جای توزیع بار به نسبت سختی عناصر باربر جانبی، می‌توان دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده را برای ۱۰۰ درصد بارجانبی و مجموعه قاب‌های خمشی را برای ۳۰ درصد بار جانبی طراحی کرد.

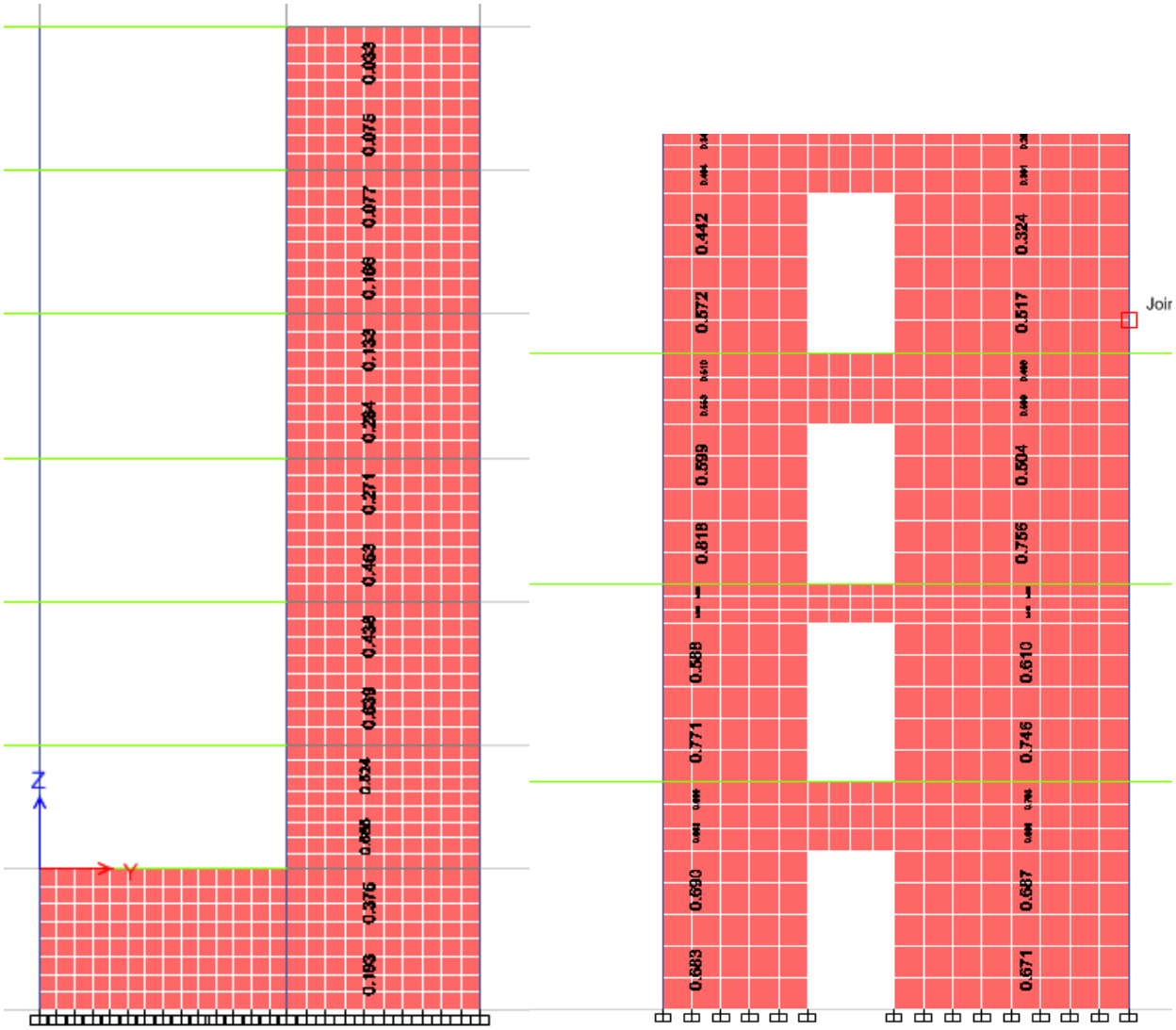
تبصره ۲: در مواردی که قاب‌های خمشی الزام بند (پ) را اقناع نکنند، سیستم دوگانه جزء سیستم قاب ساختمانی محسوب می‌شود، و در مواردی که دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده الزام بند فوق را اقناع نکنند، ضریب رفتار R در آن باید برابر ضریب رفتار در سیستم قاب خمشی با شکل‌پذیری متناظر در نظرگرفته شود.

نتایج این کنترل ها در دو فایل مجزا با نام های project_25% و 50% _ PROJECT پیوست فایل ها ارایه گردیده هست .

در این پروژه دیوار ها برشی از لحاظ کنترل 50٪ مشکلی ندارد.

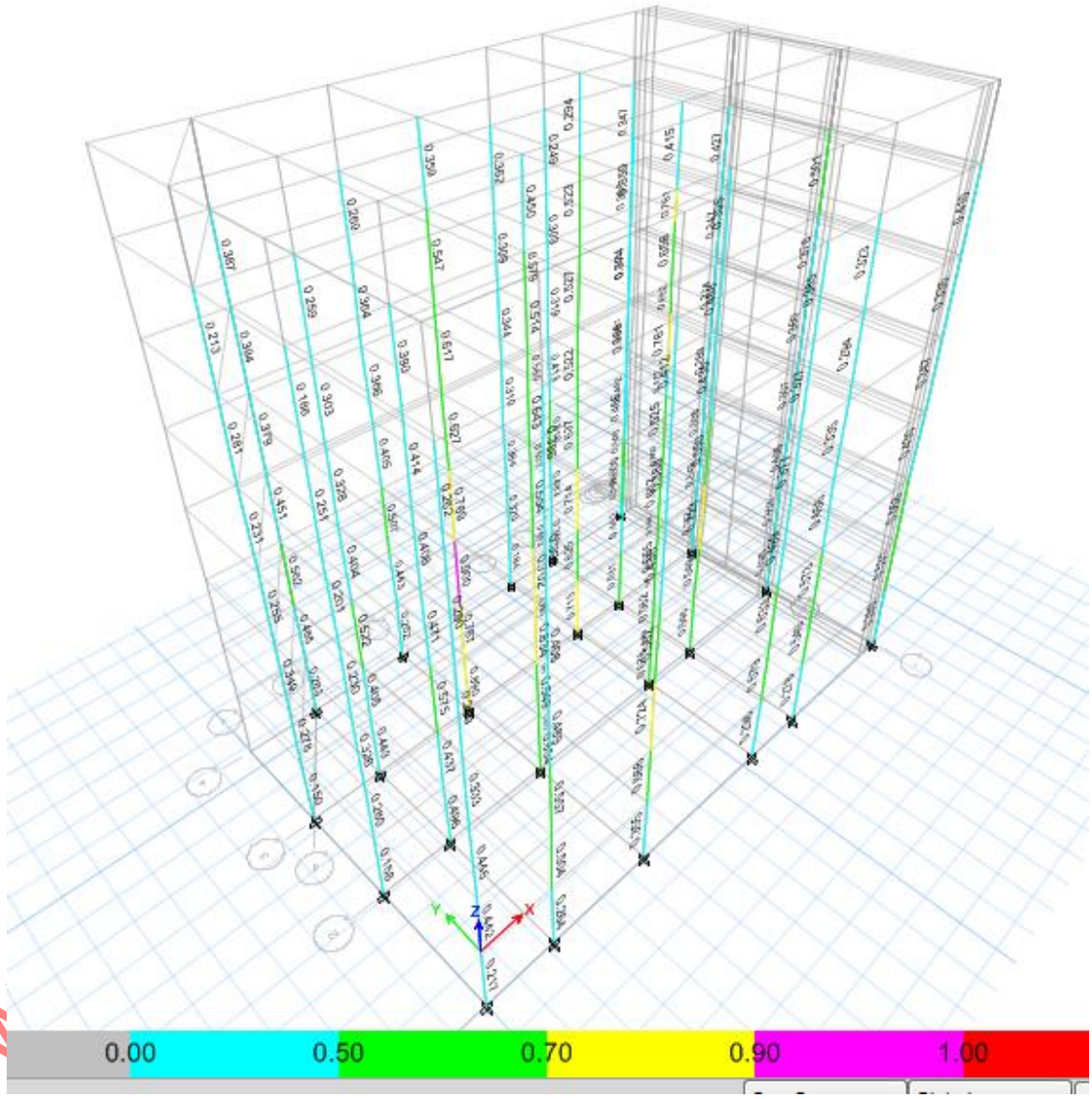
نتایج Shear reinforcing در دیوار ها :

