



سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان خراسان جنوبی

۱۴۰۱

دفترچه الزامات طراحی سازه

Struct16586/01

تهیه و گردآوری: کمیسیون تخصصی عمران سازمان

گردآورندگان:

کمیسیون تخصصی عمران سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی

(دکتر حسین بهشتی نژاد، مهندس ملیحه جعفری، مهندس محمدرضا علمی، مهندس پدیا... محمودی، مهندس مرتضی براتی، مهندس امین و داد، مهندس حسن رضا بهروزی، مهندس فاطمه سادات سید یزدی)

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی

مقدمه

راهنمای حاضر به منظور ایجاد هماهنگی و وحدت رویه برای تهیه مدارک محاسباتی و روشن نمودن ابهامات موجود در آیین‌نامه‌های موجود تدوین شده است. این راهنما شامل ابهامات آیین‌نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم، مبحث ششم ویرایش ۹۸، مبحث دهم ویرایش ۹۲ و مبحث نهم ویرایش ۹۹ مرتبط با سازه‌های فولادی و بتنی متداول می‌باشد. در این راهنما سعی شده است از بیان مطالب واضح که در آیین‌نامه‌ها یا کتب مرجع آمده پرهیز شود و صرفاً موارد پراشتباه و موضوعاتی که محل اختلاف است بیان گردد.

ذکر این نکته ضروری است که موارد یاد شده، صرفاً جنبه تفسیری داشته و تلاش، بر ساده سازی ضوابط با حفظ کلیت آن‌ها بوده است. بدیهی ست از جنبه حقوقی جایگزین صریح ضوابط آیین‌نامه‌ها و مقررات ملی ساختمان نبوده و طراح سازه موظف به رعایت کامل مقررات و آیین‌نامه‌های مزبور می‌باشد.

با وجود تلاش‌های صورت گرفته، این راهنما مصون از اشکال نمی‌باشد. از این رو از کلیه همکاران محترم تقاضامندیم در صورت مشاهده هر گونه ایراد، مراتب را بطور مستدل و مستند به سازمان اعلام نمایند و با پیشنهادها و راهنمایی‌های خود سازمان را در تکمیل و تصحیح این راهنما یاری کنند. همچنین قابل ذکر است که این راهنما با توجه به تغییرات آیین‌نامه‌ها به روز خواهد شد لذا جدیدترین ویرایش دستورالعمل از سایت سازمان نظام مهندسی استان قابل دریافت خواهد بود.

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی

کمیسیون تخصصی عمران

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

فهرست مطالب

۱	بخش ۱	الزامات مربوط به تعریف مصالح، مقاطع و حالات بار
۱-۱		مشخصات مصالح
۲-۱		مشخصات مقاطع خطی و سطحی
۳-۱		نوع سیستم سازه‌ای و حالت بار لرزه‌ای
۴-۱		حالات و ترکیب بارها
۷	بخش ۲	الزامات مربوط به بارگذاری
۹	بخش ۳	الزامات مربوط به مدل‌سازی و طراحی سازه بتنی
۹-۳		کلیات سازه بتنی
۱۰-۳		الزامات طراحی سازه‌های بتنی
۱۵-۳		الزامات طراحی دیوارهای برشی بتنی ویژه
۲۳	بخش ۴	الزامات مربوط به مدل‌سازی و طراحی سازه فولادی
۲۳-۴		کلیات سازه فولادی
۲۵-۴		تنظیمات مربوط به تیرهای کامپوزیت
۲۶-۴		الزامات اختصاصی مهاربندهای همگرای معمولی
۲۷-۴		الزامات اختصاصی مهاربندهای همگرای ویژه
۳۱-۴		الزامات اختصاصی قاب خمشی فولادی متوسط و ویژه
۳۲	بخش ۵	الزامات مربوط به مدل‌سازی و طراحی فونداسیون
۳۲-۵		کلیات فونداسیون و شمع‌های بتنی
۳۳-۵		الزامات طراحی فونداسیون

۱- الزامات مربوط به تعریف مصالح، مقاطع و حالات بار:

۱-۱- مشخصات مصالح

۱-۱-۱- مشخصات بتن (واحدها براساس kgf-m می باشد).

Material Property Data

Material Name CON	Display Color Color 
Type of Material ☒ Isotropic ☐ Orthotropic	Type of Design Design Concrete
Analysis Property Data	Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)
Mass per unit Volume 255	Specified Conc Comp Strength, f_c 
Weight per unit Volume 2500	Bending Reinf. Yield Stress, f_y 
Modulus of Elasticity 	Shear Reinf. Yield Stress, f_{ys} 
Poisson's Ratio 0.2	☐ Lightweight Concrete
Coeff of Thermal Expansion 1.000E-05	Shear Strength Reduc. Factor
Shear Modulus 416.6667	
OK	Cancel

* مدول الاستیسته برای مقاومت‌های متداول به شرح جدول می‌باشد. در صورت استفاده از بتن با مقاومت‌های

بالا تر، مقدار مدول الاستیسته، محاسبه و در کلیات نقشه‌ها درج گردد.

f_c	E
2100000	2.32×10^9
2500000	2.52×10^9

** برای شکل‌پذیری ویژه از بتن با رده C25 استفاده شود.

*** ویژگی‌های کششی آرماتورها باید مطابق یکی از رده‌های جدول زیر باشد. رده فولاد مصرفی باید در

نقشه‌ها مطابق نامگذاری مندرج در جدول باشد و از عناوین کلی AII و سایر موارد اجتناب گردد.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

جدول ۹-۴-۲ ویژگیهای کششی آرماتورها

رده	علامت مشخصه در ایران	طبقه‌بندی از نظر شکل رویه	رده از نظر شکل پذیری	مقاومت کششی حداقل MPa	تنش حد تسلیم MPa		ازدیاد طول نسبی (%)	
					حداقل	حداکثر	حداقل A_5	حداقل A_{10}
S240	س ۲۴۰	ساده	نرم	۳۶۰	۲۴۰	-	۲۵	۱۸
S340	آج ۳۴۰	آجدار مارپیچ	نیم سخت	۵۰۰	۳۴۰	-	۱۸	۱۵
S350	آج ۳۵۰	آجدار مارپیچ	نیم سخت	۵۰۰	۳۵۰	۴۵۵	۱۷ ^[۱]	-
S400	آج ۴۰۰	آجدار جناغی	نیم سخت	۶۰۰	۴۰۰	-	۱۶	۱۲
S420	آج ۴۲۰	آجدار جناغی	نیم سخت	۶۰۰	۴۲۰	۵۴۵	۱۶ ^[۲]	-
S500	آج ۵۰۰	آجدار مرکب	سخت	۶۵۰	۵۰۰	-	۱۰	۸
S500C	آج ۵۰۰ سرد	آجدار	سخت	۵۵۰	۵۰۰	-	۱۲	-
S520	آج ۵۲۰	آجدار مرکب	سخت	۶۹۰	۵۲۰	۶۷۵	۱۳	-

۱-۱-۲- مشخصات فولاد (واحدها براساس kgf-m می باشد).

Material Property Data

Material Name STEEL		Display Color Color 	
Type of Material ☒ Isotropic ☐ Orthotropic		Type of Design Design Steel	
Analysis Property Data		Design Property Data	
Mass per unit Volume	800.	Minimum Yield Stress, Fy	24000000.
Weight per unit Volume	7850.	Minimum Tensile Strength, Fu	37000000.
Modulus of Elasticity	2.000E+10	Cost per Unit Weight	27.6799
Poisson's Ratio	0.3		
Coeff of Thermal Expansion	1.2E-05		
Shear Modulus	7.692E+09		
OK Cancel			

۱-۲- مشخصات مقاطع خطی و سطحی:

۱-۲-۱- پوشش حداقل برای مقاطع بتنی مطابق جدول زیر باشد. مقدار پوشش بتن در نرم افزارهای ایتبس

ورژن ۹ و سیف ورژن ۸ و نیز تعریف پوشش بتن برای تیرهای ایتبس و ویرایش‌های جدید بر اساس فاصله لبه بتن تا مرکز میلگردهای طولی بوده بنابراین باید حداقل اندازه قطر خاموت یا دورگیر به اضافه نصف قطر میلگرد طولی به مقادیر جدول اضافه گردد.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

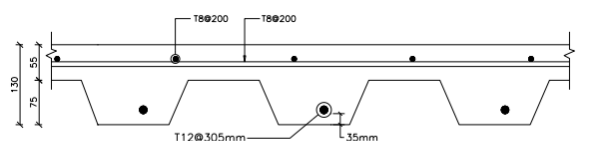
جدول ۹-۴-۶ حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگرد برای اجزای بتنی

شرایط محیطی سازه‌ی بتنی	نوع عضو	میلگردها	پوشش روی میلگردها، میلی‌متر
بتن در تماس دائم با خاک است.	کلیه‌ی اعضا	کلیه‌ی میلگردها	۷۵
بتن در تماس با هوا و یا تماس غیر دائم با خاک است.	کلیه‌ی اعضا	میلگردهای به قطر ۱۸ تا ۵۸ میلی‌متر	۵۰
		میلگردها و سیم‌های به قطر ۱۶ میلی‌متر و کم‌تر	۴۰
بتن در تماس با هوا و یا خاک نیست.	دال‌ها، تیرچه‌ها و دیوارها	میلگردهای بزرگتر از قطر ۳۶ میلی‌متر	۴۰
		میلگردهای قطر ۳۴ میلی‌متر و نازک‌تر	۲۰
	تیرها، ستون‌ها، ستون پایه‌ها و اعضای کششی	آرماتورهای طولی، خاموت‌ها، بست‌ها، دورپیچ‌ها و تنگ‌ها	۴۰

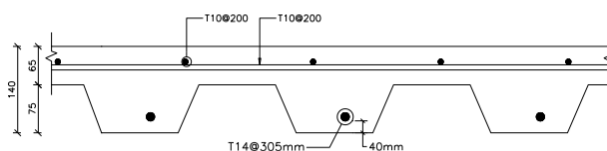
۱-۲-۲- ضخامت سقف کامپوزیت حداقل ۹ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

۱-۲-۳- با توجه به لزوم آج‌دار بودن آرماتور حرارتی مورد استفاده و با عنایت به اینکه آرماتور نمره ۶ موجود در بازار غیر آج‌دار می‌باشند، حداقل آرماتور نمره ۸ برای آرماتور حرارتی در نظر گرفته شود.

۱-۲-۴- در سقف‌های عرشه فولادی جهت افزایش مقاومت سقف در برابر حریق لازم است، جزئیات زیر در نقشه درج گردد. (در صورت استفاده از جزئیات دیگر ریز محاسبات مقاومت در برابر حریق ارائه شود).



Metal Deck Detail
joist spacing < 2.5m



Metal Deck Detail
2.5m < joist spacing < 3m

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۱-۳- نوع سیستم سازه‌ای و حالت بار لرزه‌ای

۱-۳-۱- در ابتدای نقشه‌های سازه، جدول مربوط به مشخصات سیستم سازه‌ای (نوع سیستم مقاوم جانبی در هر جهت، نوع زمین بر اساس آزمایشات ژئوتکنیک، زمان تناوب سازه، ضریب زلزله، ارتفاع، مقدار ضریب نامعینی و ...) و سایر پارامترهای مربوط به خاک و سازه بطور کامل و صحیح درج گردد. همچنین جداول بارگذاری منطبق با فرضیات انجام شده، تکمیل شود. (در صورت استفاده از مصالح متفاوت مانند فوم بتن یا بلوک هبلکس و غیره، جداول نیز اصلاح و عنوان مصالح مزبور بطور واضح در نقشه‌ها قید گردد).

۱-۳-۲- در صورت نامنظمی پیچشی سازه، ضریب A_z مطابق بند ۳-۳-۷-۳ آیین نامه ۲۸۰۰ لحاظ گردد.