نتایج نسبت d/ c در دیوار ها :


0.033
0.076
0.077
0.166
0.133
0.284
0.271
0.469
0.438
0.639
0.534
0.685
0.376
0.193
Z
Y
0.442
0.572
0.599
0.818
0.588
0.771
0.690
0.683
0.324
0.517
0.504
0.756
0.610
0.746
0.687
0.671
Joir

www.mci

نتایج نسبت d/ c در ستون ها :



4-10)کنترل صلبیت کف ها

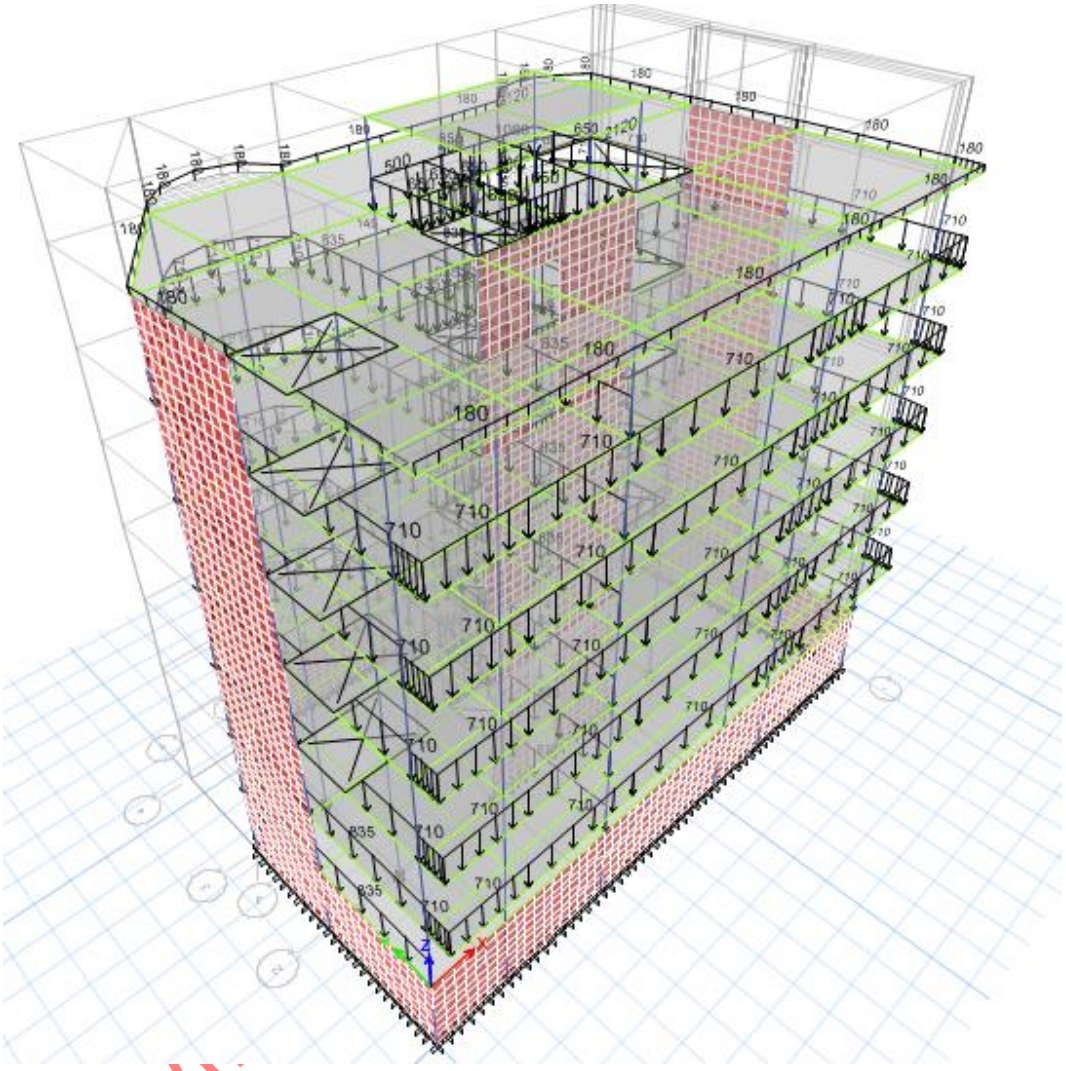
4-11)کنترل نامنظمی جرمی

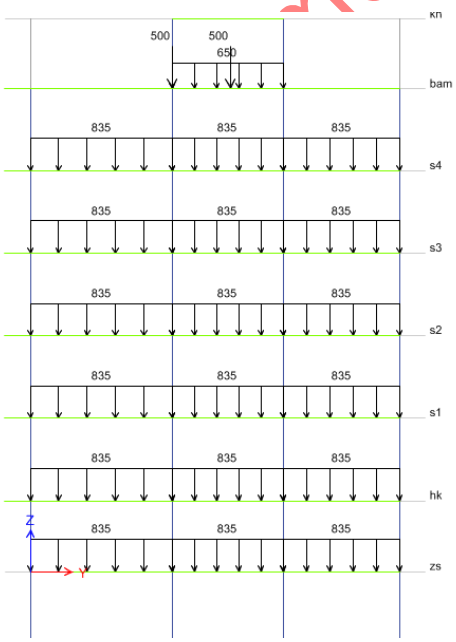
4-12)کنترل تیر ضعیف و ستون قوی در قاب خمشی ویژه کنترل برش در چشمه اتصال

4-13)کنترل طبقه نرم و ..

سایت مهندسی MCS
www.mcivils.ir

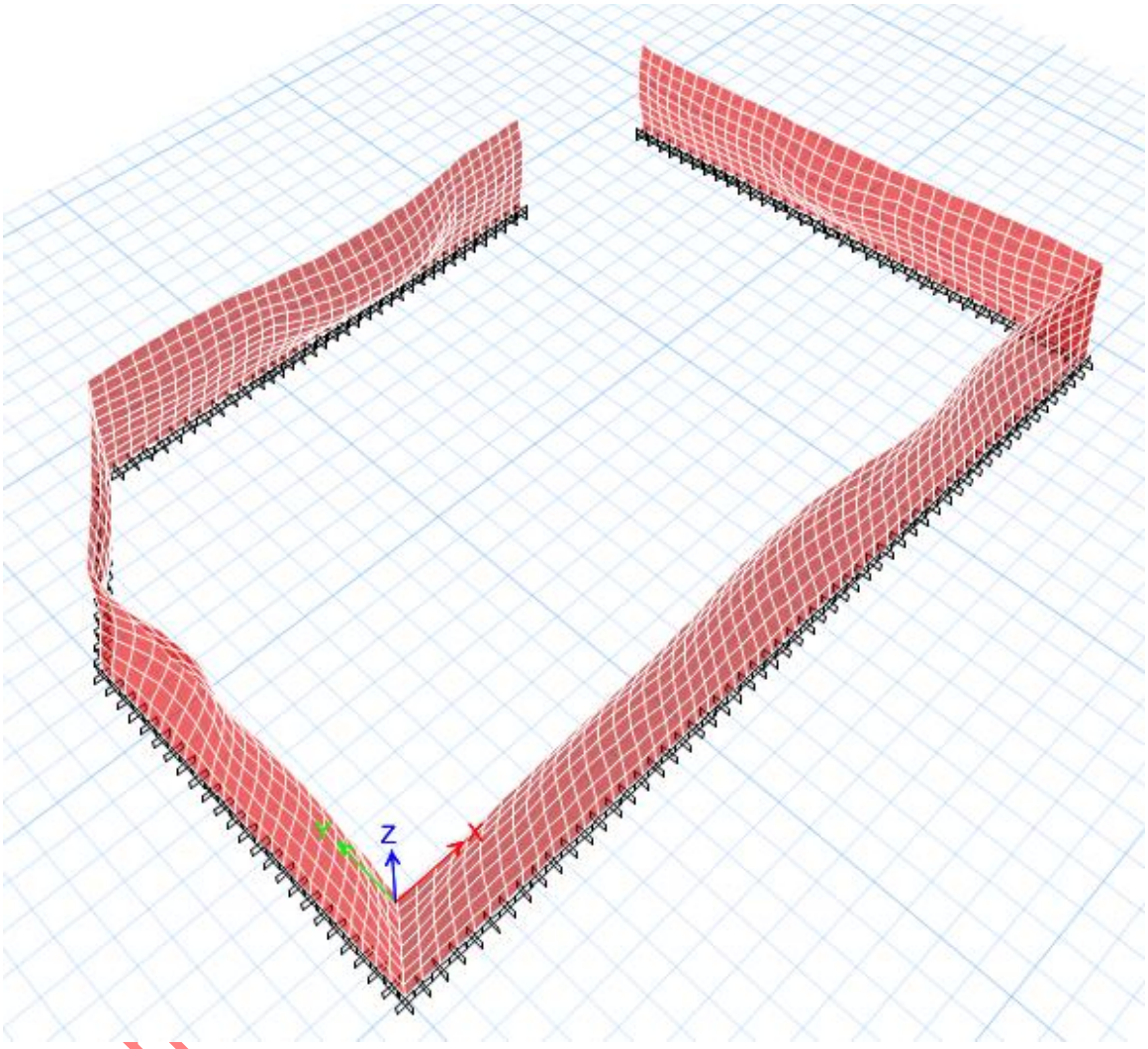
صحت بارگذاری سازه :





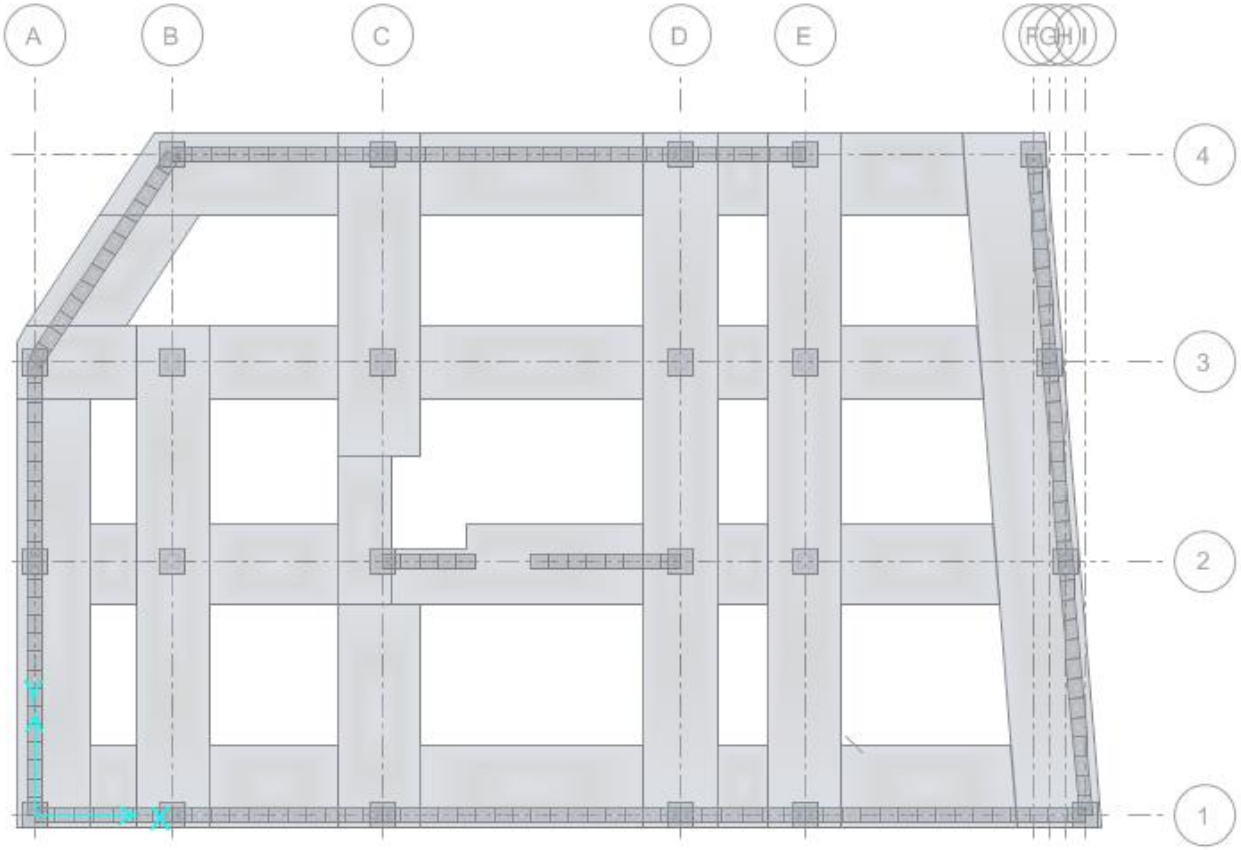
اعمال بار فشار جانبی soilخاک به دیوار ها حایل:

تصویر تغییر شکل یافته دیوار ها حایل تحت بار فشار جانبی خاک



www.i

مدل پی در سیف



www.mc

19- تحلیل و طراحی فونداسیون:

تحلیل و طراحی پی با نرم افزار سیف 2016 انجام شده است و فونداسیون سازه از نوع نواری با ضخامت 100 سانتی متر انتخاب شده است .