۱-۳-۳- برای کنسول‌هایی که اتصال گیردار دارند (در سازه‌های بتنی یا فولادی) بار زلزله قائم باید لحاظ گردد (بار کف به صورت گسترده و بار دیوار لبه به صورت خطی). همچنین در مناطق با خطر نسبی زلزله خیلی زیاد (مانند شهرستان‌های طبس، زیرکوه، قائن و فردوس)، باید بار قائم در ترکیب بار مرده برای کل سازه نیز لحاظ گردد.

توجه: ترکیبات بار آیین نامه در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد بجای ترکیبات بار $1.2D+L\pm E+E_v$ و $0.9D\pm E-E_v$ عبارت است از $1.41D+L\pm E$ و $0.69D\pm E$. در این حالت نیاز به اضافه شدن حالت بار زلزله قائم در ترکیبات بار نمی‌باشد.

۱-۳-۴- در سیستم‌های دوگانه شامل دیوار برشی، ستون سرکله دیوار، جزء دیوار است و در محاسبات ۲۵ درصد نباید لحاظ گردد. همچنین چنانچه بیش از ۵۰ درصد نیروی ثقلی توسط دیوار و ستون سرکله تحمل شود، سیستم دیوار باربر محسوب می‌گردد.

۱-۳-۵- چنانچه سیستم قاب خمشی + دیوار برشی به صورت دوگانه پاسخگو نبود، می‌توان طبق بند ۴-۸-۱ تبصره ۲ آیین نامه ۲۸۰۰ به صورت یک گانه طراحی شود.

۱-۳-۶- استفاده از سیستم خرابایی در صورتی مجاز است که ضوابط سیستم «قاب خمشی خرابایی ویژه» مندرج در ویرایش جدید مبحث دهم استفاده گردد و محاسبات مربوطه در دفترچه محاسبات، ارائه گردد.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۱-۳-۷- در ساختمان‌هایی که ارتفاع آن‌ها از ۱۰ متر بیشتر باشد، باید ضریب نامعینی لحاظ گردد مگر اینکه ضوابط مربوط به این بحث مبنی بر عدم نیاز آن تأمین گردد. (محدودیت‌های مربوط به ضریب نامعینی ($p=1$) مربوط به جدول ۲-۳ استاندارد ۲۸۰۰ در صورت لزوم در فایل جداگانه‌ای ارائه شود).

توجه: وارد کردن ضریب ۱/۲ در پنجره تنظیمات طراحی به معنای اعمال آن توسط نرم افزار نیست. بنابراین باید پس از وارد کردن این ضریب، ترکیبات بار قبلی حذف شده و مجدداً با گزینه Add Default Design Combos ایجاد شود تا ضرایب نیروی زلزله از ۱ به ۱/۲ تغییر یابد. در غیراینصورت ضریب ۱/۲ اعمال نخواهد شد.

۱-۳-۸- تراز پایه در سازه‌های دارای دیوار حائل متصل به سازه، روی شالوده در نظر گرفته شود مگر اینکه بطور کامل الزامات بند ۳-۳-۱-۲ استاندارد ۲۸۰۰ رعایت شده باشد و در مدت بهره‌برداری از ساختمان، شرایط فعلی تغییر نکند.

۱-۴- حالات و ترکیب بارها:

۱-۴-۱- ترکیب بار مورد استفاده برای حالت حدی مقاومت مطابق پیوست ۱ این دستورالعمل برای همه سیستم‌ها یکسان می‌باشد.

۱-۴-۲- در ترکیب بار ۳۰-۱۰۰، زلزله جهت ۱۰۰ درصد باید با پیچش تصادفی باشد. (به‌طور مثال $(EXP+0.3EY)$).

۱-۴-۳- مطابق مبحث ششم ویرایش ۹۸، مقدار بار پارتیشن به بار مرده اضافه و تحت حالت بار Dead یا SuperDead اعمال گردد.

۱-۴-۴- در ساختمان‌هایی که دارای Reference Planes هستند، در قسمت Mass source تیک قسمت Lump Lateral Mass at Story Level برداشته شده و به تراز Reference Planes در صورت نیاز یک دیافراگم با نام دیگر اختصاص داده شود.

۱-۴-۵- در صورت اعمال زلزله قائم، این حالت بار در ترکیب بارها نیز اضافه گردد. لازم به ذکر است زلزله

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

قائم در ترکیب بار $1.2D+E +0.2S$ با علامت مثبت و در ترکیب بار $0.9D+E$ با علامت منفی آورده شود.

۱-۴-۶- بار ناشی از ناشاقولی (Notional) در ترکیب بارها تعریف گردد.

۱-۴-۷- در صورت انجام تحلیل دینامیکی طیفی، ترکیبات بار استاتیکی نیز بطور کامل تعریف شده تا در طراحی پی و سایر موارد لازم، استفاده شود.

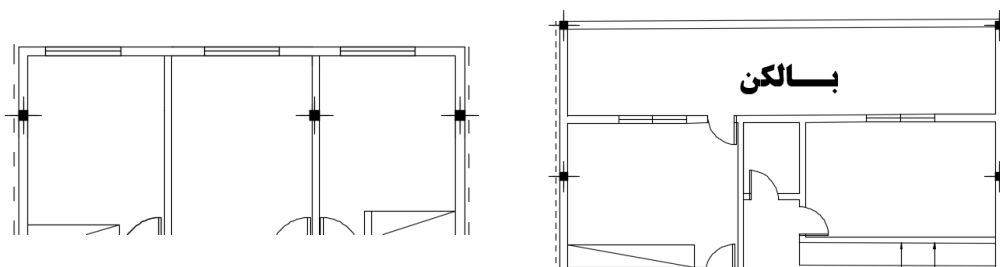
ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۲- الزامات مربوط به بارگذاری:

۲-۱- حداقل بارهای وارده مطابق جداول بارگذاری قسمت کلیات سازه باشد و در صورت تغییر برخی از مشخصات و مصالح، ضمن تغییر جداول بارگذاری، عنوان مصالح یا مشخصات مفروض در نقشه‌ها بطور واضح قید شود.

۲-۲- در ساختمان‌هایی که تراز لرزه‌ای به خرپشته اعمال نمی‌گردد یا خرپشته مدل نمی‌شود، جرم لرزه‌ای خرپشته به صورت $D+0.2L$ محاسبه و در تراز بام به صورت بار متمرکز از نوع (Other یا Mass) اعمال گردد.

۲-۳- بار زنده بالکن‌ها (یا تراس) $1/5$ برابر بار زنده مجاور لحاظ گردد. (منظور از بالکن یا تراس فضایی است که با استفاده از یک درب از فضای داخلی جدا شود و امکان رفت و آمد به آن وجود دارد).



بالکن محسوب نمی شود.

بالکن محسوب می شود.

۲-۴- بار آسانسور می‌بایست به ۴ گوشه اطراف اتاقک آسانسور در تراز بام به صورت چهار بار متمرکز لحاظ گردد. (حداقل بارهای مرده و زنده $DL=1000\text{ kg}$ و $LL=400\text{ kg}$ می‌باشد مگر اینکه آسانسور برای ظرفیت بالاتری پیش‌بینی شده باشد).

۲-۵- محل اعمال بار پله‌ها مطابق با واقعیت وارد شود ونحوه اجرای آن در نقشه قید گردد (ترسیم شمشیری‌ها). همچنین حداقل بار زنده گسترده سطحی راه پله برابر با ۵۰۰ کیلوگرم بر مترمربع و بار مرده برای سقف کامپوزیت ۷۸۰ کیلوگرم بر مترمربع و برای دال بتنی به ضخامت ۱۵ سانتیمتر، حداقل ۸۵۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد گردد.

۲-۶- محل داکت‌ها همراه با ابعاد آن مطابق مطابق نقشه معماری و تأسیسات درپلان تیرریزی مشخص شود. ضمناً دتایل‌های مورد نیاز مربوط به میلگردگذاری دال محل داکت‌ها به نقشه اضافه گردد.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۲-۷- بار دیوارهای غیر پارتیشن (با وزن بیش از ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع) در محل واقعی خود اعمال شوند.
(بار اطراف پله، بار دیوار جداکننده واحدها، بار جان‌پناه لبه بالکن (یا تراس) و جداکننده بالکن (یا تراس) از فضای داخلی و غیره).

۲-۸- بار پله‌های دوبلکس در مدل اعمال گردد. (جنس پله و در صورت لزوم اتصالات مربوطه در نقشه درج شود).

۲-۹- در محاسبه تراز پای ستون، وضعیت موجود، ارتفاع ورق‌های پاستونی، لوله‌های فاضلاب و ... سنجیده شود و ترازهای سازه‌ای به گونه‌ای وارد شود که با احتساب بتن کف و کفسازی برابر تراز معماری گردند. بخصوص در حالت‌هایی که به دلایل مختلف نیاز به کف سازی با ضخامت بیشتر می‌باشد. (به عنوان مثال در سقف کامپوزیت، تراز روی تیر به اندازه بتن + کف سازی پایین تر از کف معماری باشد، حدود ۲۰ سانتیمتر)

۲-۱۰- ابعاد تیرهای اطراف پله (بخصوص تیرهای بتنی) از لحاظ سرگیر و شانه گیر بودن بررسی شود. (حداقل ابعاد لازم برای ایجاد شرایط استاندارد معماری از لبه تیر تأمین گردد).

۲-۱۱- اثر $P-\Delta$ فقط با ترکیب بار $1.2(D+SD)+L+0.2S$ اعمال گردد.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۳- الزامات مربوط به مدل‌سازی و طراحی سازه بتنی:

۳-۱- کلیات سازه بتنی:

۳-۱-۱- آکس ستون‌ها در سازه‌های بتنی هم امتداد باشد. چنانچه ستون‌ها نسبت به هم خروج از مرکزیت داشته باشد، در فایل اصلی اعمال شده و محاسبات مربوطه ارائه گردد.

۳-۱-۲- ستون‌های بتنی تغییر بُعد ناگهانی نداشته باشند. مطابق بند ۹-۱۲-۶-۳-۱ و ۲، شیب قسمت مایل یک آرماتور طولی خم شده (میلگرد غیر هم امتداد) نسبت به محور ستون نباید از ۱ به ۶ بیشتر باشد. همچنین اگر وجه ستون یا دیوار بیش از ۷۵ میلی متر پس رفتگی یا پیش آمدگی داشته باشد، آرماتورهای طولی امتداد یافته نباید بصورت خم شده استفاده شوند. در این حالت در محل پس رفتگی باید آرماتورهای انتظار مجزا و وصله پوششی به منظور اتصال به آرماتورهای وجوه عقب رفته فراهم شوند. در این حال باید ضوابط مربوط به مهارها و وصله‌ها در محل تغییر مقطع رعایت شوند. (موارد آیین‌نامه‌ای فوق بصورت دتایل در نقشه‌ها ارائه شود).

۳-۱-۳- در صورتی که تعداد میلگردها یا نمره میلگرد در طبقات بالا افزایش یابد، به جهت تأمین طول وصله، در نقشه افزایش تعداد یا سایز میلگرد از یک طبقه پایین تر اعمال گردد.

۳-۱-۴- برای در نظر گرفتن الزامات اجرایی، در قسمت پایین نقشه پلان‌های تیرریزی طبقات نیز علاوه بر کلیات نقشه، میزان خیز منفی تیرها و دال‌ها در هنگام قالب بندی اختصاصاً نوشته شود.

۳-۱-۵- در نقشه‌ها قید گردد که برای تأمین مهار قلابدار، لزوماً میلگردهای طولی تیر در هسته ستون مهار شود.

۳-۱-۶- در نقشه‌ها قید گردد که وصله میلگردهای ستون (شکل پذیری متوسط) در خارج از ناحیه اتصال انجام گیرد.

۳-۱-۷- در سقف تیرچه بلوک ترجیحاً از بلوک پلی استایرن استفاده نگردد، در صورت استفاده از بلوک پلی استایرن حتماً استاندارد و کندسوز بودن آن قید گردد.

۳-۱-۸- جزئیات مهار دیوارهای غیر سازه‌ای با میلگرد بستر بر اساس پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ ارائه گردد.

۳-۲- الزامات طراحی سازه‌های بتنی:

۳-۲-۱- الزامات طراحی مندرج در این دستورالعمل برای قاب‌های خمشی بتنی با شکل پذیری متوسط بوده و

در صورت استفاده از قاب‌های خمشی بتنی با شکل پذیری ویژه، الزامات مبحث نهم بطور کامل می‌بایست کنترل و در فایل طراحی و نقشه‌های اجرایی لحاظ گردد.

۳-۲-۲- حداکثر نسبت ظرفیت برای کلیه اعضای بتنی برابر با ۱/۰۳ در نظر گرفته شود.

۳-۲-۳- تنظیمات آیین‌نامه برای سازه‌های بتنی (قاب خمشی بتنی متوسط) مطابق جدول زیر صورت پذیرد.

Concrete Frame Design Preferences

Design Code	ACI 318-08/IBC
Seismic Design Category	D
Number of Interaction Curves	24
Number of Interaction Points	11
Consider Minimum Eccentricity	Yes
Phi (Tension Controlled)	0.9
Phi (Compression Controlled Tied)	0.65
Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
Phi (Shear and/or Torsion)	0.75
Phi (Shear Seismic)	0.6
Phi (Shear Joint)	0.85
Pattern Live Load Factor	0.75
Utilization Factor Limit	1.03

جدیدترین
ورژن آیین‌نامه

OK

Cancel

۳-۲-۴- ضرایب ترک خوردگی مطابق پنجره‌های زیر پیشنهاد می‌شود در صورت تمایل می‌توان مطابق بند

۲-۱-۳-۵-۶-۹، ضرایب کاهش سختی را وارد نمود:

Analysis Property Modification Factors

Property Modifiers	
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	0.15
Moment of Inertia about 2 axis	1
Moment of Inertia about 3 axis	0.35
Mass	1
Weight	1

OK Cancel

تیر بتنی

Analysis Property Modification Factors

Property Modifiers	
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	0.7
Moment of Inertia about 3 axis	0.7
Mass	1
Weight	1

OK Cancel

ستون بتنی (به جز ستون سرکله دیوار)

Analysis Stiffness Modification Factors

Stiffness Modifiers	
Membrane f11 Modifier	1
Membrane f22 Modifier	0.7
Membrane f12 Modifier	1
Bending m11 Modifier	0.025
Bending m22 Modifier	0.025
Bending m12 Modifier	0.025
Shear v13 Modifier	1
Shear v23 Modifier	1
Mass Modifier	1
Weight Modifier	1

OK Cancel

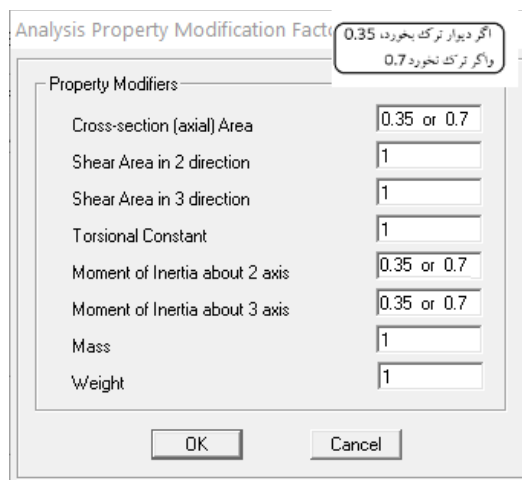
دیوار برشی بتنی ترک نخورده

Analysis Stiffness Modification Factors

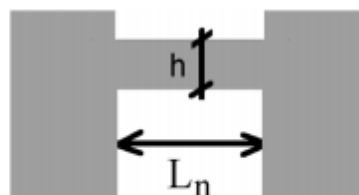
Stiffness Modifiers	
Membrane f11 Modifier	1
Membrane f22 Modifier	0.35
Membrane f12 Modifier	1
Bending m11 Modifier	0.025
Bending m22 Modifier	0.025
Bending m12 Modifier	0.025
Shear v13 Modifier	1
Shear v23 Modifier	1
Mass Modifier	1
Weight Modifier	1

OK Cancel

دیوار برشی بتنی ترک خورده



ستون سرکله دیوار



$$\frac{l_n}{h} \geq 2 \rightarrow \begin{cases} f_{11} = f_{22} = 0.15 \\ f_{12} = 1 \end{cases}$$

$$\frac{l_n}{h} \leq 1.4 \rightarrow \begin{cases} f_{11} = f_{22} = 0.15 \\ f_{12} = 0.25 \end{cases}$$

- برای مقادیر $1.4 \leq \frac{l_n}{h} \leq 2$ می توان درون یابی کرد.
- ضرایب m_{11} , m_{22} , m_{12} را برای هر دو حالت می توان مانند تیرها برابر 0.35 در نظر گرفت

تیر همبند (Spandrel)

۵-۲-۳- کنترل برش چشمه اتصال در یک فایل جداگانه مطابق مراحل زیر انجام پذیرد:

الف) شکل پذیری ستون‌ها از نوع sway special و تیرها از نوع sway intermediate انتخاب شوند.

ب) $\Phi(\text{joint shear})$ در تنظیمات سازه بتنی به ۰/۷۵ تغییر داده شود.

ج) پس از آنالیز و طراحی، نسبت برش چشمه اتصال کنترل گردد تا کمتر از یک باشد.

توجه مهم: نسبت برش چشمه اتصال تیرهای متصل به ستون با عرض کمتر از عرض ستون (مانند تیر

مجاور پله یا تیر متصل به ستون کتابی) از نسبت $\frac{\text{عرض تیر}}{\text{عرض ستون}}$ بیشتر نشود.

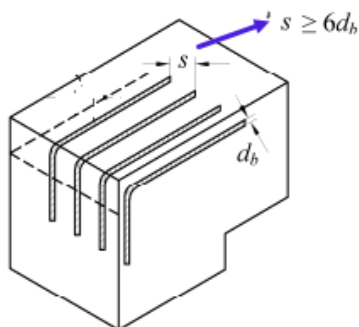
۳-۲-۶- جهت تأمین طول مهارى قلاب انتهایی میلگرد در ستون کنار و گوشه، حداقل بعد ستون باید مطابق جداول زیر باشد. (چنانچه مشخصات متفاوت باشد باید محاسبات مربوطه ارائه گردد).

حداقل بعد ستونهای کناری S400-C25				
میلگرد طولی تیر	در چشمه اتصال دورگیر با فواصل حداکثر 10 cm داریم		در چشمه اتصال دورگیر با فواصل حداکثر 10 cm نداریم	
	$(\psi_r=1)$		$(\psi_r=1.6)$	
	$(\psi_r=1)$	$(\psi_r=1.6)$	$(\psi_r=1)$	$(\psi_r=1.6)$
ϕ8	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm
ϕ10	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm
ϕ12	25 cm	25 cm	30 cm	30 cm
ϕ14	30 cm	30 cm	35 cm	35 cm
ϕ16	30 cm	35 cm	40 cm	40 cm
ϕ18	35 cm	45 cm	40 cm	45 cm
ϕ20	35 cm	50 cm	45 cm	50 cm
ϕ22	40 cm	55 cm	50 cm	55 cm
ϕ25	45 cm	65 cm	55 cm	65 cm
ϕ28	50 cm	75 cm	60 cm	75 cm
ϕ32	60 cm	90 cm	70 cm	90 cm

حداقل بعد ستونهای کناری S400-C20				
میلگرد طولی تیر	در چشمه اتصال دورگیر با فواصل حداکثر 10 cm داریم		در چشمه اتصال دورگیر با فواصل حداکثر 10 cm نداریم	
	$(\psi_r=1)$		$(\psi_r=1.6)$	
	$(\psi_r=1)$	$(\psi_r=1.6)$	$(\psi_r=1)$	$(\psi_r=1.6)$
ϕ8	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm
ϕ10	25 cm	25 cm	30 cm	30 cm
ϕ12	25 cm	30 cm	35 cm	35 cm
ϕ14	30 cm	35 cm	40 cm	35 cm
ϕ16	35 cm	40 cm	40 cm	40 cm
ϕ18	35 cm	45 cm	45 cm	45 cm
ϕ20	40 cm	50 cm	50 cm	50 cm
ϕ22	45 cm	60 cm	55 cm	60 cm
ϕ25	50 cm	70 cm	60 cm	70 cm
ϕ28	55 cm	80 cm	70 cm	80 cm
ϕ32	65 cm	95 cm	75 cm	95 cm

برای اینکه $\psi_r = 1$ باشد باید یکی از دو شرط زیر برقرار باشد:

شرط ۱: فاصله میلگردهای طولی تیر حداقل ۶ برابر قطر آن باشد.



حداکثر مساحت میلگرد طولی تیر زمانی که $\psi_r=1$		تنگ ناحیه اتصال	
ϕ18 ϕ20 ϕ22	ϕ25 ϕ28		
18 cm ²	24 cm ²	ϕ10@100	
20 cm ²	27 cm ²	ϕ10@100	
24 cm ²	31 cm ²	ϕ10@100	
25 cm ²	34 cm ²	ϕ12@100	
29 cm ²	38 cm ²	ϕ12@100	
34 cm ²	45 cm ²	ϕ12@100	

شرط ۲: تنگ ناحیه اتصال با

توجه به مساحت میلگرد طولی

تیر مانند جدول مقابل باشد.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۳-۲-۷- در صورتی که طول دهانه و ارتفاع سقف تیرچه بلوک مطابق جدول زیر باشد، نیازی به کنترل خیز نیست. در غیر اینصورت باید کنترل خیز انجام پذیرد.

طول دهانه (متر)	ارتفاع تیرچه (سانتیمتر)
تا ۴ متر	۲۵
از ۴/۱ تا ۴/۸ متر	۳۰

چنانچه مشخصات تیر یا تیرچه از مقادیر جدول بیشتر باشد باید به صورت زیر کنترل خیز صورت پذیرد.

جدول ۹-۱۱- حداقل ارتفاع تیر

عضو	تکیه‌گاه‌های ساده	تکیه‌گاه‌های پیوسته از یک طرف	تکیه‌گاه‌های پیوسته از دو طرف	کنسول
تیرها یا تیرچه‌ها	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18.5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

(الف) یک save as از فایل اصلی گرفته شود.

(ب) ضریب کاهش سختی کلیه تیرها ۰/۵ داده شود.

(ج) کنترل خیز تحت ترکیب بار $1.5L + (D + Partition)3$ انجام پذیرد. مقدار فوق از $L/240$ باید کمتر باشد.

۳-۲-۸- کنترل ارتعاش تیرها نیز به صورت زیر انجام گیرد:

(الف) یک save as از فایل اصلی گرفته شود.

(ب) مدول الاستیسیته بتن در $1/25$ ضرب شود.

(ج) ضریب کاهش سختی تیرها ۰/۵، ستون‌ها و دیوارها ۱ و دال‌ها ۰/۳۷۵ اعمال شود.

(د) ترکیب بار $D + Partition + 0.25L$ ساخته شود و خیز سازه تحت آن کنترل شده و در هر حالت، مقدار خیز از ۱۳ میلیمتر بیشتر نشود.

۳-۲-۹- خاموت‌گذاری در چشمه اتصال باید حداقل مانند ناحیه بحرانی انجام پذیرد. (مگر اینکه به سبب

الزامات بند ۳-۲-۴ این دستورالعمل، مربوط به تأمین طول مهارق قلاب انتهایی میلگرد، شرایط

سختگیرانه‌تری برای چشمه اتصال ایجاد شود.) همچنین میلگردهای قائم مانند نواحی خارج از

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

چشمه اتصال باید یک درمیان به وسیله سنجاقی مهار گردند.