19-1 ملاحظات اجرایی پی های سطحی :

بند 7-4-7 مبحث هفتم 92:

برای انتخاب موقعیت و عمق پی موارد ذیل باید مد نظر قرار گیرد .

عمق پی حداقل باید نیم متر باشد .

برای تعیین تراز زیر پی باید موارد ذیل رعایت شود :

الف . پی باید در ترازی اجرا شود که تغییرات فصلی باعث تورم یا انقباض در خاکهای رسی نشود .

ب . پی باید در ترازی اجرا شود که در آن ریشه درختان و بوته ها موجب تغییر مکان بیش از حد مجاز نگردد

پ . پی باید بر روی الیه باربر مناسب طبیعی یا خاک بهسازی شده اجرا شود .

ت . پی باید در ترازی اجرا شود که در آن تراز ، یخ زدگی زمین در پی خرابی ایجاد نکند .

ث . تراز ایستابی در زمین و مسائلی که ممکن است در اثر حفاری برای پی در زیر سطح آب پیش آید باید در نظر گرفته شود .

ج . اثرات حفاری های احتمالی در محدوده نزدیک پی که برای ساخت و سازهای دیگر و یا عبور زیرزمینی خدمات شهری مورد نیاز است در نظر گرفته شود .

چ . جا به جایی احتمالی زمین و کاهش مقاومت الیه باربر در اثر نشست آب و یا اثرات آب و هوایی و یا روشهای ساختمانی باید در نظر گرفته شود

محل پی هایی که در نزدیکی شیب ها ساخته می شود باید مطابق با موارد ذیل انتخاب شود :

الف . پی ها باید از لبه شیب در بالا و پایین شیب فاصله مناسبی داشته باشند که با کنترل پایداری شیب و تغییر شکلها مشخص می شود .

ب . زمانی که پی در بالای شیب قرار می گیرد خطی که با شیب 2 افقی به 1 قائم از لبه پی می گذرد نباید با سطح شیب برخورد کند ، مگر اینکه تحلیل دقیق پایداری و تغییر شکل پی انجام شود .

19-2- مشخصات خاک محل پروژه

www.mcivils.ir سایت مهندسی MCS

مطابق بند 2-4-1 و جدول 2-3 استاندارد 2800 ویرایش چهارم: خاک محل پروژه از نوع II (خاک خیلی متراکم یا سست : شامل- شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت با ضخامت بیشتر از 30 متر) و برای این نوع زمین پارامتر ها S0=1 S=1.5 Ts=0.5 T0=0.1 می باشد. ظرفیت باربری خاک 1.5kg/cm2 میباشد. ضریب فنریت خاک برابر 3 / 1.8 میباشد.

19-2 ترکیبات بار طراحی فونداسیون و کنترل تنش زیر پی :

19-2-1 ترکیبات بار مورد استفاده جهت طراحی فونداسیون :

ترکیبات بار مربوط به طراحی فونداسیون بر اساس مبحث 6 مقررات98 بند 6-3-2-3 به شرح ذیل ارائه می گردد. لازم به ذکر است اعمال بار زلزله قائم، می تواند با اعمال افزایش یا کاهش بار مرده به مقدار لازم و متناسب با علامت بار زلزله قائم، در ترکیب بار لرزه ای در جدول زیر لحاظ گردیده همچنین مطابق بند 3-1-4 استاندارد 2800 در مورد ساختمانهای نامنظم و یا ستونهایی که در محل تقاطع دو و یا چند سیستم باربر جانبی قرار دارند می بایست 100درصد نیروی زلزله در هر جهت با 30درصد جهت دیگر به سازه همزمان اعمال گردد. که در ترکیبات بار لرزه ای زیر اعمال گردیده است.. ,ضریب نامعینی طبق توضیحات بخش 3-6-3 دفترچه محاسبات برابر یک میباشد.

مطابق بند ب 6-3-2-3 بدلیل وجود فشار جانبی خاک در پروژه , این بار نیز درترکیبات بار زیر لحاظ گردیده است.

مطابق بند 3-3-3-9 استاندارد 2800 ویرایش چهارم برای طراحی فونداسیون نیازی به درنظر گرفتن زلزله قائم رو به بالا نیست (نیازی نیست زلزله قائم با علامت منفی استفاده کنیم)

بین بار زنده بام و برف ، مطابق محاسبات بار زنده بام به دلیل غالب و بیشتر بودن ، در نظر گرفته شده است .

***حالت none liner به تمامی بارهای استاتیکی و لرزه ای اختصاص داده شود، با این کار هنگام تحلیل فنداسیون نرم افزار کشش در پای ستونها یا به عبارتی up lift را در نظر می گیرد .

توجه: ترکیبات بار زیر برای منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد میباشد (جهت استفاده از ترکیبات بار سایر مناطق به جزوه ای که همراه مجموعه قرار داده شده مراجعه نمایید)

ترکیبات بارطراحی پی در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد			
نوع	شماره		
ثقلی	Comb 1	1.4(Dead)	
	Comb 2	1.2(Dead) + 1.6 (Live + Reducible live) + 0.5(Live roof یا Live snow)	
	Comb 3	1.2(Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 1.6(Live roof یا Live snow)	
لرزه ای	Comb 4	1.41(Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (Exnp + 0.3Ey + Ez)	
	Comb 5	1.41 (Dead +) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (– Exnp – 0.3Ey + Ez)	
	Comb 6	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (– Exnp + 0.3Ey + Ez)	
	Comb 7	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (+ Exnp – 0.3Ey + Ez)	
	Comb 8	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (Eynp + 0.3Ex + Ez)	
	Comb 9	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (– Eynp – 0.3Ex + Ez)	
	Comb 10	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (– Eynp + 0.3Ex + Ez)	
	Comb 11	1.41 (Dead) + 1 (Live +0.5 live یا Reducible) + 0.2(Live snow) +1 (+ Eynp – 0.3Ex + Ez)	

www.mcivils.ir MCS سایت مهندسی

	Comb 12	0. 9(Dead) +1 (Exnp + 0.3Ey) +1.6SOIL در صورت وجود فشار جانبی خاک بار آن استفاده شود
	Comb 13	0. 9 (Dead) +1 (– Exnp – 0.3Ey)+ 1.6SOIL
	Comb 14	0. 9 (Dead) +1 (– Exnp +0.3Ey)+ 1.6SOIL
	Comb 15	0. 9 (Dead) +1 (+ Exnp – 0.3Ey)+ 1.6SOIL
	Comb 16	0. 9 (Dead) +1 (Eynp + 0.3Ex) +1.6SOIL
	Comb 17	0. 9 (Dead) +1 (– Eynp – 0.3Ex) +1.6SOIL
	Comb 18	0. 9 (Dead) +1 (- Eynp + 0.3Ex)+1.6SOIL
	Comb 19	0. 9 (Dead) +1 (+ Eynp – 0.3Ex)+ 1.6SOIL
		0.9DEAD+1.6SOIL در صورت وجود فشار جانبی خاک این ترکیب بار استفاده شود

19 -2 -2 ترکیبات بار مورد استفاده جهت کنترل تنش زیر پی :

مطابق بند 6-2-3-3 مبحث ششم 98: ترکیبات بار روش تنش مجاز جهت کنترل تنش زیر پی به شرح ذیل ارائه می گردد.

توجه: ترکیبات بار زیر برای منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد میباشد (جهت استفاده از ترکیبات بار سایر مناطق به جزوه ای که همراه مجموعه قرار داده شده مراجعه نمایید)

ترکیبات بارکنترل تنش زیر پی مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد		
نوع	شماره	
ثقلی	Comb 1	1 (Dead)
	Comb 2	1 (Dead) + 1 (Live + Reducible live یا live0.5)
	Comb 3	1 (Dead) + 1 (Live roof یا Live snow)
	Comb 4	1 (Dead) + 0.75 (Live + Reducible live یا live0.5) + 0.75 (Live roof یا Live snow)
لرزه ای	Comb 5	1.147 (Dead) + 0.7(Exnp + 0.3Ey)
	Comb 6	1.147 (Dead) + 0.7 (– Exnp – 0.3Ey)
	Comb 7	1.147 (Dead) + 0.7 (– Exnp +0.3Ey)
	Comb 8	1.147 (Dead) + 0.7 (+ Exnp – 0.3Ey)
	Comb 9	1.147 (Dead) + 0.7 (Eynp + 0.3Ex)
	Comb 10	1.147 (Dead) + 0.7 (– Eynp – 0.3Ex)
	Comb 11	1.147 (Dead) + 0.7 (- Eynp + 0.3Ex)
	Comb 12	1.147 (Dead) + 0.7 (+ Eynp – 0.3Ex)
	Comb 13	1.11025 (Dead) + 0.75 (Live + live0.5 یا Reducible) + 0.75 (Live snow) + 0.525 (Exnp + 0.3Ey + Ez)
	Comb 14	1.11025 (Dead +) + 0.75 (Live + live0.5 یا Reducible) + 0.75 (Live snow) + 0.525 (– Exnp – 0.3Ey + Ez)
	Comb 15	1.11025 (Dead) + 0.75 (Live + live0.5 یا Reducible) + 0.75 (Live snow) + 0.525 (– Exnp + 0.3Ey + Ez)
	Comb 16	1.11025 (Dead) + 0.75 (Live + live0.5 یا Reducible) + 0.75 (Live snow) + 0.525 (+ Exnp – 0.3Ey + Ez)
	Comb 17	1.11025 (Dead) + 0.75 (Live + live0.5 یا Reducible) + 0.75 (Live snow) + 0.525 (Eynp + 0.3Ex + Ez)
	Comb 18	1.11025 (Dead) + 0.75 (Live + live0.5 یا Reducible) + 0.75 (Live snow) + 0.525 (– Eynp – 0.3Ex + Ez)
	Comb 19	1.11025 (Dead) + 0.75 (Live + live0.5 یا Reducible) + 0.75 (Live snow) + 0.525 (– Eynp + 0.3Ex + Ez)
	Comb 20	1.11025 (Dead) + 0.75 (Live + live0.5 یا Reducible) + 0.75 (Live snow) + 0.525 (+ Eynp – 0.3Ex + Ez)
	Comb 21	0.6 (Dead) + 0.7(Exnp + 0.3Ey)
	Comb 22	0.6 (Dead) + 0.7 (– Exnp – 0.3Ey)

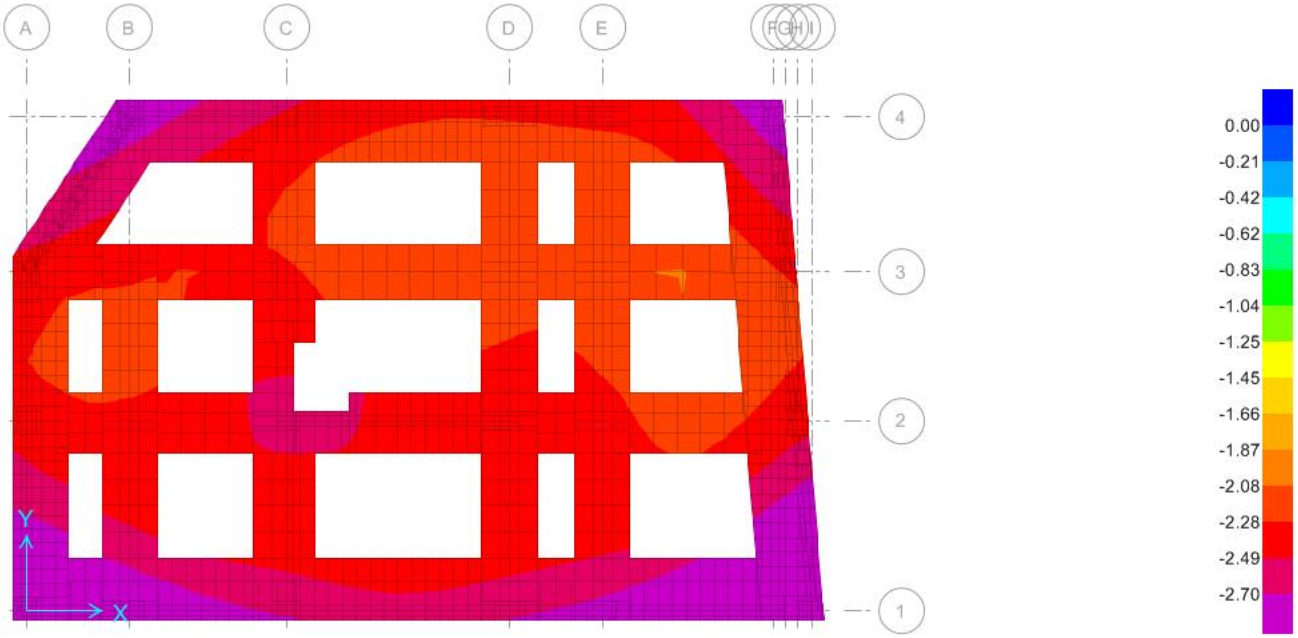
	Comb 23	0.6 (Dead) + 0.7 (– Exnp +0.3Ey)
	Comb 24	0.6 (Dead) + 0.7 (+ Exnp – 0.3Ey)
	Comb 25	0.6 (Dead) + 0.7 (Eynp + 0.3Ex)
	Comb 26	0.6 (Dead) + 0.7 (– Eynp – 0.3Ex)
	Comb 27	0.6 (Dead) + 0.7 (- Eynp + 0.3Ex)
	Comb 28	0.6 (Dead) + 0.7 (+ Eynp – 0.3Ex)
فشار جانبی خاک		1DEAD + SOIL در صورت وجود فشار جانبی خاک استفاده شود
		1DEAD + 0.75 L + SOIL در صورت وجود فشار جانبی خاک استفاده شود

سایت مهندسی

19 -3 کنترل تنش زیر پی :

کنترل تنش زیر پی تحت اثر ترکیب بار Envelope soil در نرم افزار انجام می گیرد. مقدار تنش مجاز خاک 2,7 کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشد.