۳-۲-۱۰- مطابق بند ۹-۲۰-۵-۳-۴-ب، برش ستون‌ها باید با اعمال ضریب اُمگا (اضافه مقاومت) در نظر گرفته شود. برای این منظور در Etabs 9، باید در یک فایل جداگانه نصف ضریب اُمگا در ضرایب زلزله ضرب شده و خروجی جداگانه‌ای برای طراحی خاموت ستون‌ها گرفته شود. در صورت استفاده از Etabs 2016 به بالا مشروط به اینکه ضریب اضافه مقاومت به صورت صحیح در تنظیمات طراحی وارد گردد، این بند توسط نرم‌افزار کنترل می‌گردد.

۳-۲-۱۱- خاموت همه تیرها و ستون‌ها حداقل نمره ۱۰ باشد.

۳-۲-۱۲- در صورت اسفاده از وصله پوششی حداقل و حداکثر درصد میلگرد ستون‌ها بین ۱ تا ۴ باید محدود شود.

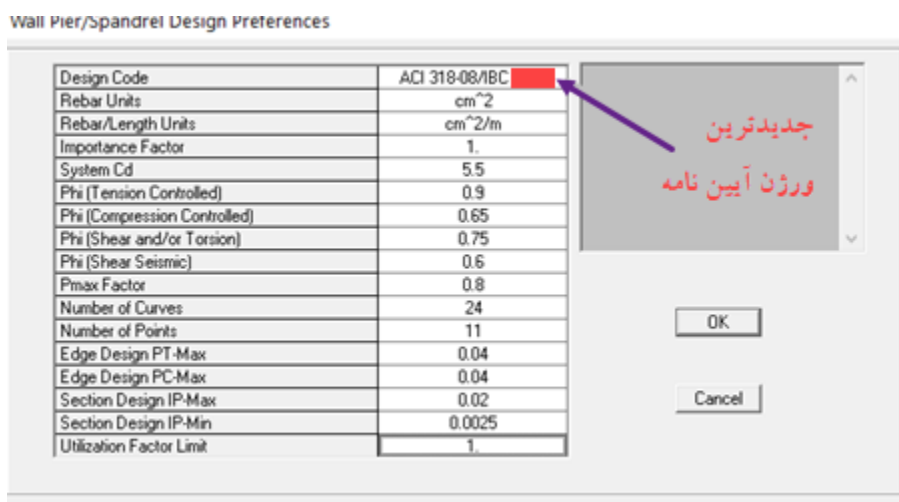
۳-۲-۱۳- در صورت وجود تیرهای کتابی (بیشتر از عرض ستون)، کنترل فاصله سنجاقی‌ها مطابق بند ۹-۱۱-۳-۵-۶ انجام شود.

۳-۲-۱۴- یک بعد ستون نباید کمتر از ۰/۳ بعد دیگر آن باشد.

۳-۲-۱۵- ارتفاع مؤثر تیر بتنی نباید از یک چهارم طول دهانه آزاد آن بیشتر باشد.

۳-۳- الزامات طراحی دیوارهای برشی بتنی ویژه:

۳-۳-۱- تنظیمات آیین‌نامه برای طراحی دیوار برشی مطابق شکل زیر می‌باشد:



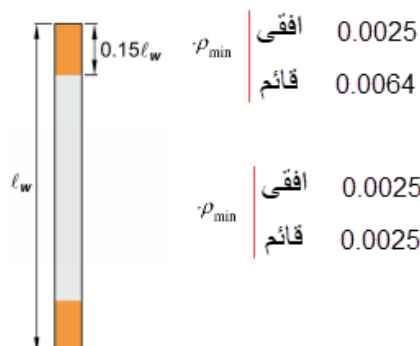
ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۳-۳-۲- وصله میلگردهای عرضی دیواربرشی ممنوع می‌باشد. ضمناً در صورتی که دیوار برشی دارای المان مرزی باشد، این میلگردها بایستی در انتهای هسته المان مرزی محصور شوند.

۳-۳-۳- ضرایب ترک خوردگی ستون سرکله دیوار مشابه دیوار می باشد.

۳-۳-۴- حداکثر آرماتور طولی دیوار در نواحی مرزی به ۳٪ و در نواحی غیر مرزی به ۲٪ درصد محدود شود.

۳-۳-۵- درصد حداقل آرماتور قائم و افقی از ۰/۰۰۲۵ کمتر نشود. همچنین در لبه‌های دیوار (به طول ۰/۱۵ طول دیوار) مقدار آرماتور قائم از ۰/۰۰۶۵ کمتر نشود.

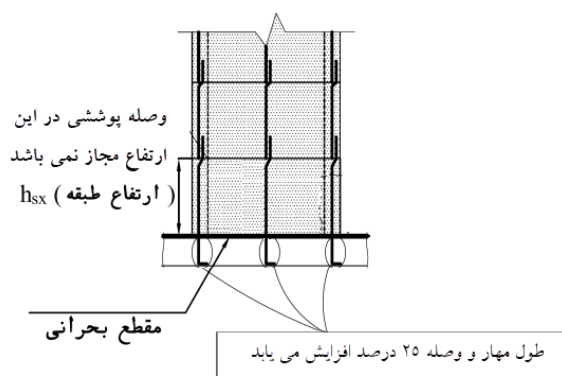
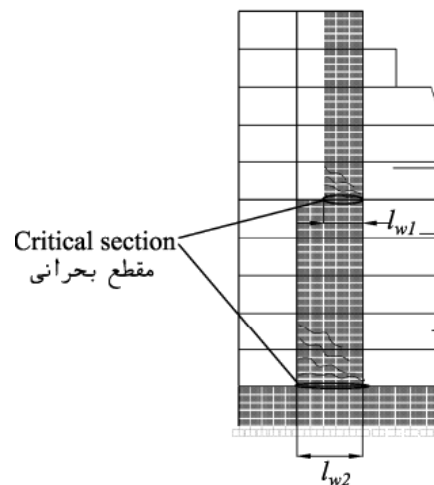
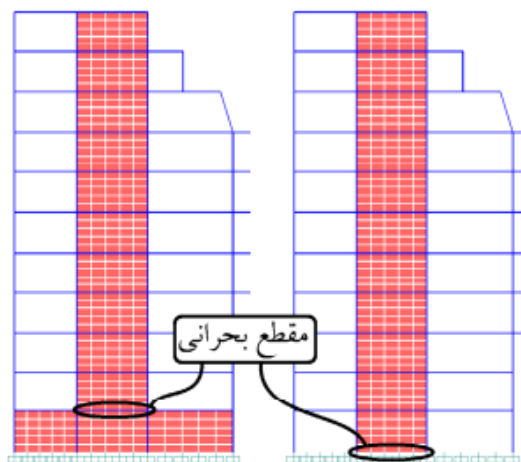


درصد حداقل آرماتور دیوار برشی

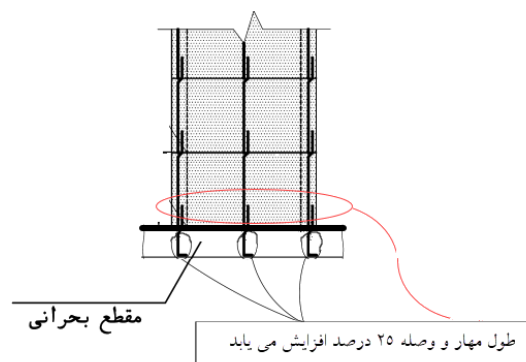
۳-۳-۶- مطابق مبحث نهم در نقشه قید گردد که، حداکثر ۵۰ درصد آرماتورهای طولی دیوار برشی می‌تواند در یک مقطع قطع شود.

۳-۳-۷- ناحیه بحرانی (مطابق شکل زیر)، تراز روی فونداسیون، روی دیوار حائل و تراز ی که دیوار برشی دچار کاهش مقطع شده است، می‌باشد. چنانچه دیوار برشی روی ناحیه بحرانی دارای المان مرزی باشد در کل ارتفاع آن طبقه (بالای ناحیه بحرانی) وصله میلگرد قائم مجاز نمی‌باشد و در زیر ناحیه بحرانی نیز طول مهاری ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. همچنین چنانچه دارای المان مرزی نباشد طول وصله میلگردهای قائم در این طبقه به اندازه ۲۵ درصد افزایش یابد.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	



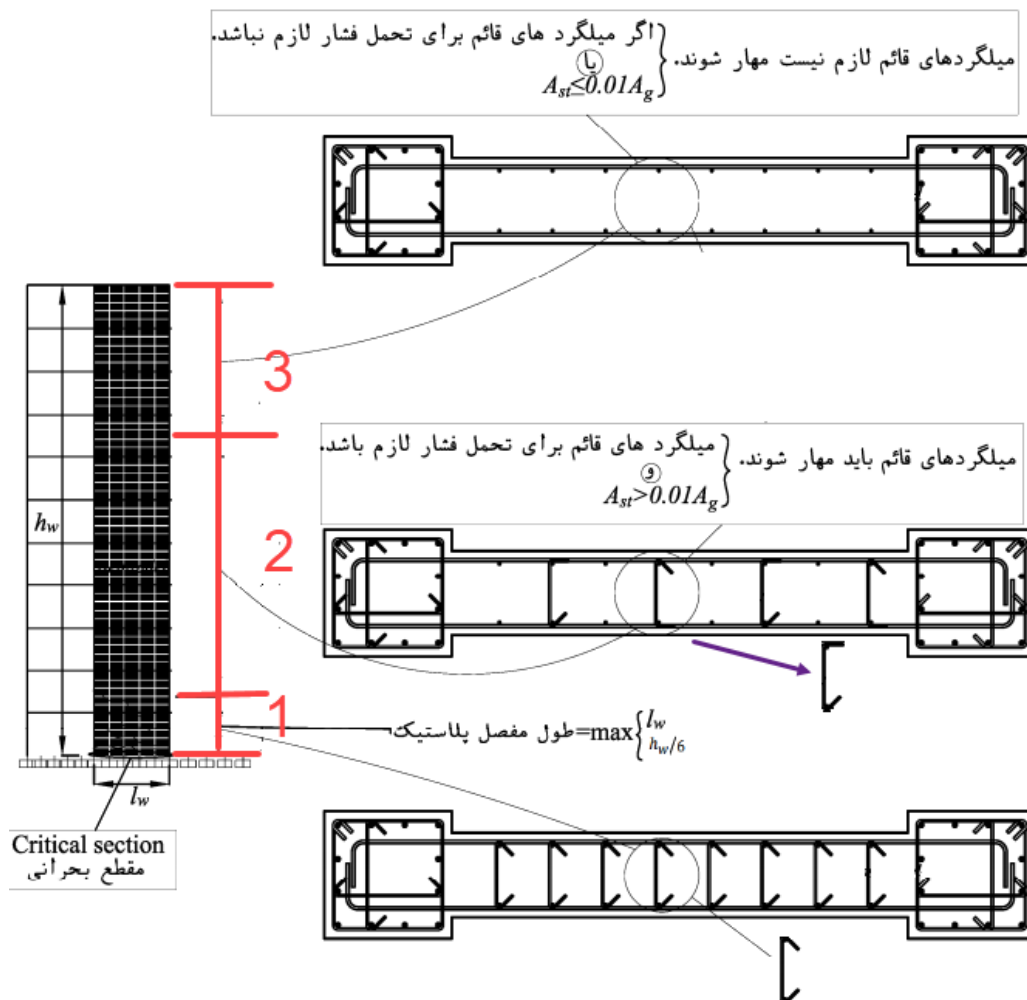
ب) جزئیات مهار (وصله) در ناحیه بحرانی در صورت داشتن المان مرزی



الف) جزئیات مهار (وصله) در ناحیه بحرانی در صورت نداشتن المان مرزی

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۸-۳-۳- اجرای سنجاقی برای مهار میلگردهای قائم جان دیوار در سه ناحیه مطابق شکل زیر انجام می‌گیرد:

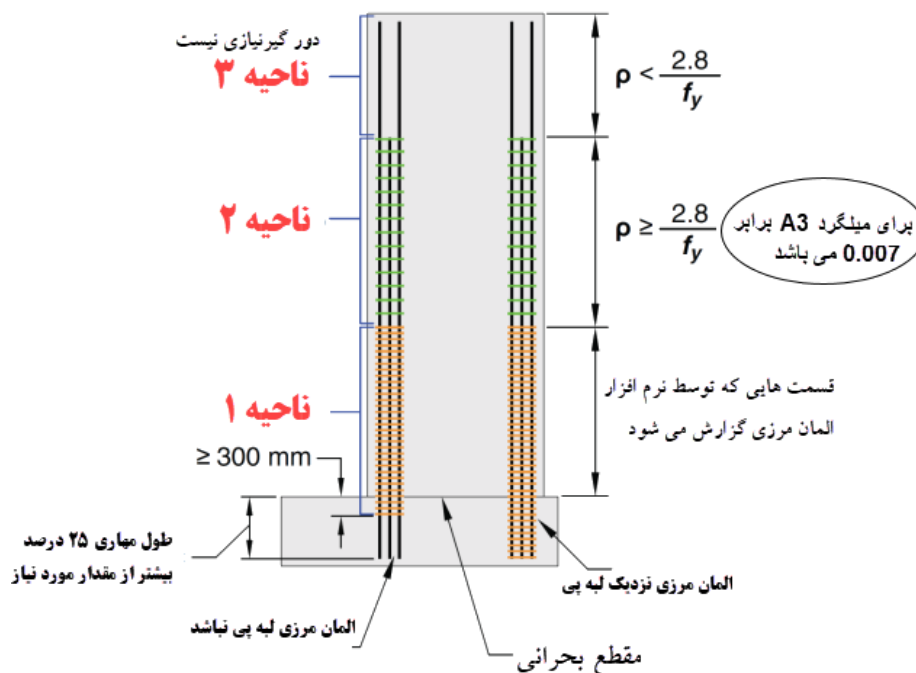


آرایش و نحوه قلاب دو سر آرماتور سنجاقی جان دیوار در سه ناحیه مشخص شده

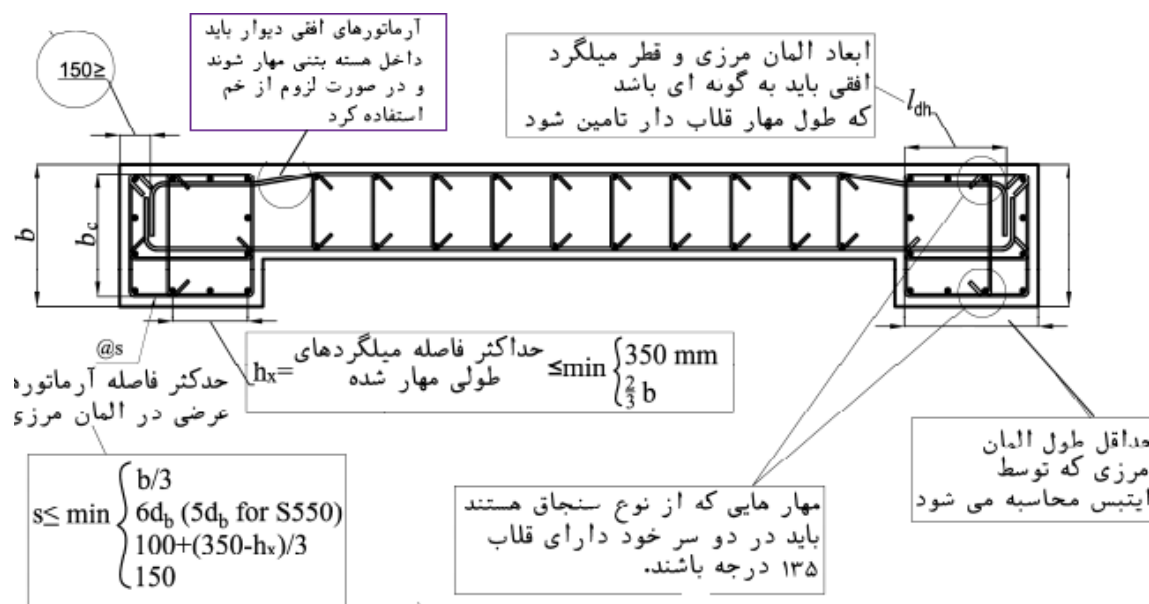
توجه: چنانچه نرم افزار در کل ارتفاع دیوار، المان مرزی گزارش ندهد، ناحیه ۱ (مطابق شکل) بالا نخواهیم داشت و سنجاقی مطابق ضوابط ناحیه ۲ و ۳ انجام می‌پذیرد. فاصله قائم سنجاقی ها از ۳۰ سانتیمتر بیشتر نشود.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۹-۳-۳- جزئیات میلگردهای عرضی در المان مرزی مطابق شکل و توضیحات زیر می باشد:



آرماتور گذاری عرضی لبه دیوار

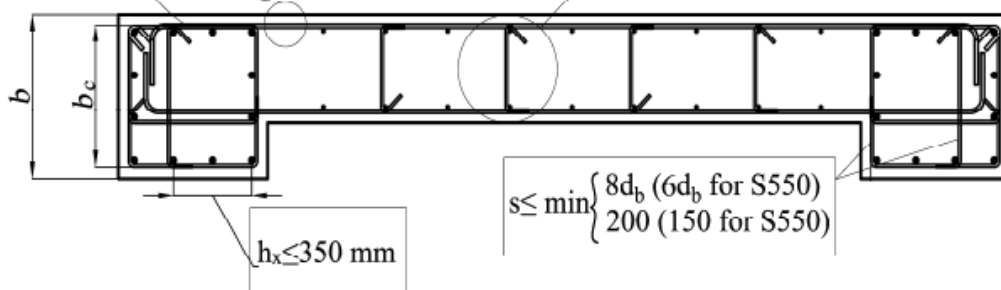


آرماتور گذاری ناحیه ۱

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

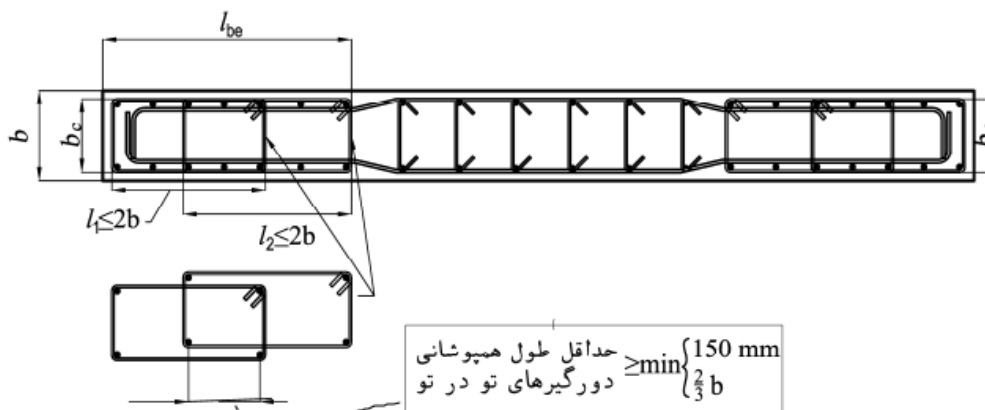
میلگردهای افقی دیوار لازم نیست در داخل هسته مهار شوند.

میلگردهای قائم باید مهار شوند. } میلگرد های قائم برای تحمل فشار لازم باشد.
 $A_{st} > 0.01 A_g$



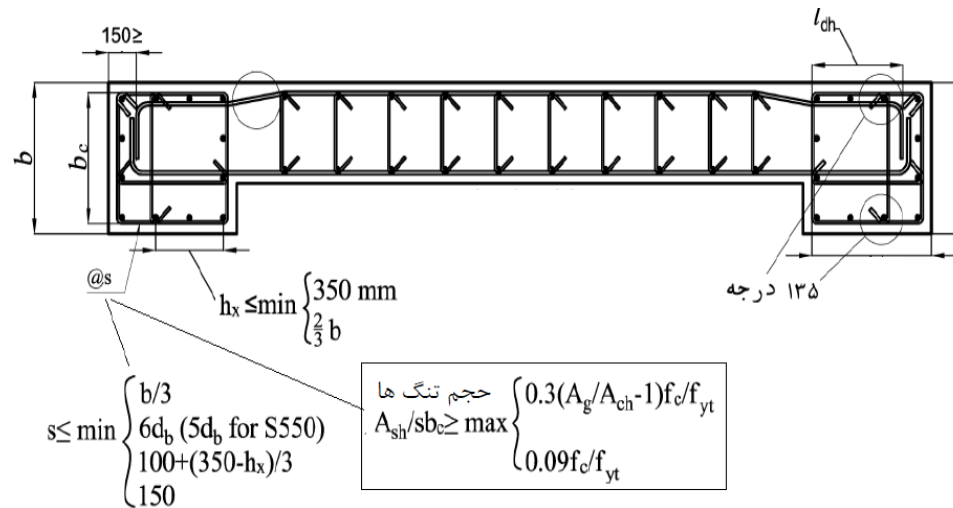
آرماتور گذاری ناحیه ۲

توجه: چنانچه در ناحیه ۱، طول دور گیر از دو برابر ضخامت دیوار بیشتر شود، باید مطابق شکل و جزئیات زیر، از خاموت‌های تو در تو استفاده گردد:



استفاده از دور گیر تو در تو در ناحیه ۱

۱۰-۳-۳- در صورت نیاز به المان مرزی، باید حجم تنگ‌های المان مرزی نیز کنترل گردد.



۱۱-۳-۳- برش تشدید یافته دیوار به صورت زیر کنترل می‌شود.

ضریب بزرگنمایی دینامیکی
اضافه مقاومت خمشی

$$V_e = \Omega_v \omega_v V_u \leq 3V_u$$

جدول ۹-۲۰-۴ ضریب اضافه مقاومت Ω_v در مقطع بحرانی

Ω_v	هندسه دیوار
بیشترین مقدار M_{pr}/M_u و ۱.۵۰ در ترکیبات باری که بزرگترین Ω_v را بدهد	$h_{wcs}/l_w > 1.50$
۱.۰	$h_{wcs}/l_w \leq 1.50$

در صورتی که $h_{wcs}/l_w < 2$ باشد، مقدار ω_v را می‌توان برابر ۱/۰ فرض نمود. در غیر این صورت

$$\omega_v = 0.9 + \frac{n_s}{10} \quad \text{اگر } n_s \leq 6 \text{ باشد}$$

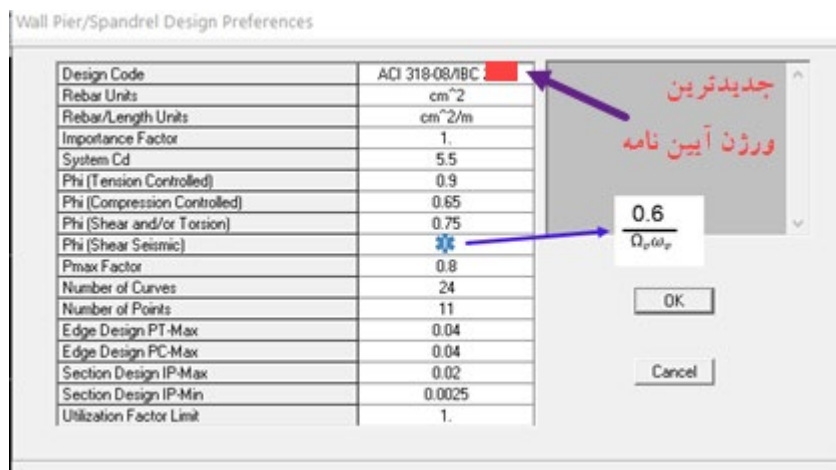
$$\omega_v = 1.3 + \frac{n_s}{30} \leq 1.80 \quad \text{اگر } n_s > 6 \text{ باشد}$$

(تعداد طبقات بالای مقطع بحرانی) مقدار n_s نباید کمتر از $0.00028 h_{wcs}$ منظور شود.