در شکل تنش خاک زیر پی ملاحظه میشود که هیچ قسمت از پی تنش موجود از تنش مجاز خاک فراتر نرفته .

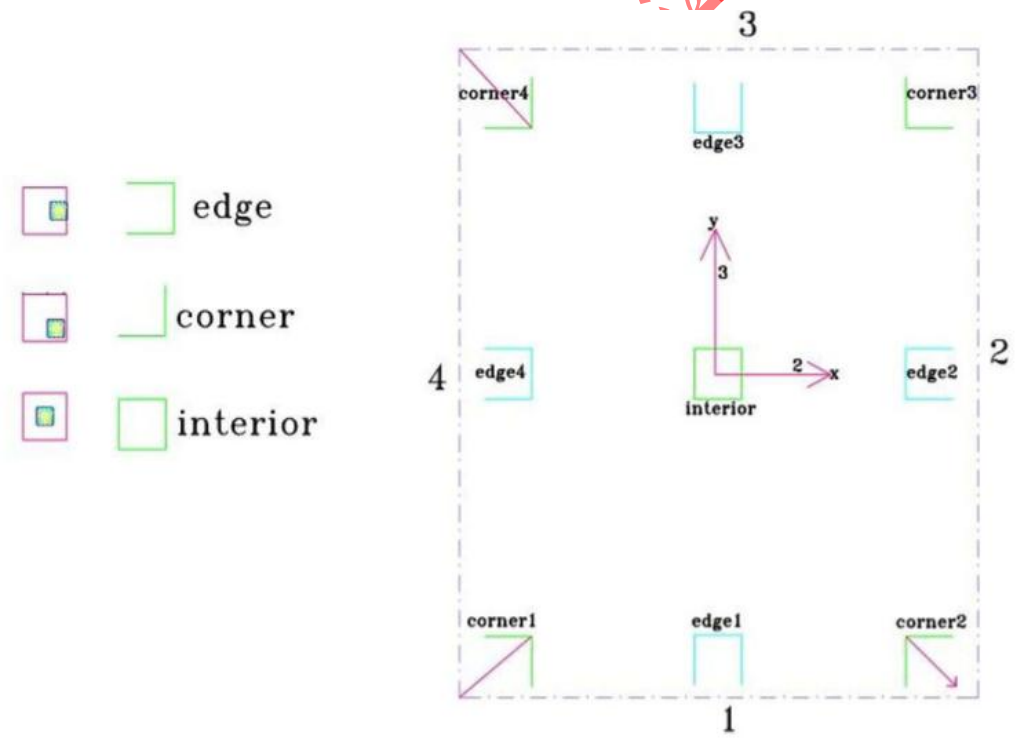


19-4 کنترل برش پانچ :

برش دوطرفه یا منگنه ای منجر به ترک خوردگی مورب و برش دال پی در اطراف ستون، یا در موارد نادری در اطراف دیوار می گردد. نیروهای برشی اطراف ستون که در اثر انتقال بار از دال به تکیه گاه ها ایجاد می شوند، تمایل دارند تا ترک های قطری (بصورت مورب) در اطراف ستون با مقطع دایره ای یا مربع به شکل مخروط یا هرم ناقص ایجاد نمایند. زاویه برش معمولا 45 درجه و محدوده بحرانی برش به فاصله نصف ارتفاع موثر دال از بر ستون می باشد.

نرم افزار Safe جهت کنترل برش منگنه ای، برای هر ستون تمامی حالت های بحرانی (گوشه، میانی و کناری) را کنترل می کند. در برخی موارد ممکن است نوع برش منگنه ای در نظر گرفته شده در نرم افزار، با وضعیت استقرار ستون سازگار نباشد. این ناسازگاری بیشتر در مورد ستون های گوشه و لبه ای اتفاق می افتد که در صورت عدم اصلاح پارامترهای مربوطه در نرم افزار، خطای محاسباتی در این بخش رخ خواهد داد.

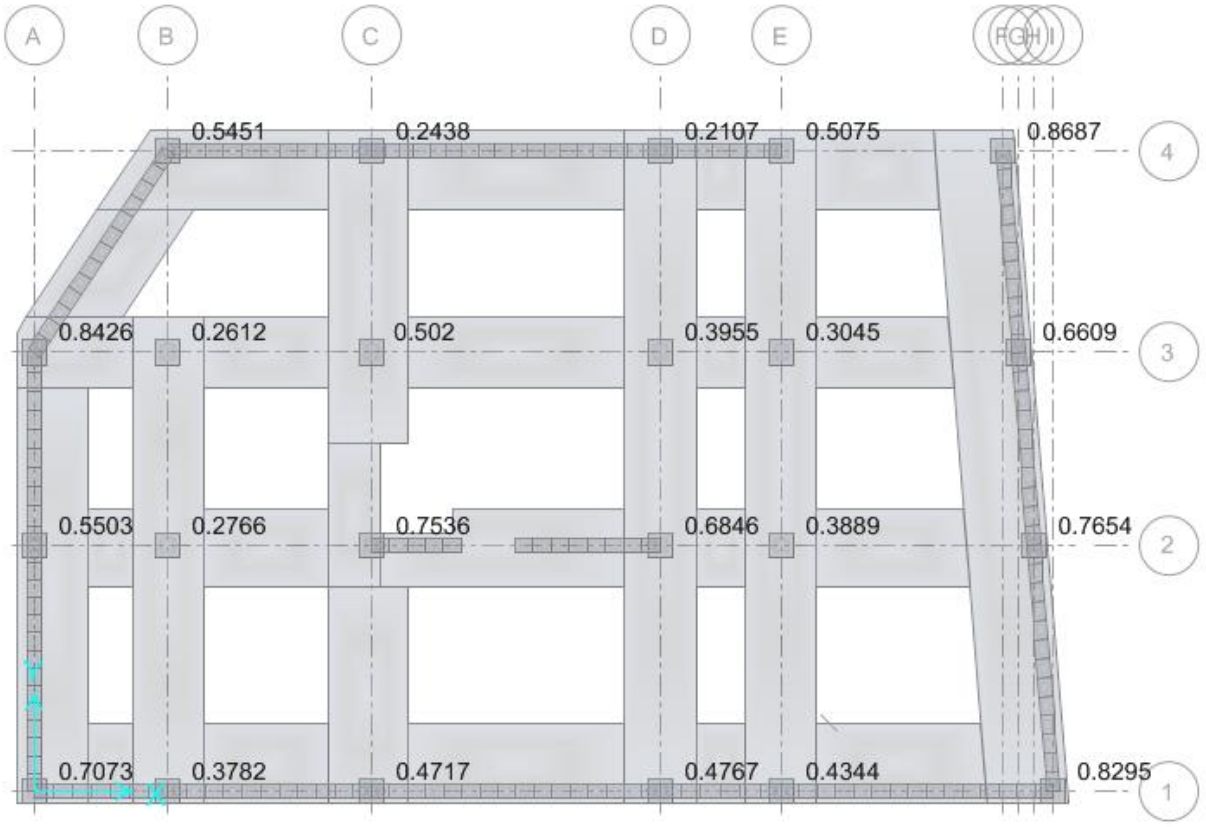
که این مورد در هنگام کنترل برش پانچ درنظر گرفته شده و در نرم افزار اصلاح گردیده .