محاسبه ضریب بزرگنمایی دینامیکی و اضافه مقاومت خمشی دیوار

در جدول بالا، مقدار h_{wcs} ارتفاع کل دیوار از روی مقطع بحرانی می‌باشد.

پس از محاسبه مقادیر فوق، ضریب برشی لرزه‌ای دیوار مطابق شکل زیر اصلاح می‌گردد:



اصلاح ضریب برشی لرزه ای دیوار

توجه: در صورتی که مقدار پیش فرض برنامه ۰/۷۵ بود باید عدد مزبور برابر $\frac{0.75}{\Omega_p \omega_p}$ وارد شود.

توجه: برای طراحی تیرهای همبند این ضریب مجدداً باید ۰/۶ وارد شود.

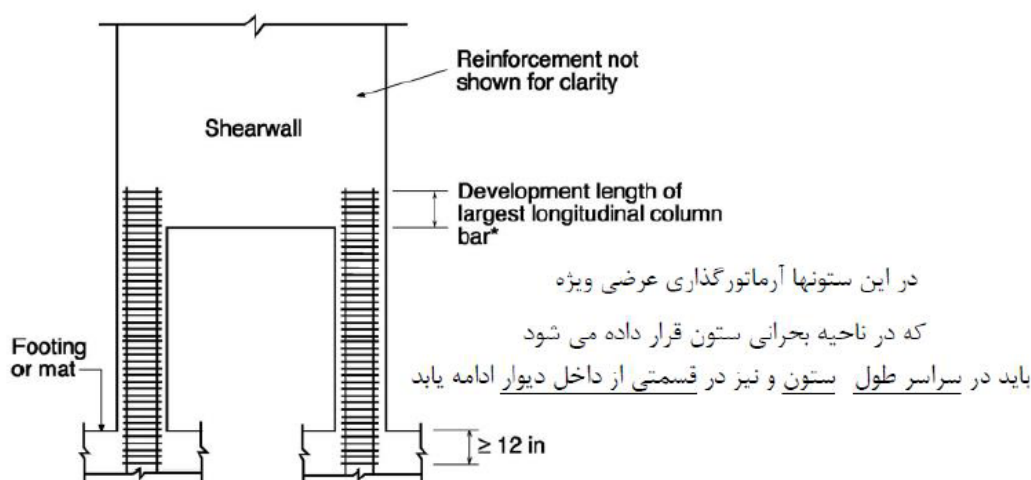
۳-۳-۱۲- در محاسبه کفایت ۲۵ درصد نیروی زلزله برای قاب خمشی در سیستم دو گانه، ستون‌های سر کله

دیوار نباید اثر داده شوند. برای این منظور درصد نیروی جذب شده توسط این ستون‌ها باید به میزان

۲۵ درصد افزوده شود.

۳-۳-۱۳- آرماتورهای عرضی ویژه برای ستون‌های زیر دیوارهای برشی منقطع می‌بایست مطابق ضوابط بند

۳-۳-۵-۲۰-۹ طراحی گردد.



۴- الزامات مربوط به مدل‌سازی و طراحی سازه فولادی:

۴-۱- کلیات سازه فولادی:

۴-۱-۱- تنظیمات آیین‌نامه برای سازه فولادی مطابق جدول زیر صورت پذیرد.

Design Code	AISC360-10/IBC 2018
Frame Type	*
Seismic Design Category	D
Importance Factor	1.
System Rho	1.
System Sds	0.
System R	*
System Omega0	*
System Cd	*
Design Provision	LRFD
Design Analysis Method	Direct Analysis
Second Order Method	General 2nd Order
Stiffness Reduction Method	Tau-b Variable
Phi(Bending)	0.9
Phi(Compression)	0.9
Phi(Tension-Yielding)	0.9
Phi(Tension-Fracture)	0.75
Phi(Shear)	0.9
Phi(Shear Rolled I)	1.
Phi(Shear-Torsion)	0.9
Ignore Seismic Code?	No
Ignore Special Seismic Load?	**
Is Doubler Plate Plug Welded?	No
HSS Welding Type	ERW
Reduce HSS Thickness?	No
Consider Deflection?	Yes
Deflection Check Type	Ratio
DL Limit, L /	1.
Super DL+LL Limit, L /	1.
Live Load Limit, L /	360.
Total Limit, L /	240.
Total-Camber Limit, L /	240.
DL Limit, abs	0.0254
Super DL+LL Limit, abs	0.0254
Live Load Limit, abs	0.0254
Total Limit, abs	0.0254
Total-Camber Limit, abs	0.0254
Pattern Live Load Factor	0.
Stress Ratio Limit	1.03
Maximum Auto Iteration	5

جدیدترین
ورژن آیین‌نامه

* با توجه به سیستم سازه‌ای مقادیر وارد می‌گردد. بدلیل اینکه کنترل فشردگی مقاطع آماده (General) یا

ساخته شده در قسمت SD Section توسط نرم افزار انجام نمی‌گردد، لازم است تا ضوابط لرزه‌ای اینگونه مقاطع به صورت دستی کنترل و در دفترچه محاسبات ارائه شود.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

**** پیشنهاد می‌گردد کنترل ترکیب بار تشدید یافته به صورت جداگانه (در یک فایل دیگر یا ترکیب بار**

مجزا) کنترل گردد. (چنانچه به صورت جداگانه کنترل انجام شود در این قسمت yes انتخاب گردد).

۴-۱-۲- تیرهایی که دارای اتصال گیردار هستند یا در دهانه مهاربند قرار گرفته‌اند و به دیافراگم سقف

متصل نیستند، طبق بند ۳-۸-۶ آیین نامه ۲۸۰۰ مانند تیر-ستون طراحی شود. (به این صورت که در

فایل جداگانه‌ای، دال از حالت دیافراگم خارج شده و تیرهای مزبور کنترل شوند. همچنین اتصال

این تیرها به ستون با استفاده از نبشی یا ورق جان طراحی شود).

۴-۱-۳- مساحت ورق تقویت تیرها از $\frac{2}{3}$ برابر مساحت بال تیر و همچنین ضخامت ورق تقویت از $\frac{1}{5}$ برابر

ضخامت بال تیر بیشتر نباشد.

۴-۱-۴- فشردگی مقاطع تیرورق کنترل گردد.

۴-۱-۵- قرارگیری مهاربند بدون اتصال مناسب به دیافراگم حتی در یک طبقه مورد قبول نمی‌باشد.

۴-۱-۶- حداکثر نسبت تنش برای کلیه اعضای فولادی برابر با $\frac{1}{3}$ در نظر گرفته شود.

۴-۱-۷- جزئیات کلیه جوش‌ها در نقشه از قبیل نوع جوش، بعد جوش، نحوه جوشکاری، فواصل جوش و

غیره مشخص باشد.

۴-۱-۸- طراحی صفحه ستون و بولت‌های مربوط به ستون‌های دهانه مهاربندهای ویژه در دفترچه محاسبات

ارائه گردد.

۴-۱-۹- فاصله بولت تا لبه صفحه به نحوی داده شود تا بولت‌ها داخل کاور بتن قرار نگیرند.

۴-۱-۱۰- وصله ستون‌های فولادی باربر لرزه‌ای، نباید از ۱۲۰ سانتیمتر به بال تیر متصل به ستون، نزدیک‌تر باشد.

۴-۳-۱۴- جزئیات مهار دیوارهای غیر سازه‌ای با میلگرد بستر بر اساس پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ ارائه گردد.

۴-۲- تنظیمات مربوط به تیرهای کامپوزیت:

۴-۲-۱- تنظیمات لرزش تیرهای کامپوزیت برای طبقات با کاربری مسکونی بصورت جدول زیر انجام شود:

Preferences

Factors | Beam | Deflection | **Vibration** | Price

Vibration Criterion	Walking
Occupancy Category	Residential
Acceleration Limit, a0/g	0.005
Damping Ratio	0.03

Reset Tab

Design Code: AISC360-05/IBC

Reset All OK Cancel

Preferences

Factors | Beam | Deflection | **Vibration** | Price

Vibration Criterion	Walking
Occupancy Category	Residential
Acceleration Limit, a0/g	0.005
Damping Ratio	0.05

Reset Tab

Design Code: AISC360-05/IBC

Reset All **OK** Cancel

تنظیمات لرزش مربوط مسکونی بدون تیغه‌بندی کافی
(پذیرایی و آشپزخانه)

تنظیمات لرزش مربوط به بام و مسکونی
دارای تیغه‌بندی کافی (اتاق‌های خواب)

توجه: برای سایر کاربری‌ها به آیین‌نامه‌های معتبر مراجعه و بطور مستند در دفترچه محاسبات بیان گردد. (توصیه می‌شود در این موارد از پیش‌فرض‌های برنامه بدون تغییر استفاده گردد.)

۴-۲-۲- حالت پیش‌خیز در تنظیمات تیرهای کامپوزیت در نظر گرفته نشود. (در برگه Deflection از

پنجره‌ی Composite Beam Overwrites گزینه‌ی Calculate Camber روی حالت No باشد.)

۴-۲-۳- در برگه Deflection از پنجره‌ی Composite Beam Overwrites برای گزینه‌ی Composite

I33 Factor عدد ۰/۷۵ وارد شود.

۴-۲-۴- حداکثر نسبت تنش برای کلیه تیرهای کامپوزیت برابر با ۱/۰۳ در نظر گرفته شود.

۴-۲-۵- تیرهایی که تمام با بخشی از آنها به دال طبقه متصل نیست، از حالت کامپوزیت خارج و در حالت

steel طراحی شود.

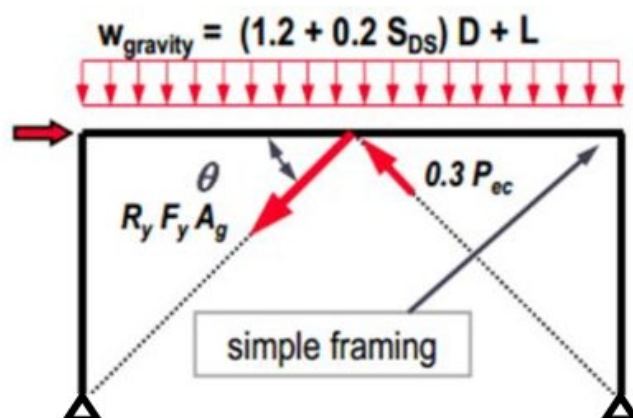
۴-۲-۶- در سقف کامپوزیت، در صورت استفاده از شمع‌بندی، نحوه شمع‌بندی و فاصله شمع‌ها مشخص

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

گردد. (چنانچه ارتفاع سقف زیاد باشد، ترجیحاً از شمع بندی استفاده نگردد).

۴-۳- الزامات اختصاصی مهاربندهای همگرای معمولی:

- ۴-۳-۱- استفاده از این سیستم برای ساختمان بالای ۱۵ متر ممنوع می‌باشد.
- ۴-۳-۲- با توجه به اینکه مقطع ستون‌های دهانه مهاربندی باید فشرده باشند، استفاده از ستون‌های بست‌دار بدلیل ابهام در فشرده‌گی و عدم پیوستگی مورد قبول نمی‌باشد.
- ۴-۳-۳- تیرهای موجود در دهانه مهاربند ۷ و ۸ (شورون)، باید الزامات زیر را برآورده نمایند:
الف) برای نیروی نامتعادل مطابق بند ۱۰-۳-۱۰-۲-ج طراحی گردند (محاسبات دستی ضمیمه فایل انجام و ارائه گردد).



توجه: جهت جلوگیری از ایجاد نیروی نامتعادل در تیر، می‌توان مهاربند را به صورت ضربدری طبقاتی (مهاربند ۷ و ۸ بصورت متوالی) اجرا نمود. در این صورت نیز چنانچه مهاربند بالا و پایین هم مقطع نباشد، تیر باید اختلاف نیروی نامتعادل مهاربندهای بالا و پایین را تحمل نماید.

ب) این تیرها باید نیروهای ثقلی را بدون حضور مهاربند تحمل نمایند.

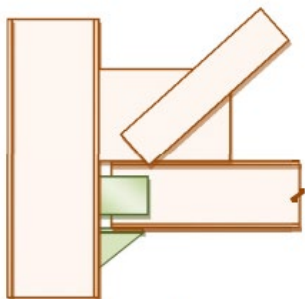
ج) مهار جانبی مناسب در طول تیر در نظر گرفته شود. در سقف‌های کامپوزیت با اتصال یک تیر فرعی به تیر دهانه مورد نظر مهار جانبی تأمین می‌گردد، در سقف تیرچه بلوک می‌توان با اتصال چند نبشی به جان تیر و درگیر نمودن آن با بتن سقف مهار جانبی تأمین گردد.

بنابراین استفاده از مهاربند شورون در دهانه‌های کناری راه‌پله که به دال طبقات متصل نیست، بدلیل عدم امکان

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

مهار جانبی تیر، مجاز نمی‌باشد.

(د) برای اتصال تیر دهانه مهاربند، و جهت انتقال نیرو از تیر به ستون حتما باید از ورق جان استفاده گردد.

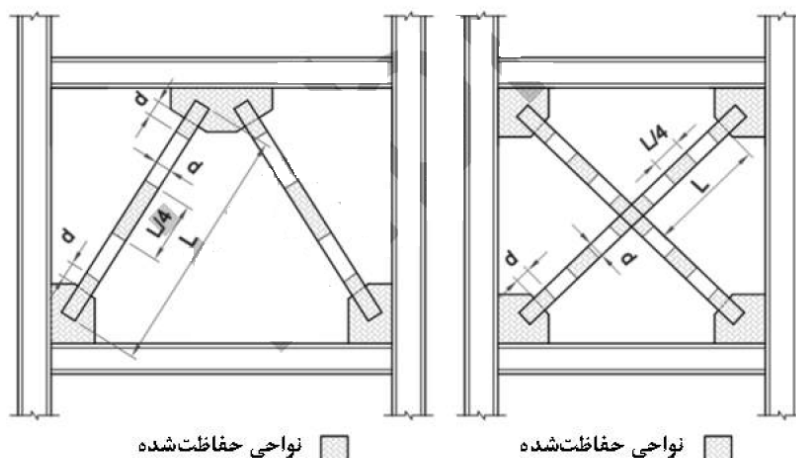


اتصال تیر دهانه مهاربند هشتی به ستون با ورق جان

مهار جانبی تیر دهانه مهاربند هشتی

۴-۴- الزامات اختصاصی مهاربندهای همگرای ویژه:

۴-۴-۱- محل مجاز وصله مهاربندهای همگرای ویژه (نقاط خارج از نواحی حفاظت شده) بصورت شکل زیر می‌باشد.



شکل ۱۰-۳-۴-۲-۱: نواحی حفاظت شده در مهاربندهای همگرای ویژه

۴-۴-۲- کنترل فشردگی ستون‌های دهانه مهاربندی طبق جدول ۱۰-۴-۳-۱ انجام گیرد. جوش این ستون‌ها

(شامل پروفیل و ورق‌های تقویتی متصل به آن) باید به صورت ممتد انجام شود.

۴-۴-۳- کنترل ستون‌ها برای کنترل بند ۱۰-۳-۱۱-۲ مطابق گام‌های زیر صورت پذیرد:

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

الف) بعد از نهایی شدن مقطع مهاربندها، مقاومت محوری کششی و فشاری هر مهاربند را از نرم افزار مطابق شکل زیر برداشت و نیروی کششی و فشاری ظرفیتی این مهاربند را محاسبه می‌تماییم. (در همه دهانه‌ها و طبقات)

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial Force	50188.103	49478.680	67399.000

$$T = \frac{1.2 \times 1}{0.9}$$

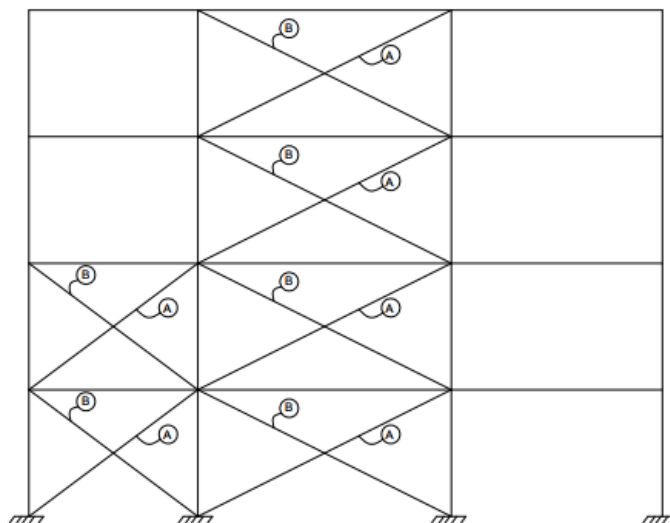
$$C = \frac{1.14 \times 1.2 \times 2}{0.9}$$

ب) ۴ حالت بار برای هر جهت (مجموعاً ۸ تا) از نوع other تعریف می‌شود.

TAX
CAX
} حالات بار مربوط به مهاربندهای گروه A

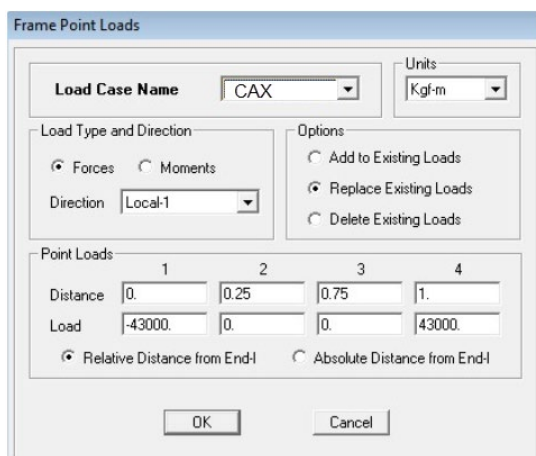
TBX
CBX
} حالات بار مربوط به مهاربندهای گروه B

ج) مهاربندها در هر قاب به صورت دو گروه A و B تقسیم بندی می‌شوند.

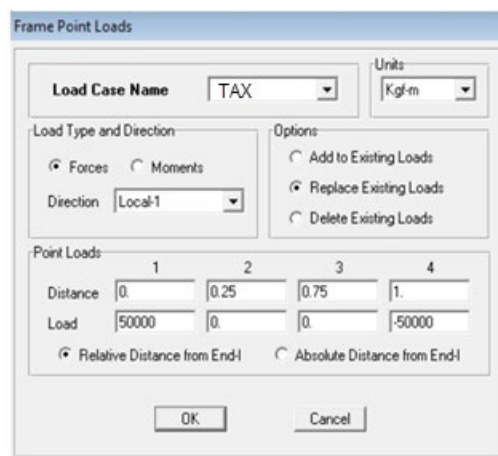


د) به کلیه مهاربندهای گروه A، نیرویی برابر T و C براساس محاسبات بخش الف و تحت بار TAX و CAX

وارد می‌شود. به کلیه مهاربندهای گروه B نیز نیروهای T و C براساس محاسبات بخش الف و به صورت TBX و CBX وارد می‌گردد. این بار توسط دستور Assign Frame Point Load و در راستای Local-1 در دو انتهای آن وارد می‌شود. (توجه شود که علامت نیروی کششی و فشاری قرینه خواهد بود).



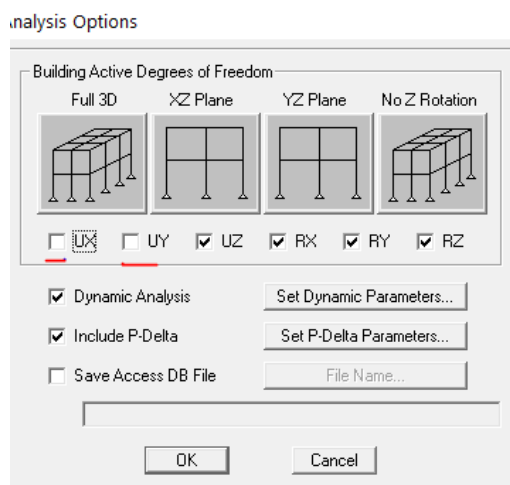
نحوه وارد کردن نیروی فشاری



نحوه وارد کردن نیروی کششی

ه) ضریب اصلاح سختی محوری مهاربندها برابر ۰/۰۰۱ وارد می‌شود.

و) کلیه سقف‌ها از حالت دیافراگم صلب خارج شود و جابه جایی‌های افقی سازه مقید گردد.



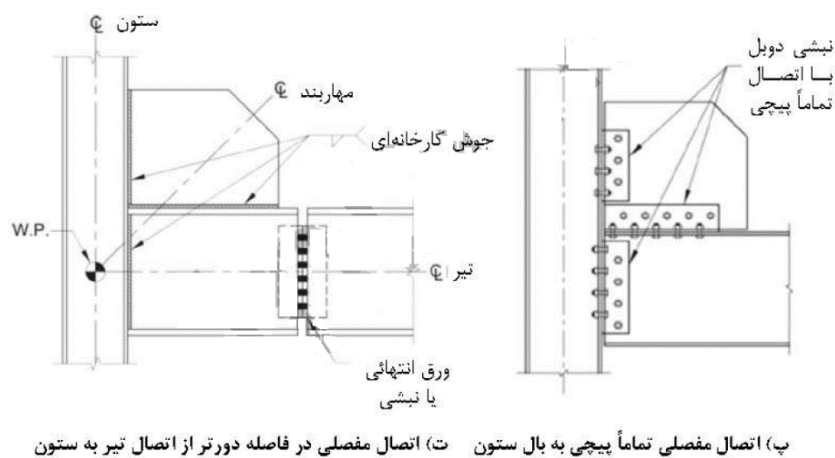
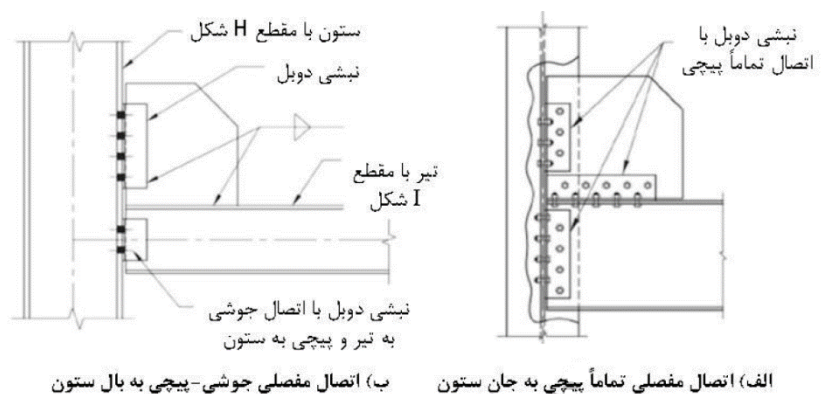
ز) تیر و ستون دهانه مهاربندی برای ترکیب بارهای زیر پاسخگو باشد:

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

$$\begin{aligned} \text{SCBFX1} &= 1.2D + L + \text{TAX} + \text{CBX} \\ \text{SCBFX2} &= 1.2D + L + \text{TAX} + 0.3\text{CBX} \\ \text{SCBFX3} &= 0.9D + \text{TAX} + \text{CBX} \\ \text{SCBFX4} &= 0.9D + \text{TAX} + 0.3\text{CBX} \\ \text{SCBFX5} &= 1.2D + L + \text{TBX} + \text{CAX} \\ \text{SCBFX6} &= 1.2D + L + \text{TBX} + 0.3\text{CAX} \\ \text{SCBFX7} &= 0.9D + \text{TBX} + \text{CAX} \\ \text{SCBFX8} &= 0.9D + \text{TBX} + 0.3\text{CAX} \end{aligned}$$

برای جهت Y نیز ۸ ترکیب بار مشابه ساخته شود.