محدوده برش پانچ برای ستونها در نرم افزار سیف

www

میزان ظرفیت باربری برش پانچ ستونها : همانطور که ملاحظه میشود نسبت تنش برشی به ظرفیت برشی مقطع در تمامی ستون ها کمتر از 1 می باشد



www.mcivils...

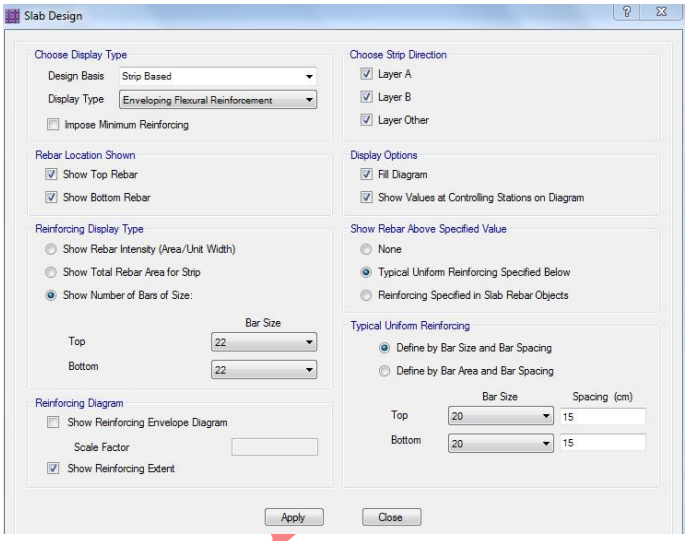
19 -4 کنترل برش یکطرفه :

این برش با نام برش با عملکرد تیر نیز خوانده می شود که می تواند باعث ایجاد ترک مورب و گسیختگی در نوارهای طراحی پی گردد. در واقع مقاطعی که نزدیک تکیه گاه می باشند همواره مستعد گسیختگی در اثر این برش هستند. جهت کنترل برش تیری پس از استخراج نیروهای برشی از نرم افزار در نوارهای مختلف آن را با ظرفیت برش مقطع مقایسه می نماییم.

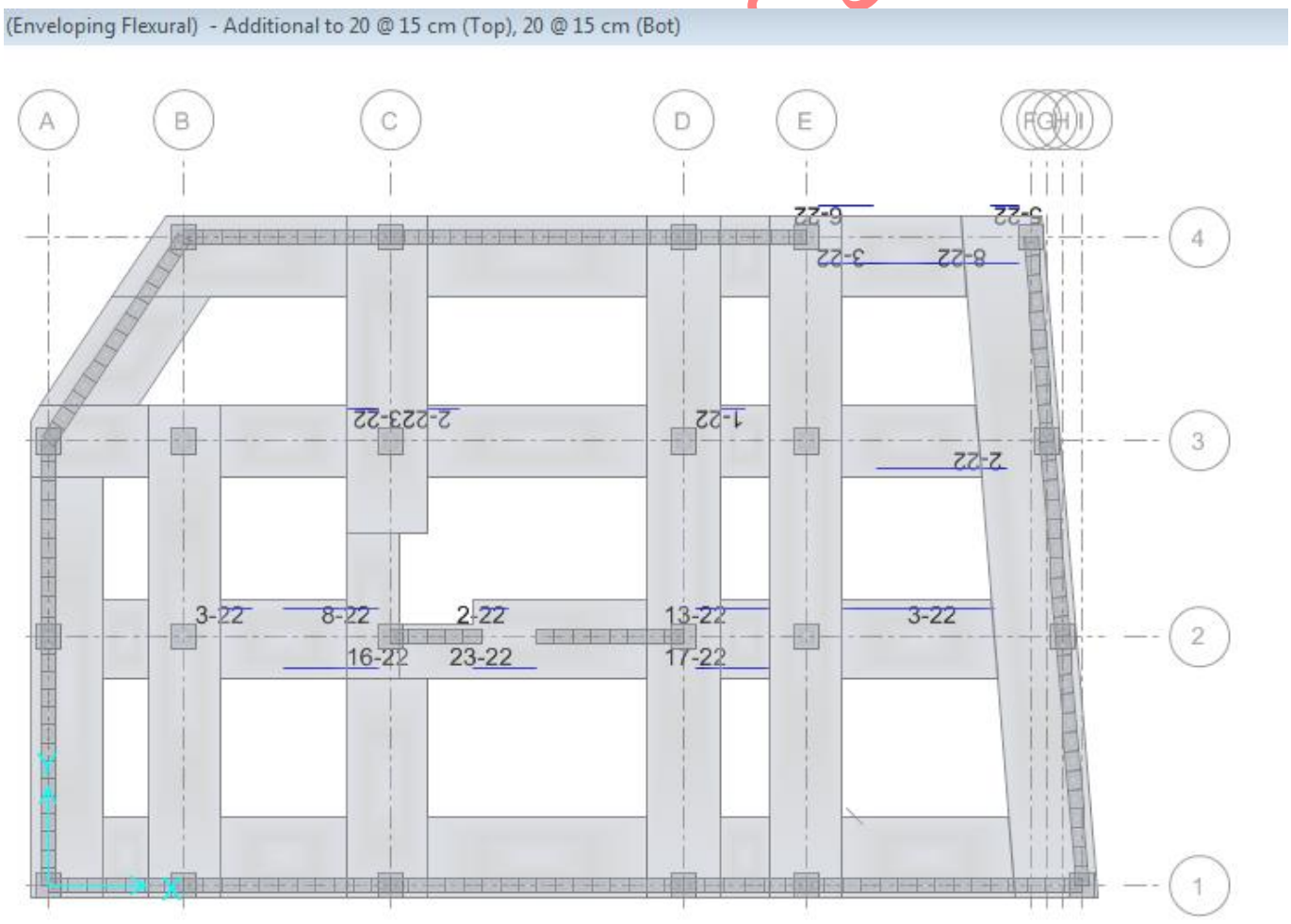
مقطع بحرانی برای برش یک طرفه حداکثر به فاصله d از وجه ستون، پایه ستون یا دیوار در نظر گرفته می شود .