۴-۴-۴ جزئیات اتصال تیر دهانه‌ی مهاربند همگرای ویژه به ستون در شکل‌های زیر قابل استفاده است.



۴-۴-۵ طراحی صفحه ستون مربوط به ستون‌های دهانه مهاربندهای ویژه در دفترچه محاسبات ارائه گردد.

۴-۵ الزامات اختصاصی قاب خمشی فولادی متوسط و ویژه:

۴-۵-۱ کلیه اتصالات تیر به ستون باید از اتصالات از پیش تأیید شده دقیقاً مطابق جزئیات داده شده بدون

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

اضافه یا کم نمودن طبق بند ۱۰-۳-۱۳ باشند.

۴-۵-۲- ترجیحاً ارتفاع تیرهای موجود در هر طبقه یکسان در نظر گرفته شود تا اجرای ورق پیوستگی دچار

تنگنا نشود.

۴-۵-۳- کنترل برش چشمه اتصال طبق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۶ انجام پذیرد.

۴-۵-۴- ورق پیوستگی طبق بند ۱۰-۳-۸-۵ طراحی گردد.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۵- الزامات مربوط به مدل‌سازی و طراحی فونداسیون:

۵-۱- کلیات فونداسیون و شمع‌های بتنی:

۵-۱-۱- فرضیات مربوط به خاک زیر فونداسیون بر اساس نکات مندرج در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان و نتایج آزمایشات ژئوتکنیک از پروژه مورد نظر باشد.

۵-۱-۲- جدول و اطلاعات مربوط به فونداسیون (رده بتن، رده میلگردها، طول وصله و مهار میلگردها، پوشش بتن، وضعیت همجواری‌ها، شرایط خاک زیر پی و میزان خطر گودبرداری و توجه به ضوابط مختلف مبحث هفتم و نهم و سایر مباحث مربوطه برای هر پروژه) به صورت دقیق در نقشه قید گردد.

۵-۱-۳- در صورت نیاز به گودبرداری، لزوماً نقشه‌های سازه نگهبان بطور کامل طراحی و ضمیمه نقشه سازه شود.

۵-۱-۴- فونداسیون جزئی از سازه محسوب می‌شود و ترکیب بارهای طراحی آن مشابه سازه خواهد بود. بنابراین اگر در سازه، قاعده ۳۰-۱۰۰ و یا ضریب نامعینی اعمال شده است، باید در طراحی پی نیز منظور شود.

۵-۱-۵- در صورت استفاده از حالات بار طیفی، در طراحی پی از حالات و ترکیبات بار استاتیکی فراخوانی شده از ایتبس استفاده گردد.

۵-۱-۶- با استفاده از ترکیب بار زلزله شدید یافته لازم است پانچ زیر ستون‌ها در فونداسیون کنترل گردد. (خصوصاً برای ستون‌های متصل به مهاربند یا دیوار برشی).

توجه: توصیه می‌شود جهت کنترل برش پانچ از ویرایش‌های جدید نرم‌افزار SAFE استفاده شود.

۵-۱-۷- کنترل نشست متقارن و نامتقارن انجام گردد و توصیه می‌شود فونداسیون به قطعات کناری و میانی تقسیم شده و ضریب بستر قطعات کناری دو برابر قطعات میانی در نظر گرفته شود.

۵-۱-۸- لازم به ذکر است که مجموع حاصل ضرب میانگین ضریب بستر اعمال شده در مساحت‌های کناری و میانی باید با حاصل ضرب ضریب بستر یکنواخت در مساحت کل فونداسیون با هم برابر باشند.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۵-۱-۹- در مواردی که احتمال می‌رود در پی تحت بارهای وارد شده، کشش (Uplift) داشته باشیم، بهتر است برای طراحی پی از زلزله‌های استاتیکی استفاده کنیم. اگر اصرار بر استفاده از بارهای دینامیکی باشد می‌توان ابتدا در ایتبس بارهای استاتیکی از نوع user load و بر اساس برش‌های دینامیکی در طبقات تعریف کرد و سپس بارهای تعریف شده از نوع user load را به SAFE منتقل نمود.

۵-۲- الزامات طراحی فونداسیون:

۵-۲-۱- آرماتور عرضی بایستی همپوشانی گردد و ضوابط طول وصله آن‌ها کنترل شده و در صورت عدم همپوشانی، کنترل برش یک طرفه انجام شود. (در صورت لزوم برای تأمین آرماتور برشی علاوه بر همپوشانی از سنجاقی‌های عمودی استفاده گردد).

۵-۲-۲- در محاسبه برش پانچ و یک طرفه، سطح برش با وضعیت موجود و ابعاد واقعی مطابقت داشته باشد. (گاه‌ها بخشی از خط برش در فضای خالی و بدون بتن فونداسیون قرار می‌گیرد).

۵-۲-۳- در صورت استفاده از فونداسیون گسترده، می‌بایست نوارهای طراحی ستونی و میانی تعریف شده و میلگردگذاری به تفکیک نوارها در نقشه مشخص گردد.

توجه: در صورت عریض بودن نوارهای فونداسیون نواری، می‌بایست نوارهای طراحی عمود بر راستای پی در نرم افزار پیش‌بینی گردد.

۵-۲-۴- در صورت الزام به اجرای شمع در زیر فونداسیون، رعایت موارد ذیل و سایر ضوابط آیین نامه الزامی است:

الف- با توجه به نیروی کششی و فشاری گزارش شده توسط نرم افزار، نسبت به طراحی میلگرد کششی و قطر شمع و پای شمع (پافیلی) اقدام گردد.

ب- در صورت استفاده از شمع دارای پافیلی، از یک شبکه میلگرد در قسمت پافیلی استفاده شود.

ج- مساحت پافیلی داده شده ذکر گردد و در صورت قرار داشتن در گوشه و یا کنار ساختمان، نحوه اجرای شمع با توجه به عدم امکان قرارگیری آن در ملک یا معبر مجاور زمین، مشخص

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

شود و با توجه به شرایط اجرا، احتمال تداخل پافیلی شمع‌های مجاور بررسی گردد.

۵-۲-۵- محاسبات مربوط به عدد فنریت شمع‌ها در دفترچه محاسبات ارائه شود. (در صورت اعمال تأثیر

جداره، تأثیر مضاعف مدل‌سازی نقطه‌ای و مدل‌سازی زیر شمع نیز کم گردد).

۵-۲-۶- با توجه به اینکه دسته میلگرد از سه عدد بیشتر نمی‌تواند باشد، تعداد آرماتورهای تقویتی بیش از دو

برابر آرماتور اصلی نباشد. در صورت عدم امکان، تمهیدات لازم و یا نحوه چیدمان برای جلوگیری

از تراکم زیاد و کم شدن فاصله آزاد بین آرماتورها در نقشه مشخص شود.

۵-۲-۷- در صورت استفاده از آرماتور نوع A4، طول مهاری و طول وصله برای این نوع آرماتور نیز در

کلیات نقشه مشخص گردد.

۵-۲-۸- توجه شود که نرم افزار تعداد آرماتورهای تقویتی و طول مورد نیاز آن را به صورت خروجی در

اختیار کاربر قرار می‌دهد که این طول، طول تثوریک می‌باشد، لذا باید به نکات زیر در ترسیم

نقشه توجه گردد:

الف- طول گیرایی میلگرد به طول تثوری اضافه شود.

ب- در مواردی که آرماتورهای تقویتی از لبه فونداسیون شروع می‌شود، بایستی با قلاب استاندارد

طول گیرایی آن تأمین گردد.

ج- در محاسبه طول گیرایی در صورت دسته بودن آرماتورها به ضوابط طول گیرایی آرماتورهای

چندتایی نیز توجه شود.

۵-۲-۹- پای هر ستون از دو جهت توسط نوار فونداسیون مهار گردد و در صورت عدم مهار از دو جهت،

کنترل‌های مربوط به آن مانند برش پانچ، برش یک طرفه و پیچش و غیره ارائه گردد.

توجه: با توجه به اینکه در سیف ورژن ۸، برخی حرکت‌های فونداسیون آزاد نیستند، نرم افزار به

درستی نمی‌تواند اثر نداشتن نوار در دو جهت را بررسی کند.

۵-۲-۱۰- نوارهای طراحی فونداسیون برای بررسی هر دو جهت باید کل سطح فونداسیون را در برگیرد، چرا

که فونداسیون علاوه بر راستای نوار در برخی حالت‌های خاص می‌تواند در جهت عمود بر آن هم

تحمل خمش داشته باشد.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

- ۵-۲-۱۱- حداقل آرماتور خمشی در وجه کششی باید برابر $0.018A_g$ در نظر گرفته شود و با توجه به اثر رفت و برگشت زلزله توصیه می‌شود در هر دو شبکه بالا و پایین از مقدار ذکر شده کمتر نباشد.
- ۵-۲-۱۲- در صورتی که نوار فونداسیون در جهت عرضی نیز خمش قابل ملاحظه‌ای داشته باشد، برای جهت عرضی هم ضابطه بالا رعایت شود در غیر این صورت برای آرماتور عرضی کافی است مجموع آرماتور بالا و پایین شرط فوق را تأمین کنند.
- ۵-۲-۱۳- محل شروع و پایان و تعداد آرماتورهای تقویتی به طور مشخص در نقشه بیان گردد.
- ۵-۲-۱۴- در ترسیم فونداسیون با روش ترسیم نواری، از همپوشانی نوارهای ترسیم شده بر روی یکدیگر خودداری گردد زیرا در سیف ورژن ۸ این عمل باعث دوبار در نظر گرفته شدن ضریب بستر اختصاص داده شده می‌شود و در جهت عدم اطمینان است.

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

۶- منابع

- [۱] مباحث مقررات ملی ساختمان (مباحث ششم تا دهم)، دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان.
- [۲] استاندارد ۲۸۰۰ ایران - ویرایش چهارم، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.
- [۳] نکات مدل‌سازی و طراحی سازه‌های بتنی و فولادی - ویرایش ۱۴۰۰، دکتر مسعود حسین زاده اصل

**** در پایان ضمن تشکر از کلیه عزیزانی که با اشتراک گذاری مطالب علمی موجب ارتقاء سطح علمی جامعه مهندسی می‌شوند، به جهت جلوگیری از شلوغی و تکرار مکررات، منابع مورد استفاده در انتها ذکر گردیده و در متن حذف شده است.**

ویرایش اول - پاییز ۱۴۰۱	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان جنوبی	 سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان جنوبی
	دفترچه الزامات طراحی سازه‌های فولادی و بتنی	

پیوست ۱- ترکیبات بارگذاری

دانلود فایل‌های ETABS 9 و ETABS 2016 از وبسایت دکتر مسعود حسین زاده اصل که ترکیبات بار برای سازه‌های فولادی و بتنی با مقادیر p برابر با ۱ و ۱/۲ برای استفاده به عنوان فایل‌های نمونه در طراحی سازه از طریق لینک زیر:

<https://hoseinzadeh.net/hoseinzadeh-etabs>

- فایل‌های ۱ تا ۸ تنها برای سازه‌های بتنی تنظیم شده‌اند (در ETABS 9.7.4)
- فایل‌های ۹ تا ۱۲ تنها برای سازه‌های فولادی بر اساس روش تنش مجاز تنظیم شده‌اند (در ETABS 9.7.4).
- در فایل‌های ۱۳ تا ۱۶ تنظیمات لازم برای سازه‌های بتنی (بر اساس ACI-318-2019) و نیز سازه‌های فولادی (بر اساس AISC-360-201) انجام شده و ترکیبات بار هر دو تعریف شده است.