برای پی هایی که یک ستون یا پایه ستون با صفحه فولادی کف ستون روی آنها قرار می گیرد، مقطع بحرانی در فاصله d از وسط فاصله بر ستون تا لبه صفحه فولادی کف ستون، در نظر گرفته می شود

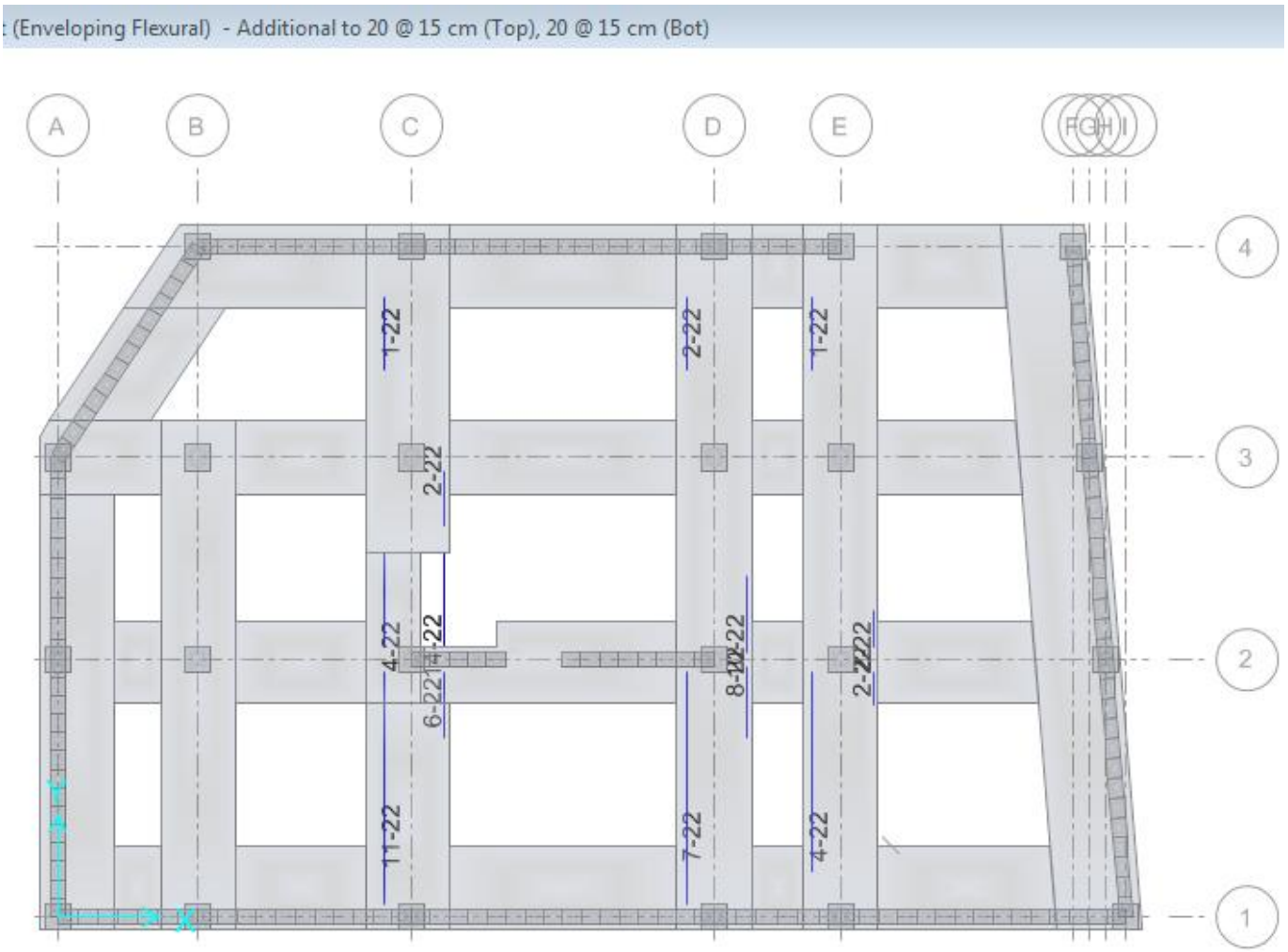
19 -5 نمایش آرماتور ها تقویتی موردنیاز پی :



آرماتور ها تقویتی مورد نیاز جهت X (نوارها A):

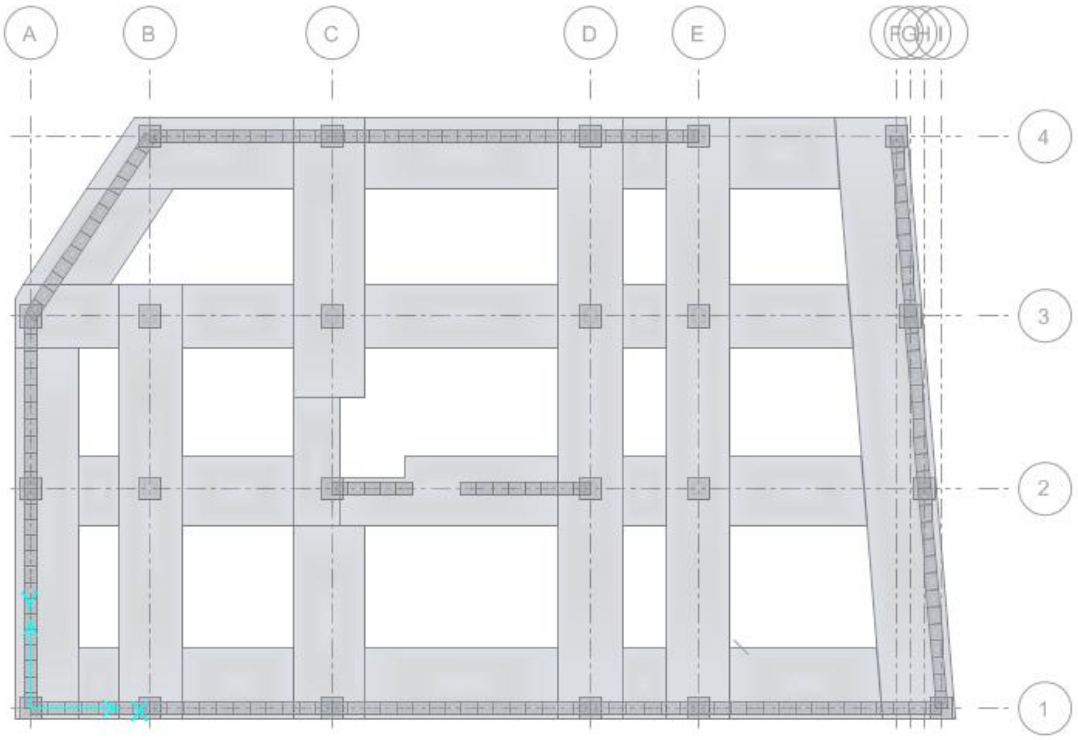


آرماتور ها تقویتی مورد نیاز جهت **y** (نوار ها B):



www.mci

آرماتور ها تقویتی مورد نیاز نوار ها OTHER (مورب) : مطابق شکل در این نوار نیاز به آرماتور تقویتی نبوده



www.mcivils.ir

مراجع

الف . آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله) استاندارد 2800 (ویرایش 4

ب . مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش 1398

پ . مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان ویرایش 1392

ج . مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش 1399

چ . دستور العمل طراحی و اجرای سقف های تیرچه بلوک) نشریه شماره 543 (

www.mcivils.ir MCS سایت مهندسی

www.mcivils.ir MCS سایت مهندسی